FUNGER
PHLIPPEN
Ingenieure

Tragwerksplanung · Bauphysik
Gutachten · Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstr. 108 I 47798 Krefeld
Zweigstelle:
Sonnborner Str. 71-73 I 42327 Wuppertal
info@fp-ing.de I www.fp-ing.de

Tragwerksplanung
LP 4 – Genehmigungsplanung
Erweiterung Schulzentrum Hünxe

Projektnr. FP-Ing 20241100

Bauvorhaben: Erweiterung Schulzentrum Hünxe
In der Elsen 34
46569 Hünxe

Bauherr: Gemeinde Hünxe
Dorstener Straße 24
46569 Hünxe

Auftraggeber: Wie Bauherr

Architekt: fun architekten ingenieure
Schillerstr. 7
32052 Herford

Seiten siehe Prüfbericht

In bautechnischer Hinsicht geprüft
☒ Standsicherheit ☒ statisch konstruktiver Brandschutz
Prüf-Nr.: TS-051474-2025 , Bericht Nr.: 1
Dipl.-Ing. Tobias Schäfers
Beratender Ingenieur
von der Ingenieurkammer-Bau NRW
staatlich anerkannter Sachverständiger
für die Prüfung der Standsicherheit,
Fachrichtung Massivbau
47259 Duisburg 09.12.2025
Mannesmannstr. 161 • Tel.0203/758400 • www.idn-du.de

INGENIEURKAMMER-BAU NORDRHEIN-WESTFALEN
BERATENDER INGENIEUR
726978

Ingenieurkammer-Bau NRW
Dipl.-Ing. (FH)
Volker Phlippen
qualifizierter
Tragwerksplaner
Mitgliedsnummer 726978

Seiten: 1 - 950

Aufgestellt in Krefeld, den 29.10.2025

Rebekka Pöll
i.A. M.Sc. Rebekka Pöll

V. Phlippen
Dipl.-Ing. Volker Phlippen

Funger Phlippen Ingenieure Beratende Ingenieure der IK-Bau
NRW Tragwerksplanung • Bauphysik Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Gutachten • Bauwerksprüfungen Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Projektnr.: **20241100**

Bauherr: **Gemeinde Hünxe, Dorstenerstraße 24, 46569 Hünxe**

Projekt: **Erweiterung Schulzentrum Hünxe, In den Elsen 34, 46569 Hünxe**

Hier: **LP4 Genehmigung Tragwerk**

Inhaltsverzeichnis

Seite	Position	Inhalt
1		Deckblatt
2		Inhaltsverzeichnis
3-6		Vorbemerkungen
7-103	T1-T15	Stb.-Treppenlauf/Podest
104-141	10	Stb.-Decke ü. 2.OG
142-147	10.1-10.20	Stb.-Unterzug 2.OG
148-154	10.25	Stb.-Unterzug 2.OG
155-157	12	Stb.-Attika als Überzug 2.OG
158-163	S1-S6	Stb.-Stütze 2.OG
164-171	11	Stb.-Sturz 2.OG
172-216	W1-W19+WA	Wände 2.OG
217-260	20	Stb.-Decke ü. 1.OG
261-310	20.1-20.48	Stb.-Unter-/Überzug 1.OG
311-313	21	Stb.-Attika als Überzug 1.OG
314-343	S1-S14	Stb.-Stütze 1.OG
344-379	W1-W24+WA	Wände 1.OG
380-458	30A/30B	Stb.-Decke ü. EG
459-483	30.1-20.22	Stb.-Überzug EG
484-548	S1-S24	Stb.-Stütze EG
549-593	W1-W20+WA	Wände EG
594-613	WAT30	Wandartiger Träger im 1.OG
614-658	40A	Stb.-Decke ü. KG
659-686	S1-S25	Stb.-Stütze KG
687-729	W1-W26+WA	Wände KG
730-751	WAT40/41	Wandartiger Träger im EG
752-792	40B/50	Bodenplatte
793-831	F1-F9	Fundamente
832-936	100	Außentreppe
937-950	FL1	Fundament Lüftungstürme

gesehen

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Vorbemerkung

Die Gemeinde Hünxe plant die bauliche Erweiterung der Gesamtschule Hünxe am Standort: In den Elsen 34, 46569 Hünxe. Im Rahmen der Maßnahme ist der Neubau eines Schulgebäudes vorgesehen, das über ein Erdgeschoss sowie zwei Obergeschosse verfügt und teilunterkellert ist.
Eine eingeschossige, aufgeständerte Etage schließt sich an den südlichen Gebäudeteil an.
Das Flachdach über dem 2. Obergeschoss wird als extensives Gründach ausgeführt. Zusätzlich ist die optionale Installation einer PV-Anlage vorgesehen.
Zur Erschließung des Gebäudes sind zwei innenliegende Treppenhäuser sowie ein Aufzug geplant. Auf der Seite des Gebäudes, an der das erste Obergeschoss eingeschossig ausgebildet ist, befindet sich zudem ein außenliegendes Fluchttreppenhaus.

Planungsgrundlagen

- Planstand Architektur vom 16.06.2025 von fun architekten ingenieure, Schillerstr. 7, 32052 Herford
- Brandschutzkonzept vom 10.06.2025 von Ingenieur- und Prüfsachverständigenbüro Jäger, Frankfurter Weg 72, 33106 Paderborn

Konstruktionsbeschreibung

Geplant ist die Errichtung eines freistehenden, viergeschossigen Gebäudes, bestehend aus einem Kellergeschoss, einem Erdgeschoss sowie zwei Obergeschossen. Die Gesamthöhe des Gebäudes beträgt ca. 12,9 m über Geländeoberkante (GOK).
Das Tragwerk wird in massiver Bauweise ausgeführt. Diese robuste Konstruktionsart ermöglicht die wirtschaftliche Umsetzung großer Spannweiten, insbesondere in den Klassenräumen. Zur Erreichung hoher statischer Effizienz und Flexibilität im Grundriss wird das Tragwerk durch Unterzüge, Stützen und wandartige Träger ergänzt.
Die Außenwände bestehen überwiegend aus Stahlbeton, insbesondere in Bereichen mit großen Fensterflächen. Diese Bauweise stellt einen sicheren Lastabtrag bei gleichzeitig hoher Öffnungsrate sicher. Die Fensterfronten werden jeweils durch Über- bzw. Unterzüge überspannt.
Ein Teilbereich des ersten Obergeschosses ist eingeschossig ausgebildet und auf Rundstützen aufgelagert. Aufgrund der damit einhergehenden Durchstanzgefahr ist die Decke über dem Erdgeschoss in diesem Bereich verstärkt und weist eine größere Deckenstärke auf als im restlichen Gebäude.
Zur Aufnahme vertikaler Lasten aus aufgelösten Wänden werden ein wandartiger Träger im 1. Obergeschoss sowie zwei weitere wandartige Träger im Erdgeschoss eingesetzt.
Die Treppenläufe werden in Stahlbetonbauweise ausgeführt. Um den Anforderungen an den Schallschutz gerecht zu werden, erfolgt eine schallschutztechnische Entkopplung vom übrigen Baukörper.
Nicht tragende Innenwände werden in Trockenbauweise errichtet, z. B. als Metallständerwände. Diese dürfen ein maximales Wandgewicht von 500 kg/m, einschließlich Bekleidung und Putz, nicht überschreiten und können flexibel entsprechend den Anforderungen des Grundrisses platziert werden.
Das außenliegende Fluchttreppenhaus wird unbeheizt ausgeführt. Zur thermischen Trennung werden Isokörbe an der Decke über dem Erdgeschoss sowie an der Decke des ersten Obergeschosses eingebaut.
Die statische Bemessung der Verblendabfangung obliegt dem Auftragnehmer.

gesehen

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Gebäudeaussteifung
Die Gebäudeaussteifung erfolgt über die in ausreichender Anzahl und Länge vorhandenen grundfesten Wände, sowie durch die Geschossdecken als Scheiben.

Baustoffe
Für das Tragwerk werden genormte und zugelassene Baustoffe bzw. Bauprodukte gemäß der aktuell gültigen, bauaufsichtlich eingeführten Verwaltungsvorschrift der Technischen Baubestimmungen des Landes Nordrhein-Westfalen (VV TB NRW) verwendet.

Beton
grundsätzlich für alle Bauteile: schwindarmer Beton
(ÜK = Überwachungsklasse)

Dachdecke 2.OG:	C25/30 XC3, WO
Dach-/ Geschossdecken 1.OG:	C30/37 XC1, XC3, WO
Geschossdecke EG, KG:	C30/37 XC1, XC3, WO
Allgemein Stützen, Wände:	C25/30 XC1, WO
Attika:	C25/30 XC3
Rundstützen außen:	C30/37 XC4, XD1, XF1
Außen-/Fluchttreppenhaus:	C25/30 XC4, XF1
Bodenplatte n.u.k./Fundamente:	C25/30 XC2, WF
Bodenplatte KG:	C30/37 XC2, WF
Aufzugsunterfahrt:	C30/37 XC3, XF1
Sauberkeitsschicht und Fundamente:	C12/15 X0
Fertigteile (z.B. Treppenläufe)	C25/30 XC1 WO

Betonstahl
Betonstabstahl B500A und Betonmattenstahl B500A

Mauerwerk
Kalksandstein-Plansteine mit Dünnbettmörtel,
Festigkeitsklasse 20 Rohdichteklasse 2000 kg/m³ KS (P)-20-2,0-DM

gesehen

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Einwirkungen und Lastannahmen
Standort: 46569 Hünxe
Windzone: II -> q_b = 0,39 kN/m²
Schneelastzone: 2 -> s_k = 0,85 kN/m²
Erdbebenzone: N/A -> a_{gR} = 0,0 m/s²

Last aus Gründach+PV-Anlage wird bei der Bemessung des Dachgeschosses über 2.OG als veränderliche Last mit der Kategorie E angenommen, bei der Lastweiterführung als ständige Last.

Ausbaulast Dach- und Bodenaufbauten

Dachgeschoss	
Abklebung, Abdichtung, Dämmung, Deckenputz	100 kg/m² = 1,00 kN/m²
Geschossdecke über EG und 1.OG, Bodenplatte	
Bodenbelag, schwimmender Estrich, Deckenputz	275 kg/m² = 2,75 kN/m²

Nutzlasten

Dachgeschoss über 2.OG		
Ext. Gründach	180 kg/m²	= 1,80 kN/m²
Lastreserve PV-Anlage	20 kg/m²	= 0,20 kN/m²
	Σ Gew.:	=**2,00 kN/m²**
Schneelast	100 kg/m²	=1,00 kN/m²
Geschossdecke über KG, EG und 1.OG, Bodenplatte		
Nutzlast Kat. C1 - Schulräume	500 kg/m²	=5,00 kN/m²
Nutzlast Kat. C3 - Flur	500 kg/m²	=**5,00 kN/m²**
Treppen/Treppenhäuser Kat. T2	500 kg/m²	=**5,00 kN/m²**
Lernzentren, frei Flächen	500 kg/m²	=**5,00 kN/m²**

Brandschutz
Es liegt ein Brandschutzkonzept vom 10.06.2025 von Ingenieur- und Prüfsachverständigenbüro Jäger ausPaderborn vor. Die statisch konstruktiven Ansätze sind den Dokument " Statisch konstruktiver Brandschutz" verankert.

Erdbeben
Die Abfrage zur Zuordnung von Orten zu Erdbebenzonen der DIN4149:2005-04 unter Zugrundelegung des Standortes Hünxe hat ergeben, dass sich das Bauvorhaben in der Erdbebenzone 0 befindet. Gemäß den aktuellen Regelungen für Bauten in Erdbebengebieten sind keine Lasten aus dem Lastfall Erdbeben definiert und werden somit nicht weiter berücksichtigt.

Begrenzung der Verformung
Die Verformungen der primären Tragkonstruktion einschließlich des Anteils aus Zustand II (Beton gerissen) werden in Abhängigkeit der Stützweite l (bei Kragarmen l = 2,5 l_k) hinsichtlich der Durchbiegung w projektspezifisch wie folgt begrenzt:

Klassenräume	w	≤	l/250
Bereiche mit nichttragenden Wänden	w	≤	l/500

Lastangaben als
richtig unterstellt

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Begrenzung der Rissbreiten für bewehrte Betonbauteile

Die Rissbildung bei schlaff bewehrten Stahlbetonbauteilen unvermeidbar. Die Rissbreite ist jedoch so zu beschränken, dass die ordnungsgemäße Nutzung des Tragwerks, das Erscheinungsbild und die Dauerhaftigkeit als Folge von Rissbildungen nicht beeinträchtigt werden. Die Rissbreitenbegrenzung folgt nach Expositionsklassen gemäß EC2 und WU-Richtlinie

gesehen

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

Gebäudemodell (x64) GEO 02/2025 (FRILO R-2025-2/P04)
SYSTEMDATEN

Anzahl der Geschosse : 5
Zulässige Bodenpressung : 250 kN/m²

GESCHOSSEBENEN

Geschoss Bezeichnung	OKD [m]	h [m]	d [cm]	A [m²]	V [m³]
2.OG	12.36	3.93	28.0	680.59	2674.74
1.OG	8.43	3.95	30.0	957.28	3781.25
NG (Normalgeschoss)	4.48	4.61	30.0	952.49	4390.96
1.UG	-0.13	3.25	30.0	423.42	1376.13
Bodenplatte	-3.38	0.30	30.0	423.42	127.03
Summe:		**16.04**		**3437.21**	**12350.11**

OKD - Oberkante Decke
h - Geschosshöhe
d - Deckendicke
A - Geschossfläche (Außenkontur)
V - Volumen

EINWIRKUNGEN

ID	Einwirkung	ψ0	ψ1	ψ2	γ	LED
g	ständig	1.00	1.00	1.00	1.35	ständig
1	Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel
3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.50	kurz

LED - Lasteinwirkungsdauer

Die Berechnung der Lasten erfolgt lastfallspezifisch,
mit charakteristischen Werten.
Die Daten der Einwirkungsgruppen, sowie der Alternativgruppen,
werden zu den Bemessungsprogrammen, die aus dem Gebäudemodell
aufgerufen werden, übertragen und dort berücksichtigt.

DECKE: 2.OG C 25/30 d=28cm OK=12.36m A=680.6m²

Koordinaten Außenkontur:

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	34.477	65.191	2	50.502	65.191
3	50.502	22.720	4	34.477	22.720

Querschnittswerte Deckengrundriss 2.OG

Flächeninhalt:	A	=	680.595	[m²]
Flächenschwerpunkt:	xs	=	42.489	[m]
	ys	=	43.955	[m]
Schwerachsen(xs/ys):	Ixs	=	102303.040	[m4]
	Iys	=	14564.749	[m4]
	Ixsys	=	0.000	[m4]
	Ip	=	116867.789	[m4]
	ixs	=	12.260	[m]
	iys	=	4.626	[m]
	ixsys	=	0.000	[m]
Hauptachsen (1/2):	I1	=	102303.040	[m4]

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

Querschnittswerte Deckengrundriss 2.OG

I2	=	14564.749	[m4]
α	=	-0.000	[Grad]
i1	=	12.260	[m]
i2	=	4.626	[m]

Ixs, Iys, I1, I2	-	Flächenträgheitsmomente	(axial)
Ixsys	-	Flächenträgheitsmoment	(biaxial)
Ip	-	Flächenträgheitsmoment	(polar)
α	-	Winkel der Hauptachsen	
ixs, iys, i1, i2	-	Flächenträgheitsradien	(axial)
ixsys	-	Flächenträgheitsradius	(biaxial)

GEOMETRIE WÄNDE: 2.OG

Wand	Mat Nr.	Dicke [cm]	xa [m]	ya [m]	xe [m]	ye [m]	Radius [m]
W1	2	24.0	42.86	65.19	34.48	65.19	
W2	2	24.0	46.11	65.19	45.21	65.19	
W3	2	24.0	50.50	65.19	49.21	65.19	
W4	2	25.0	34.48	65.19	34.48	63.22	
W5	2	24.0	34.48	60.87	34.48	59.47	
W6	2	24.0	34.48	55.62	34.48	53.72	
W7	2	24.0	34.48	50.62	34.48	49.72	
W8	2	24.0	34.48	47.37	34.48	46.72	
W9	2	24.0	34.48	44.37	34.48	43.22	
W10	2	24.0	34.48	39.37	34.48	38.34	
W11	2	24.0	34.48	35.24	34.48	33.07	
W12	2	24.0	34.48	31.87	34.48	31.22	
W13	2	24.0	34.48	28.87	34.48	28.01	
W14	2	24.0	34.48	26.81	34.48	26.07	
W15	2	24.0	34.48	22.97	34.48	22.60	
W16	2	24.0	34.48	22.72	35.36	22.72	
W17	2	24.0	37.71	22.72	38.36	22.72	
W18	2	24.0	40.71	22.72	41.86	22.72	
W19	2	24.0	44.21	22.72	46.61	22.72	
W20	2	24.0	49.71	22.72	50.50	22.72	
W21	2	24.0	50.50	22.72	50.50	23.12	
W22	2	24.0	50.50	28.47	50.50	30.77	
W23	2	24.0	50.50	31.27	50.50	32.42	
W24	2	24.0	50.50	33.42	50.50	35.12	
W25	2	24.0	50.50	37.47	50.50	38.37	
W26	2	24.0	50.50	40.72	50.50	43.13	
W27	2	24.0	50.50	46.98	50.50	49.92	
W28	2	24.0	50.50	50.92	50.50	52.27	
W29	2	24.0	50.50	53.27	50.50	55.68	
W30	2	24.0	50.50	57.14	50.50	58.62	
W31	2	24.0	50.50	61.72	50.50	62.37	
W32	2	24.0	50.50	64.72	50.50	65.19	
W33	2	24.0	47.04	55.68	50.50	55.68	
W34	2	24.0	47.04	49.78	47.04	55.80	
W35	2	24.0	47.04	48.18	47.04	48.43	
W36	2	24.0	50.50	48.18	47.04	48.18	
W37	2	25.0	38.65	34.58	38.65	32.56	
W38	2	25.0	40.74	34.58	38.65	34.58	
W39	2	25.0	40.74	33.93	40.74	34.71	
W40	2	25.0	38.65	32.56	40.86	32.56	
W41	2	24.0	34.48	34.58	38.65	34.58	
W42	2	24.0	40.74	34.58	41.87	34.58	
W43	2	24.0	43.87	34.58	50.50	34.58	
W44	2	24.0	40.74	32.56	40.74	31.48	
W45	2	24.0	40.74	30.57	40.74	28.33	
W46	2	24.0	34.48	28.33	37.29	28.33	
W47	2	24.0	38.30	28.33	39.63	28.33	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

GEOMETRIE WÄNDE: 2.OG

Wand	Mat Nr.	Dicke [cm]	xa [m]	ya [m]	xe [m]	ye [m]	Radius [m]
W48	2	24.0	40.52	28.33	42.06	28.33	
W49	2	24.0	43.41	28.33	44.34	28.33	
W50	2	24.0	44.34	28.33	50.50	29.68	
W51	2	24.0	50.50	25.47	50.50	26.12	

xa,ya / xe,ye - Koordinaten Wandachse

DECKE: 1.OG C 25/30 d=30cm OK=8.43m A=953.1m²

Koordinaten Außenkontur:

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	34.477	65.191	2	34.477	54.818
3	34.031	54.788	4	33.562	50.533
5	34.477	50.408	6	34.477	34.581
7	12.977	34.581	8	12.977	22.990
9	50.502	18.871	10	50.502	29.678
11	45.170	28.513	12	44.312	32.451
13	44.845	34.581	14	50.502	34.581
15	50.502	50.983	16	47.042	50.983
17	47.042	55.675	18	50.502	55.675
19	50.502	65.191	20	34.477	65.191

AUSSPARUNGEN: 1.OG

Nr. 1

Koordinaten Aussparung:

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	38.654	34.581	2	38.654	32.561
3	40.739	32.561	4	40.739	34.581

Querschnittswerte Deckengrundriss 1.OG

Flächeninhalt:	A	=	953.068	[m²]
Flächenschwerpunkt:	xs	=	36.930	[m]
	ys	=	38.595	[m]
Schwerachsen(xs/ys):	Ixs	=	165267.500	[m4]
	Iys	=	88570.388	[m4]
	Ixsys	=	50605.915	[m4]
	Ip	=	253837.889	[m4]
	ixs	=	13.168	[m]
	iys	=	9.640	[m]
	ixsys	=	7.287	[m]
Hauptachsen (1/2):	I1	=	190413.593	[m4]
	I2	=	63424.296	[m4]
	α	=	-26.423	[Grad]
	i1	=	14.135	[m]
	i2	=	8.158	[m]

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

GEOMETRIE WÄNDE: 1.OG

Wand	Mat Nr.	Dicke [cm]	xa [m]	ya [m]	xe [m]	ye [m]	Radius [m]
W1	2	24.0	42.61	65.19	34.48	65.19	
W2	2	24.0	45.86	65.19	44.96	65.19	
W3	2	24.0	50.50	65.19	49.71	65.19	
W4	2	24.0	34.48	65.19	34.48	63.97	
W5	2	24.0	34.48	60.12	34.48	59.22	
W6	2	24.0	34.48	56.12	34.48	54.82	
W7	2	24.0	34.48	54.82	34.03	54.79	
W8	2	24.0	34.03	54.79	33.89	53.53	
W9	2	24.0	33.94	50.48	34.48	50.41	
W10	2	24.0	34.48	50.41	34.48	49.72	
W11	2	24.0	34.48	45.87	34.48	45.22	
W12	2	24.0	34.48	42.87	34.48	42.22	
W13	2	24.0	34.48	39.12	34.48	37.97	
W14	2	24.0	34.48	35.62	34.48	34.58	
W15	2	24.0	34.48	34.58	34.48	28.33	
W16	2	24.0	50.50	22.32	50.50	23.32	
W17	2	24.0	50.50	27.32	50.50	30.16	
W18	2	24.0	50.50	31.16	50.50	31.67	
W19	2	24.0	50.50	34.02	50.50	34.87	
W20	2	24.0	50.50	37.22	50.50	38.12	
W21	2	24.0	50.50	41.22	50.50	42.12	
W22	2	24.0	50.50	44.47	50.50	45.12	
W23	2	24.0	50.50	47.45	50.50	49.42	
W24	2	24.0	50.50	51.17	50.50	50.17	
W25	2	24.0	50.50	52.77	50.50	54.02	
W26	2	24.0	50.50	54.77	50.50	55.68	
W27	2	24.0	50.50	57.14	50.50	60.06	
W28	2	24.0	50.50	63.92	50.50	65.19	
W29	2	24.0	47.04	55.68	50.50	55.68	
W30	2	24.0	47.04	49.78	47.04	55.68	
W31	2	24.0	47.04	48.18	47.04	48.43	
W32	2	24.0	50.50	48.18	47.04	48.18	
W33	2	25.0	40.74	34.58	38.65	34.58	
W34	2	25.0	38.65	34.58	38.65	32.44	
W35	2	25.0	38.65	32.56	40.74	32.56	
W36	2	25.0	40.74	33.93	40.74	34.71	
W37	2	24.0	38.65	34.58	34.48	34.58	
W38	2	24.0	40.74	34.58	42.27	34.58	
W39	2	24.0	44.27	34.58	50.50	34.58	
W40	2	24.0	40.74	31.55	40.74	32.73	
W41	2	24.0	40.74	28.33	40.74	30.54	
W42	2	24.0	34.48	28.33	40.98	28.33	
W43	2	24.0	42.98	28.33	44.34	28.33	
W44	2	24.0	44.34	28.33	50.50	29.68	
W45	2	24.0	34.48	34.58	32.50	34.58	
W46	2	24.0	25.50	34.58	22.00	34.58	
W47	2	24.0	15.00	34.58	12.98	34.58	
W48	2	24.0	12.98	34.58	12.98	34.07	
W49	2	24.0	12.98	28.57	12.98	26.31	
W50	2	24.0	12.98	24.91	12.98	22.99	
W51	2	24.0	12.98	22.99	14.02	22.88	
W52	2	24.0	20.74	22.14	22.05	21.99	
W53	2	24.0	23.05	21.88	24.53	21.72	
W54	2	24.0	27.02	21.45	28.76	21.26	
W55	2	24.0	31.25	20.98	32.85	20.81	
W56	2	24.0	38.90	20.14	39.83	20.04	
W57	2	24.0	42.32	19.77	50.50	18.87	
W58	2	24.0	50.50	18.87	50.50	19.38	

xa,ya / xe,ye - Koordinaten Wandachse

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

DECKE: NG (Normalgeschoss) C 25/30 d=30cm OK=4.48m A=948.3m²

Koordinaten Außenkontur:

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	34.477	65.191	2	34.477	54.818
3	34.031	54.788	4	33.562	50.533
5	34.477	50.408	6	34.477	34.581
7	12.977	34.581	8	12.977	22.990
9	50.502	18.871	10	50.502	29.678
11	44.339	28.331	12	43.491	32.271
13	43.679	33.011	14	45.338	33.011
15	45.338	34.581	16	50.502	34.581
17	50.502	50.415	18	47.042	50.415
19	47.042	55.675	20	50.502	55.675
21	50.502	65.191	22	34.477	65.191

AUSSPARUNGEN: NG (Normalgeschoss)

Nr. 1

Koordinaten Aussparung:

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	38.654	32.561	2	40.739	32.561
3	40.739	34.581	4	38.654	34.581

Querschnittswerte Deckengrundriss NG (Normalgeschoss)

Flächeninhalt:	A	=	948.275	[m²]
Flächenschwerpunkt:	xs	=	36.884	[m]
	ys	=	38.597	[m]
Schwerachsen(xs/ys):	Ixs	=	164754.072	[m4]
	Iys	=	88149.398	[m4]
	Ixsys	=	50510.856	[m4]
	Ip	=	252903.470	[m4]
	ixs	=	13.181	[m]
	iys	=	9.641	[m]
	ixsys	=	7.298	[m]
Hauptachsen (1/2):	I1	=	189842.709	[m4]
	I2	=	63060.761	[m4]
	α	=	-26.413	[Grad]
	i1	=	14.149	[m]
	i2	=	8.155	[m]

GEOMETRIE WÄNDE: NG (Normalgeschoss)

Wand	Mat Nr.	Dicke [cm]	xa [m]	ya [m]	xe [m]	ye [m]	Radius [m]
W1	2	24.0	40.86	65.19	34.48	65.19	
W2	2	24.0	50.50	65.19	43.96	65.19	
W3	2	24.0	34.48	65.19	34.48	64.93	
W4	2	24.0	34.48	62.93	34.48	62.45	
W5	2	24.0	34.48	61.36	34.48	60.79	
W6	2	24.0	34.48	59.79	34.48	57.01	
W7	2	24.0	34.48	41.71	34.48	41.24	
W8	2	24.0	34.48	40.39	34.48	39.90	
W9	2	24.0	34.48	39.90	36.11	39.46	
W10	2	24.0	36.11	39.46	36.07	38.96	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

GEOMETRIE WÄNDE: NG (Normalgeschoss)

Wand	Mat Nr.	Dicke [cm]	xa [m]	ya [m]	xe [m]	ye [m]	Radius [m]
W11	2	24.0	35.84	36.47	35.80	36.00	
W12	2	24.0	35.80	36.00	34.48	35.82	
W13	2	24.0	34.48	35.82	34.48	28.33	
W14	2	24.0	34.48	28.33	34.48	22.72	
W15	2	24.0	34.48	22.72	34.86	22.72	
W16	2	24.0	37.96	22.72	38.61	22.72	
W17	2	24.0	40.96	22.72	42.11	22.72	
W18	2	24.0	44.46	22.72	45.61	22.72	
W19	2	24.0	48.71	22.72	50.50	22.72	
W20	2	24.0	50.50	22.72	50.50	23.12	
W21	2	24.0	50.50	25.47	50.50	26.37	
W22	2	24.0	50.50	28.72	50.50	29.68	
W23	2	24.0	50.50	29.68	50.50	30.17	
W24	2	24.0	50.50	30.67	50.50	31.42	
W25	2	24.0	50.50	32.42	50.50	33.17	
W26	2	24.0	50.50	33.92	50.50	34.82	
W27	2	24.0	50.50	34.82	49.60	35.57	
W28	2	24.0	49.60	35.57	49.54	35.80	
W29	2	24.0	48.86	38.21	48.72	38.72	
W30	2	24.0	48.72	38.72	50.50	39.23	
W31	2	24.0	50.50	39.23	50.50	40.62	
W32	2	24.0	50.50	46.72	50.50	48.47	
W33	2	24.0	50.50	49.87	50.50	50.82	
W34	2	24.0	50.50	51.57	50.50	52.27	
W35	2	24.0	50.50	53.27	50.50	56.28	
W36	2	24.0	50.50	58.83	50.50	61.01	
W37	2	24.0	50.50	62.41	50.50	65.19	
W38	2	24.0	47.04	55.68	50.50	55.68	
W39	2	24.0	47.04	49.87	47.04	55.68	
W40	2	24.0	47.04	48.18	47.04	48.52	
W41	2	24.0	50.50	48.18	47.04	48.18	
W42	2	25.0	40.74	34.58	38.53	34.58	
W43	2	25.0	38.65	34.58	38.65	32.44	
W44	2	25.0	38.65	32.56	40.74	32.56	
W45	2	25.0	40.74	33.93	40.74	34.71	
W46	2	24.0	34.48	34.58	38.65	34.58	
W47	2	24.0	40.74	32.01	40.74	32.73	
W48	2	24.0	40.74	28.33	40.74	31.00	
W49	2	24.0	34.48	28.33	41.26	28.33	
W50	2	24.0	42.61	28.33	44.34	28.33	
W51	2	24.0	44.34	28.33	50.50	29.68	
W52	2	24.0	45.42	59.58	43.98	59.58	
W53	2	24.0	40.74	41.70	40.74	40.51	
W54	2	24.0	40.74	39.50	40.74	39.15	

xa,ya / xe,ye - Koordinaten Wandachse

DECKE: 1.UG C 25/30 d=30cm OK=-0.13m A=423.4m²

Koordinaten Außenkontur:

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	34.477	55.675	2	34.477	39.901
3	36.114	39.459	4	35.798	35.998
5	34.477	35.815	6	34.477	28.331
7	44.339	28.331	8	50.502	29.678
9	50.502	34.816	10	49.602	35.571
11	48.717	38.725	12	50.502	39.226
13	50.502	55.675	14	34.477	55.675

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

Querschnittswerte Deckengrundriss 1.UG

Flächeninhalt:	A	=	423.424	[m²]
Flächenschwerpunkt:	xs	=	42.440	[m]
	ys	=	42.243	[m]
Schwerachsen(xs/ys):	Ixs	=	26335.323	[m4]
	Iys	=	8649.295	[m4]
	Ixsys	=	335.310	[m4]
	Ip	=	34984.618	[m4]
	ixs	=	7.886	[m]
	iys	=	4.520	[m]
	ixsys	=	0.890	[m]
Hauptachsen (1/2):	I1	=	26341.677	[m4]
	I2	=	8642.940	[m4]
	α	=	-1.086	[Grad]
	i1	=	7.887	[m]
	i2	=	4.518	[m]

GEOMETRIE WÄNDE: 1.UG

Wand	Mat Nr.	Dicke [cm]	xa [m]	ya [m]	xe [m]	ye [m]	Radius [m]
W1	2	30.0	34.48	55.68	50.50	55.68	
W2	2	30.0	34.48	55.68	34.48	39.90	
W3	2	30.0	34.48	39.90	36.11	39.46	
W4	2	30.0	36.11	39.46	35.80	36.00	
W5	2	30.0	35.80	36.00	34.48	35.82	
W6	2	30.0	34.48	35.82	34.48	28.33	
W7	2	30.0	34.48	28.33	44.34	28.33	
W8	2	30.0	44.34	28.33	50.50	29.68	
W9	2	30.0	50.50	29.68	50.50	34.82	
W10	2	30.0	50.50	34.82	49.60	35.57	
W11	2	30.0	49.60	35.57	48.72	38.72	
W12	2	30.0	48.72	38.72	50.50	39.23	
W13	2	30.0	50.50	39.23	50.50	55.68	
W14	2	24.0	47.04	49.66	47.04	55.68	
W15	2	24.0	47.04	48.18	47.04	48.40	
W16	2	24.0	50.50	48.18	47.04	48.18	
W17	2	25.0	40.74	34.58	37.78	34.58	
W18	2	25.0	38.65	34.58	38.65	32.56	
W19	2	25.0	38.65	32.56	40.86	32.56	
W20	2	25.0	40.74	33.93	40.74	34.58	
W21	2	30.0	40.71	41.70	40.71	40.51	
W22	2	30.0	40.74	30.57	40.74	29.93	

xa,ya / xe,ye - Koordinaten Wandachse

DECKE: Bodenplatte C 25/30 d=30cm OK=-3.38m A=423.4m²
Bettungsziffer: 50000 [kN/m³] (Grundparameter)

Koordinaten Außenkontur:

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	34.477	55.675	2	34.477	39.901
3	36.114	39.459	4	35.798	35.998
5	34.477	35.815	6	34.477	28.331
7	44.339	28.331	8	50.502	29.678
9	50.502	34.816	10	49.602	35.571
11	48.717	38.725	12	50.502	39.226
13	50.502	55.675	14	34.477	55.675

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Querschnittswerte Deckengrundriss Bodenplatte				
Flächeninhalt:	A	=	423.424	[m²]
Flächenschwerpunkt:	xs	=	42.440	[m]
	ys	=	42.243	[m]
Schwerachsen(xs/ys):	Ixs	=	26335.323	[m4]
	Iys	=	8649.295	[m4]
	Ixsys	=	335.310	[m4]
	Ip	=	34984.618	[m4]
	ixs	=	7.886	[m]
	iys	=	4.520	[m]
	ixsys	=	0.890	[m]
Hauptachsen (1/2):	I1	=	26341.677	[m4]
	I2	=	8642.940	[m4]
	α	=	-1.086	[Grad]
	i1	=	7.887	[m]
	i2	=	4.518	[m]

BELASTUNG HORIZONTAL

Anzahl der Lastfälle der horizontalen Belastung : 8

Grunddaten Wind

Norm	:	DIN EN 1991-1-4:2010
Meereshöhe über NN	:	38 [m]
Windzone	:	2
Geländekategorie	:	Mischprofil I + II

Höhenfaktor	Hf	=	1.00	[1]
Richtungsbeiwert	cdir	=	1.00	[1]
Grundwert der Basisgeschwindigkeit	vb,0	=	25.0	[m/s]
Basisgeschwindigkeit	vb	=	25.0	[m/s]
Geschwindigkeitsdruck	qb	=	0.39	[kN/m²]

Lastfall: Wind Wx-e aktiv Alternativgruppe: 1

Höhe Attika	Hp	=	0.00	[m]
Höhe für Unterkante Windangriff	Z	=	0.00	[m]
Kraftbeiwert	Cf	=	1.30	[1]
Exzentrizität	e	=	0.00	[m]

Windangriffsfläche automatisch ermittelt — Wind Wx-e

Geschoss Bezeichnung	htot [m]	ob/ un	Windangriffsfläche h [m]	ya [m]	ye [m]	Windlast q [kN/m²]	W [kN]	yw [m]
2.OG	16.04	ob	0.00	22.72	65.19	1.02	0.00	43.96
		un	1.97	22.72	65.19	1.02	110.74	43.96
1.OG	12.11	ob	1.97	22.72	65.19	1.02	110.74	43.96
		un	1.98	18.87	65.19	1.02	121.39	42.03
NG (Norm...	8.16	ob	1.98	18.87	65.19	1.02	121.39	42.03
		un	2.31	18.87	65.19	1.02	141.67	42.03
1.UG	3.55	ob	2.31	18.87	65.19	1.02	141.67	42.03
		un	1.63	28.33	55.68	1.02	58.96	42.00
Bodenplatte	0.30	ob	1.63	28.33	55.68	1.02	58.96	42.00
		un	0.15	28.33	55.68	1.02	5.44	42.00

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

Resultierenden der Windbelastung							Wind Wx-e
Geschoss Bezeichnung	Oberkante Decke [m]	Geschoss Höhe [m]	Hx [kN]	y [m]	Hy [kN]	x [m]	
2.OG	12.36	3.93	110.74	39.71	0.00	0.00	
1.OG	8.43	3.95	232.12	37.40	0.00	0.00	
NG (Normalgeschoss)	4.48	4.61	263.06	37.40	0.00	0.00	
1.UG	-0.13	3.25	200.63	39.27	0.00	0.00	
Bodenplatte	-3.38	0.30	64.40	39.27	0.00	0.00	

Lastfall: Wind Wx+e aktiv Alternativgruppe: 1

Höhe Attika	Hp =	0.00	[m]
Höhe für Unterkante Windangriff	Z =	0.00	[m]
Kraftbeiwert	Cf =	1.30	[1]
Exzentrizität	e =	0.00	[m]

Windangriffsfläche automatisch ermittelt								Wind Wx+e
			Windangriffsfläche			Windlast		
Geschoss Bezeichnung	htot [m]	ob/ un	h [m]	ya [m]	ye [m]	q [kN/m²]	W [kN]	yw [m]
2.OG	16.04	ob	0.00	22.72	65.19	1.02	0.00	43.96
		un	1.97	22.72	65.19	1.02	110.74	43.96
1.OG	12.11	ob	1.97	22.72	65.19	1.02	110.74	43.96
		un	1.98	18.87	65.19	1.02	121.39	42.03
NG (Norm...	8.16	ob	1.98	18.87	65.19	1.02	121.39	42.03
		un	2.31	18.87	65.19	1.02	141.67	42.03
1.UG	3.55	ob	2.31	18.87	65.19	1.02	141.67	42.03
		un	1.63	28.33	55.68	1.02	58.96	42.00
Bodenplatte	0.30	ob	1.63	28.33	55.68	1.02	58.96	42.00
		un	0.15	28.33	55.68	1.02	5.44	42.00

Resultierenden der Windbelastung							Wind Wx+e
Geschoss Bezeichnung	Oberkante Decke [m]	Geschoss Höhe [m]	Hx [kN]	y [m]	Hy [kN]	x [m]	
2.OG	12.36	3.93	110.74	48.20	0.00	0.00	
1.OG	8.43	3.95	232.12	46.66	0.00	0.00	
NG (Normalgeschoss)	4.48	4.61	263.06	46.66	0.00	0.00	
1.UG	-0.13	3.25	200.63	44.74	0.00	0.00	
Bodenplatte	-3.38	0.30	64.40	44.74	0.00	0.00	

Lastfall: Wind -Wx-e aktiv Alternativgruppe: 1

Höhe Attika	Hp =	0.00	[m]
Höhe für Unterkante Windangriff	Z =	0.00	[m]
Kraftbeiwert	Cf =	1.30	[1]
Exzentrizität	e =	0.00	[m]

Windangriffsfläche automatisch ermittelt								Wind -Wx-e
			Windangriffsfläche			Windlast		
Geschoss Bezeichnung	htot [m]	ob/ un	h [m]	ya [m]	ye [m]	q [kN/m²]	W [kN]	yw [m]
2.OG	16.04	ob	0.00	22.72	65.19	-1.02	0.00	43.96
		un	1.97	22.72	65.19	-1.02	-110.74	43.96
1.OG	12.11	ob	1.97	22.72	65.19	-1.02	-110.74	43.96
		un	1.98	18.87	65.19	-1.02	-121.39	42.03
NG (Norm...	8.16	ob	1.98	18.87	65.19	-1.02	-121.39	42.03
		un	2.31	18.87	65.19	-1.02	-141.67	42.03

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

Windangriffsfläche automatisch ermittelt — Wind -Wx-e

Geschoss Bezeichnung	htot [m]	ob/ un	Windangriffsfläche h [m]	ya [m]	ye [m]	Windlast q [kN/m²]	W [kN]	yw [m]
1.UG	3.55	ob	2.31	18.87	65.19	-1.02	-141.67	42.03
		un	1.63	28.33	55.68	-1.02	-58.96	42.00
Bodenplatte	0.30	ob	1.63	28.33	55.68	-1.02	-58.96	42.00
		un	0.15	28.33	55.68	-1.02	-5.44	42.00

Resultierenden der Windbelastung — Wind -Wx-e

Geschoss Bezeichnung	Oberkante Decke [m]	Geschoss Höhe [m]	Hx [kN]	y [m]	Hy [kN]	x [m]
2.OG	12.36	3.93	-110.74	39.71	0.00	0.00
1.OG	8.43	3.95	-232.12	37.40	0.00	0.00
NG (Normalgeschoss)	4.48	4.61	-263.06	37.40	0.00	0.00
1.UG	-0.13	3.25	-200.63	39.27	0.00	0.00
Bodenplatte	-3.38	0.30	-64.40	39.27	0.00	0.00

Lastfall: Wind -Wx+e aktiv — Alternativgruppe: 1

Höhe Attika	Hp =	0.00	[m]
Höhe für Unterkante Windangriff	Z =	0.00	[m]
Kraftbeiwert	Cf =	1.30	[1]
Exzentrizität	e =	0.00	[m]

Windangriffsfläche automatisch ermittelt — Wind -Wx+e

Geschoss Bezeichnung	htot [m]	ob/ un	Windangriffsfläche h [m]	ya [m]	ye [m]	Windlast q [kN/m²]	W [kN]	yw [m]
2.OG	16.04	ob	0.00	22.72	65.19	-1.02	0.00	43.96
		un	1.97	22.72	65.19	-1.02	-110.74	43.96
1.OG	12.11	ob	1.97	22.72	65.19	-1.02	-110.74	43.96
		un	1.98	18.87	65.19	-1.02	-121.39	42.03
NG (Norm...	8.16	ob	1.98	18.87	65.19	-1.02	-121.39	42.03
		un	2.31	18.87	65.19	-1.02	-141.67	42.03
1.UG	3.55	ob	2.31	18.87	65.19	-1.02	-141.67	42.03
		un	1.63	28.33	55.68	-1.02	-58.96	42.00
Bodenplatte	0.30	ob	1.63	28.33	55.68	-1.02	-58.96	42.00
		un	0.15	28.33	55.68	-1.02	-5.44	42.00

Resultierenden der Windbelastung — Wind -Wx+e

Geschoss Bezeichnung	Oberkante Decke [m]	Geschoss Höhe [m]	Hx [kN]	y [m]	Hy [kN]	x [m]
2.OG	12.36	3.93	-110.74	48.20	0.00	0.00
1.OG	8.43	3.95	-232.12	46.66	0.00	0.00
NG (Normalgeschoss)	4.48	4.61	-263.06	46.66	0.00	0.00
1.UG	-0.13	3.25	-200.63	44.74	0.00	0.00
Bodenplatte	-3.38	0.30	-64.40	44.74	0.00	0.00

Lastfall: Wind Wy-e aktiv — Alternativgruppe: 1

Höhe Attika	Hp =	0.00	[m]
Höhe für Unterkante Windangriff	Z =	0.00	[m]
Kraftbeiwert	Cf =	1.30	[1]
Exzentrizität	e =	0.00	[m]

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

Windangriffsfläche automatisch ermittelt — Wind Wy-e

Geschoss Bezeichnung	htot [m]	ob/ un	Windangriffsfläche h [m]	xa [m]	xe [m]	Windlast q [kN/m²]	W [kN]	xw [m]
2.OG	16.04	ob	0.00	34.48	50.50	1.02	0.00	42.49
		un	-14.08	34.48	50.50	1.02	340.98	42.49
1.OG	12.11	ob	1.97	34.48	50.50	1.02	41.77	42.49
		un	1.98	12.98	50.50	1.02	98.31	31.74
NG (Norm...	8.16	ob	1.98	12.98	50.50	1.02	98.31	31.74
		un	2.31	12.98	50.50	1.02	114.74	31.74
1.UG	3.55	ob	2.31	12.98	50.50	1.02	114.74	31.74
		un	1.63	34.48	50.50	1.02	34.54	42.49
Bodenplatte	0.30	ob	1.63	34.48	50.50	1.02	34.54	42.49
		un	0.15	34.48	50.50	1.02	3.19	42.49

Resultierenden der Windbelastung — Wind Wy-e

Geschoss Bezeichnung	Oberkante Decke [m]	Geschoss Höhe [m]	Hx [kN]	y [m]	Hy [kN]	x [m]
2.OG	12.36	3.93	0.00	0.00	41.70	40.89
1.OG	8.43	3.95	0.00	0.00	140.09	27.99
NG (Normalgeschoss)	4.48	4.61	0.00	0.00	213.05	27.99
1.UG	-0.13	3.25	0.00	0.00	149.29	40.89
Bodenplatte	-3.38	0.30	0.00	0.00	37.73	40.89

Lastfall: Wind Wy+e aktiv — Alternativgruppe: 1

Höhe Attika	Hp =	0.00	[m]
Höhe für Unterkante Windangriff	Z =	0.00	[m]
Kraftbeiwert	Cf =	1.30	[1]
Exzentrizität	e =	0.00	[m]

Windangriffsfläche automatisch ermittelt — Wind Wy+e

Geschoss Bezeichnung	htot [m]	ob/ un	Windangriffsfläche h [m]	xa [m]	xe [m]	Windlast q [kN/m²]	W [kN]	xw [m]
2.OG	16.04	ob	0.00	34.48	50.50	1.02	0.00	42.49
		un	-14.08	34.48	50.50	1.02	340.98	42.49
1.OG	12.11	ob	1.97	34.48	50.50	1.02	41.77	42.49
		un	1.98	12.98	50.50	1.02	98.31	31.74
NG (Norm...	8.16	ob	1.98	12.98	50.50	1.02	98.31	31.74
		un	2.31	12.98	50.50	1.02	114.74	31.74
1.UG	3.55	ob	2.31	12.98	50.50	1.02	114.74	31.74
		un	1.63	34.48	50.50	1.02	34.54	42.49
Bodenplatte	0.30	ob	1.63	34.48	50.50	1.02	34.54	42.49
		un	0.15	34.48	50.50	1.02	3.19	42.49

Resultierenden der Windbelastung — Wind Wy+e

Geschoss Bezeichnung	Oberkante Decke [m]	Geschoss Höhe [m]	Hx [kN]	y [m]	Hy [kN]	x [m]
2.OG	12.36	3.93	0.00	0.00	41.70	44.09
1.OG	8.43	3.95	0.00	0.00	140.09	35.49
NG (Normalgeschoss)	4.48	4.61	0.00	0.00	213.05	35.49
1.UG	-0.13	3.25	0.00	0.00	149.29	44.09
Bodenplatte	-3.38	0.30	0.00	0.00	37.73	44.09

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

Lastfall: Wind -Wy-e aktiv Alternativgruppe: 1

Höhe Attika	Hp =	0.00	[m]
Höhe für Unterkante Windangriff	Z =	0.00	[m]
Kraftbeiwert	Cf =	1.30	[1]
Exzentrizität	e =	0.00	[m]

Windangriffsfläche automatisch ermittelt — Wind -Wy-e

Geschoss Bezeichnung	htot [m]	ob/ un	Windangriffsfläche h [m]	xa [m]	xe [m]	Windlast q [kN/m²]	W [kN]	xw [m]
2.OG	16.04	ob	0.00	34.48	50.50	-1.02	0.00	42.49
		un	-14.08	34.48	50.50	-1.02	-340.98	42.49
1.OG	12.11	ob	1.97	34.48	50.50	-1.02	-41.77	42.49
		un	1.98	12.98	50.50	-1.02	-98.31	31.74
NG (Norm...	8.16	ob	1.98	12.98	50.50	-1.02	-98.31	31.74
		un	2.31	12.98	50.50	-1.02	-114.74	31.74
1.UG	3.55	ob	2.31	12.98	50.50	-1.02	-114.74	31.74
		un	1.63	34.48	50.50	-1.02	-34.54	42.49
Bodenplatte	0.30	ob	1.63	34.48	50.50	-1.02	-34.54	42.49
		un	0.15	34.48	50.50	-1.02	-3.19	42.49

Resultierenden der Windbelastung — Wind -Wy-e

Geschoss Bezeichnung	Oberkante Decke [m]	Geschoss Höhe [m]	Hx [kN]	y [m]	Hy [kN]	x [m]
2.OG	12.36	3.93	0.00	0.00	-41.70	40.89
1.OG	8.43	3.95	0.00	0.00	-140.09	27.99
NG (Normalgeschoss)	4.48	4.61	0.00	0.00	-213.05	27.99
1.UG	-0.13	3.25	0.00	0.00	-149.29	40.89
Bodenplatte	-3.38	0.30	0.00	0.00	-37.73	40.89

Lastfall: Wind -Wy+e aktiv Alternativgruppe: 1

Höhe Attika	Hp =	0.00	[m]
Höhe für Unterkante Windangriff	Z =	0.00	[m]
Kraftbeiwert	Cf =	1.30	[1]
Exzentrizität	e =	0.00	[m]

Windangriffsfläche automatisch ermittelt — Wind -Wy+e

Geschoss Bezeichnung	htot [m]	ob/ un	Windangriffsfläche h [m]	xa [m]	xe [m]	Windlast q [kN/m²]	W [kN]	xw [m]
2.OG	16.04	ob	0.00	34.48	50.50	-1.02	0.00	42.49
		un	-14.08	34.48	50.50	-1.02	-340.98	42.49
1.OG	12.11	ob	1.97	34.48	50.50	-1.02	-41.77	42.49
		un	1.98	12.98	50.50	-1.02	-98.31	31.74
NG (Norm...	8.16	ob	1.98	12.98	50.50	-1.02	-98.31	31.74
		un	2.31	12.98	50.50	-1.02	-114.74	31.74
1.UG	3.55	ob	2.31	12.98	50.50	-1.02	-114.74	31.74
		un	1.63	34.48	50.50	-1.02	-34.54	42.49
Bodenplatte	0.30	ob	1.63	34.48	50.50	-1.02	-34.54	42.49
		un	0.15	34.48	50.50	-1.02	-3.19	42.49

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

Resultierenden der Windbelastung — Wind -Wy+e

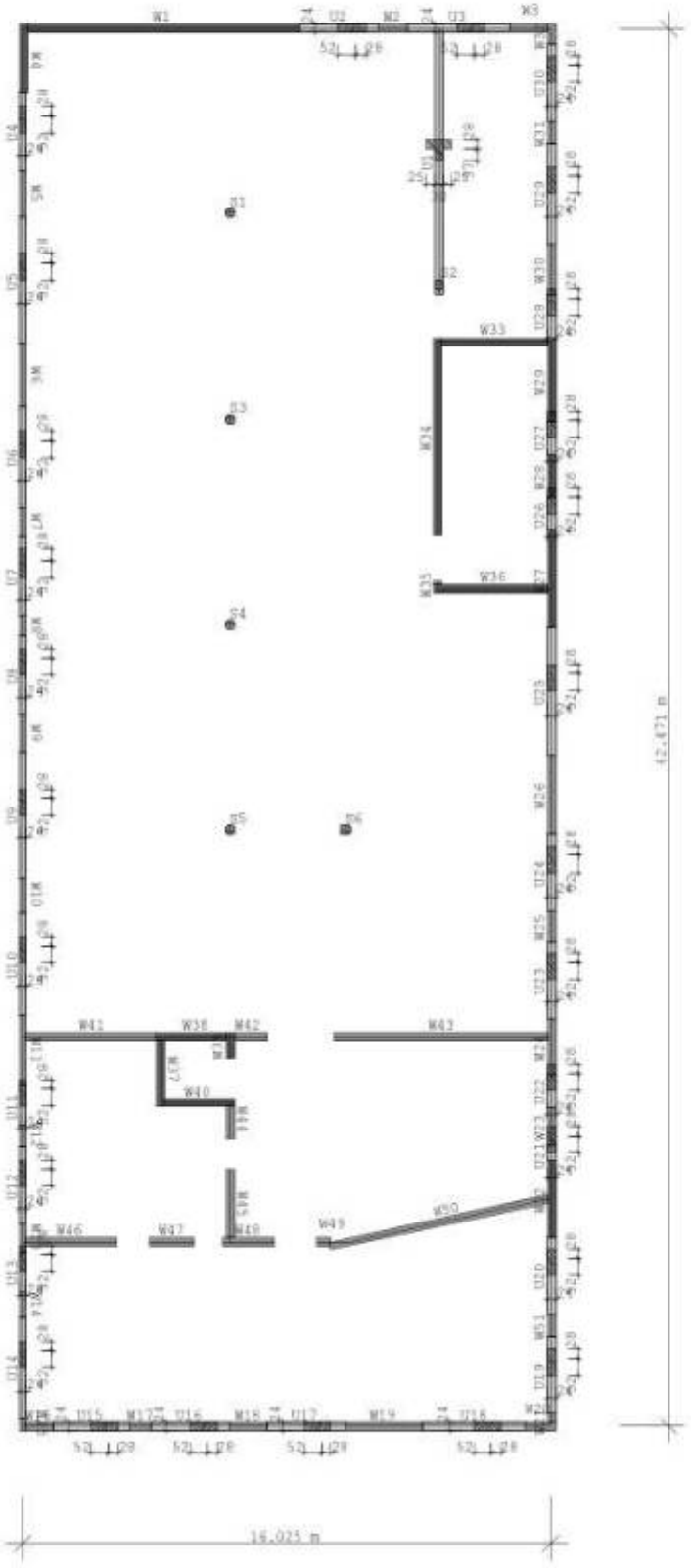
Geschoss Bezeichnung	Oberkante Decke [m]	Geschoss Höhe [m]	Hx [kN]	y [m]	Hy [kN]	x [m]
2.OG	12.36	3.93	0.00	0.00	-41.70	44.09
1.OG	8.43	3.95	0.00	0.00	-140.09	35.49
NG (Normalgeschoss)	4.48	4.61	0.00	0.00	-213.05	35.49
1.UG	-0.13	3.25	0.00	0.00	-149.29	44.09
Bodenplatte	-3.38	0.30	0.00	0.00	-37.73	44.09

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

Grundriss 2.OG
Maßstab 1 : 225

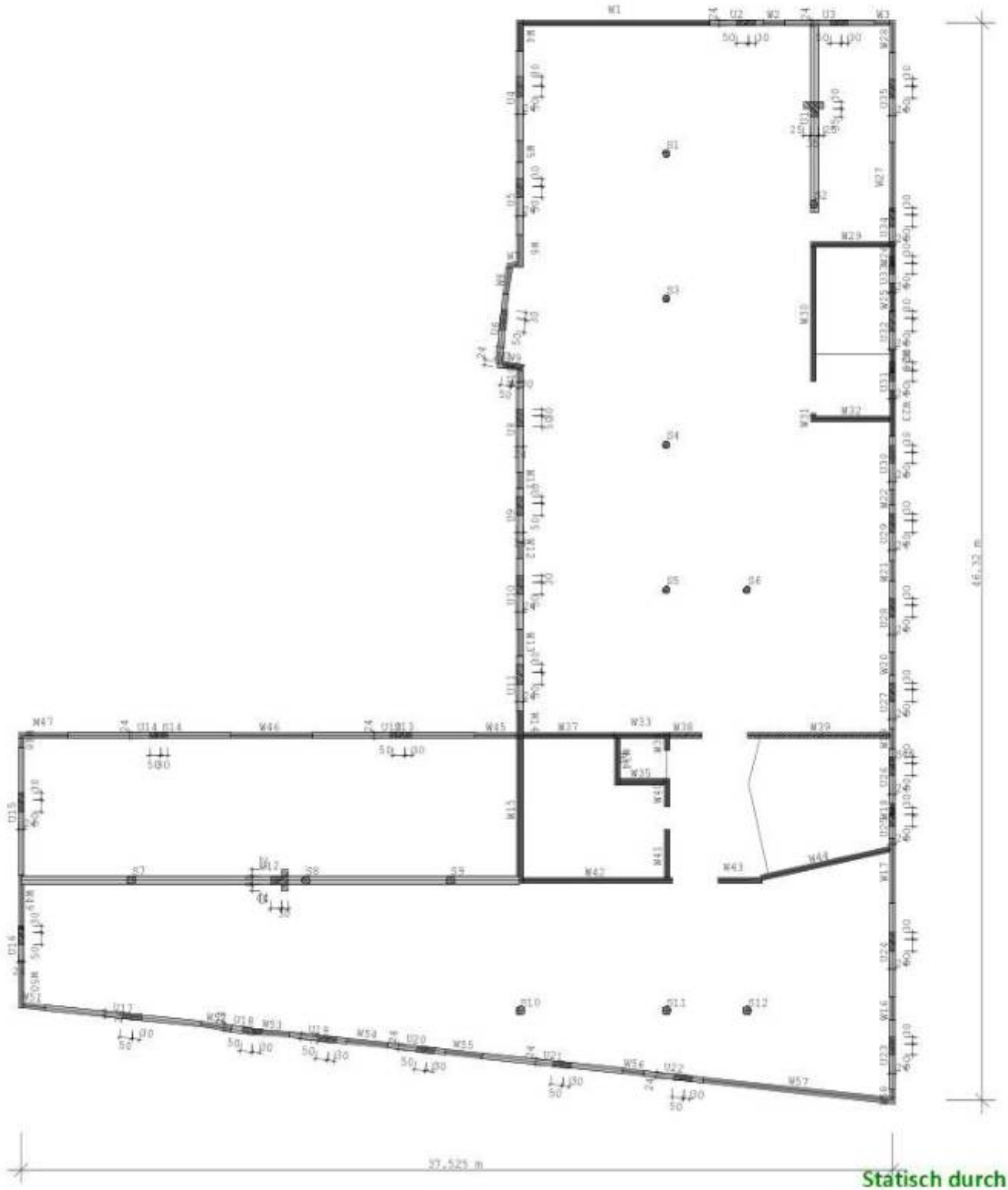


Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

Grundriss 1.OG
Maßstab 1 : 250

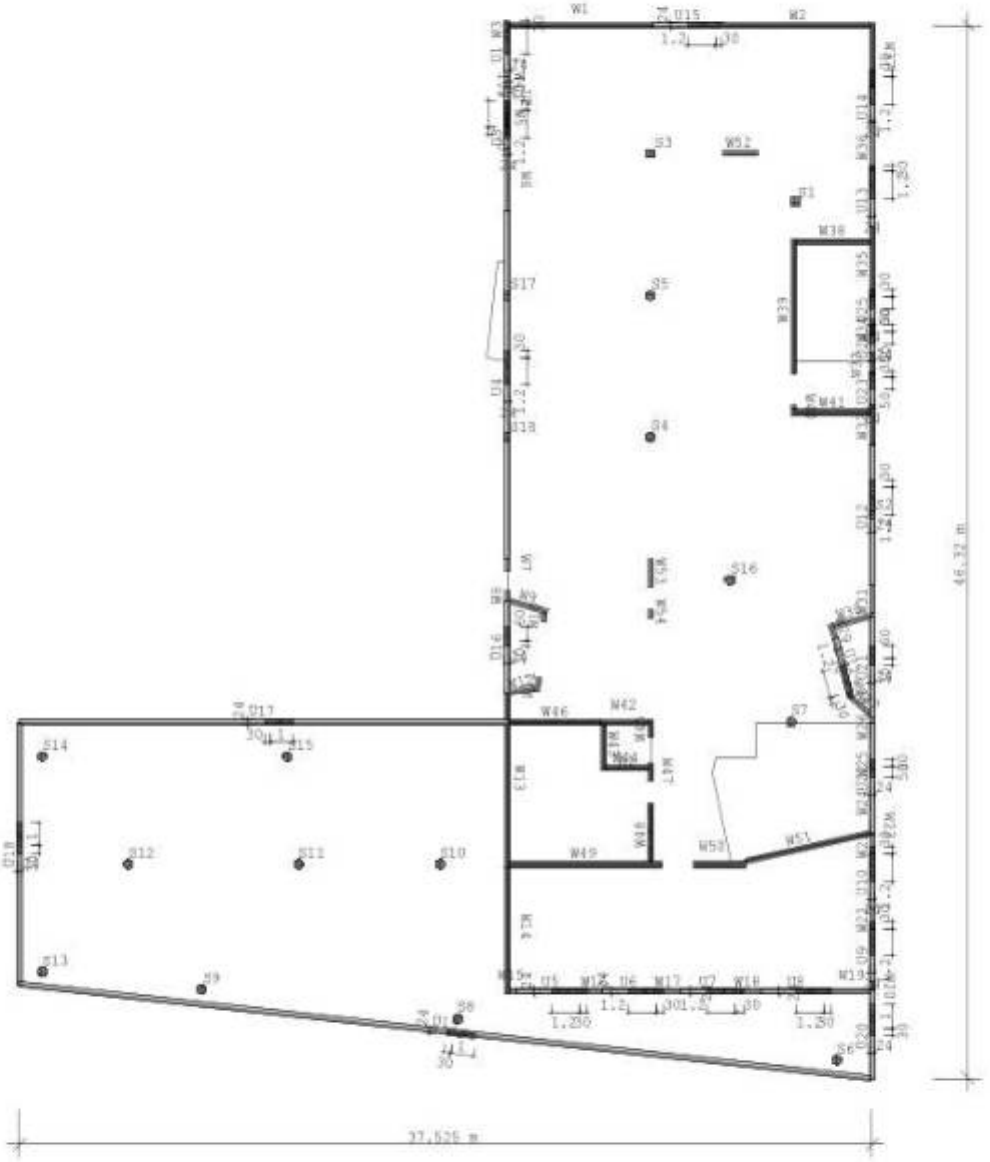


Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

Grundriss NG (Normalgeschoss)
Maßstab 1 : 333

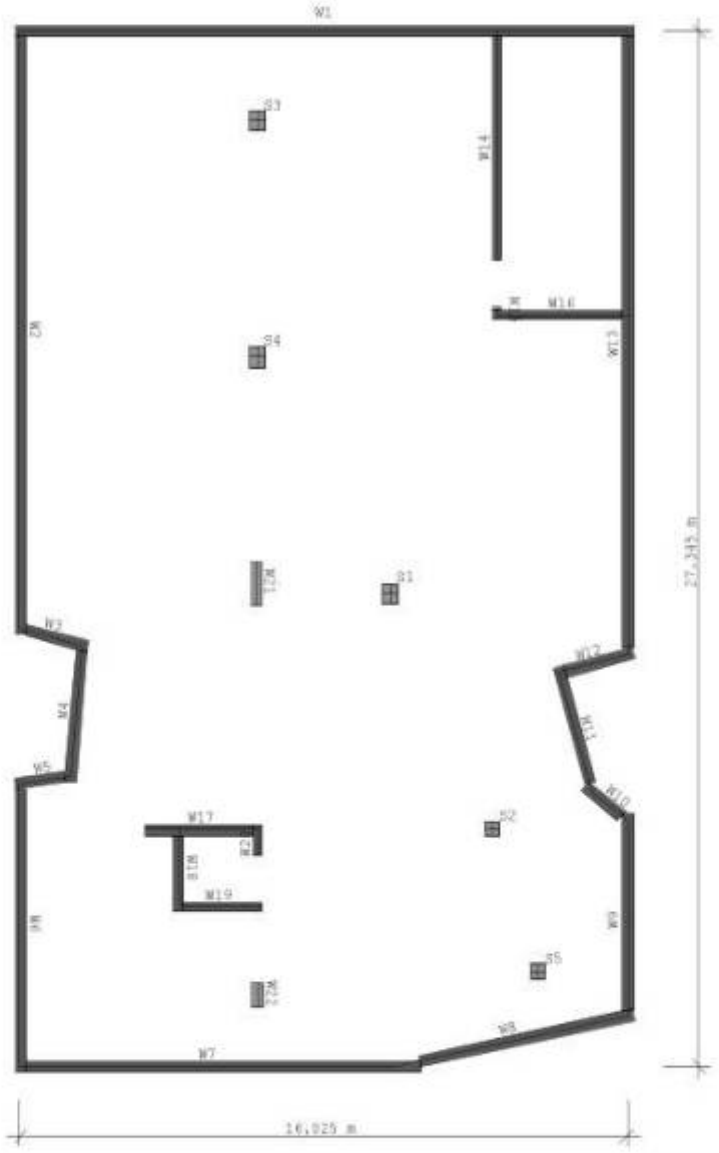


Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

Grundriss 1.UG
Maßstab 1 : 200

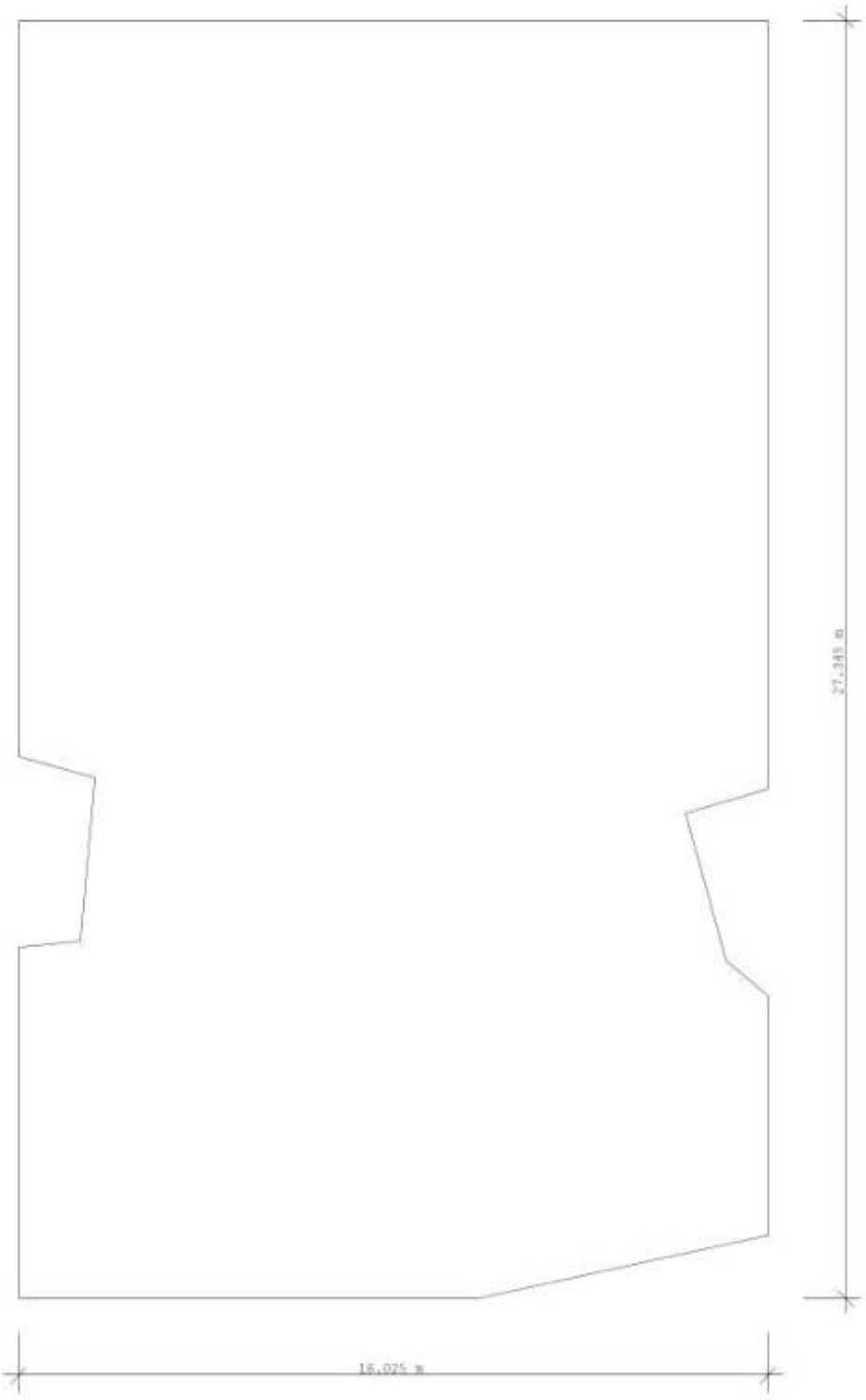


Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

Grundriss Bodenplatte
Maßstab 1 : 150



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

LABILITÄTSZAHLEN: bezogen auf die Summe der ständigen Lasten (ganzes Gebäude)

Berücksichtigung von Theorie II Ordnung am Gesamtbauwerk
Kriterium nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Vertikallast im untersten Geschoss je Lastfall

Fk [kN]	ID	Einwirkung
25524.91	99	ständig

Fv,Ed= 25525 kN Htot = 15.74 m

Steifigkeiten von Geschoss über Bodenplatte
ΣEIx = 6.935e+09 kNm2
ΣEIy = 4.451e+09 kNm2
ΣEIxy= 2.732e+07 kNm2

mittlere verformungsäquivalente Steifigkeiten Gesamtstab
ΣEIx = 1.107e+09 kNm2 FakX= 0.16
ΣEIy = 1.445e+09 kNm2 FakY= 0.32
ΣEIxy aus untersten Geschoss (Näherung)

Hauptachsenwinkel für Gesamtstab:
ϕ = 4.59 Grad

Steifigkeiten Gesamtstab in den Hauptachsen x' und y' im Zustand I
ΣEIy'= 1.447e+09 kNm2
ΣEIx'= 1.105e+09 kNm2

Aussteifungskriterium für Verschiebung:
γce= 1.20 min(Σ(Ecd*Ic)) = 9.208e+08 kNm2
K1 = 0.31 Aussteifungsbauteile gerissen
ns = 4 zul.Av = 0.221
Av = 0.007 <= 0.221

Aussteifungskriterium Verdrehung:
Torsionssteifigkeiten aus untersten Geschoss (Näherung)
Σ(Ecd*Iw) = 8.580e+11 kNm4 Σ(Gcd*It) = 9.310e+06 kNm2
Annahme Vertikallasten im Grundriss gleichmäßig verteilt
c = 6.98 m Abstand Deckendrehpunkt - Grundrissmittelpunkt
ip = 9.09 m Trägheitsradius Grundriss
Aw= 0.001 <= zul.Aw = 0.221

Theorie II. Ordnung darf vernachlässigt werden

LABILITÄTSZAHLEN: bezogen auf die gesamte Summe der Lasten (ganzes Gebäude)

Berücksichtigung von Theorie II Ordnung am Gesamtbauwerk
Kriterium nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Vertikallast im untersten Geschoss je Lastfall

Fk [kN]	ID	Einwirkung
25524.91	99	ständig
6930.54	1	Kat. A: Wohngebäude

Fv,Ed= 32455 kN Htot = 15.74 m

Steifigkeiten von Geschoss über Bodenplatte
ΣEIx = 6.935e+09 kNm2
ΣEIy = 4.451e+09 kNm2
ΣEIxy= 2.732e+07 kNm2

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

mittlere verformungsäquivalente Steifigkeiten Gesamtstab
ΣEIx = 1.107e+09 kNm2 FakX= 0.16
ΣEIy = 1.445e+09 kNm2 FakY= 0.32
ΣEIxy aus untersten Geschoss (Näherung)

Hauptachsenwinkel für Gesamtstab:
ϕ = 4.59 Grad

Steifigkeiten Gesamtstab in den Hauptachsen x' und y' im Zustand I
ΣEIy'= 1.447e+09 kNm2
ΣEIx'= 1.105e+09 kNm2

Aussteifungskriterium für Verschiebung:
γce= 1.20 min(Σ(Ecd*Ic)) = 9.208e+08 kNm2
K1 = 0.31 Aussteifungsbauteile gerissen
ns = 4 zul.Av = 0.221
Av = 0.009 <= 0.221

Aussteifungskriterium Verdrehung:
Torsionssteifigkeiten aus untersten Geschoss (Näherung)
Σ(Ecd*Iw) = 8.580e+11 kNm4 Σ(Gcd*It) = 9.310e+06 kNm2
Annahme Vertikallasten im Grundriss gleichmäßig verteilt
c = 6.98 m Abstand Deckendrehpunkt - Grundrissmittelpunkt
ip = 9.09 m Trägheitsradius Grundriss
Aw= 0.001 <= zul.Aw = 0.221

Theorie II. Ordnung darf vernachlässigt werden

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Verteilung Horizontallasten 2.OG
Lastfall: Wind Wx-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	-12.96	-0.30
W4	ja	0.01	-9.22
W22	ja	0.36	3.25
W27	ja	0.21	6.79
W28	ja	0.08	0.66
W29	ja	0.12	4.32
W33	ja	23.62	0.02
W34	ja	0.32	0.36
W36	ja	53.15	0.02
W37	ja	0.32	-5.51
W38	ja	21.97	-0.08
W39	ja	0.12	-0.24
W40	ja	23.43	-0.08
Summe:		110.74	0.00

Verteilung Horizontallasten 2.OG
Lastfall: Wind Wx+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	26.84	-0.19
W4	ja	0.01	-5.82
W22	ja	0.23	2.05
W27	ja	0.15	4.28
W28	ja	0.05	0.41
W29	ja	0.08	2.73
W33	ja	16.97	0.02
W34	ja	0.22	0.22
W36	ja	36.09	0.02
W37	ja	0.21	-3.48
W38	ja	14.44	-0.05
W39	ja	0.08	-0.15
W40	ja	15.36	-0.05
Summe:		110.74	-0.00

Verteilung Horizontallasten 2.OG
Lastfall: Wind -Wx-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	12.96	0.30
W4	ja	-0.01	9.22
W22	ja	-0.36	-3.25
W27	ja	-0.21	-6.79
W28	ja	-0.08	-0.66
W29	ja	-0.12	-4.32
W33	ja	-23.62	-0.02
W34	ja	-0.32	-0.36
W36	ja	-53.15	-0.02
W37	ja	-0.32	5.51
W38	ja	-21.97	0.08
W39	ja	-0.12	0.24
W40	ja	-23.43	0.08
Summe:		-110.74	-0.00

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Verteilung Horizontallasten 2.OG
Lastfall: Wind -Wx+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	-26.84	0.19
W4	ja	-0.01	5.82
W22	ja	-0.23	-2.05
W27	ja	-0.15	-4.28
W28	ja	-0.05	-0.41
W29	ja	-0.08	-2.73
W33	ja	-16.97	-0.02
W34	ja	-0.22	-0.22
W36	ja	-36.09	-0.02
W37	ja	-0.21	3.48
W38	ja	-14.44	0.05
W39	ja	-0.08	0.15
W40	ja	-15.36	0.05
Summe:		-110.74	0.00

Verteilung Horizontallasten 2.OG
Lastfall: Wind Wy-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	10.82	0.10
W4	ja	0.00	2.28
W22	ja	-0.03	1.40
W27	ja	-0.02	2.92
W28	ja	-0.01	0.28
W29	ja	-0.01	1.86
W33	ja	-1.81	0.02
W34	ja	-0.03	30.89
W36	ja	-4.64	0.03
W37	ja	-0.03	1.77
W38	ja	-2.05	0.03
W39	ja	-0.01	0.09
W40	ja	-2.19	0.03
Summe:		-0.00	41.70

Verteilung Horizontallasten 2.OG
Lastfall: Wind Wy+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	5.17	0.08
W4	ja	0.00	1.80
W22	ja	-0.02	1.57
W27	ja	-0.01	3.28
W28	ja	-0.00	0.32
W29	ja	-0.00	2.09
W33	ja	-0.86	0.03
W34	ja	-0.01	30.90
W36	ja	-2.22	0.03
W37	ja	-0.01	1.48
W38	ja	-0.98	0.02
W39	ja	-0.01	0.08
W40	ja	-1.05	0.02
Summe:		0.00	41.70

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Verteilung Horizontallasten 2.OG
Lastfall: Wind -Wy-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	-10.82	-0.10
W4	ja	-0.00	-2.28
W22	ja	0.03	-1.40
W27	ja	0.02	-2.92
W28	ja	0.01	-0.28
W29	ja	0.01	-1.86
W33	ja	1.81	-0.02
W34	ja	0.03	-30.89
W36	ja	4.64	-0.03
W37	ja	0.03	-1.77
W38	ja	2.05	-0.03
W39	ja	0.01	-0.09
W40	ja	2.19	-0.03
Summe:		0.00	-41.70

Verteilung Horizontallasten 2.OG
Lastfall: Wind -Wy+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	-5.17	-0.08
W4	ja	-0.00	-1.80
W22	ja	0.02	-1.57
W27	ja	0.01	-3.28
W28	ja	0.00	-0.32
W29	ja	0.00	-2.09
W33	ja	0.86	-0.03
W34	ja	0.01	-30.90
W36	ja	2.22	-0.03
W37	ja	0.01	-1.48
W38	ja	0.98	-0.02
W39	ja	0.01	-0.08
W40	ja	1.05	-0.02
Summe:		-0.00	-41.70

Verteilung Horizontallasten 1.OG
Lastfall: Wind Wx-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	76.70	-0.02
W4	ja	0.01	-0.21
W14	ja	0.03	-0.14
W15	ja	0.16	-21.56
W23	ja	0.03	0.42
W24	ja	0.02	0.05
W26	ja	0.00	0.00
W29	ja	11.85	0.01
W30	ja	0.09	4.60
W32	ja	12.46	0.01
W33	ja	3.99	-0.01
W34	ja	0.06	-0.44
W35	ja	2.86	-0.00
W36	ja	0.02	-0.02
W37	ja	25.67	-0.02
W40	ja	0.03	-0.05
W41	ja	0.06	-0.29

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Verteilung Horizontallasten 1.OG
Lastfall: Wind Wx-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W42	ja	124.34	-0.02
W43	ja	3.38	-0.00
W44	ja	81.12	17.71
Summe:		342.86	-0.00

Verteilung Horizontallasten 1.OG
Lastfall: Wind Wx+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	154.31	-0.01
W4	ja	0.02	-0.06
W14	ja	0.02	-0.04
W15	ja	0.11	-6.44
W23	ja	0.03	-0.15
W24	ja	0.02	-0.02
W26	ja	0.00	0.00
W29	ja	15.36	-0.00
W30	ja	0.10	-4.18
W32	ja	12.68	-0.00
W33	ja	2.94	-0.00
W34	ja	0.04	-0.21
W35	ja	2.02	-0.00
W36	ja	0.02	-0.01
W37	ja	18.93	-0.01
W40	ja	0.02	-0.04
W41	ja	0.04	-0.22
W42	ja	81.58	-0.01
W43	ja	2.22	-0.00
W44	ja	52.39	11.42
Summe:		342.86	0.00

Verteilung Horizontallasten 1.OG
Lastfall: Wind -Wx-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	-76.70	0.02
W4	ja	-0.01	0.21
W14	ja	-0.03	0.14
W15	ja	-0.16	21.56
W23	ja	-0.03	-0.42
W24	ja	-0.02	-0.05
W26	ja	0.00	0.00
W29	ja	-11.85	-0.01
W30	ja	-0.09	-4.60
W32	ja	-12.46	-0.01
W33	ja	-3.99	0.01
W34	ja	-0.06	0.44
W35	ja	-2.86	0.00
W36	ja	-0.02	0.02
W37	ja	-25.67	0.02
W40	ja	-0.03	0.05
W41	ja	-0.06	0.29
W42	ja	-124.34	0.02
W43	ja	-3.38	0.00
W44	ja	-81.12	-17.71

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Verteilung Horizontallasten 1.OG
Lastfall: Wind -Wx-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
Summe:		-342.86	0.00

Verteilung Horizontallasten 1.OG
Lastfall: Wind -Wx+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	-154.31	0.01
W4	ja	-0.02	0.06
W14	ja	-0.02	0.04
W15	ja	-0.11	6.44
W23	ja	-0.03	0.15
W24	ja	-0.02	0.02
W26	ja	0.00	0.00
W29	ja	-15.36	0.00
W30	ja	-0.10	4.18
W32	ja	-12.68	0.00
W33	ja	-2.94	0.00
W34	ja	-0.04	0.21
W35	ja	-2.02	0.00
W36	ja	-0.02	0.01
W37	ja	-18.93	0.01
W40	ja	-0.02	0.04
W41	ja	-0.04	0.22
W42	ja	-81.58	0.01
W43	ja	-2.22	0.00
W44	ja	-52.39	-11.42
Summe:		-342.86	-0.00

Verteilung Horizontallasten 1.OG
Lastfall: Wind Wy-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	42.75	0.18
W4	ja	0.01	1.02
W14	ja	-0.01	0.65
W15	ja	-0.04	102.32
W23	ja	-0.00	2.52
W24	ja	0.00	0.33
W26	ja	0.00	0.00
W29	ja	1.59	0.07
W30	ja	0.01	67.77
W32	ja	-0.38	0.07
W33	ja	-0.78	0.05
W34	ja	-0.01	3.40
W35	ja	-0.61	0.05
W36	ja	-0.00	0.19
W37	ja	-5.04	0.09
W40	ja	-0.01	0.63
W41	ja	-0.01	3.49
W42	ja	-30.37	0.15
W43	ja	-0.83	0.04
W44	ja	-6.27	-1.25
Summe:		-0.00	181.78

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Verteilung Horizontallasten 1.OG
Lastfall: Wind Wy+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	12.99	0.18
W4	ja	0.00	0.96
W14	ja	-0.00	0.61
W15	ja	-0.02	96.52
W23	ja	-0.00	2.74
W24	ja	-0.00	0.36
W26	ja	0.00	0.00
W29	ja	0.25	0.08
W30	ja	-0.00	71.14
W32	ja	-0.46	0.07
W33	ja	-0.38	0.05
W34	ja	-0.01	3.32
W35	ja	-0.29	0.05
W36	ja	-0.00	0.19
W37	ja	-2.45	0.09
W40	ja	-0.00	0.63
W41	ja	-0.01	3.46
W42	ja	-13.97	0.14
W43	ja	-0.38	0.04
W44	ja	4.74	1.16
Summe:		0.00	181.78

Verteilung Horizontallasten 1.OG
Lastfall: Wind -Wy-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	-42.75	-0.18
W4	ja	-0.01	-1.02
W14	ja	0.01	-0.65
W15	ja	0.04	-102.32
W23	ja	0.00	-2.52
W24	ja	-0.00	-0.33
W26	ja	0.00	0.00
W29	ja	-1.59	-0.07
W30	ja	-0.01	-67.77
W32	ja	0.38	-0.07
W33	ja	0.78	-0.05
W34	ja	0.01	-3.40
W35	ja	0.61	-0.05
W36	ja	0.00	-0.19
W37	ja	5.04	-0.09
W40	ja	0.01	-0.63
W41	ja	0.01	-3.49
W42	ja	30.37	-0.15
W43	ja	0.83	-0.04
W44	ja	6.27	1.25
Summe:		0.00	-181.78

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Verteilung Horizontallasten 1.OG
Lastfall: Wind -Wy+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	-12.99	-0.18
W4	ja	-0.00	-0.96
W14	ja	0.00	-0.61
W15	ja	0.02	-96.52
W23	ja	0.00	-2.74
W24	ja	0.00	-0.36
W26	ja	0.00	0.00
W29	ja	-0.25	-0.08
W30	ja	0.00	-71.14
W32	ja	0.46	-0.07
W33	ja	0.38	-0.05
W34	ja	0.01	-3.32
W35	ja	0.29	-0.05
W36	ja	0.00	-0.19
W37	ja	2.45	-0.09
W40	ja	0.00	-0.63
W41	ja	0.01	-3.46
W42	ja	13.97	-0.14
W43	ja	0.38	-0.04
W44	ja	-4.74	-1.16
Summe:		-0.00	-181.78

Verteilung Horizontallasten NG (Normalgeschoss)
Lastfall: Wind Wx-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	68.73	-0.02
W2	ja	73.96	0.03
W13	ja	0.30	-37.26
W14	ja	0.25	-15.71
W20	ja	0.01	0.00
W23	ja	0.00	0.00
W32	ja	0.05	0.62
W33	ja	0.03	0.10
W35	ja	0.07	3.15
W37	ja	0.05	2.82
W38	ja	13.38	0.02
W39	ja	0.15	14.81
W41	ja	20.56	0.02
W42	ja	6.32	-0.00
W43	ja	0.09	-0.31
W44	ja	4.51	-0.00
W45	ja	0.03	-0.00
W46	ja	40.72	-0.01
W47	ja	0.03	-0.00
W48	ja	0.11	-0.15
W49	ja	221.35	-0.02
W50	ja	9.05	0.00
W51	ja	146.15	31.92
Summe:		605.91	0.00

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Verteilung Horizontallasten NG (Normalgeschoss)
Lastfall: Wind Wx+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	133.23	-0.01
W2	ja	143.37	-0.01
W13	ja	0.22	-7.92
W14	ja	0.16	-3.34
W20	ja	0.01	-0.00
W23	ja	0.00	0.00
W32	ja	0.05	-0.19
W33	ja	0.03	-0.03
W35	ja	0.09	-0.99
W37	ja	0.09	-0.89
W38	ja	17.74	-0.01
W39	ja	0.18	-6.77
W41	ja	21.68	-0.01
W42	ja	4.80	-0.00
W43	ja	0.07	-0.20
W44	ja	3.29	-0.00
W45	ja	0.03	-0.01
W46	ja	30.93	-0.00
W47	ja	0.02	-0.01
W48	ja	0.07	-0.42
W49	ja	148.22	-0.01
W50	ja	6.06	-0.00
W51	ja	95.58	20.84
Summe:		605.91	-0.00

Verteilung Horizontallasten NG (Normalgeschoss)
Lastfall: Wind -Wx-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	-68.73	0.02
W2	ja	-73.96	-0.03
W13	ja	-0.30	37.26
W14	ja	-0.25	15.71
W20	ja	-0.01	-0.00
W23	ja	0.00	0.00
W32	ja	-0.05	-0.62
W33	ja	-0.03	-0.10
W35	ja	-0.07	-3.15
W37	ja	-0.05	-2.82
W38	ja	-13.38	-0.02
W39	ja	-0.15	-14.81
W41	ja	-20.56	-0.02
W42	ja	-6.32	0.00
W43	ja	-0.09	0.31
W44	ja	-4.51	0.00
W45	ja	-0.03	0.00
W46	ja	-40.72	0.01
W47	ja	-0.03	0.00
W48	ja	-0.11	0.15
W49	ja	-221.35	0.02
W50	ja	-9.05	-0.00
W51	ja	-146.15	-31.92
Summe:		-605.91	0.00

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Verteilung Horizontallasten NG (Normalgeschoss)
Lastfall: Wind -Wx+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	-133.23	0.01
W2	ja	-143.37	0.01
W13	ja	-0.22	7.92
W14	ja	-0.16	3.34
W20	ja	-0.01	0.00
W23	ja	0.00	0.00
W32	ja	-0.05	0.19
W33	ja	-0.03	0.03
W35	ja	-0.09	0.99
W37	ja	-0.09	0.89
W38	ja	-17.74	0.01
W39	ja	-0.18	6.77
W41	ja	-21.68	0.01
W42	ja	-4.80	0.00
W43	ja	-0.07	0.20
W44	ja	-3.29	0.00
W45	ja	-0.03	0.01
W46	ja	-30.93	0.00
W47	ja	-0.02	0.01
W48	ja	-0.07	0.42
W49	ja	-148.22	0.01
W50	ja	-6.06	0.00
W51	ja	-95.58	-20.84
Summe:		-605.91	0.00

Verteilung Horizontallasten NG (Normalgeschoss)
Lastfall: Wind Wy-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	43.04	0.17
W2	ja	46.31	0.13
W13	ja	-0.07	205.64
W14	ja	-0.07	86.68
W20	ja	-0.00	0.01
W23	ja	0.00	0.00
W32	ja	-0.00	1.77
W33	ja	0.00	0.28
W35	ja	0.01	9.01
W37	ja	0.03	8.07
W38	ja	2.64	0.06
W39	ja	0.02	75.76
W41	ja	0.15	0.07
W42	ja	-1.26	0.06
W43	ja	-0.02	3.85
W44	ja	-1.00	0.05
W45	ja	-0.01	0.21
W46	ja	-8.10	0.11
W47	ja	-0.01	0.16
W48	ja	-0.03	7.05
W49	ja	-57.92	0.18
W50	ja	-2.37	0.05
W51	ja	-21.35	-4.53
Summe:		-0.00	394.84

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Verteilung Horizontallasten NG (Normalgeschoss)
Lastfall: Wind Wy+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	10.55	0.16
W2	ja	11.36	0.15
W13	ja	-0.03	190.87
W14	ja	-0.03	80.45
W20	ja	-0.00	0.01
W23	ja	0.00	0.00
W32	ja	-0.00	2.17
W33	ja	-0.00	0.35
W35	ja	0.00	11.09
W37	ja	0.01	9.94
W38	ja	0.45	0.08
W39	ja	0.00	86.63
W41	ja	-0.41	0.08
W42	ja	-0.49	0.06
W43	ja	-0.01	3.80
W44	ja	-0.38	0.05
W45	ja	-0.00	0.22
W46	ja	-3.16	0.10
W47	ja	-0.00	0.16
W48	ja	-0.01	7.19
W49	ja	-21.10	0.17
W50	ja	-0.86	0.06
W51	ja	4.11	1.04
Summe:		0.00	394.84

Verteilung Horizontallasten NG (Normalgeschoss)
Lastfall: Wind -Wy-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	-43.04	-0.17
W2	ja	-46.31	-0.13
W13	ja	0.07	-205.64
W14	ja	0.07	-86.68
W20	ja	0.00	-0.01
W23	ja	0.00	0.00
W32	ja	0.00	-1.77
W33	ja	-0.00	-0.28
W35	ja	-0.01	-9.01
W37	ja	-0.03	-8.07
W38	ja	-2.64	-0.06
W39	ja	-0.02	-75.76
W41	ja	-0.15	-0.07
W42	ja	1.26	-0.06
W43	ja	0.02	-3.85
W44	ja	1.00	-0.05
W45	ja	0.01	-0.21
W46	ja	8.10	-0.11
W47	ja	0.01	-0.16
W48	ja	0.03	-7.05
W49	ja	57.92	-0.18
W50	ja	2.37	-0.05
W51	ja	21.35	4.53
Summe:		0.00	-394.84

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Verteilung Horizontallasten NG (Normalgeschoss)
Lastfall: Wind -Wy+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	-10.55	-0.16
W2	ja	-11.36	-0.15
W13	ja	0.03	-190.87
W14	ja	0.03	-80.45
W20	ja	0.00	-0.01
W23	ja	0.00	0.00
W32	ja	0.00	-2.17
W33	ja	0.00	-0.35
W35	ja	-0.00	-11.09
W37	ja	-0.01	-9.94
W38	ja	-0.45	-0.08
W39	ja	-0.00	-86.63
W41	ja	0.41	-0.08
W42	ja	0.49	-0.06
W43	ja	0.01	-3.80
W44	ja	0.38	-0.05
W45	ja	0.00	-0.22
W46	ja	3.16	-0.10
W47	ja	0.00	-0.16
W48	ja	0.01	-7.19
W49	ja	21.10	-0.17
W50	ja	0.86	-0.06
W51	ja	-4.11	-1.04
Summe:		-0.00	-394.84

Verteilung Horizontallasten 1.UG
Lastfall: Wind Wx-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	269.63	-0.00
W2	ja	0.18	-262.63
W3	ja	0.95	-0.26
W4	ja	-0.07	-1.48
W5	ja	0.51	0.06
W6	ja	0.17	-28.01
W7	ja	326.43	-0.02
W8	ja	53.29	11.64
W9	ja	0.12	9.20
W10	ja	0.22	-0.15
W11	ja	0.11	-0.14
W12	ja	1.29	0.36
W13	ja	0.19	278.49
W14	ja	0.02	6.04
W16	ja	4.01	0.01
W17	ja	4.52	-0.00
W18	ja	0.03	-0.22
W19	ja	1.92	-0.00
W20	ja	0.01	-0.01
Summe:		663.53	12.87

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Verteilung Horizontallasten 1.UG
Lastfall: Wind Wx+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	260.24	-0.00
W2	ja	0.14	-160.86
W3	ja	0.68	-0.18
W4	ja	-0.03	-0.83
W5	ja	0.36	0.04
W6	ja	0.12	-17.15
W7	ja	222.76	-0.01
W8	ja	36.30	7.93
W9	ja	0.08	5.50
W10	ja	0.16	-0.11
W11	ja	0.13	-0.28
W12	ja	0.92	0.26
W13	ja	0.15	166.52
W14	ja	0.02	3.58
W16	ja	3.15	0.00
W17	ja	3.16	-0.00
W18	ja	0.02	-0.14
W19	ja	1.33	-0.00
W20	ja	0.01	-0.00
Summe:		529.69	4.25

Verteilung Horizontallasten 1.UG
Lastfall: Wind -Wx-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	-269.63	0.00
W2	ja	-0.18	262.63
W3	ja	-0.95	0.26
W4	ja	0.07	1.48
W5	ja	-0.51	-0.06
W6	ja	-0.17	28.01
W7	ja	-326.43	0.02
W8	ja	-53.29	-11.64
W9	ja	-0.12	-9.20
W10	ja	-0.22	0.15
W11	ja	-0.11	0.14
W12	ja	-1.29	-0.36
W13	ja	-0.19	-278.49
W14	ja	-0.02	-6.04
W16	ja	-4.01	-0.01
W17	ja	-4.52	0.00
W18	ja	-0.03	0.22
W19	ja	-1.92	0.00
W20	ja	-0.01	0.01
Summe:		-663.53	-12.87

Verteilung Horizontallasten 1.UG
Lastfall: Wind -Wx+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	-260.24	0.00
W2	ja	-0.14	160.86
W3	ja	-0.68	0.18
W4	ja	0.03	0.83
W5	ja	-0.36	-0.04
W6	ja	-0.12	17.15

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Verteilung Horizontallasten 1.UG
Lastfall: Wind -Wx+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W7	ja	-222.76	0.01
W8	ja	-36.30	-7.93
W9	ja	-0.08	-5.50
W10	ja	-0.16	0.11
W11	ja	-0.13	0.28
W12	ja	-0.92	-0.26
W13	ja	-0.15	-166.52
W14	ja	-0.02	-3.58
W16	ja	-3.15	-0.00
W17	ja	-3.16	0.00
W18	ja	-0.02	0.14
W19	ja	-1.33	0.00
W20	ja	-0.01	0.00
Summe:		-529.69	-4.25

Verteilung Horizontallasten 1.UG
Lastfall: Wind Wy-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	3.68	0.07
W2	ja	-0.03	280.54
W3	ja	-0.27	0.08
W4	ja	0.23	2.64
W5	ja	-0.10	-0.00
W6	ja	-0.04	29.92
W7	ja	-79.02	0.05
W8	ja	-10.93	-2.36
W9	ja	-0.03	4.16
W10	ja	-0.09	0.07
W11	ja	-0.39	1.36
W12	ja	-0.20	-0.05
W13	ja	-0.03	125.85
W14	ja	-0.00	6.26
W16	ja	-0.60	0.01
W17	ja	-1.02	0.01
W18	ja	-0.01	0.42
W19	ja	-0.45	0.01
W20	ja	-0.00	0.02
Summe:		-89.30	449.07

Verteilung Horizontallasten 1.UG
Lastfall: Wind Wy+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	9.97	0.07
W2	ja	-0.01	231.08
W3	ja	-0.13	0.04
W4	ja	0.21	2.33
W5	ja	-0.02	0.00
W6	ja	-0.01	24.64
W7	ja	-28.13	0.05
W8	ja	-2.59	-0.54
W9	ja	-0.01	5.96
W10	ja	-0.06	0.05
W11	ja	-0.40	1.42
W12	ja	-0.01	0.00

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Verteilung Horizontallasten 1.UG
Lastfall: Wind Wy+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W13	ja	-0.01	180.40
W14	ja	-0.00	7.46
W16	ja	-0.17	0.01
W17	ja	-0.36	0.01
W18	ja	-0.00	0.38
W19	ja	-0.16	0.01
W20	ja	-0.00	0.02
Summe:		-21.89	453.41

Verteilung Horizontallasten 1.UG
Lastfall: Wind -Wy-e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	-3.68	-0.07
W2	ja	0.03	-280.54
W3	ja	0.27	-0.08
W4	ja	-0.23	-2.64
W5	ja	0.10	0.00
W6	ja	0.04	-29.92
W7	ja	79.02	-0.05
W8	ja	10.93	2.36
W9	ja	0.03	-4.16
W10	ja	0.09	-0.07
W11	ja	0.39	-1.36
W12	ja	0.20	0.05
W13	ja	0.03	-125.85
W14	ja	0.00	-6.26
W16	ja	0.60	-0.01
W17	ja	1.02	-0.01
W18	ja	0.01	-0.42
W19	ja	0.45	-0.01
W20	ja	0.00	-0.02
Summe:		89.30	-449.07

Verteilung Horizontallasten 1.UG
Lastfall: Wind -Wy+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W1	ja	-9.97	-0.07
W2	ja	0.01	-231.08
W3	ja	0.13	-0.04
W4	ja	-0.21	-2.33
W5	ja	0.02	-0.00
W6	ja	0.01	-24.64
W7	ja	28.13	-0.05
W8	ja	2.59	0.54
W9	ja	0.01	-5.96
W10	ja	0.06	-0.05
W11	ja	0.40	-1.42
W12	ja	0.01	-0.00
W13	ja	0.01	-180.40
W14	ja	0.00	-7.46
W16	ja	0.17	-0.01
W17	ja	0.36	-0.01
W18	ja	0.00	-0.38
W19	ja	0.16	-0.01

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: A - Aussteifung

Verteilung Horizontallasten 1.UG
Lastfall: Wind -Wy+e

Wandpfeiler/ Stützen	Mitwirkung an Horizontallastabtragung	Hx [kN]	Hy [kN]
W20	ja	0.00	-0.02
Summe:		21.89	-453.41

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

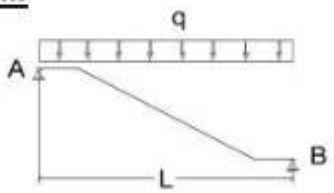
Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

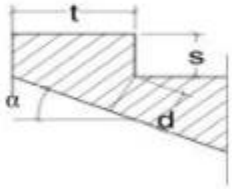
LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. T1-Treppenlauf

≥ C25/30 XC1 h = 20 cm

System:





Lauflänge L =			3,10 m
Laufbreite b =			140,00 cm
Plattendicke h =			20,00 cm
Steigung s =			17,00 cm
Auftritt t =			28,00 cm
Winkel α =	$\operatorname{atan}\left(\frac{s}{t}\right)$	=	31,26 °

Belastung:
Eigengewicht:

aus Eigengewicht:	$\frac{h}{100} * \frac{25,0}{\cos(\alpha)}$	=	5,85 kN/m²
aus Stufen:	$\frac{s}{100} * \frac{25}{2}$	=	2,13 kN/m²
aus Belag:			1,50 kN/m²
	Gesamt gk	=	**9,48 kN/m²**

Nutzlast:
Verkehrslast Kat. T2 - Treppen = 5,00 kN/m²

Bemessung:
siehe Bemessungsausdruck Frilo

Die Treppe wird als Fertigteil hergestellt und eingebaut.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Mehrfeldträger Stahlbeton (x64) BTM+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

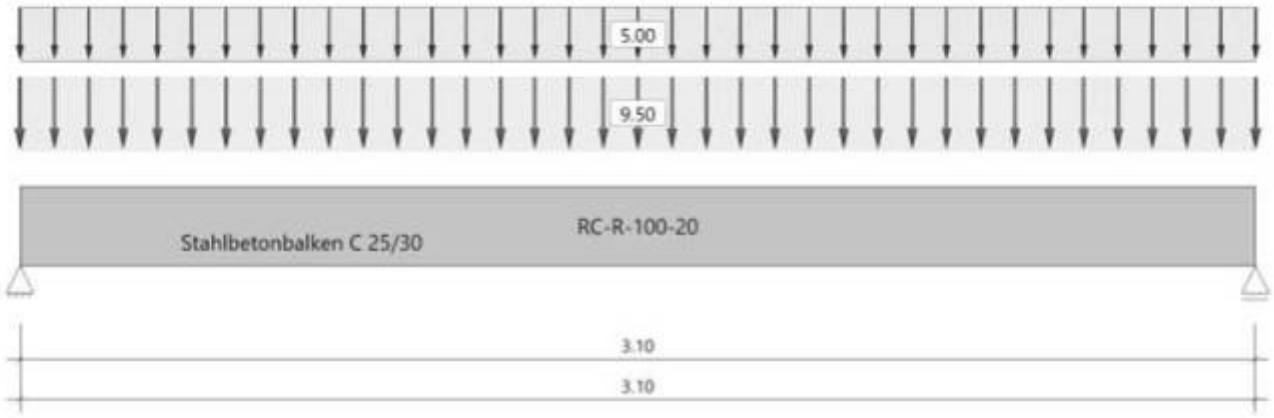
Grundparameter

Stahlbetonbalken E = 31000 N/mm²

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm} =	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s =	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk} =	25.0	°/₀₀ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			100.0	20.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.10	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.10		9.50		Nein	ständig		
	2	GL		3.10		5.00		Ja	Kat. C		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{FI} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$ =	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$ =	12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev} =	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$ =	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$ =	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$ =	12	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$ =	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$ =	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max} =	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU =	50	%	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck} =	25	N/mm2	
Belastungsalter	t_0 =	28	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t)$ =	2.71		
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t)$ =	-0.50	‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten =	3.0 cm	oben =	3.0 cm	
	links =	3.0 cm	rechts =	3.0 cm	
Bewehrungslagen	unten =	4.5 cm	oben =	4.5 cm	

Abminderung der Stützmomente <= 15 %

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze kx < .45 wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal cot(Theta)/2.

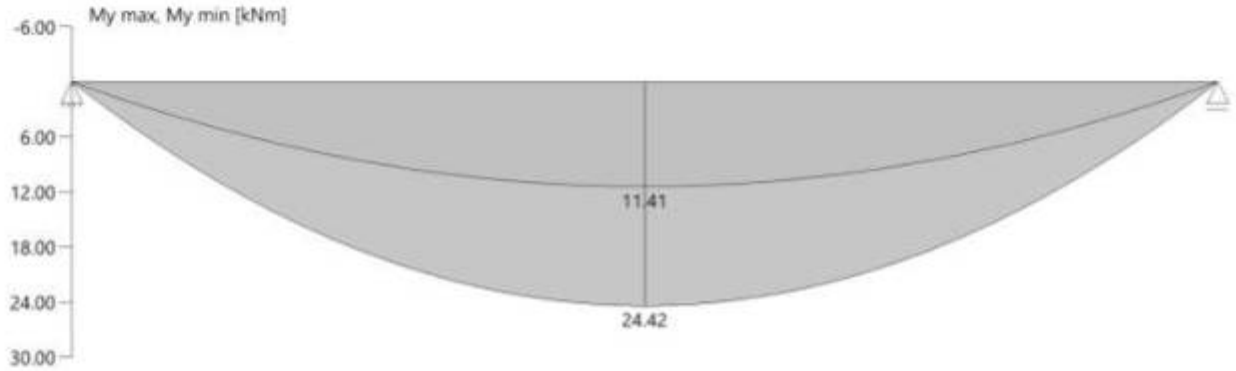
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Schneide b = 0.0 cm

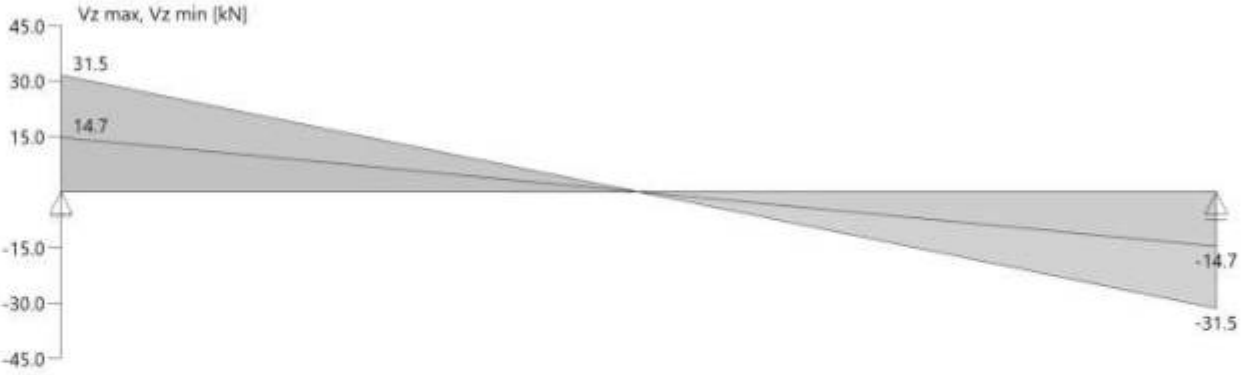
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	31.5	2
	0.00	0.00	0.00	14.7	1
	1.55	1.55	24.42	0.0	2
	3.10	3.10	0.00	-14.7	1
	3.10	3.10	0.00	-31.5	2

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
100.0/20.0	17.10	2.5	-17.10	2.5
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 begrenzt.				

Feldbewehrung

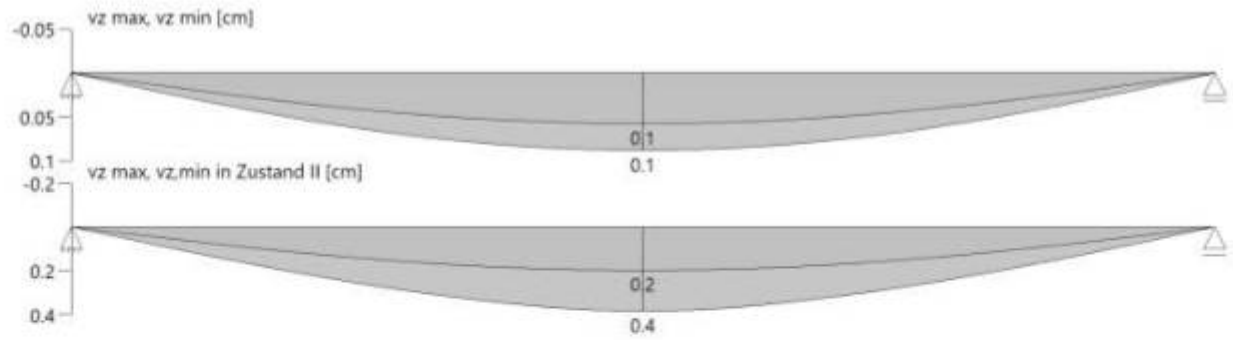
Feld	xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]		Lk
Feld 1	1.55	1.55	24.42	24.42	15.5	0.10	3.6	0.0		2
	2.94	2.94	4.78	4.78	15.5	0.04	2.5	0.0	1	2
Am ersten Auflager sind mindestens 2.5 cm² zu verankern. Am letzten Auflager sind mindestens 2.5 cm² zu verankern. Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * cot(Theta) / 2 berücksichtigt.										
1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)										

Querkraftbewehrung nicht erforderlich.

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.55	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: ϕ_{eff} = 2.34 ε_{cs} = -0.50 ‰
Kombination charakteristisch
Mit Nachweis der relativen Grenzverformung (l_{eff} / 300)

Feld	x [m]	fEIIz,g [cm]	fEIIz,g / leff	fEIIz,φε [cm]	fEIIz,φε / leff	fEII,φε [cm]	η
Feld 1	1.55	0.1	1/5657	0.4	1/809	0.4	0.37

x : Stelle x
fEIIz,g : Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
fEIIz,φε : Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
fEII,φε : maßgebende Durchbiegung

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

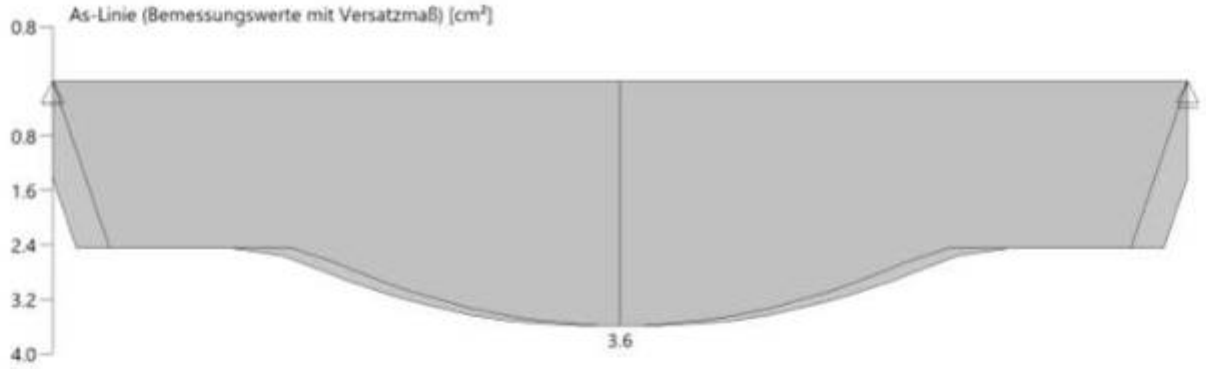
Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) sC = 0.45 * fck = 11.25 N/mm²

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm²]	Aso [cm²]	σS(t=∞) [N/mm²]	σC(t=0) [N/mm²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00				0.00	0.00	0	0	4
	1.31	14.64	3.6		290.32	-8.11	12	15	5
	1.55	15.02	3.6		297.75	-8.32	12	14	5
	1.79	14.64	3.6		291.12	-8.13	12	15	5
	1.96	13.98	3.3		297.57	-8.00	12	14	5
	2.28	11.65	2.8		296.97	-7.24	12	14	5
	3.10				81.59	-1.87	12	100	5

As-Deckungslinien



Grafik konnte nicht erzeugt werden.

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig	14.7	14.7		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		7.7		
2	3.10	ständig	14.7	14.7		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		7.7		

Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	9.50	9.50	0.00	3.10
L 2	1	Kat. C	2	5.00	5.00	0.00	3.10

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4	Lk 5
L 1	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00
L 2		**1.50**	**1.00**		0.60

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Anschluss Pos.T1 an T4 und Geschossdecke

Schöck Tronsole Typ F-V1

Die Höhe der Tronsole muss abhängig von der Decken-/ Podeststärke gewählt werden.

zul. $V_{R,d}$= 43,00 kN/m
vorh $V_{E,d}$= 31,50 kN/m

$$\eta = \frac{V_{E,d}}{V_{R,d}} = 0{,}73 \leq 1$$

Schöck Tronsole® Typ F	V1	V2	V3
$v_{Rd,z}$ [kN/m]	43,0	61,0	85,0
$v_{Rd,x,y}$ [kN/m]	±3,8	±3,8	±3,8

Die Treppenläufe sind seitlich gegenüber der Treppenhauswand zu entkoppeln. Hierzu z.B. kann die Tronsole Schöck Typ L verwendet werden. Genauere Angaben werden im Zuge der Ausführungsplanung gemacht.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. T4 - Podest

≥ C25/30 XC1 h = 20 cm

System:

Lauflänge L =	3,22 m
Laufbreite b =	150,00 cm
Plattendicke Podest h_p =	20,00 cm

Belastung:

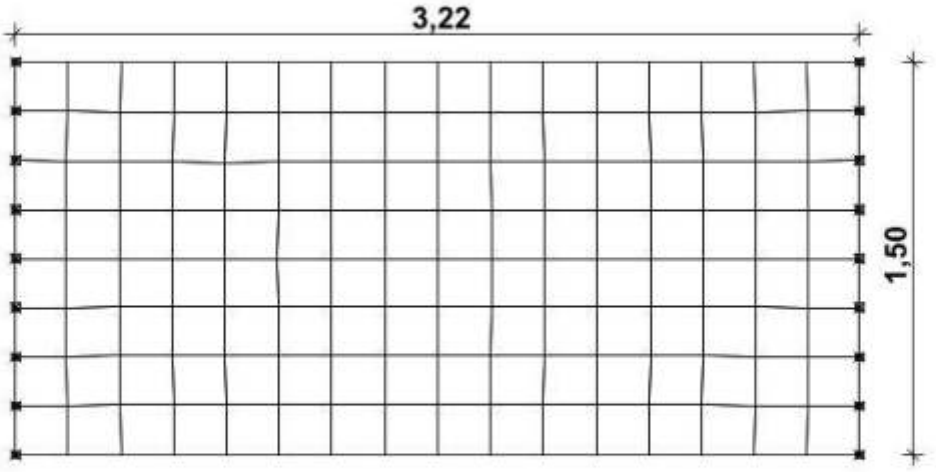
aus Eigengewicht Podest: $\frac{h_p}{100}*25,0$	=	5,00 kN/m²
aus Belag:		2,00 kN/m²
	Gesamt gk =	**7,00 kN/m²**
aus Pos. T1 g_k =		14,70 kN/m
aus Pos. T1 q_k =		7,80 kN/m
Nutzlast q_k=		5,00 kN/m²

Bemessung:
siehe Bemessungsausdruck InfoCAD

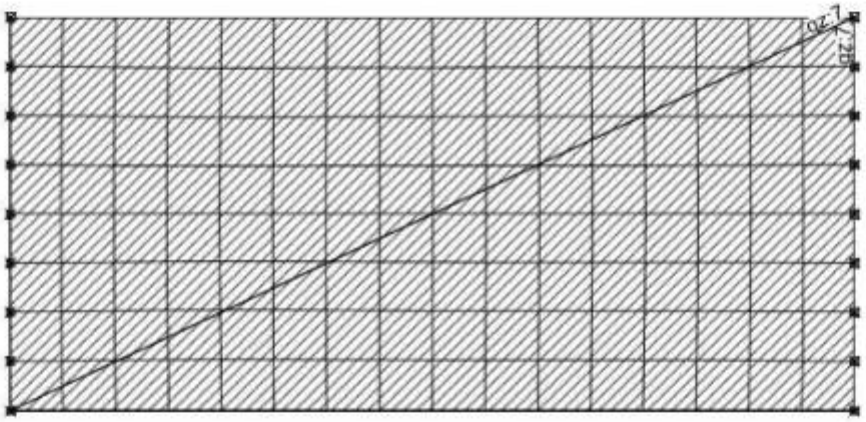
Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. T4

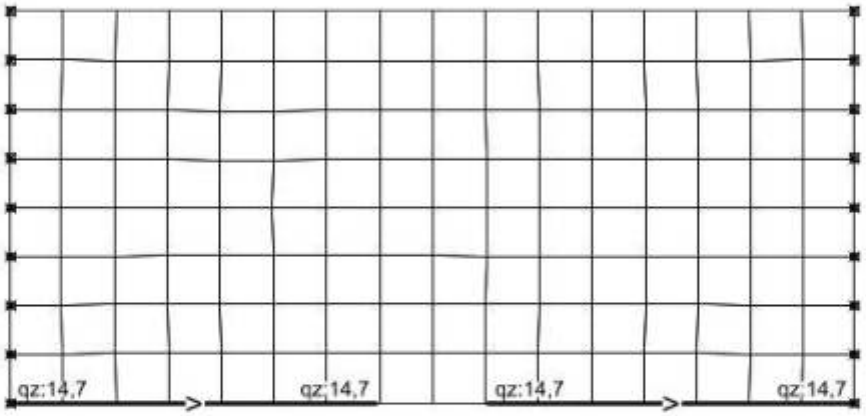
M = 1:



System



LF 1: Belastung, Eigenlast+Ausbaulast

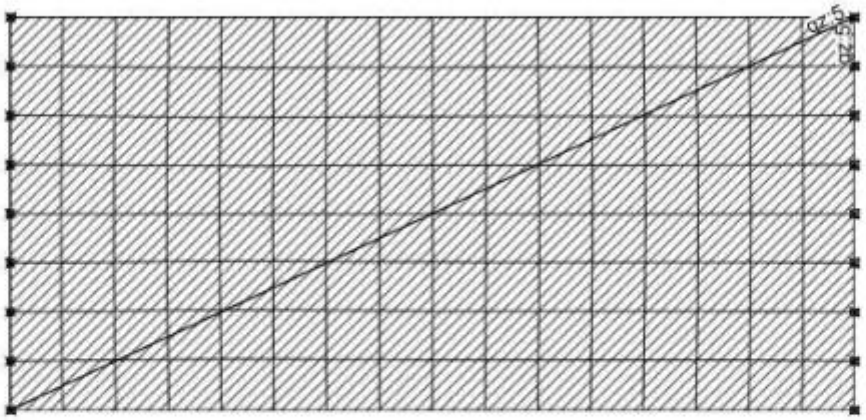


LF 2: Belastung, aus T1 G

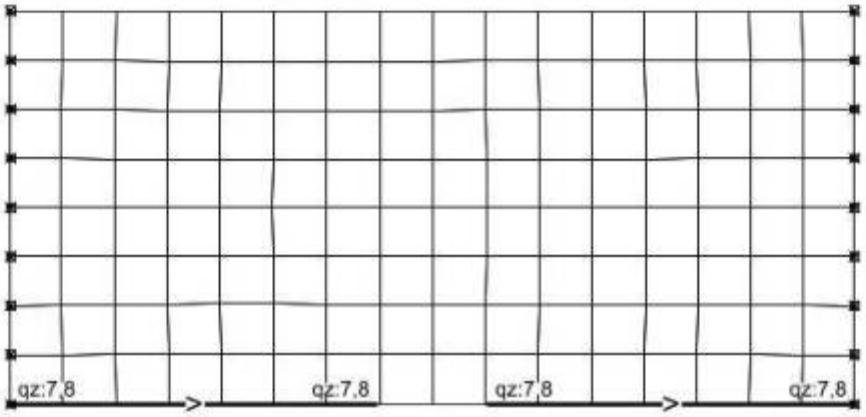
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:



LF 10: Belastung, Nutzlast



LF 11: Belastung, aus T1 Q

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C B P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N — Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk — Stahlgüte der Bügel.
Theta — Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P. — Balken werden wie Platten bemessen.
K. — Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl — Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow — Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as — Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y — Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl — Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red. — Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Schubquerschnitte

```
bw.nom  Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom   Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd  Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn
        bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2  Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef     Wanddicke des Torsionskastens.
K.      Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).
```

Qu.	Breite [m]			Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,200	.	0,170	0,90	.	.	.	.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

```
Rohd.   Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck     charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc    Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm    Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct    Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c
        mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1    Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1   rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2    Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2   rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]
```

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten [MN/m] fck	a.cc	fctm	a.ct	Grenzdehnungen [o/oo] e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
1	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]	y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000 500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000 500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,200					
	4	0,000	0,200					

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Betonstahl für Flächenelemente

as Grundbewehrung [cm²/m]
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1     Eigenlast+Ausbaulast
2     aus T1 G
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,7 / 0,6

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
10    Nutzlast
11    aus T1 Q
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Quasi-ständige Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

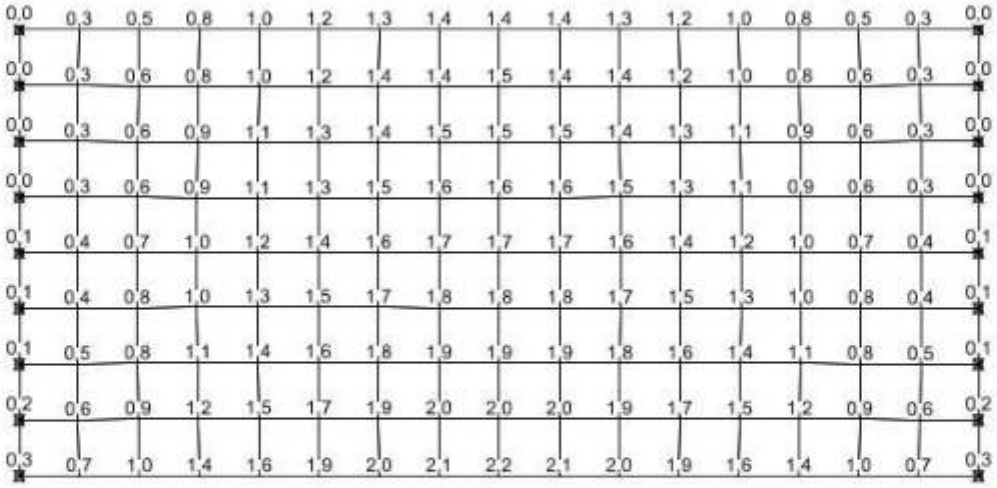
Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast+Ausbaulast	0,000	0,000	33,810
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	33,810
2	aus T1 G	0,000	0,000	41,160
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	41,160
10	Nutzlast	0,000	0,000	24,150
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	24,150
11	aus T1 Q	0,000	0,000	21,840
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	21,840
20	Summe G	0,000	0,000	74,970
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	74,970
21	Summe Q	0,000	0,000	45,990
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	45,990

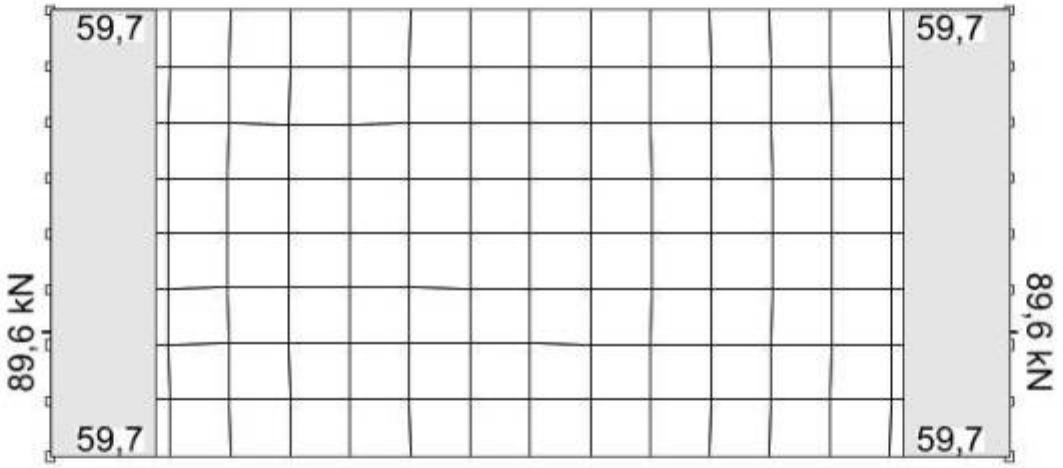
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

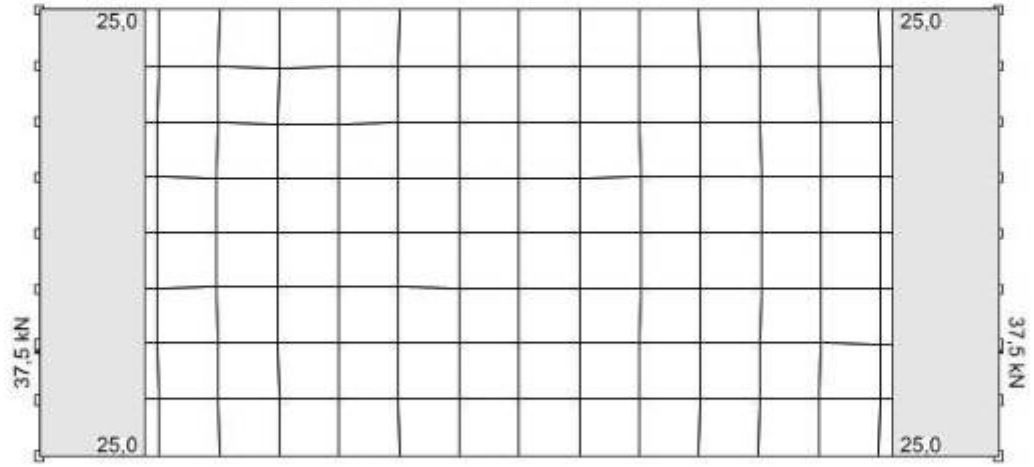
M = 1:



Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1



Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



Auflagerreaktionen Rz; LF 20, Summe G

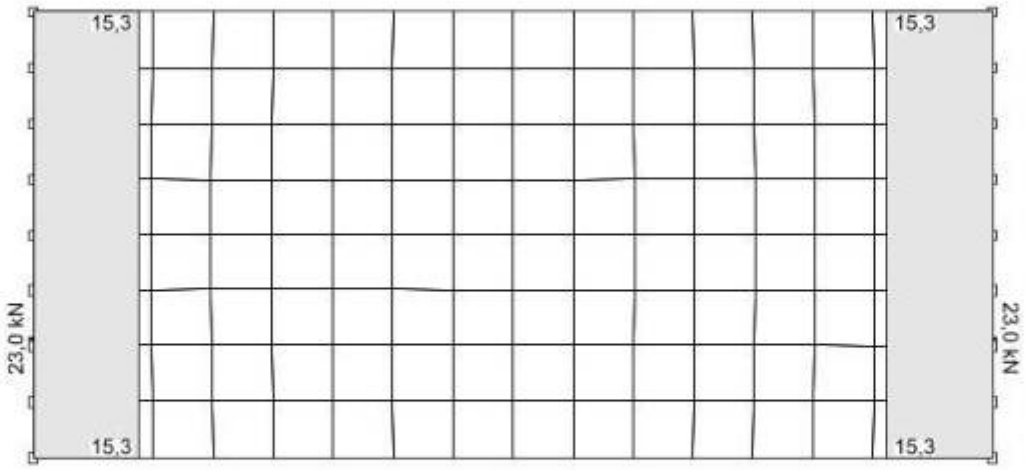
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

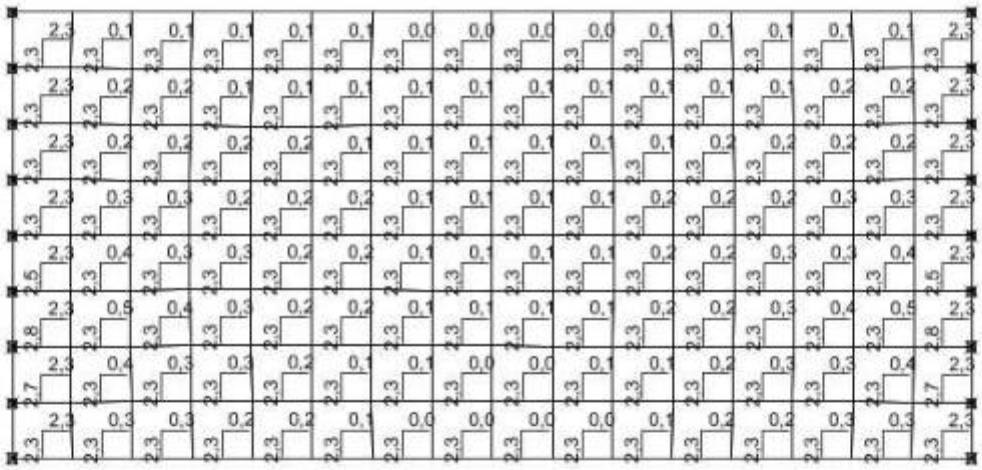
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. T4

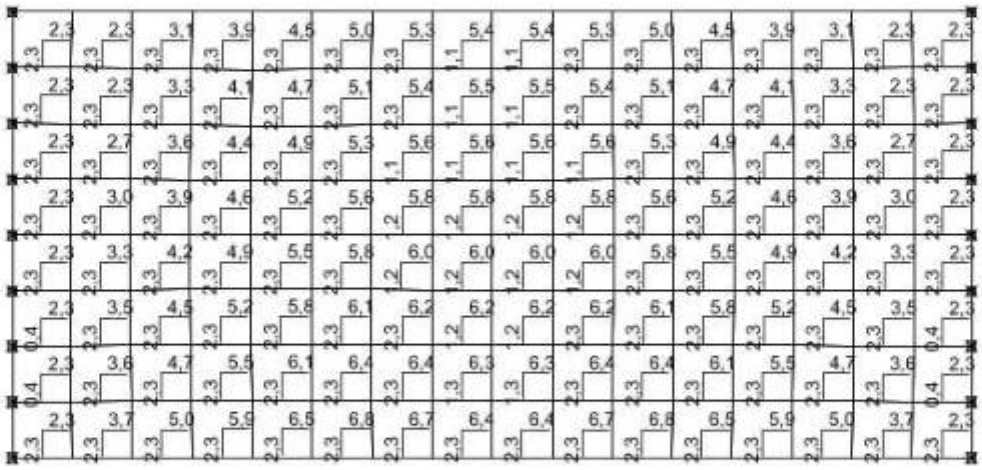
M = 1:



Auflagerreaktionen Rz; LF 21, Summe Q



Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1



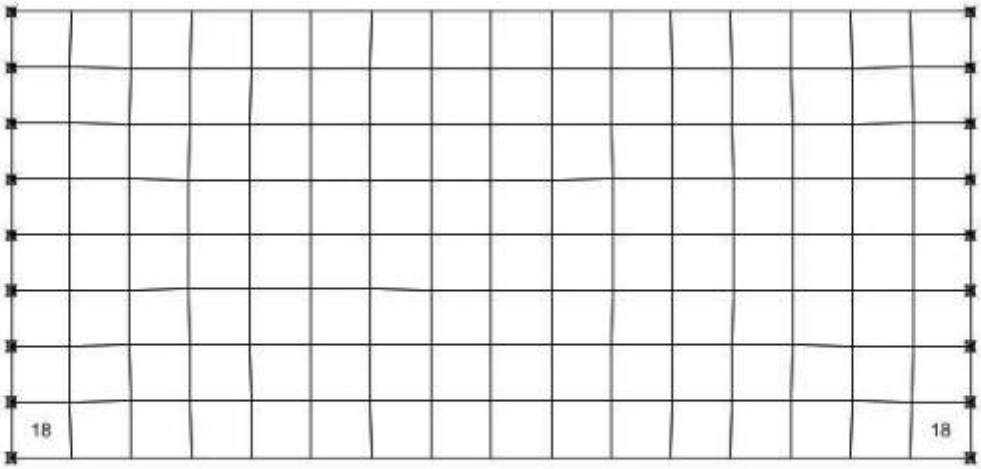
Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. T4

M = 1:



Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2

qr/vRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

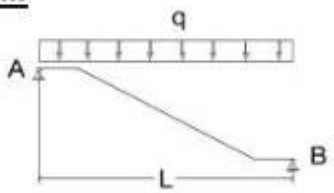
Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

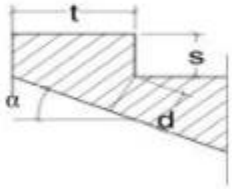
LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. T2-Treppenlauf

≥ C25/30 XC1 h = 20 cm

System:





Lauflänge L =			3,65 m
Laufbreite b =			140,00 cm
Plattendicke h =			20,00 cm
Steigung s =			17,00 cm
Auftritt t =			28,00 cm
Winkel α =	$\operatorname{atan}\left(\frac{s}{t}\right)$	=	31,26 °

Belastung:
Eigengewicht:

aus Eigengewicht:	$\frac{h}{100} * \frac{25,0}{\cos(\alpha)}$	=	5,85 kN/m²
aus Stufen:	$\frac{s}{100} * \frac{25}{2}$	=	2,13 kN/m²
aus Belag:			1,50 kN/m²
	Gesamt gk	=	**9,48 kN/m²**

Nutzlast:
Verkehrslast Kat. T2 - Treppen = 5,00 kN/m²

Bemessung:
siehe Bemessungsausdruck Frilo

Die Treppe wird als Fertigteil hergestellt und eingebaut.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Mehrfeldträger Stahlbeton (x64) BTM+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

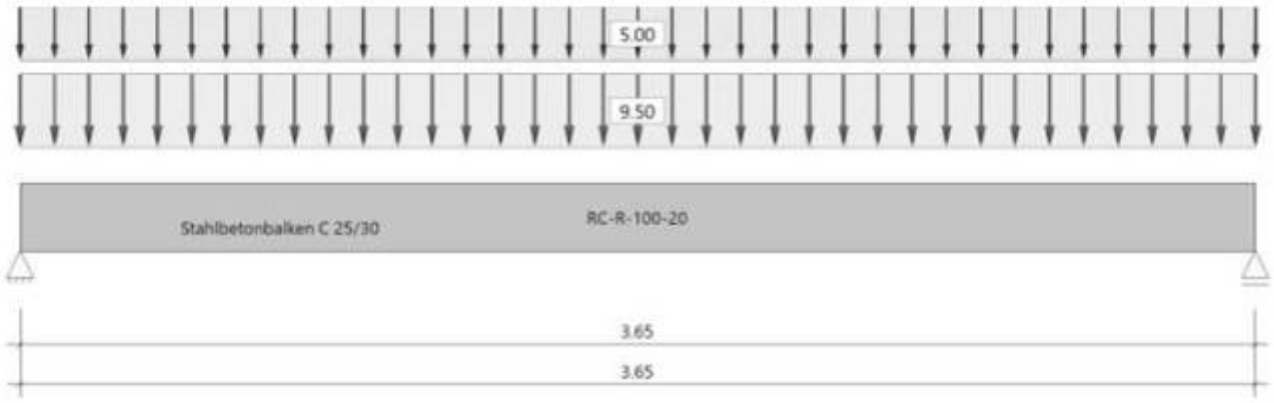
Grundparameter

Stahlbetonbalken E = 31000 N/mm²

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck} =	25.00	N/mm²	E_{cm} =	31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk} =	500.00	N/mm²	E_s =	200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$ =	1.05		ε_{uk} =	25.0	‰	(Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			100.0	20.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.65	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.65		9.50		Nein	ständig		
	2	GL		3.65		5.00		Ja	Kat. C		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{FI} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$ =	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$ =	12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev} =	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$ =	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$ =	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$ =	12	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$ =	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$ =	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max} =	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU =	50	%	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck} =	25	N/mm2	
Belastungsalter	t_0 =	28	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t)$ =	2.71		
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t)$ =	-0.50	‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten	=	3.0 cm	oben	=	3.0 cm
	links	=	3.0 cm	rechts	=	3.0 cm
Bewehrungslagen	unten	=	4.3 cm	oben	=	4.2 cm

Abminderung der Stützmomente <= 15 %

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze kx < .45 wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal cot(Theta)/2.

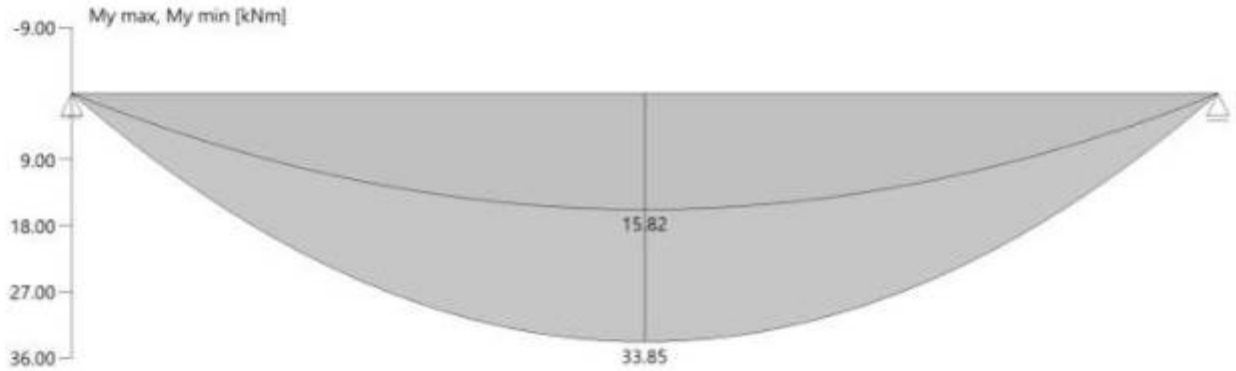
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Schneide b = 0.0 cm

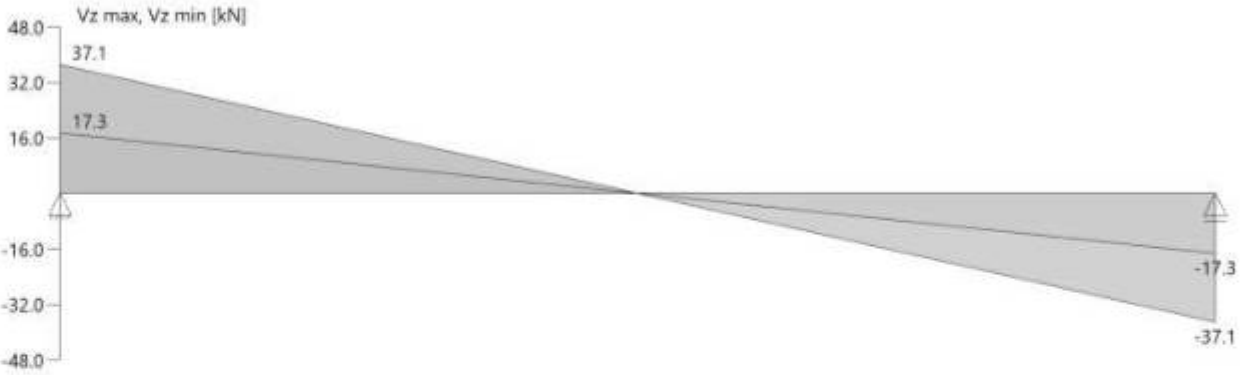
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	37.1	1
	0.00	0.00	0.00	17.3	2
	1.83	1.83	33.85	0.0	1
	3.65	3.65	0.00	-17.3	2
	3.65	3.65	0.00	-37.1	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
100.0/20.0	17.10	2.4	-17.10	2.4
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 begrenzt.				

Feldbewehrung

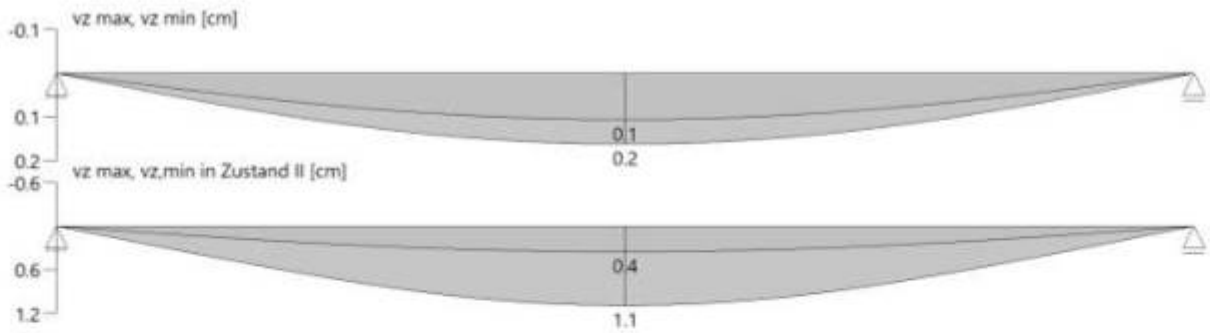
Feld	xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]		Lk
Feld 1	1.83	1.83	33.85	33.85	15.7	0.13	5.0	0.0		1
	3.47	3.47	6.51	6.51	15.7	0.04	2.4	0.0	1	1
Am ersten Auflager sind mindestens 2.4 cm² zu verankern. Am letzten Auflager sind mindestens 2.4 cm² zu verankern. Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * cot(Theta) / 2 berücksichtigt.										
1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)										

Querkraftbewehrung nicht erforderlich.

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.83	0.0	0.2	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: ϕ_{eff} = 2.34 ε_{cs} = -0.50 ‰
Kombination charakteristisch
Mit Nachweis der relativen Grenzverformung (l_{eff} / 300)

Feld	x [m]	fEIIz,g [cm]	fEIIz,g / leff	fEIIz,φε [cm]	fEIIz,φε / leff	fEII,φε [cm]	η
Feld 1	1.83	0.1	1/3539	1.1	1/335	1.1	0.90

x : Stelle x
fEIIz,g : Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
fEIIz,φε : Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
fEII,φε : maßgebende Durchbiegung

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

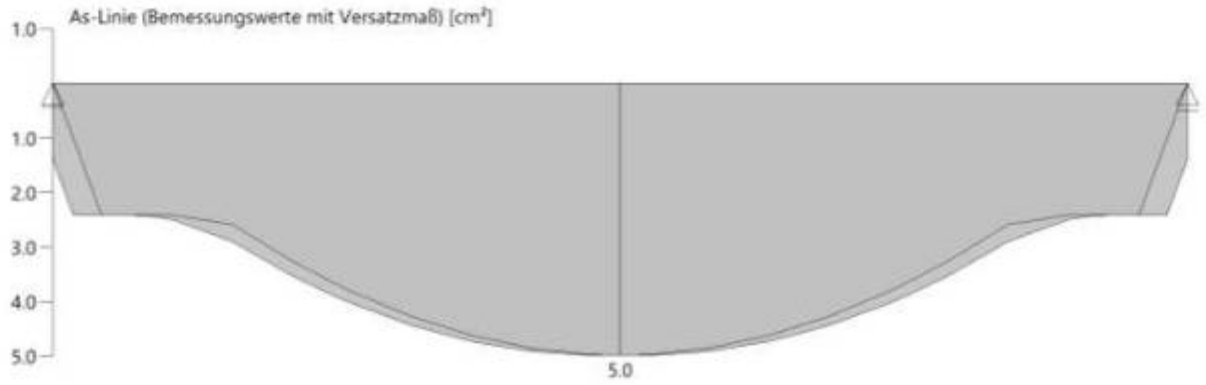
Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) sC = 0.45 * fck = 11.25 N/mm²

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm²]	Aso [cm²]	σS(t=∞) [N/mm²]	σC(t=0) [N/mm²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00				0.00	0.00	0	0	4
	1.54	20.30	9.2	2.3	162.86	-7.48	14	60	5
	1.83	20.82	9.2	2.3	167.03	-7.67	14	58	5
	2.11	20.30	9.2	2.3	162.86	-7.48	14	60	5
	3.65				27.49	-1.26	14	100	5

As-Deckungslinien



Grafik konnte nicht erzeugt werden.

Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,03	3,62	3,59	5,0	9,2	9,2	6Ø14[1]

1 : erste Lage durchlaufend

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,03	1,83	1,80	0,0	2,3	2,3	2Ø12[1]
1,83	3,62	1,80	0,0	2,3	2,3	2Ø12[1]

1 : erste Lage durchlaufend

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	17.3	17.3 9.1		
2	3.65	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	17.3	17.3 9.1		

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: Pos. T2/T13 - Treppenlauf

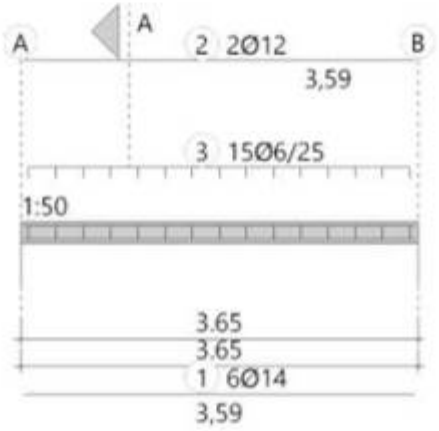
Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	9.50	9.50	0.00	3.65
L 2	1	Kat. C	2	5.00	5.00	0.00	3.65

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4	Lk 5
L 1	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
L 2	**1.50**		**1.00**		0.60

Bewehrung



Schnitt A - A



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Anschluss Pos.T2 an T5 und Geschossdecke

Schöck Tronsole Typ F-V1

Die Höhe der Tronsole muss abhängig von der Decken-/ Podeststärke gewählt werden.

zul. $V_{R,d}$= 43,00 kN/m
vorh $V_{E,d}$= 37,10 kN/m

$$\eta = \frac{V_{E,d}}{V_{R,d}} = 0{,}86 \leq 1$$

Schöck Tronsole® Typ F	V1	V2	V3
$v_{Rd,z}$ [kN/m]	43,0	61,0	85,0
$v_{Rd,x,y}$ [kN/m]	±3,8	±3,8	±3,8

Die Treppenläufe sind seitlich gegenüber der Treppenhauswand zu entkoppeln. Hierzu z.B. kann die Tronsole Schöck Typ L verwendet werden. Genauere Angaben werden im Zuge der Ausführungsplanung gemacht.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. T5 - Podest

≥ C25/30 XC1 h = 20 cm

System:

Lauflänge L =	3,22 m
Laufbreite b =	150,00 cm
Plattendicke Podest h_p =	20,00 cm

Belastung:

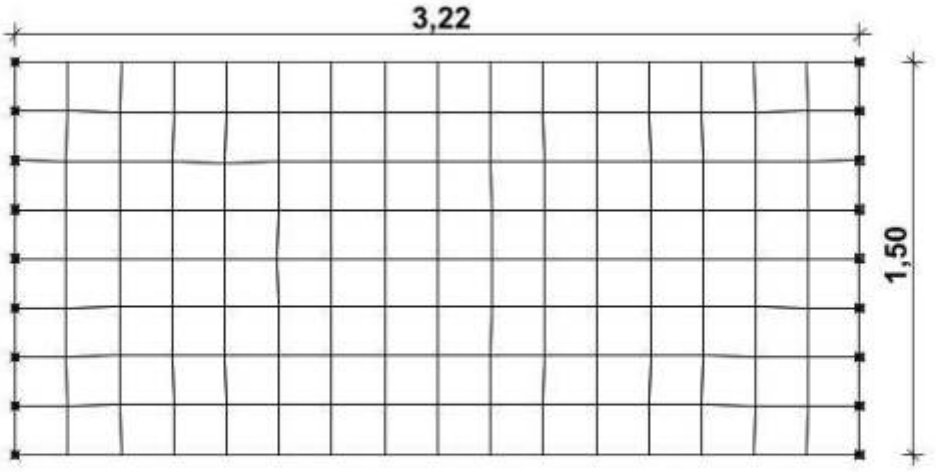
aus Eigengewicht Podest: $\frac{h_p}{100}*25,0$	=	5,00 kN/m²
aus Belag:		2,00 kN/m²
	Gesamt gk =	**7,00 kN/m²**
aus Pos. T2 g_k =		17,30 kN/m
aus Pos. T2 q_k =		9,10 kN/m
Nutzlast q_k=		5,00 kN/m²

Bemessung:
siehe Bemessungsausdruck InfoCAD

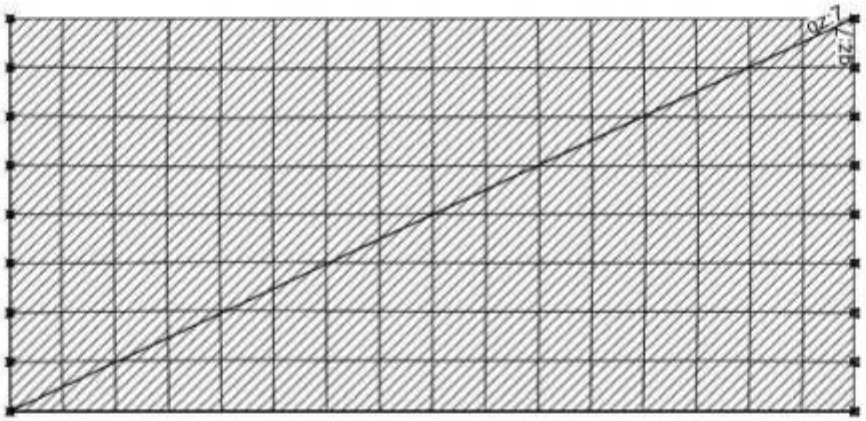
Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. T5

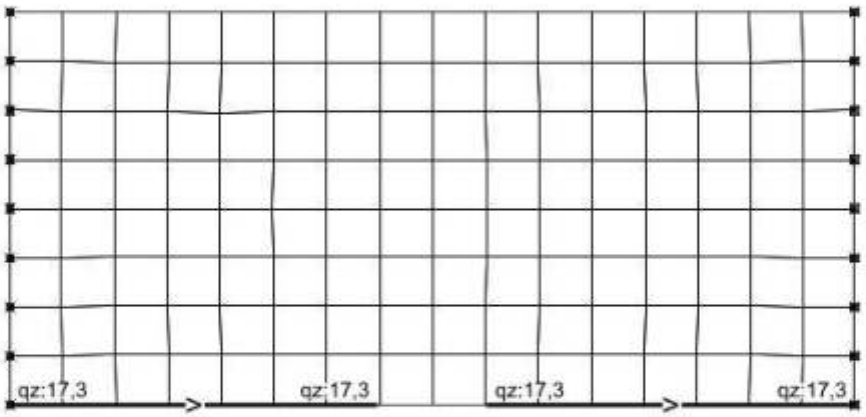
M = 1:



System



LF 1: Belastung, Eigenlast+Ausbaulast

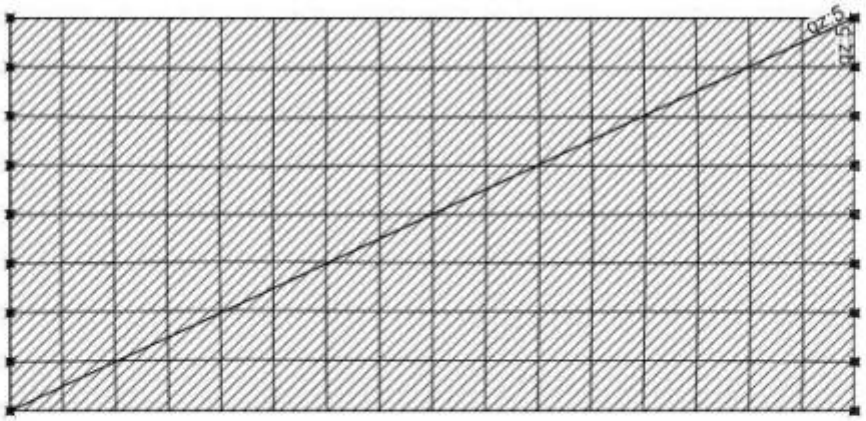


LF 2: Belastung, aus T2 G

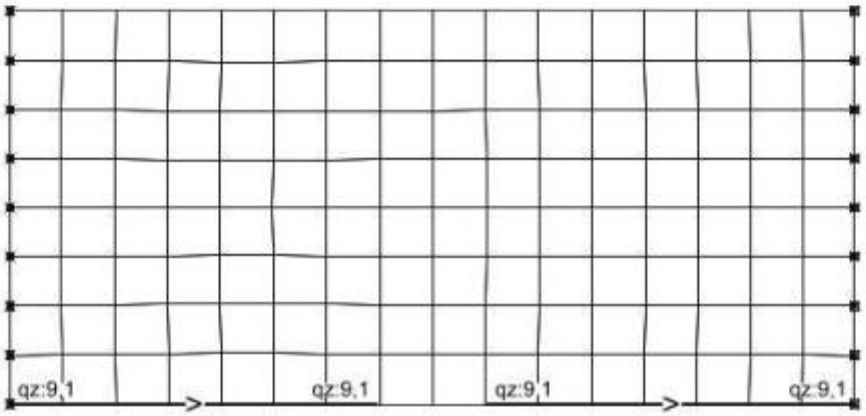
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:



LF 10: Belastung, Nutzlast



LF 11: Belastung, aus T2 Q

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C B P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk Stahlgüte der Bügel.
Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P. Balken werden wie Platten bemessen.
K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Schubquerschnitte

```
bw.nom  Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom   Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd  Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn
        bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2  Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef     Wanddicke des Torsionskastens.
K.      Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).
```

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,200	.	0,170	0,90	.	.	.	.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

```
Rohd.   Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck     charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc    Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm    Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct    Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c
        mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1    Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1   rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2    Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2   rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]
```

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten [MN/m] fck	a.cc	fctm	a.ct	Grenzdehnungen [o/oo] e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
1	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]	y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000 500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000 500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,200					
	4	0,000	0,200					

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Betonstahl für Flächenelemente

as Grundbewehrung [cm²/m]
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1     Eigenlast+Ausbaulast
2     aus T2 G
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,7 / 0,6

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
10    Nutzlast
11    aus T2 Q
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Quasi-ständige Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast+Ausbaulast	0,000	0,000	33,810
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	33,810
2	aus T2 G	0,000	0,000	48,440
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	48,440
10	Nutzlast	0,000	0,000	24,150
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	24,150
11	aus T2 Q	0,000	0,000	25,480
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	25,480
20	Summe G	0,000	0,000	82,250
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	82,250
21	Summe Q	0,000	0,000	49,630
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	49,630

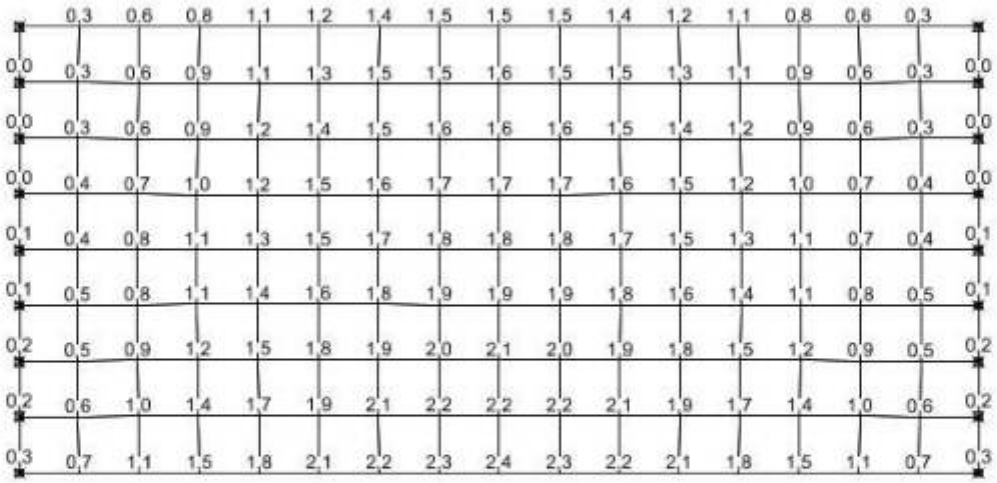
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

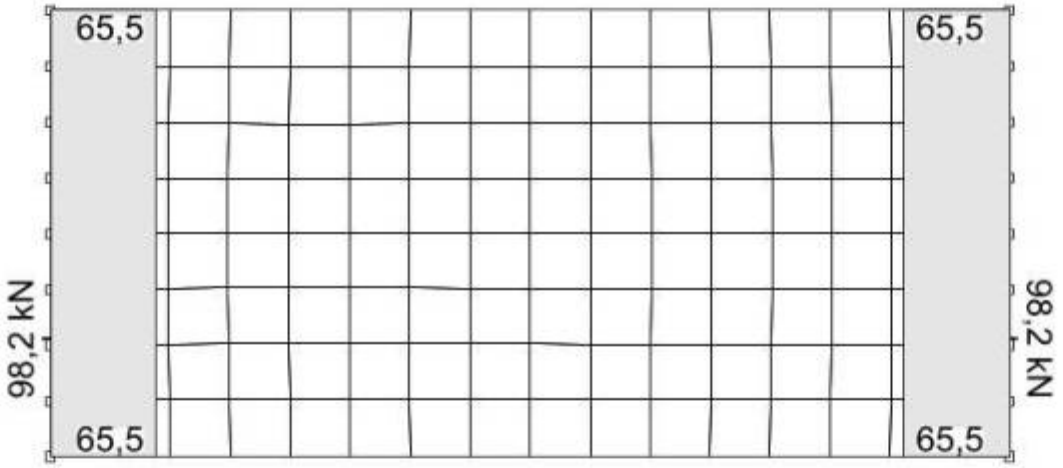
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. T5

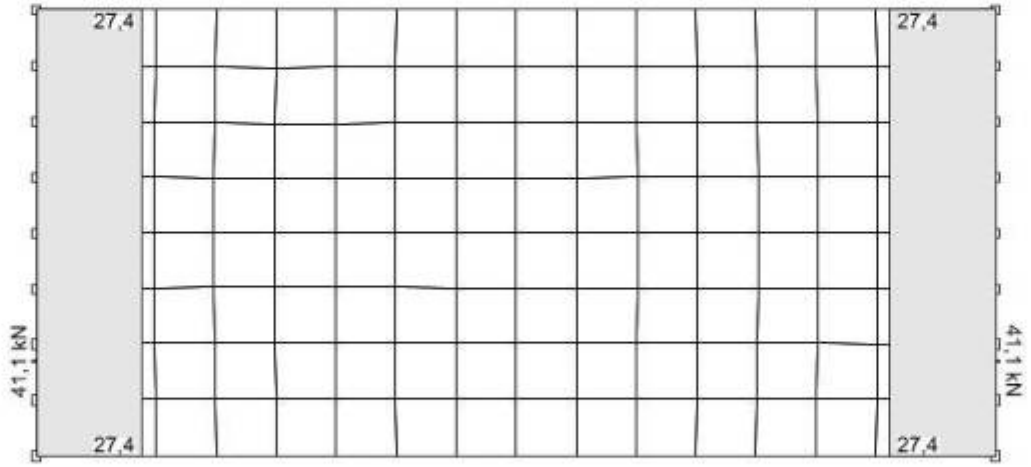
M = 1:



Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1



Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



Auflagerreaktionen Rz; LF 20, Summe G

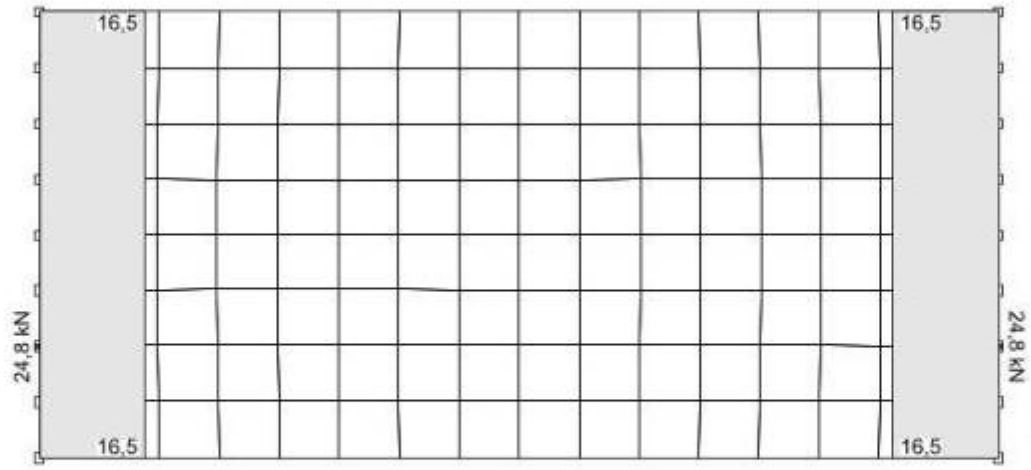
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

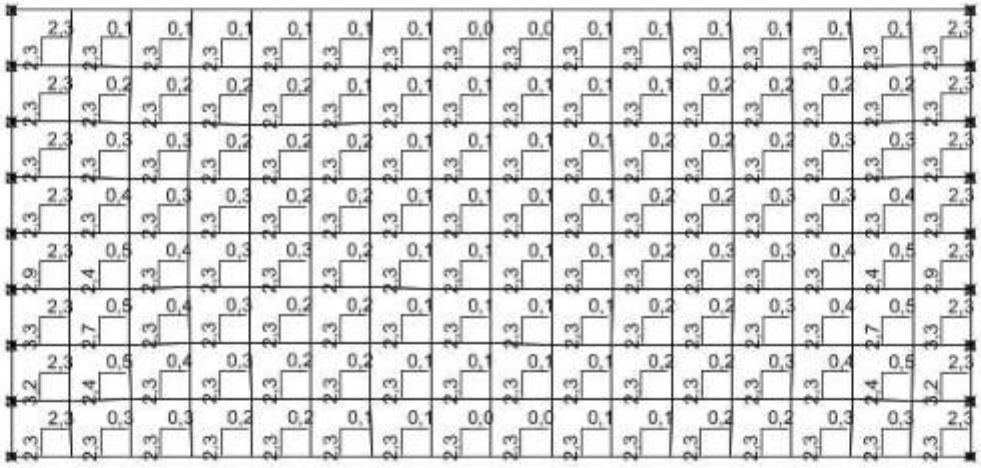
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. T5

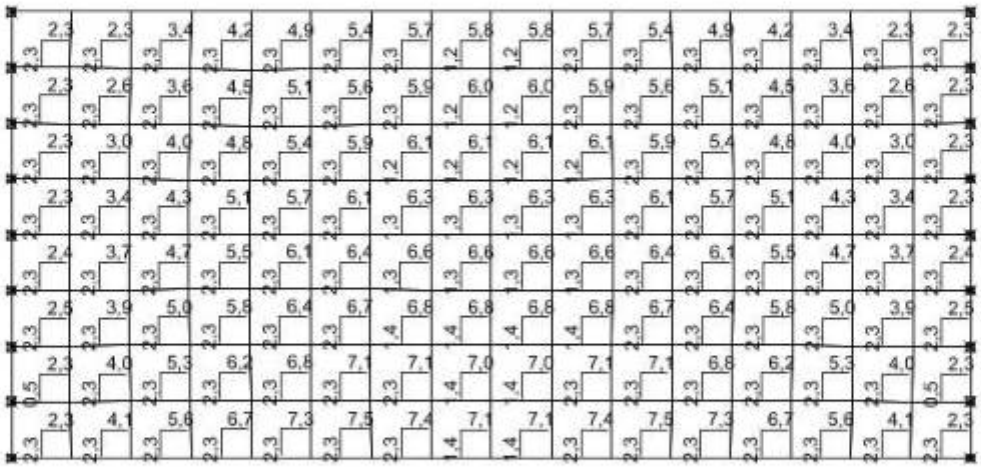
M = 1:



Auflagerreaktionen Rz; LF 21, Summe Q



Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

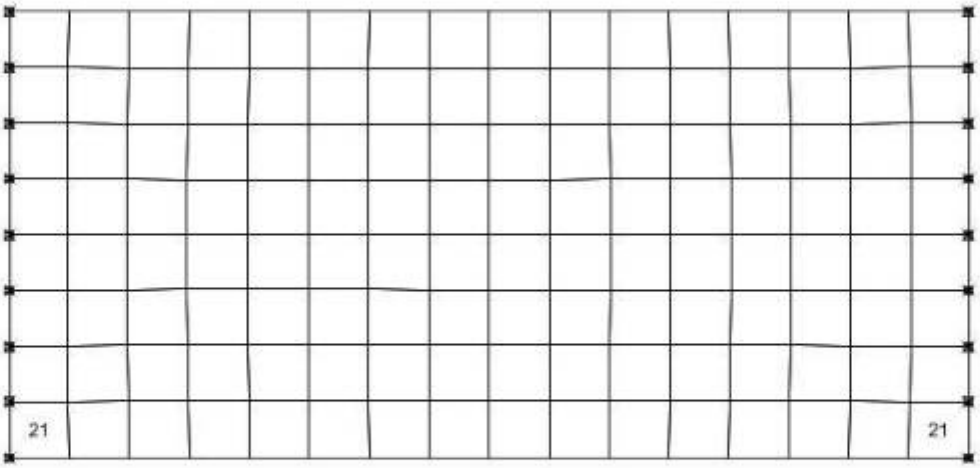


Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:



Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2

qr/vRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

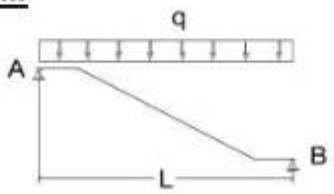
Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

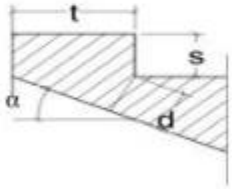
LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. T3-Treppenlauf

≥ C25/30 XC1 h = 20 cm

System:





Lauflänge L =			0,85 m
Laufbreite b =			1,30 cm
Plattendicke h =			20,00 cm
Steigung s =			17,00 cm
Auftritt t =			28,00 cm
Winkel α =	$\operatorname{atan}\left(\frac{s}{t}\right)$	=	31,26 °

Belastung:
Eigengewicht:

aus Eigengewicht:	$\frac{h}{100} * \frac{25,0}{\cos(\alpha)}$	=	5,85 kN/m²
aus Stufen:	$\frac{s}{100} * \frac{25}{2}$	=	2,13 kN/m²
aus Belag:			1,50 kN/m²
	Gesamt gk	=	**9,48 kN/m²**

Nutzlast:
Verkehrslast Kat. T2 - Treppen = 5,00 kN/m²

Bemessung:
siehe Bemessungsausdruck Frilo

Die Treppe wird als Fertigteil hergestellt und eingebaut.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Mehrfeldträger Stahlbeton (x64) BTM+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

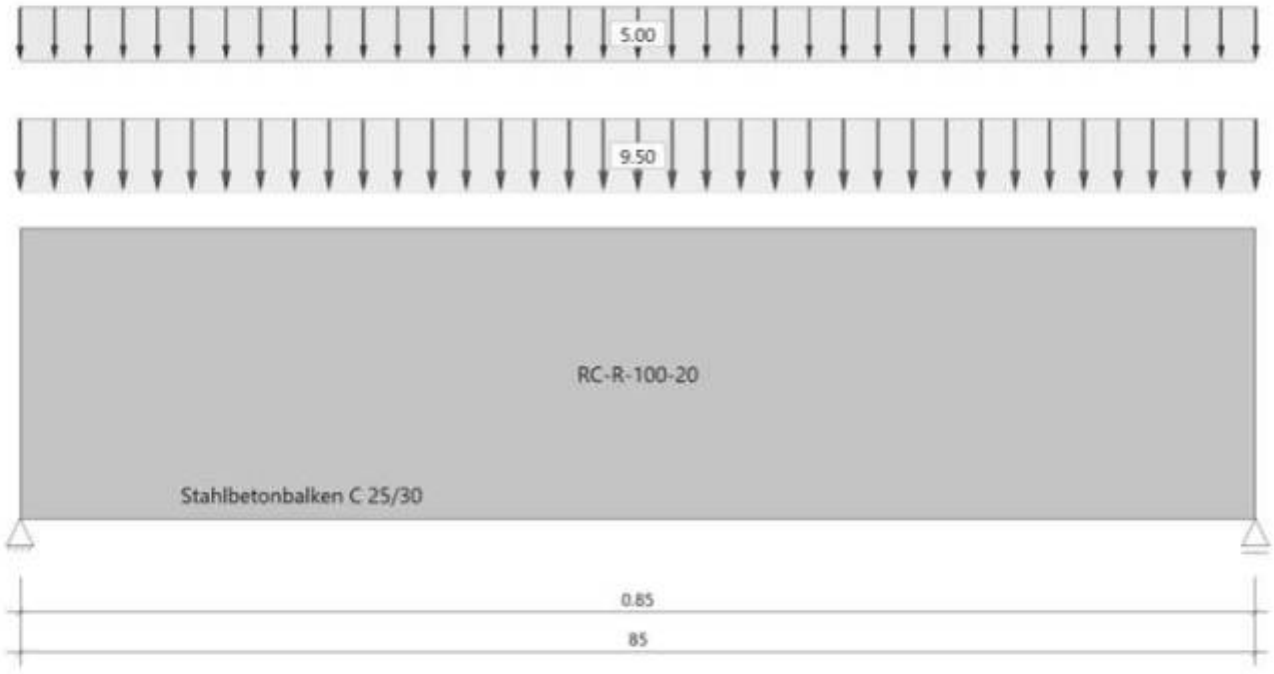
Grundparameter

Stahlbetonbalken E = 31000 N/mm²

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck} =	25.00 N/mm²	E_{cm} =	31000 N/mm²		
Betonstahl B500A	f_{yk} =	500.00 N/mm²	E_s =	200000 N/mm²		
	$k(f_t/f_y)$ =	1.05	ε_{uk} =	25.0 °/₀₀	(Bügel und Längsbewehrung)	

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			100.0	20.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	0.85	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		0.85		9.50		Nein	ständig		
	2	GL		0.85		5.00		Ja	Kat. C		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreieckslast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{FI} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$ =	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$ =	12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev} =	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$ =	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$ =	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$ =	12	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$ =	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$ =	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max} =	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU =	50	%	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck} =	25	N/mm2	
Belastungsalter	t_0 =	28	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t)$ =	2.71		
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t)$ =	-0.50	‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten =	3.0 cm	oben =	3.0 cm	
	links =	3.0 cm	rechts =	3.0 cm	
Bewehrungslagen	unten =	4.5 cm	oben =	4.5 cm	

Abminderung der Stützmomente <= 15 %

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze kx < .45 wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal cot(Theta)/2.

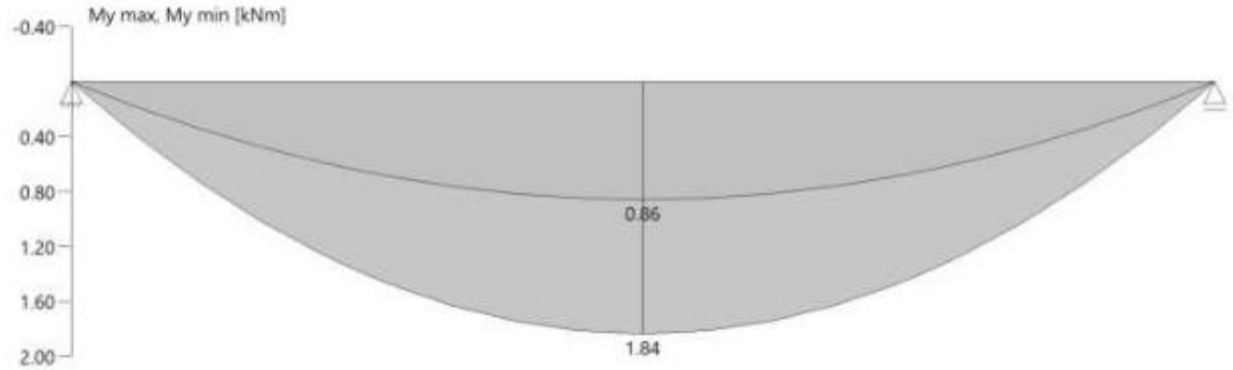
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Schneide b = 0.0 cm

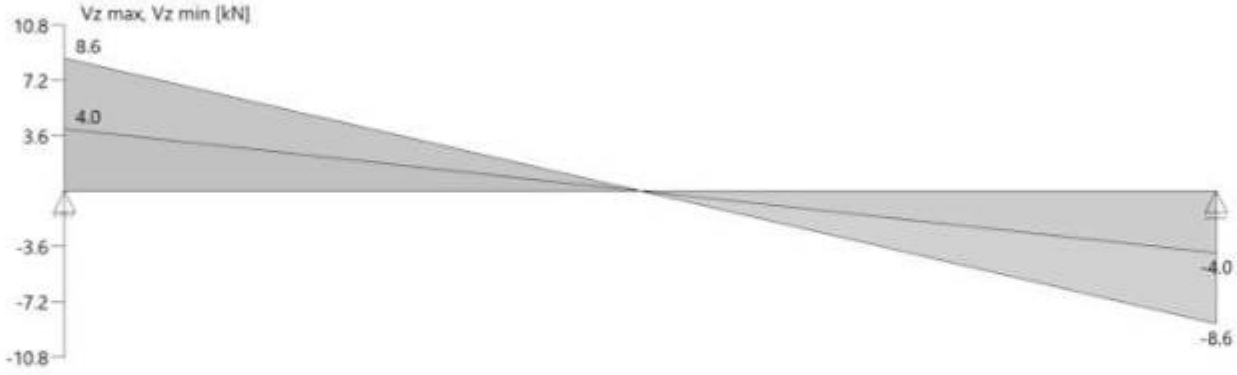
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	8.6	1
	0.00	0.00	0.00	4.0	2
	0.43	0.43	1.84	0.0	1
	0.85	0.85	0.00	-4.0	2
	0.85	0.85	0.00	-8.6	1

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
100.0/20.0	17.10	2.5	-17.10	2.5
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]		Lk
Feld 1	0.01	0.01	0.04	0.04	15.5	0.00	2.5	0.0	1	1
	0.43	0.43	1.84	1.84	15.5	0.02	2.5	0.0	1	1
	0.81	0.81	0.37	0.37	15.5	0.01	2.5	0.0	1	1

Am ersten Auflager sind mindestens 2.5 cm² zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 2.5 cm² zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

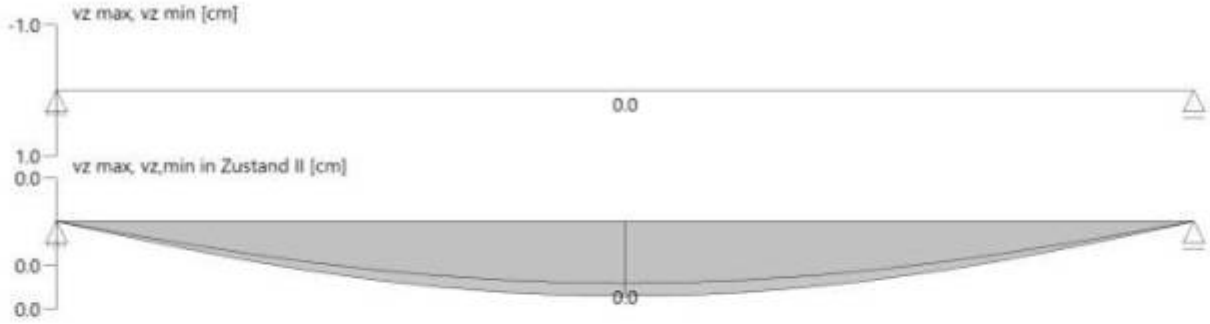
1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

Querkraftbewehrung nicht erforderlich.

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	0.43	0.0	0.0	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: ϕ_{eff} = 2.34 ε_{cs} = -0.50 ‰
Kombination charakteristisch
Mit Nachweis der relativen Grenzverformung (l_{eff} / 300)

Feld	x [m]	fEllz,g [cm]	fEllz,g / l_{eff}	fEllz,$\phi\varepsilon$ [cm]	fEllz,$\phi\varepsilon$ / l_{eff}	fEll,$\phi\varepsilon$ [cm]	η
Feld 1	0.43	0.0	1/219143	0.0	1/49840	0.0	0.01

x : Stelle x
fEllz,g : Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
fEllz,$\phi\varepsilon$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
fEll,$\phi\varepsilon$: maßgebende Durchbiegung

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) sC = 0.45 * fck = 11.25 N/mm²

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm²]	Aso [cm²]	σS(t=∞) [N/mm²]	σC(t=0) [N/mm²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00				0.00	0.00	0	0	4
	0.27	0.98	2.5		27.87	-0.64	12	100	4
	0.43	1.13	2.5		32.24	-0.74	12	100	4
	0.58	0.98	2.5		27.87	-0.64	12	100	4
	0.85				6.43	-0.05	12	100	4

As-Deckungslinien



Grafik konnte nicht erzeugt werden.

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	4.0	4.0 2.1		
2	0.85	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	4.0	4.0 2.1		

Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	9.50	9.50	0.00	0.85
L 2	1	Kat. C	2	5.00	5.00	0.00	0.85

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4
L 1	1.35	1.00	1.00	1.00
L 2	**1.50**		**1.00**	0.60

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Anschluss Pos.T3 an T6 und Geschossdecke

Schöck Tronsole Typ F-V1

Die Höhe der Tronsole muss abhängig von der Decken-/ Podeststärke gewählt werden.

zul. $V_{R,d}$= 43,00 kN/m
vorh $V_{E,d}$= 8,60 kN/m

$$\eta = \frac{V_{E,d}}{V_{R,d}} = 0{,}20 \leq 1$$

Schöck Tronsole® Typ F	V1	V2	V3
$v_{Rd,z}$ [kN/m]	43,0	61,0	85,0
$v_{Rd,x,y}$ [kN/m]	±3,8	±3,8	±3,8

Die Treppenläufe sind seitlich gegenüber der Treppenhauswand zu entkoppeln. Hierzu z.B. kann die Tronsole Schöck Typ L verwendet werden. Genauere Angaben werden im Zuge der Ausführungsplanung gemacht.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. T6 - Podest

≥ C25/30 XC1 h = 20 cm

System:

Lauflänge L =	3,22 m
Laufbreite b =	150,00 cm
Plattendicke Podest h_p =	20,00 cm

Belastung:

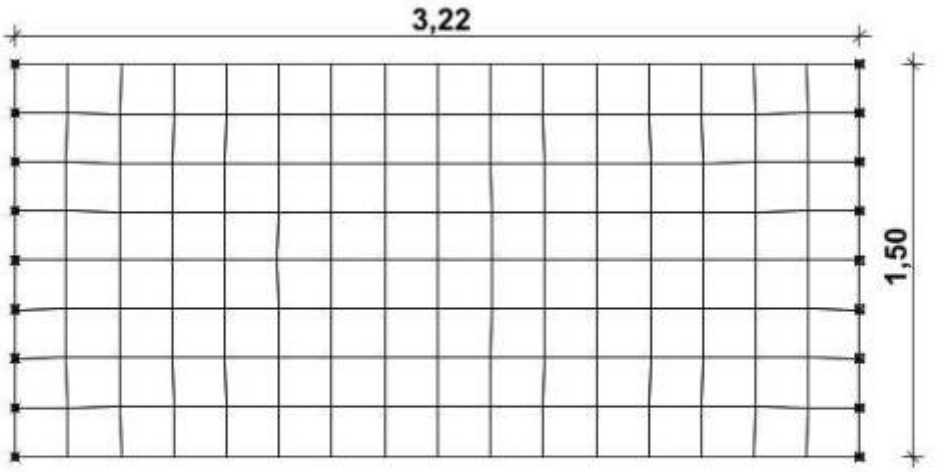
aus Eigengewicht Podest: $\frac{h_p}{100}*25,0$	=	5,00 kN/m²
aus Belag:		2,00 kN/m²
	Gesamt gk =	**7,00 kN/m²**
aus Pos. T2 g_k =		17,30 kN/m
aus Pos. T2 q_k =		9,10 kN/m
aus Pos. T3 g_k =		4,00 kN/m
aus Pos. T3 q_k =		2,10 kN/m
Nutzlast q_k=		5,00 kN/m²

Bemessung:
siehe Bemessungsausdruck InfoCAD

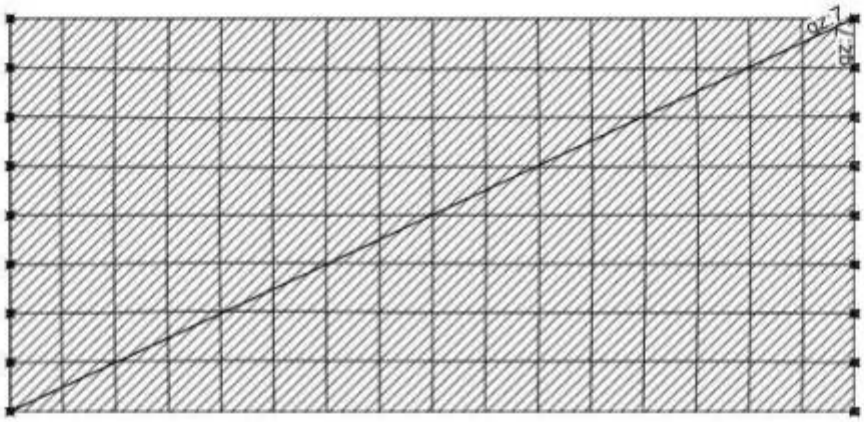
Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. T6

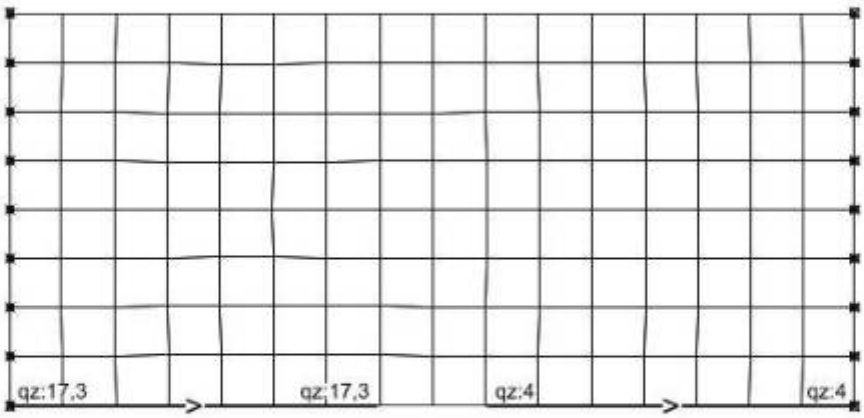
M = 1:



System



LF 1: Belastung, Eigenlast+Ausbaulast

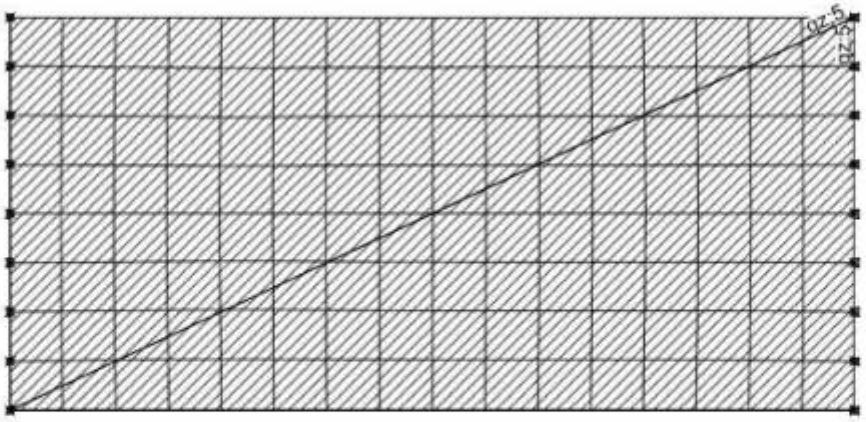


LF 2: Belastung, aus T2/T3 G

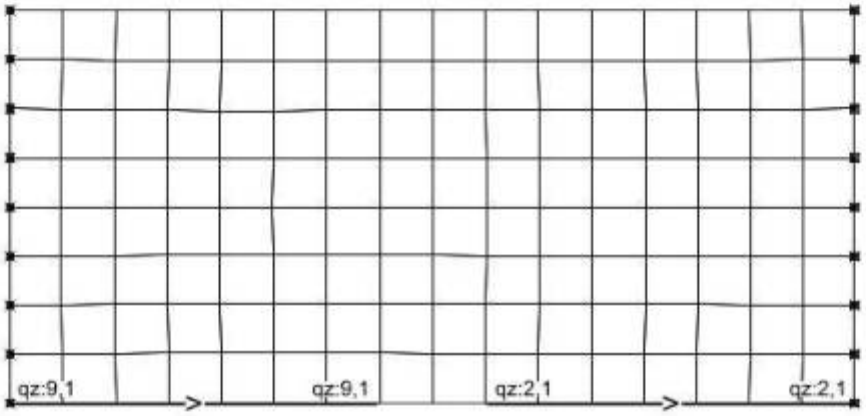
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:



LF 10: Belastung, Nutzlast



LF 11: Belastung, aus T2/T3 Q

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C B P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk Stahlgüte der Bügel.
Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P. Balken werden wie Platten bemessen.
K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Schubquerschnitte

```
bw.nom  Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom   Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd  Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn
        bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2  Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef     Wanddicke des Torsionskastens.
K.      Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).
```

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,200	.	0,170	0,90	.	.	.	.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

```
Rohd.   Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck     charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc    Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm    Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct    Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c
        mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1    Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1   rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2    Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2   rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]
```

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten [MN/m] fck	a.cc	fctm	a.ct	Grenzdehnungen [o/oo] e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
1	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]	y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000 500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000 500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,200					
	4	0,000	0,200					

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Betonstahl für Flächenelemente

as Grundbewehrung [cm²/m]
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1     Eigenlast+Ausbaulast
2     aus T2/T3 G
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,7 / 0,6

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
10    Nutzlast
11    aus T2/T3 Q
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Quasi-ständige Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast+Ausbaulast	0,000	0,000	33,810
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	33,810
2	aus T2/T3 G	0,000	0,000	29,820
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	29,820
10	Nutzlast	0,000	0,000	24,150
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	24,150
11	aus T2/T3 Q	0,000	0,000	15,680
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	15,680
20	Summe G	0,000	0,000	63,630
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	63,630
21	Summe Q	0,000	0,000	39,830
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	39,830

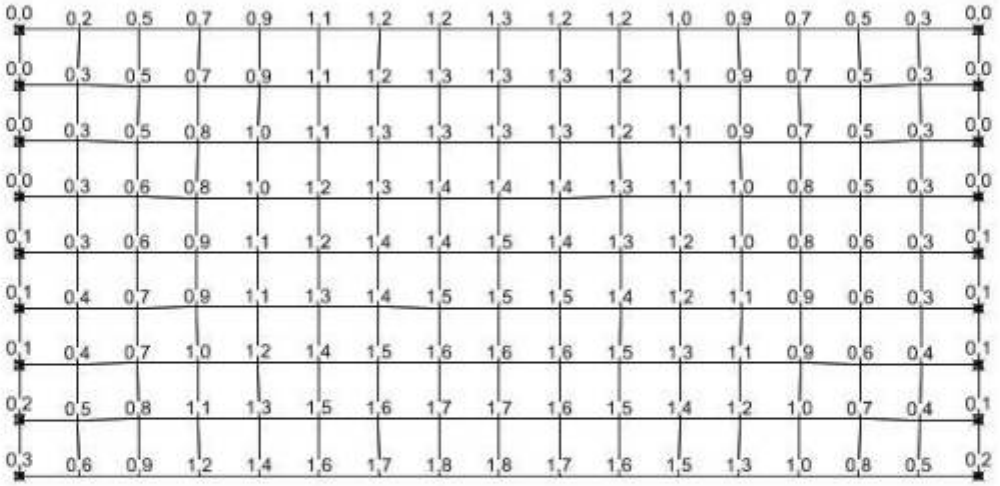
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

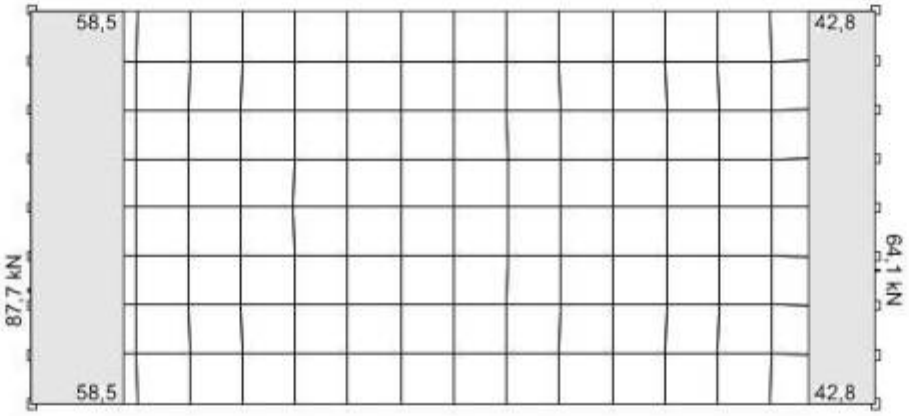
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. T6

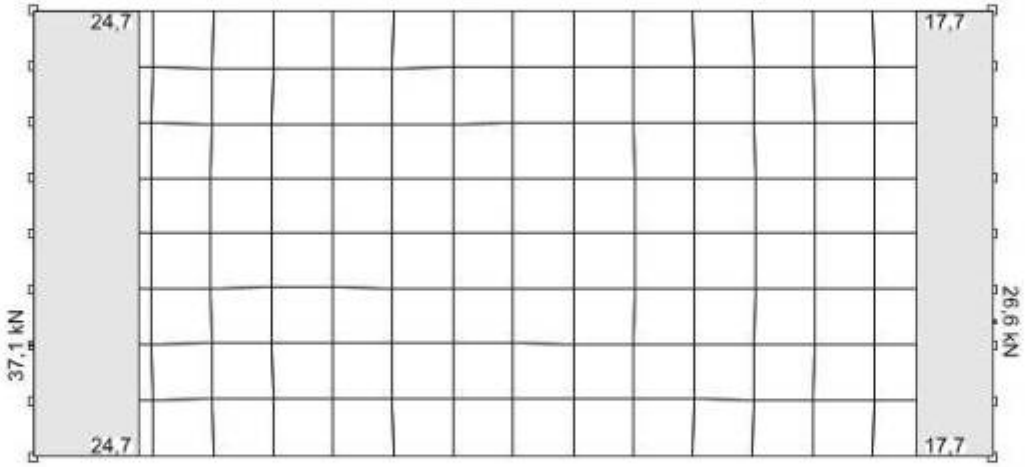
M = 1:



Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1



Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



Auflagerreaktionen Rz; LF 20, Summe G

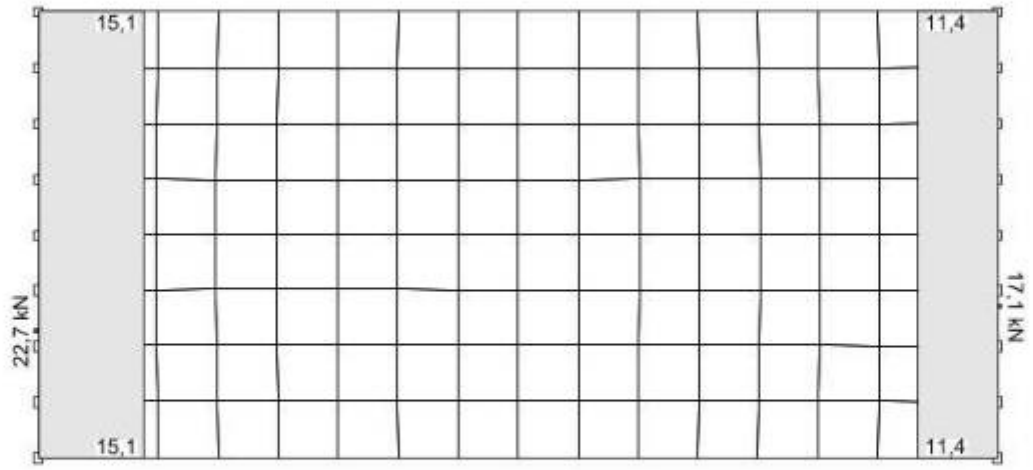
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

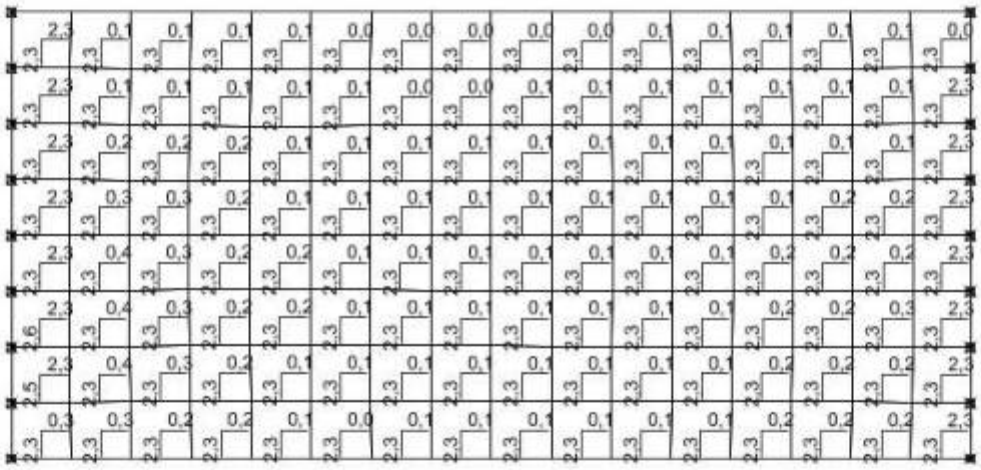
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. T6

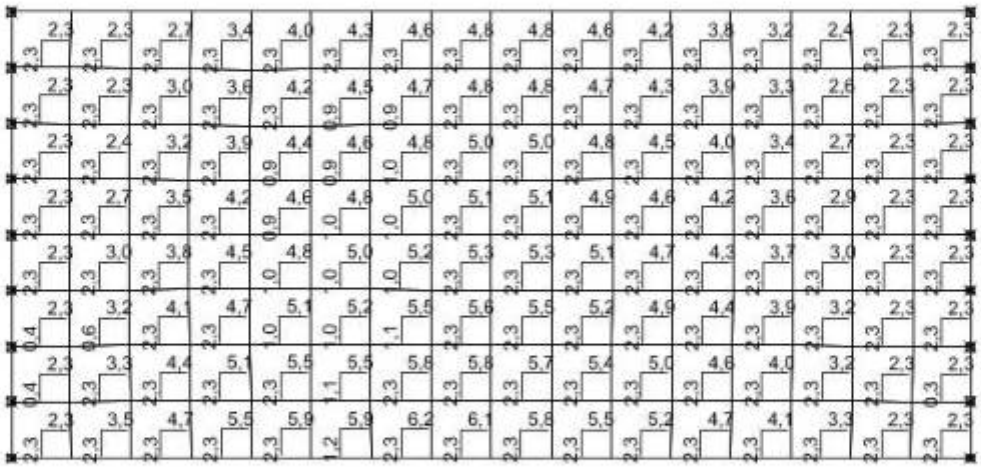
M = 1:



Auflagerreaktionen Rz; LF 21, Summe Q



Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

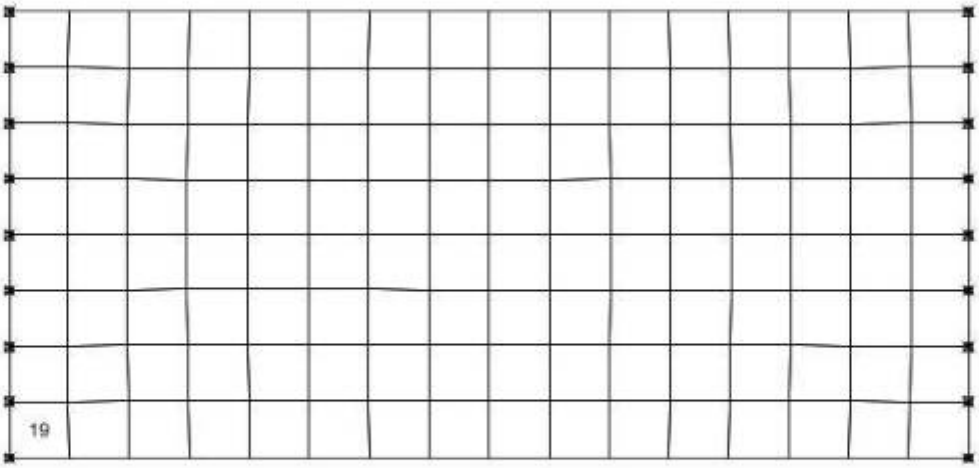


Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:



Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1

qr/vRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

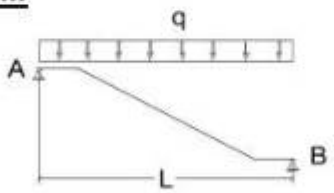
Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

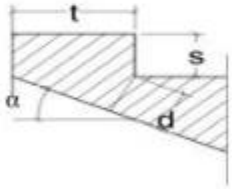
LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. T10-Treppenlauf

≥ C25/30 XC1 h = 20 cm

System:





Lauflänge L =			2,80 m
Laufbreite b =			145,00 cm
Plattendicke h =			20,00 cm
Steigung s =			17,00 cm
Auftritt t =			28,00 cm
Winkel α =	$\operatorname{atan}\left(\frac{s}{t}\right)$	=	31,26 °

Belastung:
Eigengewicht:

aus Eigengewicht:	$\frac{h}{100} * \frac{25,0}{\cos(\alpha)}$	=	5,85 kN/m²
aus Stufen:	$\frac{s}{100} * \frac{25}{2}$	=	2,13 kN/m²
aus Belag:			1,50 kN/m²
	Gesamt gk	=	**9,48 kN/m²**

Nutzlast:
Verkehrslast Kat. T2 - Treppen = 5,00 kN/m²

Bemessung:
siehe Bemessungsausdruck Frilo

Die Treppe wird als Fertigteil hergestellt und eingebaut.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Mehrfeldträger Stahlbeton (x64) BTM+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

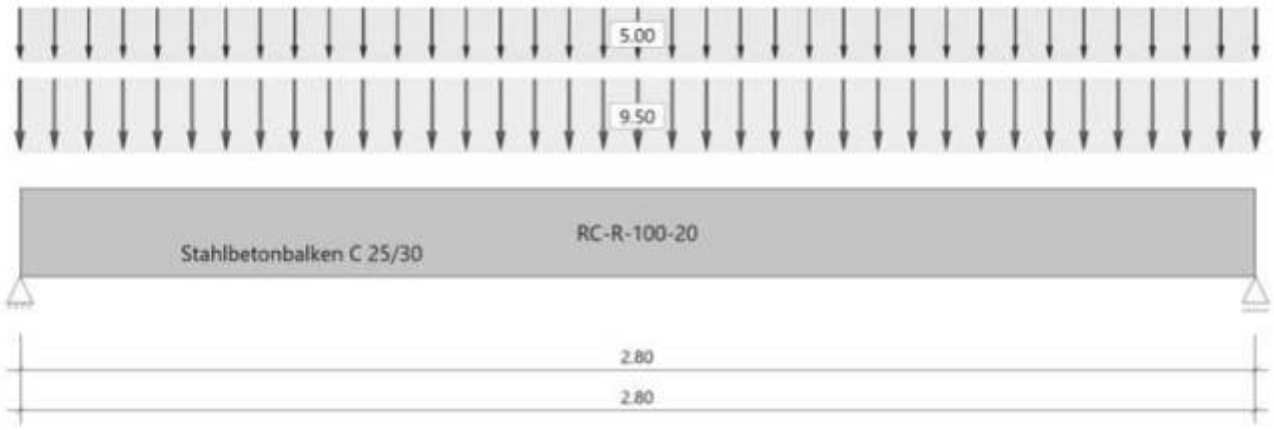
Grundparameter

Stahlbetonbalken E = 31000 N/mm²

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	= 25.0	‰ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			100.0	20.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.80	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		2.80		9.50		Nein	ständig		
	2	GL		2.80		5.00		Ja	Kat. C		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{FI} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$ =	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$ =	12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev} =	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$ =	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$ =	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$ =	12	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$ =	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$ =	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max} =	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU =	50	%	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck} =	25	N/mm2	
Belastungsalter	t_0 =	28	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t)$ =	2.71		
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t)$ =	-0.50	‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten =	3.0 cm	oben =	3.0 cm
	links =	3.0 cm	rechts =	3.0 cm
Bewehrungslagen	unten =	4.5 cm	oben =	4.5 cm

Abminderung der Stützmomente <= 15 %

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze kx < .45 wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal cot(Theta)/2.

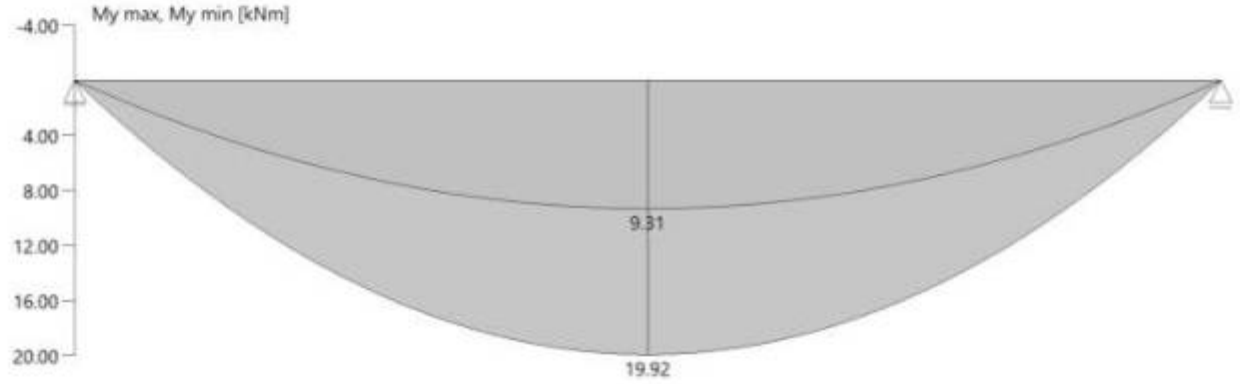
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Schneide b = 0.0 cm

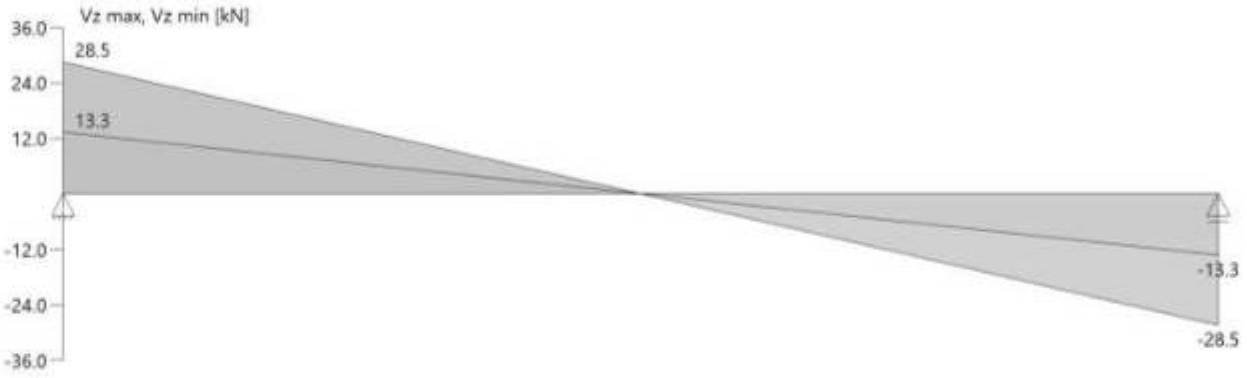
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	28.5	1
	0.00	0.00	0.00	13.3	2
	1.40	1.40	19.92	0.0	1
	2.80	2.80	0.00	-13.3	2
	2.80	2.80	0.00	-28.5	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
100.0/20.0	17.10	2.5	-17.10	2.5
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 begrenzt.				

Feldbewehrung

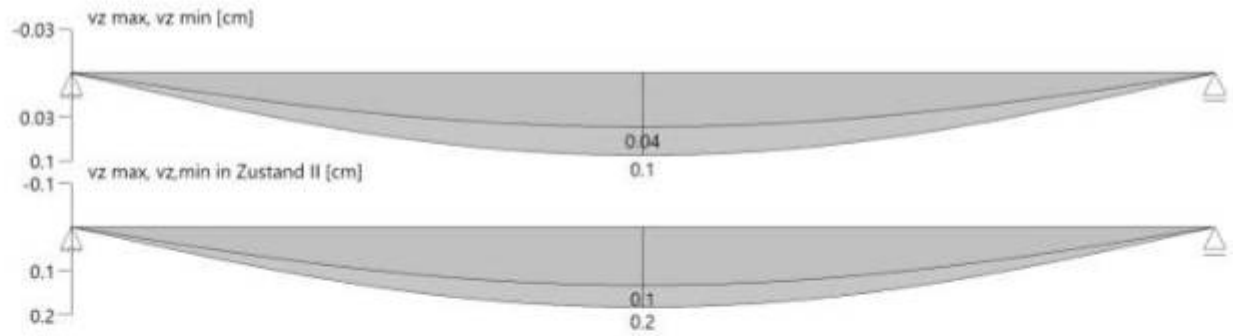
Feld	xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]		Lk
Feld 1	1.40	1.40	19.92	19.92	15.5	0.08	2.9	0.0		1
	2.66	2.66	3.91	3.91	15.5	0.03	2.5	0.0	1	1
Am ersten Auflager sind mindestens 2.5 cm² zu verankern. Am letzten Auflager sind mindestens 2.5 cm² zu verankern. Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * cot(Theta) / 2 berücksichtigt.										
1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)										

Querkraftbewehrung nicht erforderlich.

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.40	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: ϕ_{eff} = 2.34 ε_{cs} = -0.50 ‰
Kombination charakteristisch
Mit Nachweis der relativen Grenzverformung (l_{eff} / 300)

Feld	x [m]	fEIIz,g [cm]	fEIIz,g / leff	fEIIz,φε [cm]	fEIIz,φε / leff	fEII,φε [cm]	η
Feld 1	1.40	0.04	1/7665	0.2	1/1532	0.2	0.20

x : Stelle x
fEIIz,g : Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
fEIIz,φε : Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
fEII,φε : maßgebende Durchbiegung

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

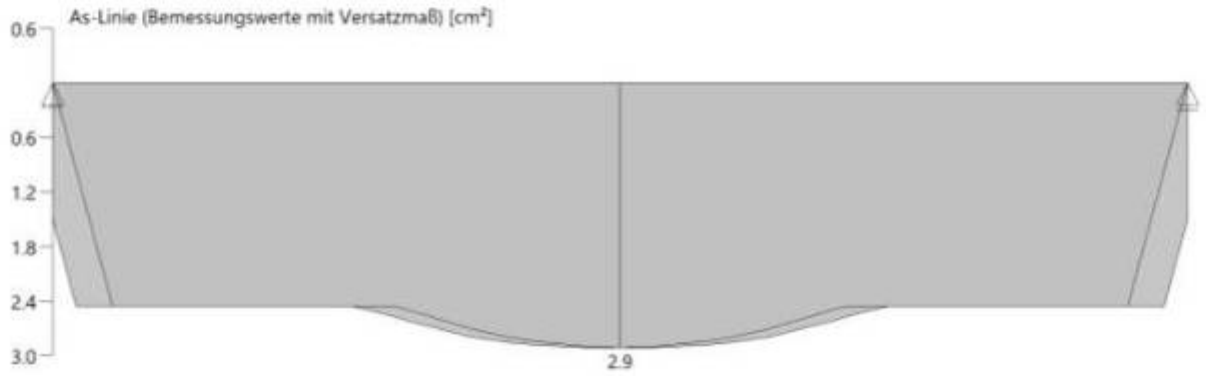
Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) sC = 0.45 * fck = 11.25 N/mm²

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm²]	Aso [cm²]	σS(t=∞) [N/mm²]	σC(t=0) [N/mm²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00				0.00	0.00	0	0	4
	1.18	11.94	2.9		289.75	-7.25	12	15	4
	1.40	12.25	2.9		297.16	-7.44	12	14	4
	1.62	11.94	2.9		290.54	-7.26	12	15	4
	1.77	11.40	2.7		296.88	-7.15	12	14	4
	2.80				69.87	-1.60	12	100	4

As-Deckungslinien



Grafik konnte nicht erzeugt werden.

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig	13.3	13.3		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		7.0		
2	2.80	ständig	13.3	13.3		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		7.0		

Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	9.50	9.50	0.00	2.80
L 2	1	Kat. C	2	5.00	5.00	0.00	2.80

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4
L 1	1.35	1.00	1.00	1.00
L 2	**1.50**		**1.00**	0.60

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

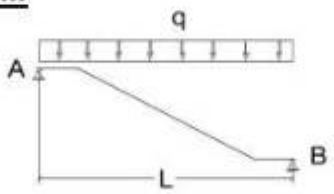
Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

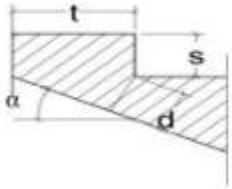
LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. T11-Treppenlauf

≥ C25/30 XC1 h = 20 cm

System:





Lauflänge L =			3,36 m
Laufbreite b =			150,00 cm
Plattendicke h =			20,00 cm
Steigung s =			17,00 cm
Auftritt t =			28,00 cm
Winkel α =	$\text{atan}\left(\frac{s}{t}\right)$	=	31,26 °

Belastung:
Eigengewicht:

aus Eigengewicht:	$\frac{h}{100} * \frac{25,0}{\cos(\alpha)}$	=	5,85 kN/m²
aus Stufen:	$\frac{s}{100} * \frac{25}{2}$	=	2,13 kN/m²
aus Belag:			1,50 kN/m²
	Gesamt gk	=	**9,48 kN/m²**

Nutzlast:
Verkehrslast Kat. T2 - Treppen = 5,00 kN/m²

Bemessung:
siehe Bemessungsausdruck Frilo

Die Treppe wird als Fertigteil hergestellt und eingebaut.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Mehrfeldträger Stahlbeton (x64) BTM+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

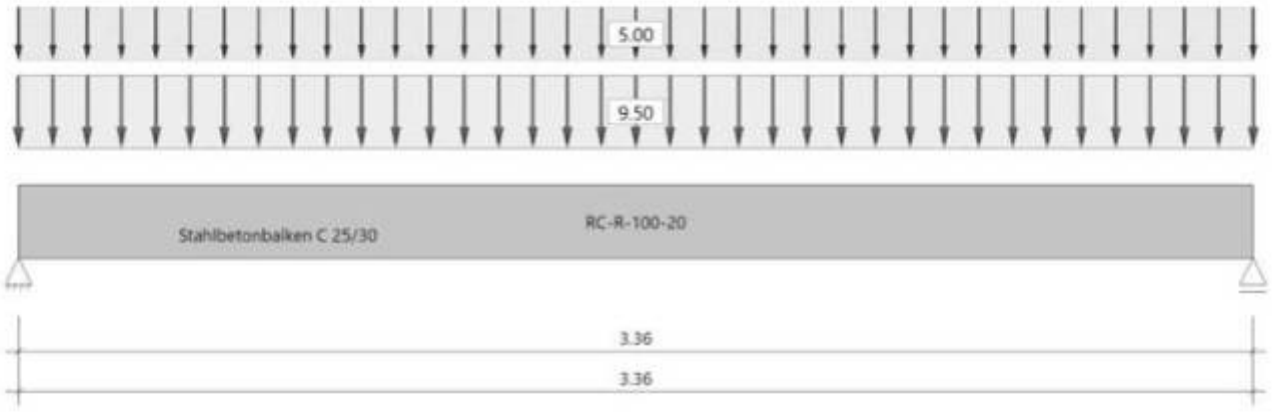
Grundparameter

Stahlbetonbalken E = 31000 N/mm²

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	= 25.0	‰ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			100.0	20.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.36	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.36		9.50		Nein	ständig		
	2	GL		3.36		5.00		Ja	Kat. C		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreieckslast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{FI} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$ =	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$ =	12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev} =	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$ =	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$ =	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$ =	12	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$ =	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$ =	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max} =	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU =	50	%	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck} =	25	N/mm2	
Belastungsalter	t_0 =	28	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t)$ =	2.71		
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t)$ =	-0.50	‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten =	3.0 cm	oben =	3.0 cm	
	links =	3.0 cm	rechts =	3.0 cm	
Bewehrungslagen	unten =	4.5 cm	oben =	4.5 cm	

Abminderung der Stützmomente <= 15 %

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze kx < .45 wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal cot(Theta)/2.

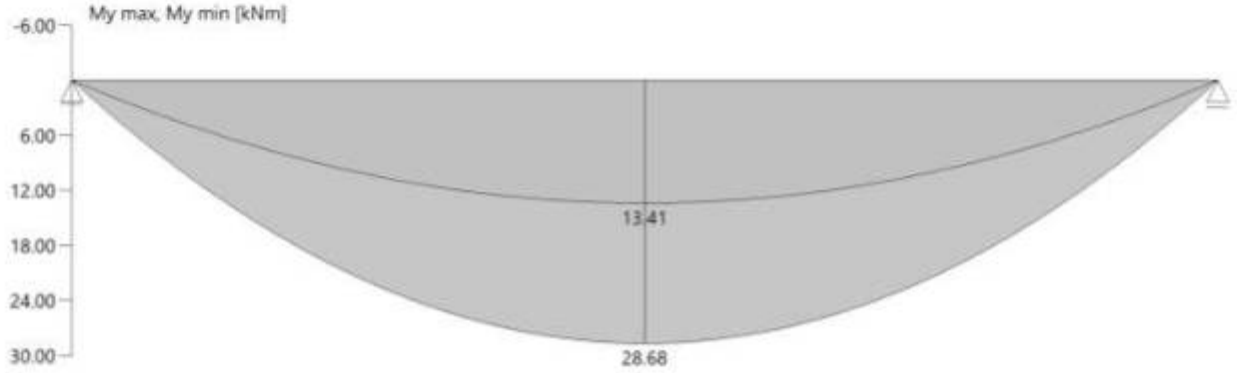
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Schneide b = 0.0 cm

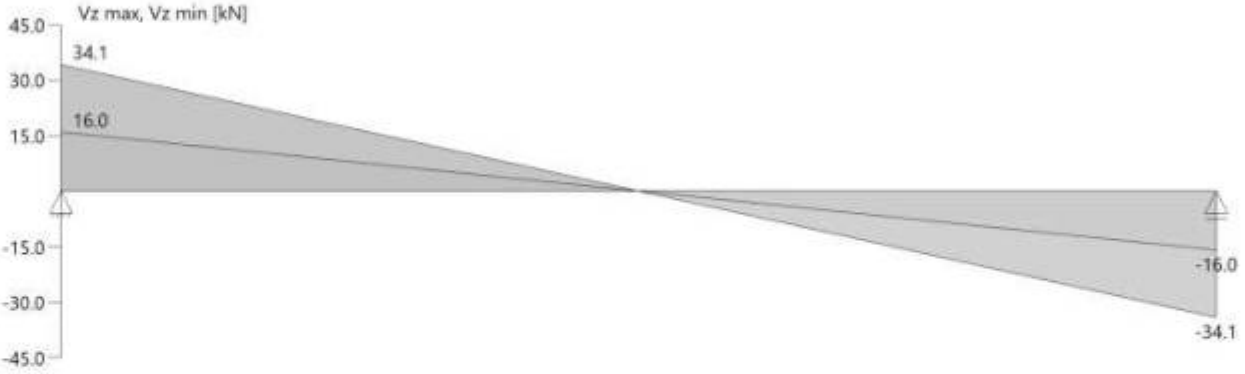
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	34.1	1
	0.00	0.00	0.00	16.0	2
	1.68	1.68	28.68	0.0	1
	3.36	3.36	0.00	-16.0	2
	3.36	3.36	0.00	-34.1	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
100.0/20.0	17.10	2.5	-17.10	2.5
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 begrenzt.				

Feldbewehrung

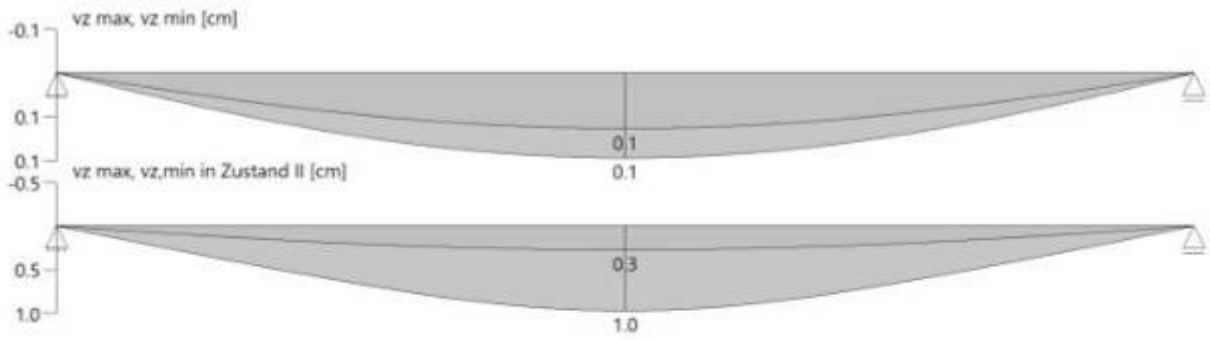
Feld	xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]		Lk
Feld 1	1.68	1.68	28.68	28.68	15.5	0.11	4.2	0.0		1
	3.19	3.19	5.51	5.51	15.5	0.04	2.5	0.0	1	1
Am ersten Auflager sind mindestens 2.5 cm² zu verankern. Am letzten Auflager sind mindestens 2.5 cm² zu verankern. Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * cot(Theta) / 2 berücksichtigt.										
1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)										

Querkraftbewehrung nicht erforderlich.

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.68	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: ϕ_{eff} = 2.34 ε_{cs} = -0.50 ‰
Kombination charakteristisch
Mit Nachweis der relativen Grenzverformung (l eff / 300)

Feld	x [m]	fEIIz,g [cm]	fEIIz,g / leff	fEIIz,φε [cm]	fEIIz,φε / leff	fEII,φε [cm]	η
Feld 1	1.68	0.1	1/4450	1.0	1/347	1.0	0.87

x : Stelle x
fEIIz,g : Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
fEIIz,φε : Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
fEII,φε : maßgebende Durchbiegung

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

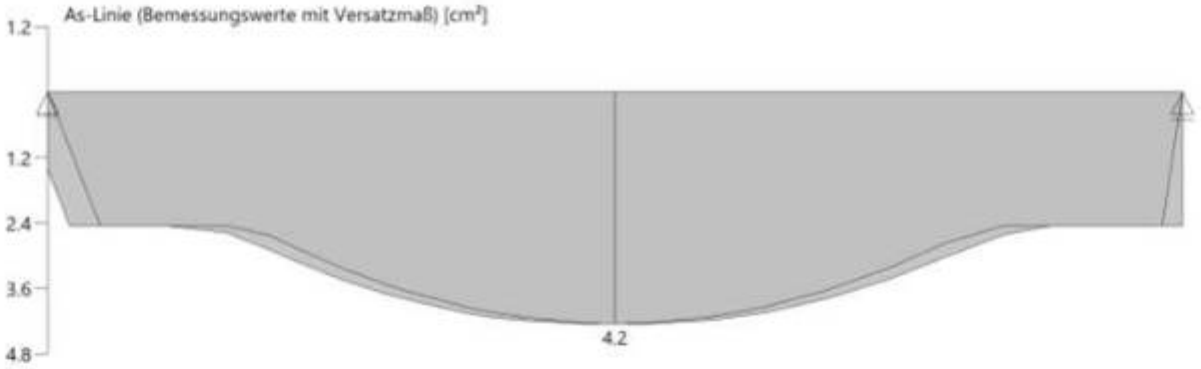
Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) sC = 0.45 * fck = 11.25 N/mm²

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm²]	Aso [cm²]	σS(t=∞) [N/mm²]	σC(t=0) [N/mm²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00				0.00	0.00	0	0	4
	1.41	17.20	4.2		290.63	-8.87	12	15	4
	1.68	17.64	4.2		297.97	-9.10	12	14	4
	1.95	17.20	4.2		290.54	-8.87	12	15	4
	2.12	16.42	3.9		297.90	-8.74	12	14	4
	2.48	13.68	3.3		297.51	-7.91	12	14	4
	3.36				88.79	-2.03	12	100	4

As-Deckungslinien



Grafik konnte nicht erzeugt werden.

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	16.0	16.0 8.4		
2	3.36	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	16.0	16.0 8.4		

Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	9.50	9.50	0.00	3.36
L 2	1	Kat. C	2	5.00	5.00	0.00	3.36

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4
L 1	1.35	1.00	1.00	1.00
L 2	**1.50**		**1.00**	0.60

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Anschluss Pos.T10/T11 an T14 und Geschossdecke

Schöck Tronsole Typ F-V1

Die Höhe der Tronsole muss abhängig von der Decken-/ Podeststärke gewählt werden.

zul. $V_{R,d}$= 43,00 kN/m
vorh $V_{E,d}$= 34,10 kN/m

$$\eta = \frac{V_{E,d}}{V_{R,d}} = 0{,}79 \leq 1$$

Schöck Tronsole® Typ F	V1	V2	V3
$v_{Rd,z}$ [kN/m]	43,0	61,0	85,0
$v_{Rd,x,y}$ [kN/m]	±3,8	±3,8	±3,8

Die Treppenläufe sind seitlich gegenüber der Treppenhauswand zu entkoppeln. Hierzu z.B. kann die Tronsole Schöck Typ L verwendet werden. Genauere Angaben werden im Zuge der Ausführungsplanung gemacht.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. T14 - Podest

≥ C25/30 XC1 h = 24 cm

System:

Lauflänge L =	5,10 m
Laufbreite b =	190,00 cm
Plattendicke Podest h_p =	24,00 cm

Belastung:

aus Eigengewicht Podest: $\frac{h_p}{100}*25,0$	=	6,00 kN/m²
aus Belag:		2,00 kN/m²
	Gesamt gk =	**8,00 kN/m²**
aus Pos. T10 g_k =		13,30 kN/m
aus Pos. T10 q_k =		7,00 kN/m
aus Pos. T11 g_k =		16,00 kN/m
aus Pos. T11 q_k =		8,4 kN/m
Nutzlast q_k=		5,00 kN/m²

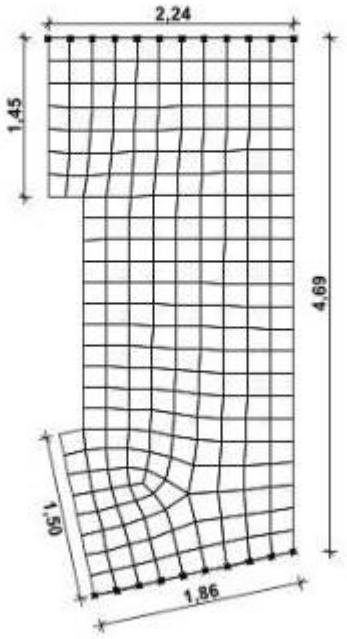
Bemessung:
siehe Bemessungsausdruck InfoCAD

Statisch durch
Vergleich geprüft

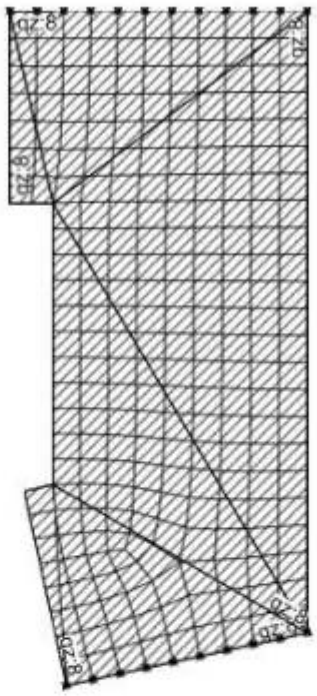
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos.T14

M = 1:



Zeichnung

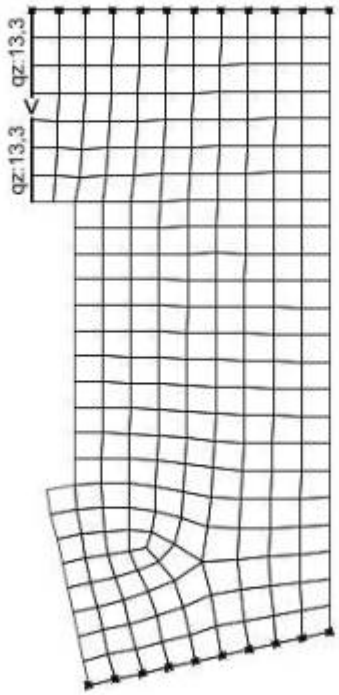


LF 1: Belastung, Eigenlast + Ausbaulast

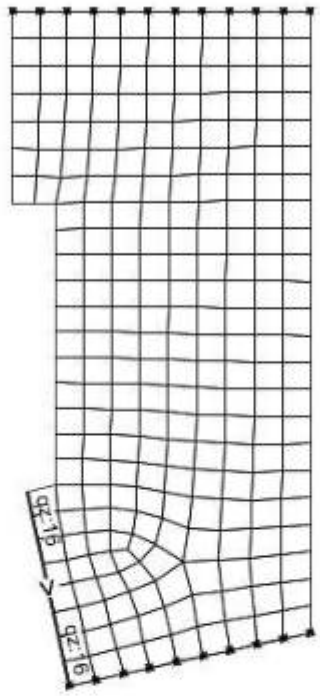
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:



LF 2: Belastung, aus Pos.T10 G

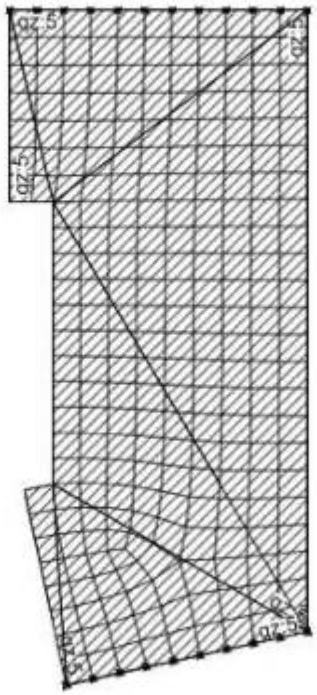


LF 3: Belastung, aus Pos. T11 G

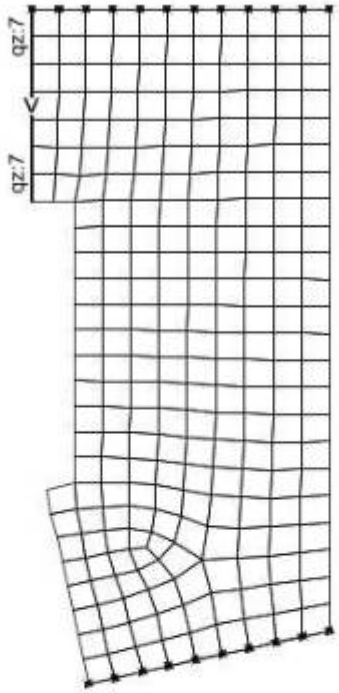
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:



LF 10: Belastung, Nutzlast



LF 11: Belastung, aus Pos.T10 Q

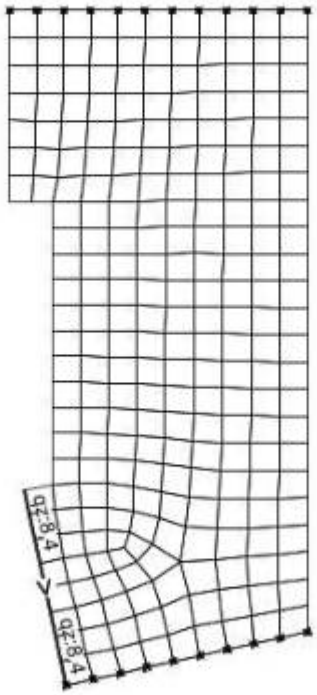
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos.T14

M = 1:



LF 12: Belastung, aus Pos.T11 Q

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

T14-Podest

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C B P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N — Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk — Stahlgüte der Bügel.
Theta — Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P. — Balken werden wie Platten bemessen.
K. — Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl — Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow — Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as — Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y — Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl — Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red. — Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Schubquerschnitte

```
bw.nom  Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom   Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd  Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn
        bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2  Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef     Wanddicke des Torsionskastens.
K.      Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).
```

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,200	.	0,170	0,90	.	.	.	.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

```
Rohd.   Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck     charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc    Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm    Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct    Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c
        mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1    Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1   rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2    Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2   rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]
```

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten [MN/m] fck	a.cc	fctm	a.ct	Grenzdehnungen [o/oo] e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
1	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]	y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000 500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000 500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,200					
	4	0,000	0,200					

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Betonstahl für Flächenelemente

as Grundbewehrung [cm²/m]
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1     Eigenlast + Ausbaulast
2     aus Pos.T10 G
3     aus Pos. T11 G
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,7 / 0,6

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
10    Nutzlast
11    aus Pos.T10 Q
12    aus Pos.T11 Q
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast + Ausbaulast	0,000	0,000	79,555
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	79,555
2	aus Pos.T10 G	0,000	0,000	19,285
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	19,285
3	aus Pos. T11 G	0,000	0,000	24,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	24,000
10	Nutzlast	0,000	0,000	49,722
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	49,722
11	aus Pos.T10 Q	0,000	0,000	10,150
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	10,150
12	aus Pos.T11 Q	0,000	0,000	12,600
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	12,600
20	Summe G	0,000	0,000	122,840
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	122,840
21	Summe Q	0,000	0,000	72,472
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	72,472

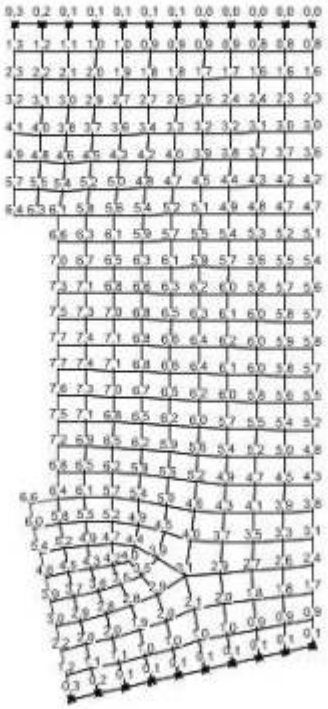
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

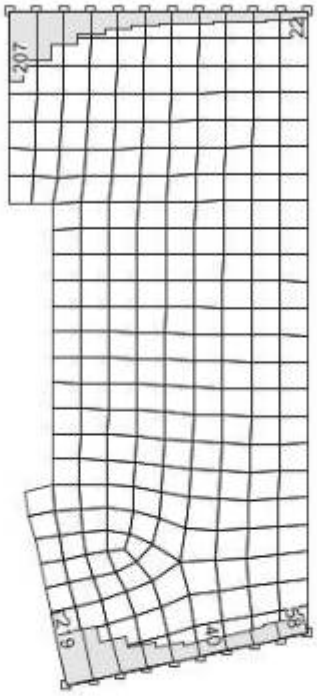
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.T14

M = 1:



Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

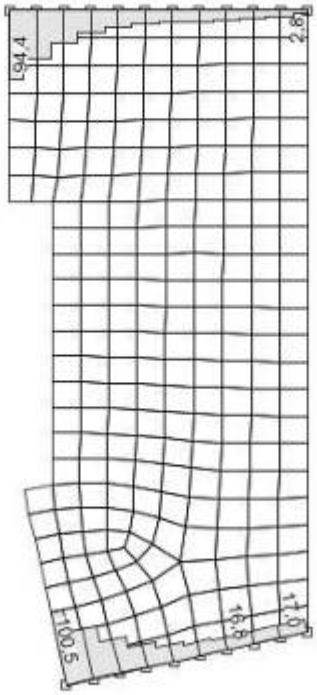


Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

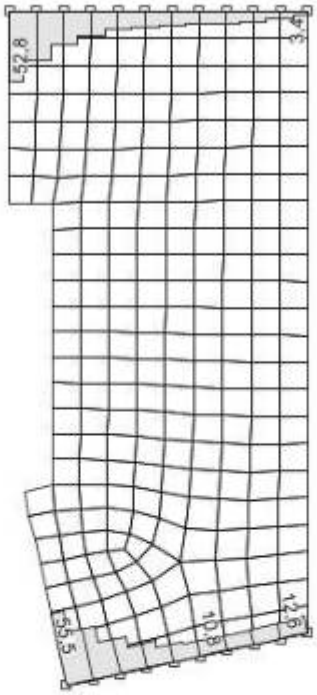
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:



Auflagerreaktionen Rz; LF 20, Summe G

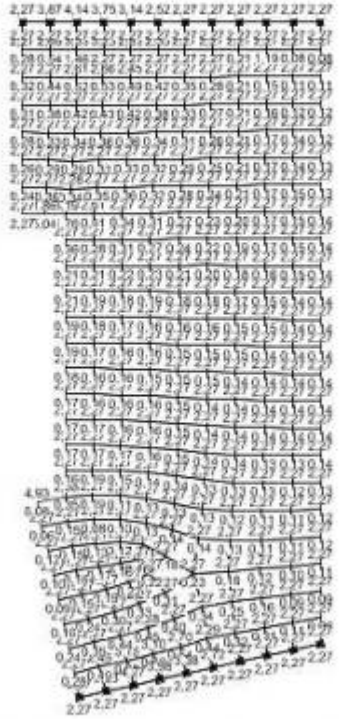


Auflagerreaktionen Rz; LF 21, Summe Q

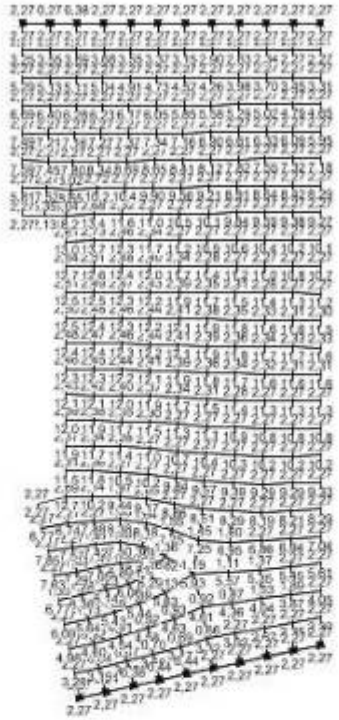
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:



Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1



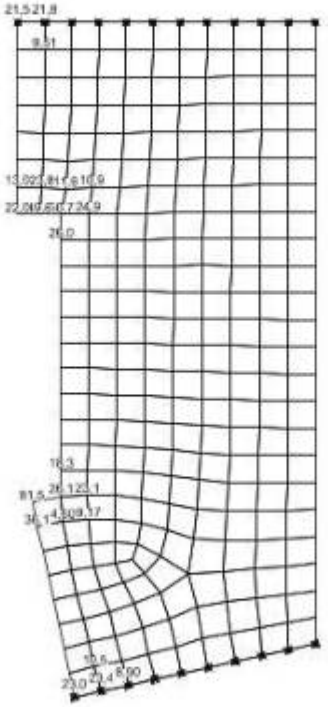
Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

Statisch durch Vergleich geprüft

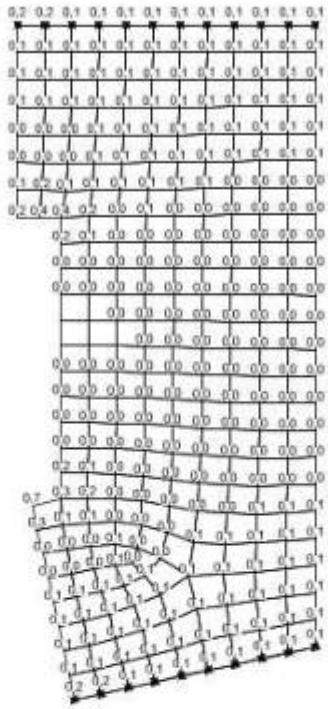
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.T14

M = 1:



Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1



qr/vRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

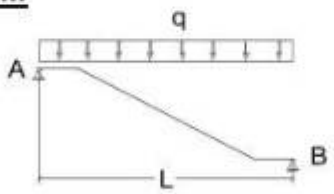
Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

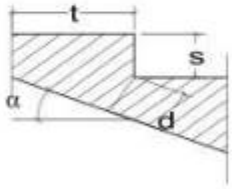
LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. T13-Treppenlauf

≥ C25/30 XC1 h = 20 cm

System:





Lauflänge L =			3,65 m
Laufbreite b =			155,00 cm
Plattendicke h =			20,00 cm
Steigung s =			17,00 cm
Auftritt t =			28,00 cm
Winkel α =	$\text{atan}\left(\frac{s}{t}\right)$	=	31,26 °

Belastung:
Eigengewicht:

aus Eigengewicht:	$\frac{h}{100} * \frac{25,0}{\cos(\alpha)}$	=	5,85 kN/m²
aus Stufen:	$\frac{s}{100} * \frac{25}{2}$	=	2,13 kN/m²
aus Belag:			1,50 kN/m²
	Gesamt gk	=	**9,48 kN/m²**

Nutzlast:
Verkehrslast Kat. T2 - Treppen = 5,00 kN/m²

Bemessung:
siehe Bemessungsausdruck Pos. T2

Die Treppe wird als Fertigteil hergestellt und eingebaut.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Anschluss Pos.T13 an T15 und Geschossdecke

Schöck Tronsole Typ F-V1

Die Höhe der Tronsole muss abhängig von der Decken-/ Podeststärke gewählt werden.

zul. $V_{R,d}$= 43,00 kN/m
vorh $V_{E,d}$= 37,10 kN/m

$\eta = \frac{V_{E,d}}{V_{R,d}} = 0,86 \leq 1$

Schöck Tronsole® Typ F	V1	V2	V3
$v_{Rd,z}$ [kN/m]	43,0	61,0	85,0
$v_{Rd,x,y}$ [kN/m]	±3,8	±3,8	±3,8

Die Treppenläufe sind seitlich gegenüber der Treppenhauswand zu entkoppeln. Hierzu z.B. kann die Tronsole Schöck Typ L verwendet werden. Genauere Angaben werden im Zuge der Ausführungsplanung gemacht.

Anschluss Pos.T13 im EG

Schöck Tronsole Typ B-V1 mit Dorn

zul. $V_{R,d}$= 43,00 kN/m
vorh $V_{E,d}$= 37,10 kN/m

$\eta = \frac{V_{E,d}}{V_{R,d}} = 0,86 \leq 1$

Schöck Tronsole® Typ B	V1	V2	V3
$v_{Rd,z}$ [kN/m]	43,0	61,0	85,0
$v_{Rd,x}$ [kN/m]	±3,8	±3,8	±3,8

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. T15- Podest

≥ C25/30 XC1 h = 22 cm

System:

Plattendicke Podest h_p = 22,00 cm

Belastung:

aus Eigengewicht Podest: $\frac{h_p}{100}$*25,0	=	5,50 kN/m²
aus Belag:		2,00 kN/m²
	Gesamt gk =	**7,50 kN/m²**
aus Pos. T15 g_k =		17,30 kN/m
aus Pos. T15 q_k =		9,10 kN/m
Nutzlast q_k=		5,00 kN/m²

Bemessung:
siehe Bemessungsausdruck InfoCAD

Durchstanzen

S24 V_{Ed}= 180,00 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø14($a_{s,vorh}$=3,0 cm²/m)

Statisch durch
Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: ...
	3. S24	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 180 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a = 240 mm
Stützendicke	b = 240 mm
Plattendicke	h = 220 mm
Statische Nutzhöhe	d = 190 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}16 \cdot 0{,}16)^{1/2}$ = 0,16 %

A_{sx} = 3,0 cm²/m (~ø14/509 mm); A_{sy} = 3,0 cm²/m (~ø14/509 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 2,6 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 2,00
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,00
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 495,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 495,0 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 380 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 3,348 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 198,0 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 314,8 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 617,1 kN

$V_{Ed,ß}$=198,0kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=314,8kN

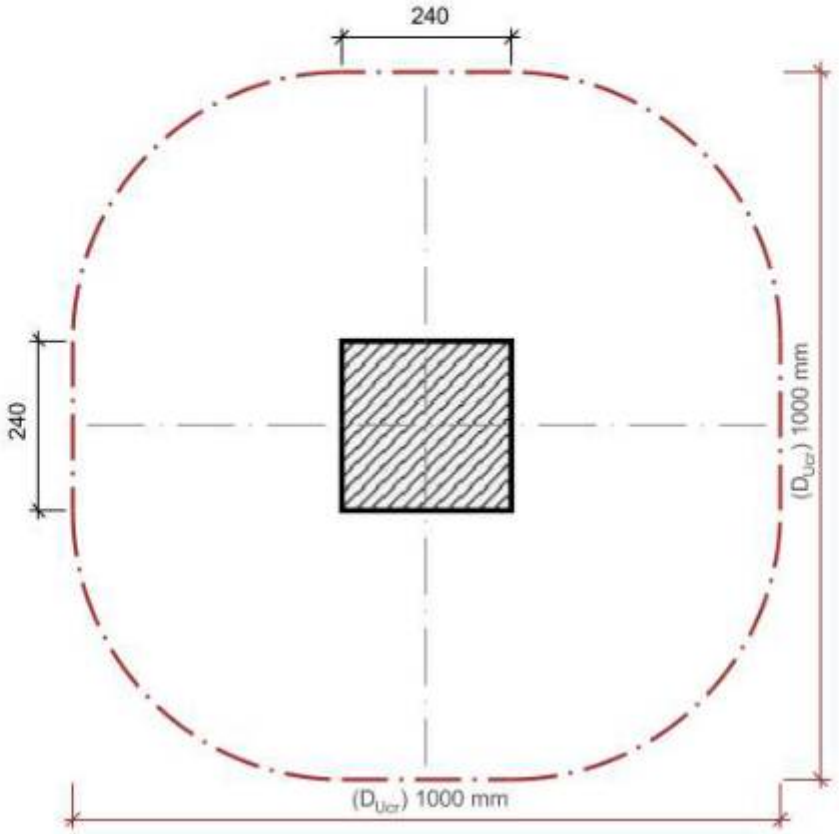
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

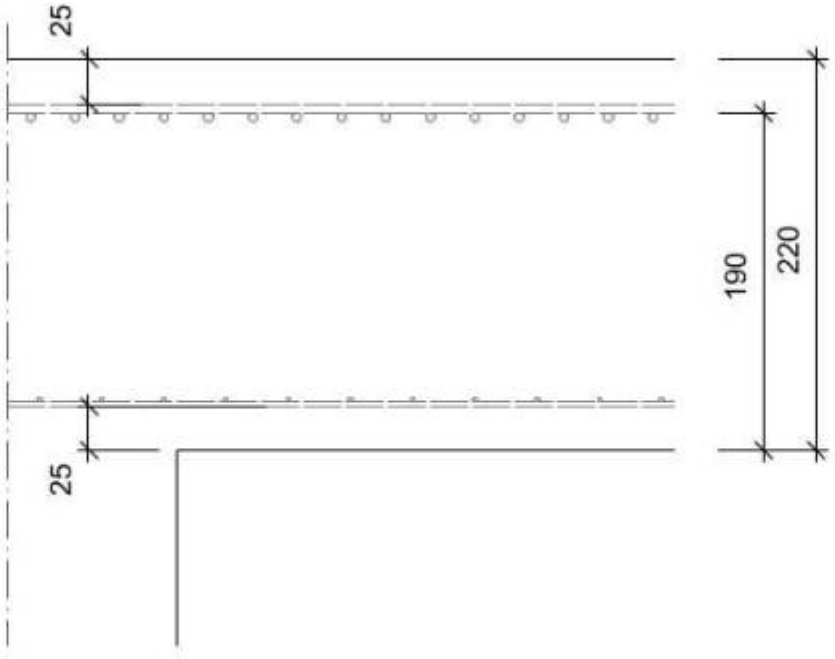
Einseitigen Lasteintrag beachten

=> Bewehrung im Rahmen der Ausführungsplanung ggf. anpassen

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: ...
	3. S24	Blatt: 2



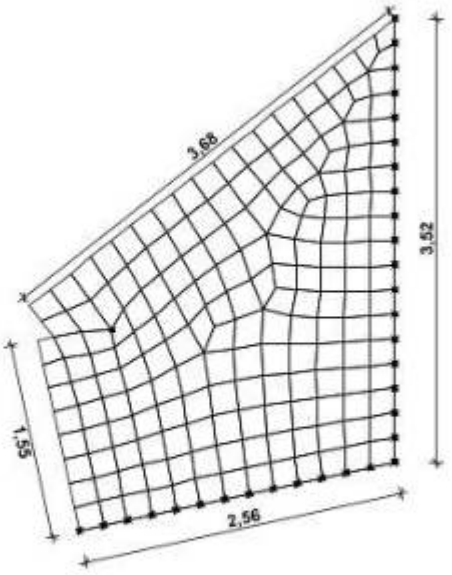


Statisch durch Vergleich geprüft

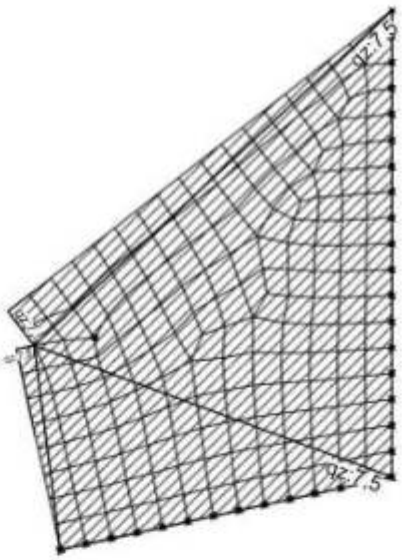
-/-

Datum: 28.11.2025

M = 1:



System

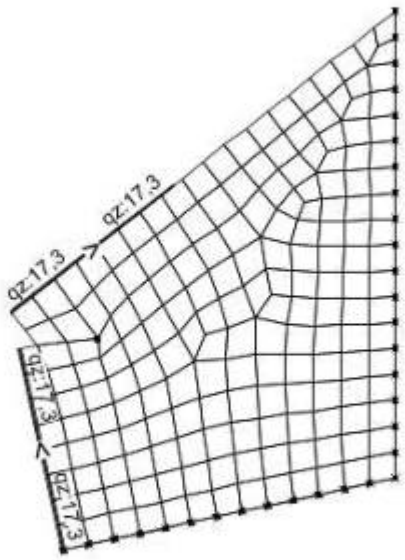


LF 1: Belastung, Eigenlast + Ausbaulast

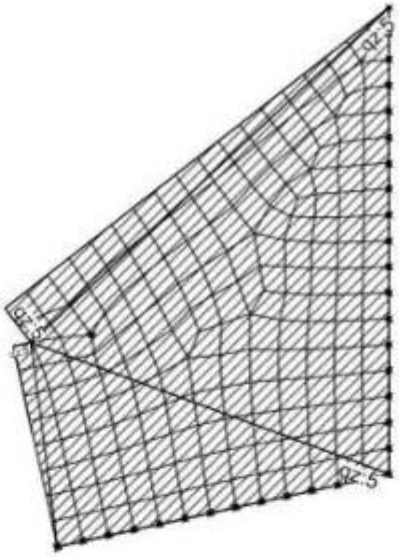
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:



LF 2: Belastung, aus Pos.T15 G



LF 10: Belastung, Nutzlast

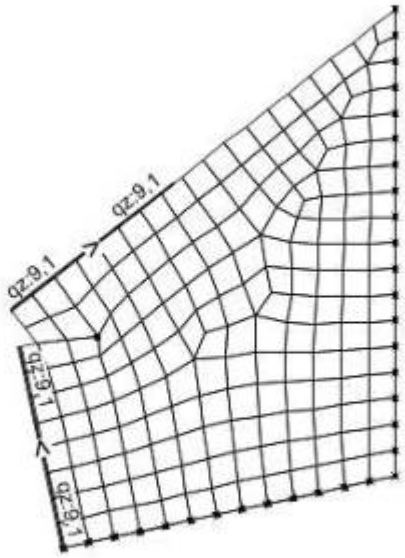
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. T15

M = 1:



LF 11: Belastung, aus Pos.T15 Q

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

T15-Podest

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C B P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N — Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.

fyk — Stahlgüte der Bügel.

Theta — Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.

P. — Balken werden wie Platten bemessen.

K. — Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.

Asl — Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.

rhow — Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).

as — Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).

x,y — Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.

cvl — Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.

Red. — Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Schubquerschnitte

```
bw.nom  Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom   Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd  Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn
        bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2  Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef     Wanddicke des Torsionskastens.
K.      Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).
```

Qu.	Breite [m]			Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,220	.	0,190	0,90	.	.	.	.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

```
Rohd.   Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck     charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc    Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm    Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct    Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c
        mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1    Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1   rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2    Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2   rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]
```

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten [MN/m] fck	a.cc	fctm	a.ct	Grenzdehnungen [o/oo] e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
1	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]	y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000 500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000 500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,220					
	4	0,000	0,220					

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Betonstahl für Flächenelemente

as Grundbewehrung [cm²/m]
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1     Eigenlast + Ausbaulast
2     aus Pos.T15 G
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,7 / 0,6

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
10    Nutzlast
11    aus Pos.T15 Q
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

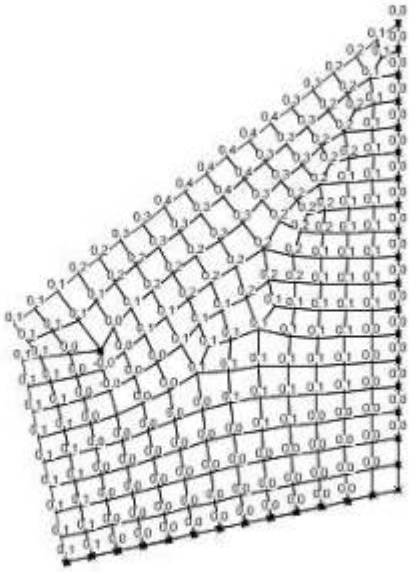
Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast + Ausbaulast	0,000	0,000	55,634
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	55,634
2	aus Pos.T15 G	0,000	0,000	53,630
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	53,630
10	Nutzlast	0,000	0,000	37,089
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	37,089
11	aus Pos.T15 Q	0,000	0,000	28,210
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	28,210
20	Summe G	0,000	0,000	109,264
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	109,264
21	Summe Q	0,000	0,000	65,300
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	65,300

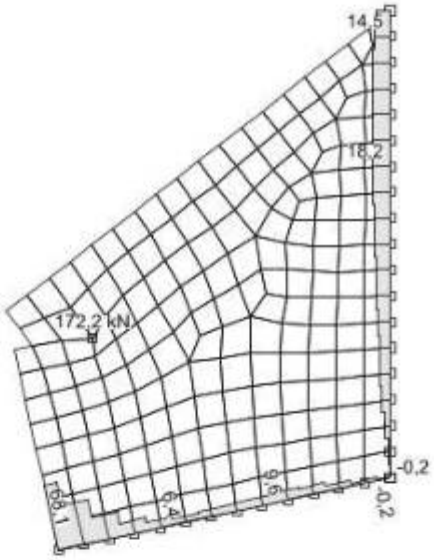
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:



Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

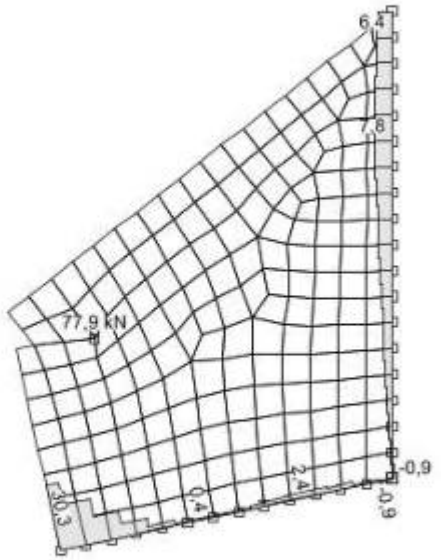


Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

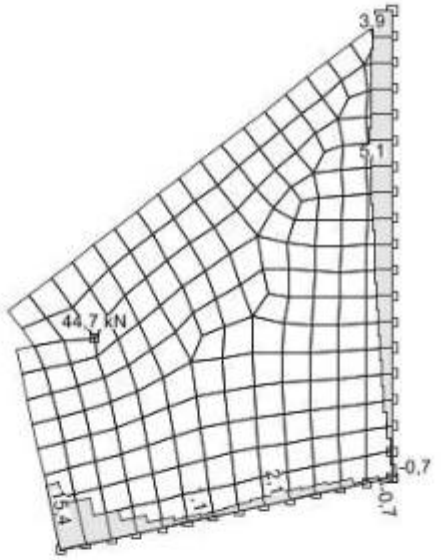
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:



Auflagerreaktionen Rz; LF 20, Summe G

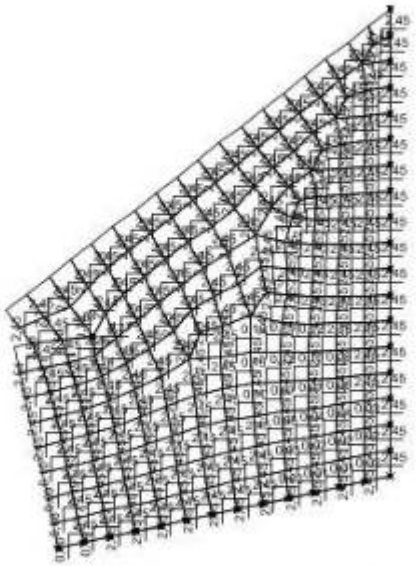


Auflagerreaktionen Rz; LF 21, Summe Q

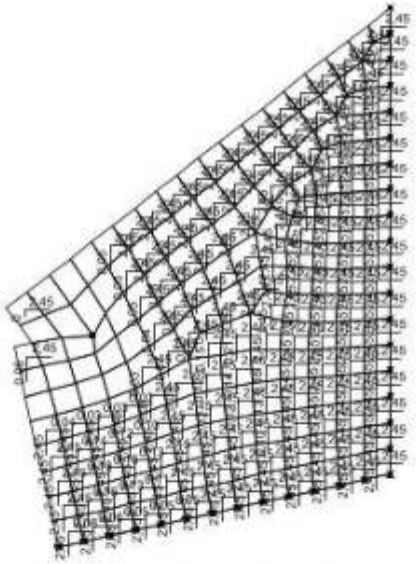
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:



Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

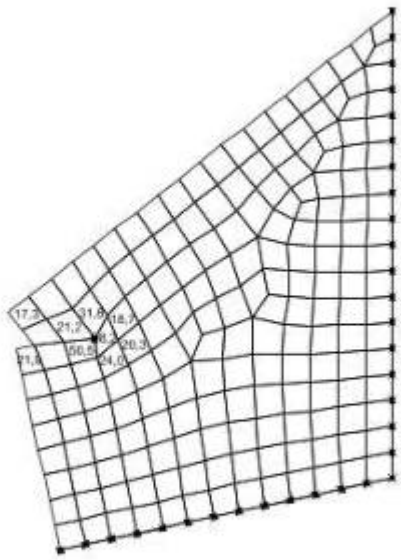


Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

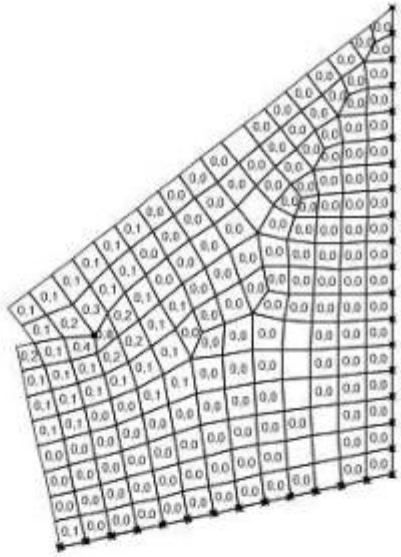
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:



Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1



qr/vRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 10 - Stahlbetondecke ü. 2.OG

C25/30 XC3(oberseitig)/XC1 h = 28 cm

Systeme
FEM-Platte

Belastung
Eigenlasten

Eigengewicht g_k=	0,28*25	=	7,00 kN/m²
Ausbaulast g_k=			1,00 kN/m²
Gründach + PV g_k=			2,00 kN/m²

Attika/Fassade

g_k=			0,50 kN/m

Nutzlasten

Schnee/Rückstau q_k=			1,00 kN/m²

Bemessung
siehe Ausdruck Bemessungsprogramm InfoCAD
Die Verdrillung der Decke (drillsteif) an den Außenecken wird über die Stahlbetonattika verhindert!
Gründach+PV bei der Bemessung als veränderliche Last mit der Kategorie E angenommen, bei der Lastweiterführung als ständige Last.

Durchstanzen

S1-S3 V_{Ed}=			701,00 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=9,1 cm²/m)			
D--> 8xSchöck BOLE O 14/230-4/A680			
S4-S5 V_{Ed}=			516,00 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=16,6 cm²/m)			
Wandende S6 V_{Ed}=	13,80*((1,35*(1+0,28*25))+1,5*1)	=	169,74 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø14($a_{s,vorh}$=4,5 cm²/m)			
Wandecke Treppenhaus V_{Ed}=	182+(84+95)/4	=	226,75 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=33,3 cm²/m)			
Wandecke Aufzug V_{Ed}=	53+(13+22)/2	=	70,50 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=3,1 cm²/m)			

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Dachdecke: Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015:12

Material

Beton =	**GEW("EC2_de/beton_ec2"; Bez;)**	=	**C25/30**
Geometrie			
Gesamthöhe Querschnitt h =			**0,28 m**
Breite Querschnitt b =			**1,00 m**
Betondeckung c_{nom} =			**3,50 cm**
Stabdurchmesser d_s =			**12 mm**
Rechenwert der Rissbreite w_{max} =			**0,30 mm**
d =	h-c_{nom}/100-d_s/(2*1000)	=	0,239 m
horizontale Mindestbewehrung			
a) Nachweis mit Gl. (7.1) EC2-1-1, 7.3.2			
Faktor bzgl. fctm f =			0,660
k_c =			1,00
k_i =	0,8 + (((0,52 - 0,8)/(0,8-0,3))*(h-0,3))	=	0,811
k =	WENN(h≤0,3;0,8;WENN(h≥0,8;0,52;ki))	=	0,800
$f_{ct,eff}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton) * f	=	1,7160 MN/m²
A_{ct} =	0,5*h * b	=	0,140 m²/m
Φ_S =	d_s /MAX($\frac{k_c * k * h}{8 * (h-d)} * \frac{f_{ct,eff}}{2,9}$; $\frac{f_{ct,eff}}{2,9}$)	=	20,280 mm
σ_s =	(3,48*10^6*w_{max}/Φ_S)^(1/2)	=	226,890 N/mm²
$A_{s,min,a}$ =	k_c * k * $f_{ct,eff}$ * A_{ct} / σ_s * 10^4	=	**8,47 cm² je Lage**

b) Nachweis als "dickes" Bauteil nach Gl. (NCI zu 7.3.2)
effektive Dicke $h_{c,ef}$ bei zentrischem Zug (vgl. EC2-1-1, 7.3.2: (Bild 7.1DE)

d_1 =	h-d	=	0,0410 m
h/d_1 =	h/d_1	=	6,8293
$h_{c,ef}$ =	WENN(h/d1≤5;(0,5*h/d1)*d1;WENN(h/d1≤30;(0,1*h/d1+2)*d1;5*d1))	=	0,110 m
Φ_S =	d_s / ($f_{ct,eff}$/2,9)	=	20,280 mm
σ_s =	(3,48*10^6*w_{max}/Φ_S)^(1/2)	=	226,890 N/mm²
$A_{c,eff}$ =	$h_{c,ef}$ * b	=	0,1100 m²/m
$A_{s,min,b}$ =	MAX($f_{ct,eff}$*$A_{c,eff}$/σ_s*10^4;k*$f_{ct,eff}$*A_{ct}/500*10^4)	=	8,32 cm² je Lage
As,min =	MIN($A_{s,min,a}$;$A_{s,min,b}$)*0,85	=	**7,07 cm² je Lage**

Gewählte Grundbewehrung:

Ø12/ 15,0 cm, As,vorh =			7,54 cm²/m
η =	As,min/As,vorh	=	0,94 <1,03

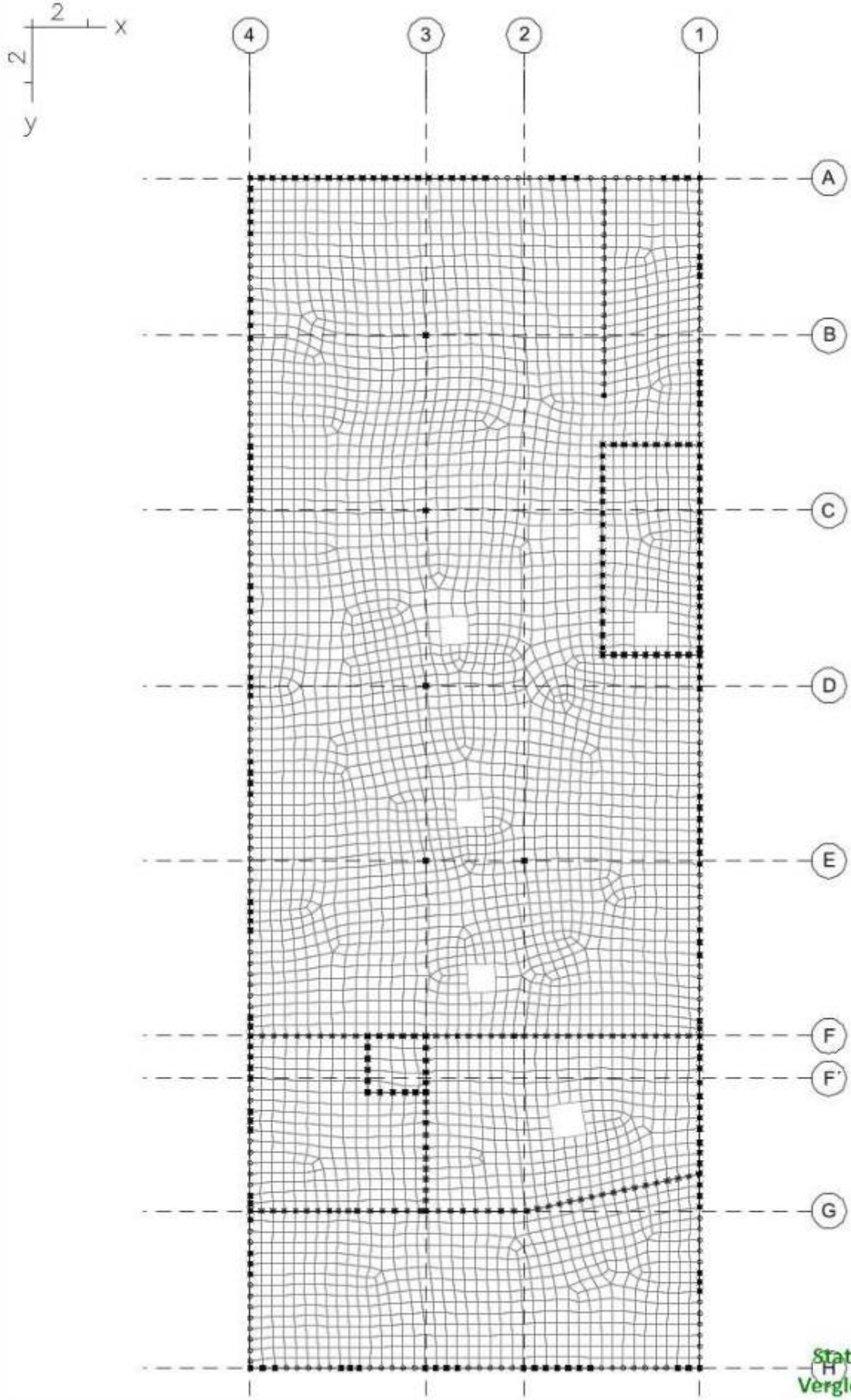
Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos.10

System

M = 1:200



Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.10 - Decke über 2.OG

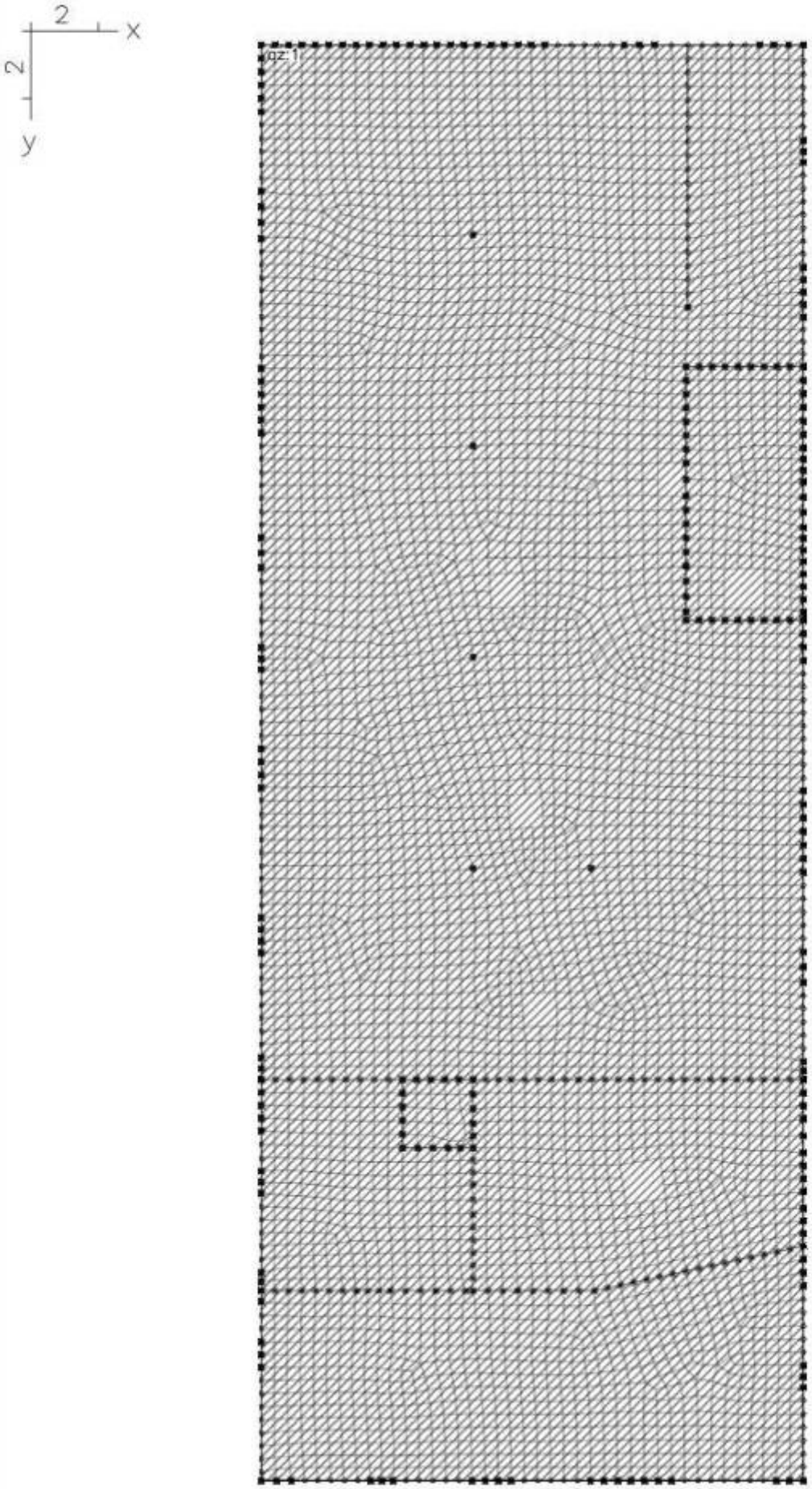
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos.10

LF 1: Belastung, Eigenlast + Ausbaulast

M = 1:180

EIGENLAST



LF 1: Belastung, Eigenlast + Ausbaulast

Statisch durch Vergleich geprüft

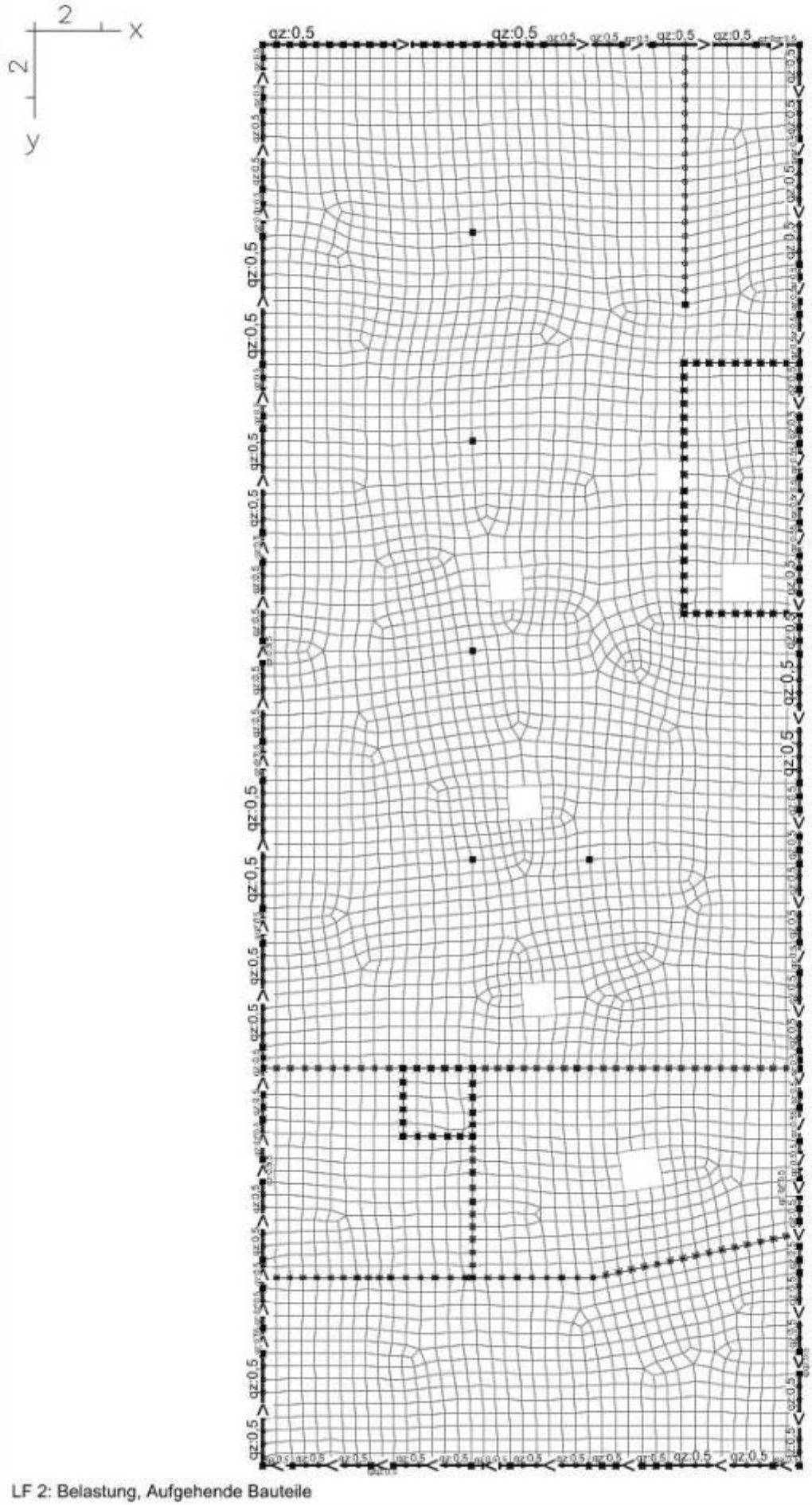
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.10

LF 2: Belastung, Aufgehende Bauteile

M = 1:180



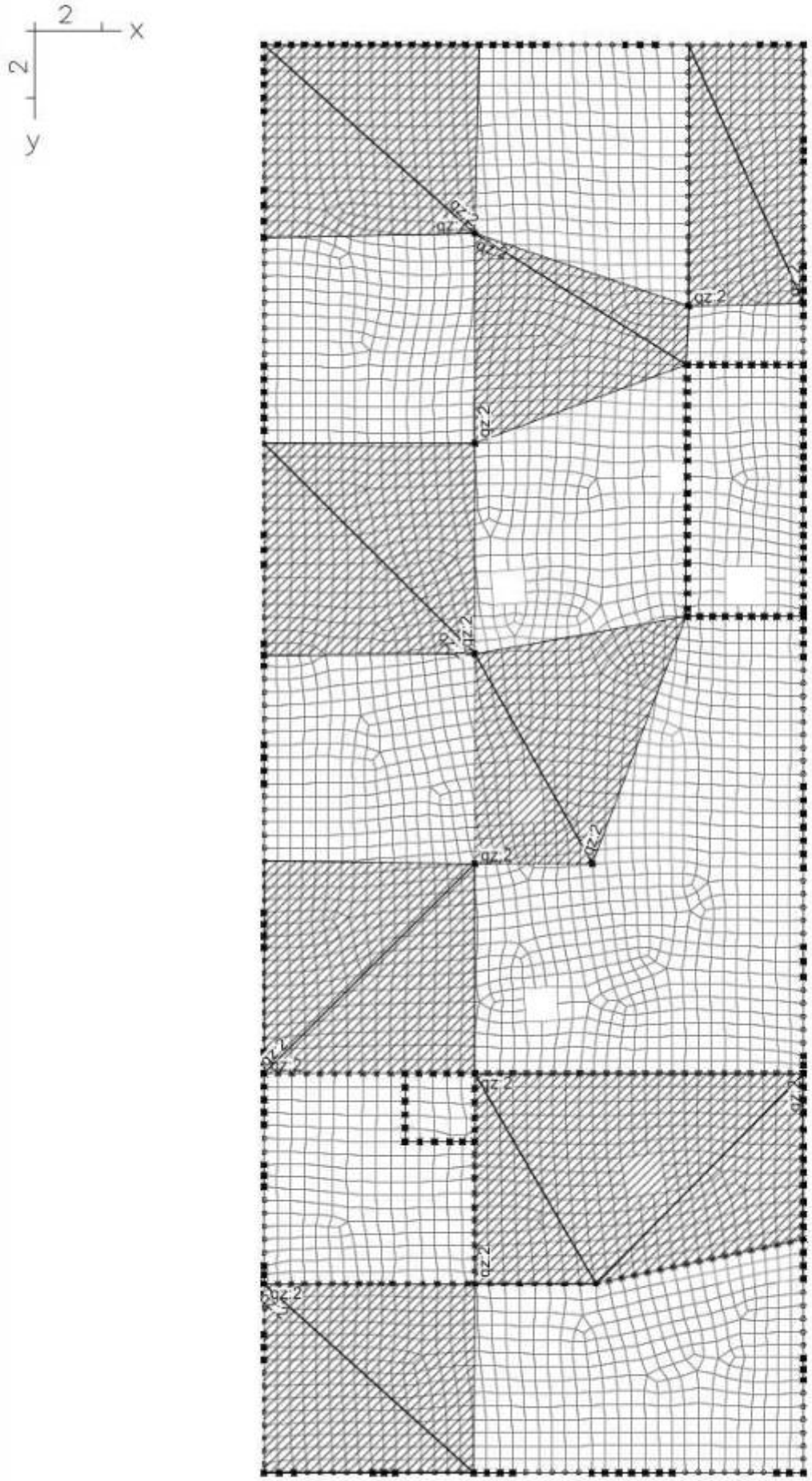
LF 2: Belastung, Aufgehende Bauteile

Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.10

LF 3: Belastung, Gründach + PV 1 M = 1:180



LF 3: Belastung, Gründach + PV 1

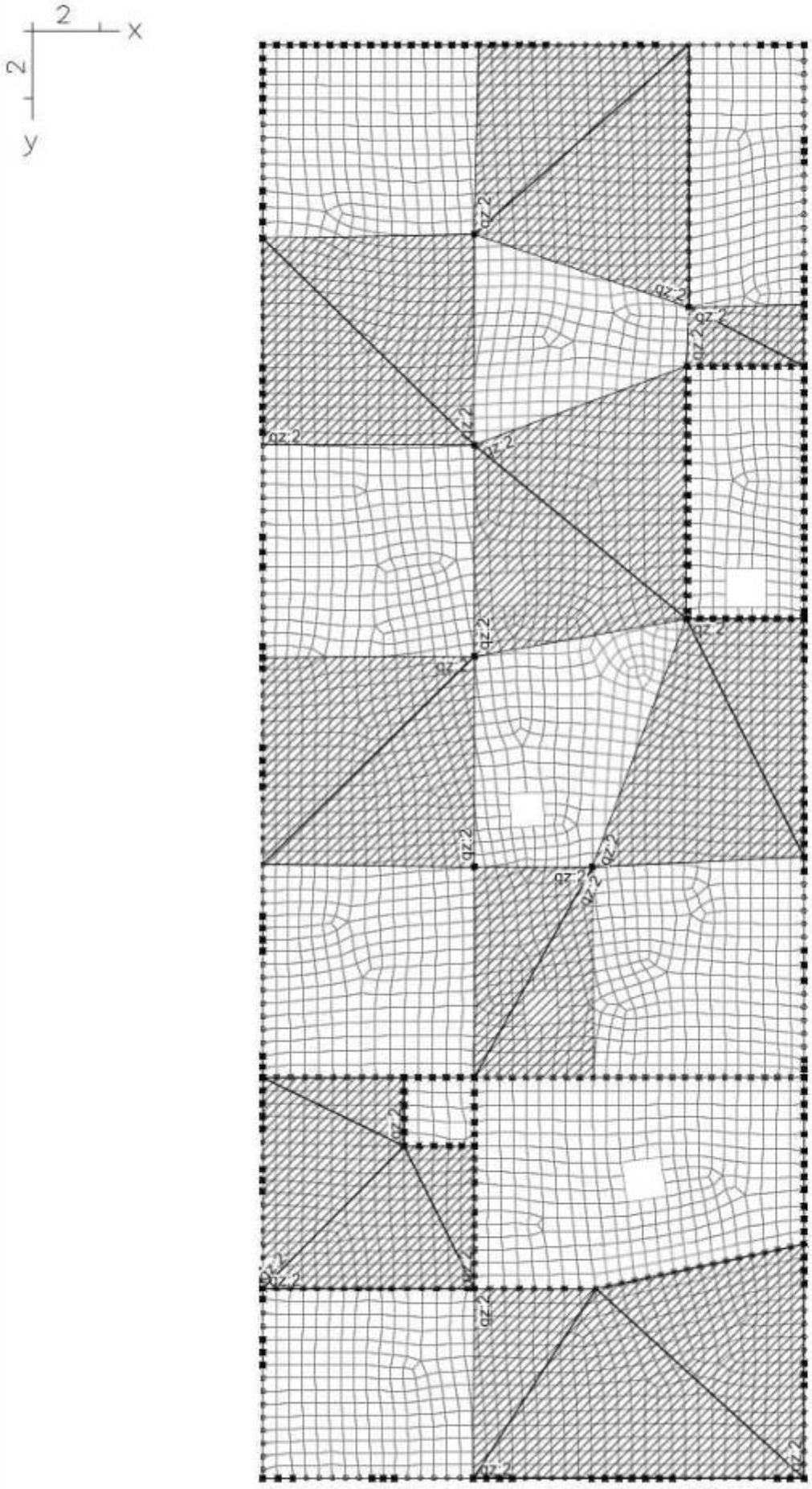
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos.10

LF 4: Belastung, Gründach + PV 2 M = 1:180



LF 4: Belastung, Gründach + PV 2

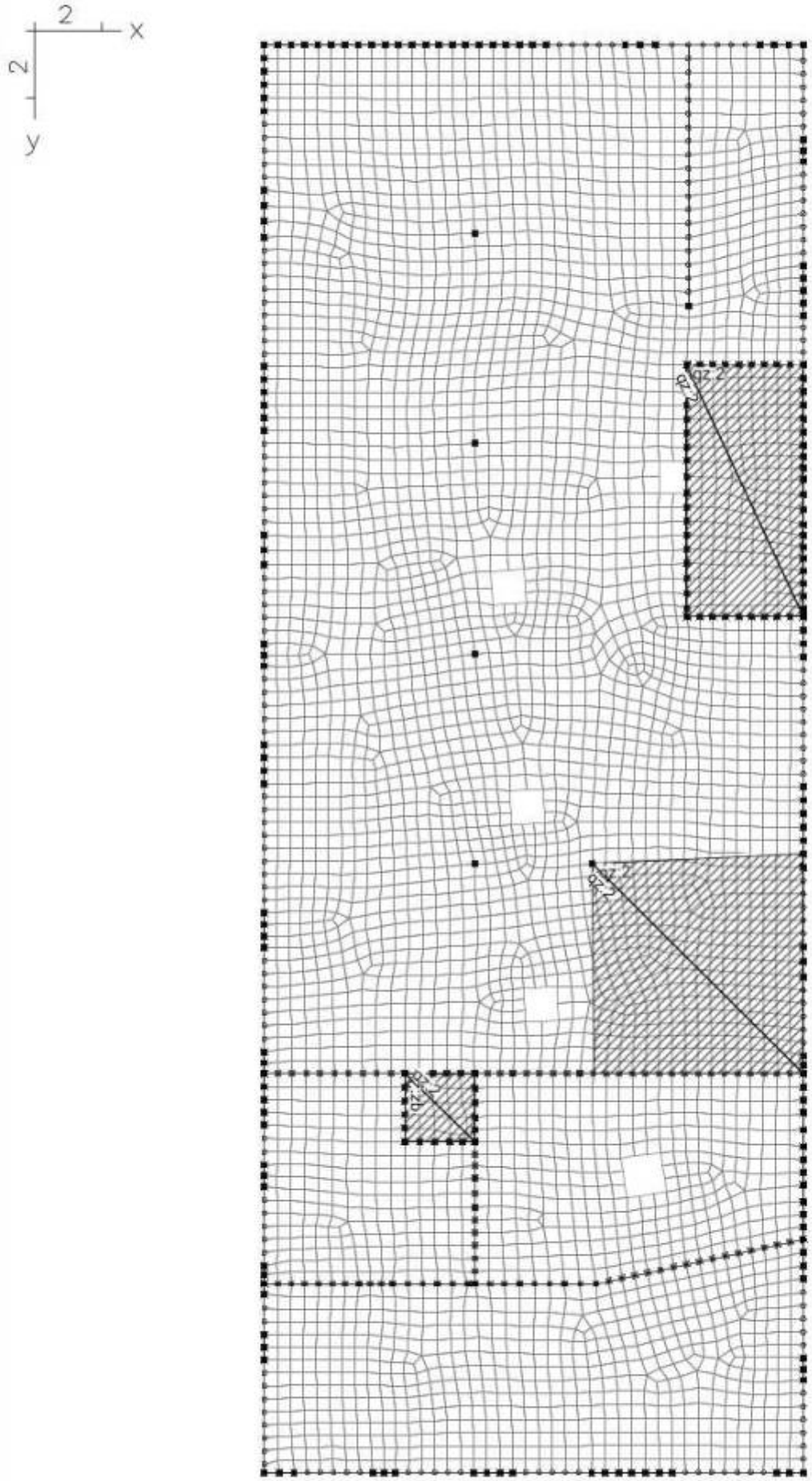
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos.10

LF 5: Belastung, Gründach + PV 3 M = 1:180



LF 5: Belastung, Gründach + PV 3

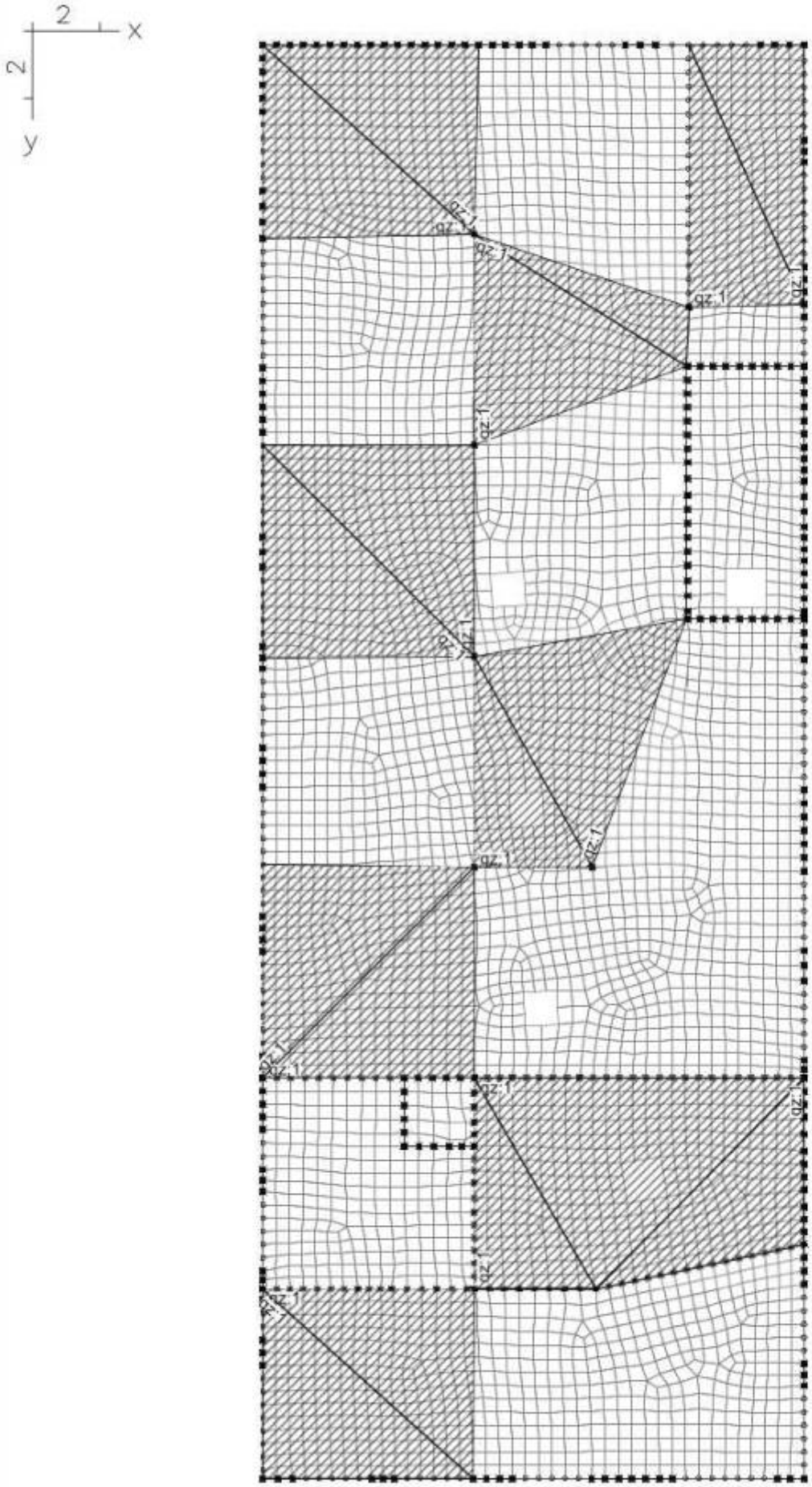
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.10

LF 7: Belastung, Nutzlast 1 M = 1:180



LF 7: Belastung, Nutzlast 1

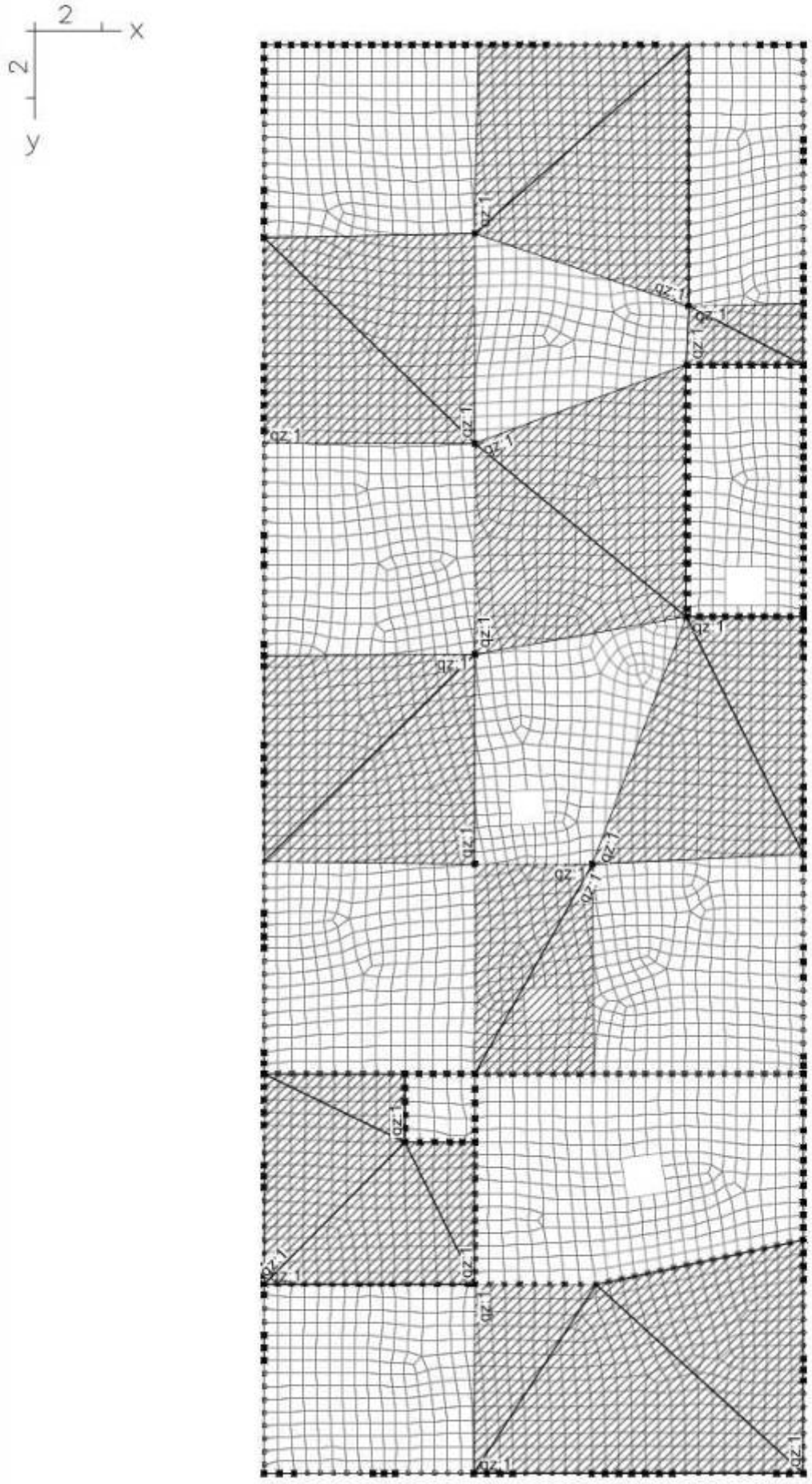
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos.10

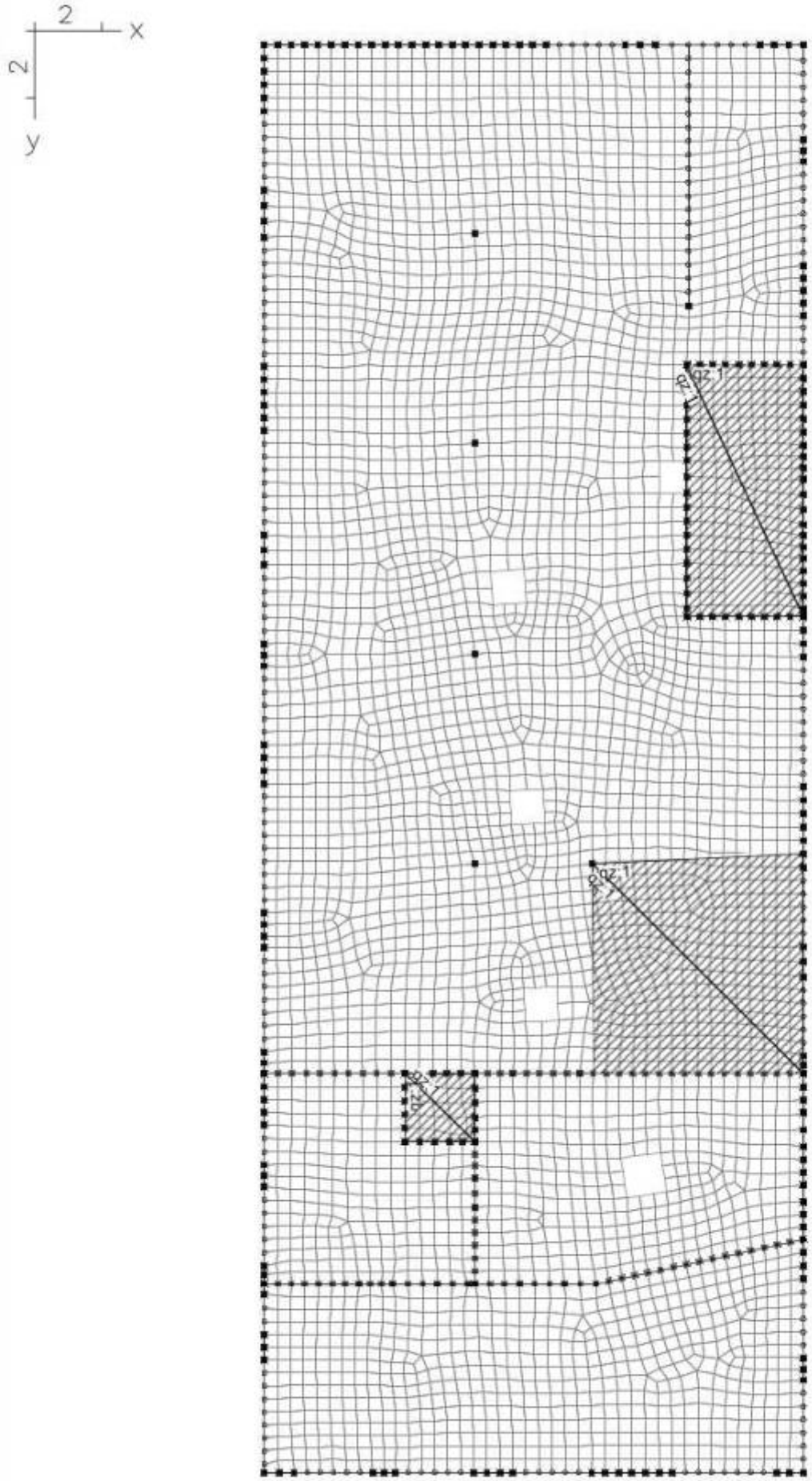
LF 8: Belastung, Nutzlast 2 M = 1:180


2
x
2
y
qz 1
qz 1
qz 1

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos.10

LF 9: Belastung, Nutzlast 3 M = 1:180



LF 9: Belastung, Nutzlast 3

Statisch durch Vergleich geprüft

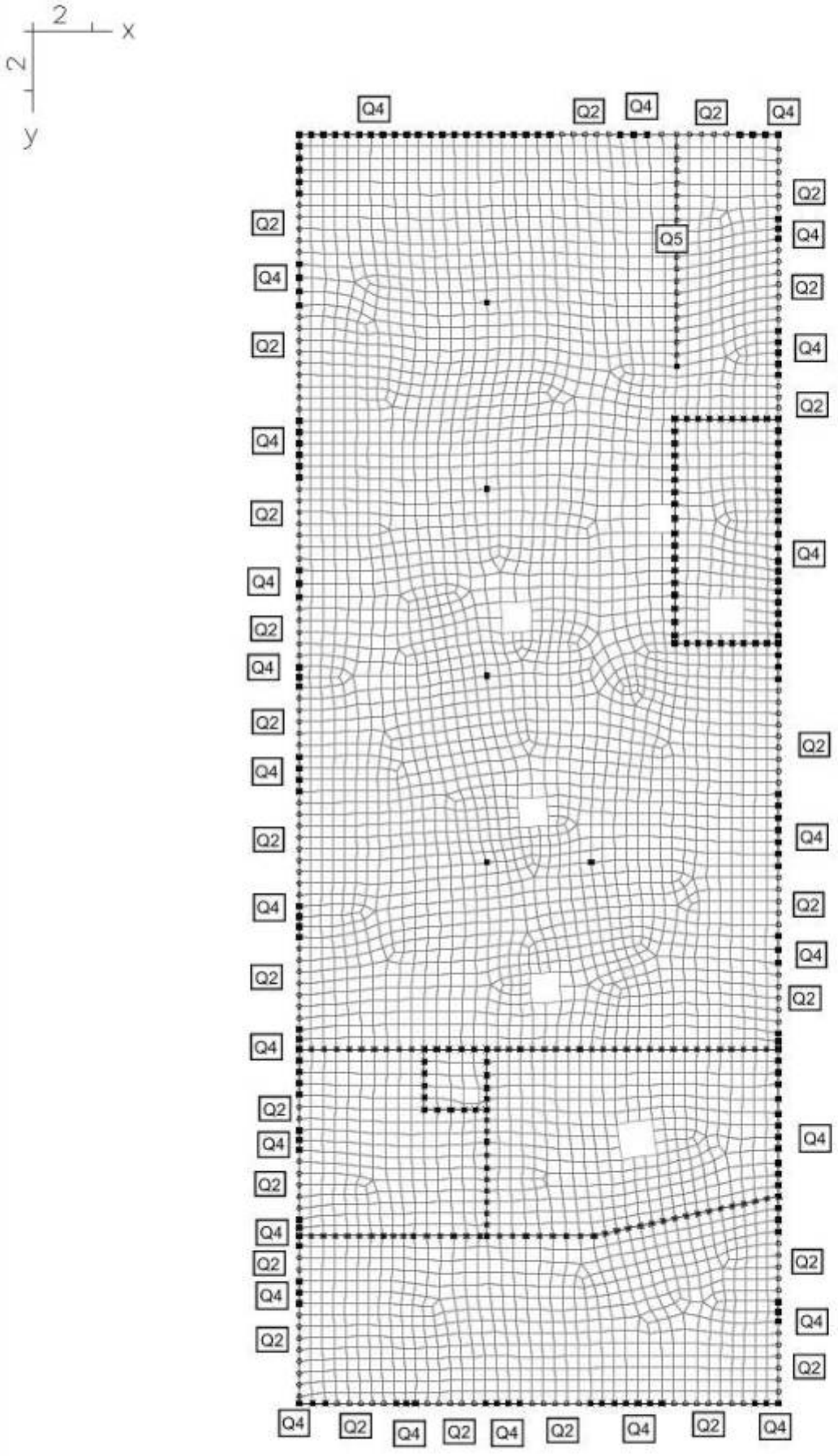
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos.10

System

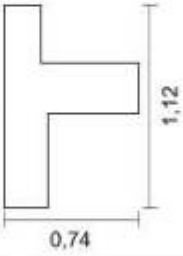
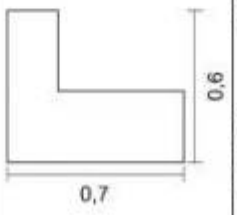
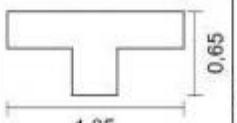
M = 1:205



Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Querschnittswerte

1	Fläche	Stb Decke h=28cm Elementdicke [m] dz = 0,2800 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
2	Polygon 	Attika 20/60cm + UZ 24/80cm Schwerpunkt [m] ys = 0,248 zs = -0,582 Fläche [m²] A = 3,9600e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 2,8057e-02 I1 = 2,9075e-02 Iz = 1,6798e-02 I2 = 1,5780e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 16,064 Iyz = -3,5351e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
4	Polygon 	Attika 20/60cm Schwerpunkt [m] ys = 0,288 zs = 0,386 Fläche [m²] A = 2,6000e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 6,1688e-03 I1 = 4,2843e-03 Iz = 1,1232e-02 I2 = 1,3117e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 27,511 Iyz = 3,6185e-03 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
5	Polygon 	UZ 35/65cm Schwerpunkt [m] ys = 0,675 zs = 0,223 Fläche [m²] A = 5,0750e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,4135e-02 I1 = 1,4135e-02 Iz = 5,8731e-02 I2 = 5,8731e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 0,000 Iyz = 0,0000e+00 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer-dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
2	2	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
3	4	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
4	5	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast + Ausbaulast	0,000	0,000	6028,476
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	6028,476
2	Aufgehende Bauteile	0,000	0,000	58,495
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	58,495

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
3	Gründach + PV 1	0,000	0,000	576,433
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	576,433
4	Gründach + PV 2	0,000	0,000	633,941
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	633,941
5	Gründach + PV 3	0,000	0,000	136,905
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	136,905
7	Nutzlast 1	0,000	0,000	288,216
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	288,216
8	Nutzlast 2	0,000	0,000	316,971
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	316,971
9	Nutzlast 3	0,000	0,000	68,452
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	68,452
10	Lastsumme g	0,000	0,000	7434,250
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	7434,250
11	Lastsumme q	0,000	0,000	673,639
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	673,639

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C B P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .
2	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . x	. . . . . .	.	.	. . .
4	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .
5	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . x	. . . . . .	.	.	. . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk Stahlgüte der Bügel.
Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P. Balken werden wie Platten bemessen.
K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.
4	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.
5	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m] bw	bw.nom	Nutzbreite bn [m]	kb	Höhe [m] h	h.nom	Nutzhöhe d [m]	kd	Torsionsquerschn. [m] z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,280	.	0,250	0,90	.	.	.	.
2	0,200	.	0,170	0,90	1,120	.	1,090	0,90	1,060	0,140	0,060	.
4	0,200	.	0,170	0,90	0,600	.	0,570	0,90	0,540	0,140	0,060	.
5	0,350	.	0,320	0,90	0,650	.	0,620	0,90	0,590	0,290	0,060	.

Vorgaben für den Nachweis der Schubfuge

Fugenbesch. Beschaffenheit der Fuge: Sehr glatt, glatt, rau, verzahnt.
c Faktor c gemäß 6.2.5 (2). Von der Norm abweichende Werte werden mit "!" markiert.
dz Abstand der Schubfuge von der Querschnittsoberkante [m].
bi Breite der Schubfuge [m].
sigma Spannung infolge der minimalen Normalkraft rechtwinklig zur Fuge (Druck negativ) [MN/m²].
Dyn. Dynamische oder Ermüdungsbeanspruchung nach 6.2.5 (5).

Qu.	Fugenbesch.	c	dz [m]	bi [m]	sigma [MN/m²]	Dyn.
2	Glatt	0,200	0,320	0,220	0,00	.
5	Glatt	0,200	0,280	0,310	0,00	.

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Spannungsberechnung für Stäbe

Beim Nachweis der Robustheitsbewehrung erfolgt die Spannungsberechnung am Bruttoquerschnitt.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

Rohd. Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c
mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten fck	a.cc	fctm	[MN/m] a.ct	Grenzdehnungen e.c1	e.cu1	e.c2	[o/oo] e.cu2
1	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
2	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
4	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
5	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]		y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,280						
	4	0,000	0,280						
2	1	-0,000	-1,120	200000	500	0,030	-0,030	0,030	0,00
	2	0,200	-1,120	200000	500	0,030	-1,090	0,030	0,00
	3	0,200	-0,800	200000	500	0,710	-0,770	0,030	0,00
	4	0,740	-0,800	200000	500	0,710	-0,550	0,030	0,00
	5	0,740	-0,520						
	6	0,240	-0,520						
	7	0,240	-0,000						
	8	0,000	0,000						
	9	-0,000	-0,520						
	10	-0,000	-0,800						
4	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	0,200	0,000	200000	500	0,170	0,030	0,030	0,00
	3	0,200	0,320	200000	500	0,670	0,570	0,030	0,00
	4	0,700	0,320	200000	500	0,030	0,570	0,030	0,00
	5	0,700	0,600						

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	Beton z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]	y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
	6	0,200	0,600					
	7	0,000	0,600					
	8	0,000	0,320					
5	1	0,000	0,000	200000 500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	0,500	0,000	200000 500	1,320	0,030	0,030	0,00
	3	0,850	0,000	200000 500	0,820	0,620	0,030	0,00
	4	1,350	0,000	200000 500	0,530	0,620	0,030	0,00
	5	1,350	0,280					
	6	0,850	0,280					
	7	0,850	0,650					
	8	0,500	0,650					
	9	0,500	0,280					
	10	0,000	0,280					

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Betonstahl für Flächenelemente

as Grundbewehrung [cm²/m]
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1     Eigenlast + Ausbaulast
2     Aufgehende Bauteile
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,7 / 0,6

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
3     Gründach + PV 1
4     Gründach + PV 2
5     Gründach + PV 3
```

QS - Schnee- und Eislast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Schneelasten - Orte in CEN-Mitgliedsstaaten niedriger als 1000 m ü. NN
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,5 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
7     Nutzlast 1
8     Nutzlast 2
9     Nutzlast 3
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
QS - Schnee- und Eislast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
QS - Schnee- und Eislast
```

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

NACHWEISE FÜR STÄBE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubfuge

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es werden nur Orte mit Überschreitung zulässiger Grenzwerte ausgegeben.
Der Mindestbewehrungsgrad nach Gl. (9.5a/bDE) wird berücksichtigt

vRd Aufnehmbare Querkraft der Druckstreben nach 6.2.3 (3) [kN/m]
Neigung Neigung cot Theta der Betondruckstreben gegen die Elementebene
Asl Erf. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3 für erf. asb [cm²]
qr Bemessungsquerkraft = $(qx^2+qy^2)^{½}$ [kN/m]
erf.asb Erf. Bügelbewehrung [cm²/m²]
Überschreitungen nach Gl. (6.12) werden mit "!" gekennzeichnet
erf.Asl Erf. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3 [cm²] für erf. asb

Element Nr.	Ort	qx [kN/m]	qy [kN/m]	n [kN/m]	qr [kN/m]	qr/ vRd	Nei- gung	erf. asb [cm²/m²]	Asl f. asb=0 [cm²]	erf. Asl [cm²]
2881	3	-725,27	872,77	.	1134,79	1,12>1	1,00	137,37!	.	.
2882	3	721,55	897,82	.	1151,84	1,14>1	1,00	139,43!	.	.

**** Warnungen ****

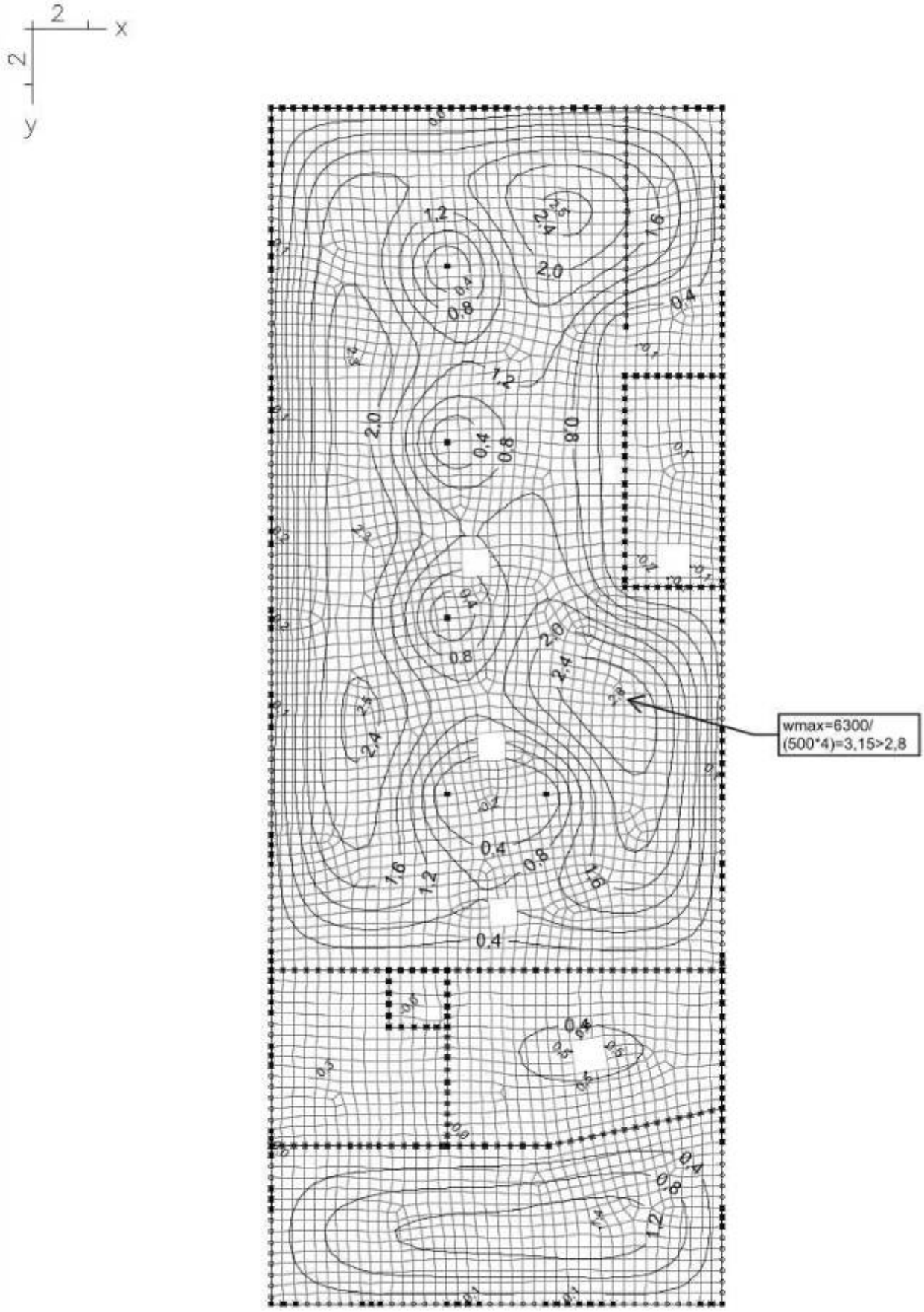
DFB-270: Element 2881, Ort 3: Querkraftbew. asw = 137,37 > asw,max = 122,19 cm²/m².
DFB-024: Element 2881, Ort 3: Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist unzureichend.
DFB-270: Element 2882, Ort 3: Querkraftbew. asw = 139,43 > asw,max = 122,19 cm²/m².
DFB-024: Element 2882, Ort 3: Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist unzureichend.

Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.10

Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1 M = 1:200



LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -0,19/2,77 [mm]

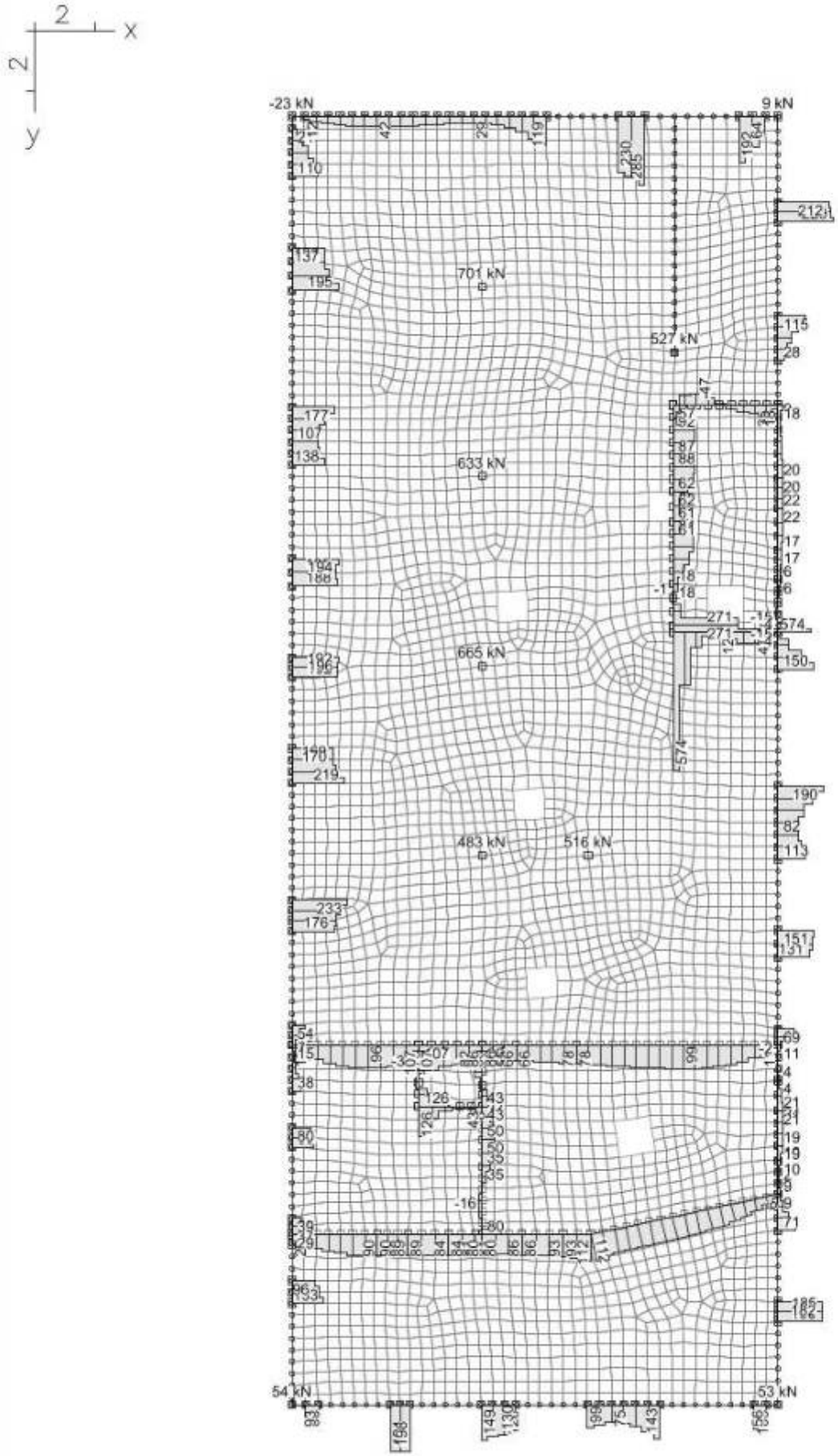
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.10

Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1 M = 1:200



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max Rz(l). 253,10 [kN/m] = ⊢——⊣

Statisch durch Vergleich geprüft

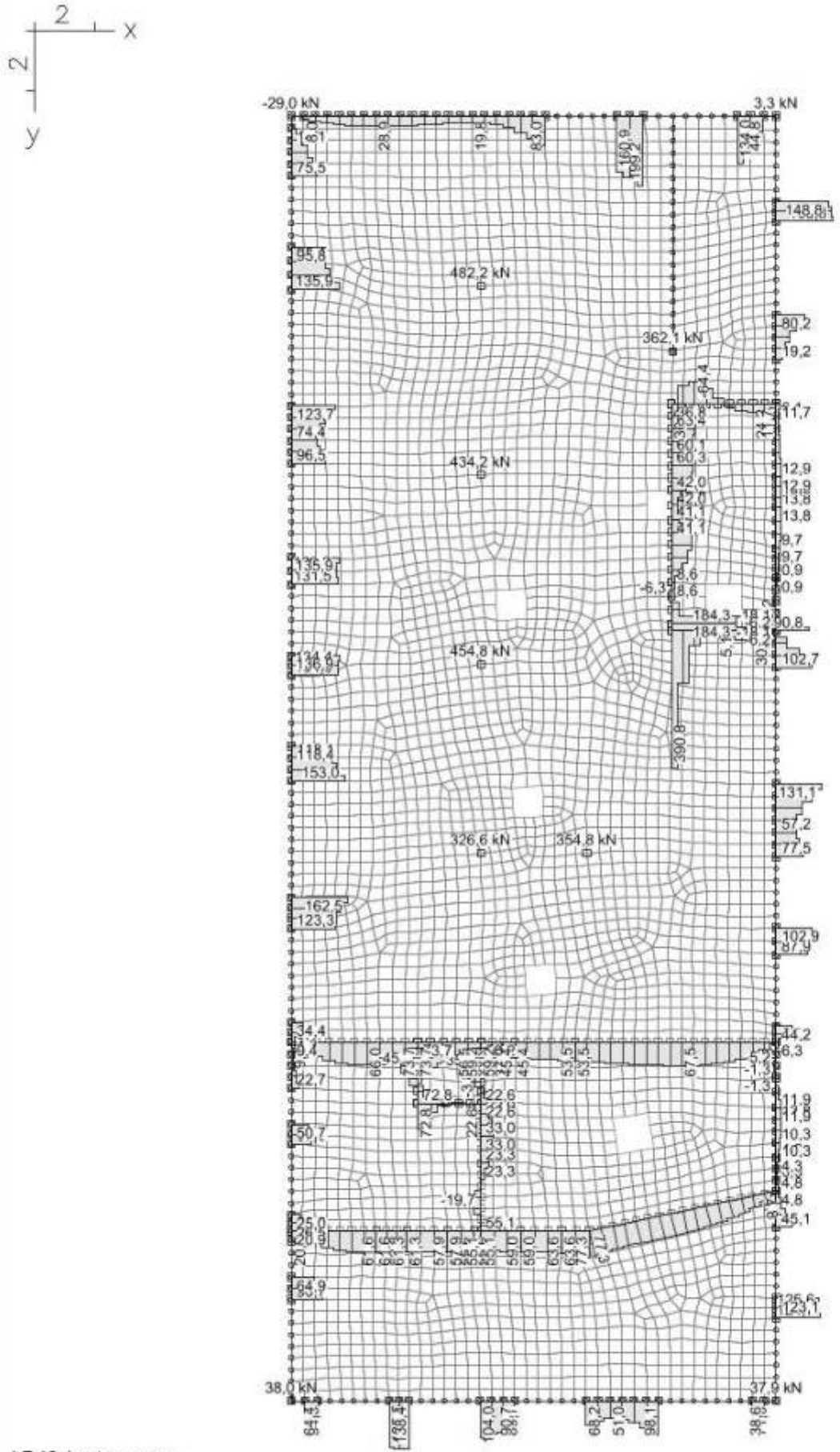
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.10

Auflagerreaktionen Rz; LF 10, Lastsumme g

M = 1:200



LF 10: Lastsumme g
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 172,19 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 7434,25 [kN]

Statisch durch Vergleich geprüft

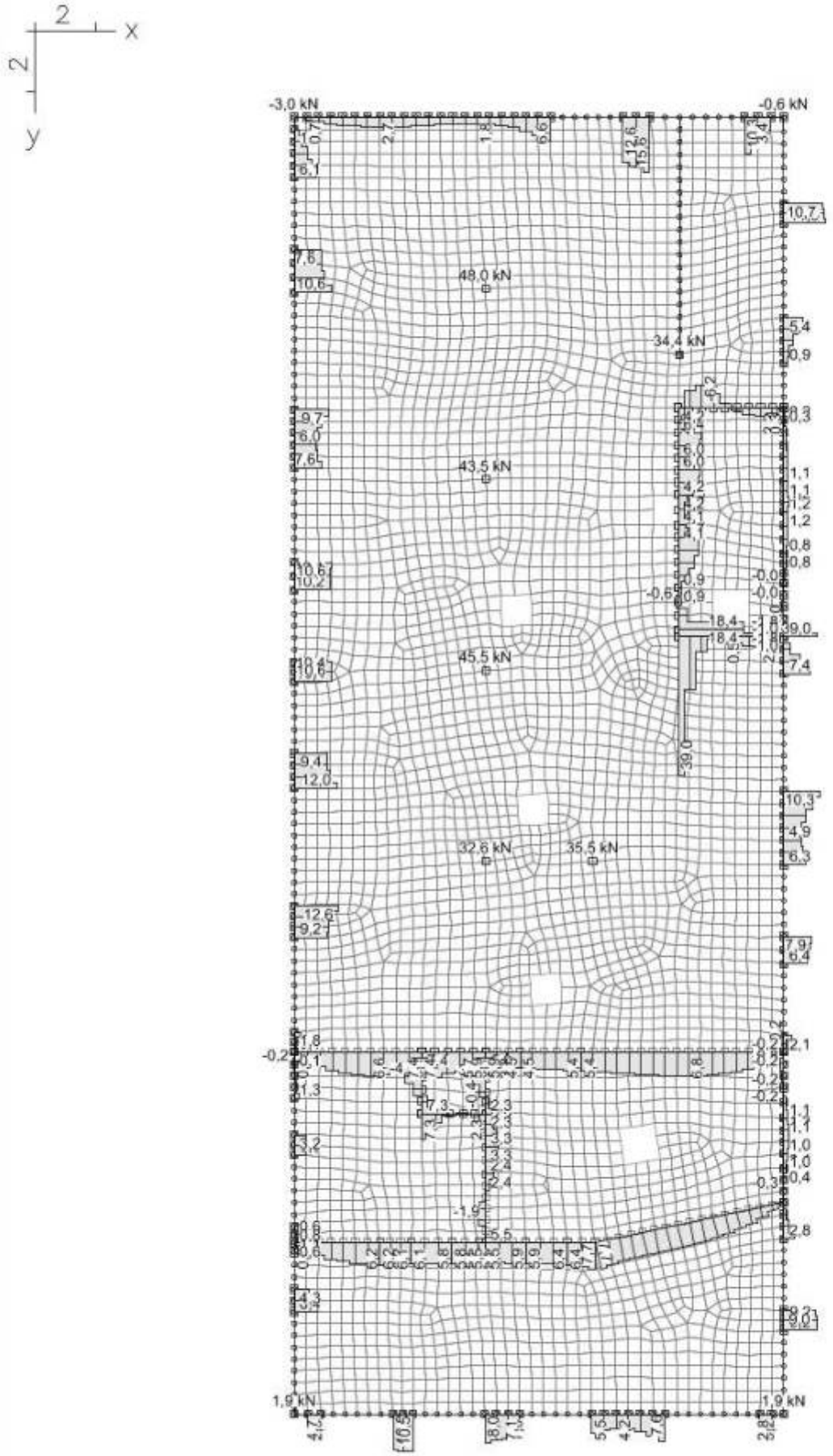
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.10

Auflagerreaktionen Rz; LF 11, Lastsumme q

M = 1:200



LF 11: Lastsumme q
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 17,19 [kN/m] = ⟵
Summe im Globalsystem Rz(g) = 673,64 [kN]

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

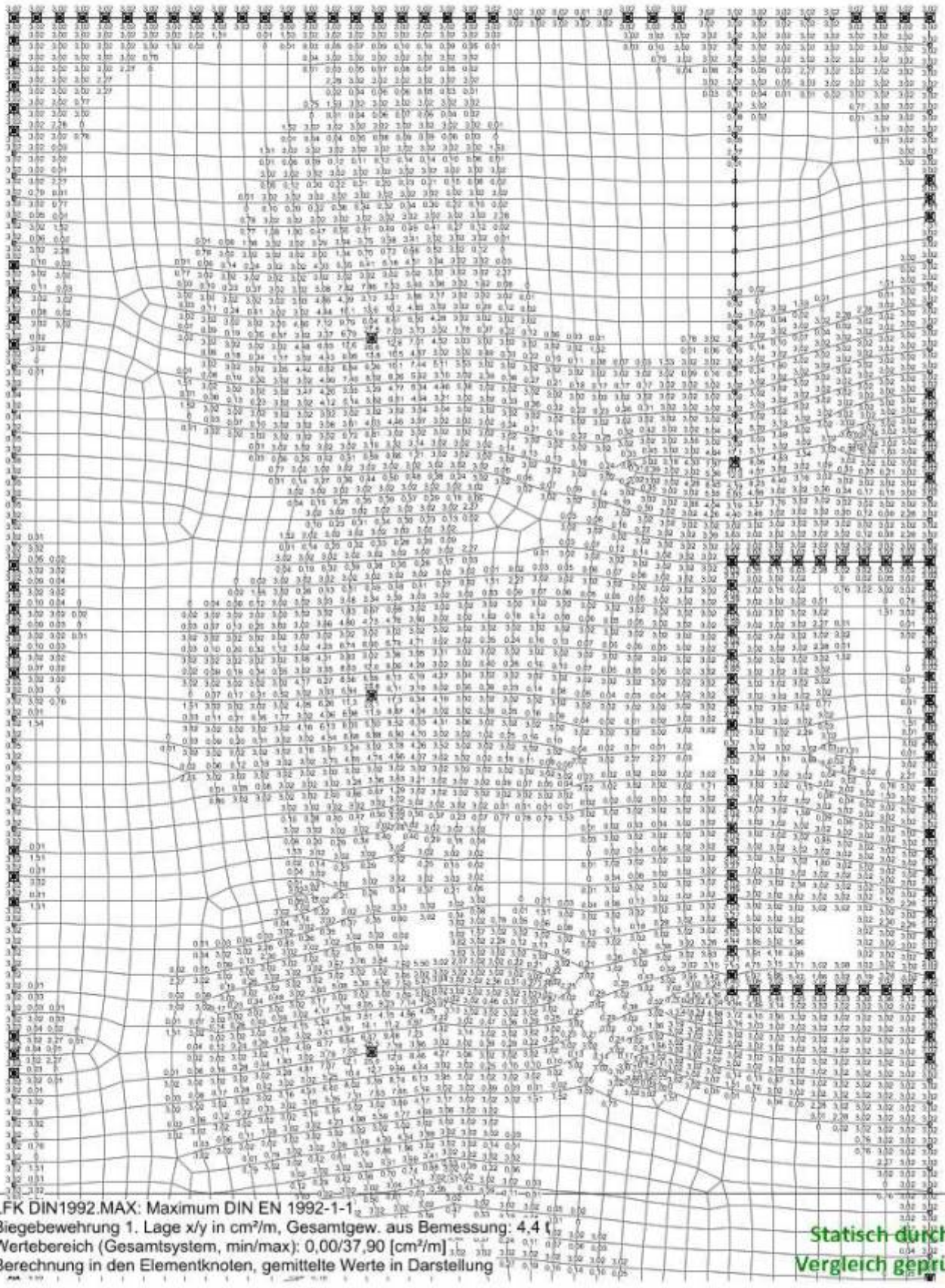
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.10

Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100

obere Lage
ohne Abzug Grundbewehrung

Bereich 1



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 1. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 4,4 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/37,90 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

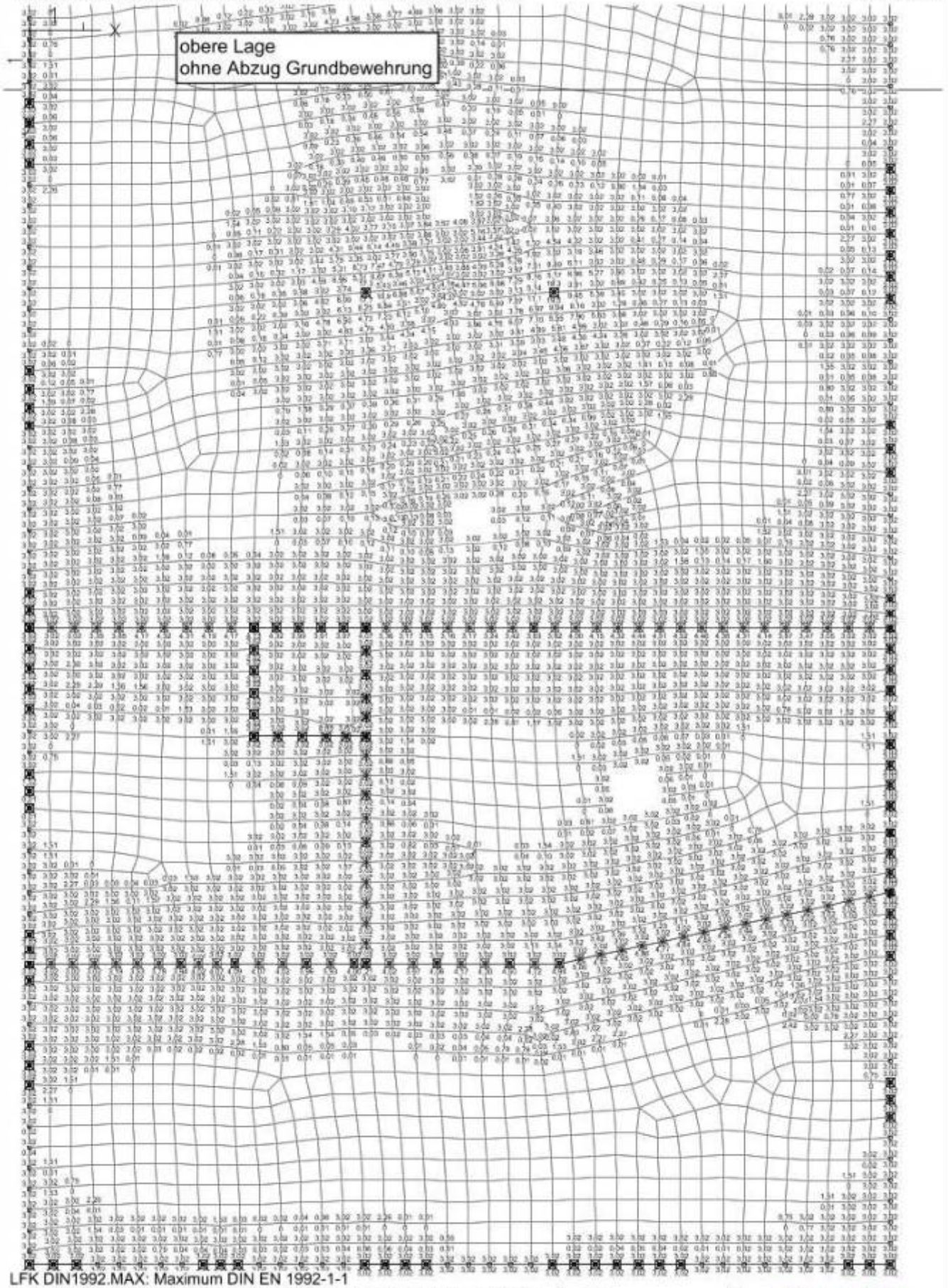
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos.10

Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 1. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 4,4 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/37,90 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Bereich 2

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

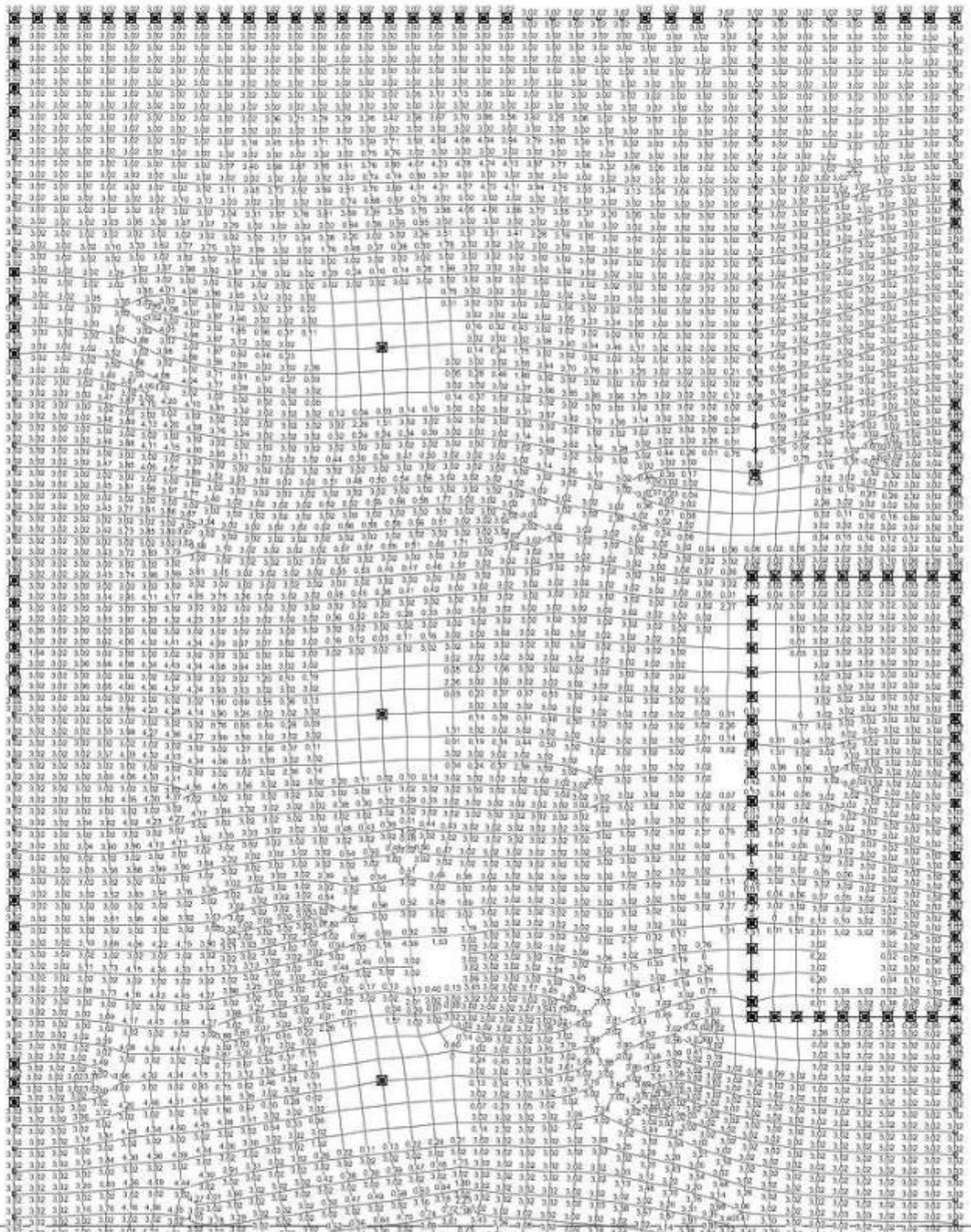
Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.10

Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100

1 x
1 y

untere Lage
ohne Abzug Grundbewehrung

Bereich 1



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 2. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 4,4 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/8,68 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

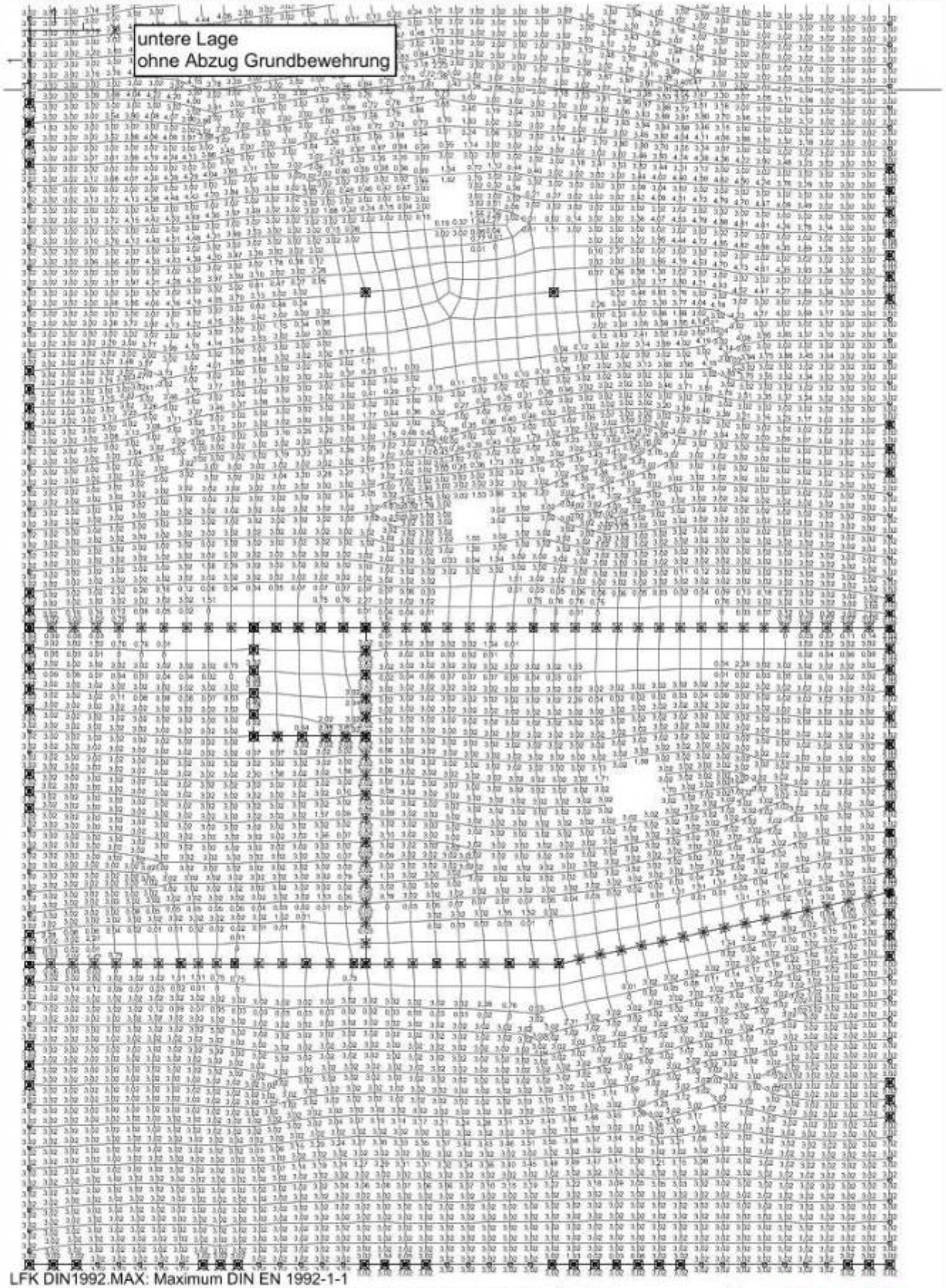
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.10

Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 2. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 4,4 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/8,68 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Bereich 2

Statisch durch Vergleich geprüft

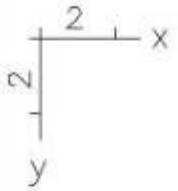
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.10

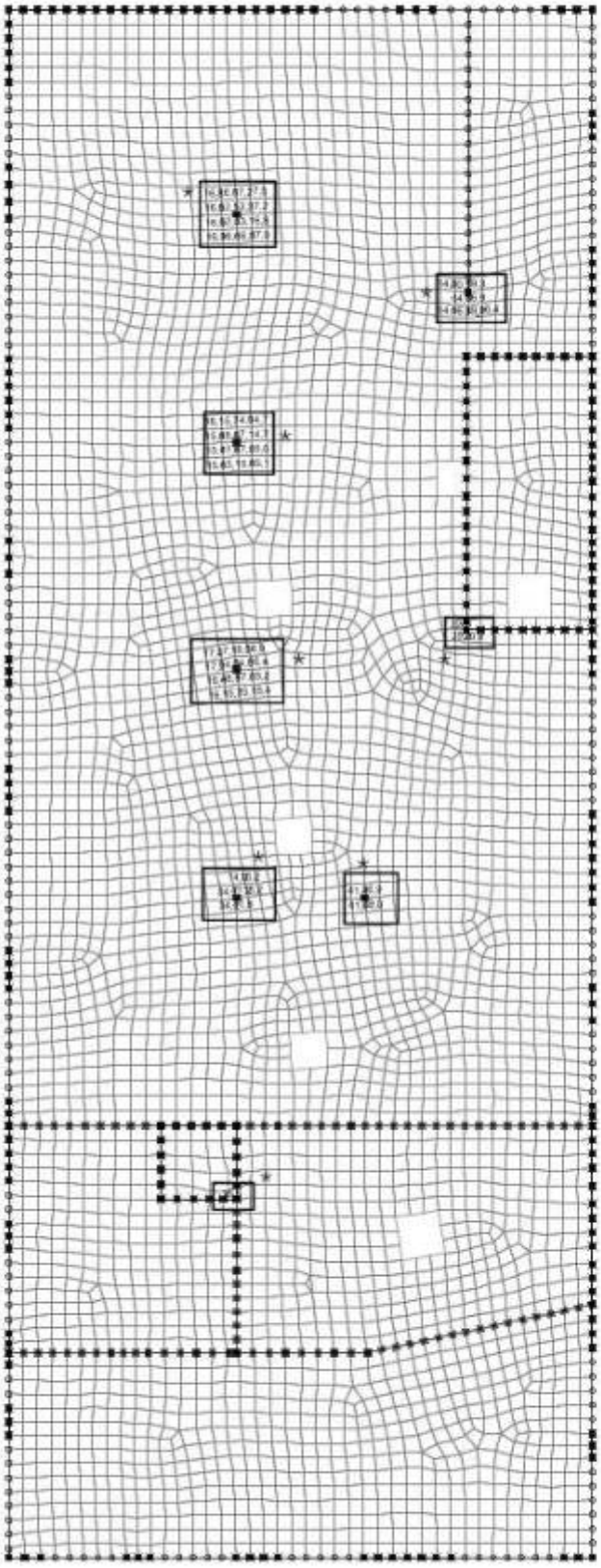
Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M = 1:200



Schubbewehrung

*Abstand zum Auflager < d
=> keine Schubbewehrung notwendig



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/66,86 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

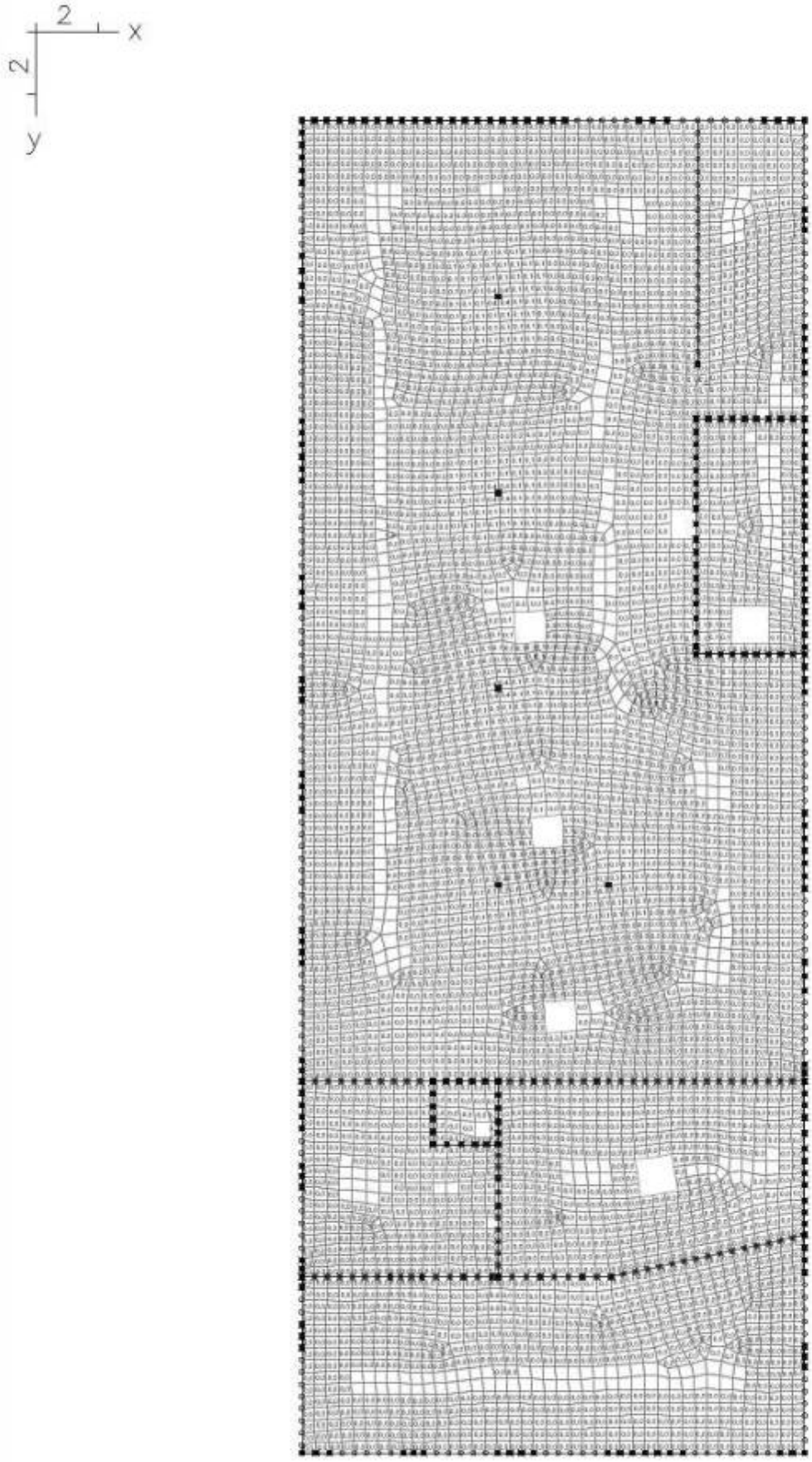
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.10

qr/vRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1 M = 1:200



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
qr/vRd,max [-]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,55 [-]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 1
	S1-S3 2.OG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 701 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rund

Durchmesser	D = 300 mm
Plattendicke	h = 280 mm
Statische Nutzhöhe	d = 245 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}37 \cdot 0{,}37)^{1/2}$ = 0,37 %

A_{sx} = 9,1 cm²/m (~ø20/344 mm); A_{sy} = 9,1 cm²/m (~ø20/344 mm)

Bewehrung muss über den äußeren Rundschnitt "Uout" verankert werden

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

$V_{Ed} / 1{,}4 / f_{yk}$ = 10,0 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,90
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,05
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = \max\{0{,}18/\gamma_c \cdot (0{,}10{,}1 \cdot u_0/d+0{,}6); 0{,}1\}$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c) \cdot \kappa^{3/2} \cdot fck^{1/2}$ = 459,6 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 473,4 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 490 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 4,021 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß \cdot V_{Ed}$ = 771,1 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c} \cdot d \cdot U_{crit}$ = 466,4 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)} \cdot 1{,}96$ = 914,2 kN

$V_{Rd,c,crit}$=466,4kN ≤ $V_{Ed,ß}$=771,1kN ≤ $V_{Rd,max,crit}$=914,2kN

Durchstanzbewehrung erforderlich, gewählt:

8x Schöck BOLE O 14/230-4/A680

Nachweis der Stahltragfähigkeit

$V_{Ed,ß}$=771,1kN ≤ $V_{Rd,sy,crit}=m_c \cdot n_c \cdot A_{s,j} \cdot f_{yd}/\eta$=1025kN

Äußerer Rundschnitt $u_{out\ (ls + 1,5d)}$

Länge des bewehrten Bereiches	ls = 595 mm
Rundschnittslänge	u_{out} = 6,990 m
Lasterhöhungsfaktor	$ß_{red}$ = ß = 1,10
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,out} = ß_{red} \cdot V_{Ed}$ = 771,1 kN
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 459,6 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,out} = v_{Rd,c,out} \cdot d \cdot u_{out}$ = 787,1 kN

$V_{Ed,out}$=771,1kN ≤ $V_{Rd,c,out}$=787,1kN

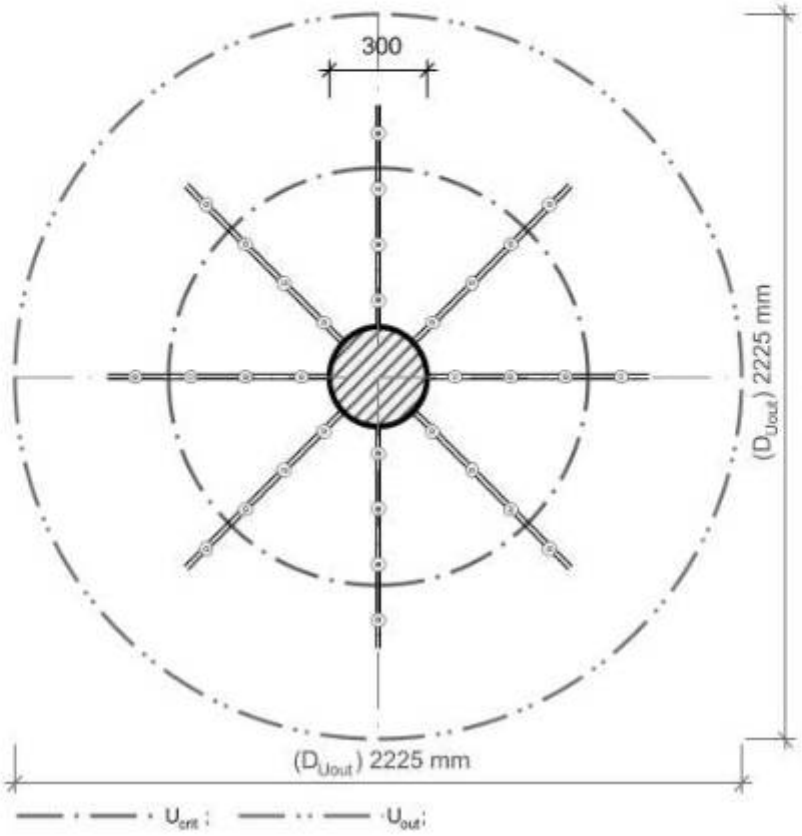
Länge der Durchstanzbewehrung ausreichend

Statisch durch Vergleich geprüft

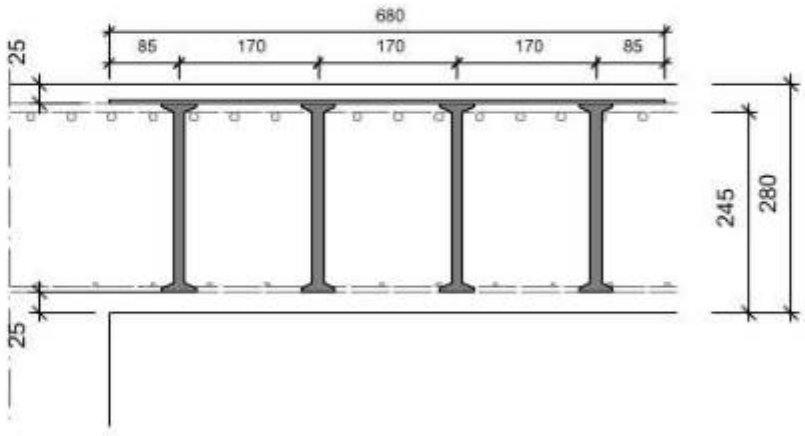
-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 2
	S1-S3 2.OG	Blatt: 2



8x Schöck BOLE O 14/230-4/A680



Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 3
	S4 - S5 2.OG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 516 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rund

Durchmesser	D = 300 mm
Plattendicke	h = 280 mm
Statische Nutzhöhe	d = 245 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}68 \cdot 0{,}68)^{1/2}$ = 0,68 %

A_{sx} = 16,7 cm²/m (~ø20/189 mm); A_{sy} = 16,7 cm²/m (~ø20/189 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

$V_{Ed} / 1{,}4 / f_{yk}$ = 7,4 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,90
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,05
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = \max\{0{,}18/\gamma_c \cdot (0{,}10{,}1 \cdot u_0/d+0{,}6); 0{,}1\}$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c) \cdot \kappa^{3/2} \cdot fck^{1/2}$ = 459,6 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 578,3 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 490 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 4,021 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß \cdot V_{Ed}$ = 567,6 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c} \cdot d \cdot U_{crit}$ = 569,8 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)} \cdot 1{,}96$ = 1116,8 kN

$V_{Ed,ß}$=567,6kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=569,8kN

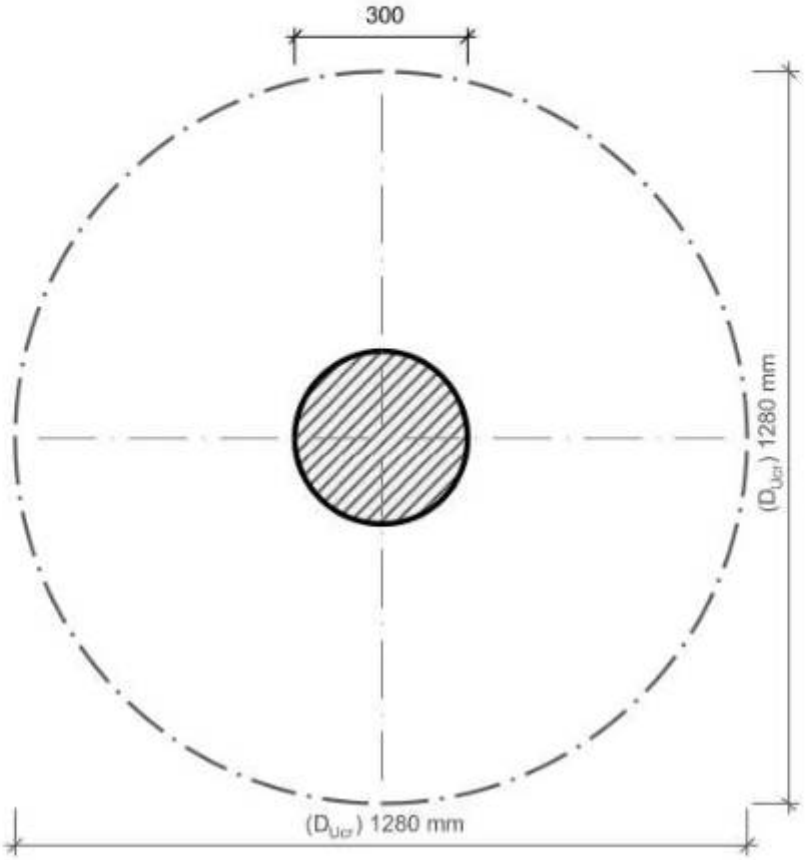
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

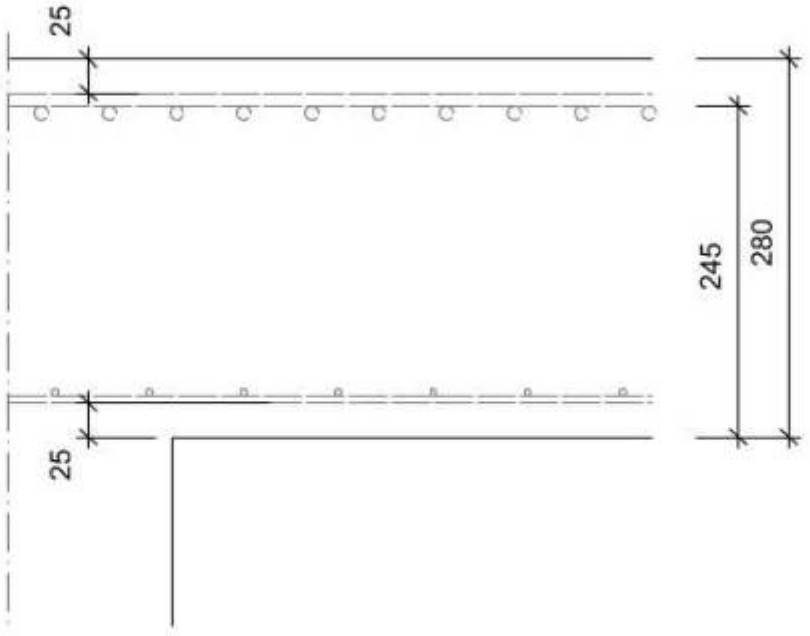
Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 4
	S4 - S5 2.OG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: ...
	4. S6 2.OG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 170 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,35

Abmessung - Wandende

Wandbreite	b = 350 mm
Plattendicke	h = 280 mm
Statische Nutzhöhe	d = 240 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 35; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}19 \cdot 0{,}13)^{1/2}$ = 0,16 %

A_{sx} = 4,6 cm²/m (~ø14/338 mm); A_{sy} = 3,1 cm²/m (~ø14/493 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 2,4 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,91
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,04
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 463,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 463,0 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 480 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 2,558 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 229,5 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 284,2 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 557,1 kN

$V_{Ed,ß}$=229,5kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=284,2kN

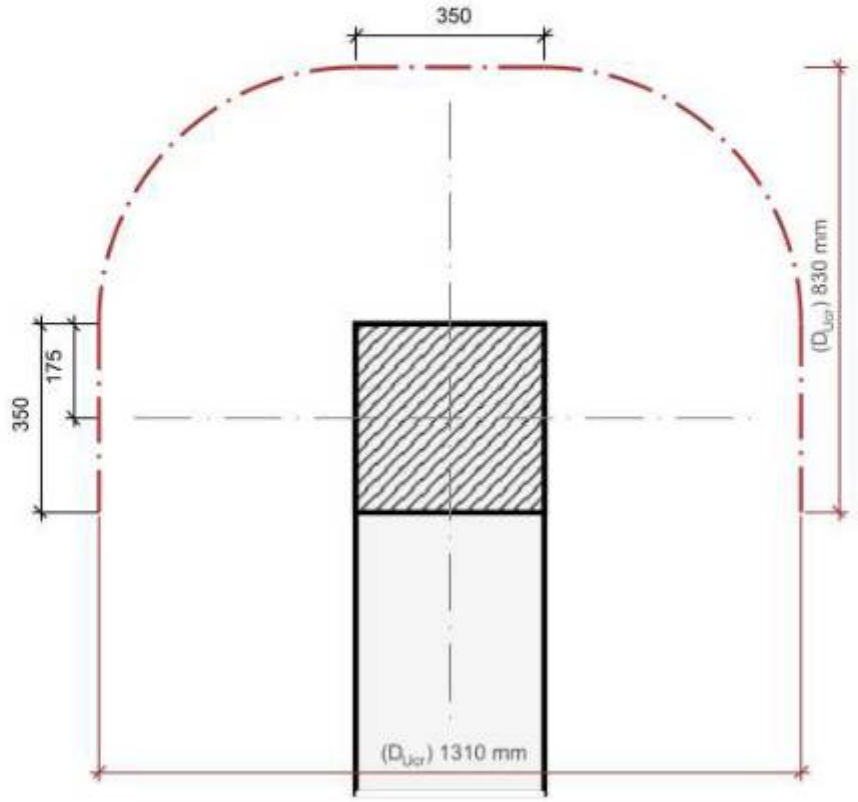
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

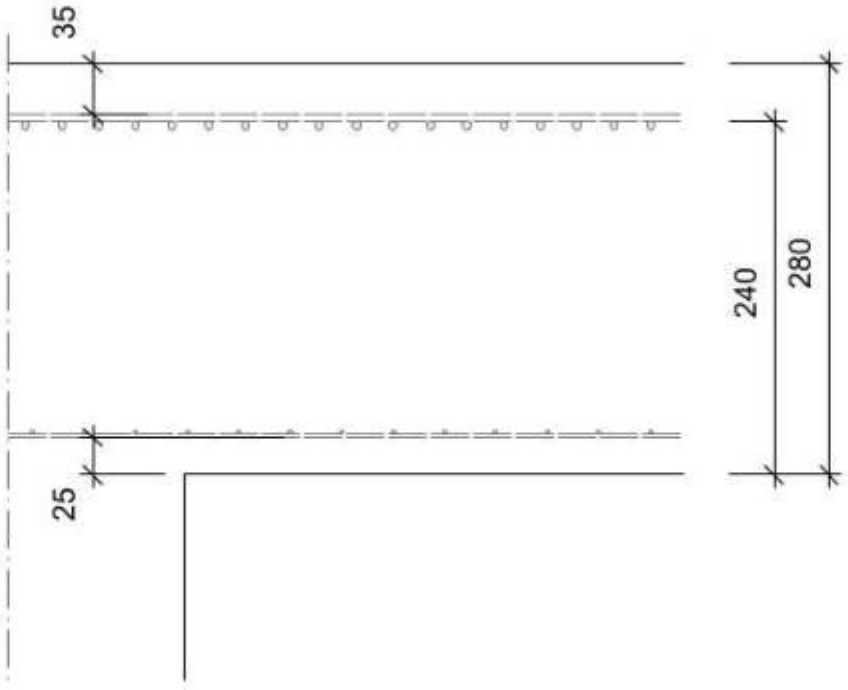
Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 28.11.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: ...
	4. S6 2.OG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 28.11.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 5
	Wandecke W1 2.OG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 227 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,20

Abmessung - Wandeck

Plattendicke	h = 280 mm
Statische Nutzhöhe	d = 245 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(1{,}36 \cdot 1{,}36)^{1/2}$ = 1,36 %

A_{sx} = 33,3 cm²/m (~ø20/94 mm); A_{sy} = 33,3 cm²/m (~ø20/94 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 3,2 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,90
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,05
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 459,6 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 740,0 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 490 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 1,505 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 272,4 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 272,8 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 534,7 kN

$V_{Ed,ß}$=272,4kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=272,8kN

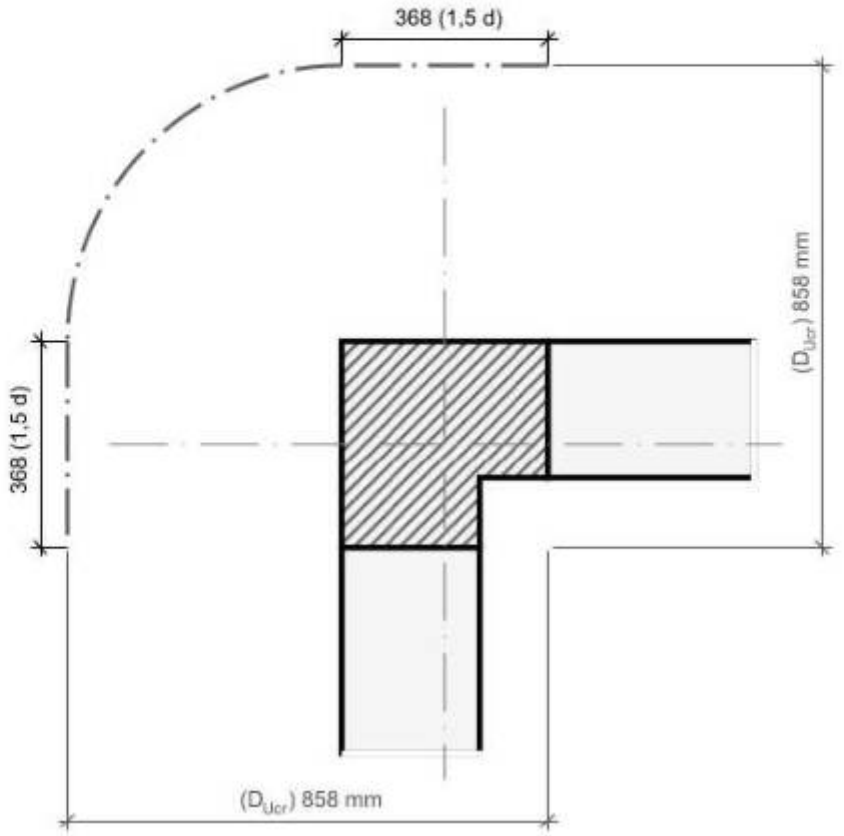
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

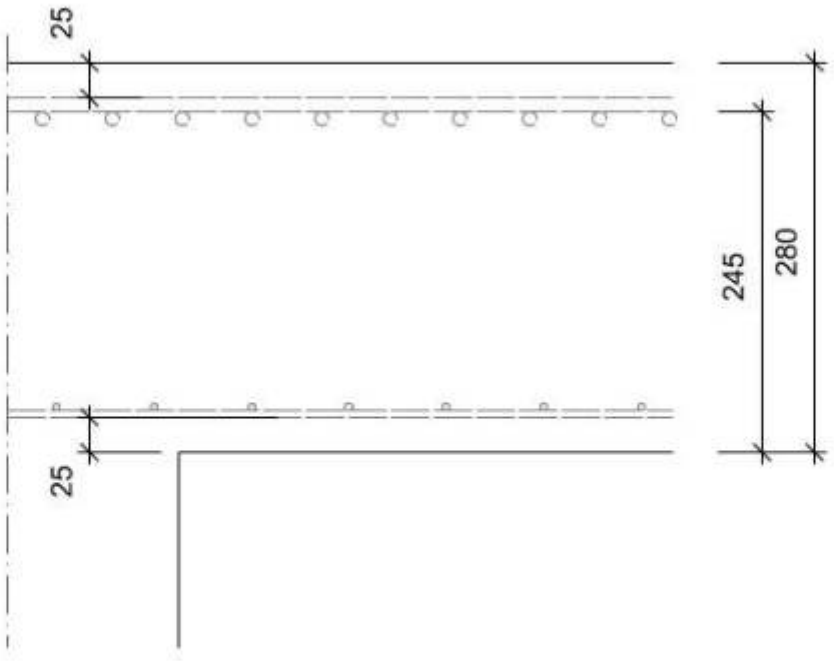
Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 6
	Wandecke W1 2.OG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 7
	Wandecke WA 2.OG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 71 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,20

Abmessung - Wandeck

Plattendicke	h = 280 mm
Statische Nutzhöhe	d = 245 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}13 \cdot 0{,}13)^{1/2}$ = 0,13 %

A_{sx} = 3,2 cm²/m (~ø20/986 mm); A_{sy} = 3,2 cm²/m (~ø20/986 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 1,0 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,90
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,05
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 459,6 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 459,6 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 490 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 1,505 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 85,2 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 169,4 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 332,1 kN

$V_{Ed,ß}$=85,2kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=169,4kN

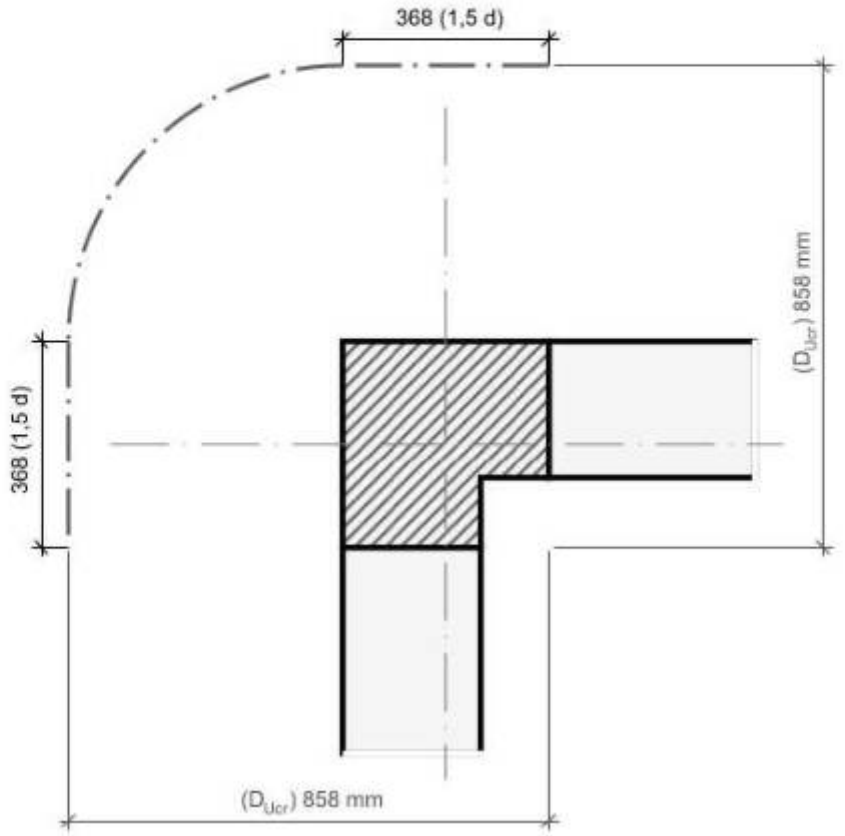
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

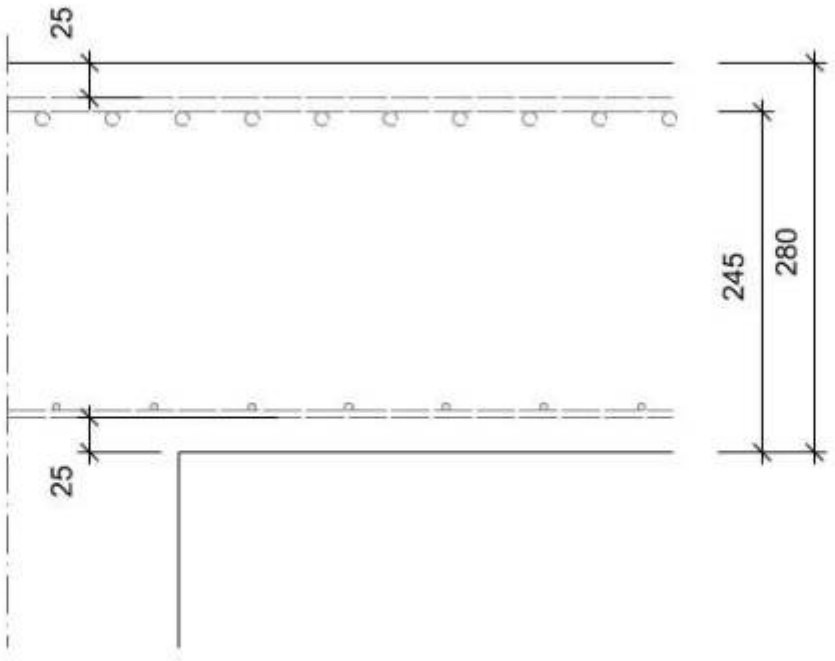
Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 8
	Wandecke WA 2.OG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 10.1-10.20 - Stb.-Unterzug 2.OG

C25/30 XC1 b/h = 24/>80 cm

System
Plattenbalken
Einfeldträger
l= <3,85 m

Brandschutz:

Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90
$d_{1,erf} \geq 4{,}50$ cm $\Rightarrow$ **$d_{1,vorh}$=4,50 cm**
mit c_{nom}= 3,00 cm

Bemessung:

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Infograph

Statisch durch
Vergleich geprüft

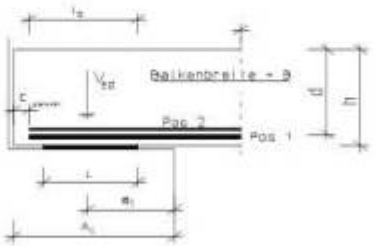
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Verankerung am Endauflager:



Geometrie Endauflager

Auflagertiefe A_l =			0,24 m
Balkenbreite B =			0,24 m
Lagerlänge L =			0,24 m
Exzentrizität a_1 =	0,24/2	=	0,12 m
stat.Höhe d =	0,80-0,054	=	0,75 m
c_{nom} =			30 mm

Material
Beton C25/30

f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Verbundfestigkeit f_{bd} =			2,70 N/mm²

Betonstahl B500

f_{yd} =	435 N/mm²

Belastung + Bewehrung (aus Trägerbemessung)

V_{Ed} =	0,113 MN
Feldbew. A_{sl} =	3,40 cm²

Verankerung am Endauflager

zu verankernde Zugkraft F_{Ed} am Auflager nach EC2-1-1-, 9.2.1.4

a) Ermittlung des Versatzmaßes a_l:

cotΘ = **1,20**

Neigung der Bügel zur Bauteilachse (hier $\alpha = 90°$)

cotα =			0,0
z =	0,9 * d	=	0,675 m
Versatzmaß a_l =	0,5 * z * (cotΘ - cotα)	=	0,405 m

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

b) zu verankernde Zugkraft F_{Ed}

N_{Ed} = 0,0 kN

F_{Ed} = MAX(ABS(V_{Ed}) * a_l / z + N_{Ed}; ABS(V_{Ed}) / 2) * 10^3 = **67,8 kN**

zugehörige erforderliche Bewehrung

$A_{s,erf,FEd}$ = F_{Ed} * 10 / f_{yd} = 1,56 cm²

mind. 25% der (erforderlichen) Feldbewehrung verankern

$A_{s,erf,min}$ = 0,25 * A_{sl} = 0,85 cm²

⇒ $A_{s,erf}$ = MAX($A_{s,erf,min}$; $A_{s,erf,FEd}$) = **1,56 cm²**

Über das Auflager geführte Biegebewehrung des Stb.-Balkens:

Stabdurchm. d_s = GEW("EC2_de/As"; ds;) = 12 mm

$A_{s,gew}$ = GEW("ec2_de/As"; Bez; ds=d_s; As≥$A_{s,erf}$) = 3 Ø 12

$A_{s,vorh}$ = TAB("ec2_de/As"; As; Bez=$A_{s,gew}$) = 3,39 cm²

$A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$ = **0,46 ≤ 1**

Ermittlung der Verankerungslängen

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 = **1,0**

Beiwert η_2 = WENN (d_s ≤ 32;1,0; (132-d_s) / 100) = 1,0

Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ = (d_s / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) = 483 mm

Beiwerte Verankerung (siehe EC2-1-1, Bild (8.1))

α_1 = 1,0

α_2 = 1,0

Mindestverankerungslänge, wenn keine andere Begrenzung gilt:

$l_{b,min}$ = MAX(0,3 * α_1 * $l_{b,rqd}$; 10 * d_s) = 145 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

l_{bd} = MAX(2/3*α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$) = 148 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ = MAX(l_{bd}; 6,7 * d_s) = **148 mm**

aus der Geometrie maximal vorhandene Verankerungslänge:

$l_{bd,max}$ = (A_l -a_1 + L/2) * 10^3 -c_{nom} = 210 mm

$l_{bd,dir}$ / $l_{bd,max}$ = **0,70 < 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Gurtanschluss:

Die Nachweise werden für die max. auftretenden Momente geführt

Druckgurtanschluss

Balkenbreite b_w =			0,24 m
Spannweite l_2 =			3,85 m
Spannweite Momentennullpunkt l_0 =	$1{,}00*l_2$	=	3,85 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0{,}2*b_w+0{,}1*l_0;0{,}2*l_0;b_w)$	=	0,24 m
Mitwirkende Breite b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	0,72 m
f_{cd} =	$0{,}85/1{,}5*25$	=	14,17 N/mm²
Plattenstärke h_f =			0,28 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$beff,i*h_f$	=	0,07 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$beff*h_f$	=	0,20 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	$3/4*108{,}0$	=	81,0 kNm
Betrachtetr Abschnitt Δx =	$1/4*l_2$	=	1,0 m
z =	$0{,}9*(0{,}80-0{,}054)$	=	0,67 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	42,3 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0{,}75*f_{cd}/(1{,}2+1/1{,}2)*10\text{^}3$	=	1463 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

Erf. Anschlussbewehrung (Im Feld)

a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1{,}2)*10$	=	0,81 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**0,41 cm²/m**

Grundbewehrung ausreichend

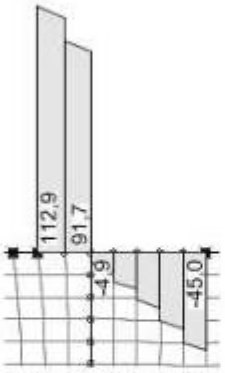
Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos.10

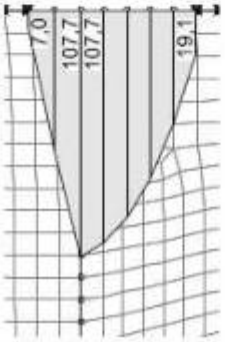
M = 1:

Pos. 10.1-10.20
UZ b/h=24/>80 cm

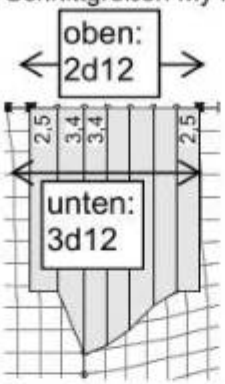
Schnittgrößen



Schnittgrößen Qz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



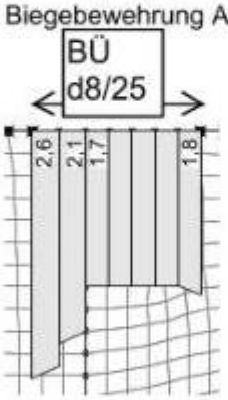
Schnittgrößen My max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



Pos. 10.1-10.20
UZ b/h=24/>80 cm

Bewhrung

Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1

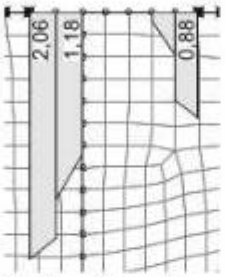


Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Statisch durch
Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:



Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 10.25 - Stb.-Unterzug 2.OG

C25/30 XC1 b/h = 35/65 cm

System
Plattenbalken
Einfeldträger
l= 8,10 m

Brandschutz:

Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90
$d_{1,erf} \geq 4{,}50$ cm $\Rightarrow$ **$d_{1,vorh}$=4,50 cm**
mit c_{nom}= 3,00 cm

Bemessung:

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Infograph

Statisch durch
Vergleich geprüft

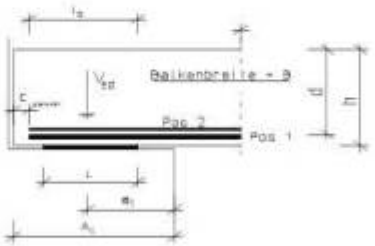
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Verankerung am Endauflager:



Geometrie Endauflager

Auflagertiefe A_l =			0,24 m
Balkenbreite B =			0,35 m
Lagerlänge L =			0,24 m
Exzentrizität a_1 =	0,24/2	=	0,12 m
stat.Höhe d =	0,65-0,054	=	0,60 m
c_{nom} =			30 mm

Material
Beton C25/30

f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Verbundfestigkeit f_{bd} =			2,70 N/mm²

Betonstahl B500

f_{yd} =	435 N/mm²

Belastung + Bewehrung (aus Trägerbemessung)

V_{Ed} =	0,100 MN
Feldbew. A_{sl} =	6,94 cm²

Verankerung am Endauflager

zu verankernde Zugkraft F_{Ed} am Auflager nach EC2-1-1-, 9.2.1.4

a) Ermittlung des Versatzmaßes a_l:

cotΘ =			**1,20**
Neigung der Bügel zur Bauteilachse (hier α = 90°)			
cotα =			0,0
z =	0,9 * d	=	0,540 m
Versatzmaß a_l =	0,5 * z * (cotΘ - cotα)	=	0,324 m

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

b) zu verankernde Zugkraft F_{Ed}

N_{Ed} = 0,0 kN

F_{Ed} = MAX(ABS(V_{Ed}) * a_l / z + N_{Ed}; ABS(V_{Ed}) / 2) * 10^3 = **60,0 kN**

zugehörige erforderliche Bewehrung

$A_{s,erf,FEd}$ = F_{Ed} * 10 / f_{yd} = 1,38 cm²

mind. 25% der (erforderlichen) Feldbewehrung verankern

$A_{s,erf,min}$ = 0,25 * A_{sl} = 1,74 cm²

⇒ $A_{s,erf}$ = MAX($A_{s,erf,min}$; $A_{s,erf,FEd}$) = **1,74 cm²**

Über das Auflager geführte Biegebewehrung des Stb.-Balkens:

Stabdurchm. d_s =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	16 mm
$A_{s,gew}$ =	GEW("ec2_de/As"; Bez; ds=d_s; As≥$A_{s,erf}$)	=	4 Ø 16
$A_{s,vorh}$ =	TAB("ec2_de/As"; As; Bez=$A_{s,gew}$)	=	8,04 cm²
$A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$		=	**0,22 ≤ 1**

Ermittlung der Verankerungslängen

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 = **1,0**

Beiwert η_2 = WENN (d_s ≤ 32;1,0; (132-d_s) / 100) = 1,0

Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ = (d_s / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) = 644 mm

Beiwerte Verankerung (siehe EC2-1-1, Bild (8.1))

α_1 = 1,0

α_2 = 1,0

Mindestverankerungslänge, wenn keine andere Begrenzung gilt:

$l_{b,min}$ = MAX(0,3 * α_1 * $l_{b,rqd}$; 10 * d_s) = 193 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

l_{bd} = MAX(2/3*α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$) = 193 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ = MAX(l_{bd}; 6,7 * d_s) = **193 mm**

aus der Geometrie maximal vorhandene Verankerungslänge:

$l_{bd,max}$ = (A_l -a_1 + L/2) * 10^3 -c_{nom} = 210 mm

$l_{bd,dir}$ / $l_{bd,max}$ = **0,92 < 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Gurtanschluss:

Die Nachweise werden für die max. auftretenden Momente geführt

Druckgurtanschluss

Balkenbreite b_w =			0,35 m
Spannweite l_2 =			8,10 m
Spannweite Momentennullpunkt l_0 =	$1{,}00*l_2$	=	8,10 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0{,}2*b_w+0{,}1*l_0;0{,}2*l_0;b_w)$	=	0,35 m
Mitwirkende Breite b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	1,05 m
f_{cd} =	$0{,}85/1{,}5*25$	=	14,17 N/mm²
Plattenstärke h_f =			0,28 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$beff,i*h_f$	=	0,10 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$beff*h_f$	=	0,29 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	$3/4*193{,}0$	=	144,8 kNm
Betrachtetr Abschnitt Δx =	$1/4*l_2$	=	2,0 m
z =	$0{,}9*(0{,}65-0{,}054)$	=	0,54 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	92,5 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0{,}75*f_{cd}/(1{,}2+1/1{,}2)*10\text{^}3$	=	2927 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

Erf. Anschlussbewehrung (Im Feld)

a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1{,}2)*10$	=	0,89 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**0,45 cm²/m**

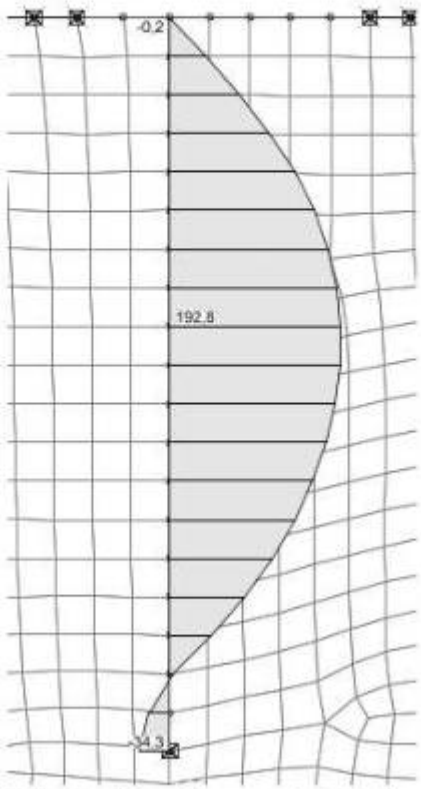
Grundbewehrung ausreichend

Statisch durch
Vergleich geprüft

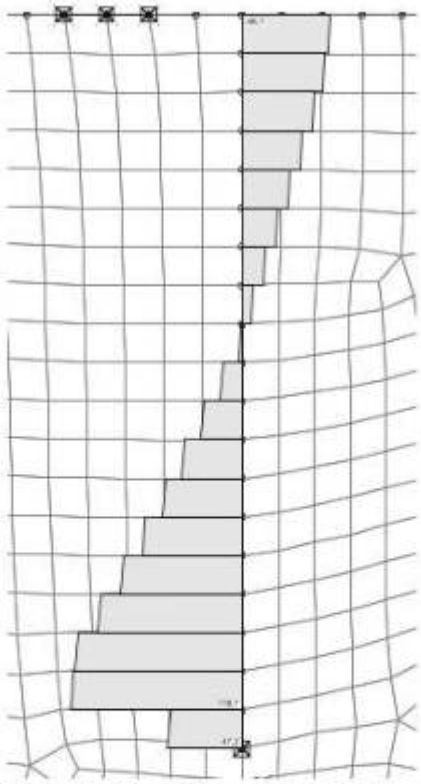
M = 1:

Pos. 10.25
UZ b/h=35/65 cm

Schnittgrößen



Schnittgrößen My max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



Schnittgrößen Qz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

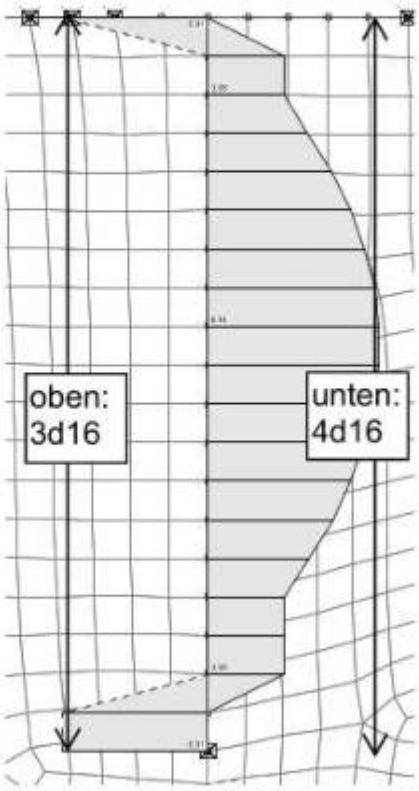
Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos.10

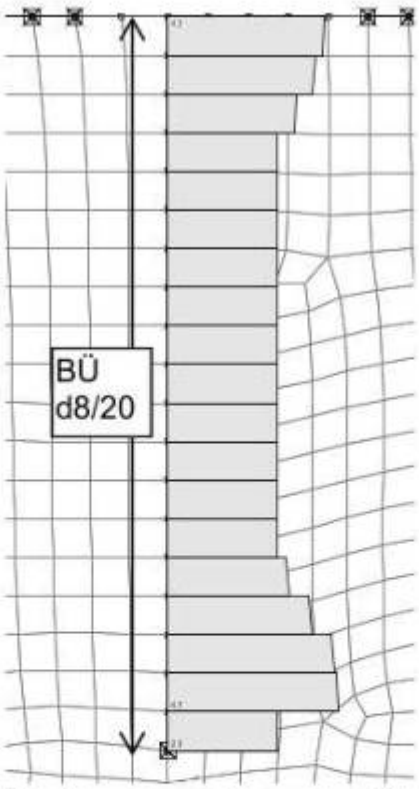
M = 1:

Pos. 10.25
UZ b/h=35/65 cm

Bewehrung



Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1

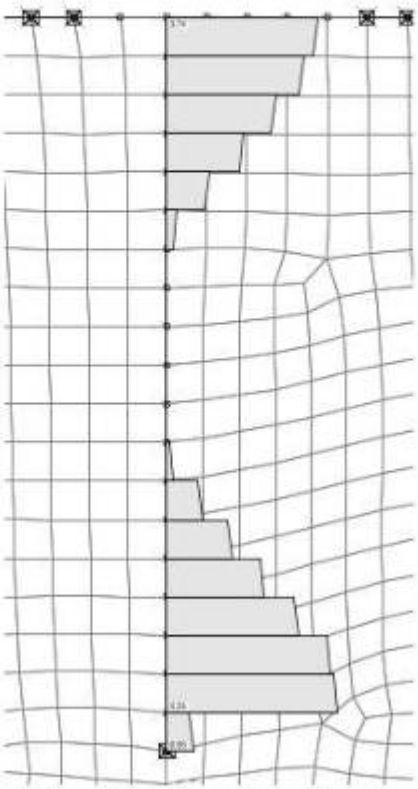


Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Statisch durch
Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:



Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 12 - Stb.-Attika als Überzug 2.OG

C25/30 XC3 b/h= 20/60 cm

System

Kragarm (vertikal)

l = 0,6+0,28/2 = 0,7 m

Belastung:

Nutzlast

Verkehr

Holmlast q_k= 0,5 kN/m

Wind

$c_{pe,net}$ = 3,40

$q_{b,0}$= 0,39 kN/m²

für φ = 1

q_p = $1,7 * q_{b,0} * (12,9 / 10)^{0,37}$ = 0,73 kN/m²

Windlast w_k = $c_{pe,net} * q_p$ = 2,48 kN/m²

Schnittgrößen

Moment M_{sd} =	$1,5*q_k* l + 1,5* w_k *l²/2$	=	1,44 kNm/m
Querkraft Q_d =	$1,5 * (q_k + l * w_k)$	=	3,35 kN/m
N_d =	1,35 * (0,20 * 25 +1,00) * 0,60	=	4,86 kN/m

Bemessung:

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:

aus Bemessungsproamm Frilo

As,u = 2xØ14 = 3,08/cm²

As,o = 2xØ14 = 3,08 cm²

as,b = Ø8/12,5 cm

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 2.OG Pos. 12 - Attika

Stahlbetonbemessung (x64) B2 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)
Tragfähigkeit am Stahlbetonquerschnitt

Norm: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 + EN 1992-1-1:2004/A1:2014
GZT: ständige/vorübergehende Bemessungssituation
MATERIAL

Längsbewehrung	B500A	γs =	1.150	fyd =	434.8 N/mm2
		k =	1.050	εuk =	25.0 o/oo
Bügelbewehrung=Längsbewehrung					
Beton	C30/37	γc =	1.50	fcd =	17.00 N/mm2
		αcc =	0.85	Ecm =	33000 N/mm2

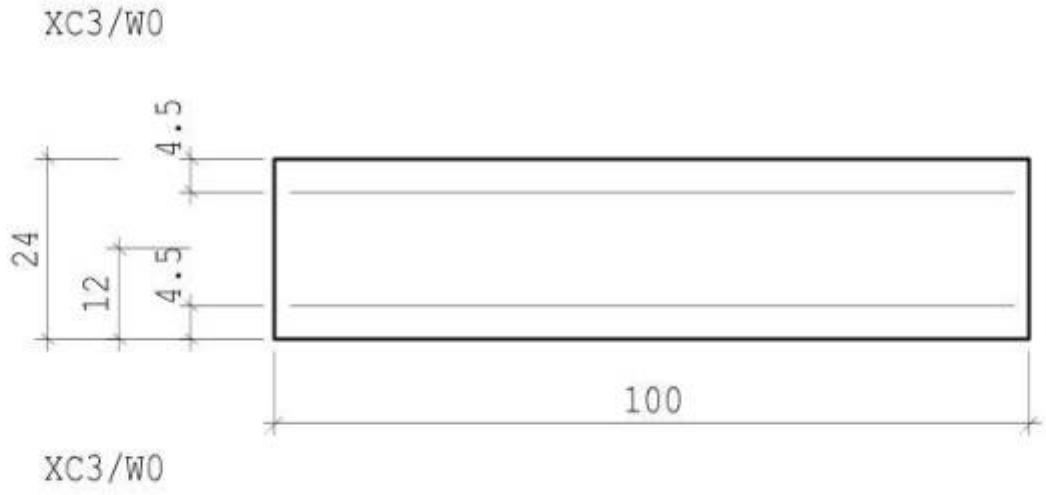
QUERSCHNITT

Rechteck	b =	100.0 cm	h =	24.0 cm	
Bewehrung	dob =	4.5 cm	dun =	4.5 cm	

Bruttoquerschnittswerte
zu = 12.0 cm Ac = 0.2400 m2 Ic =0.00115200 m

Druckkräfte und Druckspannungen sind negativ soweit im Nachweis nicht anders definiert

Maßstab 1 : 10



BIEGEBEMESSUNG	kd- Verfahren (x/d < 0.450)				
Nxd =	-4.86 kN	Myd =	1.44 kNm		
ε1 =	-2.00 o/oo	ε2s =	-2.00 o/oo		
x/d =	5128.21	z/d =	0.62	kd =	14.52
erforderlich:		Asu =	3.17 cm2	Aso =	1.80 cm2
		μ =	0.21 % (MinBg)		

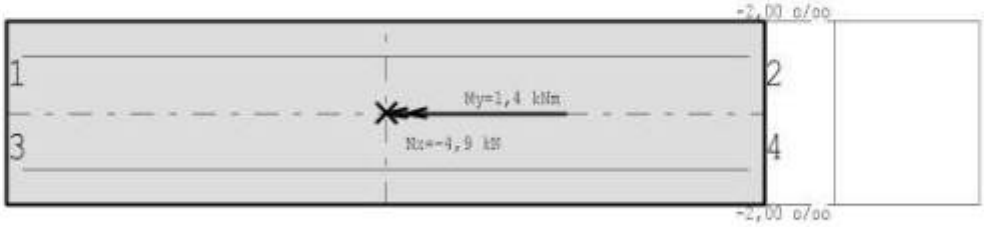
Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 2.OG Pos. 12 - Attika

Maßstab 1 : 10

XC3/W0



XC3/W0

SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT									
Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse									
VEd	=	3.35	kN	z/d	=	0.615			
CRd,c	=	0.10		k1	=	0.12	σcp =	0.02	N/mm2
kvmin	=	0.035		vmin	=	0.54			
k	=	2.00		VRd,c	=	0.47	kN (6.2a)		
Asz	=	0.00	cm2	VRd,c	=	106.21	kN (6.2b)	maßgebend	
VRd,cc	=	89.36	kN	σcd	=	0.02	N/mm2		
cot Θ	=	3.00	(18.43 Grd.)						
v1	=	0.750		αcw	=	1.00			
VRdmax	=	459.00	kN	aswV	=	0.00	cm2/m		
sl,max	=	16.80	cm	aswMin	=	7.72	cm2/m	maßgebend	

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S1-S6 Stb.Rundstütze 2.OG

C25/30 XC1 d= 30 cm

System:
Pendelstütze h=3,65 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
aus Pos. 10

G_k= 482,20 kN
Q_k= 48,00 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
gewählt:
$A_{s,l}$ = 6x∅14 =9,2 cm²
$a_{s,b}$= ∅8/15cm

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Kreis, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

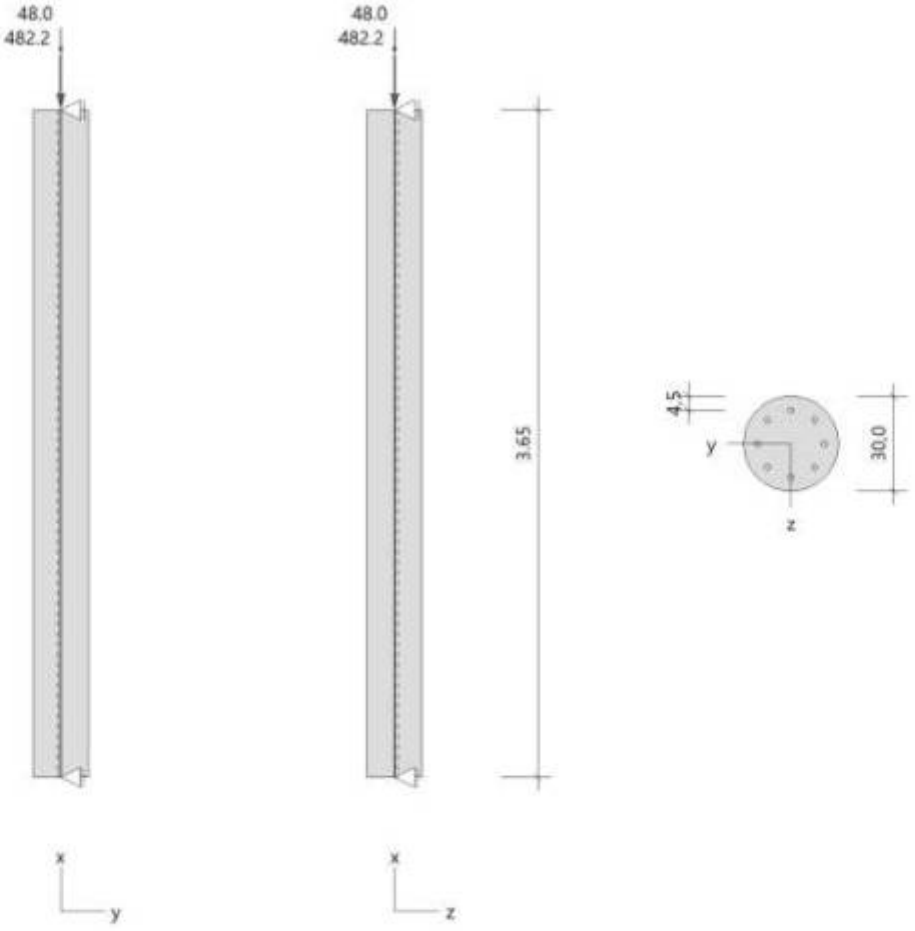
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	= 2.76		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	= 3.65	m
Querschnitt	d	= 30.0	cm
	d_1	= 4.5	cm
Bewehrungsanordnung (kalt)		umfangsverteilt	
Bewehrungsanordnung (Brand)		wie Bewehrungsbild	

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		482.2							ständig		
2	Stützenkopf		48.0							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		6.5							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 12,48 in y- / 12,48 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 482,2 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 48,0 kN (Kat. A)	**1.50**			**1.50**

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.65	3.65	48.7	48.7	25.0	25.0	0.9	0.9	2.758	0.757

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-731.6	0.00	0.00	0.36	2.5[1]	Querschnitt
	3.04	-731.7	5.38	-5.38	0.36	2.5[1]	
	2.43	-731.7	9.36	-9.36	0.36	2.5[1]	
	1.83	-731.7	10.60	-10.60	0.36	2.5[1]	
	1.22	-731.7	9.36	-9.36	0.36	2.5[1]	
	0.61	-731.6	5.38	-5.38	0.36	2.5[1]	
	0.00	-731.6	0.00	0.00	0.36	2.5[1]	Statisch durch

1 : Mindestlängsbewehrung nach EN 1992-1-1, 9.5.2 (2)

Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.02	0.00	0.02	0.00	3
Fußpunkt	0.00	488.7	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		731.7	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		659.7	0.0	0.00	0.0	0.00	3

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	2.5

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 482,2 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 48,0 kN (Kat. A)	**1.00**	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-536.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-536.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-536.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-536.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-536.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-536.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-536.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-536.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-536.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-536.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-536.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-536.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-536.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-536.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-536.7	0.00	0.00	0.00	-0.381	-76.14	400.00	0.00
1	3.04	-536.7	0.00	0.00	0.00	-0.381	-76.14	400.00	0.00
1	2.43	-536.7	0.00	0.00	0.00	-0.381	-76.14	400.00	0.00
1	1.83	-536.7	0.00	0.00	0.00	-0.381	-76.14	400.00	0.00
1	1.22	-536.7	0.00	0.00	0.00	-0.381	-76.14	400.00	0.00
1	0.61	-536.7	0.00	0.00	0.00	-0.381	-76.14	400.00	0.00
1	0.00	-536.7	0.00	0.00	0.00	-0.381	-76.14	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 2.OG S1-S6 - Stb.-Rundstütze

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	3.65	-536.7	0.00	0.00	0.00	-0.381	-76.14	400.00	0.00
1	3.04	-536.7	0.00	0.00	0.00	-0.381	-76.14	400.00	0.00
1	2.43	-536.7	0.00	0.00	0.00	-0.381	-76.14	400.00	0.00
1	1.83	-536.7	0.00	0.00	0.00	-0.381	-76.14	400.00	0.00
1	1.22	-536.7	0.00	0.00	0.00	-0.381	-76.14	400.00	0.00
1	0.61	-536.7	0.00	0.00	0.00	-0.381	-76.14	400.00	0.00
1	0.00	-536.7	0.00	0.00	0.00	-0.381	-76.14	400.00	0.00

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 482,2 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 48,0 kN (Kat. A)	0.30	

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.65	-503.1	0.00	0.00	-0.354	-10.99	-11.25	1.00		0.98
1	3.04	-503.1	0.00	0.00	-0.354	-10.99	-11.25	1.00		0.98
1	2.43	-503.1	0.00	0.00	-0.354	-10.99	-11.25	1.00		0.98
1	1.83	-503.1	0.00	0.00	-0.354	-10.99	-11.25	1.00		0.98
1	1.22	-503.1	0.00	0.00	-0.354	-10.99	-11.25	1.00		0.98
1	0.61	-503.1	0.00	0.00	-0.354	-10.99	-11.25	1.00		0.98
1	0.00	-503.1	0.00	0.00	-0.354	-10.99	-11.25	1.00		0.98

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,30*L2

$A_{s,kalt}$ = 2.5 cm² $\quad R(A_{s,kalt})$ = 90 min
N_{Ed} = -503.1 kN $\quad \mu_{fi}$ = 0.685
N_{Rd} = -734.6 kN
M_{Ryd} = 21.06 kNm $\quad M_{Rzd}$ = -21.06 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 2.5 cm².

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	= $A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 2.52*43.48/(706.86*1.42)	= 0.11
b'	= $\varnothing_{col}$		= 300.0 mm
a_{cc}	= Abminderungsfaktor		= 0.85
$l_{0,fi,max}$	= Ersatzlänge; 2m ≤ $l_{0,fi,max}$ ≤ 6 m		= 3.65 m
$R_{\eta fi}$	= 83*[1.00 - μ_{fi}*(1 + ω) / ((.85/α_{cc})+ ω]	= 83*[1.00-0.68*(1+0.11)/((.85/0.85)+0.11)]	= 26.2
R_a	= 1.60(a-30)	= 1.60*(45-30)	= 24.0 mm
R_l	= 9.60(5 - $l_{0,fi}$)	= 9.60*(5-3.65)	= 12.96 m
R_b	= 0.09*b'	= 0.09*300.00	= 27.0 mm
R_n	= mindestens 6 Stäbe vorhanden		= 12
R	= 120*[$R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n$)/120]$^{1.8}$	= 120*[(26.2+24.0+12.96+27.00+12)/120]$^{1.8}$	= 89.8 min

Stützenlänge	l = 3.65 m	≤	l_{max} = 5.00 m	η = 0.73	✓	Statisch durch
Achsabstand	a = 4.5 cm	≤	a_{max} = 8.0 cm	η = 0.56	✓	Vergleich geprüft
Verhältnis	A_s/A_c = 0.004	<	$A_s/A_{c,max}$ = 0.04	η = 0.09	✓	
$\varnothing_{col}$	b' = 300 mm	≤	b'_{max} = 450 mm	η = 0.67	✓	
Branddauer	R = 89.8 min	≥	R_{min} = 90 min	η = 1.00	✓	

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 11 - Stb.-Sturz 2.OG

C25/30 XC1 b/h = 24/40 cm

System
Einfeldträger
l_1= 2,00 m

Belastung:
aus Decke 2.OG Pos.10:
ständig:
ständige Last g_k = (0,28*25+2,75)*12,50/2 = 60,94 kN/m
veränderlich:
Nutzlast Geschossdecke = 5,00 *12,50/2 = 31,25 kN/m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90
$d_{1,erf} \geq 4{,}50$ cm $\Rightarrow$ **$d_{1,vorh}$=4,50 cm**
mit c_{nom}= 3,00 cm

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Mehrfeldträger Stahlbeton (x64) BTM+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

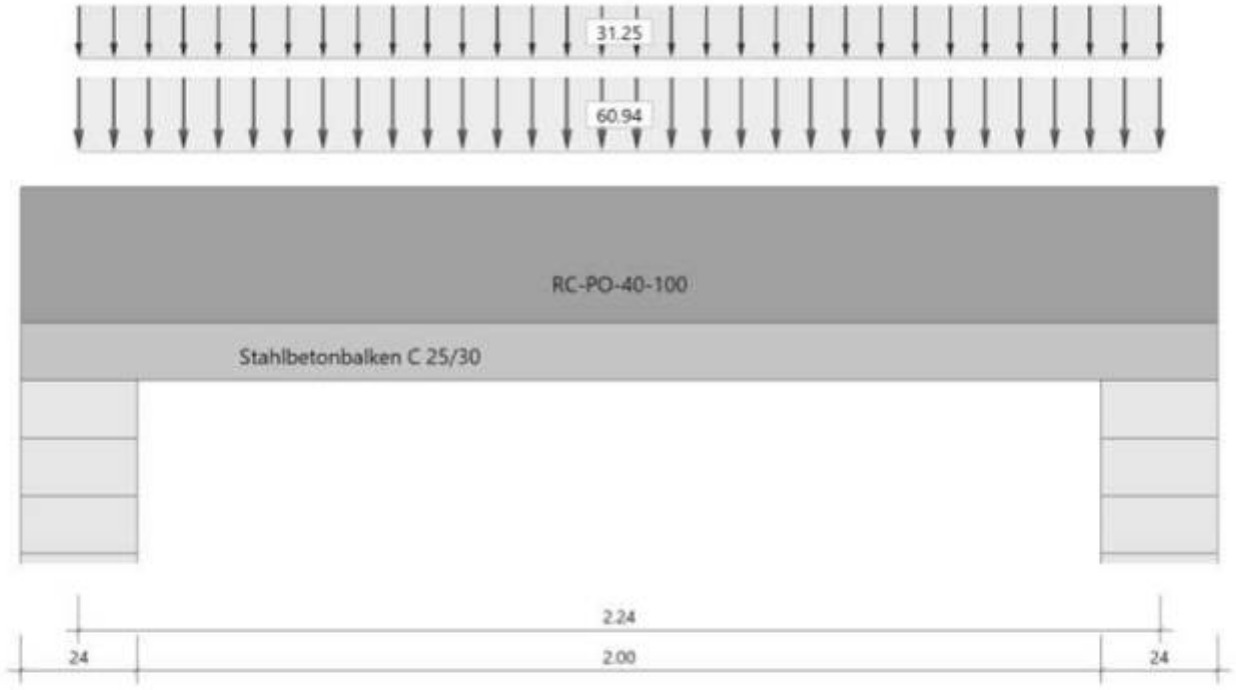
Grundparameter

Stahlbetonbalken E = 31000 N/mm²

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

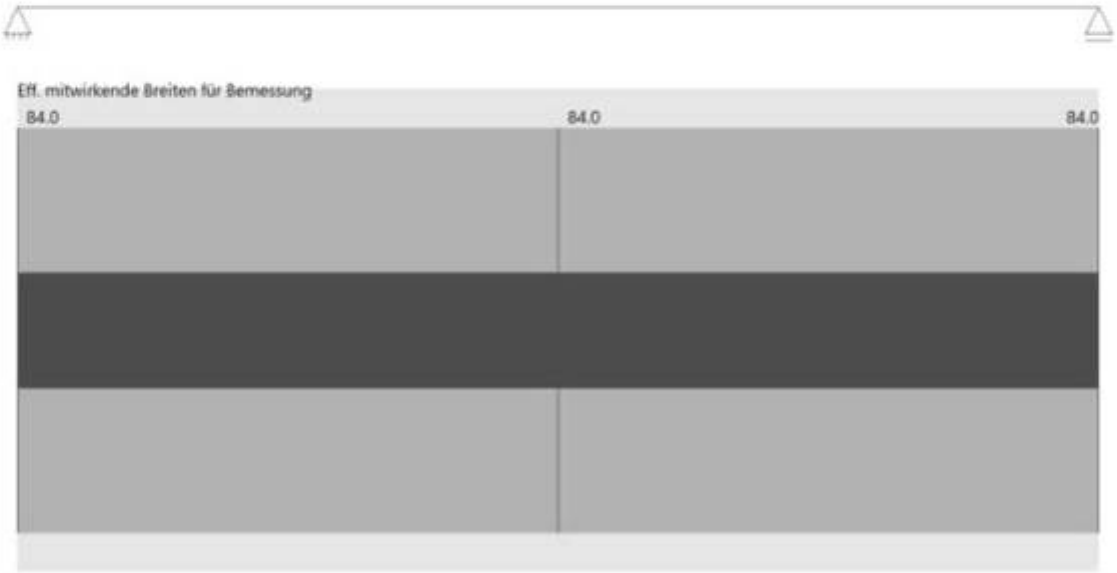
Systembild



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Eff. mitwirkende Breiten



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm} =	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s =	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk} =	25.0	°/₀₀ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Platte oben	100.0	28.0	24.0	40.0		

Querschnitte mit eff.mitwirkender Breite

x [m]	bo [cm]	ho [cm]	b0 [cm]	h0 [cm]	bu [cm]	hu [cm]	min Asu [cm²]	min Aso [cm²]
0.00	84.0	28.0	24.0	40.0			1.8	2.3
2.24	84.0	28.0	24.0	40.0			1.8	2.3

Die jeweiligen Plattenbreiten (unten bzw. oben) wurden für die Berechnung der Mindestbewehrung (min Asu bzw. min Aso) auf 3*b0 begrenzt.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.24	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		2.24		60.94		Nein	ständig		
	2	GL		2.24		31.25		Ja	Kat. C		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 1729 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{FI} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$ =	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$ =	12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev} =	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$ =	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$ =	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$ =	12	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$ =	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$ =	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max} =	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	h_0 =	22.2	cm	
Luftfeuchte	LU =	50	%	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck} =	25	N/mm2	
Belastungsalter	t_0 =	28	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t)$ =	2.59		
Schwindmaß	$\varepsilon_{cs}(t)$ =	-0.46	‰	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Betondeckung

Betondeckung	unten	= 3.0 cm	oben	= 3.0 cm
	links	= 3.0 cm	rechts	= 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten	= 4.5 cm	oben	= 4.5 cm

Abminderung der Stützmomente <= 15 %

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze kx < .45 wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal cot(Theta)/2.

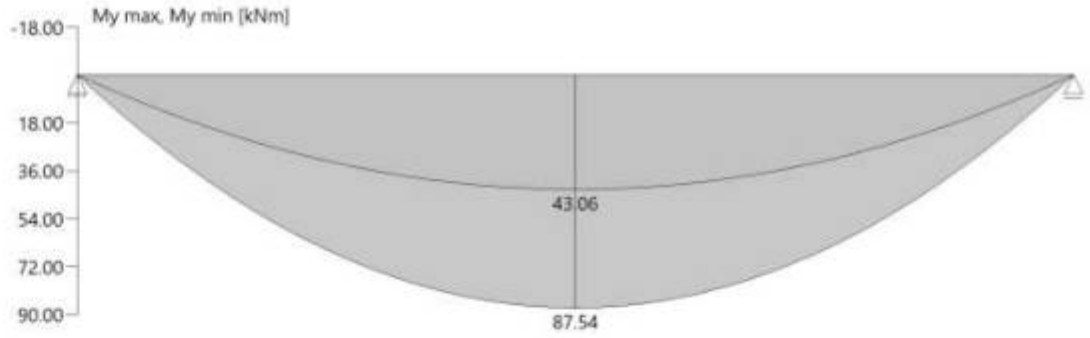
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk b = 24.0 cm

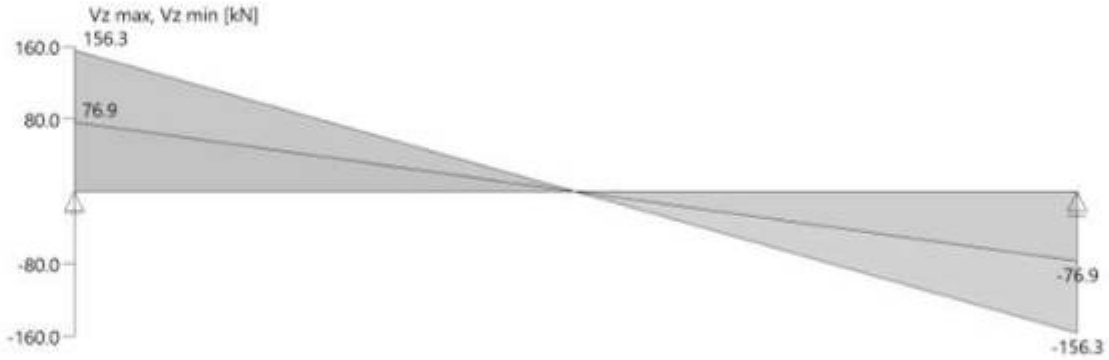
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	156.3	1
	0.00	0.00	0.00	76.9	2
	1.12	1.12	87.54	0.0	1
	2.24	2.24	0.00	-76.9	2
	2.24	2.24	0.00	-156.3	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]	Lk
Feld 1	1.12	1.12	87.54	87.54	35.5	0.08	5.6	0.0	1
	2.02	2.02	31.64	31.64	35.5	0.05	2.0	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 4.2 cm² zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 4.2 cm² zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm²/m]	Lk
1	rechts	0.12	0.12	0.81	139.6	28.6	34.5	307.4	VRd,max > VEd		
	rechts	0.48	0.48	0.81	90.0	21.1	34.5	245.8	28.0	2.78	1
	*	0.83	0.83	0.81	40.5	21.1	36.9	245.8	28.0	1.97[1]	1
2	links	0.12	2.12	0.81	-139.6	28.6	34.5	307.4	VRd,max > VEd		
	links	0.48	1.77	0.81	-90.0	21.1	34.5	245.8	28.0	2.78	1
	*	0.83	1.41	0.81	-40.5	21.1	36.9	245.8	28.0	1.97[1]	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie
Der max. Bügelabstand wird mit θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

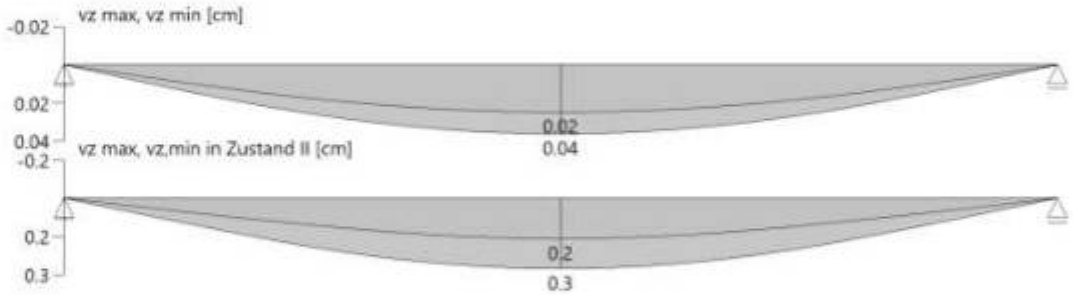
Schulterschub

Feld	xa [cm]	xe [cm]	Mli [kNm]	Mre [kNm]	av [cm]	beff [cm]	dFcd [kN]	vEd [kN/m²]	vEd,zul [kN/m²]	asf [cm²/m]
Feld 1	0.5	56.3	0.76	65.84	55.8	84.0	72.7	466.02	5231.79	2.50
	56.3	112.0	65.84	87.54	55.8	84.0	24.2	155.34	5231.79	0.83
	112.0	168.0	87.54	65.65	56.0	84.0	24.5	156.01	5231.79	0.84
	168.0	224.0	65.65	0.76	56.0	84.0	72.5	462.58	5231.79	2.48

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.12	0.0	0.0	3

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 2.OG Pos. 11 Stb.-Sturz(1)

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: ϕ_{eff} = 2.27 ε_{cs} = -0.46 ‰
Kombination charakteristisch
Mit Nachweis der relativen Grenzverformung (l eff / 300)

Feld	x [m]	fEIIz,g [cm]	fEIIz,g / leff	fEIIz,φε [cm]	fEIIz,φε / leff	fEII,φε [cm]	η
Feld 1	1.12	0.1	1/1947	0.3	1/809	0.3	0.37

x : Stelle x
fEIIz,g : Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
fEIIz,φε : Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
fEII,φε : maßgebende Durchbiegung

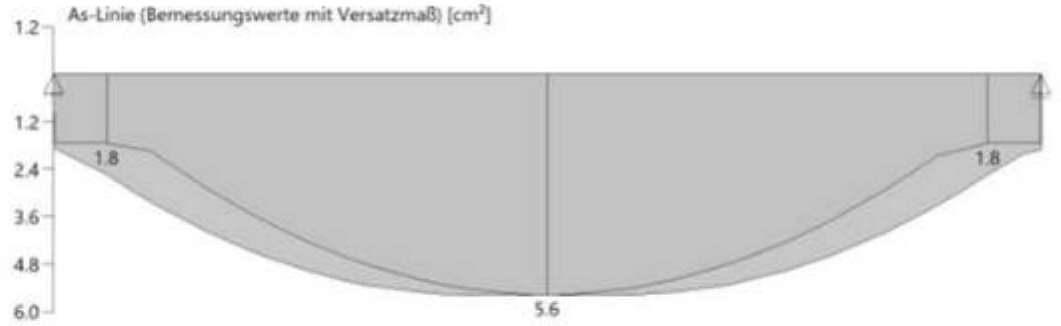
Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) sC = 0.45 * fck = 11.25 N/mm²

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm²]	Aso [cm²]	σS(t=∞) [N/mm²]	σC(t=0) [N/mm²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	0.10	1.9		4.03	0.00	12	100	4
	0.94	53.46	5.6		294.88	-7.38	12	29	4
	1.12	54.82	5.6		302.32	-7.57	12	28	4
	1.30	53.46	5.6		294.79	-7.38	12	29	4
	1.41	51.15	5.2		302.06	-7.28	12	26	4
	1.65	42.52	4.3		301.24	-6.58	12	22	4
	2.24	0.08	3.5		2.90	0.00	12	100	5

As-Deckungslinien





Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig	76.9	76.9		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		35.0		
2	2.24	ständig	76.9	76.9		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		35.0		

Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	60.94	60.94	0.00	2.24
L 2	1	Kat. C	2	31.25	31.25	0.00	2.24

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4	Lk 5
L 1	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
L 2	**1.50**		**1.00**	0.60	
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. W1-W3 - Stb.-Innenwand-2.OG
C25/30 XC1 d = 24 cm

System
Wand

h= 3,65 m
l= 3,45 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 10
g_k= 63,40 kN/m
q_k= 6,40 kN/m

Horizontallast aus Wind:
siehe Lastermittlung Aussteifung (W36)
Wx= 53,15 kN

Wx= Wx*(h*2+4,3)*1,5/(l-0,2) = 284,56 kN
$A_{s,erf}$= Wx/43,5 = 6,54 cm²

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

vertikal: $A_{s,v,erf} \geq 6{,}54$ cm²/m je Seite
Randbewehrung: 4xØ16 mm

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

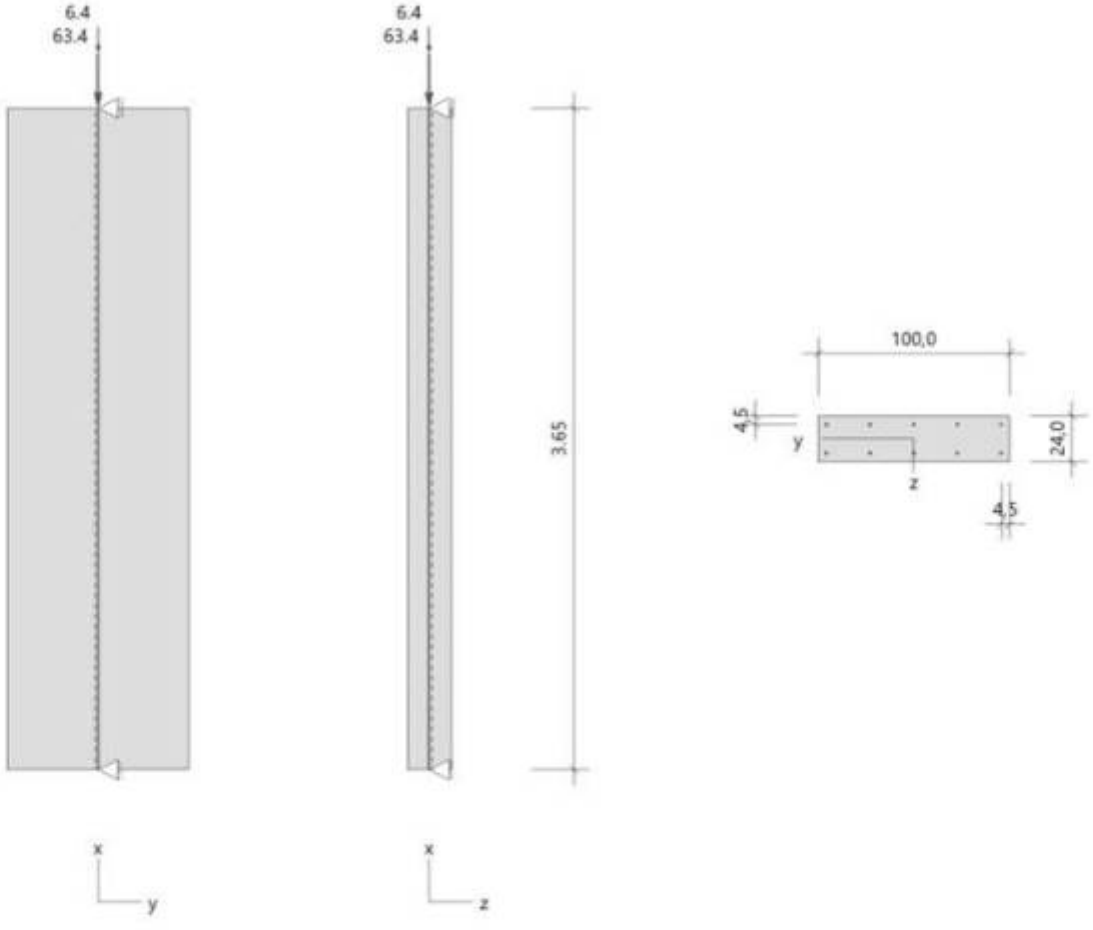
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	= 2.65		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.65 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	100.0/24.0 cm
	b_1/d_1	=	4.5/4.5 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		63.4							ständig		
2	Stützenkopf		6.4							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		21.9							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\zeta_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade ρ < 2.0%: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 3682,07 in y- / 212,09 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 63,4 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 6,4 kN (Kat. A)	**1.50**			**1.50**

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ <= λ_{lim} nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	3.65	3.65	12.6	52.7	83.5	83.5	0.0	0.0	2.647	0.955

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-124.8	0.00	0.00	0.26	6.2	6.2	Querschnitt
	3.04	-124.8	0.00	0.00	0.26	6.2	6.2	
	2.43	-124.8	0.00	0.00	0.26	6.2	6.2	
	1.83	-124.8	0.00	0.00	0.26	6.2	6.2	
	1.22	-124.8	0.00	0.00	0.26	6.2	6.2	
	0.61	-124.8	0.00	0.00	0.26	6.2	6.2	
	0.00	-124.8	0.00	0.00	0.26	6.2	6.2	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	85.3	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		124.8	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 63,4 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 6,4 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	3.65	3.65	12.6	52.7	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.566

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-87.2	0.00	0.00	0.64	15.4	15.4	Querschnitt
	3.04	-87.2	0.19	-0.16	0.64	15.4	15.4	
	2.43	-87.2	0.33	-0.28	0.64	15.4	15.4	
	1.83	-87.2	0.39	-0.32	0.64	15.4	15.4	
	1.22	-87.2	0.33	-0.28	0.64	15.4	15.4	
	0.61	-87.2	0.19	-0.16	0.64	15.4	15.4	
	0.00	-87.2	0.00	0.00	0.64	15.4	15.4	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	85.3	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		87.2	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	15.4

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 63,4 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 6,4 kN (Kat. A)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-91.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-91.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-91.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-91.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-91.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-91.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-91.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-91.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-91.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-91.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-91.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-91.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-91.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-91.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-91.7	0.00	0.00	0.00	-0.012	-2.33	400.00	0.00
1	3.04	-91.7	0.00	0.00	0.00	-0.012	-2.33	400.00	0.00
1	2.43	-91.7	0.00	0.00	0.00	-0.012	-2.33	400.00	0.00
1	1.83	-91.7	0.00	0.00	0.00	-0.012	-2.33	400.00	0.00
1	1.22	-91.7	0.00	0.00	0.00	-0.012	-2.33	400.00	0.00
1	0.61	-91.7	0.00	0.00	0.00	-0.012	-2.33	400.00	0.00
1	0.00	-91.7	0.00	0.00	0.00	-0.012	-2.33	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-91.7	0.00	0.00	0.00	-0.012	-2.33	400.00	0.00
1	3.04	-91.7	0.00	0.00	0.00	-0.012	-2.33	400.00	0.00
1	2.43	-91.7	0.00	0.00	0.00	-0.012	-2.33	400.00	0.00
1	1.83	-91.7	0.00	0.00	0.00	-0.012	-2.33	400.00	0.00
1	1.22	-91.7	0.00	0.00	0.00	-0.012	-2.33	400.00	0.00

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	0.61	-91.7	0.00	0.00	0.00	-0.012	-2.33	400.00	0.00
1	0.00	-91.7	0.00	0.00	0.00	-0.012	-2.33	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 63,4 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 6,4 kN (Kat. A)	0.30	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.65	-87.2	0.00	0.00	-0.012	-0.36	-11.25	1.00		0.03
1	3.04	-87.2	0.00	0.00	-0.012	-0.36	-11.25	1.00		0.03
1	2.43	-87.2	0.00	0.00	-0.012	-0.36	-11.25	1.00		0.03
1	1.83	-87.2	0.00	0.00	-0.012	-0.36	-11.25	1.00		0.03
1	1.22	-87.2	0.00	0.00	-0.012	-0.36	-11.25	1.00		0.03
1	0.61	-87.2	0.00	0.00	-0.012	-0.36	-11.25	1.00		0.03
1	0.00	-87.2	0.00	0.00	-0.012	-0.36	-11.25	1.00		0.03

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1 Bügel: 12Ø8 mm	1	14	1.5	-45.5	-7.5	588	43
	2	14	1.5	45.5	-7.5	588	43
	3	14	1.5	45.5	7.5	588	43
	4	14	1.5	-45.5	7.5	588	43
	5 [1]	14	1.5	-22.8	-7.5	373	96
	6 [1]	14	1.5	-22.8	7.5	373	96
	7 [1]	14	1.5	0.0	-7.5	373	96
	8 [1]	14	1.5	0.0	7.5	373	96
	9 [1]	14	1.5	22.8	-7.5	373	96
	10 [1]	14	1.5	22.8	7.5	373	96
			6.2 (15.4)				

1 : konstruktiver Bewehrungsstab, wird bei Kaltbemessung nicht berücksichtigt

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.8	3.0

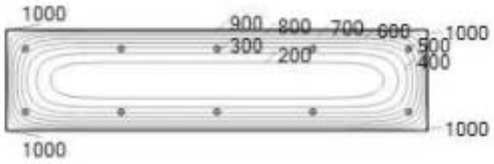
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m =	0.70	
Betonfeuchte	u =	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze	
Rohdichte	ρ =	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	0.9	cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch	
Betonstahl	=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Rechteck 100x24 t=90min



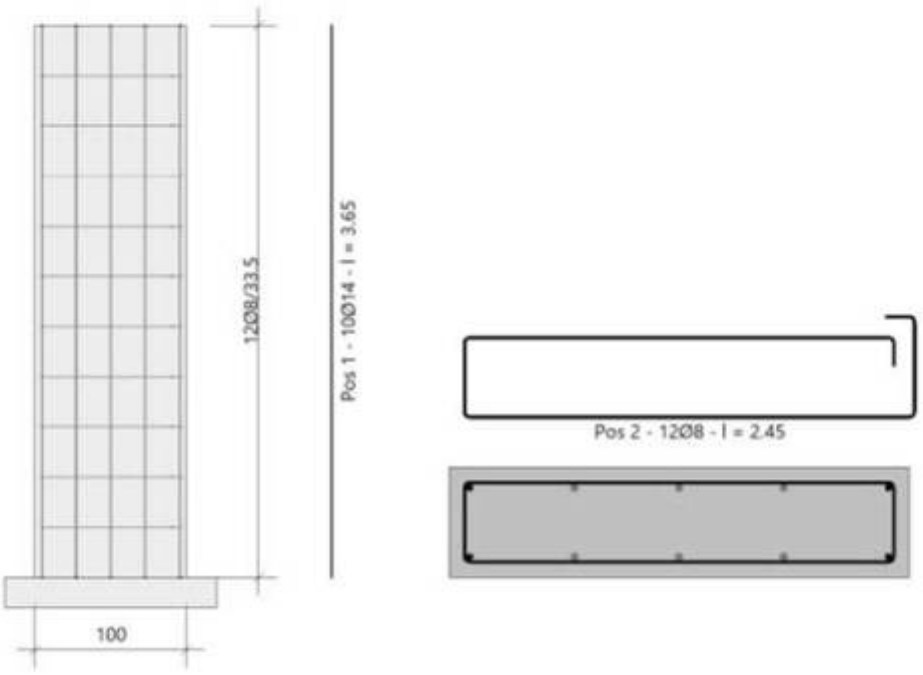
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 2.OG W1-W3 Stb.-Treppenhaus

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 50



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. W10-W19 - Stb.-Außenwand-2.OG
C25/30 XC1 d = 24 cm

System
Wand

h= 3,65 m
l= 6,50 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 10
g_k= 138,10 kN/m
q_k= 10,60 kN/m

Horizontallast aus Wind:
siehe Lastermittlung Aussteifung (W1)
Wx= 26,84 kN

Wx= Wx*(h*2+4,3)*1,5/(l-0,2) = 74,13 kN
$A_{s,erf}$= Wx/43,5 = 1,70 cm²

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

vertikal: $A_{s,v,erf} \geq 1{,}70$ cm²/m je Seite
Randbewehrung: 2xØ12 mm

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

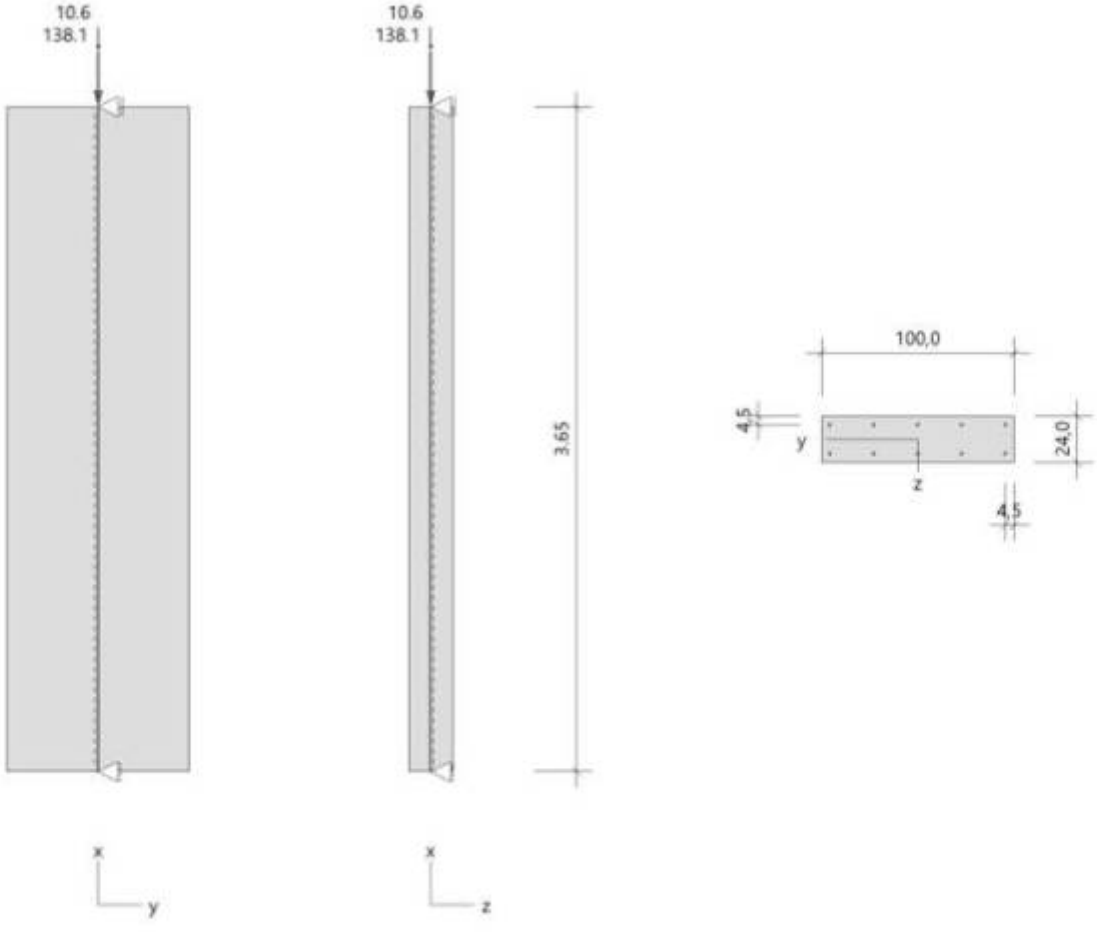
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.65		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.65 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	100.0/24.0 cm
	b_1/d_1	=	4.5/4.5 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		138.1							ständig		
2	Stützenkopf		10.6							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		21.9							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\zeta_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 1980,84 in y- / 114,10 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 138,1 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 10,6 kN (Kat. A)	**1.50**			**1.50**
1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1				

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	3.65	3.65	12.6	52.7	61.3	61.3	0.0	0.0	2.647	0.955

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-231.9	0.00	0.00	0.26	6.2	6.2	Querschnitt
	3.04	-231.9	0.00	0.00	0.26	6.2	6.2	
	2.43	-231.9	0.00	0.00	0.26	6.2	6.2	
	1.83	-231.9	0.00	0.00	0.26	6.2	6.2	
	1.22	-231.9	0.00	0.00	0.26	6.2	6.2	
	0.61	-231.9	0.00	0.00	0.26	6.2	6.2	
	0.00	-231.9	0.00	0.00	0.26	6.2	6.2	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	160.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		231.9	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 138,1 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 10,6 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	3.65	3.65	12.6	52.7	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.566

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-163.2	0.00	0.00	0.64	15.4	15.4	Querschnitt
	3.04	-163.2	0.38	-0.30	0.64	15.4	15.4	
	2.43	-163.2	0.65	-0.52	0.64	15.4	15.4	
	1.83	-163.2	0.75	-0.61	0.64	15.4	15.4	
	1.22	-163.2	0.65	-0.52	0.64	15.4	15.4	
	0.61	-163.2	0.38	-0.30	0.64	15.4	15.4	
	0.00	-163.2	0.00	0.00	0.64	15.4	15.4	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	160.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		163.2	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	15.4

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 138,1 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 10,6 kN (Kat. A)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-170.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-170.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-170.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-170.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-170.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-170.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-170.6	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-170.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-170.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-170.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-170.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-170.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-170.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-170.6	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-170.6	0.00	0.00	0.00	-0.022	-4.37	400.00	0.00
1	3.04	-170.6	0.00	0.00	0.00	-0.022	-4.37	400.00	0.00
1	2.43	-170.6	0.00	0.00	0.00	-0.022	-4.37	400.00	0.00
1	1.83	-170.6	0.00	0.00	0.00	-0.022	-4.37	400.00	0.00
1	1.22	-170.6	0.00	0.00	0.00	-0.022	-4.37	400.00	0.00
1	0.61	-170.6	0.00	0.00	0.00	-0.022	-4.37	400.00	0.00
1	0.00	-170.6	0.00	0.00	0.00	-0.022	-4.37	400.00	0.00

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-170.6	0.00	0.00	0.00	-0.022	-4.37	400.00	0.00
1	3.04	-170.6	0.00	0.00	0.00	-0.022	-4.37	400.00	0.00
1	2.43	-170.6	0.00	0.00	0.00	-0.022	-4.37	400.00	0.00
1	1.83	-170.6	0.00	0.00	0.00	-0.022	-4.37	400.00	0.00
1	1.22	-170.6	0.00	0.00	0.00	-0.022	-4.37	400.00	0.00

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	0.61	-170.6	0.00	0.00	0.00	-0.022	-4.37	400.00	0.00
1	0.00	-170.6	0.00	0.00	0.00	-0.022	-4.37	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 138,1 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 10,6 kN (Kat. A)	0.30	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.65	-163.2	0.00	0.00	-0.021	-0.66	-11.25	1.00		0.06
1	3.04	-163.2	0.00	0.00	-0.021	-0.66	-11.25	1.00		0.06
1	2.43	-163.2	0.00	0.00	-0.021	-0.66	-11.25	1.00		0.06
1	1.83	-163.2	0.00	0.00	-0.021	-0.66	-11.25	1.00		0.06
1	1.22	-163.2	0.00	0.00	-0.021	-0.66	-11.25	1.00		0.06
1	0.61	-163.2	0.00	0.00	-0.021	-0.66	-11.25	1.00		0.06
1	0.00	-163.2	0.00	0.00	-0.021	-0.66	-11.25	1.00		0.06

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1 Bügel: 12Ø8 mm	1	14	1.5	-45.5	-7.5	588	43
	2	14	1.5	45.5	-7.5	588	43
	3	14	1.5	45.5	7.5	588	43
	4	14	1.5	-45.5	7.5	588	43
	5 [1]	14	1.5	-22.8	-7.5	373	96
	6 [1]	14	1.5	-22.8	7.5	373	96
	7 [1]	14	1.5	0.0	-7.5	373	96
	8 [1]	14	1.5	0.0	7.5	373	96
	9 [1]	14	1.5	22.8	-7.5	373	96
	10 [1]	14	1.5	22.8	7.5	373	96
			6.2 (15.4)				

1 : konstruktiver Bewehrungsstab, wird bei Kaltbemessung nicht berücksichtigt

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.8	3.0

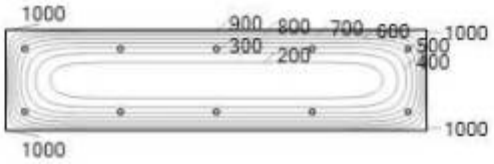
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m =	0.70	
Betonfeuchte	u =	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze	
Rohdichte	ρ =	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	0.9	cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch	
Betonstahl	=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Rechteck 100x24 t=90min

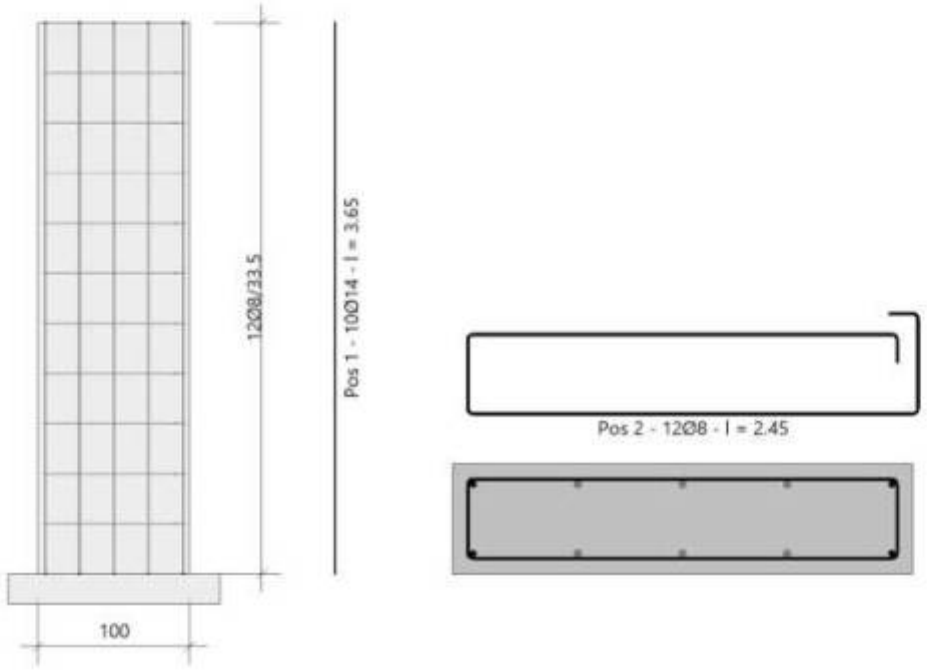


Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 50



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. W10-W.18 - Stb.-Außenwandpfeiler-2.OG
C25/30 XC1 d = 24 cm

System
Wand
h=3,65 m
l=0,9 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 10

g_k=	177,6*0,9	=	159,84 kN/m
q_k=	13,9*0,9	=	12,51 kN/m

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

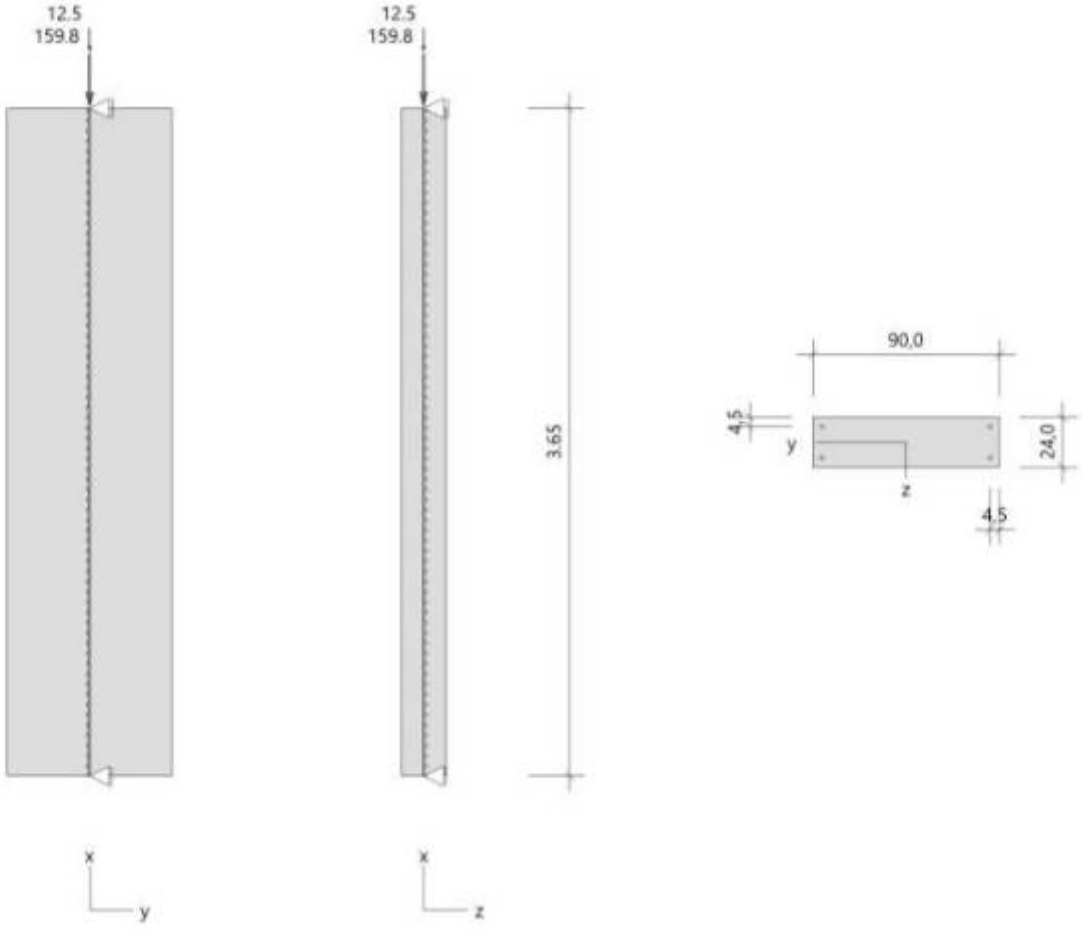
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.66		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	°/oo

(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.65 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	90.0/24.0 cm
	b_1/d_1	=	4.5/4.5 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		159.8							ständig		
2	Stützenkopf		12.5							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		19.7							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\zeta_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 1282,26 in y- / 91,18 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 159,8 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 12,5 kN (Kat. A)	**1.50**			**1.50**

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.65	3.65	14.0	52.7	54.8	54.8	0.0	0.0	2.656	0.880

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-261.2	0.00	0.00	0.04	0.9[1]	Querschnitt
	3.04	-261.2	0.00	0.00	0.04	0.9[1]	
	2.43	-261.2	0.00	0.00	0.04	0.9[1]	
	1.83	-261.2	0.00	0.00	0.04	0.9[1]	
	1.22	-261.2	0.00	0.00	0.04	0.9[1]	
	0.61	-261.2	0.00	0.00	0.04	0.9[1]	Statisch durch
	0.00	-261.2	0.00	0.00	0.04	0.9[1]	Vergleich geprüft

1 : Mindestlängsbewehrung nach EN 1992-1-1, 9.5.2 (2)

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	179.6	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		261.2	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	0.9

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 159,8 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 12,5 kN (Kat. A)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-192.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-192.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-192.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-192.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-192.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-192.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-192.1	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-192.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-192.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-192.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-192.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-192.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-192.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-192.1	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-192.1	0.00	0.00	0.00	-0.028	-5.68	400.00	0.00
1	3.04	-192.1	0.00	0.00	0.00	-0.028	-5.68	400.00	0.00
1	2.43	-192.1	0.00	0.00	0.00	-0.028	-5.68	400.00	0.00
1	1.83	-192.1	0.00	0.00	0.00	-0.028	-5.68	400.00	0.00
1	1.22	-192.1	0.00	0.00	0.00	-0.028	-5.68	400.00	0.00
1	0.61	-192.1	0.00	0.00	0.00	-0.028	-5.68	400.00	0.00
1	0.00	-192.1	0.00	0.00	0.00	-0.028	-5.68	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 2.OG W10-W19 Stb.-Außenwan

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	3.65	-192.1	0.00	0.00	0.00	-0.028	-5.68	400.00	0.00
1	3.04	-192.1	0.00	0.00	0.00	-0.028	-5.68	400.00	0.00
1	2.43	-192.1	0.00	0.00	0.00	-0.028	-5.68	400.00	0.00
1	1.83	-192.1	0.00	0.00	0.00	-0.028	-5.68	400.00	0.00
1	1.22	-192.1	0.00	0.00	0.00	-0.028	-5.68	400.00	0.00
1	0.61	-192.1	0.00	0.00	0.00	-0.028	-5.68	400.00	0.00
1	0.00	-192.1	0.00	0.00	0.00	-0.028	-5.68	400.00	0.00

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 159,8 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 12,5 kN (Kat. A)	0.30	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.65	-183.3	0.00	0.00	-0.028	-0.86	-11.25	1.00		0.08
1	3.04	-183.3	0.00	0.00	-0.028	-0.86	-11.25	1.00		0.08
1	2.43	-183.3	0.00	0.00	-0.028	-0.86	-11.25	1.00		0.08
1	1.83	-183.3	0.00	0.00	-0.028	-0.86	-11.25	1.00		0.08
1	1.22	-183.3	0.00	0.00	-0.028	-0.86	-11.25	1.00		0.08
1	0.61	-183.3	0.00	0.00	-0.028	-0.86	-11.25	1.00		0.08
1	0.00	-183.3	0.00	0.00	-0.028	-0.86	-11.25	1.00		0.08

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,30*L2

$A_{s,kalt}$ = 0.9 cm² — $R(A_{s,kalt})$ = 69 min
$A_{s,fi}$ = 1.2 cm² — $R(A_{s,fi})$ = 90 min
N_{Ed} = -183.3 kN — μ_{fi} = 0.522
N_{Rd} = -351.2 kN
M_{Ryd} = 11.59 kNm — M_{Rzd} = 0.00 kNm

$\beta_{s,k,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 1.2 cm².

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	= $A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 1.20*43.48/(2160.00*1.42)	=	0.02
b'	= 1.2 * min(b,h)	= 1.2 * 240.0	=	288.0 mm
a_{cc}	= Abminderungsfaktor		=	0.85
$l_{0,fi,max}$	= Ersatzlänge; 2m ≤ $l_{0,fi,max}$ ≤ 6 m		=	3.65 m
$R_{\eta fi}$	= 83*[1.00 - μ_{fi}*(1 + ω) / ((.85/α_{cc})+ ω]	= 83*[1.00-0.52*(1+0.02)/((.85/0.85)+0.02)]	=	39.7
R_a	= 1.60(a-30)	= 1.60*(45-30)	=	24.0 mm
R_l	= 9.60(5 - $l_{o,fi}$)	= 9.60*(5-3.65)	=	12.96 m
R_b	= 0.09*b'	= 0.09*288.00	=	25.9 mm
R_n	= nur 4 Eckstäbe vorhanden		=	0
R	= 120*[$R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n$)/120]$^{1.8}$	= 120*[(39.7+24.0+12.96+25.92+0)/120]$^{1.8}$	=	94.4 min

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Stützenlänge	l	=	3.65	m	≤	l_{max}	=	6.00	m	η = 0.61	✓
Achsabstand	a	=	4.5	cm	≤	a_{max}	=	8.0	cm	η = 0.56	✓
Verhältnis	b/h	=	3.75		≤	b/h_{max}	=	4.00		η = 0.94	✓
Verhältnis	A_s/A_c	=	0.001		<	$A_s/A_{c,max}$	=	0.04		η = 0.01	✓
1.2 * min(b,h)	b'	=	288	mm	≤	b'_{max}	=	450	mm	η = 0.64	✓
Branddauer	R	=	90.4	min	≥	R_{min}	=	90	min	η = 1.00	✓

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. W11-W18- Stb.-Außenwandpfeiler-2.OG
C25/30 XC1 d = 24 cm

System
Wand
h=3,65 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 10

g_k=	155,0*0,65	=	100,75 kN/m
q_k=	11,2*0,65	=	7,28 kN/m

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

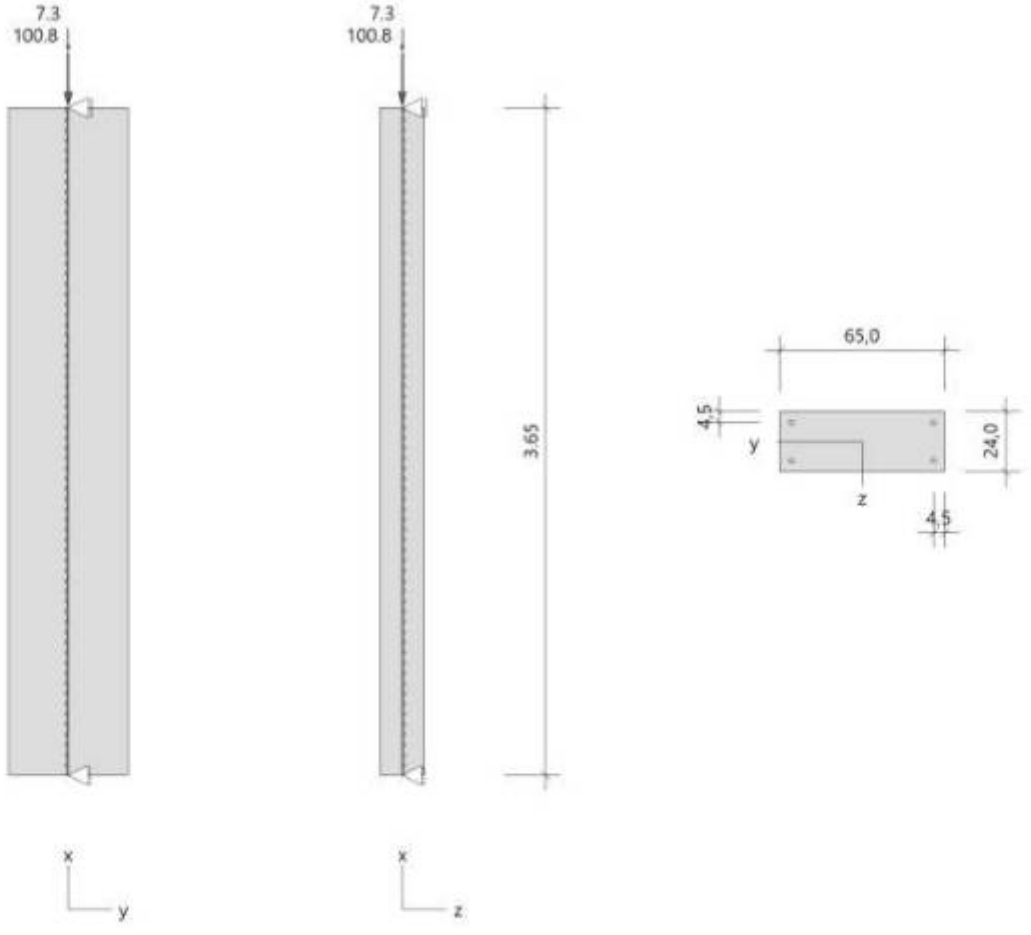
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.69		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.65 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	65.0/24.0 cm
	b_1/d_1	=	4.5/4.5 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		100.8							ständig		
2	Stützenkopf		7.3							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		14.2							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 758,82 in y- / 103,45 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 100,8 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 7,3 kN (Kat. A)	**1.50**			**1.50**

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.65	3.65	19.5	52.7	58.3	58.3	0.0	0.0	2.689	0.882

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-166.2	0.00	0.00	0.04	0.6[1]	Querschnitt
	3.04	-166.2	0.00	0.00	0.04	0.6[1]	
	2.43	-166.2	0.00	0.00	0.04	0.6[1]	
	1.83	-166.2	0.00	0.00	0.04	0.6[1]	
	1.22	-166.2	0.00	0.00	0.04	0.6[1]	
	0.61	-166.2	0.00	0.00	0.04	0.6[1]	Statisch durch
	0.00	-166.2	0.00	0.00	0.04	0.6[1]	Vergleich geprüft

1 : Mindestlängsbewehrung nach EN 1992-1-1, 9.5.2 (2)

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	115.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		166.2	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	0.6

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 100,8 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 7,3 kN (Kat. A)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-122.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-122.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-122.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-122.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-122.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-122.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-122.3	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-122.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-122.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-122.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-122.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-122.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-122.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-122.3	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-122.3	0.00	0.00	0.00	-0.025	-4.98	400.00	0.00
1	3.04	-122.3	0.00	0.00	0.00	-0.025	-4.98	400.00	0.00
1	2.43	-122.3	0.00	0.00	0.00	-0.025	-4.98	400.00	0.00
1	1.83	-122.3	0.00	0.00	0.00	-0.025	-4.98	400.00	0.00
1	1.22	-122.3	0.00	0.00	0.00	-0.025	-4.98	400.00	0.00
1	0.61	-122.3	0.00	0.00	0.00	-0.025	-4.98	400.00	0.00
1	0.00	-122.3	0.00	0.00	0.00	-0.025	-4.98	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 2.OG W10-W19 Stb.-Außenwan

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	3.65	-122.3	0.00	0.00	0.00	-0.025	-4.98	400.00	0.00
1	3.04	-122.3	0.00	0.00	0.00	-0.025	-4.98	400.00	0.00
1	2.43	-122.3	0.00	0.00	0.00	-0.025	-4.98	400.00	0.00
1	1.83	-122.3	0.00	0.00	0.00	-0.025	-4.98	400.00	0.00
1	1.22	-122.3	0.00	0.00	0.00	-0.025	-4.98	400.00	0.00
1	0.61	-122.3	0.00	0.00	0.00	-0.025	-4.98	400.00	0.00
1	0.00	-122.3	0.00	0.00	0.00	-0.025	-4.98	400.00	0.00

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 100,8 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 7,3 kN (Kat. A)	0.30	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.65	-117.2	0.00	0.00	-0.025	-0.77	-11.25	1.00		0.07
1	3.04	-117.2	0.00	0.00	-0.025	-0.77	-11.25	1.00		0.07
1	2.43	-117.2	0.00	0.00	-0.025	-0.77	-11.25	1.00		0.07
1	1.83	-117.2	0.00	0.00	-0.025	-0.77	-11.25	1.00		0.07
1	1.22	-117.2	0.00	0.00	-0.025	-0.77	-11.25	1.00		0.07
1	0.61	-117.2	0.00	0.00	-0.025	-0.77	-11.25	1.00		0.07
1	0.00	-117.2	0.00	0.00	-0.025	-0.77	-11.25	1.00		0.07

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,30*L2

$A_{s,kalt}$ = 0.6 cm² — $R(A_{s,kalt})$ = 69 min
$A_{s,fi}$ = 0.8 cm² — $R(A_{s,fi})$ = 90 min
N_{Ed} = -117.2 kN — μ_{fi} = 0.522
N_{Rd} = -224.5 kN
M_{Ryd} = 7.41 kNm — M_{Rzd} = 0.00 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 0.8 cm².

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	= $A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 0.76*43.48/(1560.00*1.42)	=	0.02
b'	= 1.2 * min(b,h)	= 1.2 * 240.0	=	288.0 mm
a_{cc}	= Abminderungsfaktor		=	0.85
$l_{o,fi,max}$	= Ersatzlänge; 2m ≤ $l_{o,fi,max}$ ≤ 6 m		=	3.65 m
$R_{\eta fi}$	= 83*[1.00 - μ_{fi}*(1 + ω) / ((.85/α_{cc})+ ω]	= 83*[1.00-0.52*(1+0.02)/((.85/0.85)+0.02)]	=	39.7
R_a	= 1.60(a-30)	= 1.60*(45-30)	=	24.0 mm
R_l	= 9.60(5 - $l_{o,fi}$)	= 9.60*(5-3.65)	=	12.96 m
R_b	= 0.09*b'	= 0.09*288.00	=	25.9 mm
R_n	= nur 4 Eckstäbe vorhanden		=	0
R	= 120*[$R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n$)/120]$^{1.8}$	= 120*[(39.7+24.0+12.96+25.92+0)/120]$^{1.8}$	=	94.4 min

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Stützenlänge	l	=	3.65	m	≤	l_{max}	=	6.00	m	η = 0.61	✓
Achsabstand	a	=	4.5	cm	≤	a_{max}	=	8.0	cm	η = 0.56	✓
Verhältnis	b/h	=	2.71		≤	b/h_{max}	=	4.00		η = 0.68	✓
Verhältnis	A_s/A_c	=	0.000		<	$A_s/A_{c,max}$	=	0.04		η = 0.01	✓
1.2 * min(b,h)	b'	=	288	mm	≤	b'_{max}	=	450	mm	η = 0.64	✓
Branddauer	R	=	90.4	min	≥	R_{min}	=	90	min	η = 1.00	✓

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. W4 - KS-Innenwand-2.OG
KS-P -20.2,0-DM t = 24,0 cm

System
h= 3,65 m
Feldlänge
$l_{1/2}$=6,25 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wir programmintern berücksichtigt

Deckenlast =	0,28*25+1,0	=	8,00 kN/m²
Nutzlast =			3,00 kN/m²

Auflagerkräfte:
aus Deckensystem Pos. 10
links/rechts:

ständig g_k=	(0,4*67,5+0,6*67,0)/2	=	33,60 kN/m
veränderlich q_k=	(0,4*6,8+0,6*6,7)/2	=	3,37 kN/m

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 2.OG W4-W7 KS-Innenwand

Mauerwerk Bemessung (x64) MWX+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

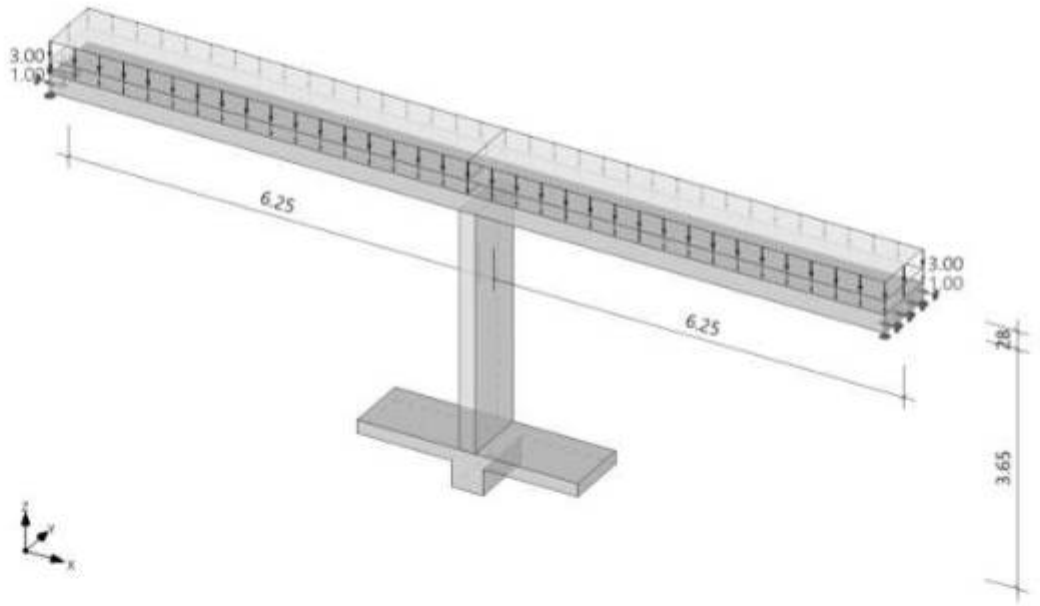
Allgemeines

- Wandsystem: Einzelwand
- Abminderung der Knicklänge
- Stoßfugen unvermörtelt

System

Systemgrafiken

Systemgrafik 3D
Maßstab 1 : 100



Materialkennwerte

MatNr.	Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm²]	f_b [N/mm²]	f_m [N/mm²]	f_{vk0} [N/mm²]	γ [kN/m³]	ϕ_∞
1	KS	20	DM	2.0	KSP-20-2,0-DM	10.50	20.00	10.00	0.22	20.00	1.5

Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton
Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine
MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412
RDK : Rohdichteklasse
ϕ_∞ : Endkriechzahl

Wände

Eb.	Typ	MatNr.	Lagerung	h_s [m]	d_0 [cm]	l_0 [m]	g_0 [kN/m²]
1	Innenwand	1	zweiseitig	3.65	24.0	1.00	4.80

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
h_s : lichte Wandhöhe
d_0 : Wanddicke bzw. Dicke der Tragschicht bei mehrschichtigem Wandaufbau
l_0 : rechnerische Wandlänge
g_0 : Wandeigengewicht

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Geschossdecken

Eb.	Typ	E-Modul [N/mm²]	d_0 [cm]	Seite	l [m]	b [m]	Lagerung
1	beidseitig	30000	28.0	links rechts	6.25 6.25	1.00 1.00	eingespannt eingespannt

Typ : Deckenart (einseitig/beidseitig)
d_0 : Dicke der Geschossdecke
l : Spannweite
b : Einflussbreite der Geschossdecke

Lasten

Deckenlasten

Nr.	Eb.	Typ	Durchlaufwirkung	Seite	g [kN/m²]	q [kN/m²]	A_g [kN/m]	A_q [kN/m]	Einwirkung
1	1	Gleichlast	Auflagerkraft	links rechts	1.00 1.00	3.00 3.00	33.60 33.60	3.37 3.37	Kat. C: Versammlungsbereiche

Eb. : Ebene, unterste Decke = 1
Durchlaufwirkung : Bestimmung der Deckenauflagerkraft
g : ständiger Lastanteil
q : veränderlicher Lastanteil
A_g : Auflagerkraft
Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Ergebnisse

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

Nr.	Typ	K_0	K_2	K_S	zugehörige Last
1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Last 1)
2	Qv	1.50	0.00	0.00	Qv->Decke 1 (Last 1)
3	Qv	0.00	0.00	0.00	Qv,li->Decke 1 (Last 1)
4	Qv	0.00	1.50	1.00	Qv,re->Decke 1 (Last 1)

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten
Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten

Typ : Lastfallart
K_0 : Drucknachweis
K_2 : Nachweis Plattenschub
K_S : Nachweis klaffende Fuge in Dickenrichtung (Begrenzung der Exzentrizität)

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, nach NCI zu 7.2

z [m]	e_d [cm]	zul e_d [cm]	η
3.65	0.5	8.0	0.07
1.83	0.1	8.0	0.02
0.00	0.2	8.0	0.03

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
e_d : max. Exzentrizität in Wanddickenrichtung (Betrag)
zul e_d : zulässige Exzentrizität in Wanddickenrichtung
η : Auslastung

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Knicklänge	h_{ef} =	2.74	m
Knickschlankheit	λ_c =	11.41	
Wandquerschnitt	A_w =	2400.0	cm²
Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit	f_d =	5.95	N/mm²

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

z [m]	y [m]	t_{cal} [cm]	N_{Ed} [kN/m]	$e_{i/mk}$ [cm]	$\Phi_{i/m}$	N_{Rd} [kN/m]	η
3.65	0.50	24.0	100.83	0.0	0.90	1285.20	0.08
1.83	0.50	24.0	112.66	-1.2	0.75	1074.21	0.10
0.00	0.50	24.0	124.48	0.0	0.90	1285.20	0.10

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
t_{cal} : rechnerische Wanddicke
N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
$e_{i/mk}$: Ausmitte in Wanddickenrichtung (inkl. e_{ini} und e_k)
$\Phi_{i/m}$: Abminderungsfaktor infolge Lastausmitte und Schlankheit(Φ_i für Wandkopf/-Fuß, Φ_m für Wandmitte)
N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
η : Auslastung

Schubnachweis – Plattenschub

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.2

Haftscherfestigkeit (unvermörtelte Stoßfugen) f_{vk0} = 0.11 N/mm²

z [m]	y [m]	V_{Ed} [kN/m]	d_c [cm]	σ_d [N/mm²]	f_{vd} [N/mm²]	V_{Rd} [kN/m]	η
3.65	0.50	0.24	24.0	0.31	0.22	35.59	0.01
1.83	0.50	0.24	24.0	0.35	0.24	37.92	0.01
0.00	0.50	0.24	24.0	0.38	0.25	40.26	0.01

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
V_{Ed} : Bemessungswert der Querkraft
d_c : überdrückte Wanddicke
σ_d : mittlere Druckspannung
f_{vd} : Bemessungswert der Schubfestigkeit
V_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft
η : Auslastung

Ausnutzungsfaktor im Brandfall

Nachweis nach DIN EN 1996-1-2/NA:2022, NDP zu 4.5

Eb.	z [m]	y [m]	h_{ef}/t	ω	k_0	N_{Ed} [kN/m]	η_{fi}	$N_{Ed,fi}$ [kN/m]	$e_{mk,fi}$* [cm]	N_{Rd} [kN/m]	α_{fi}	$\alpha_{6,fi}$
1	1.83	0.50	11.41	2.20	1.00	112.66	0.70	78.86	-1.2	1074.21	0.07	0.07

z : Höhe der Nachweisstelle, gemessen vom Wandfuß (hier halbe Wandhöhe)
y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y = 0)
h_{ef}/t : Knickschlankheit der Wand (Knicklänge/Wanddicke)
ω : Anpassungsfaktor in Abhängigkeit der Steinart nach Tabelle NA.1
k_0 : Faktor zur Berücksichtigung kleiner Wandquerschnitte
N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft bei Normaltemperatur
η_{fi} : Reduktionsfaktor für den Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft für den Brandfall
$N_{Ed,fi}$: Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft im Brandfall
$e_{mk,fi}$* : planmäßige Ausmitte in Wanddickenrichtung inkl. Kriecheinfluss (*vereinfacht aus Kaltbemessung übernommen)
N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
α_{fi} : Ausnutzungsfaktor im Brandfall nach Gl. NA.3
$\alpha_{6,fi}$: Ausnutzungsfaktor im Brandfall nach Gl. NA.1/2

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. WA - Stb.-Aufzugswand-2.OG

C25/30 XC1 d = 25 cm

System

Wand

h= 3,65 m
l= 2,30 m

Belastung

Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 10

g_k= 63,10 kN/m
q_k= 6,30 kN/m

Horizontallast aus Wind:
siehe Lastermittlung Aussteifung (W40)

Wx= 23,43 kN

Wx= Wx*(h*2+4,3)*1,5/(l-0,2) = 194,13 kN
$A_{s,erf}$= Wx/43,5 = 4,46 cm²

Bemessung

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung

siehe Ausdruck Frilo

vertikal: $A_{s,v,erf} \geq 4{,}46$ cm²/m je Seite
Randbewehrung: 4xØ12 mm

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

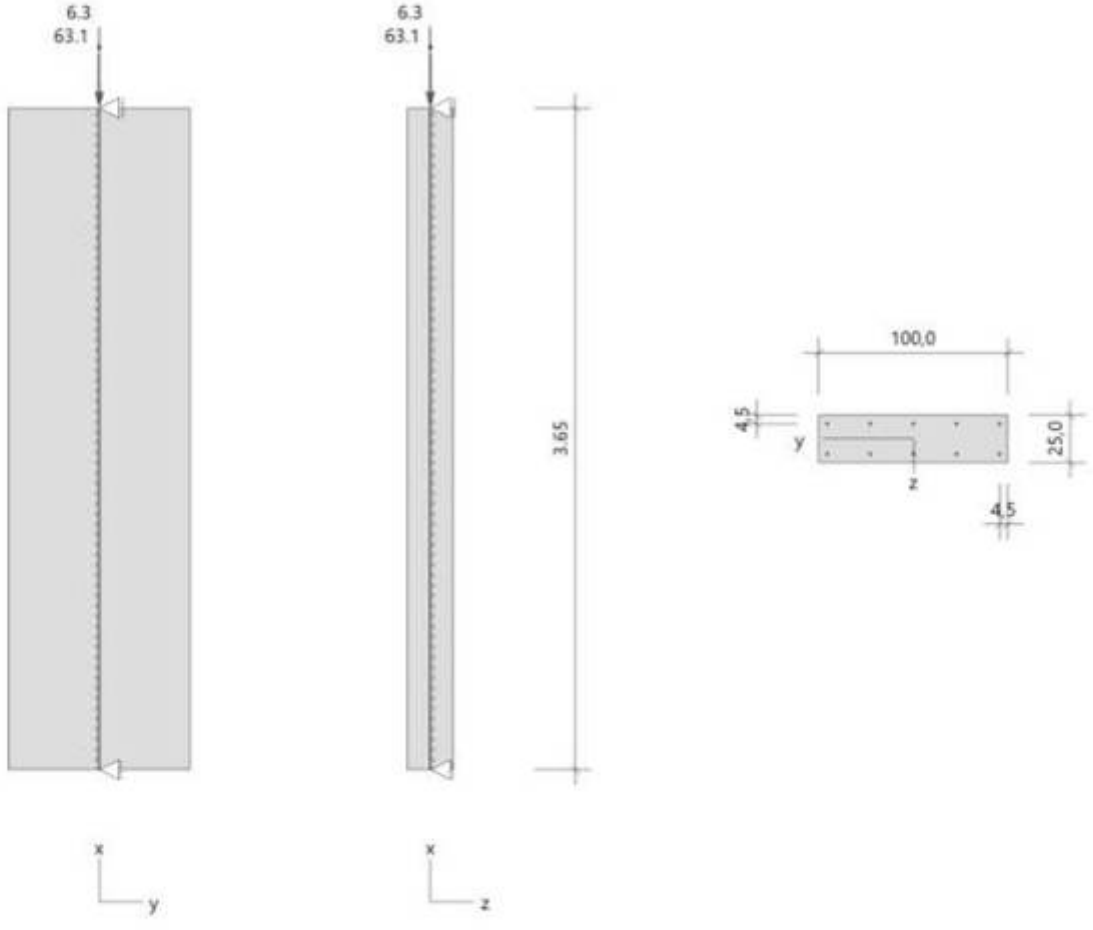
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 2.OG WA Stb.-Aufzugswand

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.63		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	°/oo (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.65 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	100.0/25.0 cm
	b_1/d_1	=	4.5/4.5 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		63.1							ständig		
2	Stützenkopf		6.3							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		22.8							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\zeta_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade ρ < 2.0%: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 3814,80 in y- / 238,42 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 63,1 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 6,3 kN (Kat. A)	**1.50**			**1.50**

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ <= λ_{lim} nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	3.65	3.65	12.6	50.6	85.0	85.0	0.0	0.0	2.633	0.950

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-125.4	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	Querschnitt
	3.04	-125.4	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	2.43	-125.4	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	1.83	-125.4	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	1.22	-125.4	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	0.61	-125.4	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	0.00	-125.4	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	85.9	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		125.4	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 63,1 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 6,3 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	3.65	3.65	12.6	50.6	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.555

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-87.8	0.00	0.00	0.62	15.4	15.4	Querschnitt
	3.04	-87.8	0.19	-0.16	0.62	15.4	15.4	
	2.43	-87.8	0.33	-0.28	0.62	15.4	15.4	
	1.83	-87.8	0.38	-0.32	0.62	15.4	15.4	
	1.22	-87.8	0.33	-0.28	0.62	15.4	15.4	
	0.61	-87.8	0.19	-0.16	0.62	15.4	15.4	
	0.00	-87.8	0.00	0.00	0.62	15.4	15.4	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	85.9	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		87.8	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	15.4

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 63,1 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 6,3 kN (Kat. A)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ <= λ_{lim} nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-92.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-92.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-92.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-92.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-92.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-92.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-92.2	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-92.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-92.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-92.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-92.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-92.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-92.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-92.2	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-92.2	0.00	0.00	0.00	-0.011	-2.25	400.00	0.00
1	3.04	-92.2	0.00	0.00	0.00	-0.011	-2.25	400.00	0.00
1	2.43	-92.2	0.00	0.00	0.00	-0.011	-2.25	400.00	0.00
1	1.83	-92.2	0.00	0.00	0.00	-0.011	-2.25	400.00	0.00
1	1.22	-92.2	0.00	0.00	0.00	-0.011	-2.25	400.00	0.00
1	0.61	-92.2	0.00	0.00	0.00	-0.011	-2.25	400.00	0.00
1	0.00	-92.2	0.00	0.00	0.00	-0.011	-2.25	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-92.2	0.00	0.00	0.00	-0.011	-2.25	400.00	0.00
1	3.04	-92.2	0.00	0.00	0.00	-0.011	-2.25	400.00	0.00
1	2.43	-92.2	0.00	0.00	0.00	-0.011	-2.25	400.00	0.00
1	1.83	-92.2	0.00	0.00	0.00	-0.011	-2.25	400.00	0.00
1	1.22	-92.2	0.00	0.00	0.00	-0.011	-2.25	400.00	0.00

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	0.61	-92.2	0.00	0.00	0.00	-0.011	-2.25	400.00	0.00
1	0.00	-92.2	0.00	0.00	0.00	-0.011	-2.25	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 63,1 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 6,3 kN (Kat. A)	0.30	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.65	-87.8	0.00	0.00	-0.011	-0.35	-11.25	1.00		0.03
1	3.04	-87.8	0.00	0.00	-0.011	-0.35	-11.25	1.00		0.03
1	2.43	-87.8	0.00	0.00	-0.011	-0.35	-11.25	1.00		0.03
1	1.83	-87.8	0.00	0.00	-0.011	-0.35	-11.25	1.00		0.03
1	1.22	-87.8	0.00	0.00	-0.011	-0.35	-11.25	1.00		0.03
1	0.61	-87.8	0.00	0.00	-0.011	-0.35	-11.25	1.00		0.03
1	0.00	-87.8	0.00	0.00	-0.011	-0.35	-11.25	1.00		0.03

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1 Bügel: 12Ø8 mm	1	14	1.5	-45.5	-8.0	587	44
	2	14	1.5	45.5	-8.0	587	44
	3	14	1.5	45.5	8.0	587	44
	4	14	1.5	-45.5	8.0	587	44
	5 [1]	14	1.5	-22.8	-8.0	371	96
	6 [1]	14	1.5	-22.8	8.0	371	96
	7 [1]	14	1.5	0.0	-8.0	371	96
	8 [1]	14	1.5	0.0	8.0	371	96
	9 [1]	14	1.5	22.8	-8.0	371	96
	10 [1]	14	1.5	22.8	8.0	371	96
			6.2 (15.4)				

1 : konstruktiver Bewehrungsstab, wird bei Kaltbemessung nicht berücksichtigt

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.8	3.0

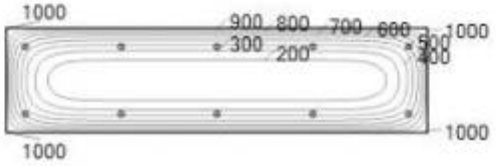
Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m =	0.70	
Betonfeuchte	u =	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze	
Rohdichte	ρ =	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	1.0	cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch	
Betonstahl	=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Rechteck 100x25 t=90min



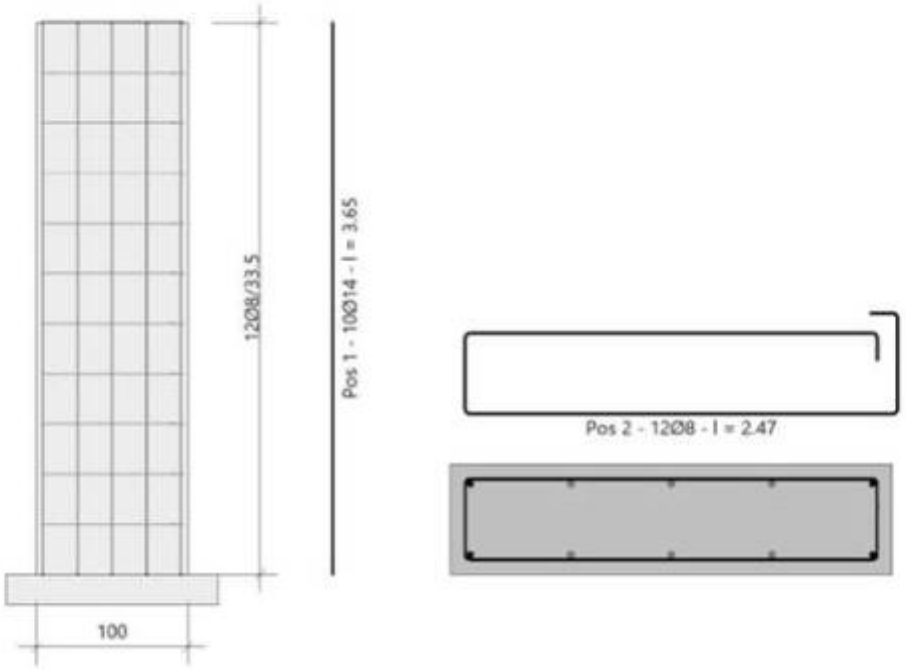
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 2.OG WA Stb.-Aufzugswand

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 50



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 20 - Stahlbetondecke ü. 1.OG

C30/37 XC3(oberseitig)/XC1 h = 30 cm

Systeme
FEM-Platte

Belastung
Eigenlasten

Eigengewicht g_k=	0,30*25	=	7,50 kN/m²
Ausbaulast g_k=			2,75 kN/m²

Wandlasten

Stb.-Außenwand h24 g_k=	(0,24*25+1)*3,65	=	25,55 kN/m
Stb.-Innenwand h24 g_k=	(0,24*25+0,4)*3,65	=	23,36 kN/m
Stb.-Aufzugswand h25 g_k=	(0,25*25+0,4)*3,65	=	24,27 kN/m
KS-Innenwand h24 g_k=	(0,24*20+0,4)*3,65	=	18,98 kN/m

Stütze

Stb.-Rundstütze d30 g_k=	$\pi * 0,15^2 * 25 * 3,65$	=	6,45 kN

Fenster
g_k=1 kN/m²*$h_{Fenster}$

z.B. Fenster $g_{k,F}$=	1*2,50	=	2,50 kN/m
Brüstung g_k=	(0,24*25+1)*0,70	=	4,90 kN/m
		g_k =	**7,40 kN/m**

Nutzlasten

Klassenzimmer,Büro zzgl. Trennwandzuschlag q_k=	5,00 kN/m²
Flur,Treppenhäuser q_k=	5,00 kN/m²

Bemessung
siehe Ausdruck Bemessungsprogramm InfoCAD

Durchstanzen

S1-S3 V_{Ed}=			1030,00 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=12,4 cm²/m)			
D1--> 8xSchöck BOLE O 14/250-8/E1025			
S4-S5 V_{Ed}=			810,00 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=41,3 cm²/m)			
Wandecke Treppenhaus V_{Ed}= 225+(132+113)/3		=	306,67 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=3,7 cm²/m)			
D2--> 3x Schöck BOLE O 14/250-6/A1140			
Wandecke Aufzug V_{Ed}=	57+(13+22)/2	=	74,50 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=3,4 cm²/m)			
Wandende S6 V_{Ed}=	13,80*((1,35*(2,75+0,3*25))+1,5*5)	=	294,46 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø16 ($a_{s,vorh,x}$=21,3 cm²/m und $a_{s,vorh,y}$=10,6 cm²/m)			
Wandecke S10 V_{Ed}=	11,84*((1,35*(2,75+0,3*25))+1,5*5)	=	252,64 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø25($a_{s,vorh}$=32,2 cm²/m)			

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Decke ü. 1.OG: Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015:12

Material

Beton =	**GEW("EC2_de/beton_ec2"; Bez;)**	=	**C30/37**

Geometrie

Gesamthöhe Querschnitt h =			**0,30 m**
Breite Querschnitt b =			**1,00 m**
Betondeckung c_{nom} =			**3,50 cm**
Stabdurchmesser d_s =			**12 mm**
Rechenwert der Rissbreite w_{max} =			**0,40 mm**
d =	h-c_{nom}/100-d_s/(2*1000)	=	0,259 m

horizontale Mindestbewehrung

a) Nachweis mit Gl. (7.1) EC2-1-1, 7.3.2

Faktor bzgl. fctm f =			0,660
k_c =			1,00
k_i =	0,8 + (((0,52 - 0,8)/(0,8-0,3))*(h-0,3))	=	0,800
k =	WENN(h≤0,3;0,8;WENN(h≥0,8;0,52;ki))	=	0,800
$f_{ct,eff}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton) * f	=	1,9140 MN/m²
A_{ct} =	0,5*h * b	=	0,150 m²/m
Φ_S =	d_s /MAX($\frac{k_c * k * h}{8 * (h-d)} * \frac{f_{ct,eff}}{2,9}$; $\frac{f_{ct,eff}}{2,9}$)	=	18,182 mm
σ_s =	(3,48*10^6*w_{max}/Φ_S)^(1/2)	=	276,693 N/mm²
$A_{s,min,a}$ =	k_c * k * $f_{ct,eff}$ * A_{ct} / σ_s * 10^4	=	**8,30 cm² je Lage**

b) Nachweis als "dickes" Bauteil nach Gl. (NCI zu 7.3.2)

effektive Dicke $h_{c,ef}$ bei zentrischem Zug (vgl. EC2-1-1, 7.3.2: (Bild 7.1DE)

d_1 =	h-d	=	0,0410 m
h/d_1 =	h/d_1	=	7,3171
$h_{c,ef}$ =	WENN(h/d1≤5;(0,5*h/d1)*d1;WENN(h/d1≤30;(0,1*h/d1+2)*d1;5*d1))	=	0,112 m
Φ_S =	d_s / ($f_{ct,eff}$/2,9)	=	18,182 mm
σ_s =	(3,48*10^6*w_{max}/Φ_S)^(1/2)	=	276,693 N/mm²
$A_{c,eff}$ =	$h_{c,ef}$ * b	=	0,1120 m²/m
$A_{s,min,b}$ =	MAX($f_{ct,eff}$*$A_{c,eff}$/σ_s*10^4;k*$f_{ct,eff}$*A_{ct}/500*10^4)	=	7,75 cm² je Lage
As,min =	MIN($A_{s,min,a}$;$A_{s,min,b}$)*0,85	=	**6,59 cm² je Lage**

Gewählte Grundbewehrung:

Ø12/ 15,0 cm, As,vorh =			7,54 cm²/m
η =	As,min/As,vorh	=	0,87 <1,03

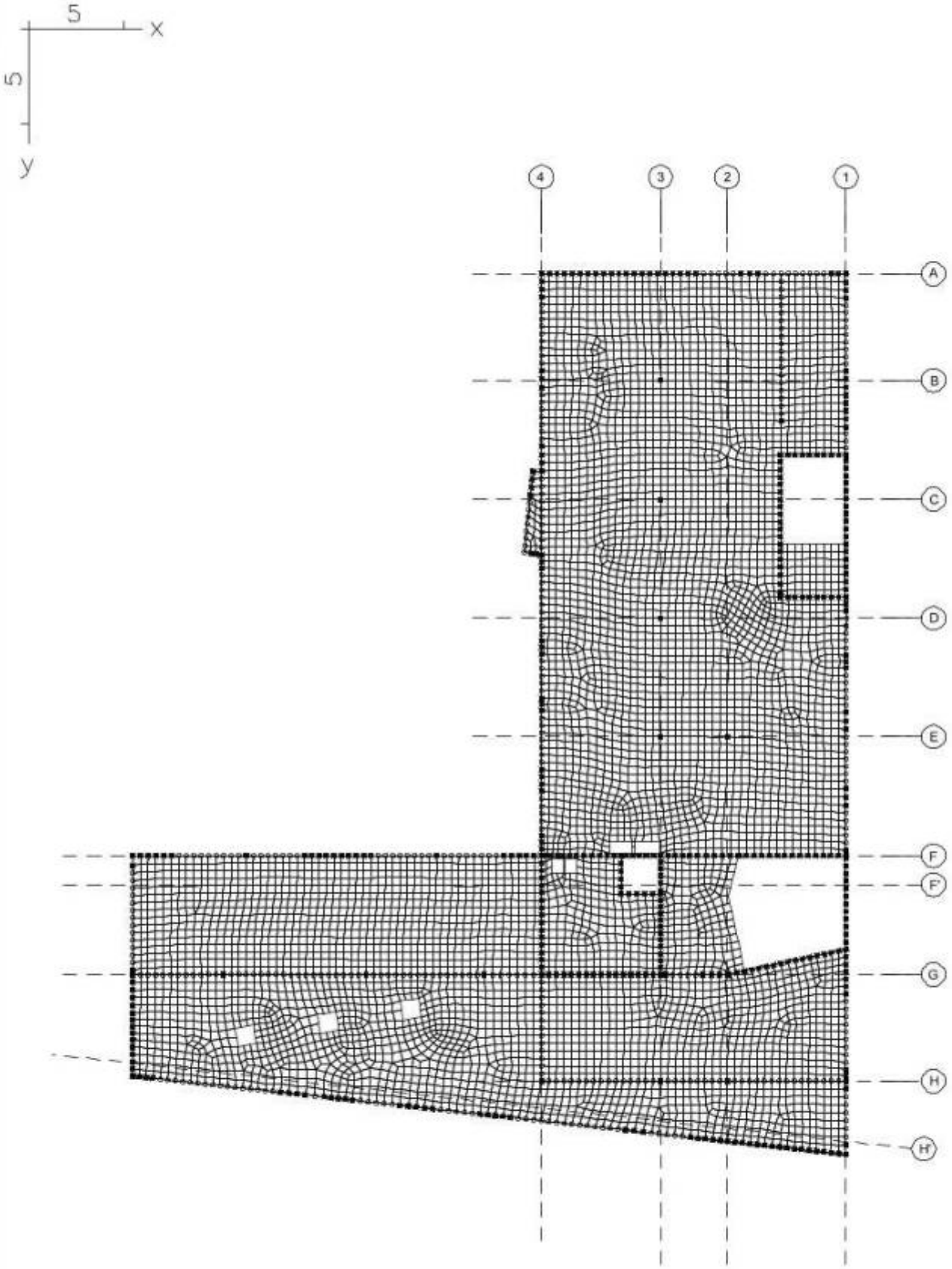
Statisch durch
Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

System

M = 1:300



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.20 - Decke über 1.OG

Statisch durch Vergleich geprüft

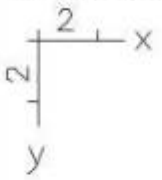
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

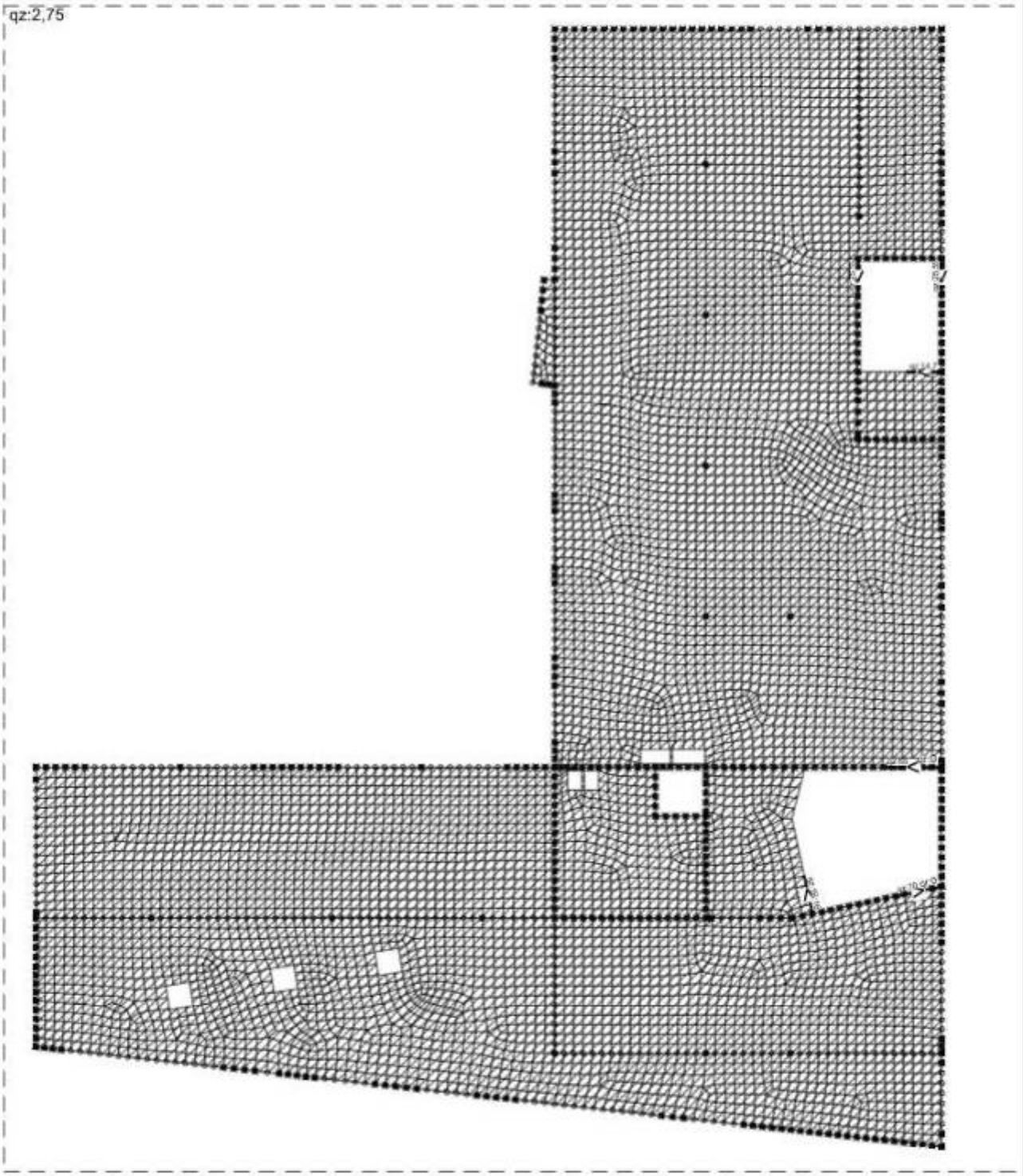
Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

LF 1: Belastung, Eigenlast + Ausbaulast

M = 1:250

EIGENLAST





Statisch durch Vergleich geprüft

LF 1: Belastung, Eigenlast + Ausbaulast

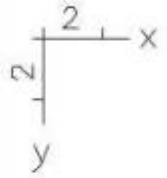
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

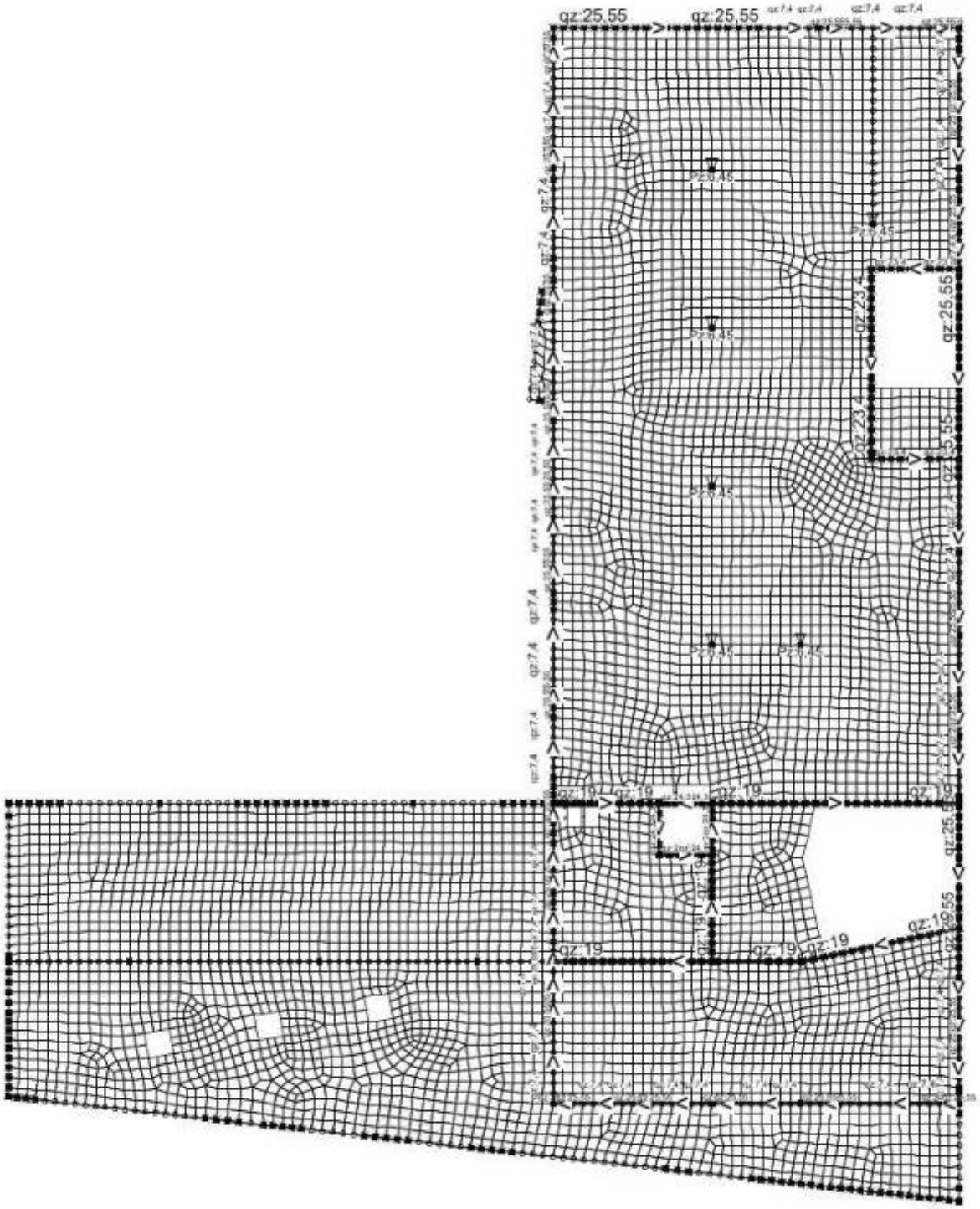
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

LF 2: Belastung, Aufgehende Bauteile

M = 1:250



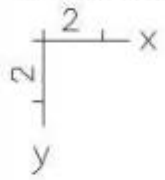

qz:25,55
qz:25,55
qz:7,4
qz:7,4
qz:7,4
qz:7,4
qz:7,4
qz:7,4
qz:23,4
qz:25,55
qz:23,4
qz:25,55
qz:7,4
qz:7,4
qz:7,4
qz:7,4
qz:19
qz:19
qz:19

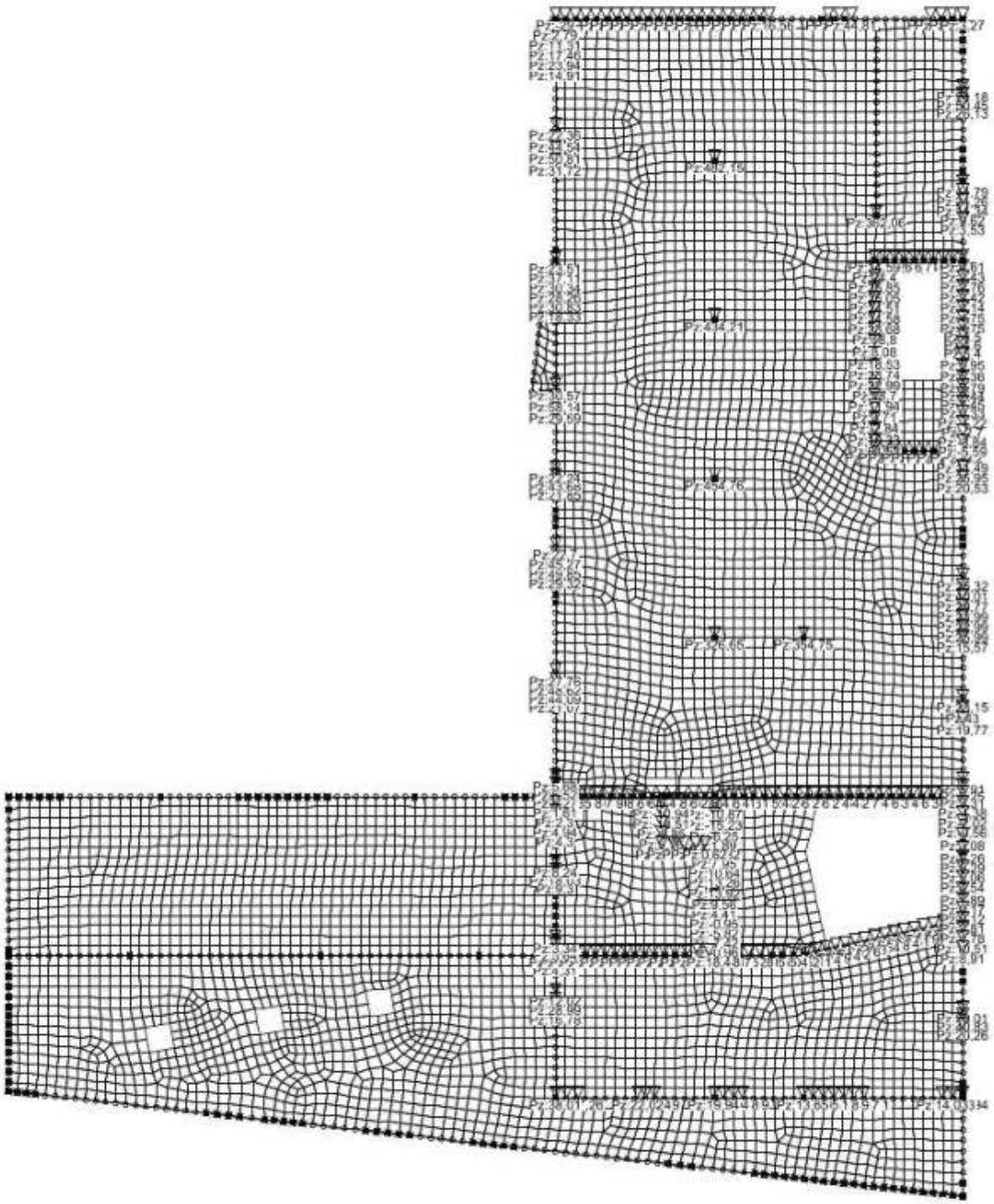
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

LF 9: Belastung, Weiterleitung G 2.OG

M = 1:250





Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.20 - Decke über 1.OG

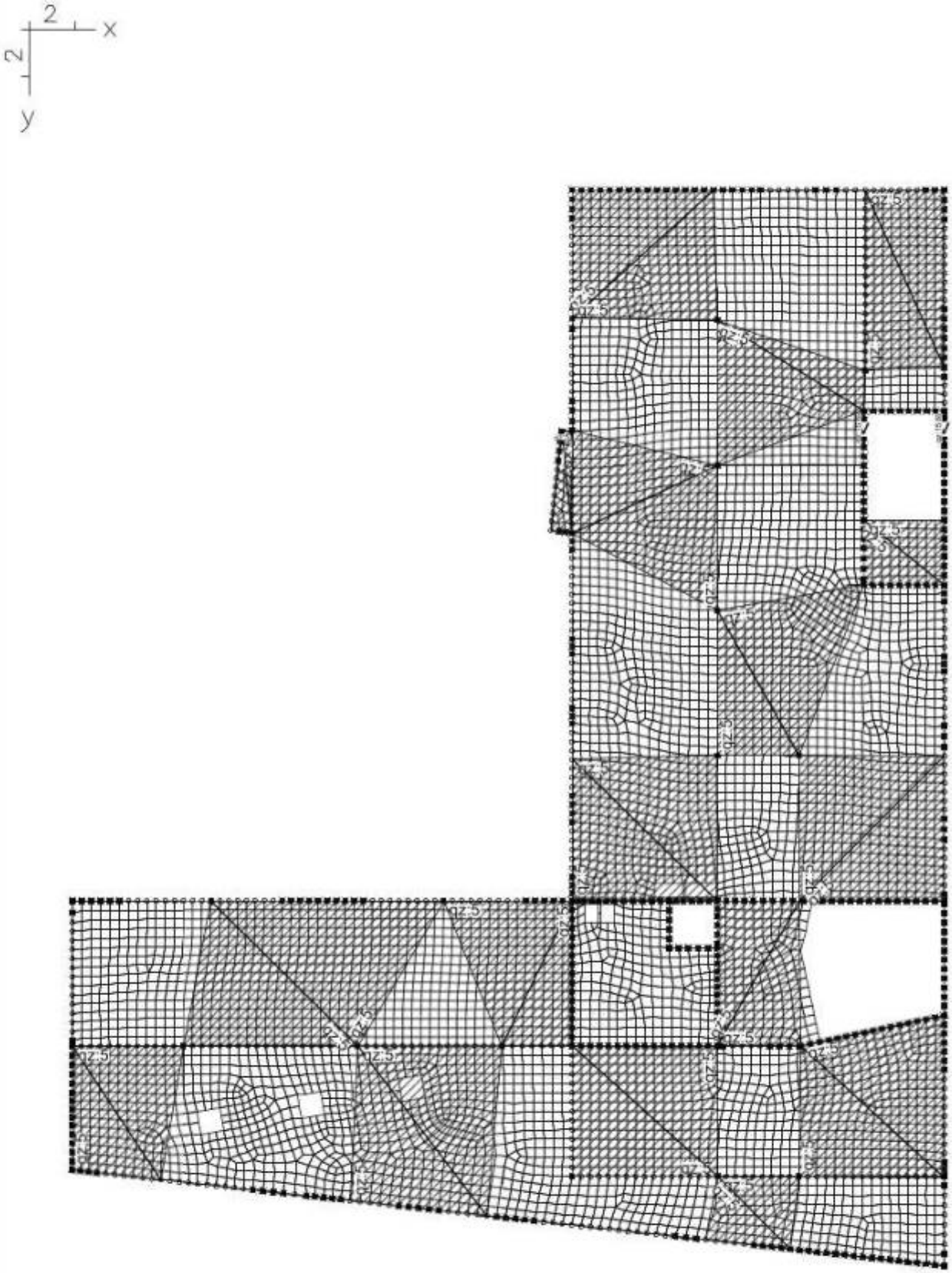
LF 9: Belastung, Weiterleitung G 2.OG

Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

LF 10: Belastung, Nutzlast 1 M = 1:250



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.20 - Decke über 1.OG

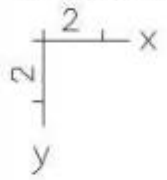
LF 10: Belastung, Nutzlast 1

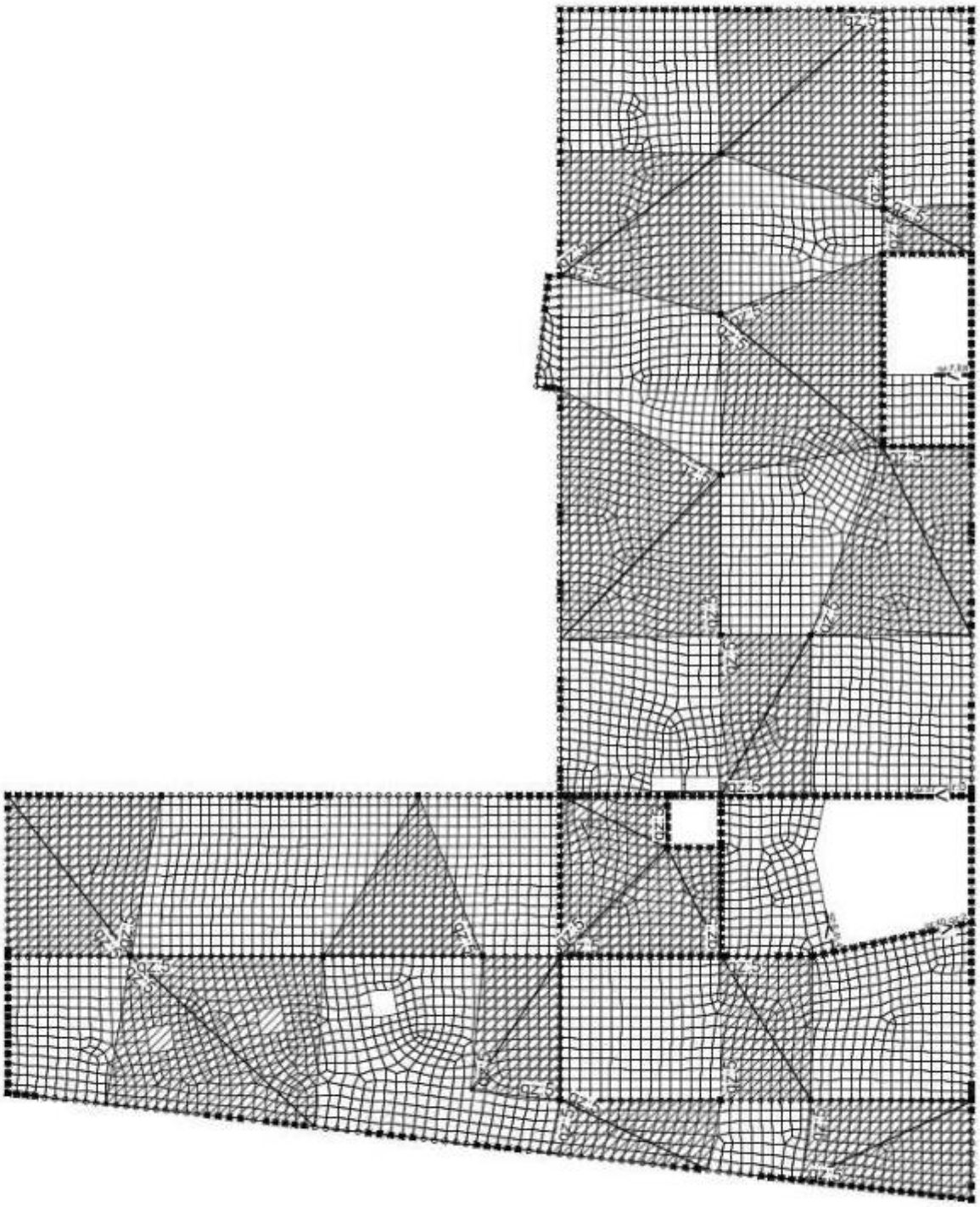
Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

LF 11: Belastung, Nutzlast 2 M = 1:250





Statisch durch Vergleich geprüft

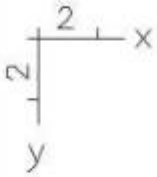
LF 11: Belastung, Nutzlast 2

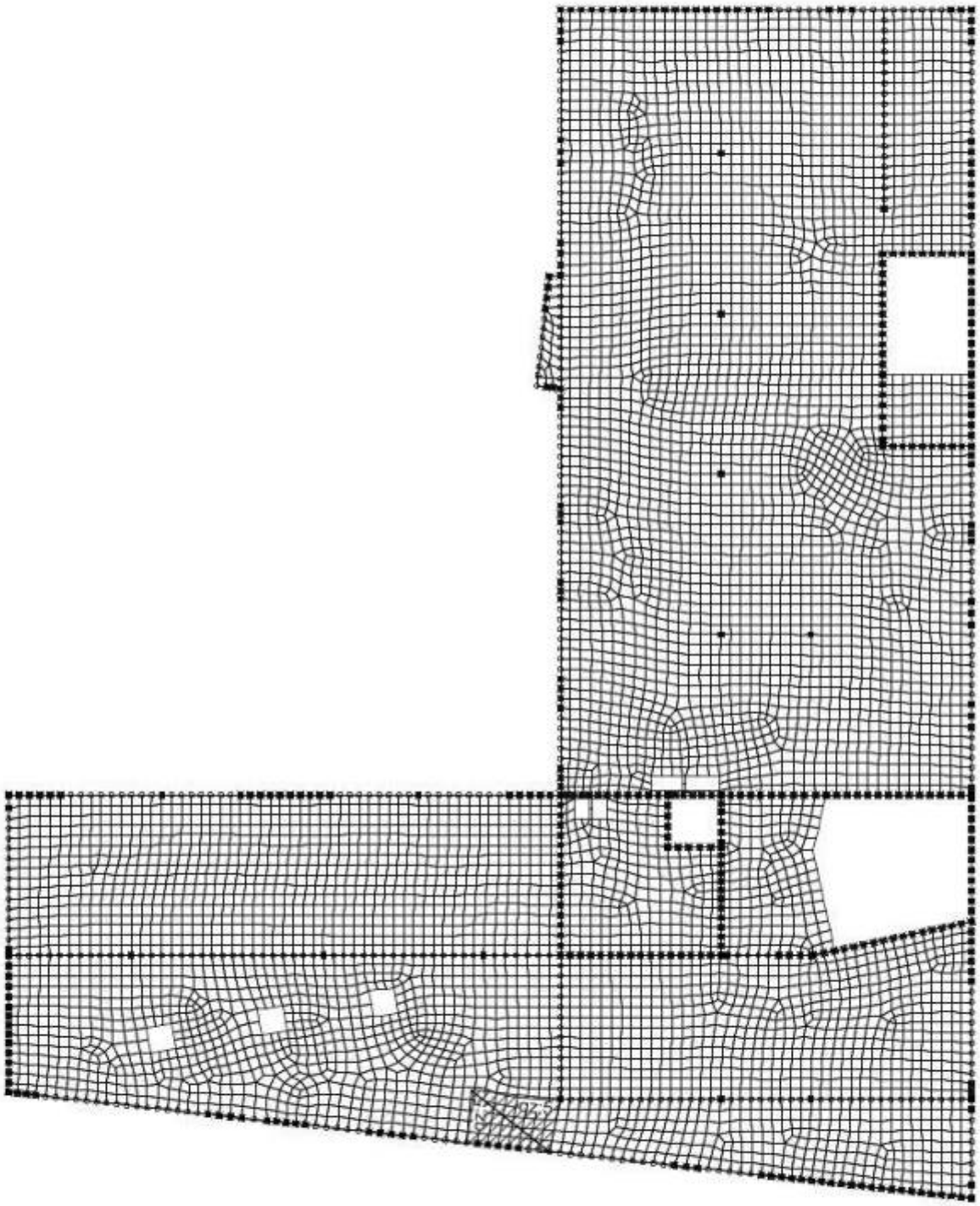
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

LF 12: Belastung, Nutzlast 3 M = 1:250





Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.20 - Decke über 1.OG

LF 12: Belastung, Nutzlast 3

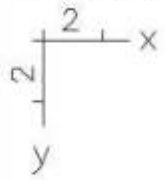
Statisch durch Vergleich geprüft

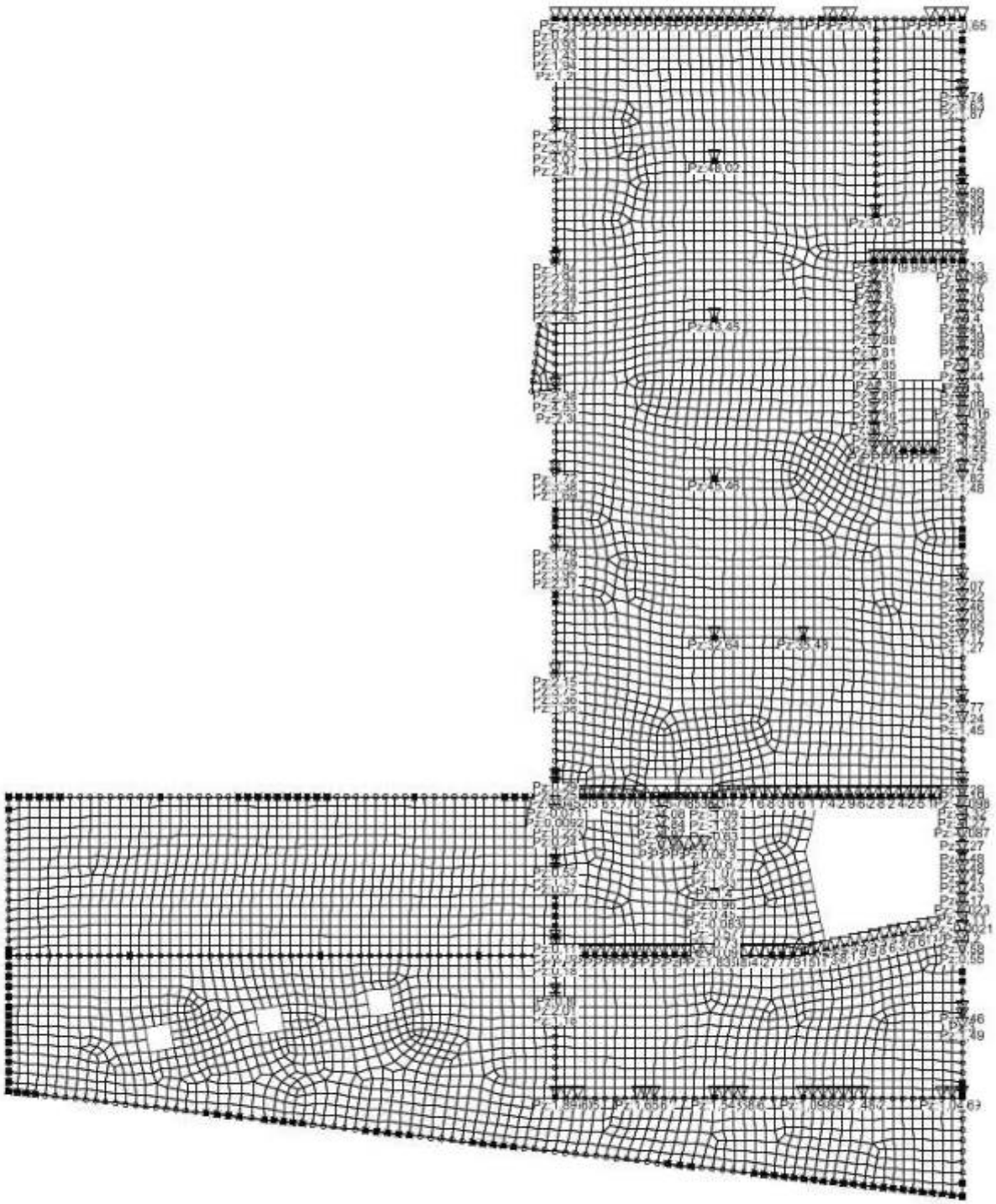
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

LF 13: Belastung, Weiterleitung Q 2.OG

M = 1:250





Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.20 - Decke über 1.OG

LF 13: Belastung, Weiterleitung Q 2.OG

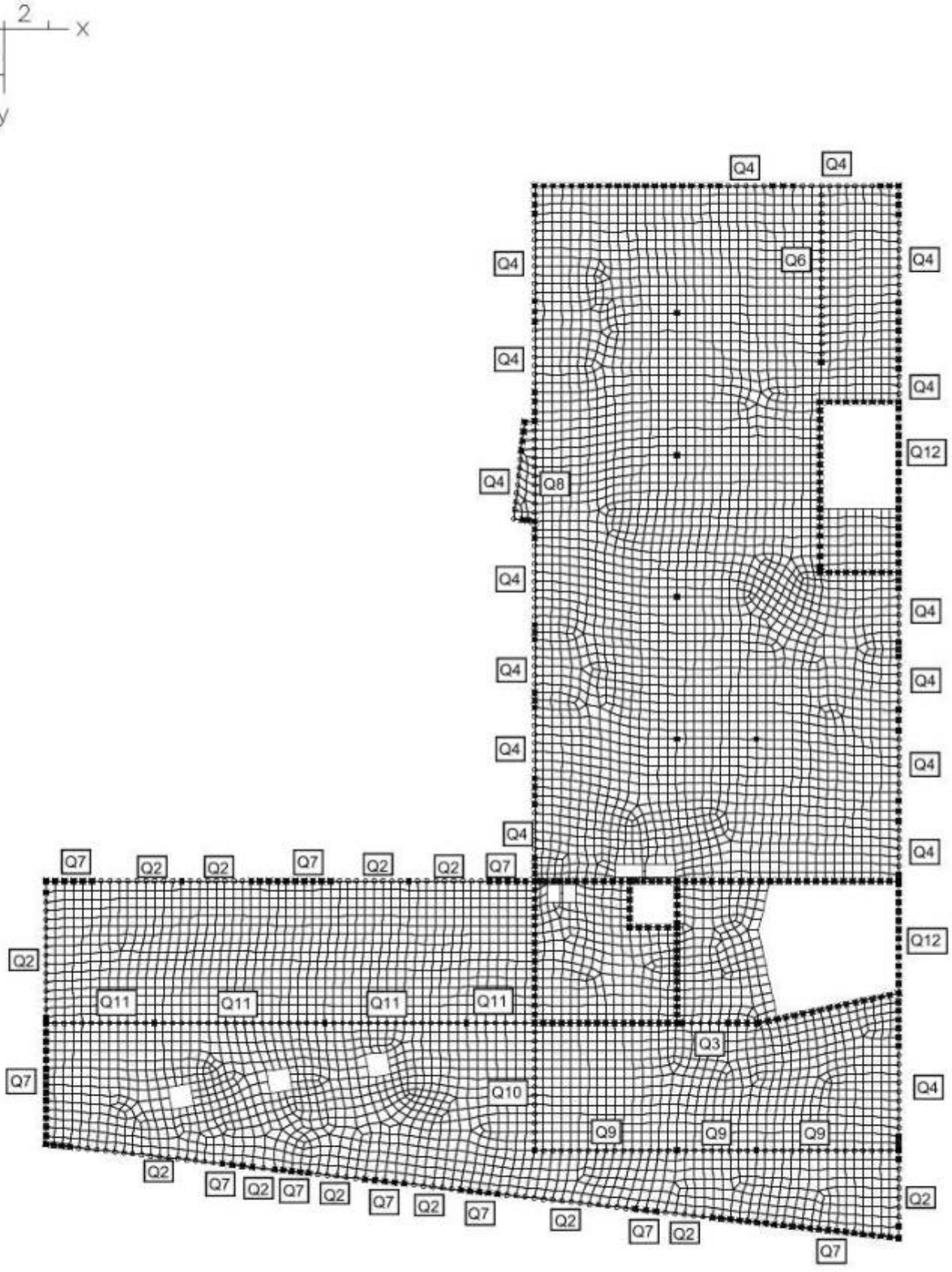
Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

System

M = 1:250

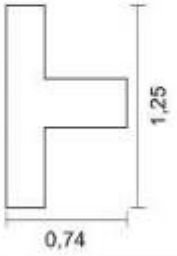
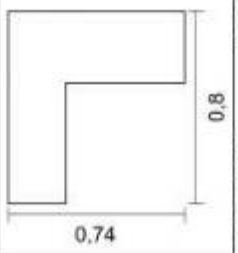
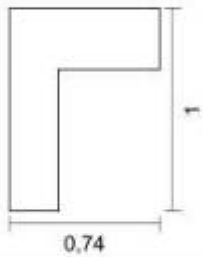
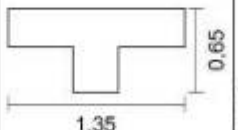


Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Querschnittswerte

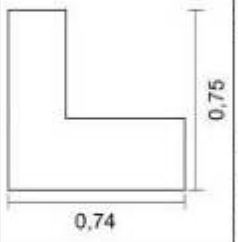
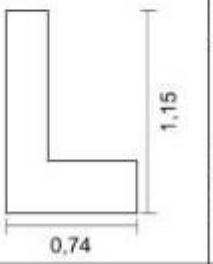
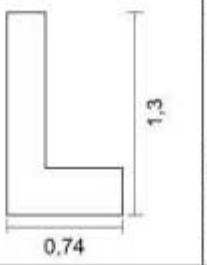
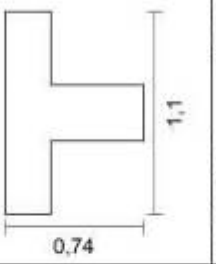
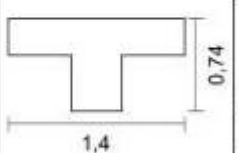
1	Fläche	Stb.-Decke h=30cm Elementdicke [m] dz = 0,3000 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
2	Polygon 	Attika 24/75 + UZ 24/80 Schwerpunkt [m] ys = 0,243 zs = -0,633 Fläche [m²] A = 4,5000e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 4,0250e-02 I1 = 4,0289e-02 Iz = 1,8255e-02 I2 = 1,8216e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 2,404 Iyz = -9,2500e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
3	Polygon 	UZ 24/160cm Schwerpunkt [m] ys = 0,224 zs = 0,617 Fläche [m²] A = 5,3400e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,2862e-01 I1 = 1,3448e-01 Iz = 1,9735e-02 I2 = 1,3870e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 12,739 Iyz = -2,5942e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
4	Polygon 	UZ 24/80cm Schwerpunkt [m] ys = 0,282 zs = 0,290 Fläche [m²] A = 3,4200e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,6628e-02 I1 = 2,3909e-02 Iz = 1,5575e-02 I2 = 8,2943e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 43,066 Iyz = -7,7895e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
5	Polygon 	UZ 24/100cm Schwerpunkt [m] ys = 0,262 zs = 0,365 Fläche [m²] A = 3,9000e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 3,2433e-02 I1 = 3,8925e-02 Iz = 1,6914e-02 I2 = 1,0422e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 28,506 Iyz = -1,1954e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
6	Polygon 	UZ 35/65cm Schwerpunkt [m] ys = 0,675 zs = 0,225 Fläche [m²] A = 5,2750e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,4222e-02 I1 = 1,4222e-02 Iz = 6,2760e-02 I2 = 6,2760e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 0,000 Iyz = 0,0000e+00 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Querschnittswerte

7	Polygon 	Attika 24/75cm Schwerpunkt [m] ys = 0,288 zs = 0,477 Fläche [m²] A = 3,3000e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,3705e-02 I1 = 7,5955e-03 Iz = 1,5190e-02 I2 = 2,1299e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 41,889 Iyz = 6,8114e-03 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
8	Polygon 	ÜZ 24/85cm Schwerpunkt [m] ys = 0,250 zs = 0,725 Fläche [m²] A = 4,2600e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 4,9096e-02 I1 = 5,5314e-02 Iz = 1,7754e-02 I2 = 1,1536e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -22,140 Iyz = 1,5282e-02 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
9	Polygon 	ÜZ 24/100cm Schwerpunkt [m] ys = 0,240 zs = 0,812 Fläche [m²] A = 4,6200e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 7,0390e-02 I1 = 7,6449e-02 Iz = 1,8490e-02 I2 = 1,2431e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -17,918 Iyz = 1,8740e-02 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
10	Polygon 	UZ/ÜZ 24/110cm Schwerpunkt [m] ys = 0,254 zs = -0,550 Fläche [m²] A = 4,1400e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 2,7745e-02 I1 = 2,7745e-02 Iz = 1,7487e-02 I2 = 1,7487e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
11	Polygon 	UZ 40/74cm Schwerpunkt [m] ys = 0,700 zs = 0,259 Fläche [m²] A = 5,9600e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 2,2969e-02 I1 = 2,2969e-02 Iz = 7,0947e-02 I2 = 7,0947e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 0,000 Iyz = 0,0000e+00 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
12	Stab	Fläche [m²] A = 1,000e+00 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,000e+00 Iy = 1,000e+00 Iz = 1,000e+00 Iyz = 0,000e+00

Statisch durch Vergleich geprüft

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer-dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
2	2	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
3	3	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
4	4	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
5	5	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
6	6	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
7	7	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
8	8	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
9	9	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
10	10	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
11	11	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
12	12	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast + Ausbaulast	0,000	0,000	11164,671
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	11164,671
2	Aufgehende Bauteile	0,000	0,000	3024,985
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	3024,985
9	Weiterleitung G 2.OG	0,000	0,000	7434,250
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	7434,250
10	Nutzlast 1	0,000	0,000	2519,118
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2519,118
11	Nutzlast 2	0,000	0,000	2328,989
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2328,989
12	Nutzlast 3	0,000	0,000	34,649
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	34,649
13	Weiterleitung Q 2.OG	0,000	0,000	673,639
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	673,639
20	Lastsumme g	0,000	0,000	21623,906
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	21623,906
21	Lastsumme q	0,000	0,000	5556,395
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	5556,395

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C B P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .
2	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . x	. . . . . .	.	.	. . .
3	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . x	. . . . . .	.	.	. . .
4	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . x	. . . . . .	.	.	. . .
6	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . x	. . . . . .	.	.	. . .
7	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . x	. . . . . .	.	.	. . .
8	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . x	. . . . . .	.	.	. . .
9	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . x	. . . . . .	.	.	. . .
10	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . x	. . . . . .	.	.	. . .
11	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . x	. . . . . .	.	.	. . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N	Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft: (ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied. (*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk	Stahlgüte der Bügel.
Theta	Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P.	Balken werden wie Platten bemessen.
K.	Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl	Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow	Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as	Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y	Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl	Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red.	Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.
3	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.
4	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.
6	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.
7	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.
8	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.
9	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.
10	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.
11	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,300	.	0,270	0,90	.	.	.	.
2	0,240	.	0,210	0,90	1,250	.	1,220	0,90	1,190	0,180	0,060	.
3	0,240	.	0,210	0,90	1,600	.	1,570	0,90	1,540	0,180	0,060	.
4	0,240	.	0,210	0,90	0,800	.	0,770	0,90	0,740	0,180	0,060	.
6	0,350	.	0,320	0,90	0,650	.	0,620	0,90	0,590	0,290	0,060	.
7	0,240	.	0,210	0,90	0,750	.	0,720	0,90	0,690	0,180	0,060	.
8	0,240	.	0,210	0,90	1,150	.	1,120	0,90	1,090	0,180	0,060	.
9	0,240	.	0,210	0,90	1,300	.	1,270	0,90	1,240	0,180	0,060	.
10	0,240	.	0,210	0,90	1,100	.	1,070	0,90	1,040	0,180	0,060	.
11	0,400	.	0,370	0,90	0,740	.	0,710	0,90	0,680	0,340	0,060	.

Vorgaben für den Nachweis der Schubfuge

Fugenbesch. Beschaffenheit der Fuge: Sehr glatt, glatt, rau, verzahnt.
c Faktor c gemäß 6.2.5 (2). Von der Norm abweichende Werte werden mit "!" markiert.
dz Abstand der Schubfuge von der Querschnittsoberkante [m].
bi Breite der Schubfuge [m].
sigma Spannung infolge der minimalen Normalkraft rechtwinklig zur Fuge (Druck negativ) [MN/m²].
Dyn. Dynamische oder Ermüdungsbeanspruchung nach 6.2.5 (5).

Qu.	Fugenbesch.	c	dz [m]	bi [m]	sigma [MN/m²]	Dyn.
2	Glatt	0,200	0,450	0,220	0,00	.
3	Glatt	0,200	0,300	0,220	0,00	.
4	Glatt	0,200	0,300	0,220	0,00	.
6	Glatt	0,200	0,300	0,310	0,00	.
7	Glatt	0,200	0,450	0,220	0,00	.
8	Glatt	0,200	0,850	0,220	0,00	.
9	Rau	0,400	1,000	0,220	0,00	.
10	Glatt	0,200	0,400	0,220	0,00	.
11	Rau	0,400	0,300	0,360	0,00	.

Spannungsberechnung für Stäbe

Beim Nachweis der Robustheitsbewehrung erfolgt die Spannungsberechnung am Bruttoquerschnitt.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

Rohd. Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c
mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten [MN/m] fck	a.cc	fctm	a.ct	Grenzdehnungen [o/oo] e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
1	C30/37-EN-D	.	33000	30,00	0,85	2,90	0,85	-2,20	-3,50	-2,00	-3,50
2	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
3	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
4	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
6	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
7	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
8	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
9	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
10	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
11	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]		y [m]	z [m]	dl [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,300						
	4	0,000	0,300						
2	1	-0,000	-1,250	200000	500	0,030	-0,030	0,030	0,00
	2	0,240	-1,250	200000	500	0,030	-1,220	0,030	0,00
	3	0,240	-0,800	200000	500	0,710	-0,770	0,030	0,00
	4	0,740	-0,800	200000	500	0,710	-0,530	0,030	0,00
	5	0,740	-0,500						
	6	0,240	-0,500						
	7	0,240	-0,000						
	8	0,000	0,000						
	9	-0,000	-0,500						
	10	-0,000	-0,800						
3	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	0,240	0,000	200000	500	0,710	0,030	0,030	0,00
	3	0,740	0,000	200000	500	0,210	1,570	0,030	0,00
	4	0,740	0,300	200000	500	0,030	1,570	0,030	0,00
	5	0,240	0,300						
	6	0,240	1,600						
	7	0,000	1,600						
	8	0,000	0,300						
4	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	0,240	0,000	200000	500	0,710	0,030	0,030	0,00

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	Beton z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]		Betonstahl y [m]	Betonstahl z [m]	Betonstahl dl [m]	Betonstahl As [cm²]
	3	0,740	0,000	200000	500	0,210	0,770	0,030	0,00
	4	0,740	0,300	200000	500	0,030	0,770	0,030	0,00
	5	0,240	0,300						
	6	0,240	0,800						
	7	0,000	0,800						
	8	0,000	0,300						
6	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	0,500	0,000	200000	500	1,320	0,030	0,030	0,00
	3	0,850	0,000	200000	500	0,820	0,620	0,030	0,00
	4	1,350	0,000	200000	500	0,530	0,620	0,030	0,00
	5	1,350	0,300						
	6	0,850	0,300						
	7	0,850	0,650						
	8	0,500	0,650						
	9	0,500	0,300						
	10	0,000	0,300						
7	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	0,240	0,000	200000	500	0,210	0,030	0,030	0,00
	3	0,240	0,450	200000	500	0,710	0,720	0,030	0,00
	4	0,740	0,450	200000	500	0,030	0,720	0,030	0,00
	5	0,740	0,750						
	6	0,240	0,750						
	7	0,000	0,750						
	8	0,000	0,450						
8	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	0,240	0,000	200000	500	0,210	0,030	0,030	0,00
	3	0,240	0,850	200000	500	0,710	1,120	0,030	0,00
	4	0,740	0,850	200000	500	0,030	1,120	0,030	0,00
	5	0,740	1,150						
	6	0,240	1,150						
	7	0,000	1,150						
	8	0,000	0,850						
9	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	0,240	0,000	200000	500	0,210	0,030	0,030	0,00
	3	0,240	1,000	200000	500	0,710	1,270	0,030	0,00
	4	0,740	1,000	200000	500	0,030	1,270	0,030	0,00
	5	0,740	1,300						
	6	0,240	1,300						
	7	0,000	1,300						
	8	0,000	1,000						
10	1	-0,000	-1,100	200000	500	0,030	-0,030	0,030	0,00
	2	0,240	-1,100	200000	500	0,030	-1,070	0,030	0,00
	3	0,240	-0,700	200000	500	0,710	-0,670	0,030	0,00
	4	0,740	-0,700	200000	500	0,710	-0,430	0,030	0,00
	5	0,740	-0,400						
	6	0,240	-0,400						
	7	0,240	-0,000						
	8	0,000	0,000						
	9	-0,000	-0,400						
	10	-0,000	-0,700						
11	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	0,500	0,000	200000	500	1,370	0,030	0,030	0,00
	3	0,900	0,000	200000	500	0,870	0,710	0,030	0,00
	4	1,400	0,000	200000	500	0,530	0,710	0,030	0,00
	5	1,400	0,300						
	6	0,900	0,300						
	7	0,900	0,740						
	8	0,500	0,740						
	9	0,500	0,300						
	10	0,000	0,300						

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Betonstahl für Flächenelemente

as Grundbewehrung [cm²/m]
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1     Eigenlast + Ausbaulast
2     Aufgehende Bauteile
9     Weiterleitung G 2.OG
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,5 / 0,3

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
10    Nutzlast 1
11    Nutzlast 2
12    Nutzlast 3
13    Weiterleitung Q 2.OG
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

NACHWEISE FÜR STÄBE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubfuge

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

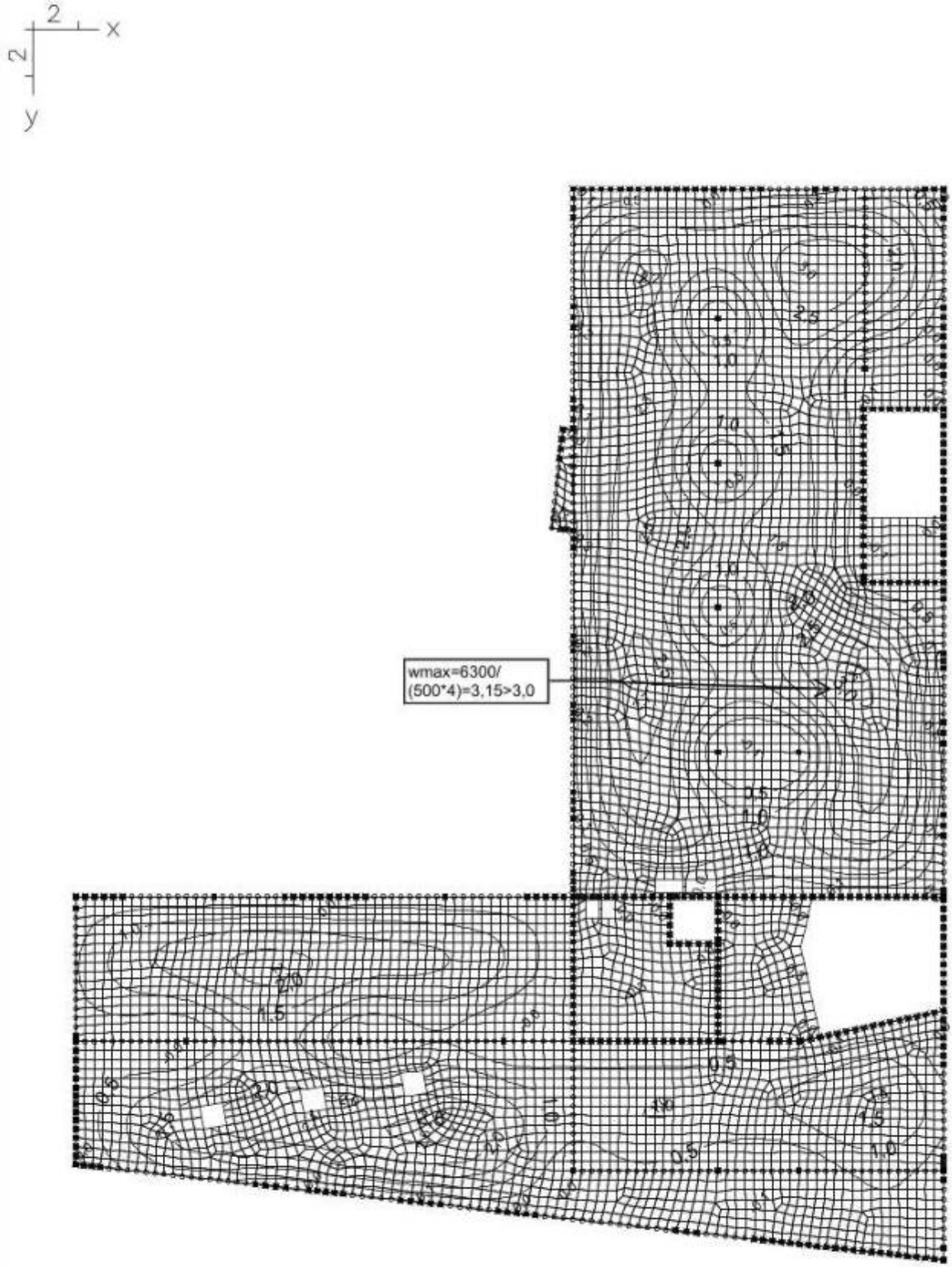
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1 M = 1:250



LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -0,30/3,09 [mm]

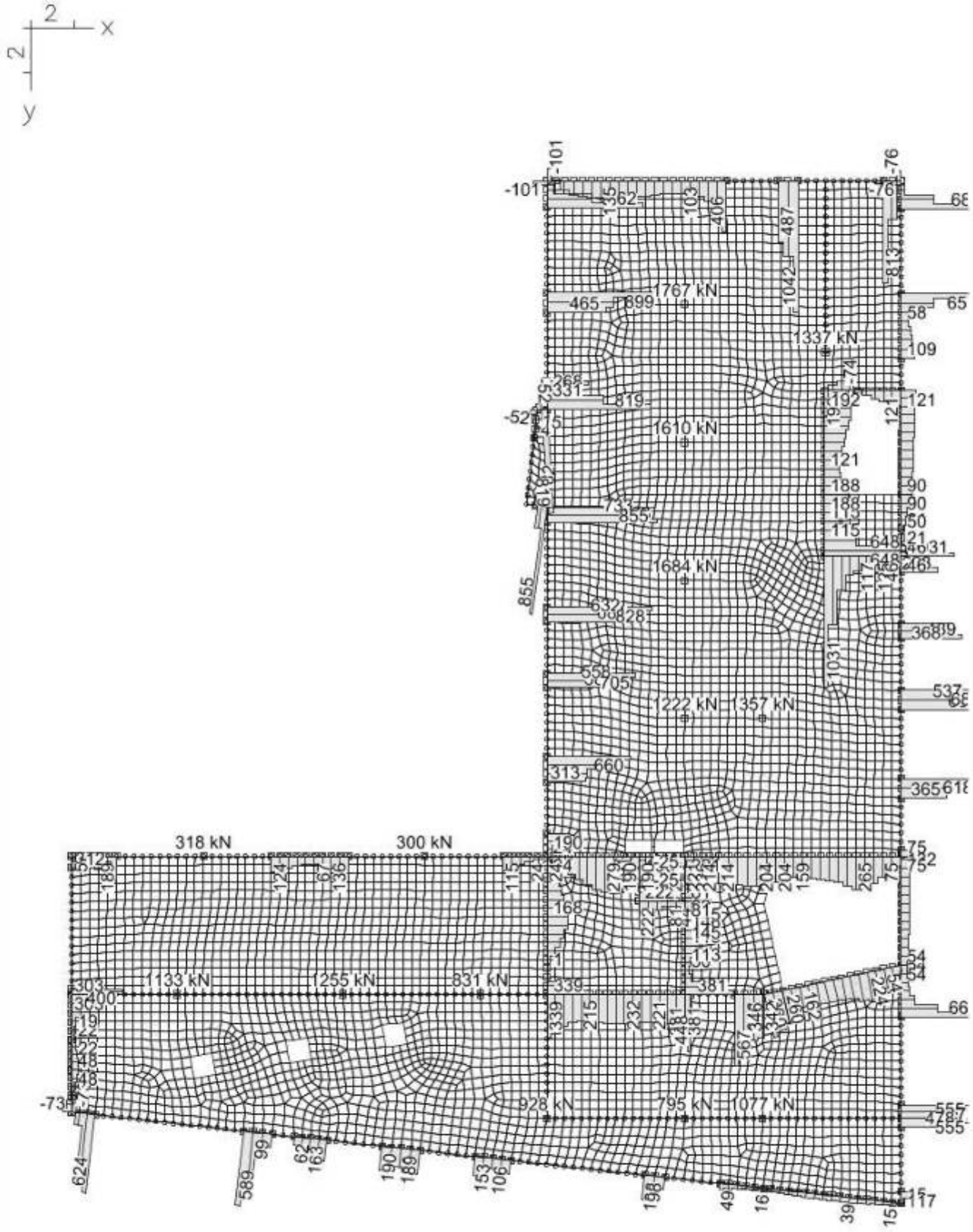
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1 M = 1:250



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max Rz(l). 436,88 [kN/m] =

Statisch durch Vergleich geprüft

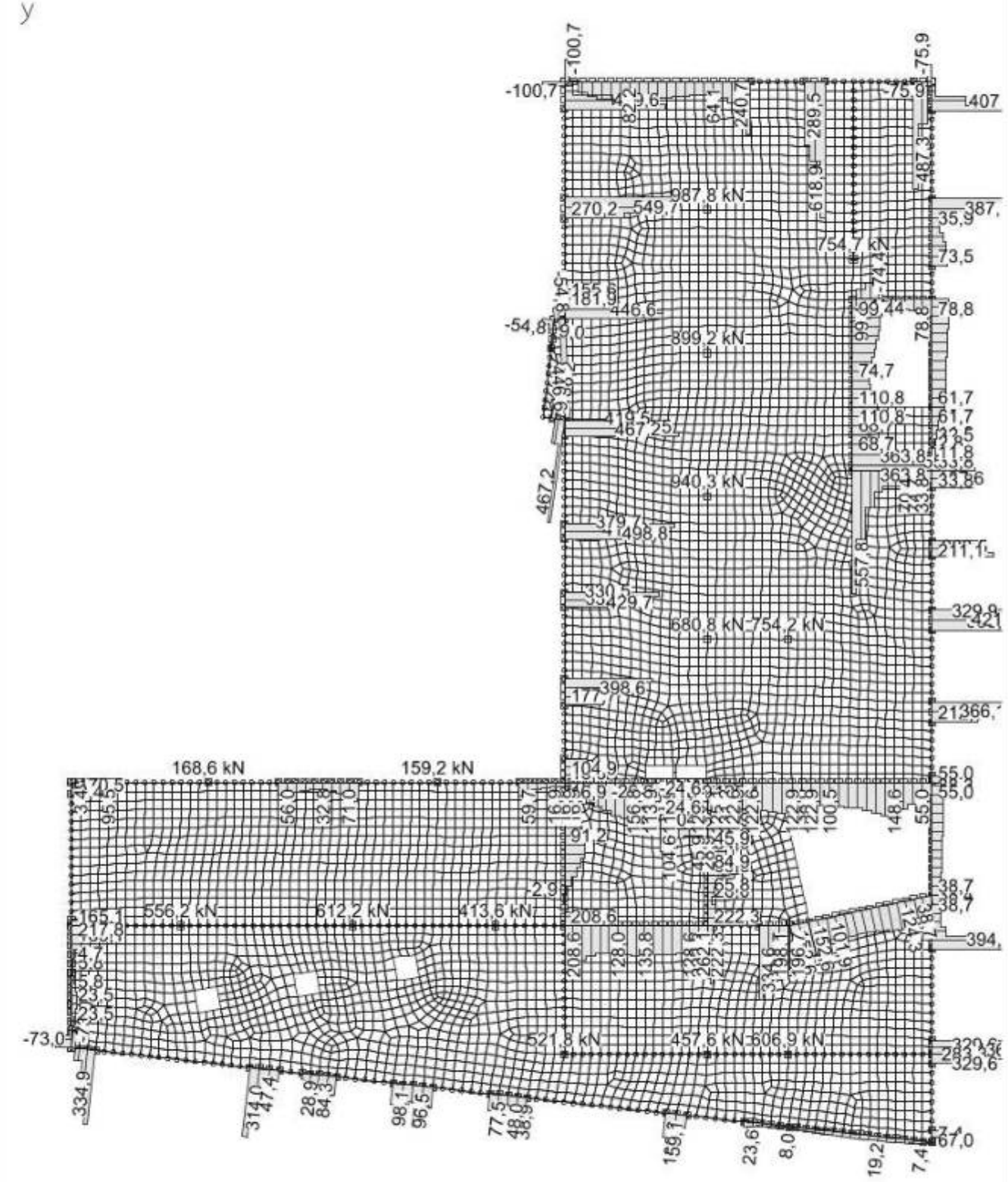
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

Auflagerreaktionen Rz; LF 20, Lastsumme g

M = 1:250



LF 20: Lastsumme g
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 259,53 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 21623,91 [kN]

Statisch durch Vergleich geprüft

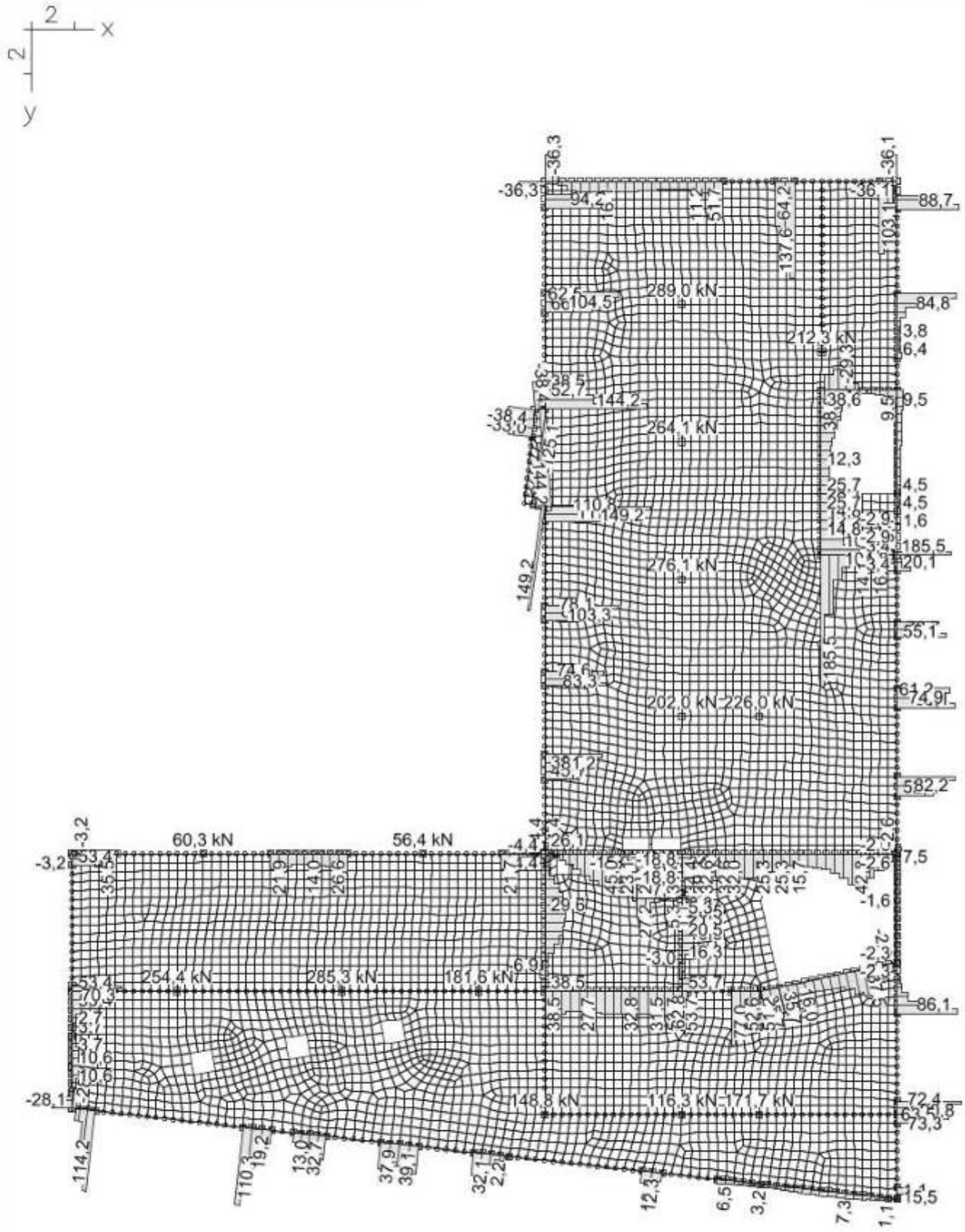
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

Auflagerreaktionen Rz; LF 21, Lastsumme q

M = 1:250



LF 21: Lastsumme q
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 77,79 [kN/m] = ⟵⟶
Summe im Globalsystem Rz(g) = 5556,39 [kN]

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

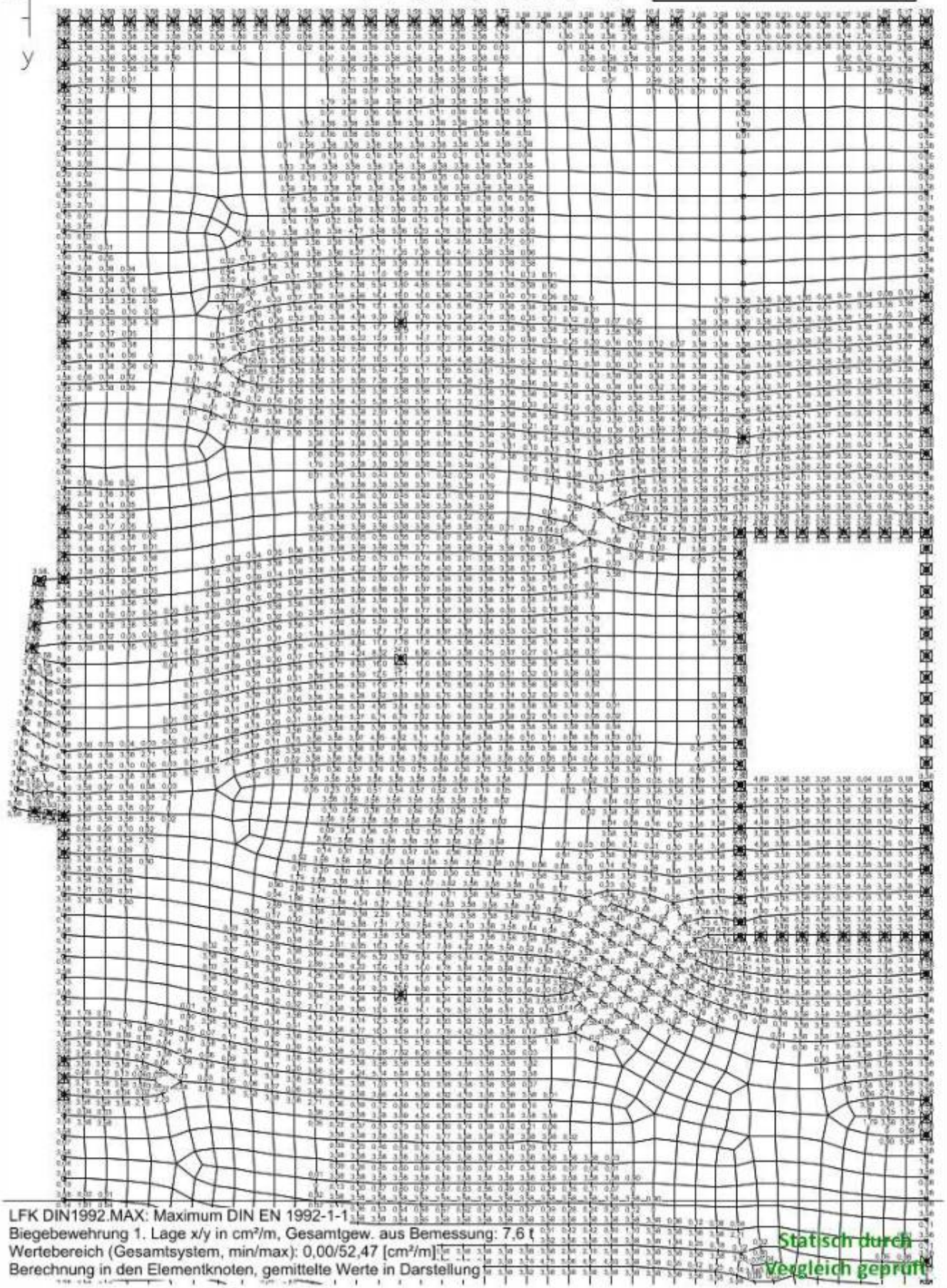
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100

Bereich 1

obere Lage
ohne Abzug Grundbewehrung



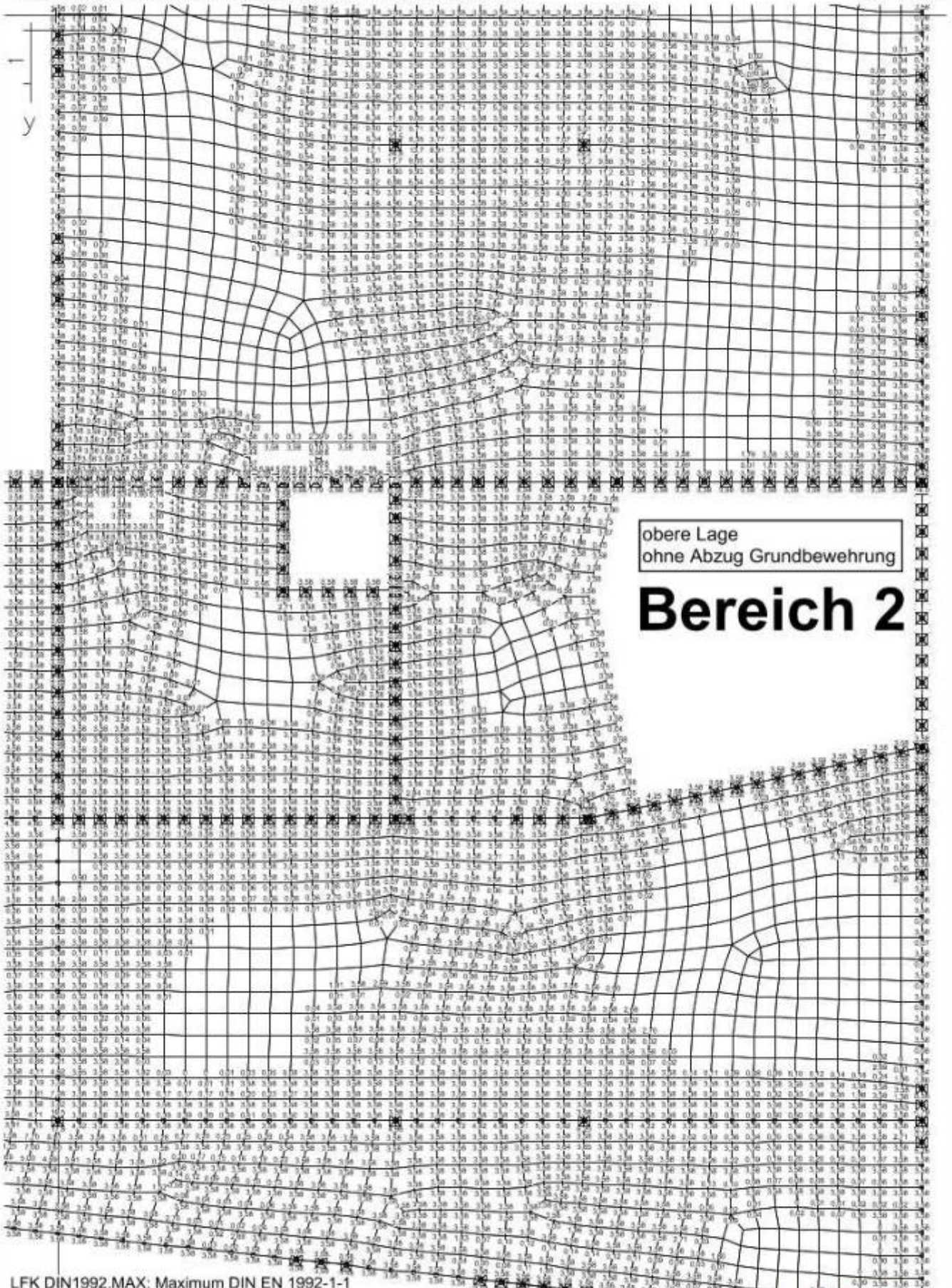
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 1. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 7,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/52,47 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 1. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 7,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/52,47 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Statisch durch Vergleich geprüft

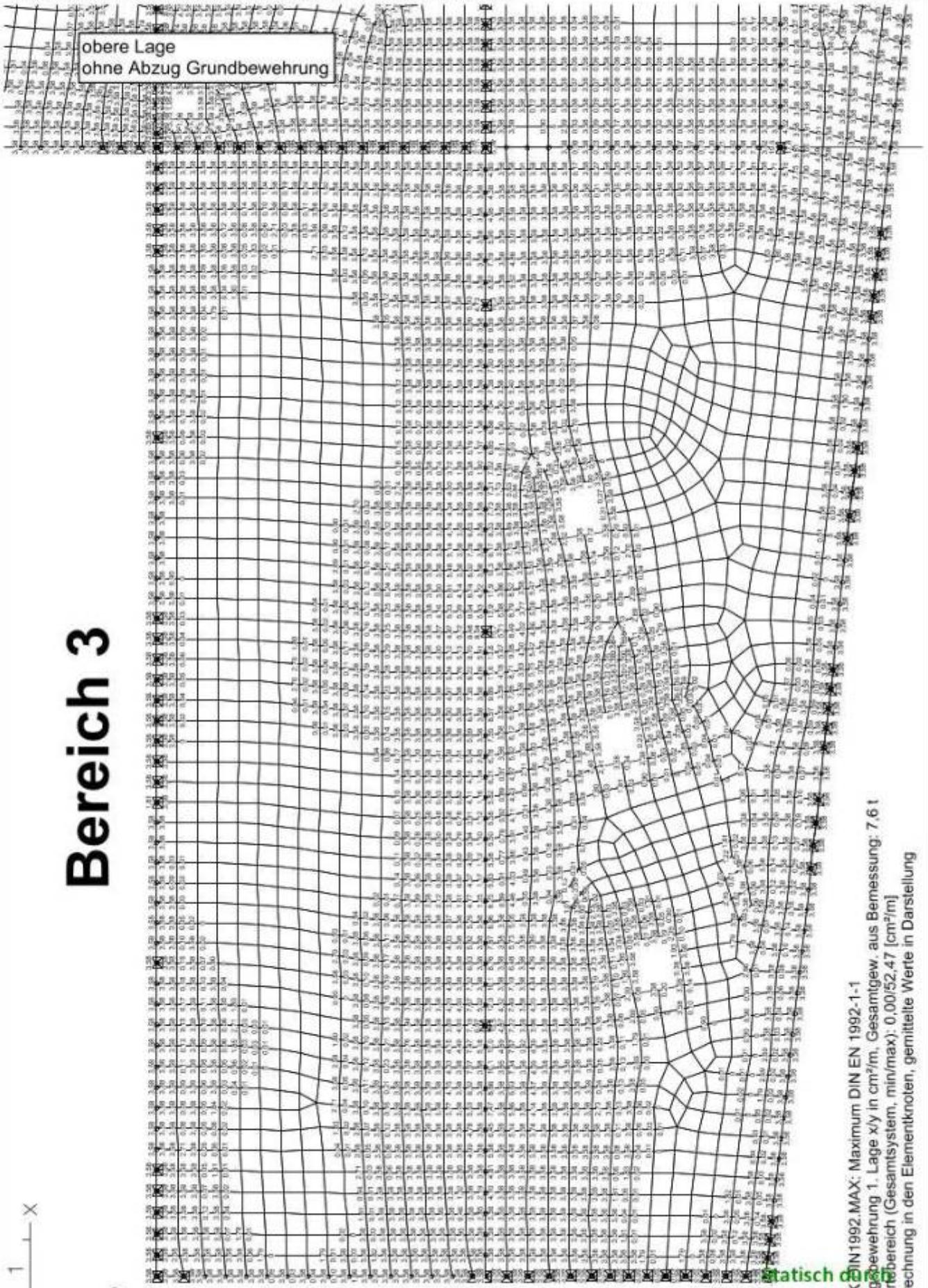
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.20 - Decke über 1.OG

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 20

Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100



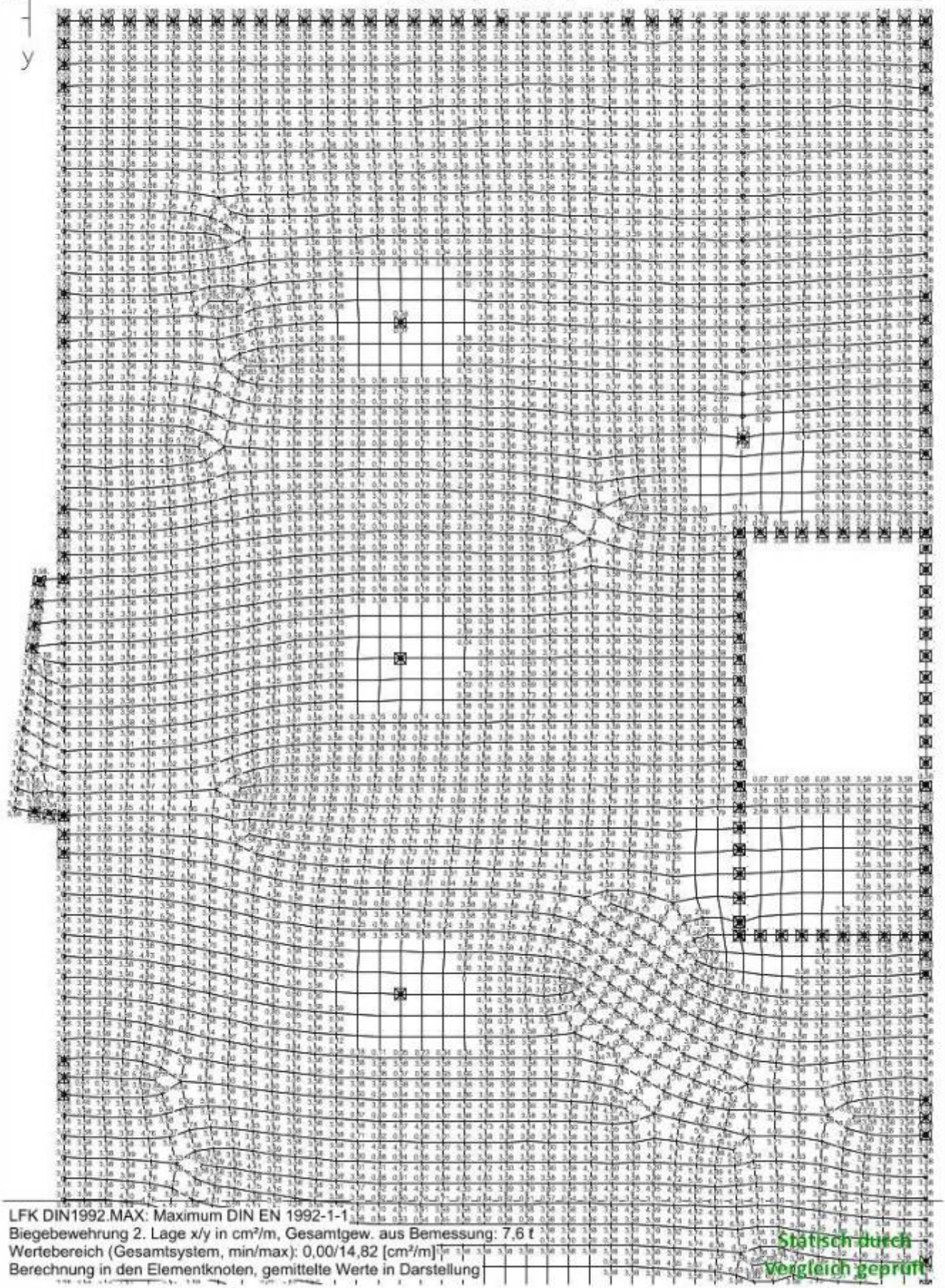
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 20

Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100

Bereich 1

untere Lage
ohne Abzug Grundbewehrung



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 2. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 7,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/14,82 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

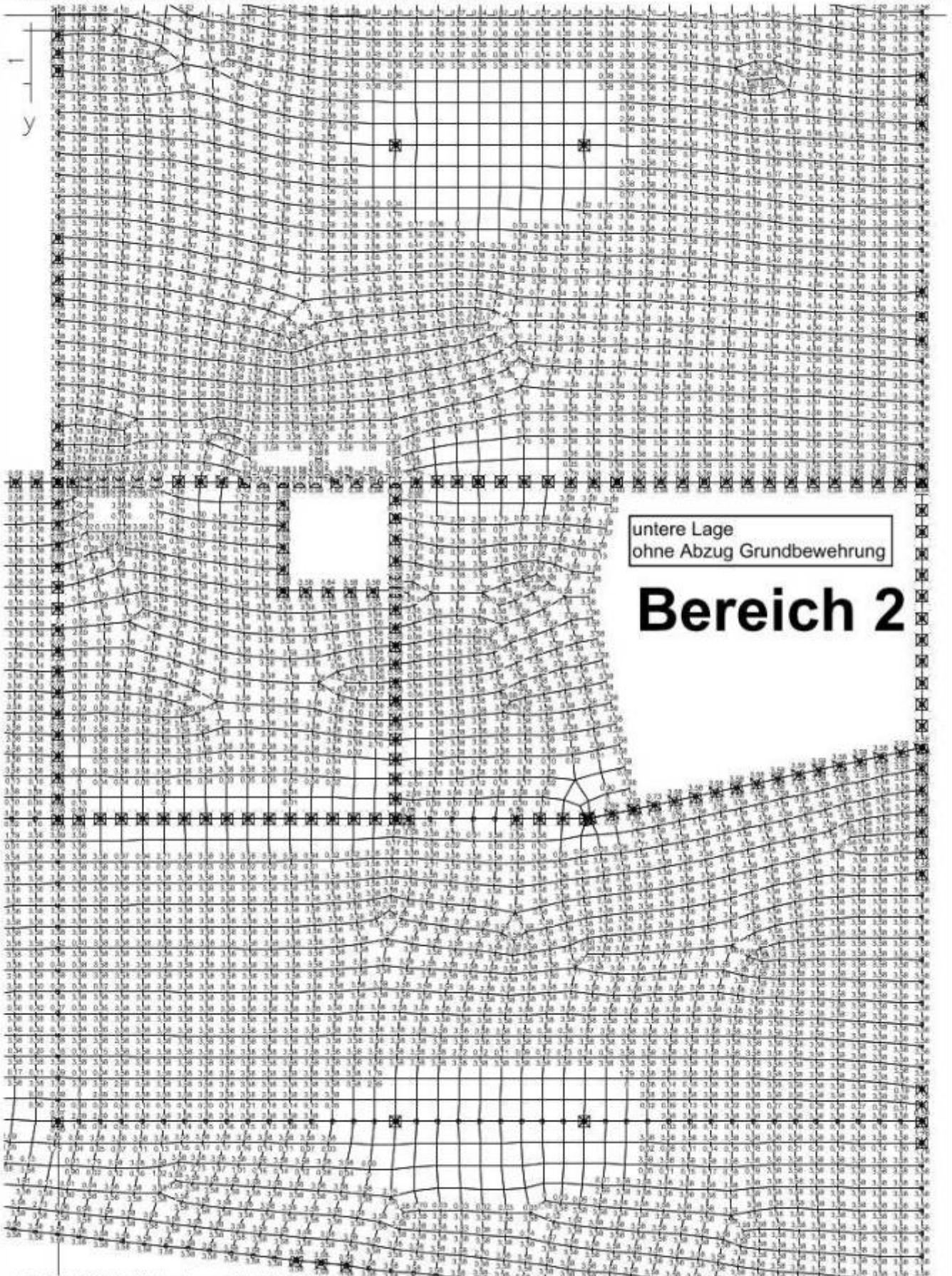
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 2. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 7,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/14,82 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Statisch durch Vergleich geprüft

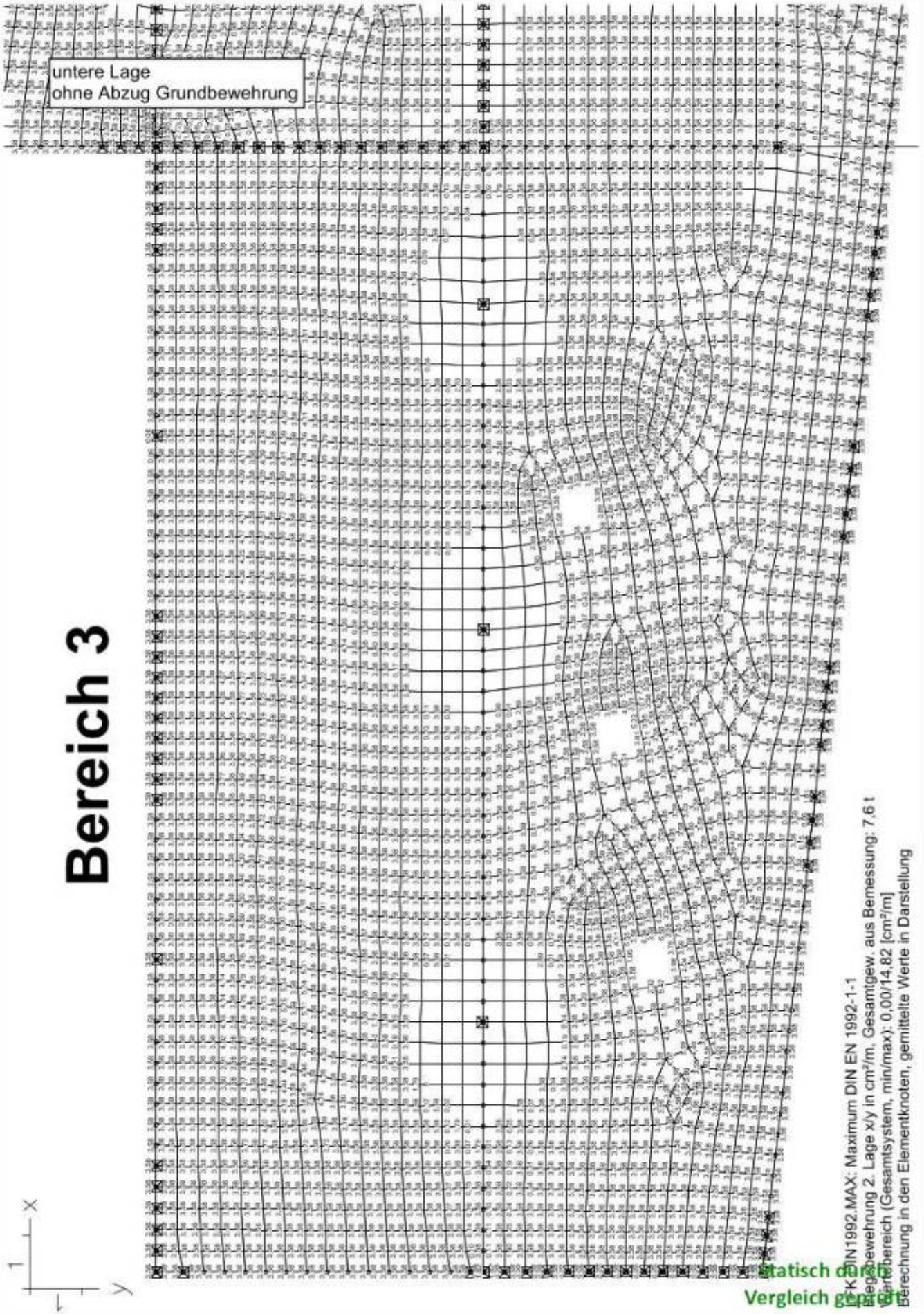
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.20 - Decke über 1.OG

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 20

Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100

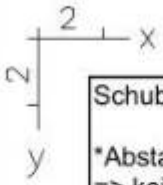


Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

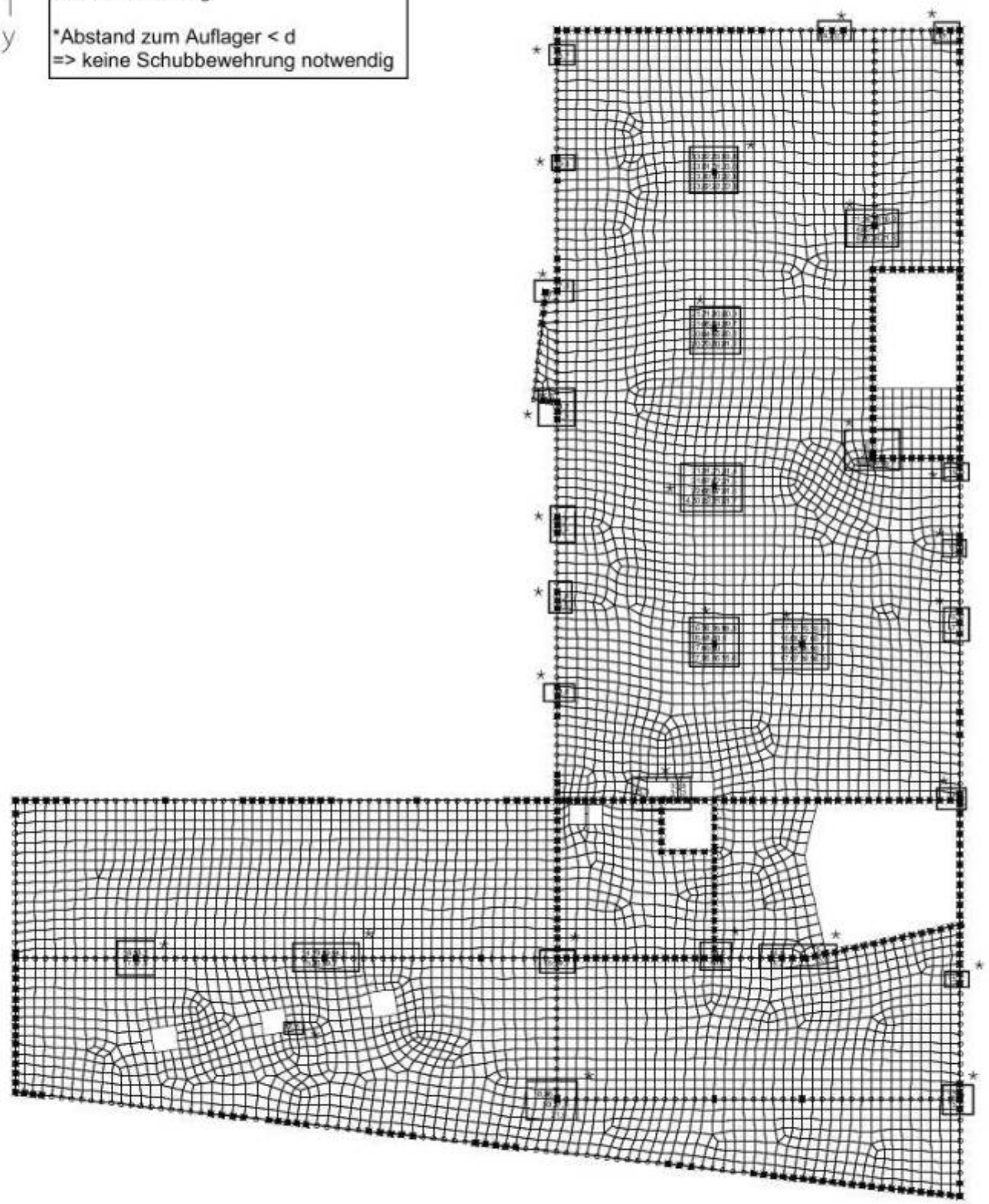
Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1 M = 1:230



Schubbewehrung

*Abstand zum Auflager < d
=> keine Schubbewehrung notwendig



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/91,07 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Statisch durch Vergleich geprüft

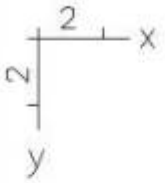
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

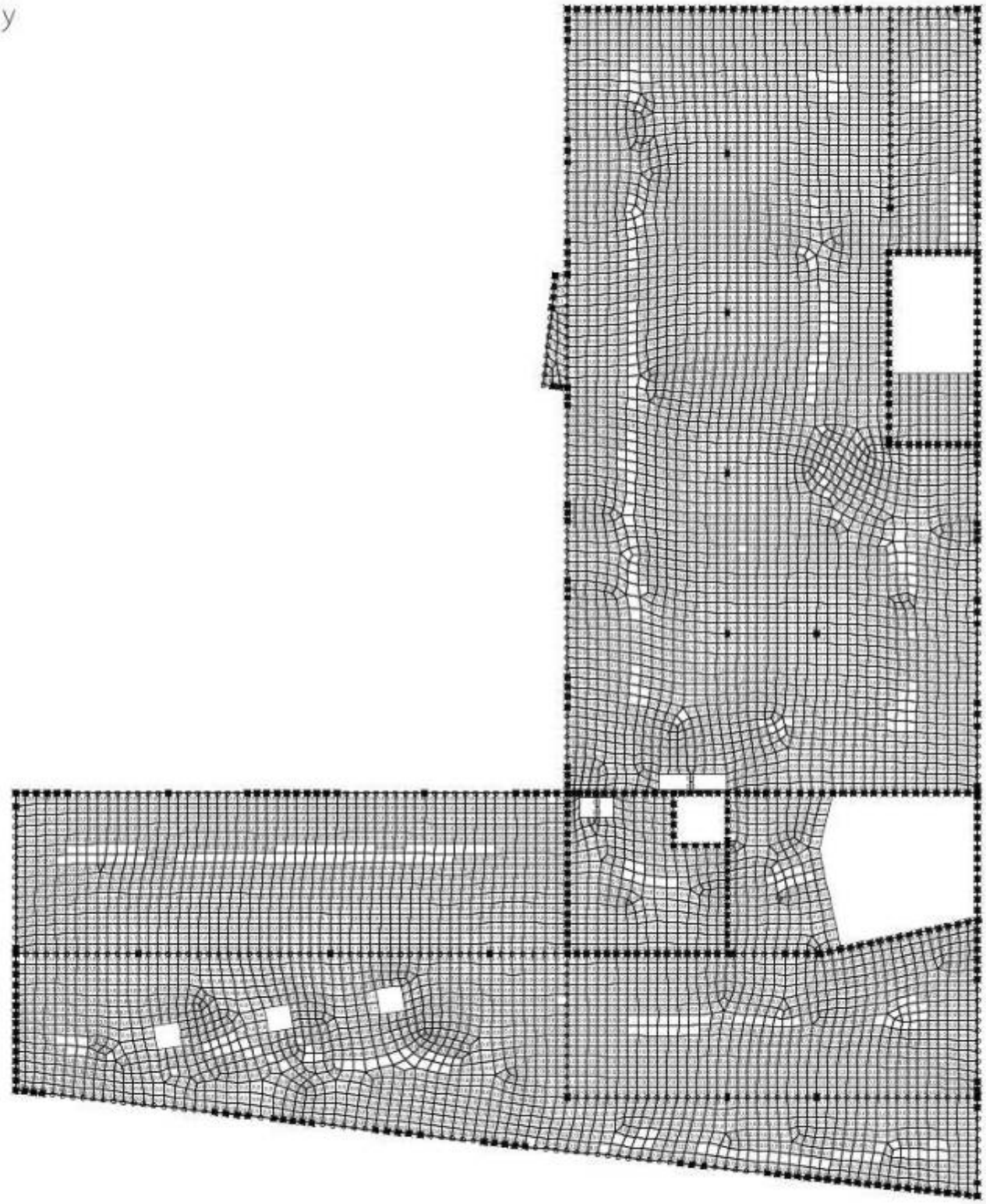
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

qr/vRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M = 1:230





LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
qr/vRd,max [-]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,62 [-]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 1
	D1:S1-S3 1.OG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 1030 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rund

Durchmesser	D = 350 mm
Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 265 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}47 \cdot 0{,}47)^{1/2}$ = 0,47 %

A_{sx} = 12,5 cm²/m (~ø20/252 mm); A_{sy} = 12,4 cm²/m (~ø20/253 mm)

Bewehrung muss über den äußeren Rundschnitt "Uout" verankert werden

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 14,7 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,87
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,07
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 447,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 509,5 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 530 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 4,430 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 1133,0 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 598,1 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 1172,3 kN

$V_{Rd,c,crit}$=598,1kN ≤ $V_{Ed,ß}$=1133,0kN ≤ $V_{Rd,max,crit}$=1172,3kN

Durchstanzbewehrung erforderlich, gewählt:

8x Schöck BOLE O 14/250-8/E1025

Nachweis der Stahltragfähigkeit

$V_{Ed,ß}$=1133,0kN ≤ $V_{Rd,sy,crit}=m_c\cdot n_c\cdot A_{s,i}\cdot f_{yd}/\eta$=1508kN

Äußerer Rundschnitt $u_{out\ (ls\ +\ 1{,}5d)}$

Länge des bewehrten Bereiches	ls = 950 mm
Rundschnittslänge	u_{out} = 9,566 m
Lasterhöhungsfaktor	$ß_{red}$ = ß = 1,10
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,out} = ß_{red}\cdot V_{Ed}$ = 1133,0 kN
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 447,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,out} = v_{Rd,c,out}\cdot d\cdot u_{out}$ = 1133,3 kN

$V_{Ed,out}$=1133,0kN ≤ $V_{Rd,c,out}$=1133,3kN

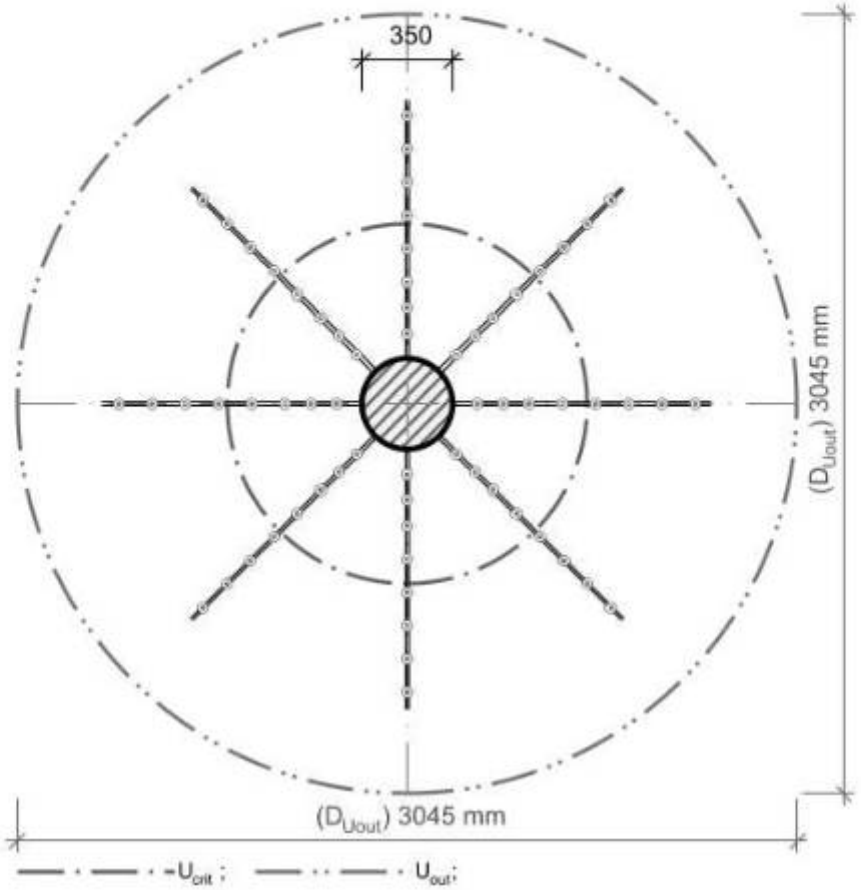
Länge der Durchstanzbewehrung ausreichend

Statisch durch Vergleich geprüft

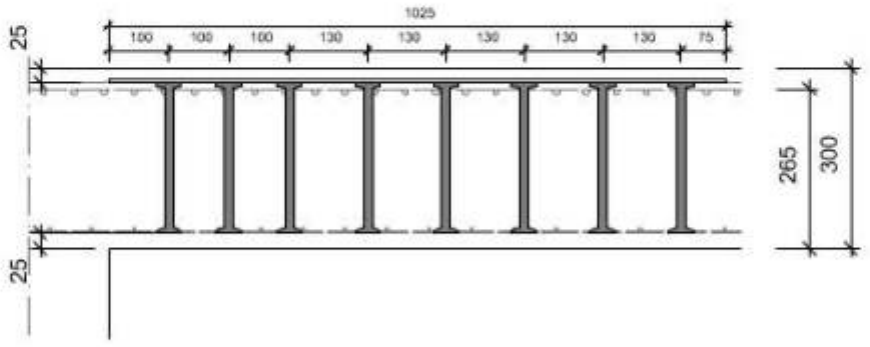
-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 2
	D1:S1-S3 1.OG	Blatt: 2



8x Schöck BOLE O 14/250-8/E1025



Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 3
	S1-S3 1.OG-1	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 1030 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rund

Durchmesser	D = 350 mm
Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 265 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}47 \cdot 0{,}47)^{1/2}$ = 0,47 %

A_{sx} = 12,5 cm²/m (~ø20/252 mm); A_{sy} = 12,4 cm²/m (~ø20/253 mm)

Bewehrung muss über den äußeren Rundschnitt "Uout" verankert werden

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 14,7 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,87
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,07
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 447,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 509,5 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 530 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 4,430 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 1133,0 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 598,1 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 1172,3 kN

$V_{Rd,c,crit}$=598,1kN ≤ $V_{Ed,ß}$=1133,0kN ≤ $V_{Rd,max,crit}$=1172,3kN

Durchstanzbewehrung erforderlich, gewählt:

12x Schöck BOLE O 14/250-6/A1140

Nachweis der Stahltragfähigkeit

$V_{Ed,ß}$=1133,0kN ≤ $V_{Rd,sy,crit}=m_c\cdot n_c\cdot A_{s,i}\cdot f_{yd}/\eta$=1508kN

Äußerer Rundschnitt $u_{out\ (ls\ +\ 1,5d)}$

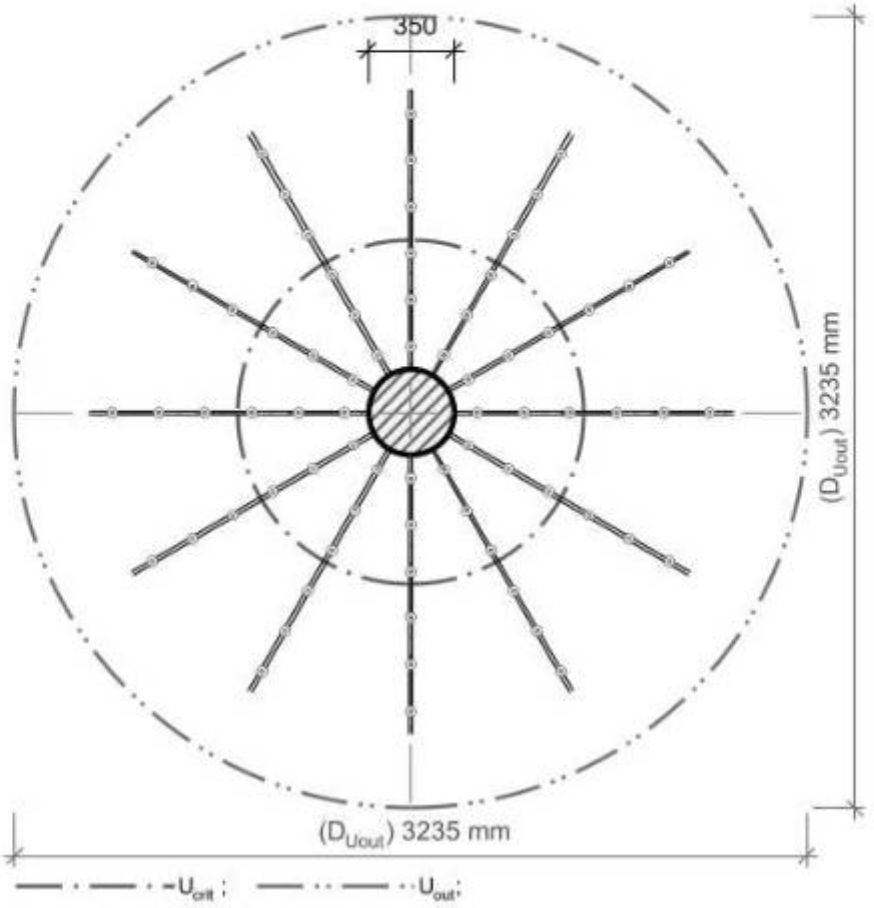
Länge des bewehrten Bereiches	ls = 1045 mm
Rundschnittslänge	u_{out} = 10,163 m
Lasterhöhungsfaktor	$ß_{red}$ = ß = 1,10
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,out} = ß_{red}\cdot V_{Ed}$ = 1133,0 kN
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 447,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,out} = v_{Rd,c,out}\cdot d\cdot u_{out}$ = 1204,0 kN

$V_{Ed,out}$=1133,0kN ≤ $V_{Rd,c,out}$=1204,0kN

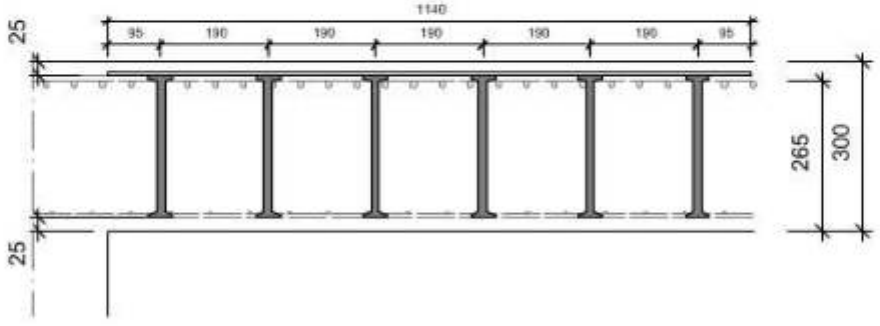
Länge der Durchstanzbewehrung ausreichend

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 4
	S1-S3 1.OG-1	Blatt: 2



12x Schöck BOLE O 14/250-6/A1140



Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 5
	S4-S5 1.OG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 810 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rund

Durchmesser	D = 350 mm
Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 265 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(1{,}56 \cdot 1{,}56)^{1/2}$ = 1,56 %

A_{sx} = 41,3 cm²/m (~ø20/76 mm); A_{sy} = 41,3 cm²/m (~ø20/76 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

$V_{Ed} / 1{,}4 / f_{yk}$ = 11,6 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,87
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,07
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 447,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 760,5 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 530 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 4,430 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 891,0 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 892,7 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 1749,7 kN

$V_{Ed,ß}$=891,0kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=892,7kN

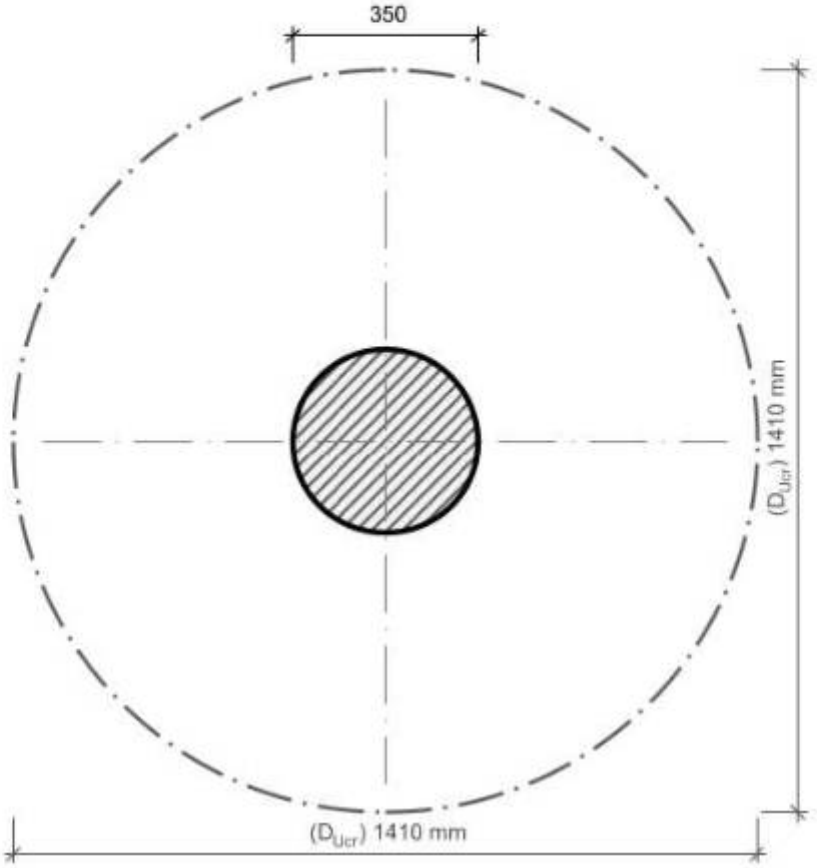
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

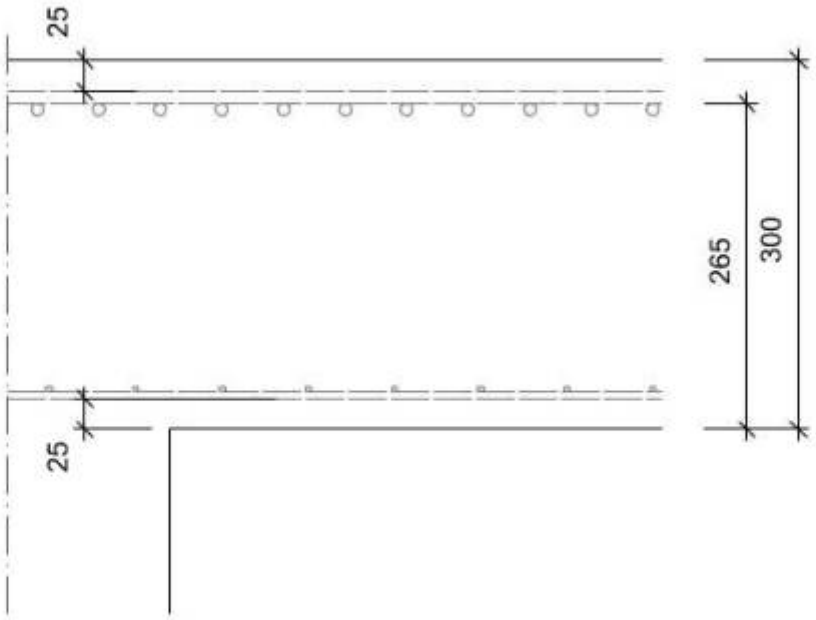
Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 6
	S4-S5 1.OG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 300 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,35

Abmessung - Wandende

Wandbreite	b = 350 mm
Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 260 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}82 \cdot 0{,}41)^{1/2}$ = 0,58 %

A_{sx} = 21,3 cm²/m (~ø16/94 mm); A_{sy} = 10,7 cm²/m (~ø16/189 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 4,3 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,88
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,06
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 493,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 583,7 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

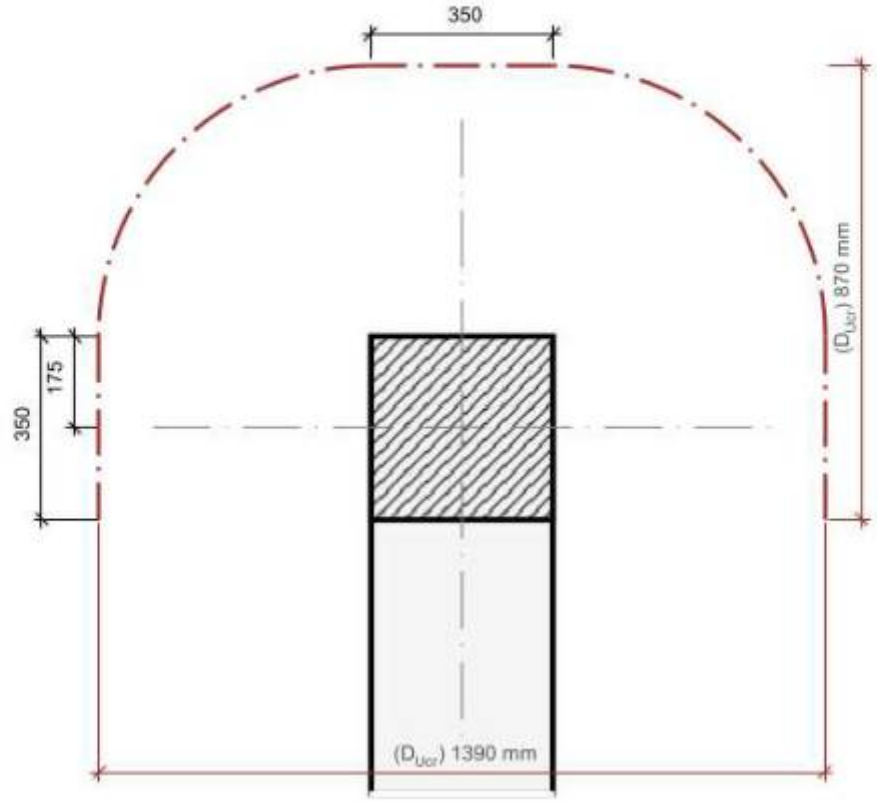
Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 520 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 2,684 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 405,0 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 407,3 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 798,2 kN

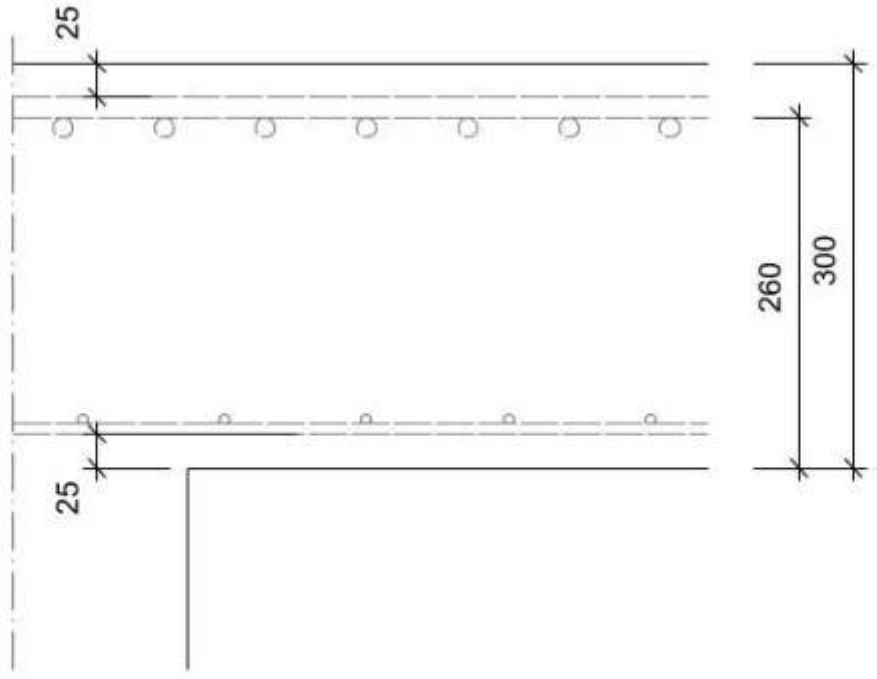
$V_{Ed,ß}$=405,0kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=407,3kN

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt 256.2	Seite: 2
	7. S6 1.OG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 28.11.2025

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 260 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,20

Abmessung - Wandeck

Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 260 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 35; 25 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(1{,}24 \cdot 1{,}24)^{1/2}$ = 1,24 %

A_{sx} = 32,2 cm²/m (~ø25/152 mm); A_{sy} = 32,2 cm²/m (~ø25/152 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

$V_{Ed} / 1{,}4 / f_{yk}$ = 3,7 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,88
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,06
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 493,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 751,9 kN/m²

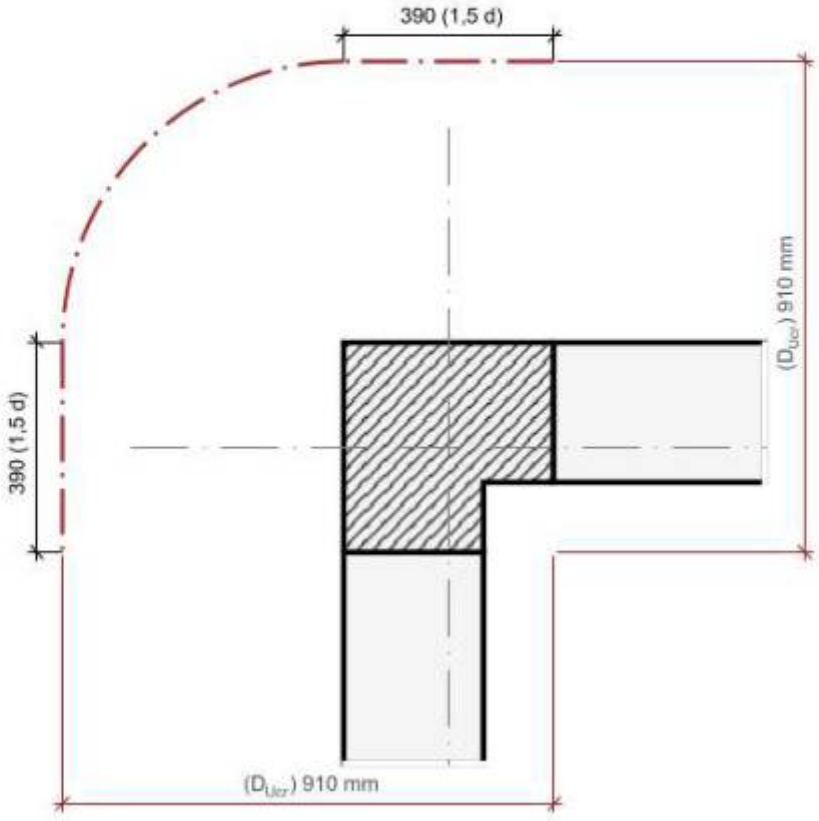
Kritischer Rundschnitt u_{crit}

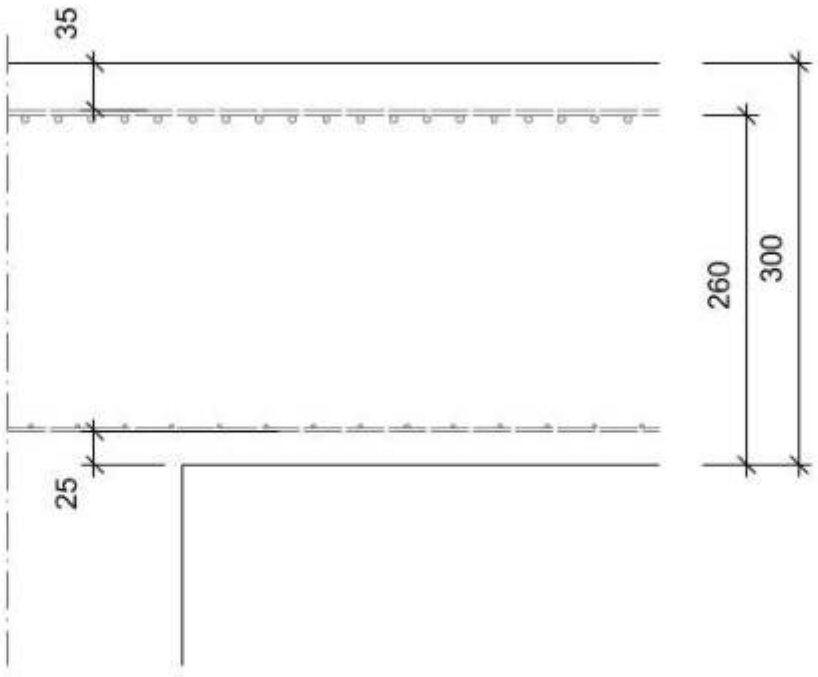
Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 520 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 1,597 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 312,0 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 312,2 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 611,9 kN

$V_{Ed,ß}$=312,0kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=312,2kN

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Statisch durch Vergleich geprüft





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 28.11.2025

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 307 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,20

Abmessung - Wandeck

Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 265 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x\cdot\rho_y)^{1/2}=(0{,}14\cdot0{,}14)^{1/2}$ = 0,14 %

A_{sx} = 3,7 cm²/m (~ø20/847 mm); A_{sy} = 3,7 cm²/m (~ø20/849 mm)

Bewehrung muss über den äußeren Rundschnitt "Uout" verankert werden

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 4,4 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,87
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,07
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 447,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 447,1 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 530 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 1,628 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 368,4 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 192,8 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 377,9 kN

$V_{Rd,c,crit}$=192,8kN ≤ $V_{Ed,ß}$=368,4kN ≤ $V_{Rd,max,crit}$=377,9kN

Durchstanzbewehrung erforderlich, gewählt:

3x Schöck BOLE O 14/250-6/A1140

Nachweis der Stahltragfähigkeit

$V_{Ed,ß}$=368,4kN ≤ $V_{Rd,sy,crit}=m_c\cdot n_c\cdot A_{s,i}\cdot f_{yd}/\eta$=377kN

Äußerer Rundschnitt $u_{out\ (ls\ +\ 1,5d)}$

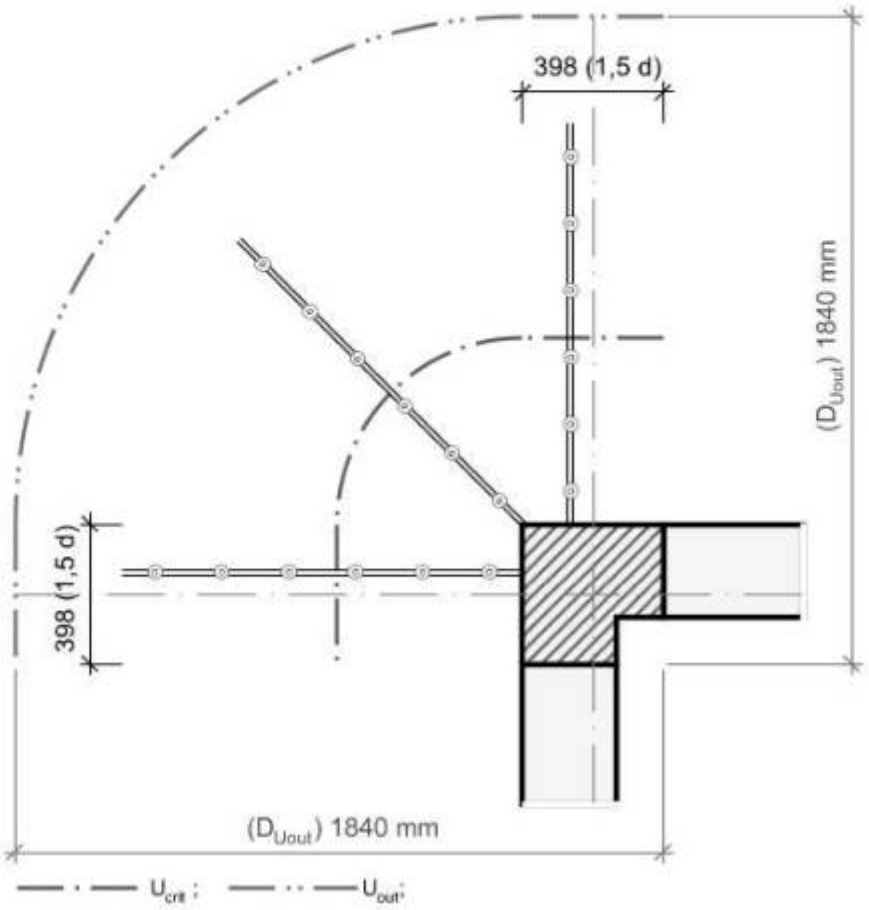
Länge des bewehrten Bereiches	ls = 1045 mm
Rundschnittslänge	u_{out} = 3,061 m
Lasterhöhungsfaktor	$ß_{red} = \max\{1/(1{,}2+ß/40\cdot l_s/d)\cdot ß; 1{,}1\}$ = 1,10
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,out} = ß_{red}\cdot V_{Ed}$ = 337,7 kN
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 447,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,out} = v_{Rd,c,out}\cdot d\cdot u_{out}$ = 362,6 kN

$V_{Ed,out}$=337,7kN ≤ $V_{Rd,c,out}$=362,6kN

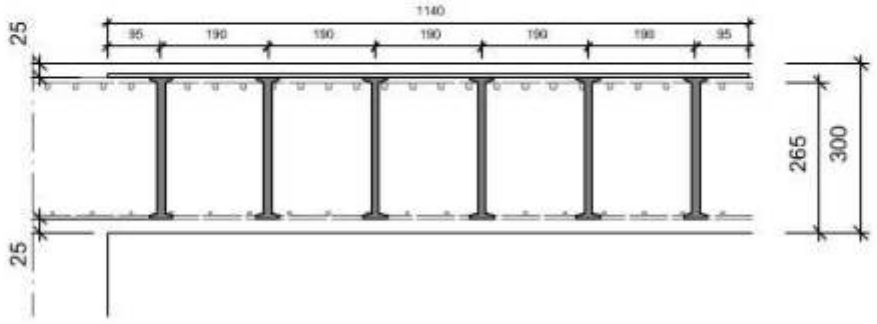
Länge der Durchstanzbewehrung ausreichend

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 8
	D2:Wandecke W1 1.OG	Blatt: 2



3x Schöck BOLE O 14/250-6/A1140



Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 9
	Wandecke WA 1.OG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 75 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,20

Abmessung - Wandeck

Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 265 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}13 \cdot 0{,}13)^{1/2}$ = 0,13 %

A_{sx} = 3,4 cm²/m (~ø20/912 mm); A_{sy} = 3,4 cm²/m (~ø20/912 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 1,1 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,87
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,07
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 447,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 447,1 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 530 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 1,628 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 90,0 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 192,8 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 377,9 kN

$V_{Ed,ß}$=90,0kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=192,8kN

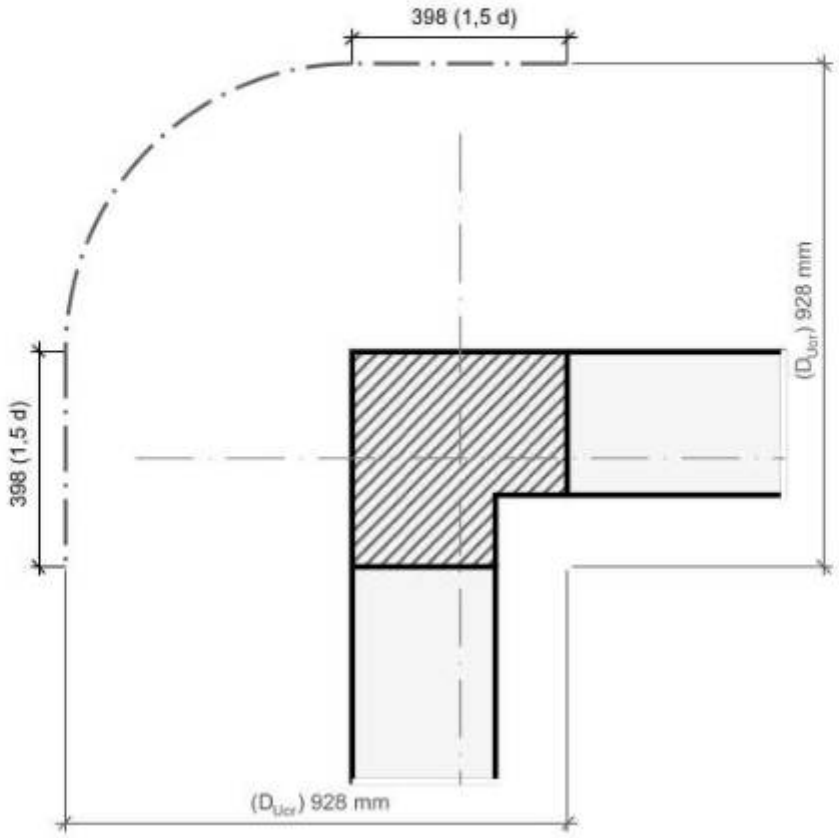
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

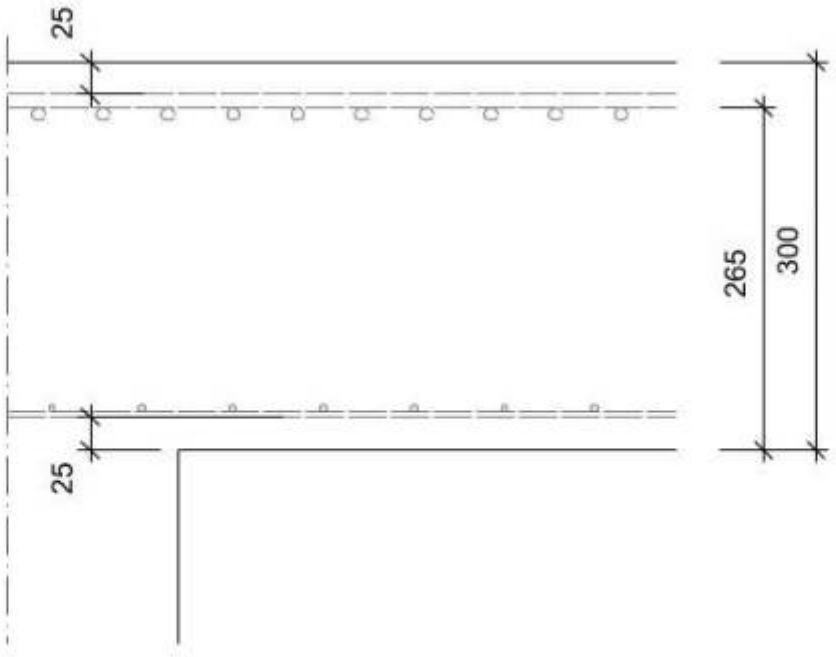
Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 10
	Wandecke WA 1.OG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 20.1 - Stb.-Überzug 1.OG

C25/30 XC1 b/h=24/85 cm

System
Einfeldträger
l= 4,40 m

Brandschutz:

Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90
$d_{1,erf} \geq 4{,}50$ cm $\Rightarrow$ **$d_{1,vorh}$=4,50 cm**
mit c_{nom}= 3,00 cm

Bemessung:

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Infograph

Statisch durch
Vergleich geprüft

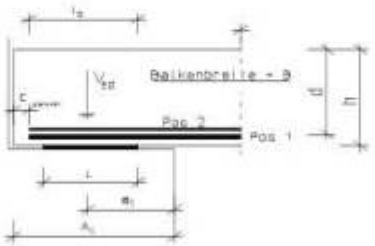
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Verankerung am Endauflager:



Geometrie Endauflager

Auflagertiefe A_l =			0,24 m
Balkenbreite B =			0,24 m
Lagerlänge L =			0,24 m
Exzentrizität a_1 =	0,24/2	=	0,12 m
stat.Höhe d =	0,85-0,054	=	0,80 m
c_{nom} =			30 mm

Material
Beton C25/30

f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Verbundfestigkeit f_{bd} =			2,70 N/mm²

Betonstahl B500

f_{yd} =	435 N/mm²

Belastung + Bewehrung (aus Trägerbemessung)

V_{Ed} =	0,188 MN
Feldbew. A_{sl} =	4,24 cm²

Verankerung am Endauflager

zu verankernde Zugkraft F_{Ed} am Auflager nach EC2-1-1-, 9.2.1.4

a) Ermittlung des Versatzmaßes a_l:

cotΘ = **1,20**

Neigung der Bügel zur Bauteilachse (hier $\alpha = 90°$)

cotα =			0,0
z =	0,9 * d	=	0,720 m
Versatzmaß a_l =	0,5 * z * (cotΘ - cotα)	=	0,432 m

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

b) zu verankernde Zugkraft F_{Ed}

N_{Ed} = 0,0 kN

F_{Ed} = MAX(ABS(V_{Ed}) * a_l / z + N_{Ed}; ABS(V_{Ed}) / 2) * 10^3 = **112,8 kN**

zugehörige erforderliche Bewehrung

$A_{s,erf,FEd}$ = F_{Ed} * 10 / f_{yd} = 2,59 cm²

mind. 25% der (erforderlichen) Feldbewehrung verankern

$A_{s,erf,min}$ = 0,25 * A_{sl} = 1,06 cm²

⇒ $A_{s,erf}$ = MAX($A_{s,erf,min}$; $A_{s,erf,FEd}$) = **2,59 cm²**

Über das Auflager geführte Biegebewehrung des Stb.-Balkens:

Stabdurchm. d_s =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	12 mm
$A_{s,gew}$ =	GEW("ec2_de/As"; Bez; ds=d_s; As≥$A_{s,erf}$)	=	4 Ø 12
$A_{s,vorh}$ =	TAB("ec2_de/As"; As; Bez=$A_{s,gew}$)	=	4,52 cm²
$A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$		=	**0,57 ≤ 1**

Ermittlung der Verankerungslängen

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 = **1,0**

Beiwert η_2 = WENN (d_s ≤ 32;1,0; (132-d_s) / 100) = 1,0

Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ = (d_s / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) = 483 mm

Beiwerte Verankerung (siehe EC2-1-1, Bild (8.1))

α_1 = 1,0

α_2 = 1,0

Mindestverankerungslänge, wenn keine andere Begrenzung gilt:

$l_{b,min}$ = MAX(0,3 * α_1 * $l_{b,rqd}$; 10 * d_s) = 145 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

l_{bd} = MAX(2/3*α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$) = 185 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ = MAX(l_{bd}; 6,7 * d_s) = **185 mm**

aus der Geometrie maximal vorhandene Verankerungslänge:

$l_{bd,max}$ = (A_l -a_1 + L/2) * 10^3 -c_{nom} = 210 mm

$l_{bd,dir}$ / $l_{bd,max}$ = **0,88 < 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Gurtanschluss:

Die Nachweise werden für die max. auftretenden Momente geführt

Druckgurtanschluss

Balkenbreite b_w =			0,24 m
Spannweite l_2 =			4,40 m
Spannweite Momentennullpunkt l_0 =	$1{,}00*l_2$	=	4,40 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0{,}2*b_w+0{,}1*l_0;0{,}2*l_0;b_w)$	=	0,24 m
Mitwirkende Breite b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	0,72 m
f_{cd} =	$0{,}85/1{,}5*25$	=	14,17 N/mm²
Plattenstärke h_f =			0,30 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$beff,i*h_f$	=	0,07 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$beff*h_f$	=	0,22 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	$3/4*205{,}8$	=	154,3 kNm
Betrachtetr Abschnitt Δx =	$1/4*l_2$	=	1,1 m
z =	$0{,}9*(0{,}85-0{,}054)$	=	0,72 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	68,2 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0{,}75*f_{cd}/(1{,}2+1/1{,}2)*10\text{^}3$	=	1725 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

Erf. Anschlussbewehrung (Im Feld)

a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1{,}2)*10$	=	1,19 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**0,59 cm²/m**

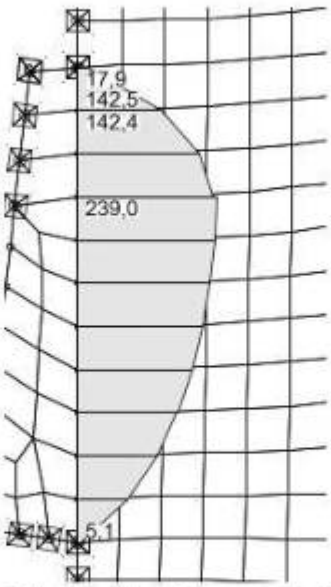
Grundbewehrung ausreichend

Statisch durch
Vergleich geprüft

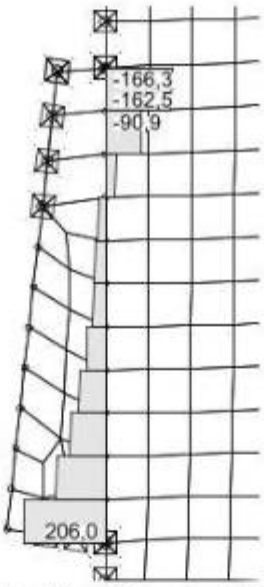
M = 1:

Pos. 20.1
ÜZ b/h=24/85 cm

Schnittgrößen



Schnittgrößen My max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



Schnittgrößen Qz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

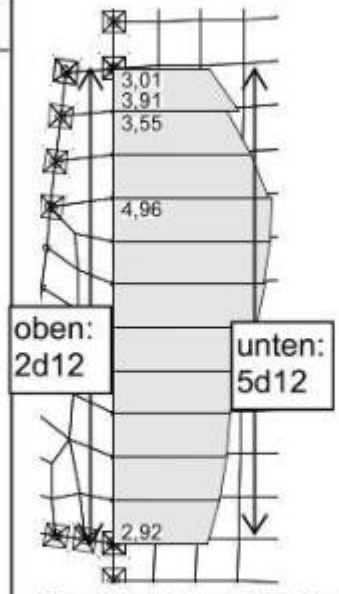
Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 20

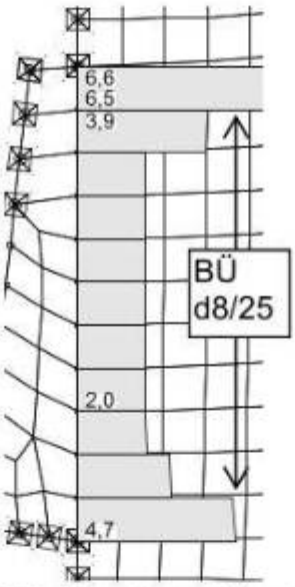
M = 1:

Pos. 20.1
ÜZ b/h=24/85 cm

Bewehrung



Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1



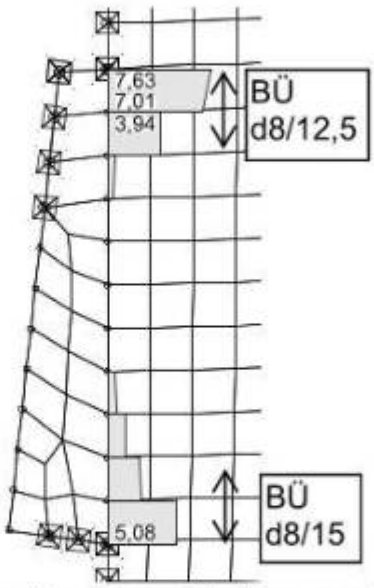
Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

M = 1:



Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

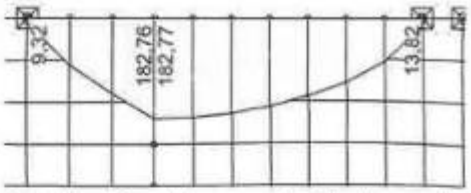
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

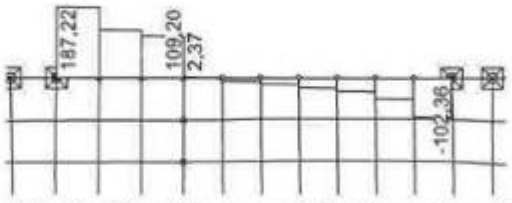
M = 1:

Pos. 20.2-20.17
UZ b/h=24/>80 cm

Schnittgrößen



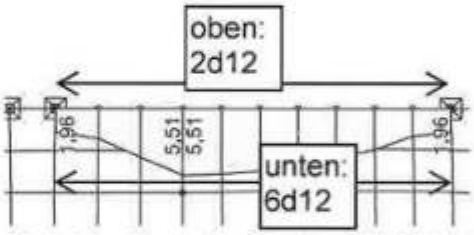
Schnittgrößen My max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



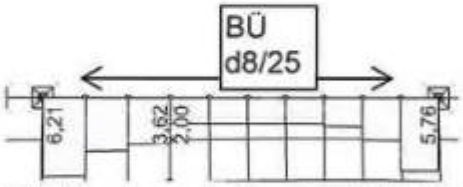
Schnittgrößen Qz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Pos. 20.2-20.17
UZ b/h=24/>80 cm

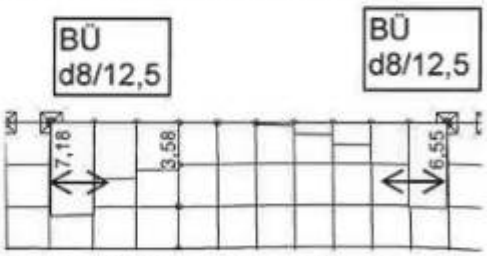
Bewehrung



Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1



Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1



Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 20.2-20.17 - Stb.-Unterzug 1.OG

C25/30 XC1 b/h=24/>80 cm

System
Plattenbalken
Einfeldträger
l= 3,85 m

Brandschutz:

Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90
$d_{1,erf} \geq 4{,}50$ cm $\Rightarrow$ **$d_{1,vorh}$=4,50 cm**
mit c_{nom}= 3,00 cm

Bemessung:

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Infograph

Statisch durch
Vergleich geprüft

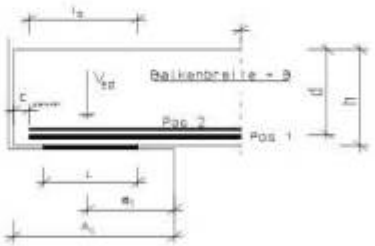
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Verankerung am Endauflager:



Geometrie Endauflager

Auflagertiefe A_l =			0,24 m
Balkenbreite B =			0,24 m
Lagerlänge L =			0,24 m
Exzentrizität a_1 =	0,24/2	=	0,12 m
stat.Höhe d =	0,80-0,054	=	0,75 m
c_{nom} =			30 mm

Material
Beton C25/30

f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Verbundfestigkeit f_{bd} =			2,70 N/mm²

Betonstahl B500

f_{yd} =	435 N/mm²

Belastung + Bewehrung (aus Trägerbemessung)

V_{Ed} =	0,129 MN
Feldbew. A_{sl} =	4,22 cm²

Verankerung am Endauflager

zu verankernde Zugkraft F_{Ed} am Auflager nach EC2-1-1-, 9.2.1.4

a) Ermittlung des Versatzmaßes a_l:

cotΘ = **1,20**

Neigung der Bügel zur Bauteilachse (hier $\alpha = 90°$)

cotα =			0,0
z =	0,9 * d	=	0,675 m
Versatzmaß a_l =	0,5 * z * (cotΘ - cotα)	=	0,405 m

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

b) zu verankernde Zugkraft F_{Ed}

N_{Ed} = 0,0 kN

F_{Ed} = MAX(ABS(V_{Ed}) * a_l / z + N_{Ed}; ABS(V_{Ed}) / 2) * 10^3 = **77,4 kN**

zugehörige erforderliche Bewehrung

$A_{s,erf,FEd}$ = F_{Ed} * 10 / f_{yd} = 1,78 cm²

mind. 25% der (erforderlichen) Feldbewehrung verankern

$A_{s,erf,min}$ = 0,25 * A_{sl} = 1,05 cm²

⇒ $A_{s,erf}$ = MAX($A_{s,erf,min}$; $A_{s,erf,FEd}$) = **1,78 cm²**

Über das Auflager geführte Biegebewehrung des Stb.-Balkens:

Stabdurchm. d_s = GEW("EC2_de/As"; ds;) = 12 mm

$A_{s,gew}$ = GEW("ec2_de/As"; Bez; ds=d_s; As≥$A_{s,erf}$) = 4 Ø 12

$A_{s,vorh}$ = TAB("ec2_de/As"; As; Bez=$A_{s,gew}$) = 4,52 cm²

$A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$ = **0,39 ≤ 1**

Ermittlung der Verankerungslängen

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 = **1,0**

Beiwert η_2 = WENN (d_s ≤ 32;1,0; (132-d_s) / 100) = 1,0

Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ = (d_s / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) = 483 mm

Beiwerte Verankerung (siehe EC2-1-1, Bild (8.1))

α_1 = 1,0

α_2 = 1,0

Mindestverankerungslänge, wenn keine andere Begrenzung gilt:

$l_{b,min}$ = MAX(0,3 * α_1 * $l_{b,rqd}$; 10 * d_s) = 145 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

l_{bd} = MAX(2/3*α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$) = 145 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ = MAX(l_{bd}; 6,7 * d_s) = **145 mm**

aus der Geometrie maximal vorhandene Verankerungslänge:

$l_{bd,max}$ = (A_l -a_1 + L/2) * 10^3 -c_{nom} = 210 mm

$l_{bd,dir}$ / $l_{bd,max}$ = **0,69 < 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Gurtanschluss:

Die Nachweise werden für die max. auftretenden Momente geführt

Druckgurtanschluss

Balkenbreite b_w =			0,24 m
Spannweite l_2 =			3,85 m
Spannweite Momentennullpunkt l_0 =	$1{,}00*l_2$	=	3,85 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0{,}2*b_w+0{,}1*l_0;0{,}2*l_0;b_w)$	=	0,24 m
Mitwirkende Breite b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	0,72 m
f_{cd} =	$0{,}85/1{,}5*25$	=	14,17 N/mm²
Plattenstärke h_f =			0,30 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$beff,i*h_f$	=	0,07 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$beff*h_f$	=	0,22 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	$3/4*142{,}77$	=	107,1 kNm
Betrachtetr Abschnitt Δx =	$1/4*l_2$	=	1,0 m
z =	$0{,}9*(0{,}80-0{,}054)$	=	0,67 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	50,9 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0{,}75*f_{cd}/(1{,}2+1/1{,}2)*10\text{^}3$	=	1568 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

Erf. Anschlussbewehrung (Im Feld)

a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1{,}2)*10$	=	0,98 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**0,49 cm²/m**

Grundbewehrung ausreichend

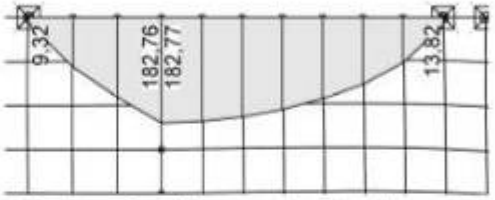
Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

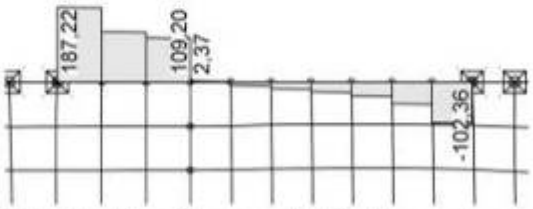
M = 1:

Pos. 20.2-20.17
UZ b/h=24/>80 cm

Schnittgrößen



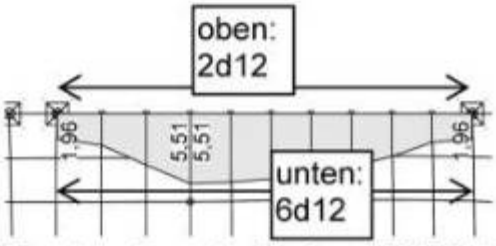
Schnittgrößen My max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



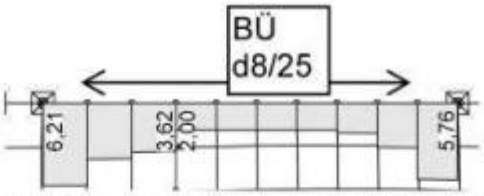
Schnittgrößen Qz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Pos. 20.2-20.17
UZ b/h=24/>80 cm

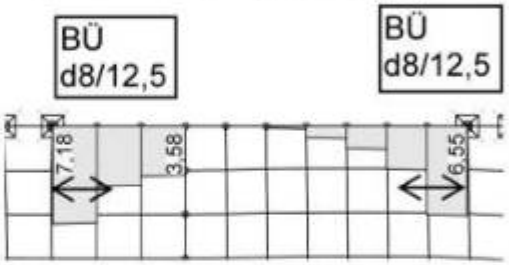
Bewehrung



Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1



Bügelbewehrung Asb,y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1



Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Statisch durch
Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 20.25 - Stb.-Unterzug 1.OG

C25/30 XC1 b/h=35/65 cm

System
Plattenbalken
Einfeldträger
l= 7,80 m

Brandschutz:

Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90
$d_{1,erf} \geq 4{,}50$ cm $\Rightarrow$ **$d_{1,vorh}$=4,50 cm**
mit c_{nom}= 3,00 cm

Bemessung:

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Infograph

Statisch durch
Vergleich geprüft

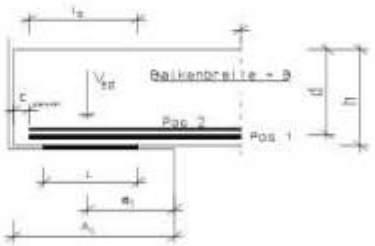
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Verankerung am Endauflager:



Geometrie Endauflager

Auflagertiefe A_l =			0,24 m
Balkenbreite B =			0,35 m
Lagerlänge L =			0,24 m
Exzentrizität a_1 =	0,24/2	=	0,12 m
stat.Höhe d =	0,65-0,054	=	0,60 m
c_{nom} =			30 mm

Material
Beton C25/30

f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Verbundfestigkeit f_{bd} =			2,70 N/mm²

Betonstahl B500

f_{yd} =	435 N/mm²

Belastung + Bewehrung (aus Trägerbemessung)

V_{Ed} =	0,142 MN
Feldbew. A_{sl} =	8,36 cm²

Verankerung am Endauflager

zu verankernde Zugkraft F_{Ed} am Auflager nach EC2-1-1-, 9.2.1.4

a) Ermittlung des Versatzmaßes a_l:

cotΘ =			**1,20**
Neigung der Bügel zur Bauteilachse (hier α = 90°)			
cotα =			0,0
z =	0,9 * d	=	0,540 m
Versatzmaß a_l =	0,5 * z * (cotΘ - cotα)	=	0,324 m

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

b) zu verankernde Zugkraft F_{Ed}

N_{Ed} = 0,0 kN

F_{Ed} = MAX(ABS(V_{Ed}) * a_l / z + N_{Ed}; ABS(V_{Ed}) / 2) * 10^3 = **85,2 kN**

zugehörige erforderliche Bewehrung

$A_{s,erf,FEd}$ = F_{Ed} * 10 / f_{yd} = 1,96 cm²

mind. 25% der (erforderlichen) Feldbewehrung verankern

$A_{s,erf,min}$ = 0,25 * A_{sl} = 2,09 cm²

⇒ $A_{s,erf}$ = MAX($A_{s,erf,min}$; $A_{s,erf,FEd}$) = **2,09 cm²**

Über das Auflager geführte Biegebewehrung des Stb.-Balkens:

Stabdurchm. d_s =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	14 mm
$A_{s,gew}$ =	GEW("ec2_de/As"; Bez; ds=d_s; As≥$A_{s,erf}$)	=	6 Ø 14
$A_{s,vorh}$ =	TAB("ec2_de/As"; As; Bez=$A_{s,gew}$)	=	9,24 cm²
$A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$		=	**0,23 ≤ 1**

Ermittlung der Verankerungslängen

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 = **1,0**

Beiwert η_2 = WENN (d_s ≤ 32;1,0; (132-d_s) / 100) = 1,0

Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ = (d_s / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) = 564 mm

Beiwerte Verankerung (siehe EC2-1-1, Bild (8.1))

α_1 = 1,0

α_2 = 1,0

Mindestverankerungslänge, wenn keine andere Begrenzung gilt:

$l_{b,min}$ = MAX(0,3 * α_1 * $l_{b,rqd}$; 10 * d_s) = 169 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

l_{bd} = MAX(2/3*α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$) = 169 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ = MAX(l_{bd}; 6,7 * d_s) = **169 mm**

aus der Geometrie maximal vorhandene Verankerungslänge:

$l_{bd,max}$ = (A_l -a_1 + L/2) * 10^3 -c_{nom} = 210 mm

$l_{bd,dir}$ / $l_{bd,max}$ = **0,80 < 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Gurtanschluss:

Die Nachweise werden für die max. auftretenden Momente geführt

Druckgurtanschluss

Balkenbreite b_w =			0,35 m
Spannweite l_2 =			7,80 m
Spannweite Momentennullpunkt l_0 =	$1{,}00*l_2$	=	7,80 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0{,}2*b_w+0{,}1*l_0;0{,}2*l_0;b_w)$	=	0,35 m
Mitwirkende Breite b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	1,05 m
f_{cd} =	$0{,}85/1{,}5*25$	=	14,17 N/mm²
Plattenstärke h_f =			0,3 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$beff,i*h_f$	=	0,10 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$beff*h_f$	=	0,32 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	$3/4*231{,}60$	=	173,7 kNm
Betrachtetr Abschnitt Δx =	$1/4*l_2$	=	1,9 m
z =	$0{,}9*(0{,}65-0{,}054)$	=	0,54 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	100,5 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0{,}75*f_{cd}/(1{,}2+1/1{,}2)*10\text{^}3$	=	2979 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

Erf. Anschlussbewehrung (Im Feld)

a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1{,}2)*10$	=	1,01 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**0,51 cm²/m**

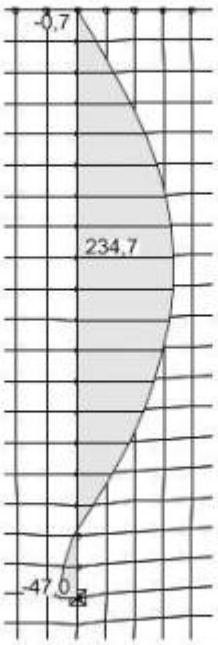
Grundbewehrung ausreichend

Statisch durch
Vergleich geprüft

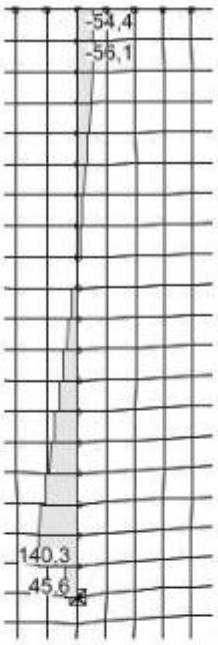
M = 1:

Pos. 20.25
UZ b/h=35/65 cm

Schnittgrößen



Schnittgrößen My max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



Schnittgrößen Qz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

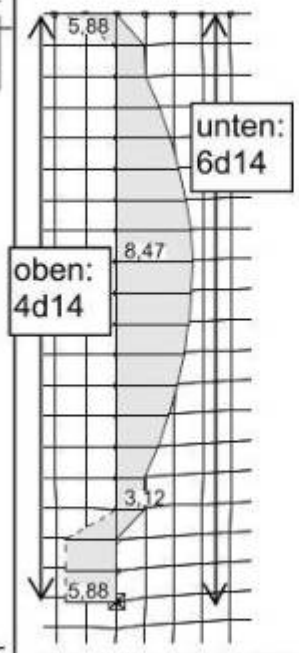
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 20

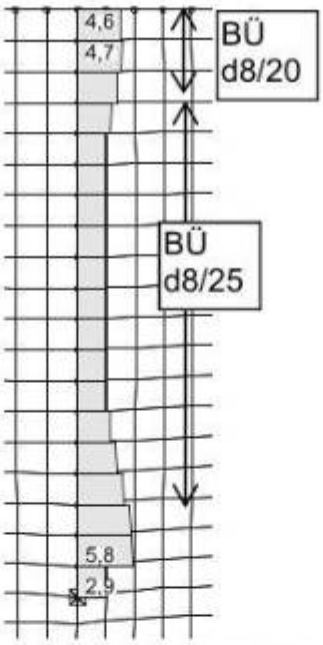
M = 1:

Pos. 20.25
UZ b/h=35/65 cm

Bewehrung



Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1



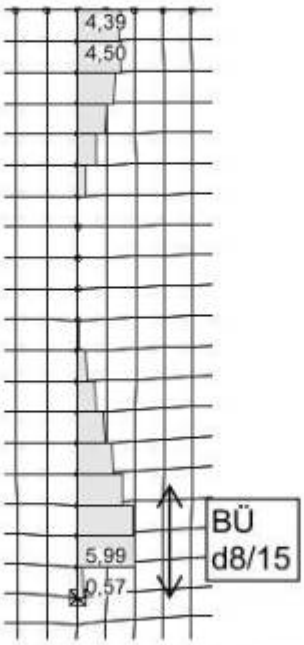
Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Statisch durch
Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

M = 1:



Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 20.26 - Stb.-Unterzug 1.OG

C25/30 XC1 b/h=24/160 cm

System
Plattenbalken
Einfeldträger
l= 2,00 m

Brandschutz:

Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90
$d_{1,erf} \geq 4{,}50$ cm $\Rightarrow$ **$d_{1,vorh}$=4,50 cm**
mit c_{nom}= 3,00 cm

Bemessung:

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Infograph

Statisch durch
Vergleich geprüft

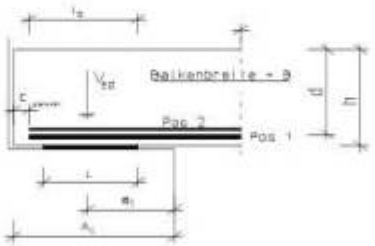
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Verankerung am Endauflager:



Geometrie Endauflager

Auflagertiefe A_l =			0,24 m
Balkenbreite B =			0,24 m
Lagerlänge L =			0,24 m
Exzentrizität a_1 =	0,24/2	=	0,12 m
stat.Höhe d =	1,60-0,054	=	1,55 m
c_{nom} =			30 mm

Material
Beton C25/30

f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Verbundfestigkeit f_{bd} =			2,70 N/mm²

Betonstahl B500

f_{yd} =	435 N/mm²

Belastung + Bewehrung (aus Trägerbemessung)

V_{Ed} =	0,105 MN
Feldbew. A_{sl} =	2,31 cm²

Verankerung am Endauflager

zu verankernde Zugkraft F_{Ed} am Auflager nach EC2-1-1-, 9.2.1.4

a) Ermittlung des Versatzmaßes a_l:

cotΘ = **1,20**

Neigung der Bügel zur Bauteilachse (hier $\alpha = 90°$)

cotα =			0,0
z =	0,9 * d	=	1,395 m
Versatzmaß a_l =	0,5 * z * (cotΘ - cotα)	=	0,837 m

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

b) zu verankernde Zugkraft F_{Ed}

N_{Ed} = 0,0 kN

F_{Ed} = MAX(ABS(V_{Ed}) * a_l / z + N_{Ed}; ABS(V_{Ed}) / 2) * 10^3 = **63,0 kN**

zugehörige erforderliche Bewehrung

$A_{s,erf,FEd}$ = F_{Ed} * 10 / f_{yd} = 1,45 cm²

mind. 25% der (erforderlichen) Feldbewehrung verankern

$A_{s,erf,min}$ = 0,25 * A_{sl} = 0,58 cm²

⇒ $A_{s,erf}$ = MAX($A_{s,erf,min}$; $A_{s,erf,FEd}$) = **1,45 cm²**

Über das Auflager geführte Biegebewehrung des Stb.-Balkens:

Stabdurchm. d_s = GEW("EC2_de/As"; ds;) = 10 mm

$A_{s,gew}$ = GEW("ec2_de/As"; Bez; ds=d_s; As≥$A_{s,erf}$) = 3 Ø 10

$A_{s,vorh}$ = TAB("ec2_de/As"; As; Bez=$A_{s,gew}$) = 2,36 cm²

$A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$ = **0,61 ≤ 1**

Ermittlung der Verankerungslängen

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 = **1,0**

Beiwert η_2 = WENN (d_s ≤ 32;1,0; (132-d_s) / 100) = 1,0

Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ = (d_s / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) = 403 mm

Beiwerte Verankerung (siehe EC2-1-1, Bild (8.1))

α_1 = 1,0

α_2 = 1,0

Mindestverankerungslänge, wenn keine andere Begrenzung gilt:

$l_{b,min}$ = MAX(0,3 * α_1 * $l_{b,rqd}$; 10 * d_s) = 121 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

l_{bd} = MAX(2/3*α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$) = 165 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ = MAX(l_{bd}; 6,7 * d_s) = **165 mm**

aus der Geometrie maximal vorhandene Verankerungslänge:

$l_{bd,max}$ = (A_l -a_1 + L/2) * 10^3 -c_{nom} = 210 mm

$l_{bd,dir}$ / $l_{bd,max}$ = **0,79 < 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Gurtanschluss:

Die Nachweise werden für die max. auftretenden Momente geführt

Druckgurtanschluss

Balkenbreite b_w =			0,24 m
Spannweite l_2 =			2,00 m
Spannweite Momentennullpunkt l_0 =	$1{,}00*l_2$	=	2,00 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0{,}2*b_w+0{,}1*l_0;0{,}2*l_0;b_w)$	=	0,24 m
Mitwirkende Breite b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	0,72 m
f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Plattenstärke h_f =			0,30 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$beff,i*h_f$	=	0,07 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$beff*h_f$	=	0,22 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	3/4*71,20	=	53,4 kNm
Betrachtetr Abschnitt Δx =	$1/4*l_2$	=	0,5 m
z =	0,9*(1,60-0,054)	=	1,39 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	12,2 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0{,}75*f_{cd}/(1{,}2+1/1{,}2)*10\text{^}3$	=	784 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

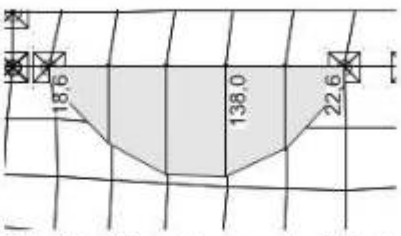
Erf. Anschlussbewehrung (Im Feld)

a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1{,}2)*10$	=	0,47 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**0,23 cm²/m**

Grundbewehrung ausreichend

Statisch durch
Vergleich geprüft

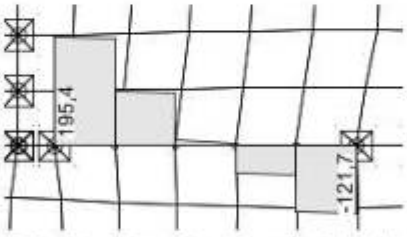
M = 1:



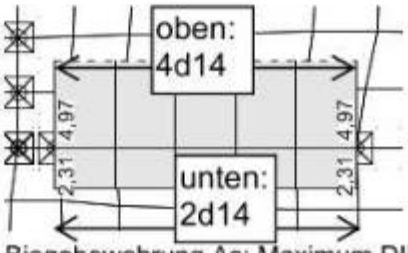
Pos. 20.26
UZ b/h=24/160 cm

Schnittgrößen

Schnittgrößen My max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



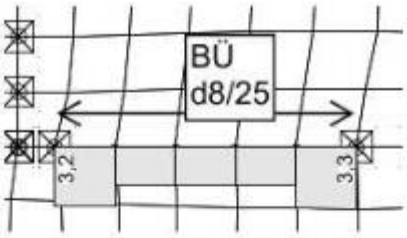
Schnittgrößen Qz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



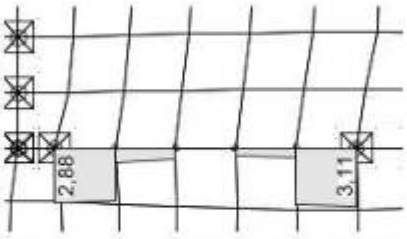
Pos. 20.26
UZ b/h=24/160 cm

Bewehrung

Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1



Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1



Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 20.30 - Stb.-Unterzug/Überzug 1.OG

C25/30 XC1 b/h=24/110 cm

System
Plattenbalken
Einfeldträger
l= 5,60 m

Brandschutz:

Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90
$d_{1,erf} \geq 4{,}50$ cm $\Rightarrow$ **$d_{1,vorh}$=4,50 cm**
mit c_{nom}= 3,00 cm

Bemessung:

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Infograph

Statisch durch
Vergleich geprüft

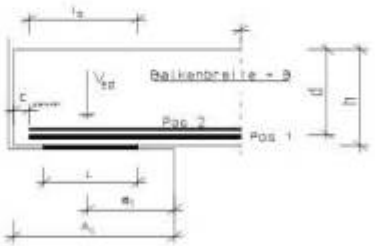
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Verankerung am Endauflager:



Geometrie Endauflager

Auflagertiefe A_l =			0,24 m
Balkenbreite B =			0,24 m
Lagerlänge L =			0,24 m
Exzentrizität a_1 =	0,24/2	=	0,12 m
stat.Höhe d =	1,10-0,054	=	1,05 m
c_{nom} =			30 mm

Material
Beton C25/30

f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Verbundfestigkeit f_{bd} =			2,70 N/mm²

Betonstahl B500

f_{yd} = 435 N/mm²

Belastung + Bewehrung (aus Trägerbemessung)

V_{Ed} =	0,172 MN
Feldbew. A_{sl} =	5,77 cm²

Verankerung am Endauflager

zu verankernde Zugkraft F_{Ed} am Auflager nach EC2-1-1-, 9.2.1.4

a) Ermittlung des Versatzmaßes a_l:

cotΘ = **1,20**

Neigung der Bügel zur Bauteilachse (hier $\alpha = 90°$)

cotα =			0,0
z =	0,9 * d	=	0,945 m
Versatzmaß a_l =	0,5 * z * (cotΘ - cotα)	=	0,567 m

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

b) zu verankernde Zugkraft F_{Ed}

N_{Ed} = 0,0 kN

F_{Ed} = MAX(ABS(V_{Ed}) * a_l / z + N_{Ed}; ABS(V_{Ed}) / 2) * 10^3 = **103,2 kN**

zugehörige erforderliche Bewehrung

$A_{s,erf,FEd}$ = F_{Ed} * 10 / f_{yd} = 2,37 cm²

mind. 25% der (erforderlichen) Feldbewehrung verankern

$A_{s,erf,min}$ = 0,25 * A_{sl} = 1,44 cm²

⇒ $A_{s,erf}$ = MAX($A_{s,erf,min}$; $A_{s,erf,FEd}$) = **2,37 cm²**

Über das Auflager geführte Biegebewehrung des Stb.-Balkens:

Stabdurchm. d_s =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	14 mm
$A_{s,gew}$ =	GEW("ec2_de/As"; Bez; ds=d_s; As≥$A_{s,erf}$)	=	4 Ø 14
$A_{s,vorh}$ =	TAB("ec2_de/As"; As; Bez=$A_{s,gew}$)	=	6,16 cm²
$A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$		=	**0,38 ≤ 1**

Ermittlung der Verankerungslängen

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 = **1,0**

Beiwert η_2 = WENN (d_s ≤ 32;1,0; (132-d_s) / 100) = 1,0

Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ = (d_s / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) = 564 mm

Beiwerte Verankerung (siehe EC2-1-1, Bild (8.1))

α_1 = 1,0

α_2 = 1,0

Mindestverankerungslänge, wenn keine andere Begrenzung gilt:

$l_{b,min}$ = MAX(0,3 * α_1 * $l_{b,rqd}$; 10 * d_s) = 169 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

l_{bd} = MAX(2/3*α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$) = 169 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ = MAX(l_{bd}; 6,7 * d_s) = **169 mm**

aus der Geometrie maximal vorhandene Verankerungslänge:

$l_{bd,max}$ = (A_l -a_1 + L/2) * 10^3 -c_{nom} = 210 mm

$l_{bd,dir}$ / $l_{bd,max}$ = **0,80 < 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Gurtanschluss:

Die Nachweise werden für die max. auftretenden Momente geführt

Druckgurtanschluss

Balkenbreite b_w =			0,24 m
Spannweite l_2 =			5,60 m
Spannweite Momentennullpunkt l_0 =	$1{,}00*l_2$	=	5,60 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0{,}2*b_w+0{,}1*l_0;0{,}2*l_0;b_w)$	=	0,24 m
Mitwirkende Breite b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	0,72 m
f_{cd} =	$0{,}85/1{,}5*25$	=	14,17 N/mm²
Plattenstärke h_f =			0,30 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$beff,i*h_f$	=	0,07 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$beff*h_f$	=	0,22 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	$3/4*228{,}10$	=	171,1 kNm
Betrachtetr Abschnitt Δx =	$1/4*l_2$	=	1,4 m
z =	$0{,}9*(1{,}10-0{,}054)$	=	0,94 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	57,9 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0{,}75*f_{cd}/(1{,}2+1/1{,}2)*10\text{^}3$	=	2195 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

Erf. Anschlussbewehrung (Im Feld)

a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1{,}2)*10$	=	0,79 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**0,40 cm²/m**

Grundbewehrung ausreichend

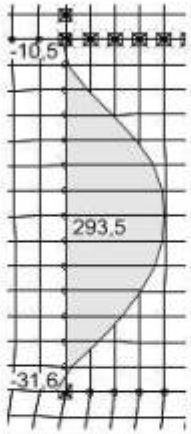
Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

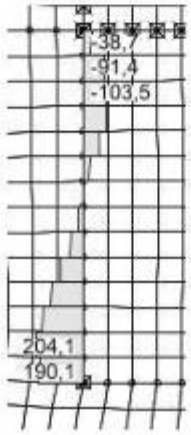
M = 1:

Pos. 20.30
UZ b/h=24/110 cm

Schnittgrößen



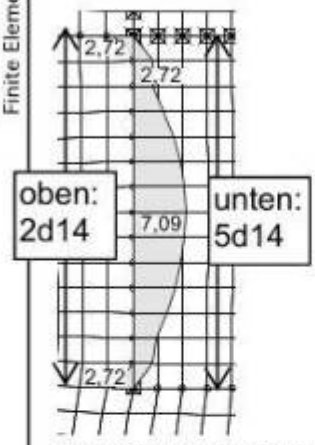
Schnittgrößen My max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



Schnittgrößen Qz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Pos. 20.30
UZ b/h=24/110 cm

Bewehrung

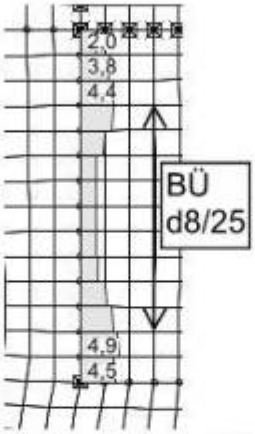


Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1

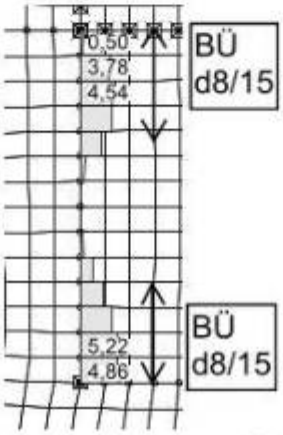
Statisch durch
Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:



Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1



Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 20.31 - Stb.-Überzug 1.OG

C25/30 XC1 b/h=24/100 cm

System
Überzug
mit raue Fuge ausführen
Dreifeldträger

$l_{1,3}$= 6,26 m
l_2= 3,50 m

Brandschutz:

Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90
$d_{1,erf} \geq 4{,}50$ cm $\Rightarrow$ **$d_{1,vorh}$=4,50 cm**
mit c_{nom}= 3,00 cm

Bemessung:

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Infograph

Statisch durch
Vergleich geprüft

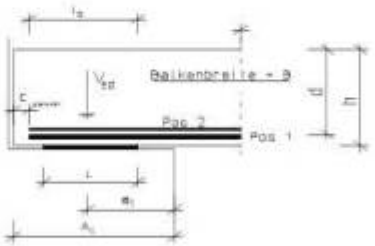
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Verankerung am Endauflager:



Geometrie Endauflager

Auflagertiefe A_l =			0,24 m
Balkenbreite B =			0,24 m
Lagerlänge L =			0,24 m
Exzentrizität a_1 =	0,24/2	=	0,12 m
stat.Höhe d =	1,00-0,054	=	0,95 m
c_{nom} =			30 mm

Material
Beton C25/30

f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Verbundfestigkeit f_{bd} =			2,70 N/mm²

Betonstahl B500

f_{yd} =	435 N/mm²

Belastung + Bewehrung (aus Trägerbemessung)

V_{Ed} =	0,141 MN
Feldbew. A_{sl} =	6,18 cm²

Verankerung am Endauflager

zu verankernde Zugkraft F_{Ed} am Auflager nach EC2-1-1-, 9.2.1.4

a) Ermittlung des Versatzmaßes a_l:

cotΘ = **1,20**

Neigung der Bügel zur Bauteilachse (hier $\alpha = 90°$)

cotα =			0,0
z =	0,9 * d	=	0,855 m
Versatzmaß a_l =	0,5 * z * (cotΘ - cotα)	=	0,513 m

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

b) zu verankernde Zugkraft F_{Ed}

N_{Ed} = 0,0 kN

F_{Ed} = MAX(ABS(V_{Ed}) * a_l / z + N_{Ed}; ABS(V_{Ed}) / 2) * 10^3 = **84,6 kN**

zugehörige erforderliche Bewehrung

$A_{s,erf,FEd}$ = F_{Ed} * 10 / f_{yd} = 1,94 cm²

mind. 25% der (erforderlichen) Feldbewehrung verankern

$A_{s,erf,min}$ = 0,25 * A_{sl} = 1,54 cm²

⇒ $A_{s,erf}$ = MAX($A_{s,erf,min}$; $A_{s,erf,FEd}$) = **1,94 cm²**

Über das Auflager geführte Biegebewehrung des Stb.-Balkens:

Stabdurchm. d_s =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	14 mm
$A_{s,gew}$ =	GEW("ec2_de/As"; Bez; ds=d_s; As≥$A_{s,erf}$)	=	4 Ø 14
$A_{s,vorh}$ =	TAB("ec2_de/As"; As; Bez=$A_{s,gew}$)	=	6,16 cm²
$A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$		=	**0,31 ≤ 1**

Ermittlung der Verankerungslängen

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 = **1,0**

Beiwert η_2 = WENN (d_s ≤ 32;1,0; (132-d_s) / 100) = 1,0

Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ = (d_s / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) = 564 mm

Beiwerte Verankerung (siehe EC2-1-1, Bild (8.1))

α_1 = 1,0

α_2 = 1,0

Mindestverankerungslänge, wenn keine andere Begrenzung gilt:

$l_{b,min}$ = MAX(0,3 * α_1 * $l_{b,rqd}$; 10 * d_s) = 169 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

l_{bd} = MAX(2/3*α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$) = 169 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ = MAX(l_{bd}; 6,7 * d_s) = **169 mm**

aus der Geometrie maximal vorhandene Verankerungslänge:

$l_{bd,max}$ = (A_l -a_1 + L/2) * 10^3 -c_{nom} = 210 mm

$l_{bd,dir}$ / $l_{bd,max}$ = **0,80 < 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Gurtanschluss:

Die Nachweise werden für die max. auftretenden Momente geführt

Druckgurtanschluss

Balkenbreite b_w =			0,24 m
Spannweite l_2 =			6,26 m
Spannweite Momentennullpunkt l_0 =	$1{,}00*l_2$	=	6,26 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0{,}2*b_w+0{,}1*l_0;0{,}2*l_0;b_w)$	=	0,24 m
Mitwirkende Breite b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	0,72 m
f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Plattenstärke h_f =			0,30 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$beff,i*h_f$	=	0,07 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$beff*h_f$	=	0,22 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	3/4*335,60	=	251,7 kNm
Betrachtetr Abschnitt Δx =	$1/4*l_2$	=	1,6 m
z =	0,9*(1,00-0,054)	=	0,85 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	94,2 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0{,}75*f_{cd}/(1{,}2+1/1{,}2)*10\text{^}3$	=	2509 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

Erf. Anschlussbewehrung (Im Feld)

a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1{,}2)*10$	=	1,13 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**0,56 cm²/m**

Grundbewehrung ausreichend

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Zuggurtanschluss

b_w =			0,24 m
l_1 =			6,26 m
l_2 =			3,50 m
l_0 =	$0,15*(l_1+l_2)$	=	1,46 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0,2*b_w+0,1*l_0;0,2*l_0;b_w)$	=	0,19 m
b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	0,62 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$b_{eff,i}*h_f$	=	0,06 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$b_{eff}*h_f$	=	0,19 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	3/4*188,2	=	141,2 kNm
Halber Abstand zw. M_{max} und M_0 Δx =	$0,15/2*l_2$	=	0,26 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	52,5 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0,75*f_{cd}/(1,0+1/1,0)*10^3$	=	414 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

Erf. Anschlussbewehrung (Stützbereich)

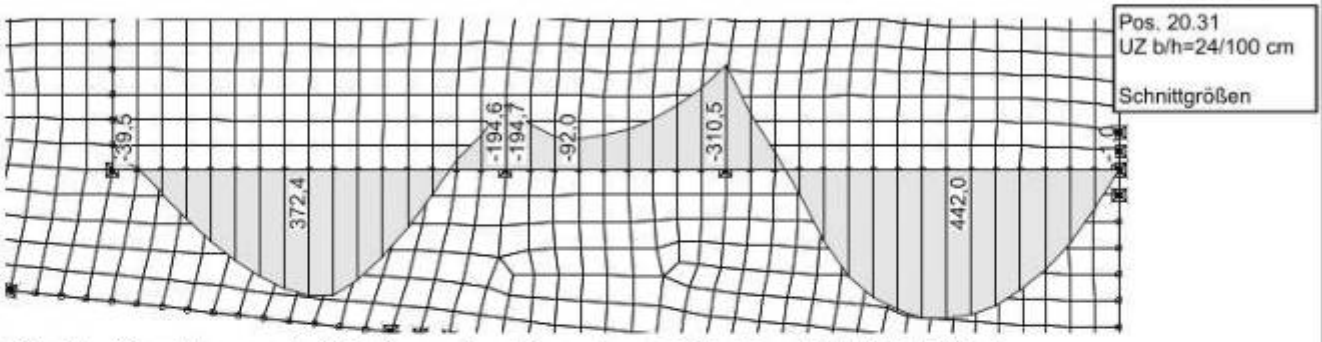
a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1,0)*10$	=	4,64 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**2,32 cm²/m**

Grundbewehrung ausreichend

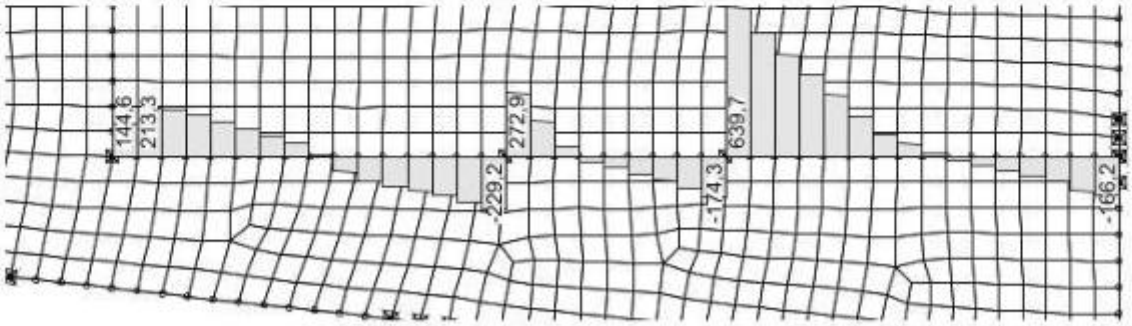
Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

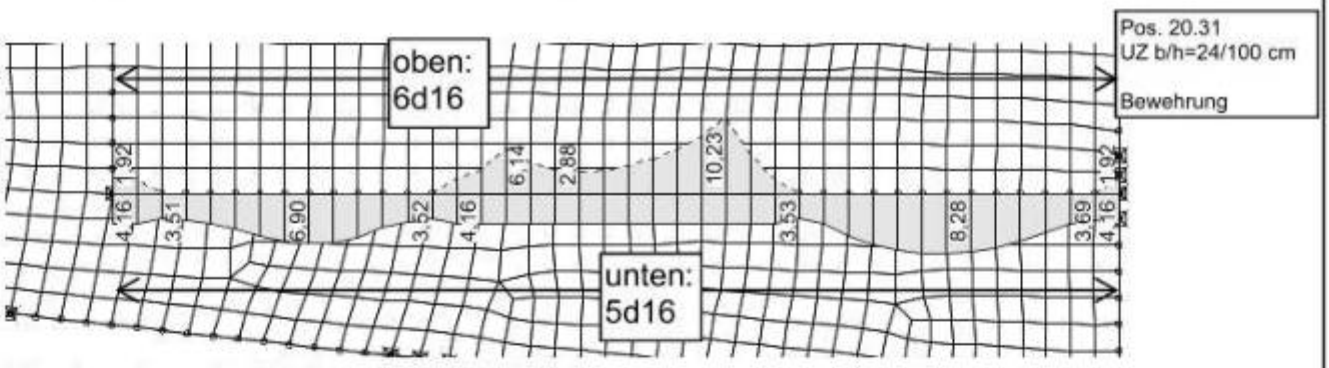
M = 1:



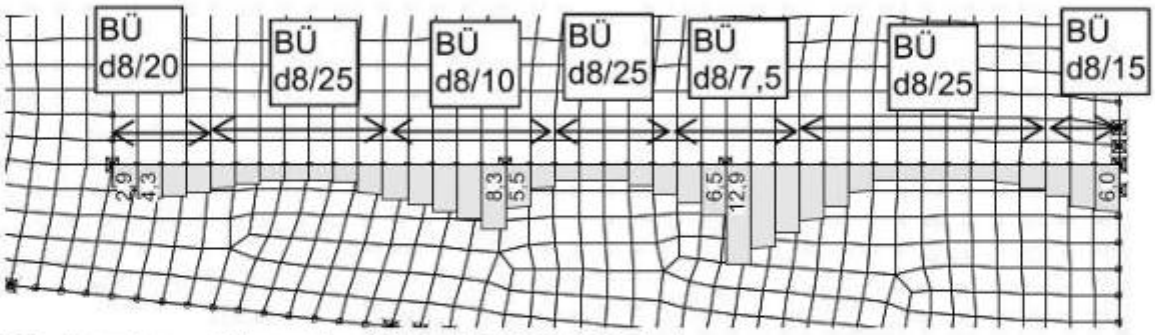
Schnittgrößen My max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



Schnittgrößen Qz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1



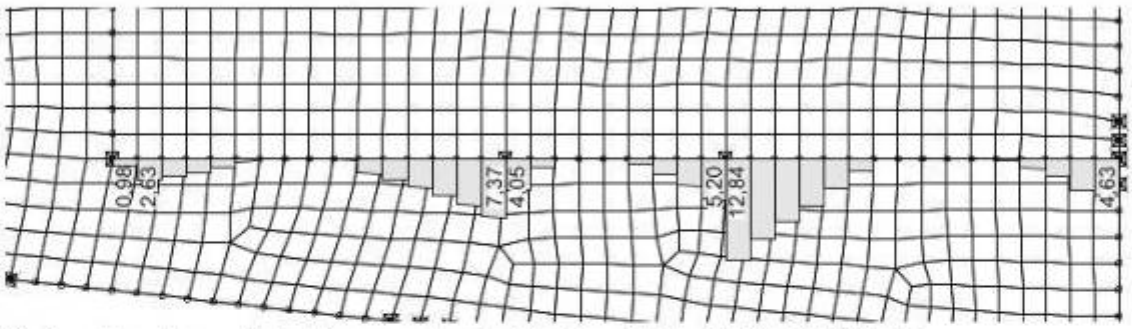
Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Statisch durch
Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

M = 1:



Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 20.40-20.47 - Stb.-Unterzug 1.OG

C25/30 XC1 b/h=24/80 cm

System
Plattenbalken
Einfeldträger
l= 6,76 m

Brandschutz:

Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90
$d_{1,erf} \geq 4{,}50$ cm $\Rightarrow$ **$d_{1,vorh}$=4,50 cm**
mit c_{nom}= 3,00 cm

Bemessung:

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Infograph

Statisch durch
Vergleich geprüft

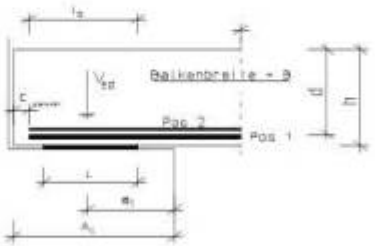
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Verankerung am Endauflager:



Geometrie Endauflager

Auflagertiefe A_l =			0,24 m
Balkenbreite B =			0,24 m
Lagerlänge L =			0,24 m
Exzentrizität a_1 =	0,24/2	=	0,12 m
stat.Höhe d =	0,80-0,054	=	0,75 m
c_{nom} =			30 mm

Material
Beton C25/30

f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Verbundfestigkeit f_{bd} =			2,70 N/mm²

Betonstahl B500

f_{yd} =	435 N/mm²

Belastung + Bewehrung (aus Trägerbemessung)

V_{Ed} =	0,150 MN
Feldbew. A_{sl} =	5,44 cm²

Verankerung am Endauflager

zu verankernde Zugkraft F_{Ed} am Auflager nach EC2-1-1-, 9.2.1.4

a) Ermittlung des Versatzmaßes a_l:

cotΘ = **1,20**

Neigung der Bügel zur Bauteilachse (hier $\alpha = 90°$)

cotα =			0,0
z =	0,9 * d	=	0,675 m
Versatzmaß a_l =	0,5 * z * (cotΘ - cotα)	=	0,405 m

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

b) zu verankernde Zugkraft F_{Ed}

N_{Ed} = 0,0 kN

F_{Ed} = MAX(ABS(V_{Ed}) * a_l / z + N_{Ed}; ABS(V_{Ed}) / 2) * 10^3 = **90,0 kN**

zugehörige erforderliche Bewehrung

$A_{s,erf,FEd}$ = F_{Ed} * 10 / f_{yd} = 2,07 cm²

mind. 25% der (erforderlichen) Feldbewehrung verankern

$A_{s,erf,min}$ = 0,25 * A_{sl} = 1,36 cm²

⇒ $A_{s,erf}$ = MAX($A_{s,erf,min}$; $A_{s,erf,FEd}$) = **2,07 cm²**

Über das Auflager geführte Biegebewehrung des Stb.-Balkens:

Stabdurchm. d_s =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	14 mm
$A_{s,gew}$ =	GEW("ec2_de/As"; Bez; ds=d_s; As≥$A_{s,erf}$)	=	4 Ø 14
$A_{s,vorh}$ =	TAB("ec2_de/As"; As; Bez=$A_{s,gew}$)	=	6,16 cm²
$A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$		=	**0,34 ≤ 1**

Ermittlung der Verankerungslängen

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 = **1,0**

Beiwert η_2 = WENN (d_s ≤ 32;1,0; (132-d_s) / 100) = 1,0

Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ = (d_s / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) = 564 mm

Beiwerte Verankerung (siehe EC2-1-1, Bild (8.1))

α_1 = 1,0

α_2 = 1,0

Mindestverankerungslänge, wenn keine andere Begrenzung gilt:

$l_{b,min}$ = MAX(0,3 * α_1 * $l_{b,rqd}$; 10 * d_s) = 169 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

l_{bd} = MAX(2/3*α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$) = 169 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ = MAX(l_{bd}; 6,7 * d_s) = **169 mm**

aus der Geometrie maximal vorhandene Verankerungslänge:

$l_{bd,max}$ = (A_l -a_1 + L/2) * 10^3 -c_{nom} = 210 mm

$l_{bd,dir}$ / $l_{bd,max}$ = **0,80 < 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Gurtanschluss:

Die Nachweise werden für die max. auftretenden Momente geführt

Druckgurtanschluss

Balkenbreite b_w =			0,24 m
Spannweite l_2 =			6,76 m
Spannweite Momentennullpunkt l_0 =	$1{,}00*l_2$	=	6,76 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0{,}2*b_w+0{,}1*l_0;0{,}2*l_0;b_w)$	=	0,24 m
Mitwirkende Breite b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	0,72 m
f_{cd} =	$0{,}85/1{,}5*25$	=	14,17 N/mm²
Plattenstärke h_f =			0,30 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$beff,i*h_f$	=	0,07 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$beff*h_f$	=	0,22 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	$3/4*231{,}40$	=	173,6 kNm
Betrachtetr Abschnitt Δx =	$1/4*l_2$	=	1,7 m
z =	$0{,}9*(0{,}80-0{,}054)$	=	0,67 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	82,4 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0{,}75*f_{cd}/(1{,}2+1/1{,}2)*10\text{^}3$	=	2666 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

Erf. Anschlussbewehrung (Im Feld)

a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1{,}2)*10$	=	0,93 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**0,47 cm²/m**

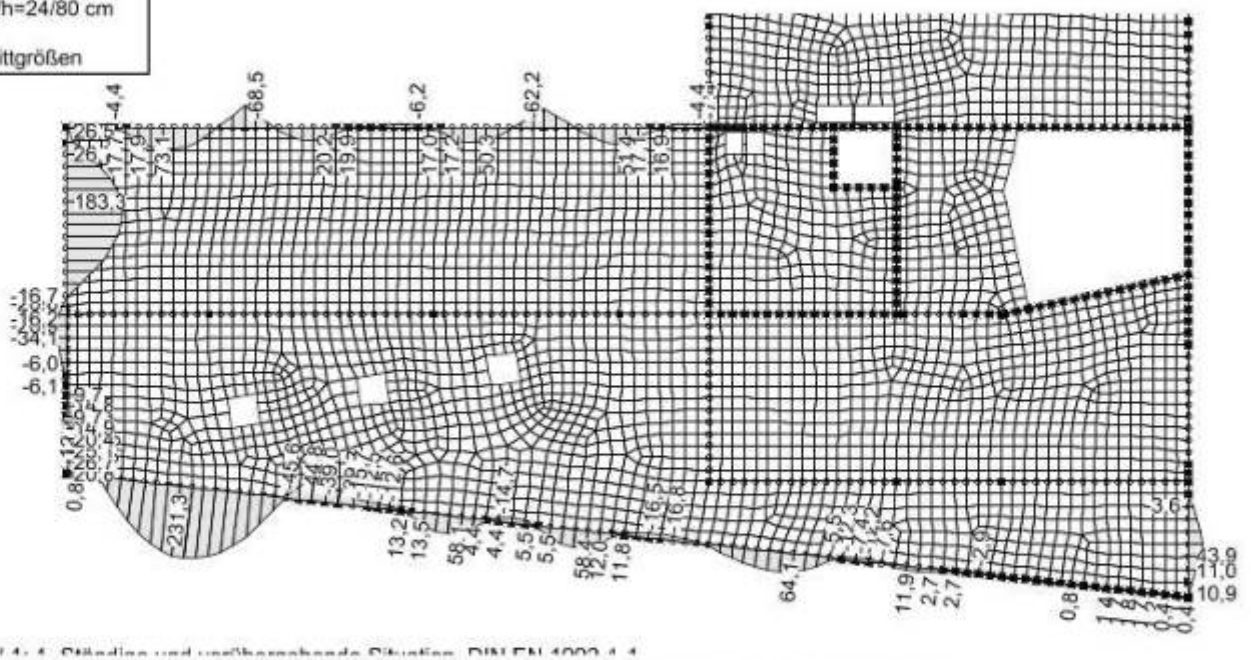
Grundbewehrung ausreichend

Statisch durch
Vergleich geprüft

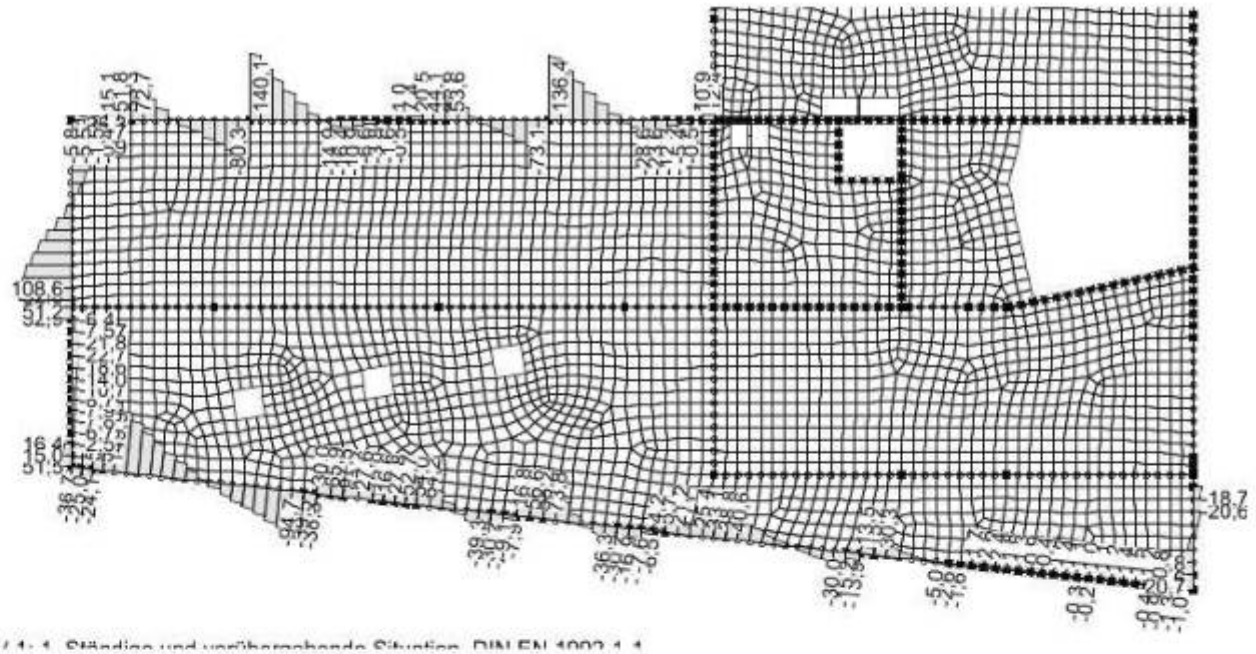
Pos. 20.40-20.47
UZ b/h=24/80 cm

Schnittgrößen

M = 1:



Schnittgrößen My max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



Schnittgrößen Qz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

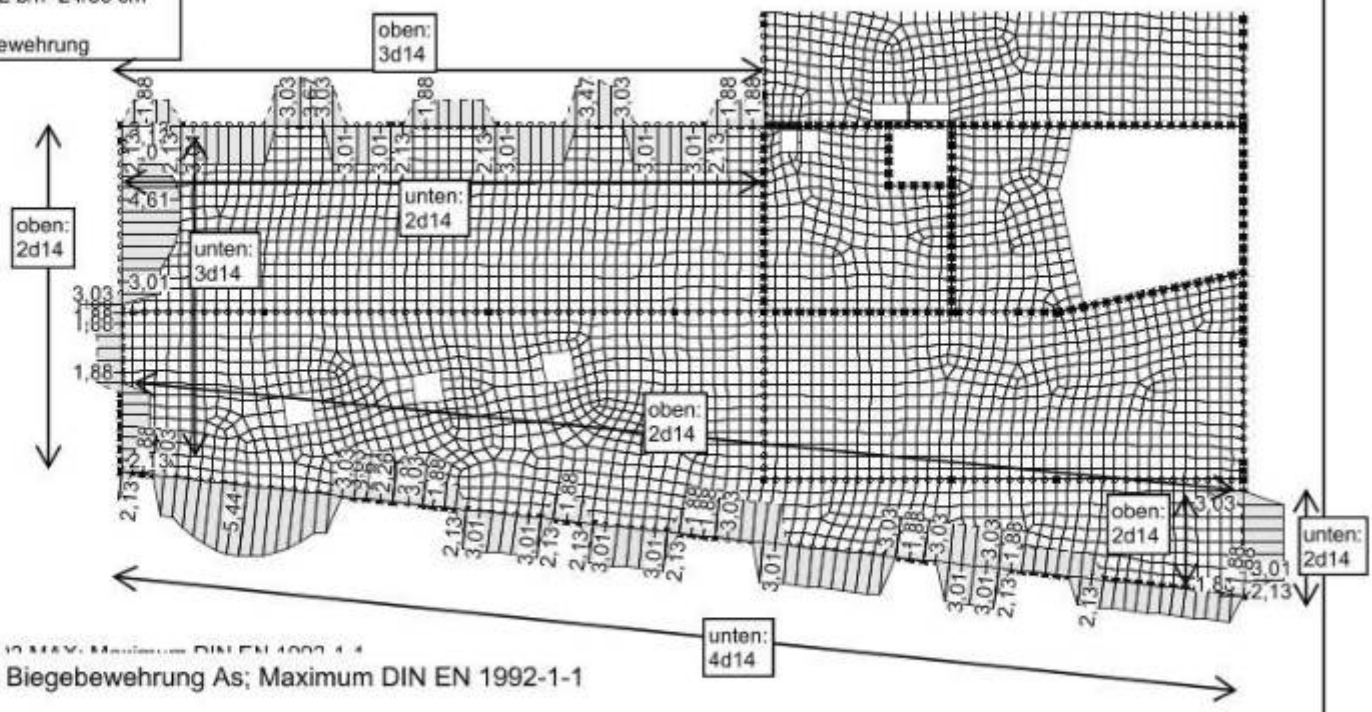
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 20

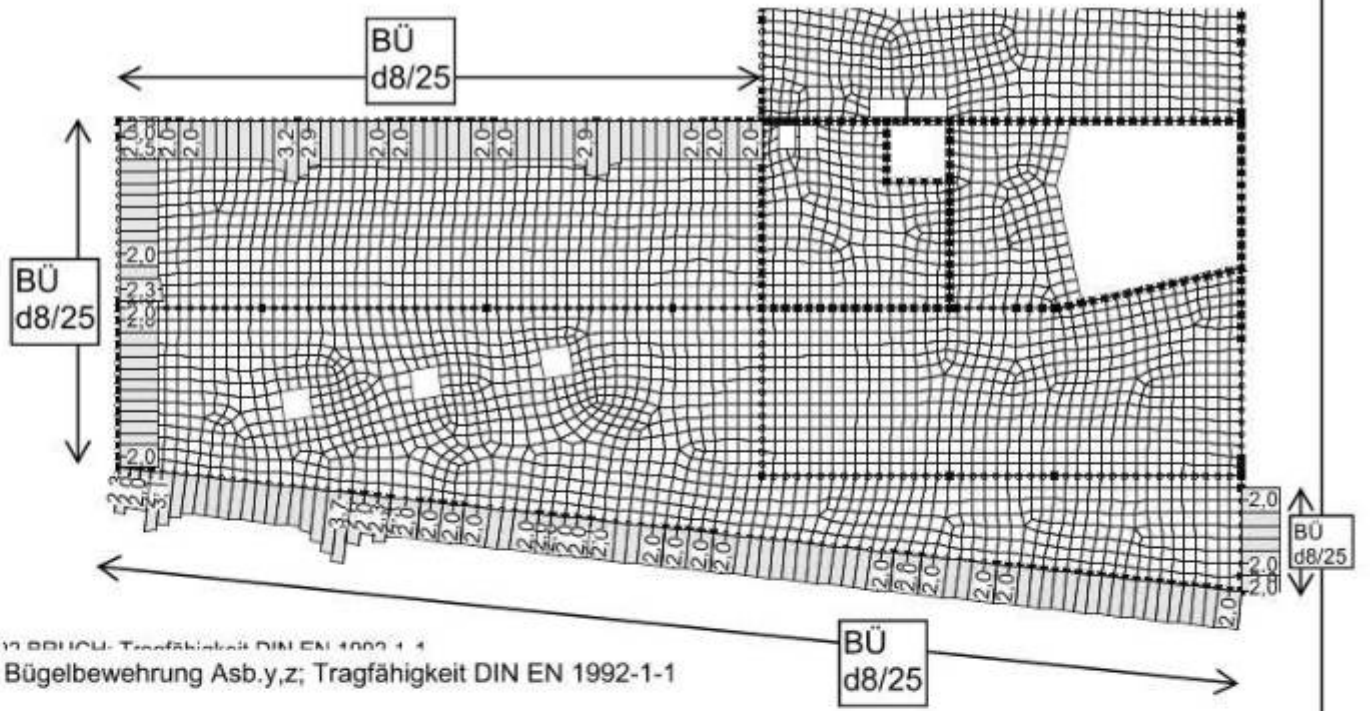
Pos. 20.40-20.47
UZ b/h=24/80 cm

Bewehrung

M = 1:



Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1



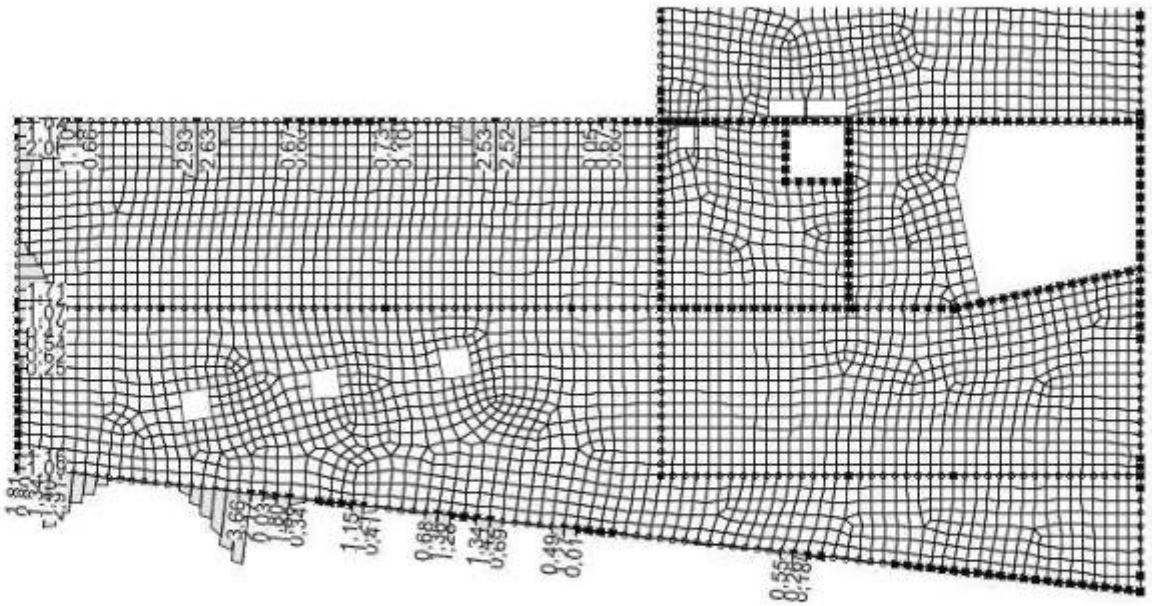
Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Statisch durch
Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 20

M = 1:



Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 20.48 - Stb.-Unterzug 1.OG

C25/30 XC1 b/h=40/74 cm

System
Überzug
mit raue Fuge ausführen
Dreifeldträger

l_1=	4,77 m
l_2=	7,50 m
l3=	6,23 m
l4=	3,00 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90
$d_{1,erf} \geq 4{,}50$ cm $\Rightarrow$ **$d_{1,vorh}$=4,50 cm**
mit c_{nom}= 3,00 cm

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Infograph

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

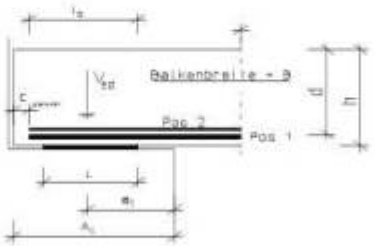
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Verankerung am Endauflager:



Geometrie Endauflager

Auflagertiefe A_l =			0,24 m
Balkenbreite B =			0,40 m
Lagerlänge L =			0,24 m
Exzentrizität a_1 =	0,24/2	=	0,12 m
stat.Höhe d =	0,74-0,054	=	0,69 m
c_{nom} =			30 mm

Material
Beton C25/30

f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Verbundfestigkeit f_{bd} =			2,70 N/mm²

Betonstahl B500

f_{yd} =	435 N/mm²

Belastung + Bewehrung (aus Trägerbemessung)

V_{Ed} =	0,113 MN
Feldbew. A_{sl} =	9,06 cm²

Verankerung am Endauflager

zu verankernde Zugkraft F_{Ed} am Auflager nach EC2-1-1-, 9.2.1.4

a) Ermittlung des Versatzmaßes a_l:

cotΘ = **1,20**

Neigung der Bügel zur Bauteilachse (hier $\alpha = 90°$)

cotα =			0,0
z =	0,9 * d	=	0,621 m
Versatzmaß a_l =	0,5 * z * (cotΘ - cotα)	=	0,373 m

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

b) zu verankernde Zugkraft F_{Ed}

N_{Ed} = 0,0 kN

F_{Ed} = MAX(ABS(V_{Ed}) * a_l / z + N_{Ed}; ABS(V_{Ed}) / 2) * 10^3 = **67,9 kN**

zugehörige erforderliche Bewehrung

$A_{s,erf,FEd}$ = F_{Ed} * 10 / f_{yd} = 1,56 cm²

mind. 25% der (erforderlichen) Feldbewehrung verankern

$A_{s,erf,min}$ = 0,25 * A_{sl} = 2,27 cm²

⇒ $A_{s,erf}$ = MAX($A_{s,erf,min}$; $A_{s,erf,FEd}$) = **2,27 cm²**

Über das Auflager geführte Biegebewehrung des Stb.-Balkens:

Stabdurchm. d_s = GEW("EC2_de/As"; ds;) = 14 mm

$A_{s,gew}$ = GEW("ec2_de/As"; Bez; ds=d_s; As≥$A_{s,erf}$) = 6 Ø 14

$A_{s,vorh}$ = TAB("ec2_de/As"; As; Bez=$A_{s,gew}$) = 9,24 cm²

$A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$ = **0,25 ≤ 1**

Ermittlung der Verankerungslängen

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 = **1,0**

Beiwert η_2 = WENN (d_s ≤ 32;1,0; (132-d_s) / 100) = 1,0

Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ = (d_s / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) = 564 mm

Beiwerte Verankerung (siehe EC2-1-1, Bild (8.1))

α_1 = 1,0

α_2 = 1,0

Mindestverankerungslänge, wenn keine andere Begrenzung gilt:

$l_{b,min}$ = MAX(0,3 * α_1 * $l_{b,rqd}$; 10 * d_s) = 169 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

l_{bd} = MAX(2/3*α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$) = 169 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ = MAX(l_{bd}; 6,7 * d_s) = **169 mm**

aus der Geometrie maximal vorhandene Verankerungslänge:

$l_{bd,max}$ = (A_l -a_1 + L/2) * 10^3 -c_{nom} = 210 mm

$l_{bd,dir}$ / $l_{bd,max}$ = **0,80 < 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Gurtanschluss:

Die Nachweise werden für die max. auftretenden Momente geführt

Druckgurtanschluss

Balkenbreite b_w =			0,40 m
Spannweite l_2 =			4,77 m
Spannweite Momentennullpunkt l_0 =	$1{,}00*l_2$	=	4,77 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0{,}2*b_w+0{,}1*l_0;0{,}2*l_0;b_w)$	=	0,40 m
Mitwirkende Breite b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	1,20 m
f_{cd} =	$0{,}85/1{,}5*25$	=	14,17 N/mm²
Plattenstärke h_f =			0,30 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$beff,i*h_f$	=	0,12 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$beff*h_f$	=	0,36 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	$3/4*287{,}90$	=	215,9 kNm
Betrachtetr Abschnitt Δx =	$1/4*l_2$	=	1,2 m
z =	$0{,}9*(0{,}74-0{,}054)$	=	0,62 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	116,1 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0{,}75*f_{cd}/(1{,}2+1/1{,}2)*10\text{^}3$	=	1882 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

Erf. Anschlussbewehrung (Im Feld)

a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1{,}2)*10$	=	1,85 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**0,93 cm²/m**

Grundbewehrung ausreichend

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Zuggurtanschluss

b_w =			0,40 m
l_1 =			4,77 m
l_2 =			7,50 m
l_0 =	$0,15*(l_1+l_2)$	=	1,84 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0,2*b_w+0,1*l_0;0,2*l_0;b_w)$	=	0,26 m
b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	0,92 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$b_{eff,i}*h_f$	=	0,08 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$b_{eff}*h_f$	=	0,28 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	3/4*275,9	=	206,9 kNm
Halber Abstand zw. M_{max} und M_0 Δx =	$0,15/2*l_2$	=	0,56 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	95,3 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0,75*f_{cd}/(1,0+1/1,0)*10^3$	=	893 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

Erf. Anschlussbewehrung (Stützbereich)

a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1,0)*10$	=	3,91 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**1,96 cm²/m**

Grundbewehrung ausreichend

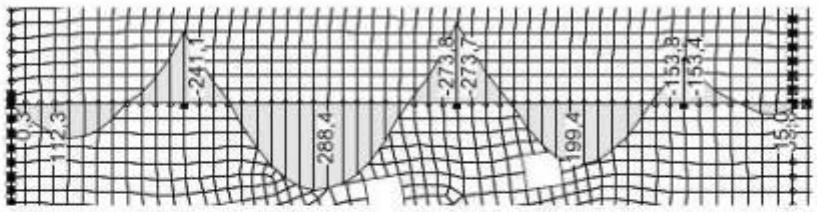
Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 20

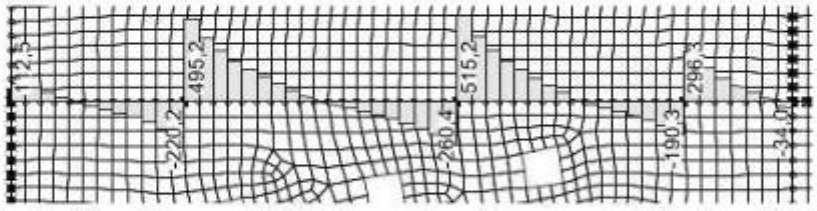
M = 1:

Pos. 20.48
UZ b/h=40/74 cm

Schnittgrößen



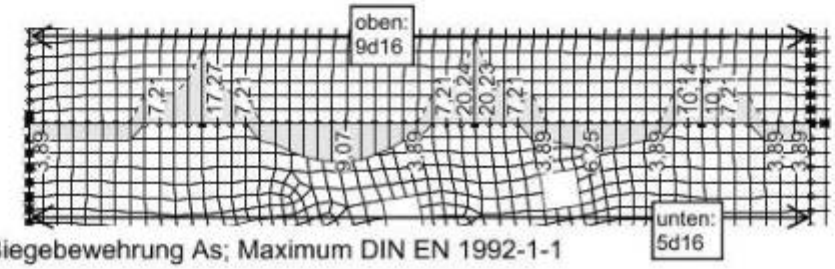
Schnittgrößen My max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



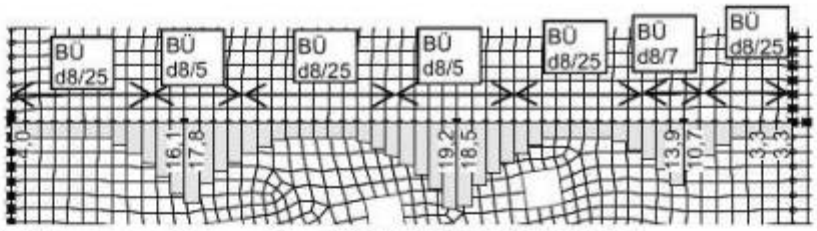
Schnittgrößen Qz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Pos. 20.48
UZ b/h=40/74 cm

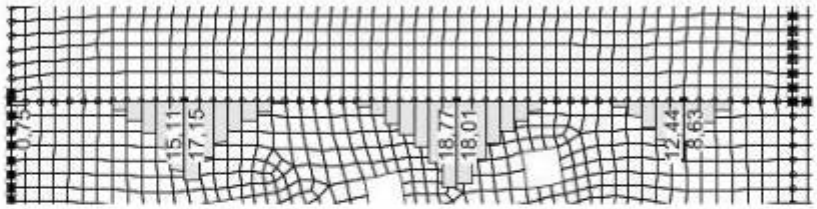
Bewehrung



Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1



Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1



Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Statisch durch
Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 21 - Stb.-Attika als Überzug 1.OG

C25/30 XC3 b/h= 24/75 cm

System

Kragarm (vertikal)

l = 0,75 +0,3/2 = 0,9 m

Belastung:

Nutzlast

Verkehr

Holmlast q_k= 0,5 kN/m

Wind

$c_{pe,net}$ = 3,40

$q_{b,0}$= 0,39 kN/m²

für φ = 1

q_p = $1,7 * q_{b,0} * (12,9 / 10)^{0,37}$ = 0,73 kN/m²

Windlast w_k = $c_{pe,net} * q_p$ = 2,48 kN/m²

Schnittgrößen

Moment M_{sd} =	$1,5*q_k* l + 1,5* w_k *l²/2$	=	2,18 kNm/m
Querkraft Q_d =	$1,5 * (q_k + l * w_k)$	=	4,10 kN/m
N_d =	1,35 * (0,24 * 25 +1,00) * 0,75	=	7,09 kN/m

Bemessung:

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:

aus Bemessungsproamm Frilo

As,u = 2x∅14 = 3,08/cm²

As,o = 2x∅14 = 3,08 cm²

as,b = ∅8/12,5 cm

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 1.OG Pos. 21 - Attika

Stahlbetonbemessung (x64) B2 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)
Tragfähigkeit am Stahlbetonquerschnitt

Norm: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 + EN 1992-1-1:2004/A1:2014
GZT: ständige/vorübergehende Bemessungssituation
MATERIAL

Längsbewehrung	B500A	γs =	1.150	fyd =	434.8 N/mm2
		k =	1.050	εuk =	25.0 o/oo
Bügelbewehrung=Längsbewehrung					
Beton	C30/37	γc =	1.50	fcd =	17.00 N/mm2
		αcc =	0.85	Ecm =	33000 N/mm2

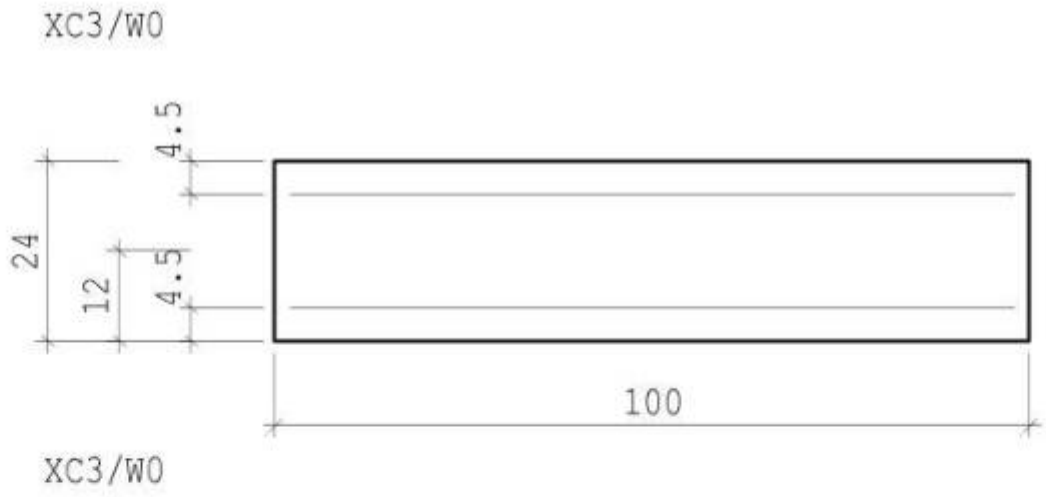
QUERSCHNITT

Rechteck	b =	100.0 cm	h =	24.0 cm	
Bewehrung	dob =	4.5 cm	dun =	4.5 cm	

Bruttoquerschnittswerte
zu = 12.0 cm Ac = 0.2400 m2 Ic =0.00115200 m

Druckkräfte und Druckspannungen sind negativ soweit im Nachweis nicht anders definiert

Maßstab 1 : 10



BIEGEBEMESSUNG	kd- Verfahren (x/d < 0.450)				
Nxd =	-7.09 kN	Myd =	2.18 kNm		
ε1 =	-2.00 o/oo	ε2s =	-2.00 o/oo		
x/d =	5128.21	z/d =	0.62	kd =	11.84
erforderlich:		Asu =	3.17 cm2	Aso =	1.80 cm2
		μ =	0.21 % (MinBg)		

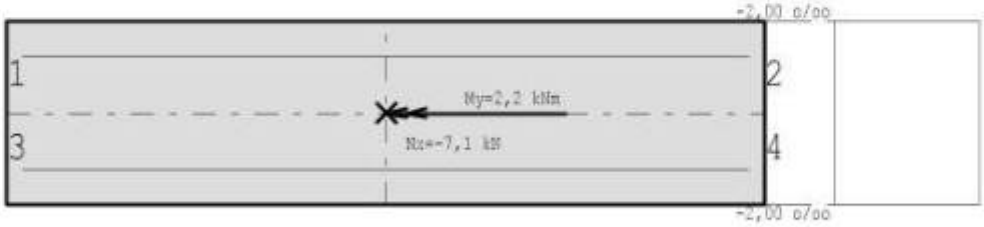
Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 1.OG Pos. 21 - Attika

Maßstab 1 : 10

XC3/W0



XC3/W0

SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT									
Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse									
VEd	=	4.10	kN	z/d	=	0.615			
CRd,c	=	0.10		k1	=	0.12	σcp	=	0.03 N/mm2
kvmin	=	0.035		vmin	=	0.54			
k	=	2.00		VRd,c	=	0.69	kN (6.2a)		
Asz	=	0.00	cm2	VRd,c	=	106.42	kN (6.2b)	maßgebend	
VRd,cc	=	89.30	kN	σcd	=	0.03	N/mm2		
cot Θ	=	3.00	(18.43 Grd.)						
v1	=	0.750		αcw	=	1.00			
VRdmax	=	459.00	kN	aswV	=	0.00	cm2/m		
sl,max	=	16.80	cm	aswMin	=	7.72	cm2/m	maßgebend	

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S1-S5 Stb.Rundstütze 1.OG

C25/30 XC1 d= 35 cm

System:
Pendelstütze h=3,65 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
aus Pos. 20

G_k= 987,80 kN
Q_k= 289,00 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Kreis, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

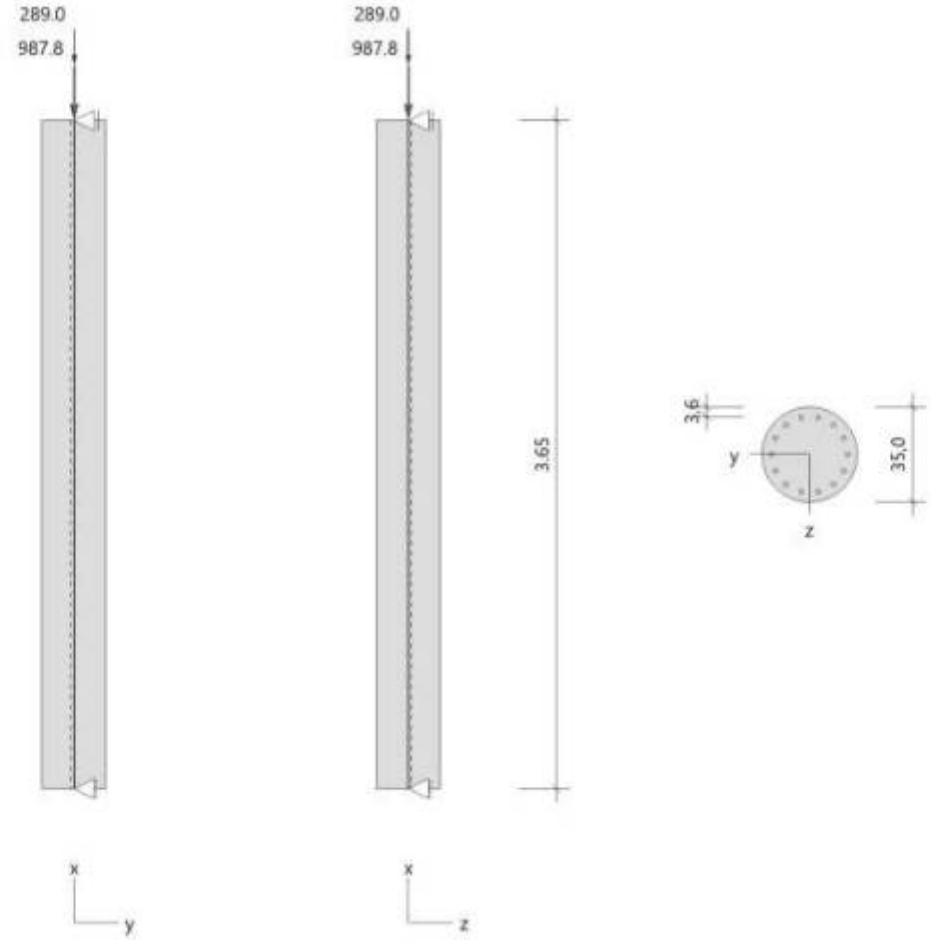
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 16	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 16	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Kriecheffekte werden nicht berücksichtigt.

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	‰	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	= 3.65	m
Querschnitt	d	= 35.0	cm
	d_1	= 3.6	cm
Bewehrungsanordnung (kalt)		umfangsverteilt	
Bewehrungsanordnung (Brand)		wie Bewehrungsbild	

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	zusätzl.	Altdrp
1	Stützenkopf		987.8							ständig		
2	Stützenkopf		289.0							Kat. A		

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		8.8							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 9,51 in y- / 9,51 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 987,8 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 289,0 kN (Kat. A)	**1.50**		**1.50**	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.65	3.65	41.7	41.7	25.0	25.0	0.9	0.9	0.000	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-1778.9	0.00	0.00	2.93	28.1	28.1	Querschnitt
	3.04	-1778.9	9.55	-9.55	2.93	28.1	28.1	
	2.43	-1778.9	16.62	-16.62	2.93	28.1	28.1	
	1.83	-1778.9	19.36	-19.36	2.93	28.1	28.1	
	1.22	-1778.9	16.62	-16.62	2.93	28.1	28.1	
	0.61	-1778.9	9.55	-9.55	2.93	28.1	28.1	
	0.00	-1778.9	0.00	0.00	2.93	28.1	28.1	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	3
			0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	996.6	0.0	0.00	0.0	0.00	3
		1778.9	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		1345.4	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	28.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 987,8 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 289,0 kN (Kat. A)	**1.00**	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-1285.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-1285.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-1285.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-1285.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-1285.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-1285.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-1285.6	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	3.65	-1285.6	0.00	0.00	0.00	-0.553	-110.60	400.00	0.00
1	3.04	-1285.6	0.00	0.00	0.00	-0.553	-110.60	400.00	0.00
1	2.43	-1285.6	0.00	0.00	0.00	-0.553	-110.60	400.00	0.00
1	1.83	-1285.6	0.00	0.00	0.00	-0.553	-110.60	400.00	0.00
1	1.22	-1285.6	0.00	0.00	0.00	-0.553	-110.60	400.00	0.00
1	0.61	-1285.6	0.00	0.00	0.00	-0.553	-110.60	400.00	0.00
1	0.00	-1285.6	0.00	0.00	0.00	-0.553	-110.60	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 987,8 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 289,0 kN (Kat. A)	0.30	

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,30*L2

$A_{s,kalt}$ = 28.1 cm² $R(A_{s,kalt})$ = 103 min
N_{Ed} = -1083.3 kN μ_{fi} = 0.468
N_{Rd} = -2315.1 kN
M_{Ryd} = 28.49 kNm M_{Rzd} = -28.49 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 28.1 cm².

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	=	$A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 28.15*43.48/(962.11*1.42)	=	0.90
b'	=	$Ø_{col}$		=	350.0 mm
a_{cc}	=	Abminderungsfaktor		=	0.85
$l_{0,fi,max}$	=	Ersatzlänge; 2m ≤ $l_{0,fi,max}$ ≤ 6 m		=	3.65 m
$R_{\eta fi}$	=	$83*[1.00 - \mu_{fi}*(1 + \omega) / ((.85/\alpha_{cc})+ \omega]$	= 83*[1.00-0.47*(1+0.90)/((.85/0.85)+0.90)]	=	44.2
R_a	=	1.60(a-30)	= 1.60*(36-30)	=	9.6 mm
R_l	=	9.60(5 - $l_{o,fi}$)	= 9.60*(5-3.65)	=	12.96 m
R_b	=	0.09*b'	= 0.09*350.00	=	31.5 mm
R_n	=	mindestens 6 Stäbe vorhanden		=	12
R	=	$120*[R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n)/120]^{1.8}$	$= 120*[(44.2+9.6+12.96+31.50+12)/120]^{1.8}$	=	103.0 min

Stützenlänge	l =	3.65 m	≤	l_{max} =	5.00 m	η =	0.73	✓
Achsabstand	a =	3.6 cm	≤	a_{max} =	8.0 cm	η =	0.45	✓
Verhältnis	A_s/A_c =	0.029	<	$A_s/A_{c,max}$ =	0.04	η =	0.73	✓
$Ø_{col}$	b' =	350 mm	≤	b'_{max} =	450 mm	η =	0.78	✓
Branddauer	R =	103.0 min	≥	R_{min} =	90 min	η =	0.87	✓

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 25Ø8 mm	1	16	2.0	13.9	0.0
	2	16	2.0	12.5	6.0
	3	16	2.0	8.7	10.9
	4	16	2.0	3.1	13.6
	5	16	2.0	-3.1	13.6
	6	16	2.0	-8.7	10.9
	7	16	2.0	-12.5	6.0
	8	16	2.0	-13.9	0.0
	9	16	2.0	-12.5	-6.0
	10	16	2.0	-8.7	-10.9
	11	16	2.0	-3.1	-13.6
	12	16	2.0	3.1	-13.6
	13	16	2.0	8.7	-10.9
	14	16	2.0	12.5	-6.0
			28.1		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	2.8	2.0

Statisch durch Vergleich geprüft

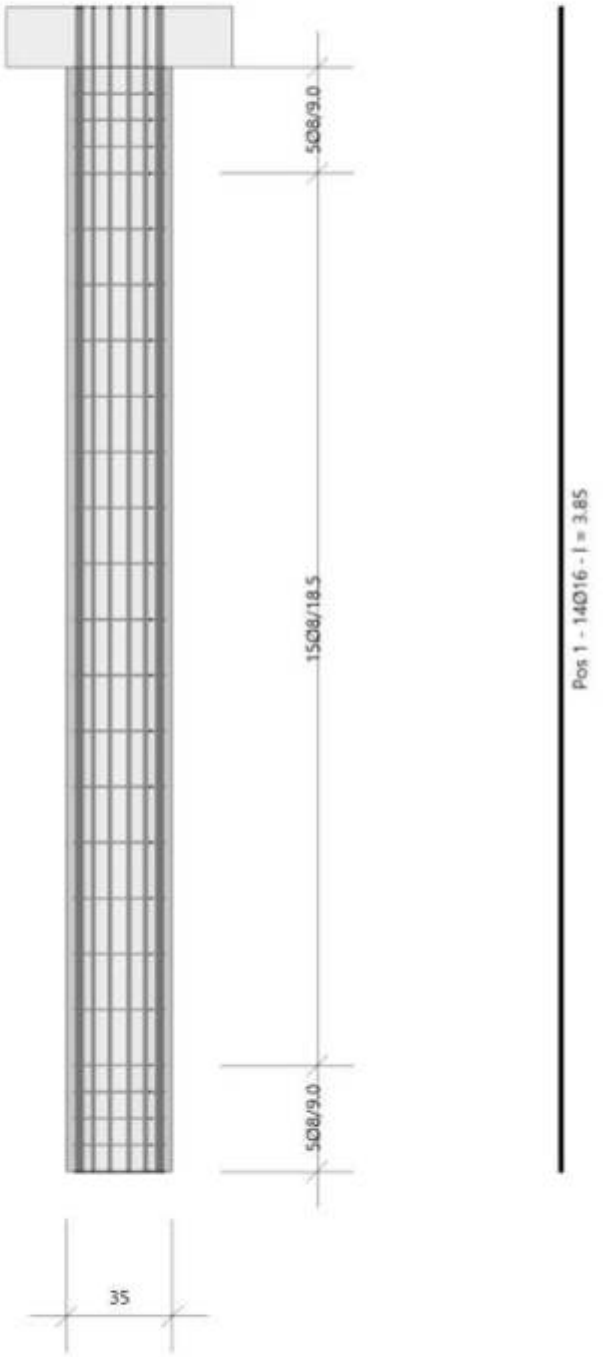
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

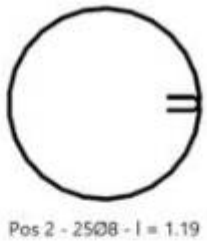
Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 1.OG S1-S5 - Stb.-Rundstütze

Blatt: 6

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 25





Pos 2 - 25Ø8 - l = 1.19



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S6 Stb.Rundstütze 1.OG

C25/30 XC1 d= 30 cm

System:
Pendelstütze h=3,65 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
aus Pos. 20

G_k= 754,70 kN
Q_k= 212,30 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Kreis, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

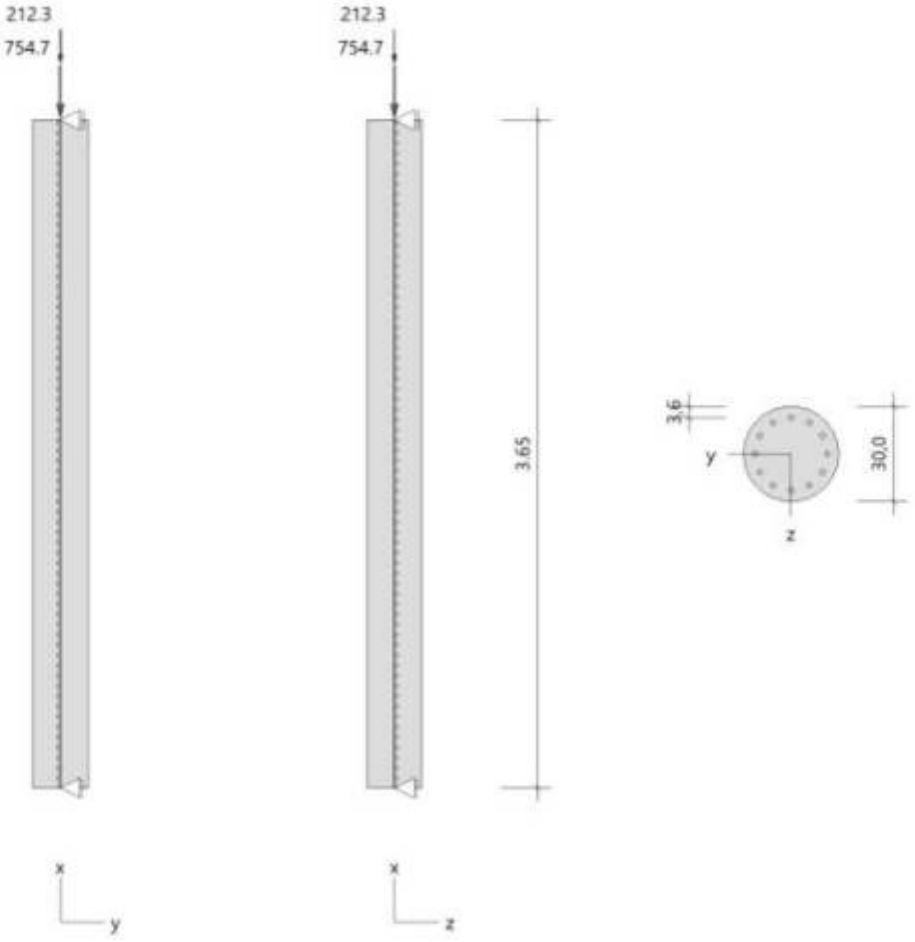
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 16	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 16	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Kriecheffekte werden nicht berücksichtigt.

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	‰	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	= 3.65	m
Querschnitt	d	= 30.0	cm
	d_1	= 3.6	cm
Bewehrungsanordnung (kalt)		umfangsverteilt	
Bewehrungsanordnung (Brand)		wie Bewehrungsbild	

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	zusätzl.	Altdrp
1	Stützenkopf		754.7							ständig		
2	Stützenkopf		212.3							Kat. A		

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		6.5							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 6,78 in y- / 6,78 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 754,7 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 212,3 kN (Kat. A)	**1.50**		**1.50**	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.65	3.65	48.7	48.7	25.0	25.0	0.9	0.9	0.000	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-1346.0	0.00	0.00	3.41	24.1	24.1	Querschnitt
	3.04	-1346.0	7.77	-7.77	3.41	24.1	24.1	
	2.43	-1346.0	13.52	-13.52	3.41	24.1	24.1	
	1.83	-1346.0	15.74	-15.74	3.41	24.1	24.1	
	1.22	-1346.0	13.52	-13.52	3.41	24.1	24.1	
	0.61	-1346.0	7.77	-7.77	3.41	24.1	24.1	
	0.00	-1346.0	0.00	0.00	3.41	24.1	24.1	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	4
			0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	761.2	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		1346.0	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		1079.6	0.0	0.00	0.0	0.00	3

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	24.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 754,7 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 212,3 kN (Kat. A)	**1.00**	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-973.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-973.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-973.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-973.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-973.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-973.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-973.5	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	3.65	-973.5	0.00	0.00	0.00	-0.547	-109.43	400.00	0.00
1	3.04	-973.5	0.00	0.00	0.00	-0.547	-109.43	400.00	0.00
1	2.43	-973.5	0.00	0.00	0.00	-0.547	-109.43	400.00	0.00
1	1.83	-973.5	0.00	0.00	0.00	-0.547	-109.43	400.00	0.00
1	1.22	-973.5	0.00	0.00	0.00	-0.547	-109.43	400.00	0.00
1	0.61	-973.5	0.00	0.00	0.00	-0.547	-109.43	400.00	0.00
1	0.00	-973.5	0.00	0.00	0.00	-0.547	-109.43	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 754,7 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 212,3 kN (Kat. A)	0.30	

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,30*L2

$A_{s,kalt}$ = 24.1 cm² $R(A_{s,kalt})$ = 95 min
N_{Ed} = -824.8 kN μ_{fi} = 0.469
N_{Rd} = -1760.1 kN
M_{Ryd} = 24.71 kNm M_{Rzd} = -24.71 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 24.1 cm².

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	= $A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 24.13*43.48/(706.86*1.42)	=	1.05
b'	= $Ø_{col}$		=	300.0 mm
a_{cc}	= Abminderungsfaktor		=	0.85
$l_{0,fi,max}$	= Ersatzlänge; $2m \le l_{0,fi,max} \le 6$ m		=	3.65 m
$R_{\eta fi}$	= $83*[1.00 - \mu_{fi}*(1 + \omega) / ((.85/\alpha_{cc})+ \omega]$	= 83*[1.00-0.47*(1+1.05)/((.85/0.85)+1.05)]	=	44.1
R_a	= 1.60(a-30)	= 1.60*(36-30)	=	9.6 mm
R_l	= 9.60(5 - $l_{0,fi}$)	= 9.60*(5-3.65)	=	12.96 m
R_b	= 0.09*b'	= 0.09*300.00	=	27.0 mm
R_n	= mindestens 6 Stäbe vorhanden		=	12
R	= $120*[R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n)/120]^{1.8}$	= $120*[(44.1+9.6+12.96+27.00+12)/120]^{1.8}$	=	95.4 min

Stützenlänge	l =	3.65 m	≤	l_{max} =	5.00 m	η =	0.73 ✓
Achsabstand	a =	3.6 cm	≤	a_{max} =	8.0 cm	η =	0.45 ✓
Verhältnis	A_s/A_c =	0.034	<	$A_s/A_{c,max}$ =	0.04	η =	0.85 ✓
$Ø_{col}$	b' =	300 mm	≤	b'_{max} =	450 mm	η =	0.67 ✓
Branddauer	R =	95.4 min	≥	R_{min} =	90 min	η =	0.94 ✓

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 23Ø8 mm	1	16	2.0	11.4	0.0
	2	16	2.0	9.9	5.7
	3	16	2.0	5.7	9.9
	4	16	2.0	0.0	11.4
	5	16	2.0	-5.7	9.9
	6	16	2.0	-9.9	5.7
	7	16	2.0	-11.4	0.0
	8	16	2.0	-9.9	-5.7
	9	16	2.0	-5.7	-9.9
	10	16	2.0	0.0	-11.4
	11	16	2.0	5.7	-9.9
	12	16	2.0	9.9	-5.7
			24.1		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	2.8	2.0

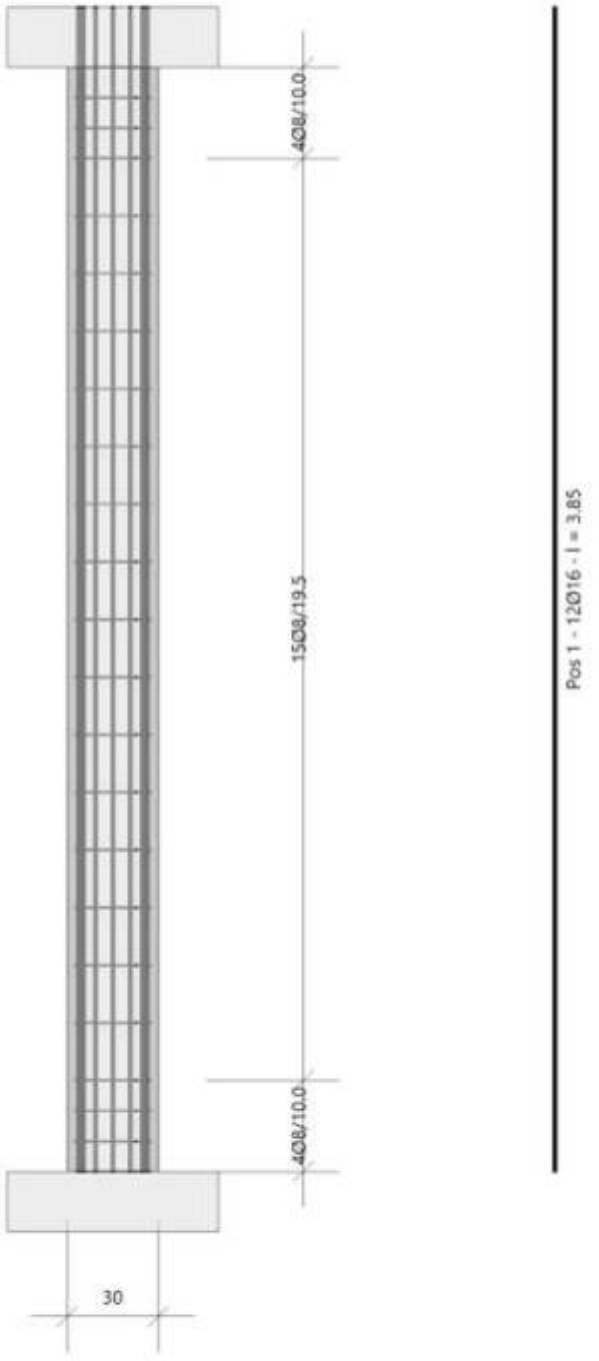
Statisch durch Vergleich geprüft

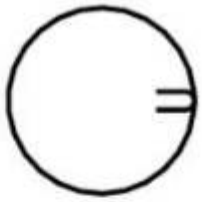
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 1.OG S6 - Stb.-Rundstütze

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 25





Pos 2 - 23Ø8 - l = 1.03



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S7-S12 Stb.Rundstütze 1.OG

C25/30 XC1 d= 35 cm

System:
Pendelstütze h=3,65 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
aus Pos. 20

G_k= 612,20 kN
Q_k= 285,30 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Kreis, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

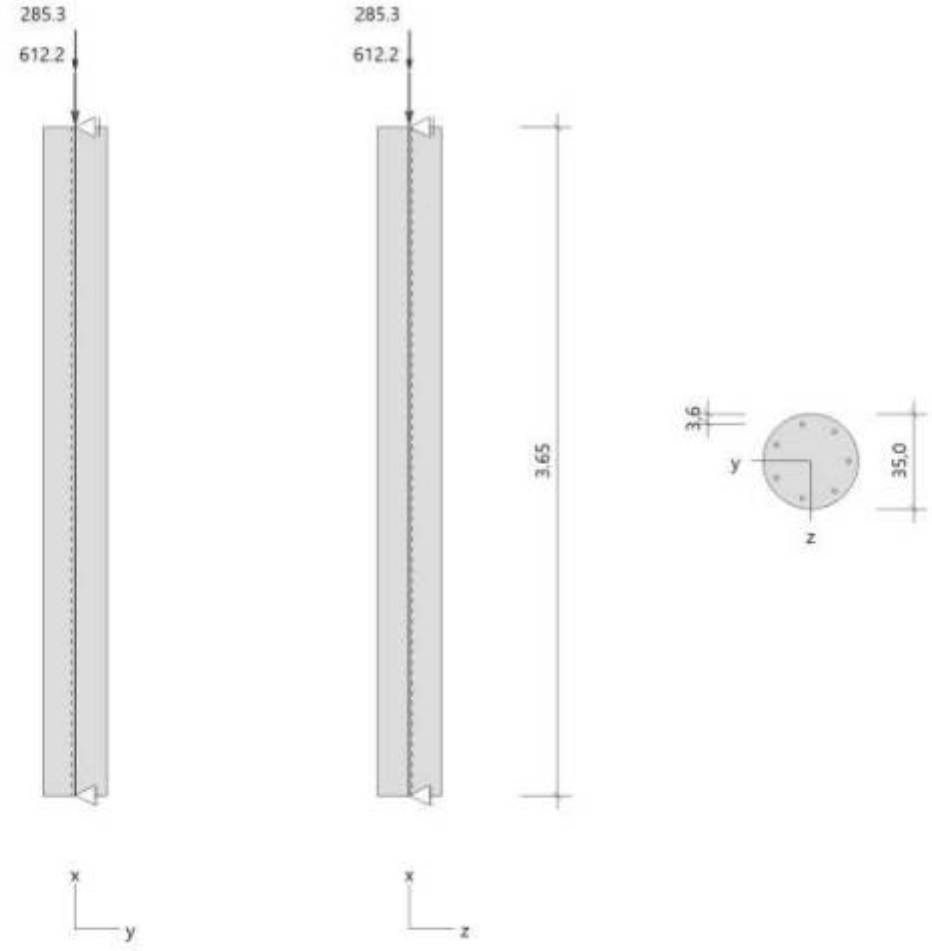
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 16	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 16	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	= 2.69		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	= 3.65	m
Querschnitt	d	= 35.0	cm
	d_1	= 3.6	cm
Bewehrungsanordnung (kalt)		umfangsverteilt	
Bewehrungsanordnung (Brand)		wie Bewehrungsbild	

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		612.2							ständig		
2	Stützenkopf		285.3							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		8.8							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\xi_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 13,36 in y- / 13,36 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 612,2 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 285,3 kN (Kat. A)	**1.50**		**1.50**	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.65	3.65	41.7	41.7	25.0	25.0	0.9	0.9	2.690	0.910

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-1266.3	0.00	0.00	1.46	14.1	14.1	Querschnitt
	3.04	-1266.3	7.22	-7.22	1.46	14.1	14.1	
	2.43	-1266.3	12.16	-12.16	1.46	14.1	14.1	
	1.83	-1266.3	14.07	-14.07	1.46	14.1	14.1	
	1.22	-1266.3	12.16	-12.16	1.46	14.1	14.1	
	0.61	-1266.3	7.22	-7.22	1.46	14.1	14.1	
	0.00	-1266.3	0.00	0.00	1.46	14.1	14.1	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.01	0.00	0.01	0.00	4
Fußpunkt	0.00	621.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		1266.3	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		1048.9	0.0	0.00	0.0	0.00	3

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	14.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 612,2 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 285,3 kN (Kat. A)	**1.00**	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-906.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-906.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-906.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-906.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-906.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-906.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-906.3	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-906.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-906.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-906.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-906.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-906.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-906.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-906.3	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-906.3	0.00	0.00	0.00	-0.430	-86.07	400.00	0.00
1	3.04	-906.3	0.00	0.00	0.00	-0.430	-86.07	400.00	0.00
1	2.43	-906.3	0.00	0.00	0.00	-0.430	-86.07	400.00	0.00
1	1.83	-906.3	0.00	0.00	0.00	-0.430	-86.07	400.00	0.00
1	1.22	-906.3	0.00	0.00	0.00	-0.430	-86.07	400.00	0.00
1	0.61	-906.3	0.00	0.00	0.00	-0.430	-86.07	400.00	0.00
1	0.00	-906.3	0.00	0.00	0.00	-0.430	-86.07	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 1.OG S7-S12 - Stb.-Rundstütze

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-906.3	0.00	0.00	0.00	-0.430	-86.07	400.00	0.00
1	3.04	-906.3	0.00	0.00	0.00	-0.430	-86.07	400.00	0.00
1	2.43	-906.3	0.00	0.00	0.00	-0.430	-86.07	400.00	0.00
1	1.83	-906.3	0.00	0.00	0.00	-0.430	-86.07	400.00	0.00
1	1.22	-906.3	0.00	0.00	0.00	-0.430	-86.07	400.00	0.00
1	0.61	-906.3	0.00	0.00	0.00	-0.430	-86.07	400.00	0.00
1	0.00	-906.3	0.00	0.00	0.00	-0.430	-86.07	400.00	0.00

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 612,2 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 285,3 kN (Kat. A)	0.30	

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$[1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.65	-706.6	0.00	0.00	-0.327	-10.15	-11.25	1.00		0.90
1	3.04	-706.6	0.00	0.00	-0.327	-10.15	-11.25	1.00		0.90
1	2.43	-706.6	0.00	0.00	-0.327	-10.15	-11.25	1.00		0.90
1	1.83	-706.6	0.00	0.00	-0.327	-10.15	-11.25	1.00		0.90
1	1.22	-706.6	0.00	0.00	-0.327	-10.15	-11.25	1.00		0.90
1	0.61	-706.6	0.00	0.00	-0.327	-10.15	-11.25	1.00		0.90
1	0.00	-706.6	0.00	0.00	-0.327	-10.15	-11.25	1.00		0.90

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,30*L2

$A_{s,kalt}$ = 14.1 cm² $\quad R(A_{s,kalt})$ = 112 min
N_{Ed} = -706.6 kN $\quad \mu_{fi}$ = 0.403
N_{Rd} = -1752.8 kN
M_{Ryd} = 23.91 kNm $\quad M_{Rzd}$ = -23.91 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 14.1 cm².

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	= $A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 14.07*43.48/(962.11*1.42)	= 0.45
b'	= $Ø_{col}$		= 350.0 mm
a_{cc}	= Abminderungsfaktor		= 0.85
$l_{0,fi,max}$	= Ersatzlänge; 2m ≤ $l_{0,fi,max}$ ≤ 6 m		= 3.65 m
$R_{\eta fi}$	= 83*[1.00 - μ_{fi}*(1 + ω) / ((.85/α_{cc})+ ω]	= 83*[1.00-0.40*(1+0.45)/((.85/0.85)+0.45)]	= 49.5
R_a	= 1.60(a-30)	= 1.60*(36-30)	= 9.6 mm
R_l	= 9.60(5 - $l_{0,fi}$)	= 9.60*(5-3.65)	= 12.96 m
R_b	= 0.09*b'	= 0.09*350.00	= 31.5 mm
R_n	= mindestens 6 Stäbe vorhanden		= 12
R	= $120*[R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n)/120]^{1.8}$	= $120*[(49.5+9.6+12.96+31.50+12)/120]^{1.8}$	= 112.2 min

Stützenlänge	l = 3.65 m	≤	l_{max} = 5.00 m	η = 0.73	✓	Statisch durch
Achsabstand	a = 3.6 cm	≤	a_{max} = 8.0 cm	η = 0.45	✓	Vergleich geprüft
Verhältnis	A_s/A_c = 0.015	<	$A_s/A_{c,max}$ = 0.04	η = 0.37	✓	
$Ø_{col}$	b' = 350 mm	≤	b'_{max} = 450 mm	η = 0.78	✓	
Branddauer	R = 112.2 min	≥	R_{min} = 90 min	η = 0.80	✓	

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 25Ø8 mm	1	16	2.0	13.9	0.0
	2	16	2.0	8.7	10.9
	3	16	2.0	-3.1	13.6
	4	16	2.0	-12.5	6.0
	5	16	2.0	-12.5	-6.0
	6	16	2.0	-3.1	-13.6
	7	16	2.0	8.7	-10.9
			14.1		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	2.8	2.0

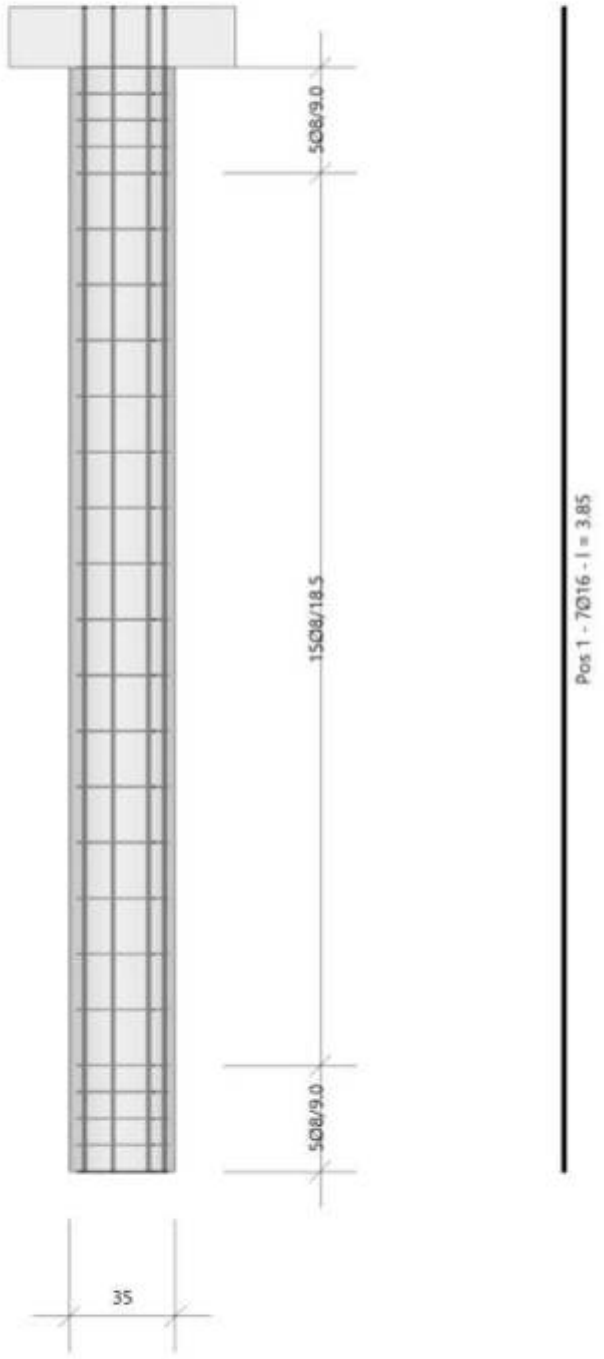
Statisch durch
Vergleich geprüft

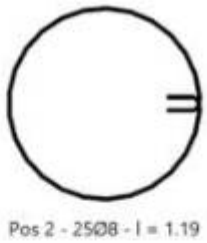
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 1.OG S7-S12 - Stb.-Rundstütze

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 25







Ergebnisse

Es liegen keine Berechnungsergebnisse vor!

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S13-S14 Stb.Stütze 1.OG

C25/30 XC1 b/h= 24/24 cm

System:
Pendelstütze h=3,65 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
aus Pos. 20

G_k= 168,60 kN
Q_k= 60,30 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

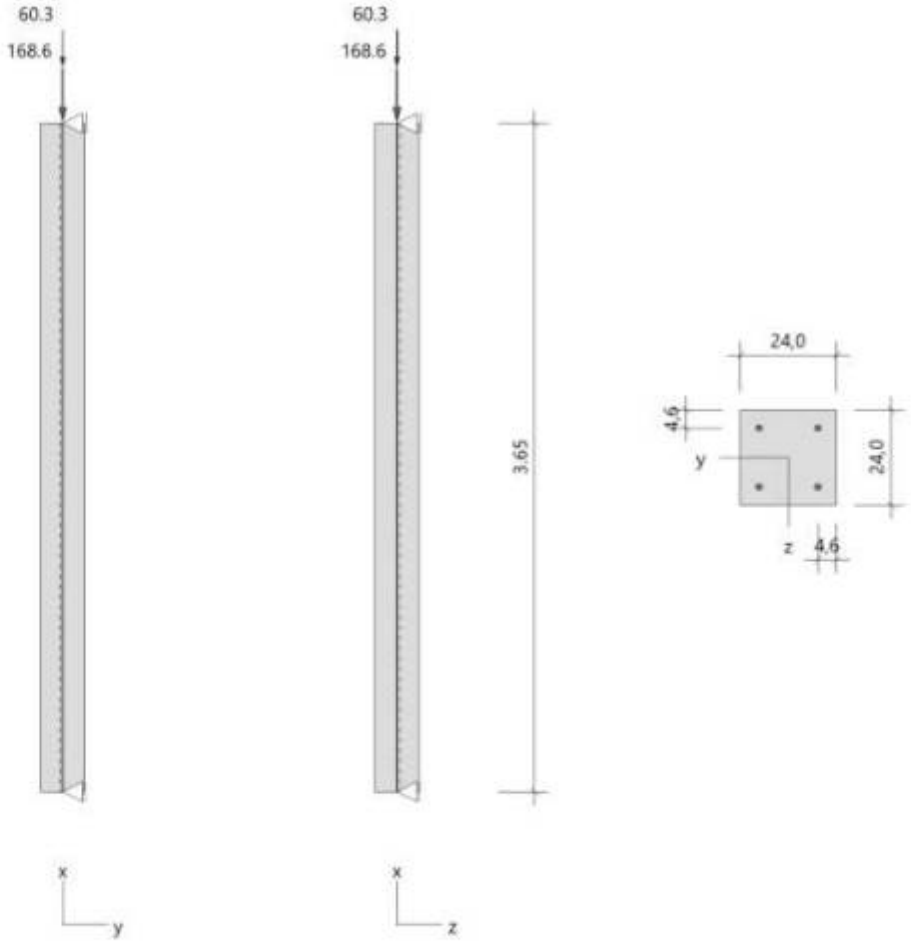
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	16	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	16	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.86		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	°/oo

(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.65 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	24.0/24.0 cm
	b_1/d_1	=	4.6/4.6 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. C: Versammlungsbereiche ständig	0.70	0.70	0.60	1.000	1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		168.6							ständig		
2	Stützenkopf		60.3							Kat. C		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		5.3							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 19,53 in y- / 19,53 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 168,6 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 60,3 kN (Kat. C)	**1.50**		**1.50**	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.65	3.65	52.7	52.7	25.3	25.3	0.9	0.9	2.862	0.829

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-325.2	0.00	0.00	1.40	8.0	8.0	Querschnitt
	3.04	-325.2	1.60	-1.60	1.40	8.0	8.0	
	2.43	-325.2	2.78	-2.78	1.40	8.0	8.0	
	1.83	-325.2	3.25	-3.25	1.40	8.0	8.0	
	1.22	-325.2	2.78	-2.78	1.40	8.0	8.0	
	0.61	-325.2	1.60	-1.60	1.40	8.0	8.0	
	0.00	-325.2	0.00	0.00	1.40	8.0	8.0	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	173.9	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		325.2	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		234.7	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	8.0

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 168,6 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 60,3 kN (Kat. C)	**1.00**	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-234.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-234.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-234.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-234.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-234.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-234.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-234.2	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-234.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-234.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-234.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-234.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-234.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-234.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-234.2	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-234.2	0.00	0.00	0.00	-0.120	-23.92	400.00	0.00
1	3.04	-234.2	0.00	0.00	0.00	-0.120	-23.92	400.00	0.00
1	2.43	-234.2	0.00	0.00	0.00	-0.120	-23.92	400.00	0.00
1	1.83	-234.2	0.00	0.00	0.00	-0.120	-23.92	400.00	0.00
1	1.22	-234.2	0.00	0.00	0.00	-0.120	-23.92	400.00	0.00
1	0.61	-234.2	0.00	0.00	0.00	-0.120	-23.92	400.00	0.00
1	0.00	-234.2	0.00	0.00	0.00	-0.120	-23.92	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	3.65	-234.2	0.00	0.00	0.00	-0.120	-23.92	400.00	0.00
1	3.04	-234.2	0.00	0.00	0.00	-0.120	-23.92	400.00	0.00
1	2.43	-234.2	0.00	0.00	0.00	-0.120	-23.92	400.00	0.00
1	1.83	-234.2	0.00	0.00	0.00	-0.120	-23.92	400.00	0.00
1	1.22	-234.2	0.00	0.00	0.00	-0.120	-23.92	400.00	0.00
1	0.61	-234.2	0.00	0.00	0.00	-0.120	-23.92	400.00	0.00
1	0.00	-234.2	0.00	0.00	0.00	-0.120	-23.92	400.00	0.00

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 168,6 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 60,3 kN (Kat. C)	0.60	

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.65	-210.0	0.00	0.00	-0.109	-3.39	-11.25	1.00		0.30
1	3.04	-210.0	0.00	0.00	-0.109	-3.39	-11.25	1.00		0.30
1	2.43	-210.0	0.00	0.00	-0.109	-3.39	-11.25	1.00		0.30
1	1.83	-210.0	0.00	0.00	-0.109	-3.39	-11.25	1.00		0.30
1	1.22	-210.0	0.00	0.00	-0.109	-3.39	-11.25	1.00		0.30
1	0.61	-210.0	0.00	0.00	-0.109	-3.39	-11.25	1.00		0.30
1	0.00	-210.0	0.00	0.00	-0.109	-3.39	-11.25	1.00		0.30

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,60*L2

$A_{s,kalt}$ = 8.0 cm² — $R(A_{s,kalt})$ = 129 min
N_{Ed} = -210.0 kN — μ_{fi} = 0.221
N_{Rd} = -950.4 kN
M_{Ryd} = 17.40 kNm — M_{Rzd} = -17.40 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 8.0 cm².

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	= $A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 8.04*43.48/(576.00*1.42)	= 0.43
b'	= $2*A_c/(b+h)$	= 2*57600/(240+240)	= 240.0 mm
a_{cc}	= Abminderungsfaktor		= 0.85
$l_{0,fi,max}$	= Ersatzlänge; 2m ≤ $l_{0,fi,max}$ ≤ 6 m		= 3.65 m
$R_{\eta fi}$	= $83*[1.00 - \mu_{fi}*(1 + \omega) / ((.85/\alpha_{cc})+ \omega]$	= 83*[1.00-0.22*(1+0.43)/((.85/0.85)+0.43)]	= 64.7
R_a	= 1.60(a-30)	= 1.60*(46-30)	= 25.6 mm
R_l	= 9.60(5 - $l_{0,fi}$)	= 9.60*(5-3.65)	= 12.96 m
R_b	= 0.09*b'	= 0.09*240.00	= 21.6 mm
R_n	= nur 4 Eckstäbe vorhanden		= 0
R	= $120*[R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n)/120]^{1.8}$	= $120*[(64.7+25.6+12.96+21.60+0)/120]^{1.8}$	= 128.8 min

Stützenlänge	l = 3.65 m	≤	l_{max} = 6.00 m	η = 0.61	✓	Statisch durch
Achsabstand	a = 4.6 cm	≤	a_{max} = 8.0 cm	η = 0.58	✓	Vergleich geprüft
Verhältnis	h/b = 1.00	≤	h/b_{max} = 4.00	η = 0.25	✓	
Verhältnis	A_s/A_c = 0.014	<	$A_s/A_{c,max}$ = 0.04	η = 0.35	✓	
$2*A_c/(b+h)$	b' = 240 mm	≤	b'_{max} = 450 mm	η = 0.53	✓	
Branddauer	R = 128.8 min	≥	R_{min} = 90 min	η = 0.70	✓	

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 24Ø8 mm	1	16	2.0	-7.4	-7.4
	2	16	2.0	7.4	-7.4
	3	16	2.0	7.4	7.4
	4	16	2.0	-7.4	7.4
			8.0		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.8	3.0

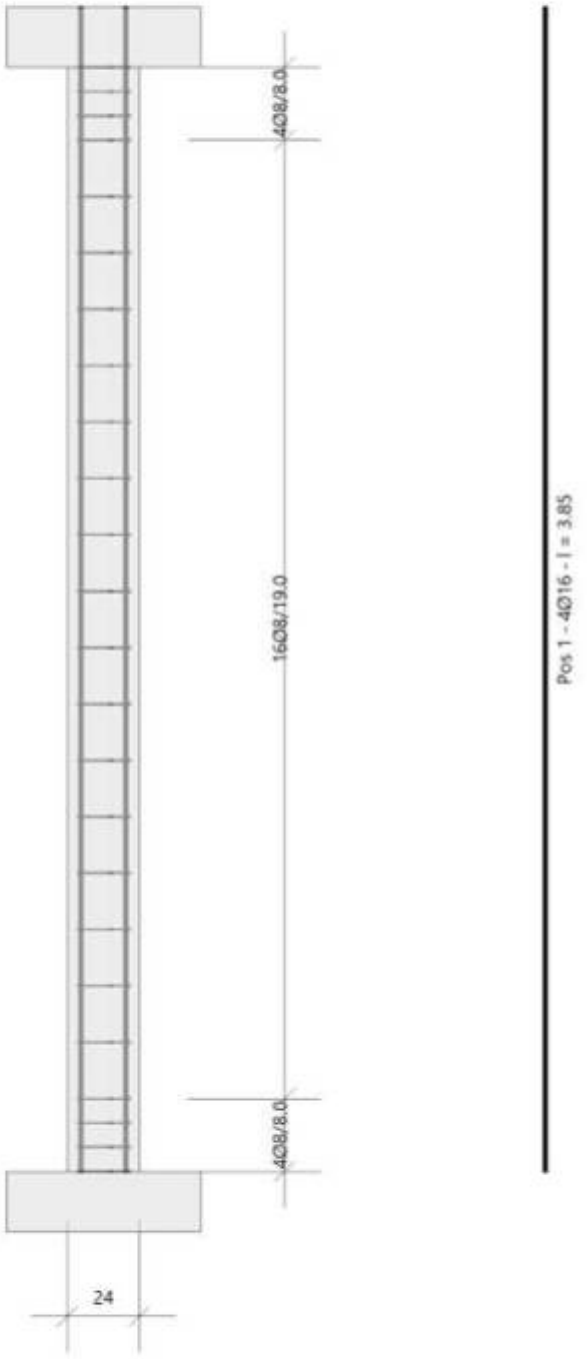
Statisch durch
Vergleich geprüft

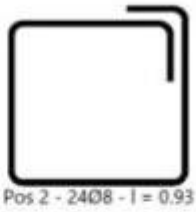
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

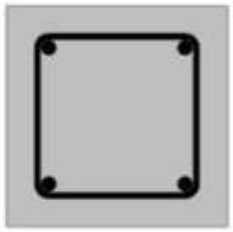
Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 1.OG S13-S14 - Stb.-Stütze

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 25







Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. W1-W7+W17 - Stb.-Innenwand-1.OG
C25/30 XC1 d = 24 cm

System
Wand

h= 3,65 m
l= 6,00 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 20
g_k= 164,00 kN/m
q_k= 47,00 kN/m

Horizontallast aus Wind:
siehe Lastermittlung Aussteifung (W42)
Wx= 124,34 kN

Wx=	Wx*(h+4,3+2,9)*1,5/(l-0,2)	=	348,90 kN
$A_{s,erf}$=	Wx/43,5	=	8,02 cm²

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

vertikal: $A_{s,v,erf} \geq 8{,}02$ cm²/m je Seite
Randbewehrung: 4xØ16 mm

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

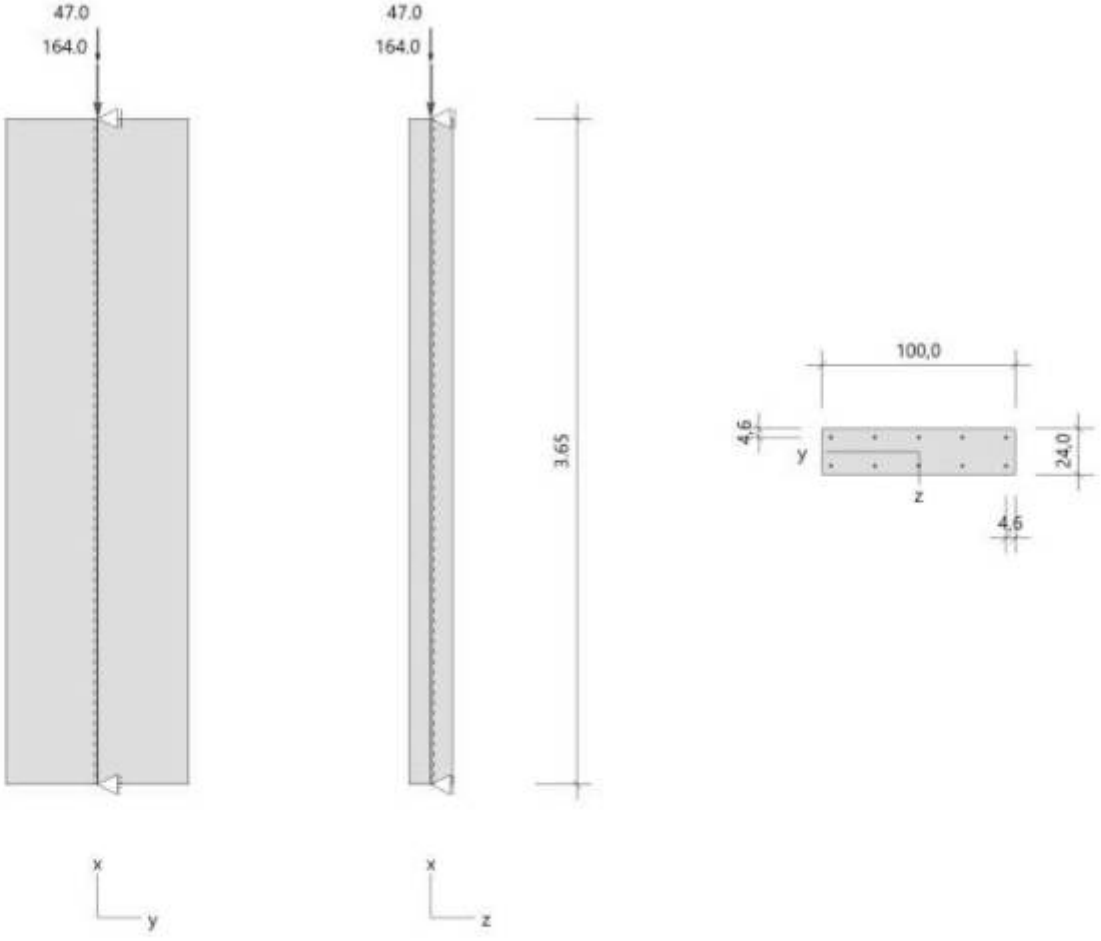
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	16	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	16	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.65		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.65 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	100.0/24.0 cm
	b_1/d_1	=	4.6/4.6 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. C: Versammlungsbereiche ständig	0.70	0.70	0.60	1.000	1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		164.0							ständig		
2	Stützenkopf		47.0							Kat. C		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		21.9							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\zeta_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 1428,95 in y- / 82,31 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 164,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 47,0 kN (Kat. C)	**1.50**		**1.50**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ <= λ_{lim} nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	3.65	3.65	12.6	52.7	52.0	52.0	0.9	0.9	2.647	0.681

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-321.5	0.00	0.00	0.34	8.0	8.0	Querschnitt
	3.04	-321.5	1.48	-1.45	0.34	8.0	8.0	
	2.43	-321.5	2.58	-2.52	0.34	8.0	8.0	
	1.83	-321.5	3.01	-2.94	0.34	8.0	8.0	
	1.22	-321.5	2.58	-2.52	0.34	8.0	8.0	
	0.61	-321.5	1.48	-1.45	0.34	8.0	8.0	
	0.00	-321.5	0.00	0.00	0.34	8.0	8.0	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	185.9	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		321.5	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 164,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 47,0 kN (Kat. C)	0.60	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	3.65	3.65	12.6	52.7	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.647

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-214.1	0.00	0.00	0.84	20.1	20.1	Querschnitt
	3.04	-214.1	0.47	-0.39	0.84	20.1	20.1	
	2.43	-214.1	0.82	-0.68	0.84	20.1	20.1	
	1.83	-214.1	0.96	-0.79	0.84	20.1	20.1	
	1.22	-214.1	0.82	-0.68	0.84	20.1	20.1	
	0.61	-214.1	0.47	-0.39	0.84	20.1	20.1	
	0.00	-214.1	0.00	0.00	0.84	20.1	20.1	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	185.9	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		214.1	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	20.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 164,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 47,0 kN (Kat. C)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-232.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-232.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-232.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-232.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-232.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-232.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-232.9	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-232.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-232.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-232.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-232.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-232.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-232.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-232.9	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-232.9	0.00	0.00	0.00	-0.030	-5.91	400.00	0.00
1	3.04	-232.9	0.00	0.00	0.00	-0.030	-5.91	400.00	0.00
1	2.43	-232.9	0.00	0.00	0.00	-0.030	-5.91	400.00	0.00
1	1.83	-232.9	0.00	0.00	0.00	-0.030	-5.91	400.00	0.00
1	1.22	-232.9	0.00	0.00	0.00	-0.030	-5.91	400.00	0.00
1	0.61	-232.9	0.00	0.00	0.00	-0.030	-5.91	400.00	0.00
1	0.00	-232.9	0.00	0.00	0.00	-0.030	-5.91	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-232.9	0.00	0.00	0.00	-0.030	-5.91	400.00	0.00
1	3.04	-232.9	0.00	0.00	0.00	-0.030	-5.91	400.00	0.00
1	2.43	-232.9	0.00	0.00	0.00	-0.030	-5.91	400.00	0.00
1	1.83	-232.9	0.00	0.00	0.00	-0.030	-5.91	400.00	0.00
1	1.22	-232.9	0.00	0.00	0.00	-0.030	-5.91	400.00	0.00

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	0.61	-232.9	0.00	0.00	0.00	-0.030	-5.91	400.00	0.00
1	0.00	-232.9	0.00	0.00	0.00	-0.030	-5.91	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 164,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 47,0 kN (Kat. C)	0.60	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.65	-214.1	0.00	0.00	-0.028	-0.86	-11.25	1.00		0.08
1	3.04	-214.1	0.00	0.00	-0.028	-0.86	-11.25	1.00		0.08
1	2.43	-214.1	0.00	0.00	-0.028	-0.86	-11.25	1.00		0.08
1	1.83	-214.1	0.00	0.00	-0.028	-0.86	-11.25	1.00		0.08
1	1.22	-214.1	0.00	0.00	-0.028	-0.86	-11.25	1.00		0.08
1	0.61	-214.1	0.00	0.00	-0.028	-0.86	-11.25	1.00		0.08
1	0.00	-214.1	0.00	0.00	-0.028	-0.86	-11.25	1.00		0.08

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1	1	16	2.0	-45.4	-7.4	578	46
Bügel: 12Ø8 mm	2	16	2.0	45.4	-7.4	578	46
	3	16	2.0	45.4	7.4	578	46
	4	16	2.0	-45.4	7.4	578	46
	5 [1]	16	2.0	-22.7	-7.4	366	96
	6 [1]	16	2.0	-22.7	7.4	366	96
	7 [1]	16	2.0	0.0	-7.4	365	96
	8 [1]	16	2.0	0.0	7.4	365	96
	9 [1]	16	2.0	22.7	-7.4	366	96
	10 [1]	16	2.0	22.7	7.4	366	96
			8.0 (20.1)				

1 : konstruktiver Bewehrungsstab, wird bei Kaltbemessung nicht berücksichtigt

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.8	3.0

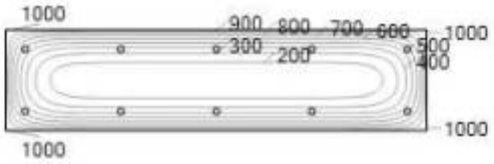
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α	=	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c	=	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m	=	0.70	
Betonfeuchte	u	=	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ	=	obere Grenze	
Rohdichte	ρ	=	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem}	=	0.9	cm
Betonzuschlag		=	quarzitisch	
Betonstahl		=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls		=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Rechteck 100x24 t=90min



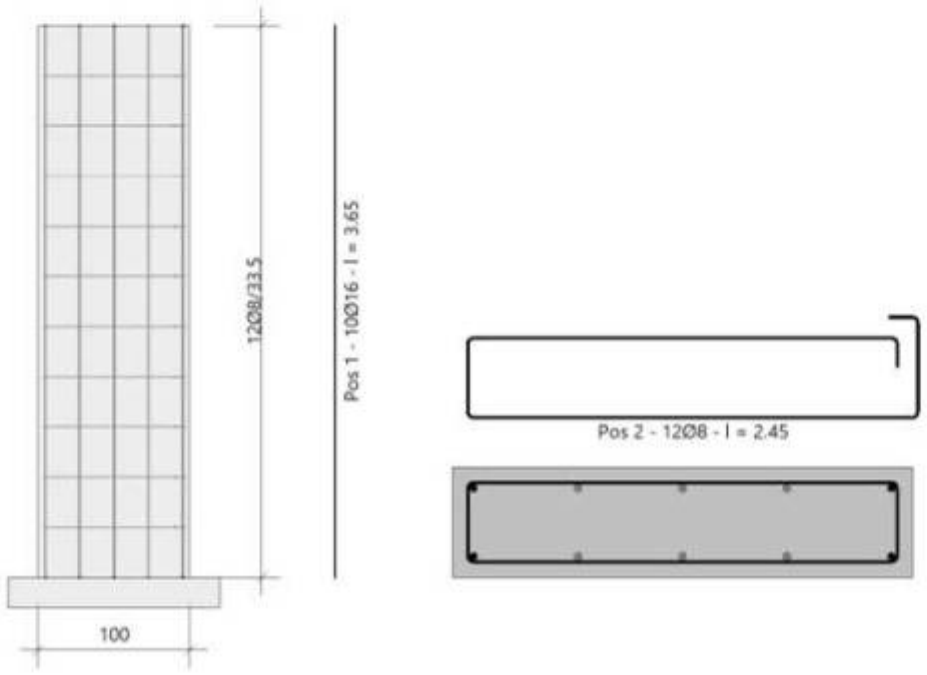
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 1.OG W1-W7+W17 Stb.-Innenw

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 50



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. W10-W24 - Stb.-Außenwand-1.OG
C25/30 XC1 d = 24 cm

System
Wand

h= 3,65 m
l= 6,50 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 20
g_k= 266,20 kN/m
q_k= 52,64 kN/m

Horizontallast aus Wind:
siehe Lastermittlung Aussteifung (W1)
Wx= 154,31 kN

Wx= Wx*(h+4,3)*1,5/(l-0,2) = 292,09 kN
$A_{s,erf}$= Wx/43,5 = 6,71 cm²

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

vertikal: $A_{s,v,erf} \geq 6{,}71$ cm²/m je Seite
Randbewehrung: 4xØ14 mm

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

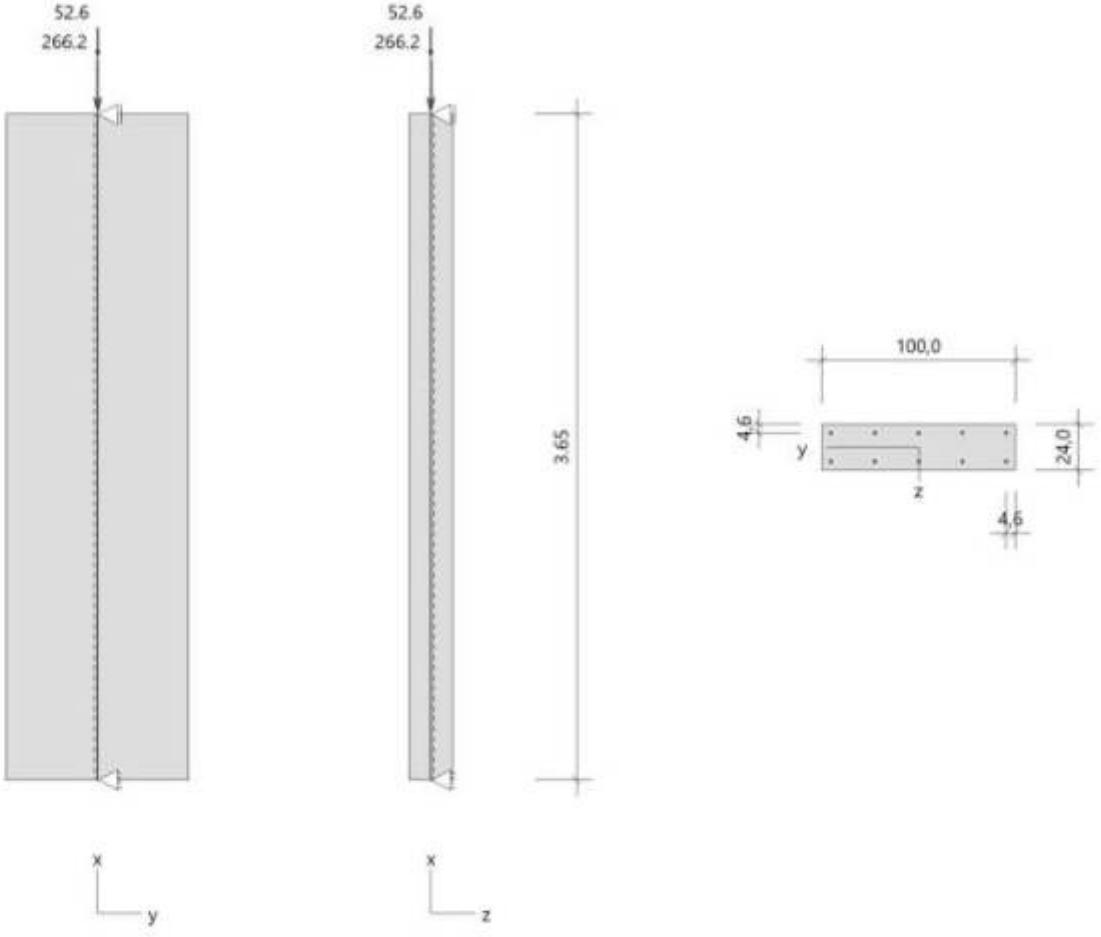
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 16	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 16	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	= 2.65		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.65 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	100.0/24.0 cm
	b_1/d_1	=	4.6/4.6 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		266.2							ständig		
2	Stützenkopf		52.6							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		21.9							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 981,88 in y- / 56,56 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2[1]	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 266,2 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 52,6 kN (Kat. A)	**1.50**			**1.50**

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	3.65	3.65	12.6	52.7	43.1	43.1	0.9	0.9	2.647	0.682

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-467.8	0.00	0.00	0.34	8.0	8.0	Querschnitt
	3.04	-467.8	2.18	-2.10	0.34	8.0	8.0	
	2.43	-467.8	3.80	-3.67	0.34	8.0	8.0	
	1.83	-467.8	4.43	-4.28	0.34	8.0	8.0	
	1.22	-467.8	3.80	-3.67	0.34	8.0	8.0	
	0.61	-467.8	2.18	-2.10	0.34	8.0	8.0	
	0.00	-467.8	0.00	0.00	0.34	8.0	8.0	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	288.1	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		467.8	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		388.9	0.0	0.00	0.0	0.00	3
		367.0	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 266,2 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 52,6 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	3.65	3.65	12.6	52.7	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.647

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-303.9	0.00	0.00	0.84	20.1	20.1	Querschnitt
	3.04	-303.9	0.76	-0.56	0.84	20.1	20.1	
	2.43	-303.9	1.32	-0.97	0.84	20.1	20.1	
	1.83	-303.9	1.53	-1.13	0.84	20.1	20.1	
	1.22	-303.9	1.32	-0.97	0.84	20.1	20.1	
	0.61	-303.9	0.76	-0.56	0.84	20.1	20.1	
	0.00	-303.9	0.00	0.00	0.84	20.1	20.1	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	2
			0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	288.1	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		303.9	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	20.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 266,2 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 52,6 kN (Kat. A)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ <= λ_{lim} nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-340.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-340.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-340.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-340.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-340.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-340.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-340.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-340.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-340.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-340.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-340.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-340.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-340.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-340.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-340.7	0.00	0.00	0.00	-0.043	-8.66	400.00	0.00
1	3.04	-340.7	0.00	0.00	0.00	-0.043	-8.66	400.00	0.00
1	2.43	-340.7	0.00	0.00	0.00	-0.043	-8.66	400.00	0.00
1	1.83	-340.7	0.00	0.00	0.00	-0.043	-8.66	400.00	0.00
1	1.22	-340.7	0.00	0.00	0.00	-0.043	-8.66	400.00	0.00
1	0.61	-340.7	0.00	0.00	0.00	-0.043	-8.66	400.00	0.00
1	0.00	-340.7	0.00	0.00	0.00	-0.043	-8.66	400.00	0.00

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-340.7	0.00	0.00	0.00	-0.043	-8.66	400.00	0.00
1	3.04	-340.7	0.00	0.00	0.00	-0.043	-8.66	400.00	0.00
1	2.43	-340.7	0.00	0.00	0.00	-0.043	-8.66	400.00	0.00
1	1.83	-340.7	0.00	0.00	0.00	-0.043	-8.66	400.00	0.00
1	1.22	-340.7	0.00	0.00	0.00	-0.043	-8.66	400.00	0.00

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	0.61	-340.7	0.00	0.00	0.00	-0.043	-8.66	400.00	0.00
1	0.00	-340.7	0.00	0.00	0.00	-0.043	-8.66	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 266,2 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 52,6 kN (Kat. A)	0.30	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.65	-303.9	0.00	0.00	-0.039	-1.21	-11.25	1.00		0.11
1	3.04	-303.9	0.00	0.00	-0.039	-1.21	-11.25	1.00		0.11
1	2.43	-303.9	0.00	0.00	-0.039	-1.21	-11.25	1.00		0.11
1	1.83	-303.9	0.00	0.00	-0.039	-1.21	-11.25	1.00		0.11
1	1.22	-303.9	0.00	0.00	-0.039	-1.21	-11.25	1.00		0.11
1	0.61	-303.9	0.00	0.00	-0.039	-1.21	-11.25	1.00		0.11
1	0.00	-303.9	0.00	0.00	-0.039	-1.21	-11.25	1.00		0.11

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1 Bügel: 12Ø8 mm	1	16	2.0	-45.4	-7.4	578	46
	2	16	2.0	45.4	-7.4	578	46
	3	16	2.0	45.4	7.4	578	46
	4	16	2.0	-45.4	7.4	578	46
	5 [1]	16	2.0	-22.7	-7.4	366	96
	6 [1]	16	2.0	-22.7	7.4	366	96
	7 [1]	16	2.0	0.0	-7.4	365	96
	8 [1]	16	2.0	0.0	7.4	365	96
	9 [1]	16	2.0	22.7	-7.4	366	96
	10 [1]	16	2.0	22.7	7.4	366	96
			8.0 (20.1)				

1 : konstruktiver Bewehrungsstab, wird bei Kaltbemessung nicht berücksichtigt

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.8	3.0

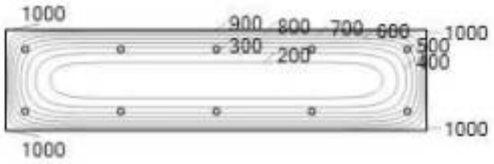
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m =	0.70	
Betonfeuchte	u =	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze	
Rohdichte	ρ =	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	0.9	cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch	
Betonstahl	=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Rechteck 100x24 t=90min



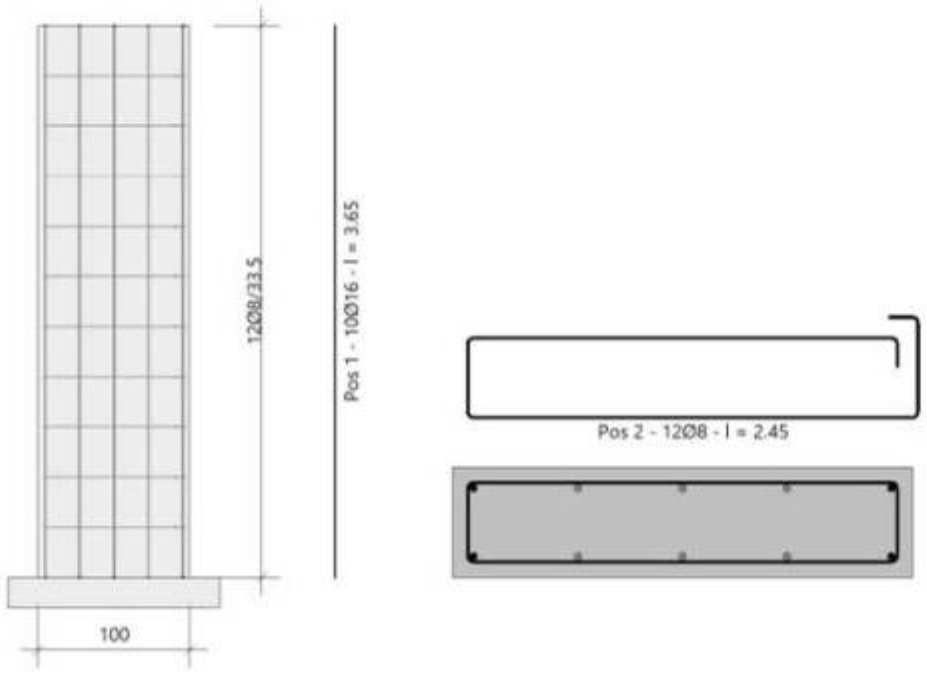
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 1.OG W10-W24 Stb.-Außenwan

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 50



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. W10-W24- Stb.-Außenwandpfeiler-1.OG
C25/30 XC1 d = 24 cm

System
Wand
h=3,65 m
l=0,65 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 20
g_k= 367,40 kN/m
q_k= 78,80 kN

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

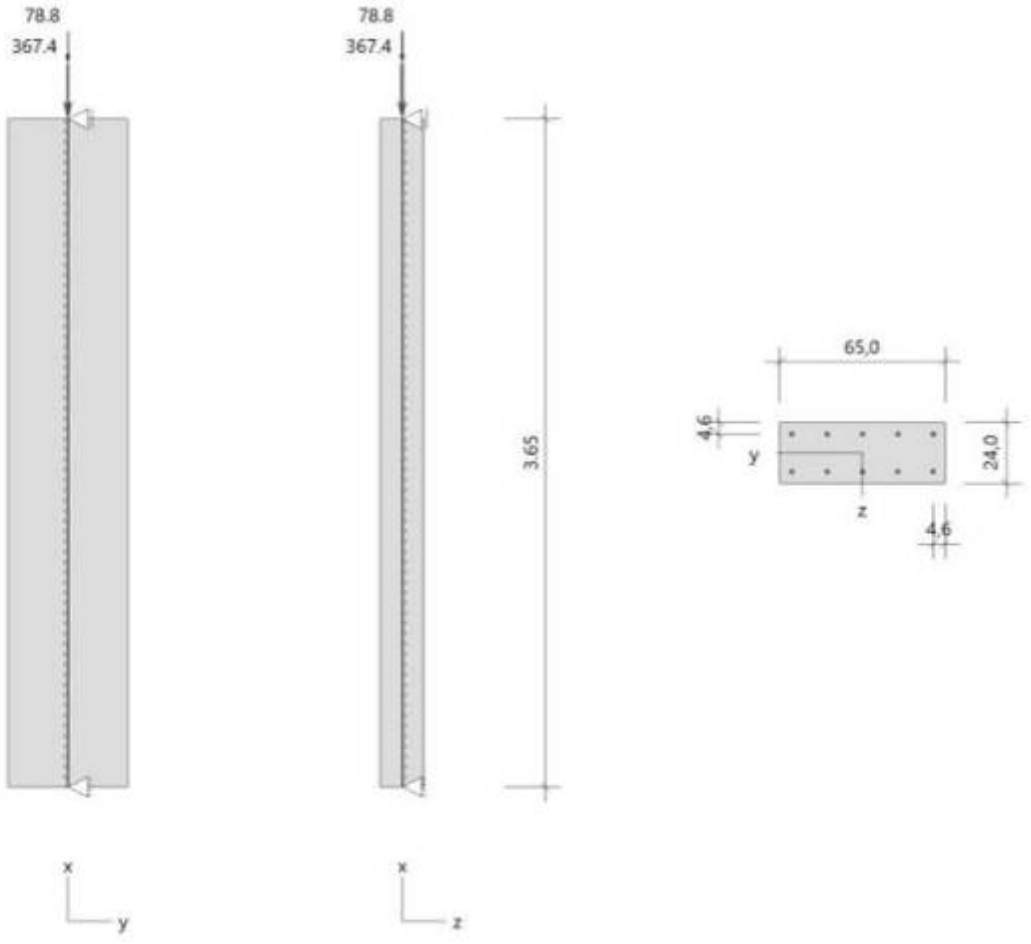
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 16	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 16	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	= 2.69		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.65 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	65.0/24.0 cm
	b_1/d_1	=	4.6/4.6 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		367.4							ständig		
2	Stützenkopf		78.8							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		14.2							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\xi_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 199,16 in y- / 27,15 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 367,4 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 78,8 kN (Kat. A)	**1.50**			**1.50**

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.65	3.65	19.5	52.7	29.9	29.9	0.9	0.9	2.689	0.806

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-633.4	0.00	0.00	1.29	20.1	20.1	Querschnitt
	3.04	-633.4	3.04	-2.87	1.29	20.1	20.1	
	2.43	-633.4	5.29	-5.00	1.29	20.1	20.1	
	1.83	-633.4	6.17	-5.83	1.29	20.1	20.1	
	1.22	-633.4	5.29	-5.00	1.29	20.1	20.1	
	0.61	-633.4	3.04	-2.87	1.29	20.1	20.1	
	0.00	-633.4	0.00	0.00	1.29	20.1	20.1	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	3
Fußpunkt	0.00	381.6	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		633.4	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		499.8	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 367,4 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 78,8 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.65	3.65	19.5	52.7	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	1.000

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-405.3	0.00	0.00	1.29	20.1	20.1	Querschnitt
	3.04	-405.3	1.25	-0.80	1.29	20.1	20.1	
	2.43	-405.3	2.17	-1.40	1.29	20.1	20.1	
	1.83	-405.3	2.52	-1.63	1.29	20.1	20.1	
	1.22	-405.3	2.17	-1.40	1.29	20.1	20.1	
	0.61	-405.3	1.25	-0.80	1.29	20.1	20.1	
	0.00	-405.3	0.00	0.00	1.29	20.1	20.1	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	381.6	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		405.3	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	20.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 367,4 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 78,8 kN (Kat. A)	**1.00**	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-460.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-460.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-460.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-460.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-460.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-460.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-460.4	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-460.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-460.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-460.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-460.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-460.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-460.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-460.4	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	3.65	-460.4	0.00	0.00	0.00	-0.088	-17.56	400.00	0.00
1	3.04	-460.4	0.00	0.00	0.00	-0.088	-17.56	400.00	0.00
1	2.43	-460.4	0.00	0.00	0.00	-0.088	-17.56	400.00	0.00
1	1.83	-460.4	0.00	0.00	0.00	-0.088	-17.56	400.00	0.00
1	1.22	-460.4	0.00	0.00	0.00	-0.088	-17.56	400.00	0.00
1	0.61	-460.4	0.00	0.00	0.00	-0.088	-17.56	400.00	0.00
1	0.00	-460.4	0.00	0.00	0.00	-0.088	-17.56	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	3.65	-460.4	0.00	0.00	0.00	-0.088	-17.56	400.00	0.00
1	3.04	-460.4	0.00	0.00	0.00	-0.088	-17.56	400.00	0.00
1	2.43	-460.4	0.00	0.00	0.00	-0.088	-17.56	400.00	0.00
1	1.83	-460.4	0.00	0.00	0.00	-0.088	-17.56	400.00	0.00
1	1.22	-460.4	0.00	0.00	0.00	-0.088	-17.56	400.00	0.00
1	0.61	-460.4	0.00	0.00	0.00	-0.088	-17.56	400.00	0.00
1	0.00	-460.4	0.00	0.00	0.00	-0.088	-17.56	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 367,4 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 78,8 kN (Kat. A)	0.30	

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.65	-405.3	0.00	0.00	-0.078	-2.42	-11.25	1.00		0.22
1	3.04	-405.3	0.00	0.00	-0.078	-2.42	-11.25	1.00		0.22
1	2.43	-405.3	0.00	0.00	-0.078	-2.42	-11.25	1.00		0.22
1	1.83	-405.3	0.00	0.00	-0.078	-2.42	-11.25	1.00		0.22
1	1.22	-405.3	0.00	0.00	-0.078	-2.42	-11.25	1.00		0.22
1	0.61	-405.3	0.00	0.00	-0.078	-2.42	-11.25	1.00		0.22
1	0.00	-405.3	0.00	0.00	-0.078	-2.42	-11.25	1.00		0.22

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1	1	16	2.0	-27.9	-7.4	578	46
Bügel: 24Ø8 mm	2	16	2.0	27.9	-7.4	578	46
	3	16	2.0	27.9	7.4	578	46
	4	16	2.0	-27.9	7.4	578	46
	5	16	2.0	-14.0	-7.4	369	96
	6	16	2.0	-14.0	7.4	369	96
	7	16	2.0	0.0	-7.4	365	96
	8	16	2.0	0.0	7.4	365	96
	9	16	2.0	14.0	-7.4	369	96
	10	16	2.0	14.0	7.4	369	96
			20.1				

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.8	3.0

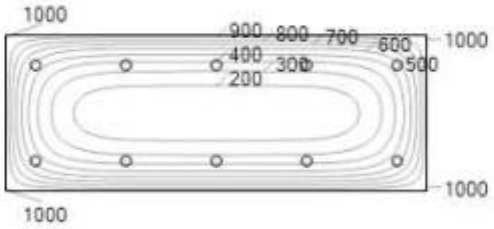
Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ϵ_m =	0.70	
Betonfeuchte	u =	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze	
Rohdichte	ρ =	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	0.9	cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch	
Betonstahl	=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Temperaturfeld Rechteck 65x24 t=90min



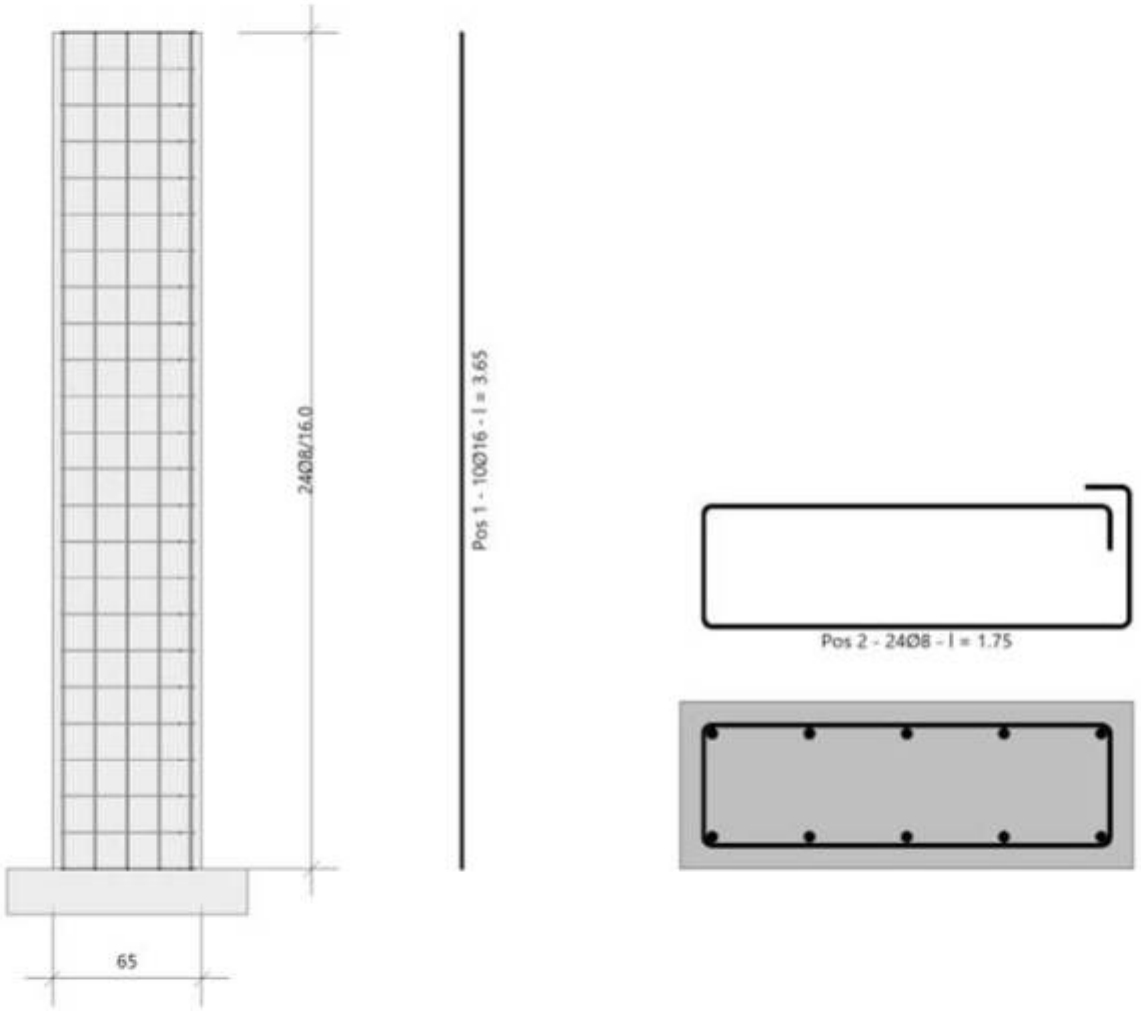
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 1.OG W10-W24 Stb.-Außenwan

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 33



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. WA - Stb.-Aufzugswand-1.OG
C25/30 XC1 d = 25 cm

System
Wand
h= 3,65 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 20
g_k= 96,60 kN/m
q_k= 14,25 kN/m

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

Bewhrung aus dem 2.OG runterführen
vertikal: $A_{s,v,erf} \geq 4{,}46$ cm²/m je Seite
Randbewehrung: 4xØ12 mm

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

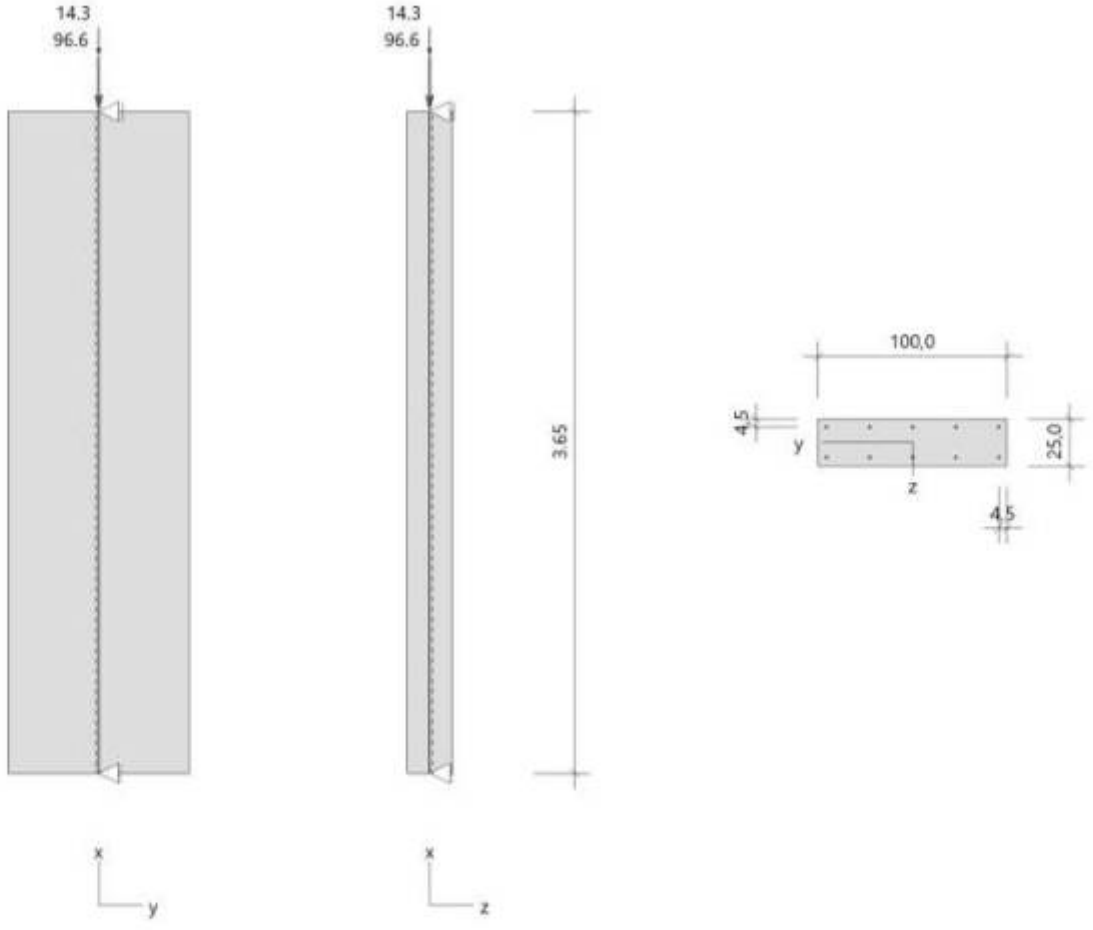
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	= 2.63		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.65 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	100.0/25.0 cm
	b_1/d_1	=	4.5/4.5 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		96.6							ständig		
2	Stützenkopf		14.3							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		22.8							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\zeta_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 2619,65 in y- / 163,73 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 96,6 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 14,3 kN (Kat. A)	**1.50**			**1.50**

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	3.65	3.65	12.6	50.6	70.5	70.5	0.0	0.0	2.633	0.950

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 1.OG WA Stb.-Aufzugswand

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-182.7	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	Querschnitt
	3.04	-182.7	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	2.43	-182.7	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	1.83	-182.7	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	1.22	-182.7	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	0.61	-182.7	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	0.00	-182.7	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	119.4	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		182.7	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 96,6 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 14,3 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	3.65	3.65	12.6	50.6	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.555

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-123.7	0.00	0.00	0.62	15.4	15.4	Querschnitt
	3.04	-123.7	0.28	-0.23	0.62	15.4	15.4	
	2.43	-123.7	0.48	-0.39	0.62	15.4	15.4	
	1.83	-123.7	0.56	-0.46	0.62	15.4	15.4	
	1.22	-123.7	0.48	-0.39	0.62	15.4	15.4	
	0.61	-123.7	0.28	-0.23	0.62	15.4	15.4	
	0.00	-123.7	0.00	0.00	0.62	15.4	15.4	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	119.4	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		123.7	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	15.4

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht V = 96,6 kN (ständig) V = 14,3 kN (Kat. A)	1.00 1.00 **1.00**	1.00 1.00

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-133.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-133.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-133.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-133.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-133.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-133.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-133.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-133.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-133.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-133.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-133.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-133.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-133.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-133.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-133.7	0.00	0.00	0.00	-0.016	-3.28	400.00	0.00
1	3.04	-133.7	0.00	0.00	0.00	-0.016	-3.28	400.00	0.00
1	2.43	-133.7	0.00	0.00	0.00	-0.016	-3.28	400.00	0.00
1	1.83	-133.7	0.00	0.00	0.00	-0.016	-3.28	400.00	0.00
1	1.22	-133.7	0.00	0.00	0.00	-0.016	-3.28	400.00	0.00
1	0.61	-133.7	0.00	0.00	0.00	-0.016	-3.28	400.00	0.00
1	0.00	-133.7	0.00	0.00	0.00	-0.016	-3.28	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-133.7	0.00	0.00	0.00	-0.016	-3.28	400.00	0.00
1	3.04	-133.7	0.00	0.00	0.00	-0.016	-3.28	400.00	0.00
1	2.43	-133.7	0.00	0.00	0.00	-0.016	-3.28	400.00	0.00
1	1.83	-133.7	0.00	0.00	0.00	-0.016	-3.28	400.00	0.00
1	1.22	-133.7	0.00	0.00	0.00	-0.016	-3.28	400.00	0.00

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	0.61	-133.7	0.00	0.00	0.00	-0.016	-3.28	400.00	0.00
1	0.00	-133.7	0.00	0.00	0.00	-0.016	-3.28	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 96,6 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 14,3 kN (Kat. A)	0.30	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.65	-123.7	0.00	0.00	-0.016	-0.49	-11.25	1.00		0.04
1	3.04	-123.7	0.00	0.00	-0.016	-0.49	-11.25	1.00		0.04
1	2.43	-123.7	0.00	0.00	-0.016	-0.49	-11.25	1.00		0.04
1	1.83	-123.7	0.00	0.00	-0.016	-0.49	-11.25	1.00		0.04
1	1.22	-123.7	0.00	0.00	-0.016	-0.49	-11.25	1.00		0.04
1	0.61	-123.7	0.00	0.00	-0.016	-0.49	-11.25	1.00		0.04
1	0.00	-123.7	0.00	0.00	-0.016	-0.49	-11.25	1.00		0.04

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1 Bügel: 12Ø8 mm	1	14	1.5	-45.5	-8.0	587	44
	2	14	1.5	45.5	-8.0	587	44
	3	14	1.5	45.5	8.0	587	44
	4	14	1.5	-45.5	8.0	587	44
	5 [1]	14	1.5	-22.8	-8.0	371	96
	6 [1]	14	1.5	-22.8	8.0	371	96
	7 [1]	14	1.5	0.0	-8.0	371	96
	8 [1]	14	1.5	0.0	8.0	371	96
	9 [1]	14	1.5	22.8	-8.0	371	96
	10 [1]	14	1.5	22.8	8.0	371	96
			6.2 (15.4)				

1 : konstruktiver Bewehrungsstab, wird bei Kaltbemessung nicht berücksichtigt

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.8	3.0

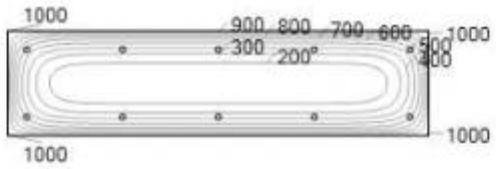
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m =	0.70	
Betonfeuchte	u =	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze	
Rohdichte	ρ =	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	1.0	cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch	
Betonstahl	=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Rechteck 100x25 t=90min



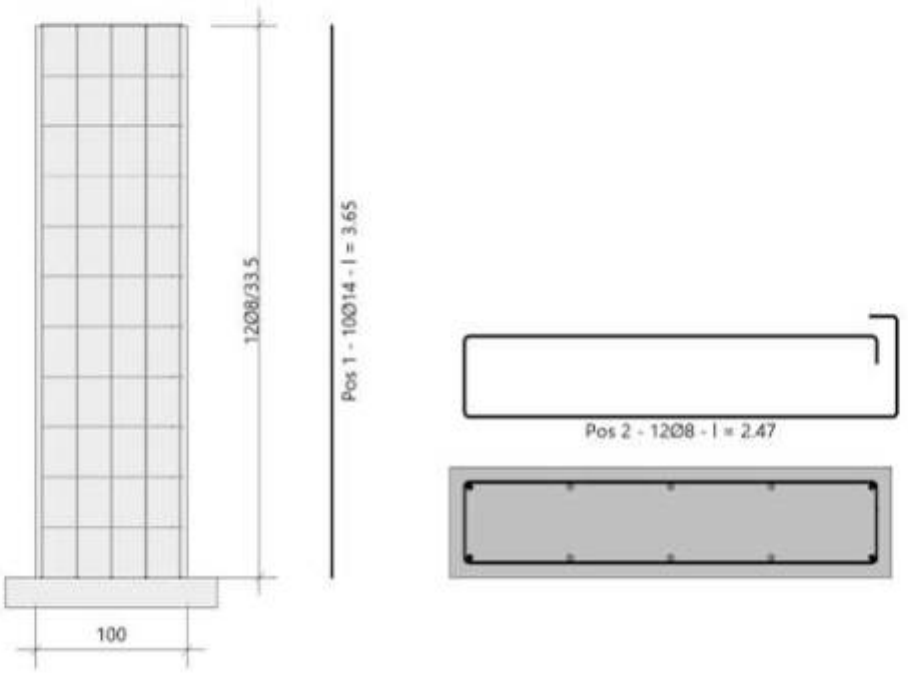
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 1.OG WA Stb.-Aufzugswand

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 50



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 30A/30B - Stahlbetondecke ü. EG

C30/37 XC1/XC3

h_{30A} = 30 cm
h_{30B} = 45 cm

Systeme
FEM-Platte

Belastung
Eigenlasten

Eigengewicht g_{k1}=		0,30*25	=	7,50 kN/m²
Eigengewicht g_{k2}=		0,45*25	=	11,25 kN/m²
Ausbaulast g_k=				2,75 kN/m²

Wandlasten

Stb.-Außenwand h24 g_k=	(0,24*25+1)*3,65	=	25,55 kN/m
Stb.-Innenwand h24 g_k=	(0,24*25+0,4)*3,65	=	23,36 kN/m
Stb.-Aufzugswand h25 g_k=	(0,25*25+0,4)*3,65	=	24,27 kN/m

Stütze

Stb.-Rundstütze d30 g_k=	$\pi * 0{,}15^2 * 25 * 3{,}65$	=	6,45 kN
Stb.-Rundstütze d35 g_k=	$\pi * 0{,}175^2 * 25 * 3{,}65$	=	8,78 kN
Stb.-Stütze 24/24 g_k=	0,24*0,24*25*3,65	=	5,26 kN

Fenster
g_k=1 kN/m²*$h_{Fenster}$

z.B. Fenster $g_{k,F}$=	1*2,50	=	2,50 kN/m
Brüstung g_k=	(0,24*25+1)*0,70	=	4,90 kN/m
		g_k =	**7,40 kN/m**

Nutzlasten

Klassenzimmer,Büro zzgl. Trennwandzuschlag q_k=	5,00 kN/m²
Flur,Treppenhäuser q_k=	5,00 kN/m²

Bemessung
siehe Ausdruck Bemessungsprogramm InfoCAD

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Decke ü. EG: Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015:12

Material

Beton = GEW("EC2_de/beton_ec2"; Bez;) = C30/37

Geometrie

Gesamthöhe Querschnitt h = 0,30 m

Breite Querschnitt b = 1,00 m

Betondeckung c_{nom} = 3,50 cm

Stabdurchmesser d_s = 12 mm

Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,40 mm

d = h-c_{nom}/100-d_s/(2*1000) = 0,259 m

horizontale Mindestbewehrung

a) Nachweis mit Gl. (7.1) EC2-1-1, 7.3.2

Faktor bzgl. fctm f = 0,660

k_c = 1,00

k_i = 0,8 + (((0,52 - 0,8)/(0,8-0,3))*(h-0,3)) = 0,800

k = WENN(h≤0,3;0,8;WENN(h≥0,8;0,52;ki)) = 0,800

$f_{ct,eff}$ = TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton) * f = 1,9140 MN/m²

A_{ct} = 0,5*h * b = 0,150 m²/m

$\Phi_S = d_s / MAX(\frac{k_c * k * h}{8 * (h-d)} * \frac{f_{ct,eff}}{2,9}; \frac{f_{ct,eff}}{2,9})$ = 18,182 mm

σ_s = (3,48*10^6*w_{max}/Φ_S)^(1/2) = 276,693 N/mm²

$A_{s,min,a} = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s * 10^4$ = **8,30 cm² je Lage**

b) Nachweis als "dickes" Bauteil nach Gl. (NCI zu 7.3.2)

effektive Dicke $h_{c,ef}$ bei zentrischem Zug (vgl. EC2-1-1, 7.3.2: (Bild 7.1DE)

d_1 = h-d = 0,0410 m

h/d_1 = h/d_1 = 7,3171

$h_{c,ef}$ = WENN(h/d1≤5;(0,5*h/d1)*d1;WENN(h/d1≤30;(0,1*h/d1+2)*d1;5*d1)) = 0,112 m

Φ_S = d_s / ($f_{ct,eff}$/2,9) = 18,182 mm

σ_s = (3,48*10^6*w_{max}/Φ_S)^(1/2) = 276,693 N/mm²

$A_{c,eff}$ = $h_{c,ef}$ * b = 0,1120 m²/m

$A_{s,min,b}$ = MAX($f_{ct,eff}$*$A_{c,eff}$/σ_s*10^4;k*$f_{ct,eff}$*A_{ct}/500*10^4) = 7,75 cm² je Lage

As,min = MIN($A_{s,min,a}$;$A_{s,min,b}$)*0,85 = **6,59 cm² je Lage**

Gewählte Grundbewehrung:

Ø12/ 15,0 cm, As,vorh = 7,54 cm²/m

η = As,min/As,vorh = 0,87 <1,03

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Abfangdecke: Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015:12

Material

Beton =	**GEW("EC2_de/beton_ec2"; Bez;)**	=	**C30/37**
Geometrie			
Gesamthöhe Querschnitt h =			**0,45 m**
Breite Querschnitt b =			**1,00 m**
Betondeckung c_{nom} =			**3,50 cm**
Stabdurchmesser d_s =			**12 mm**
Rechenwert der Rissbreite w_{max} =			**0,30 mm**
d =	h-c_{nom}/100-d_s/(2*1000)	=	0,409 m

horizontale Mindestbewehrung

a) Nachweis mit Gl. (7.1) EC2-1-1, 7.3.2

Faktor bzgl. fctm f =			0,660
k_c =			1,00
k_i =	0,8 + (((0,52 - 0,8)/(0,8-0,3))*(h-0,3))	=	0,716
k =	WENN(h≤0,3;0,8;WENN(h≥0,8;0,52;ki))	=	0,716
$f_{ct,eff}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton) * f	=	1,9140 MN/m²
A_{ct} =	0,5*h * b	=	0,225 m²/m
Φ_S =	d_s /MAX($\frac{k_c * k * h}{8 * (h-d)} * \frac{f_{ct,eff}}{2,9}$; $\frac{f_{ct,eff}}{2,9}$)	=	18,182 mm
σ_s =	(3,48*10^6*w_{max}/Φ_S)^(1/2)	=	239,624 N/mm²
$A_{s,min,a}$ =	k_c * k * $f_{ct,eff}$ * A_{ct} / σ_s * 10^4	=	**12,87 cm² je Lage**

b) Nachweis als "dickes" Bauteil nach Gl. (NCI zu 7.3.2)

effektive Dicke $h_{c,ef}$ bei zentrischem Zug (vgl. EC2-1-1, 7.3.2: (Bild 7.1DE)

d_1 =	h-d	=	0,0410 m
h/d_1 =	h/d_1	=	10,9756
$h_{c,ef}$ =	WENN(h/d1≤5;(0,5*h/d1)*d1;WENN(h/d1≤30;(0,1*h/d1+2)*d1;5*d1))	=	0,127 m
Φ_S =	d_s / ($f_{ct,eff}$/2,9)	=	18,182 mm
σ_s =	(3,48*10^6*w_{max}/Φ_S)^(1/2)	=	239,624 N/mm²
$A_{c,eff}$ =	$h_{c,ef}$ * b	=	0,1270 m²/m
$A_{s,min,b}$ =	MAX($f_{ct,eff}$*$A_{c,eff}$/σ_s*10^4;k*$f_{ct,eff}$*A_{ct}/500*10^4)	=	10,14 cm² je Lage
As,min =	MIN($A_{s,min,a}$;$A_{s,min,b}$)*0,85	=	**8,62 cm² je Lage**

Gewählte Grundbewehrung:

Ø12/ 12,0 cm, As,vorh =			9,43 cm²/m
η =	As,min/As,vorh	=	0,91 <1,03

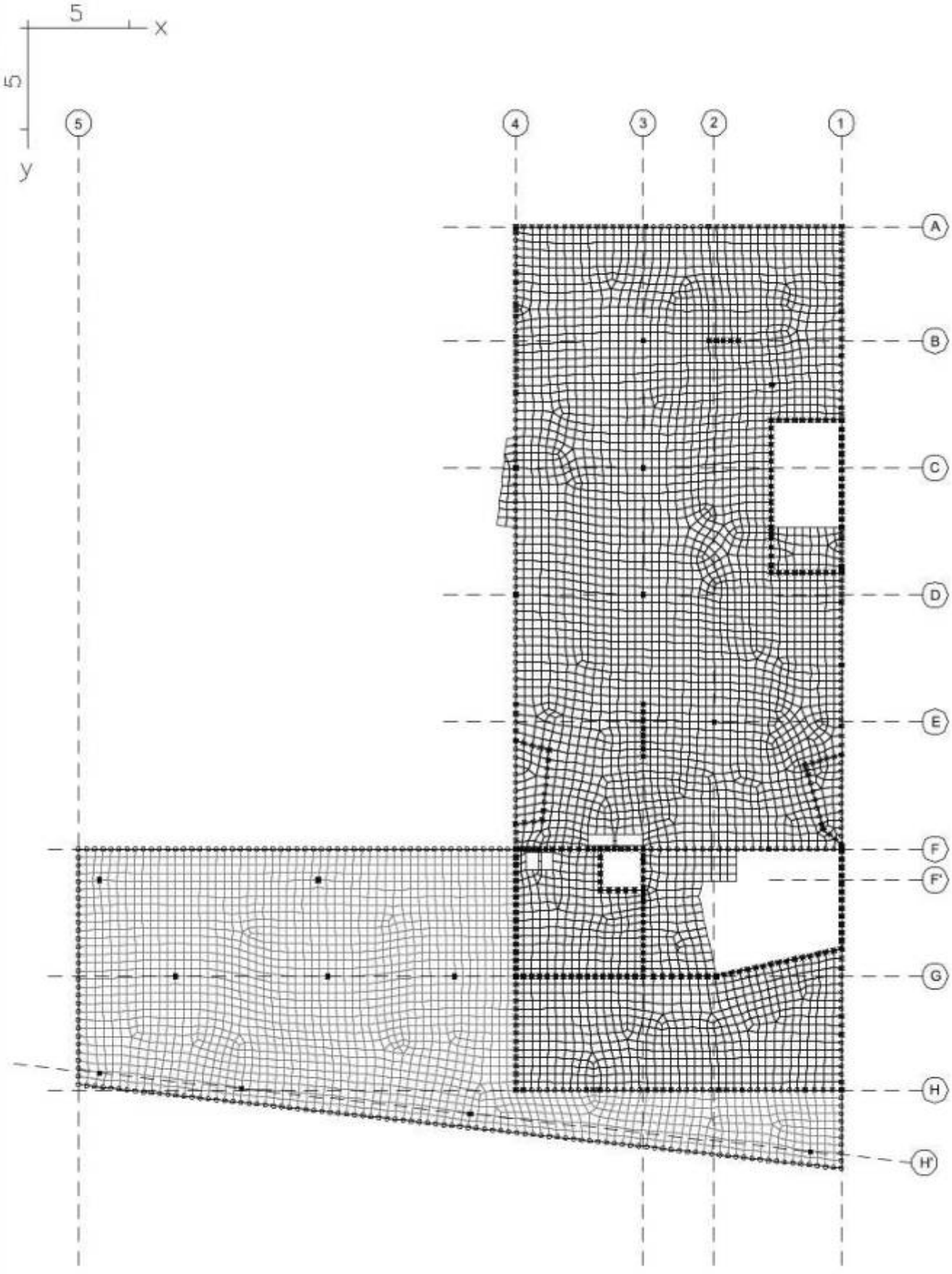
Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

Raster

M = 1:270



Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.30 - Decke über EG

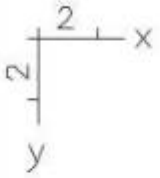
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

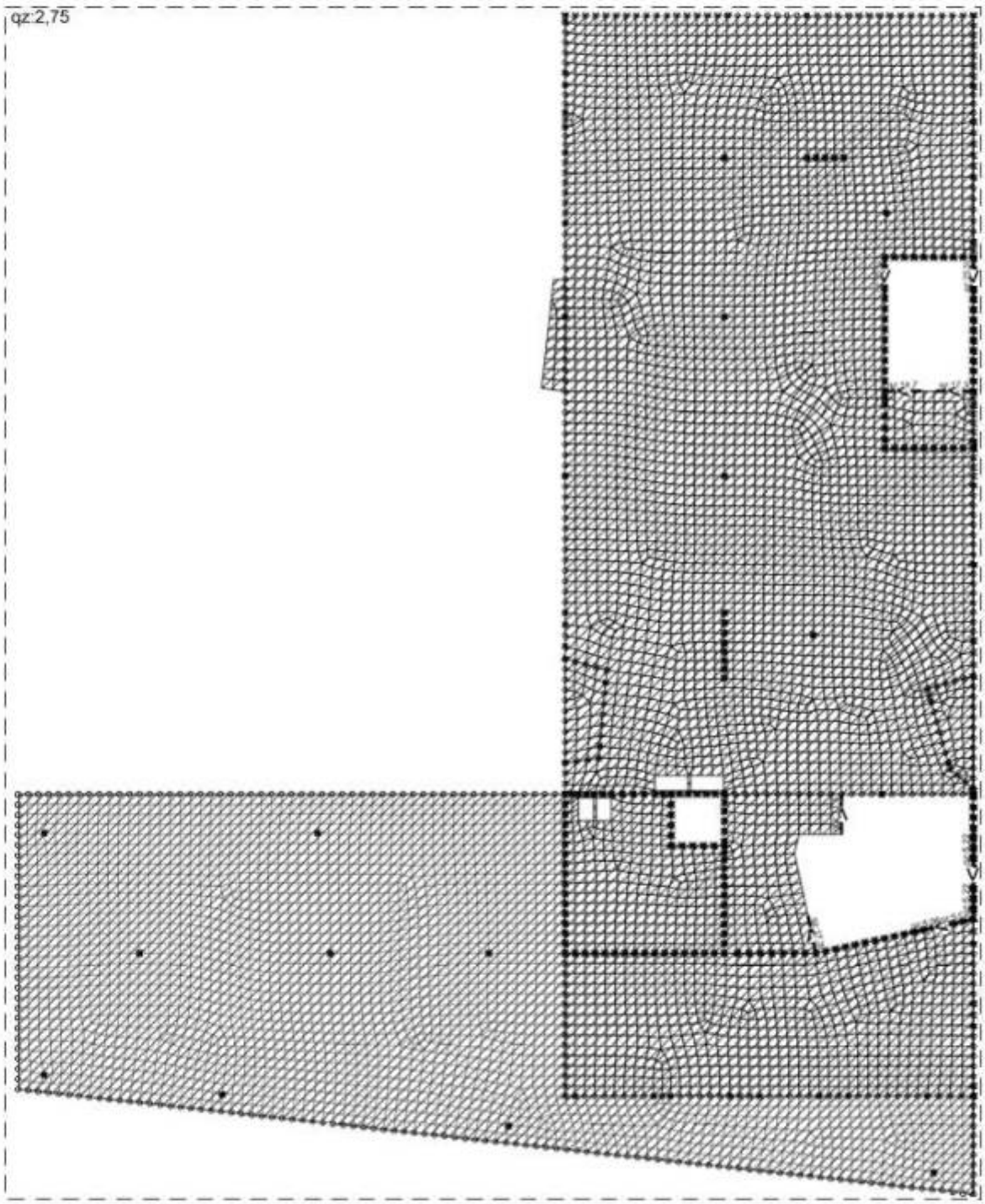
Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

LF 1: Belastung, Eigenlast + Ausbaulast

M = 1:250

EIGENLAST





Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.30 - Decke über EG

LF 1: Belastung, Eigenlast + Ausbaulast

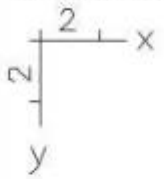
Statisch durch Vergleich geprüft

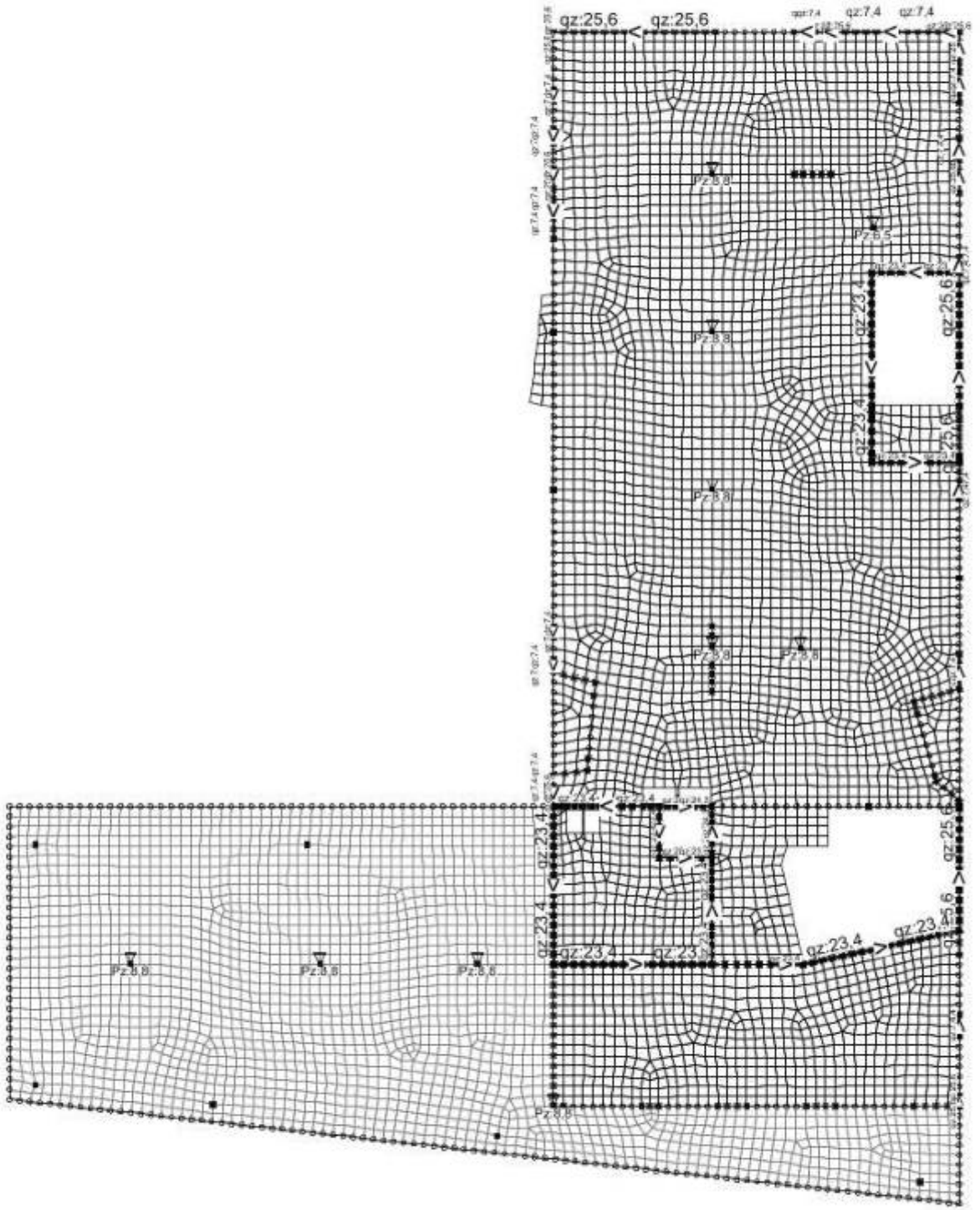
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

LF 2: Belastung, Aufgehende Bauteile Weiterleitung

M = 1:250





Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.30 - Decke über EG

LF 2: Belastung, Aufgehende Bauteile Weiterleitung

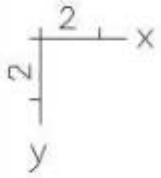
Statisch durch Vergleich geprüft

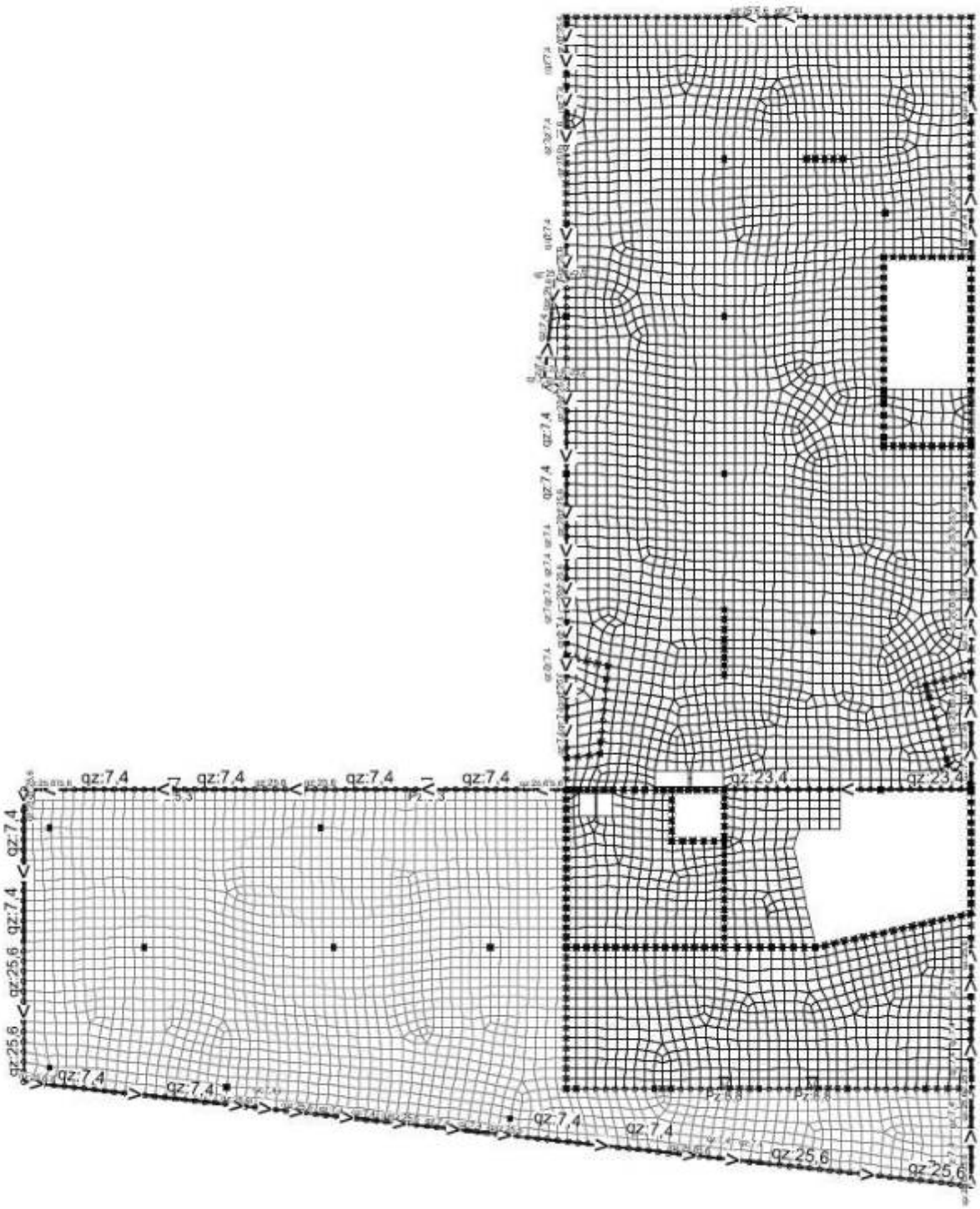
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

LF 3: Belastung, Aufgehende Bauteile Bemessung

M = 1:250





LF 3: Belastung, Aufgehende Bauteile Bemessung

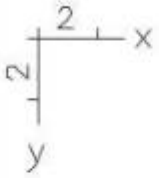
Statisch durch Vergleich geprüft

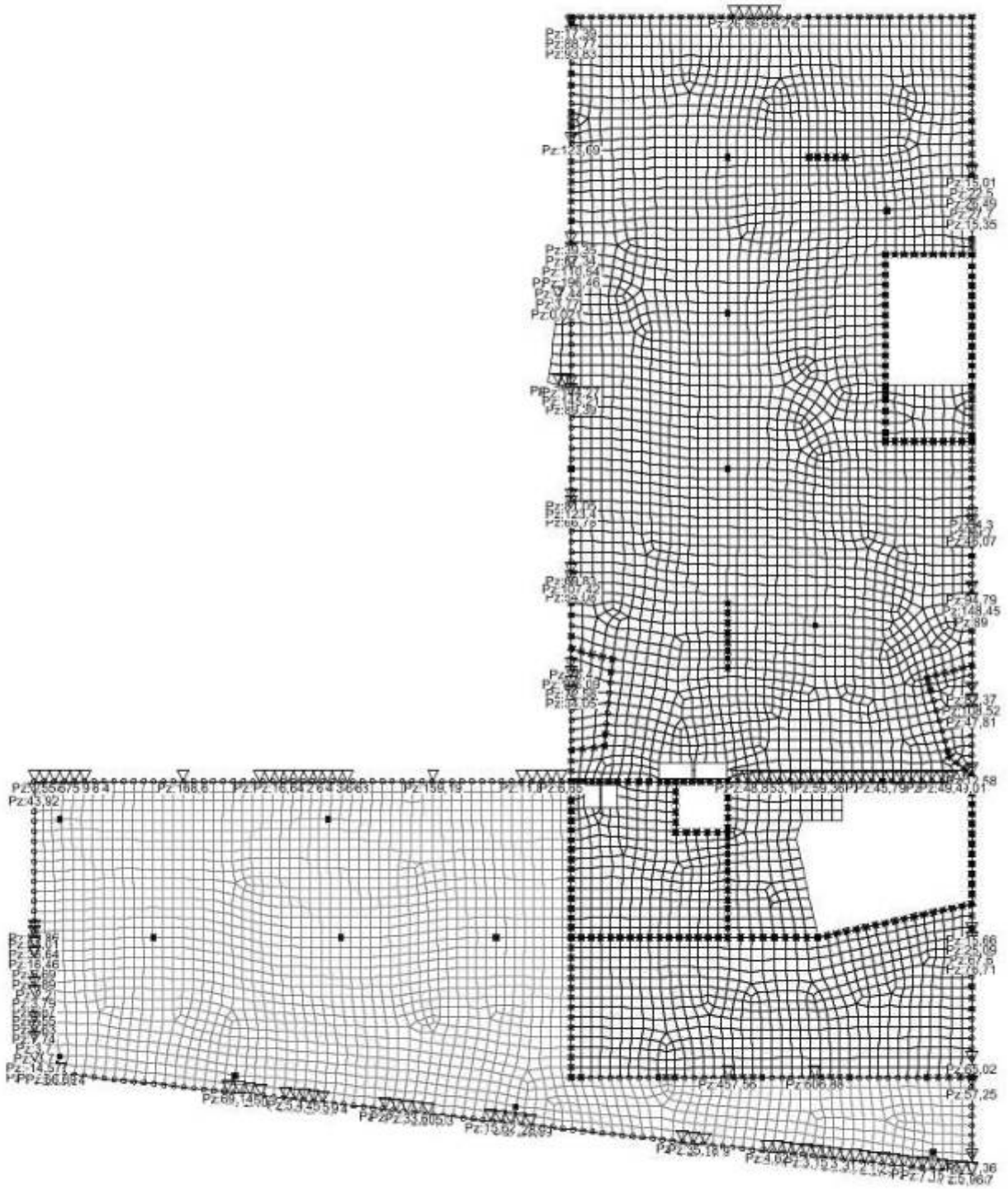
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

LF 4: Belastung, Lastweiterleitung G 1.OG Bemessung M = 1:250





LF 4: Belastung, Lastweiterleitung G 1.OG Bemessung

Statisch durch Vergleich geprüft

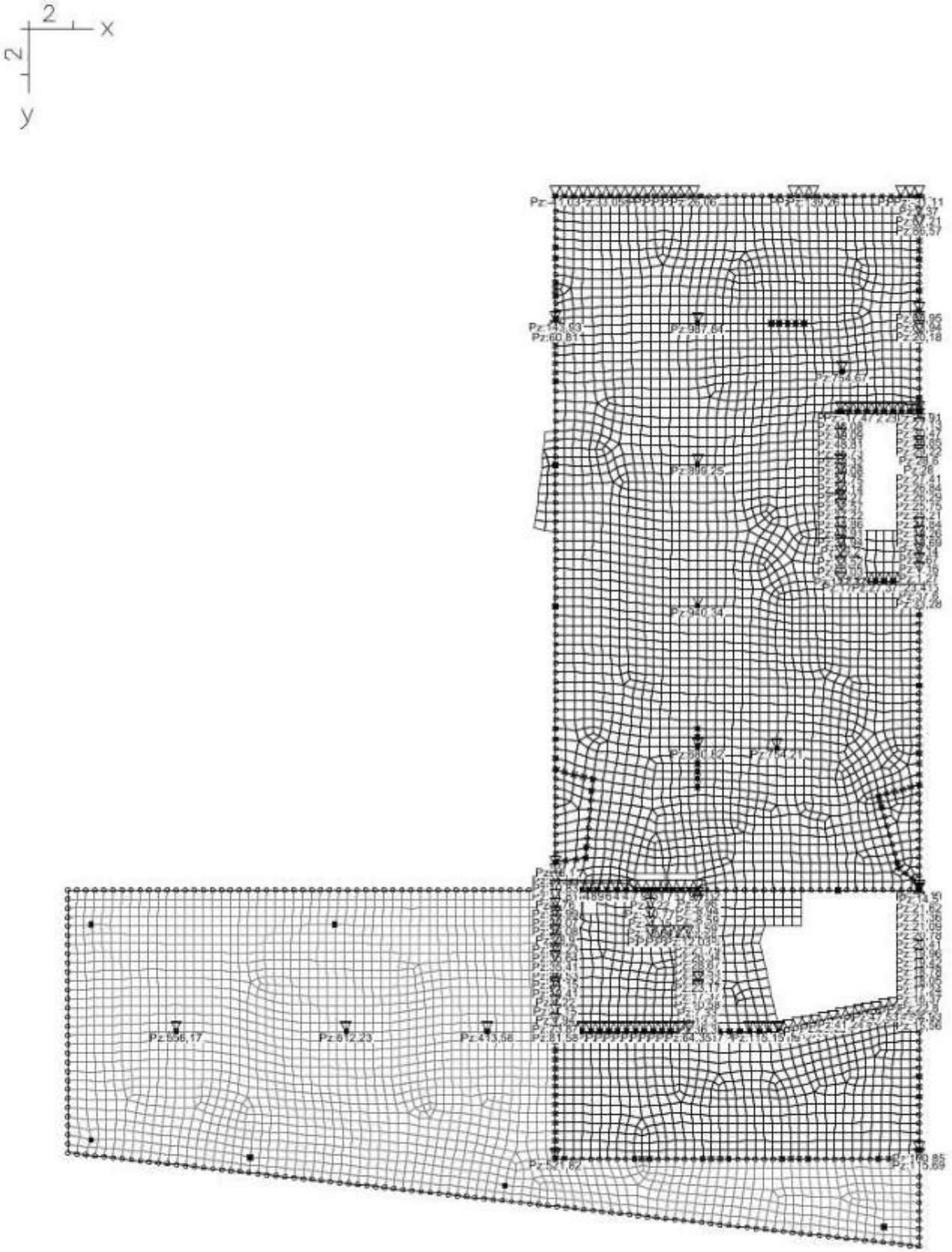
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

LF 5: Belastung, Lastweiterleitung G 1.OG

M = 1:250



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.30 - Decke über EG

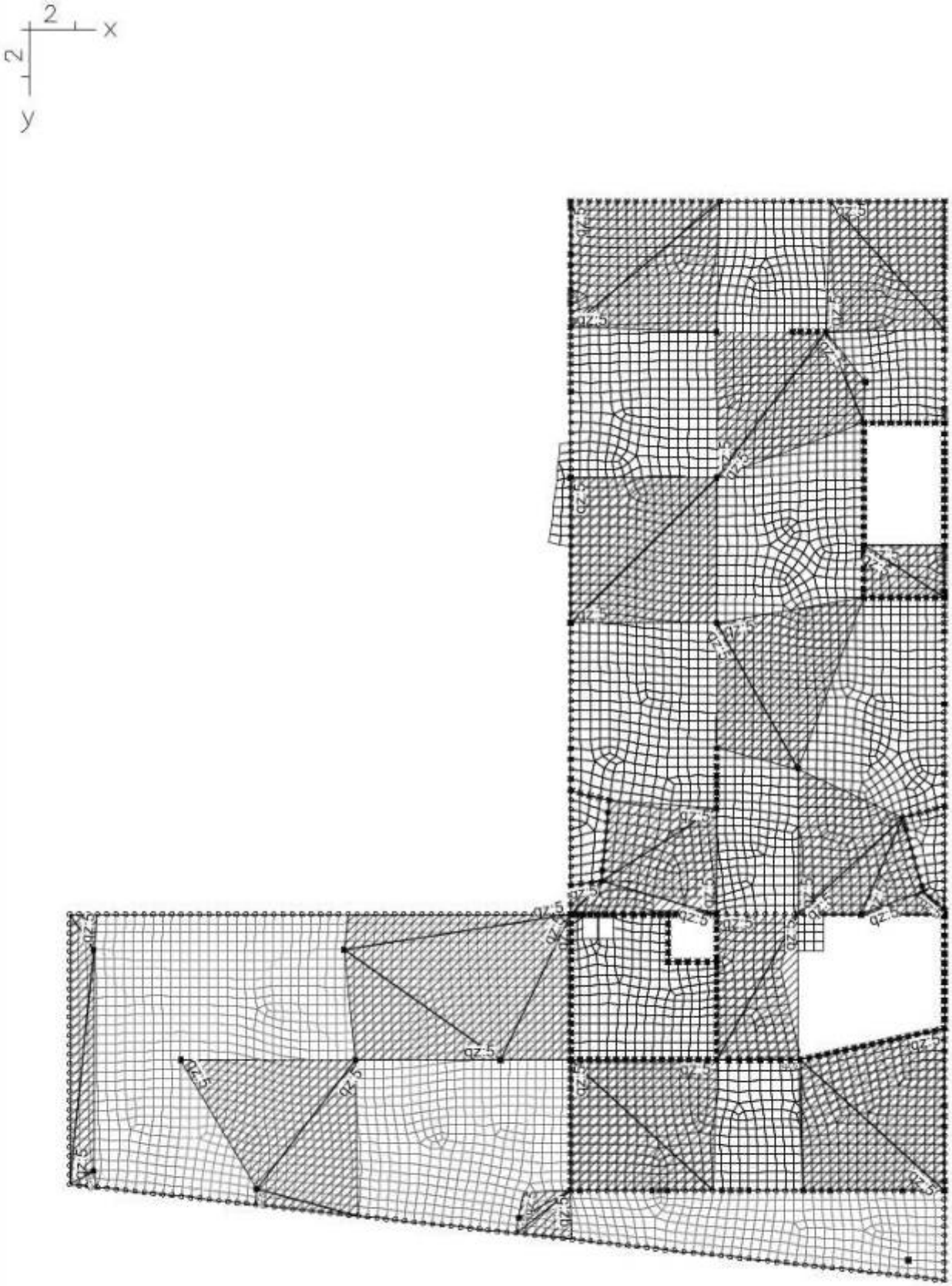
LF 5: Belastung, Lastweiterleitung G 1.OG

Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

LF 10: Belastung, Nutzlast1 M = 1:250



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.30 - Decke über EG

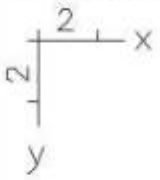
LF 10: Belastung, Nutzlast1

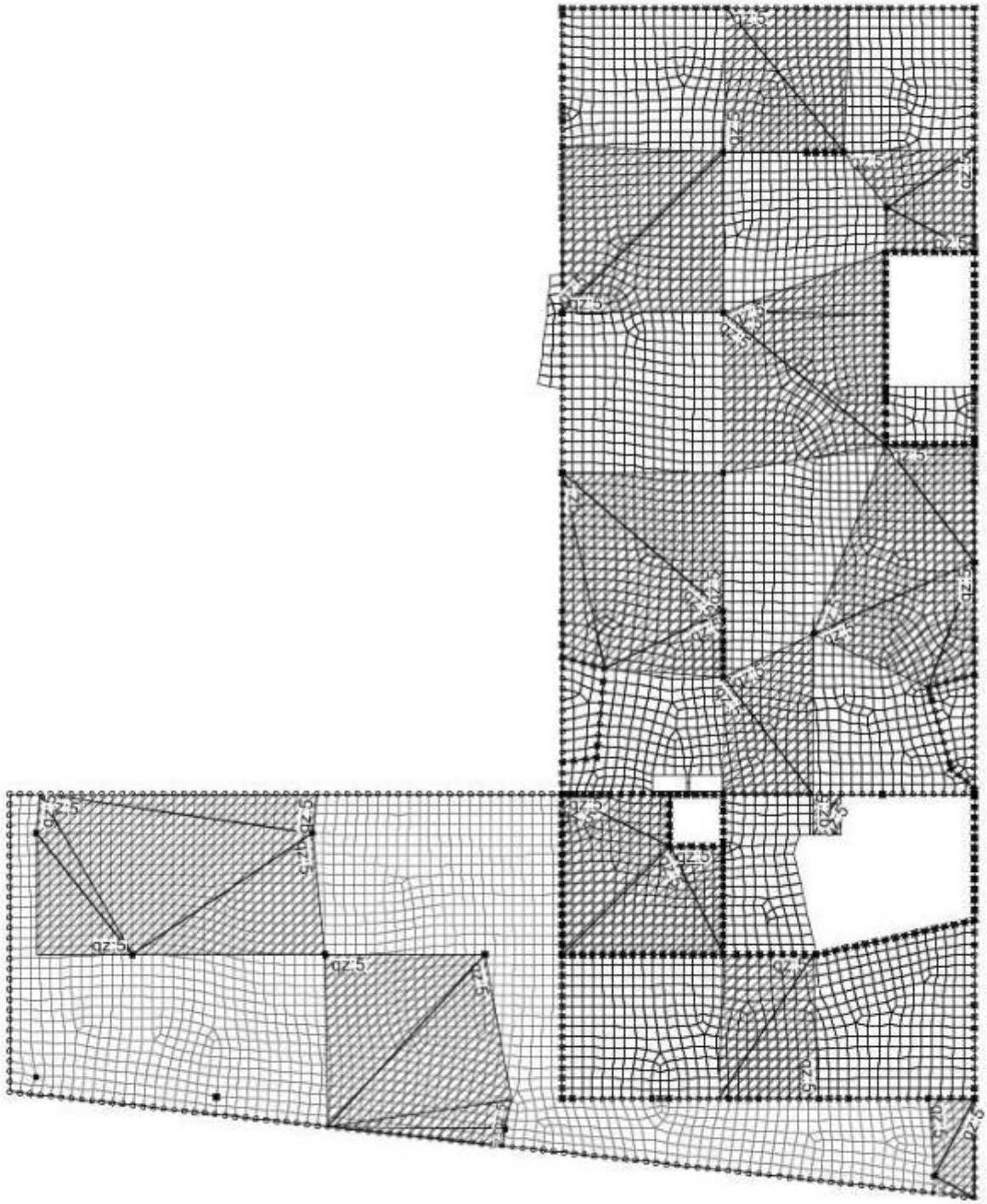
Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

LF 11: Belastung, Nutzlast2 M = 1:250





LF 11: Belastung, Nutzlast2

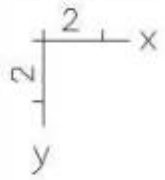
Statisch durch Vergleich geprüft

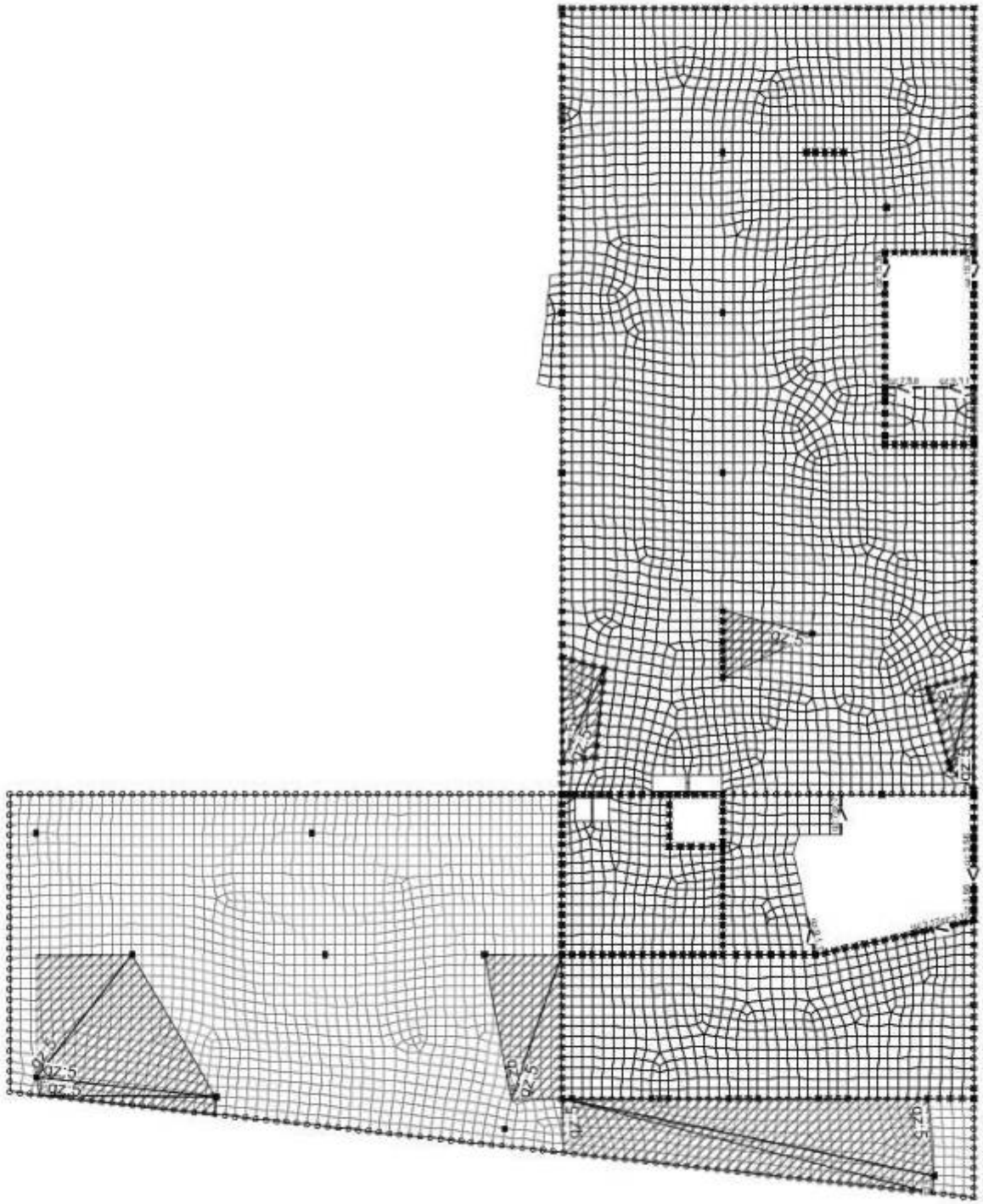
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

LF 12: Belastung, Nutzlast 3 M = 1:250





Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.30 - Decke über EG

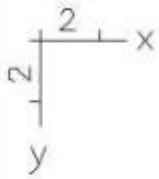
LF 12: Belastung, Nutzlast 3

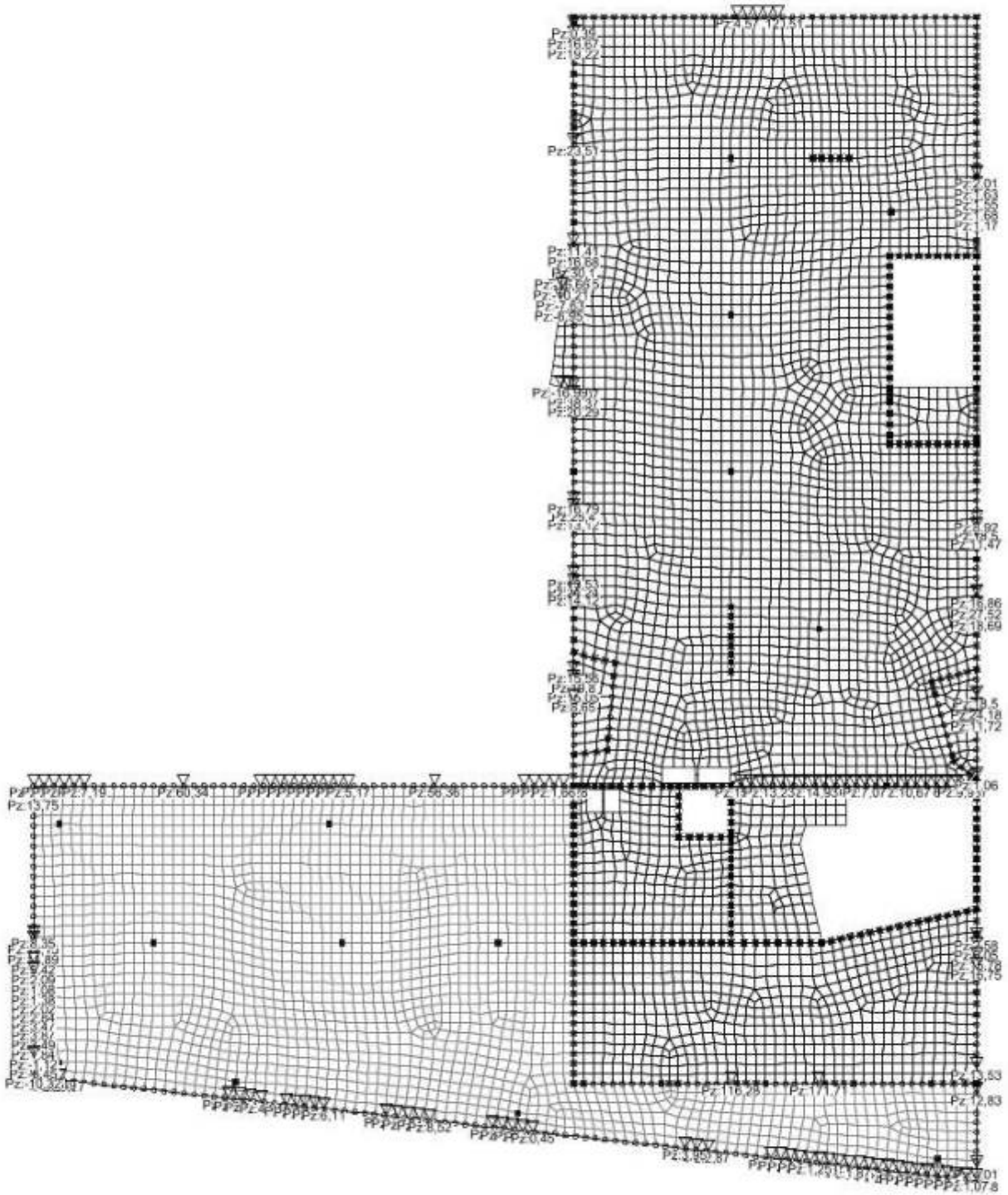
Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

LF 14: Belastung, Lastweiterleitung Q 1.OG Bemessung M = 1:250





LF 14: Belastung, Lastweiterleitung Q 1.OG Bemessung

Statisch durch Vergleich geprüft

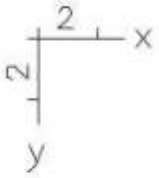
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

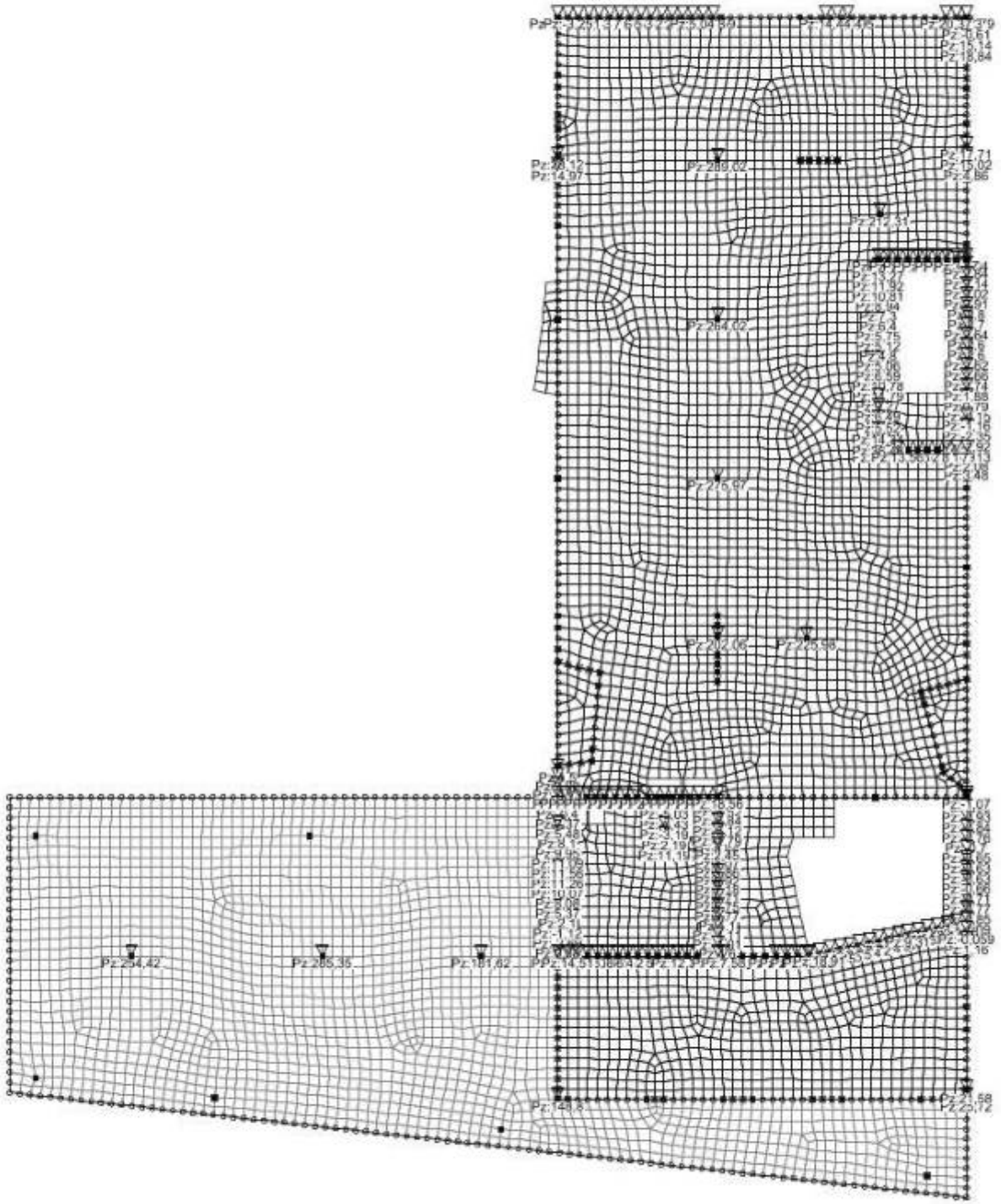
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

LF 15: Belastung, Lastweiterleitung Q 1.OG

M = 1:250





Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

LF 15: Belastung, Lastweiterleitung Q 1.OG

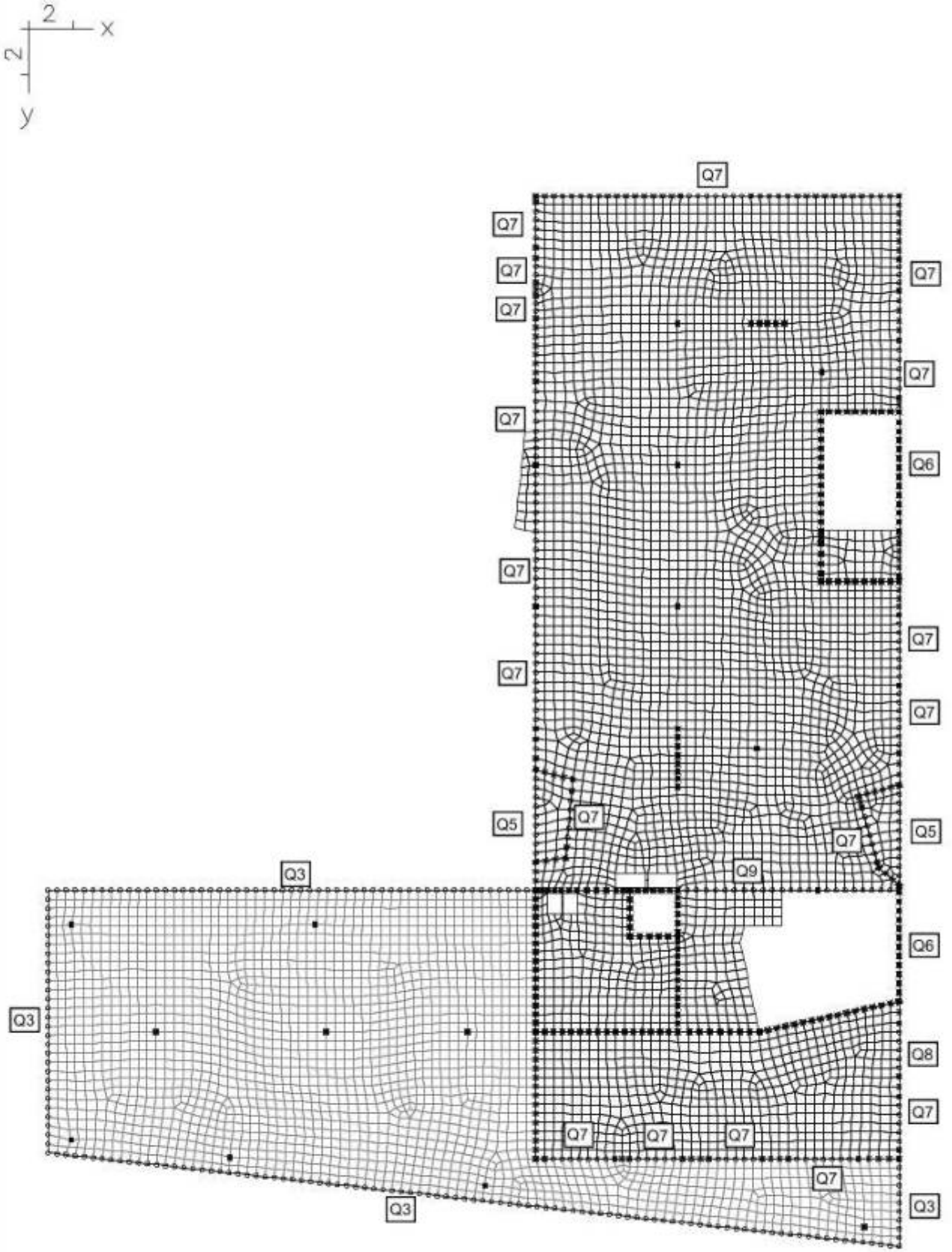
Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

System

M = 1:250

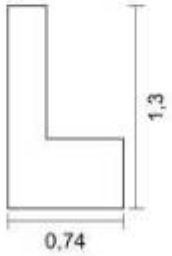
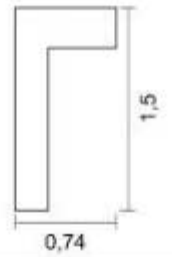
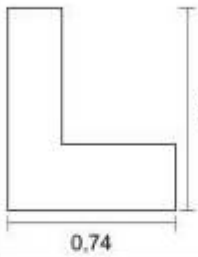
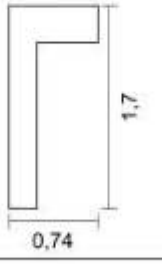


Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Querschnittswerte

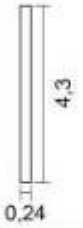
1	Fläche	Stb Decke h=30cm Elementdicke [m] dz = 0,3000 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
2	Fläche	Stb Abfangedecke h=45cm Elementdicke [m] dz = 0,4500 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
3	Polygon 	Stb-Überzug 24/130cm Schwerpunkt [m] ys = 0,275 zs = 0,528 Fläche [m²] A = 5,3700e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 7,1349e-02 I1 = 7,9039e-02 Iz = 2,4082e-02 I2 = 1,6392e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -20,508 Iyz = 2,0557e-02 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
4	Polygon 	UZ 24/150cm Schwerpunkt [m] ys = 0,229 zs = 0,574 Fläche [m²] A = 5,1000e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,0674e-01 I1 = 1,1266e-01 Iz = 1,9348e-02 I2 = 1,3427e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 14,138 Iyz = -2,3506e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
5	Polygon 	ÜZ 24/90cm Schwerpunkt [m] ys = 0,272 zs = 0,573 Fläche [m²] A = 3,6600e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 2,3672e-02 I1 = 3,0475e-02 Iz = 1,6281e-02 I2 = 9,4783e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -34,694 Iyz = 9,8262e-03 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
6	Stab	Fläche [m²] A = 1,000e+00 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,000e+00 Iy = 1,000e+00 Iz = 1,000e+00 Iyz = 0,000e+00
8	Polygon 	UZ 24/170cm Schwerpunkt [m] ys = 0,219 zs = 0,662 Fläche [m²] A = 5,5800e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,5313e-01 I1 = 1,5894e-01 Iz = 2,0098e-02 I2 = 1,4286e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 11,563 Iyz = -2,8406e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Querschnittswerte

9	Polygon 	WAT 30 + UZ 40/65 Schwerpunkt [m] ys = 0,120 zs = 2,150 Fläche [m²] A = 1,0320e+00 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,5901e+00 I1 = 1,5901e+00 Iz = 4,9536e-03 I2 = 4,9536e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer-dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
2	2	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
3	3	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
4	4	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
5	5	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
6	6	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
7	8	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
8	9	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast + Ausbaulast	0,000	0,000	12408,839
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	12408,839
2	Aufgehende Bauteile Weiterleitung	0,000	0,000	2102,462
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2102,462
3	Aufgehende Bauteile Bemessung	0,000	0,000	2003,416
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2003,416
4	Lastweiterleitung G 1.OG Bemessu...	0,000	0,000	7109,289
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	7109,289
5	Lastweiterleitung G 1.OG	0,000	0,000	14514,618
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	14514,618
10	Nutzlast1	0,000	0,000	2130,046
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2130,046
11	Nutzlast2	0,000	0,000	2071,630
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2071,630
12	Nutzlast 3	0,000	0,000	627,199
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	627,199
14	Lastweiterleitung Q 1.OG Bemessu...	0,000	0,000	1806,995
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1806,995
15	Lastweiterleitung Q 1.OG	0,000	0,000	3754,403
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	3754,403

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
20	Lastsumme g	0,000	0,000	38138,625
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	38138,625
21	Lastsumme q	0,000	0,000	10390,273
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	10390,273

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M	R	B	Q	T	S	Ermüdung B	Q	T	P	C	V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C	B	P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N — Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.

fyk — Stahlgüte der Bügel.

Theta — Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.

P. — Balken werden wie Platten bemessen.

K. — Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.

Asl — Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.

rhow — Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).

as — Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).

x,y — Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.

cvl — Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.

Red. — Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.
2	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.
3	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.
4	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.
5	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.
8	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.
9	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,300	.	0,270	0,90	.	.	.	.
2	1,000	.	.	.	0,450	.	0,420	0,90	.	.	.	.
3	0,240	.	0,210	0,90	1,300	.	1,270	0,90	1,240	0,180	0,060	.
4	0,240	.	0,210	0,90	1,500	.	1,470	0,90	1,440	0,180	0,060	.
5	0,240	.	0,210	0,90	0,900	.	0,870	0,90	0,840	0,180	0,060	.
8	0,240	.	0,210	0,90	1,700	.	1,670	0,90	1,640	0,180	0,060	.
9	0,240	.	0,210	0,90	4,300	.	4,270	0,90	4,240	0,180	0,060	.

Vorgaben für den Nachweis der Schubfuge

Fugenbesch. Beschaffenheit der Fuge: Sehr glatt, glatt, rau, verzahnt.
c Faktor c gemäß 6.2.5 (2). Von der Norm abweichende Werte werden mit "!" markiert.
dz Abstand der Schubfuge von der Querschnittsoberkante [m].
bi Breite der Schubfuge [m].
sigma Spannung infolge der minimalen Normalkraft rechtwinklig zur Fuge (Druck negativ) [MN/m²].
Dyn. Dynamische oder Ermüdungsbeanspruchung nach 6.2.5 (5).

Qu.	Fugenbesch.	c	dz [m]	bi [m]	sigma [MN/m²]	Dyn.
3	Rau	0,400	0,850	0,220	0,00	.
4	Rau	0,400	0,300	0,220	0,00	.
8	Glatt	0,200	0,300	0,220	0,00	.

Spannungsberechnung für Stäbe

Beim Nachweis der Robustheitsbewehrung erfolgt die Spannungsberechnung am Bruttoquerschnitt.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Materialkennwerte für Beton

```
Rohd.   Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck     charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc    Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm    Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct    Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c
        mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1    Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1   rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2    Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2   rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]
```

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten [MN/m] fck	a.cc	fctm	a.ct	Grenzdehnungen [o/oo] e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
1	C30/37-EN-D	.	33000	30,00	0,85	2,90	0,85	-2,20	-3,50	-2,00	-3,50
2	C30/37-EN-D	.	33000	30,00	0,85	2,90	0,85	-2,20	-3,50	-2,00	-3,50
3	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
4	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
5	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
8	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
9	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]		y [m]	z [m]	dl [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,300						
	4	0,000	0,300						
2	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,450						
	4	0,000	0,450						
3	1	0,000	-0,300	200000	500	0,030	-0,270	0,030	0,00
	2	0,240	-0,300	200000	500	0,210	-0,270	0,030	0,00
	3	0,240	0,550	200000	500	0,710	0,970	0,030	0,00
	4	0,740	0,550	200000	500	0,030	0,970	0,030	0,00
	5	0,740	1,000						
	6	0,240	1,000						
	7	0,000	1,000						
	8	0,000	0,550						
4	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	0,240	0,000	200000	500	0,710	0,030	0,030	0,00
	3	0,740	0,000	200000	500	0,210	1,470	0,030	0,00
	4	0,740	0,300	200000	500	0,030	1,470	0,030	0,00
	5	0,240	0,300						
	6	0,240	1,500						
	7	0,000	1,500						
	8	0,000	0,300						
5	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	0,240	0,000	200000	500	0,210	0,030	0,030	0,00
	3	0,240	0,600	200000	500	0,710	0,870	0,030	0,00
	4	0,740	0,600	200000	500	0,030	0,870	0,030	0,00
	5	0,740	0,900						
	6	0,240	0,900						
	7	0,000	0,900						
	8	0,000	0,600						
8	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	0,240	0,000	200000	500	0,710	0,030	0,030	0,00
	3	0,740	0,000	200000	500	0,210	1,670	0,030	0,00
	4	0,740	0,300	200000	500	0,030	1,670	0,030	0,00
	5	0,240	0,300						

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	Beton z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]	y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
	6	0,240	1,700					
	7	0,000	1,700					
	8	0,000	0,300					
9	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	0,240	0,000	200000	500	0,210	0,030	0,030	0,00
	3	0,240	4,300	200000	500	0,210	4,270	0,030	0,00
	4	0,000	4,300	200000	500	0,030	4,270	0,030	0,00

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Betonstahl für Flächenelemente

as Grundbewehrung [cm²/m]
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.
2	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1     Eigenlast + Ausbaulast
3     Aufgehende Bauteile Bemessung
4     Lastweiterleitung G 1.OG Bemessung
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,5 / 0,3

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
10    Nutzlast1
11    Nutzlast2
12    Nutzlast 3
14    Lastweiterleitung Q 1.OG Bemessung
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

NACHWEISE FÜR STÄBE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubfuge

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es werden nur Orte mit Überschreitung zulässiger Grenzwerte ausgegeben.
Der Mindestbewehrungsgrad nach Gl. (9.5a/bDE) wird berücksichtigt

vRd Aufnehmbare Querkraft der Druckstreben nach 6.2.3 (3) [kN/m]
Neigung Neigung cot Theta der Betondruckstreben gegen die Elementebene
Asl Erf. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3 für erf. asb [cm²]
qr Bemessungsquerkraft = $(qx^2+qy^2)^{½}$ [kN/m]
erf.asb Erf. Bügelbewehrung [cm²/m²]
Überschreitungen nach Gl. (6.12) werden mit "!" gekennzeichnet
erf.Asl Erf. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3 [cm²] für erf. asb

Element Nr.	Ort	qx [kN/m]	qy [kN/m]	n [kN/m]	qr [kN/m]	qr/ vRd	Nei- gung	erf. asb [cm²/m²]	Asl f. asb=0 [cm²]	erf. Asl [cm²]
5213	1	1383,23	-34,53	.	1383,67	1,03>1	1,00	151,54!	.	.

**** Warnungen ****

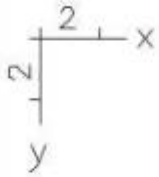
DFB-270: Element 5213, Ort 1: Querkraftbew. asw = 151,54 > asw,max = 146,62 cm²/m².
DFB-024: Element 5213, Ort 1: Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist unzureichend.

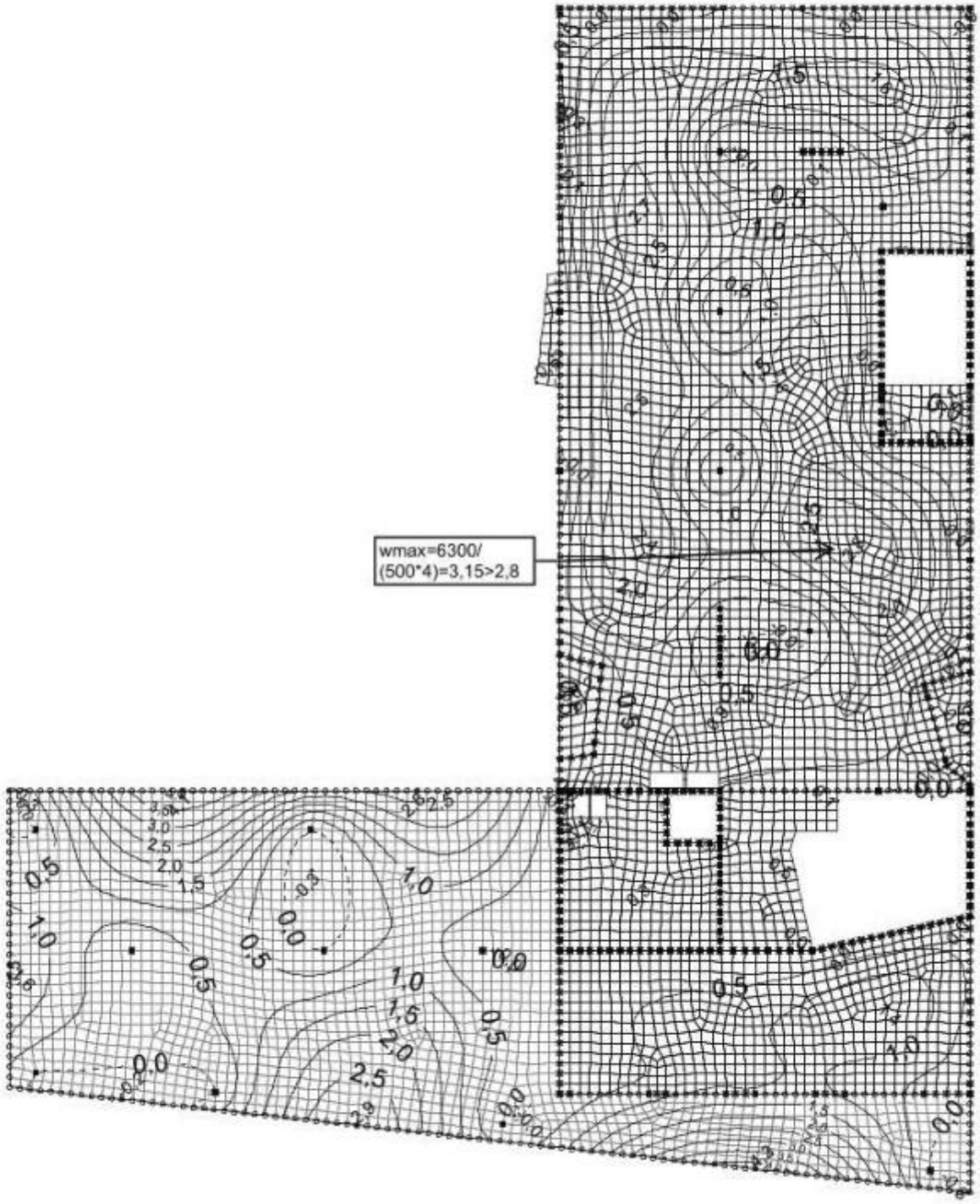
Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1 M = 1:250





LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -0,78/4,28 [mm]

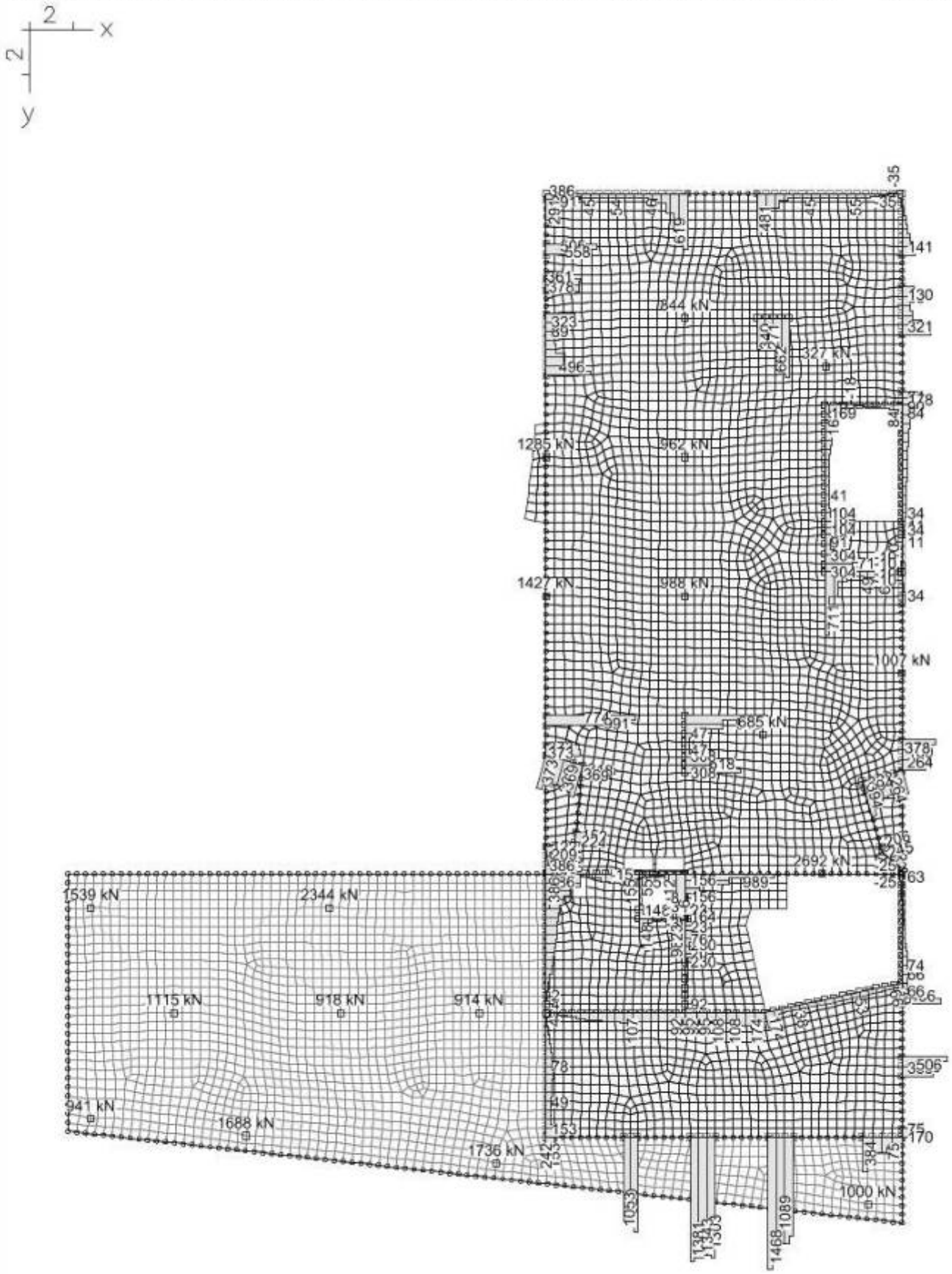
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1 M = 1:250



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max Rz(l). 615,77 [kN/m] =

Statisch durch Vergleich geprüft

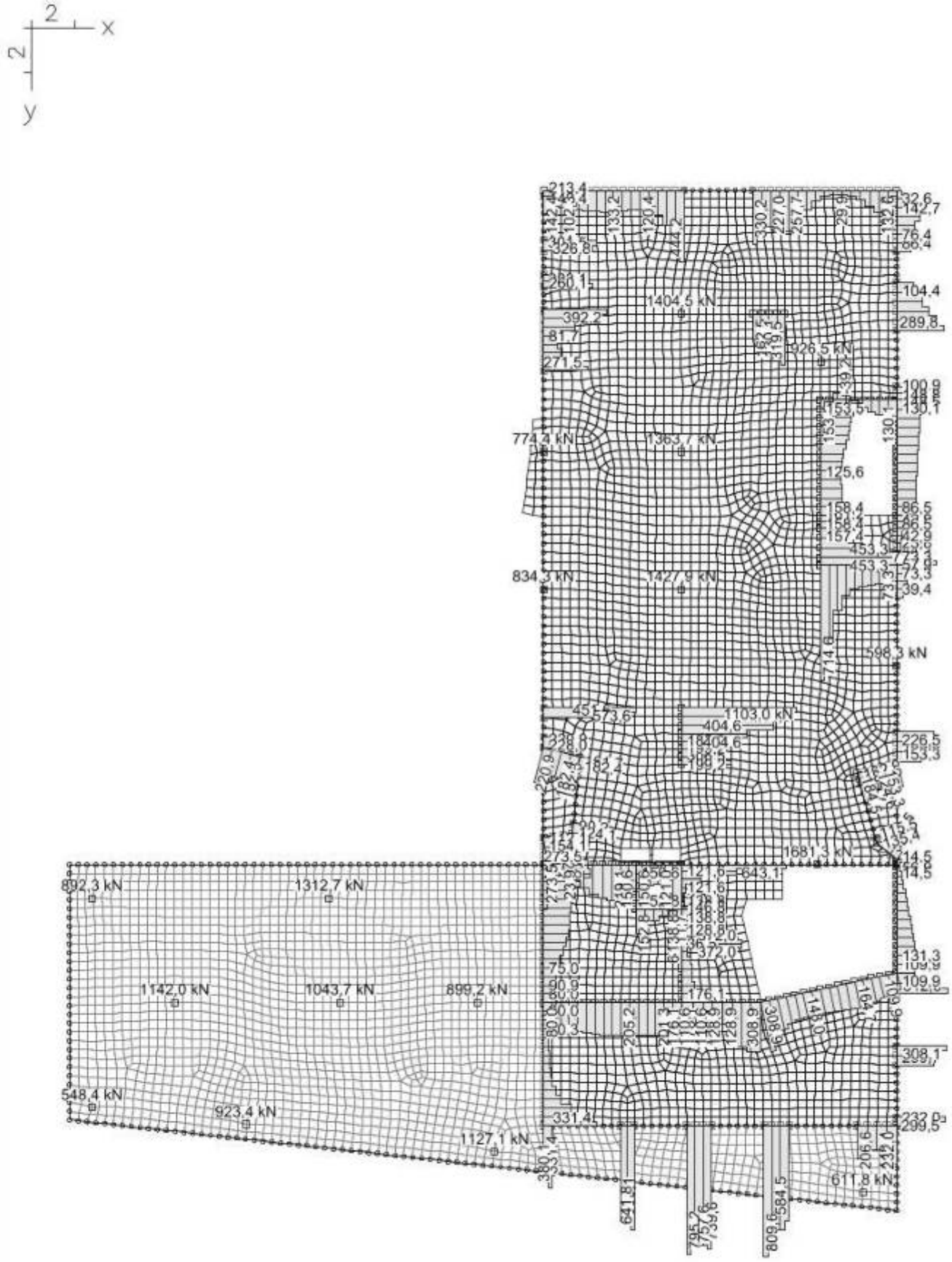
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

Auflagerreaktionen Rz; LF 20, Lastsumme g

M = 1:250



LF 20: Lastsumme g
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 339,53 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 38138,62 [kN]

Statisch durch Vergleich geprüft

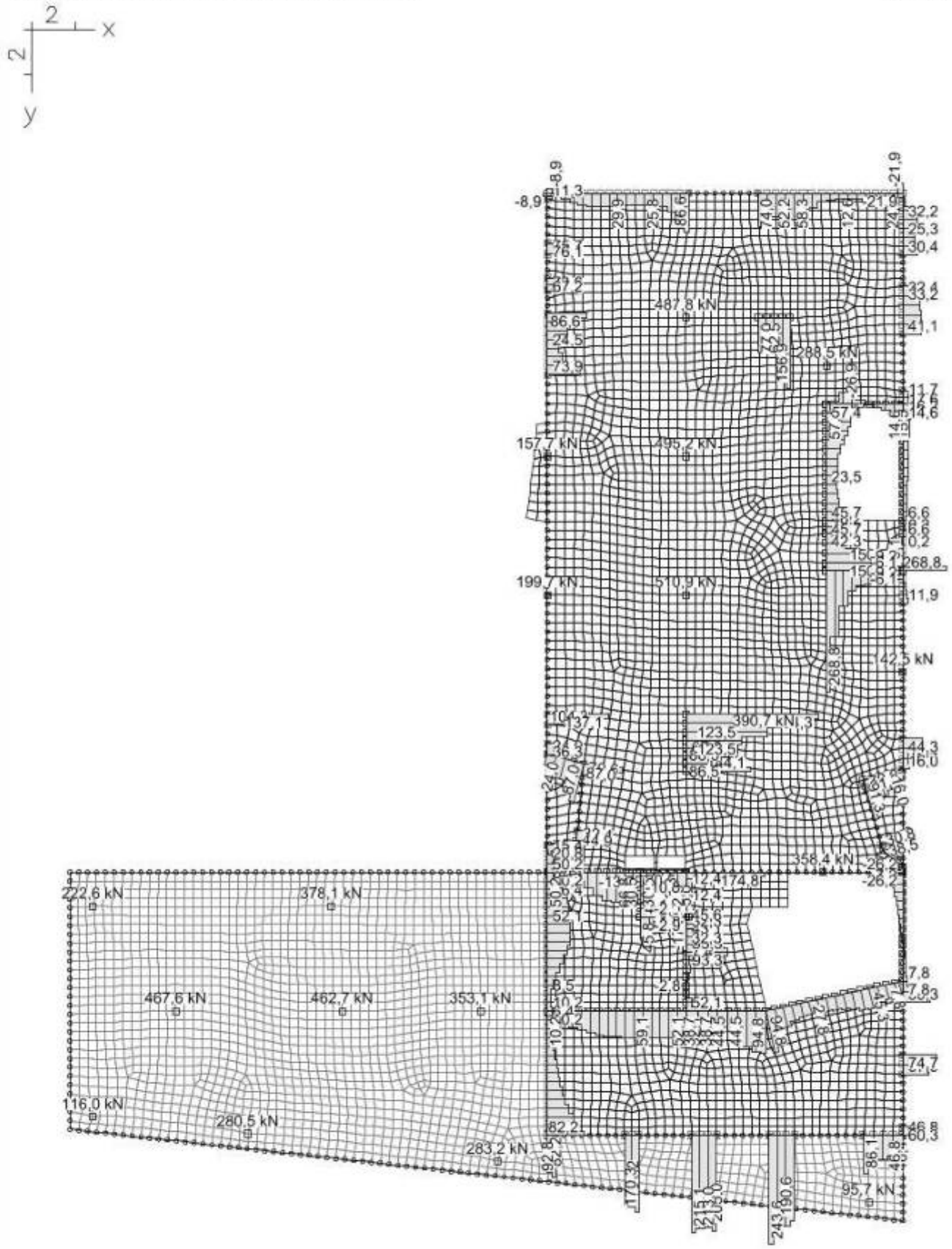
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

Auflagerreaktionen Rz; LF 21, Lastsumme q

M = 1:250



LF 21: Lastsumme q
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 123,43 [kN/m] = ⟝
Summe im Globalsystem Rz(g) = 10390,27 [kN]

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

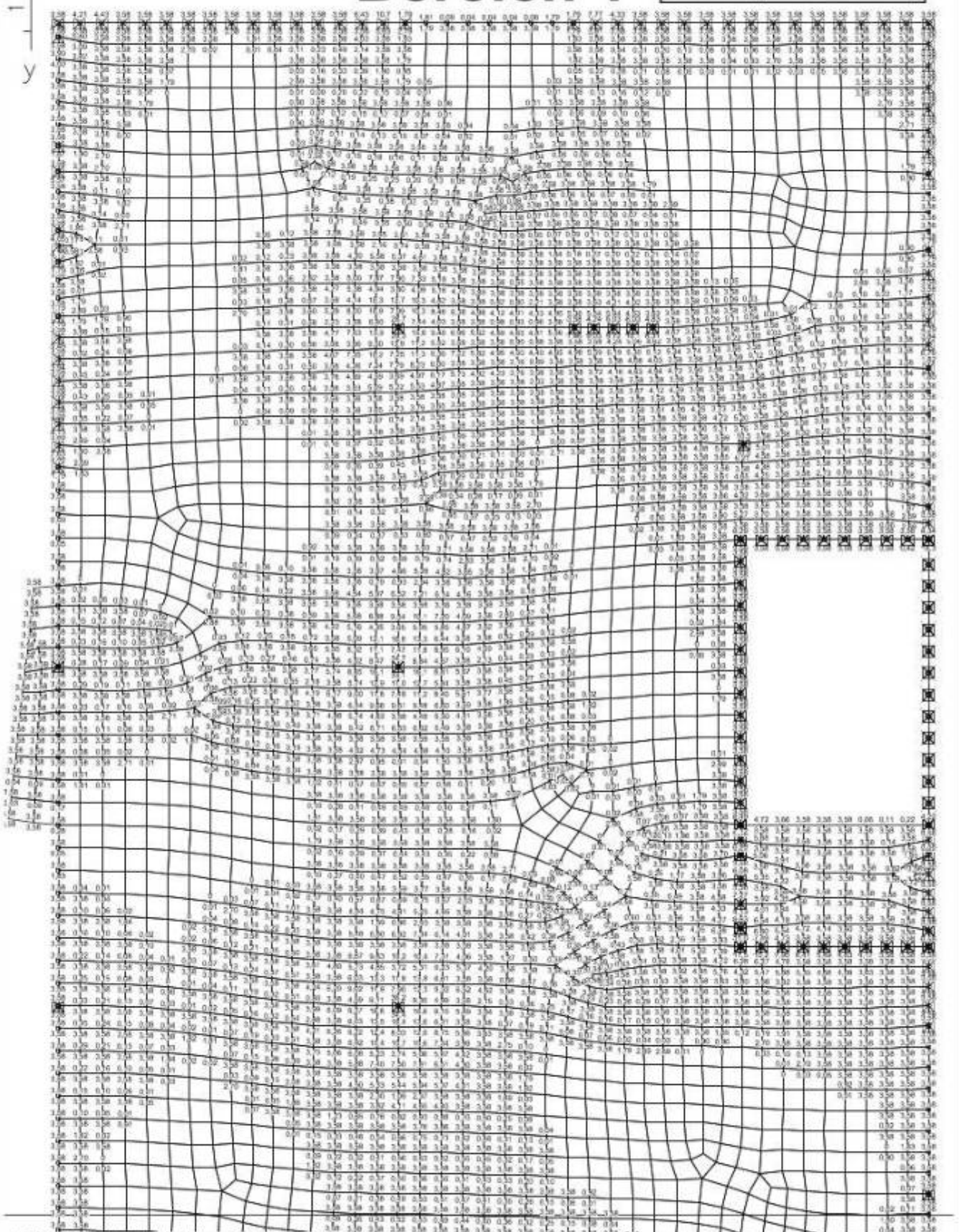
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 30

Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100

Bereich 1

obere Lage
ohne Abzug Grundbewehrung



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 1. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 9,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/62,55 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

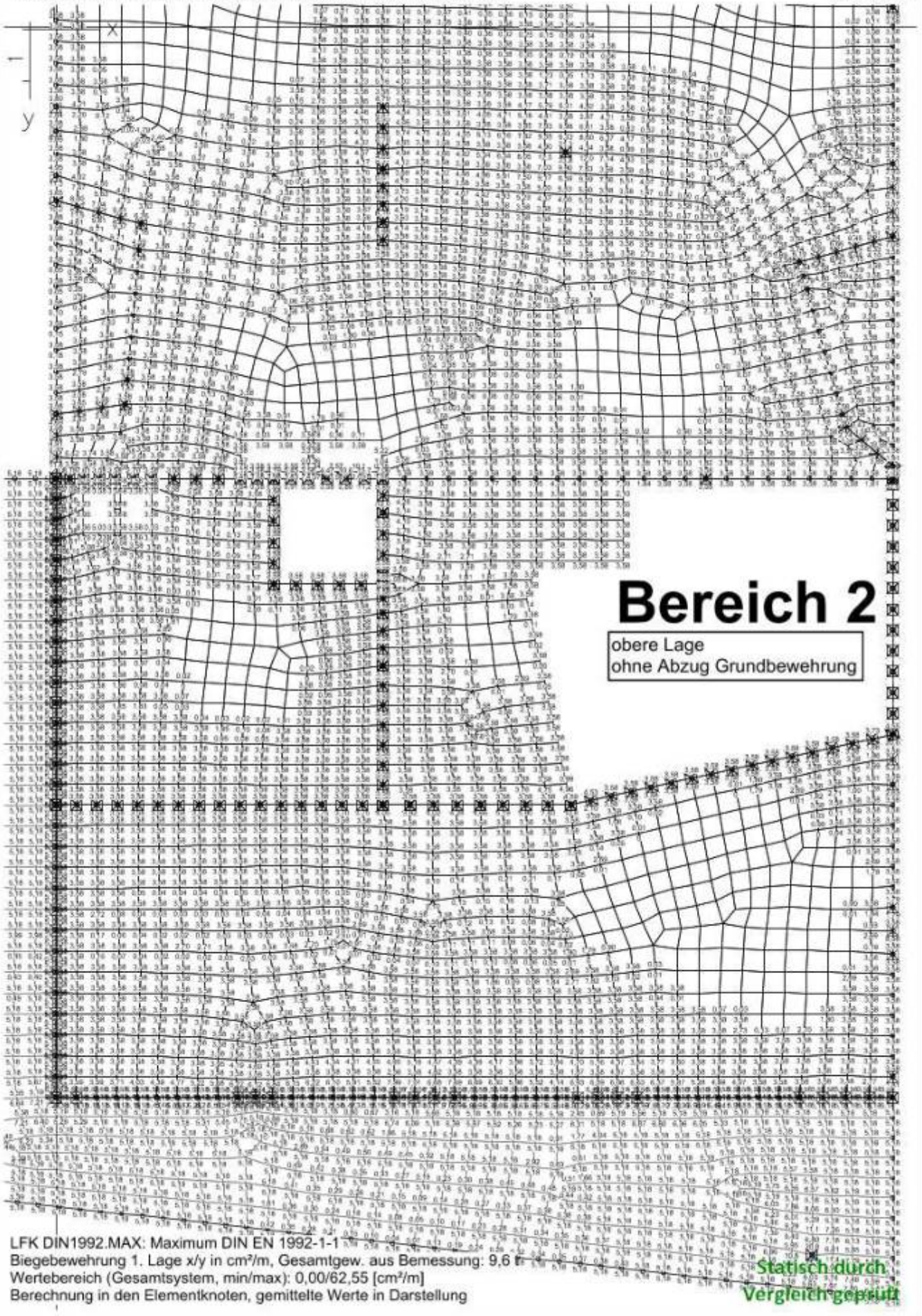
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 1. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 9,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/62,55 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Statisch durch Vergleich gesichert

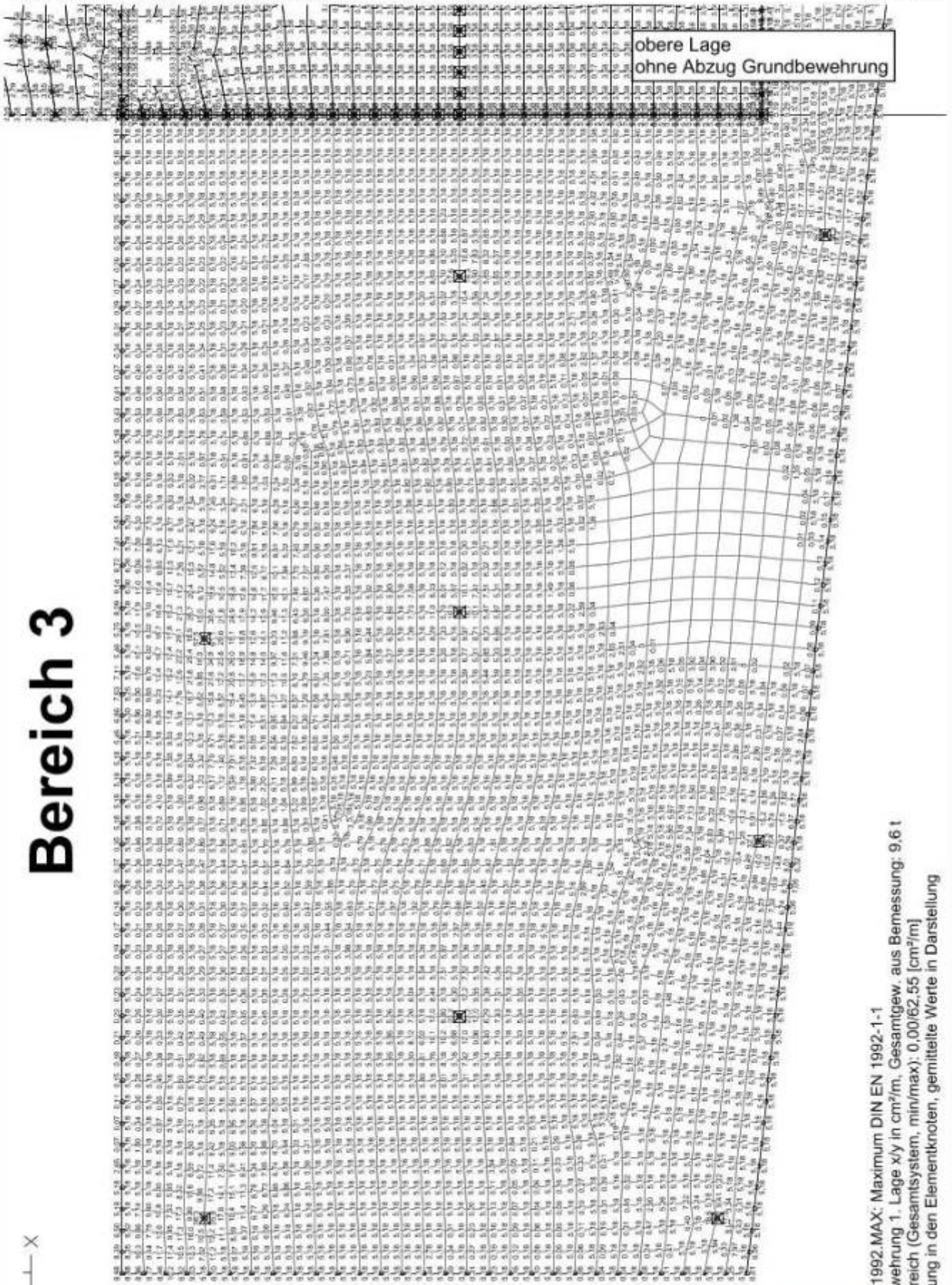
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.30 - Decke über EG

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 30

Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.30 - Decke über EG

DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 1. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 9,6 t
Bemessungsbereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/62,55 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Statisch durch
Vergleich geprüft

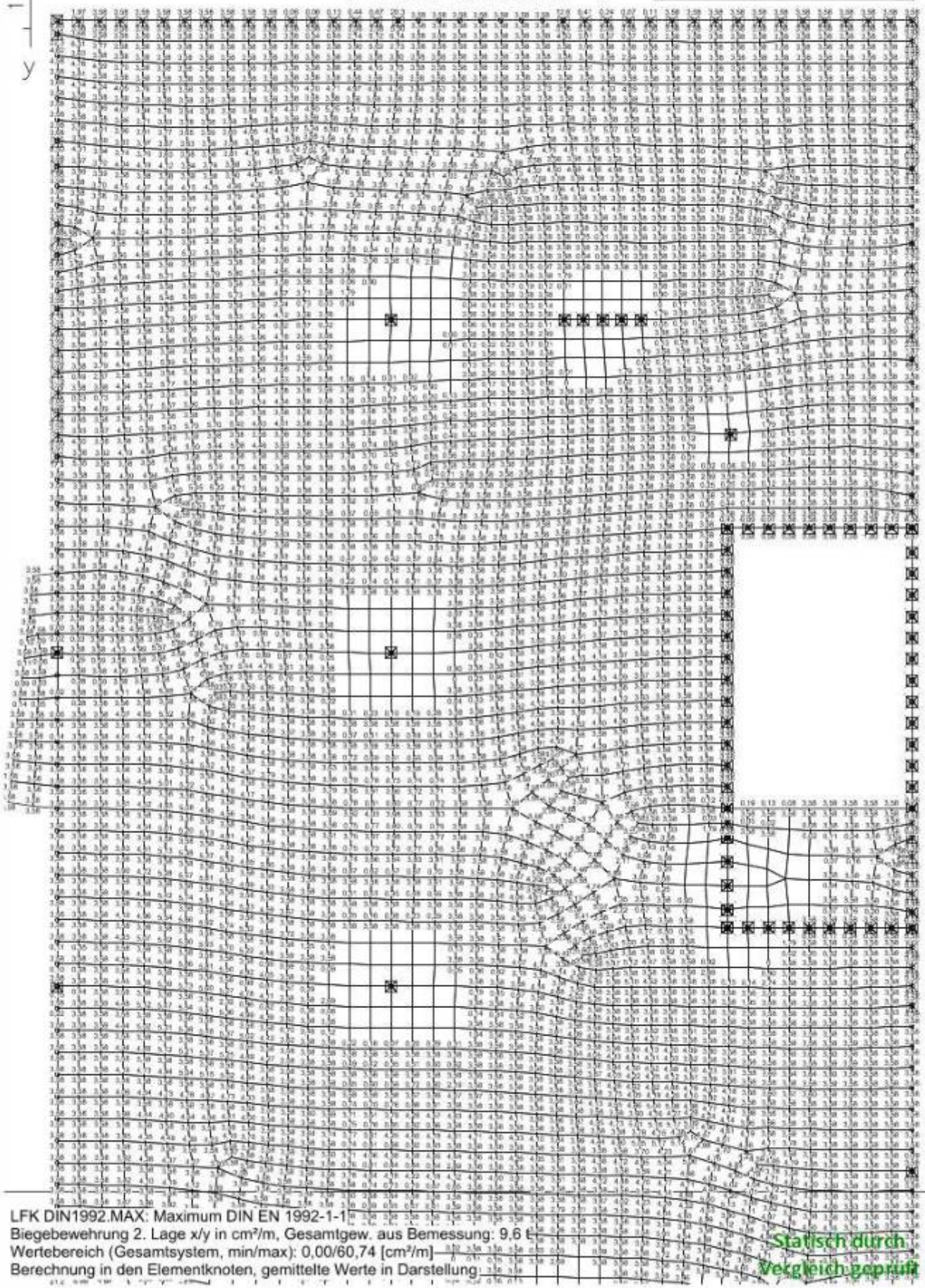
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100

Bereich 1

untere Lage
ohne Abzug Grundbewehrung



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 2. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 9,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/60,74 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

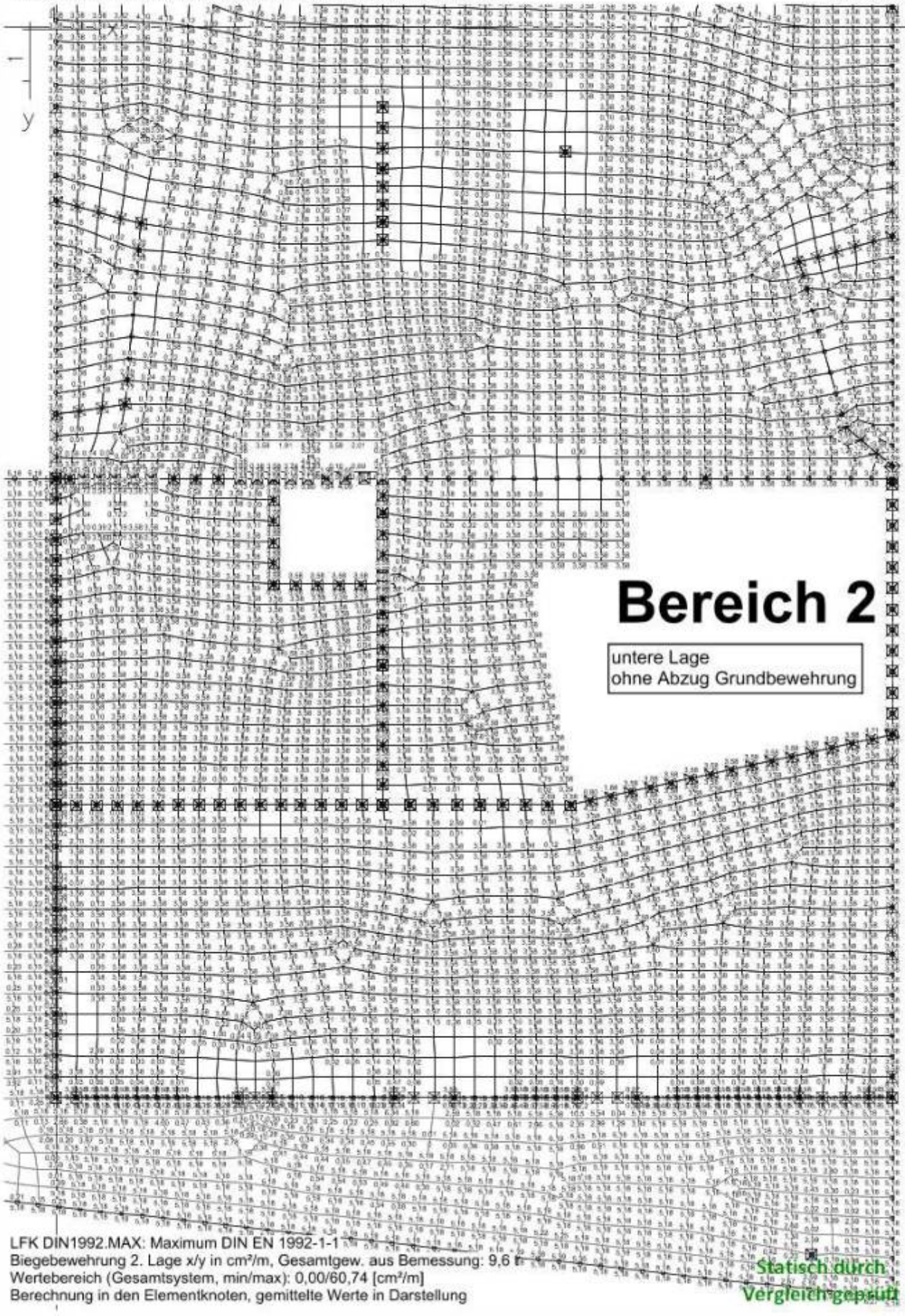
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 2. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 9,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/60,74 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

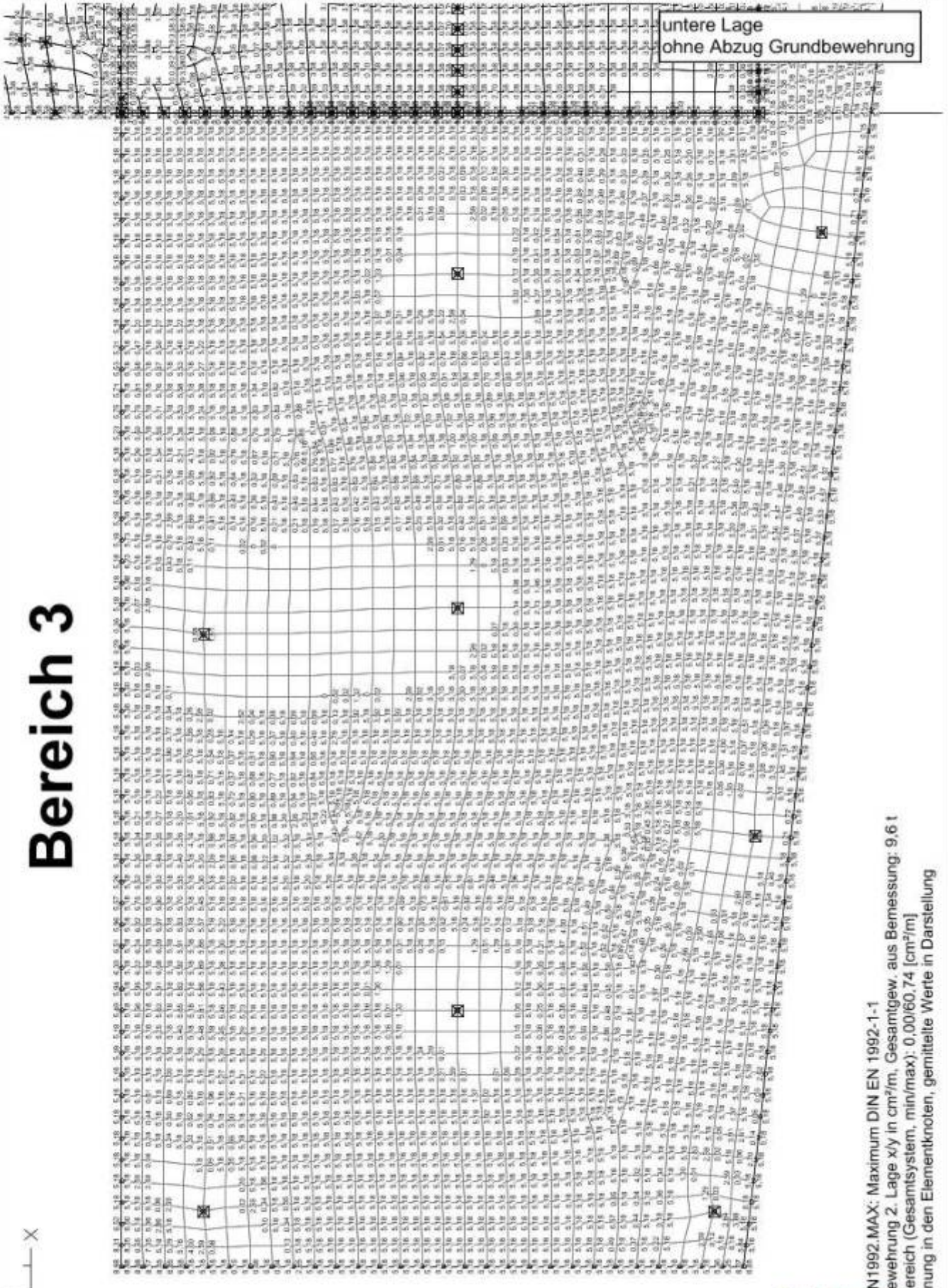
Statisch durch Vergleich gesucht

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 30

Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.30 - Decke über EG

Statisch durch Vergleich geprüft

EKDIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 2. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 9,6 t
Bemessungsbereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/60,74 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1 M = 1:200



Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 1 Stellen unzureichend (a > 1).
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/213,03 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | **Pos. 30**

Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1 — M = 1:160

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.30 - Decke über EG

Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 1 Stellen unzureichend (a > 1).
Bemessung: DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Gewählter Bereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/213,03 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

qr/vRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1 M = 1:230



Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 1 Stellen unzureichend (a > 1).
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
qr/vRd,max [-]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/1,03 [-]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

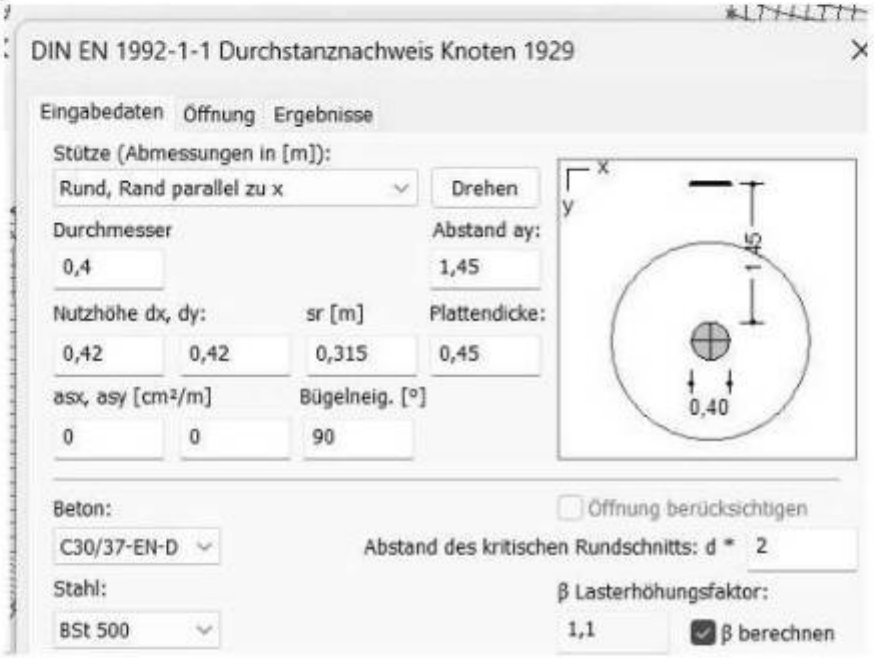
Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

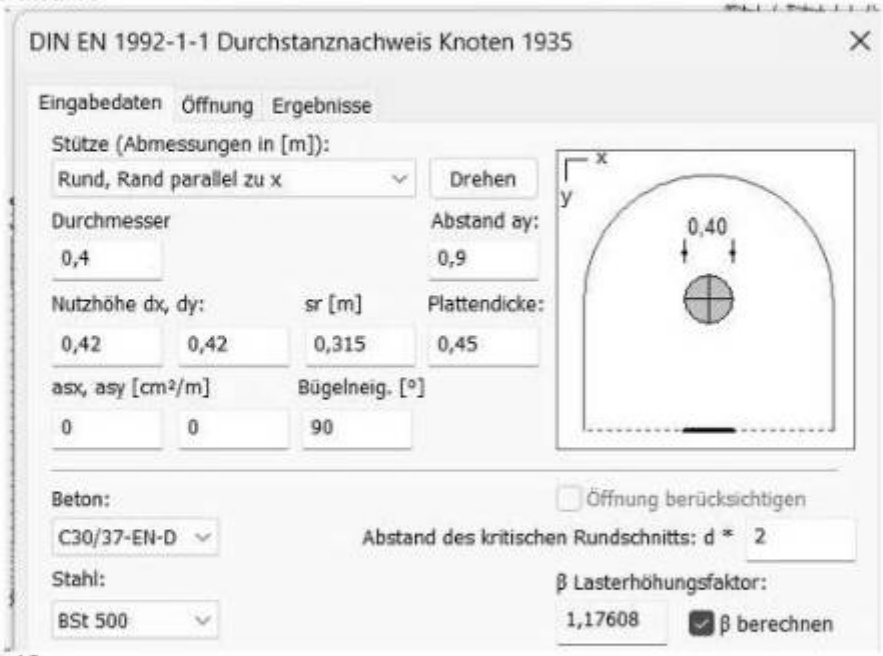
Durchstanzen
ß-Werte ermitteln

Stütze 16



ß-Wert=1,1

Stütze 18 und 19



ß-Wert=1,18

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S1 V_{Ed}= 844,20 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=32,0 cm²/m)
S2-S3 V_{Ed}= 987,60 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=11,9 cm²/m)
D1--> 8x Schöck BOLE O 16/250-5/A950
S5 V_{Ed}= 685,20 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=18,8 cm²/m)
S6 V_{Ed}= 327,30 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=3,9 cm²/m)
S7-S9 V_{Ed}= 1116,00 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=22,5 cm²/m)
Wandecke Treppenhaus V_{Ed}=259,3+(120,7+110,8)/3 = 336,47 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=9,3 cm²/m)
D2-->4x Schöck BOLE O 14/250-7/A1330
Wandecke Fenster V_{Ed}= 170,8+(123,8+79,9)/3 = 238,70 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=25,2 cm²/m)
Wandende V_{Ed}= 181,6+163,8/2 = 263,50 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh,x}$=20,8 cm²/m, $a_{s,vorh,y}$=10,8 cm²/m)

Lasten aus Rundschnitt mit Sicherheit von 20% in Schöck

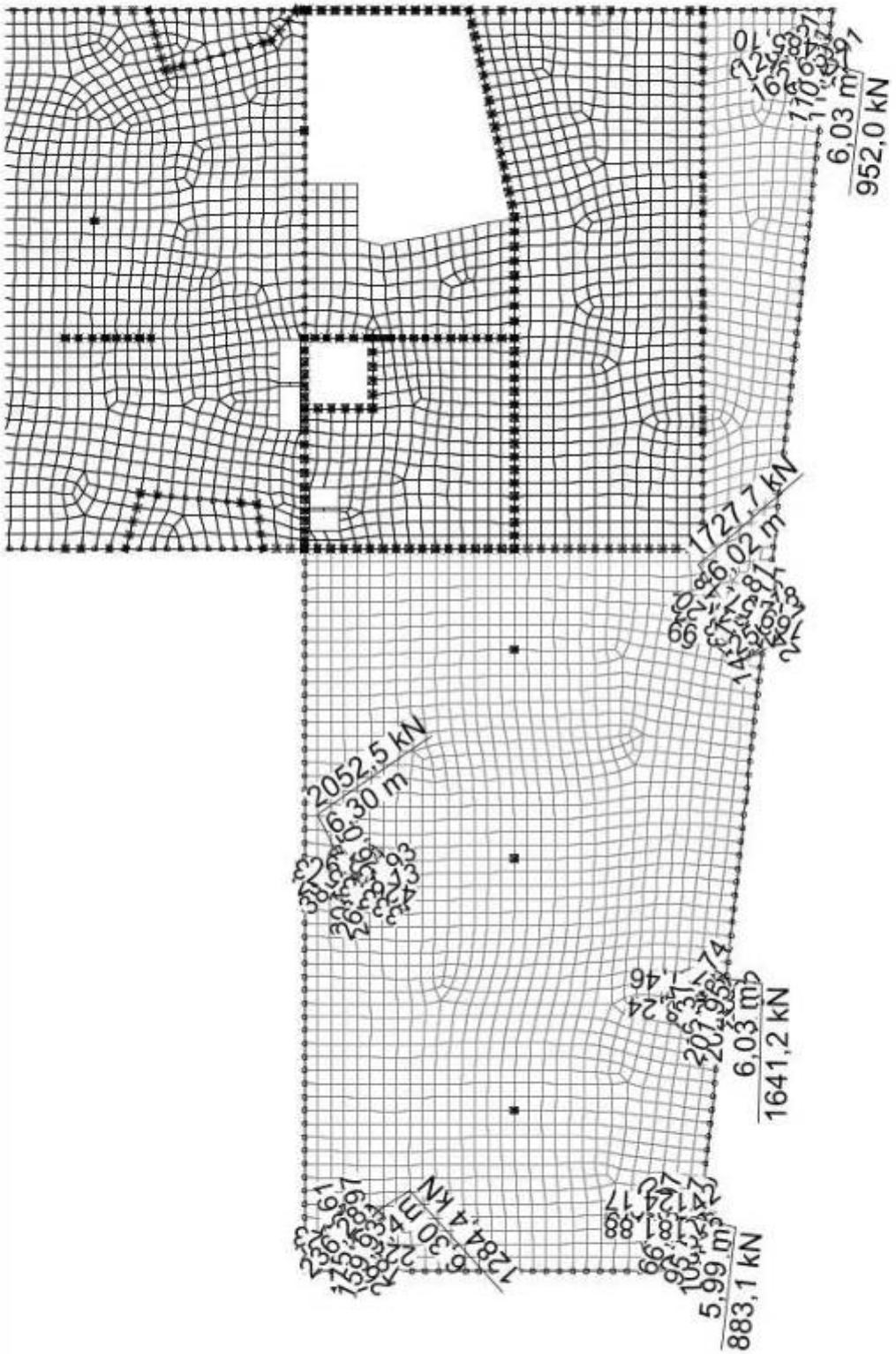
S15 V_{Ed}=	597,9*1,2	=	717,48 kN
Eckstütze --> ß-Wert=1,5			
S16 V_{Ed}=	1156,2*1,2	=	1387,44 kN
ß-Wert=1,1			
S17 V_{Ed}=	292,8*1,2	=	351,36 kN
Eckstütze --> ß-Wert=1,5			
S18 V_{Ed}=	645,7*1,2	=	774,84 kN
ß-Wert=1,18			
S19 V_{Ed}=	689,0*1,2	=	826,80 kN
ß-Wert=1,18			
S20 V_{Ed}=	337,0*1,2	=	404,40 kN
Eckstütze --> ß-Wert=1,5			

Statisch durch
Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

Schnittgrößen qr; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1 M = 1:199



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.30 - Decke über EG_Rundschnitt

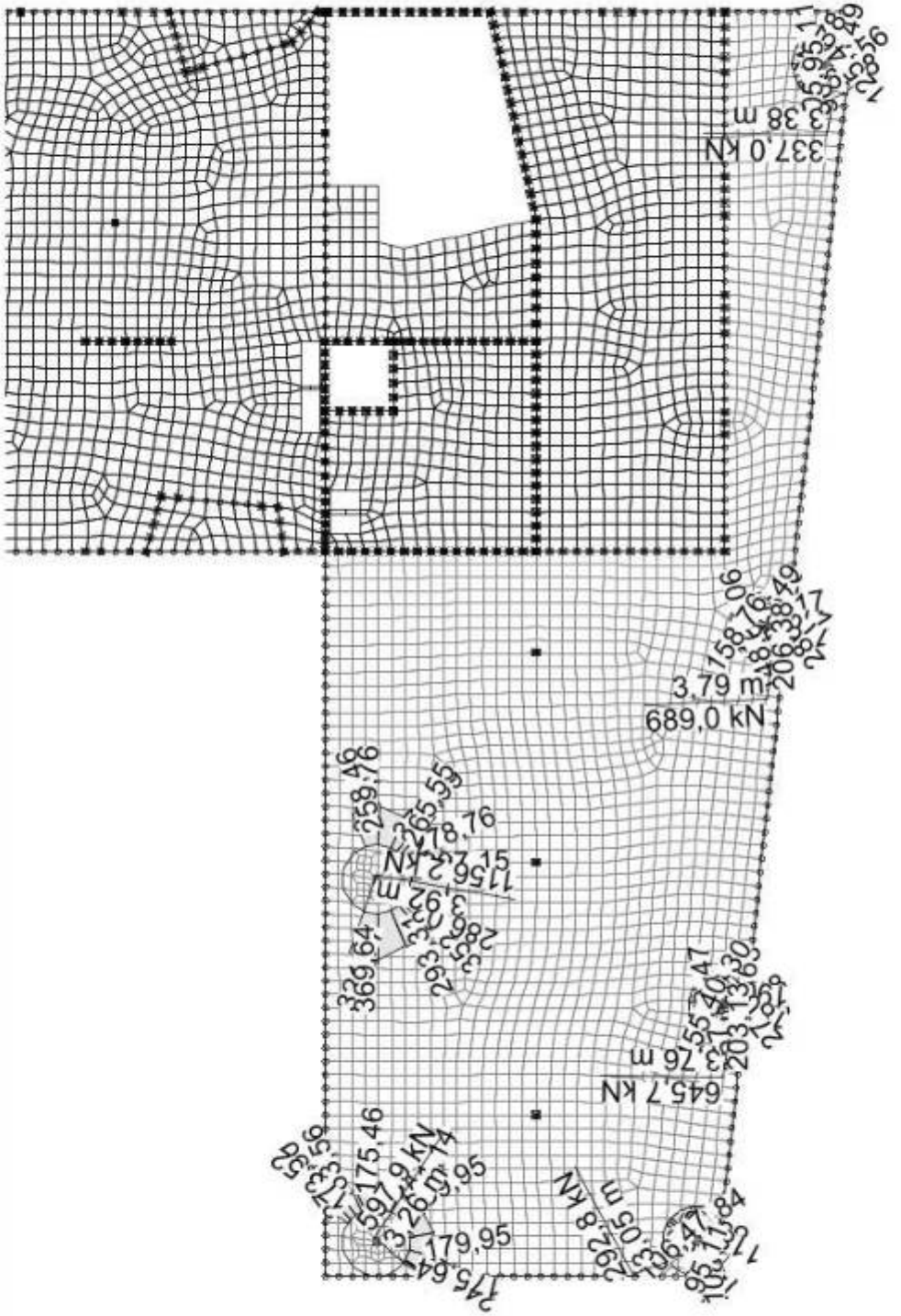
DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Schnittgrößen qr. 1262,83 [kN/m] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/3331,11 [kN/m]
Berechnung in den Elementknoten

Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

Schnittgrößen qr; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1 M = 1:206



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.30 - Decke über EG_Rundschnitt

DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Schnittgrößen qr. 511,98 [kN/m] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/3331,11 [kN/m]
Berechnung in den Elementknoten

Statisch durch
Vergleich geprüft

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 845 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a = 400 mm
Stützendicke	b = 300 mm
Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 265 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(1{,}21 \cdot 1{,}21)^{1/2}$ = 1,21 %

A_{sx} = 32,1 cm²/m (~ø20/98 mm); A_{sy} = 32,1 cm²/m (~ø20/98 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 12,1 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,87
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,07
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 489,7 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 742,5 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

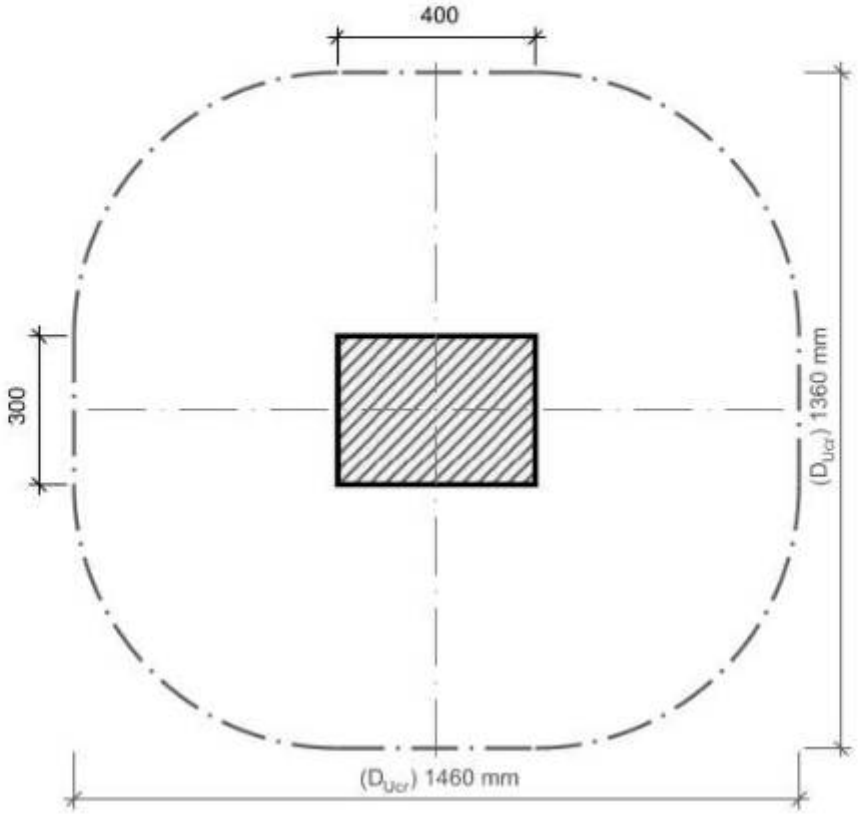
Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 530 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 4,730 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 929,5 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 930,7 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 1824,2 kN

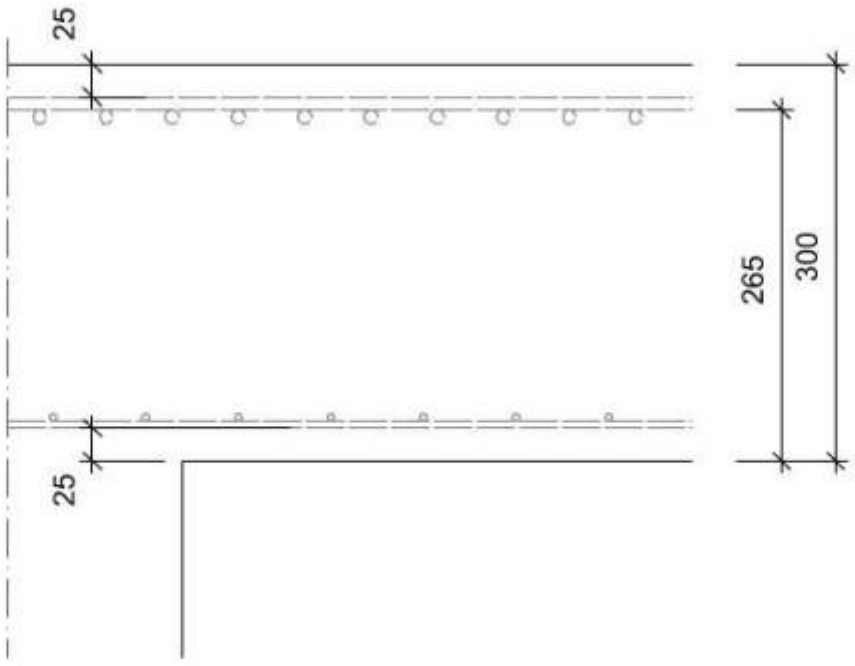
$V_{Ed,ß}$=929,5kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=930,7kN

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 2
	S1 EG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 3
	S2-S3 EG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 988 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rund

Durchmesser	D = 400 mm
Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 265 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}45 \cdot 0{,}45)^{1/2}$ = 0,45 %

A_{sx} = 11,9 cm²/m (~ø20/263 mm); A_{sy} = 11,9 cm²/m (~ø20/264 mm)

Bewehrung muss über den äußeren Rundschnitt "Uout" verankert werden

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 14,1 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,87
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,07
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 489,7 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 533,8 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 530 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 4,587 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 1086,8 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 648,9 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 1271,8 kN

$V_{Rd,c,crit}$=648,9kN ≤ $V_{Ed,ß}$=1086,8kN ≤ $V_{Rd,max,crit}$=1271,8kN

Durchstanzbewehrung erforderlich, gewählt:

8x Schöck BOLE O 16/250-5/A950

Nachweis der Stahltragfähigkeit

$V_{Ed,ß}$=1086,8kN ≤ $V_{Rd,sy,crit}=m_c\cdot n_c\cdot A_{s,i}\cdot f_{yd}/\eta$=1313kN

Äußerer Rundschnitt $u_{out\ (ls\ +\ 1,5d)}$

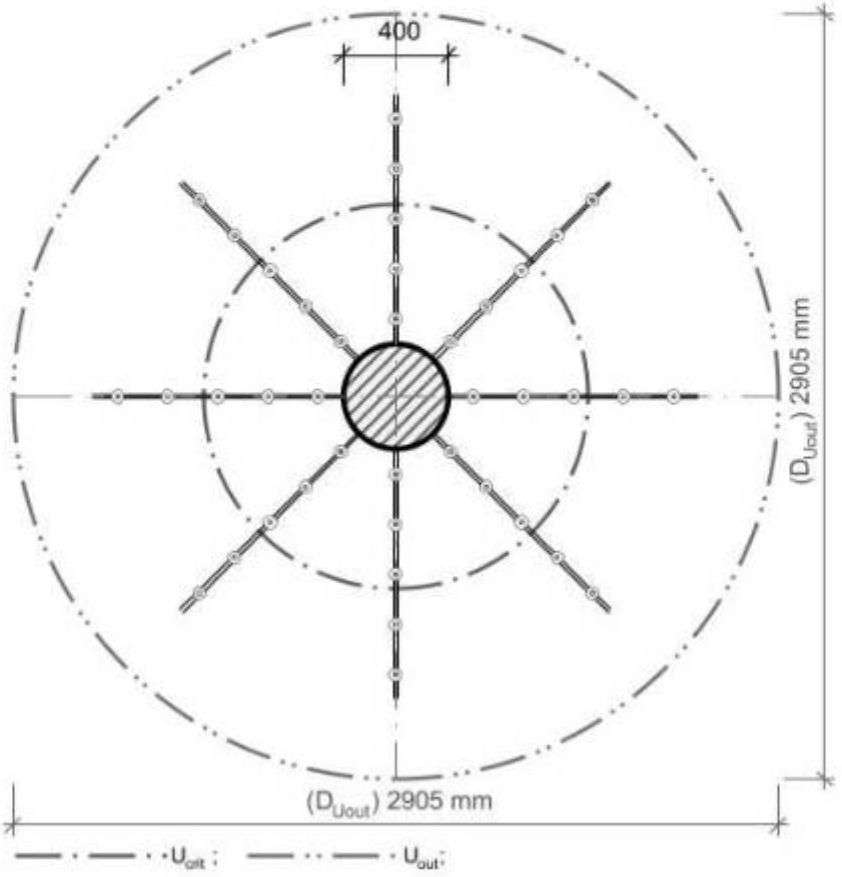
Länge des bewehrten Bereiches	ls = 855 mm
Rundschnittslänge	u_{out} = 9,126 m
Lasterhöhungsfaktor	$ß_{red}$ = ß = 1,10
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,out} = ß_{red}\cdot V_{Ed}$ = 1086,8 kN
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 489,7 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,out} = v_{Rd,c,out}\cdot d\cdot u_{out}$ = 1184,4 kN

$V_{Ed,out}$=1086,8kN ≤ $V_{Rd,c,out}$=1184,4kN

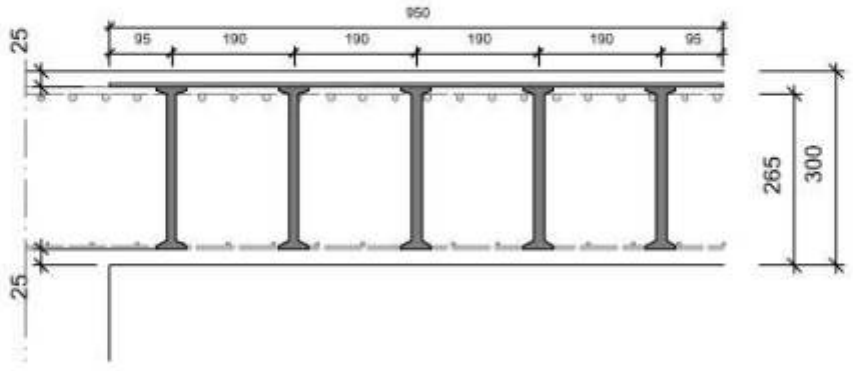
Länge der Durchstanzbewehrung ausreichend

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 4
	S2-S3 EG	Blatt: 2



8x Schöck BOLE O 16/250-5/A950



Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 5
	S5 EG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 686 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rund

Durchmesser	D = 400 mm
Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 265 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}71 \cdot 0{,}71)^{1/2}$ = 0,71 %

A_{sx} = 18,8 cm²/m (~ø20/167 mm); A_{sy} = 18,8 cm²/m (~ø20/167 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 9,8 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	κ = min{1+(200/d)$^{1/2}$; 2} = 1,87
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,07
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$ = 0,18/γ_c = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	v_{min} = (0,0525/γ_c)·$\kappa^{3/2}$·fck$^{1/2}$ = 489,7 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c}$ = max{$C_{Rd,c}$·κ·(ρ·f_{ck})$^{1/3}$; v_{min}} = 621,6 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

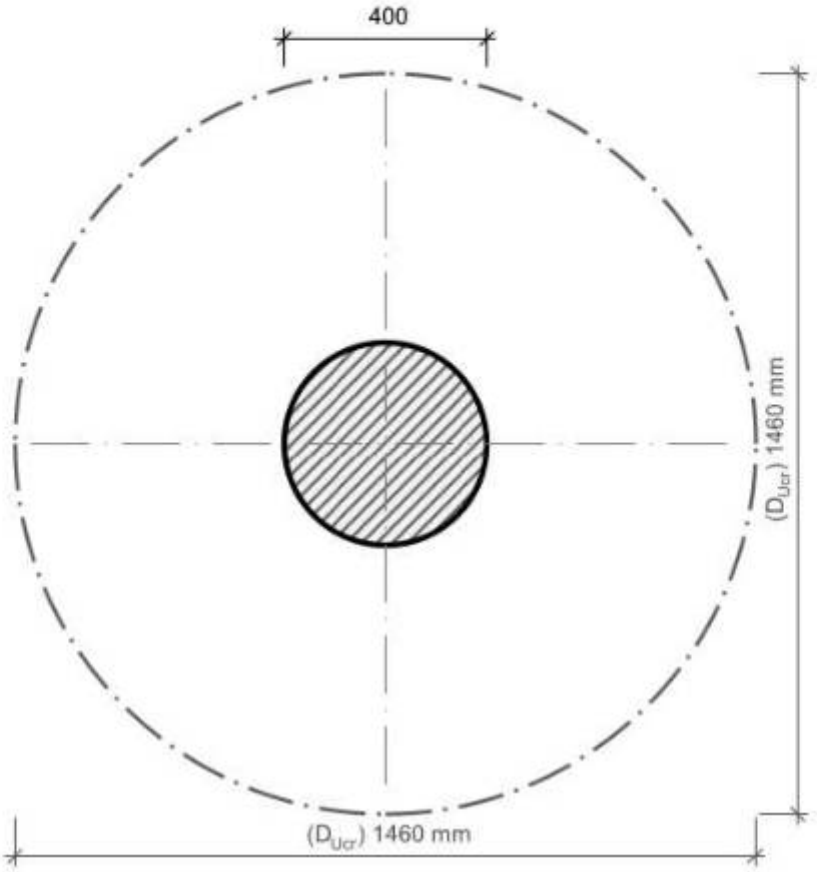
Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 530 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 4,587 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß}$ = ß·V_{Ed} = 754,6 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit}$ = $v_{Rd,c}$·d·U_{crit} = 755,6 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit}$ = $V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}$·1,96 = 1480,9 kN

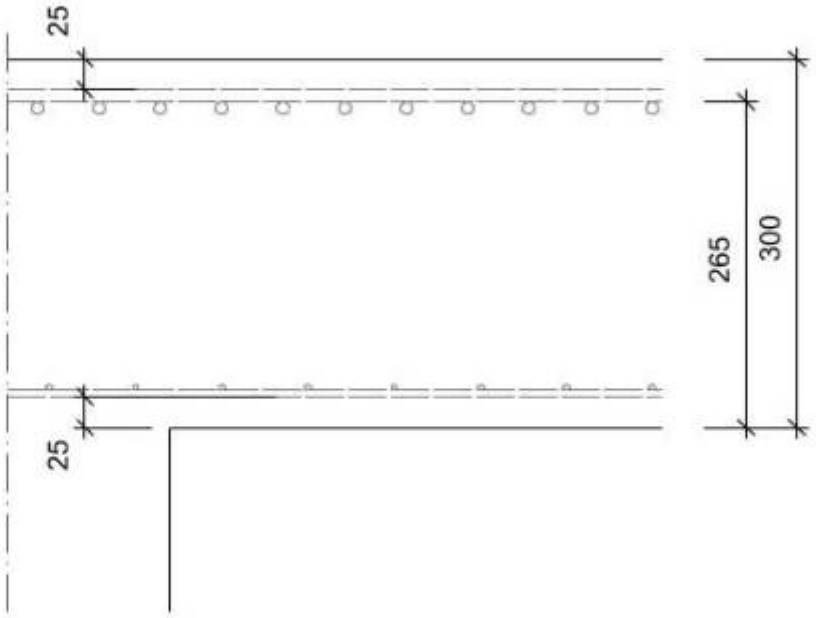
$V_{Ed,ß}$=754,6kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=755,6kN

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 6
	S5 EG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 7
	S6 EG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 328 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rund

Durchmesser	D = 400 mm
Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 265 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}15 \cdot 0{,}15)^{1/2}$ = 0,15 %

A_{sx} = 4,0 cm²/m (~ø20/795 mm); A_{sy} = 4,0 cm²/m (~ø20/795 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

$V_{Ed} / 1{,}4 / f_{yk}$ = 4,7 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,87
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,07
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 489,7 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 489,7 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 530 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 4,587 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 360,8 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 595,3 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 1166,7 kN

$V_{Ed,ß}$=360,8kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=595,3kN

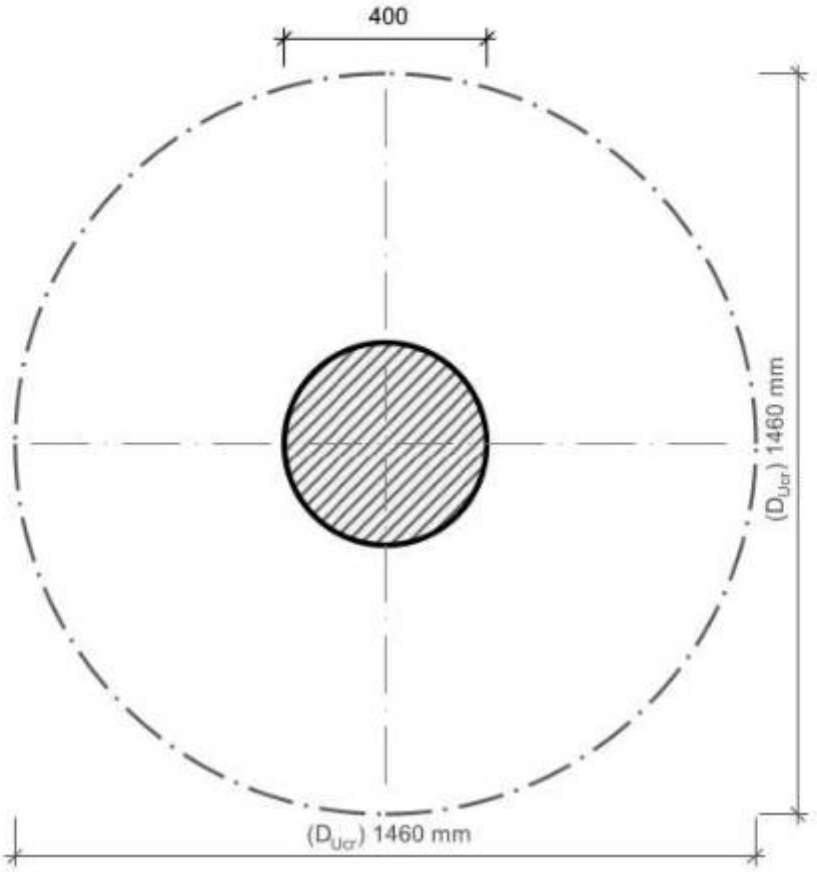
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

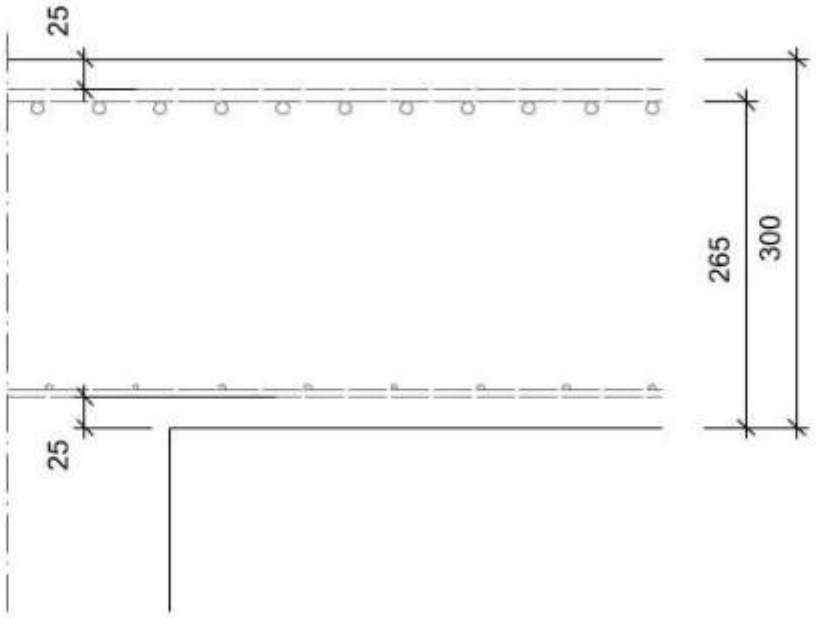
Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 8
	S6 EG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 9
	S7-S9 EG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 1116 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rund

Durchmesser	D = 400 mm
Plattendicke	h = 450 mm
Statische Nutzhöhe	d = 410 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 35 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}55 \cdot 0{,}55)^{1/2}$ = 0,55 %

A_{sx} = 22,6 cm²/m (~ø20/139 mm); A_{sy} = 22,6 cm²/m (~ø20/139 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

$V_{Ed} / 1{,}4 / f_{yk}$ = 15,9 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,70
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,21
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = \max\{0{,}18/\gamma_c \cdot (0{,}10{,}1 \cdot u_0/d+0{,}6); 0{,}1\}$ = 0,11
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c) \cdot \kappa^{3/2} \cdot fck^{1/2}$ = 424,3 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 470,4 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 820 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 6,409 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß \cdot V_{Ed}$ = 1227,6 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c} \cdot d \cdot U_{crit}$ = 1235,9 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,11)} \cdot 1{,}96$ = 2422,4 kN

$V_{Ed,ß}$=1227,6kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=1235,9kN

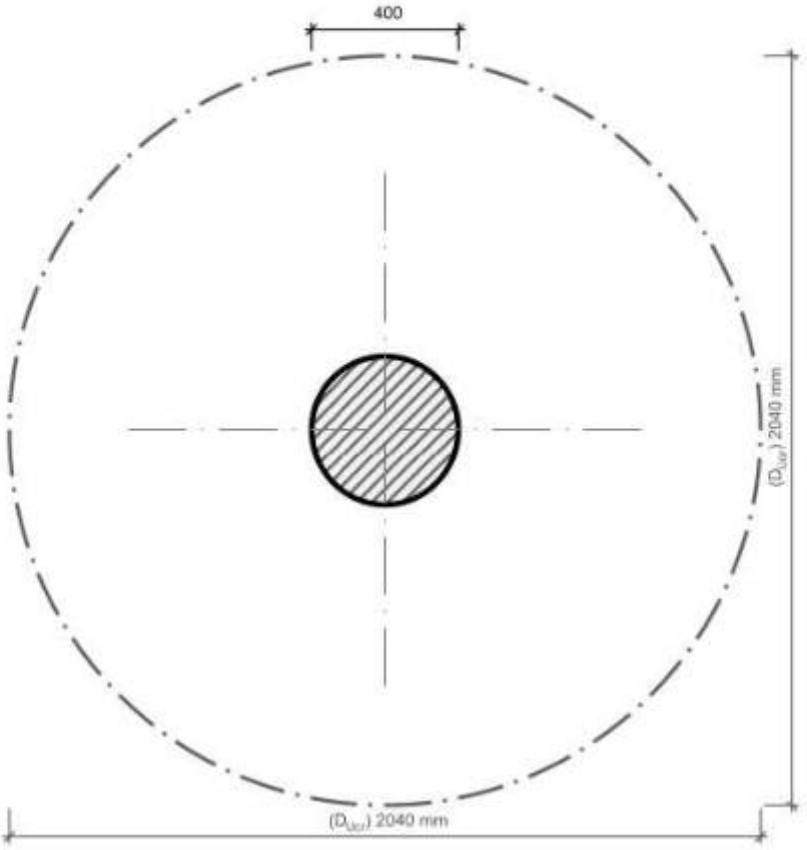
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

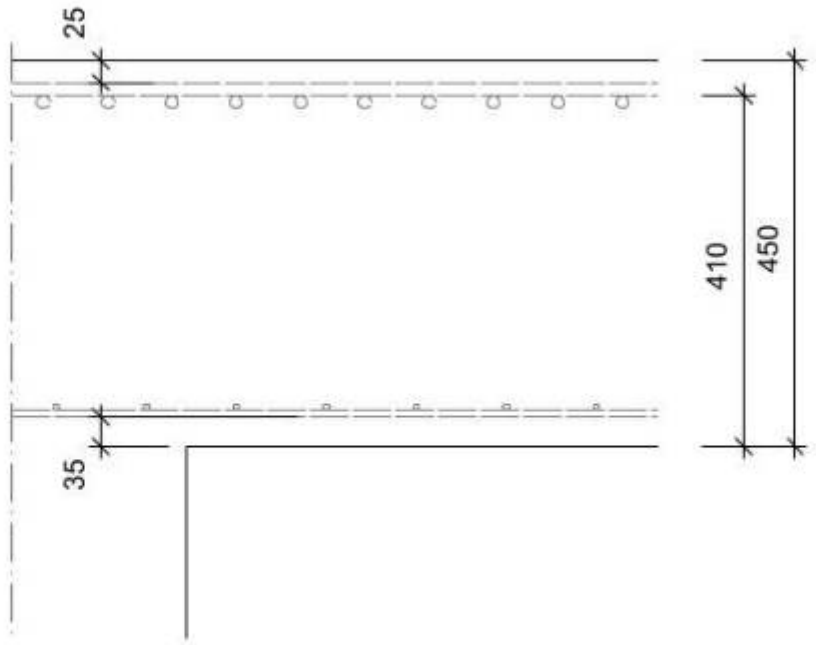
Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 10
	S7-S9 EG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 337 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN

Durchstanzlast wird gleichmäßig nur auf den aktiven Kritischen Rundschnitt verteilt

Lasterhöhungsfaktor	β = 1,20

Abmessung - Wandeck

Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 260 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}36 \cdot 0{,}36)^{1/2}$ = 0,36 %

A_{sx} = 9,4 cm²/m (~ø20/336 mm); A_{sy} = 9,4 cm²/m (~ø20/336 mm)

Bewehrung muss über den äußeren Rundschnitt "Uout" verankert werden

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 4,8 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,88
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,06
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 493,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 497,9 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 520 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 1,597 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 404,4 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 206,7 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 405,2 kN

$V_{Rd,c,crit}$=206,7kN ≤ $V_{Ed,ß}$=404,4kN ≤ $V_{Rd,max,crit}$=405,2kN

Durchstanzbewehrung erforderlich, gewählt:

4x Schöck BOLE O 14/250-7/A1330

Nachweis der Stahltragfähigkeit

$V_{Ed,ß}$=404,4kN ≤ $V_{Rd,sy,crit}=m_c\cdot n_c\cdot A_{s,j}\cdot f_{yd}/\eta$=505kN

Äußerer Rundschnitt $u_{out\ (ls\ +\ 1,5d)}$

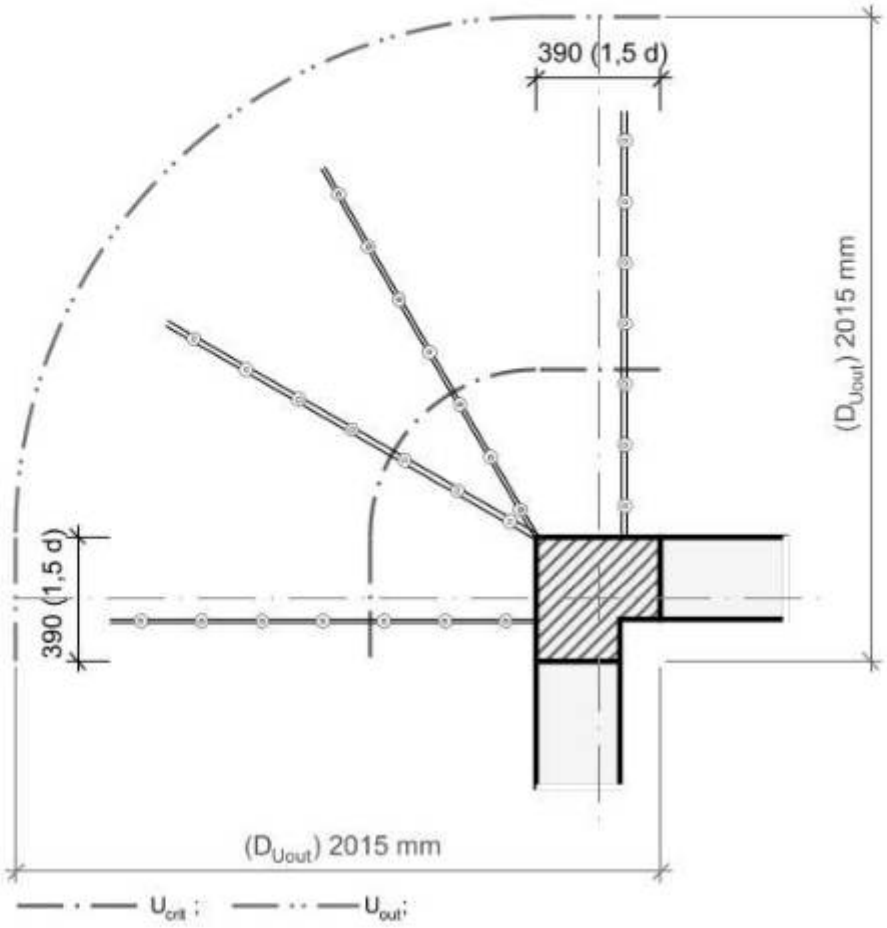
Länge des bewehrten Bereiches	ls = 1235 mm
Rundschnittslänge	u_{out} = 3,333 m
Lasterhöhungsfaktor	$ß_{red}$ = ß = 1,20
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,out} = ß_{red}\cdot V_{Ed}$ = 404,4 kN
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 493,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,out} = v_{Rd,c,out}\cdot d\cdot u_{out}$ = 427,2 kN

$V_{Ed,out}$=404,4kN ≤ $V_{Rd,c,out}$=427,2kN

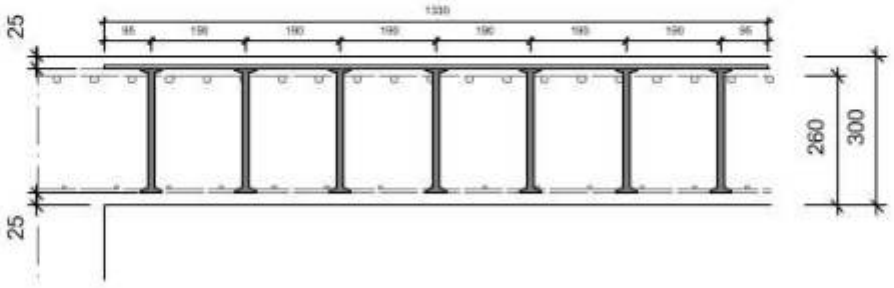
Länge der Durchstanzbewehrung ausreichend

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 24
	Wandecke Treppenhaus	Blatt: 2



4x Schöck BOLE O 14/250-7/A1330



Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 25
	Wandecke	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 239 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN

Durchstanzlast wird gleichmäßig nur auf den aktiven Kritischen Rundschnitt verteilt

Lasterhöhungsfaktor	β = 1,20

Abmessung - Wandeck

Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 260 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}97 \cdot 0{,}97)^{1/2}$ = 0,97 %

A_{sx} = 25,2 cm²/m (~ø20/125 mm); A_{sy} = 25,2 cm²/m (~ø20/125 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

$V_{Ed} / 1{,}4 / f_{yk}$ = 3,4 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,88
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,06
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 493,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 692,8 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 520 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 1,597 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 286,8 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 287,6 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 563,8 kN

$V_{Ed,ß}$=286,8kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=287,6kN

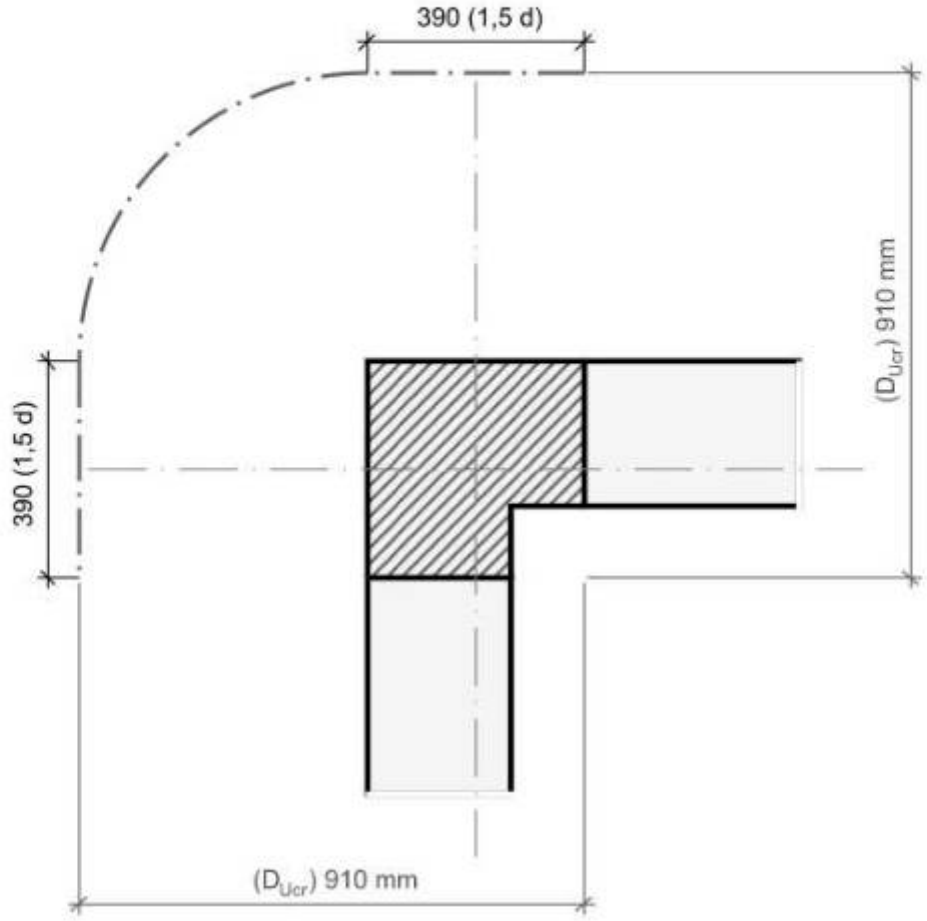
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

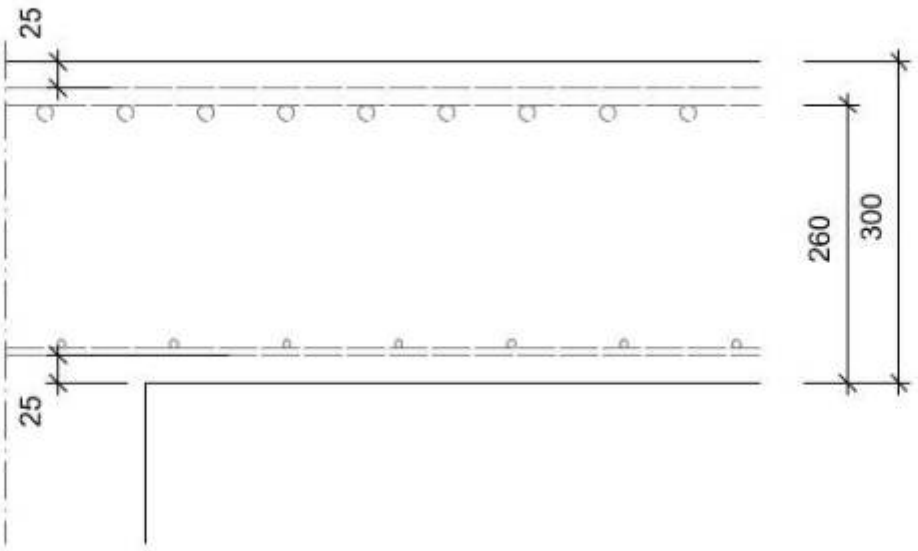
Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 26
	Wandecke	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 27
	Wandende	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 264 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,35

Abmessung - Wandende

Wandbreite	b = 240 mm
Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 260 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}80 \cdot 0{,}42)^{1/2}$ = 0,58 %

A_{sx} = 20,8 cm²/m (~ø20/151 mm); A_{sy} = 10,9 cm²/m (~ø20/289 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

$V_{Ed} / 1{,}4 / f_{yk}$ = 3,8 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,88
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,06
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 493,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 583,3 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 520 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 2,354 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 356,4 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 356,9 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 699,6 kN

$V_{Ed,ß}$=356,4kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=356,9kN

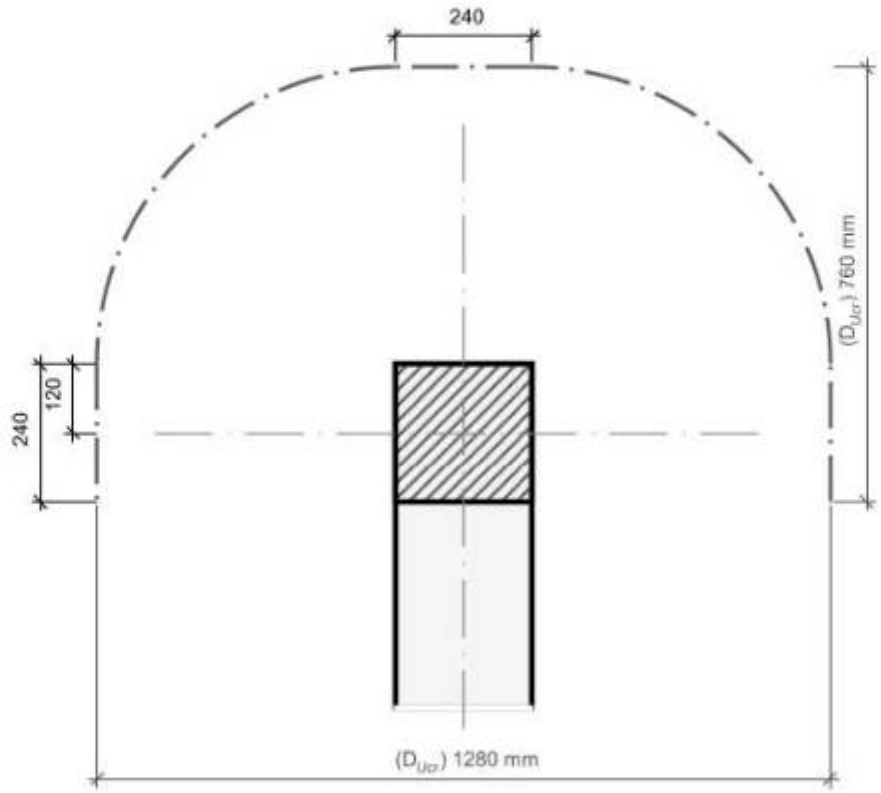
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

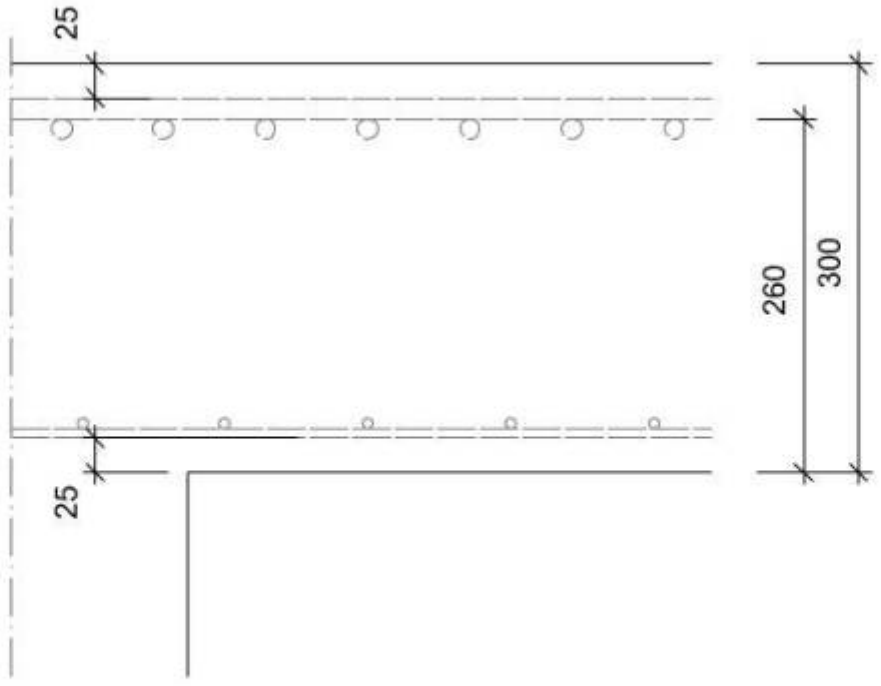
Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 28
	Wandende	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 11
	S15 EG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 718 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor (manuell)	β = 1,50

Abmessung - Randstütze Rund

Durchmesser	D = 400 mm
Plattendicke	h = 450 mm
Statische Nutzhöhe	d = 410 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 35 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}27 \cdot 0{,}14)^{1/2}$ = 0,19 %

A_{sx} = 11,2 cm²/m (~ø20/281 mm); A_{sy} = 5,6 cm²/m (~ø20/562 mm)

Bewehrung muss über den äußeren Rundschnitt "Uout" verankert werden

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 10,3 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,70
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,21
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 424,3 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 424,3 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 820 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 3,605 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 1077,0 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 627,1 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 1229,1 kN

$V_{Rd,c,crit}$=627,1kN ≤ $V_{Ed,ß}$=1077,0kN ≤ $V_{Rd,max,crit}$=1229,1kN

Durchstanzbewehrung erforderlich, gewählt:

5x Schöck BOLE O 20/390-4/A1200

Nachweis der Stahltragfähigkeit

$V_{Ed,ß}$=1077,0kN ≤ $V_{Rd,sy,crit}=m_c\cdot n_c\cdot A_{s,i}\cdot f_{yd}/\eta$=1129kN

Äußerer Rundschnitt $u_{out\ (ls\ +\ 1,5d)}$

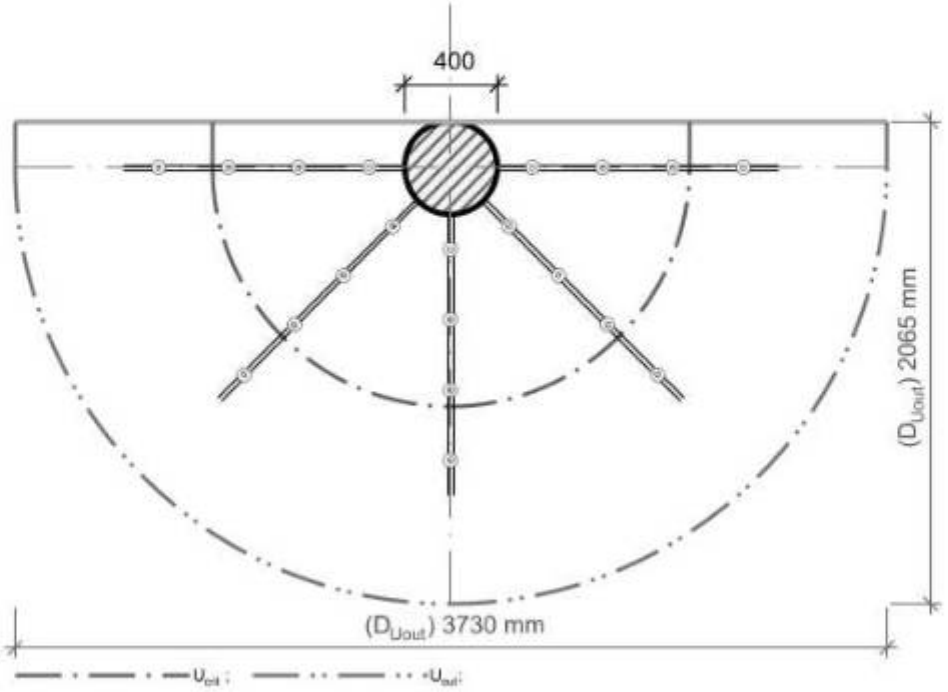
Länge des bewehrten Bereiches	ls = 1050 mm
Rundschnittslänge	u_{out} = 6,259 m
Lasterhöhungsfaktor	$ß_{red}$ = ß = 1,50
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,out} = ß_{red}\cdot V_{Ed}$ = 1077,0 kN
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 424,3 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,out} = v_{Rd,c,out}\cdot d\cdot u_{out}$ = 1088,9 kN

$V_{Ed,out}$=1077,0kN ≤ $V_{Rd,c,out}$=1088,9kN

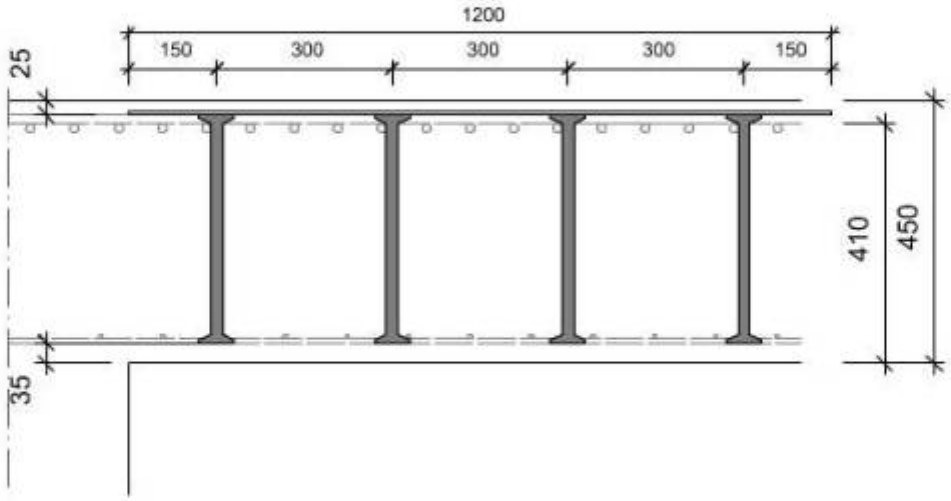
Länge der Durchstanzbewehrung ausreichend

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 12
	S15 EG	Blatt: 2



5x Schöck BOLE O 20/390-4/A1200



Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 13
	S16 EG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 1388 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor (manuell)	β = 1,10

Abmessung - Randstütze Rund

Durchmesser	D = 400 mm
Plattendicke	h = 450 mm
Statische Nutzhöhe	d = 410 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 35 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}82 \cdot 0{,}41)^{1/2}$ = 0,58 %

A_{sx} = 33,6 cm²/m (~ø20/93 mm); A_{sy} = 16,8 cm²/m (~ø20/187 mm)

Bewehrung muss über den äußeren Rundschnitt "Uout" verankert werden

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 19,8 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,70
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,21
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 424,3 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 528,1 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 820 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 3,605 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 1526,8 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 780,5 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 1529,8 kN

$V_{Rd,c,crit}$=780,5kN ≤ $V_{Ed,ß}$=1526,8kN ≤ $V_{Rd,max,crit}$=1529,8kN

Durchstanzbewehrung erforderlich, gewählt:

7x Schöck BOLE O 20/390-7/A2100

Nachweis der Stahltragfähigkeit

$V_{Ed,ß}$=1526,8kN ≤ $V_{Rd,sy,crit}=m_c\cdot n_c\cdot A_{s,i}\cdot f_{yd}/\eta$=1580kN

Äußerer Rundschnitt $u_{out\ (ls\ +\ 1,5d)}$

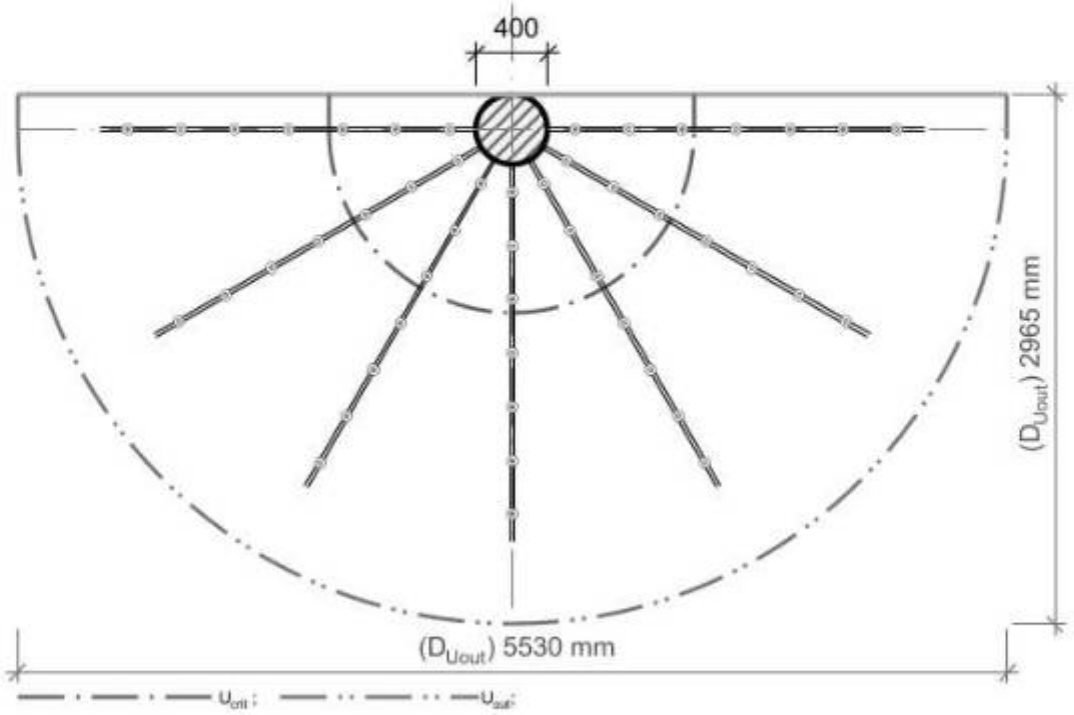
Länge des bewehrten Bereiches	ls = 1950 mm
Rundschnittslänge	u_{out} = 9,087 m
Lasterhöhungsfaktor	$ß_{red}$ = ß = 1,10
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,out} = ß_{red}\cdot V_{Ed}$ = 1526,8 kN
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 440,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,out} = v_{Rd,c,out}\cdot d\cdot u_{out}$ = 1639,6 kN

$V_{Ed,out}$=1526,8kN ≤ $V_{Rd,c,out}$=1639,6kN

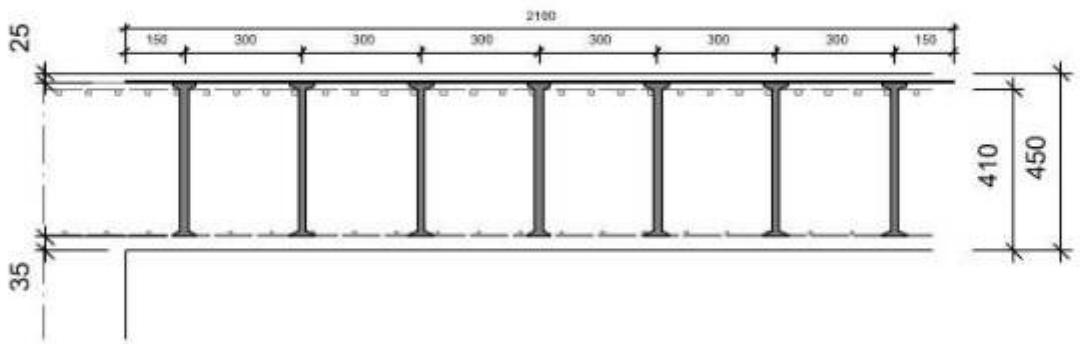
Länge der Durchstanzbewehrung ausreichend

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 14
	S16 EG	Blatt: 2



7x Schöck BOLE O 20/390-7/A2100



Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 15
	S17 EG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 352 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor (manuell)	β = 1,50

Abmessung - Randstütze Rund

Durchmesser	D = 400 mm
Plattendicke	h = 450 mm
Statische Nutzhöhe	d = 410 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 35 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}13 \cdot 0{,}13)^{1/2}$ = 0,13 %

A_{sx} = 5,5 cm²/m (~ø20/573 mm); A_{sy} = 5,3 cm²/m (~ø20/589 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

$V_{Ed} / 1{,}4 / f_{yk}$ = 5,0 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,70
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,21
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 424,3 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 424,3 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 820 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 3,605 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 528,0 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 627,1 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 1229,1 kN

$V_{Ed,ß}$=528,0kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=627,1kN

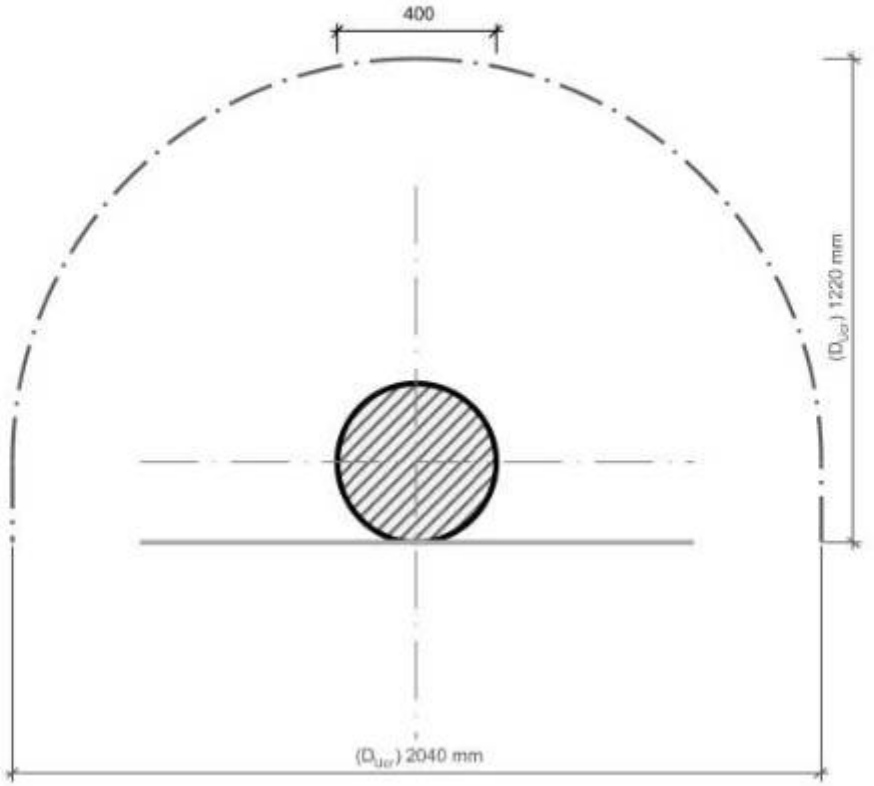
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

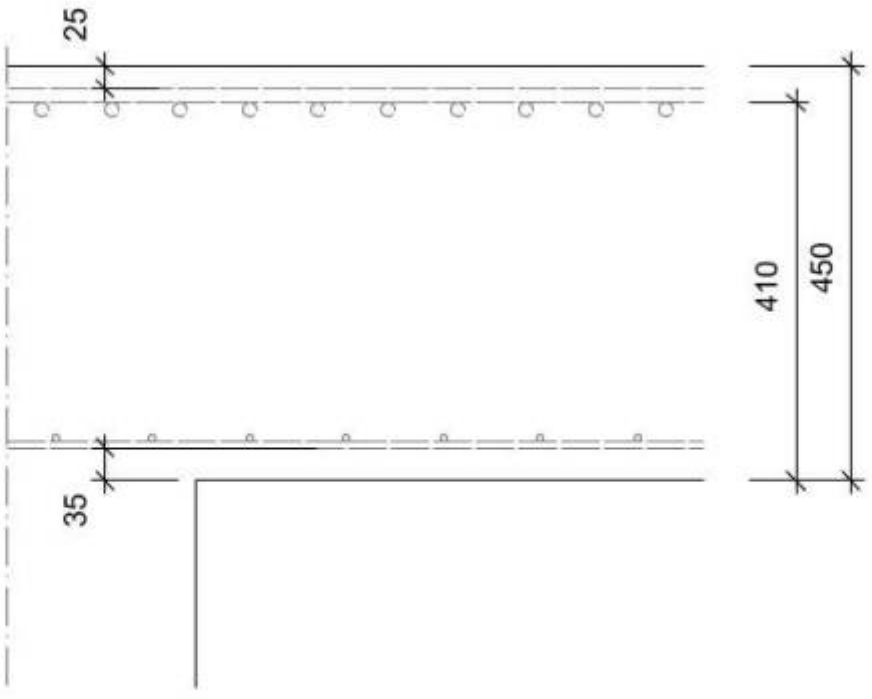
Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 16
	S17 EG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 775 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor (manuell)	β = 1,18

Abmessung - Randstütze Rund

Durchmesser	D = 400 mm
Plattendicke	h = 450 mm
Statische Nutzhöhe	d = 410 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 35 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(1{,}33 \cdot 0{,}66)^{1/2}$ = 0,94 %

A_{sx} = 54,5 cm²/m (~ø20/58 mm); A_{sy} = 27,3 cm²/m (~ø20/115 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 11,1 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	κ = min{1+(200/d)$^{1/2}$; 2} = 1,70
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,21
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$ = 0,18/γ_c = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	v_{min} = (0,0525/γ_c)·$\kappa^{3/2}$·fck$^{1/2}$ = 424,3 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c}$ = max{$C_{Rd,c}$·κ·(ρ·f_{ck})$^{1/3}$; v_{min}} = 620,4 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

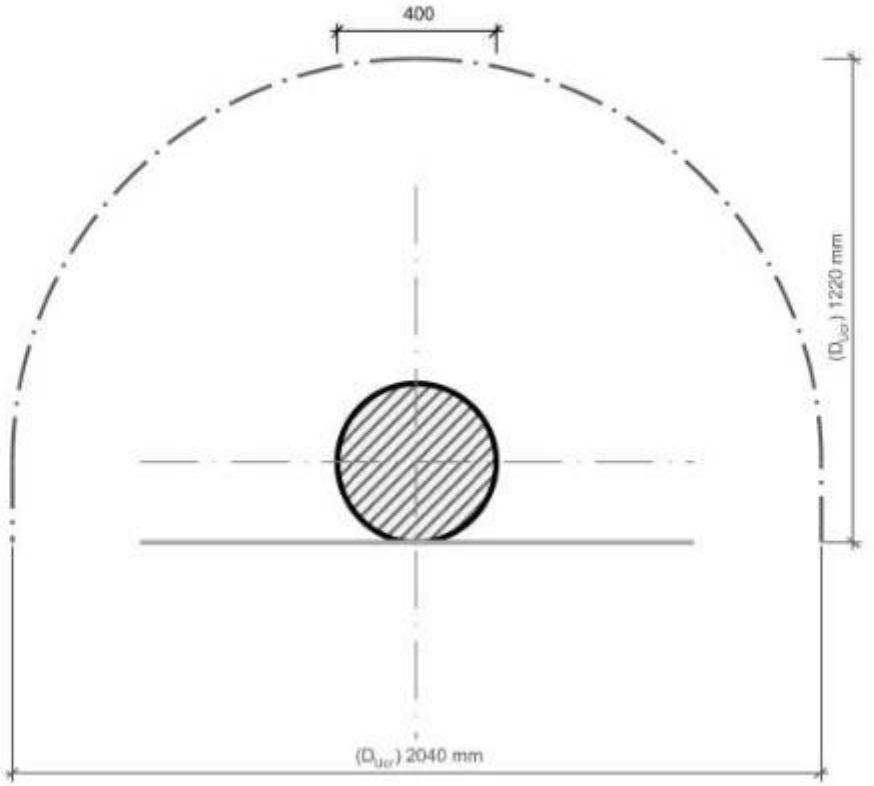
Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 820 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 3,605 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß}$ = ß·V_{Ed} = 914,5 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit}$ = $v_{Rd,c}$·d·U_{crit} = 916,8 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit}$ = $V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}$·1,96 = 1797,0 kN

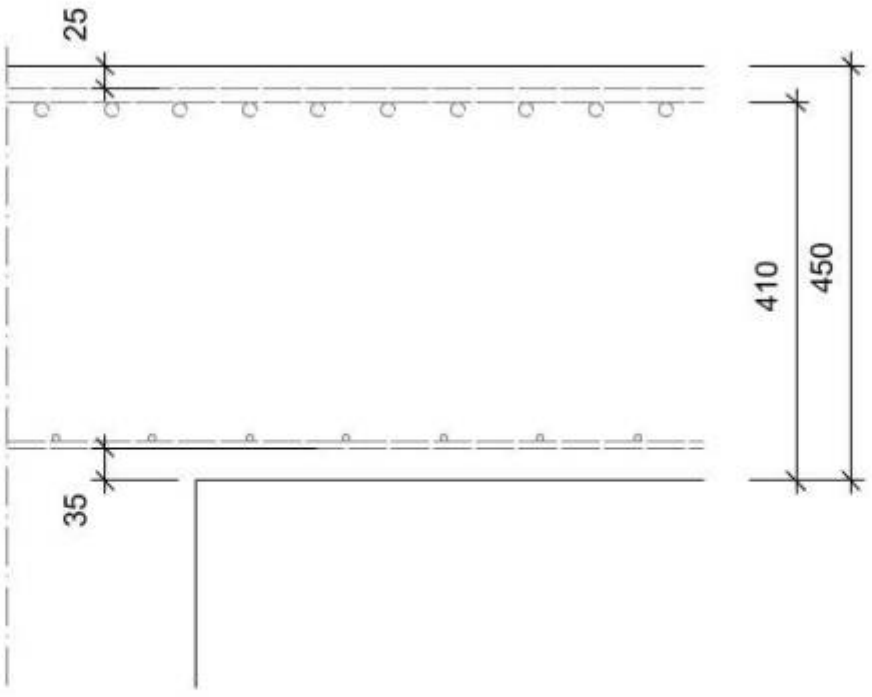
$V_{Ed,ß}$=914,5kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=916,8kN

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 18
	S18 EG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 19
	S19 EG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 827 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor (manuell)	β = 1,18

Abmessung - Randstütze Rund

Durchmesser	D = 400 mm
Plattendicke	h = 450 mm
Statische Nutzhöhe	d = 410 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 35 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(1{,}61 \cdot 0{,}81)^{1/2}$ = 1,14 %

A_{sx} = 66,1 cm²/m (~ø20/48 mm); A_{sy} = 33,1 cm²/m (~ø20/95 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

$V_{Ed} / 1{,}4 / f_{yk}$ = 11,8 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,70
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,21
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 424,3 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 661,6 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 820 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 3,605 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 975,9 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 977,7 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 1916,3 kN

$V_{Ed,ß}$=975,9kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=977,7kN

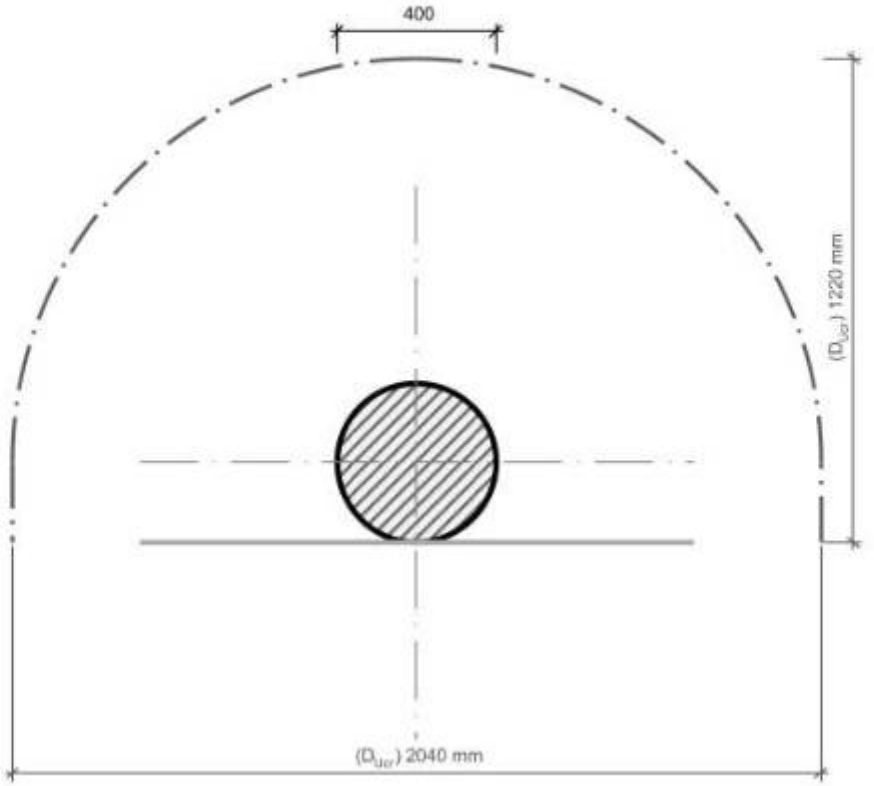
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

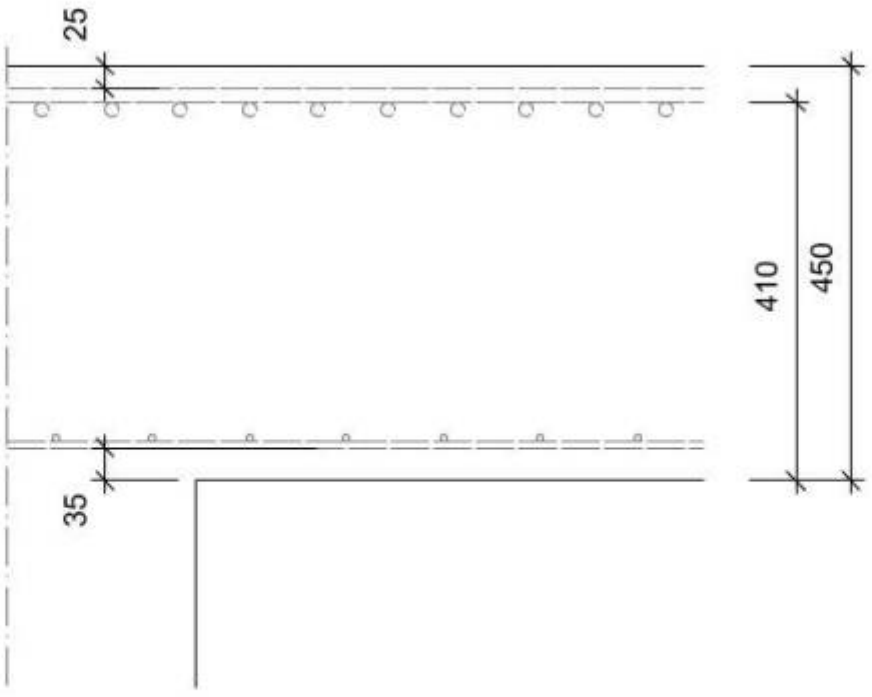
Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 20
	S19 EG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 405 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor (manuell)	β = 1,50

Abmessung - Randstütze Rund

Durchmesser	D = 400 mm
Plattendicke	h = 450 mm
Statische Nutzhöhe	d = 410 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 35 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}15 \cdot 0{,}13)^{1/2}$ = 0,14 %

A_{sx} = 6,3 cm²/m (~ø20/498 mm); A_{sy} = 5,3 cm²/m (~ø20/589 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

$V_{Ed} / 1{,}4 / f_{yk}$ = 5,8 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,70
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,21
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 424,3 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 424,3 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 820 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 3,605 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 607,5 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 627,1 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 1229,1 kN

$V_{Ed,ß}$=607,5kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=627,1kN

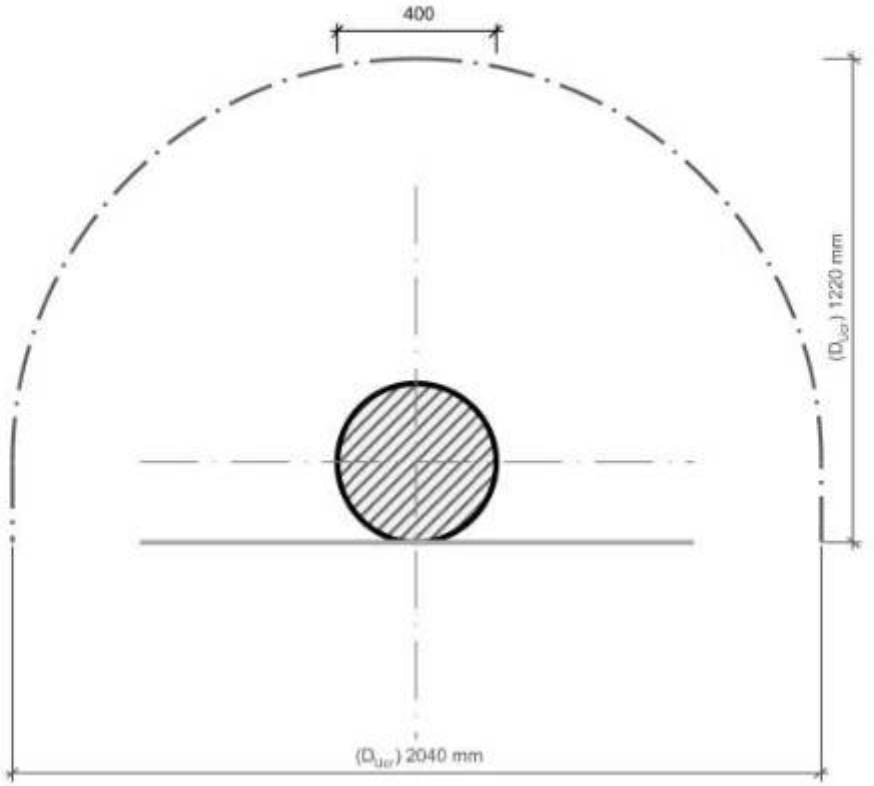
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

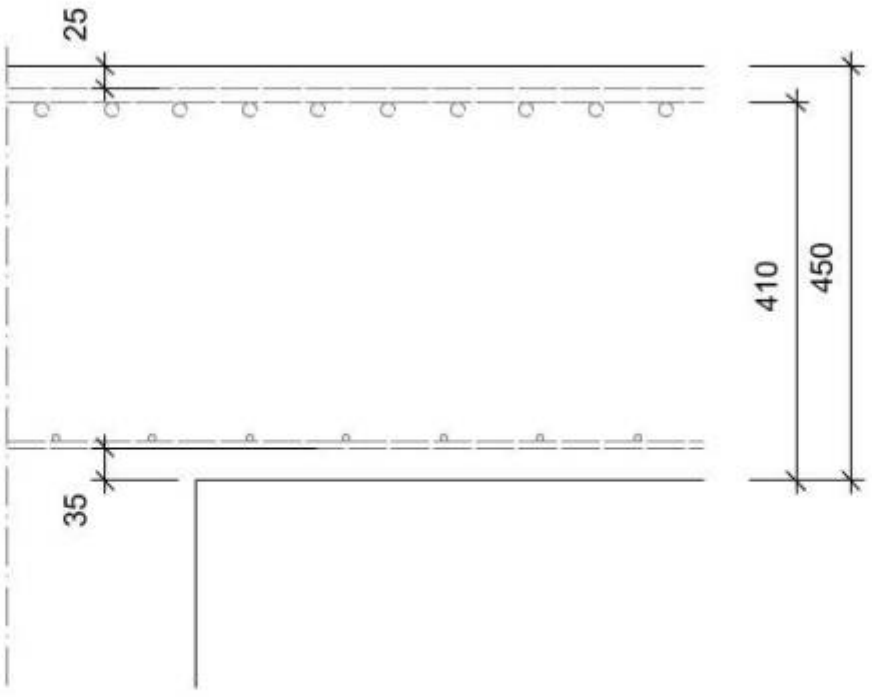
Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 22
	S20 EG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Restliche Last (Randseite)
Gesamter Rundschnitt minus Last Schöck mit 20% Sicherheit Frilo

S15 V_{Ed}=	(1284,4-597,90)*1,2	=	823,80 kN
S16 V_{Ed}=	(2052,5-1156,2)*1,2	=	1075,56 kN
S17 V_{Ed}=	(883,1-292,8)*1,2	=	708,36 kN
S18 V_{Ed}=	(1641,2-645,7)*1,2	=	1194,60 kN
S19 V_{Ed}=	(1727,7-689,0)*1,2	=	1246,44 kN
S20 V_{Ed}=	(952,0-337,0)*1,2	=	738,00 kN

Statisch durch
Vergleich geprüft

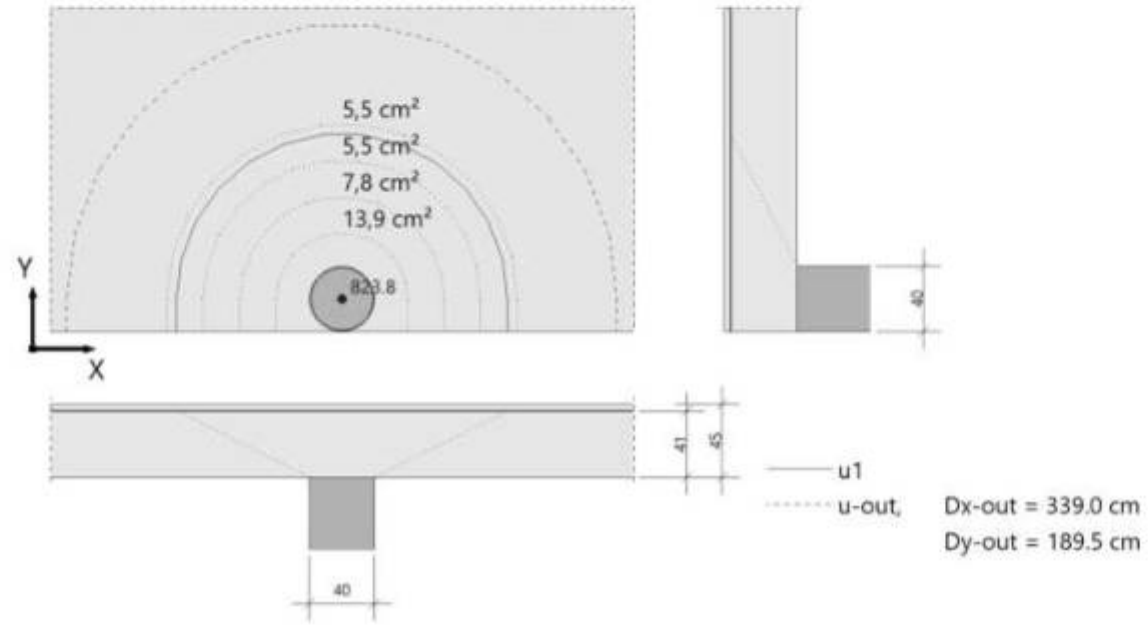
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: S15 Stanzen Rand

Durchstanzen (x64) B6+ 01/25B (FRILO R-2025-1/P06)

System

Grafik



Geometrie und Material

Platte	h =	45.0	cm	d_m =	41.0	cm
Randstütze rund	c =	40.0	cm			
Randabst. Stützenkante	r_y =	0.00	m			
Betondeckung	c_u =	2.0	cm	c_o =	2.0	cm
Baustoffe	Beton:	C 30/37		Stahl:	B500A	
	γ_c =	1.50		γ_s =	1.15	
	f_{ck} =	30.0	N/mm²	f_{yk} =	500.0	N/mm²

Lasten

vorgeg. Querkraft V_E = 823.8 kN (= V_{Ed})
Erhöhung β = 1.500

Ergebnisse

Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	u_1 =	360.4	cm	(bei a = 82.0 cm)
Bemessungsquerkraft	v_{Ed} =	0.836	N/mm²	
Vorfaktor	$C_{Rd,c}$ =	0.120		
Maßstabsfaktor	k =	1.698	< 2.0	
Bemessungswiderstand	$v_{Rd,c}$ =	0.633	N/mm²	
	v_{min} =	0.424	N/mm²	
max. Bemessungswiderstand	$v_{Rd,max}$ =	0.887	N/mm²	(= 1.4 * $v_{Rd,c}$)

Ergebnis: $v_{Rd,c} < v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$ Durchstanzbewehrung erforderlich

Längsbewehrungsgrade (ρ je Richtung) :

ohne Durchstanzbewehrung	erf ρ =	2.302	% =	94.4	cm²/m	
mit Durchstanzbewehrung aus Betonstahl	erf ρ =	0.839	% =	34.4	cm²/m	
max. Bewehrungsgrad	zul ρ ≤	1.955	% =	80.2	cm²/m	
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min ρ_x =	0.279	% =	11.5	cm²/m auf 0.15*l_y	
	min ρ_y =	0.137	% =	5.6	cm²/m je m Plattenbreite	
vorh. Bewehrungsgrad	vorh ρ =	1.000	% =	41.0	cm²/m	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: S15 Stanzen Rand

Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	cal b_g	=	100.0	cm
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für A_{sx}	erf b_{gy}	≥	189.5	cm
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für A_{sy}	erf b_{gx}	≥	339.0	cm

Hinweis: Die Verlegebreiten erf b_{gx} und erf b_{gy} geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh ρ bzw. vorh ρ_y und vorh ρ_x) anzuordnen ist.

äußerer Rundschnitt :

äußerer Rundschnitt	l_{out}	=	149.5	cm	(l_r+1.5*d_m)
Rundschnittlänge	u_{out}	=	572.5	cm	
Bemessungsquerkraft	v_{Ed}	=	0.526	N/mm²	
Bemessungswiderstand	$v_{Rd,c}$	=	0.528	N/mm²	> v_{Ed} OK
	v_{min}	=	0.424	N/mm²	

ERGEBNIS : Durchstanzbew. B500A, $f_{ywd,ef}$ = 352.5 N/mm², α = 90°, s_r = 22.5 cm

Reihe [-]	k_{sw} [-]	s_r [cm]	l_r [cm]	u [cm]	erf. A_{sw} [cm²]	erf. a_{sw} [cm²/m]	min. A_{sw} [cm²]
1	2.5	20.5	20.5	167.2	13.9	8.3	2.0
2	1.4	22.5	43.0	237.9	7.8	3.3	3.1
3	1.0	22.5	65.5	308.6	5.5	1.8	4.1
4	1.0	22.5	88.0	379.3	5.5	1.5	5.0
Hinweis: Stabdurchmesser $d_s \leq$ 21 mm (Durchstanzbewehrung)							

Kollapsbewehrung unten $A_{su} \geq$ 11.8 cm² (A_s=V_{Ed}/f_{yk}, γ_F=1.0)

Die Längsbewehrung ist außerhalb des äußeren Rundschnittes zu verankern.

Statisch durch
Vergleich geprüft

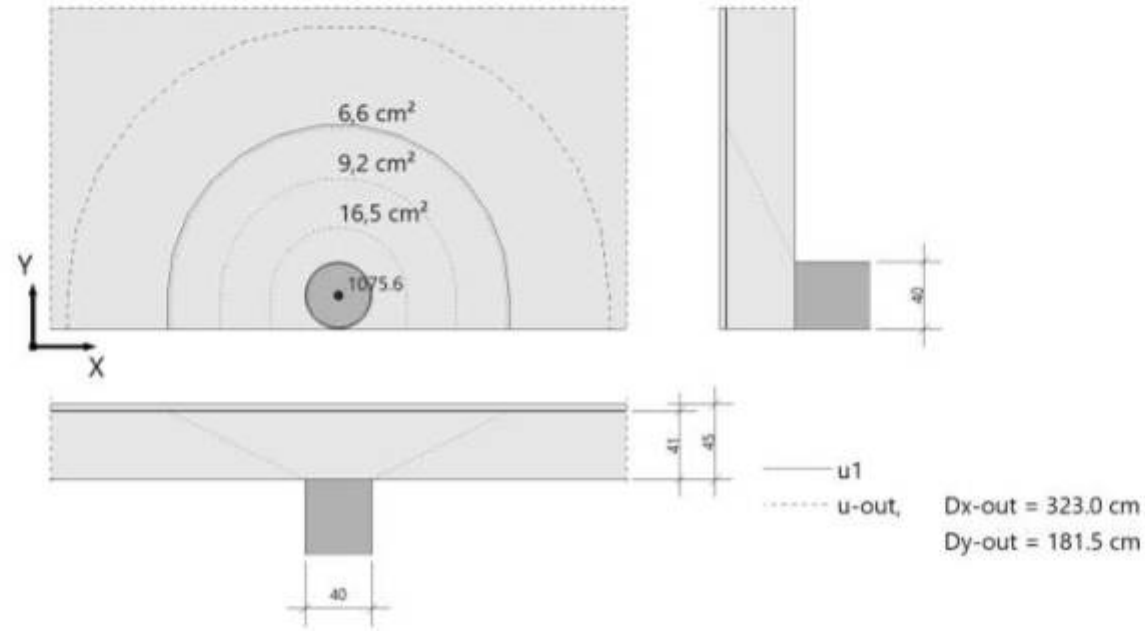
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: S16 Stanzen Rand

Durchstanzen (x64) B6+ 01/25B (FRILO R-2025-1/P06)

System

Grafik



Geometrie und Material

Platte	h =	45.0	cm	d_m =	41.0	cm
Randstütze rund	c =	40.0	cm			
Randabst. Stützenkante	r_y =	0.00	m			
Betondeckung	c_u =	2.0	cm	c_o =	2.0	cm

Baustoffe	Beton:	C 30/37	Stahl:	B500A	
	γ_c =	1.50	γ_s =	1.15	
	f_{ck} =	30.0	N/mm²	f_{yk} =	500.0 N/mm²

Lasten

vorgeg. Querkraft V_E = 1075.6 kN (= V_{Ed})
Erhöhung β = 1.100

Ergebnisse

Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	u_1 =	360.4	cm	(bei a = 82.0 cm)
Bemessungsquerkraft	v_{Ed} =	0.801	N/mm²	
Vorfaktor	$C_{Rd,c}$ =	0.120		
Maßstabsfaktor	k =	1.698	< 2.0	
Bemessungswiderstand	$v_{Rd,c}$ =	0.633	N/mm²	
	v_{min} =	0.424	N/mm²	
max. Bemessungswiderstand	$v_{Rd,max}$ =	0.887	N/mm²	(= 1.4 * $v_{Rd,c}$)

Ergebnis: $v_{Rd,c} < v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$ Durchstanzbewehrung erforderlich

Längsbewehrungsgrade (ρ je Richtung) :

ohne Durchstanzbewehrung	erf ρ =	2.021	% =	82.9	cm²/m	
mit Durchstanzbewehrung aus Betonstahl	erf ρ =	0.737	% =	30.2	cm²/m	
max. Bewehrungsgrad	zul ρ ≤	1.955	% =	80.2	cm²/m	
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min ρ_x =	0.369	% =	15.1	cm²/m	auf 0.15*l_y
	min ρ_y =	0.180	% =	7.4	cm²/m	je m Plattenbreite
vorh. Bewehrungsgrad	vorh ρ =	1.000	% =	41.0	cm²/m	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: S16 Stanzen Rand

Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	cal b_g	=	100.0	cm
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für A_{sx}	erf b_{gy}	≥	181.5	cm
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für A_{sy}	erf b_{gx}	≥	323.0	cm

Hinweis: Die Verlegebreiten erf b_{gx} und erf b_{gy} geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh ρ bzw. vorh ρ_y und vorh ρ_x) anzuordnen ist.

äußerer Rundschnitt :

äußerer Rundschnitt	l_{out}	=	141.5	cm	(l_r+1.5*d_m)
Rundschnittlänge	u_{out}	=	547.4	cm	
Bemessungsquerkraft	v_{Ed}	=	0.527	N/mm²	
Bemessungswiderstand	$v_{Rd,c}$	=	0.528	N/mm²	> v_{Ed} OK
	v_{min}	=	0.424	N/mm²	

ERGEBNIS : Durchstanzbew. B500A, $f_{ywd,ef}$ = 352.5 N/mm², α = 90°, s_r = 29.8 cm

Reihe [-]	k_{sw} [-]	s_r [cm]	l_r [cm]	u [cm]	erf. A_{sw} [cm²]	erf. a_{sw} [cm²/m]	min. A_{sw} [cm²]
1	2.5	20.5	20.5	167.2	16.5	9.9	2.0
2	1.4	29.8	50.3	260.7	9.2	3.5	4.5
3	1.0	29.8	80.0	354.2	6.6	1.9	6.2
Hinweis: Stabdurchmesser $d_s \leq$ 21 mm (Durchstanzbewehrung)							

Kollapsbewehrung unten $A_{su} \geq$ 15.4 cm² (A_s=V_{Ed}/f_{yk}, γ_F=1.0)

Die Längsbewehrung ist außerhalb des äußeren Rundschnittes zu verankern.

Statisch durch
Vergleich geprüft

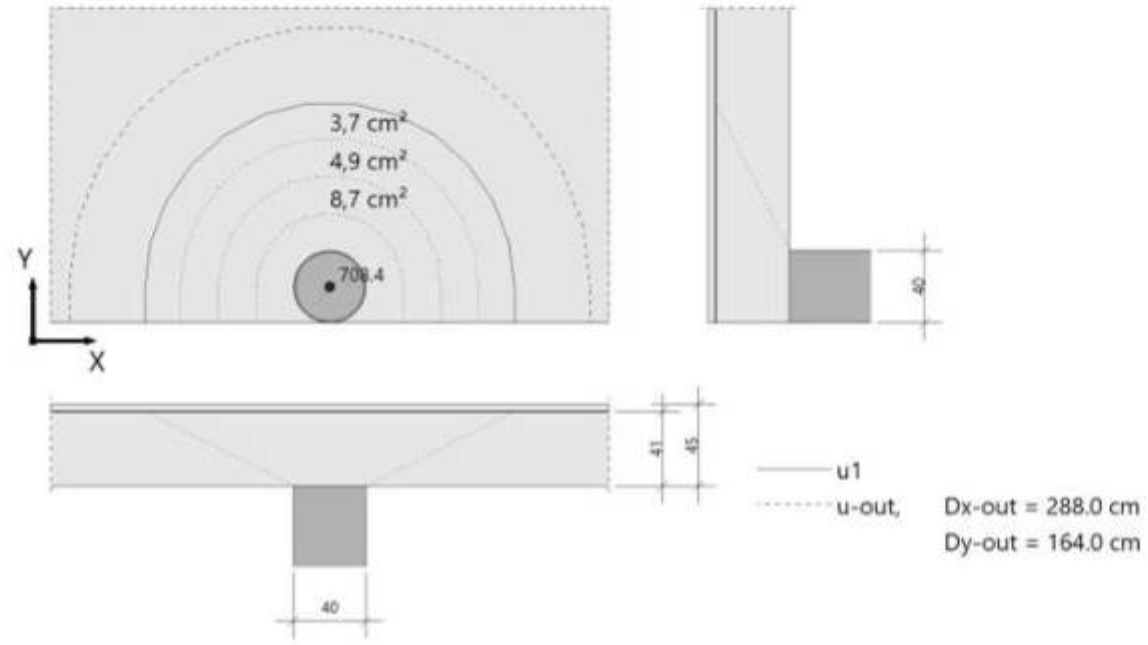
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: S17 Stanzen Rand

Durchstanzen (x64) B6+ 01/25B (FRILO R-2025-1/P06)

System

Grafik



Geometrie und Material

Platte	h	=	45.0	cm	d_m	=	41.0 cm
Randstütze rund	c	=	40.0	cm			
Randabst. Stützenkante	r_y	=	0.00	m			
Betondeckung	c_u	=	2.0	cm	c_o	=	2.0 cm

Baustoffe	Beton:		C 30/37		Stahl:		B500A
	γ_c	=	1.50		γ_s	=	1.15
	f_{ck}	=	30.0	N/mm²	f_{yk}	=	500.0 N/mm²

Lasten

vorgeg. Querkraft V_E = 708.4 kN (= V_{Ed})
Erhöhung β = 1.500

Ergebnisse

Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	u_1	=	360.4	cm (bei a = 82.0 cm)
Bemessungsquerkraft	v_{Ed}	=	0.719	N/mm²
Vorfaktor	$C_{Rd,c}$	=	0.120	
Maßstabsfaktor	k	=	1.698	< 2.0
Bemessungswiderstand	$v_{Rd,c}$	=	0.633	N/mm²
	v_{min}	=	0.424	N/mm²
max. Bemessungswiderstand	$v_{Rd,max}$	=	0.887	N/mm² (= 1.4 * $v_{Rd,c}$)

Ergebnis: $v_{Rd,c} < v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$ Durchstanzbewehrung erforderlich

Längsbewehrungsgrade (ρ je Richtung) :

ohne Durchstanzbewehrung	erf ρ	=	1.464	%	=	60.0	cm²/m
mit Durchstanzbewehrung aus Betonstahl	erf ρ	=	0.534	%	=	21.9	cm²/m
max. Bewehrungsgrad	zul ρ	≤	1.955	%	=	80.2	cm²/m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min ρ_x	=	0.239	%	=	9.8	cm²/m auf 0.15*l_y
	min ρ_y	=	0.129	%	=	5.3	cm²/m je m Plattenbreite
vorh. Bewehrungsgrad	vorh ρ	=	1.000	%	=	41.0	cm²/m

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	cal b_g	=	100.0 cm
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für A_{sx}	erf b_{gy}	≥	164.0 cm
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für A_{sy}	erf b_{gx}	≥	288.0 cm

Hinweis: Die Verlegebreiten erf b_{gx} und erf b_{gy} geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh ρ bzw. vorh ρ_y und vorh ρ_x) anzuordnen ist.

äußerer Rundschnitt :

äußerer Rundschnitt	l_{out}	=	124.0 cm	(l_r+1.5*d_m)
Rundschnittlänge	u_{out}	=	492.4 cm	
Bemessungsquerkraft	v_{Ed}	=	0.526 N/mm²	
Bemessungswiderstand	$v_{Rd,c}$	=	0.528 N/mm²	> v_{Ed} OK
	v_{min}	=	0.424 N/mm²	

ERGEBNIS : Durchstanzbew. B500A, $f_{ywd,ef}$ = 352.5 N/mm², α = 90°, s_r = 21.0 cm

Reihe [-]	k_{sw} [-]	s_r [cm]	l_r [cm]	u [cm]	erf. A_{sw} [cm²]	erf. a_{sw} [cm²/m]	min. A_{sw} [cm²]	Kennz. [-]
1	2.5	20.5	20.5	167.2	8.7	5.2	2.0	
2	1.4	21.0	41.5	233.2	4.9	2.1	2.9	
3	1.0	21.0	62.5	299.2	3.7	1.2	3.7	*)

*) Mindestbewehrung nach DIN EN 1992:2015, Abs. 9.4.3, Gl. (9.11) wird maßgebend.
Hinweis: Stabdurchmesser $d_s \leq$ 21 mm (Durchstanzbewehrung)

Kollapsbewehrung unten $A_{su} \geq$ 10.1 cm² (A_s=V_{Ed}/f_{yk}, γ_F=1.0)

Die Längsbewehrung ist außerhalb des äußeren Rundschnittes zu verankern.

Statisch durch
Vergleich geprüft

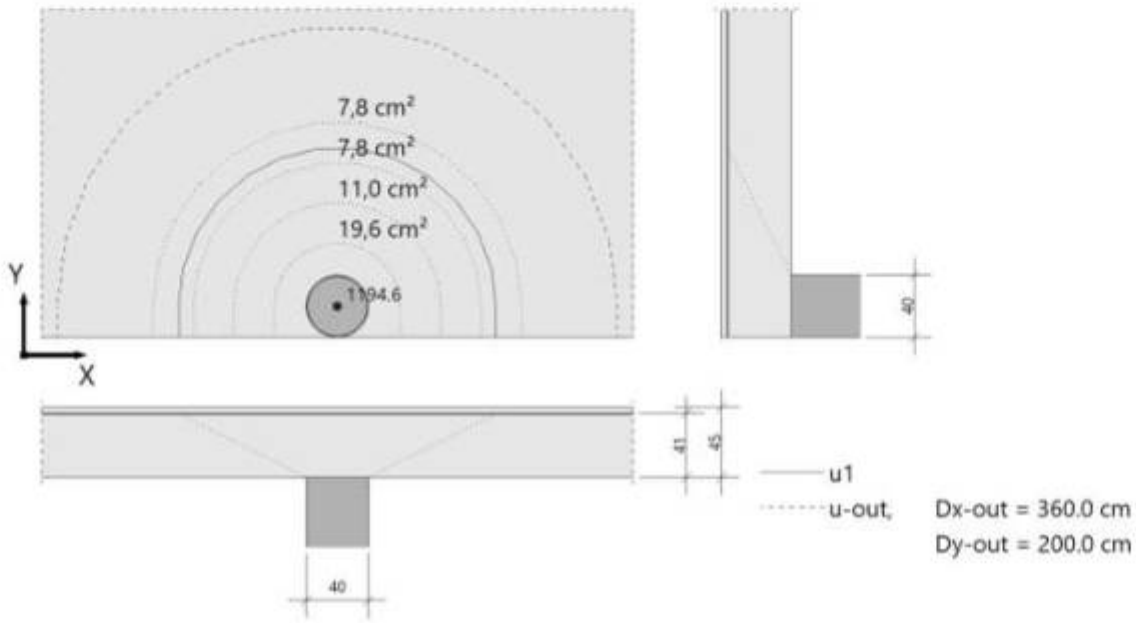
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: S18 Stanzen Rand

Durchstanzen (x64) B6+ 01/25B (FRILO R-2025-1/P06)

System

Grafik



Geometrie und Material

Platte	h	=	45.0	cm	d_m	=	41.0 cm
Randstütze rund	c	=	40.0	cm			
Randabst. Stützenkante	r_y	=	0.00	m			
Betondeckung	c_u	=	2.0	cm	c_o	=	2.0 cm

Baustoffe	Beton:		C 30/37		Stahl:		B500A
	γ_c	=	1.50		γ_s	=	1.15
	f_{ck}	=	30.0	N/mm²	f_{yk}	=	500.0 N/mm²

Lasten

vorgeg. Querkraft V_E = 1194.6 kN (= V_{Ed})
Erhöhung β = 1.180

Ergebnisse

Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	u_1	=	360.4	cm (bei a = 82.0 cm)
Bemessungsquerkraft	v_{Ed}	=	0.954	N/mm²
Vorfaktor	$C_{Rd,c}$	=	0.120	
Maßstabsfaktor	k	=	1.698	< 2.0
Bemessungswiderstand	$v_{Rd,c}$	=	0.682	N/mm²
	v_{min}	=	0.424	N/mm²
max. Bemessungswiderstand	$v_{Rd,max}$	=	0.955	N/mm² (= 1.4 * $v_{Rd,c}$)

Ergebnis: $v_{Rd,c} < v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$ Durchstanzbewehrung erforderlich

Längsbewehrungsgrade (ρ je Richtung) :

ohne Durchstanzbewehrung	erf ρ	=	3.418	%	=	140.1	cm²/m
mit Durchstanzbewehrung aus Betonstahl	erf ρ	=	1.246	%	=	51.1	cm²/m
max. Bewehrungsgrad	zul ρ	≤	1.955	%	=	80.2	cm²/m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min ρ_x	=	0.415	%	=	17.0	cm²/m auf 0.15*l_y
	min ρ_y	=	0.201	%	=	8.2	cm²/m je m Plattenbreite
vorh. Bewehrungsgrad	vorh ρ	=	1.250	%	=	51.3	cm²/m

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: S18 Stanzen Rand

Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	cal b_g	=	100.0	cm
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für A_{sx}	erf b_{gy}	≥	200.0	cm
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für A_{sy}	erf b_{gx}	≥	360.0	cm

Hinweis: Die Verlegebreiten erf b_{gx} und erf b_{gy} geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh ρ bzw. vorh ρ_y und vorh ρ_x) anzuordnen ist.

äußerer Rundschnitt :

äußerer Rundschnitt	l_{out}	=	160.0	cm	(l_r+1.5*d_m)
Rundschnittlänge	u_{out}	=	605.5	cm	
Bemessungsquerkraft	v_{Ed}	=	0.568	N/mm²	
Bemessungswiderstand	$v_{Rd,c}$	=	0.568	N/mm²	> v_{Ed} OK
	v_{min}	=	0.424	N/mm²	

ERGEBNIS : Durchstanzbew. B500A, $f_{ywd,ef}$ = 352.5 N/mm², α = 90°, s_r = 26.0 cm

Reihe [-]	k_{sw} [-]	s_r [cm]	l_r [cm]	u [cm]	erf. A_{sw} [cm²]	erf. a_{sw} [cm²/m]	min. A_{sw} [cm²]
1	2.5	20.5	20.5	167.2	19.6	11.7	2.0
2	1.4	26.0	46.5	248.9	11.0	4.4	3.8
3	1.0	26.0	72.5	330.6	7.8	2.4	5.0
4	1.0	26.0	98.5	412.3	7.8	1.9	6.3

Hinweis: Stabdurchmesser $d_s \leq$ 21 mm (Durchstanzbewehrung)

Kollapsbewehrung unten $A_{su} \geq$ 17.1 cm² (A_s=V_{Ed}/f_{yk}, γ_F=1.0)

Die Längsbewehrung ist außerhalb des äußeren Rundschnittes zu verankern.

Statisch durch
Vergleich geprüft

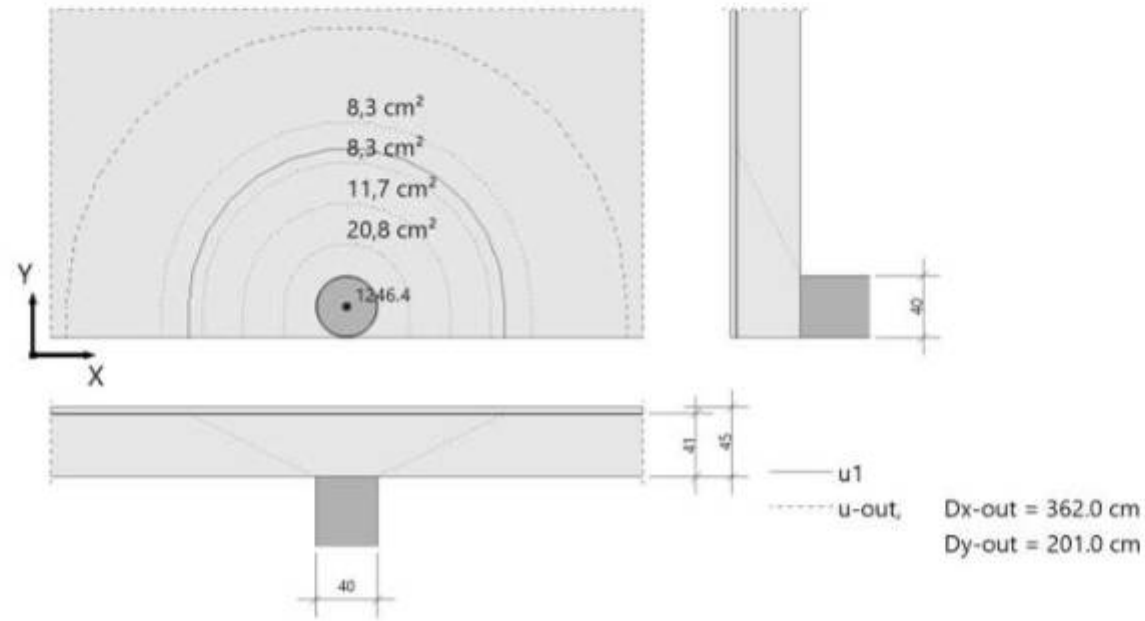
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: S19 Stanzen Rand

Durchstanzen (x64) B6+ 01/25B (FRILO R-2025-1/P06)

System

Grafik



Geometrie und Material

Platte	h =	45.0 cm		d_m =	41.0 cm	
Randstütze rund	c =	40.0 cm				
Randabst. Stützenkante	r_y =	0.00 m				
Betondeckung	c_u =	2.0 cm		c_o =	2.0 cm	
Baustoffe	Beton:	C 30/37		Stahl:	B500A	
	γ_c =	1.50		γ_s =	1.15	
	f_{ck} =	30.0 N/mm²		f_{yk} =	500.0 N/mm²	

Lasten

vorgeg. Querkraft V_E = 1246.4 kN (= V_{Ed})
Erhöhung β = 1.180

Ergebnisse

Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	u_1 =	360.4 cm	(bei a = 82.0 cm)
Bemessungsquerkraft	v_{Ed} =	0.995 N/mm²	
Vorfaktor	$C_{Rd,c}$ =	0.120	
Maßstabsfaktor	k =	1.698	< 2.0
Bemessungswiderstand	$v_{Rd,c}$ =	0.708 N/mm²	
	v_{min} =	0.424 N/mm²	
max. Bemessungswiderstand	$v_{Rd,max}$ =	0.992 N/mm²	(= 1.4 * $v_{Rd,c}$)

Ergebnis: $v_{Rd,c} < v_{Ed} \approx v_{Rd,max}$ Durchstanzbewehrung erforderlich

Längsbewehrungsgrade (ρ je Richtung) :

ohne Durchstanzbewehrung	erf ρ =	3.882 %	=	159.1	cm²/m
mit Durchstanzbewehrung aus Betonstahl	erf ρ =	1.415 %	=	58.0	cm²/m
max. Bewehrungsgrad	zul ρ ≤	1.955 %	=	80.2	cm²/m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min ρ_x =	0.435 %	=	17.9	cm²/m auf 0.15*l_y
	min ρ_y =	0.209 %	=	8.6	cm²/m je m Plattenbreite
vorh. Bewehrungsgrad	vorh ρ =	1.400 %	=	57.4	cm²/m

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: S19 Stanzen Rand

Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	cal b_g	=	100.0	cm
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für A_{sx}	erf b_{gy}	≥	201.0	cm
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für A_{sy}	erf b_{gx}	≥	362.0	cm

Hinweis: Die Verlegebreiten erf b_{gx} und erf b_{gy} geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh ρ bzw. vorh ρ_y und vorh ρ_x) anzuordnen ist.

äußerer Rundschnitt :

äußerer Rundschnitt	l_{out}	=	161.0	cm	(l_r+1.5*d_m)
Rundschnittlänge	u_{out}	=	608.6	cm	
Bemessungsquerkraft	v_{Ed}	=	0.589	N/mm²	
Bemessungswiderstand	$v_{Rd,c}$	=	0.590	N/mm²	> v_{Ed} OK
	v_{min}	=	0.424	N/mm²	

ERGEBNIS : Durchstanzbew. B500A, $f_{ywd,ef}$ = 352.5 N/mm², α = 90°, s_r = 26.3 cm

Reihe [-]	k_{sw} [-]	s_r [cm]	l_r [cm]	u [cm]	erf. A_{sw} [cm²]	erf. a_{sw} [cm²/m]	min. A_{sw} [cm²]
1	2.5	20.5	20.5	167.2	20.8	12.4	2.0
2	1.4	26.3	46.8	250.0	11.7	4.7	3.8
3	1.0	26.3	73.2	332.7	8.3	2.5	5.1
4	1.0	26.3	99.5	415.4	8.3	2.0	6.4

Hinweis: Stabdurchmesser $d_s \leq$ 21 mm (Durchstanzbewehrung)

Kollapsbewehrung unten $A_{su} \geq$ 17.8 cm² (A_s=V_{Ed}/f_{yk}, γ_F=1.0)

Die Längsbewehrung ist außerhalb des äußeren Rundschnittes zu verankern.

Statisch durch
Vergleich geprüft

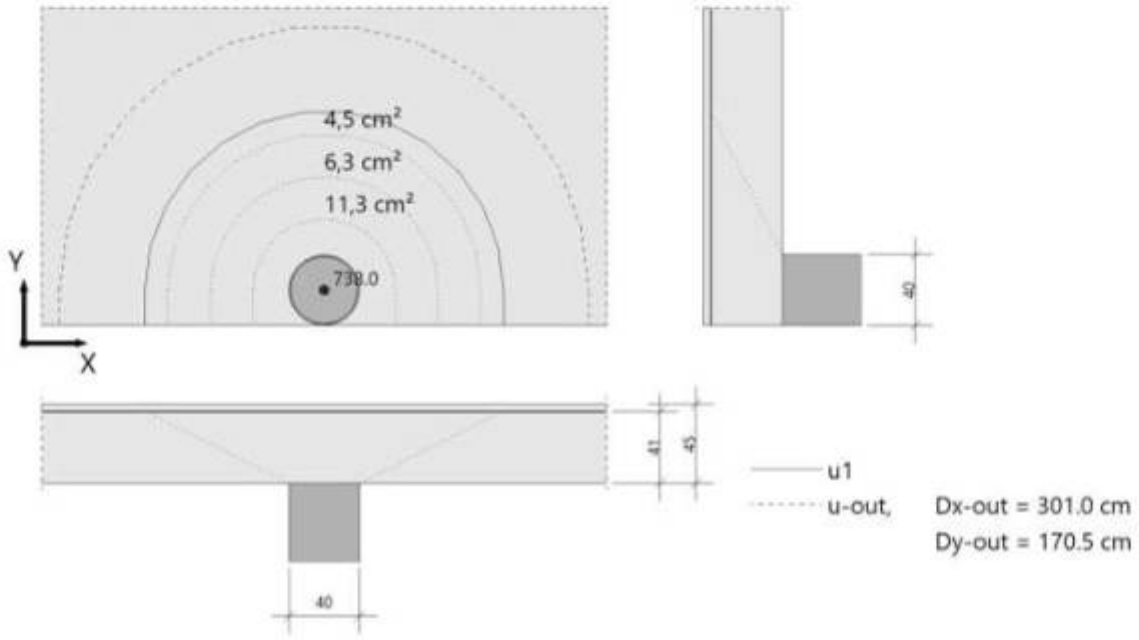
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: S20 Stanzen Rand

Durchstanzen (x64) B6+ 01/25B (FRILO R-2025-1/P06)

System

Grafik



Geometrie und Material

Platte	h	=	45.0 cm	d_m	=	41.0 cm	
Randstütze rund	c	=	40.0 cm				
Randabst. Stützenkante	r_y	=	0.00 m				
Betondeckung	c_u	=	2.0 cm	c_o	=	2.0 cm	
Baustoffe	Beton:		C 30/37	Stahl:		B500A	
	γ_c	=	1.50	γ_s	=	1.15	
	f_{ck}	=	30.0 N/mm²	f_{yk}	=	500.0 N/mm²	

Lasten

vorgeg. Querkraft V_E = 738.0 kN (= V_{Ed})
Erhöhung β = 1.500

Ergebnisse

Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	u_1	=	360.4 cm	(bei a = 82.0 cm)
Bemessungsquerkraft	v_{Ed}	=	0.749 N/mm²	
Vorfaktor	$C_{Rd,c}$	=	0.120	
Maßstabsfaktor	k	=	1.698	< 2.0
Bemessungswiderstand	$v_{Rd,c}$	=	0.633 N/mm²	
	v_{min}	=	0.424 N/mm²	
max. Bemessungswiderstand	$v_{Rd,max}$	=	0.887 N/mm²	(= 1.4 * $v_{Rd,c}$)

Ergebnis: $v_{Rd,c} < v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$ Durchstanzbewehrung erforderlich

Längsbewehrungsgrade (ρ je Richtung) :

ohne Durchstanzbewehrung	erf ρ	=	1.655 %	=	67.9	cm²/m
mit Durchstanzbewehrung aus Betonstahl	erf ρ	=	0.604 %	=	24.7	cm²/m
max. Bewehrungsgrad	zul ρ	≤	1.955 %	=	80.2	cm²/m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min ρ_x	=	0.249 %	=	10.2	cm²/m auf 0.15*l_y
	min ρ_y	=	0.129 %	=	5.3	cm²/m je m Plattenbreite
vorh. Bewehrungsgrad	vorh ρ	=	1.000 %	=	41.0	cm²/m

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: S20 Stanzen Rand

Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	cal b_g	=	100.0	cm
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für A_{sx}	erf b_{gy}	≥	170.5	cm
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für A_{sy}	erf b_{gx}	≥	301.0	cm

Hinweis: Die Verlegebreiten erf b_{gx} und erf b_{gy} geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh ρ bzw. vorh ρ_y und vorh ρ_x) anzuordnen ist.

äußerer Rundschnitt :

äußerer Rundschnitt	l_{out}	=	130.5	cm	(l_r+1.5*d_m)
Rundschnittlänge	u_{out}	=	512.8	cm	
Bemessungsquerkraft	v_{Ed}	=	0.527	N/mm²	
Bemessungswiderstand	$v_{Rd,c}$	=	0.528	N/mm²	> v_{Ed} OK
	v_{min}	=	0.424	N/mm²	

ERGEBNIS : Durchstanzbew. B500A, $f_{ywd,ef}$ = 352.5 N/mm², α = 90°, s_r = 24.3 cm

Reihe [-]	k_{sw} [-]	s_r [cm]	l_r [cm]	u [cm]	erf. A_{sw} [cm²]	erf. a_{sw} [cm²/m]	min. A_{sw} [cm²]
1	2.5	20.5	20.5	167.2	11.3	6.8	2.0
2	1.4	24.3	44.8	243.4	6.3	2.6	3.4
3	1.0	24.3	69.0	319.6	4.5	1.4	4.5

Hinweis: Stabdurchmesser $d_s \leq$ 21 mm (Durchstanzbewehrung)

Kollapsbewehrung unten $A_{su} \geq$ 10.5 cm² (A_s=V_{Ed}/f_{yk}, γ_r=1.0)

Die Längsbewehrung ist außerhalb des äußeren Rundschnittes zu verankern.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 30.1-30.4 - Stb.-Überzug EG

C25/30 XC1 b/h=24/130 cm

System
Mehrfeldträger

l=	8,00 m
l=	11,30 m
l=	16,90 m

Brandschutz:

Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

$d_{1,erf} \geq 4{,}50$ cm $\Rightarrow$ **$d_{1,vorh}$=4,50 cm**

mit c_{nom}= 3,00 cm

Bemessung:

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Infograph

Statisch durch
Vergleich geprüft

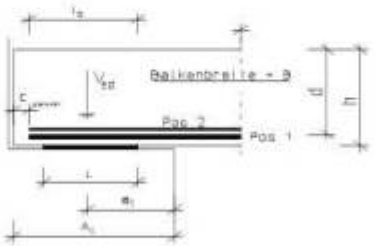
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Verankerung am Endauflager:



Geometrie Endauflager

Auflagertiefe A_l =			0,24 m
Balkenbreite B =			0,24 m
Lagerlänge L =			0,24 m
Exzentrizität a_1 =	0,24/2	=	0,12 m
stat.Höhe d =	1,30-0,054	=	1,25 m
c_{nom} =			30 mm

Material
Beton C25/30

f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Verbundfestigkeit f_{bd} =			2,70 N/mm²

Betonstahl B500

f_{yd} =	435 N/mm²

Belastung + Bewehrung (aus Trägerbemessung)

V_{Ed} =	0,077 MN
Feldbew. A_{sl} =	7,80 cm²

Verankerung am Endauflager

zu verankernde Zugkraft F_{Ed} am Auflager nach EC2-1-1-, 9.2.1.4

a) Ermittlung des Versatzmaßes a_l:

cotΘ = **1,20**

Neigung der Bügel zur Bauteilachse (hier $\alpha = 90°$)

cotα =			0,0
z =	0,9 * d	=	1,125 m
Versatzmaß a_l =	0,5 * z * (cotΘ - cotα)	=	0,675 m

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

b) zu verankernde Zugkraft F_{Ed}

N_{Ed} = 0,0 kN

F_{Ed} = MAX(ABS(V_{Ed}) * a_l / z + N_{Ed}; ABS(V_{Ed}) / 2) * 10^3 = **46,2 kN**

zugehörige erforderliche Bewehrung

$A_{s,erf,FEd}$ = F_{Ed} * 10 / f_{yd} = 1,06 cm²

mind. 25% der (erforderlichen) Feldbewehrung verankern

$A_{s,erf,min}$ = 0,25 * A_{sl} = 1,95 cm²

⇒ $A_{s,erf}$ = MAX($A_{s,erf,min}$; $A_{s,erf,FEd}$) = **1,95 cm²**

Über das Auflager geführte Biegebewehrung des Stb.-Balkens:

Stabdurchm. d_s =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	16 mm
$A_{s,gew}$ =	GEW("ec2_de/As"; Bez; ds=d_s; As≥$A_{s,erf}$)	=	4 Ø 16
$A_{s,vorh}$ =	TAB("ec2_de/As"; As; Bez=$A_{s,gew}$)	=	8,04 cm²
$A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$		=	**0,24 ≤ 1**

Ermittlung der Verankerungslängen

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 = **1,0**

Beiwert η_2 = WENN (d_s ≤ 32;1,0; (132-d_s) / 100) = 1,0

Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ = (d_s / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) = 644 mm

Beiwerte Verankerung (siehe EC2-1-1, Bild (8.1))

α_1 = 1,0

α_2 = 1,0

Mindestverankerungslänge, wenn keine andere Begrenzung gilt:

$l_{b,min}$ = MAX(0,3 * α_1 * $l_{b,rqd}$; 10 * d_s) = 193 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

l_{bd} = MAX(2/3*α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$) = 193 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ = MAX(l_{bd}; 6,7 * d_s) = **193 mm**

aus der Geometrie maximal vorhandene Verankerungslänge:

$l_{bd,max}$ = (A_l -a_1 + L/2) * 10^3 -c_{nom} = 210 mm

$l_{bd,dir}$ / $l_{bd,max}$ = **0,92 < 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Gurtanschluss:

Die Nachweise werden für die max. auftretenden Momente geführt

Druckgurtanschluss

Balkenbreite b_w =			0,24 m
Spannweite l_2 =			16,80 m
Spannweite Momentennullpunkt l_0 =	$1{,}00*l_2$	=	16,80 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0{,}2*b_w+0{,}1*l_0;0{,}2*l_0;b_w)$	=	0,24 m
Mitwirkende Breite b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	0,72 m
f_{cd} =	$0{,}85/1{,}5*25$	=	14,17 N/mm²
Plattenstärke h_f =			0,45 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$beff,i*h_f$	=	0,11 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$beff*h_f$	=	0,32 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	$3/4*403{,}9$	=	302,9 kNm
Betrachtetr Abschnitt Δx =	$1/4*l_2$	=	4,2 m
z =	$0{,}9*(1{,}30-0{,}054)$	=	1,12 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	93,0 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0{,}75*f_{cd}/(1{,}2+1/1{,}2)*10\text{^}3$	=	9878 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

Erf. Anschlussbewehrung (Im Feld)

a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1{,}2)*10$	=	0,42 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**0,21 cm²/m**

Grundbewehrung ausreichend

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Zuggurtanschluss

b_w =			0,24 m
l_1 =			16,80 m
l_2 =			11,30 m
l_0 =	$0,15*(l_1+l_2)$	=	4,21 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0,2*b_w+0,1*l_0;0,2*l_0;b_w)$	=	0,24 m
b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	0,72 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$b_{eff,i}*h_f$	=	0,11 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$b_{eff}*h_f$	=	0,32 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	3/4*277,2	=	207,9 kNm
Halber Abstand zw. M_{max} und M_0 Δx =	$0,15/2*l_2$	=	0,85 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	63,8 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0,75*f_{cd}/(1,0+1/1,0)*10^3$	=	2033 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

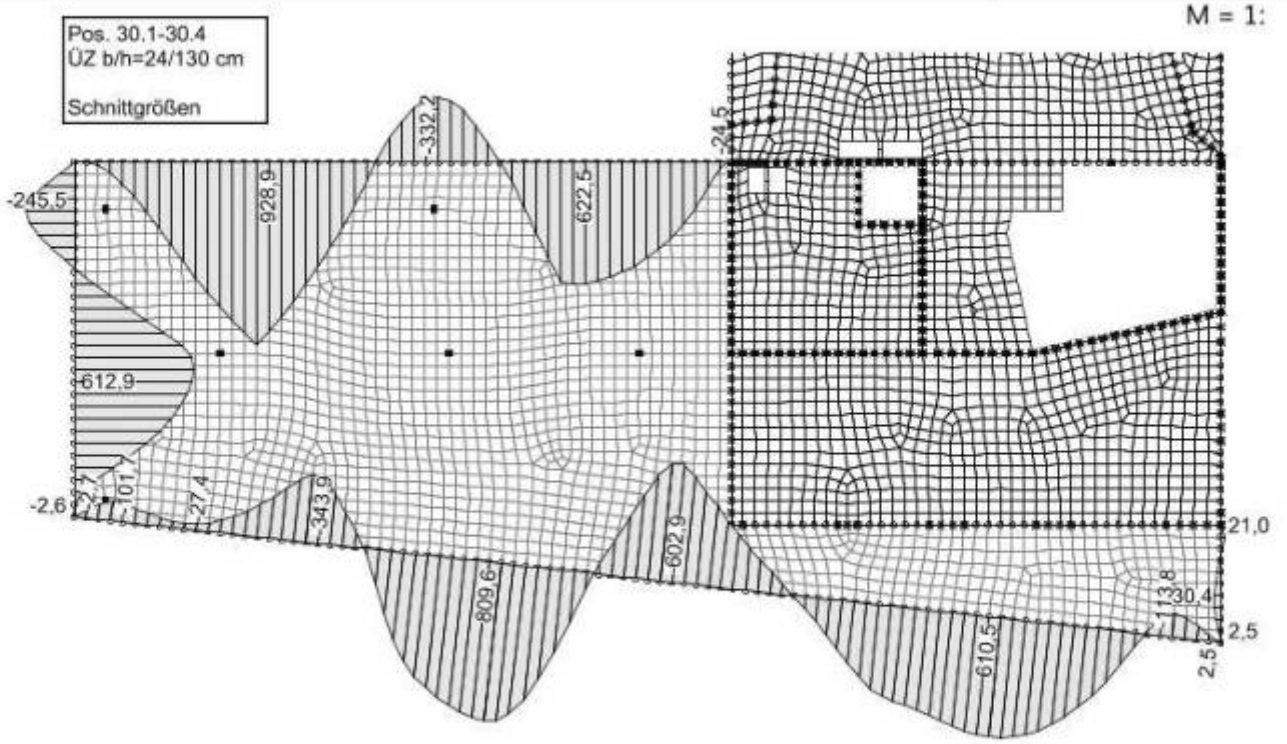
Erf. Anschlussbewehrung (Stützbereich)

a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1,0)*10$	=	1,73 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**0,86 cm²/m**

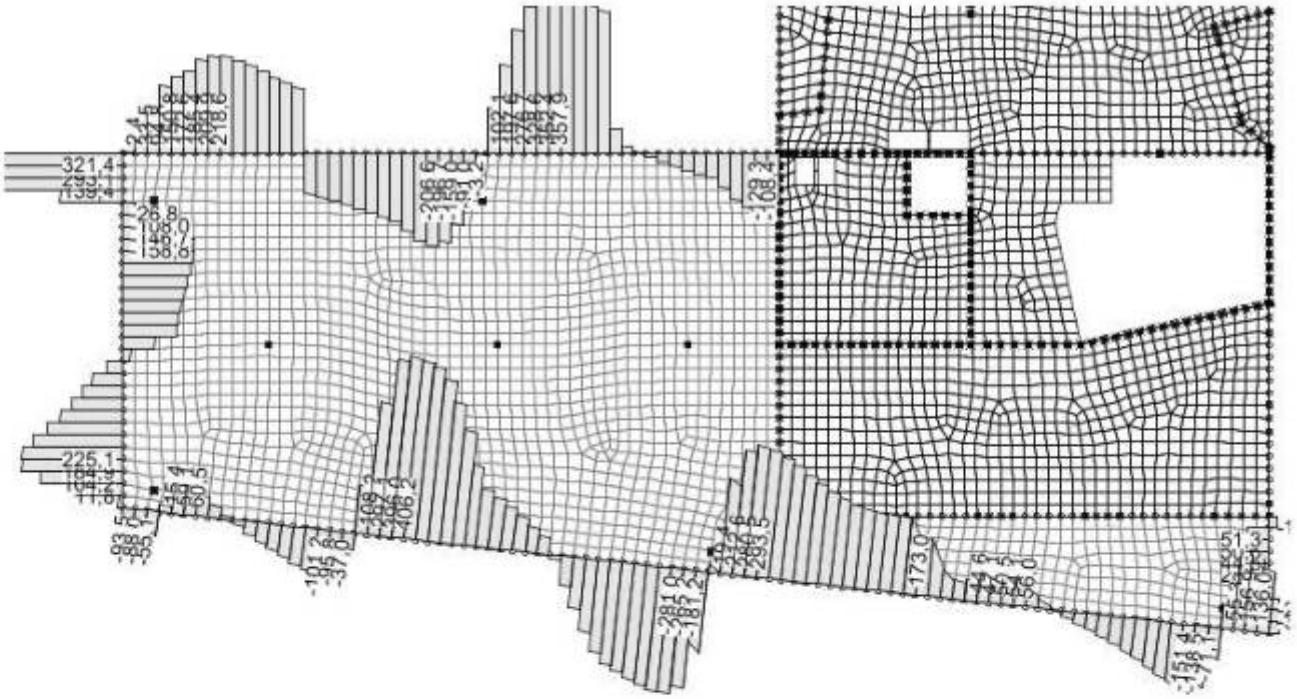
Grundbewehrung ausreichend

Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30



Schnittgrößen My max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



Schnittgrößen Qz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

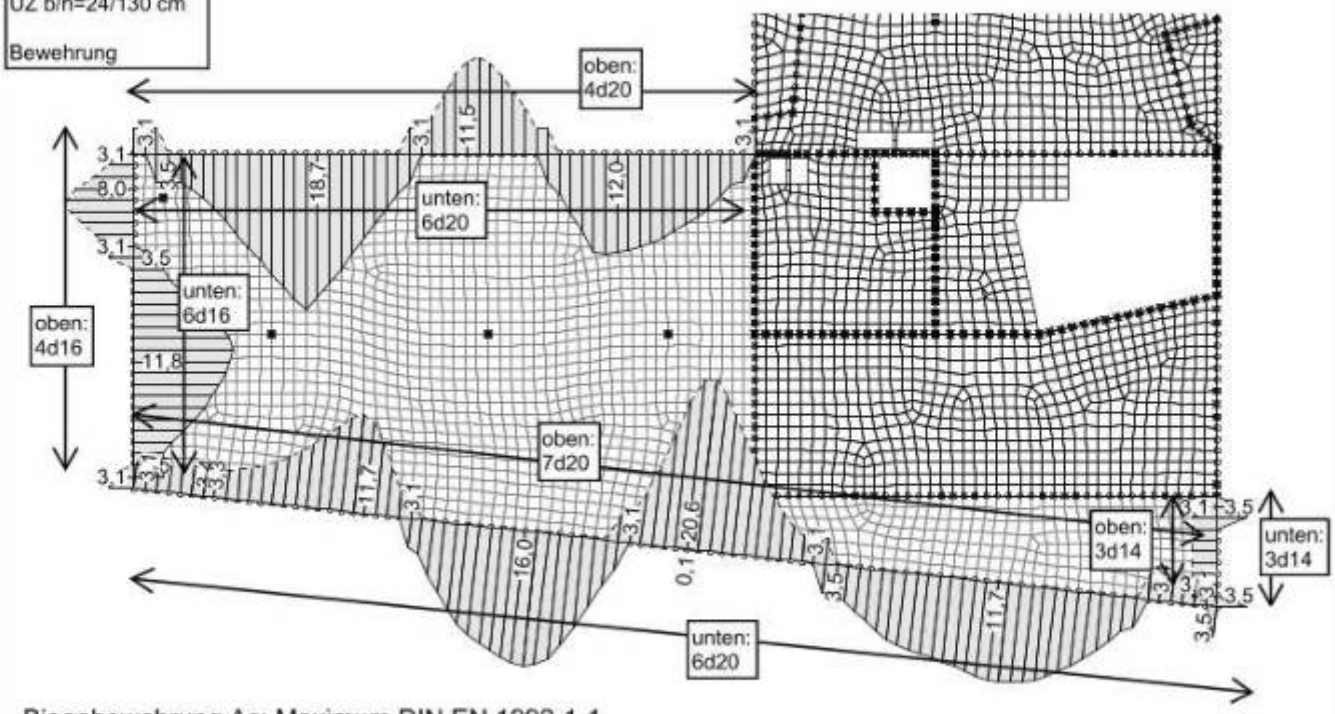
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

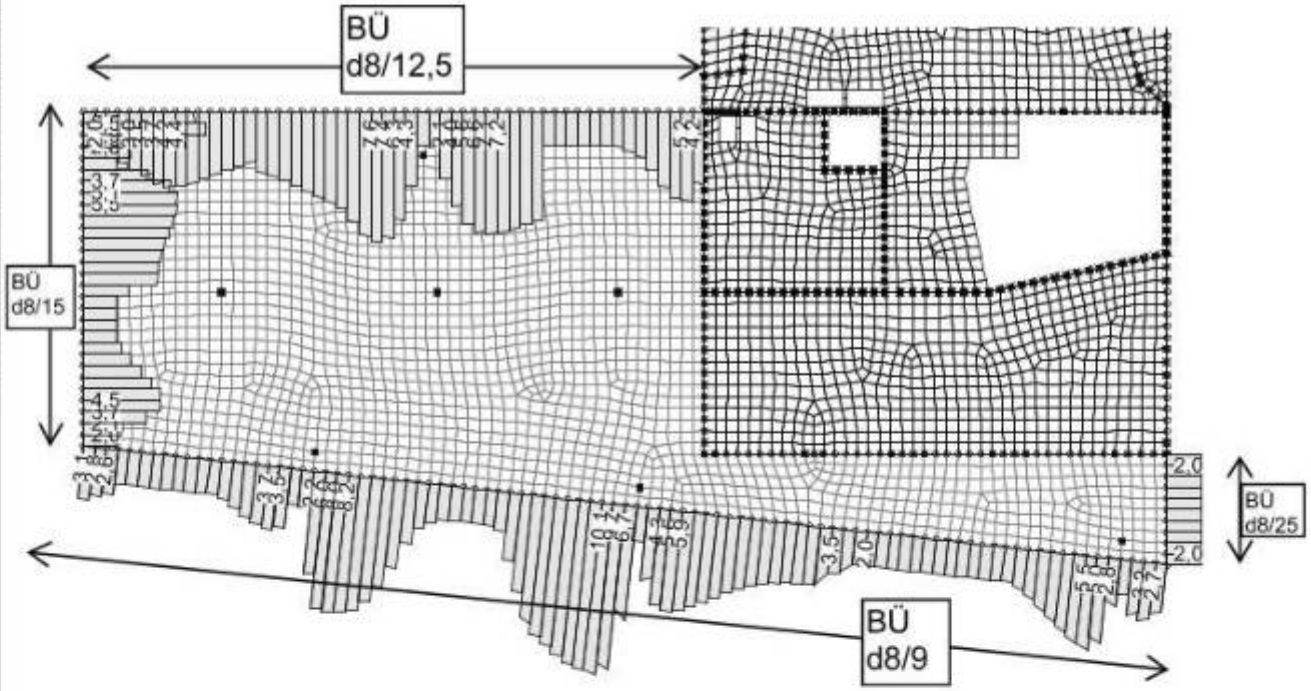
Pos. 30.1-30.4
ÜZ b/h=24/130 cm

Bewehrung

M = 1:



Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1



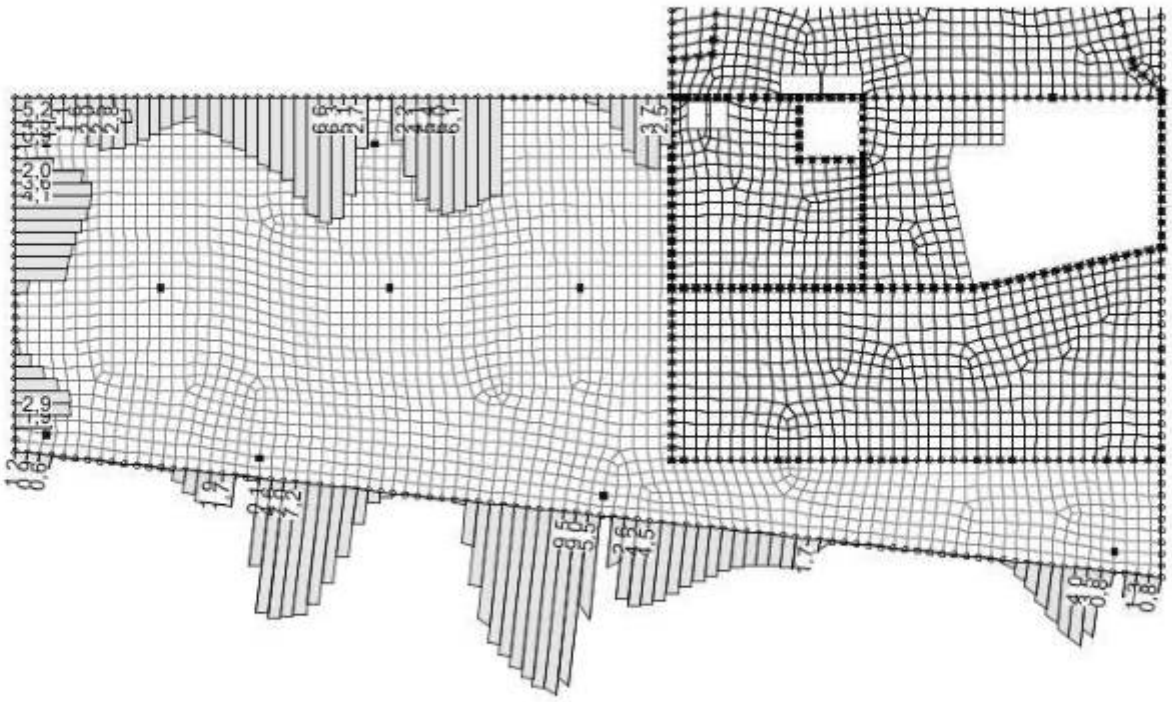
Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

M = 1:



Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 30.5-30.19 - Stb.-Unterzug EG

C25/30 XC1 b/h=24/150 cm

System
Plattenbalken
Einfeldträger
l= 3,10 m

Brandschutz:

Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90
$d_{1,erf} \geq 4{,}50$ cm $\Rightarrow$ **$d_{1,vorh}$=4,50 cm**
mit c_{nom}= 3,00 cm

Bemessung:

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Infograph

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

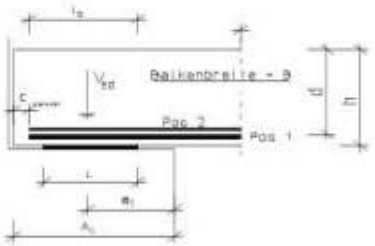
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Verankerung am Endauflager:



Geometrie Endauflager

Auflagertiefe A_l =			0,24 m
Balkenbreite B =			0,24 m
Lagerlänge L =			0,24 m
Exzentrizität a_1 =	0,24/2	=	0,12 m
stat.Höhe d =	1,50-0,054	=	1,45 m
c_{nom} =			30 mm

Material
Beton C25/30

f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Verbundfestigkeit f_{bd} =			2,70 N/mm²

Betonstahl B500

f_{yd} = 435 N/mm²

Belastung + Bewehrung (aus Trägerbemessung)

V_{Ed} =	0,215 MN
Feldbew. A_{sl} =	3,02 cm²

Verankerung am Endauflager

zu verankernde Zugkraft F_{Ed} am Auflager nach EC2-1-1-, 9.2.1.4

a) Ermittlung des Versatzmaßes a_l:

cotΘ = **1,20**

Neigung der Bügel zur Bauteilachse (hier $\alpha = 90°$)

cotα =			0,0
z =	0,9 * d	=	1,305 m
Versatzmaß a_l =	0,5 * z * (cotΘ - cotα)	=	0,783 m

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

b) zu verankernde Zugkraft F_{Ed}

N_{Ed} = 0,0 kN

F_{Ed} = MAX(ABS(V_{Ed}) * a_l / z + N_{Ed}; ABS(V_{Ed}) / 2) * 10^3 = **129,0 kN**

zugehörige erforderliche Bewehrung

$A_{s,erf,FEd}$ = F_{Ed} * 10 / f_{yd} = 2,97 cm²

mind. 25% der (erforderlichen) Feldbewehrung verankern

$A_{s,erf,min}$ = 0,25 * A_{sl} = 0,76 cm²

⇒ $A_{s,erf}$ = MAX($A_{s,erf,min}$; $A_{s,erf,FEd}$) = **2,97 cm²**

Über das Auflager geführte Biegebewehrung des Stb.-Balkens:

Stabdurchm. d_s =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	10 mm
$A_{s,gew}$ =	GEW("ec2_de/As"; Bez; ds=d_s; As≥$A_{s,erf}$)	=	5 Ø 10
$A_{s,vorh}$ =	TAB("ec2_de/As"; As; Bez=$A_{s,gew}$)	=	3,93 cm²
$A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$		=	**0,76 ≤ 1**

Ermittlung der Verankerungslängen

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 = **1,0**

Beiwert η_2 = WENN (d_s ≤ 32;1,0; (132-d_s) / 100) = 1,0

Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ = (d_s / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) = 403 mm

Beiwerte Verankerung (siehe EC2-1-1, Bild (8.1))

α_1 = 1,0

α_2 = 1,0

Mindestverankerungslänge, wenn keine andere Begrenzung gilt:

$l_{b,min}$ = MAX(0,3 * α_1 * $l_{b,rqd}$; 10 * d_s) = 121 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

l_{bd} = MAX(2/3*α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$) = 203 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ = MAX(l_{bd}; 6,7 * d_s) = **203 mm**

aus der Geometrie maximal vorhandene Verankerungslänge:

$l_{bd,max}$ = (A_l -a_1 + L/2) * 10^3 -c_{nom} = 210 mm

$l_{bd,dir}$ / $l_{bd,max}$ = **0,97 < 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Gurtanschluss:

Die Nachweise werden für die max. auftretenden Momente geführt

Druckgurtanschluss

Balkenbreite b_w =			0,24 m
Spannweite l_2 =			3,10 m
Spannweite Momentennullpunkt l_0 =	$1{,}00*l_2$	=	3,10 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0{,}2*b_w+0{,}1*l_0;0{,}2*l_0;b_w)$	=	0,24 m
Mitwirkende Breite b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	0,72 m
f_{cd} =	$0{,}85/1{,}5*25$	=	14,17 N/mm²
Plattenstärke h_f =			0,30 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$beff,i*h_f$	=	0,07 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$beff*h_f$	=	0,22 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	$3/4*199{,}00$	=	149,3 kNm
Betrachtetr Abschnitt Δx =	$1/4*l_2$	=	0,8 m
z =	$0{,}9*(1{,}50-0{,}054)$	=	1,30 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	36,5 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0{,}75*f_{cd}/(1{,}2+1/1{,}2)*10\text{^}3$	=	1254 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

Erf. Anschlussbewehrung (Im Feld)

a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1{,}2)*10$	=	0,87 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**0,43 cm²/m**

Grundbewehrung ausreichend

Statisch durch
Vergleich geprüft

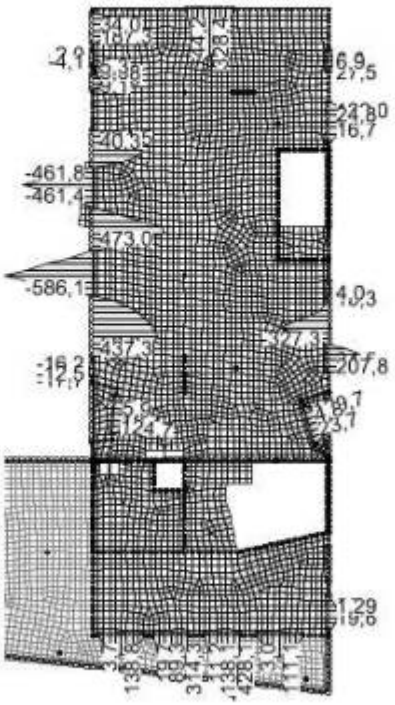
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 30

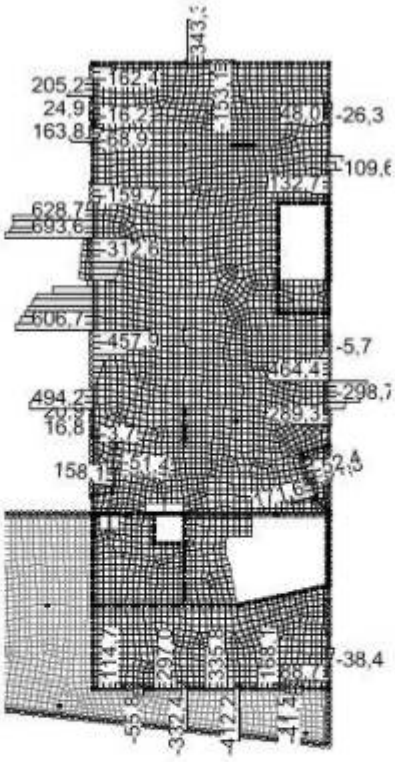
M = 1:

Pos. 30.5-30.19
UZ b/h=24/150 cm

Schnittgrößen



Schnittgrößen My max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



Schnittgrößen Qz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

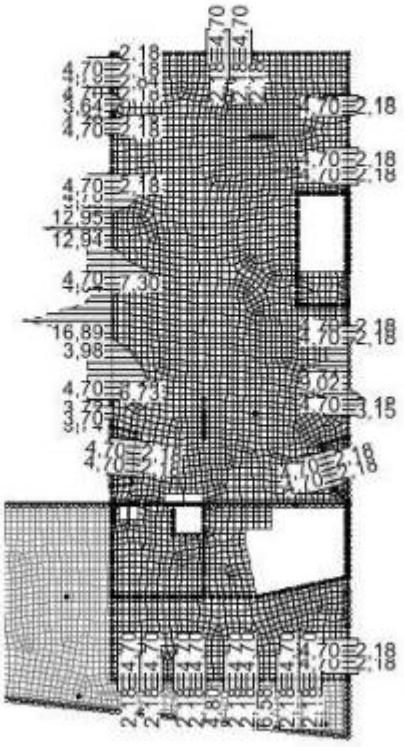
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

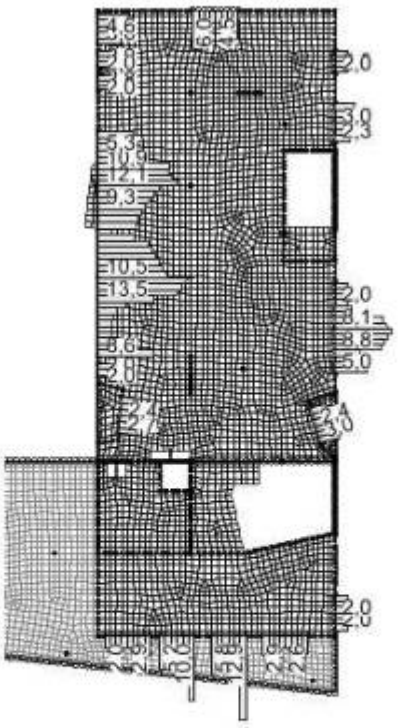
M = 1:

Pos. 30.5-30.19
UZ b/h=24/150 cm

Bewehrung



Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1



Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

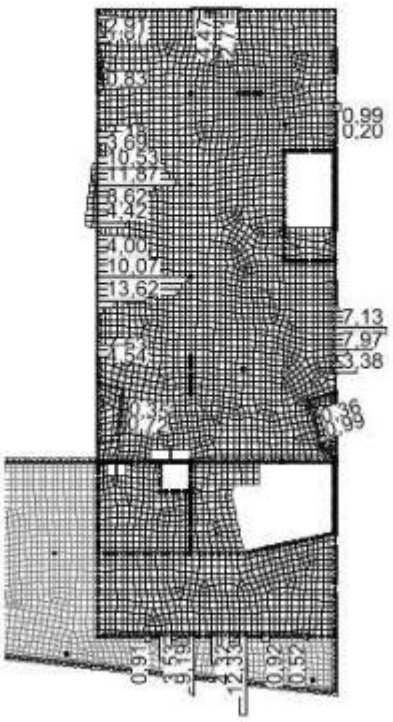
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

M = 1:



Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 30.20-30.21 - Stb.-Überzug EG

C25/30 XC1 b/h=24/90 cm

System
Einfeldträger
l= 4,40 m

Brandschutz:

Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90
$d_{1,erf} \geq 4{,}50$ cm $\Rightarrow$ **$d_{1,vorh}$=4,50 cm**
mit c_{nom}= 3,00 cm

Bemessung:

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Infograph

Statisch durch
Vergleich geprüft

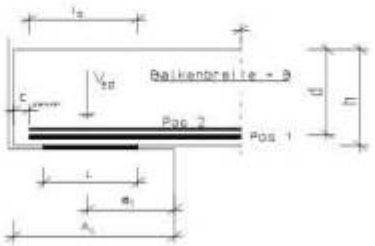
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Verankerung am Endauflager:



Geometrie Endauflager

Auflagertiefe A_l =			0,24 m
Balkenbreite B =			0,24 m
Lagerlänge L =			0,24 m
Exzentrizität a_1 =	0,24/2	=	0,12 m
stat.Höhe d =	0,90-0,054	=	0,85 m
c_{nom} =			30 mm

Material
Beton C25/30

f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Verbundfestigkeit f_{bd} =			2,70 N/mm²

Betonstahl B500

f_{yd} =	435 N/mm²

Belastung + Bewehrung (aus Trägerbemessung)

V_{Ed} =	0,046 MN
Feldbew. A_{sl} =	2,40 cm²

Verankerung am Endauflager

zu verankernde Zugkraft F_{Ed} am Auflager nach EC2-1-1-, 9.2.1.4

a) Ermittlung des Versatzmaßes a_l:

cotΘ = **1,20**

Neigung der Bügel zur Bauteilachse (hier $\alpha = 90°$)

cotα =			0,0
z =	0,9 * d	=	0,765 m
Versatzmaß a_l =	0,5 * z * (cotΘ - cotα)	=	0,459 m

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

b) zu verankernde Zugkraft F_{Ed}

N_{Ed} = 0,0 kN

F_{Ed} = MAX(ABS(V_{Ed}) * a_l / z + N_{Ed}; ABS(V_{Ed}) / 2) * 10^3 = **27,6 kN**

zugehörige erforderliche Bewehrung

$A_{s,erf,FEd}$ = F_{Ed} * 10 / f_{yd} = 0,63 cm²

mind. 25% der (erforderlichen) Feldbewehrung verankern

$A_{s,erf,min}$ = 0,25 * A_{sl} = 0,60 cm²

⇒ $A_{s,erf}$ = MAX($A_{s,erf,min}$; $A_{s,erf,FEd}$) = **0,63 cm²**

Über das Auflager geführte Biegebewehrung des Stb.-Balkens:

Stabdurchm. d_s =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	10 mm
$A_{s,gew}$ =	GEW("ec2_de/As"; Bez; ds=d_s; As≥$A_{s,erf}$)	=	3 Ø 10
$A_{s,vorh}$ =	TAB("ec2_de/As"; As; Bez=$A_{s,gew}$)	=	2,36 cm²
$A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$		=	**0,27 ≤ 1**

Ermittlung der Verankerungslängen

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 = **1,0**

Beiwert η_2 = WENN (d_s ≤ 32;1,0; (132-d_s) / 100) = 1,0

Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ = (d_s / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) = 403 mm

Beiwerte Verankerung (siehe EC2-1-1, Bild (8.1))

α_1 = 1,0

α_2 = 1,0

Mindestverankerungslänge, wenn keine andere Begrenzung gilt:

$l_{b,min}$ = MAX(0,3 * α_1 * $l_{b,rqd}$; 10 * d_s) = 121 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

l_{bd} = MAX(2/3*α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$) = 121 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ = MAX(l_{bd}; 6,7 * d_s) = **121 mm**

aus der Geometrie maximal vorhandene Verankerungslänge:

$l_{bd,max}$ = (A_l -a_1 + L/2) * 10^3 -c_{nom} = 210 mm

$l_{bd,dir}$ / $l_{bd,max}$ = **0,58 < 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Gurtanschluss:

Die Nachweise werden für die max. auftretenden Momente geführt

Druckgurtanschluss

Balkenbreite b_w =			0,24 m
Spannweite l_2 =			4,40 m
Spannweite Momentennullpunkt l_0 =	$1{,}00*l_2$	=	4,40 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0{,}2*b_w+0{,}1*l_0;0{,}2*l_0;b_w)$	=	0,24 m
Mitwirkende Breite b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	0,72 m
f_{cd} =	$0{,}85/1{,}5*25$	=	14,17 N/mm²
Plattenstärke h_f =			0,30 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$beff,i*h_f$	=	0,07 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$beff*h_f$	=	0,22 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	$3/4*19{,}10$	=	14,3 kNm
Betrachtetr Abschnitt Δx =	$1/4*l_2$	=	1,1 m
z =	$0{,}9*(0{,}90-0{,}054)$	=	0,76 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	6,0 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0{,}75*f_{cd}/(1{,}2+1/1{,}2)*10\text{^}3$	=	1725 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

Erf. Anschlussbewehrung (Im Feld)

a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1{,}2)*10$	=	0,10 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**0,05 cm²/m**

Grundbewehrung ausreichend

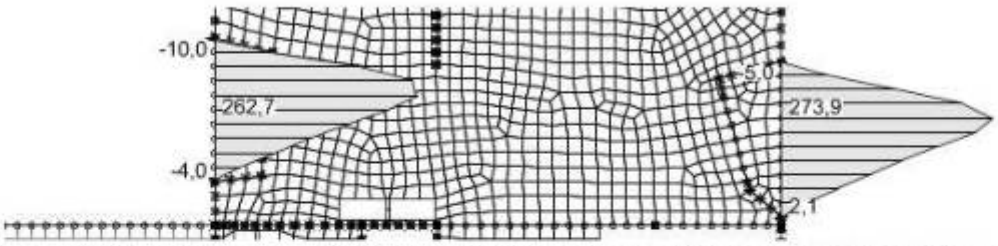
Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 30

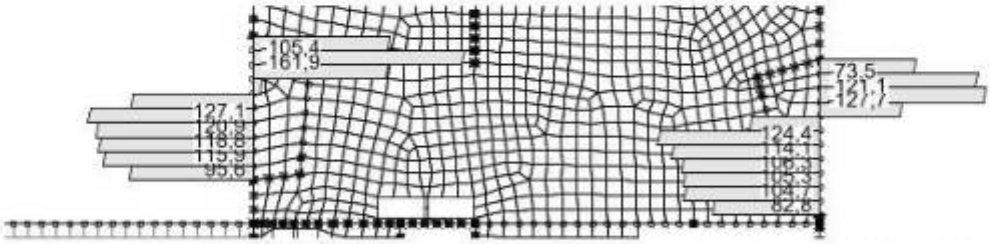
M = 1:

Pos. 30.20-30.21
ÜZ b/h=24/90 cm

Schnittgrößen



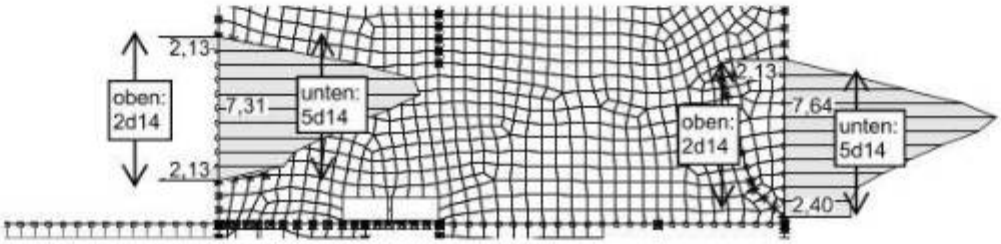
Schnittgrößen My max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



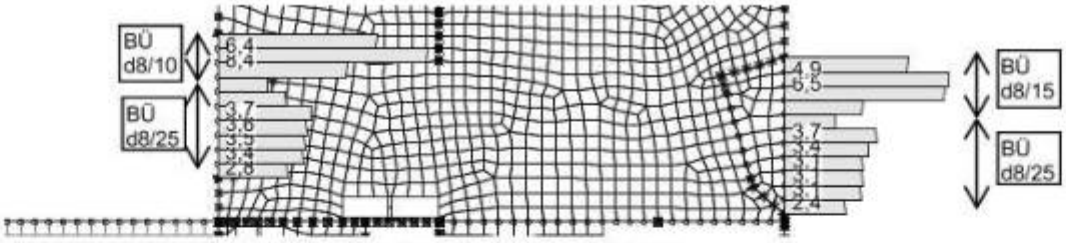
Schnittgrößen Qz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Pos. 30.20-30.21
ÜZ b/h=24/90 cm

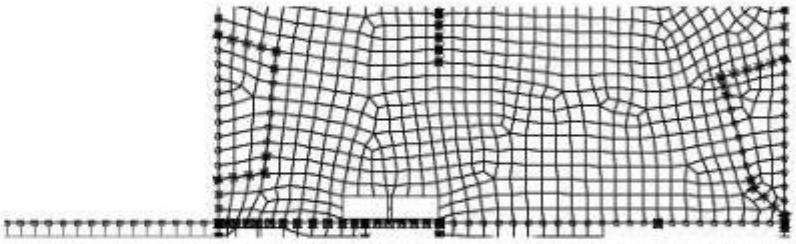
Bewehrung



Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1



Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1



Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Statisch durch
Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 30.22 - Stb.-Unterzug EG

C25/30 XC1 b/h=24/~~170~~ cm

System
Einfeldträger
l= 2,35 m

b/h=24/150 cm

Aufgrund geringer Auslastung Höhe auf 150 cm reduziert

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90
$d_{1,erf} \geq 4{,}50$ cm $\Rightarrow$ **$d_{1,vorh}$=4,50 cm**
mit c_{nom}= 3,00 cm

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Infograph

Statisch durch Vergleich geprüft

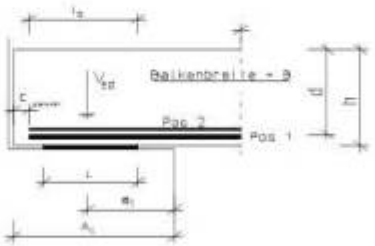
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Verankerung am Endauflager:



Geometrie Endauflager

Auflagertiefe A_l =			0,24 m
Balkenbreite B =			0,24 m
Lagerlänge L =			0,24 m
Exzentrizität a_1 =	0,24/2	=	0,12 m
stat.Höhe d =	1,70-0,054	=	1,65 m
c_{nom} =			30 mm

Material
Beton C25/30

f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Verbundfestigkeit f_{bd} =			2,70 N/mm²

Betonstahl B500

f_{yd} = 435 N/mm²

Belastung + Bewehrung (aus Trägerbemessung)

V_{Ed} =	0,069 MN
Feldbew. A_{sl} =	2,44 cm²

Verankerung am Endauflager

zu verankernde Zugkraft F_{Ed} am Auflager nach EC2-1-1-, 9.2.1.4

a) Ermittlung des Versatzmaßes a_l:

cotΘ = **1,20**

Neigung der Bügel zur Bauteilachse (hier $\alpha = 90°$)

cotα =			0,0
z =	0,9 * d	=	1,485 m
Versatzmaß a_l =	0,5 * z * (cotΘ - cotα)	=	0,891 m

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

b) zu verankernde Zugkraft F_{Ed}

N_{Ed} = 0,0 kN

F_{Ed} = MAX(ABS(V_{Ed}) * a_l / z + N_{Ed}; ABS(V_{Ed}) / 2) * 10^3 = **41,4 kN**

zugehörige erforderliche Bewehrung

$A_{s,erf,FEd}$ = F_{Ed} * 10 / f_{yd} = 0,95 cm²

mind. 25% der (erforderlichen) Feldbewehrung verankern

$A_{s,erf,min}$ = 0,25 * A_{sl} = 0,61 cm²

⇒ $A_{s,erf}$ = MAX($A_{s,erf,min}$; $A_{s,erf,FEd}$) = **0,95 cm²**

Über das Auflager geführte Biegebewehrung des Stb.-Balkens:

Stabdurchm. d_s =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	10 mm
$A_{s,gew}$ =	GEW("ec2_de/As"; Bez; ds=d_s; As≥$A_{s,erf}$)	=	4 Ø 10
$A_{s,vorh}$ =	TAB("ec2_de/As"; As; Bez=$A_{s,gew}$)	=	3,14 cm²
$A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$		=	**0,30 ≤ 1**

Ermittlung der Verankerungslängen

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 = **1,0**

Beiwert η_2 = WENN (d_s ≤ 32;1,0; (132-d_s) / 100) = 1,0

Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ = (d_s / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) = 403 mm

Beiwerte Verankerung (siehe EC2-1-1, Bild (8.1))

α_1 = 1,0

α_2 = 1,0

Mindestverankerungslänge, wenn keine andere Begrenzung gilt:

$l_{b,min}$ = MAX(0,3 * α_1 * $l_{b,rqd}$; 10 * d_s) = 121 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

l_{bd} = MAX(2/3*α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$) = 121 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ = MAX(l_{bd}; 6,7 * d_s) = **121 mm**

aus der Geometrie maximal vorhandene Verankerungslänge:

$l_{bd,max}$ = (A_l -a_1 + L/2) * 10^3 -c_{nom} = 210 mm

$l_{bd,dir}$ / $l_{bd,max}$ = **0,58 < 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Gurtanschluss:

Die Nachweise werden für die max. auftretenden Momente geführt

Druckgurtanschluss

Balkenbreite b_w =			0,24 m
Spannweite l_2 =			2,35 m
Spannweite Momentennullpunkt l_0 =	$1{,}00*l_2$	=	2,35 m
$b_{eff,i}$ =	$MIN(0{,}2*b_w+0{,}1*l_0;0{,}2*l_0;b_w)$	=	0,24 m
Mitwirkende Breite b_{eff} =	$b_w+2*b_{eff,i}$	=	0,72 m
f_{cd} =	0,85/1,5*25	=	14,17 N/mm²
Plattenstärke h_f =			0,30 m
Halbe Gurtfläche A_{ca} =	$beff,i*h_f$	=	0,07 m²
Fläche Gesamtdruckgurt A_{cc} =	$beff*h_f$	=	0,22 m²

Vereinfachend wird angesetzt, dass die Druckzone voll in der Platte liegt.

Bemessungsmoment an der Stelle Δx M_{Ed} =	3/4*50,80	=	38,1 kNm
Betrachtetr Abschnitt Δx =	$1/4*l_2$	=	0,6 m
z =	0,9*(1,70-0,054)	=	1,48 m
ΔF_d =	$A_{ca}/A_{cc}*M_{Ed}/z$	=	8,2 kN
$V_{Rd,max}$ =	$h_f*\Delta x*0{,}75*f_{cd}/(1{,}2+1/1{,}2)*10\text{^}3$	=	941 kN

⇒ Druckstrebe ausreichend tragfähig

Erf. Anschlussbewehrung (Im Feld)

a_{sa} =	$\Delta F_d/(\Delta x*f_{yd}*1{,}2)*10$	=	0,26 cm²/m
Bewehrung je Lage =	**$a_{sa}/2$**	=	**0,13 cm²/m**

Grundbewehrung ausreichend

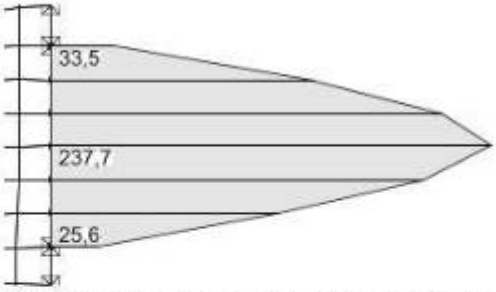
Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

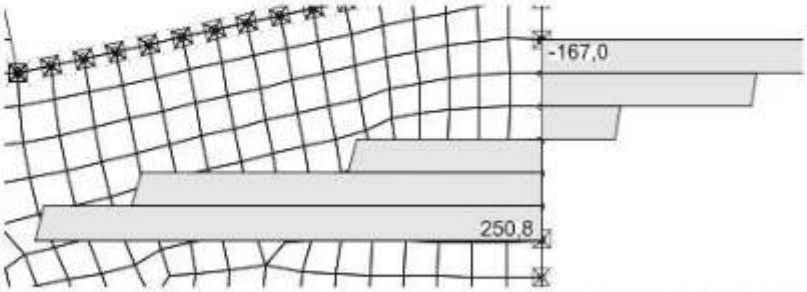
M = 1:

Pos. 30.22
UZ b/h=24/170 cm

Schnittgrößen



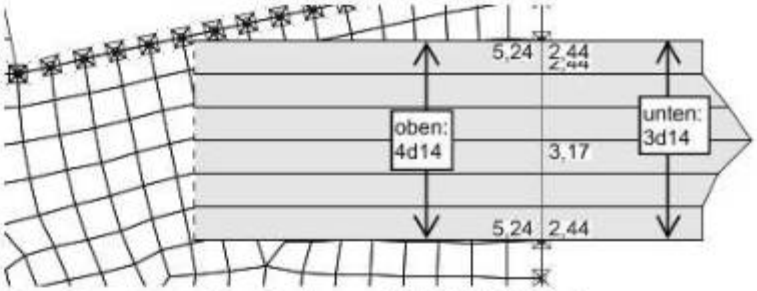
Schnittgrößen My max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



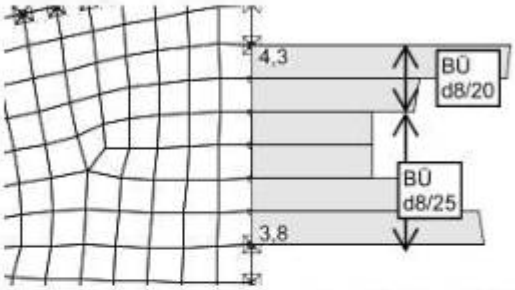
Schnittgrößen Qz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Pos. 30.22
UZ b/h=24/170 cm

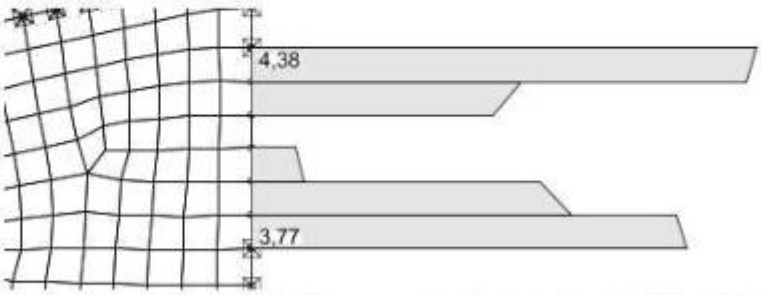
Bewehrung



Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1



Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1



Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Statisch durch
Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S1 - Stb.-Stütze EG

C25/30 XC1 b/h= 30/40 cm

System:
Pendelstütze h=4,3 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
aus Pos. 30

G_k= 1404,00 kN
Q_k= 488,00 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

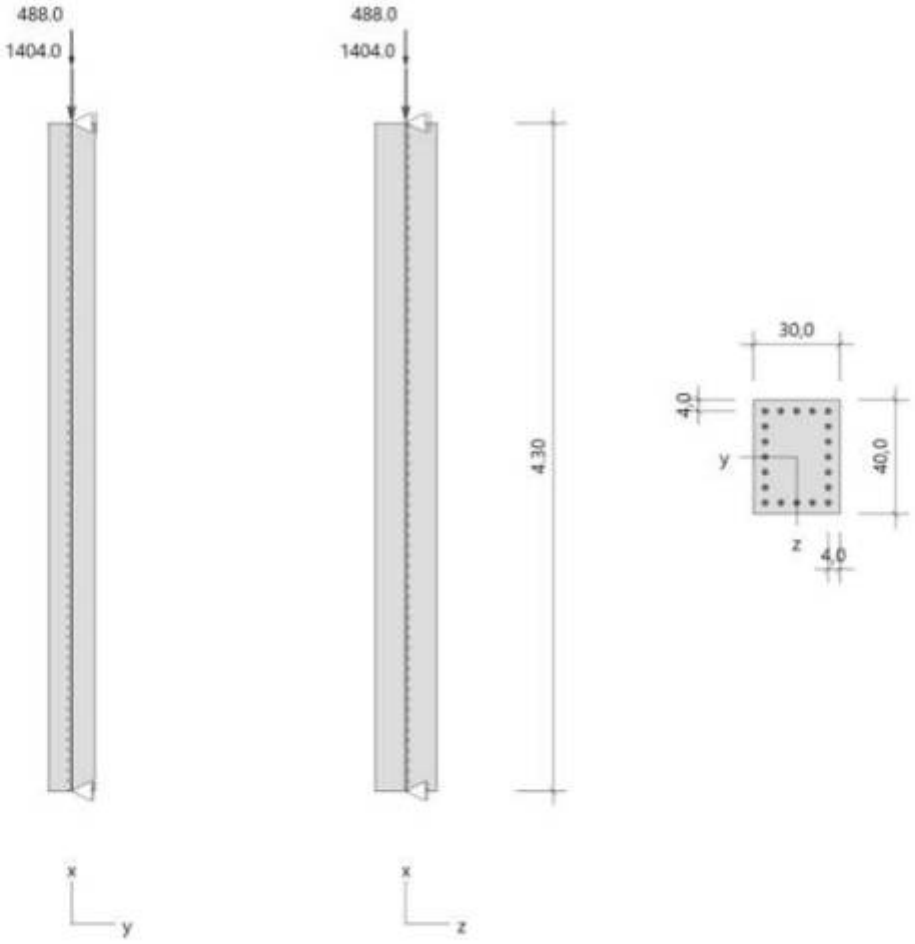
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 49.1



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 20	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 20	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 30	mm	
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 22	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	= 2.70		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	4.30 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	30.0/40.0 cm
	b_1/d_1	=	4.0/4.0 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
ständig				1.000	1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		1404.0							ständig		
2	Stützenkopf		488.0							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		12.9							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\xi_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 5,63 in y- / 10,01 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 1404,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 488,0 kN (Kat. A)	**1.50**		**1.50**	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	4.30	4.30	49.6	37.2	25.0	25.0	1.0	1.0	2.699	1.000

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S1 Stb.-Stütze

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.30	-2644.8	0.00	0.00	5.24	62.8	62.8	Querschnitt
	3.58	-2644.8	15.40	-17.28	5.24	62.8	62.8	
	2.87	-2644.8	26.82	-30.07	5.24	62.8	62.8	
	2.15	-2644.8	31.25	-35.01	5.24	62.8	62.8	
	1.43	-2644.8	26.82	-30.07	5.24	62.8	62.8	
	0.72	-2644.8	15.40	-17.28	5.24	62.8	62.8	
	0.00	-2644.8	0.00	0.00	5.24	62.8	62.8	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.30		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	1416.9	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		2644.8	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		1912.8	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 1404,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 488,0 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	4.30	4.30	49.6	37.2	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	1.000

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.30	-1563.3	0.00	0.00	5.24	62.8	62.8	Querschnitt
	3.58	-1563.3	5.85	-9.36	5.24	62.8	62.8	
	2.87	-1563.3	10.19	-16.28	5.24	62.8	62.8	
	2.15	-1563.3	11.85	-18.88	5.24	62.8	62.8	
	1.43	-1563.3	10.19	-16.28	5.24	62.8	62.8	
	0.72	-1563.3	5.85	-9.36	5.24	62.8	62.8	
	0.00	-1563.3	0.00	0.00	5.24	62.8	62.8	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.30		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	1416.9	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		1563.3	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	62.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 1404,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 488,0 kN (Kat. A)	**1.00**	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.30	-1904.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.58	-1904.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.87	-1904.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.15	-1904.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.43	-1904.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.72	-1904.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-1904.9	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.30	-1904.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.58	-1904.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.87	-1904.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.15	-1904.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.43	-1904.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.72	-1904.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-1904.9	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.30	-1904.9	0.00	0.00	0.00	-0.383	-76.53	400.00	0.00
1	3.58	-1904.9	0.00	0.00	0.00	-0.383	-76.53	400.00	0.00
1	2.87	-1904.9	0.00	0.00	0.00	-0.383	-76.53	400.00	0.00
1	2.15	-1904.9	0.00	0.00	0.00	-0.383	-76.53	400.00	0.00
1	1.43	-1904.9	0.00	0.00	0.00	-0.383	-76.53	400.00	0.00
1	0.72	-1904.9	0.00	0.00	0.00	-0.383	-76.53	400.00	0.00
1	0.00	-1904.9	0.00	0.00	0.00	-0.383	-76.53	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.30	-1904.9	0.00	0.00	0.00	-0.383	-76.53	400.00	0.00
1	3.58	-1904.9	0.00	0.00	0.00	-0.383	-76.53	400.00	0.00
1	2.87	-1904.9	0.00	0.00	0.00	-0.383	-76.53	400.00	0.00
1	2.15	-1904.9	0.00	0.00	0.00	-0.383	-76.53	400.00	0.00
1	1.43	-1904.9	0.00	0.00	0.00	-0.383	-76.53	400.00	0.00
1	0.72	-1904.9	0.00	0.00	0.00	-0.383	-76.53	400.00	0.00
1	0.00	-1904.9	0.00	0.00	0.00	-0.383	-76.53	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 1404,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 488,0 kN (Kat. A)	0.30	

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	4.30	-1563.3	0.00	0.00	-0.315	-9.75	-11.25	1.00		0.87
1	3.58	-1563.3	0.00	0.00	-0.315	-9.75	-11.25	1.00		0.87
1	2.87	-1563.3	0.00	0.00	-0.315	-9.75	-11.25	1.00		0.87
1	2.15	-1563.3	0.00	0.00	-0.315	-9.75	-11.25	1.00		0.87
1	1.43	-1563.3	0.00	0.00	-0.315	-9.75	-11.25	1.00		0.87
1	0.72	-1563.3	0.00	0.00	-0.315	-9.75	-11.25	1.00		0.87
1	0.00	-1563.3	0.00	0.00	-0.315	-9.75	-11.25	1.00		0.87

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1	1	20	3.1	-11.0	-16.0	635	30
Bügel: 33Ø8 mm	2	20	3.1	11.0	-16.0	635	30
	3	20	3.1	11.0	16.0	635	30
	4	20	3.1	-11.0	16.0	635	30
	5	20	3.1	-5.5	-16.0	465	76
	6	20	3.1	-5.5	16.0	465	76
	7	20	3.1	0.0	-16.0	425	87
	8	20	3.1	0.0	16.0	425	87
	9	20	3.1	5.5	-16.0	465	76
	10	20	3.1	5.5	16.0	465	76
	11	20	3.1	-11.0	-10.7	467	76
	12	20	3.1	11.0	-10.7	467	76
	13	20	3.1	-11.0	-5.3	417	89
	14	20	3.1	11.0	-5.3	417	89
	15	20	3.1	-11.0	0.0	408	92
	16	20	3.1	11.0	0.0	408	92
	17	20	3.1	-11.0	5.3	417	89
	18	20	3.1	11.0	5.3	417	89
	19	20	3.1	-11.0	10.7	467	76
	20	20	3.1	11.0	10.7	467	76
			62.8				

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	3.0	2.0	3.0	2.2

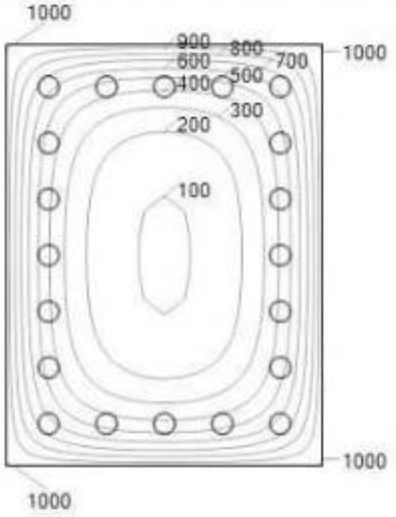
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m =	0.70	
Betonfeuchte	u =	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze	
Rohdichte	ρ =	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	1.1	cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch	
Betonstahl	=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Rechteck 30x40 t=90min



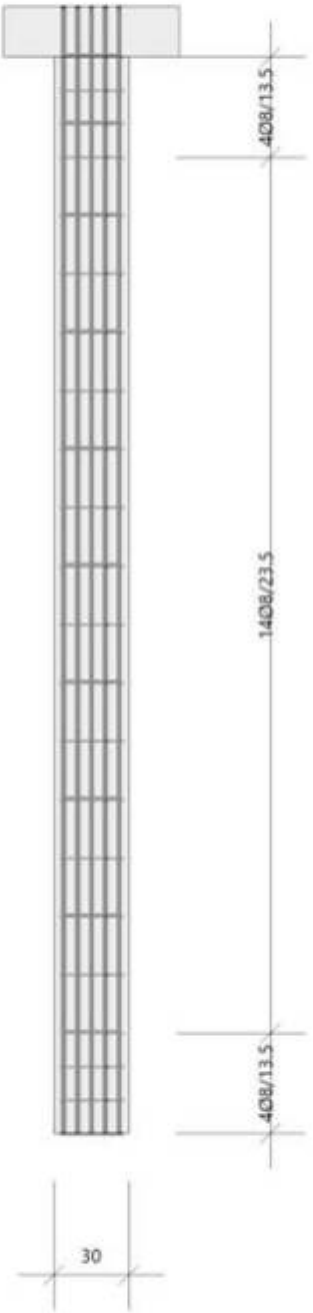
Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S1 Stb.-Stütze

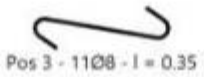
Bewehrungsbilder

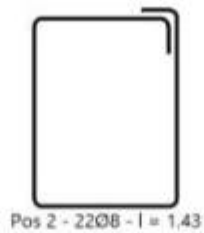
Maßstab 1 : 30.2

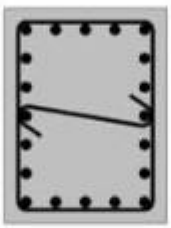




Hilfsbügel im Abstand a < 48.0 cm!







Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S2-S5 - Stb.-Rundstütze EG

C25/30 XC1 d= 40 cm

System:
Pendelstütze h=4,3 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
aus Pos. 30

G_k= 1428,00 kN
Q_k= 511,00 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S2-S5 Stb.-Rundstütze

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Kreis, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

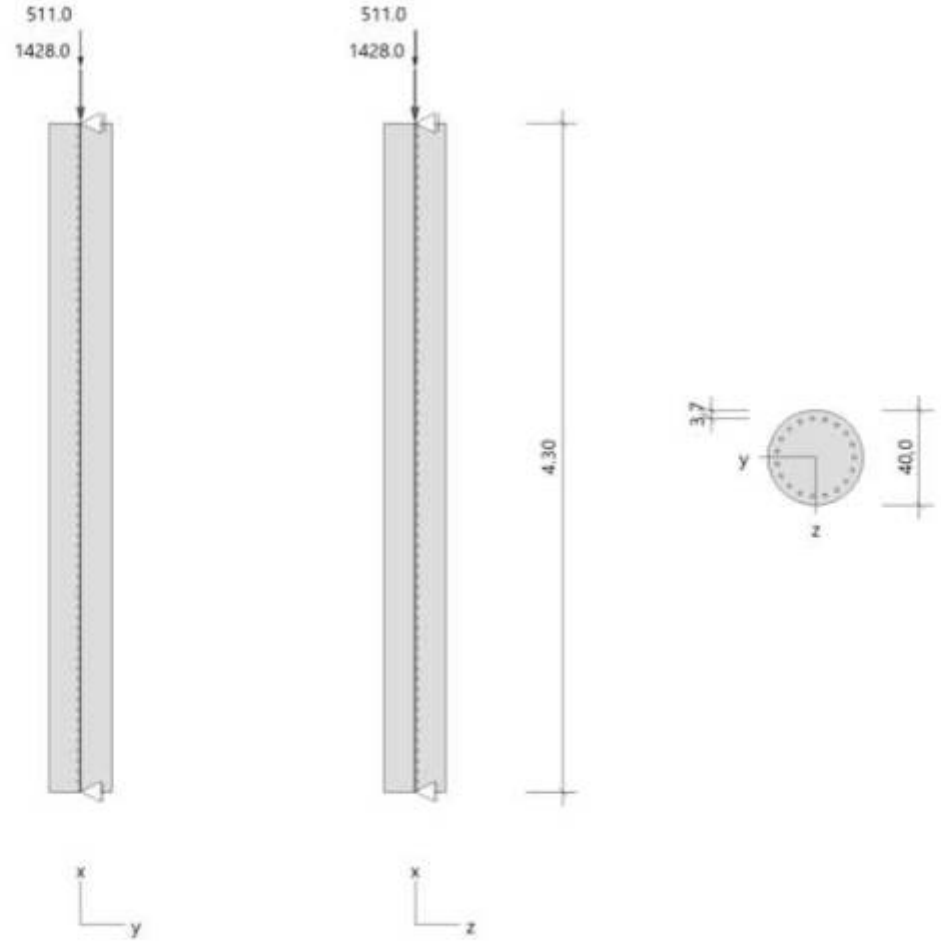
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 49.1



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	16	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	16	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.63		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	4.30 m
Querschnitt	d	=	40.0 cm
	d_1	=	3.7 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		1428.0							ständig		
2	Stützenkopf		511.0							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		13.5							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 7,67 in y- / 7,67 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 1428,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 511,0 kN (Kat. A)	**1.50**		**1.50**	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	4.30	4.30	43.0	43.0	25.0	25.0	1.0	1.0	2.633	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.30	-2712.5	0.00	0.00	3.04	38.2	38.2	Querschnitt
	3.58	-2712.5	19.42	-19.42	3.04	38.2	38.2	
	2.87	-2712.5	32.63	-32.63	3.04	38.2	38.2	
	2.15	-2712.5	37.72	-37.72	3.04	38.2	38.2	
	1.43	-2712.5	32.63	-32.63	3.04	38.2	38.2	
	0.72	-2712.5	19.42	-19.42	3.04	38.2	38.2	
	0.00	-2712.5	0.00	0.00	3.04	38.2	38.2	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.30		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.01	0.00	0.01	0.00	4
Fußpunkt	0.00	1441.5	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		2712.5	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		1946.0	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	38.2

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 1428,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 511,0 kN (Kat. A)	**1.00**	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.30	-1952.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.58	-1952.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.87	-1952.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.15	-1952.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.43	-1952.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.72	-1952.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-1952.5	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.30	-1952.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.58	-1952.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.87	-1952.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.15	-1952.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.43	-1952.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.72	-1952.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-1952.5	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.30	-1952.5	0.00	0.00	0.00	-0.651	-130.17	400.00	0.00
1	3.58	-1952.5	0.00	0.00	0.00	-0.651	-130.17	400.00	0.00
1	2.87	-1952.5	0.00	0.00	0.00	-0.651	-130.17	400.00	0.00
1	2.15	-1952.5	0.00	0.00	0.00	-0.651	-130.17	400.00	0.00
1	1.43	-1952.5	0.00	0.00	0.00	-0.651	-130.17	400.00	0.00
1	0.72	-1952.5	0.00	0.00	0.00	-0.651	-130.17	400.00	0.00
1	0.00	-1952.5	0.00	0.00	0.00	-0.651	-130.17	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.30	-1952.5	0.00	0.00	0.00	-0.651	-130.17	400.00	0.00
1	3.58	-1952.5	0.00	0.00	0.00	-0.651	-130.17	400.00	0.00
1	2.87	-1952.5	0.00	0.00	0.00	-0.651	-130.17	400.00	0.00
1	2.15	-1952.5	0.00	0.00	0.00	-0.651	-130.17	400.00	0.00
1	1.43	-1952.5	0.00	0.00	0.00	-0.651	-130.17	400.00	0.00
1	0.72	-1952.5	0.00	0.00	0.00	-0.651	-130.17	400.00	0.00
1	0.00	-1952.5	0.00	0.00	0.00	-0.651	-130.17	400.00	0.00

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,30*L2

$A_{s,kalt}$ = 38.2 cm² $R(A_{s,kalt})$ = 95 min
N_{Ed} = -1594.8 kN μ_{fi} = 0.523
N_{Rd} = -3048.6 kN
M_{Ryd} = 47.27 kNm M_{Rzd} = -47.27 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 38.2 cm².

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	= $A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 38.20*43.48/(1256.64*1.42)	=	0.93
b'	= $\varnothing_{col}$		=	400.0 mm
a_{cc}	= Abminderungsfaktor		=	0.85
$l_{0,fi,max}$	= Ersatzlänge; 2m ≤ $l_{0,fi,max}$ ≤ 6 m		=	4.30 m
$R_{\eta fi}$	= 83*[1.00 - μ_{fi}*(1 + ω) / ((.85/α_{cc})+ ω]	= 83*[1.00-0.52*(1+0.93)/((.85/0.85)+0.93)]	=	39.6
R_a	= 1.60(a-30)	= 1.60*(37-30)	=	11.2 mm
R_l	= 9.60(5 - $l_{0,fi}$)	= 9.60*(5-4.30)	=	6.72 m
R_b	= 0.09*b'	= 0.09*400.00	=	36.0 mm
R_n	= mindestens 6 Stäbe vorhanden		=	12
R	= 120*[$R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n$)/120]$^{1.8}$	= 120*[(39.6+11.2+6.72+36.00+12)/120]$^{1.8}$	=	95.2 min

Stützenlänge	l = 4.30 m	≤	l_{max} = 5.00 m	η = 0.86	✓
Achsabstand	a = 3.7 cm	≤	a_{max} = 8.0 cm	η = 0.46	✓
Verhältnis	A_s/A_c = 0.030	<	$A_s/A_{c,max}$ = 0.04	η = 0.76	✓
$\varnothing_{col}$	b' = 400 mm	≤	b'_{max} = 450 mm	η = 0.89	✓
Branddauer	R = 95.2 min	≥	R_{min} = 90 min	η = 0.95	✓

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 28Ø8 mm	1	16	2.0	16.3	0.0
	2	16	2.0	15.4	5.3
	3	16	2.0	12.9	10.0
	4	16	2.0	8.9	13.6
	5	16	2.0	4.0	15.8
	6	16	2.0	-1.3	16.2
	7	16	2.0	-6.5	14.9
	8	16	2.0	-11.0	12.0
	9	16	2.0	-14.8	7.8
	10	16	2.0	-16.1	2.7
	11	16	2.0	-16.1	2.7
	12	16	2.0	-14.3	-7.8
	13	16	2.0	-11.0	-12.0
	14	16	2.0	-6.5	-14.9

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
	15	16	2.0	-1.3	-16.2
	16	16	2.0	4.0	-15.8
	17	16	2.0	8.9	-13.6
	18	16	2.0	12.9	-10.0
	19	16	2.0	15.4	-5.3
			38.2		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	2.9	2.1

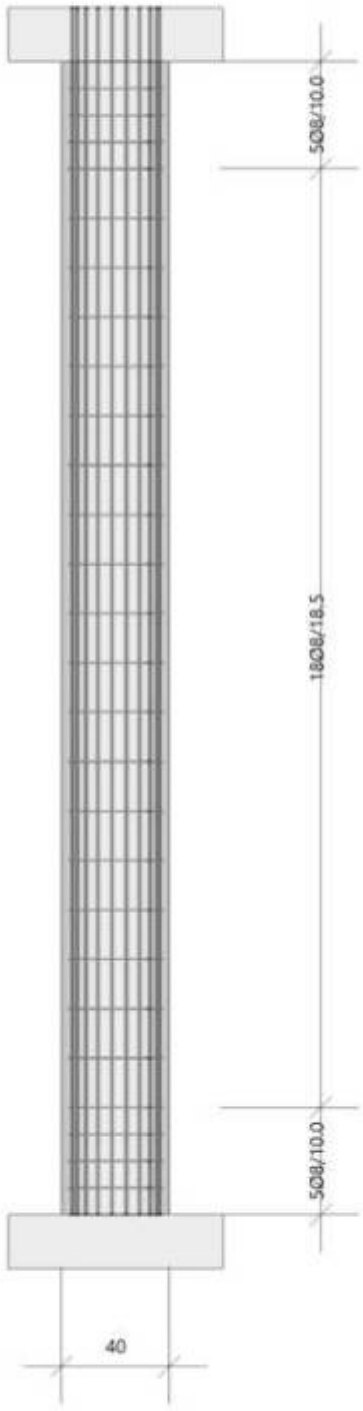
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

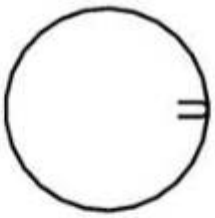
Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S2-S5 Stb.-Rundstütze

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 28.2







Pos 2 - 28Ø8 - l = 1.34



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S6 - Stb.-Stütze EG

C25/30 XC1 b/h= 30/35 cm

System:
Pendelstütze h=4,3 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
aus Pos. 30

G_k= 927,00 kN
Q_k= 289,00 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

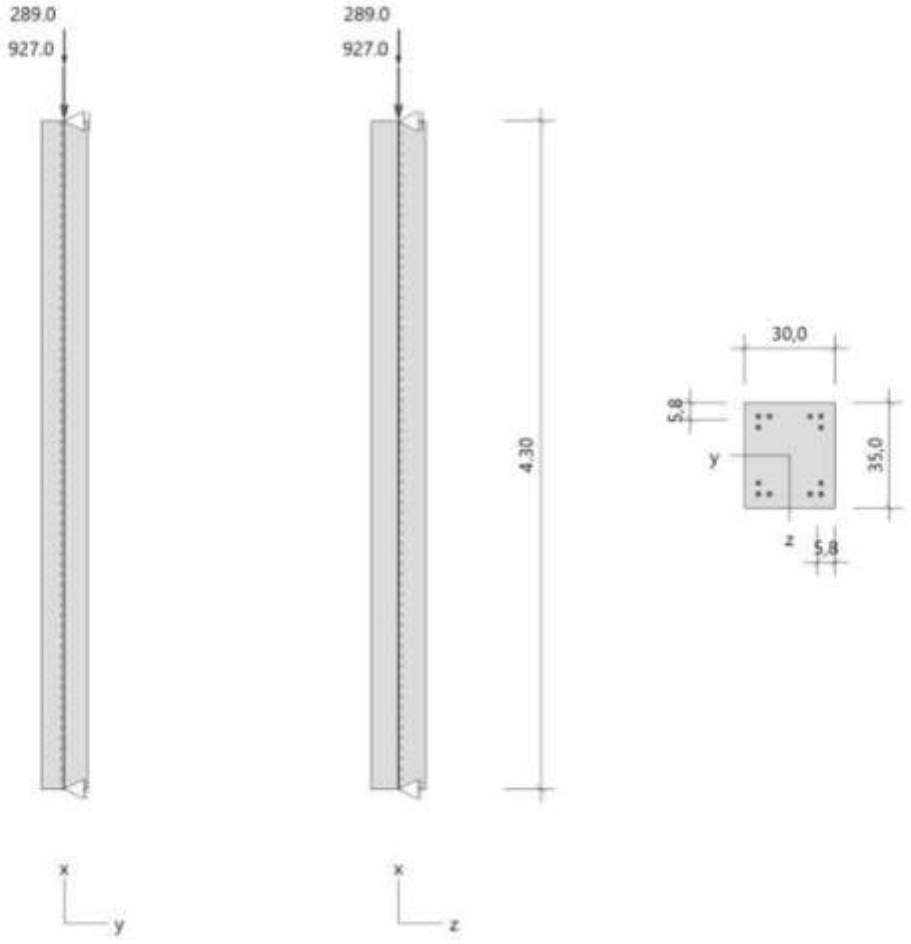
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 49.1



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 16	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 16	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	= 2.72		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	4.30 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	30.0/35.0 cm
	b_1/d_1	=	5.8/5.8 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		927.0							ständig		
2	Stützenkopf		289.0							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		11.3							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\xi_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 7,67 in y- / 10,43 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 927,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 289,0 kN (Kat. A)	**1.50**		**1.50**	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	4.30	4.30	49.6	42.6	25.0	25.0	1.0	1.0	2.725	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.30	-1700.2	0.00	0.00	2.30	24.1	24.1	Querschnitt
	3.58	-1700.2	11.31	-13.17	2.30	24.1	24.1	
	2.87	-1700.2	19.68	-22.91	2.30	24.1	24.1	
	2.15	-1700.2	22.66	-26.18	2.30	24.1	24.1	
	1.43	-1700.2	19.68	-22.91	2.30	24.1	24.1	
	0.72	-1700.2	11.31	-13.17	2.30	24.1	24.1	
	0.00	-1700.2	0.00	0.00	2.30	24.1	24.1	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S6 Stb.-Stütze

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.30		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.02	0.00	0.01	0.00	4
Fußpunkt	0.00	938.3	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		1700.2	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		1266.7	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	24.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 927,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 289,0 kN (Kat. A)	**1.00**	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.30	-1227.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.58	-1227.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.87	-1227.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.15	-1227.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.43	-1227.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.72	-1227.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-1227.3	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.30	-1227.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.58	-1227.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.87	-1227.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.15	-1227.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.43	-1227.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.72	-1227.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-1227.3	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.30	-1227.3	0.00	0.00	0.00	-0.328	-65.62	400.00	0.00
1	3.58	-1227.3	0.00	0.00	0.00	-0.328	-65.62	400.00	0.00
1	2.87	-1227.3	0.00	0.00	0.00	-0.328	-65.62	400.00	0.00
1	2.15	-1227.3	0.00	0.00	0.00	-0.328	-65.62	400.00	0.00
1	1.43	-1227.3	0.00	0.00	0.00	-0.328	-65.62	400.00	0.00
1	0.72	-1227.3	0.00	0.00	0.00	-0.328	-65.62	400.00	0.00
1	0.00	-1227.3	0.00	0.00	0.00	-0.328	-65.62	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S6 Stb.-Stütze

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.30	-1227.3	0.00	0.00	0.00	-0.328	-65.62	400.00	0.00
1	3.58	-1227.3	0.00	0.00	0.00	-0.328	-65.62	400.00	0.00
1	2.87	-1227.3	0.00	0.00	0.00	-0.328	-65.62	400.00	0.00
1	2.15	-1227.3	0.00	0.00	0.00	-0.328	-65.62	400.00	0.00
1	1.43	-1227.3	0.00	0.00	0.00	-0.328	-65.62	400.00	0.00
1	0.72	-1227.3	0.00	0.00	0.00	-0.328	-65.62	400.00	0.00
1	0.00	-1227.3	0.00	0.00	0.00	-0.328	-65.62	400.00	0.00

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 927,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 289,0 kN (Kat. A)	0.30	

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	4.30	-1025.0	0.00	0.00	-0.275	-8.52	-11.25	1.00		0.76
1	3.58	-1025.0	0.00	0.00	-0.275	-8.52	-11.25	1.00		0.76
1	2.87	-1025.0	0.00	0.00	-0.275	-8.52	-11.25	1.00		0.76
1	2.15	-1025.0	0.00	0.00	-0.275	-8.52	-11.25	1.00		0.76
1	1.43	-1025.0	0.00	0.00	-0.275	-8.52	-11.25	1.00		0.76
1	0.72	-1025.0	0.00	0.00	-0.275	-8.52	-11.25	1.00		0.76
1	0.00	-1025.0	0.00	0.00	-0.275	-8.52	-11.25	1.00		0.76

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,30*L2

$A_{s,kalt}$ = 24.1 cm² $\quad R(A_{s,kalt})$ = 126 min
N_{Ed} = -1025.0 kN $\quad \mu_{fi}$ = 0.486
N_{Rd} = -2111.1 kN
M_{Ryd} = 39.81 kNm $\quad M_{Rzd}$ = -42.44 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 24.1 cm².

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	= $A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 24.13*43.48/(1050.00*1.42)	= 0.71
b'	= $2*A_c/(b+h)$	= 2*105000/(300+350)	= 323.1 mm
a_{cc}	= Abminderungsfaktor		= 0.85
$l_{0,fi,max}$	= Ersatzlänge; 2m ≤ $l_{0,fi,max}$ ≤ 6 m		= 4.30 m
$R_{\eta fi}$	= $83*[1.00 - \mu_{fi}*(1 + \omega) / ((.85/\alpha_{cc})+ \omega]$	= 83*[1.00-0.49*(1+0.71)/((.85/0.85)+0.71)]	= 42.7
R_a	= 1.60(a-30)	= 1.60*(58-30)	= 45.0 mm
R_l	= 9.60(5 - $l_{0,fi}$)	= 9.60*(5-4.30)	= 6.72 m
R_b	= 0.09*b'	= 0.09*323.08	= 29.1 mm
R_n	= nur 4 Eckstäbe vorhanden		= 0
R	= $120*[R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n)/120]^{1.8}$	= $120*[(42.7+45.0+6.72+29.08+0)/120]^{1.8}$	= 126.4 min

Stützenlänge	l = 4.30 m	≤	l_{max} = 6.00 m	η = 0.72	✓	Statisch durch Vergleich geprüft
Achsabstand	a = 5.8 cm	≤	a_{max} = 8.0 cm	η = 0.73	✓	
Verhältnis	h/b = 1.17	≤	h/b_{max} = 4.00	η = 0.29	✓	
Verhältnis	A_s/A_c = 0.023	<	$A_s/A_{c,max}$ = 0.04	η = 0.57	✓	
$2*A_c/(b+h)$	b' = 323 mm	≤	b'_{max} = 450 mm	η = 0.72	✓	
Branddauer	R = 126.4 min	≥	R_{min} = 90 min	η = 0.71	✓	

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 28Ø8 mm	1	16	2.0	-10.4	-12.9
	2	16	2.0	10.4	-12.9
	3	16	2.0	10.4	12.9
	4	16	2.0	-10.4	12.9
	5	16	2.0	-6.8	-12.9
	6	16	2.0	6.8	-12.9
	7	16	2.0	6.8	12.9
	8	16	2.0	-6.8	12.9
	9	16	2.0	-10.4	-9.3
	10	16	2.0	10.4	-9.3
	11	16	2.0	10.4	9.3
	12	16	2.0	-10.4	9.3
			24.1		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.8	3.0

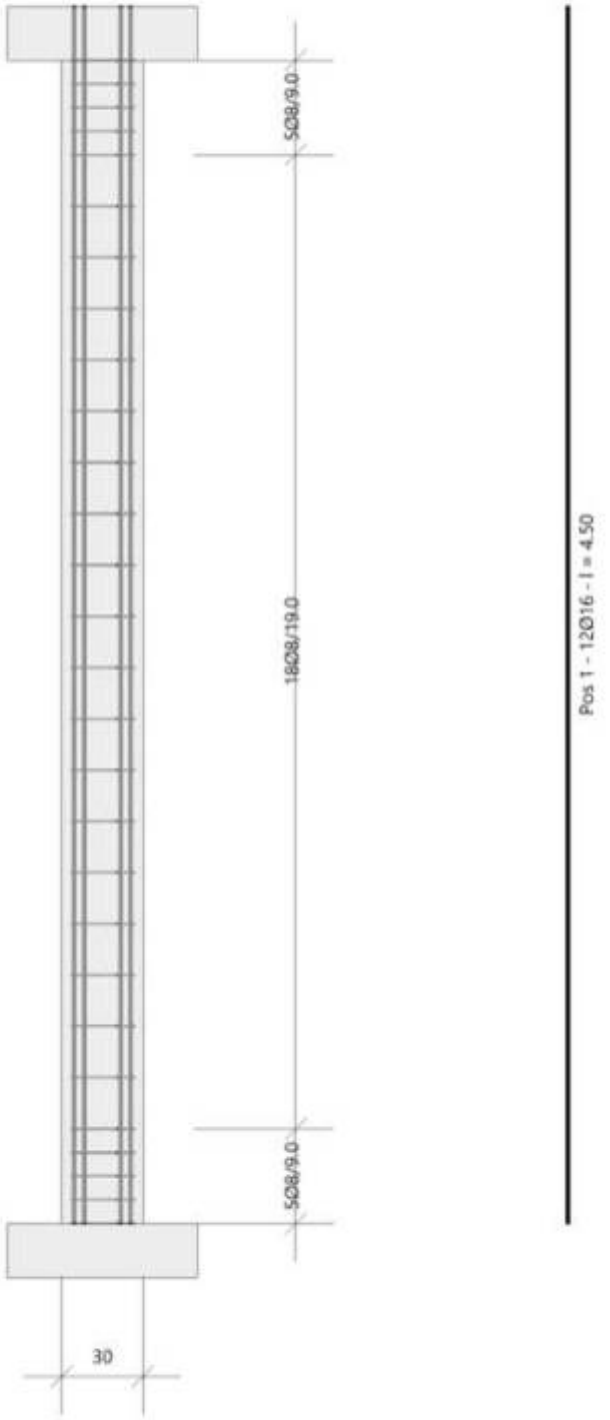
Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

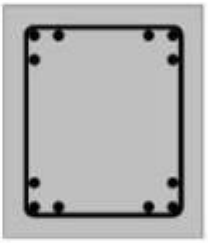
Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S6 Stb.-Stütze

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 27.9







Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S7-S20 - Stb.-Rundstütze EG

C25/30 XC1 d= 40 cm

System:
Pendelstütze h=4,3 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
Anpralllast Feherwehrfahrzeug in Höhe von 1,25 m
F=100 kN

aus Pos. 30

G_k= 1312,70 kN
Q_k= 378,10 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Kreis, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

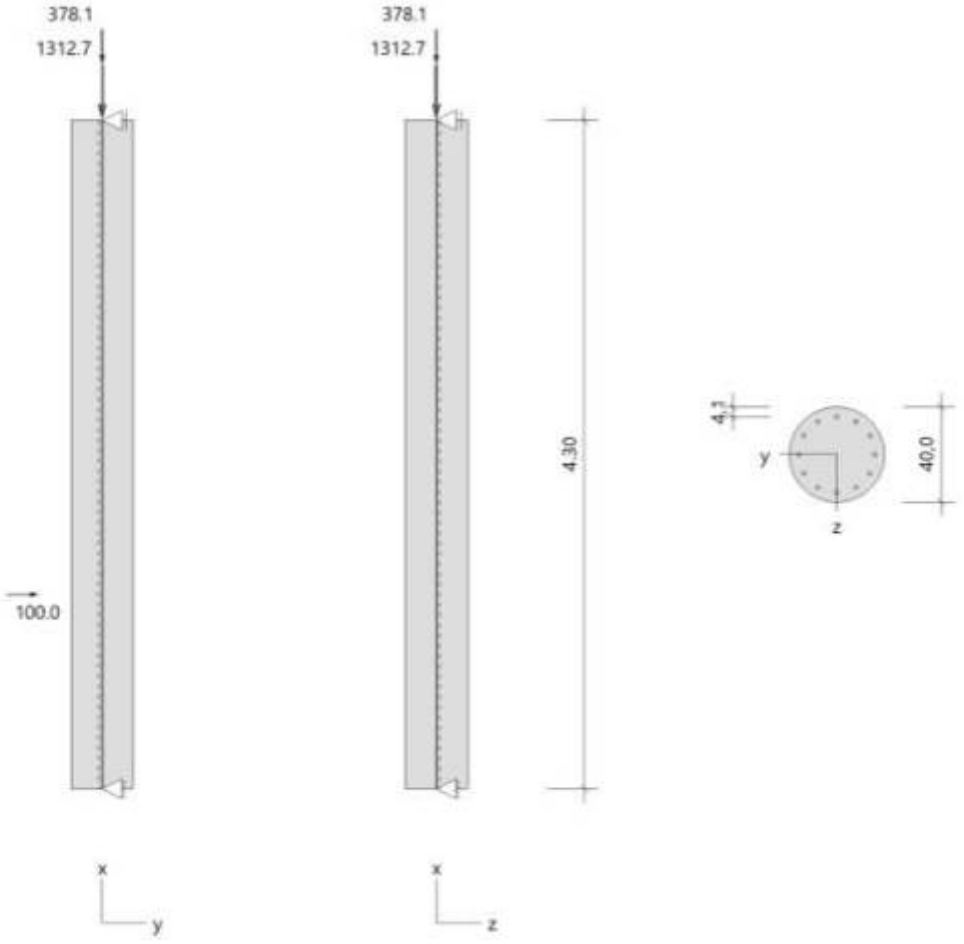
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 49.1



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 16	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 16	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	= 2.63		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52
außergewöhnlich	1.30	16.35	1.17	1.00	500.00	525.00

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	= 4.30	m
Querschnitt	d	= 40.0	cm
	d_1	= 4.1	cm
Bewehrungsanordnung (kalt)		umfangsverteilt	
Bewehrungsanordnung (Brand)		wie Bewehrungsbild	

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
außergewöhnliche Einwirkungen					1.000
ständig				1.000	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		1312.7							ständig		
2	Stützenkopf		378.1							Kat. A		
3	Stütze	1.25				100.0				außergewöhnlich		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		13.5							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 8,82 in y- / 8,82 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 1312,7 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 378,1 kN (Kat. A)	**1.50**		**1.50**	
Fy = 100,0 kN (außergewöhnlich)				

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	4.30	4.30	43.0	43.0	25.0	25.0	-1.0	-1.0	2.633	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.30	-2357.5	0.00	0.00	1.92	24.1	24.1	Querschnitt
	3.54	-2357.5	-18.71	18.71	1.92	24.1	24.1	
	2.78	-2357.5	-31.90	31.90	1.92	24.1	24.1	
	2.01	-2357.5	-35.34	35.34	1.92	24.1	24.1	
	1.25	-2357.5	-28.58	28.58	1.92	24.1	24.1	Statisch durch
	1.25	-2357.5	-28.58	28.58	1.92	24.1	24.1	Vergleich geprüft
	0.00	-2357.5	0.00	0.00	1.92	24.1	24.1	

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.30		-0.2	0.00	-0.2	0.00	4
			0.1	0.00	0.1	0.00	1
Fußpunkt	0.00	1326.2	0.1	0.00	0.1	0.00	2
		2357.5	-0.1	0.00	-0.1	0.00	1
		1790.4	0.2	0.00	0.2	0.00	4

Tragfähigkeit - außergewöhnlich - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (außergewöhnliche Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3
Stützeneigengewicht	1.00	1.00	1.00
V = 1312,7 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00
V = 378,1 kN (Kat. A)	**0.50**		
Fy = 100,0 kN (außergewöhnlich)	1.00	1.00	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	4.30	4.30	43.0	43.0	25.0	25.0	1.0	-1.0	2.633	0.898

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (außergewöhnliche Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.30	-1515.2	0.00	0.00	1.92	24.1	24.1	Querschnitt
	3.54	-1515.2	-10.57	-36.94	1.92	24.1	24.1	
	2.78	-1515.3	-18.04	-69.86	1.92	24.1	24.1	
	2.01	-1515.3	-20.00	-95.44	1.92	24.1	24.1	
	1.25	-1515.3	-16.20	-112.59	1.92	24.1	24.1	
	1.25	-1515.2	-16.20	-112.59	1.92	24.1	24.1	
	0.00	-1515.2	0.00	0.00	1.92	24.1	24.1	

Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. II. O. mit e_i (außergewöhnliche Bemessungssituation)

LK	Richtung	Höhe [m]	N_d [kN]	$V_{E,d}$ [kN]	$V_{rd,c}$ [kN]	$V_{rd,max}$ [kN]	Θ [°]	A_{sw} [cm²/m]
1	y	4.30	-1515.3	-19.9	90.1	280.1	18.4	0.00
		3.54	-1515.3	-22.1	90.1	280.1	18.4	0.00
		2.78	-1515.3	-26.3	90.1	286.9	19.0	0.00
		2.01	-1515.3	-30.6	90.1	296.4	19.7	0.00
		1.25	-1515.3	-33.6	78.9	220.9	21.4	0.00
		1.25	-1515.2	84.4	83.2	258.7	22.9	3.80
		0.00	-1515.2	93.1	90.1	332.4	22.7	3.68
1	z	4.30	-1515.3	14.8	90.1	280.1	18.4	0.00
		3.54	-1515.3	12.0	90.1	280.1	18.4	0.00
		2.78	-1515.3	6.0	90.1	280.1	18.4	0.00
		2.01	-1515.3	-1.3	90.1	280.1	18.4	0.00
		1.25	-1515.3	-8.2	90.1	280.1	18.4	0.00
		1.25	-1515.3	-9.7	90.1	280.1	18.4	0.00
		0.00	-1515.3	-14.8	90.1	280.1	18.4	0.00

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (außergewöhnlich)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.30		-0.1	0.00	-0.1	0.00	3
			29.2	0.00	-0.1	0.00	2
			29.0	0.00	-0.1	0.00	2
			29.1	0.00	0.1	0.00	1
Fußpunkt	0.00	1326.2	71.0	0.00	0.1	0.00	2
		1515.3	70.9	0.00	-0.1	0.00	1
		1326.2	0.1	0.00	0.1	0.00	3
		1515.3	71.0	0.00	-0.1	0.00	1

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	24.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 1312,7 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 378,1 kN (Kat. A)	**1.00**	
Fy = 100,0 kN (außergewöhnlich)		

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.30	-1704.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.54	-1704.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.78	-1704.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.01	-1704.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.25	-1704.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-1704.3	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.30	-1704.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.54	-1704.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.78	-1704.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.01	-1704.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.25	-1704.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-1704.3	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.30	-1704.3	0.00	0.00	0.00	-0.623	-124.53	400.00	0.00
1	3.54	-1704.3	0.00	0.00	0.00	-0.623	-124.53	400.00	0.00
1	2.78	-1704.3	0.00	0.00	0.00	-0.623	-124.53	400.00	0.00
1	2.01	-1704.3	0.00	0.00	0.00	-0.623	-124.53	400.00	0.00
1	1.25	-1704.3	0.00	0.00	0.00	-0.623	-124.53	400.00	0.00
1	0.00	-1704.3	0.00	0.00	0.00	-0.623	-124.53	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.30	-1704.3	0.00	0.00	0.00	-0.623	-124.53	400.00	0.00
1	3.54	-1704.3	0.00	0.00	0.00	-0.623	-124.53	400.00	0.00
1	2.78	-1704.3	0.00	0.00	0.00	-0.623	-124.53	400.00	0.00
1	2.01	-1704.3	0.00	0.00	0.00	-0.623	-124.53	400.00	0.00
1	1.25	-1704.3	0.00	0.00	0.00	-0.623	-124.53	400.00	0.00
1	0.00	-1704.3	0.00	0.00	0.00	-0.623	-124.53	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,30*L2

$A_{s,kalt}$ = 24.1 cm² $R(A_{s,kalt})$ = 98 min
N_{Ed} = -1439.6 kN μ_{fi} = 0.578
N_{Rd} = -2490.6 kN
M_{Ryd} = -40.48 kNm M_{Rzd} = 40.48 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 24.1 cm².

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	= $A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 24.13*43.48/(1256.64*1.42)	=	0.59
b'	= $\varnothing_{col}$		=	400.0 mm
a_{cc}	= Abminderungsfaktor		=	0.85
$l_{0,fi,max}$	= Ersatzlänge; 2m ≤ $l_{0,fi,max}$ ≤ 6 m		=	4.30 m
$R_{\eta fi}$	= 83*[1.00 - μ_{fi}*(1 + ω) / ((.85/α_{cc})+ ω]	= 83*[1.00-0.58*(1+0.59)/((.85/0.85)+0.59)]	=	35.0
R_a	= 1.60(a-30)	= 1.60*(41-30)	=	17.6 mm
R_l	= 9.60(5 - $l_{0,fi}$)	= 9.60*(5-4.30)	=	6.72 m
R_b	= 0.09*b'	= 0.09*400.00	=	36.0 mm
R_n	= mindestens 6 Stäbe vorhanden		=	12
R	= 120*[$R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n$)/120]$^{1.8}$	= 120*[(35.0+17.6+6.72+36.00+12)/120]$^{1.8}$	=	98.2 min

Stützenlänge	l = 4.30 m	≤	l_{max} = 5.00 m	η = 0.86	✓
Achsabstand	a = 4.1 cm	≤	a_{max} = 8.0 cm	η = 0.51	✓
Verhältnis	A_s/A_c = 0.019	<	$A_s/A_{c,max}$ = 0.04	η = 0.48	✓
$\varnothing_{col}$	b' = 400 mm	≤	b'_{max} = 450 mm	η = 0.89	✓
Branddauer	R = 98.2 min	≥	R_{min} = 90 min	η = 0.92	✓

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 28Ø8 mm	1	16	2.0	15.9	0.0
	2	16	2.0	13.8	8.0
	3	16	2.0	8.0	13.8
	4	16	2.0	0.0	15.9
	5	16	2.0	-8.0	13.8
	6	16	2.0	-13.8	8.0
	7	16	2.0	-15.9	0.0
	8	16	2.0	-13.8	-8.0
	9	16	2.0	-8.0	-13.8
	10	16	2.0	0.0	-15.9
	11	16	2.0	8.0	-13.8
	12	16	2.0	13.8	-8.0
			24.1		

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

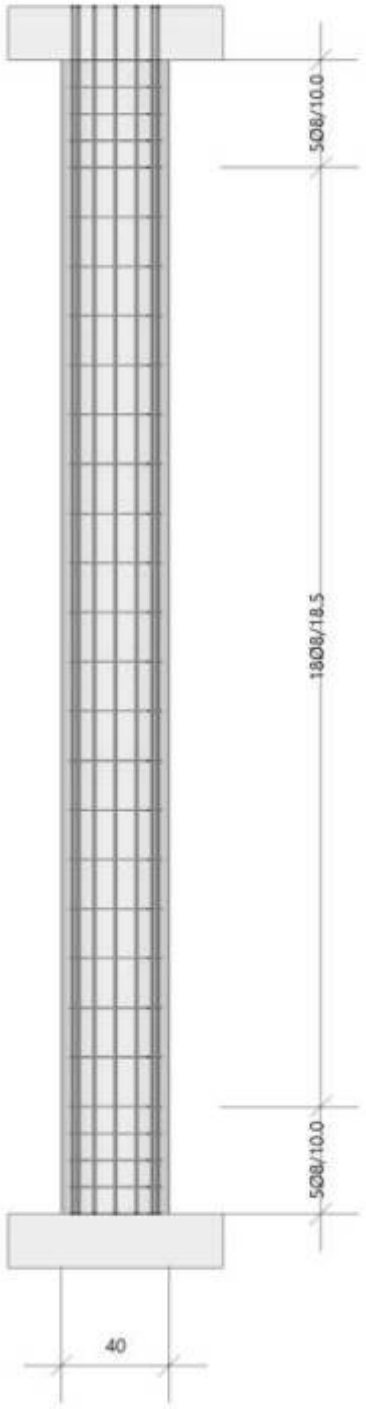
Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S7-S20 Stb.-Rundstütze_Anp

Realisierte Betondeckung

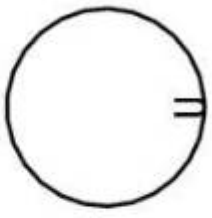
Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.3	2.5

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 28.2







Pos 2 - 28Ø8 - l = 1.31



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S21 - Stb.-Stütze EG

C25/30 XC1 b/h= 24/35 cm

System:
Pendelstütze h=4,3 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
aus Pos. 30

G_k= 835,00 kN
Q_k= 200,00 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo
Bewehrungsgrad 7,6% (Schraubanschlüsse)

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

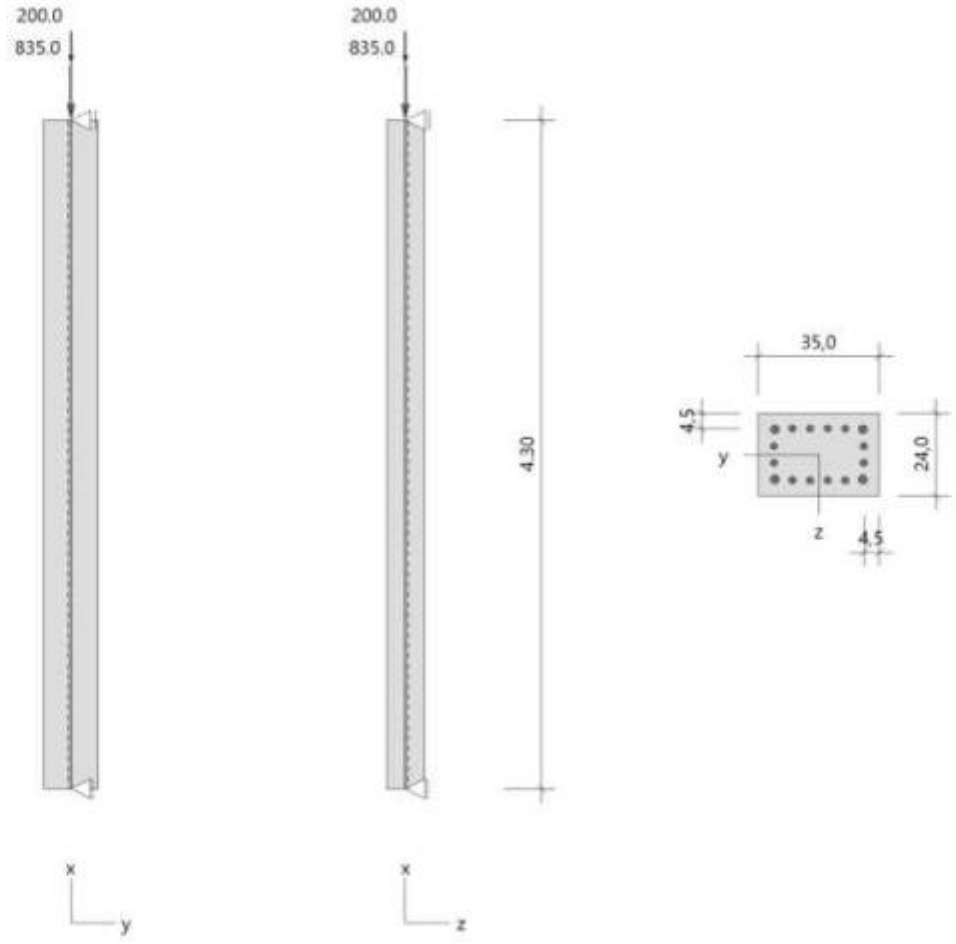
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 49.1



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	25	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	25	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	35	mm	
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	27	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.78		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	°/oo

(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	4.30 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	35.0/24.0 cm
	b_1/d_1	=	4.5/4.5 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
ständig				1.000	1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		835.0							ständig		
2	Stützenkopf		200.0							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		9.0							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\xi_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 9,86 in y- / 4,64 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 835,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 200,0 kN (Kat. A)	**1.50**		**1.50**	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	4.30	4.30	42.6	62.1	25.0	25.0	1.0	1.0	2.782	1.000

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S21 Stb.-Stütze

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.30	-1439.4	0.00	0.00	6.83	57.3	57.3	Querschnitt
	3.58	-1439.4	11.07	-8.67	6.83	57.3	57.3	
	2.87	-1439.4	18.38	-14.80	6.83	57.3	57.3	
	2.15	-1439.4	21.20	-17.19	6.83	57.3	57.3	
	1.43	-1439.4	18.38	-14.80	6.83	57.3	57.3	
	0.72	-1439.4	11.07	-8.67	6.83	57.3	57.3	
	0.00	-1439.4	0.00	0.00	6.83	57.3	57.3	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.30		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.01	0.00	4
Fußpunkt	0.00	844.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		1439.4	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		1139.4	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 835,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 200,0 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	4.30	4.30	42.6	62.1	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	1.000

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.30	-904.0	0.00	0.00	6.83	57.3	57.3	Querschnitt
	3.58	-904.0	10.16	-3.12	6.83	57.3	57.3	
	2.87	-904.0	17.61	-5.41	6.83	57.3	57.3	
	2.15	-904.0	20.37	-6.29	6.83	57.3	57.3	
	1.43	-904.0	17.61	-5.41	6.83	57.3	57.3	
	0.72	-904.0	10.16	-3.12	6.83	57.3	57.3	
	0.00	-904.0	0.00	0.00	6.83	57.3	57.3	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.30		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	844.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		904.0	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	57.3

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 835,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 200,0 kN (Kat. A)	**1.00**	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.30	-1044.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.58	-1044.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.87	-1044.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.15	-1044.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.43	-1044.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.72	-1044.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-1044.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.30	-1044.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.58	-1044.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.87	-1044.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.15	-1044.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.43	-1044.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.72	-1044.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-1044.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.30	-1044.0	0.00	0.00	0.00	-0.278	-55.61	400.00	0.00
1	3.58	-1044.0	0.00	0.00	0.00	-0.278	-55.61	400.00	0.00
1	2.87	-1044.0	0.00	0.00	0.00	-0.278	-55.61	400.00	0.00
1	2.15	-1044.0	0.00	0.00	0.00	-0.278	-55.61	400.00	0.00
1	1.43	-1044.0	0.00	0.00	0.00	-0.278	-55.61	400.00	0.00
1	0.72	-1044.0	0.00	0.00	0.00	-0.278	-55.61	400.00	0.00
1	0.00	-1044.0	0.00	0.00	0.00	-0.278	-55.61	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.30	-1044.0	0.00	0.00	0.00	-0.278	-55.61	400.00	0.00
1	3.58	-1044.0	0.00	0.00	0.00	-0.278	-55.61	400.00	0.00
1	2.87	-1044.0	0.00	0.00	0.00	-0.278	-55.61	400.00	0.00
1	2.15	-1044.0	0.00	0.00	0.00	-0.278	-55.61	400.00	0.00
1	1.43	-1044.0	0.00	0.00	0.00	-0.278	-55.61	400.00	0.00
1	0.72	-1044.0	0.00	0.00	0.00	-0.278	-55.61	400.00	0.00
1	0.00	-1044.0	0.00	0.00	0.00	-0.278	-55.61	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1 Bügel: 22Ø8 mm	1	25	4.9	-12.8	-7.3	563	50
	2	25	4.9	12.8	-7.3	563	50
	3	25	4.9	12.8	7.3	563	50
	4	25	4.9	-12.8	7.3	563	50
	5	20	3.1	-7.7	-7.5	430	86
	6	20	3.1	-7.7	7.5	430	86
	7	20	3.1	-2.6	-7.5	386	95
	8	20	3.1	-2.6	7.5	386	95
	9	20	3.1	2.6	-7.5	386	95
	10	20	3.1	2.6	7.5	386	95
	11	20	3.1	7.7	-7.5	430	86
	12	20	3.1	7.7	7.5	430	86
	13	20	3.1	-13.0	-2.4	445	82
	14	20	3.1	13.0	-2.4	445	82
	15	20	3.1	-13.0	2.4	445	82
	16	20	3.1	13.0	2.4	445	82
			57.3				

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	3.5	2.0	3.5	2.7

Temperaturverteilung im Querschnitt

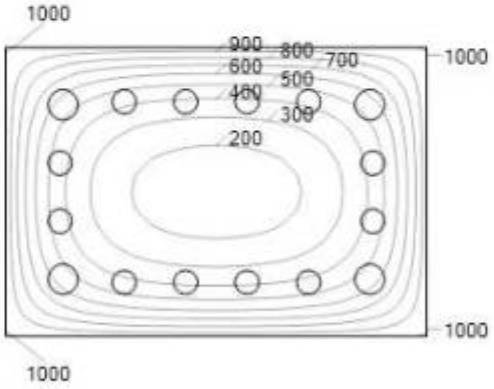
Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m =	0.70	
Betonfeuchte	u =	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze	
Rohdichte	ρ =	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	0.9	cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch	
Betonstahl	=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S21 Stb.-Stütze

Temperaturfeld Rechteck 35x24 t=90min



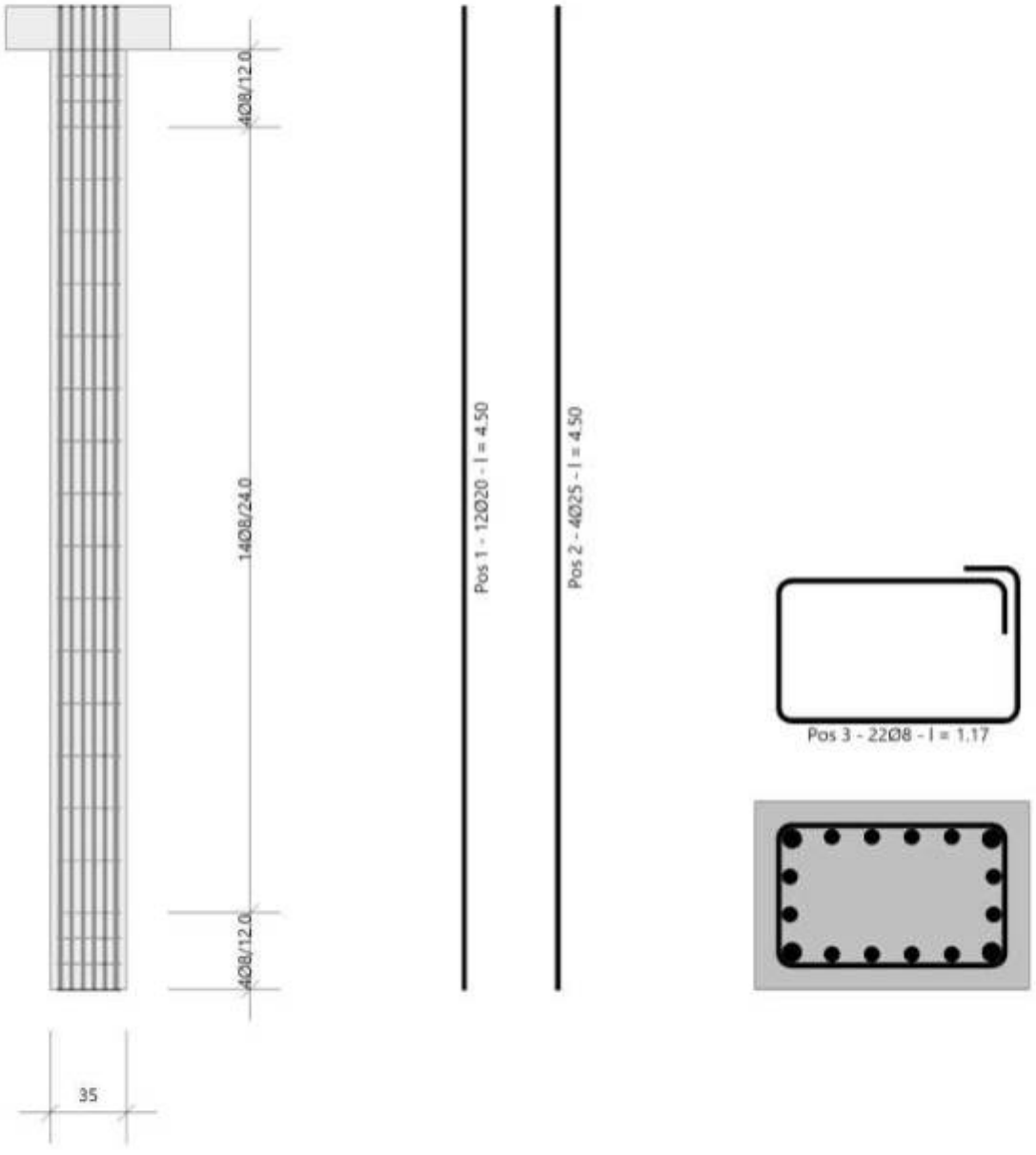
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S21 Stb.-Stütze

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 33



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S22 - Stb.-Stütze EG

C25/30 XC1 b/h= 24/30 cm

System:
Pendelstütze h=4,3 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
aus Pos. 30

G_k= 599,00 kN
Q_k= 143,00 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo
Bewehrungsgrad 6,1% (Schraubanschlüsse)

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

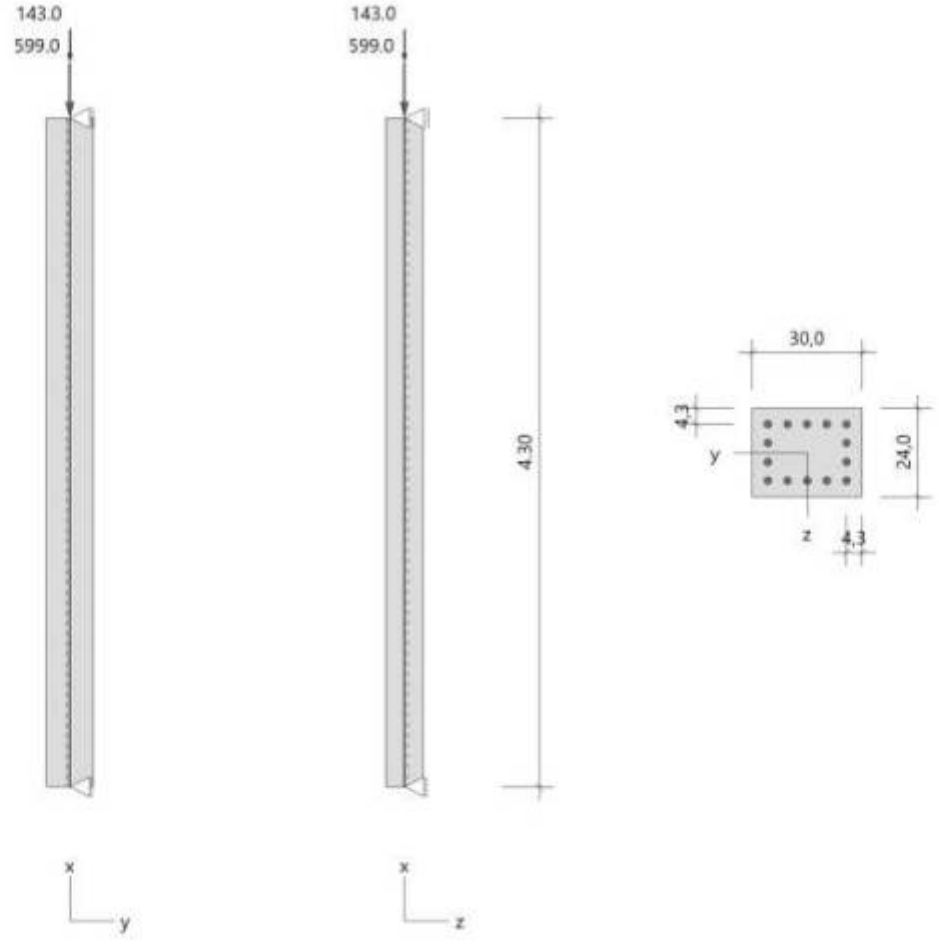
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 49.1



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	20	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	20	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	30	mm	
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	22	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Kriecheffekte werden nicht berücksichtigt.

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	°/oo

(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	4.30 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	30.0/24.0 cm
	b_1/d_1	=	4.3/4.3 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		599.0							ständig		
2	Stützenkopf		143.0							Kat. A		

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		7.7							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\xi_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 8,65 in y- / 5,53 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 599,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 143,0 kN (Kat. A)	**1.50**		**1.50**	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	4.30	4.30	49.6	62.1	25.0	25.0	1.0	1.0	0.000	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.30	-1033.6	0.00	0.00	6.11	44.0	44.0	Querschnitt
	3.58	-1033.6	6.63	-6.05	6.11	44.0	44.0	
	2.87	-1033.6	11.55	-10.54	6.11	44.0	44.0	
	2.15	-1033.6	13.44	-12.28	6.11	44.0	44.0	
	1.43	-1033.6	11.55	-10.54	6.11	44.0	44.0	
	0.72	-1033.6	6.63	-6.05	6.11	44.0	44.0	
	0.00	-1033.6	0.00	0.00	6.11	44.0	44.0	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S22 Stb.-Stütze

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.30		0.0	0.00	0.0	0.00	4
			0.0	0.00	0.0	0.00	3
Fußpunkt	0.00	606.7	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		1033.6	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		821.2	0.0	0.00	0.0	0.00	3
		819.1	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 599,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 143,0 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	4.30	4.30	49.6	62.1	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	1.000

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.30	-649.6	0.00	0.00	6.11	44.0	44.0	Querschnitt
	3.58	-649.6	7.96	-3.16	6.11	44.0	44.0	
	2.87	-649.6	13.80	-5.49	6.11	44.0	44.0	
	2.15	-649.6	15.96	-6.36	6.11	44.0	44.0	
	1.43	-649.6	13.80	-5.49	6.11	44.0	44.0	
	0.72	-649.6	7.96	-3.16	6.11	44.0	44.0	
	0.00	-649.6	0.00	0.00	6.11	44.0	44.0	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.30		0.0	0.00	0.0	0.00	2
			0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	606.7	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		649.6	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	44.0

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Statisch durch Vergleich geprüft

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 599,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 143,0 kN (Kat. A)	**1.00**	

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S22 Stb.-Stütze

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.30	-749.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.58	-749.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.87	-749.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.15	-749.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.43	-749.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.72	-749.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-749.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	4.30	-749.7	0.00	0.00	0.00	-0.241	-48.10	400.00	0.00
1	3.58	-749.7	0.00	0.00	0.00	-0.241	-48.10	400.00	0.00
1	2.87	-749.7	0.00	0.00	0.00	-0.241	-48.10	400.00	0.00
1	2.15	-749.7	0.00	0.00	0.00	-0.241	-48.10	400.00	0.00
1	1.43	-749.7	0.00	0.00	0.00	-0.241	-48.10	400.00	0.00
1	0.72	-749.7	0.00	0.00	0.00	-0.241	-48.10	400.00	0.00
1	0.00	-749.7	0.00	0.00	0.00	-0.241	-48.10	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 599,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 143,0 kN (Kat. A)	0.30	

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1	1	20	3.1	-10.7	-7.7	608	38
Bügel: 23Ø8 mm	2	20	3.1	10.7	-7.7	608	38
	3	20	3.1	10.7	7.7	608	38
	4	20	3.1	-10.7	7.7	608	38
	5	20	3.1	-5.4	-7.7	448	81
	6	20	3.1	-5.4	7.7	448	81
	7	20	3.1	0.0	-7.7	410	91
	8	20	3.1	0.0	7.7	410	91
	9	20	3.1	5.4	-7.7	448	81
	10	20	3.1	5.4	7.7	448	81
	11	20	3.1	-10.7	-2.6	460	78
	12	20	3.1	10.7	-2.6	460	78
	13	20	3.1	-10.7	2.6	460	78
	14	20	3.1	10.7	2.6	460	78
			44.0				

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	3.0	2.0	3.3	2.5

Statisch durch Vergleich geprüft

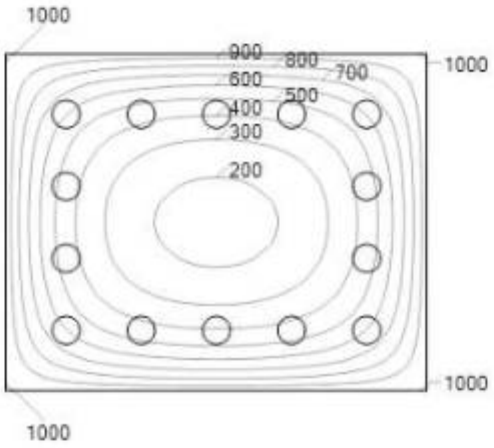
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S22 Stb.-Stütze

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α	=	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c	=	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m	=	0.70	
Betonfeuchte	u	=	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ	=	obere Grenze	
Rohdichte	ρ	=	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem}	=	0.9	cm
Betonzuschlag		=	quarzitisch	
Betonstahl		=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls		=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Rechteck 30x24 t=90min



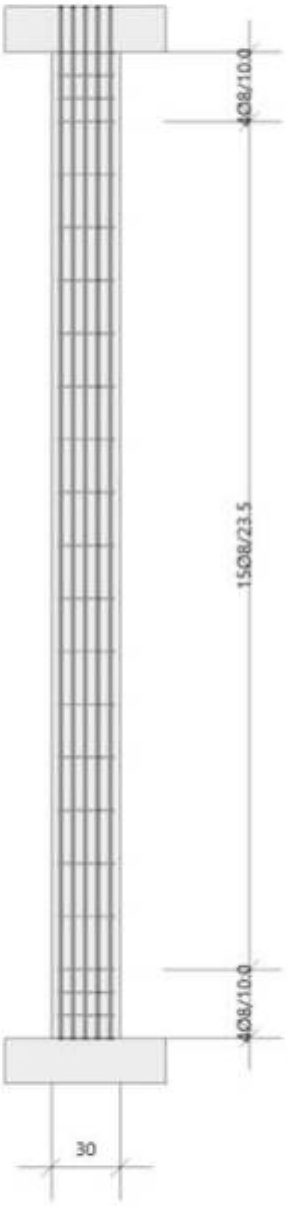
Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

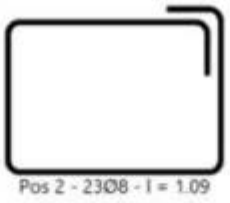
Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S22 Stb.-Stütze

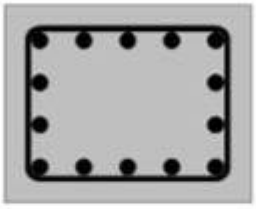
Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 33









Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S23 - Stb.-Rundstütze EG

C25/30 XC1 d=35 cm

System:
Pendelstütze h=3,65 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
aus Pos. 30

G_k= 1682,00 kN
Q_k= 358,00 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo
Bewehrungsgrad 6,5% (Schraubanschlüsse)

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Kreis, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

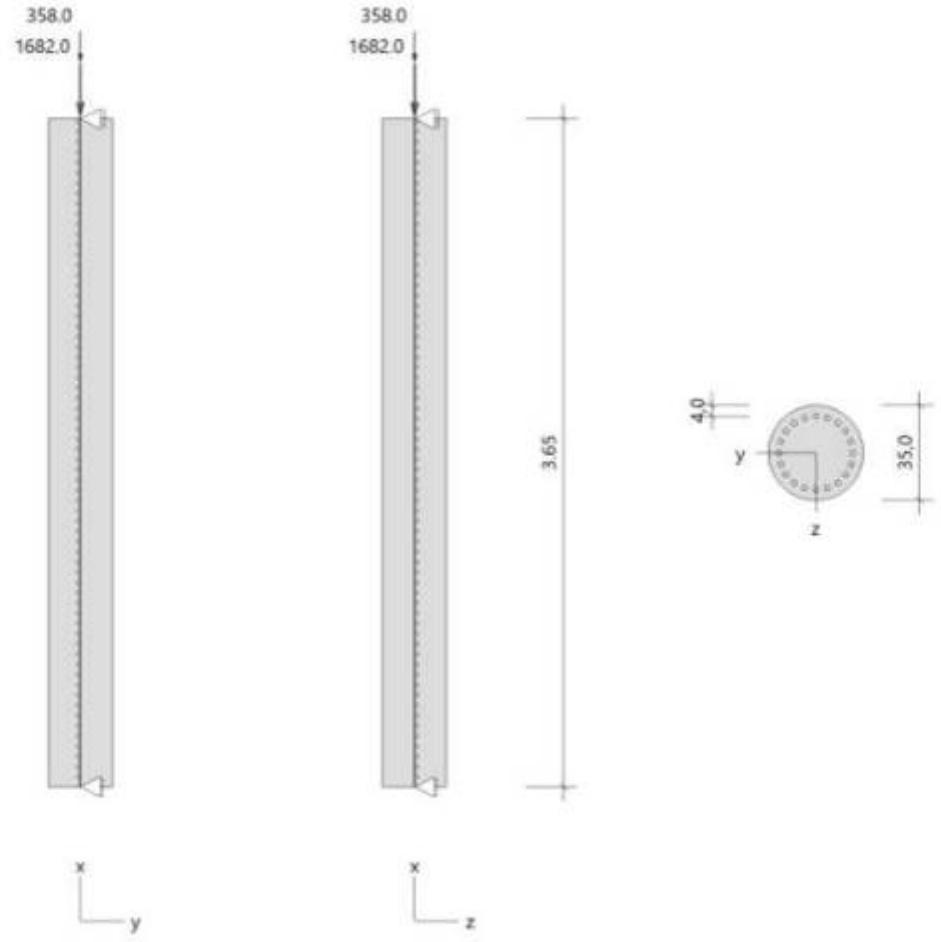
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	20	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	20	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	30	mm	
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	22	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Kriecheffekte werden nicht berücksichtigt.

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	°/oo

(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.65 m
Querschnitt	d	=	35.0 cm
	d_1	=	4.0 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		1682.0							ständig		
2	Stützenkopf		358.0							Kat. A		

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		8.8							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\xi_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 6,00 in y- / 6,00 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 1682,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 358,0 kN (Kat. A)	**1.50**			**1.50**

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.65	3.65	41.7	41.7	25.0	25.0	0.9	0.9	0.000	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-2819.6	0.00	0.00	6.53	62.8	62.8	Querschnitt
	3.04	-2819.6	15.80	-15.80	6.53	62.8	62.8	
	2.43	-2819.6	27.50	-27.50	6.53	62.8	62.8	
	1.83	-2819.6	32.03	-32.03	6.53	62.8	62.8	
	1.22	-2819.6	27.50	-27.50	6.53	62.8	62.8	
	0.61	-2819.6	15.80	-15.80	6.53	62.8	62.8	
	0.00	-2819.6	0.00	0.00	6.53	62.8	62.8	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	1690.8	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		2819.6	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		2227.8	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 1682,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 358,0 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.65	3.65	41.7	41.7	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	1.000

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-1798.2	0.00	0.00	6.53	62.8	62.8	Querschnitt
	3.04	-1798.2	14.55	-14.55	6.53	62.8	62.8	
	2.43	-1798.2	25.30	-25.30	6.53	62.8	62.8	
	1.83	-1798.2	29.31	-29.31	6.53	62.8	62.8	
	1.22	-1798.2	25.30	-25.30	6.53	62.8	62.8	
	0.61	-1798.2	14.55	-14.55	6.53	62.8	62.8	
	0.00	-1798.2	0.00	0.00	6.53	62.8	62.8	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	1690.8	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		1798.2	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	62.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 1682,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 358,0 kN (Kat. A)	**1.00**	

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S23 Stb.-Rundstütze

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-2048.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-2048.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-2048.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-2048.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-2048.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-2048.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-2048.8	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	3.65	-2048.8	0.00	0.00	0.00	-0.696	-139.11	400.00	0.00
1	3.04	-2048.8	0.00	0.00	0.00	-0.696	-139.11	400.00	0.00
1	2.43	-2048.8	0.00	0.00	0.00	-0.696	-139.11	400.00	0.00
1	1.83	-2048.8	0.00	0.00	0.00	-0.696	-139.11	400.00	0.00
1	1.22	-2048.8	0.00	0.00	0.00	-0.696	-139.11	400.00	0.00
1	0.61	-2048.8	0.00	0.00	0.00	-0.696	-139.11	400.00	0.00
1	0.00	-2048.8	0.00	0.00	0.00	-0.696	-139.11	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 1682,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 358,0 kN (Kat. A)	0.30	

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1	1	20	3.1	13.5	0.0	478	73
Bügel: 20Ø8 mm	2	20	3.1	12.8	4.2	478	73
	3	20	3.1	10.9	7.9	478	73
	4	20	3.1	7.9	10.9	478	73
	5	20	3.1	4.2	12.8	478	73
	6	20	3.1	0.0	13.5	478	73
	7	20	3.1	-4.2	12.8	478	73
	8	20	3.1	-7.9	10.9	478	73
	9	20	3.1	-10.9	7.9	478	73
	10	20	3.1	-12.8	4.2	478	73
	11	20	3.1	-13.5	0.0	478	73
	12	20	3.1	-12.8	-4.2	478	73
	13	20	3.1	-10.9	-7.9	478	73
	14	20	3.1	-7.9	-10.9	478	73
	15	20	3.1	-4.2	-12.8	478	73
	16	20	3.1	0.0	-13.5	478	73
	17	20	3.1	4.2	-12.8	478	73
	18	20	3.1	7.9	-10.9	478	73
	19	20	3.1	10.9	-7.9	478	73
	20	20	3.1	12.8	-4.2	478	73
			62.8				

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

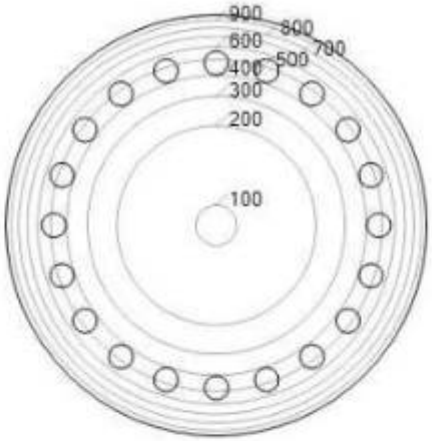
Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	3.0	2.0	3.0	2.2

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m =	0.70	
Betonfeuchte	u =	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze	
Rohdichte	ρ =	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	1.0	cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch	
Betonstahl	=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Kreis d=35 t=90min



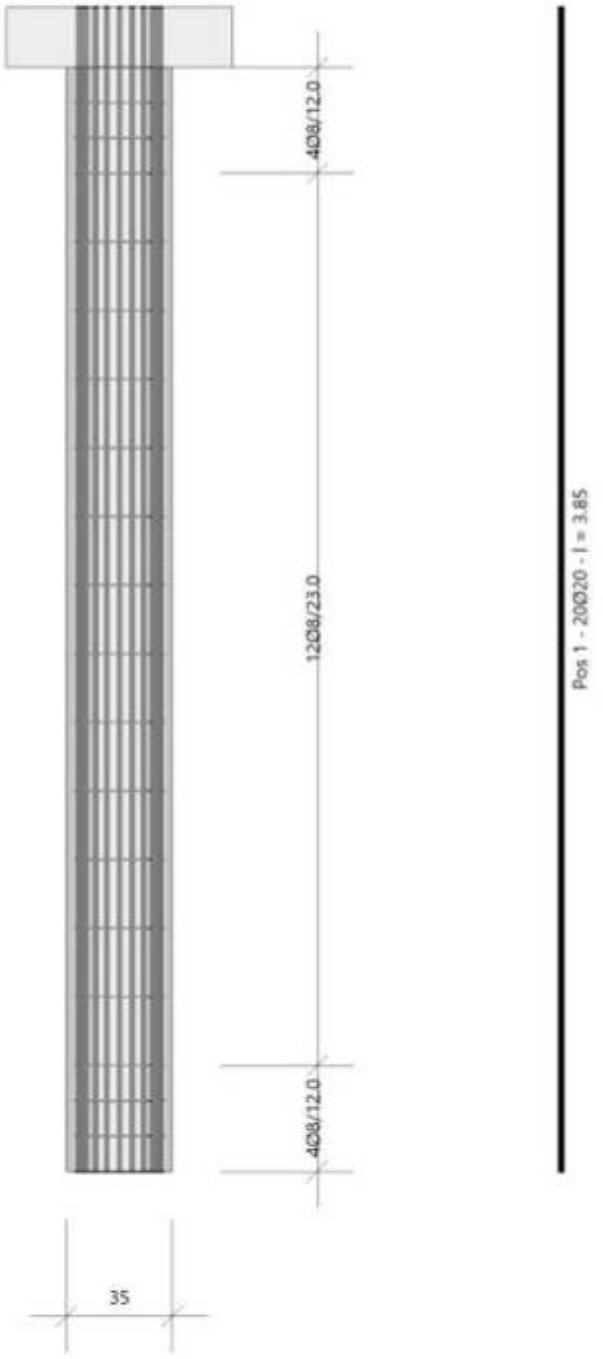
Statisch durch Vergleich geprüft

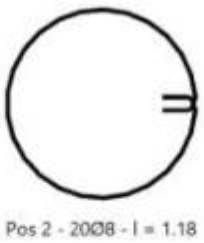
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S23 Stb.-Rundstütze

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 25





Pos 2 - 20Ø8 - l = 1.18



Ergebnisse

Es liegen keine Berechnungsergebnisse vor!

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S24 - Stb.-Stütze EG

C25/30 XC1 b/h= 24/24 cm

System:
Pendelstütze h=2,2 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
aus Pos. 30

G_k= 78,00 kN
Q_k= 45,00 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

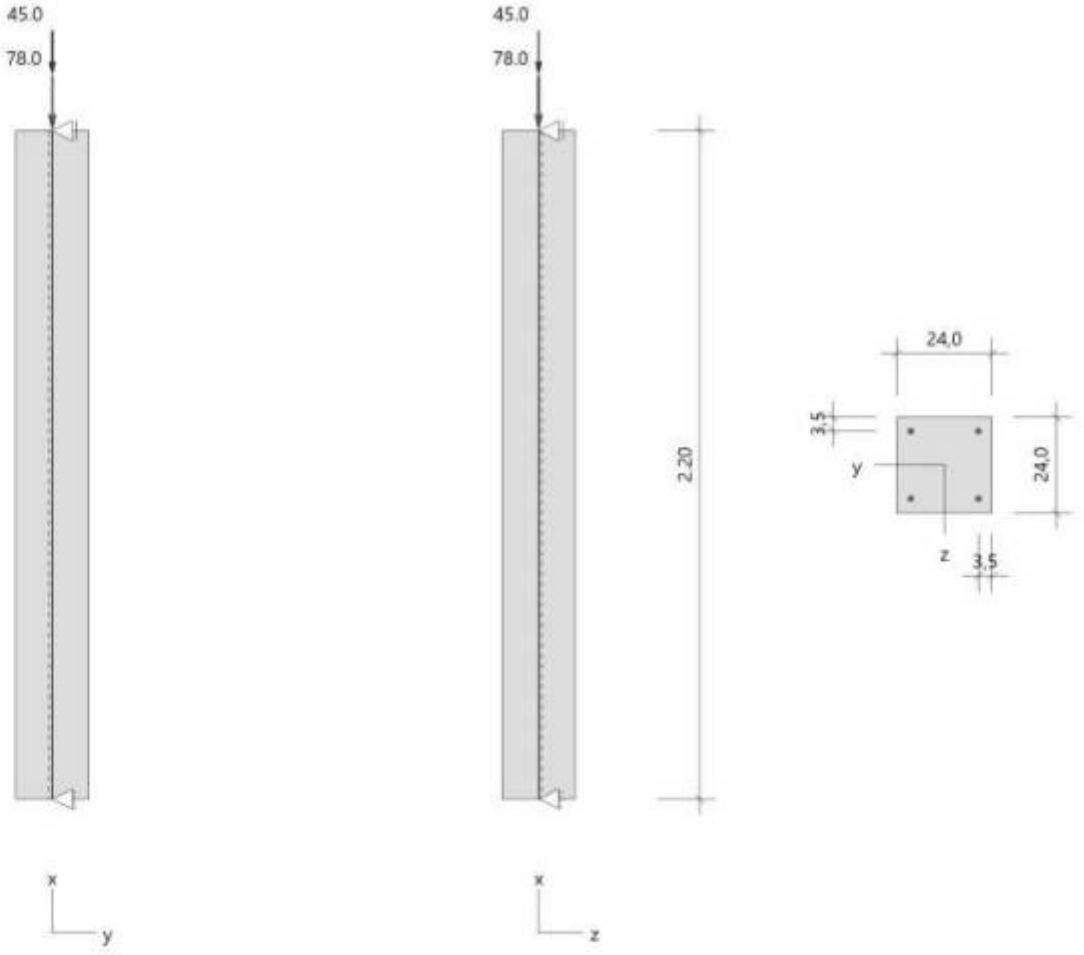
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 25.1



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	= 2.86		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	2.20 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	24.0/24.0 cm
	b_1/d_1	=	3.5/3.5 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		78.0							ständig		
2	Stützenkopf		45.0							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		3.2							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\xi_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 98,71 in y- / 98,71 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 78,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 45,0 kN (Kat. A)	**1.50**		**1.50**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	2.20	2.20	31.8	31.8	34.3	34.3	0.0	0.0	2.862	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	2.20	-177.1	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	Querschnitt
	1.83	-177.1	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	
	1.47	-177.1	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	
	1.10	-177.1	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	
	0.73	-177.1	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	
	0.37	-177.1	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	Statisch durch
	0.00	-177.1	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S24 Stb.-Stütze

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	2.20		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	81.2	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		177.1	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	6.2

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 78,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 45,0 kN (Kat. A)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	2.20	-126.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-126.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.47	-126.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.10	-126.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.73	-126.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.37	-126.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-126.2	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	2.20	-126.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-126.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.47	-126.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.10	-126.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.73	-126.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.37	-126.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-126.2	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	2.20	-126.2	0.00	0.00	0.00	-0.065	-13.07	400.00	0.00
1	1.83	-126.2	0.00	0.00	0.00	-0.065	-13.07	400.00	0.00
1	1.47	-126.2	0.00	0.00	0.00	-0.065	-13.07	400.00	0.00
1	1.10	-126.2	0.00	0.00	0.00	-0.065	-13.07	400.00	0.00
1	0.73	-126.2	0.00	0.00	0.00	-0.065	-13.07	400.00	0.00
1	0.37	-126.2	0.00	0.00	0.00	-0.065	-13.07	400.00	0.00
1	0.00	-126.2	0.00	0.00	0.00	-0.065	-13.07	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG S24 Stb.-Stütze

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	2.20	-126.2	0.00	0.00	0.00	-0.065	-13.07	400.00	0.00
1	1.83	-126.2	0.00	0.00	0.00	-0.065	-13.07	400.00	0.00
1	1.47	-126.2	0.00	0.00	0.00	-0.065	-13.07	400.00	0.00
1	1.10	-126.2	0.00	0.00	0.00	-0.065	-13.07	400.00	0.00
1	0.73	-126.2	0.00	0.00	0.00	-0.065	-13.07	400.00	0.00
1	0.37	-126.2	0.00	0.00	0.00	-0.065	-13.07	400.00	0.00
1	0.00	-126.2	0.00	0.00	0.00	-0.065	-13.07	400.00	0.00

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 78,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 45,0 kN (Kat. A)	0.30	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ <= λ_{lim} nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	2.20	-94.7	0.00	0.00	-0.051	-1.58	-11.25	1.00		0.14
1	1.83	-94.7	0.00	0.00	-0.051	-1.58	-11.25	1.00		0.14
1	1.47	-94.7	0.00	0.00	-0.051	-1.58	-11.25	1.00		0.14
1	1.10	-94.7	0.00	0.00	-0.051	-1.58	-11.25	1.00		0.14
1	0.73	-94.7	0.00	0.00	-0.051	-1.58	-11.25	1.00		0.14
1	0.37	-94.7	0.00	0.00	-0.051	-1.58	-11.25	1.00		0.14
1	0.00	-94.7	0.00	0.00	-0.051	-1.58	-11.25	1.00		0.14

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,30*L2

$A_{s,kalt}$ = 6.2 cm² $\quad R(A_{s,kalt})$ = 143 min
N_{Ed} = -94.7 kN $\quad \mu_{fi}$ = 0.087
N_{Rd} = -1084.2 kN
M_{Ryd} = 0.00 kNm $\quad M_{Rzd}$ = 0.00 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 6.2 cm².

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	= $A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 6.16*43.48/(576.00*1.42)	= 0.33
b'	= $2*A_c/(b+h)$	= 2*57600/(240+240)	= 240.0 mm
a_{cc}	= Abminderungsfaktor		= 0.85
$l_{o,fi,max}$	= Ersatzlänge; 2m ≤ $l_{o,fi,max}$ ≤ 6 m		= 2.20 m
$R_{\eta fi}$	= 83*[1.00 - μ_{fi}*(1 + ω) / ((.85/α_{cc})+ ω]	= 83*[1.00-0.09*(1+0.33)/((.85/0.85)+0.33)]	= 75.8
R_a	= 1.60(a-30)	= 1.60*(35-30)	= 8.0 mm
R_l	= 9.60(5 - $l_{o,fi}$)	= 9.60*(5-2.20)	= 26.88 m
R_b	= 0.09*b'	= 0.09*240.00	= 21.6 mm
R_n	= nur 4 Eckstäbe vorhanden		= 0
R	= 120*[$R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n$)/120]$^{1.8}$	= 120*[(75.8+8.0+26.88+21.60+0)/120]$^{1.8}$	= 142.9 min

Stützenlänge	l = 2.20 m	≤	l_{max} = 6.00 m	η = 0.37	✓	Statisch durch
Achsabstand	a = 3.5 cm	≤	a_{max} = 8.0 cm	η = 0.44	✓	Vergleich geprüft
Verhältnis	h/b = 1.00	≤	h/b_{max} = 4.00	η = 0.25	✓	
Verhältnis	A_s/A_c = 0.011	<	$A_s/A_{c,max}$ = 0.04	η = 0.27	✓	
$2*A_c/(b+h)$	b' = 240 mm	≤	b'_{max} = 450 mm	η = 0.53	✓	
Branddauer	R = 142.9 min	≥	R_{min} = 90 min	η = 0.63	✓	

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

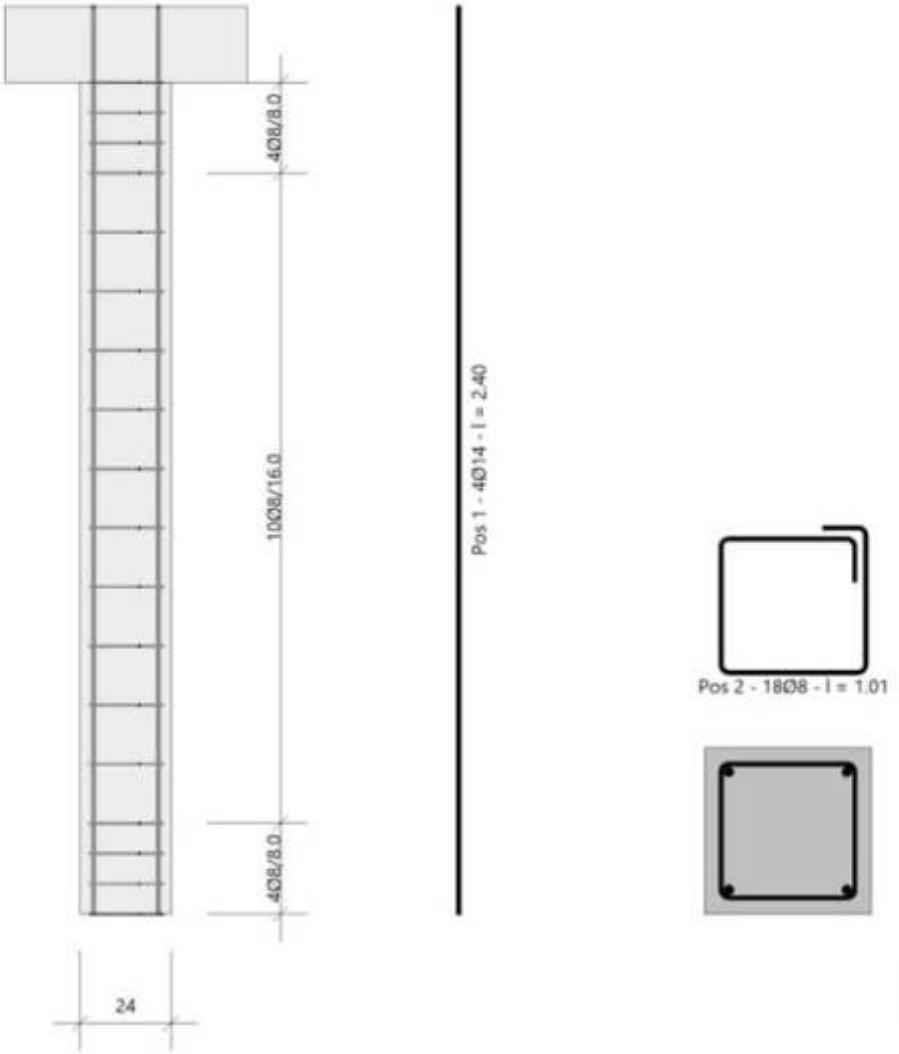
Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 18Ø8 mm	1	14	1.5	-8.5	-8.5
	2	14	1.5	8.5	-8.5
	3	14	1.5	8.5	8.5
	4	14	1.5	-8.5	8.5
			6.2		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	2.8	2.0

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 20



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. W1-W7 - Stb.-Innenwand-EG

C25/30 XC1 d = 24 cm

System

Wand

h= 4,30 m
l= 6,00 m

Belastung

Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 30
g_k= 164,00 kN/m
q_k= 47,00 kN/m

Horizontallast aus Wind:
siehe Lastermittlung Aussteifung (W49)
Wx= 221,35 kN

Wx= Wx*(h+2,9)*1,5/(l-0,2) = 412,17 kN
$A_{s,erf}$= Wx/43,5 = 9,48 cm²

Bemessung

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung

siehe Ausdruck Frilo

vertikal: $A_{s,v,erf} \geq 9{,}48$ cm²/m je Seite
Randbewehrung: 5xØ16 mm

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

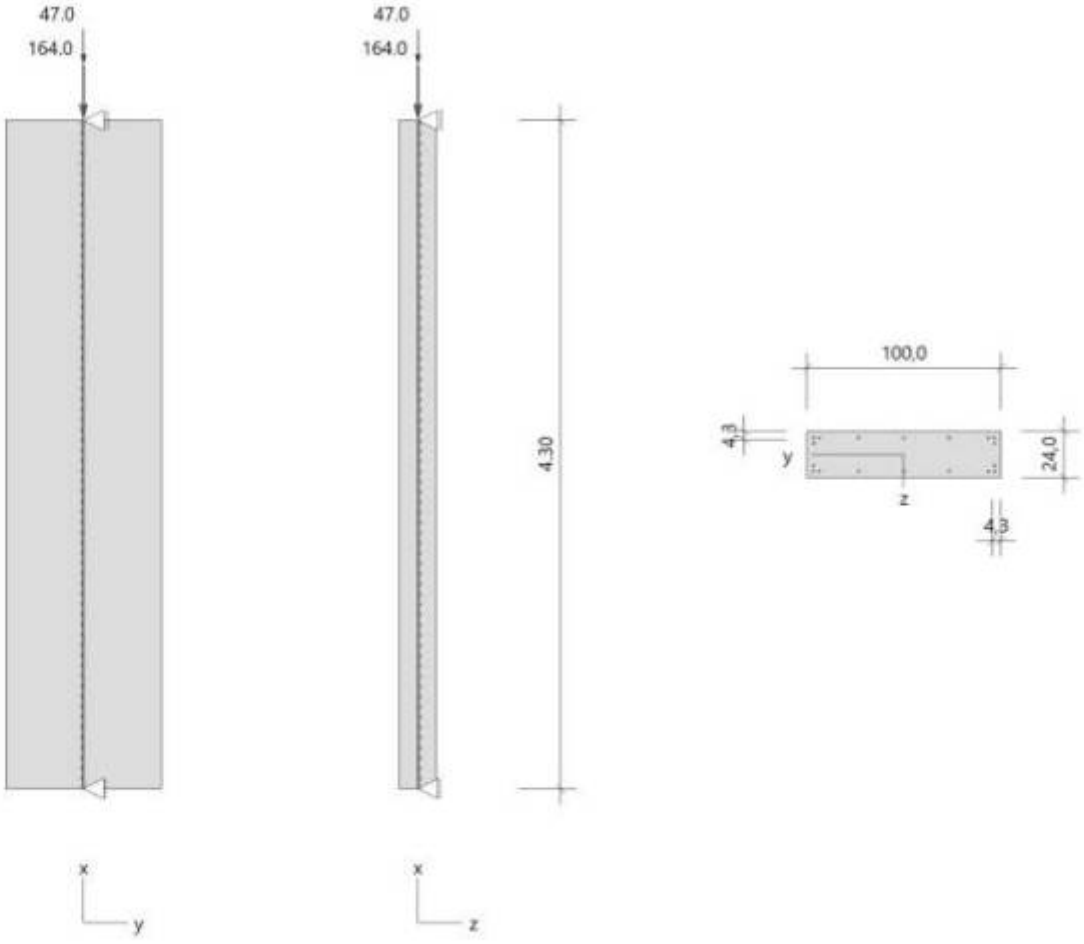
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 49.1



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	10	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	10	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50 %	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28 Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.65	

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	°/oo (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	4.30 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	100.0/24.0 cm
	b_1/d_1	=	4.3/4.3 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		164.0							ständig		
2	Stützenkopf		47.0							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		25.8							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\zeta_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 1013,00 in y- / 58,35 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2[1]	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 164,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 47,0 kN (Kat. A)	**1.50**		**1.50**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	4.30	4.30	14.9	62.1	51.6	51.6	1.0	1.0	2.647	0.686

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.30	-326.7	0.00	0.00	0.39	9.4	9.4	Querschnitt
	3.58	-326.7	1.73	-1.67	0.39	9.4	9.4	
	2.87	-326.7	3.01	-2.91	0.39	9.4	9.4	
	2.15	-326.7	3.51	-3.39	0.39	9.4	9.4	
	1.43	-326.7	3.01	-2.91	0.39	9.4	9.4	
	0.72	-326.7	1.73	-1.67	0.39	9.4	9.4	
	0.00	-326.7	0.00	0.00	0.39	9.4	9.4	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.30		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	189.8	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		326.7	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		256.2	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 164,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 47,0 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	4.30	4.30	14.9	62.1	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.543

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.30	-203.9	0.00	0.00	0.59	14.1	14.1	Querschnitt
	3.58	-203.9	0.86	-0.45	0.59	14.1	14.1	
	2.87	-203.9	1.47	-0.78	0.59	14.1	14.1	
	2.15	-203.9	1.70	-0.90	0.59	14.1	14.1	
	1.43	-203.9	1.47	-0.78	0.59	14.1	14.1	
	0.72	-203.9	0.86	-0.45	0.59	14.1	14.1	
	0.00	-203.9	0.00	0.00	0.59	14.1	14.1	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.30		0.0	0.00	0.0	0.00	2
			0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	189.8	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		203.9	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	14.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 164,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 47,0 kN (Kat. A)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.30	-236.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.58	-236.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.87	-236.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.15	-236.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.43	-236.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.72	-236.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-236.8	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.30	-236.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.58	-236.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.87	-236.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.15	-236.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.43	-236.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.72	-236.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-236.8	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	4.30	-236.8	0.00	0.00	0.00	-0.030	-6.09	400.00	0.00
1	3.58	-236.8	0.00	0.00	0.00	-0.030	-6.09	400.00	0.00
1	2.87	-236.8	0.00	0.00	0.00	-0.030	-6.09	400.00	0.00
1	2.15	-236.8	0.00	0.00	0.00	-0.030	-6.09	400.00	0.00
1	1.43	-236.8	0.00	0.00	0.00	-0.030	-6.09	400.00	0.00
1	0.72	-236.8	0.00	0.00	0.00	-0.030	-6.09	400.00	0.00
1	0.00	-236.8	0.00	0.00	0.00	-0.030	-6.09	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	4.30	-236.8	0.00	0.00	0.00	-0.030	-6.09	400.00	0.00
1	3.58	-236.8	0.00	0.00	0.00	-0.030	-6.09	400.00	0.00
1	2.87	-236.8	0.00	0.00	0.00	-0.030	-6.09	400.00	0.00
1	2.15	-236.8	0.00	0.00	0.00	-0.030	-6.09	400.00	0.00
1	1.43	-236.8	0.00	0.00	0.00	-0.030	-6.09	400.00	0.00

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	0.72	-236.8	0.00	0.00	0.00	-0.030	-6.09	400.00	0.00
1	0.00	-236.8	0.00	0.00	0.00	-0.030	-6.09	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 164,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 47,0 kN (Kat. A)	0.30	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	4.30	-203.9	0.00	0.00	-0.027	-0.83	-11.25	1.00		0.07
1	3.58	-203.9	0.00	0.00	-0.027	-0.83	-11.25	1.00		0.07
1	2.87	-203.9	0.00	0.00	-0.027	-0.83	-11.25	1.00		0.07
1	2.15	-203.9	0.00	0.00	-0.027	-0.83	-11.25	1.00		0.07
1	1.43	-203.9	0.00	0.00	-0.027	-0.83	-11.25	1.00		0.07
1	0.72	-203.9	0.00	0.00	-0.027	-0.83	-11.25	1.00		0.07
1	0.00	-203.9	0.00	0.00	-0.027	-0.83	-11.25	1.00		0.07

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1 Bügel: 14Ø8 mm	1	10	0.8	-46.7	-8.7	716	12
	2	10	0.8	46.7	-8.7	716	12
	3	10	0.8	46.7	8.7	716	12
	4	10	0.8	-46.7	8.7	716	12
	5	10	0.8	-43.7	-8.7	592	42
	6	10	0.8	43.7	-8.7	592	42
	7	10	0.8	43.7	8.7	592	42
	8	10	0.8	-43.7	8.7	592	42
	9	10	0.8	-46.7	-5.7	594	42
	10	10	0.8	46.7	-5.7	594	42
	11	10	0.8	46.7	5.7	594	42
	12	10	0.8	-46.7	5.7	594	42
	13 [1]	10	0.8	23.4	-8.7	472	74
	14 [1]	10	0.8	23.4	8.7	472	74
	15 [1]	10	0.8	0.0	-8.7	472	75
	16 [1]	10	0.8	0.0	8.7	472	75
	17 [1]	10	0.8	-23.4	-8.7	472	74
	18 [1]	10	0.8	-23.4	8.7	472	74
			9.4 (14.1)				

1 : konstruktiver Bewehrungsstab, wird bei Kaltbemessung nicht berücksichtigt

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	2.8	2.0

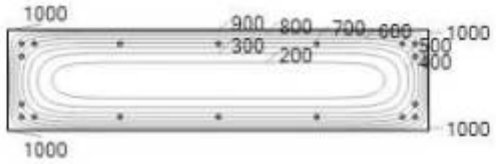
Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m =	0.70	
Betonfeuchte	u =	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze	
Rohdichte	ρ =	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	0.9	cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch	
Betonstahl	=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Rechteck 100x24 t=90min

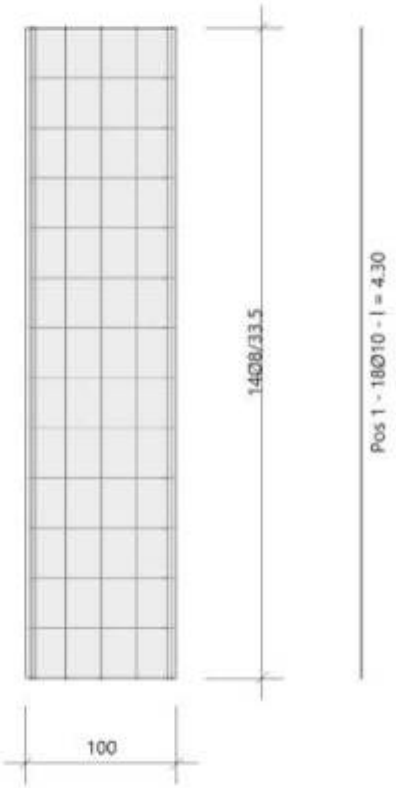


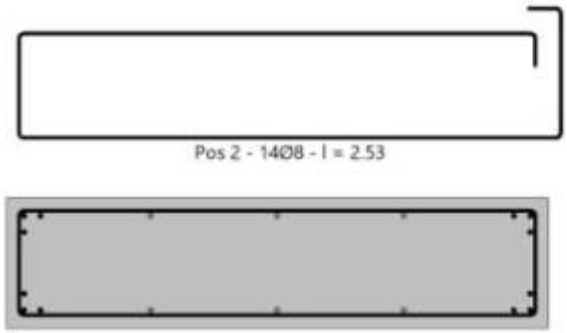
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 50





Ergebnisse

Es liegen keine Berechnungsergebnisse vor!

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. W8+W9 - Stb.-Innenwandpfeiler EG
C25/30 XC1 d = 24 cm

System
Wand

h=	4,30 m
l=	1,00 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 30

g_k=	566,20 kN/m
q_k=	198,90 kN/m

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

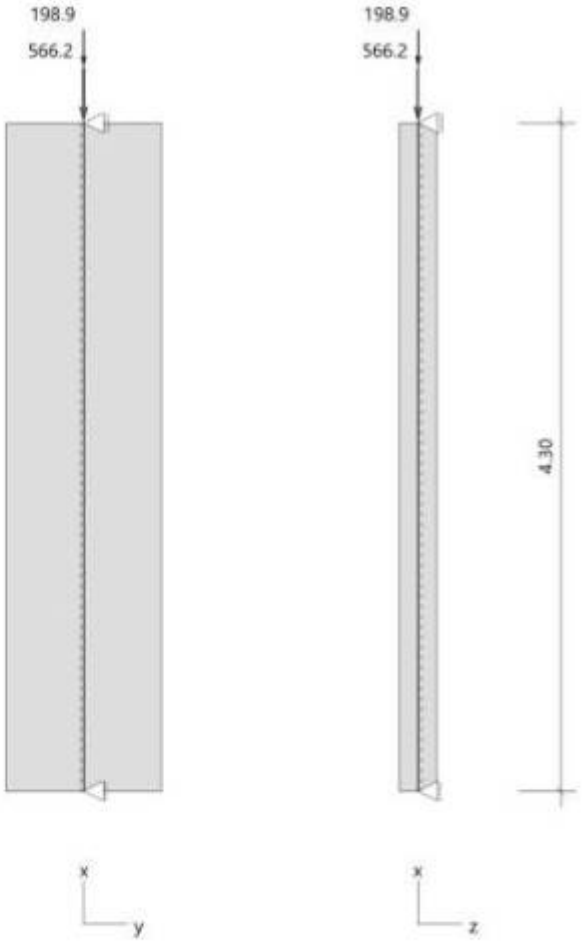
Norm und Sicherheitskonzept

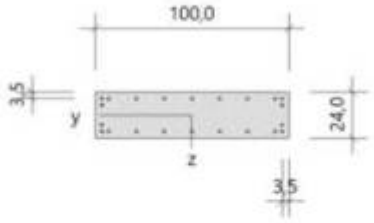
Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 49.1





Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	= 2.65		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	4.30 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	100.0/24.0 cm
	b_1/d_1	=	3.5/3.5 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		566.2							ständig		
2	Stützenkopf		198.9							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		25.8							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\zeta_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 301,56 in y- / 17,37 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 566,2 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 198,9 kN (Kat. A)	**1.50**		**1.50**	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	4.30	4.30	14.9	62.1	28.2	28.2	1.0	1.0	2.647	0.815

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.30	-1097.6	0.00	0.00	1.41	33.9	33.9	Querschnitt
	3.58	-1097.6	6.18	-5.63	1.41	33.9	33.9	
	2.87	-1097.6	10.77	-9.81	1.41	33.9	33.9	
	2.15	-1097.6	12.55	-11.44	1.41	33.9	33.9	
	1.43	-1097.6	10.77	-9.81	1.41	33.9	33.9	
	0.72	-1097.6	6.18	-5.63	1.41	33.9	33.9	
	0.00	-1097.6	0.00	0.00	1.41	33.9	33.9	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.30		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	592.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		1097.6	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		799.2	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 566,2 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 198,9 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	4.30	4.30	14.9	62.1	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	1.000

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.30	-651.7	0.00	0.00	1.41	33.9	33.9	Querschnitt
	3.58	-651.7	3.74	-1.45	1.41	33.9	33.9	
	2.87	-651.7	6.50	-2.52	1.41	33.9	33.9	
	2.15	-651.7	7.53	-2.94	1.41	33.9	33.9	
	1.43	-651.7	6.50	-2.52	1.41	33.9	33.9	
	0.72	-651.7	3.74	-1.45	1.41	33.9	33.9	
	0.00	-651.7	0.00	0.00	1.41	33.9	33.9	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.30		0.0	0.00	0.0	0.00	2
			0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	592.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		651.7	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	33.9

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 566,2 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 198,9 kN (Kat. A)	**1.00**	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.30	-790.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.58	-790.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.87	-790.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.15	-790.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.43	-790.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.72	-790.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-790.9	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.30	-790.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.58	-790.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.87	-790.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.15	-790.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.43	-790.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.72	-790.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-790.9	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	4.30	-790.9	0.00	0.00	0.00	-0.097	-19.45	400.00	0.00
1	3.58	-790.9	0.00	0.00	0.00	-0.097	-19.45	400.00	0.00
1	2.87	-790.9	0.00	0.00	0.00	-0.097	-19.45	400.00	0.00
1	2.15	-790.9	0.00	0.00	0.00	-0.097	-19.45	400.00	0.00
1	1.43	-790.9	0.00	0.00	0.00	-0.097	-19.45	400.00	0.00
1	0.72	-790.9	0.00	0.00	0.00	-0.097	-19.45	400.00	0.00
1	0.00	-790.9	0.00	0.00	0.00	-0.097	-19.45	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	4.30	-790.9	0.00	0.00	0.00	-0.097	-19.45	400.00	0.00
1	3.58	-790.9	0.00	0.00	0.00	-0.097	-19.45	400.00	0.00
1	2.87	-790.9	0.00	0.00	0.00	-0.097	-19.45	400.00	0.00
1	2.15	-790.9	0.00	0.00	0.00	-0.097	-19.45	400.00	0.00
1	1.43	-790.9	0.00	0.00	0.00	-0.097	-19.45	400.00	0.00
1	0.72	-790.9	0.00	0.00	0.00	-0.097	-19.45	400.00	0.00
1	0.00	-790.9	0.00	0.00	0.00	-0.097	-19.45	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht V = 566,2 kN (ständig) V = 198,9 kN (Kat. A)	1.00 1.00 0.30	1.00 1.00

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	4.30	-651.7	0.00	0.00	-0.081	-2.50	-11.25	1.00		0.22
1	3.58	-651.7	0.00	0.00	-0.081	-2.50	-11.25	1.00		0.22
1	2.87	-651.7	0.00	0.00	-0.081	-2.50	-11.25	1.00		0.22
1	2.15	-651.7	0.00	0.00	-0.081	-2.50	-11.25	1.00		0.22
1	1.43	-651.7	0.00	0.00	-0.081	-2.50	-11.25	1.00		0.22
1	0.72	-651.7	0.00	0.00	-0.081	-2.50	-11.25	1.00		0.22
1	0.00	-651.7	0.00	0.00	-0.081	-2.50	-11.25	1.00		0.22

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1 Bügel: 30Ø8 mm	1	14	1.5	-46.5	-8.5	694	14
	2	14	1.5	46.5	-8.5	694	14
	3	14	1.5	46.5	8.5	694	14
	4	14	1.5	-46.5	8.5	694	14
	5	14	1.5	-43.1	-8.5	559	51
	6	14	1.5	43.1	-8.5	559	51
	7	14	1.5	43.1	8.5	559	51
	8	14	1.5	-43.1	8.5	559	51
	9	14	1.5	-46.5	-5.1	562	50
	10	14	1.5	46.5	-5.1	562	50
	11	14	1.5	46.5	5.1	562	50
	12	14	1.5	-46.5	5.1	562	50
	13	14	1.5	-28.7	-8.5	455	79
	14	14	1.5	-28.7	8.5	455	79
	15	14	1.5	-14.4	-8.5	454	79
	16	14	1.5	-14.4	8.5	454	79
	17	14	1.5	0.0	-8.5	454	79
	18	14	1.5	0.0	8.5	454	79
	19	14	1.5	14.4	-8.5	454	79
	20	14	1.5	14.4	8.5	454	79
	21	14	1.5	28.7	-8.5	455	79
	22	14	1.5	28.7	8.5	455	79
			33.9				

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	2.8	2.0

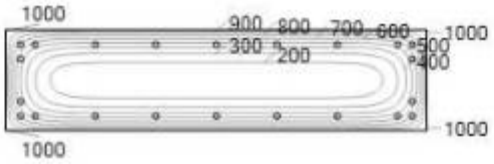
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α	=	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c	=	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m	=	0.70	
Betonfeuchte	u	=	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ	=	obere Grenze	
Rohdichte	ρ	=	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem}	=	0.9	cm
Betonzuschlag		=	quarzitisch	
Betonstahl		=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls		=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Rechteck 100x24 t=90min



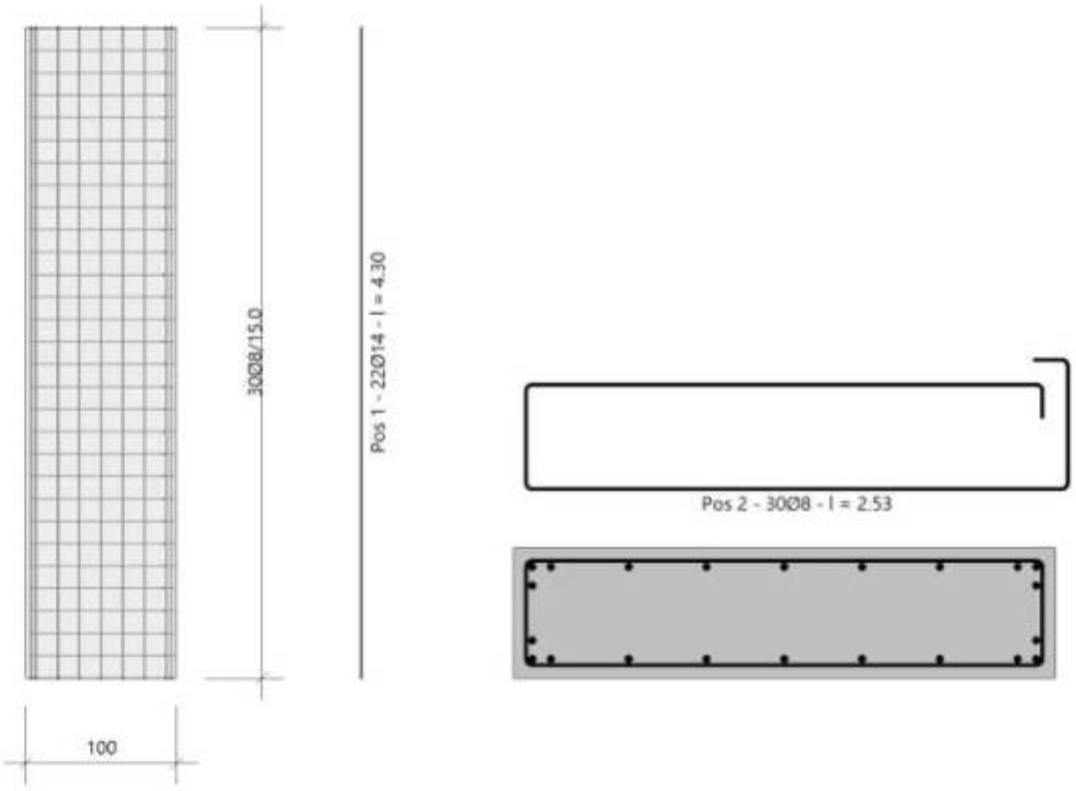
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG W8-W9 Stb.-Innenwandpfeil

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 50



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. W10-W20 - Stb.-Außenwand-EG
C25/30 XC1 d = 24 cm

System
Wand
h= 4,30 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 30
g_k= 165,30 kN/m
q_k= 52,10 kN/m

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

Bewhrung aus dem 1.OG runterführen
vertikal: $A_{s,v,erf} \geq 6{,}71$ cm²/m je Seite
Randbewehrung: 4xØ14 mm

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

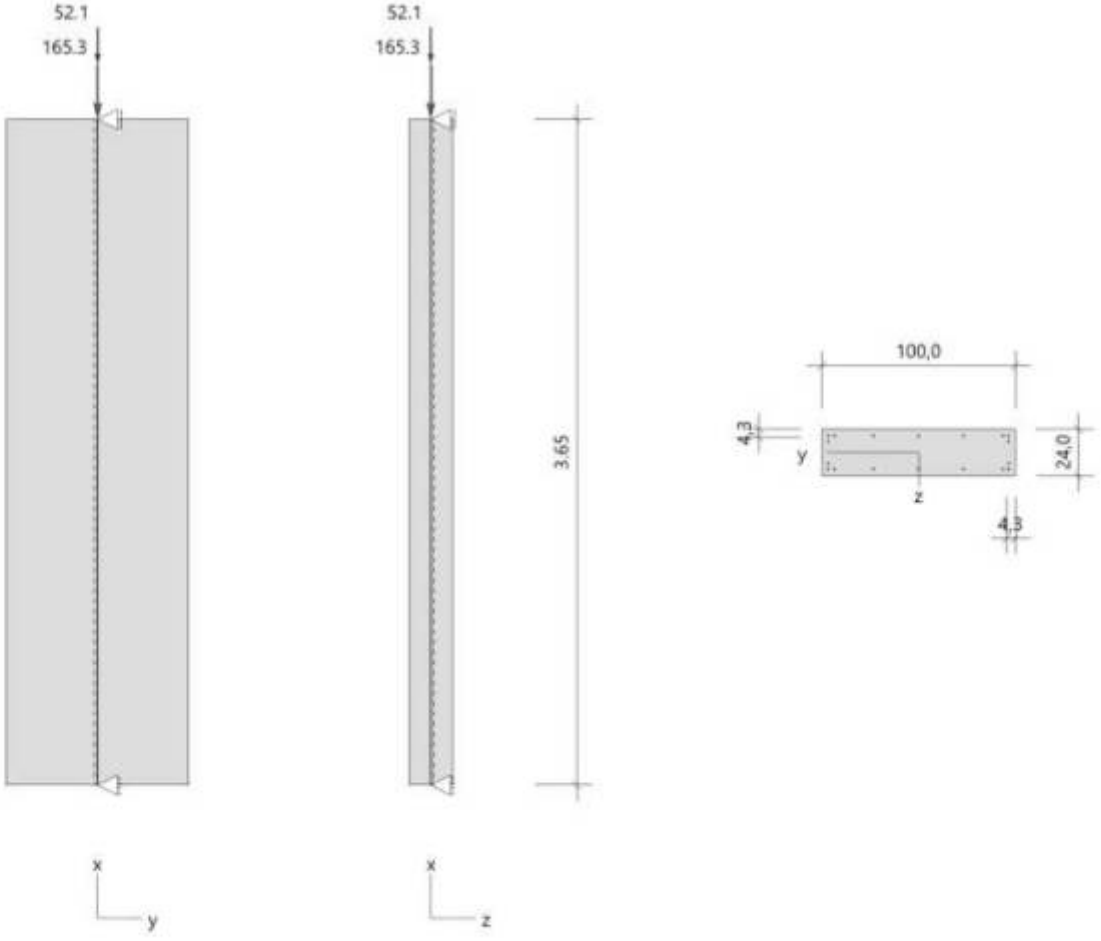
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	10	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	10	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.65		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	‰	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.65 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	100.0/24.0 cm
	b_1/d_1	=	4.3/4.3 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		165.3							ständig		
2	Stützenkopf		52.1							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		21.9							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\zeta_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 1388,33 in y- / 79,97 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 165,3 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 52,1 kN (Kat. A)	**1.50**		**1.50**	
1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ <= λ_{lim} nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1				

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	3.65	3.65	12.6	52.7	51.3	51.3	0.9	0.9	2.647	0.686

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-330.9	0.00	0.00	0.39	9.4	9.4	Querschnitt
	3.04	-330.9	1.52	-1.49	0.39	9.4	9.4	
	2.43	-330.9	2.66	-2.59	0.39	9.4	9.4	
	1.83	-330.9	3.10	-3.02	0.39	9.4	9.4	
	1.22	-330.9	2.66	-2.59	0.39	9.4	9.4	
	0.61	-330.9	1.52	-1.49	0.39	9.4	9.4	
	0.00	-330.9	0.00	0.00	0.39	9.4	9.4	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	2
			0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	187.2	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		330.9	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 165,3 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 52,1 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	3.65	3.65	12.6	52.7	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.543

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-202.8	0.00	0.00	0.59	14.1	14.1	Querschnitt
	3.04	-202.8	0.57	-0.37	0.59	14.1	14.1	
	2.43	-202.8	0.98	-0.65	0.59	14.1	14.1	
	1.83	-202.8	1.13	-0.76	0.59	14.1	14.1	
	1.22	-202.8	0.98	-0.65	0.59	14.1	14.1	
	0.61	-202.8	0.57	-0.37	0.59	14.1	14.1	
	0.00	-202.8	0.00	0.00	0.59	14.1	14.1	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	187.2	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		202.8	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	14.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 165,3 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 52,1 kN (Kat. A)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ <= λ_{lim} nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-239.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-239.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-239.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-239.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-239.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-239.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-239.3	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-239.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-239.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-239.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-239.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-239.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-239.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-239.3	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-239.3	0.00	0.00	0.00	-0.031	-6.16	400.00	0.00
1	3.04	-239.3	0.00	0.00	0.00	-0.031	-6.16	400.00	0.00
1	2.43	-239.3	0.00	0.00	0.00	-0.031	-6.16	400.00	0.00
1	1.83	-239.3	0.00	0.00	0.00	-0.031	-6.16	400.00	0.00
1	1.22	-239.3	0.00	0.00	0.00	-0.031	-6.16	400.00	0.00
1	0.61	-239.3	0.00	0.00	0.00	-0.031	-6.16	400.00	0.00
1	0.00	-239.3	0.00	0.00	0.00	-0.031	-6.16	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-239.3	0.00	0.00	0.00	-0.031	-6.16	400.00	0.00
1	3.04	-239.3	0.00	0.00	0.00	-0.031	-6.16	400.00	0.00
1	2.43	-239.3	0.00	0.00	0.00	-0.031	-6.16	400.00	0.00
1	1.83	-239.3	0.00	0.00	0.00	-0.031	-6.16	400.00	0.00
1	1.22	-239.3	0.00	0.00	0.00	-0.031	-6.16	400.00	0.00

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	0.61	-239.3	0.00	0.00	0.00	-0.031	-6.16	400.00	0.00
1	0.00	-239.3	0.00	0.00	0.00	-0.031	-6.16	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 165,3 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 52,1 kN (Kat. A)	0.30	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.65	-202.8	0.00	0.00	-0.027	-0.83	-11.25	1.00		0.07
1	3.04	-202.8	0.00	0.00	-0.027	-0.83	-11.25	1.00		0.07
1	2.43	-202.8	0.00	0.00	-0.027	-0.83	-11.25	1.00		0.07
1	1.83	-202.8	0.00	0.00	-0.027	-0.83	-11.25	1.00		0.07
1	1.22	-202.8	0.00	0.00	-0.027	-0.83	-11.25	1.00		0.07
1	0.61	-202.8	0.00	0.00	-0.027	-0.83	-11.25	1.00		0.07
1	0.00	-202.8	0.00	0.00	-0.027	-0.83	-11.25	1.00		0.07

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1 Bügel: 12Ø8 mm	1	10	0.8	-46.7	-8.7	716	12
	2	10	0.8	46.7	-8.7	716	12
	3	10	0.8	46.7	8.7	716	12
	4	10	0.8	-46.7	8.7	716	12
	5	10	0.8	-43.7	-8.7	592	42
	6	10	0.8	43.7	-8.7	592	42
	7	10	0.8	43.7	8.7	592	42
	8	10	0.8	-43.7	8.7	592	42
	9	10	0.8	-46.7	-5.7	594	42
	10	10	0.8	46.7	-5.7	594	42
	11	10	0.8	46.7	5.7	594	42
	12	10	0.8	-46.7	5.7	594	42
	13 [1]	10	0.8	23.4	-8.7	472	74
	14 [1]	10	0.8	23.4	8.7	472	74
	15 [1]	10	0.8	0.0	-8.7	472	75
	16 [1]	10	0.8	0.0	8.7	472	75
	17 [1]	10	0.8	-23.4	-8.7	472	74
	18 [1]	10	0.8	-23.4	8.7	472	74
			9.4 (14.1)				

1 : konstruktiver Bewehrungsstab, wird bei Kaltbemessung nicht berücksichtigt

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	2.8	2.0

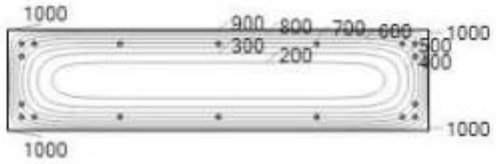
Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m =	0.70	
Betonfeuchte	u =	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze	
Rohdichte	ρ =	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	0.9	cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch	
Betonstahl	=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Rechteck 100x24 t=90min



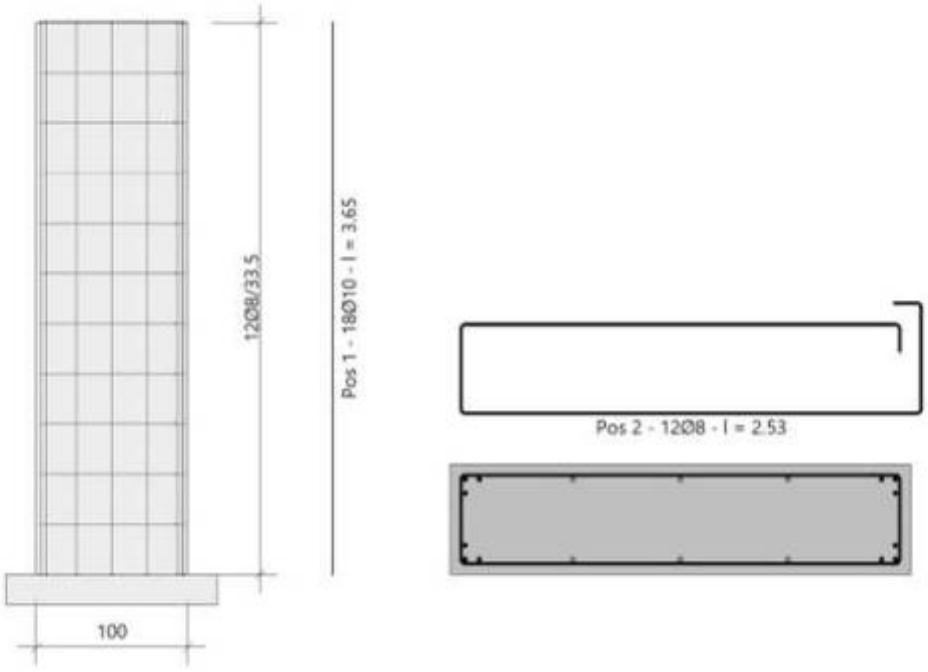
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG W10-W20 Stb.-Außenwand

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 50



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. W10-W20 - Stb.-Außenwandpfeiler-EG
C25/30 XC1 d = 24 cm

System
Wand
h=3,65 m
l=0,65 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 20
g_k= 397,50 kN/m
q_k= 104,90 kN

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

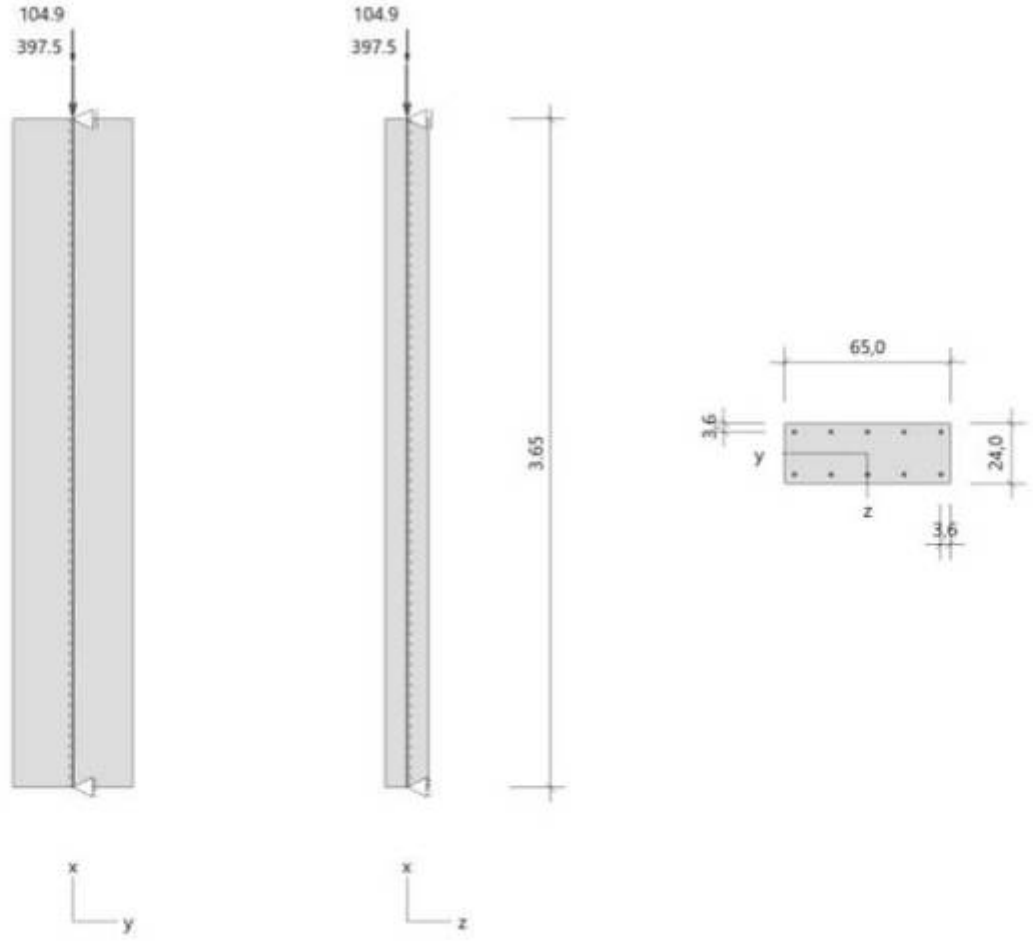
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 16	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 16	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	= 2.69		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.65 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	65.0/24.0 cm
	b_1/d_1	=	3.6/3.6 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		397.5							ständig		
2	Stützenkopf		104.9							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		14.2							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\xi_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 176,88 in y- / 24,11 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 397,5 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 104,9 kN (Kat. A)	**1.50**		**1.50**	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.65	3.65	19.5	52.7	28.2	28.2	0.9	0.9	2.689	0.806

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-713.2	0.00	0.00	1.29	20.1	20.1	Querschnitt
	3.04	-713.2	3.45	-3.23	1.29	20.1	20.1	
	2.43	-713.2	6.00	-5.63	1.29	20.1	20.1	
	1.83	-713.2	7.00	-6.57	1.29	20.1	20.1	
	1.22	-713.2	6.00	-5.63	1.29	20.1	20.1	
	0.61	-713.2	3.45	-3.23	1.29	20.1	20.1	
	0.00	-713.2	0.00	0.00	1.29	20.1	20.1	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	411.7	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		713.2	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		555.8	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 397,5 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 104,9 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.65	3.65	19.5	52.7	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	1.000

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-443.2	0.00	0.00	1.29	20.1	20.1	Querschnitt
	3.04	-443.2	1.53	-0.91	1.29	20.1	20.1	
	2.43	-443.2	2.65	-1.58	1.29	20.1	20.1	
	1.83	-443.2	3.08	-1.84	1.29	20.1	20.1	
	1.22	-443.2	2.65	-1.58	1.29	20.1	20.1	
	0.61	-443.2	1.53	-0.91	1.29	20.1	20.1	
	0.00	-443.2	0.00	0.00	1.29	20.1	20.1	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	2
			0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	411.7	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		443.2	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	20.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 397,5 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 104,9 kN (Kat. A)	**1.00**	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-516.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-516.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-516.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-516.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-516.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-516.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-516.6	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-516.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-516.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-516.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-516.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-516.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-516.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-516.6	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	3.65	-516.6	0.00	0.00	0.00	-0.098	-19.67	400.00	0.00
1	3.04	-516.6	0.00	0.00	0.00	-0.098	-19.67	400.00	0.00
1	2.43	-516.6	0.00	0.00	0.00	-0.098	-19.67	400.00	0.00
1	1.83	-516.6	0.00	0.00	0.00	-0.098	-19.67	400.00	0.00
1	1.22	-516.6	0.00	0.00	0.00	-0.098	-19.67	400.00	0.00
1	0.61	-516.6	0.00	0.00	0.00	-0.098	-19.67	400.00	0.00
1	0.00	-516.6	0.00	0.00	0.00	-0.098	-19.67	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	3.65	-516.6	0.00	0.00	0.00	-0.098	-19.67	400.00	0.00
1	3.04	-516.6	0.00	0.00	0.00	-0.098	-19.67	400.00	0.00
1	2.43	-516.6	0.00	0.00	0.00	-0.098	-19.67	400.00	0.00
1	1.83	-516.6	0.00	0.00	0.00	-0.098	-19.67	400.00	0.00
1	1.22	-516.6	0.00	0.00	0.00	-0.098	-19.67	400.00	0.00
1	0.61	-516.6	0.00	0.00	0.00	-0.098	-19.67	400.00	0.00
1	0.00	-516.6	0.00	0.00	0.00	-0.098	-19.67	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 397,5 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 104,9 kN (Kat. A)	0.30	

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.65	-443.2	0.00	0.00	-0.085	-2.64	-11.25	1.00		0.24
1	3.04	-443.2	0.00	0.00	-0.085	-2.64	-11.25	1.00		0.24
1	2.43	-443.2	0.00	0.00	-0.085	-2.64	-11.25	1.00		0.24
1	1.83	-443.2	0.00	0.00	-0.085	-2.64	-11.25	1.00		0.24
1	1.22	-443.2	0.00	0.00	-0.085	-2.64	-11.25	1.00		0.24
1	0.61	-443.2	0.00	0.00	-0.085	-2.64	-11.25	1.00		0.24
1	0.00	-443.2	0.00	0.00	-0.085	-2.64	-11.25	1.00		0.24

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1	1	16	2.0	-28.9	-8.4	683	17
Bügel: 24Ø8 mm	2	16	2.0	28.9	-8.4	683	17
	3	16	2.0	28.9	8.4	683	17
	4	16	2.0	-28.9	8.4	683	17
	5	16	2.0	-14.5	-8.4	449	81
	6	16	2.0	-14.5	8.4	449	81
	7	16	2.0	0.0	-8.4	445	82
	8	16	2.0	0.0	8.4	445	82
	9	16	2.0	14.5	-8.4	449	81
	10	16	2.0	14.5	8.4	449	81
			20.1				

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	2.8	2.0

Temperaturverteilung im Querschnitt

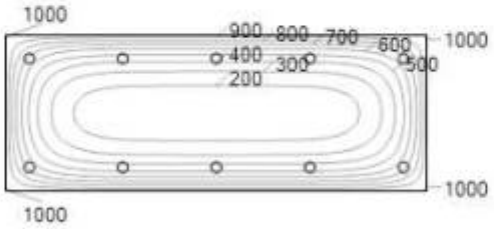
Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ϵ_m =	0.70	
Betonfeuchte	u =	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze	
Rohdichte	ρ =	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	0.9	cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch	
Betonstahl	=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG W10-W20 Stb.-Außenwandp

Temperaturfeld Rechteck 65x24 t=90min



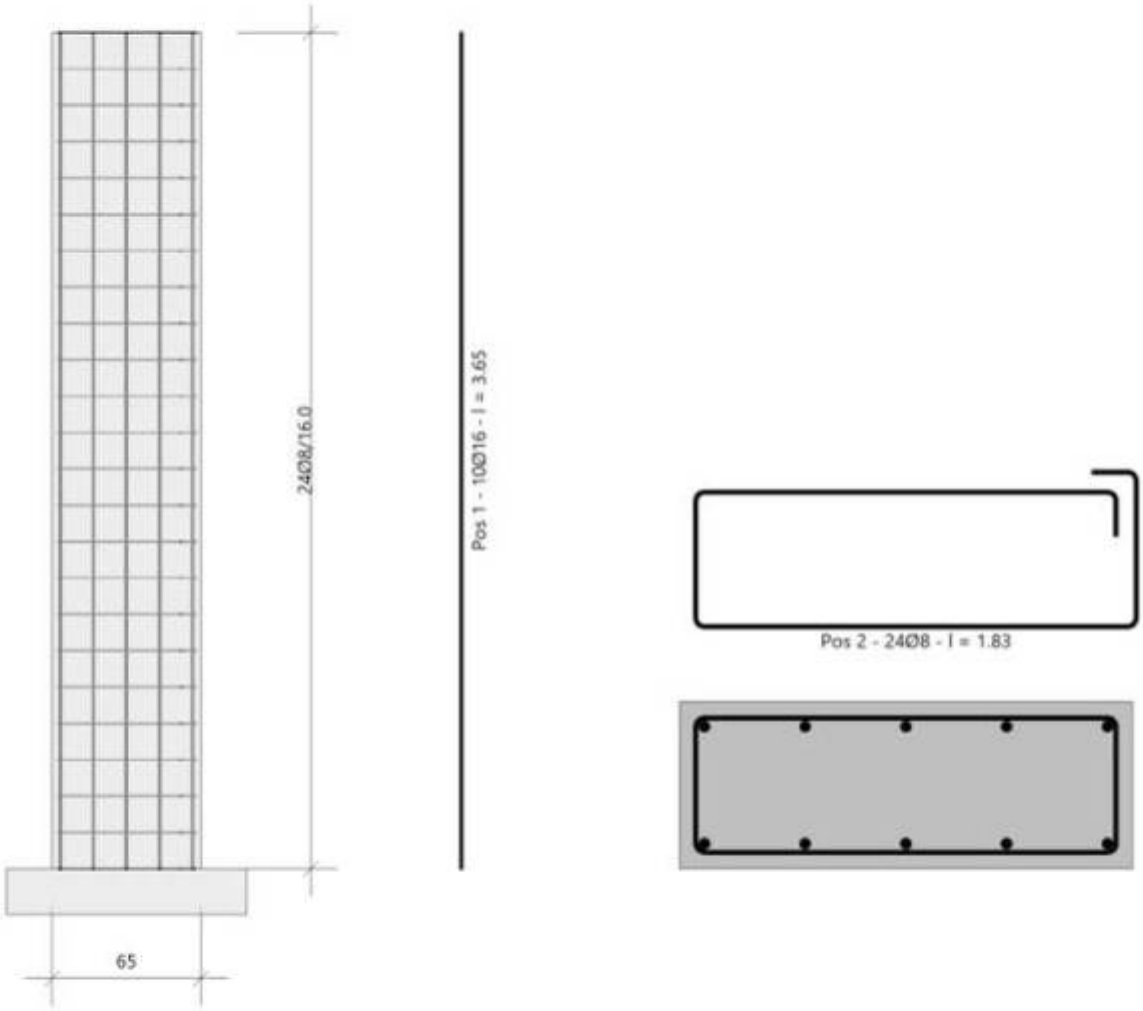
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG W10-W20 Stb.-Außenwandp

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 33



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. WA - Stb.-Aufzugswand-EG
C25/30 XC1 d = 25 cm

System
Wand
h= 4,30 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 30
g_k= 128,00 kN/m
q_k= 17,90 kN/m

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

Bewhrung aus dem 2.OG runterführen
vertikal: $A_{s,v,erf} \geq 4{,}46$ cm²/m je Seite
Randbewehrung: 4xØ12 mm

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

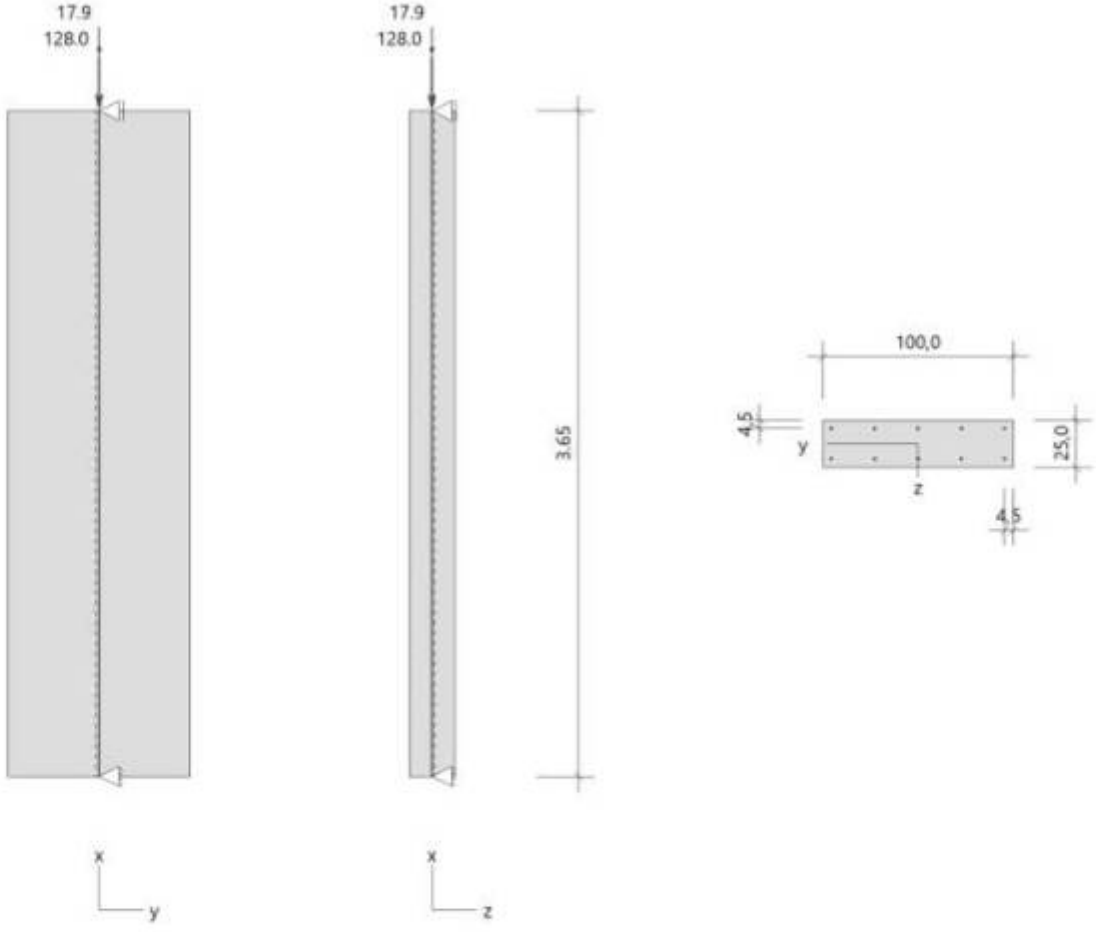
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.63		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	°/oo (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.65 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	100.0/25.0 cm
	b_1/d_1	=	4.5/4.5 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		128.0							ständig		
2	Stützenkopf		17.9							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		22.8							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\beta_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 2076,39 in y- / 129,77 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 128,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 17,9 kN (Kat. A)	**1.50**			**1.50**
1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1				

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	3.65	3.65	12.6	50.6	62.7	62.7	0.0	0.0	2.633	0.950

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-230.4	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	Querschnitt
	3.04	-230.4	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	2.43	-230.4	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	1.83	-230.4	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	1.22	-230.4	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	0.61	-230.4	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	0.00	-230.4	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	150.8	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		230.4	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 128,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 17,9 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	3.65	3.65	12.6	50.6	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.555

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-156.2	0.00	0.00	0.62	15.4	15.4	Querschnitt
	3.04	-156.2	0.35	-0.29	0.62	15.4	15.4	
	2.43	-156.2	0.60	-0.50	0.62	15.4	15.4	
	1.83	-156.2	0.69	-0.58	0.62	15.4	15.4	
	1.22	-156.2	0.60	-0.50	0.62	15.4	15.4	
	0.61	-156.2	0.35	-0.29	0.62	15.4	15.4	
	0.00	-156.2	0.00	0.00	0.62	15.4	15.4	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	2
			0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	150.8	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		156.2	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	15.4

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 128,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 17,9 kN (Kat. A)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ <= λ_{lim} nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-168.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-168.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-168.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-168.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-168.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-168.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-168.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-168.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-168.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-168.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-168.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-168.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-168.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-168.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-168.7	0.00	0.00	0.00	-0.021	-4.15	400.00	0.00
1	3.04	-168.7	0.00	0.00	0.00	-0.021	-4.15	400.00	0.00
1	2.43	-168.7	0.00	0.00	0.00	-0.021	-4.15	400.00	0.00
1	1.83	-168.7	0.00	0.00	0.00	-0.021	-4.15	400.00	0.00
1	1.22	-168.7	0.00	0.00	0.00	-0.021	-4.15	400.00	0.00
1	0.61	-168.7	0.00	0.00	0.00	-0.021	-4.15	400.00	0.00
1	0.00	-168.7	0.00	0.00	0.00	-0.021	-4.15	400.00	0.00

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-168.7	0.00	0.00	0.00	-0.021	-4.15	400.00	0.00
1	3.04	-168.7	0.00	0.00	0.00	-0.021	-4.15	400.00	0.00
1	2.43	-168.7	0.00	0.00	0.00	-0.021	-4.15	400.00	0.00
1	1.83	-168.7	0.00	0.00	0.00	-0.021	-4.15	400.00	0.00
1	1.22	-168.7	0.00	0.00	0.00	-0.021	-4.15	400.00	0.00

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	0.61	-168.7	0.00	0.00	0.00	-0.021	-4.15	400.00	0.00
1	0.00	-168.7	0.00	0.00	0.00	-0.021	-4.15	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 128,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 17,9 kN (Kat. A)	0.30	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.65	-156.2	0.00	0.00	-0.020	-0.61	-11.25	1.00		0.05
1	3.04	-156.2	0.00	0.00	-0.020	-0.61	-11.25	1.00		0.05
1	2.43	-156.2	0.00	0.00	-0.020	-0.61	-11.25	1.00		0.05
1	1.83	-156.2	0.00	0.00	-0.020	-0.61	-11.25	1.00		0.05
1	1.22	-156.2	0.00	0.00	-0.020	-0.61	-11.25	1.00		0.05
1	0.61	-156.2	0.00	0.00	-0.020	-0.61	-11.25	1.00		0.05
1	0.00	-156.2	0.00	0.00	-0.020	-0.61	-11.25	1.00		0.05

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1 Bügel: 12Ø8 mm	1	14	1.5	-45.5	-8.0	587	44
	2	14	1.5	45.5	-8.0	587	44
	3	14	1.5	45.5	8.0	587	44
	4	14	1.5	-45.5	8.0	587	44
	5 [1]	14	1.5	-22.8	-8.0	371	96
	6 [1]	14	1.5	-22.8	8.0	371	96
	7 [1]	14	1.5	0.0	-8.0	371	96
	8 [1]	14	1.5	0.0	8.0	371	96
	9 [1]	14	1.5	22.8	-8.0	371	96
	10 [1]	14	1.5	22.8	8.0	371	96
			6.2 (15.4)				

1 : konstruktiver Bewehrungsstab, wird bei Kaltbemessung nicht berücksichtigt

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.8	3.0

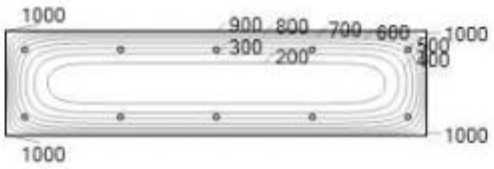
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α	=	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c	=	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m	=	0.70	
Betonfeuchte	u	=	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ	=	obere Grenze	
Rohdichte	ρ	=	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem}	=	1.0	cm
Betonzuschlag		=	quarzitisch	
Betonstahl		=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls		=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Rechteck 100x25 t=90min



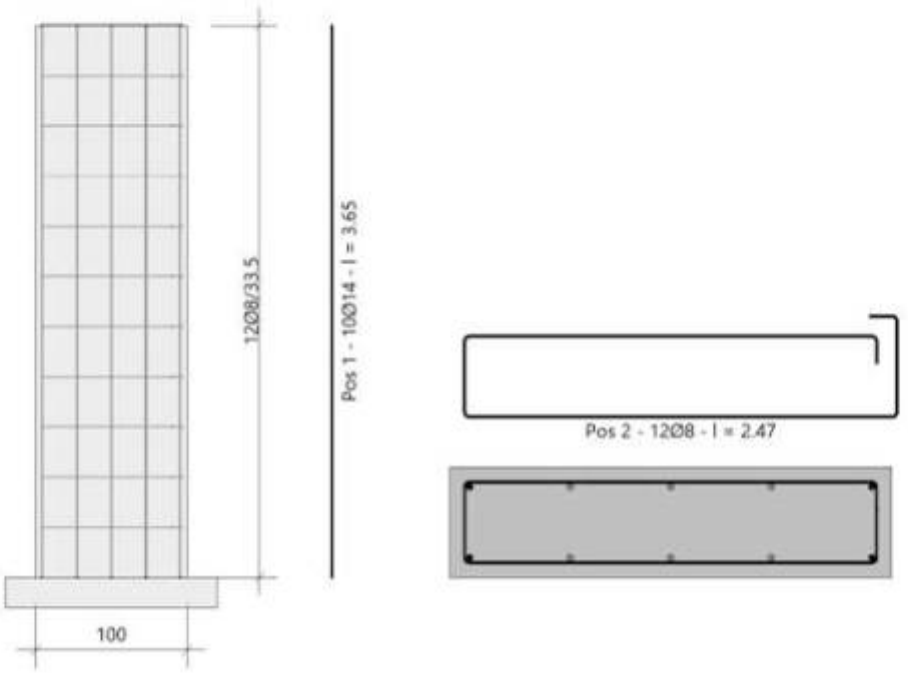
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: EG WA Stb.-Aufzugswand

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 50



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. WAT30 -Wandartiger Träger im 1.OG

C25/30 XC1 d = 0,24 m

System:
Wandartiger Träger mit Türöffnungen
Achse F zwischen Achse 3-1
siehe FEM-Modell als Scheibe
Unterzug b =0,4/0,32 m, im FEM-Modell wie WAT 0,24 m

Belastung:
Das Eigengewicht wird programmintern berücksichtigt.
Bei den Werten aus dem FEM-Modell der Pos. 20 werden die Maximalwerte angegeben. Die Last wird aus dem Modell mittels der Funktion Lastfallübernahme auf das System modelliert.

Lasten aus Decke EG
Einzugsfläche: 27,0 m²
Läge Wand l= 10,0 m
Höhe Wand h= 4,6 m

ständig:

ständige Last g_k = (0,30*25+2,75)*27,0/10,000 = 27,68 kN/m

veränderlich:
Nutzlast Geschossdecke = 5,00 *27,0/10,000 = 13,50 kN/m

Biegebewehrung:
Bewehrung ist über h_a = min{0,1*h;0,1*l} am unteren Rand zu führen
h_a = MIN(0,1*h;0,1*l) = 0,46 m
siehe Bewehrungsskizze

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms InfoCAD

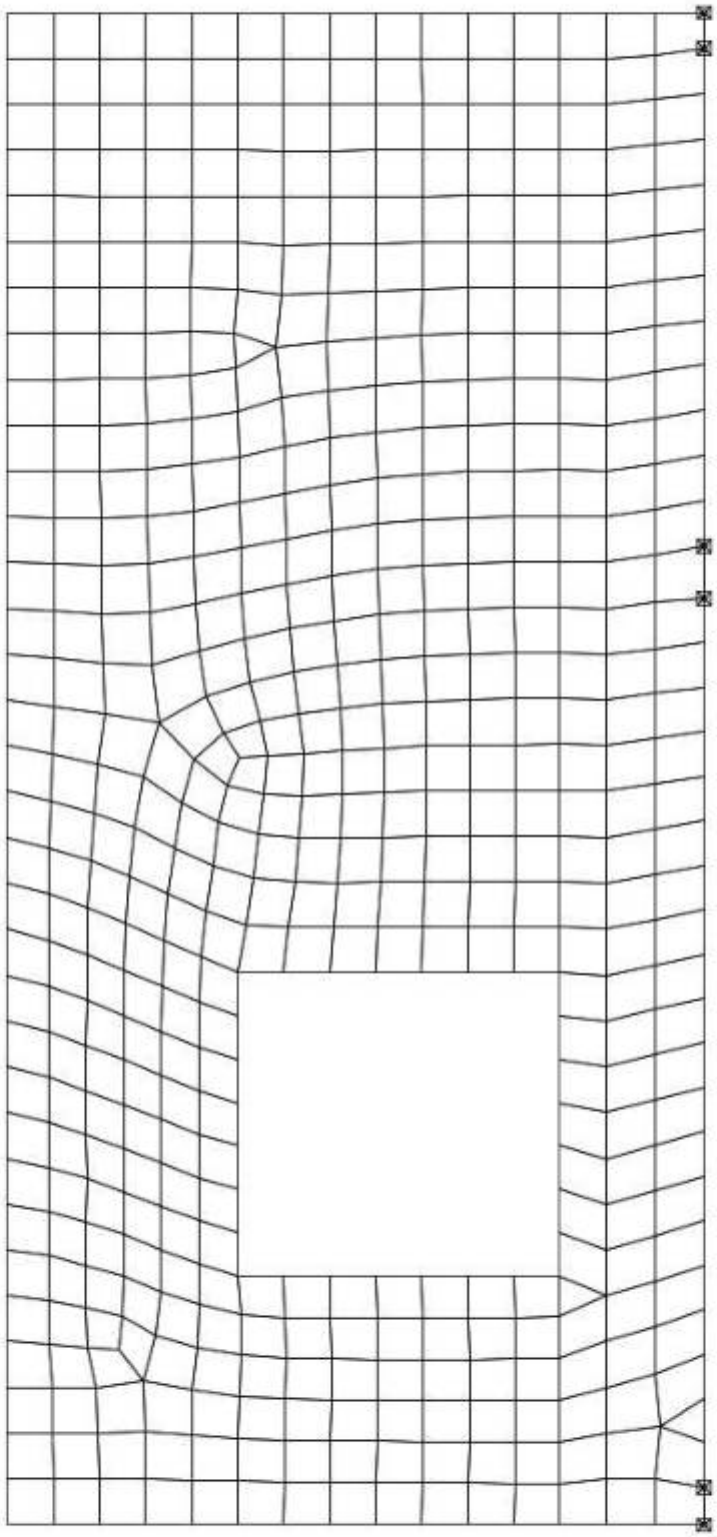
Statisch durch
Vergleich geprüft

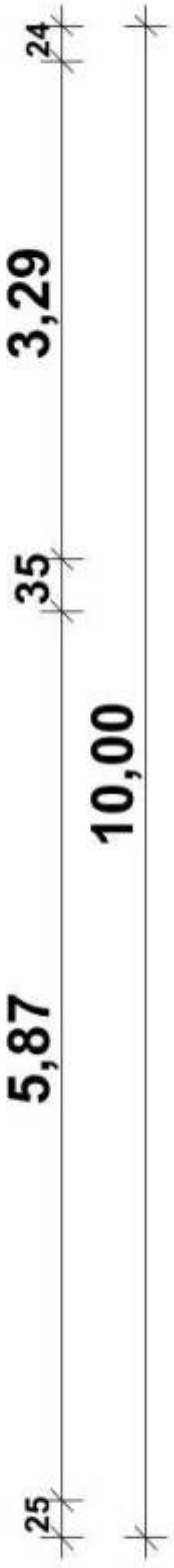
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

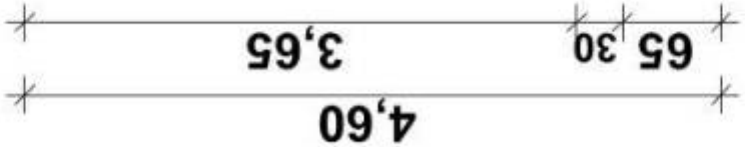
Projekt: 2024-1100 - Hünxe	WAT30

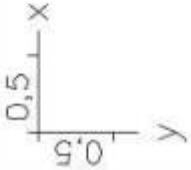
Zeichnung

M = 1:50









Statisch durch Vergleich geprüft

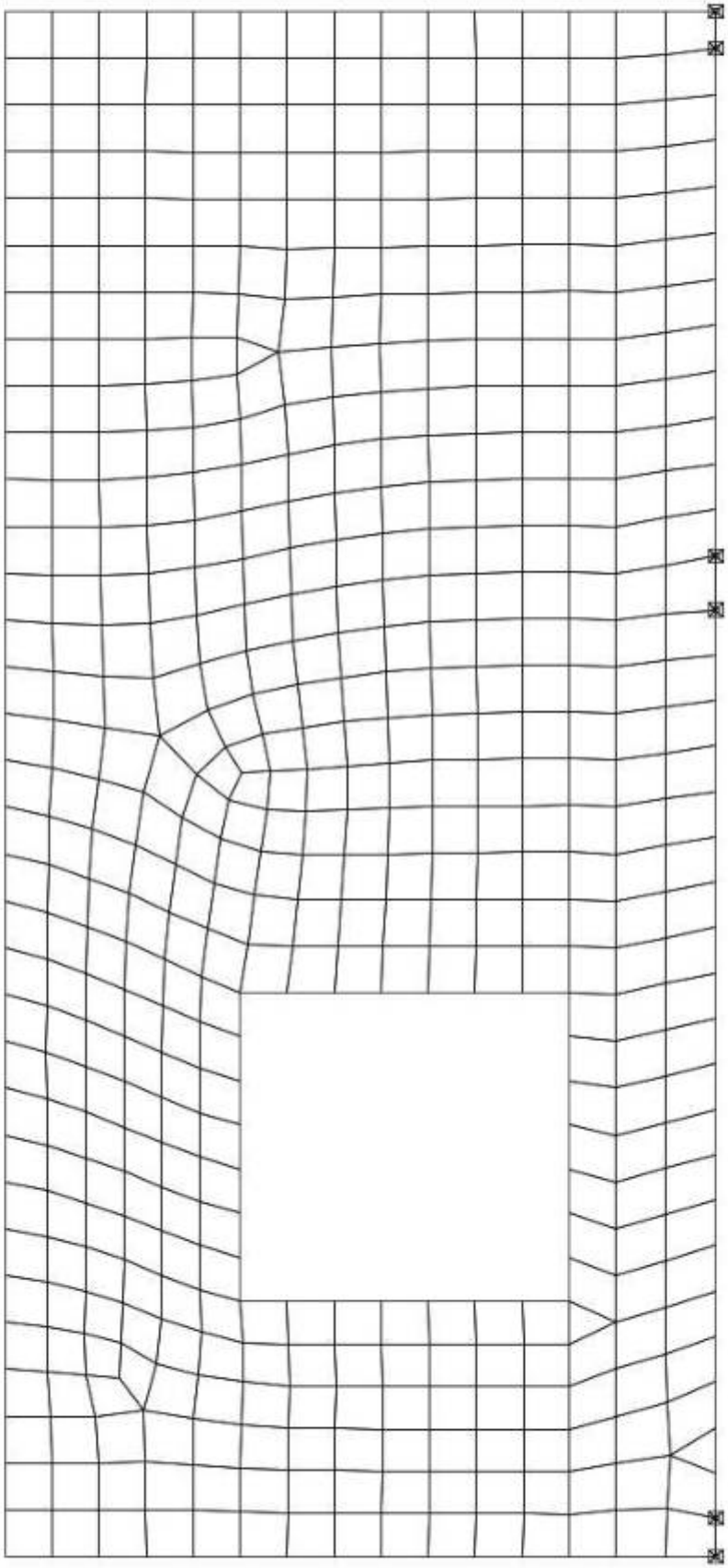
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | WAT30

LF 1: Belastung, Eigengewicht | M = 1:45

EIGENLAST:0/1/0



0,5 X
0,5 Y

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

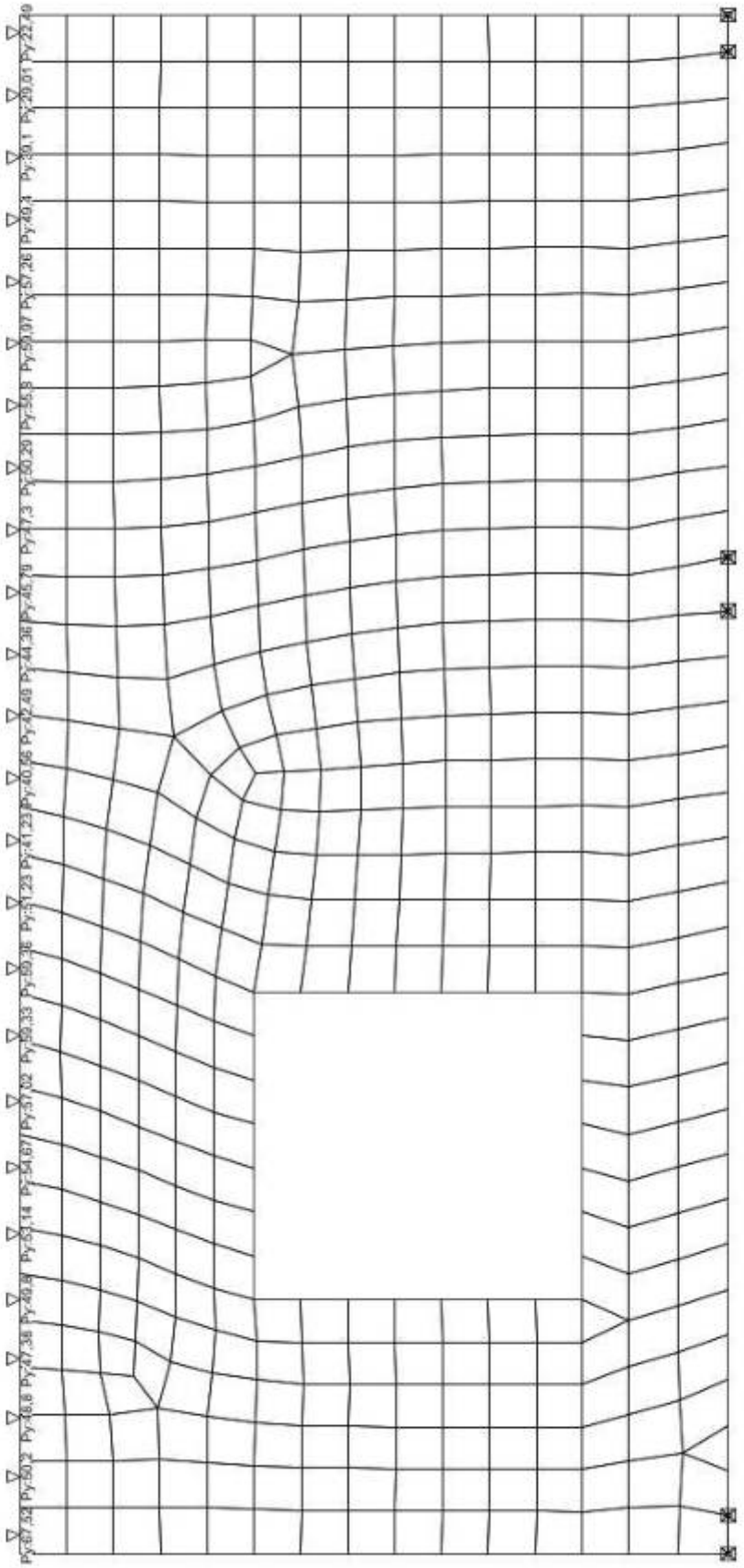
LF 1: Belastung, Eigengewicht

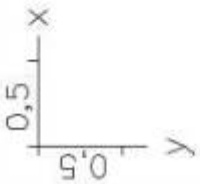
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	WAT30

LF 2: Belastung, Lasten aus Pos.20 G

M = 1:45





Statisch durch Vergleich geprüft

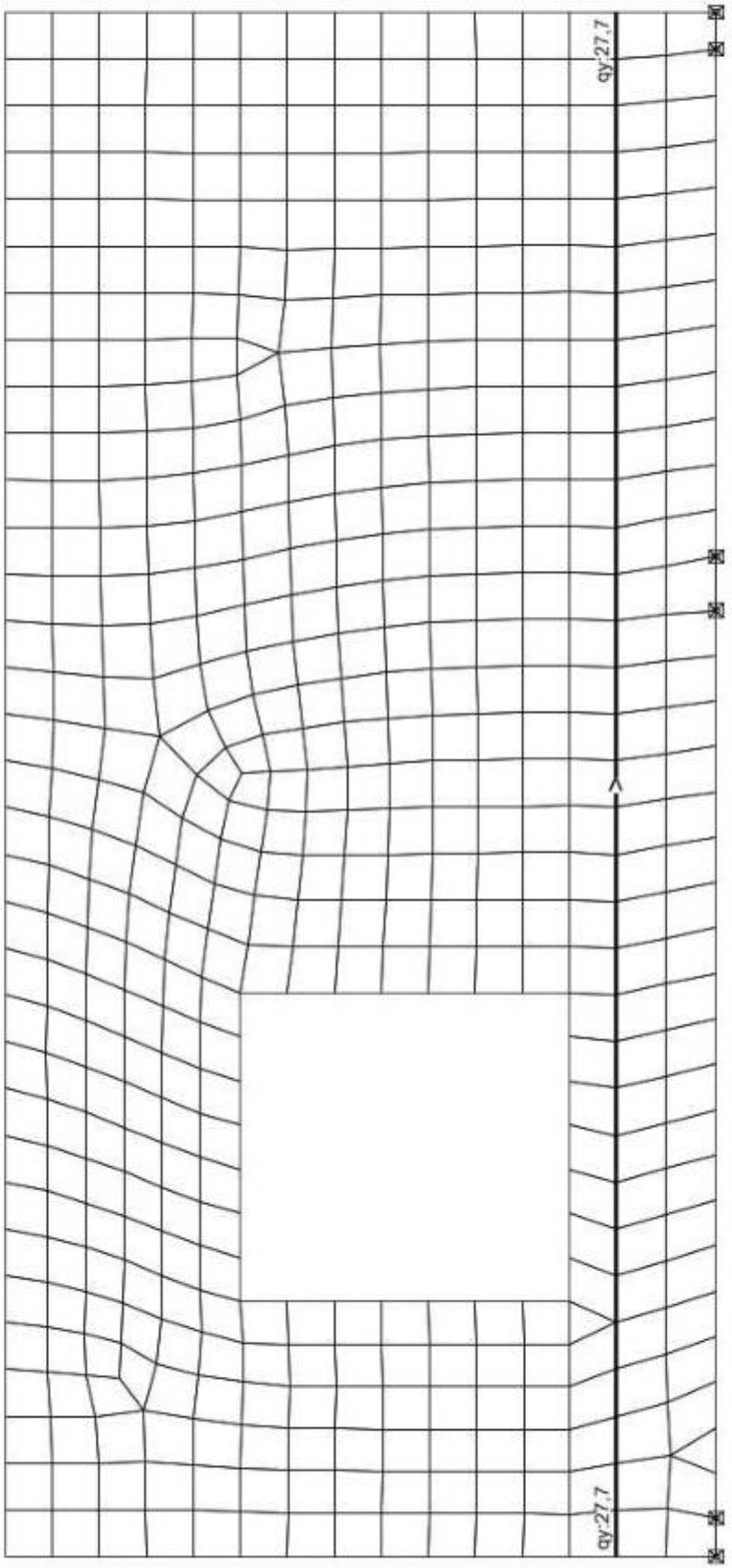
LF 2: Belastung, Lasten aus Pos.20 G

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	WAT30

LF 3: Belastung, Lasten aus Pos.30 G — M = 1:45



Statisch durch Vergleich geprüft

LF 3: Belastung, Lasten aus Pos.30 G

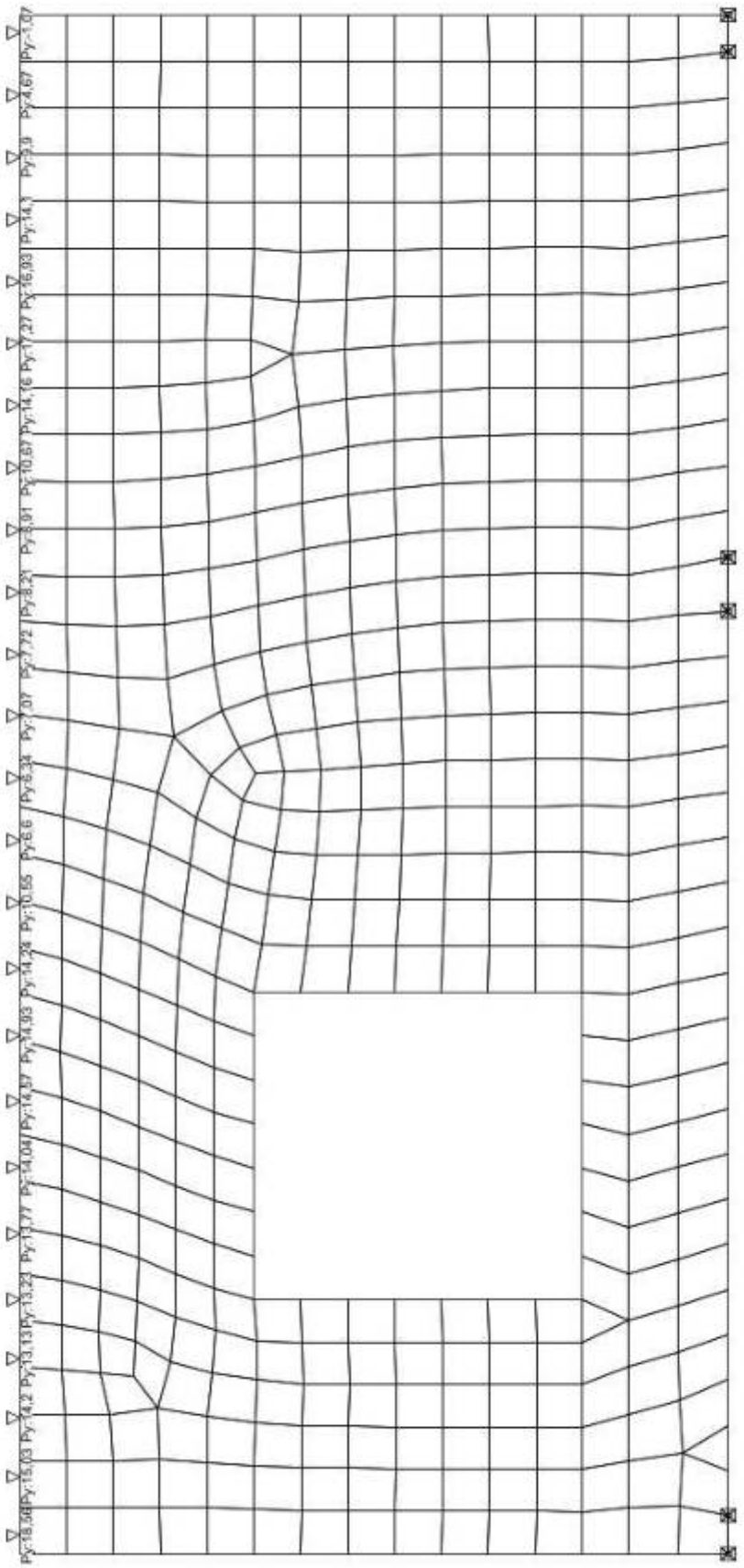
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

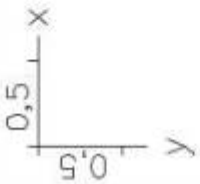
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	WAT30

LF 10: Belastung, Lasten aus Pos.20 Q

M = 1:45





Statisch durch Vergleich geprüft

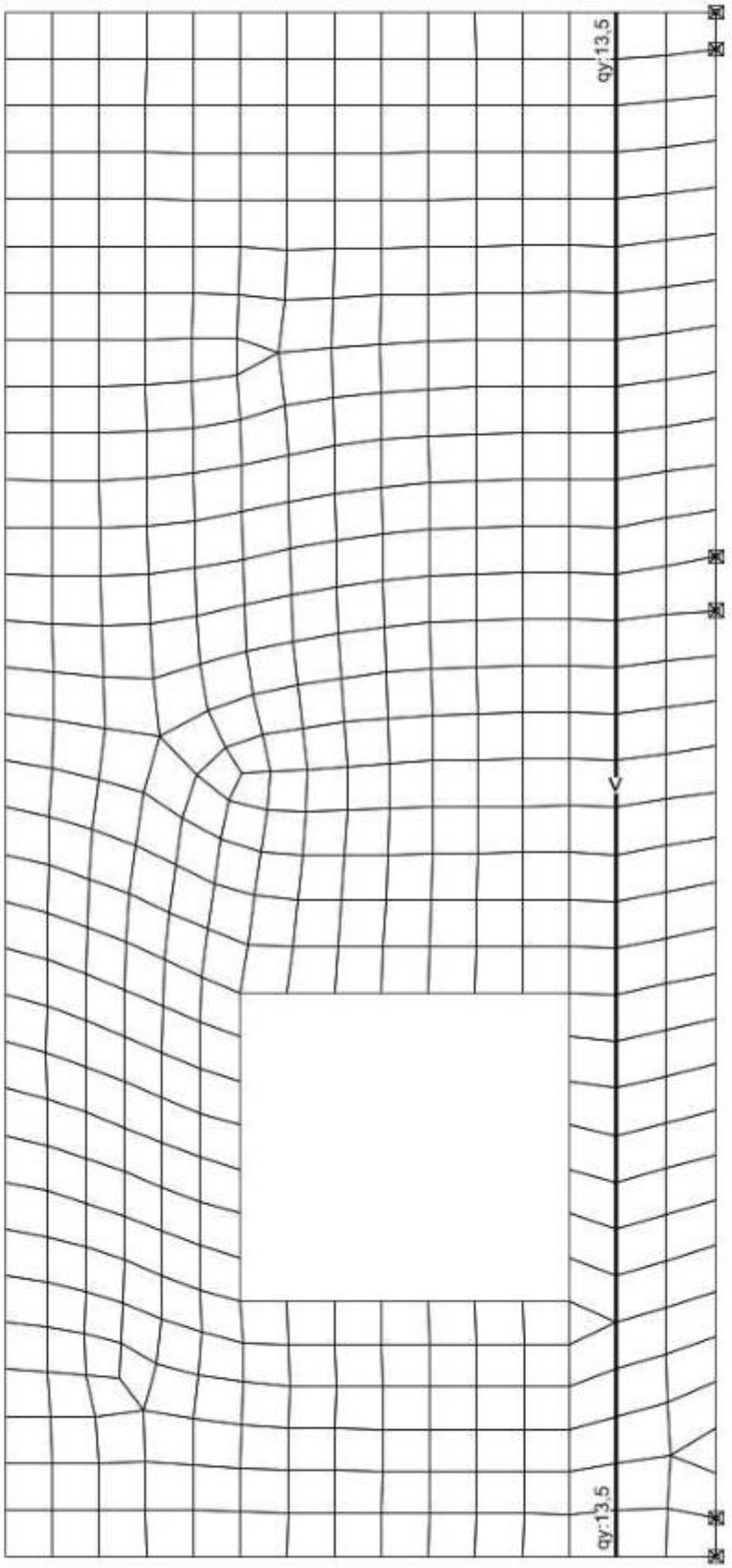
LF 10: Belastung, Lasten aus Pos.20 Q

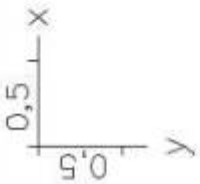
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	WAT30

LF 11: Belastung, Lasten aus Pos.30 Q — M = 1:45





Statisch durch Vergleich geprüft

LF 11: Belastung, Lasten aus Pos.30 Q

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M	R	B	Q	T	S	Ermüdung B	Q	T	P	C	V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C	B	P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N — Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.

fyk — Stahlgüte der Bügel.

Theta — Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.

P. — Balken werden wie Platten bemessen.

K. — Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.

Asl — Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.

rhow — Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).

as — Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).

x,y — Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.

cvl — Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.

Red. — Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Schubquerschnitte

```
bw.nom  Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom   Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd  Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn
        bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2  Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef     Wanddicke des Torsionskastens.
K.      Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).
```

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,240	.	0,210	0,90	.	.	.	.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

```
Rohd.   Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck     charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc    Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm    Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct    Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c
        mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1    Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1   rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2    Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2   rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]
```

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten [MN/m] fck	a.cc	fctm	a.ct	Grenzdehnungen [o/oo] e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
1	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]	y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000 500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000 500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,240					
	4	0,000	0,240					

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Betonstahl für Flächenelemente

as Grundbewehrung [cm²/m]
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1     Eigengewicht
2     Lasten aus Pos.20 G
3     Lasten aus Pos.30 G
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,7 / 0,6

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
10    Lasten aus Pos.20 Q
11    Lasten aus Pos.30 Q
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Häufige Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

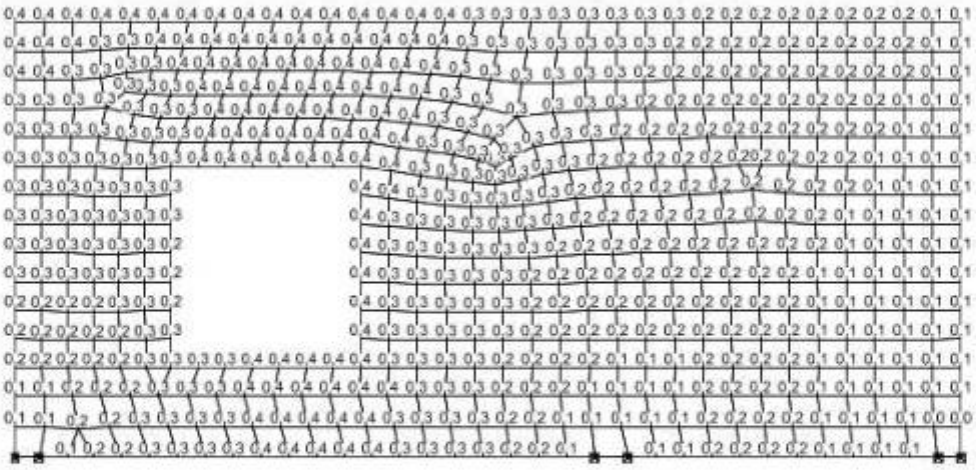
Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

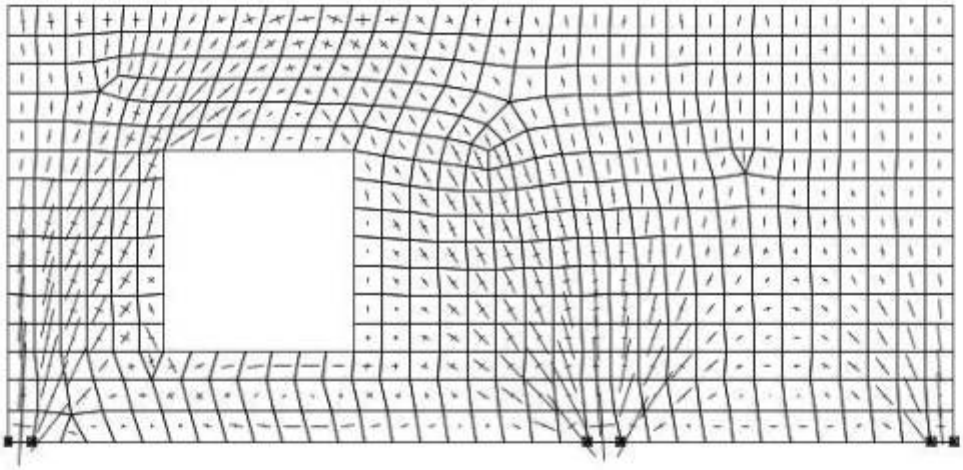
LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht	0,000	250,440	0,000
	Auflagerreaktionen	-0,000	250,440	0,000
2	Lasten aus Pos.20 G	-0,000	1223,490	0,000
	Auflagerreaktionen	-0,000	1223,490	0,000
3	Lasten aus Pos.30 G	0,000	277,000	0,000
	Auflagerreaktionen	-0,000	277,000	0,000
10	Lasten aus Pos.20 Q	-0,000	287,766	0,000
	Auflagerreaktionen	-0,000	287,766	0,000
11	Lasten aus Pos.30 Q	0,000	135,000	0,000
	Auflagerreaktionen	-0,000	135,000	0,000
20	Summe G	-0,000	1750,930	0,000
	Auflagerreaktionen	-0,000	1750,930	0,000
21	Summe Q	-0,000	422,766	0,000
	Auflagerreaktionen	-0,000	422,766	0,000

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft



Deformationen uy max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

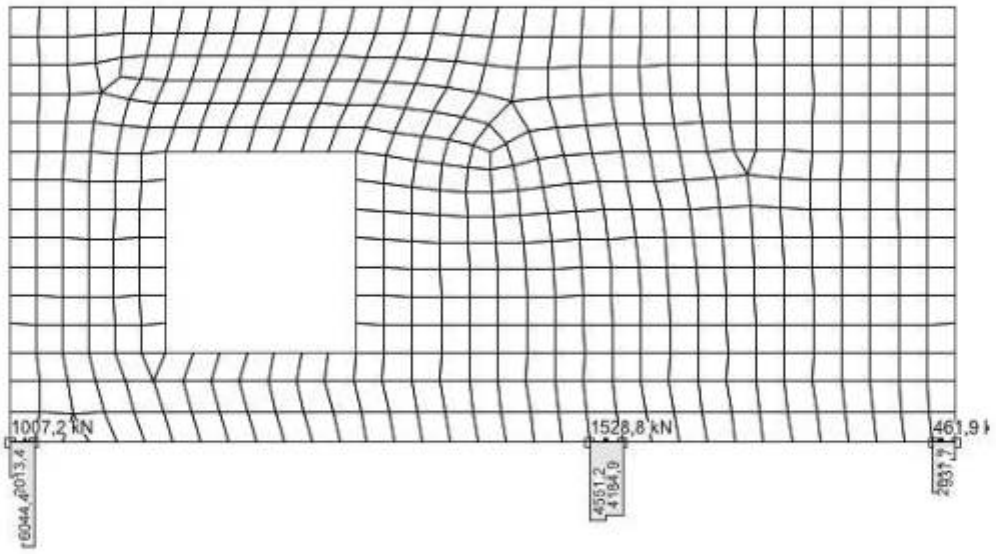


Schnittgrößen n1; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

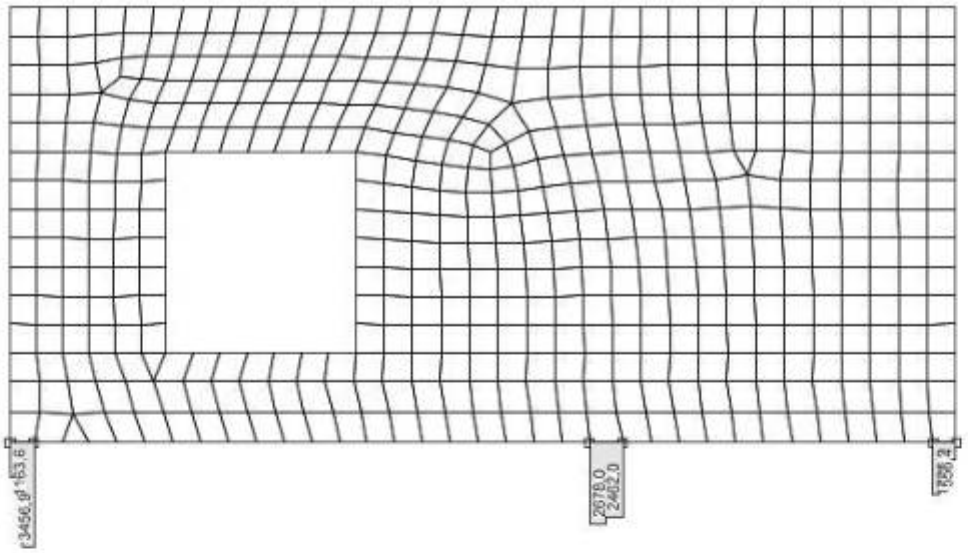
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:



Auflagerreaktionen Ry max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

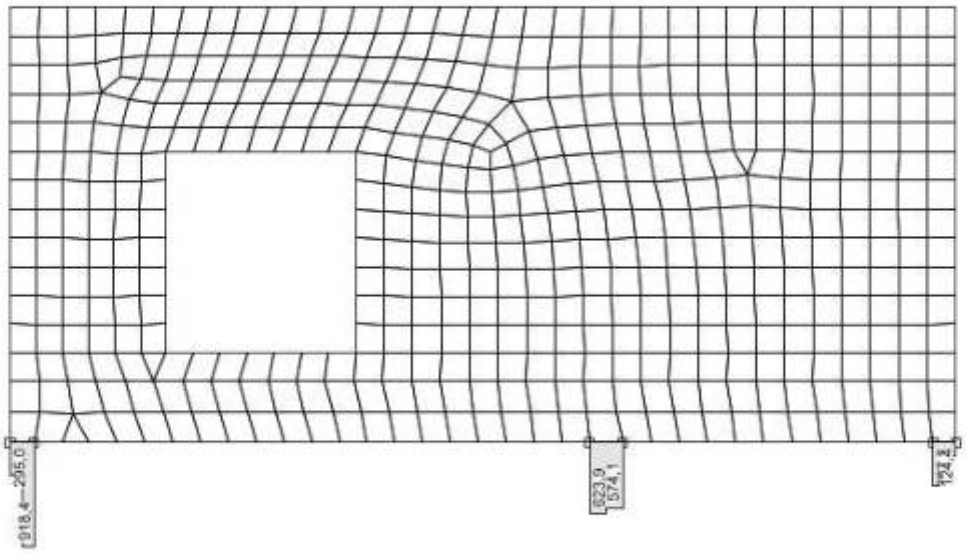


Auflagerreaktionen Ry; LF 20, Summe G

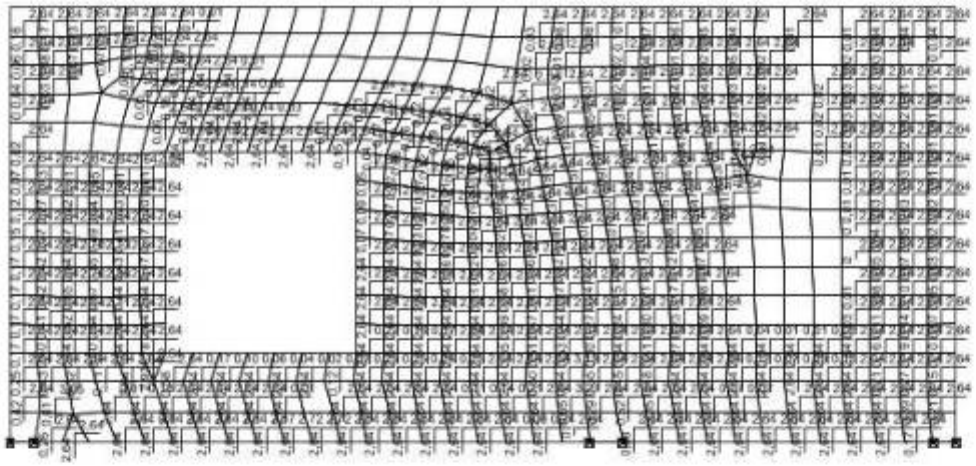
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:



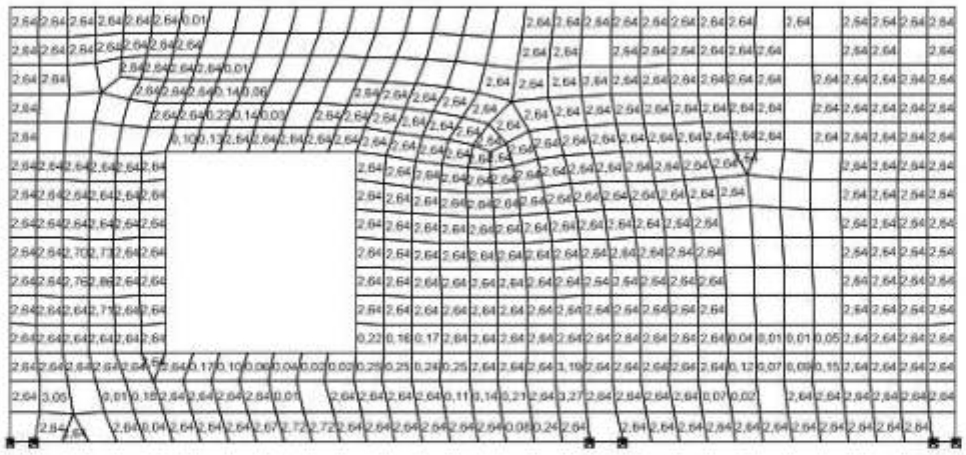
Auflagerreaktionen Ry; LF 21, Summe Q



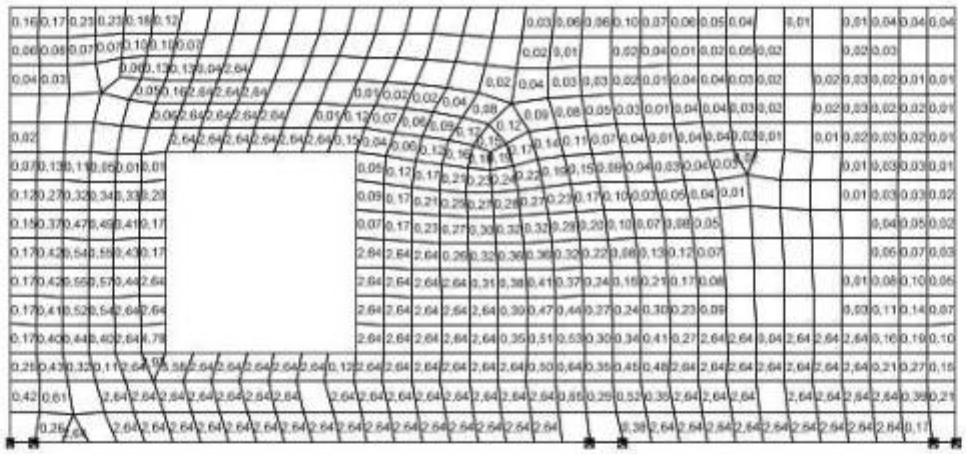
Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft



Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1



Biegebewehrung asy 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

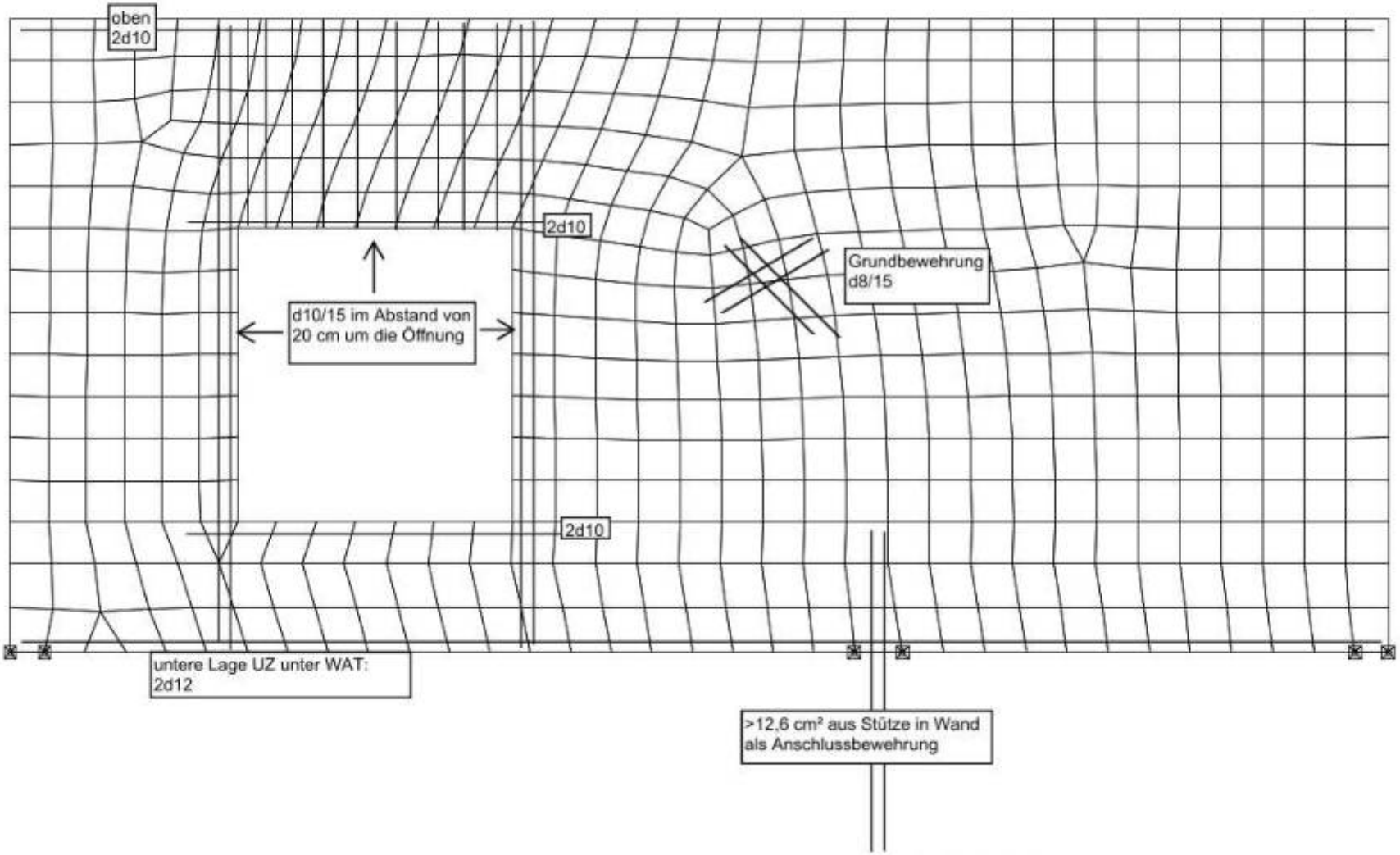
Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure • Tragwerksplanung • Bauphysik • Gutachten • Bauwerksprüfungen

0,5 x
0,5 y

Skizze Bewehrung



Statisch durch
Vergleich geprüft

System

Projekt: 2024-1100 - Hünxe

WAT30

M = 1:45

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

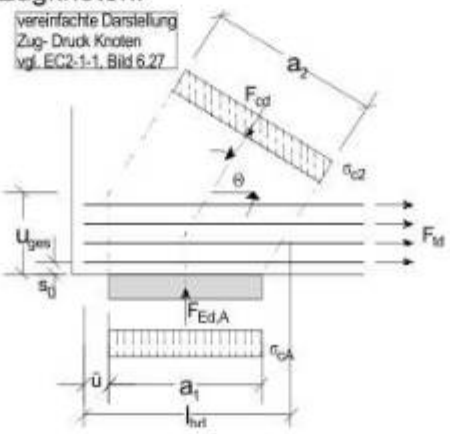
Auflager Achse 3 (WAT 30):

Auflagerkraft $F_{Ed,A}$= 1007,20 kN

Beton = C25/30
f_{cd} = 14,2 N/mm²

Betondeckung c_{nom}= 3,5 cm

Zugknoten:



gew. Druckbewehrung:

A_{sv} => gewählt: 4 ∅ 14

Durckbewehrung aus Aufager (falls benötigt)

$F_{Rd,S}$= 4*1,40^2/4*π*43,5 = 267,85 kN

Auflagerbreite a_1= 0,32 m
Auflagertiefe t_w= 0,25 m

Lagerpressungen σ_{cA}

σ_{cA} = $F_{Ed,A} * 10^{-3} / (a_1 * t_w)$ = 12,6 MN/m²
$\sigma_{Rd,max}$ = $0,75 * 1*f_{cd}+(F_{Rd,S}*10^{-3})/(a_1*tw)$ = 14,0 MN/m²
$\sigma_{cA} / \sigma_{Rd,max}$ = **0,90 ≤ 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

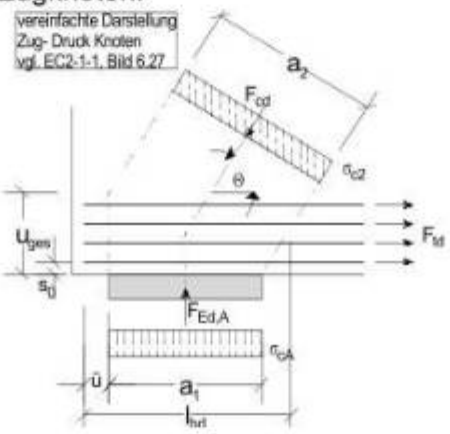
Auflager Achse 1 (WAT 30):

Auflagerkraft $F_{Ed,A}$= 461,90 kN

Beton = C25/30
f_{cd} = 14,2 N/mm²

Betondeckung c_{nom}= 3,5 cm

Zugknoten:



gew. Druckbewehrung:

A_{sv} => gewählt: 2 ∅ 10

Durckbewehrung aus Aufager (falls benötigt)

$F_{Rd,S}$= 2*1,00^2/4*π*43,5 = 68,33 kN

Auflagerbreite a_1= 0,32 m
Auflagertiefe t_w= 0,24 m

Lagerpressungen σ_{cA}

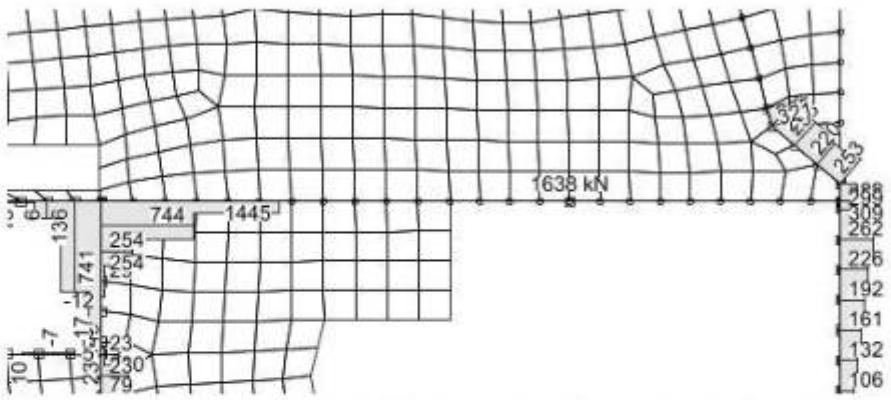
σ_{cA} = $F_{Ed,A} * 10^{-3} / (a_1 * t_w)$ = 6,0 MN/m²
$\sigma_{Rd,max}$ = $0,75 * 1*f_{cd}+(F_{Rd,S}*10^{-3})/(a_1*tw)$ = 11,5 MN/m²
$\sigma_{cA} / \sigma_{Rd,max}$ = **0,52 ≤ 1**

Statisch durch
Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 30

M = 1:



Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.30 - Decke über EG

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

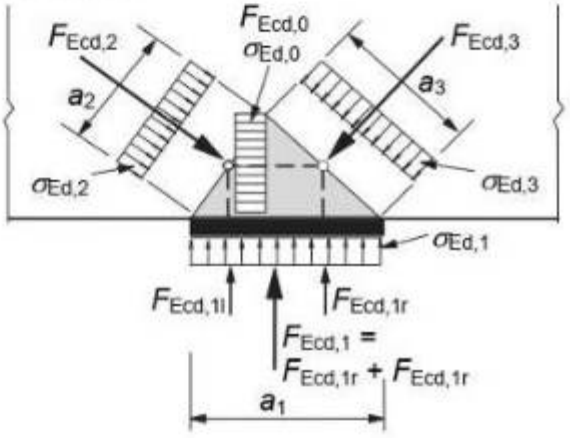
Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Auflager Achse 1-2 (WAT30 Stütze):

Auflagerkraft $F_{Ed,A}$=			1638,00 kN
Beton		=	C25/30
f_{cd}		=	14,2 N/mm²
Betondeckung c_{nom}=			3,5 cm

Druckknoten:



gew. Druckbewehrung:

A_{sv} => gewählt: 5 ∅ 20

Durckbewehrung aus Aufager (falls benötigt)

Verankerungslänge $l_{b,rqd}$=			81,00 mm
Verankerungshöhe u=			46,00 cm
$F_{Rd,S}$=	(5*2,00^2/4*π*43,5)*(u/$l_{b,rqd}$)	=	388,04 kN
Auflagerbreite a_1=			0,27 m
Auflagertiefe t_w=			0,30 m

Lagerpressungen σ_{cA}

σ_{cA} =	$F_{Ed,A}$ * 10^{-3} / (a_1 * t_w)	=	20,2 MN/m²
$\sigma_{Rd,max}$ =	1,10 * 1*f_{cd}+($F_{Rd,S}$*10^{-3})/(a_1*tw)	=	20,4 MN/m²
σ_{cA} / $\sigma_{Rd,max}$		=	**0,99 ≤ 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos.40 - Stahlbetondecke ü. KG

C30/37 XC1 h = 30 cm

Systeme
FEM-Platte

Belastung
Eigenlasten

Eigengewicht g_k=		0,30*25	=	7,50 kN/m²
Ausbaulast g_k=				2,75 kN/m²

Wandlasten

Stb.-Außenwand h24 g_k=		(0,24*25+1)*4,30	=	30,10 kN/m
Stb.-Innenwand h24 g_k=		(0,24*25+0,4)*4,30	=	27,52 kN/m
Stb.-Aufzugswand h25 g_k=		(0,25*25+0,4)*4,30	=	28,59 kN/m

Stütze

Stb.-Rundstütze d40 g_k=		$\pi * 0{,}2^2 * 25 * 4{,}3$	=	13,51 kN
Stb.-Rundstütze d35 g_k=		$\pi * 0{,}175^2 * 25 * 4{,}3$	=	10,34 kN
Stb.-Stütze 24/35 g_k=		0,24*0,35*25*4,30	=	9,03 kN
Stb.-Stütze 24/30 g_k=		0,24*0,30*25*4,30	=	7,74 kN
Stb.-Stütze 24/24 g_k=		0,24*0,24*25*2,20	=	3,17 kN

Fenster
g_k=1 kN/m²*$h_{Fenster}$

z.B. Fenster $g_{k,F}$=	1*2,50	=	2,50 kN/m
Brüstung g_k=	(0,24*25+1)*0,70	=	4,90 kN/m
		g_k =	**7,40 kN/m**

Nutzlasten

Mensa q_k=	5,00 kN/m²
Flur,Treppenhäuser q_k=	5,00 kN/m²

Bemessung
siehe Ausdruck Bemessungsprogramm InfoCAD

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Decke ü. KG: Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015:12

Material

Beton =	**GEW("EC2_de/beton_ec2"; Bez;)**	=	**C30/37**

Geometrie

Gesamthöhe Querschnitt h =			**0,30 m**
Breite Querschnitt b =			**1,00 m**
Betondeckung c_{nom} =			**3,50 cm**
Stabdurchmesser d_s =			**12 mm**
Rechenwert der Rissbreite w_{max} =			**0,40 mm**
d =	h-c_{nom}/100-d_s/(2*1000)	=	0,259 m

horizontale Mindestbewehrung

a) Nachweis mit Gl. (7.1) EC2-1-1, 7.3.2

Faktor bzgl. fctm f =			0,660
k_c =			1,00
k_i =	0,8 + (((0,52 - 0,8)/(0,8-0,3))*(h-0,3))	=	0,800
k =	WENN(h≤0,3;0,8;WENN(h≥0,8;0,52;ki))	=	0,800
$f_{ct,eff}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton) * f	=	1,9140 MN/m²
A_{ct} =	0,5*h * b	=	0,150 m²/m
Φ_S =	d_s /MAX($\frac{k_c * k * h}{8 * (h-d)} * \frac{f_{ct,eff}}{2,9}$; $\frac{f_{ct,eff}}{2,9}$)	=	18,182 mm
σ_s =	(3,48*10^6*w_{max}/Φ_S)^(1/2)	=	276,693 N/mm²
$A_{s,min,a}$ =	k_c * k * $f_{ct,eff}$ * A_{ct} / σ_s * 10^4	=	**8,30 cm² je Lage**

b) Nachweis als "dickes" Bauteil nach Gl. (NCI zu 7.3.2)

effektive Dicke $h_{c,ef}$ bei zentrischem Zug (vgl. EC2-1-1, 7.3.2: (Bild 7.1DE)

d_1 =	h-d	=	0,0410 m
h/d_1 =	h/d_1	=	7,3171
$h_{c,ef}$ =	WENN(h/d1≤5;(0,5*h/d1)*d1;WENN(h/d1≤30;(0,1*h/d1+2)*d1;5*d1))	=	0,112 m
Φ_S =	d_s / ($f_{ct,eff}$/2,9)	=	18,182 mm
σ_s =	(3,48*10^6*w_{max}/Φ_S)^(1/2)	=	276,693 N/mm²
$A_{c,eff}$ =	$h_{c,ef}$ * b	=	0,1120 m²/m
$A_{s,min,b}$ =	MAX($f_{ct,eff}$*$A_{c,eff}$/σ_s*10^4;k*$f_{ct,eff}$*A_{ct}/500*10^4)	=	7,75 cm² je Lage
As,min =	MIN($A_{s,min,a}$;$A_{s,min,b}$)*0,85	=	**6,59 cm² je Lage**

Gewählte Grundbewehrung:

Ø12/ 15,0 cm, As,vorh =			7,54 cm²/m
η =	As,min/As,vorh	=	0,87 <1,03

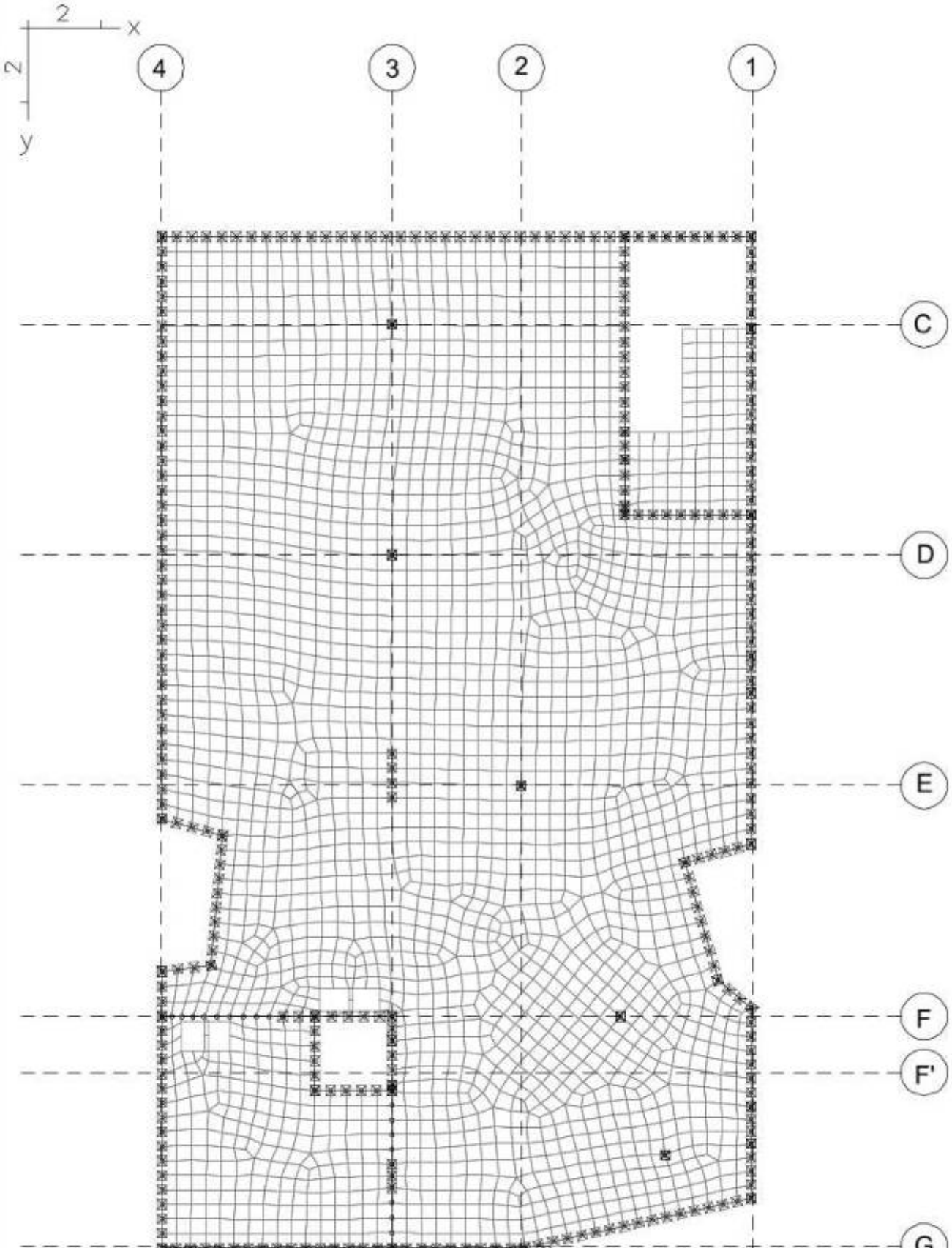
Statisch durch
Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 40

Raster

M = 1:150



Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 - Decke über UG

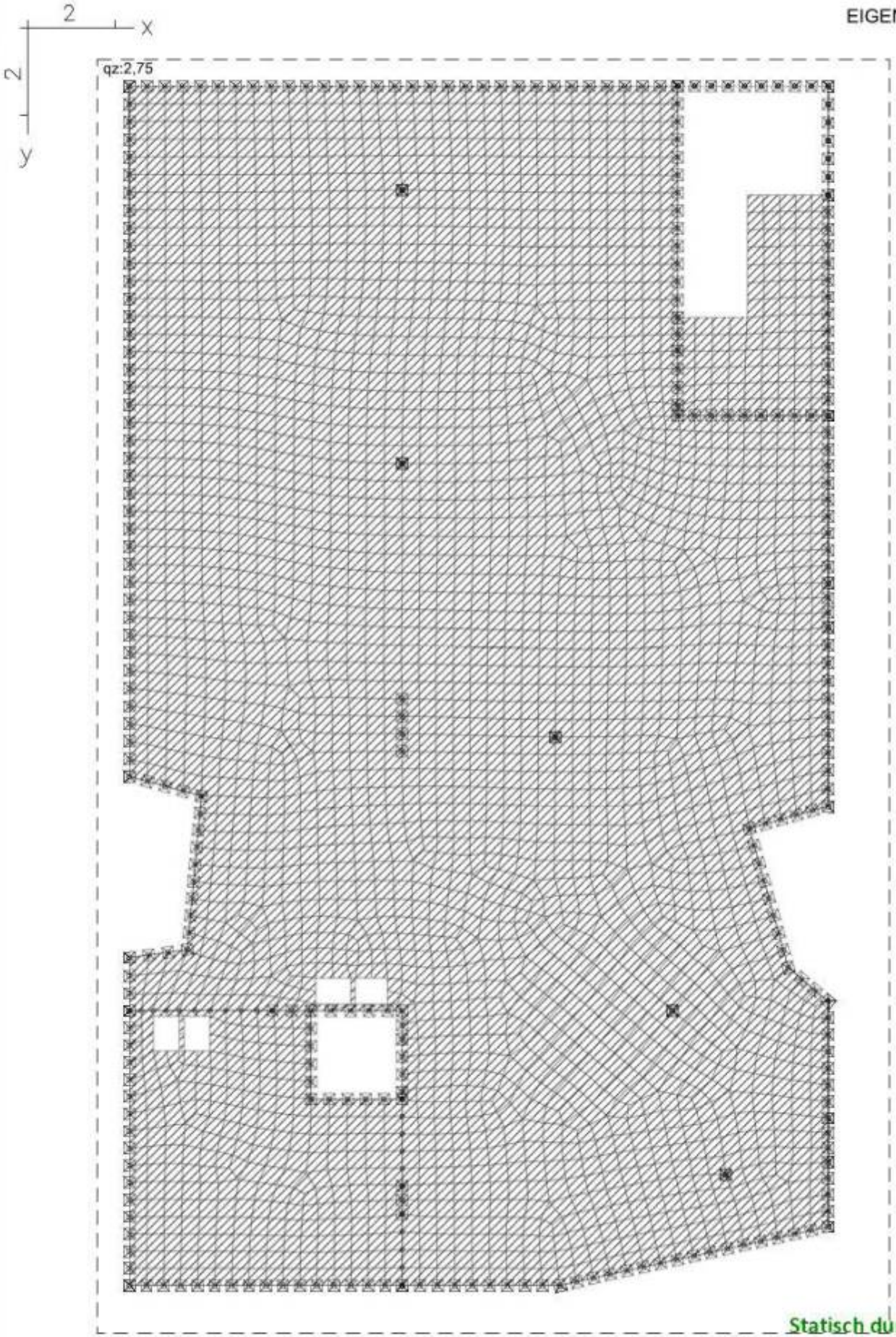
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 40

LF 1: Belastung, Eigenlast + Ausbaulast

M = 1:125

EIGENLAST



Statisch durch Vergleich geprüft

LF 1: Belastung, Eigenlast + Ausbaulast

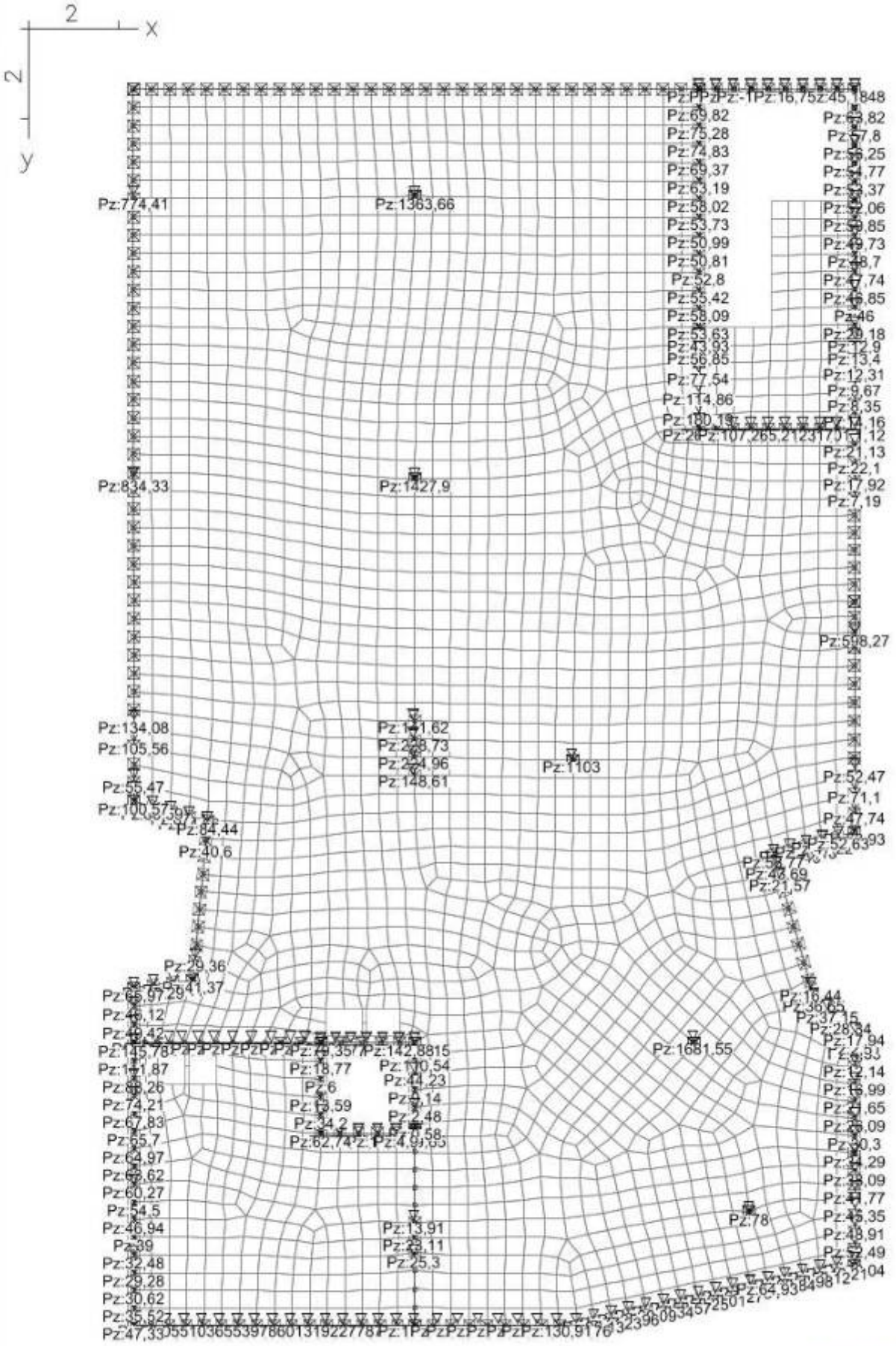
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 40

LF 2: Belastung, Lastübernahme g EG

M = 1:125



Statisch durch Vergleich geprüft

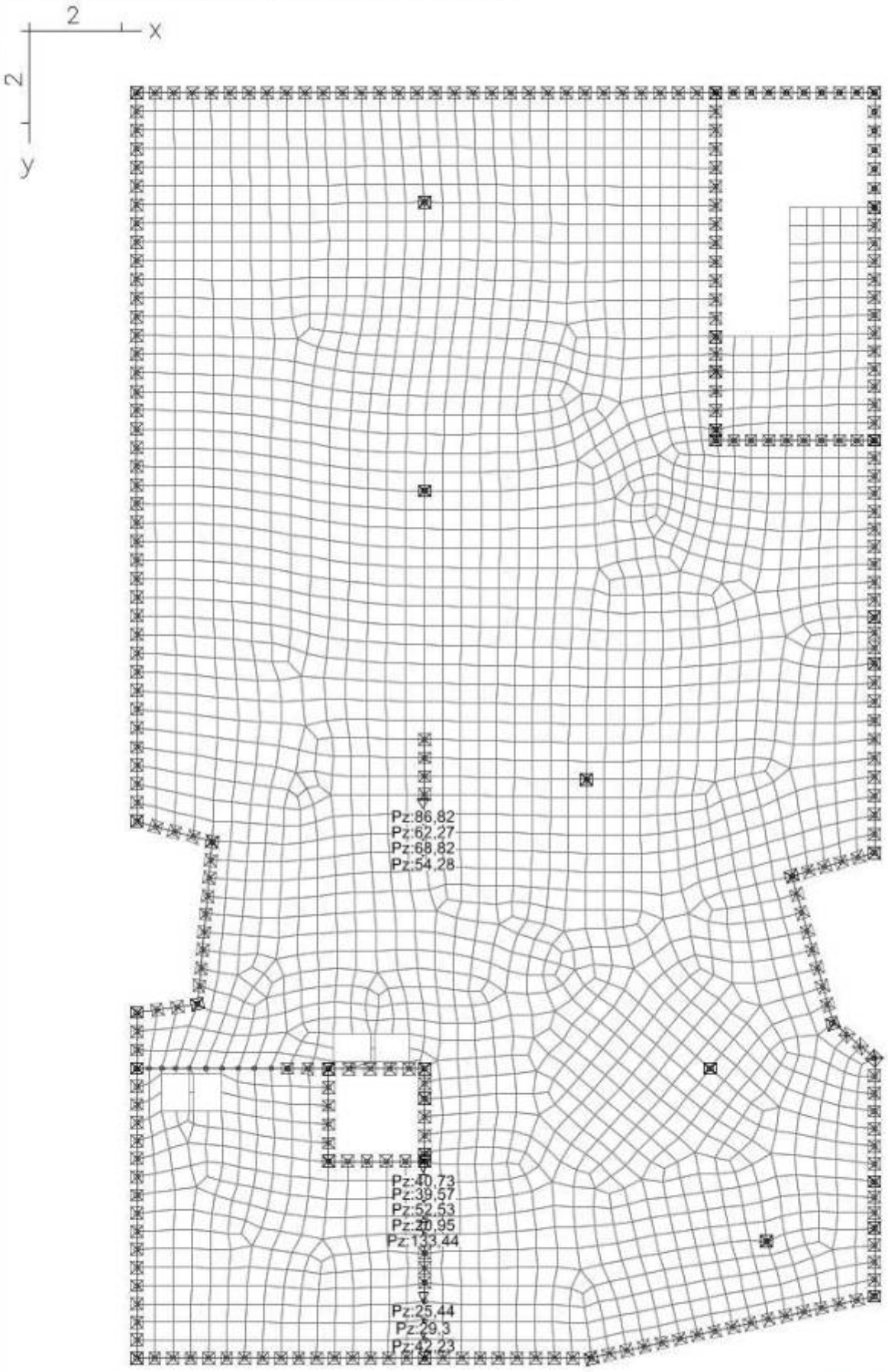
LF 2: Belastung, Lastübernahme g EG

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 40

LF 3: Belastung, Aufgehende Bauteile Weiterleitung M = 1:125



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 - Decke über UG

LF 3: Belastung, Lastübernahme g EG Bemessung

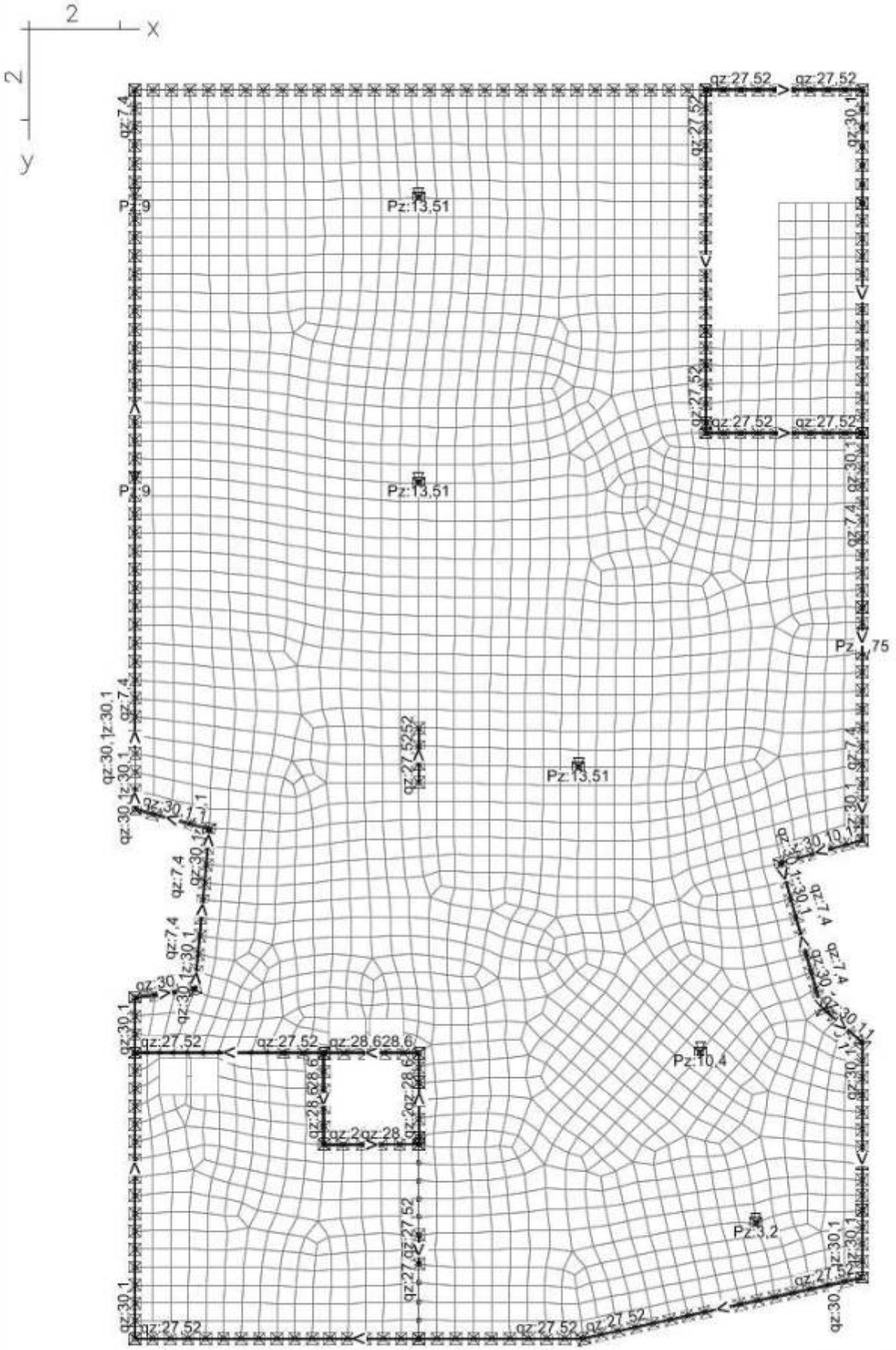
Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 40

LF 4: Belastung, Aufgehende Bauteile Bemessung

M = 1:125



LF 4: Belastung, Aufgehende Bauteile Weiterleitung

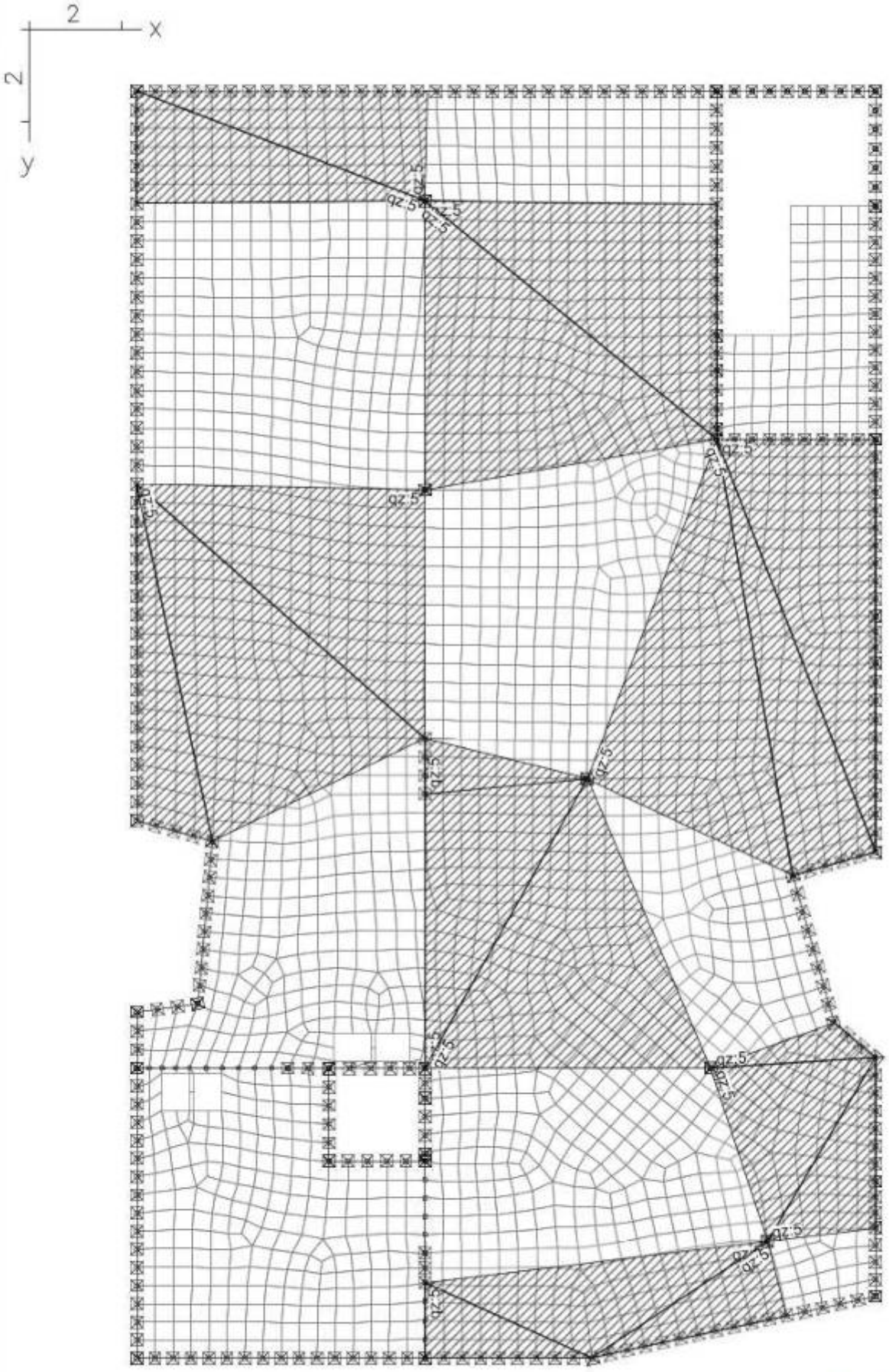
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 40

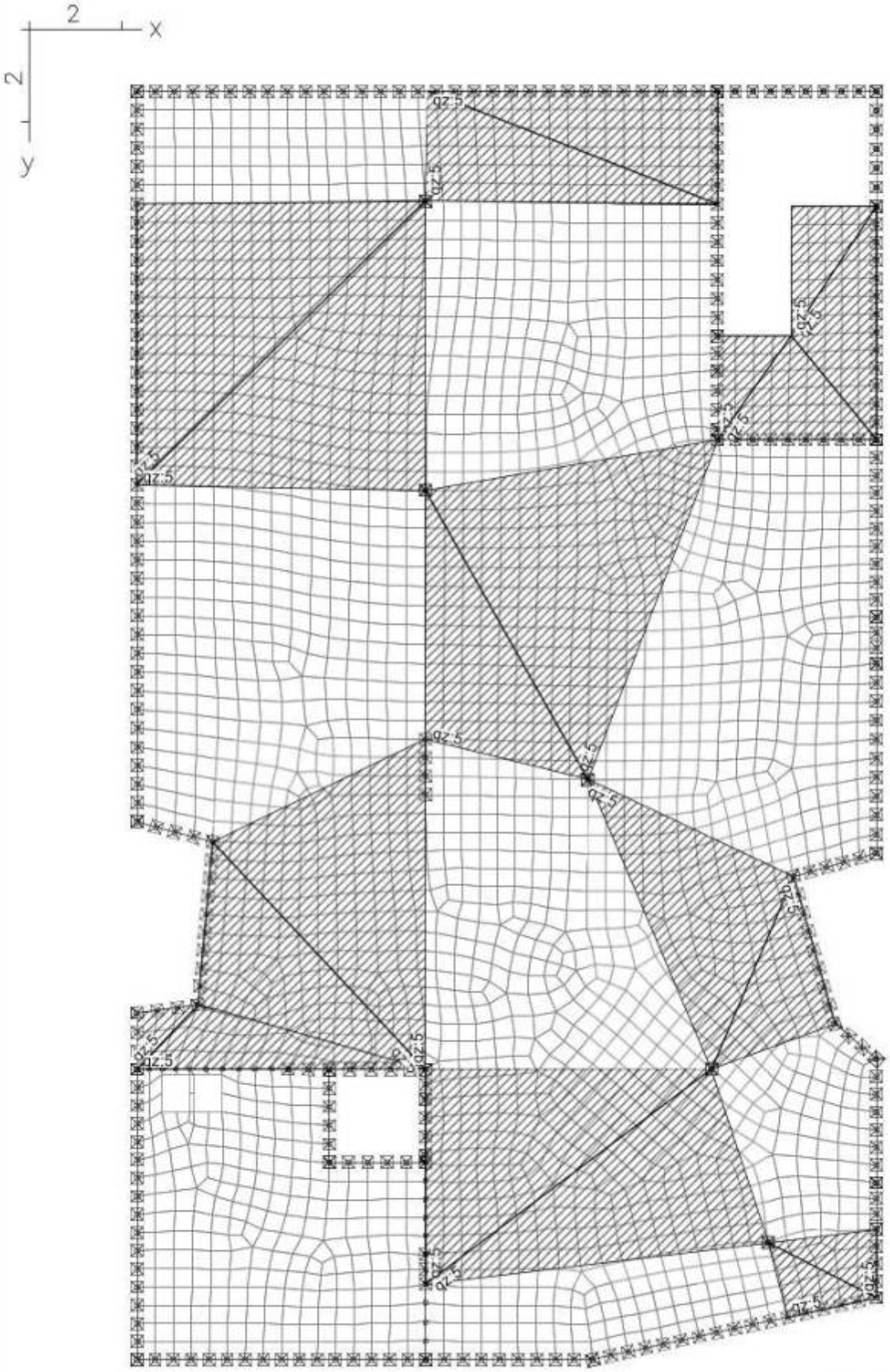
LF 10: Belastung, Nutzlast 1 M = 1:125


2
X
2
y
qz:5
qz:5
qz:5

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 40

LF 11: Belastung, Nutzlast 2 M = 1:125



LF 11: Belastung, Nutzlast 2

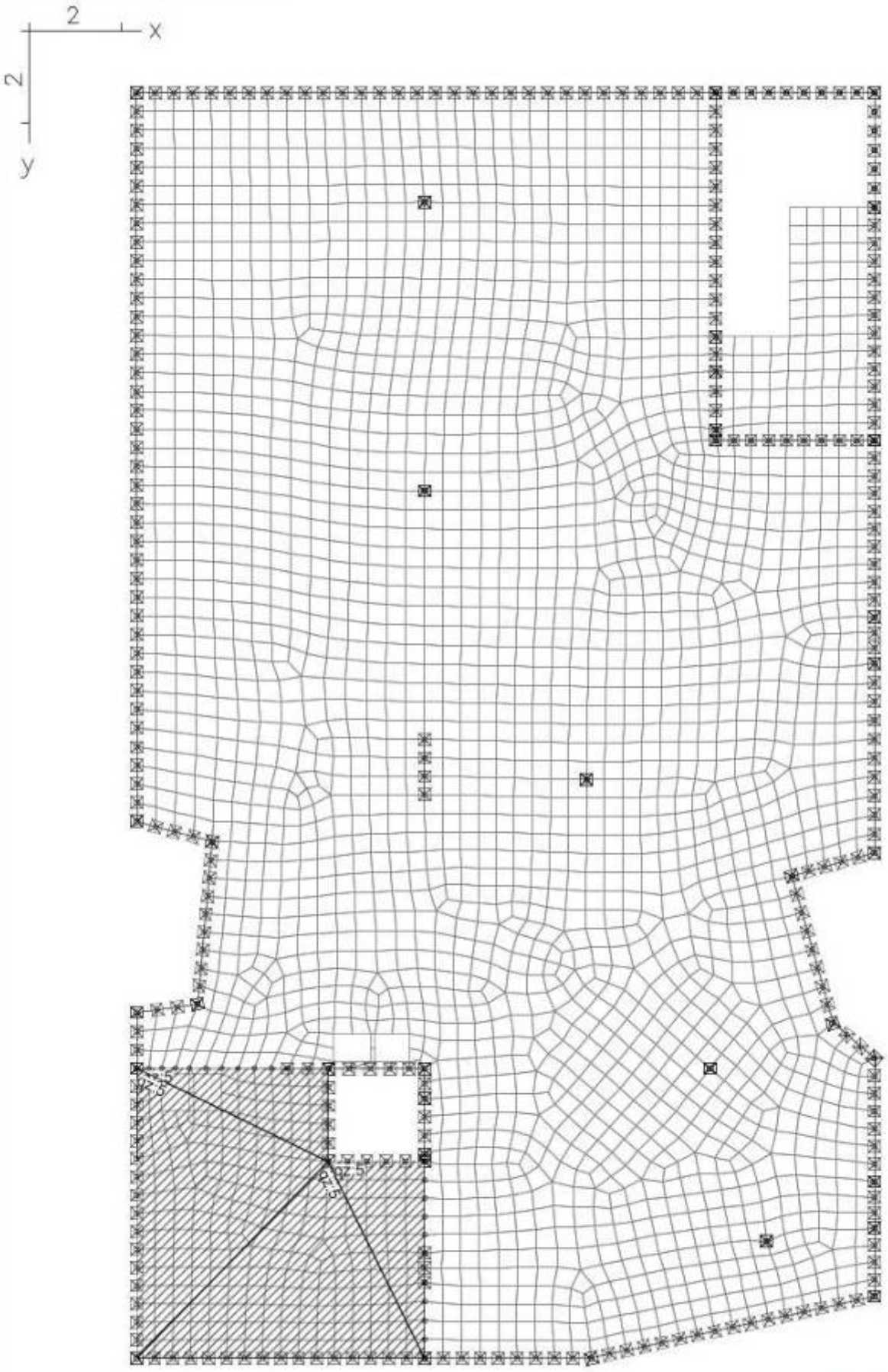
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 40

LF 12: Belastung, Nutzlast 3 M = 1:125



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 - Decke über UG

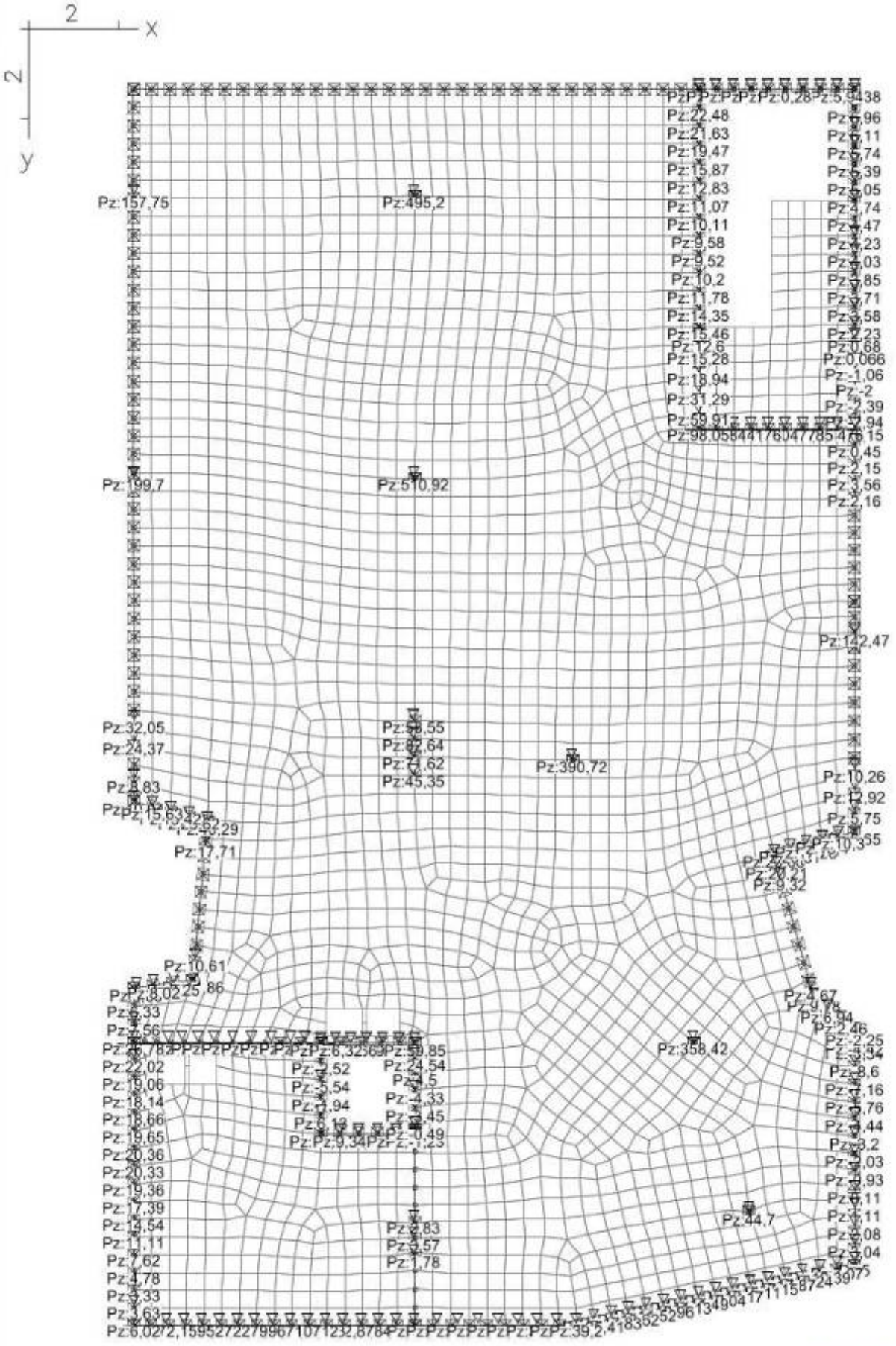
Statisch durch Vergleich geprüft

LF 12: Belastung, Nutzlast 3

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 40

LF 13: Belastung, Lastübernahme q EG | M = 1:125



Statisch durch Vergleich geprüft

LF 13: Belastung, Lastübernahme q EG

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

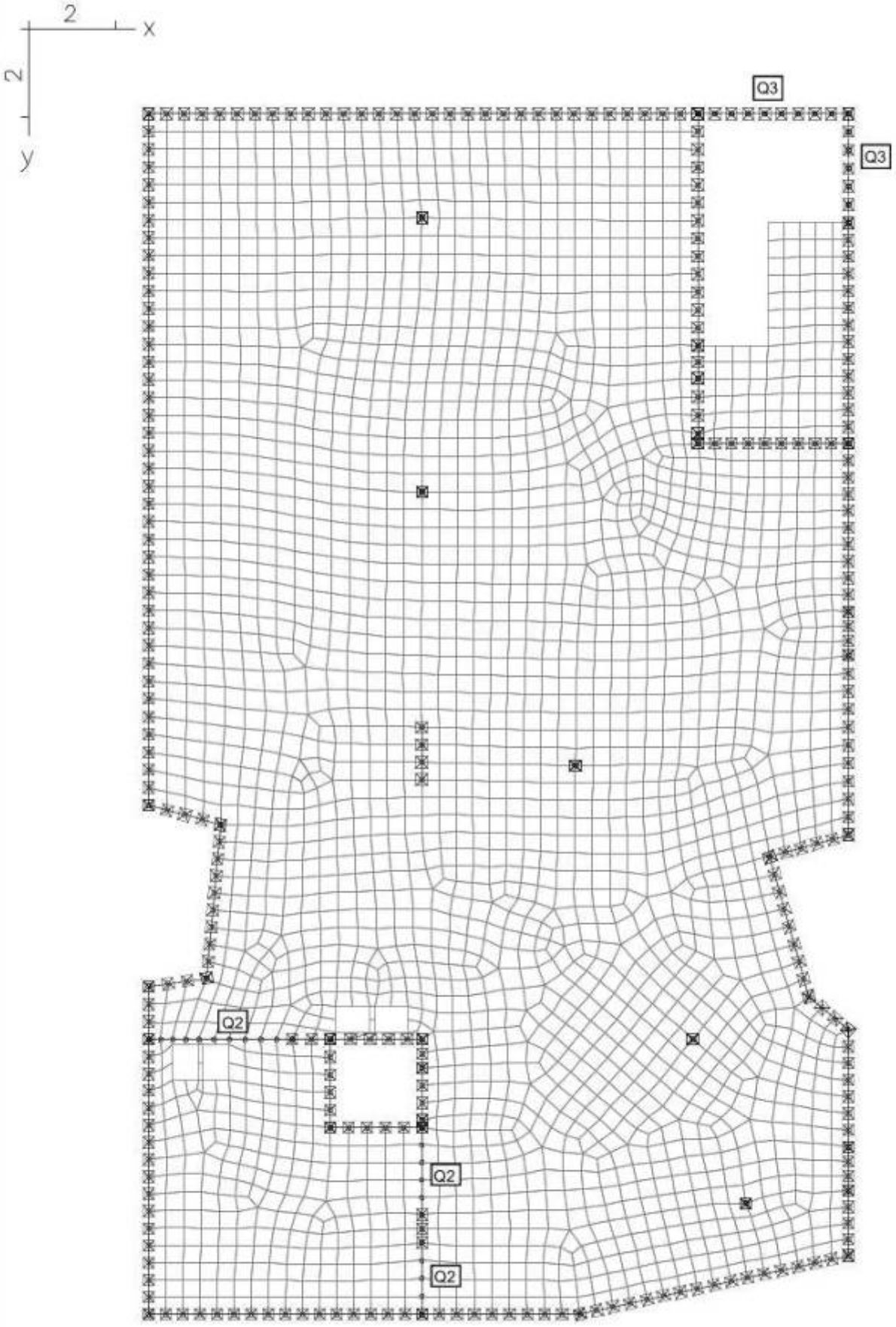
Pos.40 - Decke über UG

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos. 40

System

M = 1:130



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 - Decke über UG

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Querschnittswerte

1	Fläche	Stb Decke h=30cm Elementdicke [m] dz = 0,3000 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
2	Polygon 	WAT Schwerpunkt [m] ys = 0,120 zs = 2,150 Fläche [m²] A = 1,0320e+00 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,5901e+00 I1 = 1,5901e+00 Iz = 4,9536e-03 I2 = 4,9536e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
3	Stab	Fläche [m²] A = 1,000e+00 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,000e+00 Iy = 1,000e+00 Iz = 1,000e+00 Iyz = 0,000e+00

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer-dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
2	2	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
3	3	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast + Ausbaulast	0,000	0,000	4462,625
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	4462,625
2	Lastübernahme g EG	0,000	0,000	19577,148
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	19577,148
3	Lastübernahme g EG Bemessung	0,000	0,000	656,371
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	656,371
4	Aufgehende Bauteile Weiterleitung	0,000	0,000	2402,593
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2402,593
5	Aufgehende Bauteile Bemessung	0,000	0,000	136,355
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	136,355
10	Nutzlast 1	0,000	0,000	974,731
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	974,731
11	Nutzlast 2	0,000	0,000	873,450
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	873,450
12	Nutzlast 3	0,000	0,000	169,782
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	169,782
13	Lastübernahme q EG	0,000	0,000	4950,492

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	4950,492
14	Lastübernahme q EG Bemessung	0,000	0,000	186,456
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	186,456
20	Lastsumme g	0,000	0,000	27235,094
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	27235,094
21	Lastsumme q	0,000	0,000	7154,910
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	7154,910

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M	R	B	Q	T	S	Ermüdung B	Q	T	P	C	V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C	B	P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N	Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft: (ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied. (*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk	Stahlgüte der Bügel.
Theta	Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P.	Balken werden wie Platten bemessen.
K.	Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl	Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow	Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as	Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y	Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl	Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red.	Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	max	Faktor rhow	as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,300	.	0,270	0,90	.	.	.	.
2	0,240	.	0,210	0,90	4,300	.	4,270	0,90	4,240	0,180	0,060	.

Spannungsberechnung für Stäbe

Beim Nachweis der Robustheitsbewehrung erfolgt die Spannungsberechnung am Bruttoquerschnitt.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

Rohd. Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten [MN/m] fck	a.cc	fctm	a.ct	Grenzdehnungen [o/oo] e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
1	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
2	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]		y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,300						
	4	0,000	0,300						
2	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	Beton z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]	Betonstahl y [m]	Betonstahl z [m]	Betonstahl d1 [m]	Betonstahl As [cm²]
	2	0,240	0,000	200000 500	0,210	0,030	0,030	0,00
	3	0,240	4,300	200000 500	0,210	4,270	0,030	0,00
	4	0,000	4,300	200000 500	0,030	4,270	0,030	0,00

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Betonstahl für Flächenelemente

as Grundbewehrung [cm²/m]
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Statisch durch Vergleich geprüft

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1     Eigenlast + Ausbaulast
3     Lastübernahme g EG Bemessung
5     Aufgehende Bauteile Bemessung
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,5 / 0,3

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
10    Nutzlast 1
11    Nutzlast 2
12    Nutzlast 3
14    Lastübernahme q EG Bemessung
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:

NACHWEISE FÜR STÄBE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

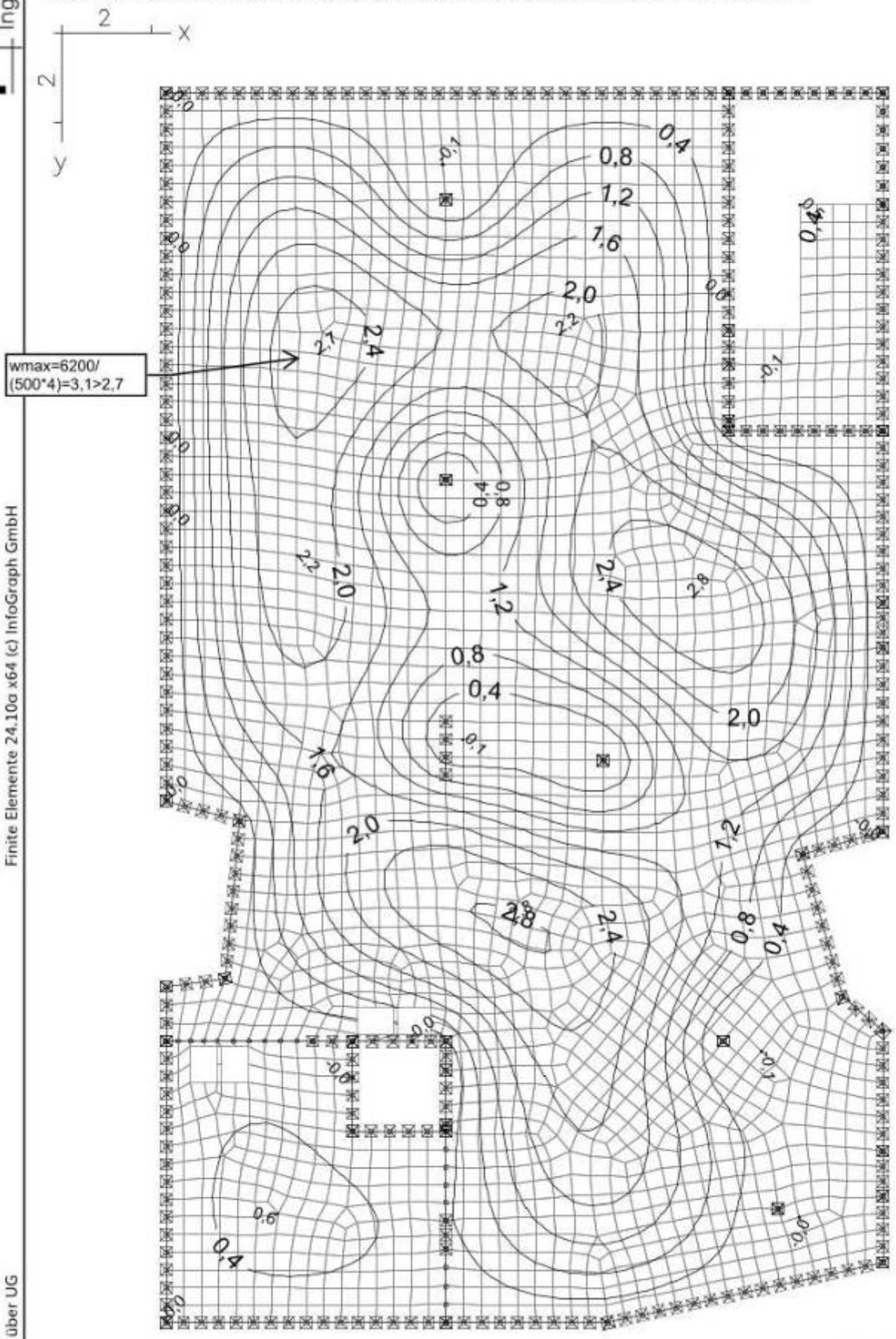
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 40

Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1 M = 1:125



LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -0,13/2,83 [mm]

Statisch durch Vergleich geprüft

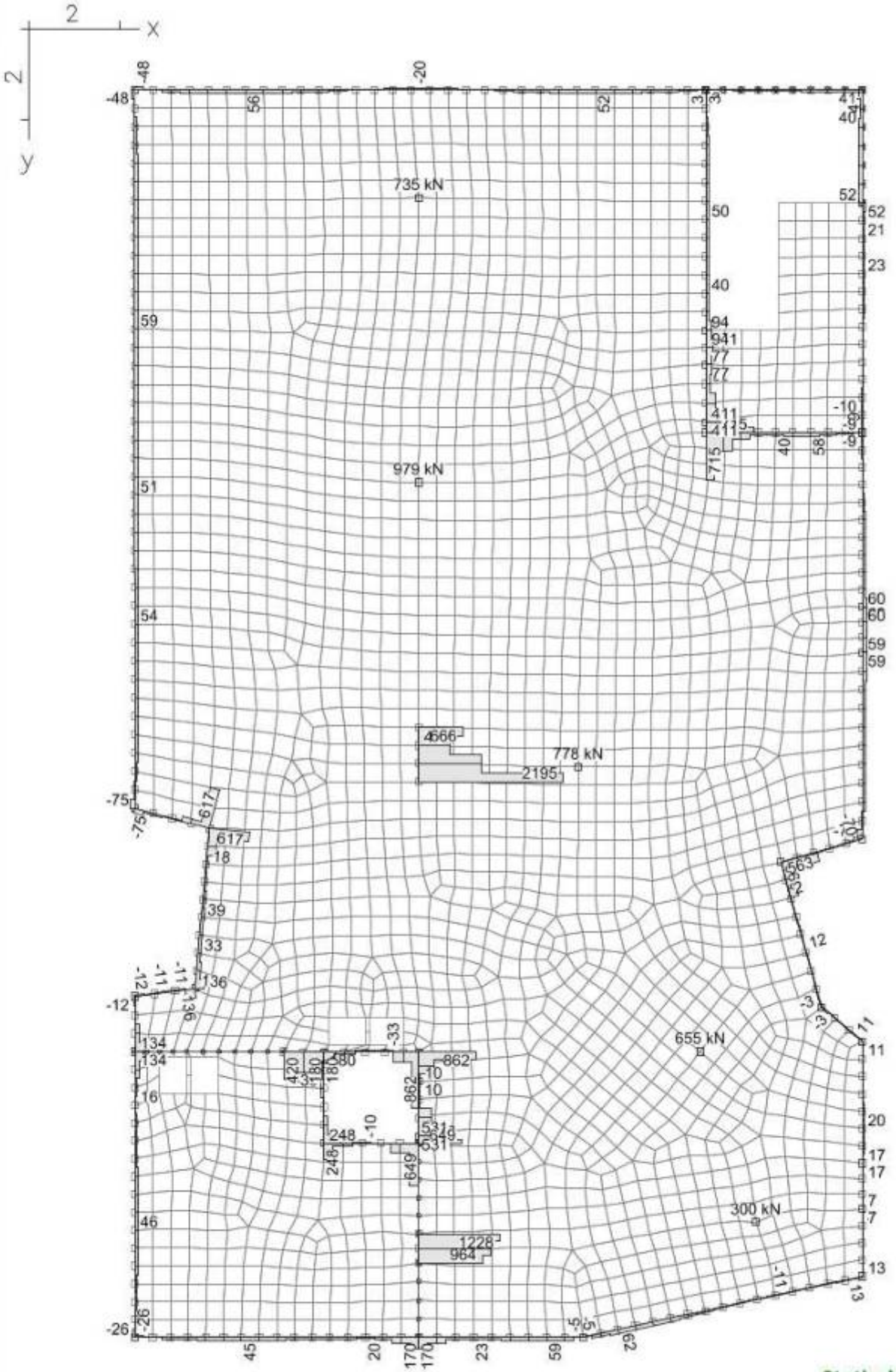
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 - Decke über UG

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 40

Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1 M = 1:125



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max Rz(l). 864,96 [kN/m] = ⊢——⊣

Statisch durch Vergleich geprüft

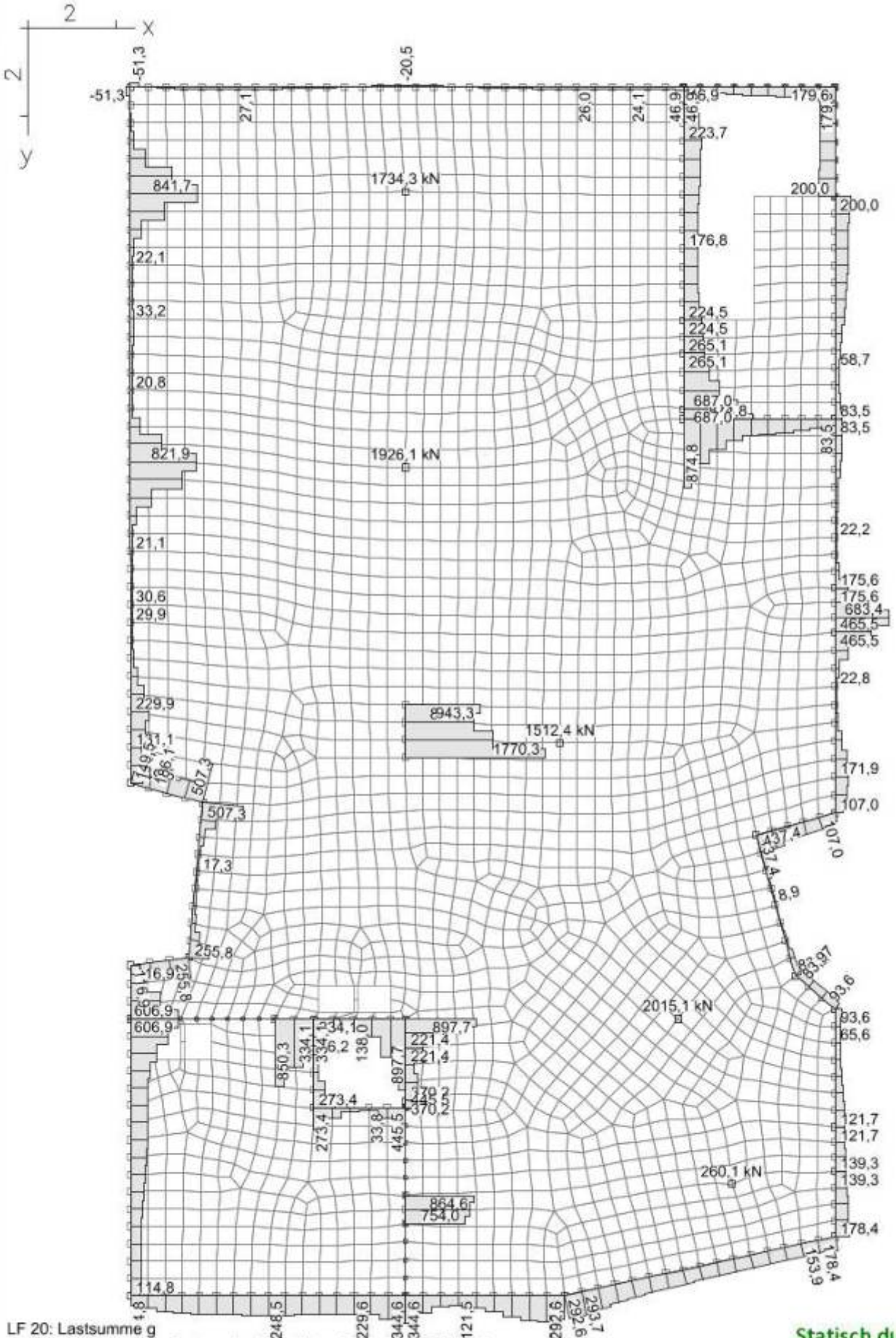
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 40

Auflagerreaktionen Rz; LF 20, Lastsumme g

M = 1:125



LF 20: Lastsumme g
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 697,70 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 27235,09 [kN]

Statisch durch Vergleich geprüft

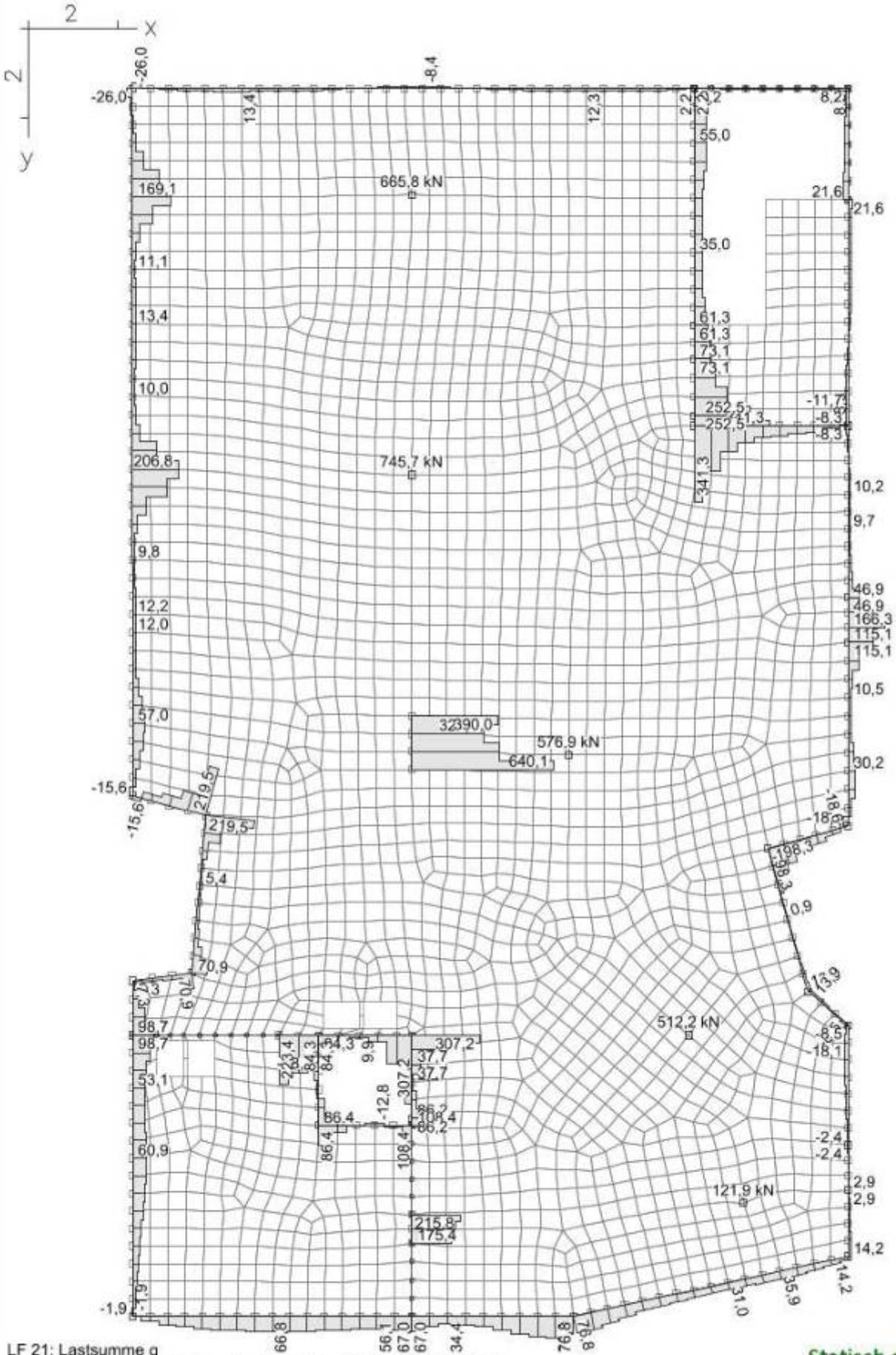
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 40

Auflagerreaktionen Rz; LF 21, Lastsumme q

M = 1:125



LF 21: Lastsumme q
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 252,26 [kN/m] = ⊢——⊣
Summe im Globalsystem Rz(g) = 7154,91 [kN]

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

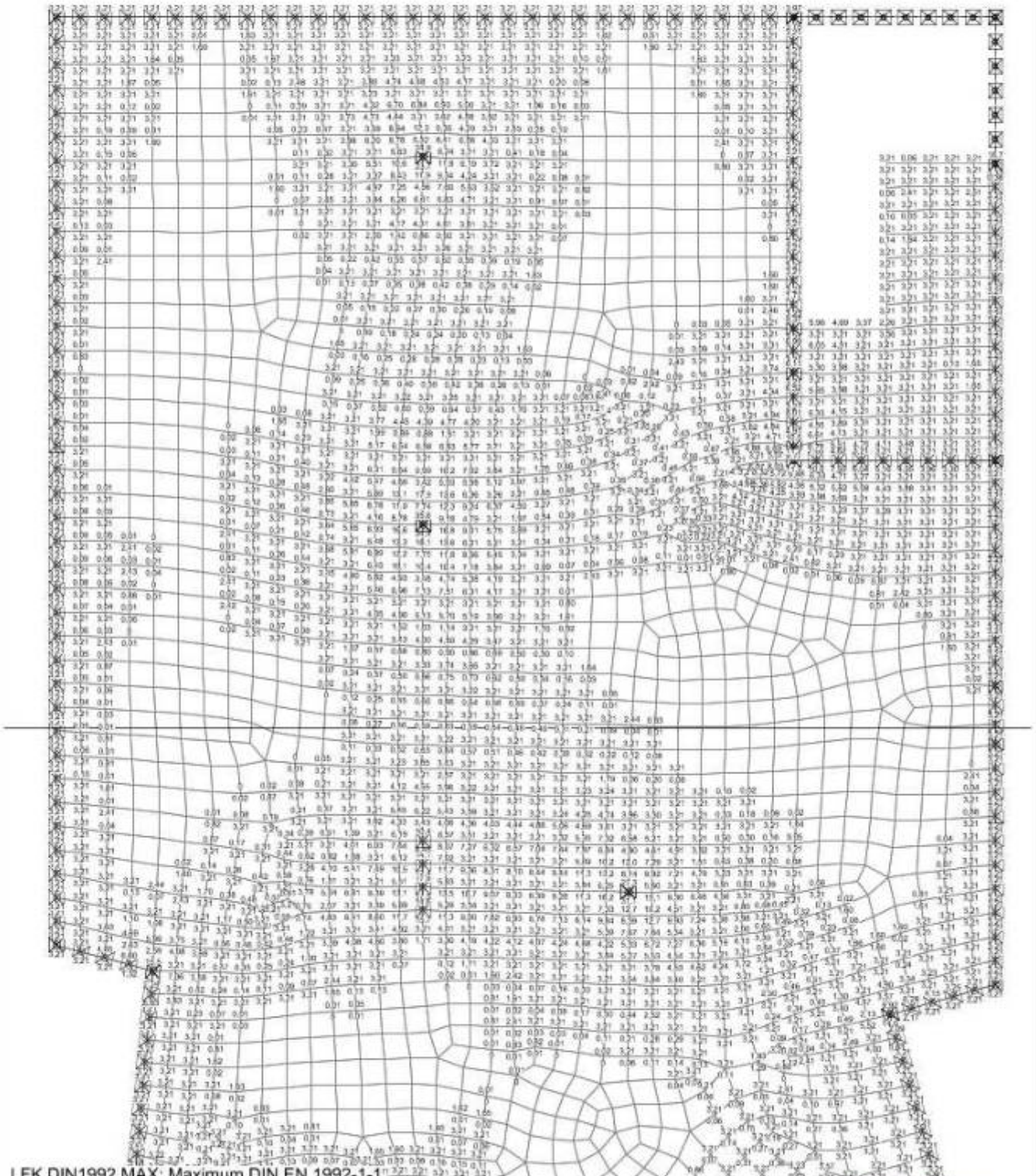
Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 40

Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100

1 x
1 y

obere Lage
ohne Abzug Grundbewehrung

Bereich 1



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 1. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 3,2 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/46,13 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

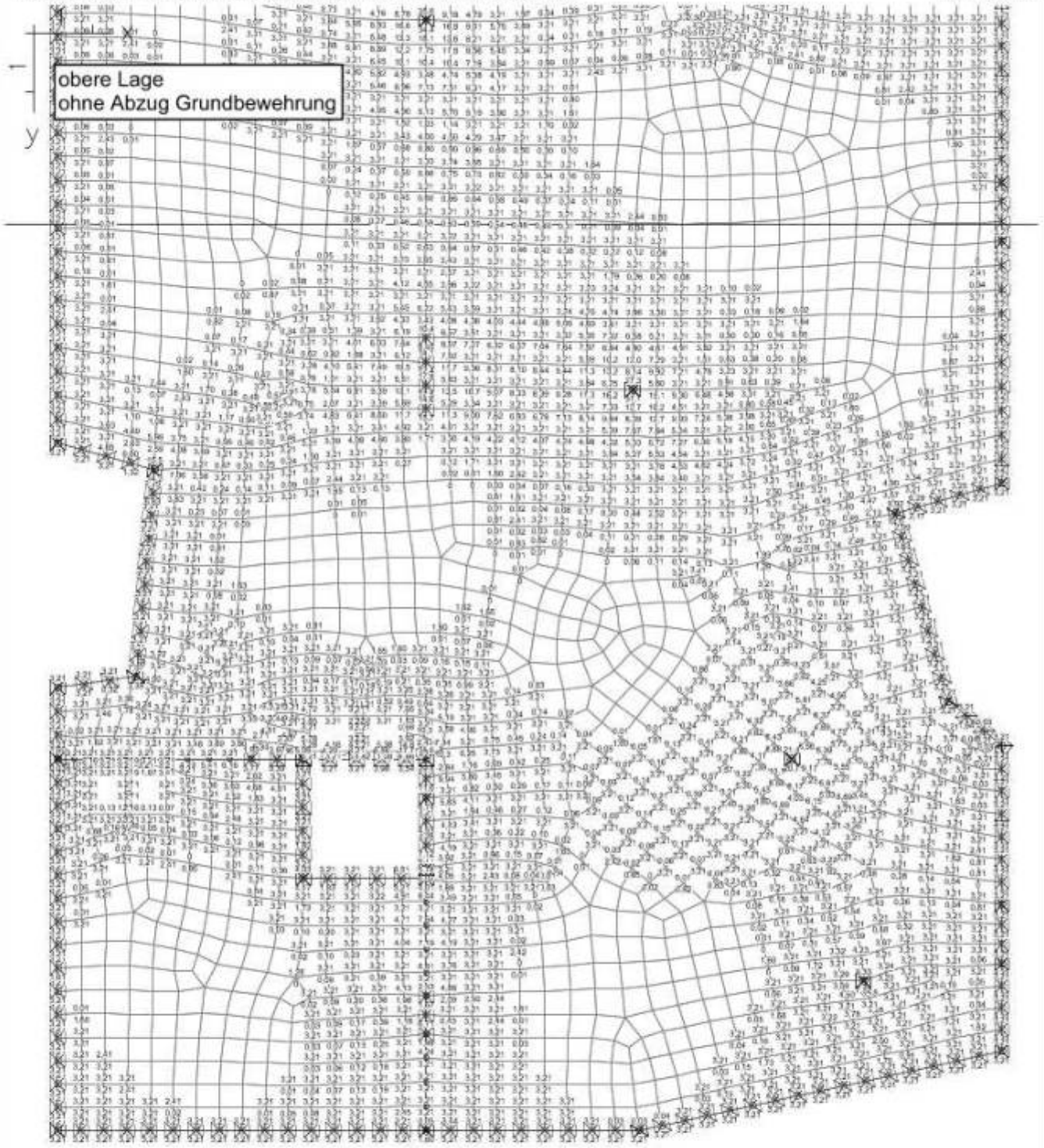
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 40

Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100



Bereich 2

LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 1. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 3,2 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/46,13 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

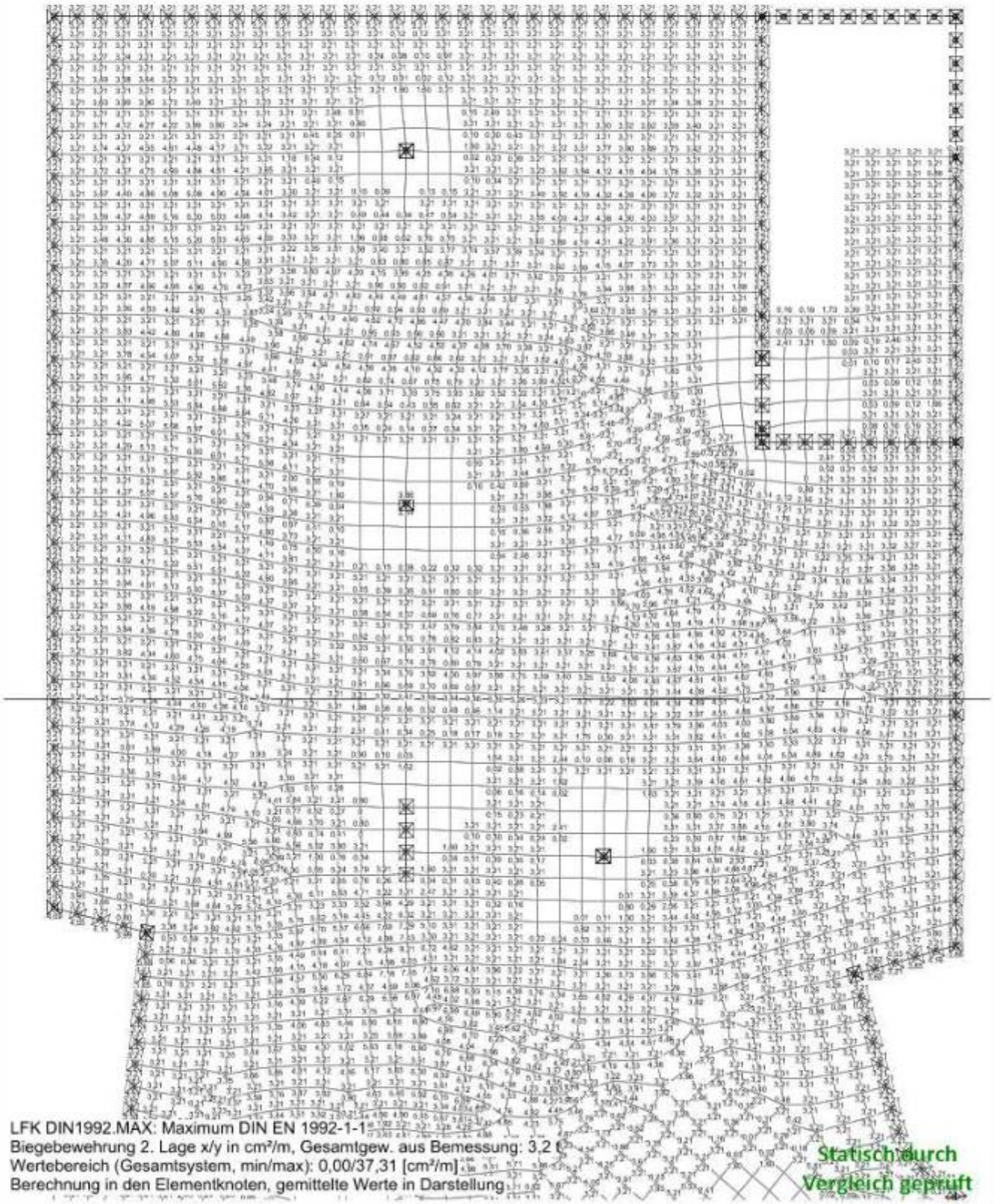
Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 40

Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100

1 x
1 y

untere Lage
ohne Abzug Grundbewehrung

Bereich 1



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 2. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 3,2 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/37,31 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

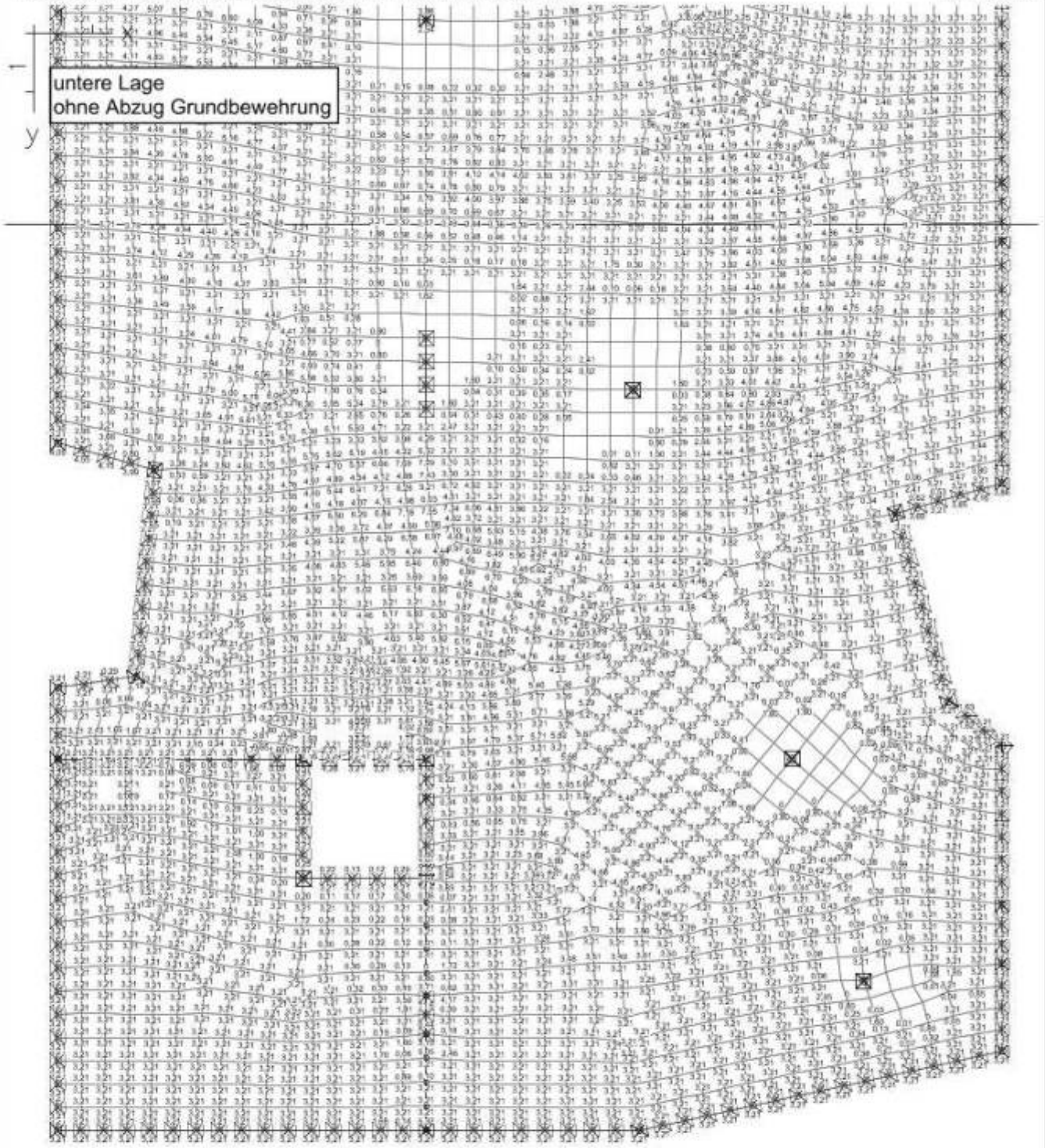
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 40

Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100



Bereich 2

LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 2. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 3,2 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/37,31 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

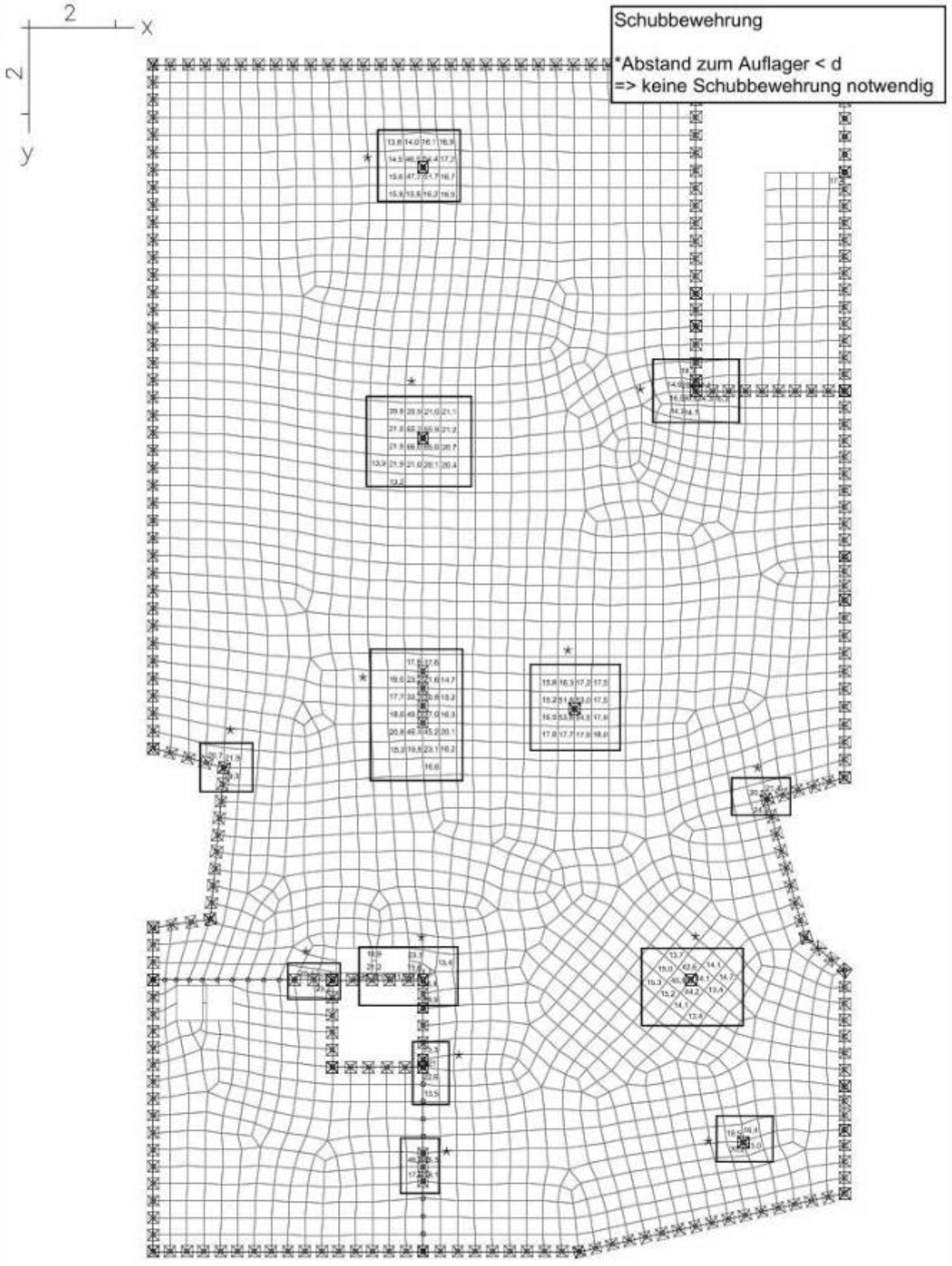
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 40

Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1 M = 1:125



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/121,10 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

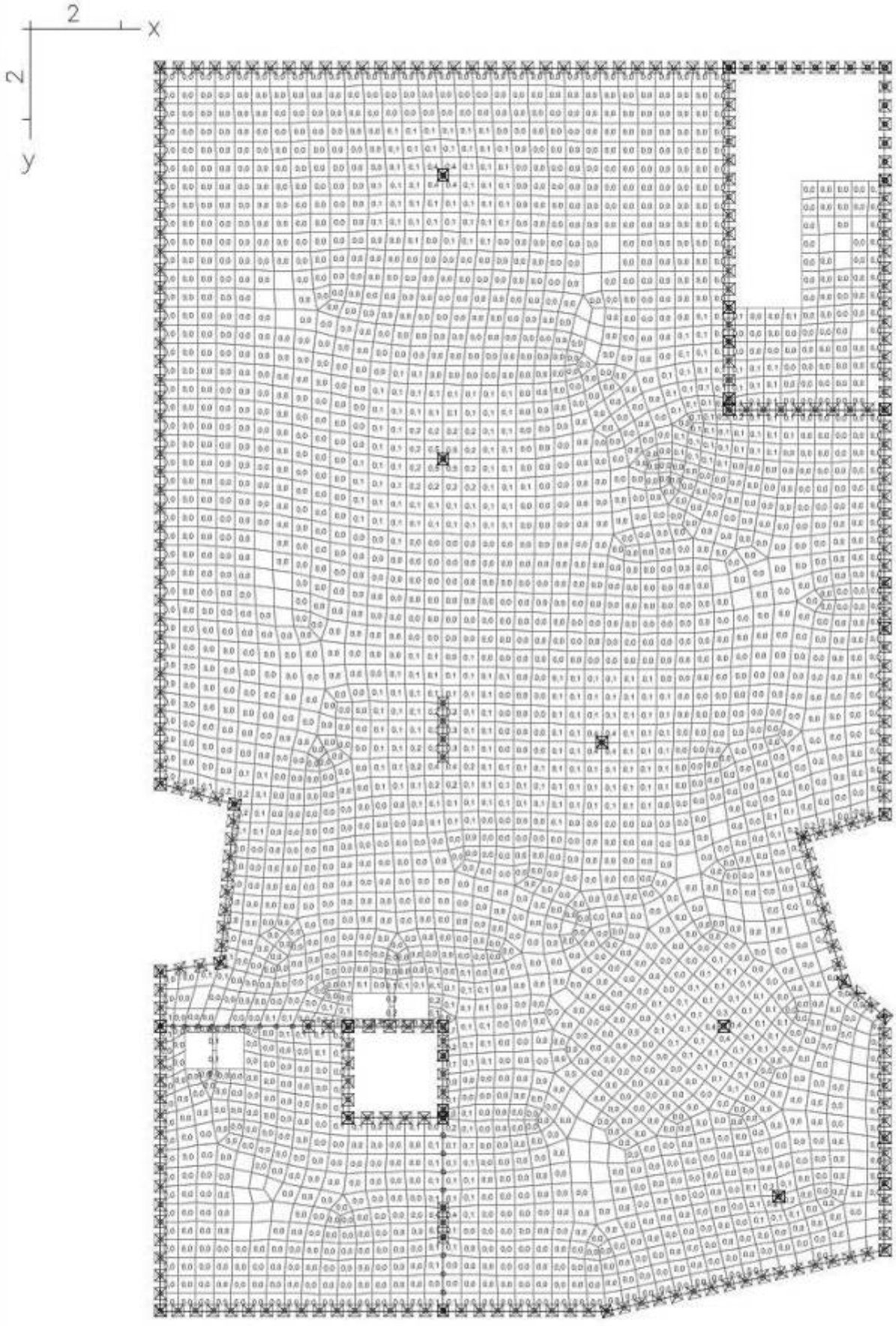
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. 40

qr/vRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1 M = 1:125



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
qr/vRd,max [-]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,99 [-]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Durchstanzen

S1 V_{Ed}= 735,00 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=21,3 cm²/m)
S2 V_{Ed}= 810,00 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=12,0 cm²/m)
D1--> 10x Schöck BOLE O 14/250-5/A950
S23-S24 V_{Ed}= 655,00 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=16,9 cm²/m)
S25 V_{Ed}= 778,00 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=25,2 cm²/m)
Wandecke Treppenhaus V_{Ed}=218+(133+106)/3 = 297,67 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=3,6 cm²/m)
D2--> 3x Schöck BOLE O 14/250-6/A1140
Wandecke Aufzug V_{Ed}= 102+(21+20)/2 = 122,50 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=3,3 cm²/m)
Wandende V_{Ed}= 437+376/2 = 625,00 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=45,2 cm²/m)
D3--> 5x Schöck BOLE O 20/250-5/A950
Wandecke Fenster V_{Ed}= 251+(31+48)/4 = 270,75 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø25($a_{s,vorh}$=40,5 cm²/m)
Wandecke W8 aus EG V_{Ed}= 618,4*0,2+307,8*0,1+27,52*0,3 = 162,72 kN
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø14($a_{s,vorh}$=4,0 cm²/m)

Wandende W25 vgl. auch
Wandende Decke über EG

Statisch durch
Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 1
	S1 KG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 735 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a = 400 mm
Stützendicke	b = 500 mm
Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 260 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}82 \cdot 0{,}82)^{1/2}$ = 0,82 %

A_{sx} = 21,3 cm²/m (~ø20/147 mm); A_{sy} = 21,3 cm²/m (~ø20/147 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 10,5 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,88
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,06
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 450,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 616,5 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 520 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 5,067 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 808,5 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 812,2 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 1591,9 kN

$V_{Ed,ß}$=808,5kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=812,2kN

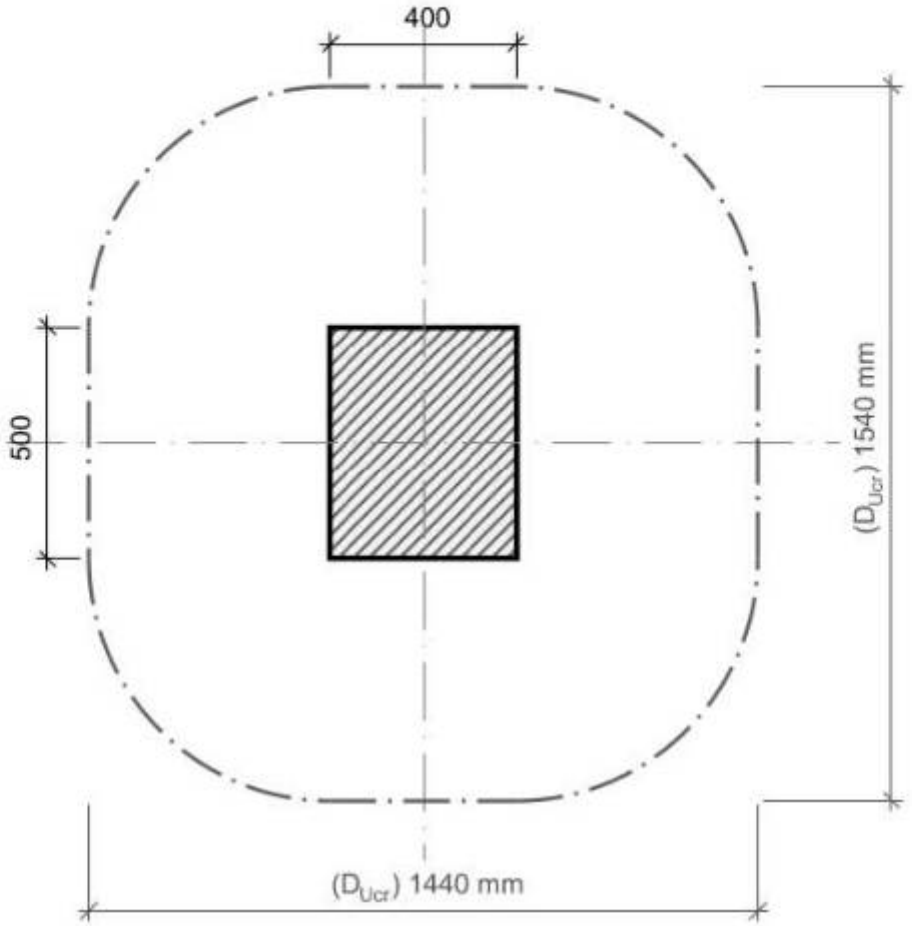
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

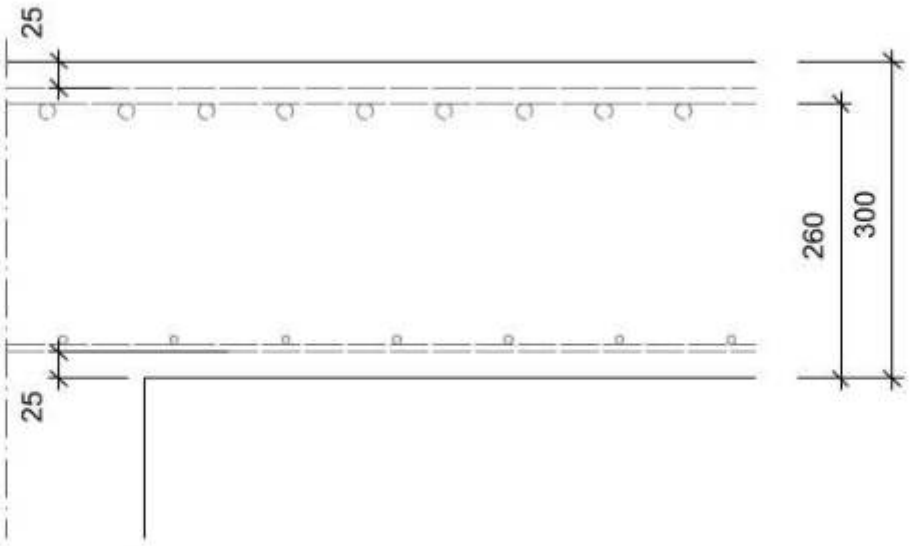
Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 2
	S1 KG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 3
	S2 KG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 979 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a = 400 mm
Stützendicke	b = 500 mm
Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 260 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}46 \cdot 0{,}46)^{1/2}$ = 0,46 %

A_{sx} = 12,0 cm²/m (~ø20/261 mm); A_{sy} = 12,0 cm²/m (~ø20/261 mm)

Bewehrung muss über den äußeren Rundschnitt "Uout" verankert werden

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 14,0 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,88
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,06
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 450,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 509,4 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 520 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 5,067 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 1076,9 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 671,1 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 1315,4 kN

$V_{Rd,c,crit}$=671,1kN ≤ $V_{Ed,ß}$=1076,9kN ≤ $V_{Rd,max,crit}$=1315,4kN

Durchstanzbewehrung erforderlich, gewählt:

10x Schöck BOLE O 14/250-5/A950

Nachweis der Stahltragfähigkeit

$V_{Ed,ß}$=1076,9kN ≤ $V_{Rd,sy,crit}=m_c\cdot n_c\cdot A_{s,i}\cdot f_{yd}/\eta$=1263kN

Äußerer Rundschnitt $u_{out\ (ls\ +\ 1,5d)}$

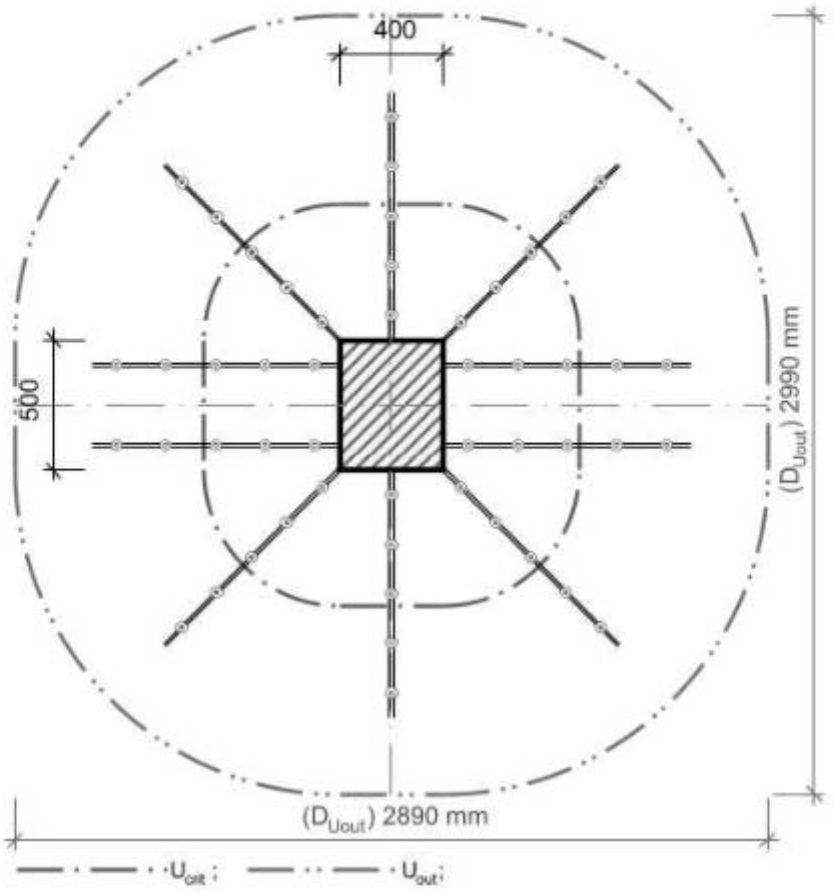
Länge des bewehrten Bereiches	ls = 855 mm
Rundschnittslänge	u_{out} = 9,623 m
Lasterhöhungsfaktor	$ß_{red}$ = ß = 1,10
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,out} = ß_{red}\cdot V_{Ed}$ = 1076,9 kN
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 450,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,out} = v_{Rd,c,out}\cdot d\cdot u_{out}$ = 1125,9 kN

$V_{Ed,out}$=1076,9kN ≤ $V_{Rd,c,out}$=1125,9kN

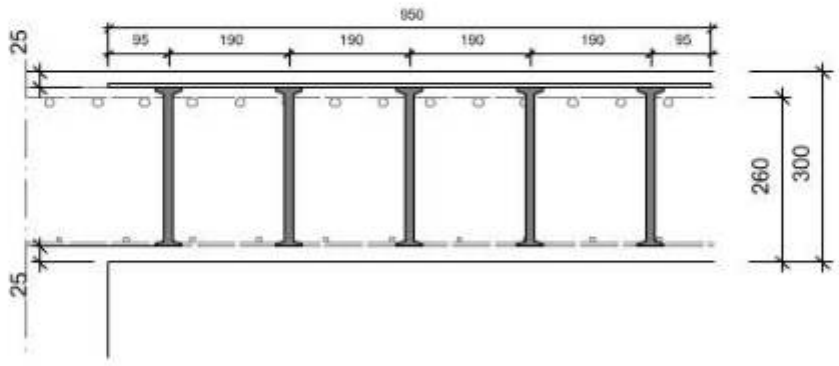
Länge der Durchstanzbewehrung ausreichend

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 4
	S2 KG	Blatt: 2



10x Schöck BOLE O 14/250-5/A950



Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 655 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a = 400 mm
Stützendicke	b = 400 mm
Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 260 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}65 \cdot 0{,}65)^{1/2}$ = 0,65 %

A_{sx} = 16,9 cm²/m (~ø20/186 mm); A_{sy} = 16,9 cm²/m (~ø20/186 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

$V_{Ed} / 1{,}4 / f_{yk}$ = 9,4 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,88
Einfluss der Plattendicke	$\eta = 1+(d-200)/1000$ {min 1,0; max 1,6} = 1,06
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 450,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 570,5 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

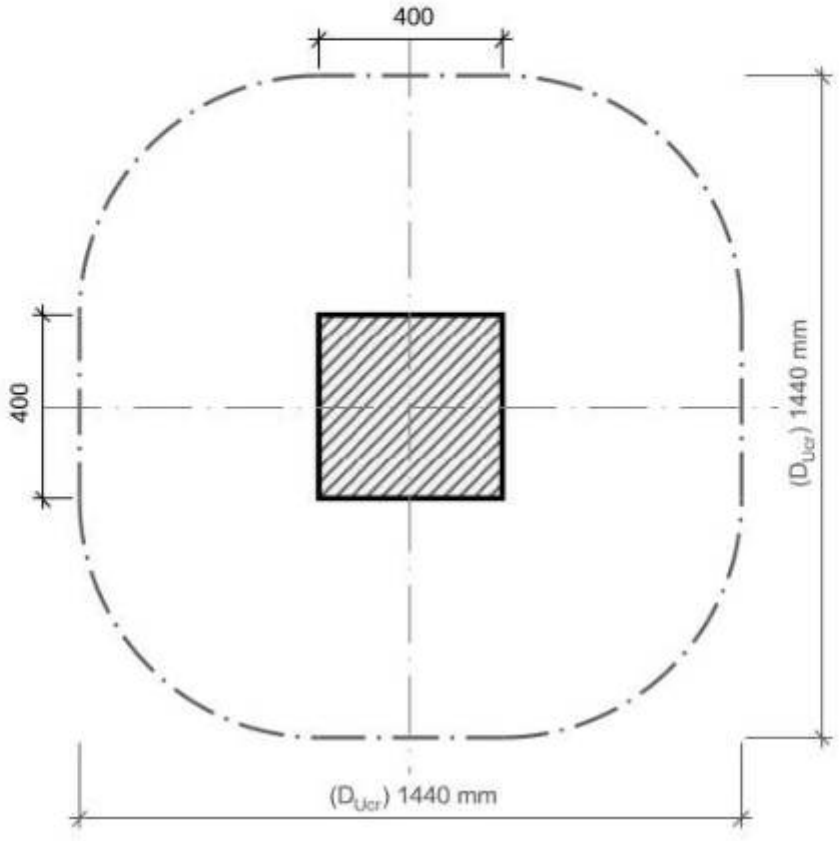
Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 520 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 4,867 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 720,5 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 722,0 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 1415,1 kN

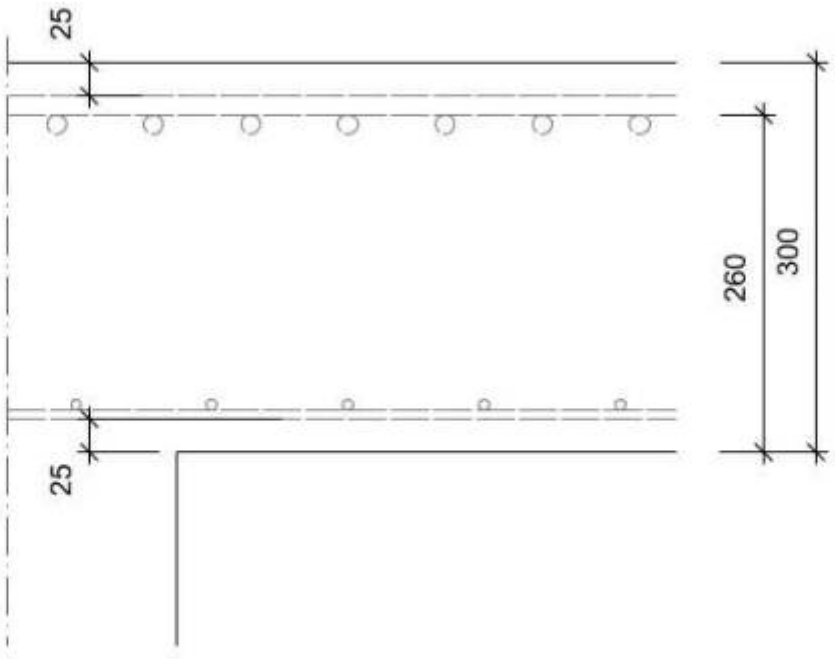
$V_{Ed,ß}$=720,5kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=722,0kN

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 6
	S23 -S24 KG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 7
	S25 KG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 778 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a = 400 mm
Stützendicke	b = 500 mm
Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 260 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}97 \cdot 0{,}97)^{1/2}$ = 0,97 %

A_{sx} = 25,2 cm²/m (~ø20/125 mm); A_{sy} = 25,2 cm²/m (~ø20/125 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 11,1 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,88
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,06
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 450,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 652,0 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 520 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 5,067 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 855,8 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 859,0 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 1683,6 kN

$V_{Ed,ß}$=855,8kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=859,0kN

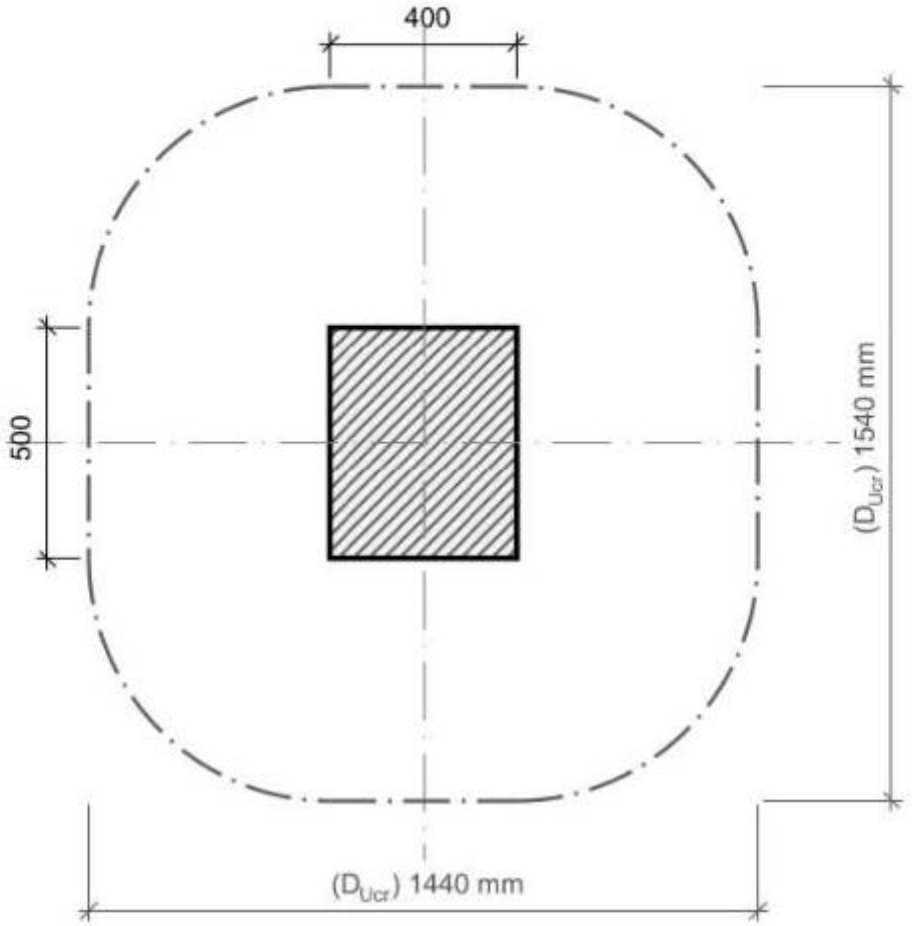
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

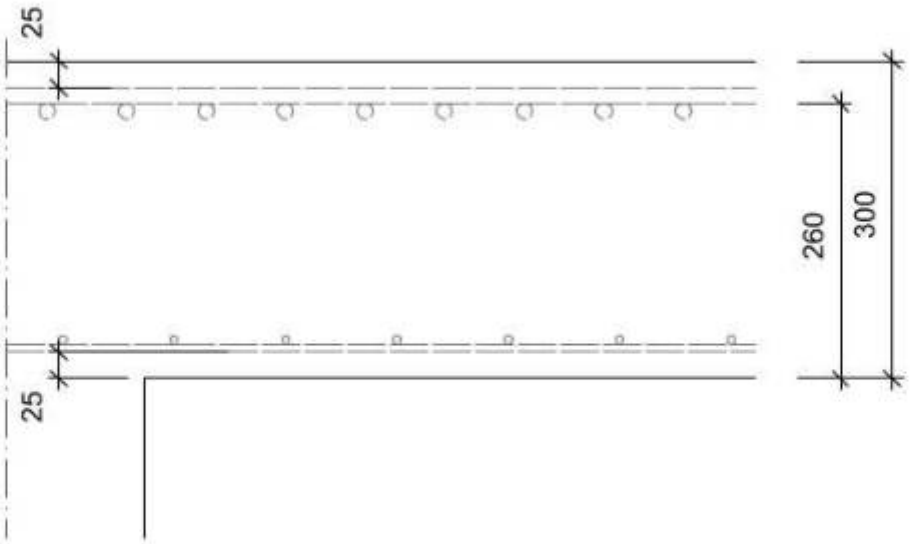
Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 8
	S25 KG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 9
	Wandecke Treppenhaus KG	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 298 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN

Durchstanzlast wird gleichmäßig nur auf den aktiven Kritischen Rundschnitt verteilt

Lasterhöhungsfaktor	β = 1,20

Abmessung - Wandeck

Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 260 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}14 \cdot 0{,}14)^{1/2}$ = 0,14 %

A_{sx} = 3,7 cm²/m (~ø20/858 mm); A_{sy} = 3,7 cm²/m (~ø20/858 mm)

Bewehrung muss über den äußeren Rundschnitt "Uout" verankert werden

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 4,3 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,88
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,06
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 450,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 450,0 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 520 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 1,597 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 357,6 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 186,8 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 366,2 kN

$V_{Rd,c,crit}$=186,8kN ≤ $V_{Ed,ß}$=357,6kN ≤ $V_{Rd,max,crit}$=366,2kN

Durchstanzbewehrung erforderlich, gewählt:

3x Schöck BOLE O 14/250-6/A1140

Nachweis der Stahltragfähigkeit

$V_{Ed,ß}$=357,6kN ≤ $V_{Rd,sy,crit}=m_c\cdot n_c\cdot A_{s,j}\cdot f_{yd}/\eta$=379kN

Äußerer Rundschnitt $u_{out\ (ls\ +\ 1,5d)}$

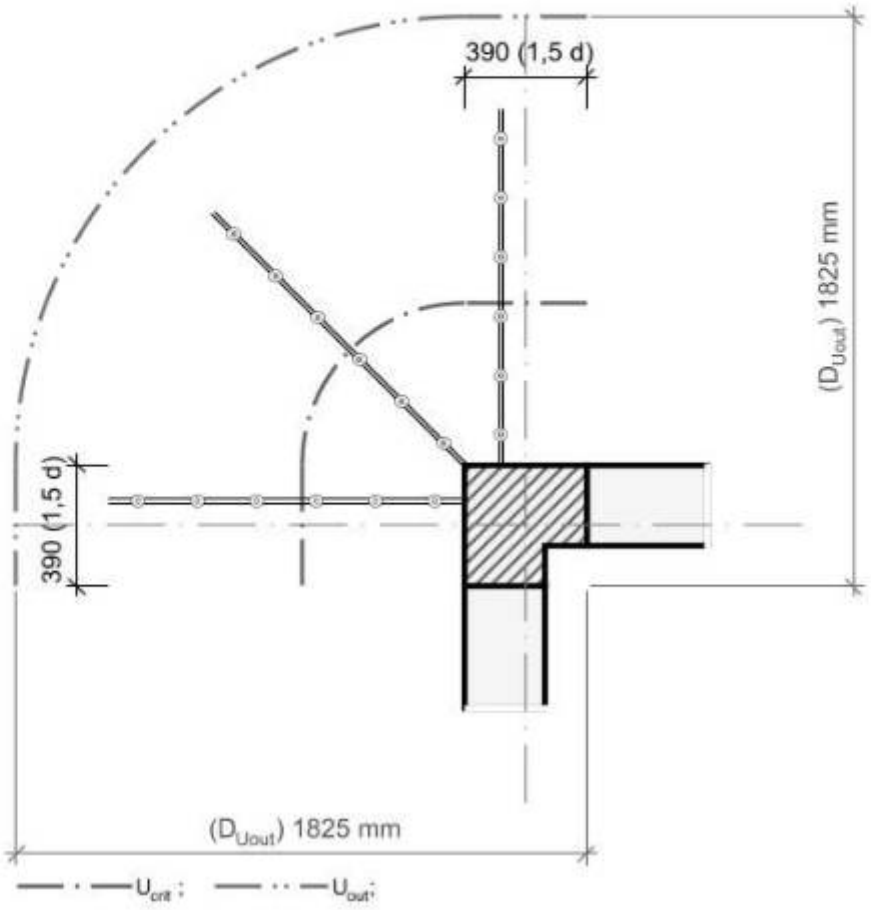
Länge des bewehrten Bereiches	ls = 1045 mm
Rundschnittslänge	u_{out} = 3,034 m
Lasterhöhungsfaktor	$ß_{red} = \max\{1/(1{,}2+ß/40\cdot l_s/d)\cdot ß; 1{,}1\}$ = 1,10
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,out} = ß_{red}\cdot V_{Ed}$ = 327,8 kN
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 450,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,out} = v_{Rd,c,out}\cdot d\cdot u_{out}$ = 355,0 kN

$V_{Ed,out}$=327,8kN ≤ $V_{Rd,c,out}$=355,0kN

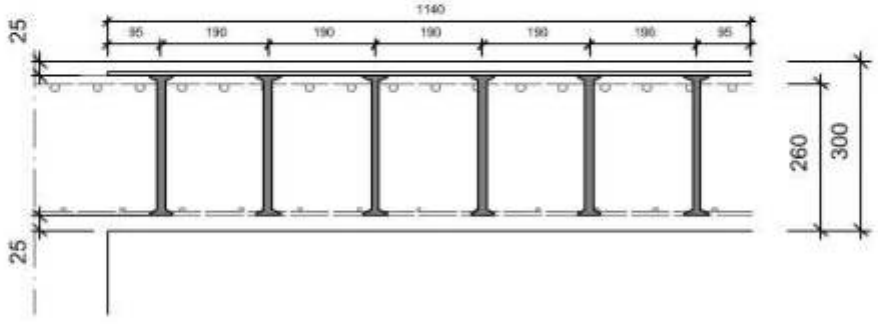
Länge der Durchstanzbewehrung ausreichend

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 10
	Wandecke Treppenhaus KG	Blatt: 2



3x Schöck BOLE O 14/250-6/A1140



Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 123 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN

Durchstanzlast wird gleichmäßig nur auf den aktiven Kritischen Rundschnitt verteilt

Lasterhöhungsfaktor	β = 1,20

Abmessung - Wandeck

Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 260 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}13 \cdot 0{,}13)^{1/2}$ = 0,13 %

A_{sx} = 3,4 cm²/m (~ø20/929 mm); A_{sy} = 3,4 cm²/m (~ø20/929 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 1,8 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,88
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,06
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 450,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 450,0 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

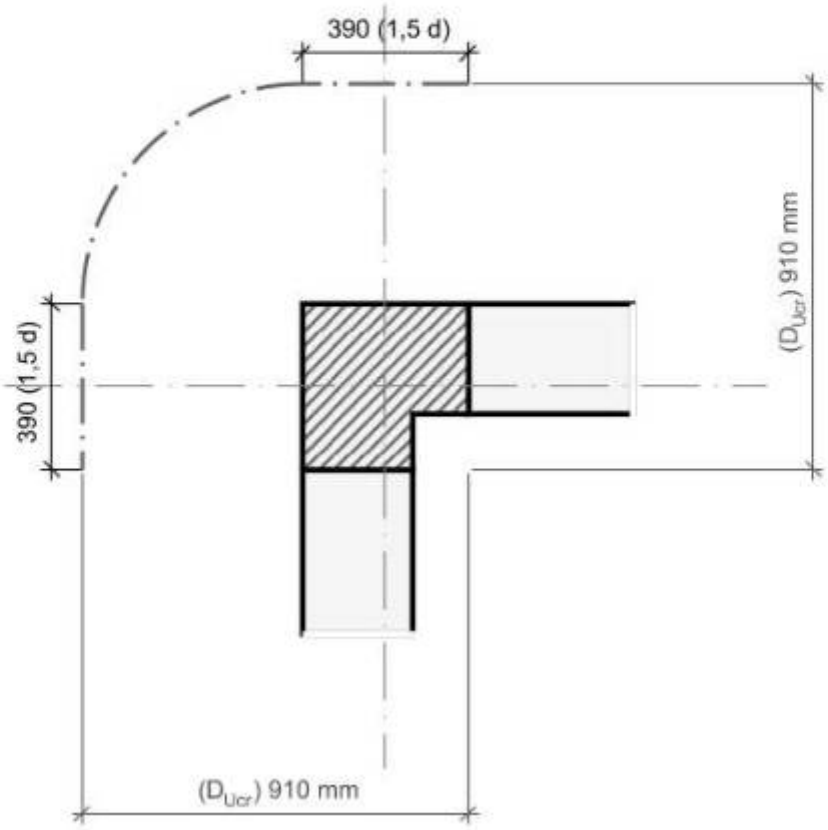
Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 520 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 1,597 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 147,6 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 186,8 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 366,2 kN

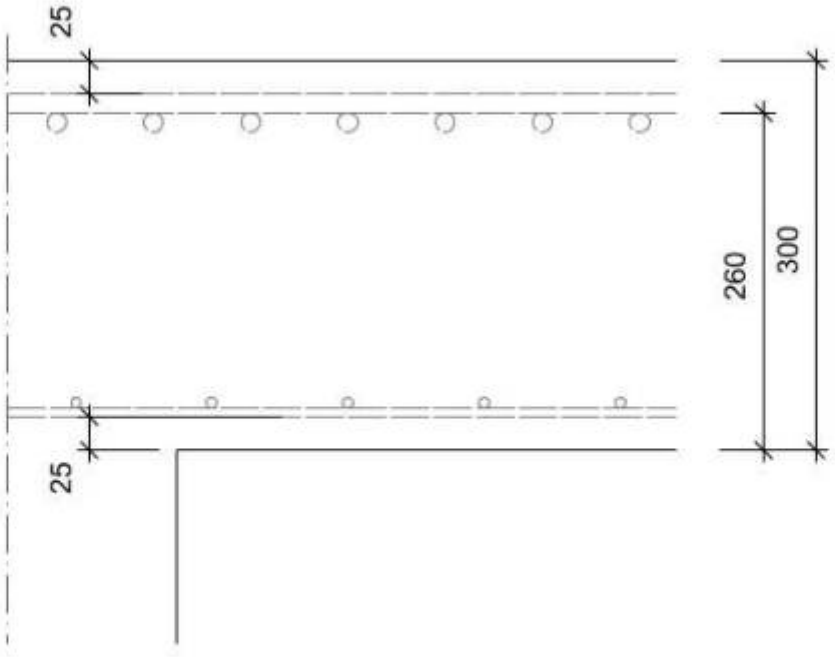
$V_{Ed,ß}$=147,6kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=186,8kN

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 12
	Wandecke Aufzug KG	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 625 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN

Durchstanzlast wird gleichmäßig nur auf den aktiven Kritischen Rundschnitt verteilt

Lasterhöhungsfaktor	β = 1,35

Abmessung - Wandende

Wandbreite	b = 240 mm
Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 260 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(1{,}74 \cdot 0{,}87)^{1/2}$ = 1,23 %

A_{sx} = 45,2 cm²/m (~ø20/69 mm); A_{sy} = 22,6 cm²/m (~ø20/139 mm)

Bewehrung muss über den äußeren Rundschnitt "Uout" verankert werden

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 8,9 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,88
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,06
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 450,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 705,7 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 520 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 2,354 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 843,8 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 431,8 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 846,4 kN

$V_{Rd,c,crit}$=431,8kN ≤ $V_{Ed,ß}$=843,8kN ≤ $V_{Rd,max,crit}$=846,4kN

Durchstanzbewehrung erforderlich, gewählt:

5x Schöck BOLE O 20/250-5/A950

Nachweis der Stahltragfähigkeit

$V_{Ed,ß}$=843,8kN ≤ $V_{Rd,sy,crit}=m_c\cdot n_c\cdot A_{s,i}\cdot f_{yd}/\eta$=1289kN

Äußerer Rundschnitt $u_{out\ (ls\ +\ 1,5d)}$

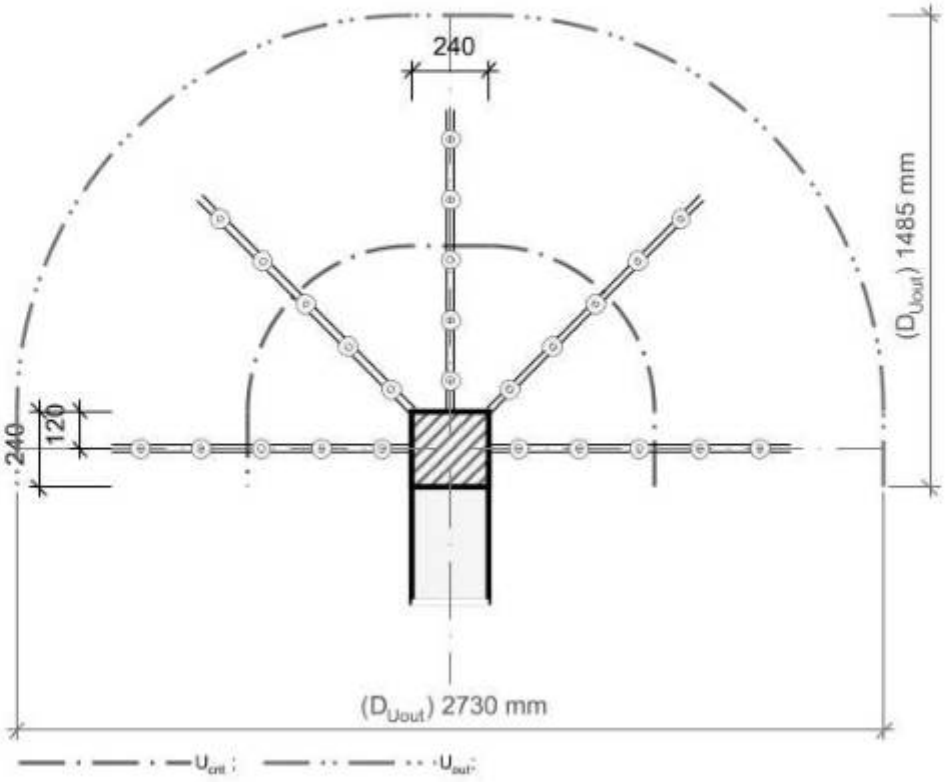
Länge des bewehrten Bereiches	ls = 855 mm
Rundschnittslänge	u_{out} = 4,631 m
Lasterhöhungsfaktor	$ß_{red} = \max\{1/(1{,}2+ß/40\cdot l_s/d)\cdot ß; 1{,}1\}$ = 1,10
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,out} = ß_{red}\cdot V_{Ed}$ = 687,5 kN
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 588,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,out} = v_{Rd,c,out}\cdot d\cdot u_{out}$ = 708,1 kN

$V_{Ed,out}$=687,5kN ≤ $V_{Rd,c,out}$=708,1kN

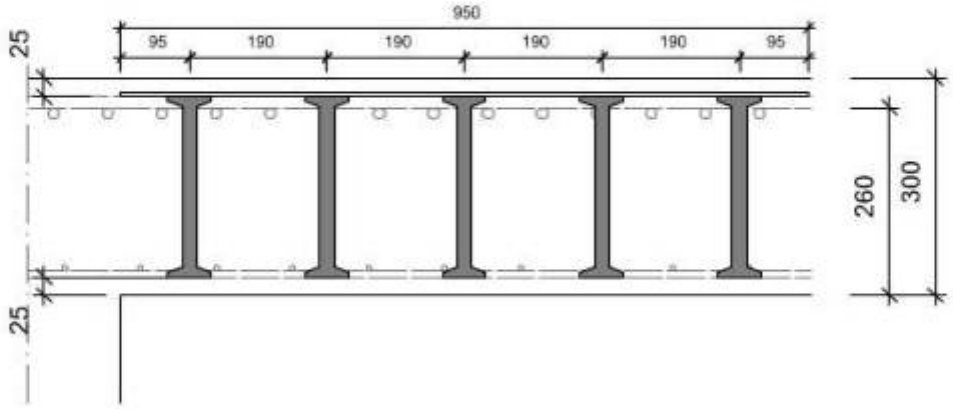
Länge der Durchstanzbewehrung ausreichend

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 14
	Wandende KG	Blatt: 2



5x Schöck BOLE O 20/250-5/A950



Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 271 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,20

Abmessung - Wandeck

Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 265 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(1{,}53 \cdot 1{,}53)^{1/2}$ = 1,53 %

A_{sx} = 40,5 cm²/m (~ø25/121 mm); A_{sy} = 40,5 cm²/m (~ø25/121 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

$V_{Ed} / 1{,}4 / f_{yk}$ = 3,9 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,87
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,07
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 447,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 755,6 kN/m²

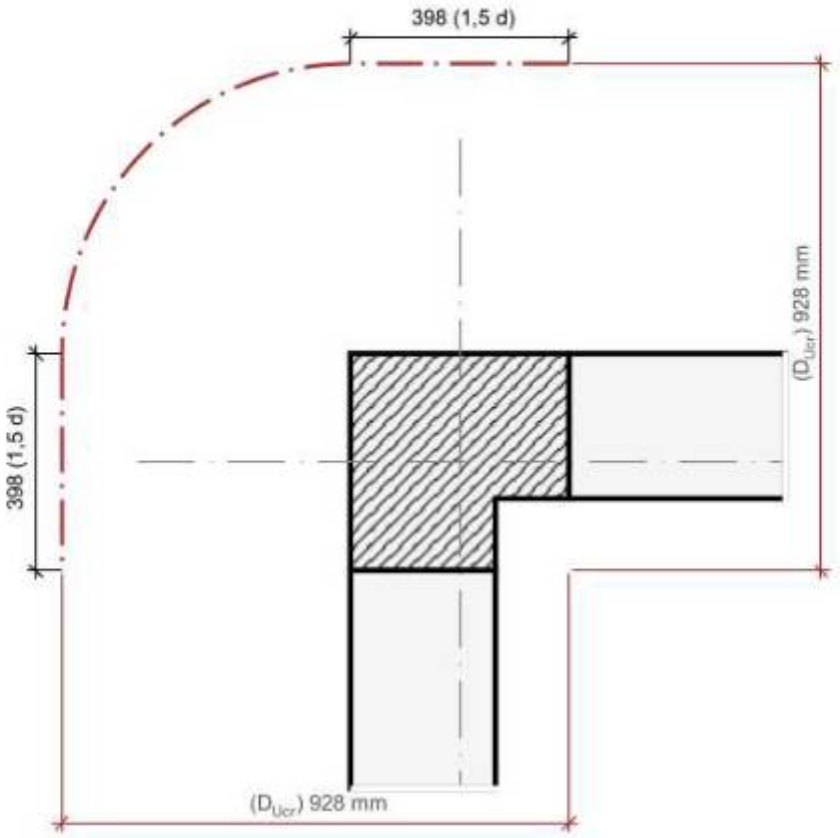
Kritischer Rundschnitt u_{crit}

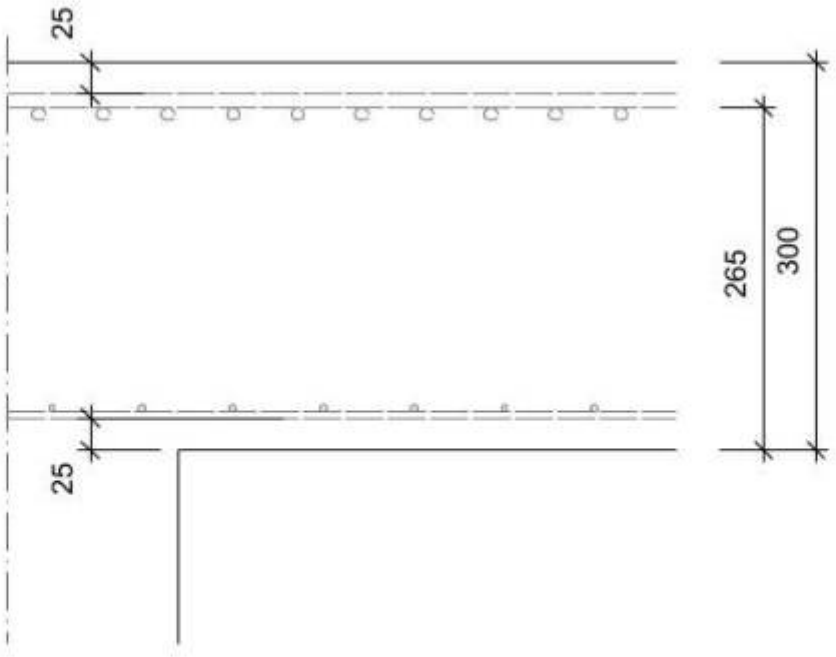
Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 530 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 1,628 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 325,2 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 325,9 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 638,7 kN

$V_{Ed,ß}$=325,2kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=325,9kN

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Statisch durch Vergleich geprüft





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 28.11.2025

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 170 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,35

Abmessung - Wandende

Wandbreite	b = 300 mm
Plattendicke	h = 300 mm
Statische Nutzhöhe	d = 265 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 25 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}15 \cdot 0{,}13)^{1/2}$ = 0,14 %

A_{sx} = 4,1 cm²/m (~ø14/376 mm); A_{sy} = 3,4 cm²/m (~ø14/447 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über die Stütze anzuordnen:

$V_{Ed} / 1{,}4 / f_{yk}$ = 2,4 cm²

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,87
Einfluss der Plattendicke	η = 1+(d-200)/1000 {min 1,0; max 1,6} = 1,07
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ = 0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 489,7 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 489,7 kN/m²

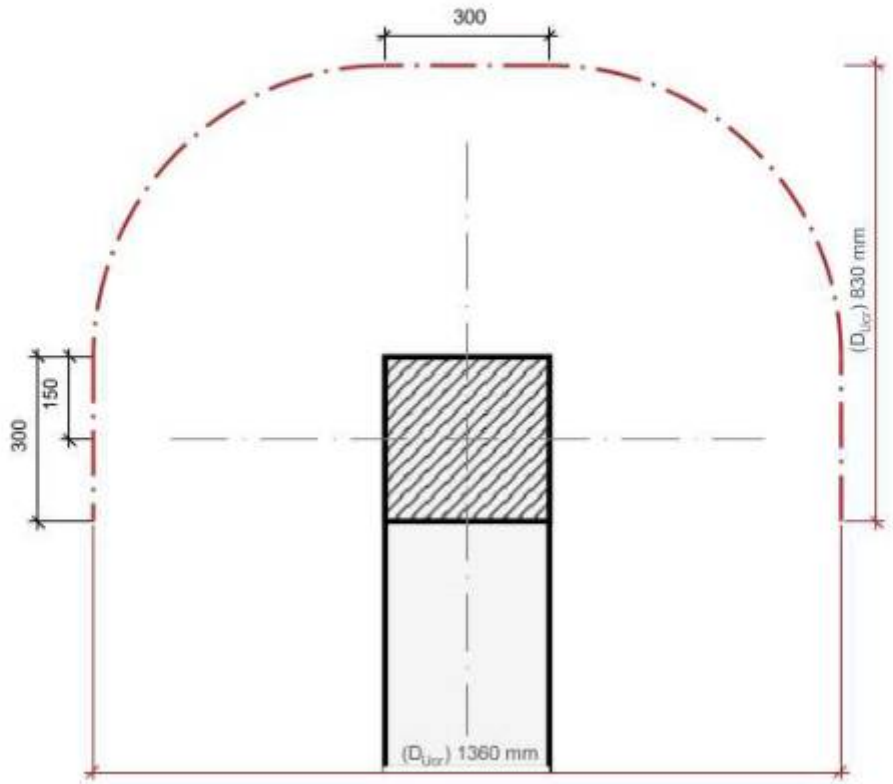
Kritischer Rundschnitt u_{crit}

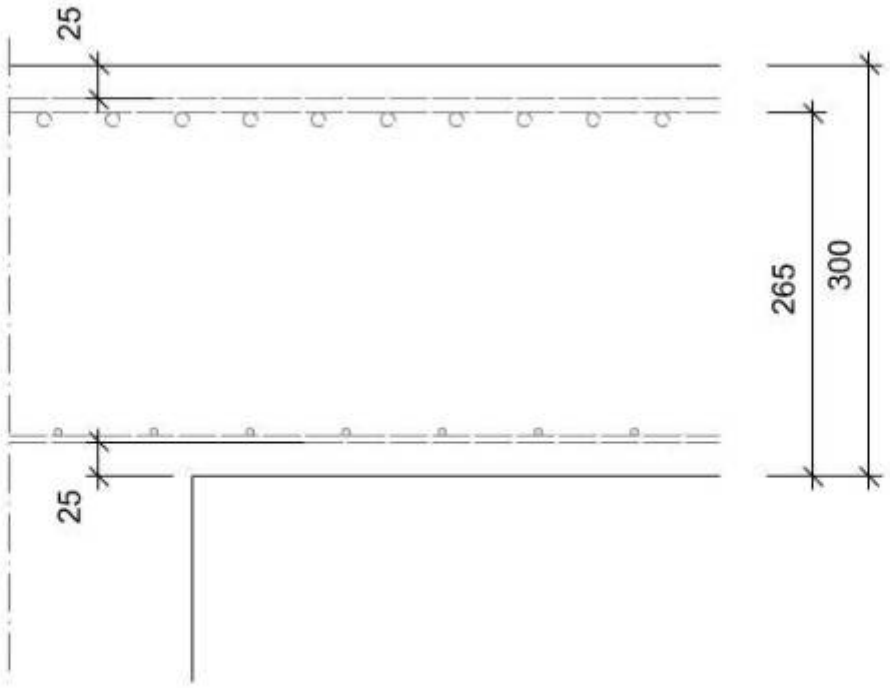
Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d = 530 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 2,565 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß\cdot V_{Ed}$ = 229,5 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot U_{crit}$ = 332,9 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}96$ = 652,5 kN

$V_{Ed,ß}$=229,5kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=332,9kN

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Statisch durch Vergleich geprüft





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 28.11.2025

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S1-S2 - Stb.-Stützen KG

C25/30 XC1 b/h= 40/50 cm

System:
Pendelstütze h=2,9 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
aus Pos. 40

G_k=	1926,20 kN
Q_k=	745,70 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

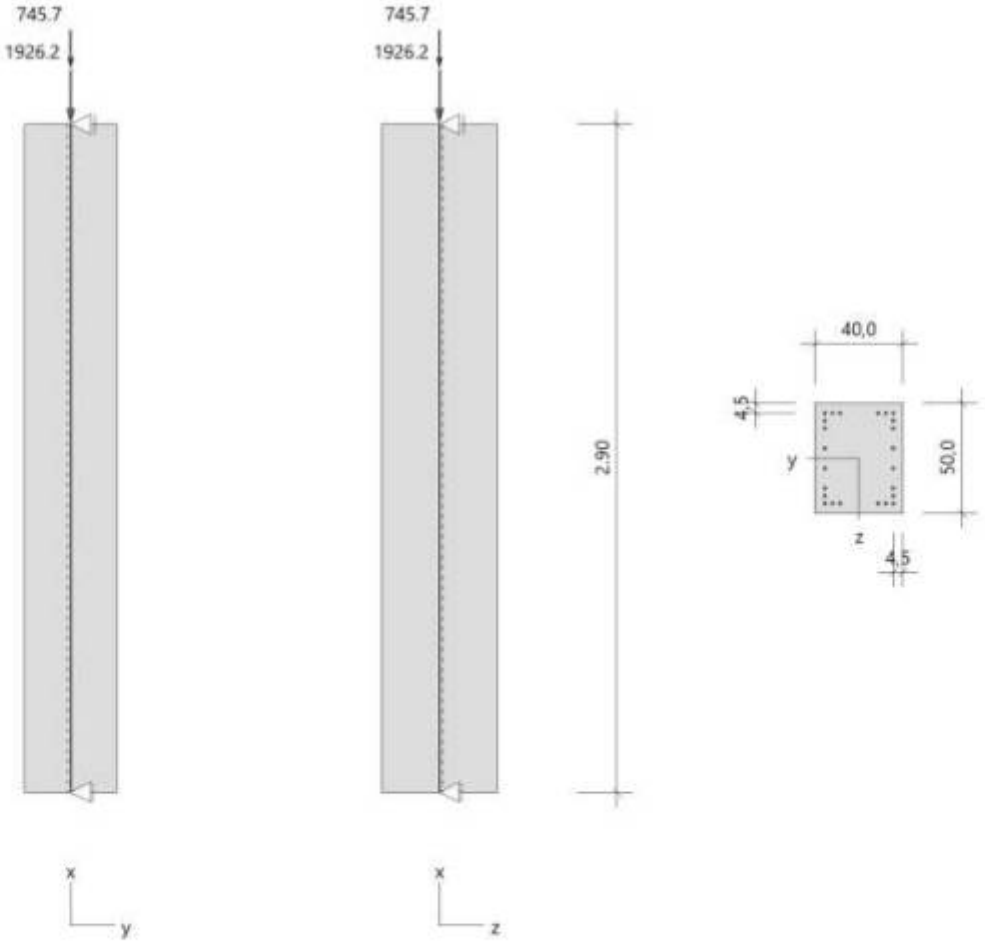
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 33.1



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Kriecheffekte werden nicht berücksichtigt.

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	‰	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	= 2.90	m
Querschnitt	b_y/d_z	= 40.0/50.0	cm
	b_1/d_1	= 4.5/4.5	cm
Bewehrungsanordnung (kalt)		umfangsverteilt	
Bewehrungsanordnung (Brand)		wie Bewehrungsbild	

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	zusätzl.	Altdrp
1	Stützenkopf		1926.2							ständig		
2	Stützenkopf		745.7							Kat. C		

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		14.5							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\xi_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 25,95 in y- / 40,55 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 1926,2 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 745,7 kN (Kat. C)	**1.50**		**1.50**	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	2.90	2.90	25.1	20.1	25.0	25.0	0.7	0.7	0.000	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	2.90	-3738.5	0.00	0.00	1.85	36.9	36.9	Querschnitt
	2.42	-3738.5	14.00	-14.39	1.85	36.9	36.9	
	1.93	-3738.5	24.38	-25.06	1.85	36.9	36.9	
	1.45	-3738.5	28.43	-29.22	1.85	36.9	36.9	
	0.97	-3738.5	24.38	-25.06	1.85	36.9	36.9	
	0.48	-3738.5	14.00	-14.39	1.85	36.9	36.9	
	0.00	-3738.5	0.00	0.00	1.85	36.9	36.9	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	2.90		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	1940.7	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		3738.5	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	36.9

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 1926,2 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 745,7 kN (Kat. C)	**1.00**	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	2.90	-2686.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.42	-2686.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.93	-2686.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.45	-2686.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.97	-2686.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.48	-2686.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-2686.4	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	2.90	-2686.4	0.00	0.00	0.00	-0.387	-77.41	400.00	0.00
1	2.42	-2686.4	0.00	0.00	0.00	-0.387	-77.41	400.00	0.00
1	1.93	-2686.4	0.00	0.00	0.00	-0.387	-77.41	400.00	0.00
1	1.45	-2686.4	0.00	0.00	0.00	-0.387	-77.41	400.00	0.00
1	0.97	-2686.4	0.00	0.00	0.00	-0.387	-77.41	400.00	0.00
1	0.48	-2686.4	0.00	0.00	0.00	-0.387	-77.41	400.00	0.00
1	0.00	-2686.4	0.00	0.00	0.00	-0.387	-77.41	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 1926,2 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 745,7 kN (Kat. C)	0.60	

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,60*L2

$A_{s,kalt}$ = 36.9 cm² $R(A_{s,kalt})$ = 120 min
N_{Ed} = -2388.1 kN μ_{fi} = 0.566
N_{Rd} = -4217.1 kN
M_{Ryd} = 30.57 kNm M_{Rzd} = -30.61 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 36.9 cm².

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	= $A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 36.95*43.48/(2000.00*1.42)	=	0.57	
b'	= $2*A_c/(b+h)$	= 2*200000/(400+500)	=	444.4	mm
a_{cc}	= Abminderungsfaktor		=	0.85	
$l_{o,fi,max}$	= Ersatzlänge; $2m \le l_{o,fi,max} \le 6$ m		=	2.90	m
$R_{\eta fi}$	= $83*[1.00 - \mu_{fi}*(1 + \omega) / ((.85/\alpha_{cc})+ \omega]$	= 83*[1.00-0.57*(1+0.57)/((.85/0.85)+0.57)]	=	36.0	
R_a	= 1.60(a-30)	= 1.60*(45-30)	=	24.0	mm
R_l	= 9.60(5 - $l_{o,fi}$)	= 9.60*(5-2.90)	=	20.16	m
R_b	= 0.09*b'	= 0.09*444.44	=	40.0	mm
R_n	= nur 4 Eckstäbe vorhanden		=	0	
R	= $120*[R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n)/120]^{1.8}$	= $120*[(36.0+24.0+20.16+40.00+0)/120]^{1.8}$	=	120.3	min

Stützenlänge	l =	2.90	m	≤	l_{max} =	6.00	m	η = 0.48 ✓
Achsabstand	a =	4.5	cm	≤	a_{max} =	8.0	cm	η = 0.56 ✓
Verhältnis	h/b =	1.25		≤	h/b_{max} =	4.00		η = 0.31 ✓
Verhältnis	A_s/A_c =	0.018		<	$A_s/A_{c,max}$ =	0.04		η = 0.46 ✓
$2*A_c/(b+h)$	b' =	444	mm	≤	b'_{max} =	450	mm	η = 0.99 ✓
Branddauer	R =	120.3	min	≥	R_{min} =	90	min	η = 0.75 ✓

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 33Ø8 mm	1	14	1.5	-15.5	-20.5
	2	14	1.5	15.5	-20.5
	3	14	1.5	15.5	20.5
	4	14	1.5	-15.5	20.5
	5	14	1.5	-12.1	-20.5
	6	14	1.5	12.1	-20.5
	7	14	1.5	12.1	20.5
	8	14	1.5	-12.1	20.5
	9	14	1.5	-15.5	-17.1
	10	14	1.5	15.5	-17.1
	11	14	1.5	15.5	17.1
	12	14	1.5	-15.5	17.1
	13	14	1.5	-8.7	-20.5
	14	14	1.5	8.7	-20.5
	15	14	1.5	8.7	20.5
	16	14	1.5	-8.7	20.5
	17	14	1.5	-15.5	-13.7
	18	14	1.5	15.5	-13.7
	19	14	1.5	15.5	13.7
	20	14	1.5	-15.5	13.7
	21	14	1.5	-15.5	-4.6
	22	14	1.5	15.5	-4.6
	23	14	1.5	-15.5	4.6
	24	14	1.5	15.5	4.6
			36.9		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.8	3.0

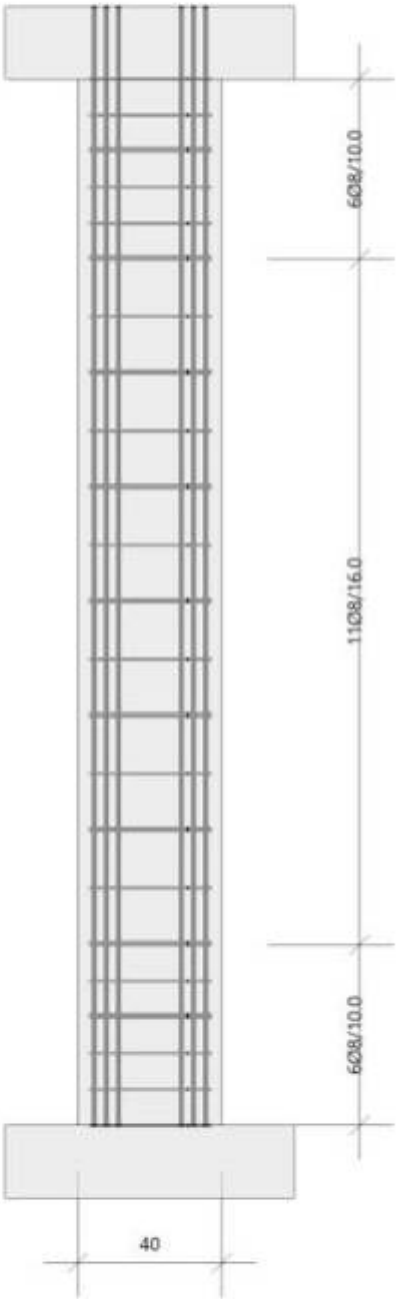
Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: KG S1-S2 Stb.-Stütze

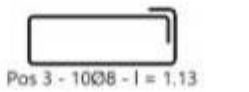
Bewehrungsbilder

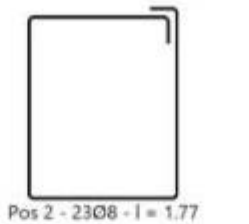
Maßstab 1 : 21.0

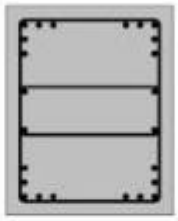




Hilfsbügel im Abstand a < 33.6 cm!







Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S23 - Stb.-Stützen KG

C25/30 XC1 b/h= 40/40 cm

System:
Pendelstütze h=2,9 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
aus Pos. 40

G_k=	2015,10 kN
Q_k=	512,20 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

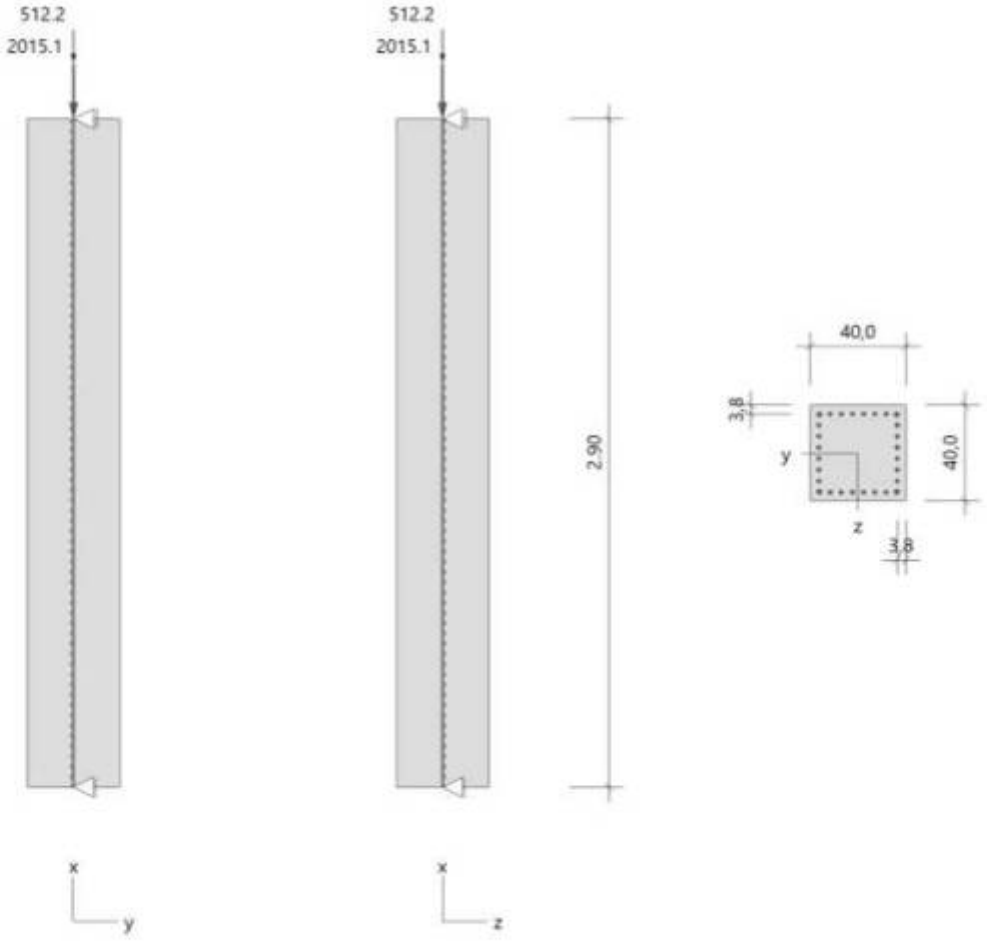
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 33.1



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	20	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	20	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	30	mm	
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	22	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Kriecheffekte werden nicht berücksichtigt.

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	°/oo

(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	2.90 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	40.0/40.0 cm
	b_1/d_1	=	3.8/3.8 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		2015.1							ständig		
2	Stützenkopf		512.2							Kat. C		

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		11.6							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\zeta_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 22,15 in y- / 22,15 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 2015,1 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 512,2 kN (Kat. C)	**1.50**		**1.50**	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	2.90	2.90	25.1	25.1	25.0	25.0	0.7	0.7	0.000	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	2.90	-3504.3	0.00	0.00	3.80	60.8	60.8	Querschnitt
	2.42	-3504.3	13.36	-13.36	3.80	60.8	60.8	
	1.93	-3504.3	23.27	-23.27	3.80	60.8	60.8	
	1.45	-3504.3	27.14	-27.14	3.80	60.8	60.8	
	0.97	-3504.3	23.27	-23.27	3.80	60.8	60.8	
	0.48	-3504.3	13.36	-13.36	3.80	60.8	60.8	
	0.00	-3504.3	0.00	0.00	3.80	60.8	60.8	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	2.90		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	3
Fußpunkt	0.00	2026.7	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		3504.3	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		2795.0	0.0	0.00	0.0	0.00	3

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	60.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 2015,1 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 512,2 kN (Kat. C)	**1.00**	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	2.90	-2538.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.42	-2538.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.93	-2538.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.45	-2538.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.97	-2538.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.48	-2538.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-2538.9	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	2.90	-2538.9	0.00	0.00	0.00	-0.411	-82.20	400.00	0.00
1	2.42	-2538.9	0.00	0.00	0.00	-0.411	-82.20	400.00	0.00
1	1.93	-2538.9	0.00	0.00	0.00	-0.411	-82.20	400.00	0.00
1	1.45	-2538.9	0.00	0.00	0.00	-0.411	-82.20	400.00	0.00
1	0.97	-2538.9	0.00	0.00	0.00	-0.411	-82.20	400.00	0.00
1	0.48	-2538.9	0.00	0.00	0.00	-0.411	-82.20	400.00	0.00
1	0.00	-2538.9	0.00	0.00	0.00	-0.411	-82.20	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 2015,1 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 512,2 kN (Kat. C)	0.60	

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,60*L2

$A_{s,kalt}$ = 60.8 cm² $R(A_{s,kalt})$ = 103 min
N_{Ed} = -2334.0 kN μ_{fi} = 0.500
N_{Rd} = -4666.6 kN
M_{Ryd} = 33.87 kNm M_{Rzd} = -33.87 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 60.8 cm².

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	= $A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 60.82*43.48/(1600.00*1.42)	=	1.17
b'	= $2*A_c/(b+h)$	= 2*160000/(400+400)	=	400.0 mm
a_{cc}	= Abminderungsfaktor		=	0.85
$l_{0,fi,max}$	= Ersatzlänge; $2m \le l_{0,fi,max} \le 6$ m		=	2.90 m
$R_{\eta fi}$	= $83*[1.00 - \mu_{fi}*(1 + \omega) / ((.85/\alpha_{cc})+ \omega]$	= 83*[1.00-0.50*(1+1.17)/((.85/0.85)+1.17)]	=	41.5
R_a	= 1.60(a-30)	= 1.60*(38-30)	=	12.8 mm
R_l	= 9.60(5 - $l_{o,fi}$)	= 9.60*(5-2.90)	=	20.16 m
R_b	= 0.09*b'	= 0.09*400.00	=	36.0 mm
R_n	= nur 4 Eckstäbe vorhanden		=	0
R	= $120*[R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n)/120]^{1.8}$	= $120*[(41.5+12.8+20.16+36.00+0)/120]^{1.8}$	=	103.4 min

Stützenlänge	l =	2.90 m	≤	l_{max} =	6.00 m	η =	0.48 ✓
Achsabstand	a =	3.8 cm	≤	a_{max} =	8.0 cm	η =	0.48 ✓
Verhältnis	h/b =	1.00	≤	h/b_{max} =	4.00	η =	0.25 ✓
Verhältnis	A_s/A_c =	0.038	<	$A_s/A_{c,max}$ =	0.04	η =	0.95 ✓
$2*A_c/(b+h)$	b' =	400 mm	≤	b'_{max} =	450 mm	η =	0.89 ✓
Branddauer	R =	103.4 min	≥	R_{min} =	90 min	η =	0.87 ✓

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 30Ø8 mm	1	20	3.1	-16.2	-16.2
	2	20	3.1	16.2	-16.2
	3	20	3.1	16.2	16.2
	4	20	3.1	-16.2	16.2
	5	16	2.0	11.7	-16.4
	6	16	2.0	11.7	16.4
	7	16	2.0	7.0	-16.4
	8	16	2.0	7.0	16.4
	9	16	2.0	2.3	-16.4
	10	16	2.0	2.3	16.4
	11	16	2.0	-2.3	-16.4
	12	16	2.0	-2.3	16.4
	13	16	2.0	-7.0	-16.4
	14	16	2.0	-7.0	16.4
	15	16	2.0	-11.7	-16.4
	16	16	2.0	-11.7	16.4
	17	16	2.0	-16.4	11.7
	18	16	2.0	16.4	11.7
	19	16	2.0	-16.4	7.0
	20	16	2.0	16.4	7.0
	21	16	2.0	-16.4	2.3
	22	16	2.0	16.4	2.3
	23	16	2.0	-16.4	-2.3
	24	16	2.0	16.4	-2.3
	25	16	2.0	-16.4	-7.0
	26	16	2.0	16.4	-7.0
	27	16	2.0	-16.4	-11.7
	28	16	2.0	16.4	-11.7
			60.8		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	[illegible] [cm]
Abschnitt 1	3.0	2.0	2.8 !!!	2.0

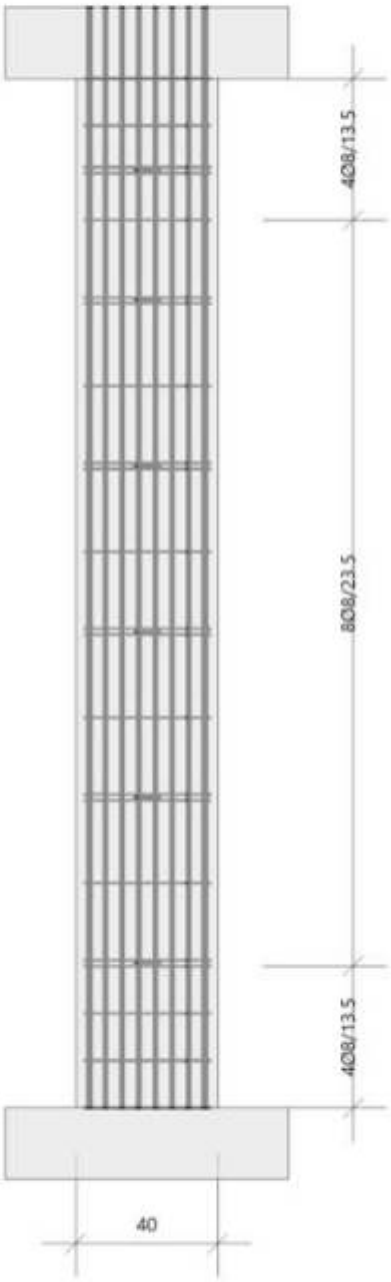
Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

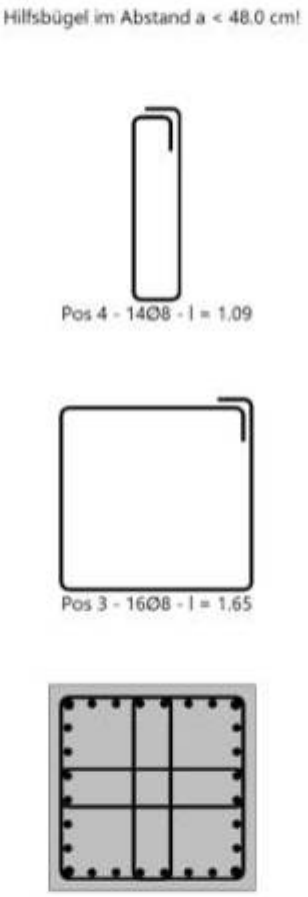
Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: KG S23 Stb.-Stütze

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 21.3







Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S24 - Stb.-Stützen KG

C25/30 XC1 b/h= 40/40 cm

System:
Pendelstütze h=2,9 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
aus Pos. 40

G_k=	260,10 kN
Q_k=	121,90 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

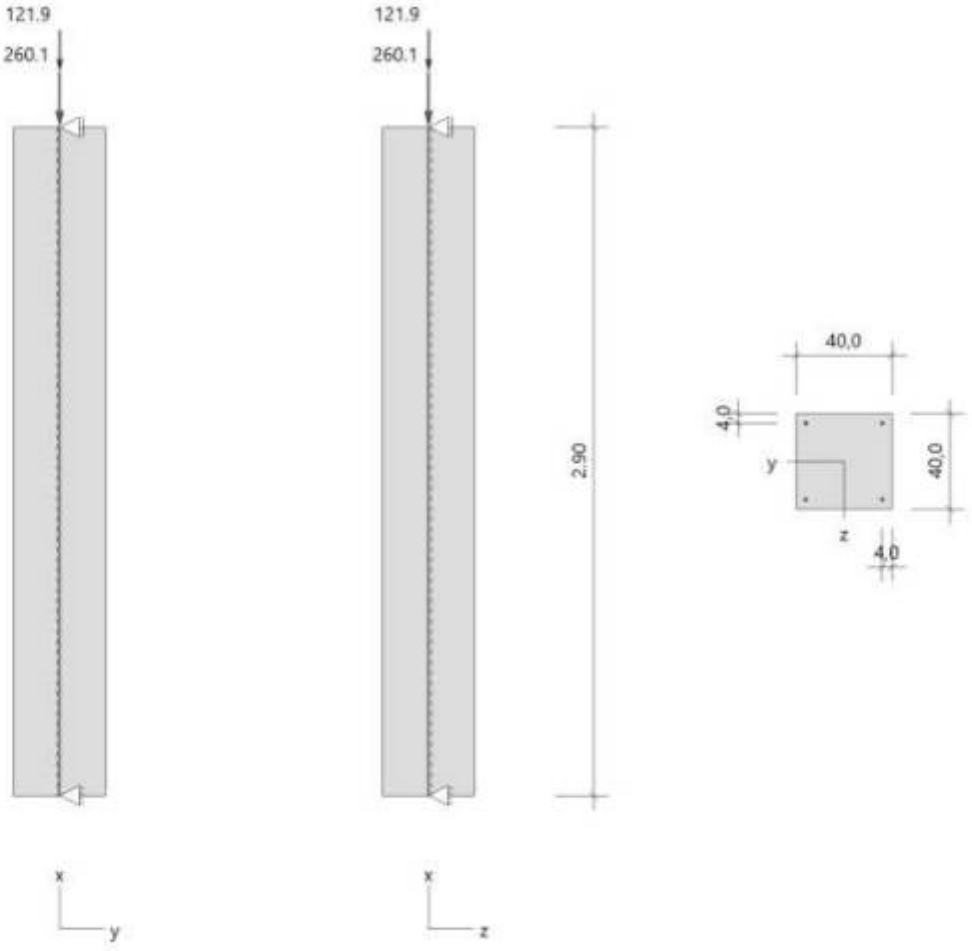
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 33.1



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Kriecheffekte werden nicht berücksichtigt.

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	‰	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	2.90 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	40.0/40.0 cm
	b_1/d_1	=	4.0/4.0 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	zusätzlich	Altdrp
1	Stützenkopf		260.1							ständig		
2	Stützenkopf		121.9							Kat. C		

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		11.6							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 141,22 in y- / 141,22 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 260,1 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 121,9 kN (Kat. C)	**1.50**		**1.50**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	2.90	2.90	25.1	25.1	32.5	32.5	0.0	0.0	0.000	0.637

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	2.90	-549.6	0.00	0.00	0.38	6.2	6.2	Querschnitt
	2.42	-549.6	0.00	0.00	0.38	6.2	6.2	
	1.93	-549.6	0.00	0.00	0.38	6.2	6.2	
	1.45	-549.6	0.00	0.00	0.38	6.2	6.2	
	0.97	-549.6	0.00	0.00	0.38	6.2	6.2	
	0.48	-549.6	0.00	0.00	0.38	6.2	6.2	
	0.00	-549.6	0.00	0.00	0.38	6.2	6.2	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	2.90		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	271.7	0.0	0.00	0.0	0.00	3
		549.6	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	6.2

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 260,1 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 121,9 kN (Kat. C)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ <= λlim nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	2.90	-393.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.42	-393.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.93	-393.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.45	-393.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.97	-393.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.48	-393.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-393.6	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	2.90	-393.6	0.00	0.00	0.00	-0.077	-15.45	400.00	0.00
1	2.42	-393.6	0.00	0.00	0.00	-0.077	-15.45	400.00	0.00
1	1.93	-393.6	0.00	0.00	0.00	-0.077	-15.45	400.00	0.00
1	1.45	-393.6	0.00	0.00	0.00	-0.077	-15.45	400.00	0.00
1	0.97	-393.6	0.00	0.00	0.00	-0.077	-15.45	400.00	0.00
1	0.48	-393.6	0.00	0.00	0.00	-0.077	-15.45	400.00	0.00
1	0.00	-393.6	0.00	0.00	0.00	-0.077	-15.45	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 260,1 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 121,9 kN (Kat. C)	0.60	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ <= λlim nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,60*L2

$A_{s,kalt}$ = 6.2 cm² $R(A_{s,kalt})$ = 157 min
N_{Ed} = -344.8 kN μ_{fi} = 0.193
N_{Rd} = -1787.7 kN
M_{Ryd} = 0.11 kNm M_{Rzd} = 0.11 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 6.2 cm².

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	=	$A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 6.16*43.48/(1600.00*1.42)	=	0.12
b'	=	$2*A_c/(b+h)$	= 2*160000/(400+400)	=	400.0 mm
a_{cc}	=	Abminderungsfaktor		=	0.85
$l_{0,fi,max}$	=	Ersatzlänge; $2m \le l_{0,fi,max} \le 6$ m		=	2.90 m
$R_{\eta fi}$	=	$83*[1.00 - \mu_{fi}*(1 + \omega) / ((.85/\alpha_{cc})+ \omega]$	= 83*[1.00-0.19*(1+0.12)/((.85/0.85)+0.12)]	=	67.0
R_a	=	1.60(a-30)	= 1.60*(40-30)	=	16.0 mm
R_l	=	$9.60(5 - l_{o,fi})$	= 9.60*(5-2.90)	=	20.16 m
R_b	=	0.09*b'	= 0.09*400.00	=	36.0 mm
R_n	=	nur 4 Eckstäbe vorhanden		=	0
R	=	$120*[R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n)/120]^{1.8}$	$= 120*[(67.0+16.0+20.16+36.00+0)/120]^{1.8}$	=	156.6 min

Stützenlänge	l =	2.90 m	≤	l_{max} =	6.00 m	η =	0.48	✓
Achsabstand	a =	4.0 cm	≤	a_{max} =	8.0 cm	η =	0.50	✓
Verhältnis	h/b =	1.00	≤	h/b_{max} =	4.00	η =	0.25	✓
Verhältnis	A_s/A_c =	0.004	<	$A_{s,max}/A_c$ =	0.04	η =	0.10	✓
$2*A_c/(b+h)$	b' =	400 mm	≤	b'_{max} =	450 mm	η =	0.89	✓
Branddauer	R =	156.6 min	≥	R_{min} =	90 min	η =	0.57	✓

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 22Ø8 mm	1	14	1.5	-16.0	-16.0
	2	14	1.5	16.0	-16.0
	3	14	1.5	16.0	16.0
	4	14	1.5	-16.0	16.0
			6.2		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.3	2.5

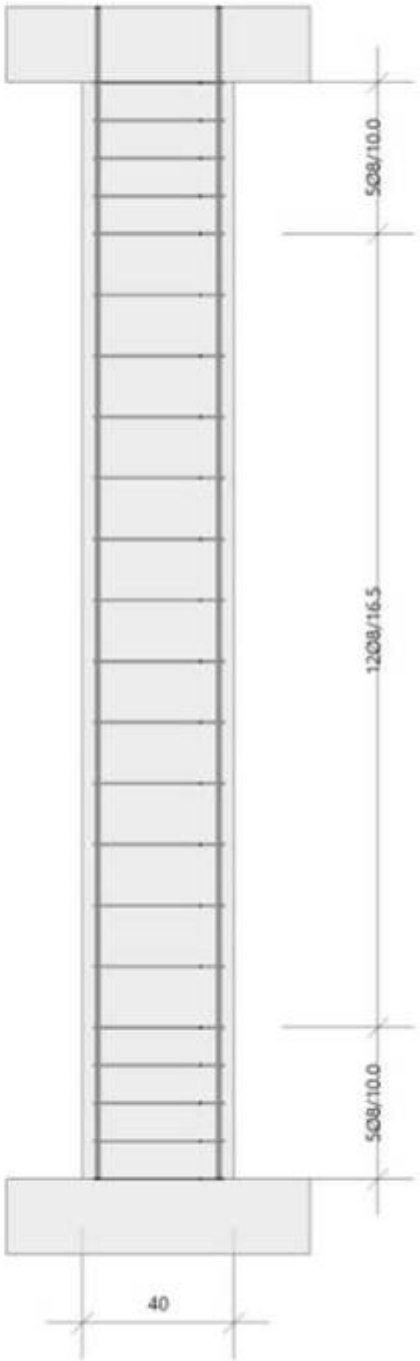
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: KG S24 Stb.-Stütze

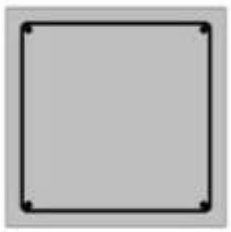
Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 20









Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

S25 - Stb.-Stützen KG

C25/30 XC1 b/h= 40/50 cm

System:
Pendelstütze h=2,9 m

Brandschutz:
Anforderung gem. Brandschutzkonzept: feuerbeständig - R90

Belastung:
aus Pos. 40

G_k=	1512,10 kN
Q_k=	576,90 kN

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

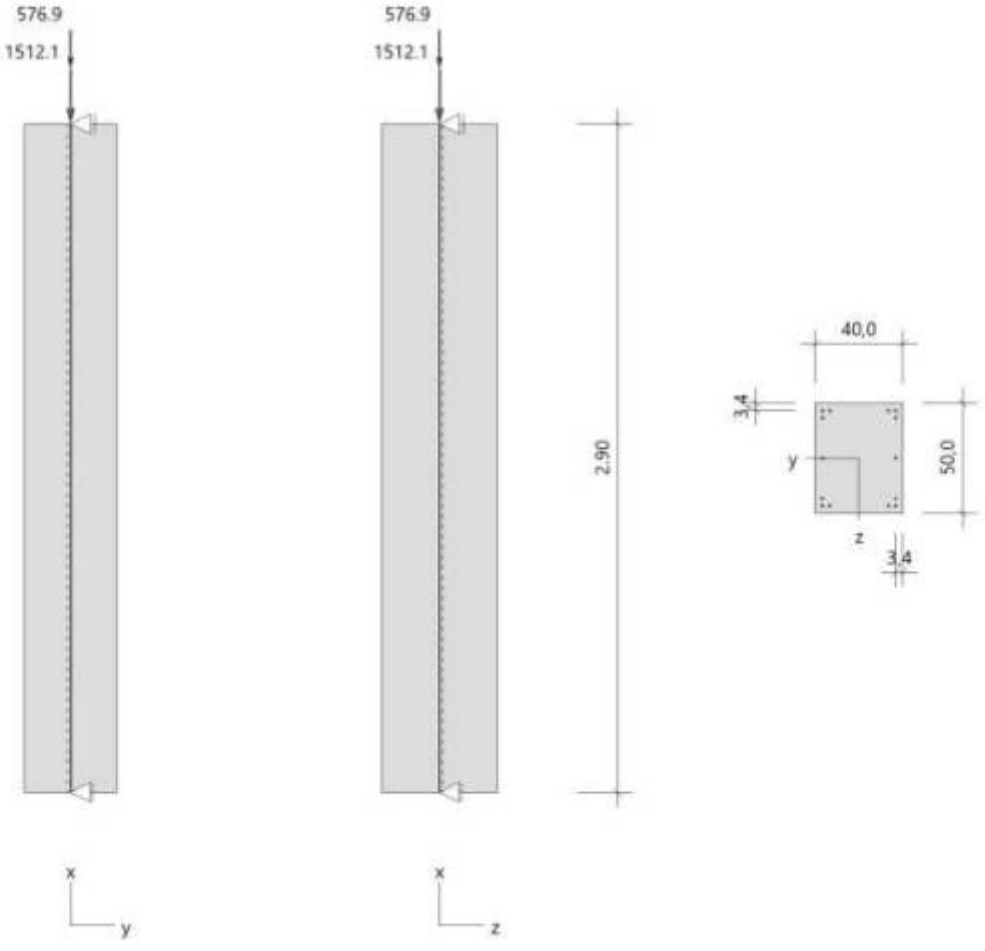
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 33.1



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: KG S25 Stb.-Stütze

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	12	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Kriecheffekte werden nicht berücksichtigt.

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	= 25.0	‰ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	2.90 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	40.0/50.0 cm
	b_1/d_1	=	3.4/3.4 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	zusätzlich	Altdrp
1	Stützenkopf		1512.1							ständig		
2	Stützenkopf		576.9							Kat. C		

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		14.5							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 33,16 in y- / 51,81 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 1512,1 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 576,9 kN (Kat. C)	**1.50**		**1.50**	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	2.90	2.90	25.1	20.1	25.0	25.0	0.7	0.7	0.000	0.852

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	2.90	-2926.3	0.00	0.00	0.79	15.8	15.8	Querschnitt
	2.42	-2926.3	10.94	-11.24	0.79	15.8	15.8	
	1.93	-2926.3	19.05	-19.57	0.79	15.8	15.8	
	1.45	-2926.3	22.22	-22.81	0.79	15.8	15.8	
	0.97	-2926.3	19.05	-19.57	0.79	15.8	15.8	
	0.48	-2926.3	10.94	-11.24	0.79	15.8	15.8	
	0.00	-2926.3	0.00	0.00	0.79	15.8	15.8	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	2.90		0.0	0.00	0.0	0.00	3
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	1526.6	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		2926.3	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		2392.0	0.0	0.00	0.0	0.00	3

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	15.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 1512,1 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 576,9 kN (Kat. C)	**1.00**	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	2.90	-2103.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.42	-2103.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.93	-2103.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.45	-2103.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.97	-2103.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.48	-2103.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-2103.5	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	2.90	-2103.5	0.00	0.00	0.00	-0.323	-64.55	400.00	0.00
1	2.42	-2103.5	0.00	0.00	0.00	-0.323	-64.55	400.00	0.00
1	1.93	-2103.5	0.00	0.00	0.00	-0.323	-64.55	400.00	0.00
1	1.45	-2103.5	0.00	0.00	0.00	-0.323	-64.55	400.00	0.00
1	0.97	-2103.5	0.00	0.00	0.00	-0.323	-64.55	400.00	0.00
1	0.48	-2103.5	0.00	0.00	0.00	-0.323	-64.55	400.00	0.00
1	0.00	-2103.5	0.00	0.00	0.00	-0.323	-64.55	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 1512,1 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 576,9 kN (Kat. C)	0.60	

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L1 + 0,60*L2

$A_{s,kalt}$ = 15.8 cm² $R(A_{s,kalt})$ = 92 min
N_{Ed} = -1872.7 kN μ_{fi} = 0.558
N_{Rd} = -3354.3 kN
M_{Ryd} = 24.32 kNm M_{Rzd} = -24.35 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 15.8 cm².

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	= $A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 15.83*43.48/(2000.00*1.42)	=	0.24	
b'	= $2*A_c/(b+h)$	= 2*200000/(400+500)	=	444.4	mm
a_{cc}	= Abminderungsfaktor		=	0.85	
$l_{0,fi,max}$	= Ersatzlänge; $2m \le l_{0,fi,max} \le 6$ m		=	2.90	m
$R_{\eta fi}$	= $83*[1.00 - \mu_{fi}*(1 + \omega) / ((.85/\alpha_{cc})+ \omega]$	= 83*[1.00-0.56*(1+0.24)/((.85/0.85)+0.24)]	=	36.7	
R_a	= 1.60(a-30)	= 1.60*(34-30)	=	6.4	mm
R_l	= 9.60(5 - $l_{o,fi}$)	= 9.60*(5-2.90)	=	20.16	m
R_b	= 0.09*b'	= 0.09*444.44	=	40.0	mm
R_n	= nur 4 Eckstäbe vorhanden		=	0	
R	= $120*[R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n)/120]^{1.8}$	= $120*[(36.7+6.4+20.16+40.00+0)/120]^{1.8}$	=	91.5	min

Stützenlänge	l =	2.90 m	≤	l_{max} =	6.00 m	η =	0.48	✓
Achsabstand	a =	3.4 cm	≤	a_{max} =	8.0 cm	η =	0.43	✓
Verhältnis	h/b =	1.25	≤	h/b_{max} =	4.00	η =	0.31	✓
Verhältnis	A_s/A_c =	0.008	<	$A_s/A_{c,max}$ =	0.04	η =	0.20	✓
$2*A_c/(b+h)$	b' =	444 mm	≤	b'_{max} =	450 mm	η =	0.99	✓
Branddauer	R =	91.5 min	≥	R_{min} =	90 min	η =	0.98	✓

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 38Ø8 mm	1	12	1.1	-16.6	-21.6
	2	12	1.1	16.6	-21.6
	3	12	1.1	16.6	21.6
	4	12	1.1	-16.6	21.6
	5	12	1.1	-13.4	-21.6
	6	12	1.1	13.4	-21.6
	7	12	1.1	13.4	21.6
	8	12	1.1	-13.4	21.6
	9	12	1.1	-16.6	-18.4
	10	12	1.1	16.6	-18.4
	11	12	1.1	16.6	18.4
	12	12	1.1	-16.6	18.4
	13	12	1.1	-16.6	0.0
	14	12	1.1	16.6	0.0
			15.8		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	2.8	2.0

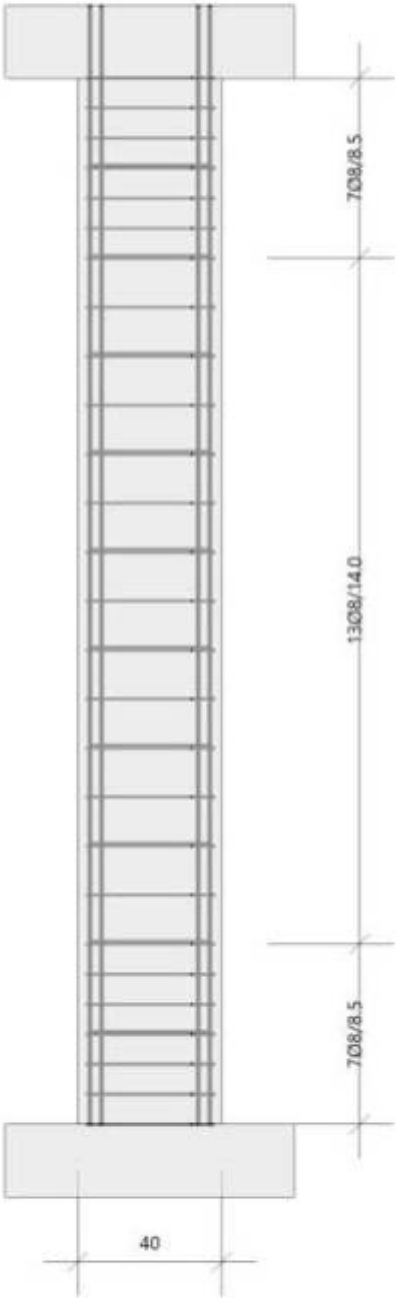
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: KG S25 Stb.-Stütze

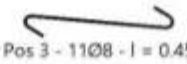
Bewehrungsbilder

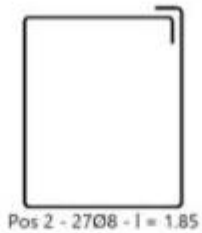
Maßstab 1 : 21.0

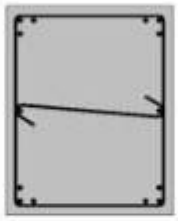




Hilfsbügel im Abstand a < 28.8 cm!







Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. W1+ W5-W19 - Stb.-Kelleraußenwand-KG
C25/30 XC1 d = 30 cm

System
Wand
h= 2,90 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 40
g_k= 165,30 kN/m
q_k= 52,10 kN/m

Vertikallast
Last aus Auflagerkraft Pos. 40
Ständig
Aus Pos. 40 $g_{k,max}$ = (248,5*0,4+247,2*0,4)/0,8 = 247,8 kN/m
Aus Pos. 40 $g_{k,min}$ = 18,5 kN/m

Veränderlich
Aus Pos. 40 q_k = (66,8*0,4+66,8*0,4)/0,8 = 66,8 kN/m

Horizontallast
Alle Horizonallasten beziehen sich auf eine Wandbreite von b = 1,0 m

Ansatz mit erhöhtem aktivem Erddruck $E`_{ah} = 0,5*E_{ah}+0,5*E_{0h}$
$K_{agh} = 0,28$, $K_{0gh} = 1-\sin(\varphi) = 0,5 \Rightarrow K`_{agh} = 0,5*0,31+0,5*0,5 = 0,405$
mit $\varphi = 30°$
$\delta = 2/3\varphi$
$\gamma = 19 kN/m^3$
$\gamma` = 11 kN/m^3$

Aus Erddruck "Erdfeucht" e_{agh} = 19*3,2*0,405 = 24,6 kN/m
Ansatz der Wandbewegung d) Durchbiegung nach Tafel 11.29 Schneider Bautabellen
$\Rightarrow e_{agh,d)} = e_{agh}/2$
Veränderlich
Aus Nutzlast e_{aph} = 5*0,405 = 2,0 kN/m

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Horizontallast aus Wind:
siehe Lastermittlung Aussteifung (W1)

Wx= 269,63 kN

Wx=	Wx*h*1,5/(l-0,2)	=	119,68 kN
$A_{s,erf}$=	Wx/43,5	=	2,75 cm²

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

vertikal: $A_{s,v,erf} \geq 2{,}75$ cm²/m je Seite
Randbewehrung: 2xØ14 mm

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in z-Richtung (einachsige Berechnung), Rechteck, in z-Richtung beansprucht
- Materialien C 30/37, B500A

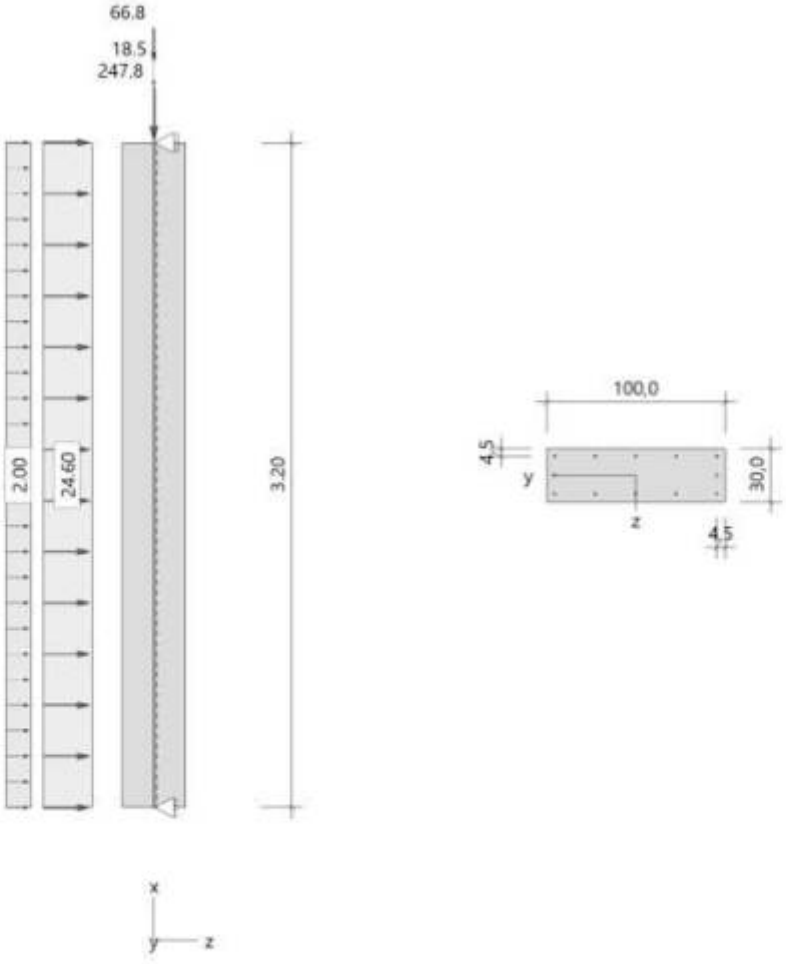
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 36.6



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	12	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50 %	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28 Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.30	

Materialauswahl

Beton C 30/37	f_{ck}	=	30.00	N/mm²	E_{cm}	=	33000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	°/oo

(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 30/37 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	17.00	1.15	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in z-Richtung (einachsige Berechnung)

Stützenhöhe	l	=	3.20 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	100.0/30.0 cm
	b_1/d_1	=	4.5/4.5 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr	
Fußpunkt	starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. C: Versammlungsbereiche ständig	0.70	0.70	0.60	1.000	1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_z [cm]	F_z [kN]	M_y [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		18.5				ständig		AltGrp 2
2	Stützenkopf		247.8				ständig		AltGrp 2
3	Stützenkopf		66.8				Kat. C		AltGrp 3

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
4	Stütze	in z		24.60	3.20	24.60	ständig		AltGrp 1
5	Stütze	in z		2.00	3.20	2.00	Kat. C		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_z [cm]	F_z [kN]	M_y [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		24.0				ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt
- Es wird ausschließlich das Ausweichen in globaler z-Richtung untersucht

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\xi_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 153,22 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]	LK 5[1]	LK 6[1]	LK 7[1]	LK 8[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35
V = 18,5 kN (ständig)								1.35
V = 247,8 kN (ständig)	1.35	1.35				1.00	1.35	
V = 66,8 kN (Kat. C)	**1.50**	**1.50**				**1.50**		
pz = 24,60 kN/m (ständig)	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35
pz = 2,00 kN/m (Kat. C)		**1.50**		**1.50**	**1.50**			

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: KG W1+W5-W19 Stb.-Kellerauß

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 11

Last	LK 9[1]	LK 10[1]	LK 11[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00
V = 18,5 kN (ständig)		1.00	
V = 247,8 kN (ständig)			1.00
V = 66,8 kN (Kat. C)			
pz = 24,60 kN/m (ständig)	1.35	1.00	1.00
pz = 2,00 kN/m (Kat. C)			

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ <= λ_{lim} nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,z}$ [m]	λ_z	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
4	1	Wand	3.20	36.9	200.7	0.0	2.302	0.695

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
4	3.20	-32.3	0.00	0.45	13.6	13.6	Querschnitt
	2.67	-32.4	25.77	0.45	13.6	13.6	
	2.13	-32.4	41.22	0.45	13.6	13.6	
	1.60	-32.4	46.37	0.45	13.6	13.6	
	1.07	-32.4	41.22	0.45	13.6	13.6	
	0.53	-32.3	25.77	0.45	13.6	13.6	
	0.00	-32.3	0.00	0.45	13.6	13.6	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.20		39.4	0.00	3
			58.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	24.0	44.2	0.00	5
		467.1	53.1	0.00	1
		24.0	39.4	0.00	3
		467.1	57.9	0.00	2
		42.5	39.4	0.00	10
		32.4	57.9	0.00	4

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	13.6

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]	LK 5[1]	LK 6[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 18,5 kN (ständig)					1.00	
V = 247,8 kN (ständig)	1.00	1.00				1.00
V = 66,8 kN (Kat. C)	**1.00**	**1.00**				
pz = 24,60 kN/m (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
pz = 2,00 kN/m (Kat. C)		**1.00**		**1.00**		

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ <= λ_{lim} nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: KG W1+W5-W19 Stb.-Kellerauß

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	f_z [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
2	3.20	-338.6	0.00	0.0		
4	2.67	-338.6	18.94	0.1		
4	2.13	-338.6	30.30	0.2		
4	1.60	-338.6	34.09	0.2		
4	1.07	-338.6	30.30	0.2		
4	0.53	-338.6	18.94	0.1		
2	0.00	-338.6	0.00	0.0		

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	f_z [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
2	3.20	-338.6	0.00	0.0		
4	2.67	-338.6	18.93	0.1		
4	2.13	-338.6	30.29	0.1		
4	1.60	-338.6	34.07	0.1		
4	1.07	-338.6	30.29	0.1		
4	0.53	-338.6	18.93	0.1		
2	0.00	-338.6	0.00	0.0		

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
4	3.20	-24.0	0.00	2.23	0.033	6.63	400.00	0.02
4	2.67	-24.0	18.94	2.23	0.567	113.40	400.00	0.28
4	2.13	-24.0	30.30	2.23	0.963	192.69	400.00	0.48
4	1.60	-24.0	34.09	2.23	1.096	219.14	400.00	0.55
4	1.07	-24.0	30.30	2.23	0.963	192.69	400.00	0.48
4	0.53	-24.0	18.94	2.23	0.567	113.43	400.00	0.28
4	0.00	-24.0	0.00	2.23	0.033	6.63	400.00	0.02

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
3	3.20	-24.0	0.00	0.00	0.037	7.38	400.00	0.02
4	2.67	-24.0	18.93	0.00	0.522	104.47	400.00	0.26
4	2.13	-24.0	30.29	0.00	0.895	179.05	400.00	0.45
4	1.60	-24.0	34.07	0.00	1.020	203.92	400.00	0.51
4	1.07	-24.0	30.29	0.00	0.895	179.05	400.00	0.45
4	0.53	-24.0	18.93	0.00	0.522	104.47	400.00	0.26
3	0.00	-24.0	0.00	0.00	0.037	7.38	400.00	0.02

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]	LK 5[1]	LK 6[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 18,5 kN (ständig)					1.00	
V = 247,8 kN (ständig)	1.00	1.00				1.00
V = 66,8 kN (Kat. C)	0.60	0.60				
pz = 24,60 kN/m (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
pz = 2,00 kN/m (Kat. C)		0.60		0.60		

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: KG W1+W5-W19 Stb.-Kellerauß

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.20	-311.9	0.00	-0.031	-1.02	-13.50	1.00		0.08
4	2.67	-24.0	18.36	-0.114	-3.77	-13.50	1.00		0.28
4	2.13	-24.0	29.38	-0.185	-6.10	-13.50	1.00		0.45
4	1.60	-24.0	33.05	-0.208	-6.88	-13.50	1.00		0.51
4	1.07	-24.0	29.38	-0.185	-6.10	-13.50	1.00		0.45
4	0.53	-24.0	18.36	-0.114	-3.77	-13.50	1.00		0.28
1	0.00	-311.9	0.00	-0.031	-1.02	-13.50	1.00		0.08

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2

Überlagerung: 1,00*g + 1,00*L4 + 0,60*L5

$A_{s,kalt}$ = 13.6 cm² $\quad R(A_{s,kalt})$ = 126 min
N_{Ed} = -24.0 kN $\quad \mu_{fi}$ = 0.401
N_{Rd} = -59.8 kN
M_{Ryd} = 85.59 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 13.6 cm².

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	= $A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 13.57*43.48/(3000.00*1.70)	= 0.12
b'	= 1.2 * min(b,h)	= 1.2 * 300.0	= 360.0 mm
a_{cc}	= Abminderungsfaktor		= 0.85
$l_{0,fi,max}$	= Ersatzlänge; 2m ≤ $l_{0,fi,max}$ ≤ 6 m		= 3.20 m
$R_{\eta fi}$	= 83*[1.00 - μ_{fi}*(1 + ω) / ((.85/α_{cc})+ ω]	= 83*[1.00-0.40*(1+0.12)/((.85/0.85)+0.12)]	= 49.7
R_a	= 1.60(a-30)	= 1.60*(45-30)	= 24.0 mm
R_l	= 9.60(5 - $l_{0,fi}$)	= 9.60*(5-3.20)	= 17.28 m
R_b	= 0.09*b'	= 0.09*360.00	= 32.4 mm
R_n	= nur 4 Eckstäbe vorhanden		= 0
R	= 120*[$R_{\eta fi}$+R_a+R_l+R_b+R_n)/120]$^{1.8}$	= 120*[(49.7+24.0+17.28+32.40+0)/120]$^{1.8}$	= 126.2 min

Stützenlänge	l = 3.20 m	≤	l_{max} = 6.00 m	η = 0.53	✓
Achsabstand	a = 4.5 cm	≤	a_{max} = 8.0 cm	η = 0.56	✓
Verhältnis	b/h = 3.33	≤	b/h_{max} = 4.00	η = 0.83	✓
Verhältnis	A_s/A_c = 0.005	<	$A_s/A_{c,max}$ = 0.04	η = 0.11	✓
1.2 * min(b,h)	b' = 360 mm	≤	b'_{max} = 450 mm	η = 0.80	✓
Branddauer	R = 126.2 min	≥	R_{min} = 90 min	η = 0.71	✓

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 11Ø8 mm	1	12	1.1	-45.5	-10.5
	2	12	1.1	45.5	-10.5
	3	12	1.1	45.5	10.5
	4	12	1.1	-45.5	10.5
	5	12	1.1	-22.8	-10.5
	6	12	1.1	-22.8	10.5
	7	12	1.1	0.0	-10.5
	8	12	1.1	0.0	10.5
	9	12	1.1	22.8	-10.5
	10	12	1.1	22.8	10.5
	11	12	1.1	-45.5	0.0
	12	12	1.1	45.5	0.0
			13.6		

Statisch durch Vergleich geprüft

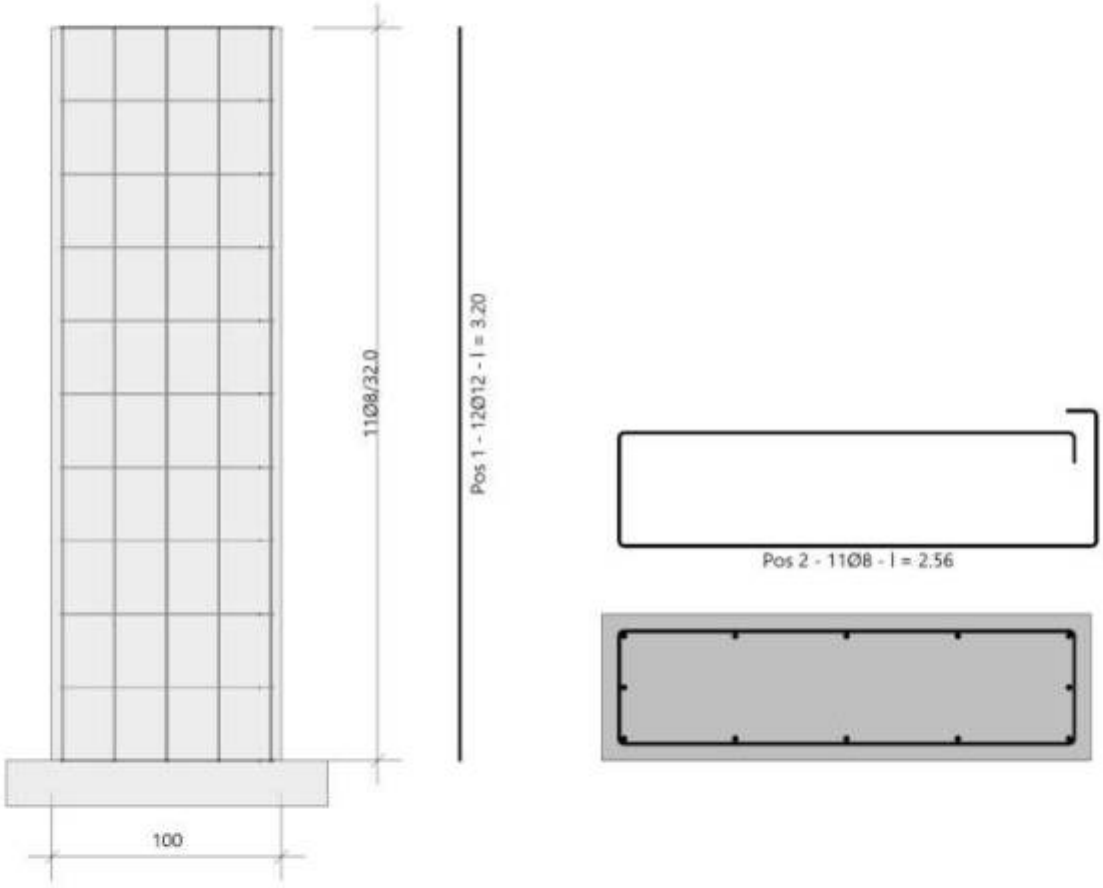
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.9	3.1

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 33



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. W2-W3 - Stb.-Innenwand-KG
C25/30 XC1 d = 24 cm

System
Wand
h= 2,90 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 40
g_k= 220,00 kN/m
q_k= 55,00 kN/m

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

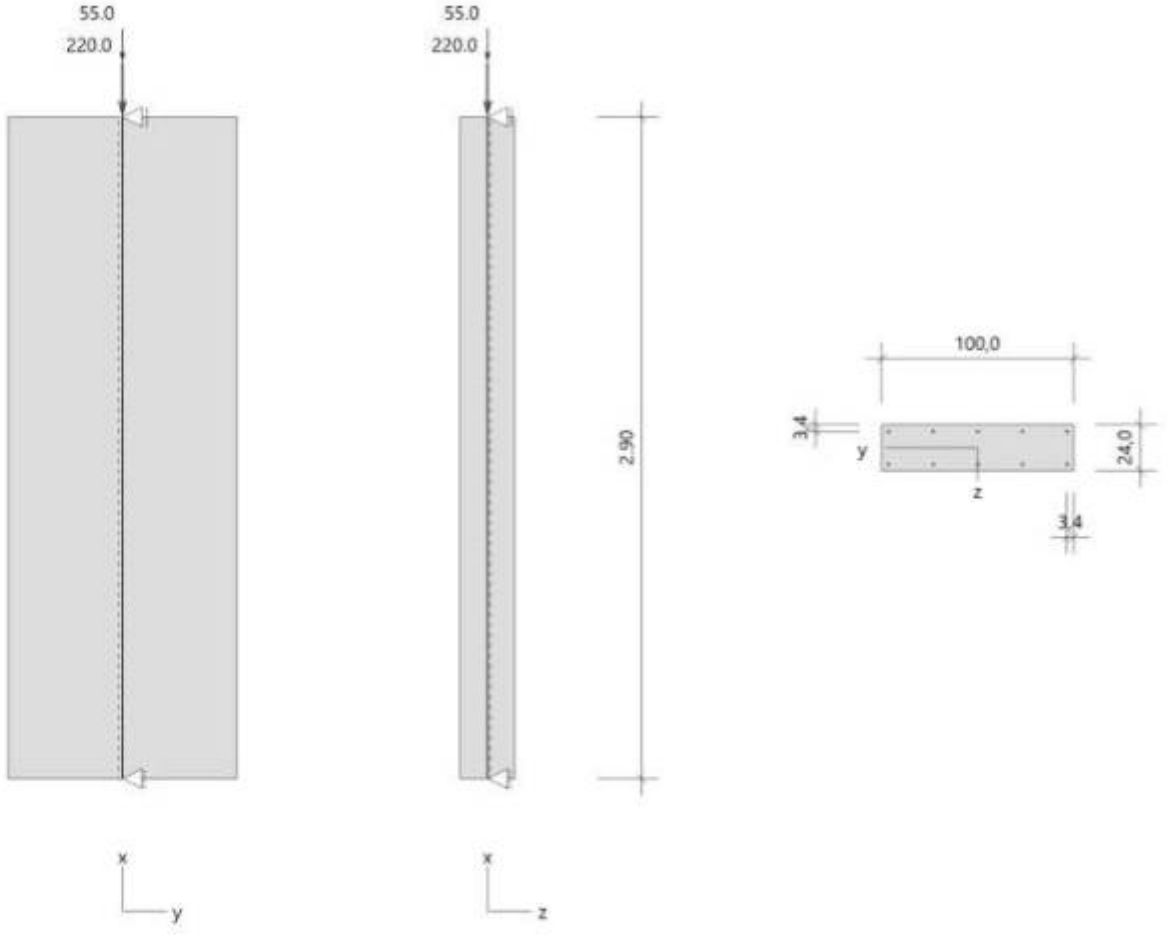
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 33.1



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	12	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.65		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	°/oo

(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	2.90 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	100.0/24.0 cm
	b_1/d_1	=	3.4/3.4 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		220.0							ständig		
2	Stützenkopf		55.0							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		17.4							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 1805,70 in y- / 104,01 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 220,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 55,0 kN (Kat. A)	**1.50**			**1.50**

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ <= λ_{lim} nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	2.90	2.90	10.0	41.9	46.5	46.5	0.0	0.0	2.647	0.998

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: KG W2-W3 Stb.-Innenwand

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	2.90	-403.0	0.00	0.00	0.38	9.0	9.0	Querschnitt
	2.42	-403.0	0.00	0.00	0.38	9.0	9.0	
	1.93	-403.0	0.00	0.00	0.38	9.0	9.0	
	1.45	-403.0	0.00	0.00	0.38	9.0	9.0	
	0.97	-403.0	0.00	0.00	0.38	9.0	9.0	
	0.48	-403.0	0.00	0.00	0.38	9.0	9.0	
	0.00	-403.0	0.00	0.00	0.38	9.0	9.0	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	2.90		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	237.4	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		403.0	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 220,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 55,0 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	2.90	2.90	10.0	41.9	0.0	0.0	0.3	0.3	0.000	0.485

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	2.90	-253.9	0.00	0.00	0.47	11.3	11.3	Querschnitt
	2.42	-253.9	0.47	-0.37	0.47	11.3	11.3	
	1.93	-253.9	0.81	-0.65	0.47	11.3	11.3	
	1.45	-253.9	0.95	-0.75	0.47	11.3	11.3	
	0.97	-253.9	0.81	-0.65	0.47	11.3	11.3	
	0.48	-253.9	0.47	-0.37	0.47	11.3	11.3	
	0.00	-253.9	0.00	0.00	0.47	11.3	11.3	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	2.90		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	237.4	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		253.9	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	11.3

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 220,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 55,0 kN (Kat. A)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ <= λ_{lim} nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	2.90	-292.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.42	-292.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.93	-292.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.45	-292.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.97	-292.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.48	-292.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-292.4	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	2.90	-292.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.42	-292.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.93	-292.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.45	-292.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.97	-292.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.48	-292.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-292.4	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	2.90	-292.4	0.00	0.00	0.00	-0.038	-7.59	400.00	0.00
1	2.42	-292.4	0.00	0.00	0.00	-0.038	-7.59	400.00	0.00
1	1.93	-292.4	0.00	0.00	0.00	-0.038	-7.59	400.00	0.00
1	1.45	-292.4	0.00	0.00	0.00	-0.038	-7.59	400.00	0.00
1	0.97	-292.4	0.00	0.00	0.00	-0.038	-7.59	400.00	0.00
1	0.48	-292.4	0.00	0.00	0.00	-0.038	-7.59	400.00	0.00
1	0.00	-292.4	0.00	0.00	0.00	-0.038	-7.59	400.00	0.00

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	2.90	-292.4	0.00	0.00	0.00	-0.038	-7.59	400.00	0.00
1	2.42	-292.4	0.00	0.00	0.00	-0.038	-7.59	400.00	0.00
1	1.93	-292.4	0.00	0.00	0.00	-0.038	-7.59	400.00	0.00
1	1.45	-292.4	0.00	0.00	0.00	-0.038	-7.59	400.00	0.00
1	0.97	-292.4	0.00	0.00	0.00	-0.038	-7.59	400.00	0.00

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	0.48	-292.4	0.00	0.00	0.00	-0.038	-7.59	400.00	0.00
1	0.00	-292.4	0.00	0.00	0.00	-0.038	-7.59	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 220,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 55,0 kN (Kat. A)	0.30	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	2.90	-253.9	0.00	0.00	-0.033	-1.04	-11.25	1.00		0.09
1	2.42	-253.9	0.00	0.00	-0.033	-1.04	-11.25	1.00		0.09
1	1.93	-253.9	0.00	0.00	-0.033	-1.04	-11.25	1.00		0.09
1	1.45	-253.9	0.00	0.00	-0.033	-1.04	-11.25	1.00		0.09
1	0.97	-253.9	0.00	0.00	-0.033	-1.04	-11.25	1.00		0.09
1	0.48	-253.9	0.00	0.00	-0.033	-1.04	-11.25	1.00		0.09
1	0.00	-253.9	0.00	0.00	-0.033	-1.04	-11.25	1.00		0.09

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1 Bügel: 10Ø8 mm	1	12	1.1	-46.6	-8.6	705	12
	2	12	1.1	46.6	-8.6	705	12
	3	12	1.1	46.6	8.6	705	12
	4	12	1.1	-46.6	8.6	705	12
	5	12	1.1	-23.3	-8.6	463	77
	6	12	1.1	-23.3	8.6	463	77
	7 [1]	12	1.1	0.0	-8.6	463	77
	8 [1]	12	1.1	0.0	8.6	463	77
	9	12	1.1	23.3	-8.6	463	77
	10	12	1.1	23.3	8.6	463	77
			9.0 (11.3)				

1 : konstruktiver Bewehrungsstab, wird bei Kaltbemessung nicht berücksichtigt

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	2.8	2.0

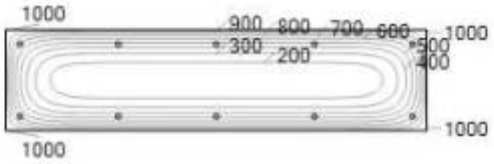
Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m =	0.70	
Betonfeuchte	u =	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze	
Rohdichte	ρ =	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	0.9	cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch	
Betonstahl	=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Rechteck 100x24 t=90min



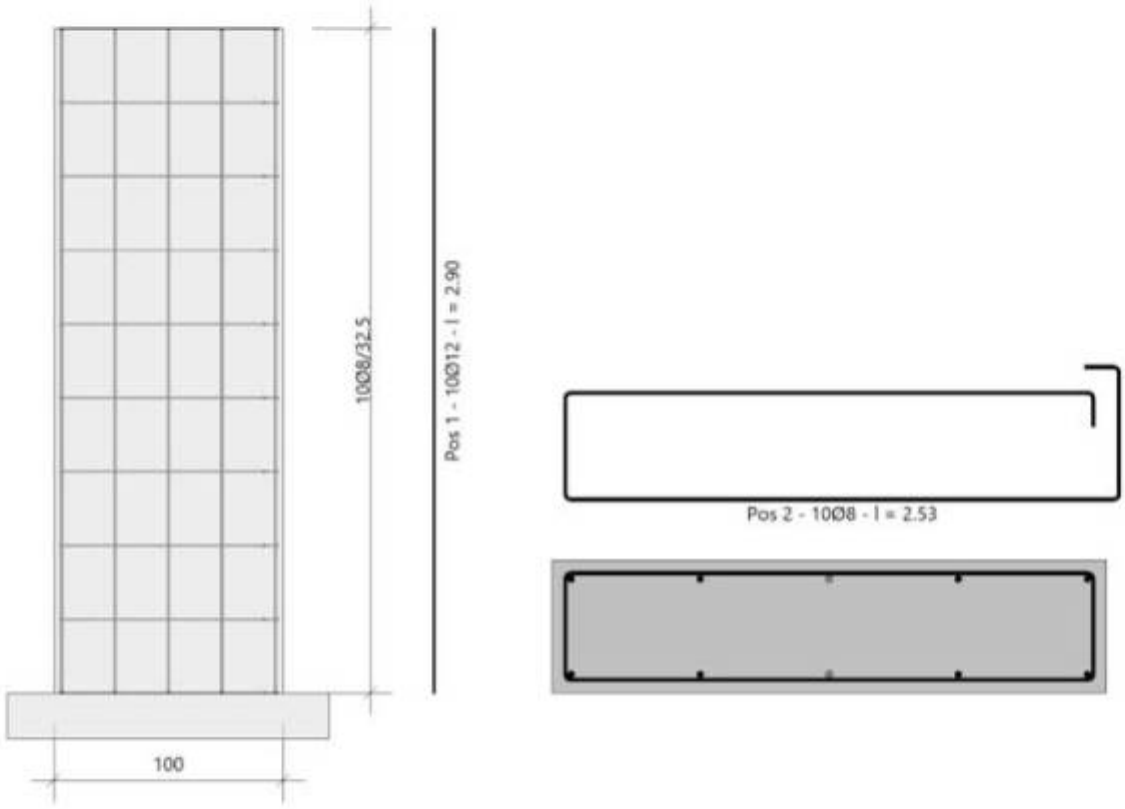
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: KG W2-W3 Stb.-Innenwand

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 33



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. W25 - Stb.-Innenwandpfeiler KG
C25/30 XC1 d = 24 cm

System
Wand
h= 2,90 m
l= 1,00 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 40
g_k= 1115,00 kN/m
q_k= 411,40 kN/m

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

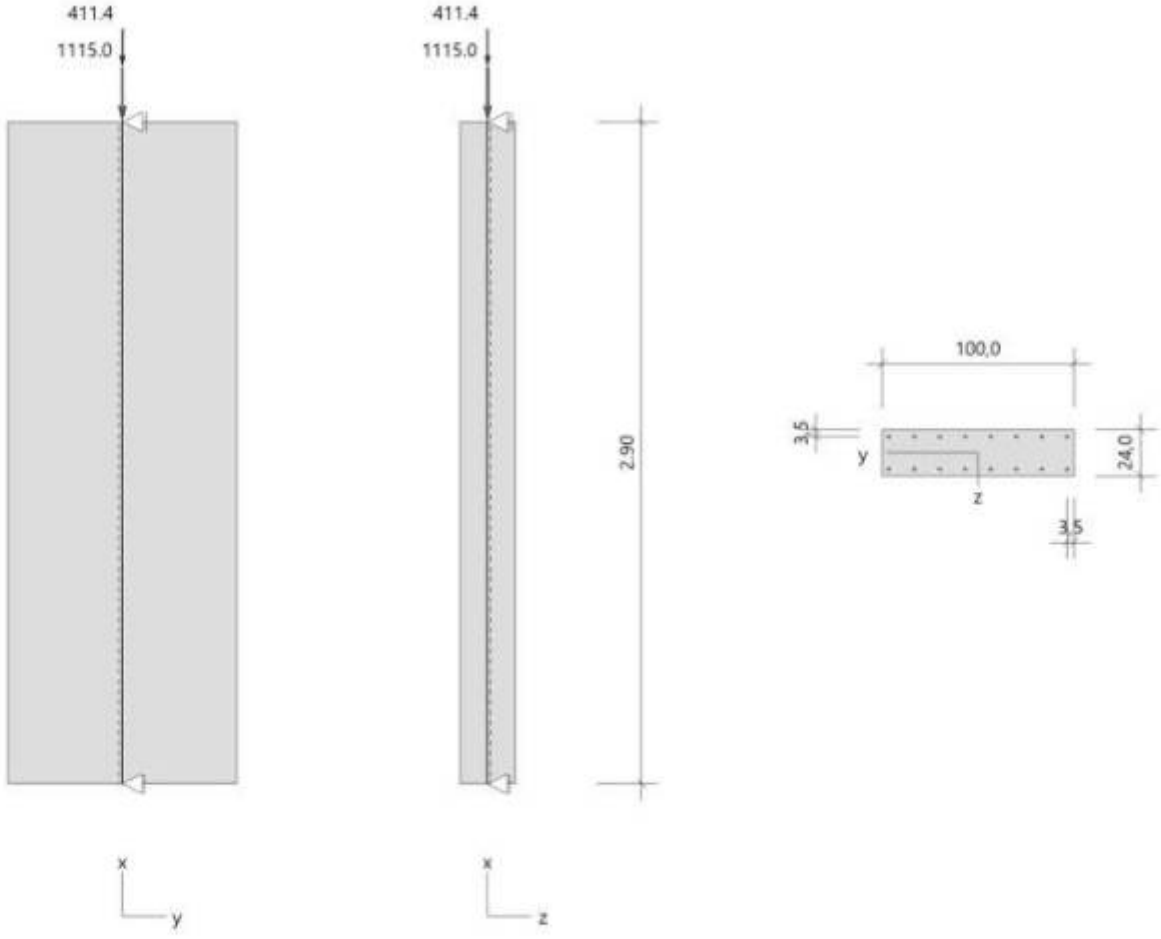
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 33.1



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Kriecheffekte werden nicht berücksichtigt.

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	‰	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	= 2.90	m
Querschnitt	b_y/d_z	= 100.0/24.0	cm
	b_1/d_1	= 3.5/3.5	cm
Bewehrungsanordnung (kalt)		umfangsverteilt	
Bewehrungsanordnung (Brand)		wie Bewehrungsbild	

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	zusätzlich	Altdrp
1	Stützenkopf		1115.0							ständig		
2	Stützenkopf		411.4							Kat. A		

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		17.4							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\xi_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 339,11 in y- / 19,53 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 1115,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 411,4 kN (Kat. A)	**1.50**		**1.50**	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	2.90	2.90	10.0	41.9	25.0	25.0	0.7	0.7	0.000	0.804

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	2.90	-2145.8	0.00	0.00	1.03	24.6	24.6	Querschnitt
	2.42	-2145.8	8.50	-7.70	1.03	24.6	24.6	
	1.93	-2145.8	14.80	-13.41	1.03	24.6	24.6	
	1.45	-2145.8	17.25	-15.65	1.03	24.6	24.6	
	0.97	-2145.8	14.80	-13.41	1.03	24.6	24.6	
	0.48	-2145.8	8.50	-7.70	1.03	24.6	24.6	
	0.00	-2145.8	0.00	0.00	1.03	24.6	24.6	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	2.90		0.0	0.00	0.0	0.00	3
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	1132.4	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		2145.8	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		1528.7	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 1115,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 411,4 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	2.90	2.90	10.0	41.9	0.0	0.0	0.3	0.3	0.000	1.000

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	2.90	-1255.8	0.00	0.00	1.03	24.6	24.6	Querschnitt
	2.42	-1255.8	2.63	-1.83	1.03	24.6	24.6	
	1.93	-1255.8	4.58	-3.18	1.03	24.6	24.6	
	1.45	-1255.8	5.32	-3.71	1.03	24.6	24.6	
	0.97	-1255.8	4.58	-3.18	1.03	24.6	24.6	
	0.48	-1255.8	2.63	-1.83	1.03	24.6	24.6	
	0.00	-1255.8	0.00	0.00	1.03	24.6	24.6	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	2.90		0.0	0.00	0.0	0.00	2
			0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	1132.4	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		1255.8	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	24.6

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 1115,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 411,4 kN (Kat. A)	**1.00**	

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	2.90	-1543.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.42	-1543.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.93	-1543.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.45	-1543.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.97	-1543.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.48	-1543.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-1543.8	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	2.90	-1543.8	0.00	0.00	0.00	-0.194	-38.89	400.00	0.00
1	2.42	-1543.8	0.00	0.00	0.00	-0.194	-38.89	400.00	0.00
1	1.93	-1543.8	0.00	0.00	0.00	-0.194	-38.89	400.00	0.00
1	1.45	-1543.8	0.00	0.00	0.00	-0.194	-38.89	400.00	0.00
1	0.97	-1543.8	0.00	0.00	0.00	-0.194	-38.89	400.00	0.00
1	0.48	-1543.8	0.00	0.00	0.00	-0.194	-38.89	400.00	0.00
1	0.00	-1543.8	0.00	0.00	0.00	-0.194	-38.89	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 1115,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 411,4 kN (Kat. A)	0.30	

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1	1	14	1.5	-46.5	-8.5	694	14
Bügel: 16Ø8 mm	2	14	1.5	46.5	-8.5	694	14
	3	14	1.5	46.5	8.5	694	14
	4	14	1.5	-46.5	8.5	694	14
	5	14	1.5	33.2	-8.5	460	78
	6	14	1.5	33.2	8.5	460	78
	7	14	1.5	19.9	-8.5	454	79
	8	14	1.5	19.9	8.5	454	79
	9	14	1.5	6.6	-8.5	454	79
	10	14	1.5	6.6	8.5	454	79
	11	14	1.5	-6.6	-8.5	454	79
	12	14	1.5	-6.6	8.5	454	79
	13	14	1.5	-19.9	-8.5	454	79
	14	14	1.5	-19.9	8.5	454	79
	15	14	1.5	-33.2	-8.5	460	78
	16	14	1.5	-33.2	8.5	460	78
			24.6				

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$
Abschnitt 1	2.8	2.0	2.8	2.0

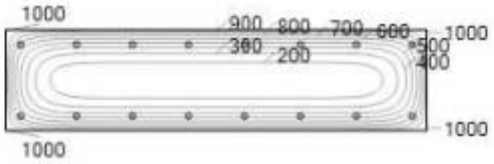
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m =	0.70	
Betonfeuchte	u =	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze	
Rohdichte	ρ =	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	0.9	cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch	
Betonstahl	=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Rechteck 100x24 t=90min



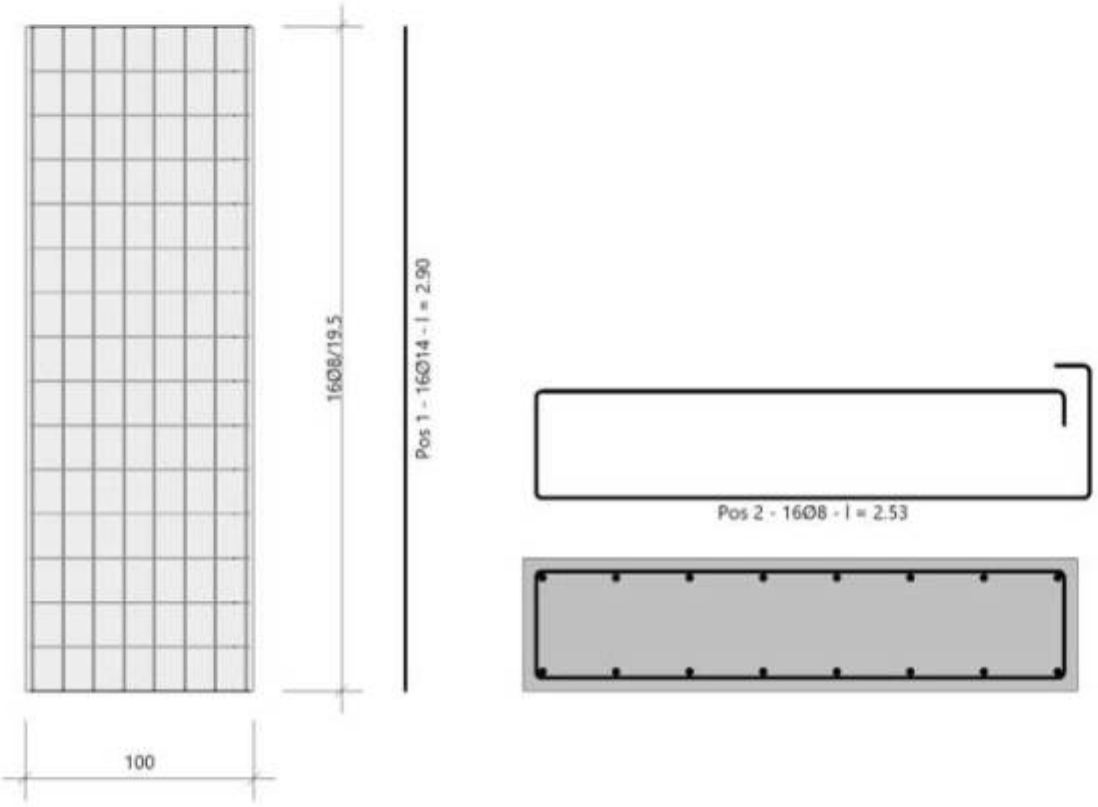
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: KG W25 Stb.-Innenwandpfeiler

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 33



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. W26 - Stb.-Innenwandpfeiler KG
C25/30 XC1 d = 24 cm

System
Wand

h=	2,90 m
l=	0,64 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 40

g_k=	808,20 kN/m
q_k=	195,70 kN/m

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

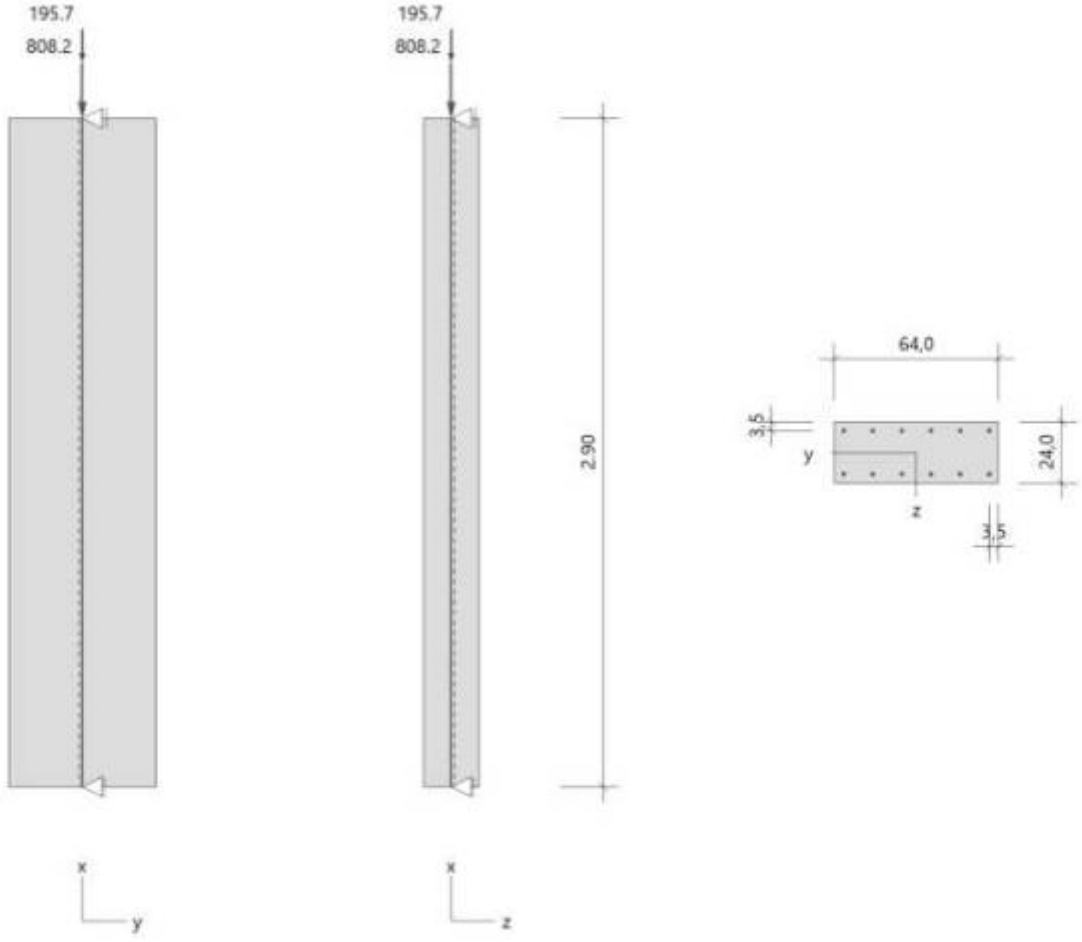
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 33.1



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Kriecheffekte werden nicht berücksichtigt.

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	= 25.00	N/mm²	E_{cm}	= 31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	‰	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	= 2.90	m
Querschnitt	b_y/d_z	= 64.0/24.0	cm
	b_1/d_1	= 3.5/3.5	cm
Bewehrungsanordnung (kalt)		umfangsverteilt	
Bewehrungsanordnung (Brand)		wie Bewehrungsbild	

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	zusätzl.	Altdrp
1	Stützenkopf		808.2							ständig		
2	Stützenkopf		195.7							Kat. A		

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		11.1							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\xi_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 136,29 in y- / 19,17 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 808,2 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 195,7 kN (Kat. A)	**1.50**		**1.50**	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	2.90	2.90	15.7	41.9	25.0	25.0	0.7	0.7	0.000	0.831

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	2.90	-1399.7	0.00	0.00	1.20	18.5	18.5	Querschnitt
	2.42	-1399.7	5.53	-5.06	1.20	18.5	18.5	
	1.93	-1399.7	9.63	-8.82	1.20	18.5	18.5	
	1.45	-1399.7	11.22	-10.29	1.20	18.5	18.5	
	0.97	-1399.7	9.63	-8.82	1.20	18.5	18.5	
	0.48	-1399.7	5.53	-5.06	1.20	18.5	18.5	
	0.00	-1399.7	0.00	0.00	1.20	18.5	18.5	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	2.90		0.0	0.00	0.0	0.00	3
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	819.3	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		1399.7	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		1112.9	0.0	0.00	0.0	0.00	3
		1106.1	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 808,2 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 195,7 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
2	1	Stütze	2.90	2.90	15.7	41.9	0.0	0.0	0.3	0.3	0.000	1.000

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
2	2.90	-819.3	0.00	0.00	1.20	18.5	18.5	Querschnitt
	2.42	-819.3	6.62	-1.34	1.20	18.5	18.5	
	1.93	-819.3	11.51	-2.34	1.20	18.5	18.5	
	1.45	-819.3	13.32	-2.73	1.20	18.5	18.5	
	0.97	-819.3	11.51	-2.34	1.20	18.5	18.5	
	0.48	-819.3	6.62	-1.34	1.20	18.5	18.5	
	0.00	-819.3	0.00	0.00	1.20	18.5	18.5	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	2.90		0.0	0.00	0.0	0.00	2
			0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	819.3	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		878.0	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	18.5

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Statisch durch Vergleich geprüft

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 808,2 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 195,7 kN (Kat. A)	**1.00**	

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	2.90	-1015.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.42	-1015.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.93	-1015.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.45	-1015.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.97	-1015.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.48	-1015.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-1015.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	2.90	-1015.0	0.00	0.00	0.00	-0.198	-39.52	400.00	0.00
1	2.42	-1015.0	0.00	0.00	0.00	-0.198	-39.52	400.00	0.00
1	1.93	-1015.0	0.00	0.00	0.00	-0.198	-39.52	400.00	0.00
1	1.45	-1015.0	0.00	0.00	0.00	-0.198	-39.52	400.00	0.00
1	0.97	-1015.0	0.00	0.00	0.00	-0.198	-39.52	400.00	0.00
1	0.48	-1015.0	0.00	0.00	0.00	-0.198	-39.52	400.00	0.00
1	0.00	-1015.0	0.00	0.00	0.00	-0.198	-39.52	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 808,2 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 195,7 kN (Kat. A)	0.30	

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1	1	14	1.5	-28.5	-8.5	694	14
Bügel: 35Ø8 mm	2	14	1.5	28.5	-8.5	694	14
	3	14	1.5	28.5	8.5	694	14
	4	14	1.5	-28.5	8.5	694	14
	5	14	1.5	-17.1	-8.5	465	77
	6	14	1.5	-17.1	8.5	465	77
	7	14	1.5	-5.7	-8.5	454	79
	8	14	1.5	-5.7	8.5	454	79
	9	14	1.5	5.7	-8.5	454	79
	10	14	1.5	5.7	8.5	454	79
	11	14	1.5	17.1	-8.5	465	77
	12	14	1.5	17.1	8.5	465	77
			18.5				

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	2.8	2.0

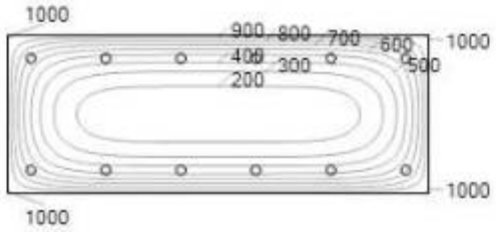
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α	=	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c	=	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m	=	0.70	
Betonfeuchte	u	=	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ	=	obere Grenze	
Rohdichte	ρ	=	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem}	=	0.9	cm
Betonzuschlag		=	quarzitisch	
Betonstahl		=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls		=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Rechteck 64x24 t=90min



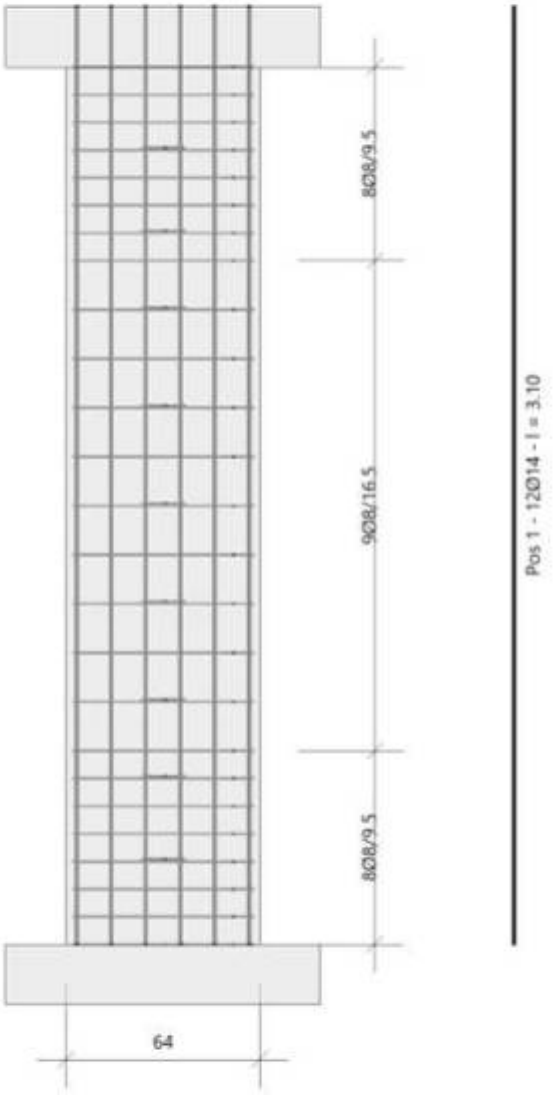
Statisch durch
Vergleich geprüft

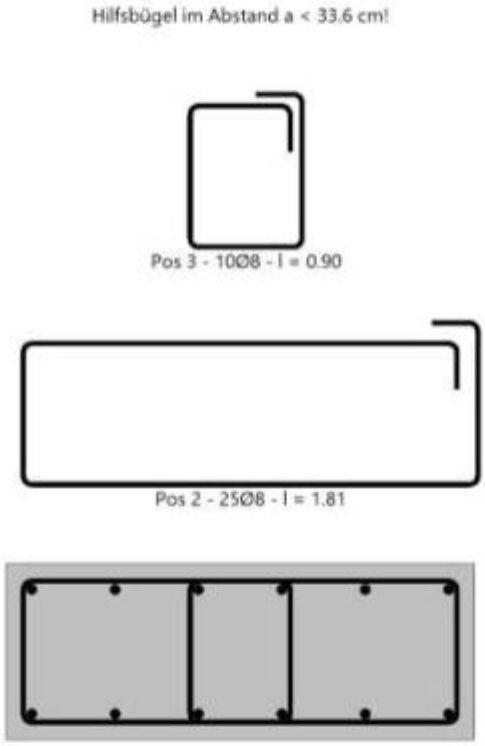
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: KG W26 Stb.-Innenwandpfeiler

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 25





Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. WA - Stb.-Aufzugswand-KG
C25/30 XC1 d = 25 cm

System
Wand
h= 2,90 m

Belastung
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt

aus Pos. 40
g_k= 147,10 kN/m
q_k= 16,40 kN/m

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

Bewhrung aus dem 2.OG runterführen
vertikal: $A_{s,v,erf} \geq 4{,}46$ cm²/m je Seite
Randbewehrung: 4xØ12 mm

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

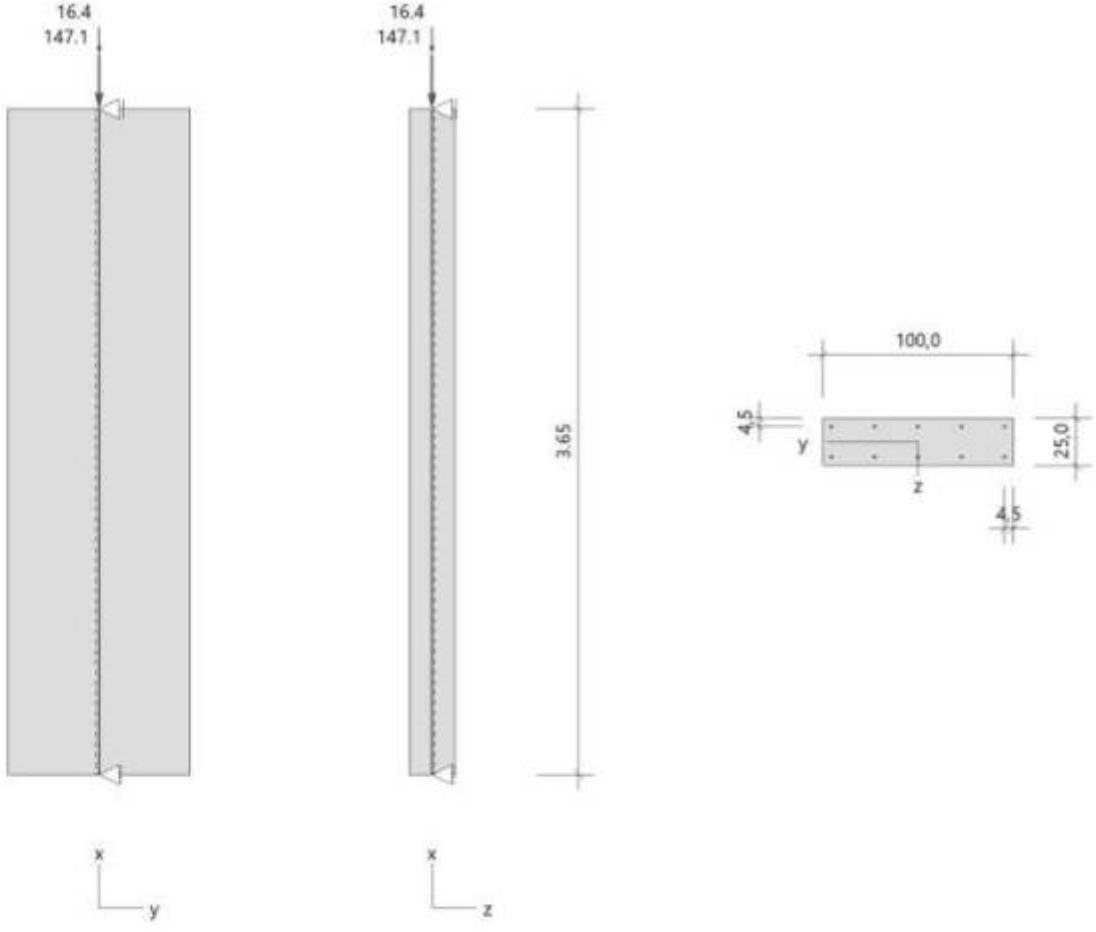
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 41.7



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.63		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	°/oo	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.65 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	100.0/25.0 cm
	b_1/d_1	=	4.5/4.5 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude ständig	0.70	0.50	0.30	1.000	1.500 1.350

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		147.1							ständig		
2	Stützenkopf		16.4							Kat. A		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		22.8							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\zeta_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf θ <= 1/500 begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 1883,98 in y- / 117,75 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 147,1 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 16,4 kN (Kat. A)	**1.50**			**1.50**
1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1				

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	3.65	3.65	12.6	50.6	59.7	59.7	0.0	0.0	2.633	0.950

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: KG WA Stb.-Aufzugswand

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-254.0	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	Querschnitt
	3.04	-254.0	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	2.43	-254.0	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	1.83	-254.0	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	1.22	-254.0	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	0.61	-254.0	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	
	0.00	-254.0	0.00	0.00	0.25	6.2	6.2	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	169.9	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		254.0	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 147,1 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 16,4 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	3.65	3.65	12.6	50.6	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.555

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.65	-174.8	0.00	0.00	0.62	15.4	15.4	Querschnitt
	3.04	-174.8	0.40	-0.32	0.62	15.4	15.4	
	2.43	-174.8	0.69	-0.56	0.62	15.4	15.4	
	1.83	-174.8	0.79	-0.65	0.62	15.4	15.4	
	1.22	-174.8	0.69	-0.56	0.62	15.4	15.4	
	0.61	-174.8	0.40	-0.32	0.62	15.4	15.4	
	0.00	-174.8	0.00	0.00	0.62	15.4	15.4	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.65		0.0	0.00	0.0	0.00	2
			0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	169.9	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		174.8	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	15.4

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht V = 147,1 kN (ständig) V = 16,4 kN (Kat. A)	1.00 1.00 **1.00**	1.00 1.00
1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ <= λ_{lim} nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1		

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-186.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-186.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-186.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-186.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-186.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-186.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-186.3	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.65	-186.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.04	-186.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.43	-186.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.83	-186.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.22	-186.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.61	-186.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-186.3	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-186.3	0.00	0.00	0.00	-0.023	-4.59	400.00	0.00
1	3.04	-186.3	0.00	0.00	0.00	-0.023	-4.59	400.00	0.00
1	2.43	-186.3	0.00	0.00	0.00	-0.023	-4.59	400.00	0.00
1	1.83	-186.3	0.00	0.00	0.00	-0.023	-4.59	400.00	0.00
1	1.22	-186.3	0.00	0.00	0.00	-0.023	-4.59	400.00	0.00
1	0.61	-186.3	0.00	0.00	0.00	-0.023	-4.59	400.00	0.00
1	0.00	-186.3	0.00	0.00	0.00	-0.023	-4.59	400.00	0.00
1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))									

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.65	-186.3	0.00	0.00	0.00	-0.023	-4.59	400.00	0.00
1	3.04	-186.3	0.00	0.00	0.00	-0.023	-4.59	400.00	0.00
1	2.43	-186.3	0.00	0.00	0.00	-0.023	-4.59	400.00	0.00
1	1.83	-186.3	0.00	0.00	0.00	-0.023	-4.59	400.00	0.00
1	1.22	-186.3	0.00	0.00	0.00	-0.023	-4.59	400.00	0.00

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	0.61	-186.3	0.00	0.00	0.00	-0.023	-4.59	400.00	0.00
1	0.00	-186.3	0.00	0.00	0.00	-0.023	-4.59	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 147,1 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 16,4 kN (Kat. A)	0.30	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.65	-174.8	0.00	0.00	-0.022	-0.68	-11.25	1.00		0.06
1	3.04	-174.8	0.00	0.00	-0.022	-0.68	-11.25	1.00		0.06
1	2.43	-174.8	0.00	0.00	-0.022	-0.68	-11.25	1.00		0.06
1	1.83	-174.8	0.00	0.00	-0.022	-0.68	-11.25	1.00		0.06
1	1.22	-174.8	0.00	0.00	-0.022	-0.68	-11.25	1.00		0.06
1	0.61	-174.8	0.00	0.00	-0.022	-0.68	-11.25	1.00		0.06
1	0.00	-174.8	0.00	0.00	-0.022	-0.68	-11.25	1.00		0.06

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1 Bügel: 12Ø8 mm	1	14	1.5	-45.5	-8.0	587	44
	2	14	1.5	45.5	-8.0	587	44
	3	14	1.5	45.5	8.0	587	44
	4	14	1.5	-45.5	8.0	587	44
	5 [1]	14	1.5	-22.8	-8.0	371	96
	6 [1]	14	1.5	-22.8	8.0	371	96
	7 [1]	14	1.5	0.0	-8.0	371	96
	8 [1]	14	1.5	0.0	8.0	371	96
	9 [1]	14	1.5	22.8	-8.0	371	96
	10 [1]	14	1.5	22.8	8.0	371	96
			6.2 (15.4)				

1 : konstruktiver Bewehrungsstab, wird bei Kaltbemessung nicht berücksichtigt

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.8	3.0

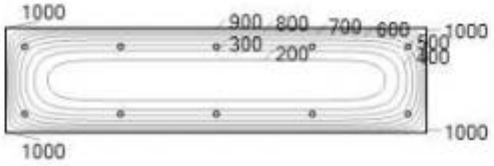
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m =	0.70	
Betonfeuchte	u =	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze	
Rohdichte	ρ =	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	1.0	cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch	
Betonstahl	=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt	

Temperaturfeld Rechteck 100x25 t=90min



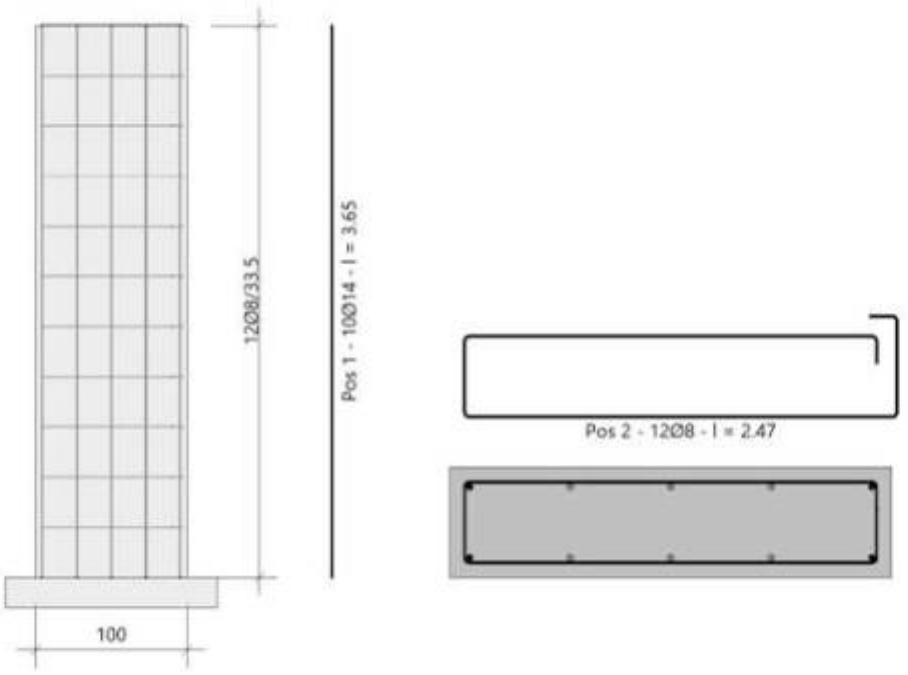
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: KG WA Stb.-Aufzugswand

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 50



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. WAT40 -Wandartiger Träger im EG

C25/30 XC1 d = 0,24 m

System:
Wandartiger Träger mit Türöffnungen
Achse 3 zwischen Achse F'-G
siehe FEM-Modell als Scheibe

Belastung:
Das Eigengewicht wird programmintern berücksichtigt.
Bei den Werten aus dem FEM-Modell der Pos. 30 werden die Maximalwerte angegeben. Die Last wird aus dem Modell mittels der Funktion Lastfallübernahme auf das System modelliert.

Lasten aus Decke EG
Einzugsfläche: 13,0 m²
Läge Wand l= 4,5 m
Höhe Wand h= 4,6 m

ständig:

ständige Last g_k = (0,30*25+2,75)*13,0/4,5 = 29,61 kN/m

veränderlich:
Nutzlast Geschossdecke = 5,00 *13,0/4,5 = 14,44 kN/m

Biegebewehrung:
Bewehrung ist über h_a = min{0,1*h;0,1*l} am unteren Rand zu führen
h_a = MIN(0,1*h;0,1*l) = 0,45 m
siehe Bewehrungsskizze

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms InfoCAD

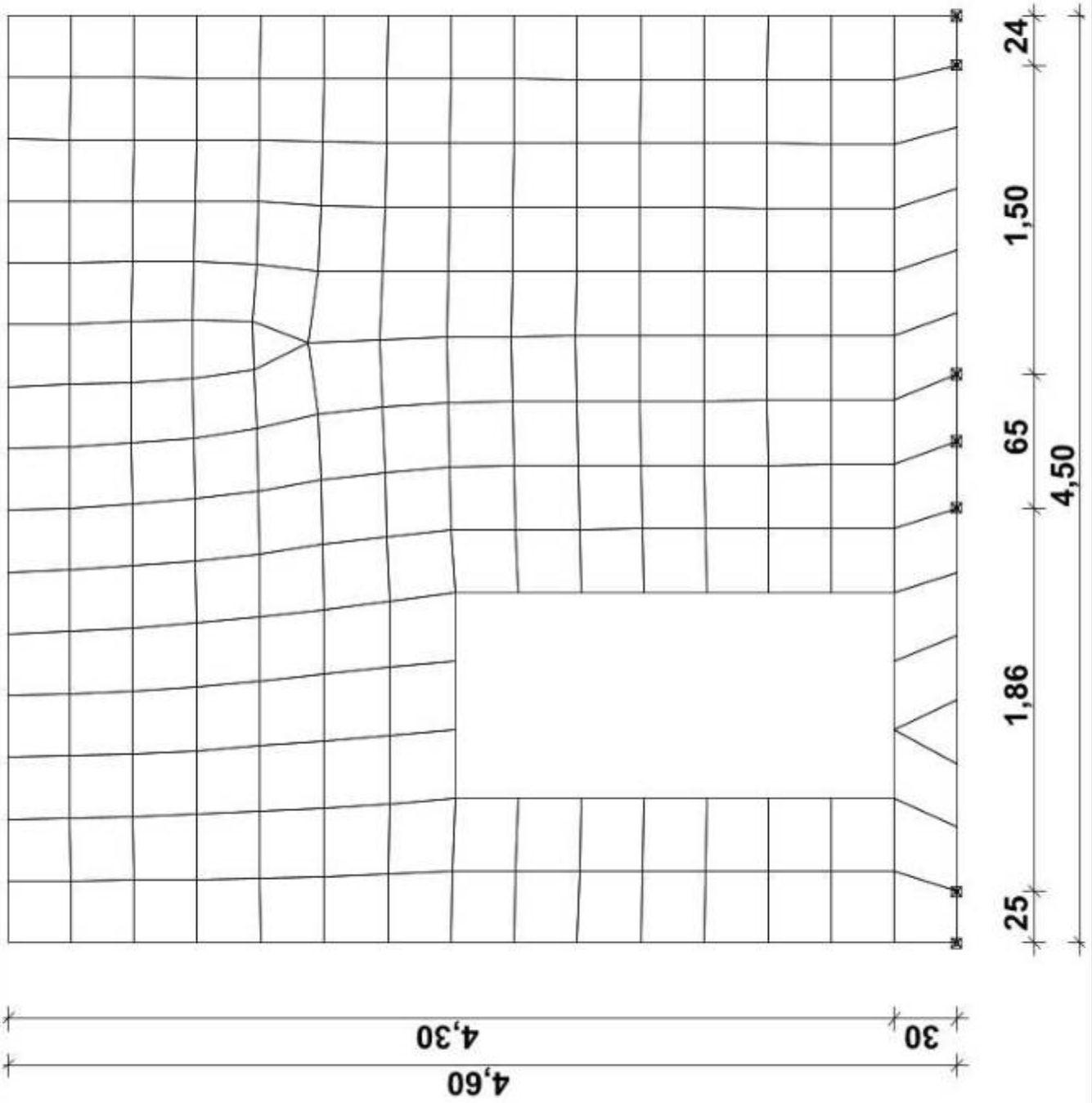
Statisch durch
Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	WAT40

Zeichnung

M = 1:30



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

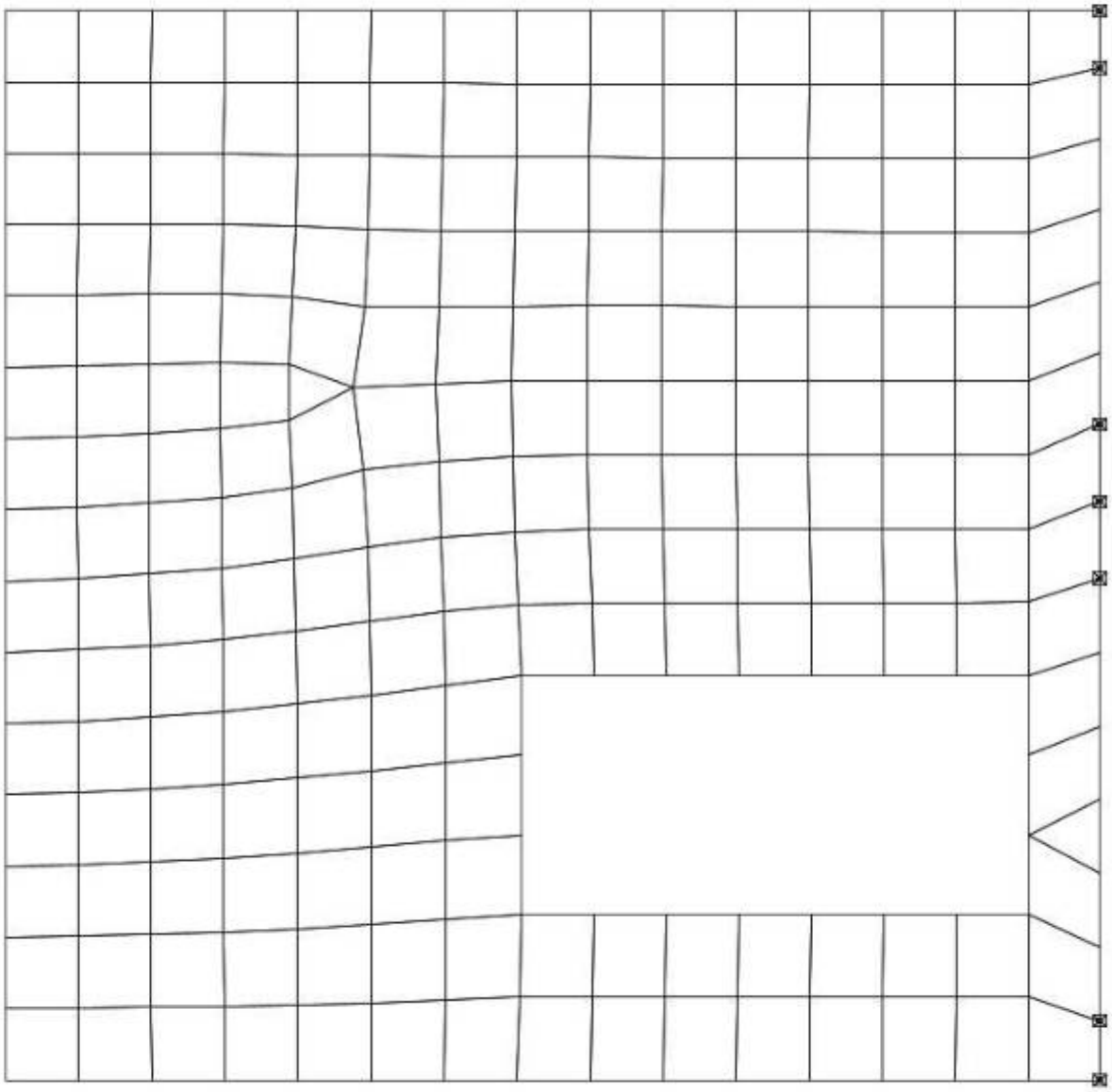
Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

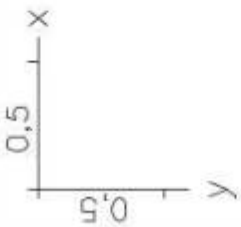
Projekt: 2024-1100 - Hünxe	WAT40

LF 1: Belastung, Eigengewicht M = 1:30

EIGENLAST:0/1/0



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH



Statisch durch Vergleich geprüft

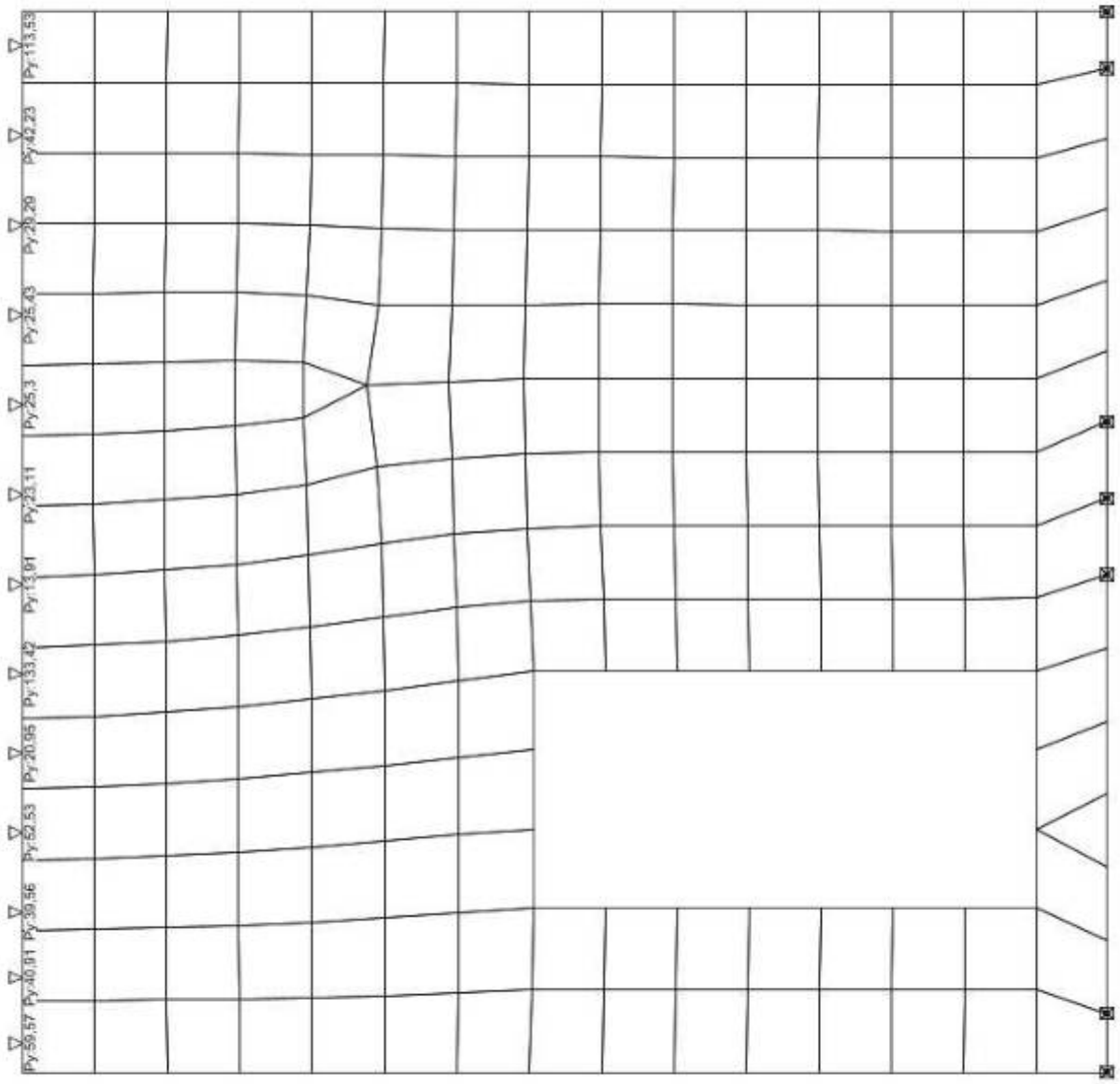
LF 1: Belastung, Eigengewicht

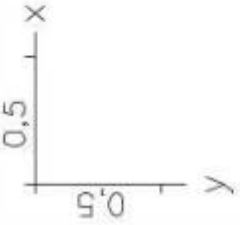
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	WAT40

LF 2: Belastung, Lasten aus Pos.20 G

M = 1:30





Statisch durch Vergleich geprüft

LF 2: Belastung, Lasten aus Pos.30 G

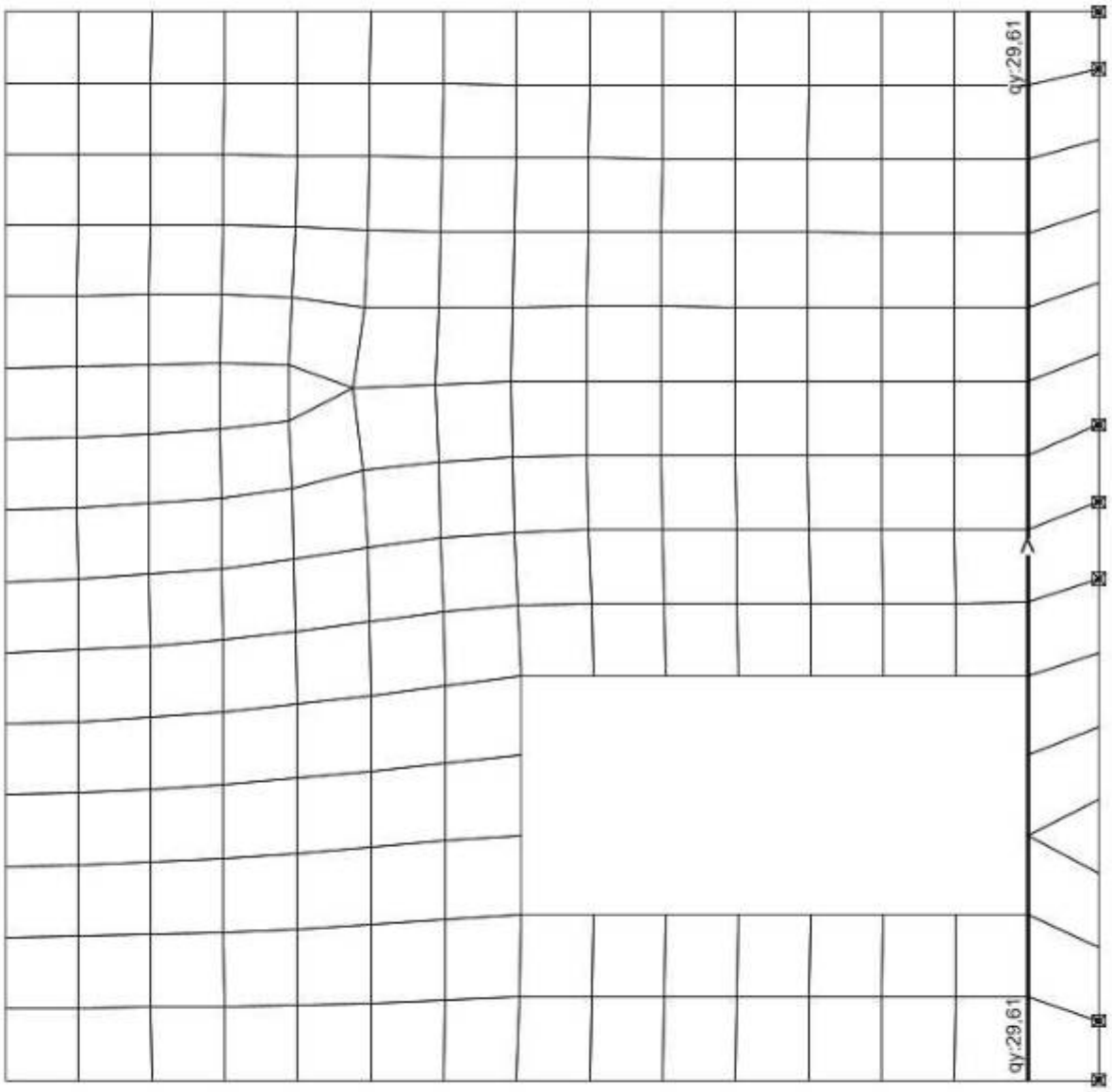
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

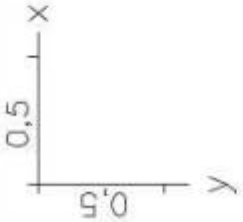
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	WAT40

LF 3: Belastung, Lasten aus Pos.30 G

M = 1:30





Statisch durch Vergleich geprüft

LF 3: Belastung, Lasten aus Pos.40 G

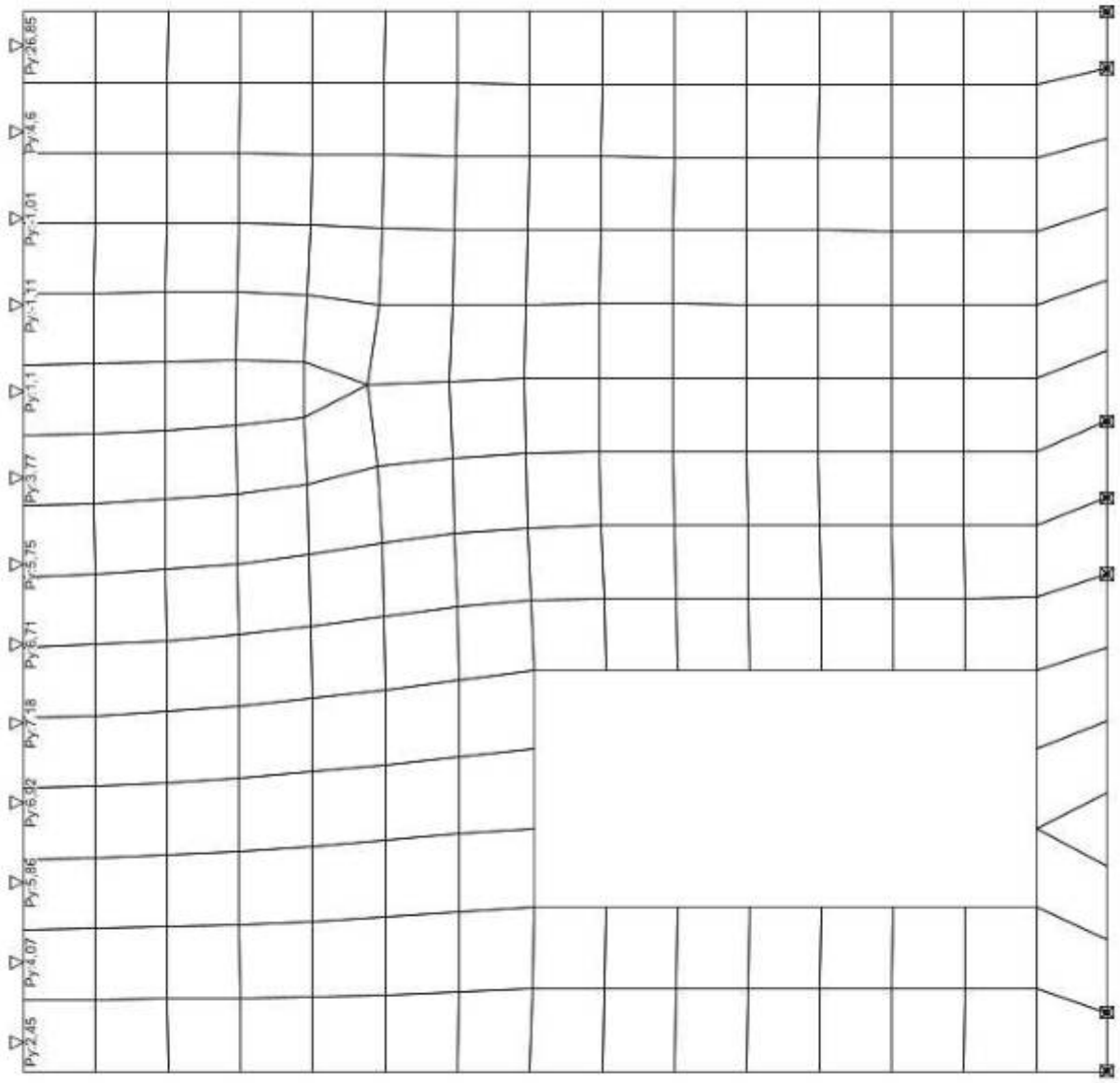
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

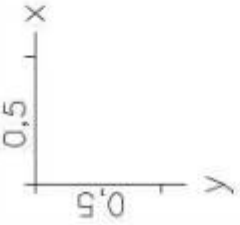
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	WAT40

LF 10: Belastung, Lasten aus Pos.20 Q

M = 1:30





Statisch durch Vergleich geprüft

LF 10: Belastung, Lasten aus Pos.30 Q

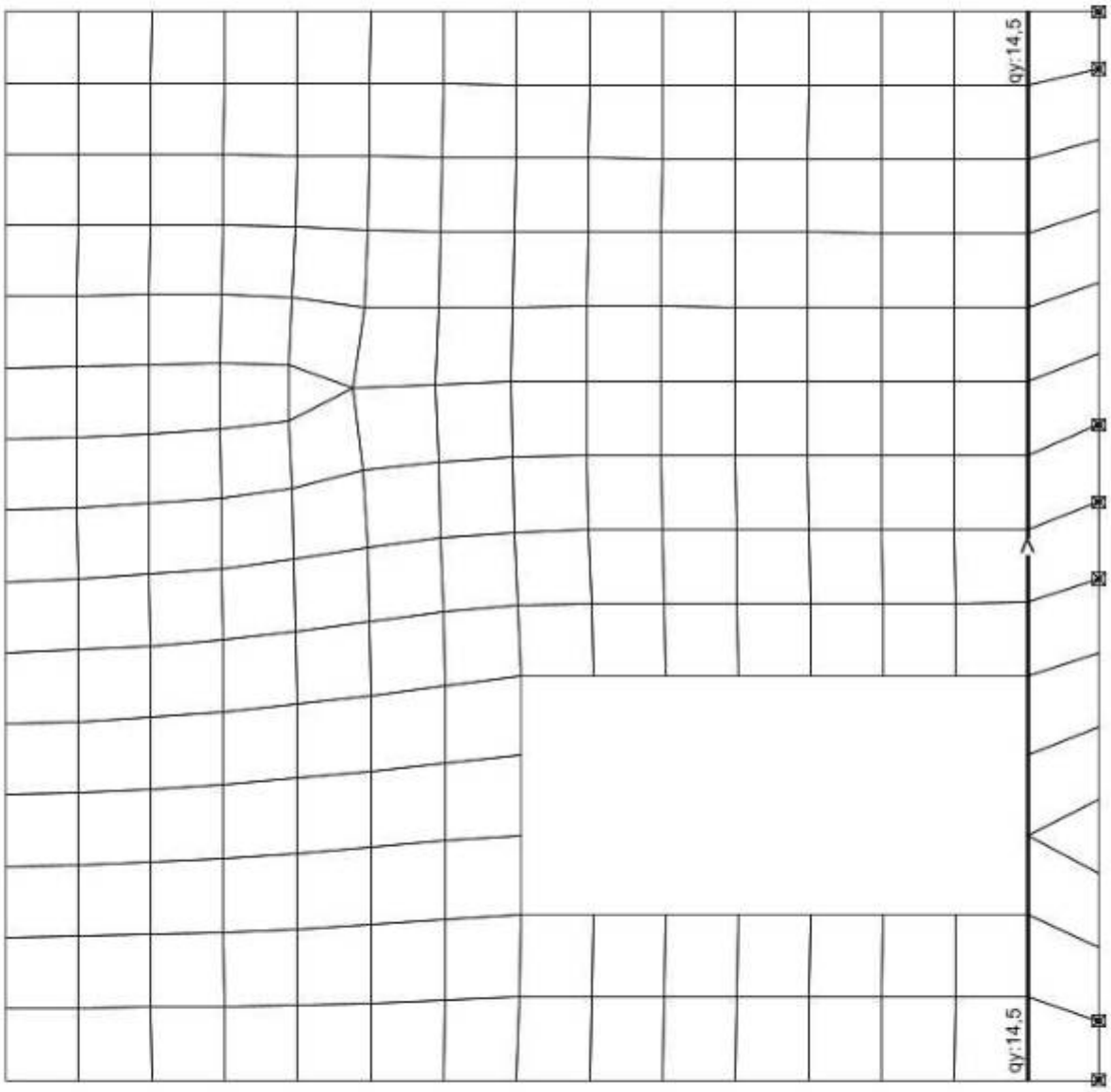
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

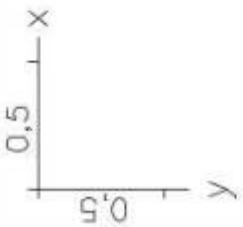
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	WAT40

LF 11: Belastung, Lasten aus Pos.30 Q

M = 1:30





Statisch durch Vergleich geprüft

LF 11: Belastung, Lasten aus Pos.40 Q

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M	R	B	Q	T	S	Ermüdung B	Q	T	P	C	V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C	B	P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N — Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.

fyk — Stahlgüte der Bügel.

Theta — Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.

P. — Balken werden wie Platten bemessen.

K. — Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.

Asl — Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.

rhow — Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).

as — Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).

x,y — Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.

cvl — Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.

Red. — Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m] bw	bw.nom	bn [m]	kb	Höhe [m] h	h.nom	Nutzhöhe d [m]	kd	Torsionsquerschn. [m] z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,240	.	0,210	0,90	.	.	.	.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

Rohd. Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten [MN/m] fck	a.cc	fctm	a.ct	Grenzdehnungen [o/oo] e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
1	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]	y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000 500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000 500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,240					
	4	0,000	0,240					

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Betonstahl für Flächenelemente

as Grundbewehrung [cm²/m]
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1     Eigengewicht
2     Lasten aus Pos.30 G
3     Lasten aus Pos.40 G
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,7 / 0,6

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
10    Lasten aus Pos.30 Q
11    Lasten aus Pos.40 Q
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Häufige Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

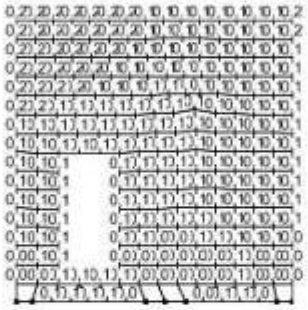
Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht	-0,000	111,420	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	111,420	0,000
2	Lasten aus Pos.30 G	-0,000	619,754	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	619,754	0,000
10	Lasten aus Pos.30 Q	-0,000	73,126	0,000
	Auflagerreaktionen	-0,000	73,126	0,000
20	Summe G	-0,000	864,419	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	864,419	0,000
21	Summe Q	0,000	138,376	0,000
	Auflagerreaktionen	-0,000	138,376	0,000

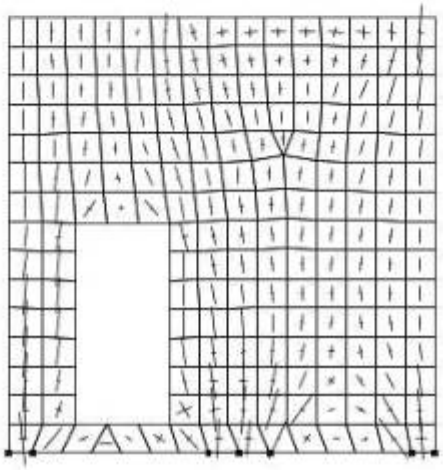
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

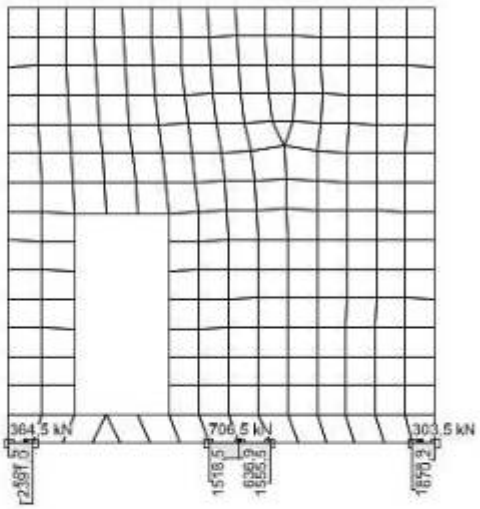
M = 1:



Deformationen uy max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1



Schnittgrößen n1; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

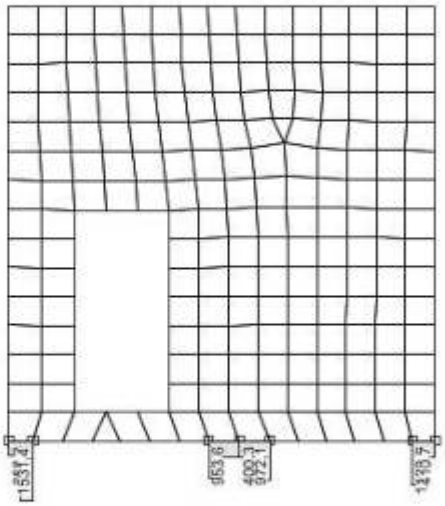


Auflagerreaktionen Ry max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

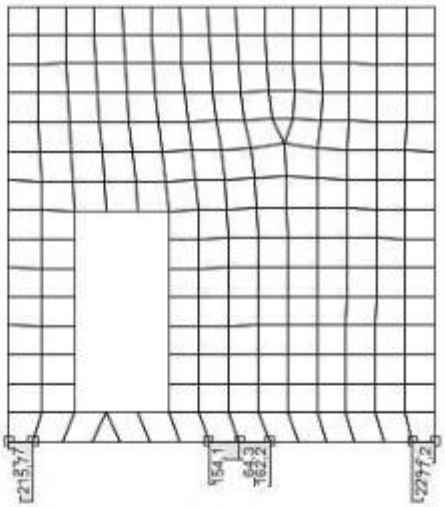
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

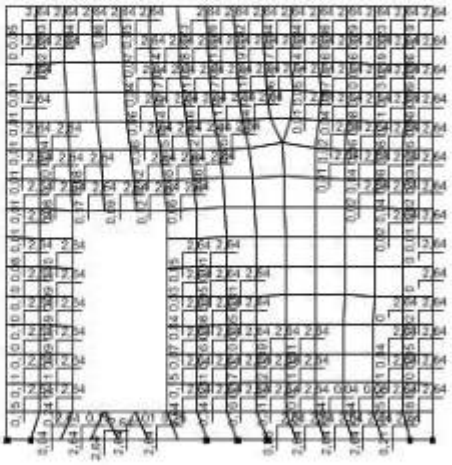
M = 1:



Auflagerreaktionen Ry; LF 20, Summe G



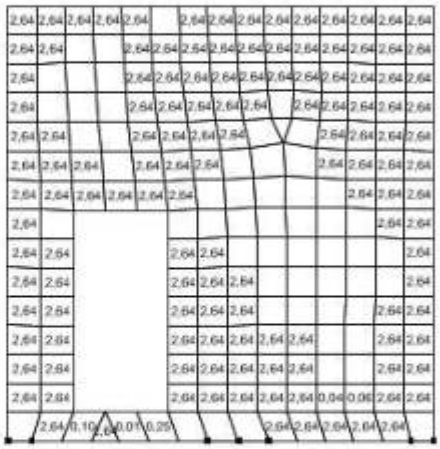
Auflagerreaktionen Ry; LF 21, Summe Q



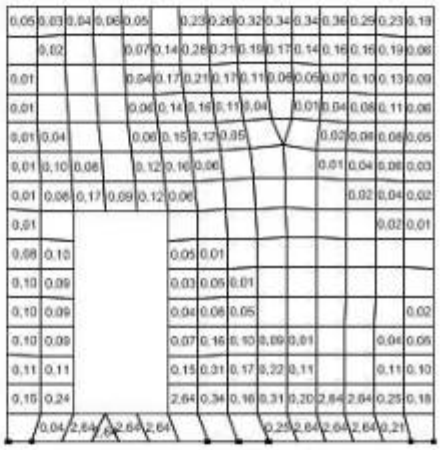
Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH



Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1



Biegebewehrung asy 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

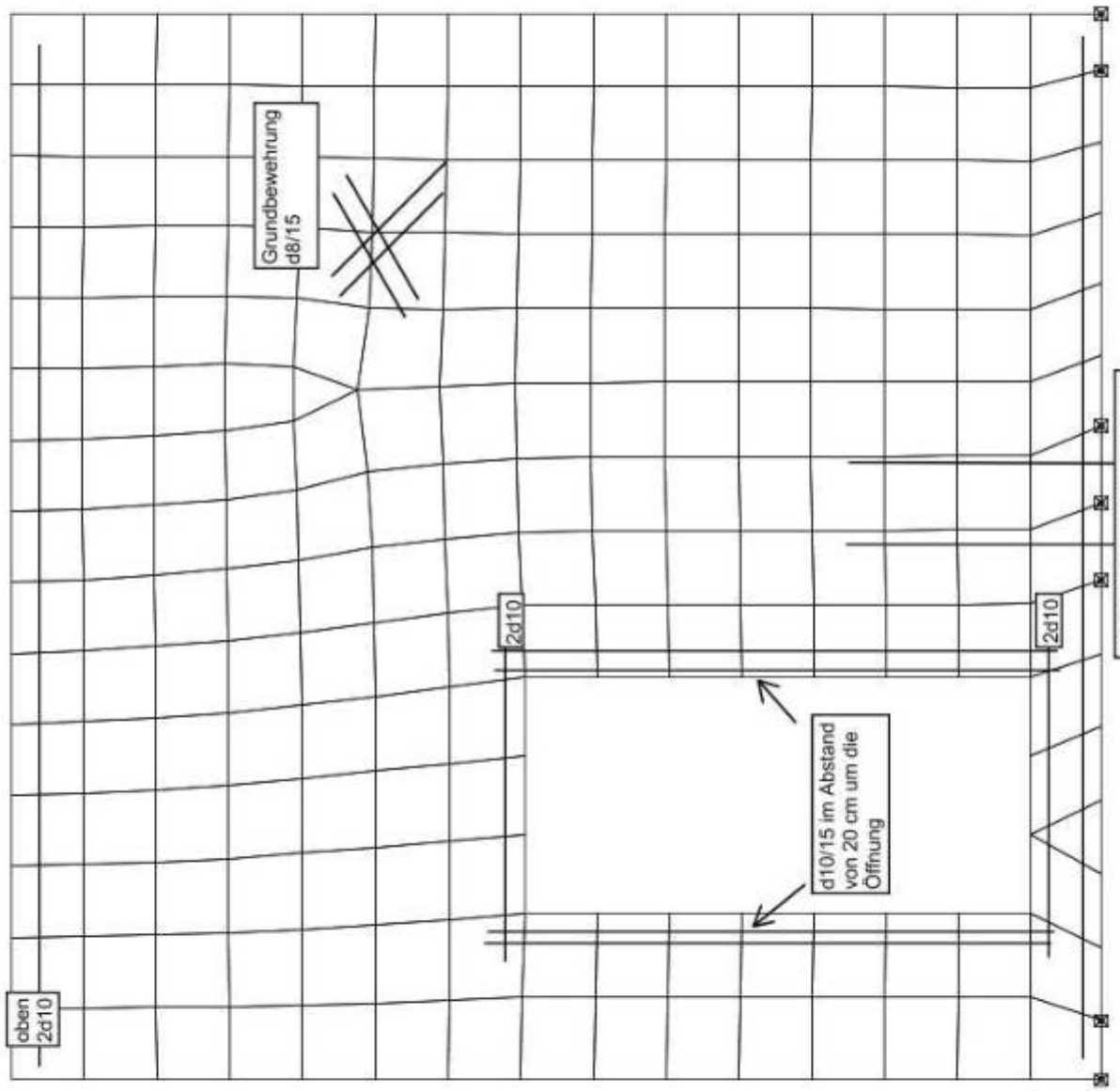
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | WAT40

System M = 1:30



Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

WAT40

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

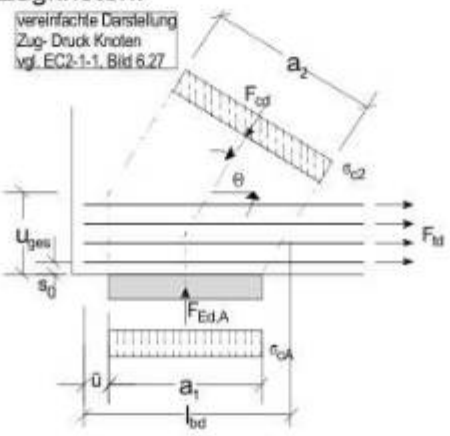
Auflager Achse F' (WAT 40):

Auflagerkraft $F_{Ed,A}$= 364,50 kN

Beton = C25/30
f_{cd} = 14,2 N/mm²

Betondeckung c_{nom}= 3,5 cm

Zugknoten:



gew. Druckbewehrung:

A_{sv} => gewählt: 2 ∅ 10

Durckbewehrung aus Aufager (falls benötigt)

$F_{Rd,S}$= 2*1,00^2/4*π*43,5 = 68,33 kN

Auflagerbreite a_1= 0,24 m
Auflagertiefe t_w= 0,300 m

Lagerpressungen σ_{cA}

σ_{cA} = $F_{Ed,A} * 10^{-3} / (a_1 * t_w)$ = 5,1 MN/m²
$\sigma_{Rd,max}$ = $0,75 * 1*f_{cd}+(F_{Rd,S}*10^{-3})/(a_1*tw)$ = 11,6 MN/m²
$\sigma_{cA} / \sigma_{Rd,max}$ = **0,44 ≤ 1**

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

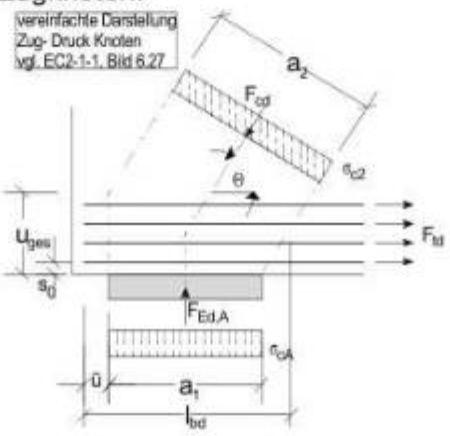
Auflager Achse G (WAT 40):

Auflagerkraft $F_{Ed,A}$= 303,50 kN

Beton = C25/30
f_{cd} = 14,2 N/mm²

Betondeckung c_{nom}= 3,5 cm

Zugknoten:



gew. Druckbewehrung:

A_{sv} => gewählt: 2 ∅ 14

Durckbewehrung aus Aufager (falls benötigt)

$F_{Rd,S}$= 2*1,00^2/4*π*43,5 = 68,33 kN

Auflagerbreite a_1= 0,24 m
Auflagertiefe t_w= 0,300 m

Lagerpressungen σ_{cA}

σ_{cA} = $F_{Ed,A} * 10^{-3} / (a_1 * t_w)$ = 4,2 MN/m²
$\sigma_{Rd,max}$ = $0,75 * 1*f_{cd}+(F_{Rd,S}*10^{-3})/(a_1*tw)$ = 11,6 MN/m²
$\sigma_{cA} / \sigma_{Rd,max}$ = **0,36 ≤ 1**

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

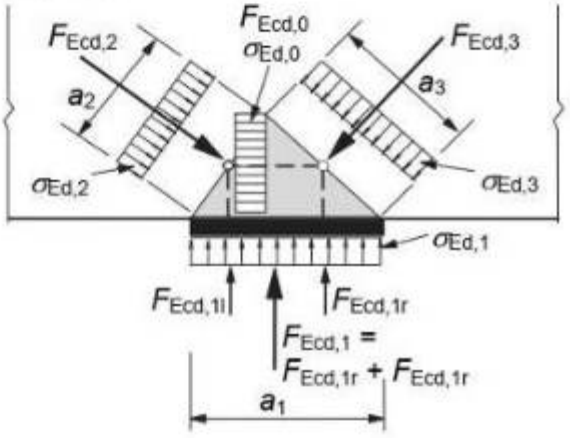
Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Auflager Achse F'-G (WAT40 Stütze):

Auflagerkraft $F_{Ed,A}$=		706,50 kN
Beton	=	C25/30
f_{cd}	=	14,2 N/mm²
Betondeckung c_{nom}=		3,5 cm

Druckknoten:



gew. Druckbewehrung:

A_{sv} => gewählt: 2 ∅ 14

Durckbewehrung aus Aufager (falls benötigt)

Verankerungslänge $l_{b,rqd}$=	57,00 mm	
Verankerungshöhe u=	46,00 cm	
$F_{Rd,S}$= (2*1,40^2/4*π*43,5)*(u/$l_{b,rqd}$)	=	108,08 kN
Auflagerbreite a_1=		0,24 m
Auflagertiefe t_w=		0,35 m

Lagerpressungen σ_{cA}

σ_{cA} = $F_{Ed,A}$ * 10^{-3} / (a_1 * t_w)	=	8,4 MN/m²
$\sigma_{Rd,max}$ = 1,10 * 1*f_{cd}+($F_{Rd,S}$*10^{-3})/(a_1*tw)	=	16,9 MN/m²
σ_{cA} / $\sigma_{Rd,max}$	=	**0,50 ≤ 1**

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. WAT 41 - Wandartiger Träger

C25/30 XC1 d = 0,24 m

System:

1-Feldträder
Achse F zwischen Achse 4-3
Ansicht siehe nachfolgende Seite
Ermittlung der Schnittgrößen mit FEM

l=		4,40 m
h=		4,60 m
b_w=		0,24 m
Feldmoment $M_{Ed,F}$ =		466,50 kNm
Auflagerkraft $F_{Ed,A}$=		665,00 kN
Beton	=	C25/30
f_{cd}	=	14,2 N/mm²
Betondeckung c_{nom}=		3,5 cm

Mindestbewehrung

Betonquerschnitt $A_c = 100 * b_w * 10^2$	=	2400 cm²
$A_{s,dbmin}$ = MAX(0,00075 * A_c;1,5)	=	**1,80 cm²/m**

gewählt: Q335 je Seite

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Biegebemessung:

Resutierende Zugkräfte näherungsweise nach [DAfStb-Heft 240]

Verhältnis $\eta = \frac{h}{l} = \frac{4{,}60}{4{,}40}$ = 1,05

z_F =	WENN(η≤1; 0,3*h*(3-h/l); 0,6*l)	=	2,64 m
$F_{td,F}$ =	$M_{Ed,F} / z_F$	=	176,7 kN
$A_{s,F,erf}$ =	$\frac{F_{td,F}}{43{,}5}$	=	4,1 cm²

Stabdurchm. d_s =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	14 mm
$A_{s,gew}$ =	GEW("ec2_de/As"; Bez; ds=d_s; As≥$A_{s,F,erf}$)	=	3 ∅ 14
$A_{s,vorh}$ =	TAB("ec2_de/As"; As; Bez=$A_{s,gew}$)	=	4,62 cm²

Bewehrung je Seite über die Höhe h_a verteilen

gewählt: 3 ∅ 14 je Seite

Bewehrung ist über h_a = min{0,1*h;0,1*l} am unteren Rand zu führen

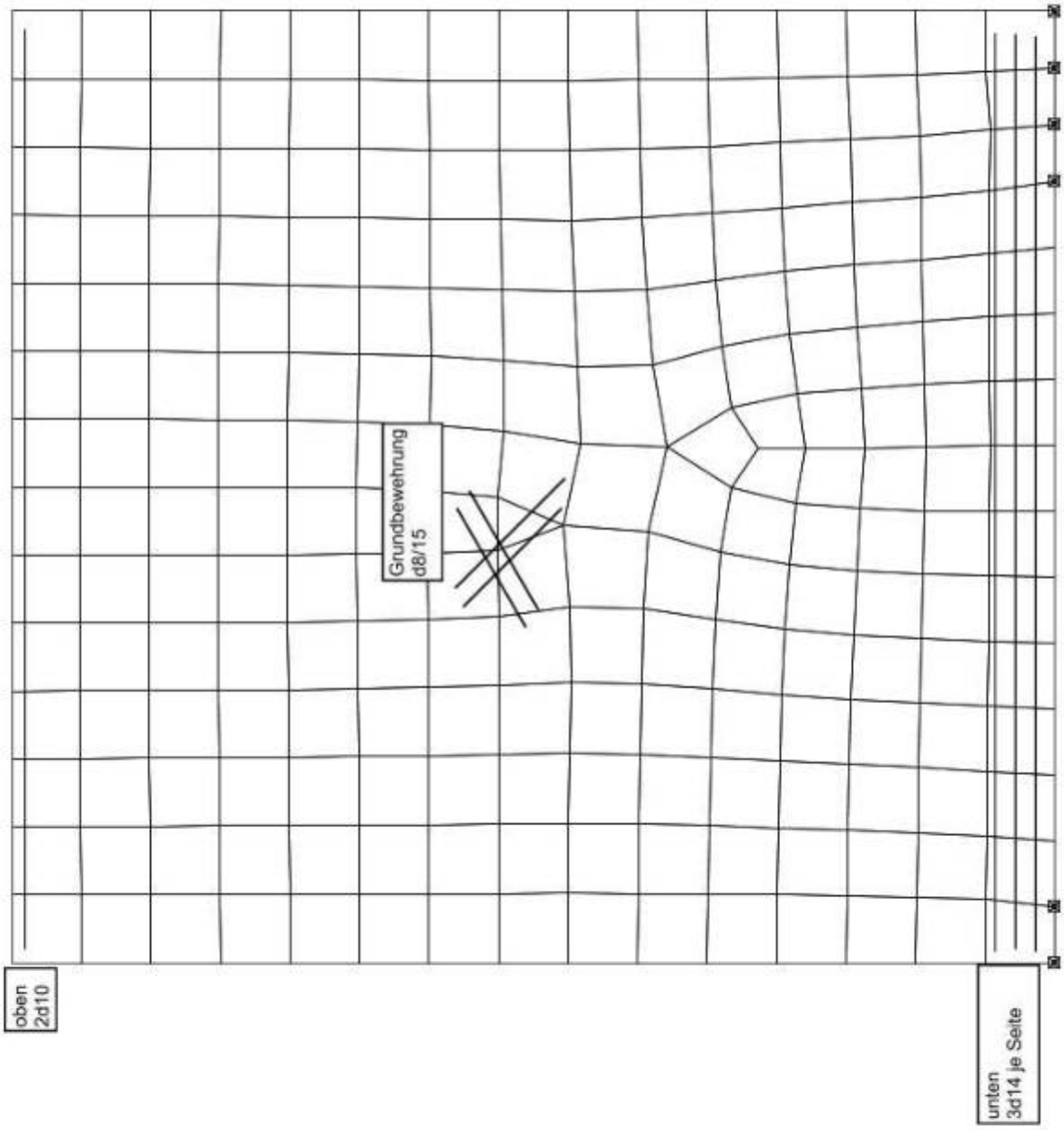
h_a = MIN(0,1*h;0,1*l) = 0,44 m

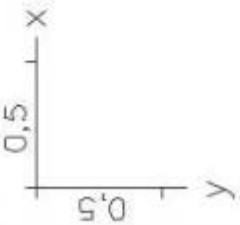
Statisch durch
Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	WAT41

System M = 1:30





Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos.40B - Stb.-Bodenplatte

C25/30 XC1/XC3 h=25 cm

Systeme
nicht unterkellert
tragfähigem Untergrund
auf 30 cm Tragschicht

40

Pos.50 -Stb.-Bodenplatte

C30/37 XC1/XC3 h = ~~35~~ cm

Systeme
FEM-Platte
Bettungsziffer: 20 MN/m³
$\sigma_{R,d}$=200 kN/m²

Belastung

Eigenlasten

Eigengewicht g_k=	0,35*25	=	8,75 kN/m²
Ausbaulast g_k=			2,75 kN/m²

Wandlasten

Stb.-Außenwand h30 g_k=	(0,3*25+0,2)*2,90	=	22,33 kN/m
Stb.-Innenwand h24 g_k=	(0,24*25+0,4)*2,90	=	18,56 kN/m
Stb.-Aufzugswand h25 g_k=	(0,25*25+0,4)*2,90	=	19,29 kN/m

Stütze

Stb.-Stütze 40/50 g_k=	0,40*0,50*25*2,90	=	14,50 kN
Stb.-Stütze 40/40 g_k=	0,40*0,40*25*2,90	=	11,60 kN

Nutzlasten

Klassenzimmer,Büro zzgl. Trennwandzuschlag q_k=	5,00 kN/m²
Flur,Treppenhäuser q_k=	5,00 kN/m²

Bemessung
siehe Ausdruck Bemessungsprogramm InfoCAD

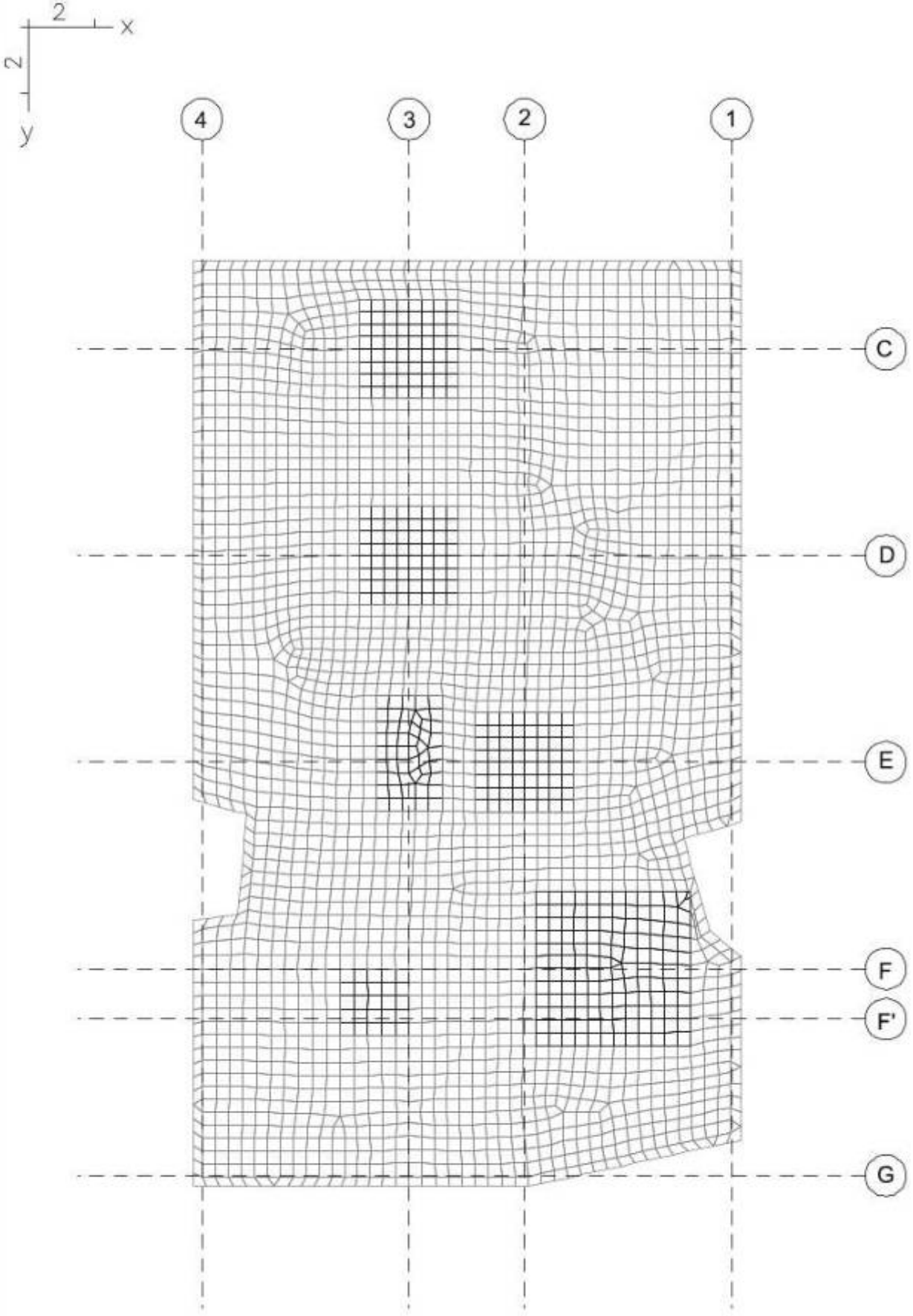
Statisch durch
Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos.50

Raster

M = 1:170



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 - Bodenplatte

Statisch durch Vergleich geprüft

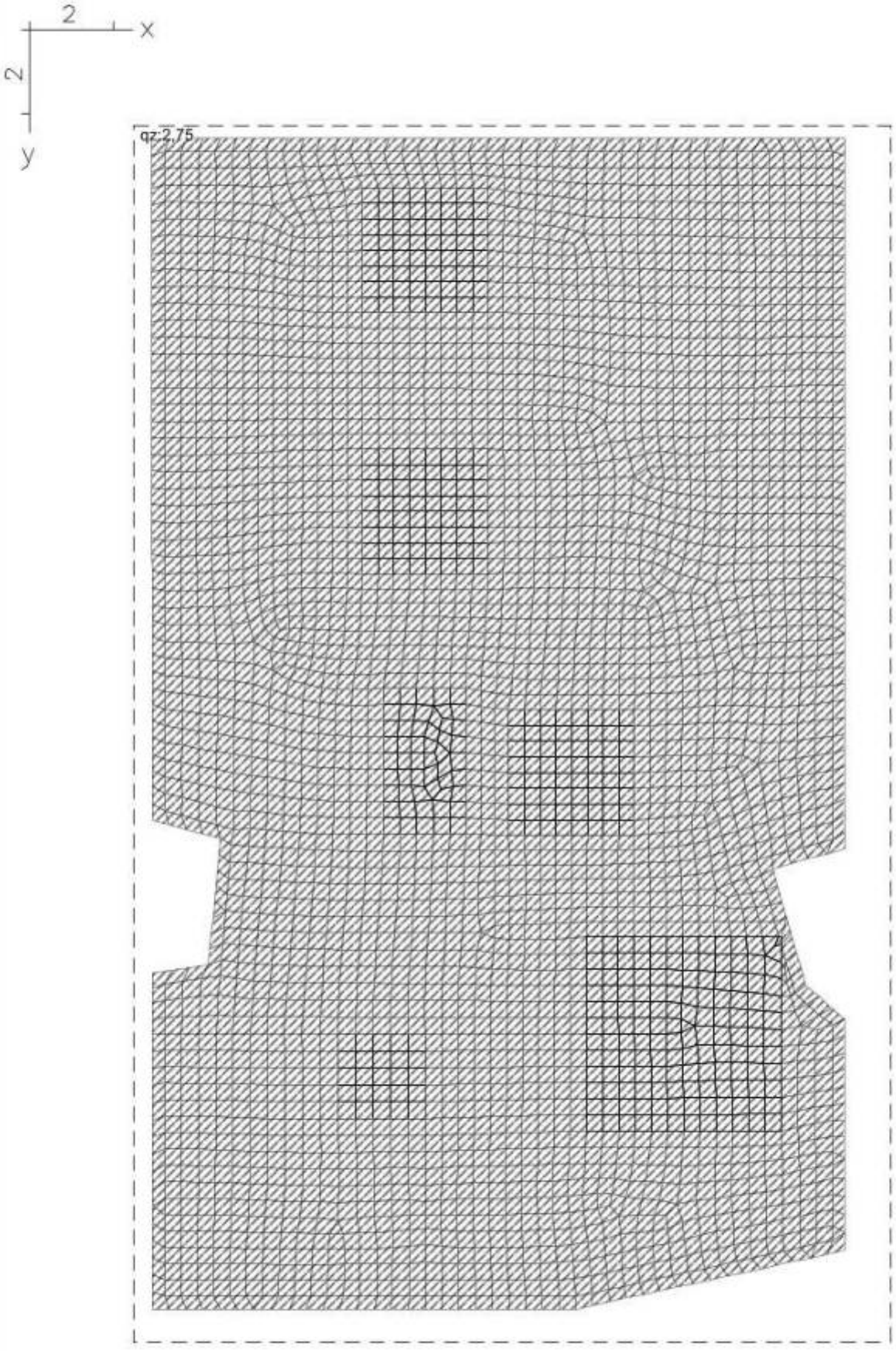
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.50

LF 1: Belastung, Eigenlast + Ausbaulast

M = 1:140

EIGENLAST



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 - Bodenplatte

LF 1: Belastung, Eigenlast + Ausbaulast

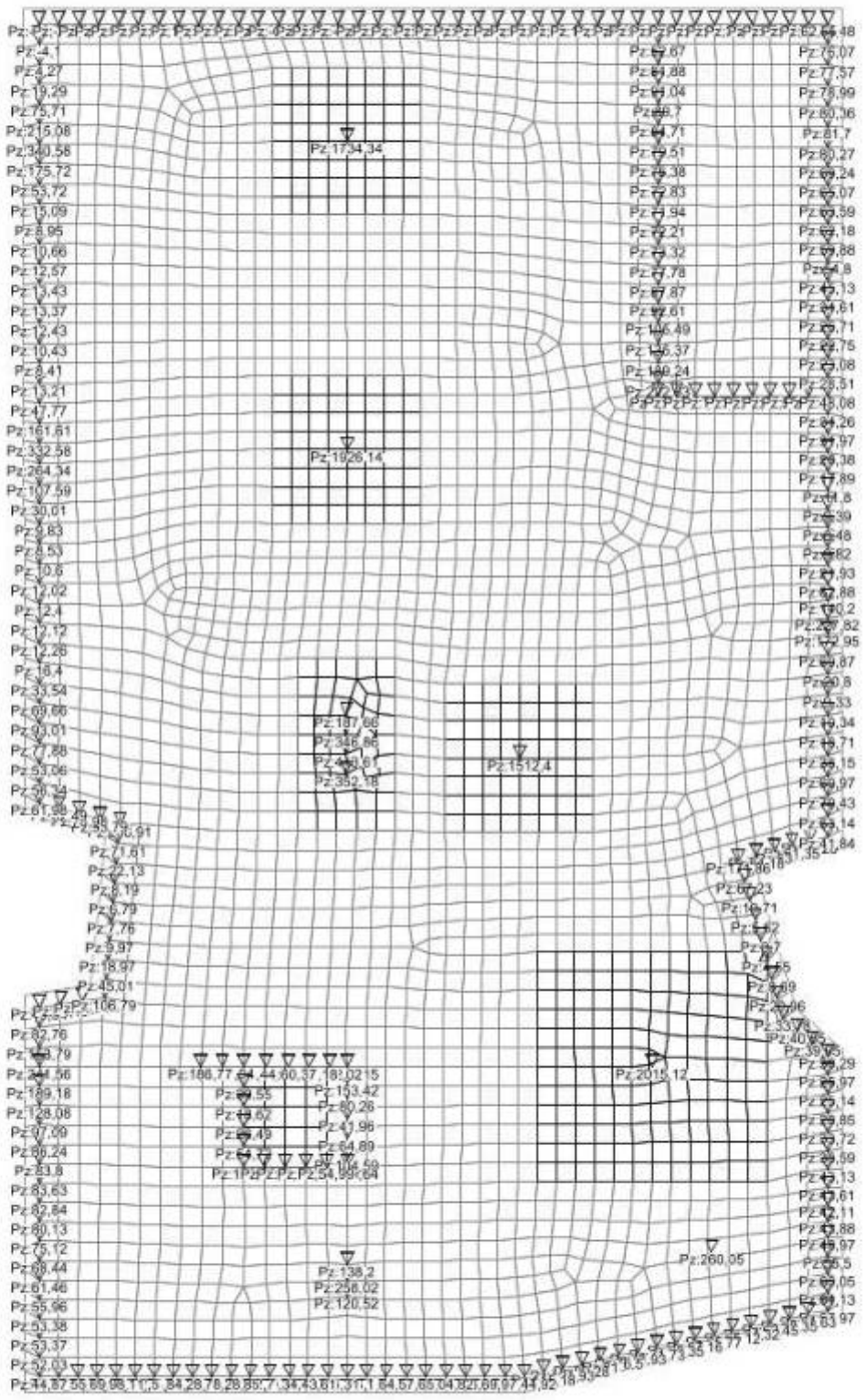
Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.50

LF 2: Belastung, Lastübernahme g KG

M = 1:140



LF 2: Belastung, Lastübernahme g KG

Statisch durch Vergleich geprüft

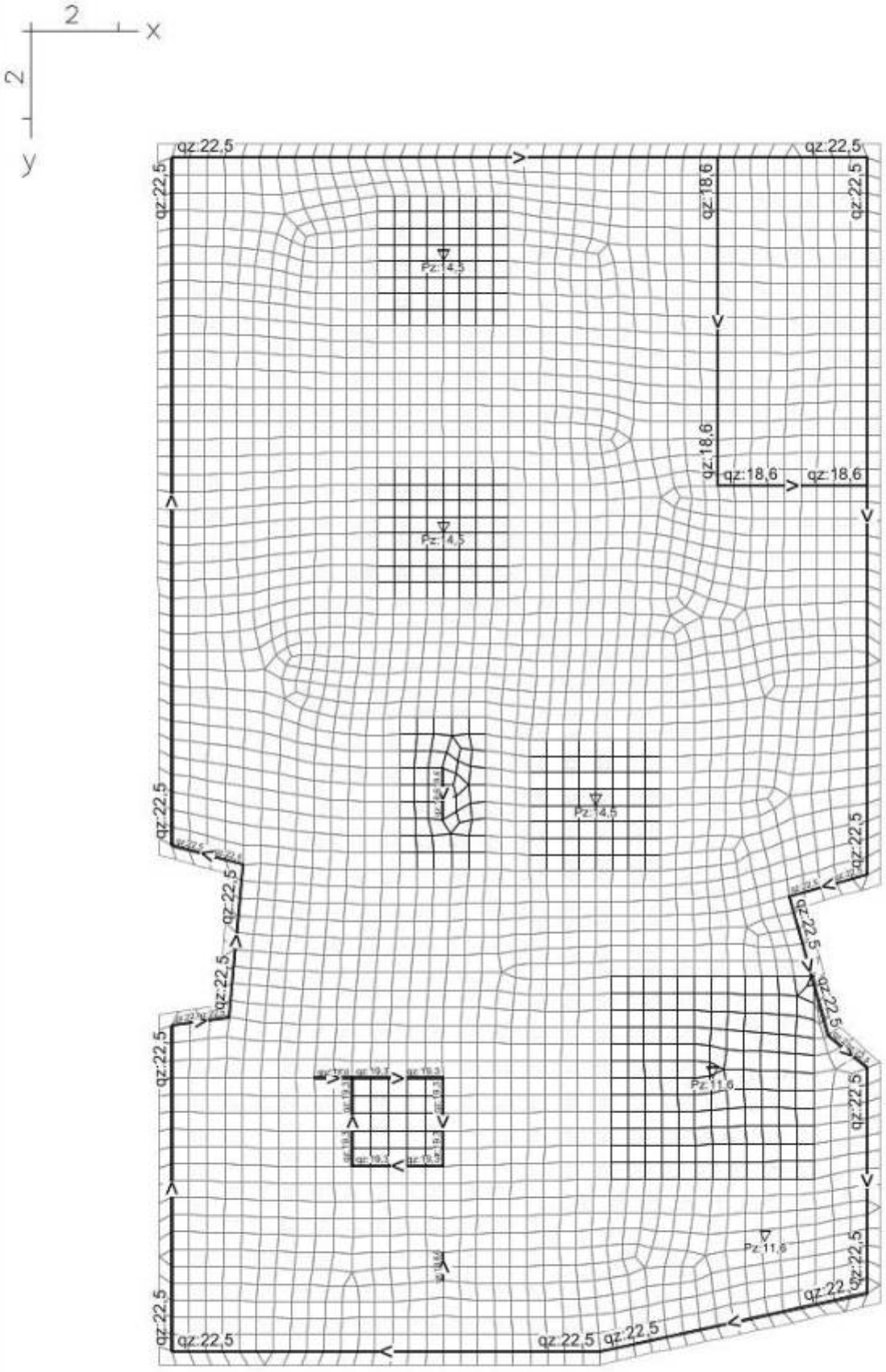
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.50

LF 3: Belastung, Aufgehende Bauteile

M = 1:140



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

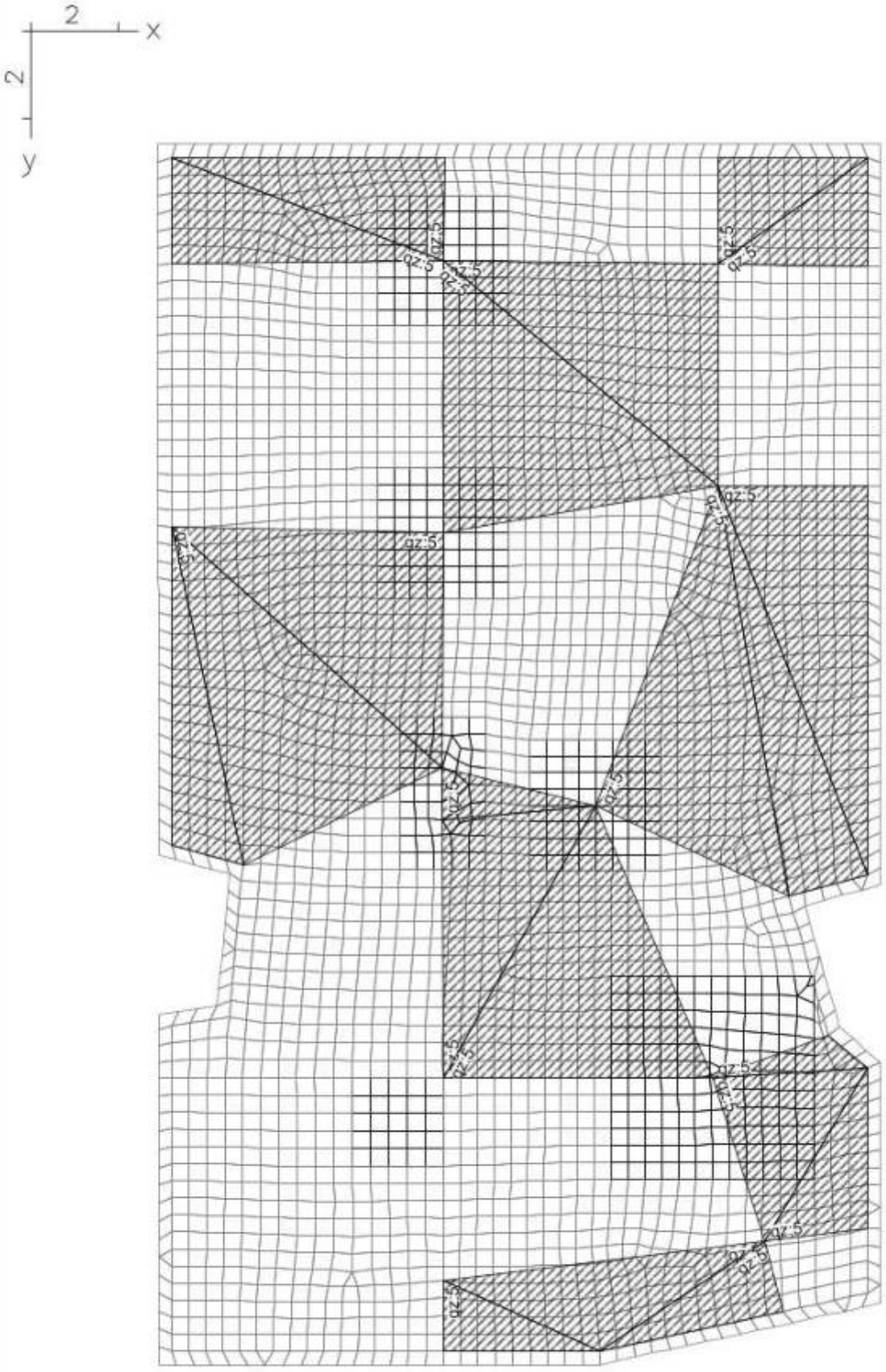
LF 3: Belastung, Aufgehende Bauteile

Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.50

LF 10: Belastung, Nutzlast 1 M = 1:140



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 - Bodenplatte

LF 10: Belastung, Nutzlast 1

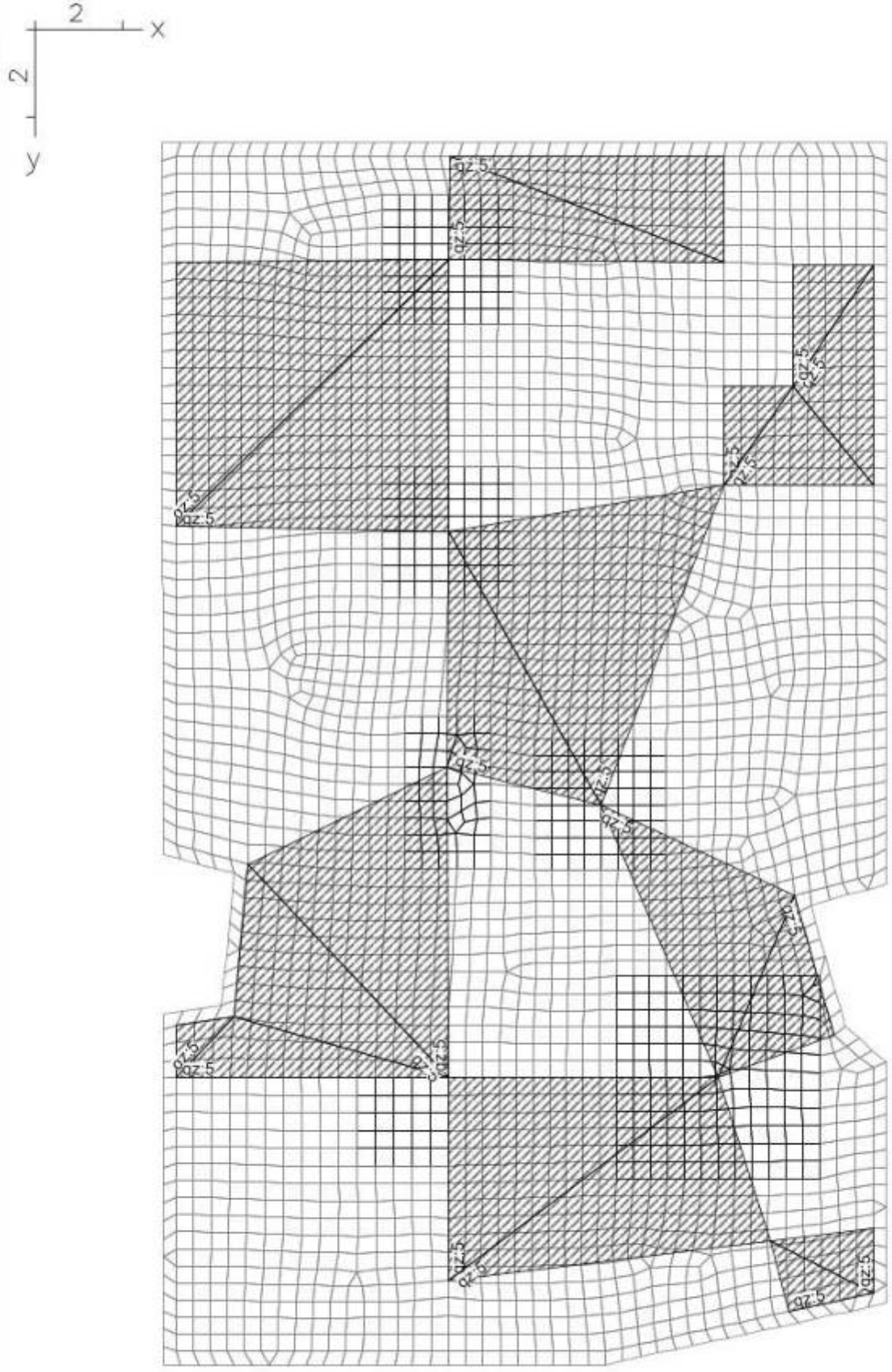
Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.50

LF 11: Belastung, Nutzlast 2

M = 1:140



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 - Bodenplatte

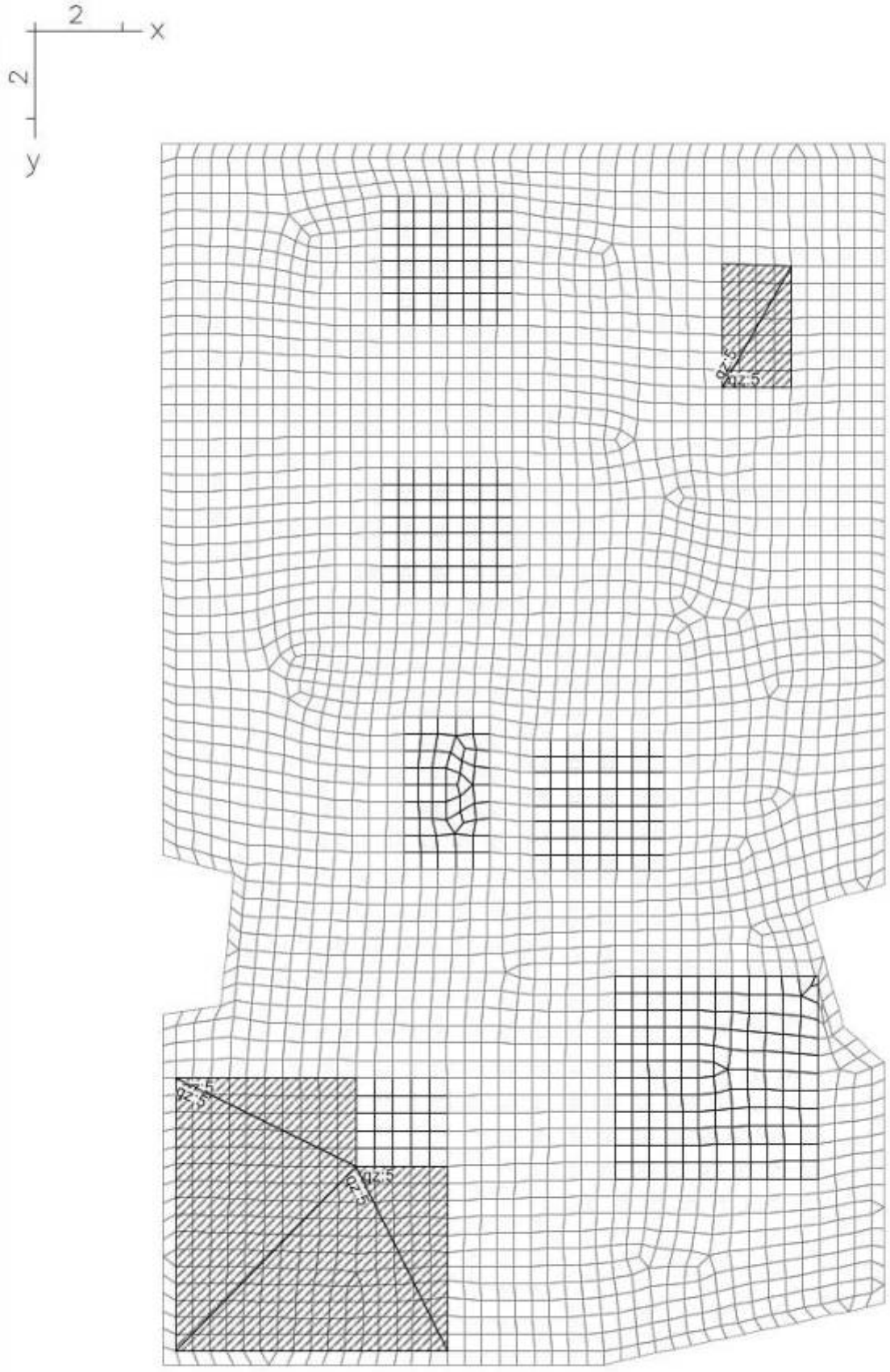
LF 11: Belastung, Nutzlast 2

Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.50

LF 12: Belastung, Nutzlast 3 M = 1:140



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 - Bodenplatte

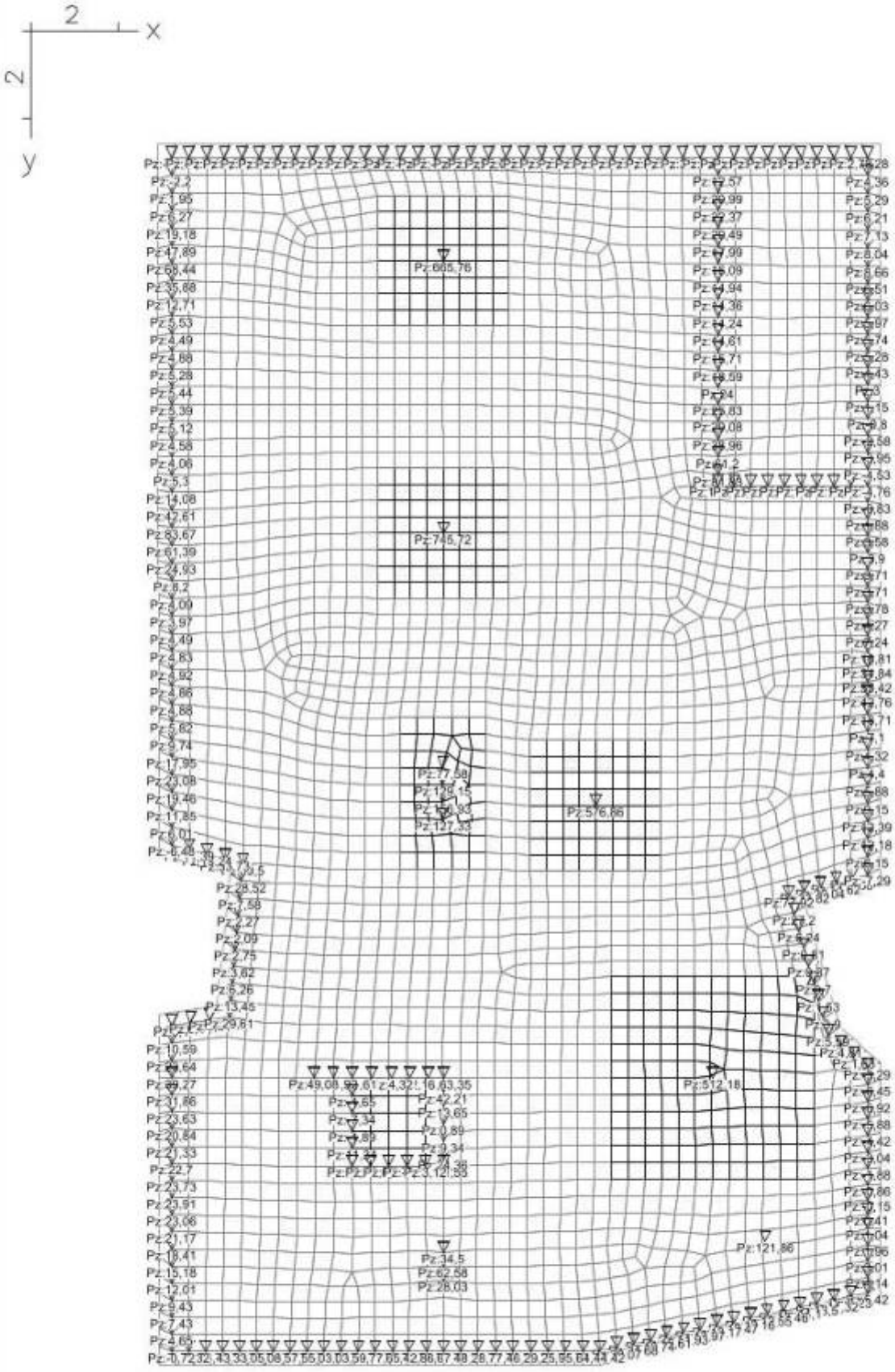
LF 12: Belastung, Nutzlast 3

Statisch durch Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos.50

LF 13: Belastung, Lastübernahme q KG | M = 1:140



Statisch durch Vergleich geprüft

LF 13: Belastung, Lastübernahme q KG

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Querschnittswerte

1	Fläche	Stb Bodenplatte h=40cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	 dz	 = 0,4000 = 1 = 1	 drillsteif
2	Fläche	Stb Voute h=85cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	 dz	 = 0,8500 = 1 = 1	 drillsteif
3	Fläche	Stb Voute h=60cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	 dz	 = 0,6000 = 1 = 1	 drillsteif
4	Fläche	Unterfahrt h=0,4 m Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	 dz	 = 0,4000 = 1 = 1	 drillsteif

Bettung

	Nr.	Bettung am Anfang [MN/m³]			Bettung am Ende [MN/m³]			Bettungsbreite [m]		
		kbx	kby	kbz	kbx	kby	kbz	bx	by	bz
1	1	0	0	20						
2	2	0	0	20						
3	3	0	0	20						
4	4	0	0	20						

Die Bettung wirkt in Richtung der Achsen des lokalen Element- bzw. Oberflächensystems.

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer-dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
2	2	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
3	3	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
4	4	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast + Ausbaulast	0,000	0,000	6183,150
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	6183,150
2	Lastübernahme g KG	0,000	0,000	27235,092
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	27235,092
3	Aufgehende Bauteile	0,000	0,000	250,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
	Bettungskräfte	0,000	0,000	2501,202
10	Nutzlast 1	0,000	0,000	1017,019
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	1017,019
11	Nutzlast 2	0,000	0,000	878,084
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	878,084
12	Nutzlast 3	0,000	0,000	197,043
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	197,043
13	Lastübernahme q KG	0,000	0,000	7154,909
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	7154,909
20	Lastsumme g	0,000	0,000	35919,445
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	35919,445
21	Lastsumme q	0,000	0,000	9247,055
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	9247,055

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M	R	B	Q	T	S	Ermüdung B	Q	T	P	C	V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C	B	P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk Stahlgüte der Bügel.
Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P. Balken werden wie Platten bemessen.
K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.
2	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.
3	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.
4	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m] bw	bw.nom	Nutzbreite bn [m]	kb	Höhe [m] h	h.nom	Nutzhöhe d [m]	kd	Torsionsquerschn. [m] z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,400	.	0,370	0,90	.	.	.	.
2	1,000	.	.	.	0,850	.	0,820	0,90	.	.	.	.
3	1,000	.	.	.	0,600	.	0,570	0,90	.	.	.	.
4	1,000	.	.	.	0,400	.	0,370	0,90	.	.	.	.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Statisch durch Vergleich geprüft

Materialkennwerte für Beton

```
Rohd.   Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck     charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc    Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm    Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct    Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c
        mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1    Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1   rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2    Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2   rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]
```

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten [MN/m] fck	a.cc	fctm	a.ct	Grenzdehnungen [o/oo] e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
1	C30/37-EN-D	.	33000	30,00	0,85	2,90	0,85	-2,20	-3,50	-2,00	-3,50
2	C30/37-EN-D	.	33000	30,00	0,85	2,90	0,85	-2,20	-3,50	-2,00	-3,50
3	C30/37-EN-D	.	33000	30,00	0,85	2,90	0,85	-2,20	-3,50	-2,00	-3,50
4	C30/37-EN-D	.	33000	30,00	0,85	2,90	0,85	-2,20	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]		y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,400						
	4	0,000	0,400						
2	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,850						
	4	0,000	0,850						
3	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,600						
	4	0,000	0,600						
4	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,400						
	4	0,000	0,400						

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Betonstahl für Flächenelemente

```
as      Grundbewehrung [cm²/m]
d1      Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2      Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
        Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte    Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]
```

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.
2	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.
3	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.
4	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1    Eigenlast + Ausbaulast
2    Lastübernahme g KG
3    Aufgehende Bauteile
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,5 / 0,3

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
10   Nutzlast 1
11   Nutzlast 2
12   Nutzlast 3
13   Lastübernahme q KG
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

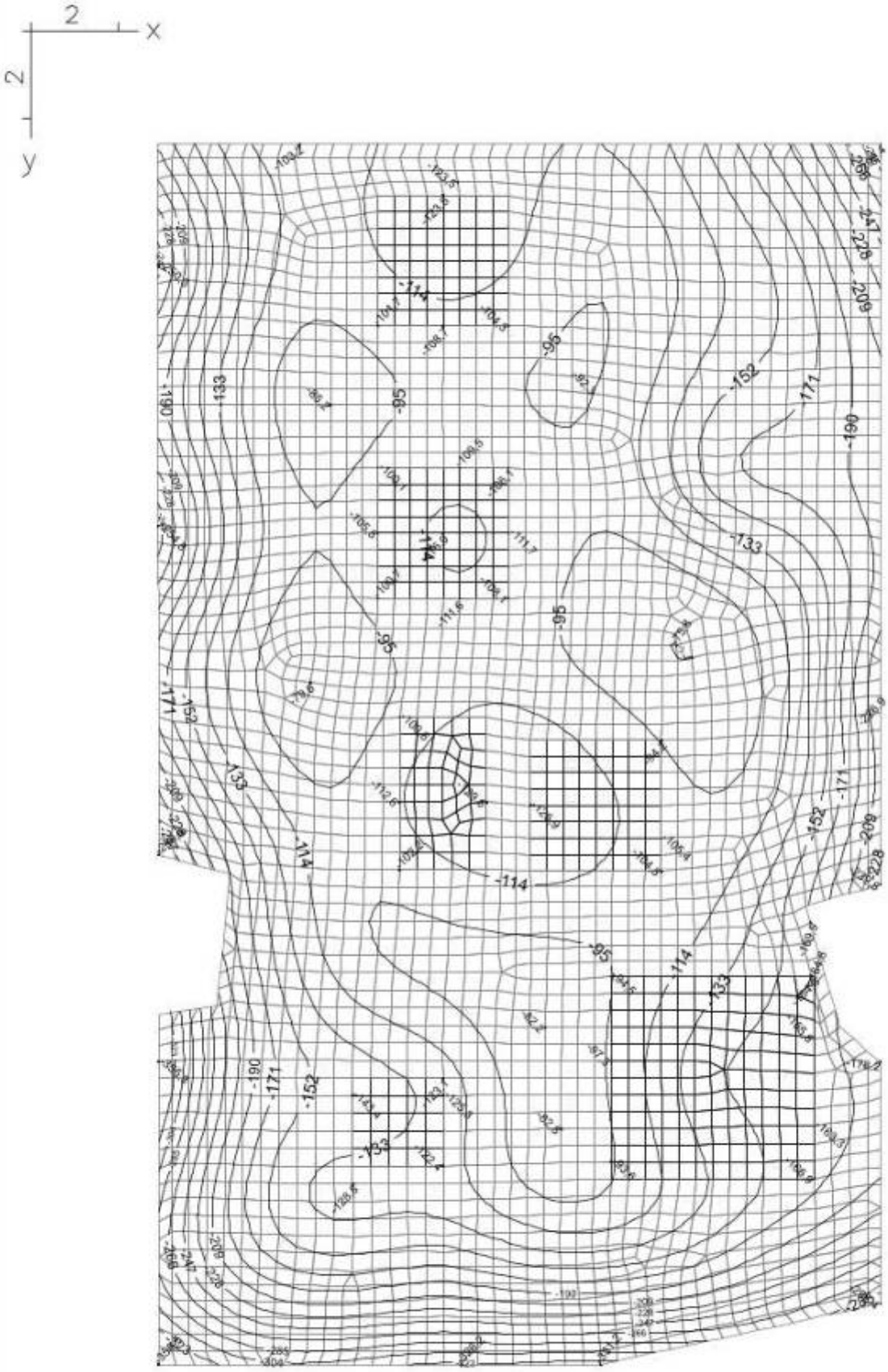
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.50

Bodenpressungen Sigma.z min; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1 M = 1:140



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Bodenpressungen min Sigma.z [kN/m²]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -358,51/-75,80 [kN/m²]

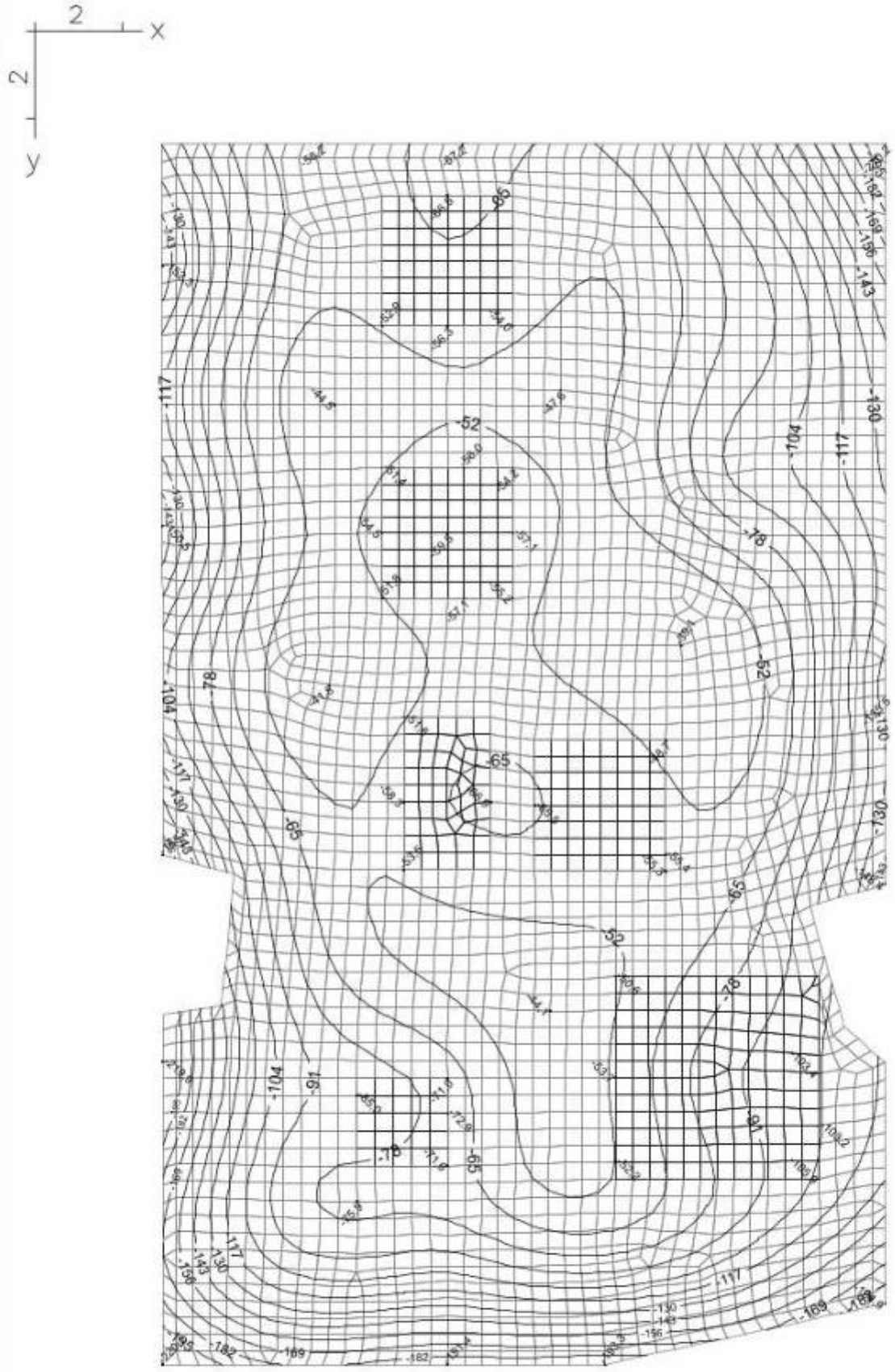
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.50

Bodenpressungen Sigma.z max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1M = 1:140



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Bodenpressungen max Sigma.z [kN/m²]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -220,15/-39,13 [kN/m²]

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos.50

Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 | M = 1:100

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 - Bodenplatte

Biegebewehrung 1. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 6,6 t
Ergebnisbereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/24,81 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.50

Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 - Bodenplatte

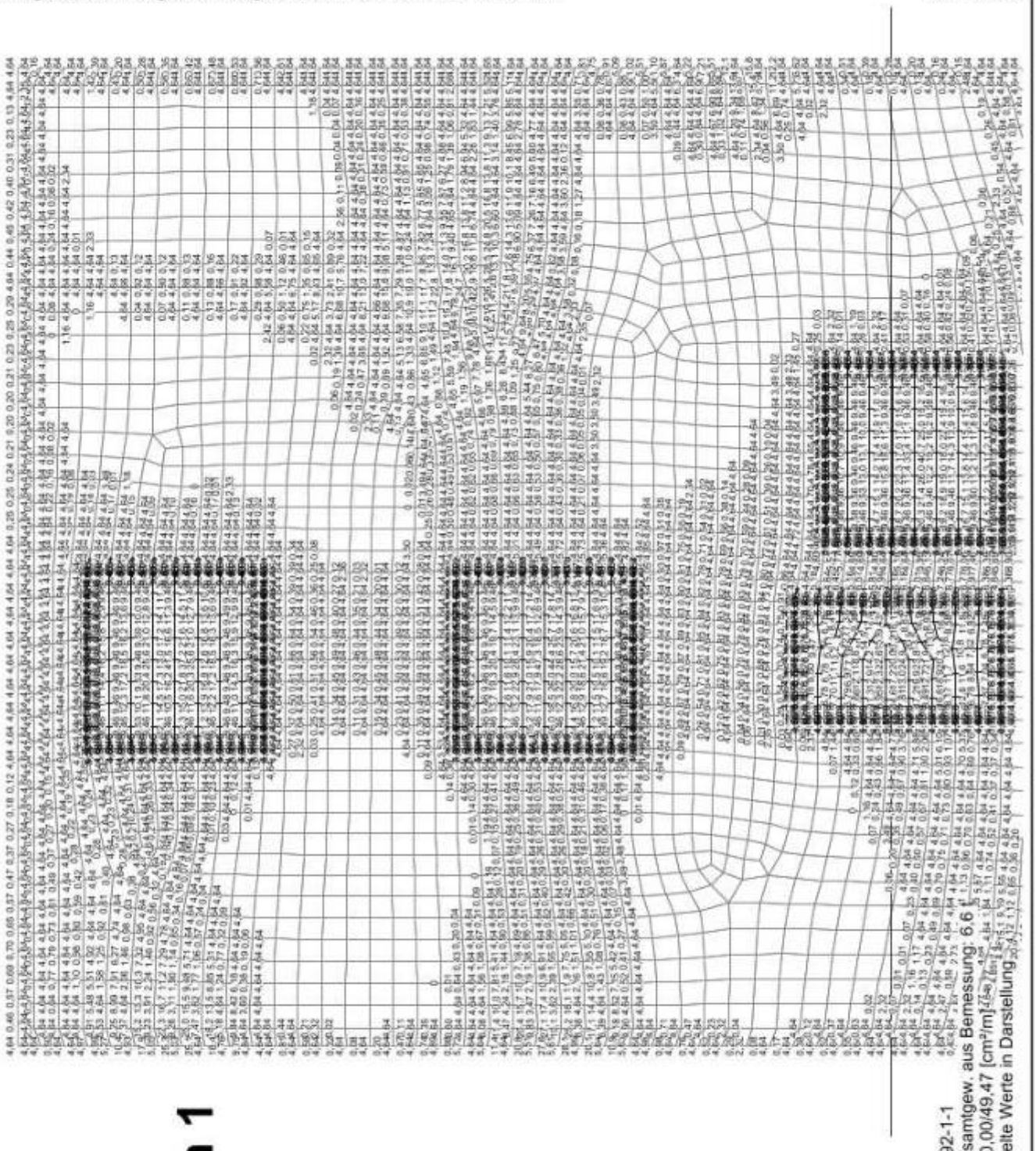
Statisch durch Vergleich geprüft

Ergebnisse: DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 1. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 6,6 t
Bemessungsbereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/24,81 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe | Pos.50

Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 | M = 1:100



Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 - Bodenplatte

Statisch durch Vergleich geprüft

DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 2. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 6,6 t
Bereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/49,47 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.50

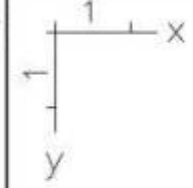
Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 M = 1:100

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

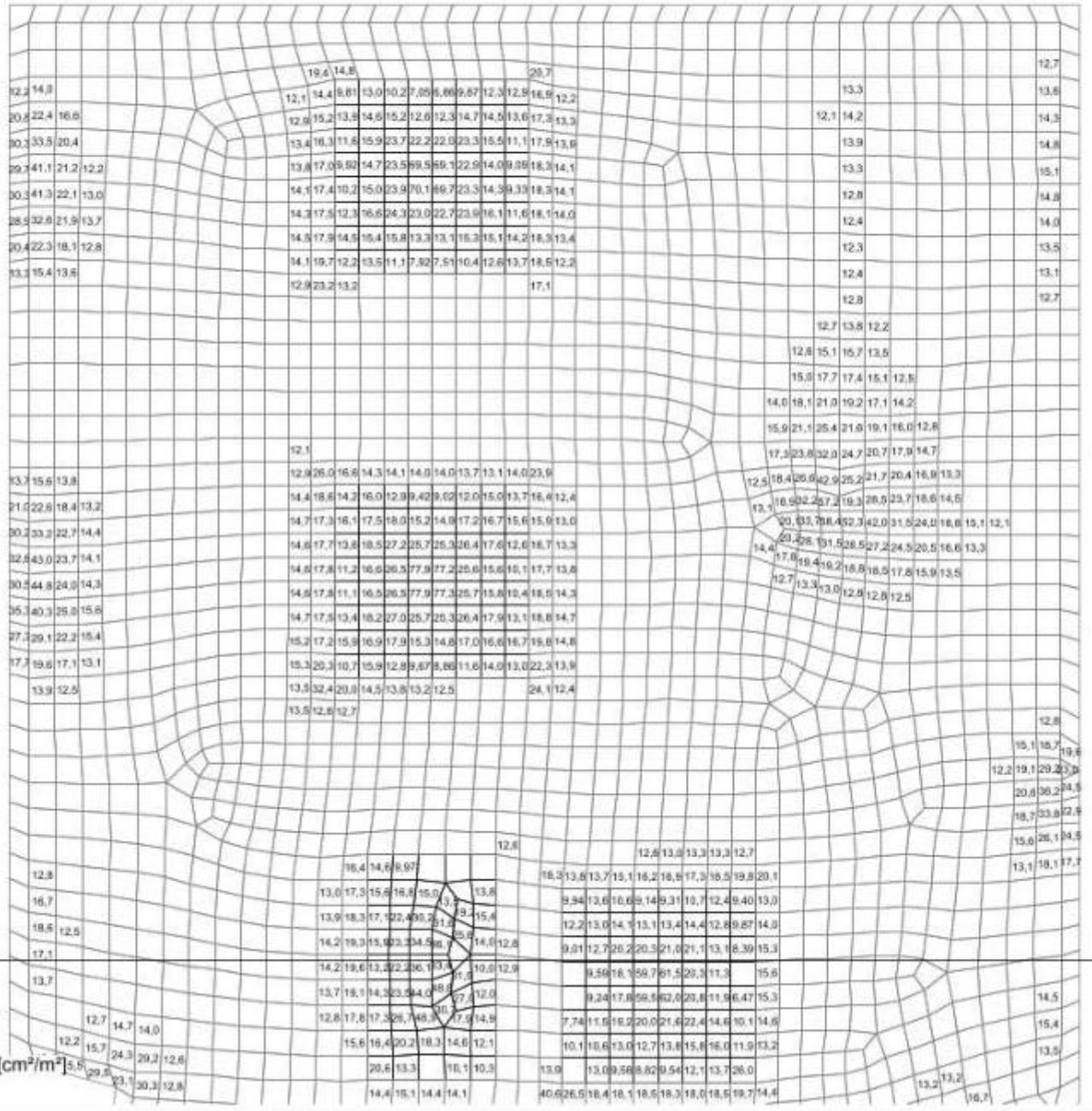
Pos.50 - Bodenplatte

Statisch durch Vergleich geprüft

Ergebnisse DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung 2. Lage x/y in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 6,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/49,47 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung



Bereich 1



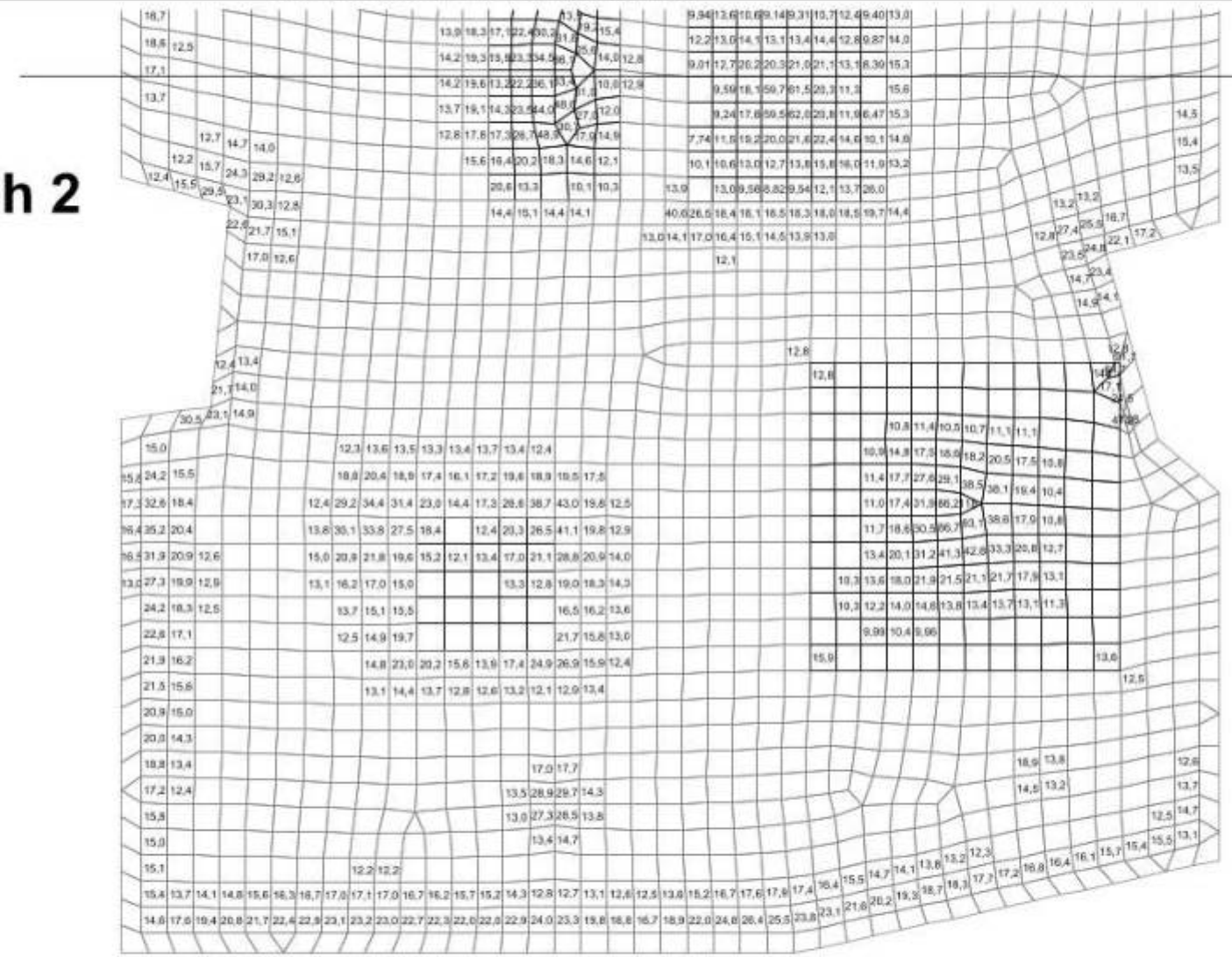
Statisch durch
Vergleich geprüft

FK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Viertelbereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/144,42 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure • Tragwerksplanung • Bauphysik • Gutachten • Bauwerksprüfungen

Bereich 2



Statisch durch Vergleich geführt

FK_DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/144,42 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Projekt: 2024-1100 - Hünxe

Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Pos.50

M = 1:100

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Durchstanzen

S1 V_{Ed}= 3340+14,5 = 3354,50 kN
Bodenpressung σ_{Ed}=60 kN/m²
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vor0h}$=25,9 cm²/m)

S2 V_{Ed}= 3725,3+14,5 = 3739,80 kN
Bodenpressung σ_{Ed}=59 kN/m²
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=38,0 cm²/m)

S23 V_{Ed}= 3489,9+11,6 = 3501,50 kN
Bodenpressung σ_{Ed}=85 kN/m²
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=24,6 cm²/m)
D1 --> 12x Schöck BOLE O 25/540-4/B1365

S24 V_{Ed}= 535,9+11,6 = 547,50 kN
Bodenpressung σ_{Ed}=100 kN/m²
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=4,8 cm²/m)

S25 V_{Ed}= 2907+14,5 = 2921,50 kN
Bodenpressung σ_{Ed}=60 kN/m²
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=16,2 cm²/m)

Wandecke Treppenhaus V_{Ed}= 18,6*0,4*2*1,35+517,1+(423,9+408,9)/3 = 814,79 kN
Bodenpressung σ_{Ed}=85 kN/m²
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=7,2 cm²/m)

Wandecke Aufzug V_{Ed}= 19,3*0,4*2*1,35+214,6+(95,2+93,8)/3 = 298,44 kN
Bodenpressung σ_{Ed}=75 kN/m²
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø20($a_{s,vorh}$=4,6 cm²/m)

Wandende V_{Ed}= (1140,5+22,33)*0,3*1,35+411,4*0,3*1,5 = 656,08 kN
Bodenpressung σ_{Ed}=60 kN/m²
Grundbewehrung Maximaldurchmesser Ø14($a_{s,vorh}$=7,7 cm²/m)

Statisch durch
Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 1
	S1 BoPla	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 3355 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Bodenpressung	q_B = 60 kN/m²
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a = 400 mm
Stützendicke	b = 500 mm
Plattendicke	h = 850 mm
Statische Nutzhöhe	d = 810 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 35 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x\cdot\rho_y)^{1/2}=(0{,}32\cdot0{,}32)^{1/2}$ = 0,32 %

A_{sx} = 25,9 cm²/m (~ø20/121 mm); A_{sy} = 25,9 cm²/m (~ø20/121 mm)

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,50
Einfluss der Plattendicke	η = 1,00
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}15/\gamma_c$ = 0,10
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0375/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 250,8 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 318,1 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

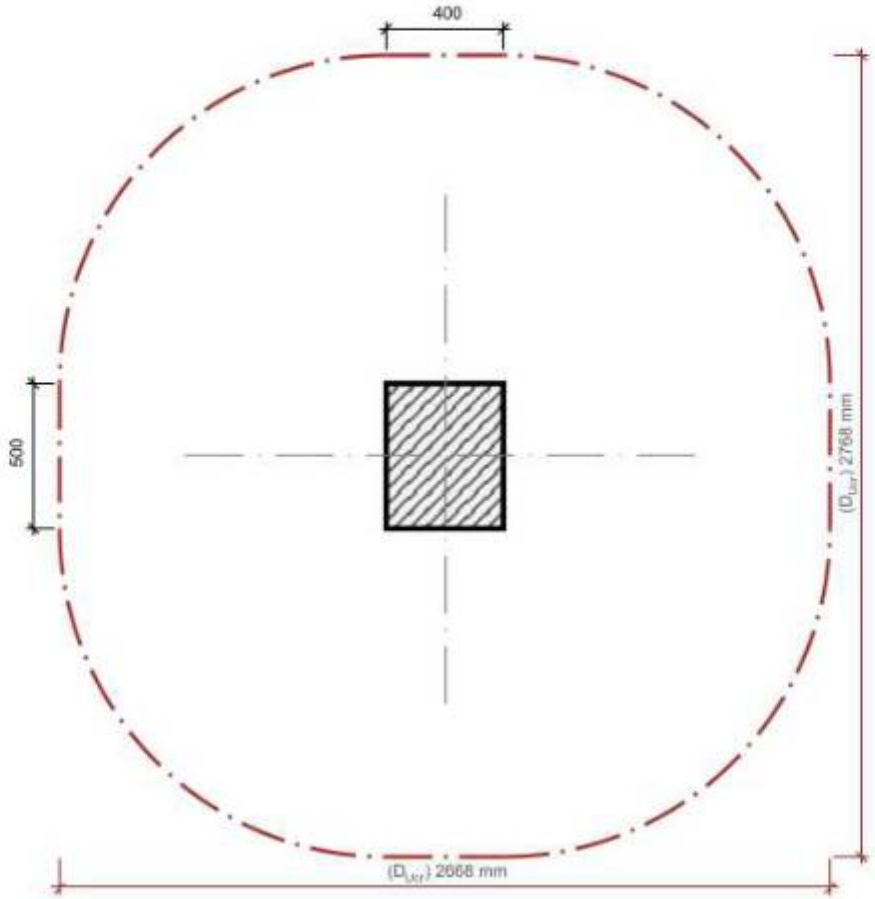
Kritischer Abstand (iterativ)	a_{crit} =1,4d = 1134 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 8,925 m
Rundschnittfläche	A_{crit} = 6,281 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,red} = (V_{Ed}-q_B\cdot A_{1,4d})\cdot ß$ = 3275,9 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot u_{1,4d}\cdot 2\cdot d/a_{1,4d}$ = 3285,6 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}5$ = 5914,1 kN

$V_{Ed,red}$=3275,9kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=3285,6kN

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 2
	S1 BoPla	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 3
	S2 BoPla	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 3740 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Bodenpressung	q_B = 59 kN/m²
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a = 400 mm
Stützendicke	b = 500 mm
Plattendicke	h = 850 mm
Statische Nutzhöhe	d = 810 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 35 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}47 \cdot 0{,}47)^{1/2}$ = 0,47 %

A_{sx} = 38,1 cm²/m (~ø20/83 mm); A_{sy} = 38,1 cm²/m (~ø20/83 mm)

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,50
Einfluss der Plattendicke	η = 1,00
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}15/\gamma_c$ = 0,10
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0375/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 250,8 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 361,6 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

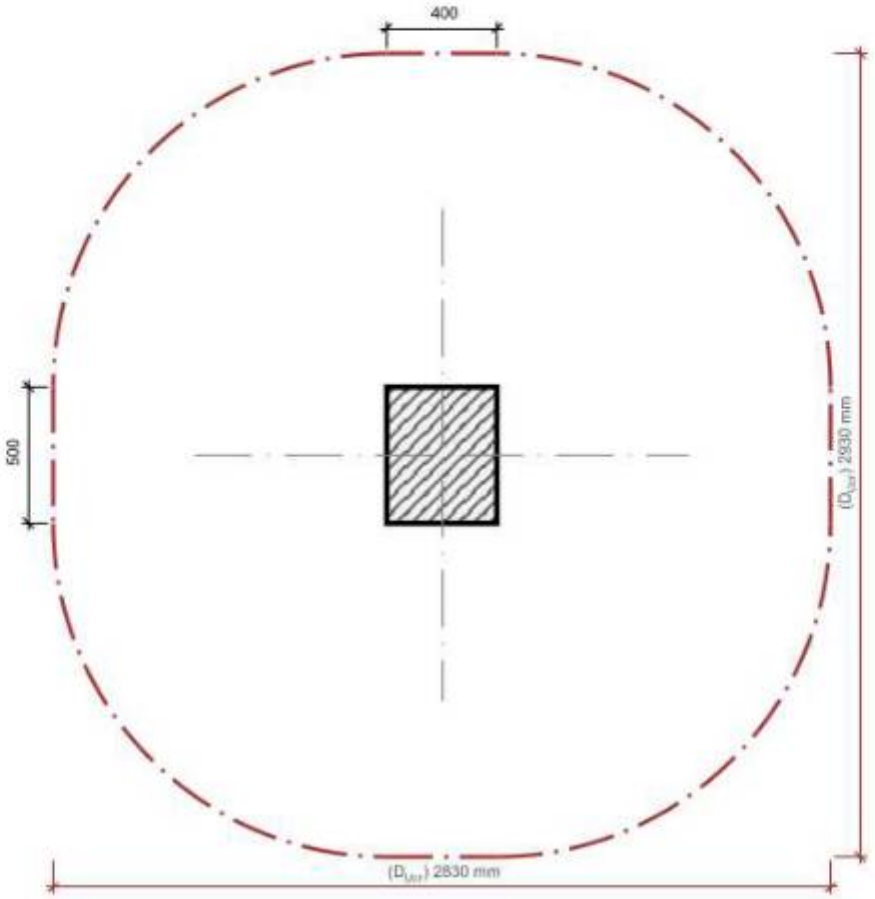
Kritischer Abstand (iterativ)	a_{crit} =1,5d = 1215 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 9,434 m
Rundschnittfläche	A_{crit} = 7,025 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,red} = (V_{Ed}-q_B\cdot A_{1,5d})\cdot ß$ = 3658,1 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot u_{1,5d}\cdot 2\cdot d/a_{1,5d}$ = 3684,6 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}5$ = 6632,3 kN

$V_{Ed,red}$=3658,1kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=3684,6kN

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 4
	S2 BoPla	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 3502 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Bodenpressung	q_B = 85 kN/m²
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a = 400 mm
Stützendicke	b = 400 mm
Plattendicke	h = 600 mm
Statische Nutzhöhe	d = 560 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 35 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}44 \cdot 0{,}44)^{1/2}$ = 0,44 %

A_{sx} = 24,6 cm²/m (~ø20/127 mm); A_{sy} = 24,6 cm²/m (~ø20/127 mm)

Bewehrung muss über den äußeren Rundschnitt "Uout" verankert werden

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,60
Einfluss der Plattendicke	η = 1,00
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}15/\gamma_c$ = 0,10
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c) \cdot \kappa^{3/2} \cdot fck^{1/2}$ = 387,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 387,1 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand (iterativ)	a_{crit} =1,4d = 784 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 6,526 m
Rundschnittfläche	A_{crit} = 3,345 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,red} = (V_{Ed} - q_B \cdot A_{1,4d}) \cdot ß$ = 3539,4 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c} \cdot d \cdot u_{1,4d} \cdot 2 \cdot d/a_{1,4d}$ = 2021,0 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)} \cdot 1{,}5$ = 3548,2 kN

$V_{Rd,c,crit}$=2021,0kN ≤ $V_{Ed,red}$=3539,4kN ≤ $V_{Rd,max,crit}$=3548,2kN

Durchstanzbewehrung erforderlich, gewählt:

12x Schöck BOLE O 25/540-4/B1365

Nachweis der Stahltragfähigkeit

$V_{Ed,red}$=3539,4kN ≤ $V_{Rd,sy,crit} = m_c \cdot n_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd}/\eta$=5122kN

$V_{Ed,D} = (V_{Ed} - q_B \cdot A_{0,87m}) \cdot ß/3$=1162kN ≤ $V_{Rd,sy,D} = m_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd}/\eta$=2561kN (EOTA TR 060)

Äußerer Rundschnitt $u_{out\ (ls + 1,5d)}$

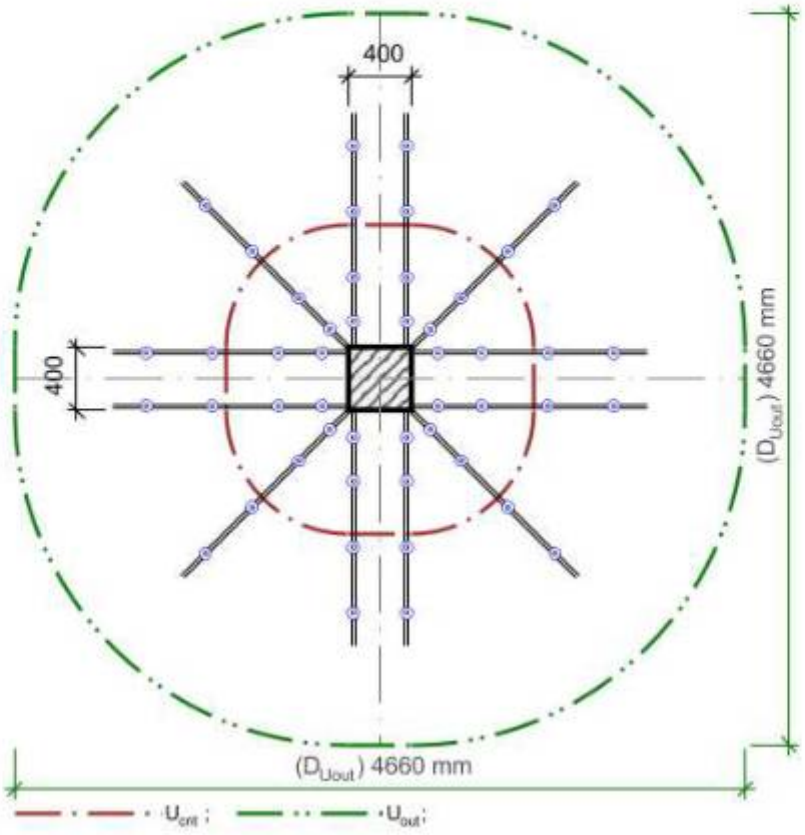
Länge des bewehrten Bereiches	ls = 1290 mm
Rundschnittslänge	u_{out} = 14,983 m
Lasterhöhungsfaktor	$ß_{red}$ = ß = 1,10
Rundschnittfläche	$A_\Delta = A_{ls}$ = 7,452 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,out} = ß_{red} \cdot (V_{Ed} - \Delta V_{Ed})$ = 3155,4 kN
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 387,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,out} = v_{Rd,c,out} \cdot d \cdot u_{out}$ = 3248,1 kN

$V_{Ed,out}$=3155,4kN ≤ $V_{Rd,c,out}$=3248,1kN

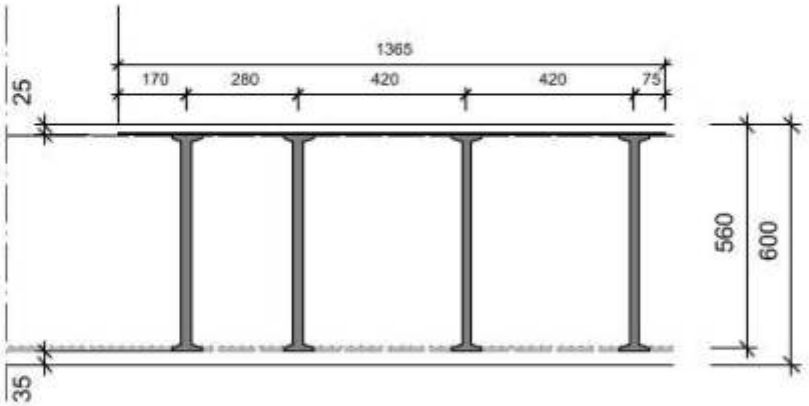
Länge der Durchstanzbewehrung ausreichend

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 6
	S23 BoPla	Blatt: 2



12x Schöck BOLE O 25/540-4/B1365



Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 548 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Bodenpressung	q_B = 100 kN/m²
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a = 400 mm
Stützendicke	b = 400 mm
Plattendicke	h = 400 mm
Statische Nutzhöhe	d = 360 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 35 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x\cdot\rho_y)^{1/2}=(0{,}14\cdot0{,}14)^{1/2}$ = 0,14 %

A_{sx} = 5,0 cm²/m (~ø20/623 mm); A_{sy} = 4,9 cm²/m (~ø20/646 mm)

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,75
Einfluss der Plattendicke	η = 1,00
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}15/\gamma_c$ = 0,10
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 442,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 442,0 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

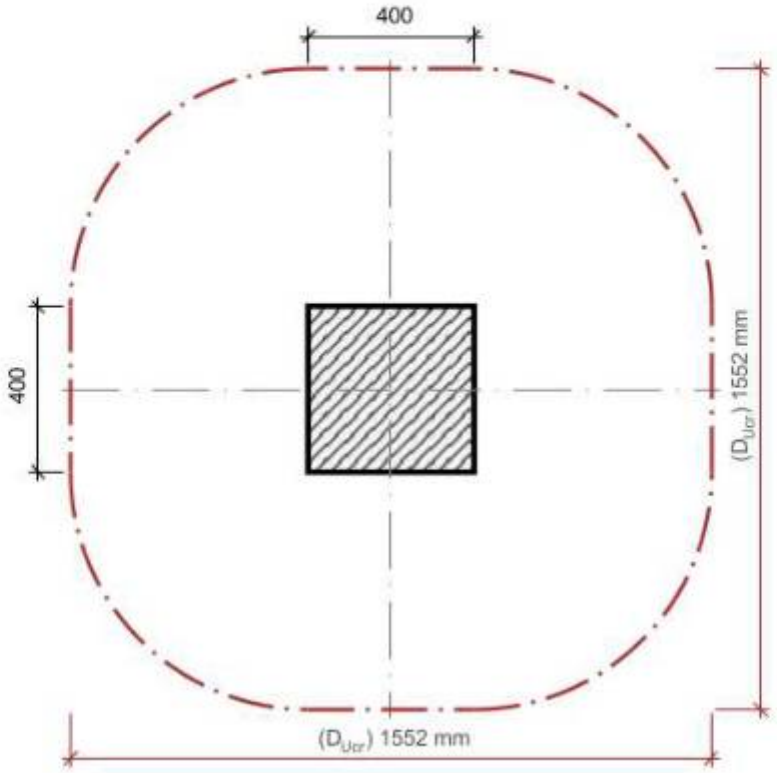
Kritischer Abstand (iterativ)	a_{crit} =1,6d = 576 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 5,219 m
Rundschnittfläche	A_{crit} = 2,124 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,red} = (V_{Ed}-q_B\cdot A_{1,6d})\cdot ß$ = 369,2 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot u_{1,6d}\cdot 2\cdot d/a_{1,6d}$ = 1038,2 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}5$ = 1557,2 kN

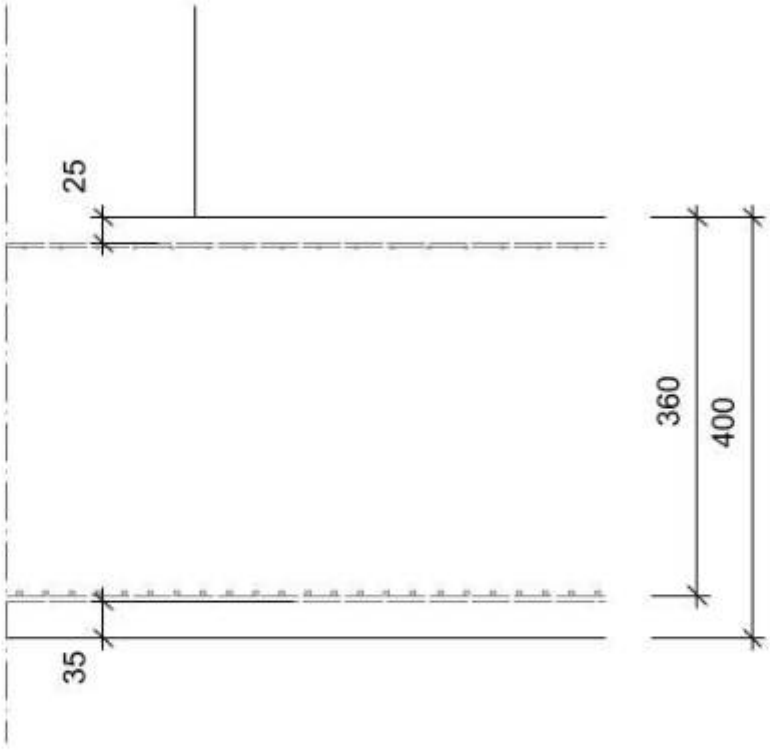
$V_{Ed,red}$=369,2kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=1038,2kN

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 8
	S24 BoPla	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 2922 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Bodenpressung	q_B = 60 kN/m²
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,10

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a = 400 mm
Stützendicke	b = 500 mm
Plattendicke	h = 850 mm
Statische Nutzhöhe	d = 810 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 35 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x\cdot\rho_y)^{1/2}=(0{,}20\cdot0{,}20)^{1/2}$ = 0,20 %

A_{sx} = 16,2 cm²/m (~ø20/194 mm); A_{sy} = 16,2 cm²/m (~ø20/194 mm)

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,50
Einfluss der Plattendicke	η = 1,00
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}15/\gamma_c$ = 0,10
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0375/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 250,8 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 272,0 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

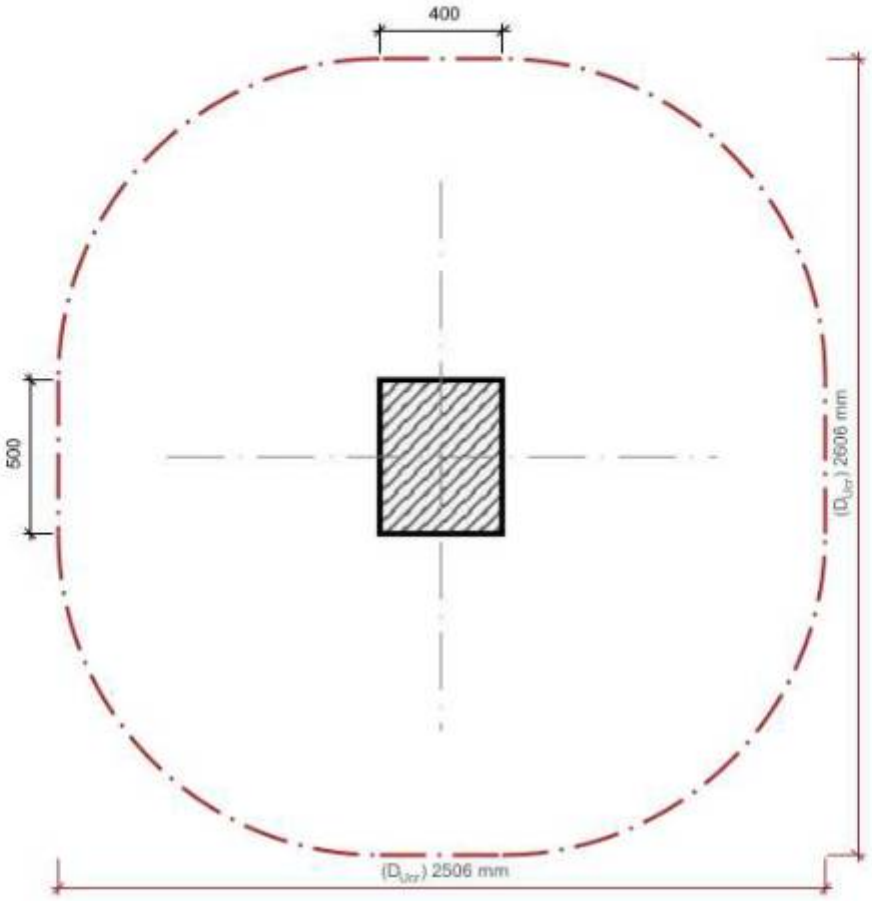
Kritischer Abstand (iterativ)	a_{crit} =1,3d = 1053 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 8,416 m
Rundschnittfläche	A_{crit} = 5,579 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,red} = (V_{Ed}-q_B\cdot A_{1,3d})\cdot ß$ = 2846,0 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot u_{1,3d}\cdot 2\cdot d/a_{1,3d}$ = 2852,8 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}5$ = 5135,0 kN

$V_{Ed,red}$=2846,0kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=2852,8kN

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 10
	S25 BoPla	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 11
	Wandecke Treppenhaus BoPla	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 815 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Bodenpressung	q_B = 85 kN/m²
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,20

Abmessung - Wandeck

Plattendicke	h = 600 mm
Statische Nutzhöhe	d = 560 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 35 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}13 \cdot 0{,}13)^{1/2}$ = 0,13 %

A_{sx} = 7,3 cm²/m (~ø20/432 mm); A_{sy} = 7,3 cm²/m (~ø20/432 mm)

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,60
Einfluss der Plattendicke	η = 1,00
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}15/\gamma_c$ = 0,10
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 387,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 387,1 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand (iterativ)	a_{crit} =1,9d = 1064 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 3,351 m
Rundschnittfläche	A_{crit} = 3,382 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,red} = (V_{Ed}-q_B\cdot A_{1,9d})\cdot ß$ = 633,0 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot u_{1,9d}\cdot 2\cdot d/a_{1,9d}$ = 764,7 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}5$ = 1147,1 kN

$V_{Ed,red}$=633,0kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=764,7kN

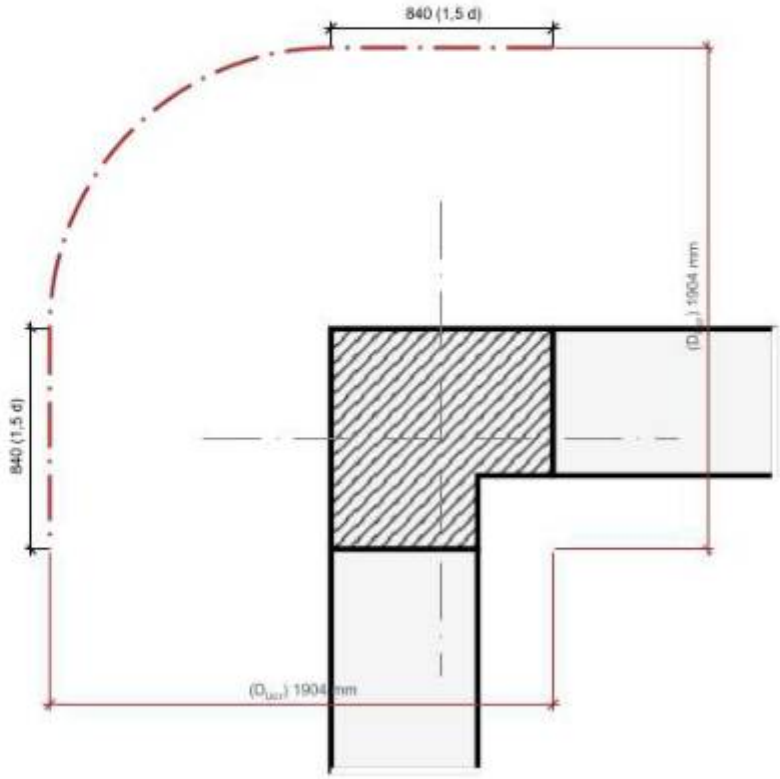
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

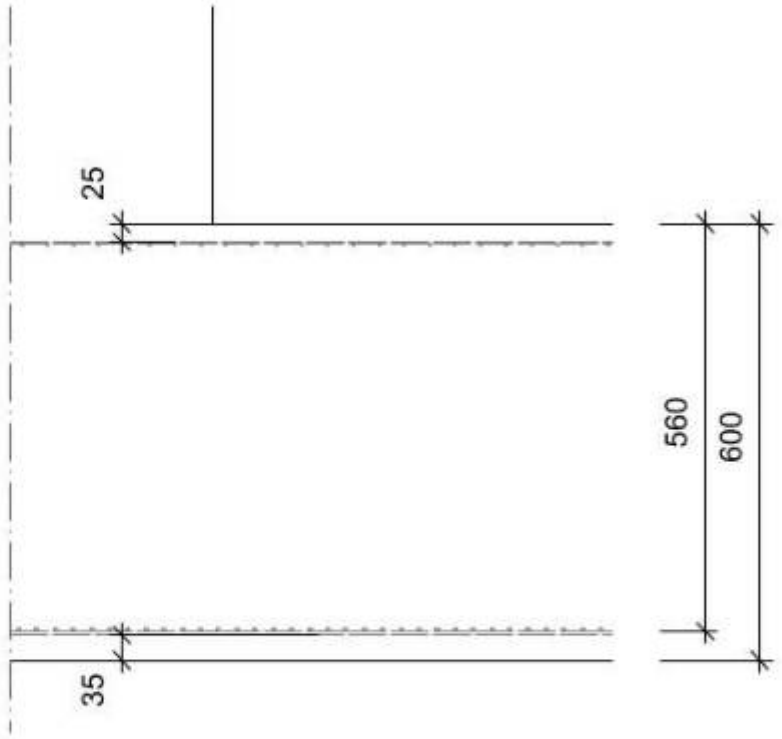
Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 12
	Wandecke Treppenhaus BoPla	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 13
	Wandecke Aufzug BoPla	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 299 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Bodenpressung	q_B = 75 kN/m²
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,20

Abmessung - Wandeck

Plattendicke	h = 400 mm
Statische Nutzhöhe	d = 360 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 35 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0{,}13 \cdot 0{,}13)^{1/2}$ = 0,13 %

A_{sx} = 4,7 cm²/m (~ø20/671 mm); A_{sy} = 4,7 cm²/m (~ø20/671 mm)

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,75
Einfluss der Plattendicke	η = 1,00
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}15/\gamma_c$ = 0,10
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 442,0 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 442,0 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

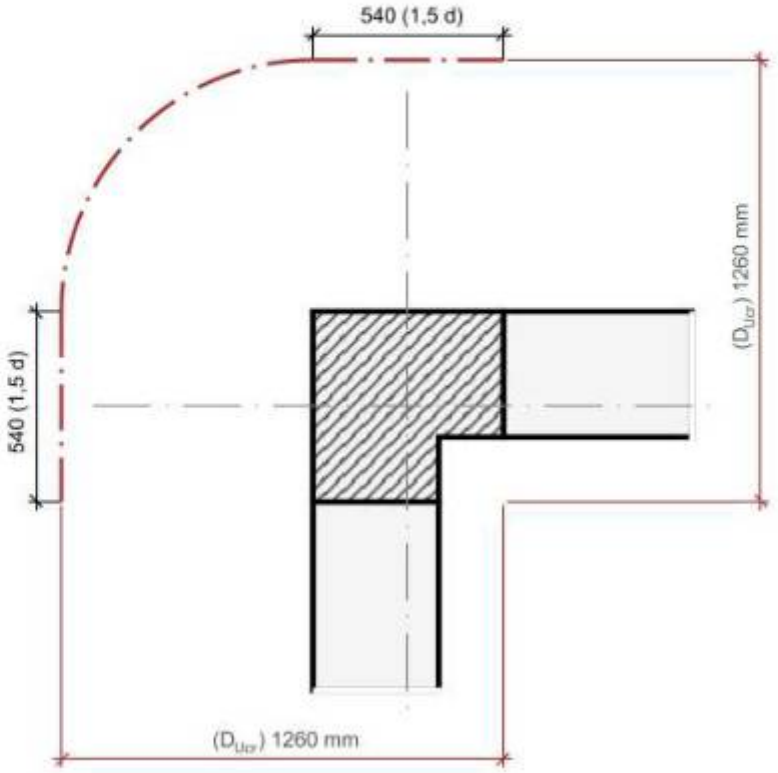
Kritischer Abstand (iterativ)	a_{crit} =2,0d = 720 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 2,211 m
Rundschnittfläche	A_{crit} = 1,476 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,red} = (V_{Ed}-q_B\cdot A_{2,0d})\cdot ß$ = 225,9 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot u_{2,0d}\cdot 2\cdot d/a_{2,0d}$ = 351,8 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}5$ = 527,8 kN

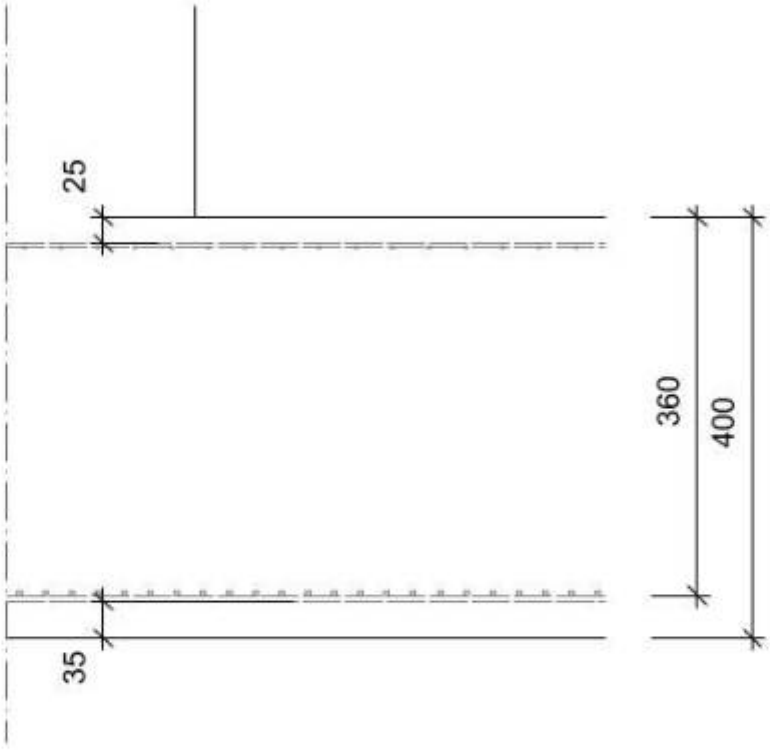
$V_{Ed,red}$=225,9kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=351,8kN

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Statisch durch Vergleich geprüft

SCHÖCK	001 Projekt	Seite: 14
	Wandecke Aufzug BoPla	Blatt: 2





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 08.10.2025

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} = 660 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Bodenpressung	q_B = 60 kN/m²
Lasterhöhungsfaktor	β = 1,35

Abmessung - Wandende

Wandbreite	b = 300 mm
Plattendicke	h = 600 mm
Statische Nutzhöhe	d = 555 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu = 25; 35 mm

Material

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Stahl	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x\cdot\rho_y)^{1/2}=(0{,}14\cdot0{,}13)^{1/2}$ = 0,13 %

A_{sx} = 7,8 cm²/m (~ø14/198 mm); A_{sy} = 7,2 cm²/m (~ø14/213 mm)

Durchstanznachweis nach DIN EC2:2015 + NA:2015 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,60
Einfluss der Plattendicke	η = 1,00
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}15/\gamma_c$ = 0,10
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 388,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 388,1 kN/m²

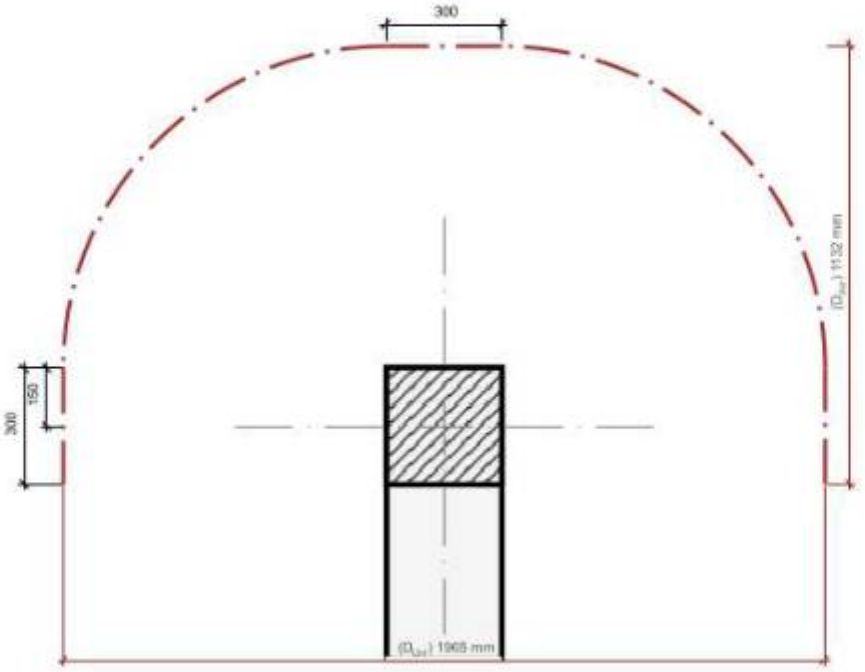
Kritischer Rundschnitt u_{crit}

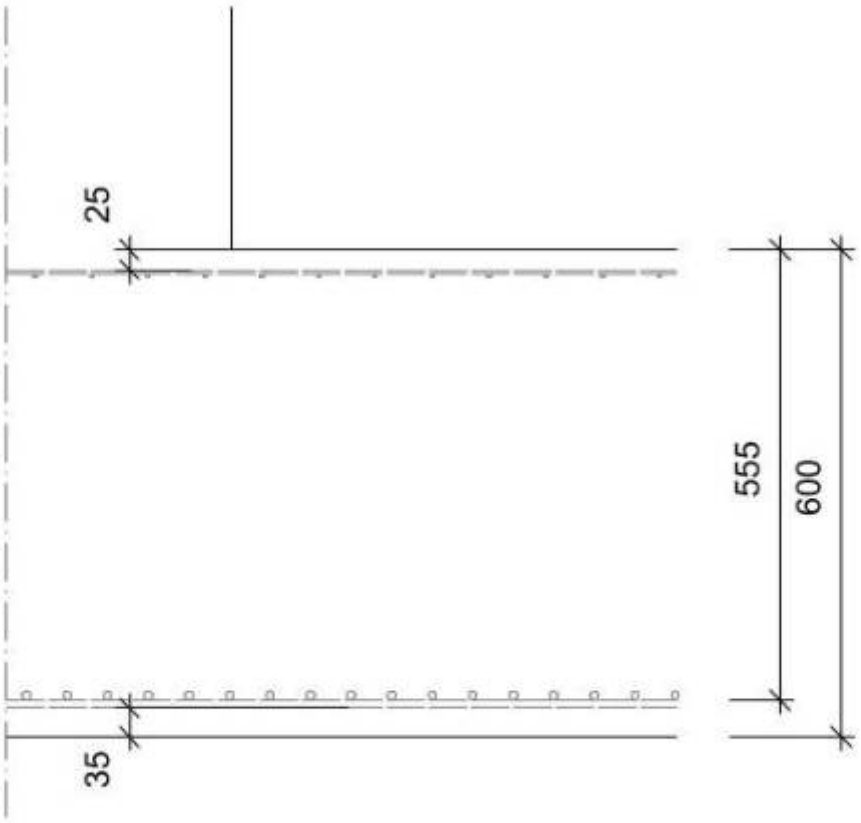
Kritischer Abstand (iterativ)	a_{crit} =1,5d = 833 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} = 3,515 m
Rundschnittfläche	A_{crit} = 1,928 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,red} = (V_{Ed}-q_B\cdot A_{1,5d})\cdot ß$ = 734,8 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot u_{1,5d}\cdot 2\cdot d/a_{1,5d}$ = 1009,6 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}5$ = 1514,3 kN

$V_{Ed,red}$=734,8kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=1009,6kN

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Statisch durch Vergleich geprüft





Statisch durch Vergleich geprüft

-/-

Datum: 28.11.2025

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. F1 - Streifenfundamente

C25/30 XC2 b/t=1,1/1,0 m

System

auf 30 cm Tragschicht
$\sigma_{R,d}$ = 240 kN/m²
Breite b=1,1 m
Tiefe t=1,0 m

Belastung

g_k=	81,30+30,1+(0,3*25+2,75)*1	=	121,65 kN/m
q_k=	30,40+5,00*1	=	35,40 kN/m

Bemessung

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung

gewählt:
$A_{s,u}$ = 6Ø12
$A_{s,o}$ = 6Ø12
$a_{s,b}$ = Ø10/15 cm

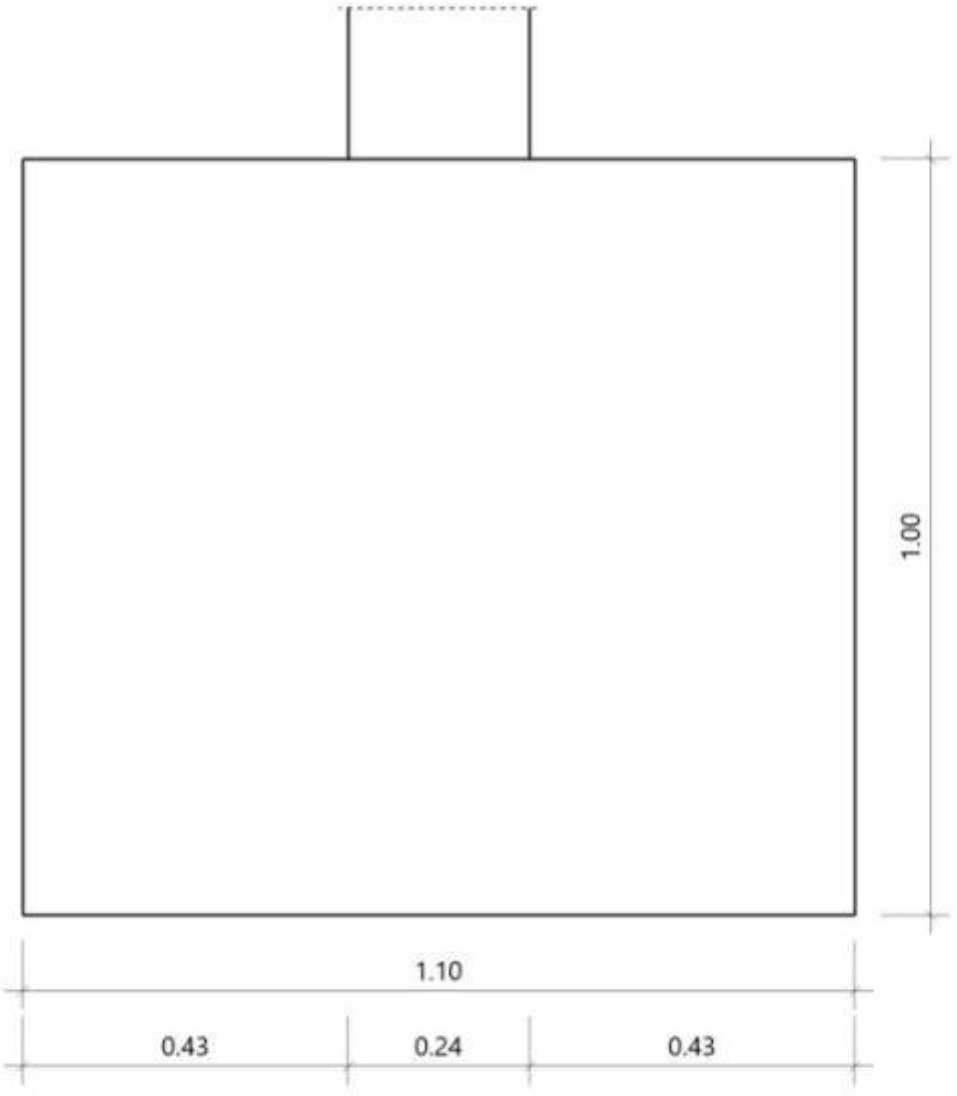
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Streifenfundament (x64) FDS+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P06)

System

Ansicht



Streifenfundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Länge (y) m	Höhe (z) m
Wand	C 25/30	B500A	0.24	1.00	
Fundament	C 25/30	B500A	1.10	1.00	1.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 1.00 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 240.00 kN/m².

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: F1 Streifenfundament_ohne Eig

Lasten

Wandlasten - charakteristisch

charakteristische Lastfälle

Nr	Einwirkungen	Bezeichnung	$N_{z,vertikal,k}$ kN/m	$M_{x,längs,k}$ kNm	$M_{y,quer,k}$ kNm/m	$H_{x,quer,k}$ kN/m	$H_{y,längs,k}$ kN	$q_{links,k}$ kN/m²	$q_{rechts,k}$ kN/m²	Zus	Alt
1	ständig	Lastfall 1	121.65	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0
2	Kat. C: Versamm...	Lastfall 2	35.40	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen **nicht** berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament ohne Wand 1.100 m³ / 27.50 kN. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
6	P	1.0 x (1)
7	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.82

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 240.00 kN/m²

σ_{Rd} = 240.00 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
5	GEO	P	217.3	0.0	1.10	1.00	197.57	240.00	0.82

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Bemessung

Das Fundament kann in der unteren Lage unbewehrt ausgeführt werden.

Anschlussbewehrung

Wand	C 25/30	B500A	erf. ges. as	=	3.6	cm²/m
			je Seite as	=	1.8	cm²/m

Mindestausmitte für Druckglieder nicht berücksichtigt.
Mindestbewehrung für Druckglieder berücksichtigt.
Bewehrungslage d_1 = 5.0 cm

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. F2 - Streifenfundamente

C25/30 XC2 b/t=1,3/1,0 m

System

auf 30 cm Tragschicht
$\sigma_{R,d}$ = 220 kN/m²
Breite b=1,3 m
Tiefe t=1,0 m

Belastung

g_k=	139,40+30,1/3,8+(0,3*25+2,75)*1	=	157,57 kN/m
q_k=	35,20+5,00*1	=	40,20 kN/m

Bemessung

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung

gewählt:
$A_{s,u}$ = 6Ø12
$A_{s,o}$ = 6Ø12
$a_{s,b}$ = Ø10/15 cm

Statisch durch
Vergleich geprüft

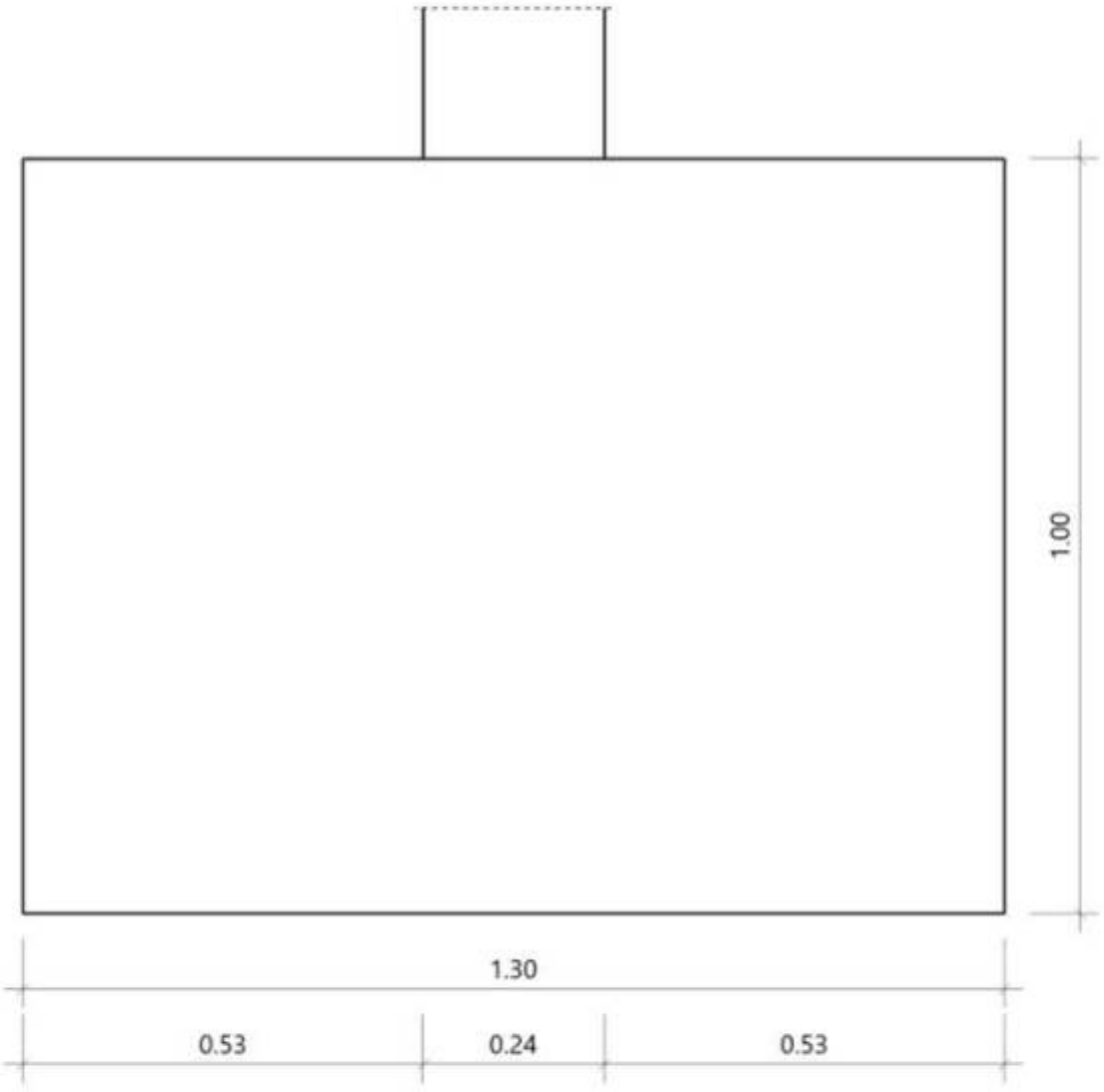
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: F2 Streifenfundament_ohne Eig

Streifenfundament (x64) FDS+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P06)

System

Ansicht



Streifenfundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Länge (y) m	Höhe (z) m
Wand	C 25/30	B500A	0.24	1.00	
Fundament	C 25/30	B500A	1.30	1.00	1.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 1.00 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 220.00 kN/m².

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Lasten

Wandlasten - charakteristisch

charakteristische Lastfälle

Nr	Einwirkungen	Bezeichnung	$N_{z,vertikal,k}$ kN/m	$M_{x,längs,k}$ kNm	$M_{y,quer,k}$ kNm/m	$H_{x,quer,k}$ kN/m	$H_{y,längs,k}$ kN	$q_{links,k}$ kN/m²	$q_{rechts,k}$ kN/m²	Zus	Alt
1	ständig	Lastfall 1	157.60	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0
2	Kat. C: Versamm...	Lastfall 2	40.20	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen **nicht** berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 0.00 kN/m³. Gesamtfundament ohne Wand NaN m³ / 0.00 kN. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
6	P	1.0 x (1)
7	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.95

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 220.00 kN/m²

σ_{Rd} = 220.00 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
5	GEO	P	273.1	0.0	1.30	1.00	210.05	220.00	0.95

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Bemessung

Das Fundament kann in der unteren Lage unbewehrt ausgeführt werden.

Anschlussbewehrung

Wand	C 25/30	B500A	erf. ges. as je Seite as	= =	3.6 1.8	cm²/m cm²/m

Mindestausmitte für Druckglieder nicht berücksichtigt.
Mindestbewehrung für Druckglieder berücksichtigt.
Bewehrungslage d_1 = 5.0 cm

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. F3 - Streifenfundamente

C25/30 XC2 b/t=1,8/1,0 m

System

auf 30 cm Tragschicht
$\sigma_{R,d}$ = 275 kN/m² (Anlehnung an Einzelfundamente 2,0x2,0 m)
Breite b=1,8 m
Tiefe t=1,0 m

Belastung

g_k=	242,40+(30,1*1,15/3,6)+(0,3*25+2,75)*1	=	262,27 kN/m
q_k=	66,75+5,00*1	=	71,75 kN/m

Bemessung

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung

gewählt:
$A_{s,u}$ = 8Ø14
$A_{s,o}$ = 8Ø14
$a_{s,b}$ = Ø10/15 cm

Statisch durch
Vergleich geprüft

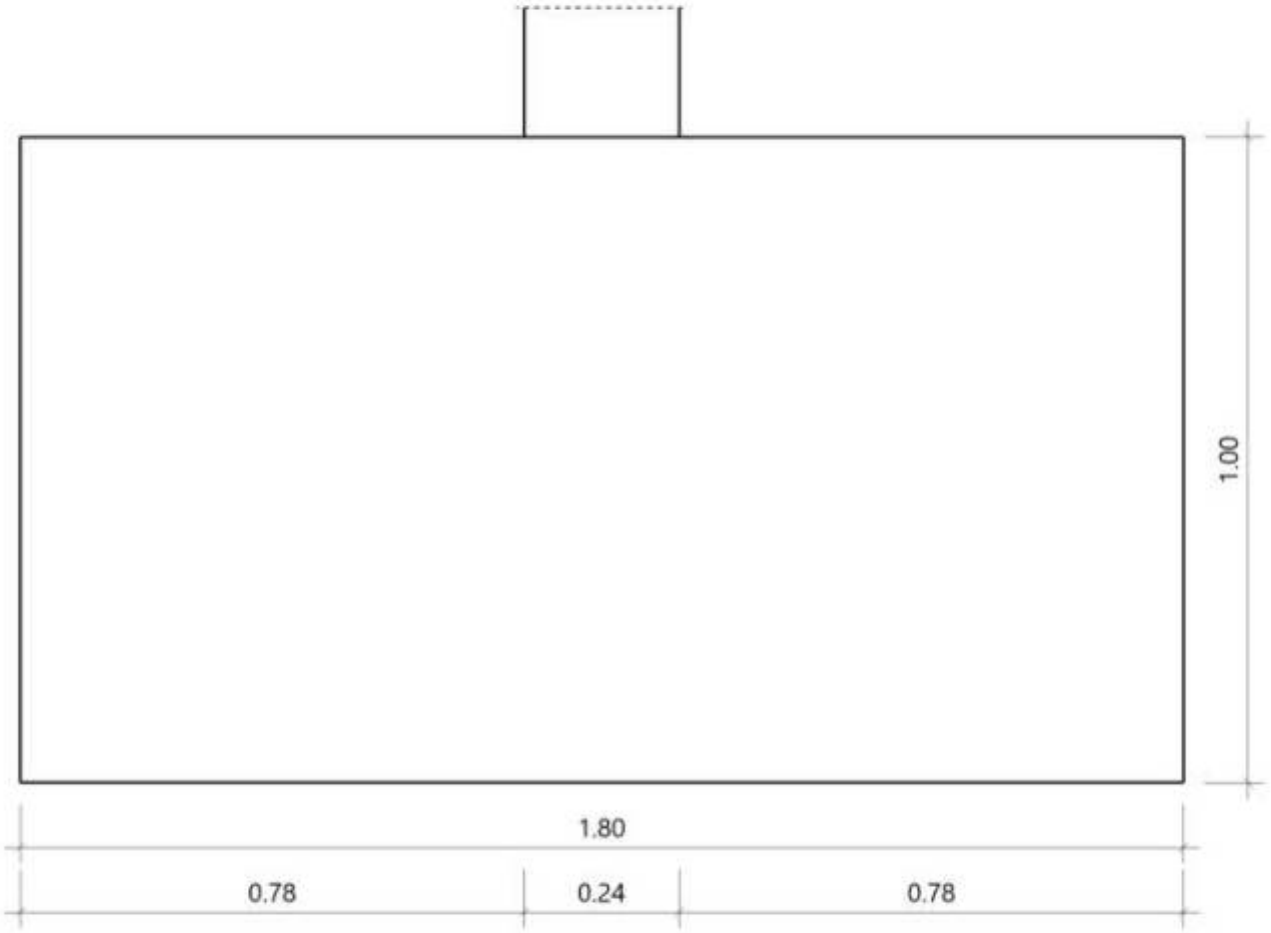
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: F3 Streifenfundament_ohne Eig

Streifenfundament (x64) FDS+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P06)

System

Ansicht



Streifenfundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Länge (y) m	Höhe (z) m
Wand	C 25/30	B500A	0.24	1.00	
Fundament	C 25/30	B500A	1.80	1.00	1.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 1.00 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 275.00 kN/m².

Lasten

Wandlasten - charakteristisch

charakteristische Lastfälle

Nr	Einwirkungen	Bezeichnung	$N_{z,vertikal,k}$ kN/m	$M_{x,längs,k}$ kNm	$M_{y,quer,k}$ kNm/m	$H_{x,quer,k}$ kN/m	$H_{y,längs,k}$ kN	$q_{links,k}$ kN/m²	$q_{rechts,k}$ kN/m²	Zus	Alt
1	ständig	Lastfall 1	262.30	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0
2	Kat. C: Versamm...	Lastfall 2	71.75	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0

Statisch durch Vergleich geprüft

Eigengewicht ist bei den Nachweisen **nicht** berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 0.00 kN/m³. Gesamtfundament ohne Wand NaN m³ / 0.00 kN. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
6	P	1.0 x (1)
7	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.93

Lagesicherheit nach DIN 1054:2021 Überlagerung

Nr	bei		m	$M_{Ed,dst}$ kNm	$M_{Ed,st}$ kNm	η
1	x	=	0.90	0.00	212.46	0.00
1	x	=	-0.90	0.00	212.46	0.00
1	y	=	0.50	0.00	118.04	0.00
1	y	=	-0.50	0.00	118.04	0.00

Lagesicherheit: stabilisierende und destabilisierende Momente um Aussenkanten
Die Teilsicherheitsbeiwerte der Überlagerungen sind Lastfallweise konstant.
Die vertikale Erddruckkomponente aus Fundamenteinbindung ist nicht berücksichtigt.

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 275.00 kN/m²

σ_{Rd} = 275.00 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
5	GEO	P	461.7	0.0	1.80	1.00	256.52	275.00	0.93

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Klaffende Fuge

Klaffende Fuge nach DIN 1054:2021 Überlagerung

Nr	GZ	BS	N kN	e_x m	e_y m	$a^*/(1/6)$	$b^*/(1/9)$	η_G	$\eta_{G,Q}$
3	SLS	P	262.3	0.00	0.00	0.000/0.167		0.00	
4	SLS	P	334.1	0.00	0.00		0.000/0.111		0.00

$a^*=e_x/b_x+e_y/b_y$ $b^*=(e_x/b_x)^2+(e_y/b_y)^2$

Bemessung

Das Fundament kann in der unteren Lage unbewehrt ausgeführt werden.

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: F3 Streifenfundament_ohne Eig

Anschlussbewehrung

Wand	C 25/30	B500A	erf. ges. as je Seite as	= =	3.6 1.8	cm²/m cm²/m

Mindestausmitte für Druckglieder nicht berücksichtigt.
Mindestbewehrung für Druckglieder berücksichtigt.
Bewehrungslage d_1 = 5.0 cm

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. F4 - Einzelfundament

C25/30 XC2 bxt=6,50x2,5 m

System

Tragschicht bis Unterkante Bodenplatte KG
$\sigma_{R,d}$ = 300 kN/m²
Tiefe t=1,0 m

Belastung

Einzellast

g_k=	1404,50+0,30*0,35*25*4,30	=	1415,79 kN
q_k=			487,80 kN

Lienenlast

g_k=	175,50+27,52	=	203,02 kN/m
q_k=			85,40 kN/m

Bemessung

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung

siehe Ausdruck Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

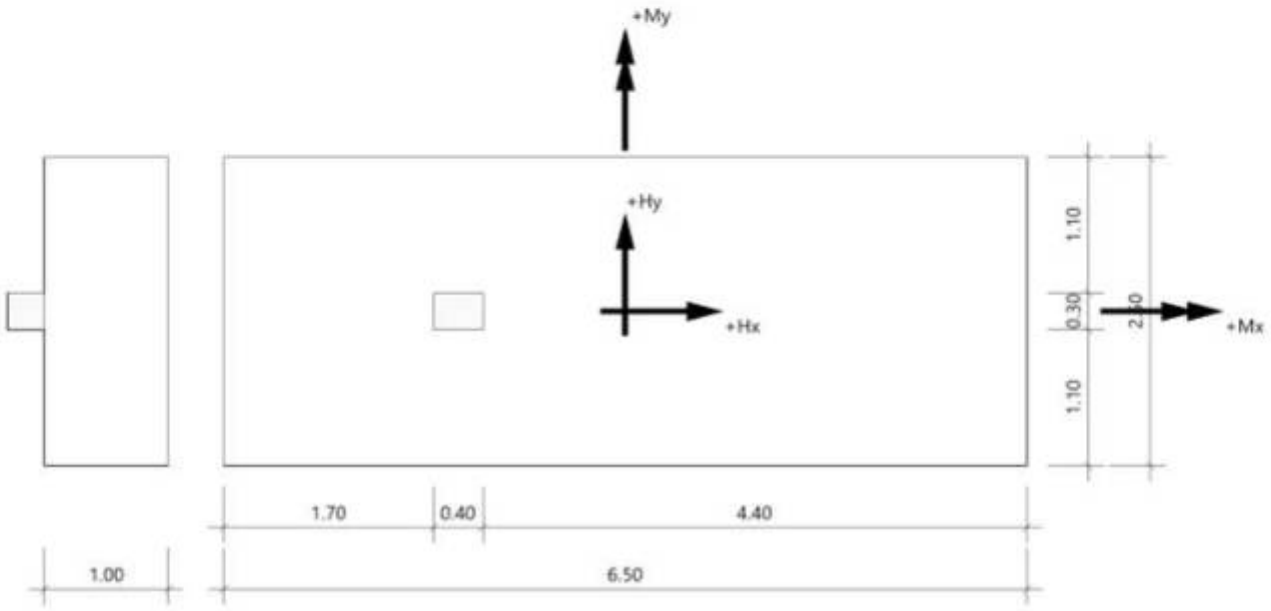
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: F4 - Einzelfundament

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P06)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	6.50	2.50	1.00
Stütze	C 25/30	B500A	0.40	0.30	0.00

Ausmitte ex = -1.35m. Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 1.00 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 300.00 kN/m².

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	1415.8	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	C	Lastfall 2	487.8	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze 16.250 m³ / 406.25 kN. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Linienlasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	p1 kN/m	x1 m	y1 m	p2 kN/m	x2 m	y2 m	R kN
1	1	203.02	2.04	0.00	203.02	3.50	0.00	296.4
2	2	85.40	2.04	0.00	85.40	3.50	0.00	124.7

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: F4 - Einzelfundament

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
5	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.48
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	3	0.06
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	4	0.92
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	4	0.69
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	4	0.49

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm²
Biegung $A_{sx,u}$	4	27.4
Biegung $A_{sy,u}$	4	21.5

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 300.00 kN/m²

σ_{Rd} = 300.00 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
4	GEO	P	3778.6	0.0	5.47	2.50	276.21	300.00	0.92

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
4	**1172.44**	910.33	0.00	0.00	**27.4**	21.5	0.0	0.0

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 6.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 6.0 cm. Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) (unten) unberücksichtigt. Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) (oben) unberücksichtigt. 20% Querbewehrung wurden nicht berücksichtigt.

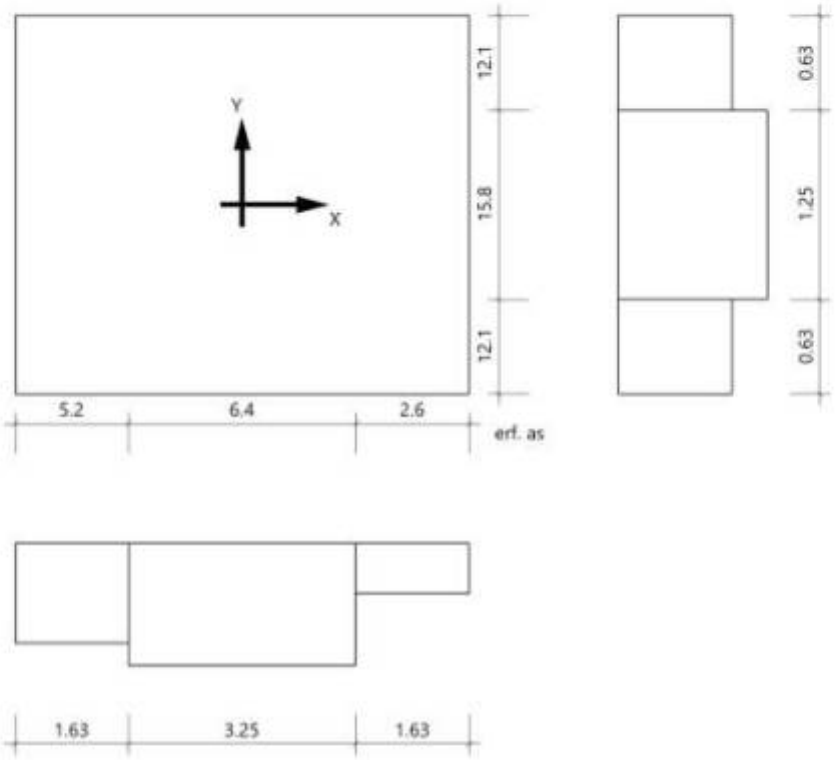
Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

Mindestmomente	$M_{y,min}$	= $\eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	=	0.250 * 2613.7 * 1.44	=	940.92	kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$	=	=		=	22.1	cm²
Mindestmomente	$M_{x,min}$	= $\eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	=	0.125 * 2613.7 * 1.54	=	503.13	kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$	=	=		=	11.9	cm²

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 4

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Berechungsgrundlagen:
Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Randstütze X (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden	ρ_{vorh} =	0.12 %		
Beiwert Rotationssymmetrie	β =	1.10		
Schubspannung	v_{Ed} =	0.50	N/mm²	mit β
Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	$v_{Rd,c}$ =	0.73	N/mm²	$v_{Rd,c} = v_{Rd,c,min}$
Tragwiderstand Druckstrebe	$v_{Rd,max}$ =	1.03	N/mm²	kritischer Rundschnitt
Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel	η =	0.69		
Ausnutzung für Druckstrebe	η =	0.49		

Keine Bügel erforderlich.

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. F5 - Einzelfundament

C25/30 XC2 bxt=2,2x2,2 m

System

Tragschicht bis Unterkante Bodenplatte KG
$\sigma_{R,d}$ = 400 kN/m²
Tiefe t=1,0 m

Belastung

g_k=	926,50+0,30*0,35*25*4,30	=	937,79 kN
q_k=			288,50 kN

Bemessung

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung

siehe Ausdruck Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

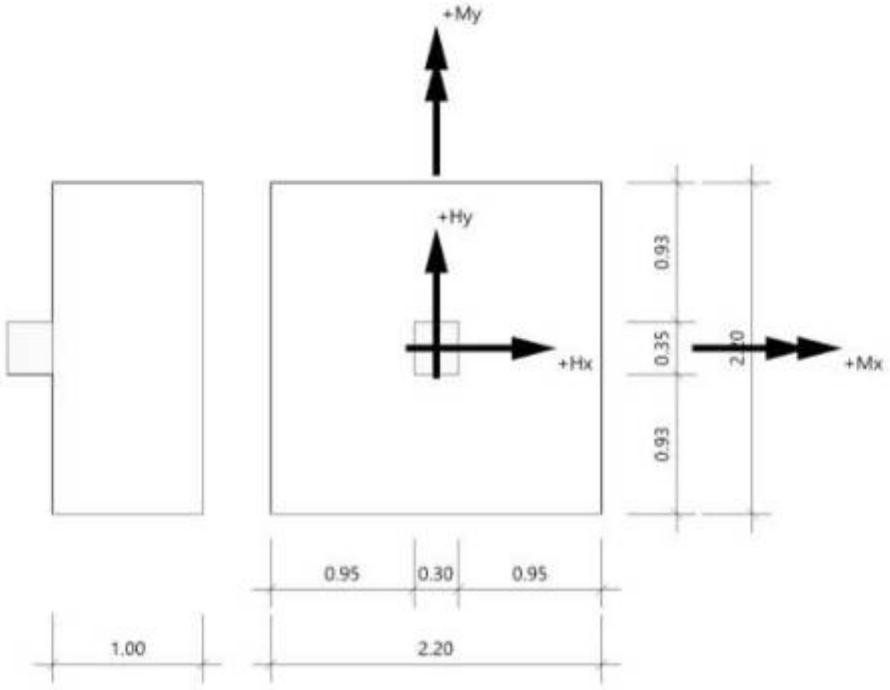
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: F5 - Einzelfundament

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P06)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	2.20	2.20	1.00
Stütze	C 25/30	B500A	0.30	0.35	0.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 1.00 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 400.00 kN/m².

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	937.8	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	C	Lastfall 2	288.5	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze 4.840 m³ / 121.00 kN. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Nr	BS	Überlagerung
6	P	1.0 x (1)
7	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.96
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	5	0.38
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	5	0.27

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm²
Biegung $A_{s,x,u}$	5	9.3
Biegung $A_{s,y,u}$	5	9.3

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 400.00 kN/m²

σ_{Rd} = 400.00 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
5	GEO	P	1862.1	0.0	2.20	2.20	384.74	400.00	0.96

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
5	**403.46**	392.84	0.00	0.00	**9.3**	9.3	0.0	0.0

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 6.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 6.0 cm. Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) (unten) unberücksichtigt. Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) (oben) unberücksichtigt. 20% Querbewehrung wurden nicht berücksichtigt.

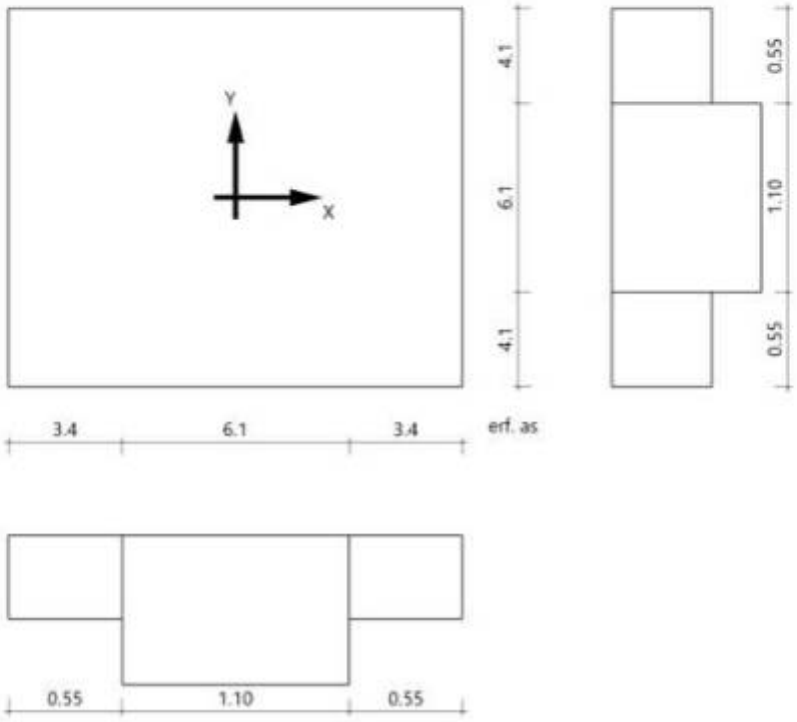
Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

Mindestmomente	$M_{y,min}$	= $\eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	=	0.125 * 1661.9 * 1.11	=	230.59 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$	=	=		=	5.3 cm²
Mindestmomente	$M_{x,min}$	= $\eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	=	0.125 * 1661.9 * 1.06	=	220.21 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$	=	=		=	5.2 cm²

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 5

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Berechungsgrundlagen:
Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden	ρ_{vorh} =	0.05	%	
Beiwert Rotationssymmetrie	β =	1.10		
Schubspannung	v_{Ed} =	0.42	N/mm²	mit β
Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	$v_{Rd,c}$ =	1.10	N/mm²	$v_{Rd,c} = v_{Rd,c,min}$
Tragwiderstand Druckstrebe	$v_{Rd,max}$ =	1.54	N/mm²	kritischer Rundschnitt
Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel	η =	0.38		
Ausnutzung für Druckstrebe	η =	0.27		

Keine Bügel erforderlich.

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. F6 - Einzelfundament

C25/30 XC2 bxt=1,9x1,9 m

System

auf 30 cm Tragschicht
$\sigma_{R,d}$ = 275 kN/m²
Tiefe t=1,0 m

Belastung

g_k=	611,80+π*0,2²*25*4,30	=	625,31 kN/m
q_k=			95,70 kN/m

Bemessung

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung

siehe Ausdruck Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

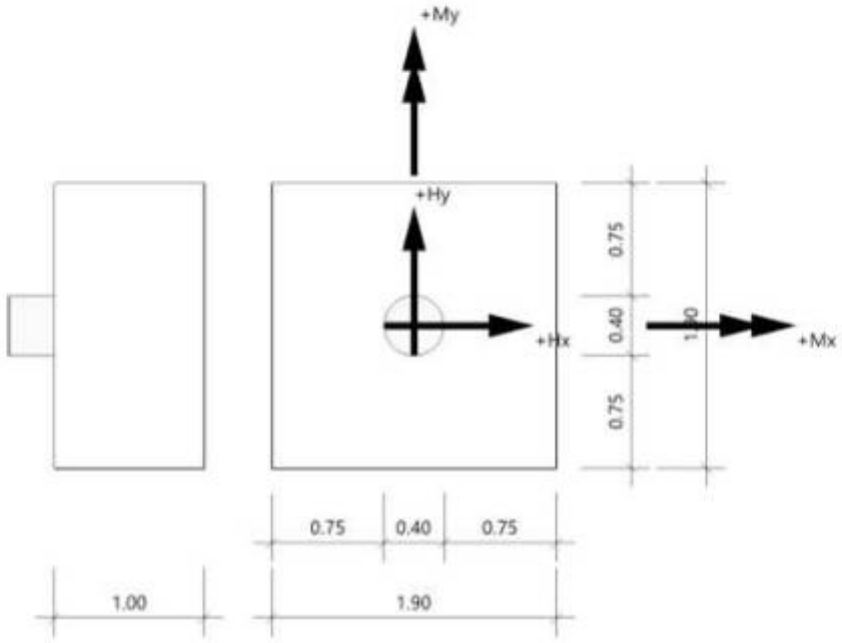
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: F6 - Einzelfundament_ohne Eige

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P06)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	1.90	1.90	1.00
Stütze	C 25/30	B500A	0.40	0.40	0.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 1.00 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 275.00 kN/m².

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	625.3	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	C	Lastfall 2	95.7	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen **nicht** berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze 0.000 m³ / 0.00 kN. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Nr	BS	Überlagerung
6	P	1.0 x (1)
7	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.99
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	5	0.20
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	5	0.15

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm²
Biegung $A_{s,x,u}$	5	4.3
Biegung $A_{s,y,u}$	5	4.4

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 275.00 kN/m²

σ_{Rd} = 275.00 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
5	GEO	P	987.7	0.0	1.90	1.90	273.61	275.00	0.99

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
5	**185.20**	185.20	0.00	0.00	**4.3**	4.4	0.0	0.0

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 6.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 6.0 cm. Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) (unten) unberücksichtigt. Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) (oben) unberücksichtigt. 20% Querbewehrung wurden nicht berücksichtigt.

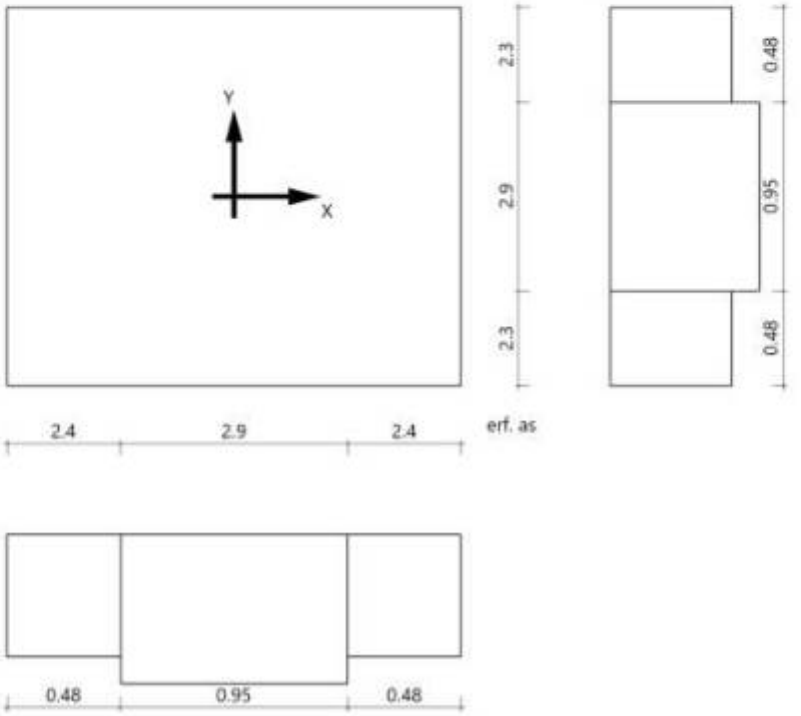
Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

Mindestmomente	$M_{y,min}$	=	$\eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	=	0.125 * 943.9 * 1.08	=	126.84 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$	=		=		=	2.9 cm²
Mindestmomente	$M_{x,min}$	=	$\eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	=	0.125 * 943.9 * 1.08	=	126.84 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$	=		=		=	3.0 cm²

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 5

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Berechungsgrundlagen:
Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden	ρ_{vorh} =	0.03	%	
Beiwert Rotationssymmetrie	β =	1.10		
Schubspannung	v_{Ed} =	0.25	N/mm²	mit β
Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	$v_{Rd,c}$ =	1.24	N/mm²	$v_{Rd,c} = v_{Rd,c,min}$
Tragwiderstand Druckstrebe	$v_{Rd,max}$ =	1.74	N/mm²	kritischer Rundschnitt
Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel	η =	0.20		
Ausnutzung für Druckstrebe	η =	0.15		

Keine Bügel erforderlich.

Bewehrung

Keine Bewehrung gewählt.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. F7 - Einzelfundament

C25/30 XC2 bxt=3,0x3,0 m

System

auf 30 cm Tragschicht
$\sigma_{R,d}$ = 275 kN/m²
Tiefe t=1,0 m

Belastung

g_k=	1142,00+π*0,2²*25*4,30	=	1155,51 kN
q_k=			467,00 kN

Bemessung

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung

siehe Ausdruck Frilo

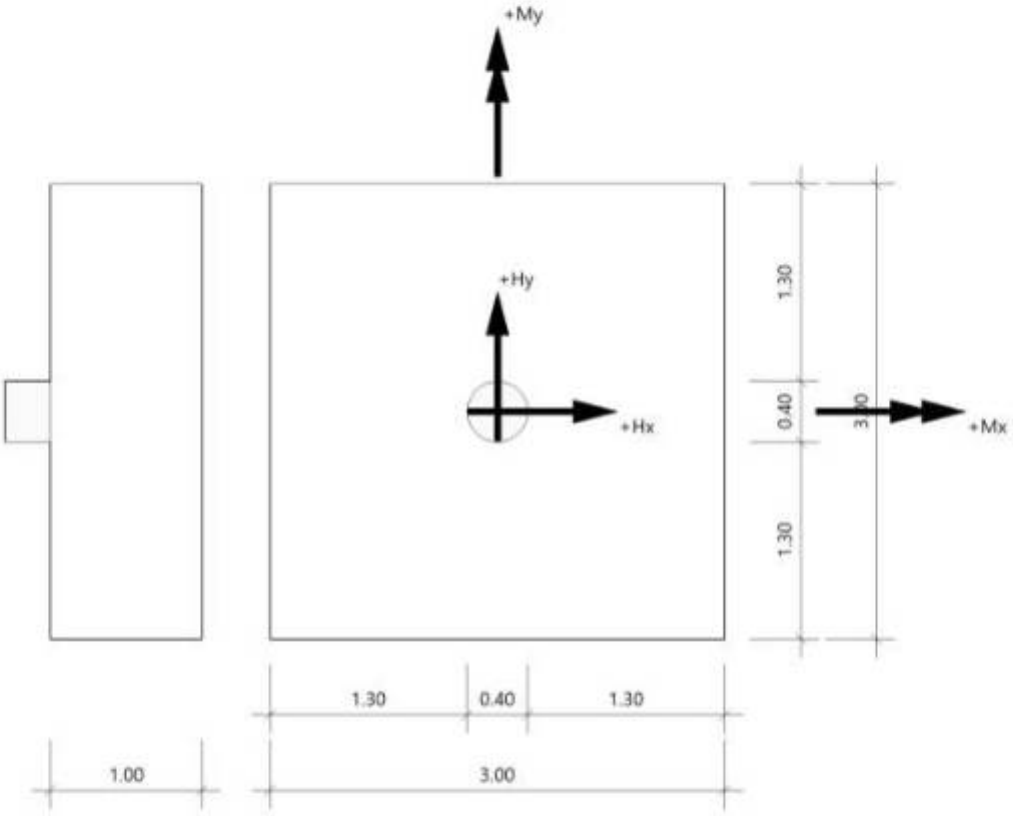
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P06)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	3.00	3.00	1.00
Stütze	C 25/30	B500A	0.40	0.40	0.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 1.00 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 250.00 kN/m².

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	1155.5	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	C	Lastfall 2	467.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen **nicht** berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze 0.000 m³ / 0.00 kN. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
6	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	1.00
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	5	0.59
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	5	0.42

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm²
Biegung $A_{Sx,u}$	5	17.0
Biegung $A_{Sy,u}$	5	17.4

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 250.00 kN/m²

σ_{Rd} = 250.00 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
5	GEO	P	2260.4	0.0	3.00	3.00	251.16	250.00	1.00

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
5	**734.64**	734.64	0.00	0.00	**17.0**	17.4	0.0	0.0

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 6.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 6.0 cm. Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) (unten) unberücksichtigt. Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) (oben) unberücksichtigt. 20% Querbewehrung wurden nicht berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

Mindestmomente	$M_{y,min}$	= $\eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	=	0.125 * 2220.2 * 1.44	=	399.64	kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$	=	=		=	9.3	cm²
Mindestmomente	$M_{x,min}$	= $\eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	=	0.125 * 2220.2 * 1.44	=	399.64	kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$	=	=		=	9.5	cm²

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 5

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Berechungsgrundlagen:
Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden	ρ_{vorh} =	0.07	%	
Beiwert Rotationssymmetrie	β =	1.10		
Schubspannung	v_{Ed} =	0.47	N/mm²	mit β
Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	$v_{Rd,c}$ =	0.80	N/mm²	$v_{Rd,c} = v_{Rd,c,min}$
Tragwiderstand Druckstrebe	$v_{Rd,max}$ =	1.13	N/mm²	kritischer Rundschnitt
Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel	η =	0.59		
Ausnutzung für Druckstrebe	η =	0.42		

Keine Bügel erforderlich.

Bewehrung

Keine Bewehrung gewählt.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. F8 - Einzelfundament
C25/30 XC2 bxt=2,7x2,7 m

System
auf 50 cm Tragschicht
$\sigma_{R,d}$ = 275 kN/m²
Tiefe t=1,0 m

Belastung

g_k=	923,40+π*0,2²*25*4,30	=	936,91 kN
q_k=			353,10 kN

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

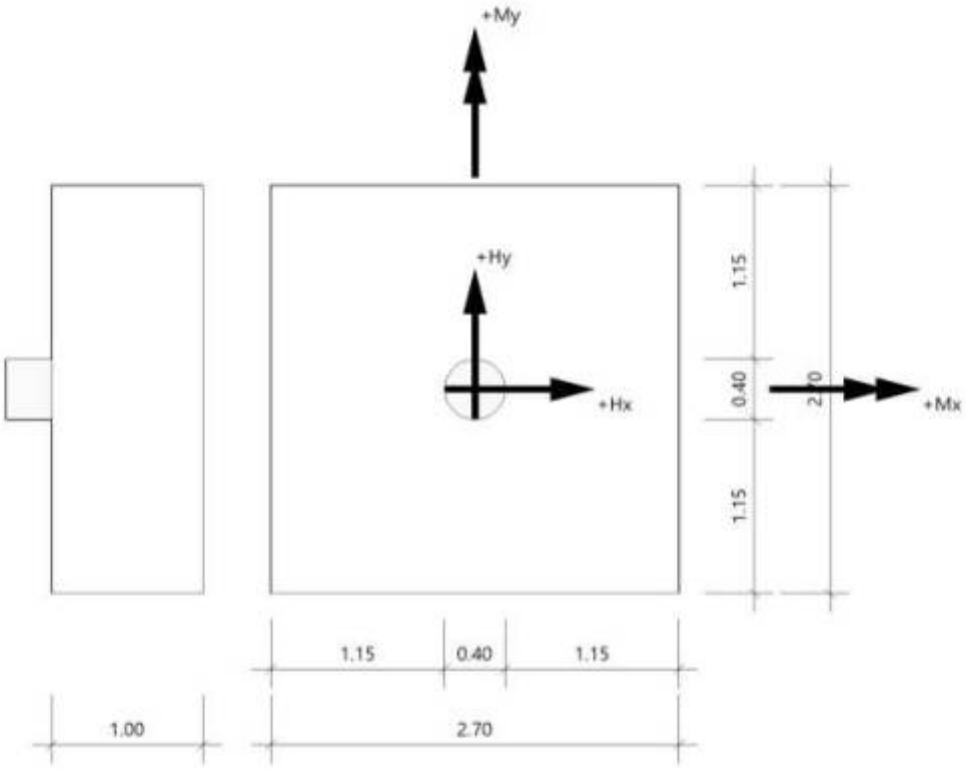
Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P06)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	2.70	2.70	1.00
Stütze	C 25/30	B500A	0.40	0.40	0.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 1.00 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 250.00 kN/m².

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	936.9	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	C	Lastfall 2	353.1	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen **nicht** berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze 0.000 m³ / 0.00 kN. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
6	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.98
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	5	0.45
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	5	0.32

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm²
Biegung $A_{Sx,u}$	5	11.9
Biegung $A_{Sy,u}$	5	12.2

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 250.00 kN/m²

σ_{Rd} = 250.00 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
5	GEO	P	1794.5	0.0	2.70	2.70	246.16	250.00	0.98

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
5	**515.91**	515.91	0.00	0.00	**11.9**	12.2	0.0	0.0

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 6.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 6.0 cm. Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) (unten) unberücksichtigt. Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) (oben) unberücksichtigt. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

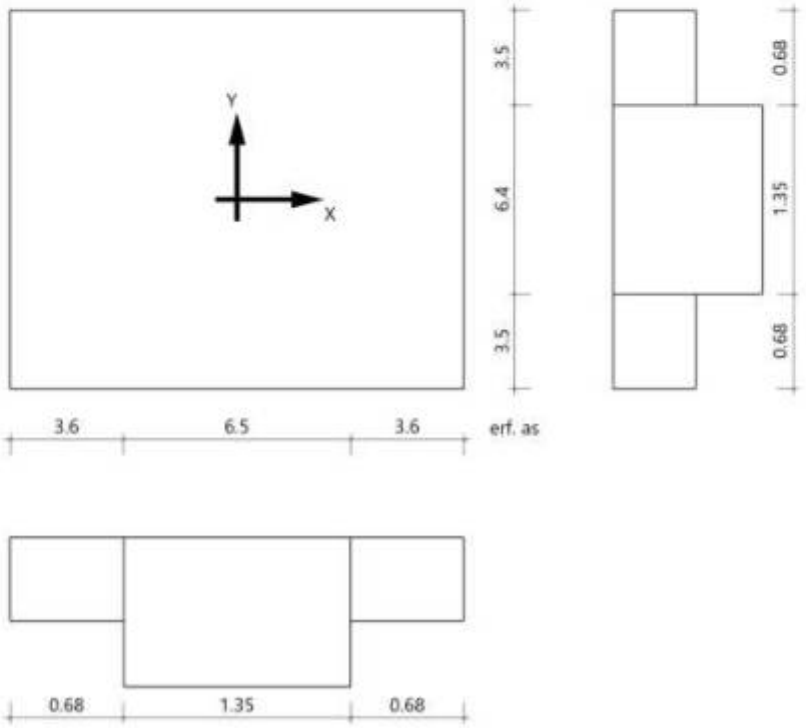
Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

Mindestmomente	$M_{y,min}$	= $\eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	=	0.125 * 1755.1 * 1.32	=	289.59	kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$	=	=		=	6.7	cm²
Mindestmomente	$M_{x,min}$	= $\eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	=	0.125 * 1755.1 * 1.32	=	289.59	kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$	=	=		=	6.8	cm²

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 5

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Berechungsgrundlagen:
Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden	ρ_{vorh}	=	0.05	%	
Beiwert Rotationssymmetrie	β	=	1.10		
Schubspannung	v_{Ed}	=	0.41	N/mm²	mit β
Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	$v_{Rd,c}$	=	0.91	N/mm²	$v_{Rd,c} = v_{Rd,c,min}$
Tragwiderstand Druckstrebe	$v_{Rd,max}$	=	1.27	N/mm²	kritischer Rundschnitt
Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel	η	=	0.45		
Ausnutzung für Druckstrebe	η	=	0.32		

Keine Bügel erforderlich.

Bewehrung

Keine Bewehrung gewählt.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. F9 - Einzelfundament

C25/30 XC2 bxt=3,1x3,1 m

System

auf 90 cm Tragschicht
$\sigma_{R,d}$ = 275 kN/m²
Tiefe t=1,0 m

Belastung

g_k=	1312,70+π*0,2²*25*4,30	=	1326,21 kN
q_k=			378,10 kN

Bemessung

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung

siehe Ausdruck Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

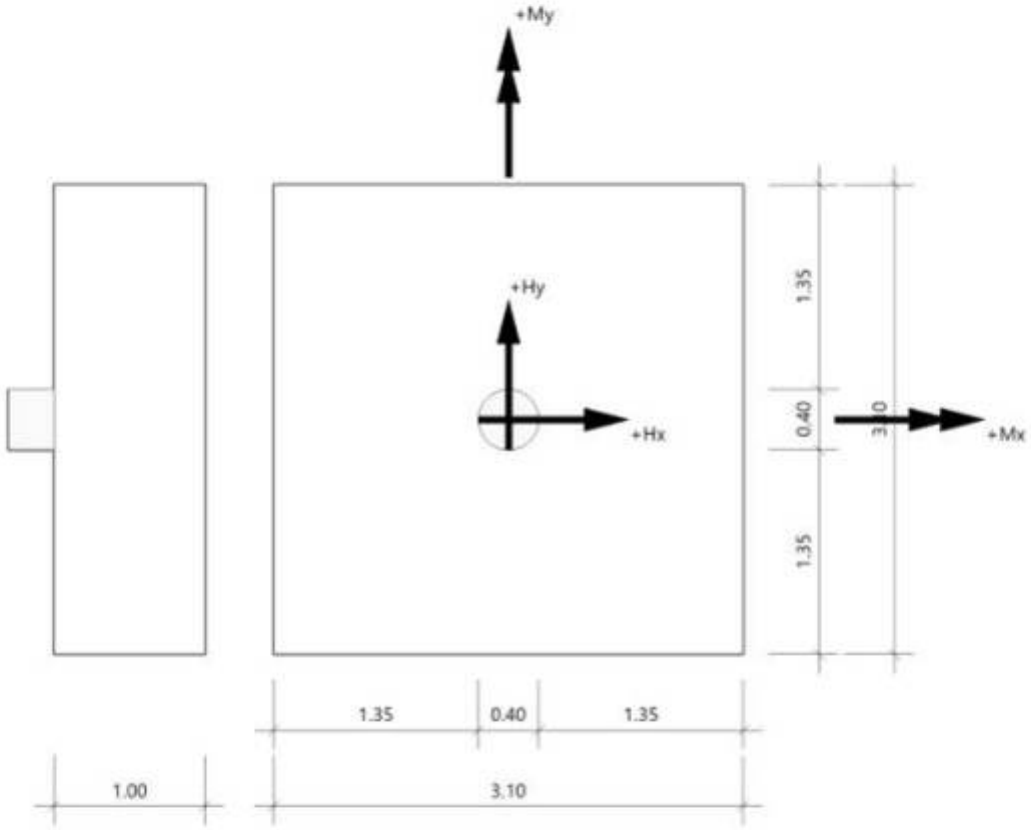
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: F9 - Einzelfundament_ohne Eige

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P06)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	3.10	3.10	1.00
Stütze	C 25/30	B500A	0.40	0.40	0.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 1.00 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 250.00 kN/m².

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	1326.2	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	C	Lastfall 2	378.1	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen **nicht** berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze 0.000 m³ / 0.00 kN. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
6	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.98
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	5	0.62
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	5	0.44

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm²
Biegung $A_{Sx,u}$	5	18.4
Biegung $A_{Sy,u}$	5	18.8

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 250.00 kN/m²

σ_{Rd} = 250.00 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
5	GEO	P	2357.5	0.0	3.10	3.10	245.32	250.00	0.98

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
5	**795.66**	795.66	0.00	0.00	**18.4**	18.8	0.0	0.0

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 6.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 6.0 cm. Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) (unten) unberücksichtigt. Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) (oben) unberücksichtigt. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

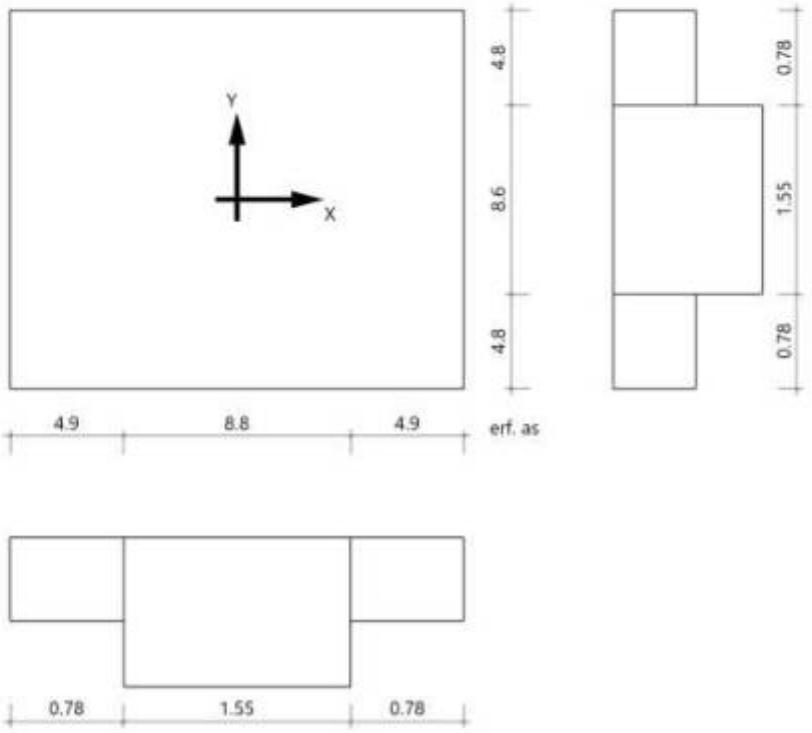
Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

Mindestmomente	$M_{y,min}$	= $\eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	=	0.125 * 2318.3 * 1.48	=	428.88	kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$	=	=		=	9.9	cm²
Mindestmomente	$M_{x,min}$	= $\eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	=	0.125 * 2318.3 * 1.48	=	428.88	kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$	=	=		=	10.2	cm²

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 5

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Berechungsgrundlagen:
Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden	ρ_{vorh}	=	0.07	%	
Beiwert Rotationssymmetrie	β	=	1.10		
Schubspannung	v_{Ed}	=	0.48	N/mm²	mit β
Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	$v_{Rd,c}$	=	0.77	N/mm²	$v_{Rd,c} = v_{Rd,c,min}$
Tragwiderstand Druckstrebe	$v_{Rd,max}$	=	1.08	N/mm²	kritischer Rundschnitt
Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel	η	=	0.62		
Ausnutzung für Druckstrebe	η	=	0.44		

Keine Bügel erforderlich.

Bewehrung

Keine Bewehrung gewählt.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 100 - Außentreppe

Beschreibung:
Die Stahlbeton Außentreppe als zweiten Rettungsweg wird als massive Stahllbetonkonstruktion geplant.
Das Treppenhaus besteht aus einer Mittelwand, an der die Treppenläufe seitlich über Rückbiegeanschlüsse aufliegen. Die Mittelwand läuft bis unter die Überdachung des außenliegenden Teppenhauses.
Die Außenwände in Treppenlaufrichtung werden bis ca. 1,10m über die oberen Treppenläufe, bzw. das oberste Zwichenpodest geführt und fungieren als Absturzsicherung.
Im Eingangsbereich befindet sich eine durch Tür- und Fensteröffnungen aufgelöste Wandscheibe.
Die Rückwand des außenliegenden Treppenhauses verläuft in einem Halbkreis.

Das Treppenhaus wird nicht monolithisch mit dem Gebäude verbunden und steht für sich alleine. Eine entsprechende Aussteifungsbetrachtung wird erforderlich.
Die Anbindung an das Hauptgebäude erfolgt über Bauteile zur thermischen und schallschutztechnischen Entkoppelung.
Entsprechend werden keine wärmedämmenden Maßnahmen oder Bauteile/ Bodenbeläge zur schallschutztechnischen Entkopplung benötigt.

Das außenliegende Treppenhaus wird wie folgt positioniert:

100 - Außenliegendes Treppenhaus
101 - Überdachung des Treppenhauses als auskragende Scheibe
102 - Treppenläufe
103 - Zwischenpodest
104 - Hauptpodest
105 - Mittelwand
106 - Außenwände in Längsrichtung
107 - Außenwand Eingang
108 - Außenwand Rückseite
109 - Bodenplatte
110 - Fundamente
111 - Verbindungssteg Außentreppe

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 100 - Außentreppe - Lastermittlung infolge Windangriff

Geometrische Grundlagen:

Höhe h_{max} =			11,84 m
Höhe h_{min} =			9,70 m
Mittlere Höhe h_m =	$(h_{max}+h_{min})/2$	=	10,77 m
Länge L =			7,01 m
Breite b =			4,20 m
kürzere Breite b2 =			3,60 m

Ermittlung der Windlasten:
Windzone: Mischkategorie Binnenland

qpe =	$1,7*0,39*(hm/10)^{0,37}$	=	0,68 kN/m²
Grundwert w_k =	qpe	=	0,68 kN/m²
Verhältnis h/d =	h_m/b	=	2,56
Grundflähe A_l =	h_m*L	=	75,50 m²
Grundfläche A_b =	h_m*b	=	45,23 m²

Außendruckbeiwerte für vertikale Wände von Gebäuden mit rechteckigem Grundriss:

$c_{pe,10,A}$ =	-1,30
$c_{pe,10,B}$ =	-0,80
$c_{pe,10,C}$ =	-0,50
$c_{pe,10,D}$ =	0,80
$c_{pe,10,E}$ =	-0,50

Maßgebend für die Bemessung der Bauteile wird die Überlagerung von Windsog und Winddruck, das bedeutet die Lastfälle D+E

$c_{pe,10,D_E}$ =	0,8+0,5	=	1,30
$w_{k,res}$ =	$w_k*cpe,10,D_E$	=	0,88 kN/m²

Erläuterung der Aussteifung:
Die Aussteifung in Längsrichtung erfolgt über die drei Stahlbetonwände in Treppenlaufrichtung. Diese weisen eine große Länge aus und sind in ausreichender Anzahl vorhanden, so dass eine Bemessung für die Aussteifungslast in Längsrichtung nicht erforderlich wird.

Die Aussteifung infolge Wind auf die Längsseite des Gebäudes ergibt sich wie folgt.
Die Außenwand im Eingangsbereich ergibt sich als aufgelöste Wandscheibe, zum einen durch die zwei Öffnungen im Erdgeschoss, zum anderen durch die geschosshohe Öffnung im 1.OG. Diesführt u einer deutlichen Abminderung der Gesamtsteifigkeit der Wandebene.
Die Rückseite der Außenwand verläuft in einem Halbkreis und wirkt somit für beide Richtungen als Aussteifende Wandscheibe.

Statisch durch Vergleich geprüft

Auf der folgenden Seite wird jeweils ein Grundriss für die aussteifenden Wände je Windrichtung dargestellt.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

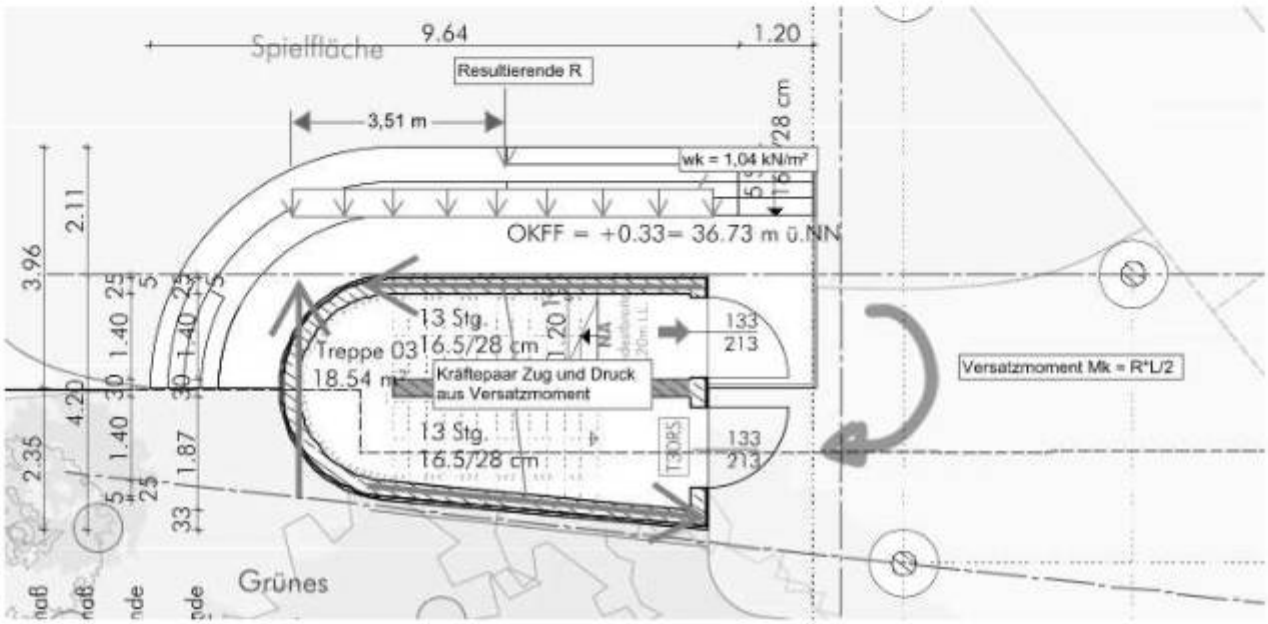
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

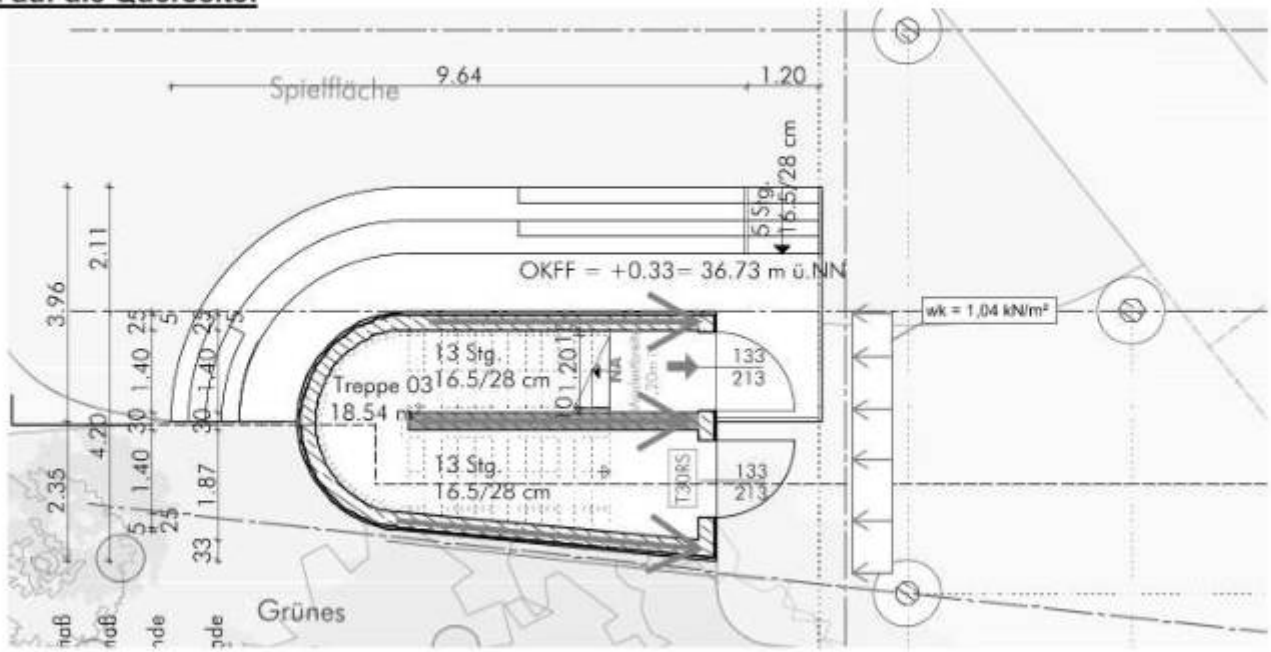
Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Wind auf die Längsseite:



Wind auf die Querseite:



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Ermittlung der Lastresultierenden infolge Windangiff:

Wind auf die Längsseite:
Für den Wind auf die Querseite wird mit hmin = größte Wandhöhe der Außenwände gerechnet

Querwand Fk,1 =	$L*h_{min}*w_{k,res}$	=	59,84 kN

Versatzmoment durch die aufgelöste Einsatzwand:

$M_{k,V}$ =	$w_{k,res}*L*h_{min}*L*0,5$	=	209,73 kNm

Resultierende Zug- und Druckkraft

$F_{k,2}$ =	$M_{k,V}/b_2$	=	58,26 kN
$F_{k,3}$ =	$-1*M_{k,V}/b_2$	=	-58,26 kN

(Die Vorzeichen variieren je nach Windangriffsrichtung)

Wind auf die Querseite:
Außenwände

Fk,2 =	$w_{k,res}*h_m*b*0,25$	=	9,95 kN
Fk,3 =	$w_{k,res}*h_m*b*0,25$	=	9,95 kN

Mittelwand

Fk,4 =	$w_{k,res}*h_m*b*0,5$	=	19,90 kN

Die Mittelwand erfährt zusätzlich eine Horizontallast aus dem schrägen verlauf des Daches, sowie ein Kopfmoment aus Windsog/ Winddruck auf die Dachfläche. Durch die verwendung der mittleren Höhe der Überdachung wurde bereits eine auf der sicheren Seite größere Windlast ermittelt, welche den Windangriff auf die schräge Dachfläche abdeckt.

Die ermittelten Lasten werden bei der Bemessung der jeweiligen Wandposition berücksichtigt, sowie bei der Bemessung der Gründung.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 101 - Überdachung:

C25/30 XC4, XF1 h = 25,0cm

System:
Kragplatte
Grundirss siehe Positionsplan bzw. Plattenmodell

Belastung:
Aus Schnee:

μ1 =			0,80
sk =			0,65 kN/m²
sk1 =	μ1*sk	=	0,52 kN/m²

Schneekeil am Knickpunkt der Dachschrägen:

α1 =			30,00 °
μ2 =	0,8*(60-30)/30	=	0,80
μ3 =	MIN(μ2+2*(11,84-9,7)/sk; 2,0)	=	2,00
sk2 =	μ3*sk	=	1,30 kN/m²

In Anlehnung an den Schneekeil an Höhenversprüngen wird mit einem Wert von μ3,max = 2,0 weiter bemessen.

Aus Wind:
Die Windlast wird auf der sicheren Seite mit einem Beiwert cp,net für den Bereich B ermittlet.
Wind in Längsrichtung:

Vereinfaht wird angenommen - wk =			0,80 kN/m²
Versperrungsgrad φ =			0,00
Wx-			
cp,net,B =			-1,30
wk,L =	wk*cp,net,B	=	-0,88 kN/m²
Wx+			
cp,net,B,0° =			1,80
cp,net,B,20° =			2,90
wk,L,20 =	wk*2,9	=	1,97 kN/m²
wk,L,0 =	wk*1,8	=	1,22 kN/m²
Wind in Querrichtung:			
Min:			
Versperrungsgrad φ =			1,00
cp,net,B =			-1,80
Wandbereich wk,B =	wk*cp,net,B	=	-1,22 kN/m²
Randbereich wk,b,R =	wk*-1,3	=	-0,88 kN/m²
Max:			
cp,net,B =			1,80
alle Bereiche wk,B =	wk*cp,net,B	=	1,22 kN/m²

Bereich hinter der Mittelwand:

cp,net,I =			-0,60
wk,b,I =	wk*cp,net,I	=	-0,41 kN/m²

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsporgramms InfoCAD
Grundbewehrung siehe folgende Seite

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Durchatnzen Wandende

Wandende V_{Ed}= 91,8+62,8/2 = 123,20 kN

-->keine Durchstanzbewehrung notwendig

Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015:12

Material			
Beton =	**GEW("EC2_de/beton_ec2"; Bez;)**	=	**C25/30**
Geometrie			
Gesamthöhe Querschnitt h =			**0,25 m**
Breite Querschnitt b =			**1,00 m**
Betondeckung c_{nom} =			**4,00 cm**
Stabdurchmesser d_s =			**12,00 mm**
Rechenwert der Rissbreite w_{max} =			**0,20 mm**
d =	h-c_{nom}/100-d_s/(2*1000)	=	0,204 m
horizontale Mindestbewehrung			
a) Nachweis mit Gl. (7.1) EC2-1-1, 7.3.2			
Faktor bzgl. fctm f =			0,65
k_c =			1,00
k_i =	0,8 + (((0,52 - 0,8)/(0,8-0,3))*(h-0,3))	=	0,828
k =	WENN(h≤0,3;0,8;WENN(h≥0,8;0,52;ki))	=	0,800
$f_{ct,eff}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton) * f	=	1,6900 MN/m²
A_{ct} =	0,5*h * b	=	0,125 m²/m
Φ_S =	d_s /MAX($\frac{k_c * k * h}{8 * (h-d)} * \frac{f_{ct,eff}}{2,9}$; $\frac{f_{ct,eff}}{2,9}$)	=	20,592 mm
σ_s =	(3,48*10^6*w_{max}/Φ_S)^(1/2)	=	183,846 N/mm²
$A_{s,min,a}$ =	$k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s * 10^4$	=	**9,19 cm² je Lage**

gewählt:

Grundbewehrung oben + unten: Kreuzweise ∅12/12 cm

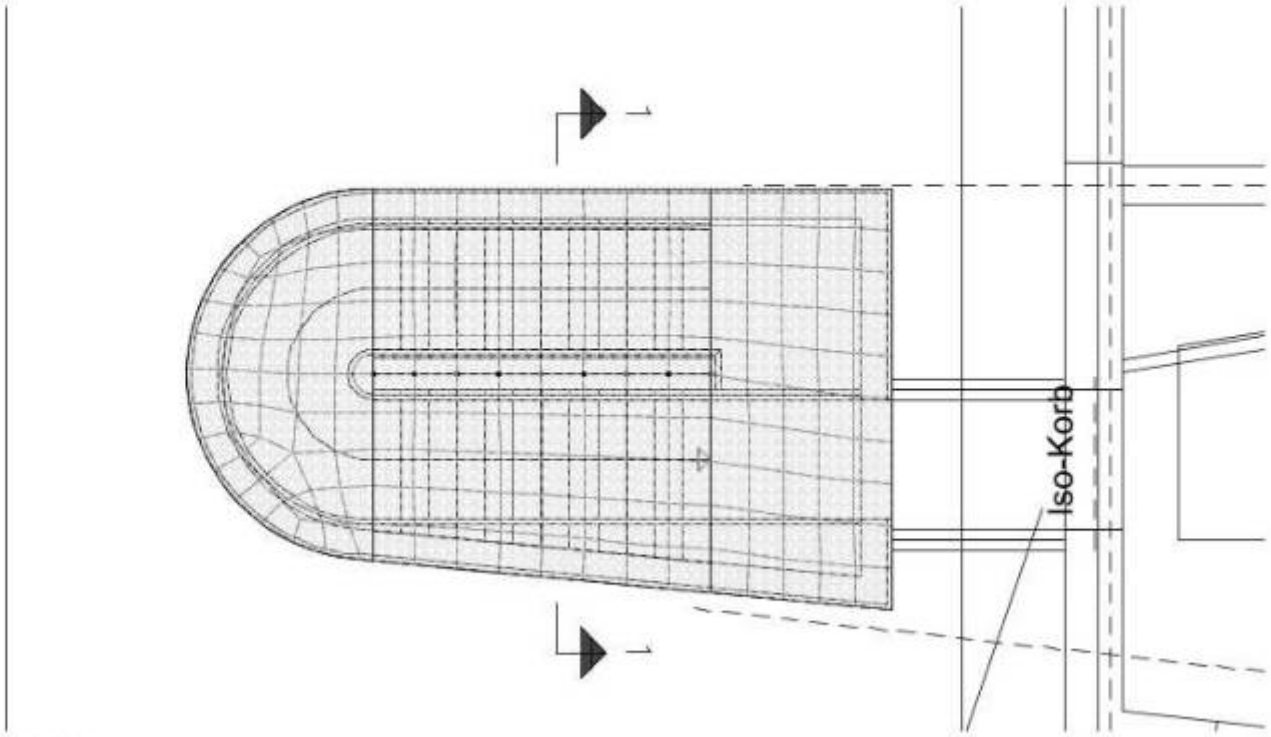
As,vorh =			9,43 cm²/m
η=	As,min,a/As,vorh	=	0,97

Statisch durch Vergleich geprüft

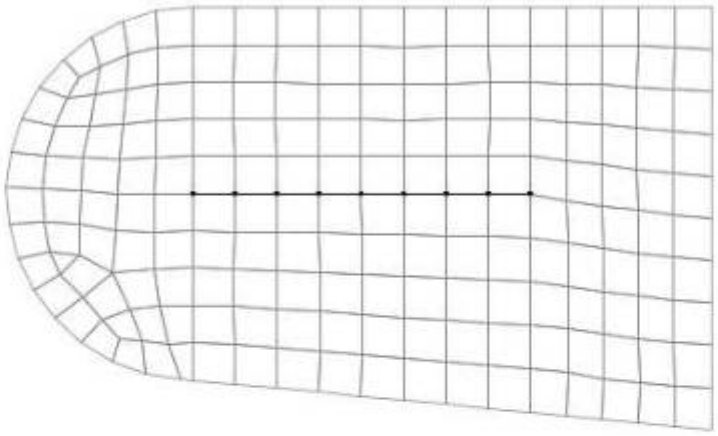
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.101

M = 1:



Grundriss



System

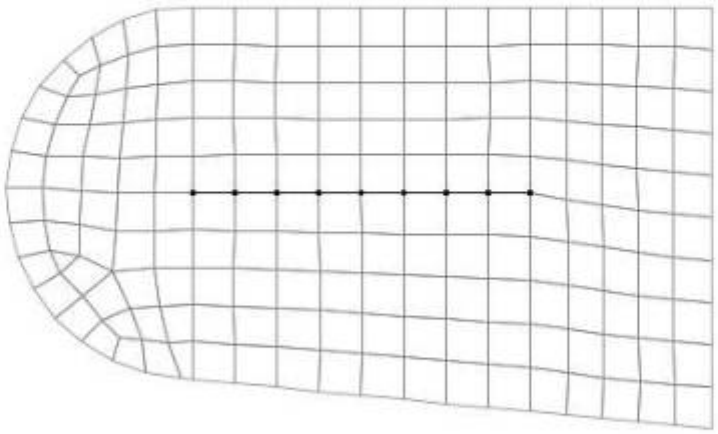
Statisch durch
Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

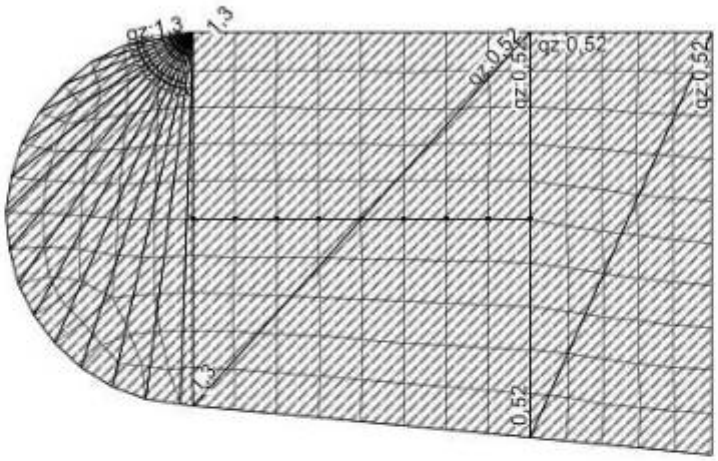
Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.101

M = 1:

EIGENLAST



LF 1: Belastung, Eigenlast

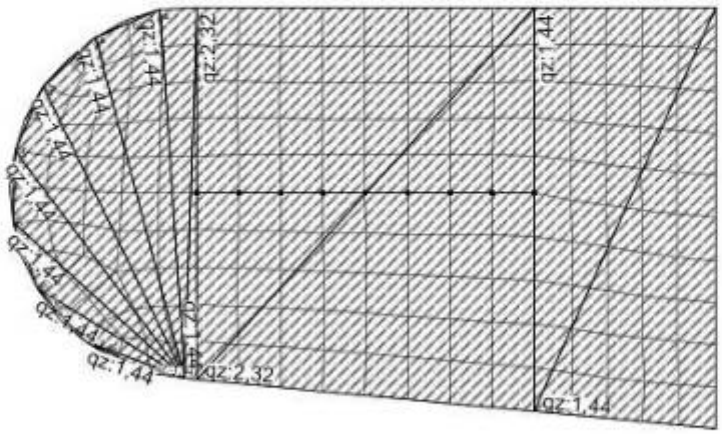


LF 10: Belastung, Schnee 1

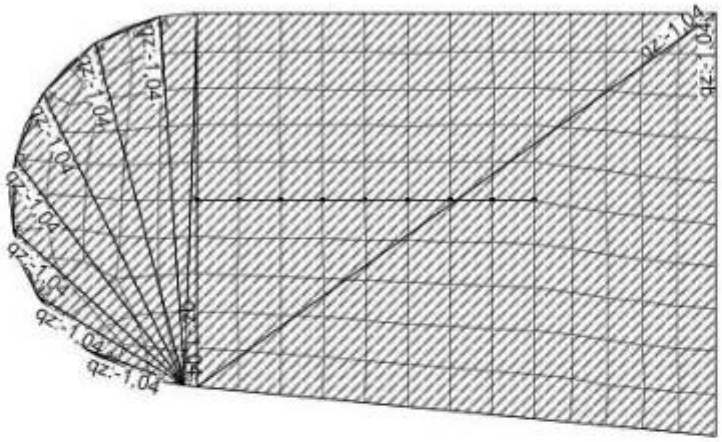
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:



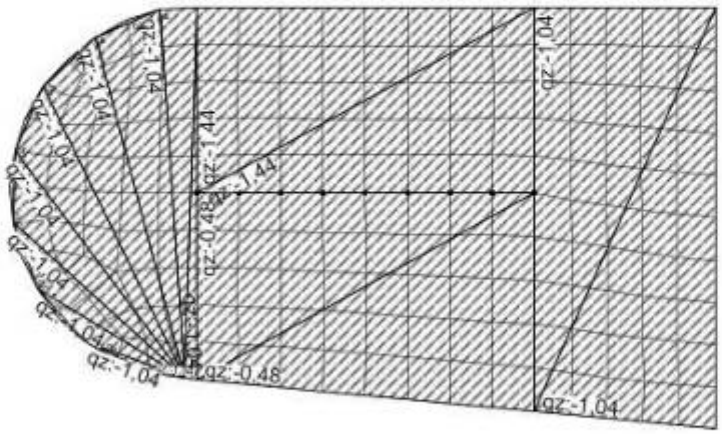
LF 11: Belastung, Wind x+



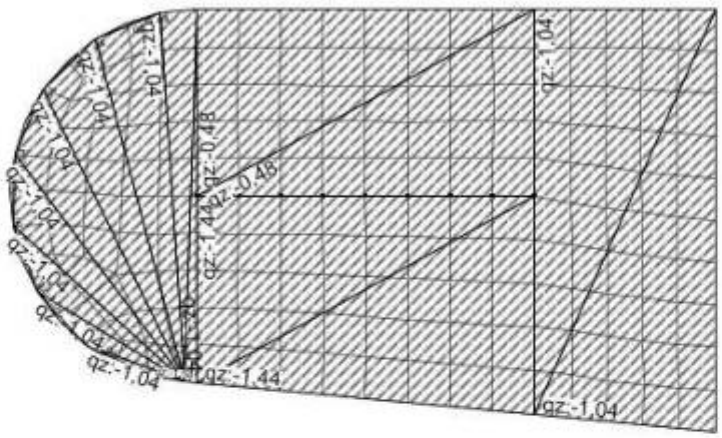
LF 12: Belastung, Wind x-

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:



LF 13: Belastung, Wind y+, MIN

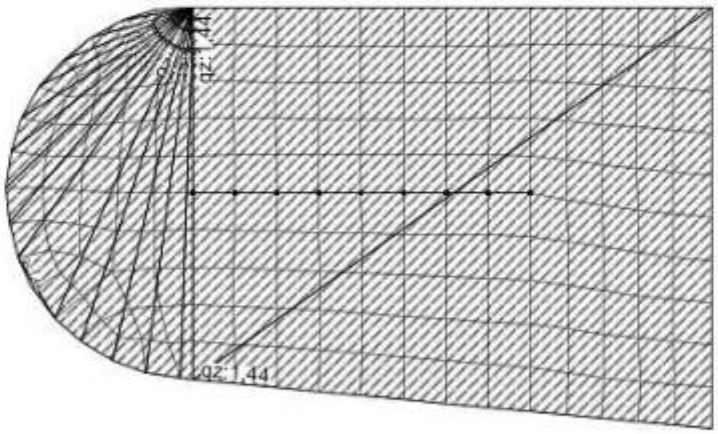


LF 14: Belastung, Wind y-, MIN

Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.101

M = 1:



LF 15: Belastung, Wind y+,-, MAX

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C B P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N	Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft: (ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied. (*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk	Stahlgüte der Bügel.
Theta	Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P.	Balken werden wie Platten bemessen.
K.	Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl	Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow	Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as	Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y	Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl	Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red.	Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	50	.

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]			Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb		h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.		0,250	.	0,200	0,90	.	.	.	.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

Rohd. Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten [MN/m] fck	a.cc	fctm	a.ct	Grenzdehnungen [o/oo] e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
1	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]	y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000 500	0,050	0,050	0,050	0,00
	2	1,000	0,000	200000 500	0,050	0,050	0,050	0,00
	3	1,000	0,250					
	4	0,000	0,250					

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Betonstahl für Flächenelemente

as Grundbewehrung [cm²/m]
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,050	.	0,00	0,050	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,050	0,00	.	0,050	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1    Eigenlast
```

QN - Schneelast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Schneelasten - Orte in CEN-Mitgliedsstaaten niedriger als 1000 m ü. NN
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,5 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
10   Schnee 1
```

QW - Windlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Windlasten
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,6 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, exklusiv
-------------------------------
11   Wind x+
12   Wind x-
13   Wind y+, MIN
14   Wind y-, MIN
15   Wind y+,-, MAX
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Schneelast
QW - Windlast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Schneelast
QW - Windlast
```

1. Quasi-ständige Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Schneelast
QW - Windlast
```

Statisch durch Vergleich geprüft

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

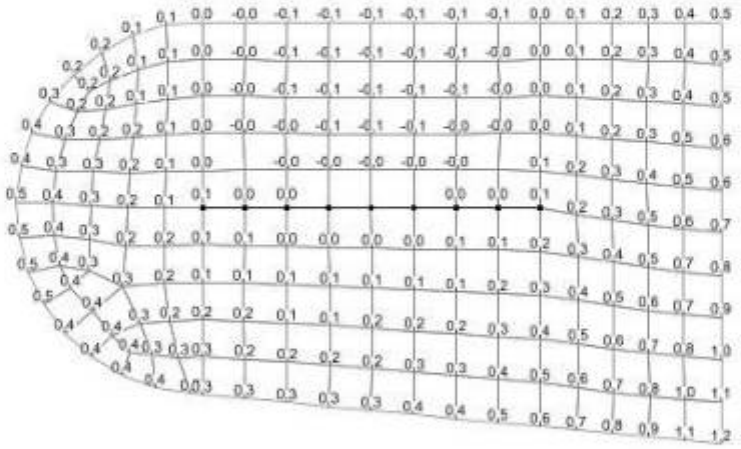
Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast	0,000	0,000	160,902
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	160,902
10	Schnee 1	0,000	0,000	22,556
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	22,556
11	Wind x+	0,000	0,000	47,822
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	47,822
12	Wind x-	0,000	0,000	-26,774
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	-26,774
13	Wind y+, MIN	0,000	0,000	-25,464
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	-25,464
14	Wind y-, MIN	0,000	0,000	-26,005
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	-26,005
15	Wind y+,-, MAX	0,000	0,000	37,071
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	37,071
16	Summe Q	0,000	0,000	29,206
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	29,206

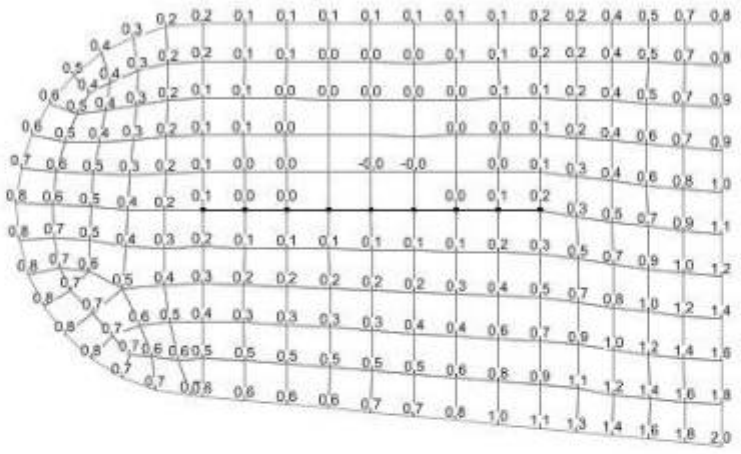
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:



Deformationen uz min; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1



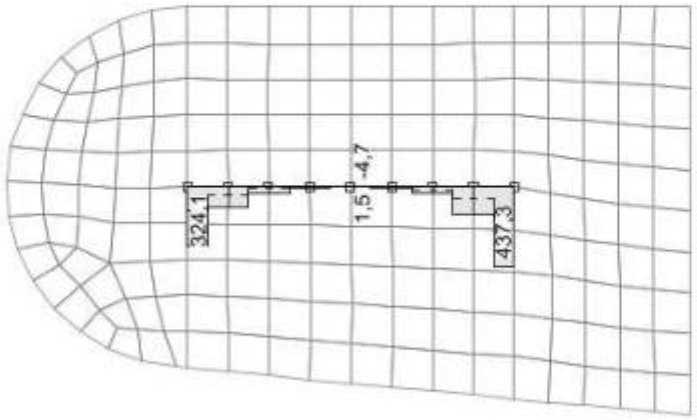
Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

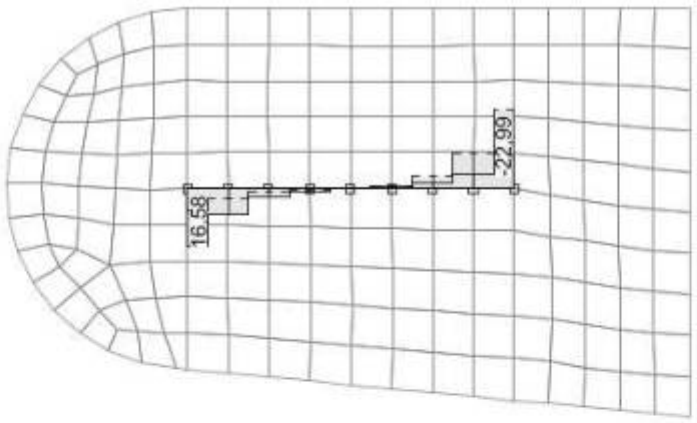
Statisch durch Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.101

M = 1:



Auflagerreaktionen Rz min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



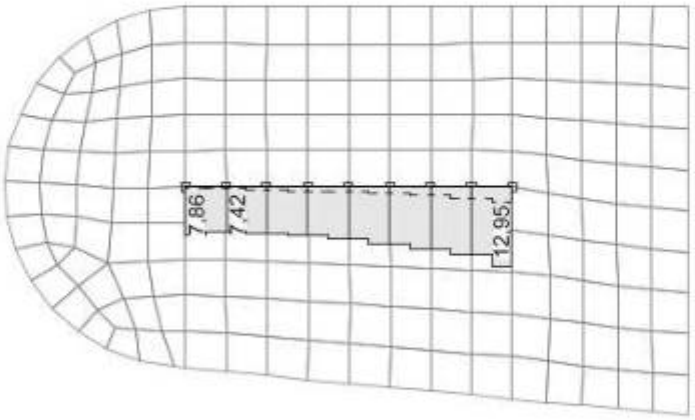
Auflagerreaktionen My min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

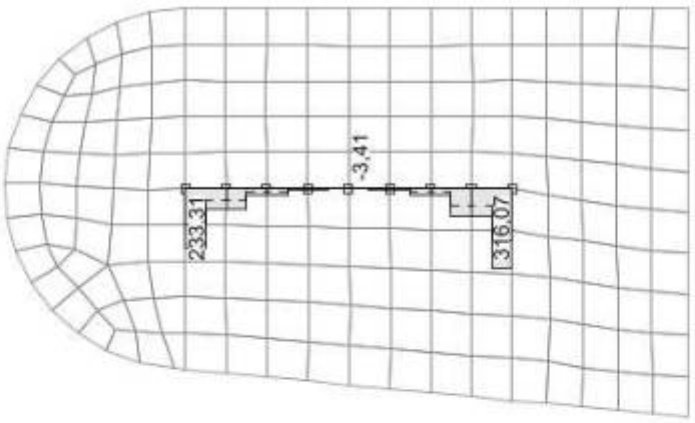
Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.101

M = 1:



Auflagerreaktionen Mx min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

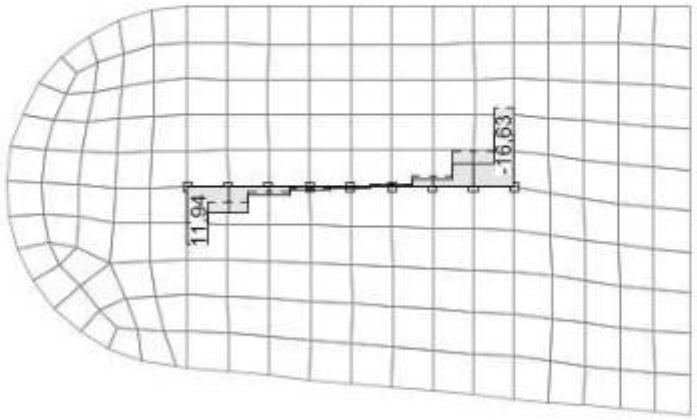


Auflagerreaktionen Rz min, max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

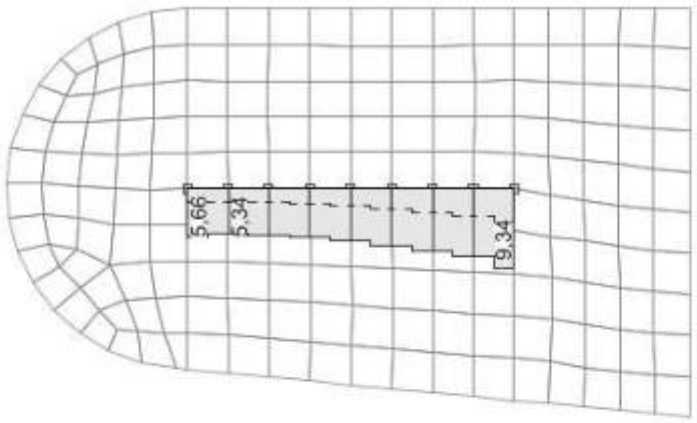
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:



Auflagerreaktionen My min, max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1



Auflagerreaktionen Mx min, max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

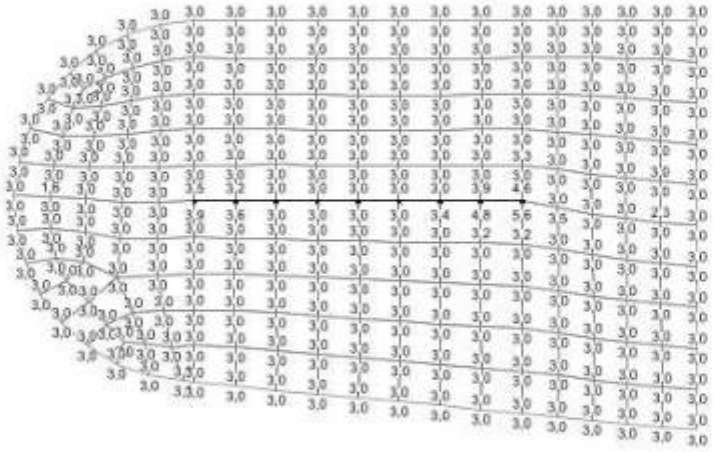
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

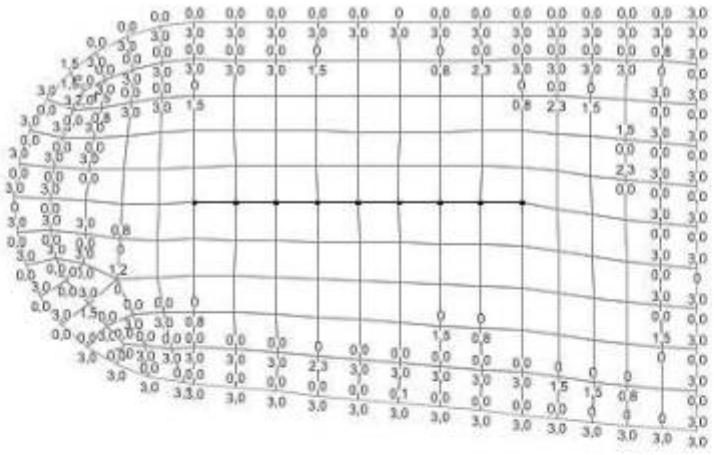
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.101

M = 1:



Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

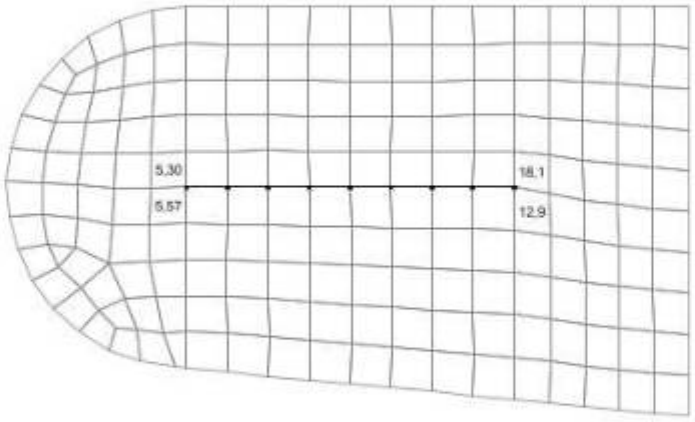


Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

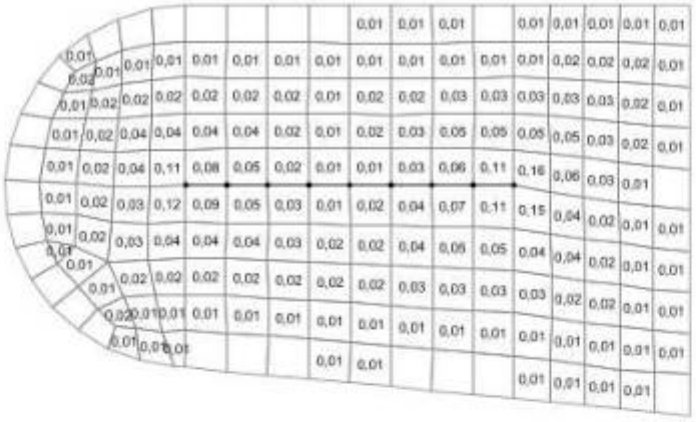
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:



Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1



qr/vRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

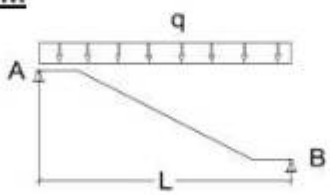
Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

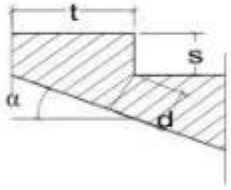
LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. 102 - Treppenläufe

C25/30 XC1 h = 20 cm

System:





Lauflänge L =			3,40 m
Laufbreite b =			145,00 cm
Plattendicke h =			20,00 cm
Steigung s =			17,00 cm
Auftritt t =			28,00 cm
Winkel α =	$\text{atan}\left(\frac{s}{t}\right)$	=	31,26 °

Belastung:
Eigengewicht:

aus Eigengewicht:	$\frac{h}{100} * \frac{25,0}{\cos(\alpha)}$	=	5,85 kN/m²
aus Stufen:	$\frac{s}{100} * \frac{25}{2}$	=	2,13 kN/m²
aus Belag:			1,50 kN/m²
	Gesamt gk	=	**9,48 kN/m²**

Nutzlast:
Verkehrslast Kat. T2 - Treppen = 5,00 kN/m²

Bemessung:
siehe Bemessungsausdruck Frilo

Die Treppe wird als Ortbetonbauteil hergestellt.
Der Anschluss an die seitlichen Wände erfolgt über Rückbiegeanschlüsse.
Die erste und letzte Stufe werden monolithisch mit der Mittelwand verbunden um einen hinreichenden Anschluss an das Zwischenpodest und eine ausreichende Lasteinleitung zu gewährleisten.

Grundbewehrung:
siehe folgende Seite

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015:12

Material

Beton =	**GEW("EC2_de/beton_ec2"; Bez;)**	=	**C25/30**

Geometrie

Gesamthöhe Querschnitt h =			**0,20 m**
Breite Querschnitt b =			**1,00 m**
Betondeckung c_{nom} =			**4,00 cm**
Stabdurchmesser d_s =			**10,00 mm**
Rechenwert der Rissbreite w_{max} =			**0,30 mm**
d =	h-c_{nom}/100-d_s/(2*1000)	=	0,155 m

horizontale Mindestbewehrung

a) Nachweis mit Gl. (7.1) EC2-1-1, 7.3.2

Faktor bzgl. fctm f =			0,65
k_c =			1,00
k_i =	0,8 + (((0,52 - 0,8)/(0,8-0,3))*(h-0,3))	=	0,856
k =	WENN(h≤0,3;0,8;WENN(h≥0,8;0,52;ki))	=	0,800
$f_{ct,eff}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton) * f	=	1,6900 MN/m²
A_{ct} =	0,5*h * b	=	0,100 m²/m
Φ_S =	d_s /MAX($\frac{k_c * k * h}{8 * (h-d)} * \frac{f_{ct,eff}}{2,9}$; $\frac{f_{ct,eff}}{2,9}$)	=	17,160 mm
σ_s =	(3,48*10^6*w_{max}/Φ_S)^(1/2)	=	246,656 N/mm²
$A_{s,min,a}$ =	k_c * k * $f_{ct,eff}$ * A_{ct} / σ_s * 10^4	=	**5,48 cm² je Lage**

b) Nachweis als "dickes" Bauteil nach Gl. (NCI zu 7.3.2)

effektive Dicke $h_{c,ef}$ bei zentrischem Zug (vgl. EC2-1-1, 7.3.2: (Bild 7.1DE)

d_1 =	h-d	=	0,0450 m
h/d_1 =	h/d_1	=	4,4444
$h_{c,ef}$ =	WENN(h/d1≤5;(0,5*h/d1)*d1;WENN(h/d1≤30;(0,1*h/d1+2)*d1;5*d1))	=	0,100 m
Φ_S =	d_s / ($f_{ct,eff}$/2,9)	=	17,160 mm
σ_s =	(3,48*10^6*w_{max}/Φ_S)^(1/2)	=	246,656 N/mm²
$A_{c,eff}$ =	$h_{c,ef}$ * b	=	0,1000 m²/m
$A_{s,min,b}$ =	MAX($f_{ct,eff}$*$A_{c,eff}$/σ_s*10^4;k*$f_{ct,eff}$*A_{ct}/500*10^4)	=	6,85 cm² je Lage
As,min =	MIN($A_{s,min,a}$;$A_{s,min,b}$)	=	**5,48 cm² je Lage**

gewählt:

Grundbewehrung oben + unten: Kreuzweise ∅10/15 cm

As,vorh =			5,24 cm²/m
η=	As,min/As,vorh	=	1,05

⇒ geringfügige Überschreitung, in Ordnung

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P04)

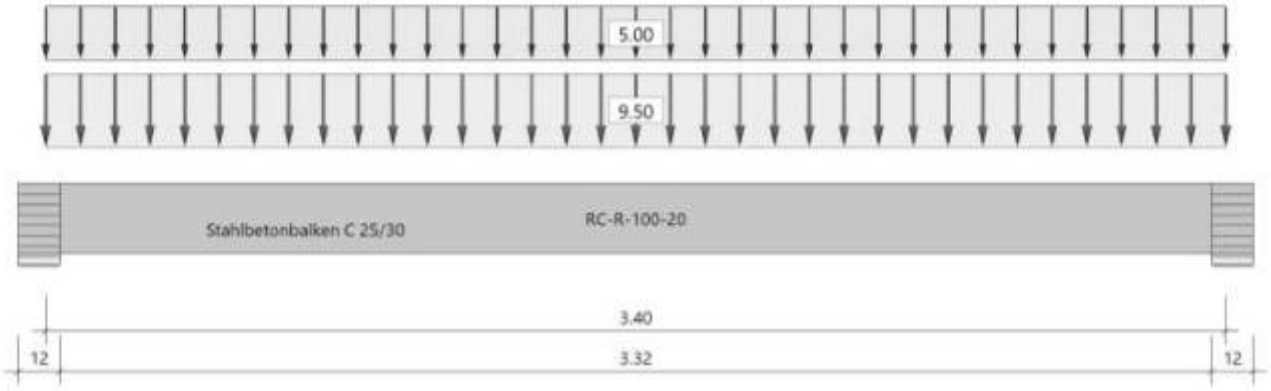
Grundparameter

Stahlbetonbalken E = 24870 N/mm²

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm} =	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s =	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk} =	25.0	°/₀₀ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			100.0	20.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.40	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.40		9.50		Nein	ständig		
	2	GL		3.40		5.00		Ja	Kat. C		

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{FI} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt
Nachweis Spannungsbegrenzung	:	wird geführt
Überprüfung des lin. Kriechansatzes	:	wird geführt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0			
Bewehrungskorrosion		XC1			
Mindestbetonklasse		C 16/20			
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm		
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 12	mm		
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 10	mm		
Bügel	$c_{min,b}$	= 10	mm		
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 20	mm		
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 12	mm	*5	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 28	mm	*1	
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 20	mm		
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.40	mm		

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck}	= 25	N/mm2	
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t)$	= 2.71		
Schwindmaß	$\varepsilon_{cs}(t)$	= -0.50	‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten	= 3.0 cm		oben	=	3.0 cm
	links	= 3.0 cm		rechts	=	3.0 cm
Bewehrungslagen	unten	= 4.5 cm		oben	=	4.5 cm

Abminderung der Stützmomente <= 15 %

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze kx < .45 wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal cot(Theta)/2.

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : indirekt b = 12.0 cm

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
100.0/20.0	17.10	2.5	-17.10	2.5
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]		Lk
Feld 1	1.70	1.70	29.37	29.37	15.5	0.11	4.4	0.0		1
	3.19	3.19	6.81	6.81	15.5	0.04	2.5	0.0	1	1
Am ersten Auflager sind mindestens 2.5 cm² zu verankern. Am letzten Auflager sind mindestens 2.5 cm² zu verankern. Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * cot(Theta) / 2 berücksichtigt.										
1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)										

Querkraftbewehrung nicht erforderlich.

Gebrauchstauglichkeit

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

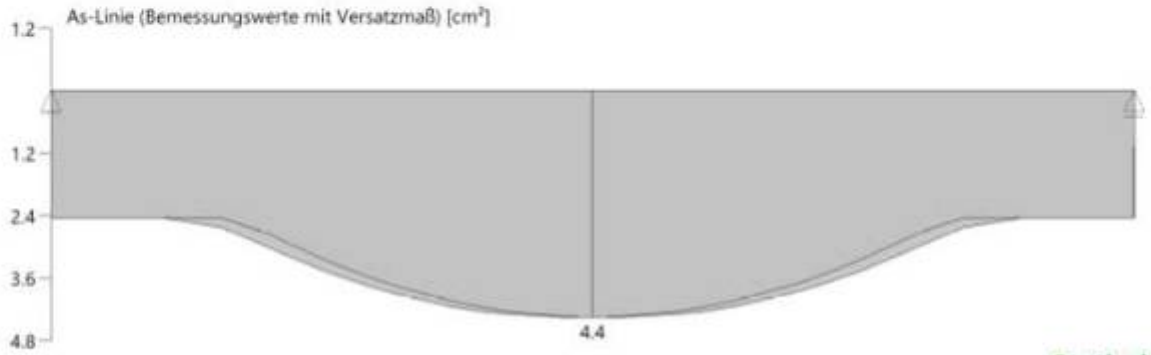
Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.70	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: ϕ_{eff} = 2.34 ε_{cs} = -0.50 ‰
Kombination charakteristisch
Mit Nachweis der relativen Grenzverformung (l_{eff} / 300)

Feld	x [m]	fEllz,g [cm]	fEllz,g / l_{eff}	fEllz,$\phi\varepsilon$ [cm]	fEllz,$\phi\varepsilon$ / l_{eff}	fEll,$\phi\varepsilon$ [cm]	η
Feld 1	1.70	0.1	1/4296	1.1	1/318	1.1	0.94

As-Deckungslinien



Grafik konnte nicht erzeugt werden.

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	16.2	16.2 8.5		
2	3.40	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	16.2	16.2 8.5		

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

---

103 - Zwischenpodest

C25/30 XC4, XF1 h = 20,0cm

System:
Mehrachsig gespannte Platte

Belastung:

Aus Eigengewicht gk =	0,2*25	=	5,00 kN/m²
Aus Treppe gk =			16,20 kN/m
Nutzlast gk =			5,00 kN/m²
Aus Treppe qk =			8,50 kN/m

Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsporgramms InfoCAD

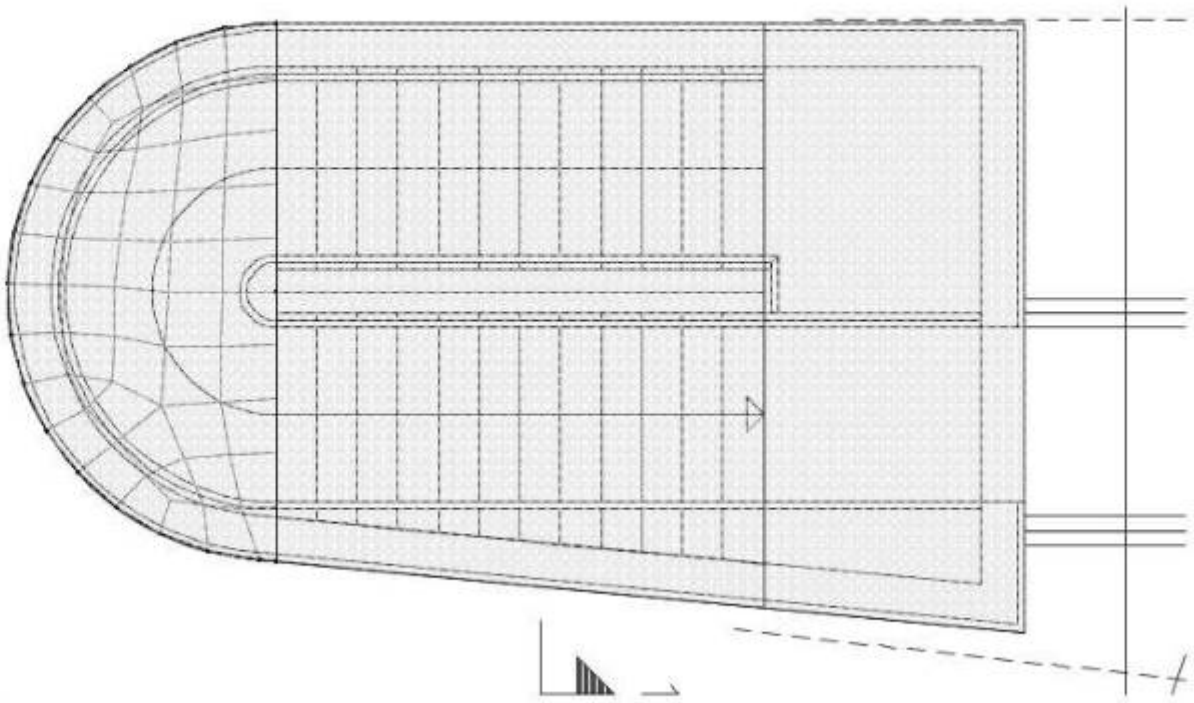
Grundbewehrung:
Analog zu Treppenläufen

Statisch durch
Vergleich geprüft

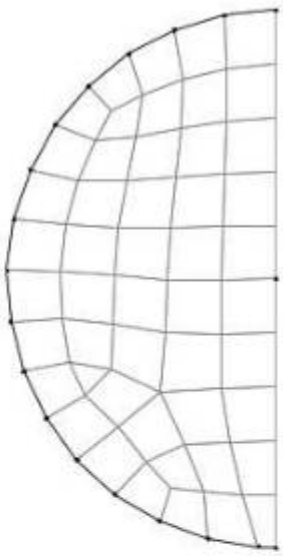
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.103

M = 1:



Grundriss



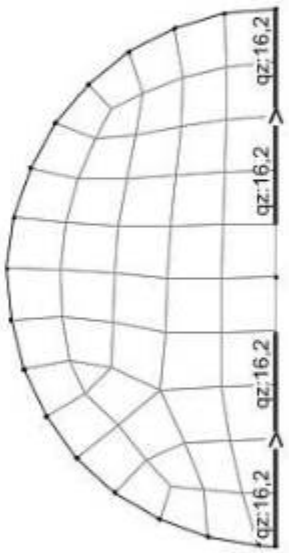
System

Statisch durch
Vergleich geprüft

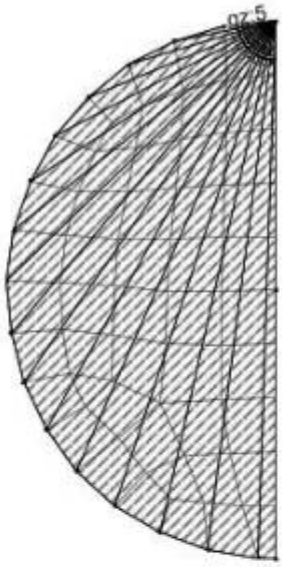
Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.103

M = 1:

EIGENLAST



LF 1: Belastung, Eigenlast

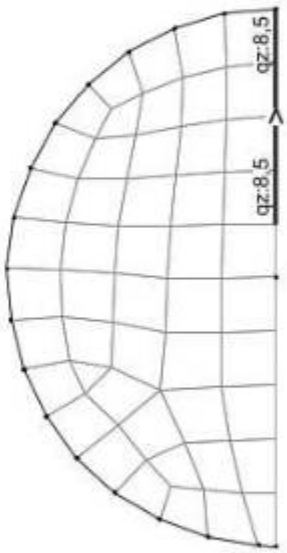


LF 10: Belastung, Nutzlast

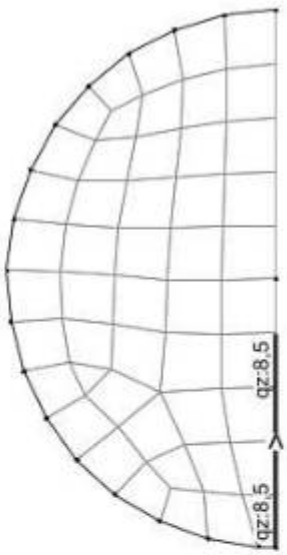
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:



LF 11: Belastung, Treppe Q1



LF 12: Belastung, Treppe Q2

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C B P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk Stahlgüte der Bügel.
Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P. Balken werden wie Platten bemessen.
K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	50	.

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]				Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,200	.	0,150	0,90	.	.	.	.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

Rohd. Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten [MN/m] fck	a.cc	fctm	a.ct	Grenzdehnungen [o/oo] e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
1	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]		y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000	500	0,050	0,050	0,050	0,00
	2	1,000	0,000	200000	500	0,050	0,050	0,050	0,00
	3	1,000	0,200						
	4	0,000	0,200						

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Betonstahl für Flächenelemente

as Grundbewehrung [cm²/m]
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,050	.	0,00	0,050	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,050	0,00	.	0,050	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1    Eigenlast
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,7 / 0,6

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
10   Nutzlast
11   Treppe Q1
12   Treppe Q2
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
```

1. Quasi-ständige Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
```

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

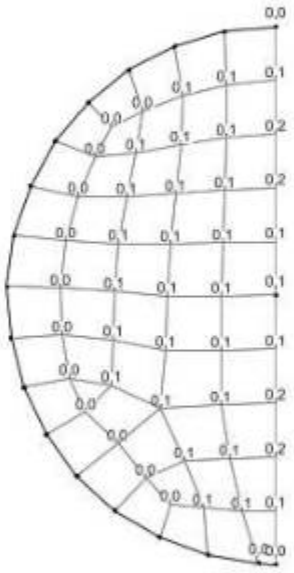
Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast	0,000	0,000	74,689
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	74,689
10	Nutzlast	0,000	0,000	26,727
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	26,727
11	Treppe Q1	0,000	0,000	12,583
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	12,583
12	Treppe Q2	0,000	0,000	12,583
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	12,583

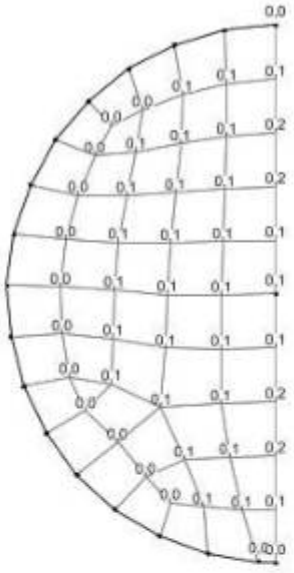
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:



Deformationen uz min; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

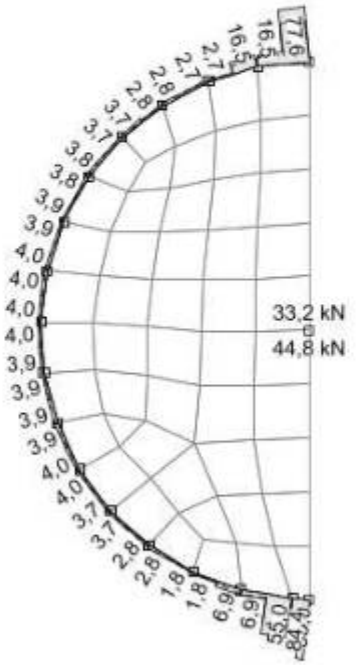


Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

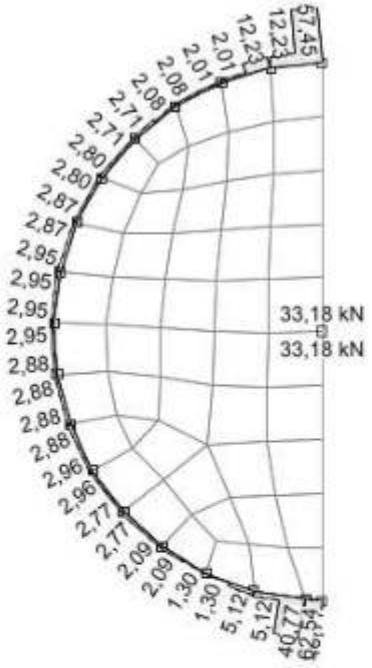
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:



Auflagerreaktionen Rz min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

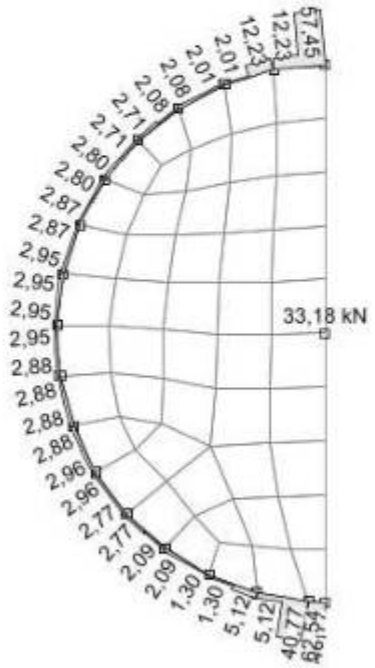


Auflagerreaktionen Rz min, max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

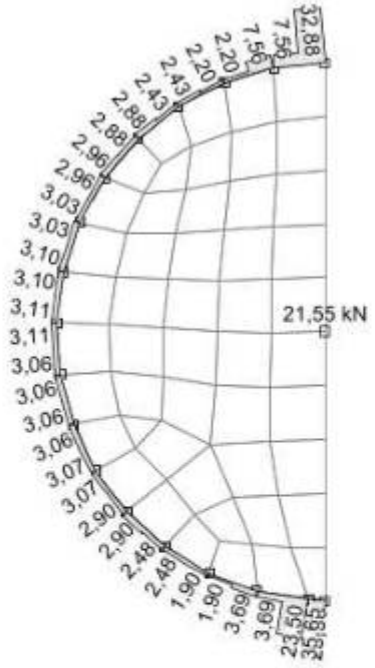
Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.103

M = 1:



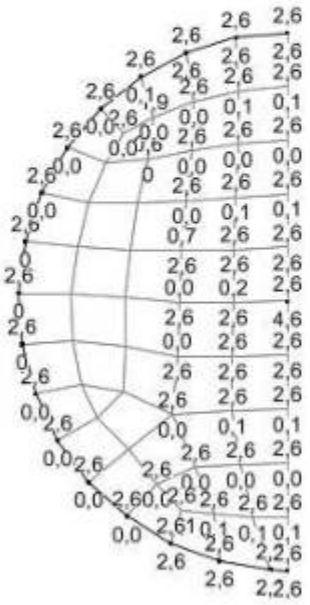
Auflagerreaktionen Rz; LF 1, Eigenlast



Auflagerreaktionen Rz; LF 15, Summe Q

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:



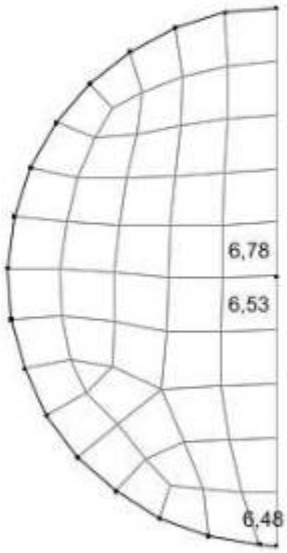
Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1



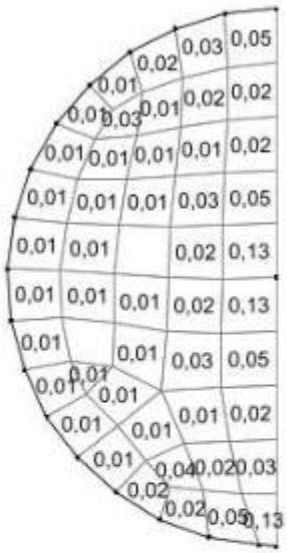
Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:



Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1


0,01 0,01 0,01

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

---

104 - Hauptpodest

C25/30 XC4, XF1 h = 25,0cm

System:
Mehrachsig gespannte Platte

Belastung:

Aus Eigengewicht gk =	0,2*25	=	5,00 kN/m²
Aus Treppe gk =			16,20 kN/m
Nutzlast gk =			5,00 kN/m²
Aus Treppe qk =			8,50 kN/m

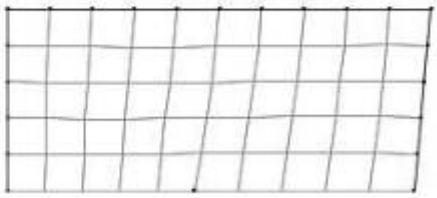
Bemessung:
siehe Ausdruck des Bemessungsporgramms InfoCAD

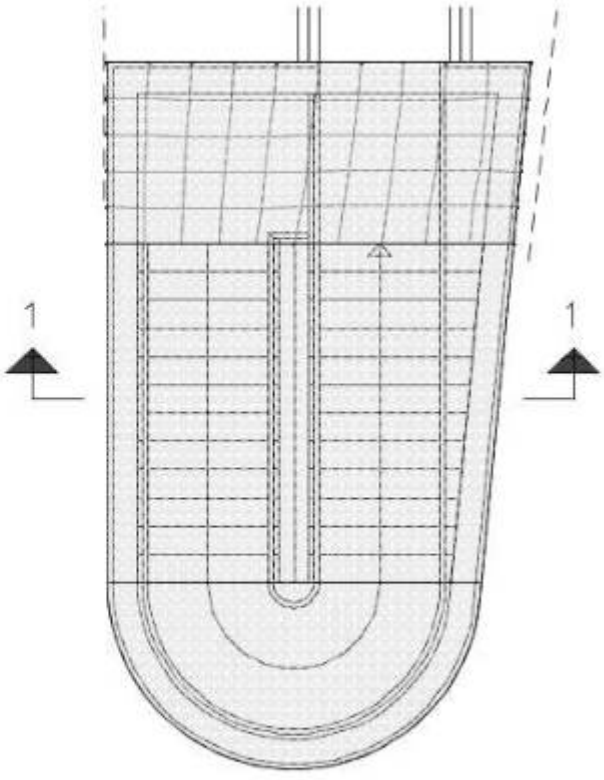
Grundbewehrung:
Analog zu Treppenläufen

Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.104

M = 1:





System

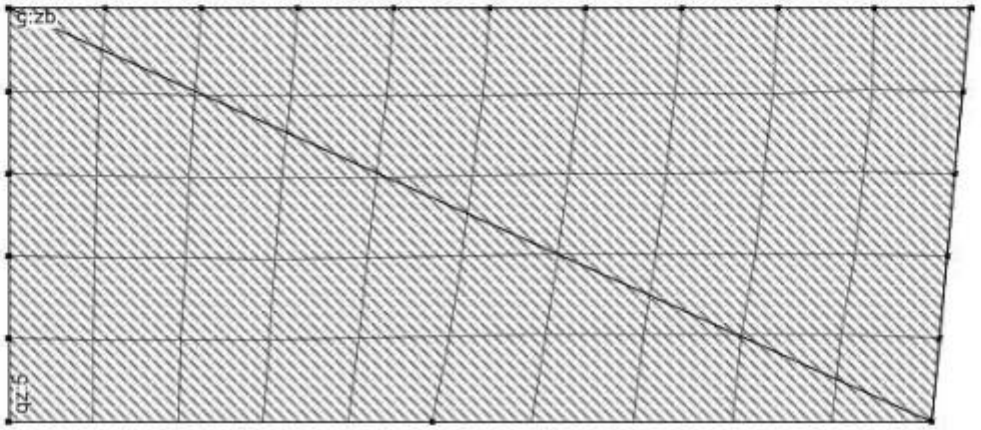
Grundriss

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

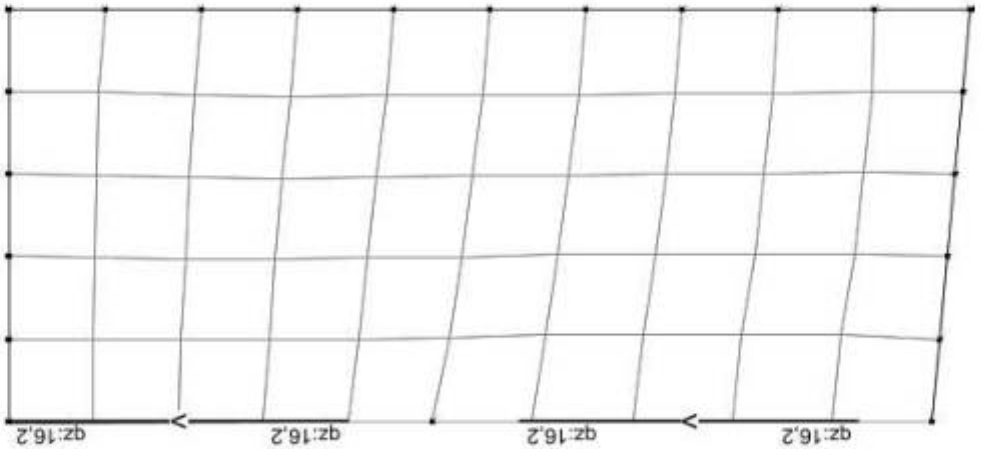
Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.104

M = 1:



LF 10: Belastung, Nutzlast

EIGENLAST



LF 1: Belastung, Eigenlast

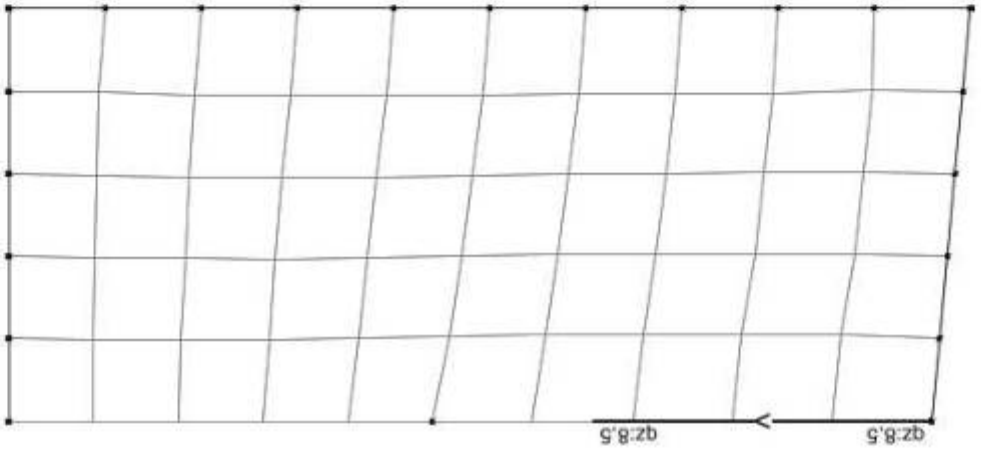
Statisch durch
Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

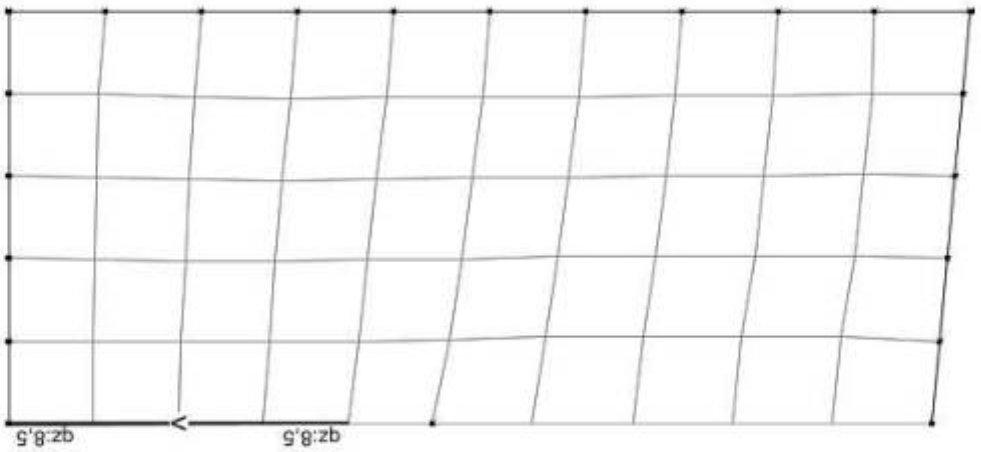
104 - Hauptpodest

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.104

M = 1:



LF 12: Belastung, Treppe Q2



LF 11: Belastung, Treppe Q1

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

104 - Hauptpodest

M = 1:

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C B P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N — Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk — Stahlgüte der Bügel.
Theta — Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P. — Balken werden wie Platten bemessen.
K. — Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl — Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow — Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as — Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y — Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl — Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red. — Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	50	.

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]			Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb		h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.		0,250	.	0,200	0,90	.	.	.	.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

Rohd. Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten [MN/m] fck	a.cc	fctm	a.ct	Grenzdehnungen [o/oo] e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
1	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]		y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000	500	0,050	0,050	0,050	0,00
	2	1,000	0,000	200000	500	0,050	0,050	0,050	0,00
	3	1,000	0,250						
	4	0,000	0,250						

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Betonstahl für Flächenelemente

as Grundbewehrung [cm²/m]
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,050	.	0,00	0,050	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,050	0,00	.	0,050	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Statisch durch Vergleich geprüft

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1    Eigenlast
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,7 / 0,6

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
10   Nutzlast
11   Treppe Q1
12   Treppe Q2
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

1. Quasi-ständige Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
```

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

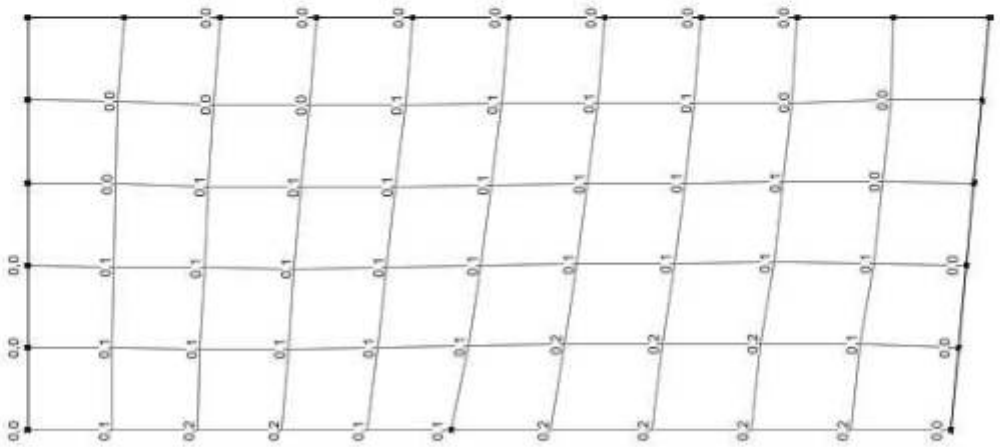
LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast	0,000	0,000	94,228
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	94,228
10	Nutzlast	0,000	0,000	37,013
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	37,013
11	Treppe Q1	0,000	0,000	12,582
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	12,582
12	Treppe Q2	0,000	0,000	12,583
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	12,583
15	Summe Q	0,000	0,000	62,178
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	62,178

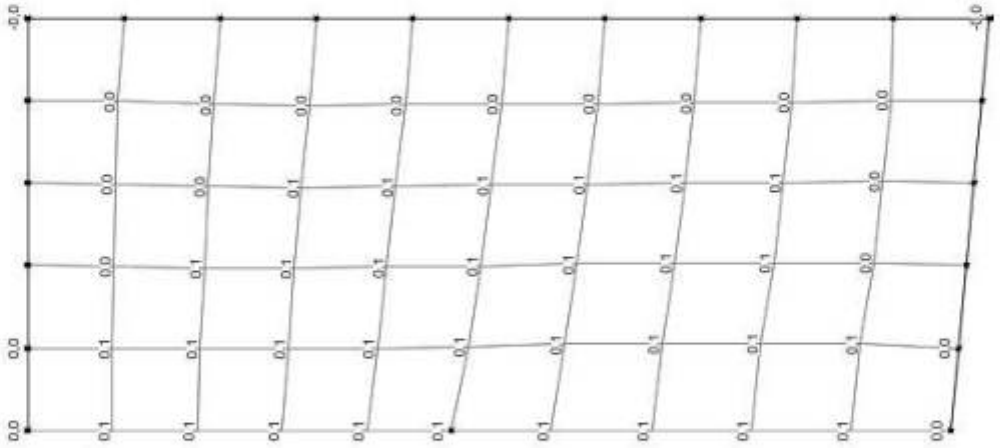
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.104

M = 1:



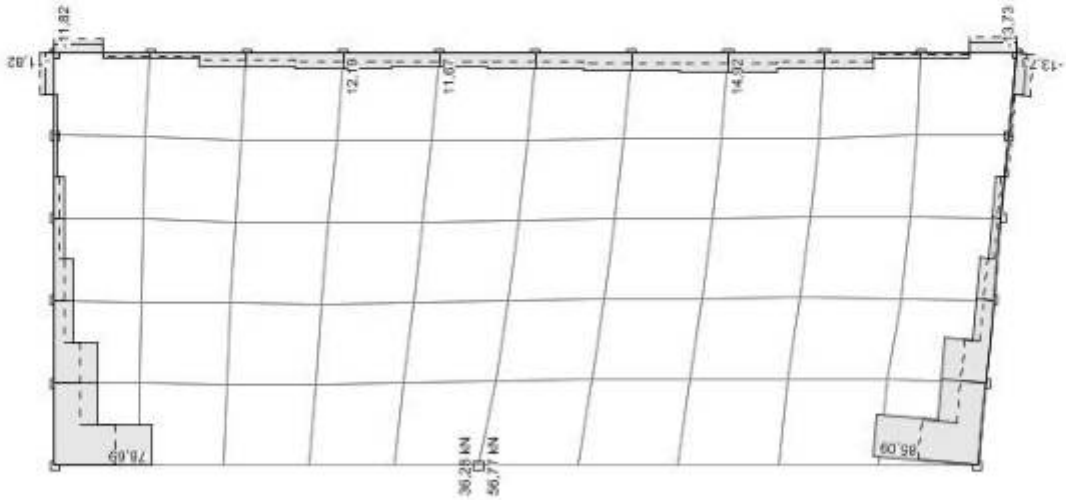


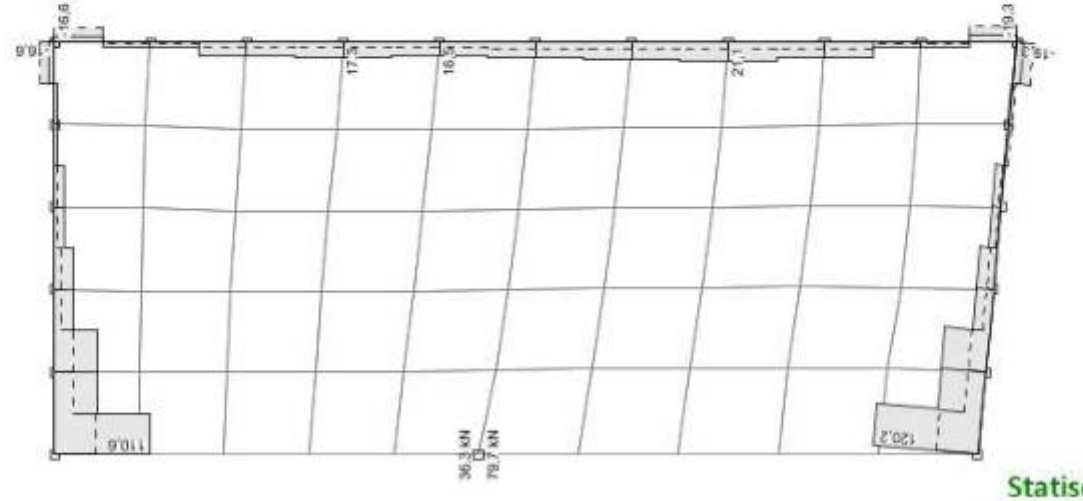
Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1 Deformationen uz min; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 199

Statisch durch Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.104

M = 1:





Auflagerreaktionen Rz min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1 Auflagerreaktionen Rz min, max; 1. Seltene (charakteristische)

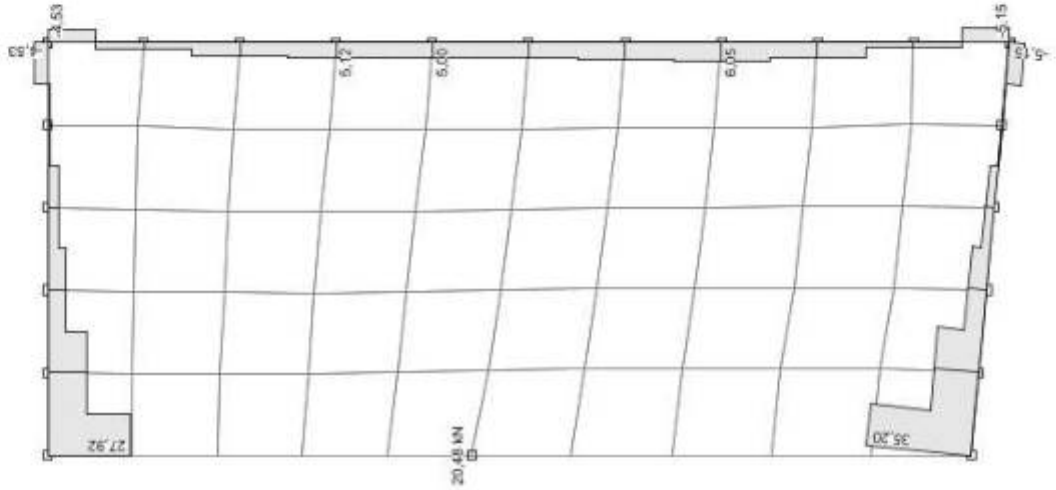
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

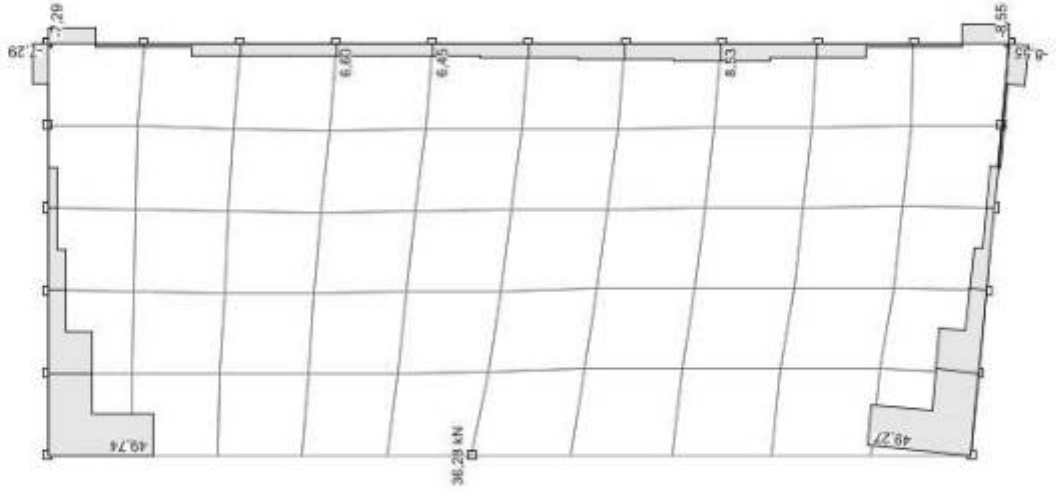
104 - Hauptpodest

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.104

M = 1:



Auflagerreaktionen Rz; LF 15, Summe Q



Auflagerreaktionen Rz; LF 1, Eigenlast

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

104 - Hauptpodest

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.104

M = 1:

Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

Statisch durch Vergleich geprüft

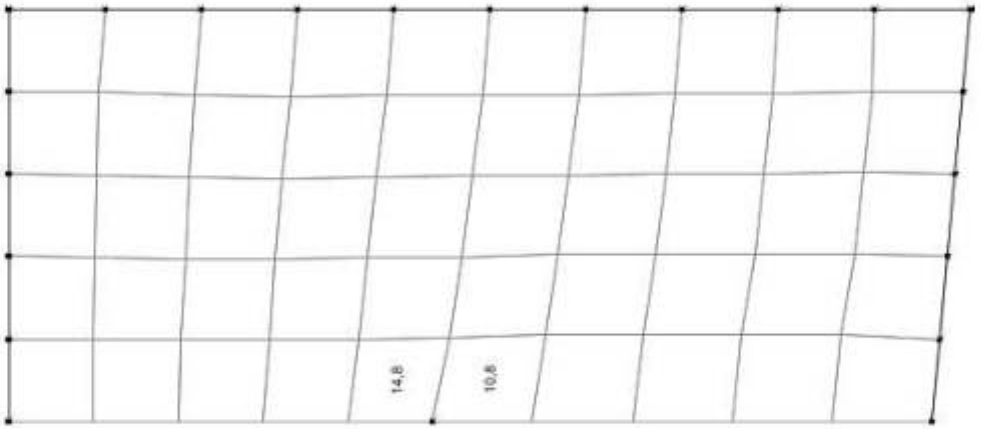
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

104 - Hauptpodest

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos.104

M = 1:





qr/vRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

---

105 - Mittelwand
C25/30 XC4, XF1 h = 30,0cm

System:
Wand obere Halterung durch Anschluß an Podeste und Lauf, s. Pos. 102 Rückbiegeanschlüsse.

Höhe h_{max} =			11,84 m
Höhe h_{min} =			9,70 m
Mittlere Höhe h_m =	$(h_{max}+h_{min})/2$	=	10,77 m
Länge l =			1,00 m

Belastung:
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt
aus Pos.101
g_k= 85,46 kN
s_k= 13,00 kN
aus Pos.104
g_k= 36,30 kN
q_k= 20,50 kN

Ableitung Horizontallast und Moment über die Deckenscheiben der Läufe und Podeste in die Außenwände, s. a. Windlastansatz.

Kopfmoment aus Dach
aus Dachlast M_k= 6,00 kNm
aus Schneelast M_{sk}= 1,00 kNm
aus Windlast M_{wk}= 3,00 kNm

Horizontallast aus Wind
Wind w_k= 19,90 kN

Randbewehrung
a_s= 19,9*5,4/3,4/43,5 = 0,73 cm²

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo
Grundbewehrung:
siehe folgende Seite
Randbewehrung aus Windlast 2Ø16 a_s=4,02 cm²

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015:12

gilt auch für Pos. 106/107/108

Material

Beton =	**GEW("EC2_de/beton_ec2"; Bez;)**	=	**C25/30**

Geometrie

Gesamthöhe Querschnitt h =			**0,30 m**
Breite Querschnitt b =			**1,00 m**
Betondeckung c_{nom} =			**4,00 cm**
Stabdurchmesser d_s =			**10,00 mm**
Rechenwert der Rissbreite w_{max} =			**0,30 mm**
d =	h-c_{nom}/100-d_s/(2*1000)	=	0,255 m

horizontale Mindestbewehrung

a) Nachweis mit Gl. (7.1) EC2-1-1, 7.3.2

Faktor bzgl. fctm f =			0,65
k_c =			1,00
k_i =	0,8 + (((0,52 - 0,8)/(0,8-0,3))*(h-0,3))	=	0,800
k =	WENN(h≤0,3;0,8;WENN(h≥0,8;0,52;ki))	=	0,800
$f_{ct,eff}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton) * f	=	1,6900 MN/m²
A_{ct} =	0,5*h * b	=	0,150 m²/m
Φ_S =	d_s /MAX($\frac{k_c * k * h}{8 * (h-d)} * \frac{f_{ct,eff}}{2,9}$; $\frac{f_{ct,eff}}{2,9}$)	=	17,160 mm
σ_s =	(3,48*10^6*w_{max}/Φ_S)^(1/2)	=	246,656 N/mm²
$A_{s,min,a}$ =	k_c * k * $f_{ct,eff}$ * A_{ct} / σ_s * 10^4	=	**8,22 cm² je Lage**

b) Nachweis als "dickes" Bauteil nach Gl. (NCI zu 7.3.2)

effektive Dicke $h_{c,ef}$ bei zentrischem Zug (vgl. EC2-1-1, 7.3.2: (Bild 7.1DE)

d_1 =	h-d	=	0,0450 m
h/d_1 =	h/d_1	=	6,6667
$h_{c,ef}$ =	WENN(h/d1≤5;(0,5*h/d1)*d1;WENN(h/d1≤30;(0,1*h/d1+2)*d1;5*d1))	=	0,120 m
Φ_S =	d_s / ($f_{ct,eff}$/2,9)	=	17,160 mm
σ_s =	(3,48*10^6*w_{max}/Φ_S)^(1/2)	=	246,656 N/mm²
$A_{c,eff}$ =	$h_{c,ef}$ * b	=	0,1200 m²/m
$A_{s,min,b}$ =	MAX($f_{ct,eff}$*$A_{c,eff}$/σ_s*10^4;k*$f_{ct,eff}$*A_{ct}/500*10^4)	=	8,22 cm² je Lage
As,min =	MIN($A_{s,min,a}$;$A_{s,min,b}$)	=	**8,22 cm² je Lage**

gewählt:

Grundbewehrung oben + unten: Kreuzweise ∅10/10 cm

As,vorh =			7,85 cm²/m
η=	As,min/As,vorh	=	1,05

⇒ geringfügige Überschreitung, in Ordnung

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 105 - Mittelwand-Außentreppe

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Mehrfeldstütze mit auskragendem Ende, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

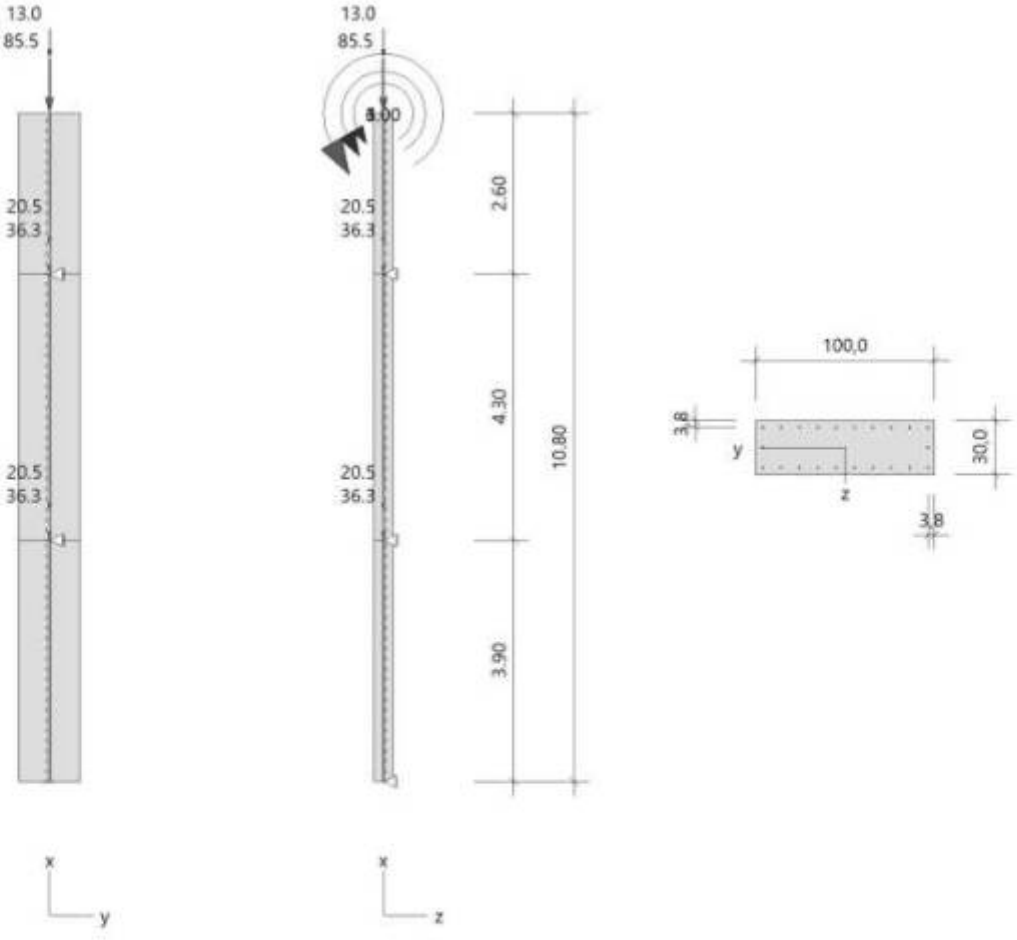
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 123.4



Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	10	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	10	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:
Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter t_0 = 28 Tage

Resultierende Endkriechzahlen:
Abschnitt 1 $\phi(t_0,\infty)$ = 2.58
Abschnitt 2 $\phi(t_0,\infty)$ = 2.58
Abschnitt 3 $\phi(t_0,\infty)$ = 2.58

Stützenabschnitte

Abschn.	Länge [m]	Querschnitt	e_y [cm]	e_z [cm]	b_y [cm]	d_z [cm]	$b_{i,y}$ [cm]	$d_{i,z}$ [cm]	b_1 [cm]	d_1 [cm]	Bewehrung	$A_{s,vorh}$ [cm²]	$A_{s,erf}$ [cm²]
3	2.60	Rechteck			100.0	30.0			3.8	3.8	umfangsverteilt	17.3	17.3
2	4.30	Rechteck			100.0	30.0			3.8	3.8	umfangsverteilt	17.3	17.3
1	3.90	Rechteck			100.0	30.0			3.8	3.8	umfangsverteilt	17.3	17.3

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt Abschnitt 2	starr		starr	
Kopfpunkt Abschnitt 1	starr		starr	
Fußpunkt	starr	starr	starr	

Lasten

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		85.5							ständig		
2	Stützenkopf		13.0							Schnee		
3	Stützenkopf							1.00		Schnee		
4	Stützenkopf							3.00		Wind		
5	Stützenkopf							6.00		ständig		
6	Abschnitt 2 - Kopf		36.3							ständig		
7	Abschnitt 1 - Kopf		36.3							ständig		
8	Abschnitt 2 - Kopf		20.5							Kat. C		
9	Abschnitt 1 - Kopf		20.5							Kat. C		

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Abschnitt 3 - Kopf		19.5							ständig		
*	Abschnitt 2 - Kopf		32.3							ständig		
*	Abschnitt 1 - Kopf		29.3							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Abschnitt 1: Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Abschnitt 2: Kein Brandangriff!
- Abschnitt 3: Kein Brandangriff!
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta <= 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Stützenabschnitt 1

Wärmeübergangskoeffizient	α	=	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c	=	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m	=	0.70	
Betonfeuchte	u	=	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ	=	obere Grenze	
Rohdichte	ρ	=	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem}	=	1.1	cm
Betonzuschlag		=	quarzitisch	
Betonstahl		=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls		=	vernachlässigt	

Ergebnisse

Es liegen keine Berechnungsergebnisse vor!

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

---

106 - Außenwände in Längsrichtung
C25/30 XC4, XF1 h = 25,0cm

System:
Wand

Höhe h =			9,20 m
Länge l =			5,00 m

Belastung:
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt
aus Pos.104

g_k=	2*20	=	40,00 kN
q_k=	2*15	=	30,00 kN

Horizontallast aus Wind
konstruktiv höher angesetzt

Wind w_k=			1,04 kN/m
Fk,2=			58,26 kN

$F_{k,2}$ wirkt in halber Wandhöhe
Draus ergibt ich eine Zug und Druck Last am Wandende, Zug wird mit Eigengwicht überdrückt
Zusätzlich Aufschlag von 10% aus ausakragende Dachkonstruktion und Inperfektion

w=	1,1*58,26*h/l	=	117,92 kN

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

Grundbewehrung:
siehe Pos.105

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in z-Richtung (einachsige Berechnung), Rechteck, in z-Richtung beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

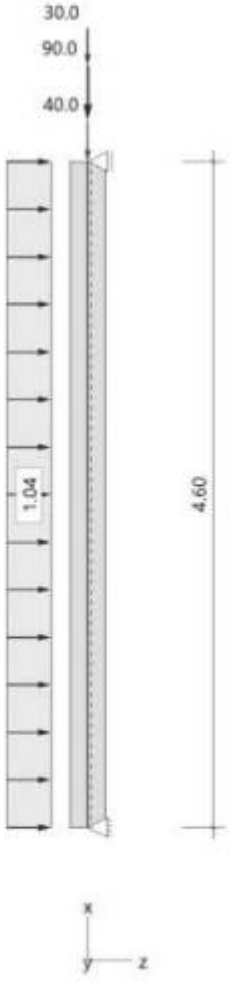
Norm und Sicherheitskonzept

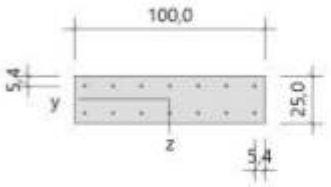
Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 52.6





Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XF1/W0		
Bewehrungskorrosion		XC4		
Mindestbetonklasse		C 25/30		
Bügel	$d_{s,b}$ =	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$ =	12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev} =	15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$ =	25	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$ =	40	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$ =	25	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$ =	48	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$ =	40	mm	
zul. Rissbreite	w_{max} =	0.30	mm	

*1: mit cmin,b

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU =	50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0 =	28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$ =	2.63		

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in z-Richtung (einachsige Berechnung)

Stützenhöhe	l =	4.60 m
Querschnitt	b_y/d_z =	100.0/25.0 cm
	b_1/d_1 =	5.4/5.4 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)		1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)		wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr	
Fußpunkt	starr	

Lasten

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_z [cm]	F_z [kN]	M_y [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
2	Stützenkopf		40.0				ständig		
3	Stützenkopf		30.0				Kat. C		
4	Stützenkopf		90.0				Wind	ZusGrp 1	

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stütze	in z		1.04	4.60	1.04	Wind	ZusGrp 1	

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_z [cm]	F_z [kN]	M_y [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		28.8				ständig		

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt
- Es wird ausschließlich das Ausweichen in globaler z-Richtung untersucht

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{kt,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta <= 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m =	0.70	
Betonfeuchte	u =	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze	
Rohdichte	ρ =	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	1.0	cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch	
Betonstahl	=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt	

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 72,61 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]	LK 5[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35
pz = 1,04 kN/m (Wind)	**1.50**		**1.50**		
V = 40,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35
V = 30,0 kN (Kat. C)	1.05			**1.50**	
V = 90,0 kN (Wind)	**1.50**		**1.50**		

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,z}$ [m]	λ_z	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	4.60	63.7	59.1	1.1	2.633	0.708

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.60	-259.3	0.00	0.63	15.8	15.8	Querschnitt
	2.30	-259.3	7.10	0.63	15.8	15.8	
	0.00	-259.3	0.00	0.63	15.8	15.8	

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
pz = 1,04 kN/m (Wind)	0.20		0.20	
V = 40,0 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 30,0 kN (Kat. C)	0.60			0.60
V = 90,0 kN (Wind)	0.20		0.20	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,z}$ [m]	λ_z	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	4.60	63.7	0.0	0.5	0.000	0.563

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.60	-104.8	0.00	0.63	15.8	15.8	Querschnitt
	2.30	-104.8	1.26	0.63	15.8	15.8	
	0.00	-104.8	0.00	0.63	15.8	15.8	

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	15.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
pz = 1,04 kN/m (Wind)	**1.00**		**1.00**	
V = 40,0 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 30,0 kN (Kat. C)	0.70			**1.00**
V = 90,0 kN (Wind)	**1.00**		**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	f_z [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.60	-179.8	0.00	0.0		
1	2.30	-179.8	2.78	0.01		
1	0.00	-179.8	0.00	0.0		

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	f_z [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.60	-179.8	0.00	0.0		
1	2.30	-179.8	2.78	0.01		
1	0.00	-179.8	0.00	0.0		

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. II. O. (CHAR für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.60	-179.8	0.00	0.00	-0.023	-0.70	-15.00	0.05
1	2.30	-179.8	2.78	0.00	-0.031	-0.95	-15.00	0.06
1	0.00	-179.8	0.00	0.00	-0.023	-0.70	-15.00	0.05

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}60 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.60	-179.8	0.00	0.00	-0.022	-4.43	400.00	0.00
1	2.30	-179.8	2.78	0.00	-0.018	-3.52	400.00	0.00
1	0.00	-179.8	0.00	0.00	-0.022	-4.43	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.60	-179.8	0.00	0.00	-0.022	-4.43	400.00	0.00
1	2.30	-179.8	2.78	0.00	-0.018	-3.52	400.00	0.00
1	0.00	-179.8	0.00	0.00	-0.022	-4.43	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
pz = 1,04 kN/m (Wind)		
V = 40,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 30,0 kN (Kat. C)	0.60	
V = 90,0 kN (Wind)		

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	4.60	-86.8	0.00	-0.011	-0.34	-11.25	1.00		0.03
1	2.30	-86.8	0.00	-0.011	-0.34	-11.25	1.00		0.03
1	0.00	-86.8	0.00	-0.011	-0.34	-11.25	1.00		0.03

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

---

107 - Außenwand Eingang

C25/30 XC4, XF1 h = 25,0cm

System:
Wand

Höhe h =		4,60 m
Länge l =		0,50 m

Belastung:
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt
Last aus Wand über EG

Stb.-Wand h25 g_k=	(0,25*25+0,4)*5,4	=	35,91 kN/m

Horizontallast aus Wind

Wind w_k=	1,04 kN/m

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

Grundbewehrung:
siehe Pos.105

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Kragstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

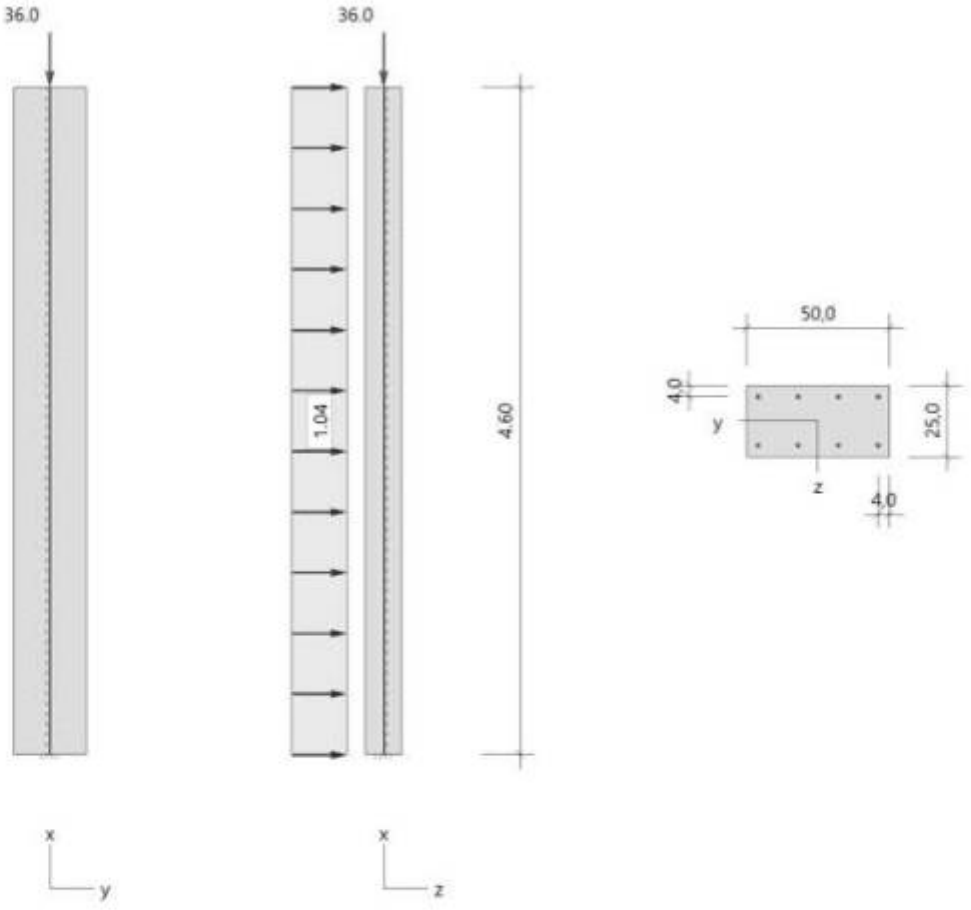
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 52.6



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.71		

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	4.60 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	50.0/25.0 cm
	b_1/d_1	=	4.0/4.0 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr	starr	starr

Lasten

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
2	Stützenkopf		36.0							ständig		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stütze	in z		1.04	4.60	1.04	Wind		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		14.4							ständig		

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta <= 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Wärmeübergangskoeffizient	α	=	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c	=	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m	=	0.70	
Betonfeuchte	u	=	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ	=	obere Grenze	
Rohdichte	ρ	=	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem}	=	1.0	cm
Betonzuschlag		=	quarzitisch	
Betonstahl		=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls		=	vernachlässigt	

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 138,41 in y- / 34,60 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
pz = 1,04 kN/m (Wind)	**1.50**	**1.50**		
V = 36,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
2	1	Stütze	9.20	9.20	63.7	127.5	94.9	94.9	2.1	2.1	2.711	0.757

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
2	4.60	-50.4	0.00	0.00	0.99	12.3	12.3	Querschnitt
	2.30	-50.4	-5.62	0.77	0.99	12.3	12.3	
	0.00	-50.4	-18.74	1.09	0.99	12.3	12.3	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
pz = 1,04 kN/m (Wind)	0.20	
V = 36,0 kN (ständig)	1.00	1.00

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	9.20	9.20	63.7	127.5	0.0	0.0	0.9	0.9	0.000	0.702

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.60	-50.4	0.00	0.00	0.99	12.3	12.3	Querschnitt
	2.30	-50.4	-2.70	0.43	0.99	12.3	12.3	
	0.00	-50.4	-5.41	0.62	0.99	12.3	12.3	

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	12.3

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
pz = 1,04 kN/m (Wind)	**1.00**	
V = 36,0 kN (ständig)	1.00	1.00

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.60	-50.4	0.00	0.00	0.0	0.4			
1	2.30	-50.4	-2.88	0.00	0.0	0.2			
1	0.00	-50.4	-11.21	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.60	-50.4	0.00	0.00	0.0	0.4			
1	2.30	-50.4	-2.88	0.00	0.0	0.2			
1	0.00	-50.4	-11.21	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	4.60	-50.4	0.00	0.00	0.00	-0.012	-2.37	400.00	0.00
1	2.30	-50.4	-2.88	0.00	0.00	-0.001	-0.21	400.00	0.00
1	0.00	-50.4	-11.21	0.00	0.00	0.270	54.03	400.00	0.14

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.60	-50.4	0.00	0.00	0.00	-0.012	-2.37	400.00	0.00
1	2.30	-50.4	-2.88	0.00	0.00	-0.001	-0.21	400.00	0.00
1	0.00	-50.4	-11.21	0.00	0.00	0.270	54.03	400.00	0.14

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1
Stützeneigengewicht	1.00
pz = 1,04 kN/m (Wind)	
V = 36,0 kN (ständig)	1.00

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	4.60	-50.4	0.00	0.00	-0.013	-0.40	-11.25	1.00		0.04
1	2.30	-50.4	0.00	0.00	-0.013	-0.40	-11.25	1.00		0.04
1	0.00	-50.4	0.00	0.00	-0.013	-0.40	-11.25	1.00		0.04

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

---

108 - Außenwand Rückseite
C25/30 XC4, XF1 h = 25,0cm

System:
Wand
Höhe h = 8,18 m

Belastung:
Die Eigenlast der Wand wird programmintern berücksichtigt
Horizontallast aus Wind

Wind w_k= 1,04 kN/m
$F_{k,1}$= 59,84 kN/m

Bemessung
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung
siehe Ausdruck Frilo

Grundbewehrung:
siehe Pos.105

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Kragstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

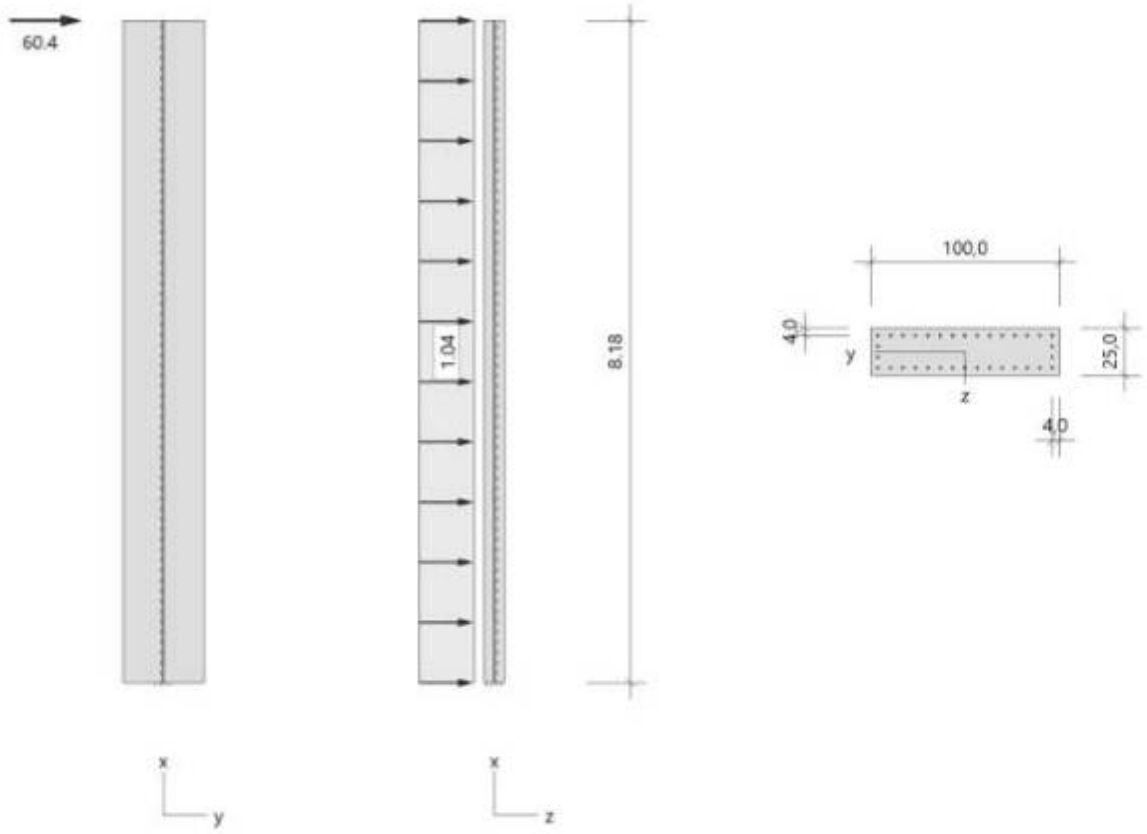
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 93.5



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.63		

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	8.18 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	100.0/25.0 cm
	b_1/d_1	=	4.0/4.0 cm
Bewehrungsanordnung (kalt)			umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand)			wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr	starr	starr

Lasten

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
2	Stützenkopf					60.4				Wind		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stütze	in z		1.04	8.18	1.04	Wind		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		51.1							ständig		

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{kt,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta <= 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Wärmeübergangskoeffizient	α	=	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c	=	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ε_m	=	0.70	
Betonfeuchte	u	=	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ	=	obere Grenze	
Rohdichte	ρ	=	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem}	=	1.0	cm
Betonzuschlag		=	quarzitisch	
Betonstahl		=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls		=	vernachlässigt	

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 344,95 in y- / 21,57 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
pz = 1,04 kN/m (Wind)	**1.50**	**1.50**			**1.50**	**1.50**		
Fy = 60,4 kN (Wind)	**1.50**	**1.50**	**1.50**	**1.50**				

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	16.36	16.36	56.7	226.7	114.6	114.6	2.9	2.9	2.633	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	8.18	-69.0	0.00	0.00	2.10	52.4	52.3	Querschnitt
	4.09	-69.0	-18.36	376.44	2.10	52.4	52.3	
	0.00	-69.0	-60.25	749.72	2.10	52.4	52.3	

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
pz = 1,04 kN/m (Wind)	0.20		0.20	
Fy = 60,4 kN (Wind)	0.20	0.20		

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$* [cm]	$e_{i,z}$* [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	16.36	16.36	56.7	226.7	0.0	0.0	1.6	1.6	0.000	1.000

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	8.18	-51.1	0.00	0.00	2.09	52.3	52.3	Querschnitt
	4.09	-51.1	-4.32	51.77	2.09	52.3	52.3	
	0.00	-51.1	-10.75	102.22	2.09	52.3	52.3	

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	52.4

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
pz = 1,04 kN/m (Wind)	**1.00**		**1.00**	
Fy = 60,4 kN (Wind)	**1.00**	**1.00**		

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	8.18	-51.1	0.00	0.00	4.9	3.4			
1	4.09	-51.1	-9.81	248.72	1.6	1.2			
1	0.00	-51.1	-36.53	496.56	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	8.18	-51.1	0.00	0.00	4.9	3.4			
1	4.09	-51.1	-9.81	248.72	1.6	1.2			
1	0.00	-51.1	-36.53	496.56	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	8.18	-51.1	0.00	0.00	0.00	-0.005	-1.09	400.00	0.00
1	4.09	-51.1	-9.81	248.72	0.00	0.837	167.50	400.00	0.42
1	0.00	-51.1	-36.53	496.56	0.00	1.827	365.34	400.00	0.91

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	8.18	-51.1	0.00	0.00	0.00	-0.005	-1.09	400.00	0.00
1	4.09	-51.1	-9.81	248.72	0.00	0.837	167.50	400.00	0.42
1	0.00	-51.1	-36.53	496.56	0.00	1.827	365.34	400.00	0.91

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1
Stützeneigengewicht pz = 1,04 kN/m (Wind) Fy = 60,4 kN (Wind)	1.00

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	8.18	-51.1	0.00	0.00	-0.006	-0.18	-11.25	1.00		0.02
1	4.09	-51.1	0.00	0.00	-0.006	-0.18	-11.25	1.00		0.02
1	0.00	-51.1	0.00	0.00	-0.006	-0.18	-11.25	1.00		0.02

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

---

109 - Bodenplatte

C25/30 XC1/XC3 h=35cm

System

FEM-Model
gespannte Platte auf Einzelfundamenten

b=4,6 m
l=7,4 m

Belastung

Wandlasten:
Pos.105

g_k=	11,80*0,3*25+85,46	=	173,96 kN/m
g_k=	9,90*0,3*25+85,46	=	159,71 kN/m
g_k=	4,5*0,3*25	=	33,75 kN/m

Dachlast

g=	7*5,0*0,25*25/5,0	=	43,75 kN/m

Pos.106/107/108

g_k=	10,20*(0,25*25+0,7)	=	70,89 kN/m
g_k=	8,20*(0,25*25+0,7)	=	56,99 kN/m
g_k=	4,60*(0,25*25+0,7)	=	31,97 kN/m

Nutzlast

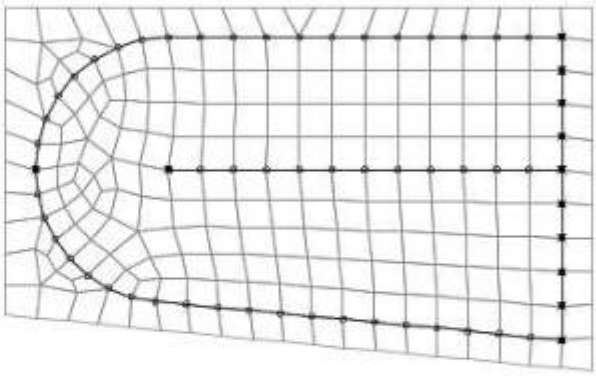
q_k=			5,00 kN/m

Bemessung

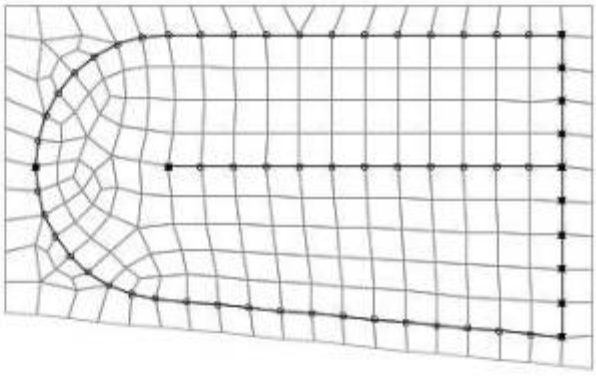
siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms InfoCAD

Statisch durch
Vergleich geprüft

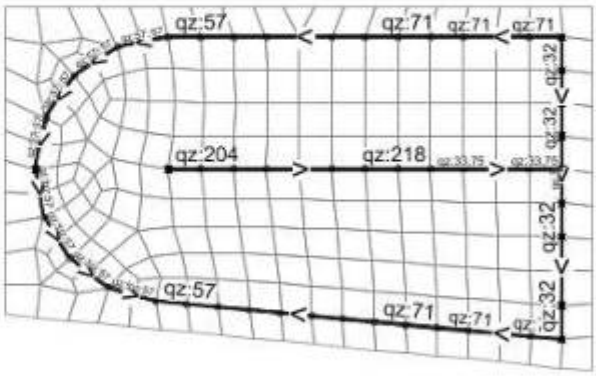
M = 1:



System



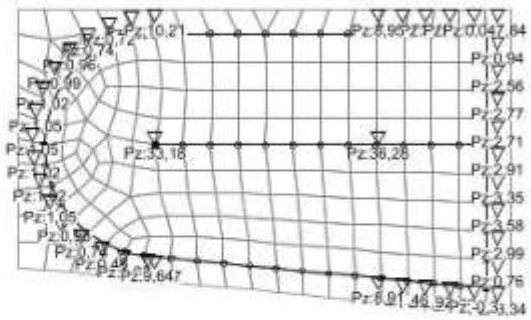
LF 1: Belastung, Eigenlast



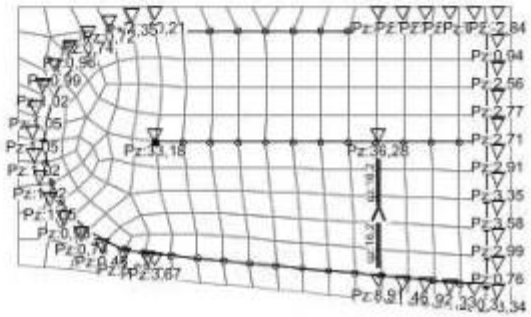
LF 2: Belastung, Wandlasten/Dach

Statisch durch Vergleich geprüft

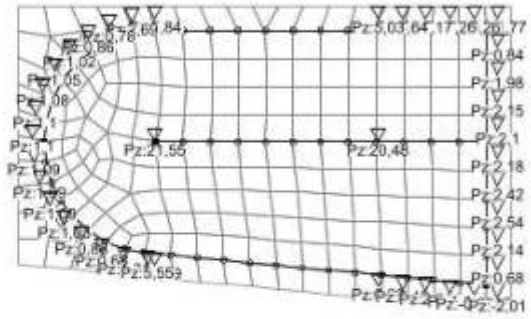
M = 1:



LF 10: Belastung, Treppenlauf G 2.OG



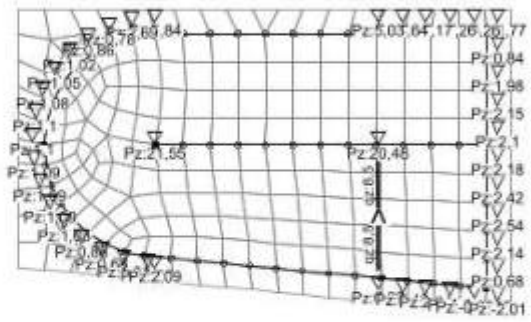
LF 11: Belastung, Treppenlauf G 1.OG



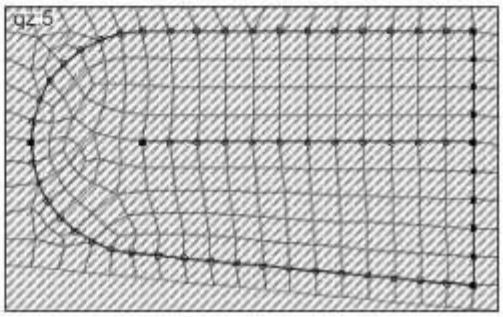
LF 12: Belastung, Treppenlauf Q 2.OG

Statisch durch Vergleich geprüft

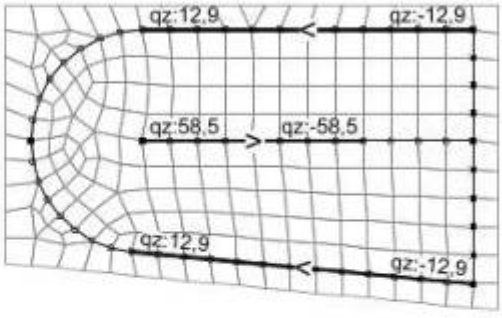
M = 1:



LF 13: Belastung, Treppenlauf Q 1.OG



LF 14: Belastung, Nutzlast

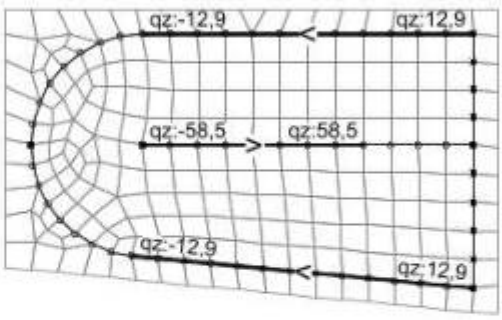


LF 20: Belastung, Windlast +x

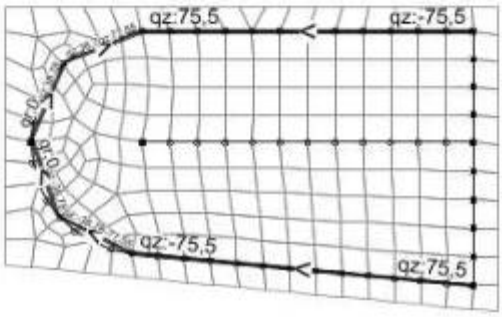
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

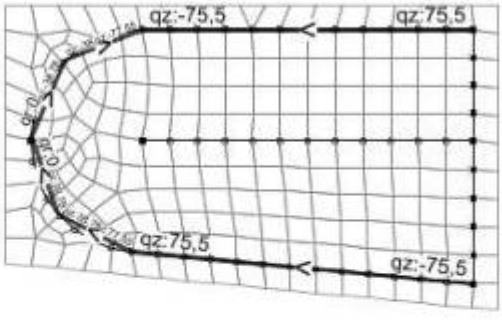
M = 1:



LF 21: Belastung, Windlast -x



LF 22: Belastung, Windlast +y



LF 23: Belastung, Windlast -y

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer-dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
2	2	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
3	3	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast	0,000	0,000	408,016
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	408,016
2	Wandlasten/Dach	0,000	0,000	1865,640
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1865,640
10	Treppenlauf G 2.OG	0,000	0,000	168,917
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	168,917
11	Treppenlauf G 1.OG	0,000	0,000	195,256
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	195,256
12	Treppenlauf Q 2.OG	0,000	0,000	114,070
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	114,070
13	Treppenlauf Q 1.OG	0,000	0,000	127,890
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	127,890
14	Nutzlast	0,000	0,000	157,332
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	157,332
20	Windlast +x	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	-0,000
21	Windlast -x	0,000	0,000	-0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
22	Windlast +y	0,000	0,000	-0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	-0,000
23	Windlast -y	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
30	Summe G	0,000	0,000	2637,829
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2637,829
31	Summe Q	0,000	0,000	399,293
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	399,293

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C B P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .
2	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .
3	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk Stahlgüte der Bügel.
Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P. Balken werden wie Platten bemessen.
K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.
3	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	30	.

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m] bw	bw.nom	Nutzbreite bn [m]	kb	Höhe [m] h	h.nom	Nutzhöhe d [m]	kd	Torsionsquerschn. [m] z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,350	.	0,320	0,90	.	.	.	.
2	0,250	.	0,220	0,90	1,000	.	0,970	0,90	0,940	0,190	0,060	.
3	0,300	.	0,270	0,90	1,000	.	0,970	0,90	0,940	0,240	0,060	.

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Spannungsberechnung für Stäbe

Beim Nachweis der Robustheitsbewehrung erfolgt die Spannungsberechnung am Bruttoquerschnitt.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

Rohd. Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten fck	a.cc	[MN/m] fctm	a.ct	Grenzdehnungen [o/oo] e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
1	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
2	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50
3	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]		y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,350						
	4	0,000	0,350						
2	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	0,250	0,000	200000	500	0,220	0,030	0,030	0,00
	3	0,250	1,000	200000	500	0,220	0,970	0,030	0,00
	4	0,000	1,000	200000	500	0,030	0,970	0,030	0,00
3	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	0,300	0,000	200000	500	0,270	0,030	0,030	0,00
	3	0,300	1,000	200000	500	0,270	0,970	0,030	0,00
	4	0,000	1,000	200000	500	0,030	0,970	0,030	0,00

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Betonstahl für Flächenelemente

as Grundbewehrung [cm²/m]
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1     Eigenlast
2     Wandlasten/Dach
10    Treppenlauf G 2.OG
11    Treppenlauf G 1.OG
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,7 / 0,6

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
12    Treppenlauf Q 2.OG
13    Treppenlauf Q 1.OG
14    Nutzlast
```

QW - Windlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Windlasten
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,6 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
20    Windlast +x
21    Windlast -x
22    Windlast +y
23    Windlast -y
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
QW - Windlast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
QW - Windlast
```

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

NACHWEISE FÜR STÄBE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

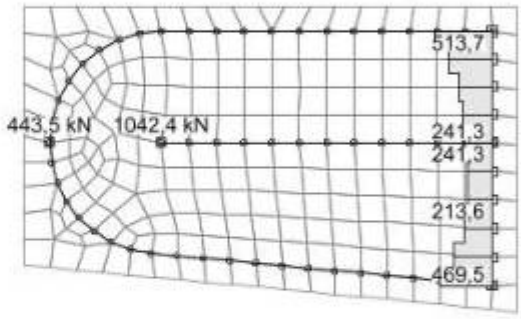
Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

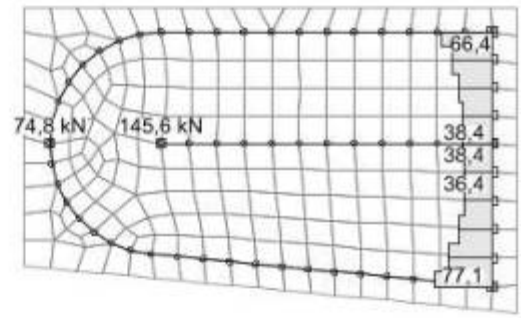
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:



Auflagerreaktionen Rz; LF 30, Summe G

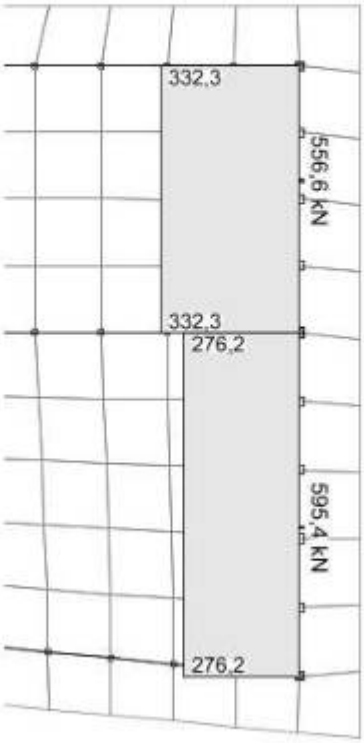


Auflagerreaktionen Rz; LF 31, Summe Q

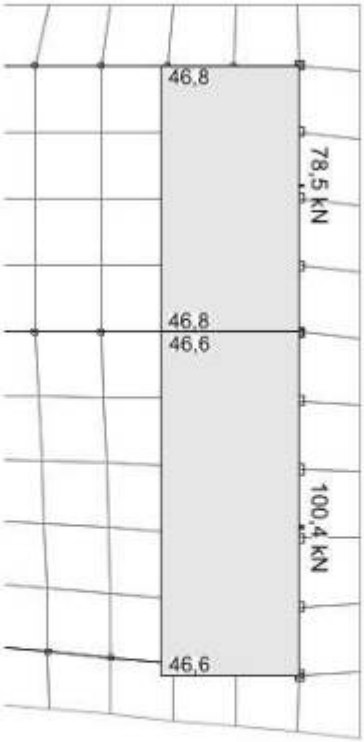
Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:



Auflagerreaktionen Rz; LF 30, Summe G

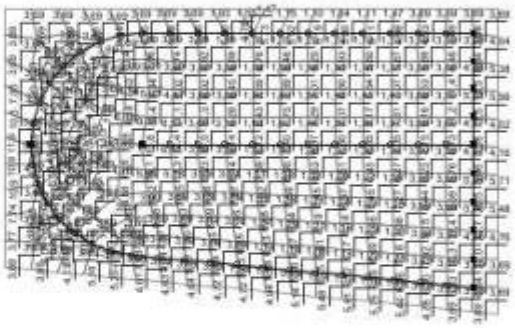


Auflagerreaktionen Rz; LF 31, Summe Q

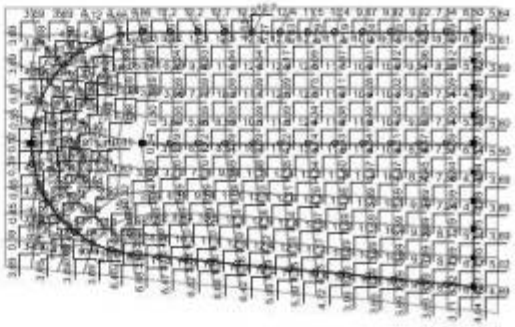
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:



Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

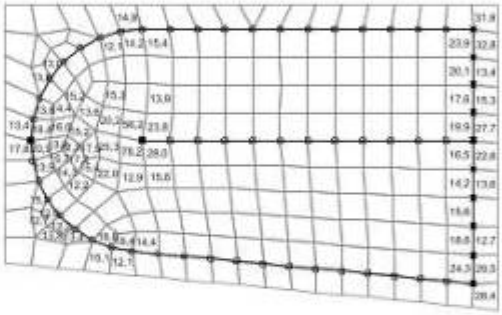


Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

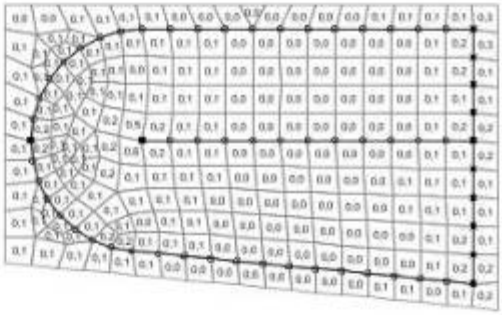
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:



Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1



qr/vRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

110.1 - Streifenfundament

C25/30 XC1/XC3 bxt=5,7x1,8 m

System

auf 30 cm Tragschicht
$\sigma_{R,d}$ = 200 kN/m²
Tiefe t=1,0 m

Belastung

g_k=	305,00 kN/m
q_k=	47,00 kN/m
w_k=	10,00 kN/m

Bemessung

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung

siehe Ausdruck Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

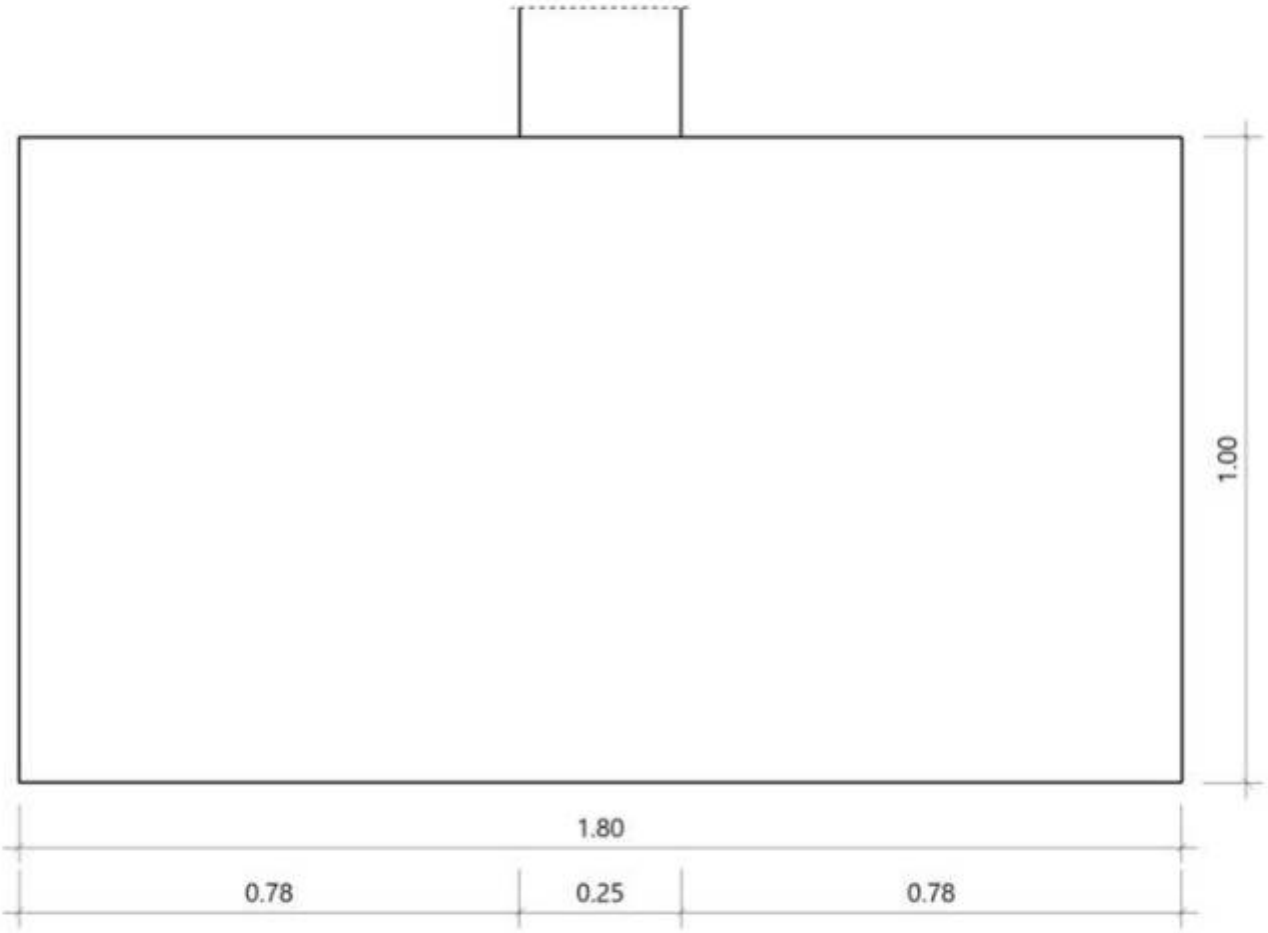
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 110.1 Streifenfundament

Streifenfundament (x64) FDS+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P06)

System

Ansicht



Streifenfundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Länge (y) m	Höhe (z) m
Wand	C 25/30	B500A	0.25	4.20	
Fundament	C 25/30	B500A	1.80	5.70	1.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 1.00 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 200.00 kN/m².

Lasten

Wandlasten - charakteristisch

charakteristische Lastfälle

Nr	Einwirkungen	Bezeichnung	$N_{z,vertikal,k}$ kN/m	$M_{x,längs,k}$ kNm	$M_{y,quer,k}$ kNm/m	$H_{x,quer,k}$ kN/m	$H_{y,längs,k}$ kN	$q_{links,k}$ kN/m²	$q_{rechts,k}$ kN/m²	Zus	Alt
1	ständig	Lastfall 1	305.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0
2	Kat. C: Versamm...	Lastfall 2	47.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0
3	Windlasten	Lastfall 3	10.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
Tel. 02151 6275 0
47798 Krefeld
www.fp-ing.de

Eigengewicht ist bei den Nachweisen **nicht** berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament ohne Wand 10.260 m³ / 256.50 kN. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2) + 0.6 x (3)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2) + 0.9 x (3)
6	P	1.0 x (1)
7	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	1.01

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 200.00 kN/m²

σ_{Rd} = 200.00 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
5	GEO	P	2063.3	0.0	1.80	5.70	201.10	200.00	1.01

Achtung ! Zulässiger Sohldruck überschritten ! Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Überschreitung um 1% im tolerierbaren Bereich

Bemessung

Das Fundament kann in der unteren Lage unbewehrt ausgeführt werden.

Anschlussbewehrung

Wand	C 25/30	B500A	erf. ges. as je Seite as	= =	3.8 1.9	cm²/m cm²/m

Mindestausmitte für Druckglieder nicht berücksichtigt.
Mindestbewehrung für Druckglieder berücksichtigt.
Bewehrungslage d_1 = 5.0 cm

Statisch durch Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

110.2 - Einzelfundamente

C25/30 XC1/XC3 bxt=3,8x2,5 m

System

auf 30 cm Tragschicht
$\sigma_{R,d}$ = 250 kN/m²
Tiefe t=1,0 m

Belastung

Pos.108 Rückseite

g_k=	443,50 kN
q_k=	74,80 kN
w_k=	16,20 kN

Pos.105 Mittelwand

g_k=	1042,40 kN
q_k=	145,60 kN
w_k=	22,70 kN

Bemessung

siehe Ausdruck des Bemessungsprogramms Frilo

Bewehrung

siehe Ausdruck Frilo

Statisch durch
Vergleich geprüft

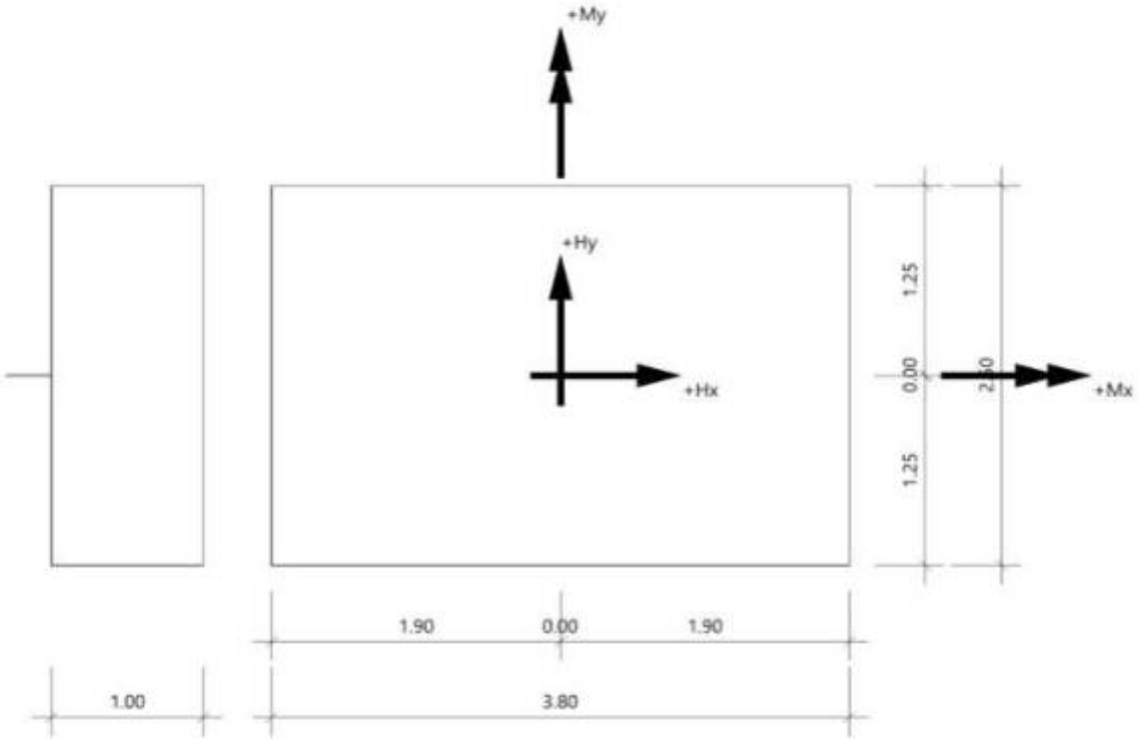
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NR
Projekt: LP4
Position: 110.2 - Einzelfundamente

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P06)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	3.80	2.50	1.00
Stütze	C 25/30	B500A	0.001	0.001	0.00

Ausmitte ex = 0.001m. Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 1.00 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 250.00 kN/m².

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	C	Lastfall 2	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
3	I	Lastfall 3	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen **nicht** berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze 0.000 m³ / 0.00 kN. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Einzellasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	N kN	ax m	ay m
1	1	443.5	-1.30	0.00
2	1	1042.4	0.50	0.00
3	2	74.8	-1.30	0.00
4	2	145.6	0.50	0.00
5	3	16.2	-1.30	0.00
6	3	22.7	0.50	0.00

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2) + 0.6 x (3)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2) + 0.9 x (3)
6	P	1.0 x (1)
7	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.06
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.002
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	1.03
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	0	0.00
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	0	0.00

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm²
Biegung $As_{x,u}$	5	5.6
Biegung $As_{y,u}$	5	17.5

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 250.00 kN/m²

σ_{Rd} = 250.00 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
5	GEO	P	2371.6	0.0	3.70	2.50	256.32	250.00	1.03

Achtung ! Zulässiger Sohldruck überschritten ! Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Überschreitung um 3% im tolerierbaren Bereich

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
5	**244.06**	741.12	0.00	0.00	**5.6**	17.5	0.0	0.0

Statisch durch Vergleich geprüft

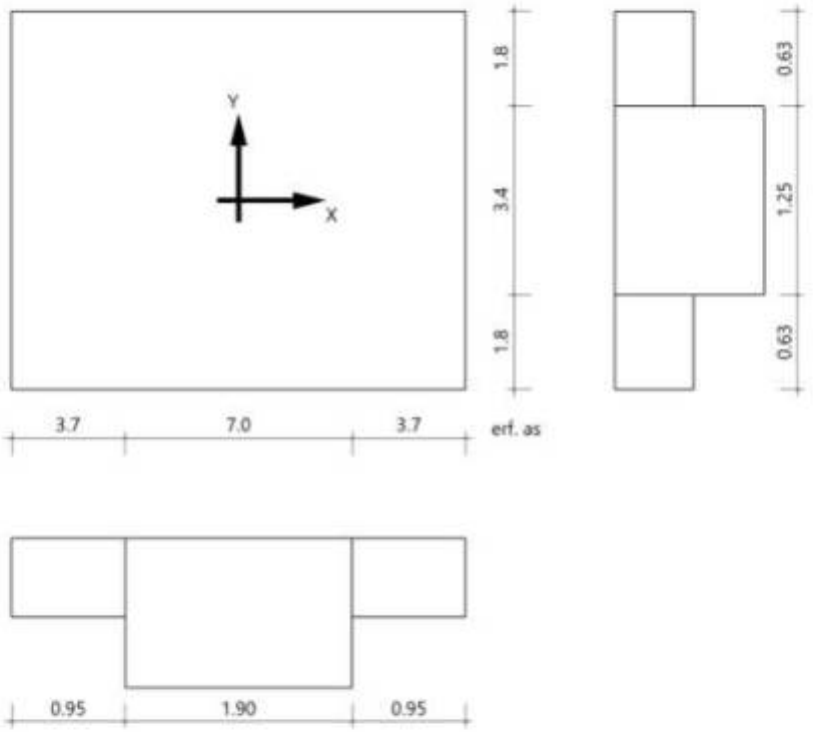
Funger Phlippen Ingenieure
Blumentalstraße 108
47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0
www.fp-ing.de

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 6.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 6.0 cm. Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) (unten) unberücksichtigt. Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) (oben) unberücksichtigt. 20% Querbewehrung wurden nicht berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

Mindestmomente	$M_{y,min}$	= $\eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	=	0.000 * 0.0 * 0.00	=	0.00 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$	=	=		=	0.0 cm²
Mindestmomente	$M_{x,min}$	= $\eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	=	0.000 * 0.0 * 0.00	=	0.00 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$	=	=		=	0.0 cm²

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Durchstanzen

Durchstanzen : Keine Ergebnisse vorhanden.

Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

---

111 - Verbindungssteg Außentreppe

S235 b/l=2,5/3,7

System

HEB100
Gitterrost SP 340-34/38-3
Isokorb: XT Typ SK-MM2-VV1-R0-CV28-X120-H220-L220-D22-2.0
Isokorb mit Kopfplatte biegesteif an Träger verbunden

Belastung

Last pro Stahlträger pro Meter

g_k= 0,21 kN/m

Last aus Gitterrost pro Meter

g_k= 1,00/2 = 0,50 kN/m

Nutzlast

q_k= 5,00 kN/m

Bemessung

$$M_{Feld,y} = \frac{(1{,}35 * (0{,}21 + 0{,}5) + 1{,}5 * 5) * 2^2}{8} = 4{,}23 \text{ kNm}$$

Statisch durch
Vergleich geprüft

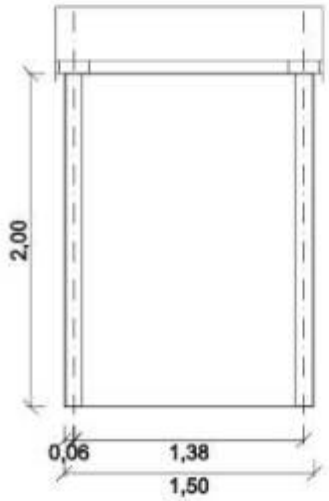
SCHÖCK | Name: | Bemerkung: | Nummer: | Seite 1 / 2 | Datum: 22.10.2025 | Position: Pos111

Bemessungsprogramm Schöck Isokorb® Stahl-Stahlbeton

Version: 1.11.2.15

Bemessungsgrundlagen
Deutschland (EC2/EC3/AbZ Z-15.7-292 2023)

Hinweise
Eine bauseitige Knagge ist zwingend erforderlich.
Diese Bemessung gilt nur für die ermittelten Schnittkräfte. Dabei ist die Abhängigkeit von $V_{Ed,z}$ und $M_{Rd,y}$ zugrunde gelegt.
Die Stirnplatte ist noch zu bemessen.
Die Gesamtsituation muss vom Anwender auf Plausibilität geprüft werden.
Bitte entnehmen Sie die Randbedingungen für das Bauteil sowie weitere Einbauhinweise der aktuellen technischen Information Schöck Isokorb®.
Bitte beachten Sie die geänderte Betondeckung CV28 beim XT/T Typ SK-MM2 ab dem Lieferdatum 5.2.2024 in Deutschland und ab dem 04.03.2024 in Österreich. Die Betondeckung hat Einfluss auf das Lochbild der Stirnplatte!



Balkon
Breite b = 1,5 m
Auskragung l_k = 2 m
Der Balkon ist unterstützt: ja
Stützweite l_s = 2 m

Stahlträger
Trägerhöhe = HEB 100
Elementanzahl = 2 Stück
Achsabstand e_A = 1,38 m
Randabstand a_R = 0,06 m

Stirnplatte 1
Breite b_1 = 180 mm
Höhe h_1 = 260 mm
Dicke t_1 = 24 mm
Baustahlgüte = S355

Stahlbetondecke
Höhe h = 220 mm
Mindestbetongüte = C 25/30

Statisch durch Vergleich geprüft

Ständige Einwirkungen
Teilsicherheitsbeiwert γ_G = 1,35
Belag g_B = 2 kN/m²
Geländerlast G_R = 1 kN/m
Linienlast G_L = 0 kN/m
Abstand zum Auflager a_L = 0,15 m

Veränderliche Einwirkungen
Teilsicherheitsbeiwert γ_Q = 1,5
Verkehrslast q = 5 kN/m²
Randmoment M_R = 0 kNm/m
Last parallel zur x-Achse F_x = 0 kN/m
Last parallel zur y-Achse F_y = 0 kN/m

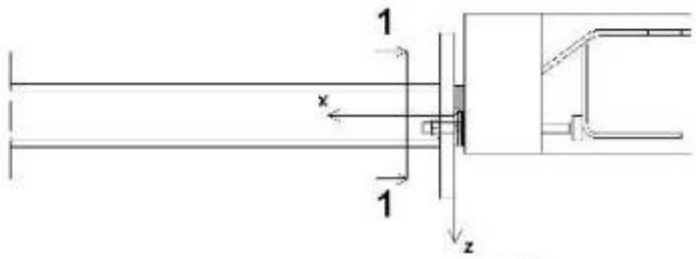
Kombinationsbeiwerte ψ_2
Verformung = 0,3

Eigenfrequenz = 0,3

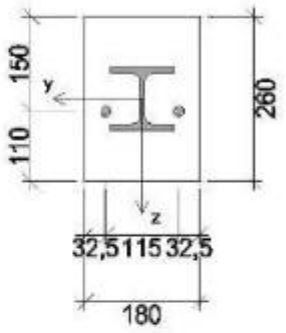
Ergebnisse
1 x 2 Schöck Isokorb® XT Typ SQ-V1-R0-X120-H220-L220-D16-2.0
Querkraft $V_{Ed,z}$ = 7,9 kN ≤ $V_{Rd,z}$ = 25,1 kN
Max. Dehnfugenabstand e = 8,6 m

Ausnutzung = 0,32

konstruktiv gewählt Aufgrund Höhenversatz
Isokorb: XT Typ SK-MM2-VV1-R0-CV28-X120-H220-L220-D22-2.0



1-1



Statisch durch
Vergleich geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstraße 108 47798 Krefeld
Tel. 02151 6275 0 www.fp-ing.de

Bauherr, Auftraggeber: Gemeinde Hünxe, Dorstener Str. 24, 46569 Hünxe

Projekt: Erweiterung Schulzentrum Hünxe, Neubau, In der Elsen 34, 46569 Hünxe

LP 4 Genehmigungsplanung
Projektnr. FP-Ing: 20241100

Pos. FL1 Fundament Lüftungstürme

C25/30 XC1/XC3 h=25cm

System

Lüftungsturm
Höhe h=4,5 m
Durchmesser d=1,3 m

Fundament
l=3,7 m
b=1,7 m

Belastung

Eigengewicht Lüftungsturm

g_k= 1,00 kN

Erdlast 1,1 m

g_k= 20*1,1 = 22,00 kN/m²

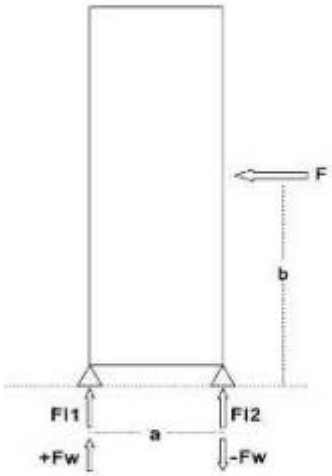
Windgeschwindigkeit

v= 25,00 m/s

wirkende Windkraft

$F = 0,5 * A * v^2 = 0,5 * h * d * v^2$

F= $0,5*4,5*1,3*25^2*10^{-3}$ = 1,83 kN



Fl = Gesamtkraft auf der Wägezelle
Fw = Durch die Windkräfte erzeugte Lager Kräfte
a = Abstand zwischen den Wägezellen

F * b = Fw * a

Fw = (F * b)/a

Auf Fl1 wirkt Fw verstärkend, Fl2 wird verringert.

Zuschlag von 25%, aufgrund dern Nähe der beiden Lüftungstürme

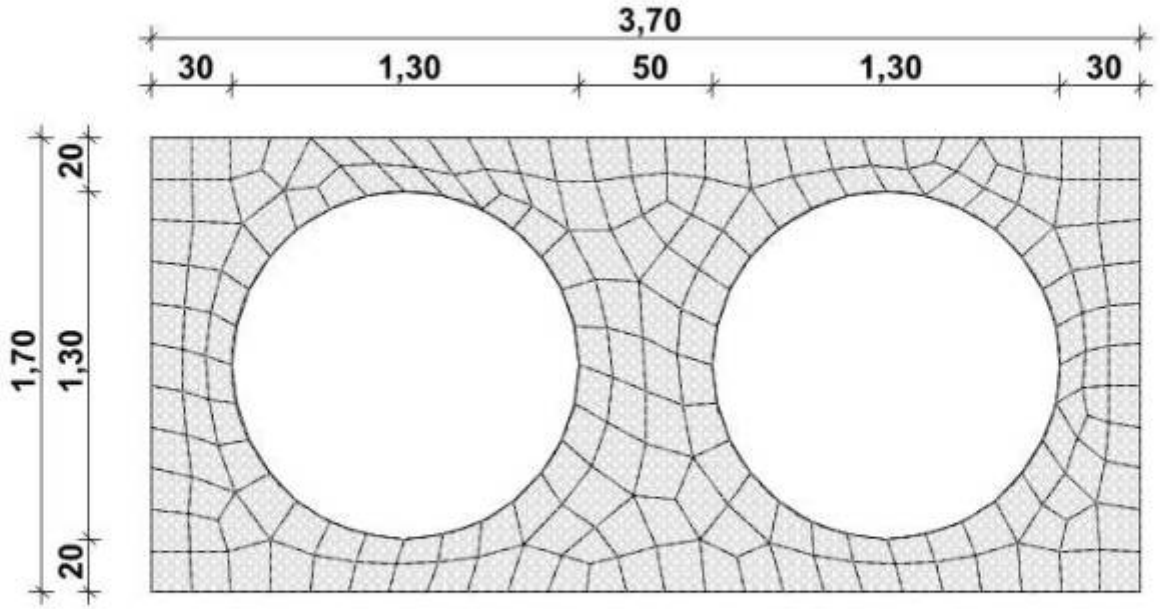
F_w= 1,25*(F*(4,5/2))/1,3 = 3,96 kN

Statisch durch
Vergleich geprüft

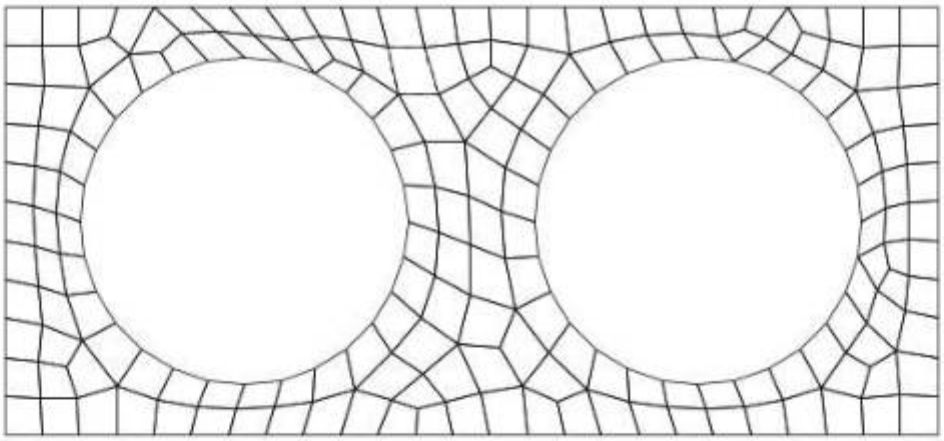
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. FL1

M = 1:



Zeichnung

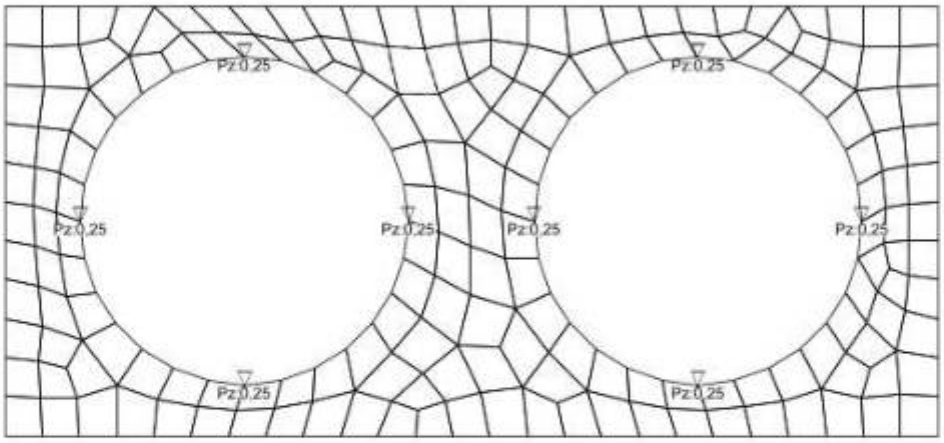


LF 1: Belastung, Eigenlast

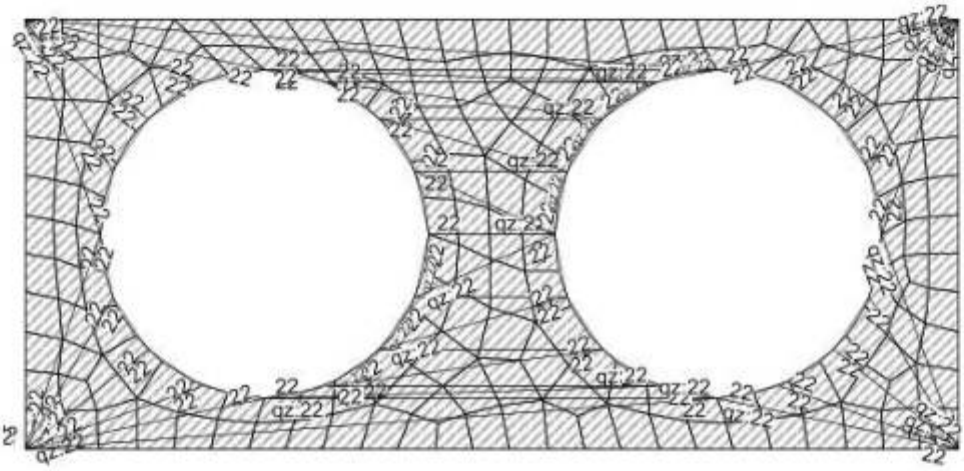
Statisch durch
Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

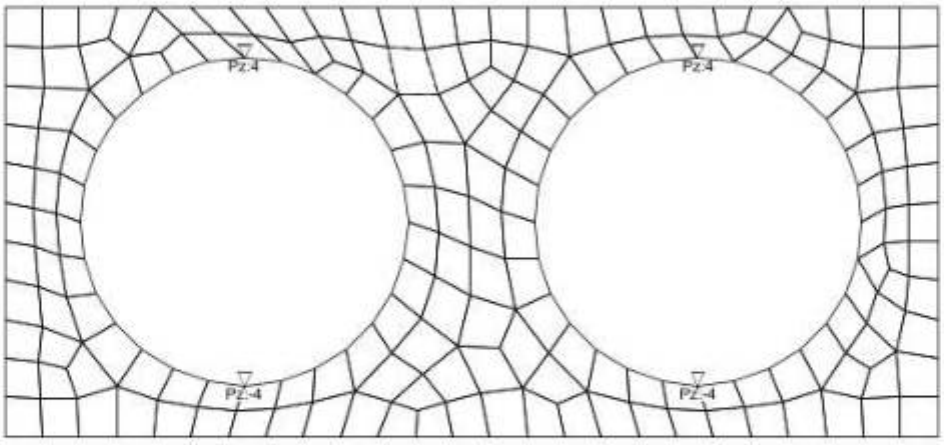
M = 1:



LF 2: Belastung, Lüftungstürme



LF 3: Belastung, Erdlast

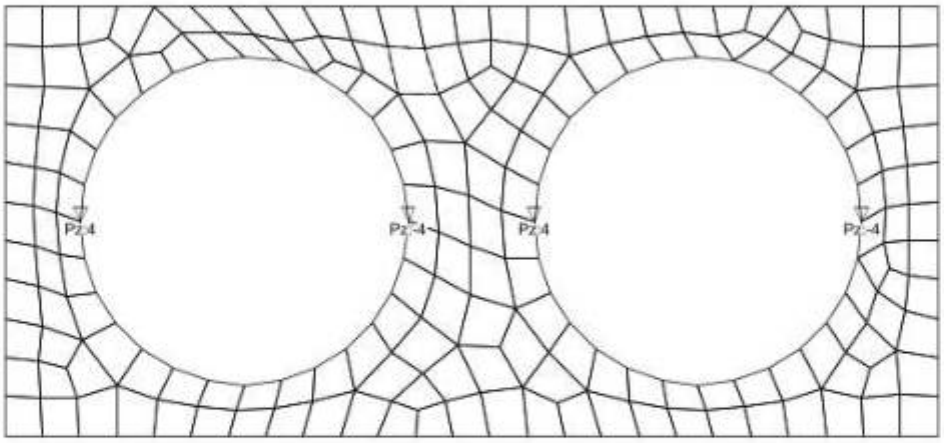


LF 10: Belastung, Windlast y

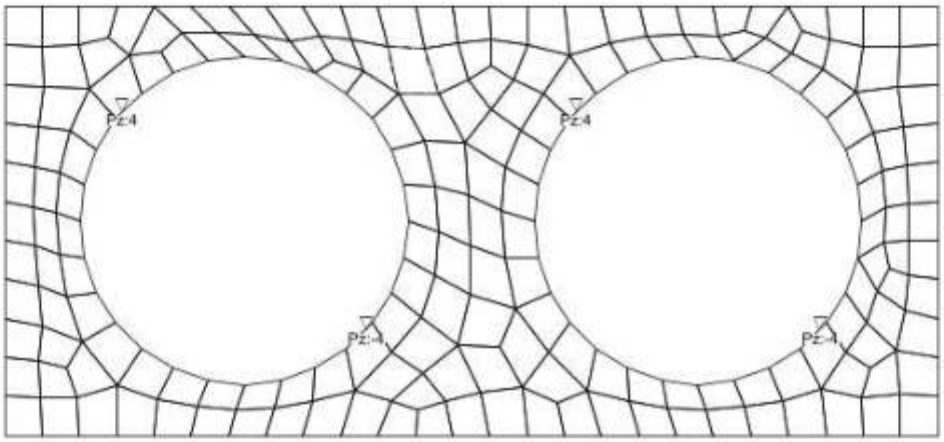
Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:



LF 11: Belastung, Windlast x



LF 12: Belastung, Windlast schräg

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C B P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N	Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft: (ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied. (*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk	Stahlgüte der Bügel.
Theta	Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P.	Balken werden wie Platten bemessen.
K.	Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl	Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow	Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as	Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y	Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl	Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red.	Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,250	.	0,220	0,90	.	.	.	.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Materialkennwerte für Beton

Rohd. Rohdichte des Leichtbetons [kN/m³]
fck charakteristische Zylinderdruckfestigkeit [MN/m²]
a.cc Beiwert zur Berechnung des Bemessungswerts fcd = a.cc * fck / gamma.c
fctm Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit [MN/m²]
a.ct Beiwert zur Berechnung des Bem.werts fctd = a.ct * fctk;0,05 / gamma.c mit fctk;0,05 = 0,7 * fctm
e.c1 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.cu1 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.2 [o/oo]
e.c2 Dehnung unter Maximalspannung nach Bild 3.3 [o/oo]
e.cu2 rechnerische Bruchdehnung nach Bild 3.3 [o/oo]

Qu.	Beton	Rohd. [kg/m³]	E-Modul [MN/m²]	Festigkeiten [MN/m] fck	a.cc	fctm	a.ct	Grenzdehnungen [o/oo] e.c1	e.cu1	e.c2	e.cu2
1	C25/30-EN-D	.	31000	25,00	0,85	2,60	0,85	-2,10	-3,50	-2,00	-3,50

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton y [m]	z [m]	Betonstahl Es, fyk [MN/m²]		y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
1	1	0,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	2	1,000	0,000	200000	500	0,030	0,030	0,030	0,00
	3	1,000	0,250						
	4	0,000	0,250						

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Statisch durch Vergleich geprüft

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

M = 1:

Betonstahl für Flächenelemente

as Grundbewehrung [cm²/m]
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand [m]
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand [m]
Die pos. z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	d1 x [m]	d2 x [m]	asx [cm²/m]	d1 y [m]	d2 y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,030	.	0,00	0,030	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,030	0,00	.	0,030	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu 1,05 * fyk / gamma.s angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1     Eigenlast
2     Lüftungstürme
3     Erdlast
```

QW - Windlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Windlasten
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,6 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
10    Windlast y
12    Windlast schräg
11    Windlast x
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QW - Windlast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QW - Windlast
```

Finite Elemente 24.10a x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast	0,000	0,000	22,860
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	22,860
2	Lüftungstürme	0,000	0,000	2,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	2,000
3	Erdlast	0,000	0,000	80,434
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	80,434
10	Windlast y	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	-0,000
11	Windlast x	0,000	0,000	-0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	-0,000
12	Windlast schräg	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	-0,000
20	Summe G	0,000	0,000	105,294
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	105,294
30	Lastgruppe Kippen 1	0,000	0,000	94,764
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	94,764
31	Lastgruppe Kippen 2	0,000	0,000	94,764
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	94,764
32	Lastgruppe Kippen 3	0,000	0,000	94,764
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	94,764

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:

Lastgruppen

	Berechnungstheorie	Vorverformung	Eigenlast	Lüftungstürme	Erdlast	Windlast y	Windlast x	Windlast schräg
LF-Nr. Lastgruppe	-	-	LF 1	LF 2	LF 3	LF 10	LF 11	LF 12
30 : Lastgruppe Kippen 1	1.		0,9	0,9	0,9	1,5		
31 : Lastgruppe Kippen 2	1.		0,9	0,9	0,9		1,5	
32 : Lastgruppe Kippen 3	1.		0,9	0,9	0,9			1,5

Bettung

	Nr.	Bettung am Anfang [MN/m³] kbx	kby	kbz	Bettung am Ende [MN/m³] kbx	kby	kbz	Bettungsbreite [m] bx	by	bz
1	1	0	0	7						

Die Bettung wirkt in Richtung der Achsen des lokalen Element- bzw. Oberflächensystems.

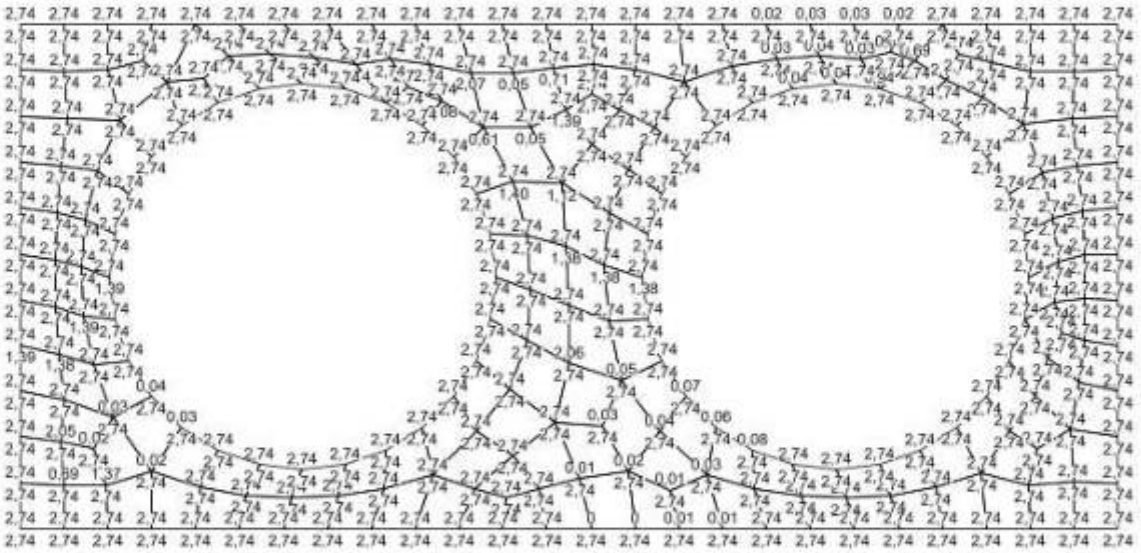
Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer-dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000

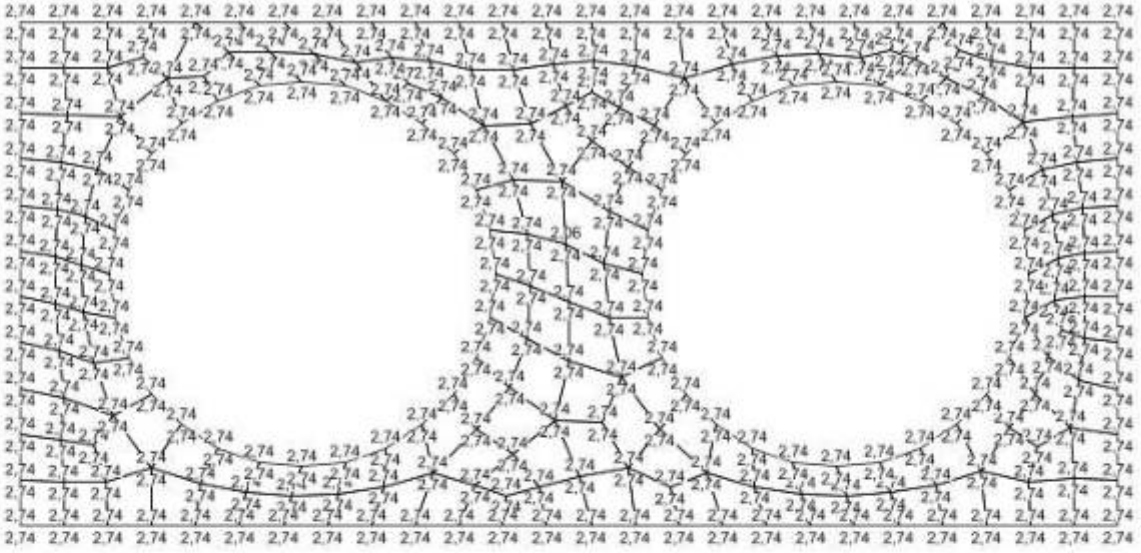
Statisch durch Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. FL1

M = 1:



Biegebewehrung as 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1



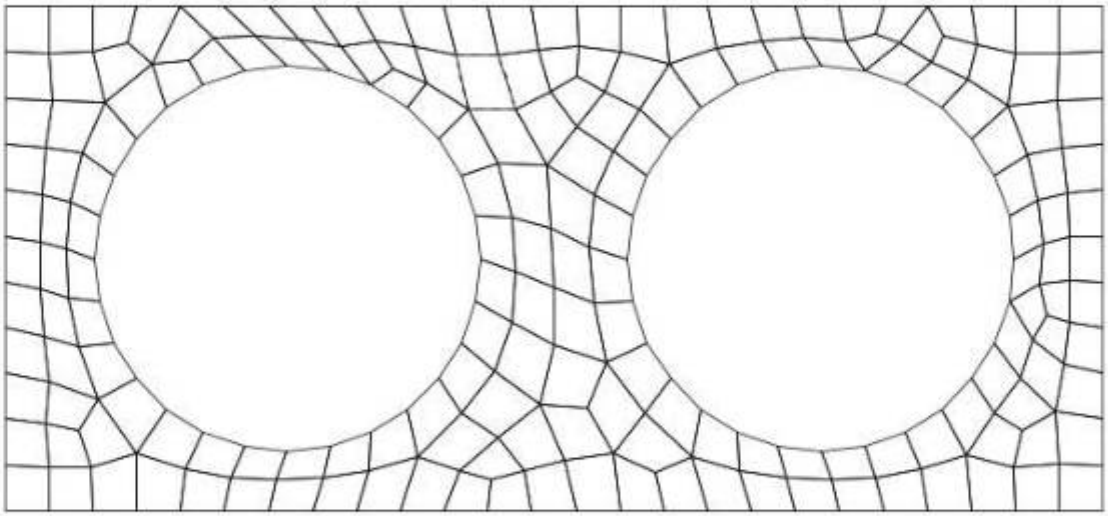
Biegebewehrung as 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

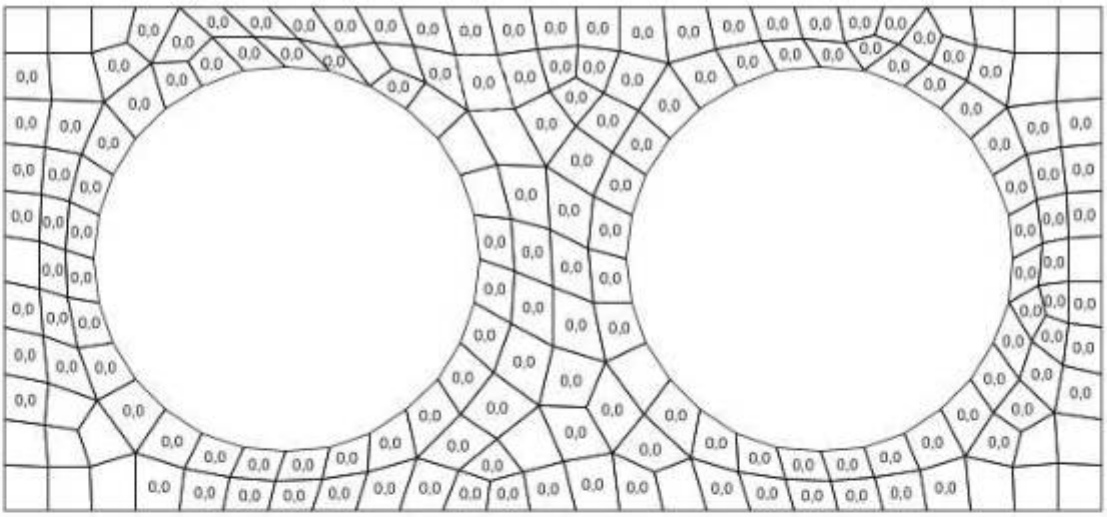
Statisch durch
Vergleich geprüft

Projekt: 2024-1100 - Hünxe	Pos. FL1

M = 1:



Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

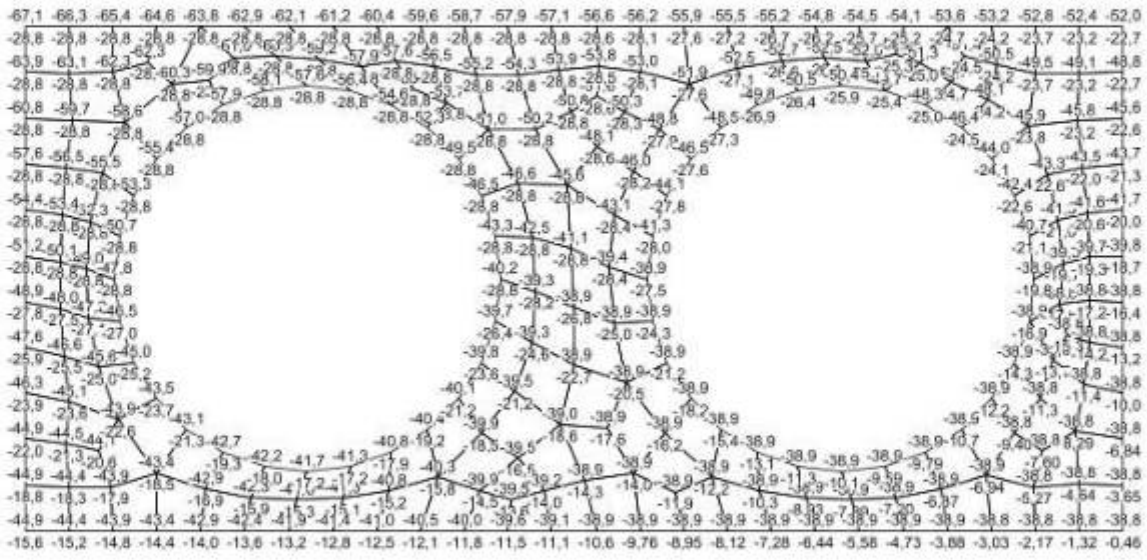


qr/vRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

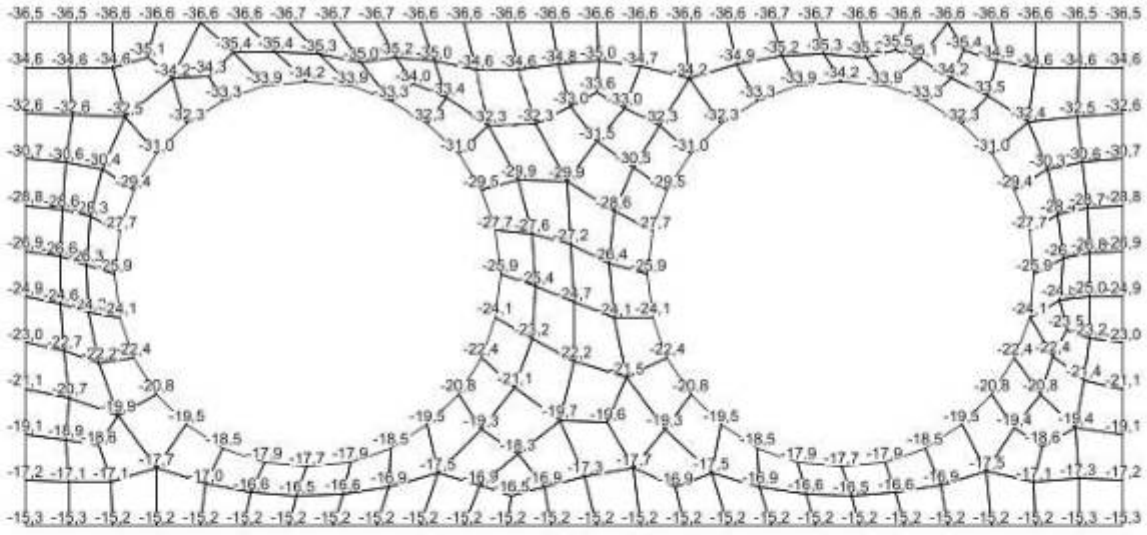
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft

M = 1:



Bodenpressungen Sigma.z min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

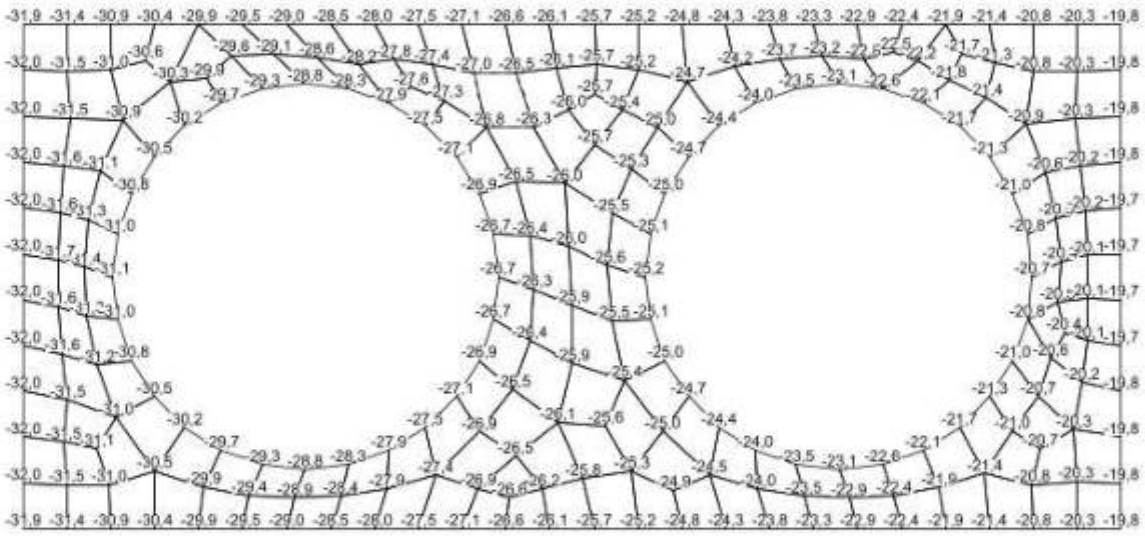


Bodenpressungen Sigma.z; LF 30, Lastgruppe Kippen 1

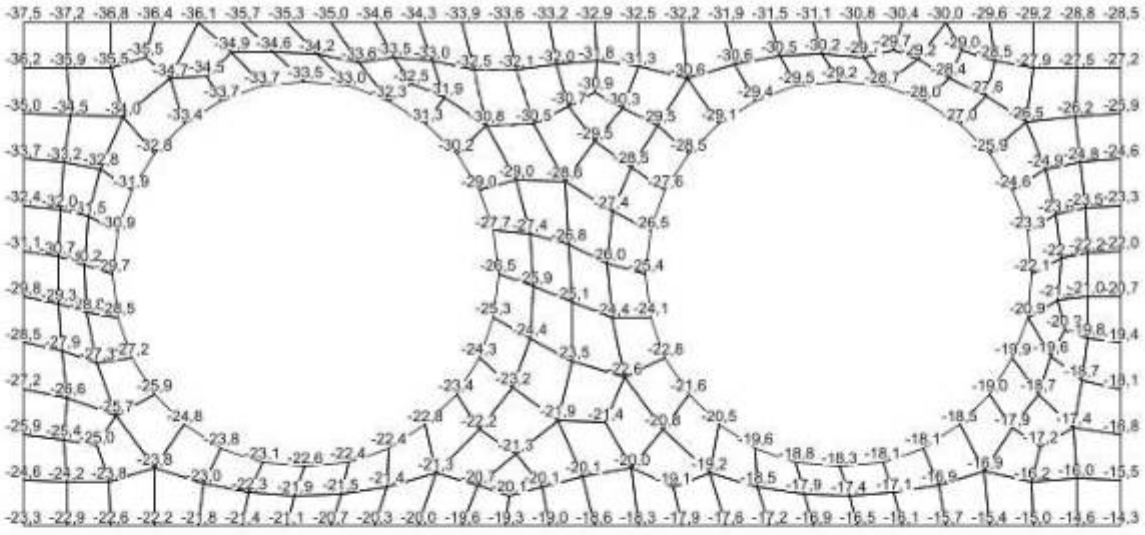
Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch Vergleich geprüft

M = 1:



Bodenpressungen Sigma.z; LF 31, Lastgruppe Kippen 2



Bodenpressungen Sigma.z; LF 32, Lastgruppe Kippen 3

Finite Elemente 24.10α x64 (c) InfoGraph GmbH

Statisch durch
Vergleich geprüft