



In bautechnischer Hinsicht geprüft

Statische Berechnung

1. Nachtrag

Prüf-Nr. 24-0637 Datum 07.01.2026
Unterschrift

Dipl.-Ing. Ulrich Ponzel

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

GENÄHR
INGENIEURE

Genähr Beratende Ingenieure PartG mbB
Stockholmer Allee 24 · 44269 Dortmund
Tel. 02 31 97 36-0 · info@genaehr-ing.de

Auftrags-Nr.: 223-056

Bauvorhaben: Neubau Grundschule Sieker

Oldentruperstraße
33605 Bielefeld

Bauherr: Stadt Bielefeld

August-Bebel-Straße 92
33602 Bielefeld

Planung: BKS Architekten

Bleichstraße 77a
33607 Bielefeld

Anlagen:

Inhaltsverzeichnis

Position	Beschreibung	Seite
TB	Titelblatt	1
	Inhalt	2
V-N1	Vorbemerkungen	4
I-T1-N1	Stb.-Treppe (KG-EG) B 500SA, C 30/37 h = 20 cm	5
I-TP3-N1	Stb.-Podest KG C 30/37 h = 20 cm	11
I-TPW-N1	Treppenpodest-Wand KG B 500SB, C 30/37 h = 25 cm	24
I-T2-N1	Stb.-Treppe mit Podest (EG-OG) C 30/37 b/h = 200/20...200/35 cm	30
I-T2.1-N1	Treppenquerschnitt-Lauf B 500SA, C 30/37 b/h = 200/35 cm	38
I-T4-N1	Stb.-Treppe Kellerabgang B 500SA, C 25/30 h = 25 cm	40
I-111.1-N1	Stahlrahmen S 355 HEB 220...HEB 260, MSH 150x100-12.5	44
I-112.1-N1	Stahlrahmen S 355 HEB 220...HEB 260, MSH 150x100-12.5	56
I-D3-111/112-N1	Fußpunkt-Anschluss	68
I-113-N1	Holzbalken BSH GL24c b/h = 20/32 cm	86
I-214-N1	Stb.- Wandartiger Träger B 500SA, C 30/37 b/h = 25/387 cm	88
I-300-N1	Trog-Platte über Sporthalle	95
I-300.1-N1	Trog-Platte über Sporthalle(zusätzl. Last durch aufgehende Wände)	113
I-300.D1-N1	Querbewehrung Platte B 500MA, C 25/30 h = 20 cm	131
I-305-N1	Stb.-Unterzug Sporthalle B 500SB, C 35/45 b/h = 30/80 cm	133
I-306-N1	Stb.-Unterzug	142
I-307-N1	Stb.-Unterzug (Bibliothek/Flur, Achse B.2) B 500SB, C 35/45 b/h = 25/80 cm	143
I-310-N1	Stb.-Stütze B 500SB, C 35/45	151

Statische Berechnung

Proj.Bez Grundschole Sieker

Datum 16.12.2025

Seite

3**Inhaltsverzeichnis**

Projekt

223-056

Position	Beschreibung	Seite
I-410-N1	b/h = 25/25 cm Stb.-Kellerwand (Kellerabgang) B 500SA, C 30/37 h = 30 cm	156
II-113-N1	Holzbalken	162
III-113-N1	Holzbalken	163
-	letzte Seite	164



Pos. V-N1**Vorbemerkungen**

Im ersten Nachtrag werden bauteilübergreifend folgende Punkte betrachtet:

- Die beiden Forumstreppen werden erneut nachgewiesen.

Änderung: Die Treppe vom Keller- ins Erdgeschoss erhält ein zusätzliches Auflager am Podest. Das Podest wird über eine Kragwand gelagert.

Die Treppe vom EG ins OG wird hinsichtlich der Treppengeometrie angepasst.

- Die Treppe vom Kellerabgang wird berechnet

- Die Stahlrahmen werden für den Brandfall erneut berechnet, sodass die Stützen als Kragstützen wirken, eine Verkleidung der Stützen ausreicht und für den gesamten Rahmen nicht erforderlich wird.

- In den Obergeschossen wird zu den OGS-Räumen eine Verglasung in den nicht tragenden Wänden ausgebildet. Für die Überbrückung der Öffnung wird ein Holzbalkenquerschnitt bemessen.

- Aufgrund einer Änderung in der Unterzugshöhe (Pos. I-306) wird die darüberliegende Wand als Wandartiger Träger ausgebildet.

- Die Trogplatten werden in der Höhe reduziert. Daher werden jedoch "Doppelstege" vorgesehen. Der Unterzug in der Außenwand (Achse D.2) wird demnach erneut bemessen.

- Pos. I-307: Stb.-Unterzug

Änderung: Die Stützweite wird so angepasst, dass auf eine Stütze verzichtet werden kann.

- Die Stahlstütze (Pos. I-310) wird in Stahlbeton geändert.

- Die Kellerwand des Kellerabgangs wird bemessen.

Pos. I-T1-N1

Stb.-Treppe (KG-EG)

gewählt:

$h \geq 20\text{cm}$

Beton: C25/30

Betonstahl: B500-A

$c_{nom} = 25\text{ mm (XC1)}$

Lagerung:

Stb.-Sohle:

gewählt:

Schöck Tronsole Typ B-V1-L2000

$V_{Rd,z} = 43,00\text{ kN/m (je Element)}$

$V_{Ed,vorh.} = 33,92\text{ kN/m} < 43,00\text{ kN/m}$

Stb.-Podest/-Decke:

gewählt:

Schöck Tronsole Typ F-V1-L2000

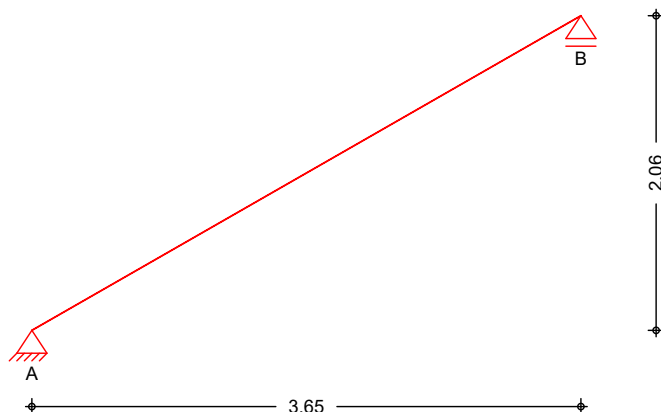
$V_{Rd,z} = 43,00\text{ kN/m (je Element)}$

$V_{Ed,vorh.} = 33,92\text{ kN/m} < 42,40\text{ kN/m}$

Der Treppenlauf wird V-förmig ausgebildet, vgl. Pos. I-T2.1-N1.

System
M 1:50

Gerader Treppenlauf



Abmessungen
Mat./Querschnitt

Feld	Kommentar	l [m]	h [cm]	Mat.
Tr.	Treppenlauf	3.65	20.0	C 30/37

Expositionsklasse

XC1

Treppe

Neigung Treppenlauf

$\alpha = 29.49^\circ$

Steigung

$s = 16.40\text{ cm}$

Auftritt

$a = 29.00\text{ cm}$

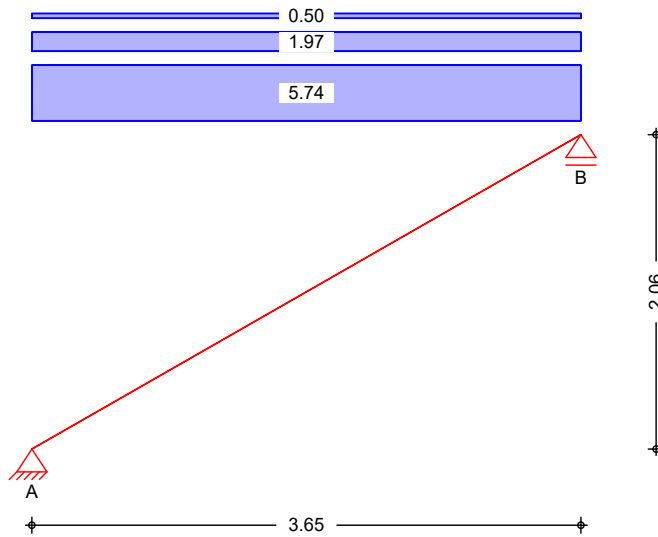
Belastungen

Grafik

Einwirkungen
M 1:50

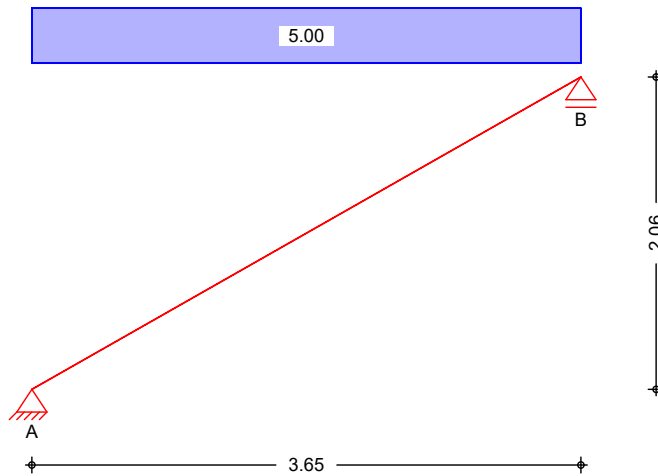
Belastungen auf das System

Gk



Einwirkungen
M 1:50

Qk.N



Eigengewicht

und Bodenbelag

Gleichlasten

	Feld	Kommentar	qz [kN/m²]
Einw. Gk	Tr.	Eigen. Tr.	25.00 * 0.20 / 0.870 =
	Tr.	Eigen. St.	0.50 * 24.00 * 0.16 =
Einw. Gk	Tr.	Lasten des Bodenbelags	0.50

Flächenlasten

Gleichflächenlasten

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q _{li} [kN/m ²]	q _{re} [kN/m ²]
Einw. Qk.N	(a) Tr.	0.00	3.65		5.00

(a)

Nutzlast T2 für Treppen und
Treppenpodeste der Kategorie B1
mit Publikumsverkehr sowie
Kategorie B2 bis E

$$5.0 = 5.00 \text{ kN/m}^2$$

Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	f _{yk} [N/mm ²]	f _{ck} [N/mm ²]	E [N/mm ²]
C 30/37		30.00	33000
B 500SA	500.00		200000

Expositionsklassen Abs. 4.2,
4.4

Expositionsklassen

Treppenlauf

Seite	KI	Kommentar
umlaufend	XC1	trocken oder ständig nass

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

Treppenlauf

Bezug	c _{min} [mm]	Δc _{dev} [mm]	c _{nom} [mm]	c _v [mm]	d' [mm]
oben	14 ¹	10	24	24	31
unten	14 ¹	10	24	24	31

¹: aus Verbundanforderung nach DIN EN 1992-1-1, 4.4.1.2 (2) und (3)

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

ständig/vorüberg.

Ek	Σ (γ*ψ*EW)
1	1.35*Gk
2	1.35*Gk +1.50*Qk.N

Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen

Tabelle

Schnittgrößen (je Kombination)

Feld	x [m]	M _{y,d} [kNm/m]	V _{z,d} [kN/m]
Komb. 1	Tr.	0.00 *	20.23 *
	1.83	18.46 *	0.00
	3.65	0.00	-20.23 *
Komb. 2	Tr.	0.00 *	33.92 *
	1.83	30.95 *	0.00
	3.65	0.00	-33.92 *

Bemessung (GZT)

nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung

Bemessung für Biegebeanspruchung

Statische Berechnung

Proj.Bez Grundschole Sieker

Datum 16.12.2025

mb BauStatik S230.de 2024.016

Seite

8

Position

I-T1-N1

Projekt

223-056

Feld	x	Ek	M _{y,d}	z	a _{s,o} a _{s,u}	a _{s,o,erf} a _{s,u,erf}
	[m]		[kNm/m]	[cm]	[cm ² /m]	[cm ² /m]
Tr.	1.83	2	30.95	16.30	- 4.16	- 4.16

Querbewehrung

Bemessung für Mindestbewehrung der Querbewehrung

Feld	b/h	a _{s,l,erf,o} a _{s,l,erf,u}	a _{s,q,vorh,o} a _{s,q,vorh,u}	a _{s,q,min,o} a _{s,q,min,u}
		[cm ² /m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]
Tr.	5.00	- 4.16	- 2.01	- 0.83

Schub

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

Feld	x	Ek	V _{z,d}	θ	V _{rd,max}	V _{rd,c}	a _{sw,erf}
	[m]		[kN/m]	[°]	[kN/m]	[kN/m]	[cm ² /m ²]
Tr.	0.00	2	30.78	18.4	462.82	91.63	-

Bewehrungswahl

Biege- und Querkraftbewehrung

untere Bewehrung

Ø 14 / 20.0 cm

VE Ø 8 / 25.0 cm

a_{s,l,u} = 7.70 cm²/ma_{s,q,u} = 2.01 cm²/m

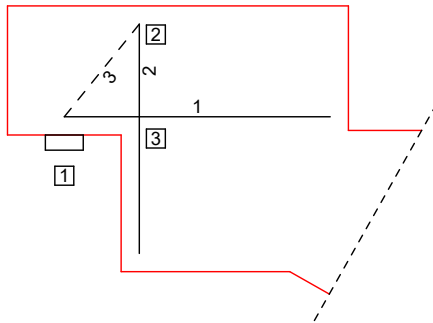
Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Ausklankungen

Austritt

M 1:10



Abmessungen

h _k	l _k	h _s	l _s	b _{x,Pl}	a _k
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
17.0	15.0	35.0	45.0	5.0	7.5

Belastungen

Ek	h	f _{e,d}
	[kN/m]	[kN/m]
2	6.78	33.92

20% der Vertikallast werden als Horizontallast angesetzt.

Bemessung Zugstäbe

Stab	Ek	F _i	A _{s,erf}	gew.	A _{s,vorh}
		[kN/m]	[cm ² /m]	[-]	[cm ² /m]
1	2	40.7	0.94	Ø8/20.0	2.51
2	2	33.9	0.78	Ø8/15.0	3.02

Verankerung

Stab	Kn.	Art	D _{min} [mm]	Πα _i [-]	Verbund	l _{bd} [cm]	l _{bd,vorh} [cm]
1	1	Haken	32	0.7	gut	5.4	7.0
1	3	gerade	-	1.0	gut	10.7	10.7

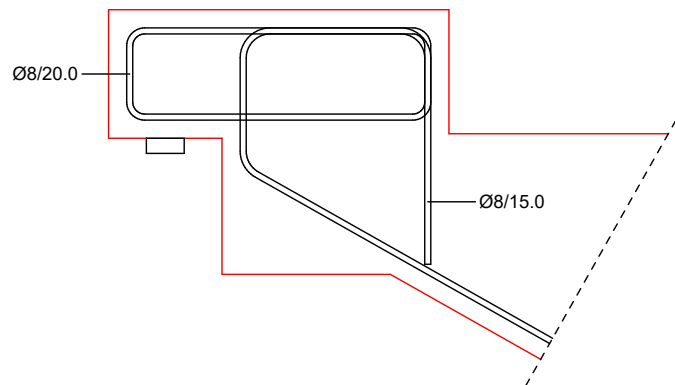
Knotenspannungen

Kn.	Bez.	Kraft [kN]	a _i [cm]	t _i [cm]	σ [N/mm ²]	σ _{rd} [N/mm ²]	η [-]
1	F ₁	33.9	5.0	100.0	0.68	14.45	0.05
2	F ₂	33.9	5.6	100.0	0.61	12.75	0.05

Druckzonenhöhe

a ₀ [cm]	d _k [cm]	v [-]	a _{0,grenz} [cm]	η [-]
0.3	11.0	0.45	5.0	0.06

M 1:10



Mindestabmessungen, Abs. 10.9.5.2

σ _{Ed} /f _{cd}	a _{1,min} [mm]	a ₁ [mm]	η	a _{2,min} [mm]	a ₂ [mm]	η
0.04	25	50	0.50	5	30	0.17

a _{3,min} [mm]	a ₃ [mm]	η	Δa ₂ [mm]	Δa ₃ [mm]	a _{erf} [mm]	a [mm]	η
15	50	0.30	10	2	55	130	0.42

Randabstand Bewehrung, Bild 10.5

c _i [mm]	Δa _i [mm]	r _i [mm]	Σ _i [mm]	d _i [mm]	η
24	2	16	42	50	0.84

Knotenverankerung, Bild 10.5

l _{b,vorh} [mm]	a ₁ +Δa+r [mm]	η
76	51	0.67

Nachweise (GZG)

im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegeschlankheit

Begrenzung der Biegeschlankheit

Referenzbewehrungsgrad

ρ₀ = 0.55 %

Der Vergrößerungsfaktor (A_{s,vorh}/A_{s,erf}) in Gl. 7.17 wurde auf 1,1 begrenzt.

Feld	vorh.l/d [-]	ρ [%]	ρ' [%]	K [-]	zul.l/d [-]	η [-]
Tr.	21.60	0.25	0.00	1.00	35.00	0.62

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

	Aufl.	$F_{z,k}$ [kN/m]
Einw. G_k	A	14.99
	B	14.99
Einw. $Q_{k,N}$	A	9.13
	B	9.13

Bem.-auflagerkräfte

	Aufl.	$F_{z,d}$ [kN/m]
Komb. 1	A	20.23
	B	20.23
Komb. 2	A	33.92
	B	33.92
Komb. 3	A	14.99
	B	14.99

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Nachweis	η [-]
Betonstahl	Expositionsklassen	OK
	Austritt	OK
	Bewehrungswahl unten längs	OK
	Bewehrungswahl unten quer	OK

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Feld	η [-]
Biegeschlankheit	Tr. OK	0.62

Pos. I-TP3-N1

Stb.-Podest KG

gewählt:

h = 20 cm

Beton: C30/37

Betonstahl: B500-A

c_{nom} = 25 mm (XC1)

Das Treppenpodest wird ebenfalls V-förmig ausgebildet, vgl. Pos. I-T2.1-N1.

System

Positionsplan

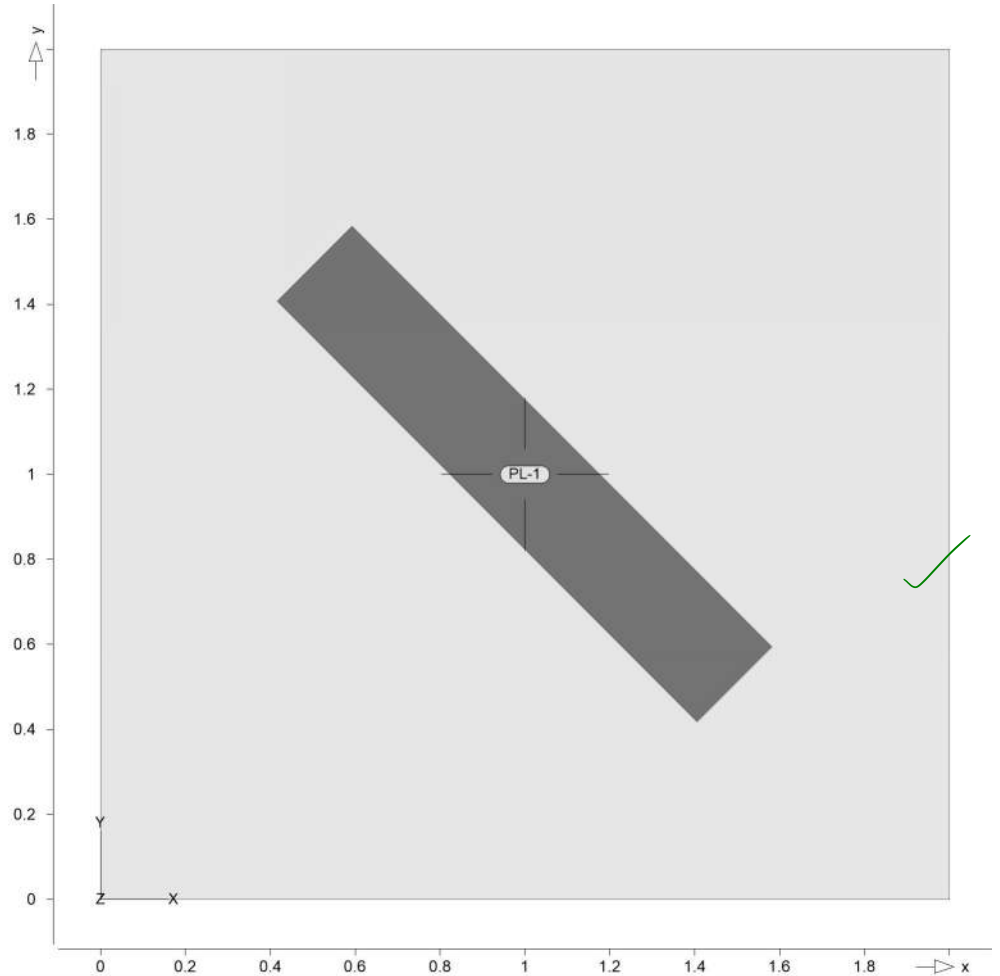
Positionsplan

Bauteile

Bauteil-Positionen

Positionsgrafik

Übersicht der Bauteil-Positionen



Platten

Platten-Positionen

Stahlbeton

Position	Winkel [°]	Art	Längs	Material Quer	Dicke [cm]
PL-1	0.0	iso	B 500MA	C 30/37 Q B 500SA	20.0

Winkel: Bewehrungsrichtung r
iso: isotropes Material
Q: Gesteinskörnung Quarzit



Expositionsklasse

gemäß DIN EN 1992-1-1, Tab. 4.1

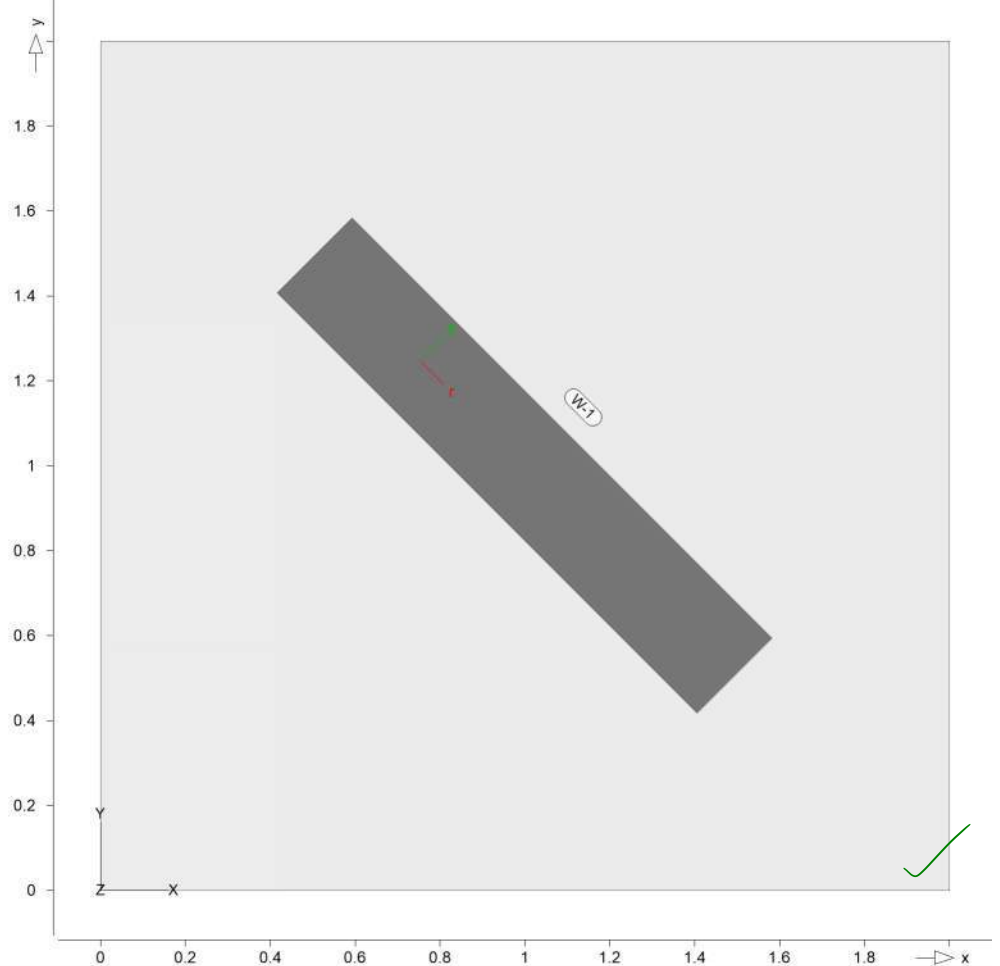
Position	Seite	KI	Kommentar
PL-1	umlaufend	XC1	trocken oder ständig nass

Auflager

Auflager-Positionen

Positionsgrafik

Übersicht der Auflager-Positionen



Wandlager

Wandlager-Positionen

Stahlbeton

Position	Höhe [m]	Länge [m]	Material	Dicke [cm]
W-1	1.75	1.40	C 30/37 Q B 500MA	25.0

Q: Gesteinskörnung Quarzit

Expositionsklasse

gemäß DIN EN 1992-1-1, Tab. 4.1

Position	Seite	KI	Kommentar
W-1	umlaufend	XC1	trocken oder ständig nass

Federsteifigkeiten

Position	$K_{R,r}$ [kNm/rad/m]	$K_{R,s}$ [kNm/rad/m]	$K_{T,t}$ [kN/m/m]
W-1	+/- 73661	+/- 1178571	+/- 4714286



Material
Materialkennwerte
Stahlbeton

DIN EN 1992-1-1

Position	Material	Wichte [kN/m³]	E _{cm} G [N/mm²]	f _{ck} f _{ctm} [N/mm²]
PL-1, W-1	C 30/37 Q	25.00	33000 13750	30.00 2.90

Q: Gesteinskörnung Quarzit

Betonstahl

DIN EN 1992-1-1

Position	Material	Wichte [kN/m³]	E _s G [N/mm²]	f _{yk} f _{tk,cal} [N/mm²]
PL-1, W-1	B 500MA	78.50	200000 77000	500.00 525.00
PL-1	B 500SA	78.50	200000 77000	500.00 525.00

Belastungen

Lastplan

Lasten des FE-Modells

Bauteillasten

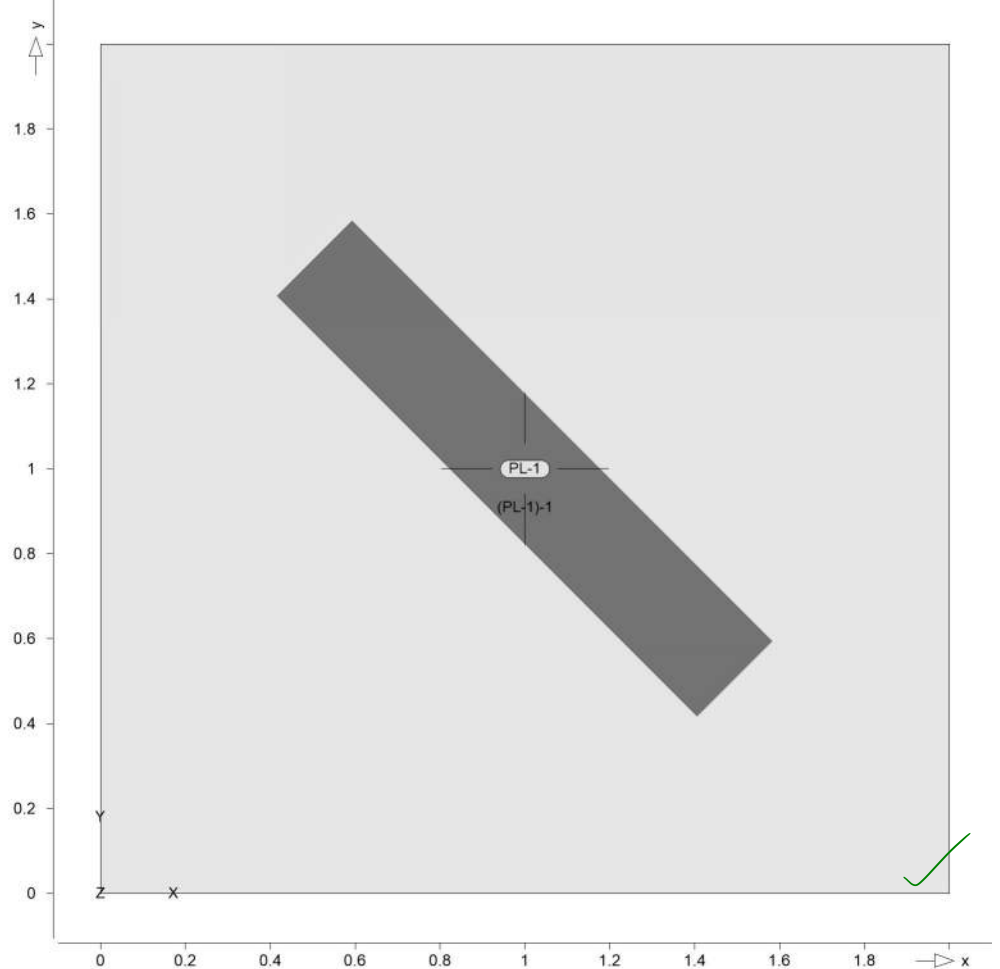
Bauteilbezogene Lasten

Flächenpositionen

Flächenförmige Bauteil-Positionen

Positionsgrafik

Übersicht der flächenförmigen Bauteil-Positionen



Eigengewicht

Position	EW	Lastfall	Art	g [kN/m ²]
PL-1	Gk	LF-1	PGr	5.00
PGr: Gravitationslast; positive Lasten wirken senkrecht nach unten				

Sonstige ständige Last

Position	EW	Lastfall	Art	g [kN/m ²]
PL-1	Gk	LF-1	PGr	0.50
PGr: Gravitationslast; positive Lasten wirken senkrecht nach unten				

Nutzlast

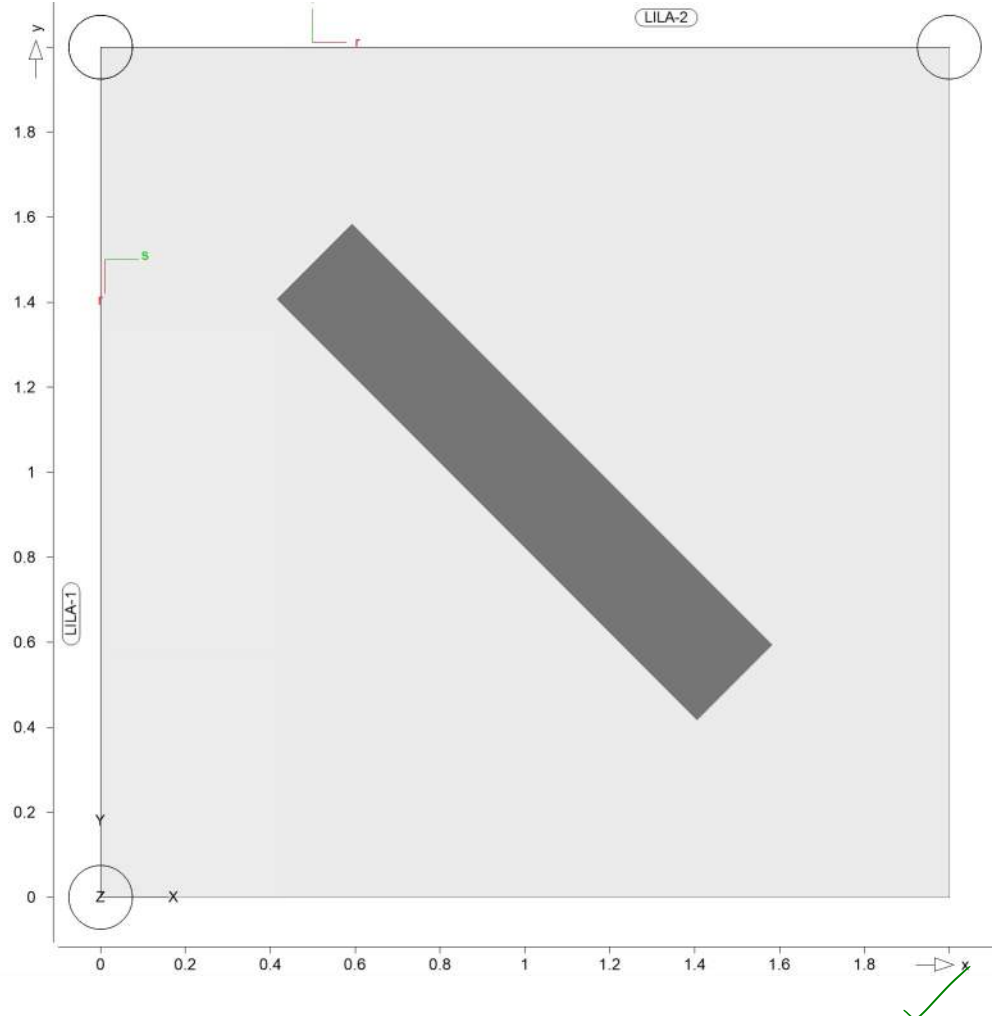
Position	EW	Lastfall je Lastfeld	Art	p [kN/m ²]
PL-1	Qk.N	(PL-1)-1	PGr	5.00
PGr: Gravitationslast; positive Lasten wirken senkrecht nach unten				

Standardlasten

Standardlasten im FE-Modell

Positionsgrafik

Übersicht der Standardlasten



Linienlasten

Position	EW	Lastfall	Art	$p_{A,MA}$ [kN/m], [kNm/m]	$p_{E,ME}$ [kN/m], [kNm/m]
(a) LILA-1	Gk	BS-Gk	pGr	14.99	14.99
(a)	Qk.N	BS-Qk.N	pGr	9.13	9.13
(b) LILA-2	Gk	BS-Gk	pGr	14.99	14.99
(b)	Qk.N	BS-Qk.N	pGr	9.13	9.13

pGr: Gravitationslast; positive Lasten wirken senkrecht nach unten

(a) aus Pos. 'I-T1-N', Lager 'B'

(b) aus Pos. 'I-T1-N', Lager 'A'

Einwirkungen

DIN EN 1990

Einwirkungen nach DIN EN 1990

Kürzel	Beschreibung Typisierung
Gk	Eigenlasten
Qk.N	Ständige Einwirkungen Nutzlasten Kategorie C - Versammlungsräume



Lastfälle

Lastfälle und deren Zuordnung zu den Einwirkungen

Gk

LF-1, BS-Gk

Qk.N

BS-Qk.N, (PL-1)-1

Bemessung (GZT+GZG)

Biegung Pl-BemPara

Bemessungsparameter - Plattenpositionen

PL-1

Mat./Querschnitt

Beton C 30/37

Gesteinskörnung Quarzit

Betonstahl B 500MA

Dicke konstant h = 20.00 cm

Expositionsklasse

gemäß DIN EN 1992-1-1, Tab. 4.1

Position	Seite	KI	Kommentar
PL-1	umlaufend	XC1	trocken oder ständig nass

Bewehrung

Vorgaben zur Bewehrungsdefinition

Bewehrungsrichtung

$w_{ru/su}$	=	0.0 /	90.0	°
$w_{ro/so}$	=	0.0 /	90.0	°

Bewehrungsanordnung

Betondeckungen, Achsabstände der erf. (Differenz-) Bewehrung

Seite	c_{min} [mm]	Δc_{def} [mm]	c_{nom} [mm]	c_v [mm]	d'_r [mm]	d'_s [mm]
Unten	10	10	20	-	30	30
Oben	10	10	20	-	30	30

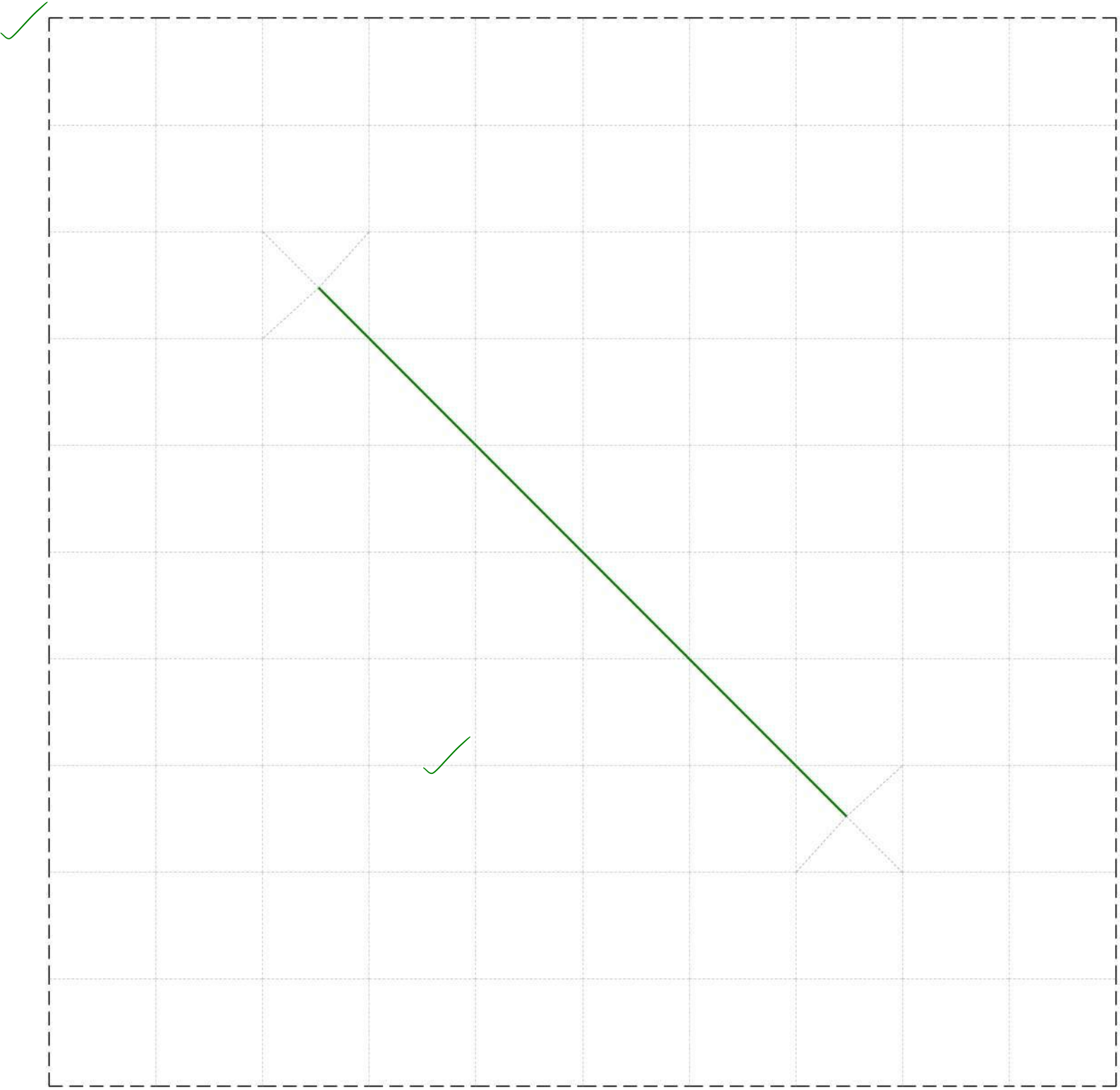
Grundbewehrung

Seite	Matte, Stäbe $\emptyset$ [mm]/s[cm]	d'_r [mm]	$a_{sg,r}$ [cm ² /m]	d'_s [mm]	$a_{sg,s}$ [cm ² /m]
Unten		30	2.57	30	2.57
Oben		30	3.35	30	3.35

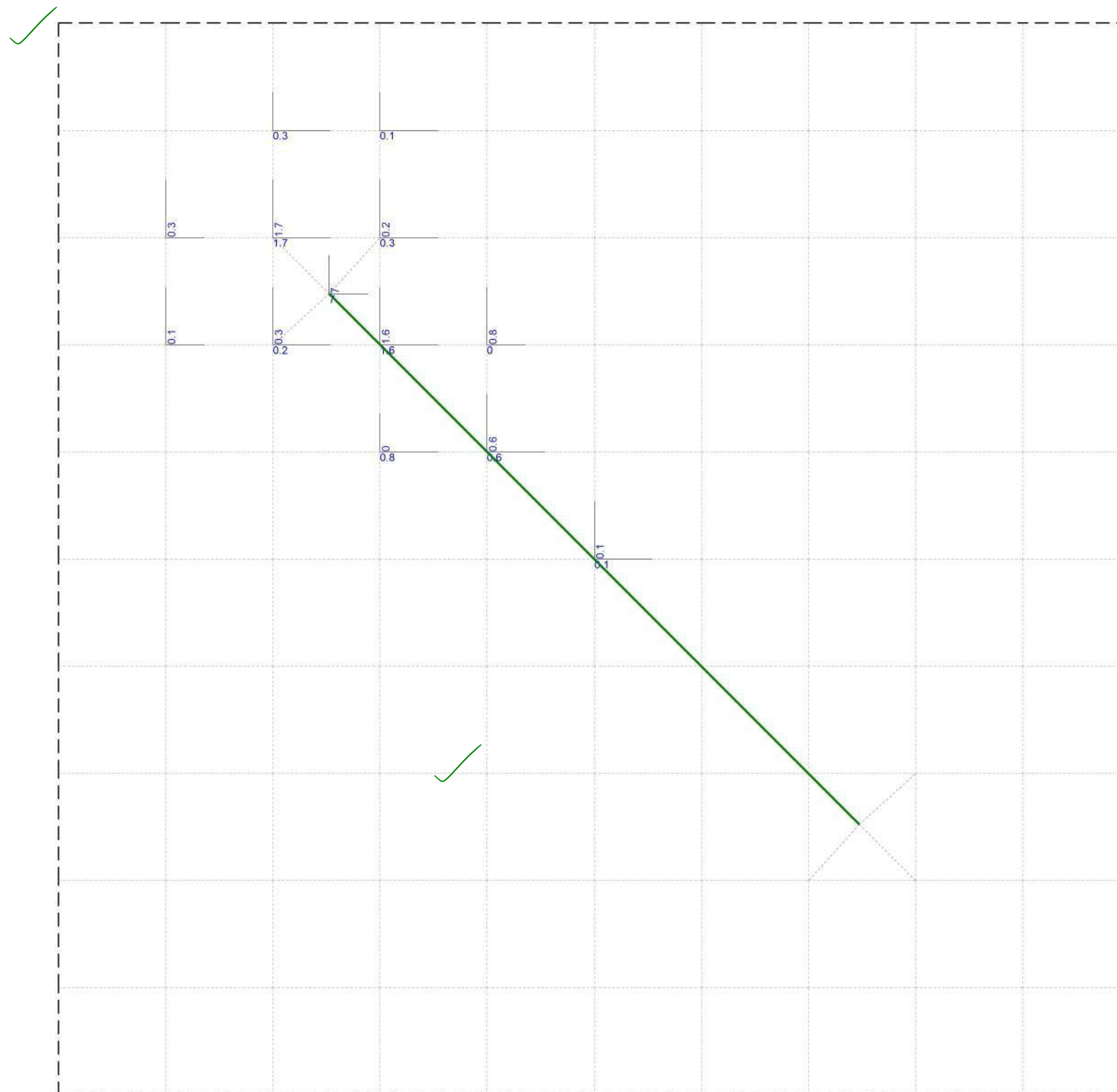
Nachweisparameter

nach DIN EN 1992-1-1

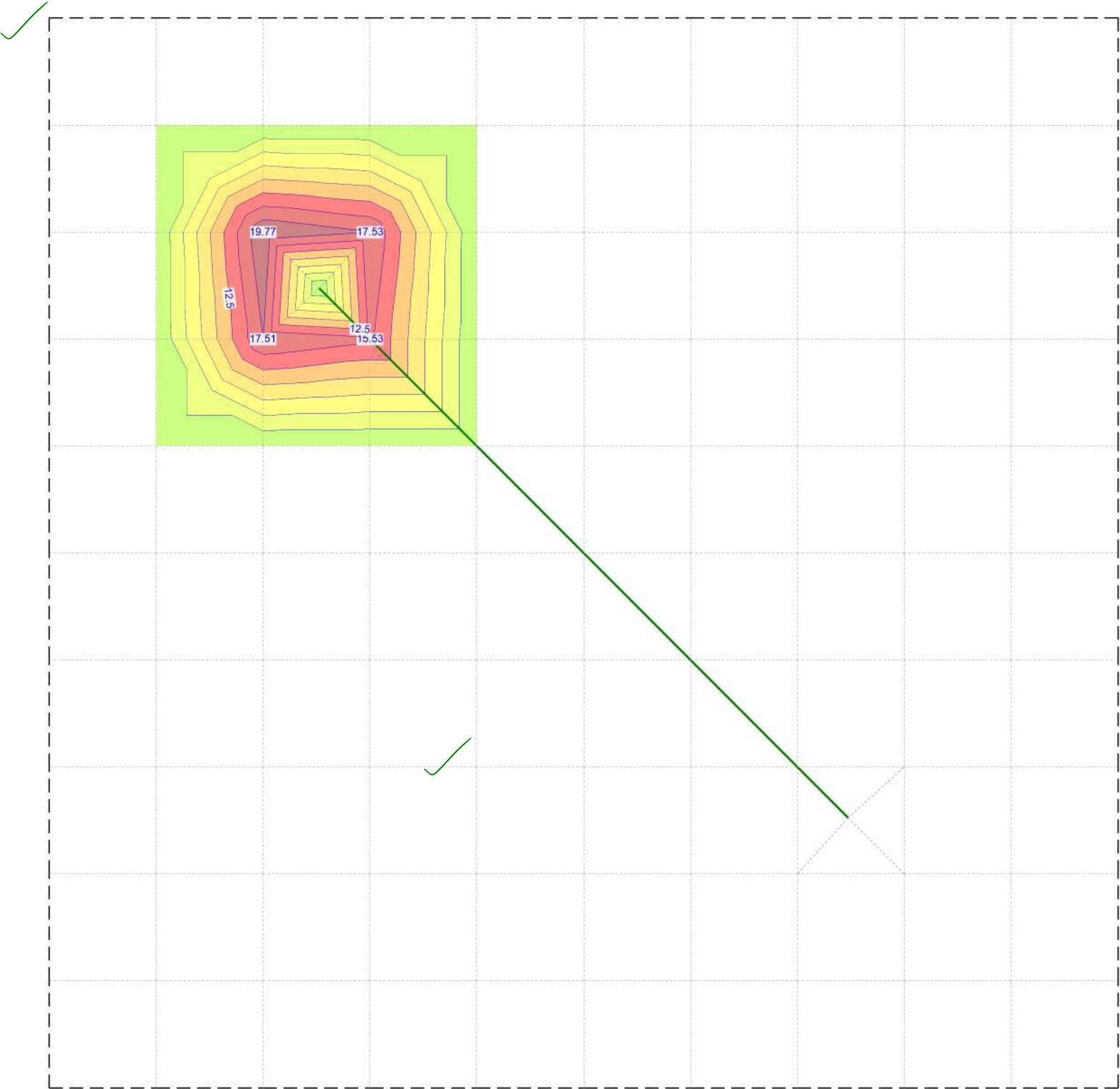
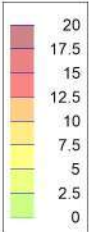
Mindestbewehrung (9.2.1.1) wurde berücksichtigt.



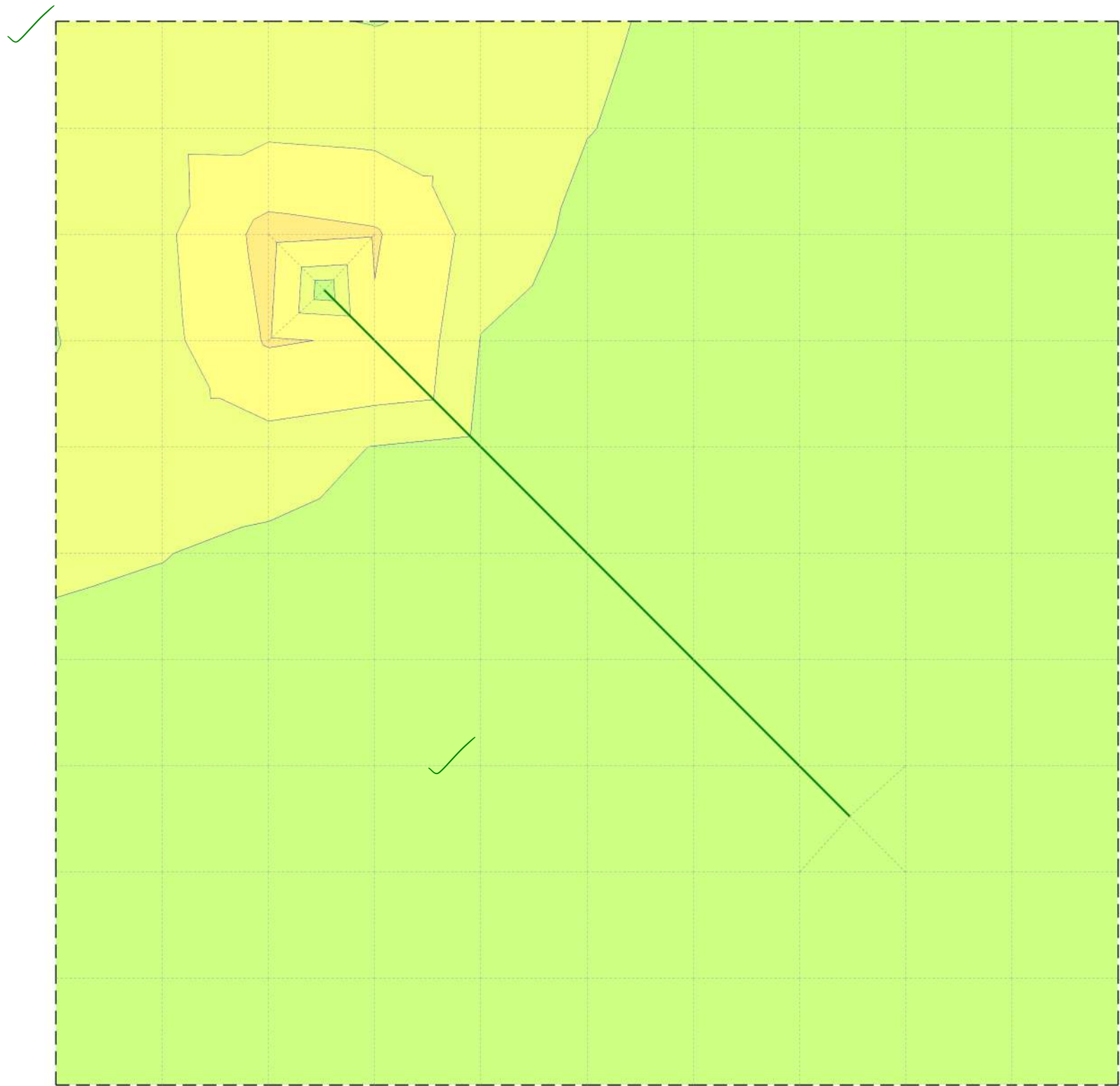
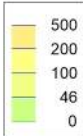
Flächenbemessung r/s: Vorh. Bewehrung $a_{s, \text{vorh}} = 2.6 / 2.6$ (Grund+Zulagen) r/s: Bew.-Abstand $d' = 30 / 30$ mm Beton C 30/37 Bauteildicke $h = 20.00$ cm	Erforderliche Bewehrung $a_{s, \text{erf}}$ (Differenzbew.)		Modell Bauvorhaben	I-TP3-N1 Treppenpodest KG GS Sieker Neubau Grundschule Sieker	Maßstab: 1:10
	aus allen Nachweisen Unterseite in $[\text{cm}^2/\text{m}]$ r/s: Min = 0 / 0, Max = 0 / 0		Ingenieurbüro für Bauwesen Dr. Ehlers-Unland, Am Tie 1, 49086 Osnabrück		Datum Seite 16.12.2025 17



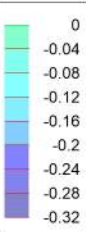
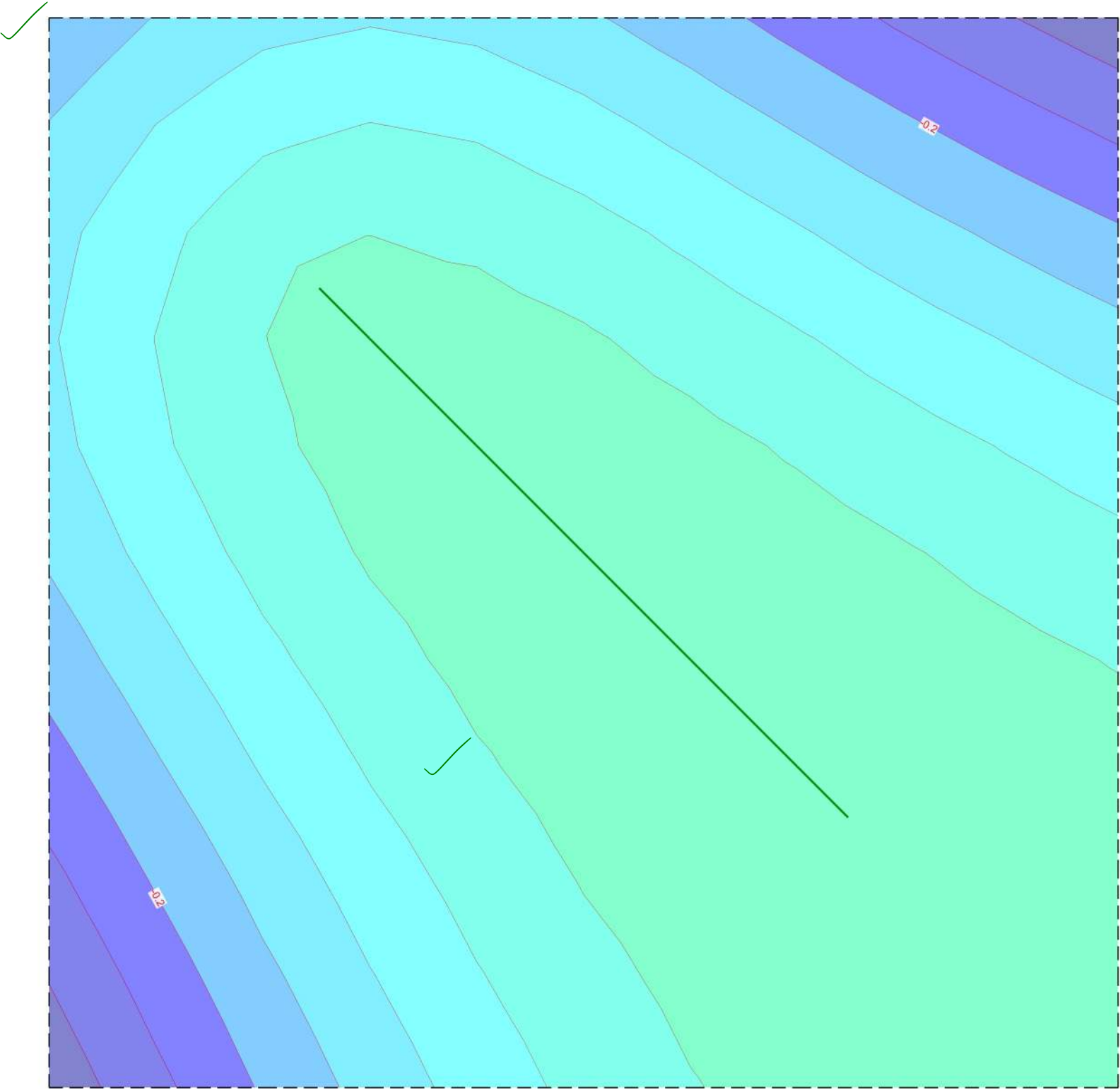
Flächenbemessung r/s: Vorh. Bewehrung $a_{s, \text{vorh}} = 3.4 / 3.4$ (Grund+Zulagen) r/s: Bew.-Abstand $d' = 30 / 30$ mm Beton C 30/37 Bauteildicke $h = 20.00$ cm	Erforderliche Bewehrung $a_{s, \text{erf}}$ (Differenzbew.) aus allen Nachweisen Oberseite in $[\text{cm}^2/\text{m}]$ r/s: $\text{Min} = 0 / 0$, $\text{Max} = 7 / 7$		Modell I-TP3-N1 Treppenpodest KG Bauvorhaben GS Sieker Neubau Grundschule Sieker	Maßstab: 1:10 Datum 16.12.2025
			Ingenieurbüro für Bauwesen Dr. Ehlers-Unland, Am Tie 1, 49086 Osnabrück	Seite 18



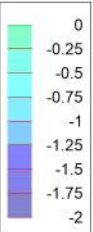
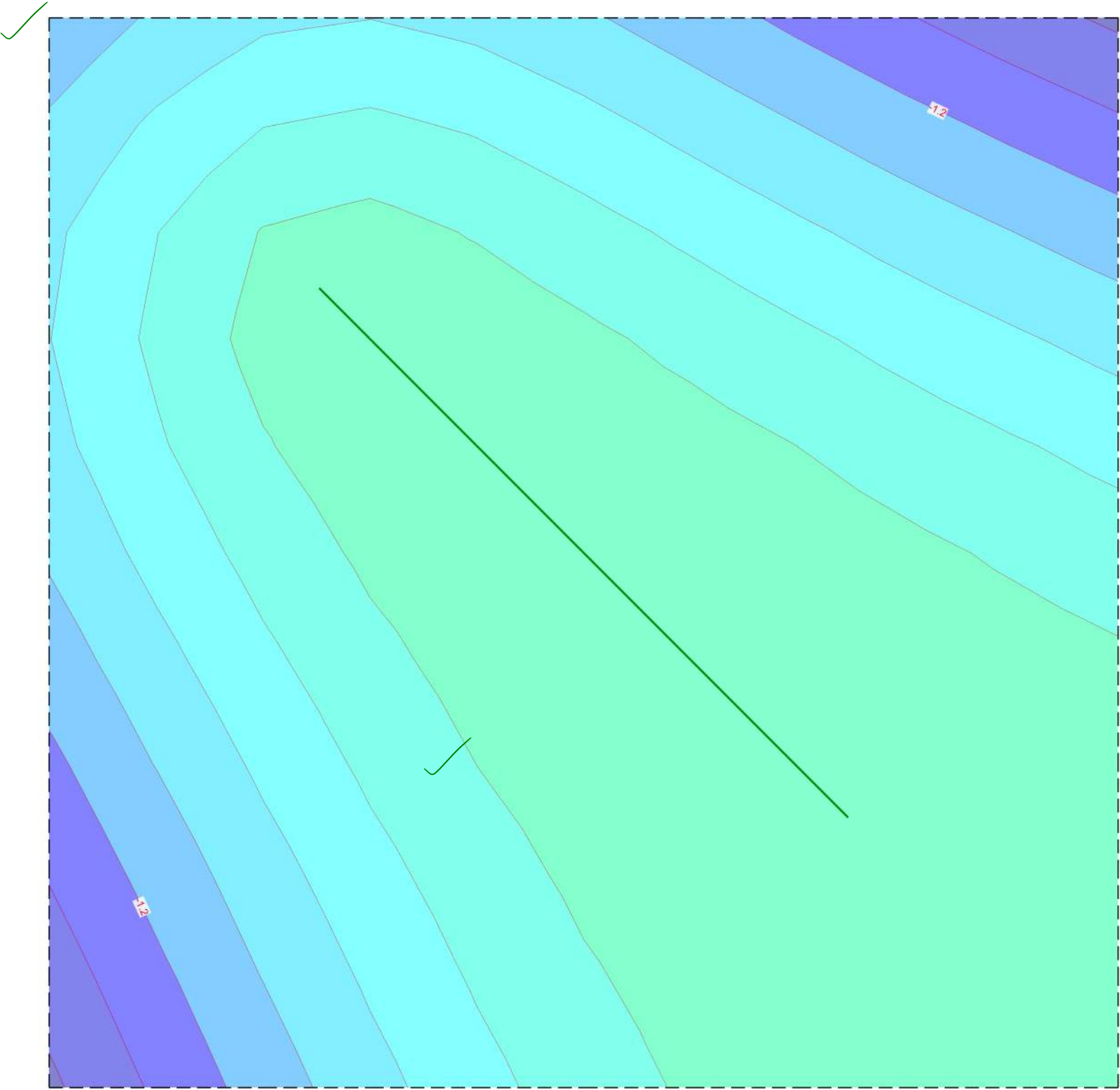
Querkraftbemessung	Querkraftbewehrung asw/sw aus allen Nachweisen in [cm²/m²]		Modell	I-TP3-N1 Treppenpodest KG	Maßstab: 1:10
			Bauvorhaben	GS Sieker Neubau Grundschule Sieker	
				Datum	
Max = 19.77, Min = 0, Step = 2.5		Ingenieurbüro für Bauwesen Dr. Ehlers-Unland, Am Tie 1, 49086 Osnabrück			Seite 19



Querkraftbemessung	Bemessungsquerkraft vEd,res aus Tragfähigkeitsnachweis in [kN/m]		Modell	I-TP3-N1 Treppenpodest KG	Maßstab: 1:10		
✓			Bauvorhaben	GS Sieker		Datum	16.12.2025
				Neubau Grundschule Sieker			
Max = 231.93, Min = 3.14		Ingenieurbüro für Bauwesen Dr. Ehlers-Unland, Am Tie 1, 49086 Osnabrück			Seite	20	



Verformungsnachweis Zustand II aus Überlagerung über LKN Minimum Max = -0.0 (Kn. 45), Min = -0.3 (Kn. 1), Step = 0.04	Anfangsverformung f ₀ im Zustand I in [mm]		Modell Bauvorhaben	I-TP3-N1 Treppenpodest KG GS Sieker Neubau Grundschule Sieker	Maßstab: 1:10
			Ingenieurbüro für Bauwesen Dr. Ehlers-Unland, Am Tie 1, 49086 Osnabrück		Datum Seite 16.12.2025 21



Verformungsnachweis Zustand II	Endverformung f_{00} im Zustand II in [mm]		Modell	I-TP3-N1 Treppenpodest KG	Maßstab: 1:10		
aus Überlagerung über LKN Minimum Max = -0.0 (Kn. 45), Min = -1.8 (Kn. 1), Step = 0.25			Bauvorhaben	GS Sieker Neubau Grundschule Sieker		Datum	16.12.2025
			Ingenieurbüro für Bauwesen Dr. Ehlers-Unland, Am Tie 1, 49086 Osnabrück			Seite	22

Auflagerkräfte

Linienlager-EW

Linienlagerkräfte einwirkungsweise

Linienlagerkräfte

Auflagerkräfte des Modells

- charakteristische Auflagerkräfte je Einwirkung

- min/max Überlagerung der Lastfälle je Einwirkung

Tabelle

Tabellarische Ausgabe der Auflagerkräfte

lokal, F, t-Achse

W-1

EW	$F_{t,A,min}$ $F_{t,A,max}$ [kN/m]	$F_{t,M,min}$ $F_{t,M,max}$ [kN/m]	$F_{t,E,min}$ $F_{t,E,max}$ [kN/m]	$F_{t,min}$ $F_{t,max}$ [kN]	e_{min} e_{max} [m]
(L = 1.40 m)					
Gk	101.13	58.53	15.94	81.95	-0.17
Qk.N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	66.29	40.36	14.42	56.50	-0.15
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	66.29	40.36	14.42	56.50	-0.15
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	66.29	40.36	14.42	56.50	-0.15

lokal, M, r-Achse

W-1

EW	$M_{r,A,min}$ $M_{r,A,max}$ [kNm/m]	$M_{r,M,min}$ $M_{r,M,max}$ [kNm/m]	$M_{r,E,min}$ $M_{r,E,max}$ [kNm/m]	$M_{r,min}$ $M_{r,max}$ [kNm]	e_{min} e_{max} [m]
(L = 1.40 m)					
Gk	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.04
Qk.N	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.04
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.04
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.04
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

lokal, M, s-Achse

W-1

EW	$M_{s,A,min}$ $M_{s,A,max}$ [kNm/m]	$M_{s,M,min}$ $M_{s,M,max}$ [kNm/m]	$M_{s,E,min}$ $M_{s,E,max}$ [kNm/m]	$M_{s,min}$ $M_{s,max}$ [kNm]	e_{min} e_{max} [m]
(L = 1.40 m)					
Gk	45.17	19.71	-5.74	27.60	-0.30
Qk.N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	28.51	12.00	-4.50	16.80	-0.32
	3.06	0.00	-3.06	0.00	764.11
	25.45	12.00	-1.45	16.80	-0.26
	28.51	12.00	-4.50	16.80	-0.32
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

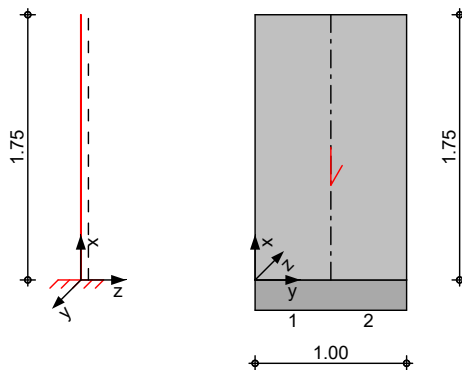
Pos. I-TPW-N1

Treppenpodest-Wand KG

System

Frei stehende Wand

M 1:50



Abmessungen

Mat./Querschnitt

l_w [m]	l_g [m]	Material	h [cm]
1.75	1.00	C 30/37	25.0

Expositionsklasse

XC1

Auflager

Lager	x [m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]
A	0.00	fest	fest

Knicklänge

nach DIN EN 1992-1-1, 5.8.3.2(7)

Grundwert nach Bild 5.7

Querwände nach Tab. 12.1

β_0	=	2.00	-
β_1	=	1.00	-

Knicklänge

l_0	=	3.50	m
-------	---	------	---

Belastungen

Belastungen auf das System

Streckenlasten

in x-Richtung

Gleichlasten

Komm.	a [m]	s [m]	q_u [kN/m]	q_o [kN/m]	e [cm]
Einw. G_k	0.00	1.00		58.53	0.0
Einw. $Q_k.N$	0.00	1.00		40.36	0.0

(a)

aus Pos. 'I-TP3-N1' W-1, Ft Mitte,
Einwirkung, G_k , max

58.535	=	58.53	kN/m
--------	---	-------	------

(b)

aus Pos. 'I-TP3-N1' W-1, Ft Mitte,
Einwirkung, $Q_k.N$, max Mitte

40.357	=	40.36	kN/m
--------	---	-------	------

Punktlasten summiert

am Wandkopf

Komm.	F_x [kN]	$F_{s,y}$ [kN]	$F_{p,z}$ [kN]	$M_{p,y}$ [kNm]	$M_{s,z}$ [kNm]
Einw. G_k	0.00	0.00	0.00	0.00	19.71
Einw. $Q_k.N$	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00

Statische Berechnung

Proj.Bez Grundschole Sieker

Datum 16.12.2025

mb BauStatik S442.de 2024.016

Seite

25

Position

I-TPW-N1

Projekt

223-056

(a) aus Pos. 'I-TP3-N1' W-1, Ms Mitte,
Einwirkung, Gk, max ✓
19.713 = 19.71 kNm

(b) aus Pos. 'I-TP3-N1' W-1, Ms Mitte,
Einwirkung, Qk.N, max Mitte
12.003 = 12.00 kNm

Flächenlasten
in x-Richtung

Gleichflächenlasten

Komm.	a [m]	s [m]	q _u [kN/m ²]	q _o [kN/m ²]
(a) Eigengew	0.00	1.75		6.25

(a) aus Eigengewicht 25.00*0.25 = 6.25 kN/m²

KombinationenKombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	Σ (γ*ψ*EW)
1	1.35*Gk
2	1.35*Gk +1.50*Qk.N

ständig/vorüberg.

Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Abs.	y _A [m]	y _E [m]	I _A [m]
1	0.00	0.50	0.50
2	0.50	1.00	0.50

Expositionsklassen Abs. 4.2,
4.4

Expositionsklassen

Seite	KI	Kommentar
umlaufend	XC1	trocken oder ständig nass

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen ✓

Bezug	c _{min} [mm]	Δc _{dev} [mm]	c _{nom} [mm]	c _v [mm]	d' [mm]
Abs. 1					
Hintere Wandfläche	10	10	20	20	24
Vordere Wandfläche	10	10	20	20	24
Abs. 2					
Hintere Wandfläche	10	10	20	20	24
Vordere Wandfläche	10	10	20	20	24

BewehrungswahlGrundbewehrung
je Seite

Art	gewählt	a _{s,v} [cm ² /m]	a _{s,h} [cm ² /m]
Mattenbewehrung	Q 257A	2.57	2.57
Summe		2.57	2.57

Zulagen vertikal
je Seite

nicht erforderlich

Zugbänder

y _A [m]	y _E [m]	ΔA _{s,erf} [cm ²]	n	Ø	ΔA _{s,vorh} [cm ²]	η
0.00	0.50	konstr. ✓	2	16	4.02	-
0.50	1.00	konstr.	2	16	4.02	-



Statische Berechnung

Proj.Bez Grundschole Sieker

Datum 16.12.2025

mb BauStatik S442.de 2024.016

Seite

26

Position

I-TPW-N1

Projekt

223-056

Zulagen horizontal
je Seite

nicht erforderlich

Verbügelung
Abs. 9.6.4(1)

nicht erforderlich

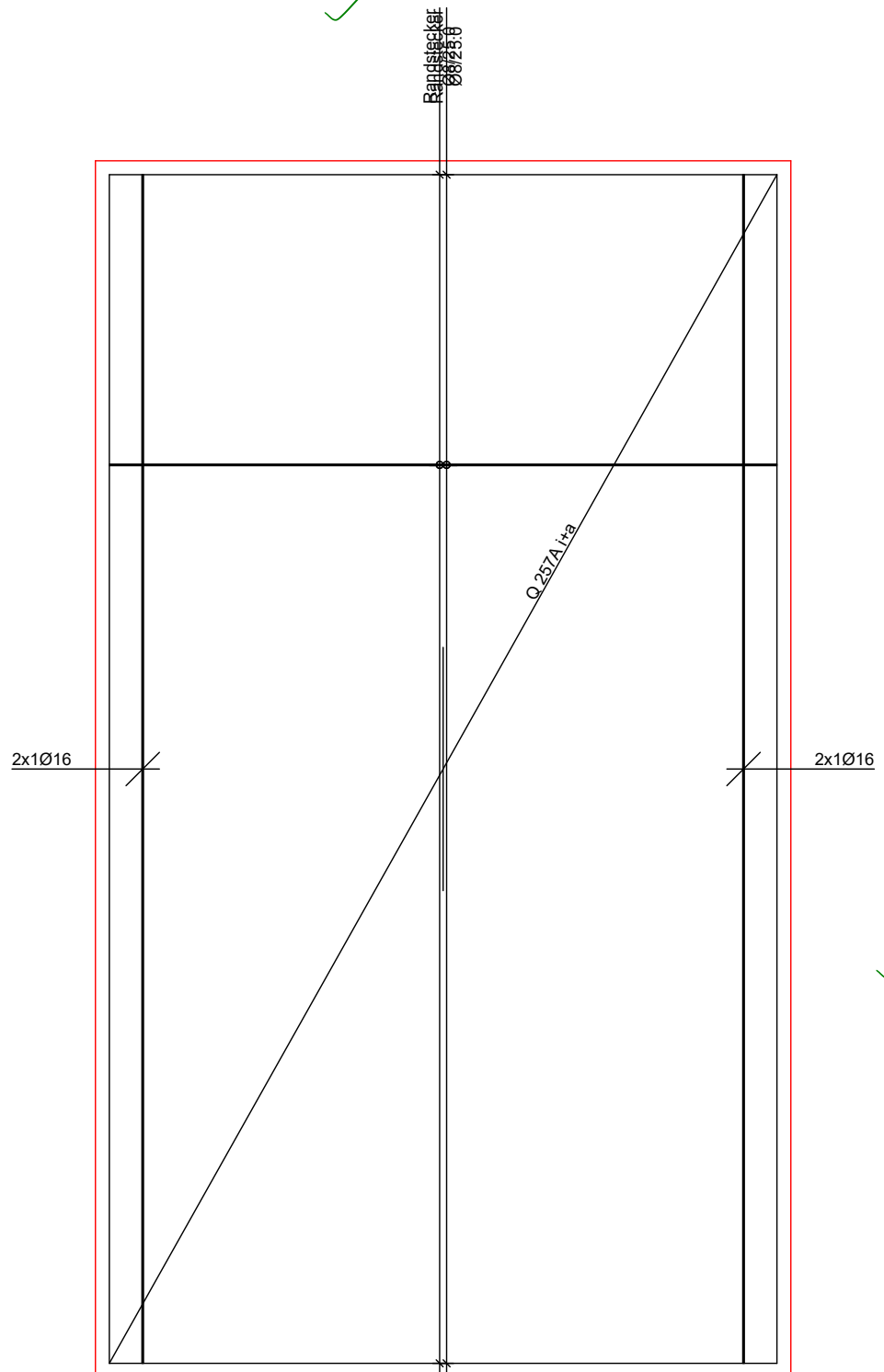
Randstecker
Abs. 9.6.4(2)

Abs.	l _A [m]	a _{s,erf} [cm ² /m]	Ø [mm]	s [cm]	a _{s,vorh} [cm ² /m]	η [-]
1	0.50	konstr.	8	25.0	2.01	-
2	0.50	konstr.	8	25.0	2.01	-



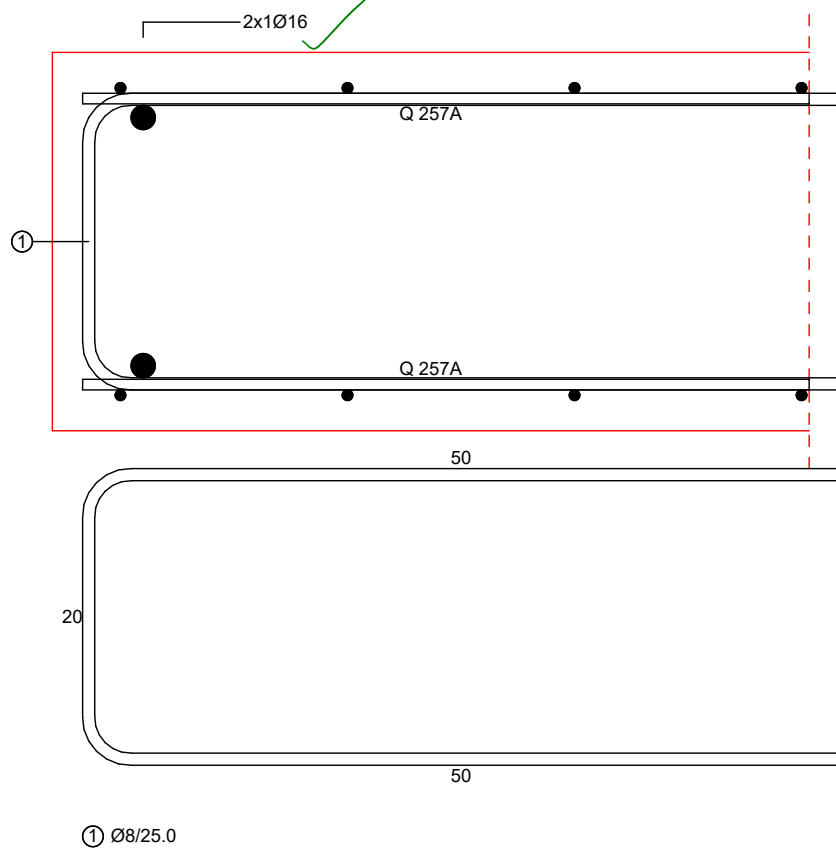
Grafik
M 1:10

Bewehrungsskizze

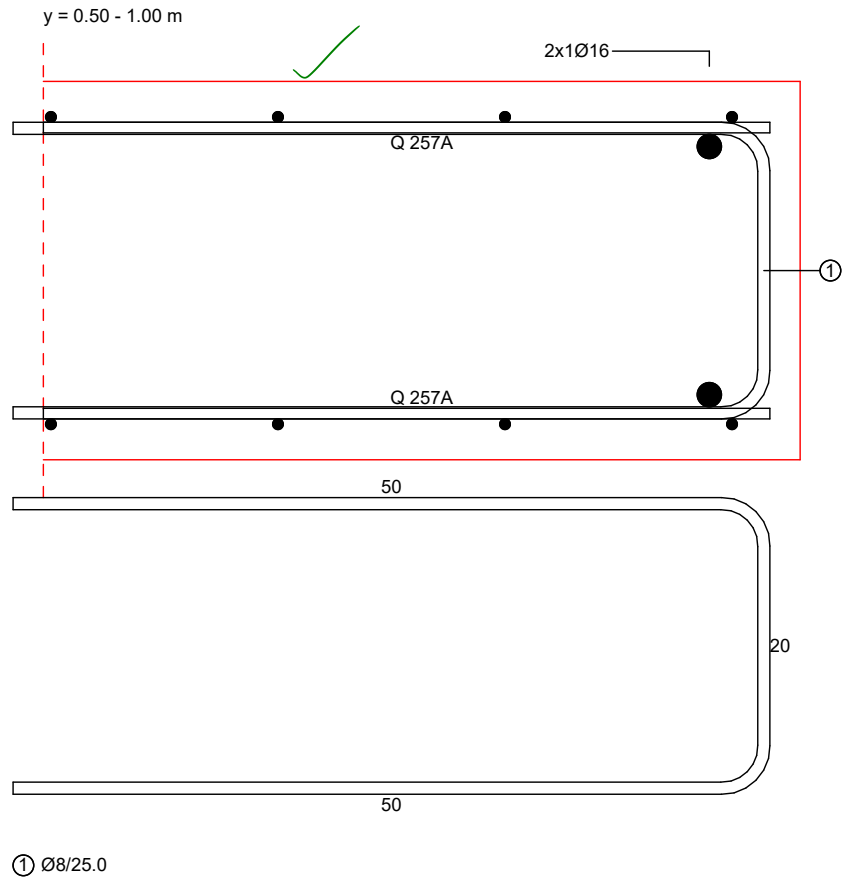


M 1:5

y = 0.00 - 0.50 m



M 1:5



Auflagerkräfte

Charakteristische Auflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

Einw. G_k

Einw. $Q_{k,N}$

Aufl.	$f_{x,k,A}$ [kN/m]	$f_{x,k,E}$ [kN/m]	$m_{y,k}$ [kNm/m]	$f_{z,k}$ [kN/m]	$F_{y,k}$ [kN]
A	-48.81	187.75	0.00	0.00	0.00
A	-31.66	112.38	0.00	0.00	0.00

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	η [-]
Expositionsklassen	OK
Stabilität	OK
Biegung	OK
Querkraft	OK
Normalkraft	OK
Bewehrungswahl	OK

Pos. I-T2-N1

Stb.-Treppe mit Podest (EG-OG)

Lagerung:

Stb.-Decke über EG:

gewählt:

Elastomerlager mit zul. Pressung $\geq 1,00 \text{ N/mm}^2$

z.B. Calenberg Cigular Typ S, Elastomerbreite $b_E = 106 \text{ mm}$

$V_{Ed, vorh.} = 141,08 \text{ kN/m}$

Stb.-Stütze:

$V_{Ed, vorh.} = 190,75 \text{ kN/m}$

keine Schallentkopplung möglich

Lagerung des Fertigteillaufes auf Ortbetonstütze über Schraubverbindung

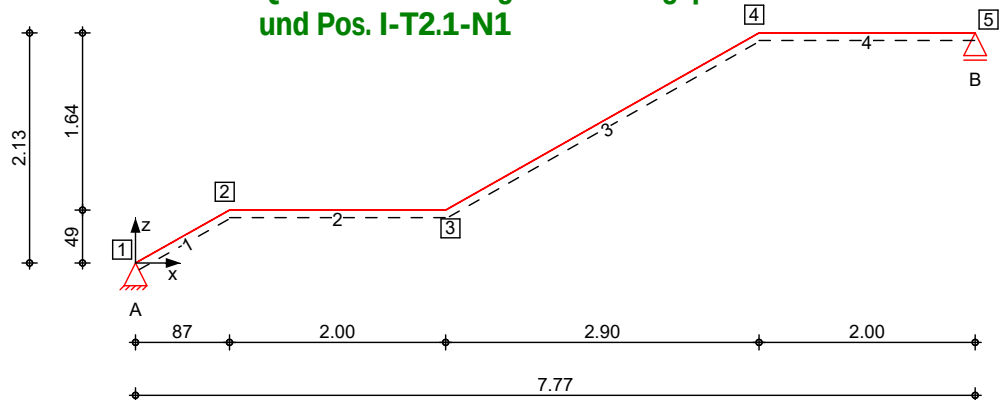
Der Treppenlauf wird V-förmig ausgebildet, siehe Pos. I-T2.1-N1.

System

Stabwerk

M 1:70

Querschnitt analog Ausführungsplan
und Pos. I-T2.1-N1



Knotendefinition

Knoten	x [m]	z [m]
1	0.00	0.00
2	0.87	0.49
3	2.87	0.49
4	5.77	2.13
5	7.77	2.13

Stabdefinition

Stab	von Kn.	bis Kn.	l [m]	Material	Querschnitt
1	1	2	1.00	C 30/37	b/h=200/20cm
2	2	3	2.00	C 30/37	b/h=200/35cm
3	3	4	3.33	C 30/37	b/h=200/20cm
4	4	5	2.00	C 30/37	b/h=200/20cm

Stabendgelenke

Alle Stäbe sind druck-, zug- und biegesteif angeschlossen.

Auflagerdefinition global

Lager	Kn.	$K_{T,x}$ [kN/m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]
A	1	fest	fest	frei
B	5	frei	fest	frei

Expositionsklasse

XC1

Belastungen

Belastungen auf das System

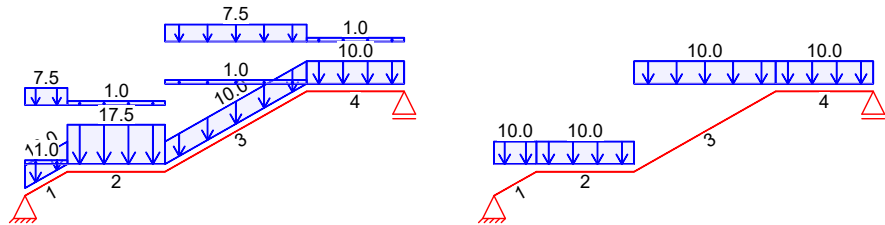
Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk

Qk.N



Eigengewicht

in z-Richtung

Eigengewicht am Stab

Einw. Gk

Stab	Kommentar	q _z [kN/m]
1	Eigengew	10.00
2	Eigengew	17.50
3-4	Eigengew	10.00

Streckenlasten

in z-Richtung

Streckenlasten am Stab (auf Grundfläche)

Einw. Gk

Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	q _{z,li} [kN/m]	q _{z,re} [kN/m]
(a) 1		0.00	1.00	1.00	
(a) 2		0.00	2.00	1.00	
(a) 3		0.00	3.33	1.00	
(a) 4		0.00	2.00	1.00	
(b) 1		0.00	1.00	7.54	
(b) 3		0.00	3.33	7.54	
(c) 1		0.00	1.00	10.00	
(c) 2		0.00	2.00	10.00	
(c) 3		0.00	3.33	10.00	
(c) 4		0.00	2.00	10.00	

(a)

Bodenbelag

$$0.5 \cdot 2 =$$

1.00 kN/m

(b)

Eigengewicht Stufen
Mehrkon für Schrägausbildung

$$0.5 \cdot 24 \cdot 0.164 \cdot 2 =$$

3.94 kN/m

$$24 \cdot 0.15 \cdot 2 / 2 =$$

3.60 kN/m

= 7.54 kN/m

(c)

Nutzlast Kat. C

$$5 \cdot 2 =$$

10.00 kN/m

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

ständig/vorüberg.

Ek	Σ (γ*ψ*EW)
1	1.35*Gk
3	1.35*Gk + 1.50*Qk.N (1,2)
4	1.35*Gk + 1.50*Qk.N (1,2,3)



Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$	
5	1.35 * Gk	+1.50 * Qk.N (1,2,3,4)
6	1.35 * Gk	+1.50 * Qk.N (2,3,4)
9	1.00 * Gk	+1.50 * Qk.N (1)

Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen Theorie I. Ordnung

Grafik

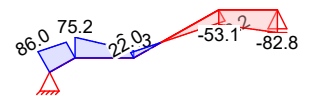
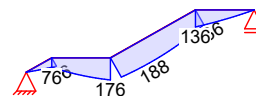
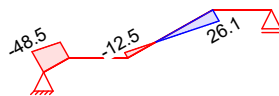
Schnittgrößen (maßgebende)

Komb. 1

$N_{x,d}$ [kN]

$M_{y,d}$ [kNm]

$V_{z,d}$ [kN]

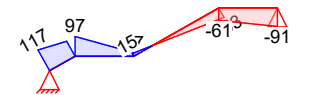
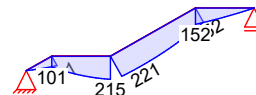
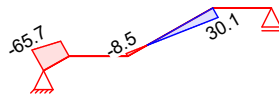


Komb. 3

$N_{x,d}$ [kN]

$M_{y,d}$ [kNm]

$V_{z,d}$ [kN]

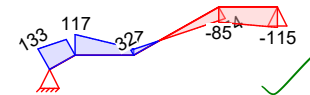
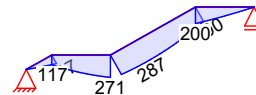
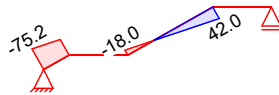


Komb. 4

$N_{x,d}$ [kN]

$M_{y,d}$ [kNm]

$V_{z,d}$ [kN]

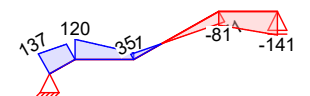
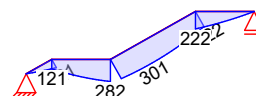
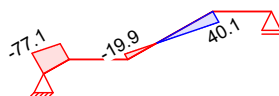


Komb. 5

$N_{x,d}$ [kN]

$M_{y,d}$ [kNm]

$V_{z,d}$ [kN]

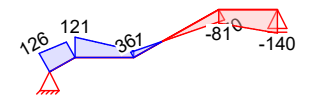
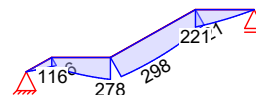
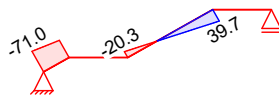


Komb. 6

$N_{x,d}$ [kN]

$M_{y,d}$ [kNm]

$V_{z,d}$ [kN]

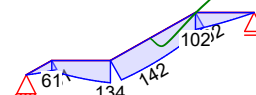
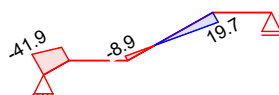


Komb. 9

$N_{x,d}$ [kN]

$M_{y,d}$ [kNm]

$V_{z,d}$ [kN]



Tabelle

Schnittgrößen (maßgebende)

	Stab	x [m]	N _{x,d} [kN]	M _{y,d} [kNm]	V _{z,d} [kN]
Komb. 1	1	0.00	-48.46 *	0.00	86.04 *
		1.00	-36.92 *	75.69 *	65.56 *
	2	0.00	0.00	75.69 *	75.24 *
		2.00	0.00	176.22 *	25.29 *
	3	0.00	-12.45 *	176.22	22.02 *
		1.07	0.00	188.06 *	0.00
		3.33	26.14 *	135.90 *	-46.22 *
	4	0.00	0.00	135.90 *	-53.10 *
		2.00	0.00	0.00	-82.80 *
Komb. 3	1	0.00	-65.68 *	0.00	116.62 *
		1.00	-47.75 *	100.55 *	84.77 *
	2	0.00	0.00	100.55 *	97.29 *
		2.00	0.00	215.18 *	17.34 *
	3	0.00	-8.54 *	215.18	15.10 *
		0.78	0.54	220.72 *	-0.96
		3.33	30.05 *	151.80 *	-53.14 *
	4	0.00	0.00	151.80 *	-61.05 *
		2.00	0.00	0.00	-90.75 *
Komb. 4	1	0.00	-75.16 *	0.00	133.45 *
		1.00	-57.22 *	117.35 *	101.60 *
	2	0.00	0.00	117.35 *	116.61 *
		2.00	0.00	270.62 *	36.66 *
	3	0.00	-18.04 *	270.62	31.91 *
		0.98	-0.40	286.59 *	0.70
		3.33	41.96 *	200.17 *	-74.20 *
	4	0.00	0.00	200.17 *	-85.24 *
		2.00	0.00	0.00	-114.94 *
Komb. 5	1	0.00	-77.06 *	0.00	136.82 *
		1.00	-59.12 *	120.71 *	104.97 *
	2	0.00	0.00	120.71 *	120.47 *
		2.00	0.00	281.70 *	40.52 *
	3	0.00	-19.95 *	281.70	35.27 *
		1.08	-0.53	301.21 *	0.94
		3.33	40.06 *	222.45 *	-70.83 *
	4	0.00	0.00	222.45 *	-81.38 *
		2.00	0.00	0.00	-141.08 *
Komb. 6	1	0.00	-71.01 *	0.00	126.08 *
		1.00	-59.48 *	115.67 *	105.60 *
	2	0.00	0.00	115.67 *	121.20 *
		2.00	0.00	278.12 *	41.25 *
	3	0.00	-20.31 *	278.12	35.91 *
		1.18	0.87	298.32 *	-1.54
		3.33	39.70 *	220.99 *	-70.20 *
	4	0.00	0.00	220.99 *	-80.65 *
		2.00	0.00	0.00	-140.35 *
Komb. 9	1	0.00	-41.94 *	0.00	74.47 *
		1.00	-26.99 *	61.11 *	47.93 *
	2	0.00	0.00	61.11 *	55.01 *
		2.00	0.00	134.12 *	18.01 *

Stab	x [m]	$N_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$V_{z,d}$ [kN]
3	0.00	-8.86 *	134.12	15.67 *
	1.07	0.36	142.20 *	-0.64
	3.33	19.72 *	102.13 *	-34.87 *
4	0.00	0.00	102.13 *	-40.07 *
	2.00	0.00	0.00	-62.07 *

Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	f_{yk} [N/mm ²]	f_{ck} [N/mm ²]	E [N/mm ²]
C 30/37		30	33000
B 500SA	500		200000

Querschnitt

Nr	b [cm]	h [cm]	A [cm ²]	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]
1	200.0	20.0	4000.0	133333	13333333
2	200.0	35.0	7000.0	714583	23333333

Expositionsklassen Abs. 4.2, 4.4

Expositionsklassen

Seite	KI	Kommentar
Stab 1	umlaufend	XC1 trocken oder ständig nass
Stab 2	umlaufend	XC1 trocken oder ständig nass
Stab 3	umlaufend	XC1 trocken oder ständig nass
Stab 4	umlaufend	XC1 trocken oder ständig nass

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

Bezug	c _{min} [mm]	Δc _{dev} [mm]	c _{nom} [mm]	c _v [mm]	d' [mm]
umlaufend	10	10	20	20	37
umlaufend	10	10	20	20	37
umlaufend	10	10	20	20	37
umlaufend	10	10	20	20	37

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung

Bemessung für Biegebeanspruchung

Abs. 6.1

x [m]	E_k	N_d [kN]	$M_{y,d,o}$ $M_{y,d,u}$ [kNm]	x/d_o x/d_u	$A_{s,o}$ $A_{s,u}$ [cm ²]	$A_{s,o,erf}$ $A_{s,u,erf}$ [cm ²]
(L = 1.00 m)						
1.00	5	-59.12	120.71	0.207	17.04	17.04
	-	-	-	-	17.04	17.04
(L = 2.00 m)						
0.00	5	-	120.71	0.078	8.34	8.41 _M
	-	-	-	-	8.34	8.41
2.00	5	-	281.70	0.115	20.64	20.64
	-	-	-	-	20.64	20.64
(L = 3.33 m)						
1.18	5	1.23	301.15	0.301	50.24	50.24



x	Ek	N _d	M _{yd,o}	x/d _o	A _{s,o}	A _{s,o,erf}
[m]		[kN]	M _{yd,u}	x/d _u	A _{s,u}	A _{s,u,erf}
			[kNm]		[cm ²]	[cm ²]
	-	-	-	-	50.24	50.24
3.33	5	40.06	222.45	0.266	36.34	36.34
	-	-	-	-	36.34	36.34

Stab 4

(L = 2.00 m)

0.00	5	-	222.45	0.268	35.89	35.89
	-	-	-	-	35.89	35.89

M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.1.1

Querkraft

Abs. 6.2

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

x	Ek	V _{Ed}	θ	V _{Rd,max}	V _{Rd,c}	a _{sw,erf}
[m]		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[cm ² /m]
Stab 1	(L = 1.00 m)					
0.00	5	136.82	18.4	849.15	184.30	18.56 _M
Stab 2	(L = 2.00 m)					
0.00	6	121.20	18.4	1996.65	289.65	18.56 _M
Stab 3	(L = 3.33 m)					
3.33	4	-74.20	18.4	849.15	205.96	18.56 _M
Stab 4	(L = 2.00 m)					
2.00	5	-141.08	18.4	849.15	176.76	18.56 _M

M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.2

Stabilität

Abs. 5.8

Nachweise der Knicksicherheit nach dem Verfahren mit Nennkrümmung

Für die Stäbe 1, 2, 3 und 4 ist die Berücksichtigung der Stabilität nicht erforderlich.

Schlankheiten

Stab	Ek	c	φ	I _{0,z}	i _z	λ _z	λ _{lim}
				I _{0,y}	i _y	λ _y	λ _{lim}
				[m]	[cm]		
Stab 1	13	10	-	2.00	5.77	34.59	214.63
				2.00	57.74	3.46	214.63
Stab 2	13	10	-	4.00	10.10	39.59	1000.00
				4.00	57.74	6.93	1000.00
Stab 3	13	10	-	6.66	5.77	115.41	395.60
				6.66	57.74	11.54	395.60
Stab 4	13	10	-	4.00	5.77	69.28	1000.00
				4.00	57.74	6.93	1000.00

Bewehrungswahl

Längsbewehrung

Stab	Ort	Anzahl	d _s	A _s	Lage
			[mm]	[cm ²]	
1	oben	12	14	18.5	1
	unten	12	14	18.5	1
2	oben	14	14	21.6	1
	unten	14	14	21.6	1
3	oben	25	16	50.3	1
	unten	25	16	50.3	1
4	oben	24	14	36.9	1
	unten	24	14	36.9	1

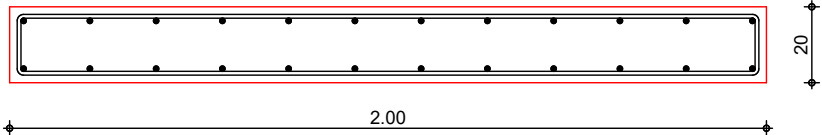


Querkraftbewehrung (Bügel)

Stab	x_a [m]	x_e [m]	d_s [mm]	s [cm]	Schn.	a_{sw} [cm ² /m]
1	0.00	1.00	10	8.00	2	19.63
2	0.00	2.00	10	8.00	2	19.63
3	0.00	3.33	10	8.00	2	19.63
4	0.00	2.00	10	8.00	2	19.63

M 1:20

Stab 1

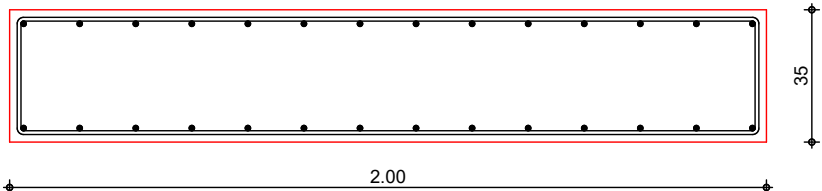


oben/unten je:
As,o/u je:
Bügel:
Schnittig:

12Ø14
18.5 cm²
Ø10/8.0
2

M 1:20

Stab 2

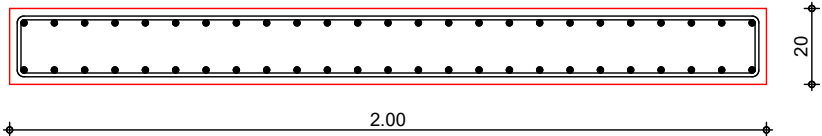


oben/unten je:
As,o/u je:
Bügel:
Schnittig:

14Ø14
21.6 cm²
Ø10/8.0
2

M 1:20

Stab 3

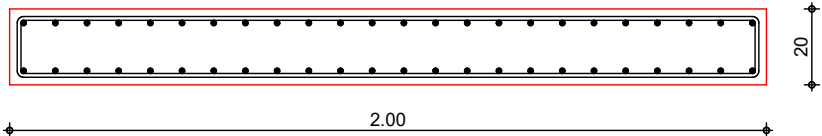


oben/unten je:
As,o/u je:
Bügel:
Schnittig:

25Ø16
50.3 cm²
Ø10/8.0
2

M 1:20

Stab 4



oben/unten je:
As,o/u je:
Bügel:
Schnittig:

24Ø14
36.9 cm²
Ø10/8.0
2

Auflagerkräfte

Charakteristische Auflagerkräfte (global)

Char. Auflagerkr.



	Aufl.	$F_{x,k,min}$ [kN]	$F_{x,k,max}$ [kN]	$F_{z,k,min}$ [kN]	$F_{z,k,max}$ [kN]
Einw. G_k	A	0.00	0.00	73.15	73.15
	B	0.00	0.00	61.33	61.33
Einw. $Q_{k,N}$	A	0.00	0.00	2.57	38.85
	B	0.00	0.00	0.49	38.85

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	η [-]
Expositionsklassen	OK
Querkraft	OK 0.17

Die Lasten sind auf
2 m verteilt
g = 36,6 kN/m
P = 19,4 kN/m

vorh. LILA-5
g = 44,57 kN/m
p = 18,60 kN/m

kein Bedenken



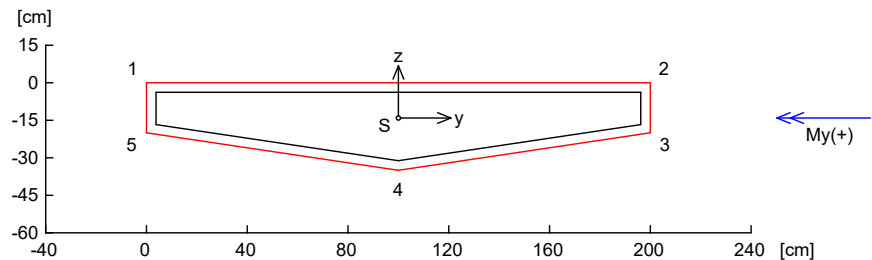
Pos. I-T2.1-N1

Treppenquerschnitt-Lauf

Der Querschnitt der Treppe läuft an der Unterkante des Laufes V-förmig zusammen.
Um diese Querschnittsform zu erfassen, wird ein entsprechender Nachweis geführt.
Der Treppenlauf soll als gesamtes Fertigteil hergestellt werden.

System
M 1:30

polygonal berandeter Querschnitt



Eckpunkte

Ecke	y [cm]	z [cm]	Ecke	y [cm]	z [cm]
1	0.0	0.0	2	200.0	0.0
3	200.0	-20.0	4	100.0	-35.0
5	0.0	-20.0			

Flächenwerte

ys [cm]	zs [cm]	A [cm²]	Iy [cm⁴]	Iz [cm⁴]
100.0	-14.1	5500.0	3.975e+5	1.583e+7

Bewehrungsanordnung

Umfangsbewehrung

Expositionsklasse

XC1

Belastungen

gemäß DIN EN 1990

Einw. **BEM**

Normalkraft
Biegemoment

$N_{x,d} = 0.00$ kN
 $M_{y,d} = 301.00$ kNm
 $M_{z,d} = 0.00$ kNm

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990

ständig/vorüberg.

Ek	$\Sigma (\gamma^* \psi^* EW)$
1	1.00*BEM

Bem.-schnittgrößen

Ek	$N_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]
1		301.000	

Bemessung (GZT)

gemäß DIN EN 1992-1-1, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.7, 3.2.7, 6.1

Normalbeton

C 30/37

Betonstahl

B 500SA

Diagramm für Beton

Parabel-Rechteck

Bewehrungsgrad

$p_{min} = 0.00$ %
 $p_{max} = 8.00$ %

Durchmesser Querbewehrung

 $ds = 10 \text{ mm}$

Bewehrungsabstand

 $d' = 3.80 \text{ cm}$

erf. Stahlflächen

Lage	y1 [cm]	z1 [cm]	y2 [cm]	z2 [cm]	As [cm ²]
1	3.8	-3.8	196.2	-3.8	29.17
2	196.2	-3.8	196.2	-16.7	1.96
3	196.2	-16.7	100.0	-31.2	14.75
4	100.0	-31.2	3.8	-16.7	14.75
5	3.8	-16.7	3.8	-3.8	1.96

gesamte Stahlfläche

 $As = 62.58 \text{ cm}^2$

Bewehrungsgrad

 $\rho = 1.14 \%$
Bewehrungswahl

minimaler Durchmesser

 $d_{min} = 12 \text{ mm}$

maximaler Durchmesser

 $d_{max} = 16 \text{ mm}$

maximale Stabanzahl

 $n_{max} = 35$

Bewehrungsstäbe

Lage	Anzahl	ds [mm]	As [cm ²]
je Ecke	1	16	2.01
1	13	16	26.14
3	7	16	14.07
4	7	16	14.07

gesamte Stabanzahl

 $n = 32$

Betondeckung Bügel

 $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

gew.Bewehrung

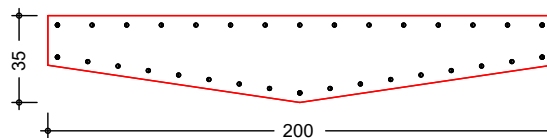
gesamte Stahlfläche

 $As = 64.34 \text{ cm}^2$

Bewehrungsgrad

 $\rho = 1.17 \%$

M 1:30


 Längsstäbe: 32
 Bügel:
 Betondeckung:
 $c_v = 20 \text{ mm}$
 $\phi 16$
 $\phi 10 / 15$

Nachweis

Nu [kN]	Myu [kNm]	Mzu [kNm]	γ [-]	η [-]
0.0	325.7	0.0	1.00	0.924

Pos. I-T4-N1

Stb.-Treppe Kellerabgang

Die Ausführung der Treppenläufe ist als Fertigteil vorgesehen.

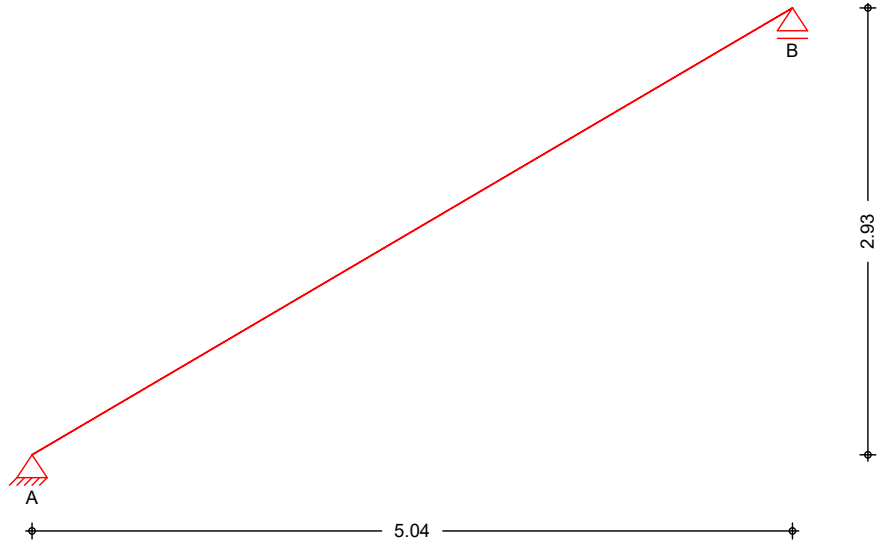
Auf eine Schallentkopplung kann verzichtet werden.

Der Zwischenraum zwischen Treppe und Bodenplatte wird mit Leichtbeton verfüllt.

System

Gerader Treppenlauf

M 1:50



Abmessungen

Mat./Querschnitt

Feld	Kommentar	l [m]	h [cm]	Mat.
Tr.	Treppenlauf	5.04	25.0	C 25/30

Expositionsklasse

XC4

Treppe

Neigung Treppenlauf

α = 30.21 °

Steigung

s = 16.30 cm

Auftritt

a = 28.00 cm

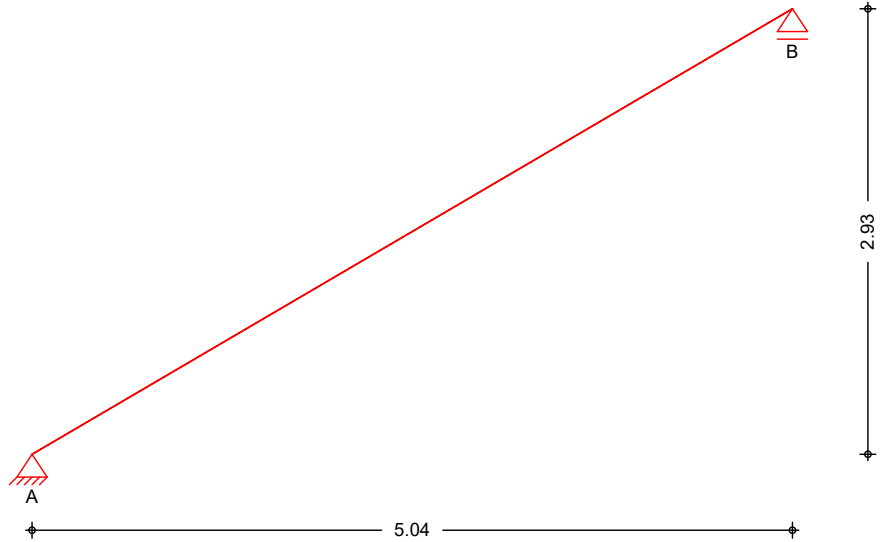
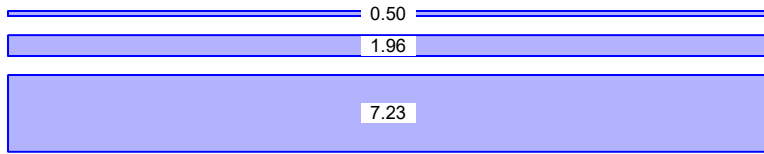
Belastungen

Grafik

Einwirkungen
M 1:50

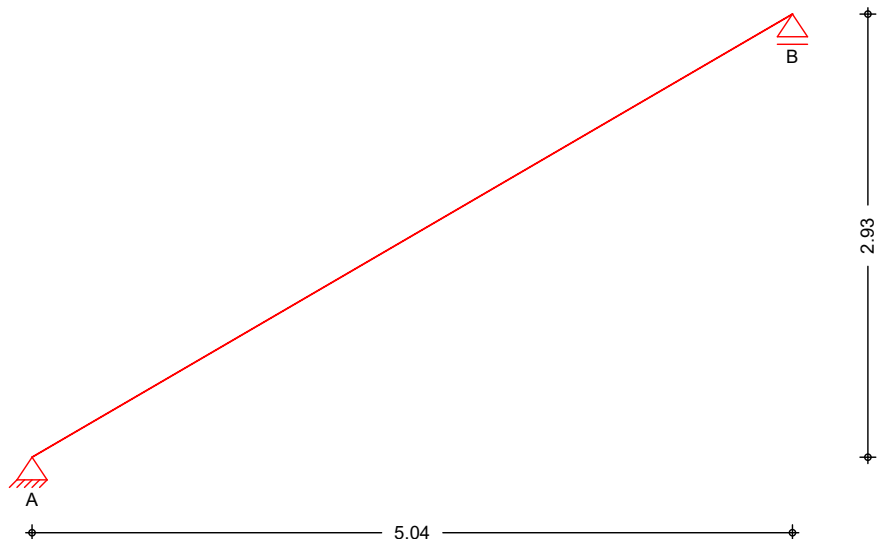
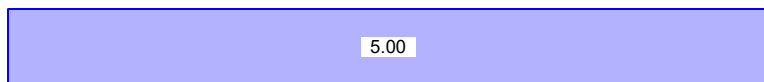
Belastungen auf das System

Gk



Einwirkungen
M 1:50

Qk.N



Eigengewicht

und Bodenbelag

Gleichlasten



Statische Berechnung

Proj.Bez Grundschole Sieker

Datum 16.12.2025

mb BauStatik S230.de 2024.016

Seite

42

Position

I-T4-N1

Projekt

223-056

	Feld	Kommentar	q _z [kN/m ²]
Einw. Gk	Tr.	Eigen. Tr. ✓	25.00 * 0.25 / 0.864 = 7.23
	Tr.	Eigen. St.	0.50 * 24.00 * 0.16 = 1.96
Einw. Gk	Tr.	Lasten des Bodenbelags	0.50

Flächenlasten

Gleichflächenlasten

	Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q _{li} [kN/m ²]	q _{re} [kN/m ²]
Einw. Qk.N	(a) Tr.		0.00	5.04		5.00

(a)

Nutzlast T2 für Teppen und
Treppenpodeste der Kategorie B1
mit Publikumsverkehr sowie
Kategorie B2 bis E

5.0 = 5.00 kN/m²**Kombinationen**

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Σ (γ*ψ*EW)
ständig/vorüberg.	2	1.35*Gk +1.50*Qk.N

Bemessung (GZT)

nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Bemessung für Biegebeanspruchung

Biegung	Feld	x [m]	Ek	M _{y,d} [kNm/m]	z [cm]	a _{s,o} a _{s,u} [cm ² /m]	a _{s,o,erf} a _{s,u,erf} [cm ² /m]
	Tr.	2.52	2	65.34	19.27	- 7.49	- 7.49 ✓

Bemessung für Mindestbewehrung der Querbewehrung

Querbewehrung	Feld	b/h	a _{s,l,erf,o} a _{s,l,erf,u} [cm ² /m]	a _{s,q,vorh,o} a _{s,q,vorh,u} [cm ² /m]	a _{s,q,min,o} a _{s,q,min,u} [cm ² /m]
	Tr.	4.00	- 7.49	- 1.62	- 1.50

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

Schub	Feld	x [m]	Ek	V _{z,d} [kN/m]	θ [°]	V _{rd,max} [kN/m]	V _{rd,c} [kN/m]	a _{sw,erf} [cm ² /m ²]
	Tr.	0.00	2	47.64	18.4	430.31	100.54	-

Bewehrungswahl

Biege- und Querkraftbewehrung

untere Bewehrung

Ø 10 / 10.0 cm

VE Ø 6 / 17.5 cm

a_{s,l,u} = 7.85 cm²/ma_{s,q,u} = 1.62 cm²/m

Nachweise (GZG)

im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegeschlankheit

Begrenzung der Biegeschlankheit

Referenzbewehrungsgrad

$\rho_0 = 0.50 \%$

Der Vergrößerungsfaktor ($A_{s,vorh}/A_{s,erf}$) in Gl. 7.17 wurde auf 1,1 begrenzt.

Feld	vorh.l/d [-]	ρ [%]	ρ' [%]	K [-]	zul.l/d [-]	η [-]
Tr.	24.59	0.37	0.00	1.00	26.02	0.94

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

Einw. G_k

Einw. $Q_k.N$

Aufl.	$F_{z,k}$ [kN/m]
A	24.41
B	24.41
A	12.60
B	12.60

Bem.-auflagerkräfte

Komb. 1

Komb. 2

Komb. 3

Aufl.	$F_{z,d}$ [kN/m]
A	32.96
B	32.96
A	51.86
B	51.86
A	24.41
B	24.41

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Betonstahl

Nachweis	η [-]
Expositionsklassen	OK
Bewehrungswahl unten längs	OK
Bewehrungswahl unten quer	OK

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Feld	η [-]
Biegeschlankheit	Tr. OK	0.94

Pos. I-111.1-N1

Stahlrahmen

Für den Brandfall wird der Stahlrahmen mit Gelenken versehen um die Außenstützen als Kragstützen nachzuweisen, sodass nur die vertikalen Stützen mit einer Brandschutzverkleidung versehen werden müssen.

Die Querschnitte reichen weiterhin aus.

Durch die Bemessungskombination im Brandfall wird für den Fußpunkt-Anschluss nur noch das Eigengewicht maßgebend:

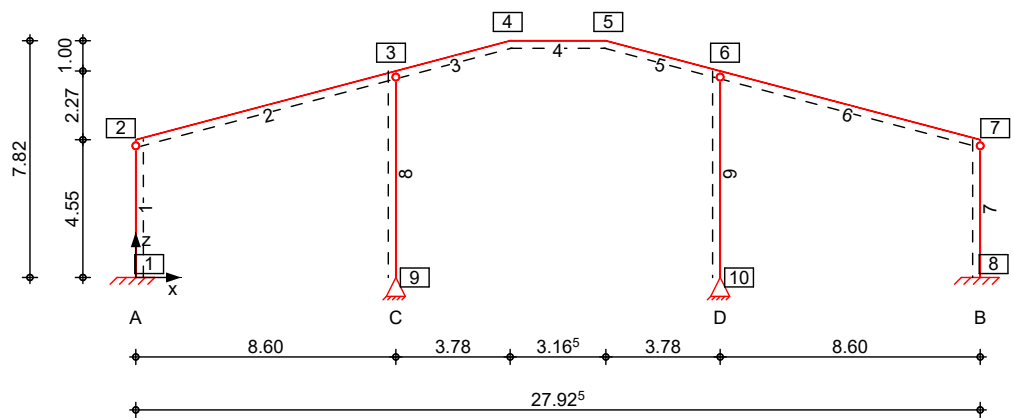
$$E_{d,fi} = \gamma_{GA} \cdot G_k + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,w}$$

Im Normalzustand wird der Rahmen weiterhin biegesteif ausgebildet.

System

Stabwerk

M 1:250



Knotendefinition

Knoten	x [m]	z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	4.55
3	8.60	6.82
4	12.38	7.82
5	15.55	7.82
6	19.33	6.82
7	27.93	4.55
8	27.93	0.00
9	8.60	0.00
10	19.33	0.00

Stabdefinition

Stab	von Kn.	bis Kn.	l [m]	Lage [°]	Achse	Material	Querschnitt
1	1	2	4.55	0.0	frei	S 355	HEB 220
2	2	3	8.89	0.0	frei	S 355	HEB 260
3	3	4	3.91	0.0	frei	S 355	HEB 260
4	4	5	3.17	0.0	frei	S 355	HEB 260
5	5	6	3.91	0.0	frei	S 355	HEB 260
6	6	7	8.89	0.0	frei	S 355	HEB 260
7	7	8	4.55	0.0	frei	S 355	HEB 220
8	3	9	6.82	0.0	frei	S 355	MSH 150x100-12.5
9	6	10	6.82	0.0	frei	S 355	MSH 150x100-12.5



Stabendgelenke

Stab	$N_{x,Anf}$	$V_{z,Anf}$	$M_{y,Anf}$	$N_{x,End}$	$V_{z,End}$	$M_{y,End}$
1	fest	fest	fest	fest	fest	frei
7-9	fest	fest	frei	fest	fest	fest

Auflagerdefinition global

Lager	Kn.	$K_{T,x}$ [kN/m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]
A	1	fest	fest	fest
B	8	fest	fest	fest
C	9	fest	fest	frei
D	10	fest	fest	frei

Belastungen

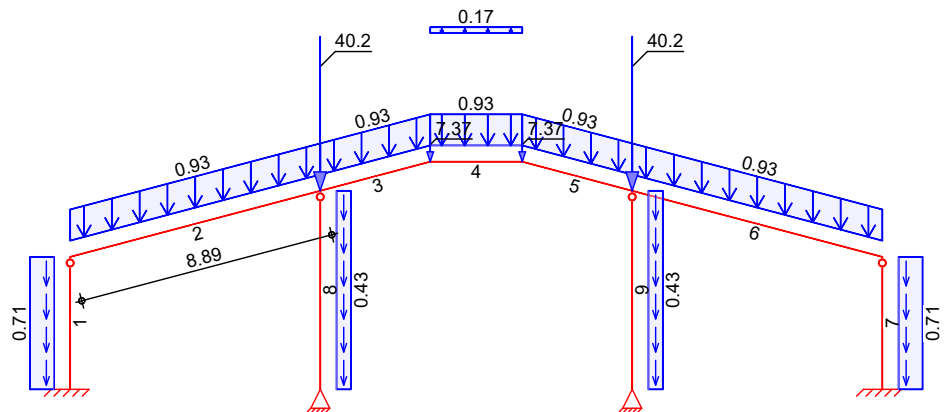
Belastungen auf das System

Grafik

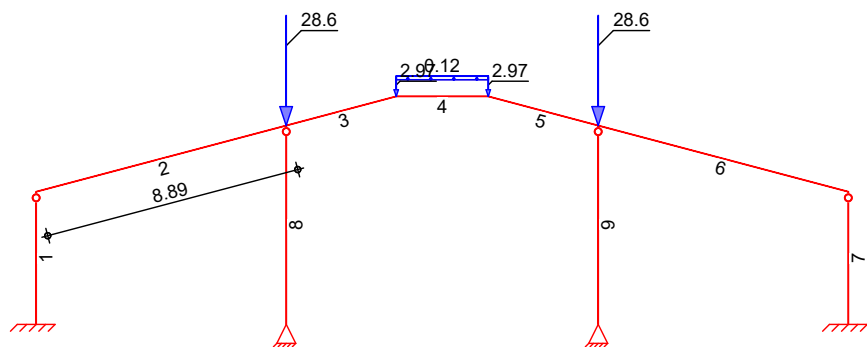
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkung

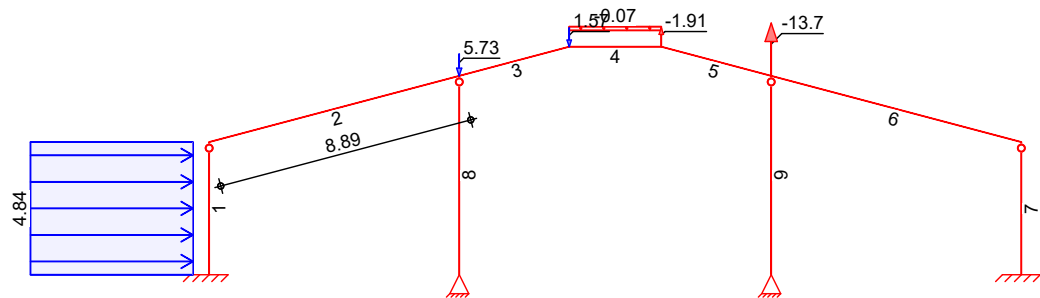
Gk



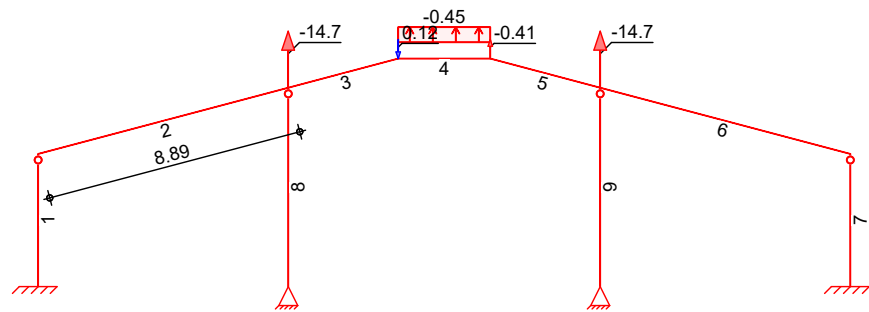
Qk.S.A



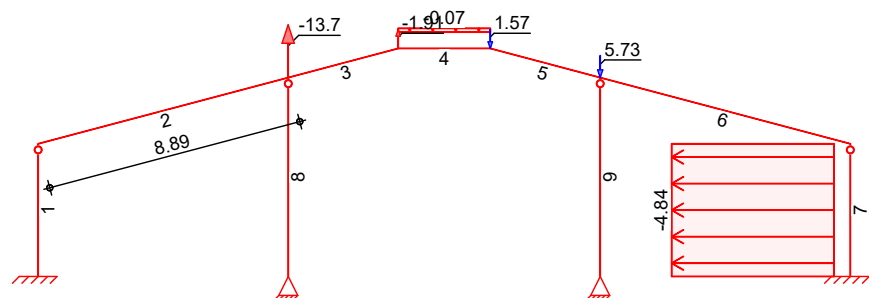
Qk.W.000



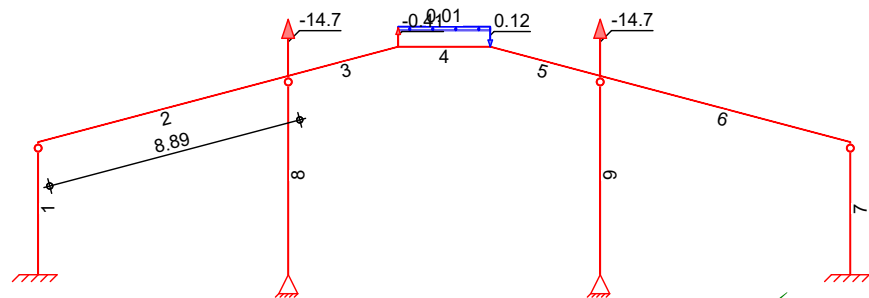
Qk.W.090



Qk.W.180



Qk.W.270



Eigengewicht in z-Richtung

Einw. Gk

Eigengewicht am Stab

Stab	Kommentar	q _z [kN/m]
1	Eigengew	0.71
2-6	Eigengew	0.93
7	Eigengew	0.71
8-9	Eigengew	0.43

Streckenlasten in x-Richtung

Einw. Qk.W.000

Einw. Qk.W.180

Streckenlasten am Stab

Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	q _{x,li} [kN/m]	q _{x,re} [kN/m]
(a) 1		0.00	4.55		4.84
(b) 7		0.00	4.55		-4.84

(a)

Windsog und Winddruck summiert

$$(0.42+0.20) \cdot (8.85/2+6.75/2) = 4.84 \text{ kN/m}$$

(b)

Windsog und Winddruck summiert

$$-(0.42+0.20) \cdot (8.85/2+6.75/2) = -4.84 \text{ kN/m}$$

Streckenlasten in z-Richtung

Einw. Gk

Einw. Qk.S.A

Einw. Qk.W.000

Einw. Qk.W.090

Einw. Qk.W.180

Einw. Qk.W.270

Streckenlasten am Stab (auf Grundfläche)

Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	q _{z,li} [kN/m]	q _{z,re} [kN/m]
(a) 4		0.00	3.17		0.17
(b) 4		0.00	3.17		0.12
(c) 4		0.00	3.17		-0.07
(d) 4		0.00	3.17		-0.45
(e) 4		0.00	3.17		-0.07
(f) 4		0.00	3.17		0.01

(a)

aus Pos. 'I-101' C (Fz), Gk (max)

$$0.173 = 0.17 \text{ kN/m}$$

0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

(b)

aus Pos. 'I-101' C (Fz), Qk.S.A
(max)

$$0.124 = 0.12 \text{ kN/m}$$

0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

(c)

aus Pos. 'I-101' C (Fz), Qk.W.000



(max)

0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

-0.068 = -0.07 kN/m

(d)

aus Pos. 'I-101' C (Fz), Qk.W.090

(max)

0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

-0.449 = -0.45 kN/m

(e)

aus Pos. 'I-101' C (Fz), Qk.W.180

(max)

0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

-0.068 = -0.07 kN/m

(f)

aus Pos. 'I-101' C (Fz), Qk.W.270

(max)

0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

0.006 = 0.01 kN/m

Punktlasten

in x-/z-Richtung

Einzellasten am Stab

	Stab	Kommentar	a [m]	F _x [kN]	F _z [kN]
Einw. Gk	(a) 2		8.89		40.15
	(a) 6		0.00		40.15
	(b) 4		0.00		7.37
	(b) 4		3.17		7.37
Einw. Qk.S.A	(c) 2		8.89		28.58
	(c) 6		0.00		28.58
	(d) 4		0.00		2.97
	(d) 4		3.17		2.97
Einw. Qk.W.000	(e) 2		8.89		5.73
	(f) 6		0.00		-13.71
	(g) 4		0.00		1.57
	(h) 4		3.17		-1.91
Einw. Qk.W.090	(i) 2		8.89		-14.67
	(j) 6		0.00		-14.67
	(k) 4		0.00		0.12
	(l) 4		3.17		-0.41
Einw. Qk.W.180	(m) 2		8.89		-13.71
	(n) 6		0.00		5.73
	(o) 4		0.00		-1.91
	(p) 4		3.17		1.57
Einw. Qk.W.270	(q) 2		8.89		-14.67
	(r) 6		0.00		-14.67
	(s) 4		0.00		-0.41
	(t) 4		3.17		0.12

(a)

aus Pos. 'I-104' C (Fz), Gk (max)

0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

40.151 = 40.15 kN

(b)

aus Pos. 'I-108' C (Fz), Gk (max)

aus Pos. 'I-106' A (Fz), Gk (max)

-1.023 = -1.02 kN

8.397 = 8.40 kN



			=	7.37	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
(c)	aus Pos. 'I-104' C (Fz), Qk.S.A (max)				
		28.581	=	28.58	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
(d)	aus Pos. 'I-108' C (Fz), Qk.S.A (max)				
		-0.886	=	-0.89	kN
	aus Pos. 'I-106' A (Fz), Qk.S.A (max)				
		3.860	=	3.86	kN
			=	2.97	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
(e)	aus Pos. 'I-104' C (Fz), Qk.W.000 (max)				
		5.728	=	5.73	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
(f)	aus Pos. 'I-104' C (Fz), Qk.W.180 (max)				
		-13.713	=	-13.71	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
(g)	aus Pos. 'I-108' C (Fz), Qk.W.000 (max)				
		1.410	=	1.41	kN
	aus Pos. 'I-106' A (Fz), Qk.W.000 (max)				
		0.163	=	0.16	kN
			=	1.57	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
(h)	aus Pos. 'I-108' C (Fz), Qk.W.180 (max)				
		0.697	=	0.70	kN
	aus Pos. 'I-106' A (Fz), Qk.W.180 (max)				
		-2.603	=	-2.60	kN
			=	-1.91	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
(i)	aus Pos. 'I-104' C (Fz), Qk.W.090 (max)				
		-14.673	=	-14.67	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
(j)	aus Pos. 'I-104' C (Fz), Qk.W.270 (max)				
		-14.673	=	-14.67	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				

(k)	aus Pos. 'I-108'o C (Fz), Qk.W.090 (max)			
		0.533	=	0.53 kN
	aus Pos. 'I-106'1 A (Fz), Qk.W.090 (max)			
		-0.416	=	-0.42 kN
			=	0.12 kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
(l)	aus Pos. 'I-108'o C (Fz), Qk.W.270 (max)			
		0.002	=	0.00 kN
	aus Pos. 'I-106'1 A (Fz), Qk.W.270 (max)			
		-0.416	=	-0.42 kN
			=	-0.41 kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
(m)	aus Pos. 'I-104'o C (Fz), Qk.W.180 (max)			
		-13.713	=	-13.71 kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
(n)	aus Pos. 'I-104'o C (Fz), Qk.W.000 (max)			
		5.728	=	5.73 kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
(o)	aus Pos. 'I-108'o C (Fz), Qk.W.180 (max)			
		0.697	=	0.70 kN
	aus Pos. 'I-106'1 A (Fz), Qk.W.180 (max)			
		-2.603	=	-2.60 kN
			=	-1.91 kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
(p)	aus Pos. 'I-108'o C (Fz), Qk.W.000 (max)			
		1.410	=	1.41 kN
	aus Pos. 'I-106'1 A (Fz), Qk.W.000 (max)			
		0.163	=	0.16 kN
			=	1.57 kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
(q)	aus Pos. 'I-104'o C (Fz), Qk.W.270 (max)			
		-14.673	=	-14.67 kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
(r)	aus Pos. 'I-104'o C (Fz), Qk.W.090 (max)			

		-14.673	=	-14.67	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
(s)	aus Pos. 'I-108'o C (Fz), Qk.W.270 (max)				
		0.002	=	0.00	kN
	aus Pos. 'I-106'1 A (Fz), Qk.W.270 (max)				
		-0.416	=	-0.42	kN
			=	-0.41	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				

(t)	aus Pos. 'I-108'o C (Fz), Qk.W.090 (max)				
		0.533	=	0.53	kN
	aus Pos. 'I-106'1 A (Fz), Qk.W.090 (max)				
		-0.416	=	-0.42	kN
			=	0.12	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				

Kombinationen

Manuelle Kombinationsbildung (4 Kombinationen)
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$
außergewöhnlich	1	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.000
	3	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.180
	4	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.270
außerg. Auflagerkr	5	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.000
	6	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.180
	7	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.270

Manuelle Komb.

Manuell vorgegebene Kombinationen

	Vorgabe	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$
außergewöhnlich	1	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.000
	2	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.090
	3	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.180
	4	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.270

Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen Theorie I. Ordnung

Grafik

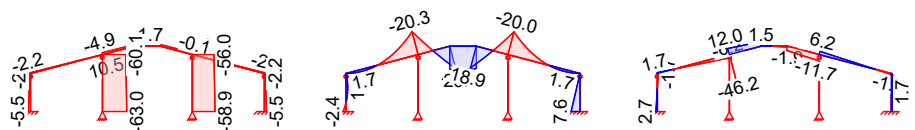
Schnittgrößen (maßgebende)

Komb. 1

$N_{x,d}$ [kN]

$M_{y,d}$ [kNm]

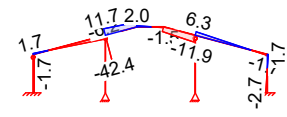
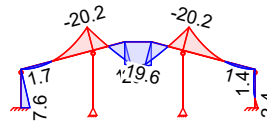
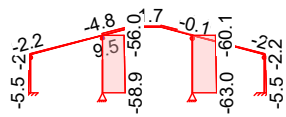
$V_{z,d}$ [kN]



Komb. 3

 $N_{x,d}$ [kN]

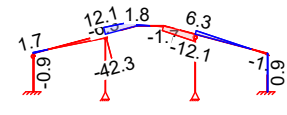
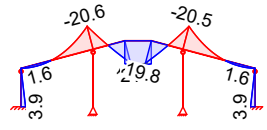
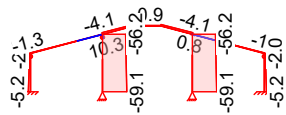
 $M_{y,d}$ [kNm]

 $V_{z,d}$ [kN]


Komb. 4

 $N_{x,d}$ [kN]

 $M_{y,d}$ [kNm]

 $V_{z,d}$ [kN]

Tabelle

Schnittgrößen (maßgebende)

	Stab	x	N _{x,d}	M _{y,d}	V _{z,d}
		[m]	[kN]	[kNm]	[kN]
Komb. 1	1	0.00	-5.47 *	-2.44 *	2.74 *
		2.87	-3.42	1.43 *	-0.04
		4.55	-2.22 *	0.00	-1.66 *
	2	0.00	-2.17 *	0.00	1.72 *
		1.90	-1.73	1.65 *	0.02
		8.89	10.47 *	-20.30 *	-46.17 *
	3	0.00	-4.88 *	-20.30 *	11.96 *
		2.91	-4.19	10.70	9.35
		3.91	-3.96 *	19.60 *	8.45 *
	4	0.00	-1.66 *	19.60	1.50 *
		1.38	-1.66	20.63 *	-0.01
		3.17	-1.66	18.90 *	-1.94 *
	5	0.00	-3.89 *	18.90 *	8.21 *
		1.00	-4.13	10.24	-9.11
		3.91	-4.82 *	-20.05 *	-11.71 *
	6	0.00	-0.07 *	-20.05 *	6.24 *
		7.00	-1.73	1.67 *	-0.03
		8.89	-2.18 *	0.00	-1.73 *
	7	0.00	-2.23 *	0.00	1.66 *
		4.55	-5.48 *	7.57 *	1.66
	8	0.00	-60.12 *	0.00	0.00
		6.82	-63.05 *	0.00	0.00
	9	0.00	-55.97 *	0.00	0.00
		6.82	-58.90 *	0.00	0.00
Komb. 3	1	0.00	-5.48 *	7.57 *	-1.66 *
		4.55	-2.23 *	0.00	-1.66
	2	0.00	-2.18 *	0.00	1.74 *
		1.90	-1.73	1.68 *	0.04
		8.89	9.47 *	-20.15 *	-42.40 *
	3	0.00	-4.82 *	-20.15 *	11.73 *
		2.91	-4.13	10.19	9.12
		3.91	-3.90 *	18.87 *	8.23 *
	4	0.00	-1.66 *	18.87 *	1.96 *
		1.78	-1.66	20.64 *	0.03

	Stab	x [m]	N _{x,d} [kN]	M _{y,d} [kNm]	V _{z,d} [kN]
		3.17	-1.66	19.63	-1.48 *
	5	0.00	-3.95 *	19.63 *	-8.44 *
		1.00	-4.19	10.75	-9.33
		3.91	-4.88 *	-20.19 *	-11.94 *
	6	0.00	-0.07 *	-20.19 *	6.25 *
		7.00	-1.72	1.64 *	-0.01
		8.89	-2.17 *	0.00	-1.71 *
	7	0.00	-2.21 *	0.00	1.66 *
		1.68	-3.41	1.43 *	0.04
		4.55	-5.46 *	-2.44 *	-2.74 *
	8	0.00	-55.99 *	0.00	0.00
		6.82	-58.91 *	0.00	0.00
	9	0.00	-60.11 *	0.00	0.00
		6.82	-63.04 *	0.00	0.00
Komb. 4	1	0.00	-5.22 *	3.92 *	-0.86 *
		4.55	-1.97 *	0.00	-0.86
	2	0.00	-1.34 *	0.00	1.69 *
		1.88	-0.89	1.59 *	0.00
		8.89	10.26 *	-20.59 *	-42.26 *
	3	0.00	-4.08 *	-20.59 *	12.06 *
		2.91	-3.39	10.70	9.45
		3.91	-3.15 *	19.70 *	8.55 *
	4	0.00	-0.86 *	19.70 *	1.79 *
		1.59	-0.86	21.15 *	0.03
		3.17	-0.86	19.84	-1.70 *
	5	0.00	-3.16 *	19.84 *	-8.57 *
		1.00	-3.40	10.82	-9.47
		3.91	-4.09 *	-20.52 *	-12.07 *
	6	0.00	0.77 *	-20.52 *	6.29 *
		7.03	-0.89	1.57 *	0.00
		8.89	-1.33 *	0.00	-1.68 *
	7	0.00	-1.96 *	0.00	0.86 *
		4.55	-5.21 *	3.92 *	0.86
	8	0.00	-56.18 *	0.00	0.00
		6.82	-59.11 *	0.00	0.00
	9	0.00	-56.21 *	0.00	0.00
		6.82	-59.13 *	0.00	0.00

Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1993

Material

Material	f _{y,k} [N/mm ²]	E [N/mm ²]
S 355	355	210000

Querschnitt

Nr	Profil	A [cm ²]	W _y W _z [cm ³]	S _y S _z [cm ³]	I _y I _z [cm ⁴]	I _t [cm ⁴]
1	HEB 220 ^f	91.0	736.0 258.0	414.0 195.7	8090 2840	76.8
2	HEB 260 ^f	118.0	1150.0 395.0	641.0 298.6	14920 5130	124.0



Nr	Profil	A	W_y W_z	S_y S_z	I_y I_z	I_t
		[cm ²]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ⁴]
3	MSH 150x100-12.5 ^{wf}	54.6	198.0 153.0	134.8 99.6	1490 763	1680.0

w: warm hergestellt

f: freie Hauptachsenlage

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1993

Quersch.-klasse

c/t-Verhältnis

Nachweis E-E

Abs. 6.2

Maßgebende Querschnittsklasse: Klasse 1

Nachweis der Biege- und Querkrafttragfähigkeit

	x	E_k	$N_{x,d}$	$M_{y,d}$	$V_{z,d}$	σ_d τ_d $\sigma_{v,d}$	η
	[m]		[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[-]
Stab 1	0.00	3	-5.48	7.57	-1.66	10.89 0.23 10.89	0.03
Stab 2	8.89	1	10.47	-20.30	-46.17	12.93 18.63 34.76	0.10 *
Stab 3	0.00	4	-4.08	-20.59	12.06	18.25 1.27 18.39	0.05
	2.91	1	-4.19	10.70	9.35	9.66 0.99 9.81	0.03
Stab 4	1.59	4	-0.86	21.15	0.03	18.46 0.00 18.46	0.05
Stab 5	1.00	3	-4.19	10.75	-9.33	9.70 0.99 9.85	0.03
	3.91	4	-4.09	-20.52	-12.07	18.19 1.28 18.32	0.05
Stab 6	0.00	4	0.77	-20.52	6.29	17.91 0.66 17.95	0.05
Stab 7	4.55	1	-5.48	7.57	1.66	10.89 0.23 10.89	0.03
Stab 8	6.82	1	-63.05	0.00	0.00	11.55 0.00 11.55	0.03
Stab 9	6.82	3	-63.04	0.00	0.00	11.54 0.00 11.54	0.03

Stabilität

Nachweis der Stabilität

Globale Beiwerte

Teilsicherheitsbeiwert:

$$\gamma_{m,1} = 1.00$$

Stab	Gehalten in y-Ri.	Gehalten in z-Ri.	z_p [cm]
Stab 1	nein	nein	-31.00
Stab 2, Stab 3, Stab 4, Stab 5, Stab 6	nein	nein	-33.00
Stab 7	nein	nein	-31.00
Stab 8, Stab 9	nein	nein	-27.50

	x [m]	Ek	$N_{x,d}$ N_{Rd} [kN]	χ_y χ_z [-]	$M_{y,d}$ $M_{y,Rd}$ [kNm]	χ_{LTmod} [-]	η [-]
$(L_{cr,y} = 4.55m, L_{cr,z} = 4.55m)$							
Stab 1	0.00	3	-5.48	0.82	7.57	0.83	0.03
			3230.50	0.50	293.94		
$(L_{cr,y} = 8.89m, L_{cr,z} = 8.89m)$							
Stab 2	8.89	1	-	-	-20.30	0.86	0.05
			4189.00	-	455.11		
$(L_{cr,y} = 3.91m, L_{cr,z} = 3.91m)$							
Stab 3	0.00	1	-4.88	0.90	-20.30	1.00	0.05
			4189.00	0.68	455.11		
$(L_{cr,y} = 3.91m, L_{cr,z} = 3.91m)$							
	2.91	1	-4.19	0.90	10.70	1.00	0.02
			4189.00	0.68	455.11		
$(L_{cr,y} = 3.17m, L_{cr,z} = 3.17m)$							
Stab 4	1.59	4	-0.86	0.94	21.15	0.83	0.06
			4189.00	0.77	455.11		
$(L_{cr,y} = 3.91m, L_{cr,z} = 3.91m)$							
Stab 5	1.00	3	-4.19	0.90	10.75	1.00	0.03
			4189.00	0.68	455.11		
$(L_{cr,y} = 3.91m, L_{cr,z} = 3.91m)$							
	3.91	1	-4.82	0.90	-20.05	1.00	0.05
			4189.00	0.68	455.11		
$(L_{cr,y} = 8.89m, L_{cr,z} = 8.89m)$							
Stab 6	0.00	4	-	-	-20.52	0.85	0.05
			4189.00	-	455.11		
$(L_{cr,y} = 4.55m, L_{cr,z} = 4.55m)$							
Stab 7	4.55	1	-5.48	0.82	7.57	0.83	0.03
			3230.50	0.50	293.94		
$(L_{cr,y} = 6.82m, L_{cr,z} = 6.82m)$							
Stab 8	6.82	1	-63.05	0.30	-	-	0.20 *
			1938.30	0.16	95.68		
$(L_{cr,y} = 6.82m, L_{cr,z} = 6.82m)$							
Stab 9	6.82	3	-63.04	0.30	-	-	0.20
			1938.30	0.16	95.68		

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte (global)



Char. Auflagerkr.

	Aufl.	 $F_{x,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]
Einw. G_k	A	-0.87	5.22	3.94
	B	0.87	5.21	-3.94
	C	0.00	62.09	0.00
	D	0.00	62.08	0.00
Einw. $Q_{k.S.A}$	A	-0.31	-0.47	1.43
	B	0.31	-0.48	-1.43
	C	0.00	32.23	0.00
	D	0.00	32.22	0.00
Einw. $Q_{k.W.000}$	A	18.02	1.25	-31.93
	B	3.98	1.34	-18.13
	C	0.00	4.78	0.00
	D	0.00	-15.91	0.00
Einw. $Q_{k.W.090}$	A	0.10	0.12	-0.44
	B	-0.10	0.14	0.44
	C	0.00	-15.56	0.00
	D	0.00	-15.76	0.00
Einw. $Q_{k.W.180}$	A	-3.98	1.33	18.13
	B	-18.02	1.25	31.93
	C	0.00	-15.90	0.00
	D	0.00	4.79	0.00
Einw. $Q_{k.W.270}$	A	0.03	0.02	-0.12
	B	-0.03	0.00	0.12
	C	0.00	-14.92	0.00
	D	0.00	-14.72	0.00

Bem.-auflagerkräfte

	Aufl.	$F_{x,d}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]	 $M_{y,d}$ [kNm]
Komb. 5	A	2.74	5.47	-2.44
	B	1.66	5.48	-7.57
	C	0.00	63.05	0.00
	D	0.00	58.90	0.00
Komb. 6	A	-1.66	5.48	7.57
	B	-2.74	5.46	2.44
	C	0.00	58.91	0.00
	D	0.00	63.04	0.00
Komb. 7	A	-0.86	5.22	3.92
	B	0.86	5.21	-3.92
	C	0.00	59.11	0.00
	D	0.00	59.13	0.00

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Nachweis E-E		0.10
Stabilität		0.20

Statische Berechnung

Proj.Bez Grundschole Sieker

Datum 05.01.2026

mb BauStatik S601.de 2024.016

Seite

55.2

Position

I-111.1-N1

Projekt

223-056

zusätzl. Ausgabestellen

Name	Ort	x [m]
S3-SG1	Stab 3	2.91
S5-SG1	Stab 5	1.00



Pos. I-112.1-N1

Stahlrahmen

Für den Brandfall wird der Stahlrahmen mit Gelenken versehen um die Außenstützen als Kragstützen nachzuweisen, sodass nur die vertikalen Stützen mit einer Brandschutzverkleidung versehen werden müssen.

Die Querschnitte reichen weiterhin aus.

Durch die Bemessungskombination im Brandfall wird für den Fußpunkt-Anschluss nur noch das Eigengewicht maßgebend:

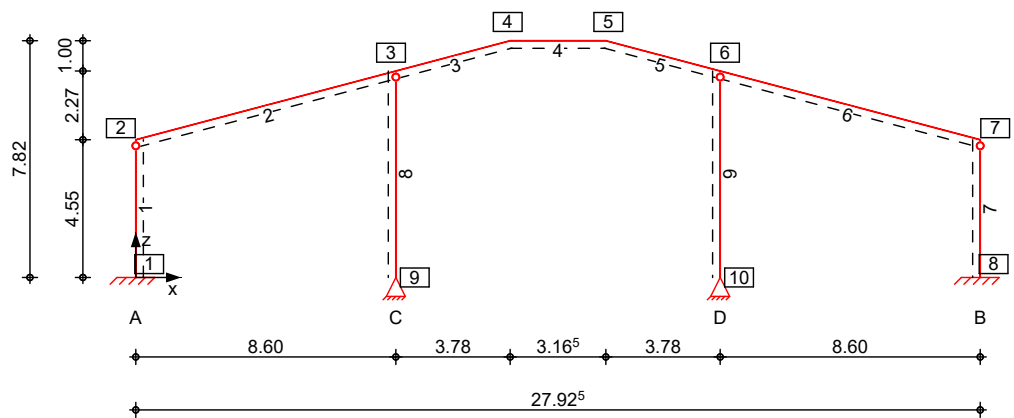
$$E_{d,fi} = \gamma_{GA} \cdot G_k + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,w}$$

Im Normalzustand wird der Rahmen weiterhin biegesteif ausgebildet.

System

Stabwerk

M 1:250



Knotendefinition

Knoten	x [m]	z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	4.55
3	8.60	6.82
4	12.38	7.82
5	15.55	7.82
6	19.33	6.82
7	27.93	4.55
8	27.93	0.00
9	8.60	0.00
10	19.33	0.00

Stabdefinition

Stab	von Kn.	bis Kn.	l [m]	Lage [°]	Achse	Material	Querschnitt
1	1	2	4.55	0.0	frei	S 355	HEB 220
2	2	3	8.89	0.0	frei	S 355	HEB 260
3	3	4	3.91	0.0	frei	S 355	HEB 260
4	4	5	3.17	0.0	frei	S 355	HEB 260
5	5	6	3.91	0.0	frei	S 355	HEB 260
6	6	7	8.89	0.0	frei	S 355	HEB 260
7	7	8	4.55	0.0	frei	S 355	HEB 220
8	3	9	6.82	0.0	frei	S 355	MSH 150x100-12.5
9	6	10	6.82	0.0	frei	S 355	MSH 150x100-12.5

Stabendgelenke

Stab	$N_{x,Anf}$	$V_{z,Anf}$	$M_{y,Anf}$	$N_{x,End}$	$V_{z,End}$	$M_{y,End}$
1	fest	fest	fest	fest	fest	frei
7-9	fest	fest	frei	fest	fest	fest

Auflagerdefinition global

Lager	Kn.	$K_{T,x}$ [kN/m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]
A	1	fest	fest	fest
B	8	fest	fest	fest
C	9	fest	fest	frei
D	10	fest	fest	frei

Belastungen

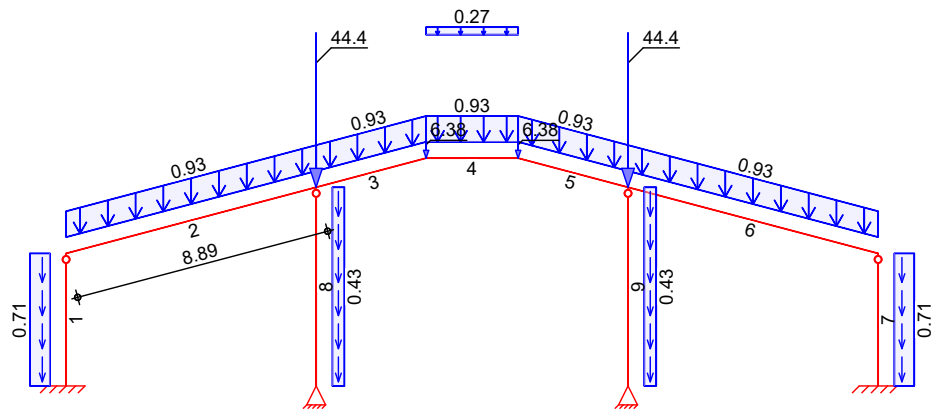
Belastungen auf das System

Grafik

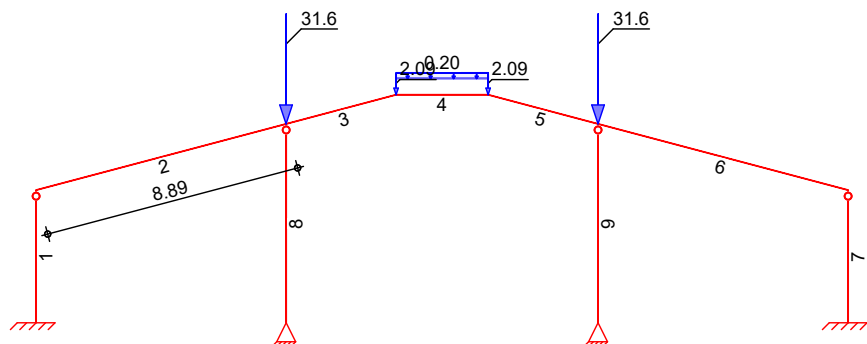
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkung

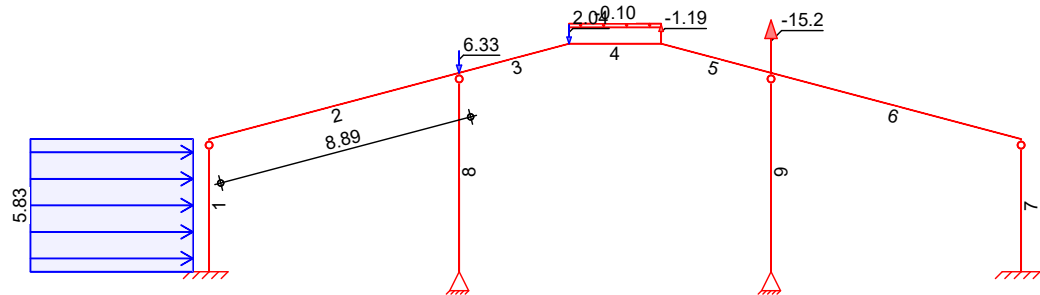
Gk



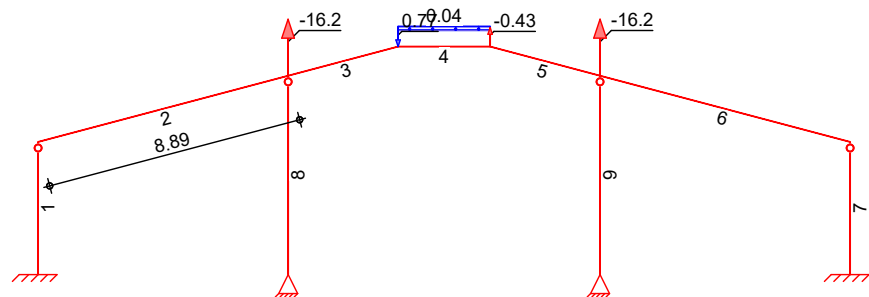
Qk.S.A



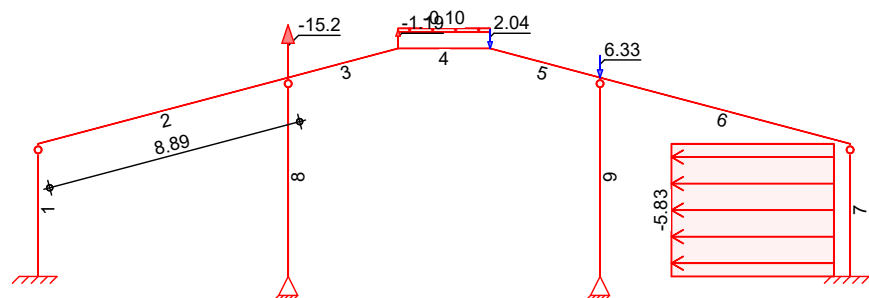
Qk.W.000



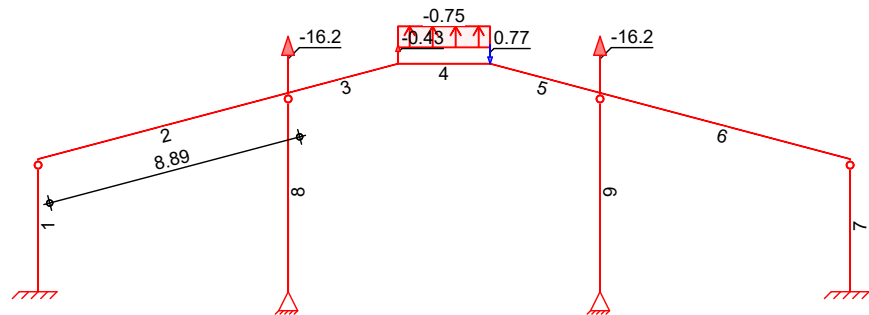
Qk.W.090



Qk.W.180



Qk.W.270



Eigengewicht

in z-Richtung

Einw. Gk

Eigengewicht am Stab

Stab	Kommentar	q _z [kN/m]
1	Eigengew	0.71
2-6	Eigengew	0.93
7	Eigengew	0.71
8-9	Eigengew	0.43

Streckenlasten

in x-Richtung

Einw. Qk.W.000

Einw. Qk.W.180

Streckenlasten am Stab

Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	q _{x,li} [kN/m]	q _{x,re} [kN/m]
(a) 1		0.00	4.55		5.83
(b) 7		0.00	4.55		-5.83

(a)

Windsog und Winddruck summiert

$$(0.42+0.20) \cdot (12.05/2+6.75/2) = 5.83 \text{ kN/m}$$

(b)

Windsog und Winddruck summiert

$$-(0.42+0.20) \cdot (12.05/2+6.75/2) = -5.83 \text{ kN/m}$$

Streckenlasten

in z-Richtung

Einw. Gk

Einw. Qk.S.A

Einw. Qk.W.000

Einw. Qk.W.090

Einw. Qk.W.180

Einw. Qk.W.270

Streckenlasten am Stab (auf Grundfläche)

Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	q _{z,li} [kN/m]	q _{z,re} [kN/m]
(a) 4		0.00	3.17		0.27
(b) 4		0.00	3.17		0.20
(c) 4		0.00	3.17		-0.10
(d) 4		0.00	3.17		0.04
(e) 4		0.00	3.17		-0.10
(f) 4		0.00	3.17		-0.75

(a)

aus Pos. 'I-102'o C (Fz), Gk (max)

$$0.270 = 0.27 \text{ kN/m}$$

0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

(b)

aus Pos. 'I-102'o C (Fz), Qk.S (max)

$$0.200 = 0.20 \text{ kN/m}$$

0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

(c)

aus Pos. 'I-102'o C (Fz), Qk.W.000 (max)

			-0.103	=	-0.10	kN/m
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					
(d)	aus Pos. 'I-102'o C (Fz), Qk.W.090 (max)					
			0.041	=	0.04	kN/m
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					
(e)	aus Pos. 'I-102'o C (Fz), Qk.W.180 (max)					
			-0.103	=	-0.10	kN/m
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					
(f)	aus Pos. 'I-102'o C (Fz), Qk.W.270 (max)					
			-0.753	=	-0.75	kN/m
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					

Punktlasten

in x-/z-Richtung

Einzellasten am Stab

	Stab	Kommentar	a [m]	F _x [kN]	F _z [kN]
Einw. Gk	(a) 2		8.89		44.38
	(a) 6		0.00		44.38
	(b) 4		0.00		6.38
	(b) 4		3.17		6.38
Einw. Qk.S.A	(c) 2		8.89		31.59
	(c) 6		0.00		31.59
	(d) 4		0.00		2.09
	(d) 4		3.17		2.09
Einw. Qk.W.000	(e) 2		8.89		6.33
	(f) 6		0.00		-15.16
	(g) 4		0.00		2.04
	(h) 4		3.17		-1.19
Einw. Qk.W.090	(i) 2		8.89		-16.22
	(j) 6		0.00		-16.22
	(k) 4		0.00		0.77
	(l) 4		3.17		-0.43
Einw. Qk.W.180	(m) 2		8.89		-15.16
	(n) 6		0.00		6.33
	(o) 4		0.00		-1.19
	(p) 4		3.17		2.04
Einw. Qk.W.270	(q) 2		8.89		-16.22
	(r) 6		0.00		-16.22
	(s) 4		0.00		-0.43
	(t) 4		3.17		0.77

(a)	aus Pos. 'I-104'o B (Fz), Gk (max)		44.377	=	44.38	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					
(b)	aus Pos. 'I-107'o C (Fz), Gk (max)					
			-2.013	=	-2.01	kN
	aus Pos. 'I-106'1 B (Fz), Gk (max)					
			8.397	=	8.40	kN
				=	6.38	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					

	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
(c)	aus Pos. 'I-104'0 B (Fz), Qk.S.A (max)	31.589 =	31.59	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
(d)	aus Pos. 'I-107'0 C (Fz), Qk.S.A (max)	-1.769 =	-1.77	kN
	aus Pos. 'I-106'1 B (Fz), Qk.S.A (max)	3.860 =	3.86	kN
		=	2.09	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
(e)	aus Pos. 'I-104'0 B (Fz), Qk.W.000 (max)	6.331 =	6.33	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
(f)	aus Pos. 'I-104'0 B (Fz), Qk.W.180 (max)	-15.157 =	-15.16	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
(g)	aus Pos. 'I-107'0 C (Fz), Qk.W.000 (max)	1.881 =	1.88	kN
	aus Pos. 'I-106'1 B (Fz), Qk.W.000 (max)	0.163 =	0.16	kN
		=	2.04	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
(h)	aus Pos. 'I-107'0 C (Fz), Qk.W.180 (max)	1.414 =	1.41	kN
	aus Pos. 'I-106'1 B (Fz), Qk.W.180 (max)	-2.603 =	-2.60	kN
		=	-1.19	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
(i)	aus Pos. 'I-104'0 B (Fz), Qk.W.090 (max)	-16.217 =	-16.22	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
(j)	aus Pos. 'I-104'0 B (Fz), Qk.W.270 (max)	-16.217 =	-16.22	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'			
(k)	aus Pos. 'I-107'0 C (Fz), Qk.W.090			

	(max)		1.188	=	1.19	kN
	aus Pos. 'I-106'1 B (Fz), Qk.W.090					
	(max)		-0.416	=	-0.42	kN
				=	0.77	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					
(l)	aus Pos. 'I-107'0 C (Fz), Qk.W.270					
	(max)		-0.011	=	-0.01	kN
	aus Pos. 'I-106'1 B (Fz), Qk.W.270					
	(max)		-0.416	=	-0.42	kN
				=	-0.43	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					
(m)	aus Pos. 'I-104'0 B (Fz), Qk.W.180					
	(max)		-15.157	=	-15.16	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					
(n)	aus Pos. 'I-104'0 B (Fz), Qk.W.000					
	(max)		6.331	=	6.33	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					
(o)	aus Pos. 'I-107'0 C (Fz), Qk.W.180					
	(max)		1.414	=	1.41	kN
	aus Pos. 'I-106'1 B (Fz), Qk.W.180					
	(max)		-2.603	=	-2.60	kN
				=	-1.19	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					
(p)	aus Pos. 'I-107'0 C (Fz), Qk.W.000					
	(max)		1.881	=	1.88	kN
	aus Pos. 'I-106'1 B (Fz), Qk.W.000					
	(max)		0.163	=	0.16	kN
				=	2.04	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					
(q)	aus Pos. 'I-104'0 B (Fz), Qk.W.270					
	(max)		-16.217	=	-16.22	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					
(r)	aus Pos. 'I-104'0 B (Fz), Qk.W.090					
	(max)		-16.217	=	-16.22	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'					

(s)	aus Pos. 'I-107' C (Fz), Qk.W.270 (max)	-0.011	=	-0.01	kN
	aus Pos. 'I-106' B (Fz), Qk.W.270 (max)	-0.416	=	-0.42	kN
			=	-0.43	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				

(t)	aus Pos. 'I-107' C (Fz), Qk.W.090 (max)	1.188	=	1.19	kN
	aus Pos. 'I-106' B (Fz), Qk.W.090 (max)	-0.416	=	-0.42	kN
			=	0.77	kN
	0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				
	1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'				

Kombinationen

Manuelle Kombinationsbildung (4 Kombinationen)
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	$\Sigma (\gamma^* \psi^* EW)$
außergewöhnlich	1	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.000
	2	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.090
	3	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.180
außerg. Auflagerkr	5	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.000
	6	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.090
	7	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.180
	8	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.270

Manuelle Komb.

Manuell vorgegebene Kombinationen

	Vorgabe	$\Sigma (\gamma^* \psi^* EW)$
außergewöhnlich	1	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.000
	2	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.090
	3	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.180
	4	1.00 * Gk +0.20 * Qk.W.270

Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen Theorie I. Ordnung

Grafik

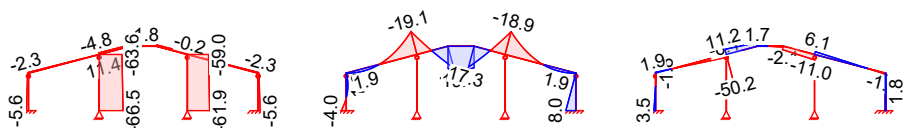
Schnittgrößen (maßgebende)

Komb. 1

$N_{x,d}$ [kN]

$M_{y,d}$ [kNm]

$V_{z,d}$ [kN]

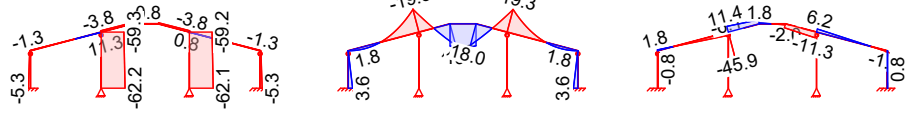


Komb. 2

$N_{x,d}$ [kN]

$M_{y,d}$ [kNm]

$V_{z,d}$ [kN]

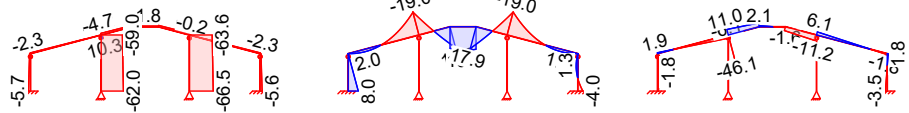


Komb. 3

$N_{x,d}$ [kN]

$M_{y,d}$ [kNm]

$V_{z,d}$ [kN]



Tabelle

Schnittgrößen (maßgebende)

	Stab	x	N _{x,d}	M _{y,d}	V _{z,d}
		[m]	[kN]	[kNm]	[kN]
Komb. 1	1	0.00	-5.64 *	-4.02 *	3.54 *
		3.07	-3.45	1.34 *	-0.04
		4.55	-2.39 *	0.00	-1.77 *
	2	0.00	-2.32 *	0.00	1.86 *
		2.10	-1.82	1.92 *	-0.02
		8.89	11.43 *	-19.11 *	-50.24 *
	3	0.00	-4.80 *	-19.11 *	11.22 *
		2.91	-4.11	9.74	8.61
		3.91	-3.87 *	17.90 *	7.72 *
	4	0.00	-1.77 *	17.90	1.66 *
		1.38	-1.77	19.07 *	0.03
		3.17	-1.77	17.25 *	-2.07 *
	5	0.00	-3.81 *	17.25 *	-7.49 *
		1.00	-4.05	9.32	-8.38
		3.91	-4.73 *	-18.87 *	-10.99 *
	6	0.00	-0.22 *	-18.87 *	6.10 *
6.80		-1.82	1.94 *	0.02	
8.89		-2.32 *	0.00	-1.86 *	
7	0.00	-2.39 *	0.00	1.77 *	
	4.55	-5.64 *	8.04 *	1.77	
8	0.00	-63.57 *	0.00	0.00	
	6.82	-66.49 *	0.00	0.00	
9	0.00	-59.03 *	0.00	0.00	
	6.82	-61.95 *	0.00	0.00	
Komb. 2	1	0.00	-5.34 *	3.63 *	-0.80 *
		4.55	-2.09 *	0.00	-0.80
	2	0.00	-1.30 *	0.00	1.81 *
		2.04	-0.82	1.84 *	-0.01
		8.89	11.30 *	-19.48 *	-45.92 *
	3	0.00	-3.84 *	-19.48 *	11.40 *
		2.91	-3.15	9.89	8.79
		3.91	-2.91 *	18.23 *	7.89 *
	4	0.00	-0.80 *	18.23	1.84 *
		1.48	-0.80	19.63 *	0.05



	Stab	x [m]	N _{x,d} [kN]	M _{y,d} [kNm]	V _{z,d} [kN]
		3.17	-0.80	18.01 *	-1.97 *
	5	0.00	-2.89 *	18.01 *	-7.79 *
		1.00	-3.12	9.77	-8.69
		3.91	-3.81 *	-19.30 *	-11.30 *
	6	0.00	0.80 *	-19.30 *	6.15 *
		6.86	-0.82	1.83 *	0.01
		8.89	-1.30 *	0.00	-1.81 *
	7	0.00	-2.09 *	0.00	0.80 *
		4.55	-5.34 *	3.63 *	0.80
	8	0.00	-59.28 *	0.00	0.00
		6.82	-62.21 *	0.00	0.00
	9	0.00	-59.18 *	0.00	0.00
		6.82	-62.10 *	0.00	0.00
Komb. 3	1	0.00	-5.65 *	8.04 *	-1.77 *
		4.55	-2.40 *	0.00	-1.77
	2	0.00	-2.32 *	0.00	1.87 *
		2.10	-1.83	1.95 *	-0.01
		8.89	10.33 *	-18.98 *	-46.07 *
	3	0.00	-4.74 *	-18.98 *	11.01 *
		2.91	-4.05	9.26	8.40
		3.91	-3.81 *	17.22 *	7.51 *
	4	0.00	-1.77 *	17.22 *	2.09 *
		1.78	-1.77	19.07 *	-0.01
		3.17	-1.77	17.94	-1.63 *
	5	0.00	-3.86 *	17.94 *	-7.69 *
		1.00	-4.10	9.80	-8.59
		3.91	-4.79 *	-18.99 *	-11.20 *
	6	0.00	-0.21 *	-18.99 *	6.12 *
		6.86	-1.84	1.91 *	-0.03
		8.89	-2.32 *	0.00	-1.85 *
	7	0.00	-2.38 *	0.00	1.77 *
		1.48	-3.44	1.34 *	0.04
		4.55	-5.63 *	-4.02 *	-3.54 *
	8	0.00	-59.04 *	0.00	0.00
		6.82	-61.96 *	0.00	0.00
	9	0.00	-63.55 *	0.00	0.00
		6.82	-66.48 *	0.00	0.00

Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1993

Material

Material	f _{y,k} [N/mm ²]	E [N/mm ²]
S 355	355	210000

Querschnitt

Nr	Profil	A [cm ²]	W _y W _z [cm ³]	S _y S _z [cm ³]	I _y I _z [cm ⁴]	I _t [cm ⁴]
1	HEB 220 ^f	91.0	736.0 258.0	414.0 195.7	8090 2840	76.8
2	HEB 260 ^f	118.0	1150.0 395.0	641.0 298.6	14920 5130	124.0



Nr	Profil	A	W _y W _z	S _y S _z	I _η I _ζ	I _t
		[cm ²]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ⁴]
3	MSH 150x100-12.5 ^{wf}	54.6	198.0 153.0	134.8 99.6	1490 763	1680.0

w: warm hergestellt

f: freie Hauptachsenlage

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1993

Quersch.-klasse

c/t-Verhältnis

Nachweis E-E

Abs. 6.2

Maßgebende Querschnittsklasse: Klasse 1

Nachweis der Biege- und Querkrafttragfähigkeit

	x	E _k	N _{x,d}	M _{y,d}	V _{z,d}	σ _d τ _d σ _{v,d}	η
	[m]		[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[-]
Stab 1	0.00	3	-5.65	8.04	-1.77	11.55 0.25 11.55	0.03
Stab 2	8.89	1	11.43	-19.11	-50.24	0.97 21.58 37.40	0.11 *
Stab 3	0.00	2	-3.84	-19.48	11.40	17.26 1.20 17.39	0.05
	2.91	2	-3.15	9.89	8.79	8.87 0.93 9.01	0.03
Stab 4	1.48	2	-0.80	19.63	0.05	17.14 0.01 17.14	0.05
Stab 5	1.00	3	-4.10	9.80	-8.59	8.86 0.91 9.00	0.03
	3.91	2	-3.81	-19.30	-11.30	17.11 1.19 17.23	0.05
Stab 6	0.00	2	0.80	-19.30	6.15	16.85 0.65 16.89	0.05
Stab 7	4.55	1	-5.64	8.04	1.77	11.55 0.25 11.55	0.03
Stab 8	6.82	1	-66.49	0.00	0.00	12.18 0.00 12.18	0.03
Stab 9	6.82	3	-66.48	0.00	0.00	12.18 0.00 12.18	0.03

Stabilität

Nachweis der Stabilität

Globale Beiwerte

Teilsicherheitsbeiwert:

$$\gamma_{m,1} = 1.00$$

Stab	Gehalten in y-Ri.	Gehalten in z-Ri.	z_p [cm]
Stab 1	nein	nein	-31.00
Stab 2, Stab 3, Stab 4, Stab 5, Stab 6	nein	nein	-33.00
Stab 7	nein	nein	-31.00
Stab 8, Stab 9	nein	nein	-27.50

	x [m]	Ek	$N_{x,d}$ N_{Rd} [kN]	χ_y χ_z [-]	$M_{y,d}$ $M_{y,Rd}$ [kNm]	χ_{LTmod} [-]	η [-]
$(L_{cr,y} = 4.55m, L_{cr,z} = 4.55m)$							
Stab 1	0.00	3	-5.65	0.82	8.04	0.83	0.04
			3230.50	0.50	293.94		
$(L_{cr,y} = 8.89m, L_{cr,z} = 8.89m)$							
Stab 2	8.89	2	-	-	-19.48	0.86	0.05
			4189.00	-	455.11		
$(L_{cr,y} = 3.91m, L_{cr,z} = 3.91m)$							
Stab 3	0.00	1	-4.80	0.90	-19.11	1.00	0.04
			4189.00	0.68	455.11		
$(L_{cr,y} = 3.91m, L_{cr,z} = 3.91m)$							
	2.91	1	-4.11	0.90	9.74	1.00	0.02
			4189.00	0.68	455.11		
$(L_{cr,y} = 3.17m, L_{cr,z} = 3.17m)$							
Stab 4	1.48	2	-0.80	0.94	19.63	0.83	0.05
			4189.00	0.77	455.11		
$(L_{cr,y} = 3.91m, L_{cr,z} = 3.91m)$							
Stab 5	1.00	3	-4.10	0.90	9.80	1.00	0.02
			4189.00	0.68	455.11		
$(L_{cr,y} = 3.91m, L_{cr,z} = 3.91m)$							
	3.91	1	-4.73	0.90	-18.87	1.00	0.04
			4189.00	0.68	455.11		
$(L_{cr,y} = 8.89m, L_{cr,z} = 8.89m)$							
Stab 6	0.00	2	-	-	-19.30	0.86	0.05
			4189.00	-	455.11		
$(L_{cr,y} = 4.55m, L_{cr,z} = 4.55m)$							
Stab 7	4.55	1	-5.64	0.82	8.04	0.83	0.04
			3230.50	0.50	293.94		
$(L_{cr,y} = 6.82m, L_{cr,z} = 6.82m)$							
Stab 8	6.82	1	-66.49	0.30	-	-	0.21 *
			1938.30	0.16	95.68		
$(L_{cr,y} = 6.82m, L_{cr,z} = 6.82m)$							
Stab 9	6.82	3	-66.48	0.30	-	-	0.21
			1938.30	0.16	95.68		

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte (global)

Char. Auflagerkr.

	Aufl.	 $F_{x,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]
Einw. G_k	A	-0.80	5.35	3.62
	B	0.80	5.34	-3.62
	C	0.00	65.35	0.00
	D	0.00	65.34	0.00
Einw. $Q_{k.S.A}$	A	-0.25	-0.35	1.14
	B	0.25	-0.36	-1.14
	C	0.00	34.35	0.00
	D	0.00	34.34	0.00
Einw. $Q_{k.W.000}$	A	21.66	1.43	-38.24
	B	4.85	1.51	-22.09
	C	0.00	5.70	0.00
	D	0.00	-16.94	0.00
Einw. $Q_{k.W.090}$	A	-0.01	-0.07	0.03
	B	0.01	-0.03	-0.03
	C	0.00	-15.71	0.00
	D	0.00	-16.15	0.00
Einw. $Q_{k.W.180}$	A	-4.86	1.50	22.09
	B	-21.66	1.43	38.23
	C	0.00	-16.93	0.00
	D	0.00	5.70	0.00
Einw. $Q_{k.W.270}$	A	0.12	0.17	-0.53
	B	-0.12	0.14	0.53
	C	0.00	-17.62	0.00
	D	0.00	-17.16	0.00

Bem.-auflagerkräfte

	Aufl.	$F_{x,d}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]	 $M_{y,d}$ [kNm]
Komb. 5	A	3.54	5.64	-4.02
	B	1.77	5.64	-8.04
	C	0.00	66.49	0.00
	D	0.00	61.95	0.00
Komb. 6	A	-0.80	5.34	3.63
	B	0.80	5.34	-3.63
	C	0.00	62.21	0.00
	D	0.00	62.10	0.00
Komb. 7	A	-1.77	5.65	8.04
	B	-3.54	5.63	4.02
	C	0.00	61.96	0.00
	D	0.00	66.48	0.00
Komb. 8	A	-0.77	5.39	3.52
	B	0.77	5.37	-3.52
	C	0.00	61.83	0.00
	D	0.00	61.90	0.00

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis			η
			[-]
Nachweis E-E	OK		0.11
Stabilität	OK		0.21

zusätzl. Ausgabestellen

Name	Ort	x
		[m]
S3-SG1	Stab 3	2.91
S5-SG1	Stab 5	1.00



Statische Berechnung

Proj.Bez Grundschole Sieker

Datum 06.01.2026

mb BauStatik S014 2024.016

Seite

68

Position

I-D3-111/112-N1

Projekt

223-056

Pos. I-D3-111/112-N1**Fußpunkt-Anschluss****Statische Nachweise: Verankerung mit
W-FAZ/A4 M16**



Bauprojektname:
Bauherr:
Adresse Bauprojekt:

05. Januar 2026
wellmann
Seite 2 von 18

Eingabedaten

Land: Deutschland
Untergrund: Beton: Gerissen
C35/45, $f_{ck} = 35,00 \text{ N/mm}^2$, $f_{ck,cube} = 45,00 \text{ N/mm}^2$
Gebrauchstemperatur: vom Nutzer gewählt: Kurzzeit: 40 °C / Langzeit: 24 °C
Bewehrung: Flächenbewehrung: Normal
Randbewehrung: Keine
Bewehrung gegen Spalten nach EN 1992-4, 7.2.1.7. (2) b) (2) vorhanden
Betondeckung: 30 mm
Zugfestigkeit: 500 N/mm²
Untergrund- / Bauteildicke: h = 350 mm

Ankerplatte:

Abmessungen: $l_y \times l_z \times t = 320 \text{ mm} \times 320 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$
Ankerplattenstärke: Nutzerdefinierte Ankerplattendicke: t = 20 mm
Lage zum Profilmittelpunkt: $e_y = 0 \text{ mm}$; $e_z = -50 \text{ mm}$
Durchgangsloch: Mit zulässigem Ringspalt gemäß EN1992-4; Tabelle 6.1 oder Zulassung
Profil: HEB 220

Installationsbedingungen:

Bohrlocherstellung: Hammerbohren
Bohrlochzustand: Trocken
Reinigungstyp: Standard (Ausblaspumpe), siehe Setzanweisung ETA-99/0011
Dübelbiegung: Keine

Gewählter Dübeltyp und Größe:

W-FAZ/A4 M16
Nutzungsdauer: 50 Jahre
Material: /A4: Nichtrostender Stahl A4
Durchmesser: M16
Effektive Verankerungstiefe: $h_{ef} = 85 \text{ mm}$
Anzugsdrehmoment: 110,00 Nm
Zulassungsnummer / Gültigkeit: ETA-99/0011; gültig ab 02.10.2018

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:
Firma:
Position:

Mobiltelefon:
E-Mail:
Internet:

Würth Dübelbemessung 8.8.89.1



Bauprojektname:

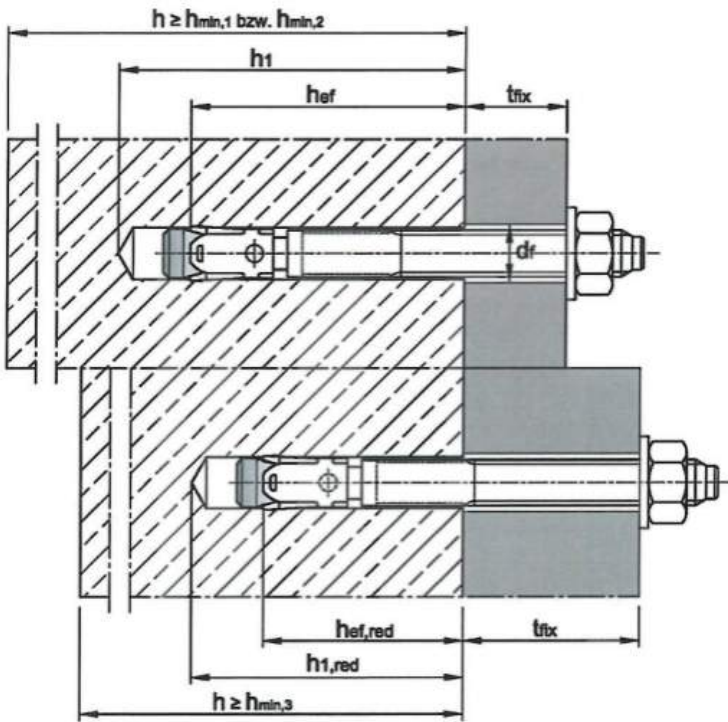
Bauherr:

Adresse Bauprojekt:

05. Januar 2026

wellmann

Seite 3 von 18



Dübelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung	Ø [mm]	l [mm]	t _{fix,max} [mm]	VE [Stück]
5928 416 025	W-FAZ/A4 M16-25/145	M16	145 mm	25 mm	20
0904 616 50	W-FAZ/A4 M16-50/170	M16	170 mm	50 mm	20
5928 416 050	W-FAZ/A4 M16-50/170	M16	170 mm	50 mm	20

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:

Firma:

Position:

Würth Dübelbemessung 8.8.89.1

Mobiltelefon:

E-Mail:

Internet:




 Bauprojektname:
 Bauherr:
 Adresse Bauprojekt:

 05. Januar 2026
 wellmann
 Seite 4 von 18

Zubehörartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung	
0904 908 016	Maschinen-Setzwerkzeug für Fixanker (W-FA und W-FAZ) M8 - M16	

Bei Verwendung der Verfüllscheiben ist die Scheibendicke zur Ermittlung der Dübelklemmstärke zu berücksichtigen! D.h. Dübelklemmstärke dementsprechend länger wählen.



Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

 Benutzer:
 Firma:
 Position:

 Mobiltelefon:
 E-Mail:
 Internet:

Würth Dübelbemessung 8.8.89.1



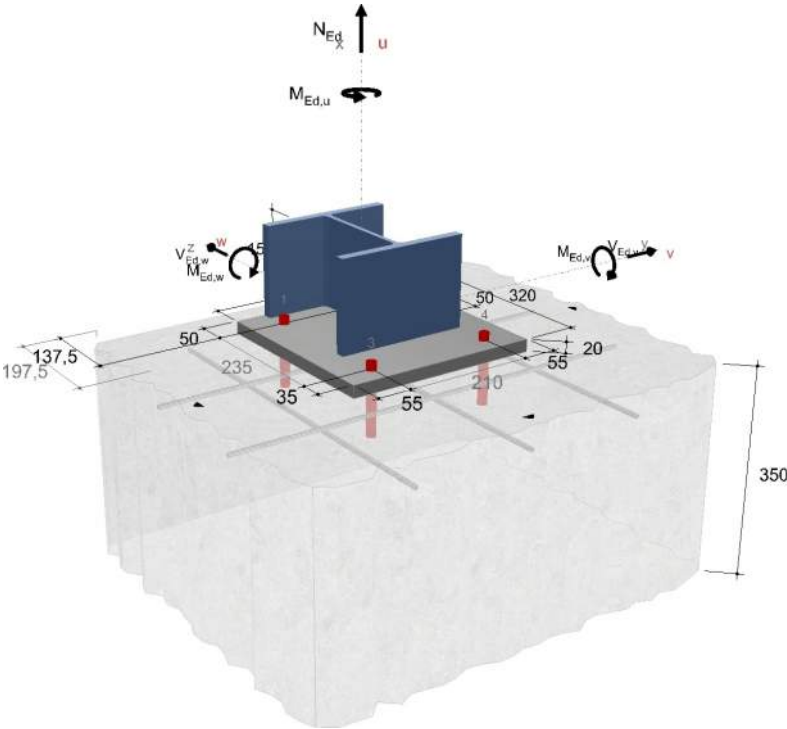


Bauprojektname:
Bauherr:
Adresse Bauprojekt:

05. Januar 2026
wellmann
Seite 5 von 18

Geometrie und Belastung:

Bemessungswerte des maßgebenden Lastfalls: Lastfallnummer 1, Typ: Normal



Lastfälle:

#	Name	N_{Ed} [kN]	$V_{Ed,v}$ [kN]	$V_{Ed,w}$ [kN]	$M_{Ed,u}$ [kNm]	$M_{Ed,v}$ [kNm]	$M_{Ed,w}$ [kNm]	Belastungstyp
1	Brandfall	-5,640	0,000	-1,770	0,000	8,040	0,000	Normal
2	Normalzustand	-18,600	0,000	11,830	0,000	0,000	0,000	Normal

Hinweis: Die Bemessungslasten wurden vom Nutzer eingegeben.

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:
Firma:
Position:
Würth Dübelbemessung 8.8.89.1

Mobiltelefon:
E-Mail:
Internet:





Bauprojektname:
Bauherr:
Adresse Bauprojekt:

05. Januar 2026
wellmann
Seite 6 von 18

Nachweise

Übersicht

Nachweisverfahren:

EN1992-4
Falls die Anwendung in der Norm nicht geregelt ist, erfolgt die Bemessung nach der Würth Design Methode (WDM).

Zusammenfassung

Lastfallnummer	Ausnutzung			Art der Lastkombination
	Zug	Querkraft	Zug/Querkraft Kombination	
1	92,79 %	1,01 %	78,06 %	Normal
2	0,00 %	43,68 %	0,00 %	Normal

Die Ankerplattenbemessung wurde erfolgreich durchgeführt.

Nachweise erfolgreich durchgeführt!



Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:
Firma:
Position:

Würth Dübelbemessung 8.8.89.1

Mobiltelefon:
E-Mail:
Internet:





Bauprojektname:
Bauherr:
Adresse Bauprojekt:

05. Januar 2026
wellmann
Seite 7 von 18

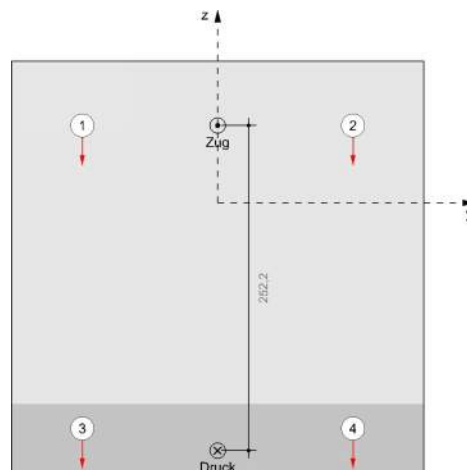
Nachweis: vorwiegend ruhende Beanspruchung

Resultierende Dübelkräfte

Dübelnummer	$N_{Ed,x}^i$ [kN]	$(V_{Ed,y}^{Mx,i})$ [kN]	$(V_{Ed,z}^{Mx,i})$ [kN]	$(V_{Ed,y}^{Vy,i})$ [kN]	$(V_{Ed,z}^{Vz,i})$ [kN]	$V_{Ed,y}^i$ [kN]	$V_{Ed,z}^i$ [kN]	V_{Ed}^i [kN]
1	20,134	0,000	0,000	0,000	-0,443	0,000	-0,443	0,443
2	20,134	0,000	0,000	0,000	-0,443	0,000	-0,443	0,443
3	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,443	0,000	-0,443	0,443
4	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,443	0,000	-0,443	0,443

	$\Sigma N_{Ed,x}^i$ [kN]	$\Sigma (V_{Ed,y}^{Mx,i})$ [kN]	$\Sigma (V_{Ed,z}^{Mx,i})$ [kN]	$\Sigma (V_{Ed,y}^{Vy,i})$ [kN]	$\Sigma (V_{Ed,z}^{Vz,i})$ [kN]	$\Sigma V_{Ed,y}^i$ [kN]	$\Sigma V_{Ed,z}^i$ [kN]	$ \Sigma V_{Ed}^i $ [kN]
Summe	40,267	0,000	0,000	0,000	-1,770	0,000	-1,770	1,770

Wegen des Nachweises mit elastischer Ankerplatte werden die Schnittkräfte um 46,01 % erhöht



Koordinaten des Zugpunktes (y;z): (0 mm ; 60 mm)

Resultierende Zugkraft: 40,267 kN

Koordinaten des Druckpunktes (y;z): (0 mm ; -192,2 mm)

Resultierende Druckkraft: -33,219 kN

Nulllinie (y;z) / (y;z): (-160 mm ; -155,9 mm) / (160 mm ; -155,9 mm)

Innerer Hebelarm z: 252,2 mm

Max. Betondruckspannung: 3,89 N/mm²

Die Weiterleitung der durch die Befestigungsmittel eingeleiteten Kräfte im Verankerungsgrund muss für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach EN 1992-1-1 und EN1992-4 Anhang A gewährleistet werden. Die weitere Nachweisführung ist durch den zuständigen Ingenieur zu erbringen.

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:

Firma:

Position:

Würth Dübelbemessung 8.8.89.1

Mobiltelefon:

E-Mail:

Internet:





Bauprojektname:
Bauherr:
Adresse Bauprojekt:

05. Januar 2026
wellmann
Seite 8 von 18

Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweise auf Zugbeanspruchung

1. Stahlversagen

$$\begin{aligned}\beta_{N,s} &= N_{Ed}^h / N_{Rd,s} \\ N_{Ed}^h &= 20,134 \text{ kN} \\ N_{Rd,s} &= N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} \\ \gamma_{Ms} &= 1,50 \\ N_{Rk,s} &= 64,000 \text{ kN} \\ N_{Rd,s} &= 42,667 \text{ kN} \\ \beta_{N,s} &= 0,47\end{aligned}$$

Auslastung
Bemessungswert der Einwirkungen
EN 1992-4: 7.2.1.1
ETA
ETA

2. Herausziehen

$$\begin{aligned}\beta_{N,p} &= N_{Ed}^h / N_{Rd,p} \\ N_{Ed}^h &= 20,134 \text{ kN} \\ N_{Rd,p} &= N_{Rk,p} / \gamma_{Mp} \\ \gamma_{Mp} &= 1,50 \\ N_{Rk,p} &= \psi_c \cdot N_{Rk,p,C20/25} \\ &= 1,3229 \cdot 25,000 \text{ kN} = 33,072 \text{ kN} \\ N_{Rd,p} &= 22,048 \text{ kN} \\ \beta_{N,p} &= 0,91\end{aligned}$$

Auslastung
Bemessungswert der Einwirkungen
EN 1992-4: 7.2.1.1
EN 1992-4: 4.4.2.1 Tab. 4.1
ETA
ETA

3. Betonausbruch

$$\begin{aligned}\beta_{N,c} &= N_{Ed}^g / N_{Rd,c} \\ N_{Ed}^g &= 40,267 \text{ kN} \\ N_{Rd,c} &= N_{Rk,c} / \gamma_{Mc} \\ N_{Rk,c} &= N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N}^0 / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{M,N} \\ N_{Rk,c}^0 &= k_1 \cdot f_{ck}^{0,50} \cdot h_{ef}^{1,50} \\ k_1 &= 7,70 \\ f_{ck} &= 35,00 \text{ N/mm}^2 \\ h_{ef} &= 85,00 \text{ mm} \\ N_{Rk,c}^0 &= 7,70 \cdot (35,00 \text{ N/mm}^2)^{0,50} \cdot (85,00 \text{ mm})^{1,50} = 35,699 \text{ kN} \\ s_{cr,N} &= 255,00 \text{ mm} \\ c_{cr,N} &= s_{cr,N} / 2 = 127,50 \text{ mm} \\ A_{c,N} &= 118575 \text{ mm}^2 \\ A_{c,N}^0 &= s_{cr,N}^2 = 65025 \text{ mm}^2 \\ \psi_{s,N} &= 0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,00 \\ &= 0,70 + 0,30 \cdot 137,5 \text{ mm} / 127,50 \text{ mm} \leq 1,00 \\ &= 1,0000 \\ \psi_{re,N} &= 1,0000 \\ \psi_{ec,N} &= \psi_{ec,N,y} \cdot \psi_{ec,N,z} \\ \psi_{ec,N,y} &= 1 / (1 + 2 \cdot e_{N,y} / s_{cr,N}) \leq 1,00\end{aligned}$$

Maßgebende Dübelnummern
Auslastung
Bemessungswert der Einwirkungen
EN 1992-4: 7.2.1.1
EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.1)
EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.2)
EN 1992-4: 7.2.1.4 (2)
Nutzereingabe
ETA
ETA
EN 1992-4: 7.2.1.4 (3)
EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.3)
EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.4)
EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.5)
EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.6)

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:

Firma:

Position:

Würth Dübelbemessung 8.8.89.1

Mobiltelefon:

E-Mail:

Internet:





Bauprojektname:
Bauherr:
Adresse Bauprojekt:

05. Januar 2026
wellmann
Seite 9 von 18

$$\begin{aligned} &= \min(1 / (1 + 2 \cdot 0,0 \text{ mm} / 255,00 \text{ mm}), 1,00) = 1,0000 \\ \psi_{ec,N,z} &= 1 / (1 + 2 \cdot e_{N,z} / s_{cr,N}) \leq 1,00 \\ &= \min(1 / (1 + 2 \cdot 0,0 \text{ mm} / 255,00 \text{ mm}), 1,00) = 1,0000 \\ \psi_{ec,N} &= 1,0000 \\ \psi_{M,N} &= 1,0000 (z / h_{ef} \geq 1,5) \\ N_{Rk,c} &= 65,098 \text{ kN} \\ Y_{Mc} &= 1,50 \\ N_{Rd,c} &= 43,398 \text{ kN} \\ \beta_{N,c} &= 0,93 \end{aligned}$$

EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.6)

EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.7)

EN 1992-4: 4.4.2.1 Tab. 4.1

4. Spalten

Es ist nicht notwendig einen Spaltnachweis zu führen, wenn eine der folgenden Voraussetzungen erfüllt sind: a) Der Randabstand ist in allen Richtungen beim Einzeldübel $c \geq 1,0 c_{cr,sp}$ bei einer Dübelgruppe $c \geq 1,2 c_{cr,sp}$ und die Bauteilstärke beträgt $h \geq h_{min}$ b) Der charakteristische Widerstand für Betonausbruch und Versagen durch Herausziehen wird für gerissenen Beton berechnet und die vorhandene Bewehrung berücksichtigt die Spaltkräfte und begrenzt die Rissbreite auf $w_k \sim 0,3 \text{ mm}$.

5. Spaltzugbewehrung

$$\begin{aligned} \Sigma A_{s,re} &= k_4 \cdot \Sigma N_{Ed} / (f_{yk,re} / Y_{Ms,re}) \\ \Sigma N_{Ed,re} &= 40,267 \text{ kN} \\ k_4 &= 1,50 \\ f_{yk,re} &= 500,00 \text{ N/mm}^2 \\ Y_{Ms,re} &= 1,15 \\ \Sigma A_{s,re} &= 139 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

EN 1992-4: 7.2.1.7 (7.22)

Bemessungswert der Einwirkungen

EN 1992-4: 7.2.1.7 (2)

Nutzereingabe

EN 1992-4: 4.4.2.1 Tab. 4.1

Nachweise auf Querbeanspruchung

1. Stahlversagen ohne Hebelarm

$$\begin{aligned} \beta_{V,s} &= V_{Ed}^h / V_{Rd,s} \\ V_{Ed}^h &= 0,443 \text{ kN} \\ V_{Rd,s} &= V_{Rk,s} / Y_{Ms} \\ V_{Rk,s} &= k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \\ k_7 &= 1,00 \\ V_{Rk,s}^0 &= 55,000 \text{ kN} \\ V_{Rk,s} &= 1,00 \cdot 55,000 \text{ kN} = 55,000 \text{ kN} \\ Y_{Ms} &= 1,25 \\ V_{Rd,s} &= 44,000 \text{ kN} \\ \beta_{V,s} &= 0,01 \end{aligned}$$

Auslastung

Bemessungswert der Einwirkungen

EN 1992-4: 7.2.2.1

EN 1992-4: 7.2.2.3.1 (7.35)

EN 1992-4: 7.2.2.3.1 (2)

ETA

ETA

2. Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite (Dübelgruppe)

$$\begin{aligned} &1, 2, 3, 4 \\ \beta_{V,cp} &= V_{Ed}^g / V_{Rd,cp} \\ V_{Ed}^g &= 1,770 \text{ kN} \\ V_{Rd,cp} &= V_{Rk,cp} / Y_{Mc} \\ V_{Rk,cp} &= k_8 \cdot N_{Rk,c} \end{aligned}$$

Maßgebende Dübelnummern

Auslastung

Bemessungswert der Einwirkungen

EN 1992-4: 7.2.2.1

EN 1992-4: 7.2.2.4 (7.39a)

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:

Firma:

Position:

Würth Dübelbemessung 8.8.89.1

Mobiltelefon:

E-Mail:

Internet:





Bauprojektname:
Bauherr:
Adresse Bauprojekt:

05. Januar 2026
wellmann
Seite 10 von 18

$$\begin{aligned} k_8 &= 2,40 \\ N_{Rk,c} &= N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{MN} \\ N_{Rk,c}^0 &= k_1 \cdot f_c^{0,50} \cdot h_{ef}^{1,50} \\ k_1 &= 7,70 \\ f_{ck} &= 35,00 \text{ N/mm}^2 \\ h_{ef} &= 85,0 \text{ mm} \\ N_{Rk,c}^0 &= 7,70 \cdot (35,00 \text{ N/mm}^2)^{0,50} \cdot (85,0 \text{ mm})^{1,50} = 35,699 \text{ kN} \\ s_{cr,N} &= 255,00 \text{ mm} \\ c_{cr,N} &= s_{cr,N} / 2 = 127,50 \text{ mm} \\ A_{c,N} &= 227850 \text{ mm}^2 \\ A_{c,N}^0 &= s_{cr,N}^2 = 65025 \text{ mm}^2 \\ \psi_{s,N} &= 0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,00 \\ &= 0,70 + 0,30 \cdot 137,50 \text{ mm} / 127,50 \text{ mm} \leq 1,00 \\ &= 1,0000 \\ \psi_{re,N} &= 1,0000 \\ \psi_{ec,V} &= \psi_{ec,V,y} \cdot \psi_{ec,V,z} \\ \psi_{ec,V} &= 1,0000 \\ \psi_{MN} &= 1,0000 \\ N_{Rk,c} &= 125,090 \text{ kN} \\ V_{Rk,cp} &= 2,40 \cdot 125,090 \text{ kN} = 300,215 \text{ kN} \\ Y_{Mc} &= 1,50 \\ V_{Rd,cp} &= 200,144 \text{ kN} \\ \beta_{V,cp} &= 0,01 \end{aligned}$$

ETA
EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.1)
EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.2)
EN 1992-4: 7.2.1.4 (2)
Nutzereingabe
ETA
ETA
EN 1992-4: 7.2.1.4 (3)
EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.3)
EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.4)

EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.5)

EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.7)

EN 1992-4: 4.4.2.1 Tab. 4.1

**Nachweise für die Interaktion bei kombinierter Zug- und Querbeanspruchung:
Versagen des Stahlbauteils**

	Ausnutzung	Nachweis	
Zug	47 %	$\beta_{N,max} = 0,47 \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.3.1
Querkraft	1 %	$\beta_{V,max} = 0,01 \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.3.1
Zug/Querkraft Kombination	22 %	$\beta_{N,max}^{2,0} + \beta_{V,max}^{2,0} = 0,22 \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.3.1 (7.54)

**Nachweise für die Interaktion bei kombinierter Zug- und Querbeanspruchung:
Andere Versagensarten als Stahl**

	Ausnutzung	Nachweis	
Zug	93 %	$\beta_{N,max} = 0,93 \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.3.1
Querkraft	1 %	$\beta_{V,max} = 0,01 \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.3.1
Zug/Querkraft Kombination	78 %	$\beta_{N,max} + \beta_{V,max} = 0,94 \leq 1,20$	EN 1992-4: 7.2.3.1 (7.56)

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:
Firma:
Position:

Mobiltelefon:
E-Mail:
Internet:

Würth Dübelbemessung 8.8.89.1





Bauprojektname:
Bauherr:
Adresse Bauprojekt:

05. Januar 2026
wellmann
Seite 11 von 18

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Die Verschiebungen werden für die Oberfläche des Bauteils ermittelt. Bei Abstandsmontage muss die weitere Verschiebung durch den erhöhten Abstand berücksichtigt werden.

1. Kurzzeitverschiebung:

$$\begin{aligned} \delta_N &= N_k / N_0 \cdot \delta_{N0} \\ N_k &= N_{Ed} / 1,40 = 20,134 \text{ kN} / 1,40 = 14,381 \text{ kN} \\ N_0 &= 11,900 \text{ kN} \\ \delta_{N0} &= 0,700 \text{ mm} \\ \delta_N &= 14,381 \text{ kN} / 11,900 \text{ kN} \cdot 0,700 \text{ mm} = 0,846 \text{ mm} \\ \delta_V &= V_k / V_0 \cdot \delta_{V0} \\ V_k &= V_{Ed} / 1,40 = 0,443 \text{ kN} / 1,40 = 0,316 \text{ kN} \\ V_0 &= 31,400 \text{ kN} \\ \delta_{V0} &= 4,300 \text{ mm} \\ \delta_V &= 0,316 \text{ kN} / 31,400 \text{ kN} \cdot 4,300 \text{ mm} = 0,043 \text{ mm} \\ \delta_{NV} &= (\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} = 0,847 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maßgebender Dübel

Charakteristischer Wert
ETA
ETA

2. Langzeitverschiebung:

$$\begin{aligned} \delta_N &= N_k / N_0 \cdot \delta_{N\infty} \\ N_k &= N_{Ed} / 1,40 = 20,134 \text{ kN} / 1,40 = 14,381 \text{ kN} \\ N_0 &= 11,900 \text{ kN} \\ \delta_{N\infty} &= 1,400 \text{ mm} \\ \delta_N &= 14,381 \text{ kN} / 11,900 \text{ kN} \cdot 1,400 \text{ mm} = 1,692 \text{ mm} \\ \delta_V &= V_k / V_0 \cdot \delta_{V\infty} \\ V_k &= V_{Ed} / 1,40 = 0,443 \text{ kN} / 1,40 = 0,316 \text{ kN} \\ V_0 &= 31,400 \text{ kN} \\ \delta_{V\infty} &= 6,400 \text{ mm} \\ \delta_V &= 0,316 \text{ kN} / 31,400 \text{ kN} \cdot 6,400 \text{ mm} = 0,064 \text{ mm} \\ \delta_{NV} &= (\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} = 1,693 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maßgebender Dübel

Charakteristischer Wert
ETA
ETA

Hinweise

- Verbindliche Bemessung
- Bitte beachten Sie die Softwarenutzungsbedingungen insbesondere den §4.
- Diese Berechnung gilt nur, wenn die Durchgangslöcher nicht größer sind als in EN 1992-4 Tabelle 6.1 oder der jeweiligen Zulassung angegeben ist! Bei größeren Durchgangslöchern ist Kapitel 1.1 in EN 1992-4 zu beachten.
- Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage umfangreicher dübel-spezifischer Kennwerte. Bei einem Austausch der Dübel oder Änderung der Eingangswerte ist eine neue Bemessung notwendig. Die Auflagen bzw. Bestimmungen der Dübelzulassung sind zu beachten.
- Innerhalb einer Gruppe können nur Dübel gleicher Art und Größe eingesetzt werden.

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:

Firma:

Position:

Würth Dübelbemessung 8.8.89.1

Mobiltelefon:

E-Mail:

Internet:





Bauprojektname:
Bauherr:
Adresse Bauprojekt:

05. Januar 2026
wellmann
Seite 12 von 18

- Die angesetzte Baustoffgüte ist nachzuweisen.
- Die Bemessungsregeln des Programms gelten nur unter der Annahme einer starren Ankerplatte.
- Die Betrachtung der vorliegenden Ankerplatte als starr oder nahezu starre Ankerplatte, ist Bestandteil ihrer technischen Beurteilung.
- Wenn Sie von der starren Ankerplatte abweichen, werden die ermittelten Schnittkräfte nach Elastizitätstheorie mit einem Skalierungsfaktor (Relastische Dübelkräfte/lineare Dübelkräfte) erhöht. Dieses Ergebnis lassen Sie sich bitte von einem Statiker prüfen und frei geben.
- Mehr Informationen zur starren Ankerplatte und deren Bemessung siehe Veröffentlichungen von Prof. Dr.-Ing. Jan Hofmann.
- Die Weiterleitung der Kräfte im Bauteil ist nach der Bemessungsrichtlinie EN 1992-4, Abschnitt 7 nachzuweisen. Im Falle einer Unterfütterung wird davon ausgegangen, dass sich unter der Ankerplatte keine Luftblasen befinden und die Unterfütterung vor der tatsächlichen Lastauftragung erfolgt und ausgehärtet ist!
- Die Liste der Zubehörteile in diesem Bericht ist nur zur Information des Anwenders. Die Setzanweisungen, die mit dem Produkt mitgeliefert werden, sind stets zu beachten, um eine korrekte Installation zu gewährleisten.



Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:
Firma:
Position:
Würth Dübelbemessung 8.8.89.1

Mobiltelefon:
E-Mail:
Internet:





Bauprojektname:
Bauherr:
Adresse Bauprojekt:

05. Januar 2026
wellmann
Seite 13 von 18

Ankerplattenbemessung

Lastkombination:1

Dübelnummer	Dübelkräfte	Skalierungsfaktor	Skalierte Dübelkräfte
1	13,789 kN	46,01 %	20,134 kN
2	13,789 kN	46,01 %	20,134 kN
3	0 kN	46,01 %	0 kN
4	0 kN	46,01 %	0 kN

Die Dübel werden unter der Bedingung einer elastischen Ankerplatte in Anlehnung an EN1992-4 Kap. 6.2.1 neu berechnet.
(Skalierungsfaktor = 46,01 %)

Es wurde eine Ankerplattenbemessung durchgeführt. Der Nachweis der ausreichenden Steifigkeit ist nicht erbracht.

Lastkombination:2

Dübelnummer	Dübelkräfte	Skalierungsfaktor	Skalierte Dübelkräfte
1	0 kN	0,00 %	0 kN
2	0 kN	0,00 %	0 kN
3	0 kN	0,00 %	0 kN
4	0 kN	0,00 %	0 kN

Die Dübel werden unter der Bedingung einer elastischen Ankerplatte in Anlehnung an EN1992-4 Kap. 6.2.1 neu berechnet.
(Skalierungsfaktor = 0,00 %)

Es wurde eine Ankerplattenbemessung durchgeführt. Der Nachweis der ausreichenden Steifigkeit ist nicht erbracht.

Maßgebende Lastfallnummer: 1
Ankerplattendicke: $t_{fix} = 20 \text{ mm}$
Ankerplattenmaterial: S355JO
E-Modul: 210000 N/mm²
Querdehnzahl: 0,30
Federkonstante: 465,108 kN/mm
Stahlspannung (Ankerplatte): $\sigma_{Ed} = 80,41 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{Rd} = f_{yk} / \gamma_M = 355 \text{ N/mm}^2 / 1,10 = 322,73 \text{ N/mm}^2$
 $\beta = 24,91 \%$

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:
Firma:
Position:

Mobiltelefon:
E-Mail:
Internet:

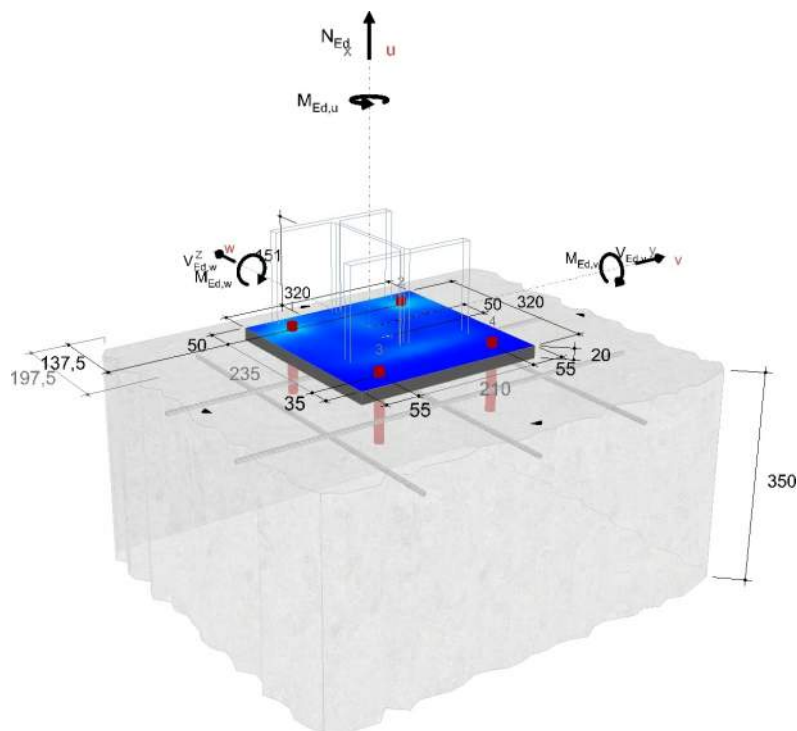
Würth Dübelbemessung 8.8.89.1





Bauprojektname:
Bauherr:
Adresse Bauprojekt:

05. Januar 2026
wellmann
Seite 14 von 18



Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:
Firma:
Position:
Würth Dübelbemessung 8.8.89.1

Mobiltelefon:
E-Mail:
Internet:





Bauprojektname:
Bauherr:
Adresse Bauprojekt:

05. Januar 2026
wellmann
Seite 15 von 18

Installationshinweise

Verankerungsgrund

Gewählter Dübeltyp und Größe: W-FAZ/A4 M16; L = 145 mm

Nutzungsdauer: 50 Jahre

Rechnerische effektive Verankerungstiefe: $h_{ef} = 85 \text{ mm}$

Bohrlochtiefe: $h_0 = 110 \text{ mm}$

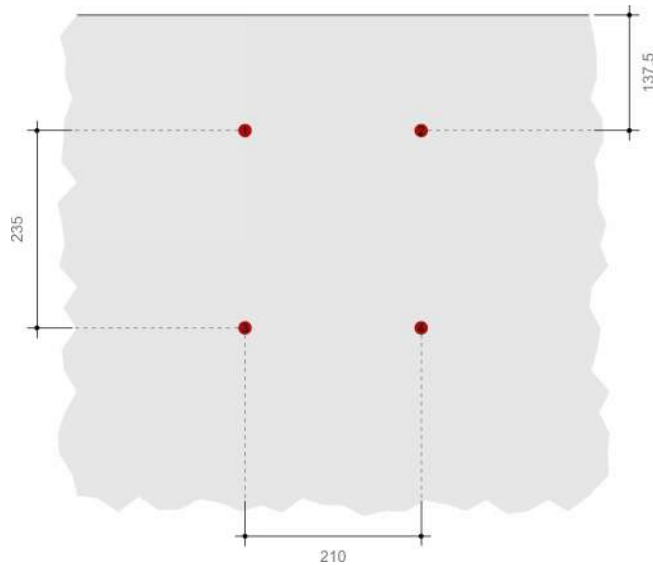
Die in der Zulassung angegebene Setzanweisung ist einzuhalten.

Durchmesser Bohrloch: $d_0 = 16 \text{ mm}$

Bohren:

Bohrerinnendurchmesser: 16 mm

Arbeitslänge des Bohrers: $\geq 130 \text{ mm}$



Reinigen

Reinigen erforderlich

Die Hinweise aus der entsprechenden Zulassung oder aus dem mitgelieferten Beipackzettel sind zu beachten.

Reinigungszubehör entsprechend Zubehörartikelliste / Würth Kataloge

Dübelmontage

Anzugsdrehmoment: 110,00 Nm

Ankerplatte

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:

Firma:

Position:

Würth Dübelbemessung 8.8.89.1

Mobiltelefon:

E-Mail:

Internet:



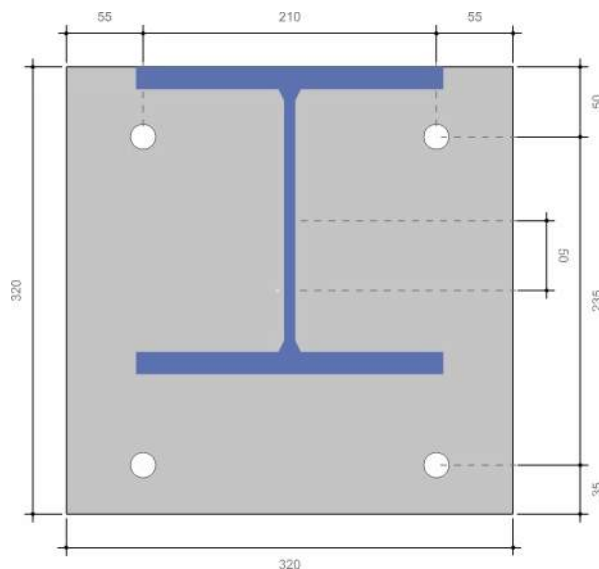


Bauprojektname:
Bauherr:
Adresse Bauprojekt:

05. Januar 2026
wellmann
Seite 16 von 18

Durchmesser Durchgangsbohrung: Durchsteckmontage: $d_f \leq 18 \text{ mm}$

Ankerplattendicke: $t = 20 \text{ mm}$ (Nutzereingabe)



Anschlussprofil

Material: S 235 (St 37)

Profil: HEB 220

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:
Firma:
Position:

Würth Dübelbemessung 8.8.89.1

Mobiltelefon:
E-Mail:
Internet:





Bauprojektname:
Bauherr:
Adresse Bauprojekt:

05. Januar 2026
wellmann
Seite 17 von 18

Setzanweisung nach ETA-99/0011

1		Bohrloch senkrecht zur Oberfläche des Verankerungsgrunds erstellen. Bei Verwendung eines Saugbohrers mit Schritt 3 fortfahren.
2		Bohrloch vom Grund her ausblasen oder aussaugen.
3		Position der Mutter kontrollieren.
4		Dübel soweit einschlagen, bis h_{01} bzw. $h_{01,red}$ erreicht ist. Diese Bedingung ist erfüllt, wenn die Dicke des Anbauteils nicht größer ist als die maximale Anbauteildicke laut Dübelprägung gemäß Anhang A3.
5		Montagedrehmoment T_{inst} mit kalibriertem Drehmomentschlüssel aufbringen.

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:
Firma:
Position:
Würth Dübelbemessung 8.8.89.1

Mobiltelefon:
E-Mail:
Internet:





Bauprojektname:
Bauherr:
Adresse Bauprojekt:

05. Januar 2026
wellmann
Seite 18 von 18

Setzanweisung (Fortsetzung)

1		Bohrloch senkrecht zur Oberfläche des Verankerungsgrunds erstellen. Bei Verwendung eines Saugbohrers mit Schritt 3a fortfahren.
2		Bohrloch vom Grund her ausblasen oder aussaugen.
3a		Position der Mutter kontrollieren.
3b		Verfüllscheibe an Dübel montieren. Die Dicke der Verfüllscheibe muss bei t_{A} berücksichtigt werden
4		Dübel mit Verfüllscheibe soweit einschlagen, bis h_{ef} bzw. $h_{\text{ef,red}}$ erreicht ist. Diese Bedingung ist erfüllt, wenn die Dicke des Anbauteils um 5mm kleiner ist, als die maximale Anbauteildicke laut Dübelprägung gemäß Anhang A3.
5		Montagedrehmoment T_{inst} mit kalibriertem Drehmomentschlüssel aufbringen.
6		Ringspalt zwischen Bolzen und Anbauteil mit Mörtel verfüllen (Druckfestigkeit $\geq 50 \text{ N/mm}^2$, z.B. WIT-VM 100, WIT-VIZ, WIT-Express, WIT-VIZ Express, WIT-VM 250, WIT-UH 300, WIT-Nordic). Beiliegende Mischerreduzierung verwenden. Verarbeitungshinweise des Mörtels beachten! Der Ringspalt ist komplett verfüllt, wenn aus dem Loch der Verfüllscheibe Mörtel austritt.

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Benutzer:

Firma:

Position:

Würth Dübelbemessung 8.8.89.1

Mobiltelefon:

E-Mail:

Internet:



Pos. I-113-N1 bzw. 213-N1 Holzbalken

Zur Überbrückung der großen Stützweite wird ein Sturz in der nichttragenden Holzwand erforderlich.

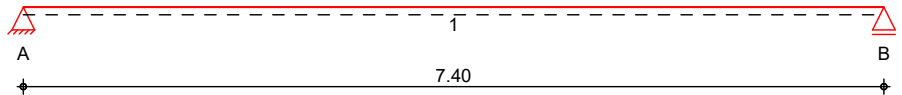
gew.:

$b/h = 20/32 \text{ cm}$
BSH GL24c

System

Holz-Einfeldträger

M 1:65



Abmessungen /
Nutzungsklassen

Feld	l [m]	l _{ef,m} [m]	NKL
1	7.40	7.40	1

Auflager

Aufl.	x [m]	b [cm]	Transl. [kN/m]	Rotat. [kNm/rad]
A	0.00	20.00	starr	frei
B	7.40	20.00	starr	frei

Material

BSH GL24c

Querschnitt

$b/h = 20/32 \text{ cm}$

Belastungen

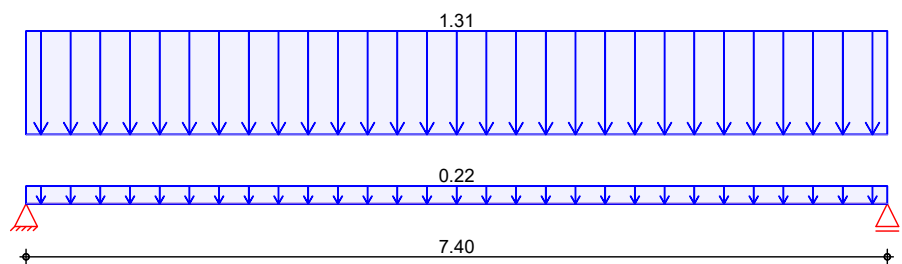
Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkung

G_k



Streckenlasten
in z-Richtung

Gleichlasten

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q _{li} [kN/m]	q _{re} [kN/m]
1	Eigengew	0.00	7.40		0.22
(a) 1		0.00	7.40		1.31

(a)

Eigengewicht Wand

$0.35 \cdot 3.75 =$

1.31 kN/m

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990

Darstellung der maßgebenden Kombinationen

ständig/vorüberg.

Ek	KLED	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot E W)$
1	st	1.35 * G _k

Ingenieurbüro für Bauwesen Dr. Ehlers - Unland

Beratende Ingenieure PartG mbB

Am Tie 1, 49086 Osnabrück, Tel.: 0541-911840, Fax: 0541-9118429



selten
quasi-ständig

Ek KLED $\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$

3 1.00*Gk

4 1.00*Gk

st: ständig

Mat./Querschnitt

nach DIN EN 1995-1-1

Materialien

Holz	$f_{m,k}$	f_{t0k}	f_{c0k}	f_{c90k}	f_{vk}	E_{0mean}
				[N/mm ²]		

BSH GL24c ^f	24.0	17.0	21.5	2.5	3.5	11000
------------------------	------	------	------	-----	-----	-------

f: Lamellenlage flachkant

Querschnittswerte

b	h	A	I _y
[cm]	[cm]	[cm ²]	[cm ⁴]
20.0	32.0	640.0	54613.3

Auflagerkräfte

Charakteristische Auflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

Aufl.	$F_{z,k}$
	[kN]

Einw. Gk

A	5.69
---	------

B	5.69
---	------

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Feld/Auflager	x	η
		[m]	[-]
Biegung	Feld 1	3.70 OK	0.38
Querkraft	Feld 1	7.01 OK	0.14
Auflagerpressung	Auflager A	OK	0.14

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Feld	x	η
		[m]	[-]
Anfangsdurchbieg.	Feld 1	3.70 OK	0.40
gesamte Enddurchb.	Feld 1	3.70 OK	0.65

Pos. I-214-N1
Stb.- Wandartiger Träger

Der Unterzug (Pos. I-306) unterhalb der Wand soll verringert werden.

Eine wirtschaftlichere Alternative, ist die Wand im OG als wandartigen Träger auszubilden, da diese ohnehin aus Stahlbeton ist.

gewählt:

d = 25 cm

Beton: C30/37

Betonstahl: B 500-A

$c_{nom} = 25 \text{ mm (XC1)}$

Brandschutz:

Brandschutzanforderungen: REI 90 (F90-B)
nach Tabelle 5.4 DIN EN 1992-1-2:2010-12

min. d = 170 mm

vorh. d = 250 mm > 170 mm

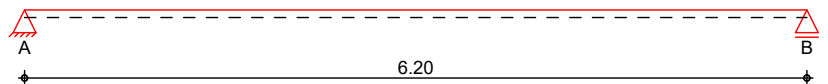
min. a = 25 mm

vorh. a = 25+8 = 33 mm

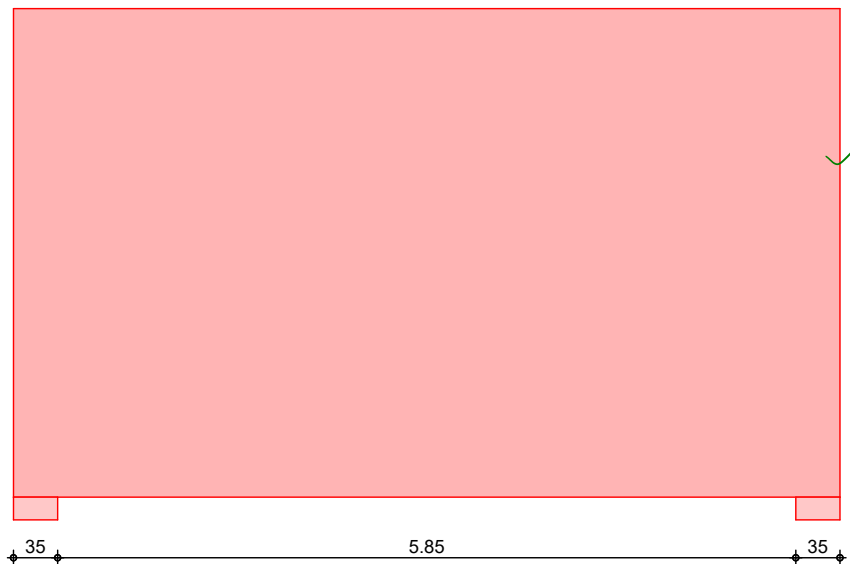
System

Wandartiger Träger nach DIN EN 1992-1-1, Heft 631

M 1:60



M 1:60



Abmessungen
Mat./Querschnitt

Feld	b [cm]	h [m]	l [m]	Material	h/l [-]
Feld 1	25.0	3.87	6.20	C 30/37	0.62

Expositionsklasse

XC1

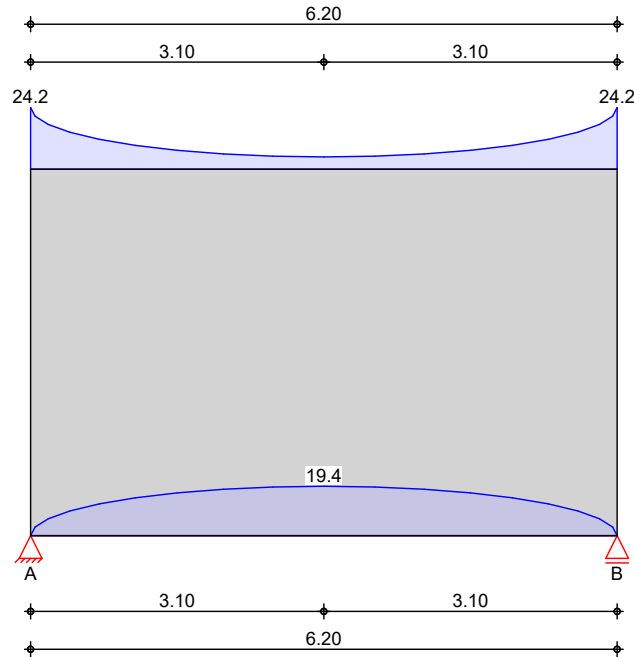
Auflager

Aufl.	Art	a [cm]	t [cm]
Aufl.A	direkt	35.0	25.0
Aufl.B	direkt	35.0	25.0



Belastungen

Gk (Eigenl.)

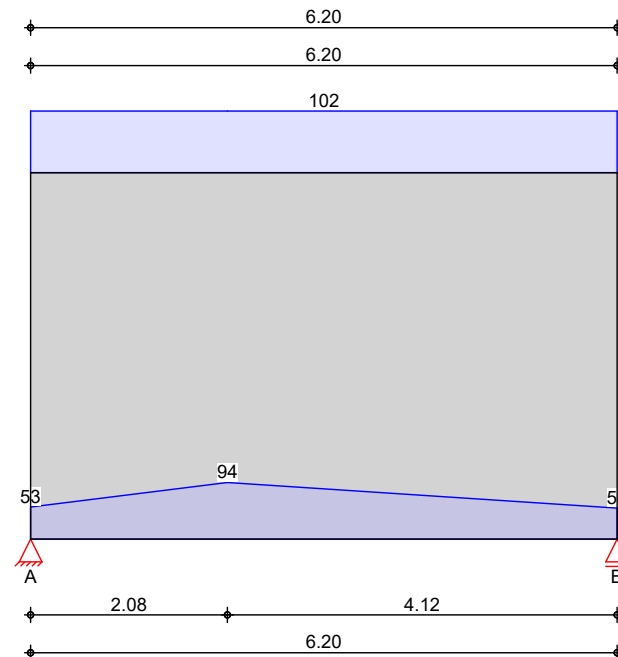


Eigenlast

Aufteilung gemäß DAfSb Heft 631

Feld	Kommentar	gesamt [kN/m]	unten, max [kN/m]
Feld 1	Eigengewicht	24.19	19.38

Gk



Gleichlasten

Nr.	von Feld	bis Feld	Angriff	q [kN/m]
(a) 1	Feld 1	Feld 1	unten	34.49
(b) 2	Feld 1	Feld 1	oben	101.92

(a) aus Lasteinzug Decke Kragarm $(25 \cdot 0.35 + 2.2) \cdot 3.15 = 34.49 \text{ kN/m}$

(b) aus Pos. 'I-210'o W-5, Ft Mitte, Einwirkung, Gk, max $101.920 = 101.92 \text{ kN/m}$
 0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

Trapezlasten

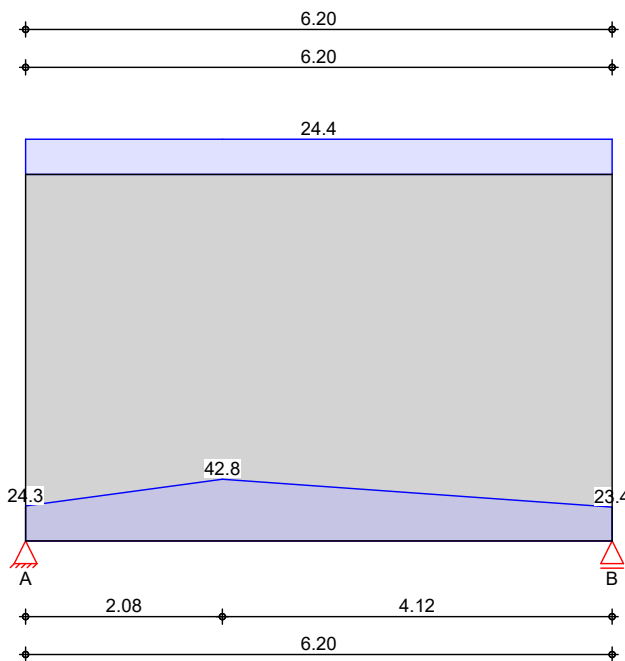
Nr.	Feld	Angriff	a [m]	s [m]	q_l [kN/m]	q_r [kN/m]
(a,b) 1	Feld 1	unten	0.00	2.08	18.61	59.13
(b,c) 2	Feld 1	unten	2.08	4.12	59.13	16.80

(a) aus Lasteinzug Decke $(25 \cdot 0.35 + 2.2) \cdot 1.7 = 18.61 \text{ kN/m}$

(b) aus Lasteinzug Decke $(25 \cdot 0.35 + 2.2) \cdot 5.4 = 59.13 \text{ kN/m}$

(c) aus Lasteinzug Decke $(25 \cdot 0.35 + 2.2) \cdot 1.3 = 14.23 \text{ kN/m}$

Qk.N



Gleichlasten

Nr.	von Feld	bis Feld	Angriff	q [kN/m]
(a) 1	Feld 1	Feld 1	unten	15.75
(b) 2	Feld 1	Feld 1	oben	24.42

(a) aus Lasteinzug Decke Kragarm $5 \cdot 3.15 = 15.75 \text{ kN/m}$

(b) aus Pos. 'I-210'o W-5, Ft Mitte, Einwirkung, Qk.N, max Mitte



$$24.418 = 24.42 \text{ kN/m}$$

0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

Trapezlasten

Nr.	Feld	Angriff	a [m]	s [m]	q _l [kN/m]	q _r [kN/m]
(a,b) 1	Feld 1	unten	0.00	2.08	8.50	27.00
(b,c) 2	Feld 1	unten	2.08	4.12	27.00	7.67

(a) aus Lasteinzug Decke $5 \cdot 1.7 = 8.50 \text{ kN/m}$

(b) aus Lasteinzug Decke $5 \cdot 5.4 = 27.00 \text{ kN/m}$

(c) aus Lasteinzug Decke $5 \cdot 1.3 = 6.50 \text{ kN/m}$

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot E_k)$
1	1.35 * G _k
2	1.35 * G _k + 1.50 * Q _{k,N}
3	1.00 * G _k

Grundkombinationen

Feld	Position [m]	M _{max} [kNm]	EK	M _{min} [kNm]	EK
Feld 1	0.00	0.00	2	0.00	3
	3.06	1762.00	2	983.35	3
	3.10	1761.59	2	983.14	3
	6.20	0.00	2	0.00	3

mod. Auflagerkräfte

Typ	Aufl.	F _{z,max} [kN]	EK	F _{z,min} [kN]	EK
Grundkombin.	A	1116.45	2	624.43	3
	B	1084.19	2	608.57	3

Mat./Querschnitt

Expositionsklassen Abs. 4.2,
4.4

Feld 1

Expositionsklassen

Seite	KI	Kommentar
umlaufend	XC1	trocken oder ständig nass

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

Bezug	c _{min} [mm]	Δc _{dev} [mm]	c _{nom} [mm]	c _v [mm]
Feld 1	oben	10	20	20
	unten	10	20	20
	links	10	20	20
	rechts	10	20	20
	stirnseitig	10	20	20

Nachweise (GZT)

gem. DIN EN 1992-1-1, DafStb Heft 631, (Schlaich/Schäfer)

Netzbewehrung
je Seite

b [cm]	A _{s,erf.} [cm ² /m]
25	1.88



Statische Berechnung

Proj.Bez Grundschole Sieker

Datum 16.12.2025

mb BauStatik S360.de 2024.016

Seite

92

Position

I-214-N1

Projekt

223-056

Längszugbewehrung

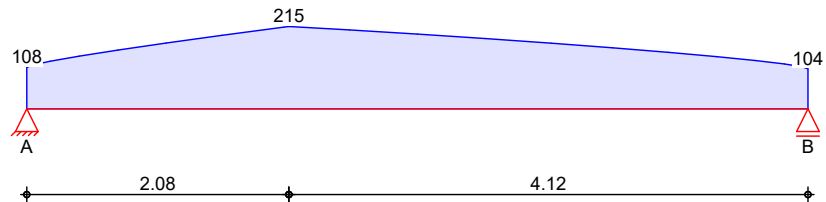
Ort	Med [kNm]	EK	z [m]	Z [kN]	A _{s,erf.} [cm ²]
Feld 1	1762.0	2	2.76	638.8	14.7

Aufhängebewehrung
Streckenlasten

Feld	von x [m]	bis x [m]	A _{ed} [kN/m]	EK	A _{s,erf.} [cm ² /m]
Feld 1	0.00	6.20	215.19	2	4.95

Grundkombinationen

maximal aufzuhängende Last aus Grundkombinationen

Knotennachweise
Auflager A

Beton C 30/37

Endauflager nach Heft 600, Kap. 9.7

Ek	F _{Ed} [kN]	A _c [cm ²]	gew.	A _s [cm ²]	F _{Rd} [kN]	η [-]
2	1116.45	875.00	-	0.00	1190.00	0.94

Verankerungsart

gerader Stab

Beiwert α_a

1.00

Verbundbedingung

gut

Die Verankerung erfolgt für 100% der Zugkraft

i	Ø [mm]	l _b [cm]	A _{s,erf} /A _{s,vorh} [-]	l _{b,erf} [cm]	l _{b,vorh} [cm]
td1	12	42.9	0.97	27.6	33.0

Auflager B

Endauflager nach Heft 600, Kap. 9.7

Ek	F _{Ed} [kN]	A _c [cm ²]	gew.	A _s [cm ²]	F _{Rd} [kN]	η [-]
2	1084.19	875.00	-	0.00	1190.00	0.91

Verankerungsart

gerader Stab

Beiwert α_a

1.00

Verbundbedingung

gut

Die Verankerung erfolgt für 100% der Zugkraft

i	Ø [mm]	l _b [cm]	A _{s,erf} /A _{s,vorh} [-]	l _{b,erf} [cm]	l _{b,vorh} [cm]
td1	12	42.9	0.97	27.6	33.0

Bewehrungswahl

B 500SA

Netzbewehrung
je Seite

Feld	A _{s,erf.} [cm ² /m]	gewählt	A _{s,vorh.} [cm ² /m]	η [-]
alle	1.88	Q 335	3.35	0.56

Ingenieurbüro für Bauwesen Dr. Ehlers - Unland

Beratende Ingenieure PartG mbB

Am Tie 1, 49086 Osnabrück, Tel.: 0541-911840, Fax: 0541-9118429



Längszugbewehrung

Ort	von h [m]	bis h [m]	As,erf. [cm²]	Zulage	As,vorh.* [cm²]	η [-]
Feld 1	0.00	0.58	14.69	5*2Ø12	15.20	0.97

* inkl. Netzbewehrung

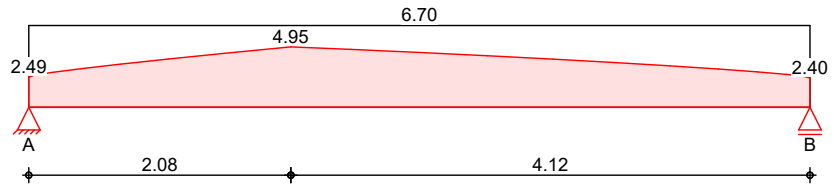
Aufhängebewehrung
Streckenlasten

Feld	von x [m]	bis x [m]	As,erf. [cm²/m]	Zulage Bügel	As,vorh.* [cm²/m]	η [-]
Feld 1	0.00	6.20	4.95	-/-	6.70	0.74

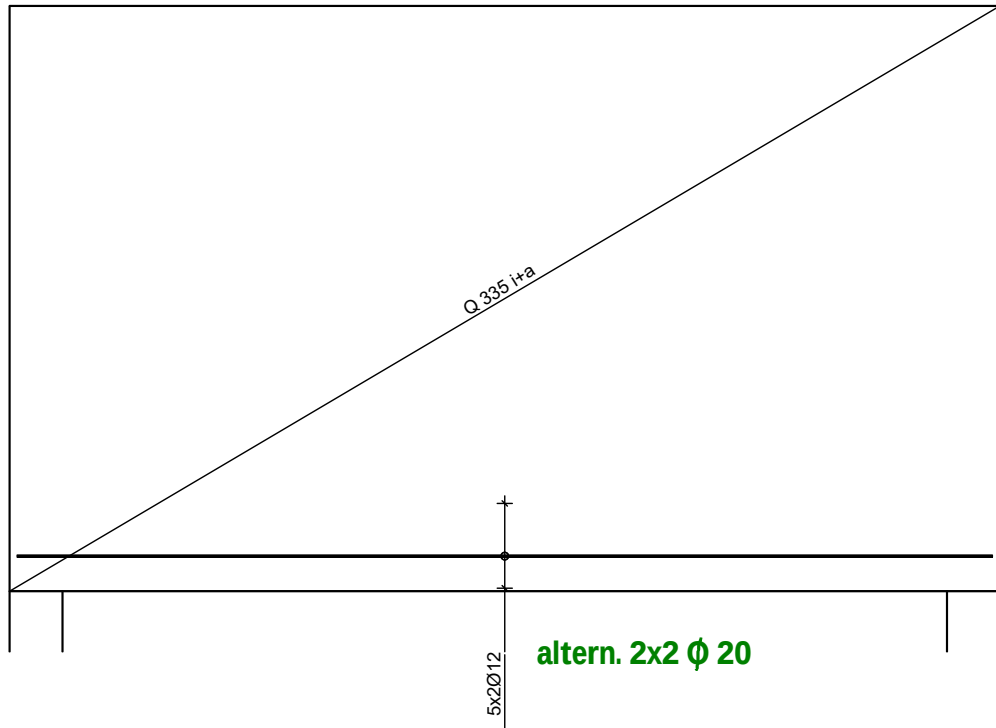
* inkl. Netzbewehrung, durch Steckbügel zu schließen

Aufhängebewehrung

Streckenlasten



Bewehrungsskizze
M 1:50



Randeinfassung umlaufend 2Ø12 + Bügel Ø8/15



Auflagerkräfte	charakteristische Lasten nach Heft 631			
	EW	Auflager	F_{z,max}	F_{z,min}
			[kN]	[kN]
	Gk	Auflager A	624.4	624.4
		Auflager B	608.6	608.6
	Qk.N	Auflager A	182.3	0.0
		Auflager B	175.1	0.0

Zusammenfassung Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT) Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis			η
			[-]
Auflager A	Expositionsklassen	OK	
	Auflagerpressung	OK	0.94
	Verankerungslänge	OK	
Auflager B	Auflagerpressung	OK	0.91
	Verankerungslänge	OK	
	Bewehrungswahl	OK	



Pos. I-300-N1

Trog-Platte über Sporthalle

Im Bereich der Sporthalle kommen Trogplatten zur Ausführung.

Zur Auflagerung der Trogplatten werden in den Stegbereichen Stahl-Auflagerkonsolen vorgesehen. Die Auflagerkraft kann dabei auf beide Stege aufgeteilt werden.

$$V_{Ed} = 433,34/2 = 216,67 \text{ kN}$$

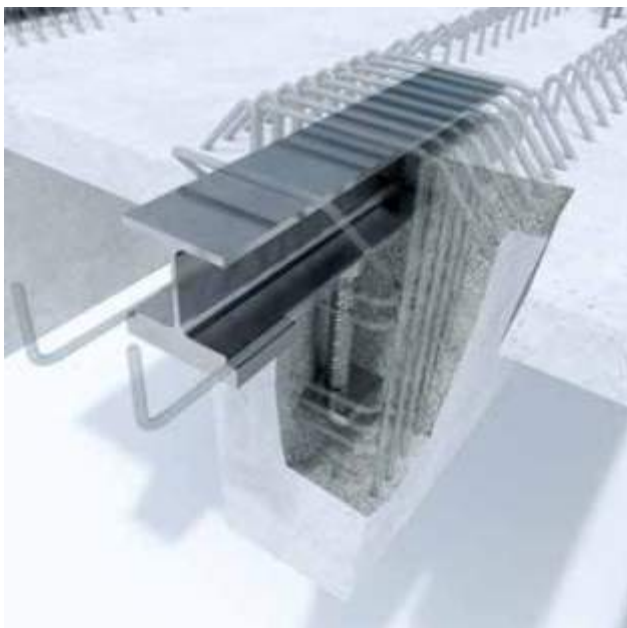
Als Auflagerkonsole können die PS-A 160 von Pfeifer gewählt werden.

$$V_{Ed} = 216,67 \text{ kN} < V_{Rd} = 279,59 \text{ kN}$$

Tabelle 3.19: Bemessungstabelle PS-A 160, $V_{Rd, Montage} = 160 \text{ kN}^{5)}$, Grundmodul 1										
Zeile	Steghöhe $h_{Steg} [\text{cm}]$	Plattendicke (am Auflager) $h_{Platte} [\text{cm}]$	Querkrafttragfähigkeit im Endzustand ¹⁾			horizontale Betonstahlzulagen				
			C 20/25 $V_{Rd, ges} [\text{kN}]$	C 25/30 $V_{Rd, ges} [\text{kN}]$	C 30/37 $V_{Rd, ges} [\text{kN}]$	erforderlicher Querschnitt ²⁾			Bewehrungsvorschlag ³⁾	
						C 20/25 $A_{s, erf} [\text{cm}^2]$	C 25/30 $A_{s, erf} [\text{cm}^2]$	C 30/37 $A_{s, erf} [\text{cm}^2]$	Anzahl	$\phi [\text{mm}]$
1	60	18	214,55	214,79	214,79	2,26	2,26	2,26	2	12
2	60	18	223,01	236,03	236,03	2,84	2,86	2,86	4	12
3	60	18	275,94	277,23	277,53	5,68	5,55	5,52	6	12
4	60	19	217,96	218,14	218,14	2,26	2,26	2,26	2	12
5	60	19	236,08	236,36	236,36	2,78	2,75	2,75	4	12
6	60	19	277,09	278,37	278,57	5,40	5,28	5,26	6	12
7	60	20	221,31	221,41	221,41	2,26	2,26	2,26	2	12
8	60	20	236,48	236,69	236,69	2,67	2,65	2,65	4	12
9	60	20	278,24	279,49	279,59	5,16	5,05	5,04	6	12

Auf der Innenseite des Gebäudes liegen die Stege zur Hälfte auf den Stb.-Wänden auf.

Prinzipskizze:



Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086

Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

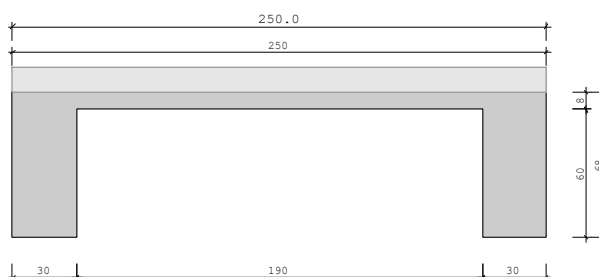
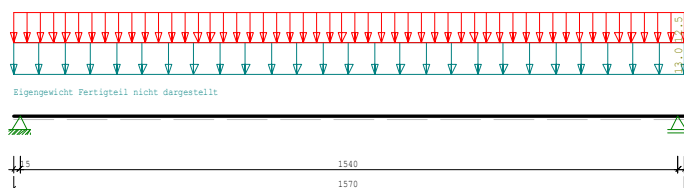
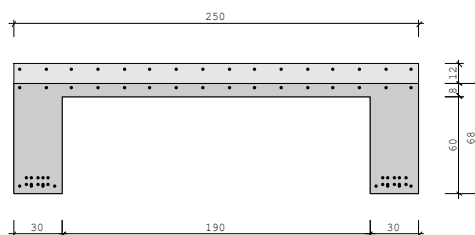
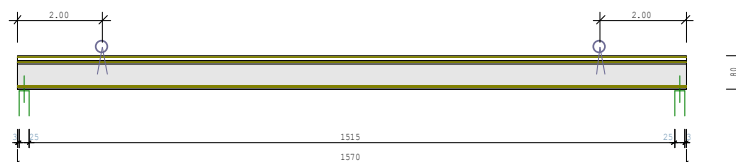
Position: I-300-A

08.10.2025

Seite: 1

Position: I-300-A Trog-Platte Sporthalle

Spannbettbinder B8 02/2025 (FRILO R-2025-2/P05)



Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300-A

08.10.2025

Seite: 2

System:

Parallelgurtiger Binder mit Ortbetonergänzung

Grundeinstellungen:

Lastkombinatorik: DIN EN 1990/NA:2010-12 + EN 1990:2002/AC:2010

GZT: Nachweise für Tragsicherheit (STR)

ständige/vorübergehende Bemessungssituation mit Gleichung 6.10

Bemessungsnorm: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + EN 1992-1-1:2004 /AC:2010

Vorspannung mit sofortigen Verbund

Systemgeometrie:

Gesamtlänge L = 15.70 m Stützweite L1 = 15.40 m

Überstand links L0 = 0.15 m rechts L2 = 0.15 m

Binderhöhe: H2 = 68.0 cm

Verhältnis Spannweite zu Binderhöhe:

L1/H2 = 22.65

Montageaufhängung, Abstand vom Binderanfang bzw. Binderende:

Haken L8 = 2.00 m rechts L9 = 2.00 m

keine Hilfsunterstützung des Binders

Plattenbalkenquerschnitt mit 2 Stegen

Platte bf = 250.0 cm hf = 8.0 cm

Steg bw = 30.0 cm h = 68.0 cm

Querschnitt Ortbetonergänzung:

Querschnittsschichten von oben nach unten			
Nr	Breite [cm]	Abstand [cm]	Bemerkung
1	250.0	0.0	
2	250.0	12.0	

Fugenausbildung: rau

mitwirkende Breite (Eingabeschnitt):

bm = 440.0 cm

Material:

Spannstahl

SpSt 1570/1770 Litze 7 Drähte

dd = 4.1 mm dp = 12.3 mm

Ep = 195000 N/mm² Ap = 0.930 cm²

f_{p0.1k} = 1500 N/mm² f_{pk} = 1770 N/mm²

ε_{uk} = 35.0 ‰ ε_{ud} = 25.0 ‰ + ε_p⁽⁰⁾

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_s = 1.15

Beiwerte Vorspannung:

charakt. Wert r_{sup} = 1.05 r_{inf} = 0.95

Bemessungswert γ_{p,max} = 1.00 γ_{p,min} = 1.00

Rissbreitennachweis

Vergl. Durchm. d_{pV} = 7.20 mm ξ = 0.60 (Tab. 6.2)

Relaxation (aus Zulassung)				
σ _{p0} /f _{pk}	10 h	200 h	1000 h	1000000 h
0.60	0.3	0.6	0.8	2.8
0.70	0.8	1.0	2.0	7.0
0.80	2.0	4.0	5.0	14.0

Verluste in % in Abhängigkeit von Zeit und Beanspruchung

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300-A

08.10.2025

Seite: 3

zulässige Spannungen:

im Spannbett	$\sigma_p \leq 1350.0 \text{ N/mm}^2$	$(0.90 * f_{p0.1k})$
nach Lös. d. Verank.	$\sigma_p \leq 1275.0 \text{ N/mm}^2$	$(0.85 * f_{p0.1k})$
seltene LK	$\sigma_p \leq 1350.0 \text{ N/mm}^2$	$(0.90 * f_{p0.1k})$
q.ständ.LK	$\sigma_p \leq 1150.5 \text{ N/mm}^2$	$(0.65 * f_{pk})$

Übertragungslänge

$\eta_{p1} = 2.85$	$\alpha_2 = 0.19$
$\alpha_1 = 1.25$	$\sigma_{pm0} = 940 \text{ N/mm}^2$
PT: $f_{ctdt} = 1.40 \text{ N/mm}^2$	
guter Verbund	$\eta_1 = 1.00$
$f_{bpt} = 3.99 \text{ N/mm}^2$	$l_{pt} = 0.69 \text{ m}$

Eintragungslänge:

$d = 0.64 \text{ m}$	$l_{disp} = 0.96 \text{ m}$
----------------------	-----------------------------

Betonstahl:

Längsbewehrung	Bügelbewehrung
B 500 B	B 500 B
$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
$\epsilon_{uk} = 50.0 \text{ ‰}$	$\epsilon_{uk} = 50.0 \text{ ‰}$
$\epsilon_{ud} = 25.0 \text{ ‰}$	$\epsilon_{ud} = 25.0 \text{ ‰}$

Teilsicherheitsbeiwerte:

$\gamma_s = 1.15$	$\gamma_s = 1.15$
-------------------	-------------------

zulässige Spannungen im GZG:

$\sigma_s \leq 400 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_s \leq 400 \text{ N/mm}^2$	$(0.80 * f_{yk})$
------------------------------------	------------------------------------	-------------------

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	W0	W0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 16 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$	
Spannstahl	$d_p = 12.3 \text{ mm}$	Litze, $\sigma_p^{(0)} \leq 1000 \text{ N/mm}^2$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} * 5$	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} * 5 * 5$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} * 5 * 5$	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} * 5 * 5$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 12 \text{ mm} * 5$	$C_{min,l} = 16 \text{ mm} * 5$
Betondeckung	$C_{nom,l} = 30 \text{ mm} * 1$	$C_{nom,l} = 30 \text{ mm} * 1$
Spannstahl	$C_{min,p} = 31 \text{ mm} * 5$	$C_{min,p} = 31 \text{ mm} * 5$
Betondeckung	$C_{nom,p} = 41 \text{ mm}$	$C_{nom,p} = 41 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$W_{max} = 0.20 \text{ mm}$	$W_{max} = 0.20 \text{ mm}$
Dekompression	nicht erf.	nicht erf.
*1: mit $c_{min,b}$		
*5: Verbund maßgebend		

Beton:

Fertigteil	Ortbeton	Wichte
C 45/55	C 30/37	
$f_{ck} = 45.00 \text{ N/mm}^2$	$f_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$	
$\alpha_{cc} = 0.85$		
$f_{ctk0.05} = 2.66 \text{ N/mm}^2$	$f_{ctk0.05} = 2.03 \text{ N/mm}^2$	
$\alpha_{ct} = 0.85$		
$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$	
$E_{cm} = 36000 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$	
$\alpha_E = 1.00$	$\alpha_E = 1.00$	
$G_{cm} = 14400 \text{ N/mm}^2$	$G_{cm} = 13200 \text{ N/mm}^2$	
Beiwert E-Modul		
Teilsicherheitsbeiwerte:		
$\gamma_c = 1.50$	$\gamma_c = 1.50$	

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

Tel.: 0541/91184-0

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300-A

49086 Osnabrück

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

08.10.2025

Seite: 4

zulässige Spannungen im GZG:

seltene LK $\sigma_c \geq -27.00$ N/mm² $\sigma_c \geq -18.00$ N/mm²q.ständ.LK $\sigma_c \geq -20.25$ N/mm² $\sigma_c \geq -13.50$ N/mm²Lösen der Verankerung $t = t_0(T_{lag})$ $f_{cm}(t) = 40.31$ N/mm² $f_{ck}(t) = 32.31$ N/mm²lin. Kriechen $\sigma_c \geq -14.54$ N/mm² ($k_2=0.45$)Maximum $\sigma_c \geq -19.39$ N/mm² ($k_6=0.60$)

Kriechzahl und Schwindmaß

keine Wärmebehandlung, $t_0T = t_0$

Fertigteile: Zement Festigkeitsklasse 42,5R;52,5

Ortbeton: Zement Festigkeitsklasse 42,5R;52,5

 $p = 0.5$ (Alterungsbeiwert) $t_0E = 1.0$ Tage (Beginn Kriechen Ortbetonergänzung)Bezugspunkt für t_0 ist der Beginn der Betonage des Fertigteil

Kriechabschnitt	t0 Tage	LF. %
Lagerung	5	70
Betonieren Ortbeton	28	70
Lös.Hilfsunterstützung	36	70
Nutzung Ftl + Erg.	150	50

Zl.	Abschnitt	Teil- querschnitt	t0	t	α	$t_{0,eff}$ B.9	β_{t0} B.5	β_H B.8	$\beta_{ct}(t,t_0)$ B.7	ϕ_{RH} B.3	$\beta(f_{cm})$ B.4	$\phi(t,t_0)$ B.1
1	Lagerung	Ftl	5.0	28.0	1	10.0	0.59	435.0	0.41	1.31	2.31	0.73
2	Betonieren Ortbeton	Ftl	28.0	36.0	1	10.0	0.59	549.6	0.03	1.26	2.31	0.06
3		Erg	1.0	8.0	1	4.0	0.70	582.6	0.26	1.45	2.73	0.73
4	Lös.Hilfsunterstützung	Ftl	36.0	150.0	1	10.0	0.59	549.6	0.21	1.26	2.31	0.36
5		Erg	8.0	122.0	1	13.1	0.56	582.6	0.33	1.45	2.73	0.72
6	Nutzung Ftl + Erg.	Ftl	150.0	26000.0	1	10.0	0.59	535.2	0.36	1.49	2.31	0.74
7		Erg	122.0	25972.0	1	125.4	0.37	568.4	0.40	1.75	2.73	0.70

Zl.	A [cm ²]	U [cm]	h0 [cm]	$\beta_{ds}(t_0,t_s)$	$\beta_{ds}(t,t_s)$ 3.10	β_{RH} B.12	$\epsilon_{cd,0}$ B.11	β_{as} 3.13	$\epsilon_{ca}/10e6$ 3.12	$\epsilon_{cs}(t,t_0)$ [%]
1	5600.00	756.0	148.1	0.000	0.242	1.02	425.2	0.65	87.50	0.153
2	5600.00	506.0	221.3	0.149	0.191	1.02	425.2	0.70	87.50	0.022
3	3000.00	274.0	21.9	0.000	0.051	1.02	501.5	0.43	50.00	0.043
4	5600.00	506.0	221.3	0.191	0.524	1.02	425.2	0.91	87.50	0.139
5	3000.00	274.0	21.9	0.000	0.483	1.02	501.5	0.89	50.00	0.246
6	5600.00	506.0	221.3	0.524	0.995	1.36	566.3	1.00	87.50	0.229
7	3000.00	274.0	21.9	0.000	0.995	1.36	667.9	1.00	50.00	0.602

Lasten:

Eigengewicht und Betonierlast

Binderanfang $g_{11} = 14.00$ kN/mBinderende $g_{12} = 14.00$ kN/mOrtbeton $g_E = 7.50$ kN/mBetonierlast $bl = 5.85$ kN/mGesamtgewicht $G = 219.8$ kNBetonvolumen $V = 8.79$ m³Schalungsfläche $A = 80.56$ m² G, V und A ohne Anteil Ortbetonergänzung

Nutzlasten

Deckenlasten:

ständiger Anteil $g_0 = 2.20$ kN/m²veränderlicher Anteil $q_0 = 5.00$ kN/m² $E_w = 3$

Einwirkungen:

Ew.	γ_Q	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Abh.	Kat.	Bezeichnung
1	1.50	0.70	0.50	0.30	1	A	Wohnräume
3	1.50	0.70	0.70	0.60	1	C	Versammlungsräume

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300-A

08.10.2025

Seite: 5

alle Nutzlasten sind abhängig, Kombination wie eine Einwirkung

Spannglieder je Steg:

Abst(UK) > 4.8 cm Achsen horizontal > 3.7 cm vertikal > 3.7 cm

Lage Nr.	Anzahl	Fläche A_p [cm ²]	Abst. UK Y_p [cm]	Vorspannung $\sigma_p^{(0)}$ [N/mm ²]	<--- Abisolierungen --->		
					Anz.	bis x1 [m]	ab x2 [m]
1	5	4.65	5.5	1000	0		
2	5	4.65	9.5	1000	0		

x1 und x2 bezüglich des linken Binderanfanges
Die Berechnung der Verluste aus Kriechen, Schwinden und Relaxation erfolgt nach einem Verfahren von Abelein

Schlaufe Bewehrung je Steg:

Lage Nr.	Anzahl	Durchm. Φ_s, l [mm]	Fläche A_s [cm ²]	Abst. UK Y_s [cm]	wirksamer Bereich	
					von xA [m]	bis xE [m]
1	4	16	8.04	4.0	0.00	15.70
2	8	12	9.05	65.0	0.00	15.70
3	8	12	9.05	76.0	0.00	15.70

xA und xE bezüglich des linken Binderanfanges

Oberflächenbewehrung nach Tab. NA.J.41 (B0 < D0) :

Steg (Z1/S3) $A_sS = 3.64 \text{ cm}^2/\text{m}$ ($U_{wkS} \leq X_{C4}$) (je Seite)Obergurt (Z3/S1) $A_sO = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$ ($U_{wkS} \leq X_{C4}$)

Einstellungen für Nachweis der Querkrafttragfähigkeit

Auflagerbreite, Abstand Auflagerkante, Nutzhöhe an der Auflagerlinie

links $b_{Al} = 0.25 \text{ m}$ $a_l = 0.12 \text{ m}$ $d_{Al} = 0.64 \text{ m}$ rechts $b_{Ar} = 0.25 \text{ m}$ $a_r = 0.12 \text{ m}$ $d_{Ar} = 0.64 \text{ m}$

Für Schubbewehrung nicht maßgebende Bereiche um Auflager A und B:

 $x_{aRe} = 0.76 \text{ m}$ direkte Auflagerung (Auflagerbreite/2 + Nutzhöhe) $x_{bLi} = 0.76 \text{ m}$ direkte Auflagerung (Auflagerbreite/2 + Nutzhöhe)Schubkraft aus Kriechen und Schwinden wird pauschal mit $2 \text{ cm}^2/\text{m}$ berücksichtigt

(DAFStb Heft 630)

Nachweis der Begrenzung der Verformung:

Durchhang $f \leq L/250$ Zuwachsdurchbiegung $|df| \leq L/500$ Kragarm links $f \leq 0.1 \text{ cm}$ $|df| \leq 0.1 \text{ cm}$ Feld $f \leq 6.2 \text{ cm}$ $|df| \leq 3.1 \text{ cm}$ Kragarm rechts $f \leq 0.1 \text{ cm}$ $|df| \leq 0.1 \text{ cm}$

quasi- ständige Kombination und wirksame Vorspannung (char. Wert)

Kriechzahl des Verbundquerschnittes nach Rossner gemittelt

Verformung infolge Schwinden berücksichtigt

Zugversteifung: Bauteilsteifigkeit, seltene Kombination

ERGEBNISSE (Zusammenfassung)

Auflagerkräfte (t = Unendlich):

Einheiten: alle [kN] G:stünd., Q:veränd., V: Summe					
Auflagerpunkt	<-----char. Werte----->		<---GZT(PT)--->		
	G	min Q	max Q	min V	max V
A (links)	211.95	-0.01	98.13	211.93	433.34
B (rechts)	211.95	-0.01	98.13	211.93	433.34

maximales Feldmoment im Einbauszustand (char. Wert):

MF = 1170.67 kNm bei x = 7.85 m

Erforderliche Schubbewehrung: (beide Stege)

Stütze A: Fuge $a_{sw} = 7.29 \text{ cm}^2/\text{m}$ Fuge $a_{sw} = 2.00 \text{ cm}^2/\text{m}$ Stütze B: Fuge $a_{sw} = 7.29 \text{ cm}^2/\text{m}$ Fuge $a_{sw} = 2.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

Tel.: 0541/91184-0

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300-A

49086 Osnabrück

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

08.10.2025

Seite: 6

Spaltzugbewehrung

links Verlegelänge = 0.72 m
ab x = 0.00 m As = 12.0 cm²
rechts Verlegelänge = 0.72 m
ab x = 15.70 m As = 12.0 cm²

Nachweis der Verankerung

links: Zugkraftdeckung im Verankerungsbereich Ausn = 0.30
rechts: Zugkraftdeckung im Verankerungsbereich Ausn = 0.30

Übersicht krit. Schnitte

gewähltes Grundraster: 20 Schnitte

Nachweisgröße		Extremwert		Ausnutzung	x [m]
Tragf. Biegung unten	$\eta =$	1.55		0.65	7.85
Tragf. Biegung oben	$\eta =$	15.46		0.06	13.70
Zugkraftdeckung unten	$\eta =$	1.55		0.65	7.85
Zugkraftdeckung oben	$\eta =$	15.46		0.06	13.70
Ftl.: Drucksp. t0(Lag)	$\sigma_c =$	-17.89 N/mm ²		0.92	13.70
Ftl.: Drucksp. selt.LK	$\sigma_c =$	-13.85 N/mm ²		0.51	13.70
Erg.: Drucksp. selt.LK	$\sigma_c =$	-4.46 N/mm ²		0.25	7.85
Spannstahlspehnung	$\sigma_p, Q_k =$	965.4 N/mm ²		0.84	7.85
Spannstahlspehnung	$\sigma_p, S_k =$	995.3 N/mm ²		0.74	7.85
Betonstahlspehnung	$\sigma_s =$	90.4 N/mm ²		0.23	13.70
Riss MinAs+AsDuk unten A	AsMin =	9.7 cm ²		0.44	0.02
Riss.MinAs+AsDuk oben A	AsMin =	17.7 cm ²		0.98	0.02
Riss.MinAs+AsDuk ob(Erg.)A	AsMin =	27.8 cm ²		0.77	0.02
Rissbreite unten	wk =	0.03 mm		0.15	0.08
Rissbreite oben	wk =	0.02 mm		0.11	13.70
Rissbreite ob(Erg.)	wk =	0.04 mm		0.20	14.85
Durchhang oben	fo =	-0.9 cm		0.15	8.26
Durchhang unten	fu =	1.0 cm		0.16	7.44
Zuwachsdurchbieg. (Nut.)	df =	1.4 cm		0.46	7.44
Ftl.: Schubbew.(beide St.)	asw =	7.29 cm ² /m		1.00	0.91
Erg.: Schubbew.(Fuge)	asw =	2.00 cm ² /m		1.00	0.02
Druckstrebentragfähigkeit	$\eta =$	4.37		0.23	15.42
Erg.: Fugentragfähigkeit	$\eta =$	15.58		0.06	15.42
---- Nachweis nicht erforderlich					
**** Nachweis nicht geführt					
Ftl.: Fertigteil Erg.: Ortbetonergänzung					
EZ : Einbauszustand BZ : Bauzustand					
AsDuk:Duktilitätsbewehrung					
Grenze lineares Kriechen, informativ:					
Ftl.: lin. Krie. t0(Lag)	$\sigma_c =$	-12.30 N/mm ²		0.85	15.13
Ftl.: Drucksp. q-st.LK	$\sigma_c =$	-11.05 N/mm ²		0.55	15.13
Erg.: Drucksp. q-st.LK	$\sigma_c =$	-3.29 N/mm ²		0.24	7.85
Zugspannungen Zustand I, informativ:					
Ftl.: Zugspann. (Ez)	$\sigma_t =$	8.75 N/mm ²		2.31	7.85
Ftl.: Zugspann. (Bz)	$\sigma_t =$	2.40 N/mm ²		1.02	15.13
Erg.: Zugspann. (Ez)	$\sigma_t =$	5.00 N/mm ²		1.73	15.13

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086

Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

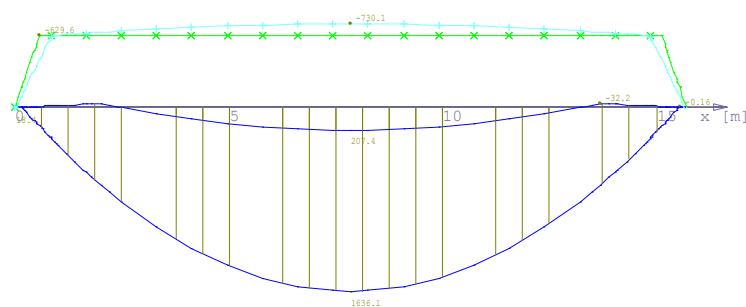
Position: I-300-A

08.10.2025

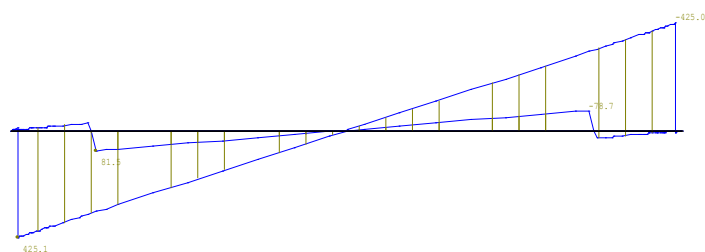
Seite: 7

Schnittkräfte

max MEd aus äusseren Lasten (PT)
min MEd aus äusseren Lasten (PT)
Moment aus Vorspannung, t= tA Lagerung
Moment aus Vorspannung, t= tE Nutzung



max VEd aus äusseren Lasten (PT)
min VEd aus äusseren Lasten (PT)



Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086

Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

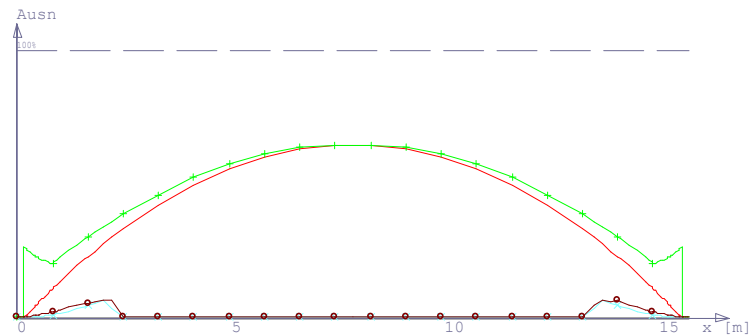
Position: I-300-A

08.10.2025

Seite: 8

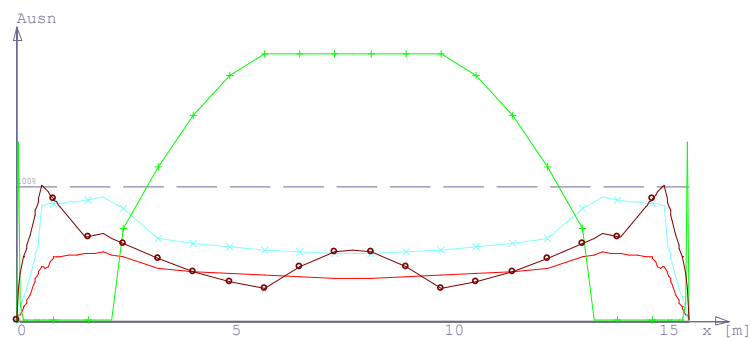
Biegetragfähigkeit (Bruchsicherheit)

Tragf. Biegung	unten	$\eta = 1,55$	$x = 7,85 \text{ m}$
Tragf. Biegung	oben	$\eta = 15,46$	$x = 13,70 \text{ m}$
Zugkraftdeckung	unten	$\eta = 1,55$	$x = 7,85 \text{ m}$
Zugkraftdeckung	oben	$\eta = 15,46$	$x = 13,70 \text{ m}$



Betonrandspannungen Fertigteil

Ft1.: Drucksp.	selt.LK	$\sigma_c = -13,85 \text{ N/mm}^2$	$x = 13,70 \text{ m}$
Ft1.: Drucksp.	t0 (Lag)	$\sigma_c = -17,89 \text{ N/mm}^2$	$x = 13,70 \text{ m}$
Ft1.: Zugspann.	(Ez)	> 100% Zustand II, nur informativ	
Ft1.: Zugspann.	(Bz)	> 100% Zustand II, nur informativ	



Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086

Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

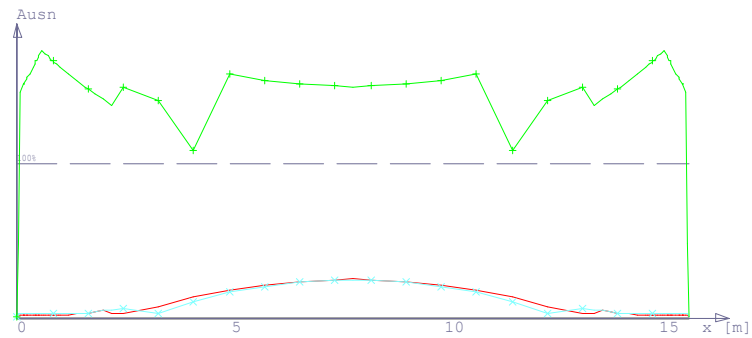
Position: I-300-A

08.10.2025

Seite: 9

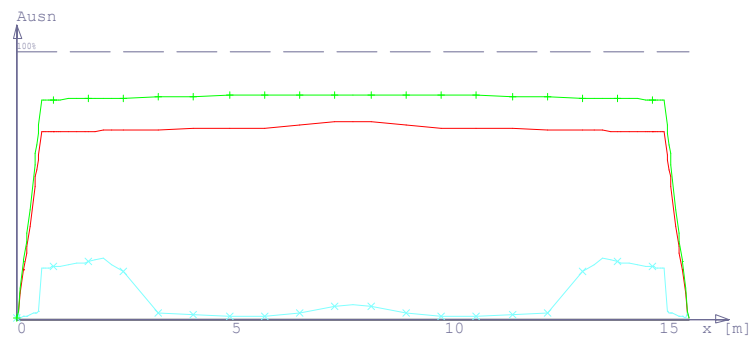
Betonrandspannungen Ergänzung

Erg.: Drucksp. selt.LK $\sigma_c = -4,46 \text{ N/mm}^2$ x= 7,85 m
 Erg.: Drucksp. q-st.LK $\sigma_c = -3,29 \text{ N/mm}^2$ x= 7,85 m
 Erg.: Zugspann. (Ez) > 100% Zustand II, nur informativ



Stahlspannungen

Spannstahlspannung $\sigma_p, S_k = 995,3 \text{ N/mm}^2$ x= 7,85 m
 Betonstahlspannung $\sigma_s = 90,39 \text{ N/mm}^2$ x=13,70 m
 Spannstahlspannung $\sigma_p, Q_k = 965,4 \text{ N/mm}^2$ x= 7,85 m



Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086

Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

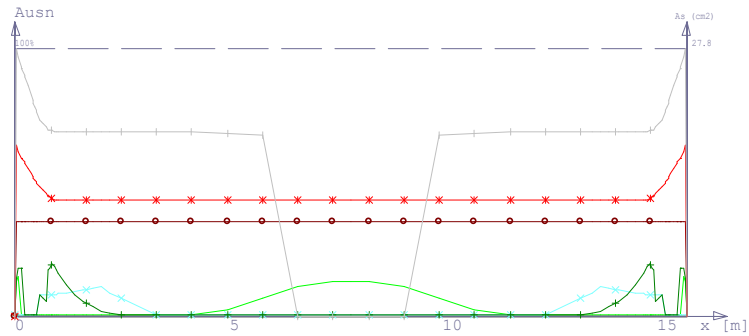
Position: I-300-A

08.10.2025

Seite: 10

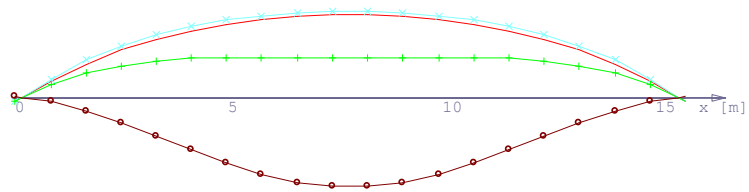
Rissbreitenbegrenzung

—	Rissbreite	unten	wk =	0,03 mm	x=	0,08 m
×	Rissbreite	oben	wk =	0,02 mm	x=	13,70 m
+	Rissbreite	ob (Erg.)	wk =	0,04 mm	x=	14,85 m
○	Riss MinAs+AsDuk	unten	AsMin =	9,70 cm ²	x=	0,02 m
×	Riss MinAs+AsDuk	oben	AsMin =	17,69 cm ²	x=	0,02 m
—	Riss MinAs+AsDuk	ob (Erg.)	AsMin =	27,79 cm ²	x=	0,02 m



Verformung

—	Durchhang	t=tA Lagerung	-0,91 cm
×	Durchhang	t=tE Lagerung	-0,94 cm
+	Durchhang	t=tA Nutzung	-0,44 cm
○	Durchhang	t=tE Nutzung	0,98 cm



Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

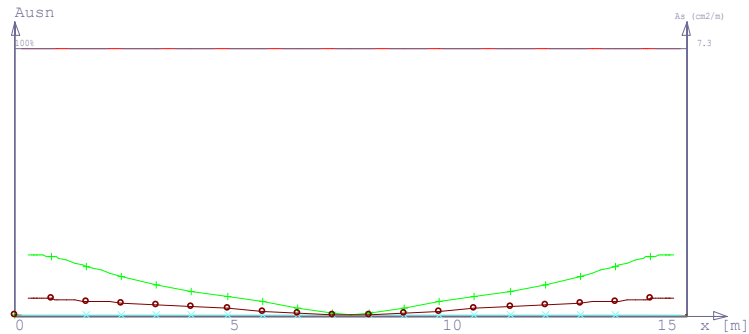
Position: I-300-A

08.10.2025

Seite: 11

Querkrafttragfähigkeit (Schubdeckung)

Ft1.: Schubbew. (beide St.) asw = 7,29 cm²/m x= 0,91 m
 Erg.: Schubbew. (Fuge) asw = 2,00 cm²/m x= 0,02 m
 Druckstrebentragfähigkeit η = 4,37 x=15,42 m
 Erg.: Fugentragfähigkeit η = 15,58 x=15,42 m



Schnitt max. Feldmoment x = 7.85 m vom Bideranfang

Schnittkraftkombinationen aus äußerer Belastung

LEW: vorherrschende veränderliche Einwirkung (Leiteinwirkung)

MAE: maßgebende abhängige Einwirkung der Nutz- und Verkehrslasten

GZT-PT: ständige + vorübergeh. Bemessungssituation (Grundkombination)

Montage mit γ_G= 1.15

GZG-Sk: seltene (= charakteristische) Kombination

GZG-Hk: häufige Kombination

GZG-Qk: quasi-ständige Kombination

maximales Moment : [kNm]

	GZT-PT	GZG-Sk	GZG-Hk	GZG-Qk
Lagerung	560.13	414.87	414.87	414.87
Lager./Montage	247.49	211.56	211.56	211.56
Betonieren OB	1132.34	819.44	732.73	698.04
Nutzung	1636.10	1170.67	1059.51	1022.45
LEW	3	3	3	-
MAE	3	3	3	3

minimales Moment : [kNm]

	GZT-PT	GZG-Sk	GZG-Hk	GZG-Qk
Lagerung	414.82	414.87	414.87	414.87
Lager./Montage	207.36	211.56	211.56	211.56
Betonieren OB	645.83	645.95	645.98	646.00
Nutzung	799.79	799.97	800.01	800.03
LEW	3	3	3	-
MAE	3	3	3	3

maximale Querkraft: [kN]

	GZT-PT
Lagerung	-0.0
Lager./Montage	-0.4
Betonieren OB	-0.0
Nutzung	-0.0
LEW	3
MAE	3

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300-A

08.10.2025

Seite: 12

Wirksame Spannglieder (Vorspannung Spannbettzustand für $t=t_0(\text{Lag})$) je Steg

Lage Nr.	Anz.	Fläche A_p [cm ²]	Abstand v.UK [cm]	Vorspannung max [N/mm ²]	Vorspannung min [N/mm ²]	Spannkraft max [kN]	Spannkraft min [kN]	Kurzzeit-Relaxation [N/mm ²]
1	5	4.7	5.5	995.59	995.59	462.9	462.9	-4.41
2	5	4.7	9.5	995.59	995.59	462.9	462.9	-4.41

Schlaffe Bewehrung je Steg

Lage	Anzahl	Durchm. [mm]	Fläche [cm ²]	UK [cm]
1	4	16	8.0	4.0
2	8	12	9.0	65.0
3	8	12	9.0	76.0

Querschnitt Fertigteil:

Querschnittsschichten von oben nach unten			
Nr	Breite [cm]	Abstand [cm]	Bemerkung
1	250.0	0.0	
2	250.0	12.0	
3	250.0	12.0	
4	250.0	20.0	
5	60.0	20.0	Steganfang
6	60.0	80.0	Stegende

Querschnittswerte

	brutto			ideell		
	A_c [cm ²]	z_u [cm]	I_c [cm ⁴]	A_i [cm ²]	z_i [cm]	I_i [cm ⁴]
Fertigteilquerschnitt	5600.0	42.1	2576952	5837.9	41.5	2855019
Verbundquerschnitt	8350.0	52.6	4481703	8671.8	52.1	4910903

Schnittkräfte aus wirksamer Vorspannung (Mittelwerte, Spannbettzustand)

Kriechabschn.	$N_{pm}^{(0)}$		$M_{pm}^{(0)}$	
	t_A [kN]	t_E [kN]	t_A [kNm]	t_E [kNm]
Lager.	-1851.8	-1609.8	-629.60	-581.97
Bet.Obt	-1609.8	-1583.5	-581.97	-578.32
Lös.HSt	-1583.5	-1327.9	-746.81	-726.44
Nutzung	-1327.9	-862.4	-726.44	-730.06

t_A =Anfang, t_E =Ende Kriechabschnitt

Spannstahl Relaxation				
Lage Nr.	Lager. $\Delta\sigma_{p,r1}$ [N/mm ²]	Bet.Obt $\Delta\sigma_{p,r2}$ [N/mm ²]	Lös.HSt $\Delta\sigma_{p,r3}$ [N/mm ²]	Nutzung $\Delta\sigma_{p,r4}$ [N/mm ²]
1	1.49	0.42	-0.00	-0.00
2	1.44	0.45	-0.00	-0.00

Spannstahl, Verluste infolge Kriechen, Schwinden und Relaxation:				
Lage Nr.	Lager. $\Delta\sigma_{p,csr1}^{(0)}$ [N/mm ²]	Bet.Obt $\Delta\sigma_{p,csr2}^{(0)}$ [N/mm ²]	Lös.HSt $\Delta\sigma_{p,csr3}^{(0)}$ [N/mm ²]	Nutzung $\Delta\sigma_{p,csr4}^{(0)}$ [N/mm ²]
1	-49.82	-4.58	-30.26	-37.93
2	-48.80	-4.58	-30.47	-39.90



Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300-A

08.10.2025

Seite: 13

Betonstahlspannung infolge Kriechen, Schwinden und Relaxation:				
Lage Nr.	Lager. $\Delta\sigma_{s,csr1}^{(0)}$ [N/mm ²]	Bet.Obt $\Delta\sigma_{s,csr2}^{(0)}$ [N/mm ²]	Lös.HSt $\Delta\sigma_{s,csr3}^{(0)}$ [N/mm ²]	Nutzung $\Delta\sigma_{s,csr4}^{(0)}$ [N/mm ²]
1	-52.73	-5.04	-30.95	-38.14
2	-36.16	-5.38	-34.26	-69.01
3	0.00	-0.00	-48.26	-114.33

Biegung mit Längskraft im GZT

Zl.	Kriechabschnitt	Quer-schnitt	Zug-zone	z [cm]	M _{Rd} [kNm]	M _{Ed} [kNm]	η (>1.0)	
1	tA Lagerung	F	oben	59.0	497.93	M _{Ed} < 0	entf.	#1
2	tE Lagerung	F	unten	59.4	2069.01	560.13	3.69	
3	tA Lager./Montage	F	oben	59.0	497.93	M _{Ed} < 0	entf.	#1
4	tE Lager./Montage	F	unten	59.4	2069.01	247.49	8.36	
5	tA Betonieren OB	F	oben	60.1	525.67	M _{Ed} < 0	entf.	
6	tE Betonieren OB	F+E	unten	55.3	2513.17	1132.34	2.22	
7	tE Nutzung	F+E	oben	64.3	1043.38	M _{Ed} < 0	entf.	
8	tE Nutzung	F+E	unten	58.7	2528.79	1636.10	1.55	

#1: f_{ck}(t) = 0.72 * f_{ck}

Zwischenergebnisse : Bruchdehnungen und innere Kräfte										
Zl.	ε _c [‰]	ε _s [‰]	x [cm]	A _p [cm ²]	A _s [cm ²]	Z _p [kN]	Z _s [kN]	D _c [kN]	D _p [kN]	D _s [kN]
1	3.500	11.000	15.7	0.0	18.1	0.0	798.4	1395.2	-1271.1	670.4
2	2.680	25.000	6.2	18.6	16.1	2834.2	725.7	2967.2	0.0	523.9
3	3.500	11.000	15.7	0.0	18.1	0.0	798.4	1395.2	-1271.1	670.4
4	2.680	25.000	6.2	18.6	16.1	2834.2	725.7	2967.2	0.0	523.9
5	3.500	15.800	11.8	0.0	18.1	0.0	804.5	1460.0	-1335.3	658.8
6	3.500	23.400	9.9	18.6	34.2	2809.2	1303.5	3418.5	0.0	723.5
7	3.500	13.400	15.7	0.0	36.2	0.0	1597.8	1958.9	-1053.6	659.6
8	3.500	24.200	9.6	18.6	34.2	2823.0	1174.3	3319.8	0.0	756.9

Querkrafttragfähigkeit

Bemessungswert Querkraft						
Zl.	Kriechabschnitt	Kombination	V _{Ed,0} [kN]	M _{Ed} [kNm]	dV [kN]	infolge
1	tA Lagerung	QMax	-0.0	560.11	0.0	-----
2	tE Lagerung	QMax	-0.0	560.11	0.0	-----
3	tA Lager./Montage	QMax	-0.4	245.39	0.0	-----
4	tE Lager./Montage	QMax	-0.4	245.39	0.0	-----
5	tA Betonieren OB	QMax	-0.0	1132.25	0.0	-----
6	tE Betonieren OB	QMax	-0.0	1132.25	0.0	-----
7	tA Nutzung	QMax	-0.0	1635.94	0.0	-----
8	tE Nutzung	QMax	-0.0	1635.94	0.0	-----

wirksamer Querschnitt									
Zl.	Quer-schnitt	Zug-zone	b _w [cm]	d [cm]	z [cm]	A _c [cm ²]	A _{sl} [cm ²]	σ _{cp} [N/mm ²]	V _{Rdc} [kN]
1	F	unten	60.0	64.0	58.0	5600.0	34.7	3.31	336.7
2	F	unten	60.0	64.0	58.0	5600.0	34.7	2.87	338.3
3	F	unten	60.0	64.0	58.0	5600.0	34.7	3.31	336.7
4	F	unten	60.0	64.0	58.0	5600.0	34.7	2.87	338.3
5	F	unten	60.0	64.0	55.3	5600.0	34.7	2.87	338.3
6	F+E	unten	60.0	76.0	55.3	8350.0	34.7	1.90	299.5
7	F+E	unten	60.0	76.0	58.7	8350.0	34.7	1.59	282.7
8	F+E	unten	60.0	76.0	58.7	8350.0	34.7	1.03	252.2

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300-A

08.10.2025

Seite: 14

Schubbemessung (beide Stege) $v_1 = 0.750$

Zl.	V_{Ed} [kN]	$V_{Ed,red}$ [kN]	$V_{Rd,cc}$ [kN]	$\cot \Theta$	a_{sw} [cm ² /m]	Bemerk.	a_i [cm]	$V_{Rd,max}$ [kN]	
1	0.0	0.0	208.4	1.000	5.84	Min	32.0	2389.2	#1
2	0.0	0.0	256.9	1.000	7.29	Min	32.0	3327.7	
3	0.4	0.4	208.4	1.000	5.84	Min	32.0	2389.2	#1
4	0.4	0.4	256.9	1.000	7.29	Min	32.0	3327.7	
5	0.0	0.0	245.1	1.000	7.29	Min	32.0	3175.2	
6	0.0	0.0	214.5	1.000	7.29	Min	38.0	2116.8	
7	0.0	0.0	233.0	1.000	7.29	Min	38.0	2243.6	
8	0.0	0.0	243.3	1.000	7.29	Min	38.0	2243.6	

#1: $f_{ck}(t) = 0.72 \cdot f_{ck}$ Schubdeckung der Ort betonfuge (rau $\mu = 0.70$ $c = 0.40$ $v = 0.50$ $b_i = 250.0$ cm)

Zl.	β	V_{Ed} [kN/m ²]	$V_{Rd,i,0}$ [kN/m ²]	$V_{Rd,i,max}$ [kN/m ²]	a_{sw} [cm ² /m]
1	1.00	0.01	459.57	4250.00	0.00
2	1.00	0.01	459.57	4250.00	0.00

 $V_{Rd,i,0} = C \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n$ $V_{Rd,i,max} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd}$

Nachweis der Begrenzung der Rissbreite im GZG

zul. Rissbreite: $w_k < 0.20$ mm, häufige Lastkombination

Zl.	Kriechabschnitt	Quer-schnitt	Zug-zone	r_{sup} r_{inf}	$\max. \sigma_s$ [N/mm ²]	$s_{r,max}$ [mm]	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ [‰]	w_k [mm]
1	tA Lagerung	F	oben	1.05	Querschnitt überdrückt			
2	tE Lagerung	F	unten	0.95	Querschnitt überdrückt			
3	tA Lager./Montage	F	oben	1.05	keine Rissbildung			
4	tE Lager./Montage	F	unten	0.95	Querschnitt überdrückt			
5	tA Betonieren OB	F	oben	1.05	Querschnitt überdrückt			
6	tE Betonieren OB	F+E	unten	0.95	Querschnitt überdrückt			
7	tE Nutzung	F+E	oben	1.05	Querschnitt überdrückt			
8	tE Nutzung	F+E	unten	0.95	89.94	95.81	0.270	0.03

Schnittkräfte und Dehnungen

Zl.	N_{ges} [kN]	M_{ges} [kNm]	Zustand I		Zustand II		
			$\max. \sigma$ [N/mm ²]	XOI [cm]	ϕ_{eff}	ϵ_c [‰]	XOII [cm]
1	-1944.4	-246.21	-1.05	80.1			
2	-1529.3	-138.00	-4.63	95.7			
3	-1944.4	-449.52	0.84	62.7			
4	-1529.3	-341.32	-7.58	63.4			
5	-1690.3	34.91	-3.22	263.3			
6	-1504.3	23.26	-1.49	394.1			
7	-905.5	33.45	-1.23	181.2			
8	-819.3	365.95	2.94	40.5	1.99	-0.273	27.6

XOI: Druckzonenhöhe im Zustand I XOII: Druckzonenhöhe im Zustand II

Zl.	$h_{c,ef}$ [cm]	A_{ceff} [cm ²]	ξ_1	A_p [cm ²]	A_s [cm ²]	$\rho_{p,eff}$ [%]	ρ_{tot} [%]
8	14.7	881.5	1.15	18.6	16.1	4.639	3.935

Risschnittkräfte und Dehnungen (Zustand II)

Zl.	N_{ges} [kN]	M_{ges} [kNm]	Zustand I		Zustand II		
			$\max. \sigma$ [N/mm ²]	XOI [cm]	ϕ_{eff}	ϵ_c [‰]	XOII [cm]
1	-1690.3	-720.84	3.80	53.0			
3	-1529.3	-691.13	3.80	52.3			
6	-1504.3	520.87	3.80	44.2			
8	-819.3	446.47	3.80	38.3			

XOI: Druckzonenhöhe im Zustand I XOII: Druckzonenhöhe im Zustand II

Dr. Ehlers-Unland

Projekt: Statische Berechnung

Am Tie 1

Tel.: 0541/91184-0

Position: I-300-A

49086 Osnabrück

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

08.10.2025

Seite: 15

Mindestbewehrung zur Beschränkung der Rissbreite:

Zl.	Kriechabschnitt	Quer-schnitt	Zug-zone	r_{sup} r_{inf}	σ_t [N/mm ²]	erf. As [cm ²]	vor. As [cm ²]
1	tA Lagerung	F	oben	1.05	-0.80	11.6	18.1
2	tE Lagerung	F	unten	0.95	-4.63	< -1.00 kein Nachweis	
3	tA Lager./Montage	F	oben	0.95	0.55	12.0	18.1
4	tE Lager./Montage	F	unten	0.95	-7.58	< -1.00 kein Nachweis	
5	tA Betonieren OB	F	oben	1.05	-2.94	< -1.00 kein Nachweis	
6	tE Betonieren OB	F+E	unten	0.95	-0.57	<= 0 cm ²	
7	tE Nutzung	F+E	oben	1.05	-1.13	< -1.00 kein Nachweis	
8	tE Nutzung	F+E	unten	0.95	4.12	<= 0 cm ²	

Zl.	D [mm]	xOIz [cm]	A _p [cm ²]	ξ_1	Steg				Gurt			
					k	k _c	A _{ct} [cm ²]	A _s [cm ²]	k	k _c	A _{ct} [cm ²]	A _s [cm ²]
1	12	15.0	0.0	0.00	0.63	0.06	902.0	0.5	0.80	0.66	1520.0	11.1
3	12	15.7	0.0	0.00	0.63	0.09	940.7	0.7	0.80	0.67	1520.0	11.2
6	16	35.8	18.6	1.15	0.63	0.37	2147.1	8.0	--kein Gurt--			
8	16	41.7	18.6	1.15	0.63	0.43	2504.9	10.7	--kein Gurt--			

xOIz: Zugzone im Zustand I infolge Risschnittkräften

Duktilitätsbewehrung in der vorgedrückten Zugzone:

W _c [cm ³]	f _{ctm} [N/mm ²]	M _{cr} [kNm]	Z _s [cm]	erf. As [cm ²]	vor. As + A _p [cm ²]
85147	3.80	323.17	67.5	9.7	22.3

Spannungsnachweise GZG

Betonrandspannungen im Zustand I inf. Vorspannung, Kriechen, Schwinden u. Relaxation					
Zl.	infolge	σ_r Fertigteil		σ_r Ortbeton	
		oben [N/mm ²]	unten [N/mm ²]	oben [N/mm ²]	unten [N/mm ²]
1	Vsp Lösen Verankerung	2.67	-12.32	0.00	0.00
2	ksr Lagerung	-0.03	1.11	0.00	0.00
3	ksr Betonieren	0.52	-0.23	-0.30	-0.41
4	ksr Lösen Hilfsstützen	-1.05	1.31	0.85	1.28
5	ksr Nutzung	-3.24	2.88	2.55	3.69

Tab. Betondruckspannungen

Zl.	Kriechabschnitt	Quer-schnitt	M _{Ed} + = Max - = Min	σ_c Fertigteil		σ_c Ortbeton	
				Sk,Pk [N/mm ²]	Qk,Pk [N/mm ²]	Sk,Pk [N/mm ²]	Qk,Pk [N/mm ²]
1	tA Lagerung	F	--	-6.91	-6.91		
2	tE Lagerung	F	--	-5.75	-5.75		
3	tA Lager./Montage	F	--	-9.86			
4	tE Lager./Montage	F	--	-8.70			
5	tA Betonieren OB	F	++	-5.09	-3.97		
6	tE Betonieren OB	F+E	+++	-4.60	-3.47	-0.43	-0.43
7	tA Nutzung	F+E	+++	-4.27	-4.27	-4.46	-3.29
8	tE Nutzung	F+E	+++	-7.66	-7.66	-3.87	-2.77

Tab. Stahl- u. Betonzugspannungen

Zl.	Kriechabschnitt	Quer-schnitt	M _{Ed} + = Max - = Min	σ_p Sk,Pm [N/mm ²]	σ_s Sk,Pk [N/mm ²]	σ_t Fbt Sk,Pk [N/mm ²]	σ_t Obt Sk,Pk [N/mm ²]	σ_p Qk,Pm [N/mm ²]
1	tA Lagerung	F	+-	965.37	< 0	ZII		965.37
2	tE Lagerung	F	+-	921.71	< 0	ZII		921.71
3	tA Lager./Montage	F	---	953.03	2.05	0.84		
4	tE Lager./Montage	F	+-	909.36	< 0	0.81		
5	tA Betonieren OB	F	+++	947.05	< 0	1.26		938.90
6	tE Betonieren OB	F+E	+++	941.57	< 0	1.04		933.66
7	tA Nutzung	F+E	+++	995.27	20.21	0.39	0.46	941.47
8	tE Nutzung	F+E	+++	990.00	15.63	3.42	4.33*	931.24

Pk= Vorspannung charakteristisch, Pm= Vorspannung Mittelwert, ZII: Zustand II

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300-A

08.10.2025

Seite: 16

Verankerung durch Verbund (über dem linken Auflager)

$\eta_{p2} = 1.40$
guter Verbund
 $l_{pt2} = 0.83 \text{ m}$
Abstand erster Biegeriss
unten $l_{r,u} = 3.31 \text{ m}$
 $\eta_1 = 1.00$
 $f_{bpd} = 2.11 \text{ N/mm}^2$

Zugkraftdeckung unten

x [m]	Z _p [kN]	Z _s [kN]	T _{Ed} [kN]	$\eta = \frac{Z_p + Z_s}{T_{Ed}}$	Ausn
0.20	690.5	1226.6	496.3	3.86	0.26
0.40	1380.9	1231.4	605.4	4.31	0.23
0.50	1726.2	1233.8	659.4	4.49	0.22
0.57	1967.8	1235.4	696.3	4.60	0.22
0.60	2071.4	1235.1	712.0	4.64	0.22
0.80	2761.9	1233.1	815.5	4.90	0.20
1.00	2822.6	1230.2	916.2	4.42	0.23
1.20	2822.6	1227.0	1013.4	4.00	0.25
1.40	2822.6	1223.8	1107.8	3.65	0.27
1.60	2822.6	1220.8	1199.0	3.37	0.30
1.80	2822.7	1217.9	1286.5	3.14	0.32
2.00	2822.7	1215.1	1370.5	2.95	0.34
2.20	2822.7	1212.3	1448.6	2.79	0.36

Z_p: vom Spannstahl aufnehmbare Zugkraft

Z_s: vom Betonstahl aufnehmbare Zugkraft

T_{Ed}: zu verankernde Zugkraft

Nr. Lage	Abst. UK [cm]	XA [m]	σ_p [N/mm ²]	Gl.	l _{bpd} [m]	xk [m]	ΣZ_p [kN]	ΣZ_s [kN]	T _{Ed} [kN]	zus. As [cm ²]	
1	5.5	0.00	756.29	8.21	1.70						
2	9.5	0.00	763.57	8.21	1.69						

Verankerungsbereich ungerissen (PT)

Verankerungsbereich ungerissen (PT)

XA: Beginn des Verankerungsbereiches der Stahllage (Abst. von entspr. Binderseite)

Gl. 8.21: Verankerungsbereich ungerissen, σ_p entsprechend Bild 8.17 bzw. 8.17DE (a)

Gl. 8.21.1: Verankerungsbereich gerissen, σ_p entsprechend Bild 8.17DE (b)

xk: maßgebender Schnitt im Verankerungsbereich der Lage (Abstand vom Bideranfang)

zus. As: Für die Verankerung erforderliche zusätzliche schlaife Bewehrung

Verankerung durch Verbund (über dem rechten Auflager)

$\eta_{p2} = 1.40$
guter Verbund
 $l_{pt2} = 0.83 \text{ m}$
Abstand erster Biegeriss
unten $l_{r,u} = 3.31 \text{ m}$
 $\eta_1 = 1.00$
 $f_{bpd} = 2.11 \text{ N/mm}^2$

Zugkraftdeckung unten

x [m]	Z _p [kN]	Z _s [kN]	T _{Ed} [kN]	$\eta = \frac{Z_p + Z_s}{T_{Ed}}$	Ausn
13.50	2822.7	1212.3	1448.6	2.79	0.36
13.70	2822.7	1215.1	1370.5	2.95	0.34
13.90	2822.7	1217.9	1286.5	3.14	0.32
14.10	2822.6	1220.8	1199.0	3.37	0.30
14.30	2822.6	1223.8	1107.8	3.65	0.27
14.50	2822.6	1227.0	1013.4	4.00	0.25
14.70	2822.6	1230.2	916.2	4.42	0.23
14.90	2761.9	1233.1	815.5	4.90	0.20
15.10	2071.4	1235.1	712.0	4.64	0.22
15.20	1726.2	1233.8	659.4	4.49	0.22
15.30	1380.9	1231.4	605.4	4.31	0.23
15.50	690.5	1226.6	496.3	3.86	0.26

Z_p: vom Spannstahl aufnehmbare Zugkraft

Z_s: vom Betonstahl aufnehmbare Zugkraft

T_{Ed}: zu verankernde Zugkraft

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300-A

08.10.2025

Seite: 17

Nr. Lage	Abst. UK [cm]	XA [m]	σ_p [N/mm ²]	Gl.	l_{bpd} [m]	x_k [m]	ΣZ_p [kN]	ΣZ_s [kN]	T_{ed} [kN]	zus. As [cm ²]	
1	5.5	0.00	756.29	8.21	1.70						(PT)
2	9.5	0.00	763.57	8.21	1.69						(PT)

Verankerungsbereich ungerissen
Verankerungsbereich ungerissen

XA: Beginn des Verankerungsbereiches der Stahllage (Abst. von entspr. Binderseite)
Gl. 8.21: Verankerungsbereich ungerissen, σ_p entsprechend Bild 8.17 bzw. 8.17DE (a)
Gl. 8.21.1: Verankerungsbereich gerissen, σ_p entsprechend Bild 8.17DE (b)
 x_k : maßgebender Schnitt im Verankerungsbereich der Lage (Abstand vom Binderanfang)
zus. As: Für die Verankerung erforderliche zusätzliche schlaffe Bewehrung

Spaltzugbewehrung am Binderanfang(für beide Stege)

$$v_{p,unfav} = 1.35 \quad l_{disp} = 0.96 \text{ m}$$

Einleitungsbereich			Schnitt über der letzten wirksamen Spanngliedlage						
Nr.	von [m]	bis [m]	Abst. UK [cm]	N_c [kN]	N_p [kN]	T_p [kN]	Faktor Interpolation	erf. As [cm ²]	
1	0.00	0.96	10.5	-703.5	1744.3	1040.9	0.370	12.0	

Die Spaltzugbewehrung ist im Bereich der verkürzten Eintragungslänge anzuordnen.
verk. Eintragungslänge profil. Drähte o. Litzen 3/4* l_{disp} =0.72 m

Spaltzugbewehrung am Binderende(für beide Stege)

$$v_{p,unfav} = 1.35 \quad l_{disp} = 0.96 \text{ m}$$

Einleitungsbereich			Schnitt über der letzten wirksamen Spanngliedlage						
Nr.	von [m]	bis [m]	Abst. UK [cm]	N_c [kN]	N_p [kN]	T_p [kN]	Faktor Interpolation	erf. As [cm ²]	
1	15.70	14.74	10.5	-703.5	1744.3	1040.9	0.370	12.0	

Die Spaltzugbewehrung ist im Bereich der verkürzten Eintragungslänge anzuordnen.
verk. Eintragungslänge profil. Drähte o. Litzen 3/4* l_{disp} =0.72 m
Längenänderung: es existieren keine Ergebnisse



Pos. I-300.1-N1
Trog-Platte über Sporthalle(zusätzl. Last durch aufgehende Wände)

Im Bereich der Sporthalle kommen Trogplatten zur Ausführung.

Zur Auflagerung der Trogplatten werden in den Stegbereichen Stahl-Auflagerkonsolen vorgesehen.
Die Auflagerkraft kann dabei auf beide Stege aufgeteilt werden.

$$V_{Ed} = 543,73/2 = 271,87 \text{ kN}$$

Als Auflagerkonsole können die PS-A 160 von Pfeifer gewählt werden.

$$V_{Ed,B} = 271,87 \text{ kN} < V_{Rd} = 279,59 \text{ kN}$$

Tabelle 3.19: Bemessungstabelle PS-A 160, $V_{Rd, Montage} = 160 \text{ kN}^{5)}$, Grundmodul 1										
Zeile	Steghöhe h_{Steg} [cm]	Plattendicke (am Auflager) h_{Platte} [cm]	Querkrafttragfähigkeit im Endzustand ¹⁾			erforderlicher Querschnitt ²⁾			Bewehrungsvorschlag ³⁾	
			C 20/25 $V_{Rd, ges}$ [kN]	C 25/30 $V_{Rd, ges}$ [kN]	C 30/37 $V_{Rd, ges}$ [kN]	C 20/25 $A_{s, erf}$ [cm ²]	C 25/30 $A_{s, erf}$ [cm ²]	C 30/37 $A_{s, erf}$ [cm ²]	Anzahl	ø [mm]
1	60	18	214,55	214,79	214,79	2,26	2,26	2,26	2	12
2	60	18	223,01	236,03	236,03	2,84	2,86	2,86	4	12
3	60	18	275,94	277,23	277,53	5,68	5,55	5,52	6	12
4	60	19	217,96	218,14	218,14	2,26	2,26	2,26	2	12
5	60	19	236,08	236,36	236,36	2,78	2,75	2,75	4	12
6	60	19	277,09	278,37	278,57	5,40	5,28	5,26	6	12
7	60	20	221,31	221,41	221,41	2,26	2,26	2,26	2	12
8	60	20	236,48	236,69	236,69	2,67	2,65	2,65	4	12
9	60	20	278,24	279,49	279,59	5,16	5,05	5,04	6	12

Auf der Innenseite des Gebäudes liegen die Stege zur Hälfte auf den Stb.-Wänden auf.

$$V_{Ed,A} = 953,25/2 = 476,63 \text{ kN}$$

Nachweis Auflagerpressung:

$$\sigma = N/A = 476,63/(12 \times 30) = 1,32 \text{ kN/cm}^2 < f_{cd} = 1,70 \text{ kN/cm}^2 \text{ (Beton C30/37)}$$

Hinweis: Es ist zu beachten dass sich die Anzahl der Spannglieder sowie die Vorspannkraft im Vergleich zur Hauptposition ändert. Der Querschnitt bleibt hingegen gleich.

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

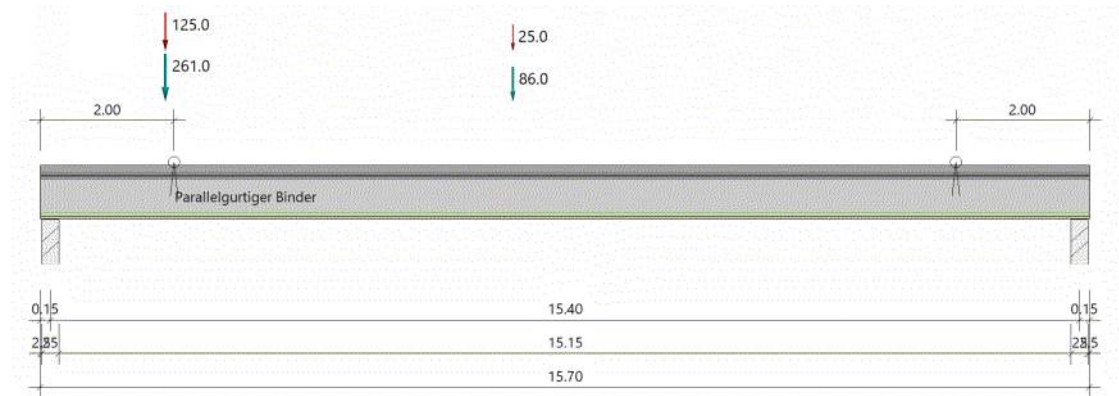
Position: I-300.1-A

05.01.2026

Seite: 1

Position: I-300.1-A Trog-Platte Sporthalle - Linienlast

Spannbettbinder B8+ (FRILO 2026-0-5)

System
Systembild

System:
Parallelgurtiger Binder mit Ortbetongergänzung

Grundeinstellungen:

 Lastkombinatorik: DIN EN 1990/NA:2010-12 + EN 1990:2002/AC:2010
 GZT: Nachweise für Tragsicherheit (STR)
 ständige/vorübergehende Bemessungssituation mit Gleichung 6.10

 Bemessungsnorm: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + EN 1992-1-1:2004 /AC:2010
 Vorspannung mit sofortigen Verbund

Systemgeometrie:

 Gesamtlänge $L = 15.70 \text{ m}$ Stützweite $L1 = 15.40 \text{ m}$
 Überstand links $L0 = 0.15 \text{ m}$ rechts $L2 = 0.15 \text{ m}$
 Binderhöhe: $H2 = 68.0 \text{ cm}$
 Verhältnis Spannweite zu Binderhöhe:
 $L1/H2 = 22.65$

Montageaufhängung, Abstand vom Binderanfang bzw. Binderende:

 Haken $L8 = 2.00 \text{ m}$ rechts $L9 = 2.00 \text{ m}$

keine Hilfsunterstützung des Binders

Plattenbalkenquerschnitt mit 2 Stegen

 Platte $bf = 250.0 \text{ cm}$ $hf = 8.0 \text{ cm}$
 Steg $bw = 30.0 \text{ cm}$ $h = 68.0 \text{ cm}$
Querschnitt Ortbetongergänzung:

Querschnittsschichten von oben nach unten			
Nr	Breite [cm]	Abstand [cm]	Bemerkung
1	250.0	0.0	
2	250.0	12.0	

Fugenausbildung: rau

mitwirkende Breite (Eingabeschnitt):

 $bm = 250.0 \text{ cm}$

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300.1-A

05.01.2026

Seite: 2

Material:
Spannstahl

SpSt 1570/1770 Litze 7 Drähte

$d_d = 4.1 \text{ mm}$	$d_p = 12.3 \text{ mm}$
$E_p = 195000 \text{ N/mm}^2$	$A_p = 0.930 \text{ cm}^2$
$f_{p0.1k} = 1500 \text{ N/mm}^2$	$f_{pk} = 1770 \text{ N/mm}^2$
$\epsilon_{uk} = 35.0 \text{ ‰}$	$\epsilon_{ud} = 25.0 \text{ ‰} + \epsilon_p^{(0)}$

Teilsicherheitsbeiwerte:

 $\gamma_s = 1.15$

Beiwerte Vorspannung:

charakt. Wert	$r_{sup} = 1.05$	$r_{inf} = 0.95$
Bemessungswert	$\gamma_{p,max} = 1.00$	$\gamma_{p,min} = 1.00$

Rissbreitennachweis

 Vergl. Durchm. $d_{pv} = 7.20 \text{ mm}$ $\xi = 0.60$ (Tab. 6.2)

Relaxation (aus Zulassung)				
σ_{p0}/f_{pk}	10 h	200 h	1000 h	1000000 h
0.60	0.3	0.6	0.8	2.8
0.70	0.8	1.0	2.0	7.0
0.80	2.0	4.0	5.0	14.0

Verluste in % in Abhängigkeit von Zeit und Beanspruchung

zulässige Spannungen:

im Spannbett	$\sigma_p \leq 1350.0 \text{ N/mm}^2$	$(0.90 \cdot f_{p0.1k})$
nach Lös. d. Verank.	$\sigma_p \leq 1275.0 \text{ N/mm}^2$	$(0.85 \cdot f_{p0.1k})$
seltene LK	$\sigma_p \leq 1350.0 \text{ N/mm}^2$	$(0.90 \cdot f_{p0.1k})$
q.ständ.LK	$\sigma_p \leq 1150.5 \text{ N/mm}^2$	$(0.65 \cdot f_{pk})$

Übertragungslänge

$\eta_{p1} = 2.85$	$\alpha_2 = 0.19$
$\alpha_1 = 1.25$	$\sigma_{pm0} = 1024 \text{ N/mm}^2$
PT: $f_{ctdt} = 1.57 \text{ N/mm}^2$	
guter Verbund	$\eta_1 = 1.00$
$f_{bpt} = 4.47 \text{ N/mm}^2$	$l_{pt} = 0.67 \text{ m}$

Eintragungslänge:

 $d = 0.64 \text{ m}$ $l_{disp} = 0.94 \text{ m}$
Betonstahl:

Längsbewehrung		Bügelbewehrung	
$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$	B500B	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$	B500B
$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$		$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$	
$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$		$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$	
$\epsilon_{uk} = 50.0 \text{ ‰}$		$\epsilon_{uk} = 50.0 \text{ ‰}$	
$\epsilon_{ud} = 25.0 \text{ ‰}$		$\epsilon_{ud} = 25.0 \text{ ‰}$	

Teilsicherheitsbeiwerte:

 $\gamma_s = 1.15$ $\gamma_s = 1.15$

zulässige Spannungen im GZG:

 $\sigma_s \leq 400 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_s \leq 400 \text{ N/mm}^2$ $(0.80 \cdot f_{yk})$

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300.1-A

05.01.2026

Seite: 3

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	W0	W0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 16 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$	
Spannstahl	$d_p = 12.3 \text{ mm}$ Litze	
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 12 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,l} = 16 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,l} = 30 \text{ mm} \cdot 1$	$C_{nom,l} = 30 \text{ mm} \cdot 1$
Spannstahl	$C_{min,p} = 37 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,p} = 37 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,p} = 47 \text{ mm}$	$C_{nom,p} = 47 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$W_{max} = 0.20 \text{ mm}$	$W_{max} = 0.20 \text{ mm}$
Dekompression	nicht erf.	nicht erf.
*1: mit $c_{min,b}$		
*5: Verbund maßgebend		

Beton:

Fertigteil	Ortbeton
C 55/67	C 35/45
$f_{ck} = 55.00 \text{ N/mm}^2$	$f_{ck} = 35.00 \text{ N/mm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$	
$f_{ctk0.05} = 2.95 \text{ N/mm}^2$	$f_{ctk0.05} = 2.25 \text{ N/mm}^2$
$\alpha_{ct} = 0.85$	
$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$
$E_{cm} = 38000 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 34000 \text{ N/mm}^2$
$\alpha_E = 1.00$	$\alpha_E = 1.00$
$G_{cm} = 15200 \text{ N/mm}^2$	$G_{cm} = 13600 \text{ N/mm}^2$

Wichte
Beiwert E-Modul

Teilsicherheitsbeiwerte:

 $\gamma_c = 1.50$ $\gamma_c = 1.50$

zulässige Spannungen im GZG:

seltene LK $\sigma_c \geq -33.00 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_c \geq -21.00 \text{ N/mm}^2$
 q.ständ.LK $\sigma_c \geq -24.75 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_c \geq -15.75 \text{ N/mm}^2$

Lösen der Verankerung $t = t_0(\text{Lag})$

$f_{cm(t)} = 47.91 \text{ N/mm}^2$
 $f_{ck(t)} = 39.91 \text{ N/mm}^2$
 lin. Kriechen $\sigma_c \geq -17.96 \text{ N/mm}^2$ ($k_2=0.45$)
 Maximum $\sigma_c \geq -23.95 \text{ N/mm}^2$ ($k_6=0.60$)

Kriechzahl und Schwindmaß

keine Wärmebehandlung, $t_0 = t_0$

Fertigteil: Zement Festigkeitsklasse 42,5R;52,5

Ortbeton: Zement Festigkeitsklasse 42,5R;52,5

 $\rho = 0.5$ (Alterungsbeiwert) $t_0E = 1.0$ Tage (Beginn Kriechen Ortbetonergänzung)Bezugspunkt für t_0 ist der Beginn der Betonage des Fertigteiltes

Kriechabschnitt	t_0 Tage	LF %
Lagerung	5	70
Betonieren Ortbeton	28	70
Lös.Hilfsunterstützung	36	70
Nutzung Ftl + Erg.	150	50

Zl.	Abschnitt	Teil- querschnitt	t_0	t	α	$t_{0,eff}$ B.9	β_{t0} B.5	β_H B.8	$\beta_{c(t,t_0)}$ B.7	ϕ_{RH} B.3	$\beta(f_{cm})$ B.4	$\phi(t,t_0)$ B.1
1	Lagerung	Ftl	5.0	28.0	1	10.0	0.59	418.2	0.41	1.22	2.12	0.63
2	Betonieren Ortbeton	Ftl	28.0	36.0	1	10.0	0.59	532.7	0.03	1.18	2.12	0.05
3	Lös.Hilfsunterstützung	Erg	1.0	8.0	1	4.0	0.70	568.3	0.27	1.37	2.56	0.66
4		Ftl	36.0	150.0	1	10.0	0.59	532.7	0.21	1.18	2.12	0.31
5		Erg	8.0	122.0	1	13.1	0.56	568.3	0.33	1.37	2.56	0.65

Dr. Ehlers-Unland

Projekt: Statische Berechnung

Am Tie 1

Tel.: 0541/91184-0

Position: I-300.1-A

49086 Osnabrück

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

05.01.2026

Seite: 4

Zl.	Abschnitt	Teil-querschnitt	t0	t	α	t _{0,eff} B.9	β_{t0} B.5	β_H B.8	$\beta_{c(t,t0)}$ B.7	ϕ_{RH} B.3	$\beta(f_{cm})$ B.4	$\phi(t,t0)$ B.1
6	Nutzung Ftl + Erg.	Ftl	150.0	26000.0	1	10.0	0.59	518.4	0.36	1.38	2.12	0.62
7		Erg	122.0	25972.0	1	125.4	0.37	554.0	0.40	1.65	2.56	0.61

Zl.	A [cm ²]	U [cm]	h0 [cm]	$\beta_{ds}(t0,ts)$	$\beta_{ds}(t,ts)$ 3.10	β_{RH} B.12	$\epsilon_{cd,0}$ B.11	β_{as} 3.13	$\epsilon_{ca}/10e6$ 3.12	$\epsilon_{cs}(t,t0)$ [%]
1	5600.00	756.0	148.1	0.000	0.242	1.02	380.9	0.65	112.50	0.159
2	5600.00	506.0	221.3	0.149	0.191	1.02	380.9	0.70	112.50	0.022
3	3000.00	274.0	21.9	0.000	0.051	1.02	474.7	0.43	62.50	0.047
4	5600.00	506.0	221.3	0.191	0.524	1.02	380.9	0.91	112.50	0.132
5	3000.00	274.0	21.9	0.000	0.483	1.02	474.7	0.89	62.50	0.246
6	5600.00	506.0	221.3	0.524	0.995	1.36	507.3	1.00	112.50	0.208
7	3000.00	274.0	21.9	0.000	0.995	1.36	632.1	1.00	62.50	0.585

Lasten:

Eigengewicht und Betonierlast

Binderanfang $g_{11} = 14.00$ kN/m
 Binderende $g_{12} = 14.00$ kN/m
 Ort beton $g_E = 7.50$ kN/m
 Betonierlast $bl = 5.85$ kN/m

Gesamtgewicht $G = 219.8$ kN
 Betonvolumen $V = 8.79$ m³
 Schalungsfläche $A = 80.56$ m²
 G, V und A ohne Anteil Ortbetonergänzung

Punklasten aus Pos. I-200: $G_{k,1} = 81,1 \sim 85$ kN/m + EG MW = 19,38 kN/m = **104,38 kN/m**, $Q_{k,1} = 47,4 \sim 50$ kN/m, $G_{k,2} = 12,9 \sim 15$ kN/m + EG MW = 19,38 kN/m = **34,38 kN/m**, $Q_{k,2} = 7,6 \sim 10$ kN/m

Nutzlasten

Deckenlasten:

ständiger Anteil $g_0 = 2.20$ kN/m²
 veränderlicher Anteil $q_0 = 5.00$ kN/m² $E_w = 3$

Einheiten: Einzellast[kN] Einzelmoment[kNm] Linienlast[kN/m]												
Feld	Typ	gli	qli	Abst. a [m]	gre	qre	Länge [m]	Fakt	Ew.	Zus.	Alt.	Pos.
1	2	34.38	0.00	6.92				2.50	99	0	0	
1	2	0.00	10.00	6.92				2.50	10	0	0	
1	2	104.39	0.00	1.72				2.50	99	0	0	
1	2	0.00	50.00	1.72				2.50	10	0	0	

Lasttyp: 1 = Gleichlast, 2 = Einzellast bei a, 3 = Einzelmoment bei a
 4 = Trapezlast von a, 5 = Dreieckslast über L

Einwirkungen:

Ew.	γ_Q	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Abh.	Kat.	Bezeichnung
99	1.35	1.00	1.00	1.00	0	-	ständig
1	1.50	0.70	0.50	0.30	1	A	Kat. A: Wohngebäude
3	1.50	0.70	0.70	0.60	1	C	Kat. C: Versammlungsbereiche
10	1.50	0.50	0.20	0.00	0	S	Schnee H < 1000 m

alle Nutzlasten sind abhängig, Kombination wie eine Einwirkung

Spannglieder je Steg:

Abst(UK) > 5.4 cm Achsen horizontal > 3.7 cm vertikal > 3.7 cm

Lage Nr.	An- zahl	Fläche A _p [cm ²]	Abst. UK Y _p [cm]	Vorspannung $\sigma_{p(0)}$ [N/mm ²]	<--- Abisolierungen >---		
					Anz.	bis x1 [m]	ab x2 [m]
1	6	5.58	5.5	1100	0		
2	6	5.58	9.5	1100	0		

x1 und x2 bezüglich des linken Binderanfanges
 Die Berechnung der Verluste aus Kriechen, Schwinden und Relaxation
 erfolgt nach einem Verfahren von Abelein

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300.1-A

05.01.2026

Seite: 5

Schlaaffe Bewehrung je Steg:

Lage Nr.	Anzahl	Durchm. Φ_s, l [mm]	Fläche A_s [cm ²]	Abst. UK Y_s [cm]	wirksamer Bereich	
					von xA [m]	bis xE [m]
1	4	16	8.04	4.0	0.00	15.70
2	10	12	11.31	65.0	0.00	15.70
3	10	12	11.31	76.0	0.00	15.70

xA und xE bezüglich des linken Binderanfanges

Oberflächenbewehrung nach Tab. NA.J.41 (B0 < D0) :

Steg (Z1/S3) $A_s = 4.05 \text{ cm}^2/\text{m}$ (UwkS <= XC4) (je Seite)
 Obergurt (Z3/S1) $A_{sO} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$ (UwkS <= XC4)

Einstellungen für Nachweis der Querkrafttragfähigkeit

Auflagerbreite, Abstand Auflagerkante, Nutzhöhe an der Auflagerlinie

links $b_{Al} = 0.25 \text{ m}$ $a_l = 0.12 \text{ m}$ $d_{Al} = 0.64 \text{ m}$
 rechts $b_{Ar} = 0.25 \text{ m}$ $a_r = 0.12 \text{ m}$ $d_{Ar} = 0.64 \text{ m}$

Für Schubbewehrung nicht maßgebende Bereiche um Auflager A und B:

 $x_{aRe} = 0.76 \text{ m}$ direkte Auflagerung (Auflagerbreite/2 + Nutzhöhe) $x_{bLi} = 0.76 \text{ m}$ direkte Auflagerung (Auflagerbreite/2 + Nutzhöhe)Schubkraft aus Kriechen und Schwinden wird pauschal mit $2 \text{ cm}^2/\text{m}$ berücksichtigt (DAfStb Heft 630)

Nachweis der Begrenzung der Verformung:

Durchhang $f \leq L/250$ Zuwachsdurchbiegung $|df| \leq L/500$
 Kragarm links $f \leq 0.1 \text{ cm}$ $|df| \leq 0.1 \text{ cm}$
 Feld $f \leq 6.2 \text{ cm}$ $|df| \leq 3.1 \text{ cm}$
 Kragarm rechts $f \leq 0.1 \text{ cm}$ $|df| \leq 0.1 \text{ cm}$

quasi- ständige Kombination und wirksame Vorspannung (char. Wert)

Kriechzahl des Verbundquerschnittes nach Rossner gemittelt

Verformung infolge Schwinden berücksichtigt

Zugversteifung: Bauteilsteifigkeit, seltene Kombination

ERGEBNISSE (Zusammenfassung)

Auflagerkräfte (t = Unendlich):

Einheiten: alle [kN] G:stünd., Q:veränd., V: Summe					
Auflagerpunkt	<----char. Werte---->				
	G	min Q	max Q	min V	max V
A (links)	491.11	-0.01	222.94	491.08	953.25
B (rechts)	279.72	-0.01	123.33	279.70	543.73

maximales Feldmoment im Einbaustand (char. Wert):

MF = = 1947.00 kNm bei x = = 7.07 m

Warnung

Ftl.: lin. Kriechen t_0 (Lagerung) $\sigma_c = -19.99 \text{ N/mm}^2$ $x = 0.57 \text{ m}$ $\sigma_c < 0.45 \cdot f_{ck}(t) = -17.96 \text{ N/mm}^2$ überprop. Kriechen durch vergrößerte Kriechzahl berücksichtigt ($f_k = 1.08$)

Erforderliche Schubbewehrung: (beide Stege)

Stütze A: Fuge $a_{sw} = 20.73 \text{ cm}^2/\text{m}$ Fuge $a_{sw} = 10.98 \text{ cm}^2/\text{m}$ Stütze B: Fuge $a_{sw} = 8.09 \text{ cm}^2/\text{m}$ Fuge $a_{sw} = 2.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Spaltzugbewehrung

links Verlegelänge = 0.71 m
 $a_b x = 0.00 \text{ m}$ $A_s = 15.6 \text{ cm}^2$
 rechts Verlegelänge = 0.71 m
 $a_b x = 15.70 \text{ m}$ $A_s = 15.6 \text{ cm}^2$

Nachweis der Verankerung

links: Zugkraftdeckung im Verankerungsbereich $A_{sN} = 0.56$ rechts: Zugkraftdeckung im Verankerungsbereich $A_{sN} = 0.36$

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300.1-A

05.01.2026

Seite: 6

Ergebnisse

Kritische Schnitte

Übersicht krit. Schnitte

gewähltes Grundraster: 20 Schnitte

Nachweisgröße		Extremwert		Ausnutzung	x [m]
Tragf. Biegung unten	$\eta =$	1.12		0.89	7.07
Tragf. Biegung oben	$\eta =$	18.21		0.05	2.00
Zugkraftdeckung unten	$\eta =$	1.12		0.89	7.44
Zugkraftdeckung oben	$\eta =$	18.21		0.05	13.70
Ftl.: Druckspannung t0 (Lagerung)	$\sigma_c =$	-22.59	N/mm ²	0.94	2.00
Ftl.: Druckspannung (charakt. Komb.)	$\sigma_c =$	-17.92	N/mm ²	0.54	2.00
Erg.: Druckspannung (charakt. Komb.)	$\sigma_c =$	-8.16	N/mm ²	0.39	7.07
Spannstahlspannung	$\sigma_{p,Qk} =$	1106.6	N/mm ²	0.96	7.07
Spannstahlspannung	$\sigma_{p,Sk} =$	1197.8	N/mm ²	0.89	7.07
Betonstahlspannung	$\sigma_s =$	142.4	N/mm ²	0.36	7.07
Riss MinAs+AsDuk unten	AsMin =	10.8	cm ²	0.46	0.02
Riss.MinAs+AsDuk oben	AsMin =	18.6	cm ²	0.82	0.02
Riss.MinAs+AsDuk ob(Erg.)	AsMin =	28.8	cm ²	0.64	0.02
Rissbreite unten	wk =	0.06	mm	0.28	7.07
Rissbreite oben	wk =	0.02	mm	0.11	2.00
Rissbreite ob(Erg.)	wk =	0.04	mm	0.19	14.87
Durchhang oben	fo =	-1.6	cm	0.26	8.26
Durchhang unten	fu =	2.9	cm	0.46	7.44
Zuwachsdurchbieg. (Nut.)	df =	3.0	cm	0.97	7.44
Ftl.: Schubbew.(beide St.)	asw =	20.73	cm ² /m	1.00	0.91
Erg.: Schubbew.(Fuge)	asw =	10.98	cm ² /m	1.00	0.28
Druckstrebentragfähigkeit	$\eta =$	2.35		0.43	0.83
Erg.: Fugentragfähigkeit	$\eta =$	7.71		0.13	0.83
---- Nachweis nicht erforderlich					
**** Nachweis nicht geführt					
Ftl.: Fertigteil Erg.: Ortbetonergänzung					
AsDuk:Duktilitätsbewehrung					

Grenze lineares Kriechen, informativ:		Extremwert		Ausnutzung	x [m]
Ftl.: lin. Kriechen t0 (Lagerung)	$\sigma_c =$	-19.99	N/mm ²	1.11	0.57
Ftl.: Druckspannung (quasi-st. Komb.)	$\sigma_c =$	-15.03	N/mm ²	0.61	0.57
Erg.: Druckspannung (quasi-st. Komb.)	$\sigma_c =$	-6.19	N/mm ²	0.39	7.07

Zugspannungen Zustand I, informativ:		Extremwert		Ausnutzung	x [m]
Ftl.: Zugspannung (Einbauszustand)	$\sigma_t =$	13.18	N/mm ²	3.13	7.07
Ftl.: Zugspannung (Bauzustand)	$\sigma_t =$	3.26	N/mm ²	1.25	0.57
Erg.: Zugspann. (Einbauszustand)	$\sigma_t =$	5.72	N/mm ²	1.78	15.13

Schnitt max. Feldmoment x = 7.07 m vom Binderanfang

Schnittkraftkombinationen aus äußerer Belastung

LEW: vorherrschende veränderliche Einwirkung (Leiteinwirkung)

MAE: maßgebende abhängige Einwirkung der Nutz- und Verkehrslasten

GZT-PT: ständige + vorübergeh. Bemessungssituation (Grundkombination)

Montage mit $\gamma_G = 1.15$

GZG-Sk : seltene (= charakteristische) Kombination

GZG-Hk : häufige Kombination

GZG-Qk : quasi-ständige Kombination

maximales Moment : [kNm]

	GZT-PT	GZG-Sk	GZG-Hk	GZG-Qk
Lagerung	554.38	410.61	410.61	410.61
Lager./Montage	242.59	207.30	207.30	207.30
Betonieren OB	1120.72	811.03	725.21	690.88
Nutzung	2555.37	1840.17	1629.37	1586.64
LEW	3	3	10	-
MAE	3	3	3	3

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300.1-A

05.01.2026

Seite: 7

minimales Moment : [kNm]

	GZT-PT	GZG-Sk	GZG-Hk	GZG-Qk
Lagerung	410.56	410.61	410.61	410.61
Lager./Montage	203.10	207.30	207.30	207.30
Betonieren OB	639.20	639.32	639.35	639.36
Nutzung	1366.27	1366.44	1366.49	1366.50
LEw	3	3	3	-
MAE	3	3	3	3

maximale Querkraft: [kN]

	GZT-PT
Lagerung	14.7
Lager./Montage	12.9
Betonieren OB	29.8
Nutzung	-108.2
LEw	10
MAE	3

Wirksame Spannglieder (Vorspannung Spannbettzustand für $t=t_0(\text{Lag})$) je Steg

Lage Nr.	Anz.	Fläche A_p [cm ²]	Abstand v.UK [cm]	Vorspannung		Spannkraft		Kurzzeit-Relaxation [N/mm ²]
				max [N/mm ²]	min [N/mm ²]	max [kN]	min [kN]	
1	6	5.6	5.5	1092.70	1092.70	609.7	609.7	-7.30
2	6	5.6	9.5	1092.70	1092.70	609.7	609.7	-7.30

Schlaufe Bewehrung je Steg

Lage	Anzahl	Durchm. [mm]	Fläche [cm ²]	UK [cm]
1	4	16	8.0	4.0
2	10	12	11.3	65.0
3	10	12	11.3	76.0

Querschnitt Fertigteil:

Querschnittsschichten von oben nach unten			
Nr	Breite [cm]	Abstand [cm]	Bemerkung
1	250.0	0.0	
2	250.0	12.0	
3	250.0	12.0	
4	250.0	20.0	
5	60.0	20.0	
6	60.0	80.0	Steganfang Stegende

Querschnittswerte

	brutto			ideell		
	A_c [cm ²]	z_u [cm]	I_c [cm ⁴]	A_i [cm ²]	z_i [cm]	I_i [cm ⁴]
Fertigteilquerschnitt	5600.0	42.1	2576952	5857.2	41.5	2871122
Verbundquerschnitt	8284.2	52.5	4450643	8640.2	52.0	4901824

Schnittkräfte aus wirksamer Vorspannung (Mittelwerte, Spannbettzustand)

Kriechabschn.	$N_{pm(0)}$		$M_{pm(0)}$	
	t_A [kN]	t_E [kN]	t_A [kNm]	t_E [kNm]
Lager.	-2438.9	-2129.4	-829.89	-765.58
Bet.Obt	-2129.4	-2095.7	-765.58	-760.46
Lös.HSt	-2095.7	-1785.2	-980.14	-954.30
Nutzung	-1785.2	-1250.0	-954.30	-982.46

tA=Anfang, tE=Ende Kriechabschnitt

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300.1-A

05.01.2026

Seite: 8

Spannstahl Relaxation				
Lage Nr.	Lager. $\Delta\sigma_{p,r1}$ [N/mm ²]	Bet.Obt $\Delta\sigma_{p,r2}$ [N/mm ²]	Lös.HSt $\Delta\sigma_{p,r3}$ [N/mm ²]	Nutzung $\Delta\sigma_{p,r4}$ [N/mm ²]
1	-1.24	0.15	-1.61	-8.83
2	-1.35	0.13	-1.71	-8.67

Spannstahl, Verluste infolge Kriechen, Schwinden und Relaxation:				
Lage Nr.	Lager. $\Delta\sigma_{p,csr1(0)}$ [N/mm ²]	Bet.Obt $\Delta\sigma_{p,csr2(0)}$ [N/mm ²]	Lös.HSt $\Delta\sigma_{p,csr3(0)}$ [N/mm ²]	Nutzung $\Delta\sigma_{p,csr4(0)}$ [N/mm ²]
1	-60.42	-5.63	-34.66	-33.79
2	-58.76	-5.60	-34.53	-36.13

Betonstahlspannung infolge Kriechen, Schwinden und Relaxation:				
Lage Nr.	Lager. $\Delta\sigma_{s,csr1(0)}$ [N/mm ²]	Bet.Obt $\Delta\sigma_{s,csr2(0)}$ [N/mm ²]	Lös.HSt $\Delta\sigma_{s,csr3(0)}$ [N/mm ²]	Nutzung $\Delta\sigma_{s,csr4(0)}$ [N/mm ²]
1	-61.62	-5.92	-34.31	-26.47
2	-34.23	-5.12	-31.02	-64.98
3	0.00	0.00	-47.75	-118.28

Biegung mit Längskraft im GZT

Zl.	Kriechabschnitt	Quer-schnitt	Zug-zone	z [cm]	M _{Rd} [kNm]	M _{Ed} [kNm]	η (>1.0)	
1	tA Lagerung	F	oben	58.0	586.33	M _{Ed} < 0	entf.	#1
2	tE Lagerung	F	unten	59.4	2412.95	554.38	4.35	
3	tA Lager./Montage	F	oben	58.0	586.33	M _{Ed} < 0	entf.	#1
4	tE Lager./Montage	F	unten	59.4	2412.95	242.59	9.95	
5	tA Betonieren OB	F	oben	59.4	633.91	M _{Ed} < 0	entf.	
6	tE Betonieren OB	F+E	unten	54.3	2860.71	1120.72	2.55	
7	tE Nutzung	F+E	oben	63.5	1260.59	M _{Ed} < 0	entf.	
8	tE Nutzung	F+E	unten	56.9	2867.29	2555.37	1.12	

#1: fck(t) = 0.73 * fck

Zwischenergebnisse : Bruchdehnungen und innere Kräfte										
Zl.	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	x [cm]	A _p [cm ²]	A _s [cm ²]	Z _p [kN]	Z _s [kN]	D _c [kN]	D _p [kN]	D _s [kN]
1	3.100	7.000	20.0	0.0	22.6	0.0	991.4	2011.4	-1698.4	663.3
2	2.713	25.000	6.3	22.3	16.1	3401.7	725.7	3445.6	0.0	658.0
3	3.100	7.000	20.0	0.0	22.6	0.0	991.4	2011.4	-1698.4	663.3
4	2.713	25.000	6.3	22.3	16.1	3401.7	725.7	3445.6	0.0	658.0
5	3.100	10.600	14.7	0.0	22.6	0.0	997.0	2043.3	-1703.0	649.7
6	3.100	20.600	9.9	22.3	38.7	3313.3	1345.2	3887.2	0.0	793.5
7	3.100	9.000	19.5	0.0	45.2	0.0	1984.0	2710.9	-1423.3	650.3
8	3.100	22.200	9.3	22.3	38.7	3345.9	1272.4	3641.4	0.0	939.9

Querkrafttragfähigkeit

Bemessungswert Querkraft						
Zl.	Kriechabschnitt	Kombination	V _{Ed,0} [kN]	M _{Ed} [kNm]	dV [kN]	infolge
1	tA Lagerung	QMax	14.7	554.35	0.0	-----
2	tE Lagerung	QMax	14.7	554.35	0.0	-----
3	tA Lager./Montage	QMax	12.9	240.21	0.0	-----
4	tE Lager./Montage	QMax	12.9	240.21	0.0	-----
5	tA Betonieren OB	QMax	29.8	1120.62	0.0	-----
6	tE Betonieren OB	QMax	29.8	1120.62	0.0	-----
7	tA Nutzung	QMax	-108.2	1888.09	0.0	-----
8	tE Nutzung	QMax	-108.2	1888.09	0.0	-----

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

Tel.: 0541/91184-0

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300.1-A

49086 Osnabrück

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

05.01.2026

Seite: 9

wirksamer Querschnitt									
Zl.	Quer-schnitt	Zug-zone	b _w [cm]	d [cm]	z [cm]	A _c [cm ²]	A _{sl} [cm ²]	σ _{cp} [N/mm ²]	V _{Rdc} [kN]
1	F	unten	60.0	64.0	58.0	5600.0	38.4	4.36	405.3
2	F	unten	60.0	64.0	58.0	5600.0	38.4	3.80	402.9
3	F	unten	60.0	64.0	58.0	5600.0	38.4	4.36	405.3
4	F	unten	60.0	64.0	58.0	5600.0	38.4	3.80	402.9
5	F	unten	60.0	64.0	54.3	5600.0	38.4	3.80	402.9
6	F+E	unten	60.0	76.0	54.3	8284.2	38.4	2.53	351.6
7	F+E	unten	60.0	76.0	56.9	8284.2	38.4	2.15	331.0
8	F+E	unten	60.0	76.0	56.9	8284.2	38.4	1.51	295.7

Schubbemessung (beide Stege) v1= 0.750									
Zl.	V _{Ed} [kN]	V _{Ed,red} [kN]	V _{Rdc} [kN]	cot Θ	a _{sw} [cm ² /m]	Bemerk.	a _i [cm]	V _{Rd,max} [kN]	
1	14.7	14.7	219.5	1.000	6.73	Min	32.0	2951.6	#1
2	14.7	14.7	271.1	1.000	8.09	Min	32.0	4026.6	
3	12.9	12.9	219.5	1.000	6.73	Min	32.0	2951.6	#1
4	12.9	12.9	271.1	1.000	8.09	Min	32.0	4026.6	
5	29.8	29.5	253.9	1.000	8.09	Min	32.0	3770.9	
6	29.8	29.5	216.7	1.000	8.09	Min	38.0	2423.9	
7	108.2	108.2	233.1	1.000	8.09	Min	38.0	2539.4	
8	108.2	108.2	243.6	1.000	8.09	Min	38.0	2539.4	

#1: f_{ck}(t)= 0.73 * f_{ck}

Schubdeckung der Ortbetonfuge (rau μ= 0.70 c= 0.40 v= 0.50 bi= 250.0 cm)					
Zl.	β	V _{Ed} [kN/m ²]	V _{Rdi,0} [kN/m ²]	V _{Rdi,max} [kN/m ²]	a _{sw} [cm ² /m]
1	1.00	76.08	509.31	4958.33	0.00
2	1.00	76.08	509.31	4958.33	0.00

V_{Rdi,0}= c * f_{ctd}+ μ * σ_n V_{Rdi,max}= 0.5 * v * f_{cd}

Nachweis der Begrenzung der Rissbreite im GZG

zul.Rissbreite: w_k < 0.20 mm, häufige Lastkombination

Zl.	Kriechabschnitt	Quer-schnitt	Zug-zone	r _{sup} r _{inf}	max.σ _s [N/mm ²]	S _{r,max} [mm]	ε _{sm} -ε _{cm} [%]	W _k [mm]
1	tA Lagerung	F	oben	1.05	Querschnitt überdrückt			
2	tE Lagerung	F	unten	0.95	Querschnitt überdrückt			
3	tA Lager./Montage	F	oben	1.05	keine Rissbildung			
4	tE Lager./Montage	F	unten	0.95	Querschnitt überdrückt			
5	tA Betonieren OB	F	oben	1.05	Querschnitt überdrückt			
6	tE Betonieren OB	F+E	unten	0.95	Querschnitt überdrückt			
7	tE Nutzung	F+E	oben	1.05	Querschnitt überdrückt			
8	tE Nutzung	F+E	unten	0.95	183.13	87.73	0.629	0.06

Schnittkräfte und Dehnungen							
Zl.	N _{ges} [kN]	M _{ges} [kNm]	Zustand I		Zustand II		
			max. σ [N/mm ²]	XOI [cm]	φ _{eff}	ε _c [%]	XOII [cm]
1	-2560.9	-460.77	-0.12	68.8			
2	-2022.9	-316.68	-8.03	72.8			
3	-2560.9	-664.09	1.75	60.4			
4	-2022.9	-520.00	-10.97	60.6			
5	-2235.8	-164.50	-2.30	108.2			
6	-1990.9	-205.93	-4.49	106.9			
7	-1312.5	334.90	-3.43	50.2			
8	-1187.5	696.03	6.01	37.7	1.72	-0.435	23.9

XOI: Druckzonenhöhe im Zustand I XOII: Druckzonenhöhe im Zustand II

Zl.	h _{c,ef} [cm]	A _{ceff} [cm ²]	ξ ₁	A _p [cm ²]	A _s [cm ²]	ρ _{p,ef} [%]	ρ _{tot} [%]
8	15.1	905.1	1.15	22.3	16.1	5.066	4.243

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300.1-A

05.01.2026

Seite: 10

Risschnittkräfte und Dehnungen (Zustand II)							
Zl.	N _{ges} [kN]	M _{ges} [kNm]	Zustand I		Zustand II		
			max. σ [N/mm ²]	X0I [cm]	φ _{eff}	ε _c [‰]	X0II [cm]
1	-2022.9	-831.63	4.21	53.5			
3	-2022.9	-831.63	4.21	53.5			
8	-1187.5	526.73	4.21	40.8			

X0I: Druckzonenhöhe im Zustand I X0II: Druckzonenhöhe im Zustand II

Mindestbewehrung zur Beschränkung der Rissbreite:

Zl.	Kriechabschnitt	Quer-schnitt	Zug-zone	r _{sup} r _{inf}	σ _t [N/mm ²]	erf. A _s [cm ²]	vor. A _s [cm ²]
1	tA Lagerung	F	oben	0.95	-0.53	11.9	22.6
2	tE Lagerung	F	unten	0.95	-8.03	< -1.00 kein Nachweis	
3	tA Lager./Montage	F	oben	0.95	1.34	11.9	22.6
4	tE Lager./Montage	F	unten	0.95	-10.97	< -1.00 kein Nachweis	
5	tA Betonieren OB	F	oben	1.05	-1.93	< -1.00 kein Nachweis	
6	tE Betonieren OB	F+E	unten	0.95	-3.58	< -1.00 kein Nachweis	
7	tE Nutzung	F+E	oben	1.05	-3.29	< -1.00 kein Nachweis	
8	tE Nutzung	F+E	unten	0.95	8.25	<= 0 cm2	

Zl.	D [mm]	x0IZ [cm]	A _p [cm ²]	ξ ₁	Steg				Gurt			
					k	k _c	A _{ct} [cm ²]	A _s [cm ²]	k	k _c	A _{ct} [cm ²]	A _s [cm ²]
1	12	14.5	0.0	0.00	0.63	0.04	873.0	0.3	0.80	0.65	1520.0	11.5
3	12	14.5	0.0	0.00	0.63	0.04	873.0	0.3	0.80	0.65	1520.0	11.5
8	16	39.2	22.3	1.15	0.63	0.39	2353.1	9.8	--kein Gurt--			

x0IZ: Zugzone im Zustand I infolge Risschnittkräften

Duktilitätsbewehrung in der vorgedrückten Zugzone:

W _c [cm ³]	f _{ctm} [N/mm ²]	M _{cr} [kNm]	Z _s [cm]	erf. A _s [cm ²]	vor. A _s + A _p [cm ²]
84831	4.21	357.50	67.4	10.8	23.5

Spannungsnachweise GZG

Betonrandspannungen im Zustand I inf. Vorspannung, Kriechen, Schwinden u. Relaxation					
Zl.	infolge	σ _r Fertigteil		σ _r Ort beton	
		oben [N/mm ²]	unten [N/mm ²]	oben [N/mm ²]	unten [N/mm ²]
1	Vsp Lösen Verankerung	3.49	-16.17	0.00	0.00
2	ksr Lagerung	-0.06	1.46	0.00	0.00
3	ksr Betonieren	0.51	-0.18	-0.27	-0.41
4	ksr Lösen Hilfsstützen	-1.43	1.71	1.21	1.58
5	ksr Nutzung	-3.88	3.22	3.33	4.32

Tab. Betondruckspannungen							
Zl.	Kriechabschnitt	Quer-schnitt	M _{Ed} + = Max - = Min	σ _c Fertigteil		σ _c Ort beton	
				Sk,Pk [N/mm ²]	Qk,Pk [N/mm ²]	Sk,Pk [N/mm ²]	Qk,Pk [N/mm ²]
1	tA Lagerung	F	--	-11.04	-11.04		
2	tE Lagerung	F	--	-9.50	-9.50		
3	tA Lager./Montage	F	--	-13.98			
4	tE Lager./Montage	F	--	-12.45			
5	tA Betonieren OB	F	--	-6.20	-6.20		
6	tE Betonieren OB	F+E	----	-6.39	-6.39	-0.43	-0.43
7	tA Nutzung	F+E	++++	-4.22	-3.75	-8.16	-6.19
8	tE Nutzung	F+E	++++	-3.44	-2.95	-7.05	-5.17

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300.1-A

05.01.2026

Seite: 11

Tab. Stahl- u. Betonzugspannungen								
Zl.	Kriechabschnitt	Quer-schnitt	M _{Ed} + = Max - = Min	σ _p Sk,Pm [N/mm ²]	σ _s Sk,Pk [N/mm ²]	σ _t Fbt Sk,Pk [N/mm ²]	σ _t Obt Sk,Pk [N/mm ²]	σ _p Qk,Pm [N/mm ²]
1	tA Lagerung	F	+- -	1047.33	< 0	ZII		1047.33
2	tE Lagerung	F	+- -	994.97	< 0	ZII		994.97
3	tA Lager./Montage	F	--- -	1035.70	5.56	1.75		
4	tE Lager./Montage	F	+- -	983.33	< 0	1.68		
5	tA Betonieren OB	F	++- +	1017.89	< 0	ZII		1011.01
6	tE Betonieren OB	F+E	++-+	1011.86	< 0	ZII	ZII	1004.98
7	tA Nutzung	F+E	++-+	1197.78	139.78	ZII	ZII	1106.56
8	tE Nutzung	F+E	++-+	1192.52	142.44	ZII	ZII	1099.63

Pk= Vorspannung charakteristisch, Pm= Vorspannung Mittelwert, ZII: Zustand II

Verankerung durch Verbund (über dem linken Auflager)

$\eta_{p2} = 1.40$
 guter Verbund
 $l_{pt2} = 0.80 \text{ m}$
 Abstand erster Biegeriss
 unten $l_{r,u} = 1.60 \text{ m}$
 $\eta_1 = 1.00$
 $f_{bpd} = 2.34 \text{ N/mm}^2$

Zugkraftdeckung unten

x [m]	Z _p [kN]	Z _s [kN]	T _{Ed} [kN]	$\eta = \frac{Z_p + Z_s}{T_{Ed}}$	Ausn
0.20	853.8	1294.5	987.0	2.18	0.46
0.40	1707.6	1337.9	1280.7	2.38	0.42
0.47	2006.4	1304.3	1383.0	2.39	0.42
0.50	2134.5	1305.4	1426.8	2.41	0.41
0.60	2561.4	1307.3	1574.3	2.46	0.41
0.80	3335.4	1304.4	1888.4	2.46	0.41
1.00	3336.4	1299.7	2177.5	2.13	0.47
1.20	3336.4	1295.3	2462.6	1.88	0.53
1.40	3345.2	1327.2	2614.8	1.79	0.56
1.60	3345.3	1323.0	2702.7	1.73	0.58
1.80	3345.3	1318.9	2790.5	1.67	0.60
2.00	3345.4	1315.6	2873.1	1.62	0.62

Z_p: vom Spannstahl aufnehmbare Zugkraft
 Z_s: vom Betonstahl aufnehmbare Zugkraft
 T_{Ed}: zu verankernde Zugkraft

Nr. Lage	Abst. UK [cm]	XA [m]	σ _p [N/mm ²]	Gl.	l _{bpd} [m]	xk [m]	ΣZ _p [kN]	ΣZ _s [kN]	T _{Ed} [kN]	zus. As [cm ²]
1	5.5	0.00	822.23	8.21	1.52					
2	9.5	0.00	830.75	8.21	1.51					

XA: Beginn des Verankerungsbereiches der Stahllage (Abst. von entspr. Binderseite)
 Gl. 8.21: Verankerungsbereich ungerissen, σ_p entsprechend Bild 8.17 bzw. 8.17DE (a)
 Gl. 8.21.1: Verankerungsbereich gerissen, σ_p entsprechend Bild 8.17DE (b)
 xk: maßgebender Schnitt im Verankerungsbereich der Lage (Abstand vom Binderanfang)
 zus. As: Für die Verankerung erforderliche zusätzliche schlaffe Bewehrung

Verankerung durch Verbund (über dem rechten Auflager)

$\eta_{p2} = 1.40$
 guter Verbund
 $l_{pt2} = 0.80 \text{ m}$
 Abstand erster Biegeriss
 unten $l_{r,u} = 3.31 \text{ m}$
 $\eta_1 = 1.00$
 $f_{bpd} = 2.34 \text{ N/mm}^2$

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300.1-A

05.01.2026

Seite: 12

Zugkraftdeckung unten

x [m]	Z _p [kN]	Z _s [kN]	T _{Ed} [kN]	η= (Z _p +Z _s)/T _{Ed}	Ausn
13.70	3345.2	1322.4	1913.3	2.44	0.41
13.90	3345.2	1325.6	1800.8	2.59	0.39
14.10	3345.1	1328.8	1678.3	2.79	0.36
14.30	3336.4	1296.0	1554.6	2.98	0.34
14.50	3336.3	1299.5	1429.3	3.24	0.31
14.70	3336.3	1303.1	1299.3	3.57	0.28
14.90	3335.3	1307.1	1164.5	3.99	0.25
15.10	2561.4	1309.1	1007.5	3.84	0.26
15.20	2134.5	1306.8	938.6	3.67	0.27
15.30	1707.6	1338.9	869.7	3.50	0.29
15.50	853.8	1294.7	728.6	2.95	0.34

Z_p: vom Spannstahl aufnehmbare Zugkraft
Z_s: vom Betonstahl aufnehmbare Zugkraft
T_{Ed}: zu verankernde Zugkraft

Nr. Lage	Abst. UK [cm]	XA [m]	σ _p [N/mm ²]	Gl.	l _{bp} [m]	xk [m]	ΣZ _p [kN]	ΣZ _s [kN]	T _{Ed} [kN]	zus. As [cm ²]	
1	5.5	0.00	818.66	8.21	1.53						Verankerungsbereich ungerissen (PT)
2	9.5	0.00	827.50	8.21	1.52						Verankerungsbereich ungerissen (PT)

XA: Beginn des Verankerungsbereiches der Stahllage (Abst. von entspr. Binderseite)
Gl. 8.21: Verankerungsbereich ungerissen, σ_p entsprechend Bild 8.17 bzw. 8.17DE (a)
Gl. 8.21.1: Verankerungsbereich gerissen, σ_p entsprechend Bild 8.17DE (b)
xk: maßgebender Schnitt im Verankerungsbereich der Lage (Abstand vom Binderanfang)
zus. As: Für die Verankerung erforderliche zusätzliche schlaife Bewehrung

Spaltzugbewehrung am Binderanfang(für beide Stege)

$$\gamma_{p,unfav} = 1.35 \quad l_{disp} = 0.94 \text{ m}$$

Einleitungsbereich			Schnitt über der letzten wirksamen Spanngliedlage						
Nr.	von [m]	bis [m]	Abst. UK [cm]	N _c [kN]	N _p [kN]	T _p [kN]	Faktor Interpolation	erf. As [cm ²]	
1	0.00	0.94	10.5	-922.9	2278.6	1355.6	0.370	15.6	

Die Spaltzugbewehrung ist im Bereich der verkürzten Eintragungslänge anzuordnen.
verk. Eintragungslänge profil. Drähte o. Litzen 3/4* l_{disp} =0.71 m

Spaltzugbewehrung am Binderende(für beide Stege)

$$\gamma_{p,unfav} = 1.35 \quad l_{disp} = 0.94 \text{ m}$$

Einleitungsbereich			Schnitt über der letzten wirksamen Spanngliedlage						
Nr.	von [m]	bis [m]	Abst. UK [cm]	N _c [kN]	N _p [kN]	T _p [kN]	Faktor Interpolation	erf. As [cm ²]	
1	15.70	14.76	10.5	-922.9	2278.6	1355.6	0.370	15.6	

Die Spaltzugbewehrung ist im Bereich der verkürzten Eintragungslänge anzuordnen.
verk. Eintragungslänge profil. Drähte o. Litzen 3/4* l_{disp} =0.71 m
Längenänderung: es existieren keine Ergebnisse

Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

Projekt: Statische Berechnung

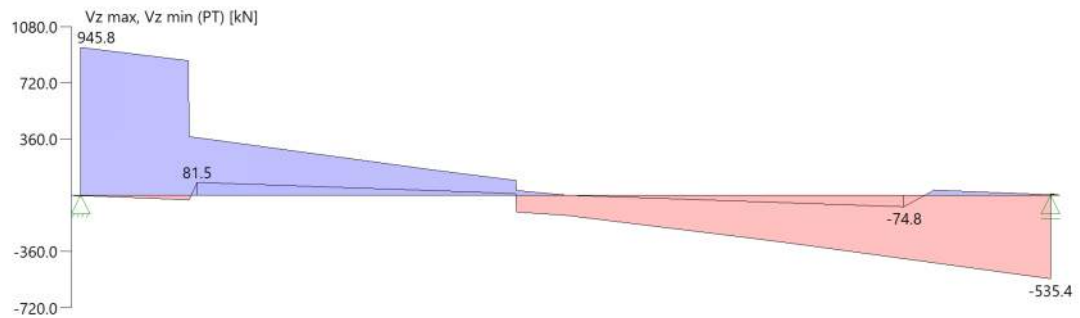
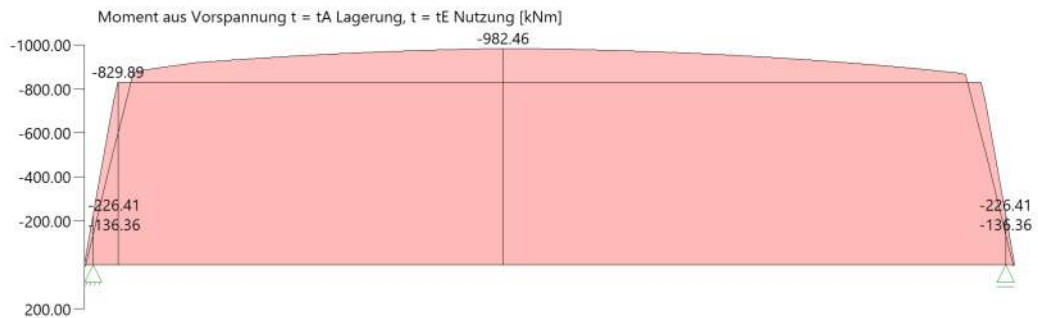
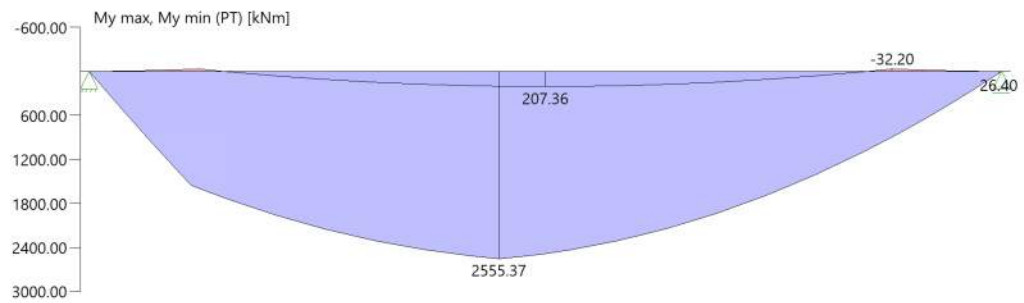
Position: I-300.1-A

05.01.2026

Seite: 13

Ergebnisgrafiken

Schnittkräfte



Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

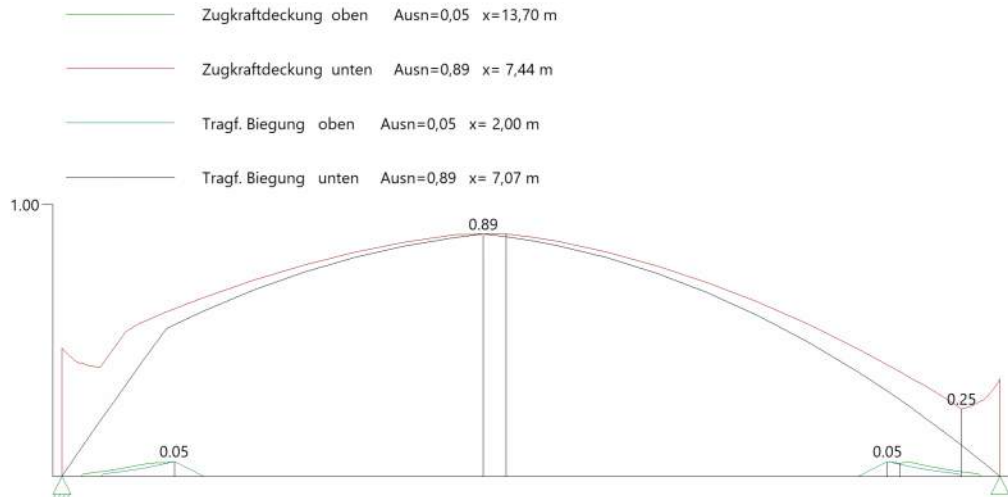
Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300.1-A

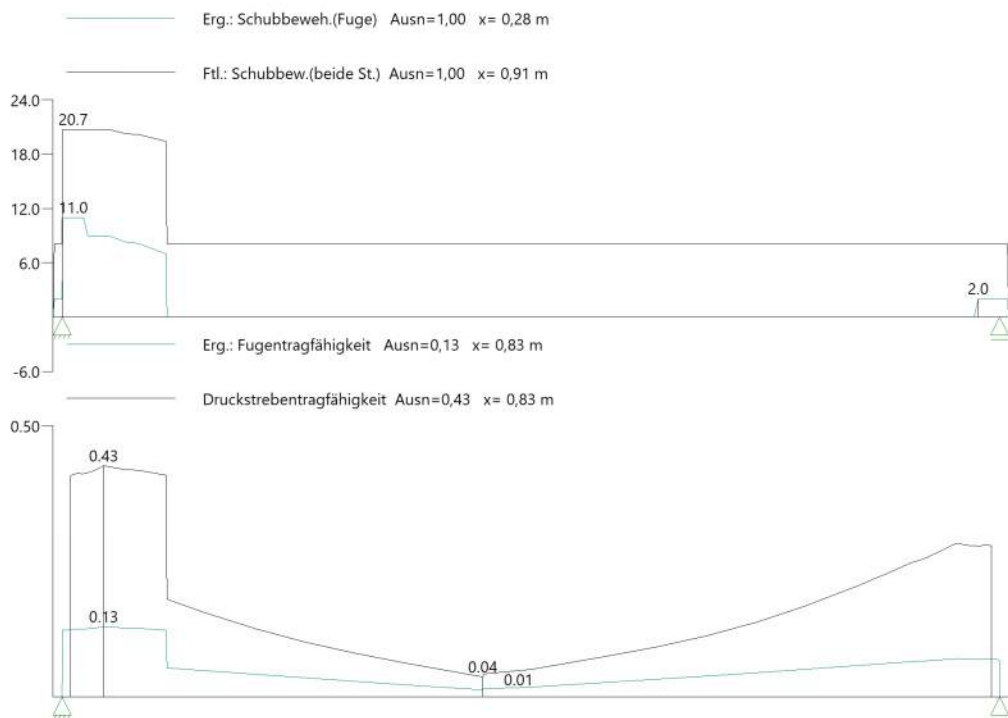
05.01.2026

Seite: 14

Bruchsicherheit



Schubbewehrung



Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

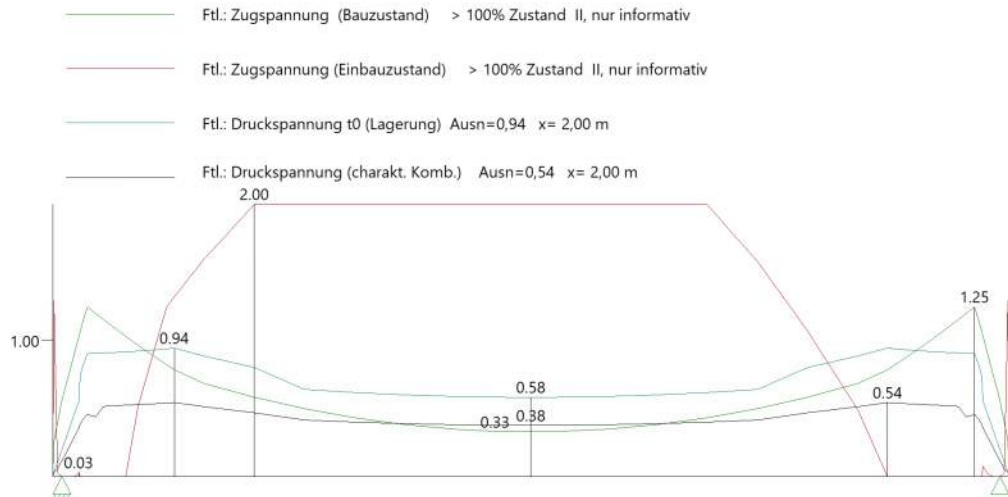
Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300.1-A

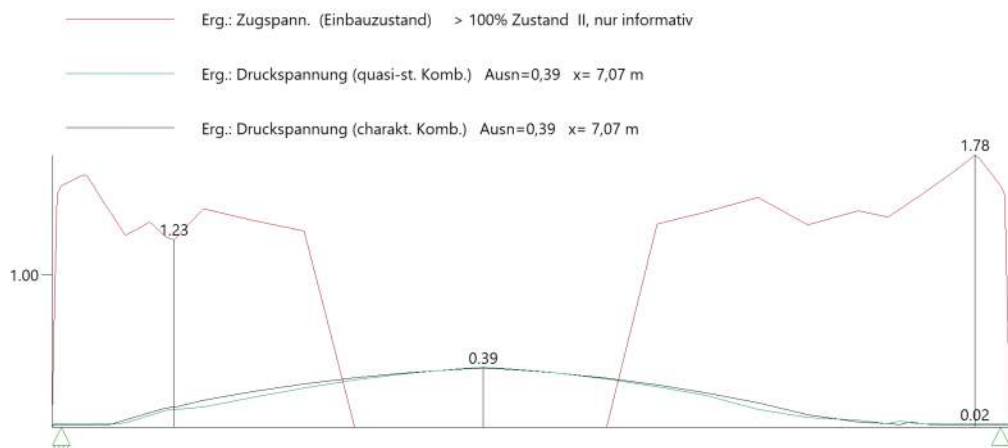
05.01.2026

Seite: 15

Betonspannung Fertigteil



Betonspannung Ortbeton



Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

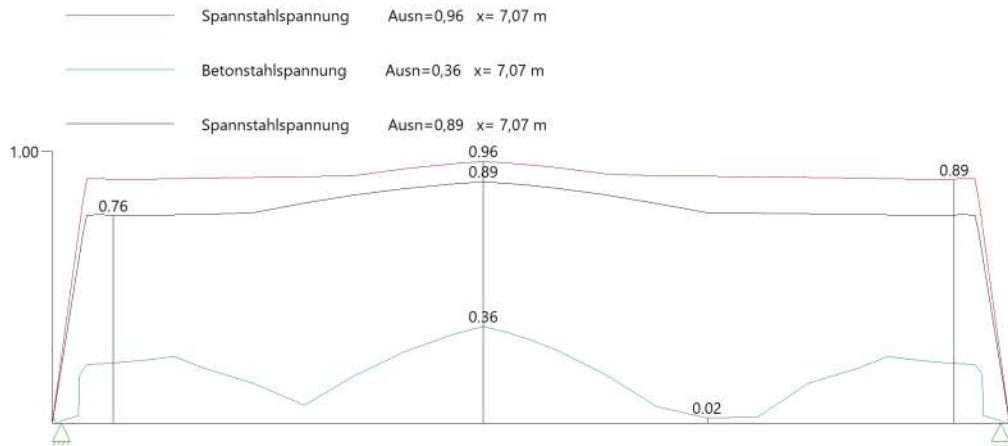
Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300.1-A

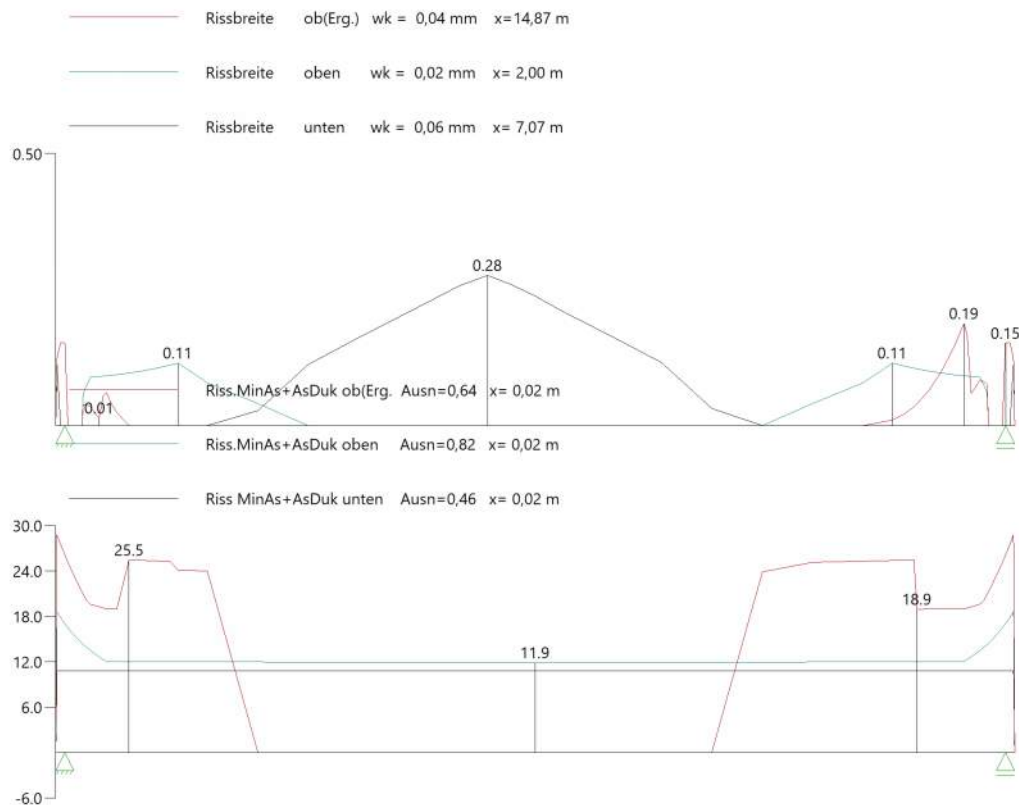
05.01.2026

Seite: 16

Stahlspannung



Rissbreite



Dr. Ehlers-Unland

Am Tie 1

49086 Osnabrück

Tel.: 0541/91184-0

E-Mail: wellmann@ehlers-unland.de

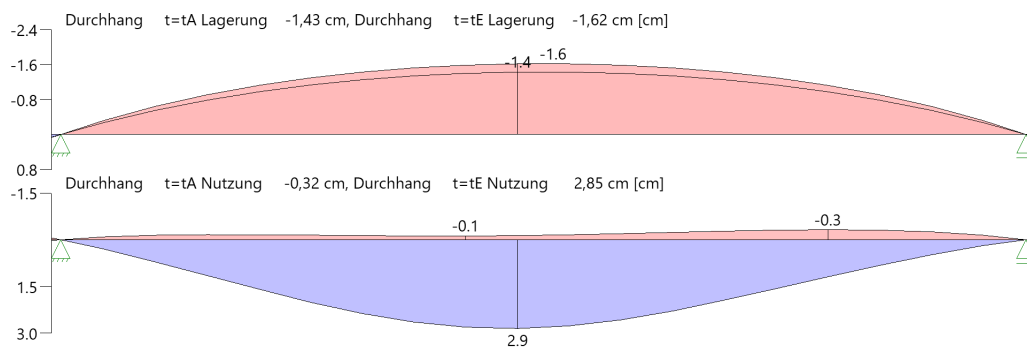
Projekt: Statische Berechnung

Position: I-300.1-A

05.01.2026

Seite: 17

Verformungen



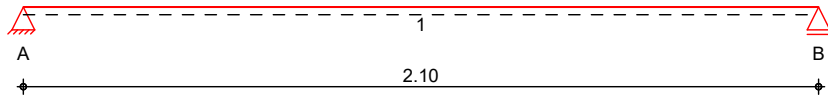
Pos. I-300.D1-N1

Querbewehrung Platte

System

Einachsrig gespannte Platte

M 1:20



Abmessungen

Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Material	h [cm]
1	2.10	C 25/30	20.0

Expositionsklasse

XC1

Auflager

Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]
A	0.00	24.0	Mauerw.	fest
B	2.10	24.0	Mauerw.	fest

Belastungen

Belastungen auf das System

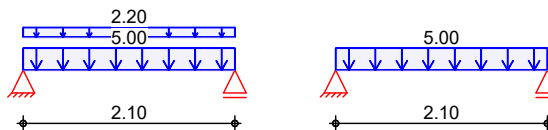
Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk

Qk.N



Flächenlasten

in z-Richtung

Gleichflächenlasten

Einw. Gk

Einw. Qk.N

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q_{li} [kN/m²]	q_{re} [kN/m²]
1	Eigengew	0.00	2.10		5.00
1		0.00	2.10		2.20
1		0.00	2.10		5.00

Kombinationen

gemäß DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1990

ständig/vorüberg.

Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$
1	1.00 * Gk
2	1.35 * Gk + 1.50 * Qk.N

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung

Abs. 6.1

Bemessung für Biegebeanspruchung

Feld 1

x [m]	Ek	$m_{yd,o}$ $m_{yd,u}$ [kNm/m]	x/d_o x/d_u	z_o z_u [cm]	$a_{s,o}$ $a_{s,u}$ [cm²/m]	$a_{s,o,erf}$ $a_{s,u,erf}$ [cm²/m]
(L = 2.10 m)						
0.00	1	-	-	-	-	0.35 _e
	1	-	0.002	15.0		2.57 _M
0.10 _a	1	0.72	-	-		0.35 _e
	2	1.72	0.022	14.9		2.57 _M



x	Ek	m _{yd,o} m _{yd,u}	x/d _o x/d _u	z _o z _u	a _{s,o} a _{s,u}	a _{s,o,erf} a _{s,u,erf}
[m]		[kNm/m]		[cm]	[cm ² /m]	[cm ² /m]
1.05*	1	3.97	-	-	-	-
	2	9.49	0.055	14.7	1.41	2.57 _M
2.00 _a	1	0.72	-	-	-	0.35 _e
	2	1.72	0.022	14.9	0.25	2.57 _M
2.10	1	-	-	-	-	0.35 _e
	1	-	0.002	15.0	-	2.57 _M

Querkraft

Abs. 6.2

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

Feld 1

x	Ek	V _{Ed}	θ	V _{Rd,max}	V _{Rd,c}	a _{sw,erf}
[m]		[kN/m]	[°]	[kN/m]	[kN/m]	[cm ² /m ²]
(L = 2.10 m)						
0.00	2	13.78 _R	18.4	299.62	-	-
0.10 _a	2	13.78 _R	18.4	299.62	-	-
0.25 _v	2	13.78	18.4	299.62	74.25	-
1.05	2	-	18.4	299.62	74.25	-
1.85 _v	2	13.78	18.4	299.62	74.25	-
2.00 _a	2	13.78 _R	18.4	299.62	-	-
2.10	2	13.78 _R	18.4	299.62	-	-

Nachweise (GZG)

im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegeschlankheit

Begrenzung der Biegeschlankheit

Referenzbewehrungsgrad

ρ₀ = 0.50 %

Der Vergrößerungsfaktor (A_{s,vorh}/A_{s,erf}) in Gl. 7.17 wurde auf 1,1 begrenzt.

Feld	vorh.l/d	ρ	ρ'	K	zul.l/d	η
	[-]	[%]	[%]	[-]	[-]	[-]
1	14.00	0.09	0.00	1.00	35.00	0.40

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte Träger

Char. Auflagerkr.

charakteristische Auflagerkräfte (je Einwirkung)

Aufl.	F _{z,k,min}	F _{z,k,max}
	[kN/m]	[kN/m]
Einw. G _k		
A	7.56	7.56
B	7.56	7.56
Einw. Q _{k,N}		
A	5.25	5.25
B	5.25	5.25

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Feld	η
		[-]
Biegeschlankheit	Feld 1 OK	0.40



Pos. I-305-N1

Stb.-Unterzug Sporthalle

gewählt:

$b/h = 30/80 \text{ cm}$

Beton: C35/45

Betonstahl: B500-A

$c_{nom,a} = 35 \text{ mm (XC3)}$

$c_{nom,i} = 25 \text{ mm (XC1)}$

Brandschutz:

Brandschutzanforderungen: REI 90 (F90-B)

nach Tabelle 5.6 DIN EN 1992-1-2:2010-12

min. $b = 150 \text{ mm}$

min. $a = 35 \text{ mm}$

min. $a_{sd} = 45 \text{ mm}$

vorh. $a = 25 + 10 + 20/2 = 45 \text{ mm}$

→ Der Nachweis für REI 90 ist erbracht!

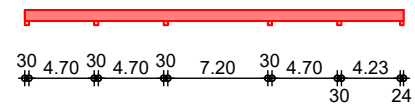
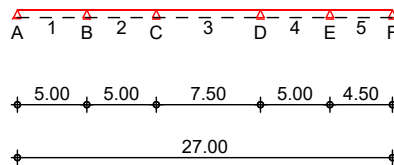
System

Mehrfeldträger

System

Ansicht

M 1:545



Abmessungen

Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Material	b/h [cm]
1-2	5.00	C 35/45	30.0/80.0
3	7.50		
4	5.00		
5	4.50		

Expositionsklasse

XC1

Auflager

Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]
A	0.00	30.0	Beton	fest
B	5.00	30.0	Beton	fest
C	10.00	30.0	Beton	fest
D	17.50	30.0	Beton	fest
E	22.50	30.0	Beton	fest
F	27.00	24.0	Beton	fest

Belastungen

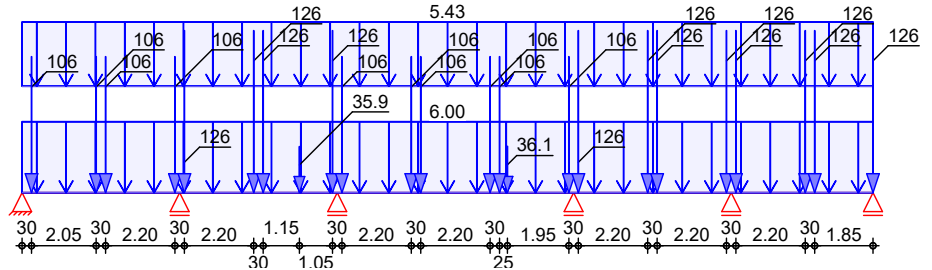
Belastungen auf das System

Grafik

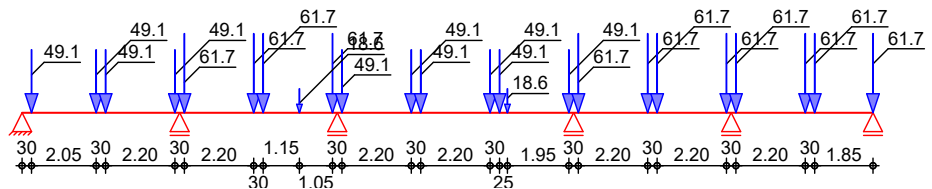
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkung

Gk



Qk.N



Streckenlasten

in z-Richtung

Gleichlasten

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q _{li} [kN/m]	q _{re} [kN/m]
1	Eigengew	0.00	27.00		6.00
(a) 1		0.00	27.00		5.43
(a)	Aufbeton		25*0.2*0.3 =	1.50	kN/m
	Holz-Brüstung+Verglasung		0.6*0.55+1.5*2.4 =	3.93	kN/m
			=	5.43	kN/m

Punktlasten

in z-Richtung

Einzellasten

Feld	Komm.	a [m]	F _z [kN]
(a) 1		0.30	105.97
(a) 1		2.35	105.97
(a) 1		2.65	105.97
(a) 1		4.85	105.97
(b) 1		5.15	126.27
(b) 1		7.35	126.27
(b) 1		7.65	126.27
(b) 1		9.85	126.27
(a) 1		10.15	105.97
(a) 1		12.35	105.97
(a) 1		12.65	105.97
(a) 1		14.85	105.97
(c) 2		3.80	35.93
(d) 3		5.40	36.13
(a) 1		15.15	105.97
(a) 1		17.35	105.97
(b) 1		17.65	126.27

Einw. Qk.N

Feld	Komm.	a [m]	F _z [kN]
(b) 1		19.85	126.27
(b) 1		20.15	126.27
(b) 1		22.35	126.27
(b) 1		22.65	126.27
(b) 1		24.85	126.27
(b) 1		25.15	126.27
(b) 1		27.00	126.27
(e) 1		0.30	49.06
(e) 1		2.35	49.06
(e) 1		2.65	49.06
(e) 1		4.85	49.06
(f) 1		5.15	61.66
(f) 1		7.35	61.66
(f) 1		7.65	61.66
(f) 1		9.85	61.66
(e) 1		10.15	49.06
(e) 1		12.35	49.06
(e) 1		12.65	49.06
(e) 1		14.85	49.06
(g) 2		3.80	18.64
(g) 3		5.40	18.64
(e) 1		15.15	49.06
(e) 1		17.35	49.06
(f) 1		17.65	61.66
(f) 1		19.85	61.66
(f) 1		20.15	61.66
(f) 1		22.35	61.66
(f) 1		22.65	61.66
(f) 1		24.85	61.66
(f) 1		25.15	61.66
(f) 1		27.00	61.66

(a) aus Troglplatten Pos. I-300-N $211.95/2 = 105.97$ kN

(b) aus Troglplatten Pos. I-300.1-N $252.53/2 = 126.27$ kN

(c) aus Pos. 'I-111'o A (Fz), Gk (max) $5.255 = 5.25$ kN

aus Pos. 'I-202'1 B (Fz), Gk (max)
*(2) $13.671*(2) = 27.34$ kN

aus Eigengewicht Holzwand
 $0.6*1.15*4.835 = 3.34$ kN
 $= 35.93$ kN

0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

(d) aus Pos. 'I-112'o A (Fz), Gk (max) $5.451 = 5.45$ kN
aus Pos. 'I-202'1 B (Fz), Gk (max)



*(2)

$$13.671 \cdot (2) = 27.34 \text{ kN}$$

aus Eigengewicht Holzwand

$$0.6 \cdot 1.15 \cdot 4.835 = 3.34 \text{ kN}$$

$$= 36.13 \text{ kN}$$

0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

1: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

(e)

aus Trogplatten Pos. I-300-N

$$98.13/2 = 49.06 \text{ kN}$$

(f)

aus Trogplatten Pos. I-300.1-N

$$123.33/2 = 61.66 \text{ kN}$$

(g)

aus Pos. 'I-202'o B (Fz), Qk.S (max)

*(2)

$$9.322 \cdot (2) = 18.64 \text{ kN}$$

0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

Kombinationen

gemäß DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1990

ständig/vorüberg.

Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$
1	1.00 * Gk
2	1.35 * Gk + 1.50 * Qk.N (1,3,5)
3	1.00 * Gk + 1.50 * Qk.N (2,4)
4	1.35 * Gk + 1.50 * Qk.N (1,2,4)
5	1.00 * Gk + 1.50 * Qk.N (3,5)
6	1.00 * Gk + 1.50 * Qk.N (1,3,5)
7	1.35 * Gk + 1.50 * Qk.N (2,4)
8	1.00 * Gk + 1.50 * Qk.N (2,3,5)
9	1.35 * Gk + 1.50 * Qk.N (1,4)
10	1.35 * Gk + 1.50 * Qk.N (3,5)
11	1.00 * Gk + 1.50 * Qk.N (1,4)
12	1.35 * Gk + 1.50 * Qk.N (2,3,5)
13	1.00 * Gk + 1.50 * Qk.N (1,3,4)
14	1.35 * Gk + 1.50 * Qk.N (2,5)
15	1.35 * Gk + 1.50 * Qk.N (1,3,4)
16	1.00 * Gk + 1.50 * Qk.N (2,5)
17	1.35 * Gk + 1.50 * Qk.N (1,3)
18	1.35 * Gk + 1.50 * Qk.N



Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$	
19	1.00 * Gk	(2,4,5) +1.50 * Qk.N (1,3)

Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	f_{yk} [N/mm ²]	f_{ck} [N/mm ²]	E [N/mm ²]
C 35/45		35	34000
B 500SB	500		200000

Querschnitt

Art	b [cm]	h [cm]	A [cm ²]	I _y [cm ⁴]
RE	30.0	80.0	2400	1280000
RE: Rechteckquerschnitt				

Expositionsklassen Abs. 4.2, 4.4

Expositionsklassen

Feld 1

Feld 2

Feld 3

Feld 4

Feld 5

Seite	KI	Kommentar
umlaufend	XC1	trocken oder ständig nass
umlaufend	XC1	trocken oder ständig nass
umlaufend	XC1	trocken oder ständig nass
umlaufend	XC1	trocken oder ständig nass
umlaufend	XC1	trocken oder ständig nass

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

Feld 1

Feld 2

Feld 3

Feld 4

Feld 5

Bezug	c_{min} [mm]	Δc_{dev} [mm]	c_{nom} [mm]	c_v [mm]	d' [mm]
oben	10	10	20	20	55
unten	10	10	20	20	51
links	10	10	20	20	-
rechts	10	10	20	20	-
oben	10	10	20	20	55
unten	10	10	20	20	51
links	10	10	20	20	-
rechts	10	10	20	20	-
oben	10	10	20	20	55
unten	10	10	20	20	51
links	10	10	20	20	-
rechts	10	10	20	20	-
oben	10	10	20	20	55
unten	10	10	20	20	48
links	10	10	20	20	-
rechts	10	10	20	20	-
oben	10	10	20	20	55
unten	10	10	20	20	48
links	10	10	20	20	-
rechts	10	10	20	20	-

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Mindestmomente 5.3.2.2(3)

Kombinat.	Aufl.	min M _l [kNm]	max M _l [kNm]	min M _r [kNm]	max M _r [kNm]
Grundkomb.	B	-308.05	0.00	-227.53	0.00



Kombinat.	Aufl.	min M _l [kNm]	max M _l [kNm]	min M _r [kNm]	max M _r [kNm]
	C	-249.96	0.00	-507.53	0.00
	D	-540.03	0.00	-218.48	0.00
	E	-218.48	0.00	-292.08	0.00

Biegung

Abs. 6.1

Bemessung für Biegebeanspruchung

Feld 1

x [m]	Ek	M _{yd,o} M _{yd,u} [kNm]	x/d _o x/d _u	z _o z _u [cm]	A _{s,o} A _{s,u} [cm ²]	A _{s,o,erf} A _{s,u,erf} [cm ²]
(L = 5.00 m)						
0.00	1	-	-	-	-	3.50 _e
	1	-	0.001	74.9	-	13.32 _q
0.15 _a	3	26.83	-	-	-	3.50 _e
	2	60.62	0.041	73.9	1.80	13.32 _q
2.35*	3	173.58	-	-	-	-
	2	465.65	0.187	69.1	15.06	15.06
4.85 _a	4	-356.48	0.142	70.1	11.23	11.23
	5	-106.48	-	-	-	3.77 _f
5.00	4	-356.86	0.142	70.1	11.24	11.24
	5	-147.32	-	-	-	-

Feld 2

(L = 5.00 m)						
0.00	4	-356.86	0.142	70.1	11.24	11.24
	5	-147.32	-	-	-	-
0.15 _a	4	-357.25	0.142	70.1	11.25	11.25
	5	-116.95	-	-	-	2.25 _f
2.35*	6	-14.63	0.020	74.0	0.43	0.43
	7	293.03	0.113	71.4	8.99	8.99
4.85 _a	12	-680.25	0.289	65.5	23.54	23.54
	11	-291.30	-	-	-	2.25 _f
5.00	12	-678.39	0.288	65.6	23.47	23.47
	11	-339.00	-	-	-	-

Feld 3

(L = 7.50 m)						
0.00	12	-678.39	0.288	65.6	23.47	23.47
	11	-339.00	-	-	-	-
0.15 _a	12	-676.54	0.287	65.6	23.39	23.39
	11	-285.74	-	-	-	5.23 _f
4.85*	3	242.54	-	-	-	-
	2	619.35	0.256	67.0	20.91	20.91
7.35 _a	15	-671.41	0.285	65.7	23.18	23.18
	16	-281.24	-	-	-	5.23 _f
7.50	15	-679.69	0.289	65.5	23.52	23.52
	16	-336.65	-	-	-	-

Feld 4

(L = 5.00 m)						
0.00	15	-679.69	0.289	65.5	23.52	23.52
	16	-336.65	-	-	-	-
0.15 _a	15	-687.97	0.293	65.4	23.86	23.86
	16	-292.40	-	-	-	2.08 _f
2.65*	6	-23.80	0.025	73.9	0.71	0.71
	7	271.59	0.106	71.7	8.30	8.30

x	Ek	M _{yd,o} M _{yd,u}	x/d _o x/d _u	z _o z _u	A _{s,o} A _{s,u}	A _{s,o,erf} A _{s,u,erf}
[m]		[kNm]		[cm]	[cm ²]	[cm ²]
4.85 _a	18	-327.78	0.130	70.5	10.22	10.22
	19	-92.34	-	-	-	2.08 _f
5.00	18	-322.20	0.127	70.6	10.02	10.02
	19	-120.32	-	-	-	-

Feld 5

(L = 4.50 m)

0.00	18	-322.20	0.127	70.6	10.02	10.02
	19	-120.32	-	-	-	-
0.15 _a	18	-316.61	0.125	70.6	9.83	9.83
	19	-77.43	-	-	-	3.96 _f
2.65*	3	185.99	-	-	-	-
	2	486.53	0.196	68.8	15.83	15.83
4.38 _a	3	13.25	-	-	-	3.66 _e
	2	33.16	0.030	74.2	0.98	9.11 _q
4.50	1	-	-	-	-	3.66 _e
	1	-	0.001	74.9	-	9.11 _q

a: Auflagerrand

*: maximales Feldmoment

e: Endauflagereinspannung nach 9.2.1.2(1)

f: verlängerte Feldbew. nach Abs. 9.2.1.4(1), 9.3.1.2(1)

q: aus VEd im Endauflager nach Abs. 9.2.1.4(2)

Querkraft

Abs. 6.2

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

x	Ek	V _{Ed}	θ	V _{Rd,max}	V _{Rd,c}	a _{sw,erf}
[m]		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[cm ² /m]
(L = 5.00 m)						
0.00	2	174.74 _R	18.4	903.00	-	-
0.15 _a	2	174.74 _R	18.4	903.00	-	1.99
0.90 _v	2	174.74	18.4	903.00	98.97	1.99
2.35	2	152.36	18.4	903.00	98.97	1.73
4.11 _v	4	336.19	23.8	1106.20	98.68	5.10
4.85 _a	4	336.19 _R	23.8	1106.20	-	5.10
5.00	4	336.19 _R	23.8	1106.20	-	-

Feld 2

(L = 5.00 m)

0.00	4	284.76 _R	20.4	976.17	-	-
0.15 _a	4	284.76 _R	20.4	976.17	-	3.63
0.90 _v	4	284.76	20.4	976.17	98.68	3.63
2.35	4	262.30	18.4	903.00	98.97	2.98
4.11 _v	12	425.47 _R	27.7	1230.16	98.68	7.65
4.85 _a	12	425.47 _R	27.7	1230.16	-	7.65
5.00	12	425.47 _R	27.7	1230.16	-	-

Feld 3

(L = 7.50 m)

0.00	12	514.15 _R	30.0	1295.66	-	-
0.15 _a	12	514.15 _R	30.0	1295.66	-	10.18
0.90 _v	12	514.15	30.0	1295.66	98.68	10.18
4.85	15	228.39	18.4	903.00	110.29	2.60
6.61 _v	15	548.87	30.7	1313.32	98.68	11.18
7.35 _a	15	548.87 _R	30.7	1313.32	-	11.18
7.50	15	548.87 _R	30.7	1313.32	-	-

Feld 4

(L = 5.00 m)

0.00	15	392.19 _R	26.5	1193.66	-	-
0.15 _a	15	392.19 _R	26.5	1193.66	-	6.70

Feld 5

x [m]	Ek	V _{Ed} [kN]	θ [°]	V _{Rd,max} [kN]	V _{Rd,c} [kN]	a _{sw,erf} [cm ² /m]
0.90 _v	15	392.19	26.5	1193.66	98.68	6.70
2.65	18	239.78	18.4	906.37	106.98	2.72
4.11 _v	18	262.23	18.4	897.63	98.68	3.00
4.85 _a	18	262.23 _R	18.4	897.63	-	3.00
5.00	18	262.23 _R	18.4	897.63	-	-
(L = 4.50 m)						
0.00	18	336.65 _R	23.9	1107.10	-	-
0.15 _a	18	336.65 _R	23.9	1107.10	-	5.11
0.90 _v	18	336.65	23.9	1107.10	98.68	5.11
2.65	2	248.72	18.4	906.37	106.98	2.82
3.63 _v	2	263.84	18.4	906.37	99.15	2.99
4.38 _a	2	263.84 _R	18.4	906.37	-	2.99
4.50	2	263.84 _R	18.4	906.37	-	-

a: Auflagerrand

v: Abstand d vom Auflagerrand

R: Querkraft reduziert

Bewehrungswahl

untere Längsbewehrung

Feld	gew.	A _s [cm ²]	a [m]	l [m]	l _{bd,l} [m]	l _{bd,r} [m]	Lage
1	GB 5ø20	15.71	-0.23	27.37	0.38 ^h	0.26 ^h	1
3	3ø16	6.03	1.15	5.30	0.29	0.29	2
5	2ø16	4.02	0.96	3.19	0.50	0.51	2

(Längen inkl. Verankerungslängen, ohne Stöße)

h: gesonderte Verankerungsform erforderlich

obere Längsbewehrung

Feld	gew.	A _s [cm ²]	a [m]	l [m]	l _{bd,l} [m]	l _{bd,r} [m]	Lage
1	GB 5ø20	15.71	-0.14	27.31	0.29 ^{mh}	0.29 ^{mh}	1
2	3ø20	9.42	3.14	3.57	0.60 ^m	0.60 ^m	2
3	3ø20	9.42	5.84	3.63	0.60 ^m	0.60 ^m	2

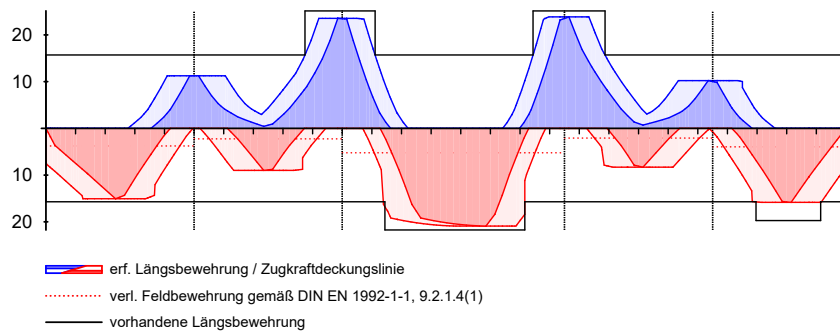
(Längen inkl. Verankerungslängen, ohne Stöße)

m: mäßige Verbundbedingungen

h: gesonderte Verankerungsform erforderlich

Längsbewehrung
M 1:255

A_s [cm²]



Querkraftbewehrung (Bügel)

Feld	X _a [m]	X _e [m]	d _s [mm]	s [cm]	a _{sw} [cm ² /m]
1	0.15	4.85	ø10	30.0	5.24



Feld	Xa [m]	Xe [m]	ds [mm]	s [cm]	Schn. [-]	asw [cm ² /m]
2	0.15	2.35	ø10	30.0	2	5.24
	2.65	3.53	ø10	27.5	2	5.71
	3.53	4.85	ø10	20.0	2	7.85
3	0.15	2.65	ø10	15.0	2	10.47
	4.85	5.40	ø10	17.5	2	8.98
	5.40	7.35	ø10	12.5	2	12.57
4	0.15	1.83	ø10	22.5	2	6.98
	1.83	2.35	ø10	25.0	2	6.28
	2.35	4.85	ø10	30.0	2	5.24
5	0.15	2.35	ø10	30.0	2	5.24
	2.65	4.38	ø10	30.0	2	5.24

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte Träger

Char. Auflagerkr.

charakteristische Auflagerkräfte (je Einwirkung)

	Aufl.	F _{z,k,min} [kN]	F _{z,k,max} [kN]
Einw. Gk	A	197.86	197.86
	B	536.68	536.68
	C	715.55	715.55
	D	708.53	708.53
	E	539.52	539.52
	F	257.46	257.46
Einw. Qk.N	A	-12.08	92.12
	B	-40.10	269.11
	C	-27.19	332.33
	D	-28.29	327.85
	E	-43.58	282.70
	F	-13.39	128.43

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Ort	η [-]
Expositionsklassen	OK	
Biegung	OK	
Querkraft	OK	
Bewehrungswahl	OK	

Pos. I-306-N1**Stb.-Unterzug**

Die Höhe muss 5 cm verringert werden. Für den Unterzug entfällt die tragende Funktion. Die Stb.-Wand oberhalb wird als wandartiger Träger ausgebildet. Der Unterzug wird konstruktiv ausgeführt und unten an den Wandartigen Träger gehangen.

gewählt:**b/h = 25/75 cm****Beton: C35/45****Betonstahl: B500-A** $c_{nom} = 25 \text{ mm (XC1)}$ **Brandschutz:**Brandschutzanforderungen: REI 90 (F90-B)
nach Tabelle 5.6 DIN EN 1992-1-2:2010-12

min. b = 150 mm

min. a = 35 mm

min. a_{sd} = 45 mm

vorh. a = 25 + 8 = 33 mm

→ **Der Nachweis für REI 90 ist erbracht!****Bewehrung:**

2Ø14 (oben+unten)

Bü ø8, s=15cm

Pos. I-307-N1

Stb.-Unterzug (Bibliothek/Flur, Achse B.2)

gewählt:

 $b/h = 25/80 \text{ cm}$

Beton: C35/45

Betonstahl: B500-A

 $c_{nom} = 25 \text{ mm (XC1)}$

Brandschutz:

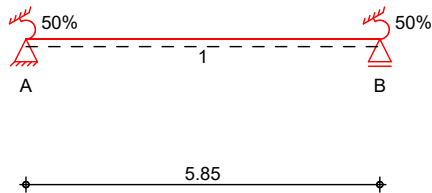
→ siehe Pos. I-306

System

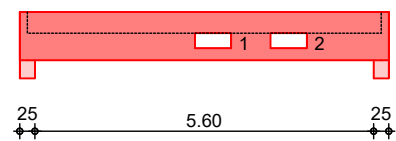
Einfeldträger (25.0/80.0/585.0)

System

M 1:125



Ansicht

Abmessungen
Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Material	b/h [cm]
1	5.85	C 35/45	25.0/80.0

Expositionsklasse

XC1

Auflager

Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]
A	0.00	25.0	Beton	fest
B	5.85	25.0	Beton	fest

Eindeinspannungen

Einspannung links	$E_{li} =$	50.00	%
Ersatzlänge	$l_e =$	5.85	m
Einspannung rechts	$E_{re} =$	50.00	%
Ersatzlänge	$l_e =$	5.85	m

Längsfugen

Feld	Fuge	z_f [cm]	α [°]	σ_{Nd} [N/mm²]
1	rau	35.0	90	0.00

Öffnungen

Nr.	Feld	x [m]	y [m]	l_1 [m]	d_a [m]	d'_o [cm]	d'_u [cm]
1	1	3.07	0.33	0.60	0.25	3.6	3.6
2		4.32	0.33	0.60	0.25	3.6	3.6

Belastungen

Belastungen auf das System

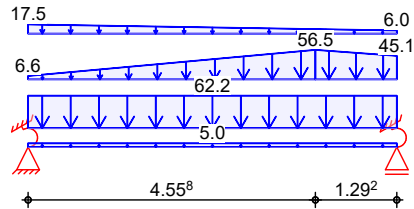
Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk

Qk.N



Streckenlasten in z-Richtung

Gleich- und Trapezlasten

	Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q _{li} [kN/m]	q _{re} [kN/m]
Einw. Gk	1	Eigengew	0.00	5.85		5.00
	(a) 1		0.00	5.85		62.25
	(b,c) 1		0.00	4.56	6.57	56.48
	(c,d) 1		4.56	1.29	56.48	45.07
	(e,f) 1		0.00	5.85	17.52	6.00
	(g) 1		0.00	5.85		25.98
Einw. Qk.N	(h,i) 1		0.00	4.56	3.00	25.79
	(i,j) 1		4.56	1.29	25.79	20.58

(a)

aus Lastenzug Decke Bereich Flur

$$(25 \cdot 0.35 + 2.2) \cdot 3.05 \cdot 0.634 = 21.17 \text{ kN/m}$$

aufgehende MW-Wand

$$(18 \cdot 0.24 + 0.6) \cdot 3.39 = 16.68 \text{ kN/m}$$

aus Zwischendecke

$$15 = 15.00 \text{ kN/m}$$

aus Lastausbreitung Auflager

Gratsparren (Pos.407)

$$93/9.9 = 9.39 \text{ kN/m}$$

$$= 62.25 \text{ kN/m}$$

(b)

aus Lastenzug Decke Bereich Bib

$$(25 \cdot 0.35 + 2.2) \cdot 0.6 = 6.57 \text{ kN/m}$$

(c)

aus Lastenzug Decke Bereich Bib

$$(25 \cdot 0.35 + 2.2) \cdot 5.158 = 56.48 \text{ kN/m}$$

(d)

aus Lastenzug Decke Bereich Bib

$$(25 \cdot 0.35 + 2.2) \cdot 4.116 = 45.07 \text{ kN/m}$$

(e)

aus MW-Wand DG

$$(18 \cdot 0.24 + 0.6) \cdot 3.56 = 17.52 \text{ kN/m}$$

(f)

aus MW-Wand DG

$$(18 \cdot 0.24 + 0.6) \cdot 1.22 = 6.00 \text{ kN/m}$$

(g)

aus Lastenzug Decke Bereich Flur

$$5 \cdot 3.05 \cdot 0.634 = 9.67 \text{ kN/m}$$

aus Zwischendecke

$$10 = 10.00 \text{ kN/m}$$

aus Lastausbreitung Auflager

Gratsparren (Pos.407-Schnee als

Nutzlast)

$$62.5/9.9 = 6.31 \text{ kN/m}$$

Statische Berechnung

Proj.Bez Grundschole Sieker

Datum 16.12.2025

mb BauStatik S340.de 2024.016

Seite

145

Position

I-307-N1

Projekt

223-056

= 25.98 kN/m

(h)

aus Lasteinzug Decke Bereich Bib

5*0.6 = 3.00 kN/m

(i)

aus Lasteinzug Decke Bereich Bib

5*5.158 = 25.79 kN/m

(j)

aus Lasteinzug Decke Bereich Bib

5*4.116 = 20.58 kN/m

Kombinationen

gemäß DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1990

ständig/vorüberg.

Ek **$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$**

1 1.00*Gk

2 1.35*Gk +1.50*Qk.N

3 1.35*Gk

4 1.00*Gk +1.50*Qk.N

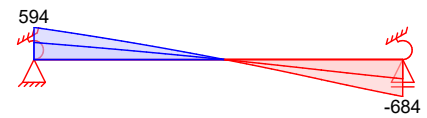
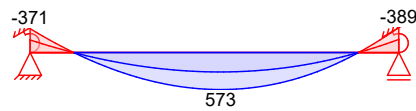
Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen

Grafik

Schnittgrößen (Umhüllende)

Kombinationen

Moment $M_{y,d}$ [kNm]Querkraft $V_{z,d}$ [kN]**Mat./Querschnitt**

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	f_{yk} [N/mm ²]	f_{ck} [N/mm ²]	E [N/mm ²]
C 35/45		35	34000
B 500SB	500		200000

Querschnitt

Art	b [cm]	h [cm]	A [cm ²]	I_y [cm ⁴]
RE	25.0	80.0	2000	1066667
RE: Rechteckquerschnitt				

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung

Abs. 6.1

Bemessung für Biegebeanspruchung

Feld 1

x [m]	Ek	$M_{y,d,o}$ $M_{y,d,u}$ [kNm]	x/d_o x/d_u	z_o z_u [cm]	$A_{s,o}$ $A_{s,u}$ [cm ²]	$A_{s,o,erf}$ $A_{s,u,erf}$ [cm ²]
(L = 5.85 m)						
0.00	2	-297.55	0.136	71.8	9.13	9.13
	1	-195.17	-	-	-	11.22 _q
0.13 _a	2	-297.55	0.136	71.8	9.13	9.13
	1	-156.42	-	-	-	11.22 _q
3.02*	1	300.62	-	-	-	-
	2	573.13	0.293	65.4	19.87	19.87
3.07	1	300.43	-	-	-	-



x	Ek	M _{yd,o} M _{yd,u}	x/d _o x/d _u	z _o z _u	A _{s,o} A _{s,u}	A _{s,o,erf} A _{s,u,erf}
[m]		[kNm]		[cm]	[cm ²]	[cm ²]
	2	572.89	0.293	65.4	19.86	19.86
4.32	1	195.88	-	-	-	-
	2	376.20	0.183	68.9	12.21	12.21
5.73 _a	2	-305.30	0.140	71.7	9.40	9.40
	1	-159.97	-	-	-	12.52 _q
5.85	2	-305.30	0.140	71.7	9.40	9.40
	1	-203.51	-	-	-	12.52 _q

a: Auflagerrand

*: maximales Feldmoment

q: aus VEd im Endauflager nach Abs. 9.2.1.4(2)

Querkraft

Abs. 6.2

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

x	Ek	V _{Ed}	θ	V _{Rd,max}	V _{Rd,c}	a _{sw,erf}
[m]		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[cm ² /m]
(L = 5.85 m)						
0.00	2	441.56 _R	30.1	1104.81	-	-
0.13 _a	2	441.56 _R	30.1	1104.81	-	16.77 _F
0.71	2	441.56 _R	30.3	1086.92	-	15.82 _F
0.87 _v	2	441.56	30.3	1086.92	81.13	14.61 _F
4.02	2	234.89	45.0	1247.00	95.67	8.06
4.98 _v	2	476.13	31.1	1102.83	81.13	16.03 _F
5.73 _a	2	476.13 _R	30.9	1121.69	-	19.04 _F
5.85	2	476.13 _R	30.9	1121.69	-	-

a: Auflagerrand

v: Abstand d vom Auflagerrand

R: Querkraft reduziert

F: Verbundbewehrung aus Fugenbemessung

Fugenbemessung

x	V _{Ed}	V _{Edi}	V _{Rdi,max}	V _{Rdi,ct}	a _{sw,erf}
[m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[cm ² /m]

Längsfuge 1

Streckgrenze der Verbundbewehrung: $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

rau (c=0.40, $\mu=0.70$, $\nu=0.50$)

Feld 1 - Kontaktflächenbreite b = 25.0 cm

0.52	504.71	737.12	1239.58	124.67	16.77
0.87 _v	441.56	658.40	1239.58	124.67	14.61
2.63	86.95	132.23	1239.58	124.67	0.21
3.39	-84.34	128.32	1239.58	124.67	0.10
4.98 _v	-476.13	709.95	1239.58	124.67	16.03
5.33	-561.50	820.07	1239.58	124.67	19.04

Öffnungsbemessung

Öffnung 1

Biegung

(Feld: 1, x' = 3.07m):

Gurt	M _d	N _d	A _{su}	M _d	N _d	A _{so}
	[kNm]	[kN]	[cm ²]	[kNm]	[kN]	[cm ²]
oben li	-2.7	-526.9	0.00	-6.0	-1004.8	0.00
re	-6.4	-526.9	0.00	-11.4	-1004.8	0.00
unt. li	44.3	1004.8	21.80	44.3	1004.8	0.21
re	43.4	1004.8	21.60	43.4	1004.8	0.42



Querkraft

Gurt		V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,ct}$ [kN]	θ [°]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$a_{sw,erf}$ [cm ² /m]
oben	li	48.34	107.06	18	312.04	2.58
	re	-67.44	107.06	20	341.14	2.58
unt.	li	8.53	0.00	45	202.99	2.58
	re	-11.90	0.00	45	202.99	2.58

Rand		D [kN]	x [cm]	Z_M [kN]	Z_V [kN]	A_{sv} [cm ²]
links		916.8	16.0	0.0	17.7	0.41
rechts		916.8	16.0	0.0	24.6	0.57

Öffnung 2
Biegung

 (Feld: 1, $x' = 4.32m$):

Gurt		M_d [kNm]	N_d [kN]	A_{su} [cm ²]	M_d [kNm]	N_d [kN]	A_{so} [cm ²]
oben	li	69.4	-659.8	0.00	36.5	-343.6	0.00
	re	-88.6	-659.8	0.01	-88.6	-659.8	2.60
unt.	li	42.0	659.8	16.63	42.0	659.8	0.00
	re	14.2	659.8	11.32	14.2	659.8	3.15

Querkraft

Gurt		V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,ct}$ [kN]	θ [°]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$a_{sw,erf}$ [cm ² /m]
oben	li	-199.65	70.30	26	411.49	8.06
	re	-327.88	112.98	28	415.05	14.66
unt.	li	-35.23	0.00	45	195.55	7.71
	re	-57.86	0.00	45	202.99	12.19

Rand		D [kN]	x [cm]	Z_M [kN]	Z_V [kN]	A_{sv} [cm ²]
links		916.8	16.0	0.0	328.7	7.56
rechts		916.8	16.0	0.0	119.8	2.76

Bewehrungswahl
untere Längsbewehrung

Feld	gew.	A_s [cm ²]	a [m]	l [m]	$l_{bd,l}$ [m]	$l_{bd,r}$ [m]	Lage
1	GB 4ø20	12.57	-0.09	6.04	0.21	0.23	1
	4ø16	8.04	0.65	4.67	0.30	0.31	2

(Längen inkl. Verankerungslängen, ohne Stöße)

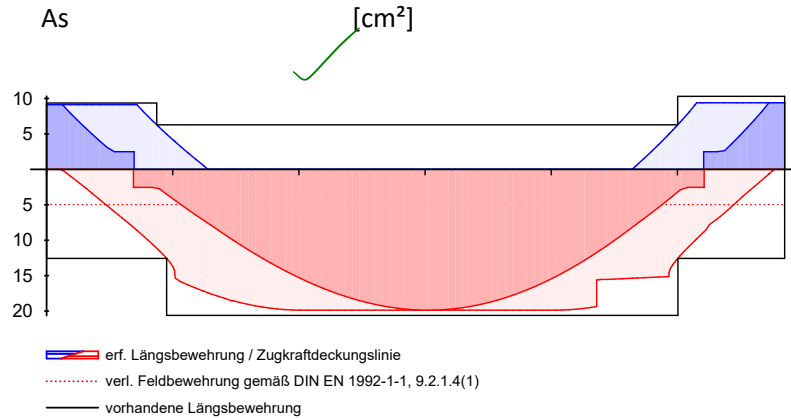
obere Längsbewehrung

Feld	gew.	A_s [cm ²]	a [m]	l [m]	$l_{bd,l}$ [m]	$l_{bd,r}$ [m]	Lage
1	GB 2ø20	6.28	-0.81	7.41	0.94 ^{mh}	0.87 ^{mh}	1
	2ø14	3.08	-0.65	1.98	0.65 ^{mh}	0.45 ^m	1
	2ø16	4.02	4.53	2.02	0.47 ^m	0.70 ^{mh}	1

(Längen inkl. Verankerungslängen, ohne Stöße)

m: mäßige Verbundbedingungen

h: gesonderte Verankerungsform erforderlich

Längsbewehrung
M 1:60

Querkraftbewehrung (Bügel)

Feld	Xa [m]	Xe [m]	ds [mm]	s [cm]	Schn. [-]	asw [cm ² /m]
1	0.13	0.72	ø10	7.5	2	20.94
	0.72	1.14	ø10	10.0	2	15.71
	1.14	1.59	ø10	12.5	2	12.57
	1.59	2.12	ø10	17.5	2	8.98
	2.12	2.75	ø10	30.0	2	5.24
	3.39	3.63	ø10	30.0	2	5.24
	3.63	3.80	ø10	17.5	2	8.98
	4.70	4.95	ø10	10.0	2	15.71
	4.95	5.72	ø10	7.5	2	20.94

Öffnung 1:
Längsbewehrung

Gurt	Lage	Anz.	ds [mm]	As [cm ²]	Lagen	lb,l [cm]	lb,r [cm]
Oberg.	oben	-	-	-	-	-	-
	unten	-	-	-	-	-	-
Unterg.	oben	2	16	4.02	1	16.6	16.6
	unten	2	16	4.02	1	16.6	16.6

Querkraft- und
Aufhängebewehrung

Gurt/Rand	Anz.	ds [mm]	Abst. [cm]	Schn.	asw [cm ² /m]
Obergurt	4	10	20.0	2	7.85
Untergurt	6	10	12.0	2	13.09
Rand links	1	10	-	2	1.57
Rand rechts	1	10	-	2	1.57

Öffnung 2:
Längsbewehrung

Gurt	Lage	Anz.	ds [mm]	As [cm ²]	Lagen	lb,l [cm]	lb,r [cm]
Oberg.	oben	-	-	-	-	-	-
	unten	-	-	-	-	-	-
Unterg.	oben	2	16	4.02	1	16.6	43.3
	unten	-	-	-	-	-	-

Querkraft- und
Aufhängebewehrung

Gurt/Rand	Anz.	ds [mm]	Abst. [cm]	Schn.	asw [cm ² /m]
Obergurt	9	10	7.5	2	20.94
Untergurt	6	10	12.0	2	13.09
Rand links	5	10	5.0	2	31.42
Rand rechts	2	10	5.0	2	31.42

Nachweise (GZG)

im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

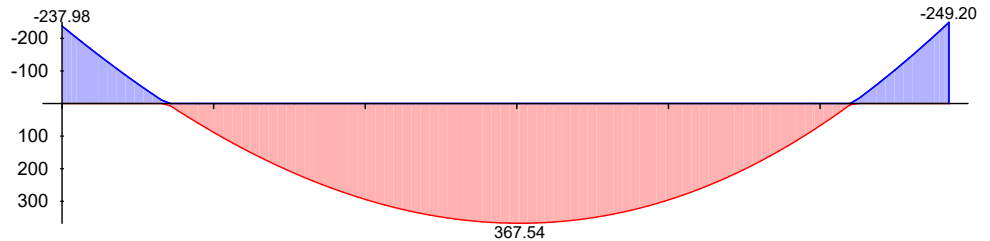
quasi-ständig

quasi-ständ. Komb.
M 1:50

Ek **$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$**

1 1.00 * Gk +0.60 * Qk.N

Moment $M_{Ed,perm}$ [kNm]



Verformungen

Abs. 7.4

Begrenzungen der Verformungen im gerissenen Zustand (Zustand II)

Der Nachweis wird für die quasi-ständigen Bemessungssituationen unter Langzeitbelastung durchgeführt.

Endkriechzahl $\phi = 2.50$ -
Endschwindmaß $\epsilon = -0.50$ ‰

zul. Endverformung $f_{\infty} = l/250$
zul. Differenzverformung $f_{\Delta} = l/500$

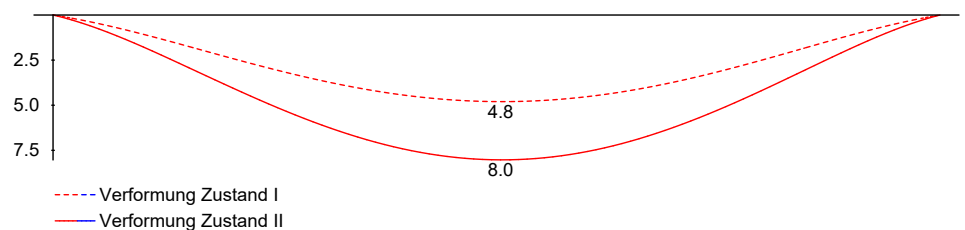
Feld 1

x	Ek	M_{Ed}	$f_{I,\infty}$ $f_{I,0}$	$f_{II,0}$	$f_{II,\infty}$ Δf_{II}	$f_{\infty,zul}$ Δf_{zul}
[m]		[kNm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
(L = 5.85 m)						
2.95	1	367.21	4.80		8.03	23.40
			1.37	3.82	4.21	11.70

$f_{I,0}/f_{II,0} =$ Verformungen ungerissen/gerissen zum Zeitpunkt $t = 0$
 $f_{I,\infty}/f_{II,\infty} =$ Verformungen ungerissen/gerissen zum Zeitpunkt $t = \infty$
 $\Delta f_{II} =$ Differenzverformungen $f_{II,\infty} - f_{II,0}$

M 1:50

Grenzlinien der Verformungen f [mm]



Auflagerkräfte

Auflagerkräfte Träger

Char. Auflagerkr.

charakteristische Auflagerkräfte (je Einwirkung)

Aufl.	$F_{z,k,min}$ [kN]	$F_{z,k,max}$ [kN]	$M_{y,k,min}$ [kNm]	$M_{y,k,max}$ [kNm]
Einw. Gk				
A	315.74	315.74	-195.17	-195.17
B	355.74	355.74	203.51	203.51



	Aufl.	$F_{z,k,min}$ [kN]	$F_{z,k,max}$ [kN]	$M_{y,k,min}$ [kNm]	$M_{y,k,max}$ [kNm]
Einw. $Q_{k,N}$	A	111.91	111.91	-71.35	-71.35
	B	135.65	135.65	76.15	76.15

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Ort	η [-]
Expositionsklassen	OK	
Biegung	OK	
Querkraft	OK	
Fugenbemessung	OK	
Öffnungsbemessung	OK	
Bewehrungswahl	OK	

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Ort	x [m]		η [-]
Verformungsnachweis	Feld 1	2.95	OK	0.36

Detailnachweis

Name	Ort	Detail
1	x=3.07 m	Durchbruch

Pos. I-310-N1

Stb.-Stütze

gewählt:

$b/d = 25/25$ cm

Beton: C35/45

Betonstahl: B 500-A

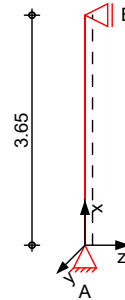
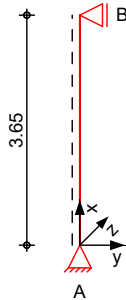
$c_{nom} = 25$ mm (XC1)

Brandschutz:

siehe nachfolgende Bemessung

System
M 1:120

Eulerfälle in y- und z-Richtung



Abmessungen
Mat./Querschnitt

Geschoss	l [m]	Material	b_y/b_z [cm]
EG	3.65	C 35/45	25/25

Expositionsklasse

XC1

Auflager

Lager	x [m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]	$K_{T,y}$ [kN/m]	$K_{R,z}$ [kNm/rad]
B	3.65	fest	frei	fest	frei
A	0.00	fest	frei	fest	frei

Belastungen

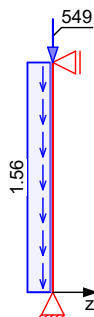
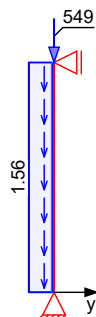
Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk Gk Qk.N Qk.N



Streckenlasten

in x-Richtung

Einw. Gk

Ges.	Komm.	a [m]	s [m]	q_u [kN/m]	q_o [kN/m]
EG	Eigengew	0.00	3.65		1.56



Punktlasten

in x-Richtung

Einzellasten

	Ges.	Komm. ✓	a [m]	F _x [kN]	e _y [cm]	e _z [cm]
Einw. Gk	(a) EG		3.65	548.85	0.0	0.0
Einw. Qk.N	(a) EG		3.65	205.34	0.0	0.0

(a)

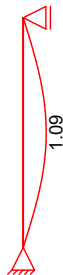
aus Pos. 'I-307'o, Lager 'B'

0: aus Modell 'Genehmigungsstatik Band I'

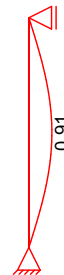
Imperfektionen

Grafik

Figur 1 w_y[cm]



Figur 9 w_y[cm]



Tabelle

Figur 1

EG

x [m]	w _{yu} [cm]	w _{zu} [cm]	w _{yk} [cm]	w _{zk} [cm]
3.65	0.00	0.00	0.00	0.00
1.83	0.91	0.00	0.18	0.00
1.78	0.91 *	0.00	0.18 *	0.00
0.00	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *

Figur 9

EG

x [m]	w _{yu} [cm]	w _{zu} [cm]	w _{yk} [cm]	w _{zk} [cm]
3.65	0.00	0.00	0.00	0.00 ✓
1.83	0.91	0.00	0.00	0.00
1.78	0.91 *	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *

Ungewollte Ausmitte affin zur Biegelinie bzw. affin zur Knickfigur bei Kombinationen ohne planmäßige Verformung senkrecht zur Stützenachse.

Vorkrümmungen

Figur [-]	Richtung [-]	β [-]	x [m]	e _i [cm]
1	y	1.00	1.82	0.91
2	y	1.00	1.82	0.91

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

ständig/vorüberg.
Brand

Ek	Imp.	Σ (γ*ψ*EW)
1	1	1.35*Gk +1.50*Qk.N
9	9	1.00*Gk +0.60*Qk.N



Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte

Querschnitte

Q	Typ	Bewehr.- anordnung	b/D [cm]	h/D _i [cm]
1	Recht	Eckstäbe	25.0	25.0

Materialien

Q	Beton	Betonstahl	$\rho_{\min}$ [%]	$\rho_{\max}$ [%]	ϕ [-]	γ [kN/m ³]
1	C 35/45	B 500SB	0.30	9.00	2.50	25.0

Bemessung (GZT)

gemäß DIN EN 1992-1-1, 3.1, 3.2, 5.4, 5.7, 5.8

Bruchschnittgrößen

Komb. 1

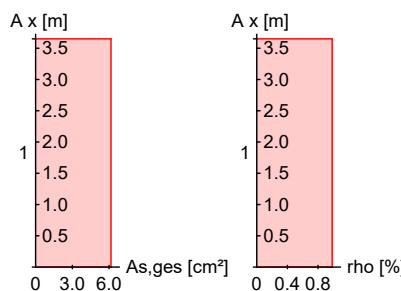
nach nichtlinearer Theorie

x [m]	N _u [kN]	M _{yu} [kNm]	M _{zu} [kNm]	ϵ_s [‰]	ϵ_c [‰]	η
3.65	1485.9	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.71
1.78	1301.5	0.0	-18.5	-0.89	-3.10	0.81
0.00	1485.9	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.71

Erforderliche Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.Art	d' [cm]	A _{s,ges} [cm ²]	ρ [%]
0.00	3.65	1	R	Eckstäbe	3.5	6.16	0.99

Erf. Bewehrung
M 1:120



Brandfall

gemäß allgemeinem Verfahren nach DIN EN 1992-1-2
Berechnungsgrundlagen:

- spezifische Wärme vom Beton (3.3.2)
- Feuchte des Betons 3.0%
- Wärmeübertragungskoeffizient 25 W/m²K
- thermische Leitfähigkeit des Betons: obere Grenze
- Emissionswert der Betonoberfläche 0.7
- Festigkeitsred. Bewehrung für Klasse N
- Bewehrung kaltverformt
- quarzhaltige Betonzuschläge

Feuerwiderstandsklassen

Seite	Klasse	t _{req} [min]
vierseitig (+y/-y/+z/-z)	R30 R90	30

Geschoss 1

Steifigkeiten im Brandfall

Q	t _{req} [min]	Seiten [-]	EA [kN]	EI _y [kNm ²]	EI _z [kNm ²]
1	30	r/l/o/u	932945.96	3392.45	3392.45



Temperaturprofil Bewehrung

Q	Y [cm]	Z [cm]	R [cm]	θ [°]	$E_{s,\theta}/E_s$ [-]	$f_{y,\theta}/f_y$ [-]
1	-9.00	-9.00	--	334	0.67	0.98
	9.00	-9.00	--	334	0.67	0.98
	9.00	9.00	--	334	0.67	0.98
	-9.00	9.00	--	334	0.67	0.98

Bruchschnittgrößen

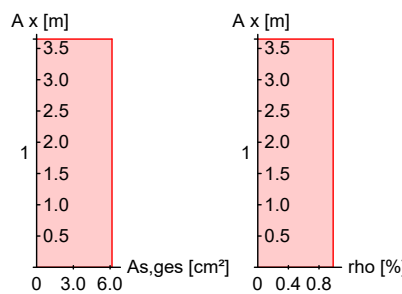
nach nichtlinearer Theorie

Komb. 9

x [m]	N_u [kN]	M_{yu} [kNm]	M_{zu} [kNm]	η
3.65	1534.1	0.0	0.0	0.44
1.78	1240.1	0.0	-31.2	0.54
0.00	1538.9	0.0	0.0	0.44

Erforderliche Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q Typ	Bew.Art	d' [cm]	$A_{s,ges}$ [cm ²]	ρ [%]
0.00	3.65	1 R	Eckstäbe	3.5 4,5	6.16	0.99

Erf. Bewehrung
M 1:120Nachweise (GZT)
Querkraftbemessung

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1

Querkraftbemessung	x	$V_{Ed,y}$	$V_{Rd,c}$	$V_{Rd,max,y}$	N_x	θ	z	erf a_{sw}
		$V_{Ed,z}$	$V_{Rd,c}$	$V_{Rd,max,z}$				
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[°]	[cm]	[cm²/m]
Komb. 1	3.65	12.98	197.54	210.87	1049.0	22.8	15.9	2.56 ^M
Komb. 1	0.00	12.92	198.22	210.33	1056.7	22.7	15.9	2.56 ^M

m: Mindestquerkraftbew. nach Abs. NDP Zu 9.2.2(5)

Bewehrungswahl

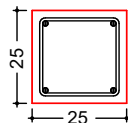
von x [m]	bis x [m]	Q Typ	Bew.-Lage	n	d_s [mm]
0.00	3.65	1 Rechteck	je Ecke	1	16

von x [m]	bis x [m]	Q Typ	$c_{v,b}$ [mm]	n	$A_{s,ges}$ [cm ²]	ρ [%]
0.00	3.65	1 Rechteck	20	4	6.16 8,0	0.99



Querschnitt 1

M 1:20



Längsstäbe: 4 $\phi 16$
Querkraftbewehrung: $\phi 8$
Betondeckung: $c_v = 20 \text{ mm}$

Vorhandene
Querkraftbewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q Typ	d_s [mm]	s [cm]	Schnitt	A_{sw} [cm ² /m]
0.00	3.65	1 Rechteck	8	16	2	6.28

Auflagerkräfte

Auflagergrößen am
Stützenkopf

Einw	$F_{x,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]	$F_{y,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]
Gk	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Qk.N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Auflagergrößen am
Stützenfuß

Einw	$F_{x,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]	$F_{y,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]
Gk	554.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Qk.N	205.3	0.0	0.0	0.0	0.0

Anteile aus Th. II Ordnung

Einw	$\Delta M_{y,k}$ [kNm]	$\Delta M_{z,k}$ [kNm]	$\Delta F_{y,k}$ [kN]	$\Delta F_{z,k}$ [kN]
Gk	0.0	0.0	0.0	0.0
Qk.N	0.0	0.0	0.0	0.0

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	η [-]
Expositionsklassen	OK
Stabilität	OK
Bruchschnittgrößen	OK 0.81
Querkraftbemessung	OK
Brand	OK
Bewehrungswahl	OK

Nachweise (Brand)

Brandfall im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	η [-]
Bruchschnittgrößen	OK 0.54

Pos. I-410-N1

Stb.-Kellerwand (Kellerabgang)

Ausführung als Halbfertigteilwände!

Abdichtung erfolgt gem- DAFStb (WU-Richtlinie):

Beanspruchungsklasse:

BK-1

Beanspruchung durch ständig oder zeitweise drückendes Wasser

Nutzungsklasse:

NK-A

Hochwertige Nutzung

Entwurfsgrundsatz:

c

Bauweise mit zugelassenen Trennrissen in Kombination mit planerisch festgelegten Dichtmaßnahmen

Gewählte Rissbreitenbegrenzung:

$\leq 0,30$ mm

zusätzliche Maßnahmen:

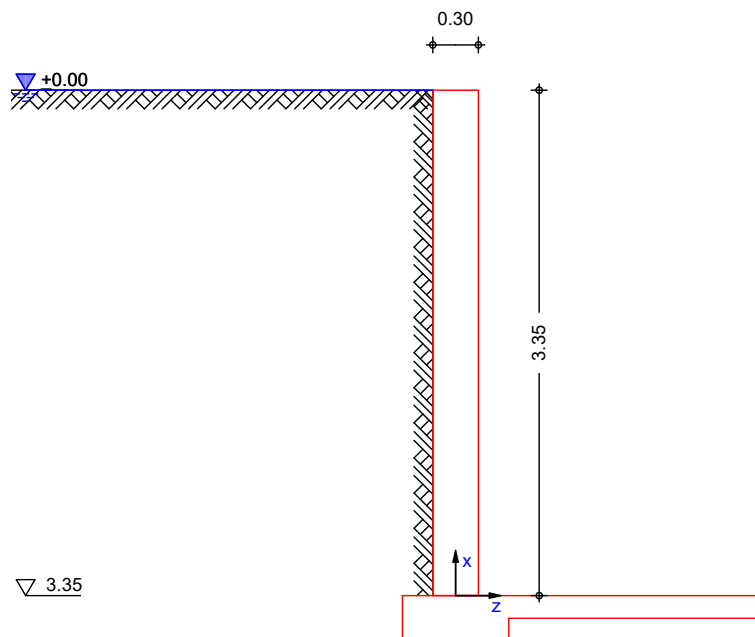
Anordnung von Sollrissfugen gem. Wandeinteilung Fertigteilwände

Zusätzlich soll ein Schwarzanstrich zur Ausführung kommen.

System

einseitig gehaltene freistehende Wand

M 1:50



Abmessungen
Mat./Querschnitt

Material	l_w [m]	h [m]	γ_c [kN/m ³]
C 30/37	3.35	0.30	25.00

Expositionsklassen

XC2 und XC4

Einspannung

Lager	x [m]	E [%]
Wandkopf	3.35	0.00
Wandfuß	0.00	100.00

Gelände

ebenes Gelände

Abstand OK Gelände-Wandkopf

$h_e = 0.00$ m

Abstand OK Grundwasser - Wandkopf

 $h_{ws} = 0.00 \text{ m}$

Boden

h [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c_a [kN/m ²]	δ_a [°]	δ_0 [°]
999.00	20.0	10.0	30.0	-	20.0	0.0

Erddruck

EW Gk.E

erhöhter aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht

Anteil aktiver Erddruck

 $\mu = 0.50$

Grundwasser

 $z_{gw} = 0.00 \text{ m}$

Resultierende

Erddruckspannungen

z [m]	$\Sigma e'_{ah}$ [kN/m ²]
0.00	0.00
3.35	13.05

erhöhte aktive Erddruckkraft

 $E'_{ah} = 21.87 \text{ kN/m}$
 $E'_{av} = 3.86 \text{ kN/m}$
 $z_s = 2.23 \text{ m}$

EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Gleichlast erdseitig

Lastordinate

 $p = 5.00 \text{ kN/m}^2$

z [m]	K'_{aph} [-]	e'_{aph} [kN/m ²]
0.00	0.390	1.95
3.35	0.390	1.95

erhöhte aktive Erddruckkraft

 $E'_{ah} = 6.53 \text{ kN/m}$
 $E'_{av} = 1.15 \text{ kN/m}$
 $z_s = 1.68 \text{ m}$
Wasserdruck

EW Gk.H

Grundwasserstand

 $z_{gw} = 0.00 \text{ m}$

 Wasserdruck-
spannungen

z [m]	w_h [kN/m ²]
0.00	0.00
3.35	33.50

Wasserdruckkraft

 $W_h = 56.11 \text{ kN/m}$
 $z_s = 2.23 \text{ m}$
Belastungen

Belastungen auf das System

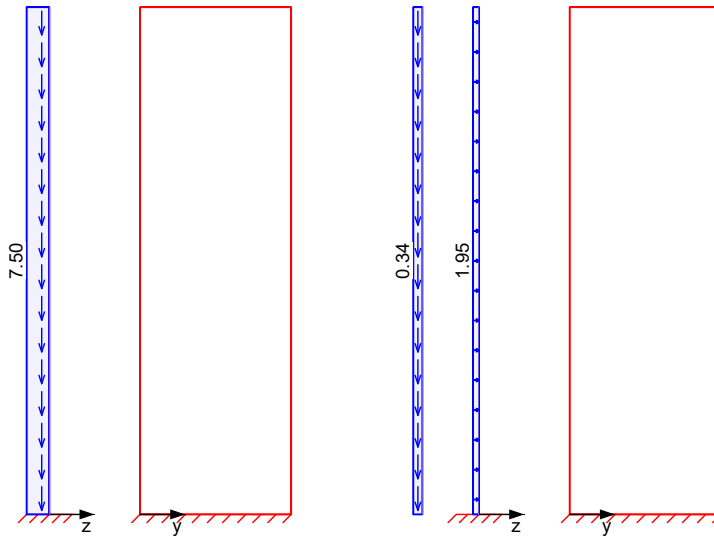
Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

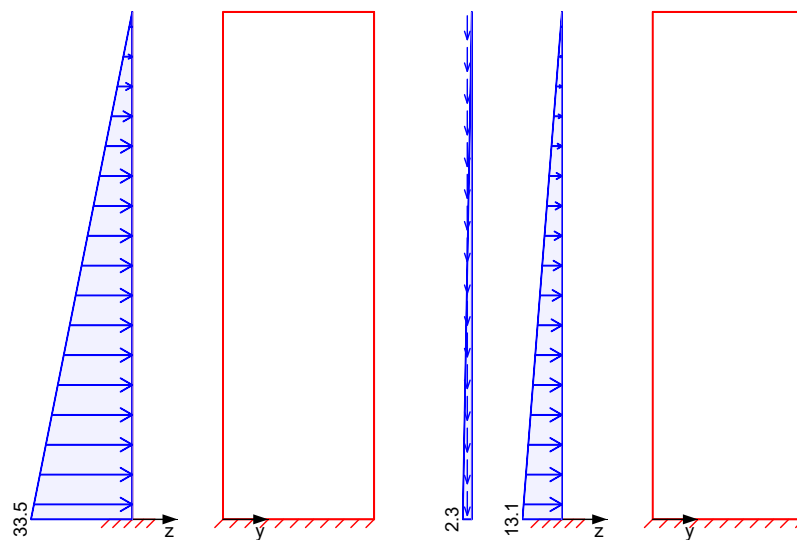
Gk

Qk.N



Gk.H

Gk.E



Flächenlasten

in x-Richtung

Einw. Gk

Einw. Qk.N

Einw. Gk.E

Komm.	a [m]	s [m]	q_u [kN/m ²]	q_o [kN/m ²]
(a) Eigengew	0.00	3.35		7.50
Erddr	0.00	3.35		0.34
Erddr	0.00	3.35	2.30	0.00

(a)

aus Eigengewicht

$$25.00 \cdot 0.30 = 7.50 \text{ kN/m}^2$$

Flächenlasten

in z-Richtung

Einw. Qk.N

Einw. Gk.H

Einw. Gk.E

Komm.	a [m]	s [m]	q_u [kN/m ²]	q_o [kN/m ²]
Erddr	0.00	3.35		1.95
Wasserdr	0.00	3.35	33.50	0.00
Erddr	0.00	3.35	13.05	0.00



Char. Schnittgrößen

charakteristische Schnittgrößen

Tabelle

Schnittgrößen (je Einwirkung)

	x [m]	N _{x,k} [kN/m]	M _{y,k} [kNm/m]	V _{z,k} [kN/m]
Einw. Gk	3.35	0.00	0.00	0.00
	0.00	-25.12 *	0.00	0.00
Einw. Qk.N	3.35	0.00	0.00	0.00
	0.00	-1.15 *	-10.93 *	6.53 *
Einw. Gk.H	3.35	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	-62.66 *	56.11 *
Einw. Gk.E	3.35	0.00	0.00	0.00
	0.00	-3.86 *	-24.42 *	21.87 *

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990

Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Σ (γ*ψ*EW)
ständig/vorüberg.	4	1.00*Gk +1.35*Gk.E
		+1.50*Qk.N +1.35*Gk.H
quasi-ständig	18	1.00*Gk +1.00*Gk.E
		+0.60*Qk.N +1.00*Gk.H

Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	f _{ck} [N/mm ²]	f _y [N/mm ²]	E [N/mm ²]
C 30/37	30.0	-	33000
B 500SA		500.0	200000

Expositionsklassen Abs. 4.2, 4.4

Expositionsklassen

Seite	KI	Kommentar
außen	XC2	nass, selten trocken
innen	XC4	wechselnd nass und trocken

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

Bezug	c _{min} [mm]	Δc _{dev} [mm]	c _{nom} [mm]	c _v d' [mm]	d' horizontal [mm]	d' vertikal [mm]
außen	20	15	35	35	41	53
innen	25	15	40	40	46	58

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Stabilität

Nachweis der Knicksicherheit

Ek 4

Knicklastfaktor

ν = 1018.5 -

Schlankheit

λ = 54.71 -

Schiefstellung

α_a = 0.0055 radSchnittgr./Verform.
lin. Th. II.O.

x [m]	n _{Ed} [kN/m]	m _{Ed} [kNm/m]	v _{Ed} [kN/m]	w [cm]	φ [rad]
3.35	0.00	0.00	0.00	0.42	-0.00157
0.00	32.06	-134.01	115.06	0.00	0.00000

Statische Berechnung

Proj.Bez Grundschole Sieker

Datum 16.12.2025

mb BauStatik S550.de 2024.016

Seite

160

Position

I-410-N1

Projekt

223-056

Schnittgr./Verform.

nichtlin. Th. II.O.

x	n _{Ed}	m _{Ed}	V _{Ed}	w	φ
[m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[rad]
3.35	0.00	0.00	0.00	2.80	-0.01045
0.00	32.06	-134.33	115.06	0.00	0.00000

erf. Bewehrung

infolge Knicksicherheitsnachweis nach 5.8

vertikal je Seite

erf a_{s,v} = 12.62 cm²/m

horizontal je Seite

erf a_{s,h} = 2.52 cm²/m

infolge Rissbreitenbegrenzung nach 7.3

horizontal je Seite

erf a_{s,h} = 9.29 cm²/m

konstr. Mindestbew.

nach 9.6.2(1) bzw. 9.6.3(1)

vertikal je Seite

min a_{s,v} = 2.25 cm²/m

horizontal je Seite

min a_{s,h} = 0.45 cm²/m**Bewehrungswahl**

Bewehrung je Seite

Art	gewählt	a _{s,v}	a _{s,h}
		[cm ² /m]	[cm ² /m]
Stäbe vertikal	ø12/7.5 cm	15.08	-
Stäbe horizontal	ø12/10 cm	-	11.31

Nachweise (GZG)

Rissbreitenbegrenz.

nach DIN EN 1992-1-1, 7.3

Grenzwert für die Rissbreite

w_{max} = 0.30 mm

vertikale Bewehrung

Ek 18

Rissbreitenbegrenzung für Lastbeanspruchung

max. Moment (x = 0.00 m)

m_{Ed,perm} = -93.64 kNm/m

zug. Normalkraft

n_{Ed,perm} = -29.67 kN/m

wirksame Betonzugfestigkeit

Zeitpunkt Lastbeanspruch.

f_{ct,eff} = 2.90 N/mm²

Ersatzdurchmesser

d_{s,eq} = 12 mm

Gl.(7.8)

A _{c,eff}	ρ _{p,eff}	σ _s	α _e	ε _{sm} -ε _{cm}	S _{r,max}
[cm ²]	[-]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[mm]
749.09	0.02013	268.95	6.06	0.00102	165.58

vorh. Rissbreite

w_k = 0.17 mm

Rissbreitennachweis für Lastbeanspruchung ist erfüllt

horizont. Bewehrung

reiner Zug aus innerem Zwang infolge Abfließen der Hydratationswärme und Verformungsbehinderung

Mindestbewehrung

für die Begrenzung der Rissbreite nach 7.3.2

wirksame Betonzugfestigkeit

Zeitpunkt Zwangsbeanspr.

f_{ct,eff} = 1.89 N/mm²

Gl.(7.1)

k _c	k	f _{ct,eff}	f _{ct,0}	h _t	A _{ct}	σ _s	d _s *
[-]	[-]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[cm]	[cm ²]	[N/mm ²]	[mm]
1.00	0.80	1.89	3.00	15.0	3000.0	238.12	18.41

Mindestbewehrung

a_{s,min} = 18.57 cm²/m

Zusammenfassung Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT) Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η
		[-]
Stabilität	OK	
Bewehrungswahl	OK	

Nachweise (GZG) Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis		η
		[-]
Rissbreite	OK	0.56



Statische Berechnung

Proj.Bez Grundschole Sieker

Datum 16.12.2025

mb BauStatik S011 2024.016

Seite

162

Position

II-113-N1

Projekt

223-056**Pos. II-113-N1****Holzbalken**

wie Pos. I-113-N1



Statische Berechnung

Proj.Bez Grundschole Sieker

Datum 16.12.2025

mb BauStatik S011 2024.016

Seite

163

Position

III-113-N1

Projekt

223-056**Pos. III-113-N1****Holzbalken**

wie Pos. I-113-N1



Pos. -

letzte Seite

**AUFSTELLVERMERK**

Sämtliche Annahmen sind vor Ort und Baubeginn von der ausführenden Firma zu prüfen. Bei Abweichungen ist sofort der Aufsteller zu verständigen. Gleiches gilt sofern Unklarheiten bezüglich der Konstruktion auftreten sollten.

Die in der statischen Berechnung angegebenen Maße sind Systemmaße, die für die Ausführung nicht bindend sind. Die in der Berechnung ermittelten Querschnitte sind die statisch erforderlichen Mindestquerschnitte. Aus konstruktiven oder gestalterischen Gründen können größere Querschnittsabmessungen erforderlich werden.

Statische Berechnung

Seiten 1 - 164

aufgestellt: Osnabrück, 16.12.2025

i.A. B.Eng. S. Wellmann



INGENIEURBÜRO FÜR BAUWESEN

DR. EHLERS - UNLAND

Beratende Ingenieure - PartG mbB - PR 200425 AG Hannover

H.-J. Unland - M. Pötter - K. Buhl

Am Tie 1, 49086 Osnabrück

Tel.: (0541) 91184-0 Fax: (0541) 91184-29

www.ehlers-unland.de • info@ehlers-unland.de

