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

Statische Berechnung

Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Projektnr. FP-Ing 20240400

Bauvorhaben: Erweiterung Bertha-von-Suttner-Gymnasium
Bismarckstraße 53
46047 Oberhausen

Bauherr: SBO Servicebetriebe Oberhausen
Bahnhofstraße 66
46145 Oberhausen

Architekt: BST Architekten
Kirchstraße 10
46117 Oberhausen

In bautechnischer Hinsicht geprüft
Standsicherheit / statisch konstruktiver Brandschutz
(zutreffendes siehe Prüfbericht)

Prüf-Nr.	Prüfbericht-Nr.	Oberhausen
24713	1	18.12.2024

Prüfingenieur für Baustatik
von der IK-Bau NRW staatl. anerkannter Sachverständiger
für die Prüfung der Standsicherheit
Fachrichtung Massivbau

Dipl. Ing. Lothar Flesch

INGENIEURKAMMER-BAU NORDRHEIN-WESTFALEN
BERATENDER INGENIEUR
726978

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

Seiten: 1 bis 879

Aufgestellt in Wuppertal, den 14.10.2024

i.A. M.Sc. Yunjia Zhao

Dipl.-Ing. Volker Phlippen

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Inhaltsverzeichnis zur Statischen Berechnung

Inhalt		Seite
Deckblatt		1
Inhaltsverzeichnis		2-3
1. Vorbemerkungen		4-5
2. Lastannahmen		6-30
3. Gebäudeaussteifung		31-47
4. Treppen		48-85
5. Dachkonstruktion		
Pos.10	Tapezblech	86-131
Pos.11 bis 12	Stb.-Dachdecke	132-198
Pos.13 bis 20	Stahlträger	199-251
Pos.21/22/32	Koppelträger	252-255
Pos.23 bis 26	Stb.-Attika	256-308
Pos.27/28/34	Stb.-Balken	309-313
Pos.29/30	Stb.-Ringbalken + Stb.-Stütze	314-320
Pos.31/31.1/33	Stahlträger	321-333
Pos.35 bis 38	Stb.-Träger	334-334
Anschluss Stahlträger an Stb.-Bauteilen	Vorbemessung der Verbindungsmittel	335-381
6. Normalgeschossdecke		382-585
Pos.40	Stb.-Decke im 1.OG (inklusiv Unterzug/Überzug Pos.41 bis Pos.48)	389-453
Pos.40.1	Aufstockung im 1.OG	454-468
Pos.60	Stb.-Decke im EG (inklusiv Unterzug/Überzug Pos.61 bis Pos.78)	469-585
7. Wände und Stützen		586-806
Stahlbeton-Stütze	Pos.S1 bis Pos.S22	586-663
Stahlbeton-Wände		664-693
Wandartige Träger		694-801
Pos.W21	Wandartige Träger	694-707
Pos.W22/23	Wandartige Träger	708-722
Pos.W24	Wandartige Träger	723-737
Pos.2-W29	Wandartige Träger	738-750
Pos.2-W28	Wandartige Träger	751-775
Pos.2-W26.1	Wandartige Träger	776-785
Pos.2-W13.1	Wandartige Träger	786-801
Mauerwerkwände		802-806
8. Bodenplatte		807-879
Pos.80	Bodenplatte	808-871
Pos.81	Aufzugunterfahrt	872-879

gesehen

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Die Seite bleibt frei.

gesehen

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Kapitel 1 - Vorbemerkungen

1.1 Allgemeines

Die Stadt Oberhausen plant einen Neubau als Erweiterung des Bertha-von-Suttner-Gymnasiums an der Bismarckstraße 53, 46047 Oberhausen.

Das freistehende Gebäude ist dreigeschossig, nicht unterkellert.

Im EG befinden sich neben den Verwaltungsbereichen die Haupt-Sanitäranlagen sowie der große Speiseraum und das Lehrerzimmer.

Im 1.OG und 2.OG sind Klassenzimmer und Lernzentren verortet.

Die Obergeschosse überbauen nicht das komplette Erdgeschoß, an der Südseite gibt es einen Rücksprung. Der Rücksprung wird derzeit als Dachterrasse bzw. Dachgarten geplant, begehbar vom 1.OG. Es soll eine optionale Aufstockung dieses Rücksprungs in der Statik berücksichtigt werden.

Das Flachdach über dem 2.OG wird mit einem extensiven Gründach ausgeführt, zudem wird die Errichtung einer PV-Anlage geplant.

Die Erschließung erfolgt über ein Haupttreppenhaus mit Aufzug sowie einem Nebentreppenhaus.

Das Gebäude umschließt einen offenen Innen- bzw. Lichthof.

1.2 Grundlagen

[1] Genehmigungsplanung zur Architektur mit Grundrissen, Schnitten und Ansichten im Maßstab 1:100 von BST Architekten, Kirchstr. 10, 461117 Oberhausen vom 23.09.2024

[2] Brandschutzkonzept von Büro Oberhausen EBIS GmbH, Pfälzer Straße 65, 46145 Oberhausen am Sep.2024

[3] Baugrundbericht von Sachverständigenbüro Dipl.-Geol. R. Helm, Zanderstr. 5, 47058 Duisburg vom 08.04.2024

1.3 Zugehörige Unterlagen

Positionspläne

202404-01 Decke über 2.OG
202404-02 Decke über 1.OG
202404-03 Decke über EG
202404-04 Bodenplatte

Statisch konstruktiver Brandschutznachweis



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

1.4 Tragwerk

Die Grundkonzeption des Gebäude-Tragwerks ist ein Massivbau.

Mit der robusten Tragkonstruktion des Massivbaus werden die großen Spannweiten der Klassenräume und Flure mit wenigen vertikalen Tragelementen wie Wände und Stützen mit einer geringen Deckenstärke überbaut.

Für den Bereich des Rücksprungs der Obergeschosse soll eine spätere Aufstockung auf dem EG vorgesehen werden, so dass dann alle Geschosse die gleichen Grundrissabmessungen haben. Diese Aufstockung implementiert eine Raumänderung in den jetzigen Obergeschossen, d.h. Neuanordnung von Fluren und Klassenräumen, um die Aufstockung in das Geschoss zu integrieren. Demzufolge sind sowohl bei den Nutzlasten als auch bei Anordnung von tragenden Innenwänden und Stützen diese Änderung einzuplanen, was mit der massiven Tragkonstruktion gut umgesetzt werden kann.

Die Dachdecke über dem 2.OG wird mit einer Trapezblecheindeckung auf Stahlträgern vorgesehen.

Optionale Aufstockung

Die optionale Aufstockung des jetzigen Flachdachs über EG, d.h. Bereich Achse 4b-6, erfolgt für das 1.OG und 2.OG. Es liegt eine Prinzipskizze zur Raumanordnung dieser Aufstockung vor, aber keine konkrete Planung.

Aus der Prinzipskizze wird für die Statik ein Lastabtrag über grundfeste Wände, d.h. bereits im EG befindliche Wände, vorgesehen. Die Deckenkonstruktion wird analog aus den jetzigen Geschossen übernommen. Die Nutzlasten werden zwischen der jetzigen Planung und der Aufstockung abgeglichen und der ungünstigste Ansatz gewählt.

1.5 Baustoffe

Es werden genormte und zugelassene Baustoffe bzw. Bauprodukte gemäß der aktuell gültigen, bauaufsichtlich eingeführten Verwaltungsvorschrift der Technischen Baubestimmungen NRW (VV TB NRW) verwendet, unter anderem:

Stahlbeton	grundsätzlich für alle Bauteile: schwindarmer Beton
	Dachdecken: C 25/30 XC3
	Normalgeschoßdecken C 25/30 XC1
	Treppen, Wände, Stützen: C 25/30 XC1
	Bodenplatte: C 25/30 XC2 XF1
	Aufzugsunterfahrt: C 25/30 XC2 XF1
	Es wird empfohlen, die Aufzugsunterfahrt in der Bauart "weiße Wanne" auszuführen.
Betonstahl	BST 500A
Mauerwerk	Kalksandstein, Festigkeitskl. 12, Dünnbettmörtel, Rohdichte 2000 kg/m³
Stahl	Dachträger im 2.OG, Stahl S235 grundiert

Alle Baustoffe und Einbauteile mit bauaufsichtlicher Zulassung

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

2. Lastannahmen

Als Grundlage für die Lastannahmen aus Eigenlasten, Nutzlasten, Schnee- und Windeinwirkungen wird der Eurocode 1 "Einwirkungen auf Tragwerke" und die Genehmigungsplanung zur Architektur [1] zugrunde gelegt.

ständige Lasten:

Dachaufbau

Eigengewicht	**Trapezblech T135.1, t = 1,25 mm**	**=**	**0,162**	**kN/m²**
Ausbaulasten				
Abdichtung	inkl. WD MW Gefälledämmung	=	0,20	kN/m²
TGA Tchnikausbau		=	0,08	kN/m²
Unterhangdecke	mit Unterkonstruktion	=	0,24	kN/m²
	ΣSumme Ausbaulasten **ΣΔgk**	**=**	**0,52**	**kN/m²**

Geschossdecken

Bodenbelag	z.B. 1,5 cm Fliesen	=	0,35	kN/m²
Zementestrich	8,0 cm mit Fußbodenheizung	=	1,80	kN/m²
TSD	WLG035	=	0,10	kN/m²
Unterhangdecke	mit Unterkonstruktion	=	0,25	kN/m²
	ΣSumme Ausbaulasten **$\Sigma\Delta g_k$**	**=**	**2,50**	**kN/m²**

Für die spätere Aufstockung

Bodenbelag	z.B. 1,5 cm Fliesen oder 2,5 cm Parkett	=	0,35	kN/m²
Zementestrich	8,0 cm mit Fußbodenheizung	=	1,80	kN/m²
TSD		=	0,10	kN/m²
Ausgleichsdämmung		=	0,50	kN/m²
Unterhangdecke	mit Unterkonstruktion	=	0,25	kN/m²
	ΣSumme Ausbaulasten **$\Sigma\Delta g_k$**	**=**	**3,00**	**kN/m²**

Weiter werden folgende bauteilspezifischen Lastannahmen gemäß aktueller Architekturplanung festgelegt:

Ausbaulasten prüfseits als richtig unterstellt!

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Auflistung üblicher Fassadenbauteile

Fenster	max. 3 Scheibenverglasung	=	1,20	kN/m²
Vollklinkerfassade		=	2,50	kN/m²

Die aufgehängten Fassadenbauteile mit Fenstern werden mit **1,2 kN/m²** berücksichtigt.
Die Belastung der aufgehängten Fassadenbauteile mit großen Fenstern im Innenhof wird auf **1,5 kN/m²** erhöht.
Die aufgehängten Fassadenbauteile ohne Fenster werden mit **2,5 kN/m²** berücksichtigt.

Ausbaulasten aus Treppen

Die Ausbaulasten aus dem Treppenbereich werden mit **1,25 kN/m²** berücksichtigt. Für die Treppe T03 wird der Belag des Podests aufgrund der Auflagerung der Treppenläufe T02 bzw. der Konsole T02 am Podest der Treppe T03 auf **1,7 kN/m²** erhöht: Schwere Beläge sind aufgrund der Höhe der Konsole erforderlich.

Lasten aus leichten Trennwänden

Die Lasten leichter unbelasteter Trennwände werden vereinfacht als gleichmäßig verteilter Zuschlag zur Nutzlast berücksichtigt, außer im Treppenhaus und bei Flächen mit Nutzlasten von ≥ 5,0 kN/m².

	Flächenlast Δq_k in kN/m²
Trennwandzuschlag für Wände (einschließlich Putz) mit einer Last von ≤ 5,0 kN/m Wandlänge	1,2 kN/m²

Bisher werden zur räumlichen Trennung keine nichttragenden massiven Mauerwerkswände vorgesehen. Zur Wahrung der Flexibilität bei späterer Raum- bzw. Nutzungsänderung wird empfohlen, weiterhin die Planung der Trennwände in leichter Ausführung herzustellen.

Die Lasten für Trennwände mit Schalldämmfunktion zwischen den Mehrzweckräumen werden als Linienlast berücksichtigt:

Flächengewicht der Trennwand mit Schalldämmfunktion		=	1,0	kN/m²
Anzusetzende Linienlast bei 3,50 m Trennwandhöhe	q_k	=	3,5	kN/m



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

verändliche Lasten

Nutzlasten in Gebäuden
Grundlage für anzusetzende Nutzlasten ist Eurocode 1 „Einwirkungen auf Tragwerke“.

Nutzlasten Geschoßdecken:

Nutzung	Flächenlast q_k in kN/m²
Klassenräume mit Tischen: Büroflächen im EG:	3,0
Flure, Treppenhäuser Lernzentren, freie Flächen Speiseraum im EG: Technikräume im EG	5,0
Treppen und Treppenpodeste	5,0

Für die Dachdecke:
Über 2.OG

Nutzung	Flächenlast q_k in kN/m²
Extensive Begrünung mit PV-Anlage PV-Anlage mit aerodynamische UK, flach geneigt	1,5
Schnee, Regenwasserrückstau (Die Lastermittlung erfolgt **nachfolgend mit der Bemessungsoftware Frilo**.) Für die Stadt Oberhausen ist die Windlast in die Mischkategorien II und III eingestuft. Auf der sicheren Seite wurde die Lastermittlung mit Kategorie II geführt.	1,0



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Lasten aus Wind und Schnee (x64) LWS+ 01/24D (FRILO R-2024-1/P09)

System

Basiswerte

Land	Deutschland
Schnee-Norm	DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04
Wind-Norm	DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12

Gemeinde		46*** Oberhausen
Geländehöhe	hNN =	46.00 m
Klimaregion		Zentral-Ost
Schneezone		1
Windzone		1
Geländekategorie		Kategorie II

(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

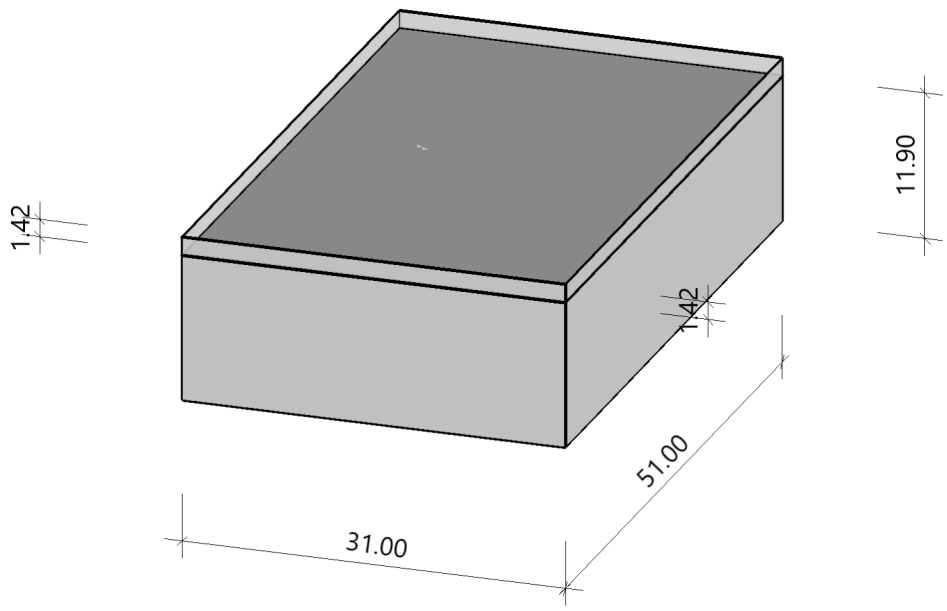
Beiwerte

Faktor für Schneetrauflast k = 0.40

Geometrie Flachdach

Gebäudehöhe	h =	11.90 m			
Gebäudelänge	l =	51.00 m			
Gebäudebreite	b =	31.00 m			
mit Flachdach - mit Attika umlaufend					
Dachneigung	α_{li} =	0.0 °			
Überstand	$\ddot{u}_{li}$ =	0.00 m	$\ddot{u}_{re}$ =	0.00 m	
Überstand	$\ddot{u}_1$ =	0.00 m	$\ddot{u}_2$ =	0.00 m	
Dachbreite/länge	dx =	31.00 m	dy =	51.00 m	
Attikahöhe	h_p =	1.42 m			

Grafik



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

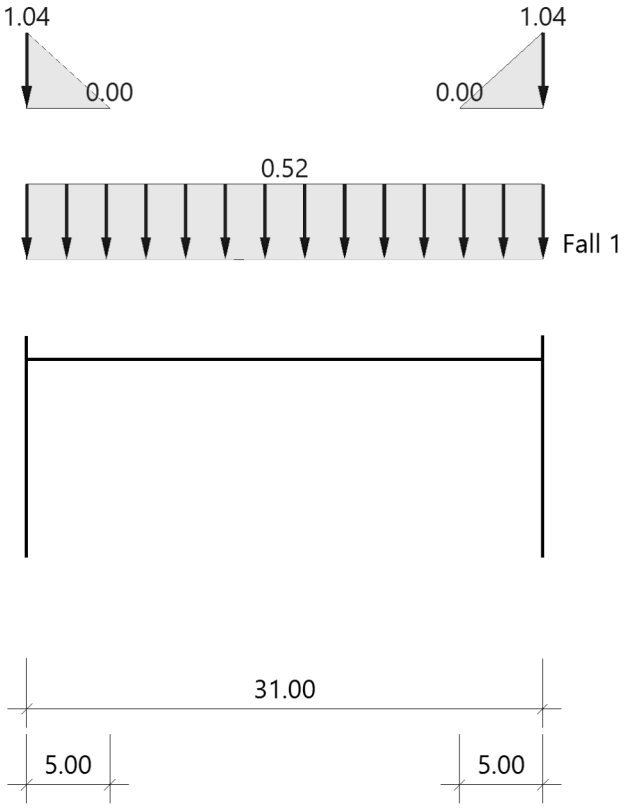
Lasten

Bodenschneelast	sk	=	0.65	kN/m²
Basiswindgeschwindigkeit	vb0	=	22.5	m/s
Basisgeschwindigkeitsdruck	qb0	=	0.32	kN/m²
Referenzhöhe	z_e	=	13.32	m
Geschwindigkeitsstaudruck	qp,0(h)	=	0.72	kN/m²
Geschwindigkeitsstaudruck	qp,90(h)	=	0.72	kN/m²

Ergebnisse

Schnee

Grafik, Querschnitt



Tabelle, Querschnitt

Sit	μ	s_i [kN/m²]	$S_{e,li}$ [kN/m]	$S_{e,re}$ [kN/m]
P/T	0.80	0.52		

Alle Werte sind charakteristische Werte.
Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Attika

Sit	μ_s	μ_w	μ_2[1]	μ_1	s_2[2] [kN/m²]	s_1 [kN/m²]	Δs_2[3] [kN/m²]	L_s [m]
P/T	0.00	4.37[4]	2.40[5]	0.80	1.56	0.52	1.04	5.00

Alle Werte sind charakteristische Werte.
Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional

1 : $\mu_2 = \mu_s + \mu_w$
2 : $s_2 = \mu_2 * s_k$
3 : $\Delta s_2 = s_2 - s_1$
4 : $\mu_w < 4.37$
5 : $0.80 < \mu_2 < 2.40$

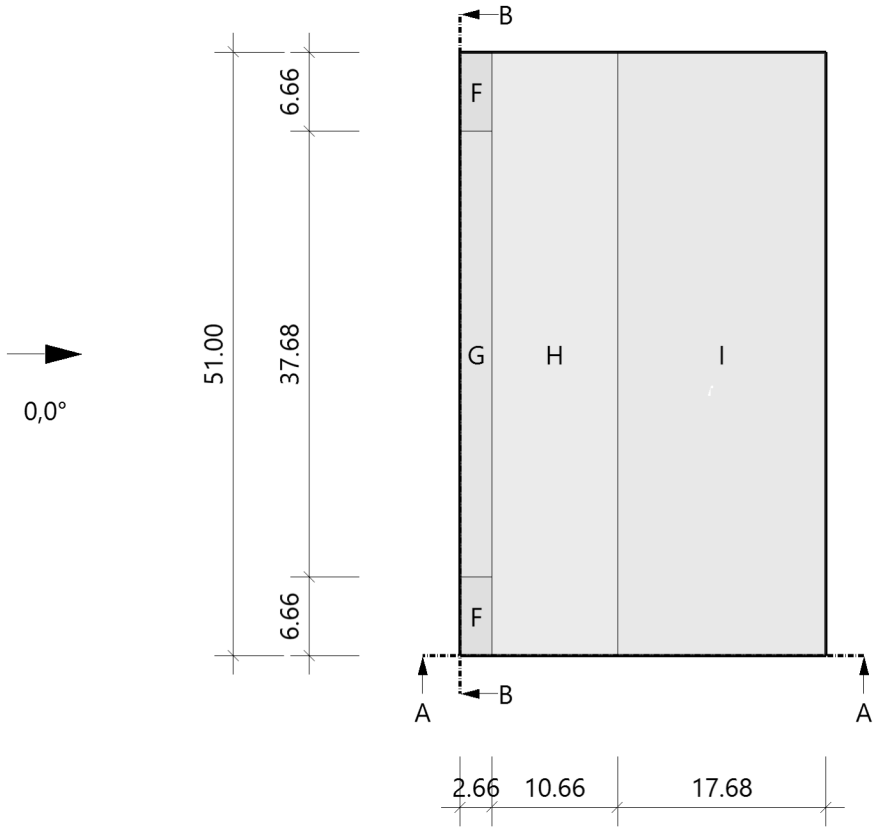
Schneeverwehungen an einer Attika werden analog zu Höhensprüngen bestimmt.
(siehe "Auslegungsfragen zu DIN 1055-5, Lfd.Nr.4 im Kontext mit Lfd.Nr.29")

Wind

Hinweis

Die Windlasten werden immer auf Basis des Winddruckbeiwert-Verfahrens ermittelt.
Diese Windlasten sind für die Bauteilbemessung relevant!

Grafik, 0°, Draufsicht



Tabelle, 0°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite e = 26.64 m hp/h = 0.119

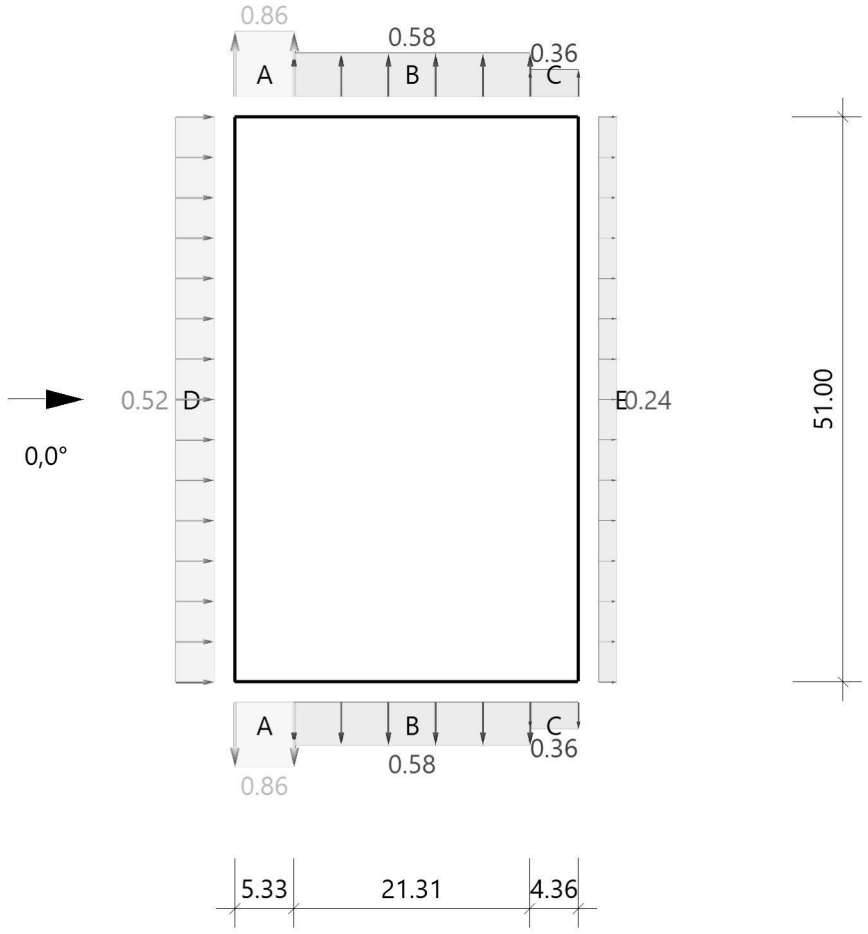
durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF	0.00	-1.20	0.00	-1.80	0.00	-0.86	0.00	-1.30	2.66	6.66
G	DF	0.00	-0.80	0.00	-1.40	0.00	-0.58	0.00	-1.01	2.66	37.68
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.50	0.00	-0.86	10.66	51.00
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.14	-0.43	0.14	-0.43	17.68	51.00

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Grafik, 0°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²
Windlasten auf die Attika werden nach EN 1991-1-4, 7.2.3(3) Anm.2 wie auf freistehende Wände nach 7.4 ermitte

Tabelle, 0°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite e = 26.64 m hp/h = 0.119
Verhältnis h/d = 0.384 h/b = 0.233 d/b = 0.608

durch Vergleichsrechnung geprüft

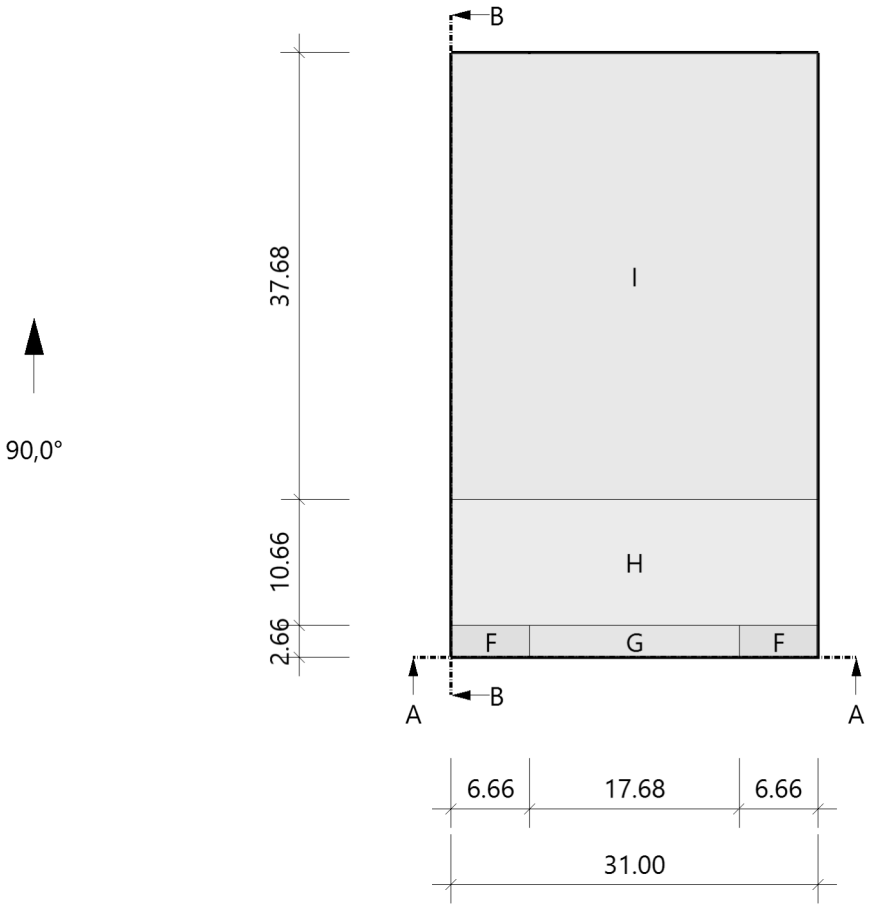
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
D [1]	Wand links	0.72	0.00	1.00	0.00	0.52	0.00	0.72	0.00		51.00
E	Wand rechts	0.00	-0.34	0.00	-0.50	0.00	-0.24	0.00	-0.36		51.00
A	Wand vorne [2]	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.86	0.00	-1.01	5.33	
B	Wand vorne [2]	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.58	0.00	-0.79	21.31	
C	Wand vorne [2]	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.36	0.00	-0.36	4.36	

Alle Werte sind charakteristische Werte.

1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe ze nach Bild 7.4
2 : Wand hinten enthält die gleichen Werte

Grafik, 90°, Draufsicht



Tabelle, 90°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite e = 26.64 m hp/h = 0.119

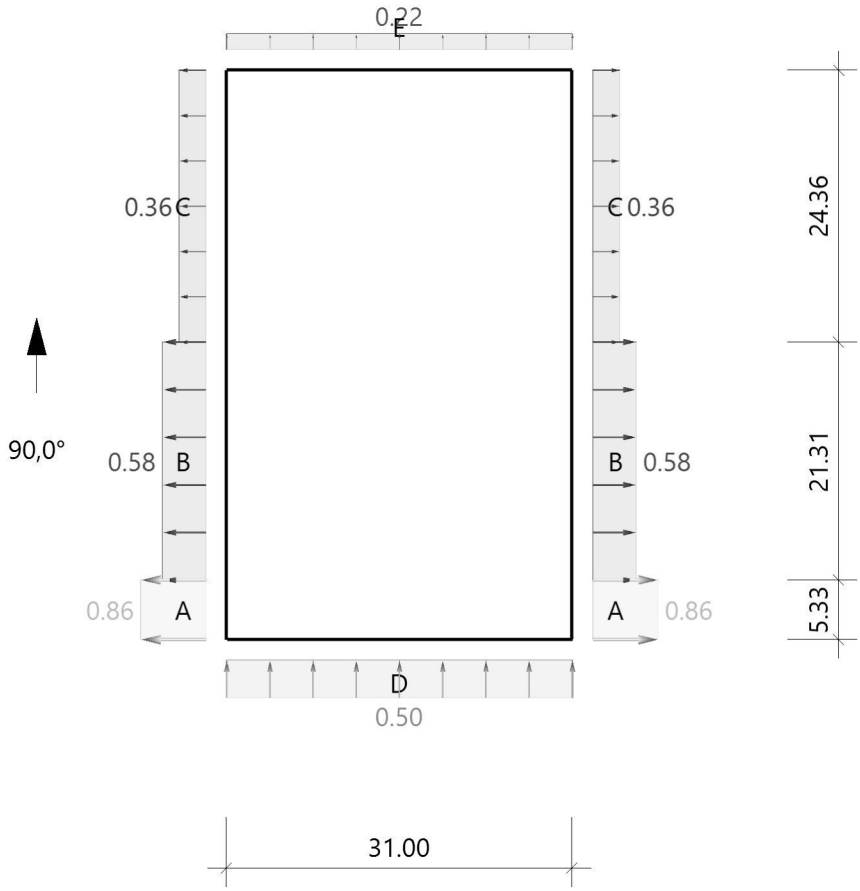
Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF	0.00	-1.20	0.00	-1.80	0.00	-0.86	0.00	-1.30	6.66	2.66
G	DF	0.00	-0.80	0.00	-1.40	0.00	-0.58	0.00	-1.01	17.68	2.66
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.50	0.00	-0.86	31.00	10.66
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.14	-0.43	0.14	-0.43	31.00	37.68

Alle Werte sind charakteristische Werte.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Grafik, 90°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m ²
Windlasten auf die Attika werden nach EN 1991-1-4, 7.2.3(3) Anm.2 wie auf freistehende Wände nach 7.4 ermitte

Tabelle, 90°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite e = 26.64 m hp/h = 0.119
Verhältnis h/d = 0.233 h/b = 0.384 d/b = 1.645

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
D [1]	Wand vorne	0.70	0.00	1.00	0.00	0.50	0.00	0.72	0.00	31.00	
E	Wand hinten	0.00	-0.30	0.00	-0.50	0.00	-0.22	0.00	-0.36	31.00	
A	Wand links [2]	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.86	0.00	-1.01		5.33
B	Wand links [2]	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.58	0.00	-0.79		21.31
C	Wand links [2]	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.36	0.00	-0.36		24.36

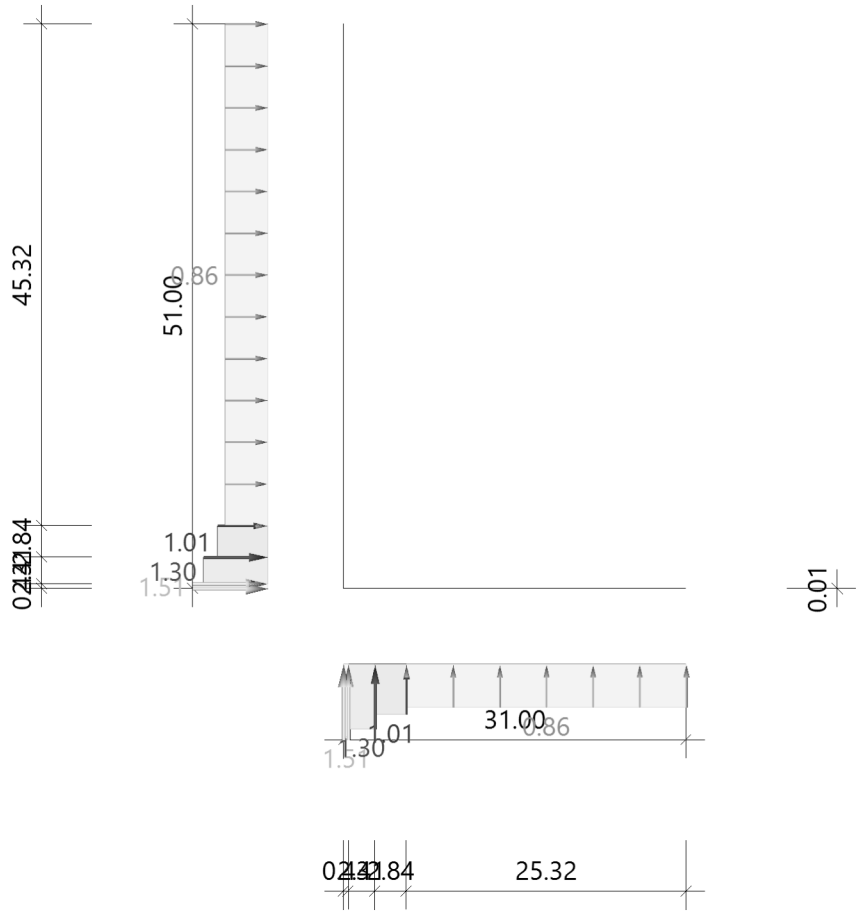
Alle Werte sind charakteristische Werte.

1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe ze nach Bild 7.4
2 : Wand rechts enthält die gleichen Werte

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Grafik, Attika



Tabelle, Attika

Wand l/h = 21.83 l_A = 0.43 m l_B = 2.41 m l_C = 2.84 m l_D = 25.32 m
Schenkel l/h = 35.92 l_A = 0.43 m l_B = 2.41 m l_C = 2.84 m l_D = 45.32 m

Bauteil	Bereich	c_{p+}	c_{p-}	w_+ [kN/m²]	w_- [kN/m²]
Wand	A	2.10	-2.10	1.51	-1.51
	B	1.80	-1.80	1.30	-1.30
	C	1.40	-1.40	1.01	-1.01
	D	1.20	-1.20	0.86	-0.86
Schenkel	A	2.10	-2.10	1.51	-1.51
	B	1.80	-1.80	1.30	-1.30
	C	1.40	-1.40	1.01	-1.01
	D	1.20	-1.20	0.86	-0.86
Alle Werte sind charakteristische Werte.					

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Flachdach Über EG:

Nutzung	Flächenlast q_k in kN/m²
Über EG: begehbare Dächer Begehbarkeit analog Dachterrasse	5,0

Für die Dachfläche wird die Lasten der Gründächer 1, 2 und 3 angesetzt (intensives Gründach 1 mit 4 kN/m², intensives Gründach 2 mit 6 kN/m², intensives Gründach 3 mit 10 kN/m²). Ein Teil des Gründachs wird als veränderliche Last der Kategorie E, der andere Teil als ständige Last berücksichtigt

Gründäch	Insgesamt (kN/m²)	ständige Teil gk (kN/m²)	qk Kat. E (kN/m²)
Gründäch 1	4	0	4
Gründäch 2	6	2	4
Gründäch 3	10	5	5

Lasten aus Gründach prüfseits als richtig unterstellt!

Erdbeben

Die Abfrage zur Zuordnung von Orten zu Erdbebenzonen der DIN4149:2005-04 unter Zugrundelegung des Standortes Oberhausen 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. Nähere Auskünfte befinden sich auf der Internetseite:
https://www.gfz-potsdam.de/din4149_erdbebenzonenabfrage

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Gerätlast:

Gerätelasten prüfseits als richtig unterstellt!

Gerätlast gemäß Angabe der TGA-Pläne

Gerät RLT01, Abmessung: L/B/H=6,077m / 1,52m / 1,355m

Gerät RLT02, Abmessung: L/B/H=7,072m / 1,90m / 1,765m

Gerät RLT01

Auf der Dachdecke steht ein Gerät mit einem Eigengewicht von 13,5 kN. Das Eigengewicht wird von Träger Pos.33 getragen.

Gerät Abmessung: L/B/H=6,077m / 1,52m / 1,355m

L= 6,10 m

B= 1,52 m

H= 1,40 m

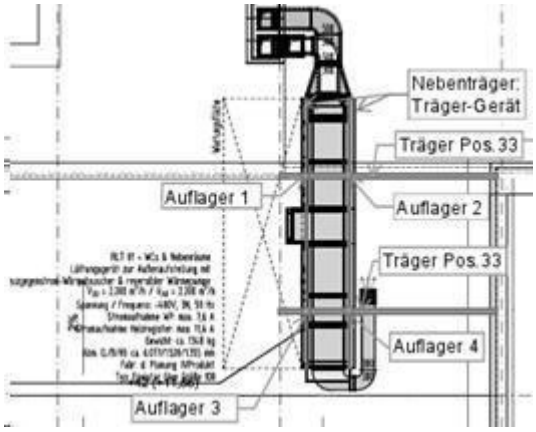
Gerätlast qk= 15,00/(2*L) = 1,23 kN/m

Windlast

horizontrale Last (wk,1,D und wk,1,E siehe **Bemessungsausdruck Frilo** in Zone D und Zone E)

wk,1,D= 0,60 kN/m²

wk,1,E= 0,40 kN/m²



Rahmenwirkung

Es wird angenommen, dass das Gerät mit biegesteifer Konstruktion und gelenkiger Lagerung auf dem Träger ausgeführt ist.

Nebenberechnung von Gerät wird nachfolgend mit **Infograph** durchgeführt, um die **Rahmenwirkung des Geräts** zu betrachten.

Auflagerkräfte:

Windkraft in horizontaler -Richtung

Windlast wk= 0,8+0,60 = 1,40 kN/m

in vertikaler Richtung

Windlast wk,D= 0,60 kN/m

Windlast wk,S= -0,60 kN/m

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Lasten aus Wind und Schnee (x64) LWS+ 01/24D (FRILO R-2024-1/P09)

System

Basiswerte

Land	Deutschland
Schnee-Norm	DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04
Wind-Norm	DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12

Gemeinde		46*** Oberhausen	
Geländehöhe	hNN =	0.00	m
Klimaregion		Zentral-Ost	
Schneezone		1	
Windzone		1	
Geländekategorie		Kategorie II	

(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

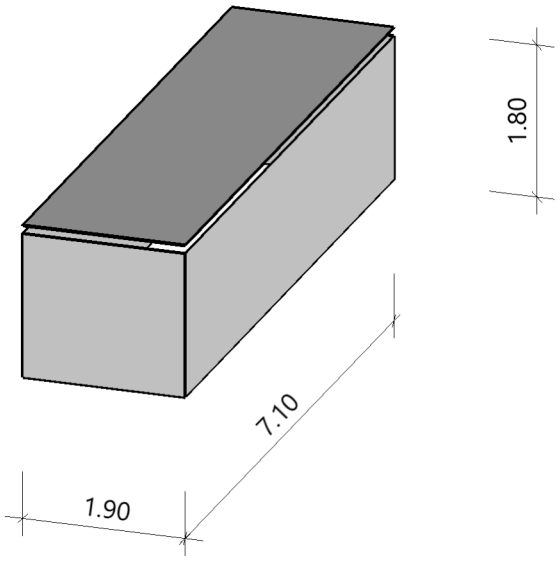
Beiwerte

Faktor für Schneetrauflast k = 0.40

Geometrie Flachdach

Gebäudehöhe	h =	1.80	m				
Gebäudelänge	l =	7.10	m				
Gebäudebreite	b =	1.90	m				
Fusspunkthöhe	=	12.00	m				
mit Flachdach - scharfkantig							
Dachneigung	α_{li} =	0.0	°				
Überstand	$ü_{li}$ =	0.00	m	$ü_{re}$ =	0.00	m	
Überstand	$ü_1$ =	0.00	m	$ü_2$ =	0.00	m	
Dachbreite/länge	dx =	1.90	m	dy =	7.10	m	

Grafik



Lasten

Bodenschneelast	sk =	0.65	kN/m²	
Basiswindgeschwindigkeit	vb0 =	22.5	m/s	
Basisgeschwindigkeitsdruck	qb0 =	0.32	kN/m²	
Referenzhöhe	z_e =	13.80	m	
Geschwindigkeitsstaudruck	qp,0(h) =	0.73	kN/m²	
Geschwindigkeitsstaudruck	qp,90(h) =	0.73	kN/m²	

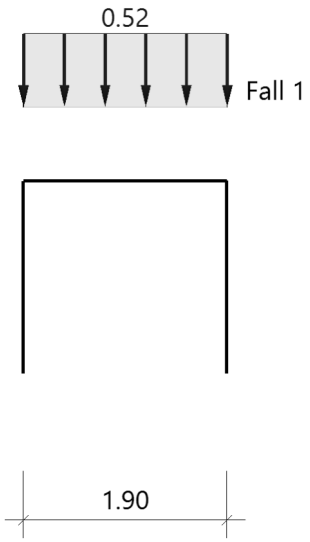
durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Ergebnisse

Schnee

Grafik, Querschnitt



Tabelle, Querschnitt

Sit	μ	s_i [kN/m²]	$S_{e,li}$ [kN/m]	$S_{e,re}$ [kN/m]
P/T	0.80	0.52		

Alle Werte sind charakteristische Werte.
Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional

Wind

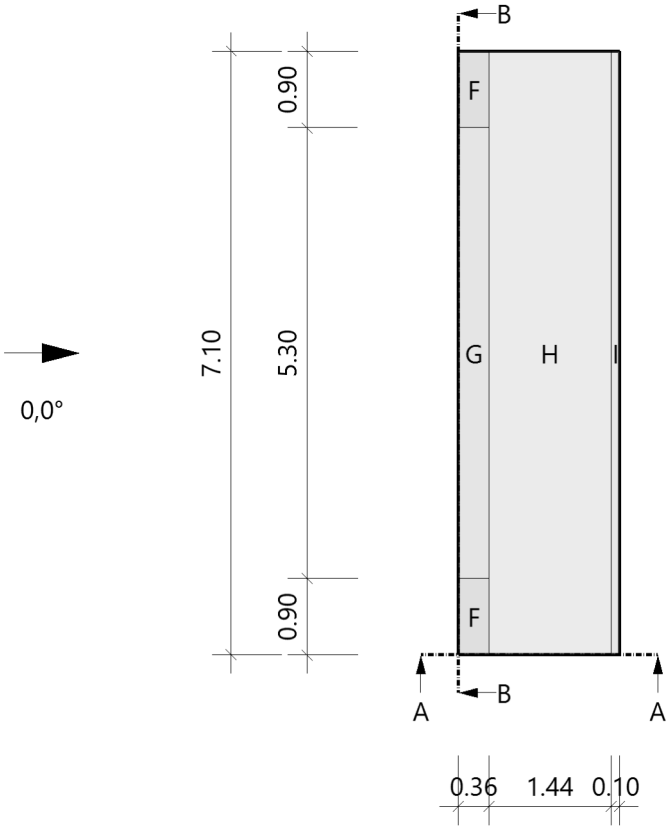
Hinweis

Die Windlasten werden immer auf Basis des Winddruckbeiwert-Verfahrens ermittelt.
Diese Windlasten sind für die Bauteilbemessung relevant!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Grafik, 0°, Draufsicht



Tabelle, 0°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite e = 3.60 m

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF	0.00	-1.80	0.00	-2.50	0.00	-1.31	0.00	-1.82	0.36	0.90
G	DF	0.00	-1.20	0.00	-2.00	0.00	-0.87	0.00	-1.45	0.36	5.30
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.51	0.00	-0.87	1.44	7.10
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.15	-0.44	0.15	-0.44	0.10	7.10

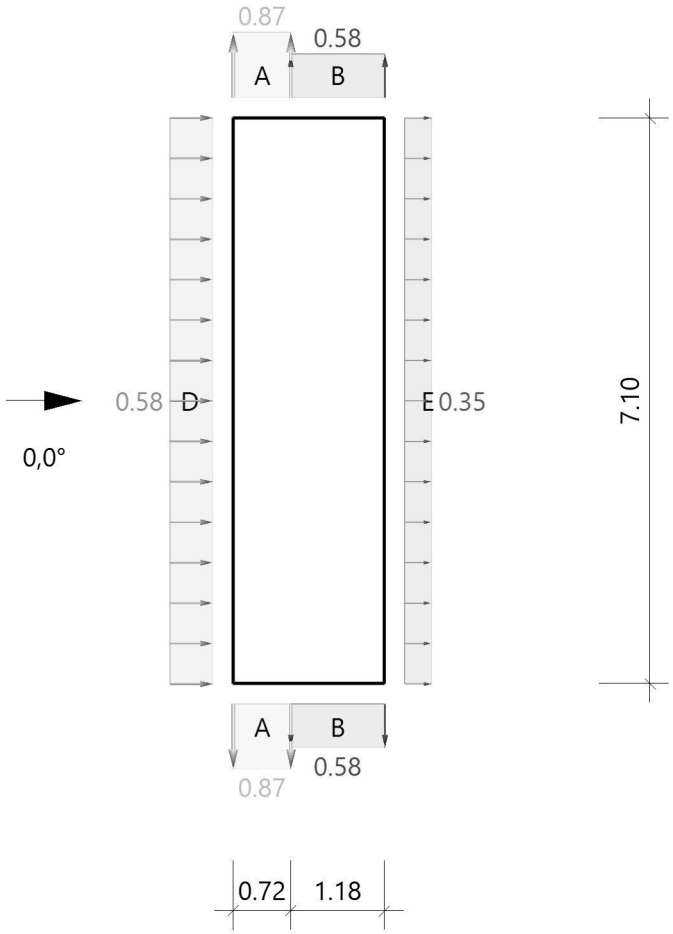
Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Grafik, 0°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m ²

Tabelle, 0°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite e = 3.60 m
Verhältnis h/d = 0.947 h/b = 0.254 d/b = 0.268

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
D [1]	Wand links	0.79	0.00	1.00	0.00	0.58	0.00	0.73	0.00		7.10
E	Wand rechts	0.00	-0.49	0.00	-0.50	0.00	-0.35	0.00	-0.36		7.10
A	Wand vorne [2]	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.87	0.00	-1.02	0.72	
B	Wand vorne [2]	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.58	0.00	-0.80	1.18	

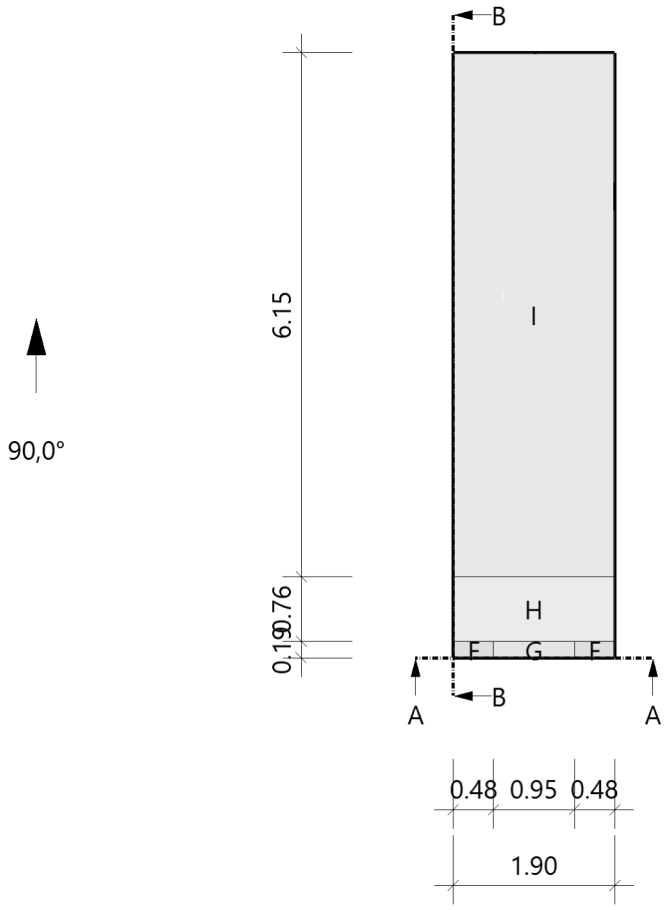
Alle Werte sind charakteristische Werte.

1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe ze nach Bild 7.4
2 : Wand hinten enthält die gleichen Werte

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Grafik, 90°, Draufsicht



Tabelle, 90°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite e = 1.90 m

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF	0.00	-1.80	0.00	-2.50	0.00	-1.31	0.00	-1.82	0.48	0.19
G	DF	0.00	-1.20	0.00	-2.00	0.00	-0.87	0.00	-1.45	0.95	0.19
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.51	0.00	-0.87	1.90	0.76
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.15	-0.44	0.15	-0.44	1.90	6.15

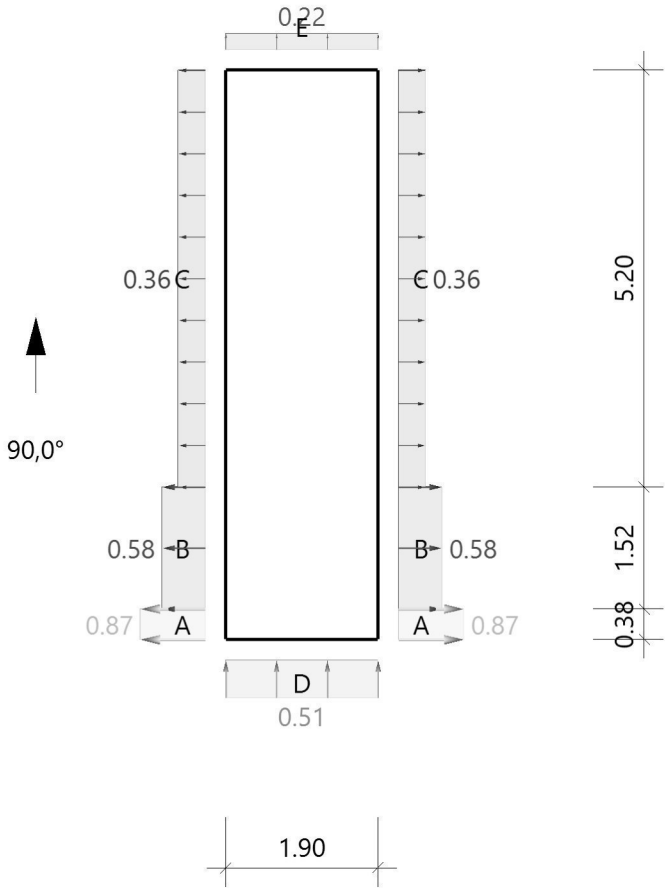
Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Grafik, 90°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m ²

Tabelle, 90°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite e = 1.90 m
Verhältnis h/d = 0.254 h/b = 0.947 d/b = 3.737

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
D [1]	Wand vorne	0.70	0.00	1.00	0.00	0.51	0.00	0.73	0.00	1.90	
E	Wand hinten	0.00	-0.30	0.00	-0.50	0.00	-0.22	0.00	-0.36	1.90	
A	Wand links [2]	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.87	0.00	-1.02		0.38
B	Wand links [2]	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.58	0.00	-0.80		1.52
C	Wand links [2]	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.36	0.00	-0.36		5.20

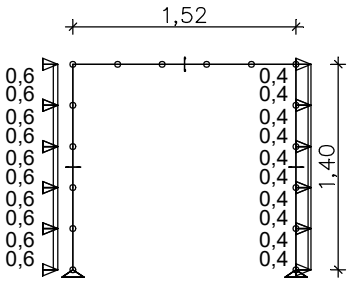
Alle Werte sind charakteristische Werte.

1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe ze nach Bild 7.4
2 : Wand rechts enthält die gleichen Werte

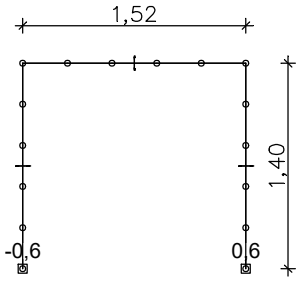
durch Vergleichsrechnung geprüft

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

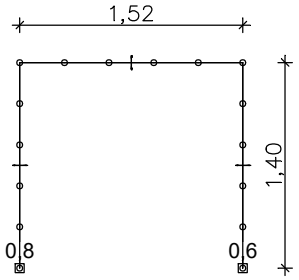
Gerät M = 1:



LF 1: Belastung, Windlast



Auflagerreaktionen Rz; LF 1, Windlast



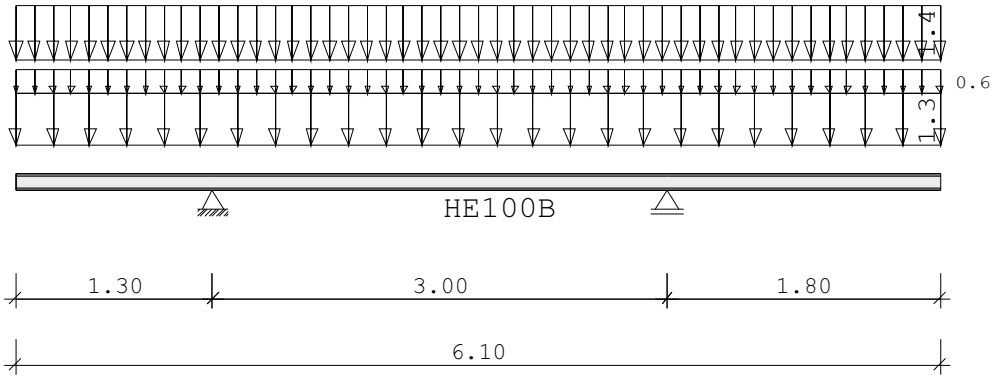
Auflagerreaktionen Rx; LF 1, Windlast

durch Vergleichsrechnung geprüft

Ebene Stabwerke 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)
Maßstab 1 : 50



Stahlträger S235 DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
E-Modul E =210000 N/mm2

System	Länge		Querschnittswerte				
Feld	L (m)		QNr.	I (cm4)	Wo (cm3)	Wu (cm3)	
1	3.000	konstant	1	450.0	89.9	89.9	HE100B
Kragarm							
links	1.300	konstant	1	450.0	89.9	89.9	HE100B
rechts	1.800	konstant	1	450.0	89.9	89.9	HE100B

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L; 2=Einzellast bei a; 3=Einzelmoment bei a; 4=Trapezlast von a - a+b; 5=Dreieckslast über L; 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
1	I			1.300	0.600	1.000			
1	N			0.000	1.400	1.000		horizont	

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
I	4	Windlasten	0.60	0.20	0.00	1.50
N	8	sonstige veränderliche Laste	0.80	0.70	0.50	1.50

Alle Einwirkungen werden als unabhängige betrachtet.
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Auflagerkräfte (kN)

EG	Stütze 1 max	Stütze 1 min	Stütze 2 max	Stütze 2 min
g	3.3	3.3	4.6	4.6
I	1.8	-0.3	2.3	-0.2
N	4.3	-0.8	5.4	-0.4
Sum	9.5	2.2	12.3	4.1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Gerätlast RLT02:

Auf der Dachdecke steht ein Gerät mit einem Eigengewicht von 23,5 kN. Das Eigengewicht wird von Träger Pos. 31 und **von Wand Pos. W11** in Achse B getragen.

Gerät Abmessung: L/B/H=7,072m / 1,90m / 1,765m

L= 7,10 m

B= 1,90 m

H= 1,77 m

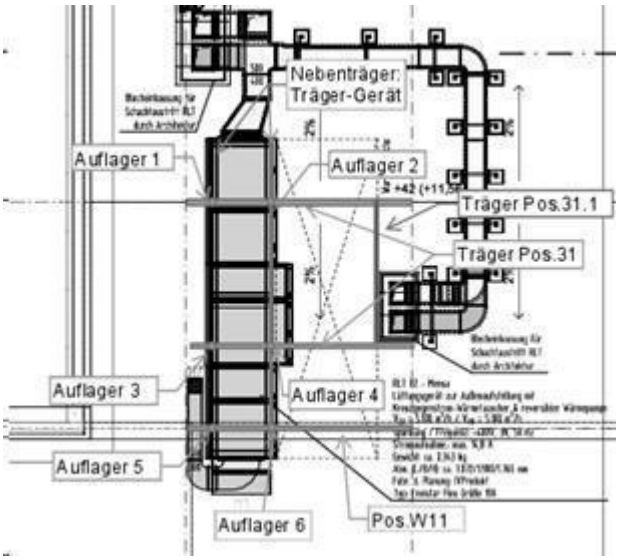
Gerätlast qk= 25,00/(2*L) = 1,76 kN/m

Windlast

horizontrale Last (wk,1,D und wk,1,E siehe **Bemessungsausdruck Frilo** in Zone D und Zone E)

wk,1,D= 0,60 kN/m²

wk,1,E= 0,40 kN/m²



Ramhenwirkung

Nebenberechnung von Gerät wird nachfolgend mit Infograph durchgeführt, um die **Ramhenwirkung des Geräts** zu betrachten.

Es wird angenommen, dass das Gerät mit biegesteifer Konstruktion und gelenkiger Lagerung auf dem Träger ausgeführt ist.

Auflagerkräfte:

Windkraft in horizontaler -Richtung

Windlast wk= 1,0+0,80 = 1,80 kN/m

in vertikaler Richtung

Windlast wk,D= 0,90 kN/m

Windlast wk,S= -0,90 kN/m

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nebenträger Träger-Gerät

Nebenberechnung von **Nebenträger Träger-Gerät** wird nachfolgend durchgeführt, um die Auflagerkräfte 1 bis 4 zu berechnen.

(Die Berechnung wurde nur für die Auflagerkräfte durchgeführt.)

Auflagerkräfte: (Die Last wird auf den Träger Pos.33 weitergeleitet.)

Nur maßgebende Situation betrachten!

Eigengewicht

Je Auflager (Auflager 1/2/3/4)

Gk1= 4,60 kN

Auflager 1+2 oder Auflager 3+4

Gk= Gk1*2 = 9,20 kN

Windlast in vertikaler Richtung wegen der Rahmenwirkung

Für Lastweiterleitng wird nur Druckkraft berücksichtigt.

Auflager 1/3

Vwk1= -2,3 kN

Auflager 2/4

Vwk2= 2,3 kN

Windlast in horizontaler Richtung

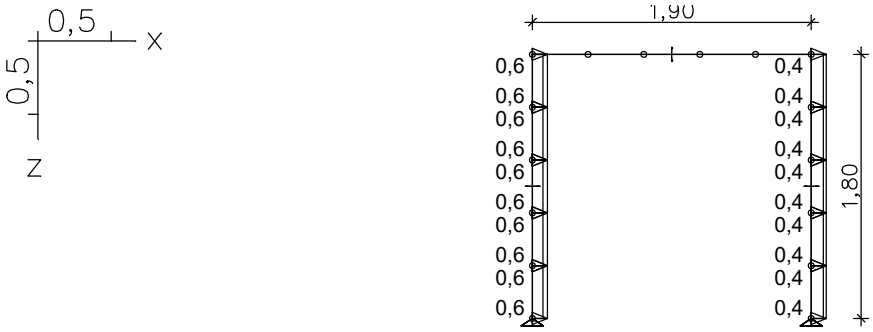
Auflager 1+2 oder 3+4

Hwk1= 5,4 kN

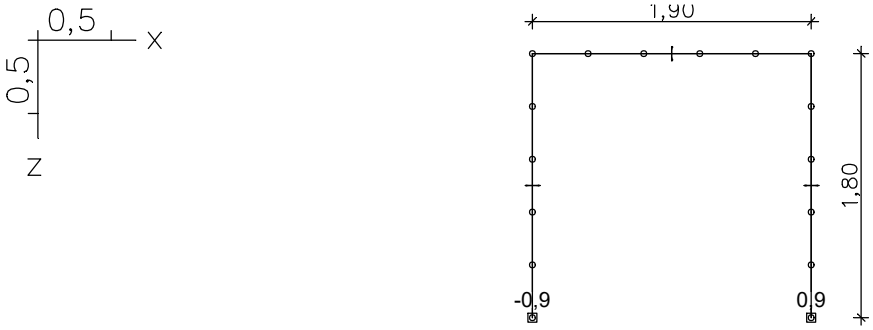


Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

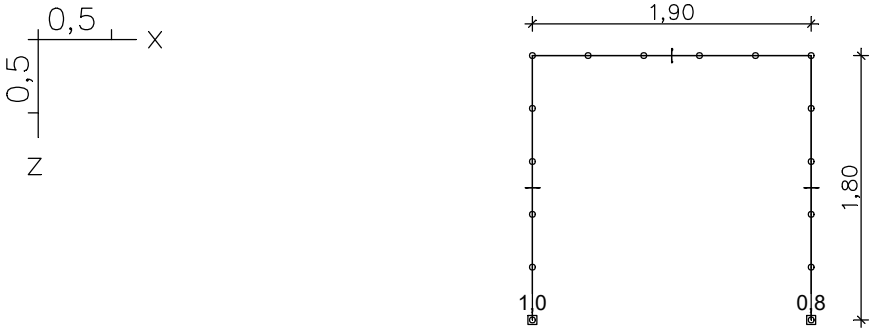
Gerät M = 1:



LF 1: Belastung



Auflagerreaktionen Rz; LF 1



Auflagerreaktionen Rx; LF 1

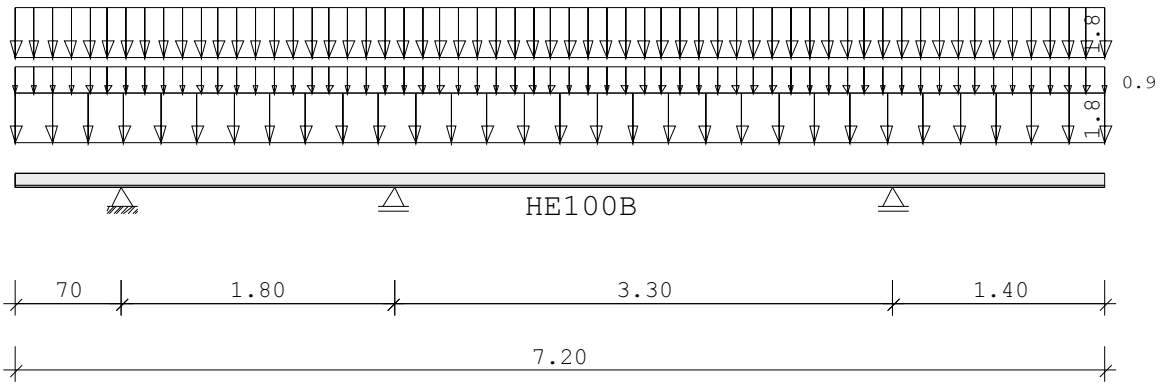
durch Vergleichsrechnung geprüft

Ebene Stabwerke 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)

Maßstab 1 : 50



Stahlträger über 2 Felder S235 DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
E-Modul E =210000 N/mm2

System	Länge		Querschnittswerte				
Feld	L (m)		QNr.	I (cm4)	Wo (cm3)	Wu (cm3)	
1	1.800	konstant	1	450.0	89.9	89.9	HE100B
2	3.300	konstant	1	450.0	89.9	89.9	HE100B
Kragarm							
links	0.700	konstant	1	450.0	89.9	89.9	HE100B
rechts	1.400	konstant	1	450.0	89.9	89.9	HE100B

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
1	I			1.800	0.900	1.000			
1	N			0.000	1.800	1.000		horizont	

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
I	4	Windlasten	0.60	0.20	0.00	1.50
N	8	sonstige veränderliche Laste	0.80	0.70	0.50	1.50

Alle Einwirkungen werden als unabhängige betrachtet.
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Auflagerkräfte (kN)

	Stütze 1		Stütze 2		Stütze 3	
EG	max	min	max	min	max	min
g	2.5	2.5	4.8	4.8	5.7	5.7
I	1.7	-0.4	3.1	-0.7	2.9	0.0
N	3.3	-0.9	6.2	-1.3	5.7	-0.1
Sum	7.5	1.1	14.1	2.8	14.3	5.5

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nebenträger Träger-Gerät

Nebenberechnung von Nebenträger Träger-Gerät wird nachfolgend mit Frilo durchgeführt, um die Auflagerkräfte 1 bis 6 zu berechnen.

(Die Berechnung wurde nur für die Auflagerkräfte durchgeführt.)

Auflagerkräfte: (Die Last wird auf den Träger Pos.31 und W11 weitergeleitet.)

Nur maßgebende Situation betrachten!

Eigengewicht

Je Auflager (Auflager 1/2/3/4/5/6)

Gk1= 5,70 kN

Auflager 1+2 oder Auflager 3+4 oder Auflager 5+6

Gk= Gk1*2 = 11,40 kN

Windlast in vertikaler Richtung wegen der Rahmenwirkung

Für Lastweiterleitng wird nur Druckkraft berücksichtigt.

Auflager 1/3/5

Vwk1= -3,0 kN

Auflager 2/4/6

Vwk2= 3,0 kN

Windlast in horizontaler Richtung

Auflager 1+2+ oder 3+4 oder 3+6

Hwk1= 5,7 kN



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Kapitel 3 - Gebäudeaussteifung

Vorbemerkungen

Die Gebäudeaussteifung erfolgt über die massiven Deckenscheiben und die hinreichend vorhandenen Wände.

2.OG

Im 2.OG wird auf einen Dachverband in der Stahltragkonstruktion verzichtet, da der Abtrag der Horizontallasten aus Wind über die massiven Attikabalken in die tragenden massiven Wände erfolgt kann.
Hierzu wird eine Kopplung der Wände mittels Stahlträgern vorgesehen, welche durch Zug- / Druckkräfte belastet sind. Analog erfolgt der Lastabtrag der Stabilisierungslasten.
Das Trapezblech trägt nur vertikale Lasten und wird nicht als Aussteifungselement berücksichtigt.

1.OG und EG

Die Gebäudeaussteifung erfolgt über die Decken und Wände. Die Decken werden als Scheiben ausgebildet. Es sind hinreichend Wände für die Gesamtaussteifung des Gebäudes vorhanden. Die Stützen werden als Pendelstützen betrachtet und für die Aussteifung nicht berücksichtigt.
Aus der Anordnung der Wände resultieren mehrfach allseitig umschlossene Bereiche bzw. Kerne, welche eine gute Aussteifung bewirken.
Im 1. OG und EG ist durch die Stahlbetondecke, Stahlbetonwände und Mauerwerkswände die Aussteifung ausreichend gewährleistet, sodass der Aussteifungsnachweis konstruktiv abgebildet werden kann.

Die Gebäudeaussteifung erfolgt für die Einwirkungen aus Wind- und Imperfektionslasten. Dabei werden folgende Lastangriffsrichtungen betrachtet.

1. in Richtung Y ->Nord-Süd

2. in Richtung X -> West-Ost

Horizontale Einwirkungen

Wind:

Winddruck/Windsog auf dem Gebäude werden durch die Bemessungssoftware Frilo berechnet. Der Ausdruck befindet sich in Kap.2 Lastannahme.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

In Y-Richtung

Resultierende Horizontale Einwirkungen (Windlast und Stabilitätslast) siehe Schnitt 1-1 und 2-2 auf der nächste Seite

Wind

Winddruck/Windsog auf dem Gebäude

$w_{k,D}$ =	0,51 kN/m²
$w_{k,E}$ =	0,24 kN/m²

Winddruck/Windsog auf Attika

$w_{k,D,Attika}$ =	0,86 kN/m²

Stabilitätslast an Decke 2. OG

Vertikale Lasten

Gesamtlast charakteristisch (Siehe Kap.5 Dachkonstruktion Pos.10)

q=	3,20 kN/m²

Für Schnitt Querschnitt 1-1:

Einzugsbreite B=			15,00 m
$q_{Sta,1}$=	1/200*q*B	=	0,24 kN/m

Für Schnitt Querschnitt 2-2:

Einzugsbreite B=			10,00 m
$q_{Sta,2}$=	1/200*q*B	=	0,16 kN/m

Windeinwirkung an Decke 2. OG (= 50 % Windkraft auf das 2.OG + Windkraft auf die Attika)

50 % der auf das 2. Obergeschoss wirkenden Windkraft und die gesamte auf die Attika wirkende Windkraft werden auf die Decke über dem 2. Obergeschoss übertragen.

Geschosshöhe h=	3,70 m
Attika Außen $h_{Attika,außen}$=	1,60 m
Attika Innenhof $h_{Attika,innen}$=	0,75 m

Wind:

$w_{k,D,2OG}$ =	$w_{k,D}$*h*0,5	=	0,94 kN/m
$w_{k,E,2OG}$ =	$w_{k,E}$*h*0,5	=	0,44 kN/m
$w_{k,D,Attika,außen}$ =	$w_{k,D,Attika}$*$h_{Attika,außen}$	=	1,38 kN/m
$w_{k,D,Attika,innen}$ =	$w_{k,D,Attika}$*$h_{Attika,innen}$	=	0,65 kN/m

Windrichtung

y-Richtung

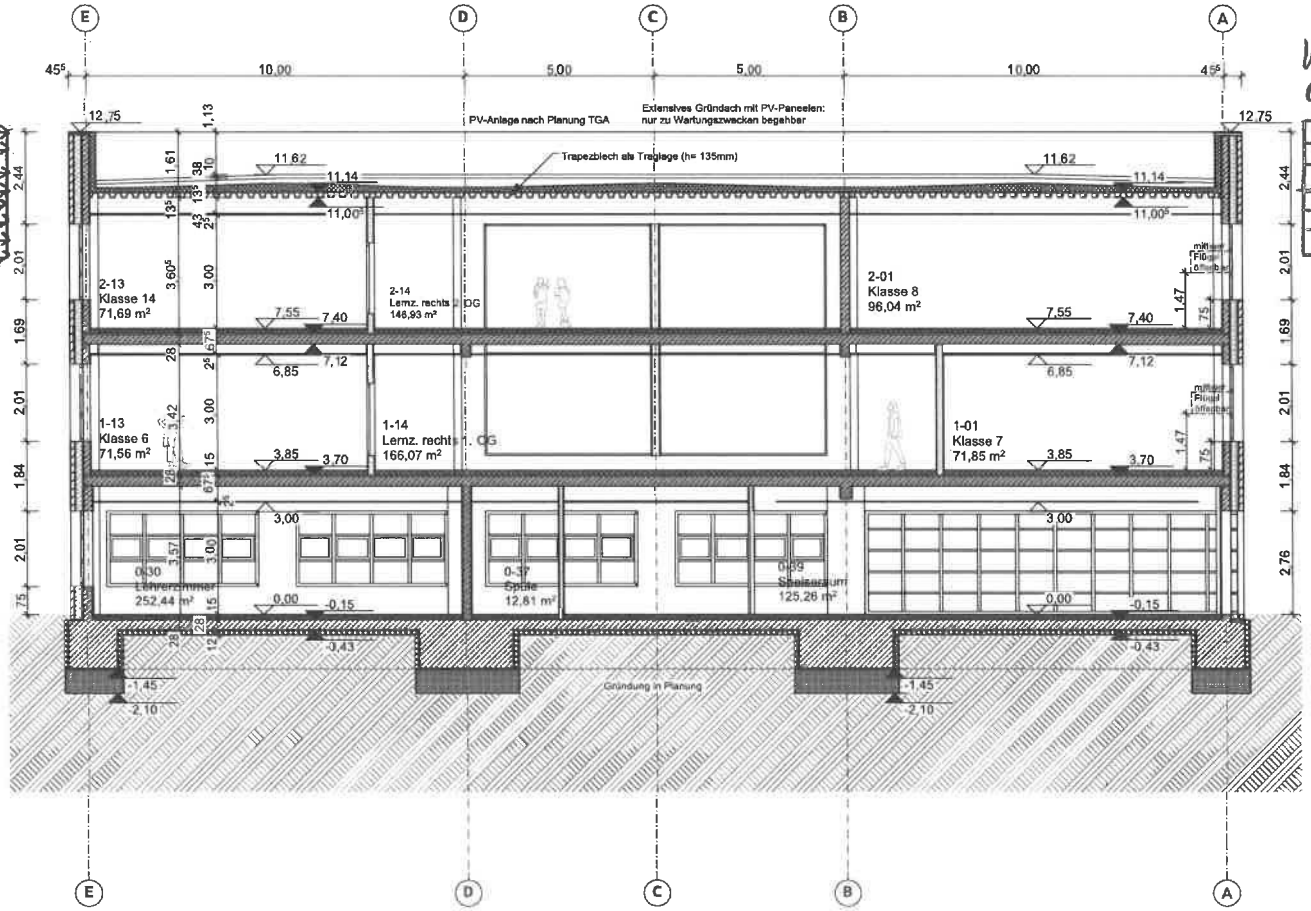
Stabilitätslast

0,24kN/m

Windlast

0,86kN/m

0,51kN/m



Windlast

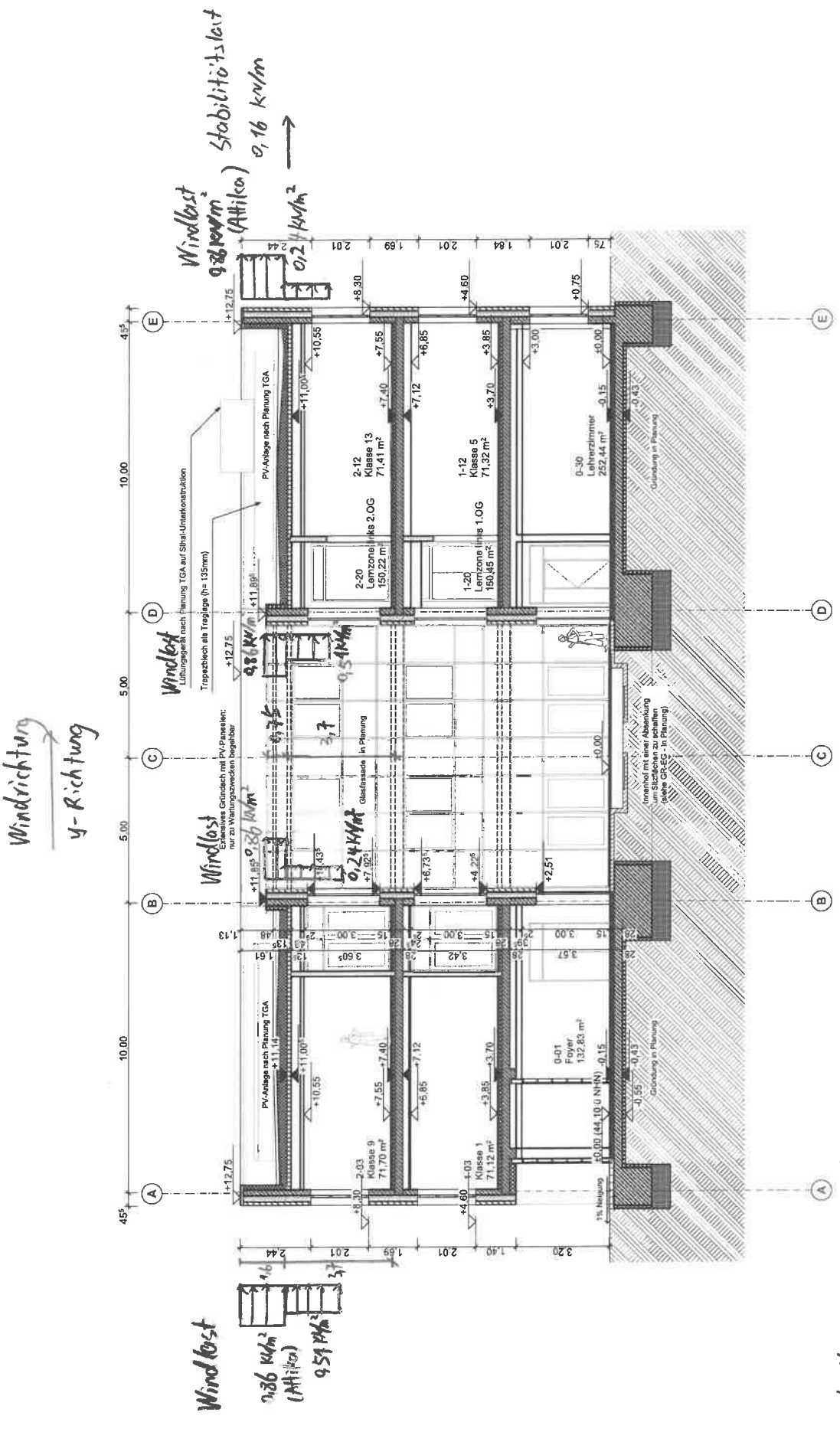
0,86kN/m² (Attika)

0,24kN/m²

Stabilitätslast

0,24kN/m

Schnitte Querschnitt 1-1 | M 1:200


Windrichtung
y-Richtung
Windlast
Stabilitätslast
0,16 kN/m
Windlast
0,24 kN/m²
Windlast
0,36 kN/m²
(Attika)
0,51 kN/m²
Stabilitätslast
0,16 kN/m
Schnitt Querschnitt 2-2 | M 1:200

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Auflagerkräfte:

In y-Richtung

In Y-Richtung werden beide Varianten, Wind von oben nach unten und Wind von unten nach oben, exklusiv berücksichtigt. Die maximale Auflagerkraft der beiden Varianten wird als maßgebend in der späteren Bemessung betrachtet.

horizontrale Lasteinwirkungen im Bereich:

Achse 3a bis 4b, 1 bis 2'

horizontrale Lasteinwirkungen auf Winddruckseite

$h_{y,D1} = w_{k,D,2OG} + w_{k,D,Attika,außen} + q_{Sta,1}$ = 2,56 kN/m

horizontrale Lasteinwirkungen auf Windsogseite

$h_{y,S1} = w_{k,E,2OG} + w_{k,D,Attika,außen} + q_{Sta,1}$ = 2,06 kN/m

Achse 2' bis 3a

horizontrale Lasteinwirkungen auf Winddruckseite

$h_{y,D2} = w_{k,D,2OG} + w_{k,D,Attika,außen} + q_{Sta,2}$ = 2,48 kN/m

horizontrale Lasteinwirkungen in Bereich Innenhof auf Windsogseite

$h_{y,Innen,S} = w_{k,E,2OG} + w_{k,D,Attika,innen}$ = 1,09 kN/m

horizontrale Lasteinwirkungen in Bereich Innenhof auf Winddruckseite

$h_{y,Innen,D} = w_{k,D,2OG} + w_{k,D,Attika,innen}$ = 1,59 kN/m

horizontrale Lasteinwirkungen auf Windsogseite

$h_{y,S2} = w_{k,E,2OG} + w_{k,D,Attika,außen} + q_{Sta,2}$ = 1,98 kN/m

Variante 1: Wind von oben nach unten

Aussteifungsystem siehe Anlage A1 auf der nächste Seite

Variante 2: Wind von unten nach oben

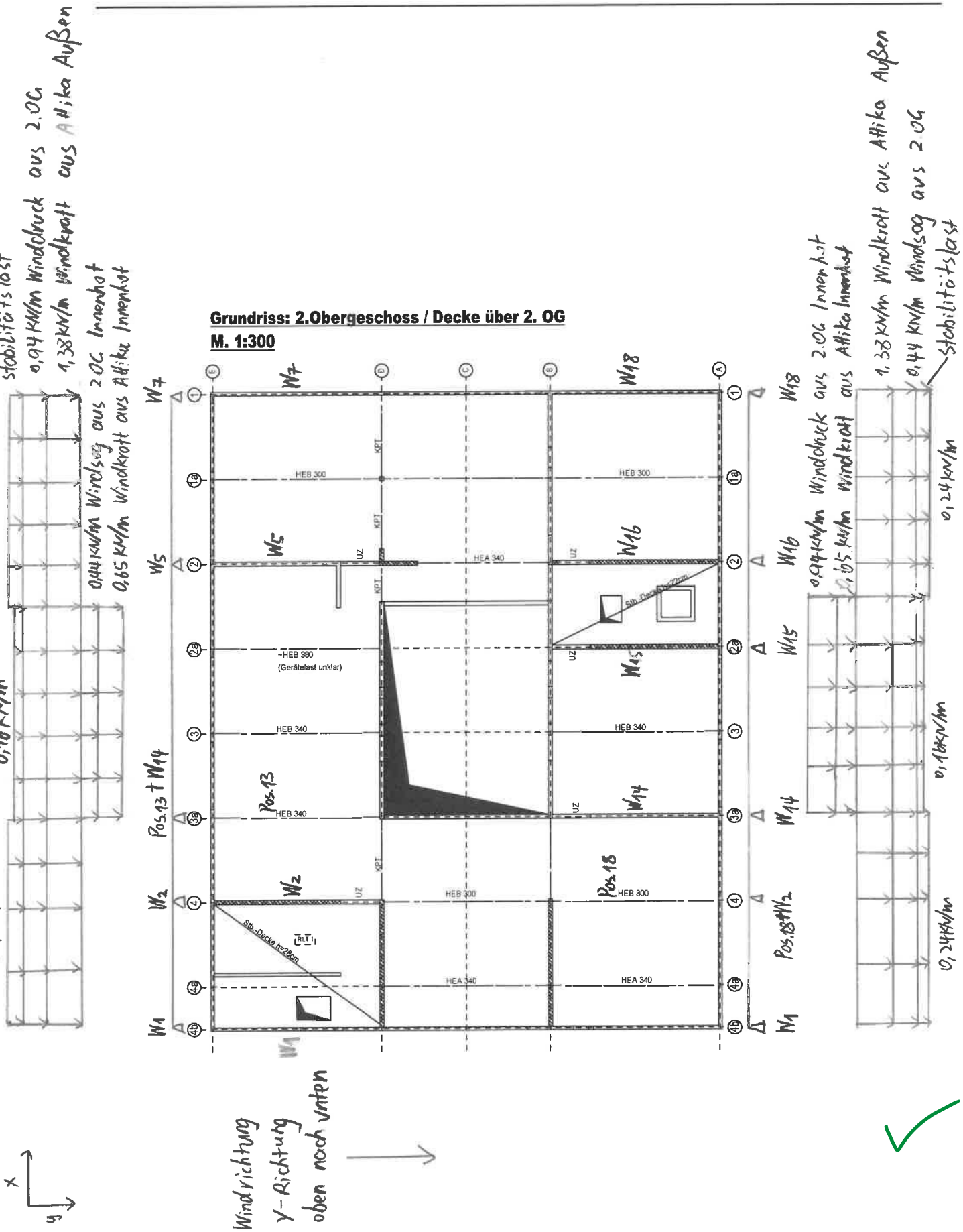
Aussteifungsystem siehe Anlage A2 auf der nächste Seite

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Anlage A1

Grundriss: 2.Obergeschoss / Decke über 2. OG
M. 1:300



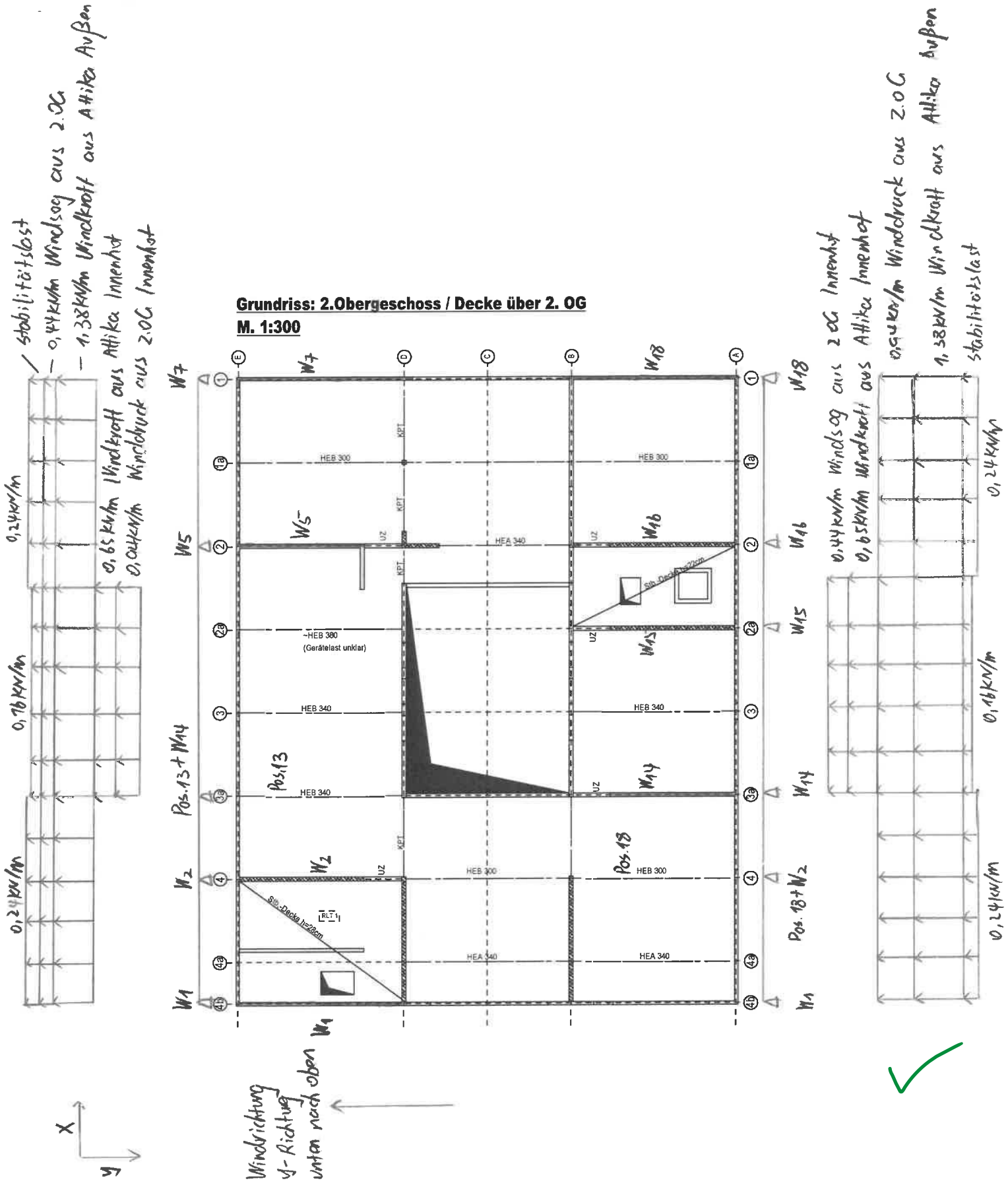
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400: Neubau Bertha-von-Suttner Gym., Oberhausen
Statische Berechnung LP4

Anlage A2

Grundriss: 2.Obergeschoss / Decke über 2. OG
M. 1:300



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

maßgebende Auflagerkräfte:

Für **W1** im 2.OG

F_{W1}= (hy,D1+hy,S1)*7,5/2 = 17,32 kN

Für W2, Pos.18 Stahlträger und Pos.25 Stb.-Attika (als Normalkraft) im 2.OG

Pos.18 Stahlträger und Pos.25 Stb.-Attika

Die Windkraft wird als Normalkraft an Pos. 18 Stahlträger und Pos.25 Stb.-Attika angesetzt und zur Aussteifungswand W2 weitergeleitet.

Wind von oben nach unten

Die Zugkraft ist maßgebend für die Bemessung des Anschlusspunktes.

$F_{Pos18}=-h_{y,S1}*(7,5+5,0)/2$ = -12,88 kN

Wind von unten nach oben

Die Druckkraft ist maßgebend für die Bemessung des Stahlträgers.

$F_{Pos18}=h_{y,D1}*(7,5+5,0)/2$ = 16,00 kN

Für **W2** im 2.OG

$F_{W2}= (h_{y,D1}+h_{y,S1})*(7,5+5,0)/2$ = 28,88 kN

Für W14 und Pos.13 Stahlträger (als Normalkraft) im 2.OG

Pos.13 Stahlträger

Die Windkraft wird als Normalkraft an Pos. 13 Stahlträger angesetzt und zur Aussteifungswand W14 weitergeleitet.

Wind von oben nach unten

Die Druckkraft ist maßgebend für die Bemessung des Stahlträgers.

$F_{Pos13}=h_{y,D1}*5/2+h_{y,D2}*15/2$ = 25,00 kN

Wind von unten nach oben

Die Zugkraft ist maßgebend für die Bemessung des Anschlusspunktes.

$F_{Pos13}=-(h_{y,S1}*5/2+h_{y,S2}*15/2)$ = -20,00 kN

Für **W14** im 2.OG

$F_{W14}= (h_{y,D1}+h_{y,S1})*5/2+(h_{y,D2}+h_{y,S2}+h_{y,Innen,S}+h_{y,Innen,D})*15/2$ = 65,10 kN

Für **W15** im 2.OG (Wind von unten nach oben maßgebend)

$F_{W15}= (h_{y,D2}+h_{y,Innen,S})*(10/2+2,5)$ = 26,77 kN

Rev. 1

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Für **W5** im 2.OG (Wind von oben nach unten maßgebend)

$$\mathbf{F_{W5}= (h_{y,D2}+h_{y,Innen,S})*(12,5-7,5)+h_{y,D1}*(2,5+10/2)} \quad \mathbf{= 37,05\ kN}$$

Für **W16** im 2.OG (Wind von unten nach oben maßgebend)

$$F_{W16}= h_{y,D1}*(2,5+10/2) \quad = 19,20\ kN$$

Für **W7** im 2.OG (Wind von oben nach unten maßgebend)

$$F_{W7}= h_{y,D1}*10/2 \quad = 12,80\ kN$$

Für **W18** im 2.OG (Wind von unten nach oben maßgebend)

$$F_{W18}= h_{y,D1}*10/2 \quad = 12,80\ kN$$



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

In x-Richtung

Resultierende Horizontale Einwirkungen (Windlast und Stabilitätslast) siehe Schnitt A-A und B-B auf der nächste Seite

Wind

Winddruck+Windsog auf dem Gebäude

$w_{k,D}$ = 0,50 kN/m²

$w_{k,E}$ = 0,21 kN/m²

Winddruck+Windsog auf Attika

$w_{k,D,Attika}$ = 0,86 kN/m²

Stabilitätslast an Decke 2. OG

Vertikale Lasten

Gesamtlast charakteristisch (Siehe Kap.5 Dachkonstruktion Pos.10)

q= 3,20 kN/m²

Für Schnitt Querschnitt 3-3:

Einzugsbreite B=	37,50/2	= 18,75 m
$q_{Sta,3}$=	1/200*q*B	= 0,30 kN/m

Für Schnitt Querschnitt 4-4:

Einzugsbreite B=		12,50 m
$q_{Sta,4}$=	1/200*q*B	= 0,20 kN/m

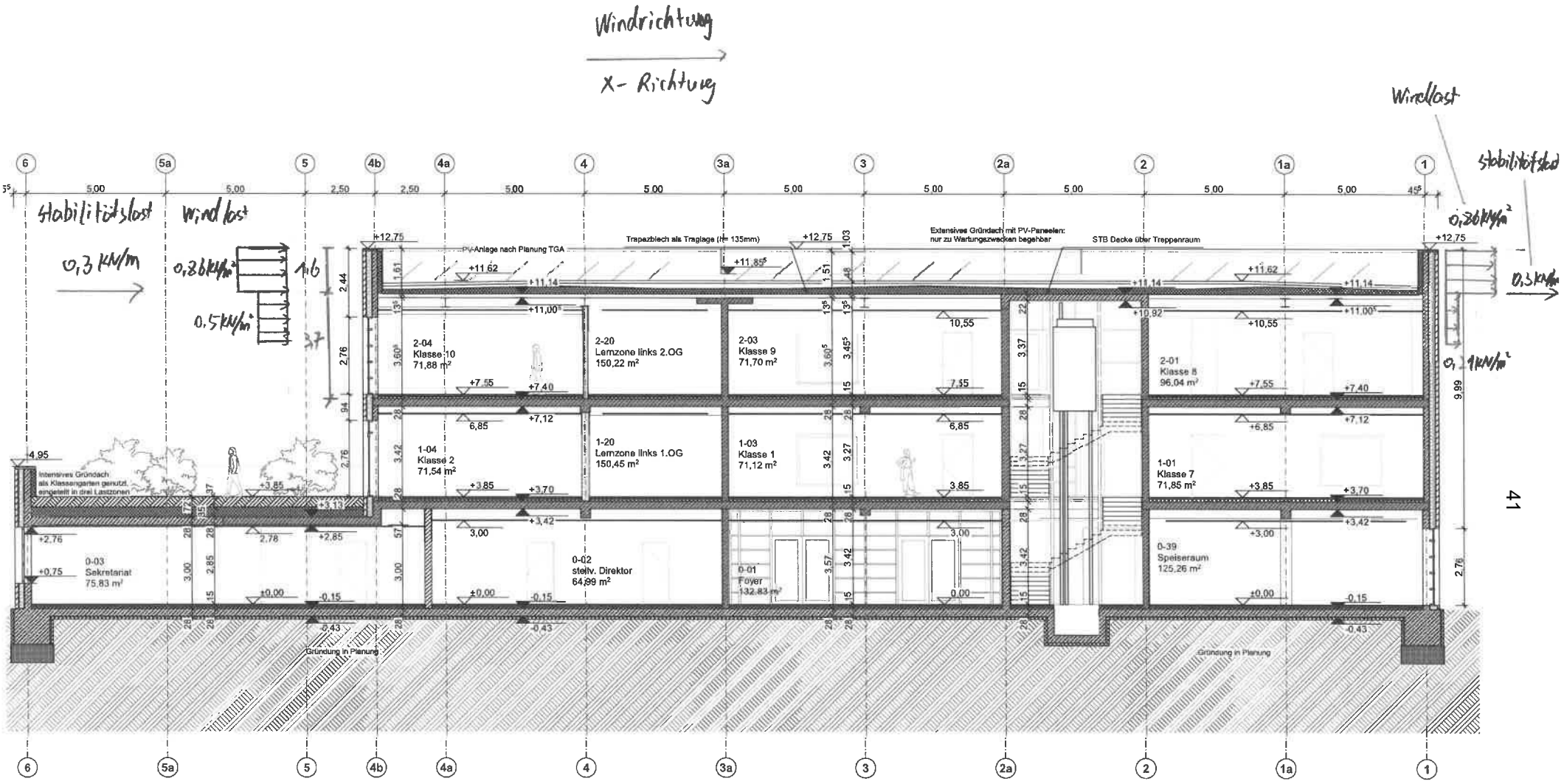
Windeinwirkung an Decke 2. OG (= 50 % Windkraft auf das 2.OG + Windkraft auf die Attika)

50 % der auf das 2. Obergeschoss wirkenden Windkraft und die gesamte auf die Attika wirkende Windkraft werden auf die Decke über dem 2. Obergeschoss übertragen.

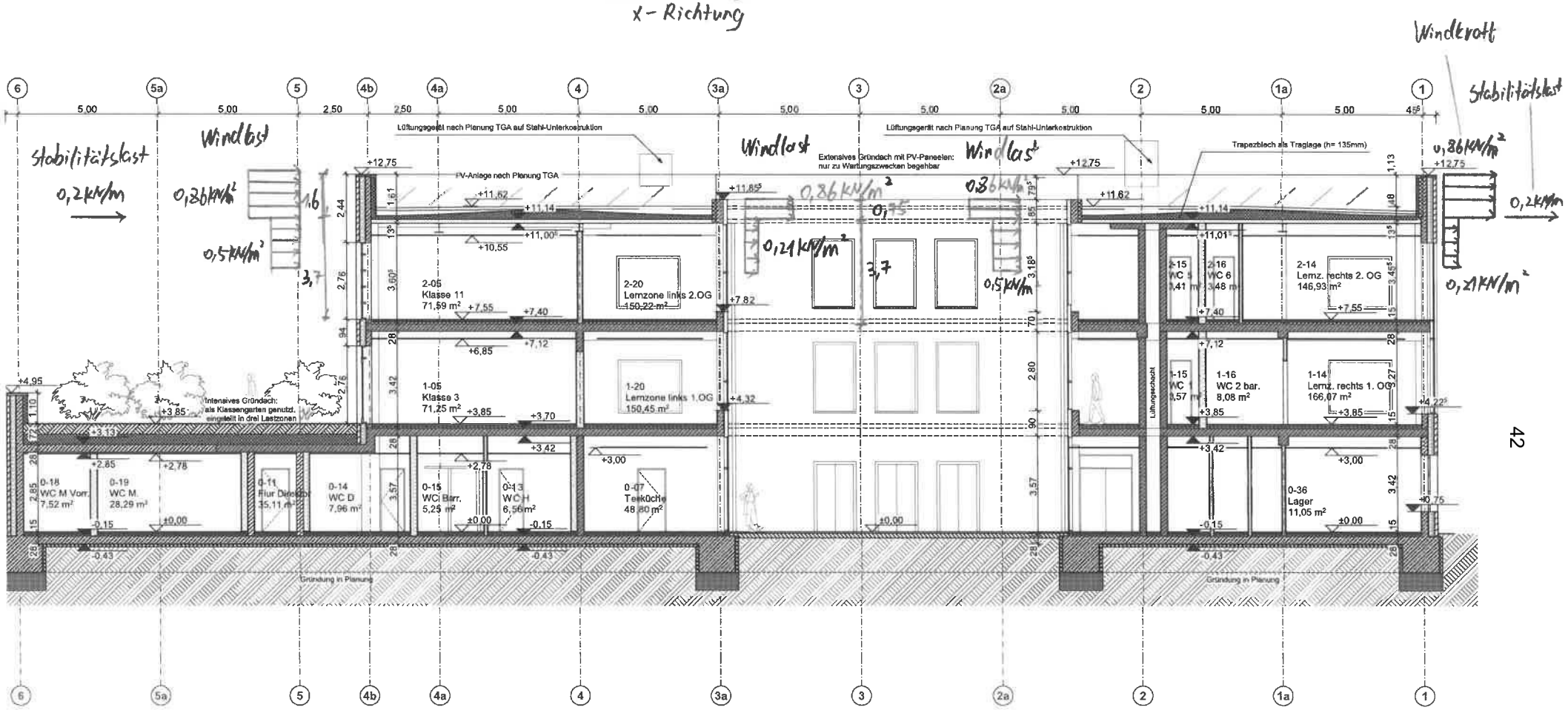
Geschosshöhe h=	3,70 m
Attika Außen $h_{Attika,außen}$=	1,60 m
Attika Innenhof $h_{Attika,innen}$=	0,75 m

Wind:

$w_{k,D,2OG}$ =	$w_{k,D}$*h*0,5	= 0,93 kN/m
$w_{k,E,2OG}$ =	$w_{k,E}$*h*0,5	= 0,39 kN/m
$w_{k,D,Attika,außen}$ =	$w_{k,D,Attika}$*$h_{Attika,außen}$	= 1,38 kN/m
$w_{k,D,Attika,innen}$ =	$w_{k,D,Attika}$*$h_{Attika,innen}$	= 0,65 kN/m



Schnitte Längsschnitt A-A | M 1:200



Schnitte Längsschnitt B-B | M 1:200

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Auflagerkräfte:

In x-Richtung

In X-Richtung werden beide Varianten, Wind von oben nach unten und Wind von unten nach oben, exklusiv berücksichtigt. Die maximale Auflagerkraft der beiden Varianten wird als maßgebend in der späteren Bemessung betrachtet.

horizontrale Lasteinwirkungen im Bereich:

Achse D bis E, A bis B:

horizontrale Lasteinwirkungen auf Winddruckseite

$h_{x,D1} = w_{k,D,2OG} + w_{k,D,Attika,außen} + q_{Sta,3} = 2{,}61$ kN/m

horizontrale Lasteinwirkungen auf Windsogseite

$h_{x,S1} = w_{k,E,2OG} + w_{k,D,Attika,außen} + q_{Sta,3} = 2{,}07$ kN/m

Achse B bis D:

horizontrale Lasteinwirkungen auf Winddruckseite

$h_{x,D2} = w_{k,D,2OG} + w_{k,D,Attika,außen} + q_{Sta,4} = 2{,}51$ kN/m

horizontrale Lasteinwirkungen in Bereich Innenhof auf Windsogseite

$h_{x,Innen,S} = w_{k,E,2OG} + w_{k,D,Attika,innen} = 1{,}04$ kN/m

horizontrale Lasteinwirkungen in Bereich Innenhof auf Winddruckseite

$h_{x,Innen,D} = w_{k,D,2OG} + w_{k,D,Attika,innen} = 1{,}58$ kN/m

horizontrale Lasteinwirkungen auf Windsogseite

$h_{x,S2} = w_{k,E,2OG} + w_{k,D,Attika,außen} + q_{Sta,2} = 1{,}93$ kN/m

Variante 1: Wind von links nach rechts

Aussteifungsystem siehe Anlage A3 auf der nächste Seite

Variante 2: Wind von rechts nach links

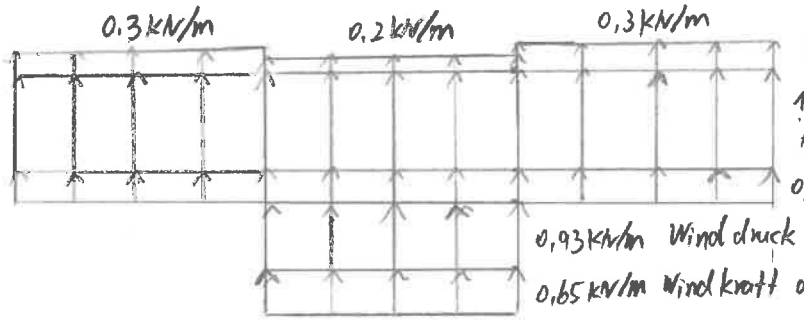
Aussteifungsystem siehe Anlage A4 auf der nächste Seite

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

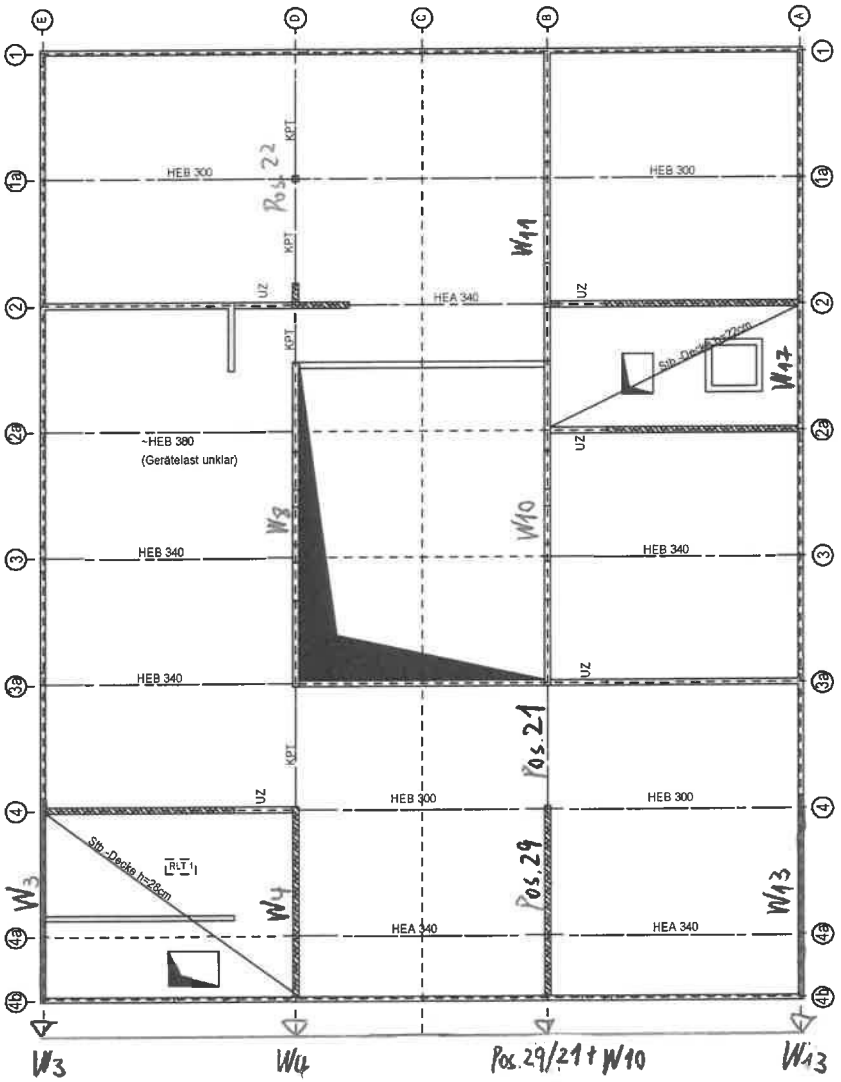
Projekt: 20240400: Neubau Bertha-von-Suttner Gym., Oberhausen
Statische Berechnung LP4

Anlage A3

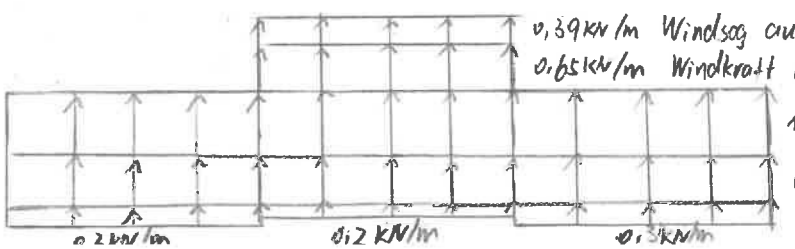




Grundriss: 2.Obergeschoss / Decke über 2. OG
M. 1:300



Windrichtung x-Richtung
links nach rechts

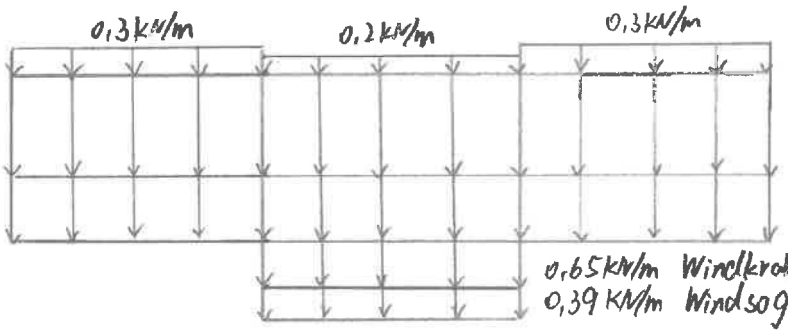


Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400: Neubau Bertha-von-Suttner Gym., Oberhausen
Statische Berechnung LP4

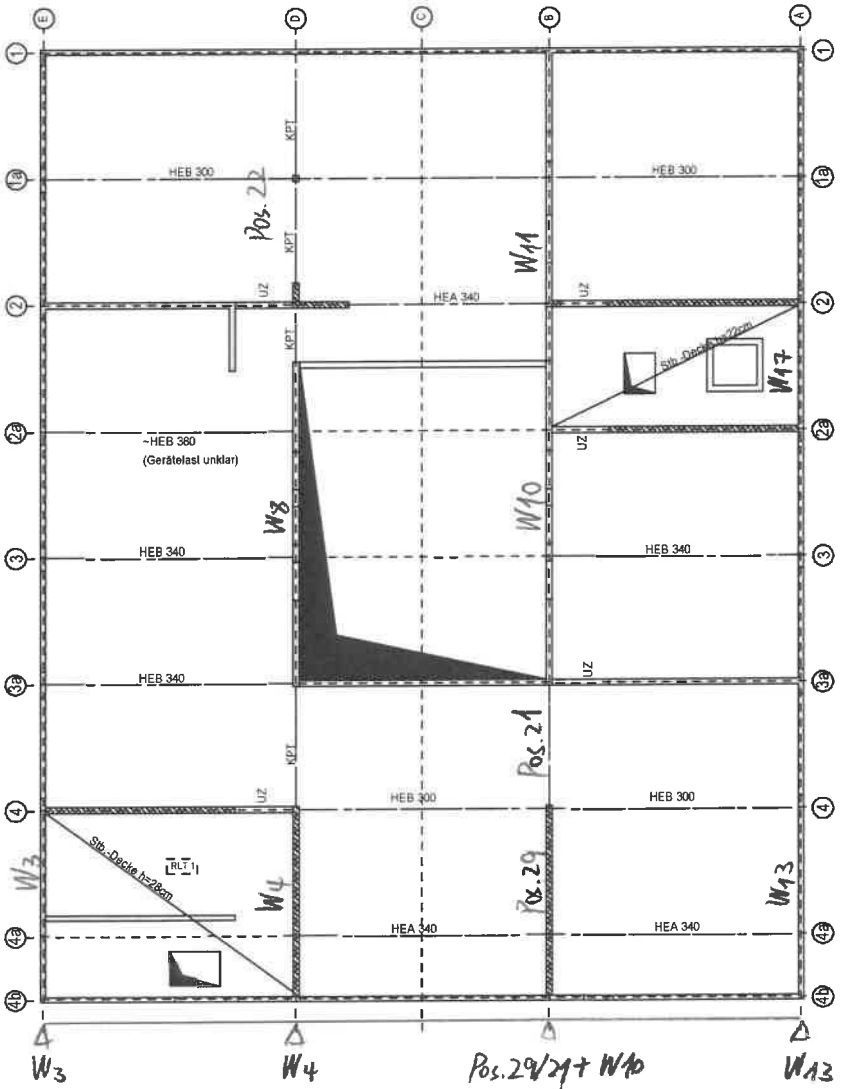
Anlage A4



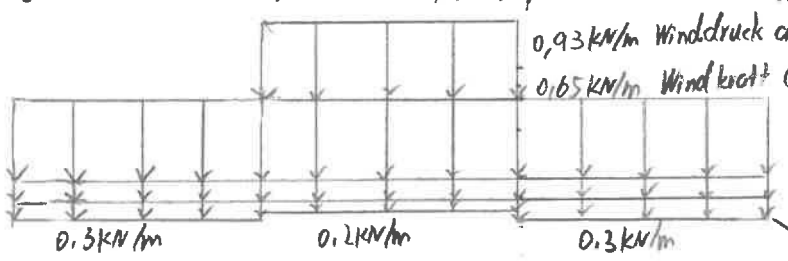
Stabilitätslast
1,38kN/m Windlast aus Attika Außen
0,93 kN/m Winddruck aus 2.OG
0,65kN/m Windkraft aus Attika Innenhof
0,39 kN/m Windsog aus 2.OG Innenhof



Grundriss: 2.Obergeschoss / Decke über 2. OG
M. 1:300



Windrichtung x-Richtung
rechts nach links



0,93kN/m Winddruck aus 2OG Innenhof
0,65kN/m Windkraft aus Attika Innenhof
1,38kN/m Windkraft aus Attika Außen
0,39kN/m Windsog aus 2.OG
Stabilitätslast

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

maßgebende Auflagerkräfte:

Für **W3** im 2.OG

F_{W3}= $(h_{x,D1}+h_{x,S1})*10,0/2$ = 23,40 kN

Für **W4** im 2.OG (Wind von links nach rechts maßgebend)

F_{W4}= $h_{x,D1}*10/2+h_{x,D2}*10/2$ = 25,60 kN

Für W10 und Pos.29 Dtb.-Ringbalken + Pos.21 Stahl KPT-Träger (als Normalkraft) im 2.OG

Pos.29 Stb.-Ringbalken + Pos.21 Stahl KPT-Träger

Die Windkraft wird als Normalkraft an **Pos.29 Stb.-Ringbalken und Pos.21 Stahl KPT-Träger** angesetzt und zur Aussteifungswand W10 weitergeleitet.

Wind von links nach rechts

Die Druckkraft ist maßgebend für die Bemessung des Stahlträgers.

F_{Pos21}= $h_{x,D1}*10/2+h_{x,D2}*10/2$ = 25,60 kN

Wind von rechts nach links

Die Zugkraft ist maßgebend für die Bemessung des Anschlusspunktes.

F_{Pos21}= $-(h_{x,S1}*10/2+h_{x,S2}*10/2)$ = -20,00 kN

Für W8 und Pos.22 Stahl KPT-Träger (als Normalkraft) im 2.OG

Pos.22 Stahl KPT-Träger

Die Windkraft wird als Normalkraft an Pos. 22 Stahlträger angesetzt und zur Aussteifungswand W8 weitergeleitet.

Wind von links nach rechts

Die Zugkraft ist maßgebend für die Bemessung des Anschlusspunktes.

F_{Pos22}= $-(h_{x,S1}*10/2+h_{x,S2}*10/2)$ = -20,00 kN

Wind von rechts nach links

Die Druckkraft ist maßgebend für die Bemessung des Stahlträgers.

F_{Pos22}= $h_{x,D1}*10/2+h_{x,D2}*10/2$ = 25,60 kN

Für **W8** im 2.OG (Wind von rechts nach links maßgebend)

F_{W8}= $h_{x,D1}*10/2+(h_{x,D2}+h_{x,Innen,S}+h_{x,Innen,D})*10/2$ = 38,70 kN

Für **W11** im 2.OG (Wind von rechts nach links maßgebend)

F_{W11}= $h_{x,D1}*10/2+(h_{x,D2}+h_{x,Innen,S}+h_{x,Innen,D})*10/2$ = 38,70 kN

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Für W13 im 2.OG (Wind von links nach rechts maßgebend)

F_{W13}= $h_{x,D2}$*10/2 = 12,55 kN

Für W17 im 2.OG (Wind von rechts nach links maßgebend)

F_{W17}= $h_{x,D2}$*10/2 = 12,55 kN



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Kapitel 4 - Treppen

4.1 Allgemeines

In diesem Kapitel werden nachfolgend alle Stb.-Treppenläufe und -podeste nachgewiesen.

Pos. T01 - Treppenlauf

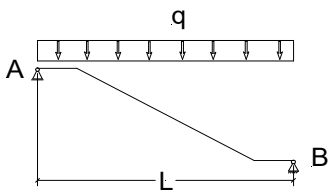
C 25/30 h = 22 cm

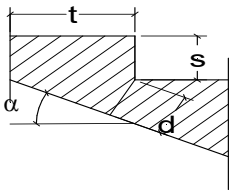
System:

1-Feld-Träger (Steigungsbereich + Podestbereich)

L= 3,5+1,5 = 5,00 m

Steigungsbereich





L1 = 3,50 m

Laufbreite b =			100,00 cm
Plattendicke h =			22,00 cm
Steigung s =			17,00 cm
Auftritt t =			29,00 cm
Winkel α =	$\operatorname{atan}\left(\frac{s}{t}\right)$	=	30,38 °

Belastung:

Eigengewicht:

aus Eigengewicht:	$\frac{h}{100} * \frac{25}{\cos(\alpha)}$	=	6,38 kN/m²
aus Stufen:	$\frac{s}{100} * \frac{25}{2}$	=	2,13 kN/m²
aus Belag (Last aus Geländer inklusiv):	1,25	=	1,25 kN/m²
(siehe Kapitel 2 - Lastannahmen)			
		Gesamt gk =	**9,76 kN/m²**

Nutzlast:

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

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Podestbereich

L2 =	1,50 m
Laufbreite b =	100,00 cm
Plattendicke h =	22,00 cm

Belastung:

Eigengewicht:

aus Eigengewicht:	$\frac{h}{100}*25$	=	5,50 kN/m²
aus Belag :	1,25	=	1,25 kN/m²
(siehe Kapitel 2 - Lastannahmen)			
	Gesamt gk	**=**	**6,75 kN/m²**

Nutzlast:

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

Bemessung:

siehe Bemessungsausdruck Frilo

gewält: ø14/12,5 mm je lfdm

$A_{s,erf}$=		9,00 cm²	
$A_{s,vorh}$=		12,32 cm²	
η=	$A_{s,erf}/A_{s,vorh}$	= 0,73	✓

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis der Gerbauchstauglichkeit:

$A_{s,erf}$= 9,00 cm²

$A_{s,vorh}$= 12,32 cm²

Korrekturbeiwerte ki= $A_{s,erf}/A_{s,vorh}$ = 0,73

f_{ck}= 25,00 N/mm²

α_l= 1,00

K= 1,00

ρ_0= $10^{-3}*\sqrt{(f_{ck})}*100$ = 0,50 %

ρ= $A_{s,erf}/(b*h)*100$ = 0,41 kN/m

$$\frac{\rho}{\rho_0} = 0{,}82 \leq 1$$

$$d_{erf} = \frac{L*100}{\alpha_l * K * \left(11 + 1{,}5*\sqrt{f_{ck}}*\frac{\rho_0}{\rho} + 3{,}2*\sqrt{f_{ck}}*\left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1\right)^{1{,}5}\right)} * ki = 16{,}75 \text{ cm}$$

d_{vorh}= h-3 = 19,00 cm

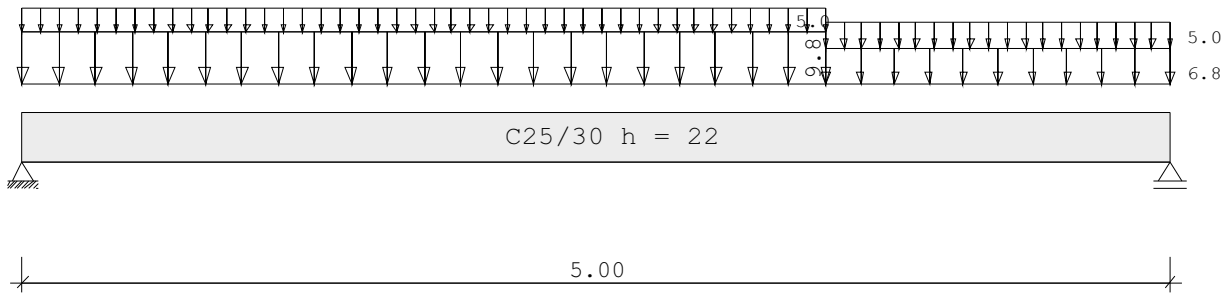
η= d_{erf}/d_{vorh} = 0,88 ≤ 1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 LP4 Pos.T01

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)
Maßstab 1 : 33



Stahlbetonplatte C25/30 E = 31000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge		Querschnittswerte		
Feld	L (m)		b (cm)	h (cm)	I(cm4)
1	5.00	konstant	100.0	22.0	88733.3

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc		ausPOS	Phi
4	C		0.00	9.80 9.80	5.00 5.00	1.00	0.00	3.50		
4	C		0.00	6.80 6.80	5.00 5.00	1.00	3.50	1.50		

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Auflagerkräfte (kN)

Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	23.82	12.50	0.00	36.32	36.32	23.82
2	20.68	12.50	0.00	33.18	33.18	20.68
Summe:	44.50	25.00	0.00	69.50	69.50	44.50

Durchbiegungen in Zustand I gerechnet!

Durchbiegungen	maximale			minimale		
Feld Nr.	x (m)	f (cm)	Komb	x (m)	f (cm)	
1	2.50	0.42	2	5.00	0.00	0

Ergebnisse für γ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwert γG * K_{Fi} = 1.35 über Trägerlänge konstant

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Feldmomente Maximum						(kNm , kN)
Feld		Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 = 2.46	62.52	0.00	0.00	50.91	-46.66

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	50.91	50.91	23.82
2	0.00	0.00	-46.66	0.00	46.66	20.68

Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154
C25/30 B500A normalduktil

Betondeckung: cv = 3.0 cm >= erf cv
Bewehrungslage: do = 5.0 cm dB = 0 dS = 10
du = 5.0 cm dB = 0 dS = 10
Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.
Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

Kriechbeiwert: ϕ = 2.68 εcs = 0.49 %o h0 = 18.00 cm

Alle Auflager gleich : Schneidenlager

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 2.56 N/mm2

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	20.69	2.70	-20.69	2.70	100.0/22.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)
1	2.46	62.5		17.0	0.21	9.0	0.0

Am ersten Auflager sind mindestens 4.5 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 4.5 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Anschluss von T01 Steigungsbereich

Einwirkung und Tragfähigkeit:

G_k =			23,90 kN/m
Q_k =			12,50 kN/m
$V_{Ed,z1}$ =	$1,35 * G_k + 1,5 * Q_k$	=	51,02 kN/m

Bemessungswert der Tragfähigkeit

$V_{Rd,z}$ =			61,0 kN/m

Nachweis:

η =	$V_{Ed,z1} / V_{Rd,z}$	=	**0,84 < 1**

Steigungsbereich an Geschossdecken

Treppenlauf T01 wird schallentkoppelt auf einem Konsolauflager liniengestützt aufgelagert.

Schöck Tronsole Typ Typ F-V2-L1500

mit Konsole h/l 14/16 cm

Die Bewehrungsvorgaben der Tronsole sind zu beachten

Steigungsbereich an Bodenplatte

Treppenlauf T01 wird schallentkoppelt auf der Bodenplatte liniengestützt aufgelagert.

Schöck Tronsole Typ Typ B-V2-L1500-B350 mit Dorn

Anscluss von T01 Podestbereich an Wände

Treppenlauf T01 wird schallentkoppelt punktgestützt aufgelagert.

4 * Schöck Tronsole Typ Typ Z-V

Einwirkung und Tragfähigkeit:

G_k =			20,70 kN/m
Q_k =			12,50 kN/m
$v_{Ed,z,2}$ =	$1,35 * G_k + 1,5 * Q_k$	=	46,70 kN/m
B=			3,00 m
$V_{Ed,z2}$ =	$B * v_{Ed,z,2}$	=	140,10 kN

Bemessungswert der Tragfähigkeit

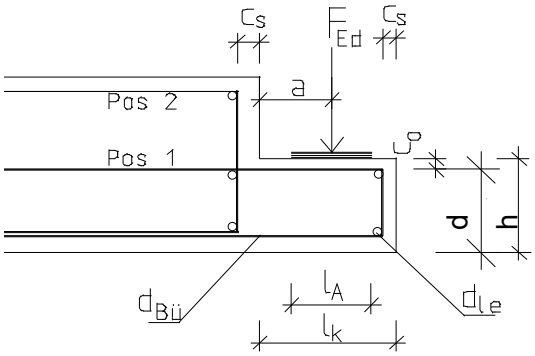
$V_{Rd,z}$ =	75*4	=	300,0 kN

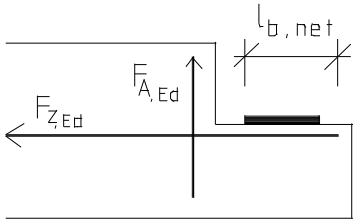
Nachweis:

η =	$V_{Ed,z2} / V_{Rd,z}$	=	**0,47 < 1**

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Streckenkonsole an Deckenplatte





Geometrie

Konsollänge l_k =			0,16 m
Konsolhöhe h =			0,14 m
Lagerlänge l_A =			0,035 m
Exzentrizität a =	0,034+0,01+0,035/2	=	0,0615 m
Betondeckung c_s =			30 mm
Betondeckung c_o =			30 mm
Bügeldurch $d_{bü}$ =			8 mm
Längseisen d_{le} =			8 mm

Material

Beton =	GEW("EC2_de/beton_ec2" ; Bez;fck≤50)	=	C25/30
γ_C=			1,50
f_{ck} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fck;Bez=Beton)	=	25,00 N/mm²
f_{cd} =	TAB("EC2_de/beton_ec2"; fcd; Bez=Beton)	=	14,17 N/mm²
$f_{ctk,005}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctk005;Bez=Beton)	=	1,80 N/mm²
f_{ctd} =	$f_{ctk,005}$ / γ_C	=	1,20 N/mm²
Betonstahl =			B500
f_{yk} =			500 N/mm²
γ_S=			1,15
f_{yd} =	f_{yk} / γ_S	=	435 N/mm²

Belastung

Linienlast F_{Ed} =	$V_{Ed,z1}$	=	51,0 kN/m
Einzelast H_{Ed} =			0,0 kN

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Schnittgrößen und Bemessung

Wegen Abplatzungsgefahr der Konsolecke muss nach Leonhardt Teil 3 der Abstand des Lagerendes zu Vorderkante Längseisen > $d_{bü}$ sein. Siehe auch Skizze oben.

Dadurch ergibt sich folgende Mindestkonsoltiefe:

min_l_k =	$a+l_A/2+ (2*d_{bü}+d_{le}+c_s) *10^{-3}$	=	0,133 m
$\frac{min_l_k}{l_k}$		=	**0,83 < 1**

Innerer Hebelarm *z* der Konsolbewehrung:

Da sich die Druckstrebe nicht steiler einstellen kann als $d < 2a$, wird die Konsolhöhe entsprechend begrenzt:

d =	$h - c_o * 10^{-3}$	=	0,11 m
z =	(MIN(d;2*a))* 0.90	=	0,10 cm

Obere Zugkraft in der Konsole: ($F_{z,Ed}$)

Für Bauteile mit Nutzhöhen < 7 cm sind für die Bemessung die Schnittgrößen im Verhältnis 15 / (*d*+8) zu erhöhen.

γ =	WENN(d>0,07;1 ; 15/(d+8))	=	1,00
$F_{z,Ed}$ =	$\gamma * \frac{F_{Ed}}{z} * \left(a + c_s * 10^{-3}\right)$	=	46,66 kN/m



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

erforderliche obere Zugbewehrung in Streckenkonsole (Pos 1)

$$erf.A_{s,z} = \frac{F_{z,Ed}}{(f_{yk}/\gamma_S)} * 10 = \underline{\mathbf{1{,}07\ cm^2}}$$

Wahl der Durchmesser und Abstand der Bügel:

d_{s1} =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	8 mm
e_1 =	GEW("EC2_de/AsFläche"; e; as≥erf.$A_{s,z}$;d_s=d_{s1})	=	15,0 cm
vorh.$A_{s,z}$ =	TAB("EC2_de/AsFläche" ;as ;d_s=d_{s1}; e = e_1)	=	**3,35 cm²/m**
$\frac{erf.A_{s,z}}{vorh.A_{s,z}}$		=	**0,32 < 1**

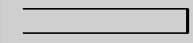
erforderliche Aufhängebewehrung (Pos 2)

$$erf.A_{s,A} = \frac{F_{Ed}}{(f_{yk}/\gamma_S)} * 10 = \underline{\mathbf{1{,}17\ cm^2}}$$

Anzahl und Durchmesser der Bewehrung unten :

d_{s2} =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	8 mm
e_2 =	GEW("EC2_de/AsFläche"; e; as≥erf.$A_{s,z}$;d_s=d_{s2})	=	15,0 cm
vorh.$A_{s,A}$ =	TAB("EC2_de/AsFläche" ;as ;d_s=d_{s2}; e = e_2)	=	**3,35 cm²/m**
$\frac{erf.A_{s,A}}{vorh.A_{s,A}}$		=	**0,35 < 1**

Wahl der Bewehrung :

	**∅ d_{s1}, e_1 cm** **Bügel mit $l_ü$ -schließen**	**Pos 1**
	**∅ d_{s2}, e_2 cm** **Alternativ: Unterzugbügel**	**Pos 2**
	Längseisen ∅ 8	**d_{le}**



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis der Verankerungslänge in Richtung Konsolende

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 =			**1,0**
Beiwert η_2 =	WENN ($d_{s1} \leq 32$;1,0; (132-d_{s1}) / 100)	=	1,0
Verbundfestigkeit f_{bd} =	2,25 * η_1 * η_2 * f_{ctd}	=	2,70 N/mm²
Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ =	(d_{s1} / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) * γ_C/1,5	=	322 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_{s1})	=	97 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

$A_{s,erf}$ =	erf.$A_{s,z}$	=	1,07 cm²
$A_{s,vorh}$ =	vorh.$A_{s,z}$	=	3,35 cm²
l_{bd} =	MAX(α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$)	=	103 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ =	MAX(2 / 3 * (α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$); 6,7 * d_{s1})	=	**69 mm**

vorh. Verankerungslänge l_1 gemessen von der Hinterkante des Lagers:

vorh.l_{bd} =	$(l_k - \left(a + c_s * 10^{-3}\right) + \frac{l_A}{2}) * 10^3$	=	**86 mm**
$\frac{l_{bd,dir}}{\text{vorh.}l_{bd}}$		=	**0,80 < 1**



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis der Bügelbewehrung

ac=		a	=	0,0615 m
hc=		h	=	0,14 m
ac/hc=	**0,0615/0,14**		=	**0,44 <0,5**

Begrenzung der mittleren Betonspannung durch den Nachweis für die Querkraft der Konsole:

VEd=	F_{Ed}		=	51,00 kN
v=	$0,7-f_{ck}/200$		=	0,57 >0,5
z=	0,9*d		=	0,10 m
b=				1,00 m
VRd,max=		$0,5*v*b*z*(f_{ck}/\gamma_C)*1000$	=	475,00 kN

VEd < 0,3*VRd,max = 142,5 kN

Keine Bügelbewehrung erforderlich nach DAfStb. Heft 600 Anhang J Konsolen Bild HJ-8 (4)



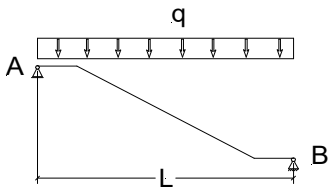
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

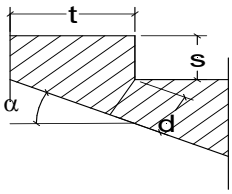
Pos. T02 - Treppenlauf

C 25/30 h = 20 cm

Steigungsbereich

System:





L =			2,00 m
Laufbreite b =			100,00 cm
Plattendicke h =			20,00 cm
Steigung s =			17,00 cm
Auftritt t =			29,00 cm
Winkel α =	$\operatorname{atan}\left(\frac{s}{t}\right)$	=	30,38 °

Belastung:

Eigengewicht:

aus Eigengewicht:	$\frac{h}{100} * \frac{25}{\cos(\alpha)}$	=	5,80 kN/m²
aus Stufen:	$\frac{s}{100} * \frac{25}{2}$	=	2,13 kN/m²
aus Belag:	1,25	=	1,25 kN/m²
(siehe Kapitel 2 - Lastannahmen)			
		Gesamt gk =	**9,18 kN/m²**

Nutzlast:

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

Bemessung:

siehe Bemessungsausdruck Frilo

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis der Gerbauchstauglichkeit:

$A_{s,erf}$= 2,50 cm²

f_{ck}= 25,00 N/mm²

α_l= 1,00

K= 1,00

ρ_0= $10^{-3}*\sqrt{(f_{ck})}*100$ = 0,50 %

ρ= $A_{s,erf}/(b*h)*100$ = 0,13 kN/m

$\frac{\rho}{\rho_0}$ = 0,26 ≤ 1

$$d_{erf}= \frac{L*100}{\alpha_l * K * \left(11 + 1{,}5 * \sqrt{f_{ck}} * \frac{\rho_0}{\rho} + 3{,}2 * \sqrt{f_{ck}} * \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1\right)^{1{,}5}\right)} = 1{,}71 \text{ cm}$$

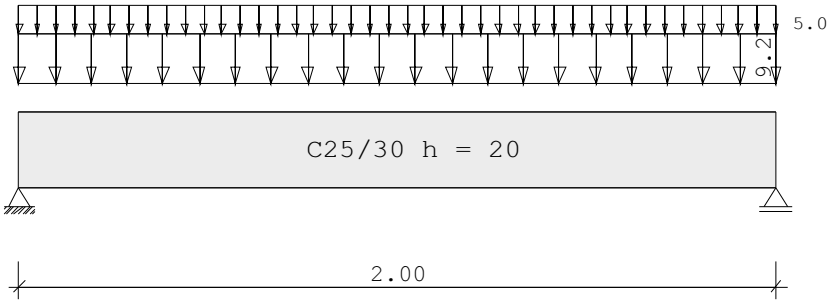
d_{vorh}= h-3 = 17,00 cm

η= d_{erf}/d_{vorh} = 0,10 ≤ 1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)
Maßstab 1 : 20



Stahlbetonplatte C25/30 E = 31000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge		Querschnittswerte		
Feld	L (m)		b (cm)	h (cm)	I(cm4)
1	2.00	konstant	100.0	20.0	66666.7

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
1	C			9.20	5.00	1.00			

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Auflagerkräfte (kN)

Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	9.20	5.00	0.00	14.20	14.20	9.20
2	9.20	5.00	0.00	14.20	14.20	9.20
Summe:	18.40	10.00	0.00	28.40	28.40	18.40

Durchbiegungen in Zustand I gerechnet!

Durchbiegungen	maximale			minimale		
Feld Nr.	x (m)	f (cm)	Komb	x (m)	f (cm)	
1	1.00	0.01	2	2.00	0.00	0

Ergebnisse für γ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwert γG * K_{Fi} = 1.35 über Trägerlänge konstant

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Feldmomente Maximum						(kNm , kN)
Feld		Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 = 1.00	9.96	0.00	0.00	19.92	-19.92

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	19.92	19.92	9.20
2	0.00	0.00	-19.92	0.00	19.92	9.20

Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154
C25/30 B500A normalduktil

Betondeckung: cv = 3.0 cm >= erf cv
Bewehrungslage: do = 5.0 cm dB = 0 dS = 10
du = 5.0 cm dB = 0 dS = 10
Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.
Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

Kriechbeiwert: ϕ = 2.68 εcs = 0.49 %o h0 = 18.00 cm

Alle Auflager gleich : Schneidenlager

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 2.56 N/mm2

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	17.10	2.53	-17.10	2.53	100.0/20.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)	
1	1.00	10.0		15.0	0.06	2.5	0.0	*

* Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (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.

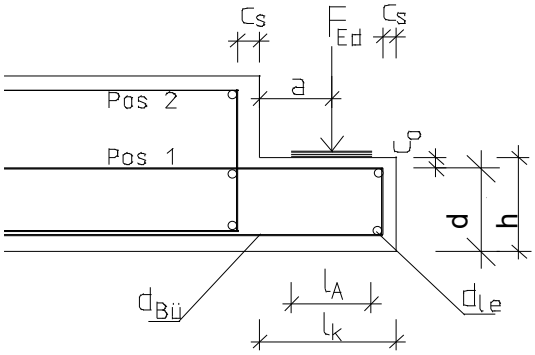
durch Vergleichsrechnung geprüft

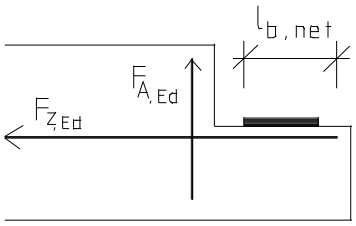
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Streckenkonsole an Podest und an Deckenplatte

mit Konsole h/l 12/14 cm

Die Bewehrungsvorgaben der Tronsole sind zu beachten





Geometrie

Konsollänge l_k =			0,14 m
Konsolhöhe h =			0,12 m
Lagerlänge l_A =			0,035 m
Exzentrizität a =	0,034+0,01+0,035/2	=	0,0615 m
Betondeckung c_s =			30 mm
Betondeckung c_o =			30 mm
Bügeldurch $d_{bü}$ =			8 mm
Längseisen d_{le} =			8 mm

Material

Beton =	GEW("EC2_de/beton_ec2" ; Bez;fck≤50)	=	C25/30
γ_C=			1,50
f_{ck} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fck;Bez=Beton)	=	25,00 N/mm²
f_{cd} =	TAB("EC2_de/beton_ec2"; fcd; Bez=Beton)	=	14,17 N/mm²
$f_{ctk,005}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctk005;Bez=Beton)	=	1,80 N/mm²
f_{ctd} =	$f_{ctk,005}$ / γ_C	=	1,20 N/mm²
Betonstahl =			B500
f_{yk} =			500 N/mm²
γ_S=			1,15
f_{yd} =	f_{yk} / γ_S	=	435 N/mm²

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Belastung

Charateristische Auflagerkräfte

G_k =			9,20 kN/m
Q_k =			5,00 kN/m

Bemessungswert der Einwirkung

$V_{Ed,z}$ =	$1{,}35 * G_k + 1{,}5 * Q_k$	=	19,92 kN/m
Linienlast F_{Ed} =	$V_{Ed,z}$	=	19,9 kN/m
Einzelast H_{Ed} =			0,0 kN

Schnittgrößen und Bemessung

Wegen Abplatzungsgefahr der Konsolecke muss nach Leonhardt Teil 3 der Abstand des Lagerendes zu Vorderkante Längseisen > $d_{bü}$ sein. Siehe auch Skizze oben.

Dadurch ergibt sich folgende Mindestkonsoltiefe:

min_l_k =	$a+l_A/2+ (2*d_{bü}+d_{le}+c_s) *10^{-3}$	=	0,133 m
$\frac{\text{min_}l_k}{l_k}$		=	**0,95 < 1**

Innerer Hebelarm *z* der Konsolbewehrung:

Da sich die Druckstrebe nicht steiler einstellen kann als $d < 2a$, wird die Konsolhöhe entsprechend begrenzt:

d =	$h - c_o * 10^{-3}$	=	0,09 m
z =	(MIN(d;2*a))* 0.90	=	0,08 cm

Obere Zugkraft in der Konsole: ($F_{z,Ed}$)

Für Bauteile mit Nutzhöhen < 7 cm sind für die Bemessung die Schnittgrößen im Verhältnis 15 / (*d*+8) zu erhöhen.

γ =	WENN(d>0,07;1 ; 15/(d+8))	=	1,00
$F_{z,Ed}$ =	$\gamma * \frac{F_{Ed}}{z} * \left(a + c_s * 10^{-3}\right)$	=	22,76 kN/m

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

erforderliche obere Zugbewehrung in Streckenkonsole (Pos 1)

$$erf.A_{s,z} = \frac{F_{z,Ed}}{(f_{yk}/\gamma_S)} * 10 = \underline{\mathbf{0{,}52\ cm^2}}$$

Wahl der Durchmesser und Abstand der Bügel:

d_{s1} =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	8 mm
e_1 =	GEW("EC2_de/AsFläche"; e; as≥erf.$A_{s,z}$;d_s=d_{s1})	=	15,0 cm
vorh.$A_{s,z}$ =	TAB("EC2_de/AsFläche" ;as ;d_s=d_{s1}; e = e_1)	=	**3,35 cm²/m**
$\frac{erf.A_{s,z}}{vorh.A_{s,z}}$		=	**0,16 < 1**

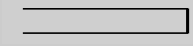
erforderliche Aufhängebewehrung (Pos 2)

$$erf.A_{s,A} = \frac{F_{Ed}}{(f_{yk}/\gamma_S)} * 10 = \underline{\mathbf{0{,}46\ cm^2}}$$

Anzahl und Durchmesser der Bewehrung unten :

d_{s2} =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	8 mm
e_2 =	GEW("EC2_de/AsFläche"; e; as≥erf.$A_{s,z}$;d_s=d_{s2})	=	15,0 cm
vorh.$A_{s,A}$ =	TAB("EC2_de/AsFläche" ;as ;d_s=d_{s2}; e = e_2)	=	**3,35 cm²/m**
$\frac{erf.A_{s,A}}{vorh.A_{s,A}}$		=	**0,14 < 1**

Wahl der Bewehrung :

	**∅ d_{s1}, e_1 cm** **Bügel mit $l_ü$ -schließen**	**Pos 1**
	**∅ d_{s2}, e_2 cm** **Alternativ: Unterzugbügel**	**Pos 2**
	Längseisen ∅ 8	**d_{le}**



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis der Verankerungslänge in Richtung Konsolende

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 =			**1,0**
Beiwert η_2 =	WENN ($d_{s1} \leq 32$;1,0; (132-d_{s1}) / 100)	=	1,0
Verbundfestigkeit f_{bd} =	2,25 * η_1 * η_2 * f_{ctd}	=	2,70 N/mm²
Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ =	(d_{s1} / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) * γ_C/1,5	=	322 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_{s1})	=	97 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

$A_{s,erf}$ =	erf.$A_{s,z}$	=	0,52 cm²
$A_{s,vorh}$ =	vorh.$A_{s,z}$	=	3,35 cm²
l_{bd} =	MAX(α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$)	=	97 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ =	MAX(2 / 3 * (α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$); 6,7 * d_{s1})	=	**54 mm**

vorh. Verankerungslänge l_1 gemessen von der Hinterkante des Lagers:

vorh.l_{bd} =	$(l_k - \left(a + c_s * 10^{-3}\right) + \frac{l_A}{2}) * 10^3$	=	**66 mm**
$\frac{l_{bd,dir}}{\text{vorh.}l_{bd}}$		=	**0,82 < 1**

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis der Bügelbewehrung

ac=		a	=	0,0615 m
hc=		h	=	0,12 m
ac/hc=	**0,0615/0,14**		=	**0,44 <0,5**

Begrenzung der mittleren Betonspannung durch den Nachweis für die Querkraft der Konsole:

VEd=	F_{Ed}		=	19,90 kN
v=	$0,7-f_{ck}/200$		=	0,57 >0,5
z=	0,9*d		=	0,08 m
b=				1,00 m
VRd,max=		$0,5*v*b*z*(f_{ck}/\gamma_C)*1000$	=	380,00 kN

VEd < 0,3*VRd,max = 114 kN

Keine Bügelbewehrung erforderlich nach DAfStb. Heft 600 Anhang J Konsolen Bild HJ-8 (4)



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. T03 - Treppenlauf

C 25/30 h = 20 cm

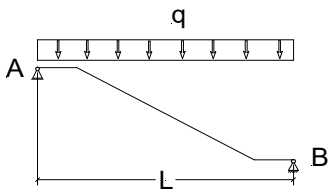
System:

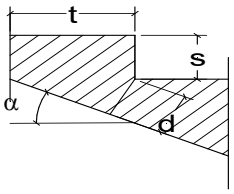
1-Feld-Träger (Steigungsbereich + Podestbereich)

L= 2,1+1,7 = 3,80 m

Belastung:

Steigungsbereich





L1=			2,10 m
Laufbreite b =			100,00 cm
Plattendicke h =			20,00 cm
Steigung s =			17,00 cm
Auftritt t =			29,00 cm
Winkel α =	$\operatorname{atan}\left(\frac{s}{t}\right)$	=	30,38 °

Eigengewicht:

aus Eigengewicht:	$\frac{h}{100} * \frac{25}{\cos(\alpha)}$	=	5,80 kN/m²
aus Stufen:	$\frac{s}{100} * \frac{25}{2}$	=	2,13 kN/m²
aus Belag:	1,25	=	1,25 kN/m²
(siehe Kapitel 2 - Lastannahmen)			
		Gesamt gk =	**9,18 kN/m²**

Linienlast Geländer gk = 0,50 kN/m

Nutzlast:

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

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Podestbereich

L2 =			1,70 m
Laufbreite b =			100,00 cm
Plattendicke h =			20,00 cm

Eigengewicht:

aus Eigengewicht:	$\frac{h}{100}*25$	=	5,00 kN/m²
aus Belag:	1,7	=	1,70 kN/m²
(siehe Kapitel 2 - Lastannahmen)			
	Gesamt gk	**=**	**6,70 kN/m²**

Nutzlast:

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

Belastungen aus Treppen T02:

Eigengewicht:

gk= 9,20 kN/m

Nutzlast:

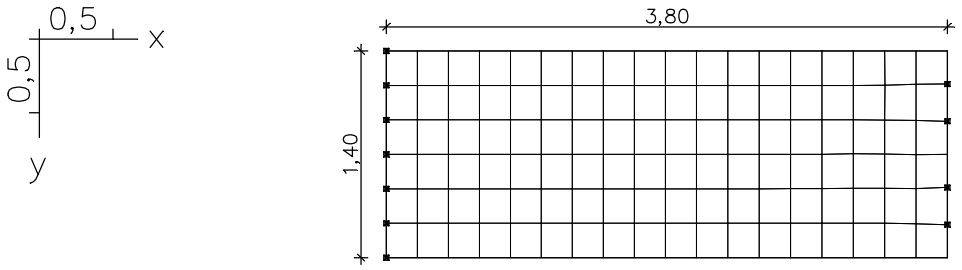
qk= 5,00 kN/m

Bemessung:

siehe Bemessungsausdruck Infograph



Treppen M = 1:



Podest

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

Querschnittswerte

1	Fläche	Elementdicke [m]	dz	= 0,2000	drillsteif
		Orthotropie dzy/dz		= 1	
		E-Modul Platte/Scheibe		= 1	

Linienlager

	Bezeichnung	'F' = Fest, '-' = Frei oder Federsteifigkeit [MN/m²] bzw. [MNm/m]						Zug-ausfall
		ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z	
1	Lager 77-76	F	F	F	-	-	-	L:x-y-z
2	Lager 132-90	F	F	F	-	-	-	L:x-y-z
3	Lager 111-109	F	F	F	-	-	-	L:x-y-z

Lastfall-Bezeichnung

	Lastfall	Bezeichnungstext
1	1	Eigenlast
2	2	Nutzlast
3	3	Eigengewicht aus T02
4	4	Nutzlast aus T02
5	7	LWL Gk
6	8	LWL Qk

durch Vergleichsrechnung geprüft

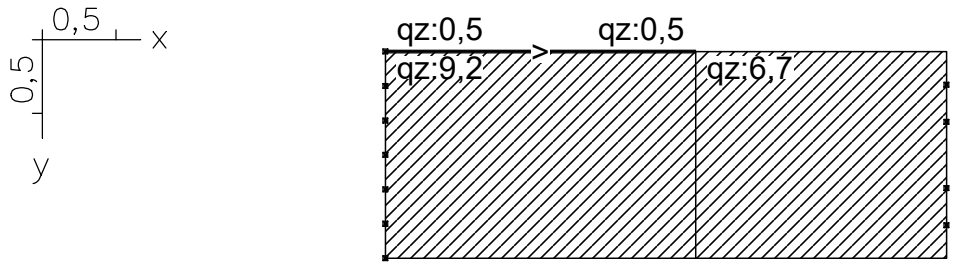
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.T03

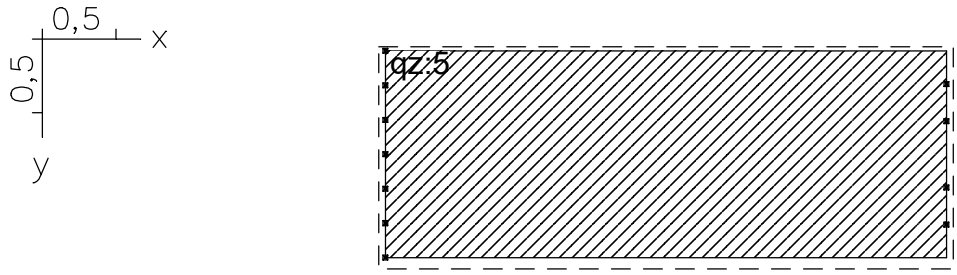
Treppen M = 1:

Lastgruppen

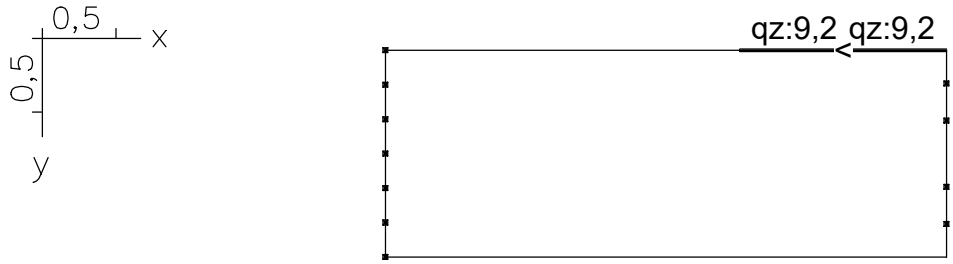
	Berechnungstheorie	Vorverformung	Eigenlast	Nutzlast	Eigengewicht aus T02	Nutzlast aus T02
LF-Nr. Lastgruppe	-	-	LF 1	LF 2	LF 3	LF 4
7 : LWL Gk	1.		1		1	
8 : LWL Qk	1.			1		1



LF 1: Belastung, Eigenlast



LF 2: Belastung, Nutzlast

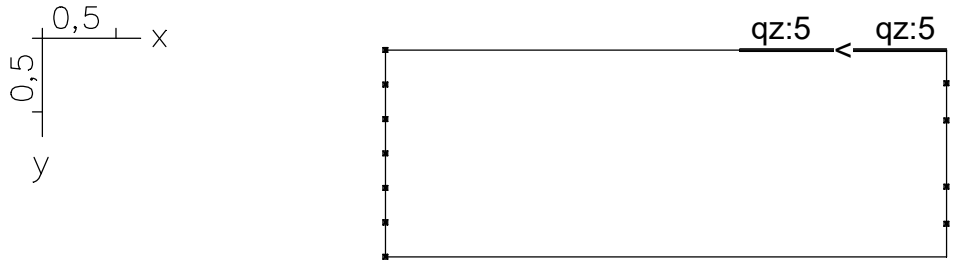


LF 3: Belastung, Eigengewicht aus T02

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Treppen M = 1:



LF 4: Belastung, Nutzlast aus T02

Lastdaten Lastfall 7: LWL Gk

Lastgruppe (GRL)
Berechnungstheorie: Theorie 1. Ordnung
Ausfall Zugbettung: Nein; Ausfall Zuglager: Nein; Fehlerschranke: 1,00 [%]
Zusätzlicher globaler Lastfaktor: 1,00; Vorverformung: 0
Betonkriechen bei der nichtlinearen Systemanalyse berücksichtigen: Nein

Gewählte Lastfälle

Nr.	Bezeichnung	Faktor
1	Eigenlast	1
3	Eigengewicht aus T02	1

Lastdaten Lastfall 8: LWL Qk

Lastgruppe (GRL)
Berechnungstheorie: Theorie 1. Ordnung
Ausfall Zugbettung: Nein; Ausfall Zuglager: Nein; Fehlerschranke: 1,00 [%]
Zusätzlicher globaler Lastfaktor: 1,00; Vorverformung: 0
Betonkriechen bei der nichtlinearen Systemanalyse berücksichtigen: Nein

Gewählte Lastfälle

Nr.	Bezeichnung	Faktor
2	Nutzlast	1
4	Nutzlast aus T02	1

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast	0,000	0,000	44,044
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	44,044
2	Nutzlast	0,000	0,000	26,600
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	26,600
3	Eigengewicht aus T02	0,000	0,000	12,880
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	12,880
4	Nutzlast aus T02	0,000	0,000	7,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	7,000
7	LWL Gk	0,000	0,000	56,924
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	56,924

durch Vergleichsrechnung geprüft

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
8	LWL Qk	0,000	0,000	33,600
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	33,600

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

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

Lastfälle

1 Eigenlast
3 Eigengewicht aus T02

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

2 Nutzlast
4 Nutzlast aus T02

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

durch Vergleichsrechnung geprüft

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

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	XC1	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	1,20	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	40	.

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	Nutzbreite bw.nom	bn [m]	kb	Höhe [m] h	h.nom	Nutzhöhe d [m]	kd	Torsionsquerschn. [m] z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,200	.	0,160	0,90	.	.	.	.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Treppen M = 1:



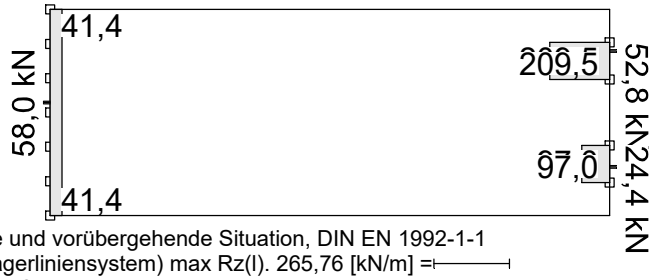
LF 7: LWL Gk
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) Rz(l). 106,46 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 56,92 [kN]

Auflagerreaktionen Rz; LF 7, LWL Gk



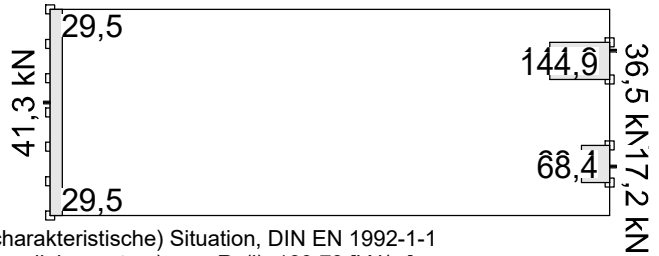
LF 8: LWL Qk
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) Rz(l). 63,36 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 33,60 [kN]

Auflagerreaktionen Rz; LF 8, LWL Qk



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) max Rz(l). 265,76 [kN/m] =
Die Summe der Lagerkräfte ist aufgrund der Mittelung u.U. unrealistisch.

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

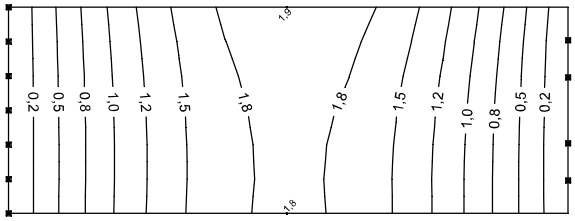


LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) max Rz(l). 183,73 [kN/m] =
Die Summe der Lagerkräfte ist aufgrund der Mittelung u.U. unrealistisch.

Auflagerreaktionen Rz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

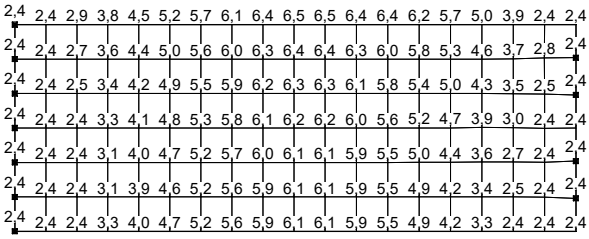
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH



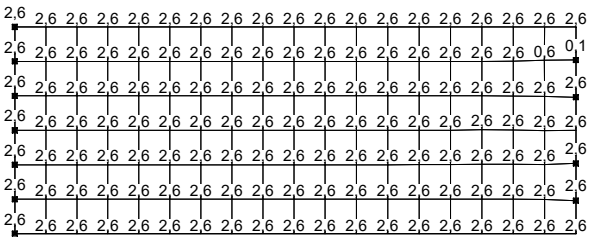
LFK DIN1992.QS.1: 1. Quasi-ständige Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -0,00/1,93 [mm]

Deformationen uz max; 1. Quasi-ständige Situation, DIN EN 1992-1-1



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0,0 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 2,41/6,50 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

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



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0,0 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,06/2,57 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

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

durch Vergleichsrechnung geprüft

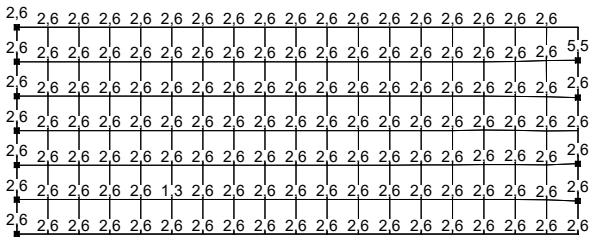
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Treppen M = 1:



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0,0 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/2,41 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

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



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0,0 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/6,11 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

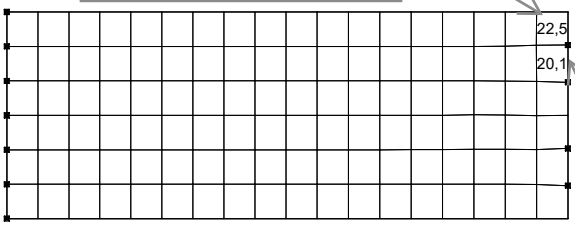
Biegebewehrung asy 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Treppen

M = 1:



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/22,53 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis der Gerbauchstauglichkeit:

L=	2,1+1,7	=	3,80 m
$A_{s,erf}$=			6,80 cm²
f_{ck}=			25,00 N/mm²
α_l=			1,00
K=			1,00
ρ_0=	$10^{-3}*\sqrt{(f_{ck})}*100$	=	0,50 %
ρ=	$A_{s,erf}/(b*h)*100$	=	0,34 kN/m
$\frac{\rho}{\rho_0}$		=	0,68 ≤ 1

$$d_{erf} = \frac{L*100}{\alpha_l * K * \left(11 + 1{,}5*\sqrt{f_{ck}}*\frac{\rho_0}{\rho} + 3{,}2*\sqrt{f_{ck}}*\left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1\right)^{1{,}5}\right)} = 13{,}97 \text{ cm}$$

d_{vorh}=	h-3-1	=	16,00 cm
η=	d_{erf}/d_{vorh}	=	0,87 ≤ 1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Anschluss von T03

Steigungsbereich

Einwirkung und Tragfähigkeit:

G_k = 18,80 kN/m

Q_k = 10,40 kN/m

Bemessungswert der Einwirkung

$V_{Ed,z}$ = $1,35 * G_k + 1,5 * Q_k$ = 40,98 kN/m

Bemessungswert der Tragfähigkeit

$V_{Rd,z}$ = 43,0 kN/m

Nachweis:

η = $V_{Ed,z} / V_{Rd,z}$ = **0,95 < 1**

Steigungsbereich an Podest und an Decken

Treppenlauf T03 wird schallentkoppelt auf einem Konsolauflager liniengestützt aufgelagert.

Schöck Tronsole Typ Typ F-V1

mit Konsole h/l 14/16 cm

Die Bewehrungsvorgaben der Tronsole sind zu beachten

Steigungsbereich an Bodenplatte

Treppenlauf T03 wird schallentkoppelt auf der Bodenplatte liniengestützt aufgelagert.

Schöck Tronsole Typ Typ B-V1-B350 mit Dorn

Podestbereich an Wände

Treppenlauf T03 wird schallentkoppelt punktgestützt aufgelagert.

2 * Schöck Tronsole Typ Typ Z-V

Einwirkung und Tragfähigkeit:

$V_{Ed,z,max}$ = 53,00 kN

Bemessungswert der Tragfähigkeit

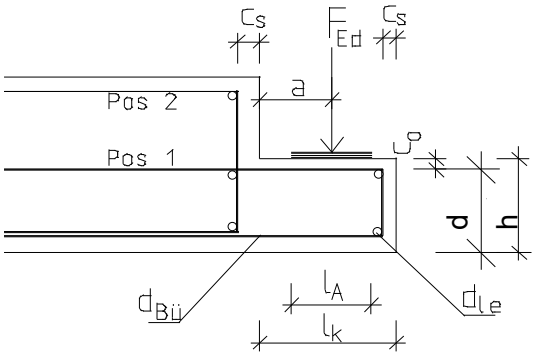
$V_{Rd,z}$ = 75,0 kN

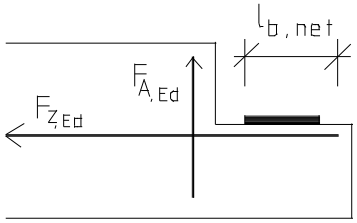
Nachweis:

η = $V_{Ed,z,max} / V_{Rd,z}$ = **0,71 < 1**

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Streckenkonsole an Deckenplatte





Geometrie

Konsollänge l_k =			0,16 m
Konsolhöhe h =			0,14 m
Lagerlänge l_A =			0,035 m
Exzentrizität a =	0,034+0,01+0,035/2	=	0,0615 m
Betondeckung c_s =			30 mm
Betondeckung c_o =			30 mm
Bügeldurch $d_{bü}$ =			8 mm
Längseisen d_{le} =			8 mm

Material

Beton =	GEW("EC2_de/beton_ec2" ; Bez;fck≤50)	=	C25/30
γ_C=			1,50
f_{ck} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fck;Bez=Beton)	=	25,00 N/mm²
f_{cd} =	TAB("EC2_de/beton_ec2"; fcd; Bez=Beton)	=	14,17 N/mm²
$f_{ctk,005}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctk005;Bez=Beton)	=	1,80 N/mm²
f_{ctd} =	$f_{ctk,005}$ / γ_C	=	1,20 N/mm²
Betonstahl =			B500
f_{yk} =			500 N/mm²
γ_S=			1,15
f_{yd} =	f_{yk} / γ_S	=	435 N/mm²

Belastung

Linienlast F_{Ed} =	$V_{Ed,z}$	=	41,0 kN/m
Einzelast H_{Ed} =			0,0 kN

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Schnittgrößen und Bemessung

Wegen Abplatzungsgefahr der Konsolecke muss nach Leonhardt Teil 3 der Abstand des Lagerendes zu Vorderkante Längseisen > $d_{bü}$ sein. Siehe auch Skizze oben.

Dadurch ergibt sich folgende Mindestkonsoltiefe:

min_l_k =	$a+l_A/2+ (2*d_{bü}+d_{le}+c_s) *10^{-3}$	=	0,133 m
$\frac{min_l_k}{l_k}$		=	**0,83 < 1**

Innerer Hebelarm *z* der Konsolbewehrung:

Da sich die Druckstrebe nicht steiler einstellen kann als $d < 2a$, wird die Konsolhöhe entsprechend begrenzt:

d =	$h - c_o * 10^{-3}$	=	0,11 m
z =	(MIN(d;2*a))* 0.90	=	0,10 cm

Obere Zugkraft in der Konsole: ($F_{z,Ed}$)

Für Bauteile mit Nutzhöhen < 7 cm sind für die Bemessung die Schnittgrößen im Verhältnis 15 / (*d*+8) zu erhöhen.

γ =	WENN(d>0,07;1 ; 15/(d+8))	=	1,00
$F_{z,Ed}$ =	$\gamma * \frac{F_{Ed}}{z} * \left(a + c_s * 10^{-3}\right)$	=	37,52 kN/m



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

erforderliche obere Zugbewehrung in Streckenkonsole (Pos 1)

$$erf.A_{s,z} = \frac{F_{z,Ed}}{(f_{yk}/\gamma_S)} * 10 = \underline{\mathbf{0{,}86\ cm^2}}$$

Wahl der Durchmesser und Abstand der Bügel:

d_{s1} =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	8 mm
e_1 =	GEW("EC2_de/AsFläche"; e; as≥erf.$A_{s,z}$;d_s=d_{s1})	=	15,0 cm
vorh.$A_{s,z}$ =	TAB("EC2_de/AsFläche" ;as ;d_s=d_{s1}; e = e_1)	=	**3,35 cm²/m**
$\frac{erf.A_{s,z}}{vorh.A_{s,z}}$		=	**0,26 < 1**

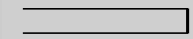
erforderliche Aufhängebewehrung (Pos 2)

$$erf.A_{s,A} = \frac{F_{Ed}}{(f_{yk}/\gamma_S)} * 10 = \underline{\mathbf{0{,}94\ cm^2}}$$

Anzahl und Durchmesser der Bewehrung unten :

d_{s2} =	GEW("EC2_de/As"; ds;)	=	8 mm
e_2 =	GEW("EC2_de/AsFläche"; e; as≥erf.$A_{s,z}$;d_s=d_{s2})	=	15,0 cm
vorh.$A_{s,A}$ =	TAB("EC2_de/AsFläche" ;as ;d_s=d_{s2}; e = e_2)	=	**3,35 cm²/m**
$\frac{erf.A_{s,A}}{vorh.A_{s,A}}$		=	**0,28 < 1**

Wahl der Bewehrung :

	**∅ d_{s1}, e_1 cm** **Bügel mit $l_ü$ -schließen**	**Pos 1**
	**∅ d_{s2}, e_2 cm** **Alternativ: Unterzugbügel**	**Pos 2**
	Längseisen ∅ 8	**d_{le}**



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis der Verankerungslänge in Richtung Konsolende

Ermittlung der Grundwerte:

Verbundbedingung η_1 =			**1,0**
Beiwert η_2 =	WENN ($d_{s1} \leq 32$;1,0; (132-d_{s1}) / 100)	=	1,0
Verbundfestigkeit f_{bd} =	2,25 * η_1 * η_2 * f_{ctd}	=	2,70 N/mm²
Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ =	(d_{s1} / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) * γ_C/1,5	=	322 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_{s1})	=	97 mm

Bemessungswert der Verankerungslänge:

$A_{s,erf}$ =	erf.$A_{s,z}$	=	0,86 cm²
$A_{s,vorh}$ =	vorh.$A_{s,z}$	=	3,35 cm²
l_{bd} =	MAX(α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$; $l_{b,min}$)	=	97 mm

bei direkter Lagerung

$l_{bd,dir}$ =	MAX(2 / 3 * (α_1 * α_2 * $l_{b,rqd}$ * $A_{s,erf}$ / $A_{s,vorh}$); 6,7 * d_{s1})	=	**55 mm**

vorh. Verankerungslänge l_1 gemessen von der Hinterkante des Lagers:

vorh.l_{bd} =	$(l_k - \left(a + c_s * 10^{-3}\right) + \frac{l_A}{2}) * 10^3$	=	**86 mm**
$\frac{l_{bd,dir}}{\text{vorh.}l_{bd}}$		=	**0,64 < 1**



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis der Bügelbewehrung

Für die Linienauflager der Treppenläufe T03 an den Stahlbetondecken.

ac=		a	=	0,0615 m
hc=		h	=	0,14 m
ac/hc=	**0,0615/0,14**		=	**0,44 <0,5**

Begrenzung der mittleren Betonspannung durch den Nachweis für die Querkraft der Konsole:

VEd=	F_{Ed}	=	41,00 kN/m
v=	$0,7-f_{ck}/200$	=	0,57 >0,5
z=	0,9*d	=	0,10 m
b=			1,00 m

VRd,max= $0,5*v*b*z*(f_{ck}/\gamma_C)*1000$ = 475,00 kN

VEd < 0,3*VRd,max = 142,5 kN

Keine Bügelbewehrung erforderlich nach DAfStb. Heft 600 Anhang J Konsolen Bild HJ-8 (4)



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Kapitel 5 - Dachkonstruktion

Allgemeines

Nachfolgend werden die Trapezbleche des Dachgeschosses (2. OG) in Pos. 10, die Stb.-Decke in Pos. 11 und Pos.12 sowie die Stahl- und Stahlbetonträger über dem Dachgeschoss statisch nachgewiesen.

Pos.10 Trapezblecheindeckung

System:

Trapezblech T135.1, t = 1,25 mm, z.B. Fa. Hoesch oder gleichwertig

Zweifeldträger/ Dreifeldträger

Belastung:

Siehe Kap.2 Lastannahmen

ständige Lasten:			
Eigengewicht g=	16,2*0,01	=	0,16 kN/m²
Eigengewicht Var. g'=	0,2+0,120+0,2	=	0,52 kN/m²
veränderliche Lasten:			
PV-Anlage gV=			0,30 kN/m²
Gründach, extensiv gG=			1,20 kN/m²
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=			1,00 kN/m²
Gesamtlast charakteristisch pk =	g+g'+gV+gG+q	=	3,18 kN/m²

Bemessung/ Wahl des Profils:

Die Wahl des Trapezbleches erfolgt anhand der Belastungstabellen nach DIN 18 807 (ThyssenKrupp Hoesch Bausysteme)

Für die Bemessung des Trapezprofils muss bekannt sein:

Einfeldträger, Zweifeldträger oder Dreifeldträger. Mehrfeldträger werden meistens als Dreifeldträger bemessen.

Die folgenden Systeme werden als maßgebend berücksichtigt:

System A: 3-Feld-System, Li = 5,00m

System B: 2-Feld-System, Li = 5,00m

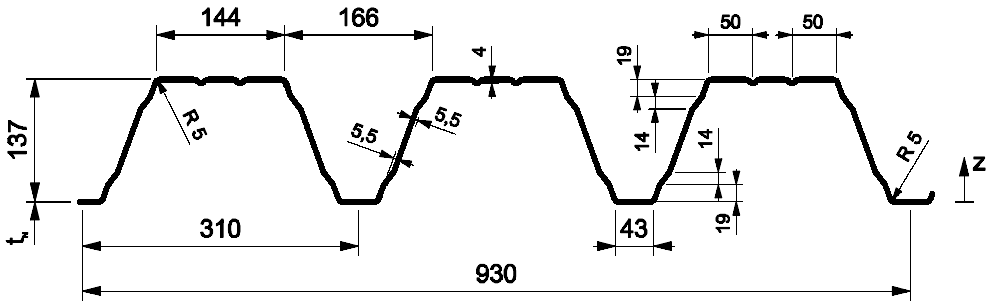
System C: 3-Feld-System, L1 = 2,50m, L2 = 5,00m, L3 = 5,00m

System D: 3-Feld-System, L1 = 1,70m, L2 = 5,00m, L3 = 5,00m



Belastungstabellen für eine gleichmäßig verteilte Auflast

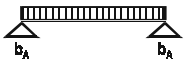
Profiltafel in **Positivlage**
Maße in [mm]



Das Trapezprofil als tragendes Bauteil von Dach- und Deckensystemen ist für Einzelpersonen nur über lastverteilende Maßnahmen (z.B. Holzbohlen) begehbar. Ein entsprechender Hinweis ist in den Verlegeplänen aufzunehmen.

Zeile *: Maximale zulässige Auflast ohne Beschränkung der Durchbiegung.

Zeilen L/...: Zulässige Belastung unter zusätzlicher Berücksichtigung der Durchbiegungsbeschränkung max f ≤ L/... . Diese Werte gelten auch für den unteren Teil der Zwei- und Dreifeldträgertabellen, wenn sie kleiner sind als die dort in der Zeile *.

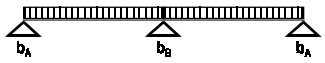


Einfeldträger, zulässige Flächenlast zul. q [kN/m²]

Stützweite L[m]			3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50
t_N	g	max f	Endauflagerbreite b_A = 40 mm																						
0,75	9,7	*	2,88	2,66	2,47	2,31	2,16	2,03	1,92	1,82	1,73	1,65	1,57	1,50	1,37	1,27	1,17	1,09	1,01	0,94	0,88	0,82	0,77	0,73	0,68
		L/150	2,88	2,66	2,47	2,31	2,16	2,03	1,92	1,82	1,73	1,65	1,57	1,50	1,37	1,27	1,16	1,04	0,93	0,84	0,76	0,69	0,62	0,57	0,52
		L/300	2,88	2,66	2,47	2,31	2,16	2,03	1,75	1,49	1,28	1,10	0,96	0,84	0,74	0,65	0,58	0,52	0,47	0,42	0,38	0,34	0,31	0,28	0,26
		L/500	2,88	2,66	2,23	1,82	1,50	1,25	1,05	0,89	0,77	0,66	0,58	0,50	0,44	0,39	0,35	0,31	0,28	0,25	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16
0,88	11,4	*	4,17	3,85	3,58	3,34	3,13	2,95	2,78	2,64	2,44	2,22	2,02	1,85	1,70	1,56	1,45	1,34	1,25	1,16	1,09	1,02	0,95	0,90	0,85
		L/150	4,17	3,85	3,58	3,34	3,13	2,95	2,78	2,64	2,44	2,22	2,02	1,85	1,70	1,51	1,35	1,20	1,08	0,97	0,88	0,79	0,72	0,66	0,60
		L/300	4,17	3,85	3,58	3,34	2,89	2,41	2,03	1,73	1,48	1,28	1,11	0,97	0,86	0,76	0,67	0,60	0,54	0,49	0,44	0,40	0,36	0,33	0,30
		L/500	4,11	3,25	2,58	2,11	1,74	1,44	1,22	1,04	0,89	0,77	0,67	0,58	0,51	0,45	0,40	0,36	0,32	0,29	0,26	0,24	0,22	0,20	0,18
1,00	13,0	*	5,37	4,96	4,61	4,30	4,03	3,79	3,54	3,18	2,87	2,60	2,37	2,17	1,99	1,84	1,70	1,58	1,46	1,37	1,28	1,19	1,12	1,05	0,99
		L/150	5,37	4,96	4,61	4,30	4,03	3,79	3,54	3,18	2,87	2,60	2,37	2,17	1,93	1,70	1,52	1,35	1,21	1,09	0,99	0,89	0,81	0,74	0,68
		L/300	5,37	4,96	4,61	3,95	3,25	2,71	2,28	1,94	1,67	1,44	1,25	1,09	0,96	0,85	0,76	0,68	0,61	0,55	0,49	0,45	0,41	0,37	0,34
		L/500	4,62	3,65	2,90	2,37	1,95	1,62	1,37	1,17	1,00	0,86	0,75	0,66	0,58	0,51	0,45	0,41	0,36	0,33	0,30	0,27	0,24	0,22	0,20
1,25	16,2	*	9,94	9,17	8,15	7,10	6,24	5,53	4,93	4,43	4,00	3,62	3,30	3,02	2,77	2,56	2,36	2,19	2,04	1,90	1,78	1,66	1,56	1,47	1,38
		L/150	9,94	9,17	8,15	7,10	6,24	5,53	4,93	4,43	4,00	3,62	3,17	2,78	2,44	2,16	1,92	1,72	1,54	1,39	1,25	1,13	1,03	0,94	0,86
		L/300	9,78	7,72	6,14	5,02	4,13	3,43	2,90	2,46	2,11	1,82	1,59	1,39	1,22	1,08	0,96	0,86	0,77	0,69	0,63	0,57	0,52	0,47	0,43
		L/500	5,87	4,63	3,68	3,01	2,48	2,06	1,74	1,48	1,27	1,09	0,95	0,83	0,73	0,65	0,58	0,51	0,46	0,42	0,38	0,34	0,31	0,28	0,26
1,50	19,5	*	14,28	12,17	10,49	9,14	8,03	7,11	6,35	5,70	5,14	4,66	4,25	3,89	3,57	3,29	3,04	2,82	2,62	2,44	2,28	2,14	2,01	1,89	1,78
		L/150	14,28	12,17	10,49	9,14	8,03	7,11	6,35	5,70	5,11	4,41	3,84	3,36	2,96	2,62	2,33	2,08	1,86	1,68	1,51	1,37	1,25	1,14	1,04
		L/300	11,83	9,34	7,43	6,07	4,99	4,15	3,50	2,98	2,56	2,21	1,92	1,68	1,48	1,31	1,16	1,04	0,93	0,84	0,76	0,69	0,62	0,57	0,52
		L/500	7,10	5,60	4,46	3,64	3,00	2,49	2,10	1,79	1,53	1,32	1,15	1,01	0,89	0,78	0,70	0,62	0,56	0,50	0,45	0,41	0,37	0,34	0,31

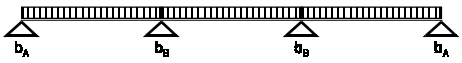
als Prüfungsunterlage verwendet

T 135.1 Positivlage ThyssenKrupp Hoesch Bausysteme



Zweifeldträger, zulässige Flächenlast zul. q [kN/m²]

Stützweite L[m]			3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50
t_N	g	max f	Endauflagerbreite b_A = 40 mm, Zwischenauflagerbreite $b_B \geq$ 160 mm																						
0,75	9,7	*	3,18	2,84	2,56	2,32	2,17	2,04	1,93	1,83	1,73	1,65	1,58	1,49	1,37	1,26	1,17	1,08	1,01	0,94	0,88	0,82	0,77	0,74	0,72
		L/150	3,18	2,84	2,56	2,32	2,17	2,04	1,93	1,83	1,73	1,65	1,58	1,49	1,37	1,26	1,17	1,08	1,01	0,94	0,88	0,82	0,77	0,74	0,72
		L/300	3,18	2,84	2,56	2,32	2,17	2,04	1,93	1,83	1,73	1,65	1,58	1,49	1,37	1,26	1,17	1,08	1,01	0,94	0,88	0,82	0,75	0,68	0,63
		L/500	3,18	2,84	2,56	2,32	2,17	2,04	1,93	1,83	1,73	1,59	1,39	1,21	1,07	0,94	0,84	0,75	0,67	0,60	0,55	0,49	0,45	0,41	0,38
0,88	11,4	*	4,25	3,88	3,60	3,36	3,15	2,96	2,80	2,65	2,44	2,21	2,02	1,85	1,69	1,62	1,55	1,48	1,39	1,30	1,21	1,14	1,07	1,00	0,94
		L/150	4,25	3,88	3,60	3,36	3,15	2,96	2,80	2,65	2,44	2,21	2,02	1,85	1,69	1,62	1,55	1,48	1,39	1,30	1,21	1,14	1,07	1,00	0,94
		L/300	4,25	3,88	3,60	3,36	3,15	2,96	2,80	2,65	2,44	2,21	2,02	1,85	1,69	1,62	1,55	1,45	1,30	1,17	1,05	0,96	0,87	0,79	0,72
		L/500	4,25	3,88	3,60	3,36	3,15	2,96	2,80	2,49	2,14	1,84	1,60	1,40	1,23	1,09	0,97	0,87	0,78	0,70	0,63	0,57	0,52	0,48	0,43
1,00	13,0	*	5,36	4,96	4,60	4,30	4,02	3,79	3,54	3,18	2,87	2,64	2,49	2,36	2,25	2,09	1,93	1,79	1,66	1,55	1,45	1,36	1,27	1,20	1,13
		L/150	5,36	4,96	4,60	4,30	4,02	3,79	3,54	3,18	2,87	2,64	2,49	2,36	2,25	2,09	1,93	1,79	1,66	1,55	1,45	1,36	1,27	1,20	1,13
		L/300	5,36	4,96	4,60	4,30	4,02	3,79	3,54	3,18	2,87	2,64	2,49	2,36	2,25	2,05	1,82	1,63	1,46	1,31	1,19	1,08	0,98	0,89	0,81
		L/500	5,36	4,96	4,60	4,30	4,02	3,79	3,29	2,80	2,40	2,07	1,81	1,58	1,39	1,23	1,09	0,98	0,88	0,79	0,71	0,65	0,59	0,53	0,49
1,25	16,2	*	9,92	9,17	8,14	7,09	6,24	5,65	5,27	4,93	4,63	4,23	3,86	3,53	3,24	2,99	2,76	2,56	2,38	2,22	2,07	1,94	1,82	1,71	1,61
		L/150	9,92	9,17	8,14	7,09	6,24	5,65	5,27	4,93	4,63	4,23	3,86	3,53	3,24	2,99	2,76	2,56	2,38	2,22	2,07	1,94	1,82	1,71	1,61
		L/300	9,92	9,17	8,14	7,09	6,24	5,65	5,27	4,93	4,63	4,23	3,82	3,33	2,94	2,60	2,31	2,06	1,85	1,66	1,50	1,36	1,24	1,13	1,03
		L/500	9,92	9,17	8,14	7,09	5,96	4,95	4,18	3,55	3,05	2,63	2,29	2,00	1,76	1,56	1,39	1,24	1,11	1,00	0,90	0,82	0,74	0,68	0,62
1,50	19,5	*	14,26	12,15	10,49	9,14	8,44	7,83	7,30	6,75	6,09	5,52	5,03	4,60	4,23	3,90	3,60	3,34	3,11	2,89	2,70	2,53	2,38	2,23	2,11
		L/150	14,26	12,15	10,49	9,14	8,44	7,83	7,30	6,75	6,09	5,52	5,03	4,60	4,23	3,90	3,60	3,34	3,11	2,89	2,70	2,53	2,38	2,23	2,11
		L/300	14,26	12,15	10,49	9,14	8,44	7,83	7,30	6,75	6,09	5,30	4,62	4,03	3,55	3,14	2,80	2,50	2,24	2,01	1,82	1,65	1,50	1,37	1,25
		L/500	14,26	12,15	10,49	8,73	7,21	5,99	5,06	4,30	3,69	3,18	2,77	2,42	2,13	1,89	1,68	1,50	1,34	1,21	1,09	0,99	0,90	0,82	0,75
t_N	g	max f	Endauflagerbreite b_A = 40 mm, Zwischenauflagerbreite b_B = 60 mm																						
0,75	9,7	*	2,89	2,67	2,48	2,31	2,12	1,95	1,79	1,66	1,54	1,43	1,33	1,25	1,17	1,10	1,03	0,97	0,92	0,87	0,82	0,78	0,74	0,70	0,67
0,88	11,4	*	4,20	3,88	3,51	3,19	2,91	2,67	2,45	2,27	2,10	1,95	1,81	1,69	1,58	1,48	1,39	1,31	1,24	1,17	1,10	1,04	0,99	0,94	0,89
1,00	13,0	*	5,37	4,86	4,38	3,98	3,63	3,32	3,05	2,81	2,60	2,41	2,25	2,09	1,96	1,83	1,72	1,62	1,52	1,44	1,36	1,28	1,22	1,15	1,10
1,25	16,2	*	8,88	7,92	7,10	6,41	5,81	5,29	4,84	4,44	4,09	3,78	3,50	3,25	3,03	2,83	2,65	2,48	2,33	2,19	2,07	1,95	1,83	1,72	1,62
1,50	19,5	*	12,23	10,87	9,74	8,76	7,93	7,20	6,57	6,02	5,54	5,11	4,72	4,38	4,07	3,80	3,55	3,32	3,10	2,89	2,70	2,53	2,37	2,23	2,10



Dreifeldträger, zulässige Flächenlast zul. q [kN/m²]

Stützweite L[m]			3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50
t_N	g	max f	Endauflagerbreite b_A = 40 mm, Zwischenauflagerbreite $b_B \geq$ 160 mm																						
0,75	9,7	*	3,60	3,33	3,03	2,75	2,50	2,29	2,11	1,94	1,80	1,67	1,58	1,50	1,37	1,27	1,19	1,12	1,05	0,99	0,94	0,89	0,84	0,80	0,76
		L/150	3,60	3,33	3,03	2,75	2,50	2,29	2,11	1,94	1,80	1,67	1,58	1,50	1,37	1,27	1,19	1,12	1,05	0,99	0,94	0,89	0,84	0,80	0,76
		L/300	3,60	3,33	3,03	2,75	2,50	2,29	2,11	1,94	1,80	1,67	1,58	1,50	1,37	1,24	1,10	0,98	0,88	0,79	0,72	0,65	0,59	0,54	0,49
		L/500	3,60	3,33	3,03	2,75	2,50	2,29	1,99	1,69	1,45	1,25	1,09	0,95	0,84	0,74	0,66	0,59	0,53	0,48	0,43	0,39	0,35	0,32	0,30
0,88	11,4	*	5,01	4,49	4,05	3,67	3,35	3,07	2,82	2,65	2,44	2,23	2,07	1,93	1,81	1,69	1,59	1,49	1,40	1,33	1,25	1,18	1,12	1,06	1,01
		L/150	5,01	4,49	4,05	3,67	3,35	3,07	2,82	2,65	2,44	2,23	2,07	1,93	1,81	1,69	1,59	1,49	1,40	1,33	1,25	1,18	1,12	1,06	1,01
		L/300	5,01	4,49	4,05	3,67	3,35	3,07	2,82	2,65	2,44	2,23	2,07	1,84	1,62	1,43	1,27	1,14	1,02	0,92	0,83	0,75	0,68	0,62	0,57
		L/500	5,01	4,49	4,05	3,67	3,29	2,74	2,31	1,96	1,68	1,45	1,26	1,10	0,97	0,86	0,76	0,68	0,61	0,55	0,50	0,45	0,41	0,37	0,34
1,00	13,0	*	6,10	5,47	4,93	4,48	4,08	3,79	3,54	3,18	2,93	2,71	2,52	2,36	2,25	2,09	1,93	1,82	1,71	1,61	1,52	1,44	1,37	1,30	1,23
		L/150	6,10	5,47	4,93	4,48	4,08	3,79	3,54	3,18	2,93	2,71	2,52	2,36	2,25	2,09	1,93	1,82	1,71	1,61	1,52	1,44	1,37	1,30	1,23
		L/300	6,10	5,47	4,93	4,48	4,08	3,79	3,54	3,18	2,93	2,71	2,37	2,07	1,82	1,61	1,43	1,28	1,15	1,03	0,93	0,85	0,77	0,70	0,64
		L/500	6,10	5,47	4,93	4,48	3,70	3,08	2,59	2,20	1,89	1,63	1,42	1,24	1,09	0,97	0,86	0,77	0,69	0,62	0,56	0,51	0,46	0,42	0,38
1,25	16,2	*	9,93	9,17	8,14	7,10	6,31	5,75	5,27	4,93	4,63	4,23	3,85	3,53	3,29	3,07	2,87	2,69	2,52	2,37	2,24	2,11	1,99	1,89	1,79
		L/150	9,93	9,17	8,14	7,10	6,31	5,75	5,27	4,93	4,63	4,23	3,85	3,53	3,29	3,07	2,87	2,69	2,52	2,37	2,24	2,11	1,95	1,78	1,63
		L/300	9,93	9,17	8,14	7,10	6,31	5,75	5,27	4,66	3,99	3,45	3,00	2,63	2,31	2,05	1,82	1,62	1,46	1,31	1,18	1,07	0,98	0,89	0,81
		L/500	9,93	8,67	6,97	5,69	4,69	3,90	3,29	2,79	2,40	2,07	1,80	1,58	1,39	1,23	1,09	0,97	0,87	0,79	0,71	0,64	0,59	0,53	0,49
1,50	19,5	*	14,28	12,16	10,49	9,32	8,44	7,83	7,30	6,75	6,09	5,52	5,03	4,65	4,32	4,03	3,76	3,52	3,30	3,10	2,92	2,75	2,60	2,46	2,33
		L/150	14,28	12,16	10,49	9,32	8,44	7,83	7,30	6,75	6,09	5,52	5,03	4,65	4,32	4,03	3,76	3,52	3,30	3,10	2,86	2,60	2,36	2,15	1,97
		L/300	14,28	12,16	10,49	9,32	8,44	7,83	6,64	5,64	4,83	4,18	3,63	3,18	2,80	2,47	2,20	1,96	1,76	1,59	1,43	1,30	1,18	1,08	0,98
		L/500	13,34	10,48	8,43	6,88	5,67	4,72	3,98	3,38	2,90	2,51	2,18	1,91	1,68	1,48	1,32	1,18	1,06	0,95	0,86	0,78	0,71	0,65	0,59
t_N	g	max f	Endauflagerbreite b_A = 40 mm, Zwischenauflagerbreite b_B = 60 mm																						
0,75	9,7	*	2,89	2,67	2,48	2,31	2,17	2,04	1,93	1,83	1,73	1,65	1,58	1,49	1,37	1,26	1,17	1,10	1,06	1,02	0,97	0,91	0,85	0,80	0,76
0,88	11,4	*	4,20	3,87	3,60	3,36	3,15	2,97	2,80	2,65	2,44	2,28	2,15	2,03	1,90	1,78	1,64	1,52	1,42	1,32	1,24	1,16	1,09	1,02	0,96
1,00	13,0	*	5,37	4,95	4,60	4,30	4,02	3,79	3,59	3,35	3,10	2,89	2,69	2,51	2,31	2,12	1,97	1,82	1,69	1,58	1,48	1,38	1,30	1,22	1,15
1,25	16,2	*	9,93	9,17	8,15	7,10	6,23	5,80	5,40	5,05	4,68	4,25	3,87	3,54	3,26	3,00	2,77	2,57	2,39	2,23	2,08	1,95	1,83	1,72	1,62
1,50	19,5	*	14,26	12,15	10,48	9,13	8,33	7,73	7,19	6,72	6,08	5,50	5,02	4,59	4,22	3,88	3,59	3,33	3,10	2,89	2,70	2,52	2,37	2,23	2,10

als Prüfungsunterlage verwendet

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis:

System A: 3-Feld-System, Li = 5,00m

zulässige Gesamtlast pk,zul = 3,99 kN/m²

(Zweifeldträger, Spannweite 5,0 m, Grenzverformung l/300)

η = pk/pk,zul = 0,80

System B: 2-Feld-System, Li = 5,00m

zulässige Gesamtlast pk,zul = 4,63 kN/m²

(Zweifeldträger, Spannweite 5,0 m, Grenzverformung l/300)

η = pk/pk,zul = 0,69

System C: 3-Feld-System, L1 = 2,50m, L2 = 5,00m, L3 = 5,00m

Auf den nächsten Seiten werden das Moment und die Querkraft aller Systeme gezeigt.

Durch den Vergleich von System C mit System A/B:

Maximale Moment von Systeme A/B:

MEd,Feld,max,SystemAB= MAX(9,10; 7,7) = 9,10 kNm

MEd,Stütze,max,SystemAB= MIN(-11,40; -13,7) = -13,70 kNm

Maximale Querkraft von Systeme A/B:

VEd,max,SystemAB= MAX(13,60; 13,9) = 13,90 kN

Maximale Moment von Systeme C:

MEd,Feld,max,SystemC= 8,60 kNm

MEd,Stütze,max,SystemC= -12,70 kNm

Maximale Querkraft von Systeme C:

VEd,max,SystemC= 13,9 13,90 kN

Vergleich von System C mit System A/B:

η= MEd,Feld,max,SystemC/MEd,Feld,max,SystemAB = 0,95 < 1

η= MEd,Stütze,max,SystemC/MEd,Stütze,max,SystemAB = 0,93 < 1

η= VEd,max,SystemC/VEd,max,SystemAB = 1,00 < 1

Wegen des geringen Moments und der geringen Querkraft ist der Nachweis analog zu System A/B erfüllt.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

System D: 3-Feld-System, L1 = 1,70m, L2 = 5,00m, L3 = 5,00m

Durch den Vergleich von System C mit System A/B:

Maximale Moment von Systeme D:

MEd,Feld,max,SystemD= 4,90 kNm

MEd,Stütze,max,SystemD= -12,70 kNm

Maximale Querkraft von Systeme D:

VEd,max,SystemD= 13,90 kN

Vergleich von System D mit System A/B:

η= MEd,Feld,max,SystemD/MEd,Feld,max,SystemAB = 0,54 < 1

η= MEd,Stütze,max,SystemD/MEd,Stütze,max,SystemAB = 0,93 < 1

η= VEd,max,SystemD/VEd,max,SystemAB = 1,00 < 1

Wegen des geringen Moments und der geringen Querkraft ist der Nachweis analog zu System A/B erfüllt.

Auflagerkräfte auf Stahlträger:

System A: Für Dreifeldträger mit **Li = 5,00m**

System B: Für Zweifeldträger mit **Li = 4,90 m**

Das Trapezblech wird durch Stahlwinkel an der Wand aufgelagert, die Spannweite beträgt 5 - 0,1 = 4,9 m.

System C: Für Dreifeldträger mit **L1 = 2,50m, L2 = 5,00m, L3 = 5,00m**

System D: Für Dreifeldträger mit **L1 = 1,70m, L2 = 5,00m, L3 = 5,00m**

Belastung im Endzustand:

Wegen der PV-Lage sind nicht alle Flächen vollständig belegt, daher wird für LWL auf 0,2 kN/m² reduziert.

ständige Lasten:

Eigengewicht g_{ges}= g+g' = 0,68 kN/m²

veränderliche Lasten:

PV-Anlage und Gründach q_{KatE}= 0,2+1,2 = 1,4 kN/m²

Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q= 1,00 kN/m²

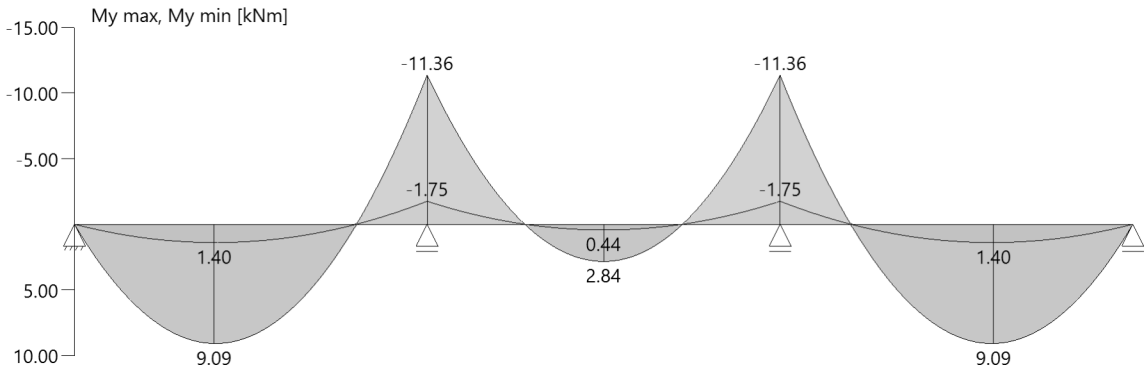
Für die 4 Systeme werden die Nebenberechnungen nachfolgend mit Frilo durchgeführt, um die Auflagerkräfte zu berechnen.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

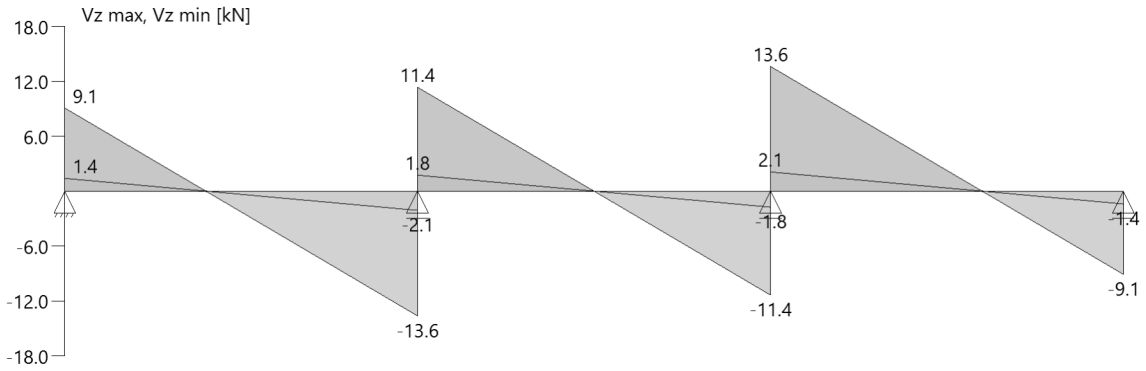
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



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. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	1.4	1.4 2.8 2.0		
2	5.00	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	3.9	3.9 7.7 5.5		
3	10.00	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	3.9	3.9 7.7 5.5		
4	15.00	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	1.4	1.4 2.8 2.0		

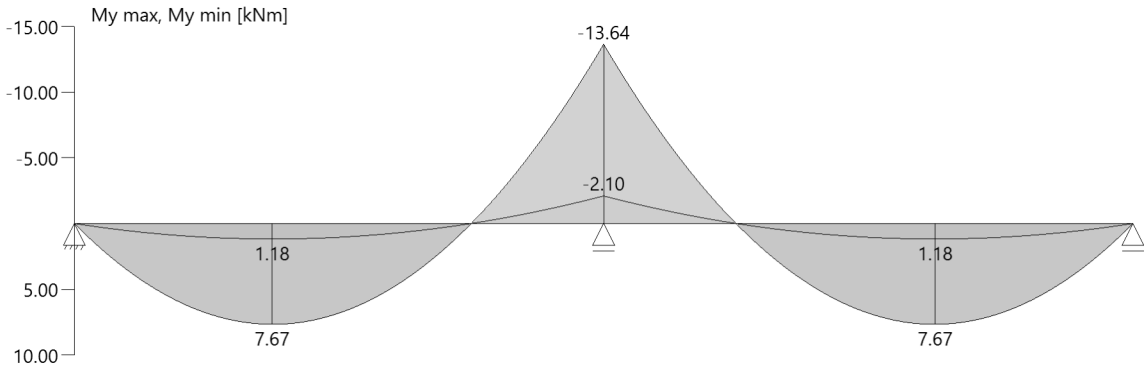
durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

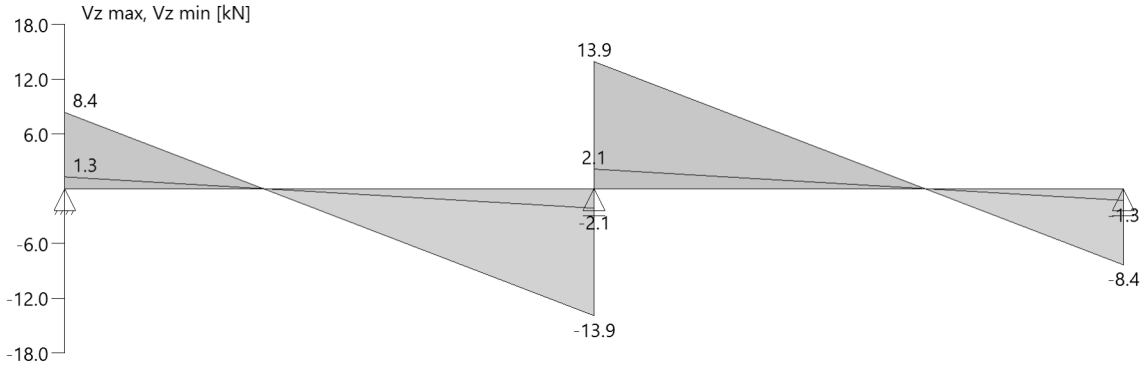
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



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. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	1.3	1.3 2.6 1.8		
2	4.90	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	4.3	4.3 8.6 6.1		
3	9.80	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	1.3	1.3 2.6 1.8		

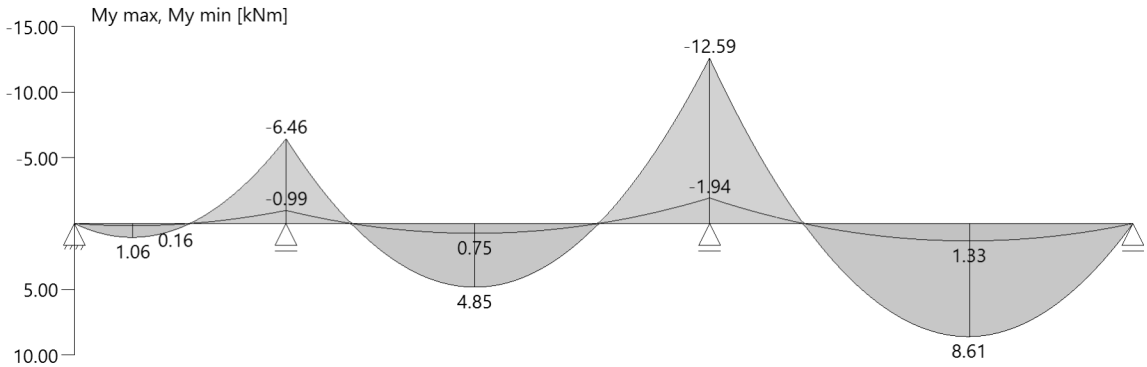
durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

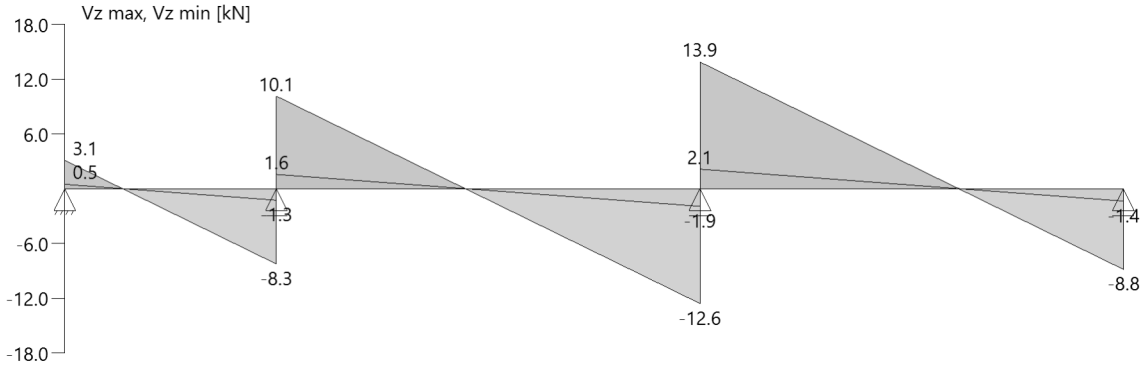
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



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. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	0.5	0.5 1.0 0.7		
2	2.50	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	2.8	2.8 5.7 4.0		
3	7.50	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	4.1	4.1 8.2 5.8		
4	12.50	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	1.4	1.4 2.7 1.9		

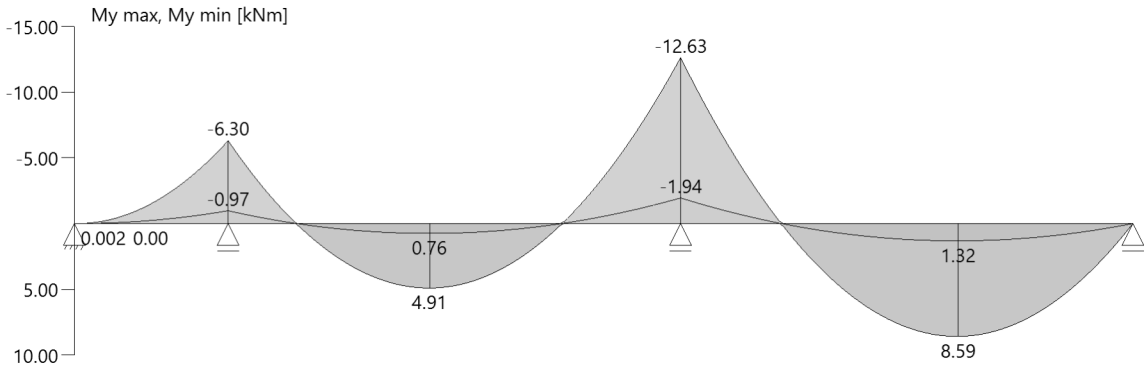
durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

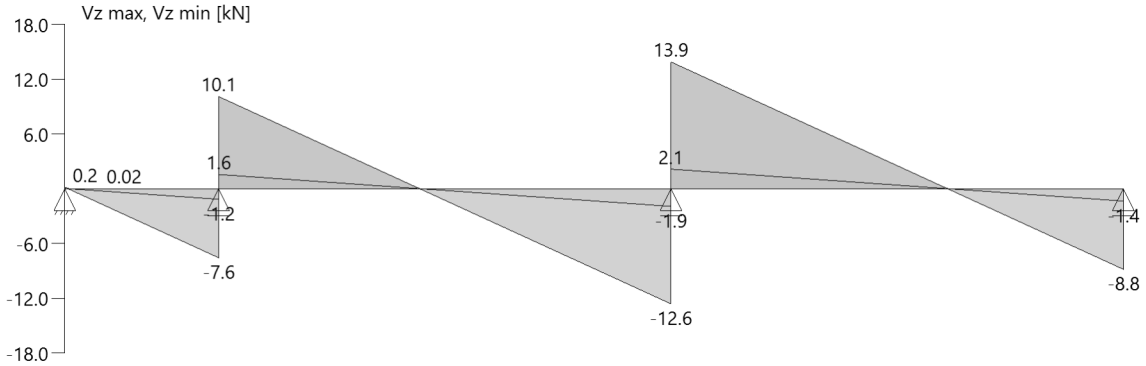
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



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. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	0.02	0.02 0.05 0.03		
2	1.70	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	2.7	2.7 5.4 3.9		
3	6.70	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	4.1	4.1 8.2 5.8		
4	11.70	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	1.4	1.4 2.7 1.9		

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Belastung im Montagezustand

Abhebende Last:

Im Montagezustand werden im System weder PV-Lasten noch Lasten aus Gründach berücksichtigt, sondern nur das Eigengewicht und der **maximale Windsog. (Siehe Kap.2 Lastannahme: Ausdruck aus Frilo LWS)**

Belastung im Montagezustand:

Siehe Kap.2 Lastannahmen

ständige Lasten:			
Eigengewicht g=	16,2*0,01	=	0,16 kN/m²
Eigengewicht Var. g'=	0,2+0,115+0,2	=	0,52 kN/m²
veränderliche Lasten:			
Windlast q=			-0,86 kN/m²

Für die 4 Systeme werden die Nebenberechnungen nachfolgend mit Frilo durchgeführt, um die Auflagerkräfte zu berechnen:

System A abhebend: Für Dreifeldträger mit **Li = 5,00m**

System B abhebend: Für Zweifeldträger mit **Li = 4,90 m**

Das Trapezblech wird durch Stahlwinkel an der Wand aufgelagert, die Spannweite beträgt 5 - 0,1 = 4,9 m.

System C abhebend: Für Dreifeldträger mit **L1 = 2,50m, L2 = 5,00m, L3 = 5,00m**

System D abhebend: Für Dreifeldträger mit **L1 = 1,70m, L2 = 5,00m, L3 = 5,00m**

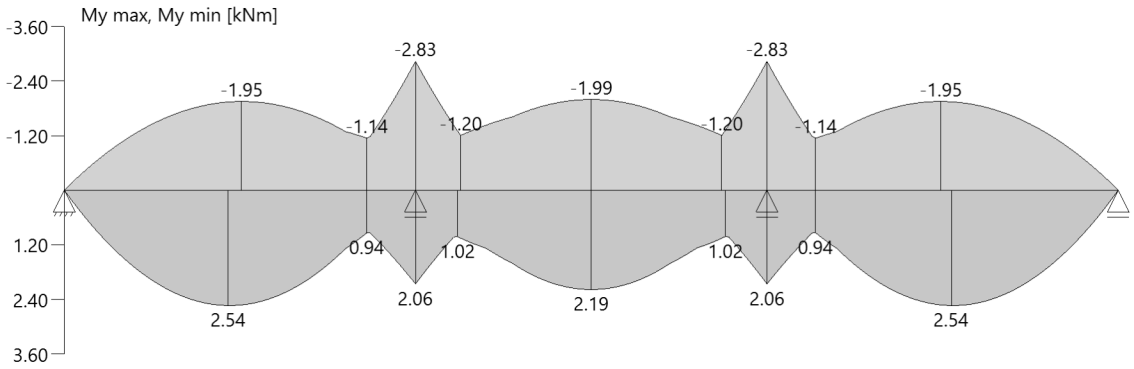


Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

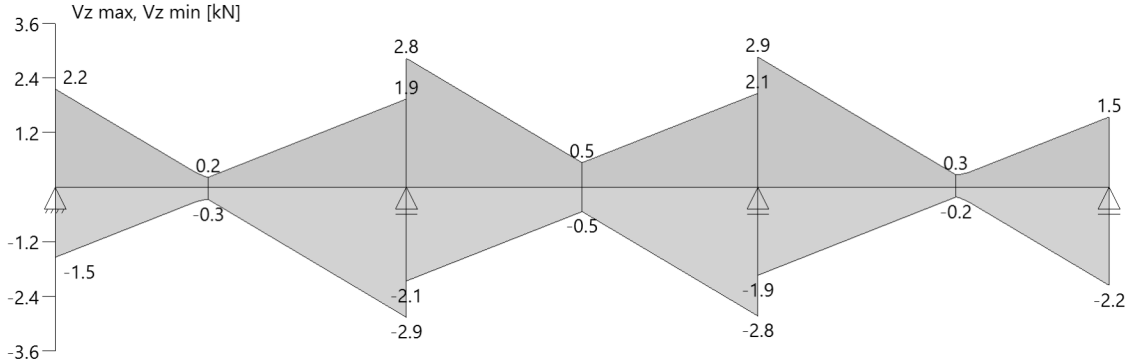
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



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 Schnee H < 1000 m	1.4 -1.9	1.4 0.2		
2	5.00	ständig Schnee H < 1000 m	3.7 -5.2	3.7 0.4		
3	10.00	ständig Schnee H < 1000 m	3.7 -5.2	3.7 0.4		
4	15.00	ständig Schnee H < 1000 m	1.4 -1.9	1.4 0.2		

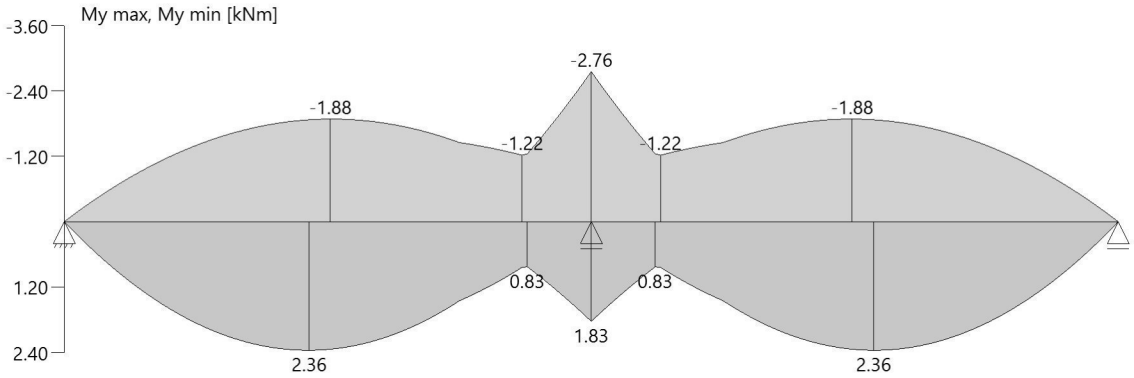
durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

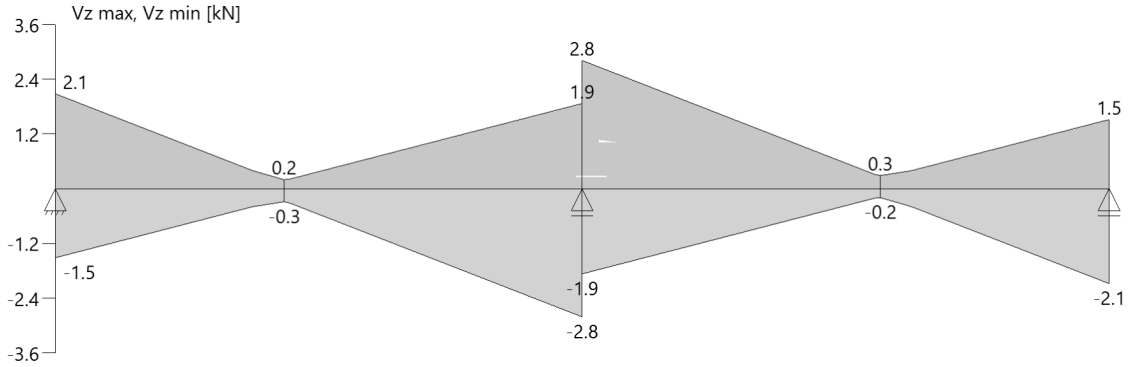
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



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 Schnee H < 1000 m	1.2 -1.8	1.2 0.3		
2	4.90	ständig Schnee H < 1000 m	4.2 -5.3	4.2		
3	9.80	ständig Schnee H < 1000 m	1.2 -1.8	1.2 0.3		

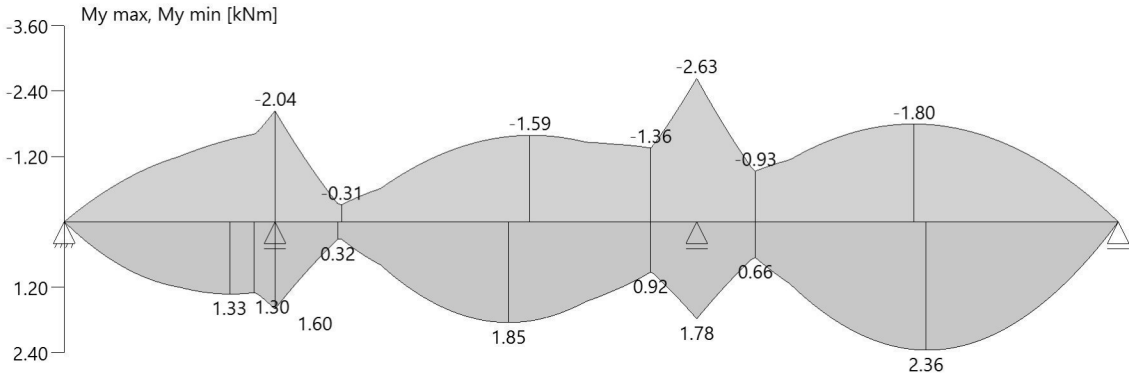
durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

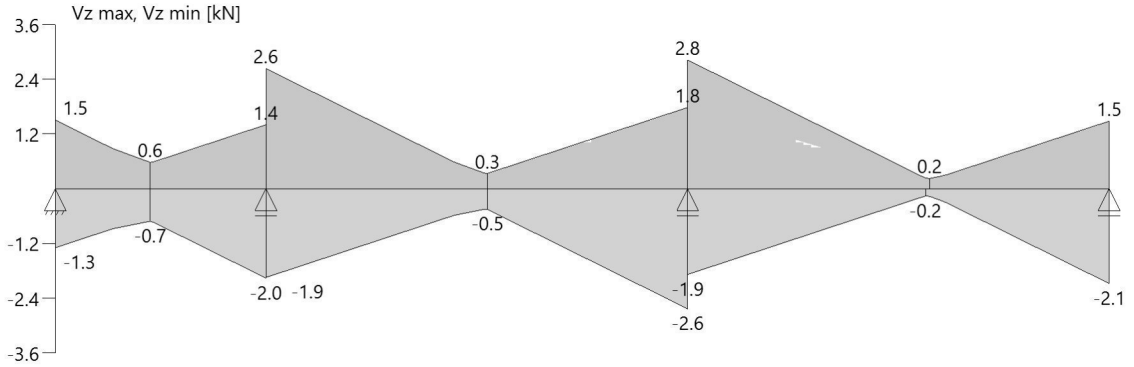
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



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 Schnee H < 1000 m	0.5 -1.2	0.5 0.6		
2	2.50	ständig Schnee H < 1000 m	2.8 -4.1	2.8 0.6		
3	7.50	ständig Schnee H < 1000 m	4.0 -5.1	4.0 0.1		
4	12.50	ständig Schnee H < 1000 m	1.3 -1.9	1.3 0.2		

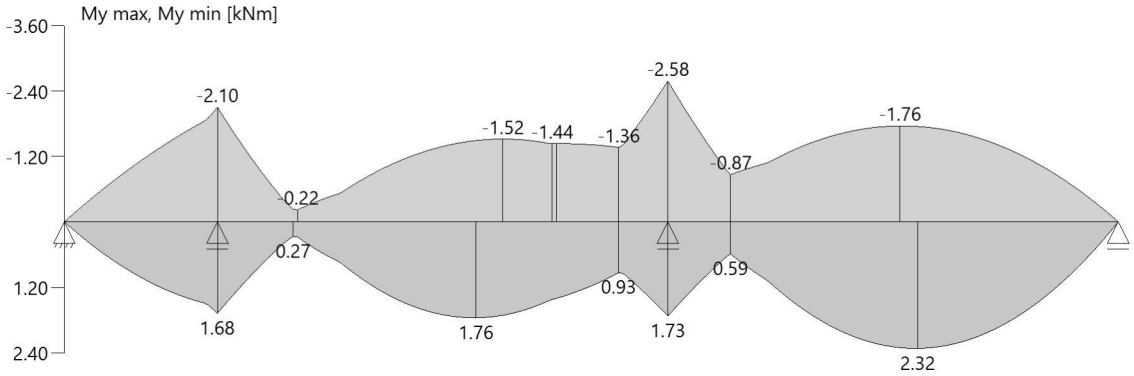
durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

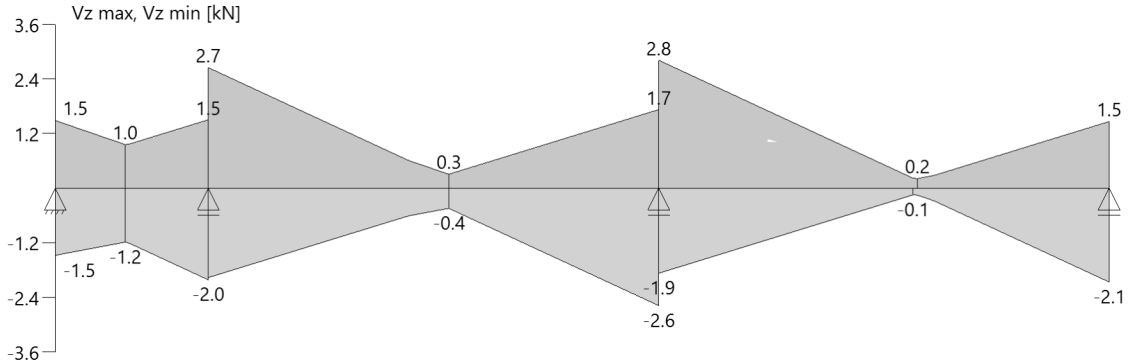
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



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 Schnee H < 1000 m	0.02 -1.0	0.02 1.0		
2	1.70	ständig Schnee H < 1000 m	2.6 -4.1	2.6 0.7		
3	6.70	ständig Schnee H < 1000 m	4.0 -5.0	4.0 0.03		
4	11.70	ständig Schnee H < 1000 m	1.3 -1.9	1.3 0.2		

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Auflagerung des Trapezblechs

Die Trapezbleche werden direkt auf den Stahlträgern aufgelagert und durch Stahlwinkel an die Stahlbetonbauteile angeschlossen.

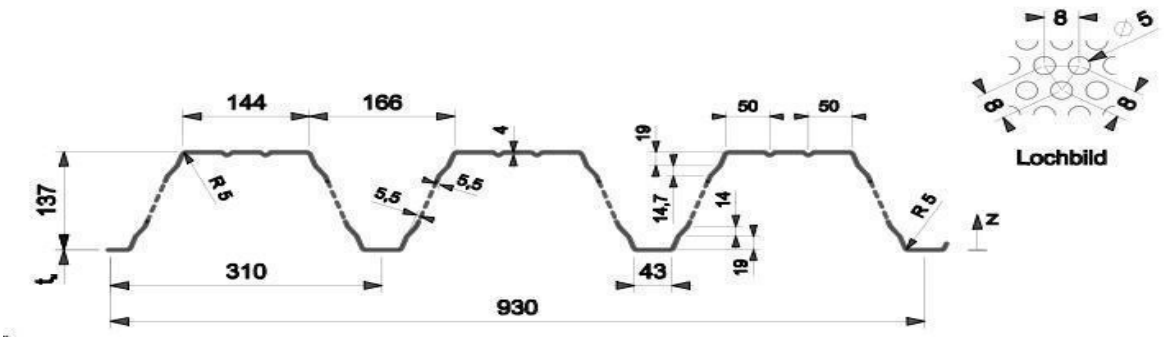
Trapezbleche an Stahlträger:

Die Trapezbleche werden direkt auf den Stahlträgern aufgelagert und mit Befestigungsschrauben verankert.

Vorbemessung der Verbindungsmittel:

Die detaillierten Nachweise muss der Auftragnehmer erbringen.

In der Regel werden Trapezbleche maximal in jeder dritten Hochsicke oder Tiefsicke an der Unterkonstruktion verschraubt.



gewählt: JZ5-8,0x60-E22 + ORKAN-Kalotte, e = 62 cm (in jeder zweiten Tiefsicke)

Stahlunterkonstruktionen gemäß ETA-10/0200 bzw. ETA-13/0177

Bauteildicke t_s [mm]	0,63	0,75	0,88	1,00	1,13	1,25	1,50	2x 0,75	2x 0,88	2x 1,00	1,25–1,9	2,0–5,9	6,0–6,9	≥7,0	1,5–5,9	6,0–7,9	8,0–9,9	≥10,0
Bohrloch-Durchmesser [mm]	3,5	4,0	4,5	4,5	4,5	4,5	5,0	4,5	5,0	5,0	5,0	5,3	5,5	5,7	6,8	7,0	7,2	7,4
EJOT Schraube Typ	JA Ø 6,5 / JB Ø 6,3										JZ Ø 6,3				JZ Ø 8,0			

Bestellbezeichnung	Länge [mm]	Klemmdicke [mm]	VPE [Stück]	Preis/100 [EUR]	Artikelnummer	EAN
Dichtscheibe E22, Ø 22 mm						
JZ5-8,0x60 E22	60	0–43	250		3190653311	4061245062600
JZ5-8,0x80 E22	80	16–63	100		3190853311	4061245062617
JZ5-8,0x100 E22	100	36–83	100		3191053311	4061245062624
JZ5-8,0x150 E22	150	86–133	100		3191553311	4061245062631

Für JZ5-8,0x60-E22:

Länge L=	60,00 mm
Klemmdicke D=	43,00 mm

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Abmessungen:

Dicke des Trapezblechs D1=			1,25 mm
maximale tf=			22,50 mm
Derf=	D1+tf	=	23,75 mm ≤ 43 cm

Lasteinwirkungen

Bemessungswerte:

Siehe Montagezustand: System A abhebend

Auflager 1/4

NEd=	0,9*1,4+1,5*-1,9	=	-1,59 kN/m

Auflager 2/3 (maßgebend für die Verankerung an Stahlträger))

NEd=	**0,9*3,7+1,5*-5,2**	**=**	**-4,47 kN/m**

Siehe Montagezustand: System B abhebend

Auflager 1/3

NEd=	0,9*1,2+1,5*-1,8	=	-1,62 kN/m

Auflager 2

NEd=	0,9*4,2+1,5*-5,3	=	-4,17 kN/m

Siehe Montagezustand: System C abhebend

Auflager 1

NEd=	0,9*0,5+1,5*-1,2	=	-1,35 kN/m

Auflager 2

NEd=	0,9*2,8+1,5*-4,1	=	-3,63 kN/m

Auflager 3

NEd=	0,9*4,0+1,5*-5,1	=	-4,05 kN/m

Auflager 4 (maßgebend für die Verankerung an Stb.-Bauteile)

NEd=	**0,9*1,3+1,5*-1,9**	**=**	**-1,68 kN/m**

Siehe Montagezustand: System D abhebend

Auflager 1

NEd=	0,9*0,02+1,5*-1,0	=	-1,48 kN/m

Auflager 2

NEd=	0,9*2,6+1,5*-4,1	=	-3,81 kN/m

Auflager 3

NEd=	0,9*4,0+1,5*-5,0	=	-3,90 kN/m

Auflager 4

NEd=	0,9*1,3+1,5*-1,9	=	-1,68 kN/m

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis:

maximale Abhebende Last:

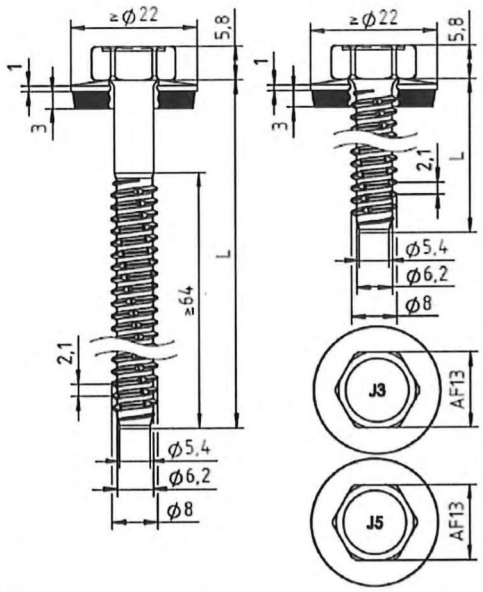
Montagezustand: System A abhebend Auflager 2/3 ist maßgebend.

e = 62 cm (in jeder zweiten Tiefsicke)

N_{Ed}=	4,50*0,62	=	2,79 kN
γ_M=			1,33
$N_{R,K}$=			6,20 kN
$N_{R,d}$=	$N_{R,K}/\gamma_M$	=	4,66 kN
η=	$N_{Ed}/N_{R,d}$	=	0,60 < 1



Deutsches Institut für Bautechnik DIBt



Material:

Schraube: nichtrostender Stahl (A2) – EN ISO 3506

Scheibe: nichtrostender Stahl (A2/A4) – EN ISO 3506
mit aufvulkanisierter EPDM-Dichtung

Bauteil I: S280GD bis S350GD – EN 10346

Bauteil II: S235 – EN 10025-1
S280GD bis S350GD – EN 10346

Bohrleistung: Vorbohrdurchmesser siehe Tabelle

Holz-Unterkonstruktionen:

keine Eigenschaften festgestellt

$t_{N,II}$ [mm]		1,50	2,00	3,00	4,00	6,00	8,00	≥10,0	—	—	—	—
d_{pd} [mm]		6,8				7,0	7,2	7,4	—	—	—	—
$V_{R,k}$ [kN] für t_{N2} =	0,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,63	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	—	—	—	—
	0,75	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	—	—	—	—
	0,88	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	—	—	—	—
	1,00	5,90	5,90	5,90	5,90	5,90	5,90	5,90	—	—	—	—
$N_{R,k}$ [kN] für t_{N1} =	0,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,50	1,19*	1,84*	2,38*	2,38*	2,38*	2,38*	2,38*	—	—	—	—
	0,55	1,50*	2,32*	3,00*	3,00*	3,00*	3,00*	3,00*	—	—	—	—
	0,60	2,20	3,40	3,88*	3,88*	3,88*	3,88*	3,88*	—	—	—	—
	0,63	2,20	3,40	4,40*	4,40*	4,40*	4,40*	4,40*	—	—	—	—
	0,75	2,20	3,40	5,10*	5,30*	5,30*	5,30*	5,30*	—	—	—	—
	0,88	2,20	3,40	5,40*	5,70*	5,70*	5,70*	5,70*	—	—	—	—
	1,00	2,20	3,40	5,80	6,20*	6,20*	6,20*	6,20*	—	—	—	—
$N_{R,k,II}$ [kN]		2,20	3,40	5,80	6,80	6,80	6,80	6,80	—	—	—	—
max u [mm] für D_F =	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	40	8,0	6,0	4,0	3,0	2,8	2,8	2,8	—	—	—	—
	60	12,0	9,0	6,0	4,5	4,2	4,2	4,2	—	—	—	—
	80	16,0	12,0	8,0	6,0	5,6	5,6	5,6	—	—	—	—
	100	20,0	15,0	10,0	7,5	7,0	7,0	7,0	—	—	—	—
	120	24,0	18,0	12,0	9,0	8,4	8,4	8,4	—	—	—	—
	≥ 140	28,0	21,0	14,0	10,5	9,8	9,8	9,8	—	—	—	—

- $N_{R,k,II}$: Auszugstragfähigkeit aus Bauteil II
- Bei t_{N2} aus S320GD oder S350GD dürfen die Werte $V_{R,k}$ um 8,3% erhöht werden.
- Bei t_{N1} aus S320GD oder S350GD dürfen die mit * gekennzeichneten Werte $N_{R,k}$ um 8,3% erhöht werden.

Schrauben zur Befestigung von Sandwichelementen

als Prüfungsunterlage verwendet

Anhang 28

Gewindefurchende Schraube JZ3-8,0xL, JZ5-8,0xL
mit Sechskantkopf und Dichtscheibe Ø22 mm

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Trapezbleche an Stb.-Bauteile:

Vorbemessung der Verbindungsmittel:

Die detaillierten Nachweise muss der Auftragnehmer erbringen.

gewählt : L-Winkel 120*80*8 mm kontinuierlich, langer Schenkel an Stb.-Bauteil befestigt.

JT3-12-5,5x40-E16 + ORKAN-Kalotte, e = 62 cm (in jeder zweiten Tiefsicke)

Für JT3-12-5,5x40-E16:

Länge L= 40,00 mm

Klemmdicke D= 11,00 mm

Bestellbezeichnung	Länge [mm]	Klemmdicke [mm]	VPE [Stück]	Preis/100 [EUR]	Artikelnummer	EAN
Dichtscheibe E16, Ø 16 mm						
JT3-12-5,5x40 E16	40	0–11	500		3595611311	4061245015187

Abmessungen:

Dicke des Trapezblechs D1= 1,25 mm

Dicke des Winkels D2= 8,00 mm

Derf= D1+D2 = 9,25 mm

≤ 11 cm

Nachweis:

Maximale Abhebende Last:

Montagezustand: System C abhebend Auflager 4 ist maßgebend.

e = 62 cm (in jeder zweiten Tiefsicke)

N_{Ed}= 1,70*0,62 = 1,05 kN

γ_M= 1,33

$N_{R,K}$= 6,20 kN

$N_{R,d}$= $N_{R,K}/\gamma_M$ = 4,66 kN

η= $\gamma_M * N_{Ed}/N_{R,d}$ = 0,30 < 1

Maximale Scherkraft:

Siehe Pos.10 System A Endzustand Auflagerkraft: Stütze 1

g_k= 1,40 kN/m

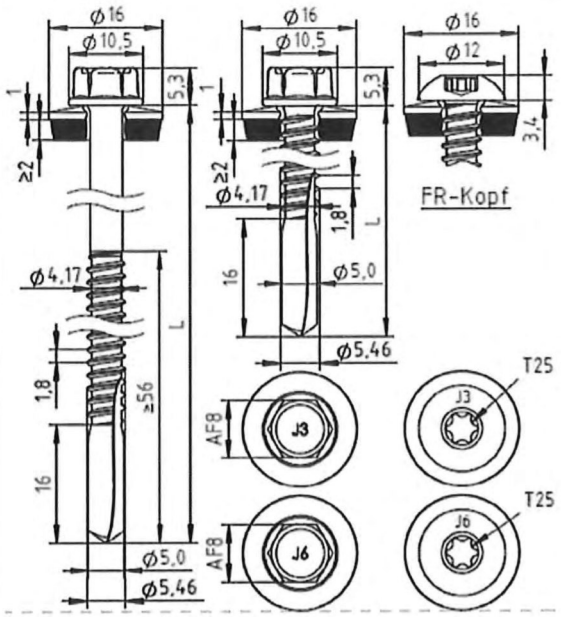
$q_{E,k}$= 2,8 kN/m

$q_{s,k}$= 2,00 kN/m

v_{Ed}= $1,35*g_k+1,5*(q_{E,k}+q_{s,k})$ = 9,09 kN/m

mEd= v_{Ed}*0,04 = 0,36 kNm/m

Deutsches Institut für Bautechnik DIBt



Material:

Schraube: nichtrostender Stahl (A2) – EN ISO 3506
nichtrostender Stahl (A4) – EN ISO 3506

Scheibe: nichtrostender Stahl (A2/A4) – EN ISO 3506
mit aufvulkanisierter EPDM-Dichtung

Bauteil I: S280GD bis S350GD – EN 10346

Bauteil II: S235 bis S355 – EN 10025-1
S280GD bis S350GD – EN 10346

Bohrleistung: $\Sigma(t_{N2} + t_{N,II}) \leq 13{,}0$ mm

Holz-Unterkonstruktionen:

keine Eigenschaften festgestellt

$t_{N,II}$ [mm]		3,00	4,00	5,00	6,00	8,00	10,0	12,0	—	—	—	—
$V_{R,k}$ [kN] für t_{N2} =	0,40	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	—	—	—	—
	0,50	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	—	—	—	—
	0,55	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	—	—	—	—
	0,60	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	—	—	—	—
	0,63	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	—	—	—	—
	0,75	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	—	—	—	—
	0,88	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	—	—	—	—
	1,00	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	—	—	—	—
$N_{R,k}$ [kN] für t_{N1} =	0,40	1,54*	1,54*	1,54*	1,54*	1,54*	1,54*	1,54*	—	—	—	—
	0,50	1,70*	1,70*	1,70*	1,70*	1,70*	1,70*	1,70*	—	—	—	—
	0,55	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	—	—	—	—
	0,60	2,25*	2,25*	2,25*	2,25*	2,25*	2,25*	2,25*	—	—	—	—
	0,63	2,40*	2,40*	2,40*	2,40*	2,40*	2,40*	2,40*	—	—	—	—
	0,75	3,00	3,10*	3,10*	3,10*	3,10*	3,10*	3,10*	—	—	—	—
	0,88	3,00	3,90*	3,90*	3,90*	3,90*	3,90*	3,90*	—	—	—	—
	1,00	3,00	4,70	4,70*	4,70*	4,70*	4,70*	4,70*	—	—	—	—
$N_{R,k,II}$ [kN]		3,00	4,70	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	—	—	—	—
max u [mm] für D_F =	40	14,0	7,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	—	—	—	—
	60	18,5	10,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	—	—	—	—
	80	22,0	12,5	11,0	10,0	10,0	10,0	10,0	—	—	—	—
	100	26,0	19,0	18,0	15,0	15,0	15,0	15,0	—	—	—	—
	120	29,0	22,5	20,0	18,0	18,0	18,0	18,0	—	—	—	—
	140	33,0	26,0	26,0	23,5	21,0	21,0	21,0	—	—	—	—
	≥ 160	33,0	26,0	23,5	21,0	21,0	21,0	21,0	—	—	—	—

- $N_{R,k,II}$: Auszugstragfähigkeit aus Bauteil II
- Bei t_{N2} aus S320GD oder S350GD dürfen die Werte $V_{R,k}$ um 8,3% erhöht werden.
- Bei t_{N1} aus S320GD oder S350GD dürfen die mit * gekennzeichneten Werte $N_{R,k}$ um 8,3% erhöht werden.

Schrauben zur Befestigung von Sandwichelementen

Anhang 19

Bohrschraube JT3-(FR-)12-5,5xL, JT6-(FR-)12-5,5xL
mit Sechskantkopf oder Rundkopf mit Torx®-Antrieb und Dichtscheibe Ø16 mm

als Prüfungsunterlage verwendet

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Für Anschluss Pos,10 an Stb.-Decke Pos.11 und an Ringbalken über Schachtwand Pos.30

gewählt : FAZ II Plus 10/10, h_{nom} = 54 cm, e = 50 cm an Stahlbeton

Bemmesung erfolgt nachfolgend mit der Bemessungssoftware Fischer

Für Anschluss an Stb.-Decke Pos.12 und an Außenwand

gewählt : FAZ II Plus 10/10, h_{nom} = 54 cm, e = 100 cm an Stahlbeton

Bemmesung erfolgt nachfolgend mit der Bemessungssoftware Fischer

Für Anschluss an Attika Innenhof

gewählt : FAZ II Plus 10/10, h_{nom} = 54 cm, e = 33 cm an Stahlbeton

Bemmesung erfolgt nachfolgend mit der Bemessungssoftware Fischer



www.fischer.de

Pos.10 TPZ an Ringbalken Pos.30 über Schachtwand
Pos.10 TPZ an Pos.11 analog

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Bolzenanker FAZ II Plus
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 10/10, galvanisch verzinkter Stahl
Rechnerische Verankerungstiefe	42 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-19/0520, Option 1, Erteilungsdatum 24.05.2023

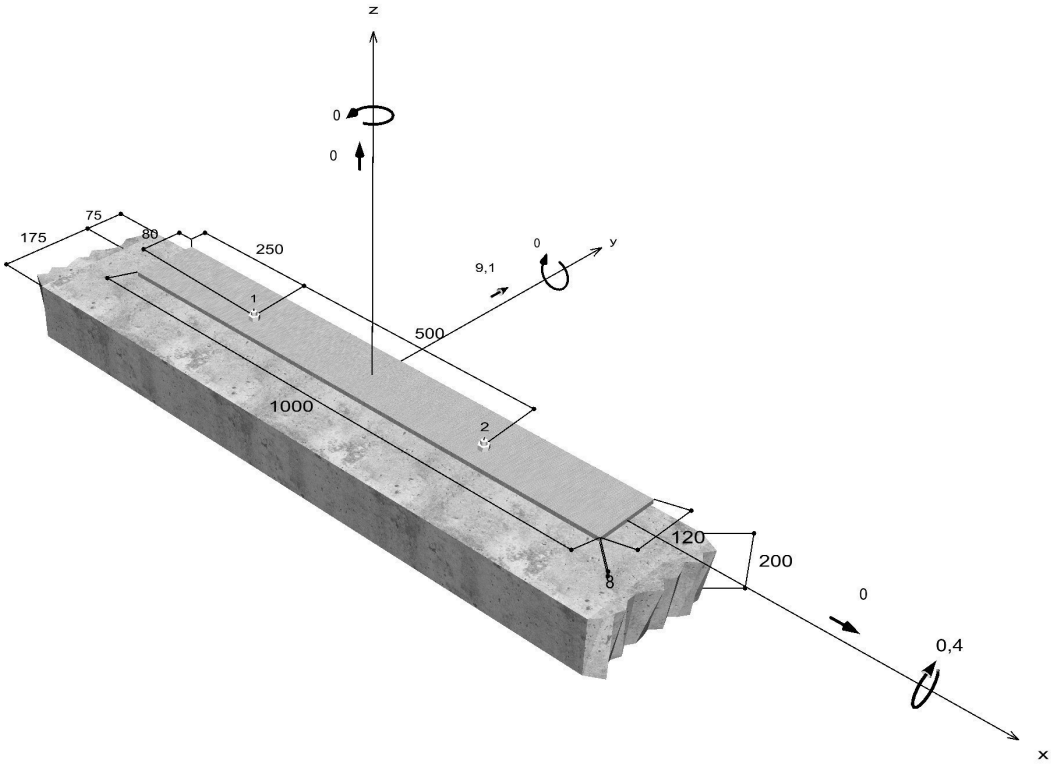


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium, Bismarckstraße 53, 46047 Oberhausen

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN 1992-4:2018 mechanische Befestigungselemente
Verankerungsgrund	C25/30, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	1.000 mm x 120 mm x 8 mm
Profiltyp	Kein Profil

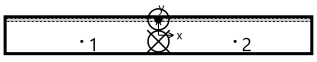
Bemessungslasten *)

#	N_{Ed} kN	$V_{Ed,x}$ kN	$V_{Ed,y}$ kN	$M_{Ed,x}$ kNm	$M_{Ed,y}$ kNm	$M_{T,Ed}$ kNm	Belastungsart
1	0,00	0,00	9,10	-0,40	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	2,79	4,55	0,00	4,55
2	2,79	4,55	0,00	4,55



Max. Betonstauchung : 0,04 ‰
Max. Betondruckspannung : 1,1 N/mm²
Resultierende Zugkraft : 5,58 kN , X/Y Position (0 / -20)
Resultierende Druckkraft : 5,58 kN , X/Y Position (0 / 52)

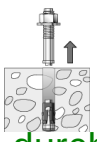
Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	2,79	23,36	11,9
Herausziehen *	2,79	9,71	28,8
Betonausbruch	2,79	6,99	**40,0**

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (\ N_{Rd,s}\ )$$



durch Vergleichsrechnung geprüft

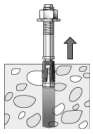
Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,s}$ %
32,70	1,40	23,36	2,79	11,9

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	11,9	1	$\beta_{N,s;1}$
2	11,9	2	$\beta_{N,s;2}$

Herausziehen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$



$N_{Rk,p}$ kN	Ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,p}$ %
14,56	1,120	1,50	9,71	2,79	28,8

Der Psi,c-Faktor wurde eventuell durch Interpolation ermittelt.

Anker-Nr.	$\beta_{N,p}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	28,8	1	$\beta_{N,p;1}$

Betonausbruch

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$



$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N} \qquad \text{Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c} = 10{,}48kN \cdot \frac{15.876mm^2}{15.876mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 10{,}48kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}7 \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(42mm\right)^{1,5} = 10{,}48kN \qquad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{75mm}{63mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \qquad \text{Gl. (7.5)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Longrightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.6)}$$

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{126mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{126mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1 \qquad \text{Gl. (7.7)}$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,c}$ %
10,48	1,50	6,99	2,79	40,0

Anker-Nr.	$\beta_{N,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	40,0	1	$\beta_{N,c;1}$
2	40,0	2	$\beta_{N,c;2}$

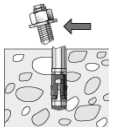
Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	4,55	20,96	21,7
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	4,55	18,16	25,0
Betonkantenbruch	4,55	5,61	**81,1**

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$



$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s} = 1{,}00 \cdot 26{,}20kN = 26{,}20kN$$

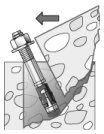
Gl. (7.35)/ (7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
26,20	1,25	20,96	4,55	21,7

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	21,7	1	$\beta_{Vs;1}$
2	21,7	2	$\beta_{Vs;2}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$



$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} = 2{,}6 \cdot 10{,}48kN = 27{,}25kN$$

Gl. (7.39a)

$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N}$$

Gl. (7.1)

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

$$N_{Rk,c} = 10{,}48kN \cdot \frac{15.876mm^2}{15.876mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 10{,}48kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}7 \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(42mm\right)^{1,5} = 10{,}48kN \qquad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{75mm}{63mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \qquad \text{Gl. (7.5)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Longrightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.6)}$$

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1 \qquad \text{Gl. (7.7)}$$

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
27,25	1,50	18,16	4,55	25,0

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	25,0	1	$\beta_{V,cp;1}$
2	25,0	2	$\beta_{V,cp;2}$

Betonkantenbruch



$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \qquad (V_{Rd,c})$$

$$V_{Rk,c} = V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V} \qquad \text{Gl. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c} = 8{,}42kN \cdot \frac{25.313mm^2}{25.313mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 8{,}42kN$$

$$V^0_{Rk,c} = k_9 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \qquad \text{Gl. (7.41)}$$

$$V^0_{Rk,c} = 1{,}7 \cdot \left(10mm\right)^{0,075} \cdot \left(42mm\right)^{0,067} \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(75mm\right)^{1,5} = 8{,}42kN$$

$$\alpha = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{l_f}{c_1}} = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{42mm}{75mm}} = 0{,}075 \qquad \beta = 0{,}1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2} = 0{,}1 \cdot \left(\frac{10mm}{75mm}\right)^{0,2} = 0{,}067 \qquad \text{Gl. (7.42/7.43)}$$

$$\Psi_{s,V} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c_2}{1{,}5c_1} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{113mm}{1{,}5 \cdot 75mm} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.45)}$$

$$\Psi_{h,V} = max\left(1;\ \sqrt{\frac{1{,}5c_1}{h}}\right) = max\left(1;\ \sqrt{\frac{1{,}5 \cdot 75mm}{200mm}}\right) = 1{,}000 \geq 1 \qquad \text{Gl. (7.46)}$$

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ \alpha_V\right)^2 + \left(0.5 \cdot sin\ \alpha_V\right)^2}} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ 0{,}0\right)^2 + \left(0.5 \cdot sin\ 0{,}0\right)^2}} = 1{,}000 \geq 1 \qquad \text{Gl. (7.48)}$$

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\frac{e_v}{c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 75mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.47)}$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

$\Psi_{re,V} = 1{,}000$

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,c}$ %
8,42	1,50	5,61	4,55	81,1

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	81,1	1	$\beta_{V,c;1}$
2	81,1	2	$\beta_{V,c;2}$

Ausnutzung für Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung βN %
Stahlversagen *	11,9
Herausziehen *	28,8
Betonausbruch	**40,0**

Querlasten	Ausnutzung βV %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	21,7
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	25,0
Betonkantenbruch	**81,1**

* Ungünstigster Anker

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

Ausnutzung Stahl

$$\beta_{N,s} = \beta_{N,s;1} = 0{,}12 \leq 1$$
$$\beta_{V,s} = \beta_{Vs;1} = 0{,}22 \leq 1$$
$$\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s;1}^2 + \beta_{Vs;1}^2 = 0{,}06 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.55)}$$

Ausnutzung Beton

$$\beta_{N,c} = \beta_{N,c;1} = 0{,}40 \leq 1$$
$$\beta_{V,c} = \beta_{V,c;1} = 0{,}81 \leq 1$$
$$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} = \beta_{N,c;1}^{1,5} + \beta_{V,c;1}^{1,5} = 0{,}98 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.56)}$$

Nachweis erfolgreich

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke — t = 8 mm

Profiltyp — Kein Profil

Technische Hinweise

durch Vergleichsrechnung geprüft

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.
Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.
Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen.
Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie
der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.
Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen fischer-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Das Bemessungsprogramm dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Eignung für eine bestimmte Anwendung. Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch das Bemessungsprogramm zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von fischer angebotene Updates des Bemessungsprogramms durchführen. Sofern Sie nicht die automatische Update-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die fischer Internetseite sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version des Bemessungsprogramms verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet fischer nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

durch Vergleichsrechnung
geprüft

Angaben zur Montage

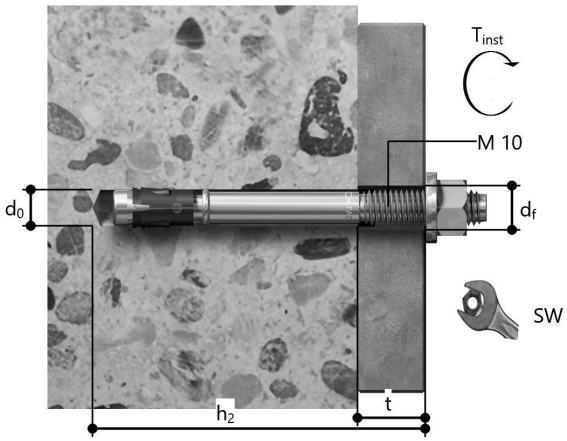
Anker

Ankersystem	**fischer Bolzenanker FAZ II Plus**	
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 10/10, galvanisch verzinkter Stahl	Art.-Nr. 564579
Zubehör	Handausbläser Groß ABG	Art.-Nr. 567792
	Quattric II 10/100/165	Art.-Nr. 549923



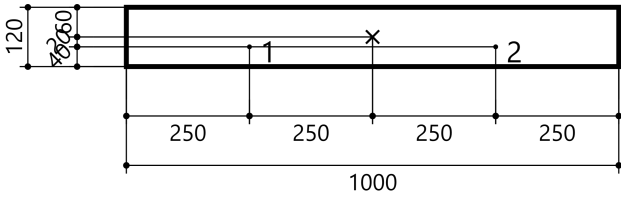
Montagedetails

Gewindegröße	M 10
Bohrlochdurchmesser	d_0 = 10 mm
Bohrlochtiefe	h_2 = 85 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	h_{ef} = 42 mm
Einbautiefe	h_{nom} = 54 mm
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	Bohrloch mit Handausbläser ausblasen. Die Montageanleitung sollte beachtet werden, wenn die Installation ohne Bohrlochreinigung erfolgt.
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Montagedrehmoment	T_{inst} = 45,0 Nm
Schlüsselweite SW	17 mm
Ankerplattendicke	t = 8 mm
Gesamte Befestigungsdicke	t_{fix} = 8 mm
Tfix,max	$t_{fix, max}$ = 28 mm



Ankerplattendetails

Material der Ankerplatte	Nicht verfügbar
Ankerplattendicke	t = 8 mm
Durchgangsloch im Anbauteil	d_f=12 mm



Anbauteil

Profiltyp	Kein Profil

Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	-250	-20
2	250	-20

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

www.fischer.de

Pos.10 TPZ an Pos.12
Pos.10 TPZ an Außenwand analog

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Bolzenanker FAZ II Plus
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 10/10, galvanisch verzinkter Stahl
Rechnerische Verankerungstiefe	42 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-19/0520, Option 1, Erteilungsdatum 24.05.2023



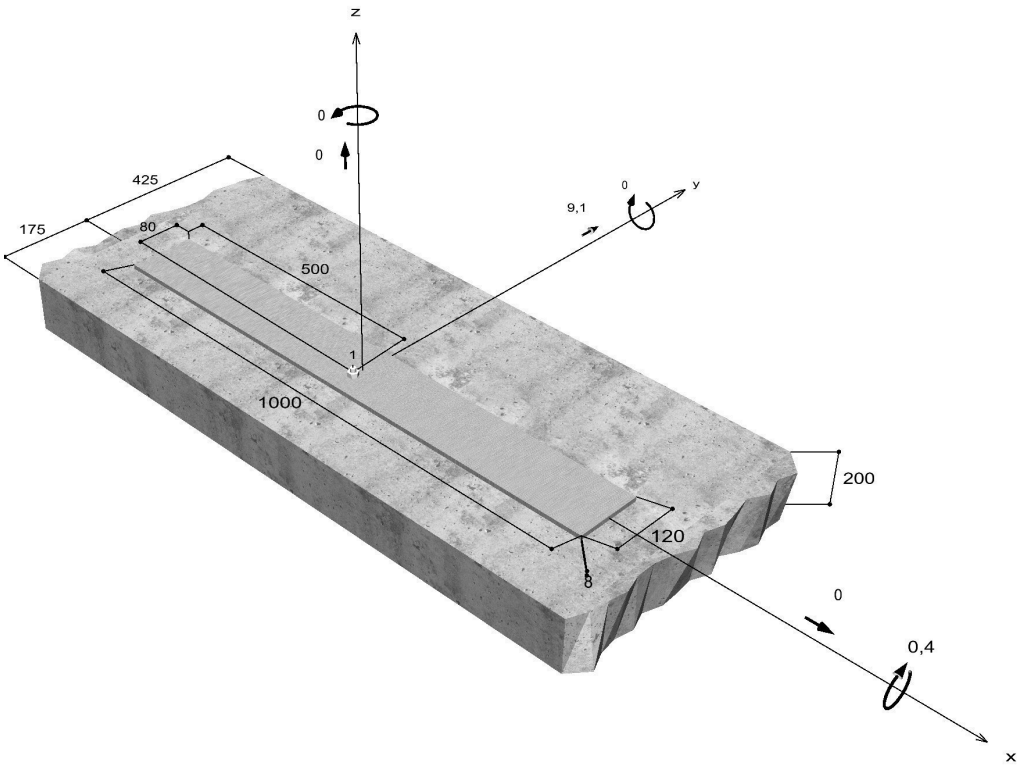
Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)

Statische Einwirkung



Nicht maßstabsgetreu

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN 1992-4:2018 mechanische Befestigungselemente
Verankerungsgrund	C25/30, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	1.000 mm x 120 mm x 8 mm
Profiltyp	Kein Profil

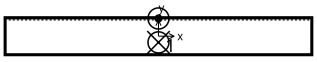
Bemessungslasten *)

#	N_{Ed} kN	$V_{Ed,x}$ kN	$V_{Ed,y}$ kN	$M_{Ed,x}$ kNm	$M_{Ed,y}$ kNm	$M_{T,Ed}$ kNm	Belastungsart
1	0,00	0,00	9,10	-0,40	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	5,16	9,10	0,00	9,10



Max. Betonstauchung : 0,04 ‰
Max. Betondruckspannung : 1,4 N/mm²
Resultierende Zugkraft : 5,16 kN , X/Y Position (0 / -20)
Resultierende Druckkraft : 5,16 kN , X/Y Position (0 / 58)

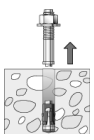
Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	5,16	23,36	22,1
Herausziehen *	5,16	9,71	53,2
Betonausbruch	5,16	6,99	**73,9**

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (\mathbf{N_{Rd,s}})$$



durch Vergleichsrechnung geprüft

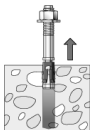
Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,s}$ %
32,70	1,40	23,36	5,16	22,1

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	22,1	1	$\beta_{N,s;1}$

Herausziehen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$



$N_{Rk,p}$ kN	Ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,p}$ %
14,56	1,120	1,50	9,71	5,16	53,2

Der Psi,c-Faktor wurde eventuell durch Interpolation ermittelt.

Anker-Nr.	$\beta_{N,p}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	53,2	1	$\beta_{N,p;1}$

Betonausbruch

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$



$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N} \qquad \text{Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c} = 10{,}48kN \cdot \frac{15.876mm^2}{15.876mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 10{,}48kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}7 \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(42mm\right)^{1,5} = 10{,}48kN \qquad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{175mm}{63mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \qquad \text{Gl. (7.5)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.6)}$$

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{126mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{126mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1 \qquad \text{Gl. (7.7)}$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,c}$ %
10,48	1,50	6,99	5,16	73,9

Anker-Nr.	$\beta_{N,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	73,9	1	$\beta_{N,c;1}$

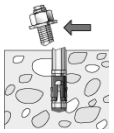
Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	9,10	20,96	43,4
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	9,10	18,16	**50,1**
Betonkantenbruch	9,10	35,67	25,5

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$



$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s} = 1{,}00 \cdot 26{,}20kN = 26{,}20kN$$

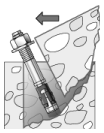
Gl. (7.35)/ (7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
26,20	1,25	20,96	9,10	43,4

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	43,4	1	$\beta_{Vs;1}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$



$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} = 2{,}6 \cdot 10{,}48kN = 27{,}25kN$$

Gl. (7.39a)

$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N}$$

Gl. (7.1)

$$N_{Rk,c} = 10{,}48kN \cdot \frac{15.876mm^2}{15.876mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 10{,}48kN$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}7 \cdot \sqrt{25{,}0 N/mm^2} \cdot \left(42mm\right)^{1,5} = 10{,}48kN$$ Gl. (7.2)

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{175mm}{63mm}\right) = 1{,}000 \le 1$$ Gl. (7.4)

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000$$ Gl. (7.5)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \le 1$$ Gl. (7.6)

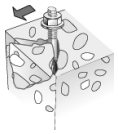
$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \ge 1$$ Gl. (7.7)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
27,25	1,50	18,16	9,10	50,1

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	50,1	1	$\beta_{V,cp;1}$

Betonkantenbruch

$$V_{Ed} \le \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,c})$$



$$V_{Rk,c} = V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V}$$ Gl. (7.40)

$$V_{Rk,c} = 95{,}53kN \cdot \frac{255.000mm^2}{812.813mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}785 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 53{,}51kN$$

$$V^0_{Rk,c} = k_9 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$$ Gl. (7.41)

$$V^0_{Rk,c} = 1{,}7 \cdot \left(10mm\right)^{0,031} \cdot \left(42mm\right)^{0,047} \cdot \sqrt{25{,}0 N/mm^2} \cdot \left(425mm\right)^{1,5} = 95{,}53kN$$

$$\alpha = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{l_f}{c_1}} = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{42mm}{425mm}} = 0{,}031 \qquad \beta = 0{,}1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2} = 0{,}1 \cdot \left(\frac{10mm}{425mm}\right)^{0,2} = 0{,}047$$ Gl. (7.42/7.43)

$$\Psi_{s,V} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c_2}{1{,}5 c_1} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{638mm}{1{,}5 \cdot 425mm} = 1{,}000 \le 1$$ Gl. (7.45)

$$\Psi_{h,V} = \sqrt{\frac{1{,}5 c_1}{h}} = \sqrt{\frac{1{,}5 \cdot 425mm}{200mm}} = 1{,}785 \ge 1$$ Gl. (7.46)

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ \alpha_V\right)^2 + \left(0.5 \cdot sin\ \alpha_V\right)^2}} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ 0{,}0\right)^2 + \left(0.5 \cdot sin\ 0{,}0\right)^2}} = 1{,}000 \ge 1$$ Gl. (7.48)

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\frac{e_n}{c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 425mm}} = 1{,}000 \le 1$$ Gl. (7.47)

$$\Psi_{re,V} = 1{,}000$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,c}$ %
53,51	1,50	35,67	9,10	25,5

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	25,5	1	$\beta_{V,c;1}$

Ausnutzung für Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung βN %
Stahlversagen *	22,1
Herausziehen *	53,2
Betonausbruch	**73,9**

Querlasten	Ausnutzung βV %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	43,4
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	**50,1**
Betonkantenbruch	25,5

* Ungünstigster Anker

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

Ausnutzung Stahl

$$\beta_{N,s} = \beta_{N,s;1} = 0{,}22 \leq 1$$
$$\beta_{V,s} = \beta_{Vs;1} = 0{,}43 \leq 1$$
$$\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s;1}^2 + \beta_{Vs;1}^2 = 0{,}24 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.55)}$$

Ausnutzung Beton

$$\beta_{N,c} = \beta_{N,c;1} = 0{,}74 \leq 1$$
$$\beta_{V,cp} = \beta_{V,cp;1} = 0{,}50 \leq 1$$
$$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} = \beta_{N,c;1}^{1,5} + \beta_{V,cp;1}^{1,5} = 0{,}99 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.56)}$$

Nachweis erfolgreich

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke — t = 8 mm

Profiltyp — Kein Profil

Technische Hinweise

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.
Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.
Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen.
Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie
der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.
Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen fischer-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Das Bemessungsprogramm dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Eignung für eine bestimmte Anwendung. Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch das Bemessungsprogramm zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von fischer angebotene Updates des Bemessungsprogramms durchführen. Sofern Sie nicht die automatische Update-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die fischer Internetseite sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version des Bemessungsprogramms verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet fischer nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

durch Vergleichsrechnung
geprüft

Angaben zur Montage

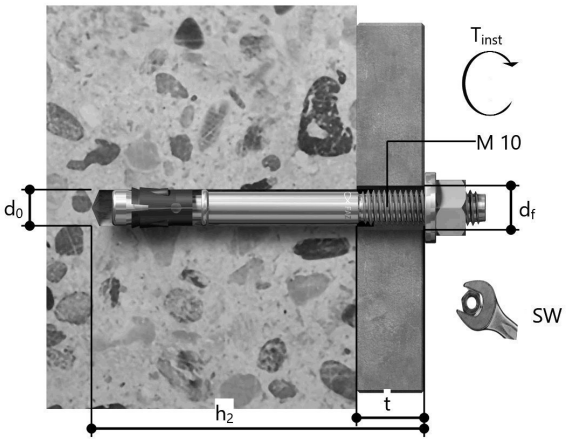
Anker

Ankersystem	**fischer Bolzenanker FAZ II Plus**	
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 10/10, galvanisch verzinkter Stahl	Art.-Nr. 564579
Zubehör	Handausbläser Groß ABG	Art.-Nr. 567792
	Quattric II 10/100/165	Art.-Nr. 549923



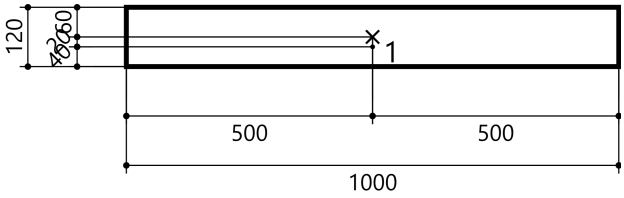
Montagedetails

Gewindegröße	M 10
Bohrlochdurchmesser	d_0 = 10 mm
Bohrlochtiefe	h_2 = 85 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	h_{ef} = 42 mm
Einbautiefe	h_{nom} = 54 mm
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	Bohrloch mit Handausbläser ausblasen. Die Montageanleitung sollte beachtet werden, wenn die Installation ohne Bohrlochreinigung erfolgt.
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Montagedrehmoment	T_{inst} = 45,0 Nm
Schlüsselweite SW	17 mm
Ankerplattendicke	t = 8 mm
Gesamte Befestigungsdicke	t_{fix} = 8 mm
Tfix,max	$t_{fix, max}$ = 28 mm



Ankerplattendetails

Material der Ankerplatte	Nicht verfügbar
Ankerplattendicke	t = 8 mm
Durchgangsloch im Anbauteil	d_f=12 mm



Anbauteil

Profiltyp	Kein Profil

Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	0	-20

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium, Bismarckstraße 53, 46047 Oberhausen

www.fischer.de

Pos.10 TPZ an Attika-Innenhof

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Bolzenanker FAZ II Plus
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 10/10, galvanisch verzinkter Stahl, mit Verfüllscheibe
Rechnerische Verankerungstiefe	40 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-19/0520, Option 1, Erteilungsdatum 24.05.2023

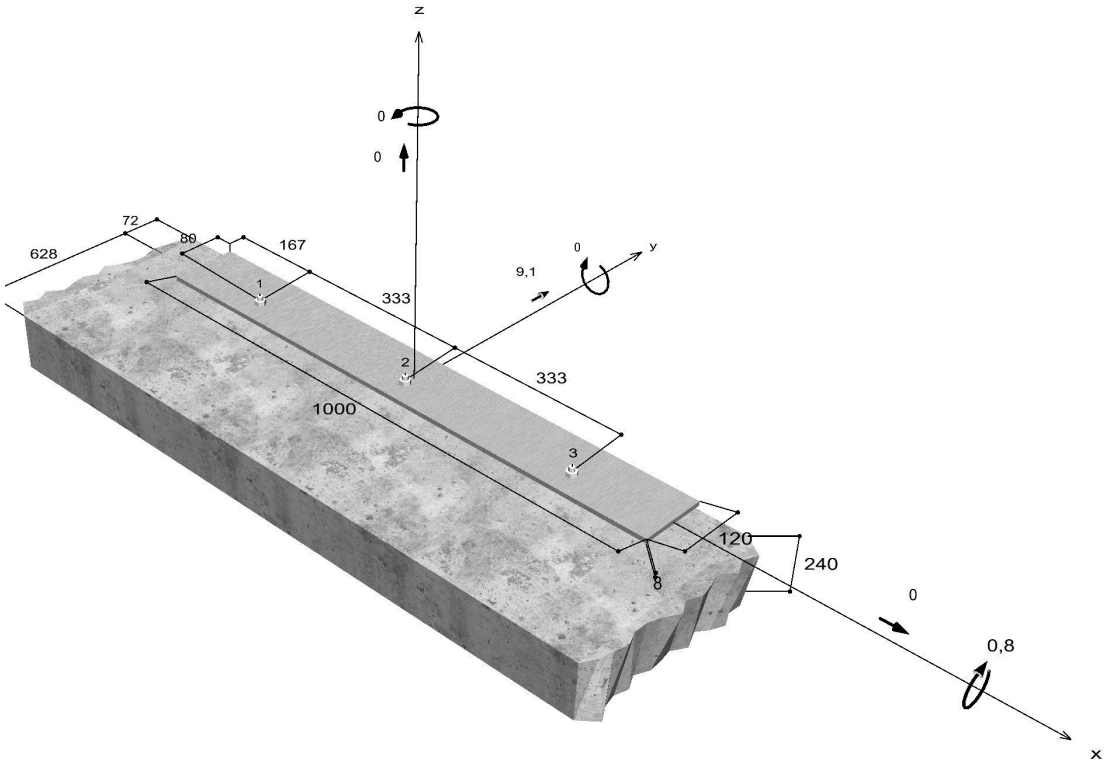


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN 1992-4:2018 mechanische Befestigungselemente
Verankerungsgrund	C25/30, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt verfüllt
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	1.000 mm x 120 mm x 8 mm
Profiltyp	Kein Profil

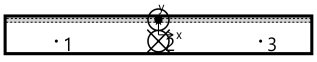
Bemessungslasten *)

#	N_{Ed} kN	$V_{Ed,x}$ kN	$V_{Ed,y}$ kN	$M_{Ed,x}$ kNm	$M_{Ed,y}$ kNm	$M_{T,Ed}$ kNm	Belastungsart
1	0,00	0,00	9,10	-0,80	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	3,92	3,03	0,00	3,03
2	3,92	3,03	0,00	3,03
3	3,92	3,03	0,00	3,03



Max. Betonstauchung : 0,06 ‰
Max. Betondruckspannung : 2,0 N/mm²
Resultierende Zugkraft : 11,75 kN , X/Y Position (0 / -20)
Resultierende Druckkraft : 11,75 kN , X/Y Position (0 / 48)

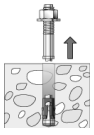
Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	3,92	23,36	16,8
Herausziehen *	3,92	9,71	40,4
Betonausbruch	3,92	6,49	**60,3**

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (\mathbf{N_{Rd,s}})$$

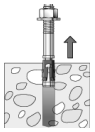


$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,s}$ %
32,70	1,40	23,36	3,92	16,8

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	16,8	1	$\beta_{N,s;1}$
2	16,8	2	$\beta_{N,s;2}$
3	16,8	3	$\beta_{N,s;3}$

Herausziehen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$



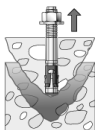
$N_{Rk,p}$ kN	Ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,p}$ %
14,56	1,120	1,50	9,71	3,92	40,4

Der Psi,c-Faktor wurde eventuell durch Interpolation ermittelt.

Anker-Nr.	$\beta_{N,p}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2, 3	40,4	1	$\beta_{N,p;1}$

Betonausbruch

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$



$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N} \qquad \text{Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c} = 9{,}74kN \cdot \frac{14.400mm^2}{14.400mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 9{,}74kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}7 \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(40mm\right)^{1,5} = 9{,}74kN \qquad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{72mm}{60mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \qquad \text{Gl. (7.5)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.6)}$$

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{120mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{120mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1 \qquad \text{Gl. (7.7)}$$

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,c}$ %
9,74	1,50	6,49	3,92	60,3

Anker-Nr.	$\beta_{N,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	60,3	1	$\beta_{N,c;1}$
2	60,3	2	$\beta_{N,c;2}$
3	60,3	3	$\beta_{N,c;3}$

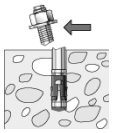
Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	3,03	21,84	13,9
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	3,03	16,88	18,0
Betonkantenbruch	3,03	5,27	**57,6**

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$$ **($V_{Rd,s}$)**



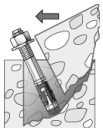
$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s} = 1{,}00 \cdot 27{,}30kN = 27{,}30kN$$ Gl. (7.35)/ (7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
27,30	1,25	21,84	3,03	13,9

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	13,9	1	$\beta_{Vs;1}$
2	13,9	2	$\beta_{Vs;2}$
3	13,9	3	$\beta_{Vs;3}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}}$$ **($V_{Rd,cp}$)**



$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} = 2{,}6 \cdot 9{,}74kN = 25{,}32kN$$ Gl. (7.39a)

$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N}$$ Gl. (7.1)

durch Vergleichsrechnung geprüft

$$N_{Rk,c} = 9{,}74kN \cdot \frac{14.400mm^2}{14.400mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 9{,}74kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}7 \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(40mm\right)^{1,5} = 9{,}74kN \quad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{72mm}{60mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \quad \text{Gl. (7.5)}$$

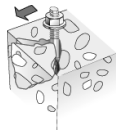
$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.6)}$$

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.7)}$$

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
25,32	1,50	16,88	3,03	18,0

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	18,0	1	$\beta_{V,cp;1}$
2	18,0	2	$\beta_{V,cp;2}$
3	18,0	3	$\beta_{V,cp;3}$

Betonkantenbruch



$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,c})$$

$$V_{Rk,c} = V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V} \quad \text{Gl. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c} = 7{,}90kN \cdot \frac{23.328mm^2}{23.328mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 7{,}90kN$$

$$V^0_{Rk,c} = k_9 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{Gl. (7.41)}$$

$$V^0_{Rk,c} = 1{,}7 \cdot \left(10mm\right)^{0,075} \cdot \left(40mm\right)^{0,067} \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(72mm\right)^{1,5} = 7{,}90kN$$

$$\alpha = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{l_f}{c_1}} = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{40mm}{72mm}} = 0{,}075 \qquad \beta = 0{,}1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2} = 0{,}1 \cdot \left(\frac{10mm}{72mm}\right)^{0,2} = 0{,}067 \quad \text{Gl. (7.42/7.43)}$$

$$\Psi_{s,V} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c_2}{1{,}5c_1} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{108mm}{1{,}5 \cdot 72mm} = 1{,}000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.45)}$$

$$\Psi_{h,V} = max\left(1;\ \sqrt{\frac{1{,}5c_1}{h}}\right) = max\left(1;\ \sqrt{\frac{1{,}5 \cdot 72mm}{240mm}}\right) = 1{,}000 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.46)}$$

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ \alpha_V\right)^2 + \left(0.5 \cdot sin\ \alpha_V\right)^2}} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ 0{,}0\right)^2 + \left(0.5 \cdot sin\ 0{,}0\right)^2}} = 1{,}000 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.48)}$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1+\frac{2}{3}\frac{e_v}{c_1}} = \frac{1}{1+\frac{2}{3}\cdot\frac{0mm}{72mm}} = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.47)

$$\Psi_{re,V} = 1{,}000$$

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,c}$ %
7,90	1,50	5,27	3,03	57,6

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	57,6	1	$\beta_{V,c;1}$
2	57,6	2	$\beta_{V,c;2}$
3	57,6	3	$\beta_{V,c;3}$

Ausnutzung für Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung βN %
Stahlversagen *	16,8
Herausziehen *	40,4
Betonausbruch	**60,3**

Querlasten	Ausnutzung βV %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	13,9
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	18,0
Betonkantenbruch	**57,6**

* Ungünstigster Anker

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

Ausnutzung Stahl

$$\beta_{N,s} = \beta_{N,s;1} = 0{,}17 \leq 1$$
$$\beta_{V,s} = \beta_{Vs;1} = 0{,}14 \leq 1$$
$$\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s;1}^2 + \beta_{Vs;1}^2 = 0{,}05 \leq 1$$ Gl. (7.55)

Ausnutzung Beton

$$\beta_{N,c} = \beta_{N,c;1} = 0{,}60 \leq 1$$
$$\beta_{V,c} = \beta_{V,c;1} = 0{,}58 \leq 1$$
$$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} = \beta_{N,c;1}^{1,5} + \beta_{V,c;1}^{1,5} = 0{,}91 \leq 1$$ Gl. (7.56)

Nachweis erfolgreich

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke t = 8 mm

Profiltyp Kein Profil

Technische Hinweise

durch Vergleichsrechnung geprüft

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.
Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

Während der Bemessung wurden die folgenden Hinweise und Warnungen ausgegeben:

• Füllscheibe erforderlich

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen.
Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie
der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.
Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen fischer-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Das Bemessungsprogramm dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Eignung für eine bestimmte Anwendung. Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch das Bemessungsprogramm zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von fischer angebotene Updates des Bemessungsprogramms durchführen. Sofern Sie nicht die automatische Update-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die fischer Internetseite sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version des Bemessungsprogramms verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet fischer nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

durch Vergleichsrechnung
geprüft

Angaben zur Montage

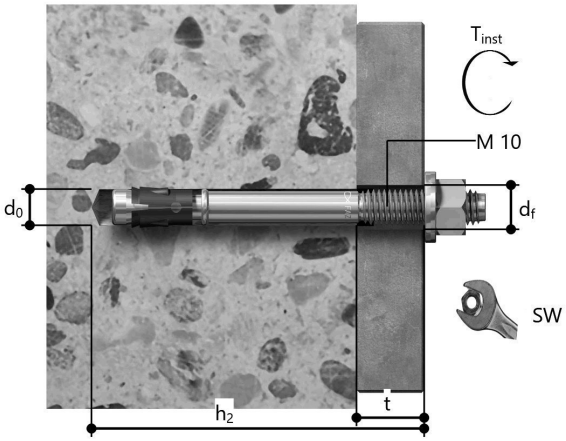
Anker

Ankersystem	**fischer Bolzenanker FAZ II Plus**	
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 10/10, galvanisch verzinkter Stahl, mit Verfüllscheibe	Art.-Nr. 564579
Zubehör	FFD 26x12x6	Art.-Nr. 538458
	Handausbläser Groß ABG	Art.-Nr. 567792
	Quattric II 10/100/165	Art.-Nr. 549923
	Die Bemessung wurde unter Verwendung einer Füllscheibe durchgeführt. Die Scheibe gewährleistet, dass der Ringspalt zwischen Platte und Anker verfüllt ist. Somit ist gewährleistet, dass die Querlasten gleichmäßig auf alle Anker übertragen werden.	



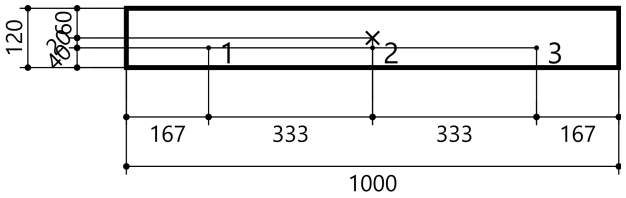
Montagedetails

Gewindegröße	M 10
Bohrlochdurchmesser	d_0 = 10 mm
Bohrlochtiefe	h_2 = 85 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	h_{ef} = 40 mm
Einbautiefe	h_{nom} = 52 mm
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	Bohrloch mit Handausbläser ausblasen. Die Montageanleitung sollte beachtet werden, wenn die Installation ohne Bohrlochreinigung erfolgt.
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt verfüllt
Montagedrehmoment	T_{inst} = 45,0 Nm
Schlüsselweite SW	17 mm
Ankerplattendicke	t = 8 mm
Gesamte Befestigungsdicke	t_{fix} = 14 mm
Tfix,max	$t_{fix, max}$ = 30 mm



Ankerplattendetails

Material der Ankerplatte	Nicht verfügbar
Ankerplattendicke	t = 8 mm
Durchgangsloch im Anbauteil	d_f=12 mm



Anbauteil

Profiltyp	Kein Profil

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	-333	-20
2	0	-20
3	333	-20

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.11 und Pos.12 Stb.- Decken und Unterzüge

Nachfolgend werden die Stahlbetondecken vom Dachgeschoss (2.OG) sowie Unter- und Überzüge der Geschossdecken statisch nachgewiesen. Die Decken werden mit der EDV-Anwendung InfoCAD von Infograph überwiegend mithilfe der Finite-Elemente-Methode statisch bemessen.

Der Deckenstatik liegen die Lastannahmen, siehe Kapitel 2 Lastannahmen, zugrunde.

Bei der Bemessung der Decken mit der FE-Methode ist die Lastweiterleitung (=LWL) ein wesentlicher Bestandteil. Durch einen Lastfallimport werden EDV intern die Auflagerreaktionen der aufstehenden Deckenpositionen als Einzellasten in entsprechender Lage im Grundriss berücksichtigt. Lasten aus den aufstehenden Geschossen, die nicht direkt über vertikale Bauteile abgetragen werden, müssen über die darunterliegende Geschossdecke und/oder Stabtragwerke, wie z.B. Unterzüge, abgefangen werden und sind in der Biegebemessung der Decke als aufstehende Lasten berücksichtigt.

Materialeigenschaften

Dachgeschossdecke über dem 2.OG:

Beton	C25/30 oben: XC3, W0
	unten: XC1, W0
Betonstahl	B500A für Stabstahl
Betondeckung	$c_{v,oben/seitlich}$ = 3,5 cm
	$c_{v,unten}$ = 3,0 cm

Systemwerte

Bei der Berechnung der Decken als FE-Modell werden für die Lagerbedingungen folgende Federsteifigkeiten angesetzt:

Federsteifigkeiten der Wände

Die Federsteifigkeiten für die lastabtragenden Wände werden aufgrund der Möglichkeit verträglicher Lastumlagerungskapazitäten und zur Reduzierung von Singularitäten infolge Schubbeanspruchung in der FE-Berechnung wie folgt idealisiert:

Wand Stahlbeton C25/30, t = 20 cm, h = 3,7 m

Senkfedersteifigkeit in z Richtung:

c = 31000*0,2/3,7 = 1676 MN/m²

gewählt: c=1700 MN/m^2

Für Außenwände: Drehfedersteifigkeit in x Richtung

$I = 0{,}2^3 * \frac{1}{12}$ = 0,0007 m³

C_φ= 3*31000*I/3,7 = 18 MN/m²

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mauerwerk KS 12/DM RDK 2,0, t = 24 cm, h = 3,7 m

Senkfedersteifigkeit in z Richtung:

E =	7*950	= 6650 MN/m²
c =	E*0,24/3,7	= 431 MN/m²

gewählt: c=400 MN/m^2

Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite bei Decken

Die Ermittlung der Mindestbewehrung zur Rissbreitenbegrenzung erfolgt für den inneren Zwang im Bauteil selbst durch Abfließen der Hydratationswärme im frühen Betonalter von 3 bis 5 Tagen. Der Rechenwert der effektiven Betonzugfestigkeit $f_{ct,eff}$ des jungen Betons zum Zeitpunkt der Rissbildung wird gemäß Tabelle 7 des DBV-Merkblatts „Begrenzung der Rissbildung im Stahlbetonbau“ (Stand Mai 2016) für übliche Betone in Abhängigkeit der Bauteildicke d und einer mittleren Druckfestigkeitsentwicklung von r < 0,5 wie folgt angenommen:

Bauteildicke d ≤ 30 cm fct,eff = 0,65 x fctm

Die Einflüsse aus dem späten Zwang sind im Endzustand durch vollständig, wärmedämmtechnisch isolierte Bauteile konstruktionsbedingt auf ein verträgliches Minimum reduziert und können vernachlässigt werden.
Die vorgenannten Annahmen gelten ausschließlich in Verbindung mit einer normgerechten Betonausführung insbesondere Nachbehandlung nach DIN 1045-3.

Zusammenfassung der gewählten Mindestbewehrung

Obere Grundbewehrung (1. Lage) (XC3)

Die Rissbreite der oberen Seite der Dachdecke wird auf w_k = 0,3 mm, gemäß der Expositionsklasse XC3 über den Ansatz einer Mindestbewehrung in Abhängigkeit der Bauteildicke begrenzt.

über 2.OG Pos. 11	h = 28 cm:	Stabstahl # ø12 mm / 12,5 cm
		⇒ 9,05 cm²/m kreuzweise obener Lage
über 2.OG Pos. 12	h = 22 cm:	Stabstahl # ø10mm / 12,5 cm
		⇒ 6,28 cm²/m kreuzweise obener Lage

Untere Grundbewehrung (2. Lage) (XC1)

Die Rissbreite der unteren Seite der Dachdecke wird auf w_k = 0,4 mm begrenzt, gemäß der Expositionsklasse XC1 über den Ansatz einer Mindestbewehrung in Abhängigkeit von der Bauteildicke.

über 2.OG Pos. 11	h = 28 cm:	Stabstahl # ø10mm / 12,5 cm
		⇒ 6,28 cm²/m kreuzweise unterer Lage
über 2.OG Pos. 12	h = 22 cm:	Matte Q524A
		⇒ 5,24 cm²/m kreuzweise unterer Lage

Die Berechnung der erf. Bewehrung zur Rissbreitenbegrenzung erfolgt stets vorangestellt zur FE-Deckenstatik der Einzelnachweise der statischen Positionen.
Etwaige Abweichungen der Beton- bzw. Bewehrungswahl sowie statische Bewehrungszulagen sind den Einzelnachweisen der statischen Positionen zu entnehmen.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 11 - Stb.-Decke über 2.OG

C25/30 XC3 W0 h = 28 cm

System:

FEM-Platte, siehe InfoGraph-Ausdruck

Die Deckenplatte wird mit der Eigenlast, Ausbaulast, Schnee- und Windlast belastet.

(siehe Kapitel 2 Lastannahmen)

Mitwirkende Plattenbreite:

Unterzug Stahlbeton C25/30, 20/68,5 cm

$b_{eff} = 0{,}2 * b_i + 0{,}1 * l_0 \leq 0{,}2 * l_0$

$= 0{,}2 * 3{,}2 + 0{,}1 * 2{,}5 \leq 0{,}2 * 2*0{,}85$

$= 0{,}89 \text{ m} \leq 0{,}34 \text{ m}$

gewählt: 0,3 m

Belastung:

ständig:

Eigengewicht:

Eigengewicht (programmintern berücksichtigt) $g_{k,Eg} = 0{,}28*25$ = 7,00 kN/m²

Ausbaulast ständig (aus WD und Abdichtung, Abhangdecke):

Ausbaulast $g_{k,A,ständig}$ = 0,60 kN/m²

Abdeckung von Dach-Durchbruch:

Abdeckung 2,0 m * 1,4 m; Loch 2,0m * 1,4 m

aus Loch $g_{k,L}$ = 1,5*2,00*1,4/(2*(2,00+1,4)) = 0,62 kN/m

Die Wand und der Unterzug in den Achsen 4 tragen ebenfalls die Last des **Trapezblech**. Die Lasten werden hier als Linienlast berücksichtigt.

Siehe Pos.10 System A

Eigengewicht $g_{k,Eg}$ = 1,40 kN/m

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Eigengewicht Attika-Außenwand + Fassaden-Außenwand:

Eigengewicht Attika-Außenwand:

gk=	0,2*(2,1-0,685)*25	=	7,08 kN/m

Eigengewicht Fassaden-Außenwand:

gk=	2,1*2,5	=	5,25 kN/m
gk=	7,08+5,25	=	12,33 kN/m

veränderlich:

Ausbaulast veränderlich aus Dachbegrünung und PV-Anlage:

Ausbaulast $g_{k,A,veränd.}$=	1,2+0,3	=	1,50 kN/m²

S+W:

Schnee- + Windlast $q_{k,s}$ = 1,00 kN/m²

S+W auf Abdeckung über Loch:

Abdeckung 2,0 m * 1,4 m; Loch 2,0m * 1,4 m

aus Loch (Treppen) $q_{k,L}$ =	2,0*1,40*$q_{k,s}$/(2*(2,00+1,4))	=	0,41 kN/m

Linienlasten aus Trapezblech

Siehe Pos.10 System A

Ausbaulast veränderlich:

Ausbaulast $g_{k,A,veränd}$ = 2,80 kN/m

S+W:

Schnee- + Windlast $q_{k,s}$= 2,00 kN/m

Bemessung:

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem FEM-Programm InfoGraph

Bewehrung:

Grundbewehrung:

Ø12–12,5 cm oberer Lage

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC3 mit w_{max} = 0,3 mm siehe folgende Seite

Ø10–12,5 cm unterer Lage

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC1 mit w_{max} = 0,4 mm siehe folgende Seite

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

Anforderungen

Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,30 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 28,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C25/30
Betondeckung c: 3,5 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 12,0 mm (Betonrippenstahl)

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}65 \cdot f_{ctm}$ = 1,69 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 11,00 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk}$ (NA.7.5.1)

mit k = 0,80 $f_{ct,eff}$ = 1,69 N/mm² $A_{c,eff}$ = 1100,0 cm²
A_{ct} = 1400,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9$ (NA.7.5.2)
$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}58 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 12{,}0 \text{ mm} / 0{,}58 = 20{,}59 \text{ mm}$
$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / d_s^*)} = 225{,}17$ N/mm² nach Tabelle 7.2DE
$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 8{,}26 \text{ cm}^2 \geq 3{,}79 \text{ cm}^2$

$A_{s,min}$ = 8,26 cm² je Lage

durch Vergleichsrechnung geprüft

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

Anforderungen

Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,40 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 28,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C25/30
Betondeckung c: 3,0 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}65 \cdot f_{ctm}$ = 1,69 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 9,80 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit k = 0,80 $f_{ct,eff}$ = 1,69 N/mm² $A_{c,eff}$ = 980,0 cm²
A_{ct} = 1400,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9$ (NA.7.5.2)
$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}58 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 10{,}0 \text{ mm} / 0{,}58 = 17{,}16 \text{ mm}$
$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / d_s^*)} = 284{,}82 \text{ N/mm²}$ nach Tabelle 7.2DE
$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 5{,}81 \text{ cm²} \geq 3{,}79 \text{ cm²}$

$A_{s,min}$ = 5,81 cm² je Lage

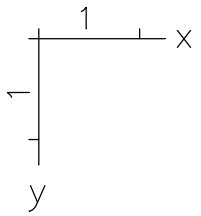
durch Vergleichsrechnung geprüft

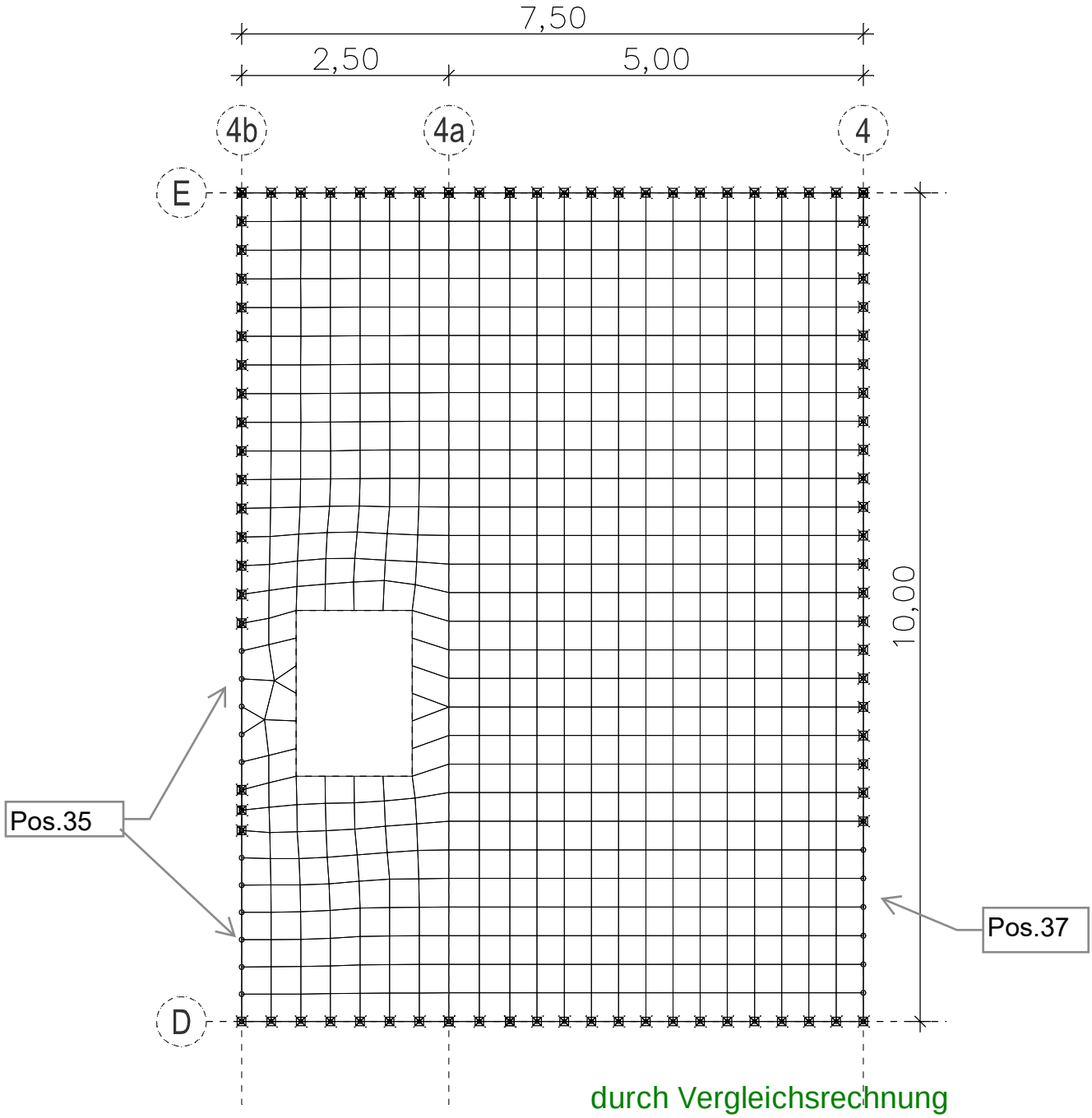
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:75





durch Vergleichsrechnung geprüft

Der TGA-Schacht in Achse 4' wurde hier nicht berücksichtigt, da die endgültigen Abmessungen noch nicht feststehen.

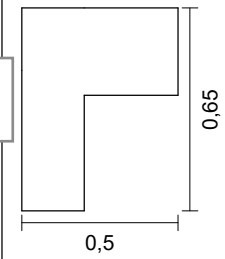
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke 28cm M = 1:

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

Querschnittswerte

1	Fläche	Decke 28cm Elementdicke [m] dz = 0,2800 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
2	Polygon  	UZ 20/65 Schwerpunkt [m] ys = 0,198 zs = 0,252 Fläche [m²] A = 2,1400e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 6,8723e-03 I1 = 8,2616e-03 Iz = 4,2526e-03 I2 = 2,8633e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 30,484 Iyz = -2,3600e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

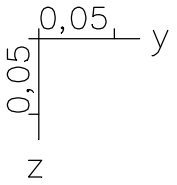
Pos.35
Pos.37

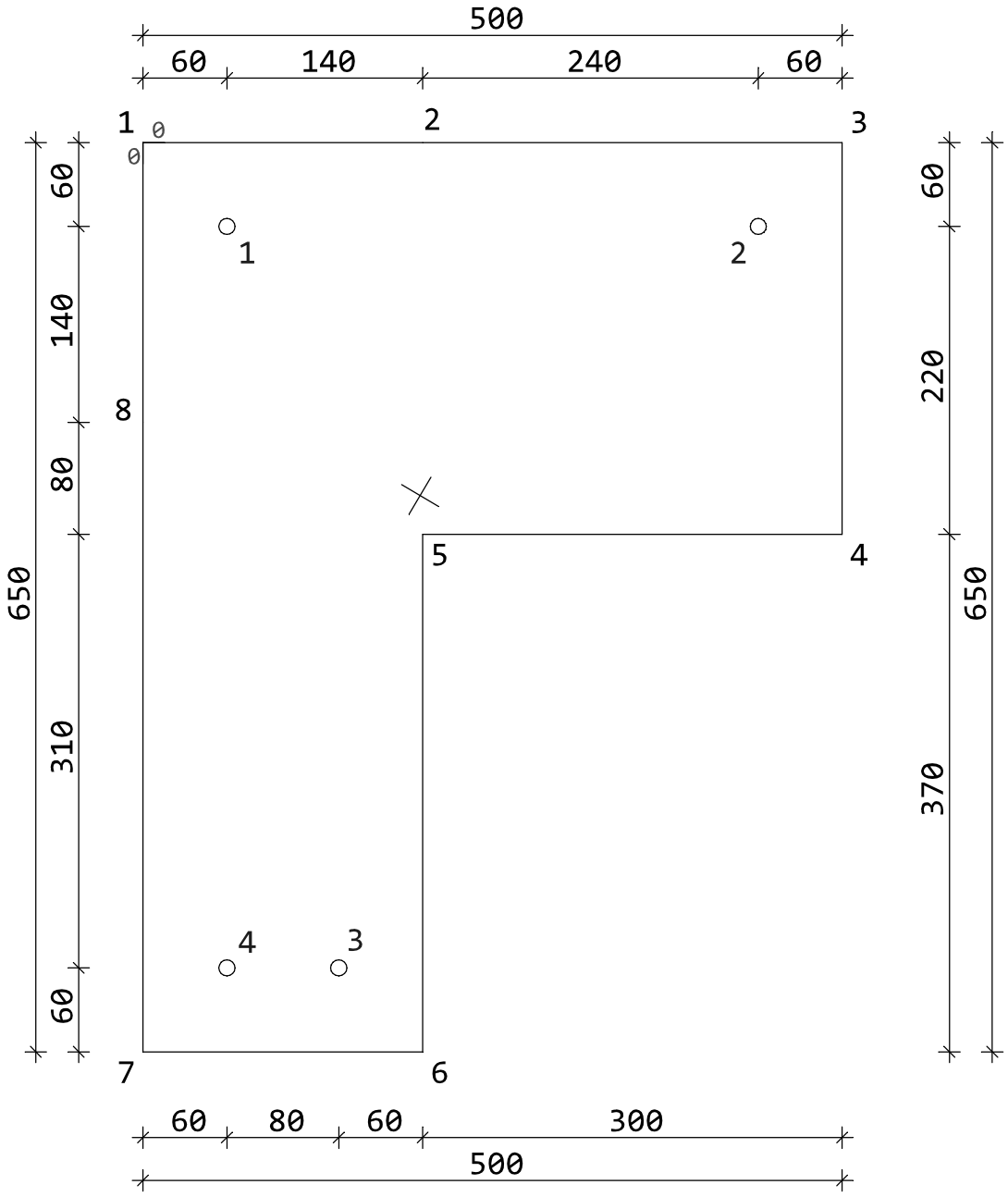
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke 28cm

M = 1:5





Ys =	0,19813 m	Zs=	0,25238 m
Iy =	6,87232e-03 m4	Iz=	4,25259e-03 m4
I1 =	8,26163e-03 m4	I2=	2,86327e-03 m4
Phi=	30,48449 Grad	A =	0,214000 m²

Querschnittspolygon 2 - UZ 20/65 [mm]

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke 28cm M = 1:

Linienlager

	Bezeichnung	'F' = Fest, '-' = Frei oder Federsteifigkeit [MN/m²] bzw. [MNm/m]						Zug-ausfall
		ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z	
1	Stb.- Wand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
2	Stb.- Wand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
3	Stb.- Wand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
4	Stb.- Wand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
5	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
6	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
7	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
8	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
9	Stb.- Wand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z

Lastfall-Bezeichnung

	Lastfall	Bezeichnungstext
1	1	Eigengewicht gk
2	2	Ausbaulast gk
3	3	gk,Attika + Fassade
4	5	S+W sk
5	6	Gründach + PV qk,1
6	10	LWL Gk
7	11	LWL Qk
8	12	GZG gk+0,2*sk+qk(Kat.E)

Lastgruppen

	Berechnungstheorie	Vorverformung	Eigengewicht gk	Ausbaulast gk	gk,Attika + Fassade	S+W sk	Gründach + PV qk,1
LF-Nr. Lastgruppe	-	-	LF 1	LF 2	LF 3	LF 5	LF 6
10 : LWL Gk	1.		1	1	1		
11 : LWL Qk	1.					1	1
12 : GZG gk+0,2*sk+qk(Kat.E)	1.		1	1	1	0,2	1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

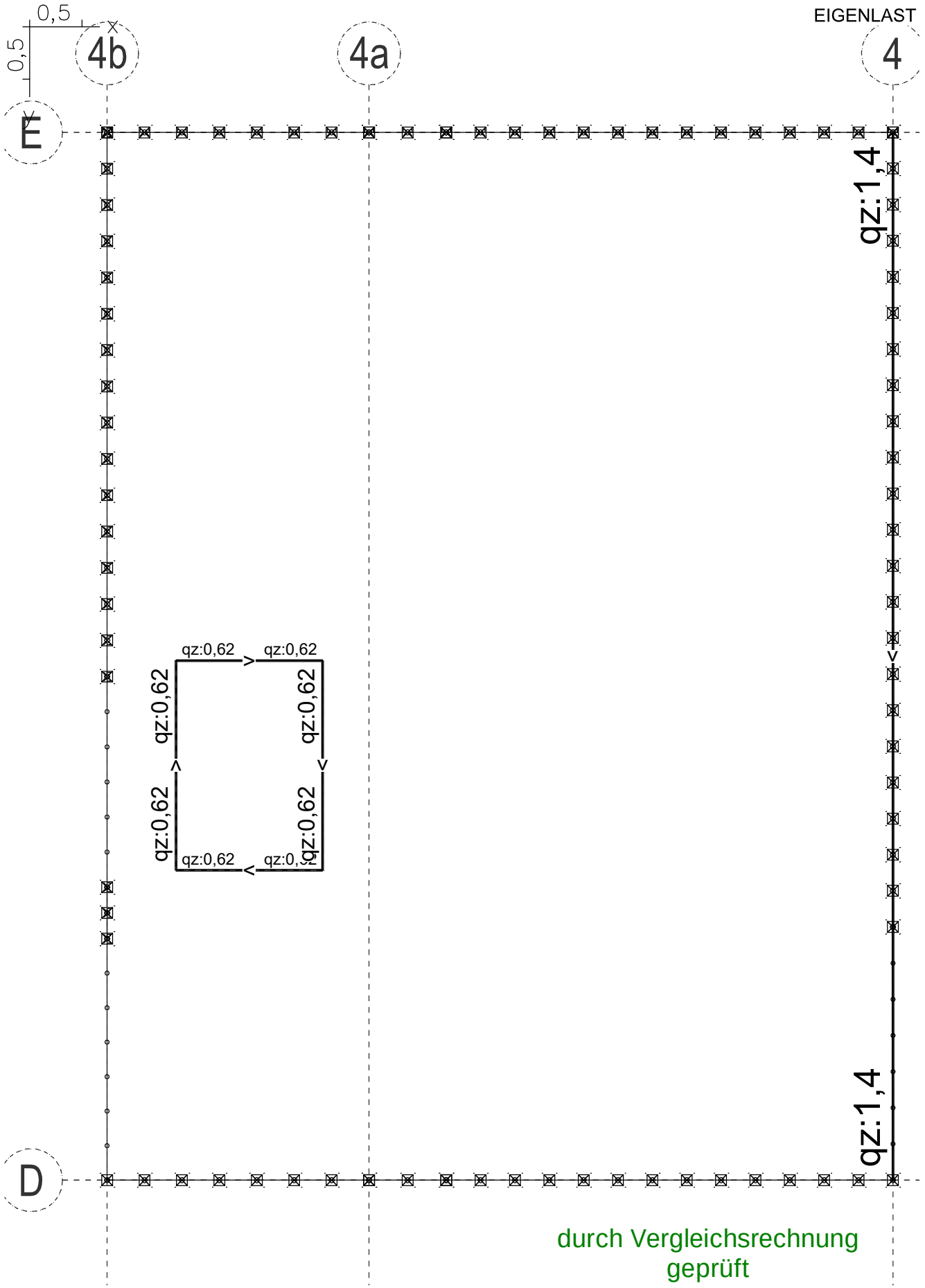
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50

EIGENLAST



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 1: Belastung, Eigengewicht gk

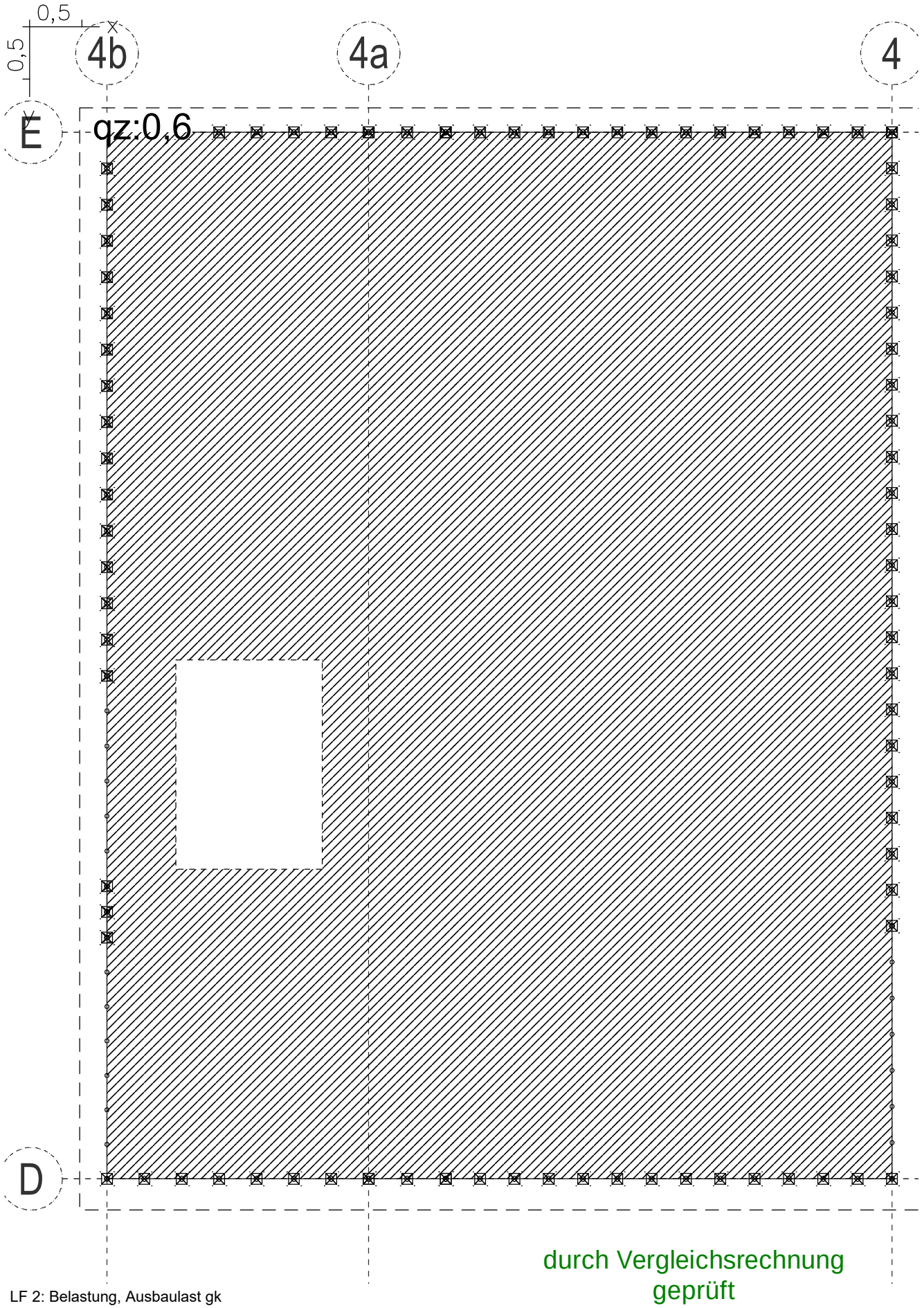
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 2: Belastung, Ausbaulast gk

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

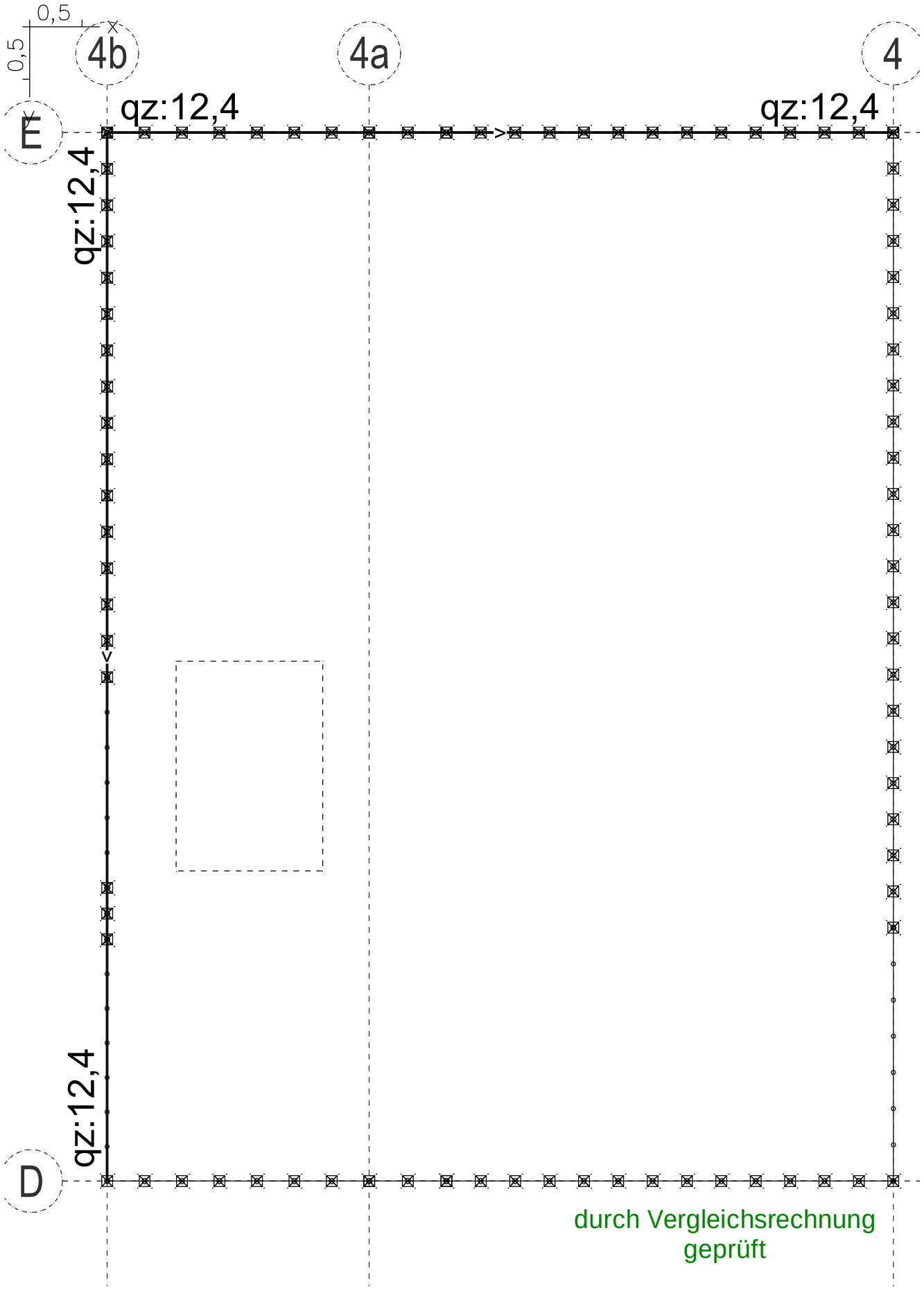
Pos.11 Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



LF 3: Belastung, gk,Attika + Fassade

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

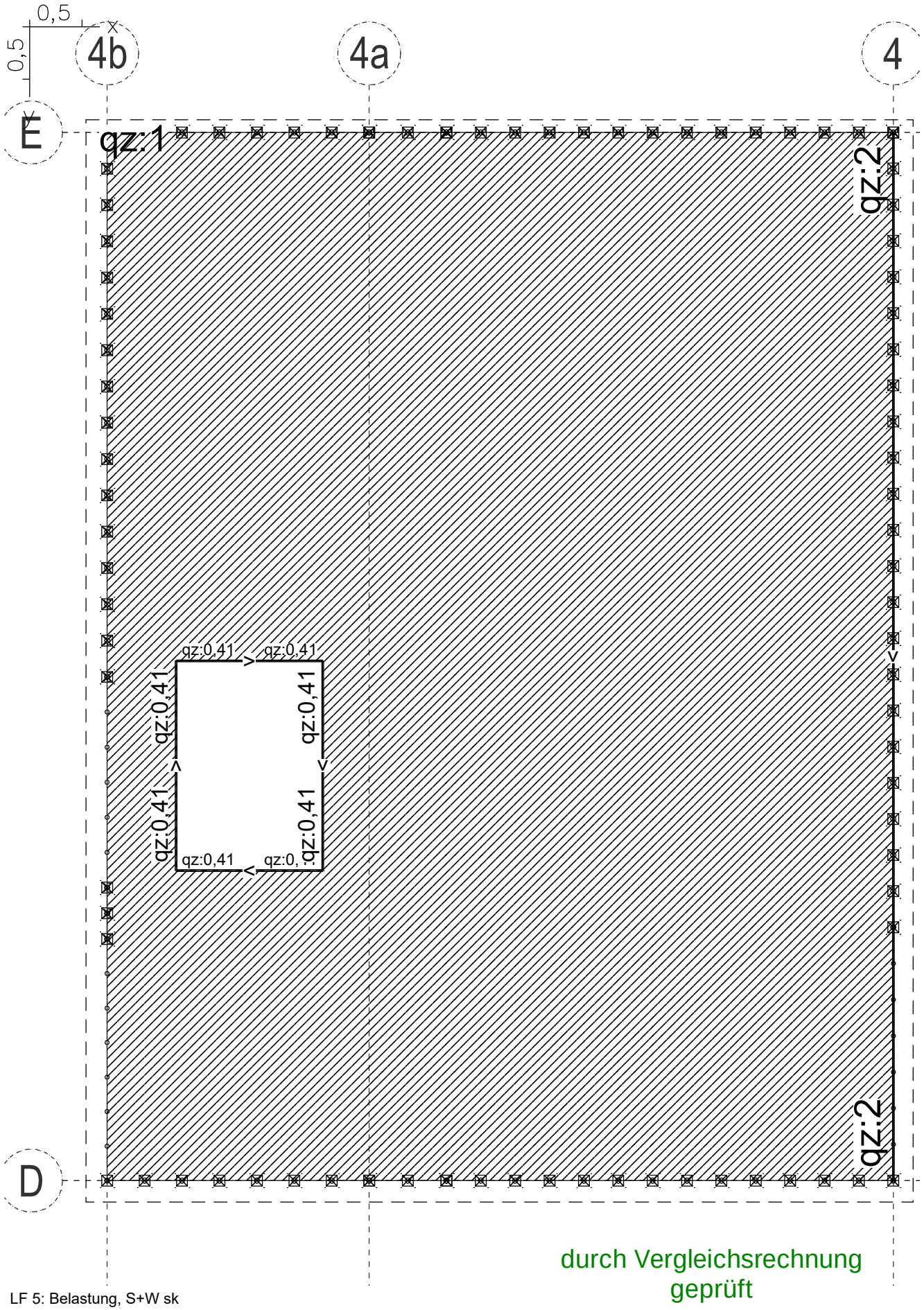
Pos.11 Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 5: Belastung, S+W sk

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

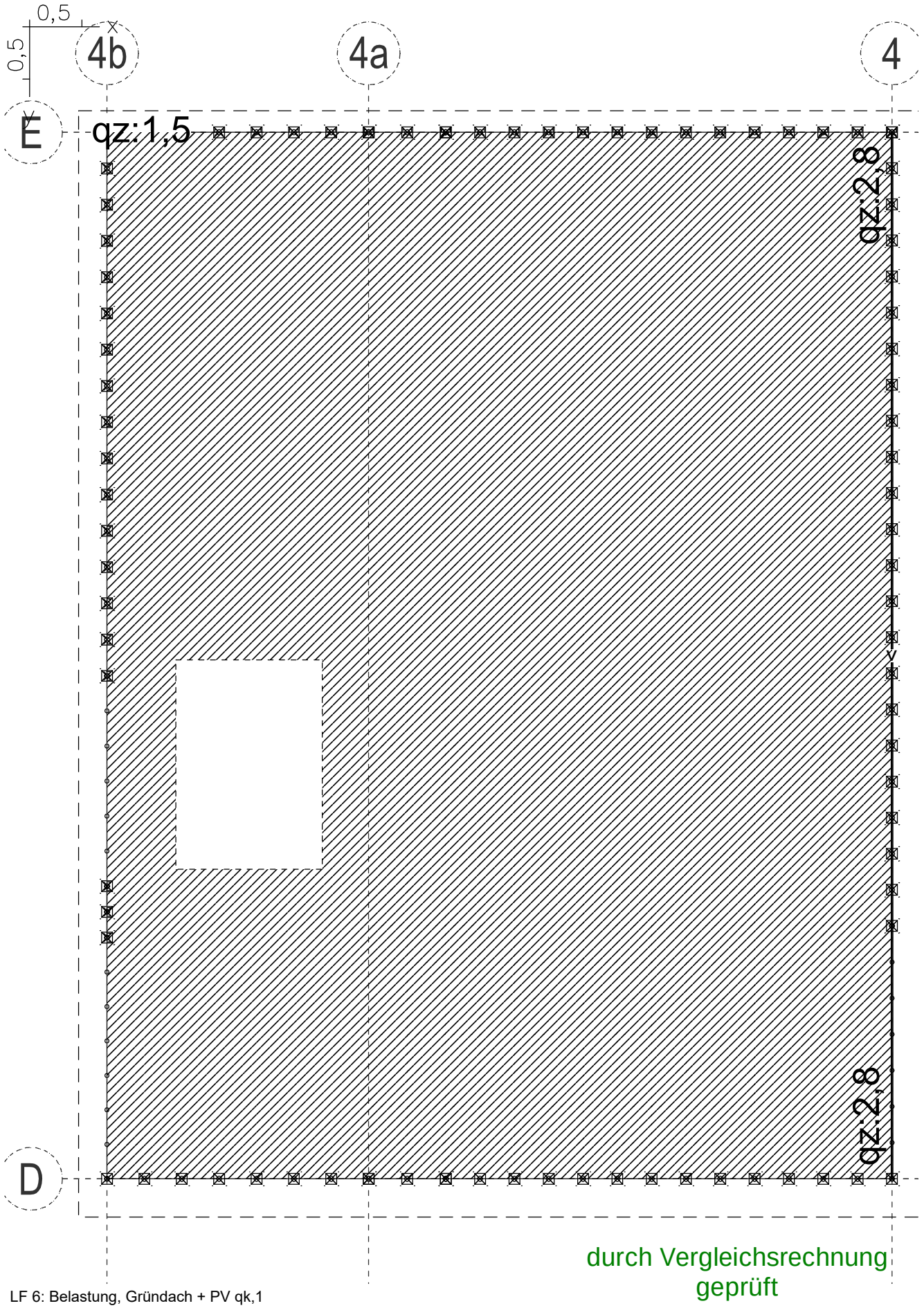
Pos.11 Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 6: Belastung, Gründach + PV qk,1

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.11 Stb.Decke 28cm.fem

Lastdaten Lastfall 10: LWL Gk

Lastgruppe (GRL)
Berechnungstheorie: Theorie 1. Ordnung
Ausfall Zugbettung: Nein; Ausfall Zuglager: Nein; Fehlerschranke: 1,00 [%]
Zusätzlicher globaler Lastfaktor: 1,00; Vorverformung: 0
Betonkriechen bei der nichtlinearen Systemanalyse berücksichtigen: Nein

Gewählte Lastfälle

Nr.	Bezeichnung	Faktor
1	Eigengewicht gk	1
2	Ausbaulast gk	1
3	gk,Attika + Fassade	1

Lastdaten Lastfall 11: LWL Qk

Lastgruppe (GRL)
Berechnungstheorie: Theorie 1. Ordnung
Ausfall Zugbettung: Nein; Ausfall Zuglager: Nein; Fehlerschranke: 1,00 [%]
Zusätzlicher globaler Lastfaktor: 1,00; Vorverformung: 0
Betonkriechen bei der nichtlinearen Systemanalyse berücksichtigen: Nein

Gewählte Lastfälle

Nr.	Bezeichnung	Faktor
5	S+W sk	1
6	Gründach + PV qk,1	1

Lastdaten Lastfall 12: GZG gk+0,2*sk+qk(Kat.E)

Lastgruppe (GRL)
Berechnungstheorie: Theorie 1. Ordnung
Ausfall Zugbettung: Nein; Ausfall Zuglager: Nein; Fehlerschranke: 1,00 [%]
Zusätzlicher globaler Lastfaktor: 1,00; Vorverformung: 0
Betonkriechen bei der nichtlinearen Systemanalyse berücksichtigen: Nein

Gewählte Lastfälle

Nr.	Bezeichnung	Faktor
1	Eigengewicht gk	1
2	Ausbaulast gk	1
3	gk,Attika + Fassade	1
5	S+W sk	0,2
6	Gründach + PV qk,1	1

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

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

Lastfälle

1 Eigengewicht gk
2 Ausbaulast gk
3 gk,Attika + Fassade

durch Vergleichsrechnung geprüft

Stb.-Decke 28cm M = 1:

QN - Lagerkraft

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

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie E: Lagerflächen
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 1 / 0,9 / 0,8

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

6 Gründach + PV qk,1

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

5 S+W sk

Fd - Bemessungswerte von Einwirkungen

Lastfälle

12 GZG gk+0,2*sk+qk(Kat.E)

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

G Eigenlast
QN Lagerkraft
QS Schnee- und Eislast

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G Eigenlast
QN Lagerkraft
QS Schnee- und Eislast

1. Quasi-ständige Situation

Endzustand

G Eigenlast
QN Lagerkraft
QS Schnee- und Eislast
Fd Bemessungswerte von Einwirkungen

durch Vergleichsrechnung geprüft

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

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	XC3	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .
2	XC3	Nicht vorgesp.	x . x x . x	. . . . . .	.	.	. . .

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke 28cm M = 1:

(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	1,20	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	36	.
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.

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	.	0,244	0,90	.	.	.	.
2	0,200	.	0,140	0,90	0,650	.	0,590	0,90	0,550	0,100	0,100	.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

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	0,280	0,200	0,00	.

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht gk	0,000	0,000	538,242
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	538,242
2	Ausbaulast gk	0,000	0,000	43,320
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	43,320
3	gk,Attika + Fassade	0,000	0,000	217,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	217,000
5	S+W sk	0,000	0,000	94,988
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	94,988
6	Gründach + PV qk,1	0,000	0,000	136,300
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	136,300
10	LWL Gk	0,000	0,000	798,562
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	798,562
11	LWL Qk	0,000	0,000	231,288
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	231,288
12	GZG gk+0,2*sk+qk(Kat.E)	0,000	0,000	953,859
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	953,859

durch Vergleichsrechnung geprüft

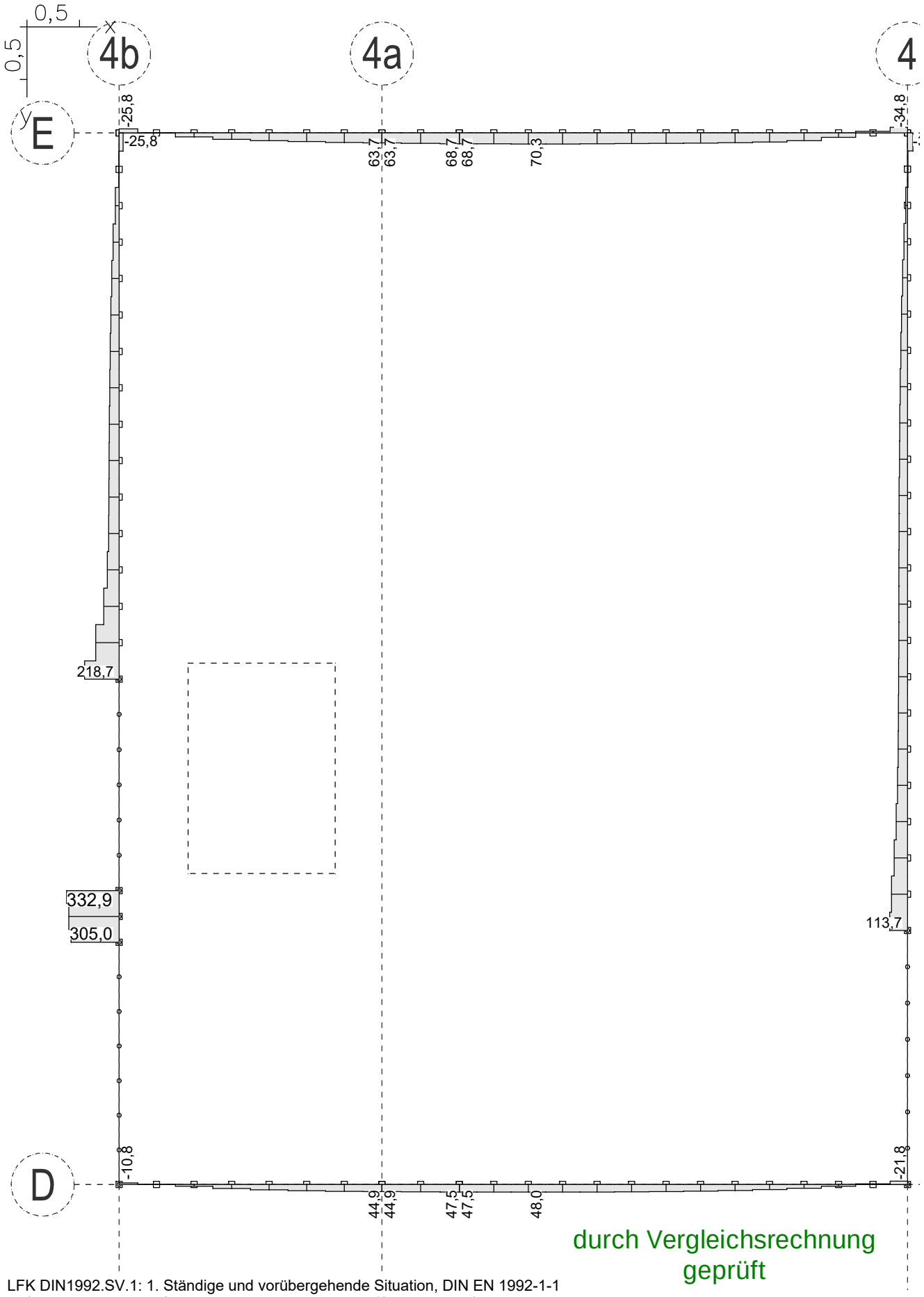
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max Rz(l). 334,47 [kN/m] =

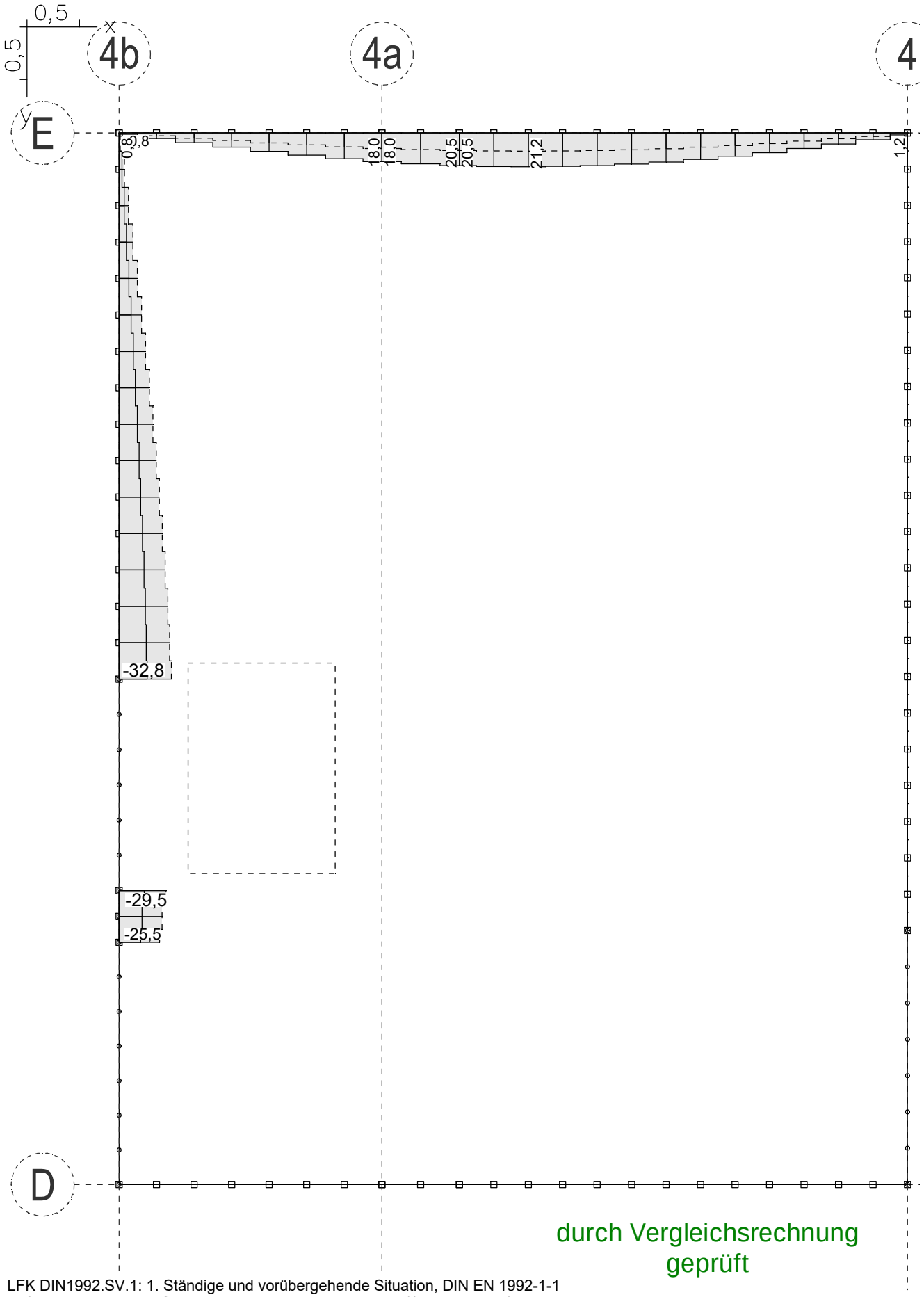
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien min,max Mx(l). 33,00 [kNm/m]

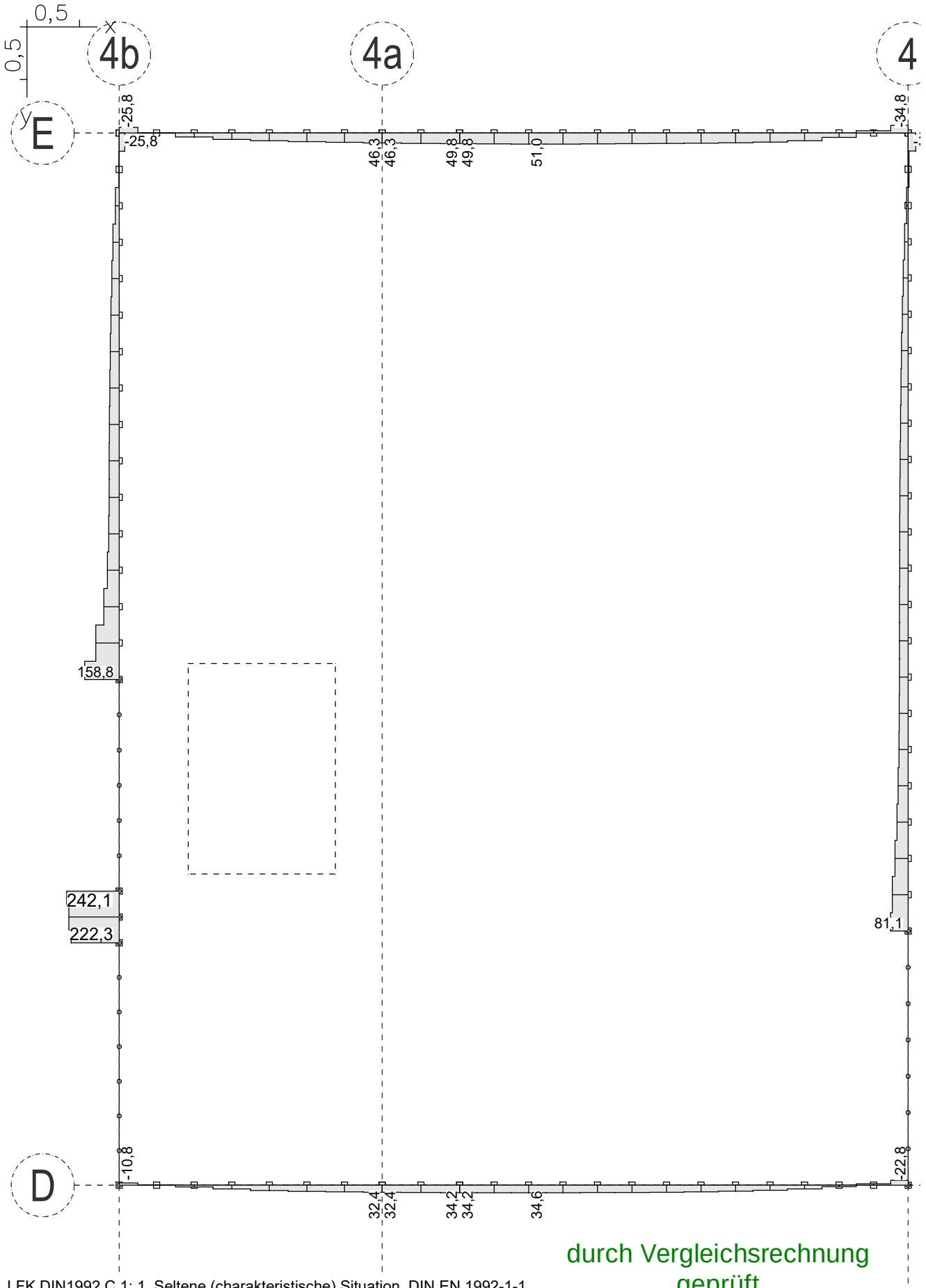
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max Rz(I). 243,30 [kN/m] =

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

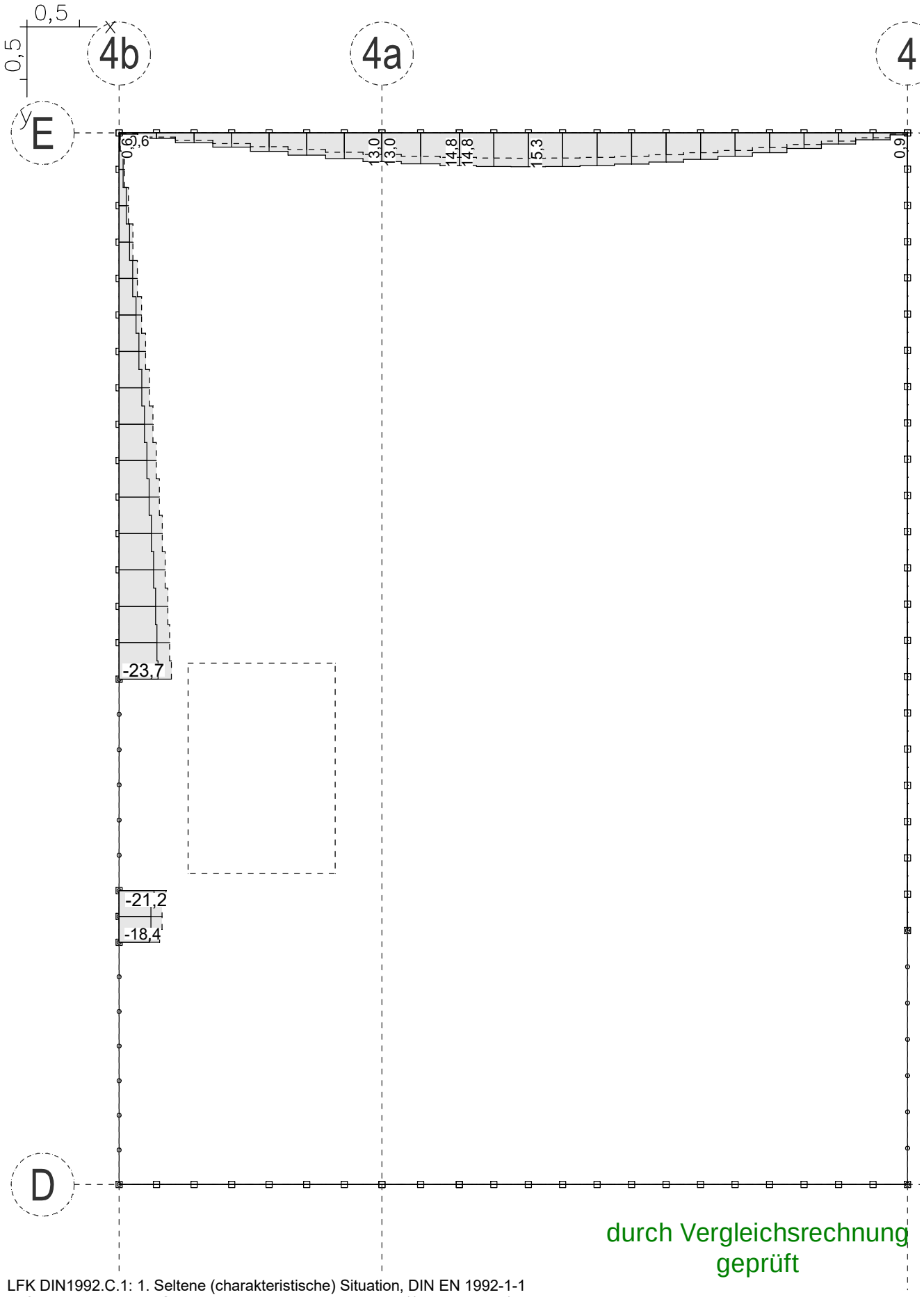
Pos.11 Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien min,max Mx(l). 23,78 [kNm/m]

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

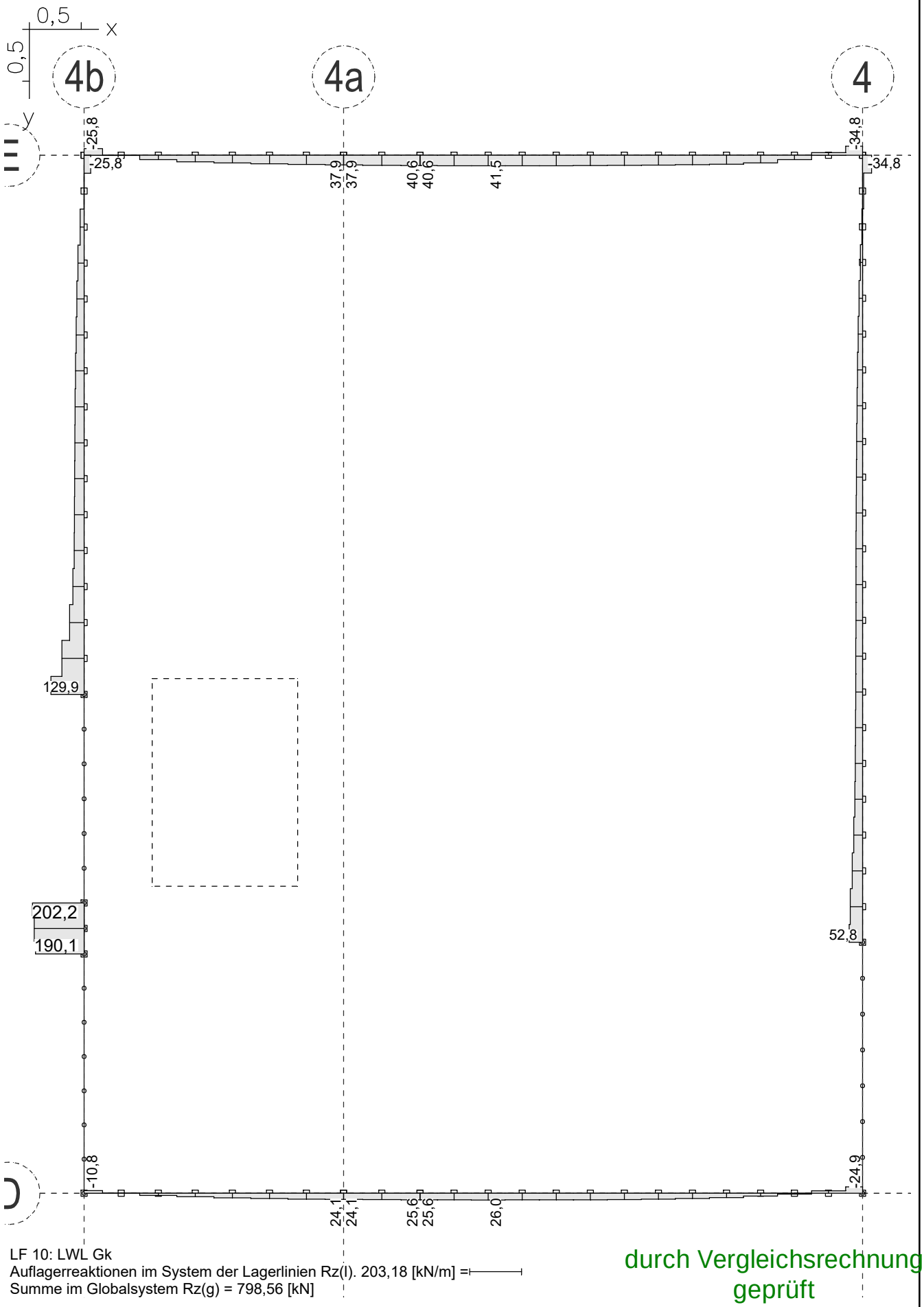
Pos.11 Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



LF 10: LWL Gk
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 203,18 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 798,56 [kN]

durch Vergleichsrechnung geprüft

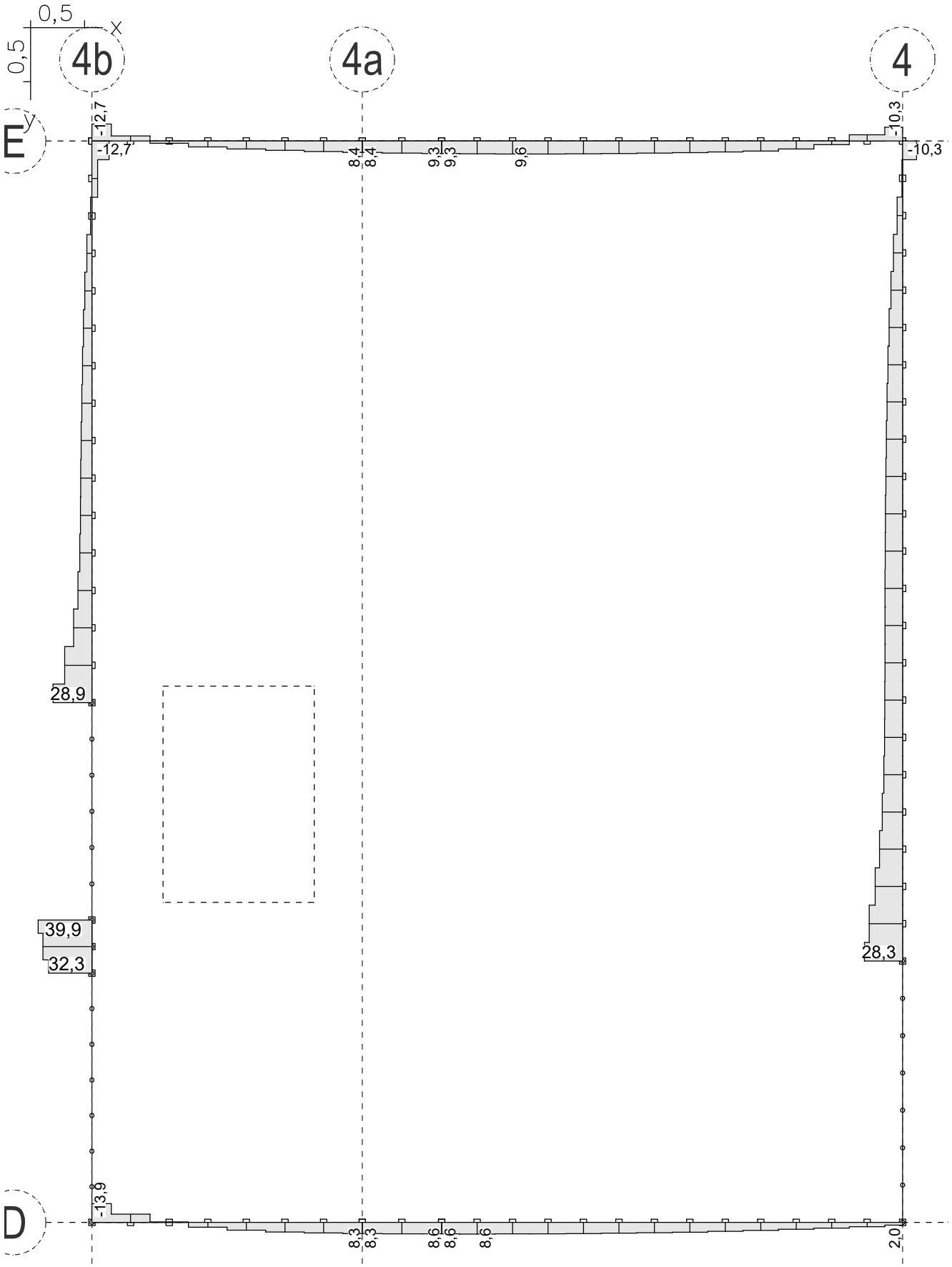
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



LF 11: LWL Qk
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 40,12 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 231,29 [kN]

durch Vergleichsrechnung geprüft

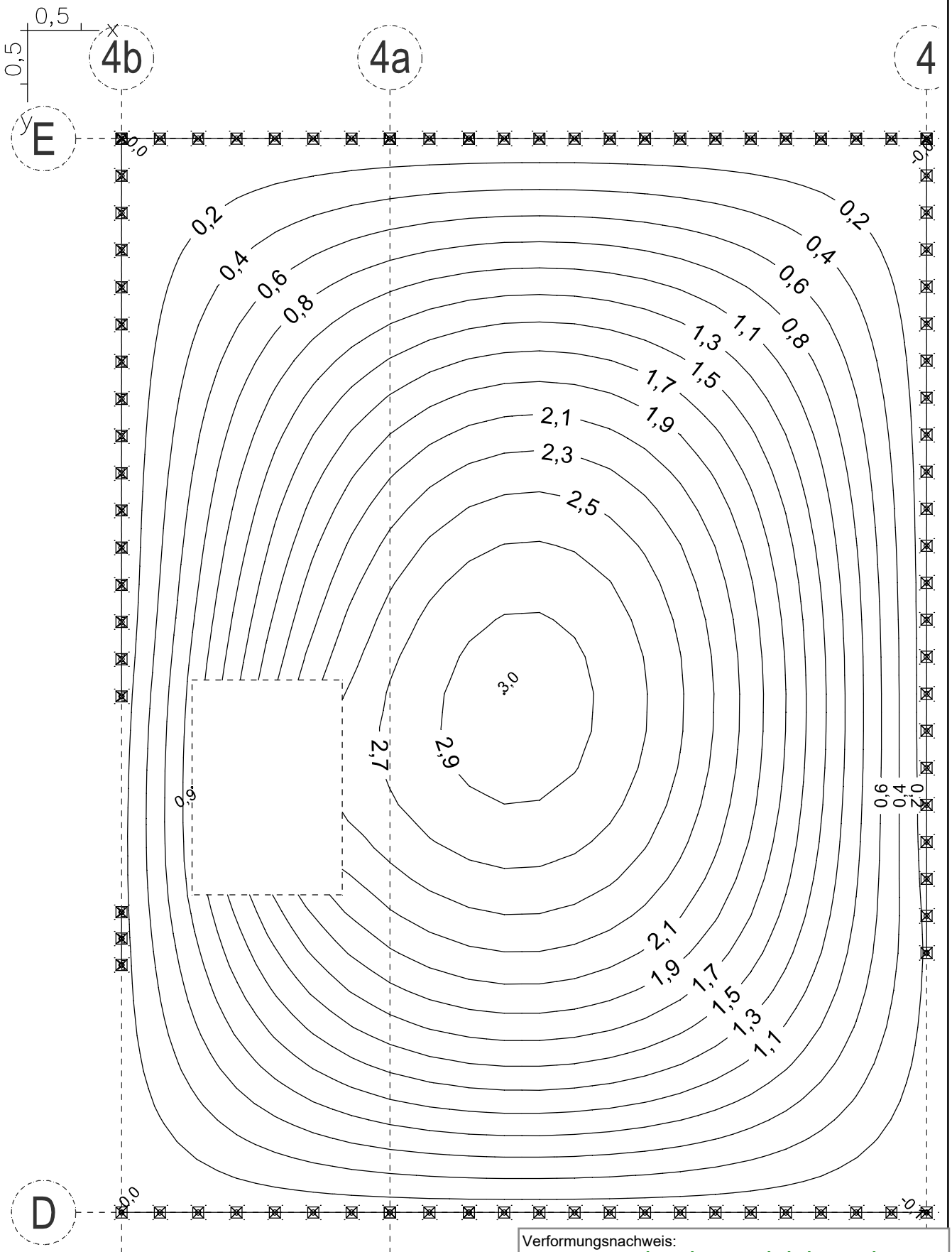
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



LFK DIN1992.QS.1: 1. Quasi-ständige Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -0,06/3,05 [mm]

Verformungsnachweis:
L=7,5 m
3,05 mm≈L/2500
Aufgrund der früheren Belastung unseres früheren Eigengewichtsanteils wird geschätzt:
Verformung im Zustand II = 3,5×3,05 = 10,7mm ≈ L/700

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

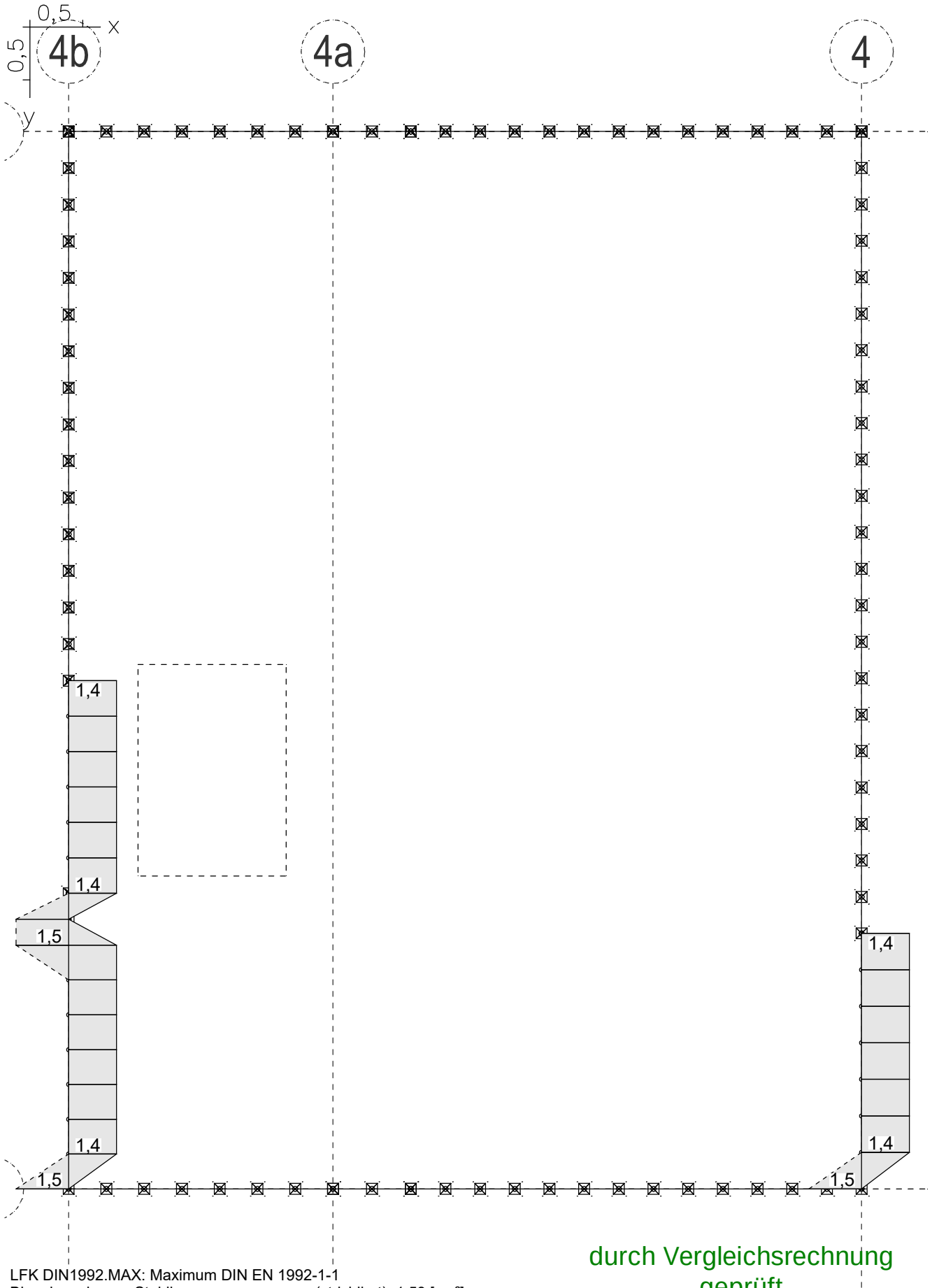
Pos.11 Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung, Stahllagen z >= zs; z < zs (strichliert). 1,53 [cm²] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/1,53 [cm²]

durch Vergleichsrechnung geprüft

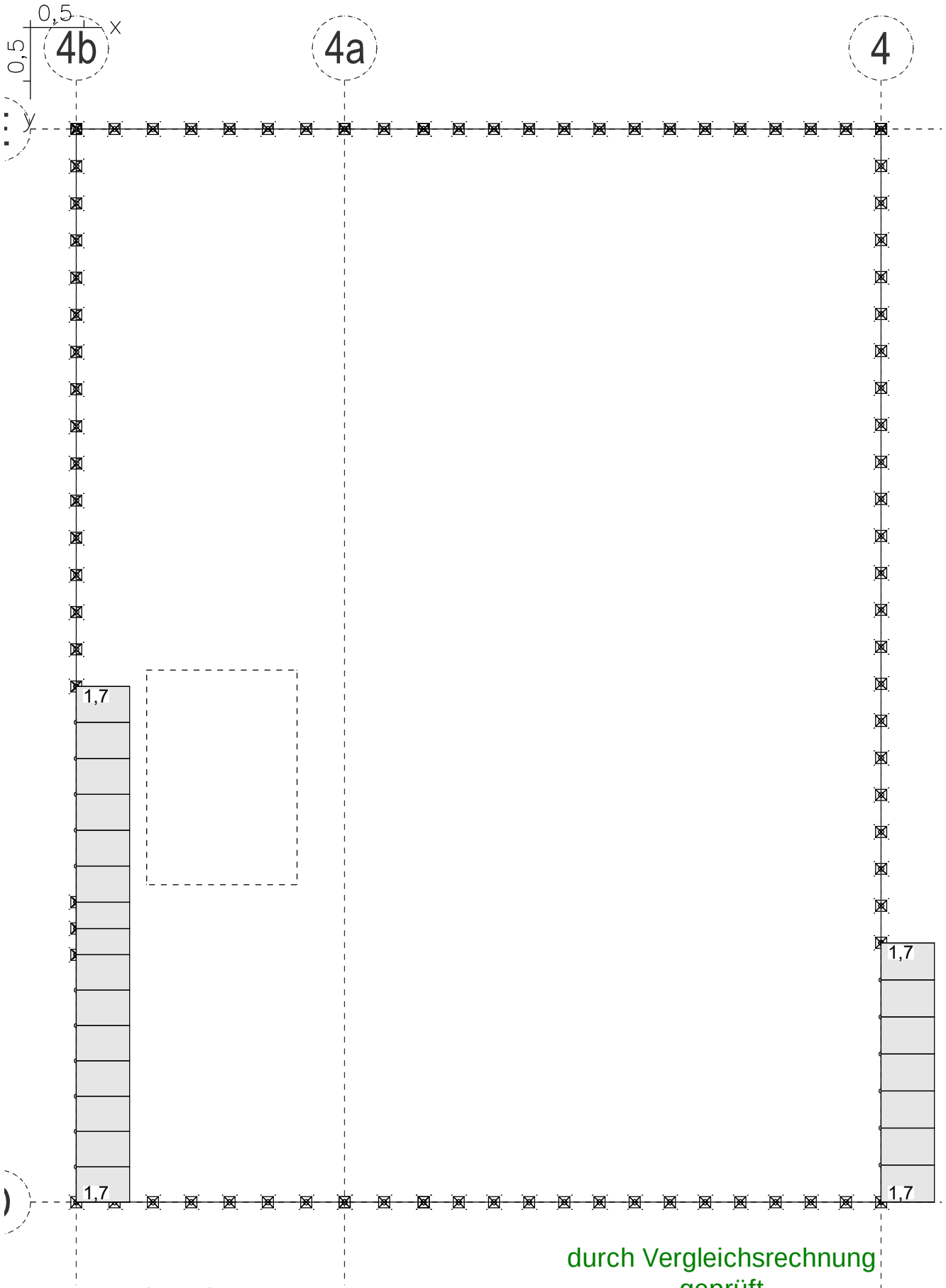
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft Qz. 1,67 [cm²/m] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 1,66/1,66 [cm²/m]

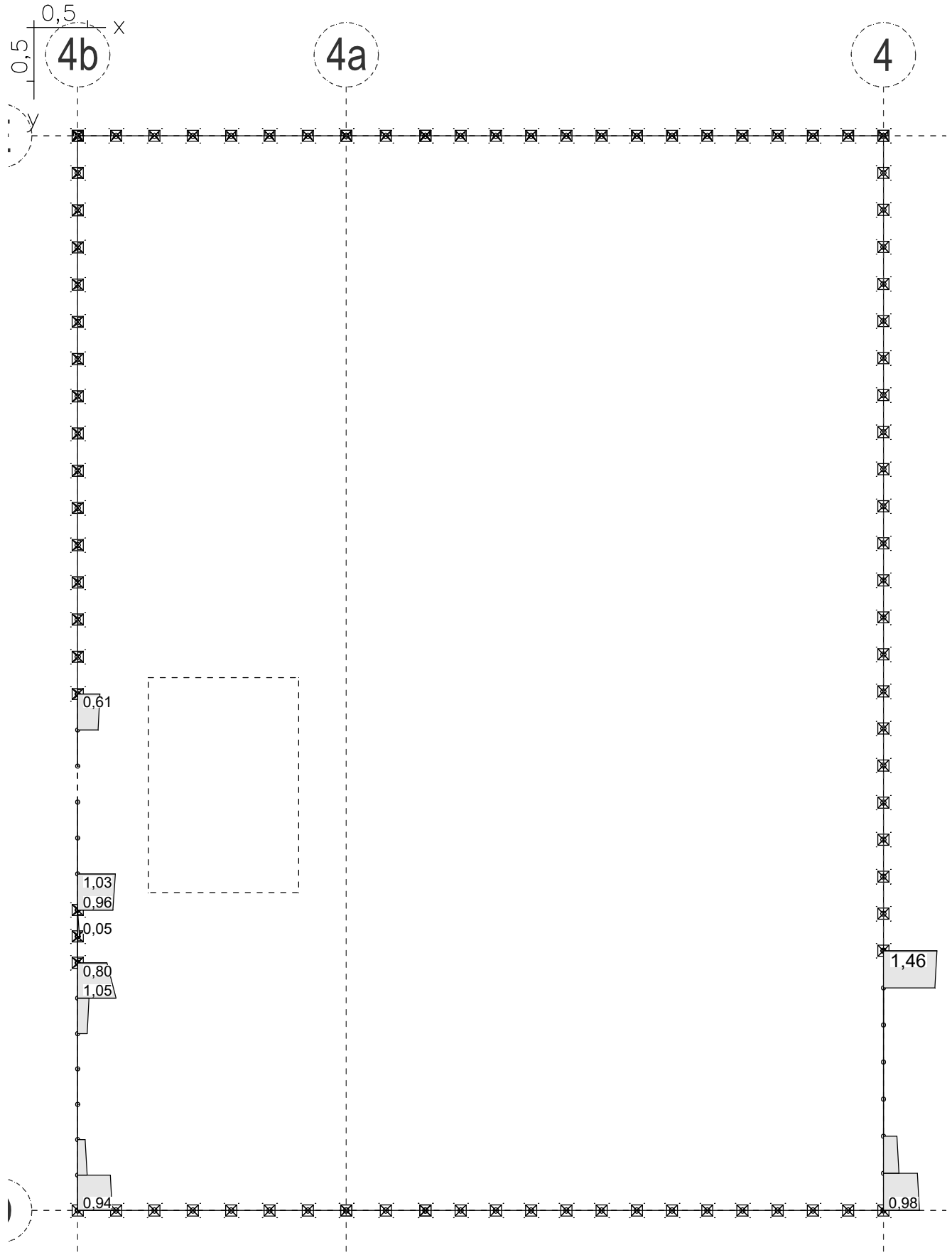
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.11 Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



LFK DIN1992: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb. 1,47 [cm²/m] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/1,46 [cm²/m]

durch Vergleichsrechnung geprüft

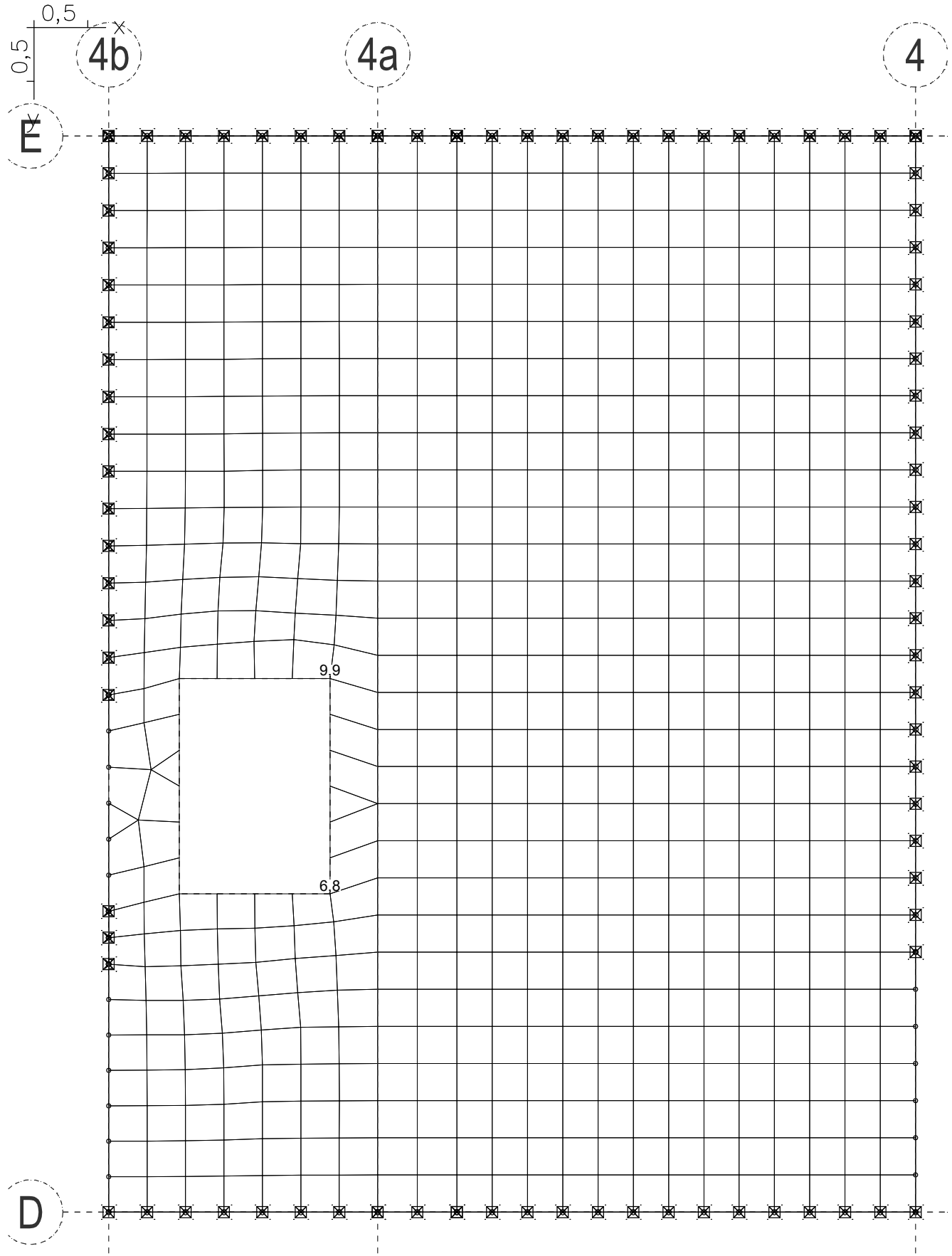
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.11 Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0,5 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/13,23 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

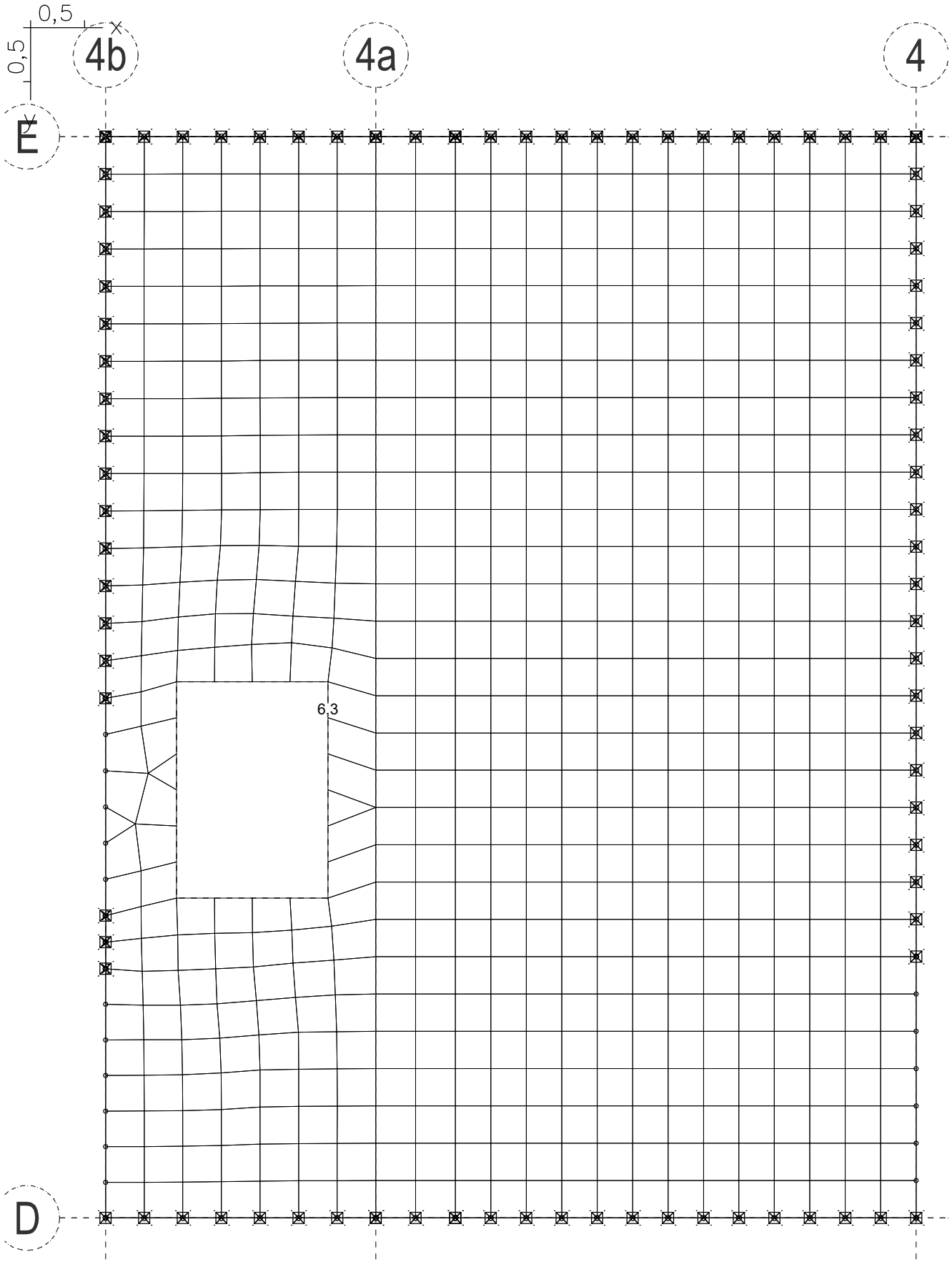
Pos.11 Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0,5 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/8,17 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

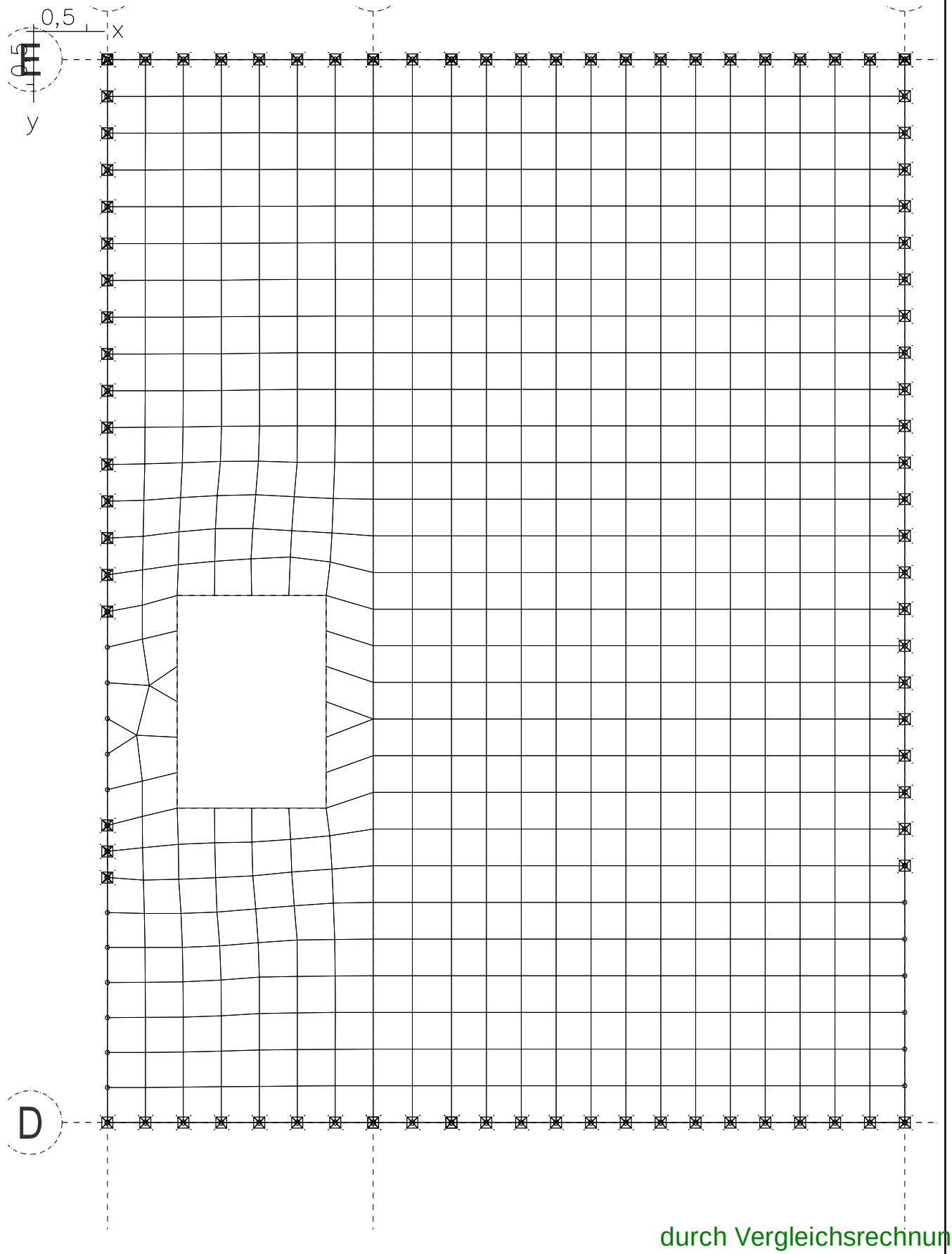
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage >= 9,05 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0,5 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/5,43 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

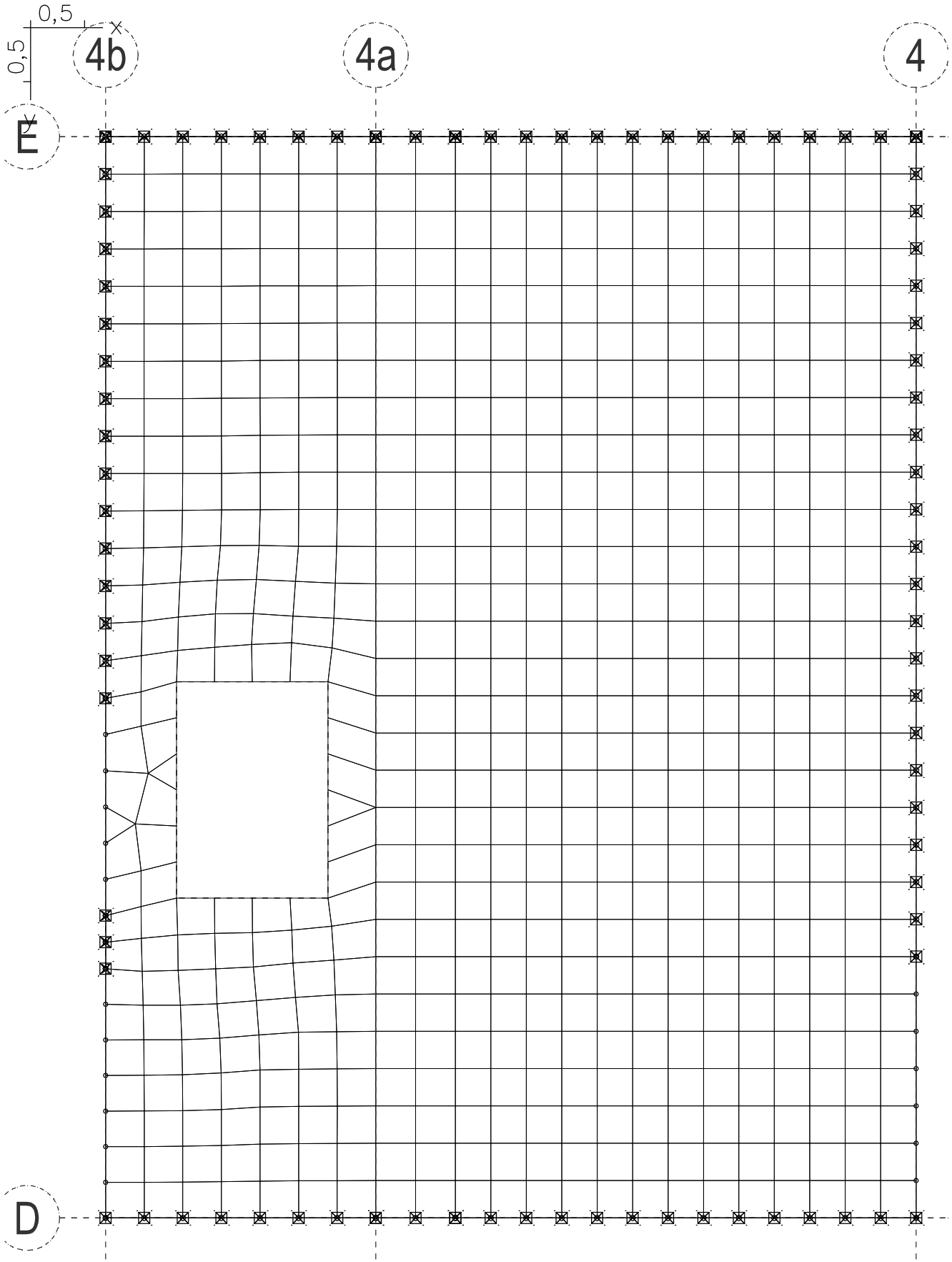
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage >= 9,05 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0,5 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/3,47 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

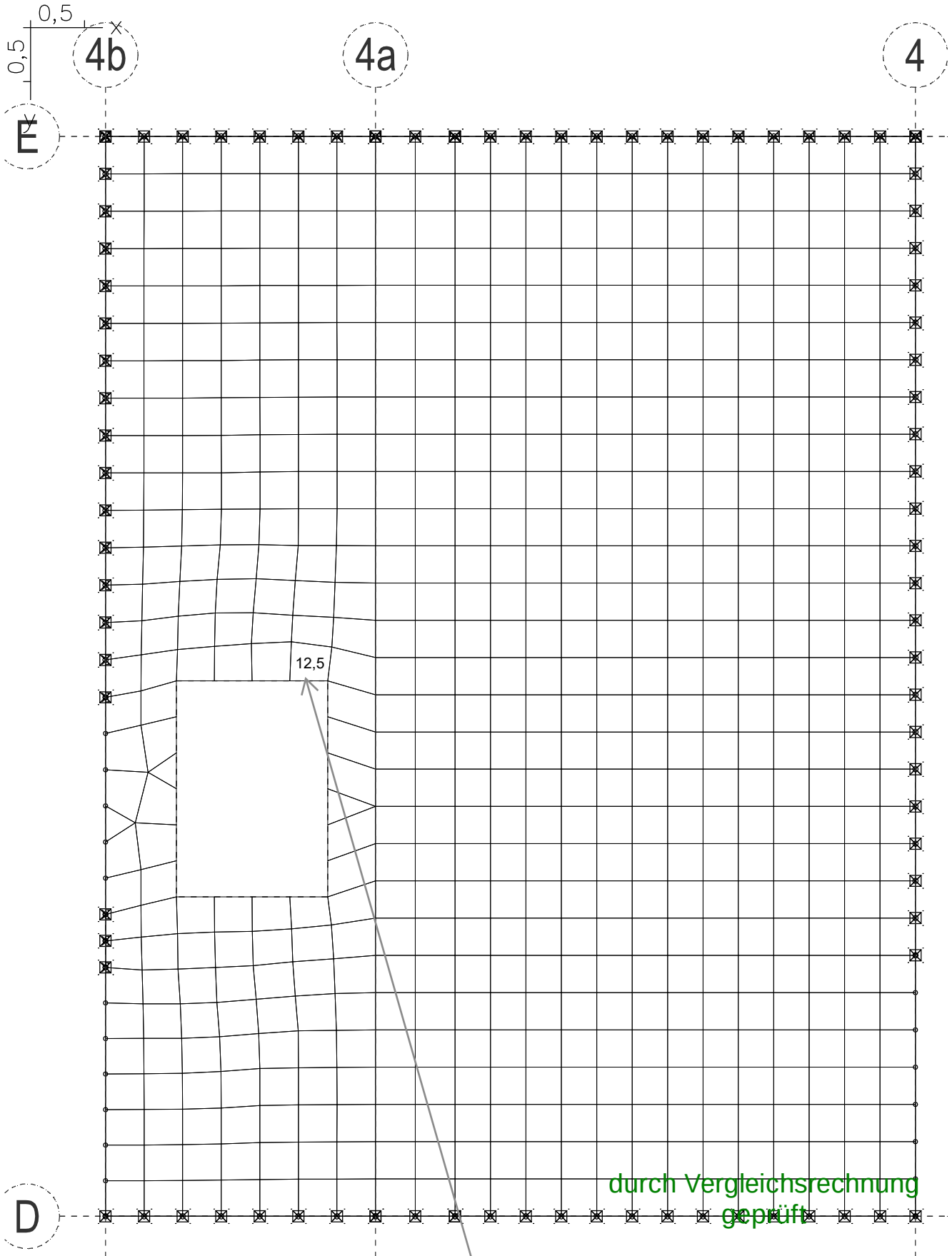
Pos.11 Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.11

Stb.-Decke 28cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

Singularität an der Einspringecke:
durch Randstecker abgedeckt

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/12,48 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 12 - Stb.-Decke über 2.OG

C25/30 XC3 W0 h = 22 cm

System:

FEM-Platte, siehe InfoGraph-Ausdruck

Die Deckenplatte wird mit der Eigenlast, Ausbaulast, Schnee- und Windlast belastet.

(siehe Kapitel 2 Lastannahmen)

Mitwirkende Plattenbreite:

Unterzug Stahlbeton C25/30, 24/70 cm

$b_{eff} = 0{,}2 * b_i + 0{,}1 * l_0 \leq 0{,}2 * l_0$

$= 0{,}2 * 2{,}8 + 0{,}1 * 2{,}4 \leq 0{,}2 * 2{,}4$

$= 0{,}8 \text{ m} \leq 0{,}48 \text{ m}$

gewählt: 0,3 m

Unterzug Stahlbeton C25/30, 24/60 cm (Rähmbalken)

$b_{eff} = 0{,}2 * b_i + 0{,}1 * l_0 \leq 0{,}2 * l_0$

$= 0{,}2 * 5 + 0{,}1 * 2{,}2 \leq 0{,}2 * 2{,}2$

$= 1{,}2 \text{ m} \leq 0{,}44 \text{ m}$

gewählt: 0,3 m

Belastung:

ständig:

Eigengewicht:

Eigengewicht (programmintern berücksichtigt) $g_{k,Eg}$ = 0,22*25 = 5,50 kN/m²

Ausbaulast ständig (aus WD und Abdichtung, Abhangdecke):

Ausbaulast $g_{k,A,ständig}$ = 0,60 kN/m²

Abdeckung von Dach-Durchbruch:

Abdeckung 1,6 m * 1,25 m; Loch 1,6 m * 1,25 m

aus Loch $g_{k,L}$ = 1,5*1,60*1,25/(2*(1,60+1,25)) = 0,53 kN/m

Die Wand und der Unterzug in den Achsen 2a und Achsen 2 tragen ebenfalls die Last des **Trapezblech**. Die Lasten werden hier als Linienlast berücksichtigt.

Siehe Pos.10 System B (maßgebend)

Eigengewicht $g_{k,Eg}$ = 1,30 kN/m

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Eigengewicht Attika-Außenwand + Fassaden-Außenwand:

Eigengewicht Attika-Außenwand:

gk=	0,2*(2,1-0,685)*25	=	7,08 kN/m

Eigengewicht Fassaden-Außenwand:

gk=	2,1*2,5	=	5,25 kN/m
gk=	7,08+5,25	=	12,33 kN/m

veränderlich:

Ausbaulast veränderlich aus Dachbegrünung und PV-Anlage:

Ausbaulast $g_{k,A,veränd.}$=	1,2+0,3	=	1,50 kN/m²

S+W:

Schnee- + Windlast $q_{k,s}$ = 1,00 kN/m²

S+W auf Abdeckung über Loch:

Abdeckung 1,6 m * 1,25 m; Loch 1,6 m * 1,25 m

aus Loch (Treppen) $q_{k,L}$ =	1,6*1,25*$q_{k,s}$/(2*(1,60+1,25))	=	0,35 kN/m

Linienlasten aus Trapezblech

Siehe Pos.10 System B

Ausbaulast veränderlich:

Ausbaulast $g_{k,A,veränd}$ = 2,60 kN/m

S+W:

Schnee- + Windlast $q_{k,s}$= 1,80 kN/m

Bemessung:

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem FEM-Programm InfoGraph

Bewehrung:

Grundbewehrung:

Ø10–12,5 cm oberer Lage = 6,28 cm²/m

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC3 mit w_{max} = 0,3 mm siehe folgende Seite

Matte Q524A unterer Lage = 5,24 cm²/m

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC1 mit w_{max} = 0,4 mm siehe folgende Seite

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

Anforderungen

Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,30 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 22,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C25/30
Betondeckung c: 3,5 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}65 \cdot f_{ctm}$ = 1,69 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 10,20 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit k = 0,80 $f_{ct,eff}$ = 1,69 N/mm² $A_{c,eff}$ = 1020,0 cm²
A_{ct} = 1100,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9$ (NA.7.5.2)
$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}58 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 10{,}0 \text{ mm} / 0{,}58 = 17{,}16 \text{ mm}$
$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / d_s^*)} = 246{,}66 \text{ N/mm²}$ nach Tabelle 7.2DE
$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 6{,}99 \text{ cm²} \geq 2{,}97 \text{ cm²}$

$A_{s,min}$ = 6,99 cm² je Lage

Es braucht aber nicht mehr Mindestbewehrung eingelegt zu werden als nach Gl. (7.1).

$A_{s,min}$ = 6,03 cm² je Lage

durch Vergleichsrechnung geprüft

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

Anforderungen

Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,40 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 22,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C25/30
Betondeckung c: 3,0 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}65 \cdot f_{ctm}$ = 1,69 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 9,20 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit $k = 0{,}80$ $f_{ct,eff}$ = 1,69 N/mm² $A_{c,eff}$ = 920,0 cm²
A_{ct} = 1100,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9$ (NA.7.5.2)
$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}58 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 10{,}0 \text{ mm} / 0{,}58 = 17{,}16 \text{ mm}$
$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / d_s^*)} = 284{,}82 \text{ N/mm²}$ nach Tabelle 7.2DE
$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 5{,}46 \text{ cm²} \geq 2{,}97 \text{ cm²}$

$A_{s,min}$ = 5,46 cm² je Lage

Es braucht aber nicht mehr Mindestbewehrung eingelegt zu werden als nach Gl. (7.1).

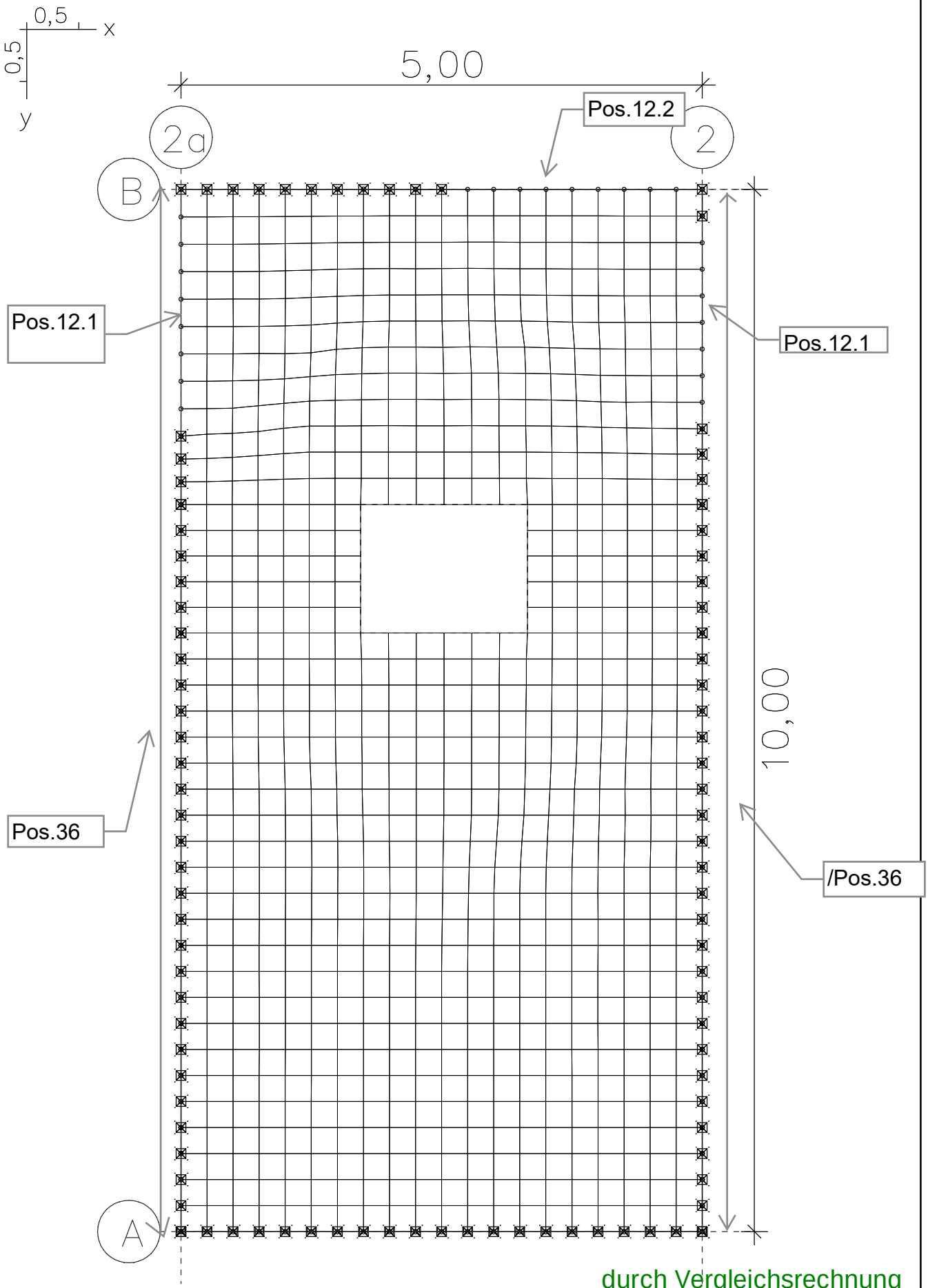
$A_{s,min}$ = 5,22 cm² je Lage

durch Vergleichsrechnung geprüft

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

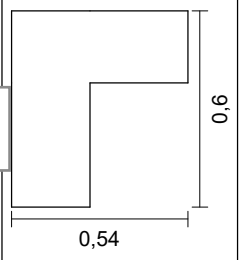
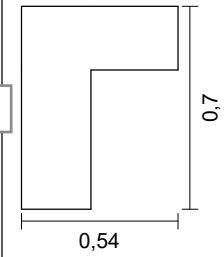
Pos.12 Stb.Decke 22cm.fem

Stb.-Decke 22cm M = 1:

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

Querschnittswerte

1	Fläche	Decke 22cm Elementdicke [m] dz = 0,2200 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
2	Polygon  	UZ 24/60 Schwerpunkt [m] ys = 0,205 zs = 0,240 Fläche [m²] A = 2,1000e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 6,2200e-03 I1 = 7,8311e-03 Iz = 4,4854e-03 I2 = 2,8743e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 34,758 Iyz = -2,3217e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
3	Polygon  	UZ 24/70 Schwerpunkt [m] ys = 0,196 zs = 0,282 Fläche [m²] A = 2,3400e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 9,8556e-03 I1 = 1,1297e-02 Iz = 4,7557e-03 I2 = 3,3144e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 25,146 Iyz = -3,0705e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

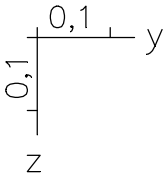
Pos.12.1 /Pos.36

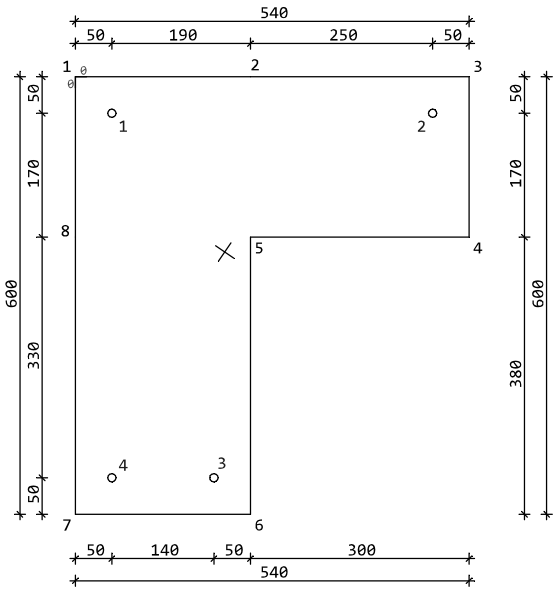
Pos.12.2

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGrap

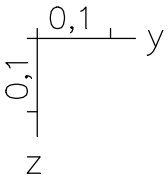
Stb.-Decke 22cm M = 1:

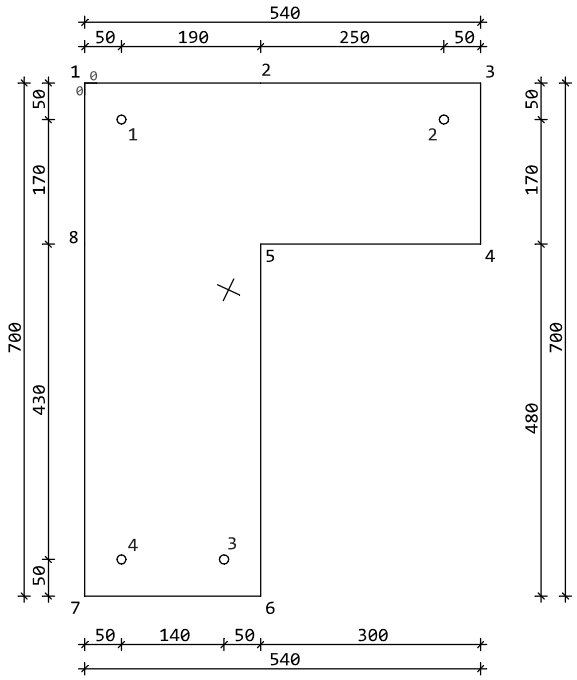




Querschnittspolygon 2 - UZ 24/60 [mm]

Querschnittspolygon 2





Querschnittspolygon 3 - UZ 24/70 [mm]

Querschnittspolygon 3

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke 22cm M = 1:

Linienlager

	Bezeichnung	'F' = Fest, '-' = Frei oder Federsteifigkeit [MN/m²] bzw. [MNm/m]						Zug-ausfall
		ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z	
1	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
2	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
3	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
4	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
5	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
6	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
7	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
8	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
9	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z

durch Vergleichsrechnung geprüft

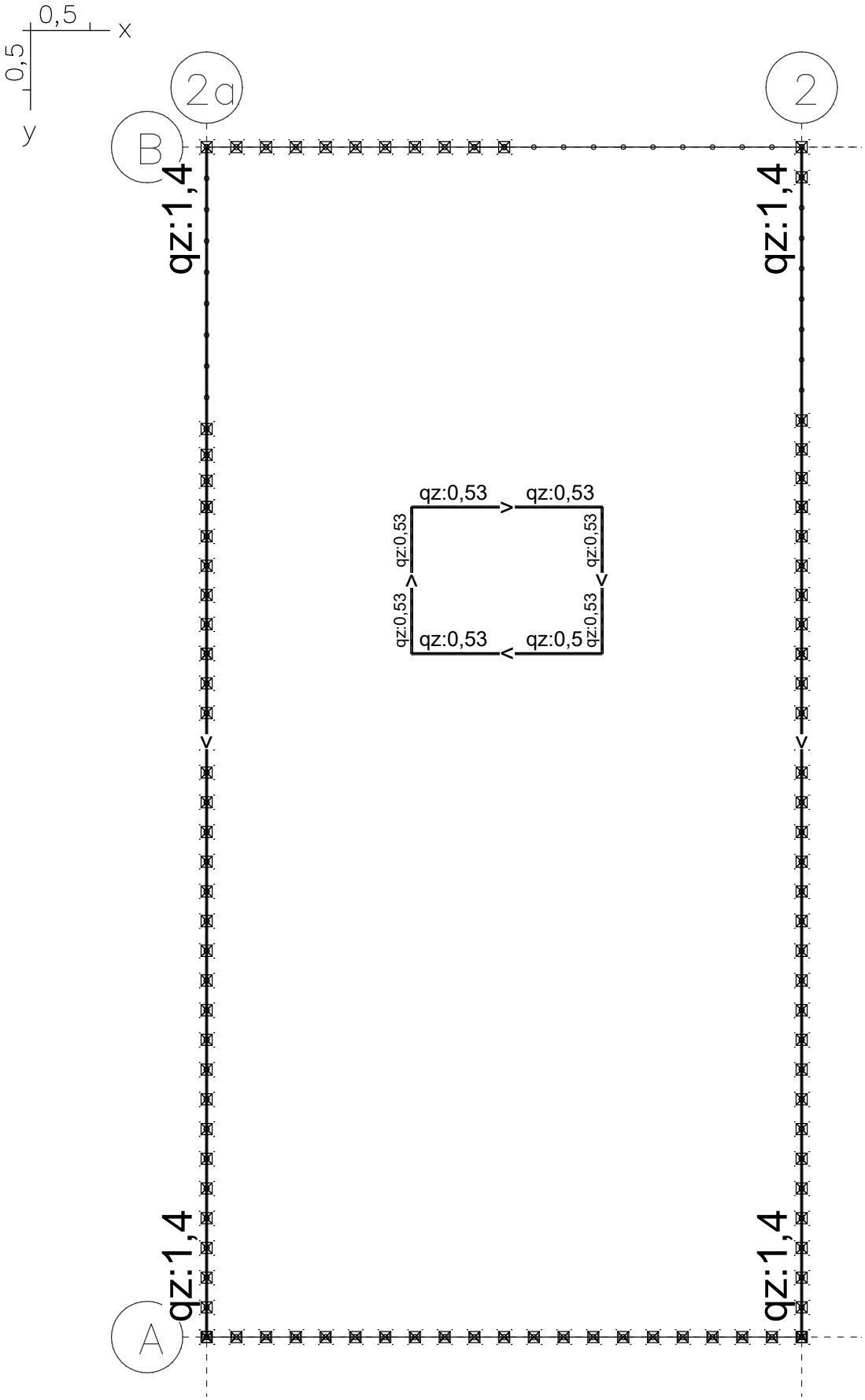
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50

EIGENLAST



durch Vergleichsrechnung geprüft

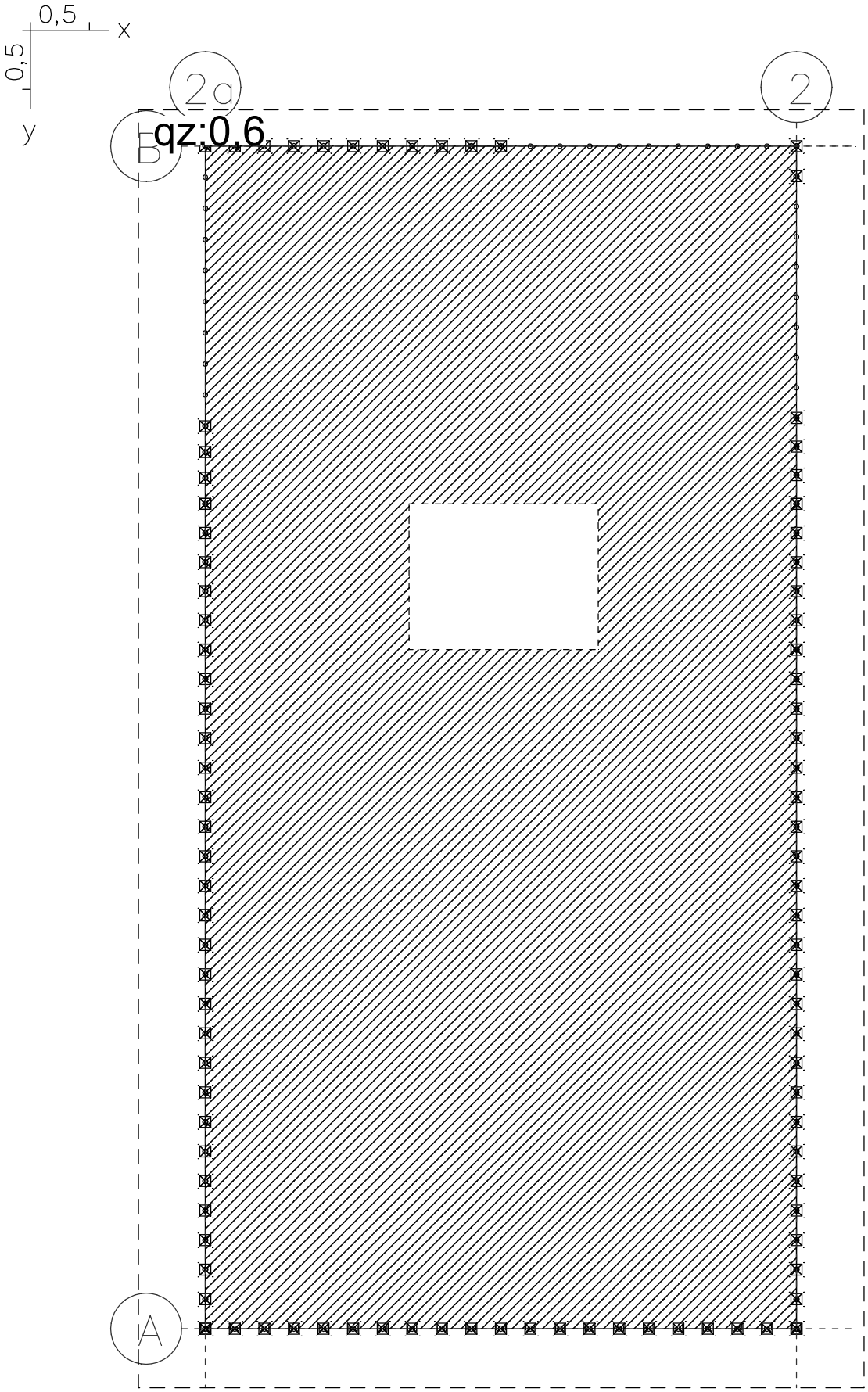
LF 1: Belastung, Eigengewicht gk

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



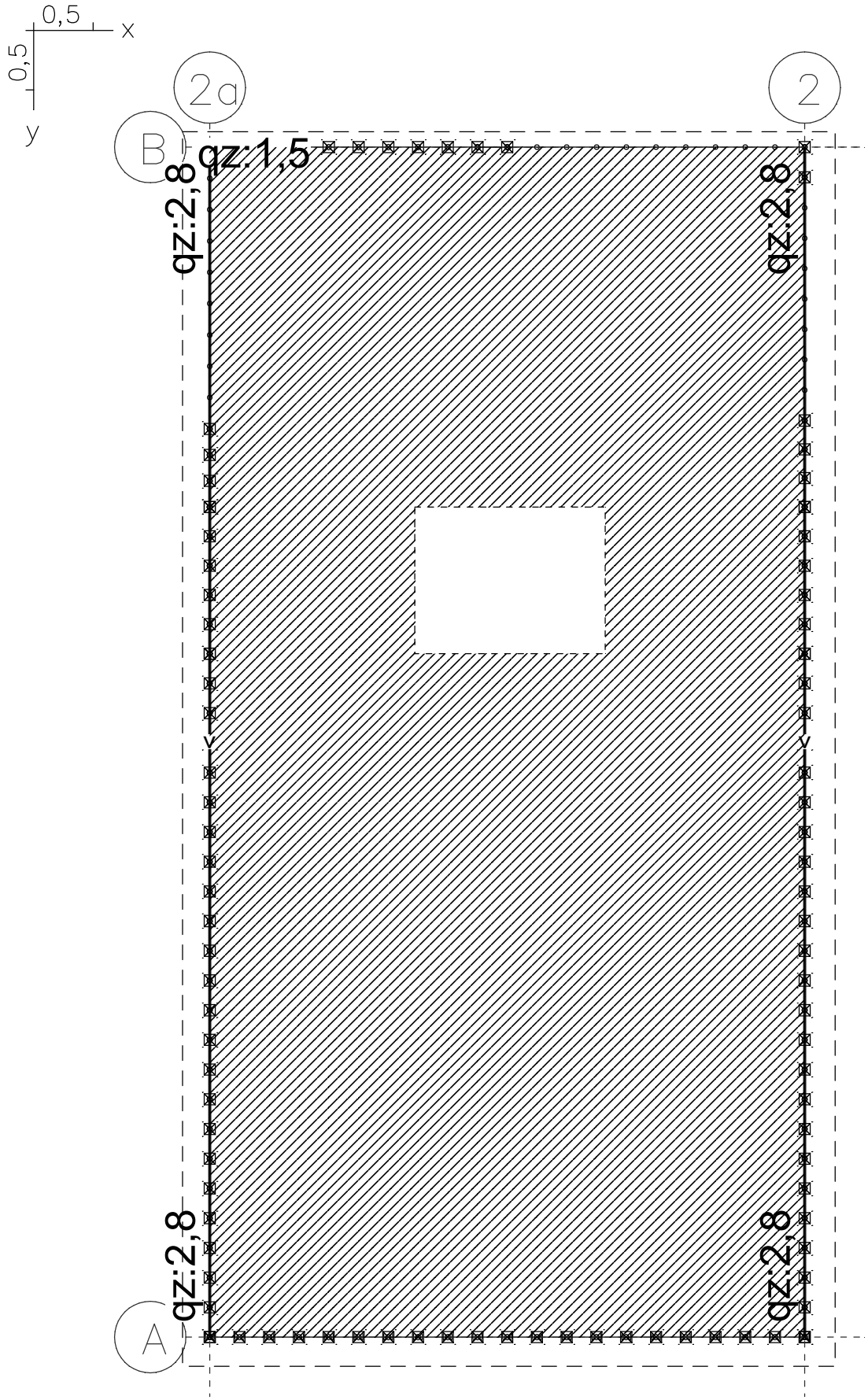
durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 2: Belastung, Ausbaulast gk

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



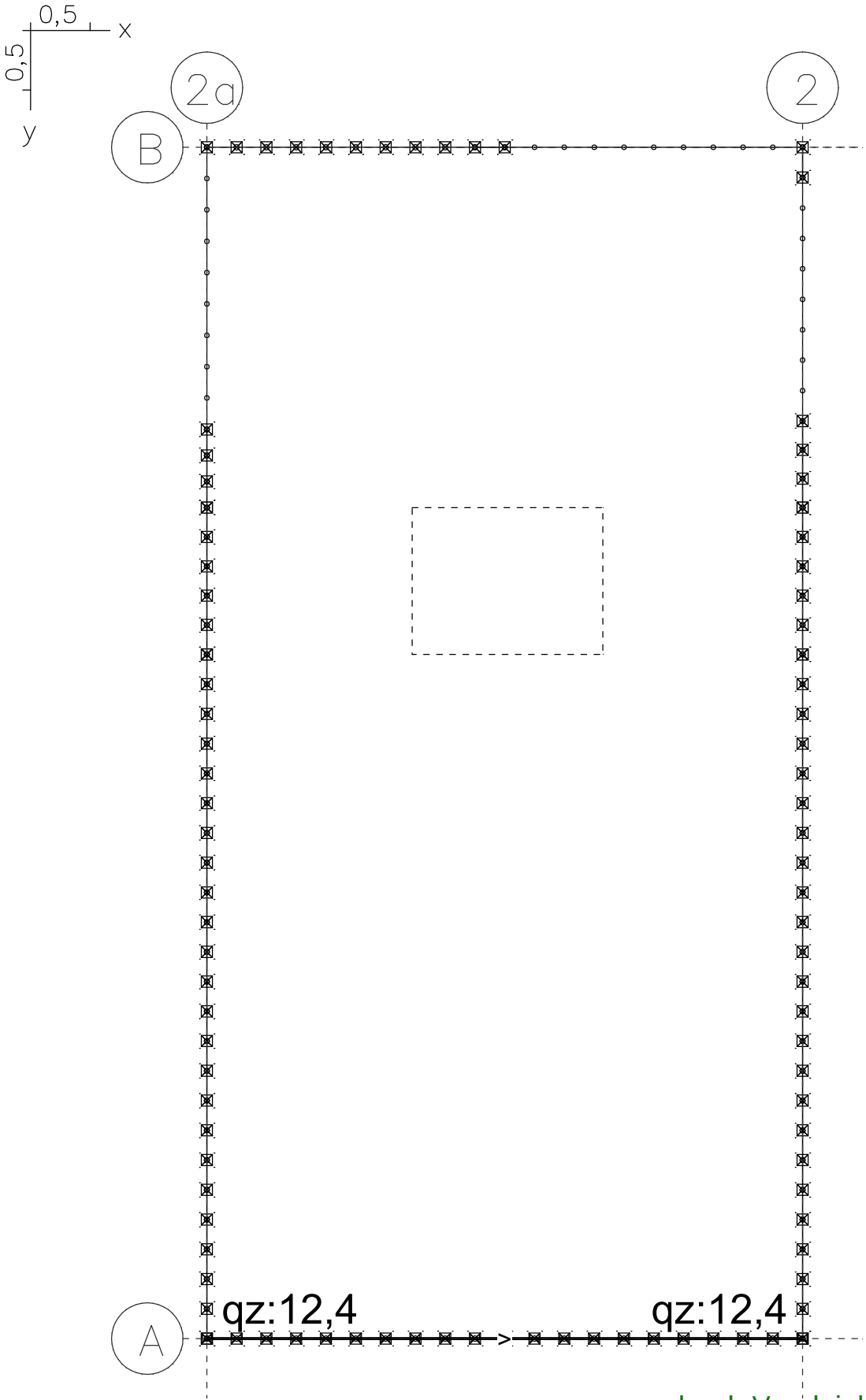
durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 3: Belastung, Gründach + PV qk,1

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

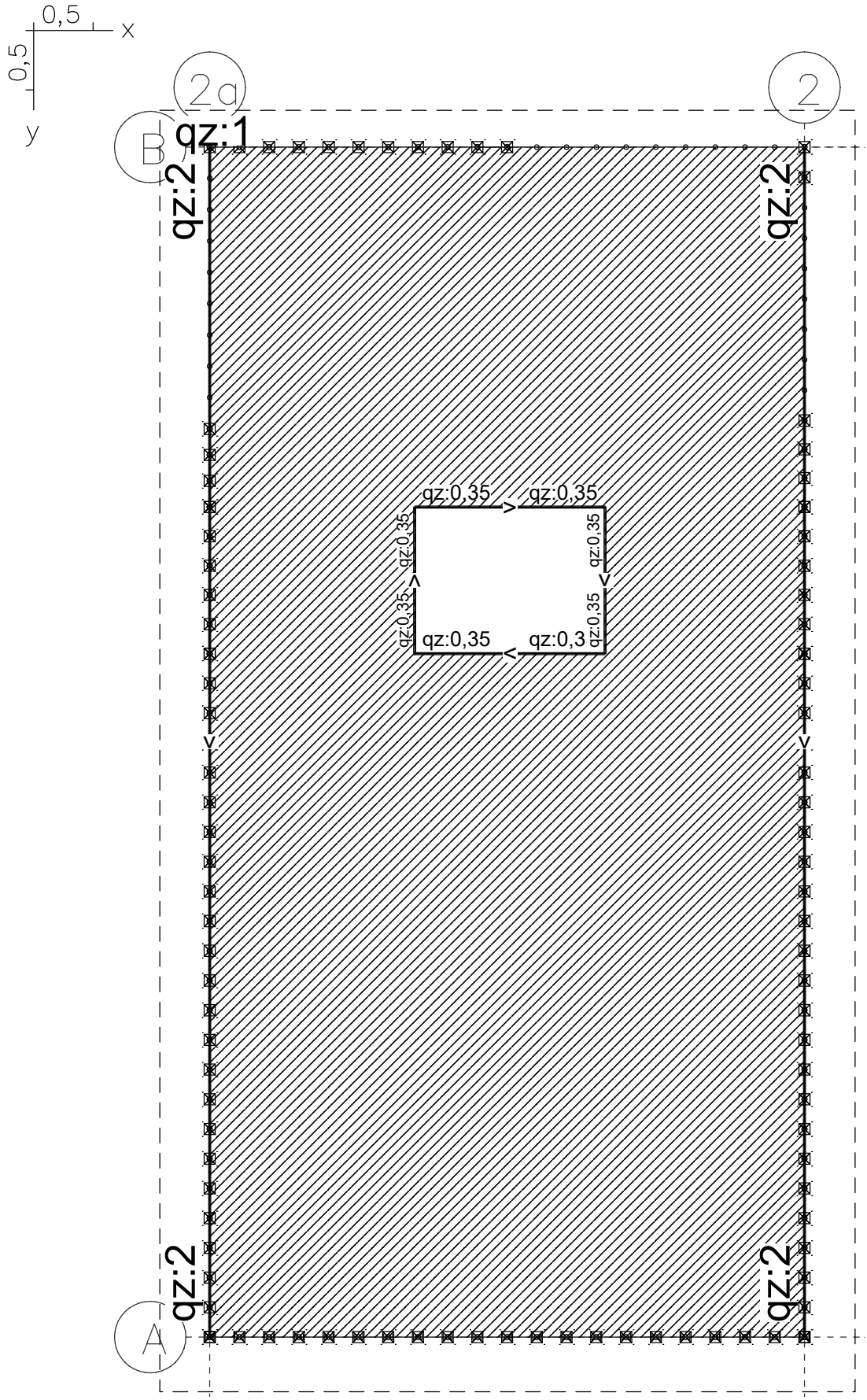
LF 4: Belastung, gk,Attika+Fassade

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 5: Belastung, S+W sk

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke 22cm M = 1:

Lastdaten Lastfall 10: LWL Gk

Lastgruppe (GRL)
Berechnungstheorie: Theorie 1. Ordnung
Ausfall Zugbettung: Nein; Ausfall Zuglager: Nein; Fehlerschranke: 1,00 [%]
Zusätzlicher globaler Lastfaktor: 1,00; Vorverformung: 0
Betonkriechen bei der nichtlinearen Systemanalyse berücksichtigen: Nein

Gewählte Lastfälle

Nr.	Bezeichnung	Faktor
1	Eigengewicht gk	1
2	Ausbaulast gk	1
4	gk,Attika+Fassade	1

Lastdaten Lastfall 11: LWL Qk

Lastgruppe (GRL)
Berechnungstheorie: Theorie 1. Ordnung
Ausfall Zugbettung: Nein; Ausfall Zuglager: Nein; Fehlerschranke: 1,00 [%]
Zusätzlicher globaler Lastfaktor: 1,00; Vorverformung: 0
Betonkriechen bei der nichtlinearen Systemanalyse berücksichtigen: Nein

Gewählte Lastfälle

Nr.	Bezeichnung	Faktor
3	Gründach + PV qk,1	1
5	S+W sk	1

Lastdaten Lastfall 12: GZG gk+0,2*sk+qk(Kat.E)

Lastgruppe (GRL)
Berechnungstheorie: Theorie 1. Ordnung
Ausfall Zugbettung: Nein; Ausfall Zuglager: Nein; Fehlerschranke: 1,00 [%]
Zusätzlicher globaler Lastfaktor: 1,00; Vorverformung: 0
Betonkriechen bei der nichtlinearen Systemanalyse berücksichtigen: Nein

Gewählte Lastfälle

Nr.	Bezeichnung	Faktor
1	Eigengewicht gk	1
2	Ausbaulast gk	1
3	Gründach + PV qk,1	1
5	S+W sk	0,2
4	gk,Attika+Fassade	1

Lastfall-Bezeichnung

	Lastfall	Bezeichnungstext
1	1	Eigengewicht gk
2	2	Ausbaulast gk
3	3	Gründach + PV qk,1
4	4	gk,Attika+Fassade
5	5	S+W sk
6	10	LWL Gk
7	11	LWL Qk
8	12	GZG gk+0,2*sk+qk(Kat.E)

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke 22cm M = 1:

Lastgruppen

LF-Nr. Lastgruppe	Berechnungstheorie -	Vorverformung -	Eigengewicht gk LF 1	Ausbaulast gk LF 2	Gründach + PV qk,1 LF 3	gk,Attika+Fassade LF 4	S+W sk LF 5
10 : LWL Gk	1.		1	1		1	
11 : LWL Qk	1.				1		1
12 : GZG gk+0,2*sk+qk(Kat.E)	1.		1	1	1	1	0,2

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

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

Lastfälle

1	Eigengewicht gk
2	Ausbaulast gk
4	gk,Attika+Fassade

QN - Lagerkraft

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

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie E: Lagerflächen
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 1 / 0,9 / 0,8

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

3	Gründach + PV qk,1

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

5	S+W sk

Fd - Bemessungswerte von Einwirkungen

Lastfälle

12	GZG gk+0,2*sk+qk(Kat.E)

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke 22cm M = 1:

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

G Eigenlast
QN Lagerkraft
QS Schnee- und Eislast

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G Eigenlast
QN Lagerkraft
QS Schnee- und Eislast

1. Quasi-ständige Situation

Endzustand

G Eigenlast
QN Lagerkraft
QS Schnee- und Eislast
Fd Bemessungswerte von Einwirkungen

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

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	XC3	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	XC3	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	XC3	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.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke 22cm 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	1,20	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	35	.
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.
3	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.

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	.	.	.	0,220	.	0,185	0,90	.	.	.	.
2	0,240	.	0,190	0,90	0,600	.	0,550	0,90	0,500	0,140	0,100	.
3	0,240	.	0,190	0,90	0,700	.	0,650	0,90	0,600	0,140	0,100	.

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	0,220	0,240	0,00	.
3	Glatt	0,200	0,220	0,240	0,00	.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke 22cm M = 1:

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht gk	0,000	0,000	348,680
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	348,680
2	Ausbaulast gk	0,000	0,000	28,817
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	28,817
3	Gründach + PV qk,1	0,000	0,000	128,043
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	128,043
4	gk,Attika+Fassade	0,000	0,000	62,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	62,000
5	S+W sk	0,000	0,000	90,011
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	90,011
10	LWL Gk	0,000	0,000	439,497
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	439,497
11	LWL Qk	0,000	0,000	218,055
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	218,055
12	GZG gk+0,2*sk+qk(Kat.E)	0,000	0,000	585,543
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	585,543

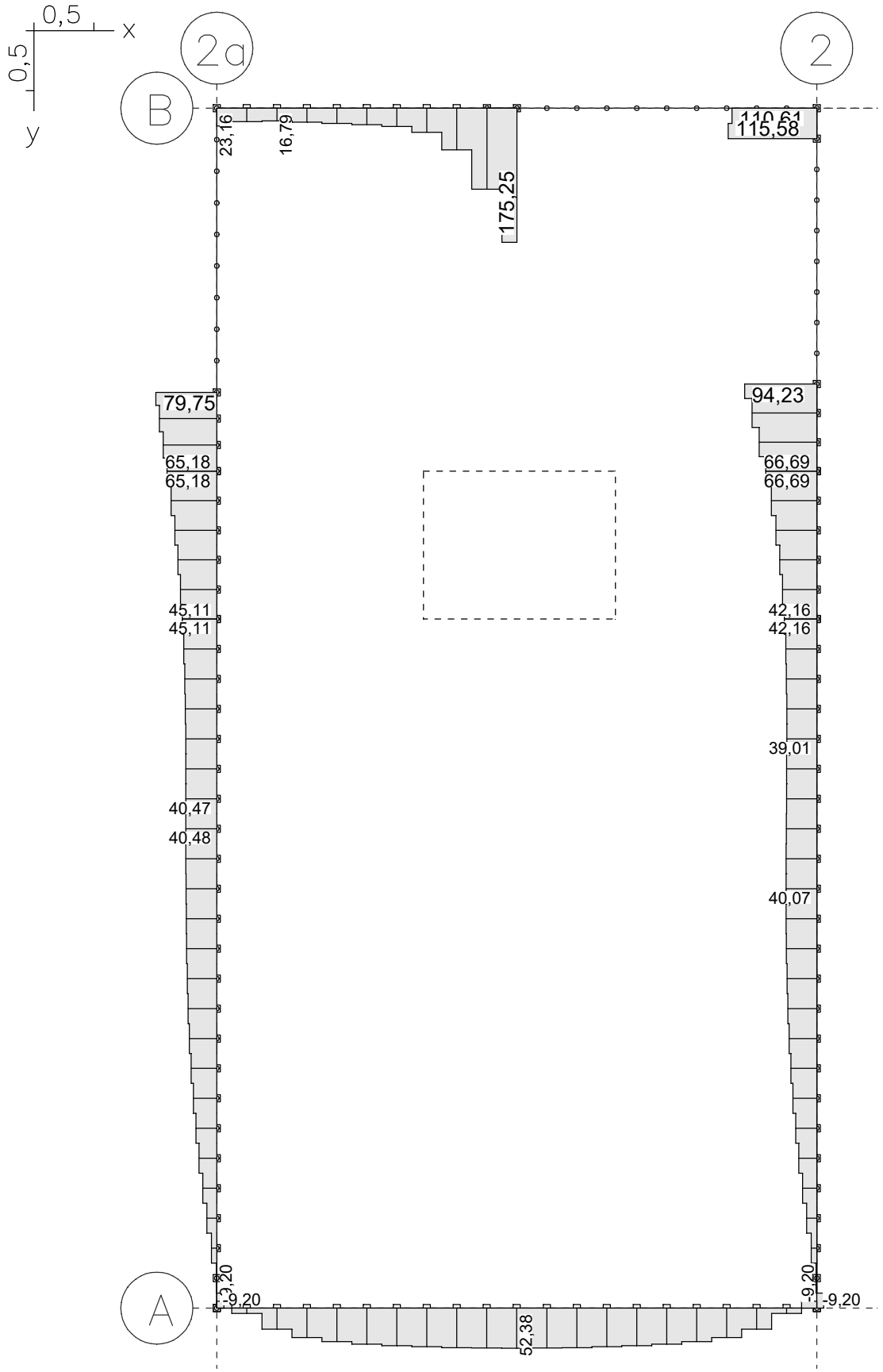
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

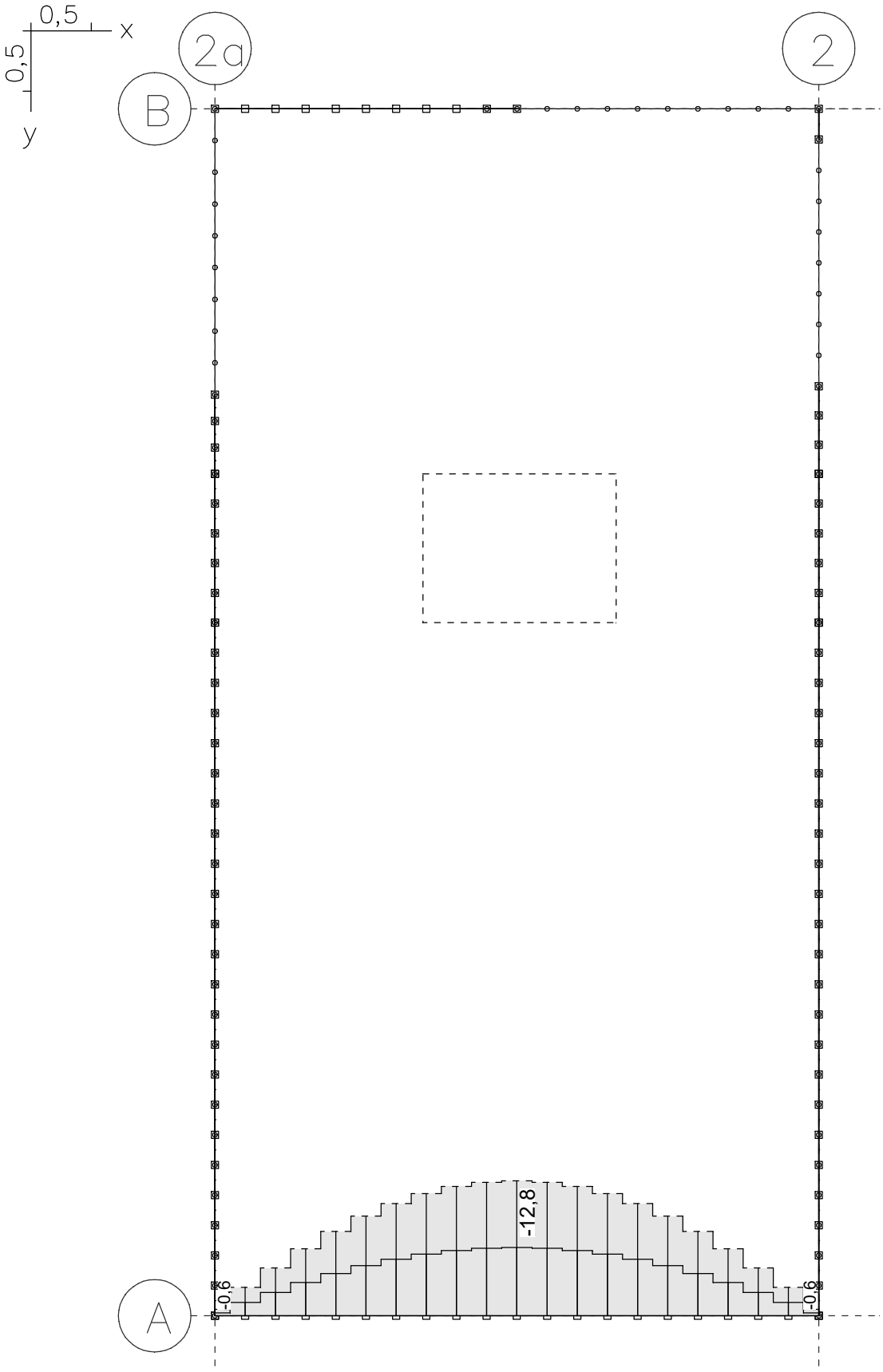
LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max Rz(l). 78,38 [kN/m] =

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

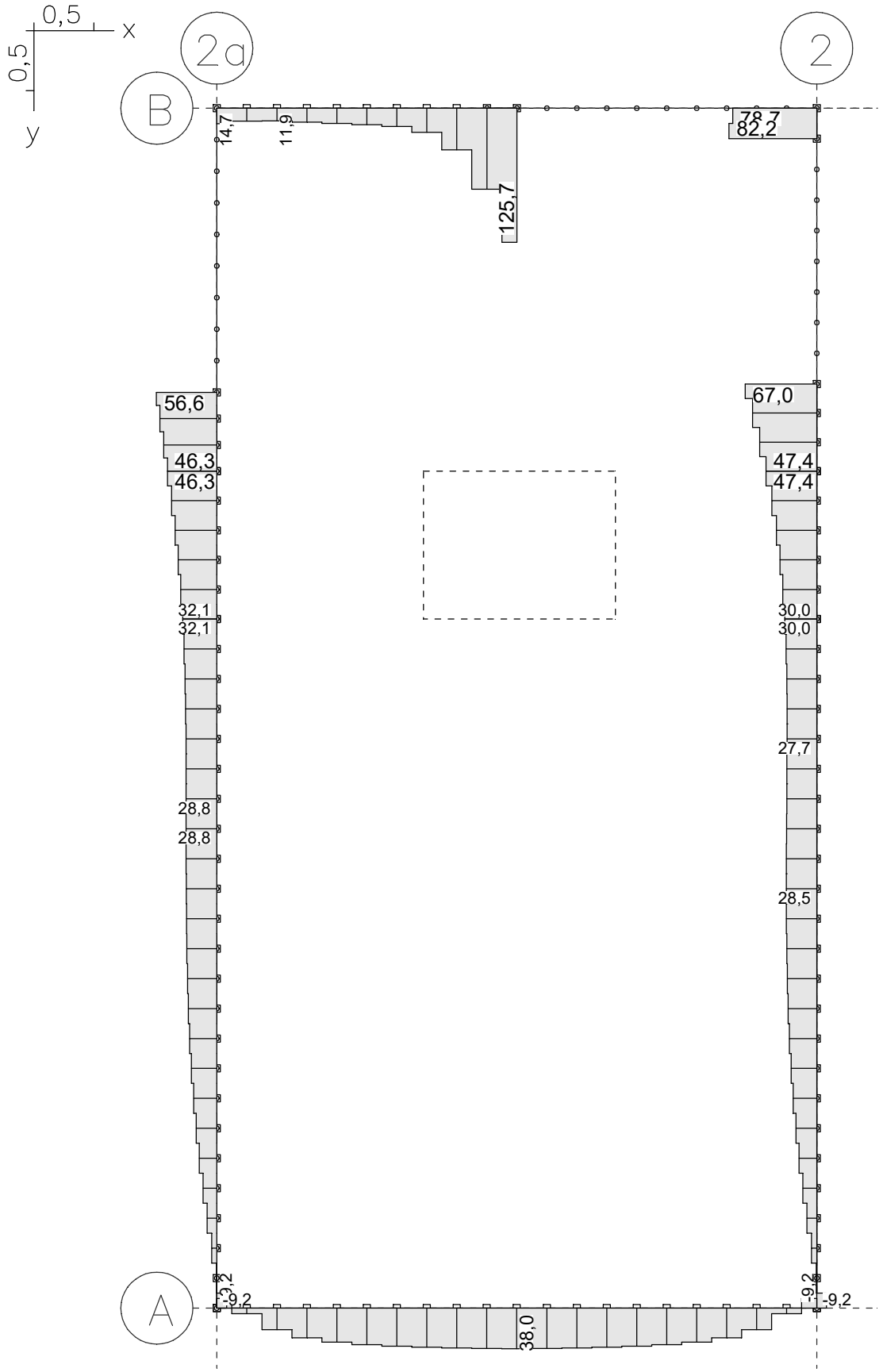
LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien min,max Mx(l). 5,73 [kNm/m] =

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

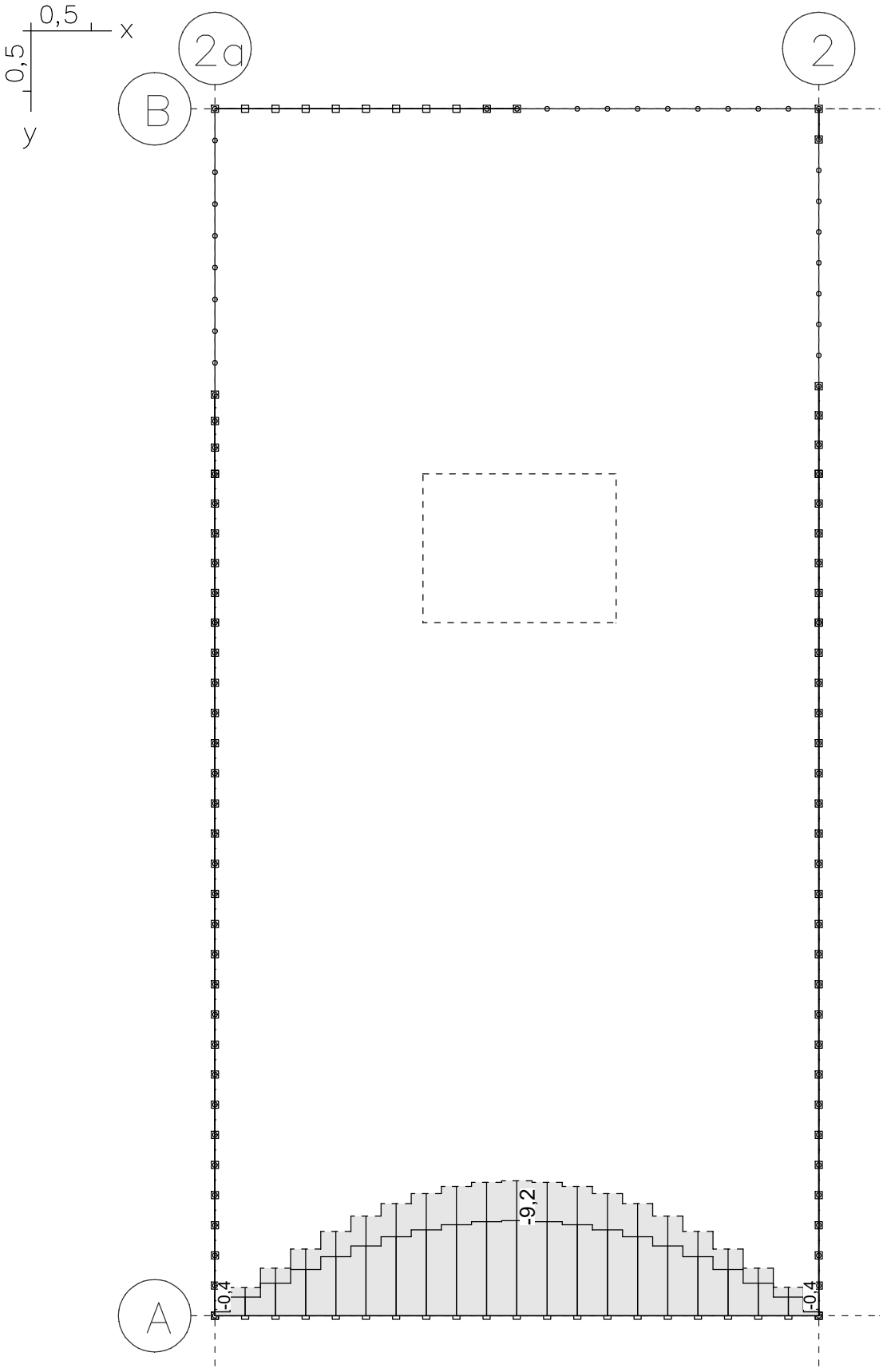
LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max Rz(l). 56,23 [kN/m] =

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien min,max Mx(l). 4,11 [kNm/m] =

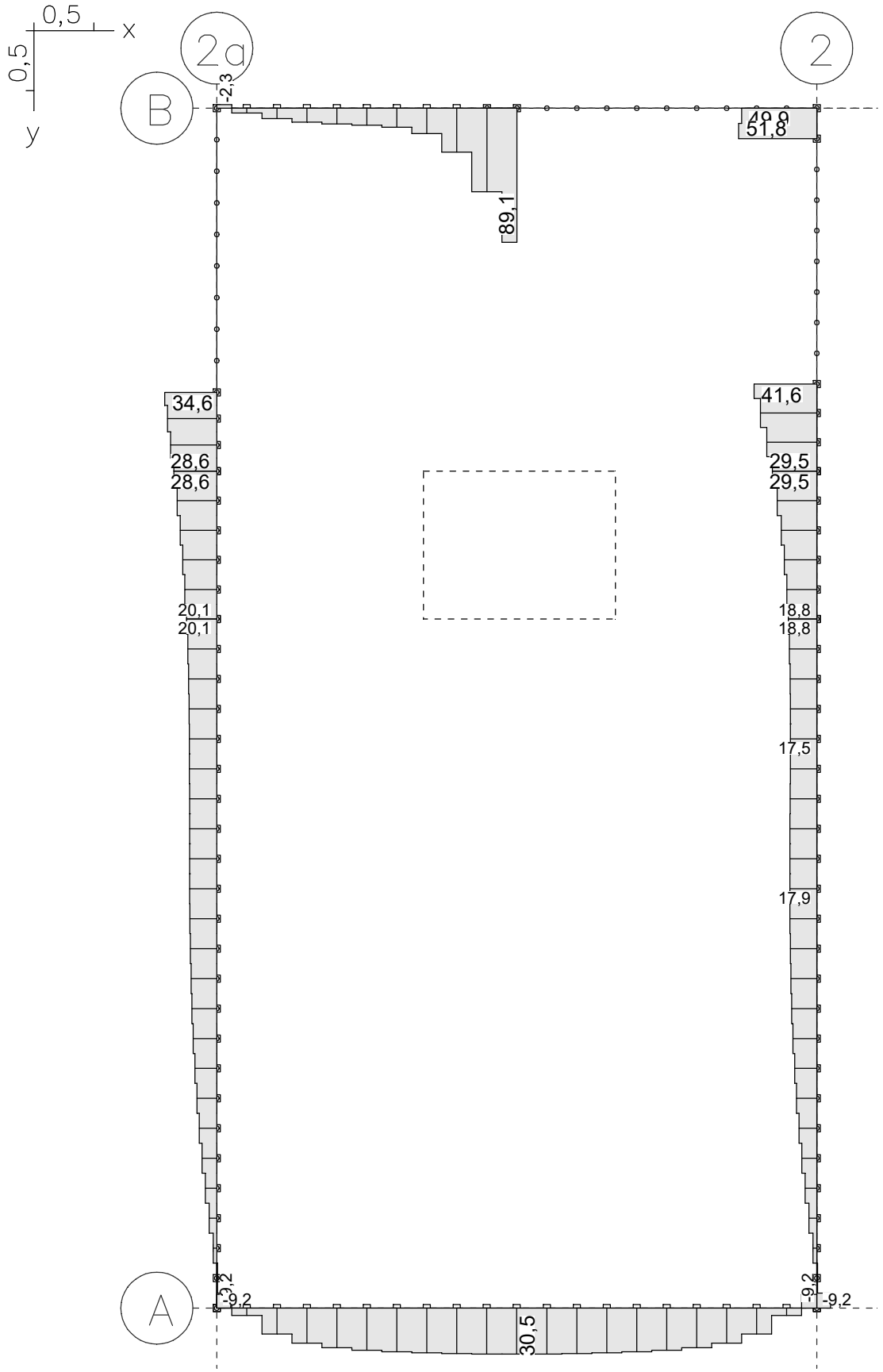
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.12 Stb.Decke 22cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



LF 10: LWL Gk
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 39,83 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 439,50 [kN]

durch Vergleichsrechnung geprüft

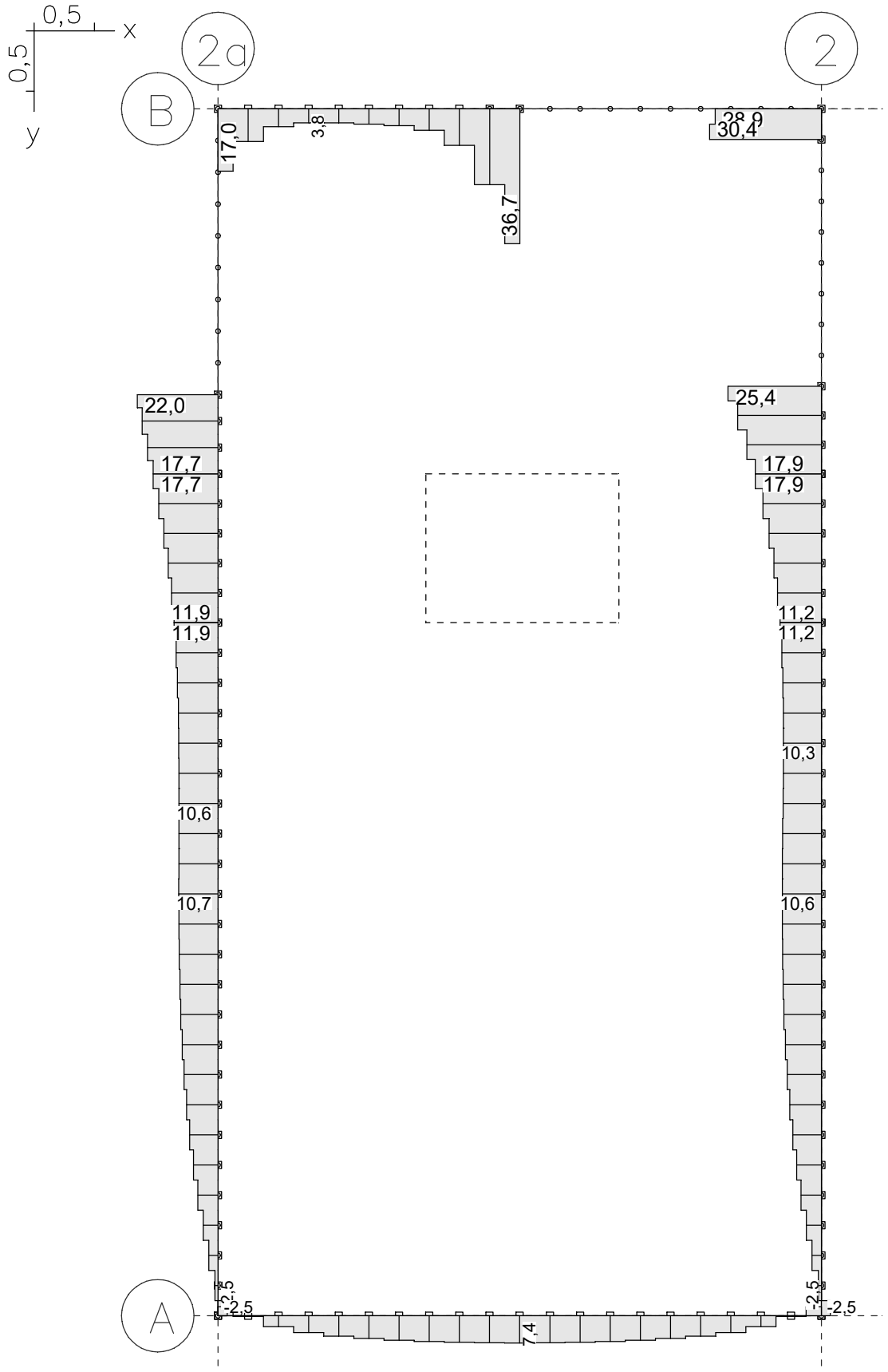
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.12 Stb.Decke 22cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



LF 11: LWL Qk
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 16,41 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 218,05 [kN]

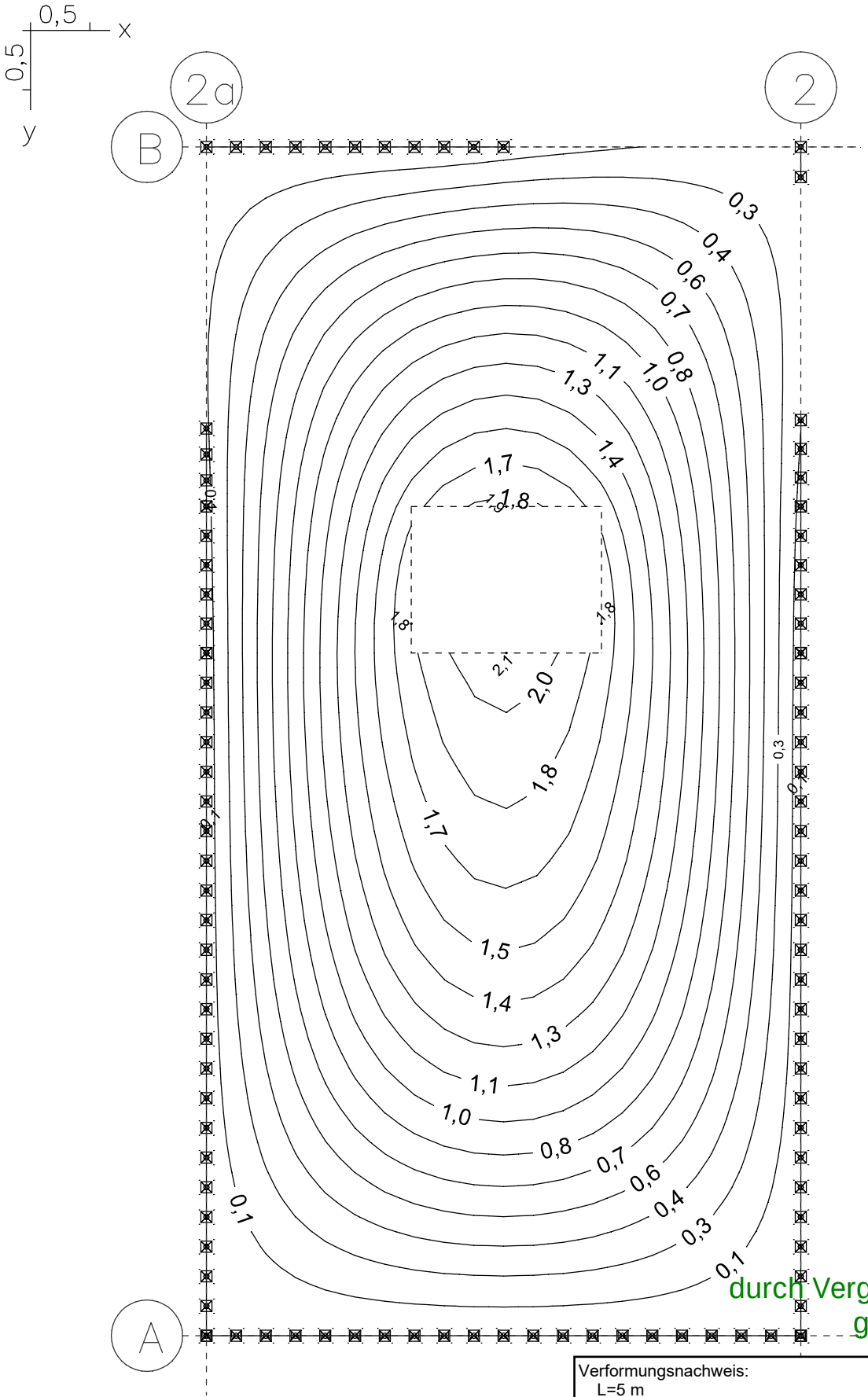
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

Verformungsnachweis:
L=5 m
2,06 mm≈L/2400
Aufgrund der früheren Belastung und des höheren Eigengewichtsanteils wird geschätzt:
Verformung im Zustand II = 3,5×2,06 = 7,21mm ≈ L/690

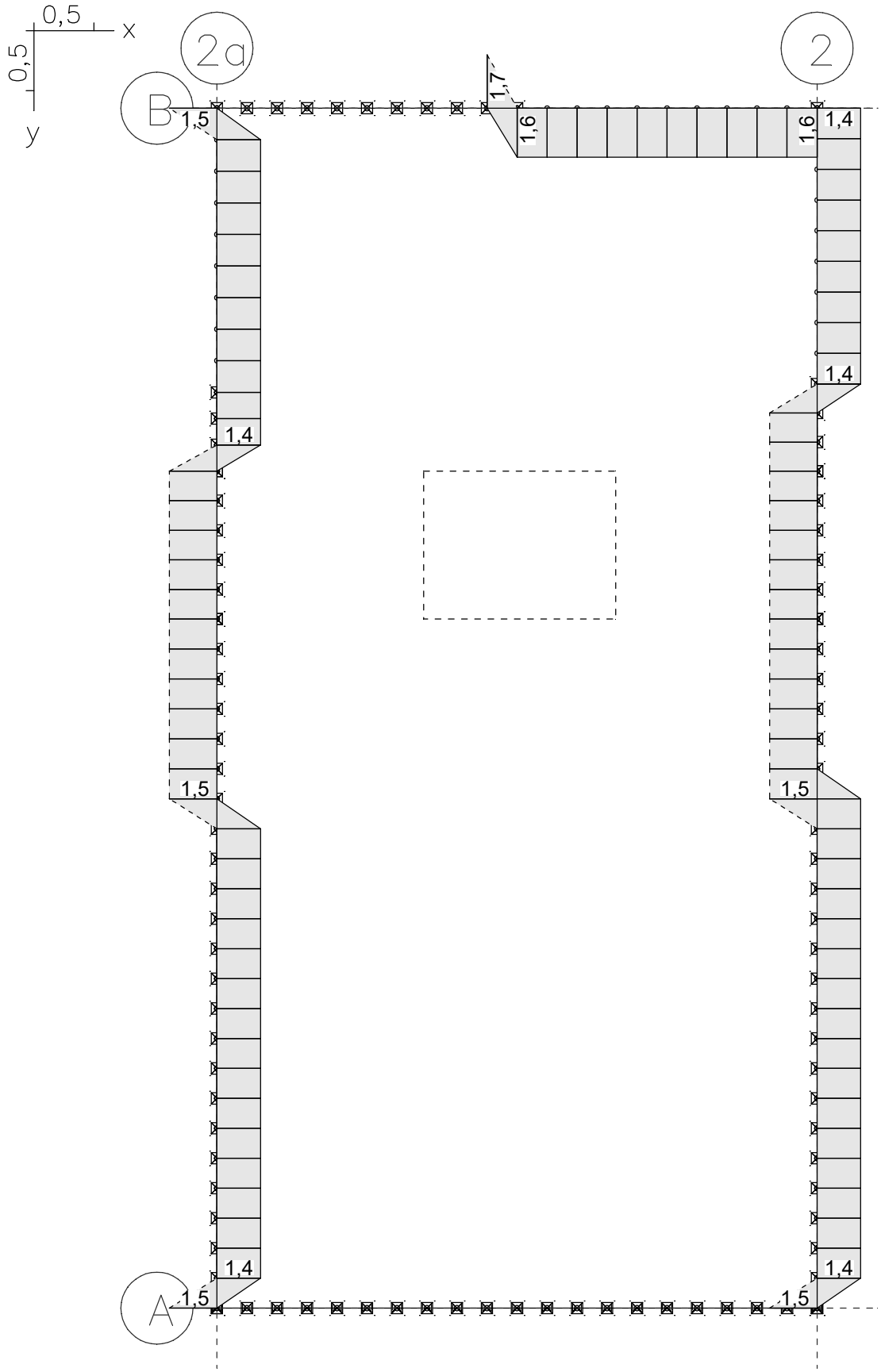
LFK DIN1992.QS.1: 1. Quasi-ständige Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -0,01/2,06 [mm]

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

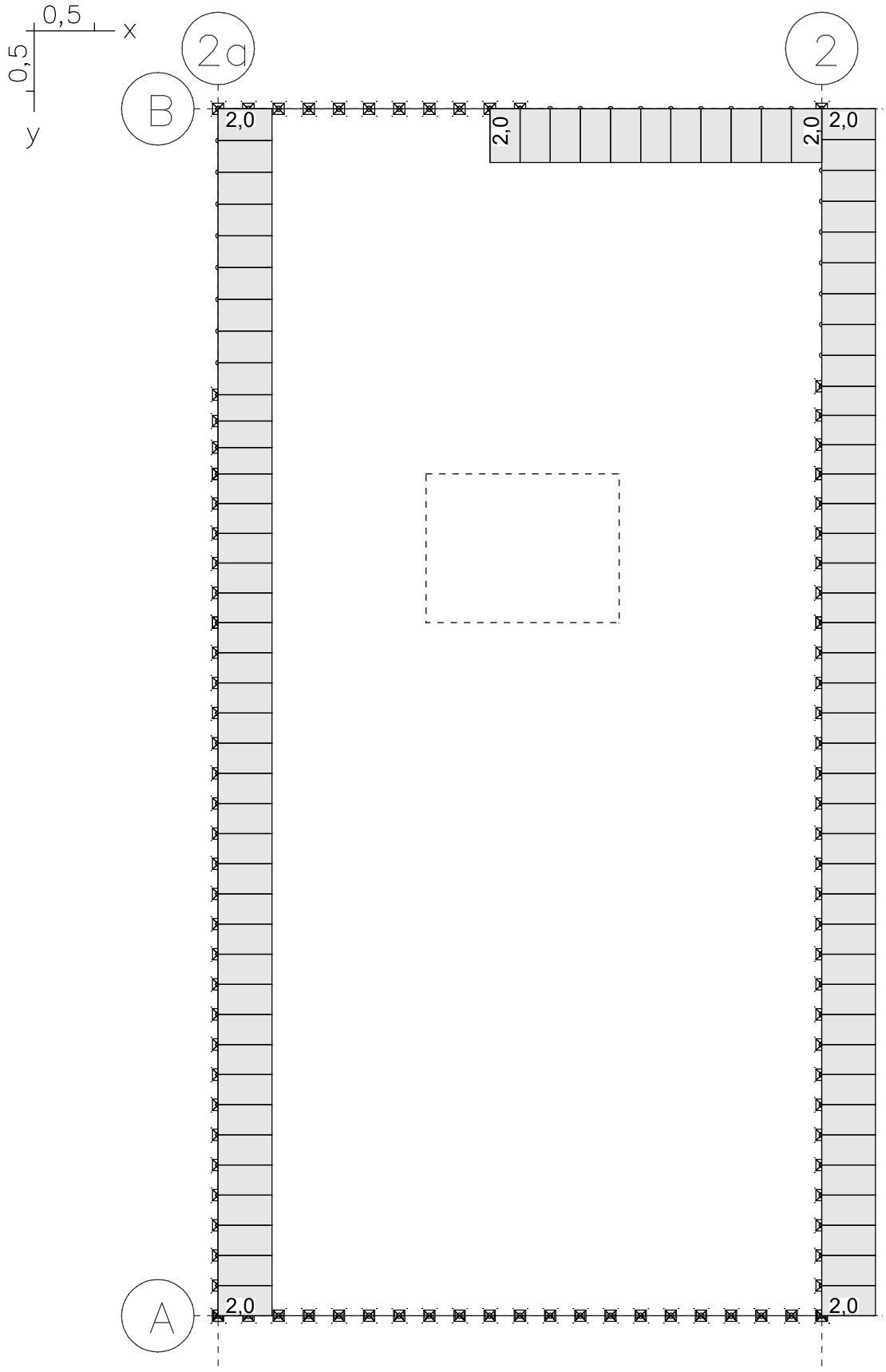
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung, Stahllagen z >= zs; z < zs (strichliert). 1,92 [cm²/m] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/1,71 [cm²/m]

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

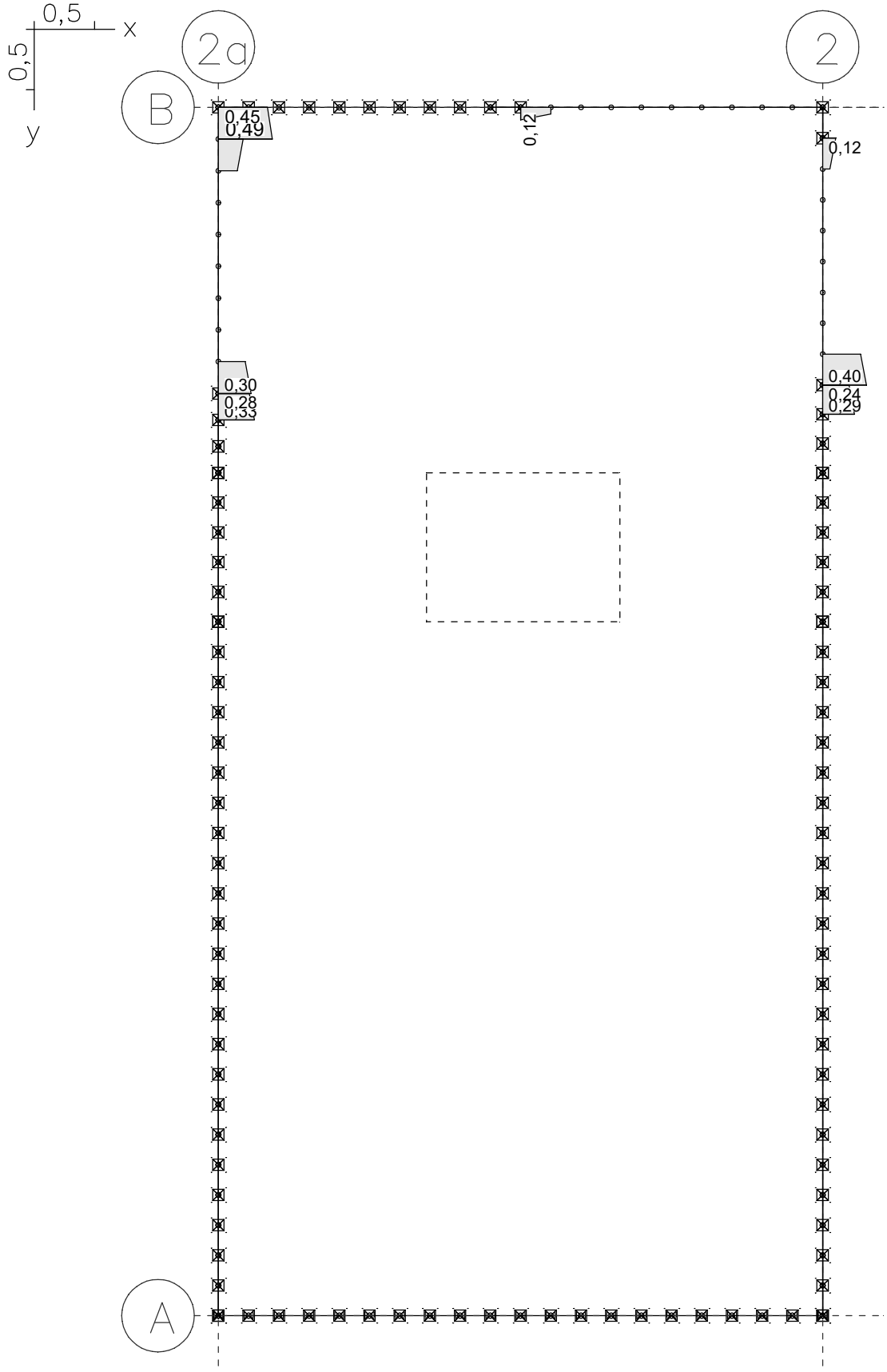
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft Qz. 2,24 [cm²/m] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 2,00/2,00 [cm²/m]

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

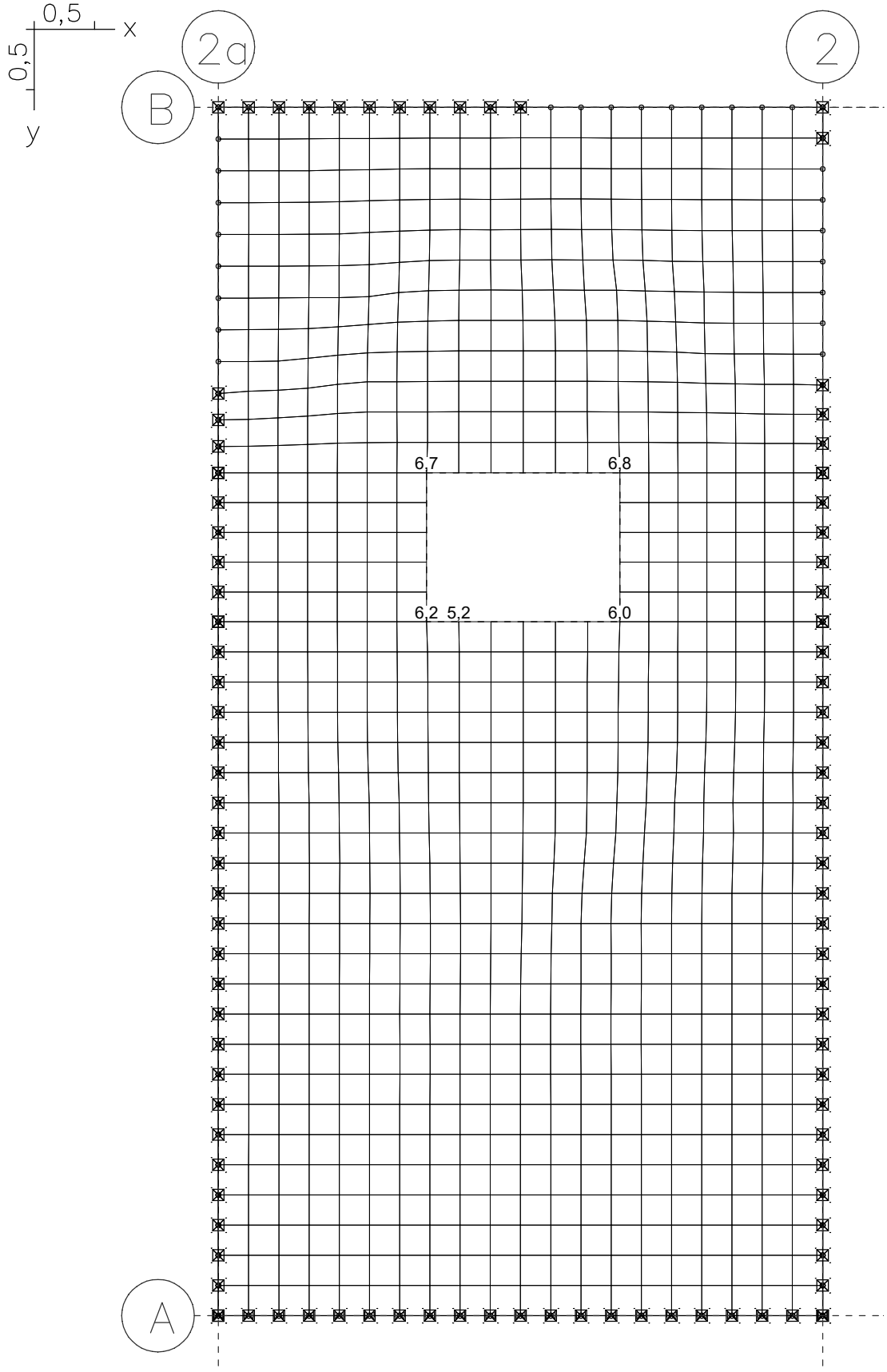
LFK DIN1992: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb. 0,56 [cm²/m] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,49 [cm²/m]

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

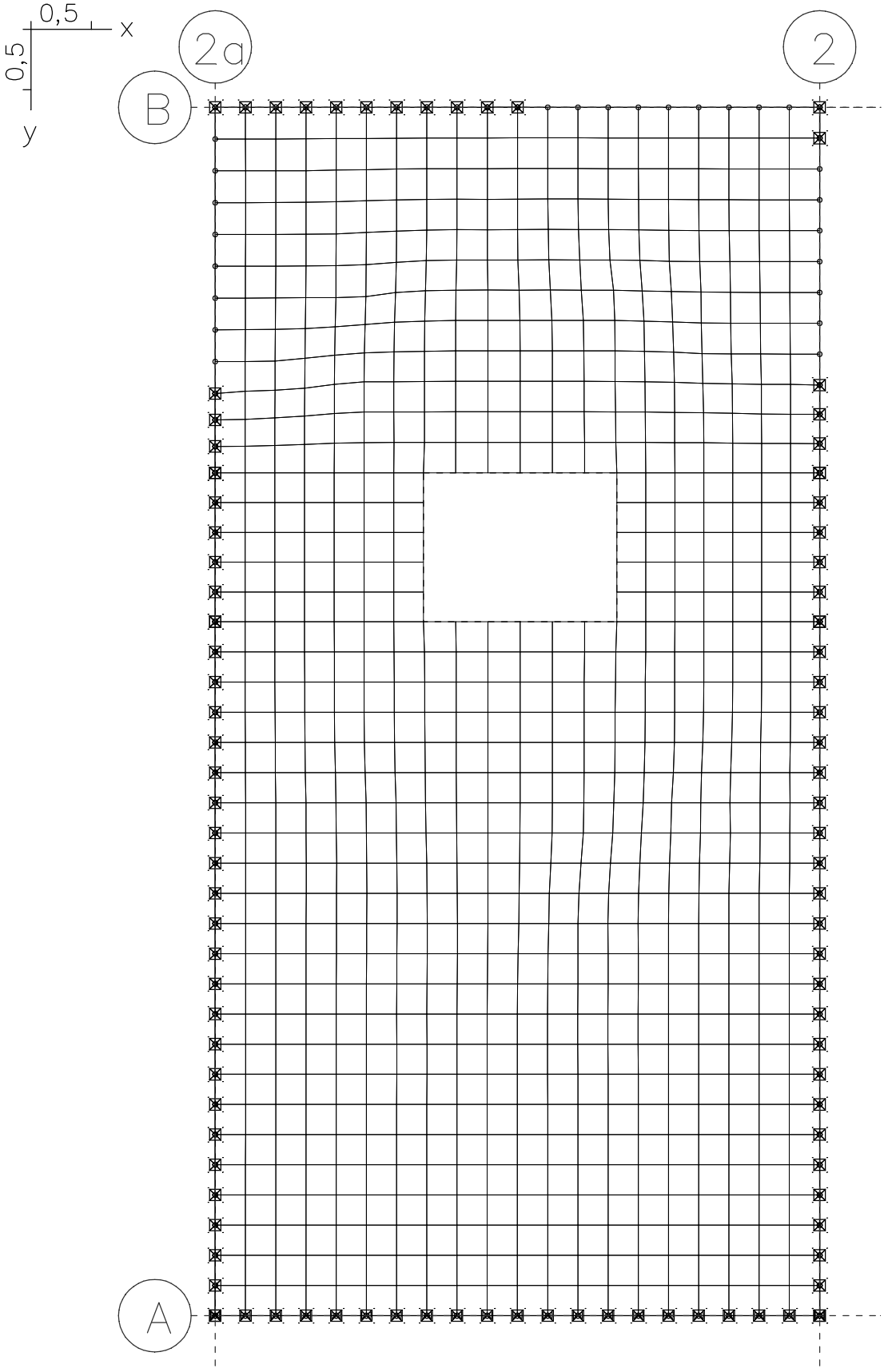
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage >= 5,24 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0,3 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/8,79 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage >= 5,24 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0,3 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/5,98 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

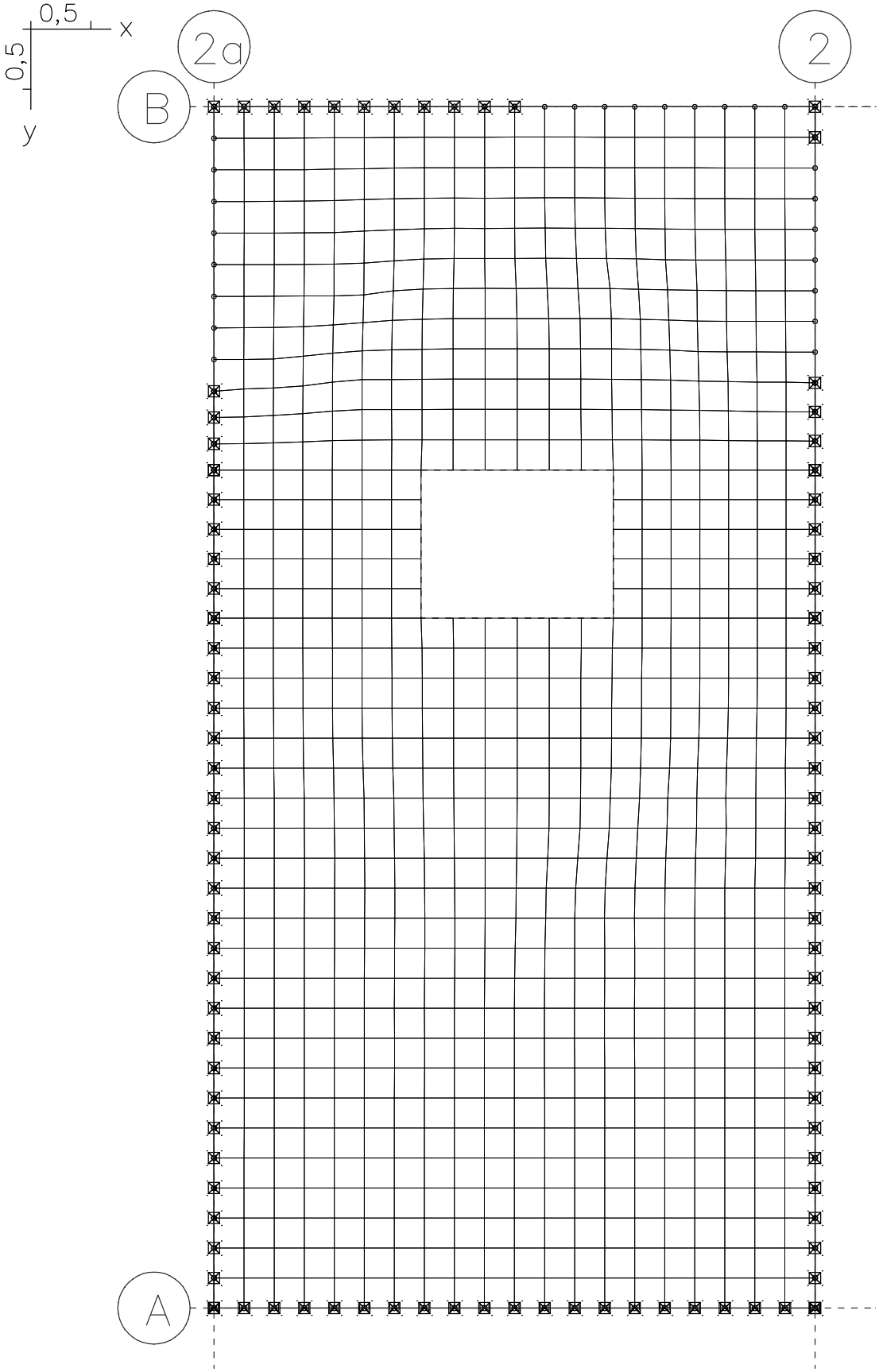
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

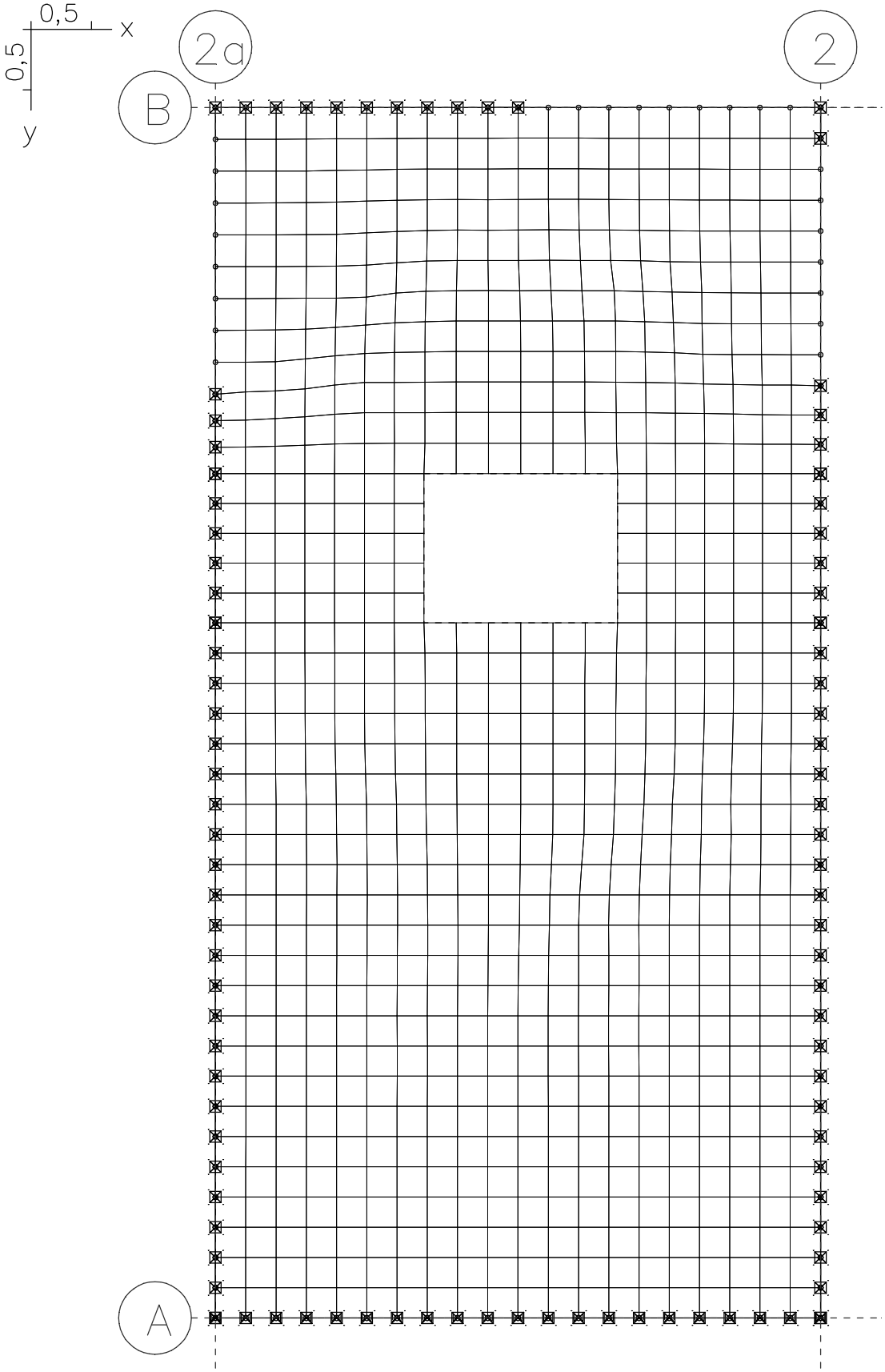
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0,3 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/2,89 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0,3 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/2,74 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

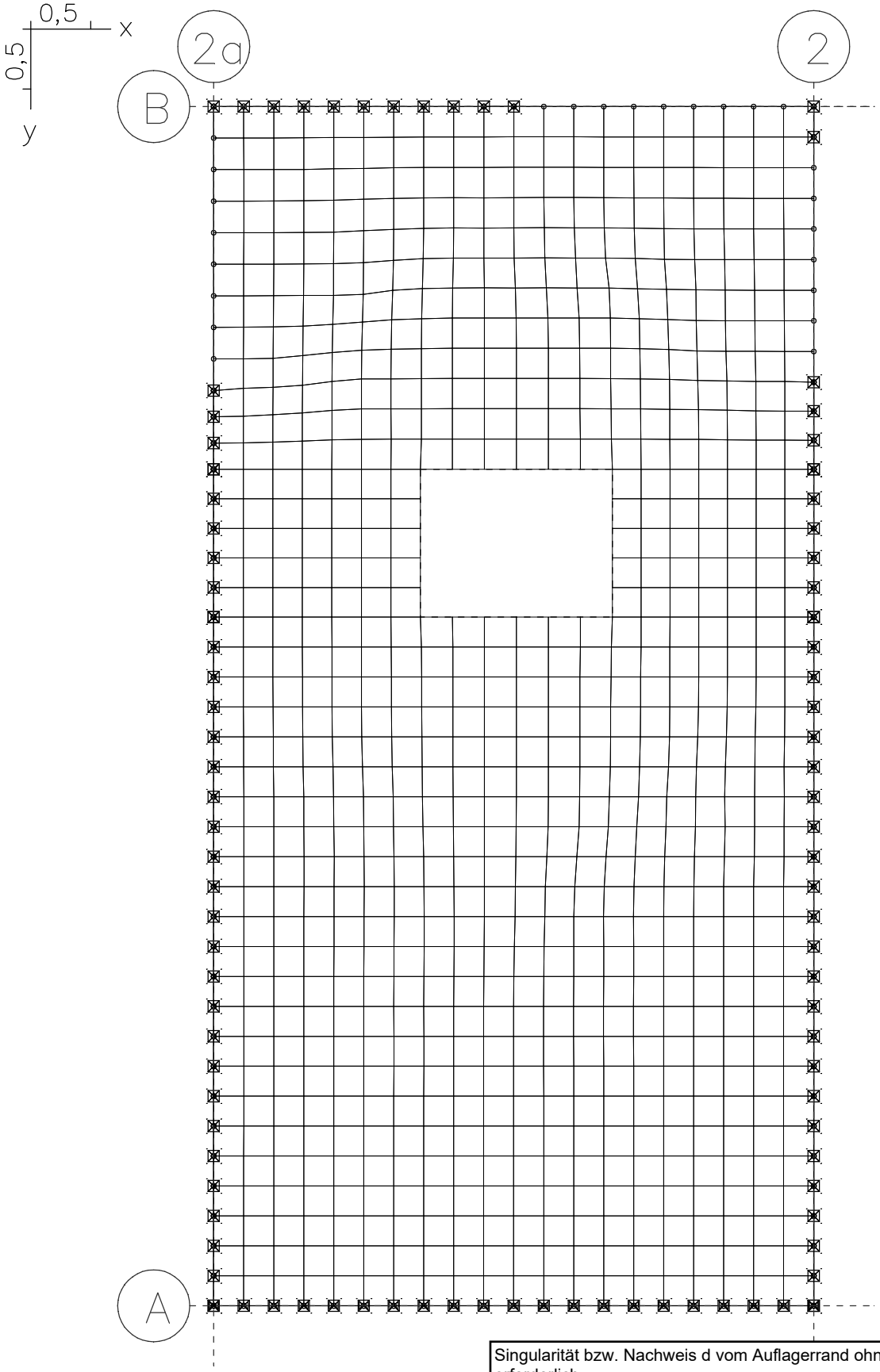
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.12

Stb.-Decke 22cm

M = 1:50



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

Singularität bzw. Nachweis d vom Auflagerrand ohne Querkraftzulagen erforderlich.
Prüfe Querkraftnachweis bei direkter Lagerung d vom Auflagerrand:
Auflagerbreite = 20 cm, Decke h=22 cm, Stat. Nutzhöhe d = 17,5 cm
d von Auflagerachse = 27,5 cm
d.h. Werte erst in 2. FE-Netzreihe maßgebend, deflür ist Querkraftbewehrung einzubauen.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 13/14/15 Stahlträger

HEB 340 S235

System:

1-Feld-Träger

Belastung:

Auflagerkräfte 2/3 aus Trapezblech System A

ständige Lasten:	
Eigengewicht g=	3,90 kN/m
veränderliche Lasten:	
PV-Anlage und Gründach qV=	7,70 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=	5,50 kN/m

Auflagerkräfte 2/3 aus Trapezblech System D

ständige Lasten:	
Eigengewicht g=	4,10 kN/m
veränderliche Lasten:	
PV-Anlage und Gründach qV=	8,20 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=	5,80 kN/m

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

Biegedrillknicknachweis

Belastung:

maximale Feldmoment M_{Feld}

Siehe den Ausdruck aus Frilo

$M_{Feld,Ed}$= 337,00 kNm

Normalkraft aus Aussteifung

Siehe Kap.3 Gebäudeaussteifung

Nk=			25,00 kN
NEd=	1,5*Nk	=	37,50 kN

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Infograph

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mehrfeldträger Stahl (x64) STM+ 01/24E (FRILO R-2024-1/P09)

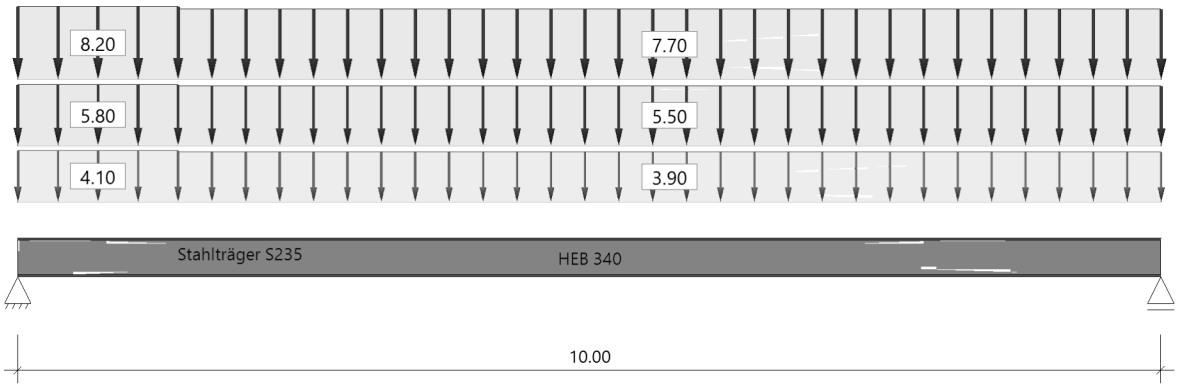
Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

	E_k	=	210000	N/mm²	G_k = 80769	N/mm²
	γ	=	78.50	kN/m³	μ = 0.30	
Streckgrenze	t	≤	40	mm	f_{yk} = 235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t	≤	40	mm	f_{uk} = 360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEB 340	36660.0	9690.0	2156.0	646.0	170.9
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

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	10.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Schubmittelpunkt

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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	TL	1.40	8.60		3.90	3.90	Nein	ständig		
	2	TL	1.40	8.60		7.70	7.70	Nein	Kat. E		
	3	TL	1.40	8.60		5.50	5.50	Nein	Schnee		
	4	TL		1.40		4.10	4.10	Nein	ständig		
	5	TL		1.40		8.20	8.20	Nein	Kat. E		
	6	TL		1.40		5.80	5.80	Nein	Schnee		

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

- Last 1: System A
- Last 2: System A
- Last 3: System A
- Last 4: System D
- Last 5: System D
- Last 6: System D

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 1342 kg mit Gamma = 78.50 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. E: Lagerflächen	1.00	0.90	0.80		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
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 $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	elastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.66	0.85	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.94

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

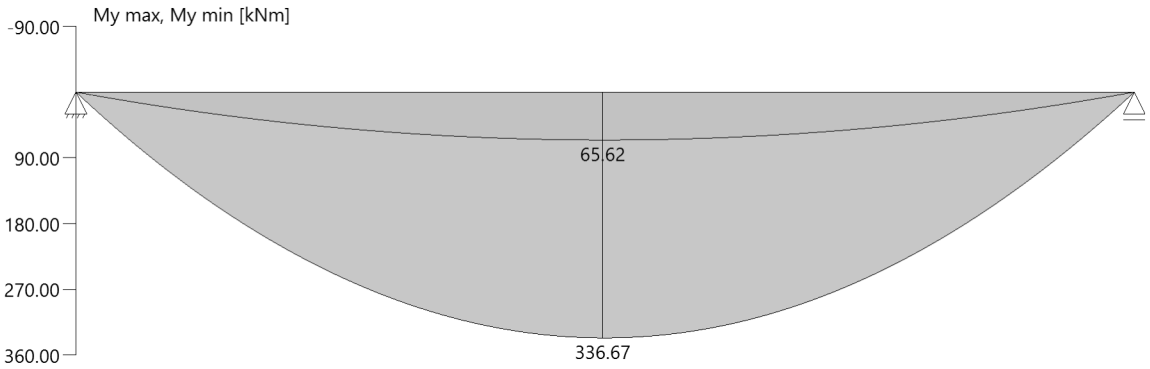
Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Qs}	η_{Stabi}	Lk
ständig/vorübergehend	HEB 340	Feld 1, x = 4.99	0.0	336.67	0.66	0.85	43

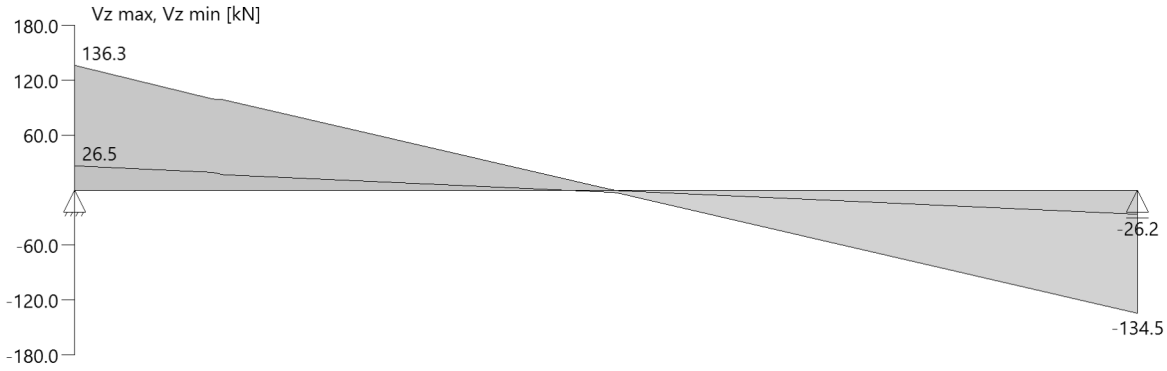
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.99	0.0	-3.1	3.1	0.63	3

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.99	10.00	0.00	10.00	0.9	3.1	3.3	0.94	3

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

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. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	26.5	26.5 39.2 27.9		
2	10.00	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	26.2	26.2 38.5 27.5		

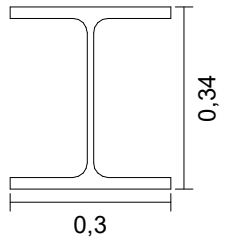
Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	136.3 26.5			
2	10.00	Lk 1 Lk 2	134.5 26.2			

durch Vergleichsrechnung geprüft

Biegedrillknicknachweis nach DIN EN 1993-1-1 mit NA:2018-12

Querschnitt: HEB 340



h = 340,0 mm
b = 300,0 mm
s = 12,0 mm
t = 21,5 mm
r = 27,0 mm

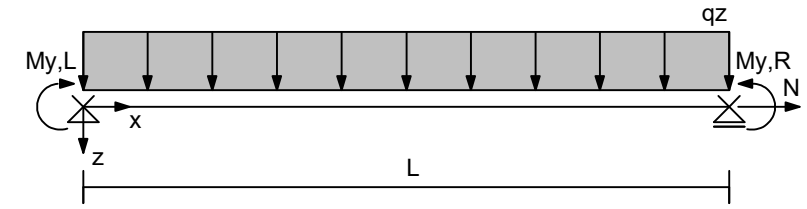
A = 171,0 cm²	I_y = 36660,0 cm^4	I_z = 9690,0 cm^4
I_T = 258,0 cm^4	I_ω = 2454000 cm^6	
i_y = 14,64 cm	i_z = 7,53 cm	i_p = 16,46 cm

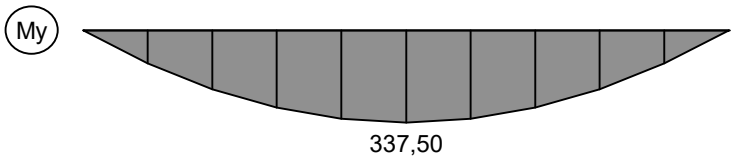
Material: S235-EN
$f_{y,k}$ = 235 N/mm²
E-Modul = 210000 N/mm²
G-Modul = 81000 N/mm²
γ_{M1} = 1,10

Einwirkungen in z-Richtung

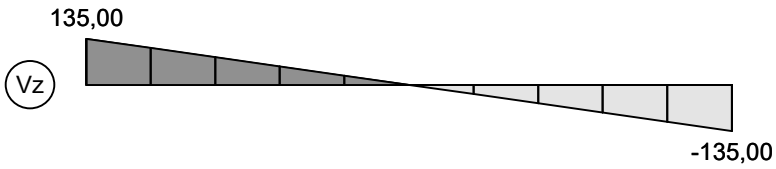
L = 10,00 m	N_d = -45,00 kN	$q_{z,d}$ = 27,00 kN/m
$M_{y,d,links}$ = 0,00 kNm	$M_{y,d,rechts}$ = 0,00 kNm	

Lastangriffspunkt Untergurt $\Rightarrow$ z_p = 17,00 cm
Die Stabenden sind gabelgelagert.

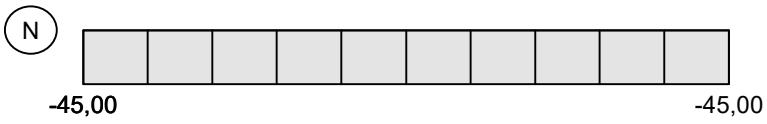




Max My,d = 337,50 kNm

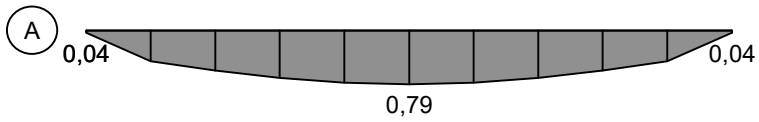


Max Vz,d = 135,00 kN, Min Vz,d = -135,00 kN



Min N,d = -45,00 kN

durch Vergleichsrechnung geprüft



Maximale Ausnutzung = 0,79

Ideale Verzweigungslast $N_{cr,y}$ für Knicken um die y-Achse

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2}$$

E = 210000 N/mm² I_y = 36660,0 cm⁴ $L_{cr,y}$ = 10,00 m

$N_{cr,y}$ = 7598,21 kN

Ideale Verzweigungslast $N_{cr,z}$ für Knicken um die z-Achse

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2}$$

E = 210000 N/mm² I_z = 9690,0 cm⁴ $L_{cr,z}$ = 10,00 m

$N_{cr,z}$ = 2008,37 kN

Verzweigungslastfaktor η_{cr} für das ideale Biegedrillknickmoment M_{cr}

η_{cr} = 3,00

Maßgebender Nachweis an der Stelle x = 5,00 m

Bemessungswerte der Einwirkungen

N_{Ed} = -45,00 kN
$V_{z,Ed}$ = 0,00 kN $V_{y,Ed}$ = 0,00 kN
$M_{y,Ed}$ = 337,50 kNm $M_{z,Ed}$ = 0,00 kNm

⇒ Querschnittsklasse 1

Plastische Beanspruchbarkeiten nach Tabelle 6.7

N_{Rk} = ±4018,50 kN
$M_{y,Rk}$ = ±565,90 kNm $M_{z,Rk}$ = ±231,64 kNm

Abminderungsbeiwerte für Biegeknicken nach Kapitel 6.3.1

$$\chi = \frac{1}{\Theta + \sqrt{\Theta^2 - \overline{\lambda}^2}} \le 1 \qquad (6.49)$$

$$\Theta = 0{,}5\left[1 + \alpha\left(\overline{\lambda} - 0{,}2\right) + \overline{\lambda}^2\right]$$

$$\overline{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

mit $\overline{\lambda}_y$ = 0,73 $\overline{\lambda}_z$ = 1,41
α_y = 0,34 α_z = 0,49 nach Tabellen 6.1 und 6.2
$N_{cr,y}$ = 7598,21 kN $N_{cr,z}$ = 2008,37 kN

χ_y = 0,77
χ_z = 0,34

Nachweis gegen Biegeknicken nach Kapitel 6.3.1

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \le 1 \qquad (6.46)$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \qquad (6.47)$$

mit N_{Ed} = -45,00 kN f_y = 235 N/mm²
A = 171,00 cm² γ_{M1} = 1,10
χ_y = 0,77 χ_z = 0,34

$N_{Ed} / N_{b,y,Rd} = 0,02 \leq 1$
$N_{Ed} / N_{b,z,Rd} = 0,04 \leq 1$ **Nachweis erfüllt !**

Ideales Biegedrillknickmoment M_{cr}

$$M_{cr} = \eta_{cr} \cdot M_{y,Ed}$$

M_{cr} = 3,00 · 337,50 = 1011,26 kNm

Abminderungsbeiwert für Biegedrillknicken nach Kapitel 6.3.2.3

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Theta_{LT} + \sqrt{\Theta_{LT}^2 - \beta\overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq \frac{1}{\overline{\lambda}_{LT}^2} \leq 1 \qquad (6.57)$$

$$\Theta_{LT} = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda}_{LT} - \overline{\lambda}_{LT,0}\right) + \beta\overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

mit $\overline{\lambda}_{LT}$ = 0,75 $\overline{\lambda}_{LT0}$ = 0,40
β = 0,75 α_{LT} = 0,34 nach Tabellen 6.3 und 6.5
M_{cr} = 1011,26 kNm $W_{pl,y}$ = 2,4081e-03 m³ nach Tabelle 6.7

χ_{LT} = 0,85

Modifikation nach Gleichung (6.58)

$$\chi_{LT,mod} = \frac{\chi_{LT}}{f} \leq 1 \qquad (6.58)$$

$$f = 1 - 0{,}5 \cdot (1 - k_c) \cdot [1 - 2(\overline{\lambda}_{LT} - 0{,}8)^2] \leq 1$$

f = 0,97 k_c = 0,94 nach Tabelle 6.6

$\chi_{LT,mod}$ = 0,87

Nachweis gegen Biegedrillknicken nach Kapitel 6.3.2

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1 \qquad (6.54)$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \qquad (6.55)$$

mit M_{Ed} = 337,50 kNm W_y = 2,4081e-03 m³
γ_{M1} = 1,10 f_y = 235 N/mm²
$\chi_{LT} = \chi_{LT,mod}$ = 0,87

$M_{Ed} / M_{b,Rd} = 0,75 \leq 1$ **Nachweis erfüllt !**

Interaktionsbeiwerte nach Anhang B

Äquivalente Momentenbeiwerte nach Tabelle B.3
ψ_y = 0,00 ψ_z = 0,00
$\alpha_{h,y}$ = 0,00

durch Vergleichsrechnung geprüft

C_{my} = 0,95 C_{mz} = 0,60
C_{mLT} = 0,95

Interaktionsbeiwerte nach Tabelle B.2 für verdrehweiche Bauteile
k_{yy} = 0,96 k_{yz} = 0,38
k_{zy} = 0,99 k_{zz} = 0,63

Nachweis für Biegung und Druck nach Kapitel 6.3.3

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 \qquad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 \qquad (6.62)$$

mit N_{Ed} = -45,00 kN $M_{y,Ed}$ = 337,50 kNm $M_{z,Ed}$ = 0,00 kNm
$\Delta M_{y,Ed}$ = 0,00 kNm $\Delta M_{z,Ed}$ = 0,00 kNm
N_{Rk} = -4018,50 kN $M_{y,Rk}$ = 565,90 kNm $M_{z,Rk}$ = 231,64 kNm
χ_y = 0,77 k_{yy} = 0,96 k_{yz} = 0,38
χ_z = 0,34 k_{zy} = 0,99 k_{zz} = 0,63
γ_{M1} = 1,10 $\chi_{LT} = \chi_{LT,mod}$ = 0,87

0,02 + 0,72 + 0,00 = 0,74 ≤ 1 (6.61)
0,04 + 0,75 + 0,00 = 0,79 ≤ 1 (6.62) **Nachweis erfüllt !**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 16 Stahlträger

HEB 320 S235

System:

3-Feld-Träger

Belastung:

Feld 1

Auflagerkräfte 2 aus Trapezblech System B

ständige Lasten:			
Eigengewicht g=			4,30 kN/m
veränderliche Lasten:			
PV-Anlage und Gründach qV=			8,60 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=			6,10 kN/m

Feld 2

Auflagerkräfte 3 aus Trapezblech System C

ständige Lasten:			
Eigengewicht g=			4,10 kN/m
veränderliche Lasten:			
PV-Anlage und Gründach qV=			8,20 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=			5,80 kN/m

50% Gerätlast RLT02 + 50% Eigengewicht der Stahlträger Pos.31 und Eigengewicht der Stahlträger Pos.31.1

Siehe Kap.2 Gerätlast RLT02

ständige Lasten:			
Eigengewicht G=	6,00+0,61+2,73*0,5	=	7,97 kN
veränderliche Lasten:			
Windlast W=			1,50 kN

Feld 3

Auflagerkräfte 2/3 aus Trapezblech System B

ständige Lasten:			
Eigengewicht g=			4,30 kN/m
veränderliche Lasten:			
PV-Anlage und Gründach qV=			8,60 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=			6,10 kN/m

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mehrfeldträger Stahl (x64) STM+ 01/24E (FRILO R-2024-1/P09)

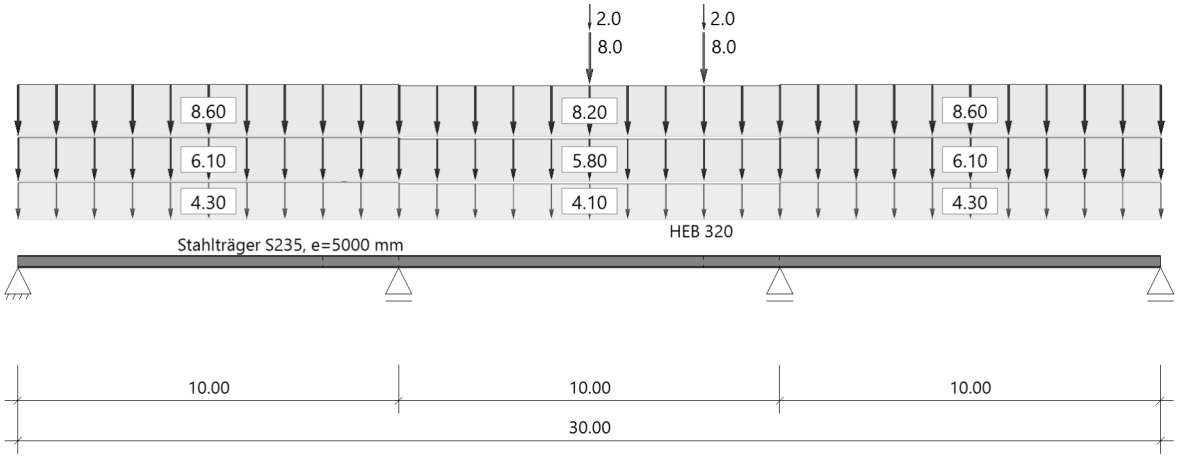
Grundparameter

Stahlträger über 3 Felder (e = 500.0 cm) , DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

	E_k	=	210000	N/mm²	G_k	=	80769 N/mm²
	γ	=	78.50	kN/m³	μ	=	0.30
Streckgrenze	t	≤	40	mm	f_{yk}	=	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t	≤	40	mm	f_{uk}	=	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEB 320	30820.0	9239.0	1926.0	616.0	161.3
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Felder

Feld	Länge [m]	Abschnitte von [m]	Abschnitte bis [m]	Querschnitt
1	10.00	0.00	8.00	HEB 320
		8.00	10.00	HEB 320
2	10.00	0.00	8.00	HEB 320
		8.00	10.00	HEB 320
3	10.00			HEB 320

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φx [kNm/rad]	Φy [kNm/rad]	Φz [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	10.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	20.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	30.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Schubmittelpunkt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W	[ ]	EG	Zus	Alt
Feld 2	1	kraft	5.00	8.0	kN	ständig		
	2	kraft	5.00	2.0	kN	Wind		
	3	kraft	8.00	8.0	kN	ständig		
	4	kraft	8.00	2.0	kN	Wind		

- Last 1: aus Pos.28
- Last 2: aus Pos.28
- Last 3: aus System C
- Last 4: aus System C

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
Feld 1	5	GL		10.00		4.30		Nein	ständig		
	6	GL		10.00		8.60		Nein	Kat. E		
	7	GL		10.00		6.10		Nein	Schnee		
Feld 2	8	GL		10.00		4.10		Nein	ständig		
	9	GL		10.00		8.20		Nein	Kat. E		
	10	GL		10.00		5.80		Nein	Schnee		
Feld 3	11	GL		10.00		4.30		Nein	ständig		
	12	GL		10.00		8.60		Nein	Kat. E		
	13	GL		10.00		6.10		Nein	Schnee		

- Last 5: aus System B
- Last 6: aus System B
- Last 7: aus System B
- Last 8: aus System C
- Last 9: aus System C
- Last 10: aus System C
- Last 11: aus System A
- Last 12: aus System A
- Last 13: aus System A

durch Vergleichsrechnung geprüft

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 3799 kg mit Gamma = 78.50 kN/m^3 berücksichtigt.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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. E: Lagerflächen	1.00	0.90	0.80		1.50
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08	
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 $\gamma_{G,inf}$)	
Querschnittsbemessung	:	plastisch	
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B	
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch	
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0	cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/	150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/	300

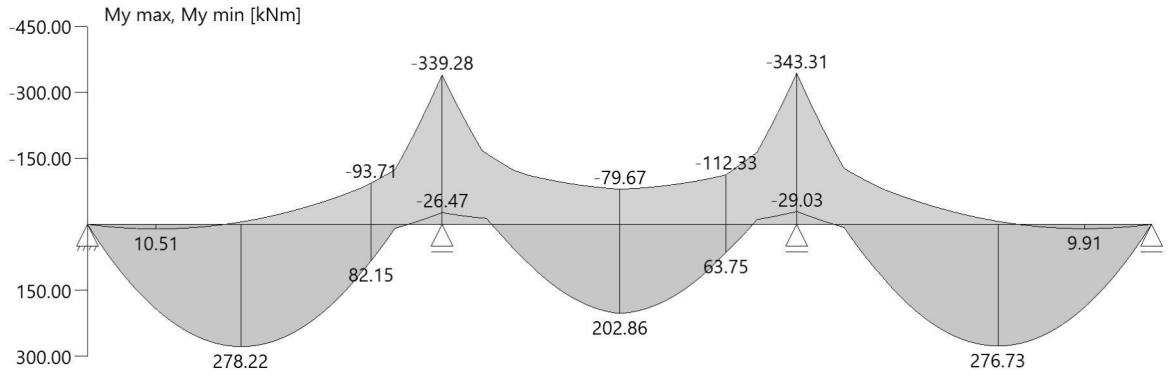
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.68	0.86	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.83

Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

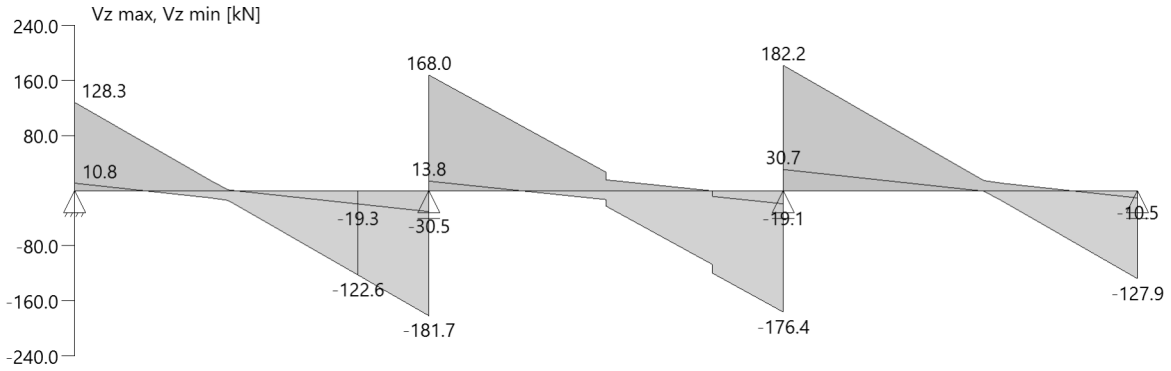
Umhüllende der Momente



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	128.3	0.18	0.00	0.00	0.18	1
	4.34	1	0.0	0.00	278.23	0.55	0.55	1
	7.58	1	-95.8	0.14	122.99	0.24	0.24	1
	8.00	1	-41.8	0.06	-93.71	0.19	0.19	3
	10.00	1	-181.7	0.26	-339.28	0.67	0.67	5
Feld 2	10.00	1	168.0	0.24	-339.28	0.67	0.67	5
	12.95	1	66.4	0.09	126.09	0.25	0.25	3
	15.00	1	8.4	0.01	202.86	0.40	0.40	3
	15.00	1	-4.2	0.01	202.86	0.40	0.40	3
	15.47	1	-17.6	0.03	197.71	0.39	0.39	3
	15.50	1	0.0	0.00	151.30	0.30	0.30	5
	15.89	1	-29.5	0.04	187.81	0.37	0.37	3
	17.16	1	-65.1	0.09	128.08	0.25	0.25	3
	18.00	1	-25.3	0.04	-112.33	0.22	0.22	1
	18.00	1	-36.1	0.05	-112.33	0.22	0.22	1
	20.00	1	-176.4	0.25	-343.31	0.68	0.68	7
Feld 3	20.00	1	182.2	0.26	-343.31	0.68	0.68	7
	22.50	1	93.8	0.13	127.87	0.25	0.25	1
	25.79	1	-3.4	0.00	276.53	0.55	0.55	1
	26.16	1	0.0	0.00	217.83	0.43	0.43	7
	26.32	1	-19.0	0.03	270.63	0.53	0.53	1
	30.00	1	-127.9	0.18	0.00	0.00	0.18	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
20.00	1	0.0	343.31	6.54	0.86	7

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) =$ **0.86**

$M_{y,Ed}$	=	343.31 kNm
M_{cr}	=	996.21 kNm
λ_{lt}	=	0.71
χ_{lt}	=	0.86
$M_{y,Rk}$	=	506.21 kNm
γ_{M1}	=	1.10

Nachweis für Lk 7 bei x = 20.00 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.63	0.0	-2.8	2.8	0.55	8
Feld 2	5.05	0.0	-1.7	1.7	0.35	9
Feld 3	5.26	0.0	-2.7	2.7	0.55	8

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.63	10.00	0.00	10.00	0.5	2.8	3.3	0.83	8
Feld 2	5.05	10.00	0.00	10.00	0.2	1.7	3.3	0.52	9
Feld 3	5.26	10.00	0.00	10.00	0.5	2.7	3.3	0.82	8

$f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung

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	21.5	21.5		
		Kat. E: Lagerflächen	-4.1	38.7		
		Windlasten	-0.2			
		Schnee H < 1000 m	-2.9	27.5		
2	10.00	ständig	66.3	66.3		
		Kat. E: Lagerflächen	-8.6	101.0		
		Windlasten		1.5		
		Schnee H < 1000 m	-6.1	71.6		
3	20.00	ständig	71.9	71.9		
		Kat. E: Lagerflächen	-8.6	101.0		
		Windlasten		2.9		
		Schnee H < 1000 m	-6.1	71.6		
4	30.00	ständig	21.3	21.3		
		Kat. E: Lagerflächen	-4.1	38.7		
		Windlasten	-0.3			
		Schnee H < 1000 m	-2.9	27.5		

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.16.ST Trägstoß

Empfehlung: Der **biegesteife Stoß**.

Der ausführliche Nachweis muss vom Auftragnehmer erbracht werden.

System:

Träger: HEB300 S235

links: L = **8 m** < 12 m

mittel: 10 m < 12 m

rechts: L = **12 m** ≤ 12 m

Verbindungsmittel:

2*Stirnplatte 330*310*30 mm

Schrauben 8*M20, 10,9

Belastung:

Siehe den Ausdruck von Pos.16 (Berechnung mit maßgebender Belastungen)

V_{Ed}=	123,00 kN
M_{Ed}=	113,00 kNm

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

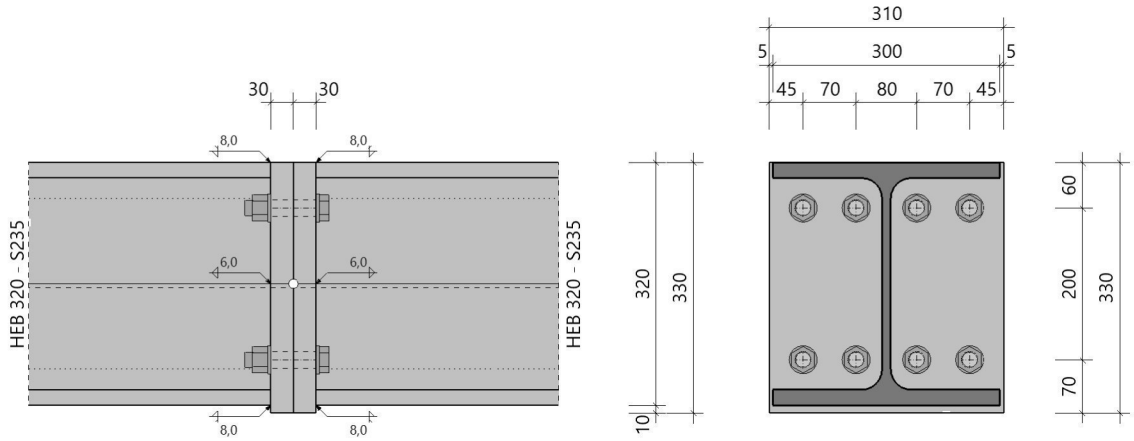
Stirnplattenstoß (x64) SPS+ 01/24 (FRILO R-2024-1/P09)

Grundparameter

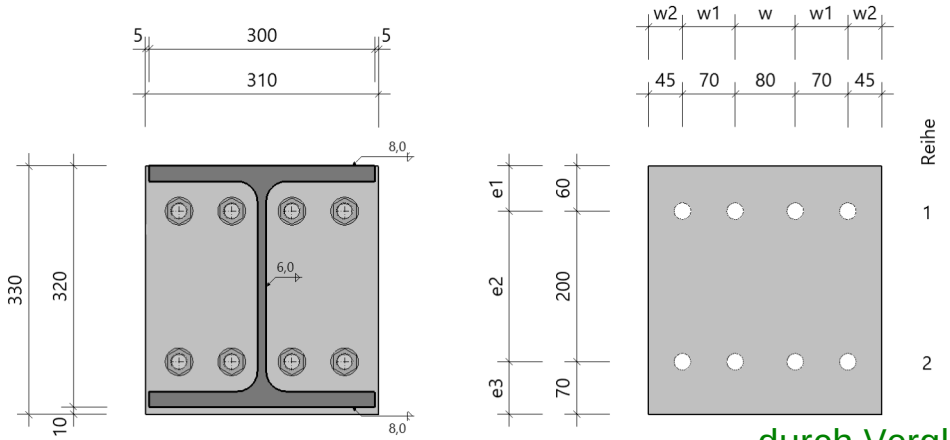
Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Nachweisverfahren	:	Komponentenmethode
Tragwerksberechnung	:	plastisch
Komponentenmethode	:	vertikal 4-reihig AiF/GW Modell ohne Berücksichtigung großer Normalkräfte Schrauben für N_{Rd} Zug ohne Einschränkung ansetzen Abstützkräfte im T-Stummel untersuchen Ft_{Rd} Versagensart 1 Standardverfahren Faktor Zugbereich für M_{Rd} Anschlusshöhe f = 0.50
Querkraft	:	nur über zugfreie Schrauben abtragen V_{Rd} auf 50% vom Träger begrenzt
Schweißnaht	:	vereinfachter Nachweis über Teilschnittgrößen

System

Systemgrafik 2D



Detailgrafik Stirnplatte



durch Vergleichsrechnung
geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Modell : Stirnplattenstoß Trägerneigung 0.0°
Schrauben : 8 x M20 - 10.9 (rohe Schraube)

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b_o mm	t_o mm	t_s mm	r mm	b_u mm	t_u mm
Träger	HEB 320	S235	320	300	21	12	27	300	21

Schrauben

im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Vorspannung	Scherfuge	d_0 mm
Stirnplatte	M20	10.9	rohe Schraube	ohne	Gewinde	22.0

Stirnplatte

Material	Abstand OK Platte zu OK Träger	Abmessungen			Schweißnaht		
	a mm	h mm	b mm	t mm	$a_{wf,o}$ mm	$a_{w,s}$ mm	$a_{wf,u}$ mm
S235	0	330	310	30	8.0	6.0	8.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 4 x 2 = 8 Schrauben M20 - 10.9 (rohe Schraube)

quer - Reihenabstand					längs - Schraubenabstände in der Reihe		
w2 mm	w1 mm	w mm	w1 mm	w2 mm	e1 mm	e2 mm	e3 mm
45	70	80	70	45	60	200	70

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Lfk<1>

Situation	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
P/T	0.0	125.0	115.00

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}
P/T	ständig/vorübergehend	1.00	1.10	1.25

Ergebnisse - Komponentenmethode für positives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	0.0	125.0	115.00

Schraubenstatus in Stirnplatte

Schrauben in der Reihe (von oben nach unten)	Reihe (von links nach rechts)			
	1	2	3	4
1	V	V	V	V
2	N	N	N	N

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Biegetragfähigkeit MRd

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stirnplatte

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	$M_{pl,1,Rd}^{Mpl)}$ kNm/m	min($F_{t,Rd}$,$B_{t,Rd}$) kN
1	1	45.0	45.0	27.5	104.3	52.88	176.4
Mpl) : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster							

effektive Längen, cp kreisförmig, Typ 1 - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	2	312.5	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	2	219.7	-	-	-	0.19	0.21	8.00

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr Gurt	Platte	Ft_{tRd} kN	Versagensmodus
2	0	1	529.1	Stirnplatte auf Biegung

globale Komponente Träger

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$Fc_{F,Rd}$ kN
Druck	1	702.4	506.21	506.21	1690.2

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h,druck mm	Ft_{Rd},zug,plastisch kN	Fc_{Rd},zug,plastisch kN
10.3	529.1	529.1

Ma_{Sd} kNm	Ma_{Rd},elastisch kN	**Ma_{Rd},plastisch kNm**	**η**
-115.00	88.09	**132.14**	**0.87**
zuerst versagende Komponente : Stirnplatte auf Biegung			

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Spalte	Randabstand e_1 mm	e_2 mm	Lochabstand e mm	e_3 mm	Tragfähigkeit $k_1*\alpha$	$V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
1	innen	60	115	200	70	2.27	785.5	196.0
	außen	60	45	200	70	2.27	785.5	196.0

Träger A_v mm²	Träger $V_{w,Rd}$ kN	V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
5172.8	701.8	125.0	350.9	0.36

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

	Zuggurt (konstruktiv)		Steg		Druckgurt	
$f_{vw,d}$ N/mm²	erf. a_w mm	η	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
207.8	4.1	-	180.7	0.87	-107.7	0.52

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung

Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen

Reihe Nr	k_3 mm	k_4 mm	k_5 mm	k_{10} mm
2	-	257.774	257.774	9.503

z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,n}$ kNm/rad
249.8	8.850	3.00	115930.2	38643.4

Nachweis des Trägers nach Gl(6.2)

Qkl	N_d kN	N_{Rd} kN	η_N	$V_{z,d}$ kN	$V_{z,Rd}$ kN	η_{Vz}	$M_{y,d}$ kNm	$M_{y,Rd}$ kNm	η_{My}	η
1	-	3790.6	0.00	125.0	701.8	0.18	115.00	506.21	0.23	0.23

Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Verbindung N+M	η = **0.87**	Tragfähigkeit M_{Rd}
Verbindung V	η = **0.36**	Tragfähigkeit V_{Rd}
Verbindung Schweißnaht	η = **0.87**	Stirnplatte Steg
Querschnitt	η = **0.23**	

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 17 Stahlträger

HEA 340 S235

System:

2-Feld-Träger

Belastung:

Feld 1/2

Auflagerkräfte 2 aus Trapezblech System C

ständige Lasten:

Eigengewicht g=	2,80 kN/m
veränderliche Lasten:	
PV-Anlage und Gründach qV=	5,70 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=	4,00 kN/m

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

Pos.17.ST Trägstoß

Empfehlung: Der **biegesteife Stoß**.

Der ausführliche Nachweis muss vom Auftragnehmer erbracht werden.

System:

Träger: HEA340 S235

links: L = **8 m** < 12 m

rechts: L = **12 m** ≤ 12 m

Verbindungsmittel:

2*Stirnplatte 340*310*20 mm

Schrauben 4*M20, 10,9

Belastung:

Siehe den Ausdruck von Pos.2-110 (Berechnung mit maßgebender Belastungen)

V_{Ed}=	84,00 kN
M_{Ed}=	40,00 kNm

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mehrfeldträger Stahl (x64) STM+ 01/24E (FRILO R-2024-1/P09)

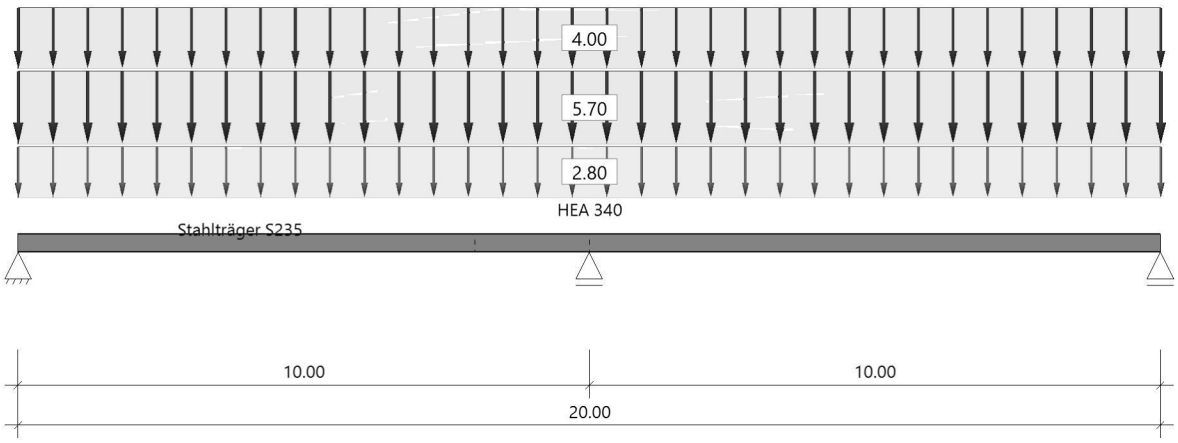
Grundparameter

Stahlträger über 2 Felder, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

	E_k	=	210000	N/mm²	G_k = 80769	N/mm²
	γ	=	78.50	kN/m³	μ = 0.30	
Streckgrenze	t	≤	40	mm	f_{yk} = 235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t	≤	40	mm	f_{uk} = 360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEA 340	27700.0	7440.0	1678.0	496.0	134.0
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

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	10.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	20.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Schubmittelpunkt

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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		20.00		2.80		Nein	ständig		
	2	GL		20.00		5.70		Nein	Kat. E		
	3	GL		20.00		4.00		Nein	Schnee		

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 = 2104 kg mit Gamma = 78.50 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. E: Lagerflächen	1.00	0.90	0.80		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
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 $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.57	0.74	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.38

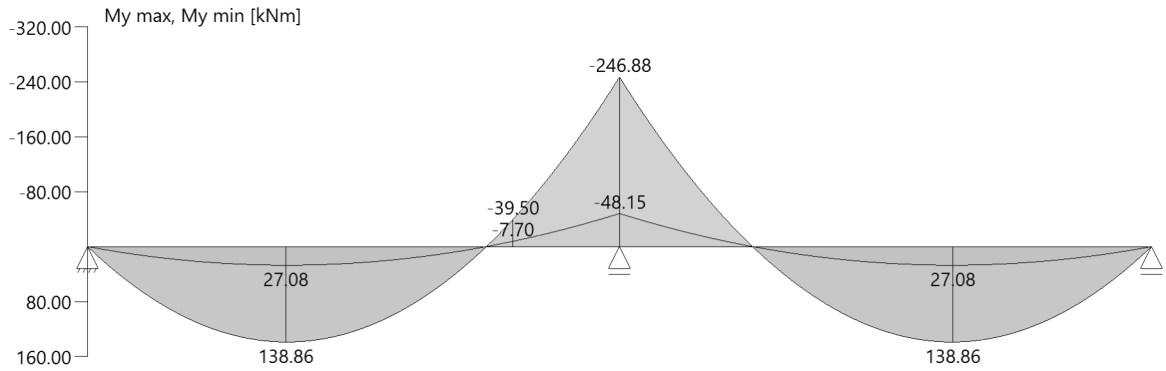
durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

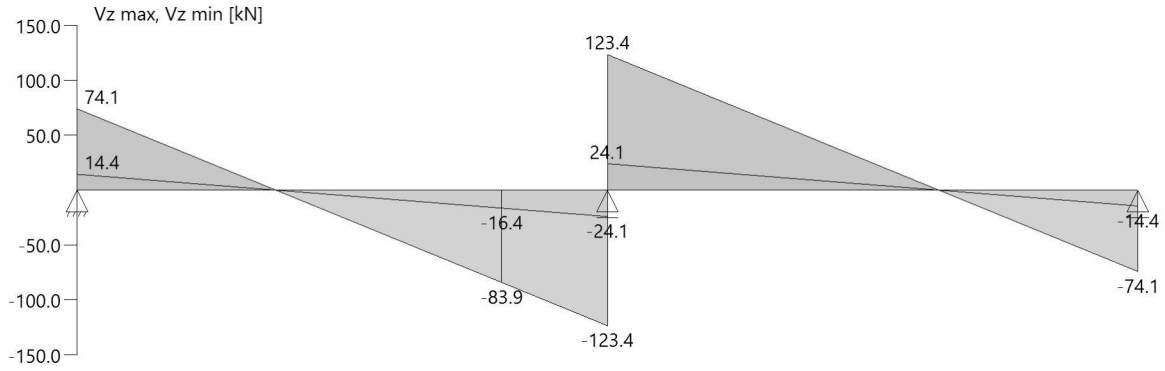
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	74.1	0.12	0.00	0.00	0.12	1
	3.75	1	0.0	0.00	138.87	0.32	0.32	1
	8.00	1	-83.9	0.14	-39.50	0.09	0.14	1
	10.00	1	-123.4	0.20	-246.88	0.57	0.57	1
Feld 2	10.00	1	123.4	0.20	-246.88	0.57	0.57	1
	16.25	1	0.0	0.00	138.87	0.32	0.32	1
	20.00	1	-74.1	0.12	0.00	0.00	0.12	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
10.00	1	0.0	246.88	6.54	0.74	1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed}$ / (χ_{lt} * $M_{y,Rd}$) = **0.74**

$M_{y,Ed}$	=	246.88 kNm
M_{cr}	=	672.30 kNm
λ_{lt}	=	0.81
χ_{lt}	=	0.84
$M_{y,Rk}$	=	436.08 kNm
γ_{M1}	=	1.10

Nachweis für Lk 1 bei x = 10.00 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.21	0.0	-1.3	1.3	0.25	3
Feld 2	5.79	0.0	-1.3	1.3	0.25	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.21	10.00	0.00	10.00	0.4	1.3	3.3	0.38	3
Feld 2	5.79	10.00	0.00	10.00	0.4	1.3	3.3	0.38	3

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

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. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	14.4	14.4 21.4 15.0		
2	10.00	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	48.1	48.1 71.3 50.0		
3	20.00	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	14.4	14.4 21.4 15.0		

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

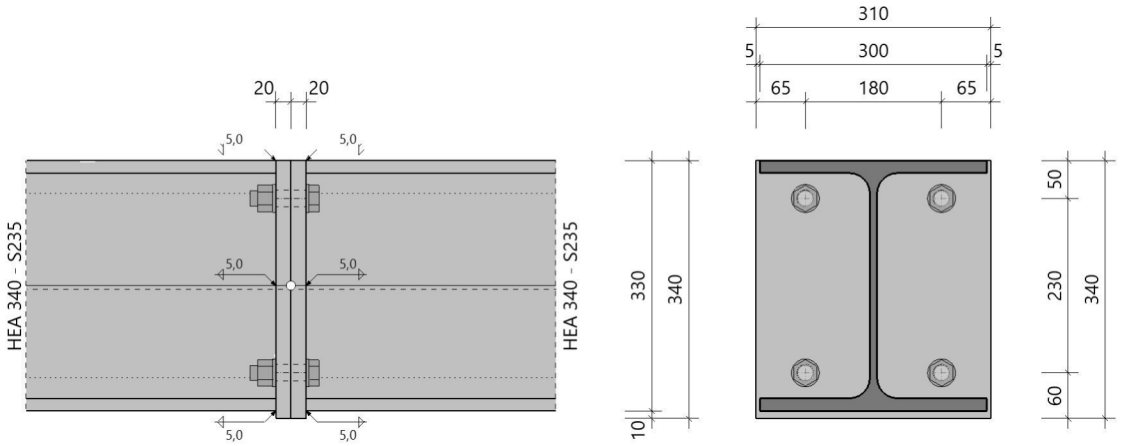
Stirnplattenstoß (x64) SPS+ 01/24 (FRILO R-2024-1/P09)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Nachweisverfahren	:	Komponentenmethode
Tragwerksberechnung	:	plastisch
Komponentenmethode	:	vertikal 2-reihig ohne Berücksichtigung großer Normalkräfte Schrauben für N_{Rd} Zug ohne Einschränkung ansetzen Abstützkräfte im T-Stummel untersuchen Ft_{Rd} Versagensart 1 Standardverfahren Faktor Zugbereich für M_{Rd} Anschlusshöhe f = 0.50
Querkraft	:	nur über zugfreie Schrauben abtragen V_{Rd} auf 50% vom Träger begrenzt
Schweißnaht	:	vereinfachter Nachweis über Teilschnittgrößen

System

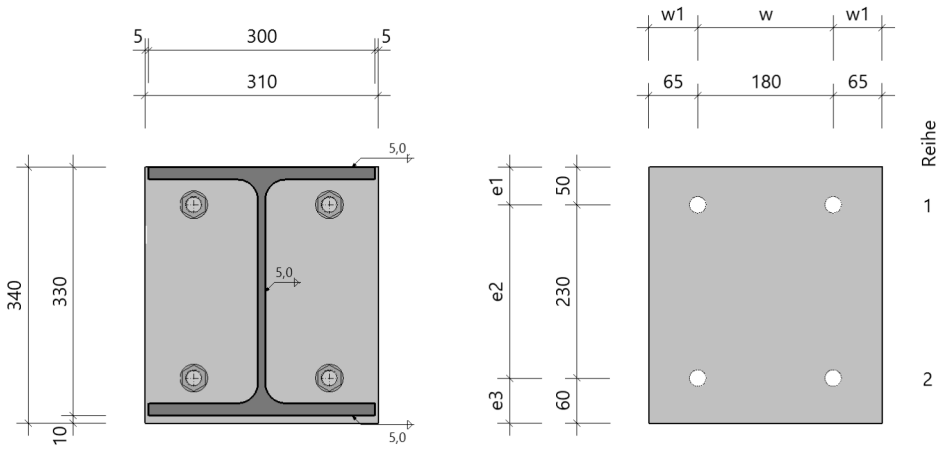
Systemgrafik 2D



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Detailgrafik Stirnplatte



Modell : Stirnplattenstoß Trägerneigung 0.0°
Schrauben : 4 x M20 - 10.9 (rohe Schraube)

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b_o mm	t_o mm	t_s mm	r mm	b_u mm	t_u mm
Träger	HEA 340	S235	330	300	17	10	27	300	17

Schrauben

im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Vorspannung	Scherfuge	d_0 mm
Stirnplatte	M20	10.9	rohe Schraube	ohne	Gewinde	22.0

Stirnplatte

Material	Abstand OK Platte zu OK Träger	Abmessungen			Schweißnaht		
	a mm	h mm	b mm	t mm	$a_{wf,o}$ mm	$a_{w,s}$ mm	$a_{wf,u}$ mm
S235	0	340	310	20	5.0	5.0	5.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 2 x 2 = 4 Schrauben M20 - 10.9 (rohe Schraube)

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
w1 mm	w mm	w1 mm	e1 mm	e2 mm	e3 mm
65	180	65	50	230	60

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Lfk<1>

Situation	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
P/T	0.0	85.0	45.00

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}
P/T	ständig/vorübergehend	1.00	1.10	1.25

Ergebnisse - Komponentenmethode für positives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	0.0	85.0	45.00

Schraubenstatus in Stirnplatte

Schrauben in der Reihe (von oben nach unten)	Reihe (von links nach rechts) 1	2
1	V	V
2	N	N

Biegetragfähigkeit MRd

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stirnplatte

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	$M_{pl,1,Rd}^{Mpl)}$ kNm/m	$\min(F_{t,Rd}, B_{t,Rd})$ kN
1	1	65.0	65.0	79.6	65.0	23.50	176.4

$^{Mpl)}$: $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	2	500.1	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	2	554.9	-	-	-	0.55	0.19	6.97

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr Gurt	Platte	Ft_{tRd} kN	Versagensmodus
2	0	1	339.0	Stirnplatte auf Biegung

globale Komponente Träger

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$Fc_{F,Rd}$ kN
Druck	1	609.9	436.08	436.08	1391.0

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h,druck mm	Ft_{Rd},zug,plastisch kN	Fc_{Rd},zug,plastisch kN
8.3	339.0	339.0

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Ma_{Sd} kNm	Ma_{Rd},elastisch kNm	**Ma_{Rd},plastisch kNm**	**η**
-45.00	61.41	**92.12**	**0.49**
zuerst versagende Komponente : Stirnplatte auf Biegung			

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand		Lochabstand		Tragfähigkeit		
	e_1 mm	e_2 mm	e mm	e_3 mm	$k_1*\alpha$	$V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
1	50	65	230	180	1.89	436.4	196.0

$Träger A_v$ mm²	$Träger V_{w,Rd}$ kN	V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
4547.8	617.0	85.0	196.0	0.43

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

	Zuggurt (konstruktiv)		Steg		Druckgurt	
$f_{vw,d}$ N/mm²	erf. a_w mm	η	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
207.8	3.0	-	46.0	0.22	-61.7	0.30

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung

Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen

Reihe Nr	k_3 mm	k_4 mm	k_5 mm	k_{10} mm
2	-	7.141	7.141	6.272

z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,n}$ kNm/rad
271.8	2.275	3.00	35284.9	11761.6

Nachweis des Trägers nach Gl(6.2)

Qkl	N_d kN	N_{Rd} kN	η_N	$V_{z,d}$ kN	$V_{z,Rd}$ kN	η_{Vz}	$M_{y,d}$ kNm	$M_{y,Rd}$ kNm	η_{My}	η
1	-	3149.0	0.00	85.0	617.0	0.14	45.00	436.08	0.10	0.14

Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Verbindung N+M	η =	**0.49**	Tragfähigkeit M_{Rd}
Verbindung V	η =	**0.43**	Tragfähigkeit V_{Rd}
Verbindung Schweißnaht	η =	**0.30**	Stirnplatte Druckgurt
Querschnitt	η =	**0.14**	

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 18 Stahlträger

HEB 320 S235

System:

2-Feld-Träger

Belastung:

Feld 1/2

Auflagerkräfte 3 aus Trapezblech System C

ständige Lasten:

Eigengewicht g=	4,10 kN/m

veränderliche Lasten:

PV-Anlage und Gründach qV=	8,20 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=	5,80 kN/m

75% Gerätlast RLT01 + 50% Eigengewicht der Stahlträger Pos.33

Siehe Kap.2 Gerätlast RLT01

ständige Lasten:

Eigengewicht G=	9,2*0,75+2,73*0,5	=	8,27 kN

veränderliche Lasten:

Windlast W=	2,3*0,75	=	1,73 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

Biegedrillknicknachweis

Belastung:

Siehe den Ausdruck aus Frilo

maximale Feldmoment M_{Feld}

$M_{Feld,Ed}$= 220,00 kNm

maximale Stützenmoment $M_{Stütze}$

$M_{Stütze,Ed}$= -366,00 kNm

Normalkraft aus Aussteifung

Siehe Kap.3 Gebäudeaussteifung

Nk=			16,00 kN
NEd=	1,5*Nk	=	24,00 kN

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Infograph

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mehrfeldträger Stahl (x64) STM+ 01/24E (FRILO R-2024-1/P09)

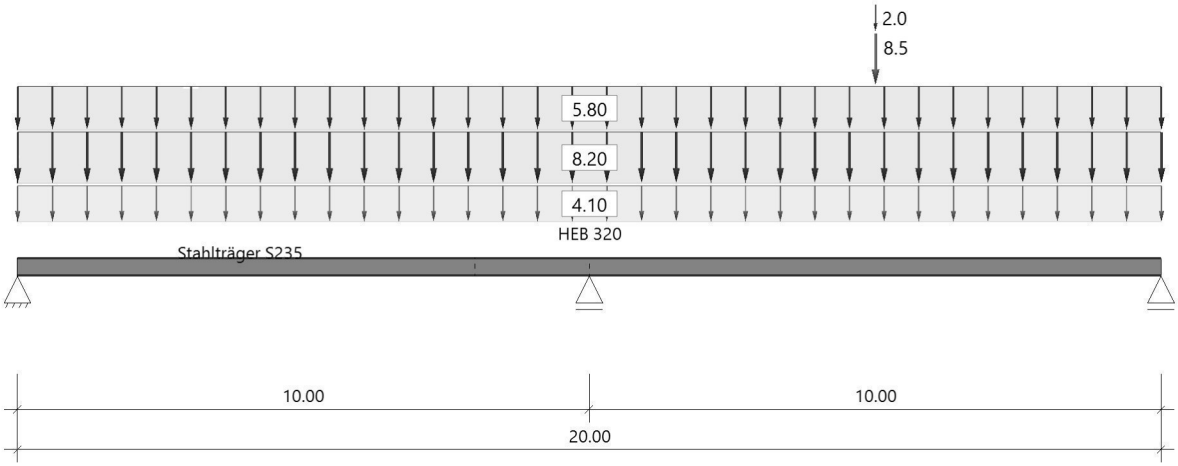
Grundparameter

Stahlträger über 2 Felder, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

	E_k	=	210000	N/mm²	G_k = 80769	N/mm²
	γ	=	78.50	kN/m³	μ = 0.30	
Streckgrenze	t	≤	40	mm	f_{yk} = 235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t	≤	40	mm	f_{uk} = 360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEB 320	30820.0	9239.0	1926.0	616.0	161.3
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

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	10.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	20.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Schubmittelpunkt

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W	[ ]	EG	Zus	Alt
Feld 2	1	kraft	5.00	8.5	kN	ständig		
	2	kraft	5.00	2.0	kN	Wind		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	3	GL		20.00		4.10		Nein	ständig		
	4	GL		20.00		8.20		Nein	Kat. E		
	5	GL		20.00		5.80		Nein	Schnee		

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 = 2532 kg mit Gamma = 78.50 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. E: Lagerflächen	1.00	0.90	0.80		1.50
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
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 $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.72	0.92	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.55

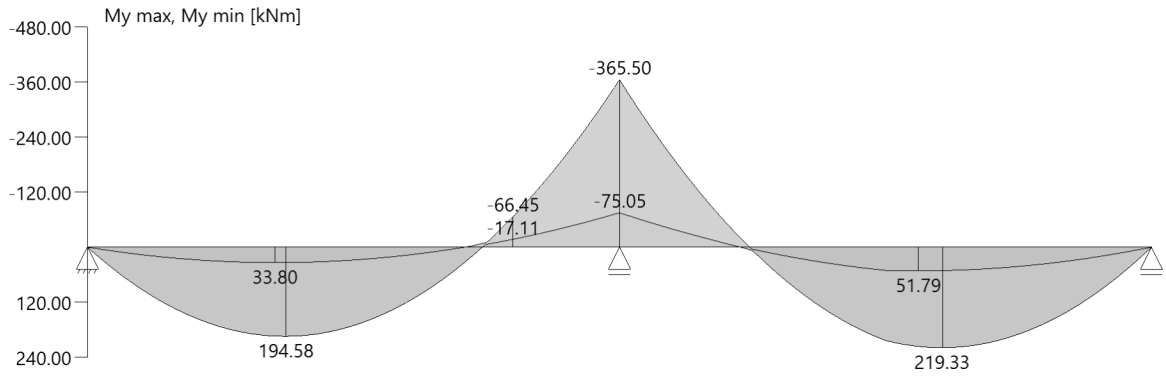
durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

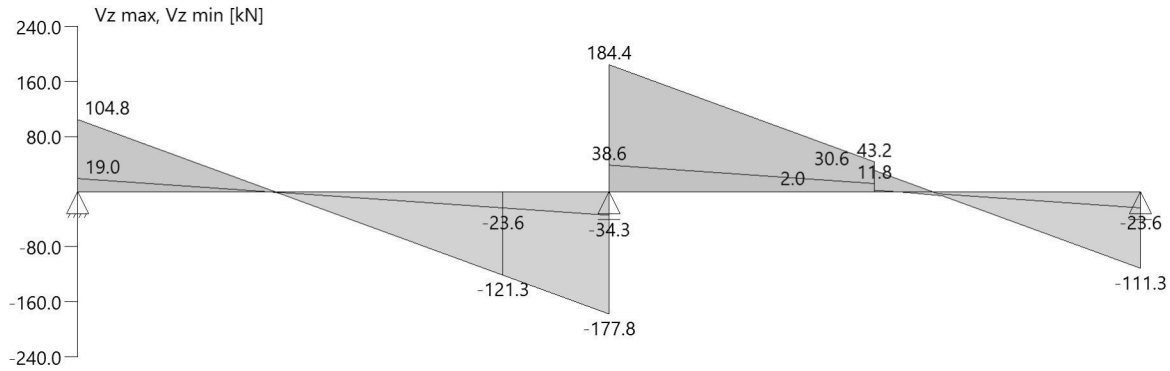
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	104.8	0.15	0.00	0.00	0.15	1
	3.71	1	0.0	0.00	194.58	0.38	0.38	1
	8.00	1	-121.3	0.17	-66.45	0.13	0.17	4
	10.00	1	-177.8	0.25	-365.50	0.72	0.72	4
Feld 2	10.00	1	184.4	0.26	-365.50	0.72	0.72	4
	15.00	1	43.2	0.06	203.49	0.40	0.40	4
	15.00	1	29.9	0.04	203.49	0.40	0.40	4
	16.06	1	0.0	0.00	219.33	0.43	0.43	4
	20.00	1	-111.3	0.16	0.00	0.00	0.16	4

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.21	0.0	-1.5	1.5	0.31	6
Feld 2	5.79	0.0	-1.8	1.8	0.37	5

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.21	10.00	0.00	10.00	0.4	1.5	3.3	0.46	6
Feld 2	5.79	10.00	0.00	10.00	0.6	1.8	3.3	0.55	5

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

Auflagerkräfte

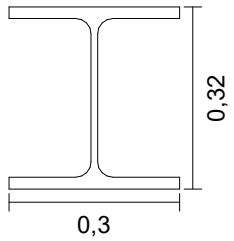
Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig	19.3	19.3		
		Kat. E: Lagerflächen		30.8		
		Windlasten	-0.2			
		Schnee H < 1000 m		21.8		
2	10.00	ständig	72.9	72.9		
		Kat. E: Lagerflächen		102.5		
		Windlasten		1.4		
		Schnee H < 1000 m		72.5		
3	20.00	ständig	23.6	23.6		
		Kat. E: Lagerflächen		30.7		
		Windlasten		0.8		
		Schnee H < 1000 m		21.8		

durch Vergleichsrechnung geprüft

Biegedrillknicknachweis nach DIN EN 1993-1-1 mit NA:2018-12

Querschnitt: HEB 320



h = 320,0 mm
b = 300,0 mm
s = 11,5 mm
t = 20,5 mm
r = 27,0 mm

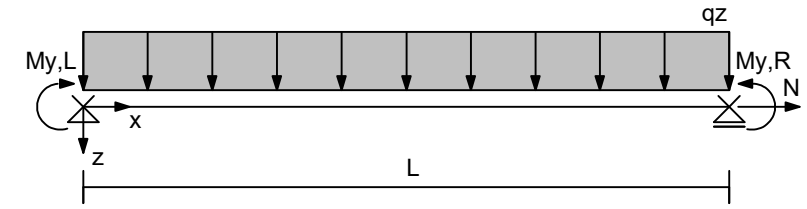
A = 161,0 cm²	I_y = 30820,0 cm⁴	I_z = 9240,0 cm⁴
I_T = 226,0 cm⁴	I_ω = 2069000 cm⁶	
i_y = 13,84 cm	i_z = 7,58 cm	i_p = 15,77 cm

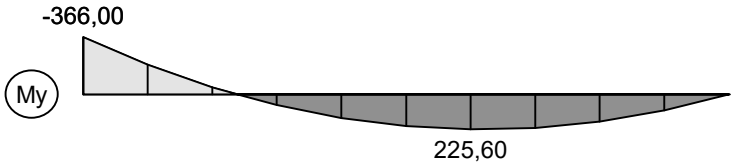
Material: S235-EN
$f_{y,k}$ = 235 N/mm²
E-Modul = 210000 N/mm²
G-Modul = 81000 N/mm²
γ_{M1} = 1,10

Einwirkungen in z-Richtung

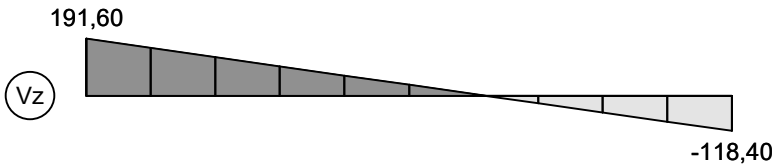
L = 10,00 m	N_d = -25,00 kN	$q_{z,d}$ = 31,00 kN/m
$M_{y,d,links}$ = -366,00 kNm	$M_{y,d,rechts}$ = 0,00 kNm	

Lastangriffspunkt Untergurt ⇒ z_p = 16,00 cm
Die Stabenden sind gabelgelagert.

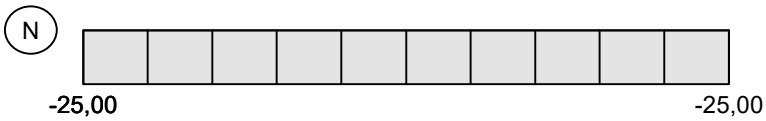




Max My,d = 225,60 kNm, Min My,d = -366,00 kNm

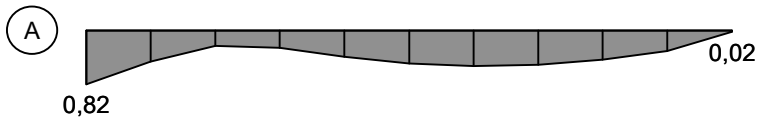


Max Vz,d = 191,60 kN, Min Vz,d = -118,40 kN



Min N,d = -25,00 kN

durch Vergleichsrechnung geprüft



Maximale Ausnutzung = 0,82

Ideale Verzweigungslast $N_{cr,y}$ für Knicken um die y-Achse

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2}$$

E = 210000 N/mm² I_y = 30820,0 cm⁴ $L_{cr,y}$ = 10,00 m

$N_{cr,y}$ = 6387,81 kN

Ideale Verzweigungslast $N_{cr,z}$ für Knicken um die z-Achse

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2}$$

E = 210000 N/mm² I_z = 9240,0 cm⁴ $L_{cr,z}$ = 10,00 m

$N_{cr,z}$ = 1915,10 kN

Verzweigungslastfaktor η_{cr} für das ideale Biegedrillknickmoment M_{cr}

η_{cr} = 5,33

Maßgebender Nachweis an der Stelle x = 0,00 m

Bemessungswerte der Einwirkungen

N_{Ed} = -25,00 kN
$V_{z,Ed}$ = 191,60 kN $V_{y,Ed}$ = 0,00 kN
$M_{y,Ed}$ = -366,00 kNm $M_{z,Ed}$ = 0,00 kNm

⇒ Querschnittsklasse 1

Plastische Beanspruchbarkeiten nach Tabelle 6.7

N_{Rk} = ±3783,50 kN
$M_{y,Rk}$ = ±505,07 kNm $M_{z,Rk}$ = ±220,69 kNm

Abminderungsbeiwerte für Biegeknicken nach Kapitel 6.3.1

$$\chi = \frac{1}{\Theta + \sqrt{\Theta^2 - \overline{\lambda}^2}} \le 1 \qquad (6.49)$$

$$\Theta = 0{,}5\left[1 + \alpha\left(\overline{\lambda} - 0{,}2\right) + \overline{\lambda}^2\right]$$

$$\overline{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

mit $\overline{\lambda}_y$ = 0,77 $\overline{\lambda}_z$ = 1,41
α_y = 0,34 α_z = 0,49 nach Tabellen 6.1 und 6.2
$N_{cr,y}$ = 6387,81 kN $N_{cr,z}$ = 1915,10 kN

χ_y = 0,74
χ_z = 0,35

Nachweis gegen Biegeknicken nach Kapitel 6.3.1

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \le 1 \qquad (6.46)$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \qquad (6.47)$$

mit N_{Ed} = -25,00 kN f_y = 235 N/mm²
A = 161,00 cm² γ_{M1} = 1,10
χ_y = 0,74 χ_z = 0,35

$N_{Ed} / N_{b,y,Rd}$ = 0,01 ≤ 1
$N_{Ed} / N_{b,z,Rd}$ = 0,02 ≤ 1 **Nachweis erfüllt !**

Ideales Biegedrillknickmoment M_{cr}

$$M_{cr} = \eta_{cr} \cdot M_{y,Ed}$$

M_{cr} = 5,33 · (-366,00) = -1951,47 kNm

Abminderungsbeiwert für Biegedrillknicken nach Kapitel 6.3.2.3

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Theta_{LT} + \sqrt{\Theta_{LT}^2 - \beta\overline{\lambda}_{LT}^2}} \le \frac{1}{\overline{\lambda}_{LT}^2} \le 1 \qquad (6.57)$$

$$\Theta_{LT} = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda}_{LT} - \overline{\lambda}_{LT,0}\right) + \beta\overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

mit $\overline{\lambda}_{LT}$ = 0,51 $\overline{\lambda}_{LT0}$ = 0,40
β = 0,75 α_{LT} = 0,34 nach Tabellen 6.3 und 6.5
M_{cr} = -1951,47 kNm $W_{pl,y}$ = -2,1492e-03 m³ nach Tabelle 6.7

χ_{LT} = 0,96

Modifikation nach Gleichung (6.58)

$$\chi_{LT,mod} = \frac{\chi_{LT}}{f} \le 1 \qquad (6.58)$$

$$f = 1 - 0{,}5 \cdot (1 - k_c) \cdot [1 - 2(\overline{\lambda}_{LT} - 0{,}8)^2] \le 1$$

f = 0,96 k_c = 0,91 nach Tabelle 6.6

$\chi_{LT,mod}$ = 0,99

Nachweis gegen Biegedrillknicken nach Kapitel 6.3.2

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \le 1 \qquad (6.54)$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \qquad (6.55)$$

mit M_{Ed} = -366,00 kNm W_y = 2,1492e-03 m³
γ_{M1} = 1,10 f_y = 235 N/mm²
$\chi_{LT} = \chi_{LT,mod}$ = 0,99

$M_{Ed} / M_{b,Rd}$ = 0,80 ≤ 1 **Nachweis erfüllt !**

Interaktionsbeiwerte nach Anhang B

Äquivalente Momentenbeiwerte nach Tabelle B.3
ψ_y = 0,00 ψ_z = 0,00
$\alpha_{s,y}$ = -0,56

durch Vergleichsrechnung geprüft

C_{my} = 0,55 C_{mz} = 0,60
C_{mLT} = 0,55

Interaktionsbeiwerte nach Tabelle B.2 für verdrehweiche Bauteile
k_{yy} = 0,55 k_{yz} = 0,37
k_{zy} = 0,99 k_{zz} = 0,62

Nachweis für Biegung und Druck nach Kapitel 6.3.3

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 \qquad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 \qquad (6.62)$$

mit N_{Ed} = -25,00 kN $M_{y,Ed}$ = -366,00 kNm $M_{z,Ed}$ = 0,00 kNm
$\Delta M_{y,Ed}$ = 0,00 kNm $\Delta M_{z,Ed}$ = 0,00 kNm
N_{Rk} = -3783,50 kN $M_{y,Rk}$ = -505,07 kNm $M_{z,Rk}$ = 220,69 kNm
χ_y = 0,74 k_{yy} = 0,55 k_{yz} = 0,37
χ_z = 0,35 k_{zy} = 0,99 k_{zz} = 0,62
γ_{M1} = 1,10 $\chi_{LT} = \chi_{LT,mod}$ = 0,99

0,01 + 0,44 + 0,00 = 0,45 ≤ 1 (6.61)
0,02 + 0,80 + 0,00 = 0,82 ≤ 1 (6.62) **Nachweis erfüllt !**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.18.ST Trägstoß

Empfehlung: Der **biegesteife Stoß**.

Der ausführliche Nachweis muss vom Auftragnehmer erbracht werden.

System:

Träger: HEB320 S235

links: L = **8 m** < 12 m

rechts: L = **12 m** ≤ 12 m

Verbindungsmittel:

2*Stirnplatte 340*310*20 mm

Schrauben 4*M20, 10,9

Belastung:

Siehe den Ausdruck von Pos.2-110 (Berechnung mit maßgebender Belastungen)

V_{Ed}=			-122,00 kN
M_{Ed}=			66,50 kNm

Normalkraft aus Aussteifung

Siehe Kap.3 Gebäudeaussteifung

Nzug=			13,00 kN
NEd=	1,5*Nzug	=	19,50 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

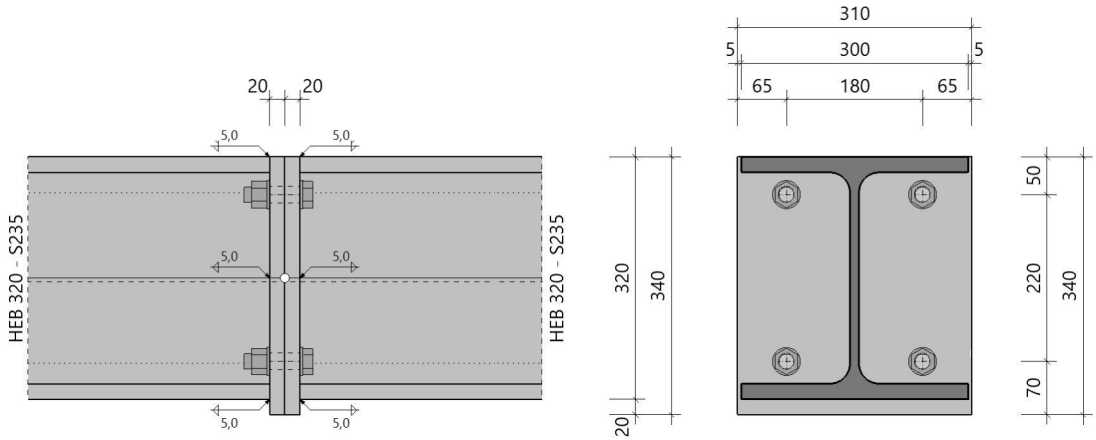
Stirnplattenstoß (x64) SPS+ 01/24 (FRILO R-2024-1/P09)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Nachweisverfahren	:	Komponentenmethode
Tragwerksberechnung	:	plastisch
Komponentenmethode	:	vertikal 2-reihig ohne Berücksichtigung großer Normalkräfte Schrauben für N_{Rd} Zug ohne Einschränkung ansetzen Abstützkräfte im T-Stummel untersuchen Ft_{Rd} Versagensart 1 Standardverfahren Faktor Zugbereich für M_{Rd} Anschlusshöhe f = 0.50
Querkraft	:	nur über zugfreie Schrauben abtragen V_{Rd} auf 50% vom Träger begrenzt
Schweißnaht	:	vereinfachter Nachweis über Teilschnittgrößen

System

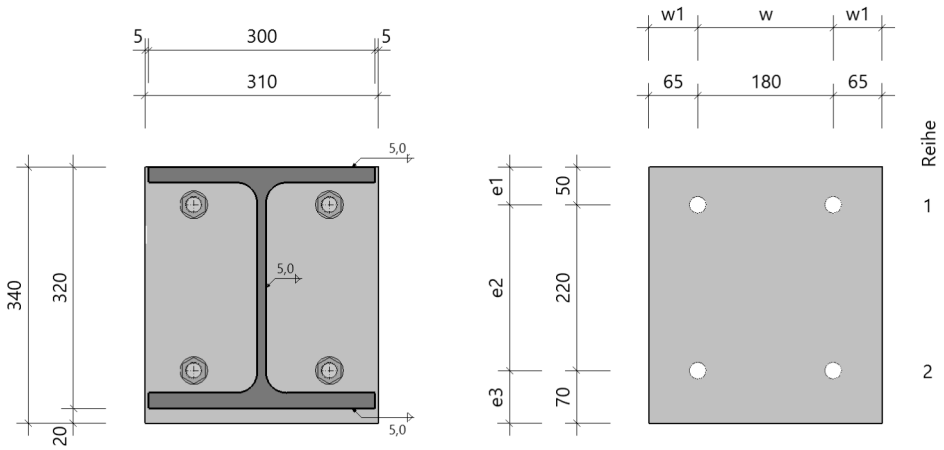
Systemgrafik 2D



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Detailgrafik Stirnplatte



Modell : Stirnplattenstoß Trägerneigung 0.0°
Schrauben : 4 x M20 - 10.9 (rohe Schraube)

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b_o mm	t_o mm	t_s mm	r mm	b_u mm	t_u mm
Träger	HEB 320	S235	320	300	21	12	27	300	21

Schrauben

im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Vorspannung	Scherfuge	d_0 mm
Stirnplatte	M20	10.9	rohe Schraube	ohne	Gewinde	22.0

Stirnplatte

Material	Abstand OK Platte zu OK Träger	Abmessungen			Schweißnaht		
	a mm	h mm	b mm	t mm	$a_{wf,o}$ mm	$a_{w,s}$ mm	$a_{wf,u}$ mm
S235	0	340	310	20	5.0	5.0	5.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 2 x 2 = 4 Schrauben M20 - 10.9 (rohe Schraube)

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
w1 mm	w mm	w1 mm	e1 mm	e2 mm	e3 mm
65	180	65	50	220	70

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Lfk<1>

Situation	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
P/T	20.0	122.0	70.00

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}
P/T	ständig/vorübergehend	1.00	1.10	1.25

Ergebnisse - Komponentenmethode für positives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	20.0	122.0	70.00
$N_d < 0.05 * N_{pld} = 189.6$ kN			

Schraubenstatus in Stirnplatte

Schrauben in der Reihe (von oben nach unten)	Reihe (von links nach rechts) 1	2
1	V	V
2	N	N

Biegetragfähigkeit MRd

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stirnplatte

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	$M_{pl,1,Rd}^{Mpl)}$ kNm/m	$\min(F_{t,Rd}, B_{t,Rd})$ kN
1	1	65.0	65.0	78.6	65.0	23.50	176.4
Mpl) : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster							

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	2	493.8	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	2	583.8	-	-	-	0.55	0.17	7.43

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr Gurt	Platte	Ft_{tRd} kN	Versagensmodus
2	0	1	350.8	Stirnplatte auf Biegung

globale Komponente Träger

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$Fc_{F,Rd}$ kN
Druck	1	702.4	506.21	506.21	1690.2

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h,druck mm	Ft_{Rd},zug,plastisch kN	Fc_{Rd},zug,plastisch kN
10.3	350.8	350.8

Ma_{Sd} kNm	Ma_{Rd},elastisch kNm	**Ma_{Rd},plastisch kNm**	**η**
-73.00	60.75	**91.12**	**0.80**
zuerst versagende Komponente : Stirnplatte auf Biegung			

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand		Lochabstand		Tragfähigkeit		
	e_1 mm	e_2 mm	e mm	e_3 mm	k_1*α	$V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
1	50	65	220	180	1.89	436.4	196.0

Träger A_v mm²	Träger $V_{w,Rd}$ kN	V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
5172.8	701.8	122.0	196.0	0.62

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

	Zuggurt (konstruktiv)		Steg		Druckgurt	
$f_{vw,d}$ N/mm²	erf. a_w mm	η	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
207.8	3.0	-	72.5	0.35	-101.4	0.48

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung

Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen

Reihe Nr	k_3 mm	k_4 mm	k_5 mm	k_{10} mm
2	-	7.324	7.324	6.272

z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,n}$ kNm/rad
259.8	2.312	3.00	32758.7	10919.6

Nachweis des Trägers nach Gl(6.2)

Qkl	N_d kN	N_{Rd} kN	η_N	$V_{z,d}$ kN	$V_{z,Rd}$ kN	η_{Vz}	$M_{y,d}$ kNm	$M_{y,Rd}$ kNm	η_{My}	η
1	20.0	3790.6	0.01	122.0	701.8	0.17	70.00	506.21	0.14	0.17

Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Verbindung N+M	η =	**0.80**	Tragfähigkeit M_{Rd}
Verbindung V	η =	**0.62**	Tragfähigkeit V_{Rd}
Verbindung Schweißnaht	η =	**0.48**	Stirnplatte Druckgurt
Querschnitt	η =	**0.17**	

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 19 Stahlträger

HEM 300 S235

System:

1-Feld-Träger

Belastung:

Auflagerkräfte 2 aus Trapezblech System B

ständige Lasten:

Eigengewicht g=	4,30 kN/m

veränderliche Lasten:

PV-Anlage und Gründach qV=	8,60 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=	6,10 kN/m

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mehrfeldträger Stahl (x64) STM+ 01/24E (FRILO R-2024-1/P09)

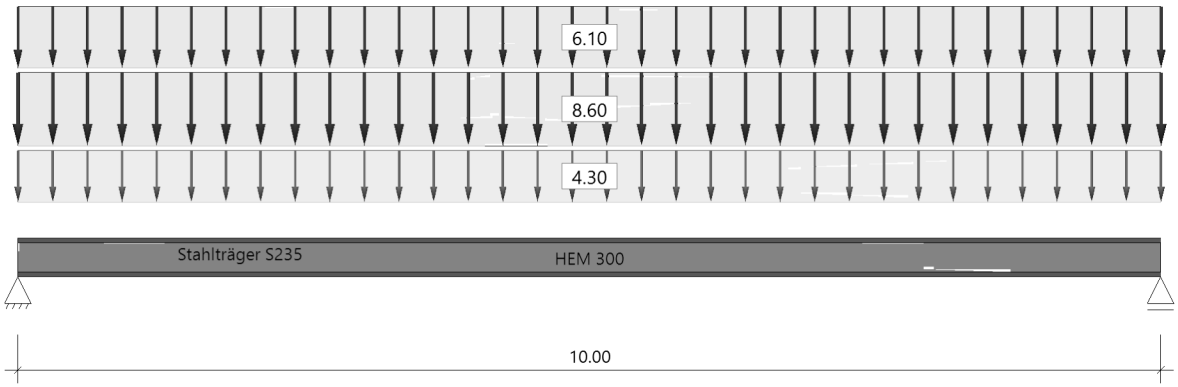
Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

	E_k	= 210000	N/mm²	G_k	= 80769	N/mm²
	γ	= 78.50	kN/m³	μ	= 0.30	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk}	= 235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk}	= 360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEM 300	59200.0	19400.0	3482.0	1252.0	303.1
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φx [kNm/rad]	Φy [kNm/rad]	Φz [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	10.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Schubmittelpunkt

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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		10.00		4.30		Nein	ständig		
	2	GL		10.00		8.60		Ja	Kat. E		
	3	GL		10.00		6.10		Ja	Schnee		

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 = 2379 kg mit Gamma = 78.50 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. E: Lagerflächen	1.00	0.90	0.80		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
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 $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.40	0.49	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.67

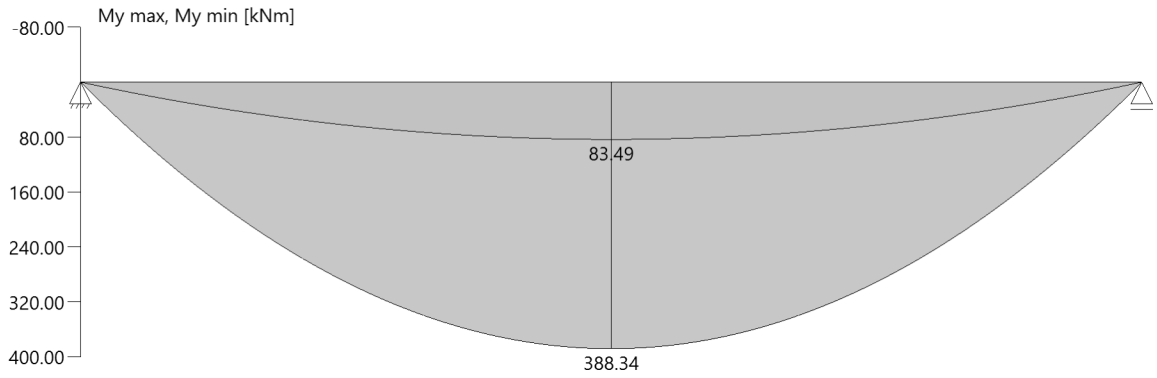
durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

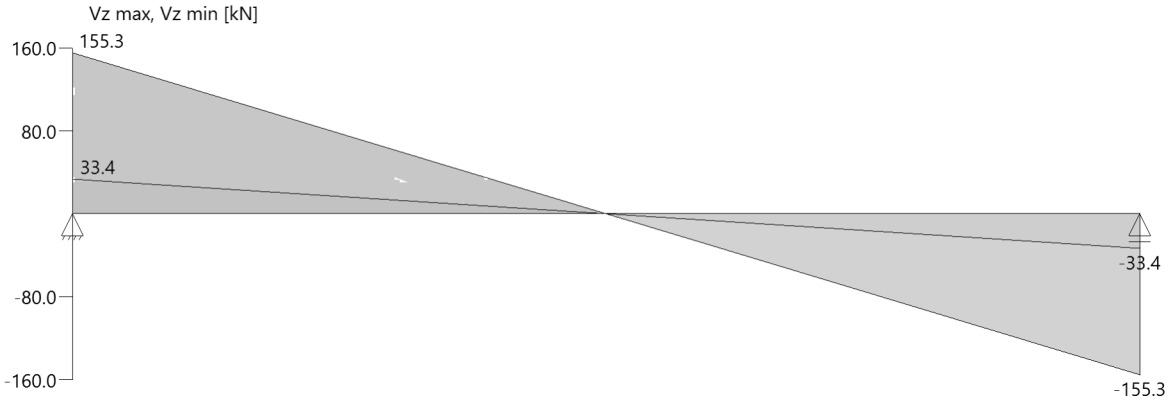
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	155.3	0.13	0.00	0.00	0.13	1
	5.00	1	0.0	0.00	388.34	0.40	0.40	1
	10.00	1	-155.3	0.13	0.00	0.00	0.13	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
5.00	1	0.0	388.34	6.54	0.49	1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed}$ / (χ_{lt} * $M_{y,Rd}$) = **0.49**

$M_{y,Ed}$	=	388.34	kNm
M_{cr}	=	2213.87	kNm
λ_{lt}	=	0.66	
χ_{lt}	=	0.92	
$M_{y,Rk}$	=	959.32	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

Nachweis für Lk 1 bei x = 5.00 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	5.00	0.0	-2.2	2.2	0.45	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	5.00	10.00	0.00	10.00	0.7	2.2	3.3	0.67	3

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

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. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	33.4	33.4 43.0 30.5		
2	10.00	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	33.4	33.4 43.0 30.5		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	155.3 33.4			
2	10.00	Lk 1 Lk 2	155.3 33.4			

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 20 Stahlträger

HEB 280 S235

System:

1-Feld-Träger mit Spannweite 10 m

Belastung:

Auflagerkräfte 2 aus Trapezblech System C

ständige Lasten:

Eigengewicht g=			2,80 kN/m

veränderliche Lasten:

PV-Anlage und Gründach qV=			5,70 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=			4,00 kN/m

100% Gerätlast RLT02 + 50% Eigengewicht der Stahlträger Pos.31 und Eigengewicht der Stahlträger Pos.31.1
Siehe Kap.2 Gerätlast RLT02

ständige Lasten:

Eigengewicht G=	12*1,00+0,61+2,73*0,5	=	13,97 kN

veränderliche Lasten:

Windlast W=	3*1,00	=	3,00 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mehrfeldträger Stahl (x64) STM+ 01/24E (FRILO R-2024-1/P09)

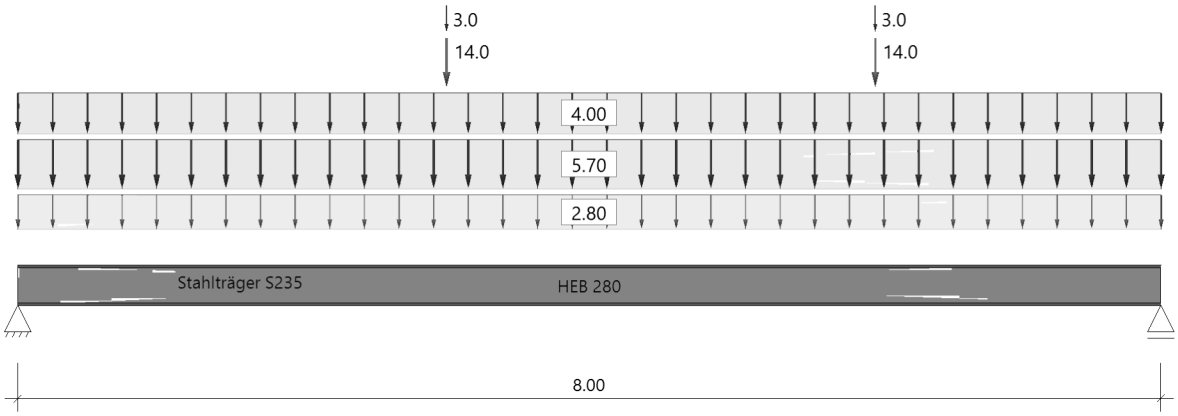
Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

	E_k	=	210000	N/mm²	G_k = 80769	N/mm²
	γ	=	78.50	kN/m³	μ = 0.30	
Streckgrenze	t	≤	40	mm	f_{yk} = 235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t	≤	40	mm	f_{uk} = 360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEB 280	19270.0	6595.0	1376.0	471.0	131.4
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

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	8.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Schubmittelpunkt

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W	[ ]	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	3.00	14.0	kN	ständig		
	2	kraft	6.00	14.0	kN	ständig		
	3	kraft	3.00	3.0	kN	Wind		
	4	kraft	6.00	3.0	kN	Wind		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	5	GL		8.00		2.80		Nein	ständig		
	6	GL		8.00		5.70		Ja	Kat. E		
	7	GL		8.00		4.00		Ja	Schnee		

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 = 825 kg mit Gamma = 78.50 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. E: Lagerflächen	1.00	0.90	0.80		1.50
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
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 $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.59	0.81	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.92

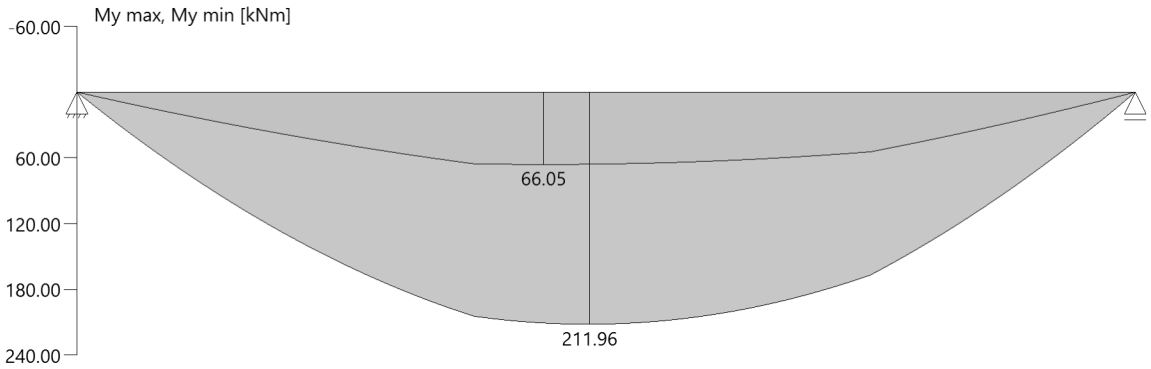
durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

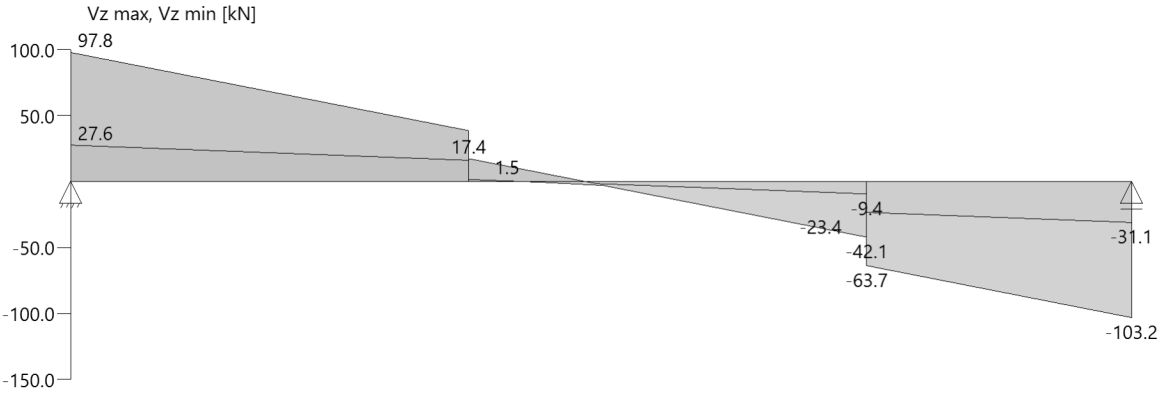
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	97.8	0.18	0.00	0.00	0.18	1
	3.00	1	38.6	0.07	204.62	0.57	0.57	1
	3.00	1	17.0	0.03	204.62	0.57	0.57	1
	3.86	1	0.0	0.00	211.96	0.59	0.59	1
	6.00	1	-42.1	0.08	166.94	0.46	0.46	1
	6.00	1	-63.7	0.11	166.94	0.46	0.46	1
	8.00	1	-103.2	0.18	0.00	0.00	0.18	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
3.79	1	0.0	211.91	6.54	0.81	1

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed}$ / (χ_{lt} * $M_{y,Rd}$) = **0.81**

$M_{y,Ed}$	=	211.91	kNm
M_{cr}	=	510.33	kNm
λ_{lt}	=	0.84	
χ_{lt}	=	0.79	
$M_{y,Rk}$	=	361.38	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

Nachweis für Lk 1 bei x = 3.79 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.85	0.0	-2.4	2.4	0.49	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.85	8.00	0.00	8.00	1.1	2.4	2.7	0.92	3

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

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. E: Lagerflächen Windlasten Schnee H < 1000 m	27.6	27.6 22.8 2.6 16.0		
2	8.00	ständig Kat. E: Lagerflächen Windlasten Schnee H < 1000 m	31.1	31.1 22.8 3.4 16.0		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	97.8 27.6			
2	8.00	Lk 1 Lk 2	103.2 31.1			

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 21/22/32 Koppelträger

Rohr ∅88,9mm t = 5,0mm S235

System:

L = 5,0m, Koppelträger zur Stabiliserung der Dachträger, sowie Anschluß an aussteifende Massivbauteile

Belastung:

Eigengewicht

gk= 0,10 kN/m

Belastung für Pos.22: (maßgebend für die Bemessung)

Normalkraft aus Aussteifung

Siehe Kap.3 Gebäudeaussteifung

Nk= 26,00 kN

Belastung für Pos.32:

Normalkraft aus Gerät RLT02 (Windkraft)

Siehe Kap.2 Lastannahmen

Nk= 12,80 kN

Biegeknicknachweis

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

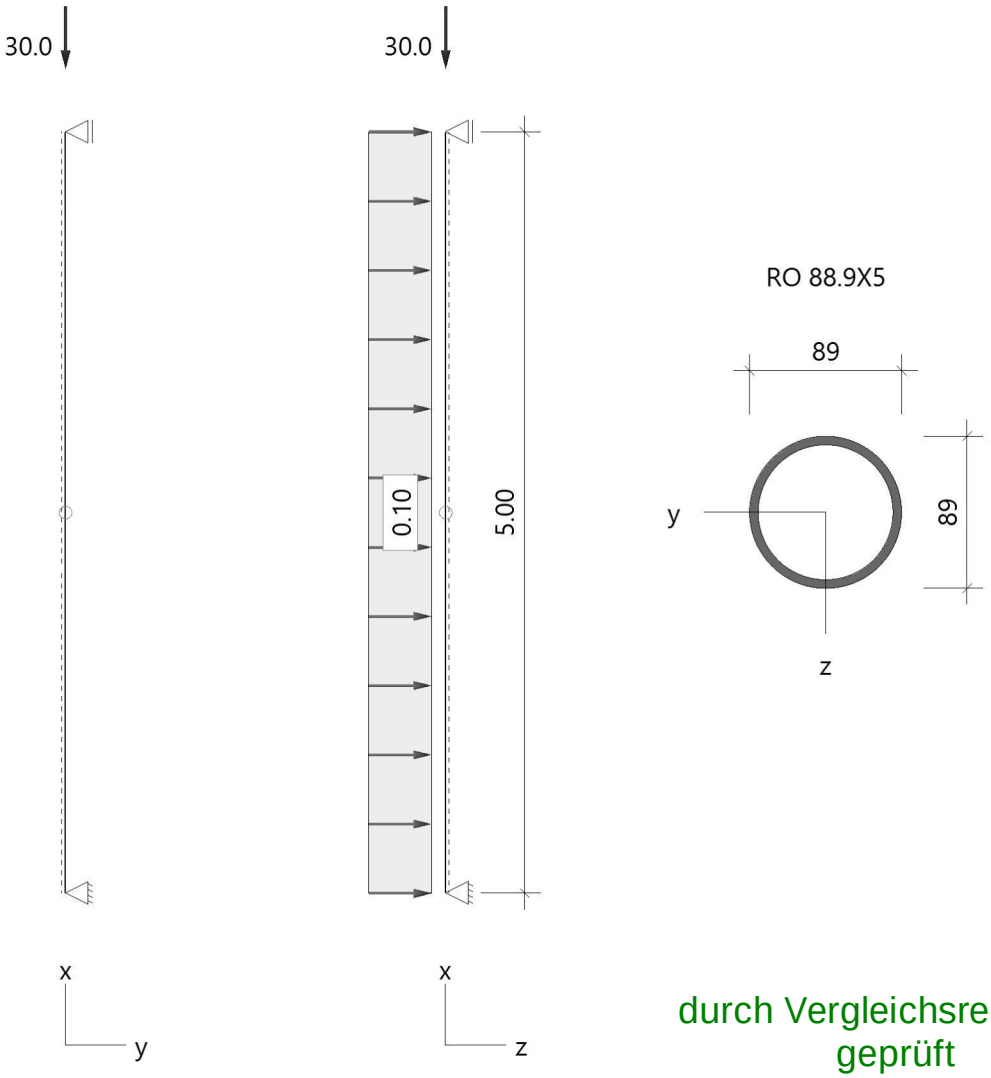
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlstütze (x64) STS+ 01/2024 (FRILO R-2024-1/P09)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08	
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 $\gamma_{G,inf}$)	
Querschnittsbemessung	:	plastisch	
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B	
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch	
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0	cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	l_{eff}/ 300	

System Pendelstütze



durch Vergleichsrechnung geprüft

Stütze: Höhe = 5.00 m Material: S235 Querschnitt: RO 88.9X5(warm)

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Lagerbedingungen

Nr	x [m]	Verschiebungen *) ux [kN/m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φx [kNm/rad]	Φy [kNm/rad]	Φz [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.00	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0

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

Belastung

Einwirkungen(Ew)

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γsup	γinf	ψ0	ψ1	ψ2
99	G	ständig/vorübergehend	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00

Lasten

Lastarten

Art 14 = Kopflast kN 2 = Gleichstreckenlast kN/m

Standard-Lastfälle und Lasten

Nr	Art	in/um	pi	a [m]	pj	l [m]	Ew
1	14	in x-Richtung	30.0	5.00		-	9
2	2	in z-Richtung	0.10	-		-	99

Ergebnisse

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	1	Querschnitt	0,20
ständig/vorübergehend	1	Stabilität	0,67
charakteristisch	5	Relativverformung	0,21

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	NEd [kN]	Vz,Ed [kN]	My,Ed [kNm]	Vy,Ed [kN]	Mz,Ed [kNm]
0.00	-45.0	0.3	0.00	0.0	0.00
2.50	-45.0	0.0	0.43	0.0	0.00
5.00	-45.0	-0.3	0.00	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1 γM0 = 1,00

x [m]	Qkl	ηN	ηVz	ηMy	ηVy	ηMz	ηMyMz	η
0.00	1	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
2.50	1	0.15	0.00	0.05	0.00	0.00	0.05	0.20
5.00	1	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	NEd [kN]	My,Ed [kNm]	Gl	η	Lfk
2.50	1	45.0	0.43	6.61	0.67	1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

x [m]	$f_{x,Ed}$ [cm]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
2.50	-0.03	0.0	0.3	0.3	0.07	5

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
2.50	5.00	0.00	5.00	0.3	1.7	0.21	5

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
Fuss	0.00	Lf 1	9	-30.0	-	-	-	-
		Lf 2	99	-	0.3	-	-	-
Kopf	5.00	Lf 2	99	-	0.3	-	-	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	1:1,50 + 2:1,35
5	charakteristisch	1:1,00 + 2:1,00

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.23 Stb.-Attika in Achse A und E

C25/30 XC3 b/h=20/218,5 m

In vertikaler Richtung

System

Balken b/h=20/65 cm L = 5 m

Bemessung als 1-Feld Träger (Hier wird nur der Feldbereich betrachtet, weil der Stützenbereich durch die Bewehrung in der Attika konstruktiv gehalten wird.)

Für Lastweiterleitung wird als 2-Feld Träger betrachtet.

Belastung

Eigengewicht + Fassaden:

Eigengewicht gk= 25*0,2*2,185+2,5*2,185 = 16,39 kN/m

Auflagerkräfte 4 aus Trapezblech (Annahme: Spannweite 1m auf der sicheren Seite)

ständige Lasten:

Eigengewicht g= 0,70 kN/m

veränderliche Lasten:

PV-Anlage und Gründach qV= 1,50 kN/m

Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q= 1,00 kN/m

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

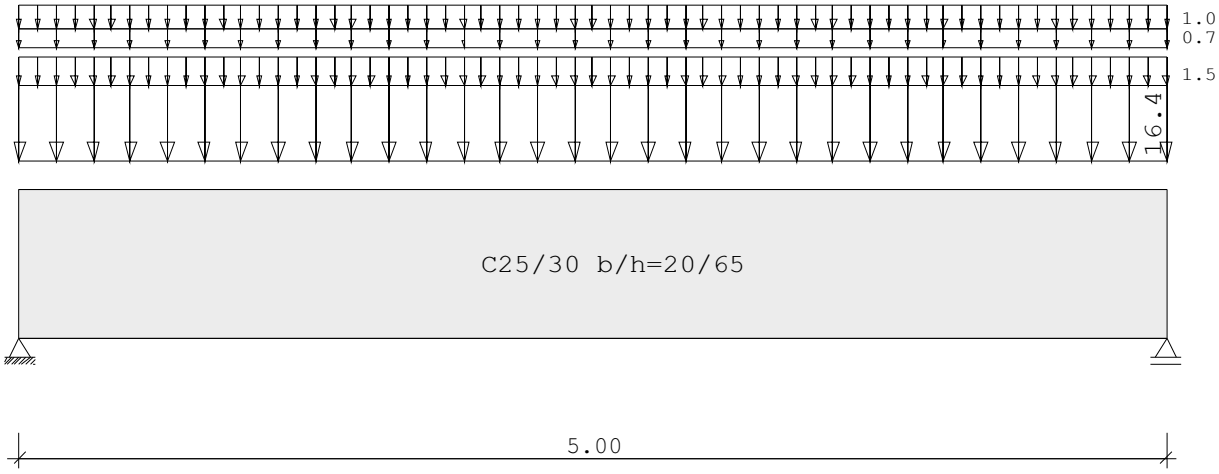
Auflagerkräfte

Für Lastweiterleitung wird es als 2-Feld Träger betrachtet.

Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	32.25	5.47	-0.78	36.94	37.72	31.47
2	107.50	15.63	0.00	123.13	123.13	107.50
3	32.25	5.47	-0.78	36.94	37.72	31.47
Summe:	172.00	26.56	-1.56	197.00	198.56	170.44

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)
Maßstab 1 : 33



Stahlbetonträger C25/30 E = 31000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge		Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	5.00	konstant			20.0	65.0		

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
1	E			16.40	1.50	1.00			
1	J			0.70	1.00	1.00		Pos.10c	

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
E	1	Lagerräume	1.00	0.90	0.80	1.50
J	3	Schnee bis NN +1000m	0.50	0.20	0.00	1.50

Alle Einwirkungen werden als unabhängige betrachtet.
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum (kNm , kN)

Feld			Mf	M li	M re	V li	V re
1	x0 =	2.50	61.25	0.00	0.00	49.00	-49.00

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	49.00	49.00	42.75
2	0.00	0.00	-49.00	0.00	49.00	42.75

Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	42.75	6.25	0.00	49.00	49.00	42.75
2	42.75	6.25	0.00	49.00	49.00	42.75
Summe:	85.50	12.50	0.00	98.00	98.00	85.50

Ergebnisse für γ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwert $\gamma G * K_{Fi} = 1.35$ über Trägerlänge konstant
EN 1991-1-1:2002 3.3.1 2(P) ist berücksichtigt.

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 =	2.50	83.86	0.00	0.00	67.09	-67.09

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	67.09	67.09	42.75
2	0.00	0.00	-67.09	0.00	67.09	42.75

Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154
C25/30 B500A normalduktil

Betondeckung: cv = 3.5 cm >= erf cv
Bewehrungslage: do = 5.0 cm dB = 8 dS = 14
du = 4.9 cm dB = 8 dS = 12
Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.
Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

Kriechbeiwert: $\phi = 2.90$ $\varepsilon cs = 0.40$ ‰ $h0 = 22.50$ cm

Alle Auflager gleich : Schneidenlager

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 2.56 N/mm2					
Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	36.12	1.34	-36.12	1.34	20.0/65.0

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)
1	2.50	83.9		60.1	0.11	3.2	0.0

Am ersten Auflager sind mindestens 2.3 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 2.3 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

Querkraftbewehrung B500A DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 6.2

Stütze Nr.	Abst (m)	kz	VEd (kN)	Θ (°)	VRd,c (kN)	VRd,max (kN)	a_max (cm)	asw (cm2/m)
1 re	0.60	0.88	51.0	18.4	41.6	336.6	30.0	1.6~
1 *	1.20	0.88	34.8	18.4	41.6	336.6	30.0	1.6~
2 li	0.60	0.88	-51.0	18.4	41.6	336.6	30.0	1.6~
2 *	1.20	0.88	-34.8	18.4	41.6	336.6	30.0	1.6~

~ am Zeilenende: Mindestbügelbewehrung
Der max. Bügelabstand wird mit Θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

In horizontaler Richtung

System

Die Attika in Achse E, zwischen Achse 3a und Achse 2, wird als maßgebend betrachtet.

Die Attika trägt horizontal in y-Richtung die Windkraft als Streckenlast und in x-Richtung die Windkraft als Normalkraft. (Siehe Kap.3 Gebäudeaussteifung)

Balken 20/150 cm L = 15 m

Belastung

In y-Richtung

Winddruck + Stabilitätslast in y-Richtung **(maßgebend)**

$h_{y,D1}$= 2,60 kN/m

Windsog + Stabilitätslast in y-Richtung

$h_{y,S1}$= 2,10 kN/m

In x-Richtung

Als Normalkraft

Winddruck + Stabilitätslast in y-Richtung **(maßgebend)**

F_{W3}= 24,00 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

Zusammenfassung der Bewehrungen:

Feldbewehrung unten:

As,erf= 3,20 cm²

Bewehrung seitlich wegen Windkraft :

As,erf= MAX(11,00;15,7/2) = 11,00 cm²

Bügelbewehrung

Asw,erf= MAX(1,6;1,2) = 1,60 cm²/m

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger (x64) DLT+ 01/24E (FRILO R-2024-1/P09)

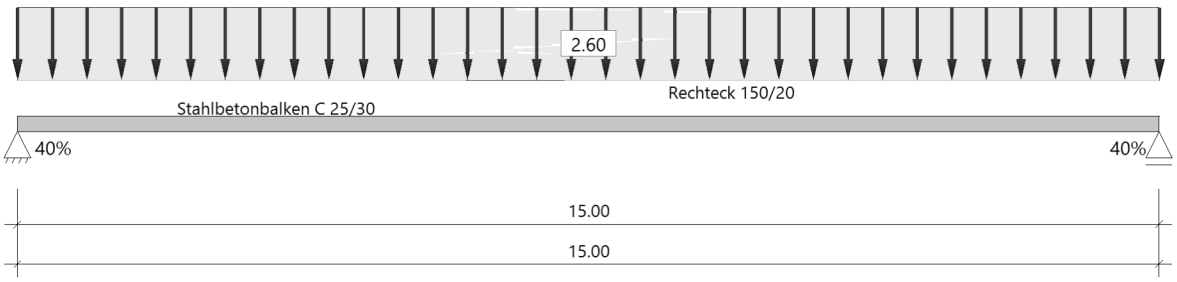
Grundparameter

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			150.0	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	4133.3	0.0
2	15.00	-1	-1	0.0	5511.1	0.0

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

Stiele

Stütze	Fußpunkt	Höhe [m]	Breite [cm]	Dicke [cm]	I [cm⁴]
1	gelenkig	2.50	24.0	24.0	27648

Stützeneinspannung an den Endauflagern

links : 40.0 % rechts : 40.0 %

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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		15.00		2.60		Ja	Wind		

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Windlasten	0.60	0.20	0.00		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		W0			
Bewehrungskorrosion		XC3			
Mindestbetonklasse		C 20/25			
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	35	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	43	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	35	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.30	mm	

*1: mit cmin,b

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	h_0	=	17.6	cm	
Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck}	=	25	N/mm2	
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t)$	=	2.69		
Schwindmaß	$\varepsilon_{cs}(t)$	=	-0.49	‰	

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 %

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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.

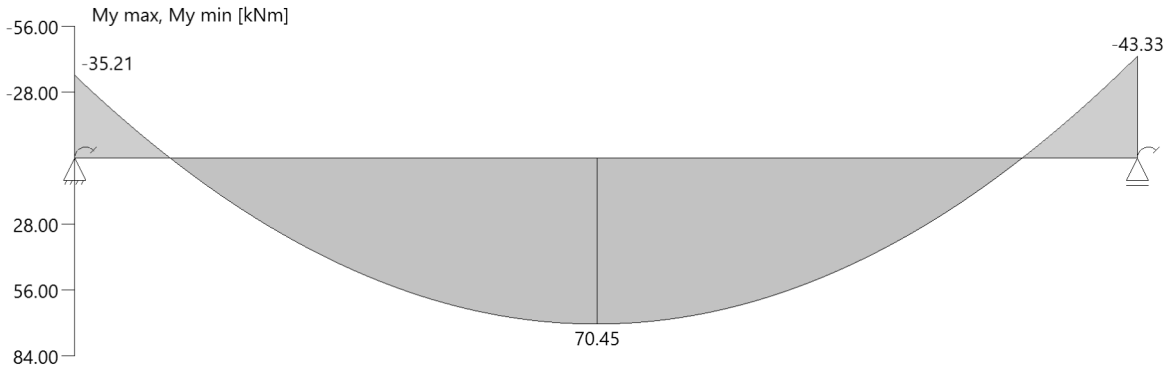
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Schneide b = 0.0 cm

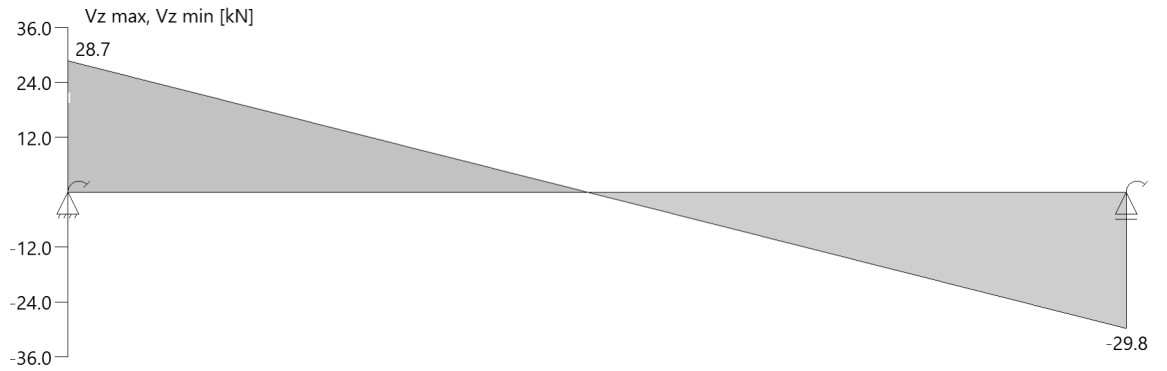
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

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	-35.21	28.7	1
	7.36	7.36	70.45	0.0	1
	15.00	15.00	-43.33	-29.8	1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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]
150.0/20.0	25.65	3.7	-25.65	3.7
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	0.76	0.76	-14.52	-14.52	15.5	0.05	0.0	3.7	1	1
	7.36	7.36	70.45	70.45	15.5	0.18	11.0	0.0		1
	13.37	13.37	0.05	0.05	15.5	0.00	3.7	0.0	1	1
	13.38	13.38	-0.19	-0.19	15.5	0.01	0.0	3.7	1	1

Am ersten Auflager sind mindestens 3.7 cm² zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 3.7 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)

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	Bem. Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	-35.21	-35.21	15.5	0.10		5.2	1
2	links	0.00	15.00	-43.33	-43.33	15.5	0.11		6.4	1

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm²/m]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.56	28.7	18.4	115.1	392.1	VRd,max > VEd		
	rechts	0.16	0.16	0.56	28.1	18.4	115.1	392.1	14.0		1
	*	0.31	0.31	0.56	27.5	18.4	115.1	392.1	14.0		1
2	links	0.00	15.00	0.56	-29.8	18.4	115.1	392.1	VRd,max > VEd		
	links	0.16	14.85	0.56	-29.2	18.4	115.1	392.1	14.0		1
	*	0.31	14.69	0.56	-28.6	18.4	115.1	392.1	14.0		1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie
Der max. Bügelabstand wird mit θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).

Querkraftbewehrung nicht erforderlich.

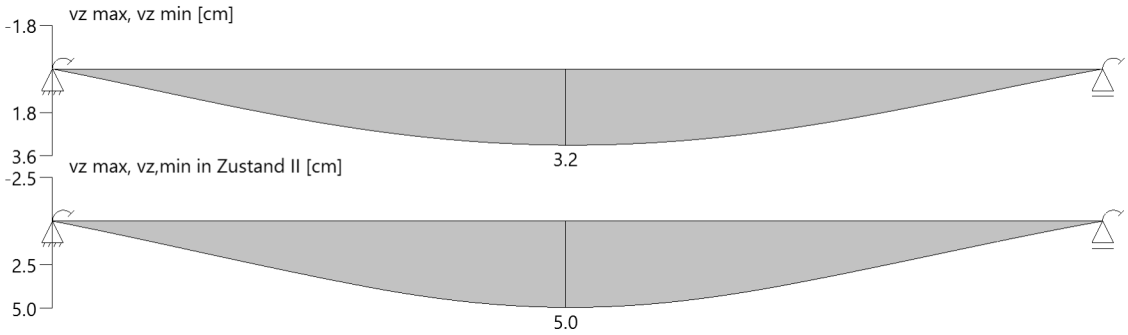
durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

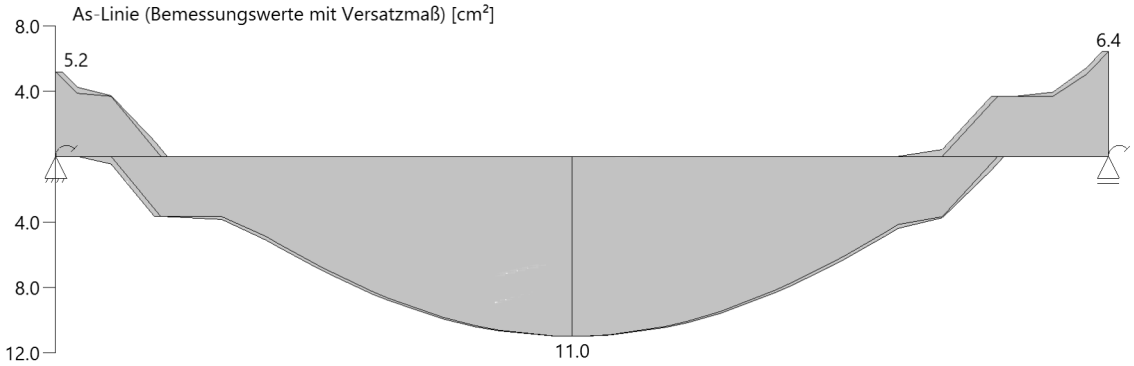
Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	7.36	0.0	3.2	2

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: ϕ_{eff} = 0.00 ε_{cs} = -0.49 ‰
Kombination charakteristisch
Mit Nachweis der relativen Grenzverformung (l_{eff} / 300)

Feld	x [m]	fEIIz,g [cm]	fEIIz,g / l_{eff}	fEIIz,$\phi\varepsilon$ [cm]	fEIIz,$\phi\varepsilon$ / l_{eff}	fEII,$\phi\varepsilon$ [cm]	η
Feld 1	7.32			5.0	1/302	5.0	0.99

As-Deckungslinien



Grafik konnte nicht erzeugt werden.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/24C (FRILO R-2024-1/P09)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- beidseitig eingespannt in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

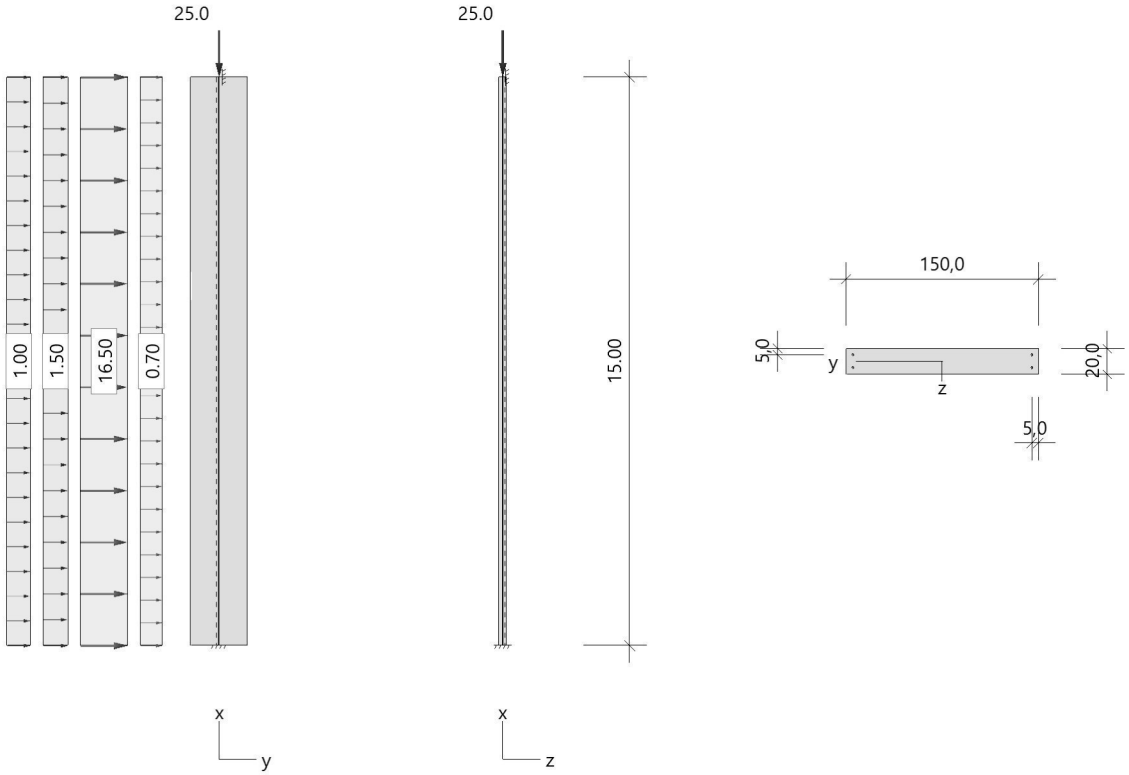
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
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 : 200



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			W0		
Bewehrungskorrosion			XC3		
Mindestbetonklasse			C 20/25		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	35	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	43	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	35	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	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.69		

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

beidseitig eingespannt in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	15.00	m
Querschnitt	b_y/d_z	=	150.0/20.0	cm
	b_1/d_1	=	5.0/5.0	cm
Bewehrungsanordnung			1/4 je Ecke	

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr	starr	starr	starr
Fußpunkt	starr	starr	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. E: Lagerflächen	1.00	0.90	0.80		1.500
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		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		25.0							Wind		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
2	Stütze	in y		16.50	15.00	16.50	ständig		
3	Stütze	in y		0.70	15.00	0.70	ständig		
4	Stütze	in y		1.50	15.00	1.50	Kat. E		
5	Stütze	in y		1.00	15.00	1.00	Schnee		

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- 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 = 8154,70 in y- / 145,27 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]	LK 5[1]	LK 6[1]	LK 7[1]	LK 8[1]
V = 25,0 kN (Wind)	0.90		**1.50**		**1.50**	**1.50**		
py = 16,50 kN/m (ständig)	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
py = 0,70 kN/m (ständig)	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
py = 1,50 kN/m (Kat. E)	1.50	1.50	1.50	**1.50**	1.50			
py = 1,00 kN/m (Schnee)	**1.50**	**1.50**	0.75	0.75				

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	7.50	7.49	17.3	129.8	219.9	219.9	0.0	0.0	2.686	0.709

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	15.00	-22.5	0.00	499.51	0.52	15.7	Querschnitt
	7.50	-22.5	0.00	-259.02	0.52	15.7	
	0.00	-22.5	0.00	499.51	0.52	15.7	

Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende 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	15.00	-22.5	-202.3	77.9	831.9	18.4	1.19
		7.50	-22.5	0.0	77.9	831.9	18.4	0.00
		5.00	-22.5	67.5	77.9	831.9	18.4	0.00
		0.00	-22.5	202.3	77.9	831.9	18.4	1.19
1	z	15.00	-22.5	0.0	113.4	334.7	18.4	0.00
		7.50	-22.5	0.0	113.4	334.7	18.4	0.00
		0.00	-22.5	0.0	113.4	334.7	18.4	0.00

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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	15.00		202.3	-505.33	0.0	0.00	2
			129.0	-315.22	0.0	0.00	6
			129.0	-322.34	0.0	0.00	7
Fußpunkt	0.00	0.0	129.0	322.34	0.0	0.00	7
		37.5	129.0	315.22	0.0	0.00	6
		0.0	202.3	505.33	0.0	0.00	2

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	15.7

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]	LK 5[1]	LK 6[1]	LK 7[1]
V = 25,0 kN (Wind)	0.60		**1.00**		**1.00**	**1.00**	
py = 16,50 kN/m (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
py = 0,70 kN/m (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
py = 1,50 kN/m (Kat. E)	1.00	1.00	1.00	**1.00**	1.00		
py = 1,00 kN/m (Schnee)	**1.00**	**1.00**	0.50	0.50			

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
2	15.00	-15.0	0.00	346.76	0.0	0.0			
4	7.50	-15.0	0.00	-180.08	1.1	0.0			
2	0.00	-15.0	0.00	346.76	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	15.00	-15.0	0.00	353.67	0.0	0.0			
4	7.50	-15.0	0.00	-180.08	1.0	0.0			
1	0.00	-15.0	0.00	353.67	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
4	15.00	0.0	0.00	359.92	2.57	1.695	339.01	400.00	0.85
2	7.50	0.0	0.00	-207.30	2.51	0.976	195.12	400.00	0.49
4	0.00	0.0	0.00	359.92	2.57	1.695	339.01	400.00	0.85

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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
4	15.00	0.0	0.00	359.92	0.00	1.659	331.90	400.00	0.83
2	7.50	0.0	0.00	-207.30	0.00	0.955	191.08	400.00	0.48
4	0.00	0.0	0.00	359.92	0.00	1.659	331.90	400.00	0.83

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]
V = 25,0 kN (Wind)		
py = 16,50 kN/m (ständig)	1.00	1.00
py = 0,70 kN/m (ständig)	1.00	1.00
py = 1,50 kN/m (Kat. E)	0.80	
py = 1,00 kN/m (Schnee)		

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	15.00	0.0	0.00	345.10	-0.300	-9.30	-11.25	1.00		0.83
1	7.50	0.0	0.00	-172.40	-0.150	-4.65	-11.25	1.00		0.41
1	0.00	0.0	0.00	345.10	-0.300	-9.30	-11.25	1.00		0.83

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.24 Stb.-Attika in Achse 4b

C25/30 XC3 b/h=20/218,5m

Bemessung als 1-Feld Träger (Hier wird nur der Feldbereich betrachtet, weil der Stützenbereich durch die Bewehrung in der Attika konstruktiv gehalten wird.)

Für Lastweiterleitung wird als 2-Feld Träger betrachtet.

In vertikaler Richtung

System

Balken 20/65 cm

1-Feld Träger L = 7,5 m

Belastung

Eigengewicht + Fassaden:

Eigengewicht gk=	25*0,2*2,185+2,5*2,185	=	16,39 kN/m

Auflagerkräfte 1 aus Trapezblech System C

ständige Lasten:

Eigengewicht g=	0,50 kN/m

veränderliche Lasten:

PV-Anlage und Gründach qV=	1,00 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=	0,70 kN/m

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

Auflagerkräfte

Für Lastweiterleitung wird es als 2-Feld Träger betrachtet.

Auflagerkräfte

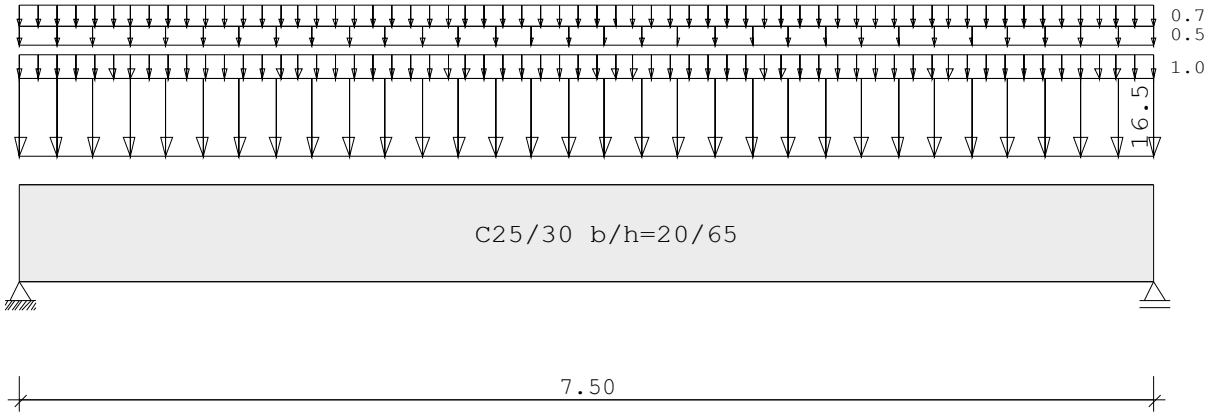
Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

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. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	57.4 -0.6 -0.4	57.4 3.9 2.8		
2	9.00	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	191.3	191.3 11.3 7.9		
3	18.00	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	57.4 -0.6 -0.4	57.4 3.9 2.8		

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 LP4 Pos.24 Stb.Attika

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)
Maßstab 1 : 50



Stahlbetonträger C25/30 E = 31000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge		Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	7.50	konstant			20.0	65.0		

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
1	E			16.50	1.00	1.00			
1	J			0.50	0.70	1.00			

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
E	1	Lagerräume	1.00	0.90	0.80	1.50
J	3	Schnee bis NN +1000m	0.50	0.20	0.00	1.50

Alle Einwirkungen werden als unabhängige betrachtet.
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum (kNm , kN)

Feld			Mf	M li	M re	V li	V re
1	x0	= 3.75	131.48	0.00	0.00	70.13	-70.13

Stützmomente Maximum (kNm , kN)

Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	70.12	70.13	63.75
2	0.00	0.00	-70.12	0.00	70.13	63.75

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Auflagerkräfte (kN)

Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	63.75	6.38	0.00	70.13	70.13	63.75
2	63.75	6.38	0.00	70.13	70.13	63.75
Summe:	127.50	12.75	0.00	140.25	140.25	127.50

Ergebnisse für γ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwert γG * K_{Fi} = 1.35 über Trägerlänge konstant
EN 1991-1-1:2002 3.3.1 2(P) ist berücksichtigt.

Feldmomente Maximum (kNm , kN)

Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 =	3.75	179.30	0.00	0.00	95.63	-95.63

Stützmomente Maximum (kNm , kN)

Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	95.62	95.63	63.75
2	0.00	0.00	-95.62	0.00	95.63	63.75

Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154
C25/30 B500A normalduktil

Betondeckung: cv = 3.5 cm >= erf cv
Bewehrungslage: do = 5.0 cm dB = 8 dS = 14
du = 4.9 cm dB = 8 dS = 12
Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.
Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

Kriechbeiwert: ϕ = 2.90 εcs = 0.40 ‰ h0 = 22.50 cm

Alle Auflager gleich : Schneidenlager

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 2.56 N/mm2

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	36.12	1.34	-36.12	1.34	20.0/65.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)
1	3.75	179.3		60.1	0.24	7.5	0.0

Am ersten Auflager sind mindestens 3.3 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 3.3 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Querkraftbewehrung B500A DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 6.2

Stütze Nr.		Abst (m)	kz	VEd (kN)	Θ (°)	VRd,c (kN)	VRd,max (kN)	a_max (cm)	asw (cm2/m)
1	re	0.60	0.88	80.3	18.4	47.3	336.6	30.0	1.6~
1	*	1.20	0.88	65.0	18.4	47.3	336.6	30.0	1.6~
2	li	0.60	0.88	-80.3	18.4	47.3	336.6	30.0	1.6~
2	*	1.20	0.88	-65.0	18.4	47.3	336.6	30.0	1.6~

~ am Zeilenende: Mindestbügelbewehrung
Der max. Bügelabstand wird mit Θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

In horizontaler Richtung

System

Die Attika trägt horizontal in X-Richtung die Windkraft als Streckenlast und in Y-Richtung die Windkraft als Normalkraft. (Siehe Kap.3 Gebäudeaussteifung)

Balken 20/150 cm L = 10 m

Belastung

In x-Richtung

Winddruck + Stabilitätslast in x-Richtung **(maßgebend)**

$h_{y,D1}$= 2,61 kN/m

Windsog + Stabilitätslast in x-Richtung

$h_{y,S1}$= 2,07 kN/m

In y-Richtung

Winddruck + Stabilitätslast in y-Richtung **(maßgebend)**

F_{W1}= 17,40 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

Zusammenfassung der Bewehrungen:

Feldbewehrung unten:			
As,erf=	MAX(7,50;5,6)	=	7,50 cm²
Stützenbewehrung oben:			
As,erf=			3,70 cm²
Bewehrung seitlich wegen Windkraft :			
As,erf=	MAX(5,60;9,9/2)	=	5,60 cm²
Bügelbewehrung			
Asw,erf=	MAX(1,64;1,00)	=	1,64 cm²/m



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger (x64) DLT+ 01/24E (FRILO R-2024-1/P09)

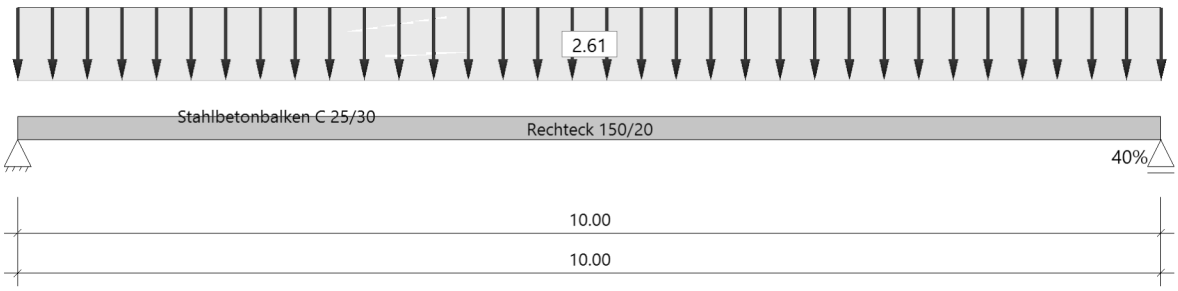
Grundparameter

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			150.0	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	10.00	-1	-1	0.0	8266.7	0.0

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

Stiele

Stütze	Fußpunkt	Höhe [m]	Breite [cm]	Dicke [cm]	I [cm⁴]
1	gelenkig	2.50	24.0	24.0	27648

Stützeneinspannung an den Endauflagern

links : 0.0 % rechts : 40.0 %

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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		10.00		2.61		Ja	Wind		

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	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Windlasten	0.60	0.20	0.00		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	$\phi(t_0,t)$	=	2.69		
Schwindmaß	$\varepsilon_{cs}(t)$	=	-0.49	‰	

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 %

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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.

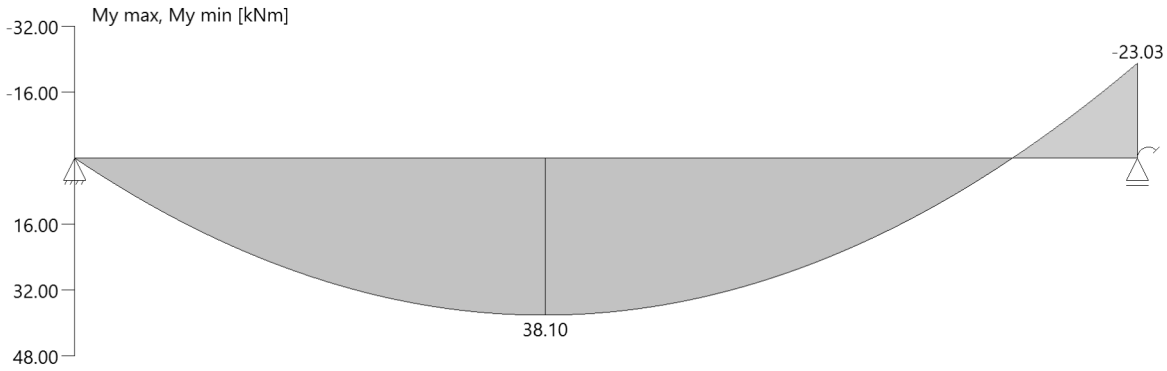
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Schneide b = 0.0 cm

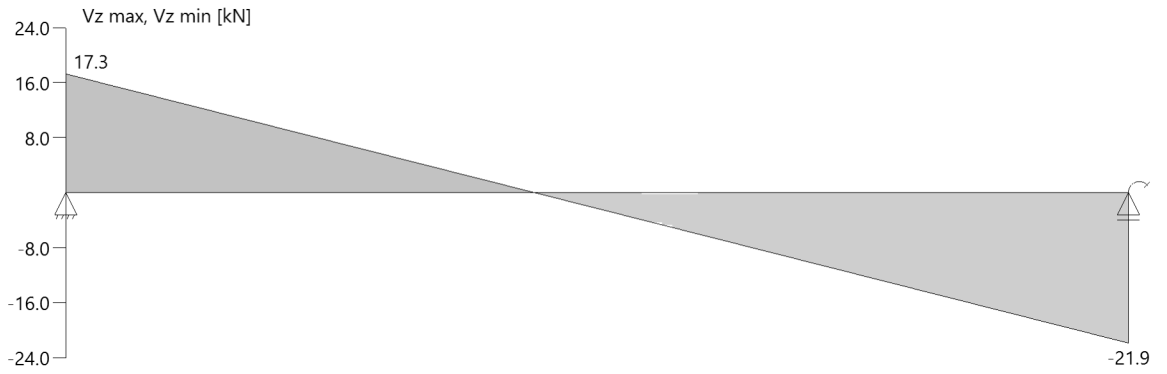
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

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	17.3	1
	4.41	4.41	38.10	0.0	1
	10.00	10.00	-23.03	-21.9	1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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]
150.0/20.0	25.65	3.7	-25.65	3.7
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	4.41	4.41	38.10	38.10	15.5	0.10	5.6	0.0		1
	8.82	8.82	0.06	0.06	15.5	0.00	3.7	0.0	1	1
	8.83	8.83	-0.03	-0.03	15.5	0.00	0.0	3.7	1	1
Am ersten Auflager sind mindestens 3.7 cm² zu verankern. Am letzten Auflager sind mindestens 3.7 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)										

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	Bem. Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]		Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00				1
2	links	0.00	10.00	-23.03	-23.03	15.5	0.07		3.7	1	1
1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)											

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm²/m]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.56	17.3	18.4	115.1	416.0	VRd,max > VEd		
	rechts	0.16	0.16	0.56	16.7	18.4	115.1	416.0	14.0		1
	*	0.31	0.31	0.56	16.1	18.4	115.1	416.0	14.0		1
2	links	0.00	10.00	0.56	-21.9	18.4	115.1	416.0	VRd,max > VEd		
	links	0.16	9.85	0.56	-21.3	18.4	115.1	416.0	14.0		1
	*	0.31	9.69	0.56	-20.7	18.4	115.1	416.0	14.0		1
* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie Der max. Bügelabstand wird mit θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).											

Querkraftbewehrung nicht erforderlich.

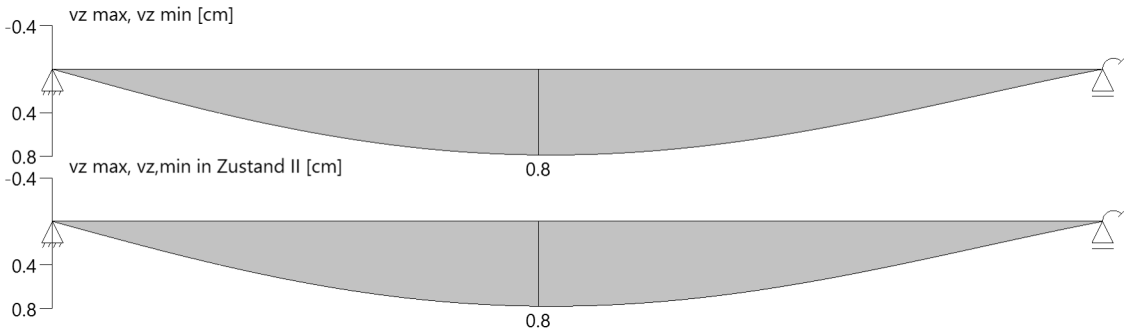
durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

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	4.74	0.0	0.8	2

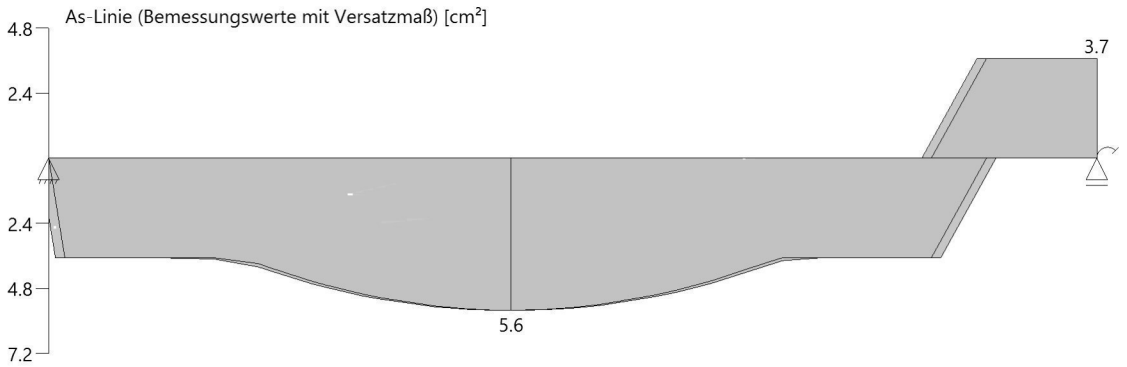
Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: ϕ_{eff} = 0.00 ε_{cs} = -0.49 ‰
Kombination charakteristisch
Mit Nachweis der relativen Grenzverformung (l_{eff} / 300)

Feld	x [m]	fEIIz,g [cm]	fEIIz,g / l_{eff}	fEIIz,$\phi\varepsilon$ [cm]	fEIIz,$\phi\varepsilon$ / l_{eff}	fEII,$\phi\varepsilon$ [cm]	η
Feld 1	4.74			0.8	1/1282	0.8	0.24

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

As-Deckungslinien



Grafik konnte nicht erzeugt werden.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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	Windlasten		11.5		
2	10.00	Windlasten		14.6		15.35

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/24C (FRILO R-2024-1/P09)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- unten eingespannt in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

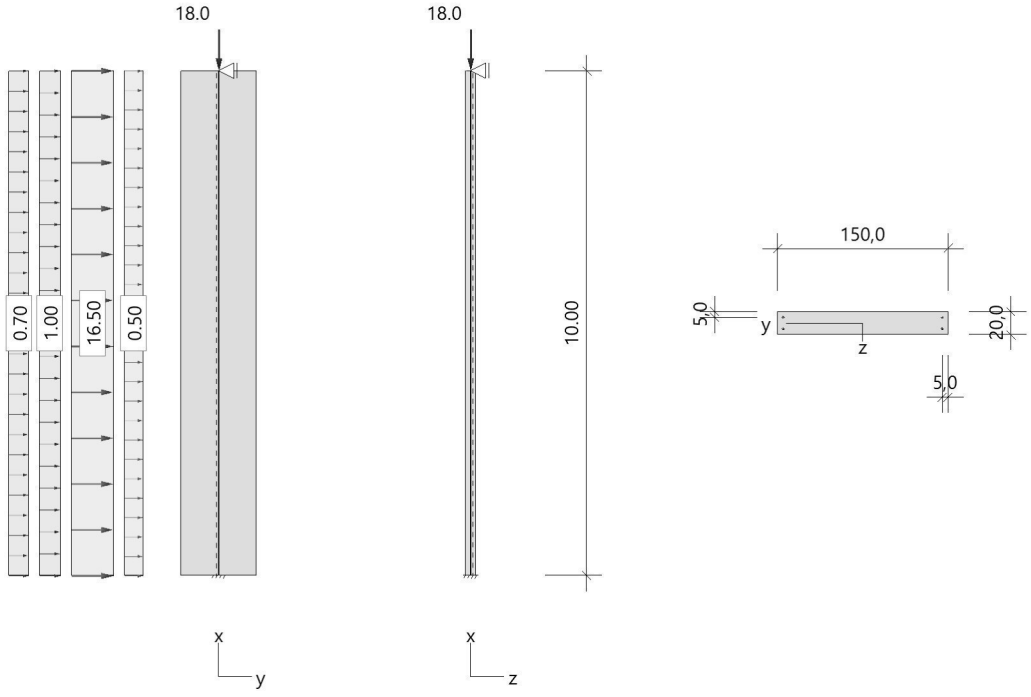
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
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 : 150



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		W0		
Bewehrungskorrosion		XC3		
Mindestbetonklasse		C 20/25		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 35	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 43	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 35	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.30	mm	

*1: mit cmin,b

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

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

unten eingespannt in y- und z-Richtung
Stützenhöhe l = 10.00 m
Querschnitt b_y/d_z = 150.0/20.0 cm
b_1/d_1 = 5.0/5.0 cm
Bewehrungsanordnung 1/4 je Ecke

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr	starr	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. E: Lagerflächen	1.00	0.90	0.80		1.500
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		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		18.0							Wind		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
2	Stütze	in y		16.50	10.00	16.50	ständig		
3	Stütze	in y		0.50	10.00	0.50	ständig		
4	Stütze	in y		1.00	10.00	1.00	Kat. E		
5	Stütze	in y		0.70	10.00	0.70	Schnee		

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- 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 = 13039,31 in y- / 231,92 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]	LK 5[1]	LK 6[1]	LK 7[1]	LK 8[1]
V = 18,0 kN (Wind)	0.90		**1.50**	**1.50**		**1.50**		
py = 16,50 kN/m (ständig)	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
py = 0,50 kN/m (ständig)	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
py = 1,00 kN/m (Kat. E)	1.50	1.50	1.50	1.50	**1.50**			
py = 0,70 kN/m (Schnee)	**1.50**	**1.50**	0.75		0.75			

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}
2	1	Wand	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.686	0.632

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
2	10.00	0.0	0.00	0.00	0.33	9.9	Querschnitt
	6.67	0.0	0.00	-176.47	0.33	9.9	
	5.00	0.0	0.00	-158.45	0.33	9.9	
	0.00	0.0	0.00	320.60	0.33	9.9	

Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende 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	10.00	-16.2	-95.8	66.3	831.9	18.4	0.56
		5.00	-16.2	31.8	66.3	831.9	18.4	0.00
		0.00	0.0	159.6	64.6	831.9	18.4	0.94
1	z	10.00	-16.2	0.0	112.8	334.7	18.4	0.00
		5.00	-16.2	0.0	112.8	334.7	18.4	0.00
		0.00	-16.2	0.0	112.8	334.7	18.4	0.00

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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	10.00		63.6	0.00	0.0	0.00	7
			95.7	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	0.0	106.4	213.89	0.0	0.00	7
		27.0	155.8	309.26	0.0	0.00	3
		27.0	105.9	208.81	0.0	0.00	6
		0.0	159.6	320.60	0.0	0.00	2

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	9.9

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]	LK 5[1]	LK 6[1]	LK 7[1]
V = 18,0 kN (Wind)	0.60		**1.00**	**1.00**		**1.00**	
py = 16,50 kN/m (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
py = 0,50 kN/m (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
py = 1,00 kN/m (Kat. E)	1.00	1.00	1.00	1.00	**1.00**		
py = 0,70 kN/m (Schnee)	**1.00**	**1.00**	0.50		0.50		

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
2	10.00	-10.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
2	5.00	-10.8	0.00	-116.94	0.2	0.0			
1	0.00	-10.8	0.00	234.02	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
2	10.00	-10.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
2	5.00	-10.8	0.00	-116.94	0.1	0.0			
1	0.00	-10.8	0.00	234.02	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
2	10.00	0.0	0.00	0.00	2.56	0.120	24.07	400.00	0.06
2	5.00	0.0	0.00	-116.94	2.56	0.865	173.06	400.00	0.43
2	0.00	0.0	0.00	233.62	2.56	1.731	346.24	400.00	0.87

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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
2	10.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.123	24.68	400.00	0.06
2	5.00	0.0	0.00	-116.94	0.00	0.846	169.29	400.00	0.42
2	0.00	0.0	0.00	233.62	0.00	1.692	338.40	400.00	0.85

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]
V = 18,0 kN (Wind)		
py = 16,50 kN/m (ständig)	1.00	1.00
py = 0,50 kN/m (ständig)	1.00	1.00
py = 1,00 kN/m (Kat. E)	0.80	
py = 0,70 kN/m (Schnee)		

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	10.00	0.0	0.00	0.00	0.115	0.00	-11.25	1.00		0.00
1	5.00	0.0	0.00	-111.31	-0.121	-3.76	-11.25	1.00		0.33
1	0.00	0.0	0.00	222.37	-0.243	-7.52	-11.25	1.00		0.67

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.25 Stb.-Attika Innenhof

C25/30 XC3 b/h=24/70m

System

Balken 24/70 cm

1-Feld Träger L=10 m

Belastung

Eigengewicht + Fassaden:

Eigengewicht gk=	25*0,24*0,700+1,5*0,70	=	5,25 kN/m

Auflagerkräfte 4 aus Trapezblech System C

ständige Lasten:

Eigengewicht g=			1,4 kN/m

veränderliche Lasten:

PV-Anlage und Gründach qV=			2,70 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=			1,90 kN/m

50% Gerätlast RLT01 + 50% Eigengewicht der Stahlträger Pos.33

Siehe Kap.2 Gerätlast RLT01

ständige Lasten:

Eigengewicht G=	4,60+2,73*0,5	=	5,96 kN

veränderliche Lasten:

Windlast W=			1,15 kN

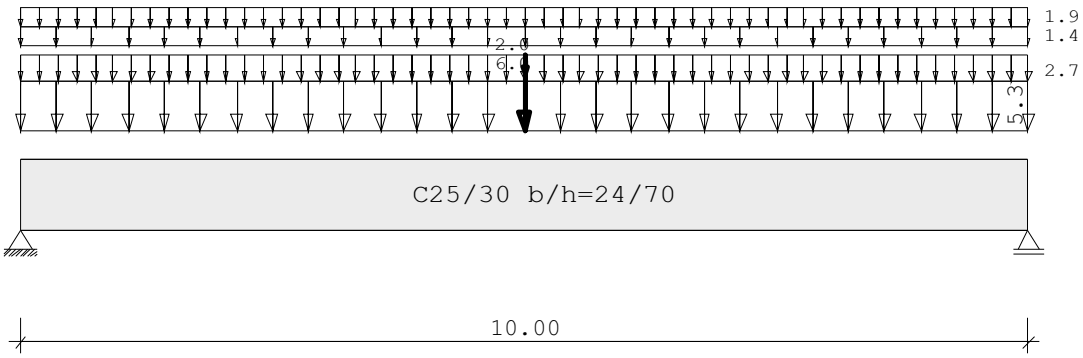
Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)
Maßstab 1 : 75



Stahlbetonträger C25/30 E = 31000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge		Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	10.00	konstant			24.0	70.0		

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
1	E			5.30	2.70	1.00			
1	E			1.40	1.90	1.00		Pos.10c	
2	I		5.00	6.00	2.00	1.00	0.00		

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
E	1	Lagerräume	1.00	0.90	0.80	1.50
I	4	Windlasten	0.60	0.20	0.00	1.50

Alle Einwirkungen werden als unabhängige betrachtet.
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum (kNm , kN)

Feld			Mf	M li	M re	V li	V re
1	x0 =	5.00	161.25	0.00	0.00	60.50	-60.50

Stützmomente Maximum (kNm , kN)

Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	60.50	60.50	36.50
2	0.00	0.00	-60.50	0.00	60.50	36.50

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	36.50	24.00	0.00	60.50	60.50	36.50
2	36.50	24.00	0.00	60.50	60.50	36.50
Summe:	73.00	48.00	0.00	121.00	121.00	73.00

Durchbiegungen in Zustand I gerechnet!

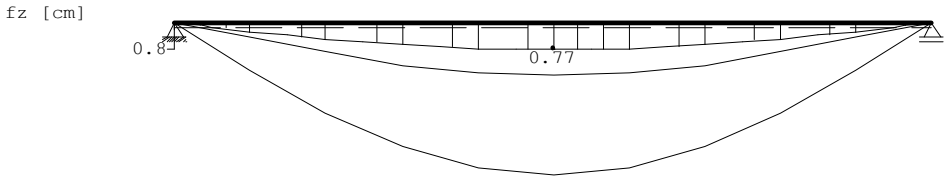
Durchbiegungen	maximale			minimale		
Feld Nr.	x (m)	f (cm)	Komb	x (m)	f (cm)	
1	5.00	0.77	2	10.00	0.00	0

Ergebnisse für γ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwert $\gamma G * K_{Fi} = 1.35$ über Trägerlänge konstant
EN 1991-1-1:2002 3.3.1 2(P) ist berücksichtigt.

Feldmomente Maximum						(kNm , kN)
Feld		Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 = 5.00	227.06	0.00	0.00	85.27	-85.27

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	85.27	85.28	36.50
2	0.00	0.00	-85.27	0.00	85.27	36.50

Maßstab 1 : 100



Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154
C25/30 B500A normalduktil

Betondeckung: cv = 3.5 cm >= erf cv
Bewehrungslage: do = 5.0 cm dB = 8 dS = 14
du = 4.9 cm dB = 8 dS = 12
Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.
Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

Kriechbeiwert: ϕ = 2.90 εcs = 0.40 %o h0 = 22.50 cm

Alle Auflager gleich : Schneidenlager

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 2.56 N/mm2

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	50.27	1.72	-50.27	1.72	24.0/70.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)
1	5.00	227.1		65.1	0.21	8.6	0.0

Am ersten Auflager sind mindestens 2.9 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 2.9 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

Querkraftbewehrung B500A DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 6.2

Stütze Nr.	Abst (m)	kz	VEd (kN)	Θ (°)	VRd,c (kN)	VRd,max (kN)	a_max (cm)	asw (cm2/m)
1 re	0.65	0.89	74.9	18.4	58.2	442.2	30.0	2.0~
1 *	1.30	0.89	64.5	18.4	58.2	442.2	30.0	2.0~
2 li	0.65	0.89	-74.9	18.4	58.2	442.2	30.0	2.0~
2 *	1.30	0.89	-64.5	18.4	58.2	442.2	30.0	2.0~

~ am Zeilenende: Mindestbügelbewehrung
Der max. Bügelabstand wird mit Θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).

Berechnung mit modifizierter eff. Steifigkeit (Zeta-Verfahren)
Zugfestigkeit und Rissmoment mit fctm = 2.6 N/mm2
Gebrauchstauglichkeit - Durchbiegungen (cm) ϕ = 2.90 εcs = 0.40 %o
quasi-ständige Kombination

Feld	x	fEI	fEIϕ	fEIϕε	fEII,g	fEII	fEIIϕ	fEIIϕε	f
1	5.00	0.65	2.04	2.55	1.54	2.51	3.70	4.52	4.52

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

In horizontaler Richtung

System

Die Attika trägt horizontal in x-Richtung die Windkraft als Streckenlast und in y-Richtung die Windkraft als Normalkraft. (Siehe Kap.3 Gebäudeaussteifung)

Balken 24/70 cm L = 10 m

Belastung

in x-Richtung

Winddruck + Stabilitätslast in x-Richtung **(maßgebend)**

$h_{y,D1}$= 1,58 kN/m

Windsog + Stabilitätslast in x-Richtung

$h_{y,S1}$= 1,04 kN/m

Gerätlast RLT01

Siehe Kap.2 Gerätlast RLT01

veränderliche Lasten:

Windlast W= 5,40 kN

in y-Richtung

Winddruck + Stabilitätslast in y-Richtung **(maßgebend)**

F_{Pos13}= 25,00 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

Zusammenfassung der Bewehrungen:

Feldbewehrung unten:

As,erf= 8,10 cm²

Bewehrung seitlich wegen Windkraft :

As,erf=	MAX(5,10;16,7/2)	=	8,35 cm²

Bügelbewehrung

Asw,erf=	MAX(2,0;5,80)	=	5,80 cm²/m

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger (x64) DLT+ 01/24E (FRILO R-2024-1/P09)

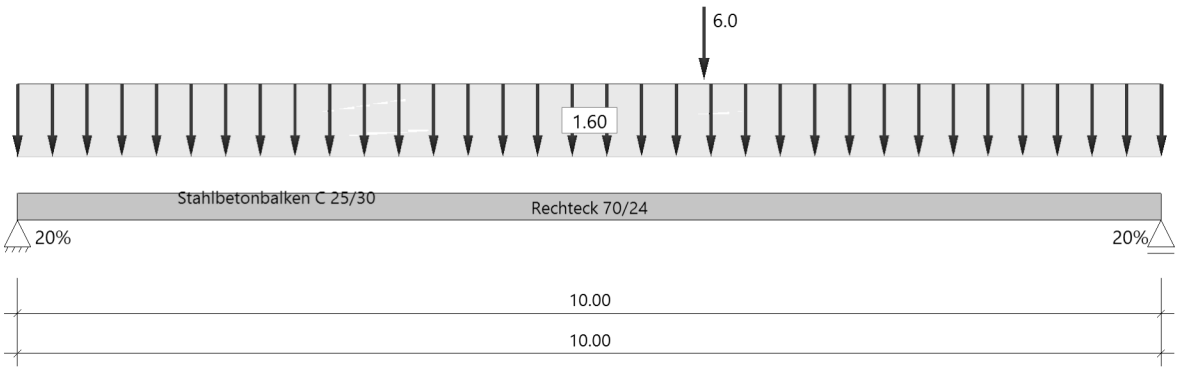
Grundparameter

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			70.0	24.0		

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	1874.9	0.0
2	10.00	-1	-1	0.0	2499.8	0.0

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

Stiele

Stütze	Fußpunkt	Höhe [m]	Breite [cm]	Dicke [cm]	I [cm⁴]
1	gelenkig	2.50	24.0	24.0	27648

Stützeneinspannung an den Endauflagern

links : 20.0 % rechts : 20.0 %

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W	[ ]	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	6.00	6.0	kN	Wind		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	2	GL		10.00		1.60		Ja	Wind		

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	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Windlasten	0.60	0.20	0.00		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		W0		
Bewehrungskorrosion		XC3		
Mindestbetonklasse		C 20/25		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 35	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 43	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 35	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.30	mm	

*1: mit cmin,b

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	h_0	=	17.9	cm	
Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck}	=	25	N/mm2	
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t)$	=	2.68		
Schwindmaß	$\varepsilon_{cs}(t)$	=	-0.49	‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten	=	3.5 cm	oben	=	3.5 cm
	links	=	3.5 cm	rechts	=	3.5 cm
Bewehrungslagen	unten	=	5.0 cm	oben	=	5.0 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.

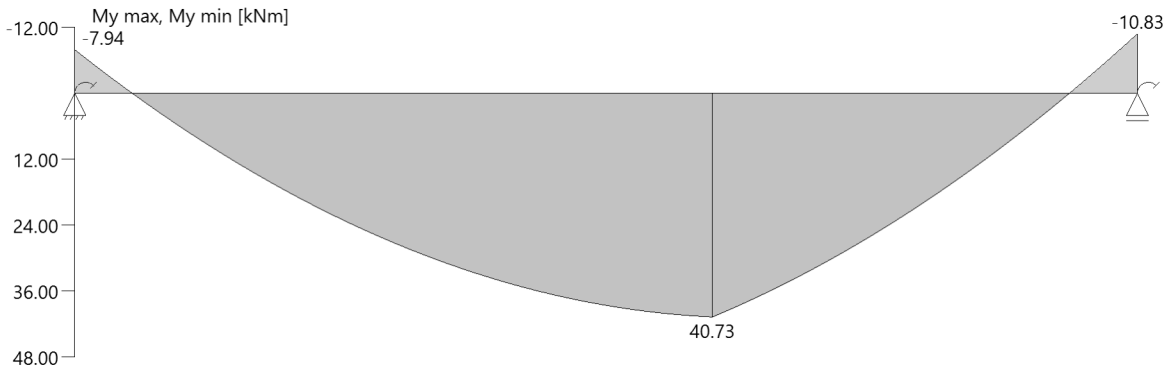
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Schneide b = 0.0 cm

Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

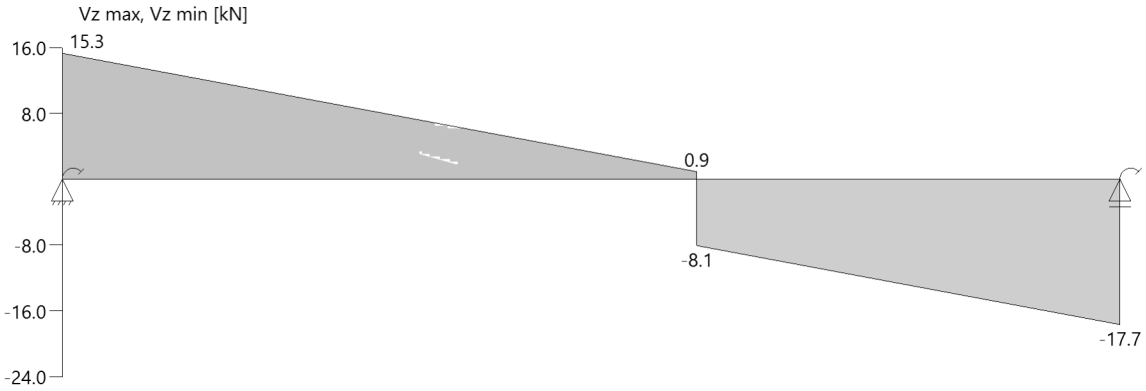
Umhüllende der Momente



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

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	-7.94	15.3	1
	6.00	6.00	40.73	0.9	1
	10.00	10.00	-10.83	-17.7	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
70.0/24.0	17.24	2.0	-17.24	2.0
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]		Lk
Feld 1	0.51	0.51	-0.52	-0.52	19.0	0.01	0.0	2.0	1	1
	6.00	6.00	40.73	40.73	19.0	0.15	5.1	0.0		1
	9.36	9.36	0.002	0.002	19.0	0.00	2.0	0.0	1	1
	9.37	9.37	-0.08	-0.08	19.0	0.00	0.0	2.0	1	1
Am ersten Auflager sind mindestens 2.0 cm² zu verankern. Am letzten Auflager sind mindestens 2.0 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)										

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	Bem. Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]		Lk
1	rechts	0.00	0.00	-7.94	-7.94	19.0	0.05		2.0	1	1
2	links	0.00	10.00	-10.83	-10.83	19.0	0.06		2.0	1	1
1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)											

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

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	0.00	0.00	0.62	15.3	18.4	65.8	261.1	VRd,max > VEd		
	rechts	0.19	0.19	0.62	14.9	18.4	65.8	261.1	16.8	5.75[1]	1
	*	0.38	0.38	0.62	14.4	18.4	65.8	261.1	16.8	5.75[1]	1
2	links	0.00	10.00	0.62	-17.7	18.4	65.8	261.1	VRd,max > VEd		
	links	0.19	9.81	0.62	-17.2	18.4	65.8	261.1	16.8	5.75[1]	1
	*	0.38	9.62	0.62	-16.8	18.4	65.8	261.1	16.8	5.75[1]	1

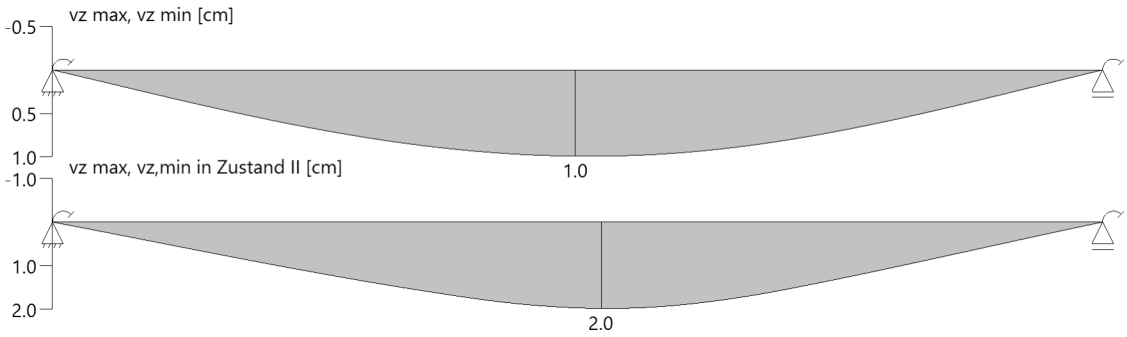
* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie
Der max. Bügelabstand wird mit θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

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	5.26	0.0	1.0	2

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: ϕ_{eff} = 0.00 ε_{cs} = -0.49 ‰
Kombination charakteristisch
Mit Nachweis der relativen Grenzverformung (l_{eff} / 300)

Feld	x [m]	fEIIz,g [cm]	fEIIz,g / l_{eff}	fEIIz,$\phi\varepsilon$ [cm]	fEIIz,$\phi\varepsilon$ / l_{eff}	fEII,$\phi\varepsilon$ [cm]	η
Feld 1	5.26			2.0	1/503	2.0	0.60

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

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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	Windlasten		10.2	-5.29	
2	10.00	Windlasten		11.8		7.22

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P03)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

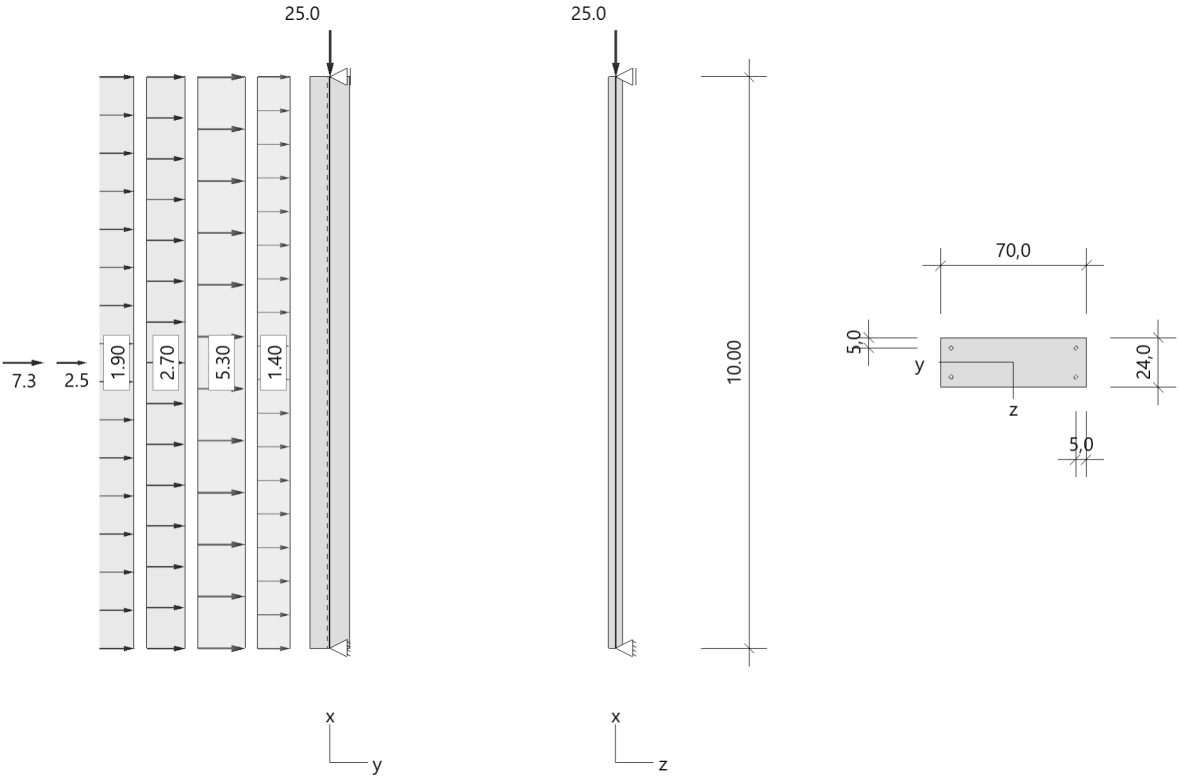
Norm und Sicherheitskonzept

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 : 132.4



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			W0		
Bewehrungskorrosion			XC3		
Mindestbetonklasse			C 20/25		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	35	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	43	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	35	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	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.68		

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	=	10.00	m
Querschnitt	b_y/d_z	=	70.0/24.0	cm
	b_1/d_1	=	5.0/5.0	cm
Bewehrungsanordnung			1/4 je Ecke	

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. E: Lagerflächen	1.00	0.90	0.80		1.500
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.500
ständig				1.000	1.350

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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		25.0							Wind		
6	Stütze	5.00				7.3				Kat. E		
7	Stütze	5.00				2.5				Wind		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
2	Stütze	in y		5.30	10.00	5.30	ständig		
3	Stütze	in y		1.40	10.00	1.40	ständig		
4	Stütze	in y		2.70	10.00	2.70	Kat. E		
5	Stütze	in y		1.90	10.00	1.90	Schnee		

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

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- 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 = 559,76 in y- / 65,80 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	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]	LK 5[1]	LK 6	LK 7	LK 8
V = 25,0 kN (Wind)	**1.50**	0.90			0.90	**1.50**	**1.50**	**1.50**
py = 5,30 kN/m (ständig)	1.00	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00
py = 1,40 kN/m (ständig)	1.00	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00
py = 2,70 kN/m (Kat. E)		1.50		1.50	1.50	1.50		1.50
py = 1,90 kN/m (Schnee)		**1.50**		**1.50**	**1.50**		0.75	0.75
Fy = 7,3 kN (Kat. E)		1.50		1.50	1.50	1.50		1.50
Fy = 2,5 kN (Wind)		0.90		0.90				

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 10

Last	LK 9	LK 10[1]
V = 25,0 kN (Wind)	**1.50**	
py = 5,30 kN/m (ständig)	1.00	1.35
py = 1,40 kN/m (ständig)	1.00	1.35
py = 2,70 kN/m (Kat. E)		
py = 1,90 kN/m (Schnee)		
Fy = 7,3 kN (Kat. E)		
Fy = 2,5 kN (Wind)	**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}
4	1	Stütze	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.681	0.696

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
4	10.00	0.3	0.00	0.00	0.99	16.7	Querschnitt
	8.33	0.2	0.00	-121.73	0.99	16.7	
	6.67	0.1	0.00	-199.17	0.99	16.7	
	5.00	0.1	0.00	-232.31	0.99	16.7	
	5.00	0.1	0.00	-232.31	0.99	16.7	
	3.33	0.2	0.00	-199.17	0.99	16.7	
	1.67	0.3	0.00	-121.73	0.99	16.7	
	0.00	0.3	0.00	0.00	0.99	16.7	

Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende 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]
2	y	10.00	-22.2	-86.7	60.0	436.1	18.4	1.17
		8.33	-22.3	-60.1	60.0	436.1	18.4	0.81
		6.67	-37.5	-11.4	61.7	436.1	18.4	0.00
		5.00	-37.5	0.0	61.7	436.1	18.4	0.00
		5.00	-37.5	0.0	61.7	436.1	18.4	0.00
		3.33	-37.5	11.4	61.7	436.1	18.4	0.00
		1.67	-22.2	60.1	60.0	436.1	18.4	0.81
		0.00	-22.2	86.7	60.0	436.1	18.4	1.17
1	z	10.00	-37.4	-0.2	70.1	245.4	18.4	0.00
		8.33	-37.5	-0.2	70.1	245.4	18.4	0.00
		6.67	-37.5	-0.1	70.1	245.4	18.4	0.00
		5.00	-37.5	0.0	70.1	245.4	18.4	0.00
		5.00	-37.5	0.0	70.1	245.4	18.4	0.00
		3.33	-37.5	0.1	70.1	245.4	18.4	0.00
		1.67	-37.4	0.2	70.1	245.4	18.4	0.00
		0.00	-37.4	0.2	70.1	245.4	18.4	0.00

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	10.00		33.5	0.00	0.0	0.00	3
			86.3	0.00	0.0	0.00	2
			66.3	0.00	0.0	0.00	8
Fußpunkt	0.00	0.0	45.2	0.00	0.0	0.00	10

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
		37.5	59.2	0.00	0.0	0.00	6
		0.0	33.5	0.00	0.0	0.00	3
		22.5	86.3	0.00	0.0	0.00	2

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm^2]
1	16.7

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische 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]
V = 25,0 kN (Wind)	**1.00**	0.60			0.60	**1.00**	**1.00**	**1.00**
py = 5,30 kN/m (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
py = 1,40 kN/m (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
py = 2,70 kN/m (Kat. E)		1.00		1.00	1.00	1.00		1.00
py = 1,90 kN/m (Schnee)		**1.00**		**1.00**	**1.00**		0.50	0.50
Fy = 7,3 kN (Kat. E)		1.00		1.00	1.00	1.00		1.00
Fy = 2,5 kN (Wind)		0.60		0.60				

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 9

Last	LK 9[1]
V = 25,0 kN (Wind)	**1.00**
py = 5,30 kN/m (ständig)	1.00
py = 1,40 kN/m (ständig)	1.00
py = 2,70 kN/m (Kat. E)	
py = 1,90 kN/m (Schnee)	
Fy = 7,3 kN (Kat. E)	
Fy = 2,5 kN (Wind)	**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
2	10.00	-24.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
2	8.33	-25.0	0.00	-86.13	2.2	0.0			
2	6.67	-25.0	0.00	-140.79	3.8	0.0			
2	5.00	-25.0	0.00	-163.91	4.4	0.0			
2	3.33	-25.0	0.00	-140.79	3.8	0.0			
2	1.67	-24.9	0.00	-86.13	2.2	0.0			
2	0.00	-24.9	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
2	10.00	-25.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
2	8.33	-25.0	0.00	-86.01	1.4	0.0			
2	6.67	-25.0	0.00	-140.59	2.4	0.0			
2	5.00	-25.0	0.00	-163.68	2.8	0.0			
2	3.33	-25.0	0.00	-140.59	2.4	0.0			

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

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
2	1.67	-25.0	0.00	-86.01	1.4	0.0			
2	0.00	-25.0	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
4	10.00	0.3	0.00	0.00	2.06	0.034	6.77	400.00	0.02
4	8.33	0.2	0.00	-85.81	2.06	0.874	174.74	400.00	0.44
4	6.67	0.1	0.00	-140.22	2.06	1.428	285.58	400.00	0.71
4	5.00	0.1	0.00	-163.25	2.06	1.663	332.50	400.00	0.83
4	3.33	0.2	0.00	-140.22	2.06	1.428	285.63	400.00	0.71
4	1.67	0.3	0.00	-85.81	2.06	0.874	174.80	400.00	0.44
4	0.00	0.3	0.00	0.00	2.06	0.034	6.77	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]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
3	10.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.037	7.37	400.00	0.02
4	8.33	0.0	0.00	-85.81	0.00	0.851	170.22	400.00	0.43
4	6.67	0.0	0.00	-140.22	0.00	1.393	278.60	400.00	0.70
4	5.00	0.0	0.00	-163.25	0.00	1.622	324.38	400.00	0.81
4	3.33	0.0	0.00	-140.22	0.00	1.393	278.60	400.00	0.70
4	1.67	0.0	0.00	-85.81	0.00	0.851	170.22	400.00	0.43
3	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.037	7.37	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]
V = 25,0 kN (Wind)		
py = 5,30 kN/m (ständig)	1.00	1.00
py = 1,40 kN/m (ständig)	1.00	1.00
py = 2,70 kN/m (Kat. E)		0.80
py = 1,90 kN/m (Schnee)		
Fy = 7,3 kN (Kat. E)		0.80
Fy = 2,5 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]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	10.00	0.0	0.00	0.00	0.032	0.00	-11.25	1.00		0.00
2	8.33	0.0	0.00	-66.39	-0.178	-5.51	-11.25	1.00		0.49
2	6.67	0.0	0.00	-108.18	-0.290	-8.98	-11.25	1.00		0.80
2	5.00	0.0	0.00	-125.35	-0.336	-10.40	-11.25	1.00		0.92
2	3.33	0.0	0.00	-108.18	-0.290	-8.98	-11.25	1.00		0.80
2	1.67	0.0	0.00	-66.39	-0.178	-5.51	-11.25	1.00		0.49
1	0.00	0.0	0.00	0.00	0.032	0.00	-11.25	1.00		0.00

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.26 Stb.-Attika in Achse 1

C25/30 XC3 b/h=20/218,5 m

In vertikaler Richtung

System

Balken b/h=20/65 cm L = 5 m

Bemessung als 1-Feld Träger (Hier wird nur der Feldbereich betrachtet, weil der Stützenbereich durch die Bewehrung in der Attika konstruktiv gehalten wird.)

Belastung

Eigengewicht + Fassaden:

Eigengewicht gk= 25*0,2*2,185+2,5*2,185 = 16,39 kN/m

Auflagerkräfte 4 aus Trapezblec System C

ständige Lasten:

Eigengewicht g= 1,40 kN/m

veränderliche Lasten:

PV-Anlage und Gründach qV= 2,70 kN/m

Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q= 1,90 kN/m

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

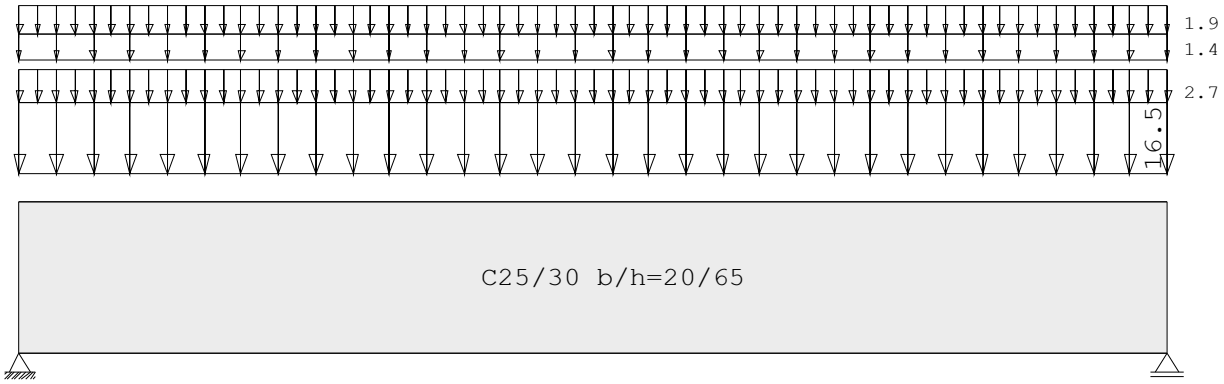
Auflagerkräfte

Für Lastweiterleitung wird es als 2-Feld Träger betrachtet.

Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	33.56	10.06	-1.44	42.19	43.62	32.12
2	111.88	28.75	0.00	140.63	140.63	111.88
3	33.56	10.06	-1.44	42.19	43.63	32.13
Summe:	179.00	48.88	-2.88	225.00	227.88	176.13

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)
Maßstab 1 : 33



Stahlbetonträger C25/30 E = 31000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12								
System	Länge		Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	5.00	konstant			20.0	65.0		

Trägerbezogene Lasten (kN,m)								
Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L			
Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
1	E			16.50	2.70	1.00			
1	J			1.40	1.90	1.00		Pos.10c	

Einwirkungen:							
Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
E	1	Lagerräume	1.00	0.90	0.80	1.50
J	3	Schnee bis NN +1000m	0.50	0.20	0.00	1.50

Alle Einwirkungen werden als unabhängige betrachtet.
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse für 1-fache Lasten							
Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld			Mf	M li	M re	V li	V re
1	x0	= 2.50	70.31	0.00	0.00	56.25	-56.25

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	56.25	56.25	44.75
2	0.00	0.00	-56.25	0.00	56.25	44.75

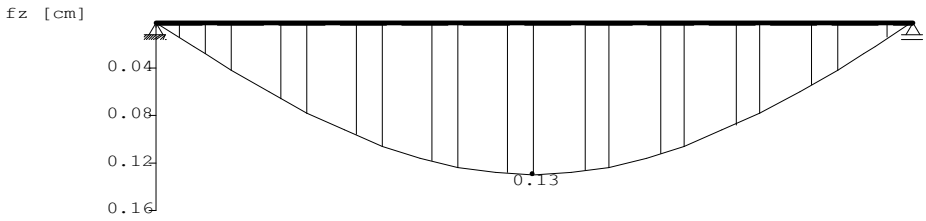
Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	44.75	11.50	0.00	56.25	56.25	44.75
2	44.75	11.50	0.00	56.25	56.25	44.75
Summe:	89.50	23.00	0.00	112.50	112.50	89.50

Ergebnisse für γ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwert $\gamma G * K_{Fi} = 1.35$ über Trägerlänge konstant
EN 1991-1-1:2002 3.3.1 2(P) ist berücksichtigt.

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 =	2.50	97.08	0.00	0.00	77.66	-77.66

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	77.66	77.66	44.75
2	0.00	0.00	-77.66	0.00	77.66	44.75

Maßstab 1 : 50



Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154
C25/30 B500A normalduktil

Betondeckung: cv = 3.5 cm >= erf cv
Bewehrungslage: do = 5.0 cm dB = 8 dS = 14
du = 4.9 cm dB = 8 dS = 12
Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.
Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

Kriechbeiwert: $\phi = 2.90$ $\varepsilon cs = 0.40$ ‰ $h0 = 22.50$ cm

Alle Auflager gleich : Schneidenlager

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 2.56 N/mm2

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	36.12	1.34	-36.12	1.34	20.0/65.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)
1	2.50	97.1		60.1	0.12	3.7	0.0

Am ersten Auflager sind mindestens 2.7 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 2.7 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

Querkraftbewehrung B500A DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 6.2

Stütze Nr.	Abst (m)	kz	VEd (kN)	Θ (°)	VRd,c (kN)	VRd,max (kN)	a_max (cm)	asw (cm2/m)
1 re	0.60	0.88	59.0	18.4	41.6	336.6	30.0	1.6~
1 *	1.20	0.88	40.3	18.4	41.6	336.6	30.0	1.6~
2 li	0.60	0.88	-59.0	18.4	41.6	336.6	30.0	1.6~
2 *	1.20	0.88	-40.3	18.4	41.6	336.6	30.0	1.6~

~ am Zeilenende: Mindestbügelbewehrung
Der max. Bügelabstand wird mit Θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

In horizontaler Richtung

Wegen geringere Belastungen analog Pos.24 in horizontaler Richtung

Zusammenfassung der Bewehrungen:

Zusammenfassung der Bewehrungen:

Feldbewehrung unten:

As,erf=			3,70 cm²

Bewehrung seitlich wegen Windkraft :

As,erf=	MAX(5,60;9,9/2)	=	5,60 cm²

Bügelbewehrung

Asw,erf=	MAX(1,6;1,00)	=	1,60 cm²/m

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.27/28/34 Stb.-Balken

C25/30 XC1 b/h=24/30 m

System

Balken 24/30 cm

1-Feld Träger L=2,6 m

Hinweis:

Brandschutzanforderung: F90 (feuerbeständig) für Pos. 28/34 (Balken)

Statisch bestimmt gelagerte Balken, min. b≥20 cm

nach DIN EN 1992-1-2, Tab. 5.5:

für zweilagig bewehrte Balken	erf. a = 4,5 cm
für einlagig bewehrte Balken	erf. a(sd)=4,5+1=5,5 cm

Für Pos. 28/34 wird **Bewehrungslagen dunten = 5,5 cm** gewählt.

Belastung

Eigengewicht gk=	25*0,24*0,300	=	1,80 kN/m

Belastungen für Pos.34: Auflagerkräfte 1 aus Trapezblech System D + System A

ständige Lasten:

Eigengewicht g=	1,4+0,1	=	1,50 kN/m

veränderliche Lasten:

PV-Anlage und Gründach qV=	2,7+0,1	=	2,80 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=	1,9+0,1	=	2,00 kN/m

Belastungen für Pos.27: Auflagerkräfte 2/3 aus Trapezblech System A

(als **maßgebend** für Bemessung berücksichtigt)

ständige Lasten:

Eigengewicht g=	3,90 kN/m

veränderliche Lasten:

PV-Anlage und Gründach qV=	7,70 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=	5,50 kN/m

Belastungen für Pos.28: Auflagerkräfte 4 aus Trapezblech System D + Auflagerkräfte 1 aus System B

ständige Lasten:

Eigengewicht g=	1,4+1,3	=	2,70 kN/m

veränderliche Lasten:

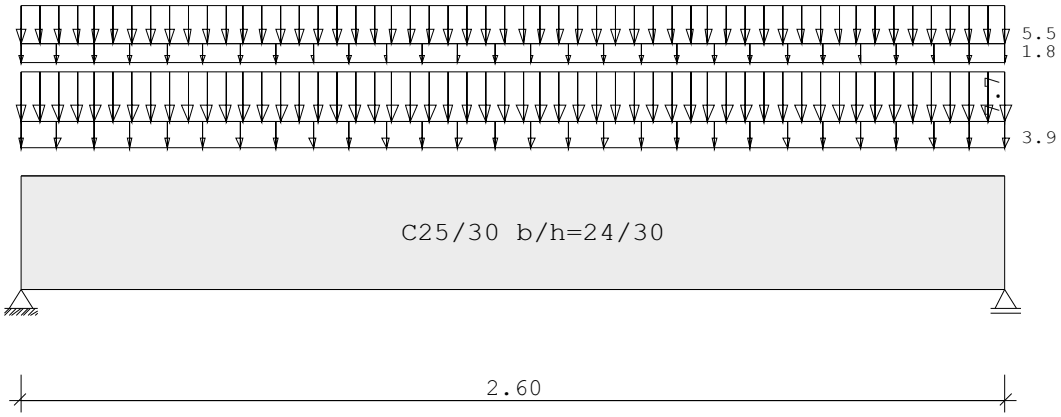
PV-Anlage und Gründach qV=	2,7+2,6	=	5,30 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=	1,9+1,8	=	3,70 kN/m

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)
Maßstab 1 : 20



Stahlbetonträger C25/30 E = 31000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge		Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	2.60	konstant			24.0	30.0		

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Feld	Typ	EG Gr	g_l/r	q_l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	E	3.90	7.70	1.00				
	1	J	1.80	5.50	1.00				

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
E	1	Lagerräume	1.00	0.90	0.80	1.50
J	3	Schnee bis NN +1000m	0.50	0.20	0.00	1.50

Alle Einwirkungen werden als unabhängige betrachtet.
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3
In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).
In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum (kNm , kN)

Feld				Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	x0	=	1.30	15.97	0.00	0.00	24.57	-24.57	2

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	24.57	24.57	7.41	2
2	0.00	0.00	-24.57	0.00	24.57	7.41	2

Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	7.41	17.16	0.00	24.57	24.57	7.41
2	7.41	17.16	0.00	24.57	24.57	7.41
Summe:	14.82	34.32	0.00	49.14	49.14	14.82

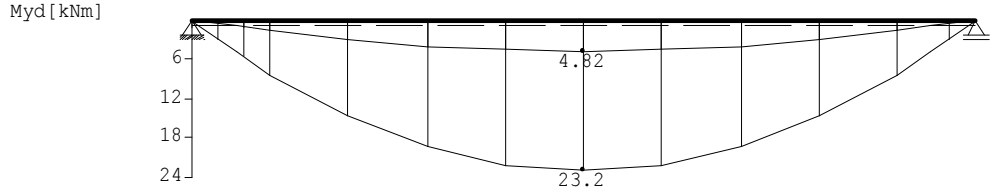
Auflagerkräfte					(kN)
	Stütze 1		Stütze 2		
EG	max	min	max	min	
g	7.4	7.4	7.4	7.4	
E	10.0	0.0	10.0	0.0	
J	7.2	0.0	7.2	0.0	
Sum	24.6	7.4	24.6	7.4	

Ergebnisse für γ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwert $\gamma G * K_{Fi} = 1.35$ über Trägerlänge konstant
EN 1991-1-1:2002 3.3.1 2(P) ist berücksichtigt.

Feldmomente Maximum								(kNm , kN)
Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	x0 =	1.30	23.23	0.00	0.00	35.74	-35.74	J 2

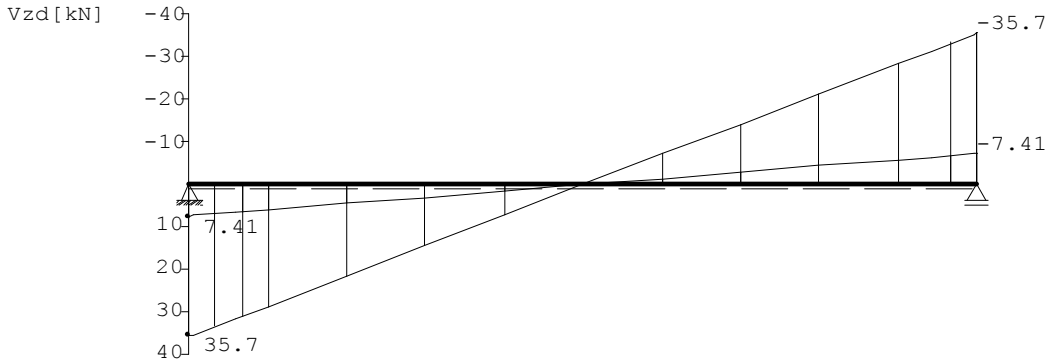
Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	35.74	35.74	7.41	J 2
2	0.00	0.00	-35.74	0.00	35.74	7.41	J 2

Maßstab 1 : 25



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de



Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154
C25/30 B500A normalduktil

Betondeckung: cv = 3.0 cm >= erf cv
Bewehrungslage: do = 4.4 cm dB = 8 dS = 12
du = 5.5 cm dB = 8 dS = 12
Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.
Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

Kriechbeiwert: ϕ = 2.90 εcs = 0.40 %o h0 = 22.50 cm

Alle Auflager gleich : Schneidenlager

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 2.56 N/mm2

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	9.23	0.84	-9.23	0.80	24.0/30.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)	komb
1	1.30	23.2		24.5	0.15	2.2	0.0	J 2

Am ersten Auflager sind mindestens 1.2 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 1.2 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

Querkraftbewehrung B500A DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 6.2

Stütze Nr.	Abst (m)	kz	VEd (kN)	Θ (°)	VRd,c (kN)	VRd,max (kN)	a_max (cm)	asw (cm2/m)	komb
1 re	0.25	0.72	29.0	18.4	27.0	135.4	21.0	2.0~	J 2
1 *	0.49	0.72	22.3	18.4	27.0	135.4	21.0	2.0~	J 2
2 li	0.25	0.72	-29.0	18.4	27.0	135.4	21.0	2.0~	J 2
2 *	0.49	0.72	-22.3	18.4	27.0	135.4	21.0	2.0~	J 2

~ am Zeilenende: Mindestbügelbewehrung
Der max. Bügelabstand wird mit Θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).

durch Vergleichsrechnung
geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Nr.	Feld	Typ	Grp		g1	q1	g2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	E	1	3.90	7.70			1.00		
2		1	J	2	1.80	5.50			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 2 Lasten

Last	K1	K2	K3
	g	g	g
1	.	x	x
2	.	x	.

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
alle gleichzeitig alternierend mit GammaG = 1,00 / 1,35 beaufschlagt.
Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen
vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die
Leiteinwirkung ist.
Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.29 Stb.-Ringbalken am Wandkopf

C25/30 XC1 b/h=24/25 m

Stahlbeton-Ringbalken dienen zur Aufnahme und Abtragung der Horizontallasten. Aufgrund der geringeren Horizontallasten ist das System konstruktiv ausgelegt, und ein Nachweis ist nicht erforderlich.

gewählt: Randbewehrung 2*2ø12cm
Bügelbewehrung ø8/20cm

Stb.-Stütze 24/25cm

System

Pendelstütze 3,7m

Stb.-Stütze trägt die vertikale Last aus Pos.18 Stahlträger

Gk=			73,00 kN
Qk=	102,5+1,4+72,5	=	176,40 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

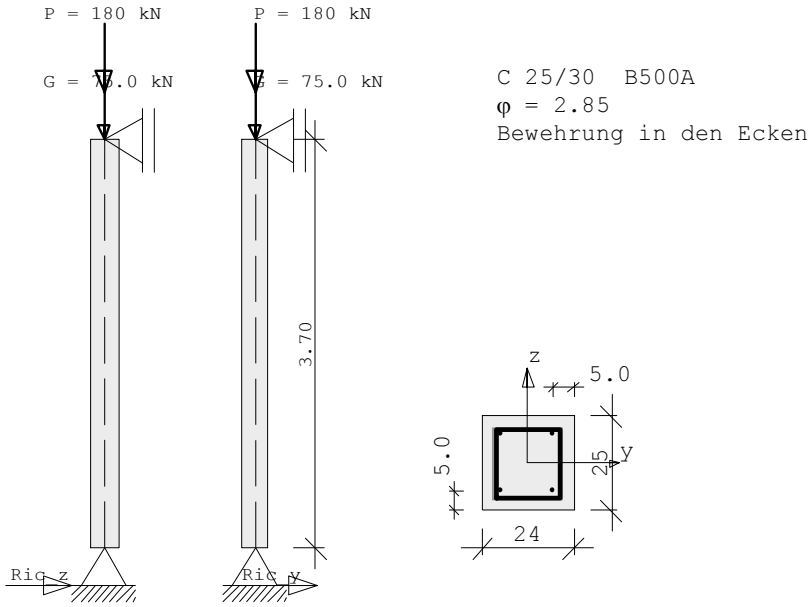
gewählt: 4ø12



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht
Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



1 Mcry = 6.41 kNm Mcrz = 6.16 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt	
1	2	75.00	.	.	.	.	.	.		.		g
		180.00	.	.	.	.	.	.	C	.		p
		5.55	(Eigengewicht)									

Einwirkungen: Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:
Genauigkeit Gkn = 1.00e-5 Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6 Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5 Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung. Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19) Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt. ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei) Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.38 abgemindert. Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3) FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung
geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.43

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	53.3	51.2
Normalkraft		N =	-378.74	-378.74 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.45	-.45
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte		ei =	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.		e2 =	0.28	0.26 cm
Bemessungsmoment		M bem =	4.58	4.47 kNm
B e w e h r u n g		tot ω =	.0668	
		ρ =	.22	%
		erf As =	1.31	cm2 (min As)

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 1.31 cm2**
ω = .067 ρ = .2%
Re,fi = 38.4 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 17.4 kNm Mz = 17.9 kNm
µfi = N,Ed,fi / N,Rd = -207 /-384 = .54 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((38.4 + 32 + 12.5 + 22 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 94 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.30 Stb.-Ringbalken am Wandkopf

C25/30 XC1 b/h=24/25 m

Stahlbeton-Ringbalken dienen zur Aufnahme und Abtragung der Auflagerkräfte des TPZs und der Horizontallasten.

Belastung

Annahme: Berechnung auf der sicheren Seite mit 50cm

Eigengewicht gk=	25*0,24*0,500	=	3,00 kN/m

Auflagerkräfte 1 aus Trapezblech System B

ständige Lasten:	
Eigengewicht g=	1,3 kN/m
veränderliche Lasten:	
PV-Anlage und Gründach qV=	2,60 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=	1,80 kN/m

Bemessung

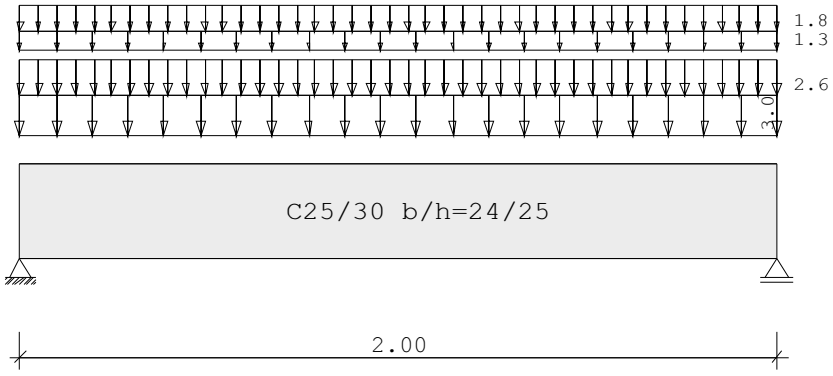
Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

Aufgrund der geringeren Horizontallasten ist das System konstruktiv ausgelegt, und ein Nachweis ist nicht erforderlich.

gewählt: Randbewehrung 2*2ø12cm
Bügelbewehrung ø8/20cm

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)
Maßstab 1 : 20



Stahlbetonträger C25/30 E = 31000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge	Querschnittswerte					
Feld	L (m)	bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	2.00	konstant		24.0	25.0		

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Feld	Typ	EG Gr	g_l/r	q_l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	E	3.00	2.60	1.00				
	1	J	1.30	1.80	1.00				

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
E	1	Lagerräume	1.00	0.90	0.80	1.50
J	3	Schnee bis NN +1000m	0.50	0.20	0.00	1.50

Alle Einwirkungen werden als unabhängige betrachtet.
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum (kNm , kN)

Feld			Mf	M li	M re	V li	V re
1	x0	= 1.00	4.35	0.00	0.00	8.70	-8.70

Stützmomente Maximum (kNm , kN)

Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	8.70	8.70	4.30
2	0.00	0.00	-8.70	0.00	8.70	4.30

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Auflagerkräfte (kN)

Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	4.30	4.40	0.00	8.70	8.70	4.30
2	4.30	4.40	0.00	8.70	8.70	4.30
Summe:	8.60	8.80	0.00	17.40	17.40	8.60

Durchbiegungen in Zustand I gerechnet!

Durchbiegungen maximale minimale

Feld Nr.	x (m)	f (cm)	Komb	x (m)	f (cm)	
1	1.00	0.02	2	2.00	0.00	0

Ergebnisse für γ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwert $\gamma G * K_{Fi}$ = 1.35 über Trägerlänge konstant
EN 1991-1-1:2002 3.3.1 2(P) ist berücksichtigt.

Feldmomente Maximum (kNm , kN)

Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 =	1.00	6.20	0.00	0.00	12.40	-12.40

Stützmomente Maximum (kNm , kN)

Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	12.40	12.40	4.30
2	0.00	0.00	-12.40	0.00	12.40	4.30

Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154
C25/30 B500A normalduktil

Betondeckung: cv = 3.0 cm >= erf cv
Bewehrungslage: do = 4.5 cm dB = 8 dS = 14
du = 4.4 cm dB = 8 dS = 12
Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.
Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

Kriechbeiwert: ϕ = 2.90 εcs = 0.40 %o h0 = 22.50 cm

Alle Auflager gleich : Schneidenlager

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 2.56 N/mm2

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	6.41	0.69	-6.41	0.70	24.0/25.0

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)	
1	1.00	6.2		20.6	0.07	0.7	0.0	*

* Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)
Am ersten Auflager sind mindestens 0.7 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 0.7 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

Querkraftbewehrung B500A DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 6.2

Stütze Nr.		Abst (m)	kz	VEd (kN)	Θ (°)	VRd,c (kN)	VRd,max (kN)	a_max (cm)	asw (cm2/m)
1	re	0.21	0.67	9.8	18.4	24.2	105.6	17.5	2.0~
1	*	0.41	0.67	7.3	18.4	24.2	105.6	17.5	2.0~
2	li	0.21	0.67	-9.8	18.4	24.2	105.6	17.5	2.0~
2	*	0.41	0.67	-7.3	18.4	24.2	105.6	17.5	2.0~

~ am Zeilenende: Mindestbügelbewehrung
Der max. Bügelabstand wird mit Θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).

Berechnung mit modifizierter eff. Steifigkeit (Zeta-Verfahren)
Zugfestigkeit und Rissmoment mit fctm = 2.6 N/mm2
Gebrauchstauglichkeit - Durchbiegungen (cm) ϕ = 2.90 εcs = 0.40 %o
quasi-ständige Kombination

Feld	x	fEI	fEIϕ	fEIϕε	fEII,g	fEII	fEIIϕ	fEIIϕε	f
1	1.00	0.01	0.05	0.06	0.01	0.01	0.05	0.06	0.06

durch Vergleichsrechnung
geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 31/33 Stahlträger

HEB160 S235

Die drei Träger sind für die Abtragung der Belastungen aus den Geräten (RLT01 und RLT02) verantwortlich. Die Gerätelasten siehe Kap. 2.

System:

1-Feld-Träger

Belastung:

Maßgebende Belastungen aus **Gerät RLT2** (siehe Kap. 2 Lastannahme). Auf der sicheren Seite werden die Belastungen alle in der Feldmitte eingesetzt.

Eigengewicht Gerät

Eigengewicht G=	12,00 kN

Windlast wegen Rahmenwirkung:

zugehörige Vertikalelast q=	3,00 kN

Auflagerkräfte aus Pos.31.1

Gk=	2,90 kN	
Qk=		5,00 kN
Wk=		3,60 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

Biegedrillknicknachweis

Belastung:

maximale Feldmoment M_{Feld}

Siehe den Ausdruck aus Frilo

$M_{Feld,Ed}$=	35,00 kNm

Normalkraft aus Windlast - Gerät

Siehe Kap.2 Lastannahmen - Gerätlast

Hk1=			13,00 kN
HEd,1=	1,5*Hk1	=	19,50 kN

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Infograph

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mehrfeldträger Stahl (x64) STM+ 01/24E (FRILO R-2024-1/P09)

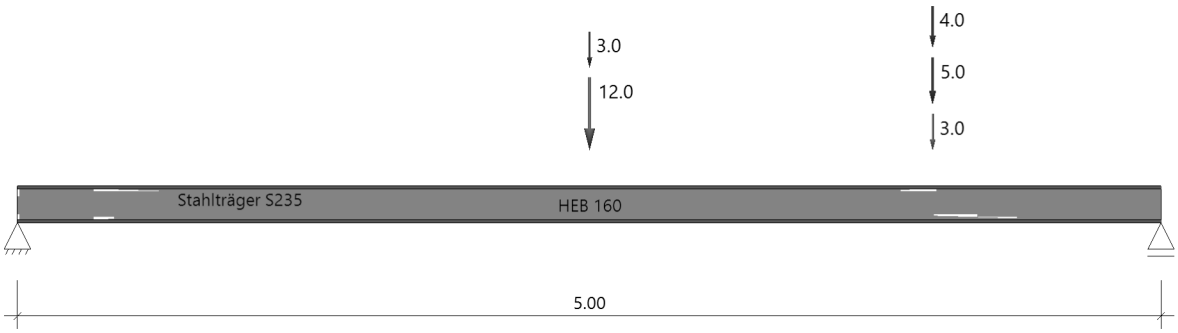
Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

	E_k	=	210000	N/mm²	G_k = 80769	N/mm²
	γ	=	78.50	kN/m³	μ = 0.30	
Streckgrenze	t	≤	40	mm	f_{yk} = 235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t	≤	40	mm	f_{uk} = 360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEB 160	2492.0	889.2	312.0	111.0	54.3
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

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	5.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Schubmittelpunkt

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W	[ ]	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	2.50	12.0	kN	ständig		
	2	kraft	2.50	3.0	kN	Wind		
	3	kraft	4.00	3.0	kN	ständig		
	4	kraft	4.00	5.0	kN	Kat. E		
	5	kraft	4.00	4.0	kN	Schnee		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 213 kg mit Gamma = 78.50 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. E: Lagerflächen	1.00	0.90	0.80		1.50
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
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 $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.42	0.54	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.66

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Qs}	η_{Stabi}	Lk
ständig/vorübergehend	HEB 160	Feld 1, x = 2.50	-7.4	34.95	0.42	0.54	43

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

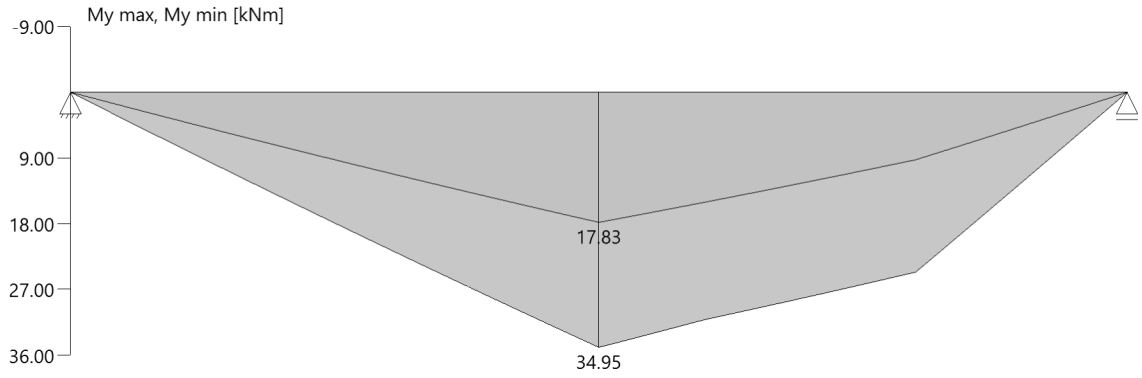
Nachweis für maximale Auslastung bei x = 2.50 m Lk 1

N_{pld}	=	0.0	kN	N_{Rd}	=	1274.9	kN
N_{Ed}	=	0.0	kN	η_N	=	0.00	
$M_{y,pld}$	=	34.95	kNm	$M_{y,Rd}$	=	83.35	kNm
$M_{y,Ed}$	=	34.95	kNm	η_{My}	=	0.42	
$V_{z,pld}$	=	-7.4	kN	$V_{z,Rd}$	=	238.7	kN
$V_{z,Ed}$	=	-7.4	kN	η_{Vz}	=	0.03	
				η	=	**0.42**	

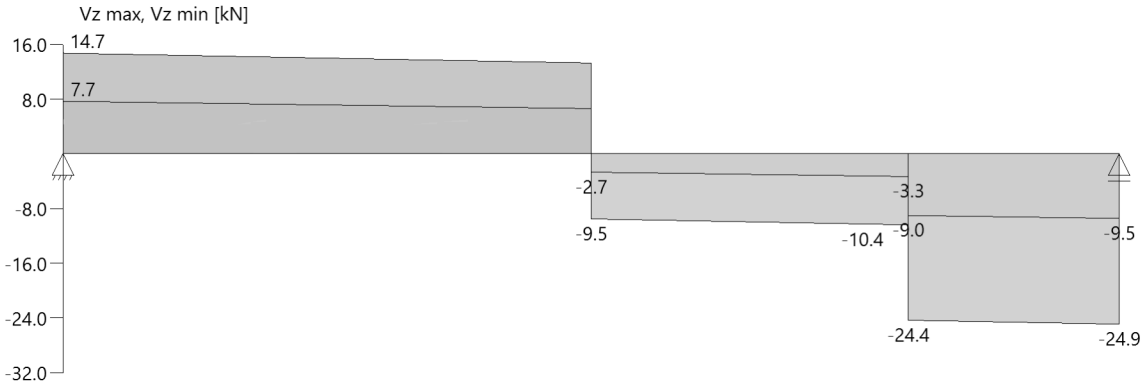
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.63	0.0	-1.1	1.1	0.22	4

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.63	5.00	0.00	5.00	0.7	1.1	1.7	0.66	4

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

Auflagerkräfte

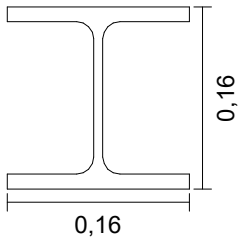
Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

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. E: Lagerflächen Windlasten Schnee H < 1000 m	7.7	7.7 1.0 1.5 0.8		
2	5.00	ständig Kat. E: Lagerflächen Windlasten Schnee H < 1000 m	9.5	9.5 4.0 1.5 3.2		

durch Vergleichsrechnung geprüft

Biegedrillknicknachweis nach DIN EN 1993-1-1 mit NA:2018-12

Querschnitt: HEB 160



h = 160,0 mm
b = 160,0 mm
s = 8,0 mm
t = 13,0 mm
r = 15,0 mm

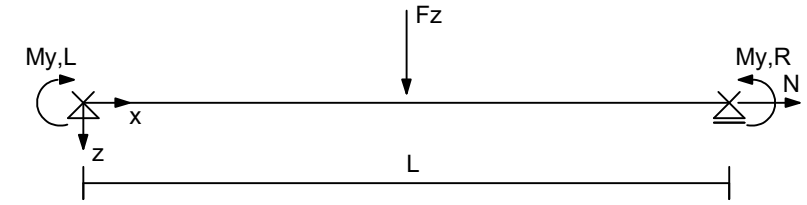
A = 54,3 cm²	I_y = 2490,0 cm^4	I_z = 889,0 cm^4
I_T = 31,4 cm^4	I_ω = 47940 cm^6	
i_y = 6,77 cm	i_z = 4,05 cm	i_p = 7,89 cm

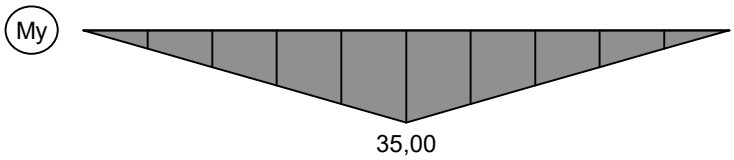
Material: S235-EN
$f_{y,k}$ = 235 N/mm²
E-Modul = 210000 N/mm²
G-Modul = 81000 N/mm²
γ_{M1} = 1,10

Einwirkungen in z-Richtung

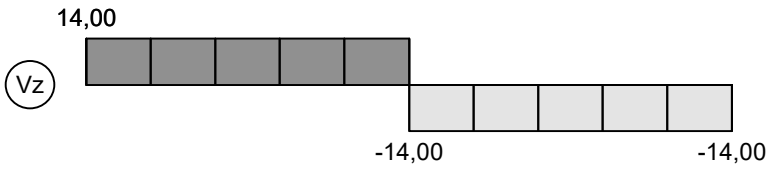
L = 5,00 m	N_d = -20,00 kN	$F_{z,d}$ = 28,00 kN
$M_{y,d,links}$ = 0,00 kNm	$M_{y,d,rechts}$ = 0,00 kNm	

Lastangriffspunkt Schubmittelpunkt ⇒ z_p = 0,00 cm
Die Stabenden sind gabelgelagert.

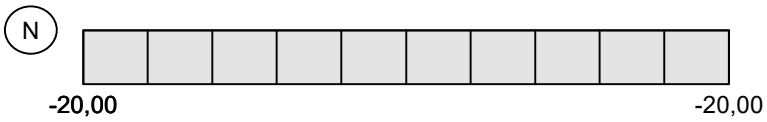




Max My,d = 35,00 kNm

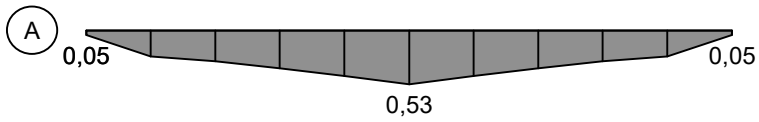


Max Vz,d = 14,00 kN, Min Vz,d = -14,00 kN



Min N,d = -20,00 kN

durch Vergleichsrechnung geprüft



Maximale Ausnutzung = 0,53

Ideale Verzweigungslast $N_{cr,y}$ für Knicken um die y-Achse

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2}$$

E = 210000 N/mm² I_y = 2490,0 cm⁴ $L_{cr,y}$ = 5,00 m

$N_{cr,y}$ = 2064,33 kN

Ideale Verzweigungslast $N_{cr,z}$ für Knicken um die z-Achse

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2}$$

E = 210000 N/mm² I_z = 889,0 cm⁴ $L_{cr,z}$ = 5,00 m

$N_{cr,z}$ = 737,02 kN

Verzweigungslastfaktor η_{cr} für das ideale Biegedrillknickmoment M_{cr}

η_{cr} = 5,40

Maßgebender Nachweis an der Stelle x = 2,50 m

Bemessungswerte der Einwirkungen

N_{Ed} = -20,00 kN
$V_{z,Ed}$ = 14,00 kN $V_{y,Ed}$ = 0,00 kN
$M_{y,Ed}$ = 35,00 kNm $M_{z,Ed}$ = 0,00 kNm

⇒ Querschnittsklasse 1

Plastische Beanspruchbarkeiten nach Tabelle 6.7

N_{Rk} = ±1276,05 kN
$M_{y,Rk}$ = ±83,18 kNm $M_{z,Rk}$ = ±39,94 kNm

Abminderungsbeiwerte für Biegeknicken nach Kapitel 6.3.1

$$\chi = \frac{1}{\Theta + \sqrt{\Theta^2 - \overline{\lambda}^2}} \le 1 \qquad (6.49)$$

$$\Theta = 0{,}5\left[1 + \alpha\left(\overline{\lambda} - 0{,}2\right) + \overline{\lambda}^2\right]$$

$$\overline{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

mit $\overline{\lambda}_y$ = 0,79 $\overline{\lambda}_z$ = 1,32
α_y = 0,34 α_z = 0,49 nach Tabellen 6.1 und 6.2
$N_{cr,y}$ = 2064,33 kN $N_{cr,z}$ = 737,02 kN

χ_y = 0,73
χ_z = 0,38

Nachweis gegen Biegeknicken nach Kapitel 6.3.1

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \le 1 \qquad (6.46)$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \qquad (6.47)$$

mit N_{Ed} = -20,00 kN f_y = 235 N/mm²
A = 54,30 cm² γ_{M1} = 1,10
χ_y = 0,73 χ_z = 0,38

$N_{Ed} / N_{b,y,Rd} = 0,02 \leq 1$
$N_{Ed} / N_{b,z,Rd} = 0,05 \leq 1$ **Nachweis erfüllt !**

Ideales Biegedrillknickmoment M_{cr}

$$M_{cr} = \eta_{cr} \cdot M_{y,Ed}$$

M_{cr} = 5,40 · 35,00 = 189,09 kNm

Abminderungsbeiwert für Biegedrillknicken nach Kapitel 6.3.2.3

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Theta_{LT} + \sqrt{\Theta_{LT}^2 - \beta\overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq \frac{1}{\overline{\lambda}_{LT}^2} \leq 1 \qquad (6.57)$$

$$\Theta_{LT} = 0,5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda}_{LT} - \overline{\lambda}_{LT,0}\right) + \beta\overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

mit $\overline{\lambda}_{LT}$ = 0,66 $\overline{\lambda}_{LT0}$ = 0,40
β = 0,75 α_{LT} = 0,34 nach Tabellen 6.3 und 6.5
M_{cr} = 189,09 kNm $W_{pl,y}$ = 3,5397e-04 m³ nach Tabelle 6.7

χ_{LT} = 0,89

Modifikation nach Gleichung (6.58)

$$\chi_{LT,mod} = \frac{\chi_{LT}}{f} \leq 1 \qquad (6.58)$$

$$f = 1 - 0,5 \cdot (1 - k_c) \cdot [1 - 2(\overline{\lambda}_{LT} - 0,8)^2] \leq 1$$

f = 0,93 k_c = 0,86 nach Tabelle 6.6

$\chi_{LT,mod}$ = 0,95

Nachweis gegen Biegedrillknicken nach Kapitel 6.3.2

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1 \qquad (6.54)$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \qquad (6.55)$$

mit M_{Ed} = 35,00 kNm W_y = 3,5397e-04 m³
γ_{M1} = 1,10 f_y = 235 N/mm²
$\chi_{LT} = \chi_{LT,mod}$ = 0,95

$M_{Ed} / M_{b,Rd} = 0,49 \leq 1$ **Nachweis erfüllt !**

Interaktionsbeiwerte nach Anhang B

Äquivalente Momentenbeiwerte nach Tabelle B.3
ψ_y = 0,00 ψ_z = 0,00
$\alpha_{h,y}$ = 0,00

durch Vergleichsrechnung geprüft

C_{my} = 0,90 C_{mz} = 0,60
C_{mLT} = 0,90

Interaktionsbeiwerte nach Tabelle B.2 für verdrehweiche Bauteile
k_{yy} = 0,91 k_{yz} = 0,38
k_{zy} = 0,99 k_{zz} = 0,64

Nachweis für Biegung und Druck nach Kapitel 6.3.3

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 \qquad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 \qquad (6.62)$$

mit N_{Ed} = -20,00 kN $M_{y,Ed}$ = 35,00 kNm $M_{z,Ed}$ = 0,00 kNm
$\Delta M_{y,Ed}$ = 0,00 kNm $\Delta M_{z,Ed}$ = 0,00 kNm
N_{Rk} = -1276,05 kN $M_{y,Rk}$ = 83,18 kNm $M_{z,Rk}$ = 39,94 kNm
χ_y = 0,73 k_{yy} = 0,91 k_{yz} = 0,38
χ_z = 0,38 k_{zy} = 0,99 k_{zz} = 0,64
γ_{M1} = 1,10 $\chi_{LT} = \chi_{LT,mod}$ = 0,95

0,02 + 0,44 + 0,00 = 0,47 ≤ 1 (6.61)
0,05 + 0,48 + 0,00 = 0,53 ≤ 1 (6.62) **Nachweis erfüllt !**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 31.1 Stahlträger

HEB100 S235

Der Träger ist für die Abtragung der Belastungen des TPZs Pos.10 wegen des Lochs verantwortlich.

System:

1-Feld-Träger

Belastung:

siehe Pos.10 TPZs

Lasteinzugsbreite B=	2,50 m		
ständige Lasten:			
Eigengewicht g_{ges}=	0,7*B	=	1,75 kN/m
veränderliche Lasten:			
PV-Anlage und Gründach q_{KatE}=	(0,2+1,2)*B	=	3,5 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=	1,0*B	=	2,50 kN/m
Lasteinzugsbreite B=	2,00 m		
ständige Lasten:			
Eigengewicht g_{ges}=	0,7*B	=	1,40 kN/m
veränderliche Lasten:			
PV-Anlage und Gründach q_{KatE}=	(0,2+1,2)*B	=	2,8 kN/m
Nutzlast Schnee, Regenwasserrückstau q=	1,0*B	=	2,00 kN/m

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mehrfeldträger Stahl (x64) STM+ 01/24E (FRILO R-2024-1/P09)

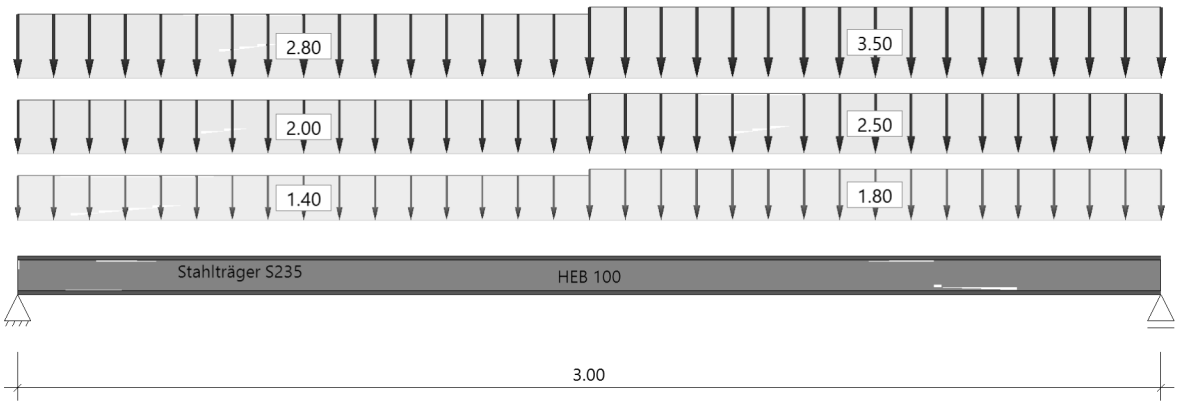
Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

	E_k	=	210000	N/mm²	G_k	=	80769 N/mm²
	γ	=	78.50	kN/m³	μ	=	0.30
Streckgrenze	t	≤	40	mm	f_{yk}	=	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t	≤	40	mm	f_{uk}	=	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEB 100	449.5	167.3	89.9	33.5	26.0
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

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	3.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Schubmittelpunkt

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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	TL		1.50		1.40	1.40	Nein	ständig		
	2	TL		1.50		2.80	2.80	Ja	Kat. E		
	3	TL		1.50		2.00	2.00	Ja	Schnee		
	4	TL	1.50	1.50		1.80	1.80	Nein	ständig		
	5	TL	1.50	1.50		3.50	3.50	Ja	Kat. E		
	6	TL	1.50	1.50		2.50	2.50	Ja	Schnee		

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 = 61 kg mit Gamma = 78.50 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. E: Lagerflächen	1.00	0.90	0.80		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
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 $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.48	0.58	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.80

Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	14.9	0.12	0.00	0.00	0.12	1
	1.58	1	0.0	0.00	11.89	0.48	0.48	1
	3.00	1	-16.7	0.14	0.00	0.00	0.14	1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
1.56	1	0.0	11.88	6.54	0.58	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) =$ **0.58**

$M_{y,Ed}$	=	11.88	kNm
M_{cr}	=	54.86	kNm
λ_{lt}	=	0.67	
χ_{lt}	=	0.91	
$M_{y,Rk}$	=	24.55	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

Nachweis für Lk 1 bei x = 1.56 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.50	0.0	-0.8	0.8	0.16	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.50	3.00	0.00	3.00	0.2	0.8	1.0	0.80	3

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

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. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	2.6	2.6 4.5 3.2		
2	3.00	ständig Kat. E: Lagerflächen Schnee H < 1000 m	2.9	2.9 5.0 3.6		

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 35/37 Stb.-Unterzug

Siehe Pos.11 Stb.-Decke

Pos. 36 Stb.-Unterzug

Pos.36, Pos.12.1 und Pos.12.2 siehe Pos.12 Stb.-Decke

Pos. 38 Stb.-Attika

Die Fensterstöße unter der Attika werden konstruktiv mit 2 Ø 12 bewehrt.

Pos. 38: Stahlbeton-Attika, siehe Wand W8/W10, als Auskragung der W8/W10 konstruktiv bewehrt.



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Anschluss Stahlträger an Außenwand

Vorbemessung der Verbindungsmittel:

Der ausführliche Nachweis muss vom Auftragnehmer erbracht werden.

inclusiv:

Pos.13 HEB340 an Außenwand in Achse E

Die Zugkraft siehe Kap.3 Gebäudeaussteifung

VEd= 137,00 kN

Nzug= 20*1,5 = 30,00 kN

Pos.14/15 HEB340 an Außenwand in Achse E

VEd= 137,00 kN

Pos.16 HEB320 an Außenwand in Achse E und in Achse A

VEd= 129,00 kN

Pos.18 HEB320 an Außenwand in Achse A

Die Zugkraft siehe Kap.3 Gebäudeaussteifung

VEd= 110,00 kN

Nzug= 13*1,5 = 19,50 kN

Pos.19 HEM300 an Außenwand in Achse A

VEd= 156,00 kN

Pos.17 HEA340 an Außenwand in Achse A

VEd= 75,00 kN

gewählt:

Kopfplatte 350*320*20mm

4*FAZ II Plus 20/60, h_{nom} = 134 cm an Stahlbeton

Bemmesung erfolgt nachfolgend mit der Bemessungssoftware Fischer

www.fischer.de

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Bolzenanker FAZ II Plus
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 20/60, galvanisch verzinkter Stahl
Rechnerische Verankerungstiefe	114 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-19/0520, Option 1, Erteilungsdatum 24.05.2023

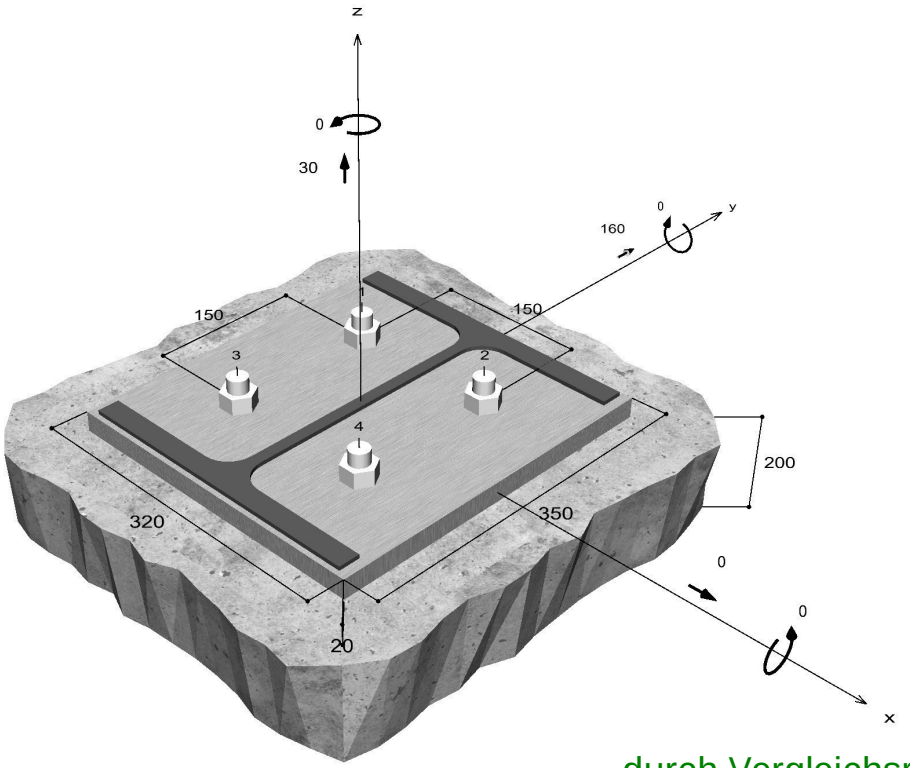


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium, Bismarckstraße 53, 46047 Oberhausen

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN 1992-4:2018 mechanische Befestigungselemente
Verankerungsgrund	C25/30, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	320 mm x 350 mm x 20 mm
Profiltyp	HEB 340

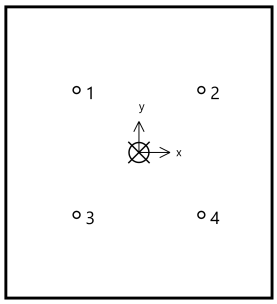
Bemessungslasten *)

#	N_{Ed} kN	$V_{Ed,x}$ kN	$V_{Ed,y}$ kN	$M_{Ed,x}$ kNm	$M_{Ed,y}$ kNm	$M_{T,Ed}$ kNm	Belastungsart
1	30,00	0,00	160,00	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	7,50	40,00	0,00	40,00
2	7,50	40,00	0,00	40,00
3	7,50	40,00	0,00	40,00
4	7,50	40,00	0,00	40,00



Max. Betonstauchung : 0,00 ‰
Max. Betondruckspannung : 0,0 N/mm²
Resultierende Zugkraft : 30,00 kN , X/Y Position (0 / 0)
Resultierende Druckkraft : 0,00 kN , X/Y Position (0 / 0)

Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	7,50	77,43	9,7
Herausziehen *	7,50	25,69	29,2
Betonausbruch	30,00	64,66	**46,4**

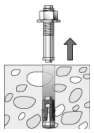
* Ungünstigster Anker

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Stahlversagen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (\mathbf{N_{Rd,s}})$$

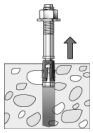


$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,s}$ %
108,40	1,40	77,43	7,50	9,7

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	9,7	1	$\beta_{N,s;1}$
2	9,7	2	$\beta_{N,s;2}$
3	9,7	3	$\beta_{N,s;3}$
4	9,7	4	$\beta_{N,s;4}$

Herausziehen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (\mathbf{N_{Rd,p}})$$



$N_{Rk,p}$ kN	Ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,p}$ %
38,53	1,120	1,50	25,69	7,50	29,2

Der Psi,c-Faktor wurde eventuell durch Interpolation ermittelt.

Anker-Nr.	$\beta_{N,p}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2, 3, 4	29,2	1	$\beta_{N,p;1}$

Betonausbruch

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (\mathbf{N_{Rd,c}})$$



$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N} \qquad \text{Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c} = 46{,}86kN \cdot \frac{242.064mm^2}{116.964mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 96{,}98kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}7 \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(114mm\right)^{1,5} = 46{,}86kN \qquad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{\infty}{171mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \qquad \text{Gl. (7.5)}$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1+\frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.6)

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1+\frac{2 \cdot 0mm}{342mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1+\frac{2 \cdot 0mm}{342mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1$$ Gl. (7.7)

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,c}$ %
96,98	1,50	64,66	30,00	46,4

Anker-Nr.	$\beta_{N,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2, 3, 4	46,4	1	$\beta_{N,c;1}$

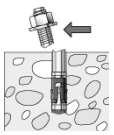
Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	40,00	66,32	60,3
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	160,00	206,90	**77,3**

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \qquad (V_{Rd,s})$$



$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s} = 1{,}00 \cdot 82{,}90kN = 82{,}90kN$$ Gl. (7.35)/ (7.36)

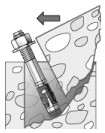
$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
82,90	1,25	66,32	40,00	60,3

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	60,3	1	$\beta_{Vs;1}$
2	60,3	2	$\beta_{Vs;2}$
3	60,3	3	$\beta_{Vs;3}$
4	60,3	4	$\beta_{Vs;4}$

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite



$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (\mathbf{V_{Rd,cp}})$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} = 3{,}2 \cdot 96{,}98kN = 310{,}35kN \qquad \text{Gl. (7.39a)}$$

$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N} \qquad \text{Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c} = 46{,}86kN \cdot \frac{242.064mm^2}{116.964mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 96{,}98kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}7 \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(114mm\right)^{1,5} = 46{,}86kN \qquad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{\infty}{171mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \qquad \text{Gl. (7.5)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.6)}$$

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1 \qquad \text{Gl. (7.7)}$$

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
310,35	1,50	206,90	160,00	77,3

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2, 3, 4	77,3	1	$\beta_{V,cp;1}$

Ausnutzung für Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung βN %
Stahlversagen *	9,7
Herausziehen *	29,2
Betonausbruch	**46,4**

Querlasten	Ausnutzung βV %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	60,3
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	**77,3**

* Ungünstigster Anker

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

Ausnutzung Stahl

$$\beta_{N,s} = \beta_{N,s;1} = 0{,}10 \leq 1$$
$$\beta_{V,s} = \beta_{Vs;1} = 0{,}60 \leq 1$$
$$\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s;1}^2 + \beta_{Vs;1}^2 = 0{,}37 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.55)}$$

Ausnutzung Beton

Nachweis erfolgreich

$$\beta_{N,c} = \beta_{N,c;1} = 0{,}46 \leq 1$$
$$\beta_{V,cp} = \beta_{V,cp;1} = 0{,}77 \leq 1$$
$$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} = \beta_{N,c;1}^{1,5} + \beta_{V,cp;1}^{1,5} = 1{,}00 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.56)}$$

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke	t = 20 mm
Profiltyp	HEB 340

Technische Hinweise

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.
Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.
Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen.
Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie
der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.
Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen fischer-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Das Bemessungsprogramm dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Eignung für eine bestimmte Anwendung. Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch das Bemessungsprogramm zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von fischer angebotene Updates des Bemessungsprogramms durchführen. Sofern Sie nicht die automatische Update-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die fischer Internetseite sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version des Bemessungsprogramms verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet fischer nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Angaben zur Montage

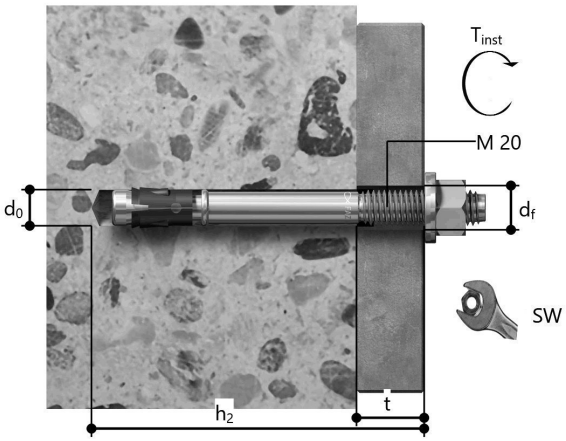
Anker

Ankersystem	**fischer Bolzenanker FAZ II Plus**	
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 20/60, galvanisch verzinkter Stahl	Art.-Nr. 564603
Zubehör	Handausbläser Groß ABG	Art.-Nr. 567792
	Quattric II 20/200/250	Art.-Nr. 549958



Montagedetails

Gewindegröße	M 20
Bohrlochdurchmesser	d_0 = 20 mm
Bohrlochtiefe	h_2 = 190 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	h_{ef} = 114 mm
Einbautiefe	h_{nom} = 134 mm
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	Bohrloch mit Handausbläser ausblasen. Die Montageanleitung sollte beachtet werden, wenn die Installation ohne Bohrlochreinigung erfolgt.
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Montagedrehmoment	T_{inst} = 200,0 Nm
Schlüsselweite SW	30 mm
Ankerplattendicke	t = 20 mm
Gesamte Befestigungsdicke	t_{fix} = 20 mm
Tfix,max	$t_{fix,\,max}$ = 46 mm

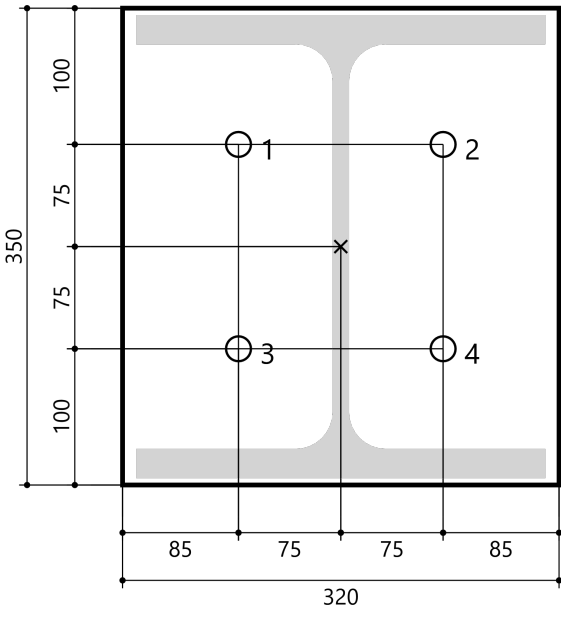


Ankerplattendetails

Material der Ankerplatte	Nicht verfügbar
Ankerplattendicke	t = 20 mm
Durchgangsloch im Anbauteil	d_f=22 mm

Anbauteil

Profiltyp	HEB 340



Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	-75	75
2	75	75
3	-75	-75
4	75	-75

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Anschluss Stahlträger an Wand durch Aussparung

Vorbemessung der Verbindungsmittel:

Der ausführliche Nachweis muss vom Auftragnehmer erbracht werden.

Die Verbindung dient nur der Lagesicherung. Es wird angenommen, dass die horizontale Last aus dem Stahlträger 5 kN beträgt.

HEd= 5,00 kN

inclusiv:

HEB320 Pos.14/15 an Wand W8 in Achse D

VEd= 137,00 kN

HEB320 Pos.16 an Wand W11 in Achse B

VEd= 130,00 kN

HEM300 Pos.19 an Wand W10 in Achse B

VEd= 156,00 kN

HEB280 Pos.20 an Wand W11 in Achse B

VEd= 105,00 kN

HEA340 Pos.20 an Wand W11 in Achse B

VEd= 75,00 kN

gewählt:

Ankerplatte 500*100*12 mm

2*Injektionsanker Fischer FIS EM Plus M12*180 an Stahlbeton

Bemmesung erfolgt nachfolgend mit der Bemessungssoftware Fischer

Der Anschluss von HEA340 Position 17 an W9 erfolgt analog, da eine vergleichbare Situation vorliegt. Diese Verbindung dient ausschließlich der Lagesicherung.

gewählt:

Ankerplatte 500*240*12 mm

2*Injektionsanker Fischer FIS EM Plus M12*180 an Stahlbeton



20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium, Bismarckstraße 53, 46047 Oberhausen

www.fischer.de

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Injektionssystem FIS EM plus
Injektionsmörtel	FIS EM Plus 390 S
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 12 x 180, galvanisch verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 5.8
Rechnerische Verankerungstiefe	150 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-17/0979, Option 1, Erteilungsdatum 17.06.2020

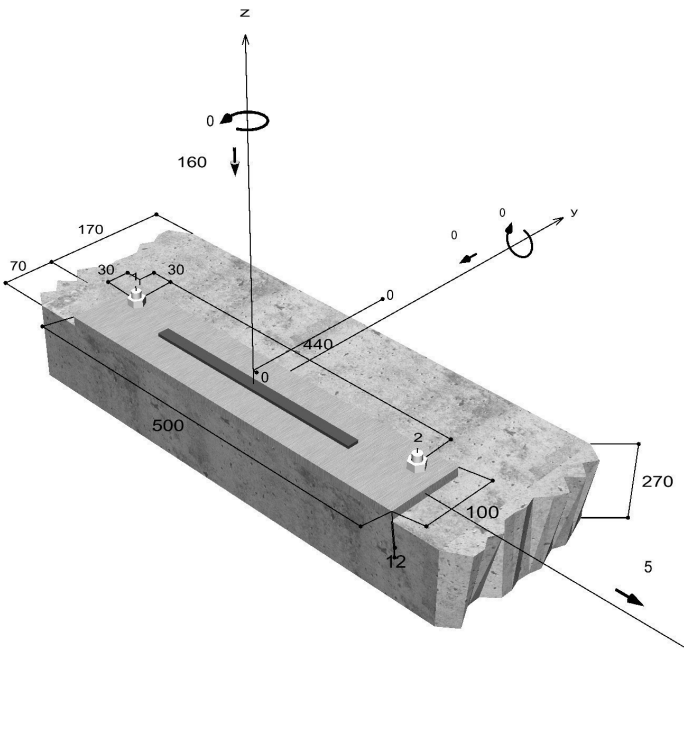


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



durch Vergleichsrechnung geprüft

Nicht maßstabsgetreu

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium, Bismarckstraße 53, 46047 Oberhausen

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN1992-4:2018 Verbundanker
Verankerungsgrund	C25/30, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Temperaturbereich	24 °C Langzeittemperatur, 40 °C Kurzzeittemperatur
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Gerade Randbewehrung (Ø ≥ 12 mm) mit Bügelbewehrung (a < 100 mm). Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt verfüllt
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	500 mm x 100 mm x 12 mm
Profiltyp	Benutzerdefiniertes Profil

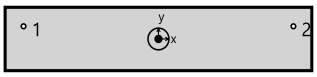
Bemessungslasten *)

#	N_{Ed} kN	$V_{Ed,x}$ kN	$V_{Ed,y}$ kN	$M_{Ed,x}$ kNm	$M_{Ed,y}$ kNm	$M_{T,Ed}$ kNm	Belastungsart
1	-160,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	0,00	2,51	2,50	-0,23
2	0,00	2,51	2,50	0,23



Max. Betonstauchung : 0,10 ‰
Max. Betondruckspannung : 3,2 N/mm²
Resultierende Zugkraft : 0,00 kN , X/Y Position (0 / 0)
Resultierende Druckkraft : 160,00 kN , X/Y Position (0 / 0)

Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

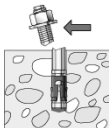
Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	2,51	20,00	12,6
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	2,51	36,30	6,9
Betonkantenbruch	2,51	18,59	**13,5**

durch Vergleichsrechnung geprüft

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \qquad (V_{Rd,s})$$

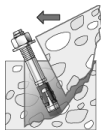


$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s} = 1{,}00 \cdot 25{,}00kN = 25{,}00kN$$ Gl. (7.35)/ (7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
25,00	1,25	20,00	2,51	12,6

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	12,6	1	$\beta_{Vs;1}$
2	12,6	2	$\beta_{Vs;2}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite



$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,p} = 2 \cdot 27{,}23kN = 54{,}45kN$$ Gl. (7.39c)

$$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np}$$ Gl. (7.13)

$$N_{Rk,p} = 51{,}91kN \cdot \frac{89.280mm^2}{138.384mm^2} \cdot 0{,}813 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 27{,}23kN$$

$$N^0_{Rk,p} = \Psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1{,}00 \cdot \pi \cdot 12mm \cdot 150mm \cdot 9{,}2N/mm^2 = 51{,}91kN$$ Gl. (7.14)

$$\Psi_{sus} = 1{,}00$$ Gl. (7.14a)

$$\alpha_{sus} = 0{,}00 \leq \Psi^0_{sus} = 0{,}60$$

$$s_{cr,Np} = min\left(7{,}3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,ucr}\right)^{0{,}5};\ 3 \cdot h_{ef}\right)$$ Gl. (7.15)

Gl. (7.16)

$$\Psi_{s,Np} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{70mm}{186mm} = 0{,}813 \leq 1$$ Gl. (7.20)

$$\Psi_{g,Np} = max\left(1;\ \Psi^0_{g,Np} - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot \left(\Psi^0_{g,Np} - 1\right)\right)$$ Gl. (7.17)

$$\Psi_{g,Np} = max\left(1;\ 1{,}000 - \sqrt{\frac{0mm}{372mm}} \cdot \left(1{,}000 - 1\right)\right) = 1{,}000 \geq 1$$

$$\Psi^0_{g,Np} = max\left(1;\ \sqrt{n} - \left(\sqrt{n} - 1\right) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1{,}5}\right)$$ Gl. (7.18)

$$\Psi^0_{g,Np} = max\left(1;\ \sqrt{1} - \left(\sqrt{1} - 1\right) \cdot \left(\frac{9{,}2N/mm^2}{12{,}5N/mm^2}\right)^{1{,}5}\right) = 1{,}000 \geq 1$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d}\sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} = \frac{7{,}7}{3{,}14 \cdot 12mm}\sqrt{150mm \cdot 25{,}0N/mm^2} = 12{,}5N/mm^2$$ Gl. (7.19)

durch Vergleichsrechnung geprüft

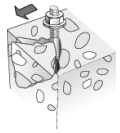
$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1+\frac{2e_n}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.21)

$$\Psi_{re,Np} = 1{,}000$$ Gl. (7.5)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mcp}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
54,45	1,50	36,30	2,51	6,9

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
2	6,9	1	$\beta_{V,cp;1}$

Betonkantenbruch



$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,c})$$

$$V_{Rk,c} = V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V}$$ Gl. (7.40)

$$V_{Rk,c} = 10{,}08kN \cdot \frac{22.050mm^2}{22.050mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}976 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}400 = 27{,}89kN$$

$$V^0_{Rk,c} = k_9 \cdot d^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$$ Gl. (7.41)

$$V^0_{Rk,c} = 1{,}7 \cdot \left(12mm\right)^{0,143} \cdot \left(144mm\right)^{0,070} \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(70mm\right)^{1,5} = 10{,}08kN$$

$$\alpha = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{l_f}{c_1}} = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{144mm}{70mm}} = 0{,}143 \qquad \beta = 0{,}1 \cdot \left(\frac{d}{c_1}\right)^{0,2} = 0{,}1 \cdot \left(\frac{12mm}{70mm}\right)^{0,2} = 0{,}070$$ Gl. (7.42/7.43)

$$\Psi_{s,V} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c_2}{1{,}5c_1} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{105mm}{1{,}5 \cdot 70mm} = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.45)

$$\Psi_{h,V} = max\left(1;\ \sqrt{\frac{1{,}5c_1}{h}}\right) = max\left(1;\ \sqrt{\frac{1{,}5 \cdot 70mm}{270mm}}\right) = 1{,}000 \geq 1$$ Gl. (7.46)

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ \alpha_V\right)^2 + \left(0.5 \cdot sin\ \alpha_V\right)^2}} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ 84{,}8\right)^2 + \left(0.5 \cdot sin\ 84{,}8\right)^2}} = 1{,}976 \geq 1$$ Gl. (7.48)

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1+\frac{2}{3}\frac{e_v}{c_1}} = \frac{1}{1+\frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 70mm}} = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.47)

$$\Psi_{re,V} = 1{,}400$$

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,c}$ %
27,89	1,50	18,59	2,51	13,5

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	13,5	1	$\beta_{V,c;1}$
2	13,3	2	$\beta_{V,c;2}$

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

$$\beta_V = \beta_{V,c;1} = 0{,}14 \leq 1$$ **Nachweis erfolgreich**

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke t = 12 mm

Profiltyp Benutzerdefiniertes Profil

Technische Hinweise

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.
Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.
Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen.
Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie
der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.
Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen fischer-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Das Bemessungsprogramm dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Eignung für eine bestimmte Anwendung. Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch das Bemessungsprogramm zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von fischer angebotene Updates des Bemessungsprogramms durchführen. Sofern Sie nicht die automatische Update-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die fischer Internetseite sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version des Bemessungsprogramms verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet fischer nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Angaben zur Montage

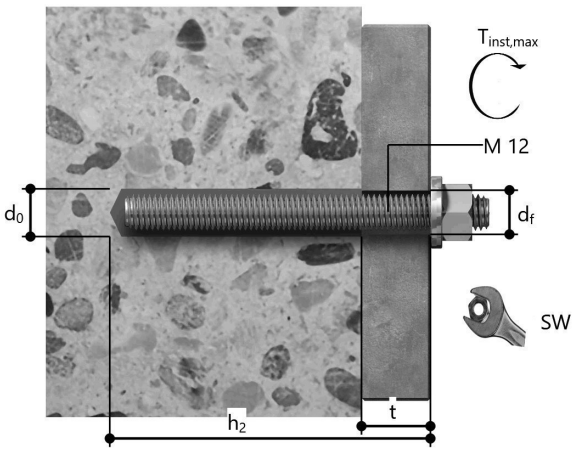
Anker

Ankersystem	**fischer Injektionssystem FIS EM plus**	
Injektionsmörtel	FIS EM Plus 390 S (auch in weiteren Kartuschengrößen verfügbar)	Art.-Nr. 544171
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 12 x 180, galvanisch verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 5.8	Art.-Nr. 90285
Zubehör	FIS MR Plus	Art.-Nr. 545853
	FIS Verlängerungsschlauch 9 mm	Art.-Nr. 48983
	FIS DM S Pro	Art.-Nr. 563337
	Druckluft-Reinigungsgerät	Art.-Nr. 93286
	Ölfreie Druckluft, min. 6 bar	keine Lagerware
	Bürste für Bohr-Ø 14 mm	Art.-Nr. 1491
	SDS Bürsten Aufnahme M8	Art.-Nr. 530332
	Pointer M 14x200/260	Art.-Nr. 543632
	oder alternativ	
	FHD 14/250/380 Hammerbohren mit oder ohne Absaugung	Art.-Nr. 546598
Alternative Kartuschen	FIS EM Plus 585 S	Art.-Nr. 544166
	FIS EM Plus 1500 S	Art.-Nr. 544167
	Die dargestellten Kartuschen können alternativ zu den hervorgehobenen Kartuschen mit der gleichen Zulassungsnummer verwendet werden.	



Montagedetails

Gewindegröße	M 12
Bohrlochdurchmesser	d_0 = 14 mm
Bohrlochtiefe	h_2 = 162 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	h_{ef} = 150 mm
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	2 x mit Druckluft ausblasen, 2 x bürsten, 2 x mit Druckluft ausblasen Reinigung des Bohrloches ist nicht notwendig bei Verwendung eines Hohlbohrers, z.B. fischer FHD
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt verfüllt
Maximales Anzugsmoment	$T_{inst,max}$ = 40,0 Nm
Schlüsselweite SW	19 mm
Ankerplattendicke	t = 12 mm
Gesamte Befestigungsdicke Tfix,max	t_{fix} = 12 mm
Mörtelvolumen je Bohrloch	14 ml/7 Skalenteile

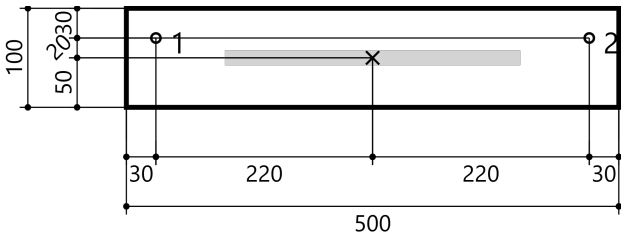


durch Vergleichsrechnung geprüft

20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium, Bismarckstraße 53, 46047 Oberhausen

Ankerplattendetails

Material der Ankerplatte	S 235 (St 37)
Ankerplattendicke	t = 12 mm
Durchgangsloch im Anbauteil	d_f=16 mm



Anbauteil

Profiltyp Benutzerdefiniertes Profil

Profilabmessung	mm
Höhe	15
Breite	300

Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	-220	20
2	220	20

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Anschluss Stahlträger an Stütze S1

Vorbemessung der Verbindungsmittel:

Der ausführliche Nachweis muss vom Auftragnehmer erbracht werden.

Die Verbindung dient nur der Lagesicherung. Es wird angenommen, dass die horizontale Last aus dem Stahlträger 5 kN beträgt.

HEd= 5,00 kN

HEB320 Pos.16 an Stütze S1 in Achse 1a/D

VEd= 360,00 kN

gewählt:

einbetonierte Ankerplatte 240*240*12 mm

4*SD3 d10*50 an Stahlbeton

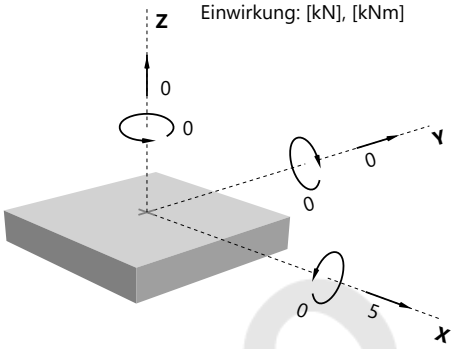
Bemmesung erfolgt nachfolgend mit der Bemessungssoftware Köco



Firma:		E-Mail:	
Bearbeiter:		Tel.:	
Adresse:		Fax:	
Projekt:	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Datum:	10.10.2024
Kommentar:		Seite:	1 / 5

1. Eingabedaten

Untergrund:
- Gerissener Beton, Bauteildicke h=200mm, c_{nom}=30mm
  Festigkeitsklasse C25/30, $f_{ck,cube}$=30,0N/mm²
- Weite Flächenbewehrung
  Stababstand a≥150mm für alle Ø, oder a≥100mm für Ø≤10mm
- Keine Rand- und Aufhängebewehrung



Zug Zusatzbewehrung
- Keine

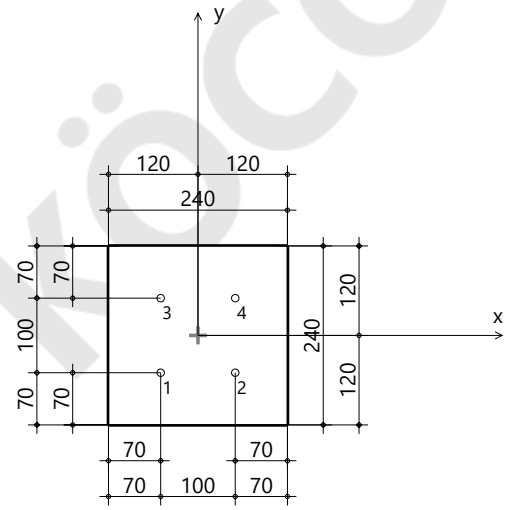
Quer Zusatzbewehrung
- Keine

Einwirkung:
- Vorwiegend ruhende Designlasten

Montageart:
- Ankerplatte liegt ebenbündig im Beton

Ankerplatte:
- S 235 (St 37), E=210000N/mm²
  f_y=235N/mm², γ_s=1,35, f_{yd}= f_y/γ_s
- Angenommen: biegestarre Ankerplatte
- Verwendete Dicke: 12,0mm
- Erforderliche Dicke wurde nicht berechnet.
- Rechteckform
  Seitenlänge: 240 x 240 mm

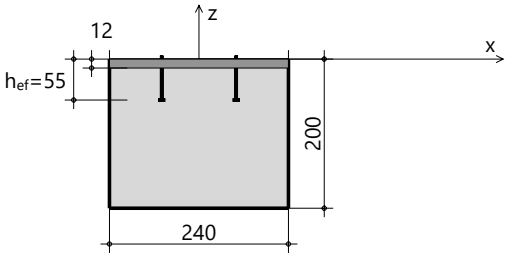
Profil:
- kein Profil
  Lasteinwirkungspunkt [mm]: [0, 0]



Ankerkoordinaten [mm]:

Nr.	x	y	Langloch L-x	Langloch L-y
1	-50,0	-50,0		
2	50,0	-50,0		
3	-50,0	50,0		
4	50,0	50,0		

Gewählte Anker:
- Köco SD3 d10 x 50
  Kopfbolzen
  Nichtrostender Stahl
  Bemessung gemäß CEN/TS 1992-4-2
- Bewertung ETA-03/0039
  erteilt von DIBt, am 05.06.2018
- Verankerungstiefe h_{ef} = 55 mm
  Die wirksame Verankerungstiefe wird um die Ankerplattendicke reduziert.



Die wirksame Verankerungstiefe h_{ef} = 43 mm

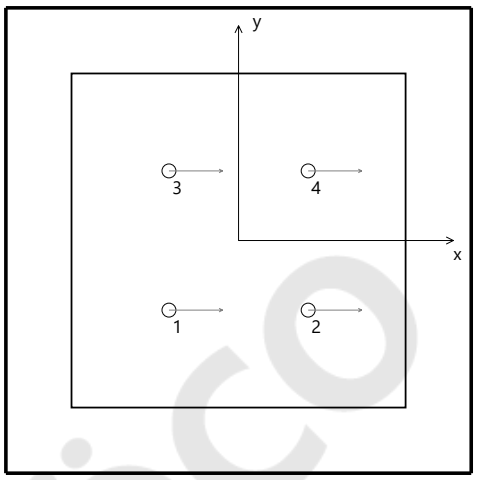
durch Vergleichsrechnung geprüft

Firma:		E-Mail:	
Bearbeiter:		Tel.:	
Adresse:		Fax:	
Projekt:	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Datum:	10.10.2024
Kommentar:		Seite:	2 / 5

2. Ankerschnittkräfte [kN]

Anker-Nr.	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	0,000	1,250	1,250	0,000
2	0,000	1,250	1,250	0,000
3	0,000	1,250	1,250	0,000
4	0,000	1,250	1,250	0,000

resultierende Zugkraft in (x/y=0/0): 0 [kN]
resultierende Druckkraft in (x/y=0/0): 0 [kN]
Bemerkung: Der Randabstand ist nicht maßstäblich.



3. Nachweis für den Grenzzustand der Tragfähigkeit gemäß CEN/TS 1992-4-2

3.1 Zugbeanspruchung

	bezogene Anker	Einwirkung [kN]	Widerstand [kN]	Ausnutzung [%]	Status
Stahlversagen	-	-	-	-	Ohne Nachweis
Herausziehen	-	-	-	-	Ohne Nachweis
Betonausbruch	-	-	-	-	Ohne Nachweis
Spaltversagen	-	-	-	-	Ohne Nachweis
Lokaler Betonausbruch	-	-	-	-	Ohne Nachweis
Stahlversagen Bew	-	-	-	-	Ohne Nachweis
Verbundversagen Bew	-	-	-	-	Ohne Nachweis

*) zusätzlicher Nachweis für die Befestigung mit elastischer Ankerplatte

3.2 Querbeanspruchung

	bezogene Anker	Einwirkung [kN]	Widerstand [kN]	Ausnutzung [%]	Status
Stahlversagen (o.H.)	1,2,3,4	1,250	16,234	7,7	√
Pryout	1,2,3,4	5,000	54,982	9,1	√
Betonkantenbruch (x+)	2,4	5,000	5,437	**92,0**	√
Stahlversagen Bew	-	-	-	-	Ohne Nachweis
Verbundversagen Bew	-	-	-	-	Ohne Nachweis

Stahlversagen ohne Hebelarm

$V_{Rd,s} = V_{Rk,s} \cdot k_2 / \gamma_{Ms}$ $\beta_{V,s} = V_{Sd} / V_{Rd,s}$

$V_{Rk,s}$ [kN]	k_2	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]	$\beta_{V,s}$
25,0	1,0	1,54	16,234	1,250	0,077

durch Vergleichsrechnung geprüft

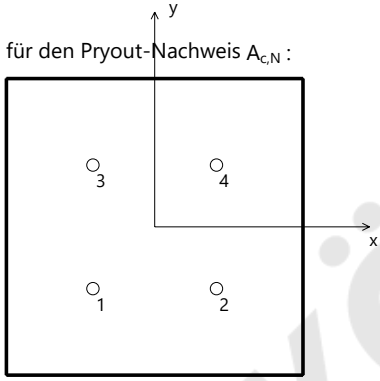
Pryout-Versagen (Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite)

$N_{Rk,c}=N^0_{Rk,c} \cdot \psi_{A,N} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,V,cp}$ $N^0_{Rk,c}=k_1 \cdot (f_{ck,cube})^{0.5} \cdot h_{ef}^{1.5}$ [N] $\psi_{A,N}=A_{c,N}/A^0_{c,N}$ $V_{Rk,cp}=k_3 \cdot N_{Rk,c}$ $V_{Rd,cp}=V_{Rk,cp}/\gamma_{Mc}$

$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$\psi_{A,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	h_{ef} [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$c_{cr,N}$ [mm]	h'_{ef} [mm]	$s'_{cr,N}$ [mm]	$c'_{cr,N}$ [mm]
13,082	52212	16564	3,152	1,0	1,0	42,9	128,7	64,4	42,9	128,7	64,4

$e_{V,cp,x}$ [mm]	$e_{V,cp,y}$ [mm]	$\psi_{ec,V,cp,x}$	$\psi_{ec,V,cp,y}$	$\psi_{ec,V,cp}$	$N_{Rk,c}$ [kN]	$V_{Rk,cp}$ [kN]	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Sd} [kN]	k_1	k_3	γ_{Mc}	$\beta_{V,cp}$
0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	41,236	82,473	54,982	5,000	8,5	2,0	1,5	0,091

Bezogene Fläche für den Pryout-Nachweis $A_{c,N}$:



Betonkantenbruch, Richtung x+

$V_{Rk,c}=V^0_{Rk,c} \cdot \psi_{A,V} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V}$ $V^0_{Rk,c}=k_1 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot (f_{ck,cube})^{0.5} \cdot c_1^{1.5}$ [N] $\psi_{A,V}=A_{c,V}/A^0_{c,V}$ $V_{Rd,c}=V_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$

$\alpha = 0.1 \cdot (l_f / c_1)^{0.5}$ $\beta = 0.1 \cdot (d / c_1)^{0.2}$

h_{ef} [mm]	k_1	$f_{ck,cube}$ [N/mm²]	γ_{Mc}	c_1 [mm]	c'_1 [mm]	α	β	$V^0_{Rk,c}$ [kN]	$\psi_{s,V}$	d_{nom} [mm]	l_f [mm]
42,9	1,6	30	1,5	70,0	-	0,078	0,068	7,929	0,900	10,0	42,9

$A_{c,V}$ [mm²]	$A^0_{c,V}$ [mm²]	$\psi_{A,V}$	$\psi_{h,V}$	$\psi_{\alpha,V}$	e_V [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$	$V_{Rk,c}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Sd} [kN]	$\beta_{V,c}$
25200	22050	1,143	1,000	1,000	0,0	1,000	1,000	8,156	5,437	5,000	0,920

Betonkante x+ : 2 benachbarte Anker (ausgenommen Langloch in x-Richtung) der ersten Reihe werden als ungünstigste Anker angenommen, wenn in dieser Reihe mehr als 2 Anker vorhanden sind.

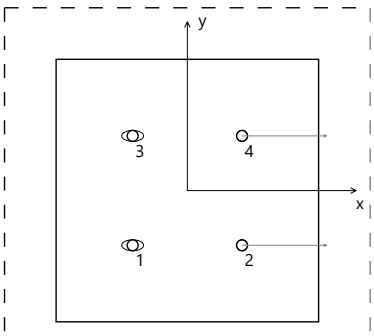
Der ungünstigste Fall: Anker 2 und 4 übertragen die senkrecht zum Rand (x+) wirkenden Querlasten. Das Torsionsmoment wird durch alle Anker abgetragen.

Ankerquerkräfte [kN]:

Anker-Nr.	Q	Qx	Qy	Qx_V	Qy_V	Qx_T	Qy_T
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	2,500	2,500	0,000	2,500	0,000	0,000	0,000
3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	2,500	2,500	0,000	2,500	0,000	0,000	0,000

Erklärung:

1. Qx_V, Qy_V sind die x- und y-Komponenten der Ankerquerkräfte aus der Querlast.
2. Qx_T, Qy_T sind die x- und y-Komponenten der Ankerquerkräfte aus dem Torsionsmoment.
3. Die im Bild gezeichneten fiktiven Langlöcher sind für die Berechnung der Querkraftkomponente Qx_T und Qy_T aus dem Torsionsmoment nicht aktiv. Sie dienen nur zur Berechnung der Querkraftkomponente Qx_V und Qy_V aus der Querlast.
4. Der Randabstand ist nicht maßstäblich.



durch Vergleichsrechnung geprüft

Stahlversagen der Zusatzbewehrung
Nachweis ist nicht erforderlich, weil keine Zusatzbewehrung für Querlasten vorhanden ist.

Verbundversagen der Zusatzbewehrung
Nachweis ist nicht erforderlich, weil keine Zusatzbewehrung für Querlasten vorhanden ist.

3.3 Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung
Interaktion ist nicht erforderlich.

Ankerbezogene Ausnutzung

A-Nr.	$\beta_{N,s}$	$\beta_{N,p}$	$\beta_{N,c}$	$\beta_{N,ec}$	$\beta_{N,sp}$	$\beta_{N,cb}$	$\beta_{N,ecb}$	$\beta_{N,re}$	$\beta_{N,a}$	$\beta_{V,s}$	$\beta_{V,cp}$	$\beta_{V,c}$	$\beta_{V,re}$	$\beta_{V,a}$	$\beta_{N,c,max,E}$	$\beta_{V,c,max,E}$	$\beta_{combi,c,E}$	$\beta_{combi,s,E}$
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,077	0,091	0,323	0,000	0,000	0,000	0,323	-	-
2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,077	0,091	0,920	0,000	0,000	0,000	0,920	-	-
3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,077	0,091	0,323	0,000	0,000	0,000	0,323	-	-
4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,077	0,091	0,920	0,000	0,000	0,000	0,920	-	-

$\beta_{N,c,max,E}$: höchster Ausnutzungsgrad der Einzeldübel bei Zugbeanspruchung außer Stahlversagen
$\beta_{V,c,max,E}$: höchster Ausnutzungsgrad der Einzeldübel bei Querbeanspruchung außer Stahlversagen
$\beta_{combi,c,E}$: Ausnutzungsgrad der Einzeldübel bei kombinierter Zug- und Querbeanspruchung außer Stahlversagen
$\beta_{combi,s,E}$: Ausnutzungsgrad der Einzeldübel bei kombinierter Zug- und Querbeanspruchung beim Stahlversagen

4. Verschiebung

Zugbeanspruchung: $N_{Sk}^{h} = N_{Sd}^{h} / 1.4$

Kurzzeit-Verschiebung: $\delta_N^{0} = (N_{Sk}^{h} / N_0) \cdot \delta_{N0}$

Langzeit-Verschiebung: $\delta_N^{\infty} = (N_{Sk}^{h} / N_0) \cdot \delta_{N\infty}$

N_{Sd}^{h} [kN]	N_0 [kN]	δ_{N0} [mm]	$\delta_{N\infty}$ [mm]	δ_N^{0} [mm]	δ_N^{∞} [mm]
0,000	14,0	0,7	1,8	**0,000**	**0,000**

Querbeanspruchung: $V_{Sk}^{h} = V_{Sd}^{h} / 1.4$

Kurzzeit-Verschiebung: $\delta_V^{0} = (V_{Sk}^{h} / V_0) \cdot \delta_{V0}$

Langzeit-Verschiebung: $\delta_V^{\infty} = (V_{Sk}^{h} / V_0) \cdot \delta_{V\infty}$

V_{Sd}^{h} [kN]	V_0 [kN]	δ_{V0} [mm]	$\delta_{V\infty}$ [mm]	δ_V^{0} [mm]	δ_V^{∞} [mm]
1,250	15,0	1,5	2,0	**0,089**	**0,119**

5. Bemerkungen

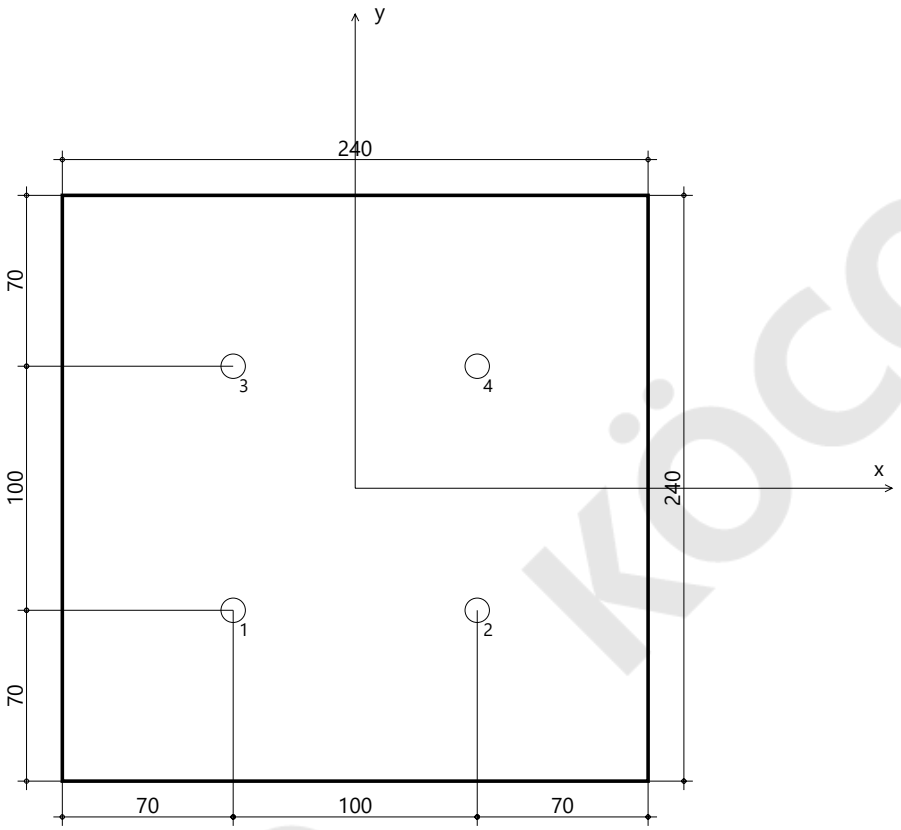
- Die Nachweise im Abschnitt 3 entsprechen CET/TS. Für komplexere Fälle, die außerhalb von CET/TS liegen, werden weiterhin dieselben Prinzipien von CET/TS verwendet.
- Bei der Befestigung mit biegestarrer Ankerplatte wird vorausgesetzt, dass die Ankerplatte ausreichend starr ist. In den aktuellen Reglungen (ETAG, Eurocode, AS 5216, ACI 318, CSA A23.3) sind jedoch keine verwendbare Hinweise gegeben, um die erforderliche Ankerplattensteifigkeit zu prüfen. Für den Nachweis der ausreichenden Ankerplattensteifigkeit in dieser Software wird die Steifigkeitsbedingung anhand der Veröffentlichung „Required Thickness of Flexurally Rigid Baseplate for Anchor Fastenings" (fib Symposium 2017 Maastricht) verwendet.
- Bei der Befestigung mit elastischer Ankerplatte werden die Ankerzugkräfte mit Finite-Elemente-Methode unter Berücksichtigung der Verformungen von Ankerplatte, Ankern und Beton berechnet. Hintergrund zur Bemessung der elastischen Ankerplatten wird im Aufsatz "Bemessung von Befestigungen mit elastischen Ankerplatten unter Zug- und Biegebeanspruchung" beschrieben. Dieser Aufsatz wurde in "Stahlbau 88 (2019), Heft 8" und "5. Jahrestagung des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton - DAfStb 2017" veröffentlicht.
  Die Ankerquerkräfte werden im Programm unter der Annahme der starren Ankerplatte berechnet. Dies ist besonders bei schmaler Ankerplatte mit dem Verhältnis Breit/Länge kleiner als 1/3 zu beachten.
- Der Nachweis für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und die berechnete Verschiebung unter der Gebrauchslast gelten nur, wenn die bemessenen Anker gemäß ETA-Zulassung richtig installiert sind.
- Der Nachweis von Betonbauteilen unter den durch Befestigungen aufgebrachten Lasten ist nach CEN/TS 1992-4-1 Anhang A zu erbringen.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Tragfähigkeit der Verankerung ist: **nachgewiesen !**

Die Bemessung ist nur gültig für KÖCO-Kopfbolzen. Sie gilt nicht für Kopfbolzen, deren Festigkeitswerte nur den geringeren Anforderungen der Norm entsprechen.

Ankerplatte, Stahlgüte: S 235 (St 37)



Material-Liste

Bezeichnung	Abmessungen [mm]	Anzahl	Gewicht [kg]
Stahlplatte	240 x 240 x 12	1	5,43
KÖCO-Kopfbolzen Nichtrostender Stahl SD3 d10 x 50 Artikel-Nr. 016-0033-002	10 x 50	4	0,17

Die Bemessung ist nur gültig für KÖCO-Kopfbolzen. Sie gilt nicht für Kopfbolzen, deren Festigkeitswerte nur den geringeren Anforderungen der Norm entsprechen.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Anschluss Stahlträger Pos.18 über Ringbalken Pos.29

Vorbemessung der Verbindungsmittel:

Der ausführliche Nachweis muss vom Auftragnehmer erbracht werden.

Die Zugkraft siehe Kap.3 Gebäudeaussteifung

VEd=			110,00 kN
Nzug=	20*1,5	=	30,00 kN

zwischen HEB320 und Ringbalken Pos.29:

gewählt:

Kopfplatte 460*300*10mm

2*L Winkel 150*100*10mm,L=180mm, beideseitig

2*FAZ II Plus 12/20, h_{nom} = 91 cm an Stahlbeton

Steife t=15mm

Die L-Winkel-Verbindung trägt die horizontale Zugkraft. Die vertikale Auflagerkraft wird durch Kraftaufnahme weitergeleitet.

Bemmesung erfolgt nachfolgend mit der Bemessungssoftware Fischer

zwischen Ringbalken Pos.29 und KPT Träger:

gewählt:

Kopfplatte 340*220*10mm

Kopfplatte 120*220*10mm

2*M12 10.9

Steife t=15mm

Die Verbindung trägt die horizontale Zugkraft. Die vertikale Auflagerkraft wird durch Kraftaufnahme weitergeleitet.

Bemmesung

Für 2*M12 10.9

Ft,Rd=		2*60,70	=	121,40 kN
Ft,Ed=	Nzug		=	30,00 kN
η=	Ft,Ed/Ft,Rd		=	0,25

Nachweis erfüllt



www.fischer.de

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Bolzenanker FAZ II Plus
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 12/20, galvanisch verzinkter Stahl
Rechnerische Verankerungstiefe	77 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-19/0520, Option 1, Erteilungsdatum 24.05.2023

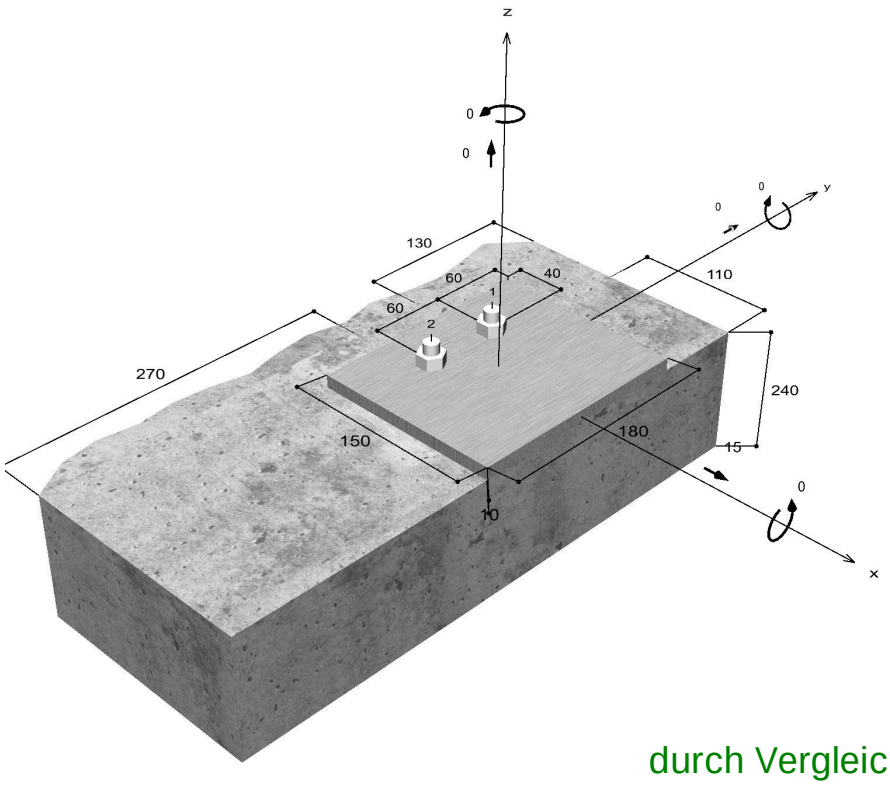


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN 1992-4:2018 mechanische Befestigungselemente
Verankerungsgrund	C25/30, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Gerade Randbewehrung (Ø ≥ 12 mm) mit Bügelbewehrung (a < 100 mm). Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	150 mm x 180 mm x 10 mm
Profiltyp	Kein Profil

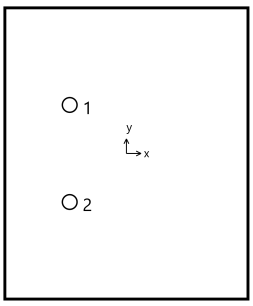
Bemessungslasten *)

#	N_{Ed} kN	$V_{Ed,x}$ kN	$V_{Ed,y}$ kN	$M_{Ed,x}$ kNm	$M_{Ed,y}$ kNm	$M_{T,Ed}$ kNm	Belastungsart
1	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	0,00	7,50	7,50	0,00
2	0,00	7,50	7,50	0,00



Max. Betonstauchung : ‰
Max. Betondruckspannung : N/mm²
Resultierende Zugkraft : kN , X/Y Position (/)
Resultierende Druckkraft : kN , X/Y Position (/)

Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	7,50	29,60	25,3
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	15,00	67,27	22,3
Betonkantenbruch	15,00	15,00	**100,0**

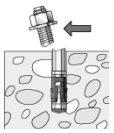
* Ungünstigster Anker

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (\mathbf{V_{Rd,s}})$$



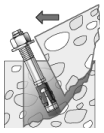
$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s} = 1{,}00 \cdot 37{,}00kN = 37{,}00kN$$ Gl. (7.35)/ (7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
37,00	1,25	29,60	7,50	25,3

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	25,3	1	$\beta_{Vs;1}$
2	25,3	2	$\beta_{Vs;2}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (\mathbf{V_{Rd,cp}})$$



$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} = 3{,}2 \cdot 31{,}53kN = 100{,}91kN$$ Gl. (7.39a)

$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N}$$ Gl. (7.1)

$$N_{Rk,c} = 26{,}01kN \cdot \frac{65.621mm^2}{53.361mm^2} \cdot 0{,}986 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 31{,}53kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}7 \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(77mm\right)^{1,5} = 26{,}01kN$$ Gl. (7.2)

$$\Psi_{s,N} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{110mm}{116mm} = 0{,}986 \leq 1$$ Gl. (7.4)

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000$$ Gl. (7.5)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.6)

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1$$ Gl. (7.7)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
100,91	1,50	67,27	15,00	22,3

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	22,3	1	$\beta_{V,cp;1}$

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Betonkantenbruch

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \qquad (\mathbf{V_{Rd,c}})$$



$$V_{Rk,c} = V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V} \qquad \text{Gl. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c} = 15{,}96kN \cdot \frac{58.575mm^2}{54.450mm^2} \cdot 0{,}936 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}400 = 22{,}50kN$$

$$V^0_{Rk,c} = k_9 \cdot d^{\alpha}_{nom} \cdot l^{\beta}_f \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \qquad \text{Gl. (7.41)}$$

$$V^0_{Rk,c} = 1{,}7 \cdot \left(12mm\right)^{0{,}084} \cdot \left(77mm\right)^{0{,}064} \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(110mm\right)^{1{,}5} = 15{,}96kN$$

$$\alpha = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{l_f}{c_1}} = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{77mm}{110mm}} = 0{,}084 \qquad \beta = 0{,}1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0{,}2} = 0{,}1 \cdot \left(\frac{12mm}{110mm}\right)^{0{,}2} = 0{,}064 \qquad \text{Gl. (7.42/7.43)}$$

$$\Psi_{s,V} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c_2}{1{,}5c_1} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{130mm}{1{,}5 \cdot 110mm} = 0{,}936 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.45)}$$

$$\Psi_{h,V} = max\left(1;\ \sqrt{\frac{1{,}5c_1}{h}}\right) = max\left(1;\ \sqrt{\frac{1{,}5 \cdot 110mm}{240mm}}\right) = 1{,}000 \geq 1 \qquad \text{Gl. (7.46)}$$

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ \alpha_V\right)^2 + \left(0.5 \cdot sin\ \alpha_V\right)^2}} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ 0{,}0\right)^2 + \left(0.5 \cdot sin\ 0{,}0\right)^2}} = 1{,}000 \geq 1 \qquad \text{Gl. (7.48)}$$

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\frac{e_v}{c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 110mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.47)}$$

$$\Psi_{re,V} = 1{,}400$$

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,c}$ %
22,50	1,50	15,00	15,00	100,0

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	100,0	1	$\beta_{V,c;1}$

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

$$\beta_V = \beta_{V,c;1} = 1{,}00 \leq 1$$ **Nachweis erfolgreich**

Angaben zur Ankerplatte

durch Vergleichsrechnung geprüft

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke — t = 10 mm

Profiltyp — Kein Profil

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Technische Hinweise

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.
Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.
Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen.
Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie
der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.
Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen fischer-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Das Bemessungsprogramm dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Eignung für eine bestimmte Anwendung. Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch das Bemessungsprogramm zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von fischer angebotene Updates des Bemessungsprogramms durchführen. Sofern Sie nicht die automatische Update-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die fischer Internetseite sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version des Bemessungsprogramms verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet fischer nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

durch Vergleichsrechnung
geprüft

Angaben zur Montage

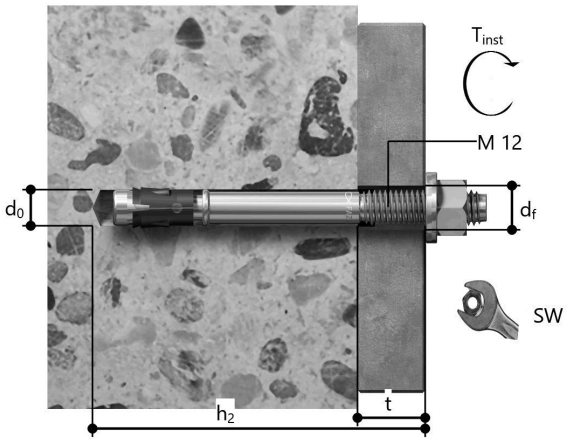
Anker

Ankersystem	**fischer Bolzenanker FAZ II Plus**	
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 12/20, galvanisch verzinkter Stahl	Art.-Nr. 564587
Zubehör	Handausbläser Groß ABG	Art.-Nr. 567792
	Quattric II 12/110/160	Art.-Nr. 549932



Montagedetails

Gewindegröße	M 12
Bohrlochdurchmesser	d_0 = 12 mm
Bohrlochtiefe	h_2 = 109 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	h_{ef} = 77 mm
Einbautiefe	h_{nom} = 91 mm
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	Bohrloch mit Handausbläser ausblasen. Die Montageanleitung sollte beachtet werden, wenn die Installation ohne Bohrlochreinigung erfolgt.
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Montagedrehmoment	T_{inst} = 60,0 Nm
Schlüsselweite SW	19 mm
Ankerplattendicke	t = 10 mm
Gesamte Befestigungsdicke	t_{fix} = 10 mm
Tfix,max	$t_{fix,\,max}$ = 13 mm



Ankerplattendetails

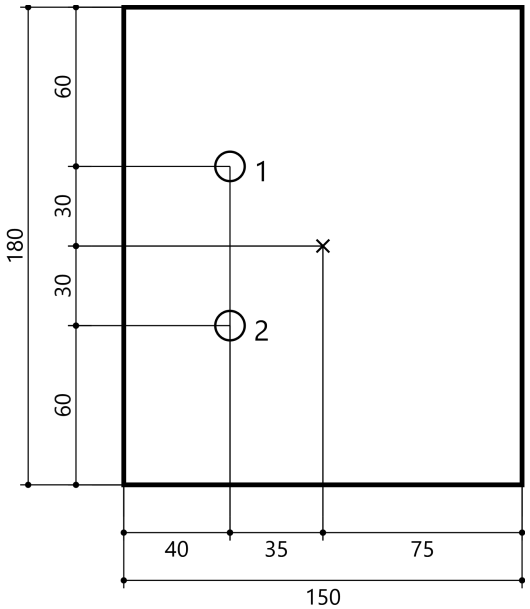
Material der Ankerplatte	Nicht verfügbar
Ankerplattendicke	t = 10 mm
Durchgangsloch im Anbauteil	d_f=14 mm

Anbauteil

Profiltyp	Kein Profil

Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	-35	30
2	-35	-30



durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Anschluss KPT-Träger Pos.21/22 an Stb.-Innenhof und an Schachtwand

Vorbemessung der Verbindungsmittel:

Der ausführliche Nachweis muss vom Auftragnehmer erbracht werden.

inclusiv:

Pos.21 KPT88,9 an Wand W10 in Achse B

Pos.22 KPT88,9 an Wand W8 in Achse D

Pos.22 KPT88,9 an Schachtwand W19 in Achse D

Die Zugkraft siehe Kap.3 Gebäudeaussteifung

Gk=	0,103*5/2	=	0,26 kN
VEd=	1,35*Gk	=	0,35 kN
Nzug=	**20*1,5**	=	**30,00 kN**

gewählt:

Kopfplatte 230*120*10mm

2*FAZ II Plus 16/5, h_{nom} = 94 cm an Stahlbeton

Bemmesung erfolgt nachfolgend mit der Bemessungssoftware Fischer



www.fischer.de

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Bolzenanker FAZ II Plus
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 16/5, galvanisch verzinkter Stahl
Rechnerische Verankerungstiefe	76 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-19/0520, Option 1, Erteilungsdatum 24.05.2023



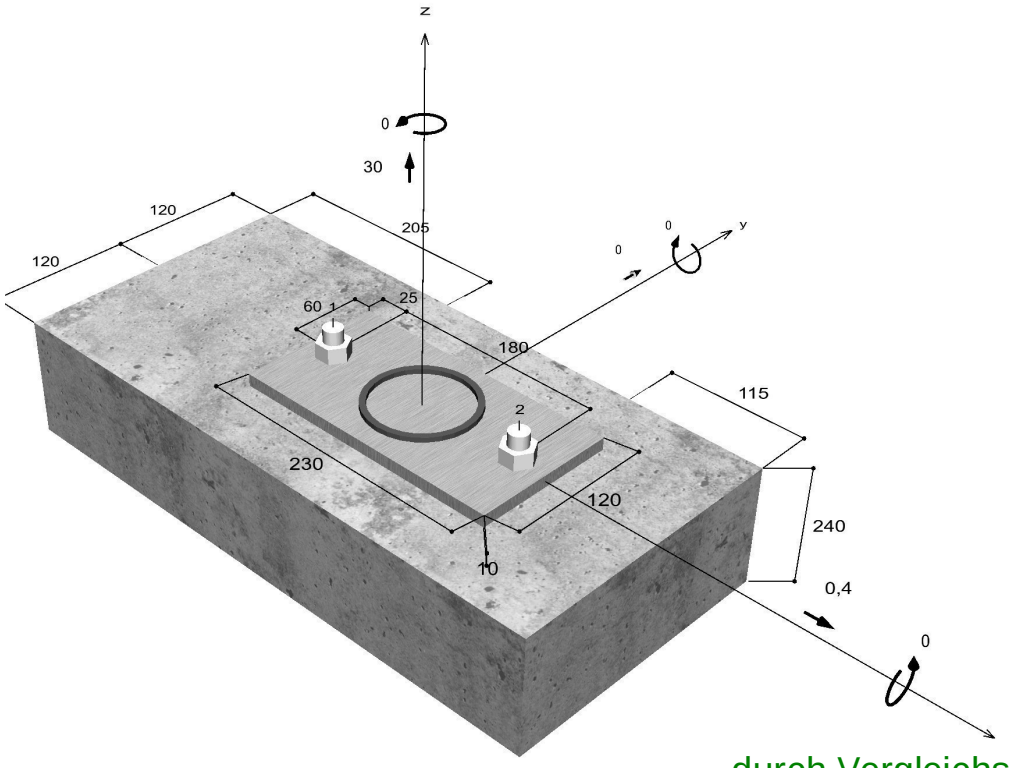
Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)

Statische Einwirkung



Nicht maßstabsgetreu

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN 1992-4:2018 mechanische Befestigungselemente
Verankerungsgrund	C25/30, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	230 mm x 120 mm x 10 mm
Profiltyp	Kreisförmige Hohlprofile (88,9 x 5)

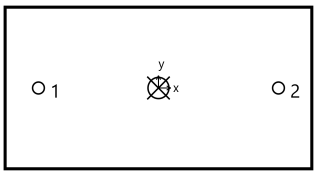
Bemessungslasten *)

#	N_{Ed} kN	$V_{Ed,x}$ kN	$V_{Ed,y}$ kN	$M_{Ed,x}$ kNm	$M_{Ed,y}$ kNm	$M_{T,Ed}$ kNm	Belastungsart
1	30,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	15,00	0,20	0,20	0,00
2	15,00	0,20	0,20	0,00



Max. Betonstauchung : 0,00 ‰
Max. Betondruckspannung : 0,0 N/mm²
Resultierende Zugkraft : 30,00 kN , X/Y Position (0 / 0)
Resultierende Druckkraft : 0,00 kN , X/Y Position (0 / 0)

Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

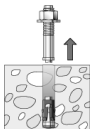
Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	15,00	56,21	26,7
Herausziehen *	15,00	20,16	74,4
Betonausbruch	30,00	30,43	**98,6**

durch Vergleichsrechnung geprüft

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (\mathbf{N_{Rd,s}})$$

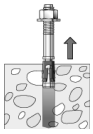


$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,s}$ %
78,70	1,40	56,21	15,00	26,7

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	26,7	1	$\beta_{N,s;1}$
2	26,7	2	$\beta_{N,s;2}$

Herausziehen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$



$N_{Rk,p}$ kN	Ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,p}$ %
30,24	1,120	1,50	20,16	15,00	74,4

Der Psi,c-Faktor wurde eventuell durch Interpolation ermittelt.

Anker-Nr.	$\beta_{N,p}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	74,4	1	$\beta_{N,p;1}$

Betonausbruch

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$



$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N} \qquad \text{Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c} = 25{,}51kN \cdot \frac{93.024mm^2}{51.984mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 45{,}65kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}7 \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(76mm\right)^{1,5} = 25{,}51kN \qquad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{115mm}{114mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \qquad \text{Gl. (7.5)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.6)}$$

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{228mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{228mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1 \qquad \text{Gl. (7.7)}$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,c}$ %
45,65	1,50	30,43	30,00	98,6

Anker-Nr.	$\beta_{N,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	98,6	1	$\beta_{N,c;1}$

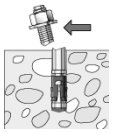
Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	0,20	54,72	0,4
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	0,40	97,38	0,4
Betonkantenbruch	0,40	7,41	**5,4**

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$



$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s} = 1{,}00 \cdot 68{,}40kN = 68{,}40kN$$

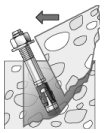
Gl. (7.35)/ (7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
68,40	1,25	54,72	0,20	0,4

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	0,4	1	$\beta_{Vs;1}$
2	0,4	2	$\beta_{Vs;2}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$



$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} = 3{,}2 \cdot 45{,}65kN = 146{,}07kN$$

Gl. (7.39a)

$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N}$$

Gl. (7.1)

$$N_{Rk,c} = 25{,}51kN \cdot \frac{93.024mm^2}{51.984mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 45{,}65kN$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,7 \cdot \sqrt{25,0N/mm^2} \cdot \left(76mm\right)^{1,5} = 25,51kN$$ Gl. (7.2)

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0,7 + 0,3 \cdot \frac{115mm}{114mm}\right) = 1,000 \leq 1$$ Gl. (7.4)

$$\Psi_{re,N} = 1,000$$ Gl. (7.5)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1$$ Gl. (7.6)

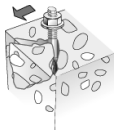
$$\Psi_{M,N} = 1,00 \geq 1$$ Gl. (7.7)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
146,07	1,50	97,38	0,40	0,4

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	0,4	1	$\beta_{V,cp;1}$

Betonkantenbruch

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$ **($V_{Rd,c}$)**



$$V_{Rk,c} = V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V}$$ Gl. (7.40)

$$V_{Rk,c} = 17,58kN \cdot \frac{41.400mm^2}{59.513mm^2} \cdot 0,909 \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 11,12kN$$

$$V^0_{Rk,c} = k_9 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$$ Gl. (7.41)

$$V^0_{Rk,c} = 1,7 \cdot \left(16mm\right)^{0,081} \cdot \left(76mm\right)^{0,067} \cdot \sqrt{25,0N/mm^2} \cdot \left(115mm\right)^{1,5} = 17,58kN$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{l_f}{c_1}} = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{76mm}{115mm}} = 0,081 \qquad \beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2} = 0,1 \cdot \left(\frac{16mm}{115mm}\right)^{0,2} = 0,067$$ Gl. (7.42/7.43)

$$\Psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5c_1} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{120mm}{1,5 \cdot 115mm} = 0,909 \leq 1$$ Gl. (7.45)

$$\Psi_{h,V} = max\left(1;\ \sqrt{\frac{1,5c_1}{h}}\right) = max\left(1;\ \sqrt{\frac{1,5 \cdot 115mm}{240mm}}\right) = 1,000 \geq 1$$ Gl. (7.46)

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ \alpha_V\right)^2 + \left(0.5 \cdot sin\ \alpha_V\right)^2}} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ 0,0\right)^2 + \left(0.5 \cdot sin\ 0,0\right)^2}} = 1,000 \geq 1$$ Gl. (7.48)

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\frac{e_n}{c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 115mm}} = 1,000 \leq 1$$ Gl. (7.47)

$$\Psi_{re,V} = 1,000$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,c}$ %
11,12	1,50	7,41	0,40	5,4

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	5,2	1	$\beta_{V,c;1}$
2	5,4	2	$\beta_{V,c;2}$

Ausnutzung für Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung βN %
Stahlversagen *	26,7
Herausziehen *	74,4
Betonausbruch	**98,6**

Querlasten	Ausnutzung βV %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	0,4
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	0,4
Betonkantenbruch	**5,4**

* Ungünstigster Anker

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

Ausnutzung Stahl

$$\beta_{N.s} = \beta_{N,s;1} = 0{,}27 \leq 1$$
$$\beta_{V.s} = \beta_{Vs;1} = 0{,}00 \leq 1$$
$$\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s;1}^2 + \beta_{Vs;1}^2 = 0{,}07 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.55)}$$

Ausnutzung Beton

$$\beta_{N,c} = \beta_{N,c;1} = 0{,}99 \leq 1$$
$$\beta_{V,c} = \beta_{V,c;2} = 0{,}05 \leq 1$$
$$\frac{\beta_N + \beta_V}{1{,}2} = \frac{\beta_{N,c;1} + \beta_{V,c;2}}{1{,}2} = 0{,}87 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.57)}$$

Nachweis erfolgreich

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke t = 10 mm

Profiltyp Kreisförmige Hohlprofile (88,9 x 5)

Technische Hinweise

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.
Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.
Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen.
Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie
der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.
Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen fischer-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Das Bemessungsprogramm dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Eignung für eine bestimmte Anwendung. Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch das Bemessungsprogramm zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von fischer angebotene Updates des Bemessungsprogramms durchführen. Sofern Sie nicht die automatische Update-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die fischer Internetseite sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version des Bemessungsprogramms verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet fischer nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

durch Vergleichsrechnung
geprüft

Angaben zur Montage

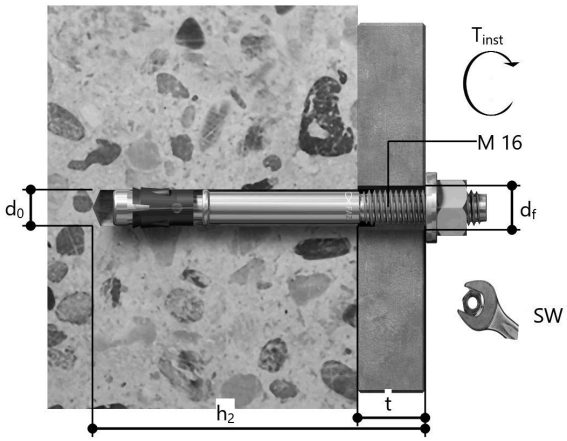
Anker

Ankersystem	**fischer Bolzenanker FAZ II Plus**	
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 16/5, galvanisch verzinkter Stahl	Art.-Nr. 564594
Zubehör	Handausbläser Groß ABG	Art.-Nr. 567792
	SDS Plus-V II 16/160/210	Art.-Nr. 531827



Montagedetails

Gewindegröße	M 16
Bohrlochdurchmesser	d_0 = 16 mm
Bohrlochtiefe	h_2 = 113 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	h_{ef} = 76 mm
Einbautiefe	h_{nom} = 94 mm
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	Bohrloch mit Handausbläser ausblasen. Die Montageanleitung sollte beachtet werden, wenn die Installation ohne Bohrlochreinigung erfolgt.
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Montagedrehmoment	T_{inst} = 110,0 Nm
Schlüsselweite SW	24 mm
Ankerplattendicke	t = 10 mm
Gesamte Befestigungsdicke	t_{fix} = 10 mm
Tfix,max	$t_{fix,\,max}$ = 14 mm

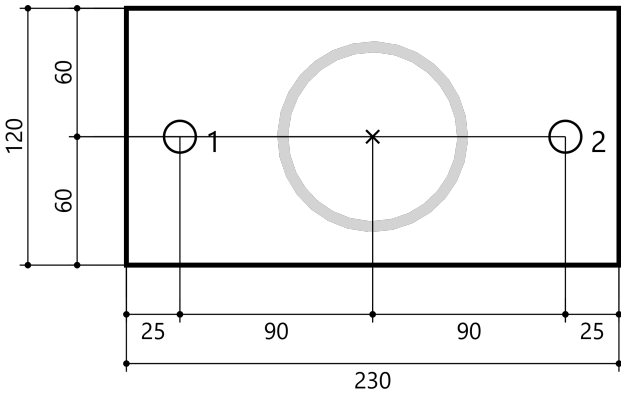


Ankerplattendetails

Material der Ankerplatte	Nicht verfügbar
Ankerplattendicke	t = 10 mm
Durchgangsloch im Anbauteil	d_f=18 mm

Anbauteil

Profiltyp	Kreisförmige Hohlprofile (88,9 x 5)



Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	-90	0
2	90	0

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Anschluss KPT-Träger Pos.22 an Außenwand

Vorbemessung der Verbindungsmittel:

Der ausführliche Nachweis muss vom Auftragnehmer erbracht werden.

inclusiv:

Pos.22 KPT88,9 an Außenwand in Achse 1

Die Zugkraft siehe Kap.3 Gebäudeaussteifung

Gk=	0,103*5/2	=	0,26 kN
VEd=	1,35*Gk	=	0,35 kN
Nzug=	**20*1,5**	=	**30,00 kN**

gewählt:

Kopfplatte 230*120*10mm

2*FAZ II Plus 16/5, h_{nom} = 94 cm an Stahlbeton

Bemmesung erfolgt nachfolgend mit der Bemessungssoftware Fischer



www.fischer.de

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Bolzenanker FAZ II Plus
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 16/5, galvanisch verzinkter Stahl
Rechnerische Verankerungstiefe	76 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-19/0520, Option 1, Erteilungsdatum 24.05.2023



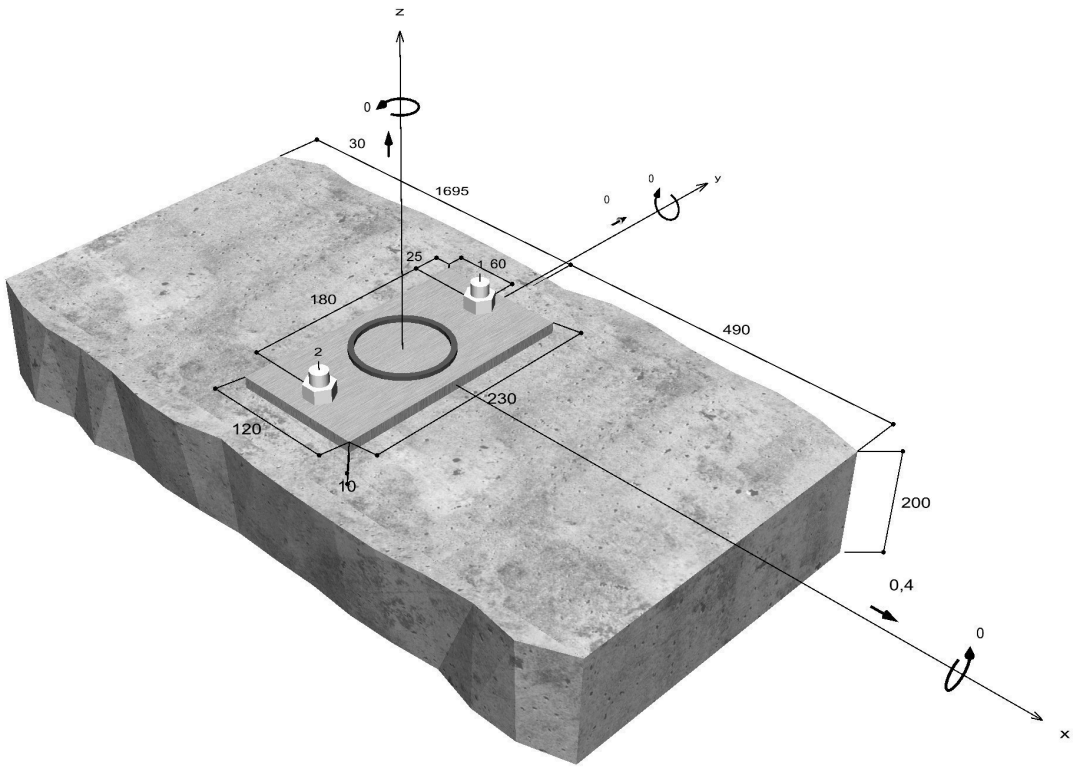
Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)

Statische Einwirkung



Nicht maßstabsgetreu

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN 1992-4:2018 mechanische Befestigungselemente
Verankerungsgrund	C25/30, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	120 mm x 230 mm x 10 mm
Profiltyp	Kreisförmige Hohlprofile (88,9 x 5)

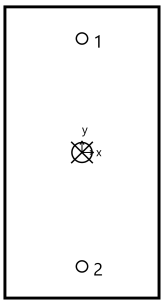
Bemessungslasten *)

#	N_{Ed} kN	$V_{Ed,x}$ kN	$V_{Ed,y}$ kN	$M_{Ed,x}$ kNm	$M_{Ed,y}$ kNm	$M_{T,Ed}$ kNm	Belastungsart
1	30,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	15,00	0,20	0,20	0,00
2	15,00	0,20	0,20	0,00



Max. Betonstauchung : 0,00 ‰
Max. Betondruckspannung : 0,0 N/mm²
Resultierende Zugkraft : 30,00 kN , X/Y Position (0 / 0)
Resultierende Druckkraft : 0,00 kN , X/Y Position (0 / 0)

Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	15,00	56,21	26,7
Herausziehen *	15,00	20,16	74,4
Betonausbruch	30,00	30,43	**98,6**

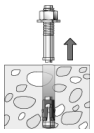
* Ungünstigster Anker

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Stahlversagen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (\mathbf{N_{Rd,s}})$$

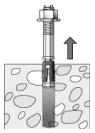


$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,s}$ %
78,70	1,40	56,21	15,00	26,7

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	26,7	1	$\beta_{N,s;1}$
2	26,7	2	$\beta_{N,s;2}$

Herausziehen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (\mathbf{N_{Rd,p}})$$



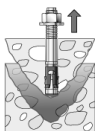
$N_{Rk,p}$ kN	Ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,p}$ %
30,24	1,120	1,50	20,16	15,00	74,4

Der Psi,c-Faktor wurde eventuell durch Interpolation ermittelt.

Anker-Nr.	$\beta_{N,p}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	74,4	1	$\beta_{N,p;1}$

Betonausbruch

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (\mathbf{N_{Rd,c}})$$



$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N} \qquad \text{Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c} = 25{,}51kN \cdot \frac{93.024mm^2}{51.984mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 45{,}65kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}7 \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(76mm\right)^{1,5} = 25{,}51kN \qquad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{490mm}{114mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \qquad \text{Gl. (7.5)}$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1+\frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.6)

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1+\frac{2 \cdot 0mm}{228mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1+\frac{2 \cdot 0mm}{228mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1$$ Gl. (7.7)

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,c}$ %
45,65	1,50	30,43	30,00	98,6

Anker-Nr.	$\beta_{N,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	98,6	1	$\beta_{N,c;1}$

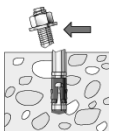
Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	0,20	54,72	0,4
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	0,40	97,38	0,4
Betonkantenbruch	0,40	49,94	**0,8**

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$



$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s} = 1{,}00 \cdot 68{,}40kN = 68{,}40kN$$ Gl. (7.35)/ (7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
68,40	1,25	54,72	0,20	0,4

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	0,4	1	$\beta_{Vs;1}$
2	0,4	2	$\beta_{Vs;2}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$



durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} = 3{,}2 \cdot 45{,}65kN = 146{,}07kN$$ Gl. (7.39a)

$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N}$$ Gl. (7.1)

$$N_{Rk,c} = 25{,}51kN \cdot \frac{93.024mm^2}{51.984mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 45{,}65kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}7 \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(76mm\right)^{1,5} = 25{,}51kN$$ Gl. (7.2)

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{490mm}{114mm}\right) = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.4)

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000$$ Gl. (7.5)

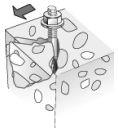
$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.6)

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1$$ Gl. (7.7)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
146,07	1,50	97,38	0,40	0,4

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	0,4	1	$\beta_{V,cp;1}$

Betonkantenbruch



$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,c})$$

$$V_{Rk,c} = V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V}$$ Gl. (7.40)

$$V_{Rk,c} = 127{,}94kN \cdot \frac{330.000mm^2}{1.080.450mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}917 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 74{,}91kN$$

$$V^0_{Rk,c} = k_9 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$$ Gl. (7.41)

$$V^0_{Rk,c} = 1{,}7 \cdot \left(16mm\right)^{0,039} \cdot \left(76mm\right)^{0,050} \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(490mm\right)^{1,5} = 127{,}94kN$$

$$\alpha = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{l_f}{c_1}} = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{76mm}{490mm}} = 0{,}039 \qquad \beta = 0{,}1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2} = 0{,}1 \cdot \left(\frac{16mm}{490mm}\right)^{0,2} = 0{,}050$$ Gl. (7.42/7.43)

$$\Psi_{s,V} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c_2}{1{,}5c_1} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{735mm}{1{,}5 \cdot 490mm} = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.45)

$$\Psi_{h,V} = \sqrt{\frac{1{,}5c_1}{h}} = \sqrt{\frac{1{,}5 \cdot 490mm}{200mm}} = 1{,}917 \geq 1$$ Gl. (7.46)

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ \alpha_V\right)^2 + \left(0.5 \cdot sin\ \alpha_V\right)^2}} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ 0{,}0\right)^2 + \left(0.5 \cdot sin\ 0{,}0\right)^2}} = 1{,}000 \geq 1$$ Gl. (7.48)

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2\ e_v}{3\ c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 490mm}} = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.47)

$$\Psi_{re,V} = 1{,}000$$

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,c}$ %
74,91	1,50	49,94	0,40	0,8

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	0,8	1	$\beta_{V,c;1}$

Ausnutzung für Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung βN %
Stahlversagen *	26,7
Herausziehen *	74,4
Betonausbruch	**98,6**

Querlasten	Ausnutzung βV %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	0,4
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	0,4
Betonkantenbruch	**0,8**

* Ungünstigster Anker

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

Ausnutzung Stahl

$$\beta_{N.s} = \beta_{N,s;1} = 0{,}27 \leq 1$$
$$\beta_{V.s} = \beta_{Vs;1} = 0{,}00 \leq 1$$
$$\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s;1}^2 + \beta_{Vs;1}^2 = 0{,}07 \leq 1$$ Gl. (7.55)

Ausnutzung Beton

$$\beta_{N,c} = \beta_{N,c;1} = 0{,}99 \leq 1$$
$$\beta_{V,c} = \beta_{V,c;1} = 0{,}01 \leq 1$$
$$\frac{\beta_N + \beta_V}{1{,}2} = \frac{\beta_{N,c;1} + \beta_{V,c;1}}{1{,}2} = 0{,}83 \leq 1$$ Gl. (7.57)

Nachweis erfolgreich

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke t = 10 mm

Profiltyp Kreisförmige Hohlprofile (88,9 x 5)

durch Vergleichsrechnung geprüft

Technische Hinweise

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) unter den einwirkenden Schnittkräften eben

bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.
Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.
Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen.
Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie
der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.
Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen fischer-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Das Bemessungsprogramm dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Eignung für eine bestimmte Anwendung. Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch das Bemessungsprogramm zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von fischer angebotene Updates des Bemessungsprogramms durchführen. Sofern Sie nicht die automatische Update-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die fischer Internetseite sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version des Bemessungsprogramms verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet fischer nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

durch Vergleichsrechnung
geprüft

Angaben zur Montage

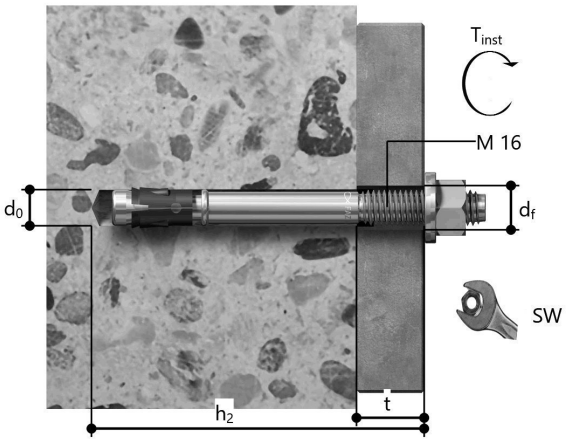
Anker

Ankersystem	**fischer Bolzenanker FAZ II Plus**	
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 16/5, galvanisch verzinkter Stahl	Art.-Nr. 564594
Zubehör	Handausbläser Groß ABG	Art.-Nr. 567792
	SDS Plus-V II 16/160/210	Art.-Nr. 531827



Montagedetails

Gewindegröße	M 16
Bohrlochdurchmesser	d_0 = 16 mm
Bohrlochtiefe	h_2 = 113 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	h_{ef} = 76 mm
Einbautiefe	h_{nom} = 94 mm
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	Bohrloch mit Handausbläser ausblasen. Die Montageanleitung sollte beachtet werden, wenn die Installation ohne Bohrlochreinigung erfolgt.
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Montagedrehmoment	T_{inst} = 110,0 Nm
Schlüsselweite SW	24 mm
Ankerplattendicke	t = 10 mm
Gesamte Befestigungsdicke	t_{fix} = 10 mm
Tfix,max	$t_{fix,\,max}$ = 14 mm

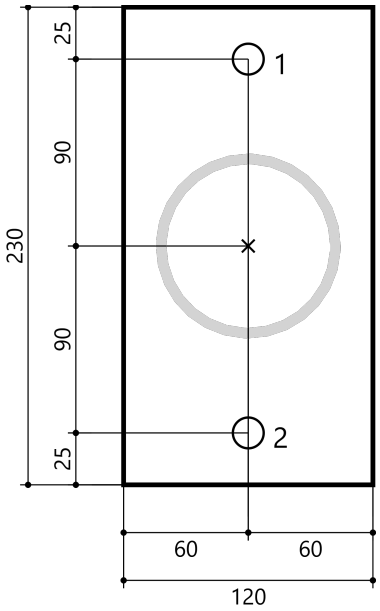


Ankerplattendetails

Material der Ankerplatte	Nicht verfügbar
Ankerplattendicke	t = 10 mm
Durchgangsloch im Anbauteil	d_f=18 mm

Anbauteil

Profiltyp	Kreisförmige Hohlprofile (88,9 x 5)



Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	0	90
2	0	-90

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Kapitel 6 - Normalgeschossdecke

6.1 Allgemeines

Nachfolgend werden die Stahlbetondecken über dem Nornalgeschoss, sowie Unter- und Überzüge der Geschossdecken statisch nachgewiesen. Die Decken werden mit der EDV-Anwendung InfoCAD von Infograph überwiegend mithilfe der Finite-Elemente-Methode statisch bemessen.

Der Deckenstatik liegen die Lastannahmen, siehe Kapitel 2 Lastannahmen, zugrunde.

Bei der Bemessung der Decken mit der FE-Methode ist die Lastweiterleitung (=LWL) ein wesentlicher Bestandteil. Durch einen Lastfallimport werden EDV intern die Auflagerreaktionen der aufstehenden Deckenpositionen als Einzellasten in entsprechender Lage im Grundriss berücksichtigt. Lasten aus den aufstehenden Geschossen, die nicht direkt über vertikale Bauteile abgetragen werden, müssen über die darunterliegende Geschossdecke und/oder Stabtragwerke, wie z.B. Unterzüge, abgefangen werden und sind in der Biegebemessung der Decke als aufstehende Lasten berücksichtigt.

Lastabfangende wandartige Träger werden als Linienlager in der Deckenstatik eingegeben und samt Einwirkungen in der Wandstatik separat bemessen.

Die Abminderung der Nutzlasten über die Geschossigkeit mit dem Faktor α_n wird auf der sicheren Seite liegend hier nicht angewendet.

Die Durchstanznachweise werden in der Deckenstatik mit der Bezeichnung "DST-___.1ff." zur entsprechenden Deckenposition und - bemesseung nachgestellt durchgeführt.

6.2 Materialeigenschaften

Geschossdecken im Innenbereich:

Beton	C25/30 XC1, W0
Betonstahl	B500A für Stabstahl
Betondeckung	$c_{v,oben}$ = 3,0 cm
	$c_{v,unten}$ = 3,0 cm

Erdgeschossdecke zwischen Achse 6 und 4b:

Beton	C25/30 oben: XC3, W0
	unten: XC1, W0
Betonstahl	B500A für Stabstahl
Betondeckung	$c_{v,oben/seitlich}$ = 3,5 cm
	$c_{v,unten}$ = 3,0 cm

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

6.3 Systemwerte

Bei der Berechnung der Decken als FE-Modell werden für die Lagerbedingungen folgende Federsteifigkeiten angesetzt:

6.3.1 Federsteifigkeiten der Wände

Die Federsteifigkeiten für die lastabtragenden Wände werden aufgrund der Möglichkeit verträglicher Lastumlagerungskapazitäten und zur Reduzierung von Singularitäten infolge Schubbeanspruchung in der FE-Berechnung wie folgt idealisiert:

Wand Stahlbeton C25/30, t = 20 cm, h = 3,7 m

Senkfedersteifigkeit in z Richtung:

c =	31000*0,2/3,7	= 1676 MN/m²

gewählt: c=1700 MN/m²

Für Außenwände: Drehfedersteifigkeit in x Richtung

I =	$0{,}2^3 * \frac{1}{12}$	= 0,0007 m³
C_φ =	3*31000*I/3,7	= 18 MN/m²

Wand Stahlbeton C25/30, t = 24 cm, h = 3,7 m

Senkfedersteifigkeit in z Richtung:

c =	31000*0,24/3,7	= 2011 MN/m²

gewählt: c=2000 MN/m²

Wand Stahlbeton C25/30, t = 28 cm, h = 3,7 m

Senkfedersteifigkeit in z Richtung:

c =	31000*0,28/3,7	= 2346 MN/m²

gewählt: c=2300 MN/m²

Mauerwerk KS 12/DM RDK 2,0, t = 24 cm, h = 3,7 m

Senkfedersteifigkeit in z Richtung:

E =	7*950	= 6650 MN/m²
c =	E*0,24/3,7	= 431 MN/m²

gewählt: c=400 MN/m²

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Wand Stahlbeton C25/30, t = 25 cm, h = 3,7 m

Senkfedersteifigkeit in z Richtung:

c = 31000*0,25/3,7 = 2095 MN/m²

gewählt: c=2100 MN/m^2

Für Außenwände: Drehfedersteifigkeit in x Richtung

I = $0{,}25^3 * \frac{1}{12}$ = 0,0013 m³

C_φ= 3*31000*I/3,7 = 33 MN/m²

6.3.2 Federsteifigkeiten der Stützen

Im Gegensatz zu Wänden besitzen Stützen keine Lastumlagerungskapazitäten und sowie eine höhere ideelle Steifigkeit durch konzentrierte Bewehrungsquerschnitte. Deshalb werden für Stahlbetonstützen auf der sicheren Seite liegend höhere Senkfedersteifigkeiten mit einem Faktor von ca. 1,5 - fach in der FEM-Berechnung angesetzt.

Die Drehfedersteifigkeit wird nicht mit einem Faktor erhöht wegen der Steifigkeitsabnahme infolge *„gerissenem“* Beton.

Stütze Stahlbeton, 24/30 cm, h = 3,7 m

Senkfedersteifigkeit in z Richtung:

c = 31.000*0,24*0,3/3,7 ≅ 600 MN/m^2 gewählt **900** MN/m^2

Stütze Stahlbeton, 20/22 cm, h = 3,7 m

Senkfedersteifigkeit in z Richtung:

c = 31.000*0,2*0,22/3,7 ≅ 370 MN/m^2 gewählt **560** MN/m^2

Stütze Stahlbeton, 25/35 cm, h = 3,7 m

Senkfedersteifigkeit in z Richtung:

c = 31.000*0,25*0,35/3,7 ≅ 730 MN/m^2 gewählt 1100 MN/m^2

Drehfedersteifigkeit in X/Y Richtung

I = $0{,}25^3 * \frac{1}{12} * 0{,}35$ = 0,0005 m³

C_φ= 3*31000*I/3,7 = 13 MN/m²

Stütze Stahlbeton, 24/24 cm, h = 3,7 m

Senkfedersteifigkeit in z Richtung:

c = 31.000*0,24*0,24/3,7 ≅ 480 MN/m^2 gewählt **720** MN/m^2

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stütze Stahlbeton, 24/35 cm, h = 3,7 m

Senkfedersteifigkeit in z Richtung:

c = 31.000*0,24*0,35/3,7 ≅ 700 MN/m^2 gewählt 1050 MN/m^2

Stütze Stahlbeton, ø40cm, h = 3,7 m

Senkfedersteifigkeit in z Richtung:

c = 31.000*π*0,2*0,2/3,7 ≅ 1050 MN/m^2 gewählt 1600 MN/m^2

6.4 Vorgaben zur Bemessung im GZG

Die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit werden an den Ausdruck der Deckenbemessung angehängt.

6.4.1 Begrenzung der Verformung

Die Verformungen der primären Tragkonstruktion wie z.B. Decken und Unterzüge werden einschließlich des Anteils aus Zustand II (Beton gerissen) in Abhängigkeit der Stützweite l (bei Kragarmen l = 2,5 x l_k) hinsichtlich der Durchbiegung w wie folgt begrenzt:

zulässige Durchbiegung bei Decken w ≤ l/300

6.4.2 Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite bei Decken

Die Ermittlung der Mindestbewehrung zur Rissbreitenbegrenzung erfolgt für den inneren Zwang im Bauteil selbst durch Abfließen der Hydratationswärme im frühen Betonalter von 3 bis 5 Tagen. Der Rechenwert der effektiven Betonzugfestigkeit $f_{ct,eff}$ des jungen Betons zum Zeitpunkt der Rissbildung wird gemäß Tabelle 7 des DBV-Merkblatts „Begrenzung der Rissbildung im Stahlbetonbau“ (Stand Mai 2016) für übliche Betone in Abhängigkeit der Bauteildicke d und einer mittleren Druckfestigkeitsentwicklung von r < 0,5 wie folgt angenommen:

Bauteildicke	d ≤ 30 cm	fct,eff = 0,65 x fctm
	30 cm < d ≤ 80 cm	fct,eff = 0,75 x fctm

Die Einflüsse aus dem späten Zwang sind im Endzustand durch vollständig, wärmedämmtechnisch isolierte Bauteile konstruktionsbedingt auf ein verträgliches Minimum reduziert und können vernachlässigt werden.
Die vorgenannten Annahmen gelten ausschließlich in Verbindung mit einer normgerechten Betonausführung insbesondere Nachbehandlung nach DIN 1045-3.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Zusammenfassung der gewählten Mindestbewehrung

Geschossdecken (XC1)

Die Rissbreite der Geschossdecke wird auf w_k = 0,4 mm, gemäß der Expositionsklasse XC1 über den Ansatz einer Mindestbewehrung in Abhängigkeit der Bauteildicke begrenzt.

über 1.OG Pos. 40 h = 28 cm: Stabstahl # ø10mm / 12,5 cm

⇒ 6,28 cm²/m kreuzweise oben+unten

über EG Pos. 60 zwischen Achse 4b und 1

h = 28 cm: Stabstahl # ø10mm / 12,5 cm

⇒ 6,28 cm²/m kreuzweise oben+unten

Dachdecke (XC3)

Die Rissbreite der Dachdecke wird auf w_k = 0,3 mm, gemäß der Expositionsklasse XC3 über den Ansatz einer Mindestbewehrung in Abhängigkeit der Bauteildicke begrenzt.

über EG Pos. 60.1 zwischen Achse 6 und 4b

h = 28 cm: Stabstahl # ø12mm / 12,5 cm

⇒ 9,05 cm²/m kreuzweise oben+unten

Die Berechnung der erf. Bewehrung zur Rissbreitenbegrenzung erfolgt stets vorangestellt zur FE-Deckenstatik der Einzelnachweise der statischen Positionen.
Etwaige Abweichungen der Beton- bzw. Bewehrungswahl sowie statische Bewehrungszulagen sind den Einzelnachweisen der statischen Positionen zu entnehmen.



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

Anforderungen

Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,30 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 28,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C25/30
Betondeckung c: 3,5 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 12,0 mm (Betonrippenstahl)

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}65 \cdot f_{ctm}$ = 1,69 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 11,00 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit $k = 0{,}80$ $f_{ct,eff}$ = 1,69 N/mm² $A_{c,eff}$ = 1100,0 cm²
A_{ct} = 1400,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9$ (NA.7.5.2)
$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}58 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 12{,}0 \text{ mm} / 0{,}58 = 20{,}59 \text{ mm}$
$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / d_s^*)} = 225{,}17 \text{ N/mm²}$ nach Tabelle 7.2DE
$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 8{,}26 \text{ cm²} \geq 3{,}79 \text{ cm²}$

$A_{s,min}$ = 8,26 cm² je Lage

durch Vergleichsrechnung geprüft

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

Anforderungen

Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,40 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 28,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C25/30
Betondeckung c: 3,0 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}65 \cdot f_{ctm}$ = 1,69 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 9,80 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk}$ (NA.7.5.1)

mit k = 0,80 $f_{ct,eff}$ = 1,69 N/mm² $A_{c,eff}$ = 980,0 cm²
A_{ct} = 1400,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9$ (NA.7.5.2)
$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}58 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 10{,}0 \text{ mm} / 0{,}58 = 17{,}16 \text{ mm}$
$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / d_s^*)} = 284{,}82 \text{ N/mm²}$ nach Tabelle 7.2DE
$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 5{,}81 \text{ cm²} \geq 3{,}79 \text{ cm²}$

$A_{s,min}$ = 5,81 cm² je Lage

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 40 - Stb.-Decke über 1.OG

C25/30 XC1 W0 h = 28 cm

System:

FEM-Platte, siehe InfoGraph-Ausdruck

Mitwirkende Plattenbreite:

Unterzug Stahlbeton C25/30, 20/78 cm

Unterzug Stahlbeton C25/30, 20/50 cm

Ünterzug Stahlbeton C25/30, 24/70 cm

Unterzug Stahlbeton C25/30, 28/50 cm

$b_{eff} = 0{,}2 * b_i + 0{,}1 * l_0 \leq 0{,}2 * l_0$

$= 0{,}2 * 5 + 0{,}1 * 2{,}5*0{,}85 \leq 0{,}2 * 2{,}5*0{,}85$

$= 1{,}2\ m \leq 0{,}42\ m$

gewählt: 0,4 m

Unterzug Stahlbeton C25/30, 24/50 cm

Unterzug Stahlbeton C25/30, 24/100 cm

$b_{eff} = 0{,}2 * b_i + 0{,}1 * l_0 \leq 0{,}2 * l_0$

$= 0{,}2 * 5 + 0{,}1 * 0{,}15*(10+2{,}5) \leq 0{,}2 * 0{,}15*(10+2{,}5)$

$= 1{,}1\ m \leq 0{,}37\ m$

gewählt: 0,35 m

Unterzug Stahlbeton C25/30, 24/60 cm

Unterzug Stahlbeton C25/30, 35/50 cm

Unterzug Stahlbeton C25/30, 24/65cm

$b_{eff} = 0{,}2 * b_i + 0{,}1 * l_0 \leq 0{,}2 * l_0$

$= 0{,}2 * 4{,}8 + 0{,}1 * 0{,}15*(7{,}5+2{,}5) \leq 0{,}2 * 0{,}15*(7{,}5+2{,}5)$

$= 1{,}1\ m \leq 0{,}3\ m$

gewählt: 0,3 m



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Belastung:

ständig:

Eigengewicht:

Eigengewicht (programmintern berücksichtigt) $g_{k,Eg}$ =	0,28*25	=	7,00 kN/m²

Ausbaulast ständig:

Ausbaulast $g_{k,A,ständig}$ =			2,50 kN/m²

veränderlich:

Verkehrlast Kat.C1 qk=			3,00 kN/m²
Verkehrlast Kat.C3 qk=			5,00 kN/m²
aufstehende schwere Trennwände gk=			3,50 kN/m

Last aus Treppen

gk,T01=			24,00 kN/m
qk,T01=			12,50 kN/m
gk,T03=			19,00 kN/m
qk,T03=			10,50 kN/m

Auflagerkräfte Stahlträger

Auflagerkräfte Stahlträger Pos.13/14/15

Auflager 1/2:			
Gk,1=			26,50 kN
Qk,1=	39,2+27,9	=	67,10 kN

Auflagerkräfte Stahlträger Pos.16

Auflager 1/4:			
Gk,1=			21,50 kN
Qk,1=	38,7+27,5	=	66,20 kN
Auflager 2/3:			
Gk,2=			72,00 kN
Qk,2=	101,0+3,0+71,6	=	175,60 kN

Auflagerkräfte Stahlträger Pos.17

Auflager 1/3:			
Gk,1=			14,40 kN
Qk,1=	21,4+15,0	=	36,40 kN
Auflager 2:			
Gk,2=			48,10 kN
Qk,2=	71,3+50,0	=	121,30 kN

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Auflagerkräfte Stahlträger Pos.18

Auflager 1/3:

Gk,1=			23,60 kN
Qk,1=	31,0+21,8+1	=	53,80 kN

Auflager 2:

Gk,2=			71,20 kN
Qk,2=	103,0+72,5+1,4	=	176,90 kN

Auflagerkräfte Stahlträger Pos.19

Auflager 1/2:

Gk,1=			33,40 kN
Qk,1=	43,0+30,5	=	73,50 kN

Auflagerkräfte Stahlträger Pos.20

Auflager 1/2:

Gk,1=			31,10 kN
Qk,1=	22,8+3,4+16,0	=	42,20 kN

Auflagerkräfte Stahlträger Pos.33

75% Gerätlast RLT01 + 50% Eigengewicht der Stahlträger Pos.33

Siehe Kap.2 Gerätlast RLT01

ständige Lasten:

Eigengewicht G=	9,2*0,75+2,73*0,5	=	8,27 kN

veränderliche Lasten:

Windlast W=	2,3*0,75	=	1,73 kN

Auflagerkräfte Gerätlast RLT02 auf W11

Siehe Kap.2 Gerätlast RLT02

ständige Lasten:

Eigengewicht G=	0,6*2	=	1,20 kN

veränderliche Lasten:

Windlast W=	0,7*2	=	1,40 kN

Auflagerkräfte TPZ Pos.10

System A Auflager 1/4 (maßgebend)

gk=			1,40 kN/m
qk=	2,8+2,0	=	4,80 kN/m



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Last aus Stb.-Balken

Pos.23 Stb. -Attika Auflagerkräfte:

Auflager 1:

Gk,1=				32,30 kN
Qk,1=				5,50 kN

Auflager 2:

Stützenbreite

B=				0,90 m
Gk,2=				107,50 kN
gk,2=		Gk,2/B	=	119,44 kN/m
Qk,2=				15,70 kN
qk,2=	Qk,2/B		=	17,44 kN/m

Pos.24 Stb. -Attika Auflagerkräfte:

Auflager 1/3:

Stützenbreite

B=			1,70 m
Gk,1=			57,40 kN
gk,1=	Gk,1/B	=	33,76 kN/m
Qk,1=	3,9+2,8	=	6,70 kN
qk,1=	Qk,1/B	=	3,94 kN/m

Auflager 2:

Stützenbreite

B=			2,70 m
Gk,2=			191,30 kN
gk,2=	Gk,2/B	=	70,85 kN/m
Qk,2=	11,3+7,9	=	19,20 kN
qk,2=	Qk,2/B	=	7,11 kN/m

Pos.25 Stb. -Attika Auflagerkräfte:

Auflager 1/2:

Gk,1=			36,50 kN
Qk,1=			24,00 kN

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.26 Stb. -Attika Auflagerkräfte:

Auflager 1/3:	
Gk,1=	33,60 kN
Qk,1=	10,10 kN
Auflager 2:	
Gk,2=	112,00 kN
Qk,2=	28,80 kN

Pos.27/28/34 Stb. -Attika Auflagerkräfte:

Auflager 1/2:	
Gk,1=	7,50 kN
Qk,1=	17,20 kN

Pos.30 Stb. -Attika Auflagerkräfte:

Auflager 1/2:	
Gk,1=	4,30 kN
Qk,1=	4,40 kN

Fensterlast + Brüstung+ Fassaden

Außenwand Fensterlast 1,2 kN/m² + Fassaden 2,5kN/m² + Brüstungslast

In Achse A und E

gk,Fenster=	1,2*2,1	=	2,52 kN/m
gk,Brüstung=	25*0,2*0,9	=	4,50 kN/m
gk,Fassaden=	2,5*(0,9+0,78)	=	4,20 kN/m
gk,außen=	gk,Fenster+gk,Brüstung+gk,Fassaden	=	11,22 kN/m

In Achse 1

gk,Fenster=	1,2*3,0	=	3,60 kN/m
gk,Fassaden=	2,5*0,50	=	1,25 kN/m
gk,außen=	gk,Fenster+gk,Fassaden	=	4,85 kN/m

In Achse 4b

gk,Fenster=	1,2*3,0	=	3,60 kN/m
gk,Fassaden=	2,5*0,78	=	1,95 kN/m
gk,außen=	gk,Fenster+gk,Fassaden	=	5,55 kN/m

Innenhof Fensterlast 1,5 kN/m² + Fassaden 1,5kN/m²

H=			3,70 m
gk=	1,5*H	=	5,55 kN/m

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Aufgehende und aufstehende Wände

Wände

Geschosshöhe 2.OG

H=			3,70 m
Stb.-Stütze 24*24 cm			
Gk=	25*0,24*0,24*H	=	5,33 kN
Stb.-Stütze 20*22 cm			
Gk=	25*0,20*0,22*H	=	4,07 kN
Stb.-Wand 20cm			
gk=	25*0,2*H	=	18,50 kN/m
Stb.-Wand 24cm			
gk=	25*0,24*H	=	22,20 kN/m
Mauerwerk 24cm			
gk=	20*0,24*H	=	17,76 kN/m

Außenwände 20cm + Fassaden 2,5kN/m²

H=	3,605+0,28	=	3,88 m
gk=	2,5*H+0,2*25*H	=	29,10 kN/m

Außenwände 20cm +Attika + Fassaden 2,5kN/m²

H=	3,605+0,135+1,4+0,28	=	5,42 m
gk=	2,5*H+0,2*25*H	=	40,65 kN/m

Wände Innenhof 24cm +Attika + Fassaden 2,5kN/m²

H=	3,605+0,7+0,28	=	4,58 m
gk=	2,5*H+0,24*25*H	=	38,93 kN/m

Bemessung:

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem FEM-Programm InfoGraph

Bewehrung:

Grundbewehrung:

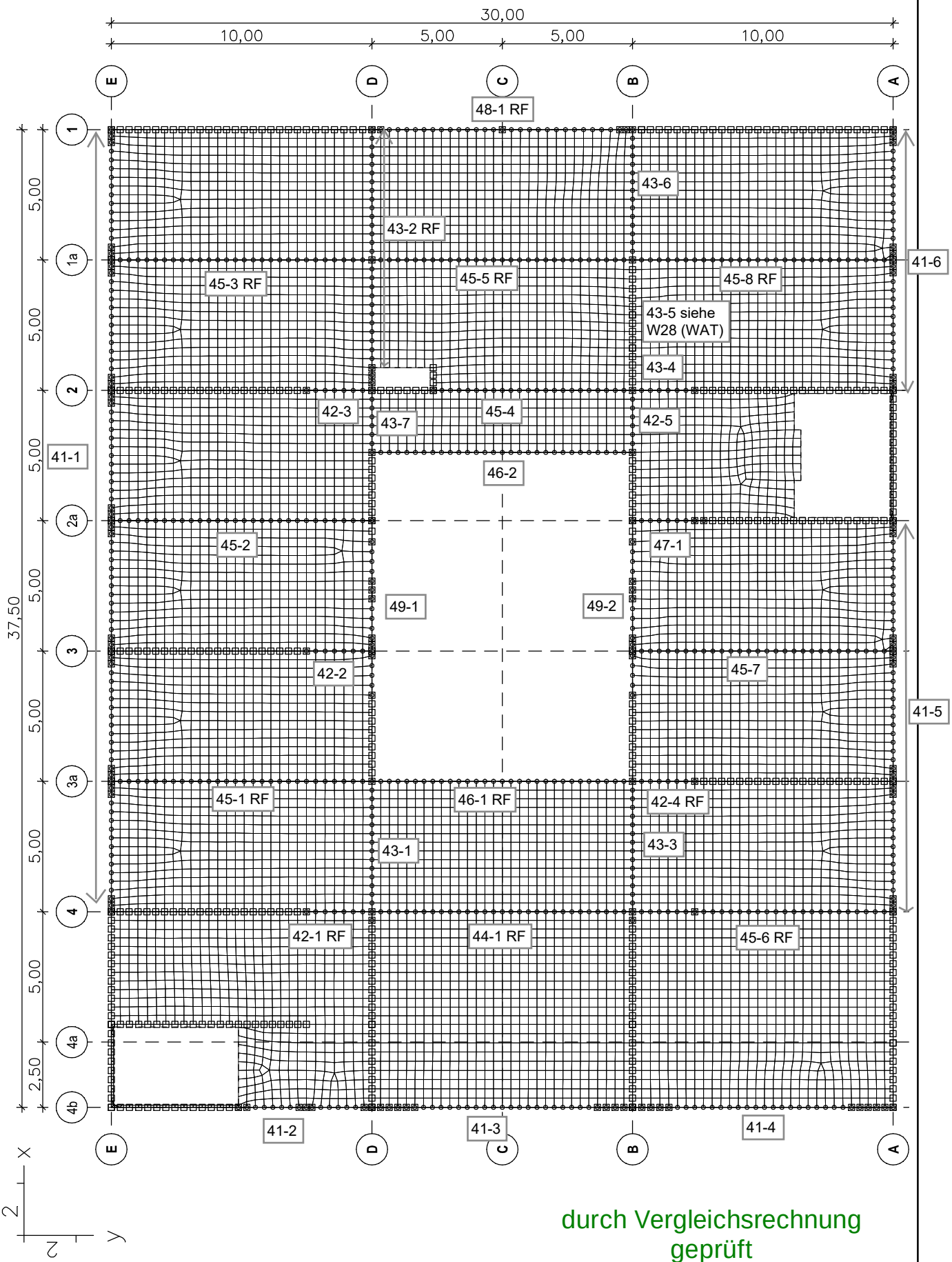
Ø10–12,5 cm oberer und unterer Lage

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC1 mit w_{max} = 0,4 mm

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:200



durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

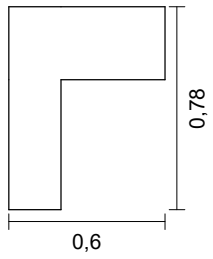
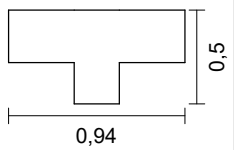
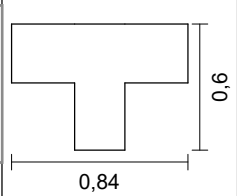
Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:

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
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	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
13	13	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
14	14	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
15	15	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000

Querschnittswerte

1	Fläche	Decke 28cm Elementdicke [m] dz = 0,2800 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
2 Pos.41-1 bis Pos.41-6	Polygon 	UZ 20/78 Schwerpunkt [m] ys = 0,225 zs = 0,286 Fläche [m²] A = 2,6800e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,2716e-02 I1 = 1,5753e-02 Iz = 7,8808e-03 I2 = 4,8437e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 31,846 Iyz = -4,8896e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
3 Pos.42-2 Pos.42-3 Pos.42-5	Polygon 	UZ 24/50 Schwerpunkt [m] ys = 0,470 zs = 0,182 Fläche [m²] A = 3,1600e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 4,6811e-03 I1 = 4,6811e-03 Iz = 1,9634e-02 I2 = 1,9634e-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
4 Pos.43-1, Pos.43-3 bis Pos.43-7	Polygon 	UZ 24/60 Schwerpunkt [m] ys = 0,420 zs = 0,214 Fläche [m²] A = 3,1200e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 7,4026e-03 I1 = 7,4026e-03 Iz = 1,4198e-02 I2 = 1,4198e-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

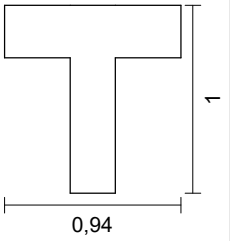
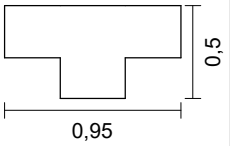
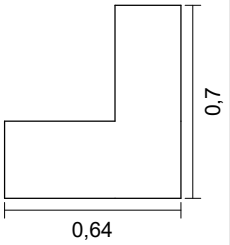
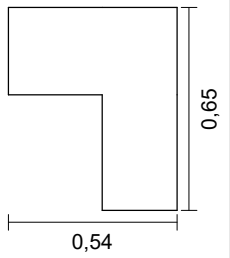
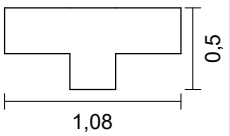
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:

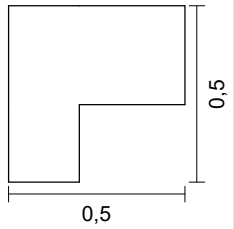
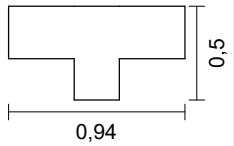
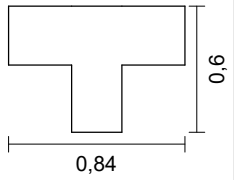
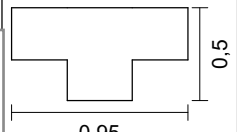
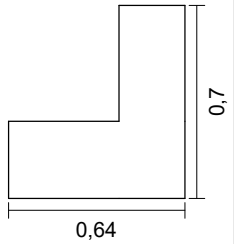
Querschnittswerte

5 Pos.44-1	Polygon 	UZ 24/100 Rau Schwerpunkt [m] ys = 0,470 zs = 0,338 Fläche [m²] A = 4,3600e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 3,5263e-02 I1 = 3,5263e-02 Iz = 2,0210e-02 I2 = 2,0210e-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
6 Pos.45-2, Pos.45-4, Pos.45-7	Polygon 	UZ 35/50 Schwerpunkt [m] ys = 0,475 zs = 0,196 Fläche [m²] A = 3,4300e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 5,7806e-03 I1 = 5,7806e-03 Iz = 2,0791e-02 I2 = 2,0791e-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
7 Pos.46-2	Polygon 	ÜZ 24/70 Schwerpunkt [m] ys = 0,392 zs = 0,434 Fläche [m²] A = 2,8000e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,0555e-02 I1 = 1,4436e-02 Iz = 9,1810e-03 I2 = 5,3003e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 40,674 Iyz = -4,5158e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
8 Pos.49-1, Pos.49-2	Polygon 	UZ 24/65 Schwerpunkt [m] ys = 0,326 zs = 0,260 Fläche [m²] A = 2,4000e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 7,9100e-03 I1 = 9,6453e-03 Iz = 5,3591e-03 I2 = 3,6238e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -32,468 Iyz = 2,7273e-03 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
9 Pos.47-1	Polygon 	UZ 28/50 Schwerpunkt [m] ys = 0,540 zs = 0,182 Fläche [m²] A = 3,6400e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 5,4226e-03 I1 = 5,4226e-03 Iz = 2,9796e-02 I2 = 2,9796e-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

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Querschnittswerte

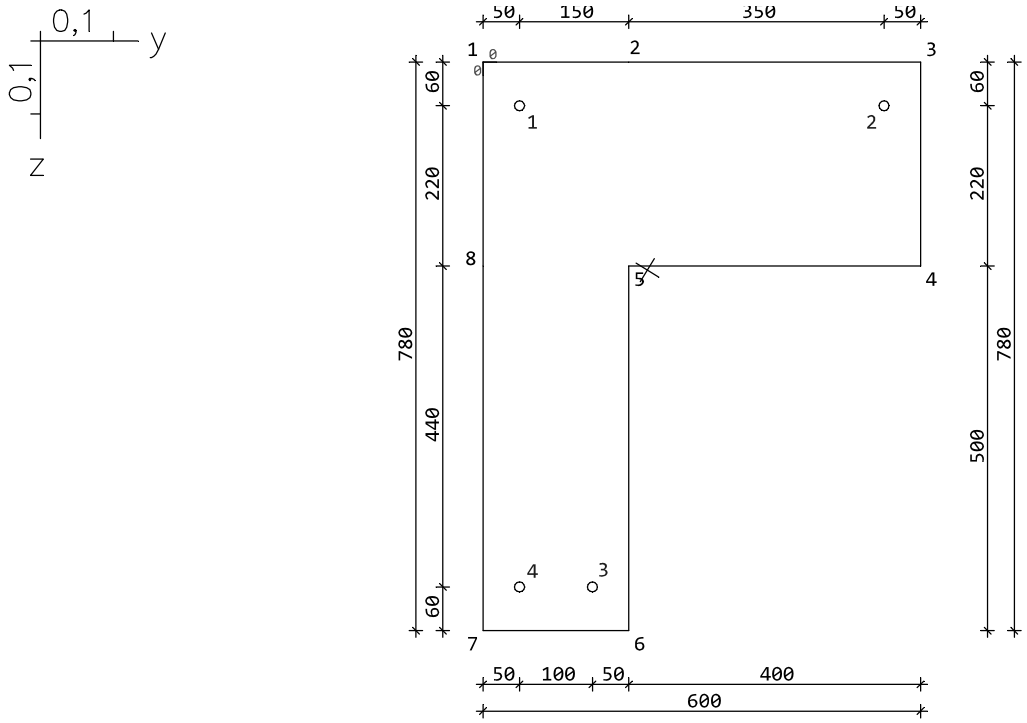
10	Polygon  Pos.48-1	UZ 20/50 Rau Schwerpunkt [m] ys = 0,214 zs = 0,200 Fläche [m²] A = 1,8400e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 3,1845e-03 I1 = 2,2060e-03 Iz = 3,8166e-03 I2 = 4,7952e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -37,935 Iyz = -1,2554e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
11	Fläche	Decke 28cm frei Elementdicke [m] dz = 0,2800 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
12	Polygon  Pos.42-1, Pos.42-4	UZ 24/50 Rau Schwerpunkt [m] ys = 0,470 zs = 0,182 Fläche [m²] A = 3,1600e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 4,6811e-03 I1 = 4,6811e-03 Iz = 1,9634e-02 I2 = 1,9634e-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
13	Polygon  Pos.43-2	UZ 24/60 Rau Schwerpunkt [m] ys = 0,420 zs = 0,214 Fläche [m²] A = 3,1200e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 7,4026e-03 I1 = 7,4026e-03 Iz = 1,4198e-02 I2 = 1,4198e-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
14	Polygon  Pos.45-1, Pos.45-3, Pos.45-5, Pos.45-6, Pos.45-8	UZ 35/50 Rau Schwerpunkt [m] ys = 0,475 zs = 0,196 Fläche [m²] A = 3,4300e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 5,7806e-03 I1 = 5,7806e-03 Iz = 2,0791e-02 I2 = 2,0791e-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
15	Polygon  Pos.46-1	ÜZ 24/70 Rau Schwerpunkt [m] ys = 0,392 zs = 0,434 Fläche [m²] A = 2,8000e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,0555e-02 I1 = 1,4436e-02 Iz = 9,1810e-03 I2 = 5,3003e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 40,674 Iyz = -4,5158e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

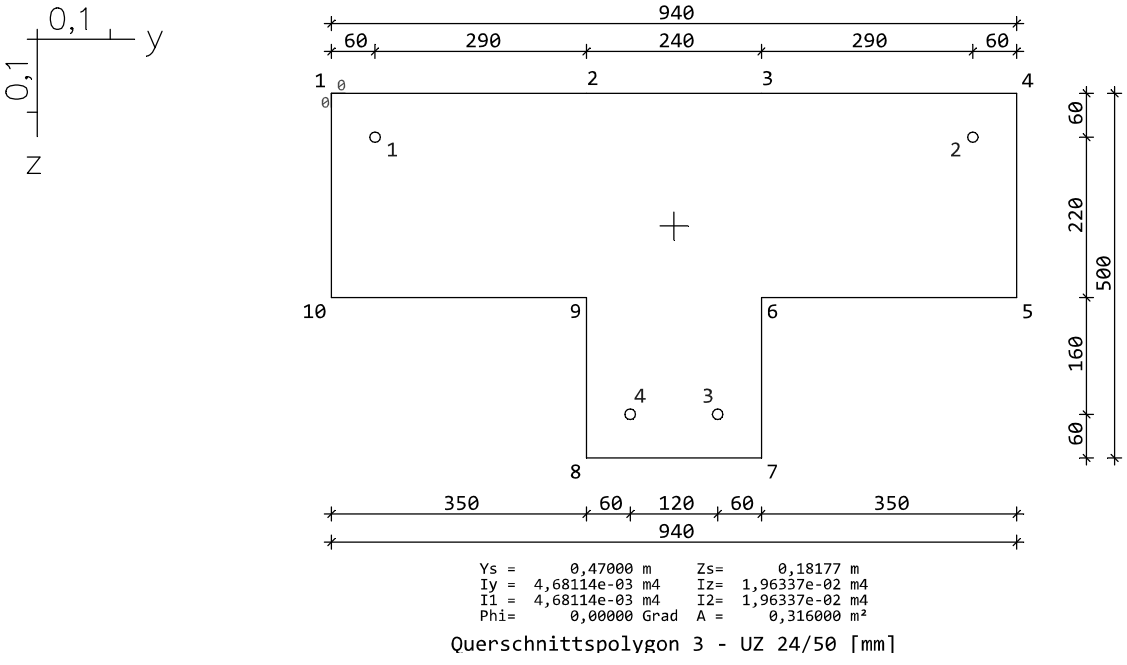
Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:



Querschnittspolygon 2 - UZ 20/78 [mm]

Querschnittspolygon 2



Querschnittspolygon 3 - UZ 24/50 [mm]

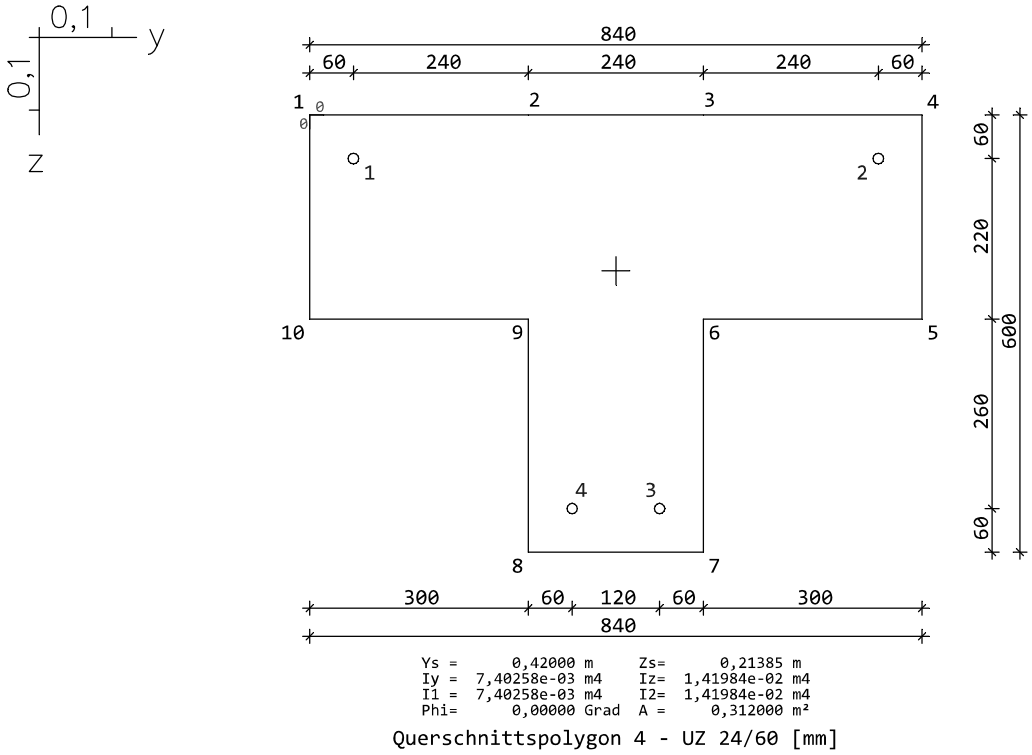
Querschnittspolygon 3

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:



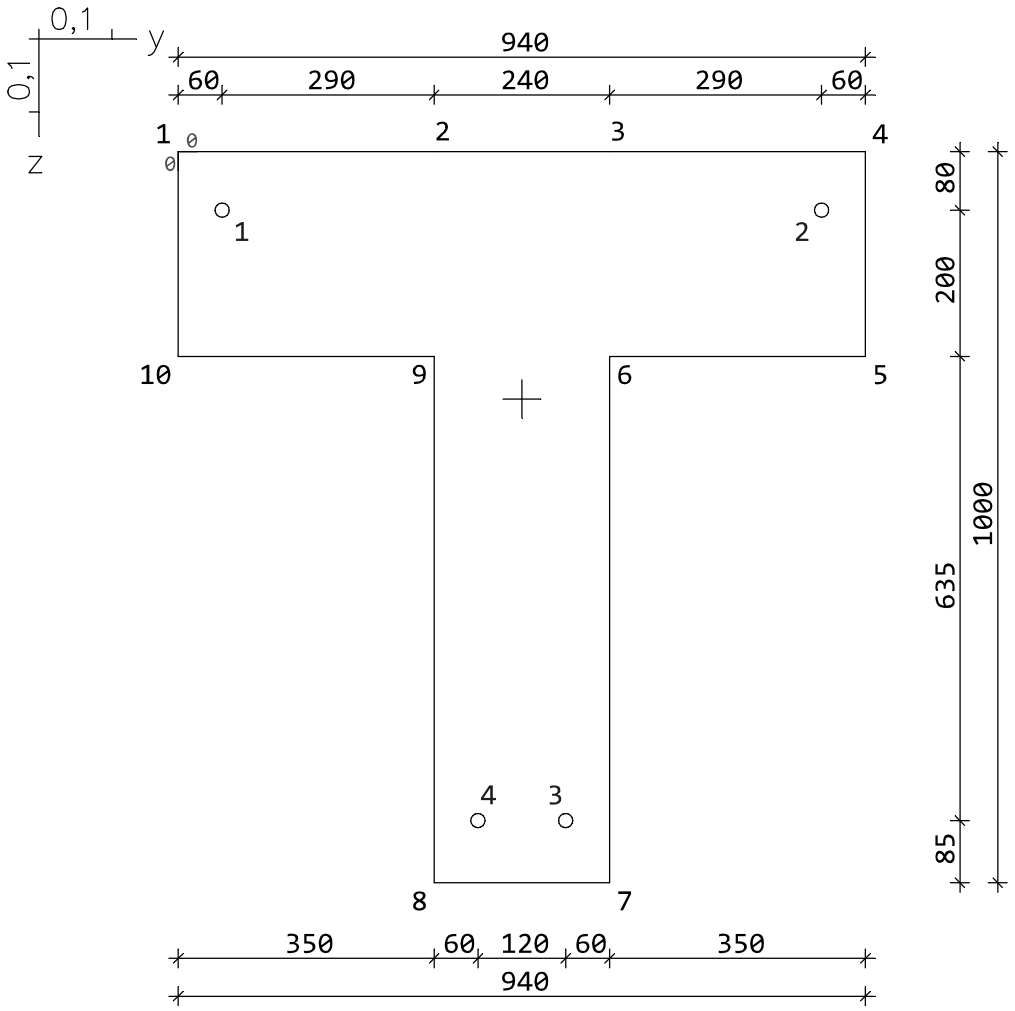
Querschnittspolygon 4

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:




```
Ys =      0,47000 m     Zs=      0,33817 m
Iy =  3,52631e-02 m4    Iz=  2,02097e-02 m4
I1 =  3,52631e-02 m4    I2=  2,02097e-02 m4
Phi=     -0,00000 Grad  A =     0,436000 m²
```

Querschnittspolygon 5 - UZ 24/100 Rau [mm]

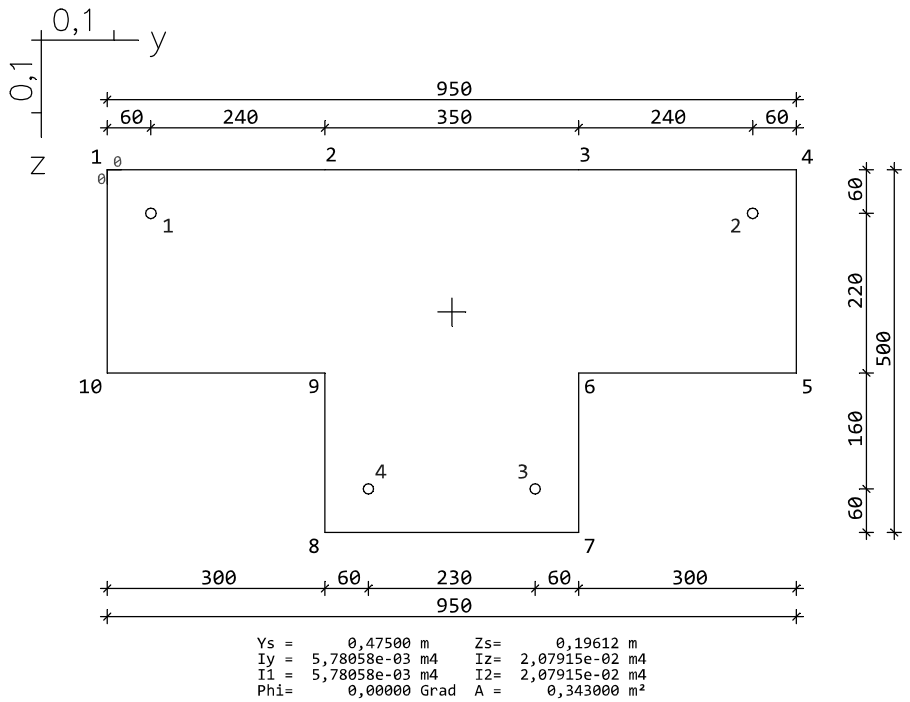
Querschnittspolygon 5

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

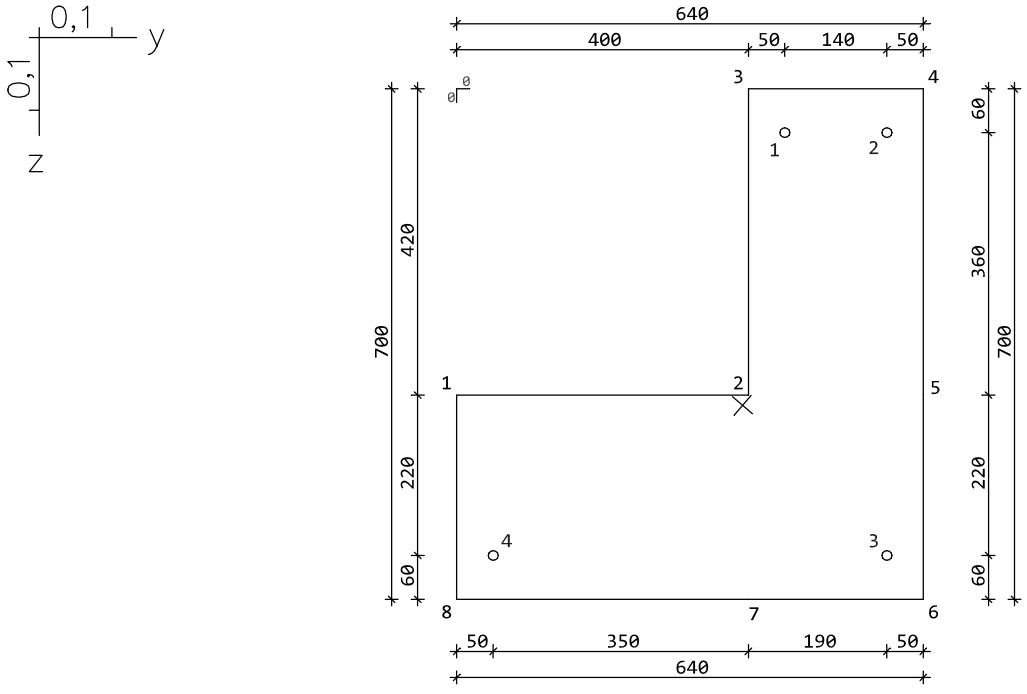
Stb.-Decke über 1.OG M = 1:



Ys = 0,47500 m Zs= 0,19612 m
Iy = 5,78058e-03 m4 Iz= 2,07915e-02 m4
I1 = 5,78058e-03 m4 I2= 2,07915e-02 m4
Phi= 0,00000 Grad A = 0,343000 m²

Querschnittspolygon 6 - UZ 35/50 [mm]

Querschnittspolygon 6



Ys = 0,39200 m Zs= 0,43400 m
Iy = 1,05553e-02 m4 Iz= 9,18101e-03 m4
I1 = 1,44359e-02 m4 I2= 5,30032e-03 m4
Phi= 40,67418 Grad A = 0,280000 m²

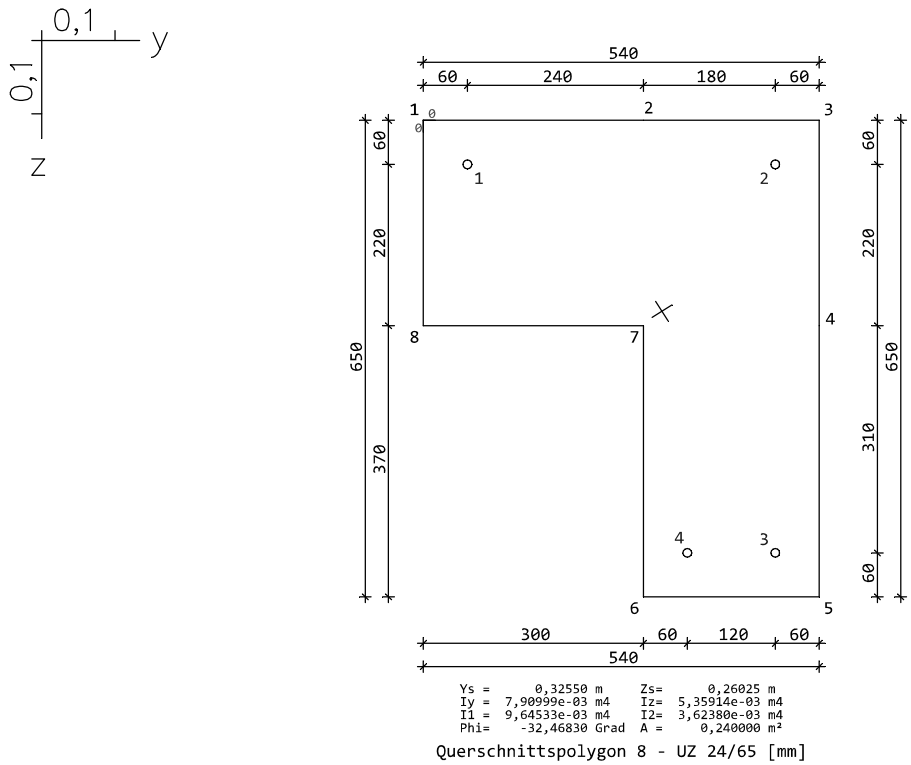
Querschnittspolygon 7 - ÜZ 24/70 [mm]

Querschnittspolygon 7

durch Vergleichsrechnung geprüft

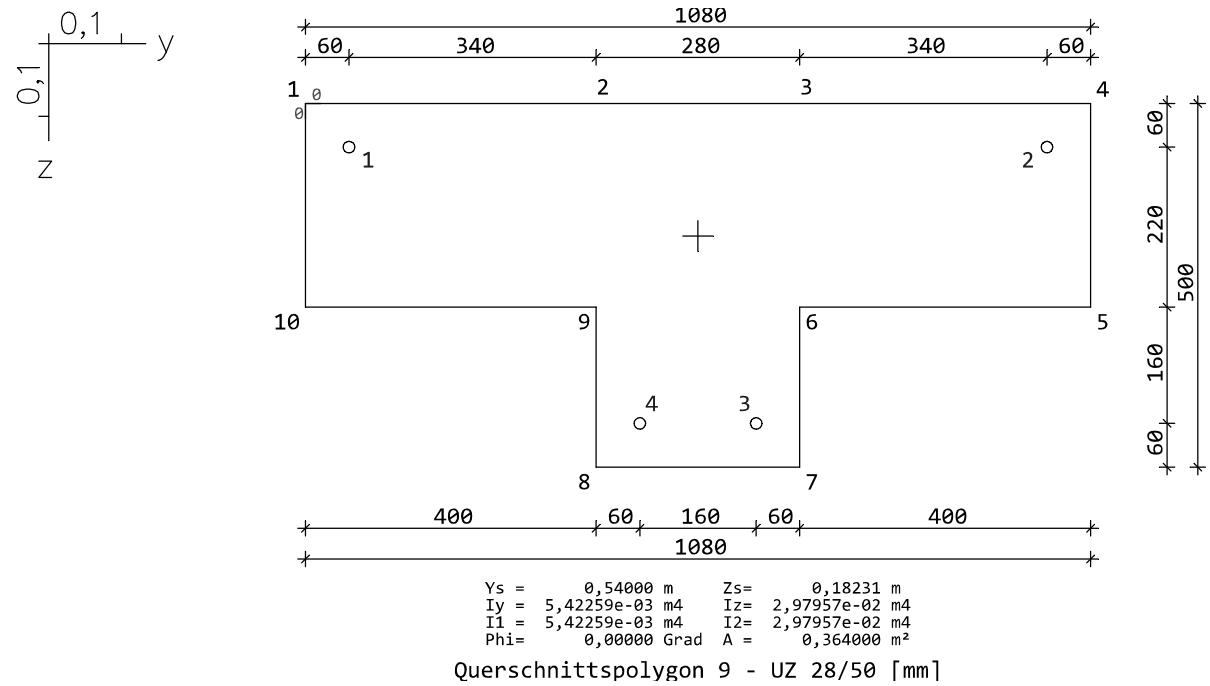
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:



Querschnittspolygon 8 - UZ 24/65 [mm]

Querschnittspolygon 8

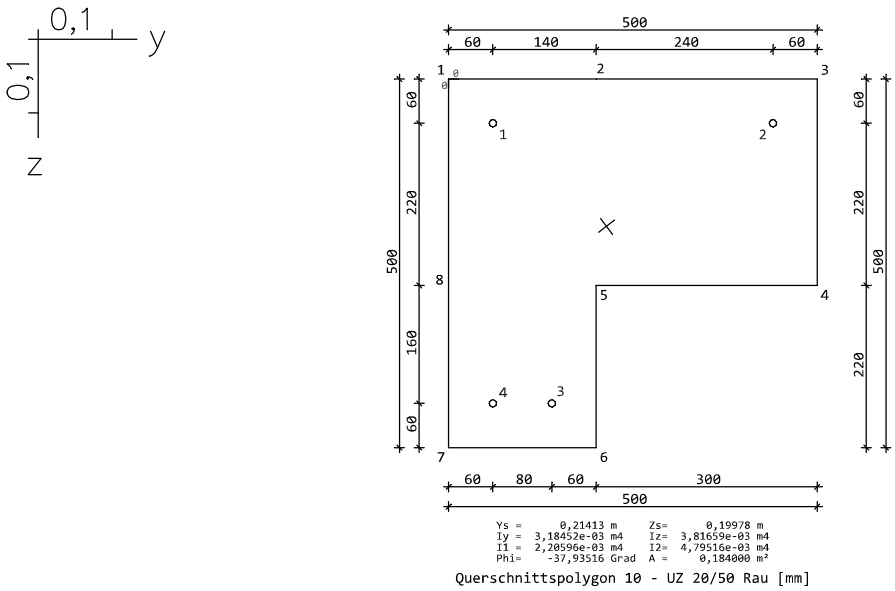


Querschnittspolygon 9 - UZ 28/50 [mm]

Querschnittspolygon 9

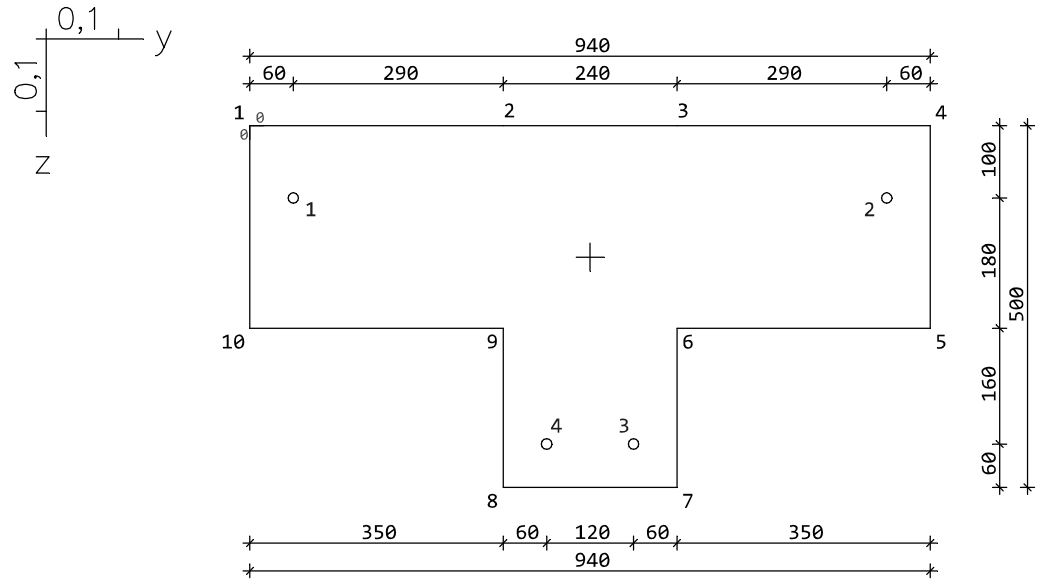
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH



Querschnittspolygon 10 - UZ 20/50 Rau [mm]

Querschnittspolygon 10



Querschnittspolygon 12 - UZ 24/50 Rau [mm]

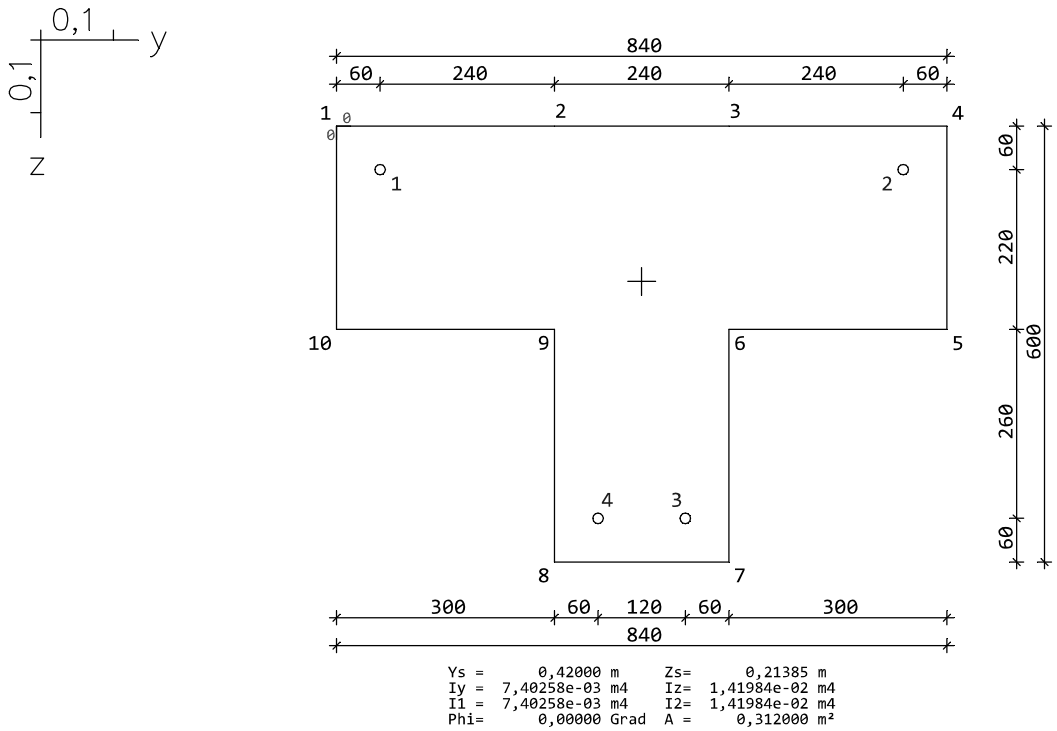
Querschnittspolygon 12

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

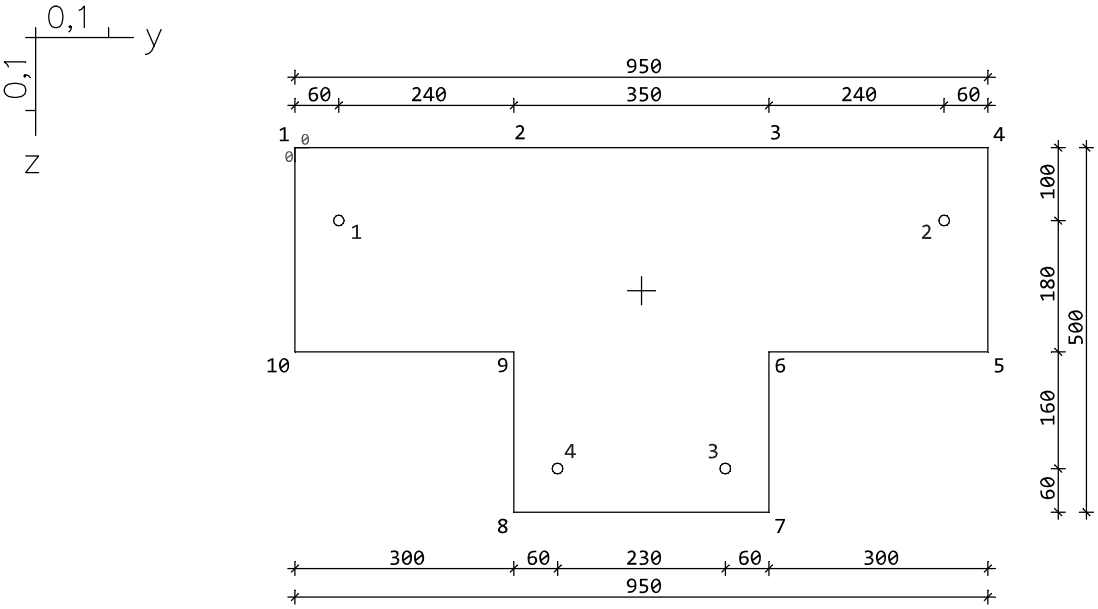
Stb.-Decke über 1.OG M = 1:



Ys = 0,42000 m Zs= 0,21385 m
Iy = 7,40258e-03 m4 Iz= 1,41984e-02 m4
I1 = 7,40258e-03 m4 I2= 1,41984e-02 m4
Phi= 0,00000 Grad A = 0,312000 m²

Querschnittspolygon 13 - UZ 24/60 Rau [mm]

Querschnittspolygon 13



Ys = 0,47500 m Zs= 0,19612 m
Iy = 5,78058e-03 m4 Iz= 2,07915e-02 m4
I1 = 5,78058e-03 m4 I2= 2,07915e-02 m4
Phi= 0,00000 Grad A = 0,343000 m²

Querschnittspolygon 14 - UZ 35/50 Rau [mm]

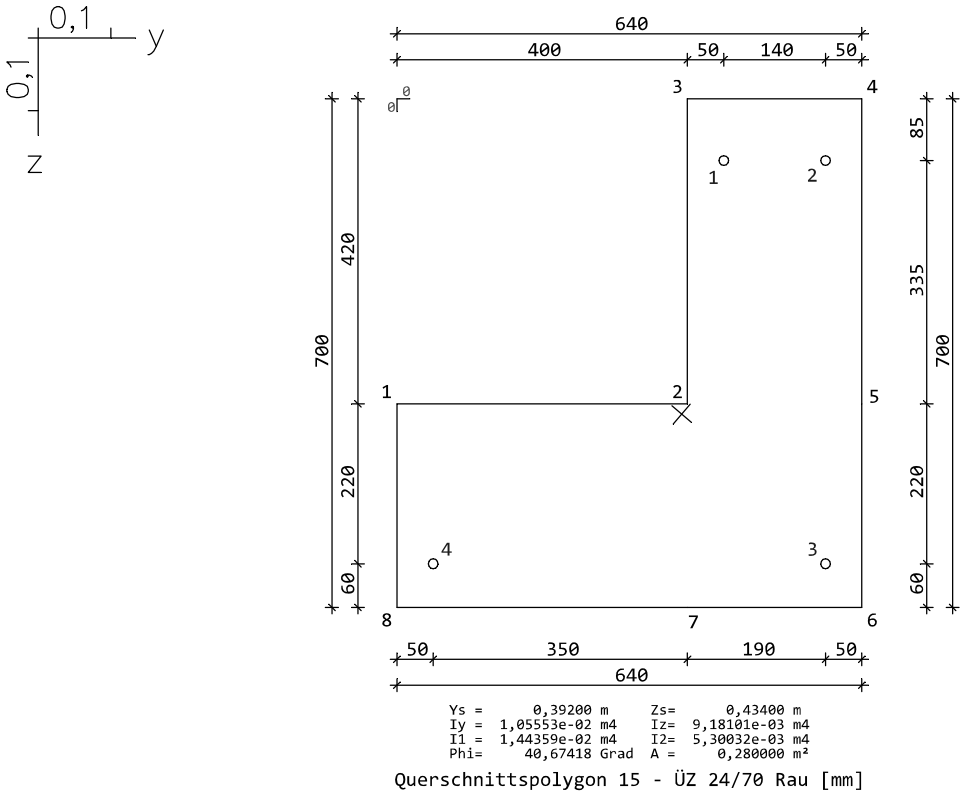
Querschnittspolygon 14

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:



Querschnittspolygon 15 - ÜZ 24/70 Rau [mm]

Querschnittspolygon 15

Linienlager

	Bezeichnung	'F' = Fest, '-' = Frei oder Federsteifigkeit [MN/m²] bzw. [MNm/m]						Zug-ausfall
		ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z	
1	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
2	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
3	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
4	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
5	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
6	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
7	WAT	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
8	WAT	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
9	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
10	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
11	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
12	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
13	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
14	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
15	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
16	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
17	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
18	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
19	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
20	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
21	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
22	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
23	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
24	Wand 28cm	F	F	2300,00	-	-	-	L:x-y-z
25	Wand 28cm	F	F	2300,00	-	-	-	L:x-y-z
26	WAT	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z

durch Vergleichsrechnung geprüft

Linienlager

	Bezeichnung	'F' = Fest, '-' = Frei oder Federsteifigkeit [MN/m²] bzw. [MNm/m]						Zug-ausfall
		ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z	
27	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
28	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
29	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
30	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
31	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
32	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
33	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
34	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
35	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
36	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
37	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
38	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
39	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
40	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
41	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
42	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
43	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
44	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
45	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
46	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
47	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
48	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
49	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
50	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
51	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
52	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
53	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
54	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
55	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
56	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
57	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
58	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
59	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
60	WAT	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
61	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
62	WAT	F	F	1700,00	-	-	-	L:x-y-z
63	WAT	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
64	WAT	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
65	WAT	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
66	Außenwand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
67	WAT	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
68	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
69	WAT	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z

Festhaltungen

	Knoten	Drehung des Lagersystems um Achse [°]			'F' = Fest, '-' = Frei oder Federsteifigkeit [MN/m] bzw. [MNm]					
		x	y	z	ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z
1	2611	0,0	0,0	0,0	F	F	900,00	-	-	-
2	2830	0,0	0,0	0,0	F	F	560,00	-	-	-
3	4927	0,0	0,0	0,0	F	F	900,00	-	-	-

durch Vergleichsrechnung geprüft

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:

Lastfall-Bezeichnung

	Lastfall	Bezeichnungstext
1	1	Eigengewicht gk
2	2	Ausbaulast gk
3	3	Nutzlast qk,1
4	4	Nutzlast qk,2
5	5	Nutzlast qk,3
6	6	Nutzlast qk,4
7	7	gk Aufstehende ständige Lasten im 2OG gk
8	11	Gk Auflagerkräfte Stahlträger+TPZ Pos.10
9	12	Qk Auflagerkräfte Stahlträger+TPZ Pos.10
10	13	Gk aus Stb.-Balken
11	14	Qk aus Stb.-Balken
12	15	Aufgehende Wände+Fassade
13	17	LÜN Gk aus 2.OG
14	18	LÜN Qk aus 2.OG
15	20	LWL Gk
16	21	LWL Qk

Lastgruppen

	Berechnungstheorie	Vorverformung	Eigengewicht gk	Ausbaulast gk	Nutzlast qk,1	Nutzlast qk,2	Nutzlast qk,3	Nutzlast qk,4	gk Aufstehende ständige Lasten im 2OG gk	Gk Auflagerkräfte Stahlträger+TPZ Pos.10	Qk Auflagerkräfte Stahlträger+TPZ Pos.10	Gk aus Stb.-Balken	Qk aus Stb.-Balken
LF-Nr. Lastgruppe	-	-	LF 1	LF 2	LF 3	LF 4	LF 5	LF 6	LF 7	LF 11	LF 12	LF 13	LF 14
20 : LWL Gk	1.		1	1					1	1		1	
21 : LWL Qk	1.				1	1	1	1			1		1

	Aufgehende Wände+Fassade	LÜN Gk aus 2.OG	LÜN Qk aus 2.OG
LF-Nr. Lastgruppe	LF 15	LF 17	LF 18
20 : LWL Gk	1	1	
21 : LWL Qk			1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

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

Lastfälle

1	Eigengewicht gk
2	Ausbaulast gk
7	gk Aufstehende ständige Lasten im 2OG gk

QN - Verkehrlast

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	Nutzlast qk,1
4	Nutzlast qk,2
5	Nutzlast qk,3
6	Nutzlast qk,4

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

G	Eigenlast
QN	Verkehrlast

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G	Eigenlast
QN	Verkehrlast

1. Quasi-ständige Situation

Endzustand

G	Eigenlast
QN	Verkehrlast

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

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	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

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
9	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	XC1	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.	Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	35	.
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.
3	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
4	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
5	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
6	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
7	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.
8	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
9	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
10	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
12	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
13	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
14	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
15	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.

durch Vergleichsrechnung geprüft

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	.	.	.	0,280	.	0,245	0,90	.	.	.	.
2	0,200	.	0,150	0,90	0,780	.	0,730	0,90	0,680	0,100	0,100	.
3	0,240	.	0,180	0,90	0,500	.	0,440	0,90	0,380	0,120	0,120	.
4	0,240	.	0,180	0,90	0,600	.	0,540	0,90	0,480	0,120	0,120	.
5	0,240	.	0,180	0,90	1,000	.	0,940	0,90	0,880	0,120	0,120	.
6	0,350	.	0,290	0,90	0,500	.	0,440	0,90	0,380	0,230	0,120	.
7	0,240	.	0,190	0,90	0,700	.	0,650	0,90	0,600	0,140	0,100	.
8	0,240	.	0,180	0,90	0,650	.	0,590	0,90	0,530	0,120	0,120	.
9	0,280	.	0,220	0,90	0,500	.	0,440	0,90	0,380	0,160	0,120	.
10	0,200	.	0,140	0,90	0,500	.	0,440	0,90	0,400	0,100	0,100	.
12	0,240	.	0,180	0,90	0,500	.	0,440	0,90	0,380	0,120	0,120	.
13	0,240	.	0,180	0,90	0,600	.	0,540	0,90	0,480	0,120	0,120	.
14	0,350	.	0,290	0,90	0,500	.	0,440	0,90	0,380	0,230	0,120	.
15	0,240	.	0,190	0,90	0,700	.	0,650	0,90	0,600	0,140	0,100	.

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	0,280	0,200	0,00	.
3	Glatt	0,200	0,280	0,240	0,00	.
4	Glatt	0,200	0,280	0,240	0,00	.
5	Rau	0,400	0,280	0,240	0,00	.
6	Glatt	0,200	0,280	0,350	0,00	.
7	Glatt	0,200	0,420	0,240	0,00	.
8	Glatt	0,200	0,280	0,240	0,00	.
9	Glatt	0,200	0,280	0,280	0,00	.
10	Rau	0,400	0,280	0,200	0,00	.
12	Rau	0,400	0,280	0,240	0,00	.
13	Rau	0,400	0,280	0,240	0,00	.
14	Rau	0,400	0,280	0,350	0,00	.
15	Rau	0,400	0,420	0,240	0,00	.

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht gk	0,000	0,000	7375,291
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	7375,291
2	Ausbaulast gk	0,000	0,000	2409,397

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2409,397
3	Nutzlast qk,1	0,000	0,000	1449,342
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1449,342
4	Nutzlast qk,2	0,000	0,000	1578,401
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1578,401
5	Nutzlast qk,3	0,000	0,000	817,598
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	817,598
6	Nutzlast qk,4	0,000	0,000	507,757
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	507,757
7	gk Aufstehende ständige Lasten im ...	0,000	0,000	1022,727
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1022,727
11	Gk Auflagerkräfte Stahlträger+TPZ ...	0,000	0,000	778,309
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	778,309
12	Qk Auflagerkräfte Stahlträger+TPZ ...	0,000	0,000	1823,031
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1823,031
13	Gk aus Stb.-Balken	0,000	0,000	1837,309
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1837,309
14	Qk aus Stb.-Balken	0,000	0,000	459,450
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	459,450
15	Aufgehende Wände+Fassade	0,000	0,000	4556,933
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	4556,933
17	LÜN Gk aus 2.OG	0,000	0,000	1253,809
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1253,809
18	LÜN Qk aus 2.OG	0,000	0,000	449,343
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	449,343
20	LWL Gk	0,000	0,000	19233,775
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	19233,775
21	LWL Qk	0,000	0,000	7084,922
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	7084,922

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

er 1.OG

M = 1:200

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

LF 1: Belastung, Eigengewicht gk

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

er 1.OG

M = 1:200

durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 2: Belastung, Ausbaulast gk

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

er 1.OG

M = 1:200

qz:3,0
qz:5,0
qz:3,5
qz:13,0
qz:5,0
qz:3,5
qz:3,5
qz:3,5

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

er 1.OG

M = 1:200

qz:3
qz:3,5
qz:5
qz:11
qz:5
qz:3,5
qz:3
qz:5
qz:3,5
qz:3
qz:5
qz:3,5
qz:3

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

er 1.OG

M = 1:200

D
C
B
A
1
1a
2
2a
3
3a
4
4a
4b
E
qz:5.2b
qz:5.2b
qz:5.2b
qz:3.5
qz:3.5
qz:3.5

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

er 1.OG | M = 1:200

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

er 1.OG

M = 1:200

durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 7: Belastung, gk Aufstehende ständige Lasten im 2OG gk

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

er 1.OG

M = 1:200

durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 11: Belastung, Gk Auflagerkräfte Stahlträger+TPZ Pos.10

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

er 1.OG

M = 1:200

durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 12: Belastung, Qk Auflagerkräfte Stahlträger+TPZ Pos.10

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

er 1.OG

M = 1:200

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

LF 13: Belastung, Gk aus Stb.-Balken

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

er 1.OG

M = 1:200

durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 14: Belastung, Qk aus Stb.-Balken

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

er 1.OG | M = 1:200

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

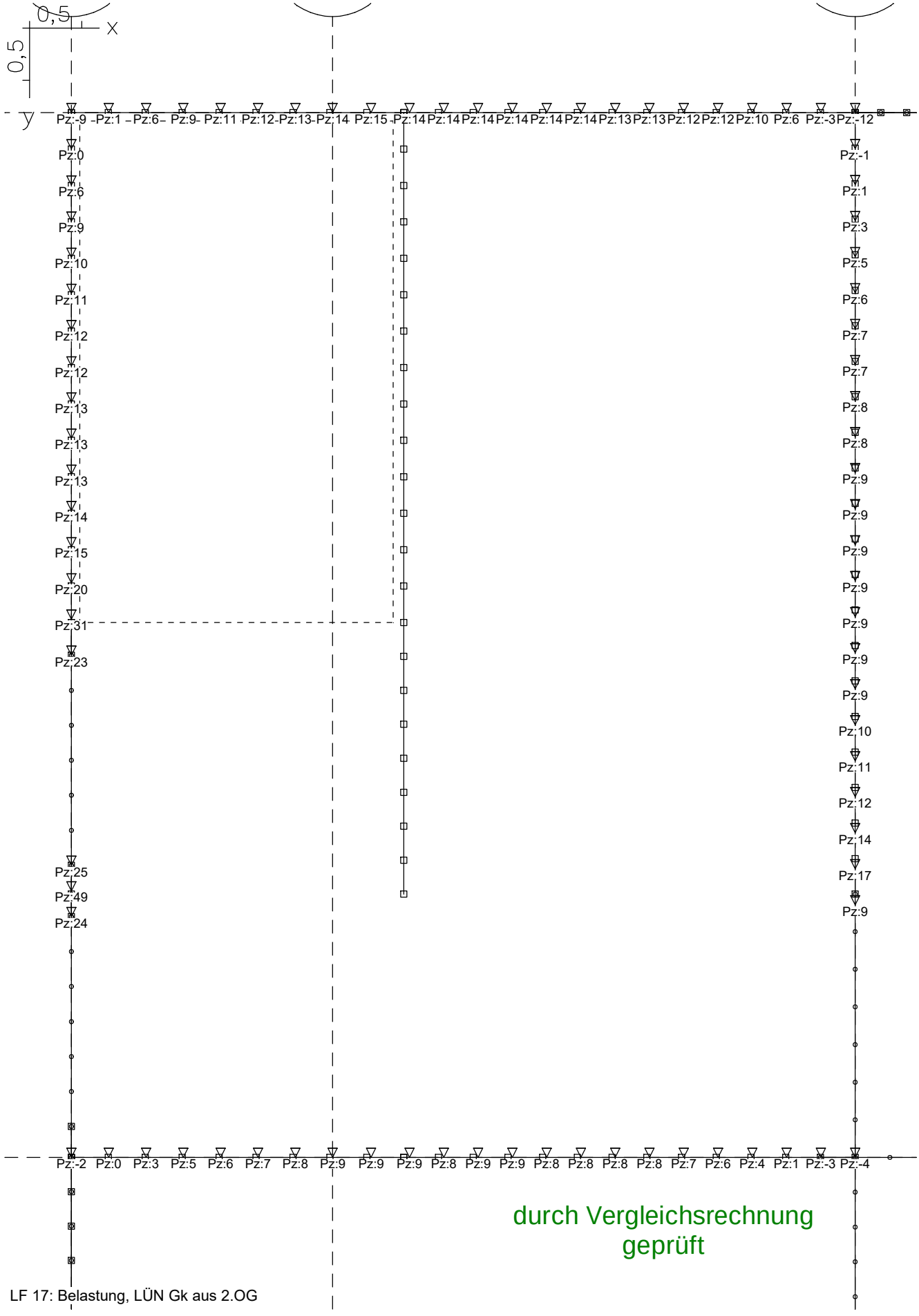
LF 15: Belastung, Aufgehende Wände+Fassade

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 17: Belastung, LÜN Gk aus 2.OG

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

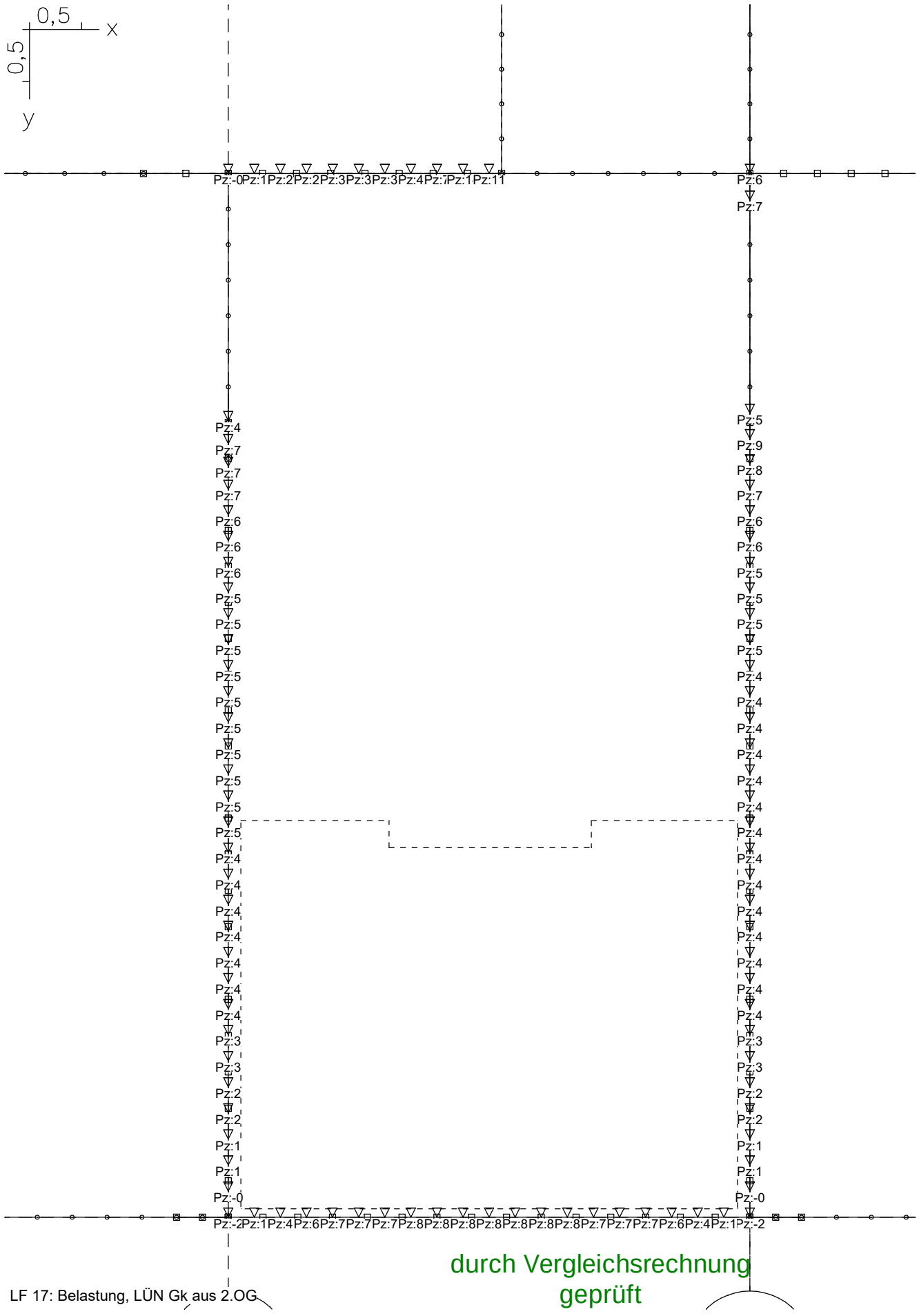
Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 17: Belastung, LÜN Gk aus 2.OG

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

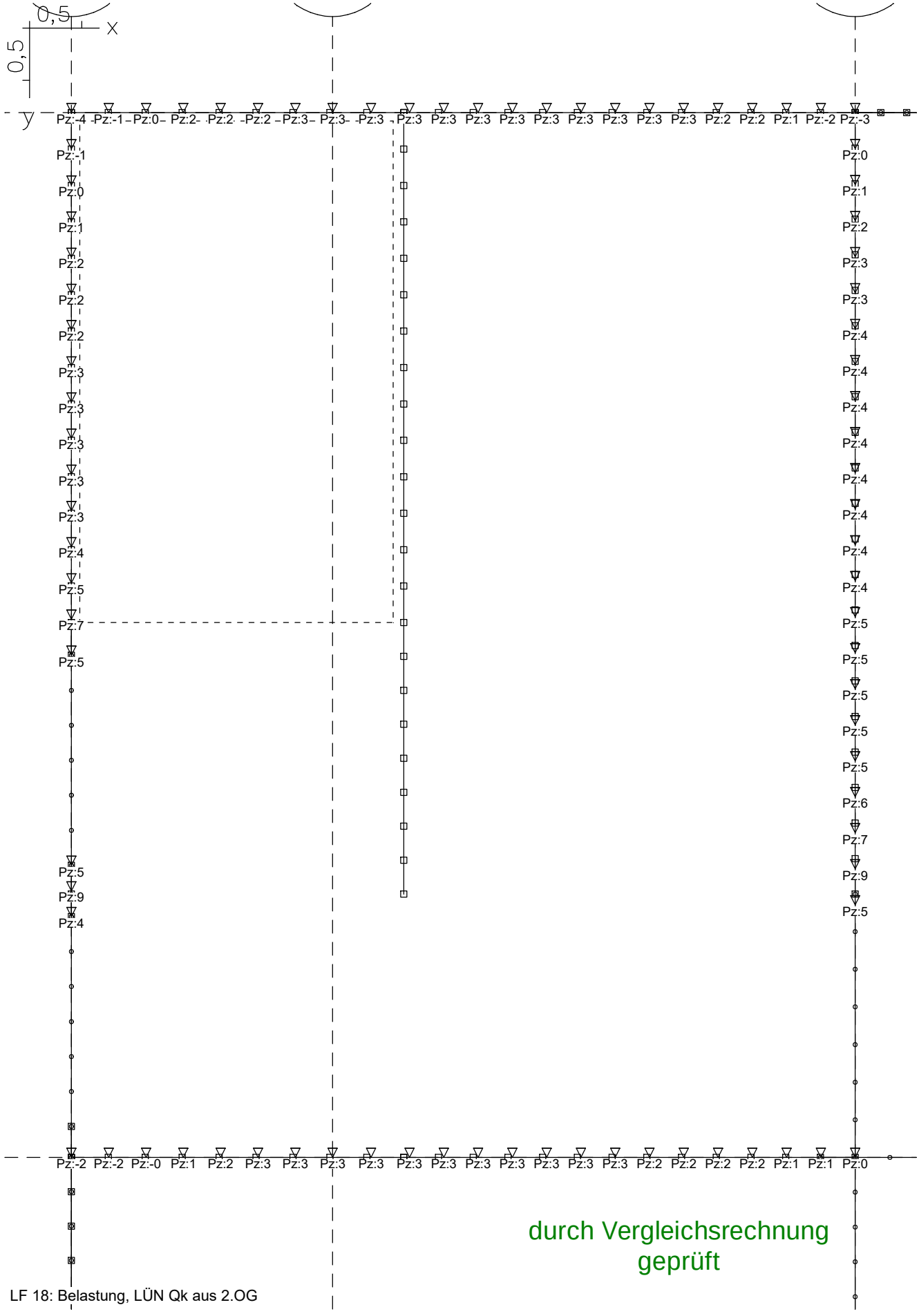
Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 18: Belastung, LÜN Qk aus 2.OG

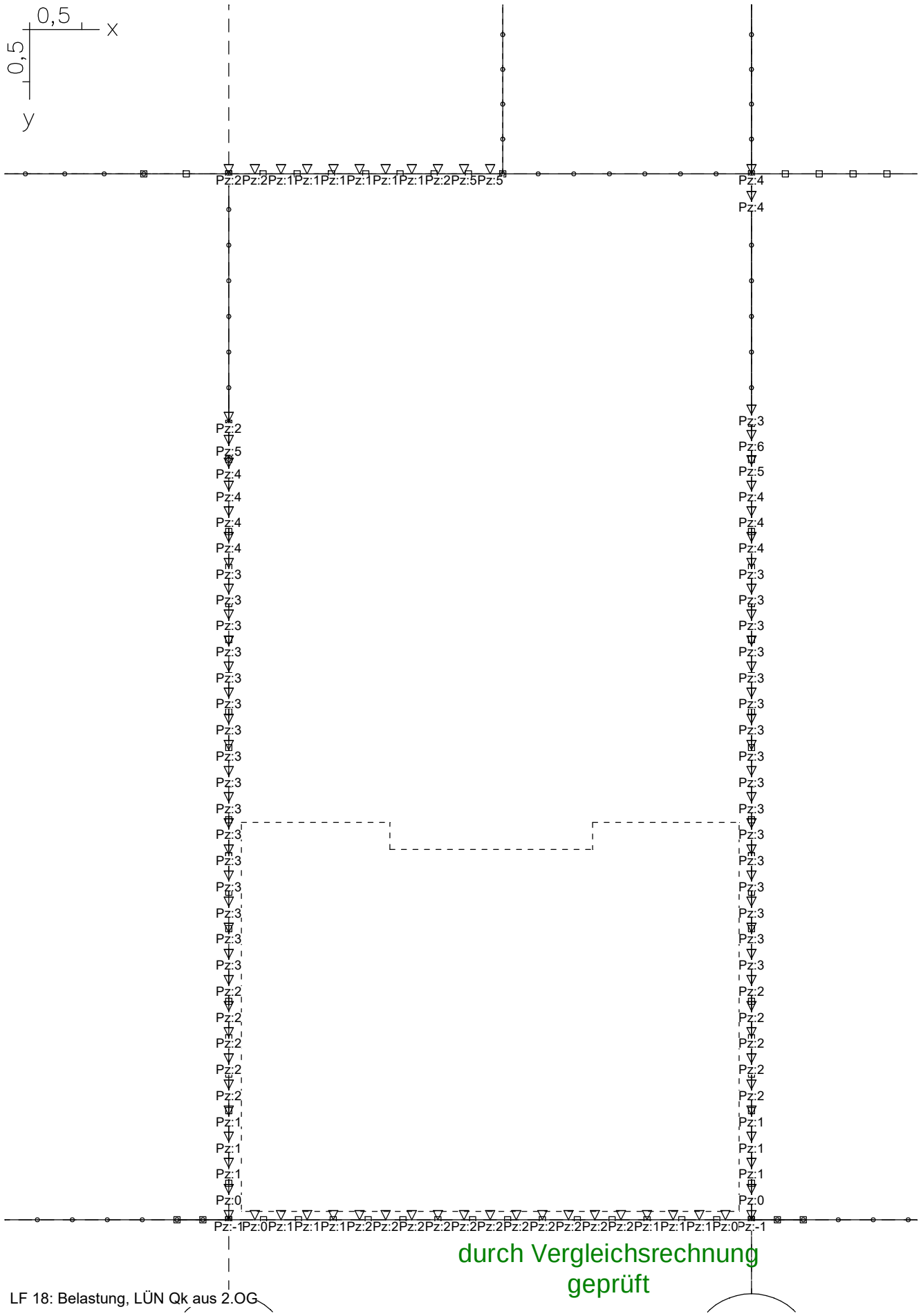
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:50



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 18: Belastung, LÜN Qk aus 2.OG

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

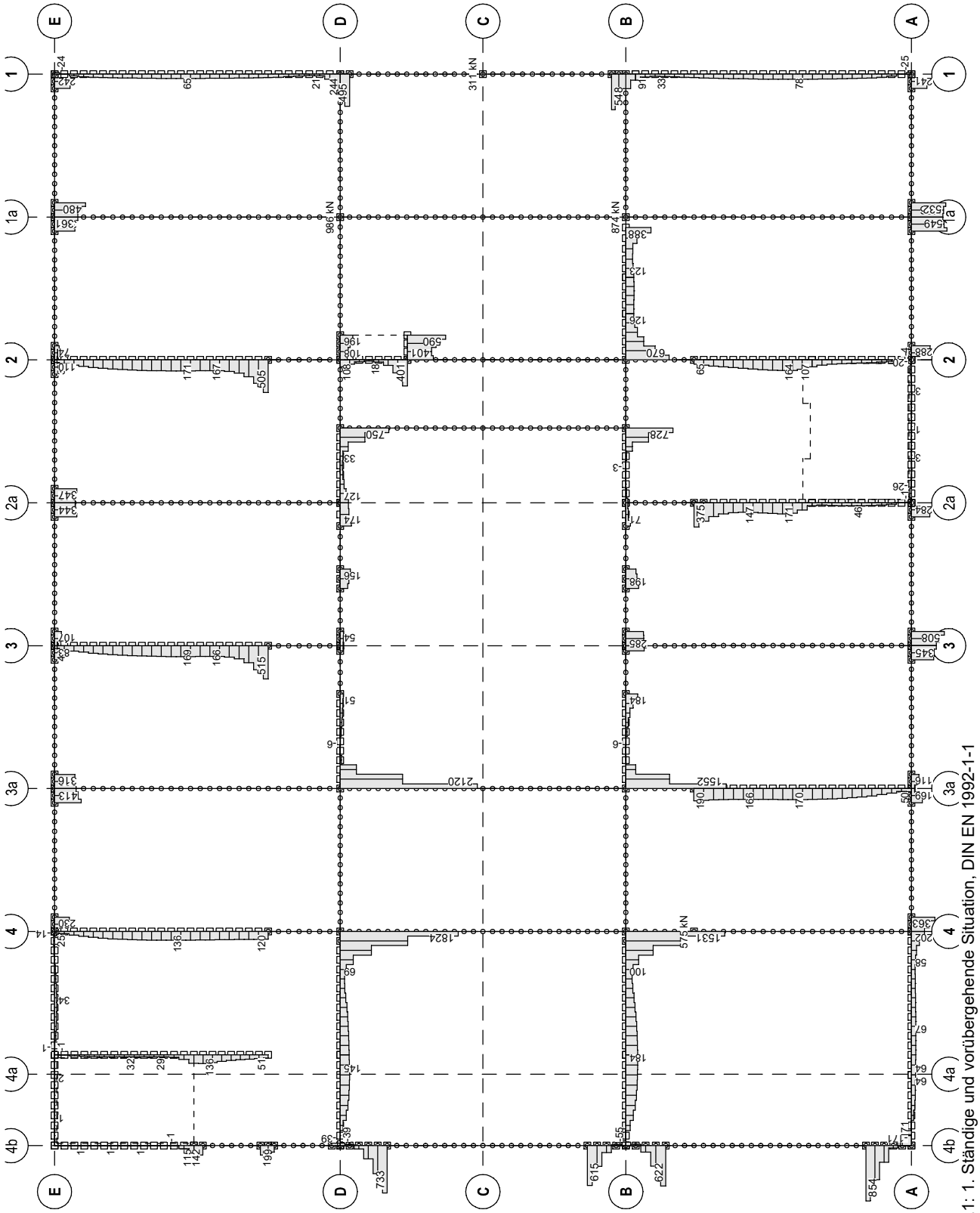
Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:200



durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

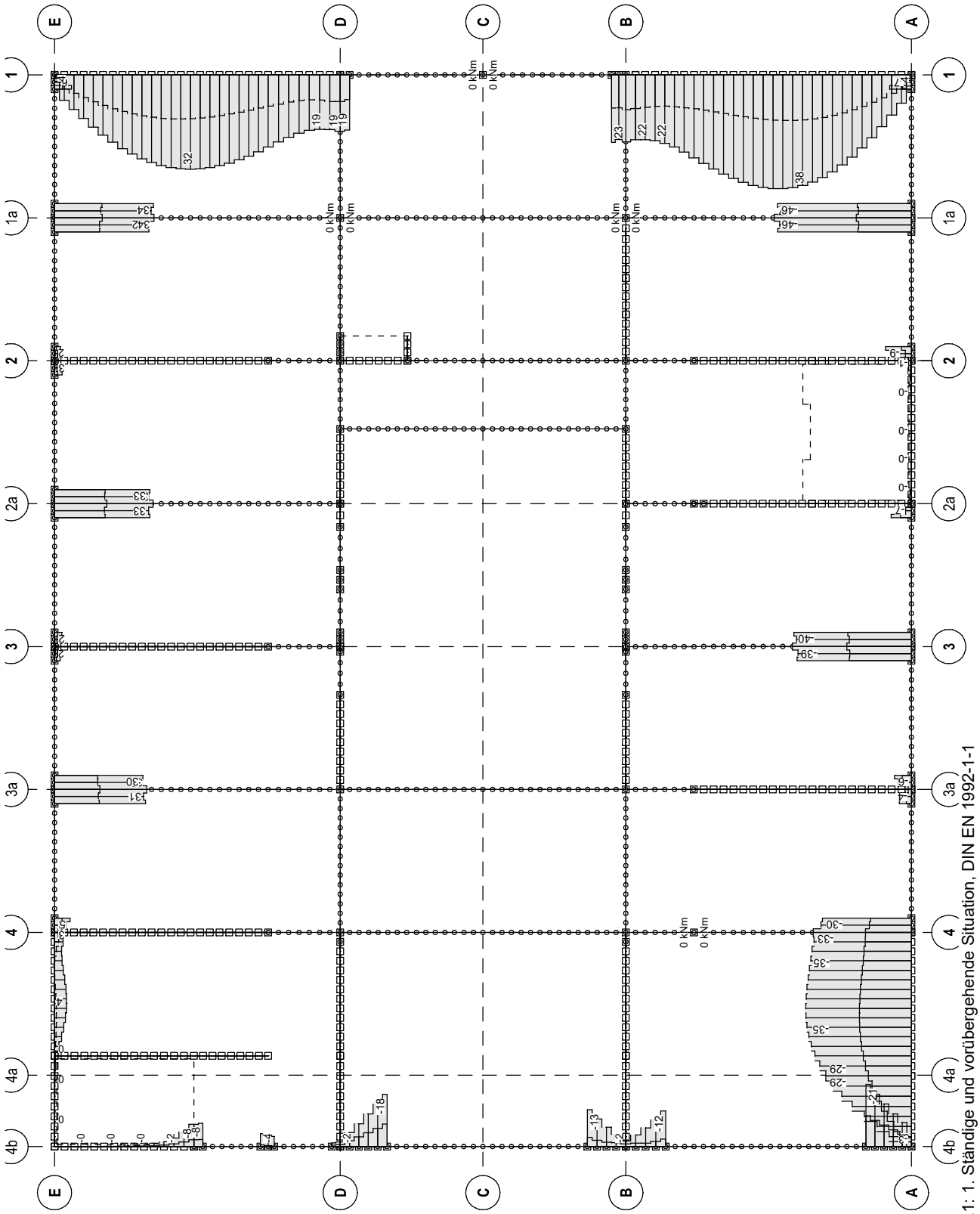
Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:200



Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

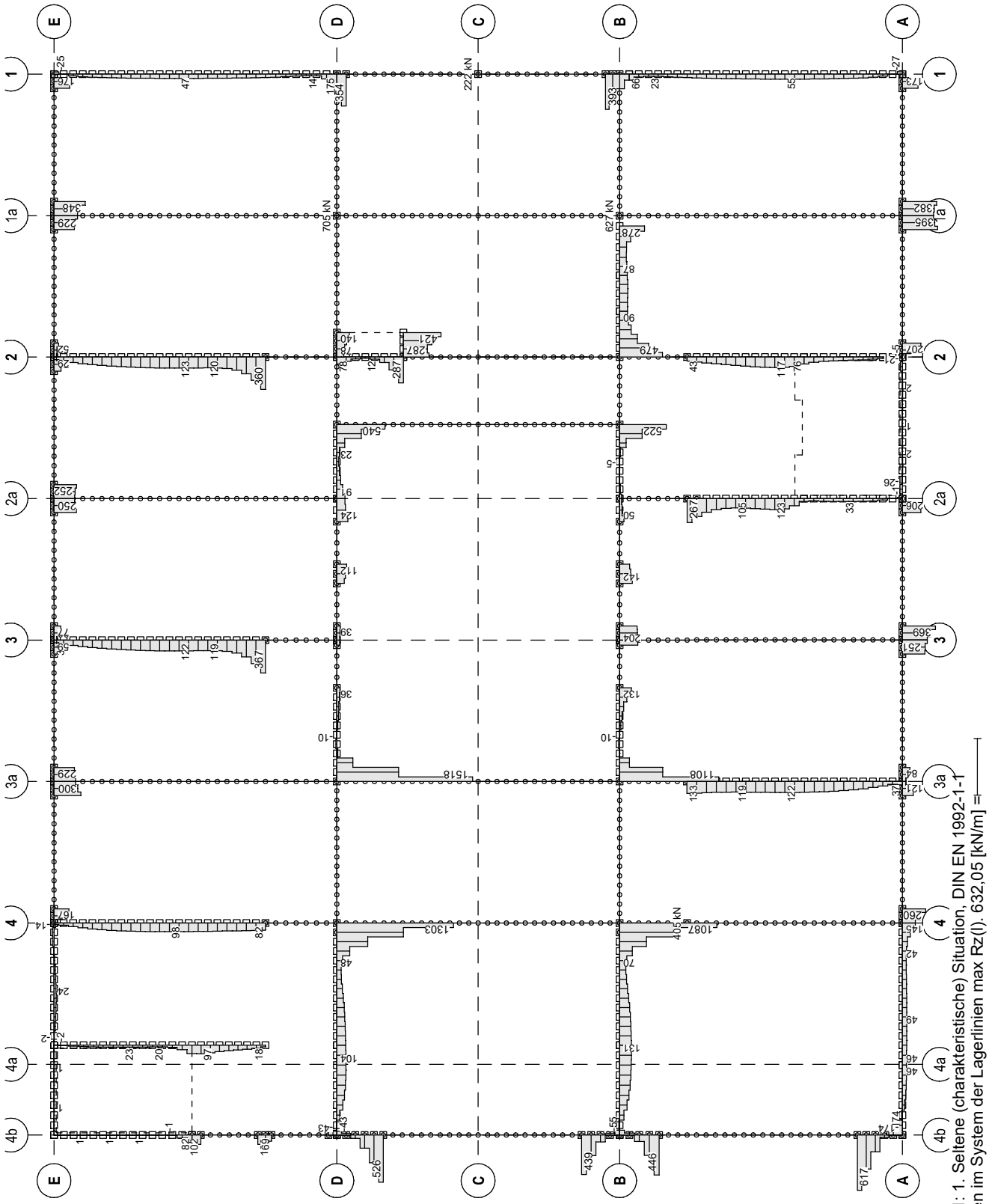
Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:200



Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

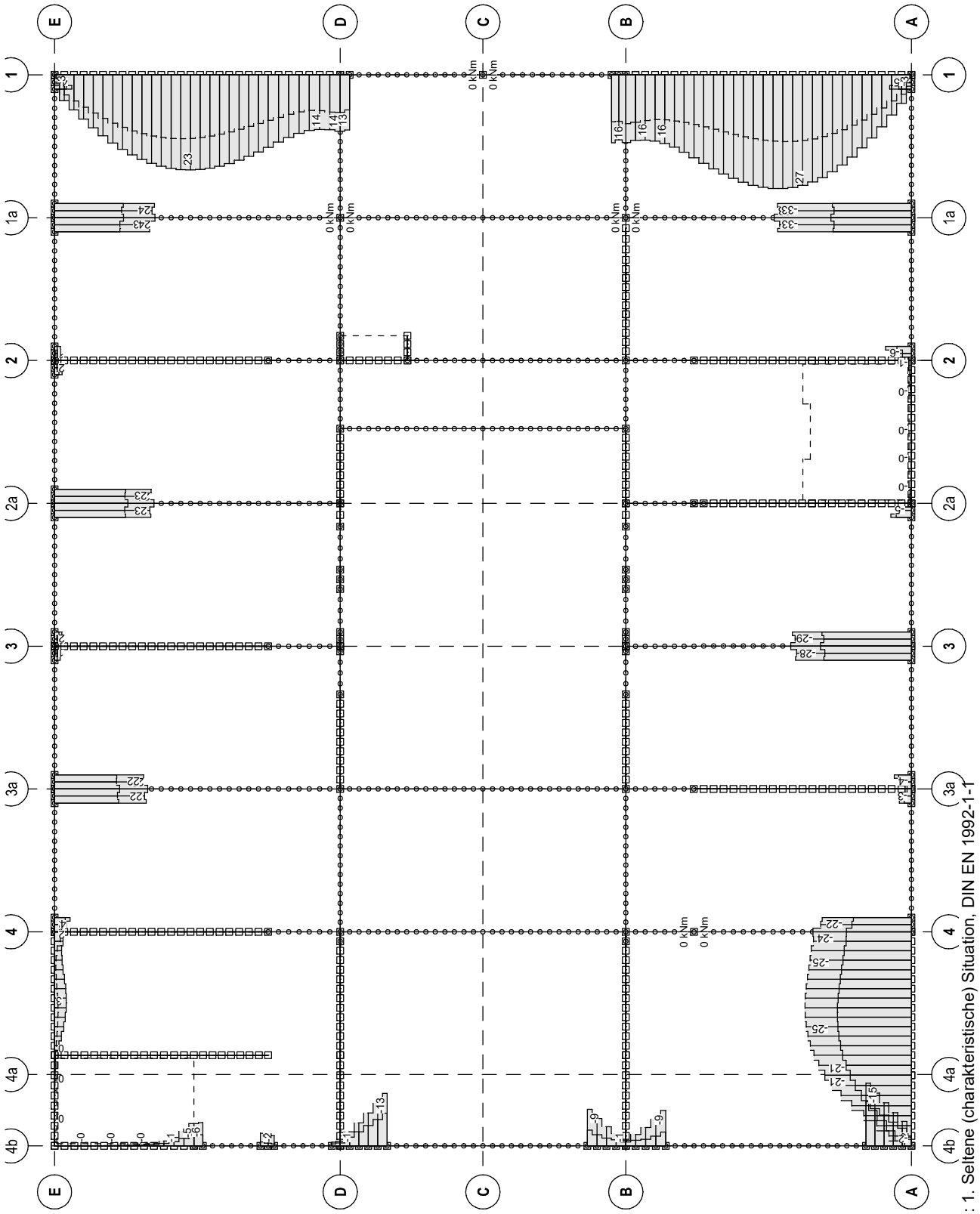
Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:200



durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

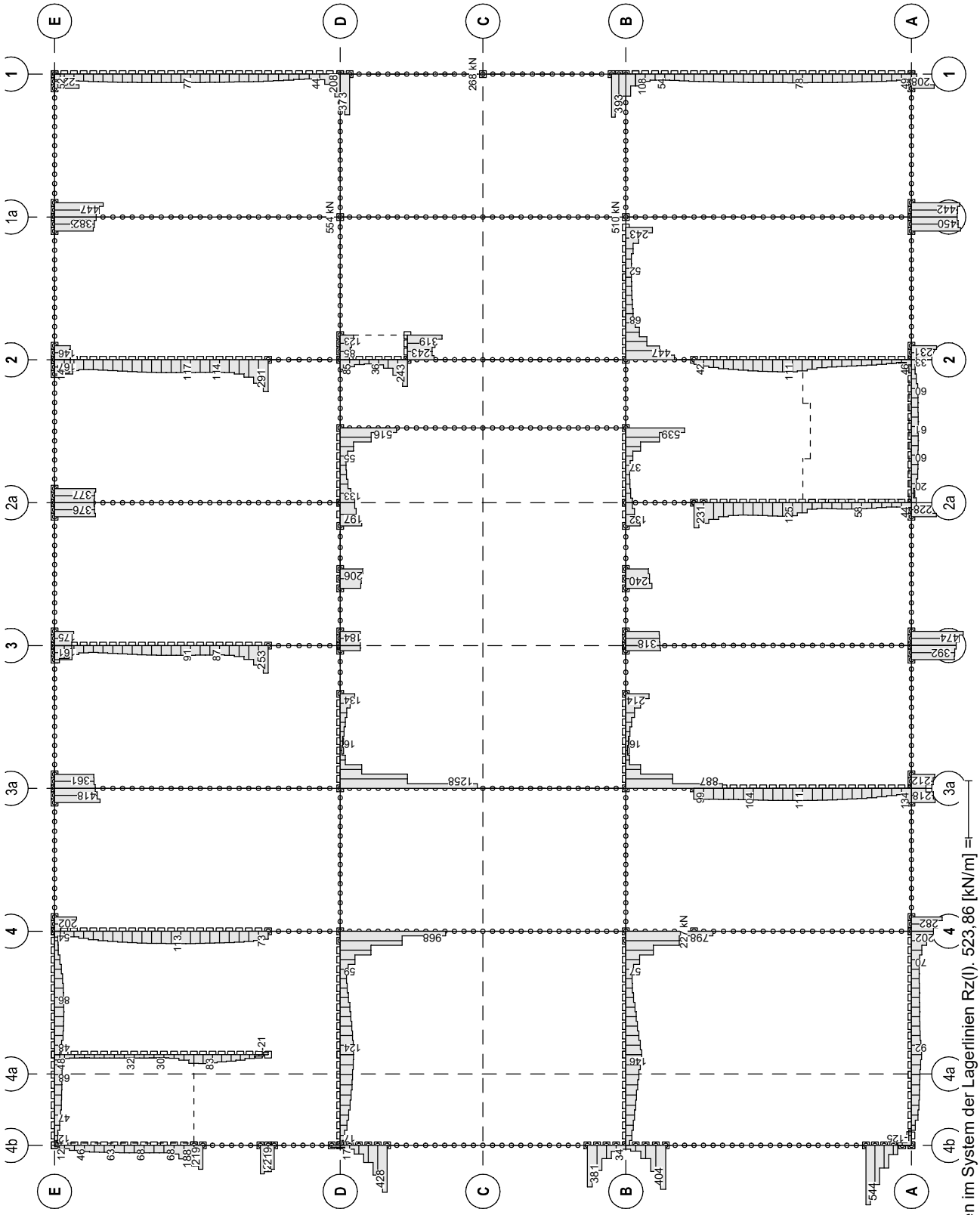
Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:200



Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

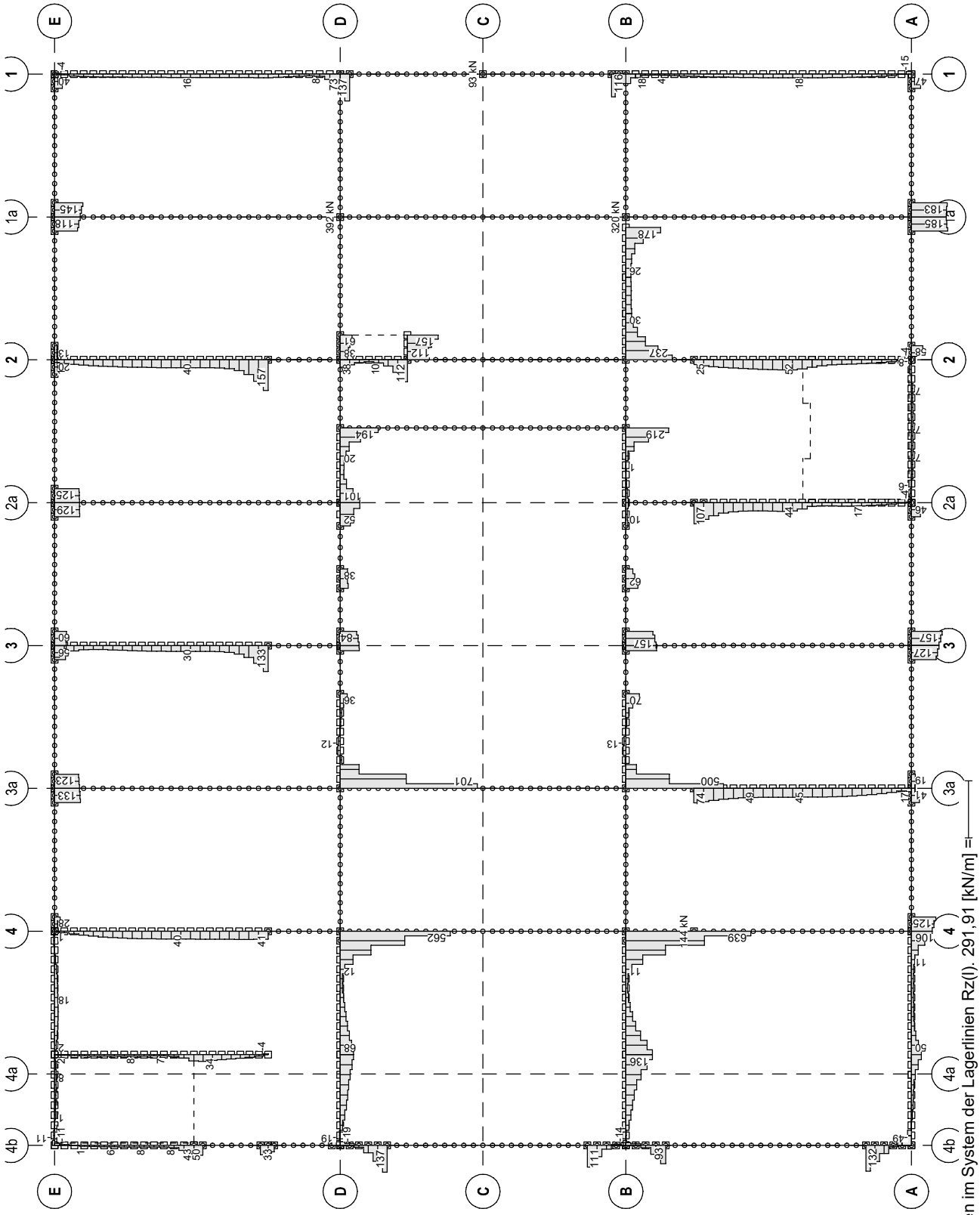
Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:200



Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

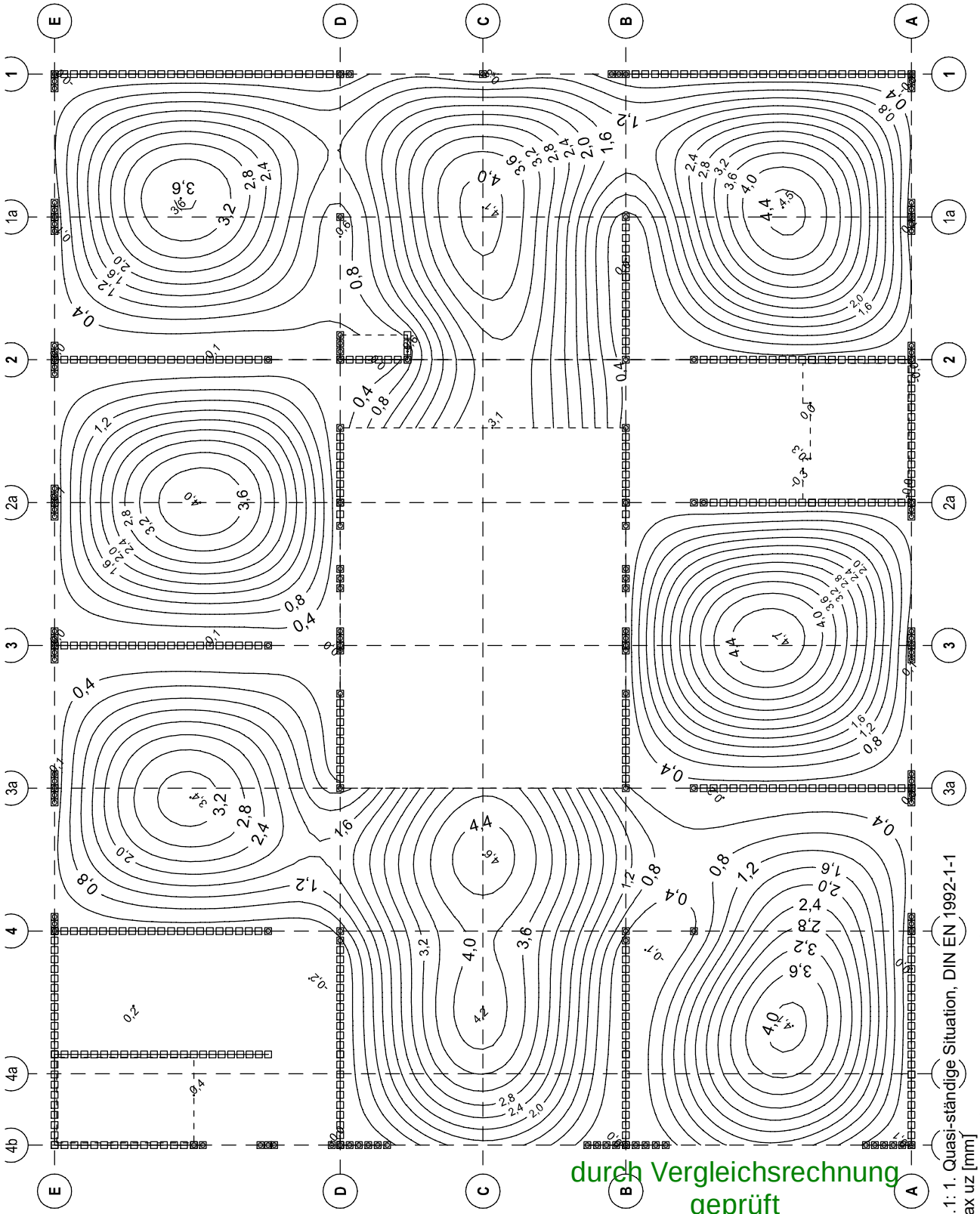
Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:200



durch Vergleichsrechnung geprüft

Verformungsnachweis:
L=10 m
4,73 mm≈L/2100
Aufgrund der früheren Belastung und des höheren Eigengewichtsanteils wird geschätzt:
Verformung im Zustand II = 3,5×4,73 =16,56mm ≈ L/600

LFK DIN1992.QS.1: 1. Quasi-ständige Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -0,31/4,73 [mm]

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

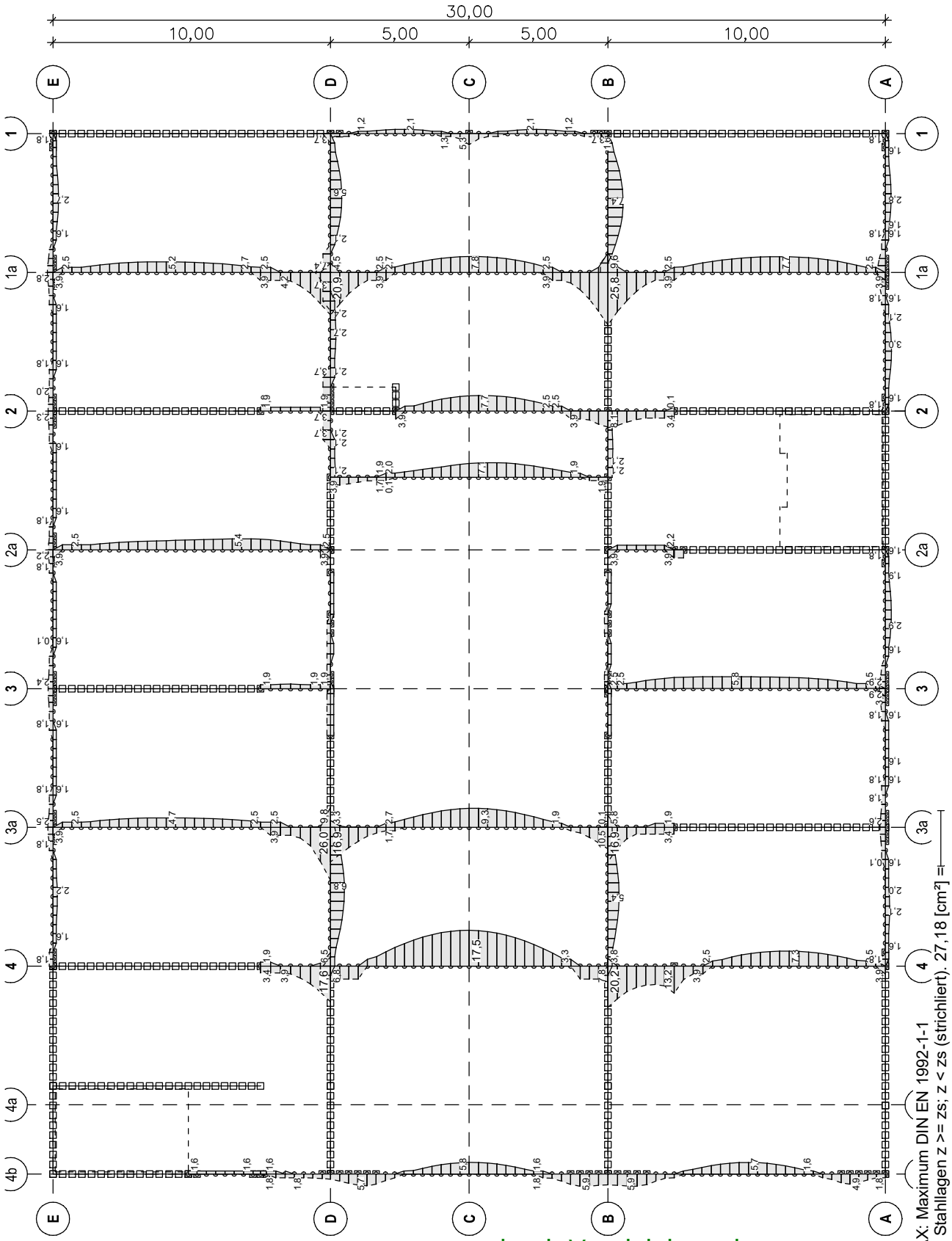
Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:200



Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

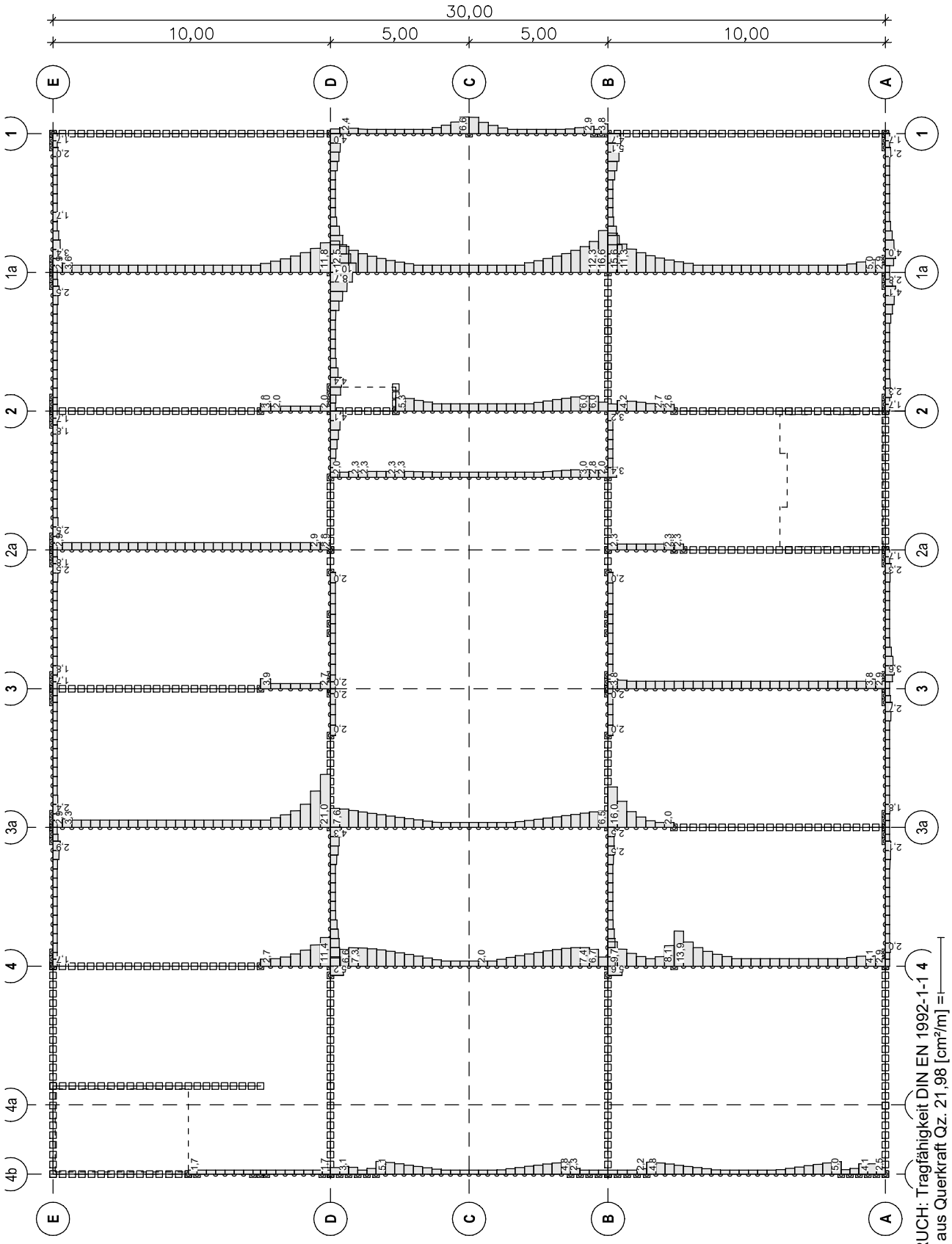
Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:200



Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

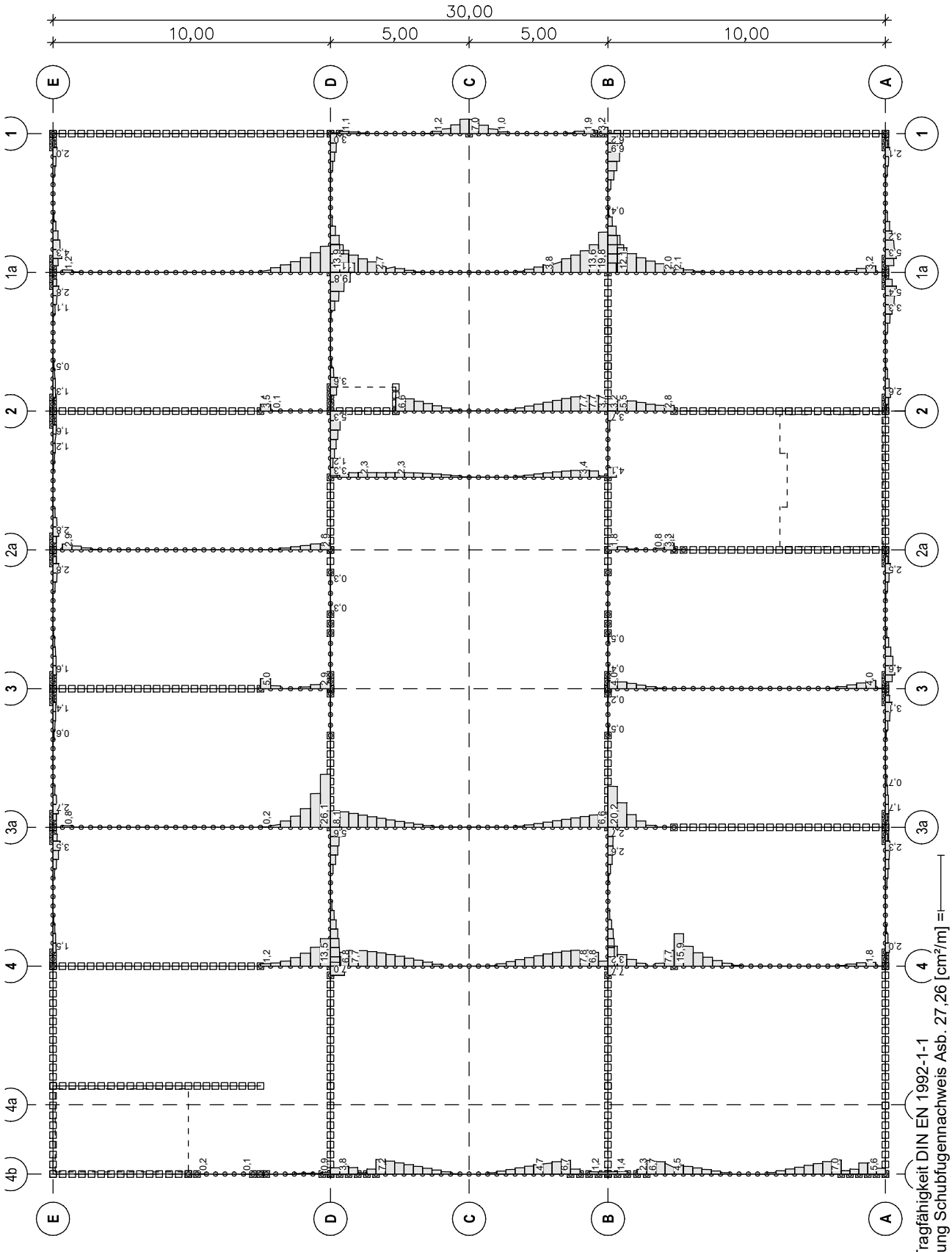
Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:200



Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:200

durch Vergleichsrechnung geprüft

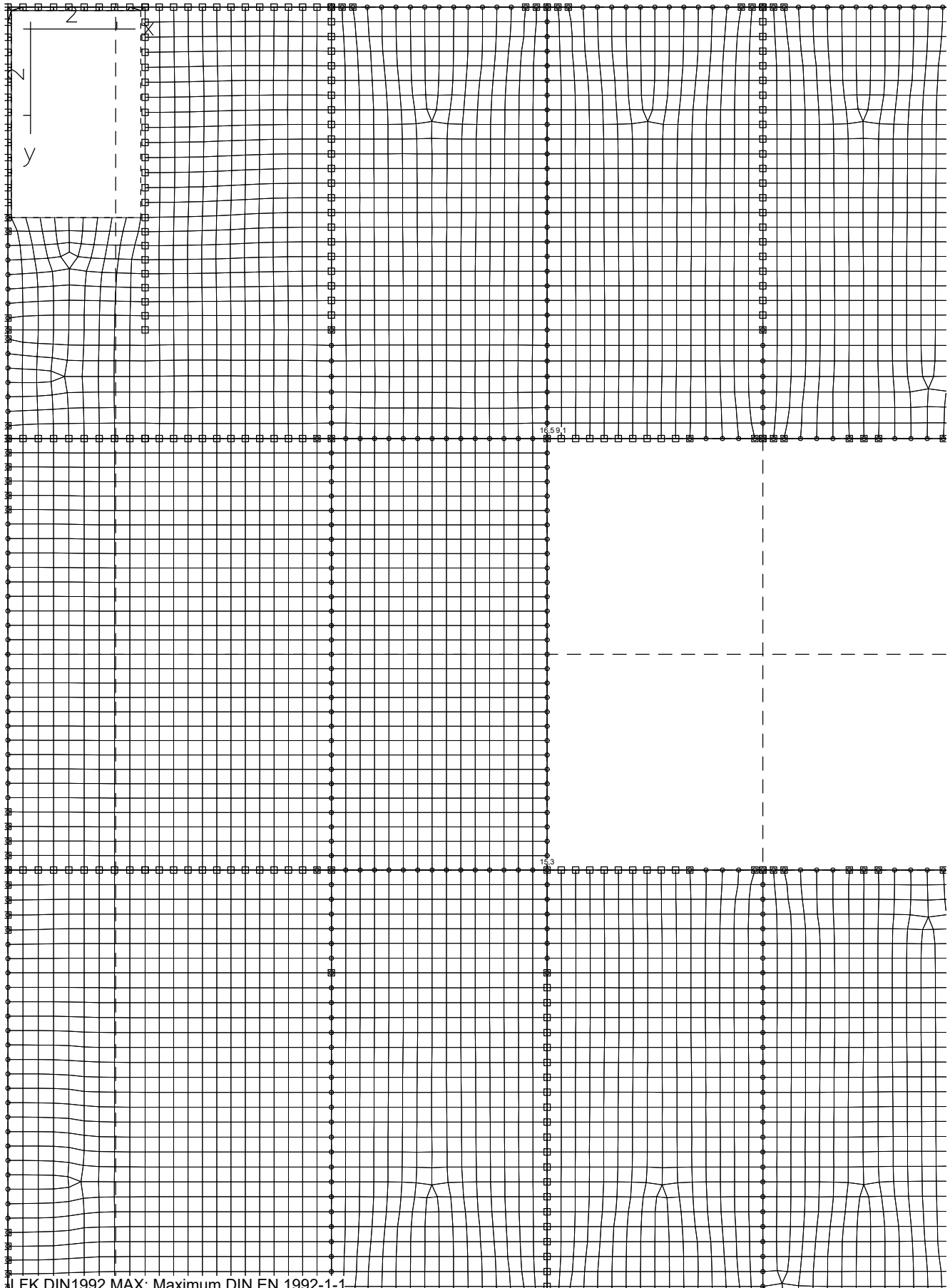
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 7,7 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/49,52 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:125



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 7,7 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/49,52 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

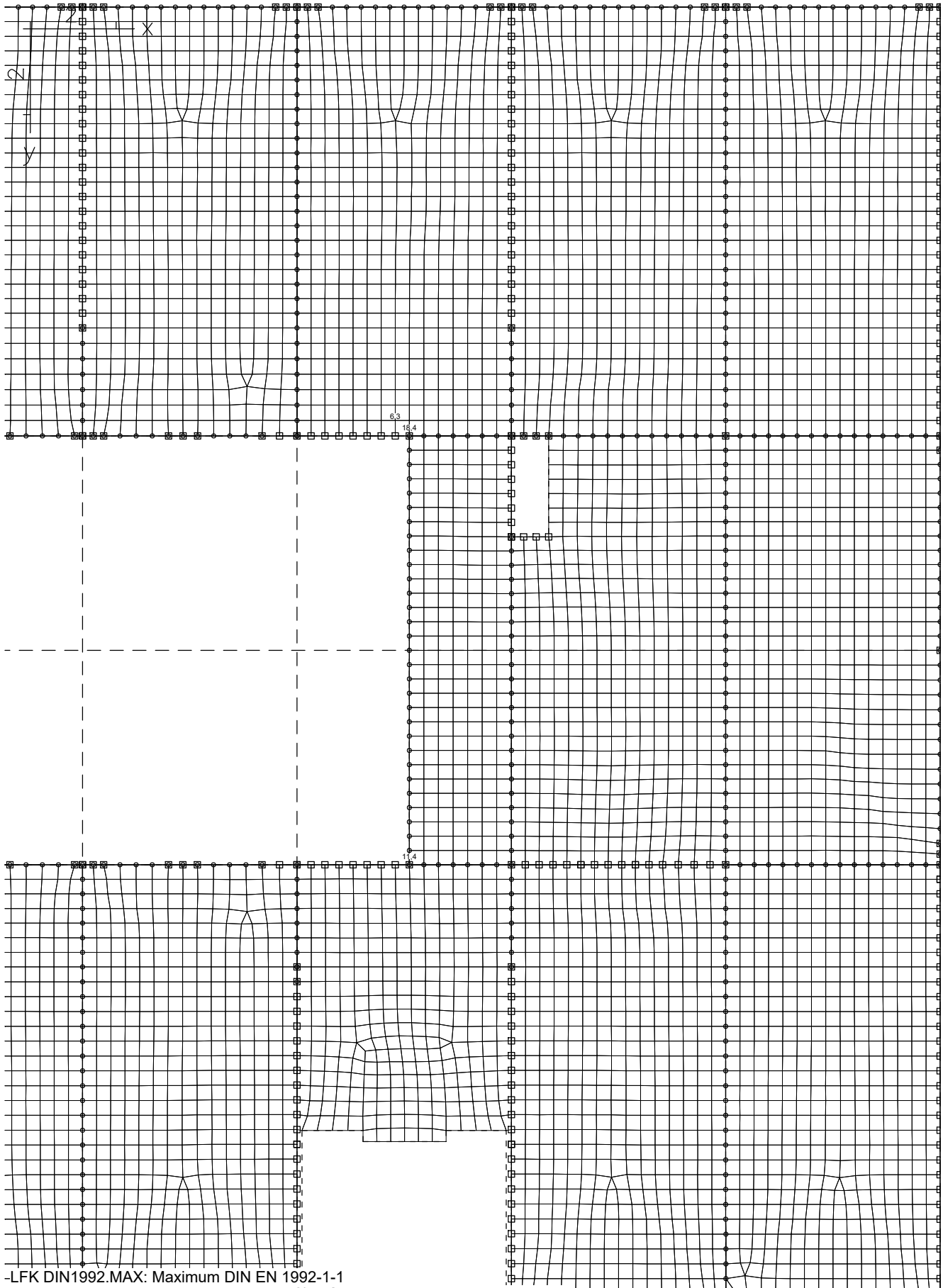
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:125



-LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
-Biegebewehrung asx 2. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 7,7 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/49,52 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:200

durch Vergleichsrechnung geprüft

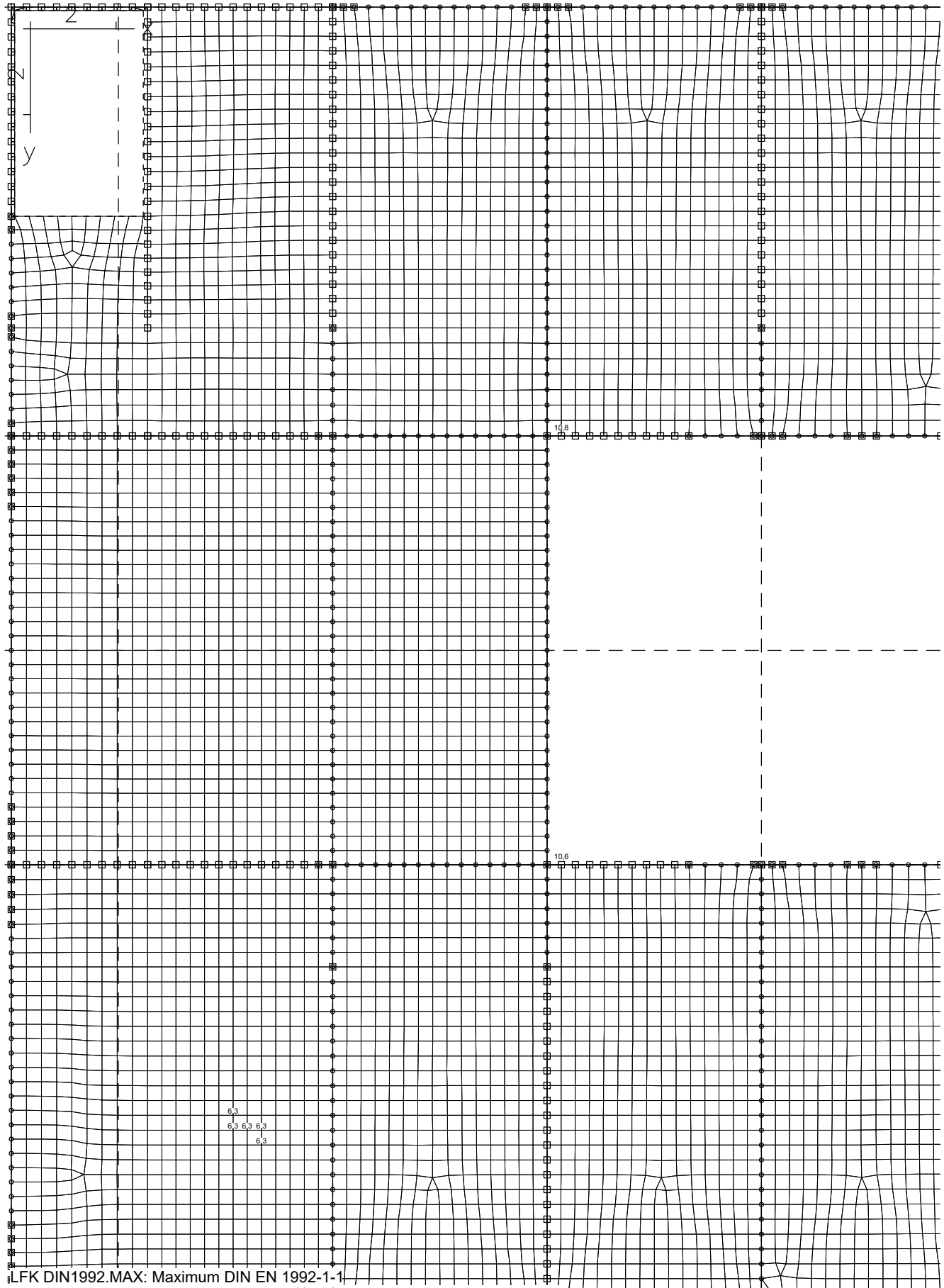
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 7,7 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/44,06 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:125



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 7,7 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/44,06 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

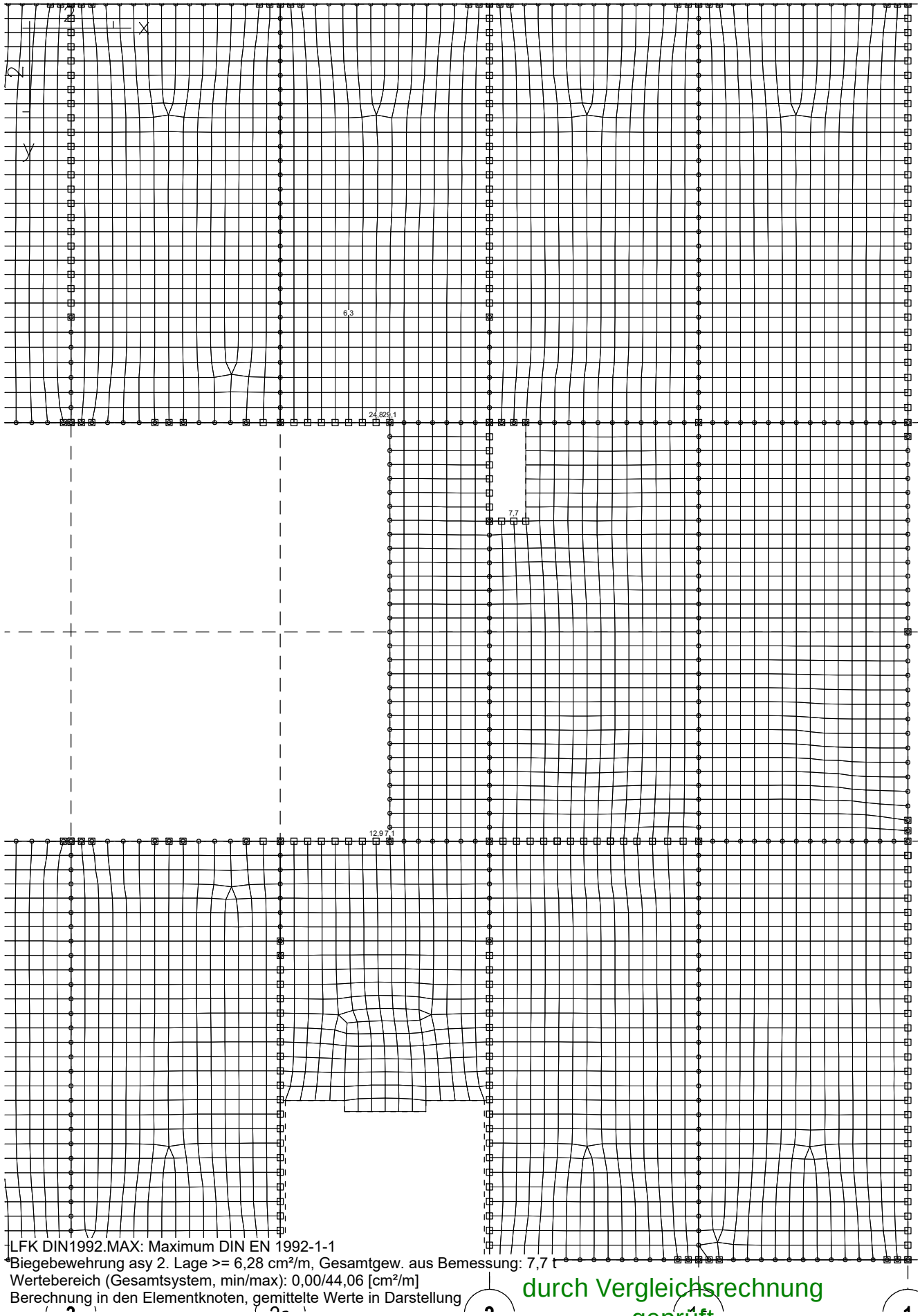
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:125



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 7,7 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/44,06 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

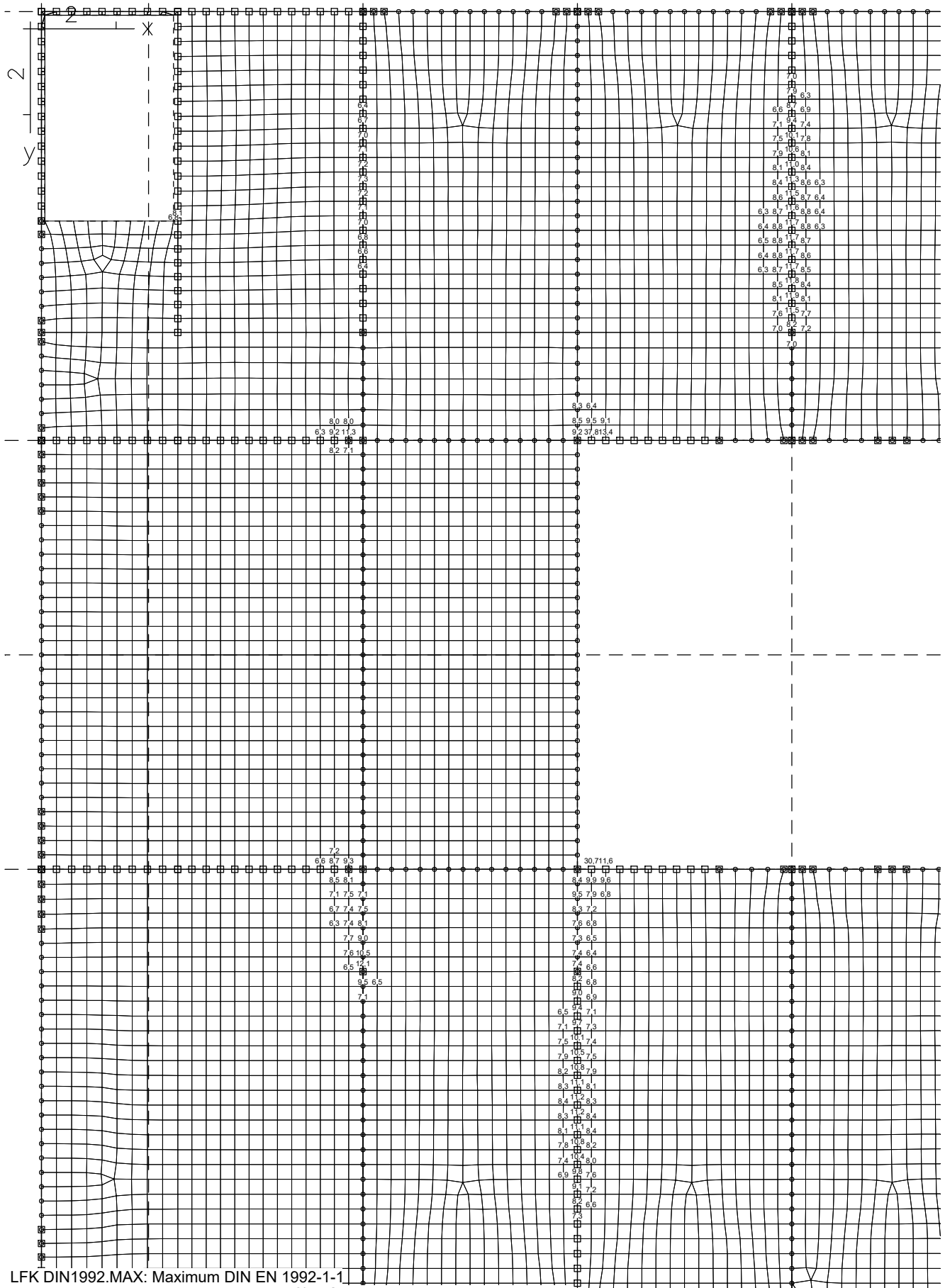
M = 1:200

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:125



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 7,7 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/42,08 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

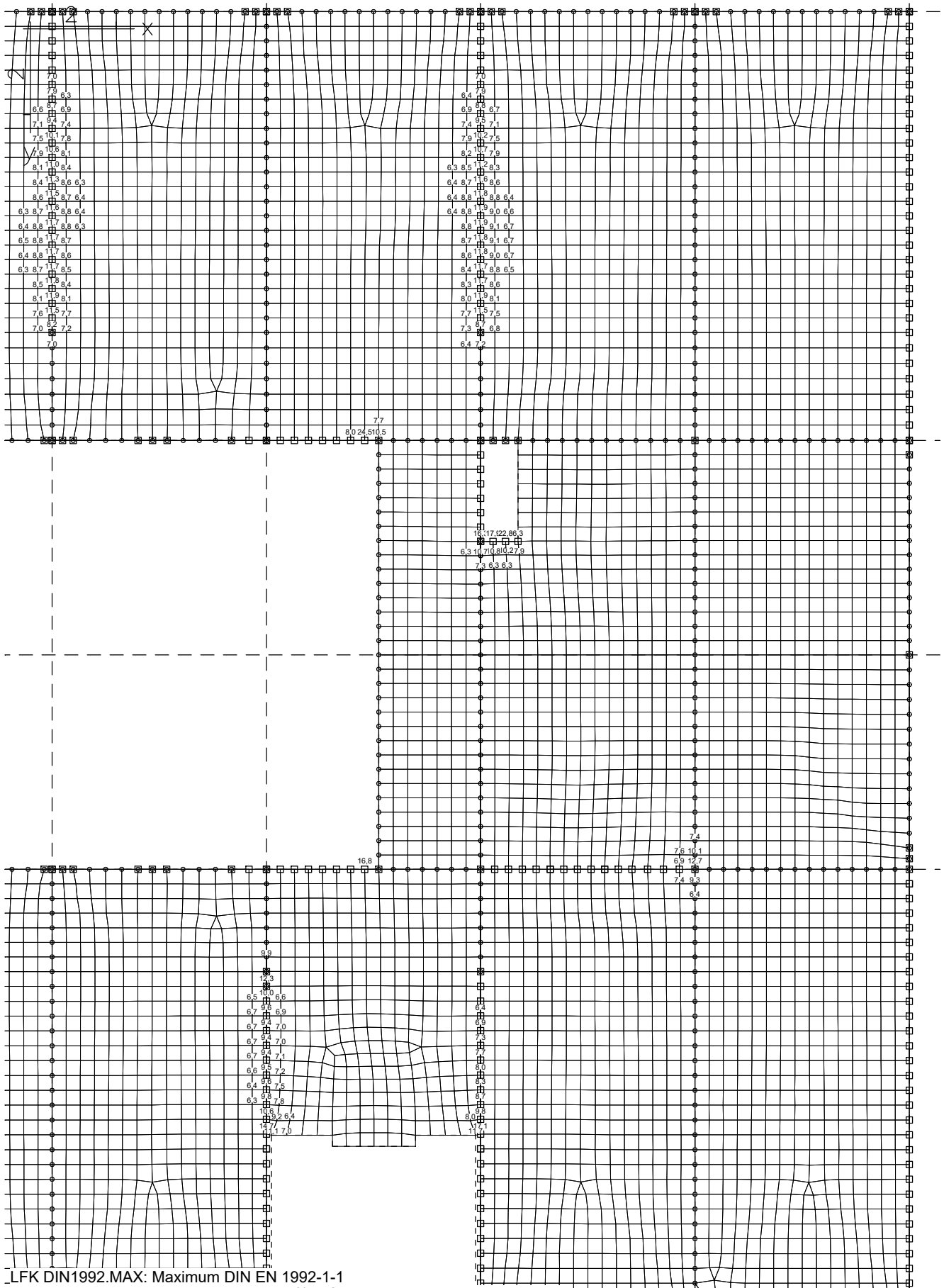
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:125



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 7,7 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/42,08 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:200

durch Vergleichsrechnung geprüft

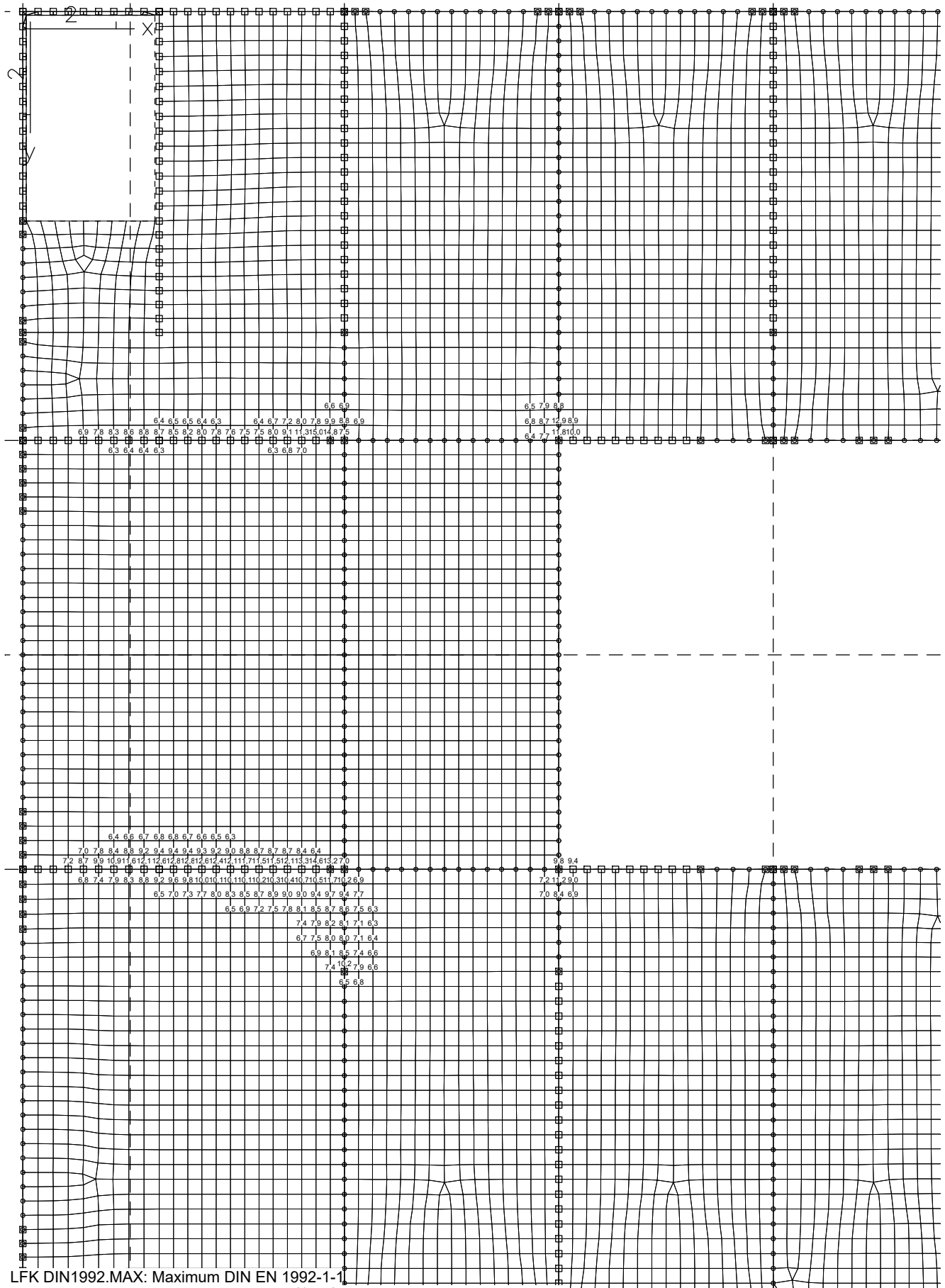
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 7,7 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/66,90 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:125



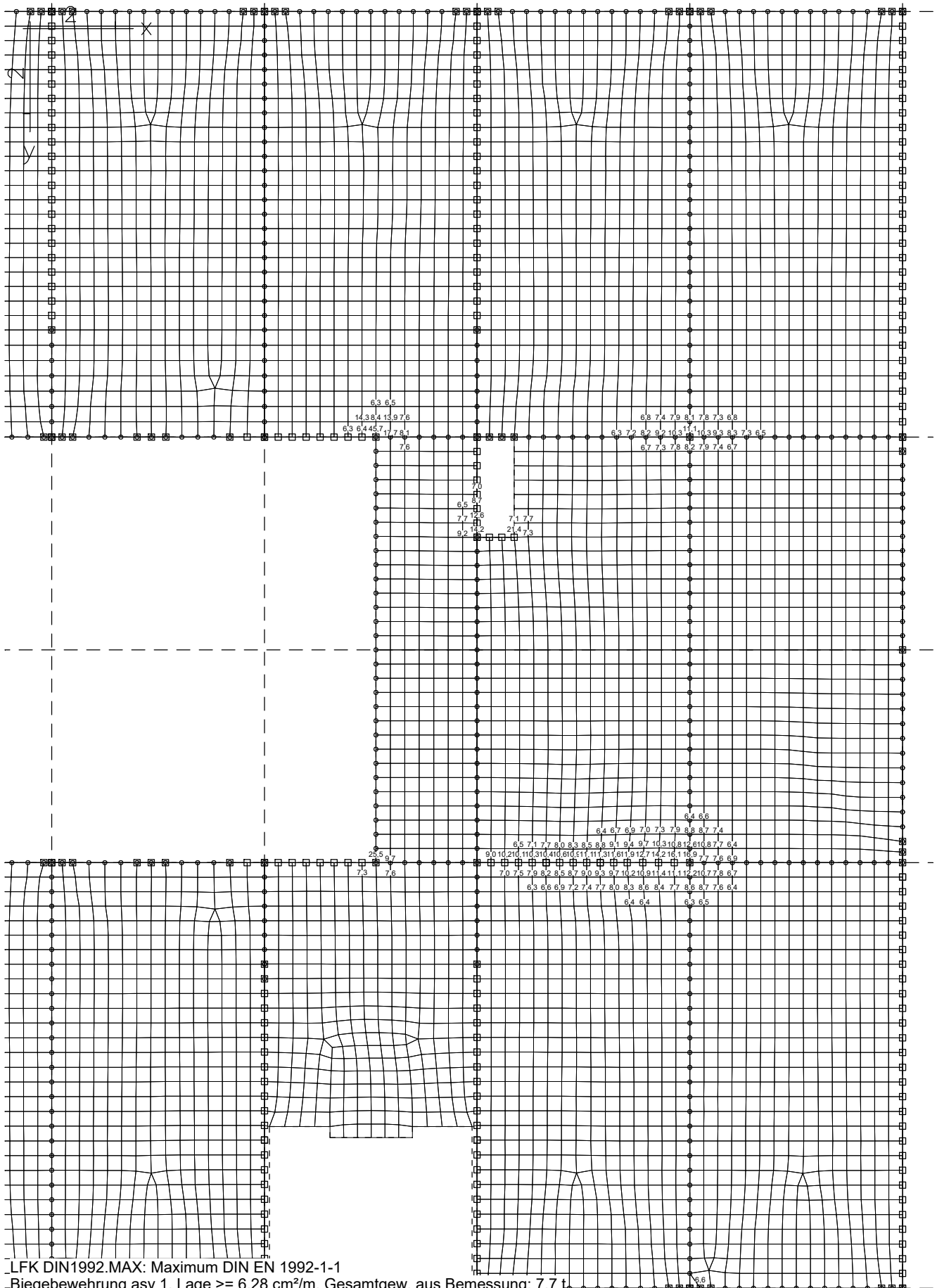
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 7,7 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/66,90 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:125



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 7,7 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/66,90 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

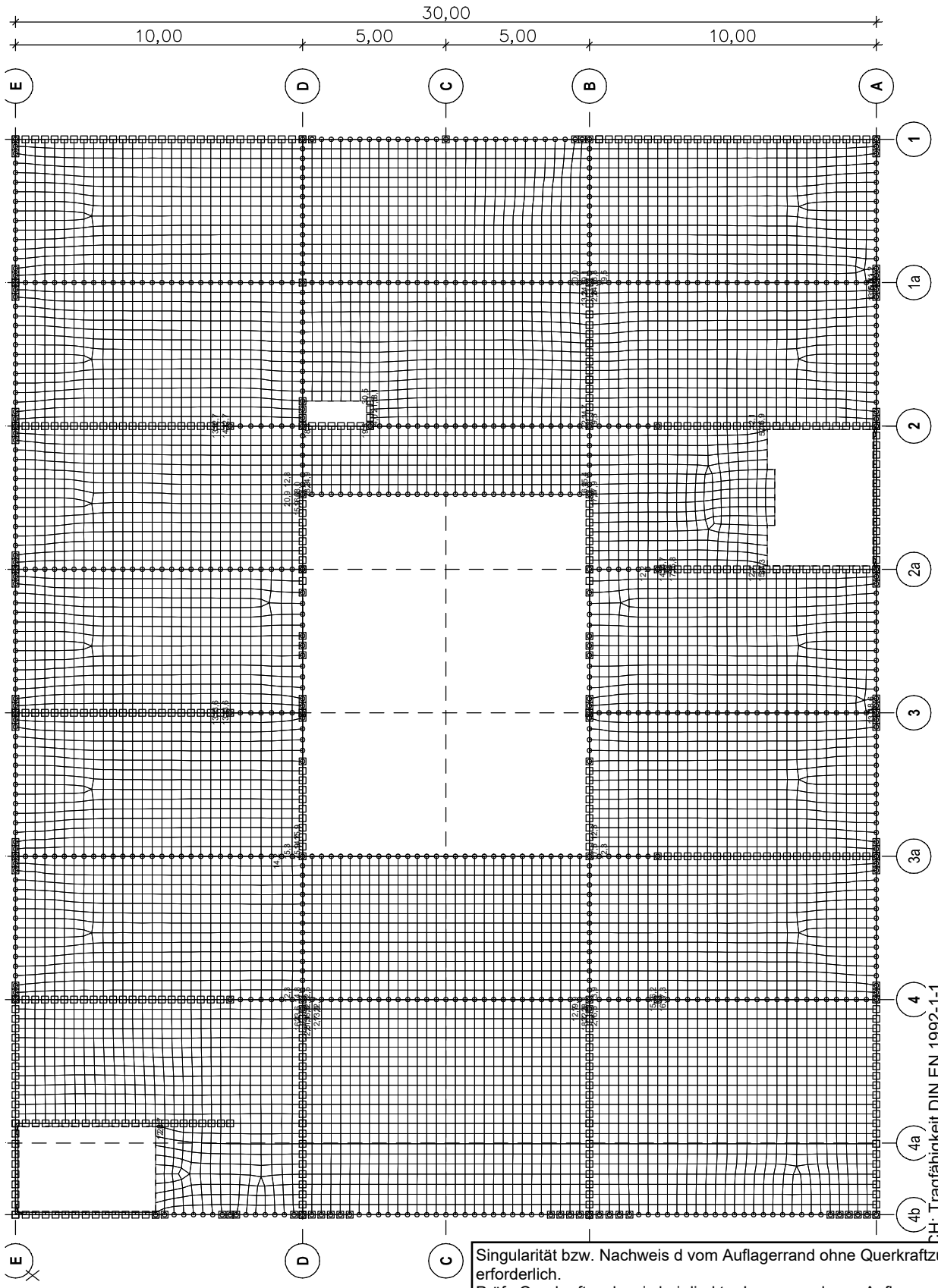
Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG

M = 1:200



Singularität bzw. Nachweis d vom Auflagerrand ohne Querkraftzulagen erforderlich.
Prüfe Querkraftnachweis bei direkter Lagerung d vom Auflagerrand:
Auflagerbreite = 20 cm, Decke h=28 cm, Stat. Nutzhöhe d = 23 cm
d von Auflagerachse = 44 cm
d.h. Werte erst in 2. FE-Netzreihe maßgebend, dafür ist Querkraftbewehrung einzubauen.

durch Vergleichsrechnung geprüft

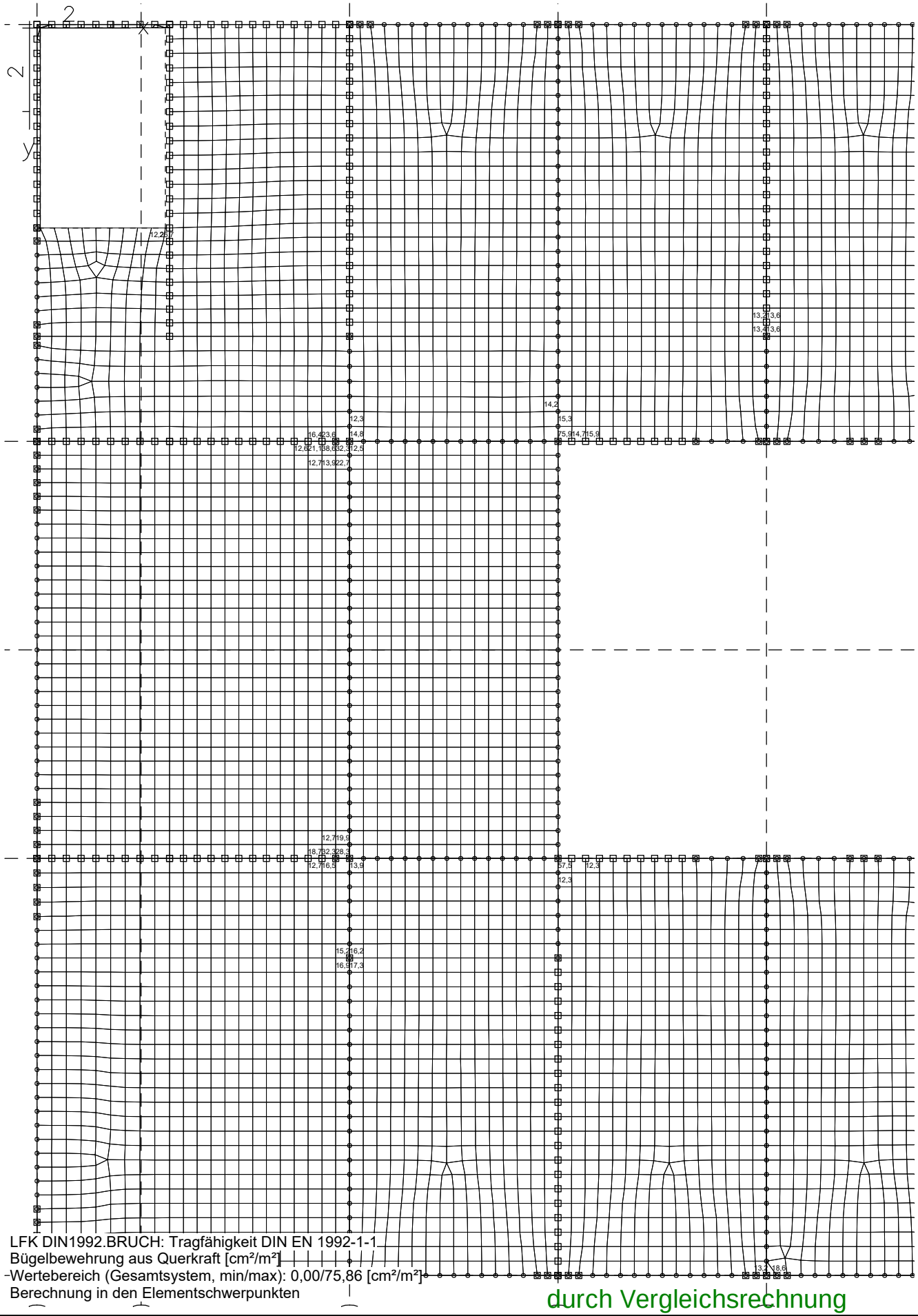
CH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
s Querkraft [cm²/m²]
mtsystem, min/max): 0,00/75,86 [cm²/m²]
Elementschwerpunkten

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40 1OG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:125



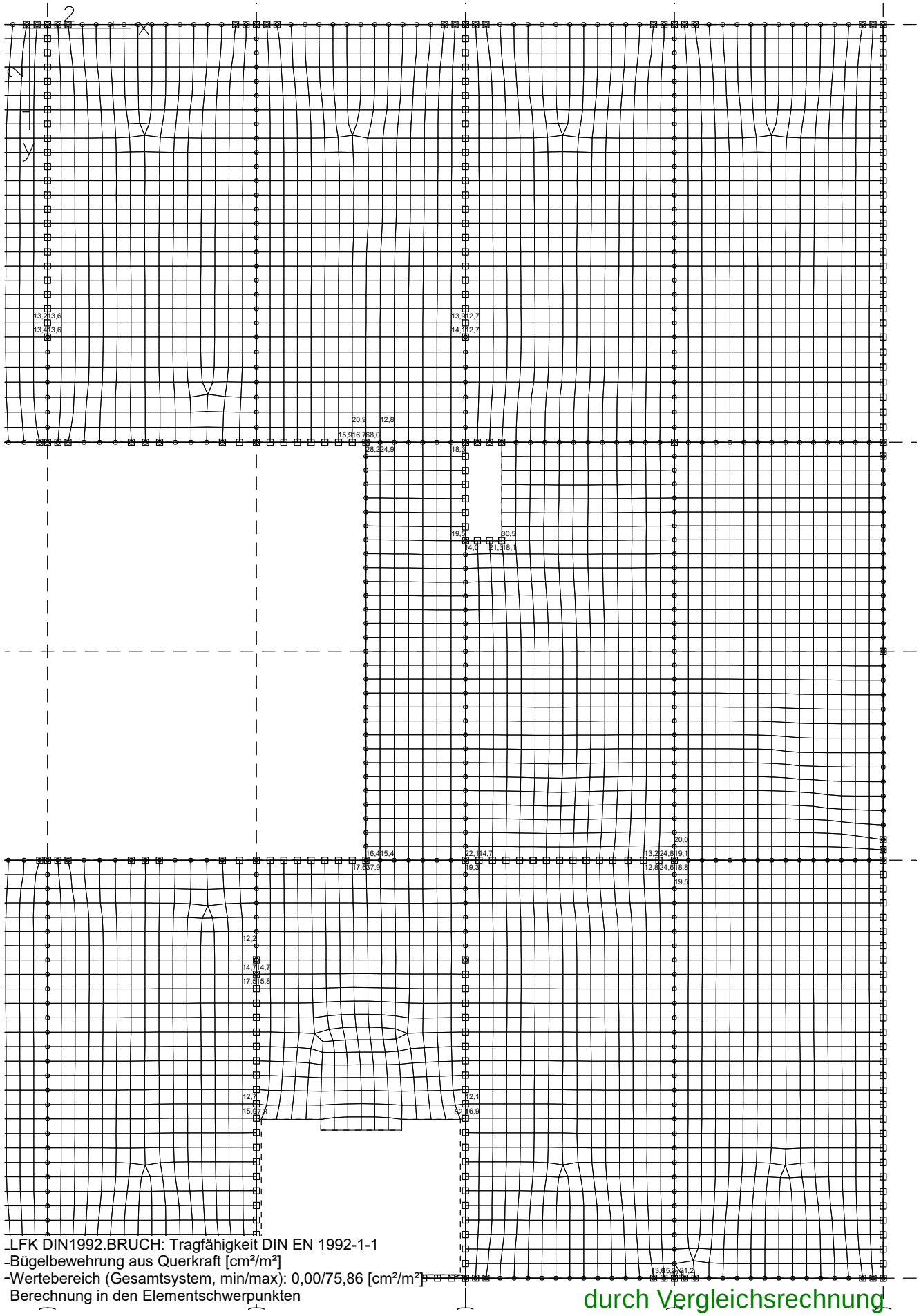
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/75,86 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40

Stb.-Decke über 1.OG M = 1:125



durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 40.1 - Stb.-Decke über 1.OG mit Aufstockung

C25/30 XC1 W0 h = 28 cm

Für die Stahlbetondecke über dem 1. Obergeschoss ist **eine spätere Aufstockung zwischen Achse 4b und Achse 6 möglich**. Der Infograph-Ausdruck zur späteren Aufstockung wird als **Pos. 40.1** beigefügt. Die Lastweiterleitung (LWL Gk und LWL Qk) im Hinblick auf die spätere Aufstockung wird bei der Bemessung der Stahlbetondecke über dem Erdgeschoss, Pos. 60, als Lastfälle berücksichtigt.

System:

FEM-Platte, siehe InfoGraph-Ausdruck

neue Belastungen zwischen Achse 4b und 6:

ständig:

Eigengewicht:

Eigengewicht (programmintern berücksichtigt) $g_{k,Eg}$ =	0,28*25	=	7,00 kN/m²

Ausbaulast ständig:

Ausbaulast $g_{k,A,ständig}$ =			2,50 kN/m²

veränderlich:

Verkehrlast Kat.C1 qk=			3,00 kN/m²
Verkehrlast Kat.C3 qk=			5,00 kN/m²

Aufgehende und aufstehende Wände

Wände

Geschosshöhe 2.OG

H=			3,70 m
Stb.-Wand 24cm			
gk=	25*0,24*H	=	22,20 kN/m

Außenwände 20cm +Attika + Fassaden 2,5kN/m²

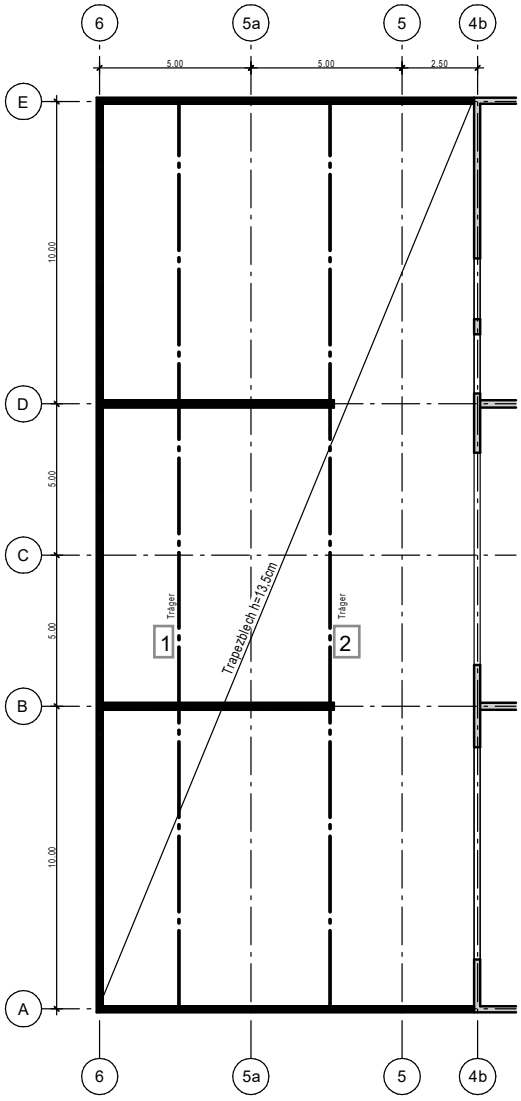
H=	3,605+0,135+1,4+0,28	=	5,42 m
gk=	2,5*H+0,2*25*H	=	40,65 kN/m

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Statischer Ansatz für die optionale Aufstockung

zur Ermittlung der Weiterleitungslasten an Decke EG und Gründung

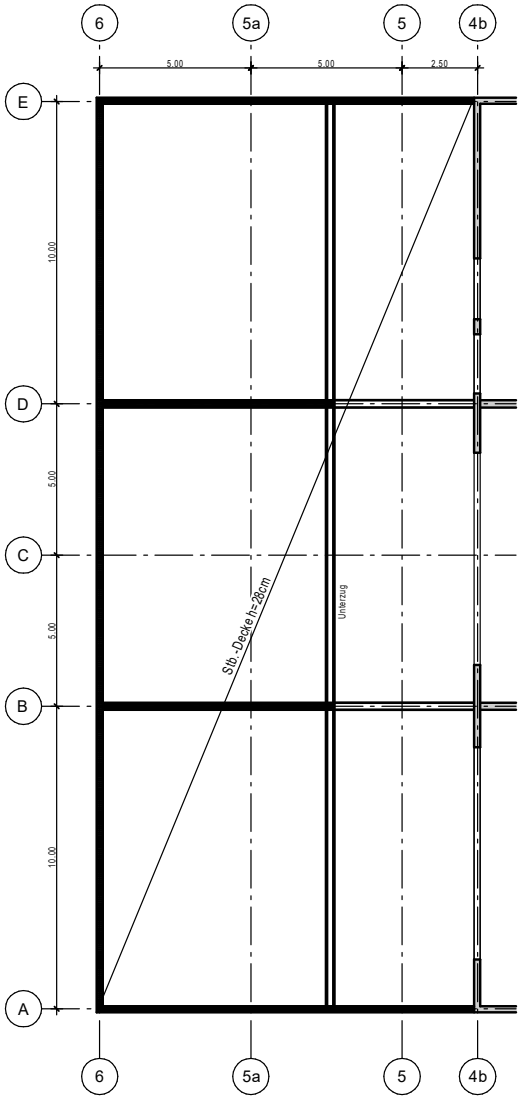


Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Statischer Ansatz für die optionale Aufstockung

zur Ermittlung der Weiterleitungslasten an Decke EG und Gründung



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Auflagerkräfte aus 2.OG

Bei einer späteren Aufstockung in 2.OG wird ein 3-Feld-Stahlträger zur Lastabtragung über das 2. OG angenommen.

Die Lasten aus TPZs werden als Linienlasten auf dem Stahlträger aufgelagert, und der Stahlträger lagert als Punktlast auf der Stahlbetonwand.

Siehe Kap.5 Pos.10

Die Auflagerkräfte aus Pos.10 System c:

Auflager 1

gk1=			0,50 kN/m
qk1=	1+0,7	=	1,70 kN/m

Auflager 2

gk2=			2,80 kN/m
qk2=	5,7+4,0	=	9,70 kN/m

Auflager 3

gk3=			4,10 kN/m
qk3=	8,2+5,8	=	14,00 kN/m

Auflager 4

gk4=			1,40 kN/m
qk4=	2,7+1,9	=	4,60 kN/m

In Achse 6

Die Lasten aus TPZs werden als Linienlasten auf der Stahlbetonwand aufgelagert.

gk1=			0,50 kN/m
qk1=	1+0,7	=	1,70 kN/m

Auflagerkräfte 3-Feld-Stahlträger 1 (Aus der Sicherheitsgründen 25% erhöhlt)

Auflagerpunkte in Achse E und in Achse A

Gk,2=	gk2*10*0,4*1,25	=	14,00 kN
Qk,2=	qk2*10*0,4*1,25	=	48,50 kN

Auflagerpunkt in Achse D und in Achse B

Gk,2=	gk2*10*1,1*1,25	=	38,50 kN
Qk,2=	qk2*10*1,1*1,25	=	133,38 kN



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Auflagerkräfte 3-Feld-Stahlträger 2 (Aus der Sicherheitsgründen 25% erhöhlt)

Auflagerpunkte in Achse E und in Achse A

Gk,3=	gk3*10*0,4*1,25	=	20,50 kN
Qk,3=	qk3*10*0,4*1,25	=	70,00 kN

Auflagerpunkt in Achse D und in Achse B

Gk,3=	gk3*10*1,1*1,25	=	56,38 kN
Qk,3=	qk3*10*1,1*1,25	=	192,50 kN

In Achse 4b

Die Lasten aus TPZs werden als Linienlasten auf der Stahlbetonwand aufgelagert.

gk4=	1,40*1,25	=	1,75 kN/m
qk4=	(2,7+1,9)*1,25	=	5,75 kN/m

Bemessung:

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem FEM-Programm InfoGraph

Die mögliche Aufstockung der Decke über dem 1. Obergeschoss und der Unterzüge ist derzeit nicht von Interesse und wird nicht bemessen; es wird lediglich die Lastweiterleitung berücksichtigt und betrachtet.

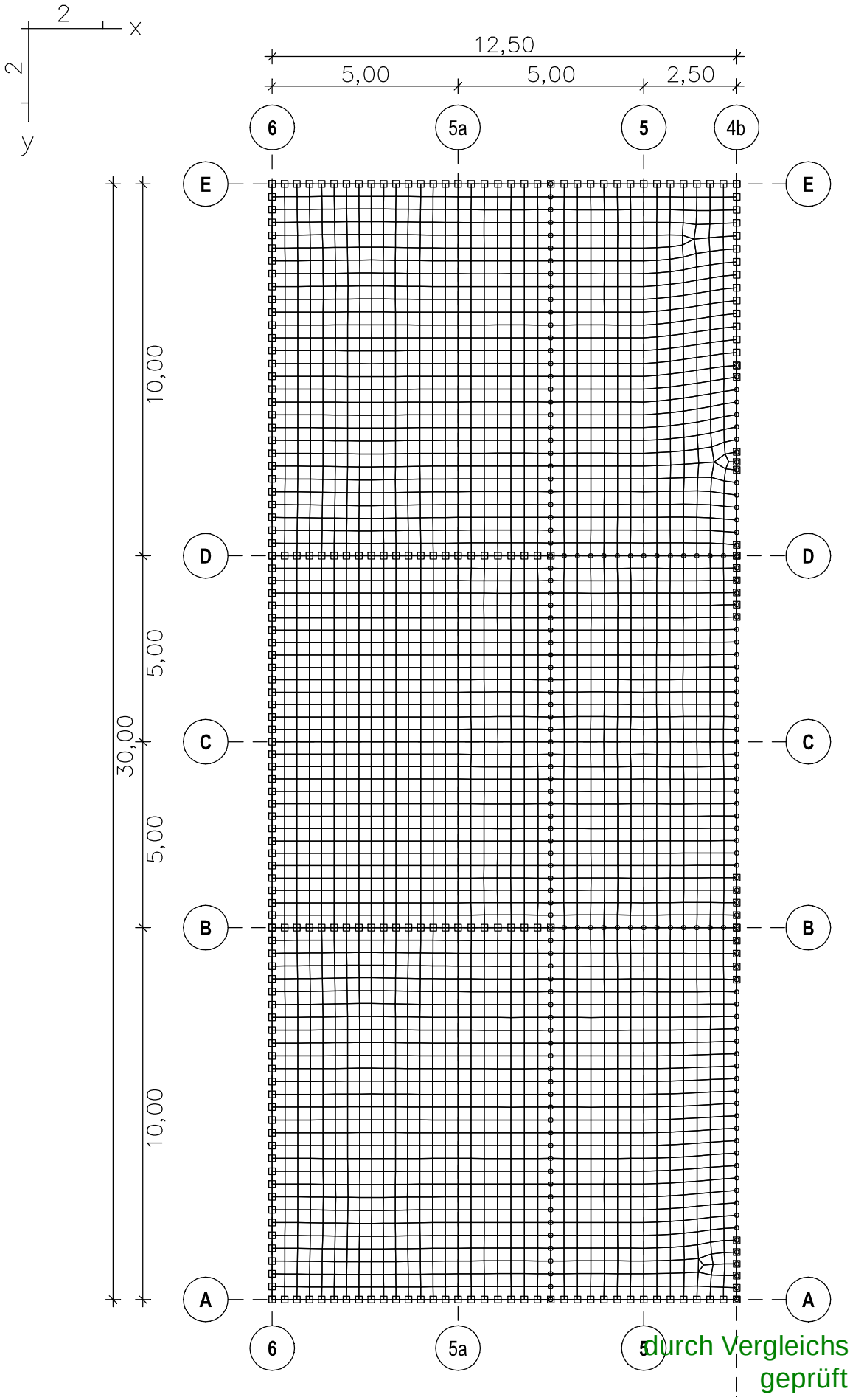


FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40.1

Stb.-Decke über 1.OG Aufstockung

M = 1:150



durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

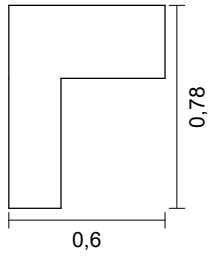
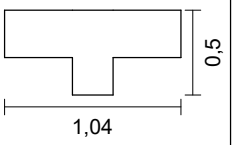
Pos.40.1 1OG Aufstockung .fem

Stb.-Decke über 1.OG Aufstockung M = 1:

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

Querschnittswerte

1	Fläche	Decke 28cm Elementdicke [m] dz = 0,2800 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
2	Polygon 	UZ 20/78 Schwerpunkt [m] ys = 0,225 zs = 0,286 Fläche [m²] A = 2,6800e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,2716e-02 I1 = 1,5753e-02 Iz = 7,8808e-03 I2 = 4,8437e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 31,846 Iyz = -4,8896e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
3	Polygon 	UZ 24/50 Schwerpunkt [m] ys = 0,520 zs = 0,178 Fläche [m²] A = 3,4400e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 4,9090e-03 I1 = 4,9090e-03 Iz = 2,6500e-02 I2 = 2,6500e-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

Lastfall-Bezeichnung

	Lastfall	Bezeichnungstext
1	1	Eigengewicht + Ausbaulast gk
2	3	Nutzlast qk,1
3	11	Gk Auflagerkräfte Stahlträger+TPZ Pos.10
4	12	Qk Auflagerkräfte Stahlträger+TPZ Pos.10
5	15	Aufgehende Wände+Fassade im 2OG
6	20	LWL Gk
7	21	LWL Qk

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Lastgruppen

	Berechnungstheorie	Vorverformung	Eigengewicht + Ausbaulast gk	Nutzlast qk,1	Gk Auflagerkräfte Stahlträger+TPZ Pos.10	Qk Auflagerkräfte Stahlträger+TPZ Pos.10	Aufgehende Wände+Fassade im 2OG
LF-Nr. Lastgruppe	-	-	LF 1	LF 3	LF 11	LF 12	LF 15
20 : LWL Gk	1.		1		1		1
21 : LWL Qk	1.			1		1	

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht + Ausbaulast gk	0,000	0,000	3678,100
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	3678,100
3	Nutzlast qk,1	0,000	0,000	1422,769
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1422,769
11	Gk Auflagerkräfte Stahlträger+TPZ ...	0,000	0,000	352,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	352,000
12	Qk Auflagerkräfte Stahlträger+TPZ ...	0,000	0,000	1132,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1132,000
15	Aufgehende Wände+Fassade im 2...	0,000	0,000	2588,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2588,000
20	LWL Gk	0,000	0,000	6618,100
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	6618,100
21	LWL Qk	0,000	0,000	2554,769
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2554,769

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

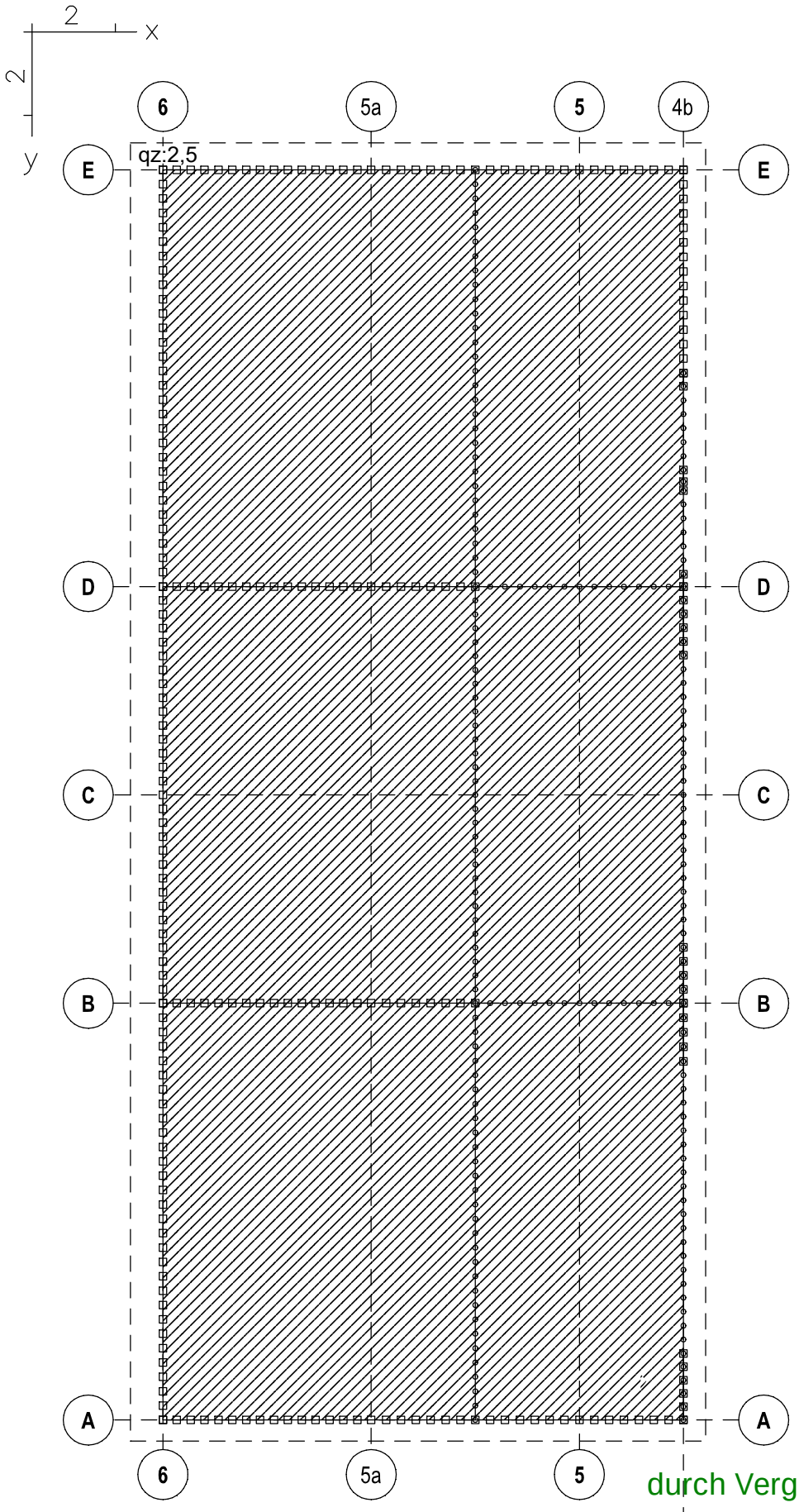
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40.1

Stb.-Decke über 1.OG Aufstockung

M = 1:150

EIGENLAST



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 1: Belastung, Eigengewicht + Ausbaulast gk

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

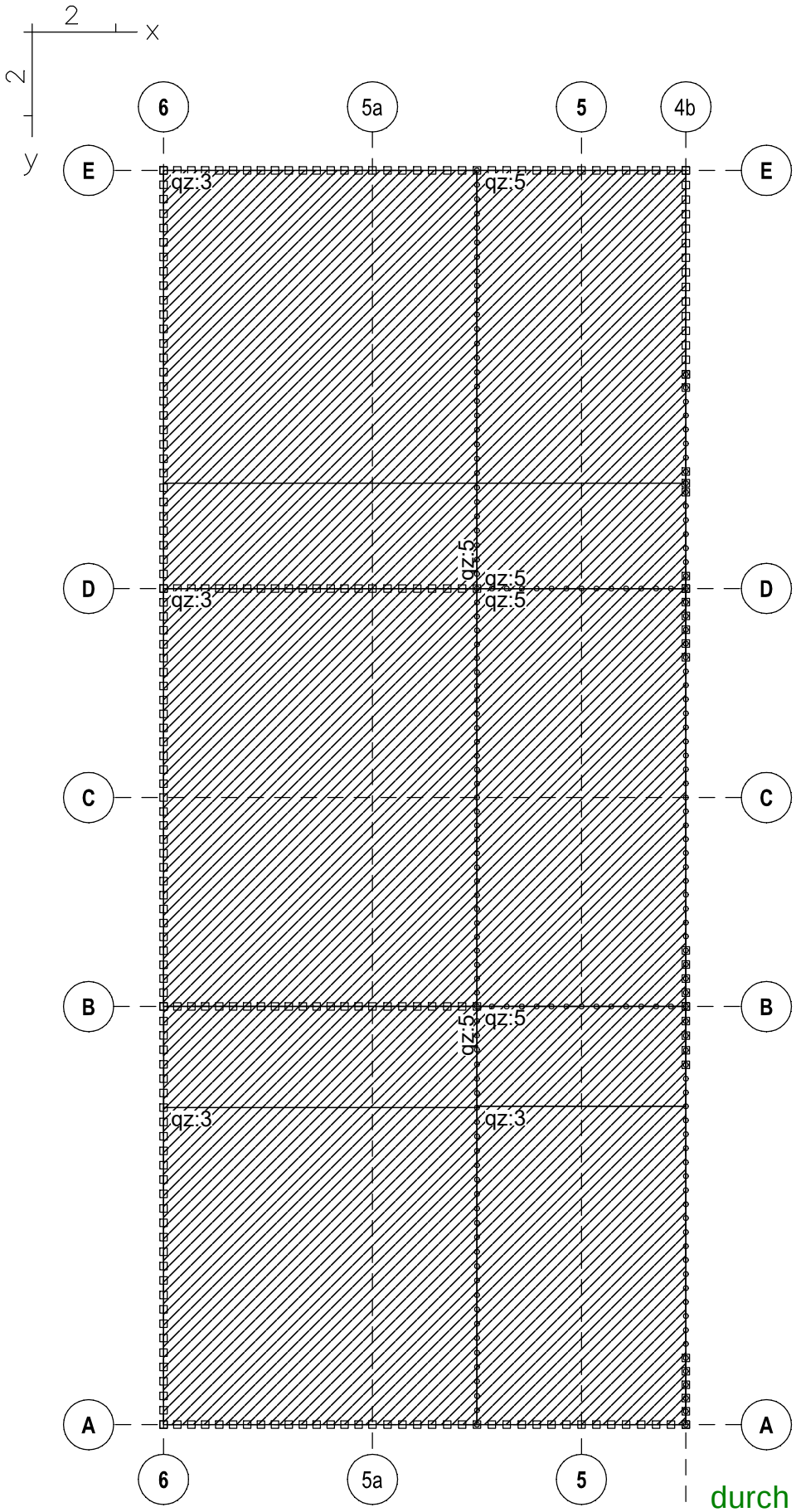
Pos.40.1 1OG Aufstockung .fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40.1

Stb.-Decke über 1.OG Aufstockung

M = 1:150



durch Vergleichsrechnung geprüft

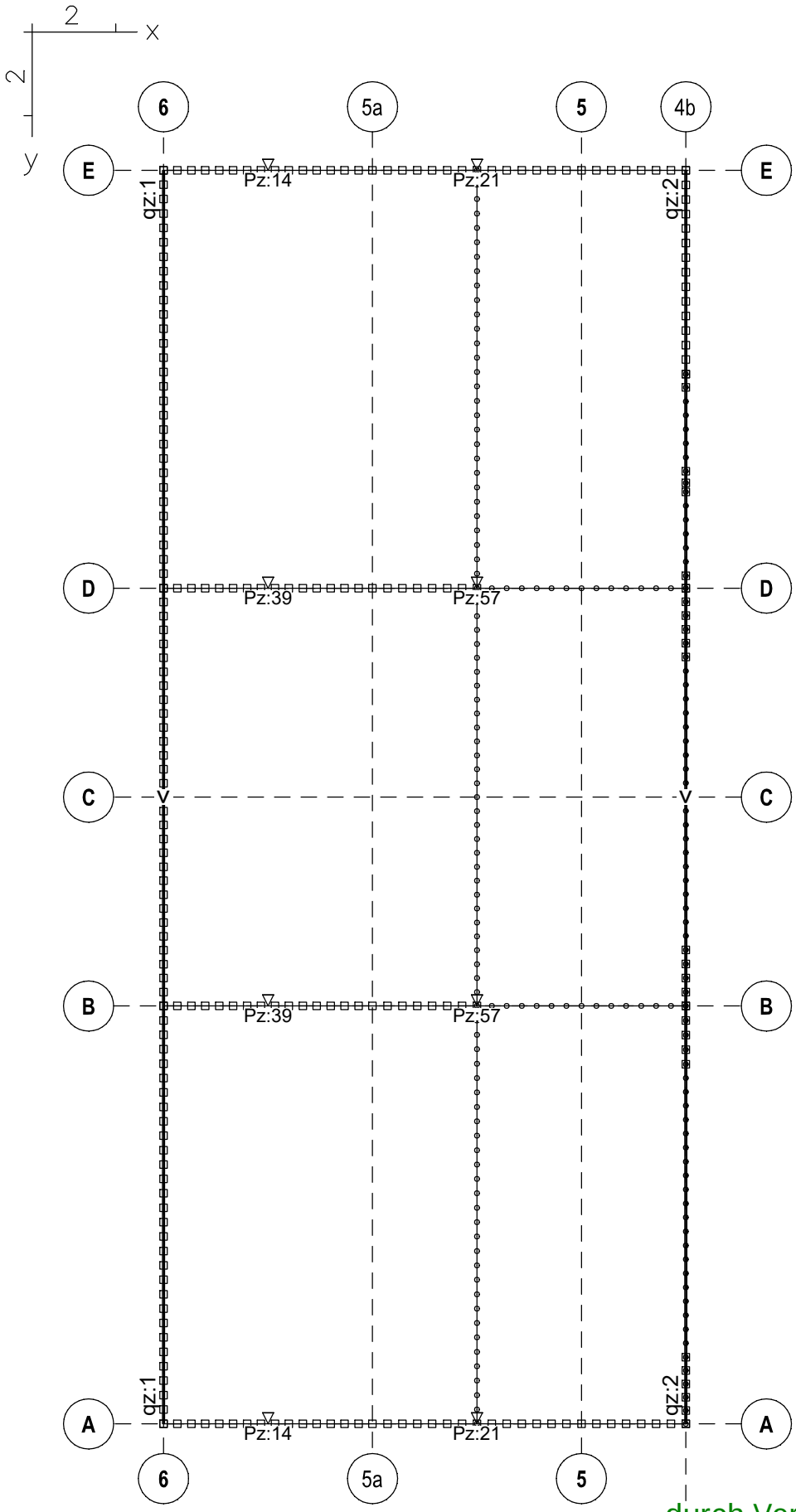
LF 3: Belastung, Nutzlast qk,1

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40.1

Stb.-Decke über 1.OG Aufstockung M = 1:150



LF 11: Belastung, Gk Auflagerkräfte Stahlträger+TPZ Pos.10

durch Vergleichsrechnung geprüft

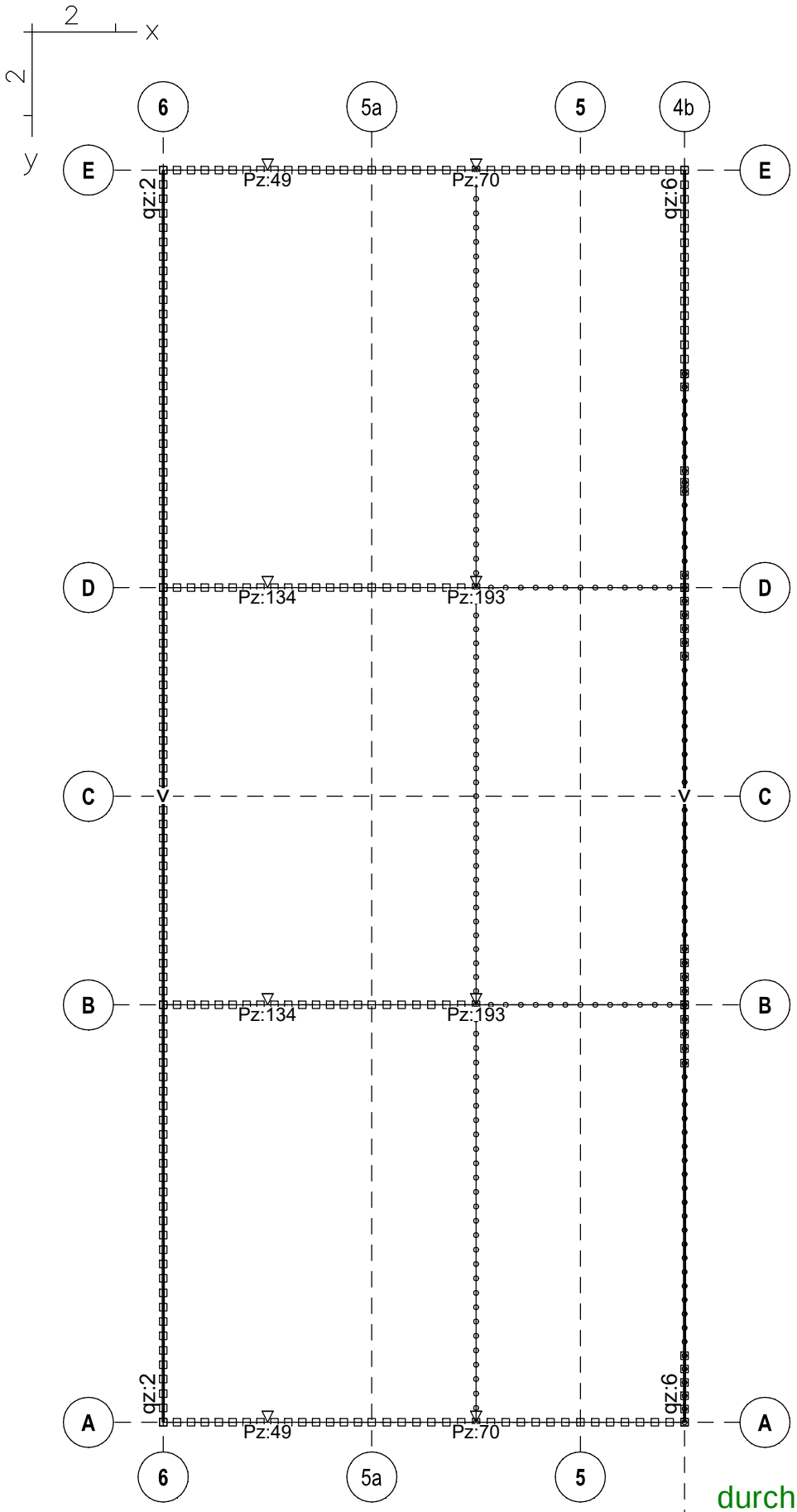
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40.1 1OG Aufstockung .fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40.1

Stb.-Decke über 1.OG Aufstockung M = 1:150



LF 12: Belastung, Qk Auflagerkräfte Stahlträger+TPZ Pos.10

durch Vergleichsrechnung geprüft

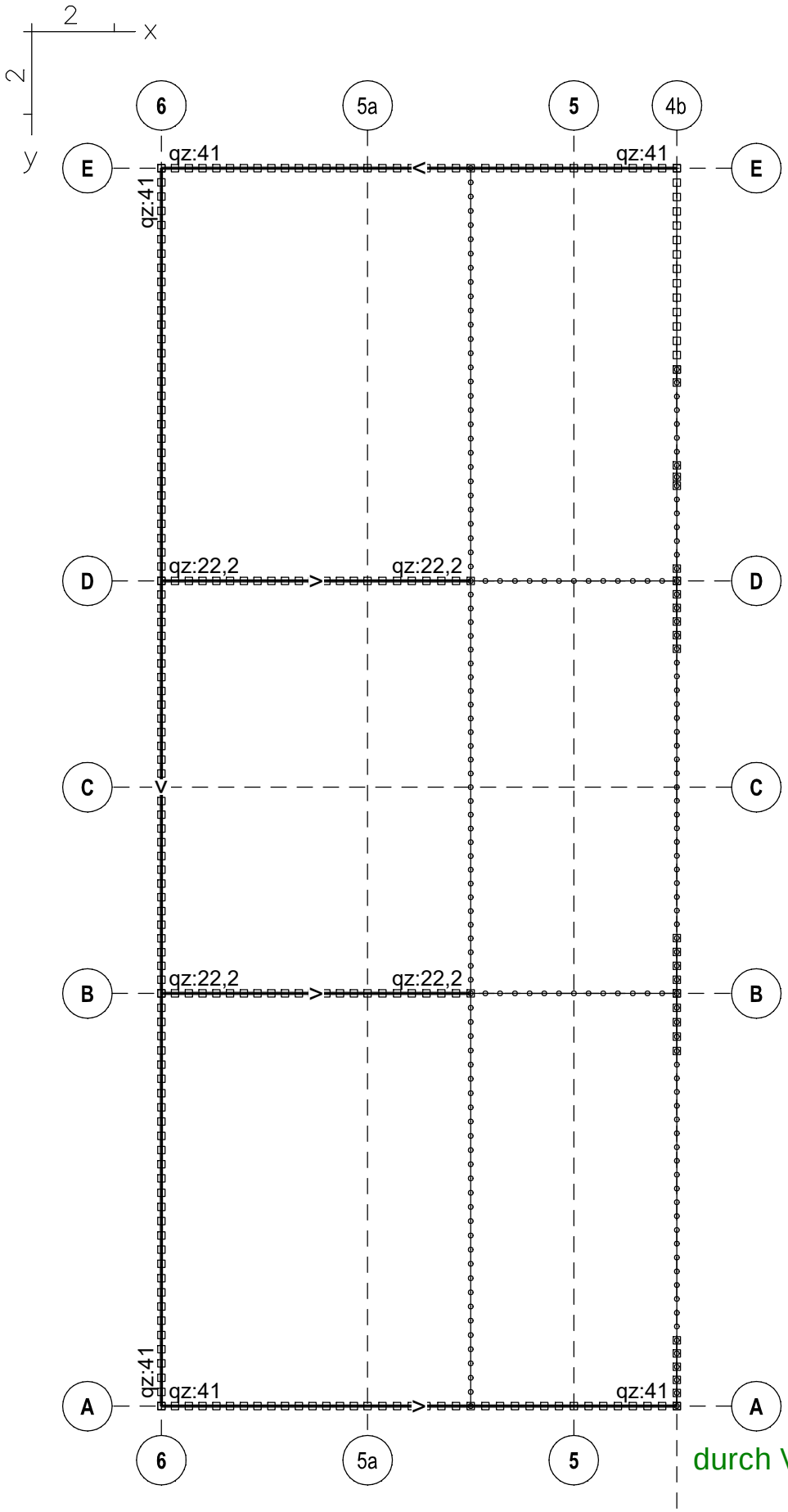
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40.1 1OG Aufstockung .fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40.1

Stb.-Decke über 1.OG Aufstockung M = 1:150



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 15: Belastung, Aufgehende Wände+Fassade im 2OG

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

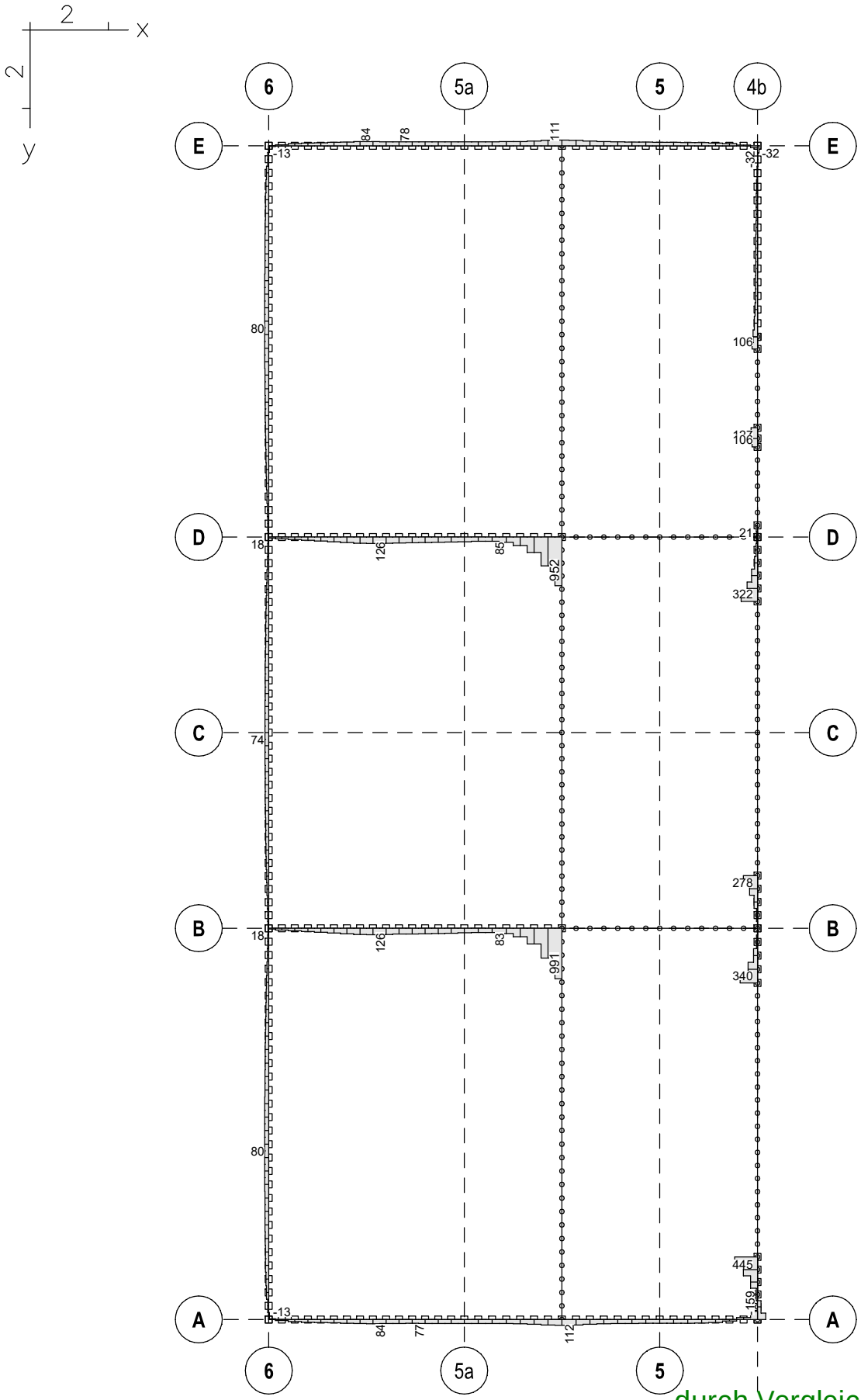
Pos.40.1 1OG Aufstockung .fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40.1

Stb.-Decke über 1.OG Aufstockung

M = 1:150



LF 20: LWL Gk
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 1149,27 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 6618,10 [kN]

durch Vergleichsrechnung geprüft

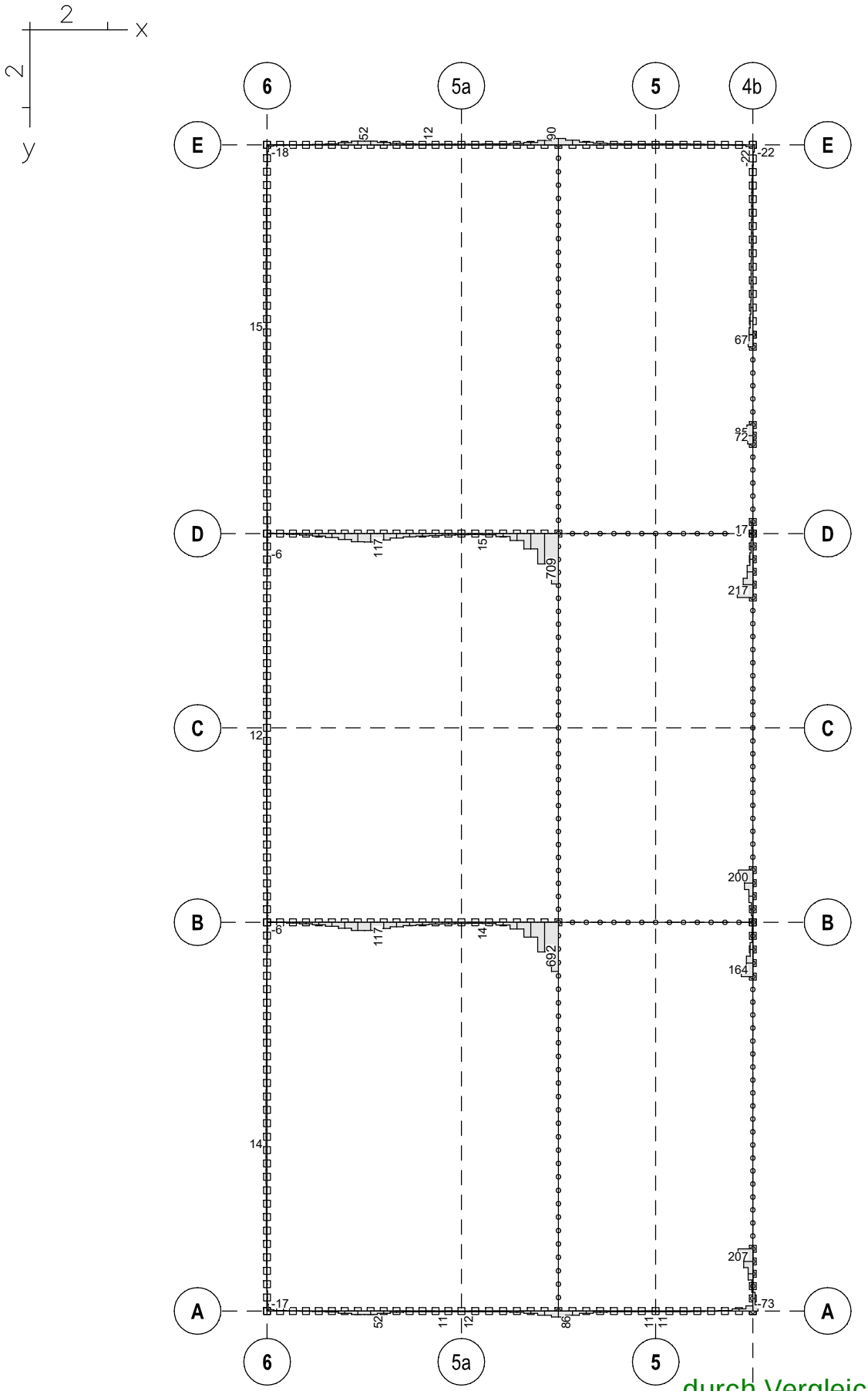
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.40.1 1OG Aufstockung .fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.40.1

Stb.-Decke über 1.OG Aufstockung M = 1:150



LF 21: LWL Qk
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 821,50 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 2554,77 [kN]

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 60 - Stb.-Decke über EG

C25/30 XC1 W0 h = 28 cm

System:

FEM-Platte, siehe InfoGraph-Ausdruck

Die Deckenplatte wird mit der Eigenlast, Ausbaulast, Verkehrlast und Last aus Gründach belastet. (siehe Kapitel 2 Lastannahmen)

Die Lastübernahme aus Pos. 40.1 (Aufstockung über dem 1. OG) wird im Hinblick auf die spätere Aufstockung bei der Bemessung der Erdgeschossdecke als Lastfälle LÜN Gk/Qk aus der Aufstockung betrachtet, da sie möglicherweise bei der Bemessung der Wände, Stützen, der Gründung und des Deckenversprungs in Achse 4b als maßgebend gilt.
Die Lastübernahme aus Pos. 40.1 (Aufstockung über dem 1. OG) und die Last aus dem Gründach können nicht gleichzeitig auftreten und sollen daher getrennt berücksichtigt werden.
Daher werden immer bei der Bemessung zwei Bemessungssituationen berücksichtigt: eine mit Aufstockung und eine ohne Aufstockung.

Ein Liniengelenk wird in Achse 4b eingesetzt .



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mitwirkende Plattenbreite:

Unterzug Stahlbeton C25/30, 25/90 cm

Unterzug Stahlbeton C25/30, 25/37 cm

Deckenversprung Stahlbeton C25/30, 35/85 cm

Unterzug Stahlbeton C25/30, 40/50 cm

Unterzug Stahlbeton C25/30, 24/50 cm

Unterzug Stahlbeton C25/30, 28/50 cm

Unterzug Stahlbeton C25/30, 30/60 cm

Unterzug Stahlbeton C25/30, 40/60 cm

Unterzug Stahlbeton C25/30, 35/50 cm

Unterzug Stahlbeton C25/30, 30/50 cm

Unterzug Stahlbeton C25/30, 20/90 cm

Unterzug Stahlbeton C25/30, 24/90 cm

Unterzug Stahlbeton C25/30, 24/40 cm

$b_{eff} = 0{,}2 * b_i + 0{,}1 * l_0 \leq 0{,}2 * l_0$

$= 0{,}2 * 5 + 0{,}1 * 0{,}15*(5+5) \leq 0{,}2 * 0{,}15*(5+5)$

$= 1{,}1\ m \leq 0{,}3\ m$

gewählt: 0,3 m

Unterzug Stahlbeton C25/30, 35/60 cm

Überzug Stahlbeton C25/30, 20/118 cm

$b_{eff} = 0{,}2 * b_i + 0{,}1 * l_0 \leq 0{,}2 * l_0$

$= 0{,}2 * 5 + 0{,}1 * 0{,}15*(10+10) \leq 0{,}2 * 0{,}15*(10+5)$

$= 1{,}3\ m \leq 0{,}45\ m$

gewählt: 0,4 m

Überzug Stahlbeton C25/30, 24/90 cm

$b_{eff} = 0{,}2 * b_i + 0{,}1 * l_0 \leq 0{,}2 * l_0$

$= 0{,}2 * 5 + 0{,}1 * 0{,}15*(10+2{,}5) \leq 0{,}2 * 0{,}15*(10+2{,}5)$

$= 1{,}1\ m \leq 0{,}37\ m$

gewählt: 0,35 m



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Belastung:

ständig:

Eigengewicht:

Eigengewicht (programmintern berücksichtigt) $g_{k,Eg}$ =	0,28*25	=	7,00 kN/m²

Ausbaulast ständig:

Zwischen Achse 1 und 4b

Ausbaulast $g_{k,A,ständig}$ =			2,50 kN/m²

Zwischen Achse 4b und 6

Ausbaulast $g_{k,A,ohne\ Aufstockung}$ =			1,00 kN/m²
Ausbaulast $g_{k,A,mit\ Aufstockung}$ =			3,40 kN/m² 3,00

veränderlich:

Verkehrlast Kat.C1 qk=			3,00 kN/m²
Verkehrlast Kat.C3 qk=			5,00 kN/m²
Aufstehende Schwere Trennwände gk=			3,50 kN/m

Last aus Treppen

gk,T01=			25,00 kN/m
qk,T01=			12,50 kN/m
gk,T03=			19,00 kN/m
qk,T03=			10,50 kN/m

Aufgehende und aufstehende Wände

Wände

Geschosshöhe 2.OG

H=			3,70 m
Stb.-Stütze 20*22 cm			
Gk=	25*0,20*0,22*H	=	4,07 kN
Stb.-Stütze 24*30 cm			
Gk=	25*0,24*0,30*H	=	6,66 kN
Stb.-Wand 20cm			
gk=	25*0,2*H	=	18,50 kN/m
Stb.-Wand 24cm			
gk=	25*0,24*H	=	22,20 kN/m
Stb.-Wand 28cm			
gk=	25*0,28*H	=	25,90 kN/m

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mauerwerk 24cm

gk=	20*0,24*H	=	17,76 kN/m

Stb.-WAT 370/24+50/30

gk=	25*0,24*H+0,5*0,3*25	=	25,95 kN/m

Stb.-WAT 370/20+90/25

gk=	25*0,24*H+0,9*0,25*25	=	27,82 kN/m

Stb.-WAT 370/24+60/30

gk=	25*0,24*H+0,6*0,3*25	=	26,70 kN/m

Stb.-WAT 370/28+50/28

gk=	25*0,28*H+0,5*0,28*25	=	29,40 kN/m

Außenwände 20cm +Fassaden

gk=	2,5*H+0,2*25*H	=	27,75 kN/m

Wände Innenhof 24cm +Fassaden

gk=	2,5*H+0,24*25*H	=	31,45 kN/m

Fensterlast + Brüstung+ Fassaden

Außenwand Fensterlast 1,2 kN/m^2 + Fassaden 2,5kN/m^2 + Brüstungslast

In Achse A und E

gk,Fenster=	1,2*2,1	=	2,52 kN/m
gk,Brüstung=	25*0,2*0,9	=	4,50 kN/m
gk,Fassaden=	2,5*(0,9+0,90)	=	4,50 kN/m
gk,außen=	gk,Fenster+gk,Brüstung+gk,Fassaden	=	11,52 kN/m

In Achse 1

gk,Fenster=	1,2*2,7	=	3,24 kN/m
gk,Brüstung=	25*0,2*0,53	=	2,65 kN/m
gk,Fassaden=	2,5*(0,53+0,90)	=	3,58 kN/m
gk,außen=	gk,Fenster+gk,Brüstung+gk,Fassaden	=	9,47 kN/m

In Achse 4b

gk,Fenster=	1,2*3,0	=	3,60 kN/m
gk,Fassaden=	2,5*0,73	=	1,82 kN/m
gk,außen=	gk,Fenster+gk,Fassaden	=	5,42 kN/m

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

In Achse 6

Ohne Aufstockung: Fassaden 2,5kN/m² + Brüstungslast

gk,Attika=	25,0*0,25*1,8	=	11,25 kN/m
gk,Fassaden=	2,5*1,80	=	4,50 kN/m
gk,ohneAufstockung=	gk,Attika+gk,Fassaden	=	15,75 kN/m

mit Aufstockung: Wand 20+ Fassaden 2,5kN/m²

gk,nachAfstockung=	2,5*H+0,2*25*H	=	27,75 kN/m
Δgk=	gk,nachAfstockung-gk,ohneAufstockung	=	12,00 kN/m

Innenhof Fensterlast 1,5 kN/m² + Fassaden 1,5kN/m²

H=			3,70 m
gk=	1,5*H	=	5,55 kN/m

Dachfläche zwischen Achse 6 und Achse 4b

Für die Dachfläche wird eine Nutzlast analog zur Dachterrasse mit 5 kN/m² sowie die Lasten der Gründächer 1, 2 und 3 angesetzt (intensives Gründach 1 mit 4 kN/m²; intensives Gründach 2 mit 6 kN/m²; intensives Gründach 3 mit 10 kN/m²). Ein Teil des Gründachs wird als veränderliche Last der Kategorie E berücksichtigt, der andere Teil als ständige Last.

Gründach 1	insgesamt (kN/m²)	ständige Teil gk (kN/m²)	qk Kat. E (kN/m²)
Gründach 1	4	0	4
Gründach 2	6	2	4
Gründach 3	10	5	5

Bemessung:

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem FEM-Programm InfoGraph

Bewehrung:

Grundbewehrung:

Ø10–12,5 cm oberer und unterer Lage

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC1 mit w_{max} = 0,4 mm siehe folgende Seite

Ø12–12,5 cm oberer Lage (Zwischen Achse 4b und 6)

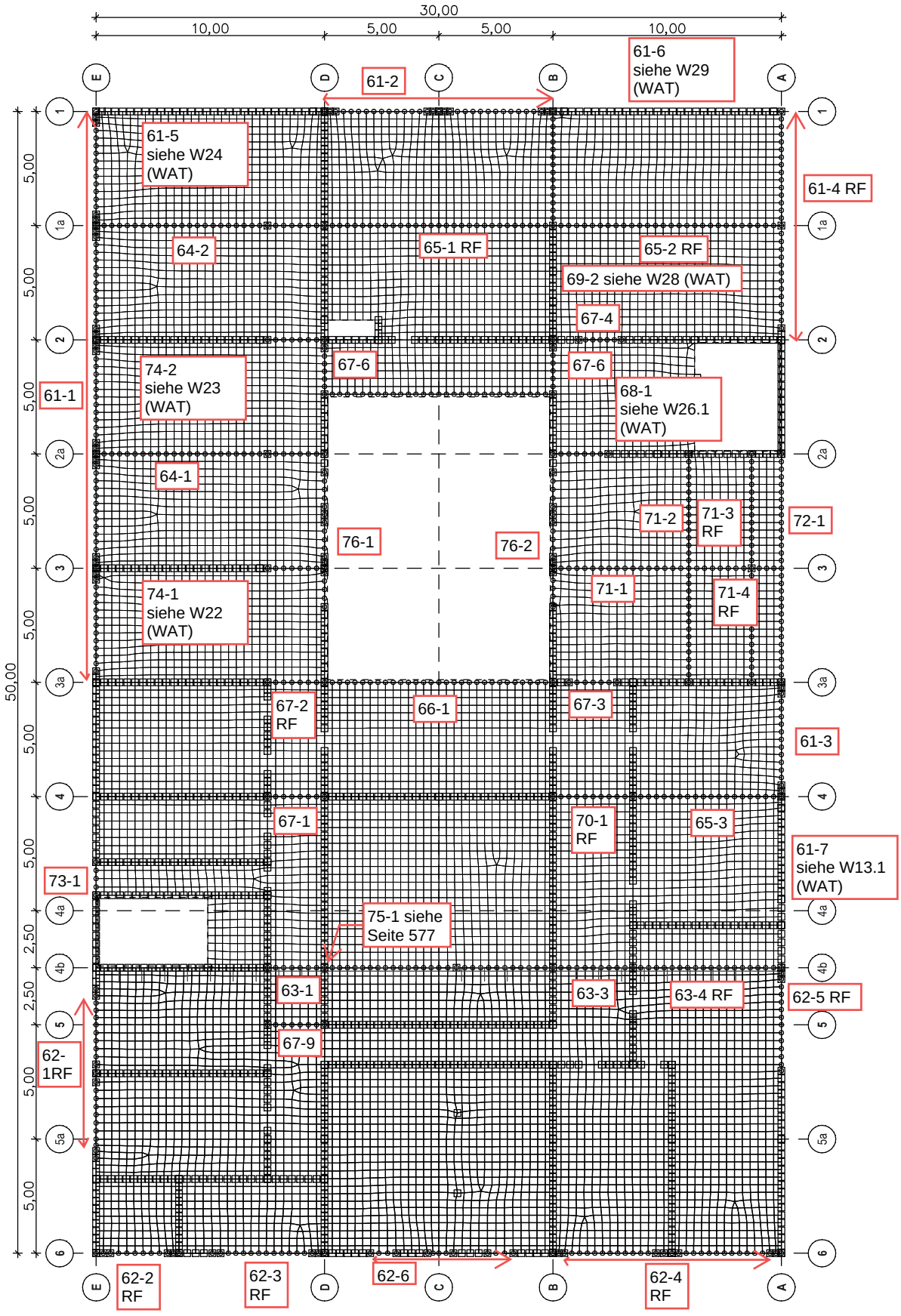
Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC3 mit w_{max} = 0,3 mm siehe folgende Seite



FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG | M = 1:250



durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

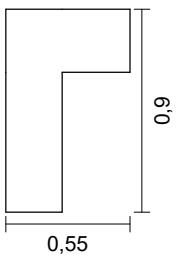
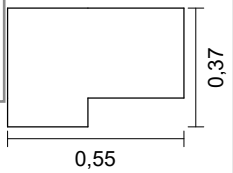
Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Stb.-Decke über EG M = 1:

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
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	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
13	13	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
14	14	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
15	15	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
16	16	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
17	17	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
18	18	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
19	20	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
20	21	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
21	22	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
22	24	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
23	25	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
24	26	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000
25	27	C25/30-EN-D	31000	12900	0,20	1,00e-05	25,000

Querschnittswerte

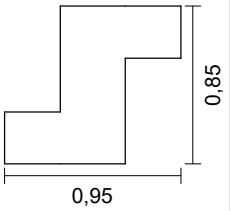
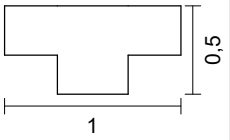
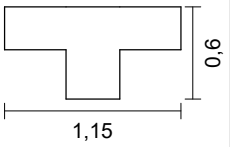
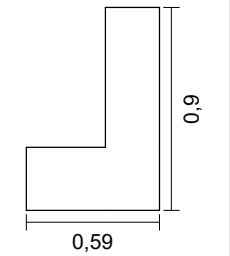
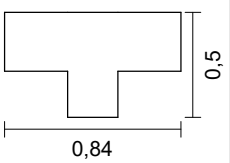
1	Fläche	Decke 28cm Elementdicke [m] dz = 0,2800 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
2	Polygon Pos.61-1, Pos.61-2 	UZ 25/90 Schwerpunkt [m] ys = 0,200 zs = 0,366 Fläche [m²] A = 3,0900e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 2,1614e-02 I1 = 2,3232e-02 Iz = 6,4275e-03 I2 = 4,8095e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 17,239 Iyz = -5,2143e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
3	Polygon Pos.62-1 bis Pos.62-5 	UZ 25/37 Rau Schwerpunkt [m] ys = 0,256 zs = 0,164 Fläche [m²] A = 1,7650e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,6932e-03 I1 = 1,5891e-03 Iz = 4,4410e-03 I2 = 4,5451e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -10,815 Iyz = -5,4478e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über EG M = 1:

Querschnittswerte

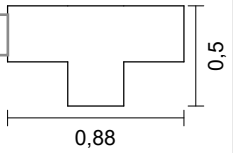
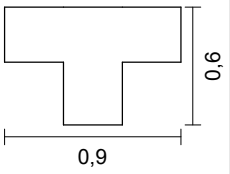
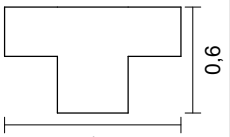
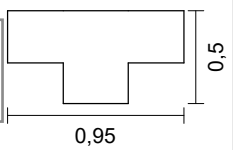
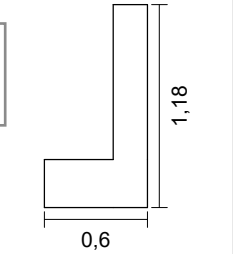
4 Pos.63-2, Pos.63-4	Polygon 	UZ 35/85 Deckenversprung Rau Schwerpunkt [m] ys = 0,425 zs = 0,375 Fläche [m²] A = 4,6550e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 3,2655e-02 I1 = 4,3790e-02 Iz = 2,2042e-02 I2 = 1,0908e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 35,585 Iyz = -1,5561e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
5 Pos.64-1, Pos.64-2	Polygon 	UZ40/50 Schwerpunkt [m] ys = 0,500 zs = 0,200 Fläche [m²] A = 3,6800e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 6,3690e-03 I1 = 6,3690e-03 Iz = 2,4507e-02 I2 = 2,4507e-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
6 Pos.65-3	Polygon 	UZ 35/60 Schwerpunkt [m] ys = 0,575 zs = 0,217 Fläche [m²] A = 4,3400e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,0538e-02 I1 = 1,0538e-02 Iz = 3,6630e-02 I2 = 3,6630e-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
7 Pos.66-1, Pos.66-2	Polygon 	ÜZ 24/90 Schwerpunkt [m] ys = 0,378 zs = 0,547 Fläche [m²] A = 3,1400e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 2,1699e-02 I1 = 2,4052e-02 Iz = 7,9039e-03 I2 = 5,5503e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 20,895 Iyz = -6,1650e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
8 Pos.67-1, Pos.67-3 bis Pos.67-6, Pos.67-9	Polygon 	UZ 24/50 Schwerpunkt [m] ys = 0,420 zs = 0,186 Fläche [m²] A = 2,8800e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 4,4446e-03 I1 = 4,4446e-03 Iz = 1,4083e-02 I2 = 1,4083e-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

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 raph GmbH

Stb.-Decke über EG M = 1:

Querschnittswerte

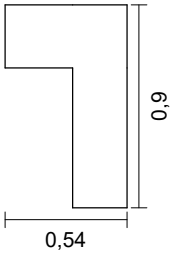
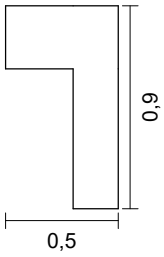
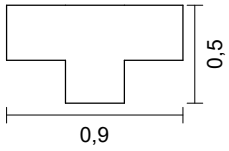
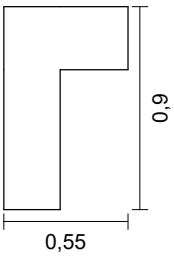
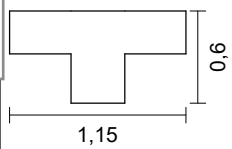
9	Polygon Pos.68-1 	UZ 28/50 Schwerpunkt [m] ys = 0,440 zs = 0,190 Fläche [m²] A = 3,0800e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 4,9383e-03 I1 = 4,9383e-03 Iz = 1,6303e-02 I2 = 1,6303e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 0,000 Iyz = 0,0000e+00 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
10	Polygon Pos.69-2 	UZ 30/60 Schwerpunkt [m] ys = 0,450 zs = 0,223 Fläche [m²] A = 3,4800e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 8,7222e-03 I1 = 8,7222e-03 Iz = 1,7730e-02 I2 = 1,7730e-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	Fläche Pos.70-1	Decke 28cm FREI Elementdicke [m] dz = 0,2800 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
12	Polygon 	UZ 40/60 Schwerpunkt [m] ys = 0,500 zs = 0,234 Fläche [m²] A = 4,0800e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,0827e-02 I1 = 1,0827e-02 Iz = 2,5040e-02 I2 = 2,5040e-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
13	Polygon Pos.71-1, Pos.71-2 	UZ 35/50 Schwerpunkt [m] ys = 0,475 zs = 0,196 Fläche [m²] A = 3,4300e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 5,7806e-03 I1 = 5,7806e-03 Iz = 2,0791e-02 I2 = 2,0791e-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
14	Polygon Pos.72-1 	ÜZ 20/118 Schwerpunkt [m] ys = 0,403 zs = 0,735 Fläche [m²] A = 3,4800e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 4,3496e-02 I1 = 4,6322e-02 Iz = 9,1159e-03 I2 = 6,2900e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 15,408 Iyz = -1,0254e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über EG M = 1:

Querschnittswerte

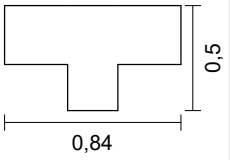
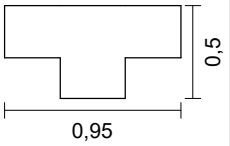
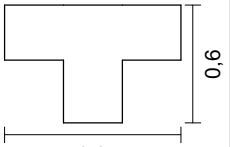
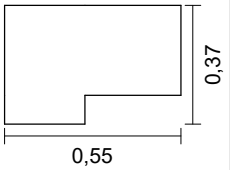
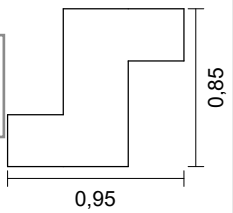
15	Fläche	Decke 28cm XC3 Elementdicke [m] dz = 0,2800 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
16 Pos.76-1, Pos.76-2	Polygon 	UZ 24/90 Schwerpunkt [m] ys = 0,344 zs = 0,363 Fläche [m²] A = 3,0000e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 2,0941e-02 I1 = 2,2501e-02 Iz = 6,0758e-03 I2 = 4,5157e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -17,129 Iyz = 5,0622e-03 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
17 Pos.73-1	Polygon 	UZ 20/90 Schwerpunkt [m] ys = 0,320 zs = 0,351 Fläche [m²] A = 2,6400e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,8203e-02 I1 = 1,9540e-02 Iz = 4,8095e-03 I2 = 3,4721e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -16,769 Iyz = 4,4386e-03 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
18 Pos.74-1, Pos.74-2	Polygon 	UZ 30/50 Schwerpunkt [m] ys = 0,450 zs = 0,192 Fläche [m²] A = 3,1800e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 5,1815e-03 I1 = 5,1815e-03 Iz = 1,7505e-02 I2 = 1,7505e-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
20 Pos.61-4	Polygon 	UZ 25/90 Rau Schwerpunkt [m] ys = 0,200 zs = 0,366 Fläche [m²] A = 3,0900e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 2,1614e-02 I1 = 2,3232e-02 Iz = 6,4275e-03 I2 = 4,8095e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 17,239 Iyz = -5,2143e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
21 Pos.65-1, Pos.65-2	Polygon 	UZ 35/60 Rau Schwerpunkt [m] ys = 0,575 zs = 0,217 Fläche [m²] A = 4,3400e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,0538e-02 I1 = 1,0538e-02 Iz = 3,6630e-02 I2 = 3,6630e-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

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über EG M = 1:

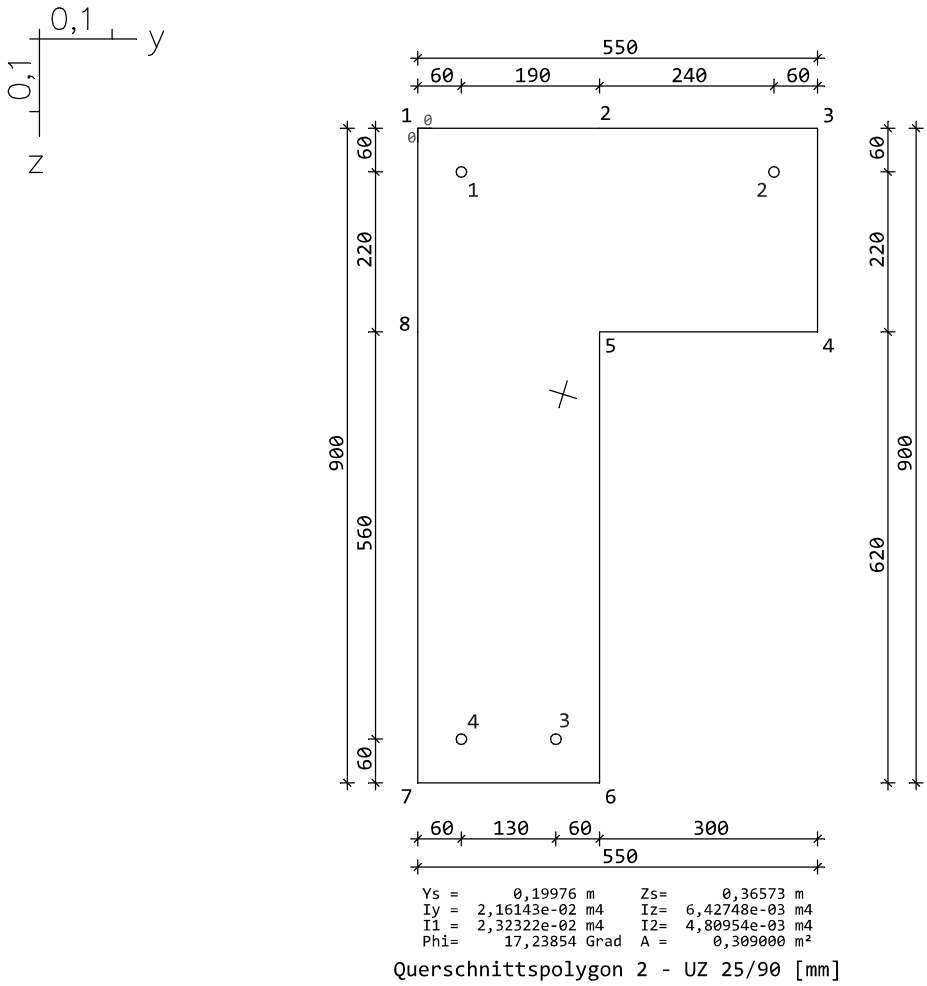
Querschnittswerte

22 Pos.67-2	Polygon 	UZ 24/50 Rau Schwerpunkt [m] ys = 0,420 zs = 0,186 Fläche [m²] A = 2,8800e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 4,4446e-03 I1 = 4,4446e-03 Iz = 1,4083e-02 I2 = 1,4083e-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
24 Pos.71-1, Pos.71-3, Pos.71-4	Polygon 	UZ 35/50 Rau Schwerpunkt [m] ys = 0,475 zs = 0,196 Fläche [m²] A = 3,4300e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 5,7806e-03 I1 = 5,7806e-03 Iz = 2,0791e-02 I2 = 2,0791e-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
25 Pos.69-1	Polygon 	UZ 30/60 Rau Schwerpunkt [m] ys = 0,450 zs = 0,223 Fläche [m²] A = 3,4800e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 8,7222e-03 I1 = 8,7222e-03 Iz = 1,7730e-02 I2 = 1,7730e-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
26 Pos.62-6	Polygon 	UZ 25/37 Schwerpunkt [m] ys = 0,256 zs = 0,164 Fläche [m²] A = 1,7650e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,6932e-03 I1 = 1,5891e-03 Iz = 4,4410e-03 I2 = 4,5451e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -10,815 Iyz = -5,4478e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
27 Pos.63-1, Pos.63-3	Polygon 	UZ 35/85 Deckenversprung Schwerpunkt [m] ys = 0,425 zs = 0,375 Fläche [m²] A = 4,6550e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 3,2655e-02 I1 = 4,3790e-02 Iz = 2,2042e-02 I2 = 1,0908e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 35,585 Iyz = -1,5561e-0 Eigenlast ohne Plattenanteil bei Plattenbalken. Iyz in Stabsteifigkeit vernachlässigen. Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

durch Vergleichsrechnung geprüft

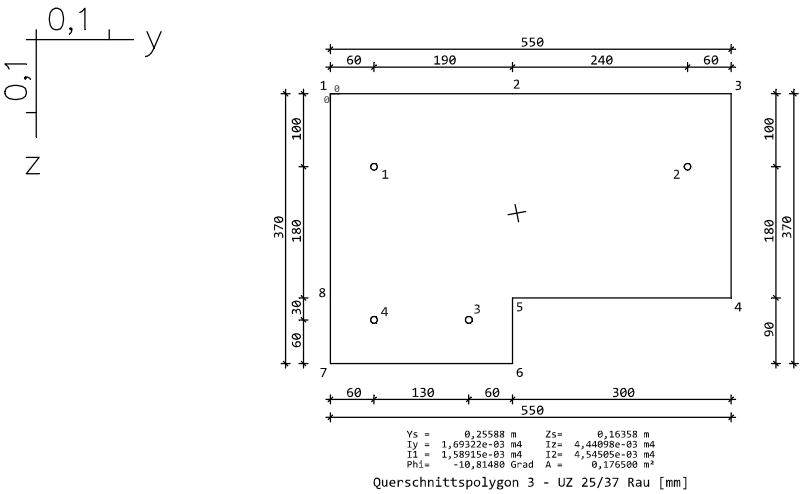
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure
InfoGraph GmbH
Finite Elemente 23.1
Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

Stb.-Decke über EG M = 1:



Querschnittspolygon 2 - UZ 25/90 [mm]

Querschnittspolygon 2



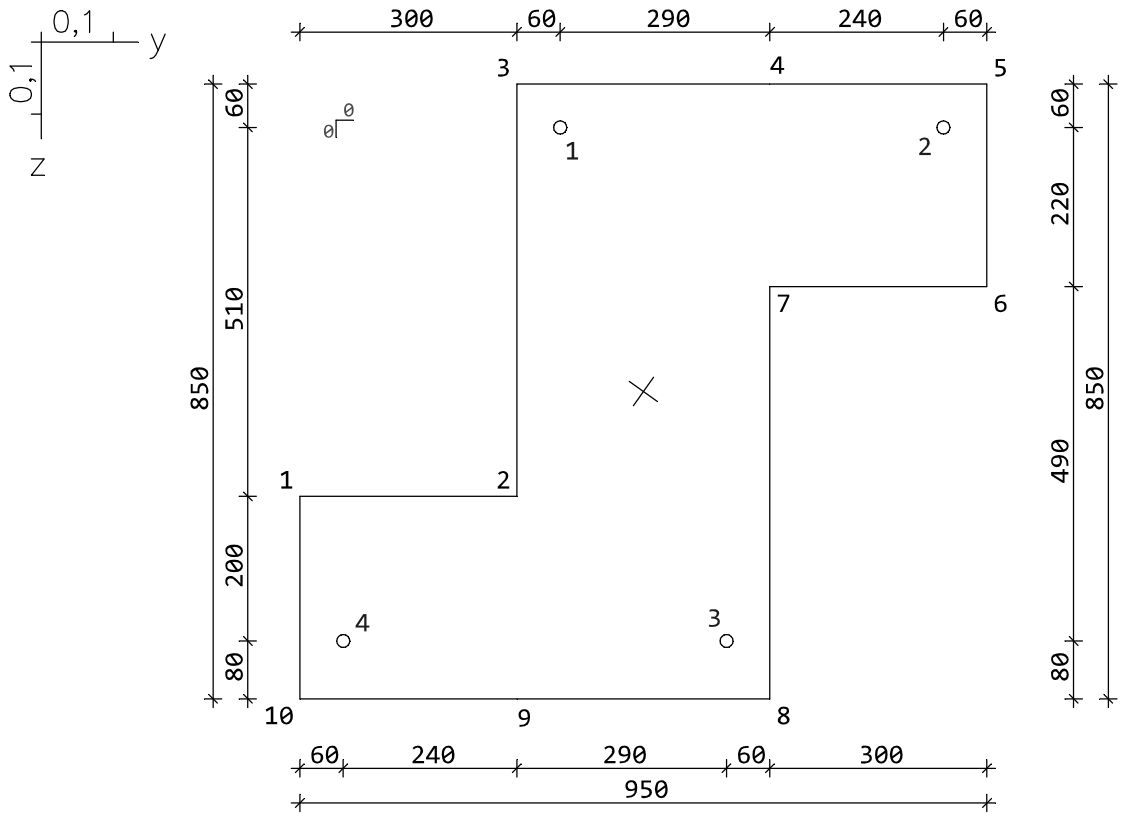
Querschnittspolygon 3 - UZ 25/37 Rau [mm]

durch Vergleichsrechnung geprüft

Querschnittspolygon 3

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

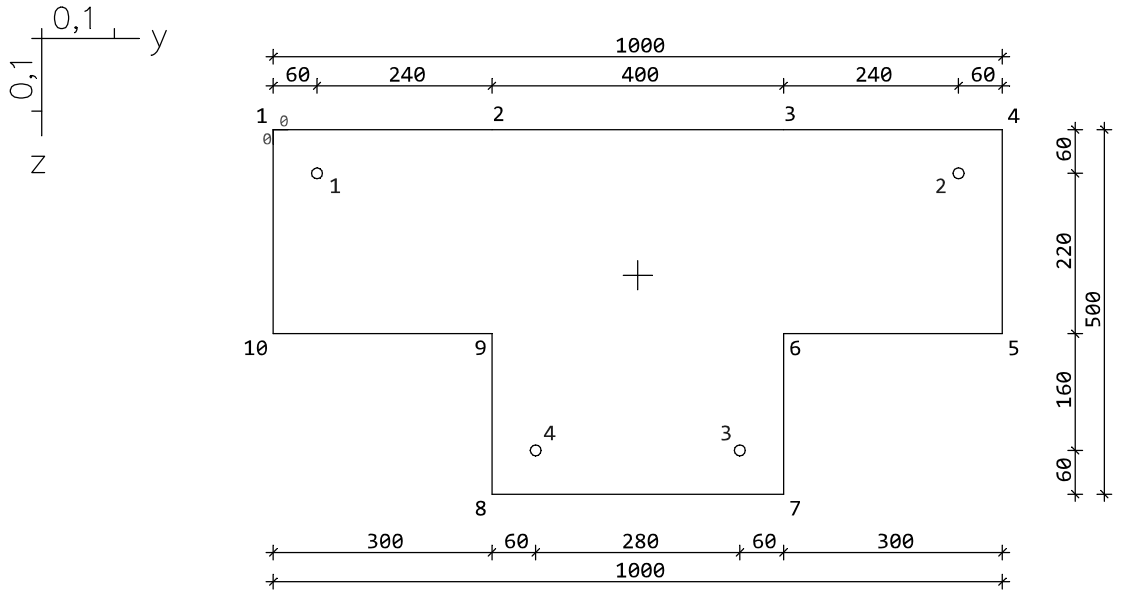
Stb.-Decke über EG M = 1:



Ys = 0,42500 m Zs= 0,37500 m
Iy = 3,26554e-02 m4 Iz= 2,20420e-02 m4
I1 = 4,37897e-02 m4 I2= 1,09077e-02 m4
Phi= 35,58465 Grad A = 0,465500 m²

Querschnittspolygon 4 - UZ 35/85 Deckenversprung Rau [mm]

Querschnittspolygon 4



Ys = 0,50000 m Zs= 0,19978 m
Iy = 6,36905e-03 m4 Iz= 2,45067e-02 m4
I1 = 6,36905e-03 m4 I2= 2,45067e-02 m4
Phi= 0,00000 Grad A = 0,368000 m²

Querschnittspolygon 5 - UZ40/50 [mm]

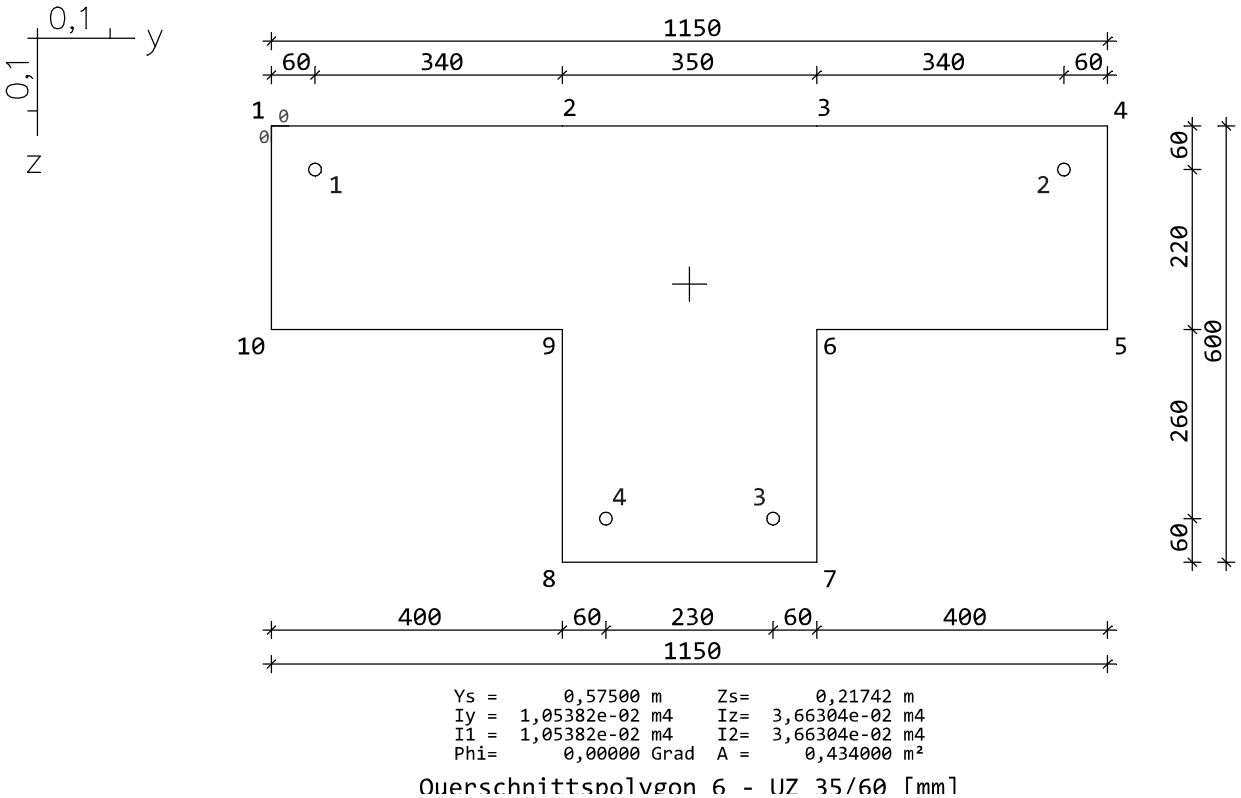
Querschnittspolygon 5

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG M = 1:

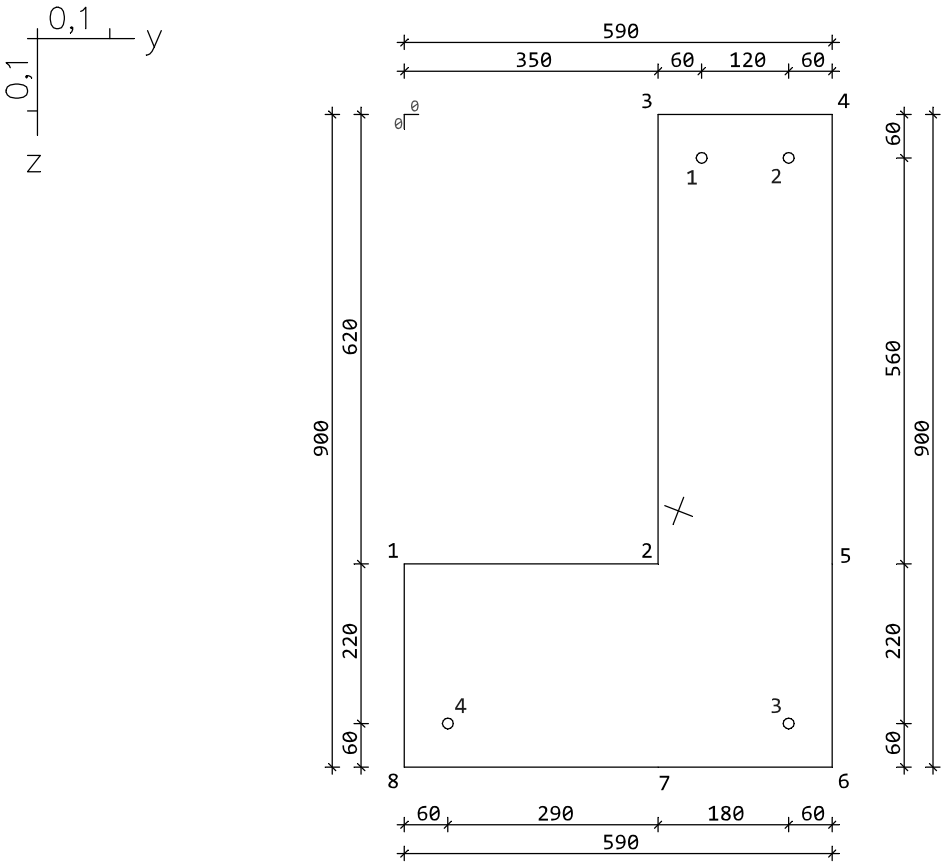


Querschnittspolygon 6

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

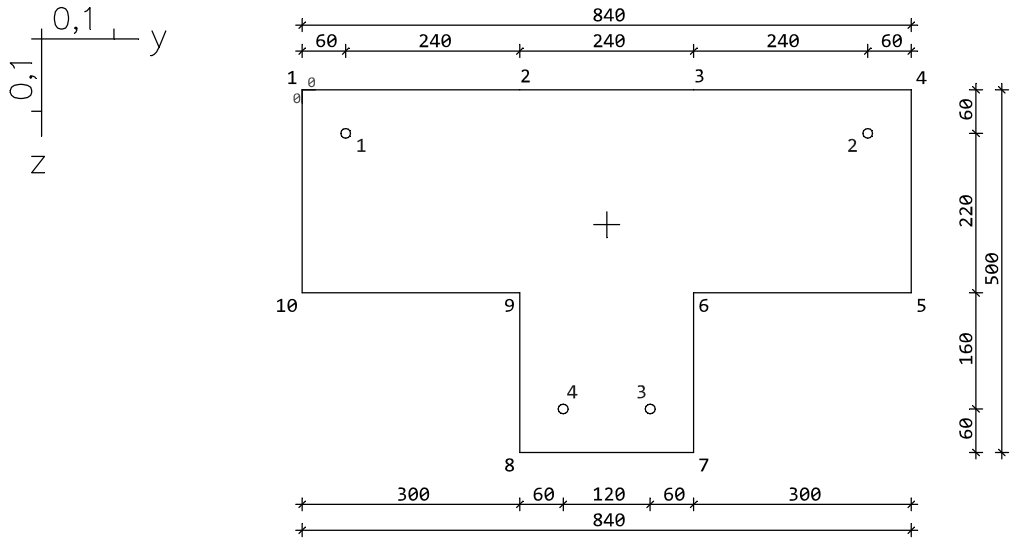
Stb.-Decke über EG M = 1:



Ys = 0,37793 m Zs= 0,54675 m
Iy = 2,16988e-02 m4 Iz= 7,90392e-03 m4
I1 = 2,40524e-02 m4 I2= 5,55030e-03 m4
Phi= 20,89541 Grad A = 0,314000 m²

Querschnittspolygon 7 - ÜZ 24/90 [mm]

Querschnittspolygon 7



Ys = 0,42000 m Zs= 0,18583 m
Iy = 4,44460e-03 m4 Iz= 1,40832e-02 m4
I1 = 4,44460e-03 m4 I2= 1,40832e-02 m4
Phi= 0,00000 Grad A = 0,288000 m²

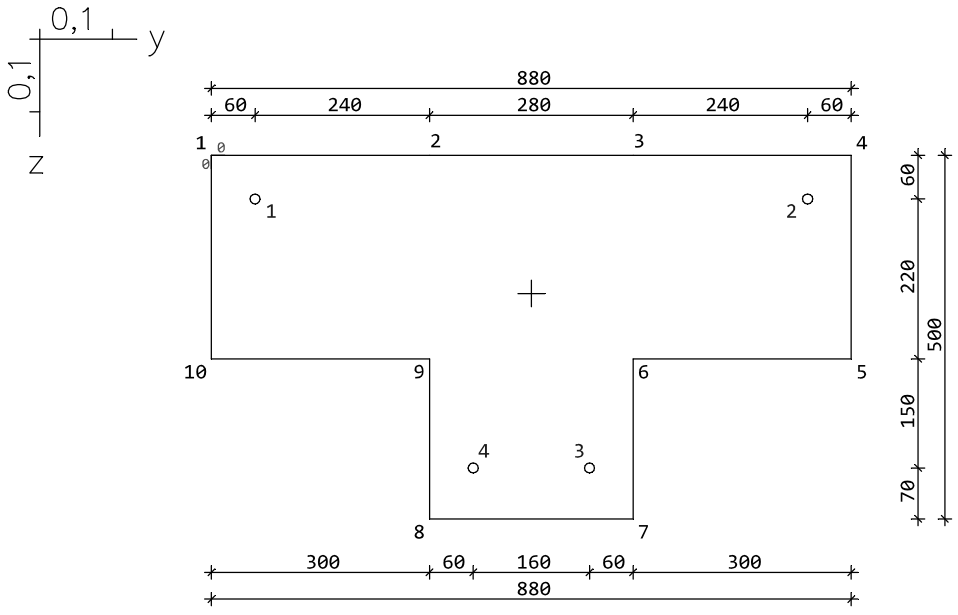
Querschnittspolygon 8 - UZ 24/50 [mm]

Querschnittspolygon 8

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

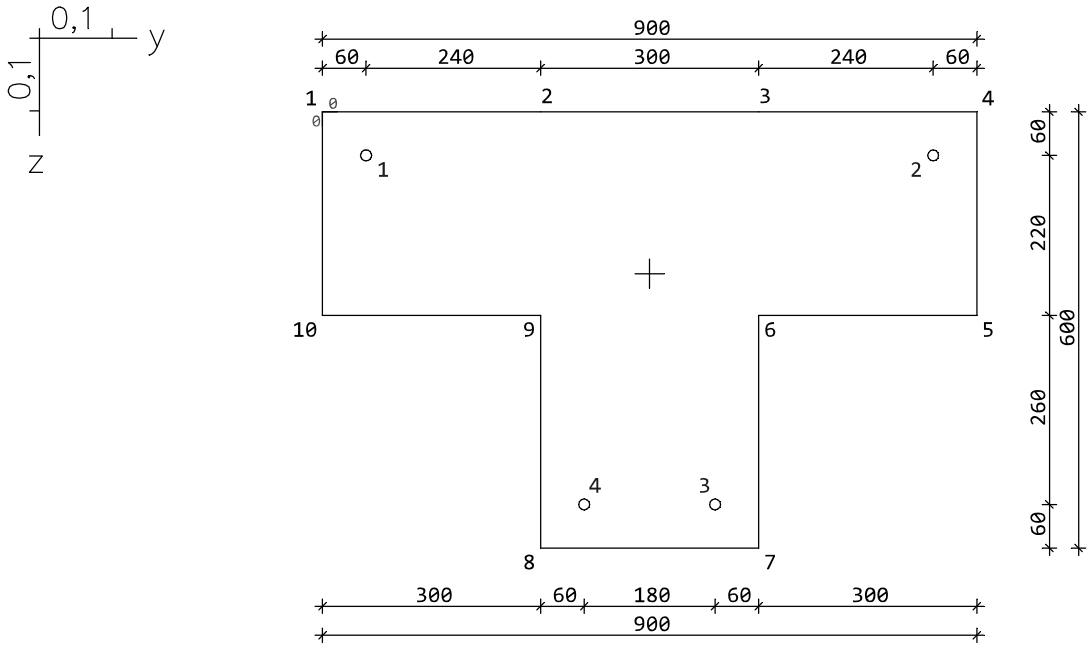
Stb.-Decke über EG M = 1:



Ys = 0,44000 m Zs= 0,19000 m
Iy = 4,93827e-03 m4 Iz= 1,63035e-02 m4
I1 = 4,93827e-03 m4 I2= 1,63035e-02 m4
Phi= 0,00000 Grad A = 0,308000 m²

Querschnittspolygon 9 - UZ 28/50 [mm]

Querschnittspolygon 9



Ys = 0,45000 m Zs= 0,22276 m
Iy = 8,72215e-03 m4 Iz= 1,77300e-02 m4
I1 = 8,72215e-03 m4 I2= 1,77300e-02 m4
Phi= 0,00000 Grad A = 0,348000 m²

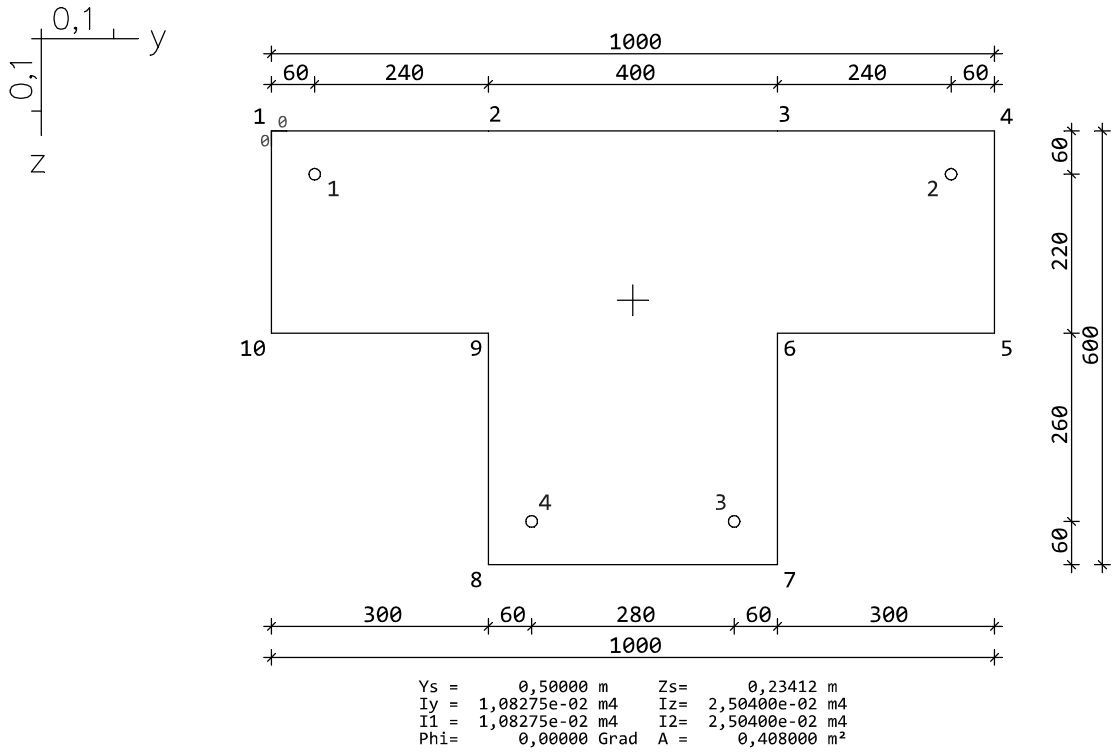
Querschnittspolygon 10 - UZ 30/60 [mm]

Querschnittspolygon 10

durch Vergleichsrechnung geprüft

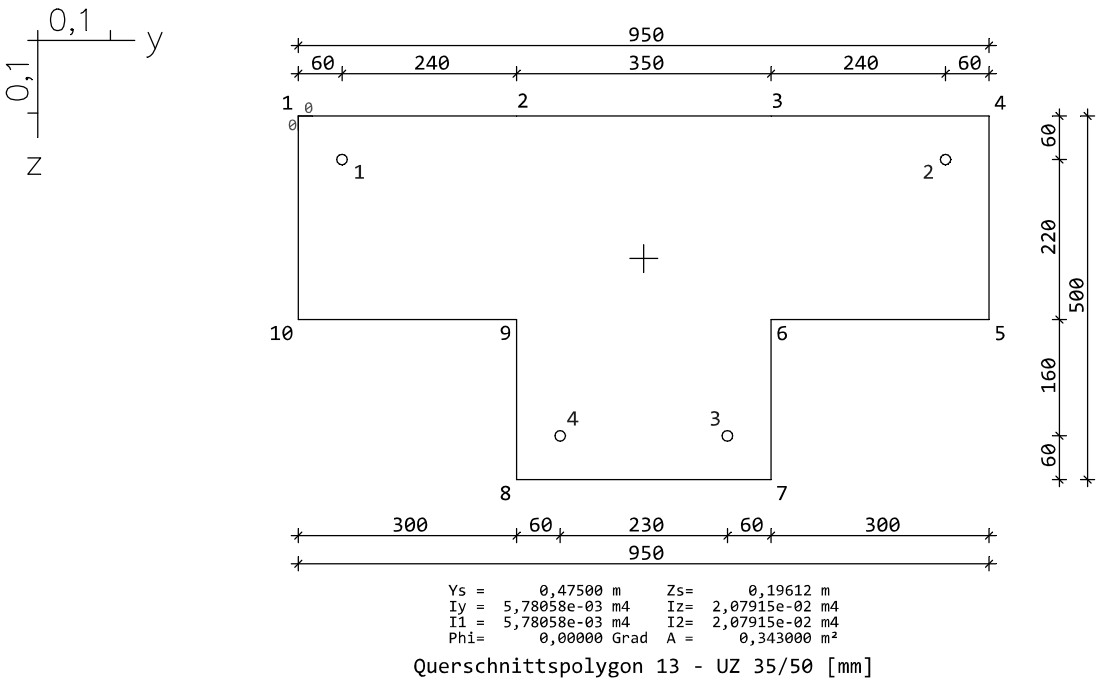
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über EG M = 1:



Querschnittspolygon 12 - UZ 40/60 [mm]

Querschnittspolygon 12



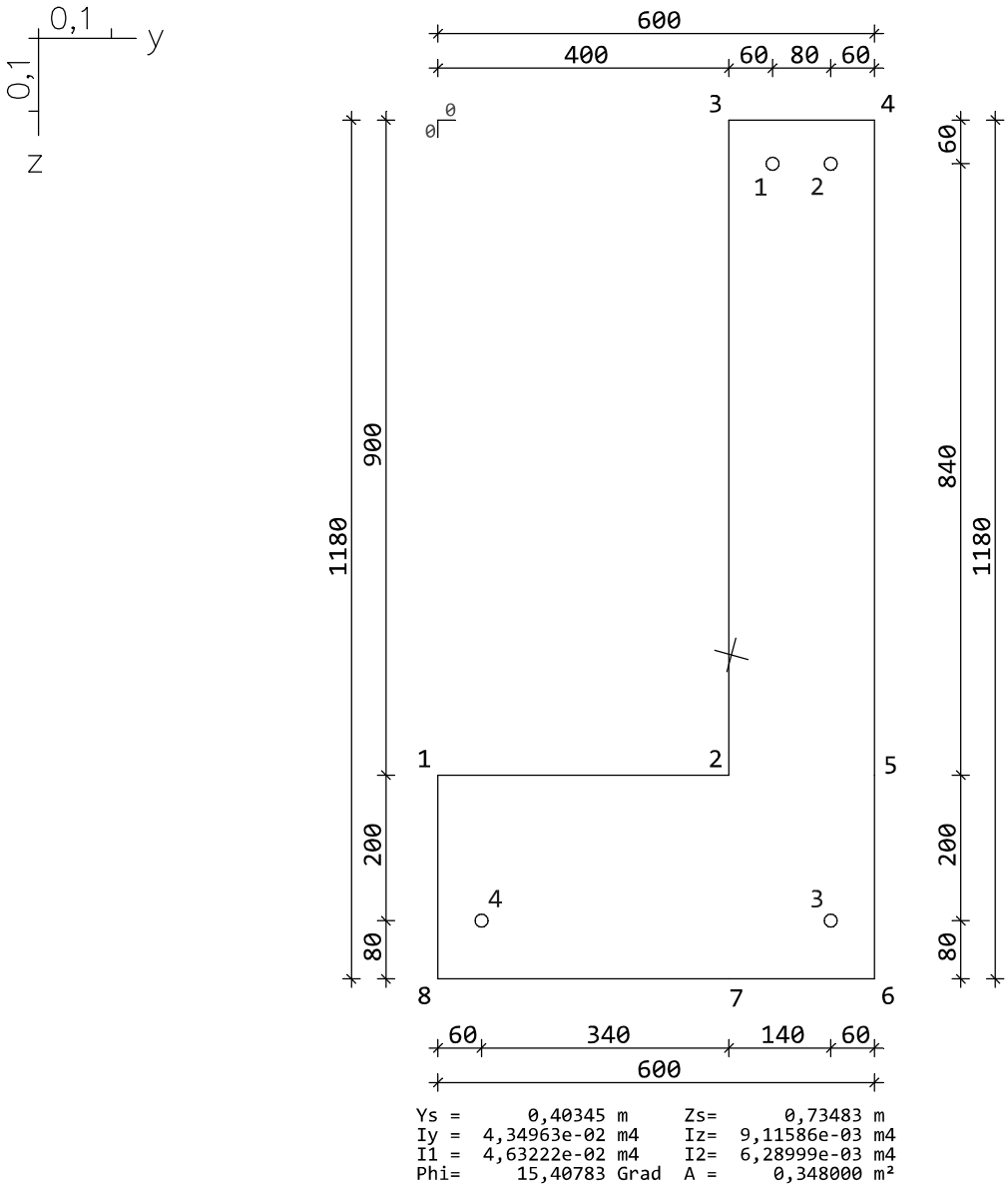
Querschnittspolygon 13 - UZ 35/50 [mm]

Querschnittspolygon 13

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über EG M = 1:



Ys = 0,40345 m Zs= 0,73483 m
Iy = 4,34963e-02 m4 Iz= 9,11586e-03 m4
I1 = 4,63222e-02 m4 I2= 6,28999e-03 m4
Phi= 15,40783 Grad A = 0,348000 m²

Querschnittspolygon 14 - ÜZ 20/118 [mm]

Querschnittspolygon 14

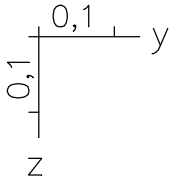
durch Vergleichsrechnung geprüft

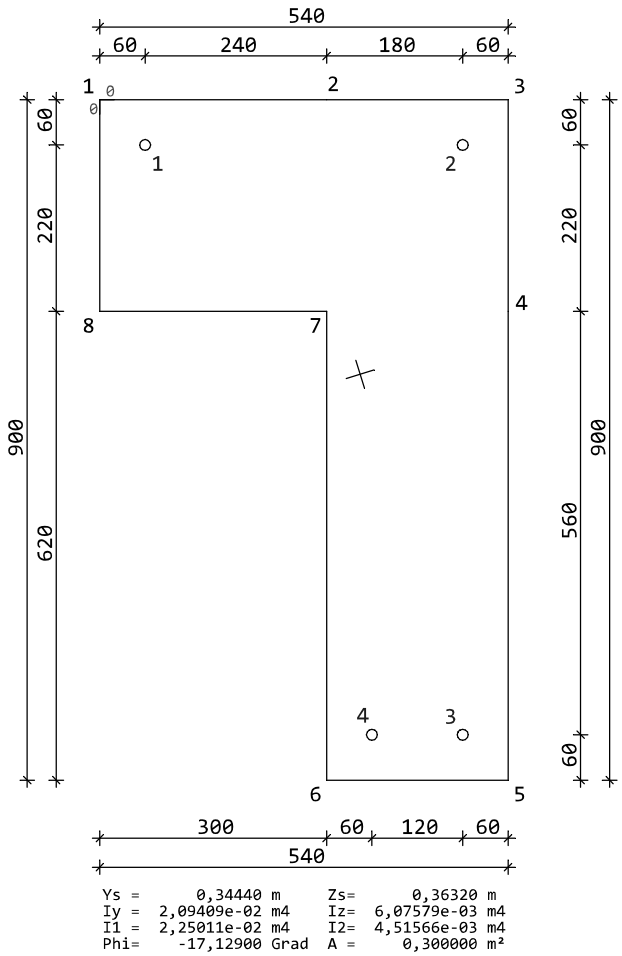
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:10





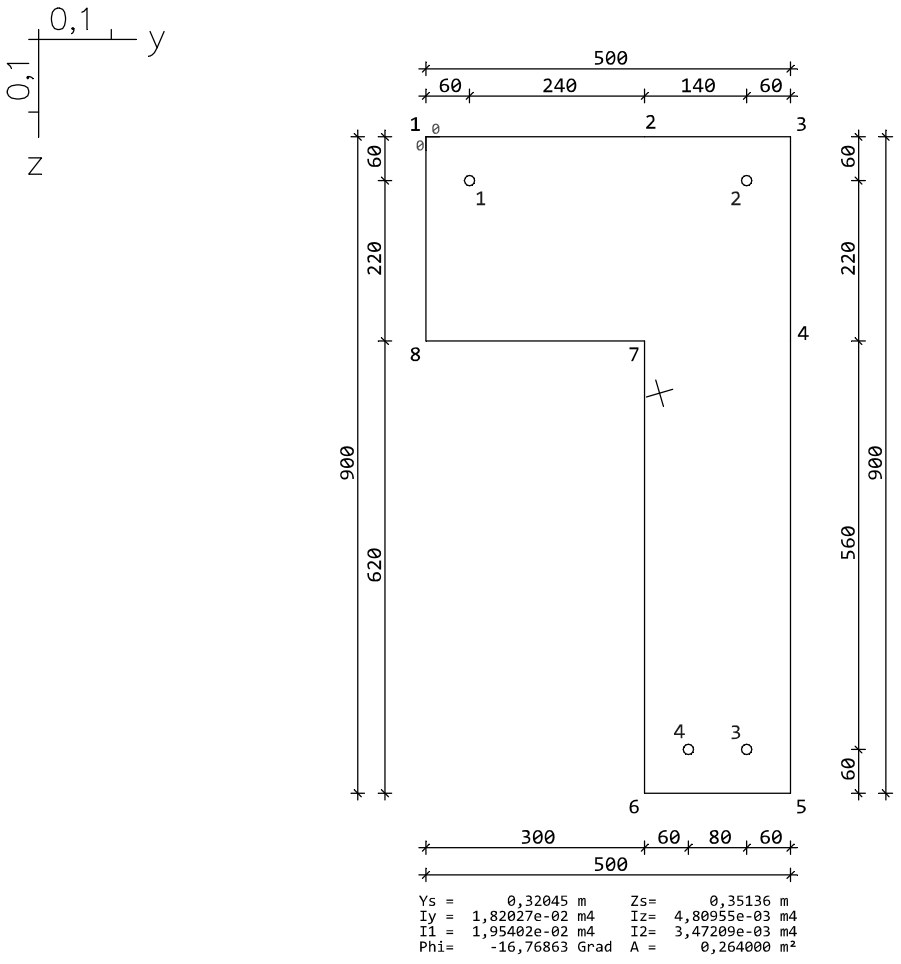
Ys = 0,34440 m Zs= 0,36320 m
Iy = 2,09409e-02 m4 Iz= 6,07579e-03 m4
I1 = 2,25011e-02 m4 I2= 4,51566e-03 m4
Phi= -17,12900 Grad A = 0,300000 m²

Querschnittspolygon 16 - UZ 24/90 [mm]

durch Vergleichsrechnung geprüft

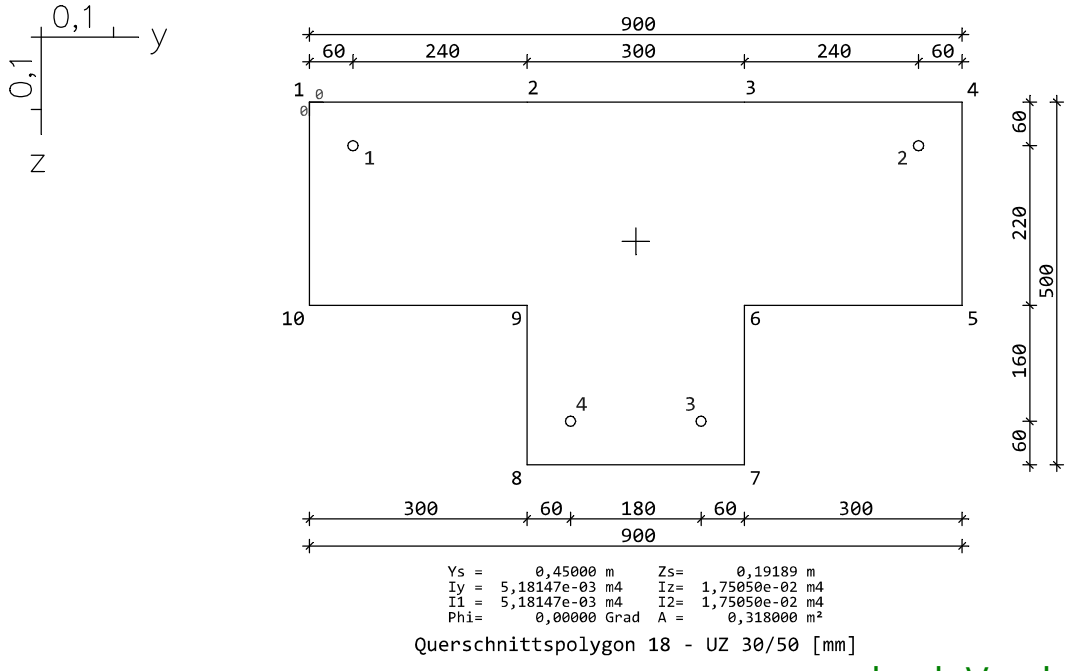
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über EG M = 1:



Querschnittspolygon 17 - UZ 20/90 [mm]

Querschnittspolygon 17



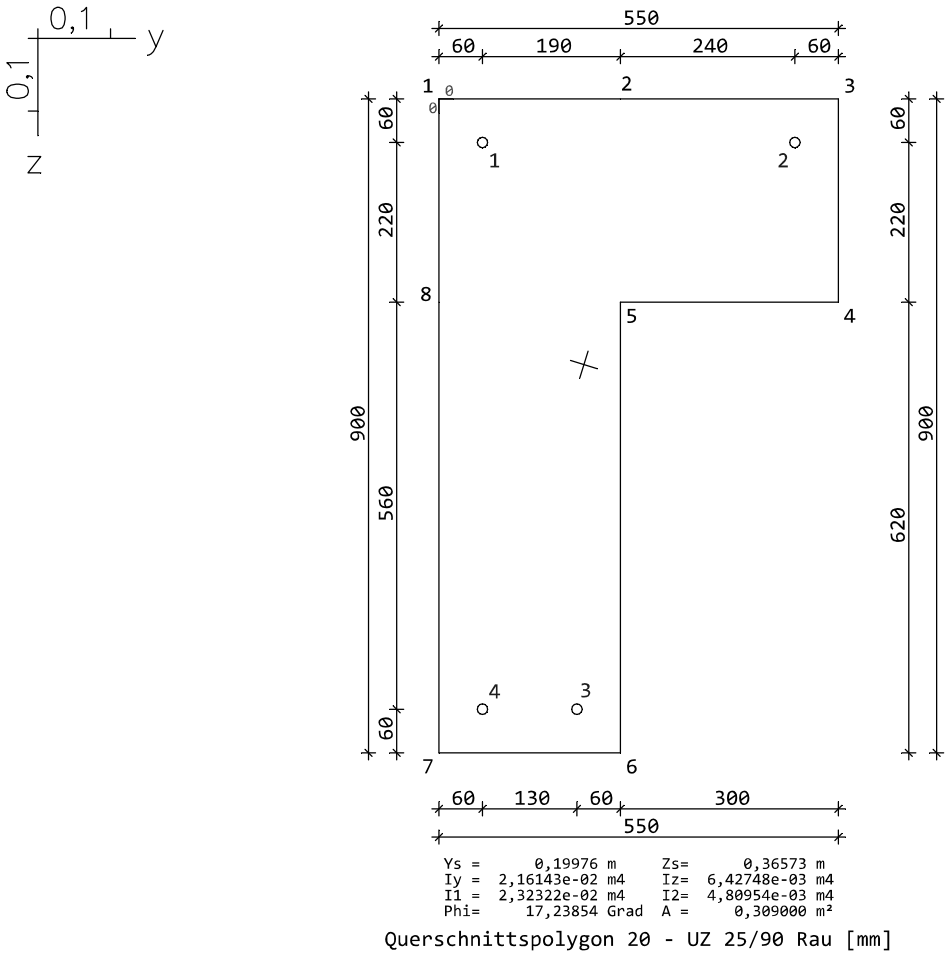
Querschnittspolygon 18 - UZ 30/50 [mm]

Querschnittspolygon 18

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über EG M = 1:



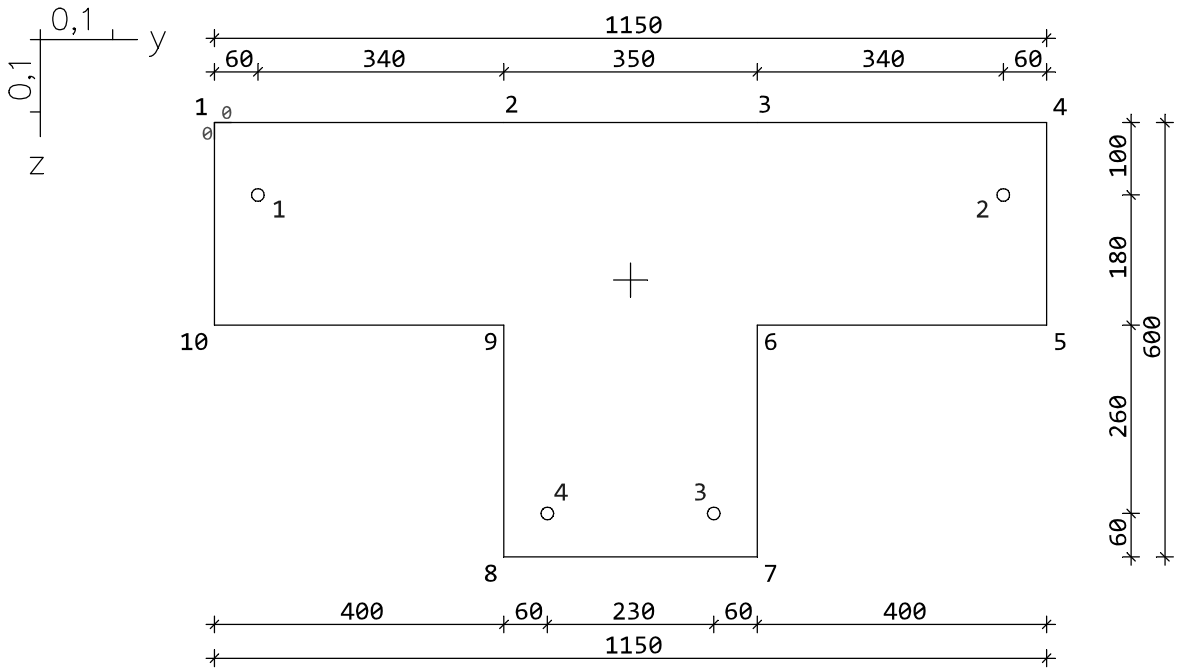
Querschnittspolygon 20 - UZ 25/90 Rau [mm]

Querschnittspolygon 20

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

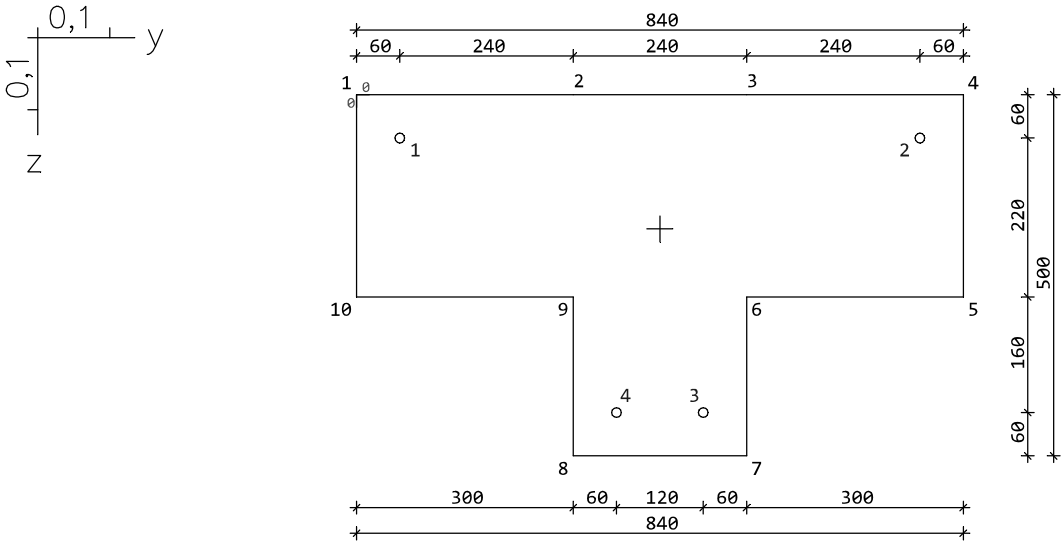
Stb.-Decke über EG M = 1:



Ys = 0,57500 m Zs= 0,21742 m
Iy = 1,05382e-02 m4 Iz= 3,66304e-02 m4
I1 = 1,05382e-02 m4 I2= 3,66304e-02 m4
Phi= 0,00000 Grad A = 0,434000 m²

Querschnittspolygon 21 - UZ 35/60 Rau [mm]

Querschnittspolygon 21



Ys = 0,42000 m Zs= 0,18583 m
Iy = 4,44460e-03 m4 Iz= 1,40832e-02 m4
I1 = 4,44460e-03 m4 I2= 1,40832e-02 m4
Phi= 0,00000 Grad A = 0,288000 m²

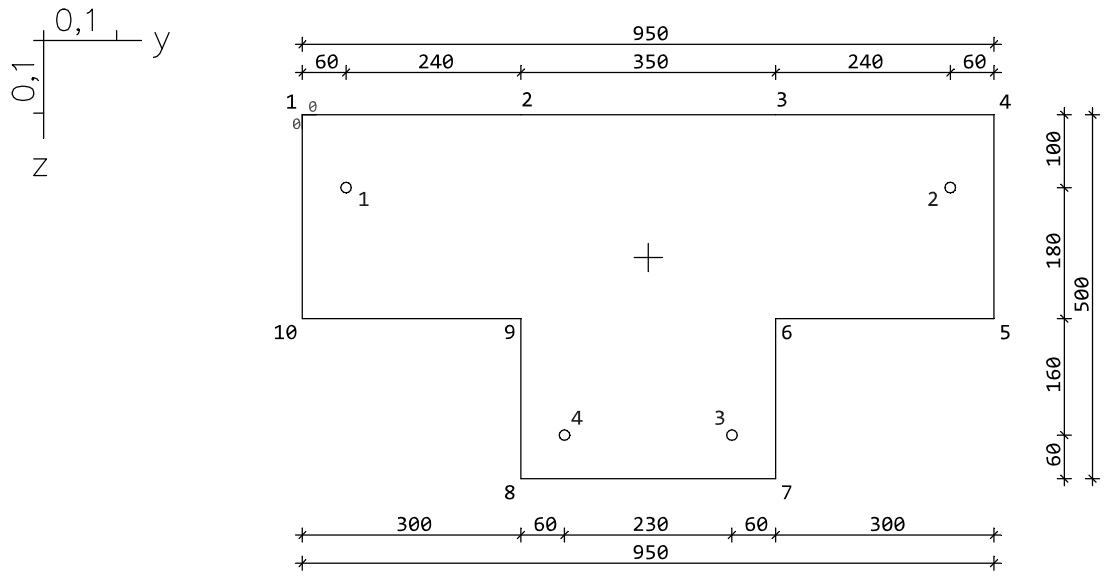
Querschnittspolygon 22 - UZ 24/50 Rau [mm]

Querschnittspolygon 22

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

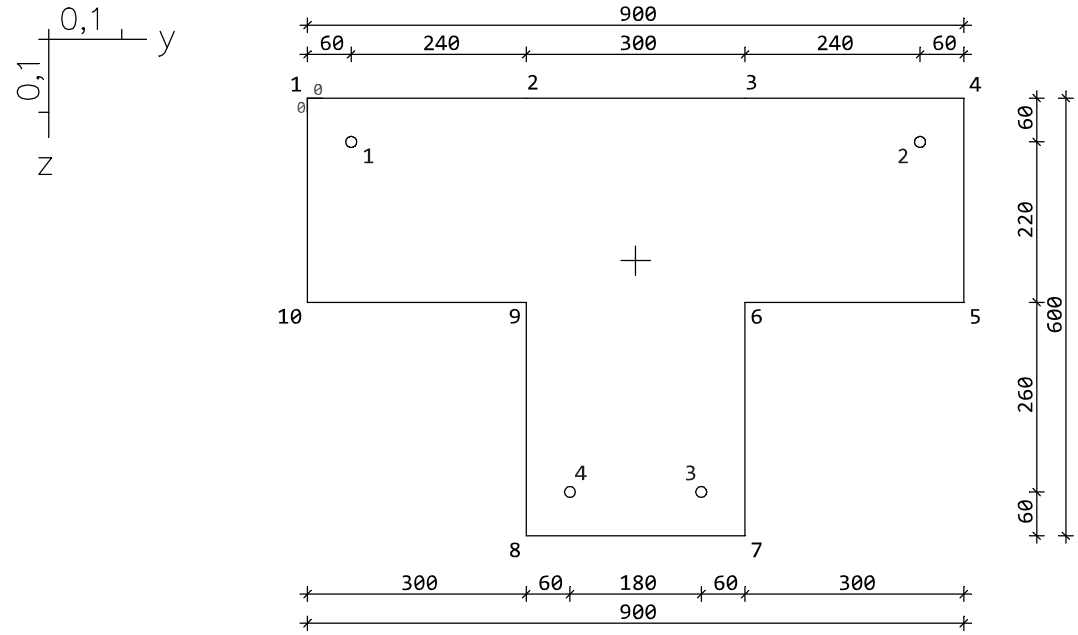
Stb.-Decke über EG M = 1:



Ys = 0,47500 m Zs= 0,19612 m
Iy = 5,78058e-03 m4 Iz= 2,07915e-02 m4
I1 = 5,78058e-03 m4 I2= 2,07915e-02 m4
Phi= 0,00000 Grad A = 0,343000 m²

Querschnittspolygon 24 - UZ 35/50 Rau [mm]

Querschnittspolygon 24



Ys = 0,45000 m Zs= 0,22276 m
Iy = 8,72215e-03 m4 Iz= 1,77300e-02 m4
I1 = 8,72215e-03 m4 I2= 1,77300e-02 m4
Phi= 0,00000 Grad A = 0,348000 m²

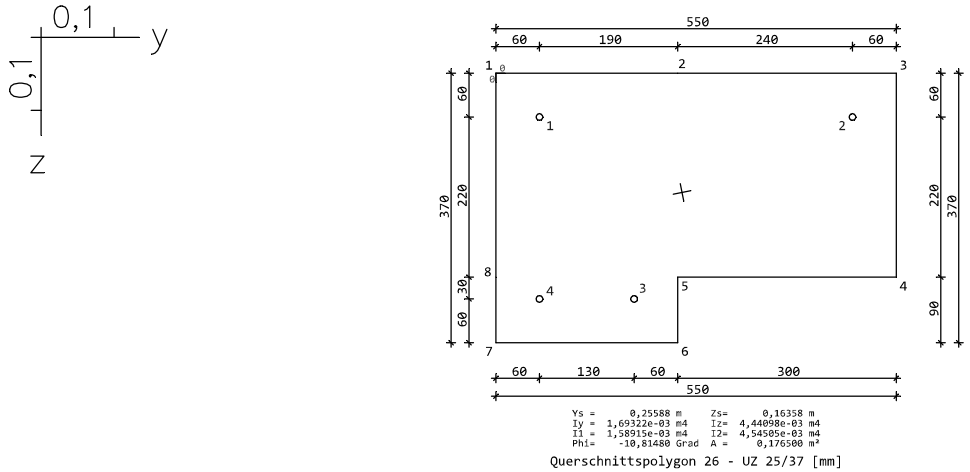
Querschnittspolygon 25 - UZ 30/60 Rau [mm]

Querschnittspolygon 25

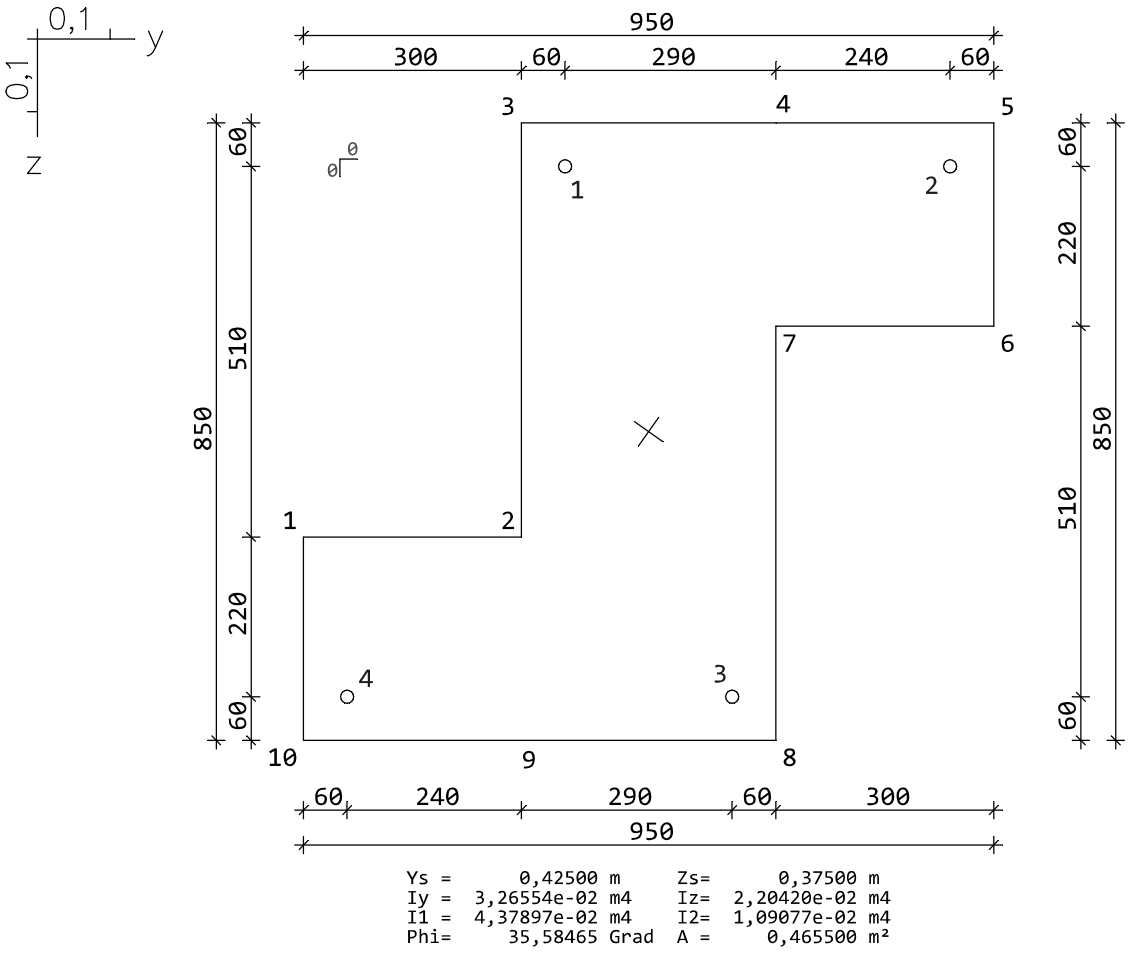
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über EG M = 1:



Querschnittspolygon 26



Querschnittspolygon 27

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG M = 1:

Linienlager

	Bezeichnung	'F' = Fest, '-' = Frei oder Federsteifigkeit [MN/m²] bzw. [MNm/m]						Zug-ausfall
		ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z	
1	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
2	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
3	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
4	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
5	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
6	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
7	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
8	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
9	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
10	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
11	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
12	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
13	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
14	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
15	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
16	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
17	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
18	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
19	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
20	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
21	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
22	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
23	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
24	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
25	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
26	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
27	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
28	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
29	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
30	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
31	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
32	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
33	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
34	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
35	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
36	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
37	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
38	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
39	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
40	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
41	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
42	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
43	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
44	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
45	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
46	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
47	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
48	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
49	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
50	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
51	Wand 24cm	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
52	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
53	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
54	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
55	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
56	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
57	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG M = 1:

Linienlager

	Bezeichnung	'F' = Fest, '-' = Frei oder Federsteifigkeit [MN/m²] bzw. [MNm/m]						Zug-ausfall
		ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z	
58	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
59	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
60	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
61	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
62	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
63	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
64	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
65	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
66	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
67	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
68	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
69	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
70	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
71	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
72	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
73	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
74	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
75	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
76	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
77	Wand 20cm	F	F	1700,00	-	-	-	L:x-y-z
78	Wand 20cm	F	F	1700,00	-	-	-	L:x-y-z
79	Wand 28cm	F	F	2300,00	-	-	-	L:x-y-z
80	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
81	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
82	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
83	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
84	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
85	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
86	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
87	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
88	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
89	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
90	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
91	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
92	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
93	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
94	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
95	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
96	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
97	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
98	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
99	Wand 20cm	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
100	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
101	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
102	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
103	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
104	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
105	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
106	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
107	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
108	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
109	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
110	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
111	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
112	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
113	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
114	WAT	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über EG M = 1:

Linienlager

	Bezeichnung	'F' = Fest, '-' = Frei oder Federsteifigkeit [MN/m²] bzw. [MNm/m] ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z	Zug-ausfall
115	Wand 25cm	F	F	2100,00	-	-	-	L:x-y-z
116	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
117	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
118	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
119	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
120	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
121	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
122	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
123	Wand 25cm	F	F	2100,00	33,00	-	-	L:x-y-z
124	WAT	F	F	1700,00	-	-	-	L:x-y-z
125	WAT	F	F	1700,00	-	-	-	L:x-y-z
126	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
127	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
128	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
129	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
130	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
131	Wand 28cm	F	F	2300,00	-	-	-	L:x-y-z
132	Wand 20cm	F	F	1700,00	-	-	-	L:x-y-z
133	WAT	F	F	2300,00	-	-	-	L:x-y-z
134	WAT	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
135	WAT	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
136	WAT	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
137	WAT	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
138	WAT	F	F	1700,00	18,00	-	-	L:x-y-z
139	MW 24cm	F	F	400,00	-	-	-	L:x-y-z
140	WAT	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
141	WAT	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z
142	WAT	F	F	2000,00	-	-	-	L:x-y-z

Festhaltungen

	Knoten	Drehung des Lager-systems um Achse [°] x	y	z	'F' = Fest, '-' = Frei oder Federsteifigkeit [MN/m] bzw. [MNm] ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z
1	676	0,0	0,0	0,0	F	F	720,00	-	-	-
2	3092	0,0	0,0	0,0	F	F	900,00	-	-	-
3	3865	0,0	0,0	0,0	F	F	900,00	-	-	-
4	5291	0,0	0,0	0,0	F	F	1100,00	-	13,00	-
5	6280	0,0	0,0	0,0	F	F	1300,00	-	-	-
6	7532	0,0	0,0	0,0	F	F	720,00	-	-	-
7	12057	0,0	0,0	0,0	F	F	1050,00	-	-	-

Lastfall-Bezeichnung

	Lastfall	Bezeichnungstext
1	1	Eigengewicht gk
2	2	Ausbaulast gk ohne Aufstockung
3	3	Ausbaulast gk mit Aufstockung
4	4	Nutzlast qk,1
5	5	Nutzlast qk,2
6	6	Nutzlast qk,3
7	7	Nutzlast qk,4
8	8	Gründach gk

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über EG M = 1:

	Lastfall	Bezeichnungstext
9	9	Gründach qk,1
10	10	Gründach qk,2
11	11	Gründach qk,3
12	12	Gründach qk,4
13	13	LÜN Gk aus 1.OG aufstehend ohne Aufstockung
14	14	LÜN Qk aus 1.OG aufstehend ohne Aufstockung
15	15	Aufstehende Wände, Fenster gk ohne Aufstockung
16	16	Aufgehende Wände+Fassade ohne Aufstockung
17	17	LÜN Gk aus 1.OG ohne Aufstockung
18	18	LÜN Qk aus 1.OG ohne Aufstockung
19	20	LWL Gk ohne Aufstockung
20	21	LWL Qk ohne Aufstockung
21	23	LWL Gk aus EG mit Aufstockung
22	24	LWL Qk aus EG mit Aufstockung
23	30	LÜN Gk aus Aufstockung 1.OG aufstehend
24	31	LÜN Qk aus Aufstockung 1.OG aufstehend
25	32	LÜN Gk aus Aufstockung 1.OG
26	33	LÜN Qk aus Aufstockung 1.OG
27	34	Aufstehende Wände, Fenster gk aus Aufstockung
28	35	Aufgehende Wände+Fassade aus Aufstockung
29	36	Nutzlast qk,1, Aufstockunng
30	37	Nutzlast qk,2, Aufstockunng
31	38	Nutzlast qk,3, Aufstockunng
32	39	Nutzlast qk,4, Aufstockunng

Lastgruppen

LF-Nr. Lastgruppe	Berechnungstheorie	Vorverformung	Eigengewicht gk	Ausbaulast gk ohne Aufstockung	Ausbaulast gk mit Aufstockung	Nutzlast qk,1	Nutzlast qk,2	Nutzlast qk,3	Nutzlast qk,4	Gründach gk
	-	-	LF 1	LF 2	LF 3	LF 4	LF 5	LF 6	LF 7	LF 8
20 : LWL Gk ohne Aufstockung	1.		1	1						1
21 : LWL Qk ohne Aufstockung	1.					1	1	1	1	
23 : LWL Gk aus EG mit Aufstockung	1.		1		1					
24 : LWL Qk aus EG mit Aufstockung	1.					1	1	1	1	

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG M = 1:

	Gründach qk,1	Gründach qk,2	Gründach qk,3	Gründach qk,4	LÜN Gk aus 1.OG aufstehend ohne Aufstockung	LÜN Qk aus 1.OG aufstehend ohne Aufstockung	Aufstehende Wände, Fenster gk ohne Aufstockung	Aufgehende Wände+Fassade ohne Aufstockung
LF-Nr. Lastgruppe	LF 9	LF 10	LF 11	LF 12	LF 13	LF 14	LF 15	LF 16
20 : LWL Gk ohne Aufstockung					1		1	1
21 : LWL Qk ohne Aufstockung	1	1	1	1		1		
23 : LWL Gk aus EG mit Aufstockung					1		1	1
24 : LWL Qk aus EG mit Aufstockung						1		

	LÜN Gk aus 1.OG ohne Aufstockung	LÜN Qk aus 1.OG ohne Aufstockung	LÜN Gk aus Aufstockung 1.OG aufstehend	LÜN Qk aus Aufstockung 1.OG aufstehend	LÜN Gk aus Aufstockung 1.OG	LÜN Qk aus Aufstockung 1.OG	Aufstehende Wände, Fenster gk aus Aufstockung	Aufgehende Wände+Fassade aus Aufstockung
LF-Nr. Lastgruppe	LF 17	LF 18	LF 30	LF 31	LF 32	LF 33	LF 34	LF 35
20 : LWL Gk ohne Aufstockung	1							
21 : LWL Qk ohne Aufstockung		1						
23 : LWL Gk aus EG mit Aufstockung	1		1		1		1	1
24 : LWL Qk aus EG mit Aufstockung		1		1		1		

	Nutzlast qk,1, Aufstockunng	Nutzlast qk,2, Aufstockunng	Nutzlast qk,3, Aufstockunng	Nutzlast qk,4, Aufstockunng
LF-Nr. Lastgruppe	LF 36	LF 37	LF 38	LF 39
20 : LWL Gk ohne Aufstockung				
21 : LWL Qk ohne Aufstockung	1	1	1	1
23 : LWL Gk aus EG mit Aufstockung				
24 : LWL Qk aus EG mit Aufstockung	1	1	1	1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über EG M = 1:

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht gk	0,000	0,000	10276,594
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	10276,594
2	Ausbaulast gk ohne Aufstockung	0,000	0,000	2783,436
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2783,436
3	Ausbaulast gk mit Aufstockung	0,000	0,000	3533,436
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	3533,436
4	Nutzlast qk,1	0,000	0,000	1476,448
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1476,448
5	Nutzlast qk,2	0,000	0,000	1647,803
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1647,803
6	Nutzlast qk,3	0,000	0,000	399,435
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	399,435
7	Nutzlast qk,4	0,000	0,000	707,083
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	707,083
8	Gründach gk	0,000	0,000	875,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	875,000
9	Gründach qk,1	0,000	0,000	572,535
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	572,535
10	Gründach qk,2	0,000	0,000	483,297
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	483,297
11	Gründach qk,3	0,000	0,000	366,659
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	366,659
12	Gründach qk,4	0,000	0,000	202,508
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	202,508
13	LÜN Gk aus 1.OG aufstehend ohne...	0,000	0,000	2153,727
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2153,727
14	LÜN Qk aus 1.OG aufstehend ohne...	0,000	0,000	670,595
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	670,595
15	Aufstehende Wände, Fenster gk oh...	0,000	0,000	1562,078
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1562,078
16	Aufgehende Wände+Fassade ohne ...	0,000	0,000	4587,344
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	4587,344
17	LÜN Gk aus 1.OG ohne Aufstockung	0,000	0,000	18029,721
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	18029,721
18	LÜN Qk aus 1.OG ohne Aufstocku...	0,000	0,000	6586,467
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	6586,467
20	LWL Gk ohne Aufstockung	0,000	0,000	40267,898
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	40267,898
21	LWL Qk ohne Aufstockung	0,000	0,000	13112,831
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	13112,831

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über EG M = 1:

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
23	LWL Gk aus EG mit Aufstockung	0,000	0,000	48004,531
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	48004,531
24	LWL Qk aus EG mit Aufstockung	0,000	0,000	15906,033
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	15906,033
30	LÜN Gk aus Aufstockung 1.OG auf...	0,000	0,000	2441,562
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2441,562
31	LÜN Qk aus Aufstockung 1.OG auf...	0,000	0,000	697,044
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	697,044
32	LÜN Gk aus Aufstockung 1.OG	0,000	0,000	4151,099
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	4151,099
33	LÜN Qk aus Aufstockung 1.OG	0,000	0,000	1846,158
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1846,158
34	Aufstehende Wände, Fenster gk au...	0,000	0,000	490,357
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	490,357
35	Aufgehende Wände+Fassade aus ...	0,000	0,000	778,616
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	778,616
36	Nutzlast qk,1, Aufstockunng	0,000	0,000	657,596
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	657,596
37	Nutzlast qk,2, Aufstockunng	0,000	0,000	560,775
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	560,775
38	Nutzlast qk,3, Aufstockunng	0,000	0,000	424,606
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	424,606
39	Nutzlast qk,4, Aufstockunng	0,000	0,000	232,023
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	232,023

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250

EIGENLAST

durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 1: Belastung, Eigengewicht gk

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250

durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 2: Belastung, Ausbaulast gk ohne Aufstockung

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250

durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 3: Belastung, Ausbaulast gk mit Aufstockung

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

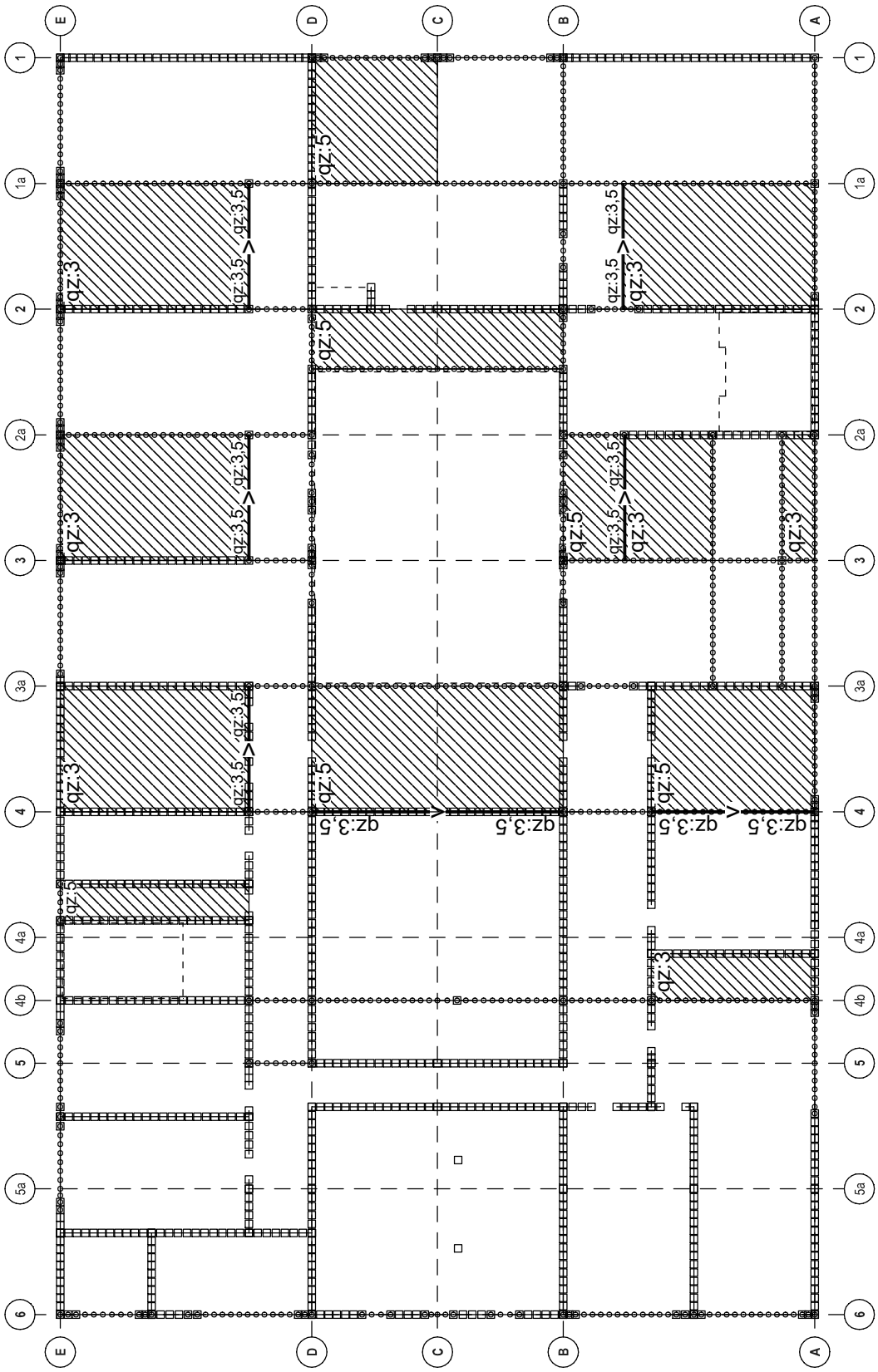
Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250

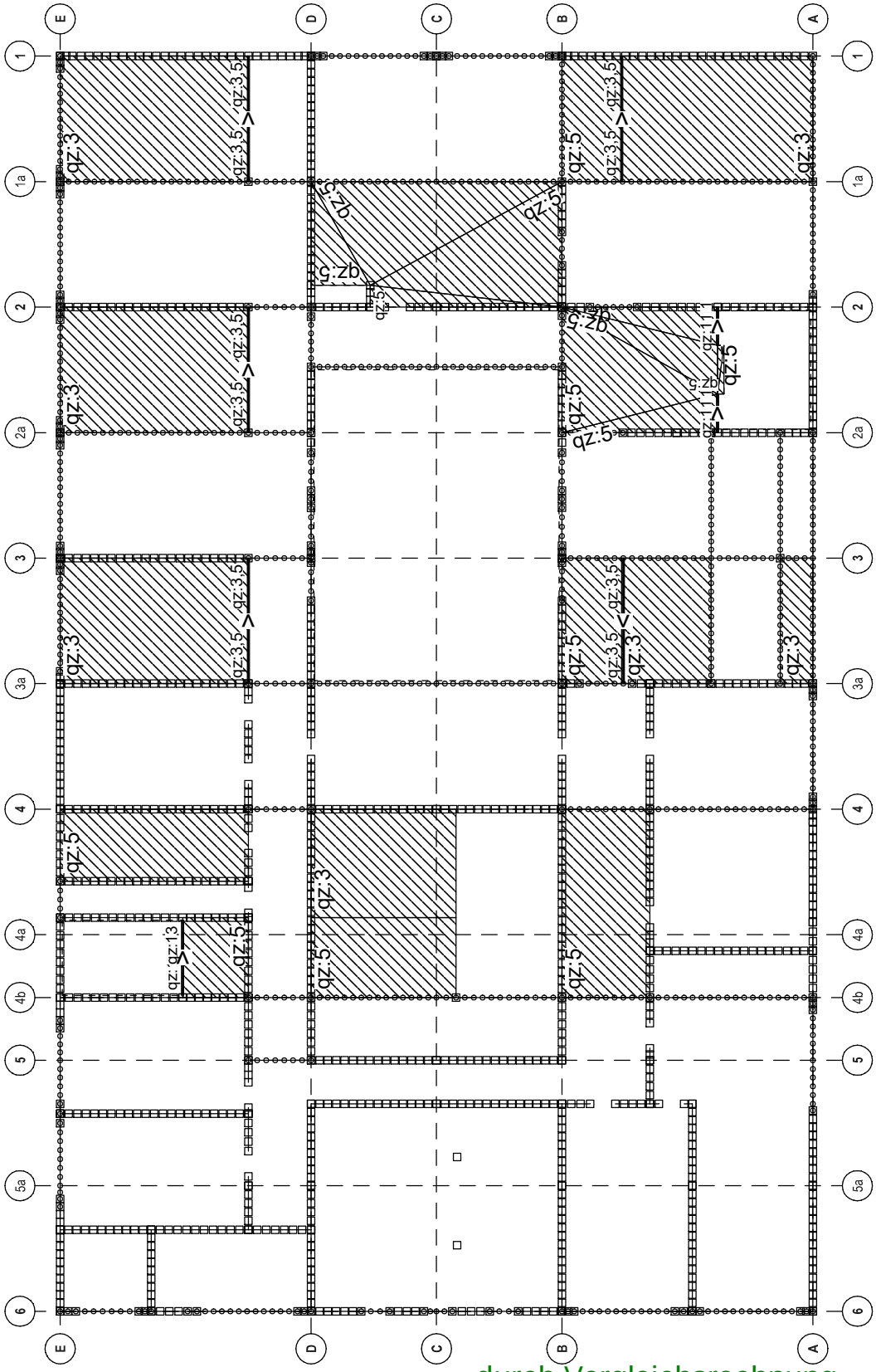

E
D
C
B
A
1
1a
2
2a
3
3a
4
4a
4b
5
5a
6
qz:3
qz:3,5
qz:5
qz:3,5
qz:3,5
qz:3,

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 5: Belastung, Nutzlast qk,2

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

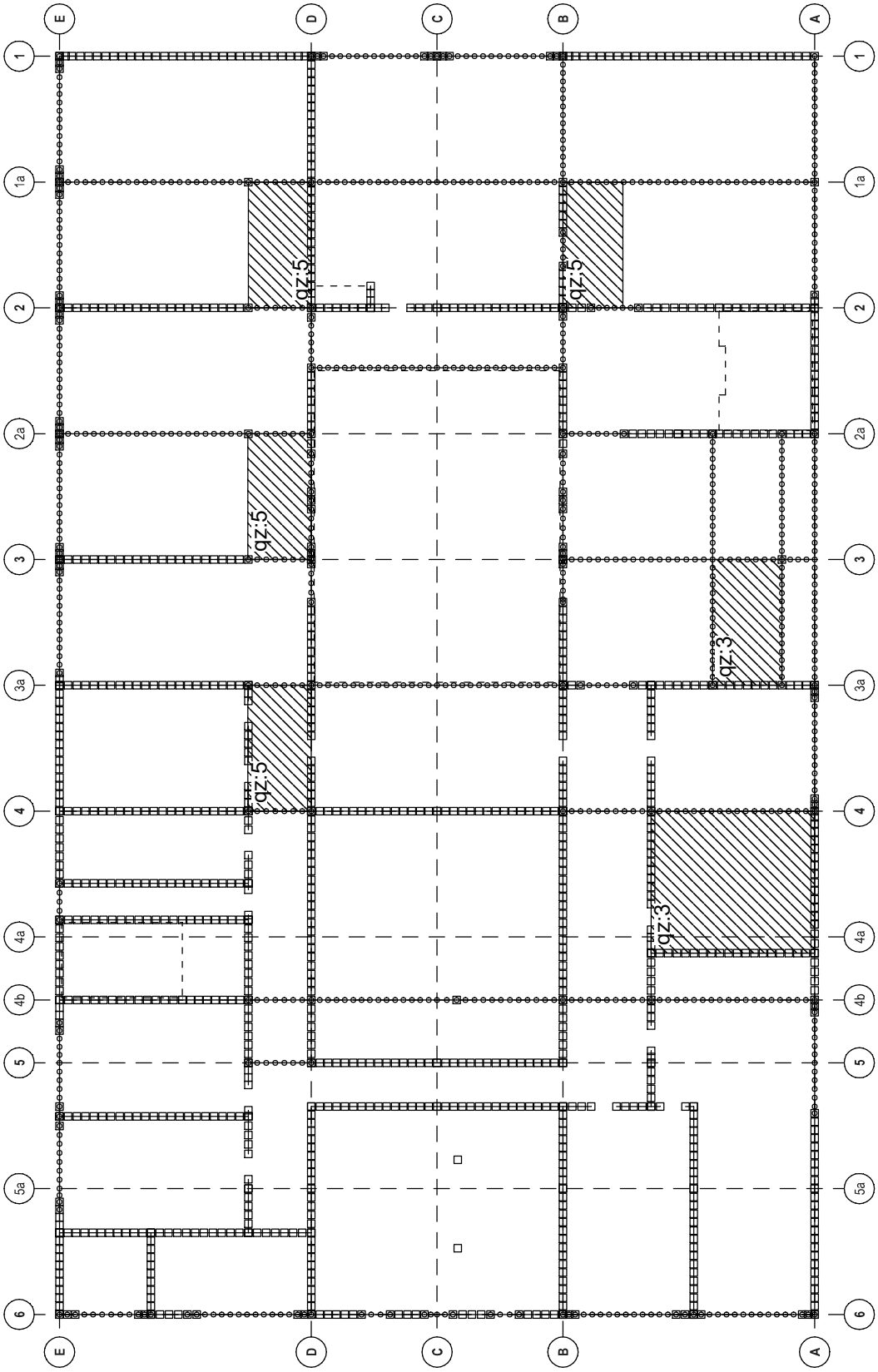
Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 6: Belastung, Nutzlast qk,3

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

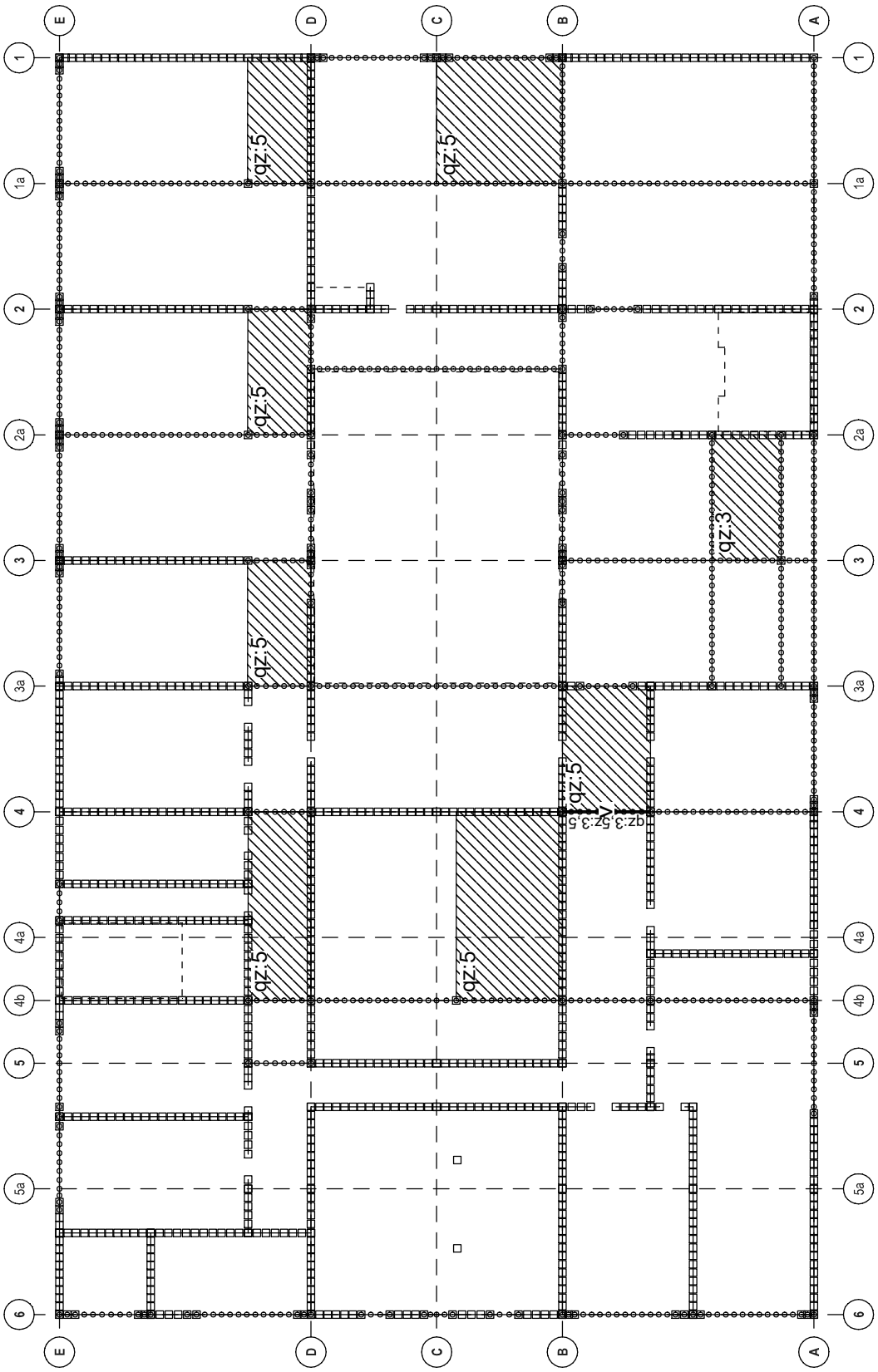
Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 7: Belastung, Nutzlast qk,4

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

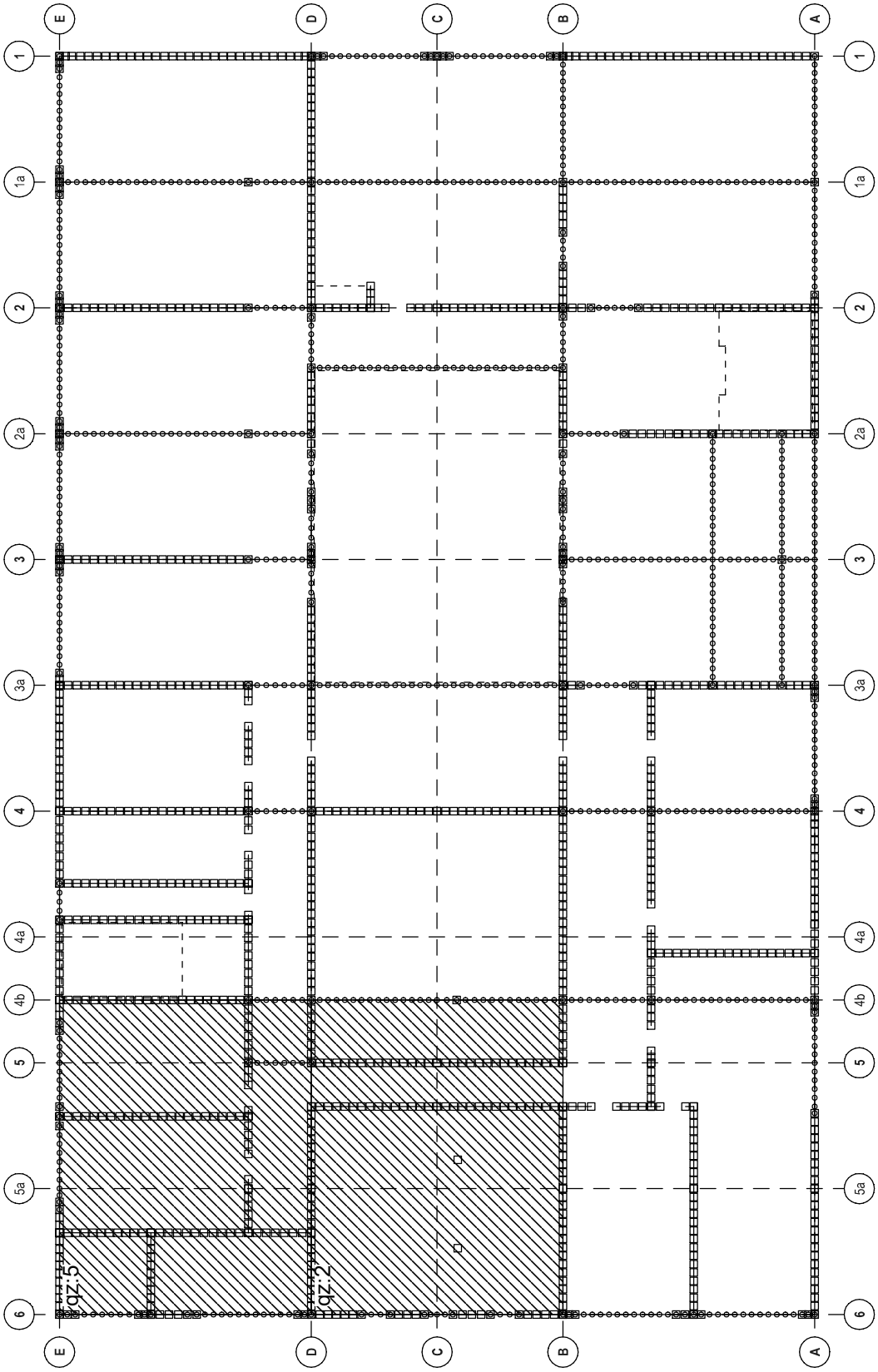
Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

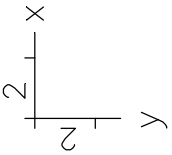
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250





durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 8: Belastung, Gründach gk

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

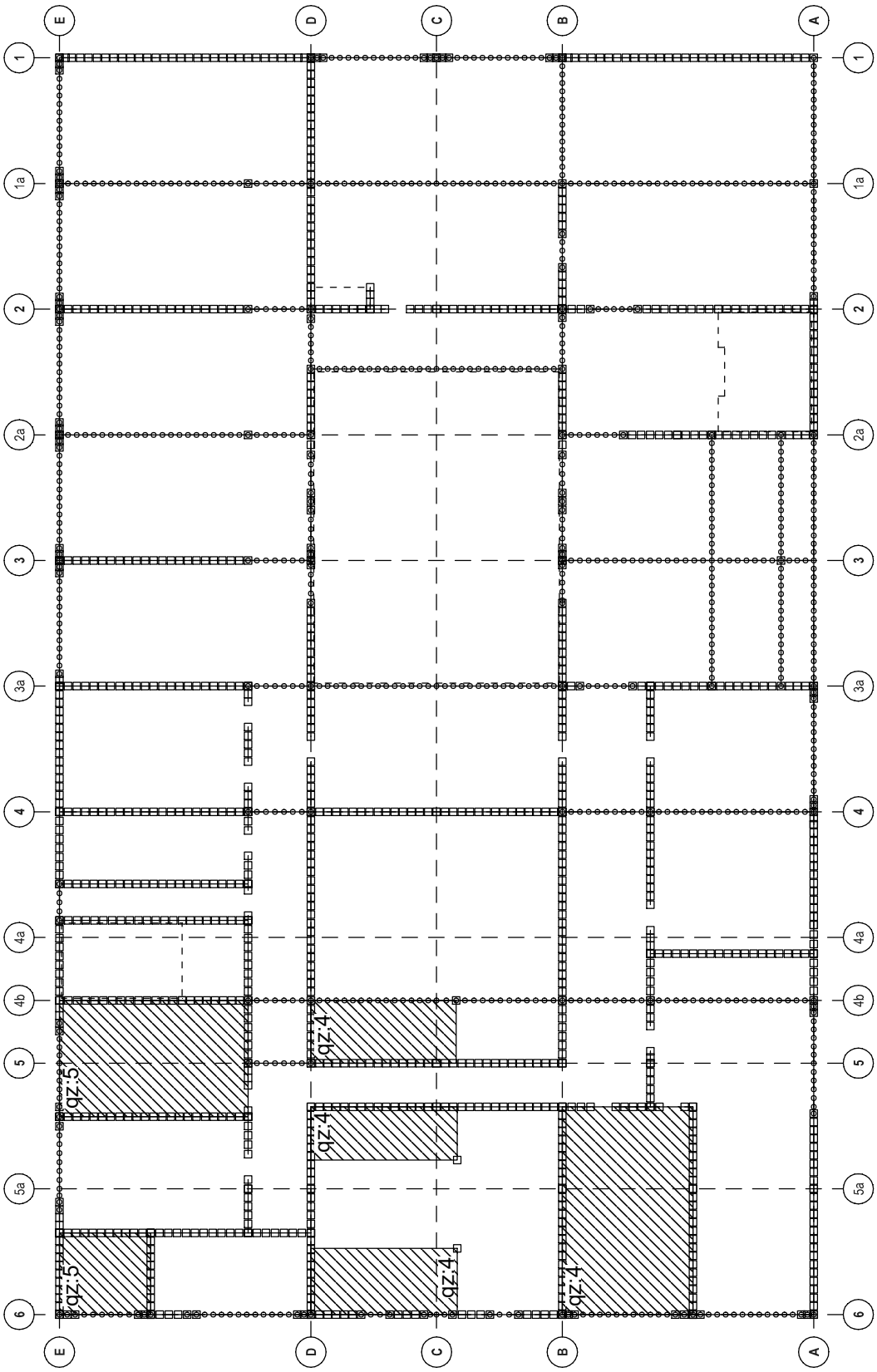
Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 9: Belastung, Gründach qk,1

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

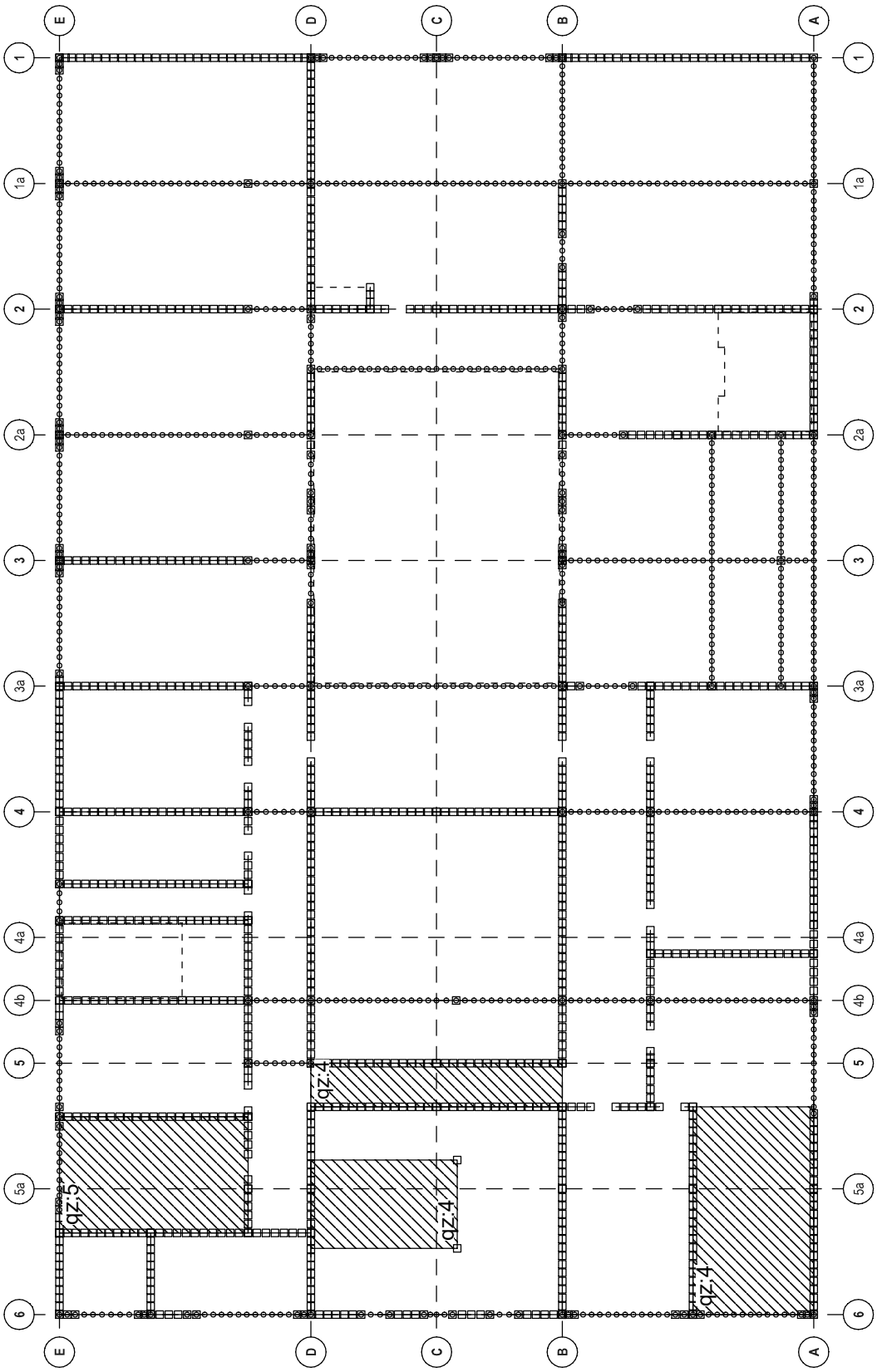
Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 10: Belastung, Gründach qk,2

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

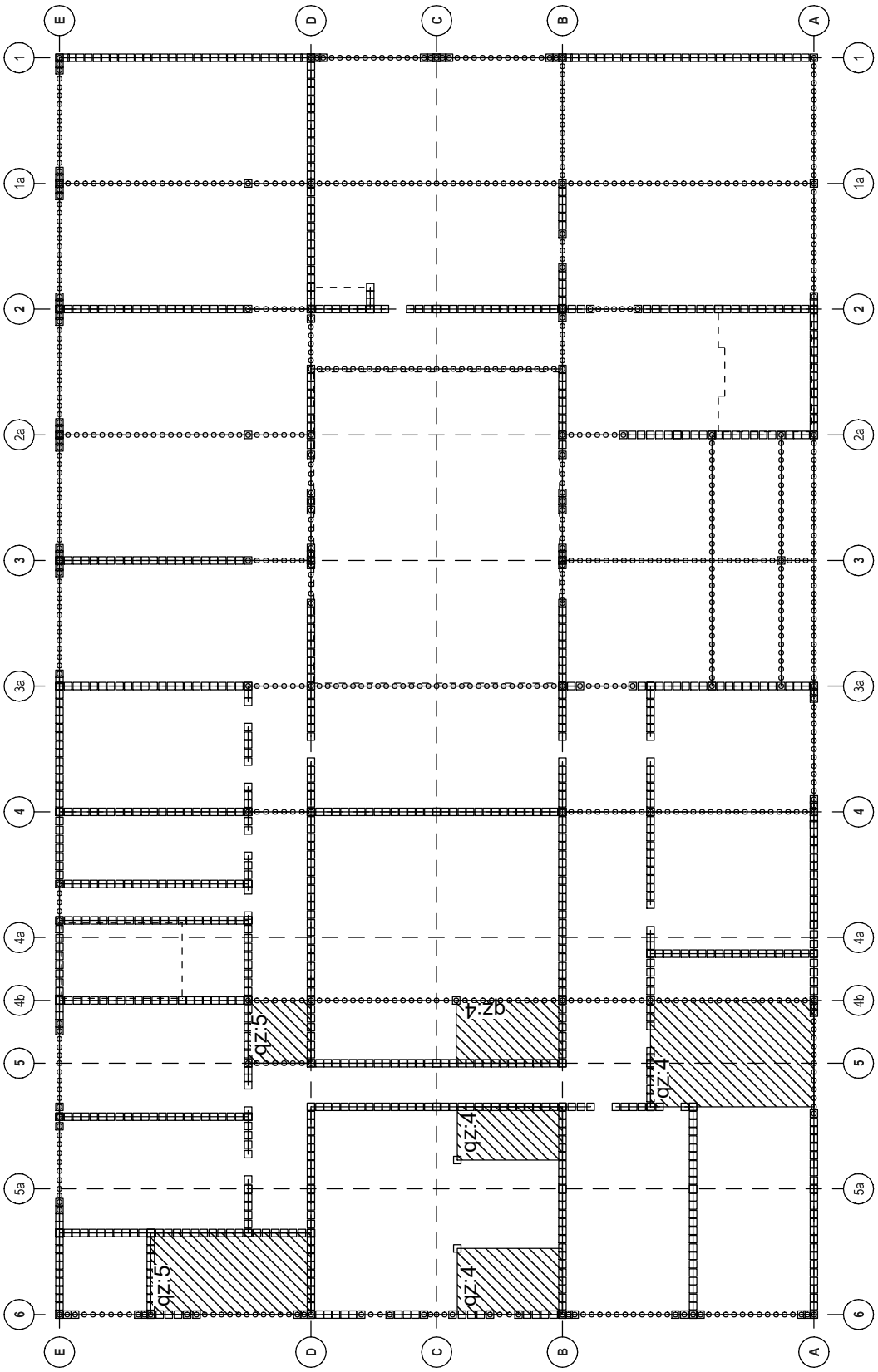
Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 11: Belastung, Gründach qk,3

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

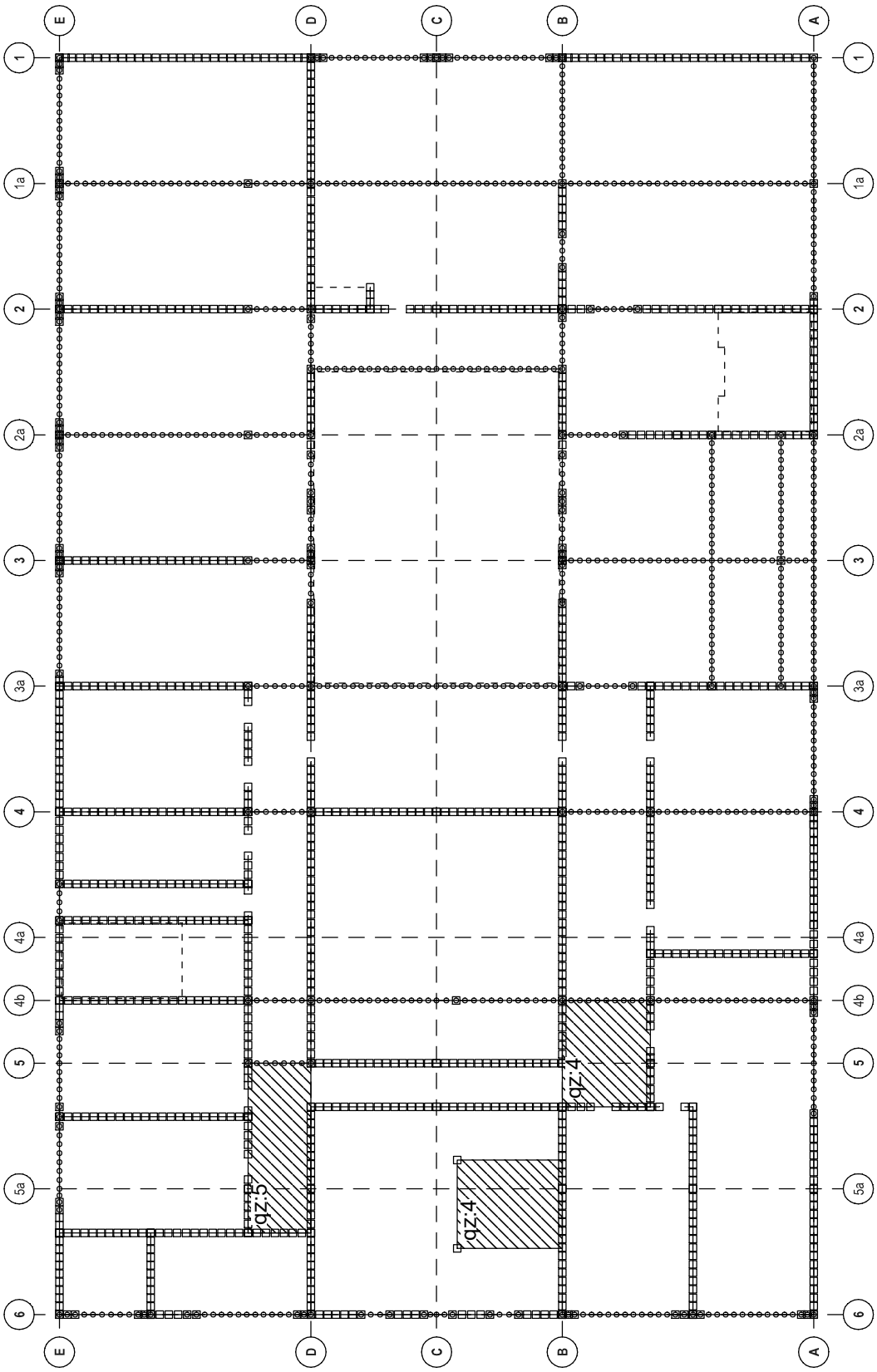
Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 12: Belastung, Gründach qk,4

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:200

LF 13: Belastung, LÜN Gk aus 1.OG aufstehend ohne Aufstockung

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:200

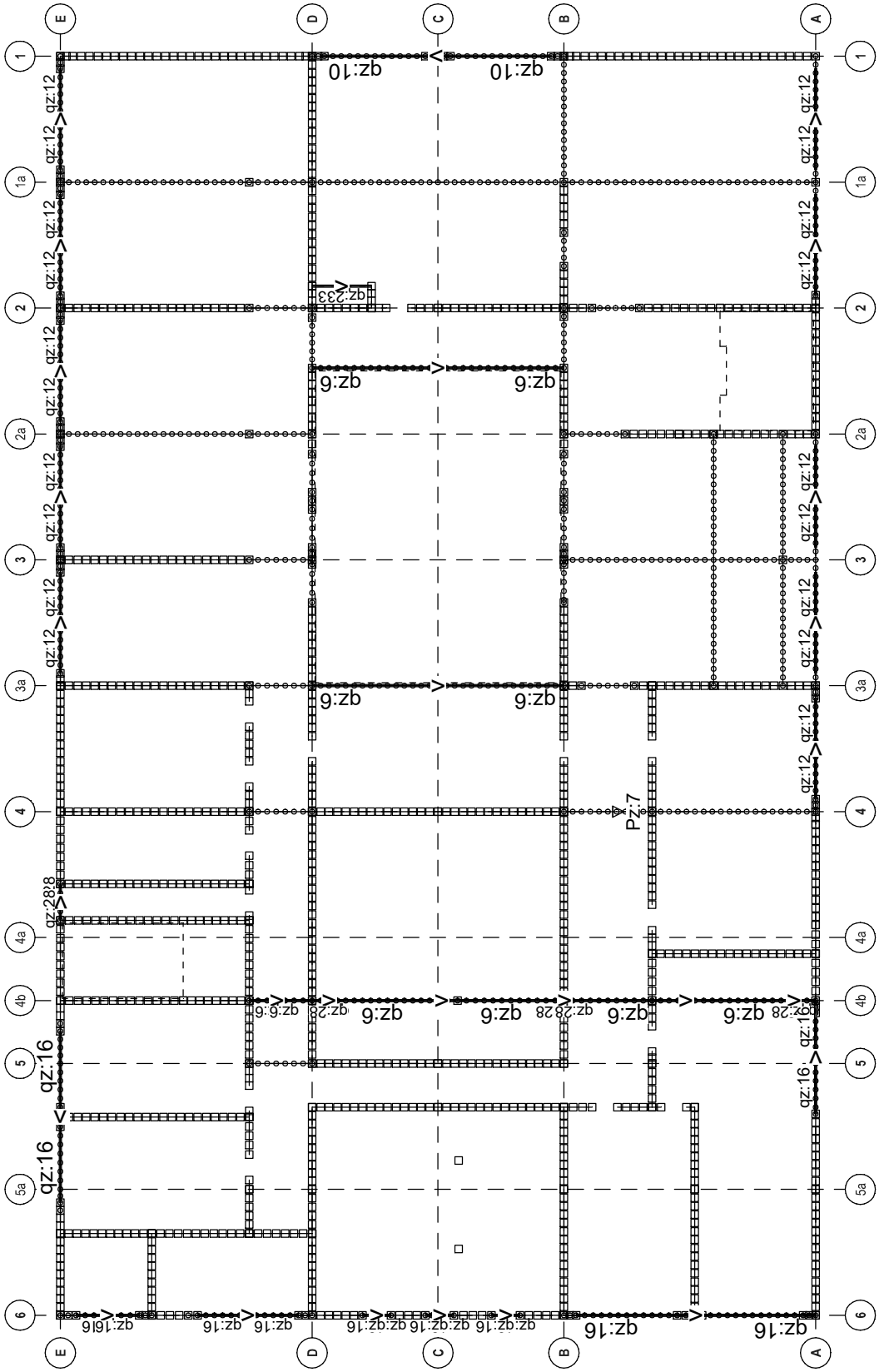
E
D
C
B
A
1
1a
2
2a
3
3a
4
4a
4b
5
5a
PPZ:4
PPZ:443
PPZ:379
PPZ:376
PPZ:30
PPZ:22
PPZ:20
PPZ:36
PPZ:26
PPZ:23
PPZ:16
PPZ:30
PPZ:30
PPZ:30

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 15: Belastung, Aufstehende Wände, Fenster gk ohne Aufstockung

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

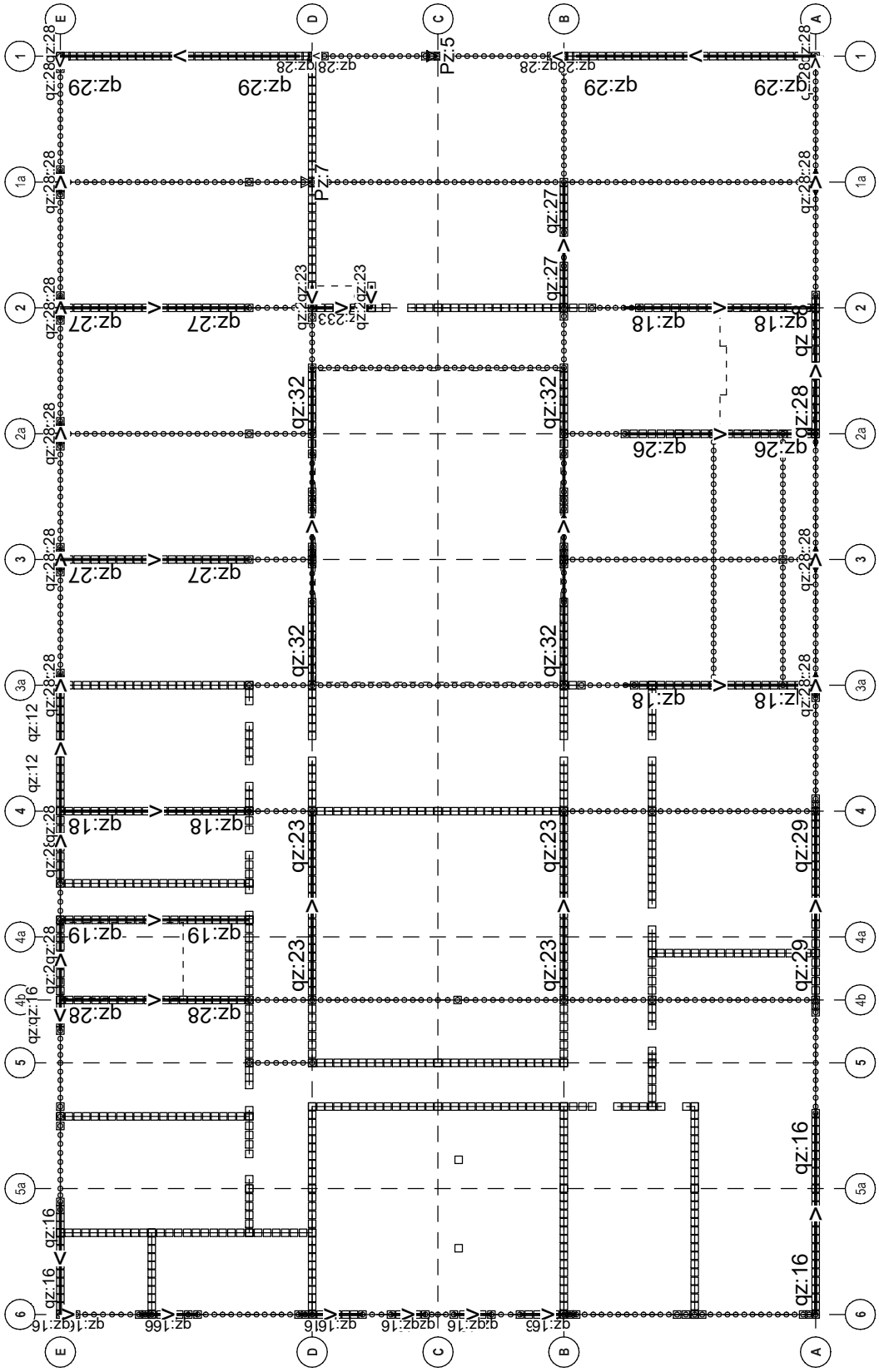
Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250


Pz:5
Pz:7
qz:29
qz:28
qz:27
qz:32
qz:26
qz:18
qz:23
qz:12
qz:19
qz:16
qz:33
qz:66
qz:63
qz:65
qz:68
qz:16
qz:28
qz:29
qz:23
qz:16
qz:16
qz:16

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:200

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:200

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

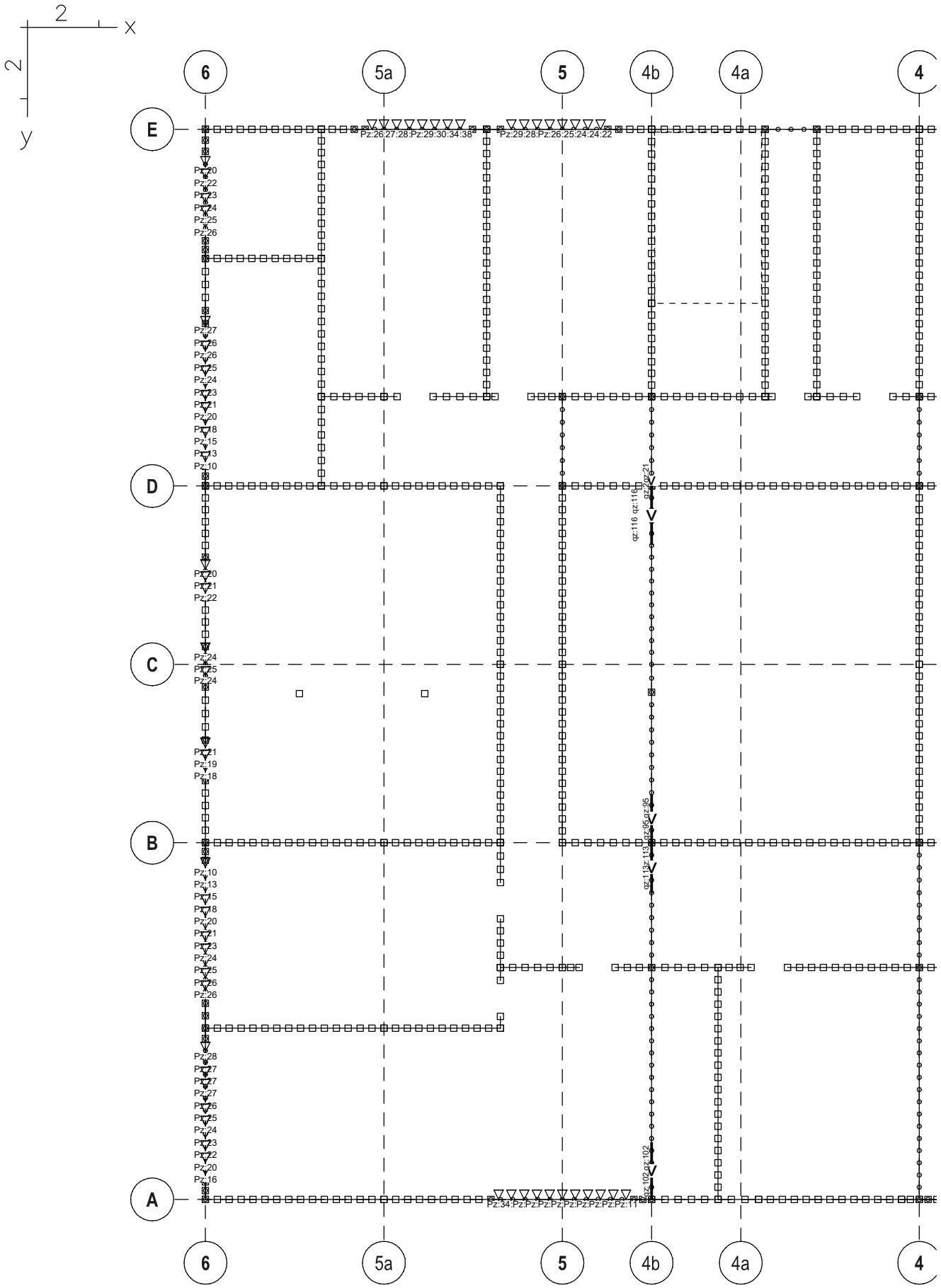
Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 30: Belastung, LÜN Gk aus Aufstockung 1.OG aufstehend

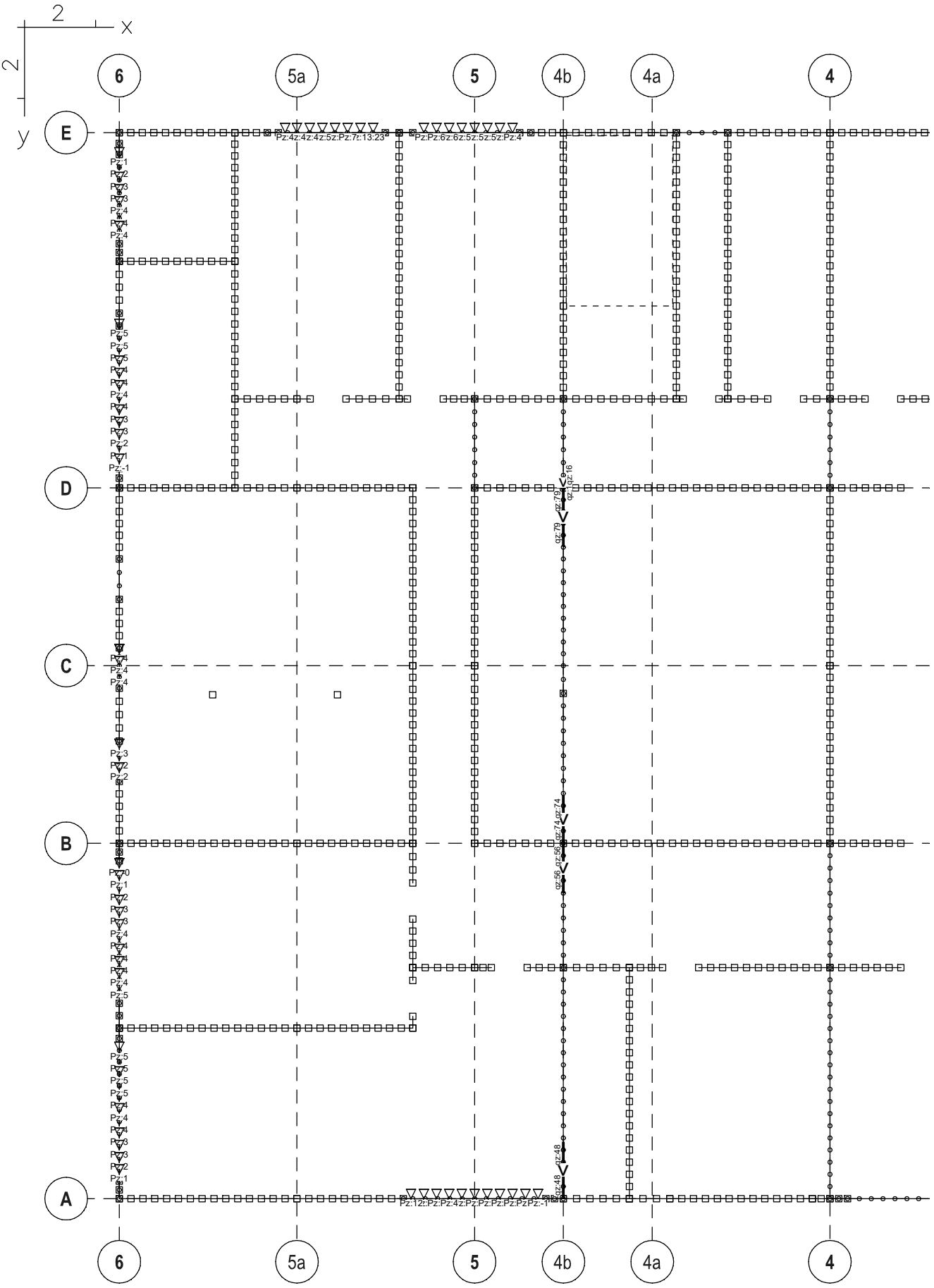
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 31: Belastung, LÜN Qk aus Aufstockung 1.OG aufstehend

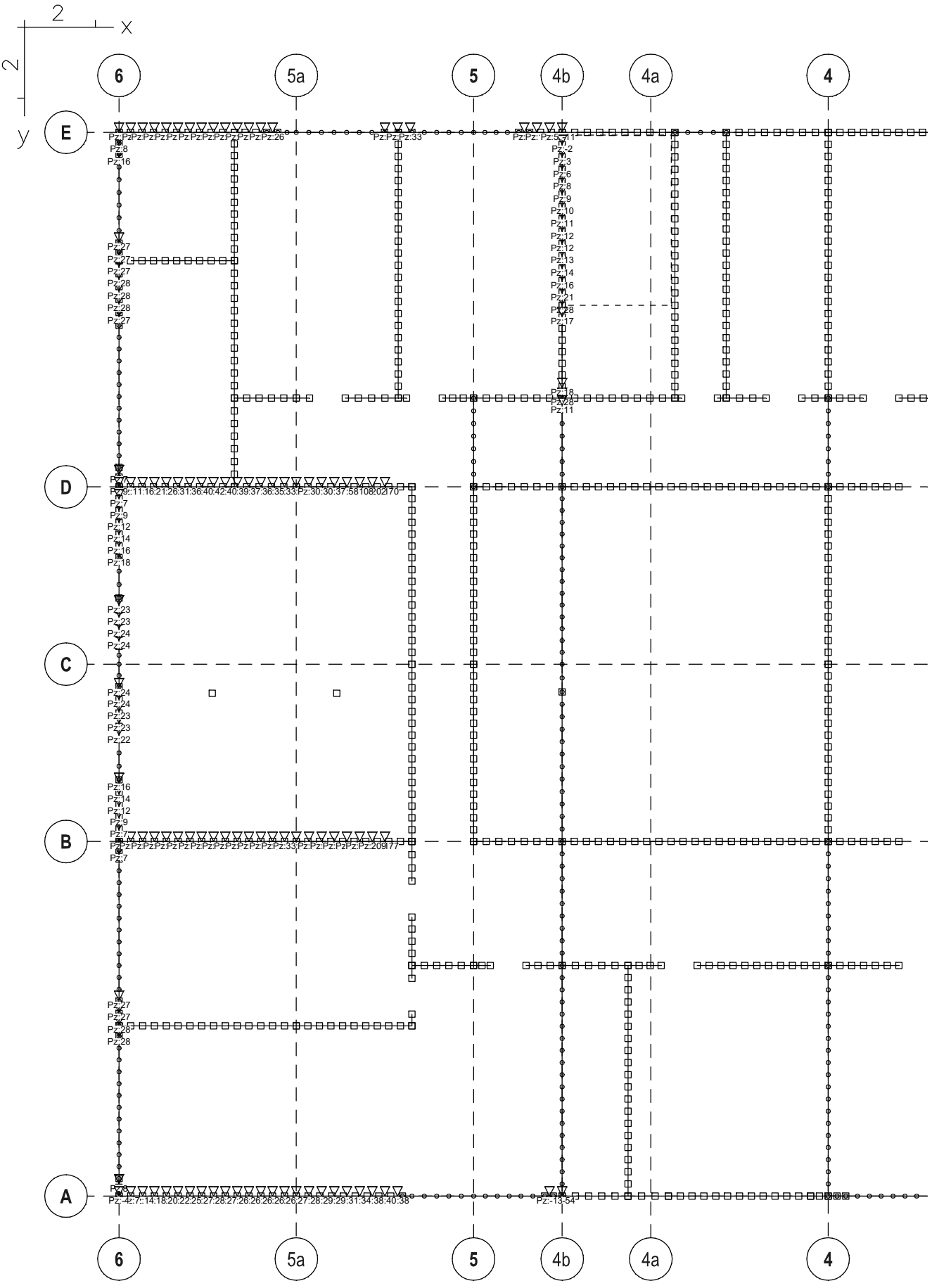
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 32: Belastung, LÜN Gk aus Aufstockung 1.OG

durch Vergleichsrechnung geprüft

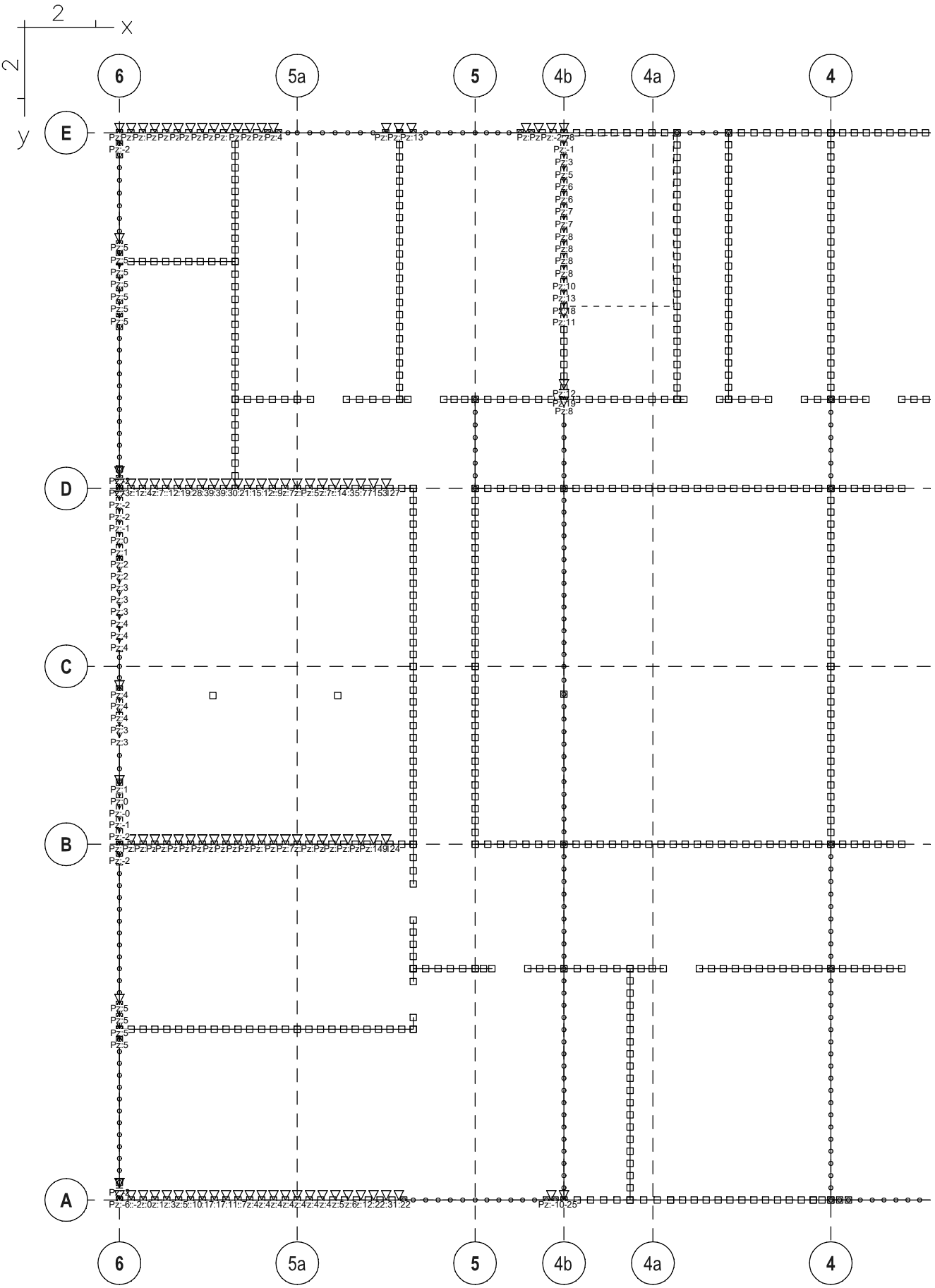
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 33: Belastung, LÜN Qk aus Aufstockung 1.OG

durch Vergleichsrechnung geprüft

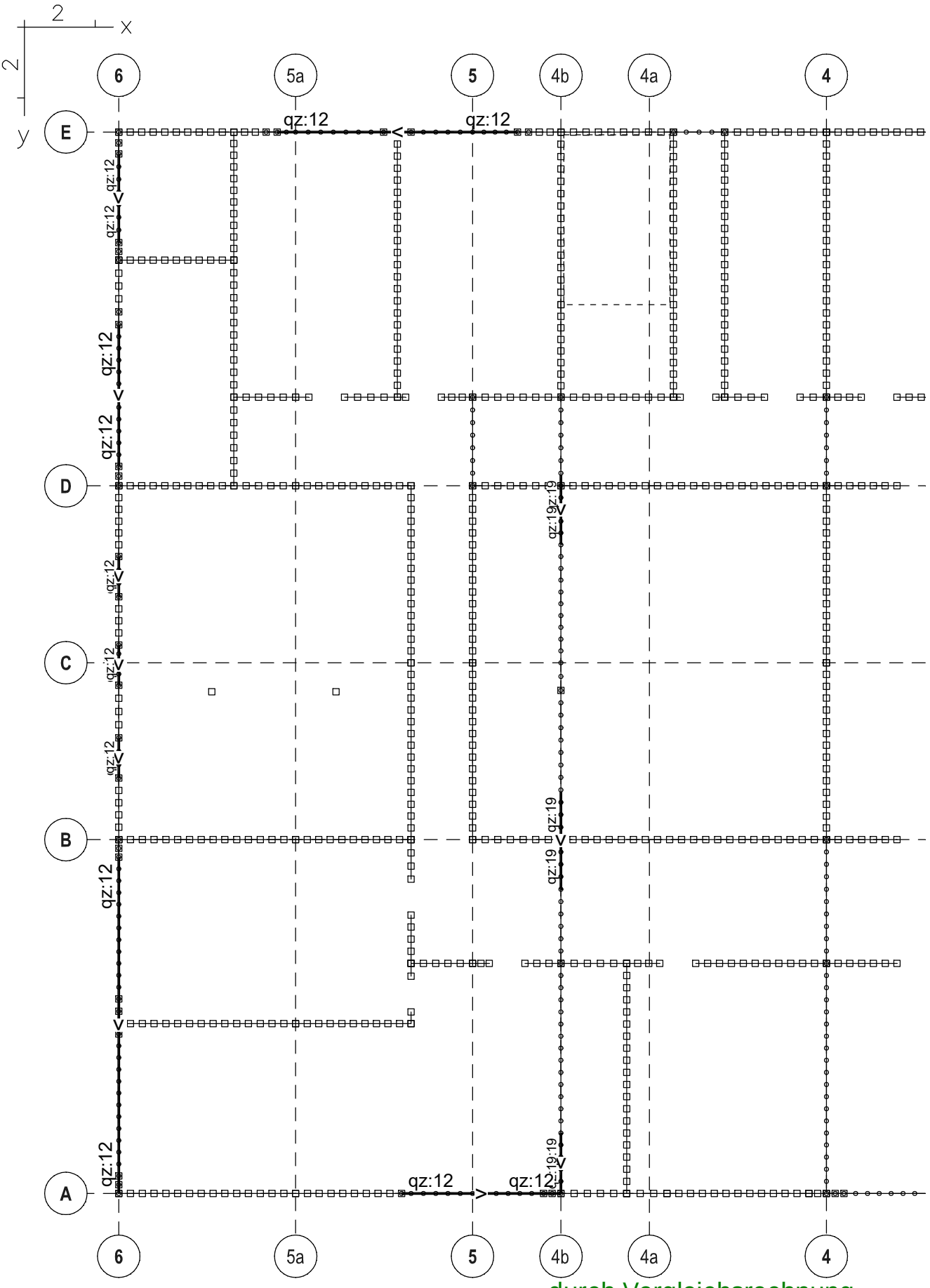
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 34: Belastung, Aufstehende Wände, Fenster gk aus Aufstockung

durch Vergleichsrechnung geprüft

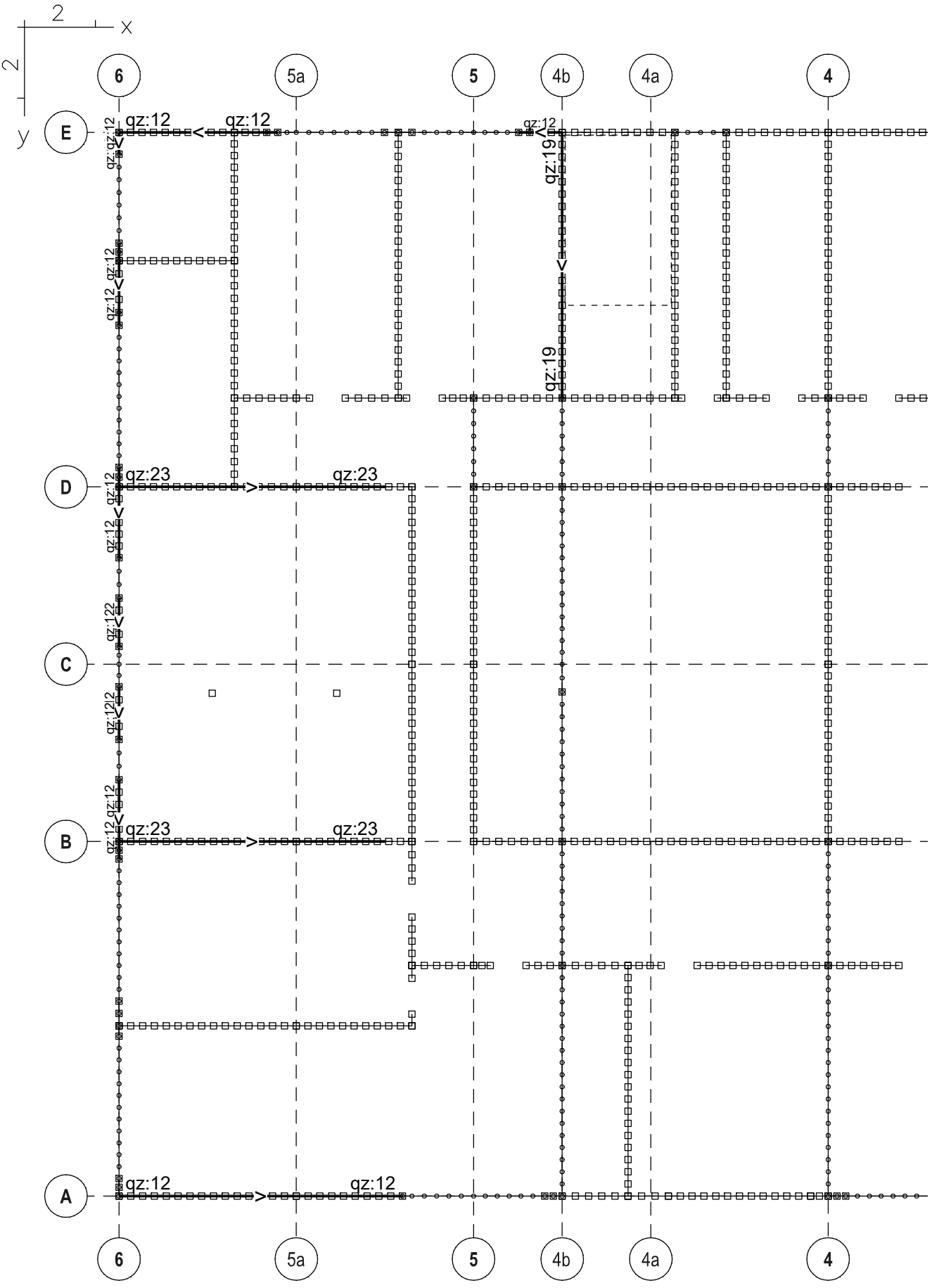
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 35: Belastung, Aufgehende Wände+Fassade aus Aufstockung

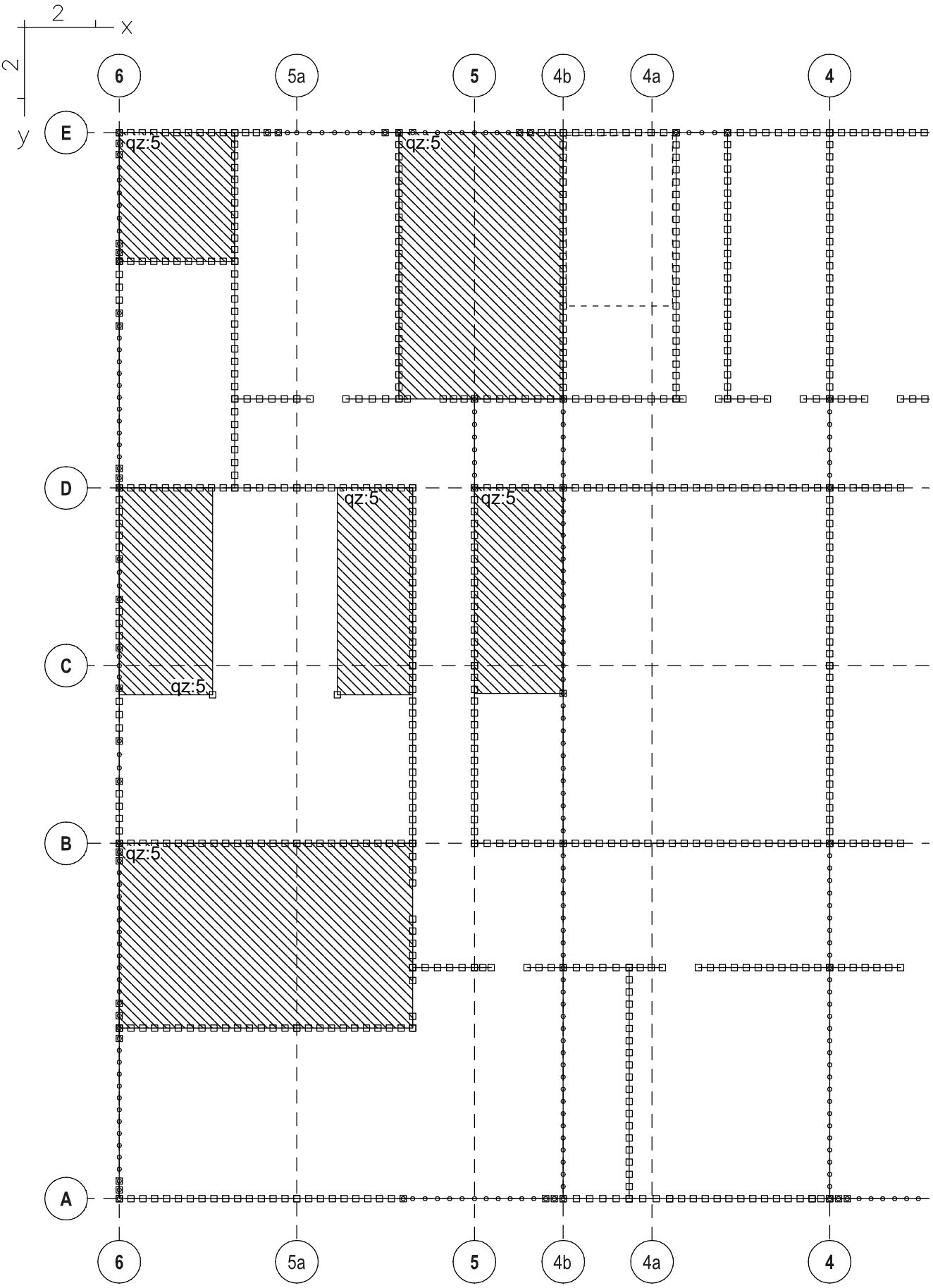
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 36: Belastung, Nutzlast qk,1, Aufstockunng

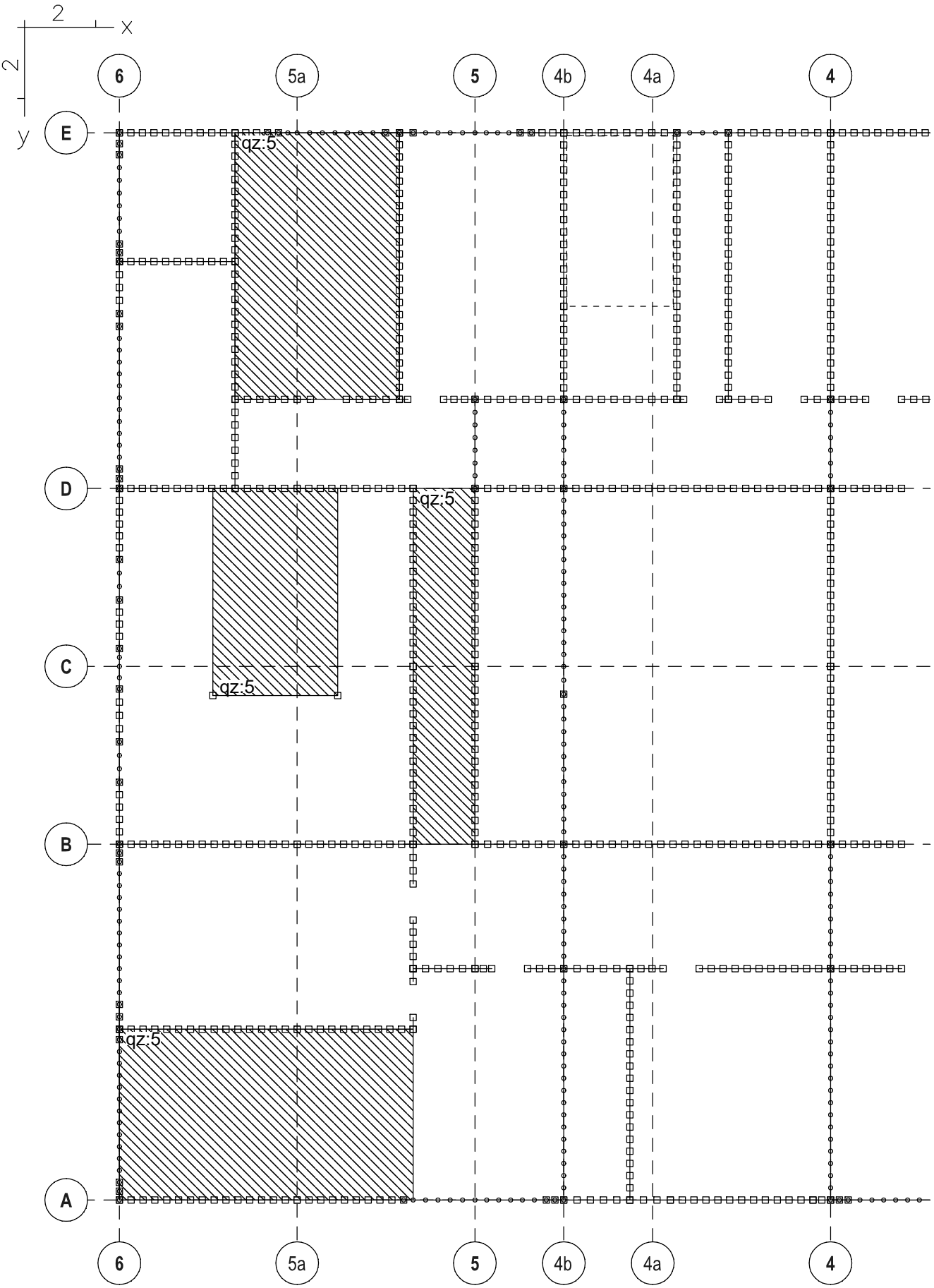
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 37: Belastung, Nutzlast qk,2, Aufstockunng

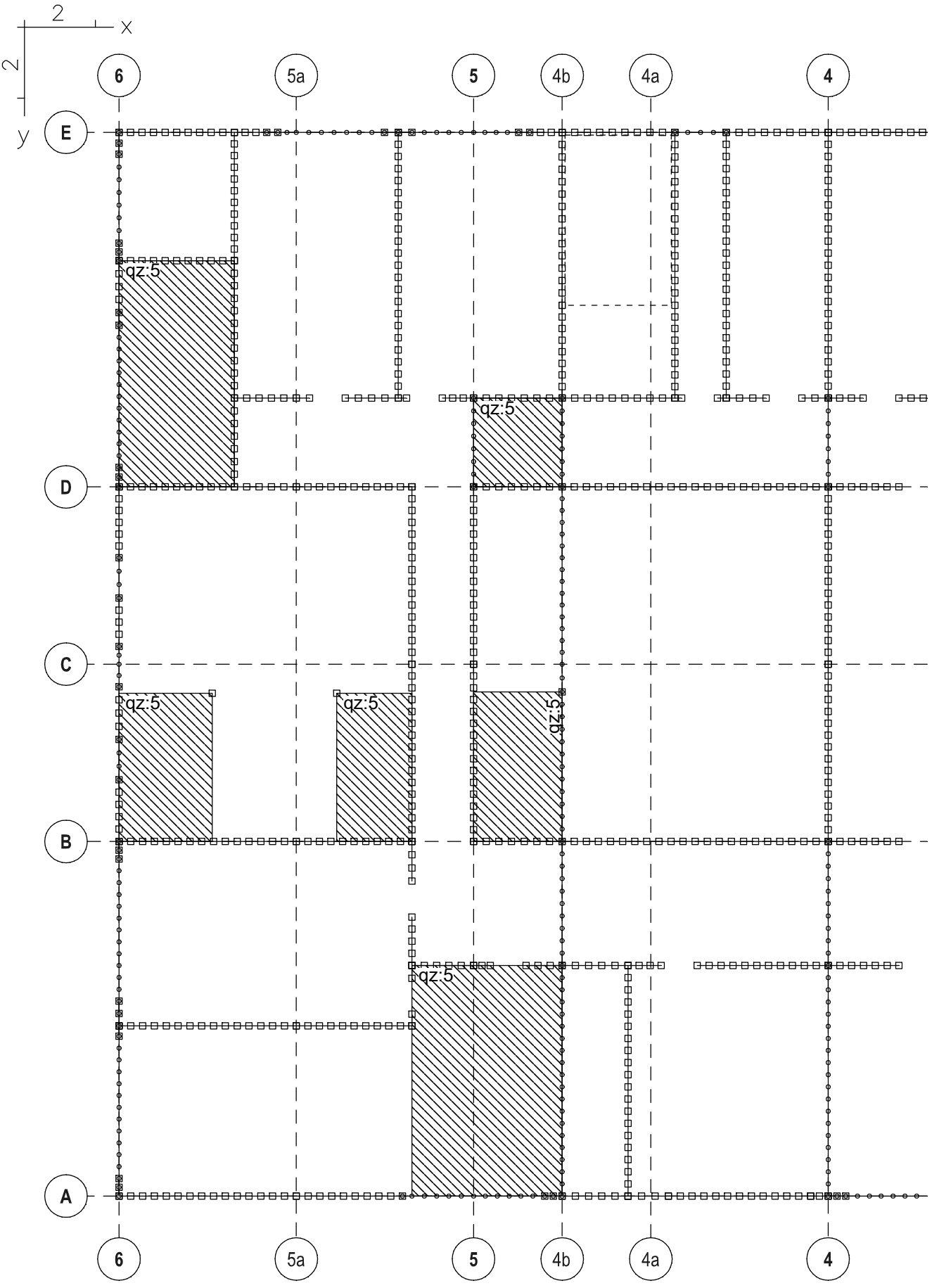
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 38: Belastung, Nutzlast qk,3, Aufstockunng

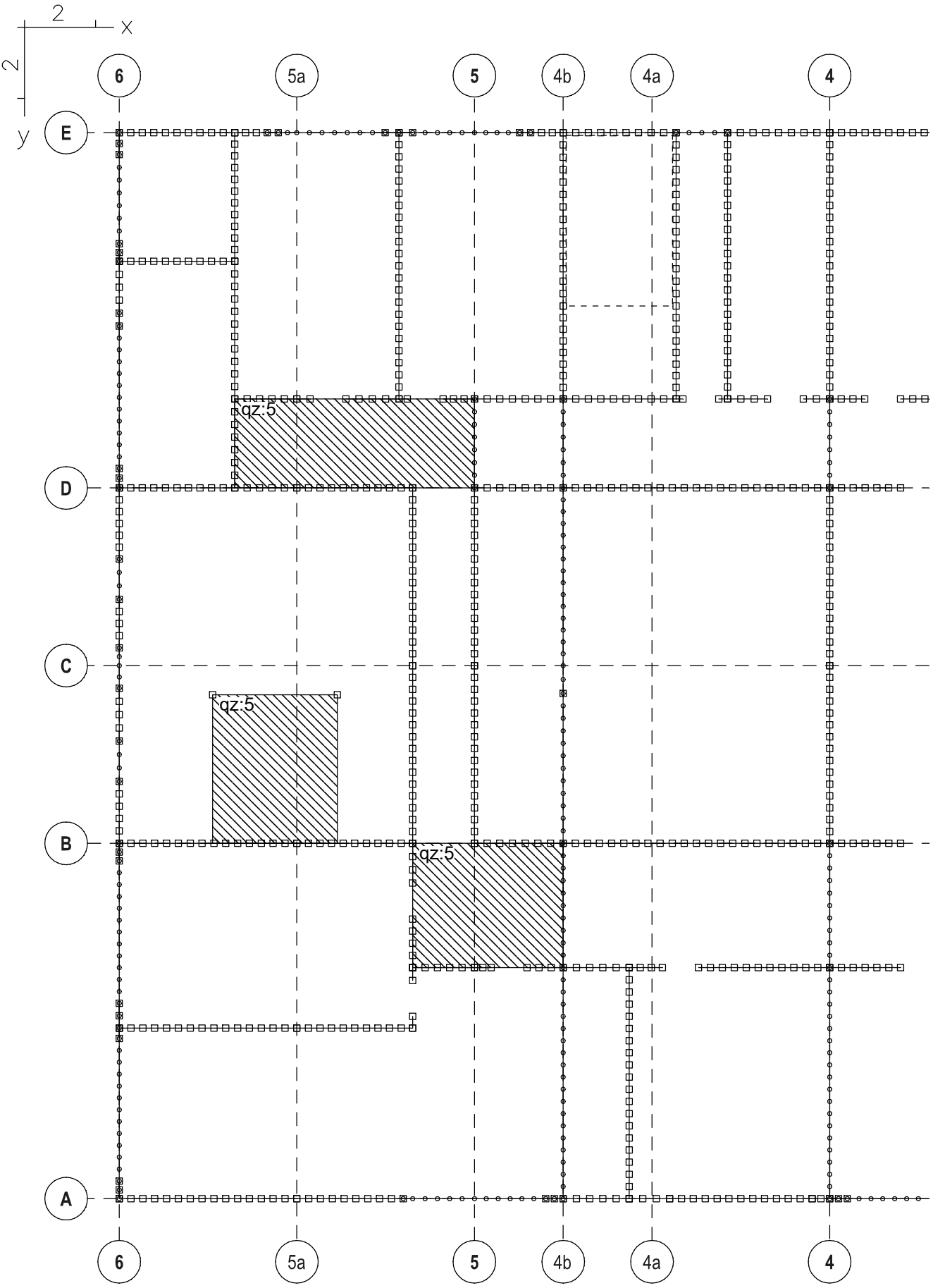
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 39: Belastung, Nutzlast qk,4, Aufstockunng

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über EG M = 1:

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast mit Aufstockung

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

Lastfälle

1	Eigengewicht gk
3	Ausbaulast gk mit Aufstockung
13	LÜN Gk aus 1.OG aufstehend ohne Aufstockung
15	Aufstehende Wände, Fenster gk ohne Aufstockung
30	LÜN Gk aus Aufstockung 1.OG aufstehend
34	Aufstehende Wände, Fenster gk aus Aufstockung

G - Eigenlast ohne Aufstockung

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

Lastfälle

1	Eigengewicht gk
2	Ausbaulast gk ohne Aufstockung
8	Gründach gk
13	LÜN Gk aus 1.OG aufstehend ohne Aufstockung
15	Aufstehende Wände, Fenster gk ohne Aufstockung

QN - Gründach Kat.E ohne Aufstockung

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

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie E: Lagerflächen
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 1 / 0,9 / 0,8

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

9	Gründach qk,1
10	Gründach qk,2
11	Gründach qk,3
12	Gründach qk,4

QN - Nutzlast Kat.C ohne Aufstockung

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

4	Nutzlast qk,1
5	Nutzlast qk,2
6	Nutzlast qk,3
7	Nutzlast qk,4
14	LÜN Qk aus 1.OG aufstehend ohne Aufstockung
36	Nutzlast qk,1, Aufstockunng
37	Nutzlast qk,2, Aufstockunng
38	Nutzlast qk,3, Aufstockunng
39	Nutzlast qk,4, Aufstockunng

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Stb.-Decke über EG M = 1:

QN - Nutzlast, Kat.C aus Aufstockung

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

31 LÜN Qk aus Aufstockung 1.OG aufstehend

1. Ständige und vorübergehende Situation - ohne Aufstockung

Endzustand

G Eigenlast ohne Aufstockung
QN Gründach Kat.E ohne Aufstockung
QN Nutzlast Kat.C ohne Aufstockung

2. Ständige und vorübergehende Situation - mit Aufstckung

Endzustand

G Eigenlast mit Aufstockung
QN Nutzlast Kat.C ohne Aufstockung
QN Nutzlast, Kat.C aus Aufstockung

1. Seltene (charakteristische) Situation - ohne Aufstockung

Endzustand

G Eigenlast ohne Aufstockung
QN Gründach Kat.E ohne Aufstockung
QN Nutzlast Kat.C ohne Aufstockung

2. Seltene (charakteristische) Situation - mit Aufstockung

Endzustand

G Eigenlast mit Aufstockung
QN Nutzlast Kat.C ohne Aufstockung
QN Nutzlast, Kat.C aus Aufstockung

1. Quasi-ständige Situation - ohne Aufstockung

Endzustand

G Eigenlast ohne Aufstockung
QN Gründach Kat.E ohne Aufstockung
QN Nutzlast Kat.C ohne Aufstockung

2. Quasi-ständige Situation - mit Aufstockung

Endzustand

G Eigenlast mit Aufstockung
QN Nutzlast Kat.C ohne Aufstockung
QN Nutzlast, Kat.C aus Aufstockung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über EG M = 1:

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

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	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	XC3	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	XC3	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	XC3	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
25	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
26	XC3	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
27	XC3	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] vorh.	Bild 6.3 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	.	45	.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über EG 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.
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
3	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
4	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
5	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
6	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
7	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
8	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
9	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
10	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
12	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
13	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
14	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
15	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	50	.
16	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
17	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
18	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
20	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
21	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
22	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
24	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
25	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
26	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.
27	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	.	1,00	.	.	60	.

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	.	0,235	0,90	.	.	.	.
2	0,250	.	0,190	0,90	0,900	.	0,840	0,90	0,780	0,130	0,120	.
3	0,250	.	0,190	0,90	0,370	.	0,310	0,90	0,250	0,130	0,120	.
4	0,350	.	0,290	0,90	0,850	.	0,790	0,90	0,730	0,230	0,120	.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

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.
5	0,400	.	0,340	0,90	0,500	.	0,440	0,90	0,380	0,280	0,120	.
6	0,350	.	0,290	0,90	0,600	.	0,540	0,90	0,480	0,230	0,120	.
7	0,240	.	0,180	0,90	0,900	.	0,840	0,90	0,780	0,120	0,120	.
8	0,240	.	0,180	0,90	0,500	.	0,440	0,90	0,380	0,120	0,120	.
9	0,280	.	0,220	0,90	0,500	.	0,440	0,90	0,380	0,160	0,120	.
10	0,300	.	0,240	0,90	0,600	.	0,540	0,90	0,480	0,180	0,120	.
12	0,400	.	0,340	0,90	0,600	.	0,540	0,90	0,480	0,280	0,120	.
13	0,350	.	0,290	0,90	0,500	.	0,440	0,90	0,380	0,230	0,120	.
14	0,200	.	0,140	0,90	1,180	.	1,120	0,90	1,080	0,100	0,100	.
15	1,000	.	.	.	0,280	.	0,230	0,90	.	.	.	.
16	0,240	.	0,180	0,90	0,900	.	0,840	0,90	0,780	0,120	0,120	.
17	0,200	.	0,140	0,90	0,900	.	0,840	0,90	0,800	0,100	0,100	.
18	0,300	.	0,240	0,90	0,500	.	0,440	0,90	0,380	0,180	0,120	.
20	0,250	.	0,190	0,90	0,900	.	0,840	0,90	0,780	0,130	0,120	.
21	0,350	.	0,290	0,90	0,600	.	0,540	0,90	0,480	0,230	0,120	.
22	0,240	.	0,180	0,90	0,500	.	0,440	0,90	0,380	0,120	0,120	.
24	0,350	.	0,290	0,90	0,500	.	0,440	0,90	0,380	0,230	0,120	.
25	0,300	.	0,240	0,90	0,600	.	0,540	0,90	0,480	0,180	0,120	.
26	0,250	.	0,190	0,90	0,370	.	0,310	0,90	0,250	0,130	0,120	.
27	0,350	.	0,290	0,90	0,850	.	0,790	0,90	0,730	0,230	0,120	.

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	0,280	0,250	0,00	.
3	Rau	0,400	0,280	0,250	0,00	.
4	Rau	0,400	0,280	0,350	0,00	.
5	Glatt	0,200	0,280	0,400	0,00	.
6	Glatt	0,200	0,280	0,350	0,00	.
7	Glatt	0,200	0,620	0,240	0,00	.
8	Glatt	0,200	0,280	0,240	0,00	.
9	Glatt	0,200	0,280	0,280	0,00	.
10	Glatt	0,200	0,280	0,300	0,00	.
12	Rau	0,400	0,280	0,400	0,00	.
13	Glatt	0,200	0,280	0,350	0,00	.
14	Glatt	0,200	0,900	0,200	0,00	.
16	Glatt	0,200	0,280	0,240	0,00	.
17	Glatt	0,200	0,280	0,200	0,00	.
18	Glatt	0,200	0,280	0,300	0,00	.
20	Rau	0,400	0,280	0,250	0,00	.
21	Rau	0,400	0,280	0,350	0,00	.
22	Rau	0,400	0,280	0,240	0,00	.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Stb.-Decke über EG M = 1:

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.
24	Rau	0,400	0,280	0,350	0,00	.
25	Rau	0,400	0,280	0,300	0,00	.
26	Glatt	0,200	0,280	0,250	0,00	.
27	Glatt	0,200	0,280	0,350	0,00	.

durch Vergleichsrechnung geprüft

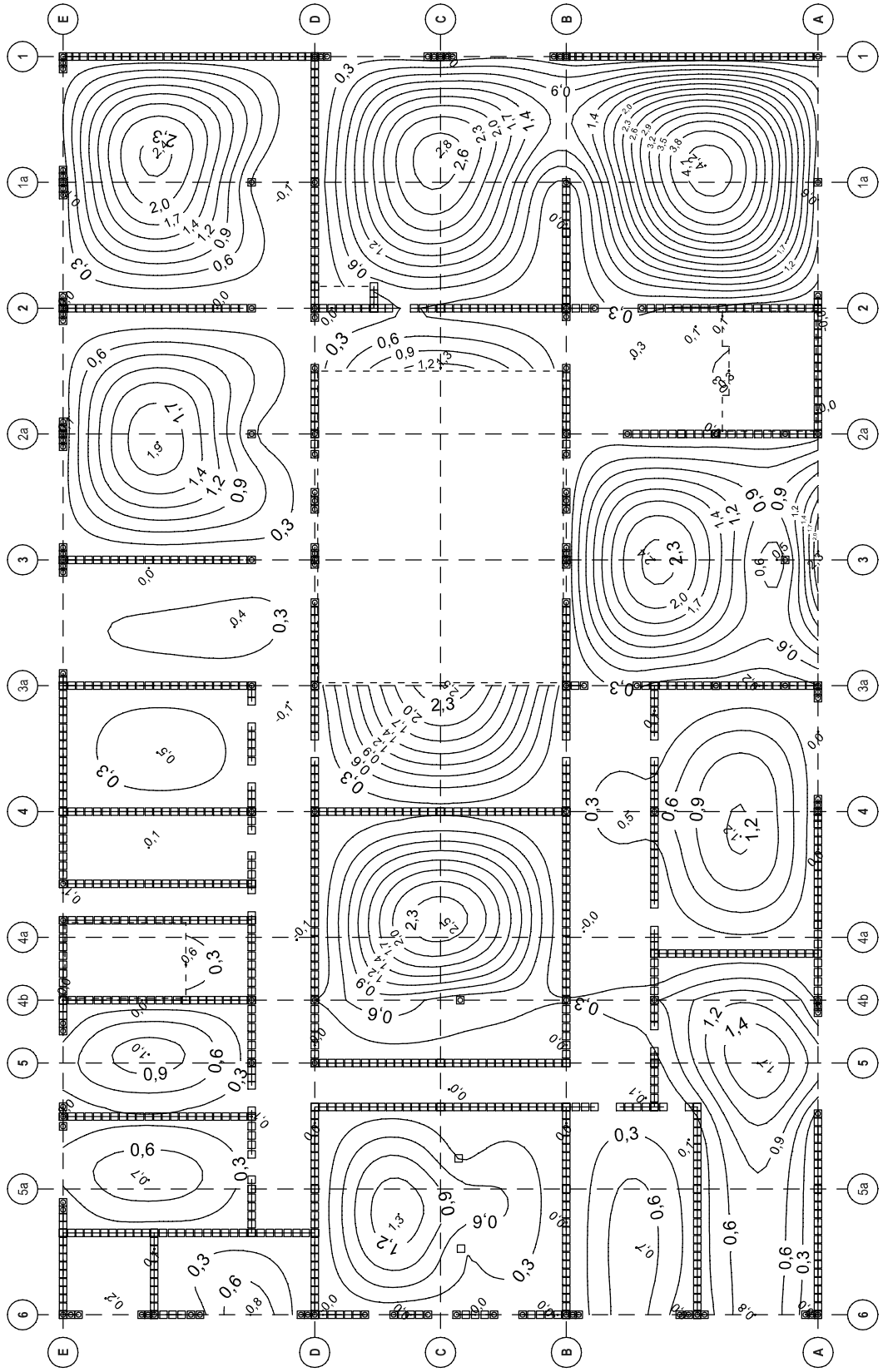
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250



Verformungsnachweis:
L=10 m
4 mm≈L/2500
Es wird geschätzt: Verformung im Zustand II = 3,5×4 =14mm ≈ L/700

durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.QS.1: 1. Quasi-ständige Situation, DIN EN 1992-1-1, ohne Aufstockung
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -0,10/4,24 [mm]

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

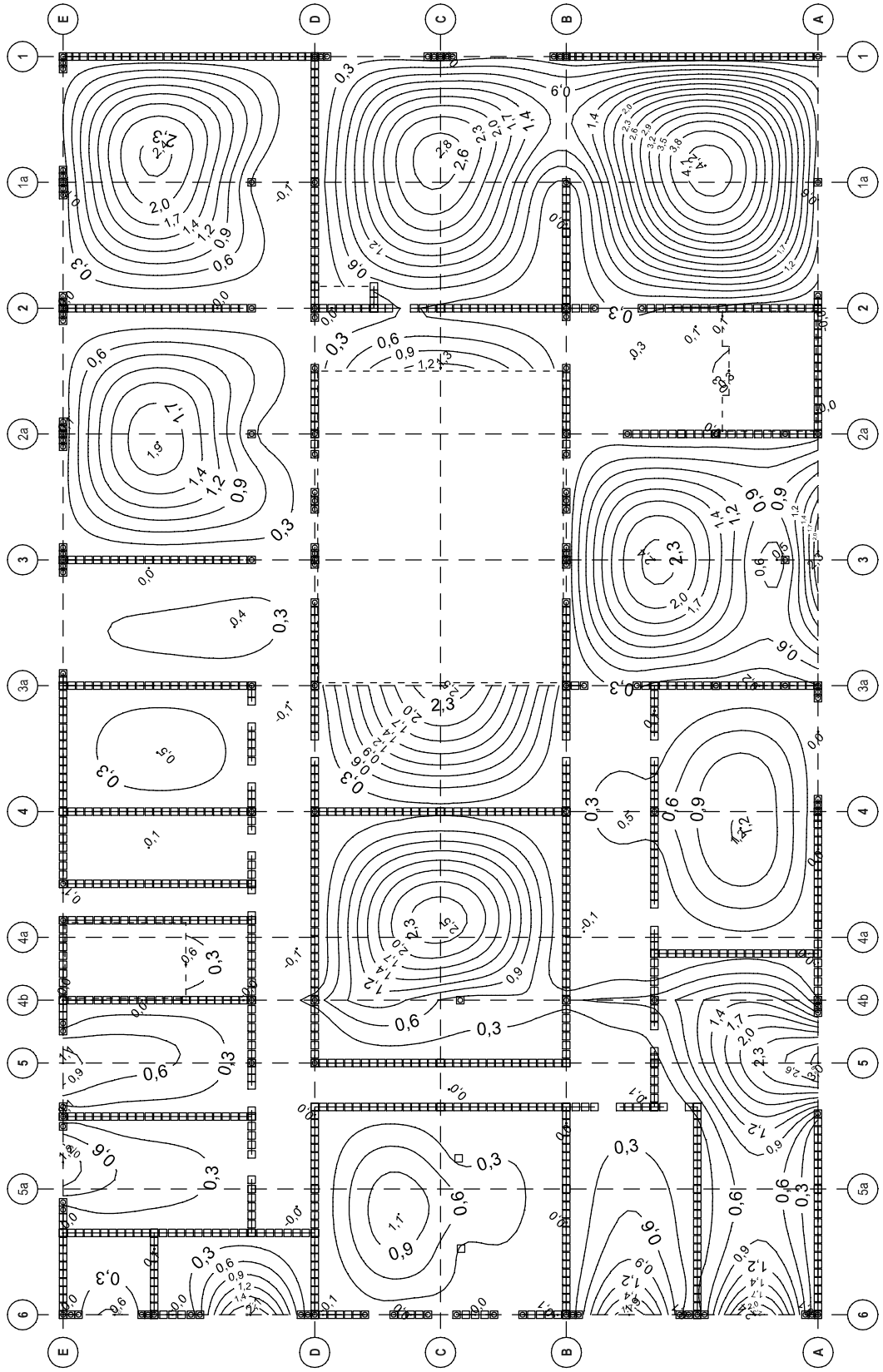
Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250



LF1 DIN1992.QS.2: 2. Quasi-ständige Situation, DIN EN 1992-1-1, mit Aufstockung
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -0,10/4,24 [mm]

Verformungsnachweis:
L=10 m
4 mm≈L/2500
Es wird geschätzt: Verformung im Zustand II = 3,5×4 =14mm ≈ L/700

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

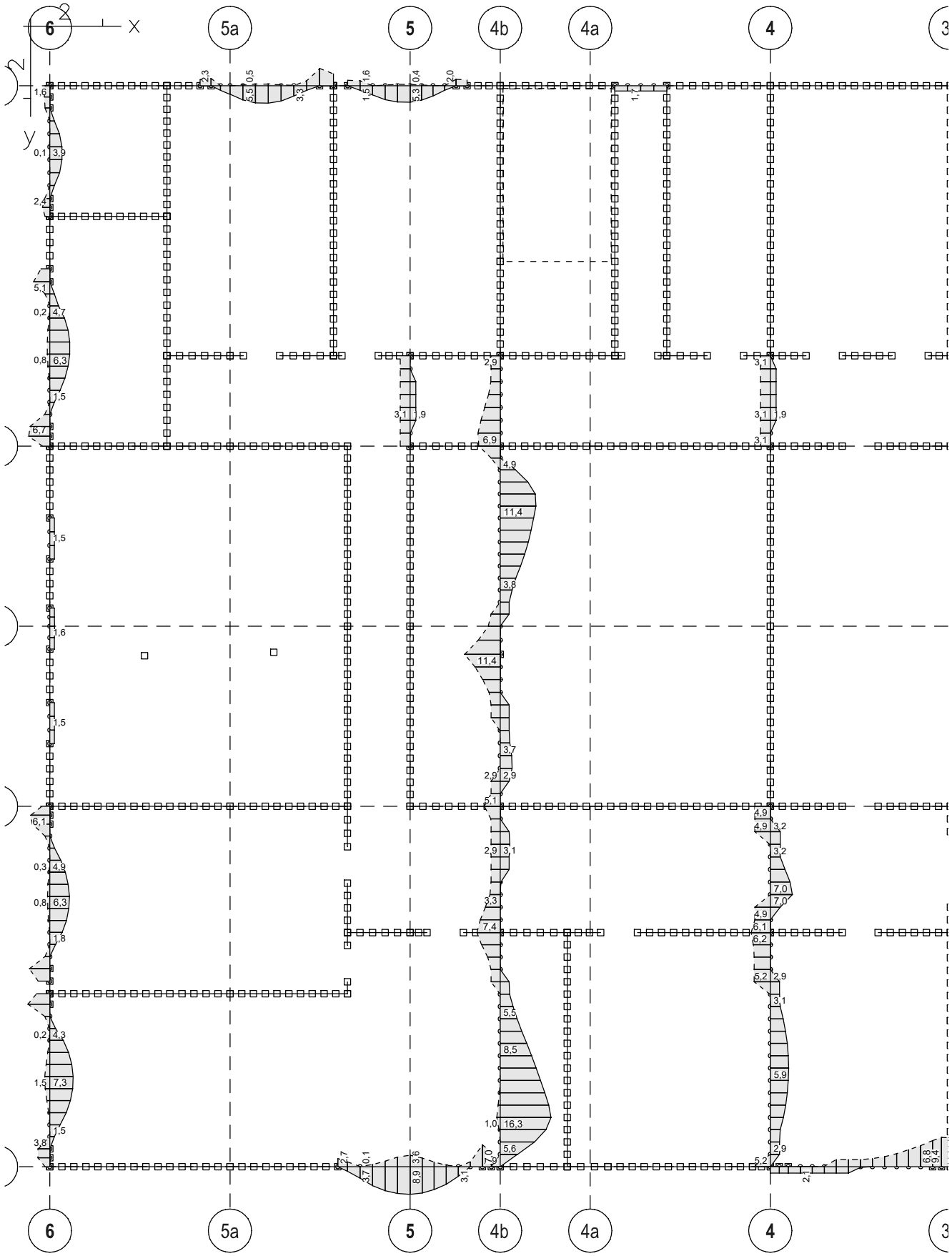
Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung, Stahllagen z >= zs; z < zs (strichliert). 17,31 [cm²] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/26,78 [cm²], Gesamtgew. aus Bemessung: 0,9 t

durch Vergleichsrechnung geprüft

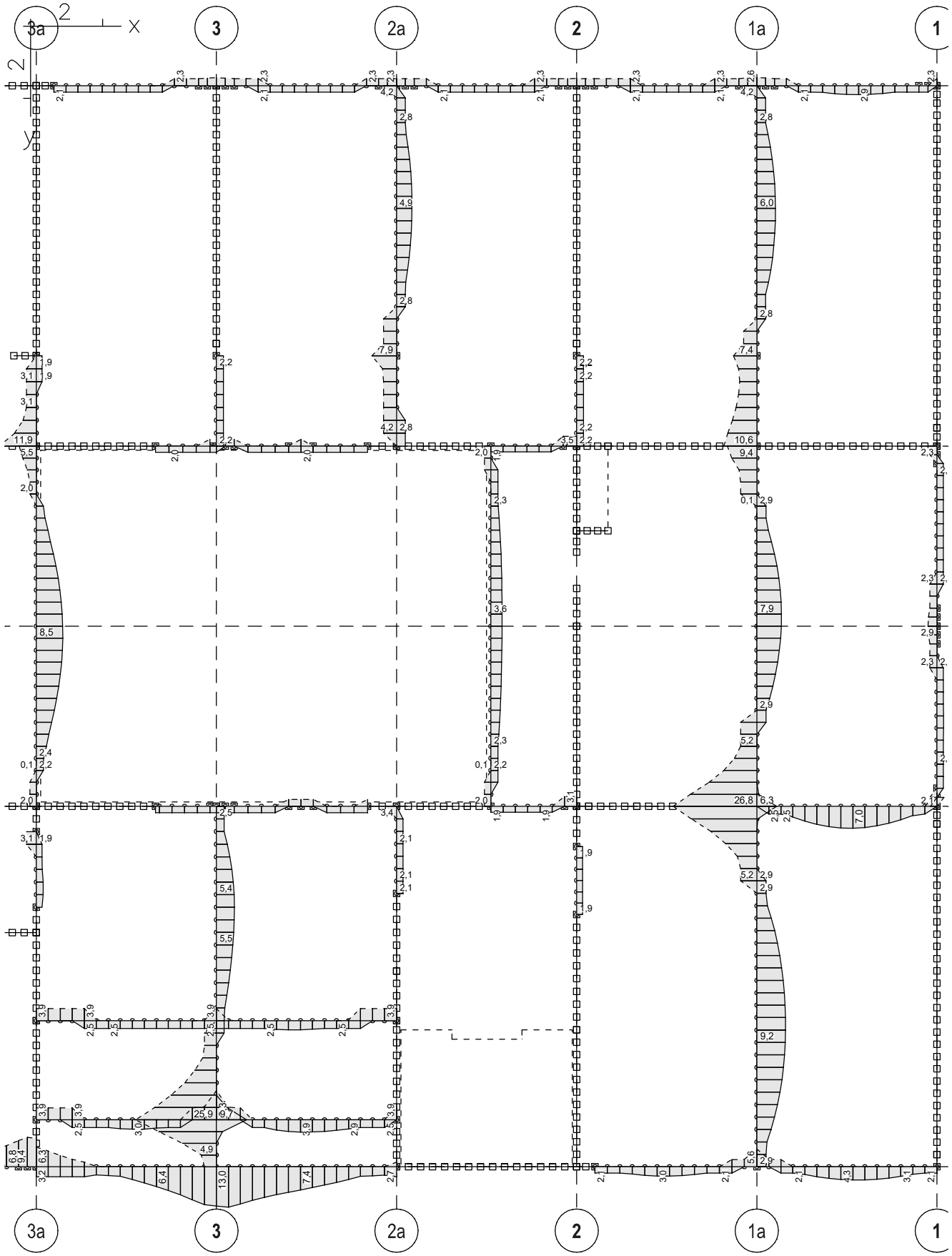
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung, Stahllagen z >= zs; z < zs (strichliert). 17,31 [cm²] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/26,78 [cm²], Gesamtgew. aus Bemessung: 0,9 t

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

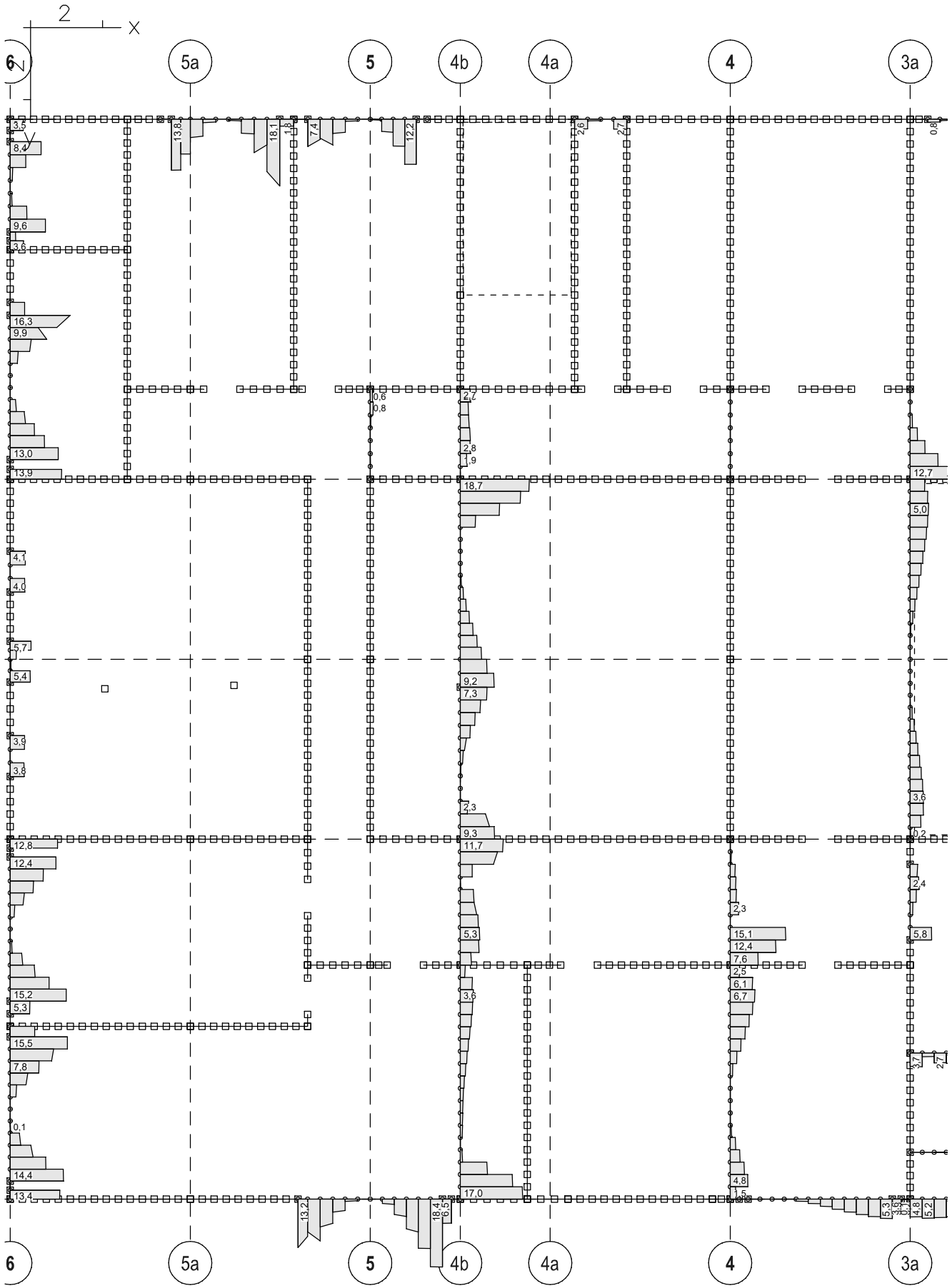
Rev. 1

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LFK DIN1992: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb. 14,65 [cm²/m] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/22,67 [cm²/m]

durch Vergleichsrechnung geprüft

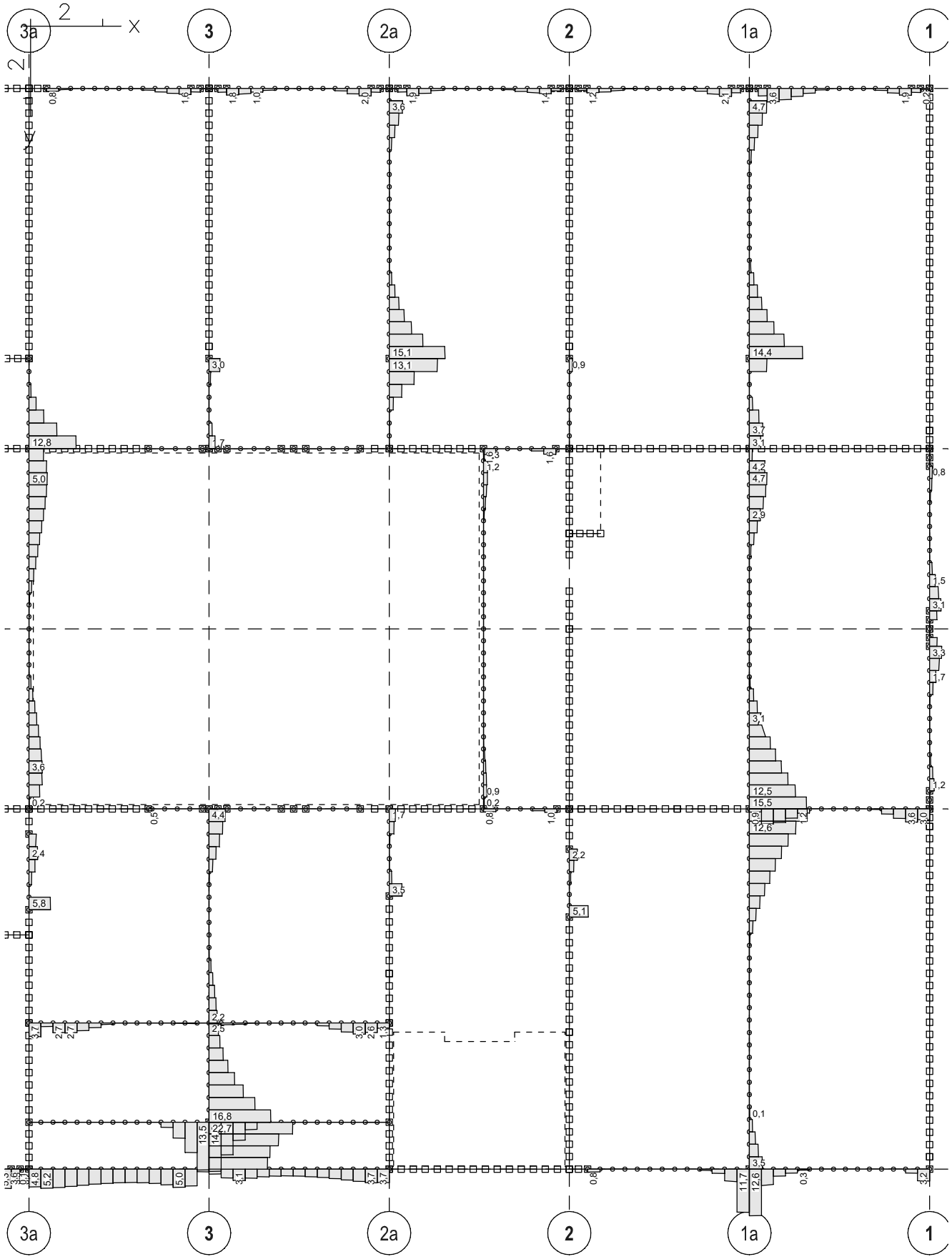
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LFK DIN1992: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Verbundbewehrung Schubfugennachweis Asb. 14,65 [cm²/m] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/22,67 [cm²/m]

durch Vergleichsrechnung geprüft

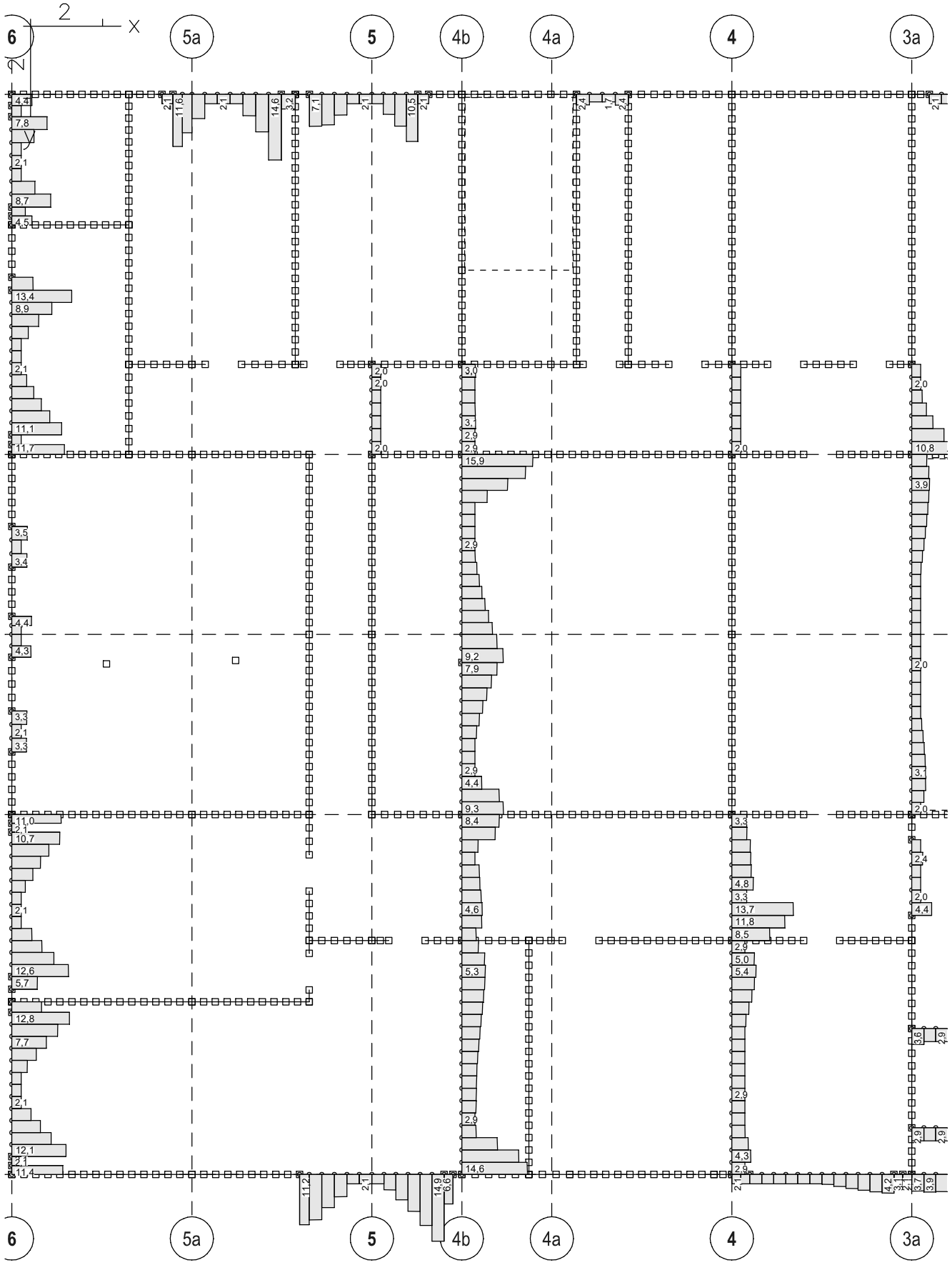
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft Qz. 12,04 [cm²/m] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 1,66/18,63 [cm²/m]

durch Vergleichsrechnung geprüft

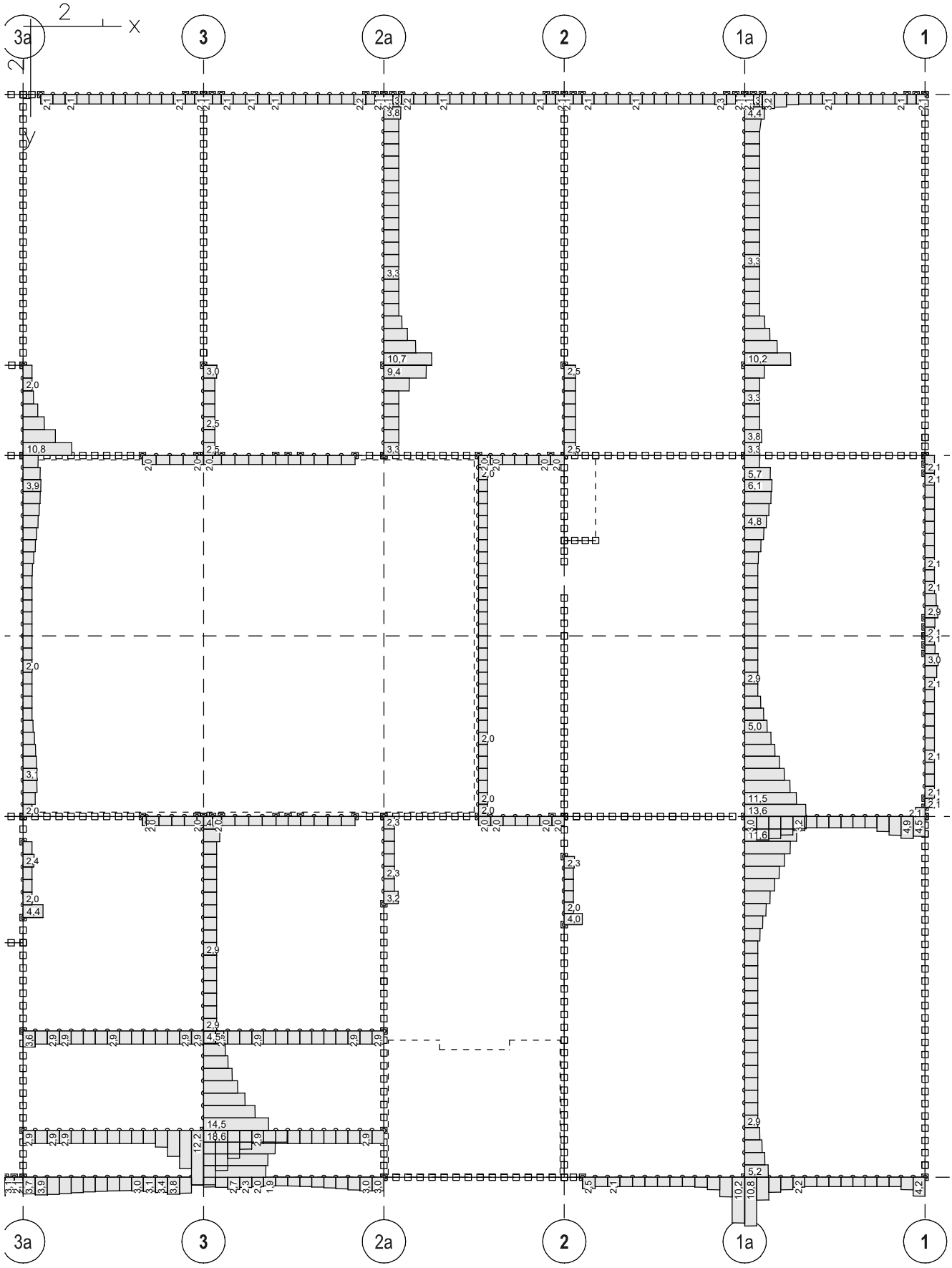
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft Qz. 12,04 [cm²/m] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 1,66/18,63 [cm²/m]

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

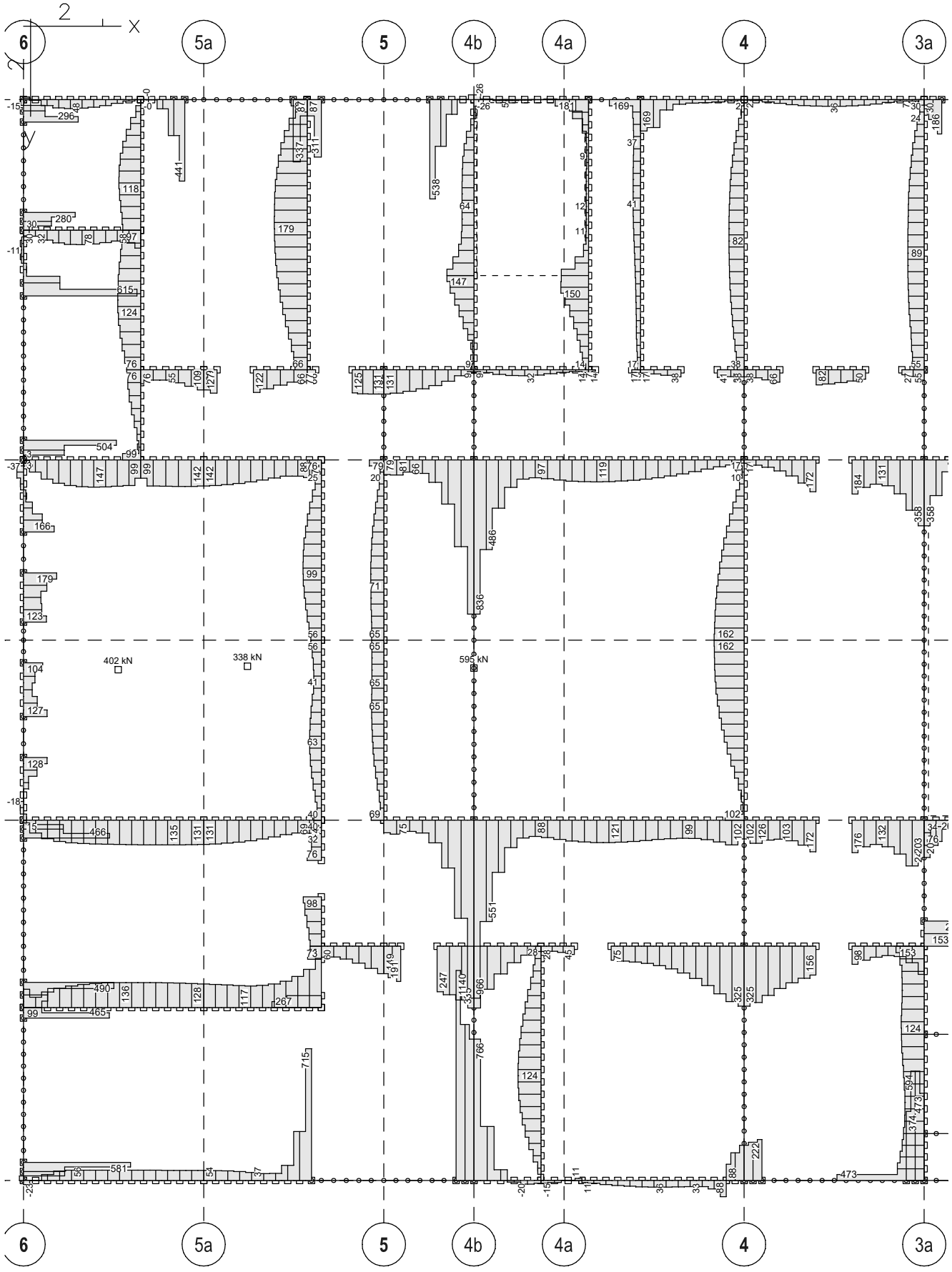
Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



durch Vergleichsrechnung geprüft

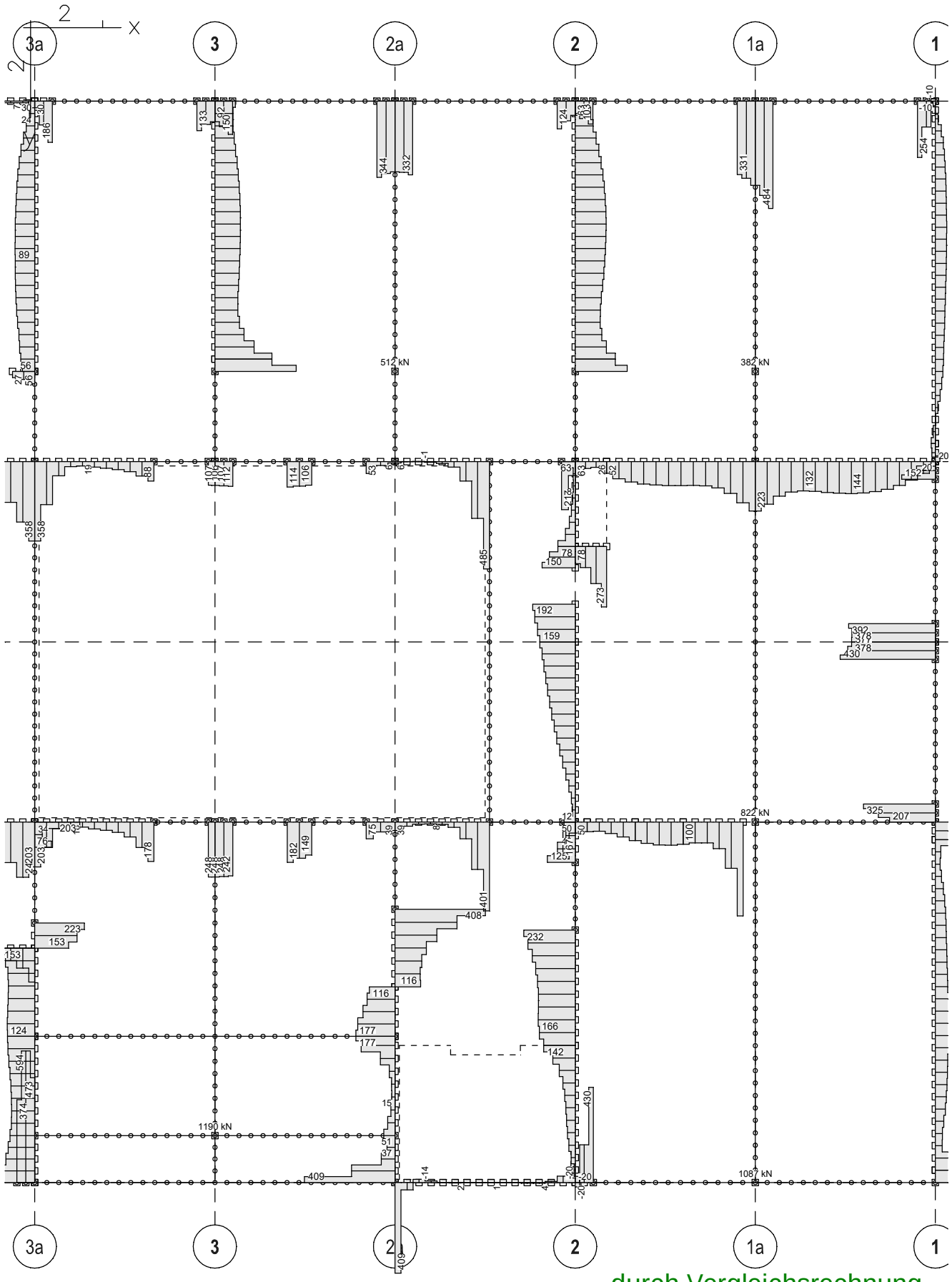
LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, ohne Aufstockung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max Rz(l). 293,24 [kN/m] =

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG M = 1:150



durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, ohne Aufstockung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max Rz(I). 243,98 [kN/m] =

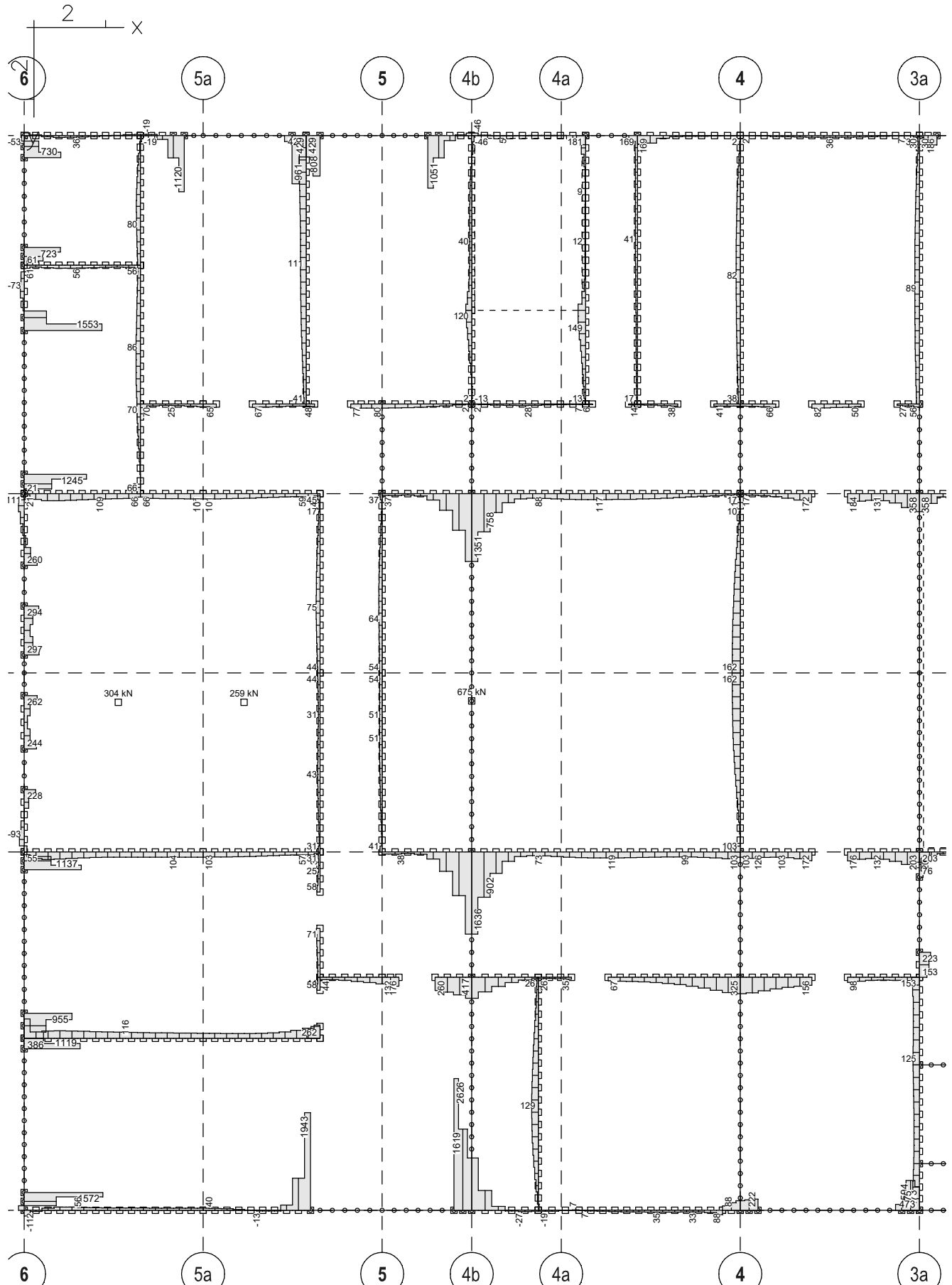
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LFK DIN1992.SV.2: 2. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, mit Aufstckung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max Rz(l). 1070,52 [kN/m] =

durch Vergleichsrechnung geprüft

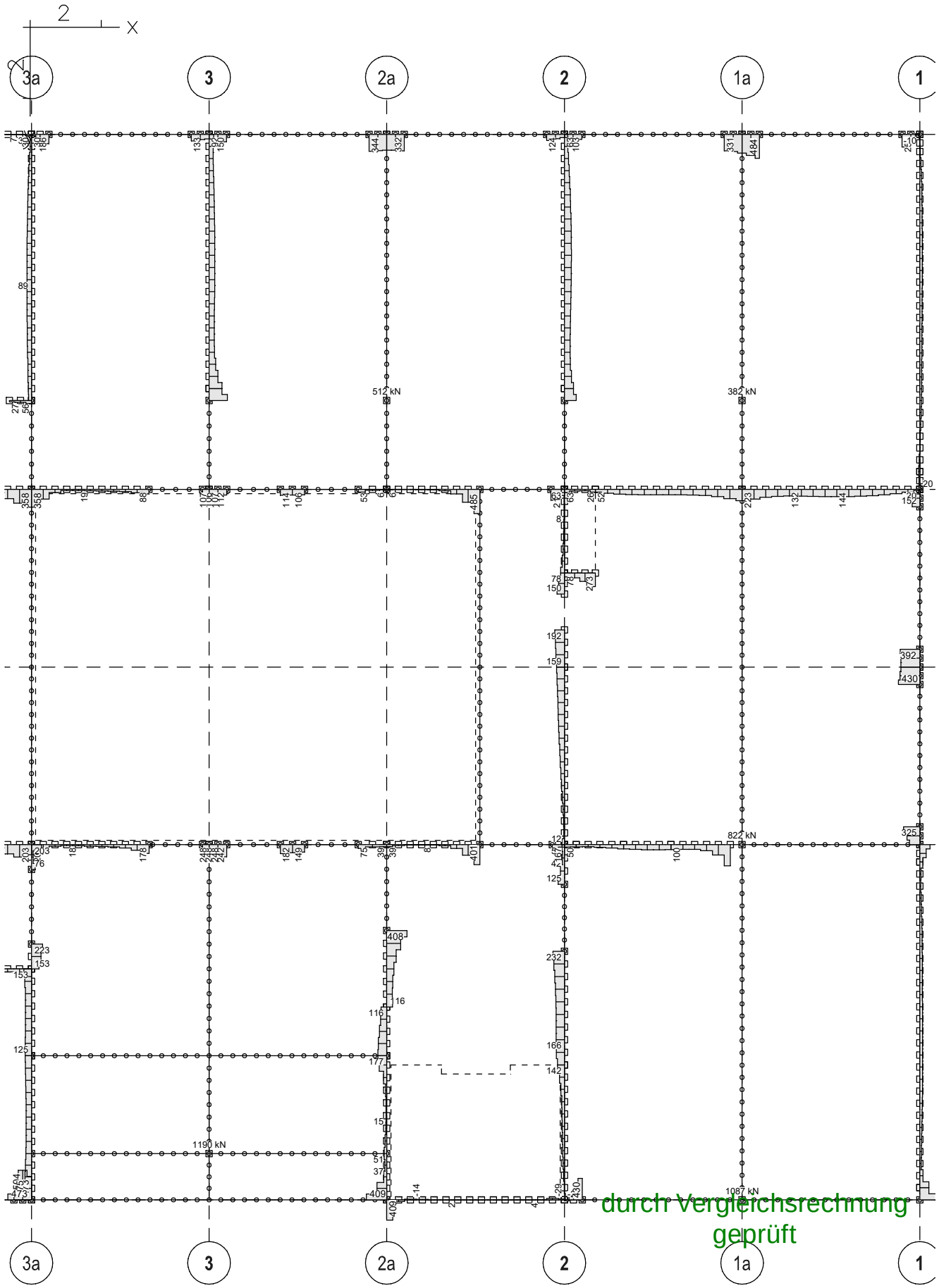
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.SV.2: 2. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, mit Aufstckung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max Rz(l). 1070,52 [kN/m] =

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250

durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.SV.2: 2. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, mit Aufstckung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien min,max Mx(l): 23,76 [kNm/m] =

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Stb.-Decke über EG

M = 1:250

durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1, ohne Aufstockung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max Rz(|): 349,89 [kN/m]

Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250

durch Vergleichsrechnung geprüft

LF1: DIN1992.C.2: 2. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1, mit Aufstockung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max Rz(|). 820.23 [kN/m] =

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

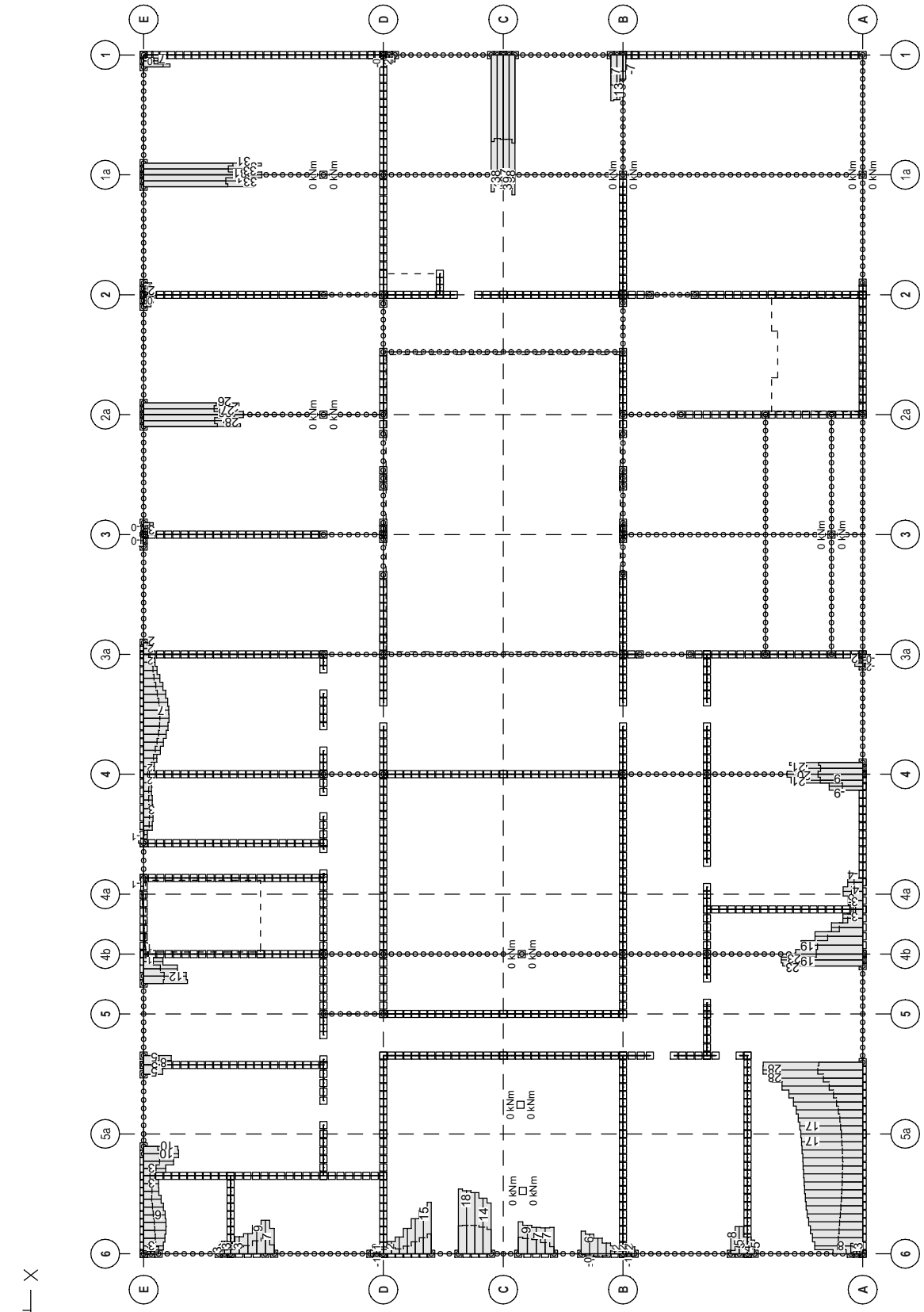
Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Stb.-Decke über EG

M = 1:250



durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1, ohne Aufstockung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien min,max Mx(l). 16,92 [kNm/m]

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:250

durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.C.2: 2. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1, mit Aufstockung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien min,max Mx(l). 16,92 [kNm/m] =

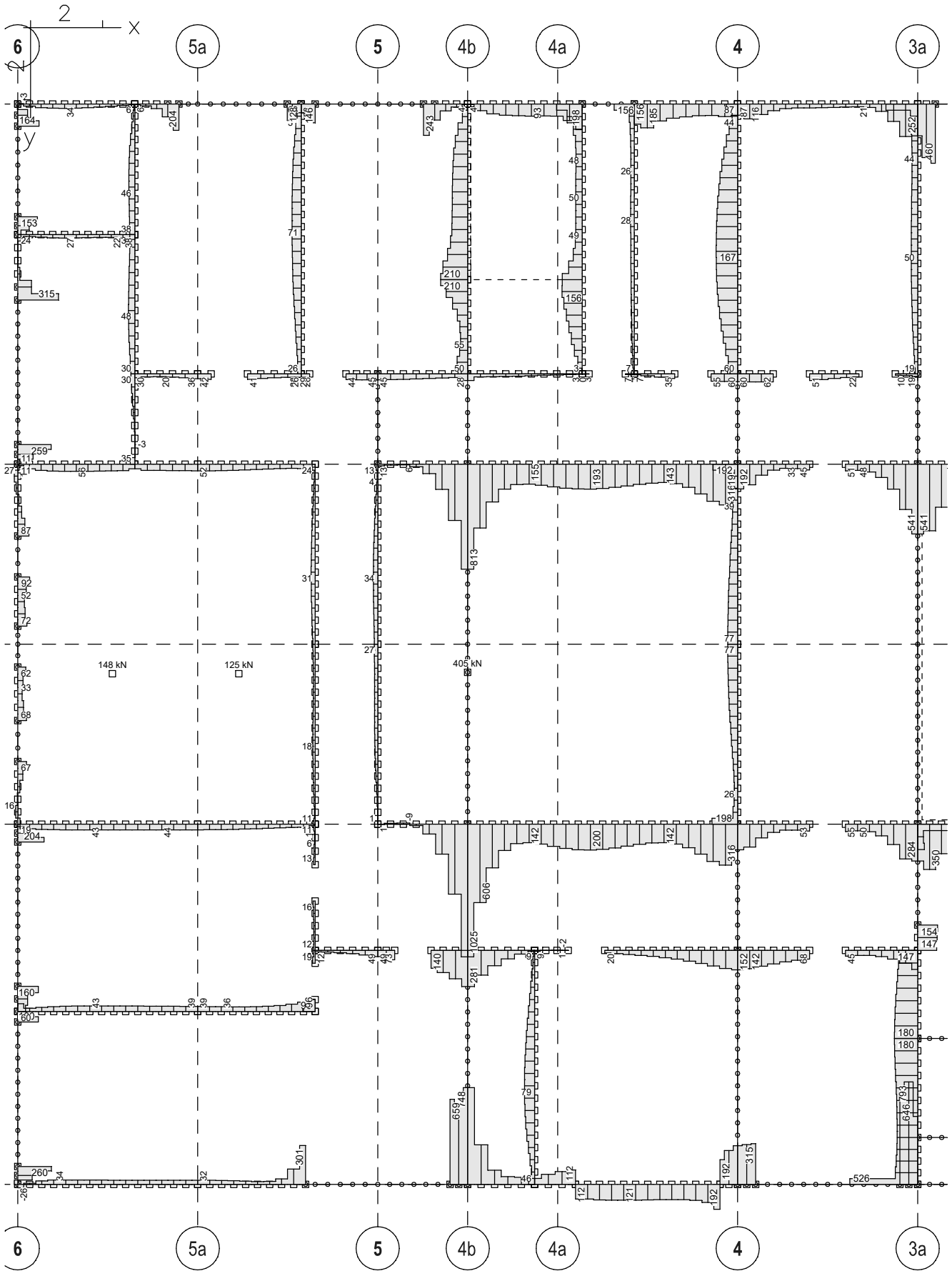
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 20: LWL Gk ohne Aufstockung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 418,10 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 40284,13 [kN]

durch Vergleichsrechnung geprüft

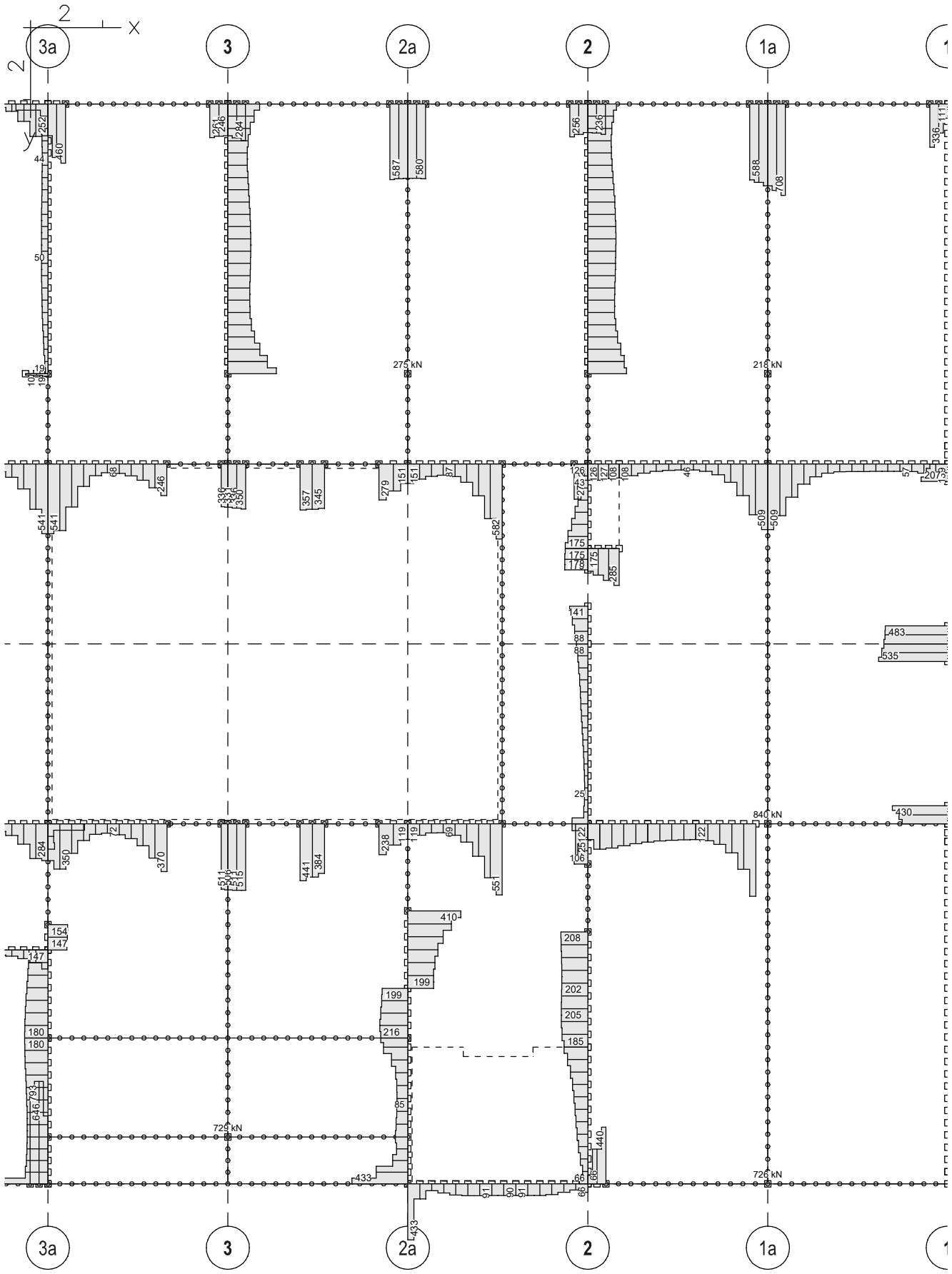
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 20: LWL Gk ohne Aufstockung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 418,10 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 40284,13 [kN]

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

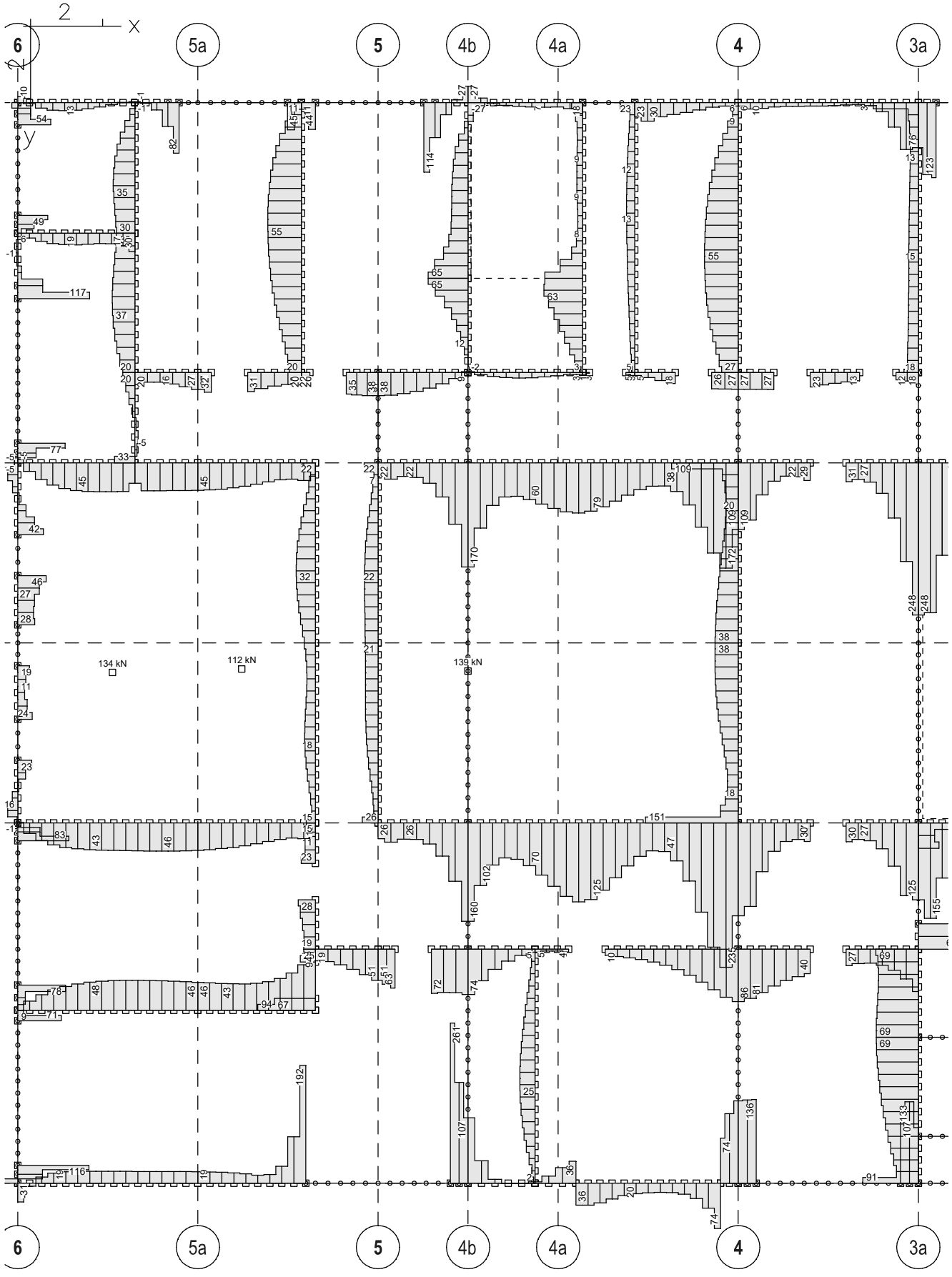
Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 21: LWL Qk ohne Aufstockung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 88,10 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 15001,63 [kN]

durch Vergleichsrechnung geprüft

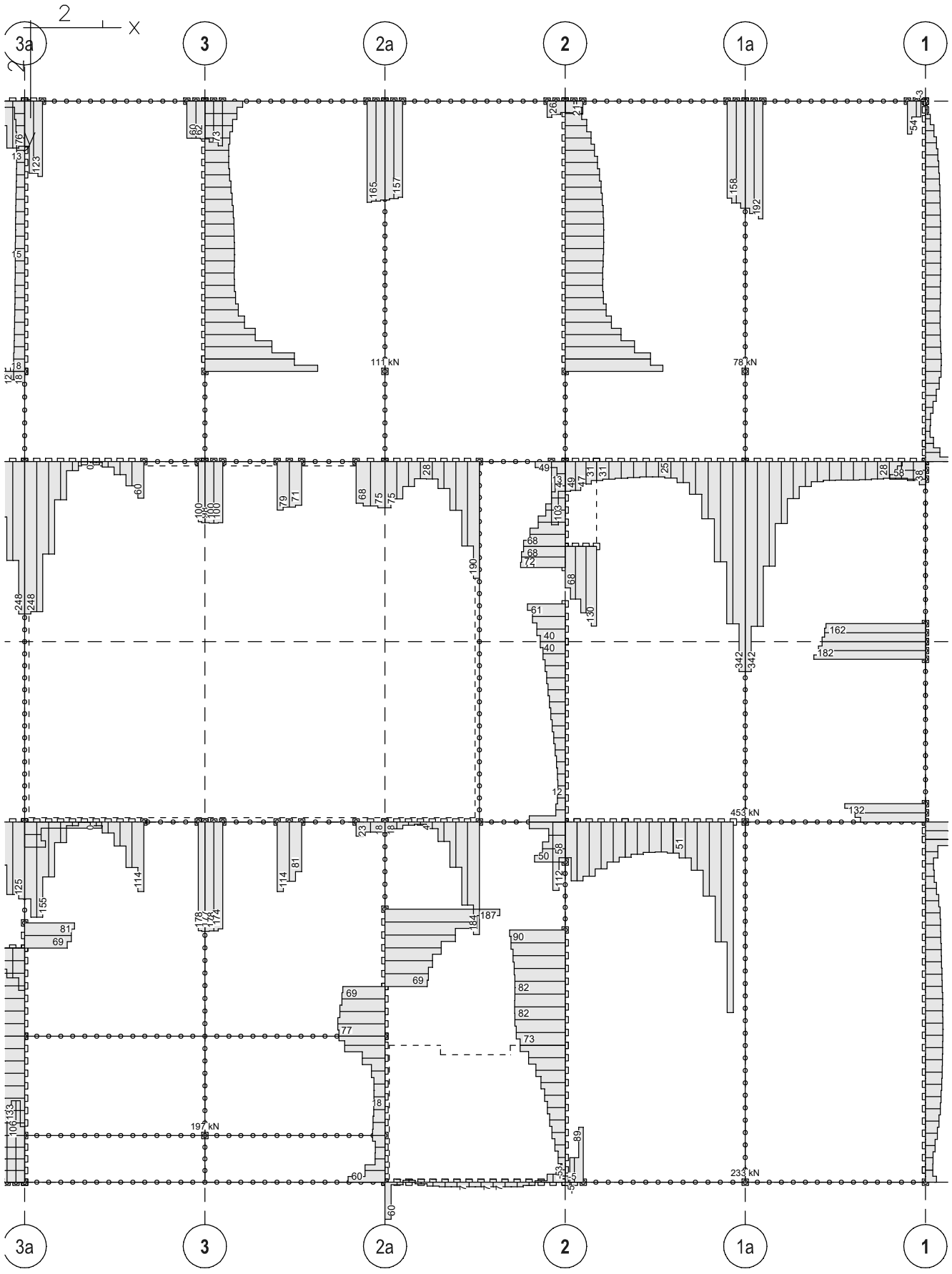
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 21: LWL Qk ohne Aufstockung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 88,08 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 13126,63 [kN]

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

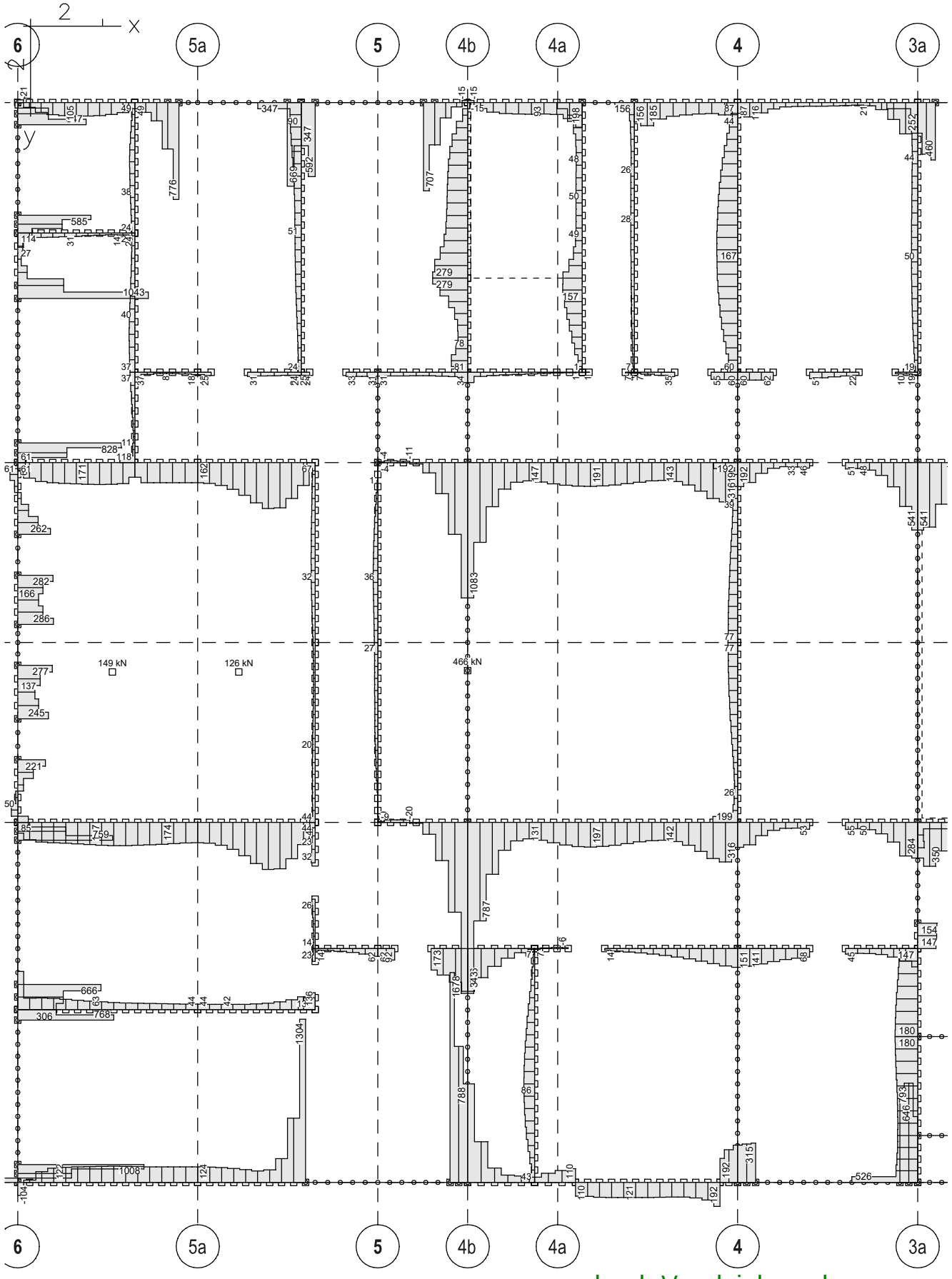
Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 23: LWL Gk aus EG mit Aufstockung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 431,72 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 48020,76 [kN]

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

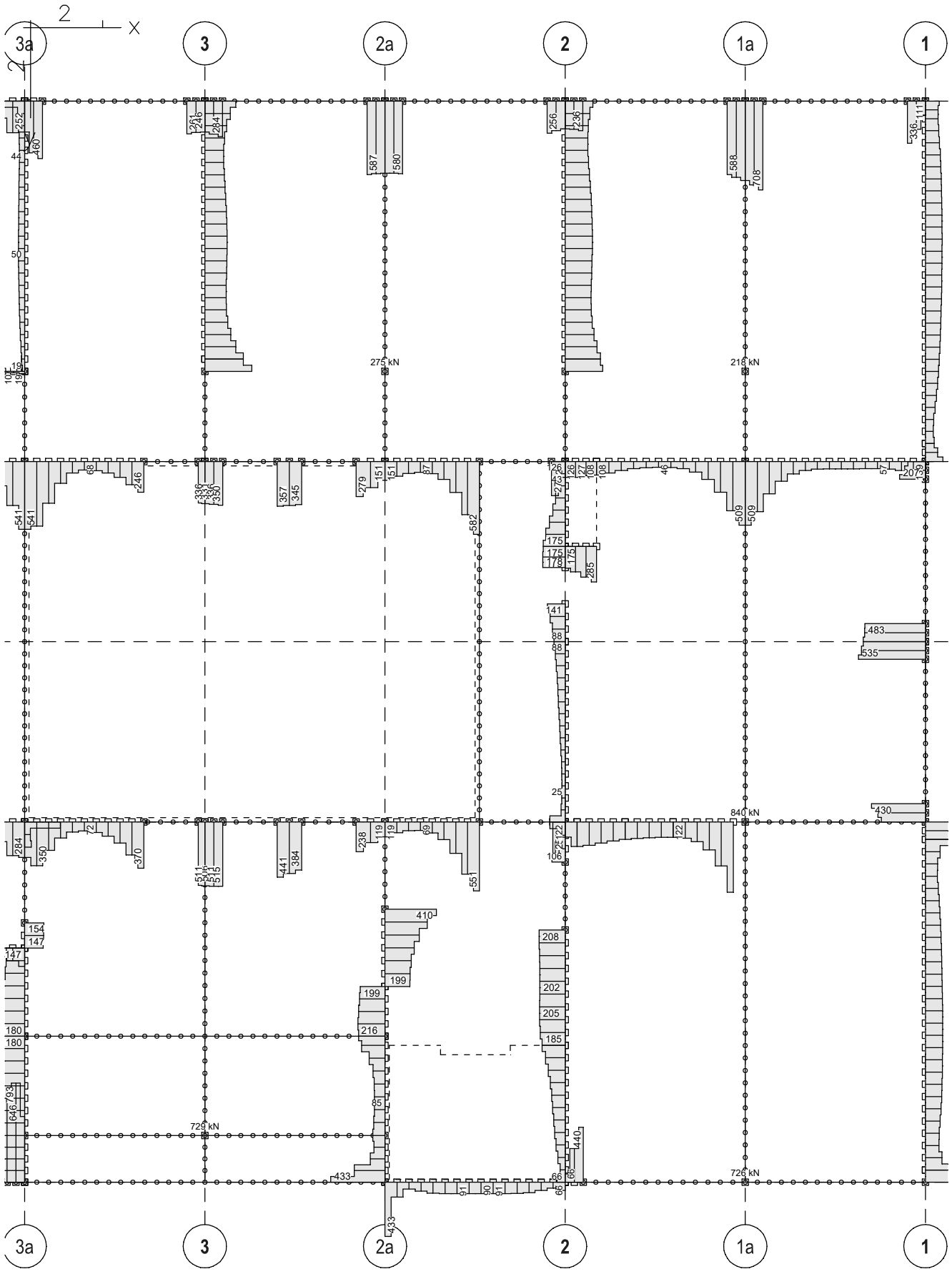
Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 23: LWL Gk aus EG mit Aufstockung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 431,72 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 48020,76 [kN]

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

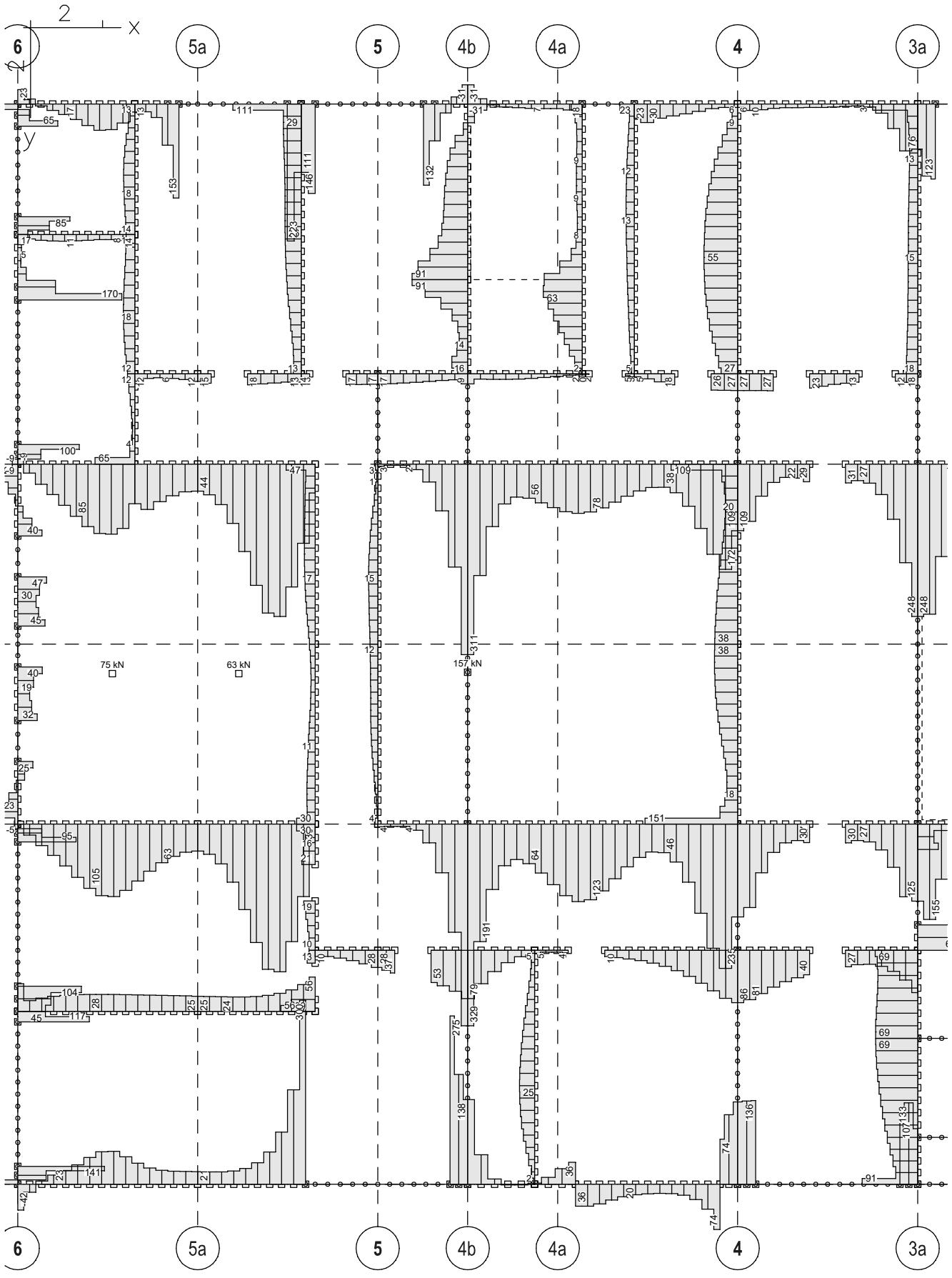
Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 24: LWL Qk aus EG mit Aufstockung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 88,08 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 15919,83 [kN]

durch Vergleichsrechnung geprüft

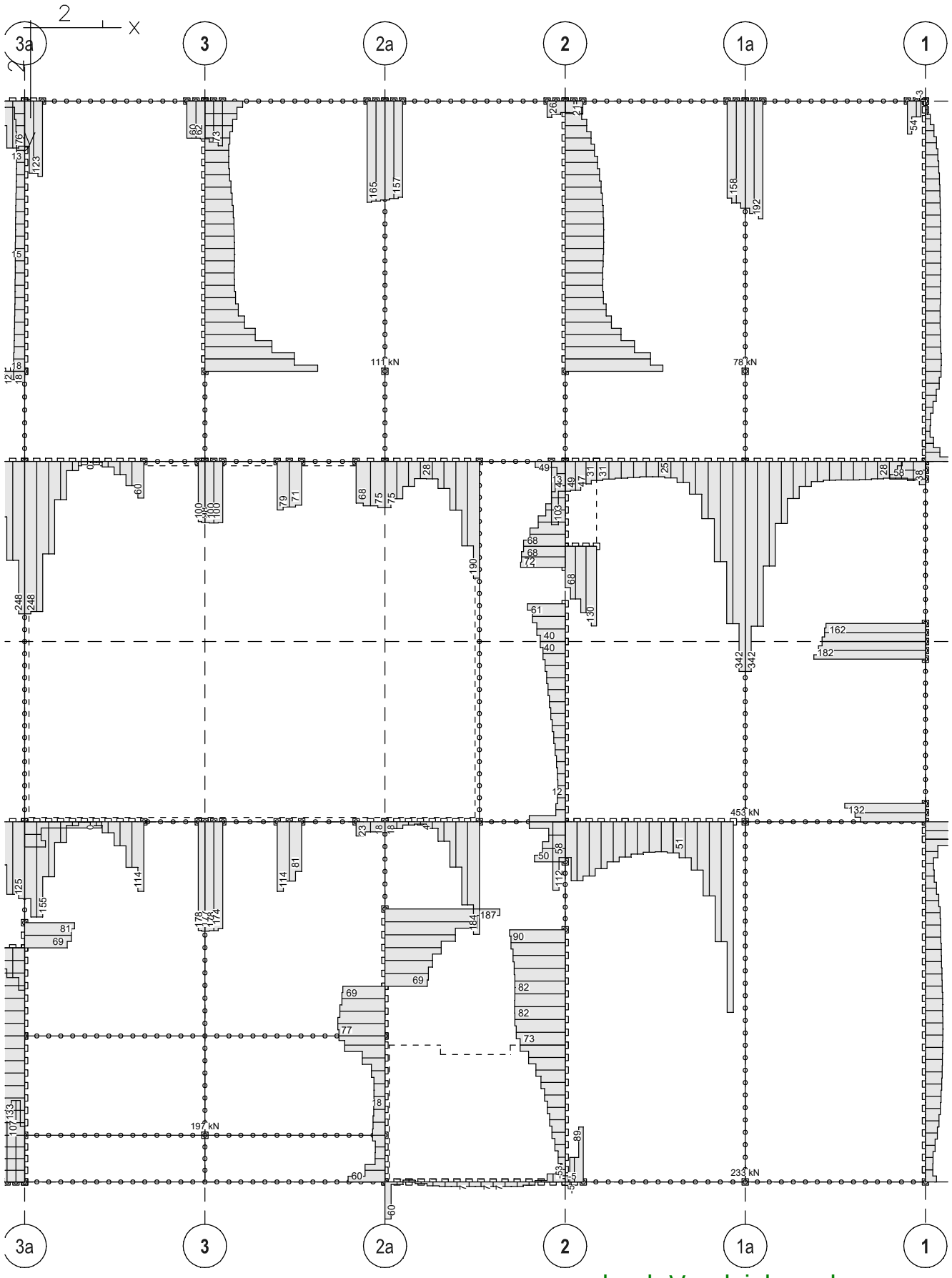
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



LF 24: LWL Qk aus EG mit Aufstockung
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rz(l). 88,08 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 15919,83 [kN]

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

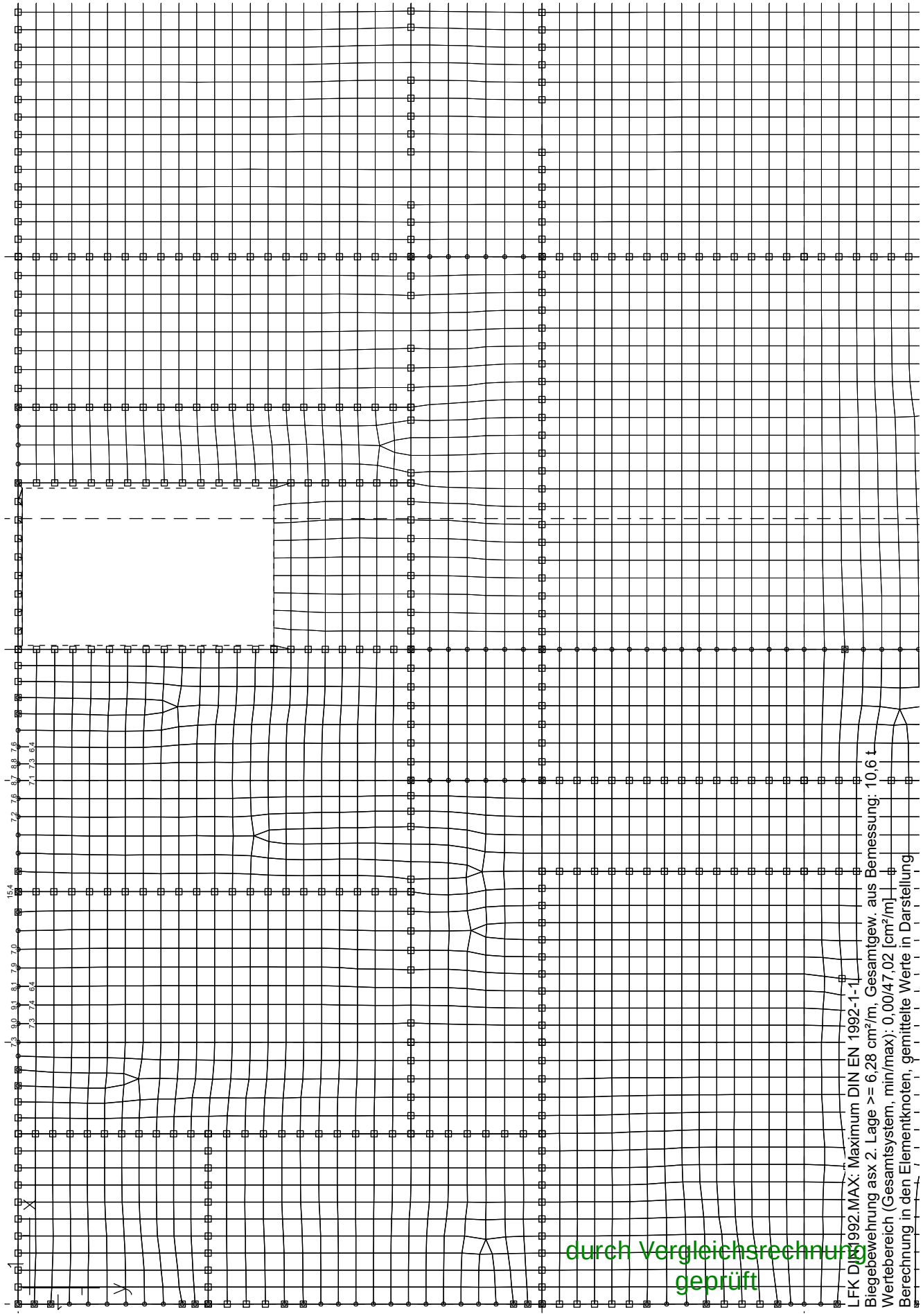
Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Stb.-Decke über EG

M = 1:100



Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:100

LFK DIN 1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,5 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/48,02 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:100

LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/47,02 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:100

LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,5 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/48,02 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

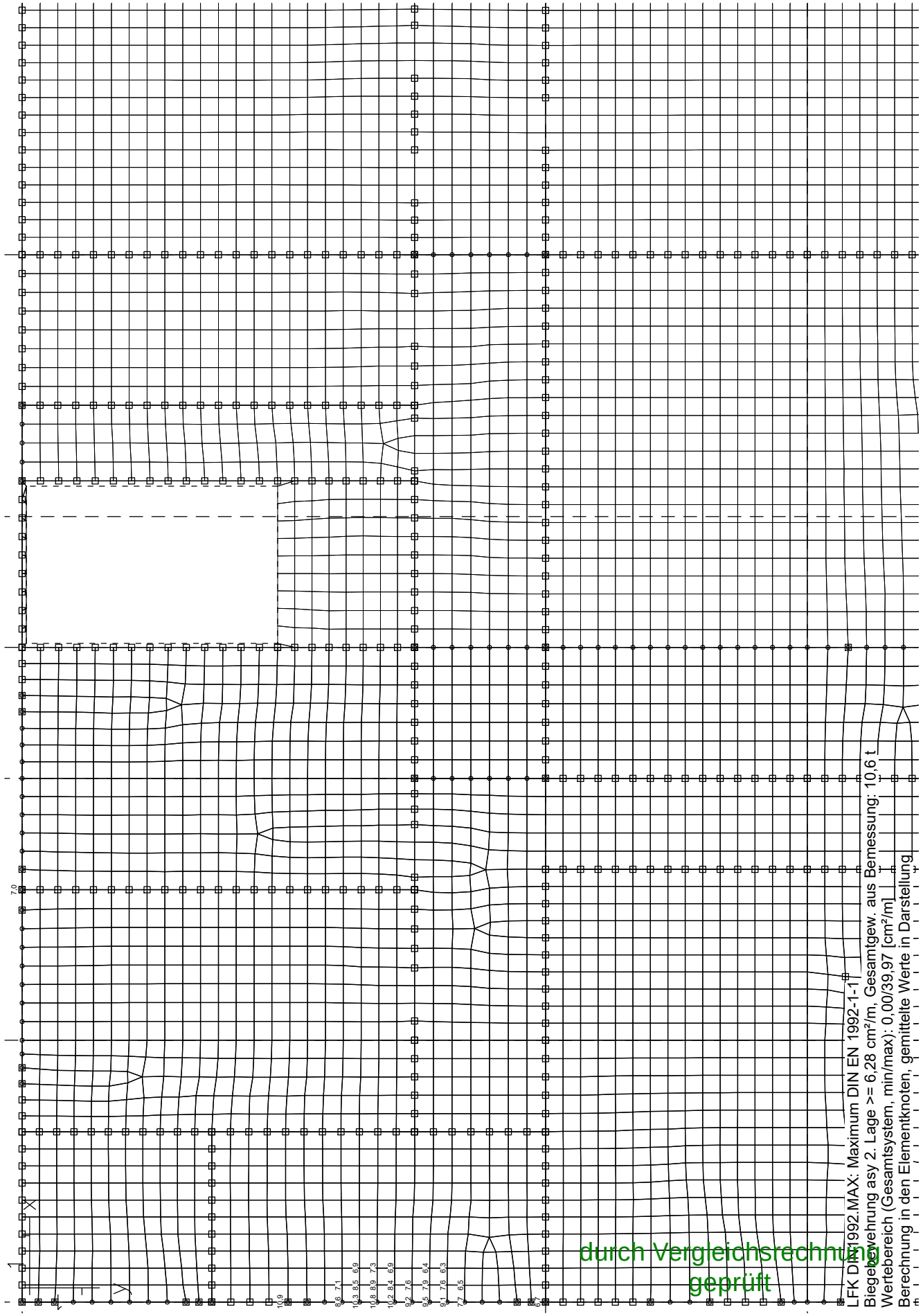
Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Stb.-Decke über EG

M = 1:100



durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

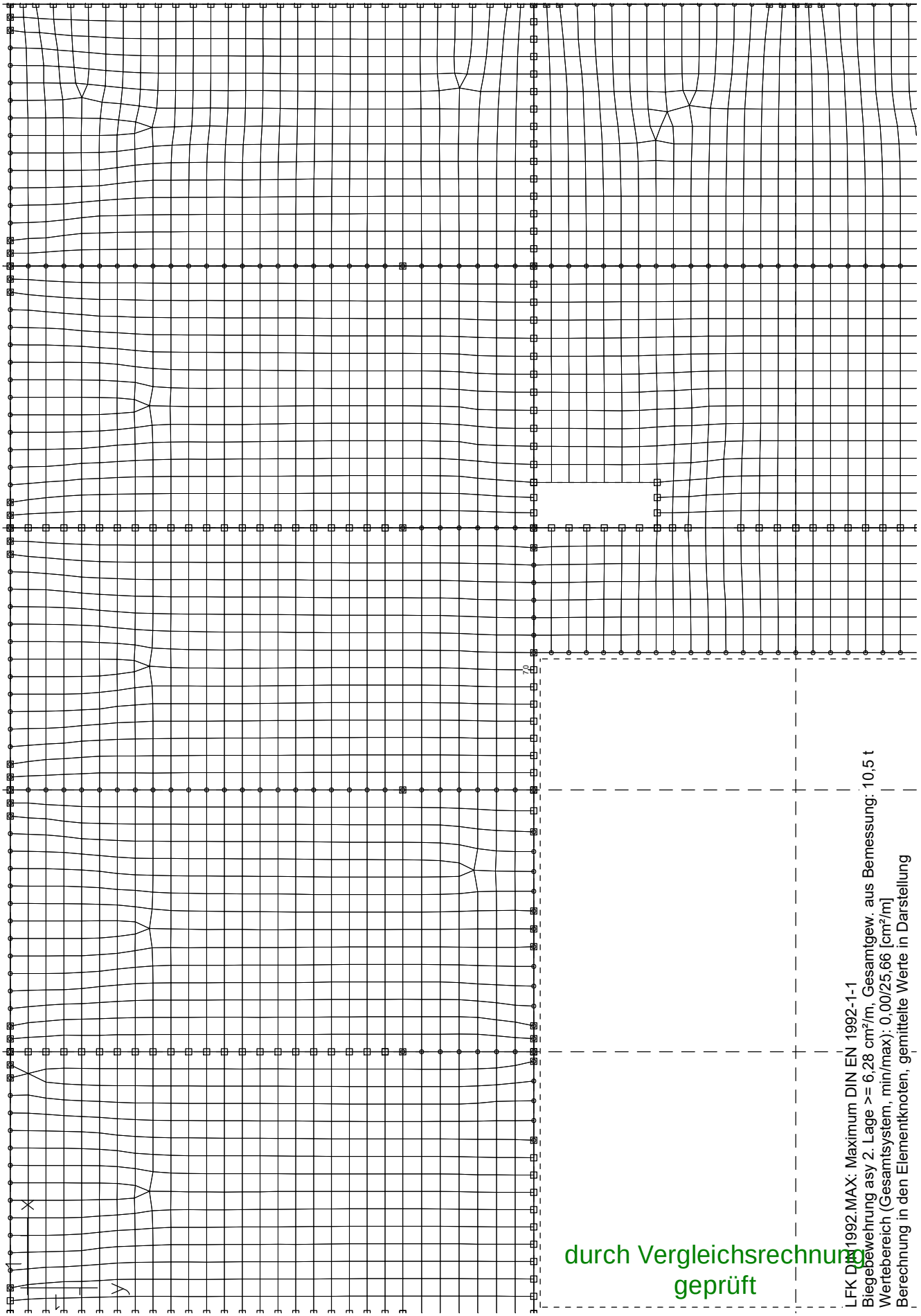
Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:100



Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:100

LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/39,97 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:100

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

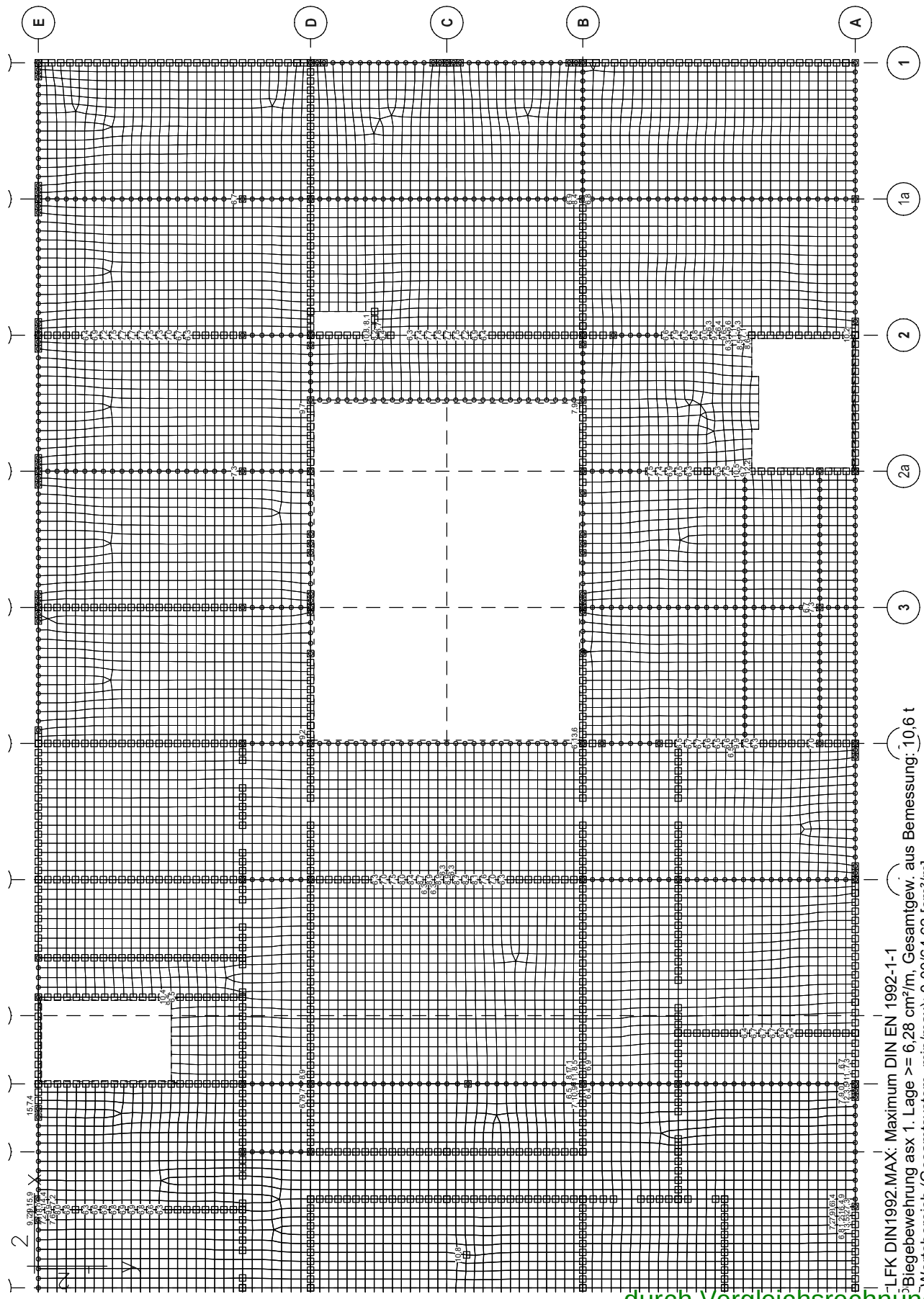
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:200

Grundbewehrung zwischen Achse 1 und 4b oberer Lage:
6,28 cm2/m



Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/64,62 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

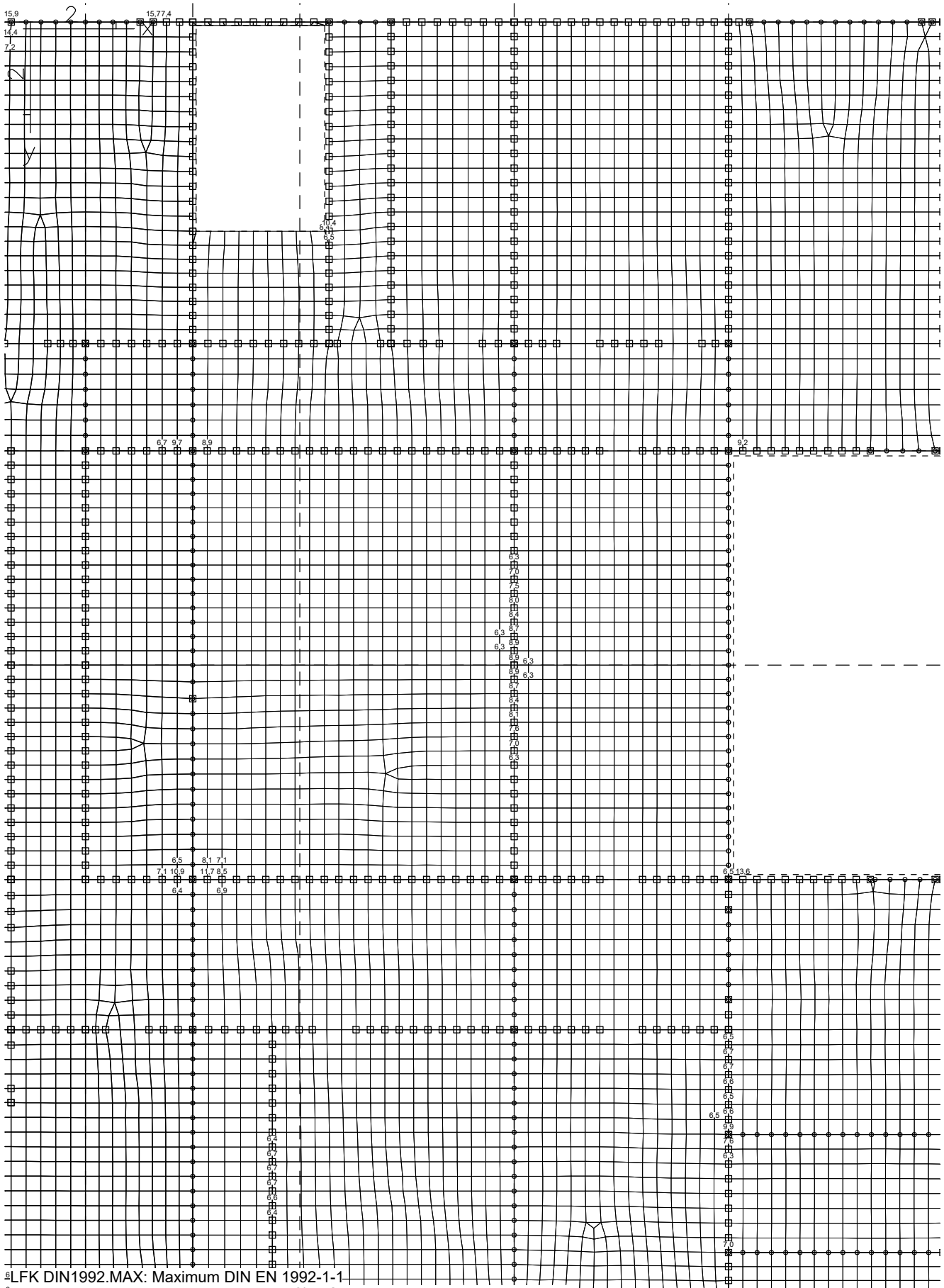
durch Vergleichsrechnung geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:125



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/64,62 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

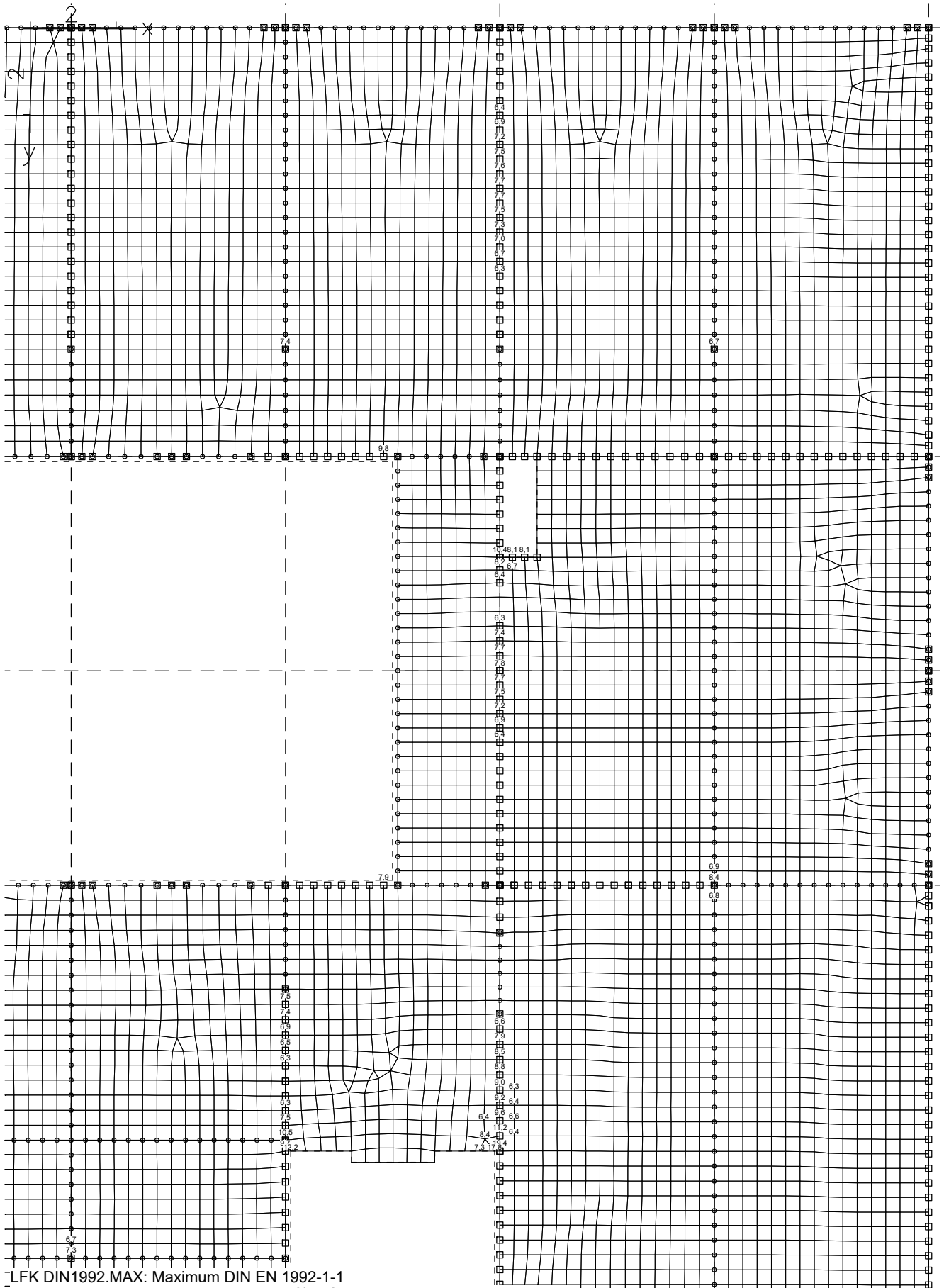
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:125



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,5 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/65,41 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

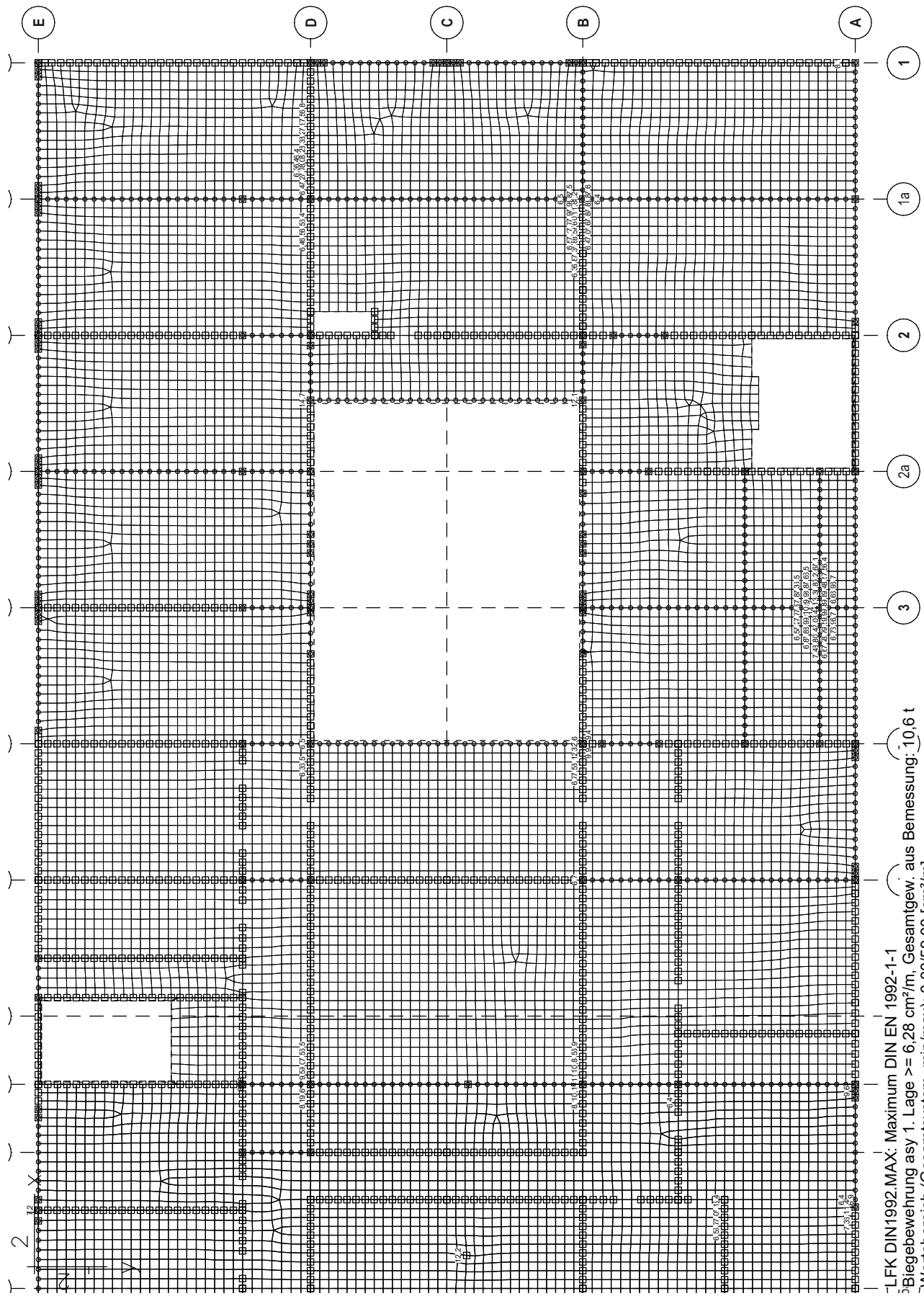
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:200

Grundbewehrung zwischen Achse 1 und 4b oberer Lage:
6,28 cm2/m



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/59,00 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

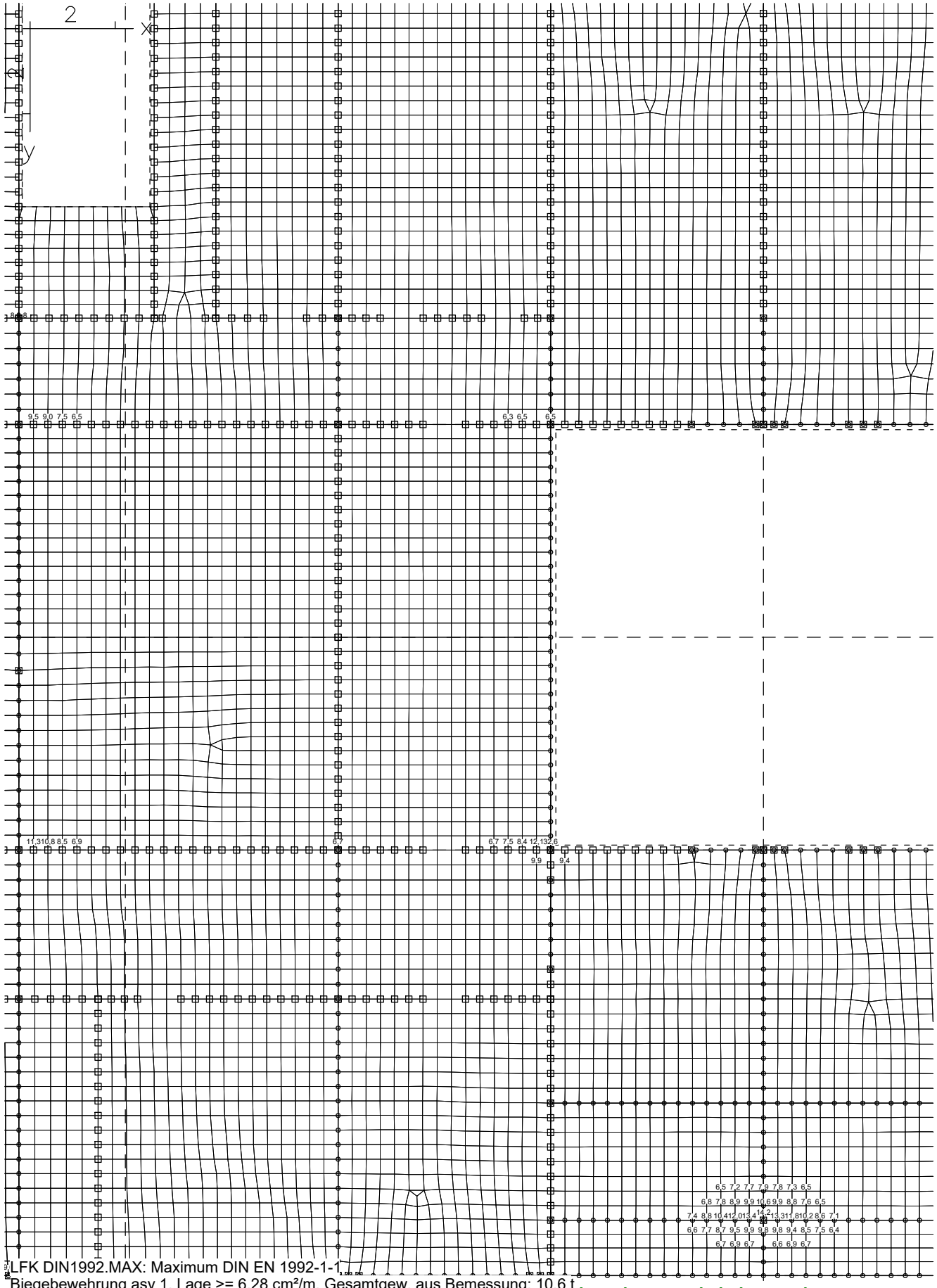
durch Vergleichsrechnung geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:125



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/59,00 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

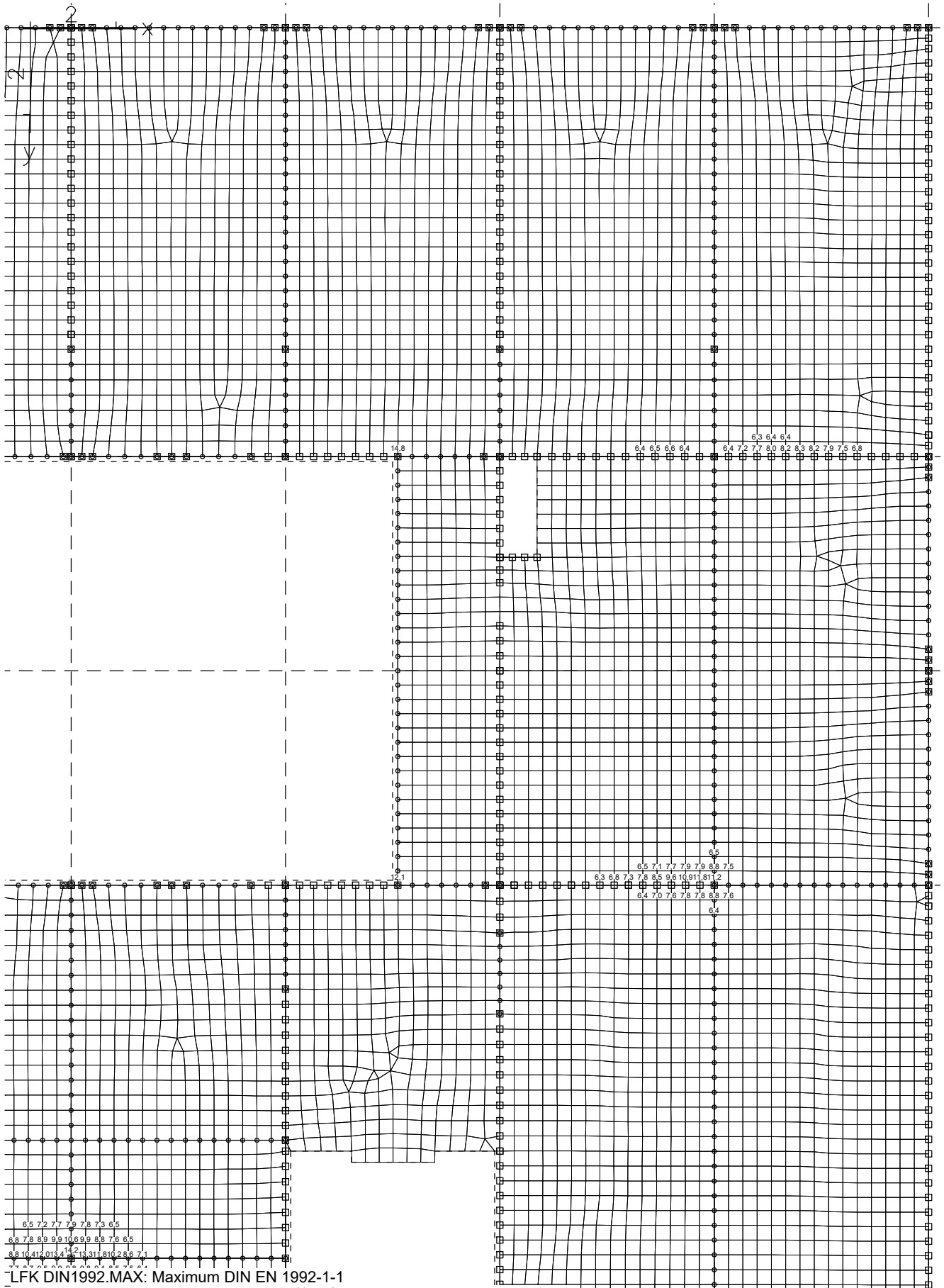
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:125



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage >= 6,28 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,5 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/50,56 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

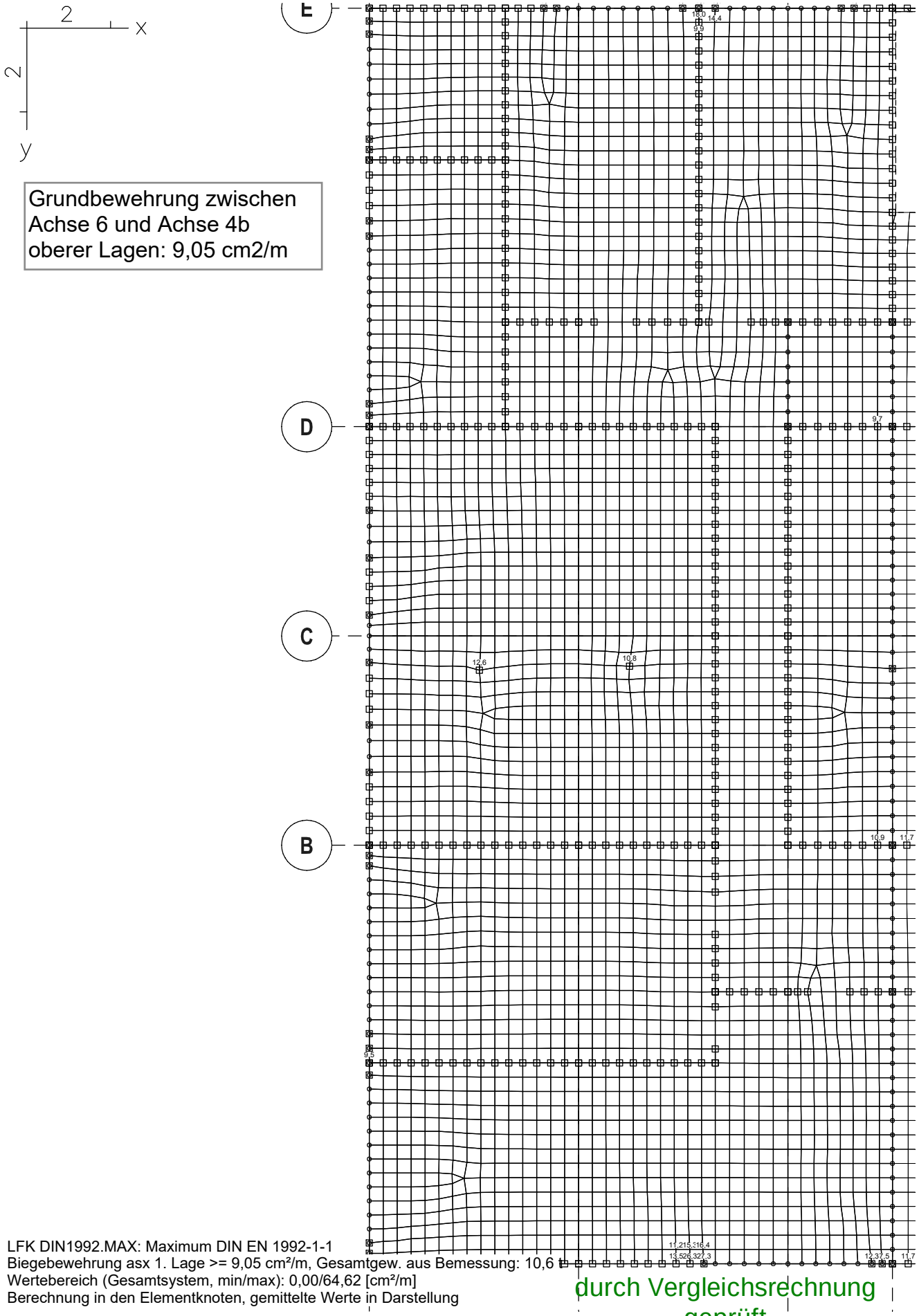
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Stb.-Decke über EG

M = 1:125



Grundbewehrung zwischen Achse 6 und Achse 4b oberer Lagen: 9,05 cm2/m

LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage >= 9,05 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/64,62 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

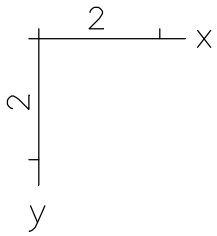
Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

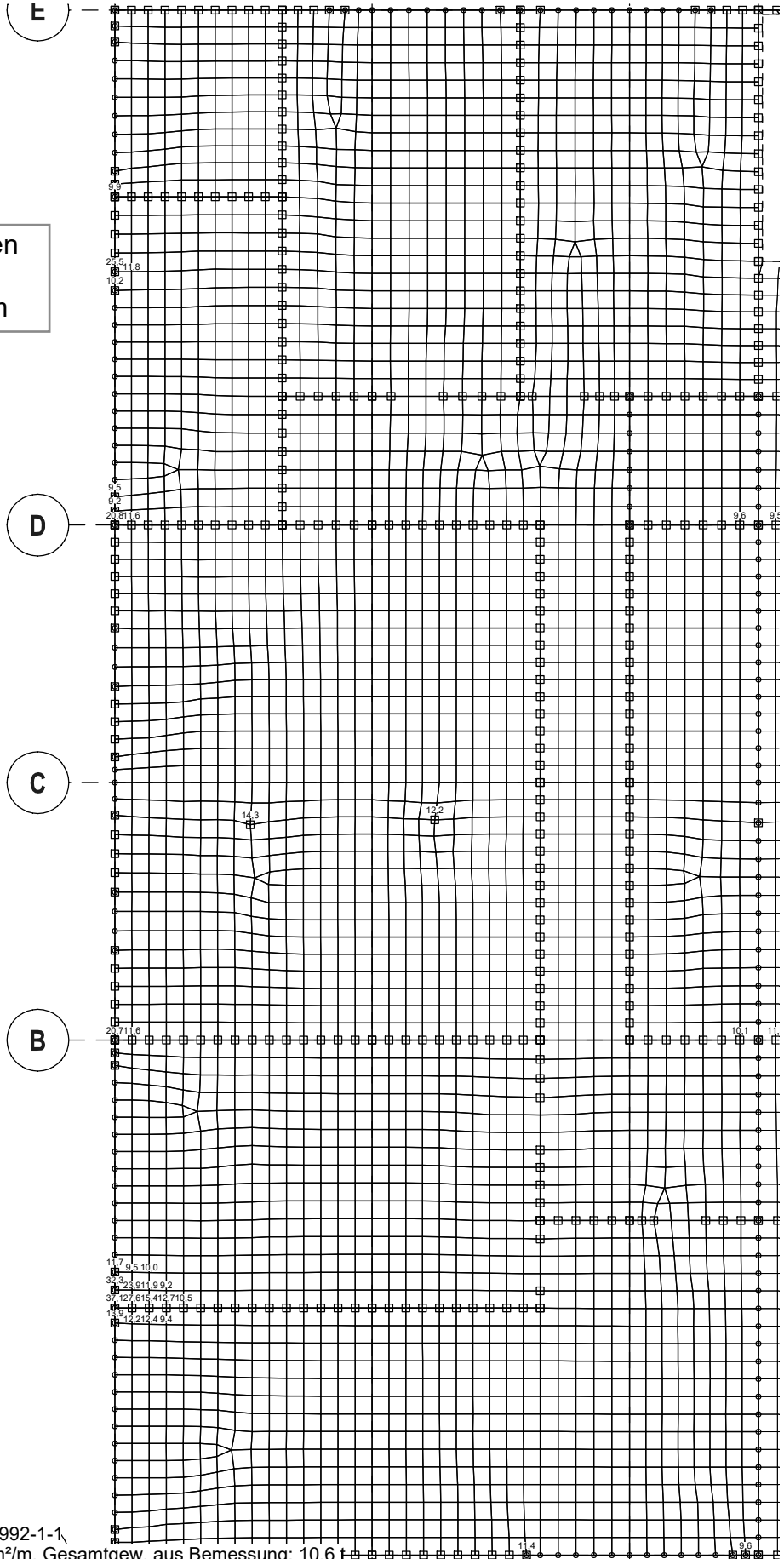
Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Stb.-Decke über EG

M = 1:125



Grundbewehrung zwischen Achse 6 und Achse 4b oberer Lagen: 9,05 cm2/m



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage >= 9,05 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/59,00 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

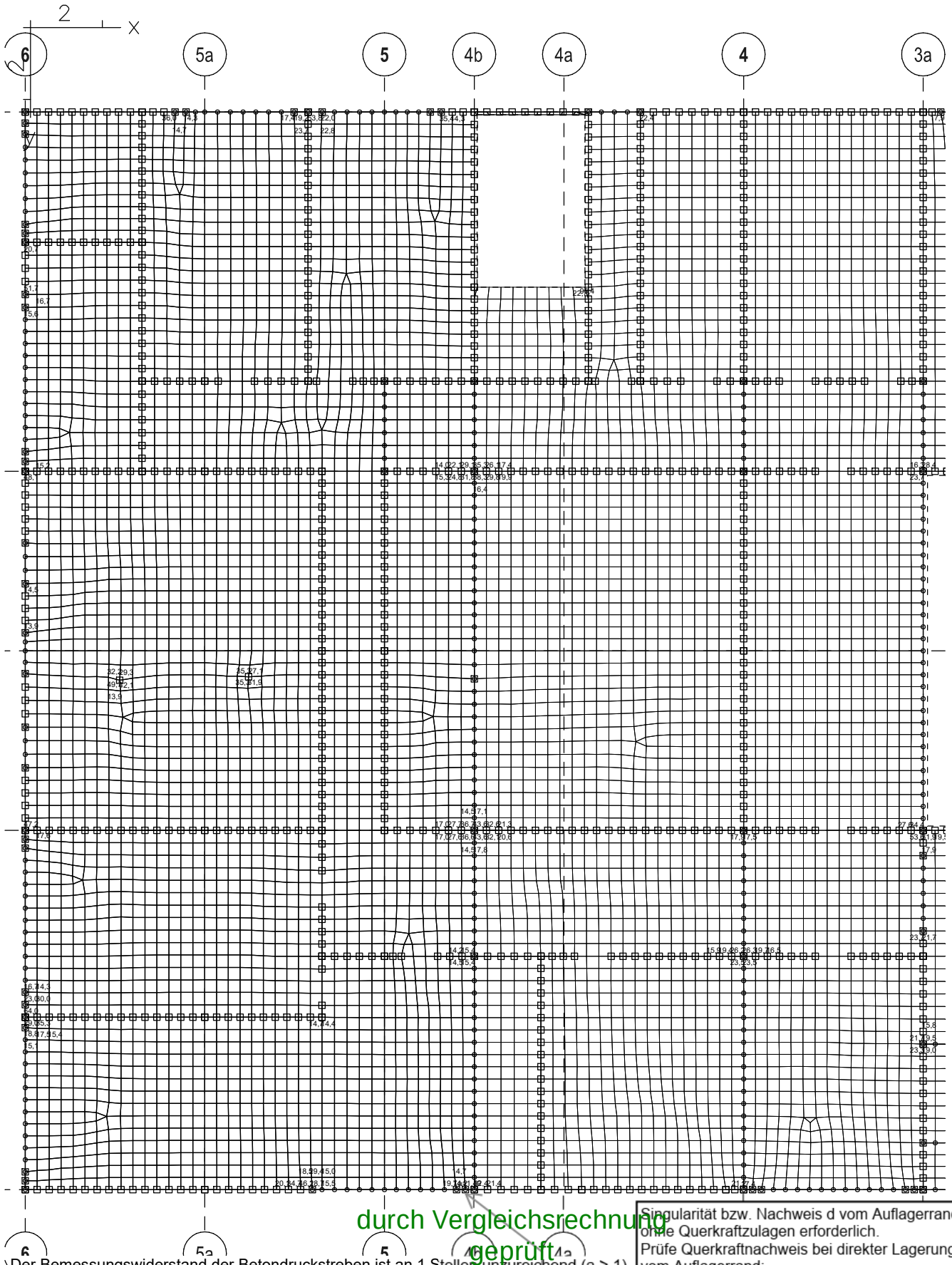
Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



durch Vergleichsrechnung geprüft

Singularität bzw. Nachweis d vom Auflagerrand ohne Querkraftzulagen erforderlich.
Prüfe Querkraftnachweis bei direkter Lagerung d vom Auflagerrand:
Auflagerbreite = 20 cm, Decke h=28 cm, Stat. Nutzhöhe d = 23 cm
d von Auflagerachse = 44 cm
d.h. Werte erst in 2. FE-Netzreihe maßgebend, dafür ist Querkraftbewehrung einzubauen.

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): 0,00/149,41 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

hier ist Betondruckstreben während Bemessung wegen Singularität unzureichend.
bzw. Nachweis d vom Auflagerrand ohne Querkraftzulagen erforderlich.

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

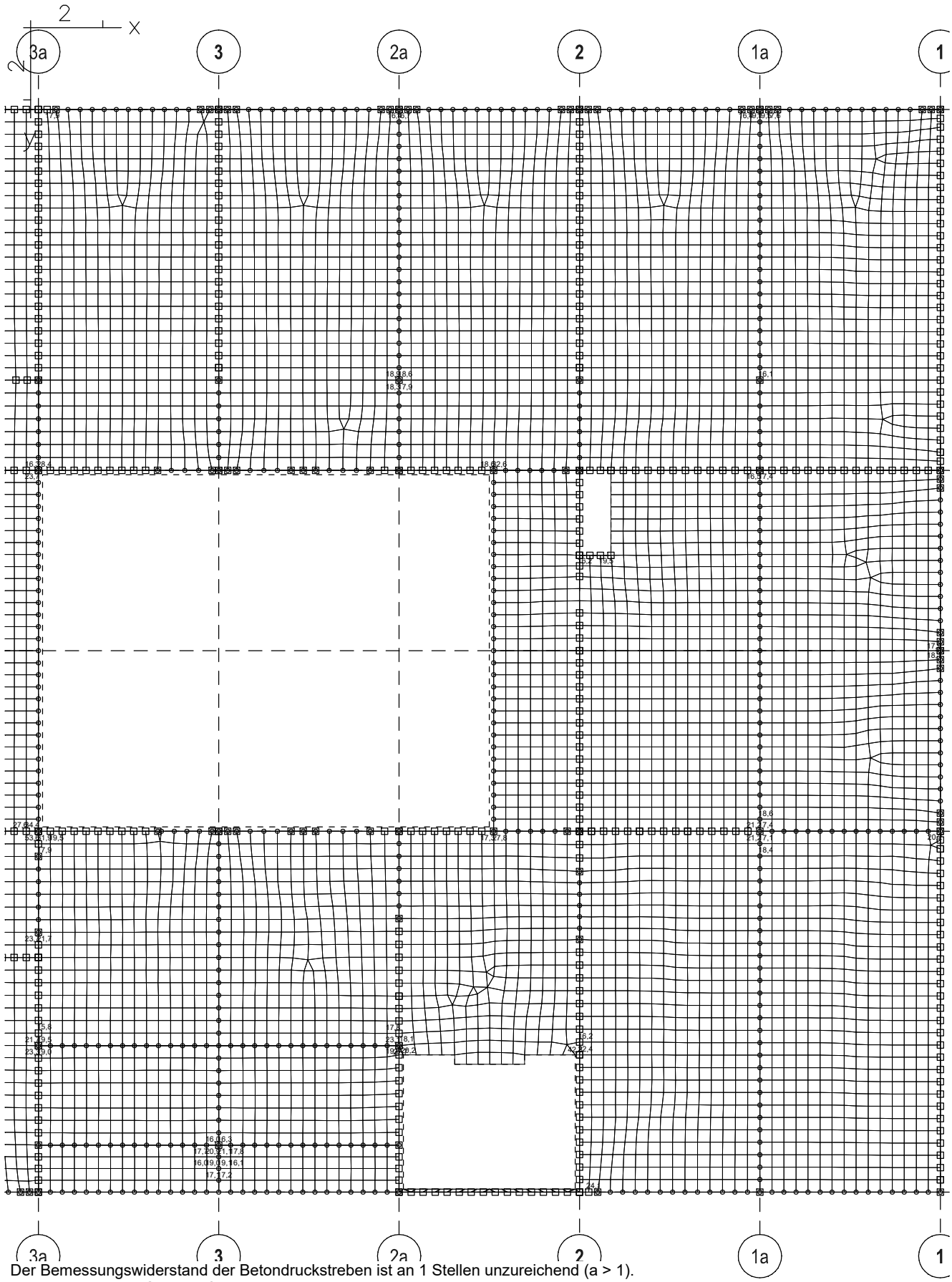
Austauschseite Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.60

Stb.-Decke über EG

M = 1:150



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): 0,00/151,80 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.60 EG Stb.Decke 28cm.fem

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Alle Unterzüge von Pos. 61 bis Pos. 74 und Pos.76, siehe Ausdruck FEM-Programm InfoGraph.

Neue Unterzug Pos. 75-1 in Achse D

C25/30 XC1 b/h=24/85cm

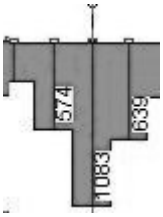
System

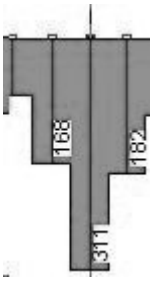
Ein-Feld-Träger L=1m

Dieser Unterzug trägt die Auflagerkraft aus dem Deckenversprung Pos. 63 in Achse 4b als Einzelkraft und die Flächenlast aus der Decke im EG. Wegen des großen Anteils der Einzelkraft aus dem Deckenversprung wird angenommen, dass alle Kräfte als Einzelkraft in der Feldmitte einwirken.

Belastungen

Die Belastungen können aus Pos. 60 Decke EG, den Auflagerreaktionen Rz, LF 224 und LWL Gk/Qk aus dem EG mit Aufstockung entnommen werden.





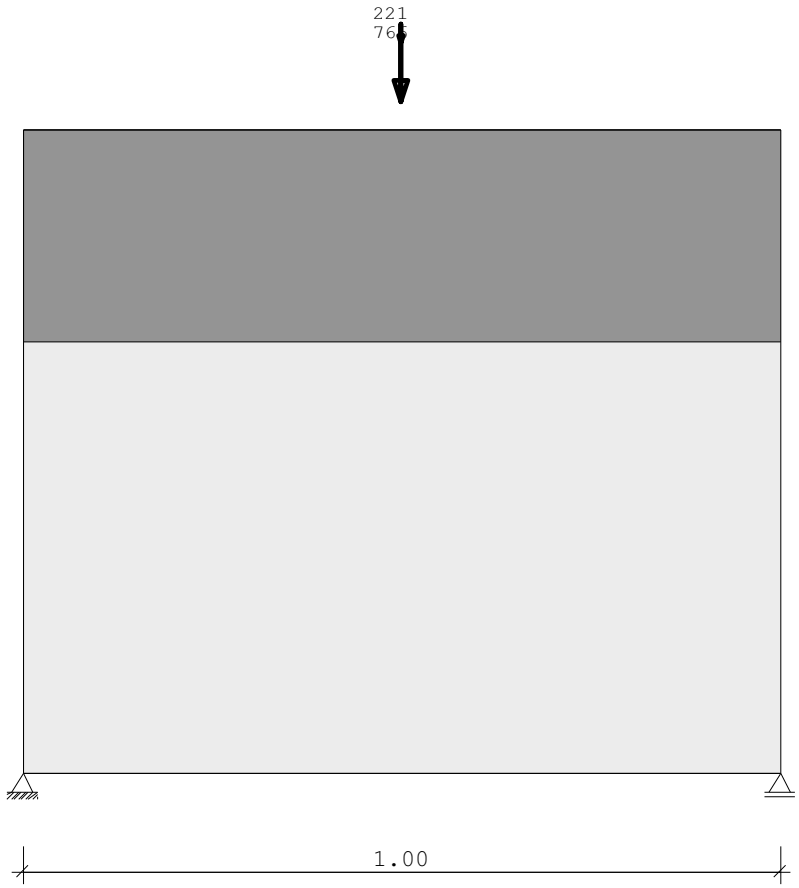
Gk=	1/3*(574+1083+639)	=	765,33 kN
Qk=	1/3*(168+311+182)	=	220,33 kN

Bemessung

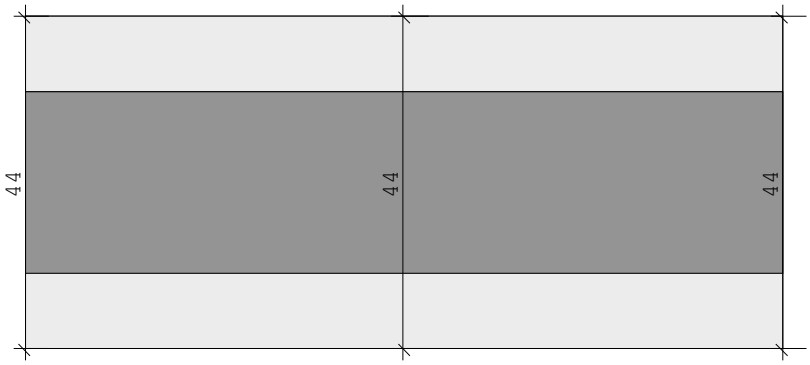
Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)
Maßstab 1 : 10



Eff. mitwirkende Breiten für Bemessung



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonträger C25/30 E = 31000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge		Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	1.00	konstant	44.0	28.0	24.0	85.0		

Feld 1 muß ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Feld	Typ	EG	Gr	g_l/r	q_l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	2	C		766.00	221.00	1.00	0.50			

Eigengewicht des Steges ist mit Gamma = 25.0 kN/m3 berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3
In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).
In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum (kNm , kN)

Feld				Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	x0	=	0.50	247.18	0.00	0.00	495.21	-495.21	2

Stützmomente Maximum (kNm , kN)

Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	495.21	495.21	384.71	2
2	0.00	0.00	-495.21	0.00	495.21	384.71	2

Auflagerkräfte (kN)

Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	384.71	110.50	0.00	495.21	495.21	384.71
2	384.71	110.50	0.00	495.21	495.21	384.71
Summe:	769.42	221.00	0.00	990.42	990.42	769.42

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 LP4 Pos.75

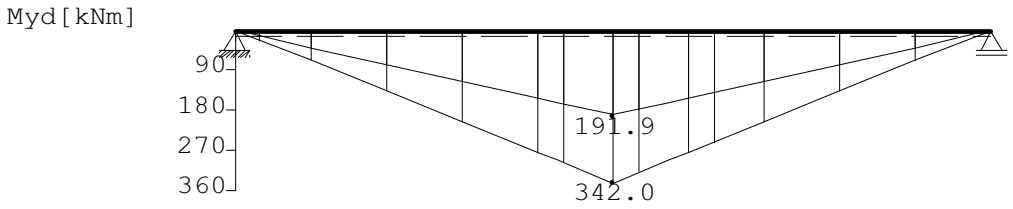
Auflagerkräfte					(kN)
	Stütze 1		Stütze 2		
EG	max	min	max	min	
g	384.7	384.7	384.7	384.7	
C	110.5	0.0	110.5	0.0	
Sum	495.2	384.7	495.2	384.7	

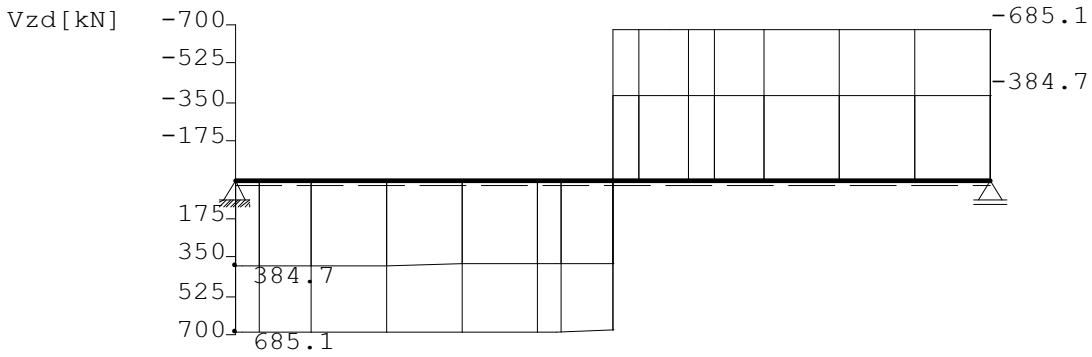
Ergebnisse für γ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwert γG * K_{Fi} = 1.35 über Trägerlänge konstant

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)	
Feld		Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb	
1	x0 = 0.50	341.98	0.00	0.00	685.11	-685.11	C	2

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)	
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	685.11	685.11	384.71	C 2
2	0.00	0.00	-685.11	0.00	685.11	384.71	C 2

Maßstab 1 : 10





durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154
C25/30 B500A normalduktil

Betondeckung: cv = 3.5 cm >= erf cv
Bewehrungslage: do = 6.0 cm dB = 8 dS = 14
du = 6.0 cm dB = 8 dS = 14
Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.
Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

Kriechbeiwert: ϕ = 2.90 εcs = 0.40 %o h0 = 22.50 cm

Alle Auflager gleich : Schneidenlager

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 2.56 N/mm2

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	85.52	2.41	-114.40	3.22	44.0/28.0/24.0/85.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)	komb
1	0.50	342.0		79.0	0.12	10.0	0.0	C 2

Am ersten Auflager sind mindestens 16.9 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 16.9 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

Querkraftbewehrung B500A DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 6.2

Stütze Nr.	Abst (m)	kz	VEd (kN)	Θ (°)	VRd,c (kN)	VRd,max (kN)	a_max (cm)	asw (cm2/m)	komb
1 re	0.50	0.91	682.8	25.0	67.2	700.3			C 2
1 re	0.50	0.91	216.1#	25.0	67.2	700.3	20.0	13.3 x	C 2
1 re	0.50	0.91	682.8	25.0	67.2	700.3			C 2
1 re	0.50	0.91	216.1#	25.0	67.2	700.3	20.0	13.3 x	C 2
1 *	0.50	0.91	682.8	25.0	67.2	700.3	20.0	6.6	C 2
2 li	0.50	0.91	-682.8	25.0	67.2	700.3			C 2
2 li	0.50	0.91	-216.1#	25.0	67.2	700.3	20.0	13.3 x	C 2
2 li	0.49	0.91	-682.8	25.0	67.2	700.3			C 2
2 li	0.49	0.91	-216.1#	25.0	67.2	700.3	20.0	13.3 x	C 2
2 *	0.50	0.91	682.8	25.0	67.2	700.3	20.0	6.6	C 2

Ved mit # -> abgeminderte Einzellast
x am Zeilenende: EN1992-1-1 Gl.6.19 massgebend (Auslegung NA Bau 2019)
Der max. Bügelabstand wird mit Θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).

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)
1	0	25	0.0	171.1	25	44	55	781	5232	4.2
1	25	50	171.1	342.0	25	44	55	780	5232	4.2
1	50	75	342.0	171.1	25	44	55	780	5232	4.2
1	75	100	171.1	6.9	25	44	53	750	5232	4.0

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Nr.	Feld	Typ	Grp	g1	q1	g2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	2	C 1	766.00	221.00			1.00	0.50	

Gerechnete Kombinationen aus 1 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
alle gleichzeitig alternierend mit GammaG = 1,00 / 1,35 beaufschlagt.
Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die Leiteinwirkung ist.
Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchstanznachweis:

Position DST-60.1 Stütze Pos.S8 24/24cm

Vorwerte

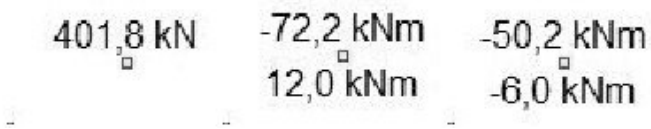
c_{oben}	= 20 + 15	=	35,00 mm
d_s	=		16,00 mm
d	= (280 - c_{oben} - d_s) / 1000	=	0,229 m

Um genaue Lasterhöhung ß zu berechnen, wird die Verdrehungen in X- und Y- Richtung als fest in Infograph vorgegeben.

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik: Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation ohne Aufstockung

Für Stütze S8

Ved=	402,00 kN
Med,x=	73,00 kNm
Med,y=	51,00 kNm



Durchstanznachweise:

Siehe Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den folgenden Seiten

⇒ **Zulagen erforderlich**

As,erf,ges= 15,80 cm²/m

Dübelleisten nicht erforderlich

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: ...
	DST-60.1 Stütze Pos.S8	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} =	402 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ =	0 kN
Lasterhöhungsfaktor	$\beta = 1+k \cdot M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W$ =	1,34

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a =	240 mm
Stützendicke	b =	240 mm
Plattendicke	h =	280 mm
Statische Nutzhöhe	d =	233 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu =	35; 30 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} = 15,8 cm²/m (~ø12/71 mm); A_{sy} = 15,8 cm²/m (~ø12/71 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über der Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 5,7 cm²

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

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ =	1,93
Einfluss der Plattendicke	$\eta = 1+(d-200)/1000$ {min 1,0; max 1,6} =	1,03
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$ =	0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c) \cdot \kappa^{3/2} \cdot fck^{1/2}$ =	467,9 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ =	594,4 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d =	466 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} =	3,888 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß \cdot V_{Ed}$ =	537,8 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c} \cdot d \cdot U_{crit}$ =	538,5 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)} \cdot 1{,}96$ =	1055,4 kN

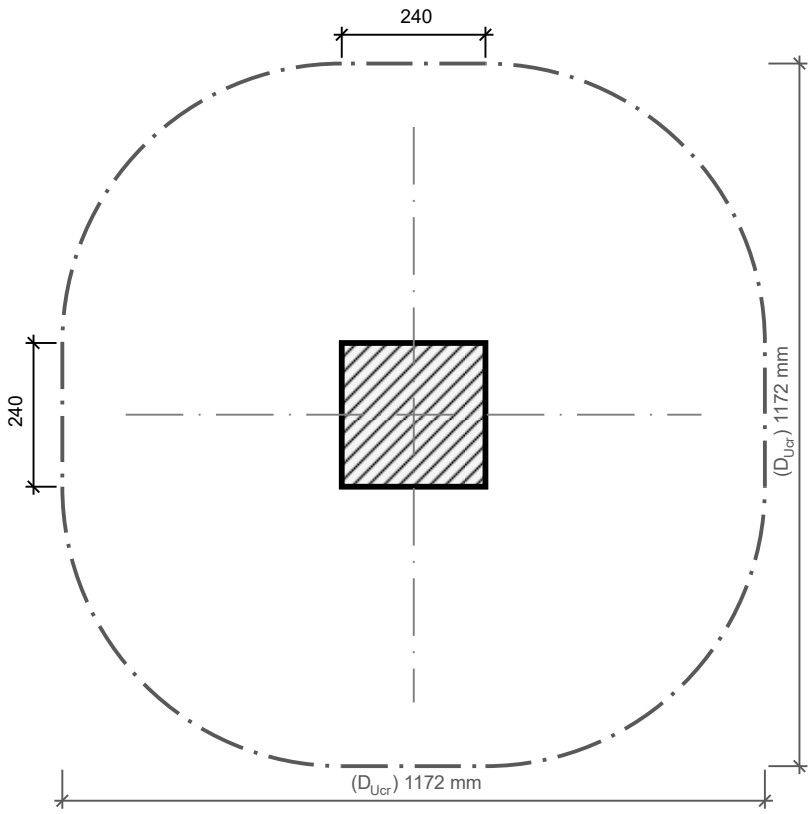
$V_{Ed,ß}$=537,8kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=538,5kN

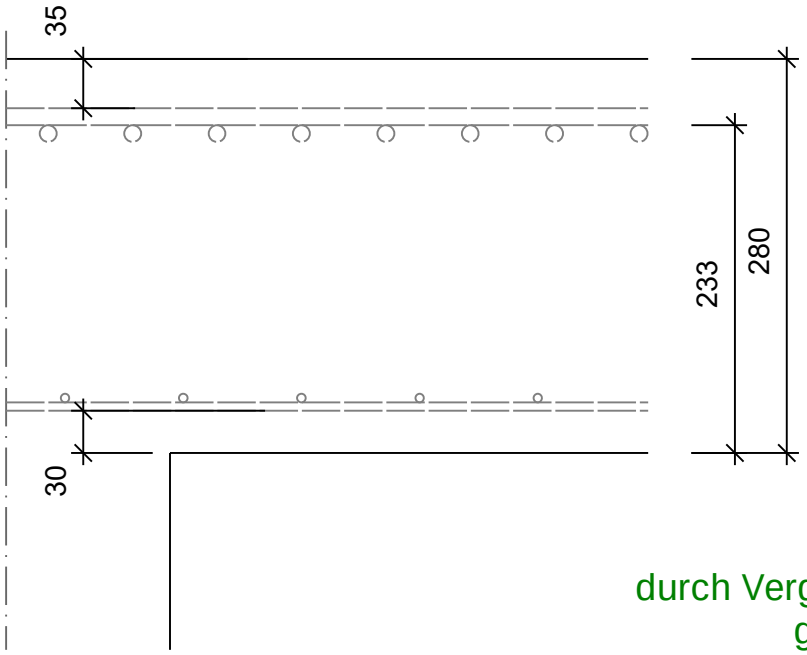
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 13.12.2024

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: ...
	DST-60.1 Stütze Pos.S8	Blatt: 2





durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 13.12.2024

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Position DST-60.2Stütze Pos.S9 24/24cm

Vorwerte

c_{oben} =	20 + 15	=	35,00 mm
d_s =			12,00 mm
d =	(280 - c_{oben} - d_s) / 1000	=	0,233 m

Um genaue Lasterhöhung ß zu berechnen, wird die Verdrehungen in X- und Y- Richtung als fest in Infograph vorgegeben.

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik: Auflagerreaktionen Rz max; 2. Ständige und vorübergehende Situation mit Aufstockung

Für Stütze S9

Ved=	339,00 kN
Med,x=	58,00 kNm
Med,y=	61,00 kNm



Durchstanznachweise:

Siehe Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den folgenden Seiten

⇒ **Zulagen erforderlich**

As,erf ,ges= 10,50 cm²/m

Dübelleisten nicht erforderlich

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: ...
	DST-60.2 Stütze Pos.S9	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed} =	340 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$ =	0 kN
Lasterhöhungsfaktor	$\beta = 1+k \cdot M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W$ =	1,38

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a =	240 mm
Stützendicke	b =	240 mm
Plattendicke	h =	280 mm
Statische Nutzhöhe	d =	233 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu =	35; 30 mm

Material

Beton		C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl		B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}=(0,45 \cdot 0,45)^{1/2}$ =	0,45 %

A_{sx} = 10,5 cm²/m (~ø12/108 mm); A_{sy} = 10,5 cm²/m (~ø12/108 mm)

Folgende Kollapsbewehrung ist über der Stütze anzuordnen:

V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 4,9 cm²

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

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ =	1,93
Einfluss der Plattendicke	$\eta = 1+(d-200)/1000$ {min 1,0; max 1,6} =	1,03
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$ =	0,12
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0,0525/\gamma_c) \cdot \kappa^{3/2} \cdot fck^{1/2}$ =	467,9 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ =	518,0 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand	a_{crit} =2,0d =	466 mm
Rundschnittslänge	u_{crit} =	3,888 m
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,ß} = ß \cdot V_{Ed}$ =	468,3 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c} \cdot d \cdot U_{crit}$ =	469,3 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)} \cdot 1,96$ =	919,7 kN

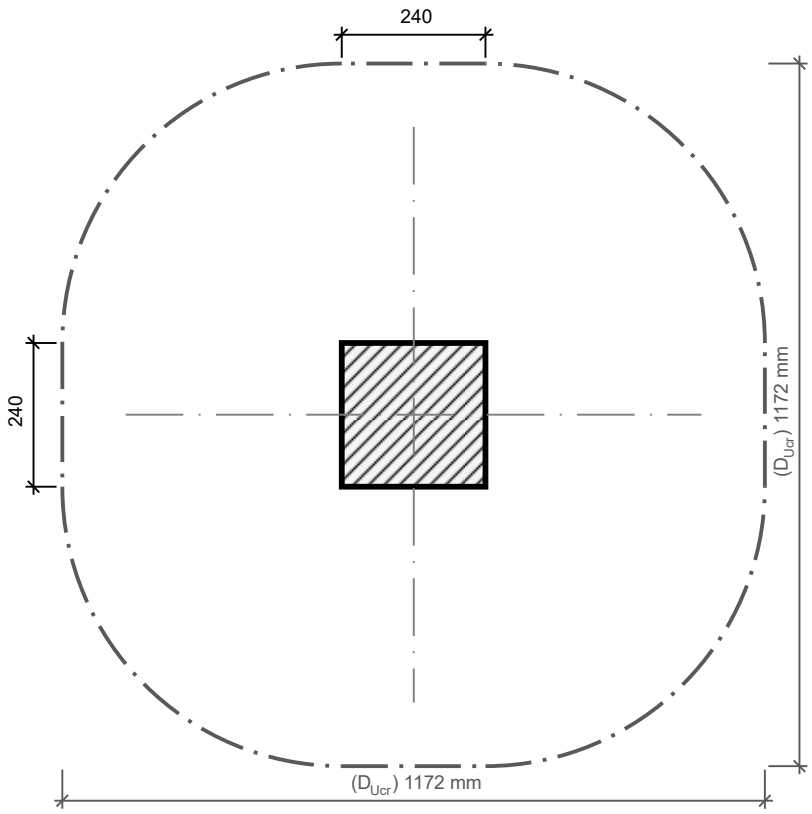
$V_{Ed,ß}$=468,3kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=469,3kN

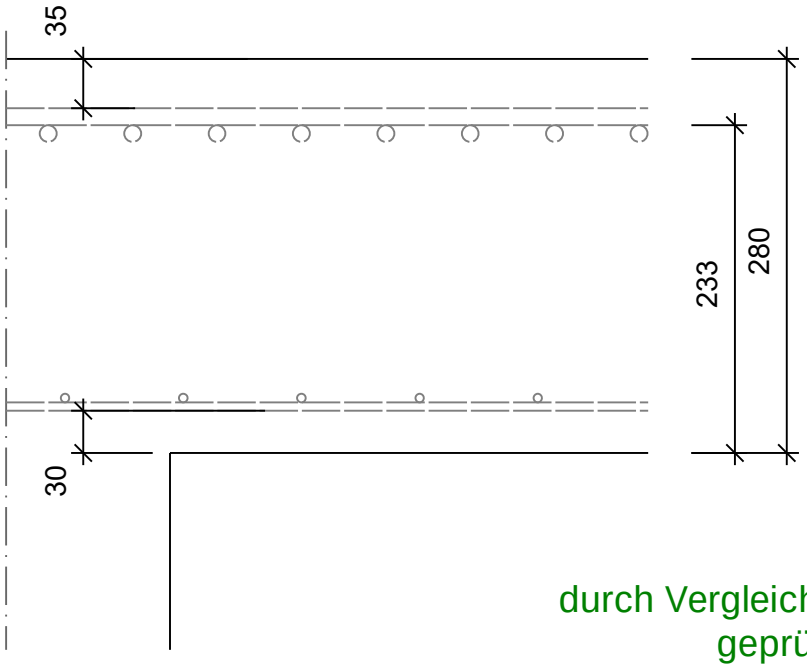
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 13.12.2024

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: ...
	DST-60.2 Stütze Pos.S9	Blatt: 2





durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 13.12.2024

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Kapitel 7 - Wände und Stützen

Stahlbetonstützen

In diesem Abschnitt werden die Stahlbetonstützen statisch nachgewiesen.

Pos.S1 - Stahlbetonstütze im 2.OG

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

System

Pendelstütze L = 3,7 m

F90 feuerbeständig

Belastung

siehe Pos.16: Auflagerkraft 3

Eigengewicht

G_k = 72,0 kN

Veränderliche Last

Q_k = 176,0 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-stütze S1 im 2.OG wird As,vorh = 4 ø12 entspricht 4,52 cm^2 gewählt.

Für Brandschutz erforderlich:

d1= 5,0 cm



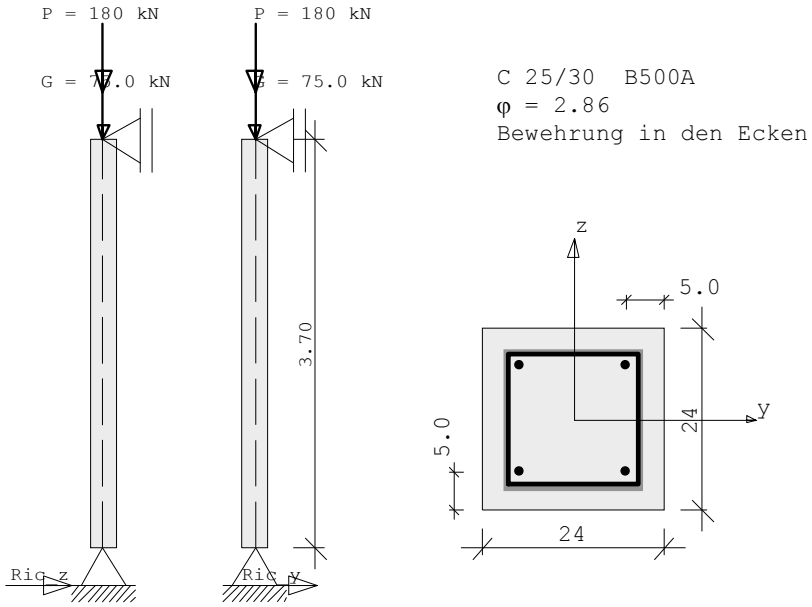
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 LP4 Pos.S1

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht

Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



1 Mcry = 5.91 kNm Mcrz = 5.91 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt	
1	2	75.00	.	.	.	.	.	.		.		g
		180.00	.	.	.	.	.	.	C	.		p
		5.33	(Eigengewicht)									

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 9.03e-6
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline
berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.39 abgemindert.
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.44

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	53.3	53.3
Normalkraft		N =	-378.44	-378.44 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.46	-.46
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte		ei =	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.		e2 =	0.30	0.30 cm
Bemessungsmoment		M bem =	4.64	4.64 kNm
B e w e h r u n g		tot ω =	.0696	
		ρ =	.23	%
		erf As =	1.31	cm2 (min As)

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 1.31 cm2**
ω = .07 ρ = .2%
Re,fi = 38.42 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 17.4 kNm Mz = 17.4 kNm
µfi = N,Ed,fi / N,Rd = -206 /-384 = .54 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((38.4 + 32 + 12.5 + 21.6 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 94 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S2 - Stahlbetonstütze im 2.OG

C25/30 XC3 b/h=20/95 cm

System

Die Dachdecke aus Trapezblech kann keine horizontalen Lasten aufnehmen. Um diese Lasten zu tragen, wird die Stütze in x-Richtung und y-Richtung als Pendelstütze ausgelegt. In y-Richtung wird die horizontale Last oberseitig durch Stahlträger zur Stahlbetonwand oder direkt durch die Stahlbetonwand aufgenommen. Zur Reduzierung der oberseitigen horizontalen Last erfolgt eine konstruktive Einspannung am Stützenfuß.

L = 5,4 m

F90 feuerbeständig

Stahlbeton (REI 90):

Wände, vorh. h=20,0 cm

nach DIN EN 1992-1-2, Tab.5.4, μ(fi)=0,70 erf. d>17,0 cm

erf. a = 2,5 cm

Belastung

Eigengewicht

Außenwände 20cm + Fassaden 2,5kN/m²

H=	3,605+0,28	=	3,88 m
gk=	2,5*H+0,2*25*H	=	29,10 kN/m

siehe Pos.13/14/15 Auflagerkraft 1 +Pos.23: Auflagerkraft

G_k =	27+120	=	147,0 kN
Q_k =	68+18	=	86,0 kN

Siehe Kap.3 Gebäudeaussteifung

Einwirkung an Decke 2. OG (Spannweite 5m)

hk,druck=	0,51*5	=	2,55 kN/m
hk,Attika=	0,86*5	=	4,30 kN/m

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/24C (FRILO R-2024-1/P09)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- allgemeine Mehrfeldstütze, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

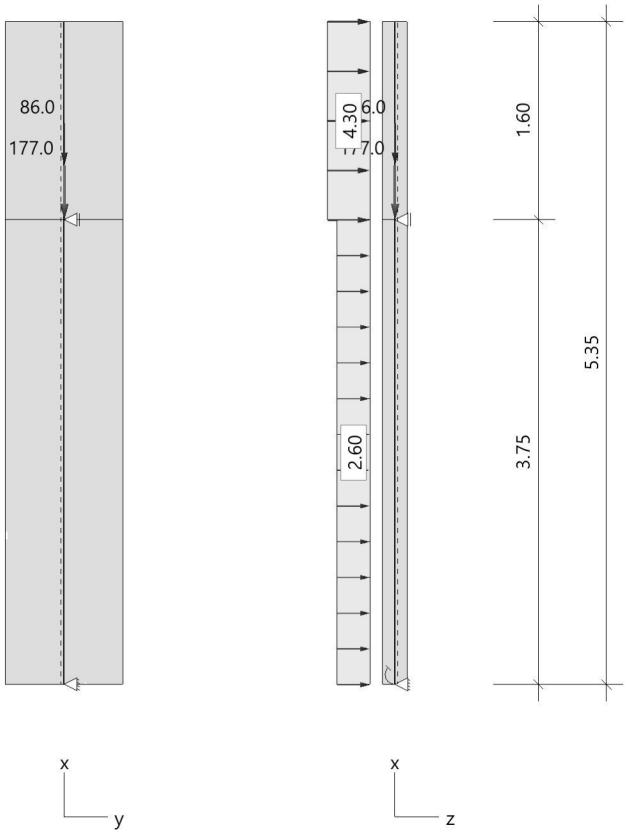
Norm und Sicherheitskonzept

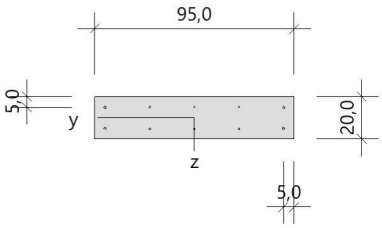
Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 61.1





durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			W0		
Bewehrungskorrosion			XC3		
Mindestbetonklasse			C 20/25		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	35	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	43	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	35	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

Resultierende Endkriechzahlen:
Abschnitt 1 $\phi(t_0,\infty)$ = 2.71
Abschnitt 2 $\phi(t_0,\infty)$ = 2.71

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]
2	1.60	Rechteck			95.0	20.0			5.0	5.0	umfangsverteilt	7.5	7.5
1	3.75	Rechteck			95.0	20.0			5.0	5.0	umfangsverteilt	7.5	7.5

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt Abschnitt 1	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	60000.0

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. E: Lagerflächen	1.00	0.90	0.80		1.500
Windlasten	0.60	0.20	0.00		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
3	Abschnitt 1 - Kopf		177.0							ständig		
4	Abschnitt 1 - Kopf		86.0							Kat. E		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Abschnitt 1	in z		2.60	3.75	2.60	Wind		
2	Abschnitt 2	in z		4.30	1.60	4.30	Wind		

durch Vergleichsrechnung
geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- 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 nicht 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 = 845,06 in y- / 65,97 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

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_{eff}	f_{red}
7	2	Wand	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.638
3	1	Schlanke Wand	3.75	2.83	13.7	48.9	43.3	43.3	0.6	-0.4	0.000	0.697

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
7	5.35	0.0	0.00	0.00	0.40	7.5	7.5	Querschnitt
	4.55	0.0	-2.06	0.00	0.40	7.5	7.5	
	3.75	0.0	-8.26	0.00	0.40	7.5	7.5	
3	3.75	-367.9	-8.26	0.00	0.40	7.5	7.5	Querschnitt
	1.88	-367.9	-3.28	-2.23	0.40	7.5	7.5	
	0.00	-367.9	4.82	0.00	0.40	7.5	7.5	

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	3.75		0.0	0.00	0.0	0.00	11
			0.0	0.00	19.5	0.00	5
			0.0	0.00	19.4	0.00	7
			0.0	0.00	19.2	0.00	12
Fußpunkt	0.00	177.0	0.0	0.00	8.9	-6.08	4
		367.9	0.0	0.00	-3.5	4.82	3
		367.9	0.0	0.00	9.3	-7.40	1
		306.0	0.0	0.00	8.8	-5.47	8

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
2	7.5
1	7.5

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

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
3	5.35	0.0	0.00	0.00	0.0	0.1			
3	4.55	0.0	-1.38	0.00	0.0	0.04			
7	3.75	0.0	-5.50	0.00	0.0	0.0			
7	3.75	-263.0	-5.50	0.00	0.0	0.0			
1	1.88	-263.0	2.80	0.00	0.0	0.02			
1	0.00	-263.0	-3.64	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
3	5.35	0.0	0.00	0.00	0.0	0.1			
3	4.55	0.0	-1.38	0.00	0.0	0.04			
7	3.75	0.0	-5.50	0.00	0.0	0.0			
7	3.75	-263.0	-5.50	0.00	0.0	0.0			
1	1.88	-263.0	2.80	0.00	0.0	0.02			
1	0.00	-263.0	-3.64	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	5.35	0.0	0.00	0.00	0.00	0.103	20.64	400.00	0.05
3	4.55	0.0	-1.38	0.00	0.00	0.149	29.85	400.00	0.07
3	3.75	0.0	-5.50	0.00	0.00	0.494	98.82	400.00	0.25
1	3.75	-263.0	0.00	0.00	0.00	-0.043	-8.66	400.00	0.00
1	1.88	-263.0	2.80	0.00	0.00	-0.037	-7.42	400.00	0.00
1	0.00	-263.0	-3.64	0.00	0.00	-0.035	-6.98	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	5.35	0.0	0.00	0.00	0.00	0.103	20.64	400.00	0.05
3	4.55	0.0	-1.38	0.00	0.00	0.149	29.85	400.00	0.07
3	3.75	0.0	-5.50	0.00	0.00	0.494	98.82	400.00	0.25
1	3.75	-263.0	0.00	0.00	0.00	-0.043	-8.66	400.00	0.00
1	1.88	-263.0	2.80	0.00	0.00	-0.037	-7.42	400.00	0.00
1	0.00	-263.0	-3.64	0.00	0.00	-0.035	-6.98	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

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	5.35	0.0	0.00	0.00	0.095	0.00	-11.25	1.00		0.00
1	4.55	0.0	0.00	0.00	0.095	0.00	-11.25	1.00		0.00
1	3.75	0.0	0.00	0.00	0.095	0.00	-11.25	1.00		0.00
1	3.75	-245.8	0.00	0.00	-0.041	-1.28	-11.25	1.00		0.11
1	1.88	-245.8	0.00	0.00	-0.041	-1.28	-11.25	1.00		0.11
1	0.00	-245.8	0.00	0.00	-0.041	-1.28	-11.25	1.00		0.11

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

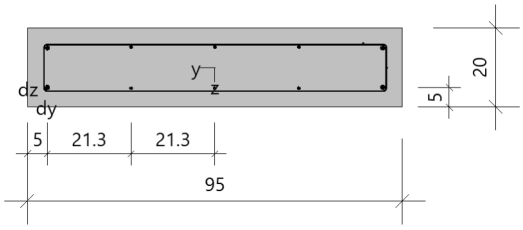
Bewehrungsanordnung

Realisierte Betondeckung

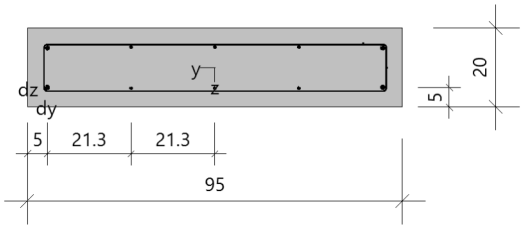
Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 2	4.3	3.5	4.4	3.6
Abschnitt 1	4.3	3.5	4.4	3.6

Bewehrungsbilder

Abschnitt 2
Maßstab 1 : 19.2



Abschnitt 1
Maßstab 1 : 19.2



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S2 - Stahlbetonstütze im 1.OG

C25/30 XC1 b/h=20/95 cm

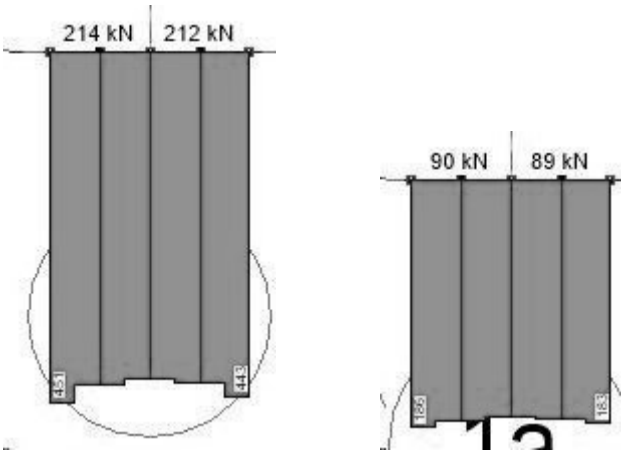
System

Pendelstütze L = 3,7 m

Belastung

siehe Pos.40: Auflagerreaktionen Rz; LF 20/21, LWL Gk/Qk

Pos.S2 in Achse 1a/A wurde als maßgebend betrachtet:



G_k = 214+212 = 426,0 kN

Q_k = 90+89 = 179,0 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-Stütze S2 im 2.OG und im 1.OG wird As,vorh = 2*3*ø8 + 2*2*ø12 am Rand entspricht 7,5 cm^2 gewählt.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/24C (FRILO R-2024-1/P09)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

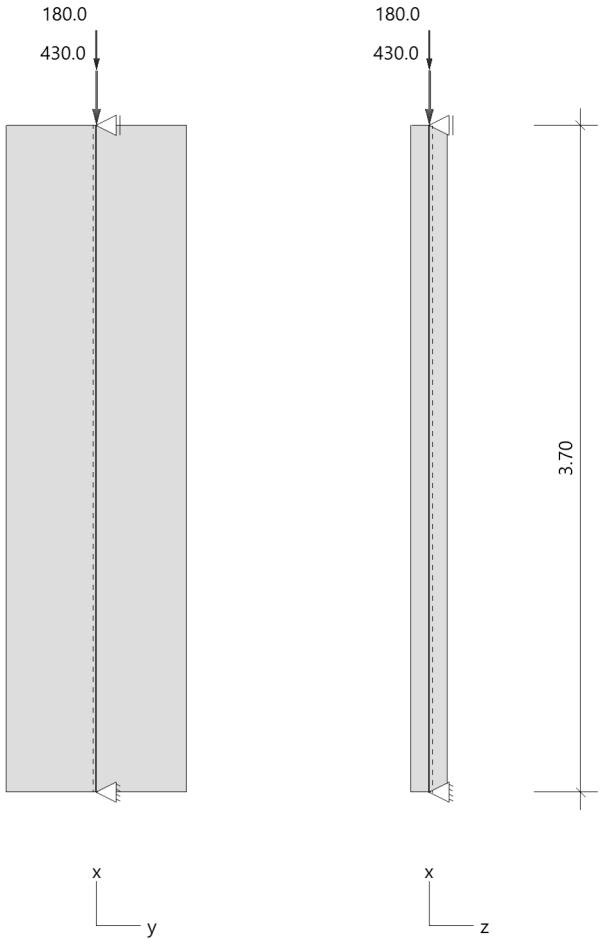
Norm und Sicherheitskonzept

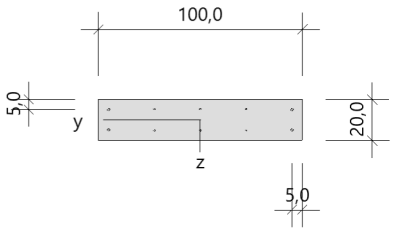
Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 42.3





durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			W0		
Bewehrungskorrosion			XC3		
Mindestbetonklasse			C 20/25		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	35	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	43	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	35	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	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.71		

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.70	m
Querschnitt	b_y/d_z	=	100.0/20.0	cm
	b_1/d_1	=	5.0/5.0	cm
Bewehrungsanordnung			umfangsverteilt	

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		430.0							ständig		
2	Stützenkopf		180.0							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		18.5							ständig		

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- 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 nicht 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 = 425,52 in y- / 17,02 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

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_{eff}	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	3.70	3.70	12.8	64.1	28.8	28.8	0.9	0.9	1.723	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	3.70	-875.5	0.00	0.00	0.38	7.5	7.5	Querschnitt
	1.85	-875.5	10.59	-8.17	0.38	7.5	7.5	
	0.00	-875.5	0.00	0.00	0.38	7.5	7.5	

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	3.70		0.0	0.00	0.0	0.00	4
			0.0	0.00	0.0	0.00	3
Fußpunkt	0.00	448.5	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		875.5	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		718.5	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	7.5

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	3.70	-628.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.85	-628.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-628.5	0.00	0.00	0.0	0.0			

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

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	3.70	-628.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.85	-628.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-628.5	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	3.70	-628.5	0.00	0.00	0.00	-0.099	-19.76	400.00	0.00
1	1.85	-628.5	0.00	0.00	0.00	-0.099	-19.76	400.00	0.00
1	0.00	-628.5	0.00	0.00	0.00	-0.099	-19.76	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	3.70	-628.5	0.00	0.00	0.00	-0.099	-19.76	400.00	0.00
1	1.85	-628.5	0.00	0.00	0.00	-0.099	-19.76	400.00	0.00
1	0.00	-628.5	0.00	0.00	0.00	-0.099	-19.76	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

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	3.70	-556.5	0.00	0.00	-0.088	-2.73	-11.25	1.00		0.24
1	1.85	-556.5	0.00	0.00	-0.088	-2.73	-11.25	1.00		0.24
1	0.00	-556.5	0.00	0.00	-0.088	-2.73	-11.25	1.00		0.24

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

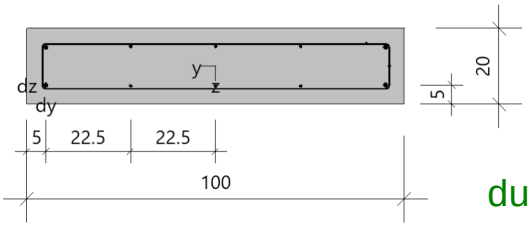
Bewehrungsanordnung

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	4.3	3.5	4.4	3.6

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 20



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S3 - Stahlbetonstütze im 2.OG und im 1.OG

C25/30 XC1 b/h=20/55 cm

System

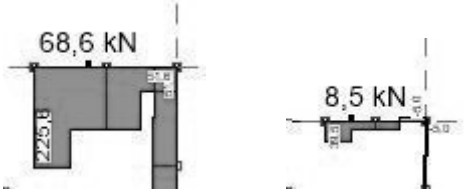
Pendelstütze L = 3,7 m

F90 feuerbeständig

Belastung

siehe Pos.40: Auflagerreaktionen Rz; LF 20/21, LWL Gk/Qk

Pos.S3 in Achse 1/E im 1.OG wurde als maßgebend betrachtet:



G_k = 69,0 kN

Q_k = 9,0 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-stütze S3 im 2.OG und im 1.OG wird As,vorh = 6 ø12 entspricht 6,8 cm^2 gewählt.

Für Brandschutz erforderlich:

d1= 5,0 cm

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/24C (FRILO R-2024-1/P09)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

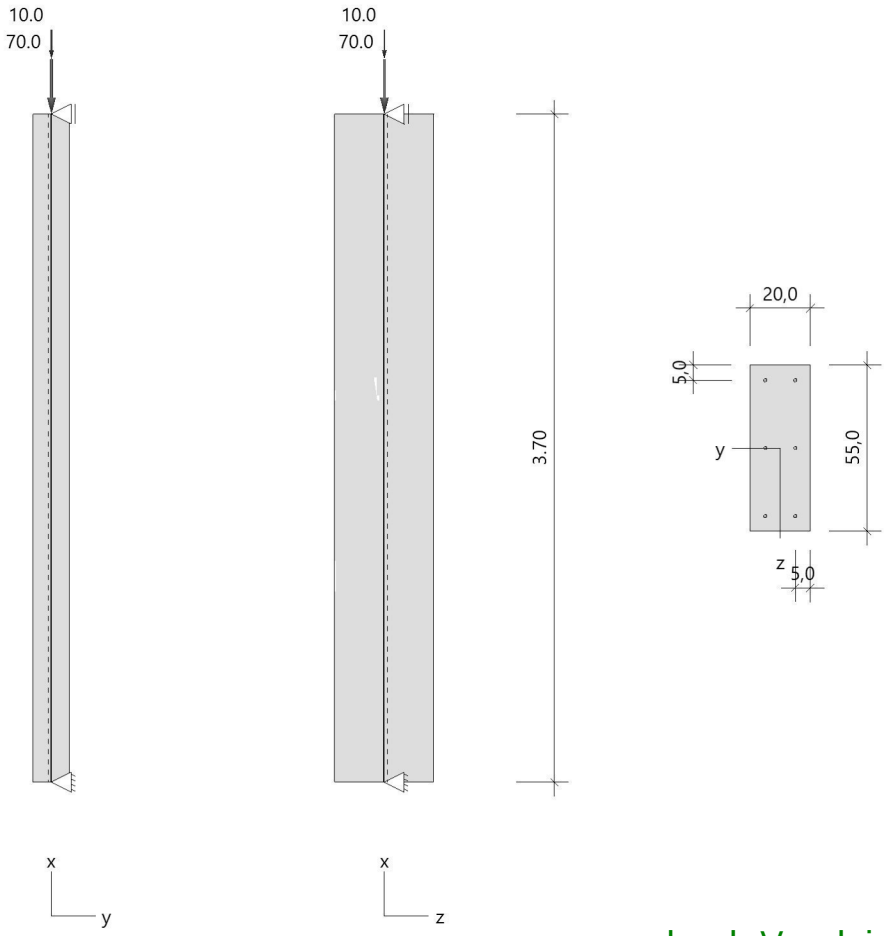
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
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 : 42.3



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			W0		
Bewehrungskorrosion			XC3		
Mindestbetonklasse			C 20/25		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	35	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	43	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	35	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	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.77		

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	=	3.70 m
Querschnitt	b_y/d_z	=	20.0/55.0 cm
	b_1/d_1	=	5.0/5.0 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. E: Lagerflächen	1.00	0.90	0.80		1.500
ständig				1.000	1.350

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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		70.0							ständig		
2	Stützenkopf		10.0							Kat. E		

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		10.2							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- 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 = 66,51 in y- / 502,94 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[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 70,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 10,0 kN (Kat. E)	**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	3.70	3.70	64.1	23.3	56.9	56.9	0.9	0.9	2.768	0.721

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	3.70	-123.2	0.00	0.00	0.62	6.8	6.8	Querschnitt
	1.85	-123.2	1.14	-1.17	0.62	6.8	6.8	
	0.00	-123.2	0.00	0.00	0.62	6.8	6.8	

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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	3.70		0.0	0.00	0.0	0.00	2
			0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	80.2	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		123.2	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 [cm^2]
1	6.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 70,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 10,0 kN (Kat. E)	**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	3.70	-90.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.85	-90.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-90.2	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	3.70	-90.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.85	-90.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-90.2	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/mm^2]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm^2]	η
1	3.70	-90.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.04	400.00	0.00
1	1.85	-90.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.04	400.00	0.00
1	0.00	-90.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.04	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/mm^2]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm^2]	η
1	3.70	-90.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.04	400.00	0.00
1	1.85	-90.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.04	400.00	0.00
1	0.00	-90.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.04	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 70,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 10,0 kN (Kat. E)	0.80	

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	3.70	-88.2	0.00	0.00	-0.025	-0.78	-11.25	1.00		0.07
1	1.85	-88.2	0.00	0.00	-0.025	-0.78	-11.25	1.00		0.07
1	0.00	-88.2	0.00	0.00	-0.025	-0.78	-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 + 0,80*L2

$A_{s,kalt}$ = 6.8 cm² $R(A_{s,kalt})$ = 164 min
N_{Ed} = -88.2 kN μ_{fi} = 0.077
N_{Rd} = -1147.3 kN
M_{Ryd} = 10.61 kNm M_{Rzd} = -40.56 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 6.8 cm².

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	= $A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 6.79*43.48/(1100.00*1.42)	= 0.19
b'	= 1.2 * min(b,h)	= 1.2 * 200.0	= 240.0 mm
a_{cc}	= Abminderungsfaktor		= 0.85
$l_{0,fi,max}$	= Ersatzlänge; 2m ≤ $l_{0,fi,max}$ ≤ 6 m		= 3.70 m
$R_{\eta fi}$	= 83*[1.00 - μ_{fi}*(1 + ω) / ((.85/α_{cc})+ ω]	= 83*[1.00-0.08*(1+0.19)/((.85/0.85)+0.19)]	= 76.6
R_a	= 1.60(a-30)	= 1.60*(50-30)	= 32.0 mm
R_l	= 9.60(5 - $l_{o,fi}$)	= 9.60*(5-3.70)	= 12.48 m
R_b	= 0.09*b'	= 0.09*240.00	= 21.6 mm
R_n	= nur 4 Eckstäbe vorhanden		= 0
R	= $120*[R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n)/120]^{1.8}$	= $120*[(76.6+32.0+12.48+21.60+0)/120]^{1.8}$	= 163.9 min

Stützenlänge	l = 3.70 m	≤	l_{max} = 6.00 m	η = 0.62	✓
Achsabstand	a = 5.0 cm	≤	a_{max} = 8.0 cm	η = 0.63	✓
Verhältnis	h/b = 2.75	≤	h/b_{max} = 4.00	η = 0.69	✓
Verhältnis	A_s/A_c = 0.006	<	$A_s/A_{c,max}$ = 0.04	η = 0.15	✓
1.2 * min(b,h)	b' = 240 mm	≤	b'_{max} = 450 mm	η = 0.53	✓
Branddauer	R = 163.9 min	≥	R_{min} = 90 min	η = 0.55	✓

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	1	12	1.1	-5.0	-22.5
Bügel: 50Ø8 mm	2	12	1.1	5.0	-22.5
	3	12	1.1	5.0	22.5
	4	12	1.1	-5.0	22.5
	5	12	1.1	-5.0	0.0

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

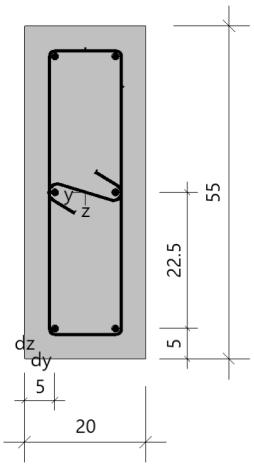
Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
	6	12	1.1	5.0	0.0
			6.8		

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	4.3	3.5	4.4	3.6

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 12.5



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S4 - Stahlbetonstütze im 2.OG und im 1.OG

C25/30 XC1 b/h=20/45 cm

System

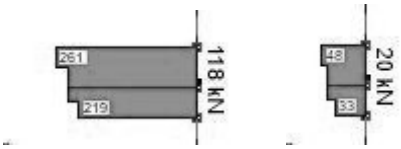
L = 3,7 m

F90 feuerbeständig

Belastung

siehe Pos.40: Auflagerreaktionen Rz; LF 20/21, LWL Gk/Qk

Pos.S2 in Achse 4b im 1.OG wurde als maßgebend betrachtet:



G_k = 120,0 kN

Veränderliche Last

Q_k = 20,0 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-stütze S4 im 2.OG und im 1.OG wird As,vorh = 4 ø12 entspricht 4,52 cm^2 gewählt.

Für Brandschutz erforderlich:

d1= 5,0 cm

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/24C (FRILO R-2024-1/P09)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

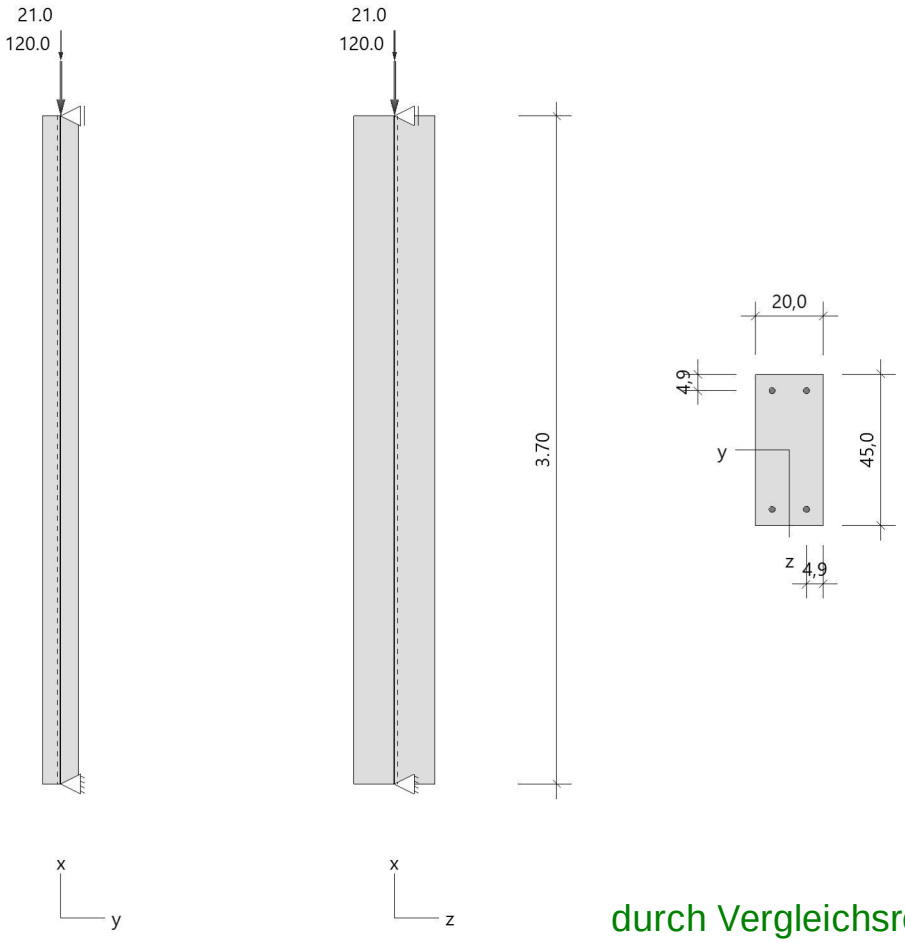
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
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 : 42.3



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			W0		
Bewehrungskorrosion			XC3		
Mindestbetonklasse			C 20/25		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	35	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	43	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	35	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	$\phi(t_0,\infty)$	=	2.79		

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.70	m
Querschnitt	b_y/d_z	=	20.0/45.0	cm
	b_1/d_1	=	4.9/4.9	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. E: Lagerflächen	1.00	0.90	0.80		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		120.0							ständig		
2	Stützenkopf		21.0							Kat. E		

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		8.3							ständig		

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- 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 = 32,75 in y- / 165,83 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 = 120,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 21,0 kN (Kat. E)	**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	3.70	3.70	64.1	28.5	39.9	39.9	0.9	0.9	2.794	0.704

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	3.70	-204.7	0.00	0.00	0.50	4.5	4.5	Querschnitt
	3.08	-204.7	0.94	-0.99	0.50	4.5	4.5	
	2.47	-204.7	1.64	-1.73	0.50	4.5	4.5	
	1.85	-204.7	1.92	-2.02	0.50	4.5	4.5	
	1.23	-204.7	1.64	-1.73	0.50	4.5	4.5	
	0.62	-204.7	0.94	-0.99	0.50	4.5	4.5	
	0.00	-204.7	0.00	0.00	0.50	4.5	4.5	

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	3.70		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	3
Fußpunkt	0.00	128.3	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		204.7	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		173.2	0.0	0.00	0.0	0.00	3

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	4.5

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 120,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 21,0 kN (Kat. E)	**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	3.70	-149.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.08	-149.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.47	-149.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.85	-149.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.23	-149.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.62	-149.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-149.3	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	3.70	-149.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.08	-149.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.47	-149.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.85	-149.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.23	-149.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.62	-149.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-149.3	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	3.70	-149.3	0.00	0.00	0.00	-0.052	-10.31	400.00	0.00
1	3.08	-149.3	0.00	0.00	0.00	-0.052	-10.31	400.00	0.00
1	2.47	-149.3	0.00	0.00	0.00	-0.052	-10.31	400.00	0.00
1	1.85	-149.3	0.00	0.00	0.00	-0.052	-10.31	400.00	0.00
1	1.23	-149.3	0.00	0.00	0.00	-0.052	-10.31	400.00	0.00
1	0.62	-149.3	0.00	0.00	0.00	-0.052	-10.31	400.00	0.00
1	0.00	-149.3	0.00	0.00	0.00	-0.052	-10.31	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	3.70	-149.3	0.00	0.00	0.00	-0.052	-10.31	400.00	0.00
1	3.08	-149.3	0.00	0.00	0.00	-0.052	-10.31	400.00	0.00
1	2.47	-149.3	0.00	0.00	0.00	-0.052	-10.31	400.00	0.00
1	1.85	-149.3	0.00	0.00	0.00	-0.052	-10.31	400.00	0.00
1	1.23	-149.3	0.00	0.00	0.00	-0.052	-10.31	400.00	0.00

durch Vergleichsrechnung
geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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	0.62	-149.3	0.00	0.00	0.00	-0.052	-10.31	400.00	0.00
1	0.00	-149.3	0.00	0.00	0.00	-0.052	-10.31	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 = 120,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 21,0 kN (Kat. E)	0.80	

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	3.70	-145.1	0.00	0.00	-0.051	-1.58	-11.25	1.00		0.14
1	3.08	-145.1	0.00	0.00	-0.051	-1.58	-11.25	1.00		0.14
1	2.47	-145.1	0.00	0.00	-0.051	-1.58	-11.25	1.00		0.14
1	1.85	-145.1	0.00	0.00	-0.051	-1.58	-11.25	1.00		0.14
1	1.23	-145.1	0.00	0.00	-0.051	-1.58	-11.25	1.00		0.14
1	0.62	-145.1	0.00	0.00	-0.051	-1.58	-11.25	1.00		0.14
1	0.00	-145.1	0.00	0.00	-0.051	-1.58	-11.25	1.00		0.14

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 + 0,80*L2

$A_{s,kalt}$ = 4.5 cm² $R(A_{s,kalt})$ = 148 min
N_{Ed} = -145.1 kN μ_{fi} = 0.154
N_{Rd} = -941.5 kN
M_{Ryd} = 12.05 kNm M_{Rzd} = -31.89 kNm

$\beta_{sk,fi}$ = 1.000

Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für $A_{s,fi}$ = 4.5 cm².

Brandschutz: R 90, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7

ω	= $A_s*f_{yd}/(A_c*f_{cd})$	= 4.52*43.48/(900.00*1.42)	= 0.15
b'	= 1.2 * min(b,h)	= 1.2 * 200.0	= 240.0 mm
a_{cc}	= Abminderungsfaktor		= 0.85
$l_{0,fi,max}$	= Ersatzlänge; 2m ≤ $l_{0,fi,max}$ ≤ 6 m		= 3.70 m
$R_{\eta fi}$	= 83*[1.00 - μ_{fi}*(1 + ω) / ((.85/α_{cc})+ ω]	= 83*[1.00-0.15*(1+0.15)/((.85/0.85)+0.15)]	= 70.2
R_a	= 1.60(a-30)	= 1.60*(49-30)	= 30.4 mm
R_l	= 9.60(5 - $l_{o,fi}$)	= 9.60*(5-3.70)	= 12.48 m
R_b	= 0.09*b'	= 0.09*240.00	= 21.6 mm
R_n	= nur 4 Eckstäbe vorhanden		= 0
R	= $120*[R_{\eta fi}R_a+R_l+R_b+R_n)/120]^{1.8}$	= $120*[(70.2+30.4+12.48+21.60+0)/120]^{1.8}$	= 147.7 min

Stützenlänge	l = 3.70 m	≤	l_{max} = 6.00 m	η = 0.62	✓
Achsabstand	a = 4.9 cm	≤	a_{max} = 8.0 cm	η = 0.61	✓
Verhältnis	h/b = 2.25	≤	h/b_{max} = 4.00	η = 0.56	✓
Verhältnis	A_s/A_c = 0.005	<	$A_s/A_{c,max}$ = 0.04	η = 0.13	✓
1.2 * min(b,h)	b' = 240 mm	≤	b'_{max} = 450 mm	η = 0.53	✓
Branddauer	R = 147.7 min	≥	R_{min} = 90 min	η = 0.61	✓

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 90 eingestuft werden.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S5 - Stahlbetonstütze im 1.OG

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

System

L = 3,7 m

F90 feuerbeständig

Belastung

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

aus EDV Pos.40 Auflagerreaktion von Latfall 20/21: LWL Gk / Latfall 21: LWL Qk):

G_k = 556,0 kN

Q_k = 395,0 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-Stütze S5 im 1.OG wird As,vorh = 6*ø20 entspricht 18,84 cm^2 gewählt.

Für Brandschutz erforderlich:

d1= 5,0 cm

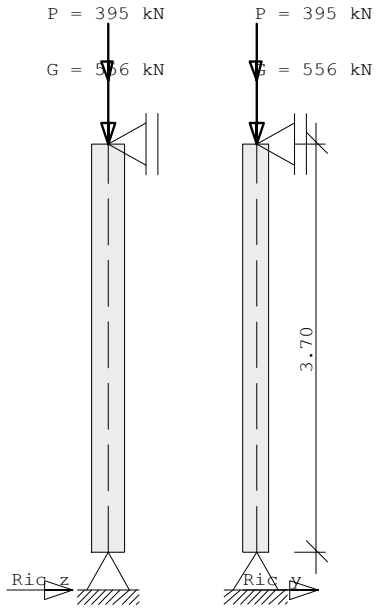


Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

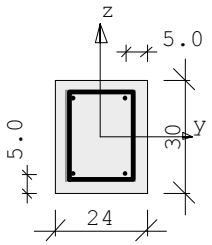
Projekt: 20240400 LP4 Pos.S5

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht
Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.81
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 9.23 kNm Mcrz = 7.39 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	556.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		395.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		6.66	(Eigengewicht)								

Einwirkungen: Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 2.01e-5
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

NKi/N = 5.71 Ric_y NKi/N = 8.93 Ric_z nur Betonquerschnitt

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.67

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	53.3	42.7
Normalkraft		N =	-1352.09	-1352.09 kN
bezogene Normalkraft		n =	-1.33	-1.33
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte		e = M / N =	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte		e/b und e/d =	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte		ei =	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.		e2 =	0.92	0.36 cm
Bemessungsmoment		M bem =	24.90	17.40 kNm
B e w e h r u n g		tot ω =	.8035	
		ρ =	2.62 %	
		erf As =	18.85 cm2	

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 17.20 cm2**
ω = .733 ρ = 2.4%
Re,fi = 33.9 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 22.7 kNm Mz = 28.3 kNm
µfi = N,Ed,fi / N,Rd = -839 /-1419 = .59 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((33.9 + 32 + 12.5 + 24 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 90 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S6 - Stahlbetonstütze im 2.OG und im 1.OG

C25/30 XC1 b/h=20/22 cm

System

L = 3,7 m

F90 feuerbeständig

Belastung

Im 2.OG:

Auflagerkraft siehe Pos.26 Stb.-Attika:

G_k = 112,0 kN

Q_k = 29,0 kN

Im 1.OG:

aus EDV Pos.40 Auflagerreaktion von Latfall 20/21: LWL Gk / Latfall 21: LWL Qk):

G_k = 271,0 kN

Q_k = 95,0 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-Stütze S6 im 2.OG wird As,vorh = 4*ø14 am Rand entspricht 6,16 cm^2 gewählt.

Für die Stb.-Stütze S6 im 1.OG wird As,vorh = 4*ø20 am Rand entspricht 12,6 cm^2 gewählt.

Für Brandschutz erforderlich:

d1= 5,0 cm

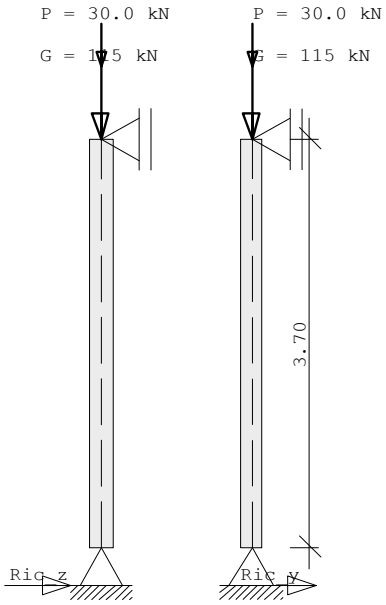


Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

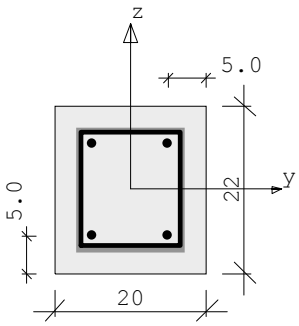
Projekt: 20240400 LP4 Pos.S6 im 2.OG

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht
Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.93
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 4.14 kNm Mcrz = 3.76 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	115.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		30.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		4.07	(Eigengewicht)								

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 1.17e-8
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.97

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	64.0	58.2
Normalkraft		N =	-205.74	-205.74 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.33	-.33
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte	ei	=	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.	e2	=	0.26	0.20 cm
Bemessungsmoment	M bem	=	2.44	2.31 kNm
B e w e h r u n g	tot ω	=	.4290	
	ρ	=	1.40 %	
	erf As	=	6.15 cm2	

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

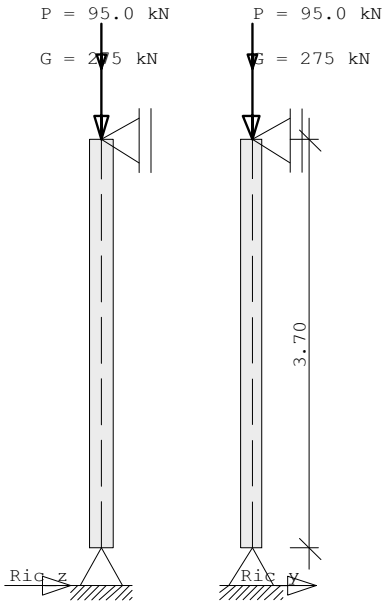
Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 6.15 cm2**
ω = .429 ρ = 1.4%
Re,fi = 60.67 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 11.2 kNm Mz = 11.8 kNm
µfi = N,Ed,fi / N,Rd = -140 /-521 = .27 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((60.7 + 32 + 12.5 + 18.9 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 128 Min.**

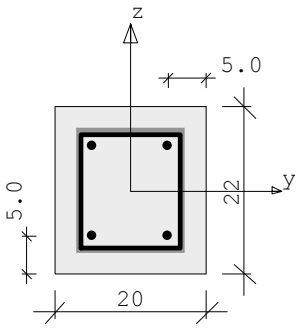
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht
Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.93
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 4.14 kNm Mcrz = 3.76 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	275.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		95.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		4.07	(Eigengewicht)								

Einwirkungen: Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 2.34e-5
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

NKi/N = 6.31 Ric_y NKi/N = 7.64 Ric_z nur Betonquerschnitt

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.90

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	64.0	58.2
Normalkraft		N =	-519.24	-519.24 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.83	-.83
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte		e = M / N =	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte		e/b und e/d =	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte		ei =	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.		e2 =	1.60	0.93 cm
Bemessungsmoment		M bem =	13.12	9.65 kNm
B e w e h r u n g		tot ω =	.4290	
		ρ =	1.40 %	
		erf As =	6.15 cm2	

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 9.16 cm2**
ω = .639 ρ = 2.1%
Re,fi = 38.94 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 15.7 kNm Mz = 18.2 kNm
µfi = N,Ed,fi / N,Rd = -346 /-651 = .53 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((38.9 + 32 + 12.5 + 18.9 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 90 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S7 - Stahlbetonstütze im 1.OG

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

System

L = 3,7 m

F90 feuerbeständig

Belastung

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

aus EDV Pos.40 Auflagerreaktion von Latfall 20/21: LWL Gk / Latfall 21: LWL Qk):

G_k = 230,0 kN

Q_k = 145,0 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-Stütze S7 im1.OG wird As,vorh = 4*ø12 am Rand entspricht 4,5 cm^2 gewählt.

Für Brandschutz erforderlich:

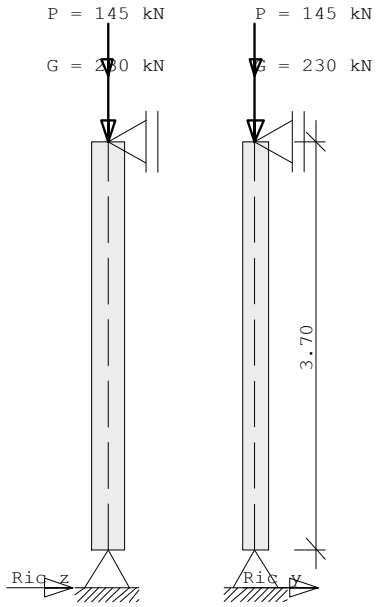
d1= 5,0 cm



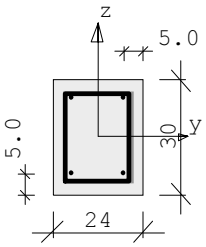
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht
Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.81
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 9.23 kNm Mcrz = 7.39 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	230.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		145.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		6.66	(Eigengewicht)								

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 1.33e-7
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.42 abgemindert.
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.71

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	53.3	42.7
Normalkraft		N =	-536.99	-536.99 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.53	-.53
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte	ei	=	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.	e2	=	0.40	0.22 cm
Bemessungsmoment	M bem	=	7.14	6.13 kNm
B e w e h r u n g	tot ω	=	.0790	
	ρ	=	.26	%
	erf As	=	1.85	cm2 (min As)

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 1.95 cm2**
ω = .083 ρ = .3%
Re,fi = 34.04 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 20.3 kNm Mz = 23.3 kNm
µfi = N,Ed,fi / N,Rd = -338 /-573 = .59 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((34 + 32 + 12.5 + 24 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 90 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S8/S9 - Stahlbetonstütze im EG

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

System

L = 3,7 m

F90 feuerbeständig

Belastung

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 21/22, LWL Gk/Qk aus EG ohne Aufstockung

S8 als maßgebend betrachtet

G_k = 149,0 kN

Q_k = 134,0 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-Stütze S8/S9 im EG wird As,vorh = 4*ø12 am Rand entspricht 4,5 cm^2 gewählt.

Für Brandschutz erforderlich:

d1= 5,0 cm

✓

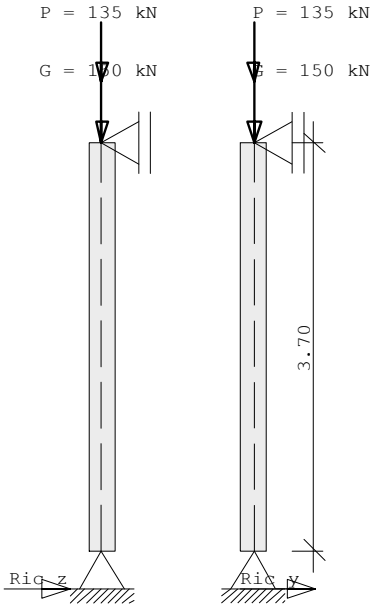
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 LP4 Pos.S8

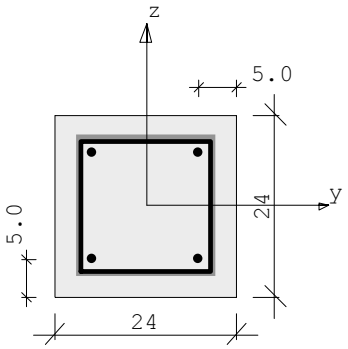
Stahlbetonstütze B5 01/2019/E (FRILO R-2023-2/P06)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht

Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.86
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 5.91 kNm Mcrz = 5.91 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	150.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		135.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		5.33	(Eigengewicht)								

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 3.11e-7
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline
berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.41 abgemindert.
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.150

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 LP4 Pos.S8

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.65

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	53.3	53.3
Normalkraft		N =	-412.19	-412.19 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.51	-.51
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte	ei	=	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.	e2	=	0.37	0.37 cm
Bemessungsmoment	M bem	=	5.33	5.33 kNm
B e w e h r u n g	tot ω	=	.0758	
	ρ	=	.25	%
	erf As	=	1.42	cm2 (min As)

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 1.52 cm2**
ω = .081 ρ = .3%
Re,fi = 36.79 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 18.3 kNm Mz = 18.3 kNm
µfi = N,Ed,fi / N,Rd = -250 /-449 = .56 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((36.8 + 32 + 12.5 + 21.6 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 92 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S10 - Stahlbetonstütze im EG

C25/30 XC1 b/h=24/35 cm

System

L = 3,7 m

F90 feuerbeständig

Belastung

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk aus EG mit Aufstockung

G_k = 466,0 kN

Q_k = 157,0 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-Stütze S10 im EG wird As,vorh = 4*ø12 am Rand entspricht 4,5 cm^2 gewählt.

Für Brandschutz erforderlich:

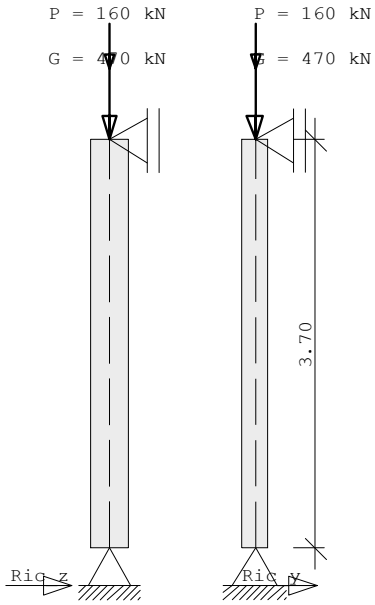
d1= 5,0 cm



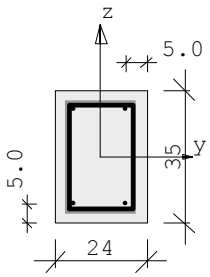
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht
Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.78
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 12.57 kNm Mcrz = 8.62 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	470.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		160.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		7.77	(Eigengewicht)								

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 1.23e-6
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.53 abgemindert.
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.81

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	53.3	36.6
Normalkraft		N =	-884.99	-884.99 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.74	-.74
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte	ei	=	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.	e2	=	0.82	0.24 cm
Bemessungsmoment	M bem	=	15.47	10.35 kNm
B e w e h r u n g	tot ω	=	.1116	
	ρ	=	.36	%
	erf As	=	3.05	cm2 (min As)

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 3.30 cm2**
ω = .121 ρ = .4%
Re,fi = 32.77 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 22.5 kNm Mz = 28.1 kNm
µfi = N,Ed,fi / N,Rd = -590 /-975 = .61 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((32.8 + 32 + 12.5 + 25.6 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 92 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S11 - Stahlbetonstütze im EG

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

System

L = 3,7 m

F90 feuerbeständig

Belastung

Pos.S11.1

Auflagerkraft siehe WAT Pos.W22:

G_k = 760,0 kN

Q_k = 270,0 kN

Pos.S11.3

Auflagerkraft siehe WAT Pos.W23:

G_k = 845,0 kN

Q_k = 300,0 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-Stütze S11.1 und S11.3 im EG wird As,vorh = 8*ø16 + 2*2*ø20 am Rand entspricht 28,7 cm^2 gewählt.

Ac=	24*30	=	720,000 cm²
ρ=	28,7/Ac	=	0,0399 <0,04

Für Brandschutz erforderlich:

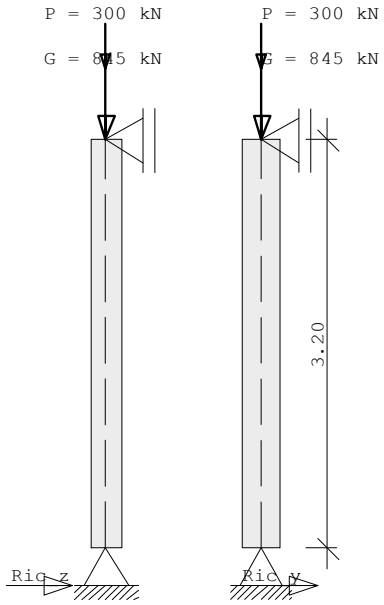
d1= 5,5 cm

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

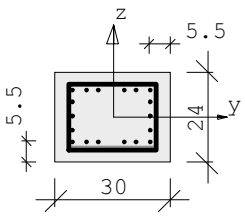
Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht

Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.81
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 7.39 kNm Mcrz = 9.23 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	845.00	.	.	.	.	.	.	.		g
		300.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		5.76	(Eigengewicht)								

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 6.80e-8
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

NKi/N = 10.09 Ric_y NKi/N = 6.46 Ric_z nur Betonquerschnitt

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.82

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.20	3.20 m
Schlankheit		λ =	36.9	46.1
Normalkraft		N =	-1598.53	-1598.53 kN
bezogene Normalkraft		n =	-1.57	-1.57
Schnittmoment	h = 1.60 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte		e = M / N =	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte		e/b und e/d =	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte		ei =	0.80	0.80 cm
Verschiebung Th.2.Ord.		e2 =	0.21	0.51 cm
Bemessungsmoment		M bem =	16.15	20.99 kNm
B e w e h r u n g		tot ω =	1.1783	
		ρ =	3.84	%
		erf As =	27.64	cm2 > vorh As

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.20 m L0,fi = 3.20 m a = 50.0 mm **As = 23.43 cm2**
ω = .999 ρ = 3.3%
Re,fi = 31.05 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 27.8 kNm Mz = 22.5 kNm
µfi = N,Ed,fi / N,Rd = -1061 /-1695 = .63 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((31 + 32 + 17.3 + 24 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 94 Min.**

Vorhandene Längsbewehrung im Stützenabschnitt

Stab Nr.		d (mm)	Af (cm2)	y1 (cm)	z1	
1	1	14	1.5	10.0	7.0	0
	2	14	1.5	6.6	7.0	1
	3	14	1.5	10.0	3.6	2
	4	14	1.5	3.2	7.0	1
	5	14	1.5	10.0	0.2	2
	6	14	1.5	10.0	-7.0	10
	7	14	1.5	6.6	-7.0	11
	8	14	1.5	10.0	-3.6	12
	9	14	1.5	3.2	-7.0	11

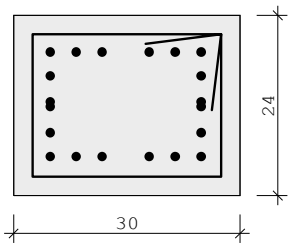
durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Vorhandene Längsbewehrung im Stützenabschnitt

Stab Nr.	d (mm)	Af (cm2)	y1 (cm)	z1	
10	14	1.5	10.0	-0.2	12
11	14	1.5	-10.0	7.0	20
12	14	1.5	-6.6	7.0	21
13	14	1.5	-10.0	3.6	22
14	14	1.5	-3.2	7.0	21
15	14	1.5	-10.0	0.2	22
16	14	1.5	-10.0	-7.0	30
17	14	1.5	-6.6	-7.0	31
18	14	1.5	-10.0	-3.6	32
19	14	1.5	-3.2	-7.0	31
20	14	1.5	-10.0	-0.2	32

vorh As = 30.80 cm2




```
Bügel d = 8 mm
Betondeckung:          c1 = 3.5 cm
Bewehrungslage:        b1 = 7.0 cm > 5.5!!!
                       d1 = 7.0 cm > 5.5!!!
Bemessung kalt: erf As = 27.64 cm2
```

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Belastung

Pos.S11.2

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk aus EG mit Aufstockung

G_k = 275,0 kN

Q_k = 111,0 kN

Pos.S11.4

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

G_k = 205,0 kN

Q_k = 72,0 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-Stütze S11.2 und S11.4 im EG wird As,vorh = 4*ø12 am Rand entspricht 4,5 cm^2 gewählt.

Für Brandschutz erforderlich:

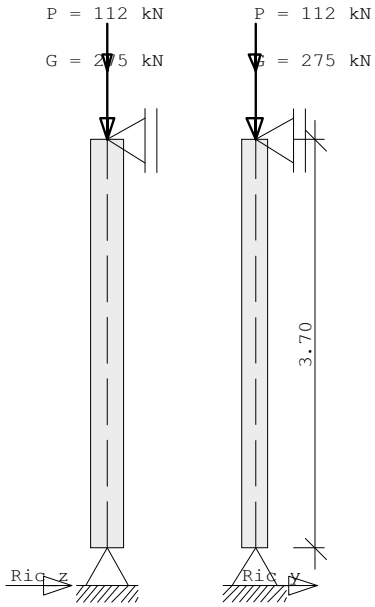
d1= 5,0 cm



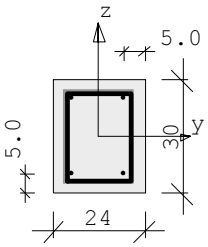
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht
Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.81
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 9.23 kNm Mcrz = 7.39 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	275.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		112.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		6.66	(Eigengewicht)								

Einwirkungen: Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 4.14e-8
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.80

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	53.3	42.7
Normalkraft		N =	-548.24	-548.24 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.54	-.54
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte	ei	=	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.	e2	=	0.34	0.18 cm
Bemessungsmoment	M bem	=	6.91	6.04 kNm
B e w e h r u n g	tot ω	=	.2621	
	ρ	=	.85 %	
	erf As	=	6.15 cm2	

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 6.15 cm2**
ω = .262 ρ = .9%
Re,fi = 53.16 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 20.6 kNm Mz = 23.6 kNm
μfi = N,Ed,fi / N,Rd = -360 /-1002 = .36 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((53.2 + 32 + 12.5 + 24 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 124 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S12 - Stahlbetonstütze im EG

C25/30 XC1 b/h=24/45 cm

System

L = 3,7 m

F90 feuerbeständig

Belastung

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

aus WAT Pos.W28

G_k = 369,0+62 = 431,0 kN

Q_k = 156+28 = 184,0 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-Stütze S12 im1.OG wird As,vorh = 4*ø12 am Rand entspricht 4,5 cm^2 gewählt.

Für Brandschutz erforderlich:

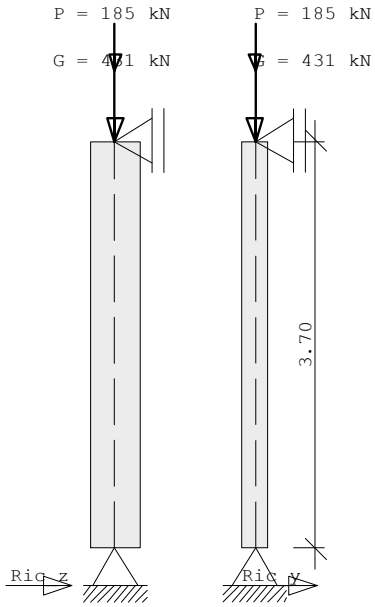
d1= 5,0 cm



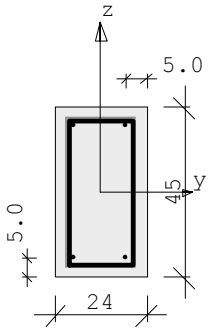
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht
Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.74
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 20.78 kNm Mcrz = 11.08 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt	
1	2	431.00	.	.	.	.	.	.		.		g
		185.00	.	.	.	.	.	.	C	.		p
		9.99	(Eigengewicht)									

Einwirkungen: Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:
Genauigkeit Gkn = 1.93e-7 Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6 Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5 Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung. Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19) Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt. ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei) Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.44 abgemindert. Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3) FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.74

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	53.3	28.4
Normalkraft		N =	-872.84	-872.84 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.57	-.57
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte	ei	=	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.	e2	=	0.47	0.09 cm
Bemessungsmoment	M bem	=	12.19	8.87 kNm
B e w e h r u n g	tot ω	=	.0856	
	ρ	=	.28	%
	erf As	=	3.01	cm2 (min As)

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 3.16 cm2**
b/h = 24.0/45.0 = 1.88 auf 1.5 begrenzt!
ω = .09 ρ = .3%
Re,fi = 32.2 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 13.6 kNm Mz = 35.6 kNm
μfi = N,Ed,fi / N,Rd = -570 /-932 = .61 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((32.2 + 32 + 12.5 + 25.9 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 92 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S13 - Stahlbetonstütze im EG

C25/30 XC1 ø40 cm

System

L = 3,7 m

F90 feuerbeständig

Belastung

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

aus WAT Pos.W28

G_k = 569+819=1388 kN

Q_k = 293+444=737 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

As,erf= 40,2 cm²

Für die Stb.-Stütze S13 im EG wird As,vorh = 10*ø25 entspricht 49,1 cm^2 gewählt.

Für Brandschutz erforderlich:

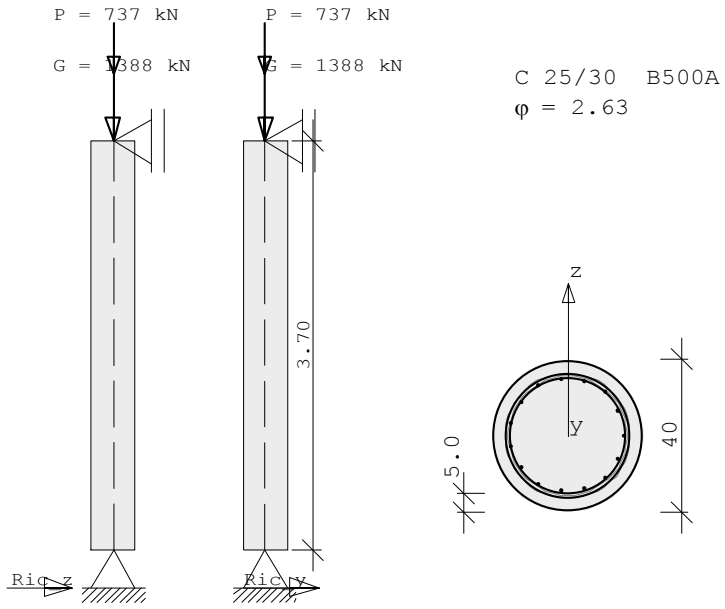
d1= 5,0 cm

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Vollkreis, 2-achsig beansprucht
Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



1 Mcry = 16.12 kNm Mcrz = 16.12 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	1388.0	.	.	.	.	.	.		.	g
		737.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		11.62	(Eigengewicht)								

Einwirkungen: Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:
Genauigkeit Gkn = 1.80e-5 Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6 Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5 Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung. Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19) Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt. ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei) Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3) FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

NKi/N = 9.38 Ric_y NKi/N = 9.38 Ric_z nur Betonquerschnitt

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.62

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	37.0	37.0
Normalkraft		N =	-2994.99	-2994.99 kN
bezogene Normalkraft		n =	-1.68	-1.68
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte	ei	=	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.	e2	=	0.35	0.35 cm
Bemessungsmoment	M bem	=	38.25	38.25 kNm
B e w e h r u n g	tot ω	=	.9812	
	ρ	=	3.20	%
	erf As	=	40.17	cm2

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 40.17 cm2**
ω = 1.541 ρ = 3.2%
Re,fi = 33.42 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 42.3 kNm Mz = 42.3 kNm
μfi = N,Ed,fi / N,Rd = -1916 /-3207 = .6 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((33.4 + 32 + 12.5 + 36 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 110 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S14/S17 - Stahlbetonstütze im EG

C25/30 XC1 25/95 cm

System

L = 3,7 m

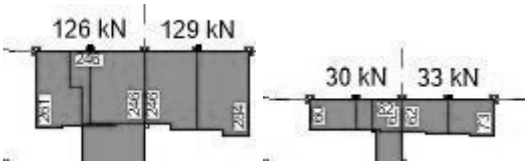
F90 feuerbeständig

Belastung

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

Pos.14.1

aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk aus EG mit Aufstockung

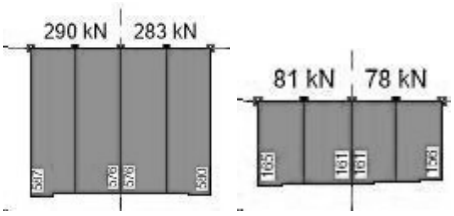


und aus WAT Pos.W22

G_k =	126,0+129+655	=	910,0 kN
Q_k =	30+33+180	=	243,0 kN
FEd=	$1,35*G_k+1,5*Q_k$	=	1593,0 kN

Pos.14.2

aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk aus EG mit Aufstockung



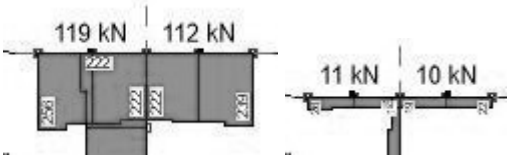
G_k =	290+283	=	573,0 kN
Q_k =	81+78	=	159,0 kN
FEd=	$1,35*G_k+1,5*Q_k$	=	1012,0 kN

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.14.3 (maßgebend)

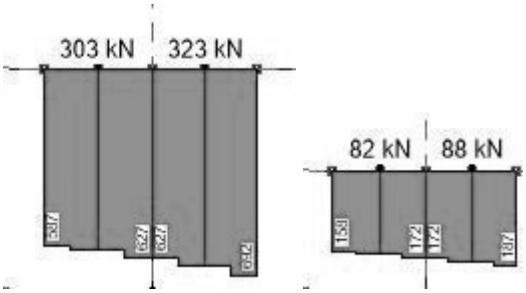
aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk aus EG mit Aufstockung



und aus WAT Pos.W23

G_k =	119+112+760	=	**991,0 kN**
Q_k =	11+10+200	=	**221,0 kN**
FEd=	$1{,}35*G_k+1{,}5*Q_k$	=	**1669,3** kN

Pos.14.4



G_k =	303+323	=	626,0 kN
Q_k =	82+88	=	170,0 kN
FEd=	$1{,}35*G_k+1{,}5*Q_k$	=	1100,1 kN

Pos.14.5

aus WAT Pos.W24

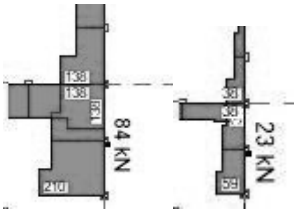
G_k =			716,0 kN
Q_k =			132,0 kN
FEd=	$1{,}35*G_k+1{,}5*Q_k$	=	1164,6 kN

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.14.6

aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk aus EG mit Aufstockung

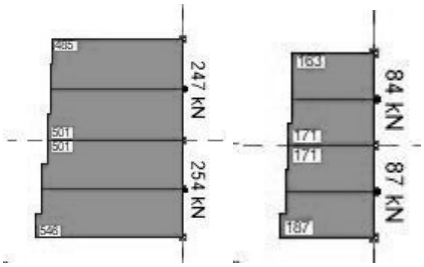


und aus WAT Pos.W24

G_k =	84+179	=	263,0 kN
Q_k =	23+48	=	71,0 kN
FEd=	$1,35*G_k+1,5*Q_k$	=	461,6 kN

Pos.14.7

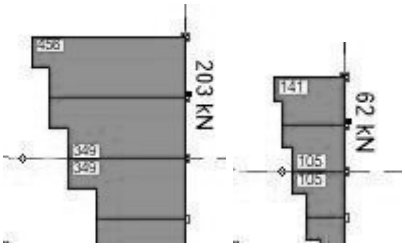
aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk aus EG mit Aufstockung



G_k =	247+254	=	501,0 kN
Q_k =	84+87	=	171,0 kN
FEd=	$1,35*G_k+1,5*Q_k$	=	932,9 kN

Pos.14.8

aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk aus EG mit Aufstockung



aus WAT Pos.W29

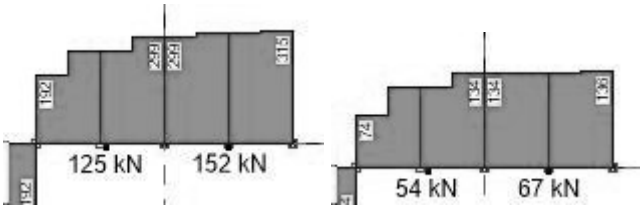
G_k =	203+700	=	903,0 kN
Q_k =	62+140	=	202,0 kN
FEd=	$1,35*G_k+1,5*Q_k$	=	1522,0 kN

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.14.9

aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk aus EG mit Aufstockung

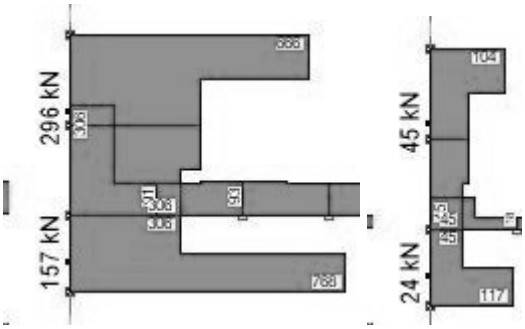


aus WAT Pos.W13.1

G_k =	125+153+323	=	601,0 kN
Q_k =	54+67+70	=	191,0 kN
FEd=	$1{,}35*G_k+1{,}5*Q_k$	=	1097,8 kN

Pos.17

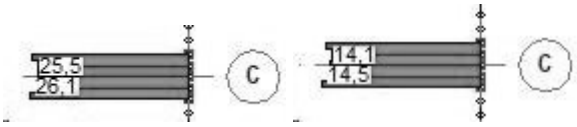
aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk aus EG mit Aufstockung



G_k =	296+157	=	453,0 kN
Q_k =	24+45	=	69,0 kN
FEd=	$1{,}35*G_k+1{,}5*Q_k$	=	715,0 kN

Moment wegen Randeinspannung der Deckenplatte (maßgebend: S14 in Achse 1/C)

aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk aus EG mit Aufstockung



MGk=	26,10 kNm
MQk=	14,50 kNm

<u>Bemessung</u>

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-Stütze S14 im EG wird As,vorh = 8*ø12 entspricht 9,0 cm^2 gewählt.

Für Brandschutz erforderlich:

d1= 5,0 cm

durch Vergleichsrechnung geprüft

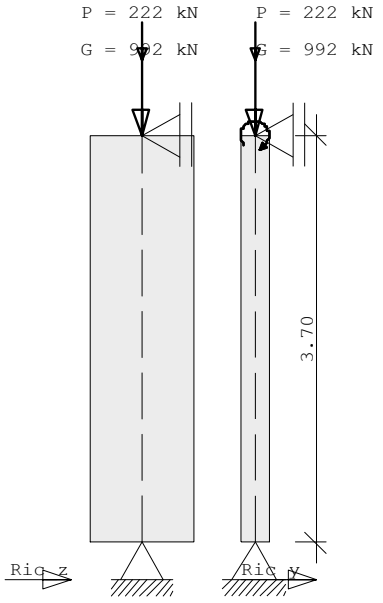
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 LP4 Pos.S14

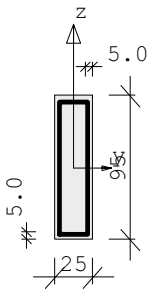
Stahlbetonstütze B5 01/2019/E (FRILO R-2023-2/P06)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht

Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.64
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 96.45 kNm Mcrz = 25.38 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	992.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		222.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
2	2	.	.	.	.	.	.	26.10		.	g
		.	.	.	.	.	.	14.50	C	.	p
		21.97 (Eigengewicht)									

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 9.98e-6
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.41 abgemindert.
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Weitere Berechnungsgrundlagen:

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.150

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 2 Lasten

Lf-Komb	K1	K2	K3	K4
	g C	g C	g C	g
1	x	.	x	.
2	x	x	.	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.79

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	51.2	13.5
Normalkraft		N =	-1701.86	-1701.86 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.51	-.51
Schnittmoment	h = 2.47 m ,	M =	-38.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte		e = M / N =	2.23	0.00 cm
Bezogene Ausmitte		e/b und e/d =	0.0893	0.0000
Ungewollte Ausmitte		ei =	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.		e2 =	1.07	0.01 cm
Bemessungsmoment		M bem =	-69.76	13.87 kNm
B e w e h r u n g		tot ω =	.0759	
		ρ =	.25	%
		erf As =	5.87	cm2 (min As)

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 6.28 cm2**
b/h = 25.0/95.0 = 3.80 auf 1.5 begrenzt!
ω = .081 ρ = .3%
Re,fi = 30.62 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 15.7 kNm Mz = 108.7 kNm
µfi = N,Ed,fi / N,Rd = -1169 /-1853 = .63 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((30.6 + 32 + 12.5 + 27 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 90 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S15/S20 - Stahlbetonstütze im EG

C25/30 XC1 25/55 cm

System

L = 3,7 m

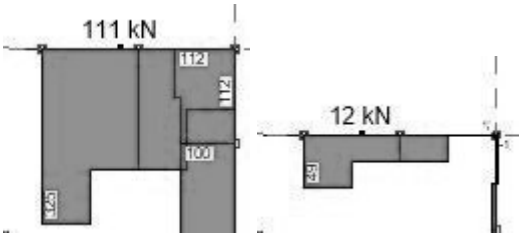
F90 feuerbeständig

Belastung

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

Für S15

aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk aus EG mit Aufstockung

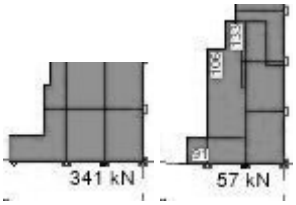


und aus WAT Pos.W24

G_k =	111+251	=	362,0 kN
Q_k =	12+45	=	57,0 kN
FEd=	$1,35*G_k+1,5*Q_k$	=	574,2 kN

Für S20

aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk aus EG mit Aufstockung



G_k =			341,0 kN
Q_k =			57,0 kN
FEd=	$1,35*G_k+1,5*Q_k$	=	545,9 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-Stütze S15 im EG wird As,vorh =4*ø12 entspricht 4,5 cm^2 gewählt.

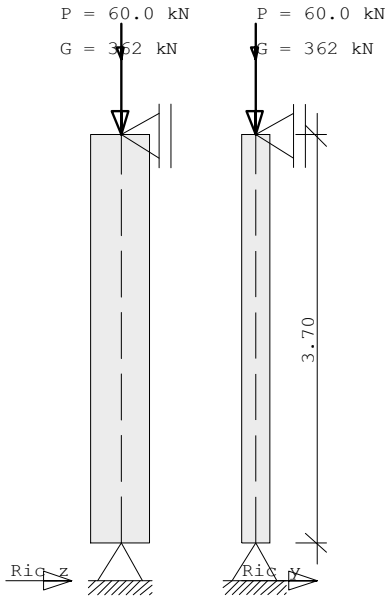
Für Brandschutz erforderlich:

d1= 5,0 cm

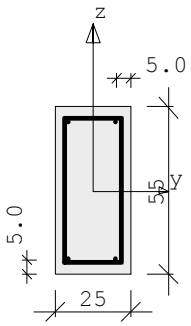
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht
Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.70
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 32.33 kNm Mcrz = 14.70 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	362.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		60.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		12.72	(Eigengewicht)								

Einwirkungen: Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:
Genauigkeit Gkn = 1.30e-6 Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6 Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5 Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung. Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19) Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt. ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei) Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.30 abgemindert. Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3) FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.88

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	51.2	23.3
Normalkraft		N =	-595.87	-595.87 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.31	-.31
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte	ei	=	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.	e2	=	0.18	0.03 cm
Bemessungsmoment	M bem	=	6.59	5.70 kNm
B e w e h r u n g	tot ω	=	.0459	
	ρ	=	.15	%
	erf As	=	2.06	cm2 (min As)

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 2.26 cm2**
b/h = 25.0/55.0 = 2.20 auf 1.5 begrenzt!
ω = .05 ρ = .2%
Re,fi = 31.1 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 18.0 kNm Mz = 29.9 kNm
μfi = N,Ed,fi / N,Rd = -417 /-666 = .63 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((31.1 + 32 + 12.5 + 27 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 90 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S16 - Stahlbetonstütze im EG

C25/30 XC1 25/35 cm

System

L = 3,7 m

F90 feuerbeständig

Belastung

Pos.S16.1

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk aus EG mit Aufstockung

G_k = 713,0 kN

Q_k = 229,0 kN

FEd= $1{,}35*G_k+1{,}5*Q_k$ = 1306,0 kN

Pos.S16.2

aus WAT Pos.W29

G_k = 732,0 kN

Q_k = 120,0 kN

FEd= $1{,}35*G_k+1{,}5*Q_k$ = 1168,2 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-Stütze S16 im EG wird As,vorh =6*ø16 entspricht 12,1cm^2 gewählt.

Für Brandschutz erforderlich:

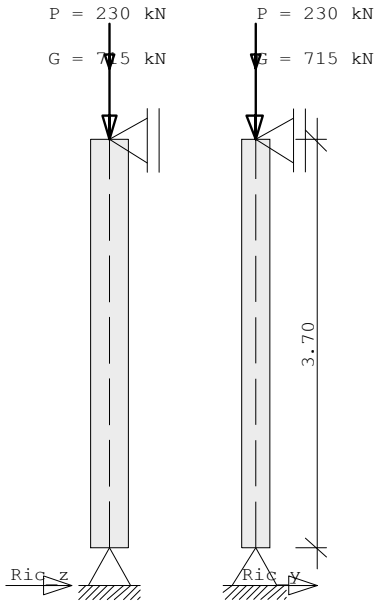
d1= 5,0 cm

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

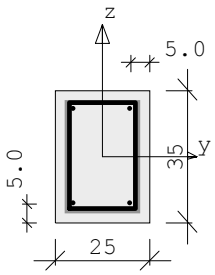
Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht

Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.77
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 13.09 kNm Mcrz = 9.35 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	715.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		230.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		8.09	(Eigengewicht)								

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 2.83e-5
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

NKi/N = 7.71 Ric_y NKi/N = 15.11 Ric_z nur Betonquerschnitt

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.81

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	51.2	36.6
Normalkraft		N =	-1321.18	-1321.18 kN
bezogene Normalkraft		n =	-1.07	-1.07
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte		e = M / N =	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte		e/b und e/d =	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte		ei =	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.		e2 =	0.98	0.30 cm
Bemessungsmoment		M bem =	25.10	16.14 kNm
B e w e h r u n g		tot ω =	.3944	
		ρ =	1.29	%
		erf As =	11.24	cm2

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 11.71 cm2**
ω = .411 ρ = 1.3%
Re,fi = 31.6 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 23.7 kNm Mz = 28.0 kNm
µfi = N,Ed,fi / N,Rd = -884 /-1428 = .62 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((31.6 + 32 + 12.5 + 26.2 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 90 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium, Bismarckstraße 53, 46047 Oberhausen
Statische Berechnung LP4

Pos.S18 - Stahlbetonstütze im EG

C25/30 XC1 25/80 cm

System

L = 3,7 m

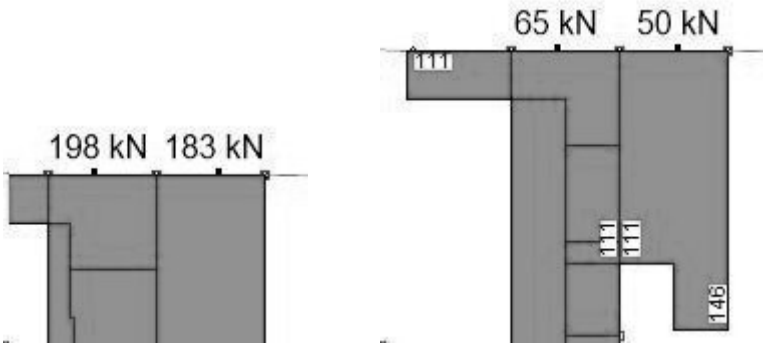
F90 feuerbeständig

Belastung

Pos.S18

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk aus EG mit Aufstockung



G_k =	198+183	=	381,0 kN
Q_k =	65+50	=	115,0 kN
FEd=	$1,35*G_k+1,5*Q_k$	=	686,9 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-Stütze S18 im EG wird As,vorh =4*ø12 am Rand + 2 ø8 cm je Seite gewählt.

Für Brandschutz erforderlich:

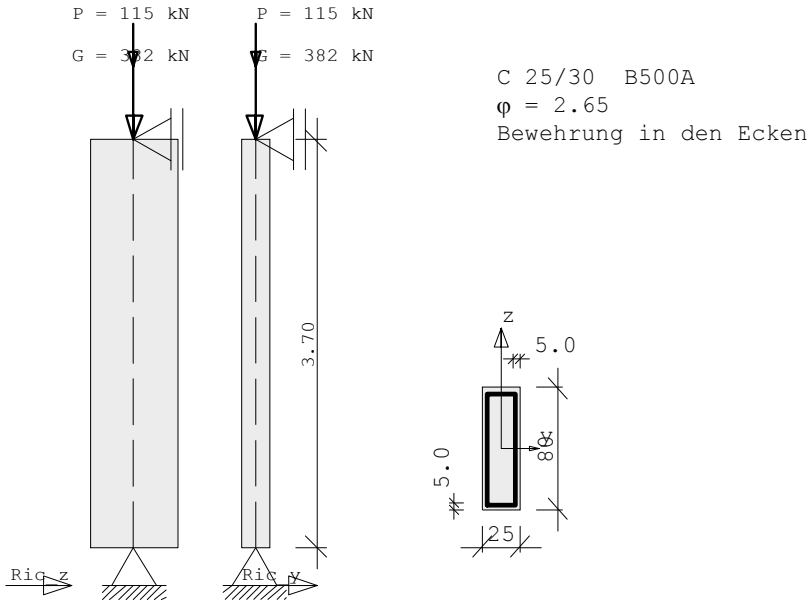
d1= 5,0 cm

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht

Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



1 Mcry = 68.40 kNm Mcrz = 21.37 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	382.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		115.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		18.50	(Eigengewicht)								

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 4.36e-6
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.27 abgemindert.
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.77

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	51.2	16.0
Normalkraft		N =	-713.17	-713.17 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.25	-.25
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte	ei	=	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.	e2	=	0.14	0.01 cm
Bemessungsmoment	M bem	=	7.60	6.68 kNm
B e w e h r u n g	tot ω	=	.0378	
	ρ	=	.12	%
	erf As	=	2.46	cm2 (min As)

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 2.61 cm2**
b/h = 25.0/80.0 = 3.20 auf 1.5 begrenzt!
ω = .04 ρ = .1%
Re,fi = 30.83 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 16.8 kNm Mz = 35.4 kNm
μfi = N,Ed,fi / N,Rd = -481 /-765 = .63 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((30.8 + 32 + 12.5 + 27 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 90 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S19 - Stahlbetonstütze im EG

C25/30 XC1 25/35 cm

System

L = 3,7 m

F90 feuerbeständig

Belastung

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

aus EDV Pos.60 Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk aus EG mit Aufstockung

G_k = 729,0 kN

Q_k = 197,0 kN

FEd= $1{,}35*G_k+1{,}5*Q_k$ = 1279,7 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

Für die Stb.-Stütze S18 im EG wird As,vorh =4*ø20 entspricht 12,6 cm^2 gewählt.

Für Brandschutz erforderlich:

d1= 5,0 cm

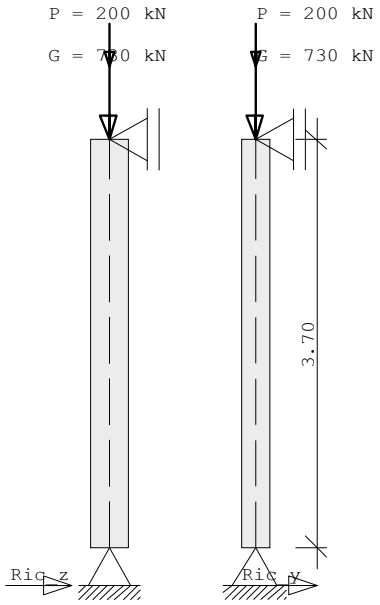


Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

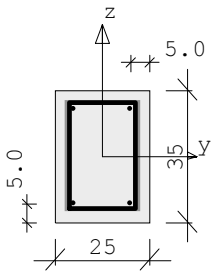
Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht

Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.77
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 13.09 kNm Mcrz = 9.35 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	730.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		200.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		8.09	(Eigengewicht)								

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 2.90e-5
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

NKi/N = 7.86 Ric_y NKi/N = 15.40 Ric_z nur Betonquerschnitt

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.84

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	51.2	36.6
Normalkraft		N =	-1296.43	-1296.43 kN
bezogene Normalkraft		n =	-1.05	-1.05
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte	ei	=	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.	e2	=	1.00	0.31 cm
Bemessungsmoment	M bem	=	24.99	15.95 kNm
B e w e h r u n g	tot ω	=	.3675	
	ρ	=	1.20 %	
	erf As	=	10.48 cm2	

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 11.40 cm2**
ω = .4 ρ = 1.3%
Re,fi = 31.49 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 23.5 kNm Mz = 27.7 kNm
µfi = N,Ed,fi / N,Rd = -878 /-1415 = .62 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((31.5 + 32 + 12.5 + 26.2 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 90 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.S22 - Stahlbetonstütze im EG

C25/30 XC1 24/100 cm

System

L = 3,7 m

F90 feuerbeständig

Belastung

aus WAT Pos.W21

G_k = 317,0 kN

Q_k = 108,0 kN

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem Bemessungsprogramm Frilo

As,erf= 7,2 cm²

Für die Stb.-Stütze S22 im EG wird As,vorh = 8*ø12 entspricht 9,05 cm^2 gewählt.

Für Brandschutz erforderlich:

d1= 5,0 cm

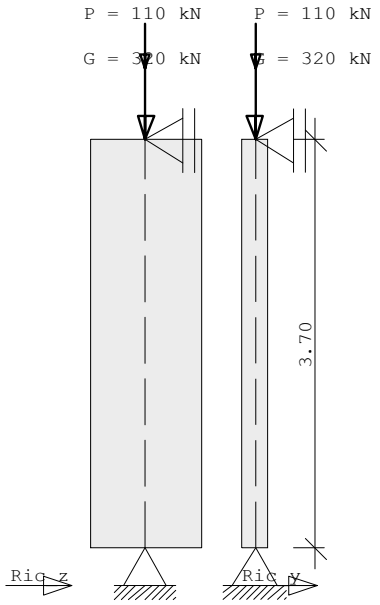


Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

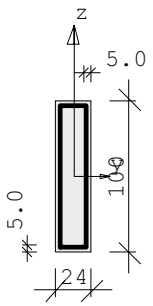
Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht

Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.65
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 102.60 kNm Mcrz = 24.62 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	320.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		110.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		22.20	(Eigengewicht)								

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 5.14e-7
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.46 abgemindert.
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.76

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	53.3	12.8
Normalkraft		N =	-626.97	-626.97 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.18	-.18
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte		ei =	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.		e2 =	0.10	0.00 cm
Bemessungsmoment		M bem =	6.40	5.83 kNm
B e w e h r u n g		tot ω =	.0921	
		ρ =	.30	%
		erf As =	7.20	cm2 (min As)

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 7.20 cm2**
b/h = 24.0/100.0 = 4.17 auf 1.5 begrenzt!
ω = .092 ρ = .3%
Re,fi = 70.74 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 5.7 kNm Mz = 31.8 kNm
μfi = N,Ed,fi / N,Rd = -419 /-2838 = .15 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((70.7 + 32 + 12.5 + 25.9 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 162 Min.**
b/h = 24.0/100.0 = 4.17 > 4.0 !!!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stb.-Wände

In diesem Abschnitt werden die maßgebenden Stahlbetonwandstücke mit maximaler Beanspruchung nachgewiesen.

Grundbewehrung für alle durchgehende Stb.-Wände

Stb.-Wände 20cm

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC1 mit w_{max} = 0,4 mm siehe folgende Seite

Stb.-Wände 24cm

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC1 mit w_{max} = 0,4 mm siehe folgende Seite

Stb.-Wände 25cm

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC1 mit w_{max} = 0,4 mm siehe folgende Seite

Stb.-Wände 28cm

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC1 mit w_{max} = 0,4 mm siehe folgende Seite

Randeinfassung für alle Stb.-Wände

Einfassung des freien Randes mit Randsteckern gemäß Horizontalbewehrung.
Ränder mit Randbewehrung zum Anschluss der Deckenscheiben und an freien Rändern mit 2 ø12 je Seite vorsehen.
gew. 4 - Ø12 cm

Folgende Wände wurden als maßgebend bemessen:

durch Vergleichsrechnung geprüft

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

Anforderungen

Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,40 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 20,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C25/30
Betondeckung c: 3,0 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}65 \cdot f_{ctm}$ = 1,69 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 9,00 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit k = 0,80 $f_{ct,eff}$ = 1,69 N/mm² $A_{c,eff}$ = 900,0 cm²
A_{ct} = 1000,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9$ (NA.7.5.2)
$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}58 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 10{,}0 \text{ mm} / 0{,}58 = 17{,}16 \text{ mm}$
$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / d_s^*)} = 284{,}82 \text{ N/mm²}$ nach Tabelle 7.2DE
$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 5{,}34 \text{ cm²} \geq 2{,}70 \text{ cm²}$

$A_{s,min}$ = 5,34 cm² je Lage

Es braucht aber nicht mehr Mindestbewehrung eingelegt zu werden als nach Gl. (7.1).

$A_{s,min}$ = 4,75 cm² je Lage

durch Vergleichsrechnung geprüft

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

Anforderungen

Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,40 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 24,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C25/30
Betondeckung c: 3,0 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}65 \cdot f_{ctm}$ = 1,69 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 9,40 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit k = 0,80 $f_{ct,eff}$ = 1,69 N/mm² $A_{c,eff}$ = 940,0 cm²
A_{ct} = 1200,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9$ (NA.7.5.2)
$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}58 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 10{,}0 \text{ mm} / 0{,}58 = 17{,}16 \text{ mm}$
$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / d_s^*)} = 284{,}82 \text{ N/mm²}$ nach Tabelle 7.2DE
$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 5{,}58 \text{ cm²} \geq 3{,}24 \text{ cm²}$

$A_{s,min}$ = 5,58 cm² je Lage

durch Vergleichsrechnung geprüft

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

Anforderungen

Expositionsklasse: XC1
Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,40 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 25,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C25/30
Betondeckung c: 3,0 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}65 \cdot f_{ctm}$ = 1,69 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 9,50 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit k = 0,80 $f_{ct,eff}$ = 1,69 N/mm² $A_{c,eff}$ = 950,0 cm²
A_{ct} = 1250,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9$ (NA.7.5.2)
$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}58 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 10{,}0 \text{ mm} / 0{,}58 = 17{,}16 \text{ mm}$
$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / d_s^*)} = 284{,}82 \text{ N/mm²}$ nach Tabelle 7.2DE
$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 5{,}64 \text{ cm²} \geq 3{,}38 \text{ cm²}$

$A_{s,min}$ = 5,64 cm² je Lage

durch Vergleichsrechnung geprüft

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

Anforderungen

Expositionsklasse: XC1
Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,40 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 28,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C25/30
Betondeckung c: 3,0 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}65 \cdot f_{ctm}$ = 1,69 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 9,80 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit k = 0,80 $f_{ct,eff}$ = 1,69 N/mm² $A_{c,eff}$ = 980,0 cm²
A_{ct} = 1400,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9$ (NA.7.5.2)
$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}58 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 10{,}0 \text{ mm} / 0{,}58 = 17{,}16 \text{ mm}$
$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / d_s^*)} = 284{,}82 \text{ N/mm²}$ nach Tabelle 7.2DE
$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 5{,}81 \text{ cm²} \geq 3{,}79 \text{ cm²}$

$A_{s,min}$ = 5,81 cm² je Lage

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stb.-Wände 20cm

Pos.W14 - Stb.-Wand 20 cm im 2.OG

C25/30 XC1 h = 20 cm

System

Die Wandstücke W5, W6 und W14 werden aufgrund von Brandschutzanforderungen (F90) als eingespannte Wände nachgewiesen. Die horizontalen Einwirkungen aus Wind werden als Aussteifungslasten auf die Wände angesetzt.

(siehe Kap.3 Gebäudeaussteifung)

Die Momente, die aus der Einspannung resultieren, werden nur für die Bemessung berücksichtigt, jedoch für die Lastweiterleitung vernachlässigt, da diese nur im Brandfall als außergewöhnliche Situation auftreten.

Stb.-Wandstück h = 3,7 m

L= 7,50 m

Belastung

Pos.W14 im 2.OG wurde als maßgebend betrachtet:

siehe Pos.40: Lastfall 11 bis 14

g_k = 3,0 kN/m

q_k = 10,0 kN/m

G_k = 8,0 kN

Q_k = 18,0 kN

siehe Kap.3 Gebäudeaussteifung

Wk= 65,10 kN

wk= Wk/L = 8,68 kN/m

Bemessung:

siehe nachfolgende Seiten mittels der Bemessungsoftware Frilo

Bewehrung

As,erf = 6,1 cm^2 /m aus Frilo

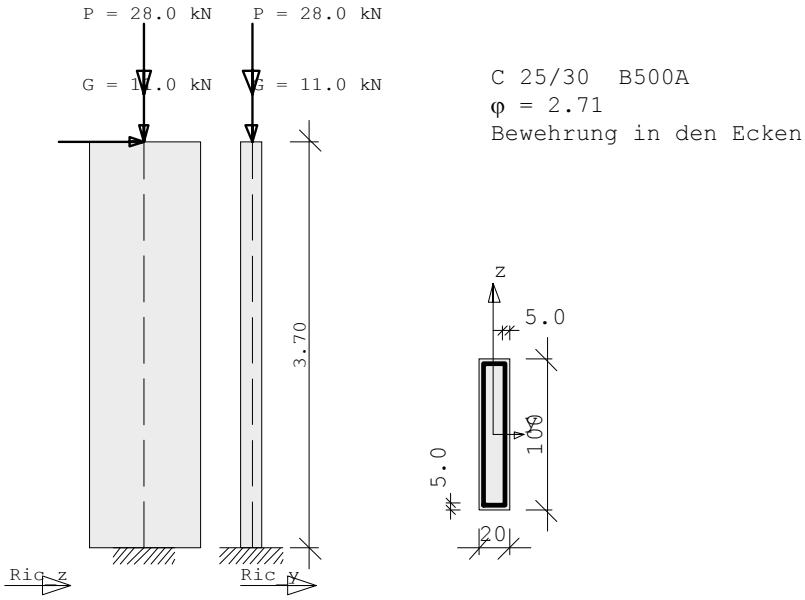
vertikal: je Seite **ø8/15** (3,35 cm^2/m) + Enden verstärkt mit je Seite 1+1=2ø12 (=2*1,13 cm^2)

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

KRAGSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht

Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



1 Mcry = 85.50 kNm Mcrz = 17.10 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	.	.	.	.	9.00	.	.	I	.	p
2	2	11.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		28.00	.	.	.	.	.	.	A	.	p
		18.50	(Eigengewicht)								

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50
I	4	Windlasten	0.60	0.20	0.00	1.50

Alle Einwirkungen werden als unabhängige betrachtet.

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 1.30e-5
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Weitere Berechnungsgrundlagen:

ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.46 abgemindert.
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 2 Lasten Kombi_D

Lf-Komb	K1	K2	K3	K4	K5
	g A	g l	g l	g A	g
1	x	x	x	.	x
2	x	. (a)	x	x	. (a)

a) ohne KSNW weil: $\lambda < \lambda_{lim}$
Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.47

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			verschieblich	
Knicklänge	sk =	7.40	7.40 m	
Schlankheit	λ =	128.0	25.6	
Normalkraft	N =	-81.82	-81.82 kN	
bezogene Normalkraft	n =	-.03	-.03	
Schnittmoment	h = .00 m , M =	0.00	-29.97 kNm	
Planmässige Ausmitte	e = M / N =	0.00	36.63 cm	
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d =	0.0000	0.3663	
Ungewollte Ausmitte	ei =	1.85	1.85 cm	
Verschiebung Th.2.Ord.	e2 =	0.13	0.08 cm	
Bemessungsmoment	M bem =	-1.62	-31.55 kNm	
B e w e h r u n g	tot ω =	.0921		
	ρ =	.30	%	
	erf As =	6.00	cm2 (min As)	

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 0

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = .00 m L0,fi = .00 m a = .0 mm **As = .00 cm2**
b/h = 20.0/100.0 = 5.00 auf 1.5 begrenzt!
ω = 0 ρ = .0%
Re,fi = 0 mit αcc = 0
NRd aus Modellstützeniteration My = 51.3 kNm Mz = 14.7 kNm
µfi = N,Ed,fi / N,Rd = 0 / 0 = 0 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((0 + 0 + 0 + 0 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 0 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Nachweis nach 5.3.2 nicht zulässig weil: b' = 0 mm
b/h = 20.0/100.0 = 5.00 > 4.0 !!!
Nachweis nach 5.3.2 nicht zulässig weil: Bewehrungslage unzulässig: ay = 0 mm
Nachweis nach 5.3.2 nicht zulässig weil: Bewehrungslage unzulässig: az = 0 mm

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium, Bismarckstraße 53, 46047 Oberhausen
Statische Berechnung LP4

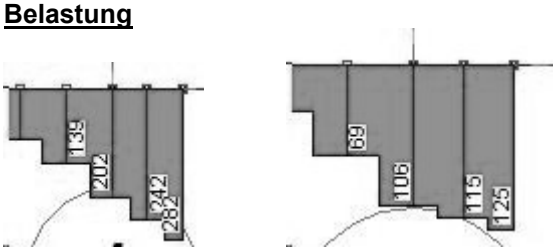
Pos.W13 - Stb.-Wand 20 cm im 1.OG

C25/30 XC1 h = 20 cm

System

Stb.-Wandstück h = 3,7 m

Belastung



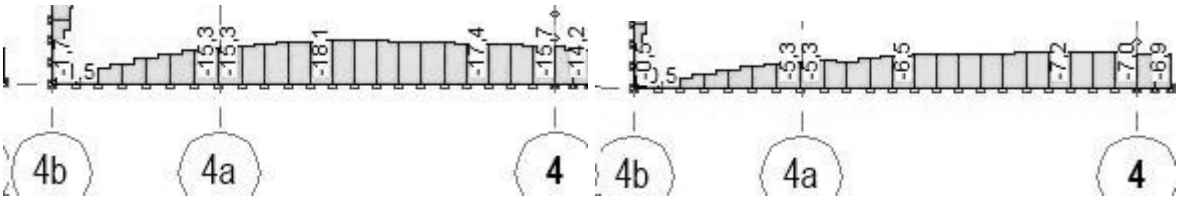
Pos.W13 im 1.OG wurde als maßgebend betrachtet:

siehe Pos.40: Auflagerreaktionen Rz; LF 20/21, LWL Gk/Qk

g_k = (282/2+242+202+139/2)/3 = 218,2 kN/m

q_k = (125/2+115+106+69/2)/3 = 106,0 kN/m

Eingespannte Moment aus Decke über 1.OG



Mg= 18,00 kNm/m

Mq= 8,00 kNm/m

Bemessung:

siehe nachfolgende Seiten mittels der Bemessungsoftware Frilo

Bewehrung

As,erf = 4,7 cm^2 /m aus Frilo

vertikal: je Seite **ø8/15** (3,35 cm^2/m) + Enden verstärkt mit je Seite 1+1=2ø12 (=2*1,13 cm^2)

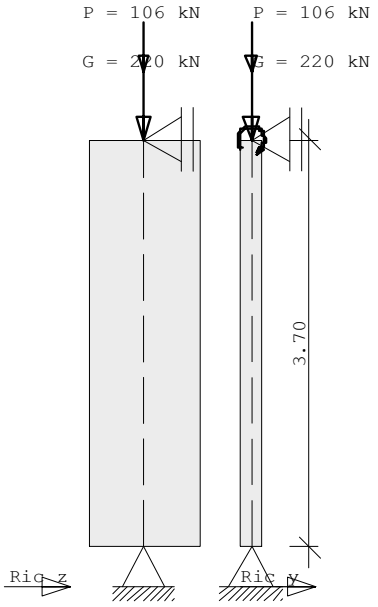
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 LP4 Pos.W13 im 1.OG

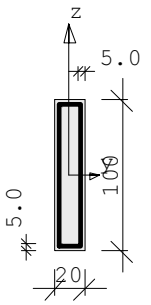
Stahlbetonstütze B5 01/2019/E (FRILO R-2023-2/P06)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht

Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.71
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 85.50 kNm Mcrz = 17.10 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz EWG Zus Alt (kNm)		
1	2	220.00	.	.	.	.	.	.	.	g
		106.00	.	.	.	.	.	. C	.	p
2	2	.	.	.	.	.	.	18.00	.	g
		.	.	.	.	.	.	8.00C	.	p
		18.50 (Eigengewicht)								

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 7.91e-4
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.39 abgemindert.
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Weitere Berechnungsgrundlagen:

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.150
Mindestmomente nach 6.1 (4) sind nicht berücksichtigt.
lt. Erläuterung EN2 S. 150 muss das Kriterium As,min >= ,0003 Ac
nicht angewendet werden.

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 2 Lasten

Lf-Komb	K1	K2	K3	K4
	g C	g C	g	g C
1	x	.	.	x
2	x	x	.	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 2.01

Bemessungswerte LfKom = 2 in : y-Richtung z-Richtung

Mindestbewehrung für Bemessung als Wand is			t berücksichtigt.		
System			unverschieblich		
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m	
Schlankheit		λ =	64.0	12.8	
Normalkraft		N =	-321.98	-321.98 kN	
bezogene Normalkraft		n =	-.11	-.11	
Schnittmoment	h = 3.08 m ,	M =	-30.25	0.00 kNm	
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	9.39	0.00 cm	
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.4697	0.0000	
Ungewollte Ausmitte		ei =	0.92	0.92 cm	
Verschiebung Th.2.Ord.		e2 =	2.14	0.00 cm	
Bemessungsmoment		M bem =	-38.61	1.50 kNm	
B e w e h r u n g		tot ω =	.0715		
		ρ =	.23	%	
		erf As =	4.66	cm2	

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.
Mindestbewehrung für Bemessung als Wand ist berücksichtigt.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.W20 - Stb.-Wand 20 cm im 1.OG

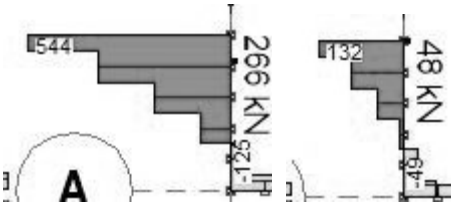
C25/30 XC1 h = 20 cm

Stb.-Wandstück h = 3,7 m

Belastung:

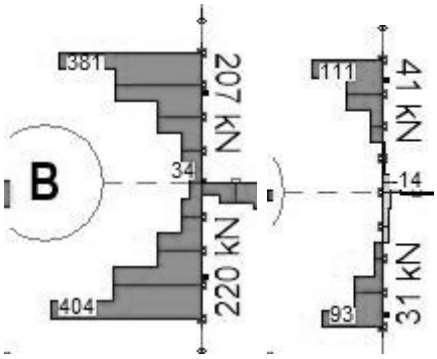
Siehe Kap.7 Decke EG Lastfälle 20/21: LWL Gk/Qk

In Achse 4b/A



L=	1,60 m		
Gk=			266,0 kN
Qk=			48,0 kN
gk=	Gk/L	=	166,25 kN/m
qk=	Qk/L	=	30,00 kN/m

In Achse 4b/B



L=	1,30 m		
Gk=			220,0 kN
Qk=			41,0 kN
gk=	Gk/L	=	**169,23** kN/m
qk=	Qk/L	=	**31,54** kN/m

Bemessung:

siehe nachfolgende Seiten mittels der Bemessungsoftware Frilo

Bewehrung

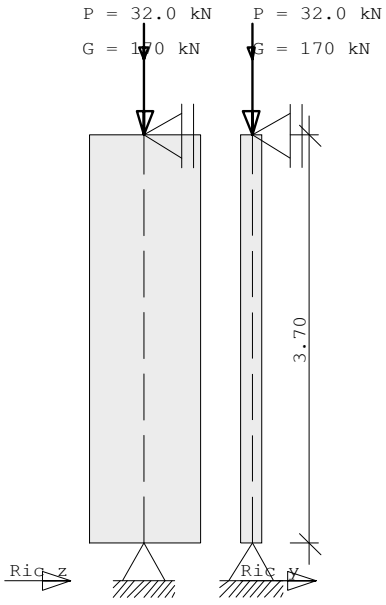
As,erf = 3 cm^2 /m aus Frilo

vertikal: je Seite **ø8/15** (3,35 cm^2/m) + Enden verstärkt mit je Seite 1+1=2ø12 (=2*1,13 cm^2)

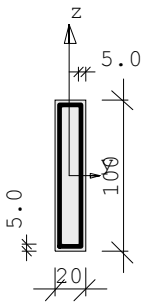
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht
Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.71
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 85.50 kNm Mcrz = 17.10 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	170.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		32.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		18.50	(Eigengewicht)								

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 9.66e-6
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.30 abgemindert.
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Mindestmomente nach 6.1 (4) sind nicht berücksichtigt.
lt. Erläuterung EN2 S. 150 muss das Kriterium As,min >= ,0003 Ac
nicht angewendet werden.

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.92

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

Mindestbewehrung für Bemessung als Wand is			t berücksichtigt.	
System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	64.0	12.8
Normalkraft		N =	-302.48	-302.48 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.11	-.11
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte		ei =	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.		e2 =	0.09	0.00 cm
Bemessungsmoment		M bem =	3.06	2.81 kNm
B e w e h r u n g		tot ω =	.0460	
		ρ =	.15	%
		erf As =	3.00	cm2 (min As)

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.
Mindestbewehrung für Bemessung als Wand ist berücksichtigt.

durch Vergleichsrechnung
geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

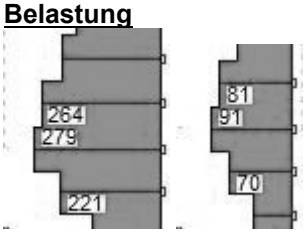
Pos.W1 - Stb.-Wand 20 cm im EG

C25/30 XC1 h = 20 cm

System

Stb.-Wandstück h = 3,7 m

Belastung



Pos.W1 im EG wurde als maßgebend betrachtet:

siehe Pos.60: Auflagerreaktionen Rz; LF 23/24, LWL Gk/Qk mit Aufstockung

g_k = (279+264+202)/3 = 248,3 kN/m

q_k = (81+91+70)/3 = 80,7 kN/m

Bemessung:

siehe nachfolgende Seiten mittels der Bemessungsoftware Frilo

Bewehrung

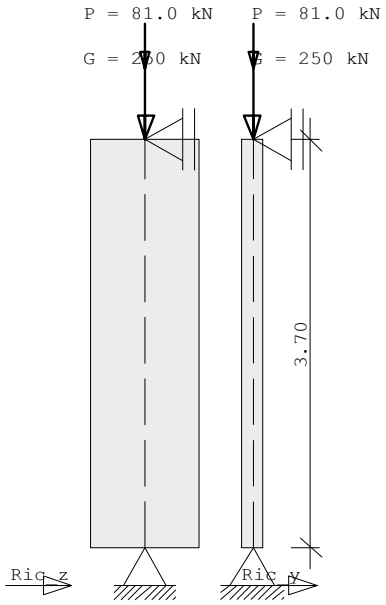
As,erf = 3 cm^2 /m aus Frilo

vertikal: je Seite **ø8/15** (3,35 cm^2/m) + Enden verstärkt mit je Seite 1+1=2ø12 (=2*1,13 cm^2)

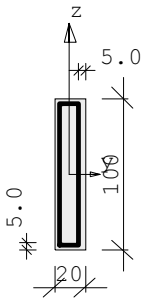
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht
Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.71
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 85.50 kNm Mcrz = 17.10 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	250.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		81.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		18.50	(Eigengewicht)								

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 1.02e-5
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.30 abgemindert.
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Mindestmomente nach 6.1 (4) sind nicht berücksichtigt.
lt. Erläuterung EN2 S. 150 muss das Kriterium As,min >= ,0003 Ac
nicht angewendet werden.

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.81

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

Mindestbewehrung für Bemessung als Wand is t berücksichtigt.

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	64.0	12.8
Normalkraft		N =	-483.97	-483.97 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.17	-.17
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte		e = M / N =	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte		e/b und e/d =	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte		ei =	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.		e2 =	0.15	0.00 cm
Bemessungsmoment		M bem =	5.19	4.50 kNm
B e w e h r u n g		tot ω =	.0460	
		ρ =	.15	%
		erf As =	3.00	cm2 (min As)

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.
Mindestbewehrung für Bemessung als Wand ist berücksichtigt.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stb.-Wände 24cm

Pos.W8/W25 am Rand - Stb.-Innenwand 24 cm im 1OG

C25/30 XC1 h = 24 cm

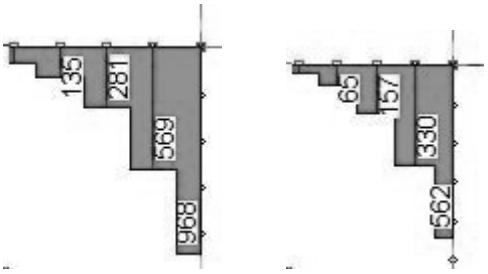
System:

Stb.-Wandstück h = 3,7 m, L= 1 m

Belastung:

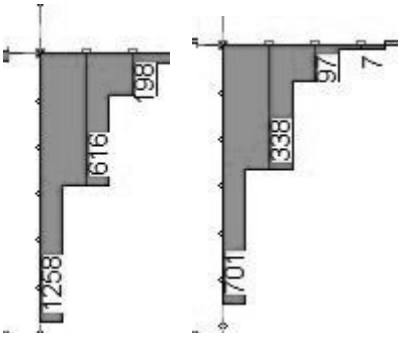
Siehe Kap.7 Decke EG Lastfälle 20/21: LWL Gk/Qk

Pos.W25



Gk=	(968/2+569+281+135/2)/3	=	467,2 kN
Qk=	(565/2+330+157+65/2)/3	=	267,3 kN
FEd=	1,35*Gk+1,5*Qk	=	1031,7 kN

Pos.W8 **(maßgebend)**



Gk=	(1258/2+616+278+198/2)/3	=	**540,7** kN
Qk=	(701/2+338+98+8/2)/3	=	**263,5** kN
FEd=	1,35*Gk+1,5*Qk	=	1125,2 kN

Bemessung:

siehe nachfolgende Seiten mittels der Bemessungsoftware Frilo

Bewehrung

As,erf = 4,0 cm^2 /m am Rand aus Frilo

gewählt:

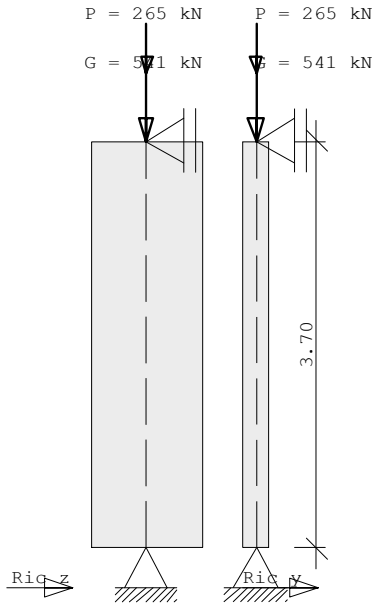
vertikal: je Seite **ø8/15** (3,35 cm^2/m) + Enden verstärkt mit je Seite 1*1=2ø12 (=2*1,13 cm^2)

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

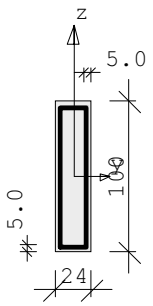
Projekt: 20240400 LP4 Pos.W8 im 1.OG

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht
Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.65
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 102.60 kNm Mcrz = 24.62 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt	
1	2	541.00	.	.	.	.	.	.		.		g
		265.00	.	.	.	.	.	.	C	.		p
		22.20	(Eigengewicht)									

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 5.08e-6
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.32 abgemindert.
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Mindestmomente nach 6.1 (4) sind nicht berücksichtigt.
lt. Erläuterung EN2 S. 150 muss das Kriterium As,min >= ,0003 Ac
nicht angewendet werden.

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.67

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

Mindestbewehrung für Bemessung als Wand is t berücksichtigt.

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	53.3	12.8
Normalkraft		N =	-1157.82	-1157.82 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.34	-.34
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte		ei =	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.		e2 =	0.22	0.01 cm
Bemessungsmoment		M bem =	13.21	10.82 kNm
B e w e h r u n g		tot ω =	.0511	
		ρ =	.17	%
		erf As =	3.99	cm2 (min As)

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.
Mindestbewehrung für Bemessung als Wand ist berücksichtigt.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.W27 in Achse 4b - Stb.-Innenwand 24 cm im EG

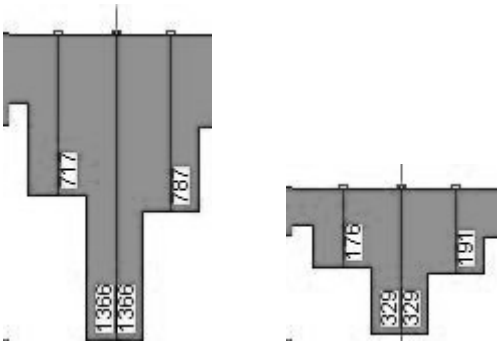
C25/30 XC1 h = 24 cm

System:

Stb.-Wandstück h = 3,7 m, L= 1 m

Belastung:

Siehe Kap.7 Decke EG Lastfälle 23/24: LWL Gk/Qk mit Aufstockung (maßgebend)



Gk=	(1366+717+787)/3	=	956,7 kN
Qk=	(329+176+191)/3	=	232,0 kN
FEd=	1,35*Gk+1,5*Qk	=	1639,5 kN

Bemessung:

siehe nachfolgende Seiten mittels der Bemessungsoftware Frilo

Bewehrung

As,erf = 5,79 cm^2 /m am Rand aus Frilo

gewählt:

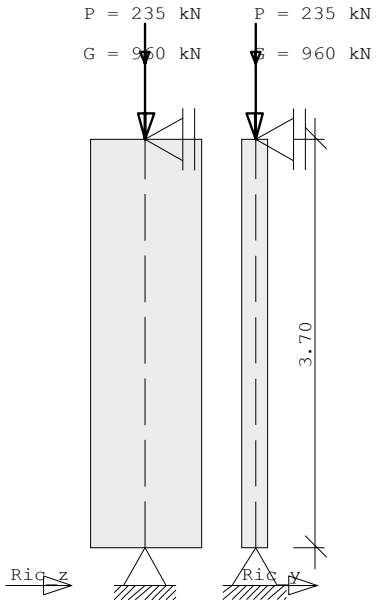
vertikal: je Seite **ø8/15** (3,35 cm^2/m) + Enden verstärkt mit je Seite 1*1=2ø12 (=2*1,13 cm^2)

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

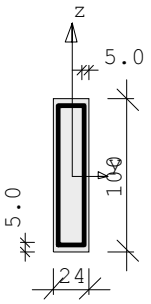
Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht

Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



C 25/30 B500A
φ = 2.65
Bewehrung in den Ecken



1 Mcry = 102.60 kNm Mcrz = 24.62 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt	
1	2	960.00	.	.	.	.	.	.		.		g
		235.00	.	.	.	.	.	.	C	.		p
		22.20	(Eigengewicht)									

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 1.11e-7
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.40 abgemindert.
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Mindestmomente nach 6.1 (4) sind nicht berücksichtigt.
lt. Erläuterung EN2 S. 150 muss das Kriterium As,min >= ,0003 Ac
nicht angewendet werden.

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.79

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

Mindestbewehrung für Bemessung als Wand is t berücksichtigt.

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	53.3	12.8
Normalkraft		N =	-1678.47	-1678.47 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.49	-.49
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte	ei	=	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.	e2	=	0.38	0.01 cm
Bemessungsmoment	M bem	=	21.88	15.76 kNm
B e w e h r u n g	tot ω	=	.0741	
	ρ	=	.24	%
	erf As	=	5.79	cm2 (min As)

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.
Mindestbewehrung für Bemessung als Wand ist berücksichtigt.

durch Vergleichsrechnung
geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium, Bismarckstraße 53, 46047 Oberhausen
Statische Berechnung LP4

Stb.-Wände 25cm

Pos.W13 in Achse 4b - Stb.-Wand 25 cm im EG

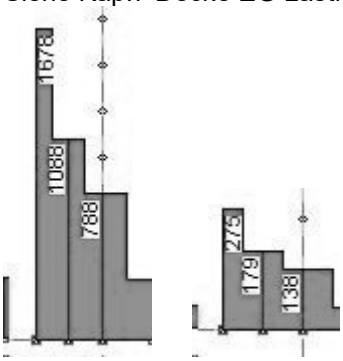
C25/30 XC1 h = 25 cm

System:

Stb.-Wandstück h = 3,7 m, L= 1 m

Belastung:

Siehe Kap.7 Decke EG Lastfälle 23/24: LWL Gk/Qk mit Aufstockung (maßgebend)

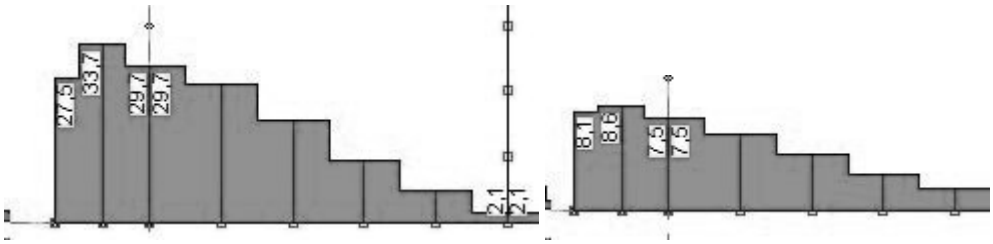


Gk=	(1678/2+1088+788+325/2)/3	=	959,2 kN
Qk=	(275/2+179+138+48/2)/3	=	159,5 kN
FEd=	1,35*Gk+1,5*Qk	=	1534,2 kN

Eingespannte Moment aus Decke über 1.OG

Mg= 34,00 kNm/m

Mq= 9,00 kNm/m



Bemessung:

siehe nachfolgende Seiten mittels der Bemessungsoftware Frilo

Bewehrung

As,erf = 5,41 cm^2 /m am Rand aus Frilo

gewählt:

vertikal: je Seite **ø8/15** (3,35 cm^2/m) + Enden verstärkt mit je Seite 1*1=2ø12 (=2*1,13 cm^2)

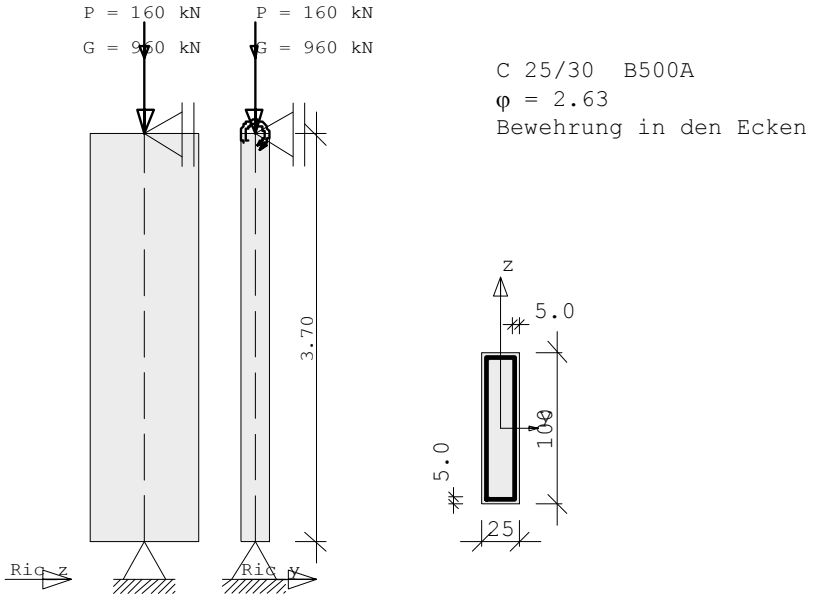
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 LP4 Pos.W13 im EG in Achse 4b

Stahlbetonstütze B5 01/2019/E (FRILO R-2023-2/P06)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht

Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



1 Mcry = 106.87 kNm Mcrz = 26.72 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	960.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		160.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
2	2	.	.	.	.	.	.	34.00		.	g
		.	.	.	.	.	.	9.00C		.	p
		23.12	(Eigengewicht)								

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 6.41e-6
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.37 abgemindert.
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Weitere Berechnungsgrundlagen:

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.150
Mindestmomente nach 6.1 (4) sind nicht berücksichtigt.
lt. Erläuterung EN2 S. 150 muss das Kriterium As,min >= ,0003 Ac
nicht angewendet werden.

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 2 Lasten

Lf-Komb	K1	K2	K3	K4
	g C	g C	g C	g
1	x	.	x	.
2	x	x	.	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.82

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

Mindestbewehrung für Bemessung als Wand is		t berücksichtigt.		
System		unverschieblich		
Knicklänge	sk =	3.70	3.70 m	
Schlankheit	λ =	51.2	12.8	
Normalkraft	N =	-1567.22	-1567.22 kN	
bezogene Normalkraft	n =	-.44	-.44	
Schnittmoment	h = 2.47 m , M =	-39.61	0.00 kNm	
Planmässige Ausmitte	e = M / N =	2.53	0.00 cm	
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d =	0.1011	0.0000	
Ungewollte Ausmitte	ei =	0.92	0.92 cm	
Verschiebung Th.2.Ord.	e2 =	0.97	0.01 cm	
Bemessungsmoment	M bem =	-67.39	12.72 kNm	
B e w e h r u n g	tot ω =	.0664		
	ρ =	.22	%	
	erf As =	5.41	cm2 (min As)	

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.
Mindestbewehrung für Bemessung als Wand ist berücksichtigt.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos.W34 in Achse 6 - Stb.-Stütze 25 cm im EG

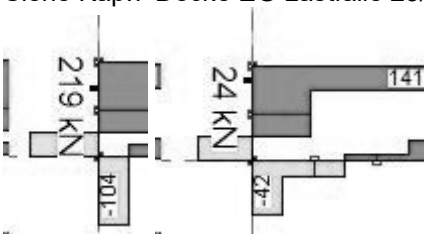
C25/30 XC1 25/60 cm

System:

Stb.-Wandstück h = 3,7 m

Belastung:

Siehe Kap.7 Decke EG Lastfälle 23/24: LWL Gk/Qk mit Aufstockung (maßgebend)



Gk=	219,0 kN
Qk=	24,0 kN

Bemessung:

siehe nachfolgende Seiten mittels der Bemessungsoftware Frilo

Bewehrung

gewählt:

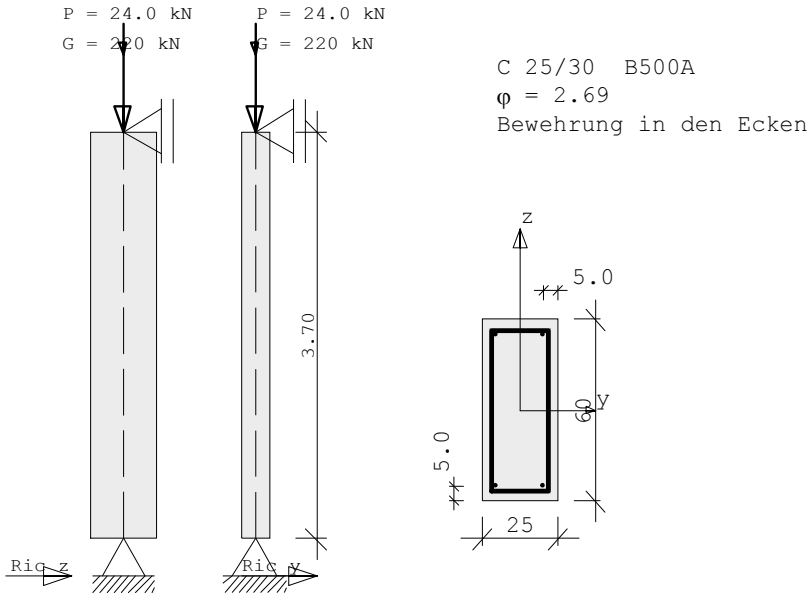
vertikal: 4ø12

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Stahlbetonstütze B5 01/2019/F (FRILO R-2024-1/P09)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht
Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



1 Mcry = 38.47 kNm Mcrz = 16.03 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt	
1	2	220.00	.	.	.	.	.	.		.		g
		24.00	.	.	.	.	.	.	C	.		p
		13.88	(Eigengewicht)									

Einwirkungen: Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:
Genauigkeit Gkn = 2.53e-6 Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6 Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5 Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung. Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19) Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt. ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei) Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0.23 abgemindert. Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3) FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.154

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.94

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	3.70	3.70 m
Schlankheit		λ =	51.2	21.3
Normalkraft		N =	-351.73	-351.73 kN
bezogene Normalkraft		n =	-.17	-.17
Schnittmoment	h = 1.85 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte	e = M / N	=	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte	e/b und e/d	=	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte		ei =	0.92	0.92 cm
Verschiebung Th.2.Ord.		e2 =	0.09	0.01 cm
Bemessungsmoment		M bem =	3.58	3.30 kNm
B e w e h r u n g		tot ω =	.0248	
		ρ =	.08	%
		erf As =	1.21	cm2 (min As)

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 2

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 3.70 m L0,fi = 3.70 m a = 50.0 mm **As = 1.26 cm2**
b/h = 25.0/60.0 = 2.40 auf 1.5 begrenzt!
ω = .026 ρ = .1%
Re,fi = 30.8 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 9.1 kNm Mz = 15.9 kNm
μfi = N,Ed,fi / N,Rd = -234 /-372 = .63 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((30.8 + 32 + 12.5 + 27 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 90 Min.**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Zusammenfassung der Bewehrung für Stahlbetonwände in allen Geschossen:

Wandartige Träger werden in einem separaten Abschnitt "Wandartige Träger" berücksichtigt.

Stb-Wände 20 cm Dicke:

im 2.OG

W1, W3, W7, W13, W17, W18, W20

im 1.OG

W1, W3, W13, W17, W20

im EG

W1, W3, W17

Horizontal: je Seite Ø 8 / 12 cm

Vertikal: je Seite Ø 8 / 15 cm (3,35 cm²/m) + Enden verstärkt mit je Seite 2 x Ø 12 (2 x 1,13 cm²)

Stb-Wände 24 cm Dicke:

im 2.OG

W5, W6, W8, W10, W11, W12, W14

im 1.OG

W8, W10, W25, W27

im EG

W8, W10, W25, W27, W35, W39, 41, W42, W44

Horizontal: je Seite Ø 10 / 14 cm

Vertikal: je Seite Ø 8 / 15 cm (3,35 cm²/m) + Enden verstärkt mit je Seite 2 x Ø 12 (2 x 1,13 cm²)

Die Stb.-Pfeiler 24/100cm unten WAT Pos.W21: Siehe Bemessung Pos. 21 WAT

Stb-Wände 25 cm Dicke:

Im EG

W13, W30, W31, W33, W34

Horizontal: je Seite Ø 10 / 14 cm

Vertikal: je Seite Ø 8 / 15 cm (3,35 cm²/m) + Enden verstärkt mit je Seite 2 x Ø 12 (2 x 1,13 cm²)

Stb-Wände 28 cm Dicke:

W26 im 1.OG und im EG

Siehe Bemessung Pos. 26.1 WAT

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

6.3 Wandartige Träger

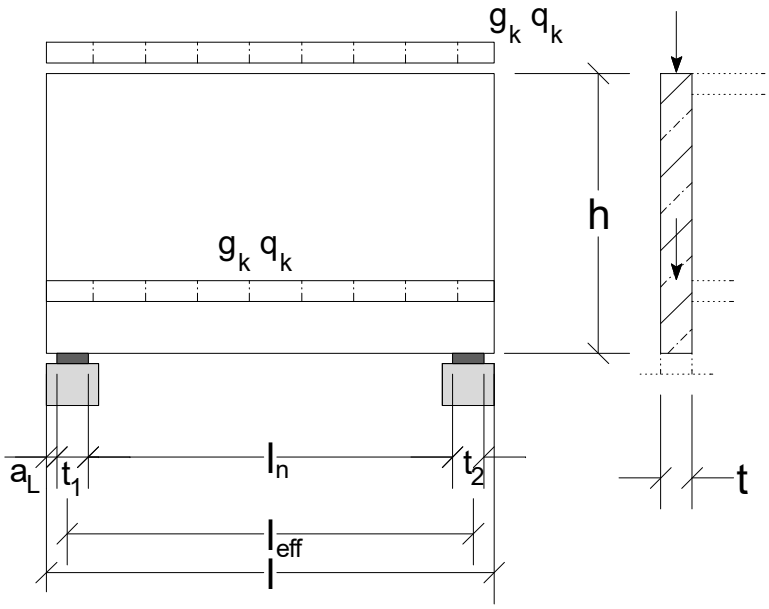
Pos.W21 - Stb.-WAT - Wandartiger Träger im 1.OG

C25/30 XC1 h/b = 370/20 cm

Ein wandartiger Träger ohne Öffnung, Position W21, wird in diesem Schnitt nachgewiesen.

Material

Beton =	GEW("ec2_de/beton_ec2"; Bez;)	=	C25/30
γ_C=			1,50
f_{ck} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fck;Bez=Beton)	=	25,00 N/mm²
α_{cc} =			0,85
f_{cd} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fcd;Bez=Beton)*α_{cc}/0,85	=	14,17 N/mm²
f_{ctm} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton)	=	2,60 N/mm²
$f_{ctk,005}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctk005;Bez=Beton)	=	1,80 N/mm²
f_{ctd} =	$f_{ctk,005}$ / γ_C	=	1,20 N/mm²
Stahl =			B 500
γ_S =			1,15
f_{yk} =			500 N/mm²
f_{yd} =	f_{yk} / γ_S	=	435 N/mm²

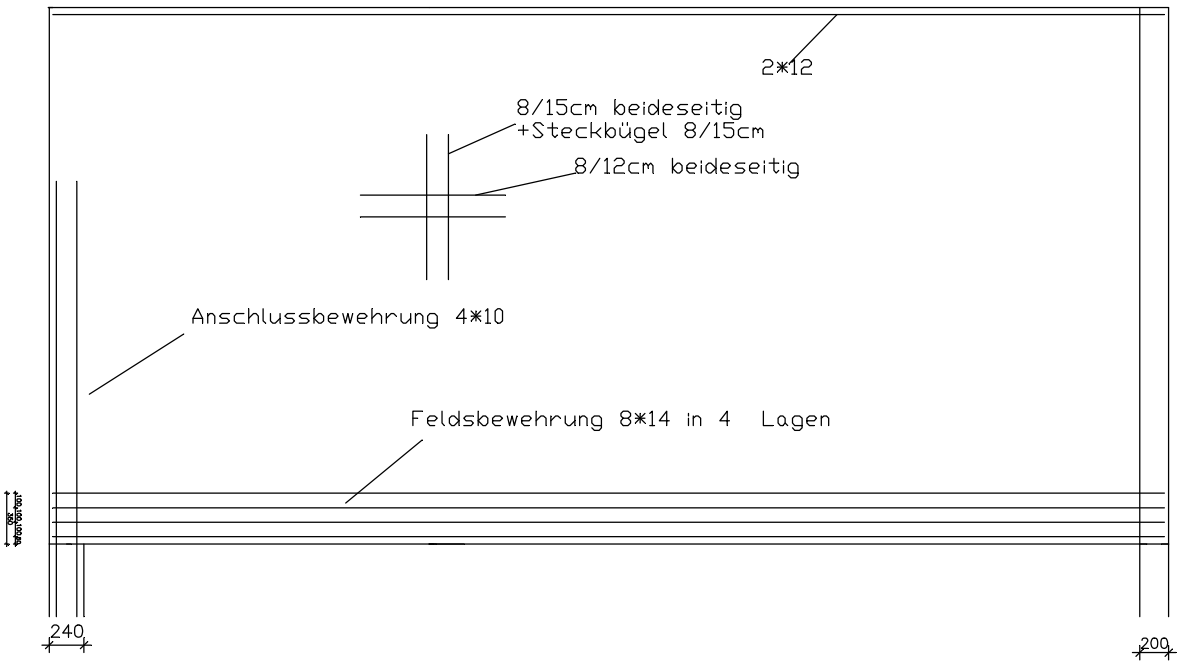


FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

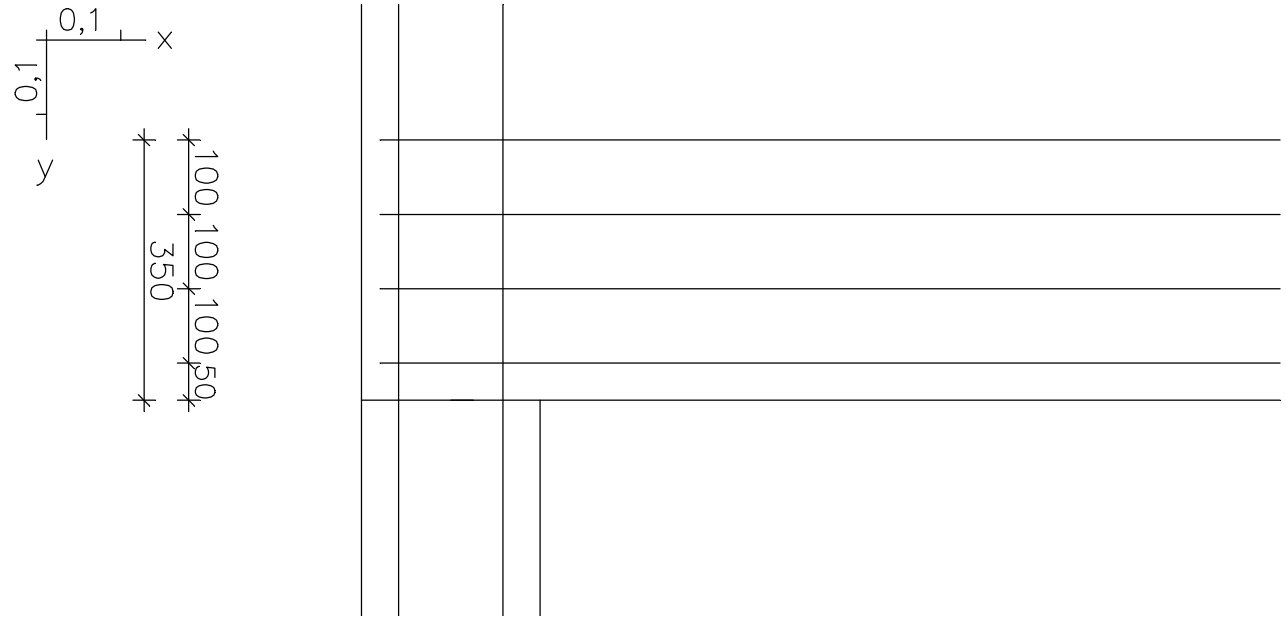
Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

WAT M = 1:





Decke



Decke

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

System

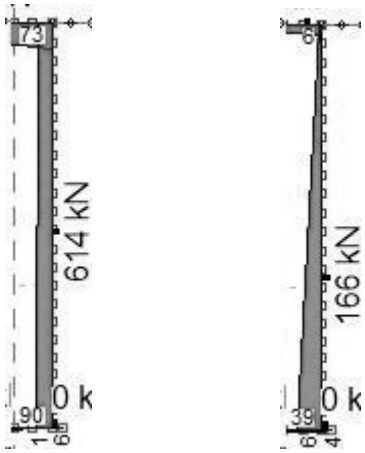
Einfeld-Träger

Wanddicke t_w=	0,20 m
Wandhöhe h =	3,70 m
Auflagertiefe t_1 =	0,24 m
Auflagertiefe t_2 =	0,20 m
l_{eff} =	7,50 m

Bemessungslasten:

Auflagerkräfte aus EDV-Systems (Pos.60). Hier wird die WAT als Linienlager in der FE-Deckenstatik berücksichtigt. Die daraus folgenden Auflagerkräfte (Lastfälle 20/21 LWL Gk/Qk ohne Aufstockung) können herangezogen werden.

Nebenberechnung wird durchgeführt, um die Auflägerkräfte zu berechnen.

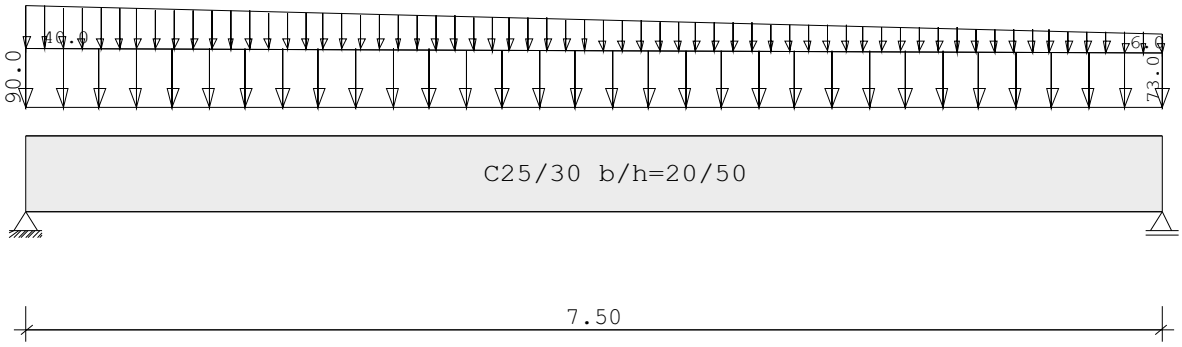


durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)

Maßstab 1 : 50



Stahlbetonträger C25/30 E = 31000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12							
System	Länge	Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	7.50	konstant			20.0	50.0		

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L

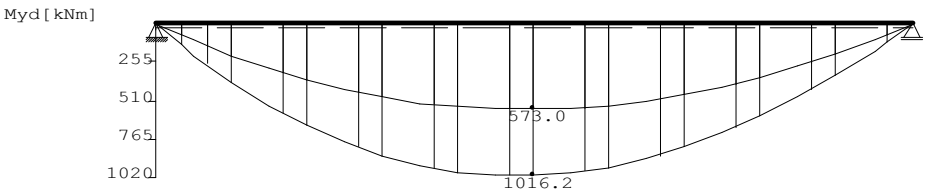
Feld	Typ	EG	Gr	g_l/r	q_l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	4	C		90.00 73.00	40.00 6.00	1.00	0.00	7.50		

Einwirkungen:						
Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	316.25	107.50	0.00	423.75	423.75	316.25
2	295.00	65.00	0.00	360.00	360.00	295.00
Summe:	611.25	172.50	0.00	783.75	783.75	611.25

Maßstab 1 : 75



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

L=			7,50 m
$F_{Ed,A}$=	1,35*317,0+1,5*108,0	=	590 kN
$F_{Ed,B}$=	1,35*295+1,5*65	=	496 kN
$M_{Ed,F}$ =			1017 kNm

Bemessung im GZT

Kräfte an Zug-, und Druckstrebe

Annahme Θ =			60,0 °
$F_{td,A}$ =	$F_{Ed,A}$ /TAN(Θ)	=	340,6 kN
$F_{cd,A}$ =	$F_{Ed,A}$ / SIN(Θ)	=	681,3 kN
$F_{td,B}$ =	$F_{Ed,B}$ / TAN(Θ)	=	286,4 kN
$F_{cd,B}$ =	$F_{Ed,B}$ / SIN(Θ)	=	572,7 kN

Biegebemessung im Feld

h/l_{eff}		=	0,5 < 1
z_F=	0,3*h*(3,0-h/l_{eff})	=	2,78 m
$F_{td,F}$ =	$M_{Ed,F}$ / z_F	=	365,8 kN
$A_{s,F,erf}$ =	$M_{Ed,F}/(z_F*43,5)$	=	8,4 cm²

Feldbewehrung gew. 8 ∅ 14 in 4 Lagen

As,vorh= 12,30 cm²



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Querkraftbemessung

Bemessungsquerkraft

$V_{Ed,C}$ = FEd,A = 590,0 kN

Bemessung:

Betondruckspannung im Schwerpunkt infolge Normalkraft und/oder Vorspannung; hier N_{Ed} = 0;

σ_{cp} = 0,00 N/mm²

d = z_F*100 = 278,00 cm

k = $MIN(1+\sqrt{\frac{200}{d*10}};2)$ = 1,27

ρ_1 = $MIN(\frac{A_{s,F,erf}}{t_w*d*10^2};0{,}02)$ = $1{,}5*10^{-3}$

$C_{Rd,c}$ = 0,15 /1,5 = 0,10

a) Ermittlung des Bemessungswertes für den Querkraftwiderstand $V_{Rd,c}$

$V_{Rd,c}$ = $\left(C_{Rd,c}*k*\sqrt[3]{100*\rho_1*fck}+0{,}12*\sigma_{cp}\right)*t_w*d*10$ = 109,70 kN

b) Mindestwert der Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,c,min}$:

κ_1 = WENN(d≤0,6;0,0525;WENN(d>0,8;0,0375;zwischenwert)) = 0,0375

v_{min} = $\left(\frac{\kappa_1}{1{,}5}\right)*\sqrt{k^3}*\sqrt{25}$ = 0,1789 MN/m²

$V_{Rd,c,min}$ = $(v_{min}+0{,}12*\sigma_{cp})*0{,}20*d*10$ = 99,5 kN

c) für Nachweis maßgebend:

$V_{Rd,c}$ = $MAX(V_{Rd,c};V_{Rd,c,min})$ = 109,7 kN

$V_{Ed,C}$ / $V_{Rd,c}$ = **5,38 ≤ 1**

Querkraftbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mindestbewehrung unter α = 90° :

$\rho_{w,min}$ =	$0{,}16 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$	=	$0{,}83*10^{-3}$
min_a_{sw} =	$\rho_{w,min}$ * 20*10² * SIN(90)	=	**1,66 cm²/m**
d_s =	GEW("ec2_de/AsFläche"; ds;)	=	8 mm
a_s =	GEW("ec2_de/AsFläche";Bez;d_s=d_s;a_s≥min_a_{sw} / 2)	=	Ø 8 / e = 15
$a_{sw,vorh}$=	2 * TAB("ec2_de/AsFläche"; as; Bez=a_s)	=	6,70 cm²/m
min_a_{sw} / $a_{sw,vorh}$		=	**0,25 < 1**

Querkrafttraganteil des Betonquerschnitts

$V_{Rd,cc}$ =	$0{,}5*0{,}48*fck^{(1/3)}*0{,}25*z_F*10^3$	=	487,7 kN

Der Winkel Θ ist zu begrenzen auf $1 \le \cot\Theta \le 3{,}0$

cotΘ =	$\frac{1{,}2}{(1 - V_{Rd,cc} / V_{Ed,C})}$	=	6,92 ≤ 3
cotΘ =	WENN(cotΘ<1;1;WENN(cotΘ>3;3;cotΘ))	=	3,00
Θ =	ATAN(1 / cotΘ)	=	18 °

gewählt:

Θ =			45,00 °

Bemessungswert der maximalen Querkrafttragfähigkeit (Querkraftwiderstand) $V_{Rd,max}$:

$V_{Rd,max}$ =	1000 *0,25 * z_F * 0,75 * fcd / (1/TAN(Θ)+TAN(Θ))	=	3693,1 kN
$V_{Ed,C}/V_{Rd,max}$		=	**0,16 < 1**

Nachweis der Zugstrebe (Querkraftbewehrung):

f_{ywd} =	f_{yk} / 1,15	=	434,8 kN
a_{sw} =	$10 * \frac{V_{Ed,C}}{f_{ywd} * \frac{1}{\tan(\Theta)} * z_F}$	=	**4,88 cm²/m**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mindestbewehrung (bei Balken immer erforderlich)

f_{ctm} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton)	=	2,60 N/mm²
$\rho_{w,min}$ =	$0{,}16 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$	=	$0{,}83*10^{-3}$

gewählt: Bügel 90° mit sin α = 1

min_a_{sw} =	$\rho_{w,min} * 10^2 * 20$	=	**1,66 cm²/m**
$a_{sw,erf}$ =	MAX(a_{sw} ; min_a_{sw})	=	**4,88 cm²/m**

gewählt:

d_s =	GEW("ec2_de/AsFläche"; ds;)	=	8 mm
a_s =	GEW("ec2_de/AsFläche";Bez;d_s=d_s;a_s≥$a_{sw,erf}$ / 2)	=	**∅ 8 / e = 15**
$a_{sw,vorh}$=	2 * TAB("ec2_de/AsFläche"; as; Bez=a_s)	=	6,70 cm²/m
$a_{sw,erf}$ / $a_{sw,vorh}$		=	**0,73 < 1**

Rissbreitennachweis

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC1 mit w_{max} = 0,4 mm

gewählt: Horizontal je Seite ∅ 8 / 12 cm

gew. vertikal: ø8/15 beideseitig +Steckbügel ∅ 8/15
horizontral: ø8/12 beideseitig



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis Betondruckspannung am Endauflager

Für Auflagerung auf Wand 24cm

Lagerpressungen σ_{cA}

Wanddicke t_w= 0,20 m

t_1= 0,24 m

$\sigma_{cA} = F_{Ed,A} * \frac{10^{-3}}{t_w * t_1}$ = 12,3 MN/m²

$\sigma_{Rd,max} = 0,75 * f_{cd}$ = 10,6 MN/m²

$\sigma_{cA} / \sigma_{Rd,max}$ = **1,16 >1**

Anschlussbewehrung erforderlich

Fcd,1= $F_{Ed,A}$-0,75*fcd*1000*tw*t1 = 79,88 kN

erforderliche Druckbewehrung

erf.As= Fcd,1/43,5 = 1,84 cm²

gewählt: 4ø10

Die Wand WAT W21 im 1. OG in Achse E wird mittels Bewehrung an Wand W3 aufgehängt und gelagert.

Anschlussbewehrung

$a_{s,erf}$ = FEd,B / (f_{yd} * 10^{-1}) = 11,40 cm²

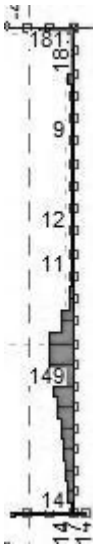
beideseitg: 4ø14

As,vorh= 12,30 cm²

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Aufhängebewehrung

Auflagerkräfte aus EDV-Systems (Pos.60). Hier wird die WAT als Linienlager in der FE-Deckenstatik berücksichtigt. Die daraus folgenden Auflagerkräfte (ständige und vorübergehende Situation) können herangezogen werden.



q_{Ed} = 181,0 kN/m

$a_{s,erf}$ = $q_{Ed} / (f_{yd} * 10^{-1})$ = 4,16 cm²/m

$a_{sw,vorh}$ = 2 *3,35 = 6,70 cm²/m

Querkraftbewehrung wird es abgedeckt



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis Knoten Endauflager

Druck - Zug - Knoten

Für Auflagerung auf Stb.-Wand 20cm

Zusätzliche Angaben:

Betondeckung c =		30 mm
Wanddicke t_w=		0,20 m
Zugbewehrung d_{s1} =		14 mm
Anzahl Bewehrungslagen $n_{E,o}$=		2 Lagen
Anzahl Bewehrungslagen unten $n_{E,u}$=		2 Lagen
Anzahl Eisen je oben Lage $m_{E,o}$=		2 Stück
Anzahl Eisen je unten Lage $m_{E,u}$=		2 Stück
Bügel d_{s4} =		8 mm
n,ges = $m_{E,o} * n_{E,o} + m_{E,u} * n_{E,u}$	=	8 Stück

Auflagerbewehrung gew. 8 ∅ 14 in 4 Lagen

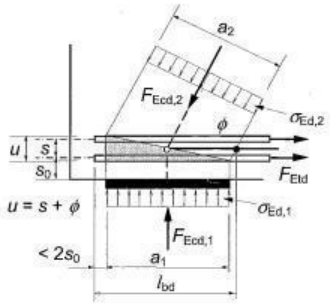


Bild H6-56 – Druck-Zug-Knoten bei geringem Überstand der Bewehrung

Bild aus DAfStb-Heft 600

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Bemessungswert der Druckstrebentragfähigkeit:

$\nu' =$ 1,0

$\sigma_{Rd,max} = 0{,}75 * \nu' * f_{cd}$ = 10,63 N/mm²

Achsabstand erstes Eisen vom Betonrand:

$s_0 =$ $c + (d_{s1} / 2) + d_{s4}$ = 45 mm

Auflagertiefe

$t_2 =$ 0,20 m

$a_1 =$ $t_2 * 1000$ = 200 mm

Überstand Zugbewehrungseisen über Lasteinleitungshinterkante:

$\ddot{u}_{vorh} =$ -c = -30 mm

Abgrenzung Bewehrungsüberstand

$\ddot{u}_{grenz} =$ $2 * s_0$ = 90 mm

$\ddot{u}_{vorh} < \ddot{u}_{grenz}$! --> u_{ges} auf äußeren Abstand der Bewehrungslagen

Mindestabstand der Längseisen untereinander:

$s =$ $MAX(20;d_{s1})$ = 20 mm

Anzahl der Abstände zw. Bewehrungslagen im Verlegebereich der Zuggurtbew.:

$n_E =$ $n_{E,o} + n_{E,u} - 1$ = 3 Stück

Gewählter Abstand der Bewehrungslagen

$s_{gew} =$ **100 mm**

$u =$ $s_{gew} * n_E$ = 300 mm

$\Theta =$ 60,00 °

a_1 = 200 mm

$u_{ges} =$ $(0 * s_0 + 2 * d_{s1} / 2) + u$ = 314 mm

$\ddot{u}_{vorh} < 2 x s_0$ -> $0 x s_0 + 2 x d_{s1}/2$!! / $\ddot{u}_{vorh} \geq 2 x s_0$ -> $2 x s_0 + 0 x d_{s1}$

Annahme für Innenlager (Teilverankerung in Deckenplatte) auf der sicheren Seite

$a_2 =$ $(a_1 + u_{ges} * 1 / TAN(\Theta)) * SIN(\Theta)$ = 330 mm

Ermittlung σ_{c2}

$F_{cd} =$ $F_{Ed,B} / SIN(\Theta)$ = 572,73 kN

$\sigma_{c2} =$ $(F_{cd} * 1000) / (a_2 * t_w * 1000)$ = 8,68 N/mm²

Nachweis der Druckstrebe mit σ_{c2}

durch Vergleichsrechnung geprüft

$\frac{\sigma_{c2}}{\sigma_{Rd,max}}$ = **0,82 < 1**

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Druck - Zug - Knoten

Für Auflagerung auf Stb.-Wand 24cm

Zusätzliche Angaben:

Betondeckung c =		30 mm
Wanddicke t_w=		0,20 m
Zugbewehrung d_{s1} =		14 mm
Anzahl Bewehrungslagen $n_{E,o}$=		2 Lagen
Anzahl Bewehrungslagen unten $n_{E,u}$=		2 Lagen
Anzahl Eisen je oben Lage $m_{E,o}$=		2 Stück
Anzahl Eisen je unten Lage $m_{E,u}$=		2 Stück
Bügel d_{s4} =		8 mm
n,ges = $m_{E,o} * n_{E,o} + m_{E,u} * n_{E,u}$	=	8 Stück

Auflagerbewehrung gew. 8 ∅ 14 in 4 Lagen

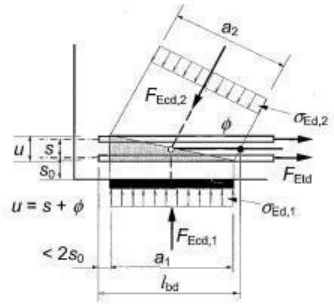


Bild H6-56 – Druck-Zug-Knoten bei geringem Überstand der Bewehrung

Bild aus DAfStb-Heft 600

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Bemessungswert der Druckstrebentragfähigkeit:

$\nu' =$ 1,0

$\sigma_{Rd,max} = 0{,}75 * \nu' * f_{cd}$ = 10,63 N/mm²

Achsabstand erstes Eisen vom Betonrand:

$s_0 =$ $c + (d_{s1} / 2) + d_{s4}$ = 45 mm

Auflagertiefe

$t_2 =$ 0,24 m

$a_1 =$ $t_2 * 1000$ = 240 mm

Überstand Zugbewehrungseisen über Lasteinleitungshinterkante:

$\ddot{u}_{vorh} =$ -c = -30 mm

Abgrenzung Bewehrungsüberstand

$\ddot{u}_{grenz} =$ $2 * s_0$ = 90 mm

$\ddot{u}_{vorh} < \ddot{u}_{grenz}$! --> u_{ges} auf äußeren Abstand der Bewehrungslagen

Mindestabstand der Längseisen untereinander:

$s =$ $MAX(20;d_{s1})$ = 20 mm

Anzahl der Abstände zw. Bewehrungslagen im Verlegebereich der Zuggurtbew.:

$n_E =$ $n_{E,o} + n_{E,u} - 1$ = 3 Stück

Gewählter Abstand der Bewehrungslagen

$s_{gew} =$ 100 mm

$u =$ $s_{gew} * n_E$ = 300 mm

$\Theta =$ 60,00 °

a_1 = 240 mm

$u_{ges} =$ $(0 * s_0 + 2 * d_{s1} / 2) + u$ = 314 mm

$\ddot{u}_{vorh} < 2 x s_0$ -> $0 x s_0 + 2 x d_{s1}/2$!! / $\ddot{u}_{vorh} \geq 2 x s_0$ -> $2 x s_0 + 0 x d_{s1}$

Annahme für Innenlager (Teilverankerung in Deckenplatte) auf der sicheren Seite

$a_2 =$ $(a_1 + u_{ges} * 1 / TAN(\Theta)) * SIN(\Theta)$ = 365 mm

Ermittlung σ_{c2}

$F_{cd} =$ $F_{Ed,A} / SIN(\Theta)$ = 681,27 kN

$\sigma_{c2} =$ $(F_{cd} * 1000) / (a_2 * t_w * 1000)$ = 9,33 N/mm²

Nachweis der Druckstrebe mit σ_{c2} durch Vergleichsrechnung geprüft

$\frac{\sigma_{c2}}{\sigma_{Rd,max}}$ = **0,88 < 1**

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

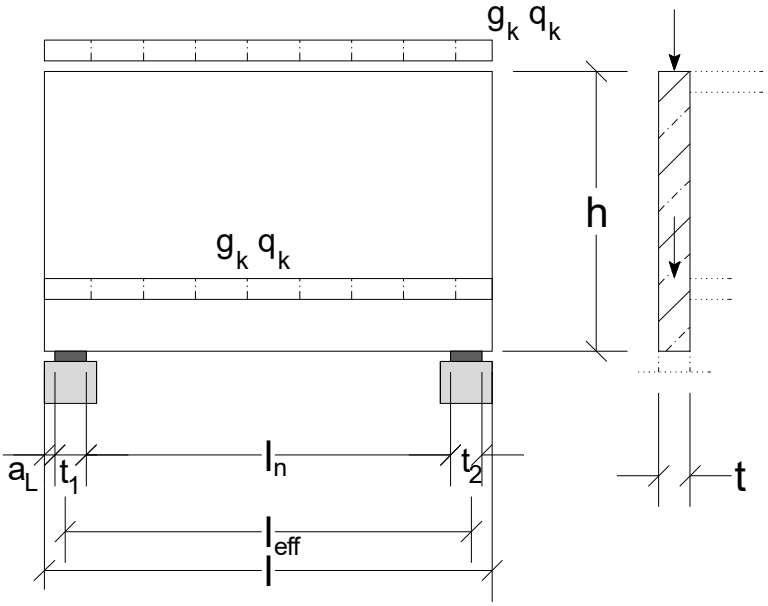
Pos.W22/23 - Stb.-WAT - Wandartiger Träger im 1.OG

C25/30 XC1 h/b = 370/24+50/30 cm

Ein wandartiger Träger ohne Öffnung, Position W22/23, wird in diesem Schnitt nachgewiesen.
Die Decke über EG sowie der Unterzug werden im Bereich des aufstehenden wandartigen Trägers aufgehangen und hierin mitbemessen.

Material

Beton =	GEW("ec2_de/beton_ec2"; Bez;)	=	C25/30
γ_C=			1,50
f_{ck} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fck;Bez=Beton)	=	25,00 N/mm²
α_{cc} =			0,85
f_{cd} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fcd;Bez=Beton)*α_{cc}/0,85	=	14,17 N/mm²
f_{ctm} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton)	=	2,60 N/mm²
$f_{ctk,005}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctk005;Bez=Beton)	=	1,80 N/mm²
f_{ctd} =	$f_{ctk,005}$ / γ_C	=	1,20 N/mm²
Stahl =			B 500
γ_S =			1,15
f_{yk} =			500 N/mm²
f_{yd} =	f_{yk} / γ_S	=	435 N/mm²

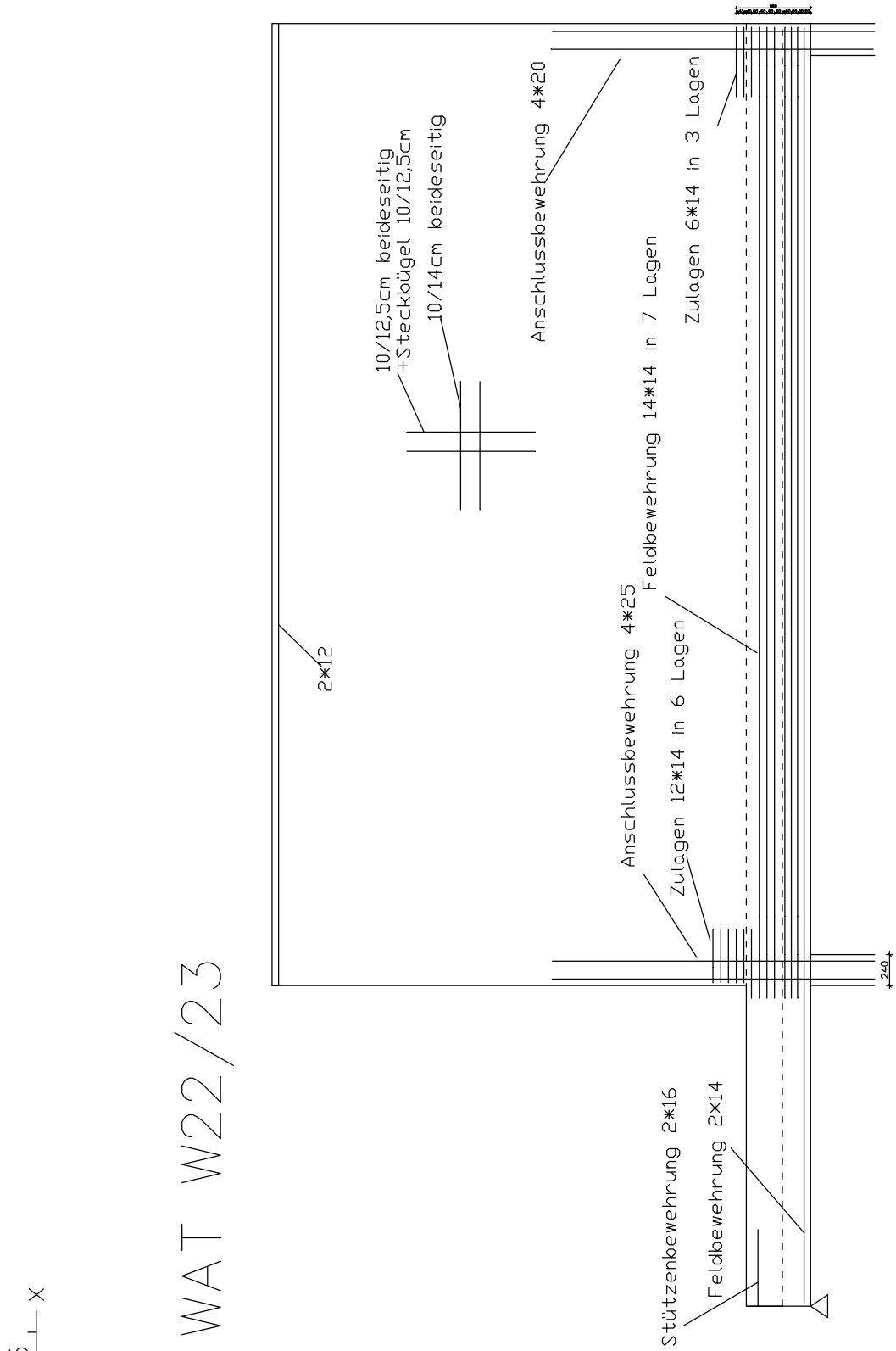


FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

WAT W22/W23

M = 1:50



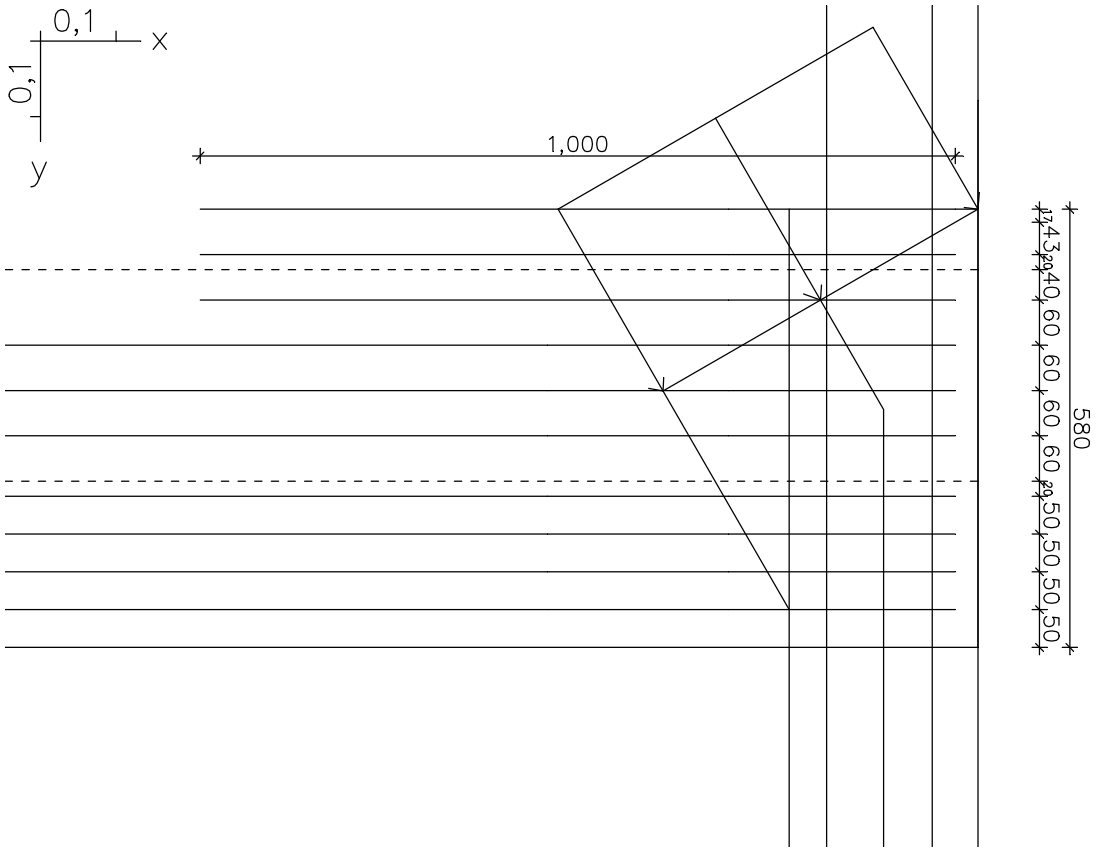
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

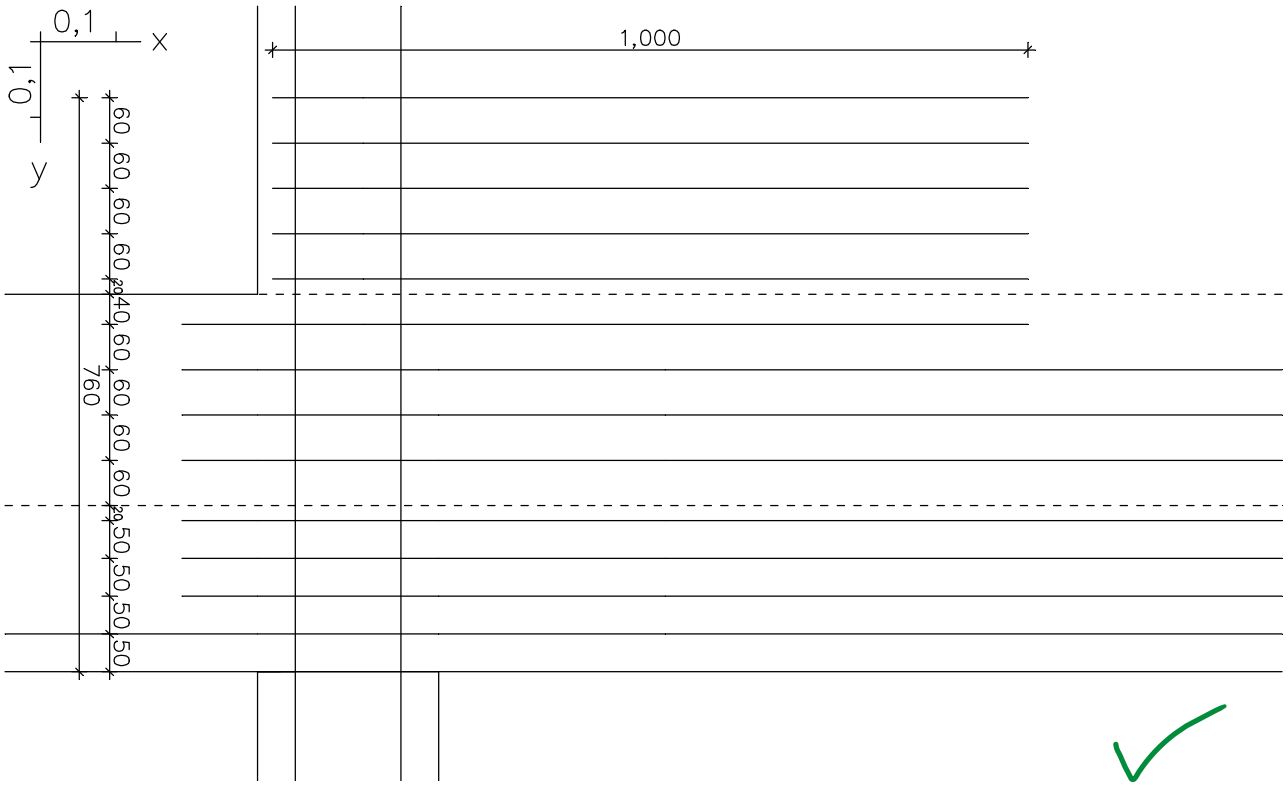
FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

WAT W22/W23 M = 1:



Decke



Decke

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

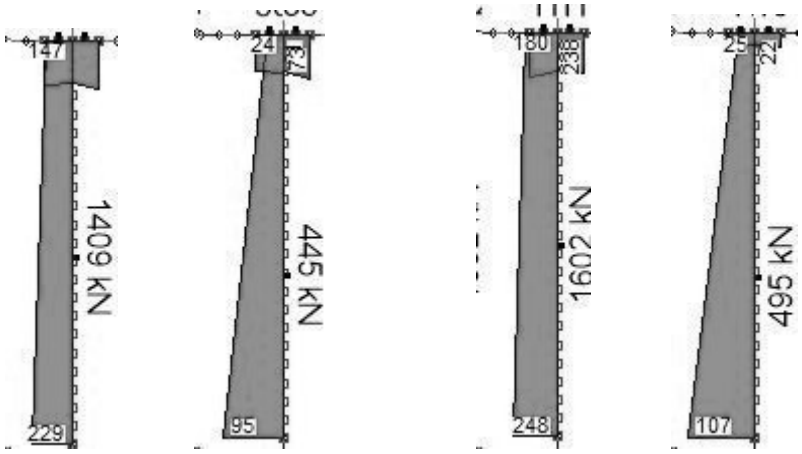
System

Einfeld-Träger

Wanddicke t_w=		0,24 m
Wandhöhe h = 3,70+0,50	=	4,20 m
Auflagertiefe t_1 =		0,24 m
Auflagertiefe t_2 =		0,25 m
l_{eff} =		7,50 m

Bemessungslasten:

Auflagerkräfte aus EDV-Systems (Pos.60). Hier wird die WAT als Linienlager in der FE-Deckenstatik berücksichtigt. Die daraus folgenden Auflagerkräfte (Lastfälle 20/21 LWL Gk/Qk ohne Aufstockung) können herangezogen werden.



Pos.W22 Lastfälle 20 LWL Gk (Bild 1) Pos.W22 Lastfälle 21 LWL Qk (Bild 2)

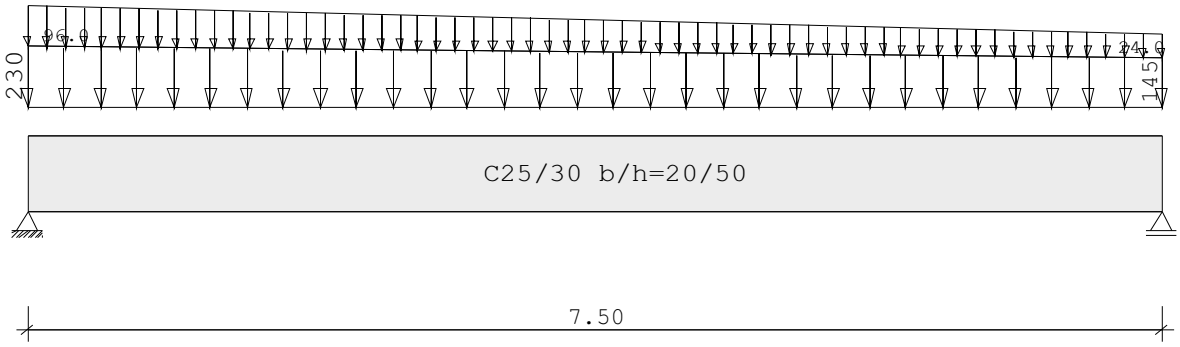
Pos.W23 Lastfälle 20 LWL Gk (Bild 3) Pos.W23 Lastfälle 21 LWL Qk (Bild 4)

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)

Maßstab 1 : 50



Stahlbetonträger C25/30 E = 31000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge	Querschnittswerte					
Feld	L (m)	bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	7.50	konstant		20.0	50.0		

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Feld	Typ	EG	Gr	g_l/r	q_l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	4	C		230.00 145.00	96.00 24.00	1.00	0.00	7.50		

Einwirkungen:

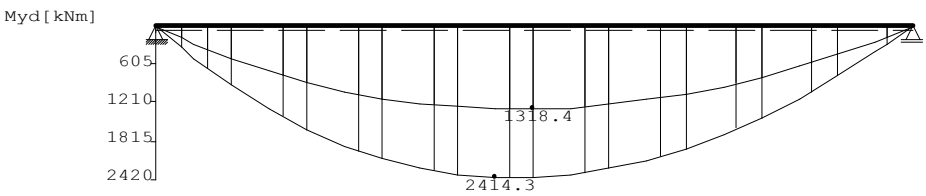
Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Auflagerkräfte (kN)

Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	756.25	270.00	0.00	1026.25	1026.25	756.25
2	650.00	180.00	0.00	830.00	830.00	650.00
Summe:	1406.25	450.00	0.00	1856.25	1856.25	1406.25

Maßstab 1 : 75

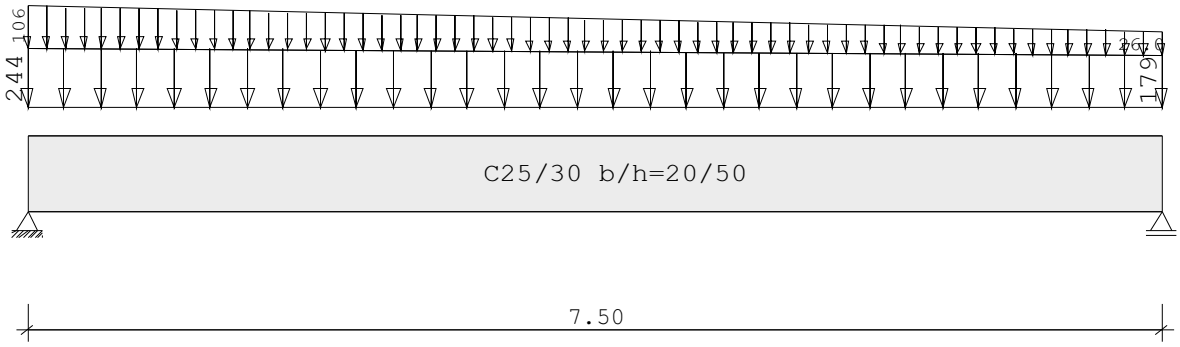


durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)

Maßstab 1 : 50



Stahlbetonträger C25/30 E = 31000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge	Querschnittswerte					
Feld	L (m)	bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	7.50	konstant		20.0	50.0		

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Feld	Typ	EG	Gr	g_l/r	q_l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	4	C		244.00 179.00	106.00 26.00	1.00	0.00	7.50		

Einwirkungen:

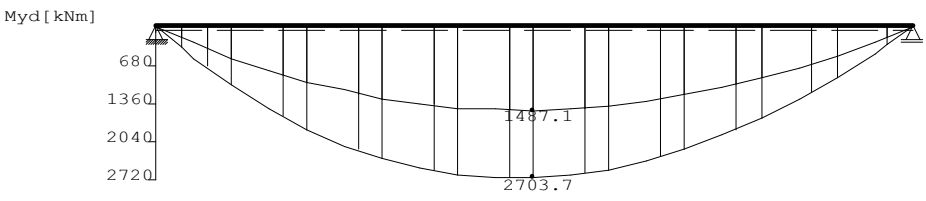
Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Auflagerkräfte (kN)

Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	833.75	297.50	0.00	1131.25	1131.25	833.75
2	752.50	197.50	0.00	950.00	950.00	752.50
Summe:	1586.25	495.00	0.00	2081.25	2081.25	1586.25

Maßstab 1 : 75



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Die Lasten aus Pos.W23 als maßgebend berücksichtigt.

L=			7,50 m
$F_{Ed,A}$=	1,35*845,0+1,5*300,0	=	1591 kN
$F_{Ed,B}$=	1,35*760,0+1,5*200,0	=	1326 kN
$M_{Ed,F}$ =			2733 kNm

Bemessung im GZT

Kräfte an Zug-, und Druckstrebe

Annahme Θ =			60,0 °
$F_{td,A}$ =	$F_{Ed,A}$ /TAN(Θ)	=	918,6 kN
$F_{cd,A}$ =	$F_{Ed,A}$ / SIN(Θ)	=	1837,1 kN
$F_{td,B}$=	$F_{Ed,B}$ / TAN(Θ)	=	765,6 kN
$F_{cd,B}$ =	$F_{Ed,B}$ / SIN(Θ)	=	1531,1 kN

Biegebemessung im Feld

h/l_{eff}		=	0,56 < 1
z_F=	0,3*h*(3-h/l_{eff})	=	3,07 m
$F_{td,F}$ =	$M_{Ed,F}$ / z_F	=	890,2 kN
$A_{s,F,erf}$ =	$M_{Ed,F}/(z_F*43,5)$	=	20,5 cm²

Feldbewehrung gew. 14 ∅ 14 in 7 Lagen

As,vorh= 21,56 cm²

✓

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Querkraftbemessung

Bemessungsquerkraft

$V_{Ed,C}$ = FEd,A = 1591,0 kN

Bemessung:

Betondruckspannung im Schwerpunkt infolge Normalkraft und/oder Vorspannung; hier $N_{Ed} = 0$;

σ_{cp} = 0,00 N/mm²

d = z_F*100 = 307,00 cm

k = $MIN(1 + \sqrt{\frac{200}{d*10}} ; 2)$ = 1,26

ρ_1 = $MIN(\frac{A_{s,F,erf}}{t_w * d * 10^2} ; 0,02)$ = $2,8*10^{-3}$

$C_{Rd,c}$ = 0,15 /1,5 = 0,10

a) Ermittlung des Bemessungswertes für den Querkraftwiderstand $V_{Rd,c}$

$V_{Rd,c} = \left(C_{Rd,c} * k * \sqrt[3]{100 * \rho_1 * fck} + 0,12 * \sigma_{cp}\right) * t_w * d * 10$ = 177,59 kN

b) Mindestwert der Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,c,min}$:

κ_1 = WENN(d≤0,6;0,0525;WENN(d>0,8;0,0375;zwischenwert)) = 0,0375

$v_{min} = \left(\frac{\kappa_1}{1,5}\right) * \sqrt{k^3} * \sqrt{25}$ = 0,1768 MN/m²

$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + 0,12 * \sigma_{cp}) * 0,20 * d * 10$ = 108,6 kN

c) für Nachweis maßgebend:

$V_{Rd,c}$ = $MAX(V_{Rd,c} ; V_{Rd,c,min})$ = 177,6 kN

$V_{Ed,C} / V_{Rd,c}$ = **8,96 ≤ 1**

Querkraftbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mindestbewehrung unter α = 90° :

$\rho_{w,min}$ =	$0{,}16 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$	=	$0{,}83*10^{-3}$
min_a_{sw} =	$\rho_{w,min}$ * 20*10² * SIN(90)	=	**1,66 cm²/m**
d_s =	GEW("ec2_de/AsFläche"; ds;)	=	8 mm
a_s =	GEW("ec2_de/AsFläche";Bez;d_s=d_s;a_s≥min_a_{sw} / 2)	=	Ø 8 / e = 15
$a_{sw,vorh}$=	2 * TAB("ec2_de/AsFläche"; as; Bez=a_s)	=	6,70 cm²/m
min_a_{sw} / $a_{sw,vorh}$		=	**0,25 < 1**

Querkrafttraganteil des Betonquerschnitts

$V_{Rd,cc}$ =	$0{,}5*0{,}48*fck^{(1/3)}*0{,}25*z_F*10^3$	=	538,6 kN

Der Winkel Θ ist zu begrenzen auf $1 \le \cot\Theta \le 3{,}0$

$\cot\Theta$ =	$\frac{1{,}2}{(1 - V_{Rd,cc} / V_{Ed,C})}$	=	1,81 ≤ 3
$\cot\Theta$ =	WENN(cotΘ<1;1;WENN(cotΘ>3;3;cotΘ))	=	1,81
Θ =	ATAN(1 / cotΘ)	=	29 °

gewählt:

Θ =			45,00 °

Bemessungswert der maximalen Querkrafttragfähigkeit (Querkraftwiderstand) $V_{Rd,max}$:

$V_{Rd,max}$ =	1000 *0,25 * z_F * 0,75 * fcd / (1/TAN(Θ)+TAN(Θ))	=	4078,3 kN
$V_{Ed,C}/V_{Rd,max}$		=	**0,39 < 1**

Nachweis der Zugstrebe (Querkraftbewehrung):

f_{ywd} =	f_{yk} / 1,15	=	434,8 kN
a_{sw} =	$10 * \frac{V_{Ed,C}}{f_{ywd} * \frac{1}{\tan(\Theta)} * z_F}$	=	**11,92 cm²/m**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mindestbewehrung (bei Balken immer erforderlich)

f_{ctm} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton)	=	2,60 N/mm²
$\rho_{w,min}$ =	$0{,}16 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$	=	$0{,}83*10^{-3}$

gewählt: Bügel 90° mit sin α = 1

min_a_{sw} =	$\rho_{w,min} * 10^2 * 20$	=	**1,66 cm²/m**
$a_{sw,erf}$ =	MAX(a_{sw} ; min_a_{sw})	=	**11,92 cm²/m**

gewählt:

d_s =	GEW("ec2_de/AsFläche"; ds;)	=	10 mm
a_s =	GEW("ec2_de/AsFläche";Bez;d_s=d_s;a_s≥$a_{sw,erf}$ / 2)	=	**∅ 10 / e = 12.5**
$a_{sw,vorh}$=	2 * TAB("ec2_de/AsFläche"; as; Bez=a_s)	=	12,56 cm²/m
$a_{sw,erf}$ / $a_{sw,vorh}$		=	**0,95 < 1**

Rissbreitennachweis

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC1 mit w_{max} = 0,4 mm

gewählt: Horizontal je Seite ∅ 10 / 14 cm

gew. vertikal: ø10/12,5 beideseitig +Steckbügel ∅ 10 / 12,5

horizontral: ø10/14 beideseitig



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis Betondruckspannung

Für Auflagerung auf Stb.-Stütze 24/30cm

Lagerpressungen σ_{cA}

t_1= 0,24 m

Unterzug t_w= 0,30 m

$\sigma_{cA} = F_{Ed,A} * \frac{10^{-3}}{t_w * t_1}$ = 22,1 MN/m²

$\sigma_{Rd,max} = 0,75 * f_{cd}$ = 10,6 MN/m²

$\sigma_{cA} / \sigma_{Rd,max}$ = **2,08 >1**

Anschlussbewehrung erforderlich

Fcd,1= $F_{Ed,A}$-0,75*fcd*1000*tw*t1 = 825,82 kN

erforderliche Druckbewehrung

erf.As= Fcd,1/43,5 = 18,98 cm²

gewählt: 4ø25

Für Auflagerung auf Stb.-Stütze 25/100cm

Lagerpressungen σ_{cA} (Auflagerung MW-Wand mit Lastausbreitung in Decke)

t_2= 0,25 m

Unterzug t_w= 0,30 m

$\sigma_{cA} = F_{Ed,B} * \frac{10^{-3}}{t_w * t_2}$ = 17,7 MN/m²

$\sigma_{Rd,max} = 0,75 * f_{cd}$ = 10,6 MN/m²

$\sigma_{cA} / \sigma_{Rd,max}$ = **1,67 >1**

Anschlussbewehrung erforderlich

Fcd,1= $F_{Ed,B}$-0,75*fcd*1000*tw*t2 = 528,94 kN

erforderliche Druckbewehrung

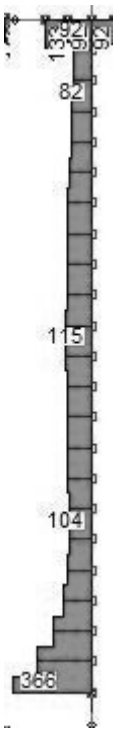
erf.As= Fcd,1/43,5 = 12,16 cm²

gewählt: 4ø20

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Aufhängebewehrung

Auflagerkräfte aus EDV-Systems (Pos.60). Hier wird die WAT als Linienlager in der FE-Deckenstatik berücksichtigt. Die daraus folgenden Auflagerkräfte (ständige und vorübergehende Situation) können herangezogen werden.



q_{Ed} = 366,0 kN/m

$a_{s,erf}$ = $q_{Ed} / (f_{yd} * 10^{-1})$ = 8,41 cm²/m

$a_{sw,vorh}$ = 2 *6,28 = 12,56 cm²/m

Querkraftbewehrung wird es abgedeckt



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Druck - Zug - Knoten

Für Auflagerung auf Stb.-Stütze 24/30cm

Zusätzliche Angaben:

Betondeckung c =		30 mm
Wanddicke t_w=		0,24 m
Unterzug tu=		0,30 m
Zugbewehrung d_{s1} =		14 mm
Anzahl Bewehrungslagen $n_{E,o}$=		6 Lagen
Anzahl Bewehrungslagen unten $n_{E,u}$=		7 Lagen
Anzahl Eisen je oben Lage $m_{E,o}$=		2 Stück
Anzahl Eisen je unten Lage $m_{E,u}$=		2 Stück
Bügel d_{s4} =		10 mm
n,ges = $m_{E,o} * n_{E,o} + m_{E,u} * n_{E,u}$	=	26 Stück

Auflagerbewehrung gew. 26 ∅ 14 in 13 Lagen
(Zugbewehrung ø14/14 in 7 Lagen+ Zulagen ø12/14 in 6 Lagen)

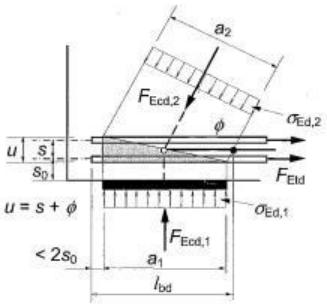


Bild H6-56 – Druck-Zug-Knoten bei geringem Überstand der Bewehrung

Bild aus DAfStb-Heft 600

Bemessungswert der Druckstrebentragfähigkeit:

ν' =		1,0
$\sigma_{Rd,max}$ = 0,75 * ν' * f_{cd}	=	10,63 N/mm²

Achsabstand erstes Eisen vom Betonrand:

s_0 = c + (d_{s1} / 2) + d_{s4}	=	47 mm

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Auflagertiefe

t_1= 0,24 m

a_1 = t_1 * 1000 = 240 mm

Überstand Zugbewehrungseisen über Lasteinleitungshinterkante:

$ü_{vorh}$ = -c = -30 mm

Abgrenzung Bewehrungsüberstand

$ü_{grenz}$ = 2 * s_0 = 94 mm

$ü_{vorh}$ < $ü_{grenz}$! --> u_{ges} auf äußeren Abstand der Bewehrungslagen

Mindestabstand der Längseisen untereinander:

s = MAX(20;d_{s1}) = 20 mm

Anzahl der Abstände zw. Bewehrungslagen im Verlegebereich der Zuggurtbew.:

n_E = $n_{E,o}$ + $n_{E,u}$ -1 = 12 Stück

Gewählter Abstand der Bewehrungslagen (Siehe Bild)

s_{gew}= 60 mm

u= 710 mm

Θ= 60,00 °

a_1 = 240 mm

u_{ges}= (0 * s_0 + 2* d_{s1}/ 2) + u = 724 mm

$ü_{vorh}$ < 2xs_0 ->0xs_0 + 2 xd_{s1}/2 !! / $ü_{vorh}$ ≥ 2xs_0 ->2 x s_0 + 0 x d_{s1}

Annahme für Innenlager (Teilverankerung in Deckenplatte) auf der sicheren Seite

a_2 = (a_1 + u_{ges} * 1 / TAN(Θ)) * SIN(Θ) = 570 mm

Ermittlung σ_{c2}

F_{cd} = $F_{Ed,A}$ / SIN(Θ) = 1837,13 kN

σ_{c2} = (F_{cd} * 1000) / (a_2*t_u * 1000) = 10,74 N/mm²

Nachweis der Druckstrebe mit σ_{c2}

$$\frac{\sigma_{c2}}{\sigma_{Rd,max}} = \underline{\mathbf{1,0 < 1}}$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium, Bismarckstraße 53, 46047 Oberhausen
Statische Berechnung LP4

Druck - Zug - Knoten

Für Auflagerung auf Stb.-Wand 25cm

Zusätzliche Angaben:

Betondeckung c =		30 mm
Wanddicke t_w=		0,24 m
Unterzug tu=		0,30 m
Zugbewehrung d_{s1} =		14 mm
Anzahl Bewehrungslagen $n_{E,o}$=		3 Lagen
Anzahl Bewehrungslagen unten $n_{E,u}$=		7 Lagen
Anzahl Eisen je oben Lage $m_{E,o}$=		2 Stück
Anzahl Eisen je unten Lage $m_{E,u}$=		2 Stück
Bügel d_{s4} =		10 mm
n,ges = $m_{E,o} * n_{E,o} + m_{E,u} * n_{E,u}$	=	20 Stück

Auflagerbewehrung gew. 20 ∅ 14 in 10 Lagen
(Zugbewehrung ø14/14 in 7 Lagen+ Zulagen ø6/14 in 3 Lagen)

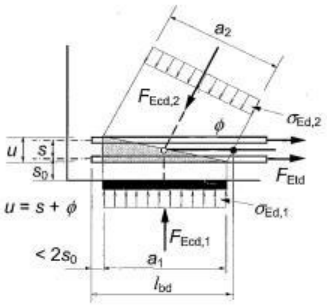


Bild H6-56 – Druck-Zug-Knoten bei geringem Überstand der Bewehrung

Bild aus DAfStb-Heft 600

Bemessungswert der Druckstrebentragfähigkeit:

ν' =		1,0
$\sigma_{Rd,max}$ = $0,75 * \nu' * f_{cd}$	=	10,63 N/mm²

Achsabstand erstes Eisen vom Betonrand:

s_0 = $c + (d_{s1} / 2) + d_{s4}$	=	47 mm

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Auflagertiefe

t_1= 0,25 m

a_1 = t_1 * 1000 = 250 mm

Überstand Zugbewehrungseisen über Lasteinleitungshinterkante:

$ü_{vorh}$ = -c = -30 mm

Abgrenzung Bewehrungsüberstand

$ü_{grenz}$ = 2 * s_0 = 94 mm

$ü_{vorh}$ < $ü_{grenz}$! --> u_{ges} auf äußeren Abstand der Bewehrungslagen

Mindestabstand der Längseisen untereinander:

s = MAX(20;d_{s1}) = 20 mm

Anzahl der Abstände zw. Bewehrungslagen im Verlegebereich der Zuggurtbew.:

n_E = $n_{E,o}$ + $n_{E,u}$ -1 = 9 Stück

Gewählter Abstand der Bewehrungslagen

s_{gew}= 60 mm

u= 530 mm

Θ= 60,00 °

a_1 = 250 mm

u_{ges}= (0 * s_0 + 2* d_{s1}/ 2) + u = 544 mm

$ü_{vorh}$ < 2xs_0 ->0xs_0 + 2 xd_{s1}/2 !! / $ü_{vorh}$ ≥ 2xs_0 ->2 x s_0 + 0 x d_{s1}

Annahme für Innenlager (Teilverankerung in Deckenplatte) auf der sicheren Seite

a_2 = (a_1 + u_{ges} * 1 / TAN(Θ)) * SIN(Θ) = 489 mm

Ermittlung σ_{c2}

V_{Ed} = FEd,B = 1326,0 kN

F_{cd} = V_{Ed} / SIN(Θ) = 1531,13 kN

σ_{c2} = (F_{cd} * 1000) / ((a_2*tu) * 1000) = 10,44 N/mm²

Nachweis der Druckstrebe mit σ_{c2}

$$\frac{\sigma_{c2}}{\sigma_{Rd,max}} = \underline{\mathbf{0,98 < 1}}$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Verankerung der Längsbewehrung am Endauflager:

Nach DAfStb wird die Verankerungslänge für 80% der Zugkraft im Feld bestimmt.

Verhältnis As,erf/As,vorh:

As,erf =			20,5 cm²
As,vorh =			21,56 cm²
η =	As,erf / As,vorh	=	0,95

Zu verankernde Zugkraft:

Fz =	$M_{Ed,F} / z_F * 0,8 * \eta$	=	676,6 kN

De Auflagerlänge beträgt:

t2 = 25,0 cm

1x Ø 14 gerade Stäbe mit 25 cm Auflager kann folgende Zugkraft verankern:

Fz,14 = 44,40 kN

Ø 14 Schlaufen mit 25 cm Auflager kann folgende Zugkraft verankern:

Fz,14,Schlaufen= 126,80 kN

Fz,vorh =	**126,8+14* Fz,14**	=	**748,4 kN > Fz**

Zusätzliche Schlaufen 2ø14 sind erforderlich.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

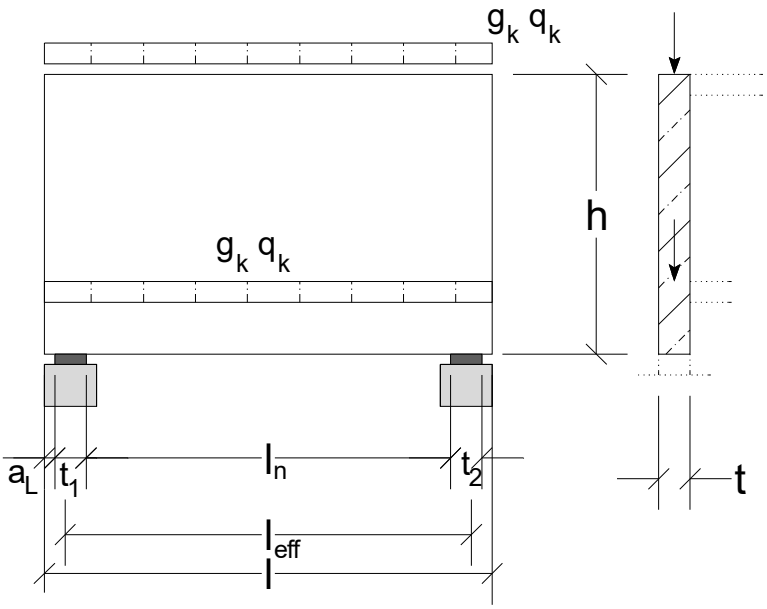
Pos. 1-W24 - Stb.-WAT - Wandartiger Träger im 1.OG

C25/30 XC1 h/b = 370/20+90/25 cm

Ein wandartiger Träger ohne Öffnung, Position W24, wird in diesem Schnitt nachgewiesen.
Die Decke über EG sowie der Unterzug werden im Bereich des aufstehenden wandartigen Trägers aufgehangen und hierin mitbemessen.

Material

Beton =	GEW("ec2_de/beton_ec2"; Bez;)	=	C25/30
γ_C=			1,50
f_{ck} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fck;Bez=Beton)	=	25,00 N/mm²
α_{cc} =			0,85
f_{cd} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fcd;Bez=Beton)*α_{cc}/0,85	=	14,17 N/mm²
f_{ctm} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton)	=	2,60 N/mm²
$f_{ctk,005}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctk005;Bez=Beton)	=	1,80 N/mm²
f_{ctd} =	$f_{ctk,005}$ / γ_C	=	1,20 N/mm²
Stahl =			B 500
γ_S =			1,15
f_{yk} =			500 N/mm²
f_{yd} =	f_{yk} / γ_S	=	435 N/mm²



FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

WAT

M = 1:50

y WAT W24 x

0,5 0,5

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

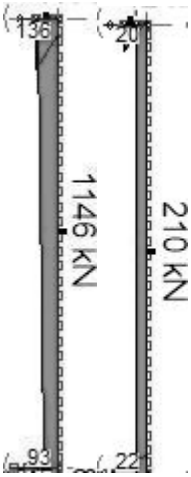
System

Zweifeld - Träger

Wanddicke t_w=			0,20 m
Wandhöhe h =	3,70+0,90	=	4,60 m
l_{eff} =			5,00 m

Bemessungslasten:

Schnittgrößen aus EDV-Systems (Pos.60). Hier wird die WAT als Linienlager in der FE-Deckenstatik berücksichtigt. Die daraus folgenden Schnittgrößen können herangezogen werden.



L=			10,00 m
$M_{Ed,F}$ =			390 kNm
$M_{Ed,S}$ =			582 kNm
$F_{Ed,A}$=			405 kN
$F_{Ed,B}$=	1,35*716+1,5*132	=	1165 kN
$F_{Ed,B,r}$=			605 kN

Bemessung im GZT

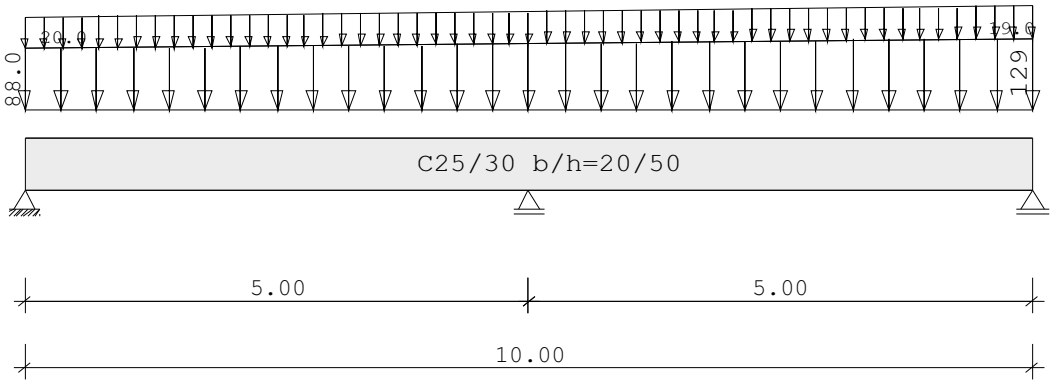
Kräfte an Zug-, und Druckstrebe

Annahme Θ =			60,0 °
$F_{td,A}$ =	$F_{Ed,A}$ /TAN(Θ)	=	233,8 kN
$F_{cd,A}$ =	$F_{Ed,A}$ / SIN(Θ)	=	467,7 kN
$F_{td,B,r}$ =	$F_{Ed,B,r}$ / TAN(Θ)	=	349,3 kN
$F_{cd,B,r}$ =	$F_{Ed,B,r}$ / SIN(Θ)	=	698,6 kN

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)
Maßstab 1 : 75



Stahlbetonträger über 2 Felder C25/30 E = 31000 N/mm2
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge		Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	5.00	konstant			20.0	50.0		
2	5.00	konstant			20.0	50.0		

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc		ausPOS	Phi
4	C		0.00	88.00 129.00	20.00 19.00	1.00	0.00	10.00		

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum (kNm , kN)

Feld			Mf	M li	M re	V li	V re
1	x0 =	1.90	204.59	0.00	-369.90	212.69	-377.31
2	x0 =	3.06	268.59	-369.17	0.00	410.50	-279.50

Stützmomente Maximum (kNm , kN)

Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	212.69	212.69	163.25
2	-400.00	-400.00	-383.33	416.67	800.00	678.13
3	0.00	0.00	-279.50	0.00	279.50	231.44

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

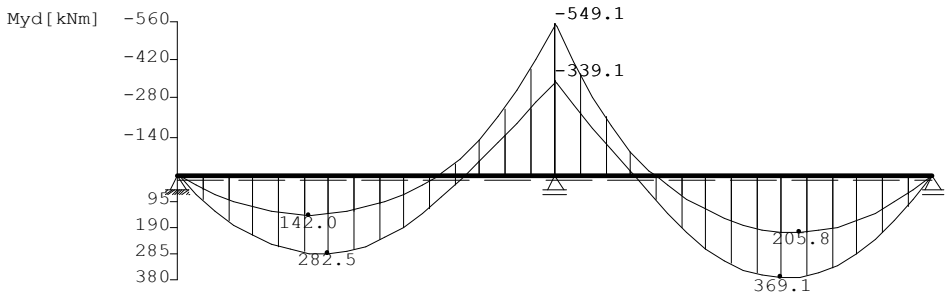
Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	169.27	43.42	-6.02	206.67	212.69	163.25
2	678.13	121.88	0.00	800.00	800.00	678.13
3	237.60	41.90	-6.17	273.33	279.50	231.44
Summe:	1085.00	207.19	-12.19	1280.00	1292.19	1072.81

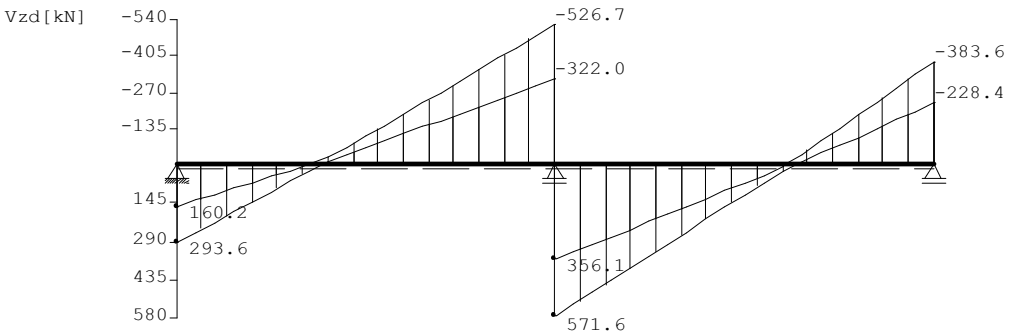
Ergebnisse für γ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwert $\gamma G * K_{Fi} = 1.35$ über Trägerlänge konstant

Feldmomente Maximum						(kNm , kN)
Feld		Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 = 1.91	283.18	0.00	-503.98	293.64	-517.67
2	x0 = 3.06	369.41	-502.89	0.00	562.33	-383.61

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	293.64	293.64	160.24
2	-549.14	-549.14	-526.70	571.58	1098.28	678.13
3	0.00	0.00	-383.61	0.00	383.61	228.35

Maßstab 1 : 100





durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Biegebemessung im Feld

h/l_{eff}		=	0,92 < 1
z_F=	0,5*h*(1,9-h/l_{eff})	=	2,25 m
$F_{td,F}$ =	$M_{Ed,F}$ / z_F	=	173,3 kN
$A_{s,F,erf}$ =	$M_{Ed,F}$/(z_F*43,5)	=	4,0 cm²

Feldbewehrung gew. 2 ∅ 16 in 1 Lagen

As,vorh= 4,02 cm²

Biegebemessung im Stützenbereich

h/l_{eff}		=	0,92 < 1
z_s=	0,5*h*(1,9-h/l_{eff})	=	2,25 m
$F_{td,s}$ =	$M_{Ed,S}$ / z_s	=	258,7 kN
$A_{s,F,erf}$ =	$M_{Ed,S}$/(z_s*43,5)	=	5,9 cm²

Stützenbewehrung gew. 2 ∅ 20 in 1 Lagen

As,vorh= 6,28 cm²



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Querkraftbemessung

Bemessungsquerkraft

$V_{Ed,C}$ = FEd,B,r = 605,0 kN

Bemessung:

Betondruckspannung im Schwerpunkt infolge Normalkraft und/oder Vorspannung; hier $N_{Ed} = 0$;

σ_{cp} = 0,00 N/mm²

d = z_F*100 = 225,00 cm

k = $MIN(1 + \sqrt{\frac{200}{d*10}} ; 2)$ = 1,30

ρ_1 = $MIN(\frac{A_{s,F,erf}}{t_w * d * 10^2} ; 0,02)$ = $1,3*10^{-3}$

$C_{Rd,c}$ = 0,15 /1,5 = 0,10

a) Ermittlung des Bemessungswertes für den Querkraftwiderstand $V_{Rd,c}$

$V_{Rd,c} = \left(C_{Rd,c} * k * \sqrt[3]{100*\rho_1 * fck} + 0,12 * \sigma_{cp}\right) * t_w * d * 10$ = 86,65 kN

b) Mindestwert der Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,c,min}$:

κ_1 = WENN(d≤0,6;0,0525;WENN(d>0,8;0,0375;zwischenwert)) = 0,0375

$v_{min} = \left(\frac{\kappa_1}{1,5}\right) * \sqrt{k^3} * \sqrt{25}$ = 0,1853 MN/m²

$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + 0,12 * \sigma_{cp}) * 0,20 * d * 10$ = 83,4 kN

c) für Nachweis maßgebend:

$V_{Rd,c}$ = $MAX(V_{Rd,c} ; V_{Rd,c,min})$ = 86,7 kN

$V_{Ed,C} / V_{Rd,c}$ = **6,98 ≤ 1**

Querkraftbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mindestbewehrung unter α = 90° :

$\rho_{w,min}$ =	$0{,}16 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$	=	$0{,}83*10^{-3}$
min_a_{sw} =	$\rho_{w,min}$ * 20*10² * SIN(90)	=	**1,66 cm²/m**
d_s =	GEW("ec2_de/AsFläche"; ds;)	=	8 mm
a_s =	GEW("ec2_de/AsFläche";Bez;d_s=d_s;a_s≥min_a_{sw} / 2)	=	Ø 8 / e = 15
$a_{sw,vorh}$=	2 * TAB("ec2_de/AsFläche"; as; Bez=a_s)	=	6,70 cm²/m
min_a_{sw} / $a_{sw,vorh}$		=	**0,25 < 1**

Querkrafttraganteil des Betonquerschnitts

$V_{Rd,cc}$ =	$0{,}5*0{,}48*fck^{(1/3)}*0{,}25*z_F*10^3$	=	394,7 kN

Der Winkel Θ ist zu begrenzen auf $1 \le \cot\Theta \le 3{,}0$

cotΘ =	$\frac{1{,}2}{(1 - V_{Rd,cc} / V_{Ed,C})}$	=	3,45 ≤ 3
cotΘ =	WENN(cotΘ<1;1;WENN(cotΘ>3;3;cotΘ))	=	3,00
Θ =	ATAN(1 / cotΘ)	=	18 °

gewählt:

Θ =			45,00 °

Bemessungswert der maximalen Querkrafttragfähigkeit (Querkraftwiderstand) $V_{Rd,max}$:

$V_{Rd,max}$ =	1000 *0,25 * z_F * 0,75 * fcd / (1/TAN(Θ)+TAN(Θ))	=	2989,0 kN
$V_{Ed,C}/V_{Rd,max}$		=	**0,20 < 1**

Nachweis der Zugstrebe (Querkraftbewehrung):

f_{ywd} =	f_{yk} / 1,15	=	434,8 kN
a_{sw} =	$10 * \frac{V_{Ed,C}}{f_{ywd} * \frac{1}{\tan(\Theta)} * z_F}$	=	**6,18 cm²/m**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mindestbewehrung (bei Balken immer erforderlich)

f_{ctm} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton)	=	2,60 N/mm²
$\rho_{w,min}$ =	$0{,}16 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$	=	$0{,}83*10^{-3}$

gewählt: Bügel 90° mit sin α = 1

min_a_{sw} =	$\rho_{w,min} * 10^2 * 20$	=	**1,66 cm²/m**
$a_{sw,erf}$ =	MAX(a_{sw} ; min_a_{sw})	=	**6,18 cm²/m**

gewählt:

d_s =	GEW("ec2_de/AsFläche"; ds;)	=	8 mm
a_s =	GEW("ec2_de/AsFläche";Bez;d_s=d_s;a_s≥$a_{sw,erf}$ / 2)	=	**∅ 8 / e = 15**
$a_{sw,vorh}$=	2 * TAB("ec2_de/AsFläche"; as; Bez=a_s)	=	6,70 cm²/m
$a_{sw,erf}$ / $a_{sw,vorh}$		=	**0,92 < 1**

Rissbreitennachweis

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC1 mit w_{max} = 0,4 mm

gewählt: Horizontal je Seite ∅ 8 / 12 cm

gew. vertikal: ø8/15 beideseitig +Steckbügel ∅ 8/15
horizontral: ø8/12 beideseitig

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis Betondruckspannung am Endauflager

Für Auflagerung auf Stb.-Stütze 25/55cm

Lagerpressungen σ_{cA}

t_1= 0,55 m

Unterzug t_w= 0,25 m

$\sigma_{cA} = F_{Ed,A} * \frac{10^{-3}}{t_w * t_1}$ = 2,9 MN/m²

$\sigma_{Rd,max} = 0,75 * f_{cd}$ = 10,6 MN/m²

$\sigma_{cA} / \sigma_{Rd,max}$ = **0,27 < 1**

Anschlussbewehrung nicht erforderlich

Nachweis Betondruckspannung am Zwischenauflager

Für Auflagerung auf Stb.-Stütze 25/95cm

Lagerpressungen σ_{cA}

t_1= 0,95 m

$\sigma_{cA} = F_{Ed,B} * \frac{10^{-3}}{t_w * t_1}$ = 4,9 MN/m²

$\sigma_{Rd,max} = 0,75 * f_{cd}$ = 10,6 MN/m²

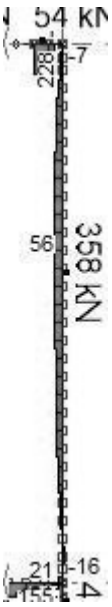
$\sigma_{cA} / \sigma_{Rd,max}$ = **0,46 < 1**

Anschlussbewehrung nicht erforderlich

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Aufhängebewehrung



q_{Ed} = 56,0 kN/m

$a_{s,erf}$ = $q_{Ed} / (f_{yd} * 10^{-1})$ = 1,29 cm²/m

$a_{sw,vorh}$ = 2 *3,35 = 6,70 cm²/m

Querkraftbewehrung wird es abgedeckt

durch Vergleichsrechnung
geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis Knoten Endauflager

Druck - Zug - Knoten

Zusätzliche Angaben:

Betondeckung c =			30 mm
Zugbewehrung d_{s1} =			16 mm
Anzahl Bewehrungslagen $n_{E,o}$=			0 Lagen
Anzahl Bewehrungslagen unten $n_{E,u}$=			1 Lagen
Anzahl Eisen je oben Lage $m_{E,o}$=			2 Stück
Anzahl Eisen je unten Lage $m_{E,u}$=			2 Stück
Bügel d_{s4} =			8 mm
n,ges =	$m_{E,o} * n_{E,o} + m_{E,u} * n_{E,u}$	=	2 Stück

Auflagerbewehrung gew. 2 ∅ 16 in 1 Lagen

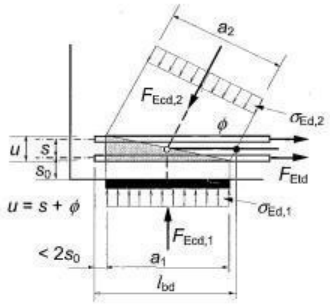


Bild H6-56 – Druck-Zug-Knoten bei geringem Überstand der Bewehrung

Bild aus DAfStb-Heft 600

Bemessungswert der Druckstrebentragfähigkeit:

ν' =			1,0
$\sigma_{Rd,max}$ =	$0,75 * \nu' * f_{cd}$	=	10,63 N/mm²

Achsabstand erstes Eisen vom Betonrand:

s_0 =	$c + (d_{s1} / 2) + d_{s4}$	=	46 mm

Auflagertiefe

t_1=			0,60 m
a_1 =	$t_1 * 1000$	=	600 mm

Überstand Zugbewehrungseisen über Lasteinleitungshinterkante:

$ü_{vorh}$ =	-c	=	-30 mm

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Abgrenzung Bewehrungsüberstand

$ü_{grenz}$ = $2 * s_0$ = 92 mm

$ü_{vorh} < ü_{grenz}$! --> u_{ges} auf äußeren Abstand der Bewehrungslagen

Mindestabstand der Längseisen untereinander:

s = $MAX(20;d_{s1})$ = 20 mm

Anzahl der Abstände zw. Bewehrungslagen im Verlegebereich der Zuggurtbew.:

n_E = $n_{E,o} + n_{E,u} - 1$ = 0 Stück

Gewählter Abstand der Bewehrungslagen

s_{gew}= 40 mm

u= $s_{gew} * n_E$ = 0 mm

Θ= 60,00 °

a_1 = 600 mm

u_{ges}= $(0 * s_0 + 2* d_{s1}/ 2) + u$ = 16 mm

$ü_{vorh} < 2xs_0$ ->$0xs_0 + 2 xd_{s1}/2$!! / $ü_{vorh} \geq 2xs_0$ ->2 x s_0 + 0 x d_{s1}

Annahme für Innenlager (Teilverankerung in Deckenplatte) auf der sicheren Seite

a_2 = $(a_1 + u_{ges} * 1 / TAN(Θ)) * SIN(Θ)$ = 528 mm

Ermittlung $σ_{c2}$

Unterzug tw= 0,25 m

F_{cd} = $F_{Ed,A} / SIN(Θ)$ = 467,65 kN

$σ_{c2}$ = $(F_{cd} * 1000) / (a_2 * t_w * 1000)$ = 3,54 N/mm²

Nachweis der Druckstrebe mit $σ_{c2}$

$\frac{σ_{c2}}{σ_{Rd,max}}$ = **0,33 < 1**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Verankerung der Längsbewehrung am Endauflager:

Nach DAfStb wird die Verankerungslänge für 80% der Zugkraft im Feld bestimmt.

Verhältnis As,erf/As,vorh:

As,erf =			4,00 cm²
As,vorh =			4,02 cm²
η =	As,erf / As,vorh	=	1,00

Zu verankernde Zugkraft:

Fz =	$M_{Ed,F} / z_F * 0,8 * \eta$	=	138,7 kN

De Auflagerlänge beträgt:

t2 =			60,0 cm

1x Ø 16 gerade Stäbe mit 60 cm Auflager kann folgende Zugkraft verankern:

Fz,16 =			87,40 kN
Fz,vorh =	**2* Fz,14**	=	**88,8 kN > Fz**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Druck-Druck-knoten:

Auflagerbreite a_1 =			100,00 cm
Unterzug b =			25,00 cm
Θ_2 =			60,00 °
$F_{cd,12}$ =	FEd,B,r	=	605,00 kN
$F_{cd,13}$ =	FEd,B-FEd,B,r	=	560,00 kN
$F_{cd,1}$ =	FEd,B	=	1165,00 kN
$F_{cd,2}$ =	$F_{cd,12}$/SIN(Θ_2)	=	698,59 cm
$a_{1,2}$ =	a_1*$F_{cd,12}$/$F_{cd,1}$	=	51,93 cm
$a_{1,3}$ =	a_1*$F_{cd,13}$/$F_{cd,1}$	=	48,07 cm
a_0 =	TAN(90-Θ_2)*$a_{1,2}$	=	29,98 cm
Θ_3 =	90-ATAN(a_0/$a_{1,3}$)	=	58,05 °
$F_{cd,3}$ =	$F_{cd,13}$/SIN(Θ_3)	=	659,98 kN
a_2 =	a_0/SIN(90-Θ_2)	=	59,96 cm
a_3 =	a_0/SIN(90-Θ_3)	=	56,65 cm
σ_{Rd} =	1,1 * 0,85 * fck/1,5	=	15,58 N/mm²
$\sigma_{cd,2}$ =	($F_{cd,2}$*10) / (a_2*b)	=	4,66 < 18,70 N/mm²
$\sigma_{cd,3}$ =	($F_{cd,3}$*10) / (a_3*b)	=	4,66 < 18,70 N/mm²

Nachweis erfüllt.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis Auflagerpressung - Lasteinleitung auf Zwischenauflager:

$F_{cd,1}$ =	$F_{Ed,B}$	=	1165,00 kN
a =			95,0 cm
dw =			25,0 cm
gew. h =			50,0 cm
b =	a+h	=	145,0 cm
$A_{c,0}$ =	a*dw	=	2375,0 cm²
$A_{c,1}$ =	b*dw	=	3625,0 cm²
$F_{Rd,ct}$ =	$MIN(A_{c,0}*1,42*(A_{c,1}/A_{c,0})^{0,5};2,5*1,42*A_{c,0})$	=	4166,5 kN
$F_{Rd,S}$ =			0,0 kN
F_{Rd} =	$F_{Rd,ct} + F_{Rd,S}$	=	4166,5 kN
η =	$F_{cd,1}/F_{Rd}$	=	0,3 < 1
F_{td} =	$(F_{cd,1}/4)*(1-(a/b))$	=	100,4 kN
A_{sH} =	$F_{td}*100/(43,5*0,6*b*2)$	=	1,33 cm²/m

gew. Spaltzugbewehrung: A_{sv} = 3 ∅ 8 / 15 beidseitig

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

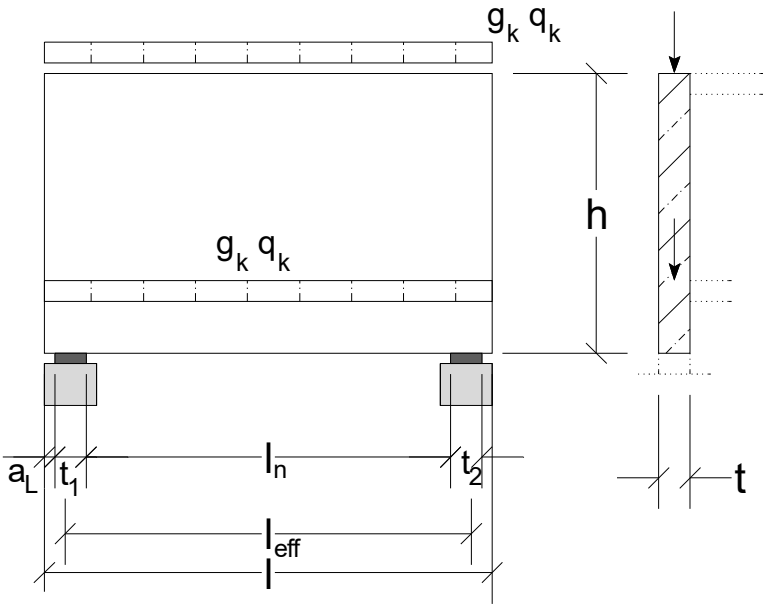
Pos. 1-W29 - Stb.-WAT - Wandartiger Träger im 1.OG

C25/30 XC1 h/b = 370/20+90/25 cm

Ein wandartiger Träger ohne Öffnung, Position W29, wird in diesem Schnitt nachgewiesen.

Material

Beton =	GEW("ec2_de/beton_ec2"; Bez;)	=	C25/30
γ_C=			1,50
f_{ck} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fck;Bez=Beton)	=	25,00 N/mm²
α_{cc} =			0,85
f_{cd} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fcd;Bez=Beton)*α_{cc}/0,85	=	14,17 N/mm²
f_{ctm} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton)	=	2,60 N/mm²
$f_{ctk,005}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctk005;Bez=Beton)	=	1,80 N/mm²
f_{ctd} =	$f_{ctk,005}$ / γ_C	=	1,20 N/mm²
Stahl =			B 500
γ_S =			1,15
f_{yk} =			500 N/mm²
f_{yd} =	f_{yk} / γ_S	=	435 N/mm²



FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

WAT W29

M = 1:50

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

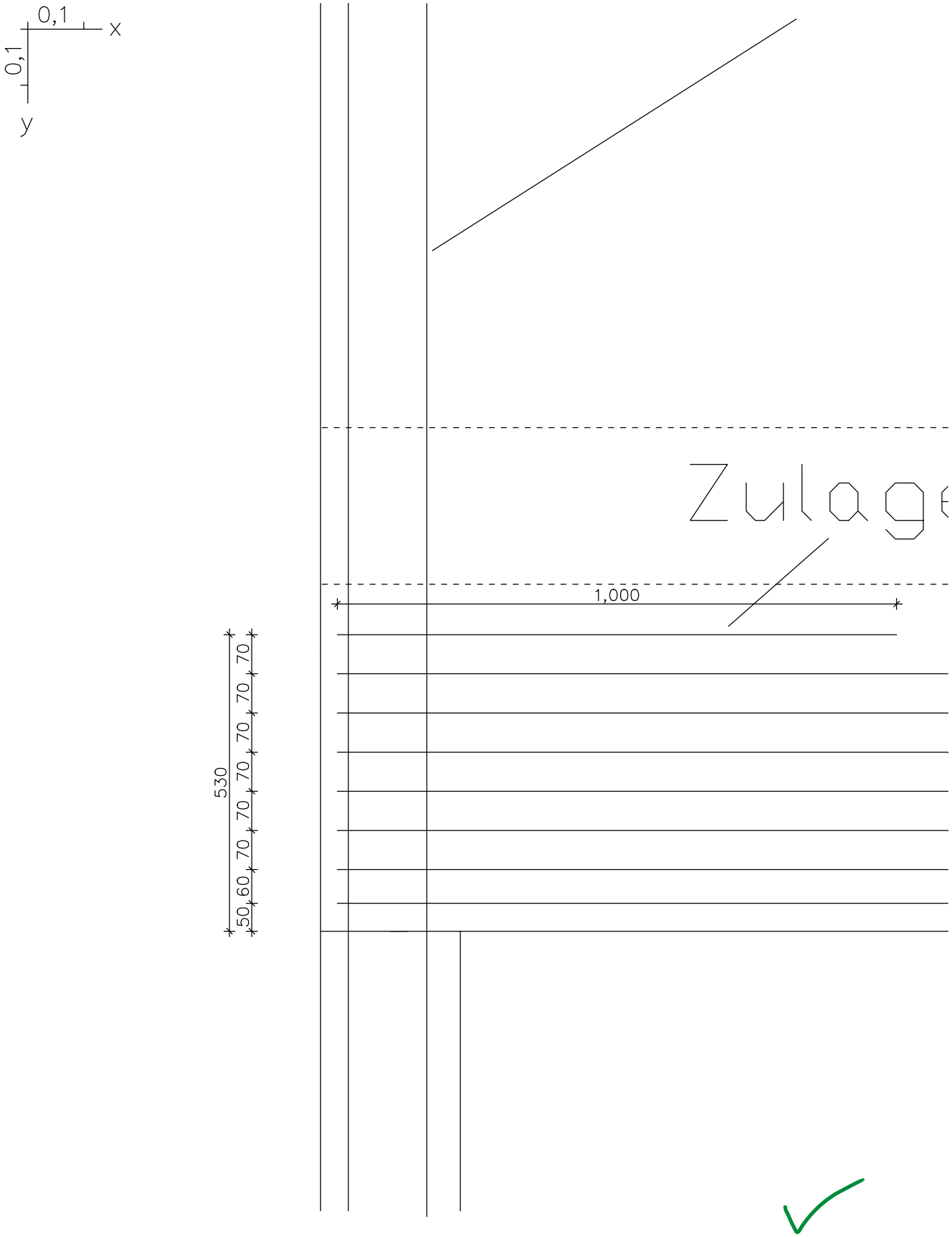
Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

WAT W29

M = 1:10



Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

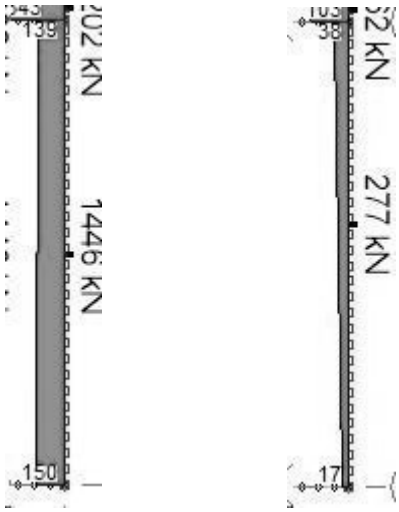
System

Einfeld-Träger

Wanddicke t_w=		0,20 m
Wandhöhe h = 3,70+0,9	=	4,60 m
Auflagertiefe t_1 =		0,25 m
Auflagertiefe t_2 =		0,50 m
l_{eff} =		10,00 m

Bemessungslasten:

Auflagerkräfte aus EDV-Systems (Pos.60). Hier wird die WAT als Linienlager in der FE-Deckenstatik berücksichtigt. Die daraus folgenden Auflagerkräfte (Lastfälle 20/21 LWL Gk/Qk ohne Aufstockung) können herangezogen werden.

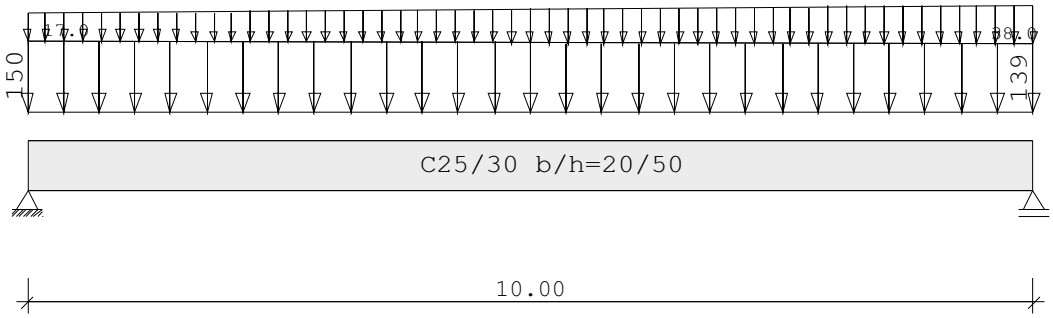


durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)

Maßstab 1 : 75



Stahlbetonträger C25/30 E = 31000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12							
System	Länge		Querschnittswerte				
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	10.00	konstant			20.0	50.0		

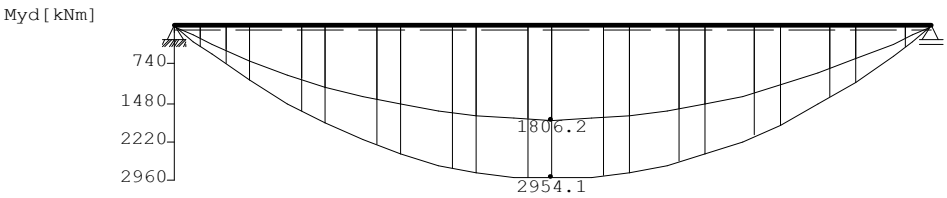
Trägerbezogene Lasten (kN,m)								
Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L			
Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc		ausPOS	Phi
4	C		0.00	150.00 139.00	17.00 38.00	1.00	0.00	10.00		

Einwirkungen:						
Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	731.67	120.00	0.00	851.67	851.67	731.67
2	713.33	155.00	0.00	868.33	868.33	713.33
Summe:	1445.00	275.00	0.00	1720.00	1720.00	1445.00

Maßstab 1 : 100



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

L=			10,00 m
$F_{Ed,A}$=	1,35*732,0+1,5*120,0	=	1168 kN
$F_{Ed,B}$=	1,35*714+1,5*155	=	1196 kN
$M_{Ed,F}$ =			2955 kNm

Bemessung im GZT

Kräfte an Zug-, und Druckstrebe

Annahme Θ =			60,0 °
$F_{td,A}$ =	$F_{Ed,A}$ /TAN(Θ)	=	674,3 kN
$F_{cd,A}$ =	$F_{Ed,A}$ / SIN(Θ)	=	1348,7 kN
$F_{td,B}$ =	$F_{Ed,B}$ / TAN(Θ)	=	690,5 kN
$F_{cd,B}$ =	$F_{Ed,B}$ / SIN(Θ)	=	1381,0 kN

Biegebemessung im Feld

h/l_{eff}		=	0,5 < 1
z_F=	0,3*h*(3,0-h/l_{eff})	=	3,51 m
$F_{td,F}$ =	$M_{Ed,F}$ / z_F	=	841,9 kN
$A_{s,F,erf}$ =	$M_{Ed,F}/(z_F*43,5)$	=	19,4 cm²

Feldbewehrung gew. 14 ∅ 14 in 7 Lagen

As,vorh= 21,56 cm²

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Querkraftbemessung

Bemessungsquerkraft

$V_{Ed,C}$ = FEd,A = 1168,0 kN

Bemessung:

Betondruckspannung im Schwerpunkt infolge Normalkraft und/oder Vorspannung; hier $N_{Ed} = 0$;

σ_{cp} = 0,00 N/mm²

d = z_F*100 = 351,00 cm

k = $MIN(1 + \sqrt{\frac{200}{d*10}} ; 2)$ = 1,24

ρ_1 = $MIN(\frac{A_{s,F,erf}}{t_w * d * 10^2} ; 0,02)$ = $2,8*10^{-3}$

$C_{Rd,c}$ = 0,15 /1,5 = 0,10

a) Ermittlung des Bemessungswertes für den Querkraftwiderstand $V_{Rd,c}$

$V_{Rd,c} = \left(C_{Rd,c} * k * \sqrt[3]{100*\rho_1 * fck} + 0,12 * \sigma_{cp}\right) * t_w * d * 10$ = 166,52 kN

b) Mindestwert der Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,c,min}$:

κ_1 = WENN(d≤0,6;0,0525;WENN(d>0,8;0,0375;zwischenwert)) = 0,0375

$v_{min} = \left(\frac{\kappa_1}{1,5}\right) * \sqrt{k^3} * \sqrt{25}$ = 0,1726 MN/m²

$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + 0,12 * \sigma_{cp}) * 0,20 * d * 10$ = 121,2 kN

c) für Nachweis maßgebend:

$V_{Rd,c} = MAX(V_{Rd,c} ; V_{Rd,c,min})$ = 166,5 kN

$V_{Ed,C} / V_{Rd,c}$ = **7,02 ≤ 1**

Querkraftbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mindestbewehrung unter α = 90° :

$\rho_{w,min}$ =	$0{,}16 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$	=	$0{,}83*10^{-3}$
min_a_{sw} =	$\rho_{w,min}$ * 20*10² * SIN(90)	=	**1,66 cm²/m**
d_s =	GEW("ec2_de/AsFläche"; ds;)	=	8 mm
a_s =	GEW("ec2_de/AsFläche";Bez;d_s=d_s;a_s≥min_a_{sw} / 2)	=	Ø 8 / e = 15
$a_{sw,vorh}$=	2 * TAB("ec2_de/AsFläche"; as; Bez=a_s)	=	6,70 cm²/m
min_a_{sw} / $a_{sw,vorh}$		=	**0,25 < 1**

Querkrafttraganteil des Betonquerschnitts

$V_{Rd,cc}$ =	$0{,}5*0{,}48*fck^{(1/3)}*0{,}25*z_F*10^3$	=	615,8 kN

Der Winkel Θ ist zu begrenzen auf $1 \le \cot\Theta \le 3{,}0$

cotΘ =	$\frac{1{,}2}{(1 - V_{Rd,cc} / V_{Ed,C})}$	=	2,54 ≤ 3
cotΘ =	WENN(cotΘ<1;1;WENN(cotΘ>3;3;cotΘ))	=	2,54
Θ =	ATAN(1 / cotΘ)	=	21 °

gewählt:

Θ = 45,00 °

Bemessungswert der maximalen Querkrafttragfähigkeit (Querkraftwiderstand) $V_{Rd,max}$:

$V_{Rd,max}$ =	1000 *0,25 * z_F * 0,75 * fcd / (1/TAN(Θ)+TAN(Θ))	=	4662,8 kN
$V_{Ed,C}/V_{Rd,max}$		=	**0,25 < 1**

Nachweis der Zugstrebe (Querkraftbewehrung):

f_{ywd} =	f_{yk} / 1,15	=	434,8 kN
a_{sw} =	$10 * \frac{V_{Ed,C}}{f_{ywd} * \frac{1}{\tan(\Theta)} * z_F}$	=	**7,65 cm²/m**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mindestbewehrung (bei Balken immer erforderlich)

f_{ctm} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton)	=	2,60 N/mm²
$\rho_{w,min}$ =	$0{,}16 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$	=	$0{,}83*10^{-3}$

gewählt: Bügel 90° mit sin α = 1

min_a_{sw} =	$\rho_{w,min} * 10^2 * 20$	=	**1,66 cm²/m**
$a_{sw,erf}$ =	MAX(a_{sw} ; min_a_{sw})	=	**7,65 cm²/m**

gewählt:

d_s =	GEW("ec2_de/AsFläche"; ds;)	=	8 mm
a_s =	GEW("ec2_de/AsFläche";Bez;d_s=d_s;a_s≥$a_{sw,erf}$ / 2)	=	**∅ 8 / e = 12.5**
$a_{sw,vorh}$=	2 * TAB("ec2_de/AsFläche"; as; Bez=a_s)	=	8,04 cm²/m
$a_{sw,erf}$ / $a_{sw,vorh}$		=	**0,95 < 1**

Rissbreitennachweis

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC1 mit w_{max} = 0,4 mm

gewählt: Horizontal je Seite ∅ 8 / 12 cm

gew. vertikal: ø8/12,5 beideseitig +Steckbügel ∅ 8/12,5
horizontral: ø8/12 beideseitig

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis Betondruckspannung am Endauflager

Für Auflagerung auf Stütze 25/35cm

Lagerpressungen σ_{cA}

t_1= 0,25 m

Unterzug t_w= 0,25 m

$\sigma_{cA} = F_{Ed,A} * \frac{10^{-3}}{t_w * t_1}$ = 18,7 MN/m²

$\sigma_{Rd,max} = 0,75 * f_{cd}$ = 10,6 MN/m²

$\sigma_{cA} / \sigma_{Rd,max}$ = **1,76 >1**

Anschlussbewehrung erforderlich

Fcd,1= $F_{Ed,A}$-0,75*fcd*1000*tw*t1 = 503,78 kN

erforderliche Druckbewehrung

erf.As= Fcd,1/43,5 = 11,58 cm²

gewählt: 4ø25

Für Auflagerung auf Stütze 25/100cm

Lagerpressungen σ_{cA}

t_2= 1,00 m

Unterzug t_w= 0,25 m

$\sigma_{cA} = F_{Ed,B} * \frac{10^{-3}}{t_w * t_2}$ = 4,8 MN/m²

$\sigma_{Rd,max} = 0,75 * f_{cd}$ = 10,6 MN/m²

$\sigma_{cA} / \sigma_{Rd,max}$ = **0,45 < 1**

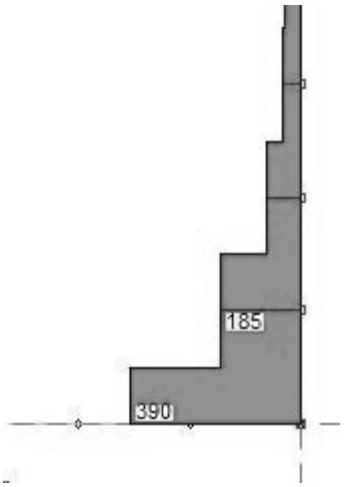
Anschlussbewehrung nicht erforderlich

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Aufhängebewehrung

Auflagerkräfte aus EDV-Systems (Pos.60). Hier wird die WAT als Linienlager in der FE-Deckenstatik berücksichtigt. Die daraus folgenden Auflagerkräfte (ständige und vorübergehende Situation) können herangezogen werden.



q_{Ed} = 185,0 kN/m

$a_{s,erf}$ = $q_{Ed} / (f_{yd} * 10^{-1})$ = 4,25 cm²/m

$a_{sw,vorh}$ = 2 *4,02 = 8,04 cm²/m

Querkraftbewehrung wird es abgedeckt

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium, Bismarckstraße 53, 46047 Oberhausen
Statische Berechnung LP4

Nachweis Knoten Endauflager

Druck - Zug - Knoten

für Auflagerung in Achse A auf Stütze S16 (maßgebend)

Zusätzliche Angaben:

Betondeckung c =			30 mm
Unterzug tw=	0,25 m		
Zugbewehrung d_{s1} =			14 mm
Anzahl Bewehrungslagen $n_{E,o}$=			1 Lagen
Anzahl Bewehrungslagen unten $n_{E,u}$=			7 Lagen
Anzahl Eisen je oben Lage $m_{E,o}$=			2 Stück
Anzahl Eisen je unten Lage $m_{E,u}$=			2 Stück
Bügel d_{s4} =			8 mm
n,ges =	$m_{E,o} * n_{E,o} + m_{E,u} * n_{E,u}$	=	16 Stück

Auflagerbewehrung gew. 14 ∅ 14 in 7 Lagen
(Zugbewehrung ø14/14 in 7 Lagen+ Zulagen ø2/14 in 1 Lagen)

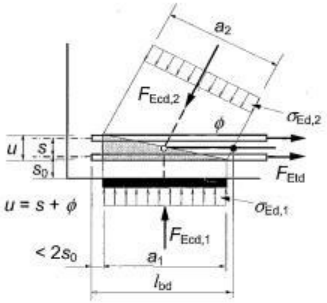


Bild H6-56 – Druck-Zug-Knoten bei geringem Überstand der Bewehrung

Bild aus DAfStb-Heft 600

Bemessungswert der Druckstrebentragfähigkeit:

ν' =			1,0
$\sigma_{Rd,max}$ =	$0,75 * \nu' * f_{cd}$	=	10,63 N/mm²

Achsabstand erstes Eisen vom Betonrand:

s_0 =	$c + (d_{s1} / 2) + d_{s4}$	=	45 mm

Auflagertiefe

t_1=			0,25 m
a_1 =	$t_1 * 1000$	=	250 mm

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Überstand Zugbewehrungseisen über Lasteinleitungshinterkante:

$ü_{vorh}$ = -c = -30 mm

Abgrenzung Bewehrungsüberstand

$ü_{grenz}$ = $2 * s_0$ = 90 mm

$ü_{vorh} < ü_{grenz}$! --> u_{ges} auf äußeren Abstand der Bewehrungslagen

Mindestabstand der Längseisen untereinander:

s = MAX(20;d_{s1}) = 20 mm

Anzahl der Abstände zw. Bewehrungslagen im Verlegebereich der Zuggurtbew.:

n_E = $n_{E,o} + n_{E,u} -1$ = 7 Stück

Gewählter Abstand der Bewehrungslagen

s_{gew}= 70 mm

u= 480 mm

Θ= 60,00 °

a_1 = 250 mm

u_{ges}= $(0 * s_0 + 2* d_{s1}/ 2) + u$ = 494 mm

$ü_{vorh} < 2xs_0$ ->$0xs_0 + 2 xd_{s1}/2$!! / $ü_{vorh} \geq 2xs_0$ ->$2 x s_0 + 0 x d_{s1}$

Annahme für Innenlager (Teilverankerung in Deckenplatte) auf der sicheren Seite

a_2 = $(a_1 + u_{ges} * 1 / TAN(Θ)) * SIN(Θ)$ = 464 mm

Ermittlung $σ_{c2}$

F_{cd} = $F_{Ed,A} / SIN(Θ)$ = 1348,69 kN

$σ_{c2}$ = $(F_{cd} * 1000) / (a_2 * t_w * 1000)$ = 11,63 N/mm²

$σ_{c2}$ = $(F_{Ed,A} * 1000) / (a_2 * t_w * 1000)$ = 10,07 N/mm²

Nachweis der Druckstrebe mit $σ_{c2}$

$\frac{σ_{c2}}{σ_{Rd,max}}$ = **0,95 < 1**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Verankerung der Längsbewehrung am Endauflager:

Nach DAfStb wird die Verankerungslänge für 80% der Zugkraft im Feld bestimmt.

Verhältnis As,erf/As,vorh:

As,erf =			19,4 cm²
As,vorh =			21,56 cm²
η =	As,erf / As,vorh	=	0,90

Zu verankernde Zugkraft:

Fz =	$M_{Ed,F} / z_F * 0,8 * \eta$	=	606,2 kN

De Auflagerlänge beträgt:

t2 =			25,0 cm

1x ∅ 14 gerade Stäbe mit 25 cm Auflager kann folgende Zugkraft verankern:

Fz,14 =			44,40 kN
Fz,vorh =	**14* Fz,14**	=	**621,6 kN > Fz**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 1-W28 - Stb.-WAT - Wandartiger Träger im 1.OG

C25/30 XC1 h/b = 370/24+60/24 cm

Ein wandartiger Träger mit Öffnung, Position W28, wird in diesem Schnitt nachgewiesen.

Auflager links: Pos.S12 24/45cm

Auflager rechts: Pos.S13 ø40cm

Ansicht siehe nachfolgende Seite

Material

Beton =	GEW("ec2_de/beton_ec2"; Bez;)	=	C25/30
γ_C=			1,50
f_{ck} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fck;Bez=Beton)	=	25,00 N/mm²
α_{cc} =			0,85
f_{cd} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fcd;Bez=Beton)*α_{cc}/0,85	=	14,17 N/mm²
f_{ctm} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton)	=	2,60 N/mm²
$f_{ctk,005}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctk005;Bez=Beton)	=	1,80 N/mm²
f_{ctd} =	$f_{ctk,005}$ / γ_C	=	1,20 N/mm²
Stahl =			B 500
γ_S =			1,15
f_{yk} =			500 N/mm²
f_{yd} =	f_{yk} / γ_S	=	435 N/mm²

System

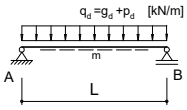
Einfeld-Träger

Wanddicke t_w=			0,24 m
Wandhöhe h =	3,70+0,6	=	4,30 m
Auflagertiefe t_1 =			0,24 m
Auflagertiefe t_2 =			0,40 m
l_{eff} =			5,00 m

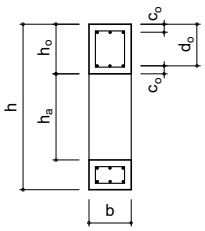


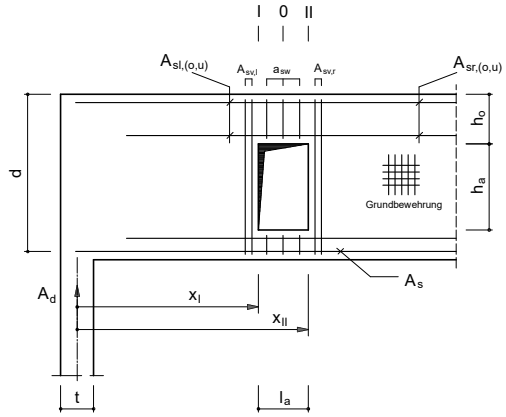
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

System



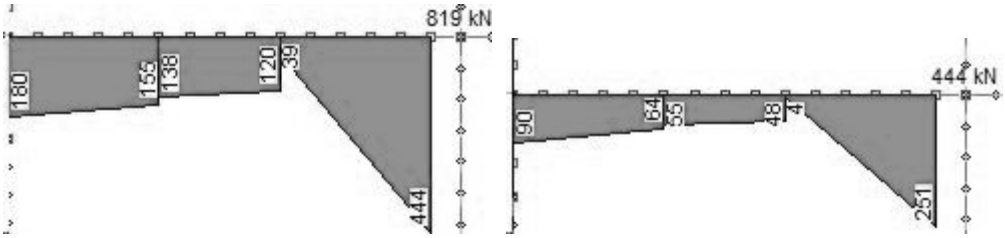
Querschnitt





Belastung:

Auflagerkräfte aus EDV-Systems (Pos.60). Hier wird die WAT als Linienlager in der FE-Deckenstatik berücksichtigt. Die daraus folgenden Auflagerkräfte (Lastfälle 20/21 LWL Gk/Qk ohne Aufstockung) können herangezogen werden.



Nebenberechnung wird durchgeführt, um die Auflägerkräfte zu berechnen.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger (x64) DLT+ 01/24E (FRILO R-2024-1/P09)

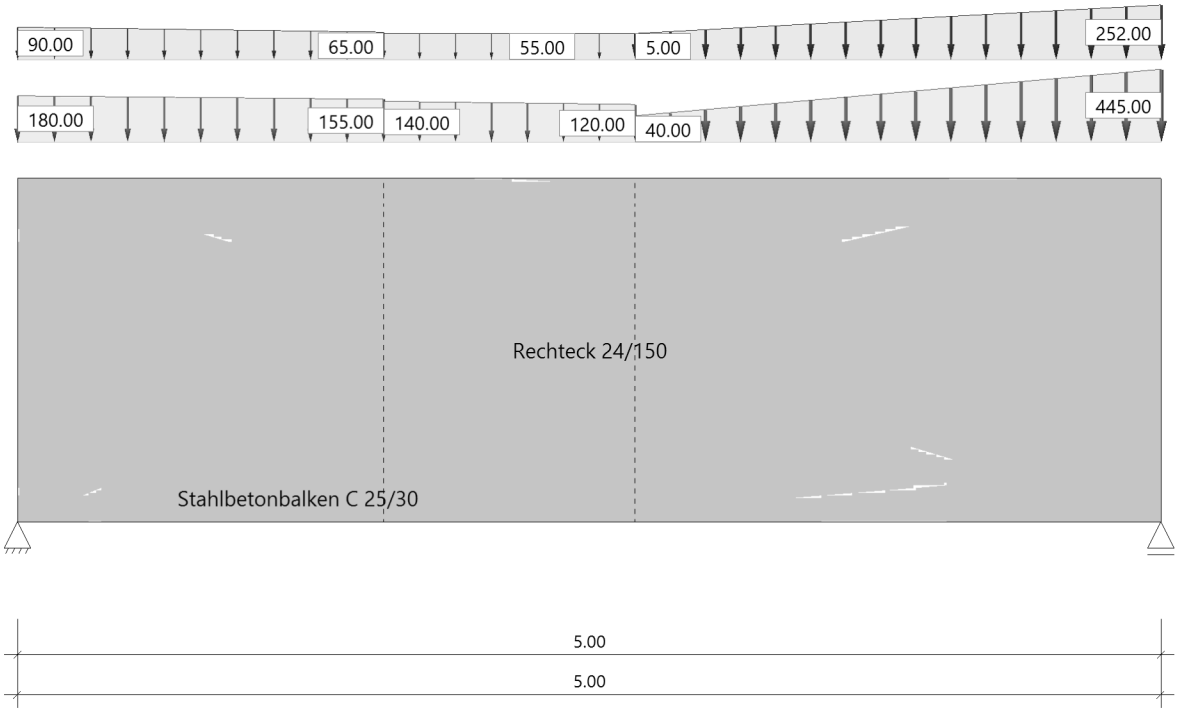
Grundparameter

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	‰ (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			24.0	150.0		

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φx [kNm/rad]	Φy [kNm/rad]	Φz [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.00	-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	TL		1.60		180.00	155.00	Nein	ständig		
	2	TL		1.60		90.00	65.00	Ja	Kat. C		
	3	TL	1.60	1.10		140.00	120.00	Nein	ständig		
	4	TL	1.60	1.10		55.00	50.00	Ja	Kat. C		
	5	TL	2.70	2.30		40.00	445.00	Nein	ständig		
	6	TL	2.70	2.30		5.00	252.00	Ja	Kat. C		

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

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 = 0.0 cm

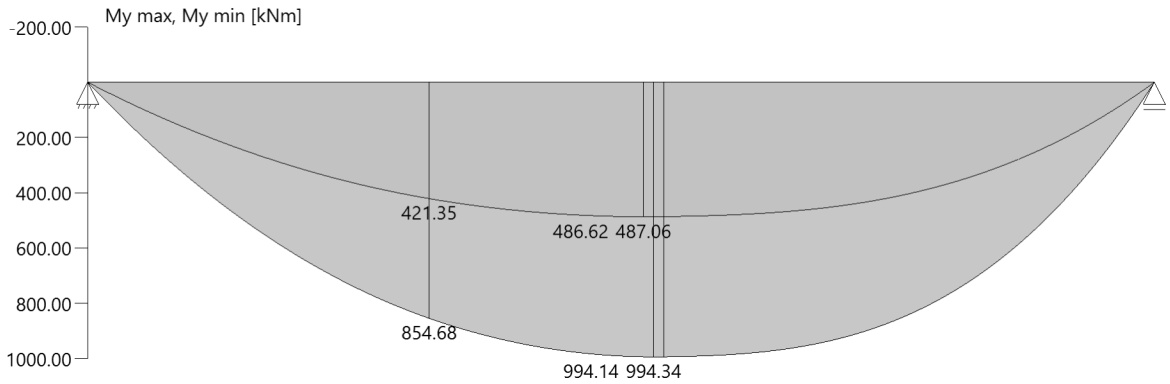
durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

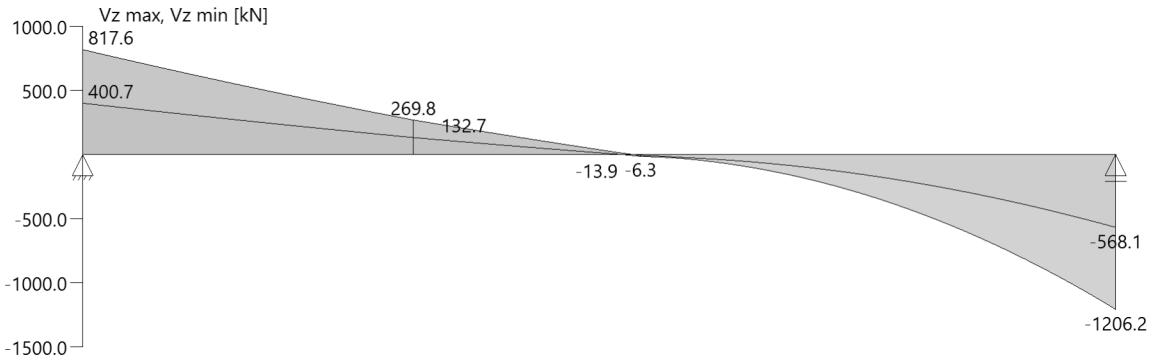
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

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	817.6	1
	0.00	0.00	0.00	400.7	2
	1.60	1.60	854.68	269.8	1
	1.60	1.60	421.35	132.7	2
	0.00	1.60	421.35	132.7	2
	1.06	2.66	994.35	0.0	1
	1.10	2.70	994.14	-9.9	1
	1.10	2.70	486.62	-10.3	2
	1.10	2.70	656.94	-13.9	6
	1.10	2.70	823.82	-6.3	7
	2.30	5.00	0.00	-1206.2	1
	2.30	5.00	0.00	-568.1	2

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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	400.7	400.7 184.4		
2	5.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	568.1	568.1 292.9		

L= 5,00 m

$F_{Ed,A}$= 1,35*401,0+1,5*185,0 = 819 kN

$F_{Ed,B}$= 1,35*569+1,5*293 = 1208 kN

$M_{Ed,F}$ = 995 kNm

Die rechte Auflagerkraft (Für Anschlussbewehrung)= der Anteil aus WAT + der Anteil aus dem Unterzug.

F_{Ed}= 1,35*(569+819)+1,5*(293+444)= 2979,3 kN

Bemessung im GZT

Kräfte an Zug-, und Druckstrebe

Annahme Θ = 60,0 °

$F_{td,A}$ = $F_{Ed,A}$ /TAN(Θ) = 472,8 kN

$F_{cd,A}$ = $F_{Ed,A}$ / SIN(Θ) = 945,7 kN

$F_{td,B}$ = $F_{Ed,B}$ / TAN(Θ) = 697,4 kN

$F_{cd,B}$ = $F_{Ed,B}$ / SIN(Θ) = 1394,9 kN

Biegebemessung im Feld

h/l_{eff} = 0,9 < 1

z_F= 0,3*h*(3,0-h/l_{eff}) = 2,76 m

$F_{td,F}$ = $M_{Ed,F}$ / z_F = 360,5 kN

$A_{s,F,erf}$ = $M_{Ed,F}$/(z_F*43,5) = 8,3 cm²

Feldbewehrung gew. 8 ∅ 14 in 4 Lagen konstruktiv

As,vorh= 12,30 cm²

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Querkraftbemessung

Bemessungsquerkraft

$V_{Ed,C}$ = FEd,B = 1208,0 kN

Bemessung:

Betondruckspannung im Schwerpunkt infolge Normalkraft und/oder Vorspannung; hier N_{Ed} = 0;

σ_{cp} = 0,00 N/mm²

d = z_F*100 = 276,00 cm

k = $MIN(1+\sqrt{\frac{200}{d*10}};2)$ = 1,27

ρ_1 = $MIN(\frac{A_{s,F,erf}}{t_w*d*10^2};0{,}02)$ = $1{,}3*10^{-3}$

$C_{Rd,c}$ = 0,15 /1,5 = 0,10

a) Ermittlung des Bemessungswertes für den Querkraftwiderstand $V_{Rd,c}$

$V_{Rd,c}$ = $\left(C_{Rd,c}*k*\sqrt[3]{100*\rho_1*fck}+0{,}12*\sigma_{cp}\right)*t_w*d*10$ = 124,61 kN

b) Mindestwert der Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,c,min}$:

κ_1 = WENN(d≤0,6;0,0525;WENN(d>0,8;0,0375;zwischenwert)) = 0,0375

v_{min} = $\left(\frac{\kappa_1}{1{,}5}\right)*\sqrt{k^3}*\sqrt{25}$ = 0,1789 MN/m²

$V_{Rd,c,min}$ = $(v_{min}+0{,}12*\sigma_{cp})*0{,}20*d*10$ = 98,8 kN

c) für Nachweis maßgebend:

$V_{Rd,c}$ = $MAX(V_{Rd,c};V_{Rd,c,min})$ = 124,6 kN

$V_{Ed,C}$ / $V_{Rd,c}$ = **9,70 ≤ 1**

Querkraftbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mindestbewehrung unter α = 90° :

$\rho_{w,min}$ =	$0{,}16 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$	=	$0{,}83*10^{-3}$
min_a_{sw} =	$\rho_{w,min}$ * 20*10² * SIN(90)	=	**1,66 cm²/m**
d_s =	GEW("ec2_de/AsFläche"; ds;)	=	8 mm
a_s =	GEW("ec2_de/AsFläche";Bez;d_s=d_s;a_s≥min_a_{sw} / 2)	=	Ø 8 / e = 15
$a_{sw,vorh}$=	2 * TAB("ec2_de/AsFläche"; as; Bez=a_s)	=	6,70 cm²/m
min_a_{sw} / $a_{sw,vorh}$		=	**0,25 < 1**

Querkrafttraganteil des Betonquerschnitts

$V_{Rd,cc}$ =	$0{,}5*0{,}48*fck^{(1/3)}*0{,}25*z_F*10^3$	=	484,2 kN

Der Winkel Θ ist zu begrenzen auf $1 \le \cot\Theta \le 3{,}0$

cotΘ =	$\frac{1{,}2}{(1 - V_{Rd,cc} / V_{Ed,C})}$	=	2,00 ≤ 3
cotΘ =	WENN(cotΘ<1;1;WENN(cotΘ>3;3;cotΘ))	=	2,00
Θ =	ATAN(1 / cotΘ)	=	27 °

gewählt:

Θ = 45,00 °

Bemessungswert der maximalen Querkrafttragfähigkeit (Querkraftwiderstand) $V_{Rd,max}$:

$V_{Rd,max}$ =	1000 *0,25 * z_F * 0,75 * fcd / (1/TAN(Θ)+TAN(Θ))	=	3666,5 kN
$V_{Ed,C}/V_{Rd,max}$		=	**0,33 < 1**

Nachweis der Zugstrebe (Querkraftbewehrung):

f_{ywd} =	f_{yk} / 1,15	=	434,8 kN
a_{sw} =	$10 * \frac{V_{Ed,C}}{f_{ywd} * \frac{1}{\tan(\Theta)} * z_F}$	=	**10,07 cm²/m**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mindestbewehrung (bei Balken immer erforderlich)

f_{ctm} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton)	=	2,60 N/mm²
$\rho_{w,min}$ =	$0{,}16 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$	=	$0{,}83*10^{-3}$

gewählt: Bügel 90° mit sin α = 1

min_a_{sw} =	$\rho_{w,min} * 10^2 * 20$	=	**1,66 cm²/m**
$a_{sw,erf}$ =	MAX(a_{sw} ; min_a_{sw})	=	**10,07 cm²/m**

gewählt:

d_s =	GEW("ec2_de/AsFläche"; ds;)	=	10 mm
a_s =	GEW("ec2_de/AsFläche";Bez;d_s=d_s;a_s≥$a_{sw,erf}$ / 2)	=	**∅ 10 / e = 15**
$a_{sw,vorh}$=	2 * TAB("ec2_de/AsFläche"; as; Bez=a_s)	=	10,48 cm²/m
$a_{sw,erf}$ / $a_{sw,vorh}$		=	**0,96 < 1**

Rissbreitennachweis

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC1 mit w_{max} = 0,4 mm

gewählt: Horizontal je Seite ∅ 10 / 14 cm

gew. vertikal: ø10/15 beideseitig +Steckbügel ∅ 10/15
horizontral: ø10/14 beideseitig



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis Betondruckspannungen (links):

t1= 0,24 m

bw= 0,24 m

$\sigma_{cd,A}$ = $F_{Ed,A}$/1000/(bw*t1) = 14,2 MN/m²

$\sigma_{Rd,max}$ = 0,75 * f_{cd} = 10,6 MN/m²

$\sigma_{cd,A}$ / $\sigma_{Rd,max}$ = **1,34 < 1**

Anschlussbewehrung erforderlich

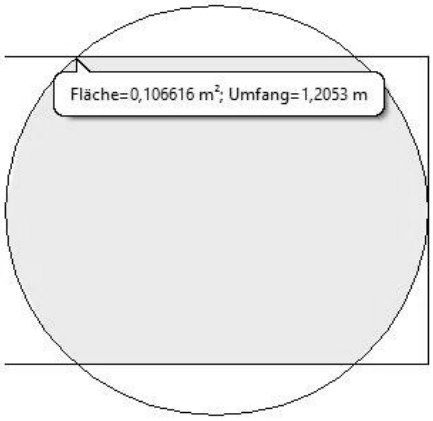
erforderliche Bewehrung

Fcd,1= $F_{Ed,A}$-0,75*fcd*1000*(bw*t1) = 206,86 kN

erf.As= Fcd,1/43,5 = 4,76 cm²

gewählt: 4ø20

Nachweis Betondruckspannungen (rechts):



Fläche A= 0,1 m²

$\sigma_{cd,A}$ = F_{Ed}/1000/A = 29,8 MN/m²

$\sigma_{Rd,max}$ = 0,75 * f_{cd} = 10,6 MN/m²

$\sigma_{cd,A}$ / $\sigma_{Rd,max}$ = **2,81 >1**

Druckbewehrung erforderlich!

Anschlussbewehrung erforderlich

Fcd,1= F_{Ed}-0,75*fcd*1000*A = 1916,55 kN

erforderliche Druckbewehrung

erf.As= Fcd,1/43,5 = 44,06 cm²

gewählt: 10ø25

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Auf der rechten Seite wird es als eine Stütze 24/40cm nachgewiesen.

Gs= 819,0 kN

Qs= 444,0 kN

erforderliche Bewehrung

As= 31,4 cm²

Gewählt: 10ø20

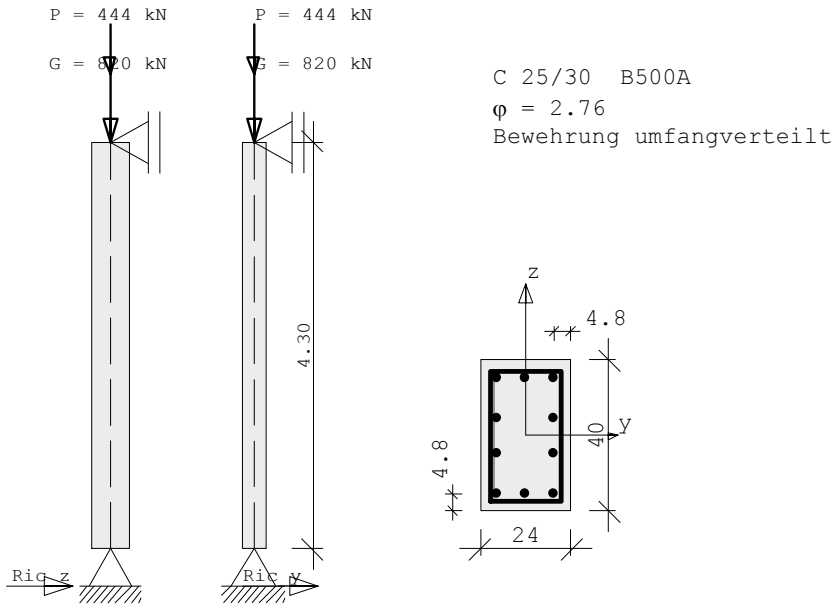
durch Vergleichsrechnung
geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 LP4 St?tze rechts von WAT

Stahlbetonstütze B5 01/2019/E (FRILO R-2023-2/P06)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht
Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 E = 31000 N/mm2 ρ = 2500 kg/m3



1 Mcry = 16.42 kNm Mcrz = 9.85 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	820.00	.	.	.	.	.	.		.	g
		444.00	.	.	.	.	.	.	C	.	p
		10.32	(Eigengewicht)								

Einwirkungen: Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:
Genauigkeit Gkn = 1.86e-5 Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6 Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5 Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung. Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19) Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt. ϕeff = ϕ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei) Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3) FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.150

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 LP4 St?tze rechts von WAT

NKi/N = 4.27 Ric_y NKi/N = 11.85 Ric_z nur Betonquerschnitt

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 1 Lasten

Lf-Komb	K1	K2
	g C	g
1	x	.

Teilsicherheitsbeiwerte: γC = 1.50 γS = 1.15 γG = 1.35 / 1.00

Nachweis nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
γC = 1.50 γS = 1.15 ϕeff = 1.70

Bemessungswerte LfKom = 1 in : y-Richtung z-Richtung

System			unverschieblich	
Knicklänge		sk =	4.30	4.30 m
Schlankheit		λ =	62.0	37.2
Normalkraft		N =	-1786.93	-1786.93 kN
bezogene Normalkraft		n =	-1.31	-1.31
Schnittmoment	h = 2.15 m ,	M =	0.00	0.00 kNm
Planmässige Ausmitte		e = M / N =	0.00	0.00 cm
Bezogene Ausmitte		e/b und e/d =	0.0000	0.0000
Ungewollte Ausmitte		ei =	1.04	1.04 cm
Verschiebung Th.2.Ord.		e2 =	1.82	0.29 cm
Bemessungsmoment		M bem =	50.97	23.72 kNm
B e w e h r u n g		tot ω =	1.0038	
		ρ =	3.27	%
		erf As =	31.40	cm2

Der Kriecheinfluß wird nach EN 1992-1-1 5.8.4 berücksichtigt.

Nachweis Feuerwiderstandsdauer DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 5.3.2(4) LfKom 1

sk,fi = Stützenlänge * 1.00 anwenderdefiniert!
Stütze L = 4.30 m L0,fi = 4.30 m a = 45.0 mm **As = 31.40 cm2**
b/h = 24.0/40.0 = 1.67 auf 1.5 begrenzt!
ω = 1.004 ρ = 3.3%
Re,fi = 34.92 mit αcc = .85
NRd aus Modellstützeniteration My = 30.0 kNm Mz = 52.3 kNm
µfi = N,Ed,fi / N,Rd = -1141 /-1970 = .58 (5.6)
R = 120*((Re,fi + Ra + Rl + Rb + Rn)/120)^1,8)
R = 120*((34.9 + 24 + 6.7 + 25.9 + 0) /120)^1,8) (5.7)
Feuerwiderstandsdauer **R = 74 Min.**

Vorhandene Längsbewehrung im Stützenabschnitt

Stab Nr.		d (mm)	Af (cm2)	y1 (cm)	z1	
1	1	20	3.1	7.5	15.5	0
	2	20	3.1	7.5	4.6	2
	3	20	3.1	7.5	-15.5	10
	4	20	3.1	7.5	-4.6	12
	5	20	3.1	-7.5	15.5	20
	6	20	3.1	-7.5	4.6	22
	7	20	3.1	-7.5	-15.5	30
	8	20	3.1	-7.5	-4.6	32

durch Vergleichsrechnung geprüft

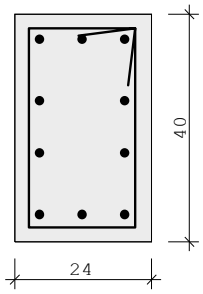
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 LP4 St?tze rechts von WAT

Vorhandene Längsbewehrung im Stützenabschnitt

Stab Nr.	d (mm)	Af (cm2)	y1 (cm)	z1	
9	20	3.1	0.0	15.5	3
10	20	3.1	0.0	-15.5	13

vorh As = 31.40 cm2 Umfang



Bügel d = 8 mm
Betondeckung: c1 = 2.7 cm
Bewehrungslage: b1 = 4.5 cm
d1 = 4.5 cm
Bemessung kalt: erf As = 31.40 cm2

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis Knoten Endauflager

Druck - Zug - Knoten

Für Auflagerung rechts: Pos.S13 ø40cm

Zusätzliche Angaben:

Betondeckung c =		30 mm
Wanddicke t_w=		0,24 m
Zugbewehrung d_{s1} =		14 mm
Anzahl Bewehrungslagen $n_{E,o}$=		4 Lagen
Anzahl Bewehrungslagen unten $n_{E,u}$=		5 Lagen
Anzahl Eisen je oben Lage $m_{E,o}$=		2 Stück
Anzahl Eisen je unten Lage $m_{E,u}$=		2 Stück
Bügel d_{s4} =		10 mm
n,ges = $m_{E,o} * n_{E,o} + m_{E,u} * n_{E,u}$	=	18 Stück

Auflagerbewehrung gew. 18 ∅ 14 in 9 Lagen

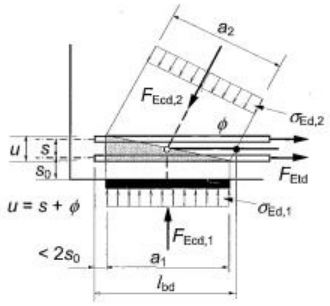


Bild H6-56 – Druck-Zug-Knoten bei geringem Überstand der Bewehrung

Bild aus DAfStb-Heft 600

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Bemessungswert der Druckstrebentragfähigkeit:

$\nu' =$ 1,0

$\sigma_{Rd,max} = 0{,}75 * \nu' * f_{cd}$ = 10,63 N/mm²

Achsabstand erstes Eisen vom Betonrand:

$s_0 =$ $c + (d_{s1} / 2) + d_{s4}$ = 47 mm

Auflagertiefe

$t_2 =$ 0,20 m

$a_1 =$ $t_2 * 1000$ = 200 mm

Überstand Zugbewehrungseisen über Lasteinleitungshinterkante:

$\ddot{u}_{vorh} =$ -c = -30 mm

Abgrenzung Bewehrungsüberstand

$\ddot{u}_{grenz} =$ $2 * s_0$ = 94 mm

$\ddot{u}_{vorh} < \ddot{u}_{grenz}$! --> u_{ges} auf äußeren Abstand der Bewehrungslagen

Mindestabstand der Längseisen untereinander:

$s =$ $MAX(20;d_{s1})$ = 20 mm

Anzahl der Abstände zw. Bewehrungslagen im Verlegebereich der Zuggurtbew.:

$n_E =$ $n_{E,o} + n_{E,u} - 1$ = 8 Stück

Gewählter Abstand der Bewehrungslagen

$s_{gew} =$ **100 mm**

$u =$ $s_{gew} * n_E$ = 800 mm

$\Theta =$ 60,00 °

a_1 = 200 mm

$u_{ges} =$ $(0 * s_0 + 2 * d_{s1} / 2) + u$ = 814 mm

$\ddot{u}_{vorh} < 2xs_0$ -> $0xs_0 + 2 xd_{s1}/2$!! / $\ddot{u}_{vorh} \geq 2xs_0$ -> $2 x s_0 + 0 x d_{s1}$

Annahme für Innenlager (Teilverankerung in Deckenplatte) auf der sicheren Seite

$a_2 =$ $(a_1 + u_{ges} * 1 / TAN(\Theta)) * SIN(\Theta)$ = 580 mm

Ermittlung σ_{c2}

$F_{cd} =$ $F_{Ed,B} / SIN(\Theta)$ = 1394,88 kN

$\sigma_{c2} =$ $(F_{cd} * 1000) / (a_2 * t_w * 1000)$ = 10,02 N/mm²

Nachweis der Druckstrebe mit σ_{c2}

$\frac{\sigma_{c2}}{\sigma_{Rd,max}}$ = **0,94 < 1**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Druck - Zug - Knoten

Für Auflagerung links: Pos.S12 24/45cm

Zusätzliche Angaben:

Betondeckung c =		30 mm
Wanddicke t_w=		0,24 m
Zugbewehrung d_{s1} =		14 mm
Anzahl Bewehrungslagen $n_{E,o}$=		3 Lagen
Anzahl Bewehrungslagen unten $n_{E,u}$=		2 Lagen
Anzahl Eisen je oben Lage $m_{E,o}$=		2 Stück
Anzahl Eisen je unten Lage $m_{E,u}$=		2 Stück
Bügel d_{s4} =		8 mm
n,ges = $m_{E,o} * n_{E,o} + m_{E,u} * n_{E,u}$	=	10 Stück

Auflagerbewehrung gew. 10 ∅ 14 in 5 Lagen

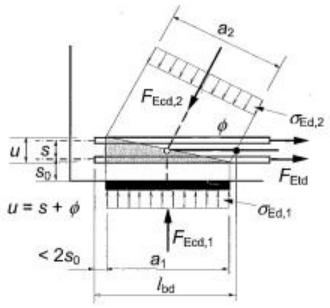


Bild H6-56 – Druck-Zug-Knoten bei geringem Überstand der Bewehrung

Bild aus DAfStb-Heft 600

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Bemessungswert der Druckstrebentragfähigkeit:

$\nu' =$ 1,0

$\sigma_{Rd,max} = 0{,}75 * \nu' * f_{cd}$ = 10,63 N/mm²

Achsabstand erstes Eisen vom Betonrand:

$s_0 =$ $c + (d_{s1} / 2) + d_{s4}$ = 45 mm

Auflagertiefe

$t_2 =$ 0,24 m

$a_1 =$ $t_2 * 1000$ = 240 mm

Überstand Zugbewehrungseisen über Lasteinleitungshinterkante:

$\ddot{u}_{vorh} =$ -c = -30 mm

Abgrenzung Bewehrungsüberstand

$\ddot{u}_{grenz} =$ $2 * s_0$ = 90 mm

$\ddot{u}_{vorh} < \ddot{u}_{grenz}$! --> u_{ges} auf äußeren Abstand der Bewehrungslagen

Mindestabstand der Längseisen untereinander:

$s =$ $MAX(20;d_{s1})$ = 20 mm

Anzahl der Abstände zw. Bewehrungslagen im Verlegebereich der Zuggurtbew.:

$n_E =$ $n_{E,o} + n_{E,u} - 1$ = 4 Stück

Gewählter Abstand der Bewehrungslagen

$s_{gew} =$ **100 mm**

$u =$ $s_{gew} * n_E$ = 400 mm

$\Theta =$ 60,00 °

a_1 = 240 mm

$u_{ges} =$ $(0 * s_0 + 2 * d_{s1} / 2) + u$ = 414 mm

$\ddot{u}_{vorh} < 2 x s_0$ -> $0 x s_0 + 2 x d_{s1}/2$!! / $\ddot{u}_{vorh} \geq 2 x s_0$ -> $2 x s_0 + 0 x d_{s1}$

Annahme für Innenlager (Teilverankerung in Deckenplatte) auf der sicheren Seite

$a_2 =$ $(a_1 + u_{ges} * 1 / TAN(\Theta)) * SIN(\Theta)$ = 415 mm

Ermittlung σ_{c2}

$F_{cd} =$ $F_{Ed,A} / SIN(\Theta)$ = 945,70 kN

$\sigma_{c2} =$ $(F_{cd} * 1000) / (a_2 * t_w * 1000)$ = 9,49 N/mm²

Nachweis der Druckstrebe mit σ_{c2}

durch Vergleichsrechnung geprüft

$\frac{\sigma_{c2}}{\sigma_{Rd,max}}$ = **0,89 < 1**

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Bemessung im Bereich der Türöffnung:

Trägerbreite b =			24,0 cm
Höhe der Öffnung h_a =	370,0-60,0	=	310,0 cm
Länge der Öffnung l_a =			110,0 cm
Obergurtdicke h_o =			60,0 cm
Lage der Öffnung x_l =			160,0 cm
Statische Höhe Wand d =	425,0 cm		
Statische Höhe Obergurt d_o =	55,0 cm		

Bemessung im Bereich der Türöffnung:

Belastung:

V_{ld} =			270,00 kN
V_{lld} =			15,00 kN
V_{0d}=	$(V_{ld}+V_{lld})/2$	=	142,50 kN
x_l =	$\frac{x_l}{100}$	=	1,600 m
x_0 =	$x_l + \frac{l_a}{200}$	=	2,150 m
x_{ll} =	$x_l + \frac{l_a}{100}$	=	2,700 m

Bemessung Aufhängebewehrung über der Tür links:

Annahme:

über der Tür: 80% Kraft aufteilen (Auf der sicherer Seite)

$A_{SV,l}$ = $0{,}8*V_{ld} / 43{,}5$ = 4,97 cm²

gewählt: 4 Steckbügel ∅ 14

Bemessung Aufhängebewehrung unter der Tür links:

Annahme:

unter der Tür: 50% Kraft aufteilen

$A_{SV,l}$ = $0{,}5*V_{ld} / 43{,}5$ = 3,10 cm²

gewählt: 4 Steckbügel ∅ 10

Bemessung Aufhängebewehrung über/unter der Tür rechts:

$A_{SV,r}$ = $0{,}8*V_{lld} / 43{,}5$ = 0,28 cm²

gewählt: 2 Steckbügel ∅ 8

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

F_{sd}=	$\frac{M_{Ed,F}}{z} = \frac{995}{3,80}$	=	261,84 kN
F_{cd}=	F_{sd}	=	261,84 kN
$V_{Ed,o}$=	$0,8*V_{0d}$	=	114,00 kN
$V_{Ed,u}$=	$0,5*V_{0d}$	=	71,25 kN
max $M_{Ed,Gurt,o}$=	$V_{Ed,o} * \frac{l_a}{100}$	=	125,40 kNm
max $M_{Ed,Gurt,u}$=	$V_{Ed,u} * \frac{l_a}{100}$	=	78,38 kNm

Bemessung Balken oben und unten nachfolgend mit Frilo:

Balken oben

$A_{sl,o}$ => gewählt : 2 ∅ 12

$A_{sl,u}$ => gewählt : 2 ∅ 14

$a_{sw,o}$ => gewählt : ∅8/15

Balken unten

$A_{sl,o}$ => gewählt : 2 ∅ 12

$A_{sl,u}$ wird durch Feldbewehrung 6ø14 abgedeckt

$a_{sw,o}$ => gewählt : ∅8/15

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Querschnittsnachweis Stahlbeton (x64) B2+ 01/24B (FRILO R-2024-1/P09)

Grundparameter

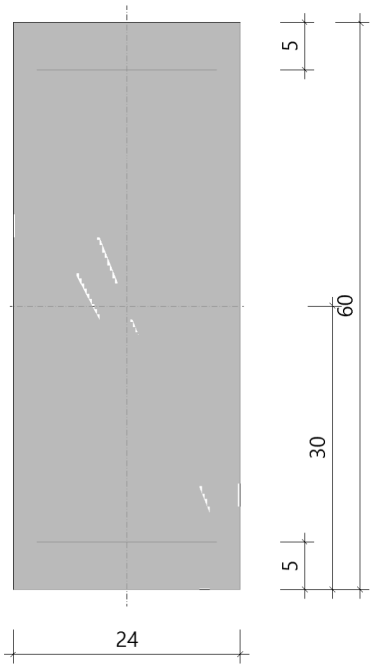
Rechteck einachsig beansprucht, C25/30, B500A

Bemessung nach: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
GZT: ständige/ vorübergehende Bemessungssituation

System

Systemgrafik

Maßstab 1 : 8



Material

Längsbewehrung	B500A	γ_s =	1.15	f_{yd} =	434.8	N/mm²
		f_{tk}/f_{yk} =	1.050	ε_{uk} =	25.0	‰
Bügelbewehrung = Längsbewehrung						
Beton Grundquerschnitt	C25/30	γ_c =	1.50	f_{cd} =	14.2	N/mm²
		α_{cc} =	0.85	E_{cm} =	31000	N/mm²

Querschnitt

Rechteck	b =	24.0	cm		h =	60.0	cm
Bewehrung	d_{ob} =	5.0	cm		d_{un} =	5.0	cm
Bruttoquerschnittswerte							
Schwerpunkt	y_{Su} =	30.0	cm	Betonfläche	A_c =	1440.0	cm²
Trägheitsmoment	I_{cy} =	432000	cm⁴				

Druckkräfte und Druckspannungen sind negativ, solange im Nachweis nichts anderes definiert ist.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Biegebemessung

mit kd-Verfahren (x / d < 0.450)

vorh. Bewehrung vorh. A_{su} = 2.9 cm² vorh. A_{so} = 0.0 cm²

Lk Nr. [-]	$N_{x,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	ε_1 [‰]	ε_{2s} [‰]	x/d [-]	z/d [-]	erf. A_{su} [cm²]	erf. A_{so} [cm²]	k_d [-]
1	-262.0	126.00	-3.500	10.086	0.258	0.893	2.9	0.0	1.95

Schubbemessung

Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse
Zwischenergebnisse für $V_{Rd,c}$
$C_{Rd,c}$ = 0.10 k_1 = 0.12
kv_{min} = 0.035 v_{min} = 0.36 k = 1.60
Zwischenergebnisse für $V_{Rd,max}$
v_1 = 0.75 α_{cw} = 1.00

Lk Nr. [-]	V_{Ed} [kN]	z/d [-]	σ_{cp} [N/mm²]	A_{sz} [cm²]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,cc}$ [kN]	cot Θ [-]	Θ [°]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$s_{l,max}$ [cm]	min. a_{swV} [cm²/m]	a_{swV} [cm²/m]	Info [-]
1	115.0	0.893	1.82	2.9	75.7	70.0	3.000	18.4	375.7	30.0	1.97	1.97	2) 3)

2) z < max(d - 3.0 - $c_{v,l}$; d - 2 * $c_{v,l}$); $c_{v,l}$ = 2.8 cm
3) Mindestquerkraftbewehrung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Querschnittsnachweis Stahlbeton (x64) B2+ 01/24B (FRILO R-2024-1/P09)

Grundparameter

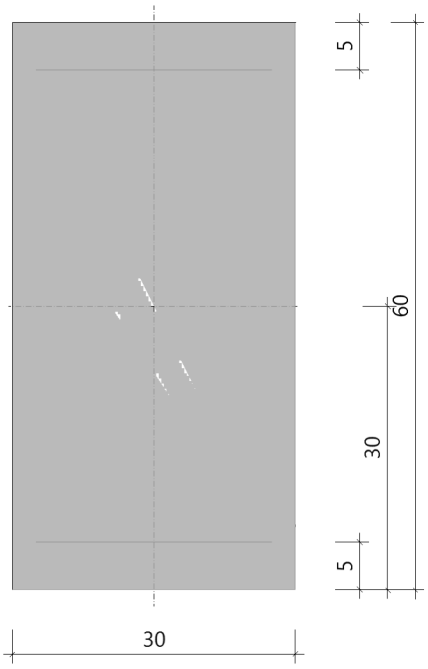
Rechteck einachsig beansprucht, C25/30, B500A

Bemessung nach: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
GZT: ständige/ vorübergehende Bemessungssituation

System

Systemgrafik

Maßstab 1 : 8



Material

Längsbewehrung	B500A	γ_s =	1.15	f_{yd} =	434.8	N/mm²
		f_{tk}/f_{yk} =	1.050	ε_{uk} =	25.0	‰
Bügelbewehrung = Längsbewehrung						
Beton Grundquerschnitt	C25/30	γ_c =	1.50	f_{cd} =	14.2	N/mm²
		α_{cc} =	0.85	E_{cm} =	31000	N/mm²

Querschnitt

Rechteck	b =	30.0	cm		h =	60.0	cm
Bewehrung	d_{ob} =	5.0	cm		d_{un} =	5.0	cm
Bruttoquerschnittswerte							
Schwerpunkt	y_{Su} =	30.0	cm	Betonfläche	A_c =	1800.0	cm²
Trägheitsmoment	I_{cy} =	540000	cm⁴				

Druckkräfte und Druckspannungen sind negativ, solange im Nachweis nichts anderes definiert ist.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Biegebemessung

mit kd-Verfahren (x / d < 0.450)

vorh. Bewehrung vorh. A_{su} = 6.3 cm² vorh. A_{so} = 0.0 cm²

Lk Nr. [-]	$N_{x,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	ε_1 [‰]	ε_{2s} [‰]	x/d [-]	z/d [-]	erf. A_{su} [cm²]	erf. A_{so} [cm²]	k_d [-]
1	262.0	80.00	-0.826	25.000	0.032	0.989	6.3	0.0	7.91

Schubbemessung

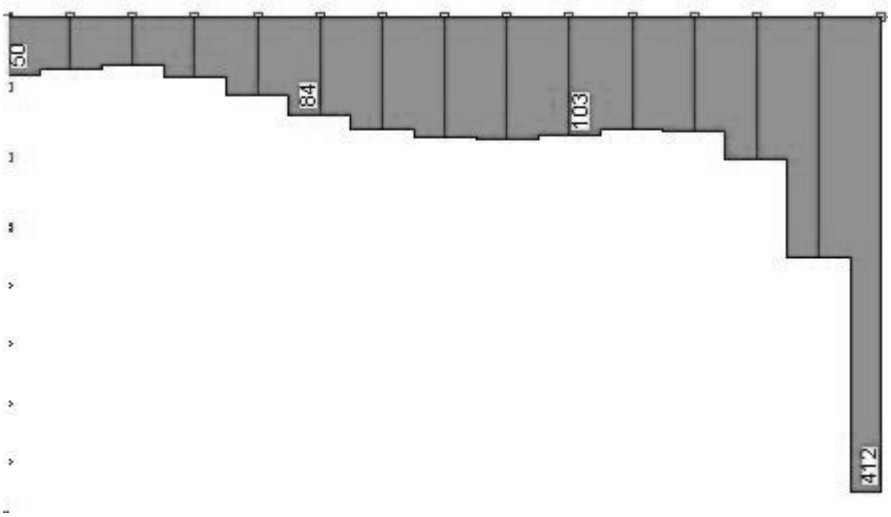
Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse
Zwischenergebnisse für $V_{Rd,c}$
$C_{Rd,c}$ = 0.10 k_1 = 0.12
kv_{min} = 0.035 v_{min} = 0.36 k = 1.60
Zwischenergebnisse für $V_{Rd,max}$
v_1 = 0.75 α_{cw} = 1.00

Lk Nr. [-]	V_{Ed} [kN]	z/d [-]	σ_{cp} [N/mm²]	A_{sz} [cm²]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,cc}$ [kN]	cot Θ [-]	Θ [°]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$s_{l,max}$ [cm]	min. a_{swV} [cm²/m]	a_{swV} [cm²/m]	Info [-]
1	72.0	0.898	-1.46	6.3	29.8	116.8	1.000	45.0	787.3	30.0	2.46	3.35	2)
2) $z < \max(d - 3.0 - c_{v,l}; d - 2 * c_{v,l})$; $c_{v,l}$ = 2.8 cm													

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Aufzuhängende Last :



aus V_{ed} = 412,0 kN/m

erf. a_s = $\frac{412}{43,5}$ = 9,5 cm²/m

$a_{sw,vorh}$ = 5,24*2 = 10,5 cm²/m

Querkraftbewehrung wird es abgedeckt

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 1-W26.1 - Stb.-WAT - Wandartiger Träger im 1.OG

C25/30 XC1 h/b = 370/28+50/28 cm

System:

Wandartiger Träger Pos.26.1 + Pos.26 zusammen als Einfeldträger mit Kragarm nachweisen

$l_{Kragarm}$= 2,5 m

L= 2,5+4,8 = 7,3 m

Ansicht siehe nachfolgende Seite

Wanddicke t_w= 0,28 m

Wandhöhe h = 3,70+0,5 = 4,20 m

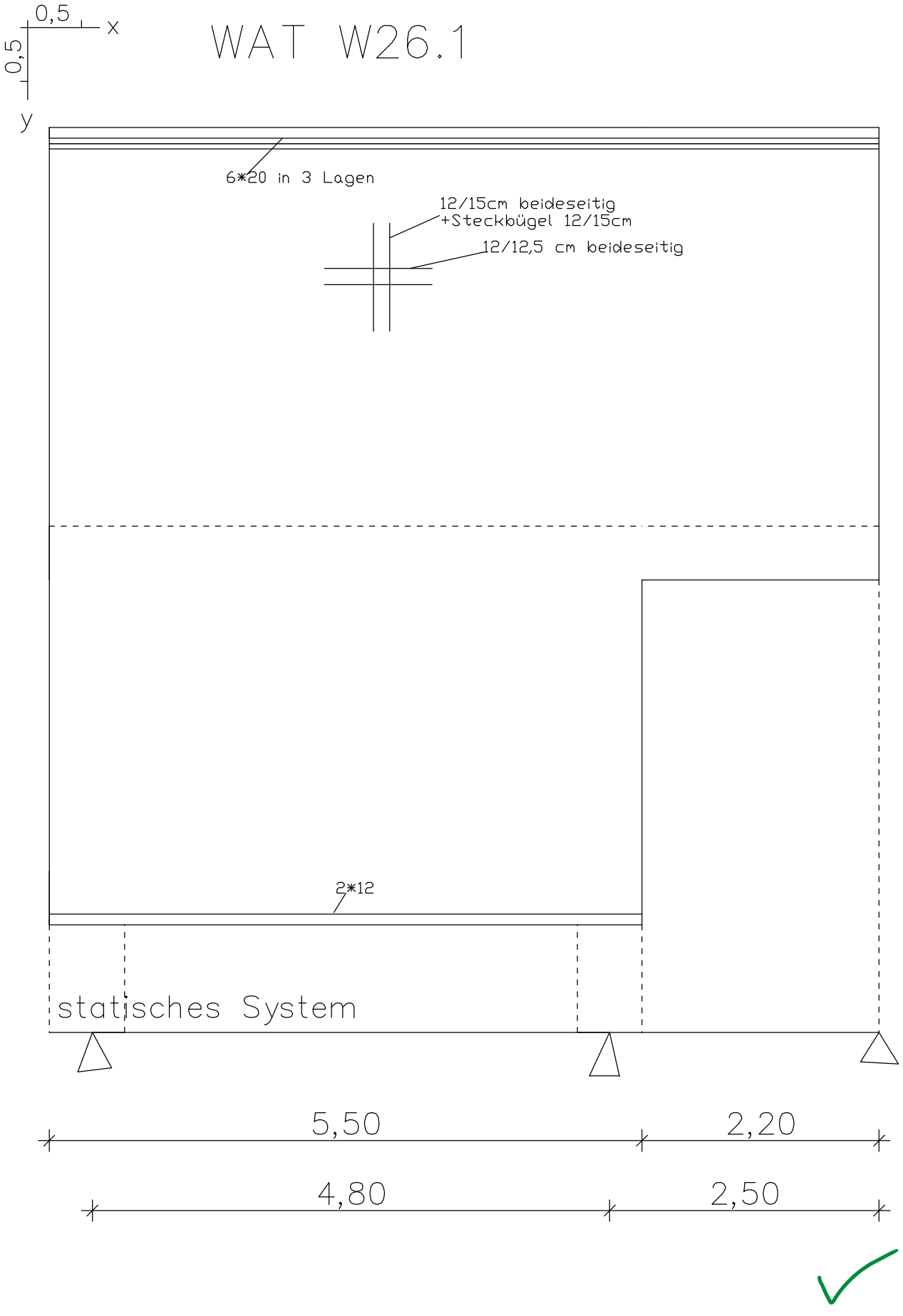
Material

Beton =	GEW("ec2_de/beton_ec2"; Bez;)	=	C25/30
γ_C=			1,50
f_{ck} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fck;Bez=Beton)	=	25,00 N/mm²
α_{cc} =			0,85
f_{cd} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fcd;Bez=Beton)*α_{cc}/0,85	=	14,17 N/mm²
f_{ctm} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton)	=	2,60 N/mm²
$f_{ctk,005}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctk005;Bez=Beton)	=	1,80 N/mm²
f_{ctd} =	$f_{ctk,005}$ / γ_C	=	1,20 N/mm²
Stahl =			B 500
γ_S =			1,15
f_{yk} =			500 N/mm²
f_{yd} =	f_{yk} / γ_S	=	435 N/mm²

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Stb.-Decke über EG

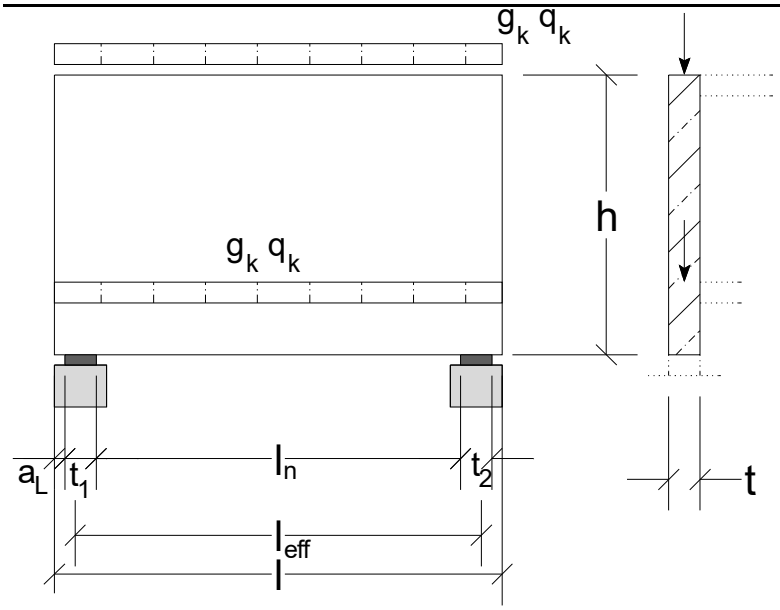
M = 1:50



Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

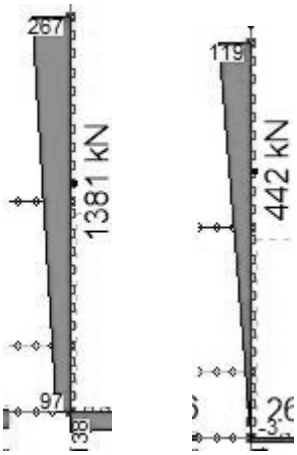
Pos.50 EG Stb.Decke 28cm.fem

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de



Belastung:

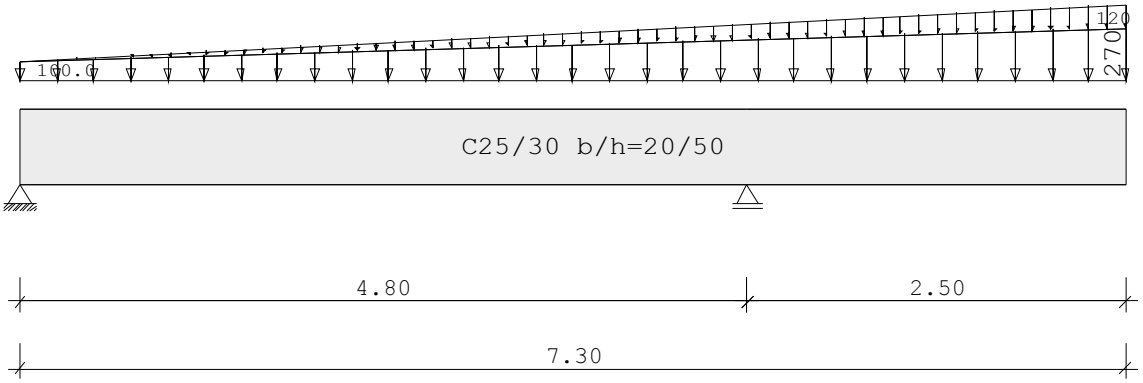
Auflagerkräfte aus EDV-Systems (Pos.60). Hier wird die WAT als Linienlager in der FE-Deckenstatik berücksichtigt. Die daraus folgenden Auflagerkräfte (Lastfälle 20/21 LWL Gk/Qk ohne Aufstockung) können herangezogen werden.



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)
Maßstab 1 : 50



Stahlbetonträger C25/30 E = 31000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge		Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	4.80	konstant			20.0	50.0		
Kragarm rechts	2.50	konstant			20.0	50.0		

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc		ausPOS	Phi
4	C		0.00	100.00 270.00	0.00 120.00	1.00	0.00	7.30		

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum (kNm , kN)

Feld			Mf	M li	M re	V li	V re
1	x0	= 1.71	212.96	0.00	-783.11	229.40	-708.24

Stützmomente Maximum (kNm , kN)

Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	229.40	229.40	97.07
2	-1115.30	-1115.30	-777.45	850.86	1628.31	1184.22

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	166.28	63.12	-69.21	160.19	229.40	97.07
2	1184.22	444.08	0.00	1628.31	1628.31	1184.22
Summe:	1350.50	507.21	-69.21	1788.50	1857.71	1281.29

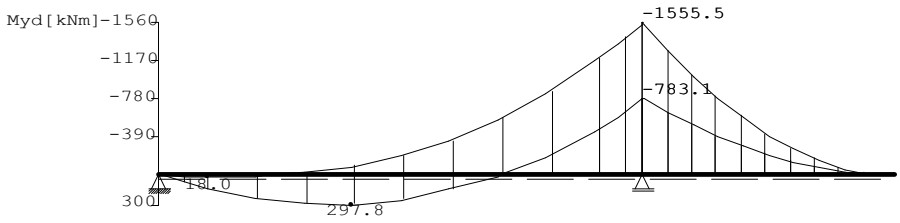
Auflagerkräfte					(kN)
	Stütze 1		Stütze 2		
EG	max	min	max	min	
g	166.3	166.3	1184.2	1184.2	
C	63.1	-69.2	444.1	0.0	
Sum	229.4	97.1	1628.3	1184.2	

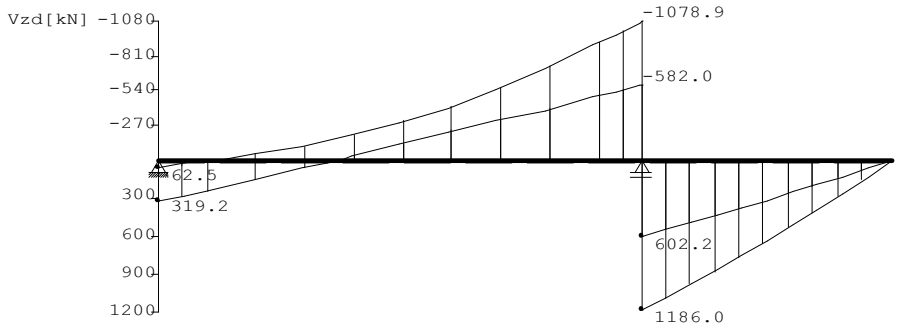
Ergebnisse für γ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwert $\gamma G * K_{Fi} = 1.35$ über Trägerlänge konstant

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0	= 1.74	301.72	0.00	-1057.19	319.16	-975.06

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	319.16	319.16	62.47
2	-1555.48	-1555.48	-1078.87	1185.95	2264.82	1184.22

Maßstab 1 : 75





durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Belastungen

$M_{Ed,F}$ =			300 kNm
$M_{Ed,S}$ =			1560 kNm
$F_{Ed,A}$=	1,35*167+1,5*64	=	321 kN
$F_{Ed,B}$=	1,35*1185+1,5*445	=	2267 kN
$F_{Ed,B,r}$=			1186 kN

Bemessung im GZT

Kräfte an Zug-, und Druckstrebe

Annahme Θ =			60,0 °
$F_{td,A}$ =	$F_{Ed,A}$ /TAN(Θ)	=	185,3 kN
$F_{cd,A}$ =	$F_{Ed,A}$ / SIN(Θ)	=	370,7 kN
$F_{td,B,r}$ =	$F_{Ed,B,r}$ / TAN(Θ)	=	684,7 kN
$F_{cd,B,r}$ =	$F_{Ed,B,r}$ / SIN(Θ)	=	1369,5 kN

Zugeisen in der Decke über 1.OG:

⇒ Das Moment aus der exzentrischen Lagerung der Scheibe wird über die Deckenplatte zentriert

Wandhöhe h =	3,70+0,5	=	4,20 m
L_k=	2,50 m		
h/L_k		=	1,7 < 2
z_s=	$0,65*L_k+0,1*h$	=	2,04 m
$F_{td,S}$ =	$M_{Ed,S}$ / z_s	=	764,7 kN
$A_{s,S,erf}$ =	$M_{Ed,S}/(z_s*43,5)$	=	17,6 cm²
As,vorh=			18,80 cm²

⇒ **gewählt: 6 ∅ 20**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Querkraftbemessung

Bemessungsquerkraft

$V_{Ed,C}$ = FEd,B,r = 1186,0 kN

Bemessung:

Betondruckspannung im Schwerpunkt infolge Normalkraft und/oder Vorspannung; hier $N_{Ed} = 0$;

σ_{cp} = 0,00 N/mm²

d = z_s*100 = 204,00 cm

k = $MIN(1 + \sqrt{\frac{200}{d*10}} ; 2)$ = 1,31

ρ_1 = $20{,}0*10^{-3}$

$C_{Rd,c}$ = 0,15 /1,5 = 0,10

a) Ermittlung des Bemessungswertes für den Querkraftwiderstand $V_{Rd,c}$

$V_{Rd,c} = \left(C_{Rd,c} * k * \sqrt[3]{100 * \rho_1 * fck} + 0{,}12 * \sigma_{cp}\right) * t_w * d * 10$ = 275,67 kN

b) Mindestwert der Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,c,min}$:

κ_1 = WENN(d≤0,6;0,0525;WENN(d>0,8;0,0375;zwischenwert)) = 0,0375

$v_{min} = \left(\frac{\kappa_1}{1{,}5}\right) * \sqrt{k^3} * \sqrt{25}$ = 0,1874 MN/m²

$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + 0{,}12 * \sigma_{cp}) * 0{,}20 * d * 10$ = 76,5 kN

c) für Nachweis maßgebend:

$V_{Rd,c}$ = $MAX(V_{Rd,c} ; V_{Rd,c,min})$ = 275,7 kN

$V_{Ed,C} / V_{Rd,c}$ = **4,30 ≤ 1**

Querkraftbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mindestbewehrung unter α = 90° :

$\rho_{w,min}$ =	$0{,}16 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$	=	$0{,}83*10^{-3}$
min_a_{sw} =	$\rho_{w,min}$ * 20*10² * SIN(90)	=	**1,66 cm²/m**
d_s =	GEW("ec2_de/AsFläche"; ds;)	=	8 mm
a_s =	GEW("ec2_de/AsFläche";Bez;d_s=d_s;a_s≥min_a_{sw} / 2)	=	Ø 8 / e = 15
$a_{sw,vorh}$=	2 * TAB("ec2_de/AsFläche"; as; Bez=a_s)	=	6,70 cm²/m
min_a_{sw} / $a_{sw,vorh}$		=	**0,25 < 1**

Querkrafttraganteil des Betonquerschnitts

$V_{Rd,cc}$ =	$0{,}5*0{,}48*fck^{(1/3)}*0{,}25*z_s*10^3$	=	357,9 kN

Der Winkel Θ ist zu begrenzen auf $1 \le \cot\Theta \le 3{,}0$

cotΘ =	$\frac{1{,}2}{(1 - V_{Rd,cc} / V_{Ed,C})}$	=	1,72 ≤ 3
cotΘ =	WENN(cotΘ<1;1;WENN(cotΘ>3;3;cotΘ))	=	1,72
Θ =	ATAN(1 / cotΘ)	=	30 °

gewählt:

Θ = 45,00 °

Bemessungswert der maximalen Querkrafttragfähigkeit (Querkraftwiderstand) $V_{Rd,max}$:

$V_{Rd,max}$ =	1000 *0,25 * z_s * 0,75 * fcd / (1/TAN(Θ)+TAN(Θ))	=	2710,0 kN
$V_{Ed,C}/V_{Rd,max}$		=	**0,44 < 1**

Nachweis der Zugstrebe (Querkraftbewehrung):

f_{ywd} =	f_{yk} / 1,15	=	434,8 kN
a_{sw} =	$10 * \frac{V_{Ed,C}}{f_{ywd} * \frac{1}{\tan(\Theta)} * z_s}$	=	**13,37 cm²/m**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mindestbewehrung (bei Balken immer erforderlich)

f_{ctm} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton)	=	2,60 N/mm²
$\rho_{w,min}$ =	$0{,}16 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$	=	$0{,}83*10^{-3}$

gewählt: Bügel 90° mit sin α = 1

min_a_{sw} =	$\rho_{w,min} * 10^2 * 20$	=	**1,66 cm²/m**
$a_{sw,erf}$ =	MAX(a_{sw} ; min_a_{sw})	=	**13,37 cm²/m**

gewählt:

d_s =	GEW("ec2_de/AsFläche"; ds;)	=	12 mm
a_s =	GEW("ec2_de/AsFläche";Bez;d_s=d_s;a_s≥$a_{sw,erf}$ / 2)	=	**∅ 12 / e = 15**
$a_{sw,vorh}$=	2 * TAB("ec2_de/AsFläche"; as; Bez=a_s)	=	15,08 cm²/m
$a_{sw,erf}$ / $a_{sw,vorh}$		=	**0,89 < 1**

Rissbreitennachweis

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC1 mit w_{max} = 0,4 mm

gewählt: Horizontal je Seite ∅ 10 / 12,5 cm

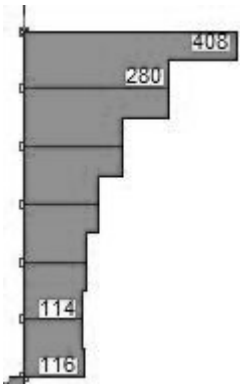
gew. vertikal: ø12/15 beideseitig +Steckbügel ∅ 12/15
horizontral: ø12/15 beideseitig

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Aufzuhängende Last :

Auflagerkräfte aus EDV-Systems (Pos.60). Hier wird die WAT als Linienlager in der FE-Deckenstatik berücksichtigt. Die daraus folgenden Auflagerkräfte (1. Ständige und vorübergehende Situation, ohne Aufstockung) können herangezogen werden.



aus V_{ed} = 408,0 kN/m

erf. a_s = $\frac{408}{43,5}$ = 9,4 cm²/m

$a_{sw,vorh}$= 15,08 cm²/m

Querkraftbewehrung wird es abgedeckt

durch Vergleichsrechnung
geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen

Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium, Bismarckstraße 53, 46047 Oberhausen
Statische Berechnung LP4

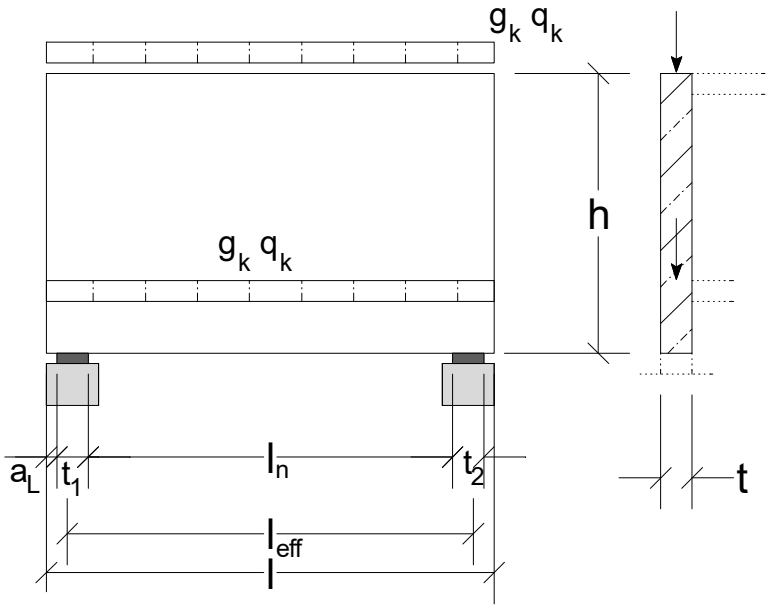
Pos. 1-W13.1 - Stb.-WAT - Wandartiger Träger im 1.OG

C25/30 XC1 h/b = 370/20+90/25 cm

Ein wandartiger Träger ohne Öffnung, Position W29, wird in diesem Schnitt nachgewiesen.

Material

Beton =	GEW("ec2_de/beton_ec2"; Bez;)	=	C25/30
γ_C=			1,50
f_{ck} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fck;Bez=Beton)	=	25,00 N/mm²
α_{cc} =			0,85
f_{cd} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fcd;Bez=Beton)*α_{cc}/0,85	=	14,17 N/mm²
f_{ctm} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton)	=	2,60 N/mm²
$f_{ctk,005}$ =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctk005;Bez=Beton)	=	1,80 N/mm²
f_{ctd} =	$f_{ctk,005}$ / γ_C	=	1,20 N/mm²
Stahl =			B 500
γ_S =			1,15
f_{yk} =			500 N/mm²
f_{yd} =	f_{yk} / γ_S	=	435 N/mm²



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium, Bismarckstraße 53, 46047 Oberhausen
Statische Berechnung LP4

System

Einfeld-Träger

Wanddicke t_w=		0,20 m
Wandhöhe h = 3,70+0,9	=	4,60 m
Auflagertiefe t_1 =		0,45 m
Auflagertiefe t_2 =		0,95 m
l_{eff} =		5,00 m

Bemessungslasten:

Auflagerkräfte aus EDV-Systems (Pos.60). Hier wird die WAT als Linienlager in der FE-Deckenstatik berücksichtigt. Die daraus folgenden Auflagerkräfte (Lastfälle 20/21 LWL Gk/Qk ohne Aufstockung) können herangezogen werden.



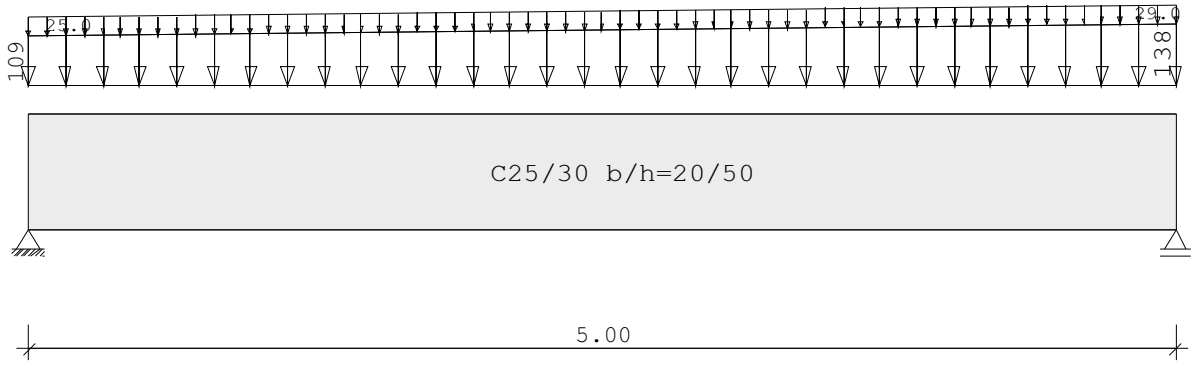


durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P09)

Maßstab 1 : 33



Stahlbetonträger C25/30 E = 31000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge	Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	5.00	konstant			20.0	50.0		

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Feld	Typ	EG	Gr	g_l/r	q_l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	4	C		109.00 138.00	25.00 29.00	1.00	0.00	5.00		

Einwirkungen:

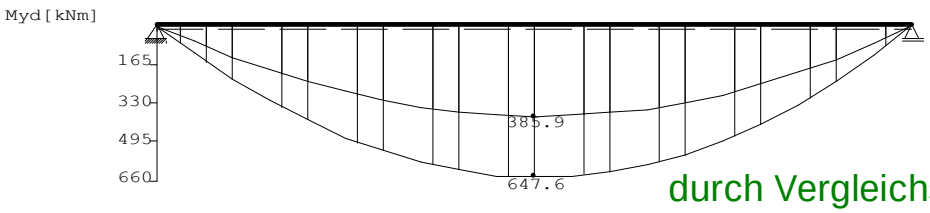
Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Auflagerkräfte (kN)

Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	296.67	65.83	0.00	362.50	362.50	296.67
2	320.83	69.17	0.00	390.00	390.00	320.83
Summe:	617.50	135.00	0.00	752.50	752.50	617.50

Maßstab 1 : 50



durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

L=			5,00 m
$F_{Ed,A}$=	1,35*297,0+1,5*66,0	=	500 kN
$F_{Ed,B}$=	1,35*321+1,5*70,0	=	538 kN
$M_{Ed,F}$ =			648 kNm

Bemessung im GZT

Kräfte an Zug-, und Druckstrebe

Annahme Θ =			60,0 °
$F_{td,A}$ =	$F_{Ed,A}$ /TAN(Θ)	=	288,7 kN
$F_{cd,A}$ =	$F_{Ed,A}$ / SIN(Θ)	=	577,4 kN
$F_{td,B}$ =	$F_{Ed,B}$ / TAN(Θ)	=	310,6 kN
$F_{cd,B}$ =	$F_{Ed,B}$ / SIN(Θ)	=	621,2 kN

Biegebemessung im Feld

h/l_{eff}		=	0,9 < 1
z_F=	0,3*h*(3,0-h/l_{eff})	=	2,87 m
$F_{td,F}$ =	$M_{Ed,F}$ / z_F	=	225,8 kN
$A_{s,F,erf}$ =	$M_{Ed,F}/(z_F*43,5)$	=	5,2 cm²

Feldbewehrung gew. 4 ∅ 14 in 2 Lagen

As,vorh= 6,16 cm²

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Querkraftbemessung

Bemessungsquerkraft

$V_{Ed,C}$ = **FEd,B** = **538,0 kN**

Bemessung:

Betondruckspannung im Schwerpunkt infolge Normalkraft und/oder Vorspannung; hier $N_{Ed} = 0$;

σ_{cp} = 0,00 N/mm²

d = z_F*100 = 287,00 cm

k = $MIN(1 + \sqrt{\frac{200}{d*10}} ; 2)$ = 1,26

ρ_1 = $MIN(\frac{A_{s,F,erf}}{t_w * d * 10^2} ; 0,02)$ = $0,9*10^{-3}$

$C_{Rd,c}$ = 0,15 /1,5 = 0,10

a) Ermittlung des Bemessungswertes für den Querkraftwiderstand $V_{Rd,c}$

$V_{Rd,c} = \left(C_{Rd,c} * k * \sqrt[3]{100*\rho_1*fck} + 0,12*\sigma_{cp}\right)*t_w*d*10$ = 94,77 kN

b) Mindestwert der Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,c,min}$:

κ_1 = WENN(d≤0,6;0,0525;WENN(d>0,8;0,0375;zwischenwert)) = 0,0375

$v_{min} = \left(\frac{\kappa_1}{1,5}\right) * \sqrt{k^3} * \sqrt{25}$ = 0,1768 MN/m²

$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + 0,12 * \sigma_{cp}) * 0,20 * d * 10$ = 101,5 kN

c) für Nachweis maßgebend:

$V_{Rd,c} = MAX(V_{Rd,c} ; V_{Rd,c,min})$ = 101,5 kN

$V_{Ed,C} / V_{Rd,c}$ = **5,30 ≤ 1**

Querkraftbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mindestbewehrung unter α = 90° :

$\rho_{w,min}$ =	$0{,}16 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$	=	$0{,}83*10^{-3}$
min_a_{sw} =	$\rho_{w,min}$ * 20*10² * SIN(90)	=	**1,66 cm²/m**
d_s =	GEW("ec2_de/AsFläche"; ds;)	=	8 mm
a_s =	GEW("ec2_de/AsFläche";Bez;d_s=d_s;a_s≥min_a_{sw} / 2)	=	Ø 8 / e = 15
$a_{sw,vorh}$=	2 * TAB("ec2_de/AsFläche"; as; Bez=a_s)	=	6,70 cm²/m
min_a_{sw} / $a_{sw,vorh}$		=	**0,25 < 1**

Querkrafttraganteil des Betonquerschnitts

$V_{Rd,cc}$ =	$0{,}5*0{,}48*fck^{(1/3)}*0{,}25*z_F*10^3$	=	503,5 kN

Der Winkel Θ ist zu begrenzen auf $1 \le \cot\Theta \le 3{,}0$

cotΘ =	$\frac{1{,}2}{(1 - V_{Rd,cc} / V_{Ed,C})}$	=	18,71 ≤ 3
cotΘ =	WENN(cotΘ<1;1;WENN(cotΘ>3;3;cotΘ))	=	3,00
Θ =	ATAN(1 / cotΘ)	=	18 °

gewählt:

Θ =			45,00 °

Bemessungswert der maximalen Querkrafttragfähigkeit (Querkraftwiderstand) $V_{Rd,max}$:

$V_{Rd,max}$ =	1000 *0,25 * z_F * 0,75 * fcd / (1/TAN(Θ)+TAN(Θ))	=	3812,6 kN
$V_{Ed,C}/V_{Rd,max}$		=	**0,14 < 1**

Nachweis der Zugstrebe (Querkraftbewehrung):

f_{ywd} =	f_{yk} / 1,15	=	434,8 kN
a_{sw} =	$10 * \frac{V_{Ed,C}}{f_{ywd} * \frac{1}{\tan(\Theta)} * z_F}$	=	**4,31 cm²/m**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mindestbewehrung (bei Balken immer erforderlich)

f_{ctm} =	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton)	=	2,60 N/mm²
$\rho_{w,min}$ =	$0{,}16 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$	=	$0{,}83*10^{-3}$

gewählt: Bügel 90° mit sin α = 1

min_a_{sw} =	$\rho_{w,min} * 10^2 * 20$	=	**1,66 cm²/m**
$a_{sw,erf}$ =	MAX(a_{sw} ; min_a_{sw})	=	**4,31 cm²/m**

gewählt:

d_s =	GEW("ec2_de/AsFläche"; ds;)	=	8 mm
a_s =	GEW("ec2_de/AsFläche";Bez;d_s=d_s;a_s≥$a_{sw,erf}$ / 2)	=	**∅ 8 / e = 15**
$a_{sw,vorh}$=	2 * TAB("ec2_de/AsFläche"; as; Bez=a_s)	=	6,70 cm²/m
$a_{sw,erf}$ / $a_{sw,vorh}$		=	**0,64 < 1**

Rissbreitennachweis

Rissbreiten NW für Expositionsklasse XC1 mit w_{max} = 0,4 mm

gewählt: Horizontal je Seite ∅ 8 / 12 cm

gew. vertikal: ø8/15 beideseitig +Steckbügel ∅ 8/15
horizontral: ø8/12 beideseitig

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium, Bismarckstraße 53, 46047 Oberhausen
Statische Berechnung LP4

Nachweis Betondruckspannung am Endauflager

mit maßgebender Belastung (FEd,B) und kleine Abmessungen der Stütze (25/45cm)

Lagerpressungen σ_{cA}

t_1= 0,45 m

Unterzug t_w= 0,25 m

$\sigma_{cA} = F_{Ed,A} * \frac{10^{-3}}{t_w * t_1}$ = 4,4 MN/m²

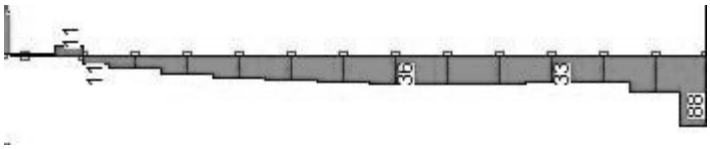
$\sigma_{Rd,max} = 0{,}75 * f_{cd}$ = 10,6 MN/m²

$\sigma_{cA} / \sigma_{Rd,max}$ = **0,42 <1**

Anschlussbewehrung nicht erforderlich

Aufhängebewehrung

Auflagerkräfte aus EDV-Systems (Pos.60). Hier wird die WAT als Linienlager in der FE-Deckenstatik berücksichtigt. Die daraus folgenden Auflagerkräfte (ständige und vorübergehende Situation) können herangezogen werden.



q_{Ed} = 88,0 kN/m

$a_{s,erf} = q_{Ed} / (f_{yd} * 10^{-1})$ = 2,02 cm²/m

$a_{sw,vorh}$= 2 *3,35 = 6,70 cm²/m

Querkraftbewehrung wird es abgedeckt

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Nachweis Knoten Endauflager

Druck - Zug - Knoten

mit maßgebender Belastung (FEd,B) und kleine Abmessungen der Stütze (25/45cm)

Zusätzliche Angaben:

Betondeckung c =		30 mm
Wanddicke t_w=		0,20 m
Zugbewehrung d_{s1} =		14 mm
Anzahl Bewehrungslagen $n_{E,o}$=		0 Lagen
Anzahl Bewehrungslagen unten $n_{E,u}$=		2 Lagen
Anzahl Eisen je oben Lage $m_{E,o}$=		2 Stück
Anzahl Eisen je unten Lage $m_{E,u}$=		2 Stück
Bügel d_{s4} =		8 mm
n,ges = $m_{E,o} * n_{E,o} + m_{E,u} * n_{E,u}$	=	4 Stück

Auflagerbewehrung gew. 4 ∅ 14 in 2 Lagen (Feldbewehrung)

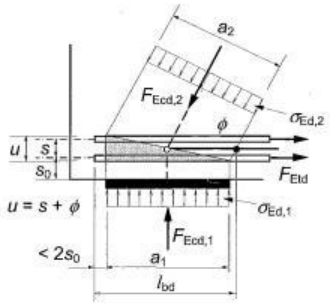


Bild H6-56 – Druck-Zug-Knoten bei geringem Überstand der Bewehrung

Bild aus DAfStb-Heft 600

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Bemessungswert der Druckstrebentragfähigkeit:

$\nu' =$ 1,0

$\sigma_{Rd,max} = 0{,}75 * \nu' * f_{cd}$ = 10,63 N/mm²

Achsabstand erstes Eisen vom Betonrand:

$s_0 =$ $c + (d_{s1} / 2) + d_{s4}$ = 45 mm

Auflagertiefe

$t_1 =$ 0,45 m

$a_1 =$ $t_1 * 1000$ = 450 mm

Überstand Zugbewehrungseisen über Lasteinleitungshinterkante:

$\ddot{u}_{vorh} =$ -c = -30 mm

Abgrenzung Bewehrungsüberstand

$\ddot{u}_{grenz} =$ $2 * s_0$ = 90 mm

$\ddot{u}_{vorh} < \ddot{u}_{grenz}$! --> u_{ges} auf äußeren Abstand der Bewehrungslagen

Mindestabstand der Längseisen untereinander:

$s =$ $MAX(20;d_{s1})$ = 20 mm

Anzahl der Abstände zw. Bewehrungslagen im Verlegebereich der Zuggurtbew.:

$n_E =$ $n_{E,o} + n_{E,u} - 1$ = 1 Stück

Gewählter Abstand der Bewehrungslagen

$s_{gew} =$ **40 mm**

$u =$ $s_{gew} * n_E$ = 40 mm

$\Theta =$ 60,00 °

a_1 = 450 mm

$u_{ges} =$ $(0 * s_0 + 2 * d_{s1} / 2) + u$ = 54 mm

$\ddot{u}_{vorh} < 2 x s_0$ -> $0 x s_0 + 2 x d_{s1}/2$!! / $\ddot{u}_{vorh} \geq 2 x s_0$ -> $2 x s_0 + 0 x d_{s1}$

Annahme für Innenlager (Teilverankerung in Deckenplatte) auf der sicheren Seite

$a_2 =$ $(a_1 + u_{ges} * 1 / TAN(\Theta)) * SIN(\Theta)$ = 417 mm

Ermittlung σ_{c2}

$\sigma_{c2} =$ $(F_{Ed,B} * 1000) / (a_2 * t_w * 1000)$ = 6,45 N/mm²

Nachweis der Druckstrebe mit σ_{c2}

$\frac{\sigma_{c2}}{\sigma_{Rd,max}}$ = **0,61 < 1**

durch Vergleichsrechnung geprüft

Die Seiten 796 bis 801 bleiben frei.

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mauerwerk-Wand

Zusammenfassung der Mauerwerk Wände

im 2.OG

W2, W4, W9, W15, W16, W19

im 1.OG

W2, W19, W16, W21

im EG

W2, W16, 21, W32, W36, W37, W38, W40, W43, W45, W46

Pos.W40 - KS-Innenwand 24 cm im Erdgeschoss

Bemessung des maßgebenden Mauerwerk-Wandstücks

KSP: 20/2.0 - DM d = 24 cm

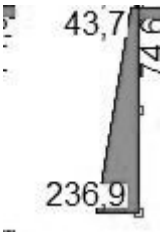
System:

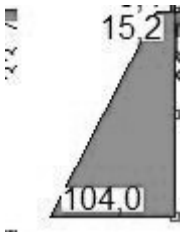
Stb.-Wandstück h = 3,7 m, L= 1 m

MW-Wandstück h =			3,700 m
Deckenspannweite L_1 =	3,50/2	=	1,75 m
Deckenspannweite L_2 =			1,70 m
Dicke Decke d =			0,28 m

Belastung:

Siehe Kap.7 Decke EG Lastfälle 23/24: LWL Gk/Qk mit Aufstockung (maßgebend)





Pos.1-E01 Lastfall 20: LWL Gk

Pos.1-E01 Lastfall 213: LWL Qk

gk=	(237+44)*1/2	=	140,5 kN
qk=	(104+16)*1/2	=	60,0 kN

Bemessung:

siehe nachfolgende Seiten mittels der Bemessungsoftware Frilo

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Mauerwerk Bemessung (x64) MWX+ 01/24 (FRILO R-2024-1/P09)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

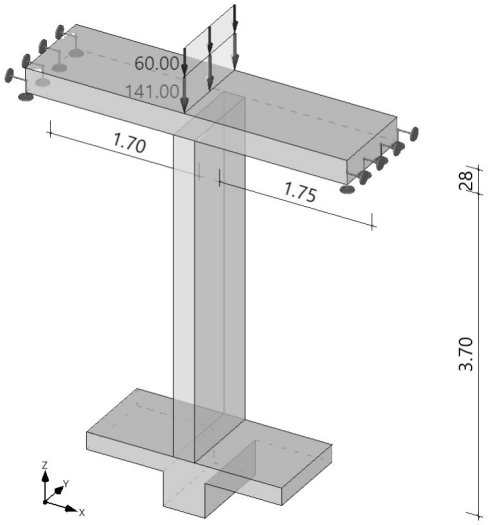
Allgemeines

- Wandsystem: Einzelwand
- Abminderung der Knicklänge
- Stoßfugen unvermörtelt

System

Systemgrafiken

Systemgrafik 3D
Maßstab 1 : 75



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]	b/b' [m]	g_0 [kN/m²]	g_z [kN/m²]
1	Innenwand	1	vierseitig	3.70	24.0	1.00	1.24	4.80	0.50

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
h_s : lichte Wandhöhe
d_0 : Wanddicke bzw. Dicke der Tragschicht bei mehrschichtigem Wandaufbau
l_0 : rechnerische Wandlänge
b/b' : Abstand der aussteifenden Wände
g_0 : Wandeigengewicht
g_z : Eigengewichtszuschlag für Putz, Wandverkleidung etc.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Geschossdecken

Eb.	Typ	E-Modul [N/mm²]	d_0 [cm]	Seite	l [m]	b [m]	Lagerung
1	beidseitig	31000	28.0	links rechts	1.70 1.75	1.00 1.00	gelenkig gelenkig

Typ : Deckenart (einseitig/beidseitig)
d_0 : Dicke der Geschossdecke
l : Spannweite
b : Einflussbreite der Geschossdecke

Lasten

Vertikale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g_0 [kN/m]	q_0 [kN/m]	g_1 [kN/m]	q_1 [kN/m]	ay [m]	l [m]	Einwirkung
1	1	Trapezlast	141.00	60.00	141.00	60.00	0.00	1.00	Kat. C: Versammlungsbereiche

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
g_0 : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
q_0 : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
g_1 : Ordinate des ständigen Lastanteils am Lastende
q_1 : Ordinate des veränderlichen Lastanteils am Lastende
ay : Abstand der Einzellast bzw. des Lastanfangs in Wandlängsrichtung
l : Lastausdehnung in Wandlängenrichtung
Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Ergebnisse

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

Nr.	Typ	K_0	K_2	K_5	zugehörige Last
1	Gv	1.35	1.35	1.00	Gv (Last 1)
2	Qv	1.50	0.00	0.00	Qv->Wand 1 (Lastzug 0)

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten
Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten

Typ : Lastfallart
K_0 : Drucknachweis
K_2 : Nachweis Plattenschub
K_5 : 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
3.70	0.0	8.0	0.00
1.85	0.0	8.0	0.00
0.00	0.0	8.0	0.00

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} =	0.62	m
Knickschlankheit	λ_c =	2.58	
Wandquerschnitt	A_w =	2400.0	cm²
Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit	f_d =	5.95	N/mm²

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de 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
3.70	0.50	24.0	280.35	0.0	0.90	1285.20	0.22
1.85	0.50	24.0	293.59	1.2	0.90	1285.20	0.23
0.00	0.50	24.0	306.82	0.0	0.90	1285.20	0.24

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_{init} 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
3.70	0.50	0.001	24.0	0.79	0.42	66.40	0.00
1.85	0.50	0.001	24.0	0.85	0.44	69.93	0.00
0.00	0.50	0.001	24.0	0.90	0.46	73.46	0.00

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

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

NW der Teilflächenpressung

Maximale Randbeanspruchung -EG

Ort: Achse 4b

Da hier ausschließlich eine größere Randbeanspruchung vorliegt.

KSP 20-2.0-DM

d =			0,350 m
Wanddicke t =			0,240 m
f_k =			10,5 N/mm²
f_d =	$0,85*f_k/1,5$	=	6,0 N/mm²
ß =			1,0
A_b =	$d * t * 10^6$	=	84000 mm²

Bemessungswiderstand des MW:

N_{Rdc} = $f_d*ß*A_b/1000$ = 504 kN

Bemessungswert der Beanspruchung:

N_{edc} = $d * (1,35 * 343,0 + 1,5 * 79,0)$ = 204 kN

Nachweis:

$$\eta = \frac{N_{edc}}{N_{Rdc}} = \mathbf{\underline{0,40 \leq 1}}$$

durch Vergleichsrechnung geprüft

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Kapitel 8 - Bodenplatte

Vorbemerkungen

Die Gründung erfolgt hier als Flachgründung mit einer tragenden Stahlbeton-Bodenplatte h=40cm. (Die oberen, nicht tragfähigen Bodenschichten werden komplett ausgetauscht.)

Voutenartige Plattenverstärkung unter hochbelasteten Stützen:

auf h=60cm, ca. 2,0 x 2,0m, 2 Stück

auf h=80cm, ca. 2,2 x 2,2m, 1 Stück

auf h=80cm, ca. 2,2 x 2,8m, 1 Stück

auf h=80cm, ca. 1,3 x 7,0m, 1 Stück

Grundwasser wurde in größeren Tiefen vorgefunden und ist für das Gebäude nicht relevant.

Weitere Angaben, insbesondere die Ausführungshinweise, sind dem Baugrundbericht zu entnehmen.

Nachfolgend werden die Bodenplatte statisch nachgewiesen.
Die Bodenplatte werden mit der EDV-Anwendung InfoCAD von Infograph überwiegend mithilfe der Finite-Elemente-Methode statisch bemessen.
Der Bodenstatik liegen die Lastannahmen, siehe Kapitel 2 Lastannahmen, zugrunde.
Durch einen Lastfallimport werden EDV intern die Auflagerreaktionen der aufstehenden Deckenpositionen als Einzellasten in entsprechender Lage im Grundriss als Lastübernahme (=LÜN) berücksichtigt.

Materialeigenschaften

Pos.80 Bodenplatte und Pos.81 Aufzugsunterfahrt:

Beton	C25/30 XC2, XF1
Betonstahl	B500A für Stabstahl
Betondeckung	$c_{v,oben}$ = 3,0 cm
	$c_{v,unten}$ = 3,5 cm

Es wird empfohlen, die Aufzugsunterfahrt in der Bauart "weiße Wanne" auszuführen.



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 80 - Bodenplatte

C25/30 XC2, XF1 h = 40 cm

Bettungsmodul ks = 25 MN/m² als Vorabstimmung der Bodengutachter

Belastung:

ständig:

Eigengewicht:

Eigengewicht (programmintern berücksichtigt) $g_{k,Eg}$ = 0,40*25 = 10,00 kN/m²

Ausbaulast ständig:

Ausbaulast $g_{k,A}$ = 2,50 kN/m²

Eigengewicht von Treppen (aus Kap.4):

aus Treppen T01 $g_{k,T01}$ = 23,90 kN/m

aus Treppen T01 $g_{k,T02}$ = 19,00 kN/m

Aufgehende und aufstehende Wände

Wände

Geschosshöhe 2.OG

H=			3,70 m
Stb.-Stütze ø40 cm			
Gk=	25*0,2*0,2*π*H	=	11,62 kN
Stb.-Stütze 24*24 cm			
Gk=	25*0,24*0,24*H	=	5,33 kN
Stb.-Stütze 24*35 cm			
Gk=	25*0,24*0,35*H	=	7,77 kN
Stb.-Stütze 25*35 cm			
Gk=	25*0,25*0,35*H	=	8,09 kN
Stb.-Stütze 24*30 cm			
Gk=	25*0,24*0,30*H	=	6,66 kN
Stb.-Wand 24cm			
gk=	25*0,24*H	=	22,20 kN/m
Stb.-Wand 28cm			
gk=	25*0,28*H	=	25,90 kN/m
Mauerwerk 24cm			
gk=	20*0,24*H	=	17,76 kN/m

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Außenwände 25cm +Fassaden

gk=	2,5*H+0,25*25*H	=	32,38 kN/m

Wände Innenhof 24cm +Fassaden

gk=	2,5*H+0,24*25*H	=	31,45 kN/m

Fensterlast + Brüstung+ Fassaden

Außenwand Fensterlast 1,2 kN/m² + Fassaden 2,5kN/m² + Brüstungslast

In Achse 1, 6, A und E

gk,Fenster=	1,2*2,10	=	2,52 kN/m
gk,Brüstung=	25*0,25*0,75	=	4,69 kN/m
gk,Fassaden=	2,5*0,75	=	1,88 kN/m
gk,außen=	gk,Fenster+gk,Brüstung+gk,Fassaden	=	9,09 kN/m

Innenhof Fensterlast 1,5 kN/m² + Fassaden 1,5kN/m²

H=			3,70 m
gk=	1,5*H	=	5,55 kN/m

veränderlich:

Verkehrlast Kat.C=	5,0 kN/m²

Verkehrslast von Treppen (aus Kap.4):

aus Treppen T01 $q_{k,T01}$ =	12,00 kN/m
aus Treppen T01 $q_{k,T02}$ =	10,00 kN/m

Last aus wandartige Träger

aus WAT Pos.13.1

Gk,1=	297,0 kN
Qk,1=	66,0 kN
Gk,2=	321,0 kN
Qk,2=	70,0 kN

aus WAT Pos.21

Gk,1=	317,0 kN
Qk,1=	108,0 kN
Gk,2=	295,0 kN
Qk,2=	65,0 kN



Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

aus WAT Pos.22

Gk,1=			757,0 kN
Qk,1=			270,0 kN
Gk,2=			650,0 kN
Qk,2=			180,0 kN
Auflagerbreite B=		2,00 m	
(Lastausbreitung auf 2m lang)			
gk,2=	Gk,2/B	=	325,0 kN/m
qk,2=	Qk,2/B	=	90,0 kN/m

aus WAT Pos.23

Gk,1=		834,0 kN	
Qk,1=		298,0 kN	
Gk,2=		753,0 kN	
Qk,2=		198,0 kN	
Auflagerbreite B=		2,00 m	
(Lastausbreitung auf 2m lang)			
gk,2=	Gk,2/B	=	376,5 kN/m
qk,2=	Qk,2/B	=	99,0 kN/m

aus WAT Pos.24

Gk,1=		170,0 kN	
Qk,1=		44,0 kN	
Gk,2=		679,0 kN	
Qk,2=		122,0 kN	
Gk,3=		238,0 kN	
Qk,3=		42,0 kN	
Auflagerbreite B=		2,00 m	
(Lastausbreitung auf 2 m lang)			
gk,2=	Gk,2/B	=	339,5 kN/m
qk,2=	Qk,2/B	=	61,0 kN/m

aus WAT Pos.28

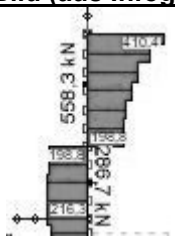
gk,1=		= 401/0,45=891 kN/m
qk,1=		=185/0,45=411 kN/m
Gk,2=	569+819	= 1388 kN
Qk,2=		293+444=736,0 kN

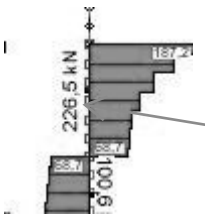
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

aus WAT Pos.26,1

Gk,1=	558,0 kN
Qk,1=	226,0 kN

Siehe Bild (aus Infograph Decke ü. EG LWL20/21 Gk/Qk)





Integral aus Infograph

aus WAT Pos.29

Gk,1=	732,0 kN
Qk,1=	120,0 kN
Gk,2=	714,0 kN
Qk,2=	155,0 kN

Auflagerbreite B= 2,00 m

(Lastausbreitung auf 2m lang)

gk,2=	Gk,2/B	=	357,0 kN/m
qk,2=	Qk,2/B	=	77,5 kN/m

Bemessung:

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem FEM-Programm InfoGraph

Grundbewehrung:

je lfdm sind ∅12/12 cm oberer und unterer Lage für Dicke 0,40 m

Die entsprechenden Rissbreiten NW für die Bodenplatte mit w_{max} = 0,3 mm sind auf der folgenden Seite zu finden.

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

Anforderungen

Expositionsklasse: XC2
Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,30 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 40,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C25/30
Betondeckung c: 3,5 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 12,0 mm (Betonrippenstahl)

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}65 \cdot f_{ctm}$ = 1,69 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 12,20 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit k = 0,74 $f_{ct,eff}$ = 1,69 N/mm² $A_{c,eff}$ = 1220,0 cm²
A_{ct} = 2000,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9$ (NA.7.5.2)
$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}58 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 12{,}0 \text{ mm} / 0{,}58 = 20{,}59 \text{ mm}$
$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / d_s^*)} = 225{,}17 \text{ N/mm²}$ nach Tabelle 7.2DE
$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 9{,}16 \text{ cm²} \geq 5{,}03 \text{ cm²}$

$A_{s,min}$ = 9,16 cm² je Lage

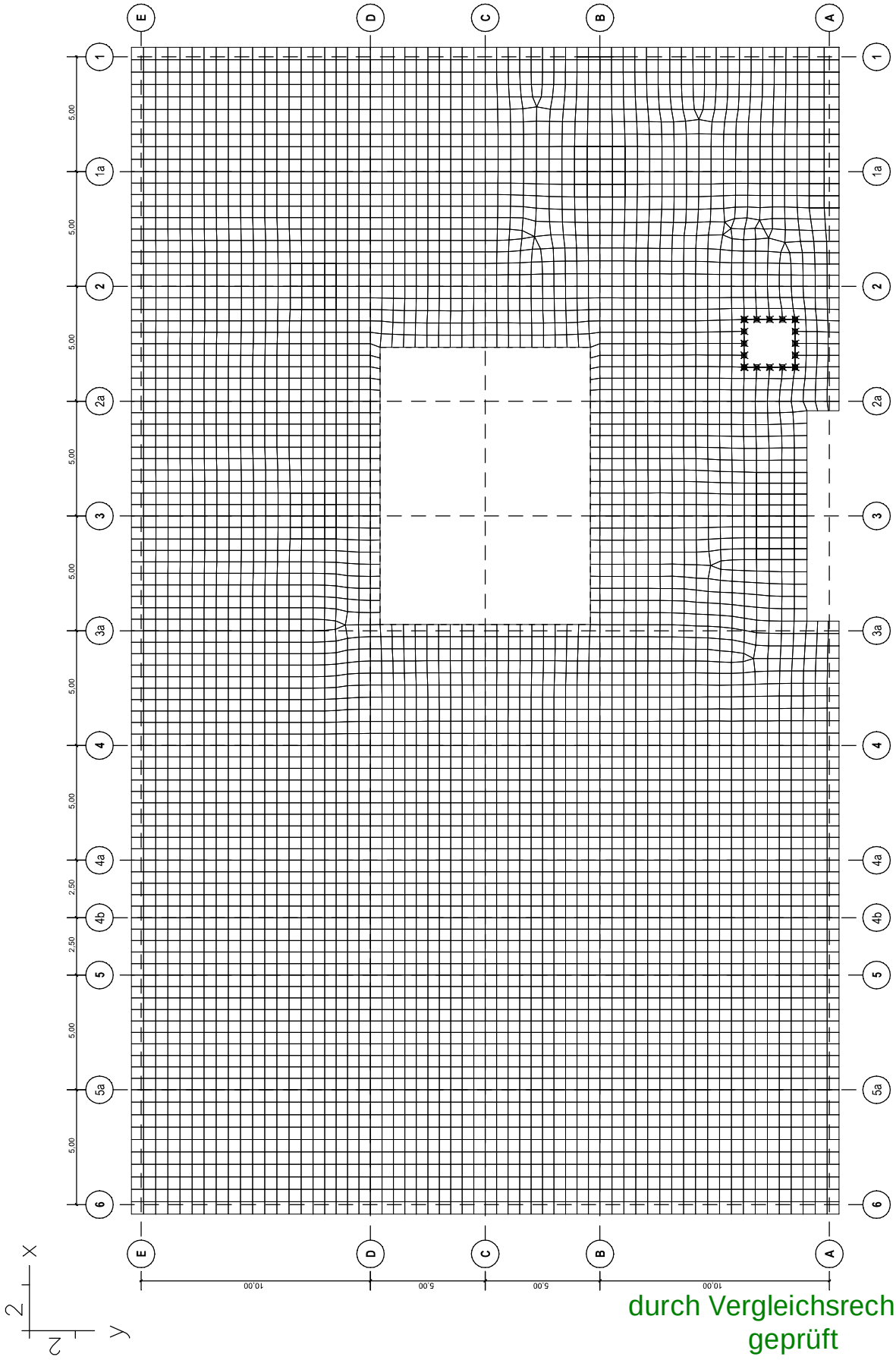
durch Vergleichsrechnung geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.80

Bodenplatte

M = 1:250



durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

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

Querschnittswerte

1	Fläche	Stb.Decke h =40 cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz	= 0,4000 = 1 = 1	drillsteif
2	Fläche	Vertiefung h = 60cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz	= 0,6000 = 1 = 1	drillsteif
3	Fläche	Vertiefung h = 80cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz	= 0,8000 = 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	25						
2	2	0	0	25						
3	3	0	0	25						

Die Bettung wirkt in Richtung der Achsen des lokalen Element- bzw. Oberflächensystems.

Linienlager

	Bezeichnung	'F' = Fest, '-' = Frei oder Federsteifigkeit [MN/m²] bzw. [MNm/m]						Zug-ausfall
		ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z	
1	Lager 2928-2790	F	F	12,00	-	-	-	L:x-y-z
2	Lager 2790-2853	F	F	12,00	-	-	-	L:x-y-z
3	Lager 2853-2951	F	F	12,00	-	-	-	L:x-y-z
4	Lager 2951-2928	F	F	12,00	-	-	-	L:x-y-z

durch Vergleichsrechnung geprüft

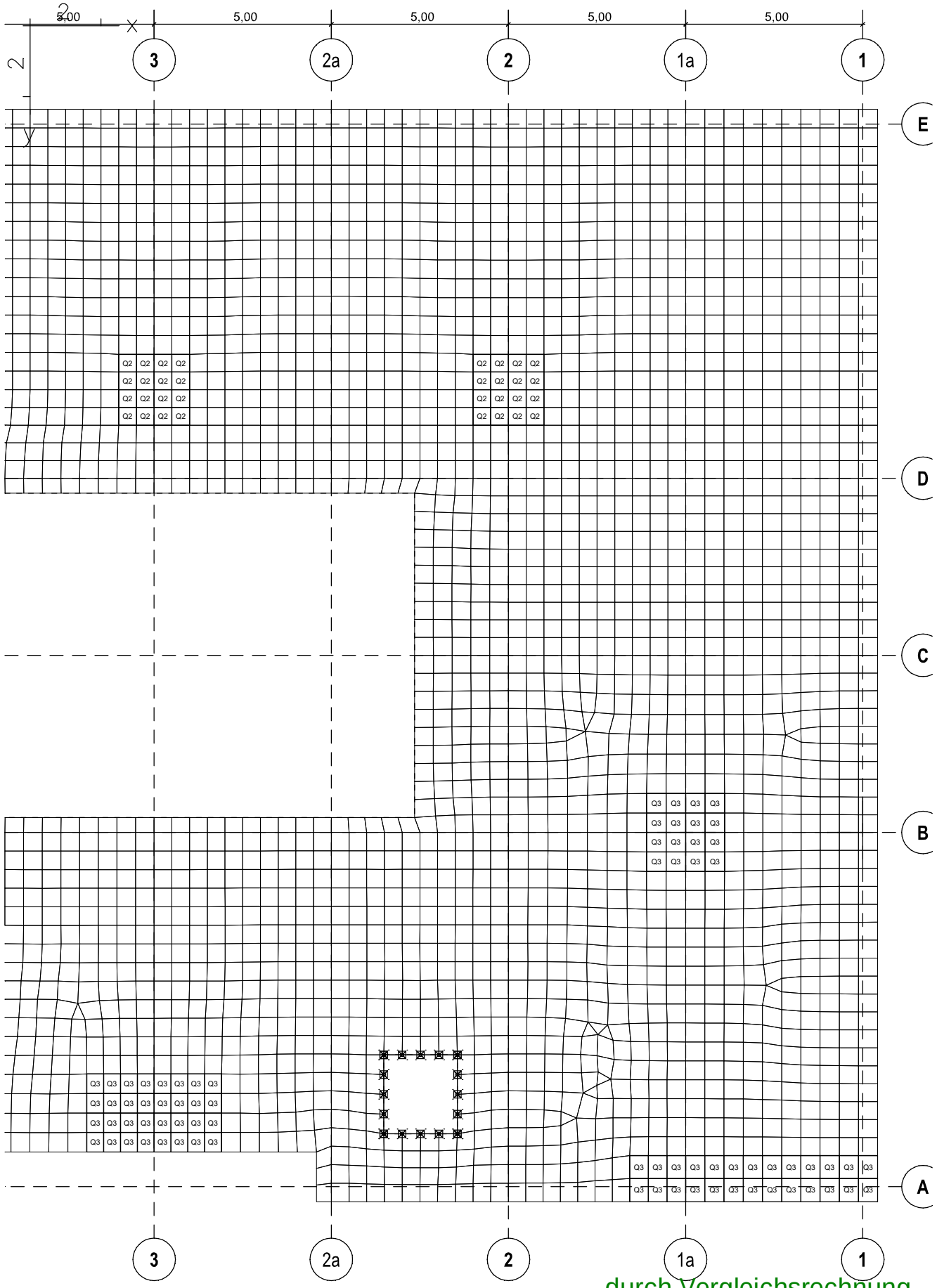
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.80

Bodenplatte

M = 1:150



Querschnittsnummern (>1)

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

Bodenplatte M = 1:

Lastfall-Bezeichnung

	Lastfall	Bezeichnungstext
1	1	Eigenlast
2	2	Ausbaulast
3	3	Nutzlast
4	4	LÜN G ohne Aufstockung
5	5	LÜN Q ohne Aufstockung
6	6	LÜN G mit Aufstockung
7	7	LÜN Q mit Aufstockung
8	8	LÜN Gk aus WAT
9	9	LÜN Qk aus WAT
10	10	Aufgehende Bauteile gk
11	20	Lastsumme G ohne Aufstockung
12	21	Lastsumme Q ohne Aufstockung
13	22	Lastsumme G mit Aufstockung
14	23	Lastsumme Q mit Aufstockung

Lastgruppen

LF-Nr. Lastgruppe	Berechnungstheorie -	Vorverformung -	Eigenlast LF 1	Ausbaulast LF 2	Nutzlast LF 3	LÜN G ohne Aufstockung LF 4	LÜN Q ohne Aufstockung LF 5	LÜN G mit Aufstockung LF 6	LÜN Q mit Aufstockung LF 7	LÜN Gk aus WAT LF 8	LÜN Qk aus WAT LF 9
20 : Lastsumme G ohne Aufstockung	1.		1	1		1				1	
21 : Lastsumme Q ohne Aufstockung	1.				1		1				1
22 : Lastsumme G mit Aufstockung	1.		1	1				1		1	
23 : Lastsumme Q mit Aufstockung	1.				1				1		1

LF-Nr. Lastgruppe	Aufgehende Bauteile gk LF 10
20 : Lastsumme G ohne Aufstockung	1
21 : Lastsumme Q ohne Aufstockung	
22 : Lastsumme G mit Aufstockung	1
23 : Lastsumme Q mit Aufstockung	

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigenlast	0,000	0,000	14726,909
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	36,650
	Bettungskräfte	0,000	0,000	14690,259
2	Ausbaulast	0,000	0,000	3599,406
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	8,562

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
	Bettungskräfte	0,000	0,000	3590,844
3	Nutzlast	0,000	0,000	7232,821
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	18,903
	Bettungskräfte	0,000	0,000	7213,917
4	LÜN G ohne Aufstockung	0,000	0,000	32199,625
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	133,631
	Bettungskräfte	0,000	0,000	32065,994
5	LÜN Q ohne Aufstockung	0,000	0,000	10648,167
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	33,943
	Bettungskräfte	0,000	0,000	10614,224
6	LÜN G mit Aufstockung	0,000	0,000	39939,523
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	133,629
	Bettungskräfte	0,000	0,000	39805,895
7	LÜN Q mit Aufstockung	0,000	0,000	13442,883
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	33,943
	Bettungskräfte	0,000	0,000	13408,939
8	LÜN Gk aus WAT	0,000	0,000	9050,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	16,026
	Bettungskräfte	0,000	0,000	9033,974
9	LÜN Qk aus WAT	0,000	0,000	2813,285
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	6,656
	Bettungskräfte	0,000	0,000	2806,629
10	Aufgehende Bauteile gk	0,000	0,000	8450,528
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	27,816
	Bettungskräfte	0,000	0,000	8422,712
20	Lastsumme G ohne Aufstockung	0,000	0,000	68026,469
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	222,685
	Bettungskräfte	0,000	0,000	67803,781
21	Lastsumme Q ohne Aufstockung	0,000	0,000	20694,273
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	59,503
	Bettungskräfte	0,000	0,000	20634,770
22	Lastsumme G mit Aufstockung	0,000	0,000	75766,367
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	222,684
	Bettungskräfte	0,000	0,000	75543,688
23	Lastsumme Q mit Aufstockung	0,000	0,000	23488,988
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	59,502
	Bettungskräfte	0,000	0,000	23429,486

durch Vergleichsrechnung geprüft

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.80

Bodenplatte

M = 1:250

EIGENLAST

durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 1: Belastung, Eigenlast

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.80

Bodenplatte

M = 1:250

durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 2: Belastung, Ausbaulast

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.80

Bodenplatte

M = 1:250

durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 3: Belastung, Nutzlast

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.80

Bodenplatte

M = 1:250

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.80

Bodenplatte

M = 1:250

LF 5: Belastung, LÜN Q ohne Aufstockung

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.80

Bodenplatte

M = 1:250

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.80

Bodenplatte

M = 1:250

LF 7: Belastung, LÜN Q mit Aufstockung

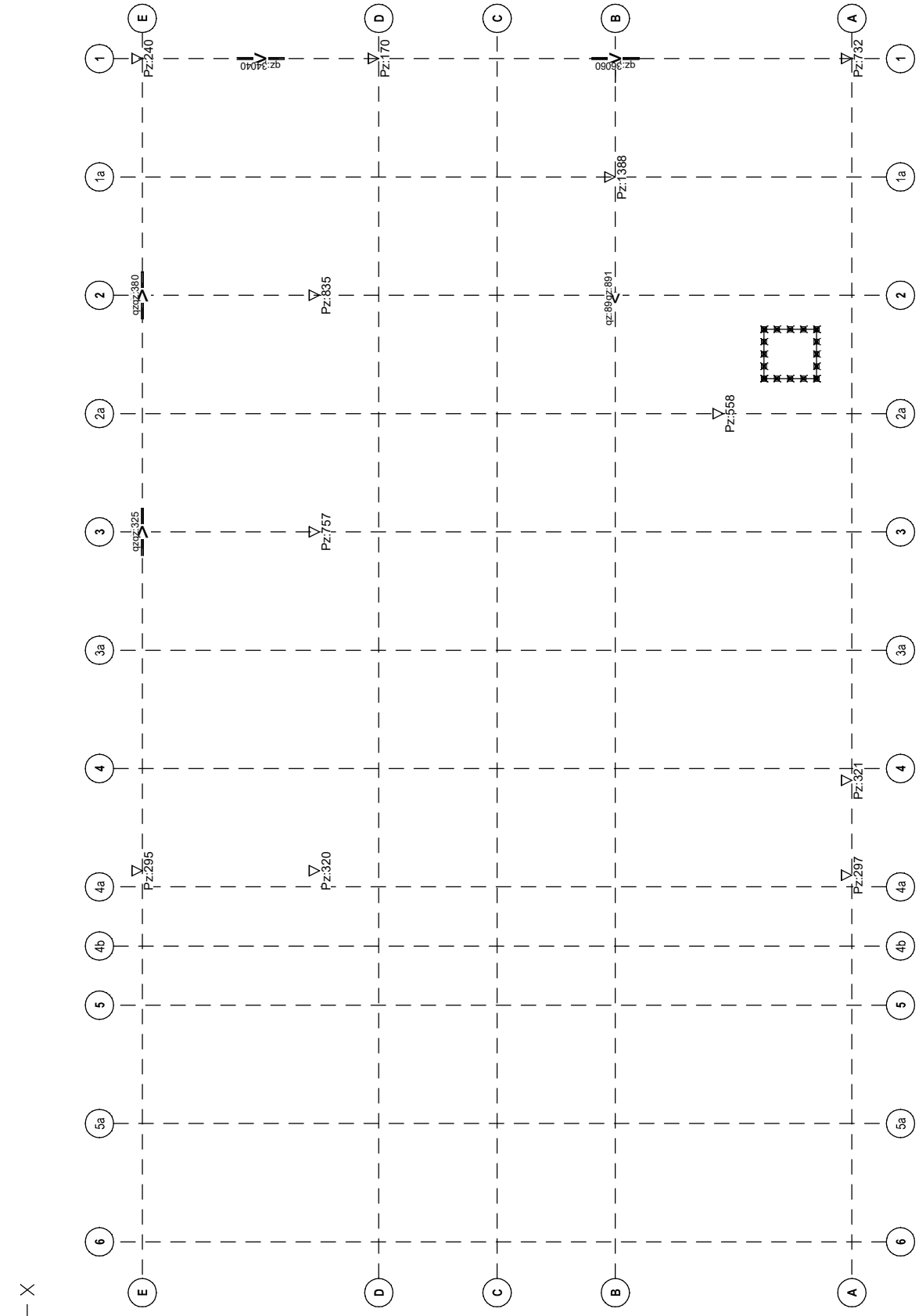
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:250



durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 8: Belastung, LÜN Gk aus WAT

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:250

durch Vergleichsrechnung geprüft

LF 9: Belastung, LÜN Qk aus WAT

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

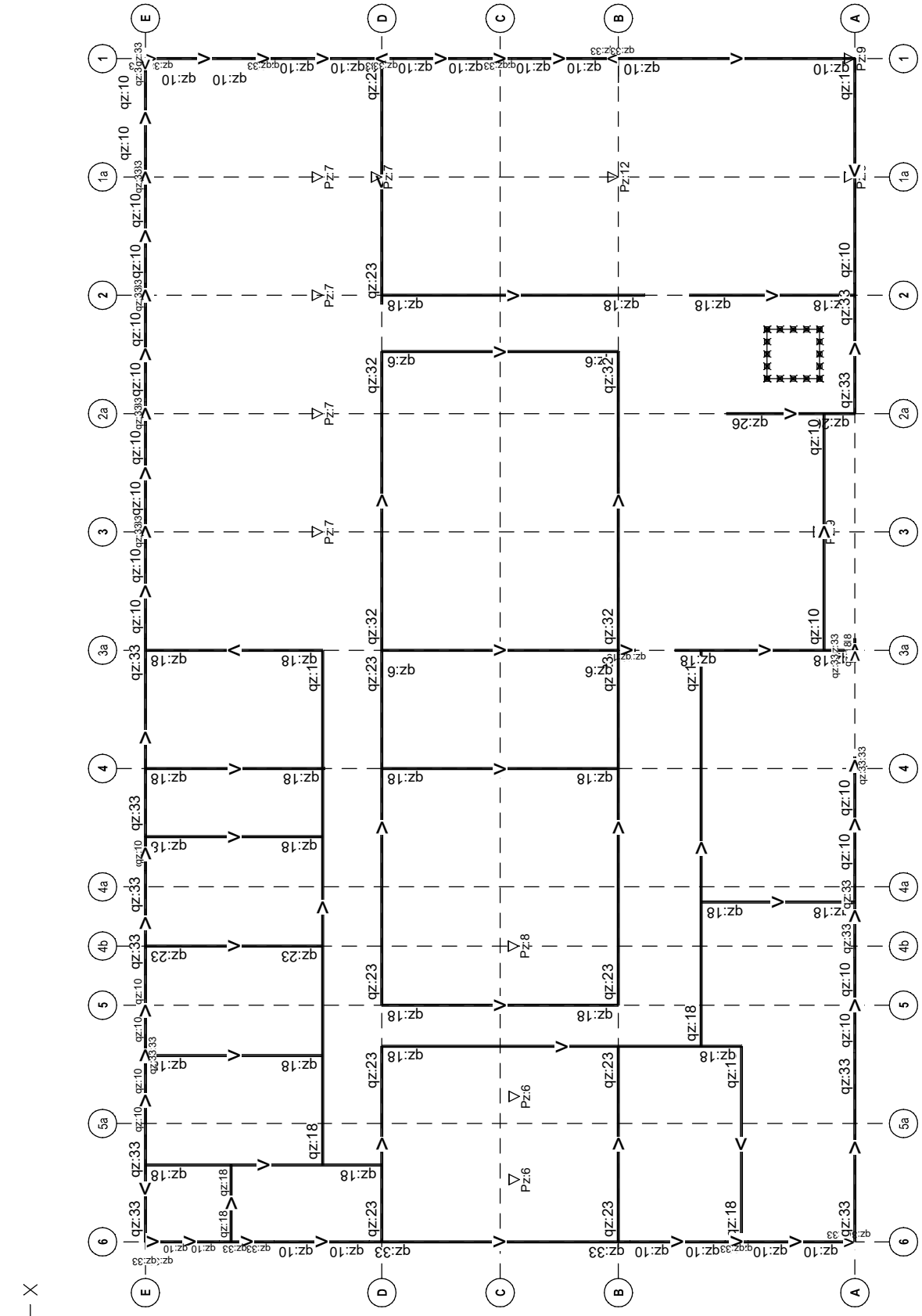
Pos.80 Bodenplatte.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.80

Bodenplatte

M = 1:250



LF 10: Belastung, Aufgehende Bauteile gk

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

Bodenplatte M = 1:

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast ohne Aufstockung

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

Lastfälle

1	Eigenlast
2	Ausbaulast
4	LÜN G ohne Aufstockung
8	LÜN Gk aus WAT
10	Aufgehende Bauteile gk

G - Eigenlast mit Aufstockung

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

Lastfälle

1	Eigenlast
2	Ausbaulast
6	LÜN G mit Aufstockung
8	LÜN Gk aus WAT
10	Aufgehende Bauteile gk

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

3	Nutzlast
9	LÜN Qk aus WAT

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

5	LÜN Q ohne Aufstockung
7	LÜN Q mit Aufstockung

1. Ständige und vorübergehende Situation - ohne Aufstockung

Endzustand

G	Eigenlast ohne Aufstockung
QN	Nutzlast, Verkehrslast

2. Ständige und vorübergehende Situation - mit Aufstockung

Endzustand

G	Eigenlast mit Aufstockung
QN	Nutzlast, Verkehrslast

1. Seltene (charakteristische) Situation - ohne Aufstockng

Endzustand

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

G Eigenlast ohne Aufstockung
QN Nutzlast, Verkehrslast

2. Seltene (charakteristische) Situation - mit Aufstockung

Endzustand

G Eigenlast mit Aufstockung
QN Nutzlast, Verkehrslast

1. Quasi-ständige Situation - ohne Aufstockung

Endzustand

G Eigenlast ohne Aufstockung
QN Nutzlast, Verkehrslast

2. Quasi-ständige Situation - mit Aufstockung

Endzustand

G Eigenlast mit Aufstockung
QN Nutzlast, Verkehrslast

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

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	XC2	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	XC2	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	XC2	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.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Bodenplatte 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	Faktor x,y	Bem. cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	50	.
2	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	30	.
3	C25/30-EN-D	.	ST	500	1,20	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	40	.

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).

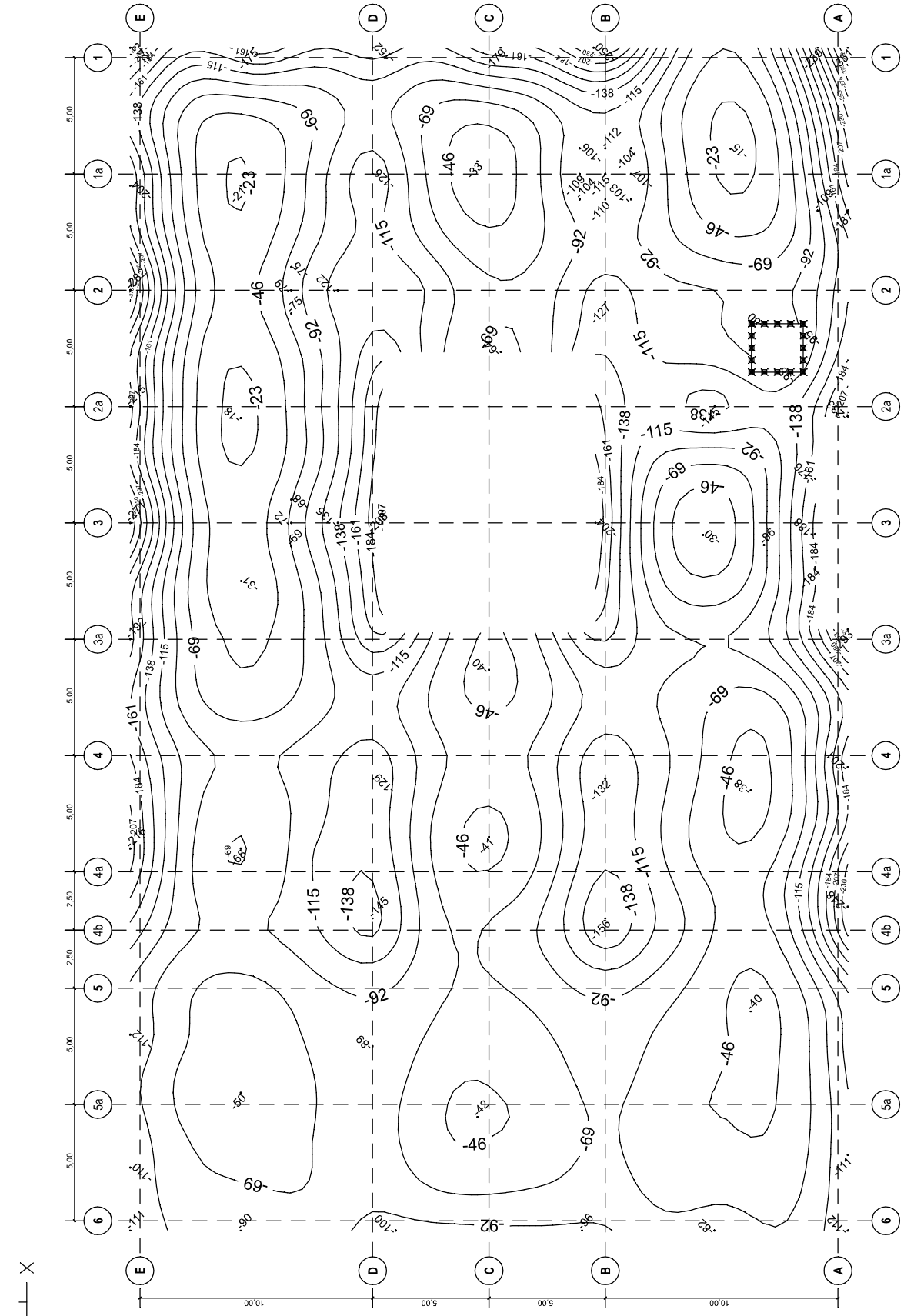
Qu.	Breite [m] bw	bw.nom	Nutzbreite bn [m]	kb	Höhe [m] h	h.nom	Nutzhöhe d [m]	kd	Torsionsquerschn. [m] z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,400	.	0,350	0,90	.	.	.	.
2	1,000	.	.	.	0,600	.	0,570	0,90	.	.	.	.
3	1,000	.	.	.	0,800	.	0,760	0,90	.	.	.	.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:250



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, ohne Aufstockung
Bodenpressungen min Sigma.z [kN/m²]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -350,93/-15,38 [kN/m²]

durch Vergleichsrechnung geprüft

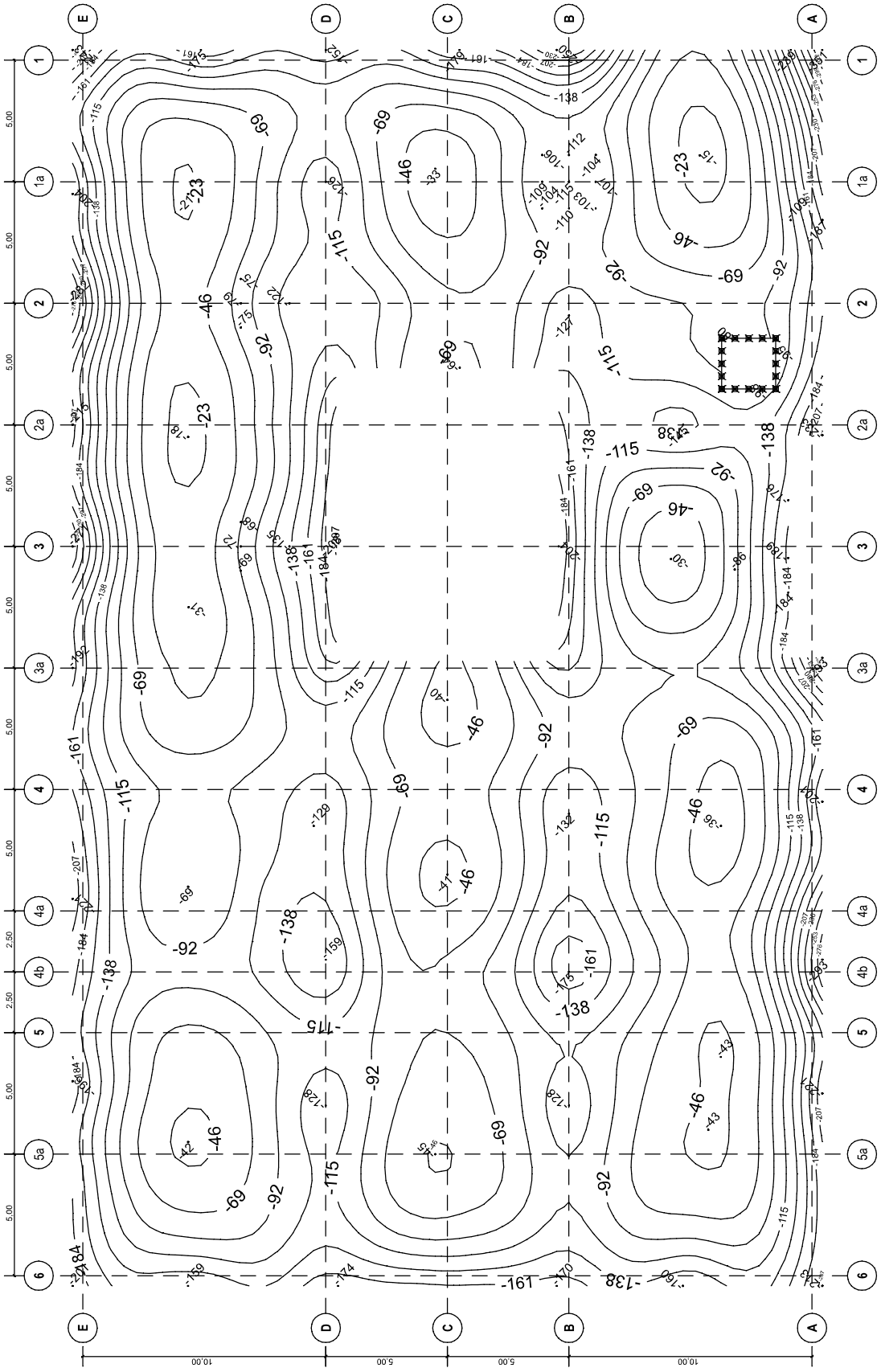
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:250



LFK DIN1992.SV.2: 2. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1, mit Aufstockung
Bodenpressungen min Sigma.z [kN/m²]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -350,93/-15,38 [kN/m²]

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

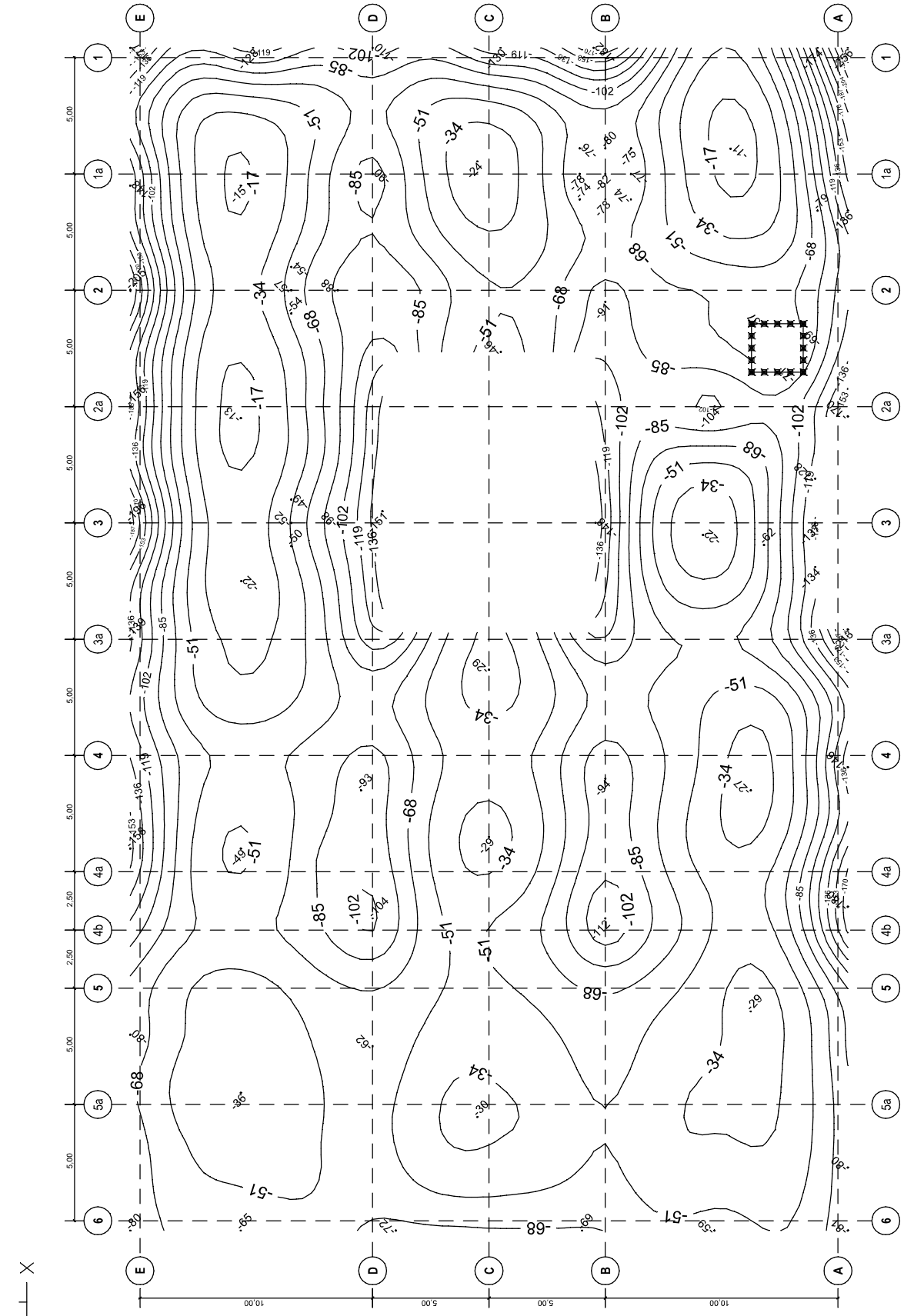
Pos.80 Bodenplatte.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:250



durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1, ohne Aufstockng
Bodenpressungen min Sigma.z [kN/m²]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -255,70/-10,80 [kN/m²]

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

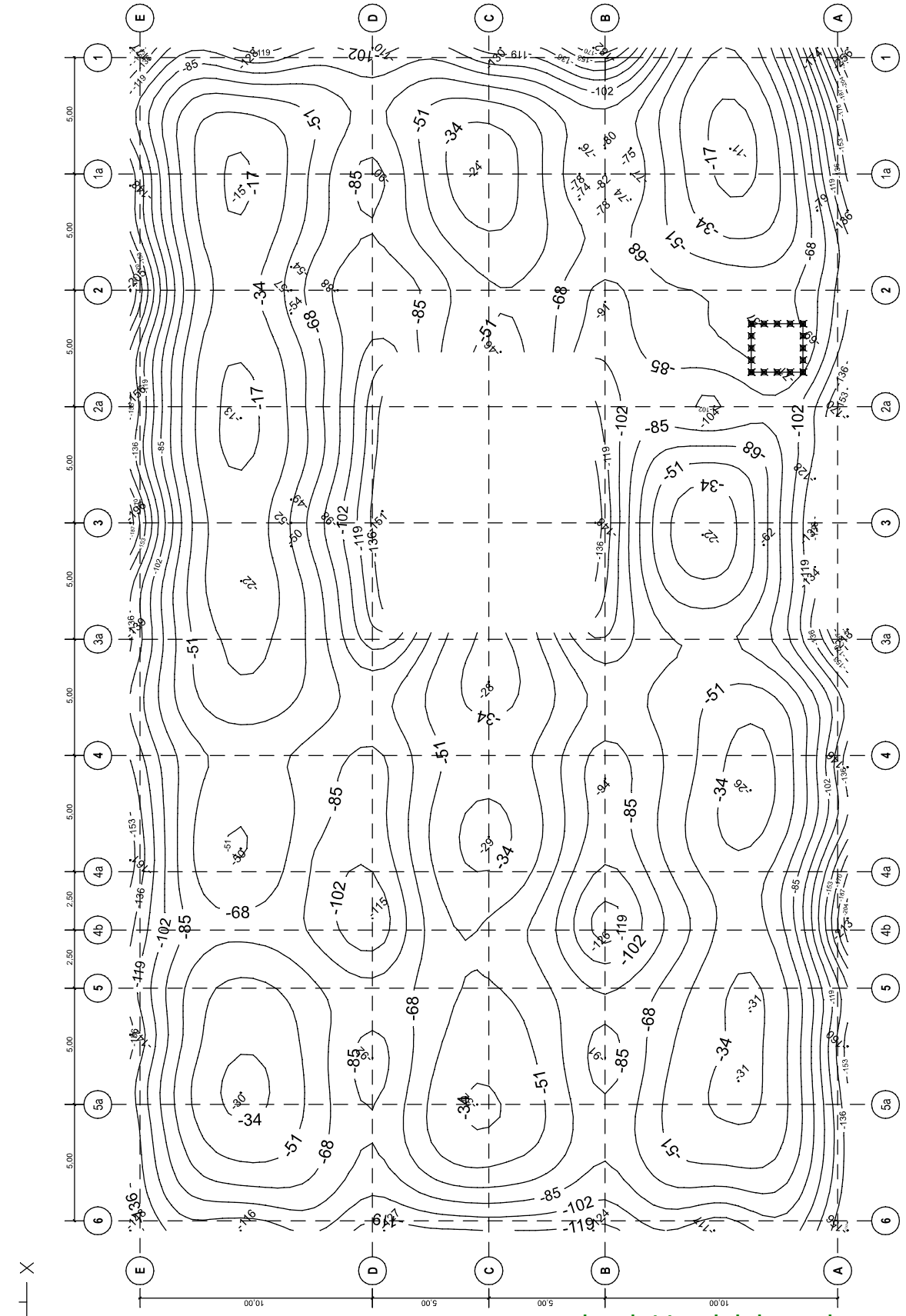
Pos.80 Bodenplatte.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:250



durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.C.2: 2. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1, mit Aufstockung
Bodenpressungen min Sigma.z [kN/m²]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -255,70/-10,80 [kN/m²]

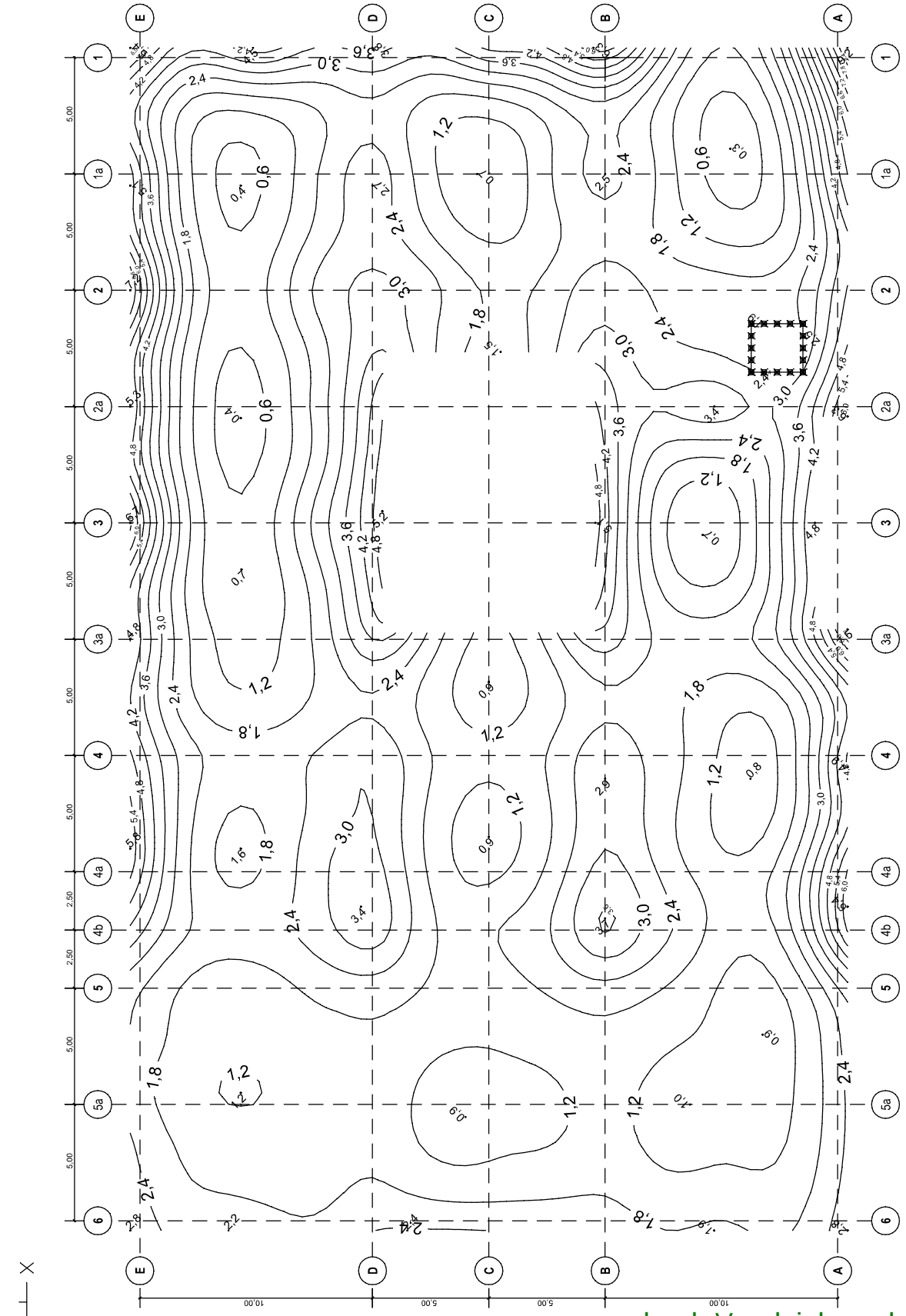
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:250



LFK EN1992.QS.1: 1. Quasi-ständige Situation, DIN EN 1992-1-1, ohne Aufstockung
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): 0,28/9,16 [mm]

durch Vergleichsrechnung geprüft

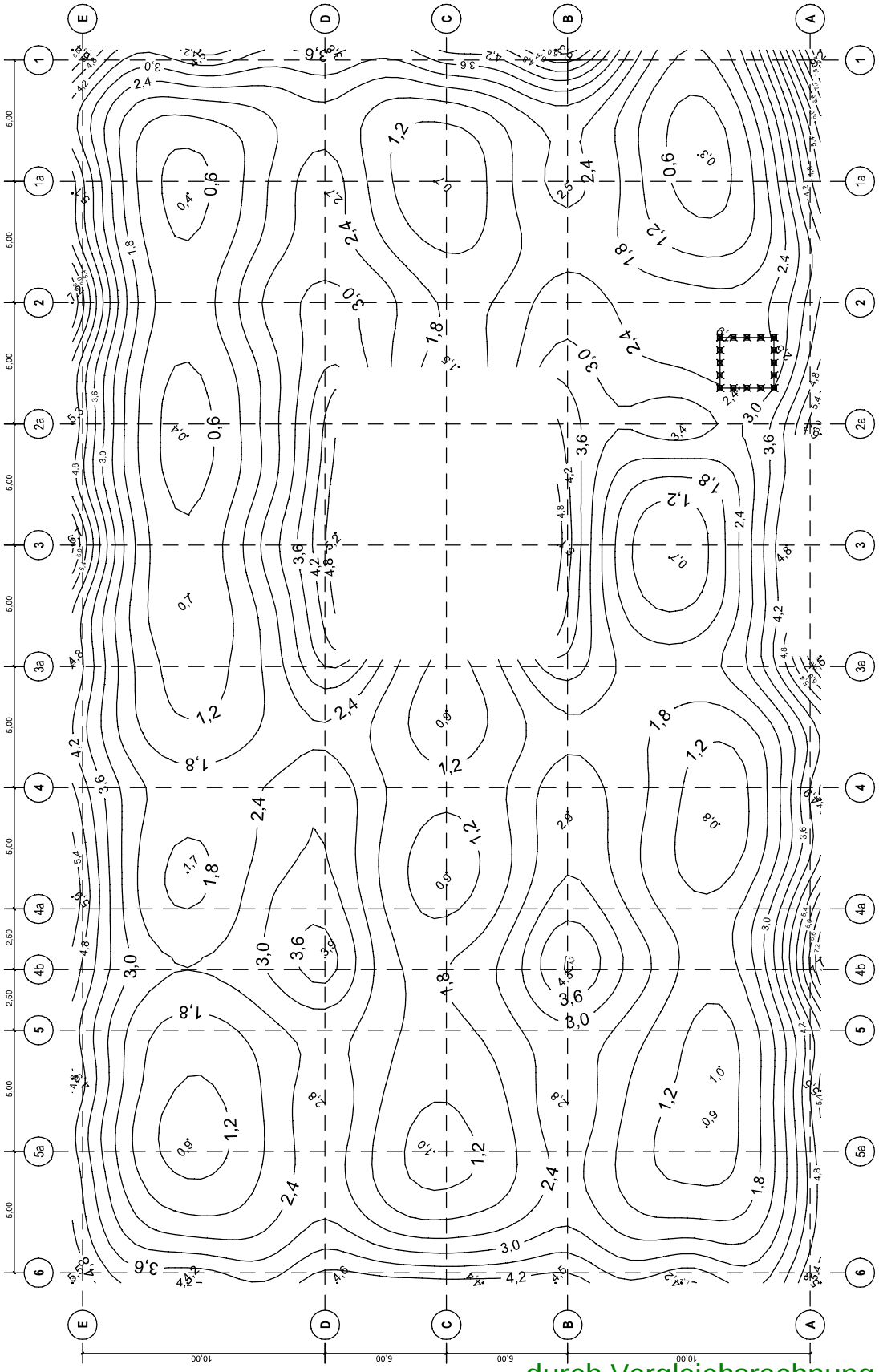
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:250



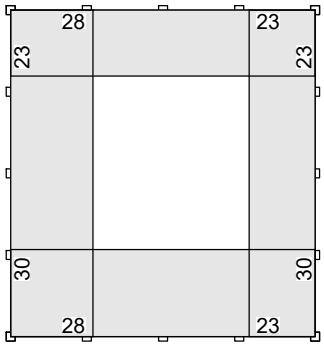
durch Vergleichsrechnung geprüft

LFK DIN1992.QS.2: 2. Quasi-ständige Situation, DIN EN 1992-1-1, mit Aufstockung
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): 0,28/9,16 [mm]

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

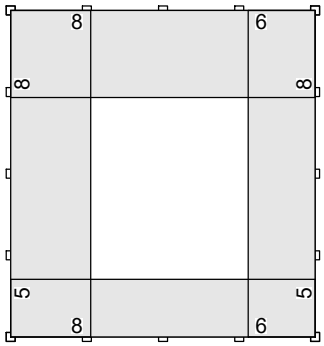
Pos.80 Bodenplatte.fem

Bodenplatte M = 1:



LF 20: Lastsumme G ohne Aufstockung
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) Rz(l). 25,90 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 222,40 [kN]

Auflagerreaktionen Rz; LF 20, Lastsumme G ohne Aufstockung



LF 21: Lastsumme Q ohne Aufstockung
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) Rz(l). 7,13 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 59,24 [kN]

Auflagerreaktionen Rz; LF 21, Lastsumme Q ohne Aufstockung

durch Vergleichsrechnung geprüft

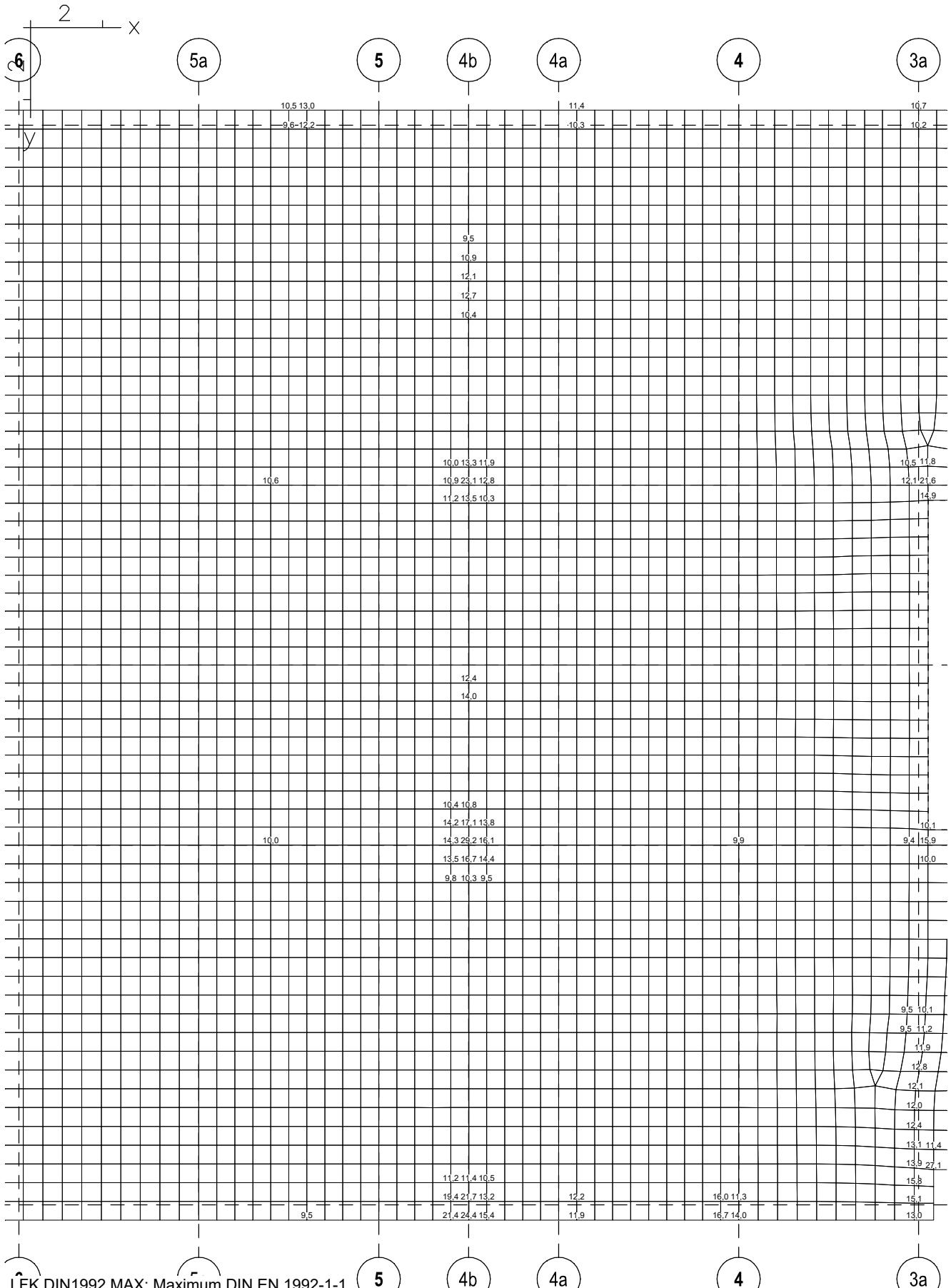
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:150



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage >= 9,42 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 16,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/40,58 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

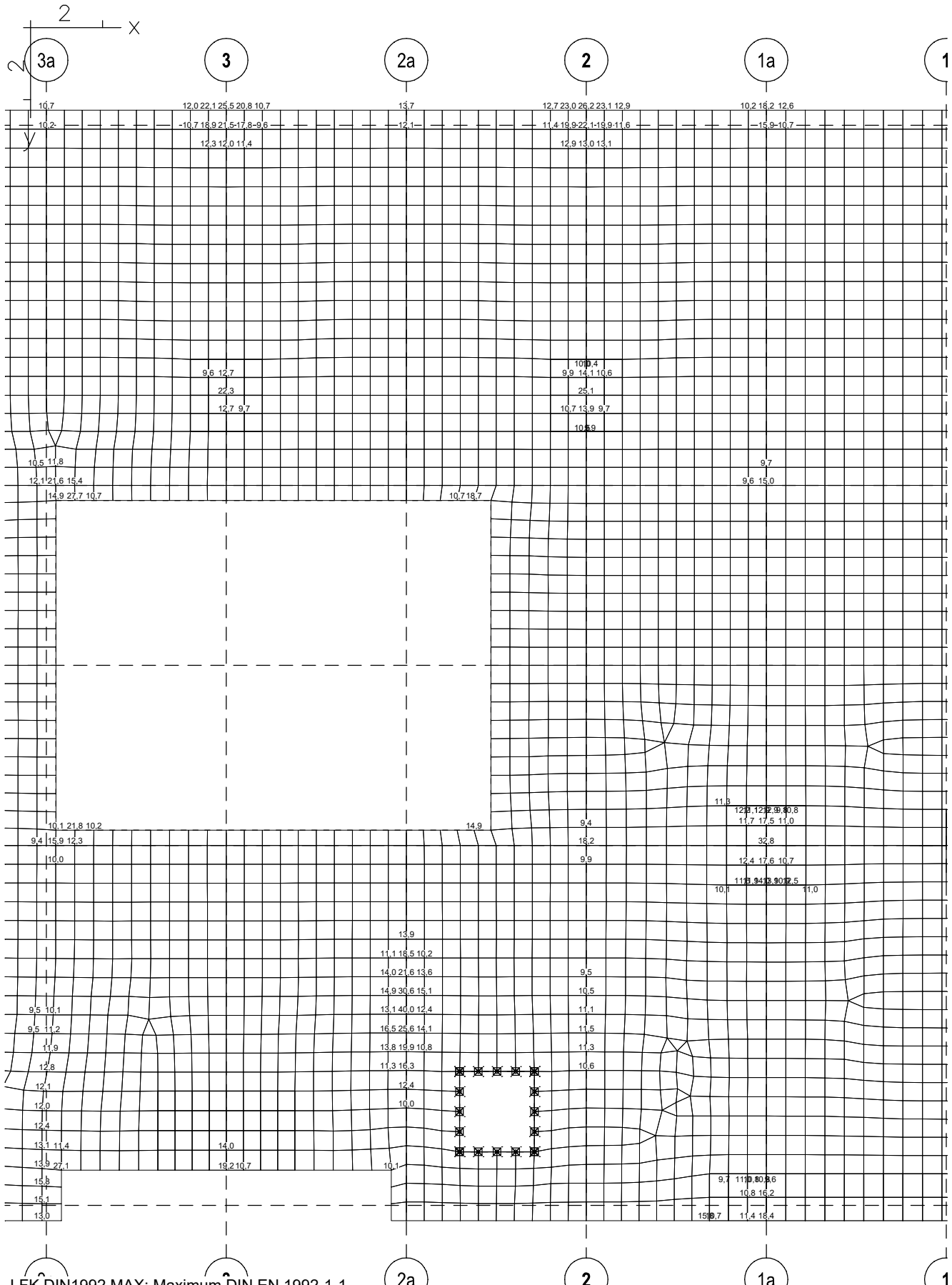
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:150



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage >= 9,42 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 16,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/40,58 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

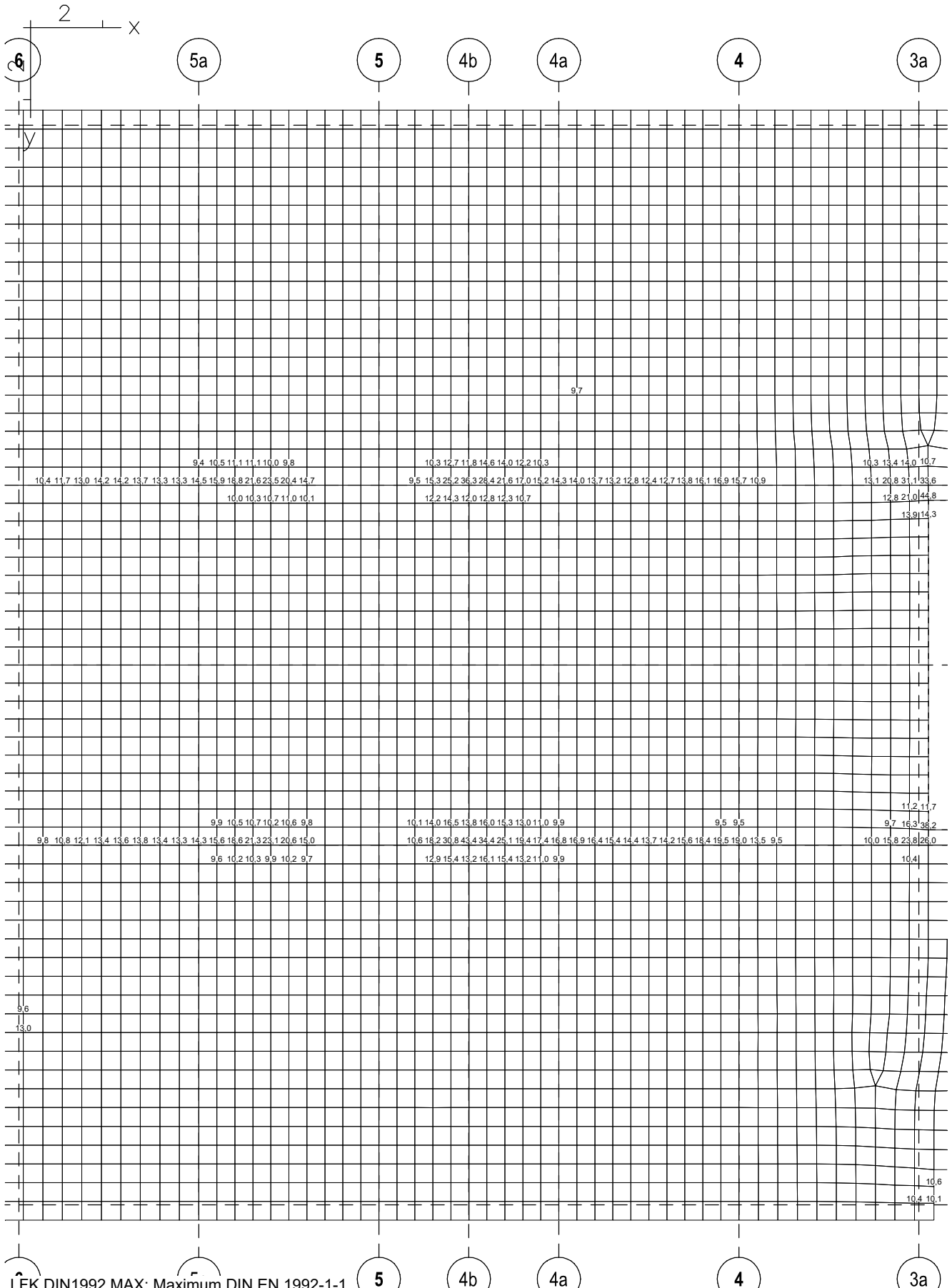
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:150



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage >= 9,42 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 16,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/53,80 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

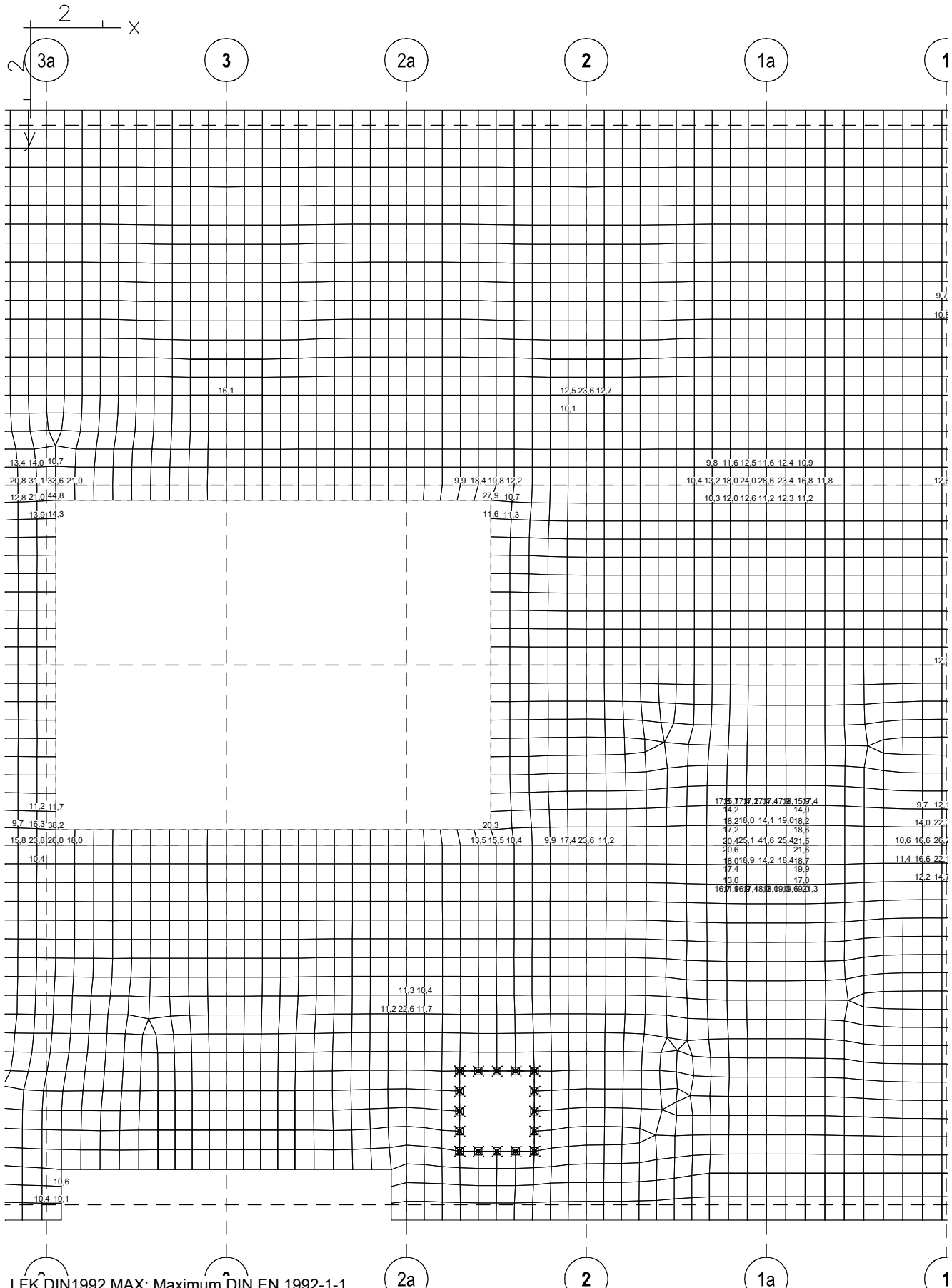
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:150



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage >= 9,42 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 16,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/53,80 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

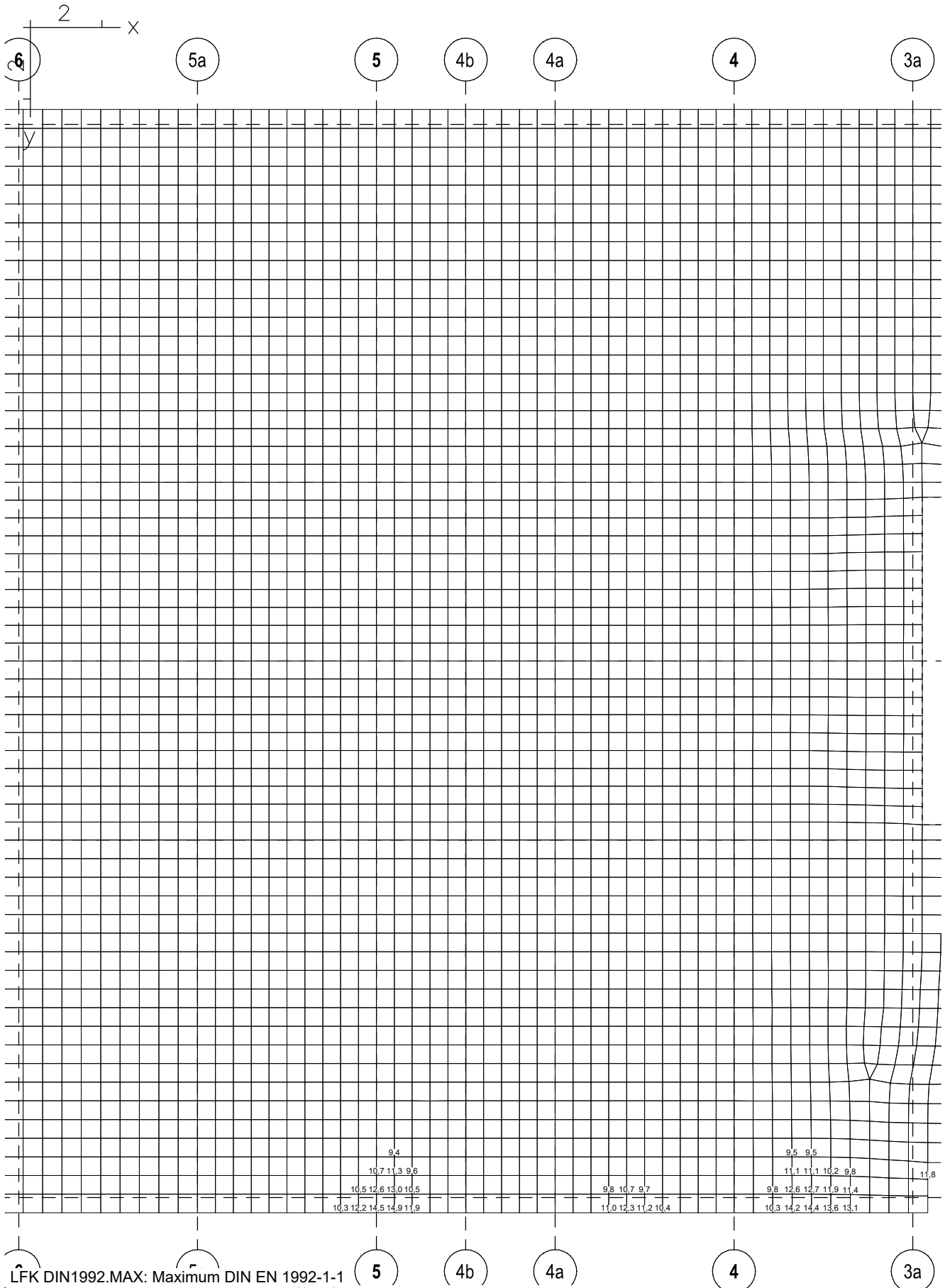
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:150



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage >= 9,42 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 16,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/23,83 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

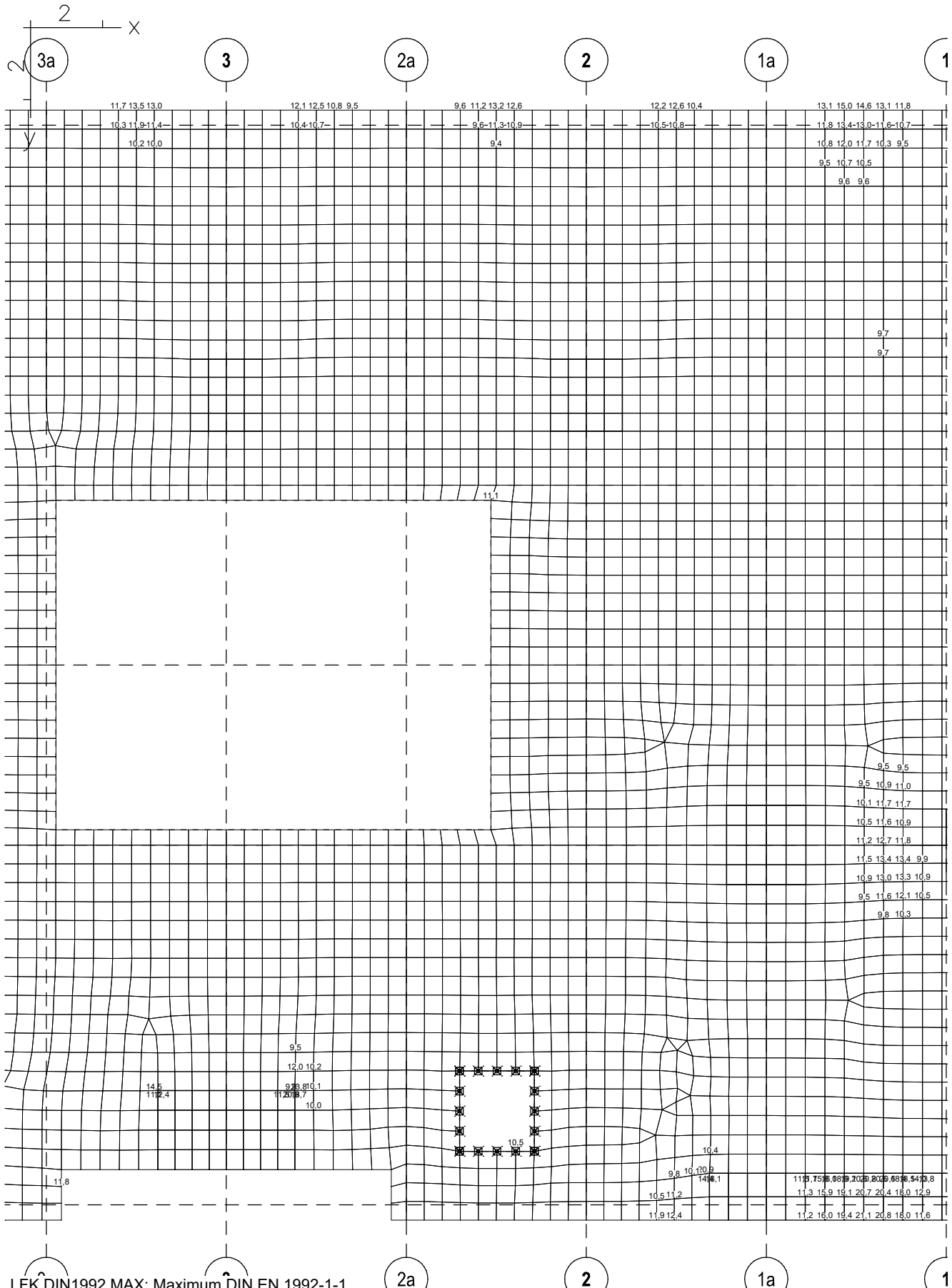
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:150



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage >= 9,42 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 16,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/23,83 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

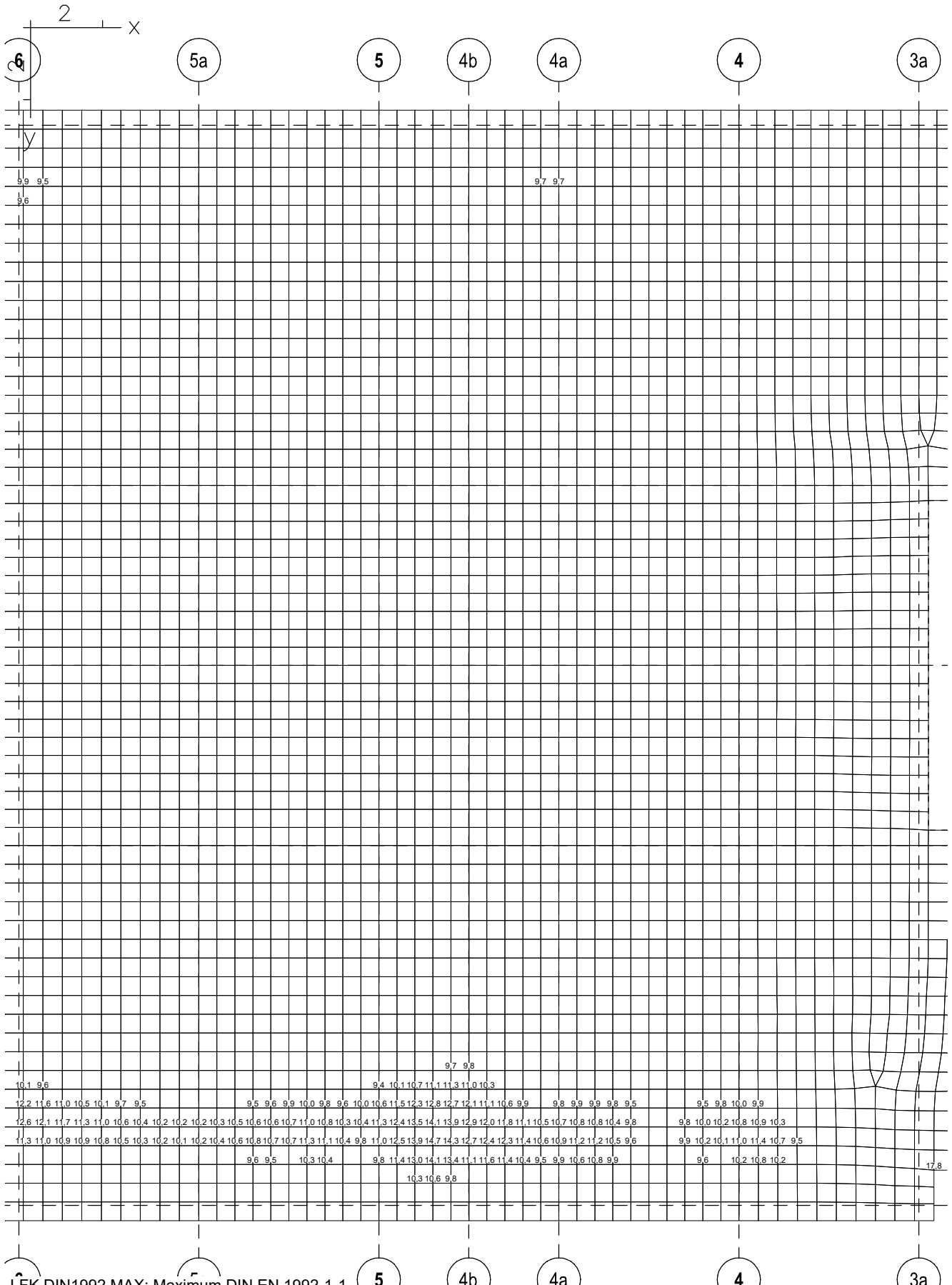
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:150



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage >= 9,42 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 16,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/31,39 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

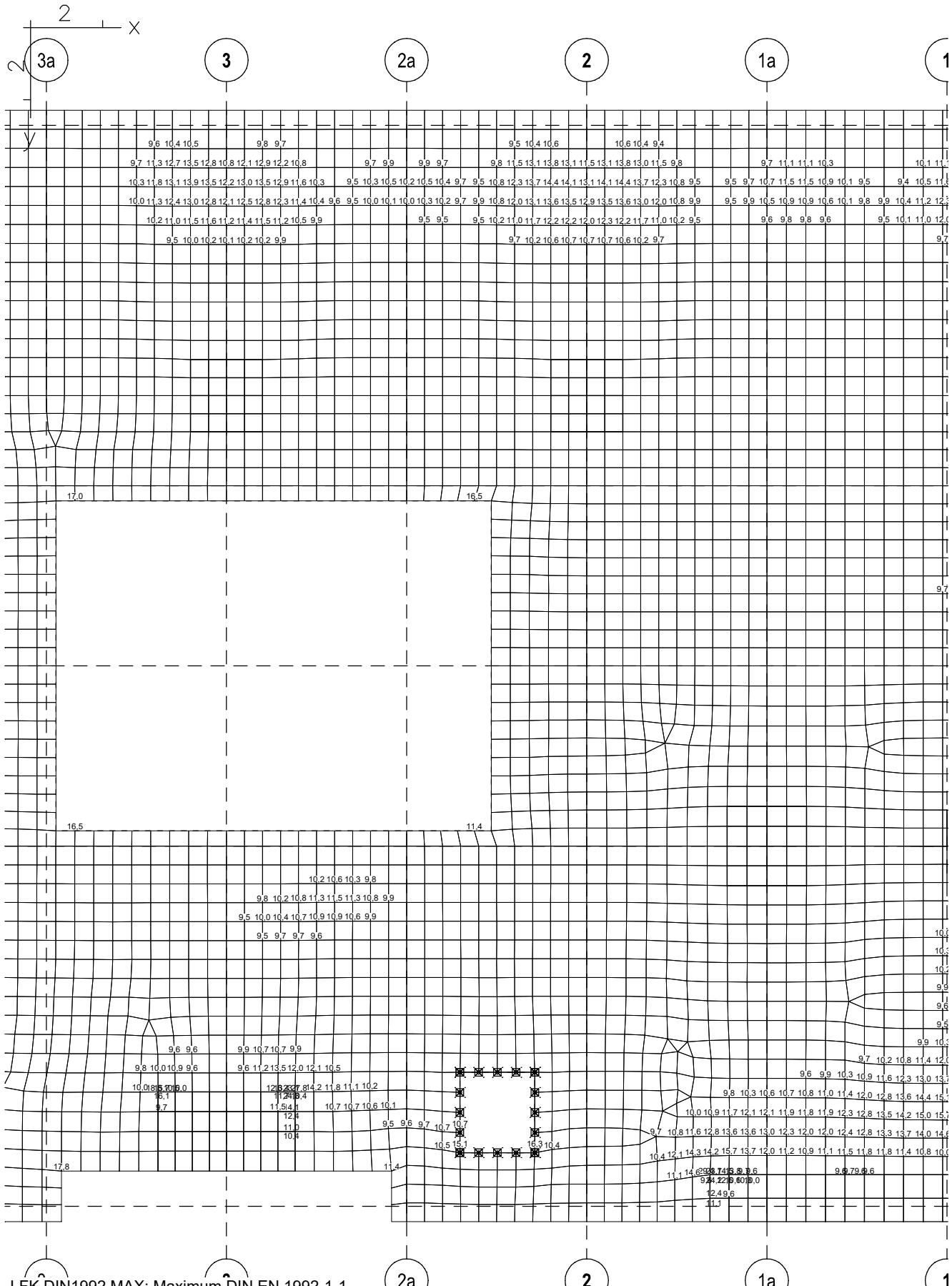
Pos.80 Bodenplatte.fem

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:150



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage >= 9,42 cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 16,6 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/31,39 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

durch Vergleichsrechnung geprüft

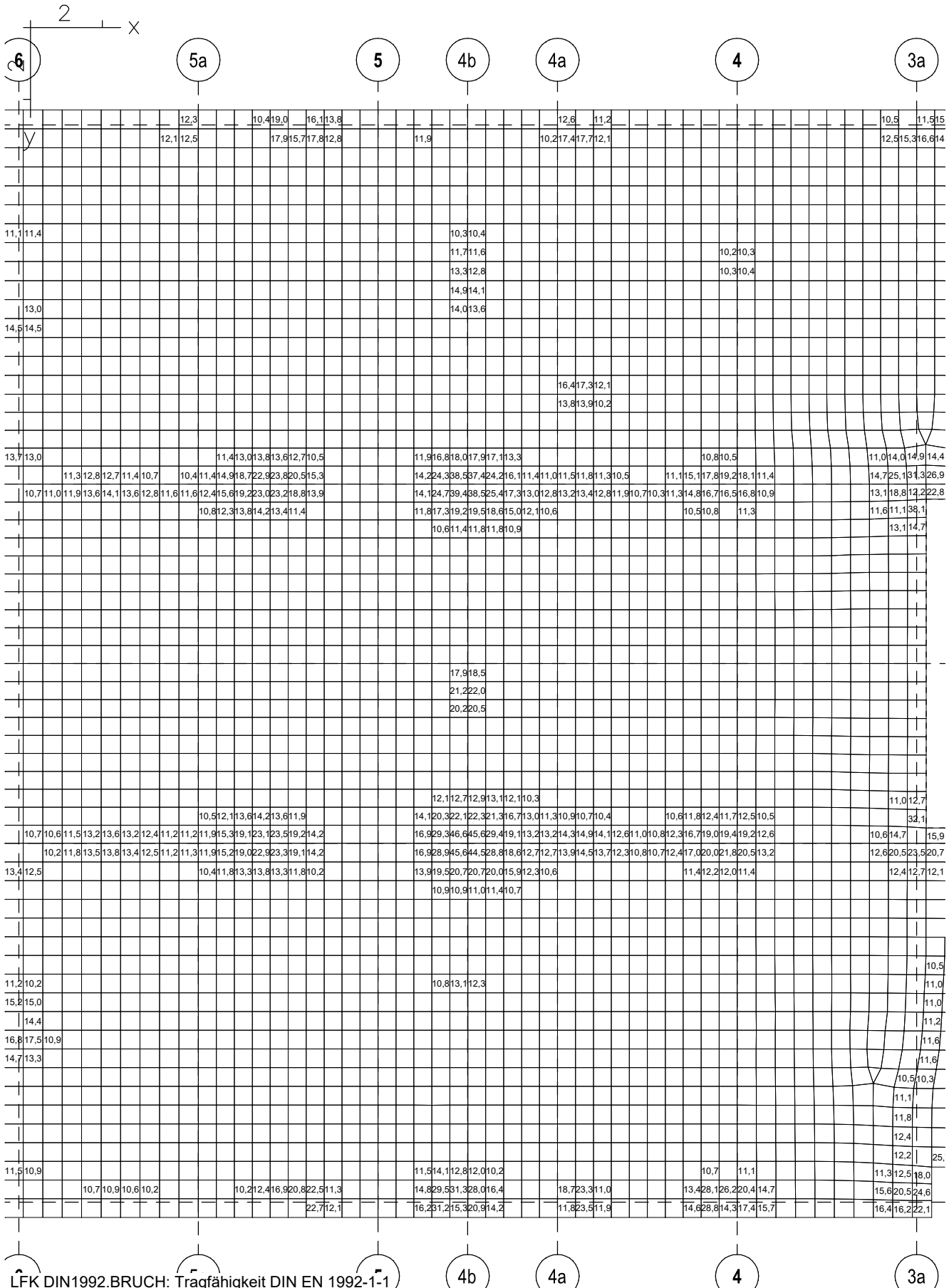
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:150



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/46,60 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

durch Vergleichsrechnung geprüft

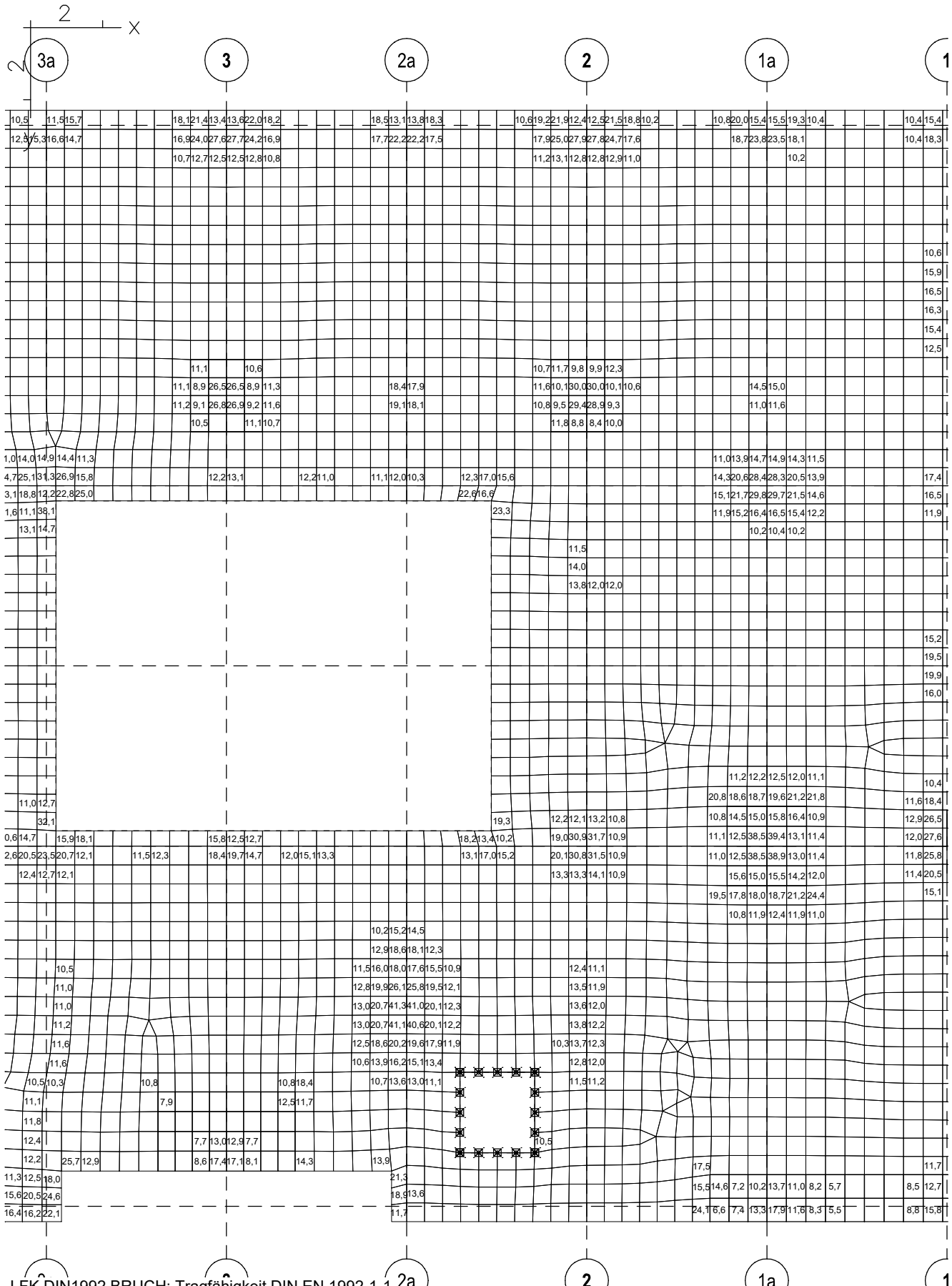
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

Bodenplatte

M = 1:150



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/46,60 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Pos.80 Bodenplatte.fem

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Durchstanznachweis:

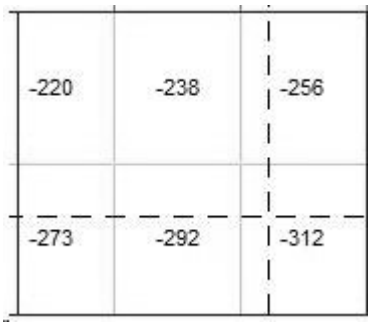
Position DST- 80.1 Stütze S16 in Achse 1/A

Vorwerte

$c_{nom,oben}$ =	20 + 10	=	30,00 mm
$c_{nom,unten}$ =	20 + 15	=	35,00 mm
d_s =			20,00 mm
d =	(800 - $c_{nom,unten}$ - d_s) / 1000	=	0,745 m
Bodenpressung =			260,00 kN/m²

Der Radius von U_{out} wird dem Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den nachfolgenden Seiten entnommen.

Auch ein Bild der Bodenpressungen Sigma.z min; 1. Ständige und vorübergehende Situation aus der FE-Deckenstatik wäre hier einzufügen.



Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

Lastfall 8: LÜN Gk aus WAT, Lastfall 9: LÜN Qk aus WAT und Lastfall 10: Aufgehende Bauteile gk

$V_{k,g}$=	732+10,0	=	742,00 kN
$V_{k,q}$=			120,00 kN
Ved=	1,35*Vk,g+1,5*Vk,q	=	1181,70 kN

Durchstanznachweise:

Siehe Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den folgenden Seiten

Zulagen erforderlich mit ø20/11 cm

Dübelleisten nicht erforderlich

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: 1
	S16 in Achse 1/A	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed}	= 1185 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$	= 0 kN
Bodenpressung	q_B	= 260 kN/m²
Lasterhöhungsfaktor	β	= 1,50

Abmessung - Eckstütze Rechteck

Stützenbreite	a	= 350 mm
Stützendicke	b	= 250 mm
Plattendicke	h	= 800 mm
Statische Nutzhöhe	d	= 745 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu	= 30; 35 mm

Material

Beton	C25/30	(f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500	(f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x\cdot\rho_y)^{1/2}=(0{,}37\cdot0{,}37)^{1/2}$	= 0,37 %

A_{sx} = 27,6 cm²/m (~ø20/114 mm); A_{sy} = 27,6 cm²/m (~ø20/114 mm)

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

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$	= 1,52
Einfluss der Plattendicke	η	= 1,00
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}15/\gamma_c$	= 0,10
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = [0{,}0525\text{-}0{,}0150\cdot(dm\text{-}600)/(200)]/\gamma_c\cdot k^{3/2}\cdot fck^{1/2}$	= 259,5 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$	= 318,7 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand (iterativ)	a_{crit} =0,9d	= 671 mm
Rundschnittslänge	u_{crit}	= 2,253 m
Rundschnittfläche	A_{crit}	= 1,515 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,red} = (V_{Ed}\text{-}q_B\cdot A_{0,9d})\cdot ß$	= 1186,5 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot u_{0,9d}\cdot 2\cdot d/a_{0,9d}$	= 1188,9 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}5$	= 2140,0 kN

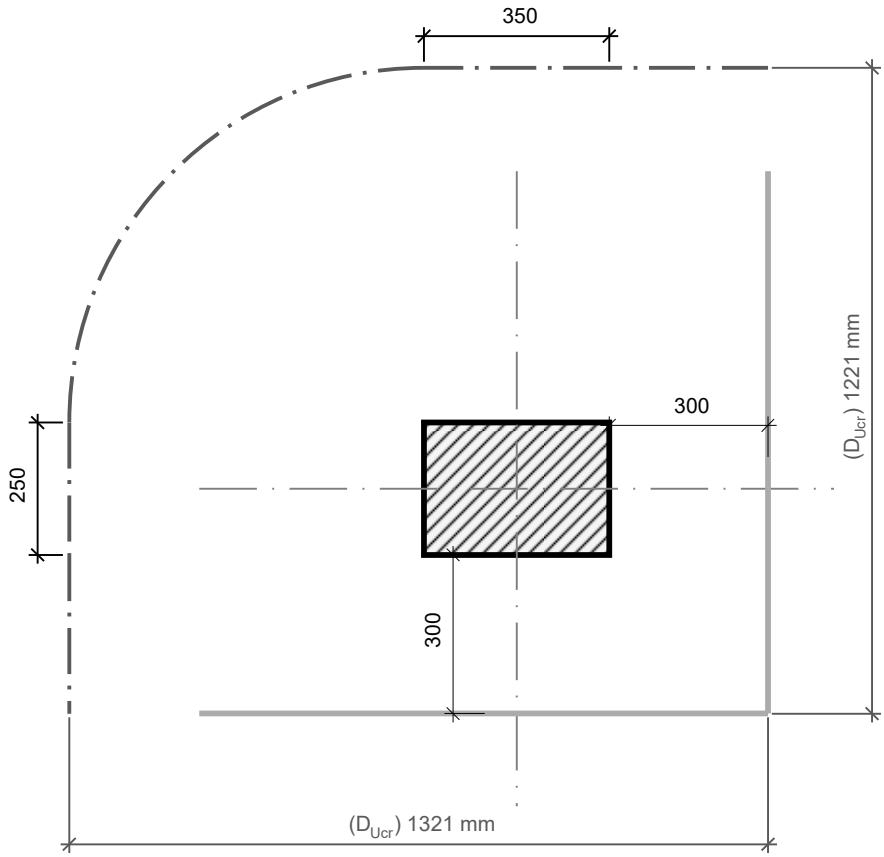
$V_{Ed,red}$=1186,5kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=1188,9kN

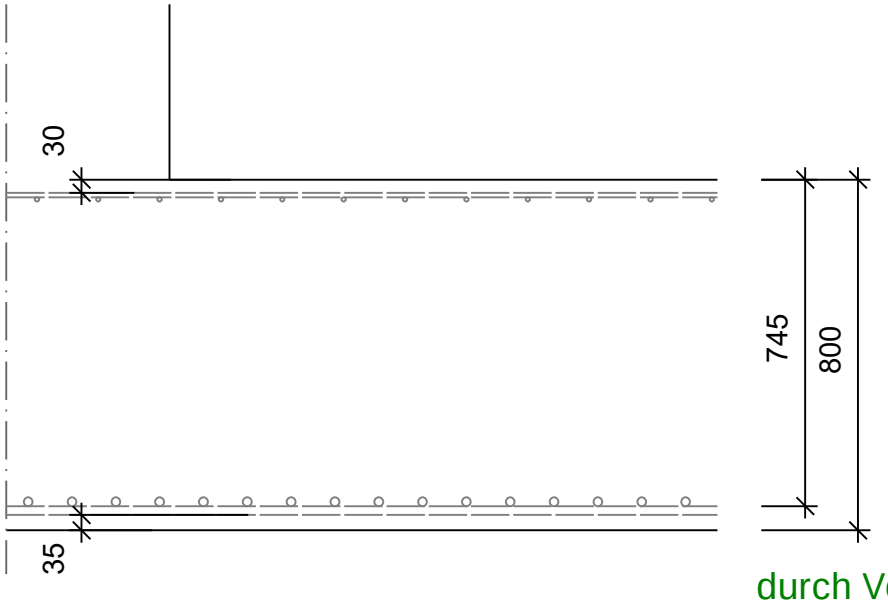
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 11.10.2024

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: 2
	S16 in Achse 1/A	Blatt: 2





durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 11.10.2024

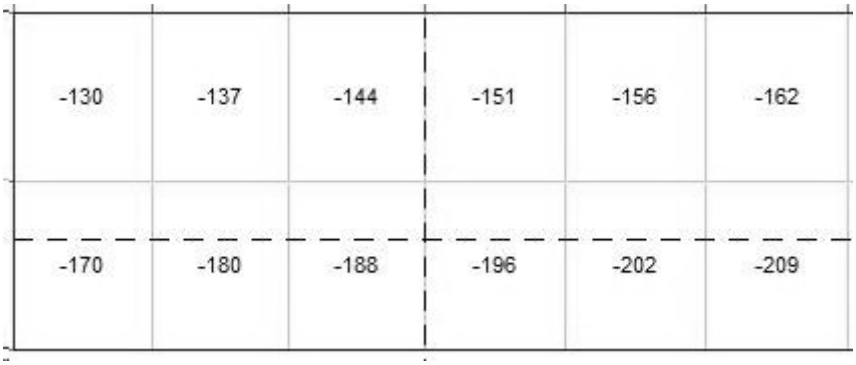
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Position DST- 80.2 Stütze S16 in Achse 1a/A

Vorwerte

$c_{nom,oben}$ =	20 + 10	=	30,00 mm
$c_{nom,unten}$ =	20 + 15	=	35,00 mm
d_s =			12,00 mm
d =	(800 - $c_{nom,unten}$ - d_s) / 1000	=	0,753 m
Bodenpressung =			160,00 kN/m²

Der Radius von U_{out} wird dem Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den nachfolgenden Seiten entnommen. Auch ein Bild der Bodenpressungen Sigma.z min; 1. Ständige und vorübergehende Situation aus der FE-Deckenstatik wäre hier einzufügen.



Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

Lastfall 4: LÜN G ohne Aufstockung; Lastfall 5: LÜN G ohne Aufstockung und Lastfall 10: Aufgehende Bauteile gk

$V_{k,g}$=	713+10,0	=	723,00 kN
$V_{k,q}$=			230,00 kN
Ved=	1,35*Vk,g+1,5*Vk,q	=	1321,05 kN

Durchstanznachweise:

Siehe Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den folgenden Seiten

Zulagen erforderlich mit ø12/10 cm

Dübelleisten nicht erforderlich

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: 3
	S16 in Achse 1a/A	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed}	= 1330 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$	= 0 kN
Bodenpressung	q_B	= 165 kN/m²
Lasterhöhungsfaktor	β	= 1,40

Abmessung - Randstütze Rechteck

Stützenbreite	a	= 350 mm
Stützendicke	b	= 250 mm
Plattendicke	h	= 800 mm
Statische Nutzhöhe	d	= 753 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu	= 30; 35 mm

Material

Beton	C25/30	(f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500	(f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x\cdot\rho_y)^{1/2}=(0{,}15\cdot0{,}15)^{1/2}$	= 0,15 %

A_{sx} = 11,3 cm²/m (~ø12/100 mm); A_{sy} = 11,3 cm²/m (~ø12/100 mm)

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

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$	= 1,52
Einfluss der Plattendicke	η	= 1,00
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}15/\gamma_c$	= 0,10
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = [0{,}0525\text{-}0{,}0150\cdot(dm\text{-}600)/(200)]/\gamma_c\cdot k^{3/2}\cdot fck^{1/2}$	= 255,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$	= 255,1 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand (iterativ)	a_{crit} =0,9d	= 678 mm
Rundschnittslänge	u_{crit}	= 3,579 m
Rundschnittfläche	A_{crit}	= 1,897 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,red} = (V_{Ed}\text{-}q_B\cdot A_{0,9d})\cdot ß$	= 1423,8 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot u_{0,9d}\cdot 2\cdot d/a_{0,9d}$	= 1527,8 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}5$	= 2539,2 kN

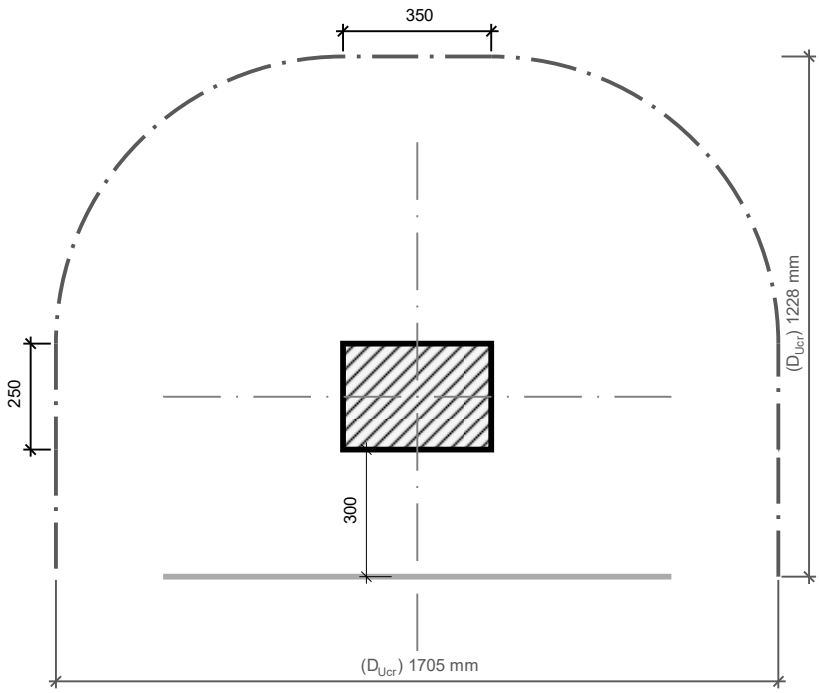
$V_{Ed,red}$=1423,8kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=1527,8kN

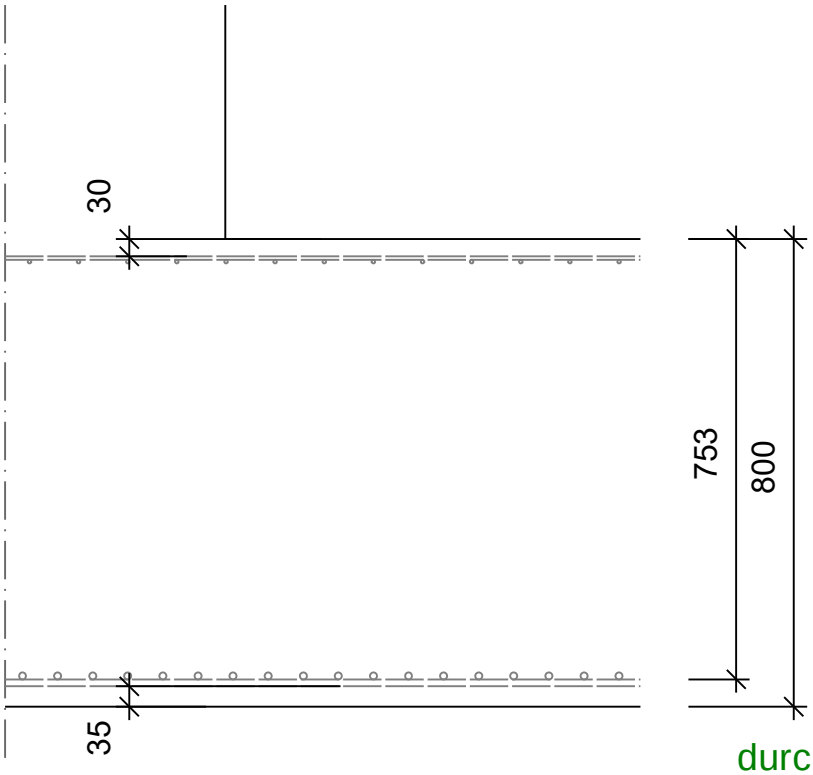
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 11.10.2024

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: 4
	S16 in Achse 1a/A	Blatt: 2





durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 11.10.2024

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Position DST- 80.3 Stütze S13 Achse 1a/B

Vorwerte

$c_{nom,oben}$ =	20 + 10	=	30,00 mm
$c_{nom,unten}$ =	20 + 15	=	35,00 mm
d_s =			25,00 mm
d =	(800 - $c_{nom,unten}$ - d_s) / 1000	=	0,740 m
Bodenpressung =			110,00 kN/m²

Der Radius von U_{out} wird dem Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den nachfolgenden Seiten entnommen. Auch ein Bild der Bodenpressungen Sigma.z min; 1. Ständige und vorübergehende Situation aus der FE-Deckenstatik wäre hier einzufügen.

-108	-110	-111	-109
-111	-113	-114	-112
-110	-113	-113	-112
-107	-109	-110	-108

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

Lastfall 4: LÜN G ohne Aufstockung; Lastfall 5: LÜN G ohne Aufstockung, Lastfall 8: LÜN Gk aus WAT, Lastfall 9: LÜN Qk aus WAT und Lastfall 10: Aufgehende Bauteile gk

$V_{k,g}$=	1388,0+12	=	1400,00 kN
$V_{k,q}$=			737,00 kN
Ved=	1,35*Vk,g+1,5*Vk,q	=	3000,00 kN

Durchstanznachweise:

Siehe Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den folgenden Seiten

Zulagen erforderlich mit ø25/14cm

Dübelleisten nicht erforderlich

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: ...
	S13 in Achse 1a/B	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed}	= 3000 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$	= 0 kN
Bodenpressung	q_B	= 110 kN/m²
Lasterhöhungsfaktor	β	= 1,10

Abmessung - Innenstütze Rund

Durchmesser	D	= 400 mm
Plattendicke	h	= 800 mm
Statische Nutzhöhe	d	= 740 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu	= 30; 35 mm

Material

Beton		C25/30 (f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl		B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x\cdot\rho_y)^{1/2}=(0{,}45\cdot0{,}45)^{1/2}$	= 0,45 %

A_{sx} = 33,3 cm²/m (~ø25/147 mm); A_{sy} = 33,3 cm²/m (~ø25/147 mm)

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

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$	= 1,52
Einfluss der Plattendicke	η	= 1,00
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}15/\gamma_c$	= 0,10
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = [0{,}0525\text{-}0{,}0150\cdot(dm\text{-}600)/(200)]/\gamma_c\cdot k^{3/2}\cdot fck^{1/2}$	= 262,3 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$	= 340,6 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand (iterativ)	a_{crit} =1,1d	= 814 mm
Rundschnittslänge	u_{crit}	= 6,371 m
Rundschnittfläche	A_{crit}	= 3,230 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,red} = (V_{Ed}\text{-}q_B\cdot A_{1,1d})\cdot ß$	= 2909,1 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot u_{1,1d}\cdot 2\cdot d/a_{1,1d}$	= 2919,3 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}5$	= 5254,7 kN

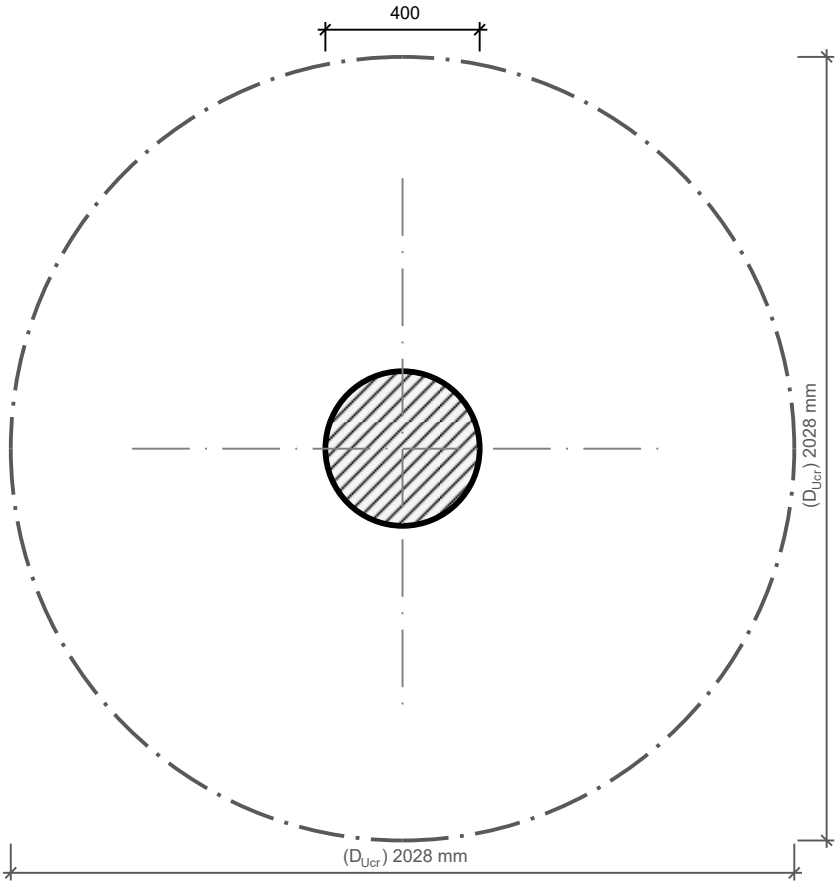
$V_{Ed,red}$=2909,1kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=2919,3kN

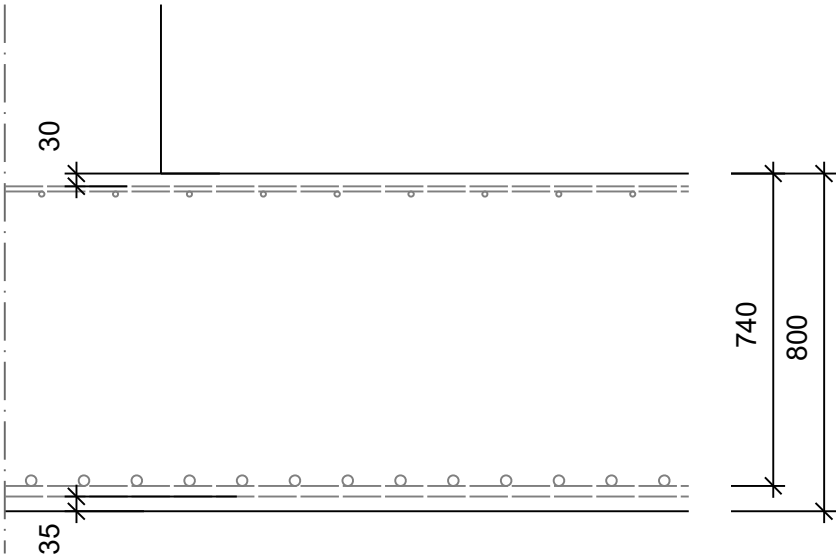
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 22.10.2024

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: ...
	S13 in Achse 1a/B	Blatt: 2





durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 22.10.2024

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Position DST- 80.4 Stütze S19 Achse 3/A'

Vorwerte

$c_{nom,oben}$ =	20 + 10	=	30,00 mm
$c_{nom,unten}$ =	20 + 15	=	35,00 mm
d_s =			16,00 mm
d =	(800 - $c_{nom,unten}$ - d_s) / 1000	=	0,749 m
Bodenpressung =			160,00 kN/m²

Der Radius von U_{out} wird dem Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den nachfolgenden Seiten entnommen. Auch ein Bild der Bodenpressungen Sigma.z min; 1. Ständige und vorübergehende Situation aus der FE-Deckenstatik wäre hier einzufügen.

-97	-98	-98	-99	-99	-100	-100	-100
-121	-122	-122	-123	-123	-123	-122	-121
-145	-147	-148	-148	-148	-146	-145	-143
-170	-172	-173	-174	-173	-171	-168	-165

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

Lastfall 4: LÜN G ohne Aufstockung; Lastfall 5: LÜN G ohne Aufstockung und Lastfall 10: Aufgehende Bauteile gk

$V_{k,g}$=	729+10,0	=	739,00 kN
$V_{k,q}$=			197,00 kN
Ved=	1,35*Vk,g+1,5*Vk,q	=	1293,15 kN

Durchstanznachweise:

Siehe Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den folgenden Seiten

Zulagen erforderlich mit ø16/13 cm

Dübelleisten nicht erforderlich



Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: 7
	S19 in Achse 3/A	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed}	= 1300 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$	= 0 kN
Bodenpressung	q_B	= 160 kN/m²
Lasterhöhungsfaktor	β	= 1,40

Abmessung - Randstütze Rechteck

Stützenbreite	a	= 250 mm
Stützendicke	b	= 350 mm
Plattendicke	h	= 800 mm
Statische Nutzhöhe	d	= 749 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu	= 30; 35 mm

Material

Beton	C25/30	(f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500	(f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x\cdot\rho_y)^{1/2}=(0{,}20\cdot0{,}20)^{1/2}$	= 0,20 %

A_{sx} = 14,9 cm²/m (~ø16/135 mm); A_{sy} = 14,9 cm²/m (~ø16/135 mm)

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

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$	= 1,52
Einfluss der Plattendicke	η	= 1,00
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}15/\gamma_c$	= 0,10
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = [0{,}0525\text{-}0{,}0150\cdot(dm\text{-}600)/(200)]/\gamma_c\cdot k^{3/2}\cdot fck^{1/2}$	= 257,3 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$	= 258,9 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand (iterativ)	a_{crit} =0,9d	= 674 mm
Rundschnittslänge	u_{crit}	= 3,368 m
Rundschnittfläche	A_{crit}	= 1,682 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,red} = (V_{Ed}\text{-}q_B\cdot A_{0,9d})\cdot ß$	= 1443,3 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot u_{0,9d}\cdot 2\cdot d/a_{0,9d}$	= 1451,1 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}5$	= 2612,0 kN

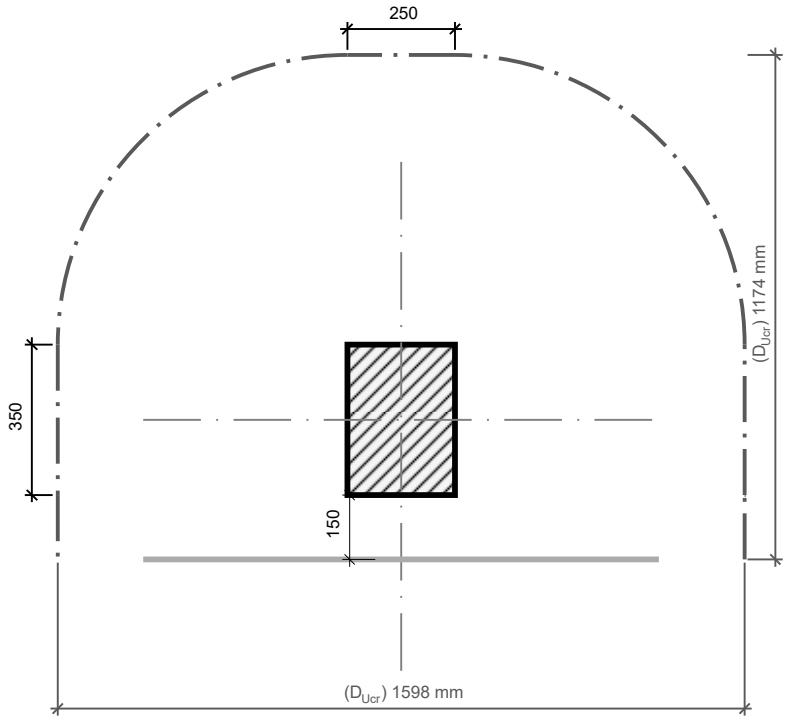
$V_{Ed,red}$=1443,3kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=1451,1kN

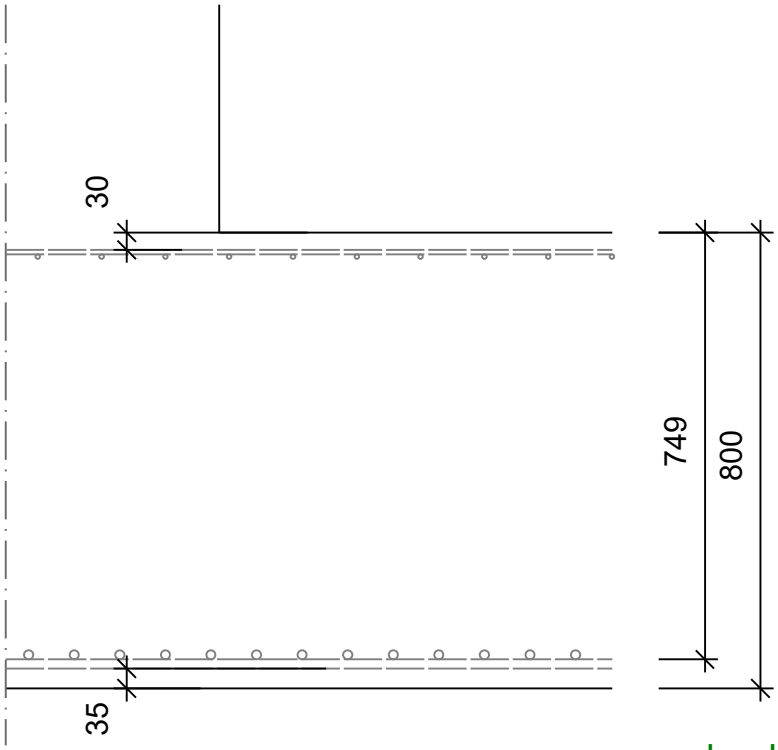
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 11.10.2024

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: 8
	S19 in Achse 3/A	Blatt: 2





durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 11.10.2024

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

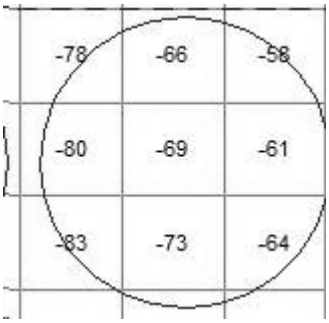
Position DST- 80.6 Stütze S8/S9

Vorwerte

$c_{nom,oben}$ =	20 + 10	=	30,00 mm
$c_{nom,unten}$ =	20 + 15	=	35,00 mm
d_s =			12,00 mm
d =	(400 - $c_{nom,unten}$ - d_s) / 1000	=	0,353 m
Bodenpressung =			65,00 kN/m²

Stütze S8 wurde als maßgebend betrachtet.

Der Radius von U_{out} wird dem Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den nachfolgenden Seiten entnommen. Auch ein Bild der Bodenpressungen Sigma.z min; 2. Ständige und vorübergehende Situation mit Aufstockung aus der FE-Deckenstatik wäre hier einzufügen.



Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

Lastfall 6: LÜN G mit Aufstockung; Lastfall 7: LÜN G mit Aufstockung und Lastfall 10: Aufgehende Bauteile gk

$V_{k,g}$=	150+10,0	=	160,00 kN
$V_{k,q}$=			75,00 kN
Ved=	1,35*Vk,g+1,5*Vk,q	=	328,50 kN

Durchstanznachweise:

Siehe Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den folgenden Seiten

Zulagen nicht erforderlich

Dübelleisten nicht erforderlich

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: 9
	S8	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed}	= 330 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$	= 0 kN
Bodenpressung	q_B	= 65 kN/m²
Lasterhöhungsfaktor	β	= 1,10

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a	= 240 mm
Stützendicke	b	= 240 mm
Plattendicke	h	= 400 mm
Statische Nutzhöhe	d	= 345 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu	= 30; 35 mm

Material

Beton	C25/30	(f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500	(f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x\cdot\rho_y)^{1/2}=(0{,}26\cdot0{,}26)^{1/2}$	= 0,26 %

A_{sx} = 9,0 cm²/m (~ø12/125 mm); A_{sy} = 9,0 cm²/m (~ø12/125 mm)

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

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$	= 1,76
Einfluss der Plattendicke	η	= 1,00
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}15/\gamma_c$	= 0,10
Minimale Betontragfähigkeit	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$	= 409,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$	= 409,1 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand (iterativ)	a_{crit} =1,6d	= 552 mm
Rundschnittslänge	u_{crit}	= 4,428 m
Rundschnittfläche	A_{crit}	= 1,545 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,red} = (V_{Ed}-q_B\cdot A_{1,6d})\cdot ß$	= 252,5 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot u_{1,6d}\cdot 2\cdot d/a_{1,6d}$	= 781,2 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}5$	= 1171,9 kN

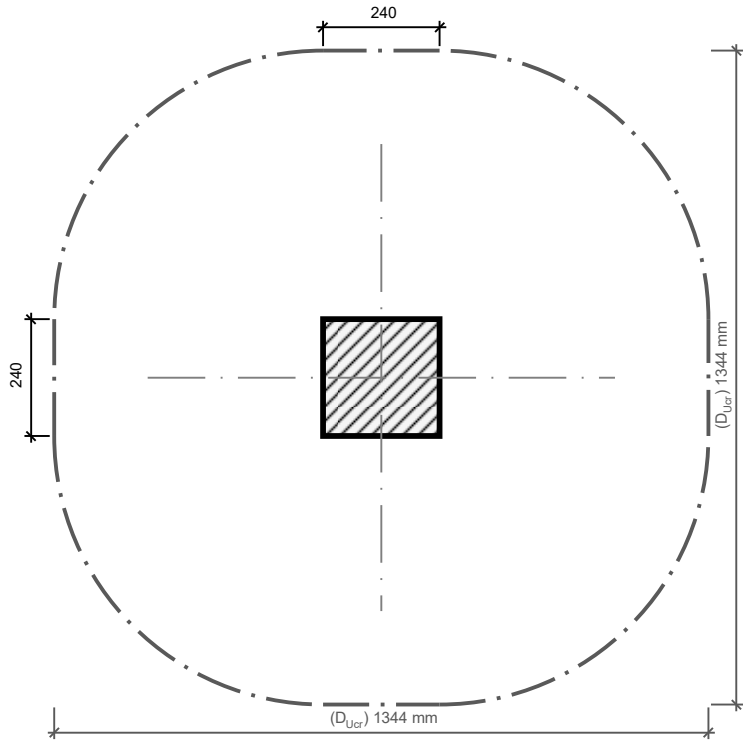
$V_{Ed,red}$=252,5kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=781,2kN

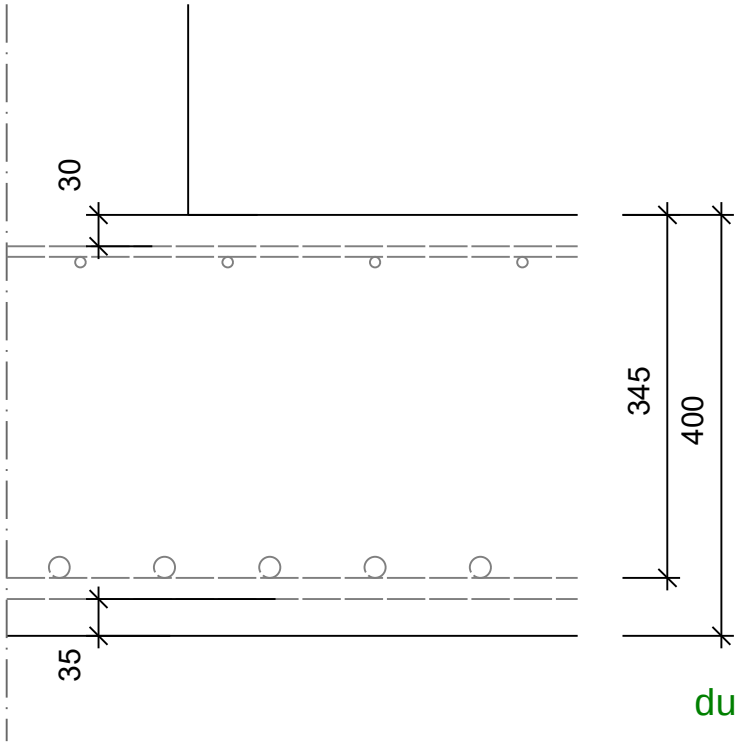
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 11.10.2024

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: 10
	S8	Blatt: 2





durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 11.10.2024

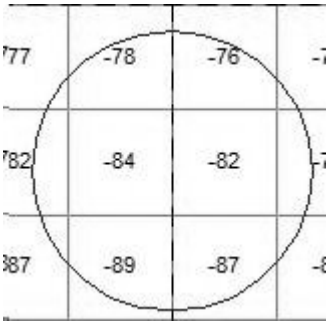
Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Position DST- 80.7 Stütze S10

Vorwerte

$c_{nom,oben}$ =	20 + 10	=	30,00 mm
$c_{nom,unten}$ =	20 + 15	=	35,00 mm
d_s =			12,00 mm
d =	(400 - $c_{nom,unten}$ - d_s) / 1000	=	0,353 m
Bodenpressung =			80,00 kN/m²

Der Radius von U_{out} wird dem Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den nachfolgenden Seiten entnommen. Auch ein Bild der Bodenpressungen Sigma.z min; 2. Ständige und vorübergehende Situation mit Aufstockung aus der FE-Deckenstatik wäre hier einzufügen.



Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

Lastfall 6: LÜN G mit Aufstockung; Lastfall 7: LÜN G mit Aufstockung und Lastfall 10: Aufgehende Bauteile gk

$V_{k,g}$=	466+10,0	=	476,00 kN
$V_{k,q}$=			157,00 kN
Ved=	1,35*Vk,g+1,5*Vk,q	=	878,10 kN

Durchstanznachweise:

Siehe Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den folgenden Seiten

Zulagen nicht erforderlich

Dübelleisten nicht erforderlich

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: 11
	S10	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed}	= 880 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$	= 0 kN
Bodenpressung	q_B	= 80 kN/m²
Lasterhöhungsfaktor	β	= 1,10

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a	= 350 mm
Stützendicke	b	= 240 mm
Plattendicke	h	= 400 mm
Statische Nutzhöhe	d	= 353 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu	= 30; 35 mm

Material

Beton	C25/30	(f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500	(f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x\cdot\rho_y)^{1/2}=(0{,}26\cdot0{,}26)^{1/2}$	= 0,26 %

A_{sx} = 9,2 cm²/m (~ø12/123 mm); A_{sy} = 9,0 cm²/m (~ø12/125 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	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$	= 406,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$	= 406,1 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand (iterativ)	a_{crit} =1,5d	= 530 mm
Rundschnittslänge	u_{crit}	= 4,507 m
Rundschnittfläche	A_{crit}	= 1,590 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,red} = (V_{Ed}-q_B\cdot A_{1,5d})\cdot ß$	= 828,1 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot u_{1,5d}\cdot 2\cdot d/a_{1,5d}$	= 861,4 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}5$	= 1292,1 kN

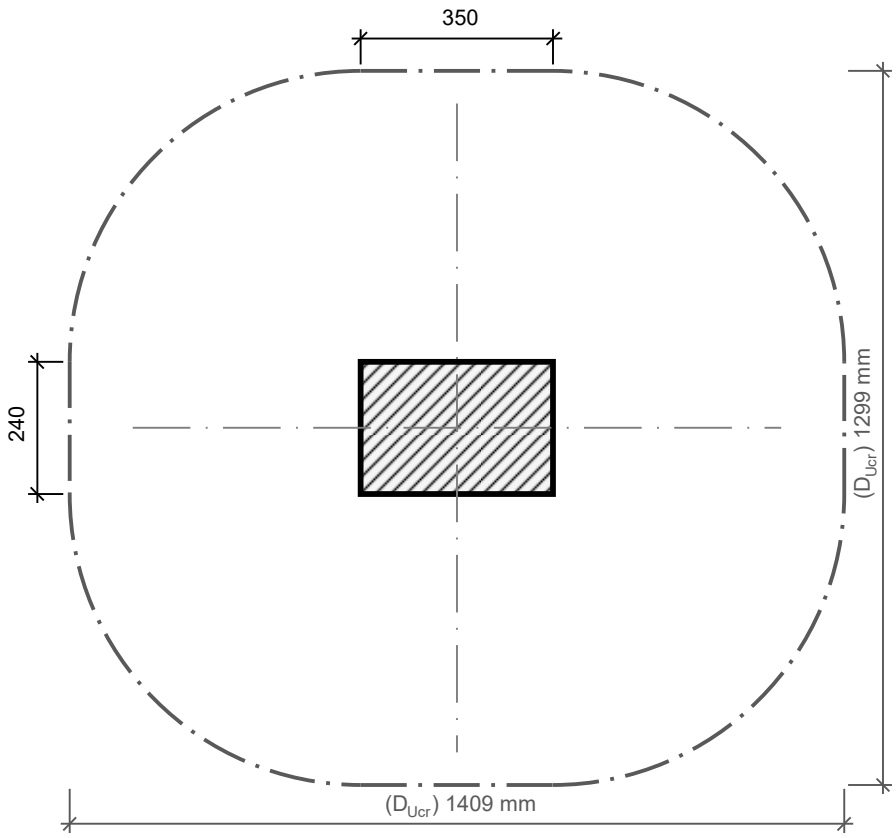
$V_{Ed,red}$=828,1kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=861,4kN

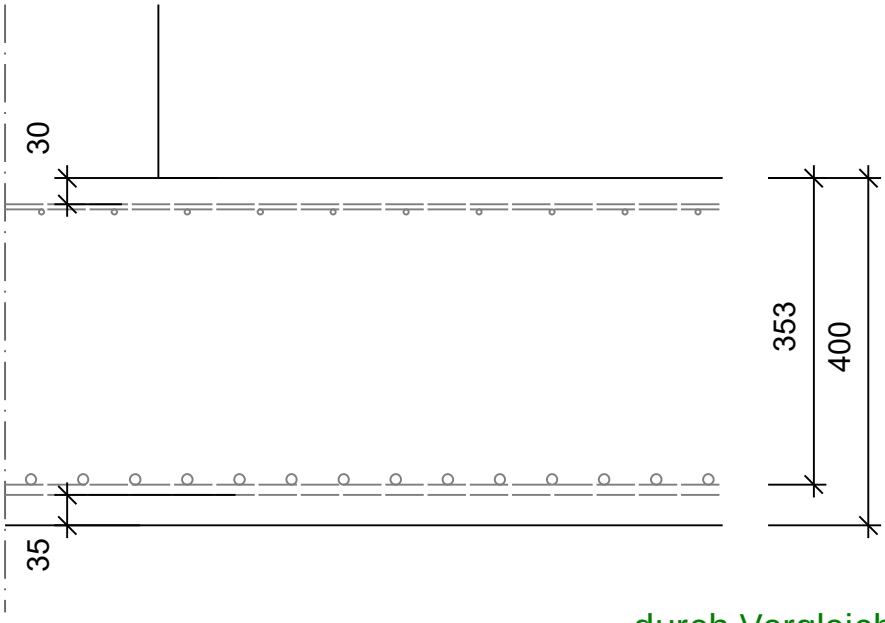
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 11.10.2024

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: 12
	S10	Blatt: 2





durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 11.10.2024

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Position DST- 80.4 Stütze S11 in Achse 2/D'

Vorwerte

$c_{nom,oben}$ =	20 + 10	=	30,00 mm
$c_{nom,unten}$ =	20 + 15	=	35,00 mm
d_s =			12,00 mm
d =	(600 - $c_{nom,unten}$ - d_s) / 1000	=	0,553 m
Bodenpressung =			100,00 kN/m²

Der Radius von U_{out} wird dem Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den nachfolgenden Seiten entnommen. Auch ein Bild der Bodenpressungen Sigma.z min; 1. Ständige und vorübergehende Situation aus der FE-Deckenstatik wäre hier einzufügen.

-83	-85	-85	-83
-95	-98	-98	-95
-106	-108	-108	-105
-115	-117	-116	-114

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

Lastfall 4: LÜN G ohne Aufstockung; Lastfall 5: LÜN G ohne Aufstockung und Lastfall 10: Aufgehende Bauteile gk

$V_{k,g}$=	835+10,0	=	845,00 kN
$V_{k,q}$=			300,00 kN
Ved=	1,35*Vk,g+1,5*Vk,q	=	1590,75 kN

Durchstanznachweise:

Siehe Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den folgenden Seiten

Zulagen nicht erforderlich

Dübelleisten nicht erforderlich



Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: 13
	S11 2/D	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed}	= 1595 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$	= 0 kN
Bodenpressung	q_B	= 100 kN/m²
Lasterhöhungsfaktor	β	= 1,10

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a	= 300 mm
Stützendicke	b	= 240 mm
Plattendicke	h	= 600 mm
Statische Nutzhöhe	d	= 553 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu	= 30; 35 mm

Material

Beton	C25/30	(f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500	(f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x\cdot\rho_y)^{1/2}=(0{,}17\cdot0{,}17)^{1/2}$	= 0,17 %

A_{sx} = 9,4 cm²/m (~ø12/120 mm); A_{sy} = 9,4 cm²/m (~ø12/120 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	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$	= 354,6 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$	= 354,6 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand (iterativ)	a_{crit} =1,2d	= 664 mm
Rundschnittslänge	u_{crit}	= 5,250 m
Rundschnittfläche	A_{crit}	= 2,172 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,red} = (V_{Ed}-q_B\cdot A_{1,2d})\cdot ß$	= 1515,6 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot u_{1,2d}\cdot 2\cdot d/a_{1,2d}$	= 1715,8 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}5$	= 2573,8 kN

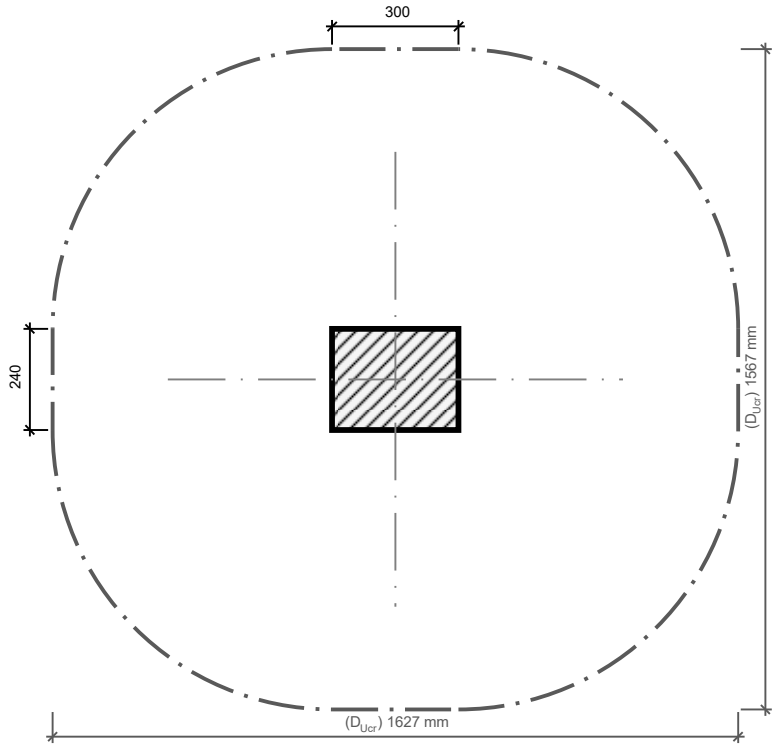
$V_{Ed,red}$=1515,6kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=1715,8kN

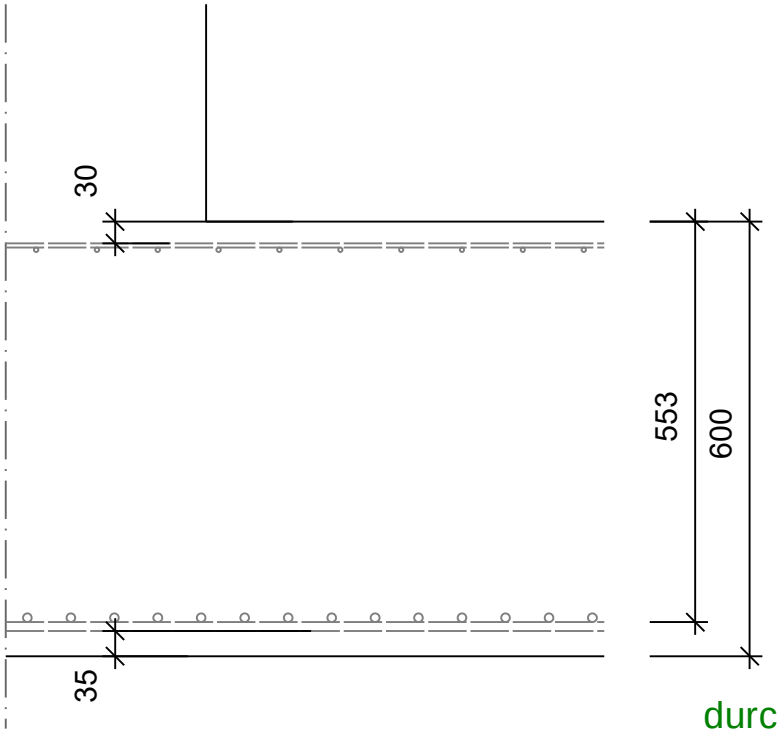
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 11.10.2024

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: 14
	S11 2/D	Blatt: 2





durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 11.10.2024

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Position DST- 80.5 Stütze S11 in Achse ~~3/D~~ 2a/D'

Vorwerte

$c_{nom,oben}$ =	20 + 10	=	30,00 mm
$c_{nom,unten}$ =	20 + 15	=	35,00 mm
d_s =			12,00 mm
d =	(400 - $c_{nom,unten}$ - d_s) / 1000	=	0,353 m
Bodenpressung =			100,00 kN/m²

Der Radius von U_{out} wird dem Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den nachfolgenden Seiten entnommen. Auch ein Bild der Bodenpressungen Sigma.z min; 1. Ständige und vorübergehende Situation aus der FE-Deckenstatik wäre hier einzufügen.

-78	-80	-79	-77
-94	-96	-96	-93
-109	-112	-111	-108
-125	-127	-126	-124

Auflagerkraft gemäß FE-Deckenstatik:

Lastfall 4: LÜN G ohne Aufstockung; Lastfall 5: LÜN G ohne Aufstockung und Lastfall 10: Aufgehende Bauteile gk

$V_{k,g}$=	275+10,0	=	285,00 kN
$V_{k,q}$=			111,00 kN
Ved=	1,35*Vk,g+1,5*Vk,q	=	551,25 kN

Durchstanznachweise:

Siehe Bemessungsausdruck Schöck BOLE auf den folgenden Seiten

Zulagen nicht erforderlich

Dübelleisten nicht erforderlich



Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: 15
	S11 3/D	Blatt: 1

Einwirkung

Durchstanzlast	V_{Ed}	= 555 kN
Dynamischer Anteil	$V_{Ed,dyn}$	= 0 kN
Bodenpressung	q_B	= 100 kN/m²
Lasterhöhungsfaktor	β	= 1,10

Abmessung - Innenstütze Rechteck

Stützenbreite	a	= 300 mm
Stützendicke	b	= 240 mm
Plattendicke	h	= 400 mm
Statische Nutzhöhe	d	= 353 mm
Betondeckung oben/unten	co; cu	= 30; 35 mm

Material

Beton	C25/30	(f_{ck} = 25,0 N/mm²)
Stahl	B500	(f_{yk} = 500 N/mm²)
Bewehrungsgrad	$\rho=(\rho_x\cdot\rho_y)^{1/2}=(0{,}26\cdot0{,}26)^{1/2}$	= 0,26 %

A_{sx} = 9,2 cm²/m (~ø12/123 mm); A_{sy} = 9,0 cm²/m (~ø12/125 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	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$	= 406,1 kN/m²
Tragfähigkeit Beton	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$	= 406,1 kN/m²

Kritischer Rundschnitt u_{crit}

Kritischer Abstand (iterativ)	a_{crit} =1,4d	= 494 mm
Rundschnittslänge	u_{crit}	= 4,185 m
Rundschnittfläche	A_{crit}	= 1,373 m²
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed,red} = (V_{Ed}-q_B\cdot A_{1,4d})\cdot ß$	= 459,5 kN
Tragfähigkeit Beton	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot u_{1,4d}\cdot 2\cdot d/a_{1,4d}$	= 857,0 kN
Maximale Tragfähigkeit	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}5$	= 1285,5 kN

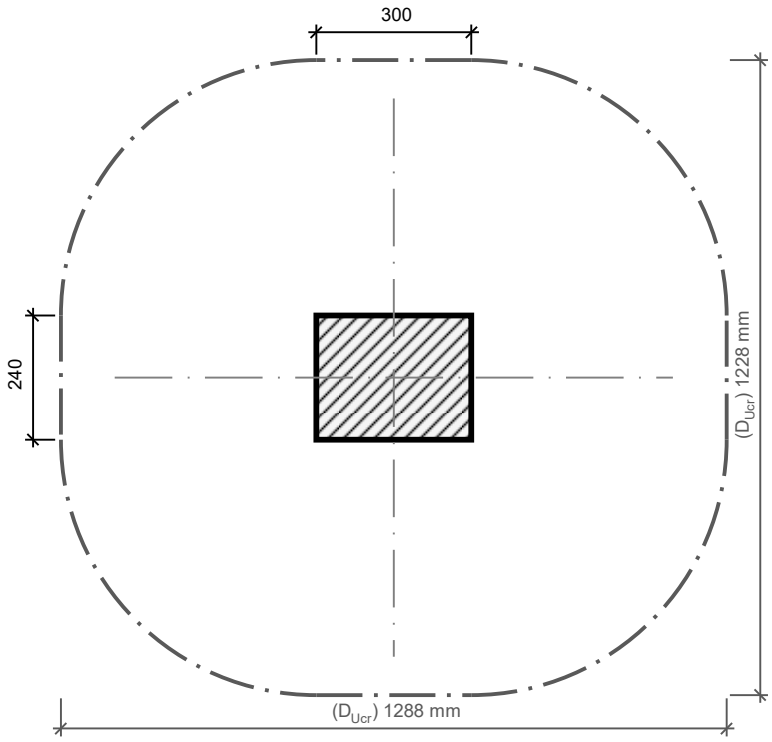
$V_{Ed,red}$=459,5kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=857,0kN

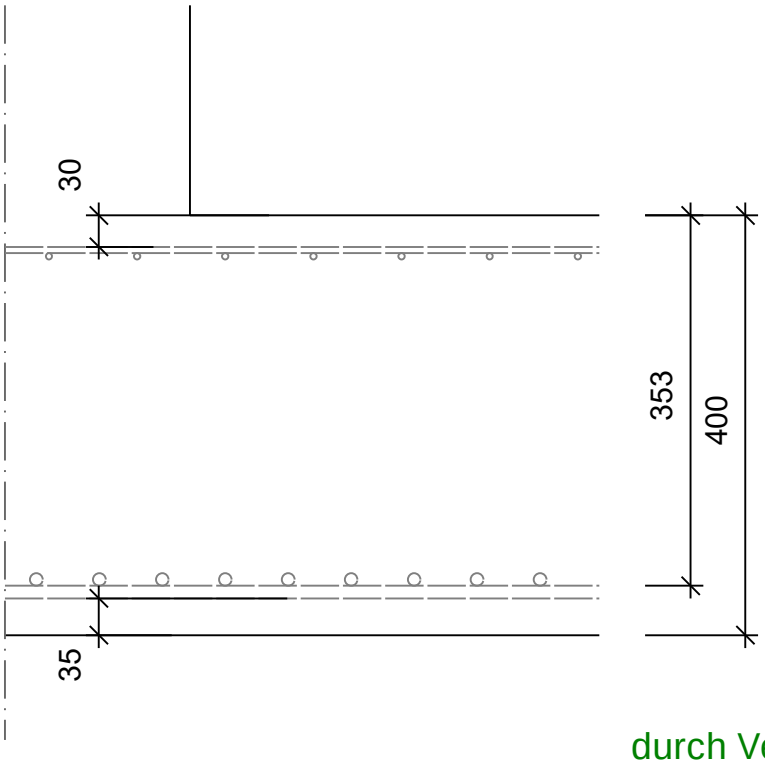
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 11.10.2024

Schöck	20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium	Seite: 16
	S11 3/D	Blatt: 2





durch Vergleichsrechnung geprüft

Datum: 11.10.2024

Funger Phlippen Ingenieure
Tragwerksplanung • Bauphysik
Gutachten • Bauwerksprüfungen
Hauptsitz: Krefeld 0215162750
Standort: Wuppertal 02027671970
info@fp-ing.de www.fp-ing.de

Pos. 81 - Aufzugunterfahrt

C25/30 XC2, XF1 h = 30 cm

Es wird empfohlen, die Aufzugsunterfahrt in der Bauart "weiße Wanne" auszuführen.

Bettungsmodul ks = 25 MN/m² als Vorabstimmung der Bodengutachter

Belastung:

ständig:

Eigengewicht:

Eigengewicht (programmintern berücksichtigt) $g_{k,Eg}$ = 0,30*25 = 7,50 kN/m²

veränderlich:

Es wird ein Aufzug mit 400 kN angenommen.

Verkehrlast Kat.C= 400,0/2/2 = 100,0 kN/m²

Lasten aus Pos.80 Bodenplatte

Linienlast gk=	30,0 kN/m
Linienlast qk=	10,0 kN/m

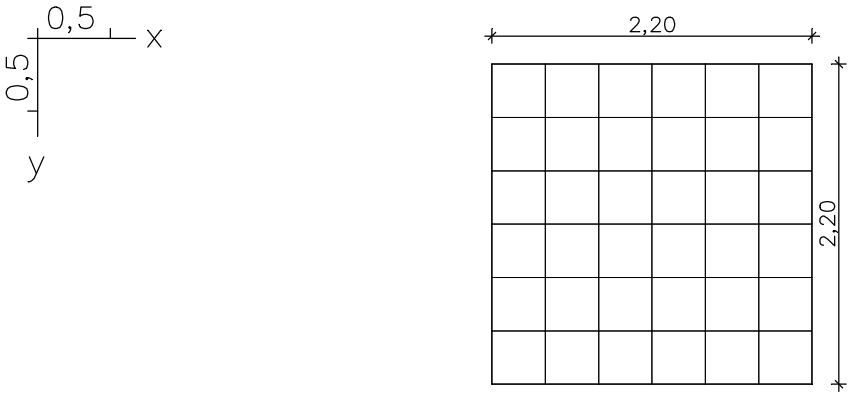
Bemessung:

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit dem FEM-Programm InfoGraph

durch Vergleichsrechnung geprüft

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.81

Aufzugsunterfahrt M = 1:



Grundriss

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

Querschnittswerte

1	Fläche	h =30 cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz	= 0,3000 = 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	25						

Die Bettung wirkt in Richtung der Achsen des lokalen Element- bzw. Oberflächensystems.

Lastfall-Bezeichnung

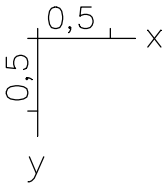
	Lastfall	Bezeichnungstext
1	1	gk
2	2	qk

durch Vergleichsrechnung geprüft

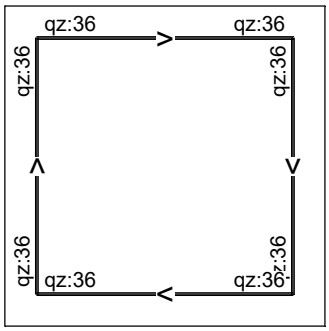
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.81

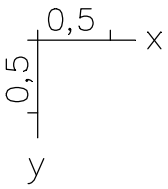
Aufzugsunterfahrt M = 1:

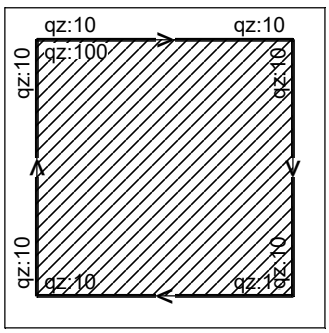


EIGENLAST



LF 1: Belastung, gk





LF 2: Belastung, qk

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

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

Lastfälle

1	gk

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

durch Vergleichsrechnung geprüft

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

2	qk

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

Aufzugsunterfahrt M = 1:

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

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

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	XC2	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] vorh.	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	.

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

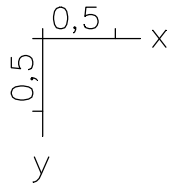
Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.81

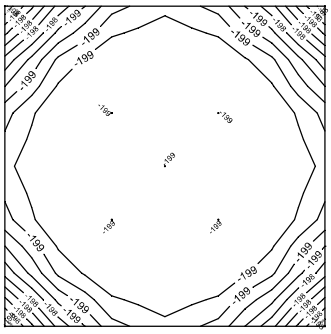
Aufzugsunterfahrt M = 1:

Schubquerschnitte

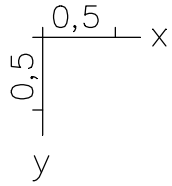
```
bw.nom  Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom   Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd  Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn
        bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2  Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.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

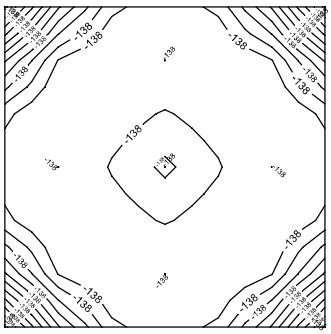
Qu.	Breite [m]		Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,300	.	0,250	0,90	.	.	.	.





Bodenpressungen Sigma.z min; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1





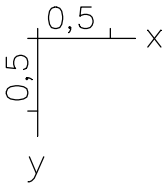
Bodenpressungen Sigma.z min; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

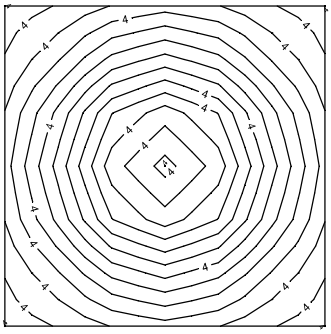
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

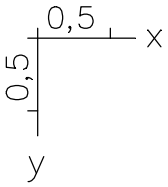
Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.81

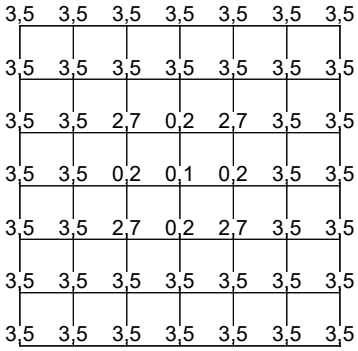
Aufzugsunterfahrt M = 1:



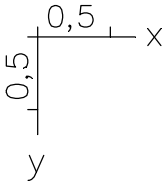


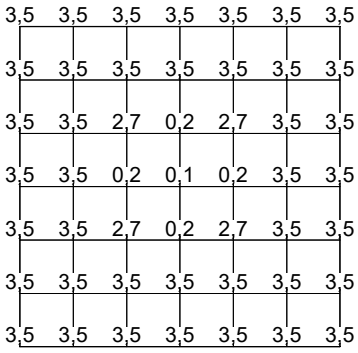
Deformationen uz max; 1. Quasi-ständige Situation, DIN EN 1992-1-1





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





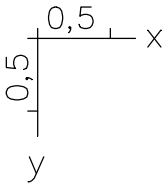
Biegebewehrung asy 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1

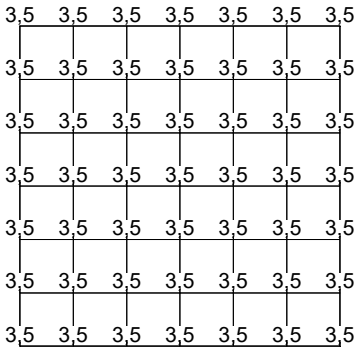
durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

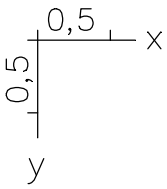
Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.81

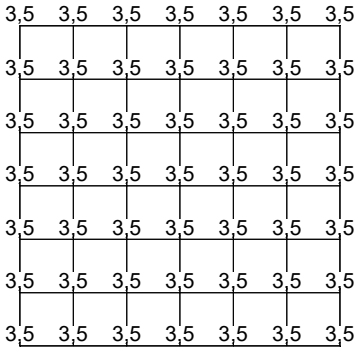
Aufzugsunterfahrt M = 1:





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





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

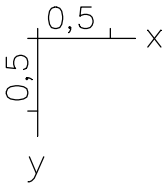
durch Vergleichsrechnung geprüft

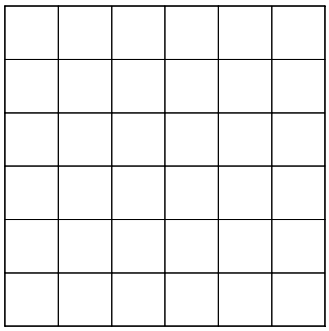
Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH

FUNGER PHLIPPEN Ingenieure

Projekt: 20240400 Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium | Pos.81

Aufzugsunterfahrt M = 1:





Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

durch Vergleichsrechnung geprüft

Finite Elemente 23.10.1 x64 (c) InfoGraph GmbH