



Tragwerksplanung · Bauphysik
Gutachten · Bauwerksprüfungen

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
Blumentalstr. 108 | 47798 Krefeld
Zweigstelle:

Sonnborner Str. 71-73 | 42327 Wuppertal
info@fp-ing.de | www.fp-ing.de

Statische Berechnung

Erweiterung des Bertha-von-Sutter-Gymnasium

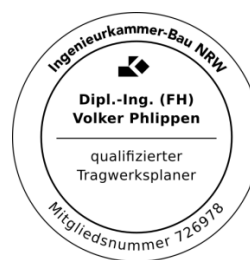
6.Nachtrag

Projektnr. FP-Ing 20240400 elektronisches
Mehrfachexemplar

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



Seiten: N6-1 bis N6-30

Aufgestellt in Wuppertal, den 10.12.2025

i.A. M.Sc. Yunjia Zhao

Dipl.-Ing. Volker Philippen



Fungler Philippen 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 – 6.Nachtrag

Inhaltsverzeichnis zur Statischen Berechnung – 2.Nachtrag

Inhalt	Art	Planungs- änderung	Allgemeine Änderung/ Ergänzung	Seite
Deckblatt				N6-1
Inhaltsverzeichnis				N6-2
Stb.-Kragwände	Im 2.OG	x		N6-3 bis N6-30

Planungsänderung: Siehe die entsprechende Position bzw. Seitennummer.

Allgemeine Änderung/ Ergänzung: Siehe die entsprechende Position bzw. Seitennummer.





Projekt: 20240400: Neubau Bertha-von-Suttner Gym., Oberhausen
Statische Berechnung Nachtrag 6

Vorbemerkungen

Grundlage

Erläuterungsbericht vom 03.11.2025: Konkretisierung Dachtragwerk

– Erläuterung zum Brandschutznachweis vom 13.09.2024,
von Büro Oberhausen EBIS GmbH, Pfälzer Straße 65, 46145 Oberhausen

Gemäß dem Brandschutzkonzept, Variante 2: Dachtragwerk ohne aussteifende Funktion
Wenn das Dachtragwerk im vorliegenden Fall keine aussteifende oder stabilisierende Funktion für das Gesamttragwerk des Geschosses übernimmt, sondern lediglich die Eigen- und Nutzlasten des Daches abträgt, ergeben sich daraus keine unmittelbaren Anforderungen an seine Feuerwiderstandsfähigkeit im Sinne der BauO NRW bzw. der Schulbaurichtlinie NRW.

Die vertikalen Bauteile, welche die Dachlasten im obersten Geschoss ableiten, müssen gemäß Schulbaurichtlinie mindestens feuerhemmend ausgeführt sein.

Wegen einer Planungsänderung wurde diese Variante 2 im Brandschutzkonzept statisch nachgewiesen.

(Siehe Skizze zur Gebäudeaussteifung.)

Kragwandscheiben-Nachweis

Alle freistehenden Stahlbeton-Wände außerhalb der Stahlbetonwand des Treppenhauses wurden hinsichtlich Windbeanspruchung als Kragwandscheiben nachgewiesen, weil die Stahlträger keine aussteifende oder stabilisierende Funktion für das Gesamttragwerk des Geschosses übernehmen.

Für die Gebäudeaussteifung wurde die vertikalen Bauteile im Dachgeschoss **feuerhemmend** angenommen, dass die vertikalen Lasten der Stahlkonstruktion stets an die Wand weitergeleitet werden können (für den Kippnachweis der Wandpfeiler).

Im Treppenhaus ist eine Stahlbetondecke über dem 2. OG vorgesehen.

Die Wände W1 bis W4 sowie W15 bis W17 sind in diesem Nachtrag nicht berücksichtigt.





Projekt: 20240400: Neubau Bertha-von-Suttner Gym., Oberhausen
 Statische Berechnung Nachtrag 6

Horizontale Einwirkungen

Wind:

Winddruck/Windsog auf dem Gebäude werden durch die Bemessungssoftware Frilo berechnet. Der Ausdruck befindet sich in LP4 Statik Kap.2 Lastannahme.

In Y-Richtung

Winddruck/Windsog auf dem Gebäude

$$w_{k,D} = 0,51 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{k,E} = 0,24 \text{ kN/m}^2$$

Winddruck/Windsog auf Attika

$$w_{k,D,Attika} = 0,86 \text{ kN/m}^2$$

Stabilitätslast an Decke 2. OG

$$q_{Sta,1} = 0,24 \text{ kN/m}$$

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.

$$\text{Geschosshöhe } h = 3,70 \text{ m}$$

$$\text{Attika Außen } h_{Attika,au\ddot{a}u\text{en}} = 1,45 \text{ m}$$

$$\text{Attika Innenhof } h_{Attika,innen} = 0,55 \text{ m}$$

Wind:

$$w_{k,D,2OG} = w_{k,D} \cdot h^{0,5} = 0,94 \text{ kN/m}$$

$$w_{k,E,2OG} = w_{k,E} \cdot h^{0,5} = 0,44 \text{ kN/m}$$

$$w_{k,D,Attika,au\ddot{a}u\text{en}} = w_{k,D,Attika} \cdot h_{Attika,au\ddot{a}u\text{en}} = 1,25 \text{ kN/m}$$

$$w_{k,D,Attika,innen} = w_{k,D,Attika} \cdot h_{Attika,innen} = 0,47 \text{ kN/m}$$

horizontale Lasteinwirkungen:

horizontale Lasteinwirkungen auf Winddruckseite

$$h_{y,D1} = w_{k,D,2OG} + w_{k,D,Attika,au\ddot{a}u\text{en}} + q_{Sta,1} = 2,43 \text{ kN/m}$$

horizontale Lasteinwirkungen auf Windsogseite

$$h_{y,S1} = w_{k,E,2OG} + w_{k,D,Attika,au\ddot{a}u\text{en}} + q_{Sta,1} = 1,93 \text{ kN/m}$$

horizontale Lasteinwirkungen in Bereich Innenhof auf Windsogseite

$$h_{y,Innen,S} = w_{k,E,2OG} + w_{k,D,Attika,innen} = 0,91 \text{ kN/m}$$

horizontale Lasteinwirkungen in Bereich Innenhof auf Winddruckseite

$$h_{y,Innen,D} = w_{k,D,2OG} + w_{k,D,Attika,innen} = 1,41 \text{ kN/m}$$





Projekt: 20240400: Neubau Bertha-von-Suttner Gym., Oberhausen
 Statische Berechnung Nachtrag 6

In x-Richtung

Winddruck+Windsog auf dem Gebäude

$$w_{k,D} = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{k,E} = 0,21 \text{ kN/m}^2$$

Winddruck+Windsog auf Attika

$$w_{k,D,Attika} = 0,86 \text{ kN/m}^2$$

Stabilitätslast an Decke 2. OG

Vertikale Lasten

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

$$q_{Sta,3} = 0,30 \text{ kN/m}$$

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.

$$\text{Geschosshöhe } h = 3,70 \text{ m}$$

$$\text{Attika Außen } h_{Attika,au\beta en} = 1,45 \text{ m}$$

$$\text{Attika Innenhof } h_{Attika,innen} = 0,55 \text{ m}$$

Wind:

$$w_{k,D,2OG} = w_{k,D} \cdot h^{0,5} = 0,93 \text{ kN/m}$$

$$w_{k,E,2OG} = w_{k,E} \cdot h^{0,5} = 0,39 \text{ kN/m}$$

$$w_{k,D,Attika,au\beta en} = w_{k,D,Attika} \cdot h_{Attika,au\beta en} = 1,25 \text{ kN/m}$$

$$w_{k,D,Attika,innen} = w_{k,D,Attika} \cdot h_{Attika,innen} = 0,47 \text{ kN/m}$$

horizontale Lasteinwirkungen auf Winddruckseite

$$h_{x,D1} = w_{k,D,2OG} + w_{k,D,Attika,au\beta en} + q_{Sta,3} = 2,48 \text{ kN/m}$$

horizontale Lasteinwirkungen auf Windsogseite

$$h_{x,S1} = w_{k,E,2OG} + w_{k,D,Attika,au\beta en} + q_{Sta,3} = 1,94 \text{ kN/m}$$

horizontale Lasteinwirkungen in Bereich Innenhof auf Windsogseite

$$h_{x,Innen,S} = w_{k,E,2OG} + w_{k,D,Attika,innen} = 0,86 \text{ kN/m}$$

horizontale Lasteinwirkungen in Bereich Innenhof auf Winddruckseite

$$h_{x,Innen,D} = w_{k,D,2OG} + w_{k,D,Attika,innen} = 1,40 \text{ kN/m}$$





Fungel Philippen 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 Nachtrag 6

Wind in andere Richtung

$$h_{y,D1} = 2,5 \text{ KN/m} \quad (h_{y,S1} = 1,95 \text{ KN/m})$$



W7

$$F_{W7} = 2,5 \cdot (10 + 10/2) = 37,5 \text{ KN}$$

$$f_{W7} = 37,5 / 10 = 3,75 \text{ KN/m}$$

Grundriss: 2.Obergeschoss / Decke über 2. OG

M. 1:300

W11

W18

$$F_{W11} = 2,5 \cdot 10/2 = 12,5 \text{ KN}$$

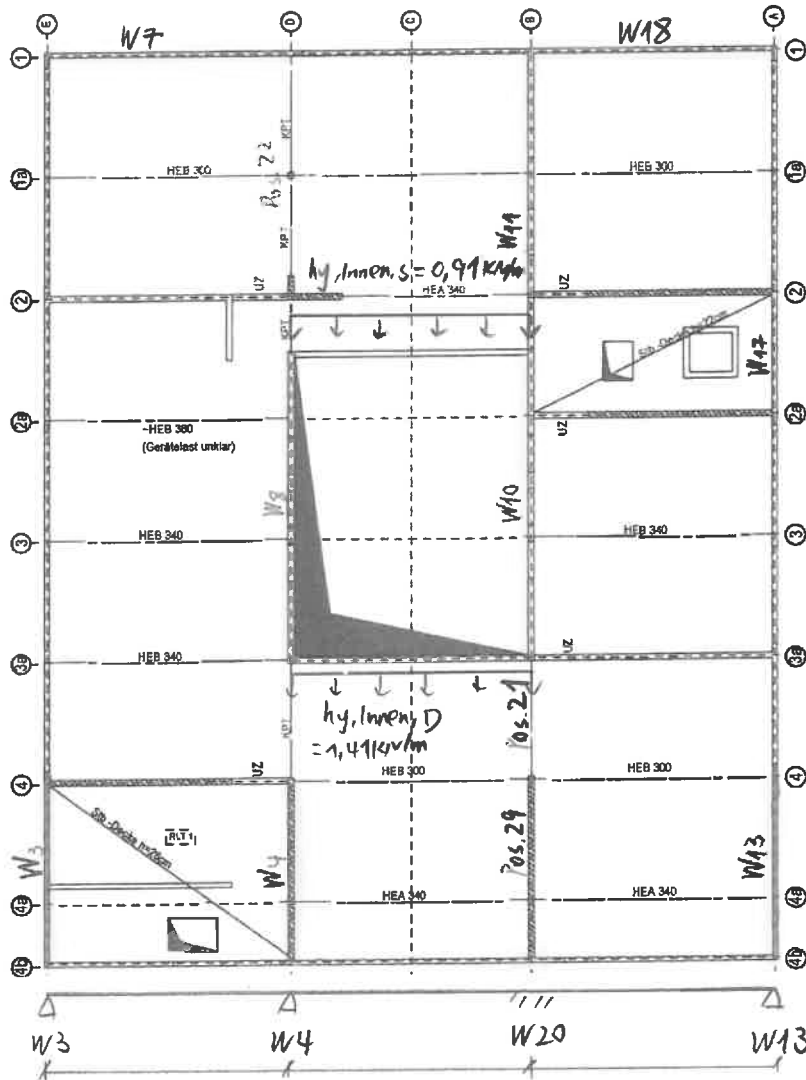
$$F_{W18} = 2,5 \text{ KN/m}$$

maßgebende Stelle:

W7 trägt auch die
Aussteifungslast.

zw. Achse B und D).

Die wegen Exzentrizität
entstehende Moment
wurde durch unibutende
Stb AHika gekoppelt
und getragen



$$F_{W3} = 2,5 \cdot 10/2 = 12,5 \text{ KN}$$

$$F_{W4} = 12,5 \text{ KN}$$

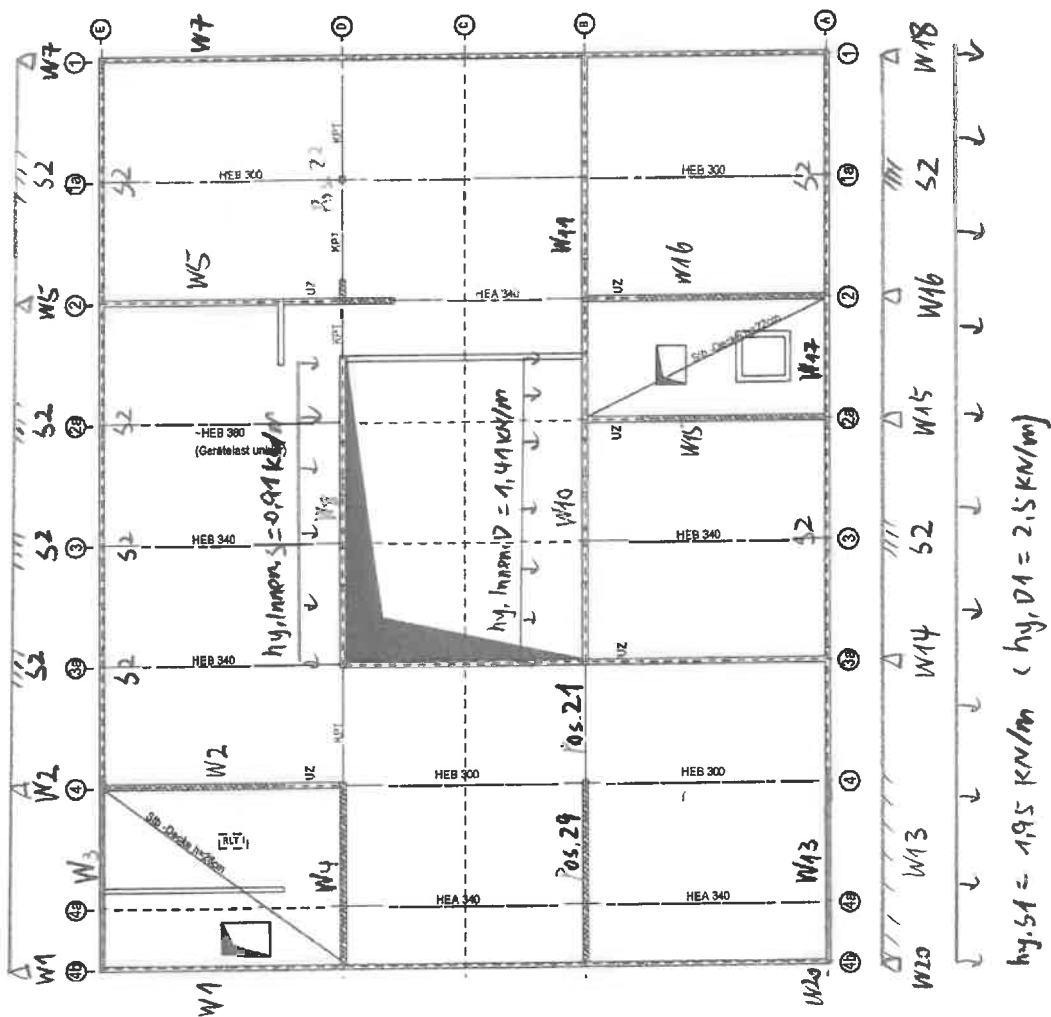
$$h_{y,S1} = 1,95 \text{ KN/m} \quad (h_{y,D1} = 2,5 \text{ KN/m})$$



Windrichtung x-Richtung



Windrichtung
y-Richtung.


$$h_{y,D1} = 2,5 \text{ kW/m} \quad (h_{y,S1} = 1,95 \text{ kW/m})$$

$$h_y \cdot S_A = 19,5 \text{ kN/m} \quad (h_y \cdot D_A = 2,5 \text{ kN/m})$$




Projekt: 20240400: Neubau Bertha-von-Suttner Gym., Oberhausen
 Statische Berechnung Nachtrag 6

maßgebende Auflagerkräfte:

Im Treppenhaus ist eine Stahlbetondecke über dem 2. OG vorgesehen. Die Wände W1 bis W4 sowie W15 bis W17 sind in diesem Nachtrag nicht berücksichtigt.

In Y-Richtung

Für S2 im 2.OG L=0,99m

Die Wand in Windrichtung kann aufgrund ihrer höheren Steifigkeit eine größere Last aufnehmen als die Wand senkrecht zur Windrichtung. Daher wird angenommen, dass die Wand senkrecht zur Windrichtung 40 % der Windlast tragen kann.

Die übrigen 60 % der Windbeanspruchung werden über die Stahlbeton-Attika an die benachbarte Wand parallel zur Windrichtung weitergeleitet.

$$\begin{aligned} F_{s2} &= h_{y,D1} \cdot 5 \cdot 0,4 &= & 4,86 \text{ kN} \\ f_{s2} & &= & 0,50 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Bemessung ist nachfolgende mit Frilo durchgeführt

Pos.23 Stb.-Attika 20/228cm L=20m

$$q_{P23} = h_{y,D1} \cdot 0,6 = 1,46 \text{ kN/m}$$

Bemessung ist nachfolgende mit Frilo durchgeführt

Für W5 im 2.OG

$$F_{W5} = h_{y,D1} \cdot 10/2 + h_{y,D1} \cdot 10 \cdot 0,6 = 26,73 \text{ kN}$$

Die Belastung ist geringer als bei Wand W7; die Bemessung erfolgt analog zum Nachweis von W7.

Für W7 im 2.OG L=10,6m

$$\begin{aligned} F_{W7} &= h_{y,D1} \cdot 10/2 &= & 12,15 \text{ kN} \\ f_{w7} &= \frac{F_{W7}}{10,6} &= & 1,15 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Bemessung ist nachfolgende mit Frilo durchgeführt

Für W8 im 2.OG

$$f_{W8} = h_{x,\text{Innen},D} = 1,40 \text{ kN/m}$$

Die Belastung ist geringer als bei Wand W7; die Bemessung erfolgt analog zum Nachweis von W7.

Für W10 im 2.OG

$$f_{W10} = h_{x,\text{Innen},D} = 1,40 \text{ kN/m}$$

Die Belastung ist geringer als bei Wand W7; die Bemessung erfolgt analog zum Nachweis von W7.





Projekt: 20240400: Neubau Bertha-von-Suttner Gym., Oberhausen
 Statische Berechnung Nachtrag 6

Für W13 im 2.OG L=7,9m

Die Wand trägt auch die 50% Aussteifungslasten zwischen den Achsen 4 und 3a (5m). Das aufgrund der Exzentrizität entstehende Moment wird über die umlaufende Stahlbeton-Attika gekoppelt und abgetragen.

$$F_{W13} = h_{y,D1} \cdot 5/2 = 6,08 \text{ kN}$$

$$f_{w13} = F_{W13} / 7,9 + h_{y,D1} = 3,20 \text{ kN/m}$$

Die Belastung ist geringer als bei Wand W7; die Bemessung erfolgt analog zum Nachweis von W7.

Für W14 im 2.OG

$$F_{W14} = h_{y,D1} \cdot 15/2 = 18,23 \text{ kN}$$

Die Belastung ist geringer als bei Wand W7; die Bemessung erfolgt analog zum Nachweis von W7.

Für W18 im 2.OG

$$F_{W18} = h_{y,D1} \cdot 10/2 = 12,15 \text{ kN}$$

Die Belastung ist geringer als bei Wand W7; die Bemessung erfolgt analog zum Nachweis von W7.





Projekt: 20240400: Neubau Bertha-von-Suttner Gym., Oberhausen
 Statische Berechnung Nachtrag 6

In x-Richtung

Für **W7** im 2.OG L=10,6m

Die Wand trägt auch die 50% Aussteifungslasten zwischen den Achsen B und D (10m). Das aufgrund der Exzentrizität entstehende Moment wird über die umlaufende Stahlbeton-Attika gekoppelt und abgetragen.

$$F_{W7} = h_{x,D1} \cdot 10/2 = 12,40 \text{ kN}$$

$$f_{w7} = F_{W7}/10,6 + h_{y,D1} = 3,60 \text{ kN/m}$$

Die Bemessung wurde durchgeführt

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

$$F_{W11} = h_{x,D1} \cdot 10/2 = 12,40 \text{ kN}$$

Die Belastung ist geringer als bei Wand W7; die Bemessung erfolgt analog zum Nachweis von W7.

Für **W18** im 2.OG L=10,6m

$$f_{W18} = h_{x,D1} = 2,48 \text{ kN/m}$$

Die Belastung ist geringer als bei Wand W7; die Bemessung erfolgt analog zum Nachweis von W7.

Für **W8** im 2.OG

$$F_{W8} = h_{x,\text{Innen},D} \cdot 10/2 = 7,00 \text{ kN}$$

Die Belastung ist geringer als bei Wand W7; die Bemessung erfolgt analog zum Nachweis von W7.

Für **W10** im 2.OG

$$F_{W10} = h_{x,\text{Innen},D} \cdot 10/2 = 7,00 \text{ kN}$$

Die Belastung ist geringer als bei Wand W7; die Bemessung erfolgt analog zum Nachweis von W7.

Für **W20** im 2.OG L=2,74m

Die Wand in Windrichtung kann aufgrund ihrer höheren Steifigkeit eine größere Last aufnehmen als die Wand senkrecht zur Windrichtung. Daher wird angenommen, dass die Wand senkrecht zur Windrichtung 40 % der Windlast tragen kann.

Die übrigen 60 % der Windbeanspruchung werden über die Stahlbeton-Attika an die benachbarte Wand parallel zur Windrichtung weitergeleitet.

$$F_{W20} = h_{x,D1} \cdot 0,4 \cdot 20/2 = 9,92 \text{ kN}$$

$$f_{w20} = \frac{F_{W20}}{2,74} = 3,62 \text{ kN/m}$$

Die Belastung ist geringer als bei Wandpfeiler S2; die Bemessung erfolgt analog zum Nachweis von S2.





Projekt: 20240400: Neubau Bertha-von-Suttner Gym., Oberhausen
 Statische Berechnung Nachtrag 6

Pos.24 Stb.-Attika 20/228cm L=20m

$$q_{P24} = h_{y,D1} \cdot 0,6 = 1,46 \text{ kN/m}$$

Bemessung ist nachfolgende mit Frilo durchgeführt

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

$$F_{W13} = h_{x,D1} \cdot 20/2 = 24,80 \text{ kN}$$

Die Belastung ist geringer als bei Wand W7; die Bemessung erfolgt analog zum Nachweis von W7.





Projekt: 20240400: Neubau Bertha-von-Suttner Gym., Oberhausen
 Statische Berechnung Nachtrag 6

Pos.23/24 Stb.-Attika

C25/30 XC3 b/h=20/228 m

In vertikaler Richtung

Bemessung

Die Bemessung ist im LP4 schon durchgeführt.

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.

Balken 20/220 cm L = 20 m

Belastung

Winddruck + Stabilitätslast (**maßgebend**)

$$h_k = 0,6 \cdot h_{y,D1} = 1,46 \text{ kN/m}$$

Die Wand in Windrichtung kann aufgrund ihrer höheren Steifigkeit eine größere Last aufnehmen als die Wand senkrecht zur Windrichtung. Daher wird angenommen, dass die Wand senkrecht zur Windrichtung 40 % der Windlast tragen kann.

Die übrigen 60 % der Windbeanspruchung werden über die Stahlbeton-Attika an die benachbarte Wand parallel zur Windrichtung weitergeleitet.

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nachfolgend mit Frilo

Diese Bemessung dient ausschließlich der Gebäudeaussteifung im Brandfall. Nach der statischen Bemessung beträgt die erforderliche Bewehrung 9,6 cm², was geringer ist als die im LP4 erforderliche Bewehrung, und wird daher nicht als maßgebend berücksichtigt.

Zusammenfassung der Bewehrungen für Pos.23 und Pos.24 im LP4:

Feldebewehrung unten (Aus Pos.24):

$$A_{s,erf} = 7,50 \text{ cm}^2$$

Stützenbewehrung oben (Aus Pos.24):

$$A_{s,erf} = 3,70 \text{ cm}^2$$

Bewehrung seitlich wegen Windkraft (Aus Pos.23):

$$A_{s,erf} = \text{MAX}(11,00; 15,7/2) = 11,00 \text{ cm}^2$$

Bügelbewehrung (Aus Pos.23):

$$A_{sw,erf} = \text{MAX}(1,6; 1,2) = 1,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

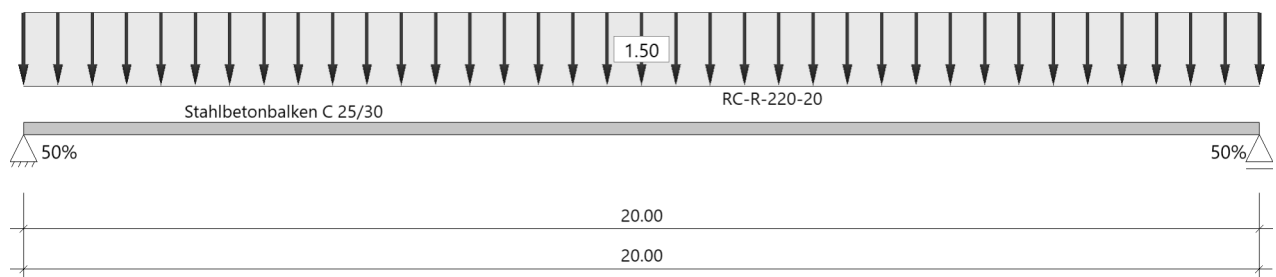




Durchlaufträger (x64) DLT+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Material****Materialauswahl**

Beton C 25/30

 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$

Betonstahl B500A

 $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$ $k(f_t/f_y) = 1.05$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$

(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			220.0	20.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	6820.0	0.0
2	20.00	-1	-1	0.0	9093.3	0.0

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

Stiele

Stütze	Fußpunkt	Höhe [m]	Breite [cm]	Dicke [cm]	I [cm ⁴]
1	gelenkig	2.50	24.0	24.0	27648

Stützeinspannung an den Endauflagern

links : 50.0 % rechts : 50.0 %

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		1.50		Ja	Wind		

durch Vergleichsrechnung
geprüft



Fungler Philippen Ingenieure

Blumentalstraße 108

47798 Krefeld

Tel. 02151 6275 0

www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW

Projekt: 20240400 LP5

Position: Pos.23 horizontal in y-Richtung

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
$\psi_2 = 0.5$ 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	$\Delta c_{dev} = 15$ 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 $c_{min,b}$	

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 17.6$ cm	
Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	t = unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.67$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.48$ ‰	

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 $k_x < .45$ 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

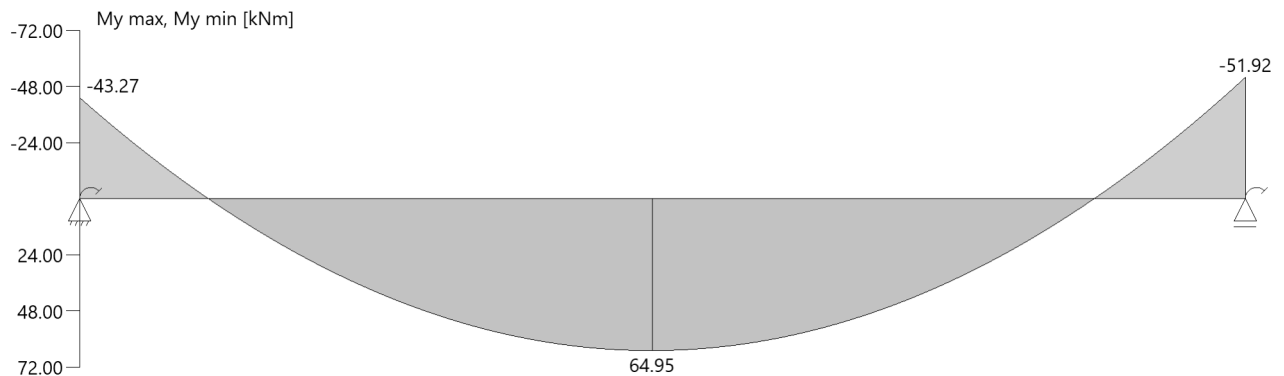
durch Vergleichsrechnung
geprüft



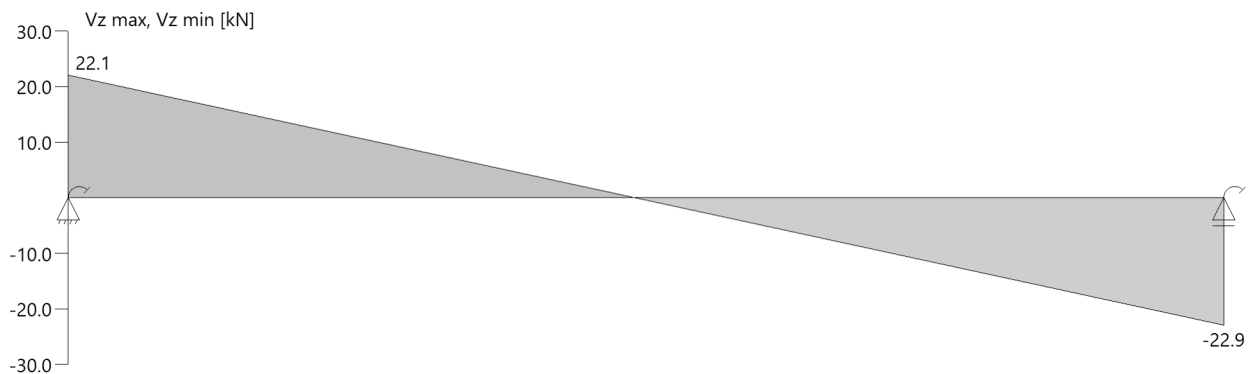
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	-43.27	22.1	1
	9.81	9.81	64.95	0.0	1
	20.00	20.00	-51.92	-22.9	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min M_u [kNm]	erf A_{su} [cm ²]	min M_o [kNm]	erf A_{so} [cm ²]
220.0/20.0	37.62	5.4	-37.62	5.4
Plattenbreite wurde für die Berechnung von M_y auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

durch Vergleichsrechnung
geprüft



Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,d}$ [kNm]	min $M_{y,d}$ [kNm]	d [cm]	k_x	$A_{s,u}$ [cm ²]	$A_{s,o}$ [cm ²]		Lk
Feld 1	1.01	1.01	-22.13	-22.13	15.5	0.05	0.0	5.4	1	1
	9.81	9.81	64.95	64.95	15.5	0.11	9.6	0.0		1
	17.40	17.40	0.10	0.10	15.5	0.00	5.4	0.0	1	1
	17.41	17.41	-0.07	-0.07	15.5	0.00	0.0	5.4	1	1

Am ersten Auflager sind mindestens 5.4 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 5.4 cm² zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

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

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{y,d,x}$ [kNm]	Bem. $M_{y,d}$ [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	k_x	$A_{s,u}$ [cm ²]	$A_{s,o}$ [cm ²]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	-43.27	-43.27	-43.27		15.5	0.08		6.3	1
2	links	0.00	20.00	-51.92	-51.92	-51.92		15.5	0.10		7.6	1

$M_{y,d,x}$: Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	k_z	V_{Ed} [kN]	θ [°]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	a_{max} [cm]	a_{sw} [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.56	22.1	18.4	168.8	575.0	$V_{Rd,max} > V_{Ed}$		
	rechts	0.16	0.16	0.56	21.7	18.4	168.8	575.0	14.0		1
	*	0.31	0.31	0.56	21.4	18.4	168.8	575.0	14.0		1
2	links	0.00	20.00	0.56	-22.9	18.4	168.8	575.0	$V_{Rd,max} > V_{Ed}$		
	links	0.16	19.85	0.56	-22.6	18.4	168.8	575.0	14.0		1
	*	0.31	19.69	0.56	-22.2	18.4	168.8	575.0	14.0		1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

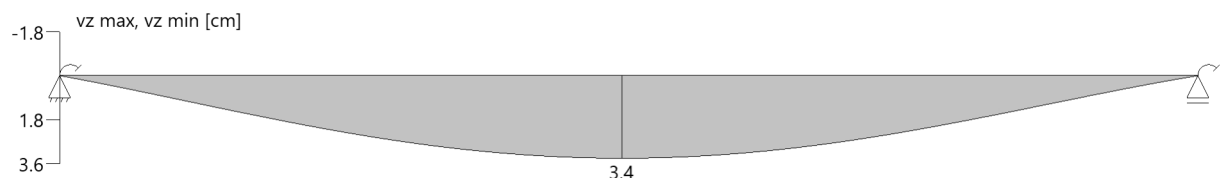
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

Querkraftbewehrung nicht erforderlich.

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	9.81	0.0	3.4	2

durch Vergleichsrechnung
geprüft

**Funger Philippen Ingenieure**

Blumentalstraße 108

47798 Krefeld

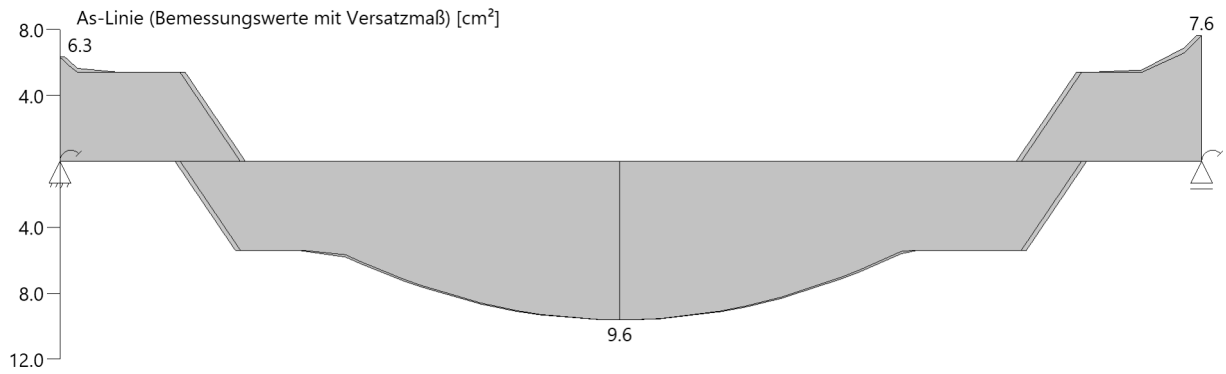
Tel. 02151 6275 0

www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW

Projekt: 20240400 LP5

Position: Pos.23 horizontal in y-Richtung

As-Deckungslinien**Grafik konnte nicht erzeugt werden.****durch Vergleichsrechnung
geprüft**



Projekt: 20240400: Neubau Bertha-von-Suttner Gym., Oberhausen
 Statische Berechnung Nachtrag 6

Stb.-Wandpfeiler S2-N6

C25/30 20/99cm L=3,7m als Kragarm

F30 feuerhemmend

Stahlbeton (REI 30):

Wände, vorh. h=20,0 cm

nach DIN EN 1992-1-2, Tab.5.4, $\mu(fi)=0,70$

erf. d>12,0 cm

erf. a = 2,5 cm > 1,0 cm

Belastung

Eigengewicht aus Stb.-Attika

Außenwände 20cm + Fassaden 2,5kN/m²

H=	1,450+0,28	=	1,73 m
gk=	2,5*H+0,2*25*H	=	12,97 kN/m
Gk=	gk*5	=	64,85 kN

siehe Pos.13/14/15 Auflagerkraft (LP4 Statik Seite 203)

$G_k =$		27,0 kN
$Q_k =$	39,2+27,9	= 67,1 kN

Aussteifungslast

$$F_{s2} = h_{y,D1} * 5 * 0,4 = 4,86 \text{ kN}$$

Windbelastung für die Außenwand

$$w_D = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

Bemessung

Bemessung ist nachfolgende mit Frilo durchgeführt

Bewehrung

gew: $\emptyset 10/12\text{cm}$

$$A_{serf} = A_s, \text{ vorh} = 6,6 * 2 = 12,2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Für W20 wurde analog bewehrt

gew: $\emptyset 10/12\text{cm}$

$$A_s, \text{ vorh} = 6,6 * 2 = 12,2 \text{ cm}^2/\text{m}$$





Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P04)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Kragstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

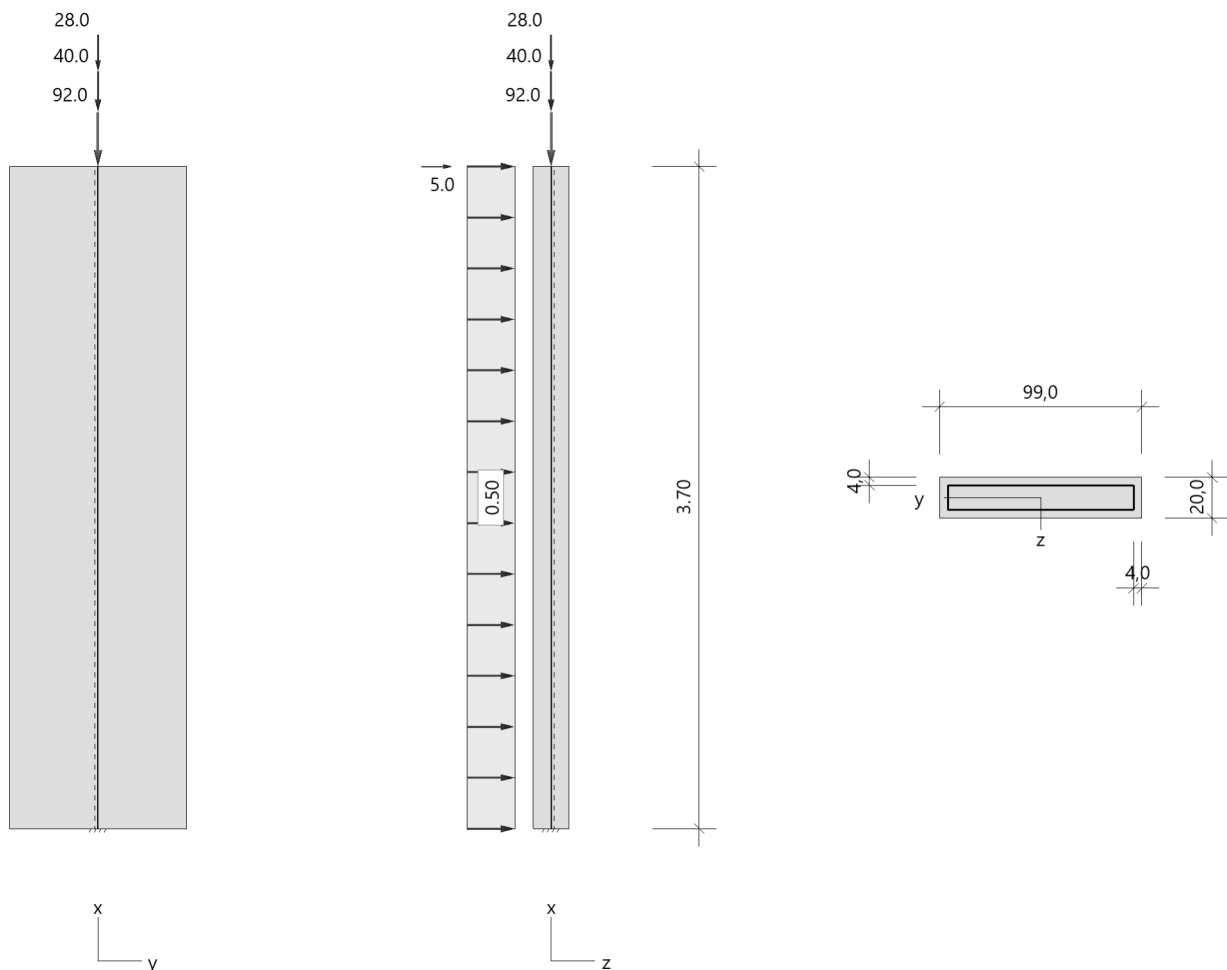
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ 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

**Anforderungen Dauerhaftigkeit:**

Betonangriff	W0
Bewehrungskorrosion	XC3
Mindestbetonklasse	C 20/25
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 10 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev} = 15 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 20 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 35 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 20 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 43 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 35 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.30 \text{ mm}$

*1: mit $c_{min,b}$ **Kriechzahl**

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R

Belastungsalter $t_0 = 28 \text{ Tage}$ Endkriechzahl $\phi(t_0, \infty) = 2.71$ **Materialauswahl**

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$	
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$	
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 $\alpha_{cc} = 0.85 \quad \alpha_{ct} = 0.85$			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte**Abmessungen / statisches System**

Kragstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe $l = 3.70 \text{ m}$ Querschnitt $b_y/d_z = 99.0/20.0 \text{ cm}$ $b_1/d_1 = 4.0/4.0 \text{ cm}$

Bewehrungsanordnung umfangsverteilt

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
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

durch Vergleichsrechnung
geprüft


Funger Philippen Ingenieure

Blumentalstraße 108

47798 Krefeld

Tel. 02151 6275 0

www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW

Projekt: 20240400 LP5

Position: Pos.S2 im 2.OG Kragarm 1

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		92.0							ständig		
2	Stützenkopf		40.0							Kat. E		
3	Stützenkopf		28.0							Schnee		
4	Stützenkopf						5.0			Wind		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
5	Stütze	in z		0.50	3.70	0.50	Wind		

Punktlasten (Stützeineigengewicht)

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		18.3							ständig		

Berechnungsoptionen
Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegeline angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse
Kleinste Lastverzweigungsfaktoren
 $\min N_{cr}/N = 360,07$ in y - / $14,70$ 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	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
Stützeineigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00
$V = 92,0$ kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00
$V = 40,0$ kN (Kat. E)	1.50		1.50	1.50	1.50		1.50	
$V = 28,0$ kN (Schnee)	0.75			0.75		0.75	1.50	
$F_z = 5,0$ kN (Wind)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.90	1.50
$p_z = 0,50$ kN/m (Wind)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.90	

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 13

Last	LK 9	LK 10	LK 11	LK 12	LK 13
Stützeineigengewicht	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00
$V = 92,0$ kN (ständig)	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00
$V = 40,0$ kN (Kat. E)	1.50	1.50	1.50		
$V = 28,0$ kN (Schnee)	1.50	1.50	1.50		
$F_z = 5,0$ kN (Wind)	0.90				
$p_z = 0,50$ kN/m (Wind)					

durch Vergleichsrechnung
geprüft



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

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW
 Projekt: 20240400 LP5
 Position: Pos.S2 im 2.OG Kragarm 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_{eff}	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	7.40	7.40	25.9	128.2	55.9	55.9	1.9	1.8	0.270	0.783

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. I. O. ohne e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]
1	3.70	-229.9	0.00	0.00	0.30	5.9 ¹
	3.08	-229.9	-4.77	0.00	0.30	5.9 ¹
	2.47	-229.9	-9.82	0.00	0.30	5.9 ¹
	1.85	-229.9	-15.16	0.00	0.30	5.9 ¹
	1.23	-229.9	-20.78	0.00	0.30	5.9 ¹
	0.62	-229.9	-26.69	0.00	0.30	5.9 ¹
	0.00	-229.9	-32.88	0.00	0.30	5.9 ¹

1 : Mindestlängsbewehrung nach EN 1992-1-1, 9.6.2 (1)

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. I. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]
1	3.70	-229.9	0.00	0.00	0.30	5.9 ¹
	3.08	-229.9	-5.87	1.10	0.30	5.9 ¹
	2.47	-229.9	-11.95	2.13	0.30	5.9 ¹
	1.85	-229.9	-18.17	3.01	0.30	5.9 ¹
	1.23	-229.9	-24.46	3.68	0.30	5.9 ¹
	0.62	-229.9	-30.80	4.11	0.30	5.9 ¹
	0.00	-229.9	-37.14	4.25	0.30	5.9 ¹

1 : Mindestlängsbewehrung nach EN 1992-1-1, 9.6.2 (1)

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 [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.70	-229.9	0.00	0.00	0.67	13.2	Querschnitt
	3.08	-229.9	-11.07	1.11	0.67	13.2	
	2.47	-229.9	-22.22	2.14	0.67	13.2	
	1.85	-229.9	-33.10	3.03	0.67	13.2	
	1.23	-229.9	-43.22	3.71	0.67	13.2	
	0.62	-229.9	-52.13	4.14	0.67	13.2	
	0.00	-229.9	-59.40	4.29	0.67	13.2	

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} [cm ² /m]
1	y	3.70	-229.9	1.8	77.3	545.1	18.4	0.00
		3.08	-229.9	1.8	77.3	545.1	18.4	0.00
		2.47	-229.9	1.6	77.3	545.1	18.4	0.00
		1.85	-229.9	1.3	77.3	545.1	18.4	0.00
		1.23	-229.9	0.9	77.3	545.1	18.4	0.00
		0.62	-229.9	0.5	77.3	545.1	18.4	0.00
		0.00	-229.9	0.0	77.3	545.1	18.4	0.00
1	z	3.70	-229.9	13.3	100.5	284.0	18.4	0.00
		3.08	-229.9	13.7	100.5	284.0	18.4	0.00
		2.47	-229.9	14.1	100.5	284.0	18.4	0.00
		1.85	-229.9	14.1	100.5	284.0	18.4	0.00
		1.23	-229.9	13.5	100.5	284.0	18.4	0.00
		0.62	-229.9	12.2	100.5	284.0	18.4	0.00
		0.00	-229.9	10.3	100.5	284.0	18.4	0.00


Fungler Philippen Ingenieure

Blumentalstraße 108

Tel. 02151 6275 0

47798 Krefeld

www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW

Projekt: 20240400 LP5

Position: Pos.S2 im 2.OG Kragarm 1

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Fußpunkt	0.00	110.3	0.0	2.05	10.3	-42.99	2
		250.9	0.0	4.68	0.0	5.94	10
		250.9	0.0	4.68	6.2	-34.15	7
		229.9	0.0	4.29	10.3	-59.40	1

Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6) - Lagerkräfte
Auflagerreaktionen - charakteristische Werte (Th. I. O.) je Last

Lager	Höhe [m]	A_v [kN]	H_y [kN]	M_z [kNm]	H_z [kN]	M_y [kNm]	Last	Einwirkung
Fußpunkt	0.00	18.3	0.0	0.00	0.0	0.00	Stützeigengewicht	ständig
		92.0	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 1	ständig
		40.0	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 2	Kat. E
		28.0	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 3	Schnee
		0.0	0.0	0.00	5.0	-18.50	Last 4	Wind
		0.0	0.0	0.00	1.9	-3.42	Last 5	Wind

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)
Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	13.2

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)
Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 92,0 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 40,0 kN (Kat. E)	1.00		1.00		1.00	1.00		1.00
V = 28,0 kN (Schnee)	0.50			0.50	0.50	1.00		1.00
Fz = 5,0 kN (Wind)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60
pz = 0,50 kN/m (Wind)	1.00	1.00	1.00	1.00		0.60		

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 10

Last	LK 9	LK 10
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 92,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 40,0 kN (Kat. E)	1.00	
V = 28,0 kN (Schnee)	1.00	
Fz = 5,0 kN (Wind)		
pz = 0,50 kN/m (Wind)		

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

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	3.70	-164.3	0.00	0.00	0.0	0.9			
2	3.08	-164.3	-3.40	0.00	0.0	0.7			
2	2.47	-164.3	-6.98	0.00	0.0	0.5			
2	1.85	-164.3	-10.74	0.00	0.0	0.3			
2	1.23	-164.3	-14.65	0.00	0.0	0.1			
2	0.62	-164.3	-18.70	0.00	0.0	0.04			
1	0.00	-164.3	-23.18	0.00	0.0	0.0			

 durch Vergleichsrechnung
geprüft

**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	3.70	-164.3	0.00	0.00	0.0	0.9			
2	3.08	-164.3	-3.40	0.00	0.0	0.7			
2	2.47	-164.3	-6.98	0.00	0.0	0.5			
2	1.85	-164.3	-10.74	0.00	0.0	0.3			
2	1.23	-164.3	-14.65	0.00	0.0	0.1			
2	0.62	-164.3	-18.70	0.00	0.0	0.04			
1	0.00	-164.3	-23.18	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlgugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

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	-164.3	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.08	400.00	0.00
1	3.08	-164.3	-3.47	0.00	0.00	-0.017	-3.35	400.00	0.00
2	2.47	-110.3	-6.98	0.00	0.00	0.020	3.91	400.00	0.01
2	1.85	-110.3	-10.74	0.00	0.00	0.140	27.99	400.00	0.07
2	1.23	-110.3	-14.65	0.00	0.00	0.321	64.28	400.00	0.16
2	0.62	-110.3	-18.70	0.00	0.00	0.524	104.84	400.00	0.26
2	0.00	-110.3	-22.87	0.00	0.00	0.737	147.33	400.00	0.37

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))**Begrenzung der Stahlgugspannung - 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	-164.3	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.08	400.00	0.00
1	3.08	-164.3	-3.47	0.00	0.00	-0.017	-3.35	400.00	0.00
2	2.47	-110.3	-6.98	0.00	0.00	0.020	3.91	400.00	0.01
2	1.85	-110.3	-10.74	0.00	0.00	0.140	27.99	400.00	0.07
2	1.23	-110.3	-14.65	0.00	0.00	0.321	64.28	400.00	0.16
2	0.62	-110.3	-18.70	0.00	0.00	0.524	104.84	400.00	0.26
2	0.00	-110.3	-22.87	0.00	0.00	0.737	147.33	400.00	0.37

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))**Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (charakteristisch) (für $t = 0$)**

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Fußpunkt	0.00	110.3	0.0	0.00	6.9	-22.87	2
		178.3	0.0	0.00	0.0	0.00	9
		164.3	0.0	0.00	6.8	-23.18	1
		110.3	0.0	0.00	0.0	0.00	10

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (charakteristisch) (für $t = \infty$)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Fußpunkt	0.00	110.3	0.0	0.00	6.9	-22.87	2
		178.3	0.0	0.00	0.0	0.00	9
		164.3	0.0	0.00	6.8	-23.18	1
		110.3	0.0	0.00	0.0	0.00	10

durch Vergleichsrechnung
geprüft



Projekt: 20240400: Neubau Bertha-von-Suttner Gym., Oberhausen
 Statische Berechnung Nachtrag 6

Stb.-Wand W7-N6

C25/30 20/100cm L=3,7m als Kragarm

F30 feuerhemmend

Stahlbeton (REI 30):

Wände, vorh. h=20,0 cm

nach DIN EN 1992-1-2, Tab.5.4, $\mu(fi)=0,70$

erf. d>12,0 cm

erf. a = 2,5 cm > 1,0 cm

Belastung

Diese Bemessung gilt für die Stb.-Wand W5-N6 bis W8-N6, W10-N6 bis W14-N1 und W18-N6

Vertikale Belastung: maßgebende Stelle in Achse 4/A (1m lang)

Eigengewicht aus Stb.-Attika

Außenwände 20cm + Fassaden 2,5kN/m²

H=	1,450+0,28	=	1,73 m
gk=	2,5*H+0,2*25*H	=	12,97 kN/m
Gk=	gk*5	=	64,85 kN

siehe Pos.13/14/15 Auflagerkraft (LP4 Statik Seite 203)

$G_k =$		27,0 kN
$Q_k =$	39,2+27,9	= 67,1 kN

Aussteifungslast aus W7

f=	3,60 kN/m
----	-----------

Windbelastung für die Außenwand

wD=	0,50 kN/m ²
-----	------------------------

Aussteifungslast in andere Richtung: Aus Statik LP4

f=	9,00 kN/m
----	-----------

Bemessung

Bemessung ist nachfolgende mit Frilo durchgeführt

Bewehrung

gew: $\varnothing 10/15$ cm

Aserf=9,8cm²

As,vorh=5,24*2=10,48 cm²

für die Stb.-Wand W5-N6 bis W8-N6, W10-N6 bis W14-N1 und W18-N6





Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P04)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Kragstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

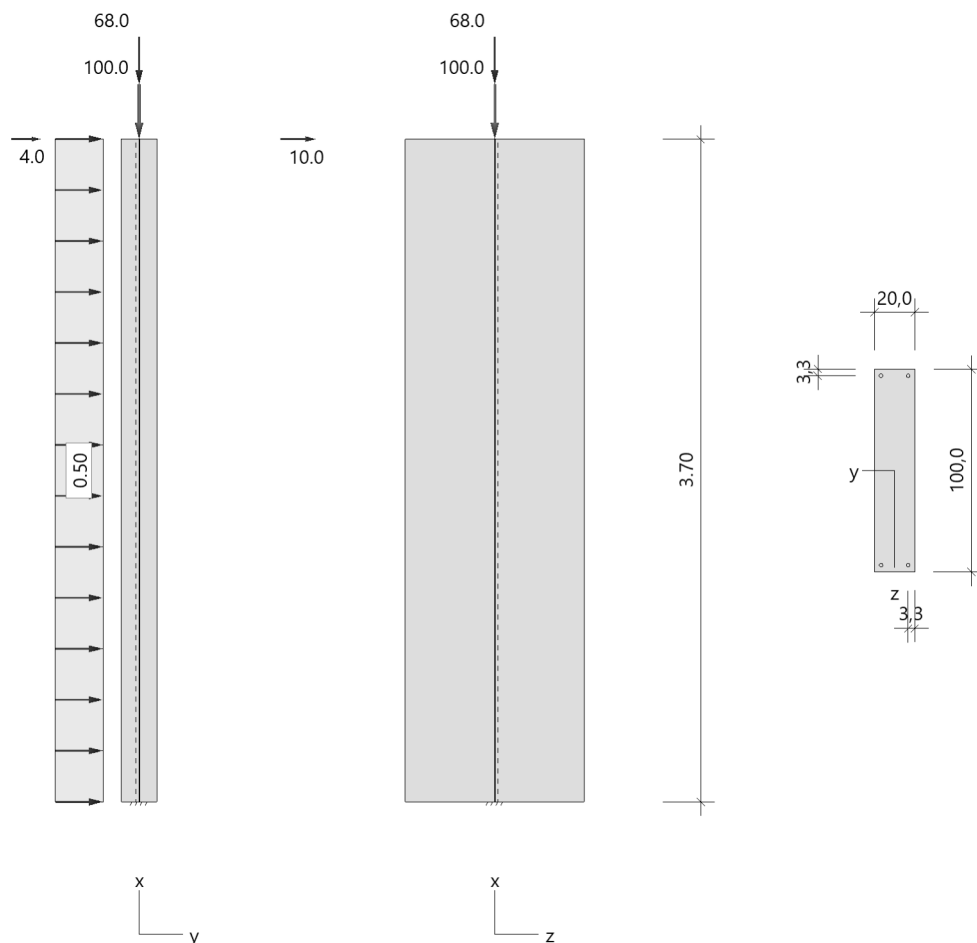
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ 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



Fungler Philippen Ingenieure

Blumentalstraße 108

Tel. 02151 6275 0

47798 Krefeld

www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW

Projekt: 20240400 LP5

Position: W7

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R

Belastungsalter $t_0 = 28 \text{ Tage}$ Endkriechzahl $\phi(t_0, \infty) = 2.71$

Materialauswahl

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ $k(f_t/f_y) = 1.05$ $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$

(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 $\alpha_{cc} = 0.85 \quad \alpha_{ct} = 0.85$			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe $l = 3.70 \text{ m}$ Querschnitt $b_y/d_z = 20.0/100.0 \text{ cm}$ $b_1/d_1 = 3.3/3.3 \text{ cm}$

Bewehrungsanordnung 1/4 je Ecke

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
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
ständig				1.000	1.350

durch Vergleichsrechnung
geprüft

**Punktlasten**

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		100.0				10.0			Wind		
2	Stützenkopf		68.0							ständig		
3	Stützenkopf					4.0				Kat. E		
4	Stützenkopf									Wind		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
5	Stütze	in y		0.50	3.70	0.50	Wind		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

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		

Berechnungsoptionen**Berechnungsoptionen**

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegeline angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegeline als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse**Kleinste Lastverzweigungsfaktoren**

$\min N_{cr}/N = 14,22$ in y- / 355,44 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	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.35	1.00	1.35
$F_z = 10,0$ kN (Wind)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
$F_y = 4,0$ kN (Wind)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
$p_y = 0,50$ kN/m (Wind)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
$V = 100,0$ kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.35	1.00	1.35
$V = 68,0$ kN (Kat. E)	1.50		1.50		1.50	1.50		1.50

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 12

Last	LK 9	LK 10	LK 11	LK 12
Stützeigengewicht	1.00	1.35	1.00	1.35
$F_z = 10,0$ kN (Wind)	1.50			
$F_y = 4,0$ kN (Wind)				
$p_y = 0,50$ kN/m (Wind)				
$V = 100,0$ kN (ständig)	1.00	1.35	1.00	1.35
$V = 68,0$ kN (Kat. E)		1.50		



Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Schlanke Wand	7.40	7.40	128.2	25.6	52.6	52.6	1.8	1.9	2.711	0.694

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 [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.70	-262.0	0.00	0.00	0.49	9.8	Stabilität
	3.08	-262.0	-10.65	9.83	0.49	9.8	
	2.47	-262.0	-21.20	19.75	0.49	9.8	
	1.85	-262.0	-31.58	29.29	0.49	9.8	
	1.23	-262.0	-41.69	38.22	0.49	9.8	
	0.62	-262.0	-51.50	46.05	0.49	9.8	
	0.00	-262.0	-60.94	52.35	0.49	9.8	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Fußpunkt	0.00	118.5	8.8	36.65	15.0	-57.96	2
		262.0	8.8	26.77	15.0	-60.76	1
		118.5	0.0	2.40	15.0	-57.85	9
		262.0	8.8	51.85	0.0	-4.89	6
		118.5	0.0	2.34	0.0	-2.20	11
		262.0	8.8	52.35	15.0	-60.94	1

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	9.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$F_z = 10,0$ kN (Wind)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$F_y = 4,0$ kN (Wind)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$p_y = 0,50$ kN/m (Wind)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$V = 100,0$ kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$V = 68,0$ kN (Kat. E)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 10

Last	LK 9	LK 10
Stützeigengewicht	1.00	1.00
$F_z = 10,0$ kN (Wind)	1.00	1.00
$F_y = 4,0$ kN (Wind)	1.00	1.00
$p_y = 0,50$ kN/m (Wind)	1.00	1.00
$V = 100,0$ kN (ständig)	1.00	1.00
$V = 68,0$ kN (Kat. E)	1.00	1.00

durch Vergleichsrechnung
geprüft


Funger Philippen Ingenieure

Blumentalstraße 108

Tel. 02151 6275 0

47798 Krefeld

www.fp-ing.de

Beratende Ingenieure der IK-Bau NRW

Projekt: 20240400 LP5

Position: W7

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

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	3.70	-186.5	0.00	0.00	1.2	0.1			
2	3.08	-186.5	-6.18	2.87	1.0	0.05			
2	2.47	-186.5	-12.36	5.92	0.7	0.03			
2	1.85	-186.5	-18.55	9.15	0.5	0.02			
2	1.23	-186.5	-24.72	12.54	0.3	0.01			
2	0.62	-186.5	-30.90	16.07	0.1	0.0			
5, 1	0.00	-186.5	-37.07	19.20	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	3.70	-186.5	0.00	0.00	1.2	0.1			
2	3.08	-186.5	-6.18	2.87	1.0	0.05			
2	2.47	-186.5	-12.36	5.92	0.7	0.03			
2	1.85	-186.5	-18.55	9.15	0.5	0.02			
2	1.23	-186.5	-24.72	12.54	0.3	0.01			
2	0.62	-186.5	-30.90	16.07	0.1	0.0			
5, 1	0.00	-186.5	-37.07	19.20	0.0	0.0			

durch Vergleichsrechnung
geprüft