

Auftrags-Nr.: 23027

Seite: I-N1

STATISCHE BERECHNUNG

1. NACHTRAG

Bauvorhaben: Neubau von 7 Rettungswachen und 1 Notarztstandort
im Hochsauerlandkreis

hier: Rettungswache in Meschede

Bauherr: Hochsauerlandkreis
Steinstraße 27
59872 Meschede

Architekt: Fastabend und Partner PartGmbH
Bruchstraße 6a, 59929 Brilon

**Konstruktive
Bearbeitung:**  **EFG** Beratende Ingenieure GmbH
Ederweg 4 - 6, 34277 Fuldabrück

Telefon: 0561 / 574650
E-Mail: kontakt@efg-ing.de

aufgestellt, 10.03.2026


Dr.-Ing. Matthias Ernst


Hendrik Ernst M.Sc.

	Auftrags-Nr. - Projekt	Seite
	23027 – Neubau RW Meschede	II-N1

V E R T E I L E R			
Versand- datum	Statik Seiten	Architekt kappe@architekt- fastabend.de	Prüfer ca.koester@ift-statik.de
10.03.2026	I-N1 bis V-N1 1-N1 bis 197-N1 Positionsplan: P01c	PDF	PDF
Die Statik darf ohne vorherige Genehmigung des Erstellers der Statik weder veröffentlicht, vervielfältigt oder geändert, noch für ein anderes Bauvorhaben genutzt werden, als für das auf dem Deck-blatt und in der Kopfzeile ausgewiesene.			

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

Pos.	Inhalt	Seiten
	Vorbemerkungen	IV.1-N1
	Lastannahmen	V.1-N1
00	Lastermittlung	1-N1
00.1	Höhensprung $h = 1,85 \text{ m}$	9-N1
	Übersicht Aussteifung	11-N1
	Anschluss Fußschwelle	12-N1
RB	Ringbalken auf MW	19-N1
01	Trapezblech	24-N1
01	Nur Lastermittlung	26-N1
Verband	Liegender Dachverband	31-N1
Verband	Anschluss Knoten 4	43-N1
Verband	Anschluss Knoten 13 und 5	50-N1
Verband	Anschluss Knoten 9	57-N1
Verband	Anschluss Knoten 12 und 8	64-N1
Verband	Anschluss Knoten 16	71-N1
Verband	Anschluss an Stahlbeton	78-N1
02	Unterzug Fahrzeughalle	80-N1
03	Unterzug Torbereich	91-N1
04	Unterzug Fahrzeughalle	97-N1
05	Holzbalkendach	102-N1
05.1	Holzbalkendach – Höhengsprung	109-N1
06	Holzbalkendach	116-N1
07	Holzbalkendach	123-N1
08	Holzbalkendach	130-N1
10	Holzunterzug	137-N1
10	Anschluss Unterzug an Stb.-Wand	142-N1
12	Anschluss Querträger an Stb.-Wand	149-N1
12	Anschluss Holzbalken an Querträger	159-N1
13	Stb.-Wand Fahrzeughalle	163-N1
15	Stb.-Sturz	169-N1

	Auftrags-Nr. - Projekt	Seite
	23027 – Neubau RW Meschede	III.2-N1

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S		
Pos.	Inhalt	Seiten
17	Stb.-Wand Fahrzeughalle Rückwand	176-N1
18	Stb.-Wand Fahrzeughalle	184-N1
MW1	Nachweis Mauerwerk Außenwand	191-N1
MW2	Nachweis Mauerwerk Innenwand	195-N1

V O R B E M E R K U N G E N

Der 1. Nachtrag wird erforderlich, da die Dachkonstruktion von Fahrzeughalle und Sozialtrakt geändert werden soll. Weiterhin wird es nur noch einen Höhenversprung geben zwischen Fahrzeughalle und Sozialbereich.

Die Dachkonstruktion der Fahrzeughalle soll mit einem Trapezblech ausgeführt. Das Dach über den Sozialbereichen wird als Holzbalkendach ausgeführt.

Da die gesamte Dachkonstruktion im Vergleich zu der ursprünglichen Stahlbeton-Dachdecke deutlich leichter ist werden die Lastabtragenden Bauteile, sowie die Gründungsbauteile nicht weiter verfolgt.

1. Bearbeitungsgrundlagen

Ausführungszeichnungen von Fastabend und Partner PartGmbB

Nr.	Stand
22HSK 2026-02-03 AUS RWMeschede Schnitt 1 und 2	03.02.2026
22HSK 2026-02-03 AUS RWMeschede Schnitt 3 und 4	03.02.2026
22HSK 2026-02-03 AUS RWMeschede Ansichten	03.02.2026
22HSK 2026-02-03 AUS RWMeschede Dachgeschoss	03.02.2026
22HSK 2026-02-03 AUS RWMeschede Zwischengeschoss	03.02.2026
22HSK 2026-02-03 AUS RWMeschede Erdgeschoss	03.02.2026
22HSK 2026-02-03 AUS RWMeschede Fundamentplan	03.02.2026
22HSK 2026-02-03 AUS RWMeschede	03.02.2026

2. Berechnungsgrundlage

DIN-Vorschriften in der jeweils gültigen Fassung

3. Baustoffe

Stahlbeton: C25/30

Betonstahl: B500A M, S

Mauerwerk Außenwände:

Poroton S8-36,5-P, Rohdichte 0,70, $b = 36,5 \text{ cm}$, $f_k \geq 6,0 \text{ N/mm}^2$

Innenwände:

Poroton Planziegel, Rohdichte 1,40, $b = 17,5 \text{ cm}$ und $24,0 \text{ cm}$, $f_k \geq 8,5 \text{ N/mm}^2$

Nadelholz: C 24

Brettschichtholz: GL 24c

	Auftrags-Nr. - Projekt	Seite
	23027 – Neubau RW Meschede	IV.2-N1

4. Belastungsannahmen

siehe Lastannahmen

5. Baugrund

Für die Planung liegt das Geotechnische Gutachten von ingeo consult, Ingenieurgesellschaft für Geotechnik vom 05.09.2024 (Seite 1 - 17, Anlage 2/1 – 2/3) vor.

Das Gebäude soll auf Streifen- und Einzelfundamenten gegründet werden.

In Abhängigkeit von der Fundamentbreite können folgende Sohldruckwiderstände angesetzt werden:

Tabelle 3: Bemessungswerte der Sohlwiderstände $\sigma_{R,d}$ (BS-P)

Fundamentbreite b in m	0,40	0,70	$\geq 1,20$
Sohldruckwiderstand $\sigma_{R,d}$ in MN/m²	0,21	0,28	0,35

Zwischenwerte sind linear zu interpolieren.

Gemäß Bodengutachten ist als Voraussetzung für den Ansatz der o. g. Werte die ordnungsgemäße Herstellung der Gründungssohlen, aus denen hierzu sämtliche aufgelockerten bzw. gestörten Partien restlos zu entfernen und durch Unterbeton zu ersetzen sind.

Unterhalb der Bauerwerkssohlen ist eine Tragschicht von $d \geq 30$ cm anzuordnen. Die Vorgaben zur Herstellung der Schottertragschichten sind gemäß Bodengutachten einzuhalten.

Auf eine frostsichere Ausführung wird hingewiesen.

Nach den Angaben des Gutachtens wurde kein Grundwasser bis zur maximalen Erkundungstiefe festgestellt. Es ist jedoch mit Schicht- (=Hang-) und Sickerwässern zu rechnen. Dies ist während der Bauausführung und im Bauendzustand zu berücksichtigen.

Es wird empfohlen, den angenommenen zulässigen Sohldruck vor Ort zu überprüfen.

	Auftrags-Nr. - Projekt	Seite
	23027 – Neubau RW Meschede	IV.3-N1

6. Haftung

Für die Anordnung der Konstruktionen, die Güte der zur Verwendung kommenden Materialien und Baustoffe sowie die Abstützung der jeweiligen Montagezustände haften ausschließlich die ausführenden Unternehmen.

Die erforderlichen Güteprüfungen gemäß DIN sind durchzuführen!

7. Übersicht Betonfestigkeitsklassen, Expositionsklassen und Betonüberdeckung für Betonbauteile

Die Expositionsklassen richten sich nach den Anforderungen der DIN EN 1992-1-1.

Unterzüge		C25/30	XC1	WO	$c_{nom} \geq 2,0 \text{ cm}$
Innenstützen		C25/30	XC1	WO	$c_{nom} \geq 2,5 \text{ cm}$
Außenwände	innen	C25/30	XC1	WO	$c_{nom} \geq 2,0 \text{ cm}$
	außen		XC3	WF	$c_{nom} = 3,5 \text{ cm}$
Fundamente	unten	C25/30	XC2	WF	$c_{nom} = 3,5 \text{ cm}$
	oben		XC1	WO	$c_{nom} \geq 2,0 \text{ cm}$
	seitlich		XC2	WF	$c_{nom} = 3,5 \text{ cm}$

Die Stahlbetonbauteile in der Fahrzeug- und Waschhalle sind gegen Tausalze, etc. zu schützen.

8. Allgemeines

In Meschede soll eine Rettungswache errichtet werden. Das Gebäude umfasst einen Sozialbereich mit Ruheräumen, Küche, Büros, Umkleiden und Schulungsraum, sowie eine Fahrzeughalle mit sechs Stellplätzen und eine Waschhalle. Der geplante Gebäudegrundriss weist im Erdgeschoss Abmessungen von etwa 54,4 m x 18,9 m auf. Über dem Materialraum und den Übergaberäumen rein und unrein gibt es Obergeschoss welches für Lagerzwecke genutzt wird.

Das Dach der Fahrzeughalle wird als Trapezblechdach ausgeführt. Das Dach über den Sozialbereichen wird als Holzbalkendach ausgeführt. Zwischen Fahrzeughalle und Personalbereichen gibt es je einen Höhenversatz.

Über der Fahrzeughalle liegt das Trapezblech auf Brettschichtholzbindern auf. In den restlichen Bereichen liegt die Decke auf Stahlbeton- und Mauerwerkswänden auf. Die Dachflächen der Sozialbereiche werden mit PV-Anlagen geplant.

	Auftrags-Nr. - Projekt	Seite
	23027 – Neubau RW Meschede	IV.4-N1

Aussteifung:

Der Neubau weist eine ausreichende Anzahl von aussteifenden Quer- und Längswänden auf, welche die Aussteifung des Gebäudes sicherstellen.
Das Dach der Fahrzeughalle wird über einen liegenden Dachverband ausgesteift, welche an die Stahlbetonwände angeschlossen wird.

Das Dach der Sozialbereiche wird mittels OSB-Platte, in Kombination mit Blockhölzern ausgesteift. Die Konstruktion wird an die umlaufenden Außenwände, sowie in die Stahlbetonwand der Fahrzeughalle angeschlossen. Über die Binder wird die Aussteifungslast in den Dachverband eingeleitet, welche die Lasten an die Stahlbetonwände abgibt.

Die OSB-Platte ist mit Klammern Ø1,53mm, im Abstand $a \leq 60 \text{ mm}$ (o. glw.), auf den Sparren zu befestigen. Die Fußschwelle ist mit Multi-Monti MMS-TC 7,5 x 100/40, im Abstand $a \leq 1,0 \text{ m}$ (o. glw.) auf dem Ringbalken zu befestigen. Die Sparren sind mit mindestens 2 Schrauben auf der Fußschwelle zu verschrauben. Die Verblockung, im Auflagerbereich der Sparren, ist mit gekreuzten Schrauben mit den Sparren zu verbinden. Die Verblockung selbst ist mit Senkkopfschrauben, je zwei am Anfang und zwei am Ende, in der Fußschwelle zu befestigen.

Unterzüge und Stürze

Die Auflagerlänge für alle nachgewiesenen Unterzüge und Stürze beträgt mindestens 20cm (falls nicht abweichend in der Statik bzw. in den Positionsplänen vermerkt) bzw. bei querverlaufenden Wänden die entsprechende Wandstärke.

Stahlbetonbauteile Fahrzeug- und Waschhalle:

Die Stahlbetonbauteile im Bereich der Fahrzeug- und Waschhalle sind durch Beschichtung gegen Tausalze, etc. zu schützen.
Ansonsten ist die Betondeckung und die Betongüte zu erhöhen.

Dach

Die Dachkonstruktion der Fahrzeughalle wird mit einem Trapezblech ausgeführt. Das Dach über den Sozialbereichen wird als Holzbalkendach ausgeführt. In der statischen Berechnung werden die maximal möglichen Sparrenabstände angegeben. Für die Ausführung kann der Sparrenabstand konstruktiv verringert werden, um ein Standard-Liefermaß für die OSB-Platten einhalten zu können.

	Auftrags-Nr. - Projekt	Seite
	23027 – Neubau RW Meschede	IV.5-N1

Neue Positionen

Folgende Positionen wurden ersetzt:

- 01: Stb.-Decke zu Trapezblech
- 02: Stb.-Kragarm zu Holz-Unterzug Fahrzeughalle
- 03: Stb.-Unterzug Höhe wurde angepasst
- 04: Stb.-Unterzug zu Holz-Unterzug Fahrzeughalle
- 05: Stb.-Decke zu Holzbalkendecke
- 06: Stb.-Decke zu Holzbalkendecke
- 07: Stb.-Decke zu Holzbalkendecke
- 08: Stb.-Decke zu Holzbalkendecke
- 10: Stb.-Kragarm zu Holzunterzug
- 12: dgl.UZ zu Anschluss Dach an Stb.-Wand in Achse D
- 13: Stb.-Stütze Fahrzeughalle wird mit den neuen Lasten nachgewiesen
- 12: dgl.UZ zu Stb.-Sturz

Folgende Positionen aus der Hauptstatik sind weiterhin gültig:

- 09: Stb.-Zwischendecke
- 11: Stb.-Unterzug
- 14: Stb.-Sturz
- 16: Stb.-Unterzug Eingangsbereich

Folgende Positionen wurden ergänzt:

- 17: Stb.-Wand Fahrzeughalle Rückwand
- 18: Stb.-Wand Fahrzeughalle

Weitere Angaben sind der Hauptstatik zu entnehmen.

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Seite
	23027 – Neubau Rettungswache in Meschede	V.1-N1

L A S T A N N A H M E N

Windlasten gemäß DIN EN 1991-1-4+NA

Windzone 1, Binnenland, Gebäudehöhe $h = 6,50 \text{ m} \leq 10 \text{ m}$

Windgeschwindigkeitsdruck

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

Schneelasten gemäß DIN EN 1991-1-3+NA

Schneezone 2a, Geländehöhe = + 288 m ü. NN

Schneelast auf dem Boden:

$$s_k = 1,07 \text{ kN/m}^2$$

Formbeiwert $\mu_1 = 0,80$

Schneelast auf dem Dach: $0,80 \times 1,07 \text{ kN/m}^2$

$$s_k = 0,86 \text{ kN/m}^2$$

Dach: Schneeanhäufung wegen PV-Anlage $h \leq 0,5 \text{ m}$

Formbeiwert Schneeverwehung: $\mu_s = 0,93$

Schneelast auf dem Dach: $0,93 \times 1,07 \text{ kN/m}^2$

$$s_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

Dach: Schneeanhäufung wegen Höhengsprung

Formbeiwert Schneeverwehung: $\mu_w = 2,4$

Schneelast auf dem Dach: $2,4 \times 1,07 \text{ kN/m}^2$

$$s_k = 2,57 \text{ kN/m}^2$$

Lastannahmen nach DIN EN 1991-1-1+NA:

Die Ermittlung des Eigengewichts der Bauteile erfolgt bei den einzelnen Positionen.

Trapezblech:

Abdichtung: 2-lagige Bitumen-Schweißbahn

$$= 0,15 \text{ kN/m}^2$$

Dämmung:

$$= 0,20 \text{ kN/m}^2$$

Dampfsperre:

$$= 0,02 \text{ kN/m}^2$$

Trapezblech

$$= 0,16 \text{ kN/m}^2$$

Leitungen / Installationen:

$$= 0,30 \text{ kN/m}^2$$

Sonstiges:

$$= 0,17 \text{ kN/m}^2$$

Ausbau Dachdecke

$$g_{A,k} = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

Verkehrslast (Wind):

$$w_k = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

Schnee / Begehbarkeit:

$$s_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

Verkehrslast (Wind, Schnee):

$$q_k = 1,10 \text{ kN/m}^2$$

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Seite
	23027 – Neubau Rettungswache in Meschede	V.2-N1

Holzdachkonstruktion über Sozialbereich

PV-Module:	=	0,20 kN/m ²
PV-Unterkonstruktion / Ballastierung:	=	1,00 kN/m ²
Abdichtung: 2-lagige Bitumen-Schweißbahn	=	0,15 kN/m ²
Dämmung:	=	0,20 kN/m ²
Dampfsperre:	=	0,02 kN/m ²
OSB, t=22mm:	=	0,18 kN/m ²
abgehängte Decke/Installationen:	=	0,25 kN/m ²

Ausbaulast

$$\underline{\underline{g_{A,k} = 2,00 \text{ kN/m}^2}}$$

Verkehrslast (Schnee, Begehrbarkeit)

zzgl. Schneeanhäufung an Höhengsprüngen

$$\underline{\underline{q_k = 1,00 \text{ kN/m}^2}}$$

Stb.-Decke über EG (Lagerbereich)

Belag:	=	0,15 kN/m ²
Estrich 5cm:	=	1,10 kN/m ²
Dämmung:	=	0,05 kN/m ²
abgehängte Decke / Installationen:	=	0,20 kN/m ²

Ausbau Stb.-UG-Decke

$$\underline{\underline{g_{A,k} = 1,50 \text{ kN/m}^2}}$$

Nutzlast Kat. E

$$\underline{\underline{q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2}}$$

Verkehrslasten im EG (Bodenplatte)

Ausbau

$$\underline{\underline{g_{k,A} = 1,50 \text{ kN/m}^2}}$$

Im Erdgeschoss befinden sich verschiedene Nutzungen, die unterschiedliche Werte für die Verkehrslasten bedingen. Im Sozialbereich wird vereinfacht der größte Lastwert flächendeckend angesetzt, da die Lastunterschiede nicht allzu groß sind.

Büroflächen, Aufenthaltsräume, Umkleiden, etc.	=	2,00 kN/m ²
leichter Trennwandzuschlag	=	1,20 kN/m ²

Verkehrslast mit Trennwandzuschlag

$$\underline{\underline{q_k = 3,20 \text{ kN/m}^2}}$$

Technikraum HLS

$$\underline{\underline{q_k = 10,00 \text{ kN/m}^2}}$$

In den Fahrzeughallen/Garagen werden die Lasten einzeln definiert.

Fahrzeughalle, Wasch-/Desinf.-Halle

$$\underline{\underline{q_k = 7,50 \text{ kN/m}^2}}$$

Anpralllast Fahrzeughalle

Fahrzeuge > 30 kN (= 3 t)

Horizontale Anpralllast (in 1,25 m Höhe ab OKFF)

$$\underline{\underline{Q_{H,k} = 100 \text{ kN}}}$$

	Auftrags-Nr. - Projekt	Seite
	23031 – Neubau Rettungswache in Winterberg	V.3-N1

Außenwände

d = 36,5 cm

Rohdichte 0,7: 0,365m x 9,0kN/m³

= 3,29 kN/m²

Putz, zweiseitig:

= 0,55 kN/m²

g_k = 3,84 kN/m²

Innenwände

d = 24 cm

Rohdichte 1,4: 0,24m x 16kN/m³

= 3,84 kN/m²

Putz, zweiseitig:

= 0,36 kN/m²

g_k = 4,20 kN/m²

d = 17,5 cm

Rohdichte 1,4: 0,175m x 16kN/m³

= 2,80 kN/m²

Putz, zweiseitig:

= 0,36 kN/m²

g_k = 3,16 kN/m²

Stahlbetonwände

Außen- und Innenwände d = 24cm

Stahlbeton:

= 6,00 kN/m²

Putz, zweiseitig:

= 0,40 kN/m²

g_k = 6,40 kN/m²

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	00	1-N1

3. Holzbalkendach

00 Latermittlung

Lasten aus Wind und Schnee LWS+ (FRILO 2026-0-8)

System

Basiswerte

Land Deutschland
 Schnee-Norm DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04
 Wind-Norm DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12
 Gemeinde 59872 Meschede (Kreis- und Hochschulstadt)
 Geländehöhe hNN = 288.00 m
 Klimaregion Zentral-Ost
 Schneezone 2a
 Windzone 1
 Geländekategorie Mischkategorie Binnenland
 (Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

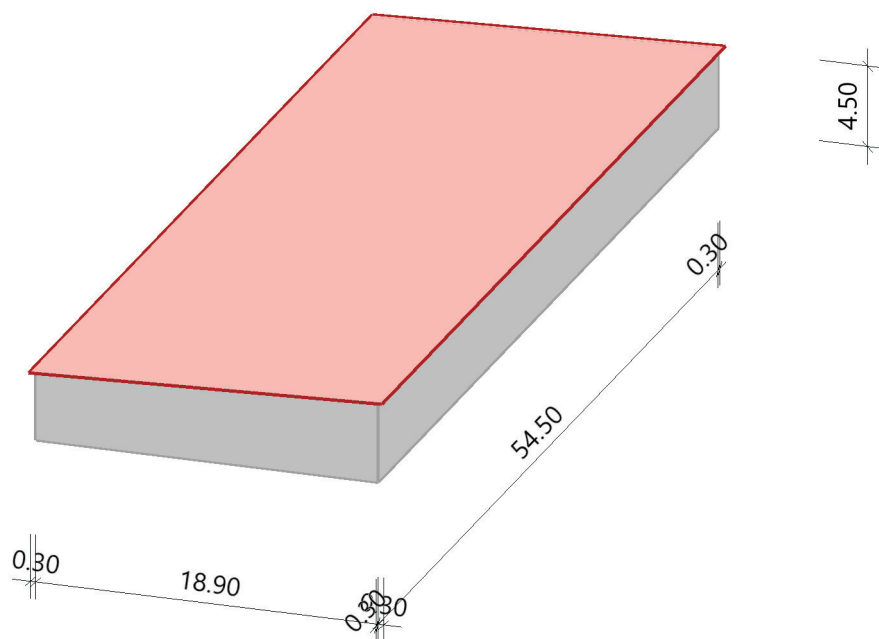
Beiwerte

Faktor für Schneetraulast $k = 0.40$

Geometrie Pultdach

Gebäudehöhe $h = 4.50$ m
 Gebäudelänge $l = 54.50$ m
 Gebäudebreite $b = 18.90$ m
 mit Pultdach
 Dachneigung $\alpha_{li} = 2.0^\circ$
 Überstand $\ddot{u}_{li} = 0.30$ m $\ddot{u}_{re} = 0.30$ m
 Überstand $\ddot{u}_1 = 0.30$ m $\ddot{u}_2 = 0.30$ m
 Dachbreite/länge $dx = 19.50$ m $dy = 55.10$ m

Grafik



 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	00	2-N1

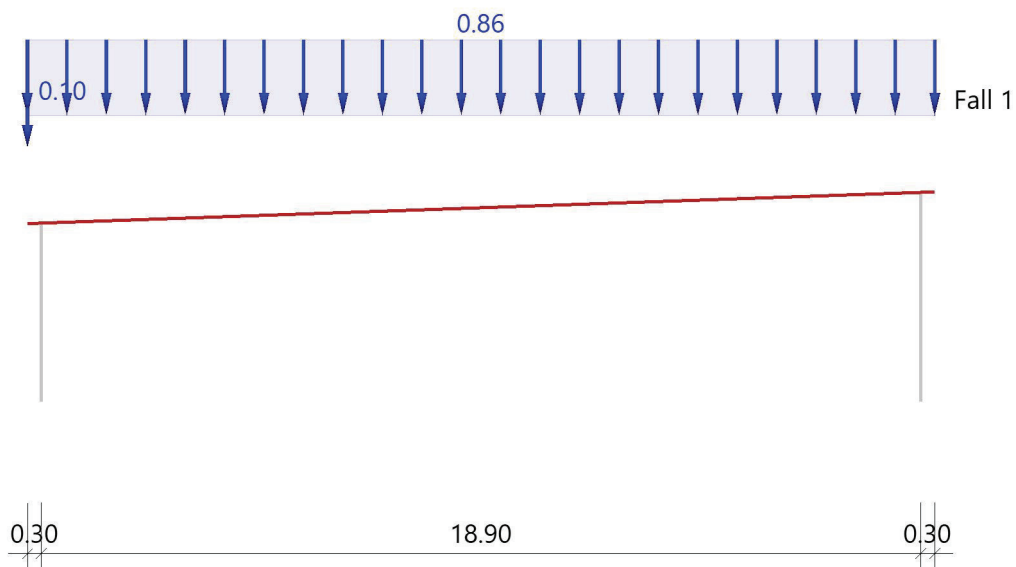
Lasten

Bodenschneelast	$s_k = 1.07 \text{ kN/m}^2$
Basiswindgeschwindigkeit	$v_{b0} = 22.5 \text{ m/s}$
Basisgeschwindigkeitsdruck	$q_{b0} = 0.32 \text{ kN/m}^2$
Referenzhöhe	$z_e = 4.50 \text{ m}$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_{p,0(h)} = 0.48 \text{ kN/m}^2$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_{p,90(h)} = 0.48 \text{ kN/m}^2$

Ergebnisse

Schnee

Grafik, Querschnitt



Tabelle, Querschnitt

Sit	μ_{li}	Fall (I) s_{li} [kN/m²]	$s_{e,li}$ [kN/m]	$F_{s,li}$ [kN/m]
P/T	0.80	0.86	0.10	
Alle Werte sind charakteristische Werte. Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional				

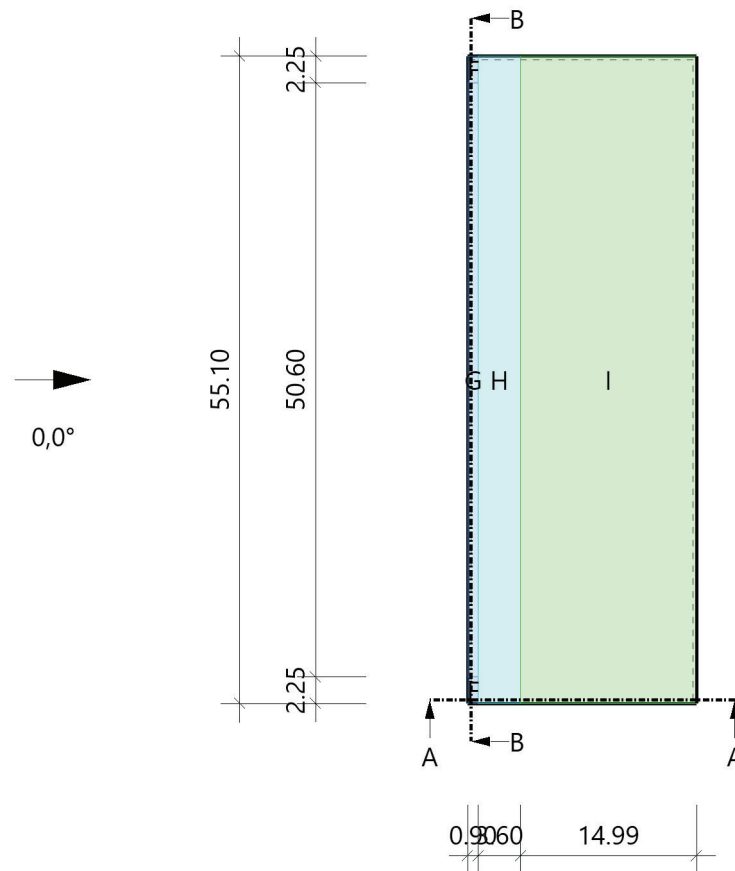
Wind

Hinweis

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

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	00	3-N1

Grafik, 0°, Draufsicht



Tabelle, 0°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite $e = 9.00 \text{ m}$

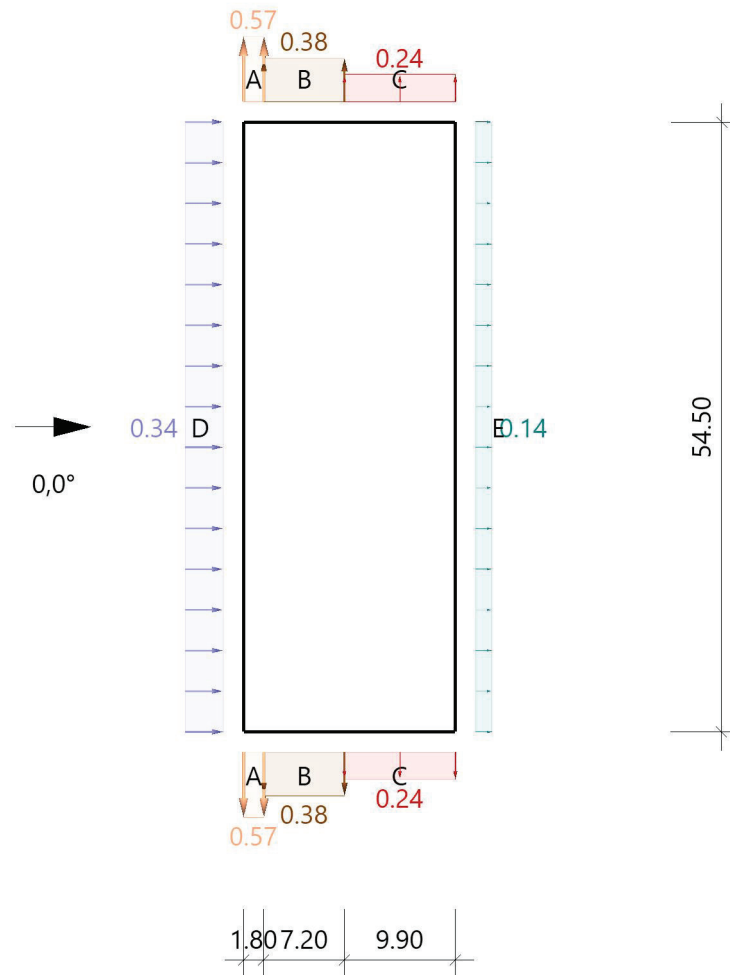
Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF	0.00	-1.80	0.00	-2.50	0.00	-0.86	0.00	-1.20	0.90	2.25
G	DF	0.00	-1.20	0.00	-2.00	0.00	-0.57	0.00	-0.96	0.90	50.60
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.34	0.00	-0.57	3.60	55.10
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.10	-0.29	0.10	-0.29	14.99	55.10

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen.
Das Dach wird wegen seiner geringen Neigung als Flachdach gerechnet.

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	00	4-N1

Grafik, 0°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 0°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite e = 9.00 m

Verhältnis h/d = 0.238 h/b = 0.083 d/b = 0.347

Bereich	Bauteil	C _{pe,10+}	C _{pe,10-}	C _{pe,1+}	C _{pe,1-}	W _{e,10+} [kN/m ²]	W _{e,10-} [kN/m ²]	W _{e,1+} [kN/m ²]	W _{e,1-} [kN/m ²]	I _x [m]	I _y [m]
D	Wand links ¹	0.70	0.00	1.00	0.00	0.34	0.00	0.48	0.00		54.50
E	Wand rechts	0.00	-0.30	0.00	-0.50	0.00	-0.14	0.00	-0.24		54.50
A	Wand vorne ²	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.57	0.00	-0.67	1.80	
B	Wand vorne ²	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.38	0.00	-0.53	7.20	
C	Wand vorne ²	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.24	0.00	-0.24	9.90	

Alle Werte sind charakteristische Werte.

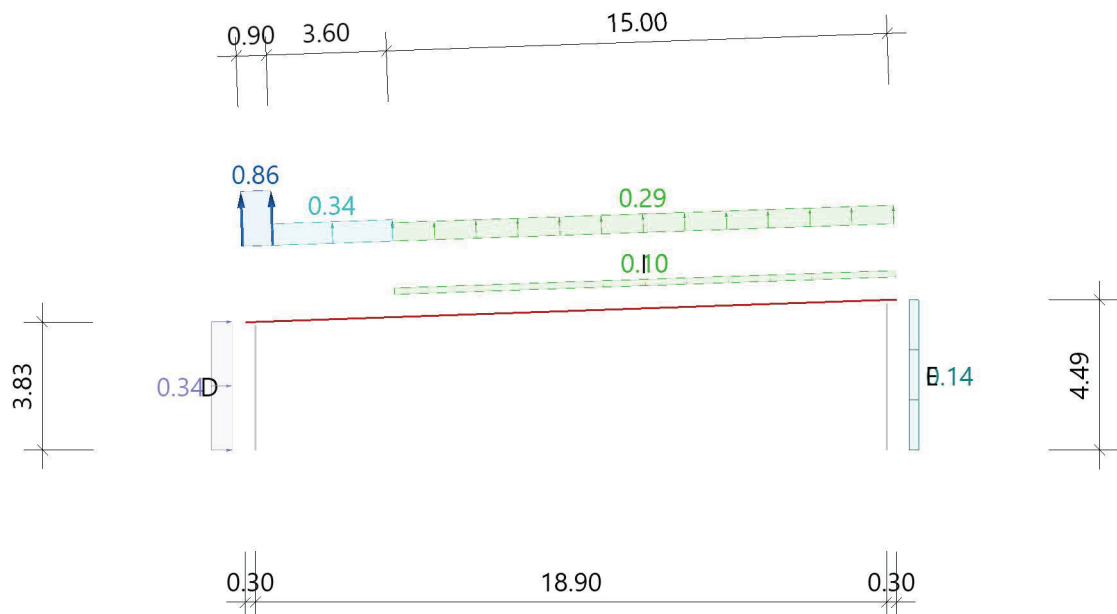
¹ : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe ze nach Bild 7.4

² : Wand hinten enthält die gleichen Werte

Das Dach wird wegen seiner geringen Neigung als Flachdach gerechnet.

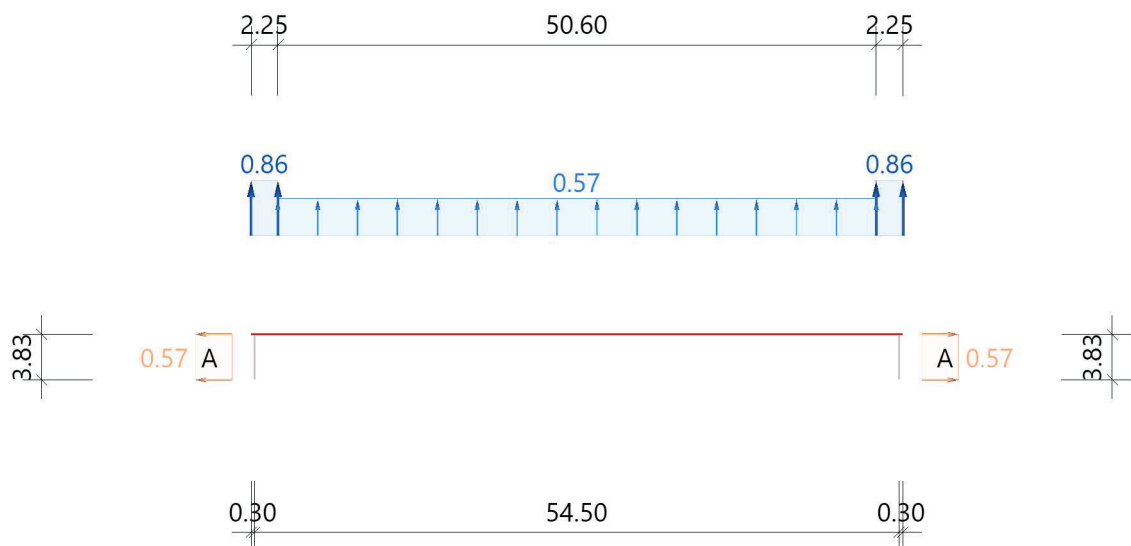
 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	00	5-N1

Grafik, 0°, Querschnitt A-A



An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen. Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

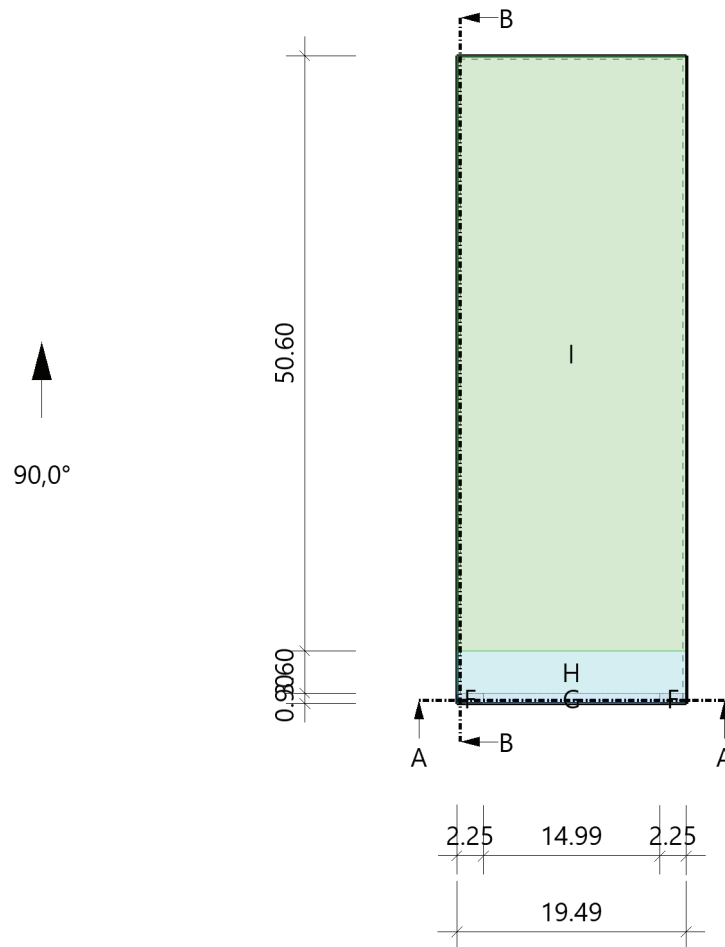
Grafik, 0°, Längsschnitt B-B



An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen. Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	00	6-N1

Grafik, 90°, Draufsicht



Tabelle, 90°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite $e = 9.00 \text{ m}$

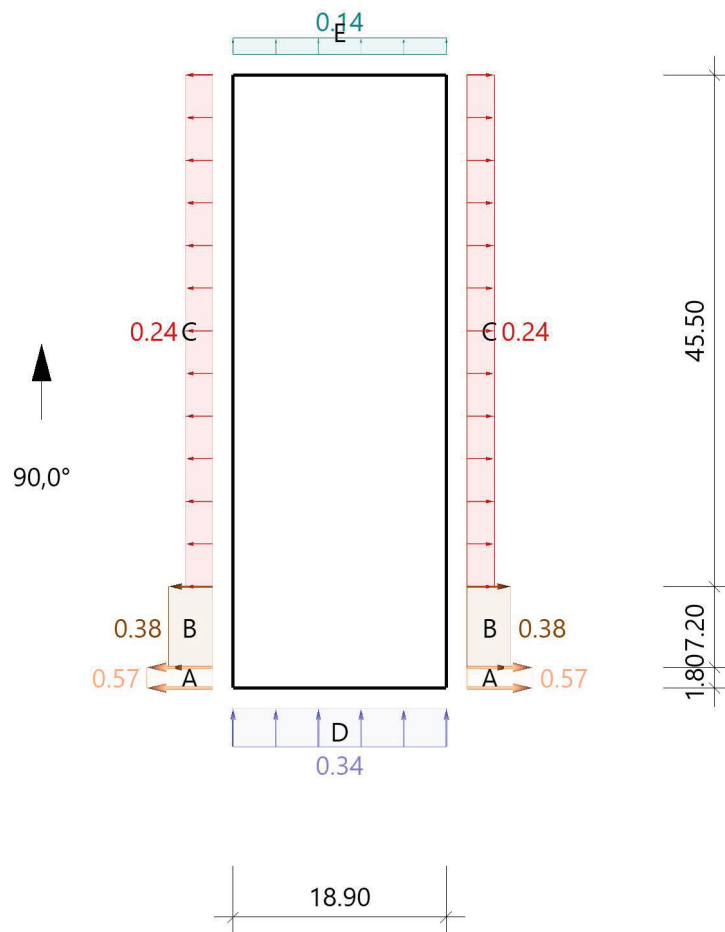
Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF	0.00	-1.80	0.00	-2.50	0.00	-0.86	0.00	-1.20	2.25	0.90
G	DF	0.00	-1.20	0.00	-2.00	0.00	-0.57	0.00	-0.96	14.99	0.90
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.34	0.00	-0.57	19.49	3.60
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.10	-0.29	0.10	-0.29	19.49	50.60

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen.
Das Dach wird wegen seiner geringen Neigung als Flachdach gerechnet.

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	00	7-N1

Grafik, 90°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 90°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite $e = 9.00$ m
 Verhältnis $h/d = 0.083$ $h/b = 0.238$ $d/b = 2.884$

Bereich	Bauteil	C _{pe,10+}	C _{pe,10-}	C _{pe,1+}	C _{pe,1-}	W _{e,10+} [kN/m ²]	W _{e,10-} [kN/m ²]	W _{e,1+} [kN/m ²]	W _{e,1-} [kN/m ²]	I _x [m]	I _y [m]
D	1 Wand vorne	0.70	0.00	1.00	0.00	0.34	0.00	0.48	0.00	18.90	
E	Wand hinten	0.00	-0.30	0.00	-0.50	0.00	-0.14	0.00	-0.24	18.90	
A	Wand links	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.57	0.00	-0.67		1.80
B	Wand links	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.38	0.00	-0.53		7.20
C	Wand links	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.24	0.00	-0.24		45.50

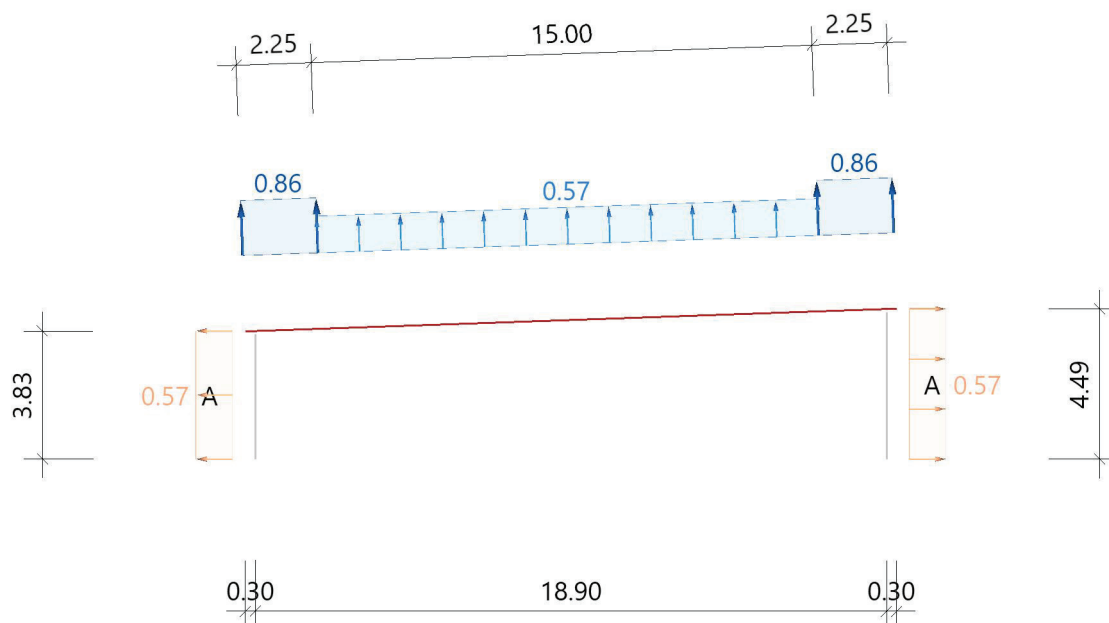
Alle Werte sind charakteristische Werte.

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

Das Dach wird wegen seiner geringen Neigung als Flachdach gerechnet.

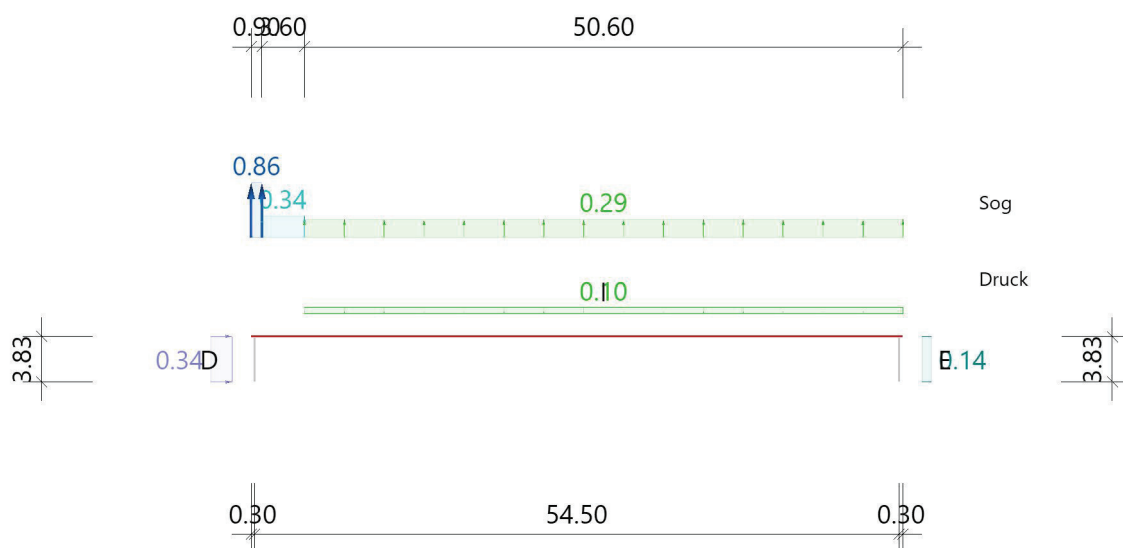
 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	00	8-N1

Grafik, 90°, Querschnitt A-A



An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen. Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

Grafik, 90°, Längsschnitt B-B



An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen. Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	00.1	9-N1

00.1 Höhengsprung $h = 1,85$

Lasten aus Wind und Schnee LWS+ (FRILO 2026-0-5)

System

Basiswerte

Land Deutschland
 Schnee-Norm DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04
 Gemeinde 59872 Meschede (Kreis- und Hochschulstadt)
 Geländehöhe $h_{NN} =$ 288.00 m
 Klimaregion Zentral-Ost
 Schneezone 2a
 (Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

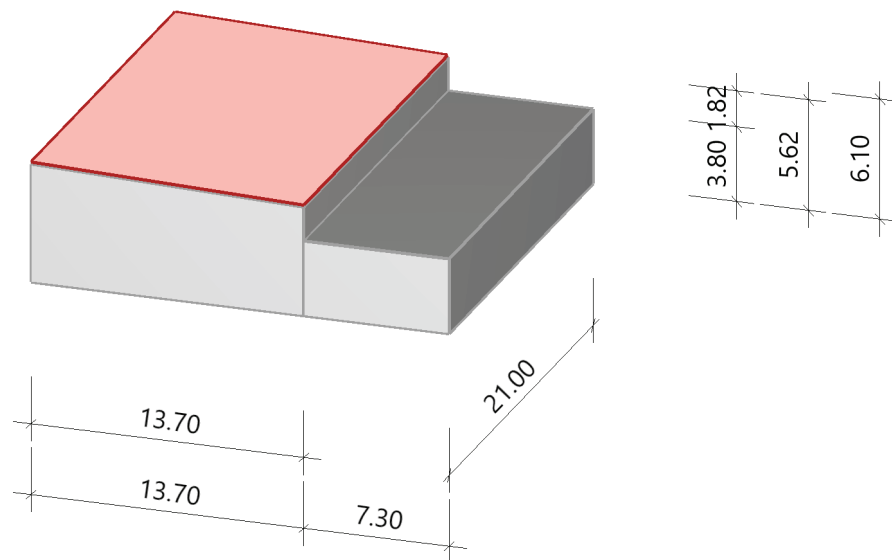
Beiwerte

Faktor für Schneetraulast $k = 0.40$

Geometrie Höhengsprung

Gebäudehöhe $h = 6.10$ m
 Gebäudebreite $b = 13.70$ m
 Gebäudelänge $l = 21.00$ m
 wirksame Breite $b_3 = 13.70$ m
 Dachneigung $\alpha_D = 2.0^\circ$
 Traufhöhe $h_t = 5.62$ m
 Anbauhöhe $h_2 = 3.80$ m
 Anbaubreite $b_2 = 7.30$ m
 Höhengsprung $h = 1.82$ m

Grafik



Lasten

Bodenschneelast $s_k = 1.07$ kN/m²

A

B

18

1,50

4,40⁵

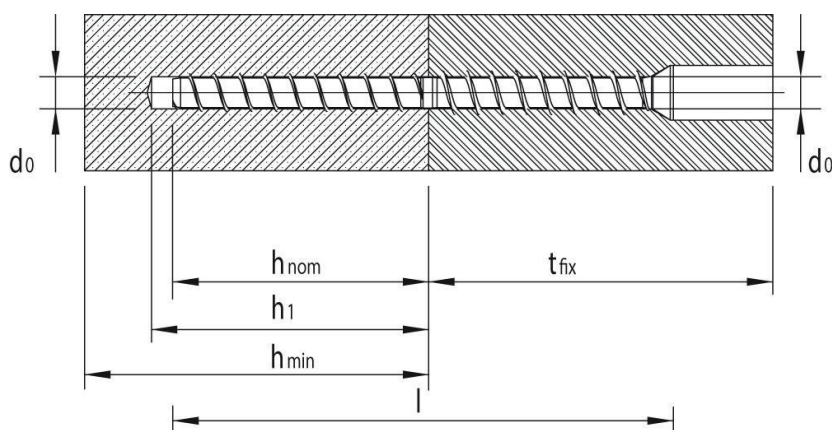
1. Artikelübersicht

MULTI-MONTI MMS-TC 7,5 x 100/40

Material	Stahl verzinkt
Gewindegröße	Ø 7,5 mm
Bohrlochtiefe h_1	65 mm
Verankerungstiefe h_{ef}	40 mm
Bohrerinnendurchmesser d_o	6 mm
Gültige Zulassungsnummer	Z-21.1-1879
Durchgangslochdurchmesser $d_{o,w}$	6 mm



Artikelnummer (Dübelartikel)	48308
Artikelnummer (Zubehörartikel)	43603 (Setzwerkzeug T-30)
Dübellänge L	100 mm
Maximale Anbauteildicke $t_{fix,max}$	150 mm
Verpackungseinheit	50 Stück
Bemessungsverfahren	EOTA ETAG 001, Anhang C, Verfahren A: 2010



2. Eingaben

Verankerungsgrund

Betonzustand	Gerissen
Bauteildicke	$h = 240$ mm
Betonfestigkeitsklasse	C25/30
Charakteristische Betondruckfestigkeit	$f_{ck,cyl} / f_{ck,cube} = 25,00$ N/mm ² /30,00 N/mm ²
Betondeckung	25 mm
Flächenbewehrung	Normal bewehrter Beton
Randbewehrung	Keine Randbewehrung
Bewehrung gegen Spalten	Nicht vorhanden
Bohrverfahren	Hammerbohren

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Anschluss Fußschwelle	13-N1

Projekt Nr.

(2/7) Seite 2

Holzbauteil

Geometrie	Breite L_z : 240 mm Länge L_y : 1000 mm Dicke t : 80 mm
Festigkeitsklasse	C24
Nutzungsklasse	NK1
Lasteinwirkungsdauer	Kurz / Sehr kurz
Konstruktive Maßnahmen (Bulldog-Anker)	Nein

Dübelgruppe

Geometrie	Anordnung: 1 Dübel
Exzentrizität	e_y : 0 mm e_z : 0 mm
Langloch	Kein Langloch
Dübelbiegung	Keine

Anschlussprofil

Profil	Kein Profil
Exzentrizität	e_y : 0 mm e_z : 0 mm

Lasten

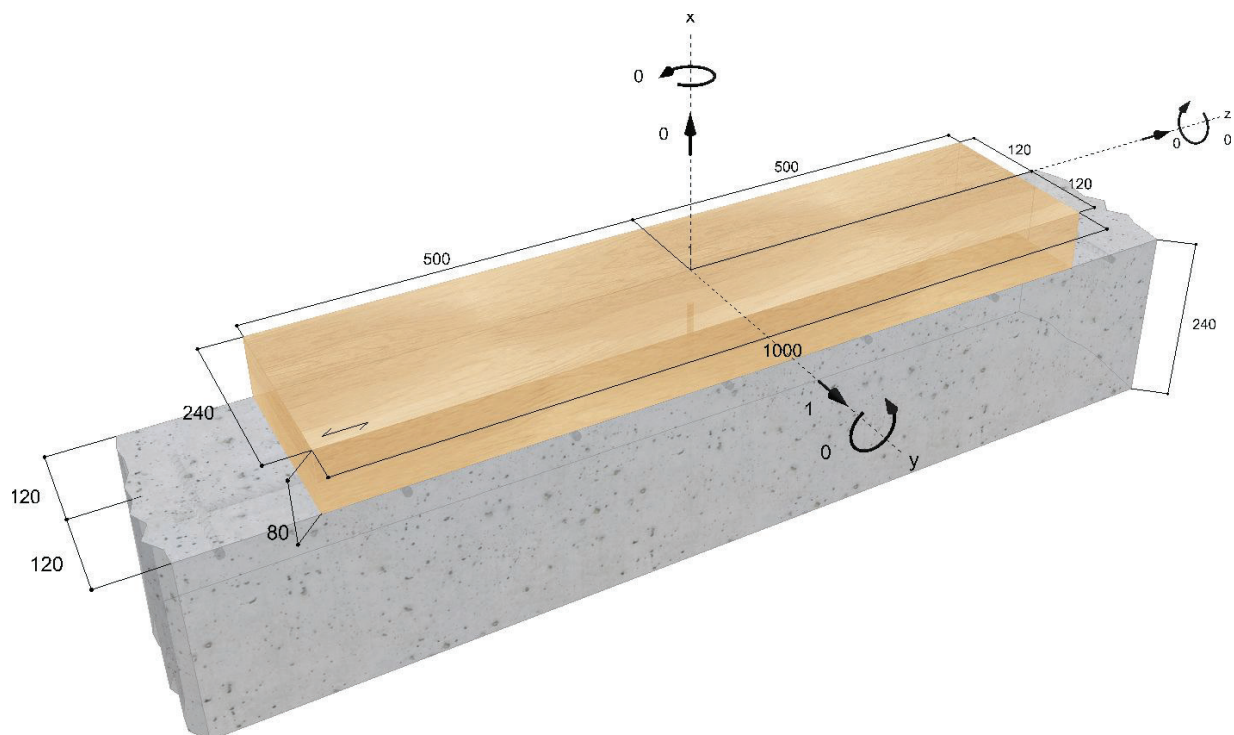
Lasteinwirkungsart	Statisch / Quasi-Statisch
--------------------	---------------------------

Bemessungslasten

N_d	V_{yd}	V_{zd}	M_{xd}	M_{yd}	M_{zd}
0,00 kN	1,00 kN	0,00 kN	0,00 kNm	0,00 kNm	0,00 kNm

Geometrie

Längen in [mm] | Kräfte in [kN] | Momente in [kNm]



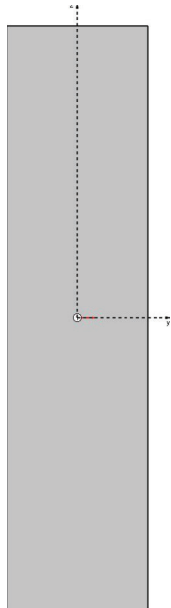
HECO-Schrauben GmbH & Co. KG

Dr.-Kurt-Steim-Straße 28 D-78713 Schramberg
 +49 (0)7422 989-300 info@heco-schrauben.de

Version: 4.0.34.0

3. Resultierende Dübelkräfte

Dübelnummer	Zugkraft	Querkraft	Querkraft y	Querkraft z
1	0,00 kN	1,00 kN	1,00 kN	0,00 kN
Summe	0,00 kN	1,00 kN	1,00 kN	0,00 kN



4. Nachweise - Querbeanspruchung

4.1 Beanspruchung rechtwinklig zur Achsrichtung - Querbeanspruchung

$$\begin{aligned}
 \beta_{V,t} &= F_{Vd} / R_{la,d} \\
 F_{Vd} &= 1,00 \text{ kN} && \text{Bemessungswert} \\
 f_{h,0,k} &= 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d_{s,w}) \cdot \rho_k && \text{EN 1995-1-1, (8.32)} \\
 &= 26,26 \text{ N/mm}^2 \\
 k_{90} &= 1,48 && \text{EN 1995-1-1, (8.33)} \\
 f_{h,k} &= f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin(\alpha)^2 + \cos(\alpha)^2) && \text{EN 1995-1-1, (8.31)} \\
 &= 17,77 \text{ N/mm}^2 \\
 f_{h,d} &= f_{h,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M && \text{Zulassung, 3.3.2} \\
 &= 13,67 \text{ N/mm}^2 \\
 M_{Rd,s}^0 &= M_{Rk,s}^0 / \gamma_{Ms} && \text{Zulassung, 3.3.2} \\
 &= 0,0127 \text{ kNm} \\
 e &= d_{s,w} + \max(t_{layer} - d_0 / 2, 0) \\
 &= 8,5 \text{ mm} \\
 R_{la,d,1} &= (4 \cdot M_{Rd,s}^0) / (d_{s,w} \cdot f_{h,d}) && \text{Zulassung, 3.3.2} \\
 R_{la,d} &= f_{h,d} \cdot d_{s,w} \cdot (\sqrt{e^2 + R_{la,d,1}^2} - e) && \text{Zulassung, 3.3.2} \\
 &= 1,63 \text{ kN} \\
 \beta_{V,t} &= \underline{\underline{0,61}} && \text{Ausnutzungsgrad}
 \end{aligned}$$

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Anschluss Fußschwelle	15-N1

Projekt Nr.

(4/7) Seite 4

4.2 Stahlversagen ohne Hebelarm - Querbeanspruchung

$\beta_{V,s}$	$= V_{Sd}^h / V_{Rd,s,red}$	
V_{Sd}^h	$= 1,00 \text{ kN}$	Bemessungswert
$V_{Rd,s,red}$	$= V_{Rk,s,red} / \gamma_{Ms,V}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.1
$V_{Rk,s,red}$	$= \min[(h_{ef} / (h_{ef} + l)) \cdot V_{Rk,s}; R_{la,k}]$	Zulassung
h_{ef}	$= 40,00$	Zulassung
l	$= 36 \text{ mm}$	
$V_{Rk,s}$	$= 6,90 \text{ kN}$	Zulassung
$R_{la,k,1}$	$= (4 \cdot M_{Rk,s}^0) / (d_{s,w} \cdot f_{h,k})$	Zulassung, 3.3.2
$R_{la,k}$	$= f_{h,k} \cdot d_{s,w} \cdot (\sqrt{(d_{s,w}^2 + R_{la,k,1}^2)} - d_{s,w})$	Zulassung, 3.3.2
$R_{la,k}$	$= 2,34 \text{ kN}$	Zulassung, 3.3.2
$V_{Rk,s,red}$	$= 2,34 \text{ kN}$	Zulassung
$\gamma_{Ms,V}$	$= 1,50$	Zulassung
$V_{Rd,s,red}$	$= 1,56 \text{ kN}$	
$\beta_{V,s}$	$= \underline{0,64}$	Ausnutzungsgrad

4.3 Betonausbruch (Dübelgruppe) - Querbeanspruchung

	1	Maßgebende Dübel
$\beta_{V,cp}$	$= V_{Sd}^g / V_{Rd,cp,red}$	
V_{Sd}^g	$= 1,00 \text{ kN}$	Bemessungswert
$V_{Rd,cp,red}$	$= V_{Rk,cp,red} / \gamma_{Mcp,V}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.1
$V_{Rk,cp,red}$	$= \min[(h_{ef} / (h_{ef} + l)) \cdot V_{Rk,cp}; R_{la,k}]$	Zulassung
h_{ef}	$= 40,00$	Zulassung
l	$= 36 \text{ mm}$	
$V_{Rk,cp}$	$= k \cdot N_{Rk,c}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.3 (5.6)
k	$= 1,00$	Zulassung
$N_{Rk,c}$	$= N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,V} / A_{c,V}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,V}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4 (5.2)
$N_{Rk,c}^0$	$= k_1 \cdot f_{ck,cube}^{0,5} \cdot h_{ef}^{1,5}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4a) (5.2a)
k_1	$= 7,20$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4a)
h_{ef}	$= 40 \text{ mm}$	Zulassung
$N_{Rk,c}^0$	$= 9,98 \text{ kN}$	
$A_{c,V}$	$= 14400 \text{ mm}^2$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4b)
$A_{c,V}^0$	$= s_{cr,N}^2 = (120 \text{ mm})^2 = 14400 \text{ mm}^2$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4b) (5.2b)
$\psi_{s,N}$	$= 0,7 + 0,3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,0$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4c) (5.2c)
c	$= 120 \text{ mm}$	
$c_{cr,N}$	$= 60 \text{ mm}$	
$\psi_{s,N}$	$= 1,0000$	
$\psi_{re,N}$	$= 0,5 + h_{ef} / 200 \text{ mm} \leq 1,0$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4d) (5.2d)
	$= 1,0000$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4d) (5.2d)
$\psi_{ec,V}$	$= 1 / (1 + 2 \cdot e_V / s_{cr,N})$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4e) (5.2e)
$e_{V,y}$	$= 0 \text{ mm}$	
$e_{V,z}$	$= 0 \text{ mm}$	
e_V	$= 0 \text{ mm}$	
$\psi_{ec,V}$	$= 1,0000$	
$N_{Rk,c}$	$= 9,98 \text{ kN}$	
$V_{Rk,cp}$	$= 9,98 \text{ kN}$	

HECO-Schrauben GmbH & Co. KG

Dr.-Kurt-Steim-Straße 28

D-78713 Schramberg

Version: 4.0.34.0

+49 (0)7422 989-300

info@heco-schrauben.de

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Anschluss Fußschwelle	16-N1

Projekt Nr.

(5/7) Seite 5

$R_{la,k,1}$	$= (4 \cdot M_{RK,s}^0) / (d_{s,w} \cdot f_{h,k})$	Zulassung, 3.3.2
$R_{la,k}$	$= f_{h,k} \cdot d_{s,w} \cdot (\sqrt{(d_{s,w}^2 + R_{la,k,1})} - d_{s,w})$	Zulassung, 3.3.2
$R_{la,k}$	$= 2,34 \text{ kN}$	Zulassung, 3.3.2
$V_{RK,cp,red}$	$= 2,34 \text{ kN}$	Zulassung
$\gamma_{Mcp,V}$	$= 1,50$	Zulassung
$V_{Rd,cp,red}$	$= 1,56 \text{ kN}$	
$\beta_{V,cp}$	$= \underline{0,64}$	Ausnutzungsgrad

4.4 Betonkantenbruch - Querbeanspruchung

	$= 1$	Maßgebende Dübel
$\beta_{V,c}$	$= V_{Sd} / V_{Rd,c,red}$	
V_{Sd}	$= 1,00 \text{ kN}$	Bemessungswert
$V_{Rd,c,red}$	$= V_{RK,c,red} / \gamma_{Mcp,V}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.1
$V_{RK,c,red}$	$= \min[(h_{ef} / (h_{ef} + l)) \cdot V_{RK,c}; R_{la,k}]$	Zulassung
h_{ef}	$= 40,00$	Zulassung
l	$= 36 \text{ mm}$	
$V_{RK,c}$	$= V_{RK,c}^0 \cdot A_{c,V} / A_{c,V}^0 \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.4 (5.7)
$V_{RK,c}^0$	$= k_1 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot h_{ef}^\beta \cdot f_{ck,cube}^{0,5} \cdot c_1^{1,5}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.4a) (5.7a)
k_1	$= 1,70$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.4a)
d_{nom}	$= 6 \text{ mm}$	Zulassung
h_{ef}	$= 40 \text{ mm}$	Zulassung
α	$= 0,1 \cdot (l_f / c_1)^{0,5}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.4a) (5.7b)
l_f	$= 40,00 \text{ mm}$	Zulassung
c_1	$= 120 \text{ mm}$	
α	$= 0,06$	
β	$= 0,1 \cdot (d_{nom} / c_1)^{0,2} = 0,05$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.4a) (5.7c)
$V_{RK,c}^0$	$= 16,62 \text{ kN}$	
$A_{c,V}$	$= 64800 \text{ mm}^2$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.4b)
$A_{c,V}^0$	$= 4,5 \cdot c_1^2 = 64800 \text{ mm}^2$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.4b) (5.7d)
$\psi_{s,V}$	$= 0,7 + 0,3 \cdot c_2 / (1,5 \cdot c_1) \leq 1,0$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.4c) (5.7e)
	$= 1,0000$	
$\psi_{h,V}$	$= (1,5 \cdot c_1 / h)^{0,5} \geq 1,0$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.4d) (5.7f)
h	$= 240 \text{ mm}$	
$\psi_{h,V}$	$= 1,0000$	
$\psi_{\alpha,V}$	$= (1 / [(\cos \alpha_V)^2 + (\sin \alpha_V / 2,5)^2])^{0,5} \geq 1,0$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.4e) (5.7g)
α_V	$= 0,00^\circ$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.4e)
$\psi_{\alpha,V}$	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,V}$	$= 1 / (1 + 2 \cdot e_V / (3 \cdot c_1)) \leq 1,0$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.4f) (5.7h)
e_V	$= 0 \text{ mm}$	
$\psi_{ec,V}$	$= 1,0000$	
$\psi_{re,V}$	$= 1,0000$	ETAG 001, Annex C, 5.2.3.4g)
$V_{RK,c}$	$= 16,62 \text{ kN}$	
$R_{la,k,1}$	$= (4 \cdot M_{RK,s}^0) / (d_{s,w} \cdot f_{h,k})$	Zulassung, 3.3.2
$R_{la,k}$	$= f_{h,k} \cdot d_{s,w} \cdot (\sqrt{(d_{s,w}^2 + R_{la,k,1})} - d_{s,w})$	Zulassung, 3.3.2
$R_{la,k}$	$= 2,34 \text{ kN}$	Zulassung, 3.3.2
$V_{RK,c,red}$	$= 2,34 \text{ kN}$	

HECO-Schrauben GmbH & Co. KG

Dr.-Kurt-Steim-Straße 28 D-78713 Schramberg

Version: 4.0.34.0

+49 (0)7422 989-300

info@heco-schrauben.de

$\gamma_{Mc,V}$	= 1,50	Zulassung
$V_{Rd,c,red}$	= 1,56 kN	
$\beta_{V,c}$	= 0,64	Ausnutzungsgrad

Die Verankerung wurde erfolgreich nachgewiesen

5. Verschiebung

5.1 Kurzzeitverschiebung

	1	Maßgebender Dübel
δ_N	= $N_{Ed} / N_0 \cdot \delta_{N0}$	Zulassung
N	= 0,00 kN	Bemessungswert
N_0	= 2,00 kN	Zulassung
δ_{N0}	= 0,10 mm	Zulassung
δ_N	= 0,00 mm	
δ_V	= $V_{Ed} / V_0 \cdot \delta_{V0}$	Zulassung
V	= 0,71 kN	Bemessungswert
V_0	= 3,30 kN	Zulassung
δ_{V0}	= 0,80 mm	Zulassung
δ_V	= 0,17 mm	
δ_{NV}	= $(\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} = 0,17$ mm	

5.2 Langzeitverschiebung

	1	Maßgebender Dübel
δ_N	= $N_{Ed} / N_0 \cdot \delta_{N\infty}$	Zulassung
N	= 0,00 kN	Bemessungswert
N_0	= 2,00 kN	Zulassung
$\delta_{N\infty}$	= 0,20 mm	Zulassung
δ_N	= 0,00 mm	
δ_V	= $V_{Ed} / V_0 \cdot \delta_{V\infty}$	Zulassung
V	= 0,71 kN	Bemessungswert
V_0	= 3,30 kN	Zulassung
$\delta_{V\infty}$	= 1,20 mm	Zulassung
δ_V	= 0,26 mm	
δ_{NV}	= $(\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} = 0,26$ mm	

6. Hinweise

Hinweise für die Berechnungen:

Für den Nachweis der Dübeltragfähigkeit wird auf folgende Unterlagen verwiesen:

- Europäische Technische Bewertung für Dübel (Z-21.1-1879)

- EOTA ETAG 001, Anhang C, Verfahren A: 2010

Bei der Berechnung wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- die angesetzte Baustoffgüte ist nachgewiesen

- innerhalb einer Gruppe werden nur Dübel gleicher Art und Größe eingesetzt

Das Holzanbauteil wird nicht nachgewiesen.

Der Nachweis der örtlichen Kräfteinwirkung im Verankerungsgrund ist erbracht, die Weiterleitung der Kräfte im Bauwerk ist gesondert nachzuweisen. Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage umfangreicher dübelspezifischer Kennwerte. Bei einem Austausch des Dübels oder Änderung der Eingangswerte ist eine neue Bemessung notwendig. Die Auflagen bzw. Bestimmungen

	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Anschluss Fußschwelle	18-N1

Projekt Nr.

(7/7) Seite 7

der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung sind zu beachten.

Der Durchgangslochdurchmesser ist gleich dem Bohrdurchmesser im Beton zu setzen.

Die Bemessung erfolgt nach: EN 1995-1-1/A2 (2014-07) & DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08).

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	RB	19-N1

RB Ringbalken auf MW

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-8)

Grundparameter

Stahlbetonbalken über 2 Felder $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

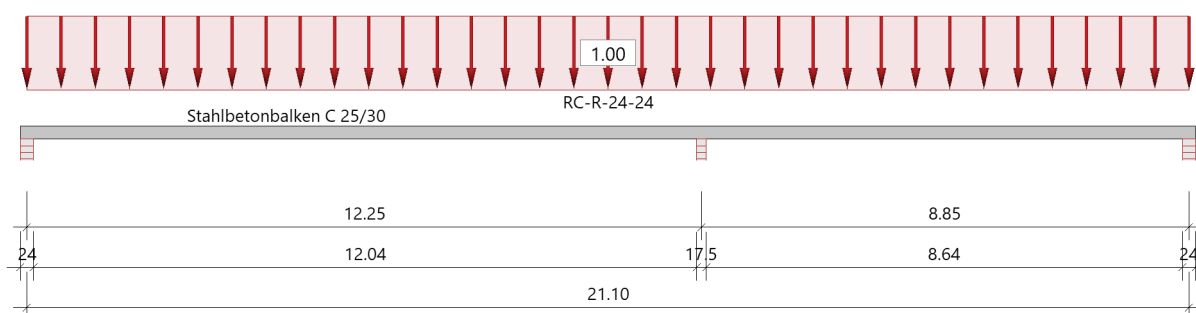
System

Systembild

Bewehrung Ringbalken:

1d14 je Ecke

Bügel d8/15



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30

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

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

Betonstahl B500A

$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

$k(f_t/f_y) = 1.05$

$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$

(Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	24.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	12.25	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	21.10	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		21.10		1.00		Nein	Wind		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast

Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)

A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger

EG : Lasteinwirkung

Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe

Alt : Alternativgruppe

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	RB	20-N1

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt
Nachweis Spannungsbegrenzung	:	wird geführt
Überprüfung des lin. Kriechansatzes	:	wird geführt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.86$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53$ ‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.5 cm	oben = 3.5 cm
	links = 2.5 cm	rechts = 2.5 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.9 cm	oben = 4.9 cm

Abminderung der Stützmomente ≤ 15 %

Bemessungseinstellungen

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

Auflagerbedingungen

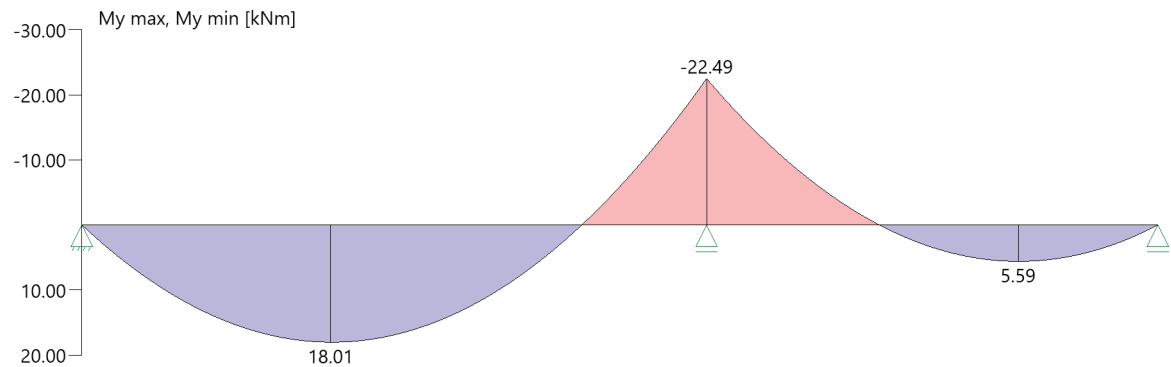
- Lager Nr. 1 direkt Mauerwerk $b = 24.0$ cm
- Lager Nr. 2 direkt Mauerwerk $b = 17.5$ cm
- Lager Nr. 3 direkt Mauerwerk $b = 24.0$ cm

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	RB	21-N1

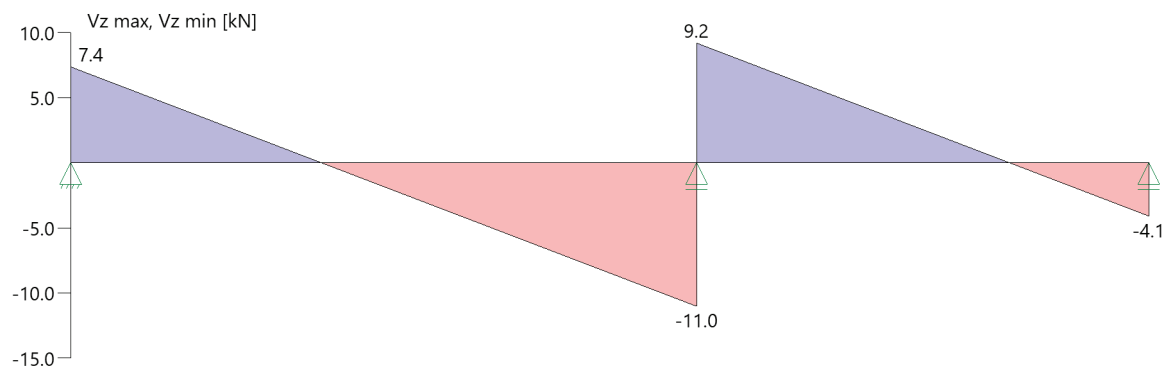
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	7.35	1
	4.90	4.90	18.01	0.00	1
	12.25	12.25	-22.49	-11.02	1
Feld 2	0.00	12.25	-22.49	9.18	1
	6.12	18.37	5.59	0.00	1
	8.85	21.10	0.00	-4.10	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min M_u [kNm]	erf A_{su} [cm ²]	min M_o [kNm]	erf A_{so} [cm ²]
24.0/24.0	5.91	0.7	-5.91	0.7

Plattenbreite wurde für die Berechnung von M_y auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	RB	22-N1

Feldbewehrung

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
Feld 1	4.90	4.90	18.01	18.01	20.1	0.17	2.2	0.0		1
	9.80	9.80	0.01	0.01	20.1	0.00	0.7	0.0	¹	1
	9.81	9.81	-0.06	-0.06	19.1	0.01	0.0	0.7	¹	1
	11.56	11.56	-15.25	-15.25	19.1	0.16	0.0	1.9		1
Feld 2	0.52	12.77	-17.92	-17.92	19.1	0.19	0.0	2.3		1
	3.39	15.64	0.004	0.004	20.1	0.00	0.7	0.0	¹	1
	6.12	18.37	5.59	5.59	20.1	0.07	0.7	0.0	¹	1
	8.30	20.55	2.04	2.04	20.1	0.04	0.7	0.0	¹	1

Am ersten Auflager sind mindestens 0.7 cm² zu verankern.
 Am letzten Auflager sind mindestens 0.7 cm² zu verankern.
 Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

¹ : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-9:2.1.1 (1)

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	Mydx [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			1
2	links	0.00	12.25	-22.49	-22.02	-22.02		19.1	0.24		2.9	1
	rechts	0.00	12.25	-22.49	-22.10	-22.10		19.1	0.25		2.9	1
3	links	0.00	21.10	0.00	0.00	0.00			0.00			1

Mydx : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.12	0.12	0.64	7.2	18.4	23.8	97.9	VRd,max > VEd		
	rechts	0.32	0.32	0.64	6.9	18.4	23.8	97.9	16.8	1.97 ¹	1
	*	0.52	0.52	0.64	6.6	18.4	23.8	97.9	16.8	1.97 ¹	1
2	links	0.09	12.16	0.67	-10.9	18.4	22.8	97.9	VRd,max > VEd		
	links	0.28	11.97	0.67	-10.6	18.4	22.7	97.9	16.8	1.97 ¹	1
	*	0.47	11.78	0.67	-10.3	18.4	22.7	97.9	16.8	1.97 ¹	1
	rechts	0.09	12.34	0.67	9.0	18.4	22.9	97.9	VRd,max > VEd		
	rechts	0.28	12.53	0.67	8.8	18.4	22.7	97.9	16.8	1.97 ¹	1
	*	0.47	12.72	0.67	8.5	18.4	22.7	97.9	16.8	1.97 ¹	1
3	links	0.12	20.98	0.64	-3.9	18.4	23.8	97.9	VRd,max > VEd		
	links	0.32	20.78	0.64	-3.6	18.4	23.8	97.9	16.8	1.97 ¹	1
	*	0.52	20.58	0.64	-3.3	18.4	23.8	97.9	16.8	1.97 ¹	1

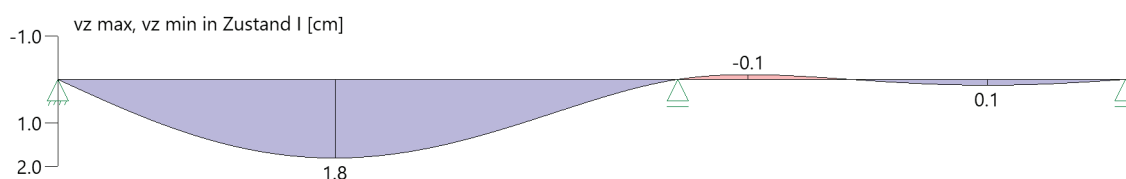
* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie
 Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

¹ : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



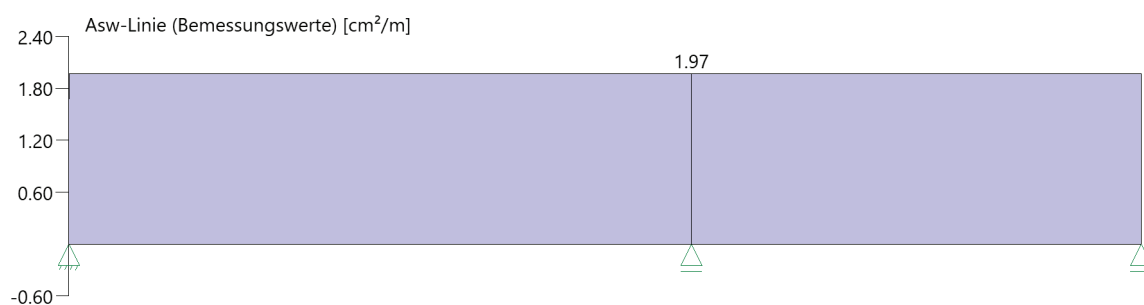
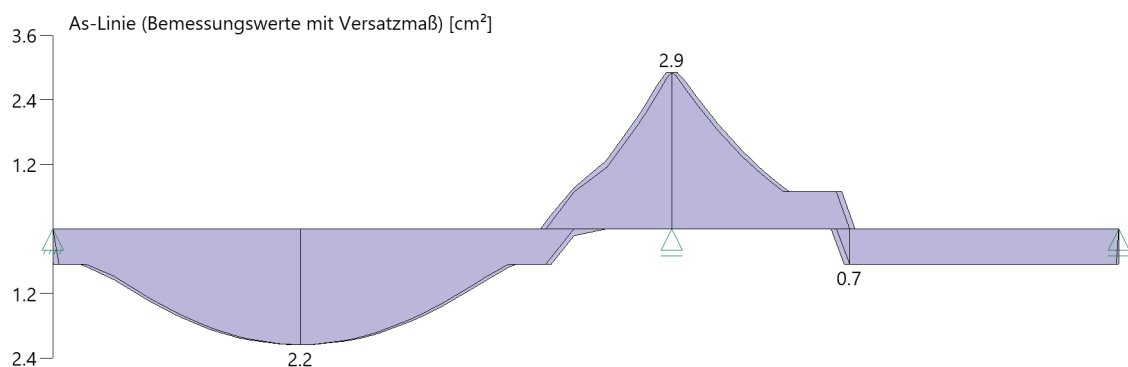
 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	RB	23-N1

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	5.16	0.0	1.8	2
Feld 2	6.12	0.0	0.1	2

As-Deckungslinien



Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	Windlasten		4.90		
2	12.25	Windlasten		13.47		
3	21.10	Windlasten		2.73		

	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	01	24-N1

Pos. 01: Trapezblech

Der genaue Nachweis ist durch den Hersteller zu erbringen.

Lasten (siehe auch Lastannahmen):

$$g_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$s_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$w_k = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

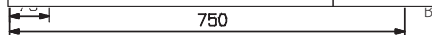
$$\max f_k = 1,00 + 1,00 + 0,1 = 2,1 \text{ kN/m}^2$$

$$\max L = 5,75 \text{ m}$$

Die Tabelle zeigt zulässige charakteristische Lasten.

$$q_{Rk} = 2,32 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} > 2,1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = q_{ek}$$

 BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	01	25-N1



Belastungstabellen nach DIN EN 1993-1-3 für andrückende Belastung.

Gemäß Prüfbescheid Nr. T19-073

Die grau hinterlegten Werte gelten für Wandsysteme sowie für Dachsysteme bei Verwendung lastverteilernder Maßnahmen.

$\gamma_M=1,1$
S320GD

Einfeldträger																Endauflagerbreite: a ≥ 40 mm							
t _n [mm]	g [kN/m²]	L _{gr} [m]	Zeile	Zulässige Belastung q [kN/m²] einschl. Bleicheigengewicht bei einer Stützweite L [m]																			
				4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00
0,75	0,118	9,40	1	2,18	2,06	1,95	1,85	1,76	1,68	1,61	1,54	1,48	1,42	1,37	1,32	1,28	1,23	1,19	1,16	1,12	1,09	1,06	1,03
			2	2,18	2,06	1,95	1,85	1,76	1,68	1,61	1,54	1,48	1,42	1,37	1,32	1,28	1,23	1,19	1,16	1,12	1,09	1,06	1,03
			3	2,18	2,06	1,95	1,85	1,76	1,68	1,61	1,54	1,48	1,42	1,35	1,21	1,09	0,98	0,89	0,81	0,74	0,68	0,62	0,57
0,88	0,138	11,12	1	3,14	2,96	2,81	2,67	2,54	2,42	2,32	2,22	2,13	2,05	1,98	1,90	1,84	1,78	1,72	1,67	1,62	1,57	1,52	1,45
			2	3,14	2,96	2,81	2,67	2,54	2,42	2,32	2,22	2,13	2,05	1,98	1,90	1,84	1,78	1,72	1,67	1,62	1,57	1,45	1,33
			3	3,14	2,96	2,81	2,67	2,54	2,42	2,32	2,22	1,98	1,76	1,57	1,41	1,27	1,15	1,04	0,95	0,86	0,79	0,72	0,66
1,00	0,157	12,71	1	4,01	3,79	3,59	3,41	3,25	3,10	2,97	2,84	2,73	2,62	2,53	2,44	2,35	2,27	2,20	2,13	2,07	1,95	1,84	1,74
			2	4,01	3,79	3,59	3,41	3,25	3,10	2,97	2,84	2,73	2,62	2,53	2,44	2,35	2,27	2,20	2,13	1,95	1,78	1,64	1,50
			3	4,01	3,79	3,59	3,41	3,25	3,10	2,88	2,54	2,24	1,99	1,78	1,60	1,44	1,30	1,18	1,07	0,98	0,89	0,82	0,75
1,13	0,177	14,43	1	5,43	5,13	4,86	4,62	4,40	4,20	4,02	3,85	3,69	3,55	3,42	3,24	3,02	2,83	2,65	2,48	2,34	2,20	2,08	1,96
			2	5,43	5,13	4,86	4,62	4,40	4,20	4,02	3,85	3,69	3,55	3,42	3,24	3,02	2,83	2,65	2,48	2,32	2,12	1,94	1,79
			3	5,43	5,13	4,86	4,62	4,40	3,91	3,43	3,02	2,67	2,37	2,12	1,90	1,71	1,54	1,40	1,27	1,16	1,06	0,97	0,89
1,25	0,196	16,02	1	6,69	6,32	5,99	5,69	5,42	5,17	4,95	4,74	4,50	4,16	3,85	3,58	3,34	3,12	2,92	2,74	2,58	2,43	2,29	2,17
			2	6,69	6,32	5,99	5,69	5,42	5,17	4,95	4,74	4,50	4,16	3,85	3,58	3,34	3,12	2,92	2,74	2,58	2,43	2,23	2,05
			3	6,69	6,32	5,99	5,69	5,16	4,49	3,93	3,46	3,06	2,72	2,43	2,18	1,96	1,77	1,60	1,46	1,33	1,22	1,11	1,02
1,50	0,236	19,33	1	8,07	7,63	7,22	6,86	6,54	6,24	5,97	5,72	5,42	5,01	4,65	4,32	4,03	3,77	3,53	3,31	3,11	2,93	2,77	2,62
			2	8,07	7,63	7,22	6,86	6,54	6,24	5,97	5,72	5,42	5,01	4,65	4,32	4,03	3,77	3,53	3,31	3,11	2,93	2,69	2,47
			3	8,07	7,63	7,22	6,86	6,23	5,42	4,74	4,17	3,69	3,28	2,93	2,63	2,36	2,14	1,94	1,76	1,60	1,47	1,35	1,24

Zweifeldträger																Zwischenauflegerbreite:		b ≥ 200 mm					
																Endauflagerbreite:		a ≥ 40 mm					
t _n [mm]	g [kN/m²]	L _{gr} [m]	Zeile	Zulässige Belastung q [kN/m²] einschl. Bleicheigengewicht bei einer Stützweite L [m]																			
				4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00
0,75	0,118	11,75	1	2,18	2,06	1,95	1,85	1,76	1,68	1,61	1,54	1,48	1,42	1,37	1,32	1,28	1,23	1,19	1,16	1,12	1,09	1,06	1,03
			2	2,18	2,06	1,95	1,85	1,76	1,68	1,61	1,54	1,48	1,42	1,37	1,32	1,28	1,23	1,19	1,16	1,12	1,09	1,06	1,03
			3	2,18	2,06	1,95	1,85	1,76	1,68	1,61	1,54	1,48	1,42	1,37	1,32	1,28	1,23	1,19	1,16	1,12	1,09	1,06	1,03
0,88	0,138	13,90	1	3,14	2,96	2,81	2,67	2,54	2,42	2,32	2,22	2,13	2,05	1,98	1,90	1,84	1,78	1,72	1,67	1,62	1,57	1,52	1,45
			2	3,14	2,96	2,81	2,67	2,54	2,42	2,32	2,22	2,13	2,05	1,98	1,90	1,84	1,78	1,72	1,67	1,62	1,57	1,52	1,45
			3	3,14	2,96	2,81	2,67	2,54	2,42	2,32	2,22	2,13	2,05	1,98	1,90	1,84	1,78	1,72	1,67	1,62	1,57	1,52	1,45
1,00	0,157	15,85	1	4,01	3,79	3,59	3,41	3,25	3,10	2,97	2,84	2,73	2,62	2,53	2,44	2,35	2,27	2,20	2,13	2,07	1,95	1,84	1,74
			2	4,01	3,79	3,59	3,41	3,25	3,10	2,97	2,84	2,73	2,62	2,53	2,44	2,35	2,27	2,20	2,13	2,07	1,95	1,84	1,74
			3	4,01	3,79	3,59	3,41	3,25	3,10	2,97	2,84	2,73	2,62	2,53	2,44	2,35	2,27	2,20	2,13	2,07	1,95	1,84	1,74
1,13	0,177	18,00	1	5,43	5,13	4,86	4,62	4,40	4,20	4,02	3,85	3,69	3,55	3,42	3,24	3,02	2,83	2,65	2,48	2,34	2,20	2,08	1,96
			2	5,43	5,13	4,86	4,62	4,40	4,20	4,02	3,85	3,69	3,55	3,42	3,24	3,02	2,83	2,65	2,48	2,34	2,20	2,08	1,96
			3	5,43	5,13	4,86	4,62	4,40	4,20	4,02	3,85	3,69	3,55	3,42	3,24	3,02	2,83	2,65	2,48	2,34	2,20	2,08	1,96
1,25	0,196	20,00	1	6,69	6,32	5,99	5,69	5,42	5,17	4,95	4,74	4,50	4,16	3,85	3,58	3,34	3,12	2,92	2,74	2,58	2,43	2,29	2,17
			2	6,69	6,32	5,99	5,69	5,42	5,17	4,95	4,74	4,50	4,16	3,85	3,58	3,34	3,12	2,92	2,74	2,58	2,43	2,29	2,17
			3	6,69	6,32	5,99	5,69	5,42	5,17	4,95	4,74	4,50	4,16	3,85	3,58	3,34	3,12	2,92	2,74	2,58	2,43	2,29	2,17
1,50	0,236	24,15	1	8,07	7,63	7,22	6,86	6,54	6,24	5,97	5,72	5,42	5,01	4,65	4,32	4,03	3,77	3,53	3,31	3,11	2,93	2,77	2,62
			2	8,07	7,63	7,22	6,86	6,54	6,24	5,97	5,72	5,42	5,01	4,65	4,32	4,03	3,77	3,53	3,31	3,11	2,93	2,77	2,62
			3	8,07	7,63	7,22	6,86	6,54	6,24	5,97	5,72	5,42	5,01	4,65	4,32	4,03	3,77	3,53	3,31	3,11	2,93	2,77	2,62

Dreifeldträger																Zwischenauflegerbreite: Endauflagerbreite:				b ≥ 200 mm a ≥ 40 mm			
t _n [mm]	g [kN/m²]	L _{gr} [m]	Zeile	Zulässige Belastung q [kN/m²] einschl. Bleicheigengewicht bei einer Stützweite L [m]																			
				4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00
0,75	0,118	11,75	1	2,29	2,14	2,01	1,89	1,78	1,68	1,61	1,54	1,48	1,42	1,37	1,32	1,28	1,23	1,19	1,16	1,12	1,09	1,06	1,03
			2	2,29	2,14	2,01	1,89	1,78	1,68	1,61	1,54	1,48	1,42	1,37	1,32	1,28	1,23	1,19	1,16	1,12	1,09	1,06	1,03
			3	2,29	2,14	2,01	1,89	1,78	1,68	1,61	1,54	1,48	1,42	1,37	1,32	1,28	1,23	1,19	1,16	1,12	1,09	1,06	1,03
0,88	0,138	13,90	1	3,14	2,96	2,81	2,67	2,54	2,42	2,32	2,22	2,13	2,05	1,98	1,90	1,84	1,78	1,72	1,67	1,62	1,57	1,52	1,45
			2	3,14	2,96	2,81	2,67	2,54	2,42	2,32	2,22	2,13	2,05	1,98	1,90	1,84	1,78	1,72	1,67	1,62	1,57	1,52	1,45
			3	3,14	2,96	2,81	2,67	2,54	2,42	2,32	2,22	2,13	2,05	1,98	1,90	1,84	1,78	1,72	1,67	1,62	1,49	1,37	1,26
1,00	0,157	15,85	1	4,01	3,79	3,59	3,41	3,25	3,10	2,97	2,84	2,73	2,62	2,53	2,44	2,35	2,27	2,20	2,13	2,07	1,95	1,84	1,74
			2	4,01	3,79	3,59	3,41	3,25	3,10	2,97	2,84	2,73	2,62	2,53	2,44	2,35	2,27	2,20	2,13	2,07	1,95	1,84	1,74
			3	4,01	3,79	3,59	3,41	3,25	3,10	2,97	2,84	2,73	2,62	2,53	2,44	2,35	2,27	2,20	2,02	1,85	1,69	1,55	1,42
1,13	0,177	18,00	1	5,43	5,13	4,86	4,62	4,40	4,20	4,02	3,85	3,69	3,55	3,42	3,24	3,02	2,83	2,65	2,48	2,34	2,20	2,08	1,96
			2	5,43	5,13	4,86	4,62	4,40	4,20	4,02	3,85	3,69	3,55	3,42	3,24	3,02	2,83	2,65	2,48	2,34	2,20	2,08	1,96
			3	5,43	5,13	4,86	4,62	4,40	4,20	4,02	3,85	3,69	3,55	3,42	3,24	3,02	2,83	2,65	2,41	2,19	2,01	1,84	1,69
1,25	0,196	20,00	1	6,69	6,32	5,99	5,69	5,42	5,17	4,95	4,74	4,50	4,16	3,85	3,58	3,34	3,12	2,92	2,74	2,58	2,46	2,36	2,27
			2	6,69	6,32	5,99	5,69	5,42	5,17	4,95	4,74	4,50	4,16	3,85	3,58	3,34	3,12	2,92	2,74	2,58	2,46	2,36	2,27
			3	6,69	6,32	5,99	5,69	5,42	5,17	4,95	4,74	4,50	4,16	3,85	3,58	3,34	3,12	2,92	2,74	2,52	2,30	2,11	1,94
1,50	0,236	24,15	1	8,07	7,63	7,22	6,86	6,54	6,24	5,97	5,72	5,42	5,01	4,65	4,32	4,03	3,77	3,53	3,31	3,11	2,97	2,85	2,74
			2	8,07	7,63	7,22	6,86	6,54	6,24	5,97	5,72	5,42	5,01	4,65	4,32	4,03	3,77	3,53	3,31	3,11	2,97	2,85	2,74
			3	8,07	7,63	7,22	6,86	6,54	6,24	5,97	5,72	5,42	5,01	4,65	4,32	4,03	3,77	3,53	3,31	3,04	2,78	2,54	2,34

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	01	26-N1

01 nur Lastermittlung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-8)

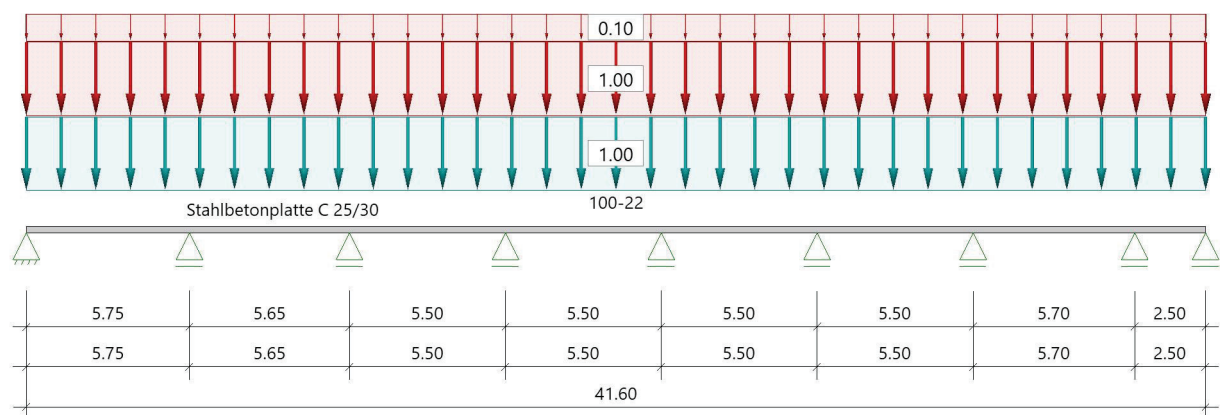
Grundparameter

Stahlbetonplatte über 8 Felder $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System

Systembild



Material

Materialauswahl

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

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			100.0	22.0		

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	5.75	100-22 (konstant über gesamte Trägerlänge)
2	5.65	
3	5.50	
4	5.50	
5	5.50	
6	5.50	
7	5.70	
8	2.50	

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	01	27-N1

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.75	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	11.40	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	16.90	-1	-1	0.0	0.0	0.0
5	22.40	-1	-1	0.0	0.0	0.0
6	27.90	-1	-1	0.0	0.0	0.0
7	33.40	-1	-1	0.0	0.0	0.0
8	39.10	-1	-1	0.0	0.0	0.0
9	41.60	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		41.60		1.00		Nein	ständig		
	2	GL		41.60		1.00		Nein	Schnee		
	3	GL		41.60		0.10		Nein	Wind		

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

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
2	Schnee
3	Schnee

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt
Nachweis Spannungsbegrenzung	:	wird geführt
Überprüfung des lin. Kriechansatzes	:	wird geführt

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.5 cm	oben = 2.5 cm
	links = 2.5 cm	rechts = 2.5 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.0 cm	oben = 2.9 cm
Abminderung der Stützmomente <= 15 %		

Bemessungseinstellungen

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

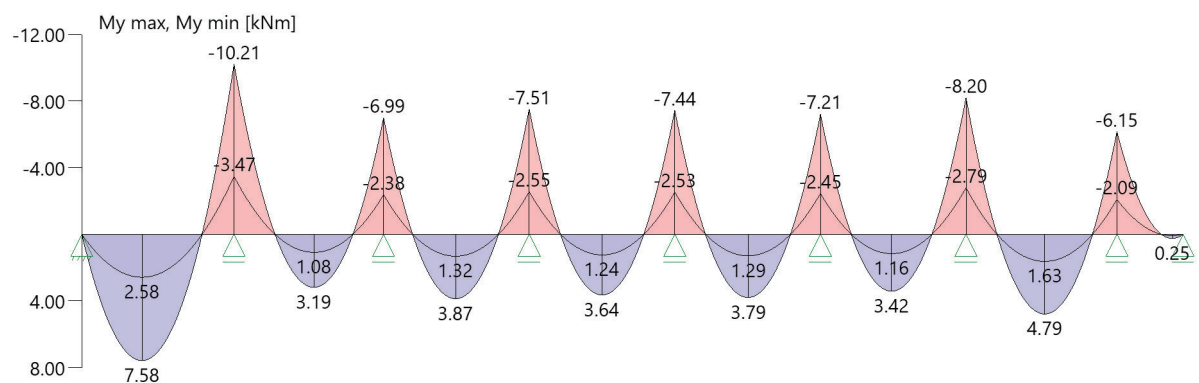
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Schneide b = 0.0 cm

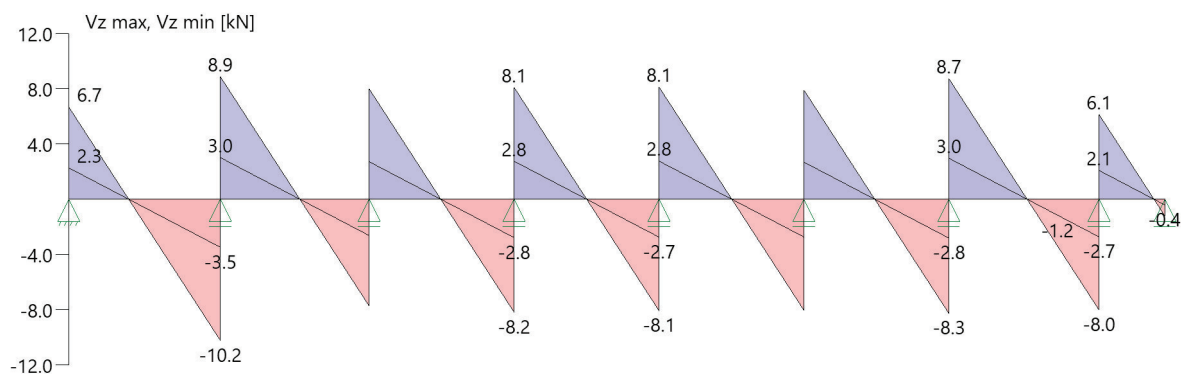
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
100.0/22.0	20.69	2.4	-20.69	2.4
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	01	29-N1

Feldbewehrung

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	My _d [kNm]	min My _d [kNm]	d [cm]	k _x	As _u [cm ²]	As _o [cm ²]		Lk
Feld 1	0.01	0.01	0.03	0.03	19.0	0.00	2.4	0.0	¹	2
	2.27	2.27	7.58	7.58	19.0	0.04	2.4	0.0	¹	2
	4.54	4.54	0.01	0.01	19.0	0.00	2.4	0.0	¹	2
	4.55	4.55	-0.02	-0.02	19.1	0.00	0.0	2.4	¹	2
Feld 2	0.29	6.04	-7.80	-7.80	19.1	0.04	0.0	2.4	¹	2
	1.55	7.30	0.01	0.01	19.0	0.00	2.4	0.0	¹	2
	3.02	8.77	3.19	3.19	19.0	0.02	2.4	0.0	¹	2
	4.49	10.24	0.01	0.01	19.0	0.00	2.4	0.0	¹	2
	4.50	10.25	-0.02	-0.02	19.1	0.00	0.0	2.4	¹	2
Feld 3	0.28	11.68	-4.87	-4.87	19.1	0.03	0.0	2.4	¹	2
	1.10	12.50	0.02	0.02	19.0	0.00	2.4	0.0	¹	2
	2.72	14.12	3.87	3.87	19.0	0.03	2.4	0.0	¹	2
	4.34	15.74	0.00	0.00	19.0	0.00	2.4	0.0	¹	2
	4.35	15.75	-0.02	-0.02	19.1	0.00	0.0	2.4	¹	2
Feld 4	0.28	17.18	-5.36	-5.36	19.1	0.03	0.0	2.4	¹	2
	1.19	18.09	0.02	0.02	19.0	0.00	2.4	0.0	¹	2
	2.76	19.66	3.64	3.64	19.0	0.02	2.4	0.0	¹	2
	4.33	21.23	0.02	0.02	19.0	0.00	2.4	0.0	¹	2
	4.33	21.23	-0.01	-0.01	19.1	0.00	0.0	2.4	¹	2
Feld 5	0.28	22.68	-5.28	-5.28	19.1	0.03	0.0	2.4	¹	2
	1.16	23.56	0.01	0.01	19.0	0.00	2.4	0.0	¹	2
	2.77	25.17	3.79	3.79	19.0	0.03	2.4	0.0	¹	2
	4.37	26.77	0.005	0.005	19.0	0.00	2.4	0.0	¹	2
	4.38	26.78	-0.02	-0.02	19.1	0.00	0.0	2.4	¹	2
Feld 6	0.28	28.18	-5.11	-5.11	19.1	0.03	0.0	2.4	¹	2
	1.17	29.07	0.01	0.01	19.0	0.00	2.4	0.0	¹	2
	2.69	30.59	3.42	3.42	19.0	0.02	2.4	0.0	¹	2
	4.21	32.11	0.02	0.02	19.0	0.00	2.4	0.0	¹	2
	4.22	32.12	-0.01	-0.01	19.1	0.00	0.0	2.4	¹	2
Feld 7	0.29	33.69	-5.79	-5.79	19.1	0.03	0.0	2.4	¹	2
	1.17	34.57	0.01	0.01	19.0	0.00	2.4	0.0	¹	2
	2.97	36.37	4.79	4.79	19.0	0.03	2.4	0.0	¹	2
	4.78	38.18	0.01	0.01	19.0	0.00	2.4	0.0	¹	2
	4.78	38.18	-0.02	-0.02	19.1	0.00	0.0	2.4	¹	2
Feld 8	0.13	39.23	-5.38	-5.38	19.1	0.03	0.0	2.4	¹	2
	1.68	40.78	0.002	0.002	19.0	0.00	2.4	0.0	¹	2
	2.09	41.19	0.25	0.25	19.0	0.01	2.4	0.0	¹	2
	2.37	41.47	0.13	0.13	19.0	0.01	2.4	0.0	¹	2

Am ersten Auflager sind mindestens 2.4 cm² zu verankern.
 Am letzten Auflager sind mindestens 2.4 cm² zu verankern.
 Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

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

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	My _d [kNm]	My _{dx} [kNm]	Bem. My _d [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	k _x	As _u [cm ²]	As _o [cm ²]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			1
2	links	0.00	5.75	-10.21	-10.21	-10.21		19.1	0.04		2.4	¹ 2
	rechts	0.00	5.75	-10.21	-10.21	-10.21		19.1	0.04		2.4	¹ 2
3	links	0.00	11.40	-6.99	-6.99	-6.99		19.1	0.04		2.4	¹ 2
	rechts	0.00	11.40	-6.99	-6.99	-6.99		19.1	0.04		2.4	¹ 2
4	links	0.00	16.90	-7.51	-7.51	-7.51		19.1	0.04		2.4	¹ 2
	rechts	0.00	16.90	-7.51	-7.51	-7.51		19.1	0.04		2.4	¹ 2
5	links	0.00	22.40	-7.44	-7.44	-7.44		19.1	0.04		2.4	¹ 2
	rechts	0.00	22.40	-7.44	-7.44	-7.44		19.1	0.04		2.4	¹ 2
6	links	0.00	27.90	-7.21	-7.21	-7.21		19.1	0.04		2.4	¹ 2
	rechts	0.00	27.90	-7.21	-7.21	-7.21		19.1	0.04		2.4	¹ 2
7	links	0.00	33.40	-8.20	-8.20	-8.20		19.1	0.04		2.4	¹ 2

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	01	30-N1

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	My _d [kNm]	My _{dx} [kNm]	Bem. My _d [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	k _x	As _u [cm ²]	As _o [cm ²]	L _k
8	rechts	0.00	33.40	-8.20	-8.20	-8.20		19.1	0.04		2.4	¹ 2
	links	0.00	39.10	-6.15	-6.15	-6.15		19.1	0.03		2.4	¹ 2
9	rechts	0.00	39.10	-6.15	-6.15	-6.15		19.1	0.03		2.4	¹ 2
	links	0.00	41.60	0.00	0.00	0.00			0.00			2

My_{dx} : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

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

Querkraftbewehrung nicht erforderlich.

Auflagerkräfte

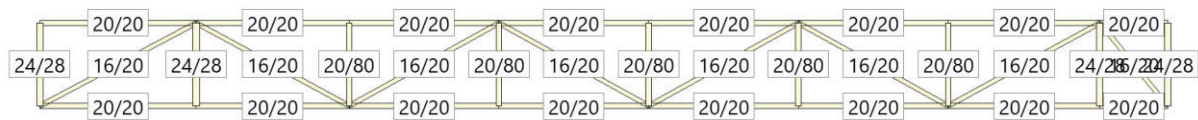
Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	R _{z,min} [kN/m]	R _{z,max} [kN/m]	M _{y,min} [kNm/m]	M _{y,max} [kNm/m]
1	0.00	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	2.27	2.27 0.23 2.27		
2	5.75	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	6.50	6.50 0.65 6.50		
3	11.40	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	5.35	5.35 0.53 5.35		
4	16.90	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	5.54	5.54 0.55 5.54		
5	22.40	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	5.51	5.51 0.55 5.51		
6	27.90	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	5.42	5.42 0.54 5.42		
7	33.40	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	5.78	5.78 0.58 5.78		
8	39.10	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	4.81	4.81 0.48 4.81		
9	41.60	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	0.41	0.41 0.04 0.41		

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Verband	31-N1

Verband:

Für die Aussteifung des Gebäudes wird in der Fahrzeughalle ein liegender Dachverband angeordnet, welcher die Lasten in die Stahlbetonwände einleitet.



Nadelholz: C 24

Brettschichtholz: GL24c

Querschnitte:

Gurte: C 24, 20/20

Diagonalen: C 24, 16/20

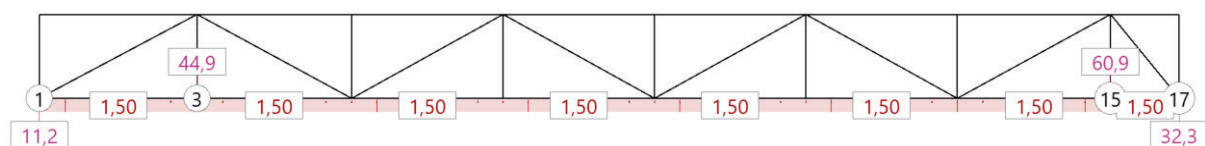
Binder: GL 24c, 20/80

Pfosten: GL 24c, 24/28

Lasten:

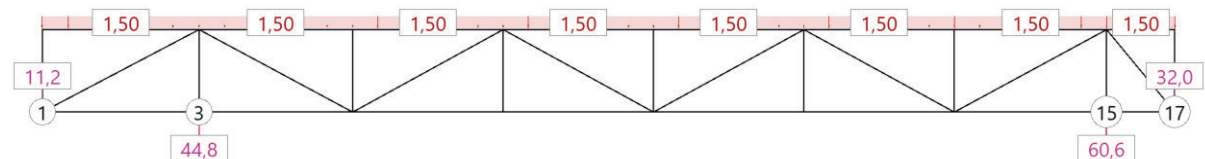
Lastfall 1:

$$w_k = \frac{(0,14 + 0,34)kN}{m^2} * \frac{6,13m}{2} = 1,47kN/m$$



Lastfall 2:

$$w_k = \frac{(0,14 + 0,34)kN}{m^2} * \frac{6,13m}{2} = 1,47kN/m$$



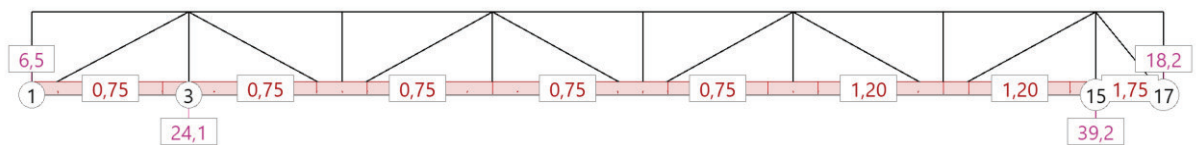
 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Verband	32-N1

Lastfall 3:

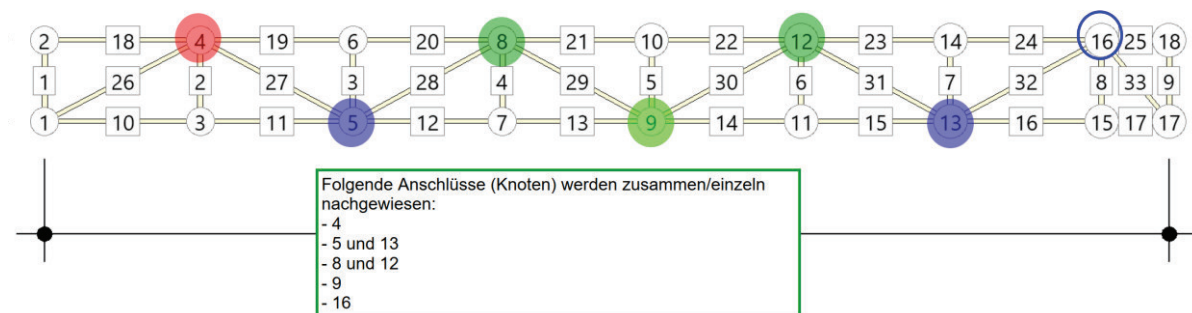
$$w_{k,A} = 0,57 \frac{kN}{m^2} * \frac{6,13m}{2} = 1,75 kN/m$$

$$w_{k,B} = 0,38 \frac{kN}{m^2} * \frac{6,13m}{2} = 1,17 kN/m$$

$$w_{k,C} = 0,24 \frac{kN}{m^2} * \frac{6,13m}{2} = 0,74 kN/m$$



Nachweise der Anschlüsse:



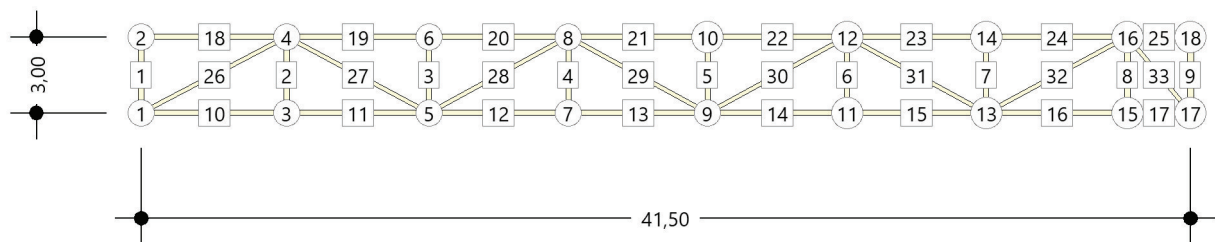
 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Verband	33-N1

Verband

Stabwerk RSX (FRILO 2026-0-8)

Systembild

Systembild mit den Stabnummern



Kurzbeschreibung

System

Das System hat 18 Knoten, 33 Stäbe, 4 gelagerte Knoten
 Die Abmessungen des Systems in [m] sind DX=41.50, DY=0.00, DZ=3.00

Gewicht und Längen

Anzahl Stäbe	Querschnitt	Material	Länge m	Gewicht kg
2	24/28	GL24c/2	6.00	202
1	20/80	GL24c/2	3.00	240
4	20/80	Nadelholz C24	12.00	1152
2	24/28	Nadelholz C24	6.00	242
16	20/20	Nadelholz C24	83.00	1992
8	16/20	Nadelholz C24	48.20	925
Gesamtgewicht aller Stäbe = 4753kg				

Lastfälle

N	Name	Aktiv	Einwirkung	ZUS	ALT	EG kN	LL	PL	FL	SumX kN	SumY kN	SumZ kN
1	Lastfall 1	JA	Windlasten	0	1	*	8	0	0	0.0	0.0	62.3
2	Lastfall 2	JA	Windlasten	0	1	*	8	0	0	0.0	0.0	-62.3
3	Lastfall 3	JA	Windlasten	0	1	*	8	0	0	0.0	0.0	-38.6

Hinweis: Das Eigengewicht ist in keinem Lastfall aktiviert!

N : Nummer
 ZUS : Lastfälle wirken immer gemeinsam
 ALT : Lastfälle wirken immer alternativ
 EG : EG=Eigengewicht in Richtung [-Z]
 LL : Anzahl der Linienlasten
 PL : Anzahl der Punklasten
 FL : Anzahl der Flächenlasten
 SumZ : SumZ enthält auch das Eigengewicht!

Details zu den Lasteinwirkungen

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Verband	34-N1

Einstellungen zur Überlagerung und zum Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
entlastende Wirkung ständiger Lasten	:	berücksichtigt
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
KLED bei Wind	:	Mittelwert aus kurz und sehr kurz

Protokoll der Systemdaten

Querschnitte

Nr	Name	Kurzname Alias	A (cm ²)	I _y (cm ⁴)	I _z (cm ⁴)	W _y (cm ³)	W _z (cm ³)
2	20/80	20/80	1600.0	853333	53333	21333	5333
5	20/20	20/20	400.0	13333	13333	1333	1333
6	20/16	16/20	320.0	6827	10667	853	1067
7	24/28	24/28	672.0	43904	32256	3136	2688

Material

Nr	Name	Kurzname Alias	NKL	E-Modul kN/m ²	v	G-Modul kN/m ²	Wichte kN/m ³
1	C24	Nadelholz C24	2	1.1E7	-	6.9E5	6.00
3	GL24c	GL24c	2	1.1E7	-	6.5E5	5.00

NKL : Nutzungsklasse
 v : Querdehnzahl

Materialwerte Holz

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ N/mm ²	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ N/mm ²	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ N/mm ²	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ N/mm ²	G_{mean} G_{05} N/mm ²	ρ_k ρ_m kg/m ³	γ kN/m ³
C24, gemäß EN 338:2016							
24.00	14.50	0.40	11000	370	690	350	6.00
4.00	21.00	2.50	7400	247	460	420	
GL24c, gemäß EN 14080:2013							
24.00	17.00	0.50	11000	300	650	365	5.00
3.50	21.50	2.50	9100	250	540	400	

Knoten

Knoten Nummer	X (m)	Y (m)	Z (m)	Anzahl Stäbe am Knoten	Lager						
					DX	DY	DZ	RX	RY	RZ	LS
1	0.00	*	0.00	3	S	-	S	-	-	-	-
2	0.00	*	3.00	2							
3	5.75	*	0.00	3	-	-	S	-	-	-	-
4	5.75	*	3.00	5							
5	11.38	*	0.00	5							
6	11.38	*	3.00	3							
7	16.89	*	0.00	3							
8	16.89	*	3.00	5							
9	22.40	*	0.00	5							
10	22.40	*	3.00	3							
11	27.91	*	0.00	3							
12	27.91	*	3.00	5							
13	33.42	*	0.00	5							
14	33.42	*	3.00	3							
15	39.00	*	0.00	3	-	-	S	-	-	-	-
16	39.00	*	3.00	5							
17	41.50	*	0.00	3	-	-	S	-	-	-	-
18	41.50	*	3.00	2							

Lager : Lagerbedingungen S=Starr, E=Elastisch, LS=Lokales System (Gedrehtes Koordinatensystem)

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Verband	35-N1

Auflager

Auflager	Knoten	Lager						
		DX	DY	DZ	RX	RY	RZ	LS
Lagertyp-1	1	S	-	S	-	-	-	
Lagertyp-2	15,17,3	-	-	S	-	-	-	

Lager : Lagerbedingungen S=Starr, E=Elastisch, LS=Lokales System (Gedrehtes Koordinatensystem)

Stäbe

Stab	T	N1	N2	Lx m	Ly m	Lz m	EG kN	Q1	RQ	Mat	RL	G1	G2	N	E
1	B	1	2	0.00	*	3.00	1.0	7	90	GL24c/2	180			0	N
2	B	3	4	0.00	*	3.00	1.0	7	90	GL24c/2	180			0	N
3	B	5	6	0.00	*	3.00	2.4	2	90	GL24c/2	180			0	N
4	B	7	8	0.00	*	3.00	2.9	2	90	Nadelholz C24	180			0	N
5	B	9	10	0.00	*	3.00	2.9	2	90	Nadelholz C24	180			0	N
6	B	11	12	0.00	*	3.00	2.9	2	90	Nadelholz C24	180			0	N
7	B	13	14	0.00	*	3.00	2.9	2	90	Nadelholz C24	180			0	N
8	B	15	16	0.00	*	3.00	1.2	7	90	Nadelholz C24	180			0	N
9	B	17	18	0.00	*	3.00	1.2	7	90	Nadelholz C24	180			0	N
10	B	1	3	5.75	*	0.00	1.4	5	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
11	B	3	5	5.63	*	0.00	1.4	5	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
12	B	5	7	5.51	*	0.00	1.3	5	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
13	B	7	9	5.51	*	0.00	1.3	5	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
14	B	9	11	5.51	*	0.00	1.3	5	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
15	B	11	13	5.51	*	0.00	1.3	5	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
16	B	13	15	5.58	*	0.00	1.3	5	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
17	B	15	17	2.50	*	0.00	0.6	5	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
18	B	2	4	5.75	*	0.00	1.4	5	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
19	B	4	6	5.63	*	0.00	1.4	5	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
20	B	6	8	5.51	*	0.00	1.3	5	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
21	B	8	10	5.51	*	0.00	1.3	5	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
22	B	10	12	5.51	*	0.00	1.3	5	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
23	B	12	14	5.51	*	0.00	1.3	5	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
24	B	14	16	5.58	*	0.00	1.3	5	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
25	B	16	18	2.50	*	0.00	0.6	5	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
26	B	1	4	5.75	*	3.00	1.2	6	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
27	B	4	5	5.63	*	-3.00	1.2	6	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
28	B	5	8	5.51	*	3.00	1.2	6	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
29	B	8	9	5.51	*	-3.00	1.2	6	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
30	B	9	12	5.51	*	3.00	1.2	6	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
31	B	12	13	5.51	*	-3.00	1.2	6	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
32	B	13	16	5.58	*	3.00	1.2	6	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N
33	B	16	17	2.50	*	-3.00	0.7	6	0	Nadelholz C24	180	---00	---000	0	N

T : Stabtyp (B=Biegestab, F=Fachwerkstab)
 Lx : Lx, Ly, Lz - projizierte Länge auf die Richtungen des globalen Koordinatensystems
 EG : Eigengewicht berechnet aus Wichte des Materials und dem Stabquerschnitt
 Q1 : Querschnitt Stab oder Stabanfang falls Voute
 RQ : Drehung des Querschnitts bezüglich des lokalen Koordinatensystems
 RL : Drehung des lokalen Koordinatensystem bezüglich der Standardlage
 G1 : Stabendgelenke am Stabanfang 0=frei, L=Lokaler Bezug
 G2 : Stabendgelenke am Stabende, keine Angabe bedeutet starre, E elastische Verbindung, L=Lokaler Bezug
 N : Stabteilung
 E : Stab hat eine elastische Bettung - Details siehe Tabelle unten

Stäbe - Weitere Informationen

Knicklänge und Kipplänge aller Stäbe entsprechen der Stablänge

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Verband	36-N1

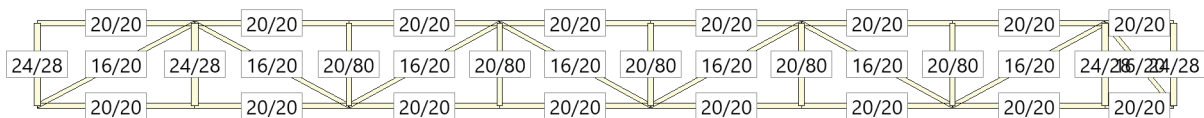
Stabzüge

Stabzug	Name	N ₁	N ₂	Stäbe
1	S1	2	18	18 19 20 21 22 23 24 25
2	S2	1	17	10 11 12 13 14 15 16 17

N₁ : Anfangsknoten des Stabzugs
 N₂ : Endknoten des Stabzugs
 Stäbe : Beteiligte Stäbe

Systembilder

Systembild mit den Namen der Querschnitte



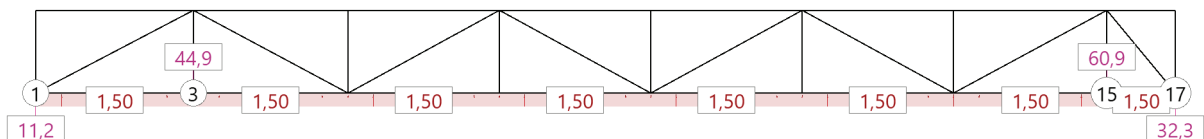
Lastfall 1

Linienlasten Lastfall 1

Lastfall	Stab	Richtung	Wirkung	Projiziert	WL m	Gleichlast	Start m	Wert kN/m	Ende m	Wert kN/m
1	10	Z	Global	Nein	5.75 m	Ja	0.00	1.50	5.75	1.50
1	11	Z	Global	Nein	5.63 m	Ja	0.00	1.50	5.63	1.50
1	12	Z	Global	Nein	5.51 m	Ja	0.00	1.50	5.51	1.50
1	13	Z	Global	Nein	5.51 m	Ja	0.00	1.50	5.51	1.50
1	14	Z	Global	Nein	5.51 m	Ja	0.00	1.50	5.51	1.50
1	15	Z	Global	Nein	5.51 m	Ja	0.00	1.50	5.51	1.50
1	16	Z	Global	Nein	5.58 m	Ja	0.00	1.50	5.58	1.50
1	17	Z	Global	Nein	2.50 m	Ja	0.00	1.50	2.50	1.50

Lastfall : Lastfallnummer
 Wirkung : Wirkungsrichtung der Last kann auf das globale oder auf das stabbezogene Koordinatensystem bezogen sein
 Projiziert : Projizierte Lasten wirken über die entsprechende Projektionslänge des Stabes in der angegebenen Richtung
 WL : Wirksame Lastlänge
 Start : Anfangspunkt der Last im Stab/Stabzug
 Ende : Endpunkt der Last im Stab/Stabzug

Lasten und Auflagerkräfte Lastfall 1 Th. 1. Ord., Zahlenwerte in [kN/m²] [kN] [kN/m]



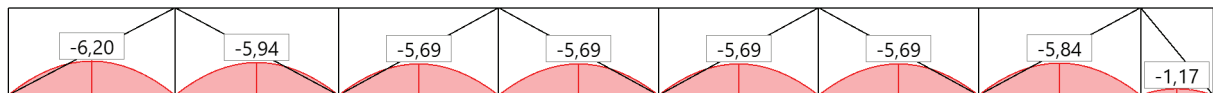
 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Verband	37-N1

Auflagerkräfte Theorie I.Ordnung

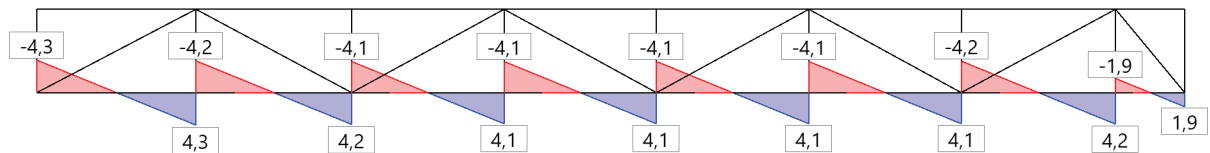
Name	Knoten	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kNm	MY kNm	MZ kNm
Lastfall 1	1	0.0	*	11.2	*	0.00	*
Lastfall 1	3	0.0	*	-44.9	*	0.00	*
Lastfall 1	15	0.0	*	-60.9	*	0.00	*
Lastfall 1	17	0.0	*	32.3	*	0.00	*

FX : Falls gedrehte Lager vorhanden sind, wird die Zeile mit G (Global) und L (Lokal) gekennzeichnet.

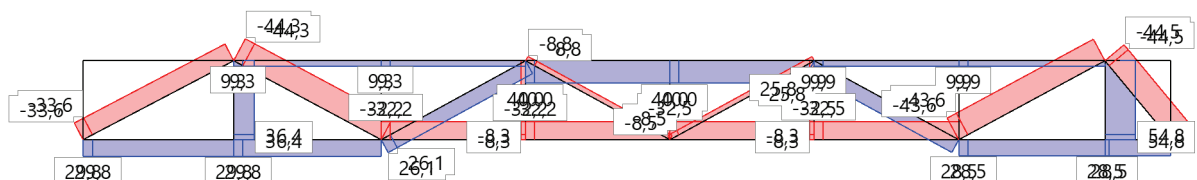
Biegemomente My für Lastfall 1 Th. 1. Ord., Zahlenwerte in [kNm]



Querkräfte Qz für Lastfall 1 Th. 1. Ord., Zahlenwerte in [kN]



Normalkräfte N für Lastfall 1 Th. 1. Ord., Zahlenwerte in [kN]



 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Verband	38-N1

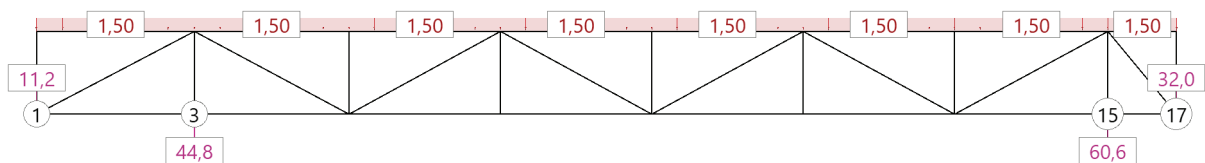
Lastfall 2

Linienlasten Lastfall 2

Lastfall	Stab	Richtung	Wirkung	Projiziert	WL m	Gleichlast	Start m	Wert kN/m	Ende m	Wert kN/m
2	18	Z	Global	Nein	5.75 m	Ja	0.00	-1.50	5.75	-1.50
2	19	Z	Global	Nein	5.63 m	Ja	0.00	-1.50	5.63	-1.50
2	20	Z	Global	Nein	5.51 m	Ja	0.00	-1.50	5.51	-1.50
2	21	Z	Global	Nein	5.51 m	Ja	0.00	-1.50	5.51	-1.50
2	22	Z	Global	Nein	5.51 m	Ja	0.00	-1.50	5.51	-1.50
2	23	Z	Global	Nein	5.51 m	Ja	0.00	-1.50	5.51	-1.50
2	24	Z	Global	Nein	5.58 m	Ja	0.00	-1.50	5.58	-1.50
2	25	Z	Global	Nein	2.50 m	Ja	0.00	-1.50	2.50	-1.50

Lastfall : Lastfallnummer
 Wirkung : Wirkungsrichtung der Last kann auf das globale oder auf das stabbezogene Koordinatensystem bezogen sein
 Projiziert : Projizierte Lasten wirken über die entsprechende Projektionslänge des Stabes in der angegebenen Richtung
 WL : Wirksame Lastlänge
 Start : Anfangspunkt der Last im Stab/Stabzug
 Ende : Endpunkt der Last im Stab/Stabzug

Lasten und Auflagerkräfte Lastfall 2 Th. 1. Ord., Zahlenwerte in [kN/m²] [kN] [kN/m]

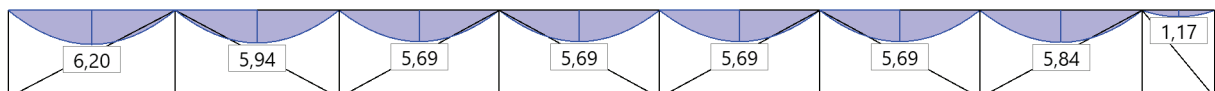


Auflagerkräfte Theorie I.Ordnung

Name	Knoten	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kNm	MY kNm	MZ kNm
Lastfall 2	1	0.0	*	-11.2	*	0.00	*
Lastfall 2	3	0.0	*	44.8	*	0.00	*
Lastfall 2	15	0.0	*	60.6	*	0.00	*
Lastfall 2	17	0.0	*	-32.0	*	0.00	*

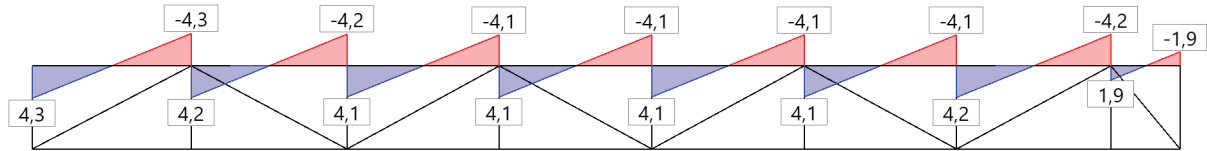
FX : Falls gedrehte Lager vorhanden sind, wird die Zeile mit G (Global) und L (Lokal) gekennzeichnet.

Biegemomente My für Lastfall 2 Th. 1. Ord., Zahlenwerte in [kNm]

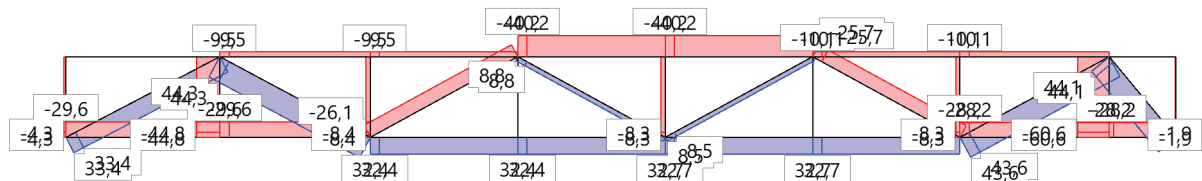


 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Verband	39-N1

Querkräfte Qz für Lastfall 2 Th. 1. Ord., Zahlenwerte in [kN]



Normalkräfte N für Lastfall 2 Th. 1. Ord., Zahlenwerte in [kN]



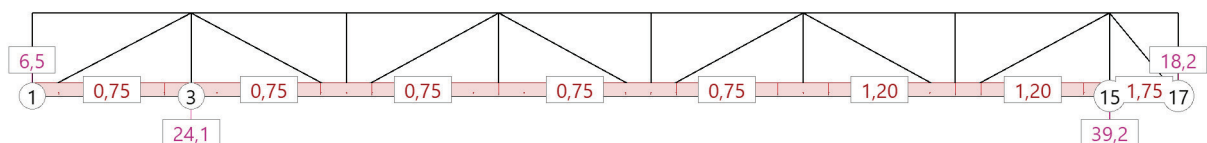
Lastfall 3

Linienlasten Lastfall 3

Lastfall	Stab	Richtung	Wirkung	Projiziert	WL m	Gleichlast	Start m	Wert kN/m	Ende m	Wert kN/m
3	10	Z	Global	Nein	5.75 m	Ja	0.00	-0.75	5.75	-0.75
3	11	Z	Global	Nein	5.63 m	Ja	0.00	-0.75	5.63	-0.75
3	12	Z	Global	Nein	5.51 m	Ja	0.00	-0.75	5.51	-0.75
3	13	Z	Global	Nein	5.51 m	Ja	0.00	-0.75	5.51	-0.75
3	14	Z	Global	Nein	5.51 m	Ja	0.00	-0.75	5.51	-0.75
3	15	Z	Global	Nein	5.51 m	Ja	0.00	-1.20	5.51	-1.20
3	16	Z	Global	Nein	5.58 m	Ja	0.00	-1.20	5.58	-1.20
3	17	Z	Global	Nein	2.50 m	Ja	0.00	-1.75	2.50	-1.75

Lastfall : Lastfallnummer
 Wirkung : Wirkungsrichtung der Last kann auf das globale oder auf das stabbezogene Koordinatensystem bezogen sein
 Projiziert : Projizierte Lasten wirken über die entsprechende Projektionslänge des Stabes in der angegebenen Richtung
 WL : Wirksame Lastlänge
 Start : Anfangspunkt der Last im Stab/Stabzug
 Ende : Endpunkt der Last im Stab/Stabzug

Lasten und Auflagerkräfte Lastfall 3 Th. 1. Ord., Zahlenwerte in [kN/m²] [kN] [kN/m]



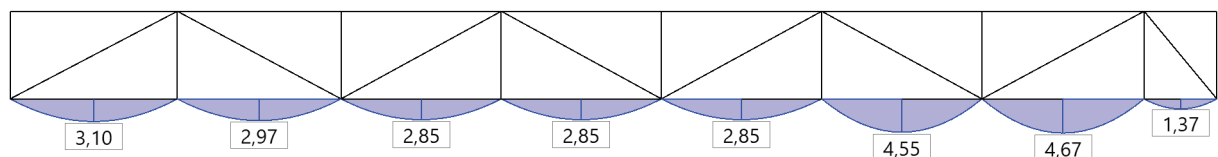
 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Verband	40-N1

Auflagerkräfte Theorie I.Ordnung

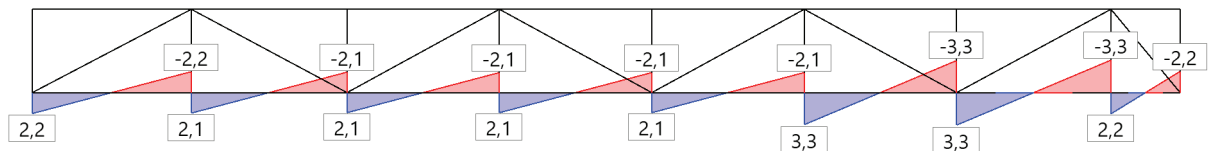
Name	Knoten	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kNm	MY kNm	MZ kNm
Lastfall 3	1	0.0	*	-6.5	*	0.00	*
Lastfall 3	3	0.0	*	24.1	*	0.00	*
Lastfall 3	15	0.0	*	39.2	*	0.00	*
Lastfall 3	17	0.0	*	-18.2	*	0.00	*

FX : Falls gedrehte Lager vorhanden sind, wird die Zeile mit G (Global) und L (Lokal) gekennzeichnet.

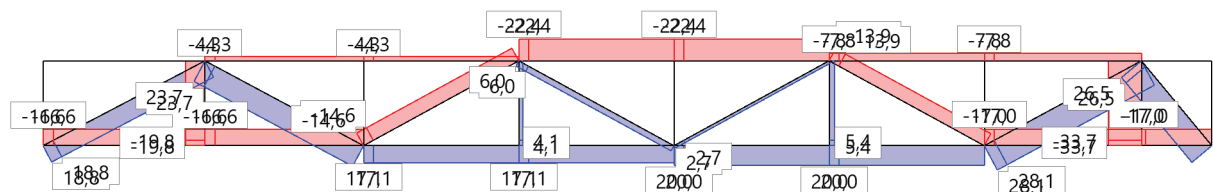
Biegemomente My für Lastfall 3 Th. 1. Ord., Zahlenwerte in [kNm]



Querkräfte Qz für Lastfall 3 Th. 1. Ord., Zahlenwerte in [kN]



Normalkräfte N für Lastfall 3 Th. 1. Ord., Zahlenwerte in [kN]



 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Verband	41-N1

Zusammenfassung der Ausnutzungen für die Theorie I.Ordnung

Alle Ausnutzungen nach Material

Ausnutzungen für alle Holzstäbe (TH1)

Stab	GZT	η_{σ}	η_{τ}	$\eta_{ki,Holz}$	GZG	$\eta_{w,inst}$	D_i	$\eta_{w,fin}$	D_f	$\eta_{w,net,fin}$	$D_{n,f}$
1	PT	0.01/A-2	0.00/A-2	0.01/A-2	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y
2	PT	0.06/A-2	0.00/A-2	0.06/A-2	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y
3	PT	0.005/A-2	0.00/A-2	0.01/A-2	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y
4	PT	0.005/A-1	0.00/A-1	0.01/A-1	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y
5	PT	0.005/A-2	0.00/A-2	0.01/A-2	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y
6	PT	0.005/A-1	0.00/A-1	0.01/A-1	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y
7	PT	0.005/A-2	0.00/A-2	0.01/A-2	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y
8	PT	0.11/A-1	0.00/A-1	0.11/A-1	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y
9	PT	0.003/A-2	0.00/A-2	0.003/A-2	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y
10/Stabzug S2	PT	0.48/A-1	0.16/A-1	0.38/A-1	CT	0.46 A-4	Z	0.23 A-7	Z	0.00	Z
11/Stabzug S2	PT	0.46/A-1	0.15/A-1	0.36/A-1							
12/Stabzug S2	PT	0.35/A-1	0.15/A-1	0.57/A-1							
13/Stabzug S2	PT	0.35/A-1	0.15/A-1	0.57/A-1							
14/Stabzug S2	PT	0.35/A-1	0.15/A-1	0.57/A-1							
15/Stabzug S2	PT	0.35/A-1	0.15/A-1	0.57/A-1							
16/Stabzug S2	PT	0.45/A-1	0.15/A-1	0.36/A-1							
17/Stabzug S2	PT	0.17/A-1	0.07/A-1	0.10/A-1							
18/Stabzug S1	PT	0.38/A-2	0.16/A-2	0.38/A-2	CT	0.46 A-5	Z	0.23 A-8	Z	0.00	Z
19/Stabzug S1	PT	0.36/A-2	0.15/A-2	0.43/A-2							
20/Stabzug S1	PT	0.35/A-2	0.15/A-2	0.41/A-2							
21/Stabzug S1	PT	0.36/A-2	0.15/A-2	0.63/A-2							
22/Stabzug S1	PT	0.36/A-2	0.15/A-2	0.63/A-2							
23/Stabzug S1	PT	0.35/A-2	0.15/A-2	0.42/A-2							
24/Stabzug S1	PT	0.36/A-2	0.15/A-2	0.43/A-2							
25/Stabzug S1	PT	0.07/A-2	0.07/A-2	0.07/A-2							
26	PT	0.14/A-2	0.00/A-2	0.14/A-2	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y
27	PT	0.19/A-2	0.00/A-2	0.19/A-2	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y
28	PT	0.11/A-1	0.00/A-1	0.11/A-1	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y
29	PT	0.04/A-2	0.00/A-2	0.04/A-2	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y
30	PT	0.04/A-2	0.00/A-2	0.04/A-2	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y
31	PT	0.11/A-1	0.00/A-1	0.11/A-1	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y
32	PT	0.18/A-2	0.00/A-2	0.18/A-2	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y
33	PT	0.19/A-2	0.00/A-2	0.19/A-2	CT	0.00	Y	0.00	Y	0.00	Y

Stab : Stabnummer (alle Ausnutzungen mit der zugehörigen Überlagerung)
 GZT : Bemessungssituation : PT=Ständig
 η_{σ} : Ausnutzung Holz Normalspannungen
 η_{τ} : Ausnutzung Holz Schubspannungen
 $\eta_{ki,Holz}$: Ausnutzung Stabilität (Holz)
 GZG : Nachweissituation :
 $\eta_{w,inst}$: Verformungsnachweis
 $\eta_{w,fin}$: Verformungsnachweis
 $\eta_{w,net,fin}$: Verformungsnachweis
 $D_{n,f}$: Richtung für diesen Nachweis

Beteiligte Überlagerungen für die Zusammenfassung

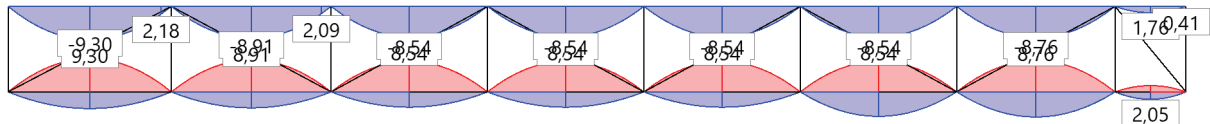
LFK	Name der Überlagerung	Einwirkung	LF	Name des Lastfalls	Einwirkung	Faktor
10	A-1	Ständig	1	Lastfall 1	Windlasten	-> 1.50
11	A-2	Ständig	2	Lastfall 2	Windlasten	-> 1.50

Einwirkung : Nummer des Lastfalls
 Einwirkung : Nummer des Lastfalls

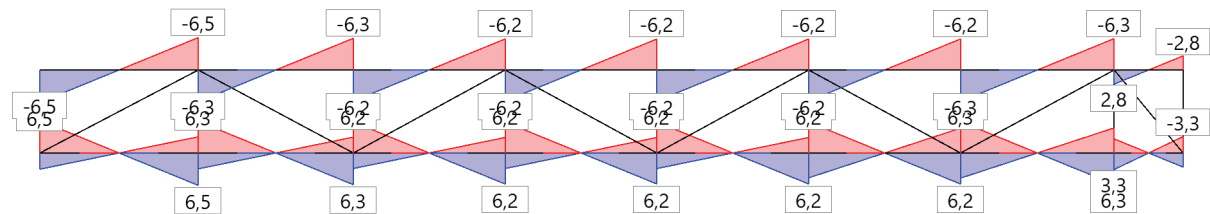
 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Verband	42-N1

Bilder zur Bemessung : ständige/vorübergehende Bemessungssituation

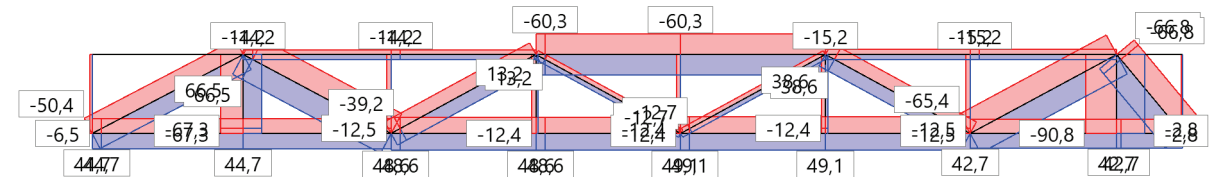
MinMax My ständig/vorübergehend, Zahlenwerte in [kNm]



MinMax Qz ständig/vorübergehend, Zahlenwerte in [kN]



MinMax N ständig/vorübergehend, Zahlenwerte in [kN]



 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 4	43-N1

Knoten 4

Fachwerkknoten Holz HO13+ (FRILO 2026-0-8)

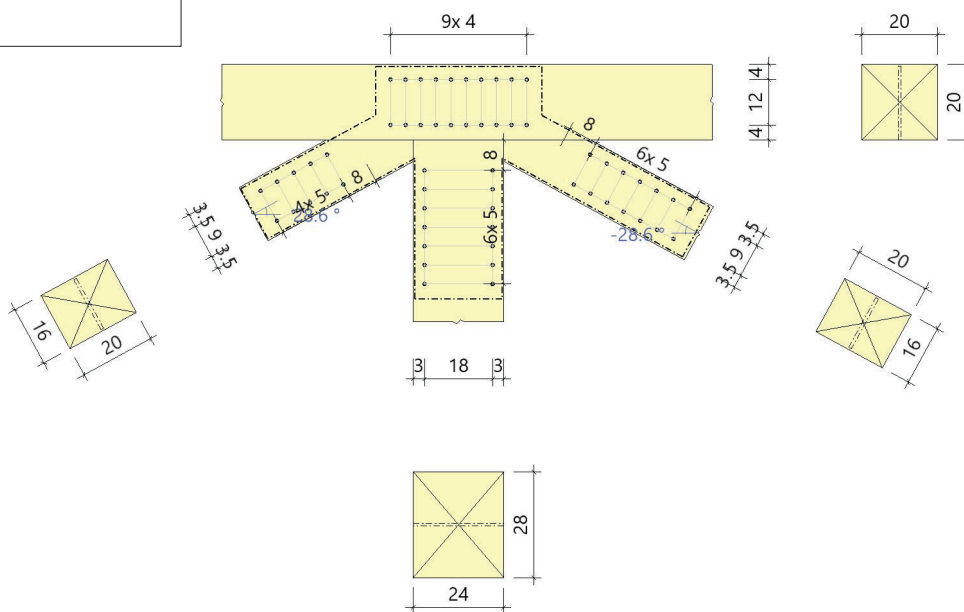
Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 Basis : EN 1995-1-1/A2:2014
 Schlitzblechverbindung : Nachweis äußeres Holz mit abgemindertem k_{te}

Holz-Knotenverbindung mit Schlitzblechen - durchgehender Gurt

Systemgrafik 2D
 Maßstab 1 : 20

Blechgröße und VBM symmetrisch ausführen



System mit 4 Stäben

Stab	Material	NKL	Querschnitt			Lage	
			n	Breite cm	Höhe cm	Bezug	Neigung °
Gurt durchgehend	C24	3	1 x	20.0	20.0	global	0.0
Pfosten	C24	3	1 x	28.0	24.0	bzgl. Gurt	90.0
Diagonale links	C24	3	1 x	20.0	16.0	bzgl. Gurt	28.6
Diagonale rechts	C24	3	1 x	20.0	16.0	bzgl. Gurt	-28.6

Verbindungsmittel

Stab	Verbindungsmittel	Sorte	f_{uk} N/mm ²	$M_{y,Rk}$ Nmm	Dm mm	Überstand (uv) mm
Gurt durchgehend	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0
Pfosten	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0
Diagonale links	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0
Diagonale rechts	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0

Blech - konturiert - im Gurt konkav - im Stab orthogonal

Material	Anzahl	Dicke cm	Lochleibungsspiel mm	Lochart	Randabstand mm
S235	1	0.8	0.6	gebohrt	5.0

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 4	44-N1

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Situation	Schnittufer	N _d kN	V _{zd} kN	M _{yd} kNm	KLED	k _{mod}
P/T	Gurt Ufer links	2.0	0.0		kurz	0.70
	Gurt Ufer rechts	15.0	0.0		kurz	0.70
	Pfosten	70.0			kurz	0.70
	Diagonale links	52.0			kurz	0.70
	Diagonale rechts	67.0			kurz	0.70
	Gleichgewichtskraft s)	-26.2	-128.0			
s) : Gleichgewichtskraft wirkt horizontal (N _d) bzw. vertikal (V _{zd}) im Knotenschwerpunkt						

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	Holz γ _M	Stahl		
			γ _{M0}	γ _{M1}	γ _{M2}
P/T	ständig/vorübergehend	1.30	1.00	1.10	1.25

Ergebnisse

Hinweis : Der Spannungsnachweis wird nur im Anschlussbereich geführt!
 Die Gleichgewichtskraft dient lediglich zur Auflösung des Gleichgewichts.
Deren Einleitung ist zusätzlich nachzuweisen!

Knotengleichgewicht : $\Sigma H = -0.03 \text{ kN}$ $\Sigma V = -1.0 \text{ kN}$

Nachweise Gurt durchgehend b/h = 20.0 / 20.0 - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a ₁ vorh mm	a ₁ min mm	a ₂ vorh mm	a ₂ min mm	a _{3,t} vorh mm	a _{3,t} min mm	a _{3,c} vorh mm	a _{3,c} min mm	a _{4,t} vorh mm	a _{4,t} min mm	a _{4,c} vorh mm	a _{4,c} min mm
40	32	120	30	-	80	-	80	40	40	40	30

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α ₁ °	α ₂ °	M _{yk} Nmm	t _r mm	k _{ser} kN/m	F _{v,Rd} kN
SDü	2	84.08	-	42995.6	0	14969.46	6.8
SDü (0°)	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	8.3

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t _o cm	t _u cm	f _{h,k,o} N/mm ²	f _{h,k,u} N/mm ²	Gleichung	F _{v,Rd} kN
SDü	1	9.6	0.8	17.28	-	8.11h	3.4
	2	0.8	9.6	-	17.28	8.11h	3.4
SDü (0°)	1	9.6	0.8	25.83	-	8.11h	4.1
	2	0.8	9.6	-	25.83	8.11h	4.1

VM	Fuge	Gleichung	ΔF _{v,Rk} kN	F _{v,Rk} kN	k _{mod}	γ _M	F _{v,Rd} kN
SDü	1	8.11f		16.6	0.70	1.30	8.9
		8.11g		7.5	0.70	1.30	4.0
		8.11h		6.3	0.70	1.30	3.4
		8.11f		16.6	0.70	1.30	8.9
SDü (0°)	2	8.11g		7.5	0.70	1.30	4.0
		8.11h		6.3	0.70	1.30	3.4
		8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 4	45-N1

VM	Fuge	Gleichung	$\Delta F_{V,Rk}$ kN	$F_{V,Rk}$ kN	k_{mod}	γ_M	$F_{V,Rd}$ kN
	2	8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1
		8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt	längs	n_{eff} ges.	n_{eff} erf.	$F_{V,Ed}$ kN		$F_{V,Rd}$ kN	η
2 Komponente in Faserrichtung:	x	10	19.46	18.91	127.6	<	131.4	0.97
			11.83	1.60	13.2	<	97.7	0.13

gewählt:	20 Stabdübel	d = 10.0 mm	$l_{min} = 200.0$ mm
----------	---------------------	-------------	----------------------

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss L-linkes R-rechtes Ufer

Schicht	Ufer	A_{netto} cm ²	k_{te}	f_{nd} N/mm ²	N_d kN	σ_{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1	rand	L	172.8	1.00	7.81	1.0	0.06 6.1	0.01
		R	172.8	1.00	7.81	7.5	0.43 6.1	0.06
2	rand	L	172.8	1.00	7.81	1.0	0.06 6.1	0.01
		R	172.8	1.00	7.81	7.5	0.43 6.1	0.06

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$ $d_l = 10.6$ mm

min,e mm	min,e1 mm	min,e2 mm	min,e3 mm	$k_1^* \alpha_b$	$F_{V,Ed}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	η
40	32 *)	32 *)	120	2.50	6.6	57.6	0.11

*) auf $max_e = 3 \cdot d_l$ begrenzt

Blockversagen im Blech

exzentrisch	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{V,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung V_z	21.2	23.1	127.0	618.4	0.21

Ausnutzung Gurt durchgehend

Spannung	Verbindung	Blech
0.06 < 1.0	0.97 < 1.0	0.21 < 1.0

Nachweise Pfosten $b/h = 28.0 / 24.0$ - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a_1 vorh mm	a_1 min mm	a_2 vorh mm	a_2 min mm	$a_{3,t}$ vorh mm	$a_{3,t}$ min mm	$a_{3,c}$ vorh mm	$a_{3,c}$ min mm	$a_{4,t}$ vorh mm	$a_{4,t}$ min mm	$a_{4,c}$ vorh mm	$a_{4,c}$ min mm
50	50	180	30	80	80	-	40	30	30	30	30

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α_1 °	α_2 °	M_{yk} Nm	t_r mm	k_{ser} kN/m	$F_{V,Rd}$ kN
SDü	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	8.3

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 4	46-N1

VM	Fuge	t _o cm	t _u cm	f _{h,k,o} N/mm ²	f _{h,k,u} N/mm ²	Gleichung	F _{V,Rd} kN
SDü	1	13.6	0.8	25.83	-	8.11h	4.1
	2	0.8	13.6	-	25.83	8.11h	4.1

VM	Fuge	Gleichung	ΔF _{V,Rk} kN	F _{V,Rk} kN	k _{mod}	γ _M	F _{V,Rd} kN
SDü	1	8.11f		35.1	0.70	1.30	18.9
		8.11g		15.0	0.70	1.30	8.1
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1
	2	8.11f		35.1	0.70	1.30	18.9
		8.11g		15.0	0.70	1.30	8.1
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt längs	n _{eff} ges.	n _{eff} erf.	F _{V,Ed} kN		F _{V,Rd} kN	η
2	x 7	9.08	8.48	70.0	<	74.9	0.93

gewählt:	14 Stabdübel	d = 10.0 mm	l _{min} = 280.0 mm
----------	--------------	-------------	-----------------------------

Blockversagen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen

F _{bs,Rk} kN	F _{bs,Ed} kN		F _{bs,Rd} kN	η
1005.7	70.0	<	541.5	0.13

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss

Schicht	A _{netto} cm ²	k _{te}	f _{nd} N/mm ²	N _d kN	σ _{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1 rand	299.2	0.40	3.12	35.0	1.17	6.1	0.37
2 rand	299.2	0.40	3.12	35.0	1.17	6.1	0.37

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - γ_{M0} = 1.00 γ_{M2} = 1.25 dl = 10.6 mm

min,e mm	min,e1 mm	min,e2 mm	min,e3 mm	k ₁ * α _b	F _{V,Ed} kN	F _{b,Rd} kN	η
50	32 *)	25	180	2.50	7.7	57.6	0.13
*) auf max _e = 3 * dl begrenzt							

Blockversagen im Blech

	A _{nt} cm ²	A _{nv} cm ²	F _{V,Ed} kN	V _{eff,Rd} kN	η
in Richtung N	13.6	43.4	70.0	978.8	0.07

Ausnutzung Pfosten

Spannung	Verbindung	Blech
0.37 < 1.0	0.93 < 1.0	0.13 < 1.0

Nachweise Diagonale links b/h = 20.0 / 16.0 - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a ₁ vorh mm	a ₁ min mm	a ₂ vorh mm	a ₂ min mm	a _{3,t} vorh mm	a _{3,t} min mm	a _{3,c} vorh mm	a _{3,c} min mm	a _{4,t} vorh mm	a _{4,t} min mm	a _{4,c} vorh mm	a _{4,c} min mm
50	50	90	30	80	80	-	40	35	30	35	30

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 4	47-N1

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α_1 °	α_2 °	M_{yk} Nmm	t_r mm	k_{ser} kN/m	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	8.3

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t_o cm	t_u cm	$f_{h,k,o}$ N/mm ²	$f_{h,k,u}$ N/mm ²	Gleichung	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	9.6	0.8	25.83	-	8.11h	4.1
	2	0.8	9.6	-	25.83	8.11h	4.1

VM	Fuge	Gleichung	$\Delta F_{v,Rk}$ kN	$F_{v,Rk}$ kN	k_{mod}	γ_M	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1
	2	8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt längs	n_{eff} ges.	n_{eff} erf.	$F_{v,Ed}$ kN	$F_{v,Rd}$ kN	η
2	x 5	6.70	6.30	52.0	55.3	0.94

gewählt: **10 Stabdübel** $d = 10.0 \text{ mm}$ $l_{min} = 200.0 \text{ mm}$

Blockversagen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen

$F_{bs,Rk}$ kN	$F_{bs,Ed}$ kN	$F_{bs,Rd}$ kN	η
334.1	52.0	179.9	0.29

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss

Schicht	A_{netto} cm ²	k_{te}	f_{nd} N/mm ²	N_d kN	σ_{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1 rand	134.4	0.40	3.12	26.0	1.93	6.1	0.62
2 rand	134.4	0.40	3.12	26.0	1.93	6.1	0.62

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$ $d_l = 10.6 \text{ mm}$

min,e mm	min,e1 mm	min,e2 mm	min,e3 mm	$k_1 * \alpha_b$	$F_{v,Ed}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	η
50	32 *)	30	90	2.50	7.8	57.6	0.13

*) auf $max_e = 3 * d_l$ begrenzt

Blockversagen im Blech

	Ant cm²	Anv cm²	Fv,Ed kN	Veff,Rd kN	η
in Richtung N	6.4	31.3	52.0	608.1	0.09

Ausnutzung Diagonale links

Spannung	Verbindung	Blech
0.62 < 1.0	0.94 < 1.0	0.13 < 1.0

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 4	48-N1

Nachweise Diagonale rechts $b/h = 20.0 / 16.0$ - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a1 vorh mm	a1 min mm	a2 vorh mm	a2 min mm	a3,t vorh mm	a3,t min mm	a3,c vorh mm	a3,c min mm	a4,t vorh mm	a4,t min mm	a4,c vorh mm	a4,c min mm
50	50	90	30	80	80	-	40	35	30	35	30

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α_1 °	α_2 °	M_{yk} Nmm	t_r mm	k_{ser} kN/m	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	8.3

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t_o cm	t_u cm	$f_{h,k,o}$ N/mm ²	$f_{h,k,u}$ N/mm ²	Gleichung	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	9.6	0.8	25.83	-	8.11h	4.1
	2	0.8	9.6	-	25.83	8.11h	4.1

VM	Fuge	Gleichung	$\Delta F_{v,Rk}$ kN	$F_{v,Rk}$ kN	k_{mod}	γ_M	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1
	2	8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt längs	n_{eff} ges.	n_{eff} erf.	$F_{v,Ed}$ kN		$F_{v,Rd}$ kN	η
2	x 7	9.08	8.12	67.0	<	74.9	0.89

gewählt: **14 Stabdübel** $d = 10.0$ mm $l_{min} = 200.0$ mm

Blockversagen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen

$F_{bs,Rk}$ kN	$F_{bs,Ed}$ kN		$F_{bs,Rd}$ kN	η
334.1	67.0	<	179.9	0.37

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss

Schicht	A_{netto} cm ²	k_{te}	f_{nd} N/mm ²	N_d kN	σ_{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1	rand	134.4	0.40	3.12	33.5	2.49 6.1	0.80
2	rand	134.4	0.40	3.12	33.5	2.49 6.1	0.80

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$ $d_l = 10.6$ mm

min,e mm	min,e1 mm	min,e2 mm	min,e3 mm	$k_1^* \alpha_b$	$F_{v,Ed}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	η
50	32 *)	30	90	2.50	7.4	57.6	0.13

*) auf $max_e = 3 * d_l$ begrenzt

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 4	49-N1

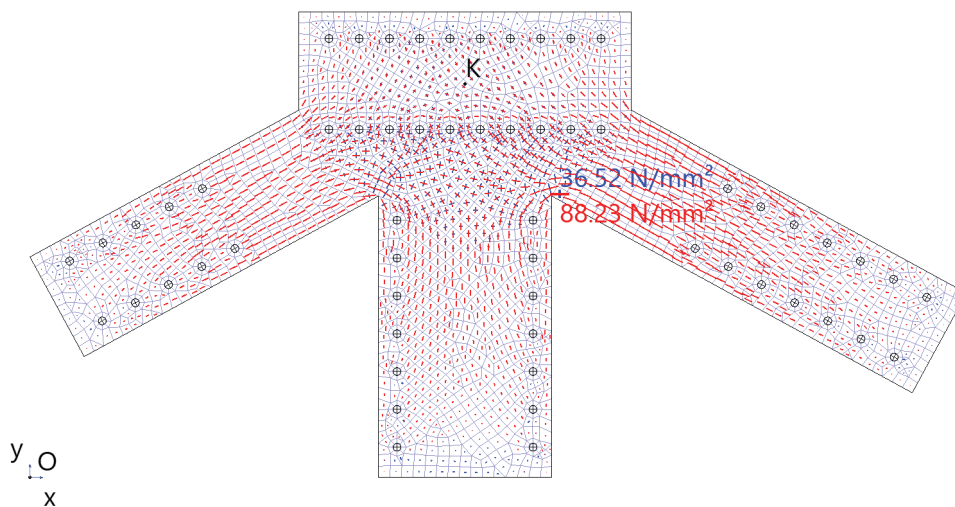
Blockversagen im Blech

	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{v,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung N	6.4	43.9	67.0	779.2	0.09

Ausnutzung Diagonale rechts

Spannung	Verbindung	Blech
0.80 < 1.0	0.89 < 1.0	0.13 < 1.0

Hauptspannungen im Blech nach FEM
 Maßstab 1 : 10



Nachweis Hauptspannungen im Blech nach FEM

Lfk	bezogen auf				σ_{Ed}	σ_{Rd}	η
	Knotenzentrum (K)		Hülle vom Blech (O)				
	x cm	y cm	x cm	y cm			
1	12.5	-14.5	70.1	37.5	88.23	235.00	0.38

Membranspannungen werden im plastizierenden Bereich um die Verbindungsmittel vernachlässigt.
 Dieser Bereich ist als Faktor zum Lochdurchmesser vorgegeben und beträgt: 2.40.

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Spannung $\eta = \mathbf{0.80}$ Diagonale rechts
 Verbindung $\eta = \mathbf{0.97}$ Gurt durchgehend
 Blech $\eta = \mathbf{0.38}$ FEM Spannung

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 13	50-N1

Knoten 13 auch Knoten 5

Fachwerkknoten Holz HO13+ (FRILO 2026-0-8)

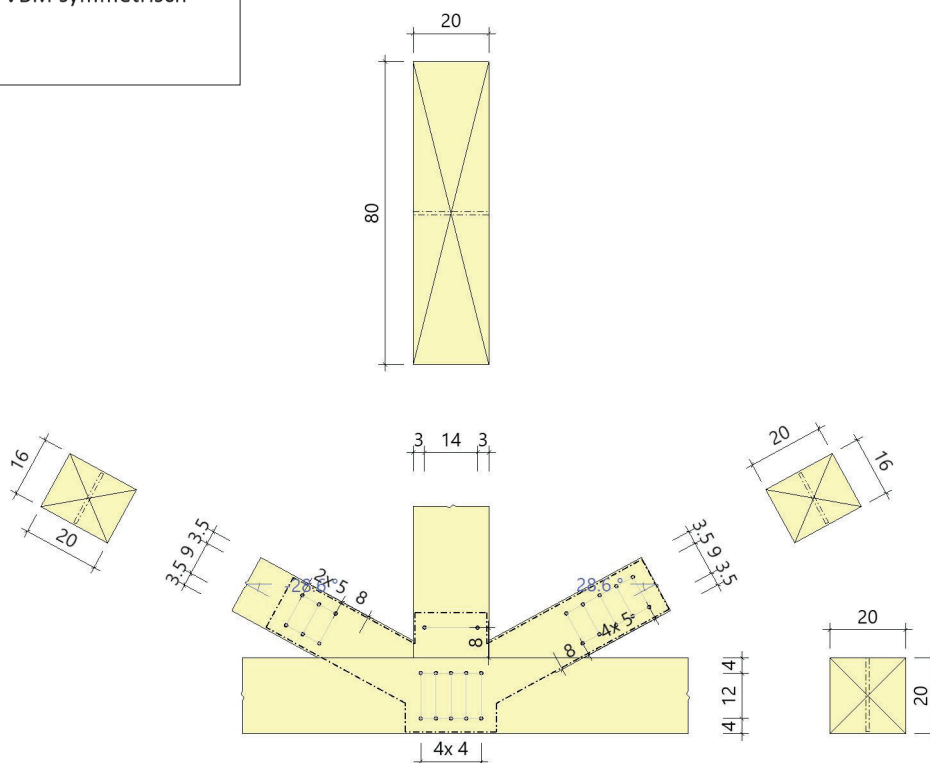
Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 Basis : EN 1995-1-1/A2:2014
 Schlitzblechverbindung : Nachweis äußeres Holz mit abgemindertem k_{te}

Holz-Knotenverbindung mit Schlitzblechen - durchgehender Gurt

Systemgrafik 2D
 Maßstab 1 : 20

Blechgröße und VBM symmetrisch ausführen



System mit 4 Stäben

Stab	Material	NKL	Querschnitt			Lage	
			n	Breite cm	Höhe cm	Bezug	Neigung °
Gurt durchgehend	C24	2	1 x	20.0	20.0	global	0.0
Pfosten	C24	2	1 x	80.0	20.0	bzgl. Gurt	90.0
Diagonale links	C24	2	1 x	20.0	16.0	bzgl. Gurt	-28.6
Diagonale rechts	C24	2	1 x	20.0	16.0	bzgl. Gurt	28.6

Verbindungsmittel

Stab	Verbindungsmittel	Sorte	f_{uk} N/mm ²	$M_{y,Rk}$ Nmm	Dm mm	Überstand (uv) mm
Gurt durchgehend	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0
Pfosten	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0
Diagonale links	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0
Diagonale rechts	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 13	51-N1

Blech - konturiert - im Gurt konkav - im Stab orthogonal

Material	Anzahl	Dicke cm	Lochleibungsspiel mm	Lochart	Randabstand mm
S235	1	0.8	0.6	gebohrt	5.0

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Situation	Schnittufer	N _d kN	V _{zd} kN	M _{yd} kNm	KLED	k _{mod}
P/T	Gurt Ufer links	50.0	0.0		kurz	0.90
	Gurt Ufer rechts	45.0	0.0		kurz	0.90
	Pfosten	13.0			kurz	0.90
	Diagonale links	40.0			kurz	0.90
	Diagonale rechts	67.0			kurz	0.90
	Gleichgewichtskraft t ^s)	-18.7	64.0			

^s) : Gleichgewichtskraft wirkt horizontal (N_d) bzw. vertikal (V_{zd}) im Knotenschwerpunkt

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	Holz γ _M	Stahl		
			γ _{M0}	γ _{M1}	γ _{M2}
P/T	ständig/vorübergehend	1.30	1.00	1.10	1.25

Ergebnisse

Hinweis : Der Spannungsnachweis wird nur im Anschlussbereich geführt!
 Die Gleichgewichtskraft dient lediglich zur Auflösung des Gleichgewichts.
Deren Einleitung ist zusätzlich nachzuweisen!

Knotengleichgewicht : $\Sigma H = 0.01 \text{ kN}$ $\Sigma V = -0.2 \text{ kN}$

Nachweise Gurt durchgehend b/h = 20.0 / 20.0 - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a ₁ vorh mm	a ₁ min mm	a ₂ vorh mm	a ₂ min mm	a _{3,t} vorh mm	a _{3,t} min mm	a _{3,c} vorh mm	a _{3,c} min mm	a _{4,t} vorh mm	a _{4,t} min mm	a _{4,c} vorh mm	a _{4,c} min mm
40	37	120	30	-	80	-	75	40	39	40	30

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α ₁ °	α ₂ °	M _{yk} Nmm	t _r mm	k _{ser} kN/m	F _{v,Rd} kN
SDü	2	69.74	-	42995.6	0	14969.46	8.8
SDü (0°)	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	10.6

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t _o cm	t _u cm	f _{h,k,o} N/mm ²	f _{h,k,u} N/mm ²	Gleichung	F _{v,Rd} kN
SDü	1	9.6	0.8	17.94	-	8.11h	4.4
	2	0.8	9.6	-	17.94	8.11h	4.4
SDü (0°)	1	9.6	0.8	25.83	-	8.11h	5.3
	2	0.8	9.6	-	25.83	8.11h	5.3

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 13	52-N1

VM	Fuge	Gleichung	$\Delta F_{v,Rk}$ kN	$F_{v,Rk}$ kN	k_{mod}	γ_M	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	8.11f		17.2	0.90	1.30	11.9
		8.11g		7.8	0.90	1.30	5.4
		8.11h		6.4	0.90	1.30	4.4
	2	8.11f		17.2	0.90	1.30	11.9
		8.11g		7.8	0.90	1.30	5.4
		8.11h		6.4	0.90	1.30	4.4
	1	8.11f		24.8	0.90	1.30	17.2
		8.11g		10.9	0.90	1.30	7.5
		8.11h		7.7	0.90	1.30	5.3
	2	8.11f		24.8	0.90	1.30	17.2
		8.11g		10.9	0.90	1.30	7.5
		8.11h		7.7	0.90	1.30	5.3

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt längs	n_{eff} ges.	n_{eff} erf.	$F_{v,Ed}$ kN		$F_{v,Rd}$ kN	η
2 Komponente in Faserrichtung:	x 5	9.18	7.74	68.5	<	81.2	0.84
		6.34	2.23	23.7	<	67.3	0.35

Hinweis: Exzentrizitäten in der Verbindungsmittelgruppe sind zusätzlich nachzuweisen!

gewählt:	10 Stabdübel	d =	10.0 mm	$l_{min} = 200.0$ mm
-----------------	---------------------	-----	---------	----------------------

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss L-linkes R-rechtes Ufer

Schicht	Ufer	A_{netto} cm ²	k_{te}	f_{nd} N/mm ²	N_d kN	σ_{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1	rand L	172.8	1.00	10.04	25.0	1.45	6.1	0.14
	rand R	172.8	1.00	10.04	22.5	1.30	6.1	0.13
2	rand L	172.8	1.00	10.04	25.0	1.45	6.1	0.14
	rand R	172.8	1.00	10.04	22.5	1.30	6.1	0.13

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$ $d_l = 10.6$ mm

min,e mm	min,e1 mm	min,e2 mm	min,e3 mm	$k_1 \cdot \alpha_b$	$F_{v,Ed}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	η
40	32 *)	32 *)	120	2.50	7.5	57.6	0.13

*) auf $max_e = 3 \cdot d_l$ begrenzt

Blockversagen im Blech

exzentrisch	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{v,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung V_z	9.4	23.1	64.2	448.9	0.14

Ausnutzung Gurt durchgehend

Spannung	Verbindung	Blech
0.14 < 1.0	0.84 < 1.0	0.14 < 1.0

Nachweise Pfosten $b/h = 80.0 / 20.0$ - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a_1 vorh mm	a_1 min mm	a_2 vorh mm	a_2 min mm	$a_{3,t}$ vorh mm	$a_{3,t}$ min mm	$a_{3,c}$ vorh mm	$a_{3,c}$ min mm	$a_{4,t}$ vorh mm	$a_{4,t}$ min mm	$a_{4,c}$ vorh mm	$a_{4,c}$ min mm
-	50	140	30	80	80	-	40	30	30	30	30

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 13	53-N1

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α_1 °	α_2 °	M_{yk} Nmm	t_r mm	k_{ser} kN/m	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	10.6

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t_o cm	t_u cm	$f_{h,k,o}$ N/mm ²	$f_{h,k,u}$ N/mm ²	Gleichung	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	39.6	0.8	25.83	-	8.11h	5.3
	2	0.8	39.6	-	25.83	8.11h	5.3

VM	Fuge	Gleichung	$\Delta F_{v,Rk}$ kN	$F_{v,Rk}$ kN	k_{mod}	γ_M	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	8.11f		102.3	0.90	1.30	70.8
		8.11g		42.5	0.90	1.30	29.4
		8.11h		7.7	0.90	1.30	5.3
	2	8.11f		102.3	0.90	1.30	70.8
		8.11g		42.5	0.90	1.30	29.4
		8.11h		7.7	0.90	1.30	5.3

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt längs	n_{eff} ges.	n_{eff} erf.	$F_{v,Ed}$ kN		$F_{v,Rd}$ kN	η
2	x 1	2.00	1.22	13.0	<	21.2	0.61

gewählt: **2 Stabdübel** $d = 10.0$ mm $l_{min} = 800.0$ mm

Blockversagen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen

$F_{bs,Rk}$ kN	$F_{bs,Ed}$ kN		$F_{bs,Rd}$ kN	η
2239.4	13.0	<	1550.3	0.01

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss

Schicht	A_{netto} cm ²	k_{te}	f_{nd} N/mm ²	N_d kN	σ_{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1 rand	712.8	0.40	4.02	6.5	0.09	6.1	0.02
2 rand	712.8	0.40	4.02	6.5	0.09	6.1	0.02

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$ $d_l = 10.6$ mm

min, e mm	min, e_1 mm	min, e_2 mm	min, e_3 mm	$k_1 * \alpha_b$	$F_{v,Ed}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	η
-	32 *)	25	140	2.50	6.5	57.6	0.11

*) auf $max_e = 3 * d_l$ begrenzt

Blockversagen im Blech

	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{v,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung N	10.4	5.6	13.0	373.5	0.03

Ausnutzung Pfosten

Spannung	Verbindung	Blech
0.02 < 1.0	0.61 < 1.0	0.11 < 1.0

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 13	54-N1

Nachweise Diagonale links $b/h = 20.0 / 16.0$ - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a ₁ vorh mm	a ₁ min mm	a ₂ vorh mm	a ₂ min mm	a _{3,t} vorh mm	a _{3,t} min mm	a _{3,c} vorh mm	a _{3,c} min mm	a _{4,t} vorh mm	a _{4,t} min mm	a _{4,c} vorh mm	a _{4,c} min mm
50	50	90	30	80	80	-	40	35	30	35	30

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α_1 °	α_2 °	M_{yk} Nmm	t_r mm	k_{ser} kN/m	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	10.6

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t_o cm	t_u cm	$f_{h,k,o}$ N/mm ²	$f_{h,k,u}$ N/mm ²	Gleichung	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	9.6	0.8	25.83	-	8.11h	5.3
	2	0.8	9.6	-	25.83	8.11h	5.3

VM	Fuge	Gleichung	$\Delta F_{v,Rk}$ kN	$F_{v,Rk}$ kN	k_{mod}	γ_M	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	8.11f		24.8	0.90	1.30	17.2
		8.11g		10.9	0.90	1.30	7.5
		8.11h		7.7	0.90	1.30	5.3
	2	8.11f		24.8	0.90	1.30	17.2
		8.11g		10.9	0.90	1.30	7.5
		8.11h		7.7	0.90	1.30	5.3

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt längs	n_{eff} ges.	n_{eff} erf.	$F_{v,Ed}$ kN		$F_{v,Rd}$ kN	η
2	x 3	4.23	3.77	40.0	<	44.9	0.89

gewählt: 6 Stabdübel $d = 10.0$ mm $l_{min} = 200.0$ mm

Blockversagen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen

$F_{bs,Rk}$ kN	$F_{bs,Ed}$ kN		$F_{bs,Rd}$ kN	η
334.1	40.0	<	231.3	0.17

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss

Schicht	A_{netto} cm ²	k_{te}	f_{nd} N/mm ²	N_d kN	σ_{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1	rand	134.4	0.40	4.02	20.0	1.49 6.1	0.37
2	rand	134.4	0.40	4.02	20.0	1.49 6.1	0.37

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$ $d_l = 10.6$ mm

min,e mm	min,e1 mm	min,e2 mm	min,e3 mm	$k_1 \cdot \alpha_b$	$F_{v,Ed}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	η
50	32 *)	30	90	2.50	9.4	57.6	0.16

*) auf $max_e = 3 \cdot d_l$ begrenzt

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 13	55-N1

Blockversagen im Blech

	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{v,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung N	6.4	18.7	40.0	437.1	0.09

Ausnutzung Diagonale links

Spannung	Verbindung	Blech
0.37 < 1.0	0.89 < 1.0	0.16 < 1.0

Nachweise Diagonale rechts $b/h = 20.0 / 16.0$ - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a_1 vorh mm	a_1 min mm	a_2 vorh mm	a_2 min mm	$a_{3,t}$ vorh mm	$a_{3,t}$ min mm	$a_{3,c}$ vorh mm	$a_{3,c}$ min mm	$a_{4,t}$ vorh mm	$a_{4,t}$ min mm	$a_{4,c}$ vorh mm	$a_{4,c}$ min mm
50	50	90	30	80	80	-	40	35	30	35	30

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α_1 °	α_2 °	M_{yk} Nmm	t_r mm	k_{ser} kN/m	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	10.6

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t_o cm	t_u cm	$f_{h,k,o}$ N/mm ²	$f_{h,k,u}$ N/mm ²	Gleichung	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	9.6	0.8	25.83	-	8.11h	5.3
	2	0.8	9.6	-	25.83	8.11h	5.3

VM	Fuge	Gleichung	$\Delta F_{v,Rk}$ kN	$F_{v,Rk}$ kN	k_{mod}	γ_M	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	8.11f		24.8	0.90	1.30	17.2
		8.11g		10.9	0.90	1.30	7.5
		8.11h		7.7	0.90	1.30	5.3
	2	8.11f		24.8	0.90	1.30	17.2
		8.11g		10.9	0.90	1.30	7.5
		8.11h		7.7	0.90	1.30	5.3

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt	n_{eff} ges.	n_{eff} erf.	$F_{v,Ed}$ kN		$F_{v,Rd}$ kN	η
2	x 5	6.70	6.31	67.0	<	71.2	0.94

gewählt: **10 Stabdübel** $d = 10.0$ mm $l_{min} = 200.0$ mm

Blockversagen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen

$F_{bs,Rk}$ kN	$F_{bs,Ed}$ kN		$F_{bs,Rd}$ kN	η
334.1	67.0	<	231.3	0.29

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss

Schicht	A_{netto} cm ²	k_{te}	f_{nd} N/mm ²	N_d kN	σ_{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1 rand	134.4	0.40	4.02	33.5	2.49	6.1	0.62
2 rand	134.4	0.40	4.02	33.5	2.49	6.1	0.62

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 13	56-N1

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$ $d_l = 10.6$ mm

min,e mm	min,e ₁ mm	min,e ₂ mm	min,e ₃ mm	$k_1 \cdot \alpha_b$	$F_{v,Ed}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	η
50	32 *)	30	90	2.50	10.0	57.6	0.17
*) auf $\max_e = 3 \cdot d_l$ begrenzt							

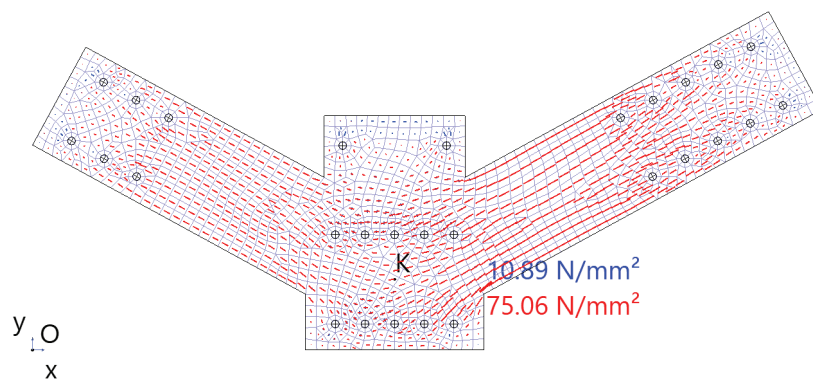
Blockversagen im Blech

	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{v,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung N	6.4	31.3	67.0	608.1	0.11

Ausnutzung Diagonale rechts

Spannung	Verbindung	Blech
0.62 < 1.0	0.94 < 1.0	0.17 < 1.0

Hauptspannungen im Blech nach FEM
Maßstab 1 : 10



Nachweis Hauptspannungen im Blech nach FEM

Lfk	bezogen auf				σ_{Ed}	σ_{Rd}	η
	Knotenzentrum (K)		Hülle vom Blech (O)				
	x cm	y cm	x cm	y cm			
1	12.3	-1.0	61.1	8.5	75.06	235.00	0.32

Membranspannungen werden im plastizierenden Bereich um die Verbindungsmittel vernachlässigt.
Dieser Bereich ist als Faktor zum Lochdurchmesser vorgegeben und beträgt: 2.40.

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Spannung $\eta = 0.62$ Diagonale rechts
Verbindung $\eta = 0.94$ Diagonale rechts
Blech $\eta = 0.32$ FEM Spannung

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 9	57-N1

Knoten 9

Fachwerkknoten Holz HO13+ (FRILO 2026-0-8)

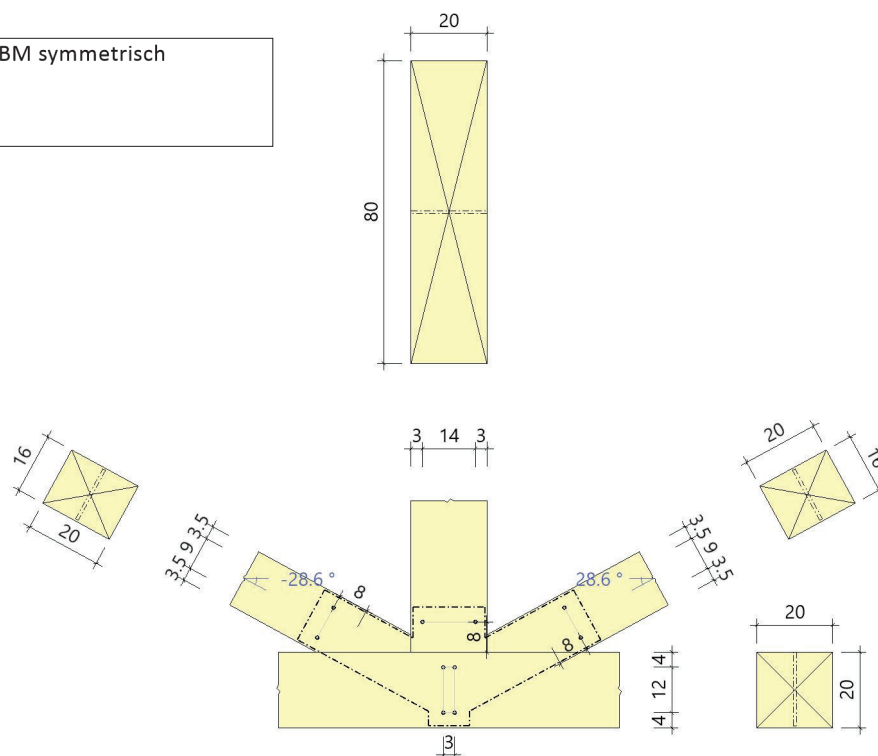
Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 Basis : EN 1995-1-1/A2:2014
 Schlitzblechverbindung : Nachweis äußeres Holz mit abgemindertem k_{te}

Holz-Knotenverbindung mit Schlitzblechen - durchgehender Gurt

Systemgrafik 2D
 Maßstab 1 : 20

Blechgröße und VBM symmetrisch ausführen



System mit 4 Stäben

Stab	Material	NKL	Querschnitt			Lage	
			n	Breite cm	Höhe cm	Bezug	Neigung °
Gurt durchgehend	C24	2	1 x	20.0	20.0	global	0.0
Pfosten	C24	2	1 x	80.0	20.0	bzgl. Gurt	90.0
Diagonale links	C24	2	1 x	20.0	16.0	bzgl. Gurt	-28.6
Diagonale rechts	C24	2	1 x	20.0	16.0	bzgl. Gurt	28.6

Verbindungsmittel

Stab	Verbindungsmittel	Sorte	f _{uk} N/mm ²	M _{y,Rk} Nmm	D _m mm	Überstand (uv) mm
Gurt durchgehend	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0
Pfosten	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0
Diagonale links	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0
Diagonale rechts	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 9	58-N1

Blech - konturiert - im Gurt konkav - im Stab orthogonal

Material	Anzahl	Dicke cm	Lochleibungsspiel mm	Lochart	Randabstand mm
S235	1	0.8	0.6	gebohrt	5.0

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Situation	Schnittufer	N _d kN	V _{zd} kN	M _{yd} kNm	KLED	k _{mod}
P/T	Gurt Ufer links	50.0	0.0		kurz	0.90
	Gurt Ufer rechts	50.0	0.0		kurz	0.90
	Pfosten	13.0			kurz	0.90
	Diagonale links	14.0			kurz	0.90
	Diagonale rechts	14.0			kurz	0.90
	Gleichgewichtskraft t ^{s)}	0.0	26.4		kurz	0.90

^{s)} : Gleichgewichtskraft wirkt horizontal (N_d) bzw. vertikal (V_{zd}) im Knotenschwerpunkt

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	Holz γ _M	Stahl		
			γ _{M0}	γ _{M1}	γ _{M2}
P/T	ständig/vorübergehend	1.30	1.00	1.10	1.25

Ergebnisse

Hinweis : Der Spannungsnachweis wird nur im Anschlussbereich geführt!
 Die Gleichgewichtskraft dient lediglich zur Auflösung des Gleichgewichts.
Deren Einleitung ist zusätzlich nachzuweisen!

Nachweise Gurt durchgehend b/h = 20.0 / 20.0 - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a ₁ vorh mm	a ₁ min mm	a ₂ vorh mm	a ₂ min mm	a _{3,t} vorh mm	a _{3,t} min mm	a _{3,c} vorh mm	a _{3,c} min mm	a _{4,t} vorh mm	a _{4,t} min mm	a _{4,c} vorh mm	a _{4,c} min mm
30	30	120	30	-	80	-	80	40	40	40	30

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α ₁ °	α ₂ °	M _{yk} Nmm	t _r mm	k _{ser} kN/m	F _{v,Rd} kN
SDü	2	90.00	-	42995.6	0	14969.46	8.7
Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel							

VM	Fuge	t _o cm	t _u cm	f _{h,k,o} N/mm ²	f _{h,k,u} N/mm ²	Gleichung	F _{v,Rd} kN
SDü	1	9.6	0.8	17.22	-	8.11h	4.3
	2	0.8	9.6	-	17.22	8.11h	4.3

VM	Fuge	Gleichung	ΔF _{v,Rk} kN	F _{v,Rk} kN	k _{mod}	γ _M	F _{v,Rd} kN
SDü	1	8.11f		16.5	0.90	1.30	11.4
		8.11g		7.5	0.90	1.30	5.2
		8.11h		6.3	0.90	1.30	4.3
	2	8.11f		16.5	0.90	1.30	11.4
		8.11g		7.5	0.90	1.30	5.2
		8.11h		6.3	0.90	1.30	4.3

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 9	59-N1

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt längs	$n_{\text{eff ges.}}$	$n_{\text{eff erf.}}$	$F_{V,Ed}$ kN		$F_{V,Rd}$ kN	η
2	x 2	4.00	3.05	26.4	<	34.7	0.76

gewählt:	4 Stabdübel	d = 10.0 mm	$l_{\text{min}} = 200.0$ mm
----------	-------------	-------------	-----------------------------

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss L-linkes R-rechtes Ufer

Schicht	Ufer	A_{netto} cm ²	k_{te}	f_{nd} N/mm ²	N_d kN	σ_{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1	rand	L 172.8 R 172.8	1.00 1.00	10.04 10.04	25.0 25.0	1.45 1.45	6.1 6.1	0.14 0.14
2	rand	L 172.8 R 172.8	1.00 1.00	10.04 10.04	25.0 25.0	1.45 1.45	6.1 6.1	0.14 0.14

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$ $d_l = 10.6$ mm

min,e mm	min,e1 mm	min,e2 mm	min,e3 mm	$k_1 * \alpha_b$	$F_{V,Ed}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	η
120	32 *)	32 *)	30	2.26	6.6	52.1	0.13

*) auf $max_e = 3 * d_l$ begrenzt

Blockversagen im Blech

	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{V,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung V_z	1.6	23.1	26.4	358.2	0.07

Ausnutzung Gurt durchgehend

Spannung	Verbindung	Blech
0.14 < 1.0	0.76 < 1.0	0.13 < 1.0

Nachweise Pfosten $b/h = 80.0 / 20.0$ - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs	VM quer	Rand längs	Rand längs	Rand quer	Rand quer
a_1 vorh mm a_1 min mm	a_2 vorh mm a_2 min mm	$a_{3,t}$ vorh mm $a_{3,t}$ min mm	$a_{3,c}$ vorh mm $a_{3,c}$ min mm	$a_{4,t}$ vorh mm $a_{4,t}$ min mm	$a_{4,c}$ vorh mm $a_{4,c}$ min mm
- 50	140 30	80 80	- 40	30 30	30 30

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α_1 °	α_2 °	M_{yk} Nmm	t_r mm	k_{ser} kN/m	$F_{V,Rd}$ kN
SDü	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	10.6

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t_o cm	t_u cm	$f_{h,k,o}$ N/mm ²	$f_{h,k,u}$ N/mm ²	Gleichung	$F_{V,Rd}$ kN
SDü	1	39.6	0.8	25.83	-	8.11h	5.3
	2	0.8	39.6	-	25.83	8.11h	5.3

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 9	60-N1

VM	Fuge	Gleichung	$\Delta F_{v,Rk}$ kN	$F_{v,Rk}$ kN	k_{mod}	γ_M	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	8.11f		102.3	0.90	1.30	70.8
		8.11g		42.5	0.90	1.30	29.4
		8.11h		7.7	0.90	1.30	5.3
	2	8.11f		102.3	0.90	1.30	70.8
		8.11g		42.5	0.90	1.30	29.4
		8.11h		7.7	0.90	1.30	5.3

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt		neff ges.	neff erf.	F _{v,Ed} kN		F _{v,Rd} kN	η
2	x	1	2.00	1.22	13.0	<	21.2	0.61

gewählt:	2 Stabdübel	d =	10.0 mm	$l_{min} = 800.0$ mm
----------	-------------	-----	---------	----------------------

Blockversagen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen

$F_{bs,Rk}$ kN	$F_{bs,Ed}$ kN		$F_{bs,Rd}$ kN	η
2239.4	13.0	<	1550.3	0.01

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss

Schicht	A_{netto} cm ²	k_{te}	f_{nd} N/mm ²	N_d kN	σ_{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1 rand	712.8	0.40	4.02	6.5	0.09	6.1	0.02
2 rand	712.8	0.40	4.02	6.5	0.09	6.1	0.02

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$ $d_l = 10.6$ mm

min,e mm	min,e1 mm	min,e2 mm	min,e3 mm	$k_1 \cdot \alpha_b$	$F_{v,Ed}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	η
-	32 *)	25	140	2.50	6.5	57.6	0.11

*) auf $max_e = 3 \cdot d_l$ begrenzt

Blockversagen im Blech

	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{v,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung N	10.4	5.6	13.0	373.5	0.03

Ausnutzung Pfosten

Spannung	Verbindung	Blech
0.02 < 1.0	0.61 < 1.0	0.11 < 1.0

Nachweise Diagonale links $b/h = 20.0 / 16.0$ - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a_1 vorh mm	a_1 min mm	a_2 vorh mm	a_2 min mm	$a_{3,t}$ vorh mm	$a_{3,t}$ min mm	$a_{3,c}$ vorh mm	$a_{3,c}$ min mm	$a_{4,t}$ vorh mm	$a_{4,t}$ min mm	$a_{4,c}$ vorh mm	$a_{4,c}$ min mm
-	50	90	30	80	80	-	40	35	30	35	30

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 9	61-N1

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α_1 °	α_2 °	M_{yk} Nmm	t_r mm	k_{ser} kN/m	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	10.6

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t_o cm	t_u cm	$f_{h,k,o}$ N/mm ²	$f_{h,k,u}$ N/mm ²	Gleichung	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	9.6	0.8	25.83	-	8.11h	5.3
	2	0.8	9.6	-	25.83	8.11h	5.3

VM	Fuge	Gleichung	$\Delta F_{v,Rk}$ kN	$F_{v,Rk}$ kN	k_{mod}	γ_M	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	8.11f		24.8	0.90	1.30	17.2
		8.11g		10.9	0.90	1.30	7.5
		8.11h		7.7	0.90	1.30	5.3
	2	8.11f		24.8	0.90	1.30	17.2
		8.11g		10.9	0.90	1.30	7.5
		8.11h		7.7	0.90	1.30	5.3

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt längs	n_{eff} ges.	n_{eff} erf.	$F_{v,Ed}$ kN		$F_{v,Rd}$ kN	η
2	x 1	2.00	1.32	14.0	<	21.2	0.66

gewählt: **2 Stabdübel** $d = 10.0 \text{ mm}$ $l_{min} = 200.0 \text{ mm}$

Blockversagen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen

$F_{bs,Rk}$ kN	$F_{bs,Ed}$ kN		$F_{bs,Rd}$ kN	η
334.1	14.0	<	231.3	0.06

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss

Schicht	A_{netto} cm ²	k_{te}	f_{nd} N/mm ²	N_d kN	σ_{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1 rand	134.4	0.40	4.02	7.0	0.52	6.1	0.13
2 rand	134.4	0.40	4.02	7.0	0.52	6.1	0.13

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$ $d_l = 10.6 \text{ mm}$

min,e mm	min,e1 mm	min,e2 mm	min,e3 mm	$k_1 * \alpha_b$	$F_{v,Ed}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	η
-	32 *)	30	90	2.50	7.0	57.6	0.12

*) auf $max_e = 3 * d_l$ begrenzt

Blockversagen im Blech

	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{v,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung N	6.4	6.1	14.0	266.0	0.05

Ausnutzung Diagonale links

Spannung	Verbindung	Blech
0.13 < 1.0	0.66 < 1.0	0.12 < 1.0

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 9	62-N1

Nachweise Diagonale rechts $b/h = 20.0 / 16.0$ - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a ₁ vorh mm	a ₁ min mm	a ₂ vorh mm	a ₂ min mm	a _{3,t} vorh mm	a _{3,t} min mm	a _{3,c} vorh mm	a _{3,c} min mm	a _{4,t} vorh mm	a _{4,t} min mm	a _{4,c} vorh mm	a _{4,c} min mm
-	50	90	30	80	80	-	40	35	30	35	30

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α_1 °	α_2 °	M _{yk} Nmm	t _r mm	k _{ser} kN/m	F _{V,Rd} kN
SDü	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	10.6

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t _o cm	t _u cm	f _{h,k,o} N/mm ²	f _{h,k,u} N/mm ²	Gleichung	F _{V,Rd} kN
SDü	1	9.6	0.8	25.83	-	8.11h	5.3
	2	0.8	9.6	-	25.83	8.11h	5.3

VM	Fuge	Gleichung	$\Delta F_{V,Rk}$ kN	F _{V,Rk} kN	k _{mod}	γ_M	F _{V,Rd} kN
SDü	1	8.11f		24.8	0.90	1.30	17.2
		8.11g		10.9	0.90	1.30	7.5
		8.11h		7.7	0.90	1.30	5.3
	2	8.11f		24.8	0.90	1.30	17.2
		8.11g		10.9	0.90	1.30	7.5
		8.11h		7.7	0.90	1.30	5.3

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt	längs	n _{eff} ges.	n _{eff} erf.	F _{V,Ed} kN		F _{V,Rd} kN	η
2	x	1	2.00	1.32	14.0	<	21.2	0.66

gewählt: 2 Stabdübel d = 10.0 mm l_{min} = 200.0 mm

Blockversagen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen

F _{bs,Rk} kN	F _{bs,Ed} kN		F _{bs,Rd} kN	η
334.1	14.0	<	231.3	0.06

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss

Schicht	A _{netto} cm ²	k _{te}	f _{nd} N/mm ²	N _d kN	σ_{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1	rand	134.4	0.40	4.02	7.0	0.52 6.1	0.13
2	rand	134.4	0.40	4.02	7.0	0.52 6.1	0.13

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$ dl = 10.6 mm

min,e mm	min,e ₁ mm	min,e ₂ mm	min,e ₃ mm	k ₁ * α_b	F _{V,Ed} kN	F _{b,Rd} kN	η
-	32 *)	30	90	2.50	7.0	57.6	0.12

*) auf max_e = 3 * dl begrenzt

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 9	63-N1

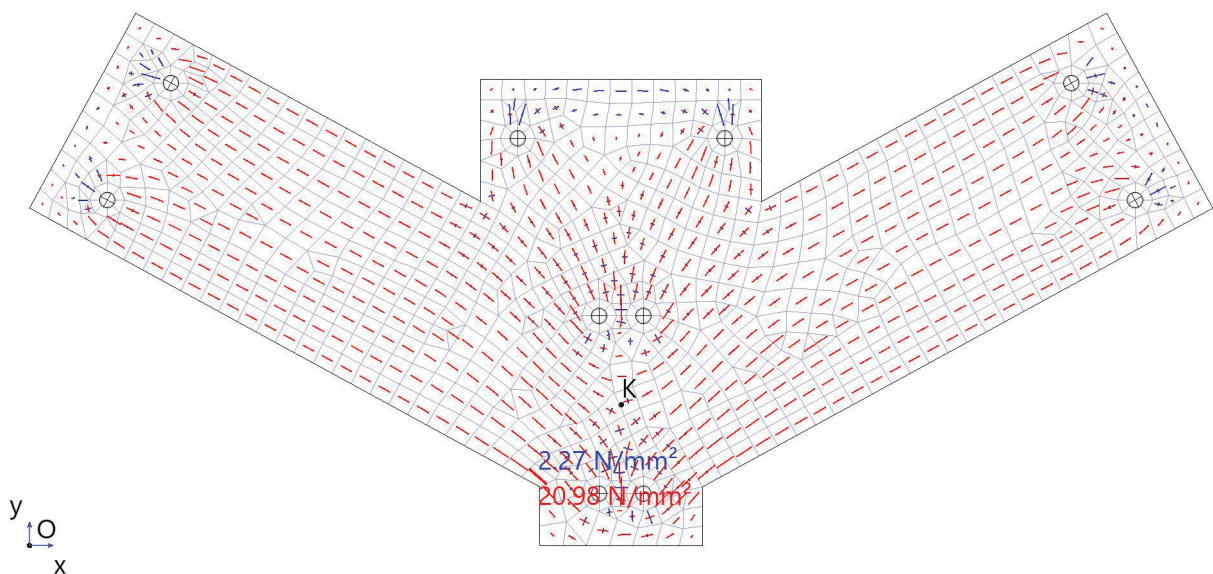
Blockversagen im Blech

	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{v,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung N	6.4	6.1	14.0	266.0	0.05

Ausnutzung Diagonale rechts

Spannung	Verbindung	Blech
0.13 < 1.0	0.66 < 1.0	0.12 < 1.0

Hauptspannungen im Blech nach FEM
 Maßstab 1 : 5.2



Nachweis Hauptspannungen im Blech nach FEM

Lfk	bezogen auf				σ_{Ed}	σ_{Rd}	η
	Knotenzentrum (K)		Hülle vom Blech (O)				
	x cm	y cm	x cm	y cm			
1	-5.6	-4.8	34.4	4.7	20.98	235.00	0.09

Membranspannungen werden im plastizierenden Bereich um die Verbindungsmittel vernachlässigt.
 Dieser Bereich ist als Faktor zum Lochdurchmesser vorgegeben und beträgt: 2.40.

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Spannung	$\eta = \mathbf{0.14}$	Gurt durchgehend
Verbindung	$\eta = \mathbf{0.76}$	Gurt durchgehend
Blech	$\eta = \mathbf{0.13}$	Gurt durchgehend

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 12	64-N1

Knoten 12 auch Knoten 8

Fachwerkknoten Holz HO13+ (FRILO 2026-0-8)

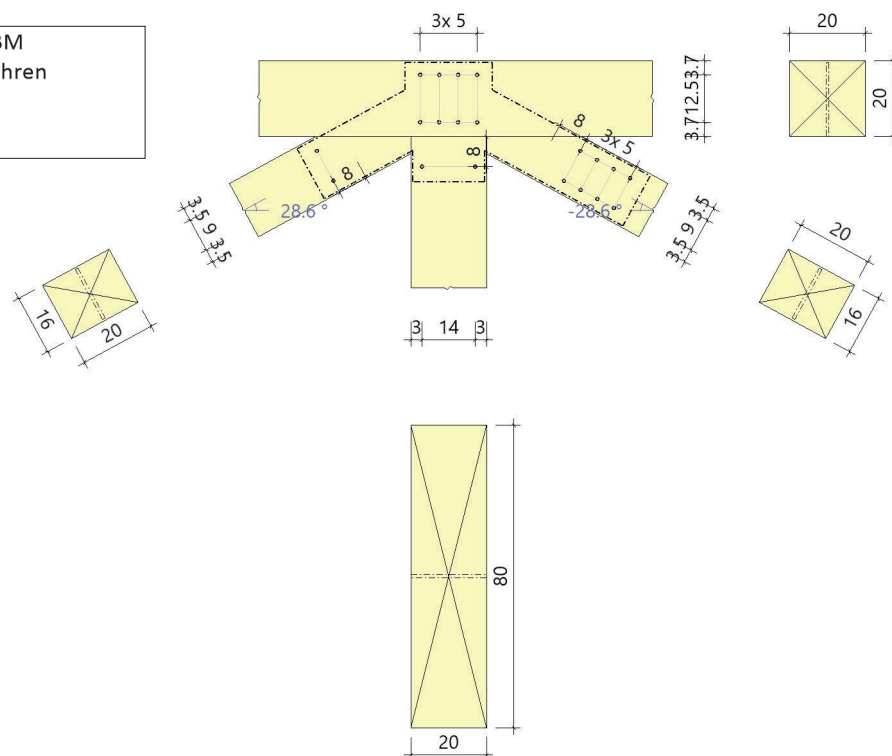
Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 Basis : EN 1995-1-1/A2:2014
 Schlitzblechverbindung : Nachweis äußeres Holz mit abgemindertem k_{te}

Holz-Knotenverbindung mit Schlitzblechen - durchgehender Gurt

Systemgrafik 2D
 Maßstab 1 : 20

Blechgröße und VBM
 symmetrisch ausführen



System mit 4 Stäben

Stab	Material	NKL	Querschnitt			Lage	
			n	Breite cm	Höhe cm	Bezug	Neigung °
Gurt durchgehend	C24	3	1 x	20.0	20.0	global	0.0
Pfosten	C24	3	1 x	80.0	20.0	bzgl. Gurt	90.0
Diagonale links	C24	3	1 x	20.0	16.0	bzgl. Gurt	28.6
Diagonale rechts	C24	3	1 x	20.0	16.0	bzgl. Gurt	-28.6

Verbindungsmittel

Stab	Verbindungsmittel	Sorte	f_{uk} N/mm ²	$M_{y,Rk}$ Nmm	Dm mm	Überstand (uv) mm
Gurt durchgehend	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0
Pfosten	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0
Diagonale links	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0
Diagonale rechts	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 12	65-N1

Blech - konturiert - im Gurt konkav - im Stab orthogonal

Material	Anzahl	Dicke cm	Lochleibungsspiel mm	Lochart	Randabstand mm
S235	1	0.8	0.6	gebohrt	5.0

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Situation	Schnittufer	N _d kN	V _{zd} kN	M _{yd} kNm	KLED	k _{mod}
P/T	Gurt Ufer links	61.0	0.0		kurz	0.70
	Gurt Ufer rechts	16.0	0.0		kurz	0.70
	Pfosten	13.0			kurz	0.70
	Diagonale links	14.0			kurz	0.70
	Diagonale rechts	40.0			kurz	0.70
	Gleichgewichtskraft t ^{s)}	22.2	-38.8		kurz	0.70

^{s)} : Gleichgewichtskraft wirkt horizontal (N_d) bzw. vertikal (V_{zd}) im Knotenschwerpunkt

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	Holz γ _M	Stahl		
			γ _{M0}	γ _{M1}	γ _{M2}
P/T	ständig/vorübergehend	1.30	1.00	1.10	1.25

Ergebnisse

Hinweis : Der Spannungsnachweis wird nur im Anschlussbereich geführt!
 Die Gleichgewichtskraft dient lediglich zur Auflösung des Gleichgewichts.
Deren Einleitung ist zusätzlich nachzuweisen!

Knotengleichgewicht : $\Sigma H = 0.03 \text{ kN}$ $\Sigma V = 0.05 \text{ kN}$

Nachweise Gurt durchgehend b/h = 20.0 / 20.0 - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a ₁ vorh mm	a ₁ min mm	a ₂ vorh mm	a ₂ min mm	a _{3,t} vorh mm	a _{3,t} min mm	a _{3,c} vorh mm	a _{3,c} min mm	a _{4,t} vorh mm	a _{4,t} min mm	a _{4,c} vorh mm	a _{4,c} min mm
50	40	125	30	-	80	-	69	37	37	37	30

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α ₁ °	α ₂ °	M _{yk} Nmm	t _r mm	k _{ser} kN/m	F _{v,Rd} kN
SDü	2	59.56	-	42995.6	0	14969.46	7.0
SDü (0°)	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	8.3

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t _o cm	t _u cm	f _{h,k,o} N/mm ²	f _{h,k,u} N/mm ²	Gleichung	F _{v,Rd} kN
SDü	1	9.6	0.8	18.83	-	8.11h	3.5
	2	0.8	9.6	-	18.83	8.11h	3.5
SDü (0°)	1	9.6	0.8	25.83	-	8.11h	4.1
	2	0.8	9.6	-	25.83	8.11h	4.1

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 12	66-N1

VM	Fuge	Gleichung	$\Delta F_{v,Rk}$ kN	$F_{v,Rk}$ kN	k_{mod}	γ_M	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	8.11f		18.1	0.70	1.30	9.7
		8.11g		8.1	0.70	1.30	4.4
		8.11h		6.5	0.70	1.30	3.5
	2	8.11f		18.1	0.70	1.30	9.7
		8.11g		8.1	0.70	1.30	4.4
		8.11h		6.5	0.70	1.30	3.5
	1	8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1
	2	8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt längs	n_{eff} ges.	n_{eff} erf.	$F_{v,Ed}$ kN		$F_{v,Rd}$ kN	η
2 Komponente in Faserrichtung:	x 4	7.15	6.39	45.1	<	50.4	0.89
		5.48	2.77	22.8	<	45.3	0.50

gewählt:	8 Stabdübel	d = 10.0 mm	$l_{min} = 200.0$ mm
----------	-------------	-------------	----------------------

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss L-linkes R-rechtes Ufer

Schicht	Ufer	A_{netto} cm ²	k_{te}	f_{nd} N/mm ²	N_d kN	σ_{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1	rand	L	172.8	1.00	7.81	30.5	1.77 6.1	0.23
		R	172.8	1.00	7.81	8.0	0.46 6.1	0.06
2	rand	L	172.8	1.00	7.81	30.5	1.77 6.1	0.23
		R	172.8	1.00	7.81	8.0	0.46 6.1	0.06

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$ $d_l = 10.6$ mm

min,e mm	min,e ₁ mm	min,e ₂ mm	min,e ₃ mm	$k_1 \cdot \alpha_b$	$F_{v,Ed}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	η
50	32 *)	32 *)	125	2.50	6.3	57.6	0.11

*) auf $max_e = 3 \cdot d_l$ begrenzt

Blockversagen im Blech

exzentrisch	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{v,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung V_z	9.5	23.5	38.8	455.4	0.09

Ausnutzung Gurt durchgehend

Spannung	Verbindung	Blech
0.23 < 1.0	0.89 < 1.0	0.11 < 1.0

Nachweise Pfosten $b/h = 80.0 / 20.0$ - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a_1 vorh mm	a_1 min mm	a_2 vorh mm	a_2 min mm	$a_{3,t}$ vorh mm	$a_{3,t}$ min mm	$a_{3,c}$ vorh mm	$a_{3,c}$ min mm	$a_{4,t}$ vorh mm	$a_{4,t}$ min mm	$a_{4,c}$ vorh mm	$a_{4,c}$ min mm
-	50	140	30	80	80	-	40	30	30	30	30

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 12	67-N1

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α_1 °	α_2 °	M_{yk} Nmm	t_r mm	k_{ser} kN/m	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	8.3

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t_o cm	t_u cm	$f_{h,k,o}$ N/mm ²	$f_{h,k,u}$ N/mm ²	Gleichung	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	39.6	0.8	25.83	-	8.11h	4.1
	2	0.8	39.6	-	25.83	8.11h	4.1

VM	Fuge	Gleichung	$\Delta F_{v,Rk}$ kN	$F_{v,Rk}$ kN	k_{mod}	γ_M	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	8.11f		102.3	0.70	1.30	55.1
		8.11g		42.5	0.70	1.30	22.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1
	2	8.11f		102.3	0.70	1.30	55.1
		8.11g		42.5	0.70	1.30	22.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt längs	n_{eff} ges.	n_{eff} erf.	$F_{v,Ed}$ kN		$F_{v,Rd}$ kN	η
2	x 1	2.00	1.57	13.0	<	16.5	0.79

gewählt: **2 Stabdübel** $d = 10.0 \text{ mm}$ $l_{min} = 800.0 \text{ mm}$

Blockversagen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen

$F_{bs,Rk}$ kN	$F_{bs,Ed}$ kN		$F_{bs,Rd}$ kN	η
2239.4	13.0	<	1205.8	0.01

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss

Schicht	A_{netto} cm ²	k_{te}	f_{nd} N/mm ²	N_d kN	σ_{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1 rand	712.8	0.40	3.12	6.5	0.09	6.1	0.03
2 rand	712.8	0.40	3.12	6.5	0.09	6.1	0.03

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$ $d_l = 10.6 \text{ mm}$

min,e mm	min,e1 mm	min,e2 mm	min,e3 mm	$k_1 * \alpha_b$	$F_{v,Ed}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	η
-	32 *)	25	140	2.50	6.5	57.6	0.11

*) auf $max_e = 3 * d_l$ begrenzt

Blockversagen im Blech

	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{v,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung N	10.4	5.6	13.0	373.5	0.03

Ausnutzung Pfosten

Spannung	Verbindung	Blech
0.03 < 1.0	0.79 < 1.0	0.11 < 1.0

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 12	68-N1

Nachweise Diagonale links b/h = 20.0 /16.0 - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a ₁ vorh mm	a ₁ min mm	a ₂ vorh mm	a ₂ min mm	a _{3,t} vorh mm	a _{3,t} min mm	a _{3,c} vorh mm	a _{3,c} min mm	a _{4,t} vorh mm	a _{4,t} min mm	a _{4,c} vorh mm	a _{4,c} min mm
-	50	90	30	80	80	-	40	35	30	35	30

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α ₁ °	α ₂ °	M _{yk} Nmm	t _r mm	k _{ser} kN/m	F _{V,Rd} kN
SDü	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	8.3

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t _o cm	t _u cm	f _{h,k,o} N/mm ²	f _{h,k,u} N/mm ²	Gleichung	F _{V,Rd} kN
SDü	1	9.6	0.8	25.83	-	8.11h	4.1
	2	0.8	9.6	-	25.83	8.11h	4.1

VM	Fuge	Gleichung	ΔF _{V,Rk} kN	F _{V,Rk} kN	k _{mod}	γ _M	F _{V,Rd} kN
SDü	1	8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1
	2	8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt	neff	neff	F _{V,Ed}		F _{V,Rd}	η
2	x 1	2.00	1.70	14.0	<	16.5	0.85

gewählt: 2 Stabdübel d = 10.0 mm l_{min} = 200.0 mm

Blockversagen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen

F _{bs,Rk} kN	F _{bs,Ed} kN		F _{bs,Rd} kN	η
334.1	14.0	<	179.9	0.08

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss

Schicht	A _{netto} cm ²	k _{te}	f _{nd} N/mm ²	N _d kN	σ _{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1	rand	134.4	0.40	3.12	7.0	0.52 6.1	0.17
2	rand	134.4	0.40	3.12	7.0	0.52 6.1	0.17

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - γ_{M0} = 1.00 γ_{M2} = 1.25 dl = 10.6 mm

min,e mm	min,e ₁ mm	min,e ₂ mm	min,e ₃ mm	k ₁ * α _b	F _{V,Ed} kN	F _{b,Rd} kN	η
-	32 *)	30	90	2.50	7.0	57.6	0.12

*) auf max_e = 3 * dl begrenzt

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 12	69-N1

Blockversagen im Blech

	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{v,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung N	6.4	6.1	14.0	266.0	0.05

Ausnutzung Diagonale links

Spannung	Verbindung	Blech
0.17 < 1.0	0.85 < 1.0	0.12 < 1.0

Nachweise Diagonale rechts $b/h = 20.0 / 16.0$ - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a_1 vorh mm	a_1 min mm	a_2 vorh mm	a_2 min mm	$a_{3,t}$ vorh mm	$a_{3,t}$ min mm	$a_{3,c}$ vorh mm	$a_{3,c}$ min mm	$a_{4,t}$ vorh mm	$a_{4,t}$ min mm	$a_{4,c}$ vorh mm	$a_{4,c}$ min mm
50	50	90	30	80	80	-	40	35	30	35	30

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α_1 °	α_2 °	M_{yk} Nmm	t_r mm	k_{ser} kN/m	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	8.3

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t_o cm	t_u cm	$f_{h,k,o}$ N/mm ²	$f_{h,k,u}$ N/mm ²	Gleichung	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	9.6	0.8	25.83	-	8.11h	4.1
	2	0.8	9.6	-	25.83	8.11h	4.1

VM	Fuge	Gleichung	$\Delta F_{v,Rk}$ kN	$F_{v,Rk}$ kN	k_{mod}	γ_M	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1
	2	8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt	n_{eff} ges.	n_{eff} erf.	$F_{v,Ed}$ kN		$F_{v,Rd}$ kN	η
2	x 4	5.48	4.85	40.0	<	45.3	0.88

gewählt: **8 Stabdübel** $d = 10.0$ mm $l_{min} = 200.0$ mm

Blockversagen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen

$F_{bs,Rk}$ kN	$F_{bs,Ed}$ kN		$F_{bs,Rd}$ kN	η
334.1	40.0	<	179.9	0.22

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss

Schicht	A_{netto} cm ²	k_{te}	f_{nd} N/mm ²	N_d kN	σ_{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1 rand	134.4	0.40	3.12	20.0	1.49	6.1	0.48
2 rand	134.4	0.40	3.12	20.0	1.49	6.1	0.48

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 12	70-N1

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$ $d_l = 10.6$ mm

min,e mm	min,e ₁ mm	min,e ₂ mm	min,e ₃ mm	$k_1 \cdot \alpha_b$	$F_{v,Ed}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	η
50	32 *)	30	90	2.50	7.3	57.6	0.13
*) auf $\max_e = 3 \cdot d_l$ begrenzt							

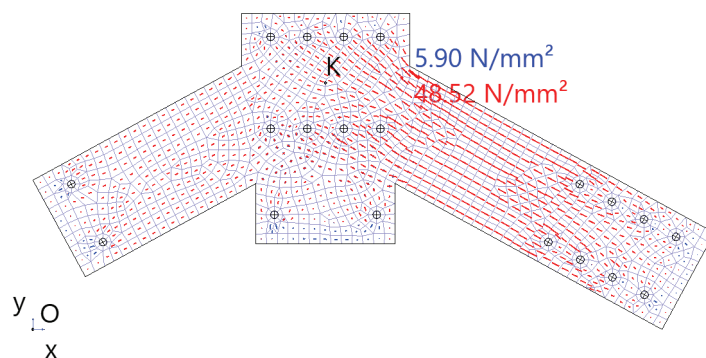
Blockversagen im Blech

	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{v,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung N	6.4	25.0	40.0	522.6	0.08

Ausnutzung Diagonale rechts

Spannung	Verbindung	Blech
0.48 < 1.0	0.88 < 1.0	0.13 < 1.0

Hauptspannungen im Blech nach FEM
Maßstab 1 : 10



Nachweis Hauptspannungen im Blech nach FEM

Lfk	bezogen auf				σ_{Ed}	σ_{Rd}	η
	Knotenzentrum (K)		Hülle vom Blech (O)				
	x cm	y cm	x cm	y cm			
1	12.1	1.2	52.1	34.8	48.52	235.00	0.21

Membranspannungen werden im plastizierenden Bereich um die Verbindungsmittel vernachlässigt.
Dieser Bereich ist als Faktor zum Lochdurchmesser vorgegeben und beträgt: 2.40.

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Spannung $\eta = \mathbf{0.48}$ Diagonale rechts
Verbindung $\eta = \mathbf{0.89}$ Gurt durchgehend
Blech $\eta = \mathbf{0.21}$ FEM Spannung

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 16	71-N1

Knoten 16

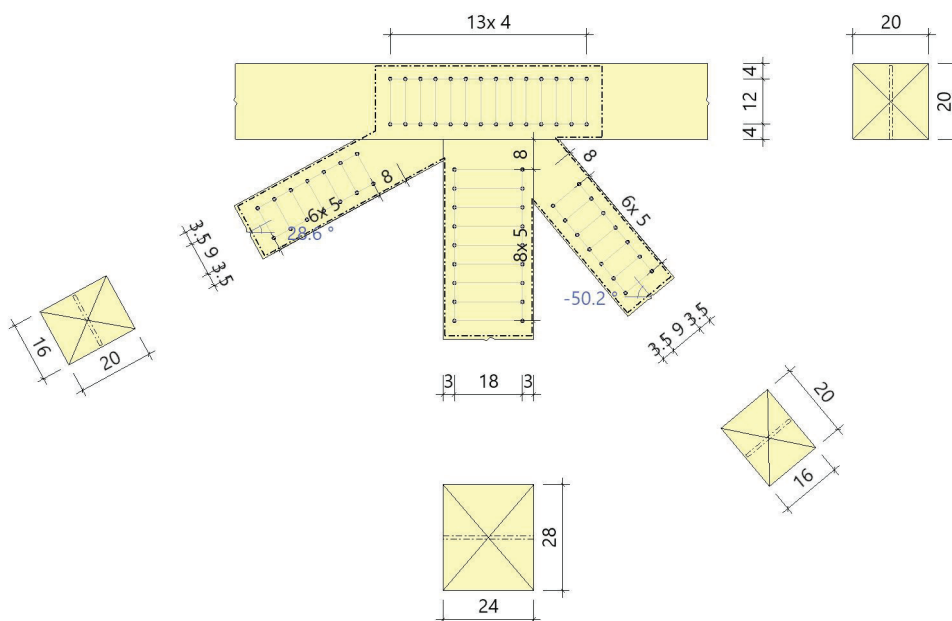
Fachwerkknoten Holz HO13+ (FRILO 2026-0-8)

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 Basis : EN 1995-1-1/A2:2014
 Schlitzblechverbindung : Nachweis äußeres Holz mit abgemindertem k_{te}

Holz-Knotenverbindung mit Schlitzblechen - durchgehender Gurt

Systemgrafik 2D
 Maßstab 1 : 20



System mit 4 Stäben

Stab	Material	NKL	Querschnitt			Lage	
			n	Breite cm	Höhe cm	Bezug	Neigung °
Gurt durchgehend	C24	3	1 x	20.0	20.0	global	0.0
Pfosten	C24	3	1 x	28.0	24.0	bzgl. Gurt	90.0
Diagonale links	C24	3	1 x	20.0	16.0	bzgl. Gurt	28.6
Diagonale rechts	C24	3	1 x	20.0	16.0	bzgl. Gurt	-50.2

Verbindungsmittel

Stab	Verbindungsmittel	Sorte	f_{uk} N/mm ²	$M_{y,Rk}$ Nmm	Dm mm	Überstand (uv) mm
Gurt durchgehend	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0
Pfosten	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0
Diagonale links	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0
Diagonale rechts	Stabdübel	S 235	360.00	42996	10.0	0.0

Blech - konturiert - im Gurt konkav - im Stab orthogonal

Material	Anzahl	Dicke cm	Lochleibungsspiel mm	Lochart	Randabstand mm
S235	1	0.8	0.6	gebohrt	5.0

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 16	72-N1

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Situation	Schnittufer	N _d kN	V _{zd} kN	M _{yd} kNm	KLED	k _{mod}
P/T	Gurt Ufer links	16.0	0.0		kurz	0.70
	Gurt Ufer rechts	1.0	0.0		kurz	0.70
	Pfosten	91.0			kurz	0.70
	Diagonale links	66.0			kurz	0.70
	Diagonale rechts	67.0			kurz	0.70
	Gleichgewichtskraft t ^{s)}	30.1	-174.1			
s) : Gleichgewichtskraft wirkt horizontal (N _d) bzw. vertikal (V _{zd}) im Knotenschwerpunkt						

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	Holz γ _M	Stahl		
			γ _{M0}	γ _{M1}	γ _{M2}
P/T	ständig/vorübergehend	1.30	1.00	1.10	1.25

Ergebnisse

Hinweis : Der Spannungsnachweis wird nur im Anschlussbereich geführt!
 Die Gleichgewichtskraft dient lediglich zur Auflösung des Gleichgewichts.
Deren Einleitung ist zusätzlich nachzuweisen!

Knotengleichgewicht : $\Sigma H = 0.04 \text{ kN}$ $\Sigma V = -0.03 \text{ kN}$

Nachweise Gurt durchgehend b/h = 20.0 / 20.0 - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a ₁ vorh mm	a ₁ min mm	a ₂ vorh mm	a ₂ min mm	a _{3,t} vorh mm	a _{3,t} min mm	a _{3,c} vorh mm	a _{3,c} min mm	a _{4,t} vorh mm	a _{4,t} min mm	a _{4,c} vorh mm	a _{4,c} min mm
40	32	120	30	-	80	-	80	40	40	40	30

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α ₁ °	α ₂ °	M _{yk} Nmm	t _r mm	k _{ser} kN/m	F _{v,Rd} kN
SDü	2	85.06	-	42995.6	0	14969.46	6.7
SDü (0°)	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	8.3

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t _o cm	t _u cm	f _{h,k,o} N/mm ²	f _{h,k,u} N/mm ²	Gleichung	F _{v,Rd} kN
SDü	1	9.6	0.8	17.26	-	8.11h	3.4
	2	0.8	9.6	-	17.26	8.11h	3.4
SDü (0°)	1	9.6	0.8	25.83	-	8.11h	4.1
	2	0.8	9.6	-	25.83	8.11h	4.1

VM	Fuge	Gleichung	ΔF _{v,Rk} kN	F _{v,Rk} kN	k _{mod}	γ _M	F _{v,Rd} kN
SDü	1	8.11f		16.6	0.70	1.30	8.9
		8.11g		7.5	0.70	1.30	4.0
		8.11h		6.3	0.70	1.30	3.4
		8.11f		16.6	0.70	1.30	8.9
SDü (0°)	2	8.11f		7.5	0.70	1.30	4.0
		8.11g		6.3	0.70	1.30	3.4
		8.11h		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11f					

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 16	73-N1

VM	Fuge	Gleichung	$\Delta F_{V,Rk}$ kN	$F_{V,Rk}$ kN	k_{mod}	γ_M	$F_{V,Rd}$ kN
	2	8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1
		8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt	längs	n_{eff} ges.	n_{eff} erf.	$F_{V,Ed}$ kN		$F_{V,Rd}$ kN	η
2 Komponente in Faserrichtung:	x	14	27.34	25.89	174.7	<	184.5	0.95
			16.02	1.82	15.1	<	132.2	0.11

gewählt:	28 Stabdübel	$d = 10.0$ mm	$l_{min} = 200.0$ mm
-----------------	---------------------	---------------	----------------------

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss L-linkes R-rechtes Ufer

Schicht	Ufer	A_{netto} cm ²	k_{te}	f_{nd} N/mm ²	N_d kN	σ_{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1	rand	L	172.8	1.00	7.81	8.0	0.46 6.1	0.06
		R	172.8	1.00	7.81	0.5	0.03 6.1	0.00
2	rand	L	172.8	1.00	7.81	8.0	0.46 6.1	0.06
		R	172.8	1.00	7.81	0.5	0.03 6.1	0.00

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$ $d_l = 10.6$ mm

min, e mm	min, e_1 mm	min, e_2 mm	min, e_3 mm	$k_1^* \alpha_b$	$F_{V,Ed}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	η
40	32 *)	32 *)	120	2.50	6.4	57.6	0.11

*) auf $max_e = 3 \cdot d_l$ begrenzt

Blockversagen im Blech

exzentrisch	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{V,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung V_z	30.6	23.1	174.1	753.8	0.23

Ausnutzung Gurt durchgehend

Spannung	Verbindung	Blech
0.06 < 1.0	0.95 < 1.0	0.23 < 1.0

Nachweise Pfosten $b/h = 28.0 / 24.0$ - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a_1 vorh mm	a_1 min mm	a_2 vorh mm	a_2 min mm	$a_{3,t}$ vorh mm	$a_{3,t}$ min mm	$a_{3,c}$ vorh mm	$a_{3,c}$ min mm	$a_{4,t}$ vorh mm	$a_{4,t}$ min mm	$a_{4,c}$ vorh mm	$a_{4,c}$ min mm
50	50	180	30	80	80	-	40	30	30	30	30

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α_1 °	α_2 °	M_{yk} Nm	t_r mm	k_{ser} kN/m	$F_{V,Rd}$ kN
SDü	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	8.3

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 16	74-N1

VM	Fuge	t _o cm	t _u cm	f _{h,k,o} N/mm ²	f _{h,k,u} N/mm ²	Gleichung	F _{v,Rd} kN
SDü	1	13.6	0.8	25.83	-	8.11h	4.1
	2	0.8	13.6	-	25.83	8.11h	4.1

VM	Fuge	Gleichung	ΔF _{v,Rk} kN	F _{v,Rk} kN	k _{mod}	γ _M	F _{v,Rd} kN
SDü	1	8.11f		35.1	0.70	1.30	18.9
		8.11g		15.0	0.70	1.30	8.1
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1
	2	8.11f		35.1	0.70	1.30	18.9
		8.11g		15.0	0.70	1.30	8.1
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt	längs	n _{eff} ges.	n _{eff} erf.	F _{v,Ed} kN		F _{v,Rd} kN	η
2	x	9	11.38	11.02	91.0	<	93.9	0.97

gewählt:	18 Stabdübel	d =	10.0 mm	l _{min} =	280.0 mm
----------	--------------	-----	---------	--------------------	----------

Blockversagen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen

F _{bs,Rk} kN	F _{bs,Ed} kN		F _{bs,Rd} kN	η
1005.7	91.0	<	541.5	0.17

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss

Schicht	A _{netto} cm ²	k _{te}	f _{nd} N/mm ²	N _d kN	σ _{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1 rand	299.2	0.40	3.12	45.5	1.52	6.1	0.49
2 rand	299.2	0.40	3.12	45.5	1.52	6.1	0.49

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - γ_{M0} = 1.00 γ_{M2} = 1.25 dl = 10.6 mm

min,e mm	min,e1 mm	min,e2 mm	min,e3 mm	k ₁ * α _b	F _{v,Ed} kN	F _{b,Rd} kN	η
50	32 *)	25	180	2.50	8.0	57.6	0.14
*) auf max _e = 3 * dl begrenzt							

Blockversagen im Blech

	A _{nt} cm ²	A _{nv} cm ²	F _{v,Ed} kN	V _{eff,Rd} kN	η
in Richtung N	13.6	56.0	91.0	1149.9	0.08

Ausnutzung Pfosten

Spannung	Verbindung	Blech
0.49 < 1.0	0.97 < 1.0	0.14 < 1.0

Nachweise Diagonale links b/h = 20.0 / 16.0 - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a ₁ vorh mm	a ₁ min mm	a ₂ vorh mm	a ₂ min mm	a _{3,t} vorh mm	a _{3,t} min mm	a _{3,c} vorh mm	a _{3,c} min mm	a _{4,t} vorh mm	a _{4,t} min mm	a _{4,c} vorh mm	a _{4,c} min mm
50	50	90	30	80	80	-	40	35	30	35	30

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 16	75-N1

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α_1 °	α_2 °	M_{yk} Nmm	t_r mm	k_{ser} kN/m	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	8.3

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t_o cm	t_u cm	$f_{h,k,o}$ N/mm ²	$f_{h,k,u}$ N/mm ²	Gleichung	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	9.6	0.8	25.83	-	8.11h	4.1
	2	0.8	9.6	-	25.83	8.11h	4.1

VM	Fuge	Gleichung	$\Delta F_{v,Rk}$ kN	$F_{v,Rk}$ kN	k_{mod}	γ_M	$F_{v,Rd}$ kN
SDü	1	8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1
	2	8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt längs	n_{eff} ges.	n_{eff} erf.	$F_{v,Ed}$ kN		$F_{v,Rd}$ kN	η
2	x 7	9.08	8.00	66.0	<	74.9	0.88

gewählt: **14 Stabdübel** $d = 10.0 \text{ mm}$ $l_{min} = 200.0 \text{ mm}$

Blockversagen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen

$F_{bs,Rk}$ kN	$F_{bs,Ed}$ kN		$F_{bs,Rd}$ kN	η
334.1	66.0	<	179.9	0.37

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss

Schicht	A_{netto} cm ²	k_{te}	f_{nd} N/mm ²	N_d kN	σ_{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1 rand	134.4	0.40	3.12	33.0	2.46	6.1	0.79
2 rand	134.4	0.40	3.12	33.0	2.46	6.1	0.79

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$ $d_l = 10.6 \text{ mm}$

min,e mm	min,e1 mm	min,e2 mm	min,e3 mm	$k_1 * \alpha_b$	$F_{v,Ed}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	η
50	32 *)	30	90	2.50	7.3	57.6	0.13

*) auf $max_e = 3 * d_l$ begrenzt

Blockversagen im Blech

	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{v,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung N	6.4	43.9	66.0	779.2	0.08

Ausnutzung Diagonale links

Spannung	Verbindung	Blech
0.79 < 1.0	0.88 < 1.0	0.13 < 1.0

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 16	76-N1

Nachweise Diagonale rechts b/h = 20.0 /16.0 - (Nadelholz C24 EN 338:2016)

Verbindungsmittel-Abstände

VM längs		VM quer		Rand längs		Rand längs		Rand quer		Rand quer	
a ₁ vorh mm	a ₁ min mm	a ₂ vorh mm	a ₂ min mm	a _{3,t} vorh mm	a _{3,t} min mm	a _{3,c} vorh mm	a _{3,c} min mm	a _{4,t} vorh mm	a _{4,t} min mm	a _{4,c} vorh mm	a _{4,c} min mm
50	50	90	30	80	80	-	40	35	30	35	30

Tragfähigkeit der Verbindung

VM	Anzahl Fugen	α ₁ °	α ₂ °	M _{yk} Nmm	t _r mm	k _{ser} kN/m	F _{V,Rd} kN
SDü	2	0.00	-	42995.6	0	14969.46	8.3

Verbindungsmittel : SDü - Stabdübel

VM	Fuge	t _o cm	t _u cm	f _{h,k,o} N/mm ²	f _{h,k,u} N/mm ²	Gleichung	F _{V,Rd} kN
SDü	1	9.6	0.8	25.83	-	8.11h	4.1
	2	0.8	9.6	-	25.83	8.11h	4.1

VM	Fuge	Gleichung	ΔF _{V,Rk} kN	F _{V,Rk} kN	k _{mod}	γ _M	F _{V,Rd} kN
SDü	1	8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1
	2	8.11f		24.8	0.70	1.30	13.4
		8.11g		10.9	0.70	1.30	5.9
		8.11h		7.7	0.70	1.30	4.1

Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel - Nachweis

VM quer	gewählt längs	n _{eff} ges.	n _{eff} erf.	F _{V,Ed} kN	<	F _{V,Rd} kN	η
2	x 7	9.08	8.12	67.0	<	74.9	0.89

gewählt: 14 Stabdübel d = 10.0 mm l_{min} = 200.0 mm

Blockversagen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen

F _{bs,Rk} kN	F _{bs,Ed} kN	<	F _{bs,Rd} kN	η
334.1	67.0	<	179.9	0.37

Spannungsnachweis im Holz am Anschluss

Schicht	A _{netto} cm ²	k _{te}	f _{nd} N/mm ²	N _d kN	σ _{nd} N/mm ²	Gleichung	η
1	rand	134.4	0.40	3.12	33.5	2.49 6.1	0.80
2	rand	134.4	0.40	3.12	33.5	2.49 6.1	0.80

Nachweis im Blech nach EN 1993-1 - γ_{M0} = 1.00 γ_{M2} = 1.25 dl = 10.6 mm

min,e mm	min,e1 mm	min,e2 mm	min,e3 mm	k ₁ * α _b	F _{V,Ed} kN	F _{b,Rd} kN	η
50	32 *)	30	90	2.50	7.4	57.6	0.13

*) auf max_e = 3 * dl begrenzt

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Knoten 16	77-N1

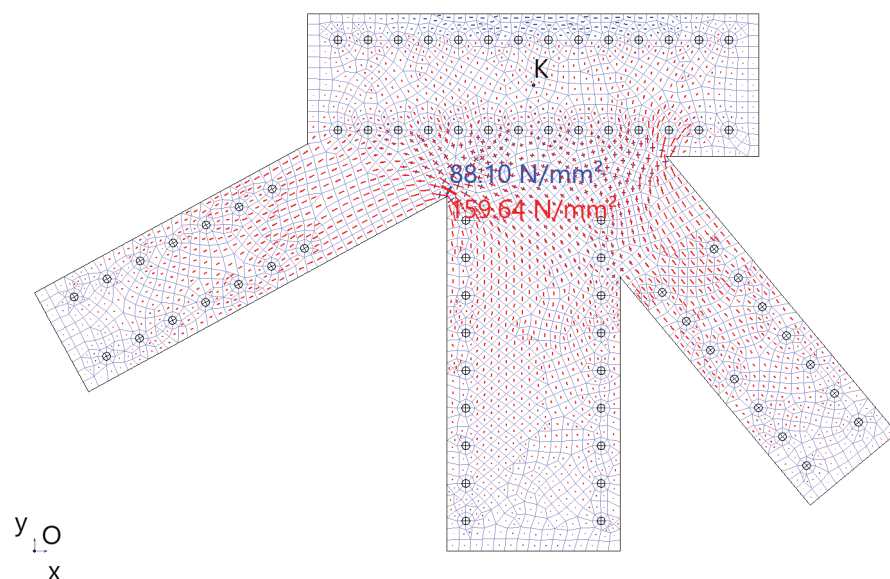
Blockversagen im Blech

	A_{nt} cm ²	A_{nv} cm ²	$F_{v,Ed}$ kN	$V_{eff,Rd}$ kN	η
in Richtung N	6.4	43.9	67.0	779.1	0.09

Ausnutzung Diagonale rechts

Spannung	Verbindung	Blech
0.80 < 1.0	0.89 < 1.0	0.13 < 1.0

Hauptspannungen im Blech nach FEM
 Maßstab 1 : 10



Nachweis Hauptspannungen im Blech nach FEM

Lfk	bezogen auf				σ_{Ed}	σ_{Rd}	η
	Knotenzentrum (K)		Hülle vom Blech (O)				
	x cm	y cm	x cm	y cm			
1	-11.2	-14.0	55.1	48.0	159.64	235.00	0.68

Membranspannungen werden im plastizierenden Bereich um die Verbindungsmittel vernachlässigt.
 Dieser Bereich ist als Faktor zum Lochdurchmesser vorgegeben und beträgt: 2.40.

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Spannung $\eta = \mathbf{0.80}$ Diagonale rechts
 Verbindung $\eta = \mathbf{0.97}$ Pfosten
 Blech $\eta = \mathbf{0.68}$ FEM Spannung

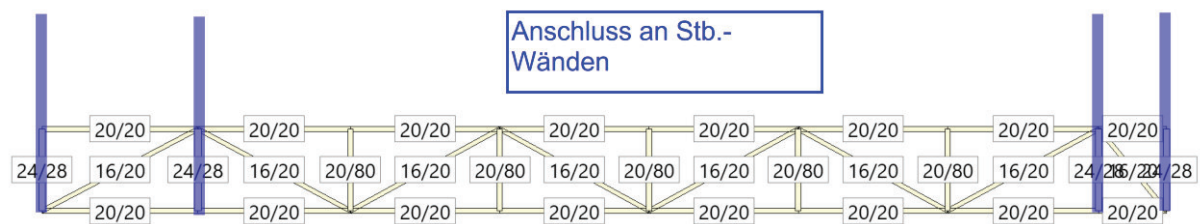
 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Verband	78-N1

Verband – Anschluss an den Stahlbetonwänden:

Anschluss an den Stahlbetonwänden in Achse 5, 6, 12 und 13.

Stahlbetonwand: C25/30, d = 24 cm

Anzuschließender Binder: GL24c, 24/28 cm

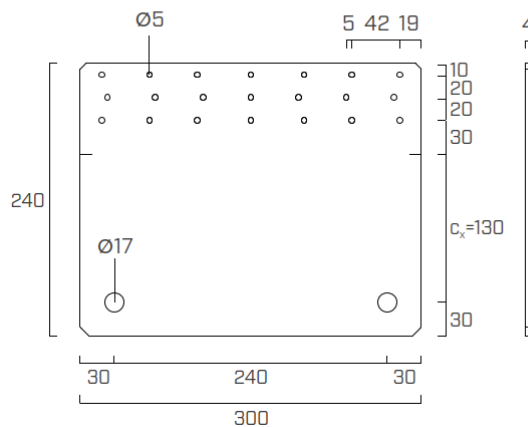


Maßgebende Auflagerkraft: $C_{w,k} = 60,9 \text{ kN} \rightarrow 1,5 * 60,9 = \mathbf{91,4 \text{ kN} = C_{Ed}}$

Anschluss an Stb.-Wand seitlich mit Rhotoblaas Titan Plate C.

TCP 300

TCP300



3 je Seite, gegenüberliegend 30 cm versetzt anordnen.

Die Zulassung, Abstände, Herstellervorgaben sind zu beachten.

Anschluss mit:

- Teilausnagelung: je 14 Stck, Ø5x60 mm, o. glw.
- Anschluss an Beton: je 2xAB1 M16x145 mm, o. glw.

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	Verband	79-N1

$$R_d = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{(R_{k, \text{timber}} \text{ or } R_{k, \text{CLT}}) \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \\ \frac{R_{k, \text{steel}}}{\gamma_{M2}} \\ R_{d, \text{concrete}} \end{array} \right.$$

$$R_{1,d} = 32,6 \text{ kN} \cdot \frac{1,0}{1,3} = 25,07 \text{ kN}$$

$$R_{2,d} = \frac{60,5 \text{ kN}}{1,25} = 48,4 \text{ kN}$$

$$R_{3,d}(e_y = 200 \text{ mm}) = 19,3 \text{ kN}$$

$$R_d = 19,3 \text{ kN} \cdot 6 = 115,8 \text{ kN} > 91,4 \text{ kN} = V_{Ed}$$

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	02	80-N1

02 Unterzug Fahrzeughalle

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-8)

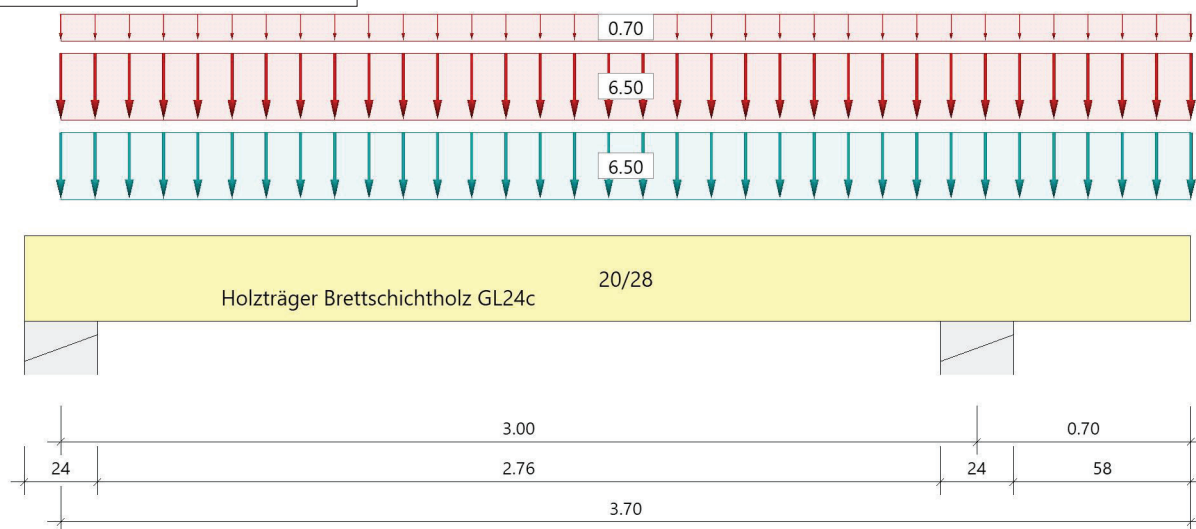
Grundparameter

Holzträger Brettschichtholz GL24c (flachkant) DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

System

Systembild

konstruktiv auf Stb.-Wand befestigen.
z.B. mit Winkel / Zuganker oder Schrauben
(siehe nachfolgende Bemessung)



Material

Brettschichtholz GL24c (flachkant), gemäß EN 14080:2013

	$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ [N/mm ²]	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ [N/mm ²]	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ [N/mm ²]	G_{mean} G_{05} [N/mm ²]	ρ_k ρ_m [kg/m ³]
	24.00 3.50	17.00 21.50	0.50 2.50	11000 9100	300 250	650 540	365 400
$f_{m,k}$: charakteristischer Wert der Biegefestigkeit $f_{t,0,k}$: charakteristischer Wert der Zugfestigkeit parallel zur Faser $f_{t,90,k}$: charakteristischer Wert der Zugfestigkeit senkrecht zur Faser $E_{0,mean}$: Mittelwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser $E_{90,mean}$: Mittelwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser G_{mean} : Mittelwert des Schubmoduls ρ_k : charakteristischer Wert der Rohdichte $f_{v,k}$: charakteristischer Wert der Schubfestigkeit $f_{c,0,k}$: charakteristischer Wert der Druckfestigkeit parallel zur Faser $f_{c,90,k}$: charakteristischer Wert der Druckfestigkeit senkrecht zur Faser $E_{0,05}$: 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser $E_{90,05}$: 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser G_{05} : 5%-Fraktilwert des Schubmoduls ρ_m : Mittelwert der Rohdichte							

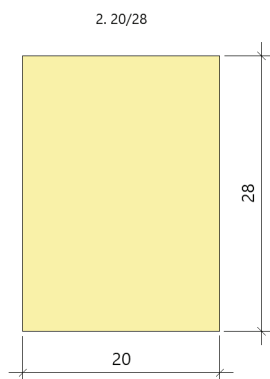
Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
20/28	36587	18667	2613	1867	560.0
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	02	81-N1

verwendete Querschnitte



Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	k _{c90}	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen*)		
							Φ _x [kNm/rad]	Φ _y [kNm/rad]	Φ _z [kNm/rad]
1	0.00	24.0	100.0	1.75	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.00	24.0	100.0	1.75	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.70		6.50		Nein	ständig		
	2	GL		3.70		6.50		Nein	Schnee		
	3	GL		3.70		0.70		Nein	Wind		

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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 83 kg mit Gamma = 4.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ _{F,inf}	γ _{F,sup}	KLED
ständig				1.00	1.35	
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50	kurz
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50	kurz

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
Basis	:	EN 1995-1-1/A2:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
ψ ₂ = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ _F (γ _{G,sup} oder γ _{G,inf})
KLED bei Wind	:	sehr kurz

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	02	82-N1

Bemessungsparameter Holz

Nutzungsklasse	2	:	überdacht, offen	
			rel. Luftfeuchte ~ 85%	Ausgleichfeuchte < 20%
Schubspannungen	=		Tau mit red. Q	
Nachweis für Kragarme	=		vollständig	
Anfangsdurchbiegung	W_{inst}	=	$l/300$	$W_{inst \text{ Krag}} = l/150$
Enddurchbiegung	$W_{net,fin}$	=	$l/300$	$W_{net,fin \text{ Krag}} = l/150$
	W_{fin}	=	$l/200$	$W_{fin \text{ Krag}} = l/100$

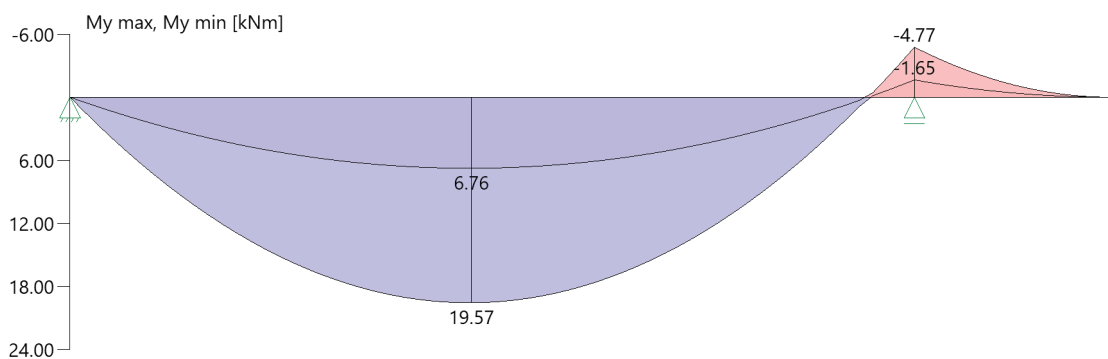
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	$\eta_{Biegung}$	η_{Schub}	$\eta_{c,90}$	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.42	0.36	0.24	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch					0.43
1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.						

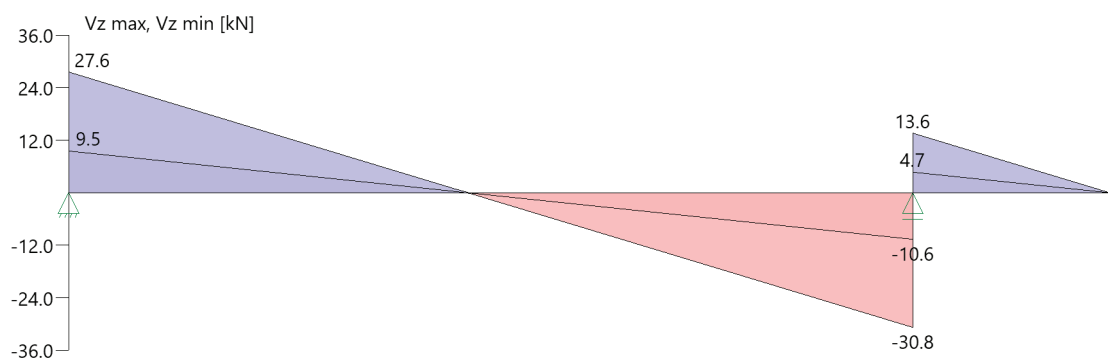
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	27.60	2
	0.00	0.00	0.00	9.54	3
	1.42	1.42	19.57	0.00	2
	3.00	3.00	-4.77	-30.78	2
	3.00	3.00	-1.65	-10.64	3

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	02	83-N1

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Kra re	0.00	3.00	-1.65	4.71	3
	0.00	3.00	-4.77	13.62	2
	0.70	3.70	0.00	0.00	1

Biegung

Feld	x [m]	M _{y,d} [kNm]	σ _{myd} [N/mm ²]	k _{crit,y}	k _{h,My}	k _{mod}	f _{m,y,d} [N/mm ²]	η	Lk
Feld 1	1.42	19.57	7.49	1.00	1.08	0.90	17.93	0.42	2
	3.00	-4.77	-1.82	1.00	1.08	0.90	17.93	0.10	2
Kra re	3.00	-4.77	-1.82	1.00	1.08	0.90	17.93	0.10	2

Der Beiwert k_h wurde bei der Berechnung von f_{myd} nach EN 1995 3.3(3) berücksichtigt.

Schub

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	X _{abs} [m]	V _{z,d} [kN]	τ _d [N/mm ²]	k _{mod}	f _{v,z,d} [N/mm ²]	η	Lk
1	rechts	0.40	0.40	19.8	0.53	0.90	2.42	0.31	2
2	links	0.40	2.60	-23.0	-0.62	0.90	2.42	0.36	2
	rechts	0.40	3.40	5.8	0.16	0.90	2.42	0.09	2

Der Beiwert k_{cr} = 0.71 wurde bei der Berechnung nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7 (2) berücksichtigt.

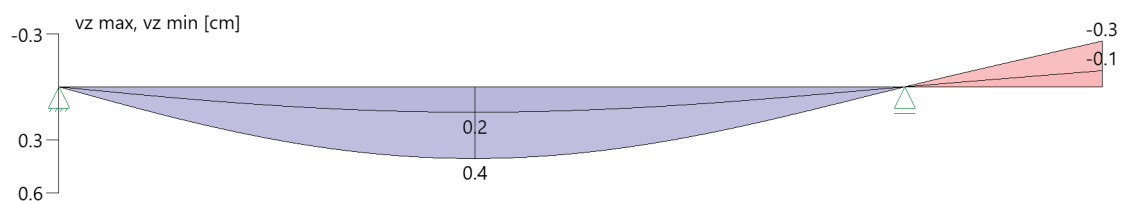
Auflagerpressung

Stütze	b _{eff} [cm]	d _{eff} [cm]	max F [kN]	σ _{c,90,d} [N/mm ²]	k _{c90}	k _{mod}	f _{c,90,d} [N/mm ²]	η	Lk
1	27.0*	20.0	27.6	0.51	1.75	0.90	1.73	0.17	2
2	30.0*	20.0	44.4	0.74	1.75	0.90	1.73	0.24	2

* Kontaktfläche nach Norm DIN EN 1995-1-1, Kapitel 6.1.5 (1)P um 30mm je Seite verbreitert

Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	02	84-N1

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

	l _{eff} [m]	Stelle [m]	Nachweis		w _g	w _q	w	W _{lim}	η	Lk
					[cm]					
Feld 1	3.00	1.50	inst	z	0.2	0.2	0.3	1.0	0.31	4
	3.00	1.50	net,fin	z	0.3	0.0	0.3	1.0	0.28	5
	3.00	1.50	fin	z	0.3	0.2	0.4	1.5	0.29	6
Kra re	0.70	0.70	inst	z	-0.1	-0.1	-0.2	0.5	0.43	4
	0.70	0.70	net,fin	z	-0.2	0.0	-0.2	0.5	0.38	5
	0.70	0.70	fin	z	-0.2	-0.1	-0.3	0.7	0.40	6

Nachweise am Kragarm werden vollständig durchgeführt.

l _{eff}	: effektive Länge
Stelle	: Stelle der Durchbiegung
Nachweis	: Anfangs-/Endverformung (Richtung)
w _g	: Verformung infolge ständiger Last
w _q	: Verformung infolge veränderlicher Last
w	: Verformung gesamt
W _{lim}	: zulässige Verformung
η	: Ausnutzungsgrad
Lk	: Nr. der Lastkombination

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	R _{z,min} [kN]	R _{z,max} [kN]	M _{y,min} [kNm]	M _{y,max} [kNm]
1	0.00	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	9.54	9.54 0.99 9.22		
2	3.00	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	15.34	15.34 1.60 14.83		

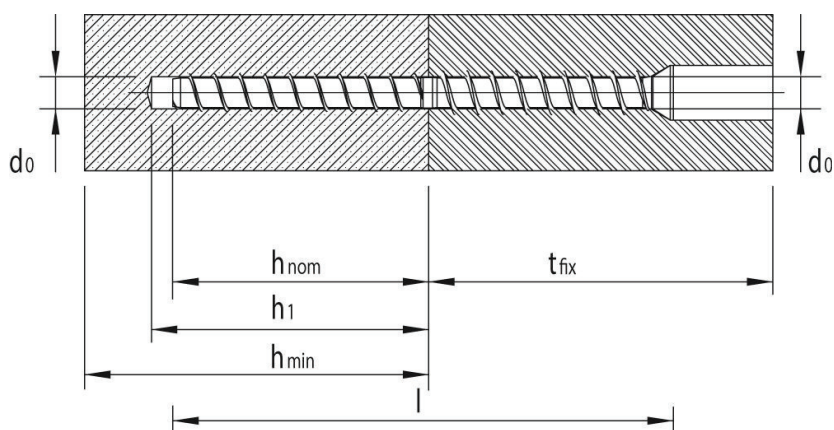
1. Artikelübersicht Pos. 02 - auskragender Träger auf Betonwand

MULTI-MONTI MMS-TC 12 x 160/80

Material	Stahl verzinkt
Gewindegröße	Ø 12 mm
Bohrlochtiefe h_1	85 mm
Verankerungstiefe h_{ef}	54,5 mm
Bohrerennendurchmesser d_o	10 mm
Gültige Zulassungsnummer	Z-21.1-1879
Durchgangslochdurchmesser $d_{o,w}$	10 mm



Artikelnummer (Dübelartikel)	48312
Artikelnummer (Zubehörartikel)	43605 (Setzwerkzeug T-50)
Dübellänge L	160 mm
Maximale Anbauteildicke $t_{fix,max}$	300 mm
Verpackungseinheit	25 Stück
Bemessungsverfahren	EOTA ETAG 001, Anhang C, Verfahren A: 2010



2. Eingaben

Verankerungsgrund

Betonzustand	Gerissen
Bauteildicke	$h = 500$ mm
Betonfestigkeitsklasse	C25/30
Charakteristische Betondruckfestigkeit	$f_{ck,cyl} / f_{ck,cube} = 25,00$ N/mm ² /30,00 N/mm ²
Betondeckung	25 mm
Flächenbewehrung	Normal bewehrter Beton
Randbewehrung	Keine Randbewehrung
Bewehrung gegen Spalten	Nicht vorhanden
Bohrverfahren	Hammerbohren

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	02	86-N1

Projekt Nr.

(2/6) Seite 2

Holzanbauteil

Geometrie	Breite L_z : 200 mm Länge L_y : 1000 mm Dicke t : 280 mm
Festigkeitsklasse	C24
Nutzungsklasse	NK1
Lasteinwirkungsdauer	Sehr kurz
Konstruktive Maßnahmen (Bulldog-Anker)	Nein

Dübelgruppe

Geometrie	Anordnung: 2 Dübel
Exzentrizität	e_y : 0 mm e_z : 300 mm
Winkel	0 °
Langloch	Kein Langloch
Dübelbiegung	Keine

Anschlussprofil

Profil	Kein Profil
Exzentrizität	e_y : 0 mm e_z : 0 mm

Lasten

Lasteinwirkungsart	Statisch / Quasi-Statisch
--------------------	---------------------------

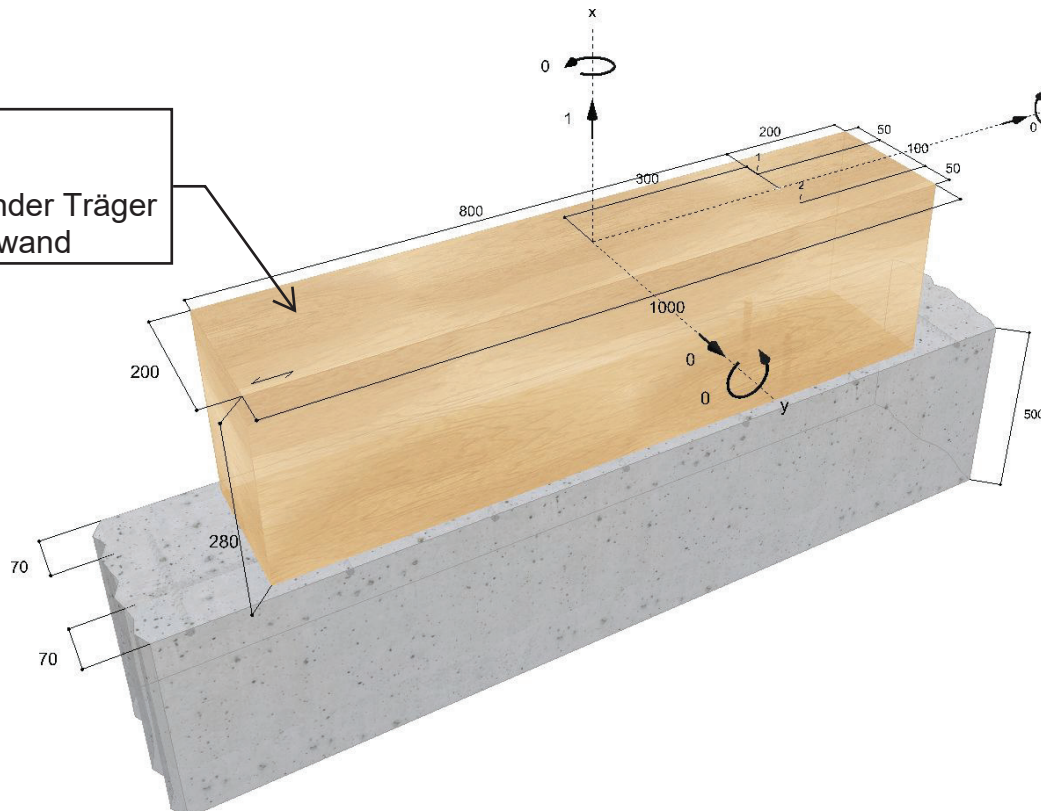
Bemessungslasten

N_d	V_{yd}	V_{zd}	M_{xd}	M_{yd}	M_{zd}
1,00 kN	0,00 kN	0,00 kN	0,00 kNm	0,00 kNm	0,00 kNm

Geometrie

Längen in [mm] | Kräfte in [kN] | Momente in [kNm]

Pos. 03
20/28 cm
auskragender Träger
auf Betonwand



3. Resultierende Dübelkräfte

Dübelnummer	Zugkraft	Querkraft	Querkraft y	Querkraft z
1	1,29 kN	0,00 kN	0,00 kN	0,00 kN
2	1,29 kN	0,00 kN	0,00 kN	0,00 kN
Summe	2,58 kN	0,00 kN	0,00 kN	0,00 kN



Koordinaten des Zugpunktes (y;z): (0 mm ; 300 mm)

Koordinaten des Druckpunktes (y;z): (0 mm ; 490 mm)

Nulllinie (y;z) / (y;z): (-100 mm ; 469 mm) / (100 mm ; 469 mm)

4. Nachweise - Zugbeanspruchung

4.1 Stahlversagen - Zugbeanspruchung

$\beta_{N,s}$	=	$N_{Sd}^h / N_{Rd,s}$	
N_{Sd}^h	=	1,29 kN	Bemessungswert
$N_{Rd,s}$	=	$N_{Rk,s} / \gamma_{Ms,N}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.1
$N_{Rk,s}$	=	25,00 kN	Zulassung
$\gamma_{Ms,N}$	=	1,40	Zulassung
$N_{Rd,s}$	=	17,86 kN	
$\beta_{N,s}$	=	<u>0,07</u>	Ausnutzungsgrad

4.2 Herausziehen - Zugbeanspruchung

$\beta_{N,p}$	=	$N_{Sd}^h / N_{Rd,p}$	
N_{Sd}^h	=	1,29 kN	Bemessungswert
$N_{Rd,p}$	=	$\psi_c \cdot N_{Rk,p} / \gamma_{Mp,N}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.1
ψ_c	=	1,0954	Zulassung
$N_{Rk,p}$	=	12,00 kN	Zulassung
$\gamma_{Mp,N}$	=	1,80	Zulassung
$N_{Rd,p}$	=	7,30 kN	
$\beta_{N,p}$	=	<u>0,18</u>	Ausnutzungsgrad

4.3 Betonausbruch - Zugbeanspruchung

		1, 2	Maßgebende Dübel
$\beta_{N,c}$	=	$N_{Sd}^g / N_{Rd,c}$	
N_{Sd}^g	=	2,58 kN	Bemessungswert
$N_{Rd,c}$	=	$N_{Rk,c} / \gamma_{Mc,N}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.1
$N_{Rk,c}$	=	$N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4 (5.2)
$N_{Rk,c}^0$	=	$k_1 \cdot f_{ck,cube}^{0,5} \cdot h_{ef}^{1,5}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4a) (5.2a)
k_1	=	7,20	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4a)
$f_{ck,cube}$	=	30,00 N/mm ²	
h_{ef}	=	55 mm	Zulassung
$N_{Rk,c}^0$	=	15,87 kN	
$A_{c,N}$	=	39240 mm ²	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4b)
$A_{c,N}^0$	=	$s_{cr,N}^2 = 26732 \text{ mm}^2$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4b) (5.2b)
$\psi_{s,N}$	=	$0,7 + 0,3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,0$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4c) (5.2c)
c	=	70 mm	
$\psi_{s,N}$	=	0,9569	
$\psi_{re,N}$	=	$0,5 + h_{ef} / 200 \text{ mm} \leq 1,0$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4d) (5.2d)
	=	1,0000	
$\psi_{ec,N}$	=	$\psi_{ec,N,y} \cdot \psi_{ec,N,z}$	
$\psi_{ec,N,y}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{N,y} / s_{cr,N})$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4e) (5.2e)
$e_{N,y}$	=	0 mm	
$\psi_{ec,N,y}$	=	1,0000	
$\psi_{ec,N,z}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{N,z} / s_{cr,N})$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4e) (5.2e)
$e_{N,z}$	=	0 mm	
$\psi_{ec,N,z}$	=	1,0000	
$N_{Rk,c}$	=	22,29 kN	
$\gamma_{Mc,N}$	=	1,80	Zulassung
$N_{Rd,c}$	=	12,38 kN	
$\beta_{N,c}$	=	<u>0,21</u>	Ausnutzungsgrad

4.4 Spalten - Zugbeanspruchung

$\beta_{N,sp}$	=	1, 2	Maßgebende Dübel
N_{Sd}^g	=	$N_{Sd}^g / N_{Rd,sp}$	Bemessungswert
$N_{Rd,sp}$	=	$N_{Rk,sp} / \gamma_{Msp,N}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.1
$N_{Rk,sp}$	=	$N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{h,sp}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.6 (5.3)
$N_{Rk,c}^0$	=	$k_1 \cdot f_{ck,cube}^{0,5} \cdot h_{ef}^{1,5}$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4a) (5.2a)
k_1	=	7,20	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4a)
h_{ef}	=	55 mm	Zulassung
$N_{Rk,c}^0$	=	15,87 kN	
$A_{c,N}$	=	39240 mm ²	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4b)
$A_{c,N}^0$	=	$s_{cr,sp}^2 = (164 \text{ mm})^2 = 26732 \text{ mm}^2$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4b) (5.2b)
$\psi_{s,N}$	=	$0,7 + 0,3 \cdot c / c_{cr,sp} \leq 1,0$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4c) (5.2c)
c	=	70 mm	
$c_{cr,sp}$	=	82 mm	
$\psi_{s,N}$	=	0,9569	
$\psi_{re,N}$	=	$0,5 + h_{ef} / 200 \text{ mm} \leq 1,0$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4d) (5.2d)
	=	1,0000	
$\psi_{ec,N}$	=	$\psi_{ec,N,y} \cdot \psi_{ec,N,z}$	
$\psi_{ec,N,y}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{N,y} / s_{cr,sp})$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4e) (5.2e)
$e_{N,y}$	=	0 mm	
$\psi_{ec,N,y}$	=	1,0000	
$\psi_{ec,N,z}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{N,z} / s_{cr,sp})$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.4e) (5.2e)
$e_{N,z}$	=	0 mm	
$\psi_{ec,N,z}$	=	1,0000	
$\psi_{ec,N}$	=	1,0000	
$\psi_{h,sp}$	=	$(h / h_{min})^{2/3} = (500 \text{ mm} / 125 \text{ mm})^{2/3} \leq 1,5$	ETAG 001, Annex C, 5.2.2.6) (5.3a)
h_{min}	=	125 mm	
$\psi_{h,sp}$	=	1,5000	
$N_{Rk,sp}$	=	33,43 kN	
$\gamma_{Msp,N}$	=	1,80	Zulassung
$N_{Rd,sp}$	=	18,57 kN	
$\beta_{N,sp}$	=	<u>0,14</u>	Ausnutzungsgrad

4.5 Beanspruchung in Achsrichtung - Zugbeanspruchung

$\beta_{N,t}$	=	$F_{Nd} / R_{ax,d}$	Bemessungswert
F_{Nd}	=	1,29 kN	
$f_{1,k}$	=	$80 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$	Zulassung, 3.3.3
	=	9,80 N/mm ²	
$f_{1,d}$	=	$f_{1,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	Zulassung, 3.3.3
	=	8,29 N/mm ²	
$R_{ax,d}$	=	$f_{1,d} \cdot (l_w - t_z) \cdot d_{s,w}$	Zulassung, 3.3.3
	=	8,13 kN	
$\beta_{N,t}$	=	<u>0,16</u>	Ausnutzungsgrad

Die Verankerung wurde erfolgreich nachgewiesen

5. Verschiebung

5.1 Kurzzeitverschiebung

	1	Maßgebender Dübel
δ_N	$= N_{Ed} / N_0 \cdot \delta_{N0}$	Zulassung
N	$= 0,92 \text{ kN}$	Bemessungswert
N_0	$= 4,00 \text{ kN}$	Zulassung
δ_{N0}	$= 0,20 \text{ mm}$	Zulassung
δ_N	$= 0,05 \text{ mm}$	
δ_V	$= V_{Ed} / V_0 \cdot \delta_{V0}$	Zulassung
V	$= 0,00 \text{ kN}$	Bemessungswert
V_0	$= 14,70 \text{ kN}$	Zulassung
δ_{V0}	$= 3,00 \text{ mm}$	Zulassung
δ_V	$= 0,00 \text{ mm}$	
δ_{NV}	$= (\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} = 0,05 \text{ mm}$	

5.2 Langzeitverschiebung

	1	Maßgebender Dübel
δ_N	$= N_{Ed} / N_0 \cdot \delta_{N\infty}$	Zulassung
N	$= 0,92 \text{ kN}$	Bemessungswert
N_0	$= 4,00 \text{ kN}$	Zulassung
$\delta_{N\infty}$	$= 0,60 \text{ mm}$	Zulassung
δ_N	$= 0,14 \text{ mm}$	
δ_V	$= V_{Ed} / V_0 \cdot \delta_{V\infty}$	Zulassung
V	$= 0,00 \text{ kN}$	Bemessungswert
V_0	$= 14,70 \text{ kN}$	Zulassung
$\delta_{V\infty}$	$= 4,50 \text{ mm}$	Zulassung
δ_V	$= 0,00 \text{ mm}$	
δ_{NV}	$= (\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} = 0,14 \text{ mm}$	

6. Hinweise

Hinweise für die Berechnungen:

Für den Nachweis der Dübeltragfähigkeit wird auf folgende Unterlagen verwiesen:

- Europäische Technische Bewertung für Dübel (Z-21.1-1879)

- EOTA ETAG 001, Anhang C, Verfahren A: 2010

Bei der Berechnung wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- die angesetzte Baustoffgüte ist nachgewiesen

- innerhalb einer Gruppe werden nur Dübel gleicher Art und Größe eingesetzt

Das Holzanbauteil wird nicht nachgewiesen.

Der Nachweis der örtlichen Krafteinwirkung im Verankerungsgrund ist erbracht, die Weiterleitung der Kräfte im Bauwerk ist gesondert nachzuweisen. Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage umfangreicher dübelspezifischer Kennwerte. Bei einem Austausch des Dübels oder Änderung der Eingangswerte ist eine neue Bemessung notwendig. Die Auflagen bzw. Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung sind zu beachten.

Der Durchgangslochdurchmesser ist gleich dem Bohrdurchmesser im Beton zu setzen.

Die Bemessung erfolgt nach: EN 1995-1-1/A2 (2014-07) & DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08).

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	03	91-N1

03 Unterzug Torbereich

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-8)

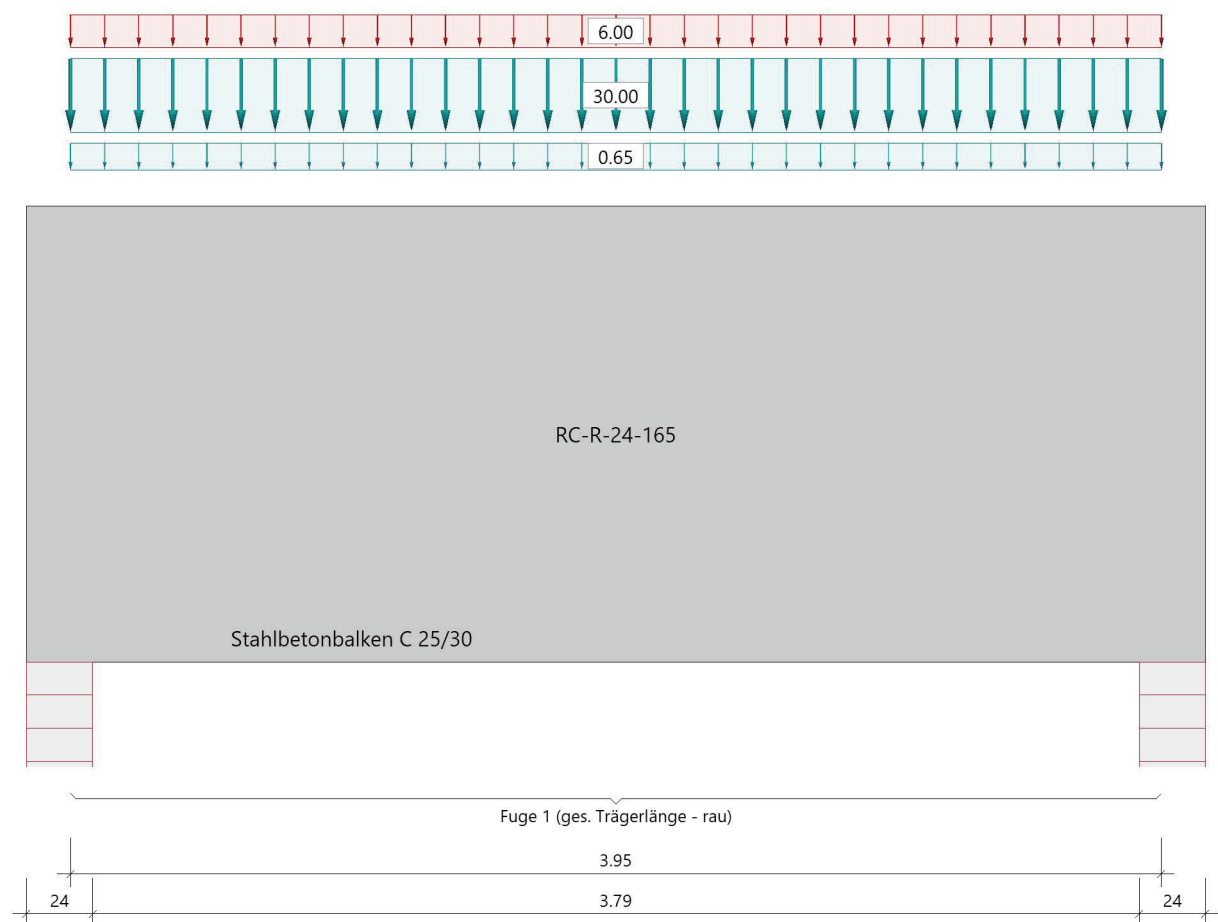
Grundparameter

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

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

System

Systembild



Material

Materialauswahl

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

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	03	92-N1

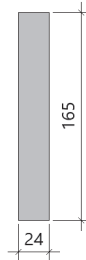
Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b _o [cm]	h _o [cm]	b [cm]	h [cm]	b _u [cm]	h _u [cm]
1	Rechteck			24.0	165.0		
Feld 1 muss ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.							

verwendete Querschnitte

1. RC-R-24-165



Verbundfugen

Fuge	x _a [m]	x _e [m]	a links [cm]	a rechts [cm]	Art
1	0.00	3.95	3.0	3.0	rau

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ _x [kNm/rad]	Φ _y [kNm/rad]	Φ _z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.95	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	Faktor	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.95		15.00		2.00	Nein	ständig		
	2	GL		3.95		3.00		2.00	Ja	Schnee		
	3	GL		3.95		0.65		1.00	Nein	ständig		

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

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	02 (Konterlast)
2	02 (Konterlast)
3	Dämmung:0,35*1,8m

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	03	93-N1

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 3911 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.50

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt
Nachweis Spannungsbegrenzung	:	wird geführt
Überprüfung des lin. Kriechansatzes	:	wird geführt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.61$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.47 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.5 cm	oben = 4.5 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \text{ ‰}$		

Bemessungseinstellungen

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

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	03	94-N1

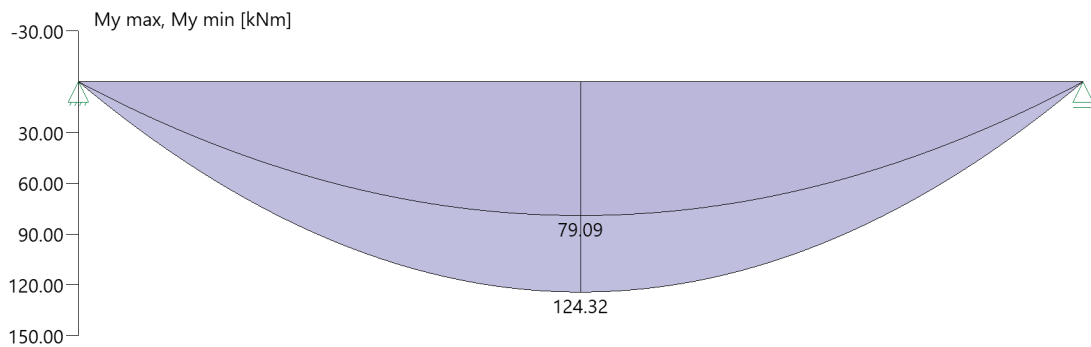
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

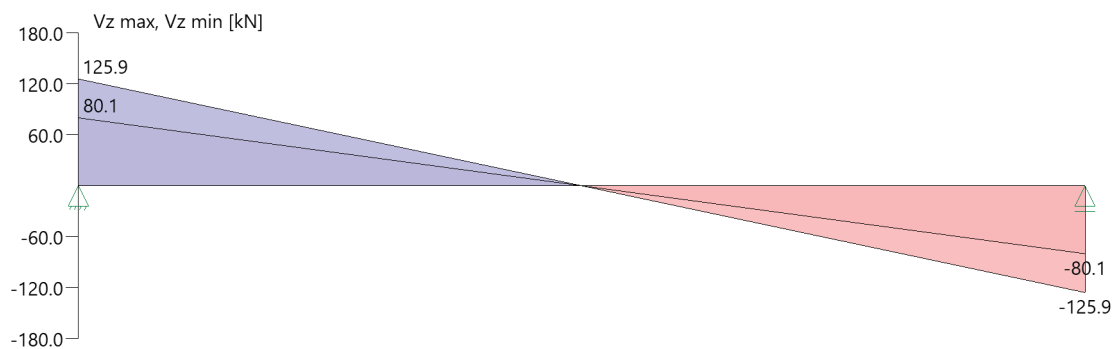
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	125.89	1
	0.00	0.00	0.00	80.09	2
	1.98	1.98	124.32	0.00	1
	3.95	3.95	0.00	-80.09	2
	3.95	3.95	0.00	-125.89	1
	3.95	3.95	0.00	-125.89	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min M_u [kNm]	erf A_{su} [cm ²]	min M_o [kNm]	erf A_{so} [cm ²]
24.0/165.0	279.32	3.9	-279.32	3.9
Plattenbreite wurde für die Berechnung von M_y auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	03	95-N1

Feldbewehrung

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	k _x	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
Feld 1	0.09	0.09	10.47	10.47	160.5	0.01	3.9	0.0	¹	1
	1.98	1.98	124.32	124.32	160.5	0.04	3.9	0.0	¹	1
	3.68	3.68	31.67	31.67	160.5	0.02	3.9	0.0	¹	1
Am ersten Auflager sind mindestens 4.2 cm ² zu verankern. Am letzten Auflager sind mindestens 4.2 cm ² zu verankern. Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.										
1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)										

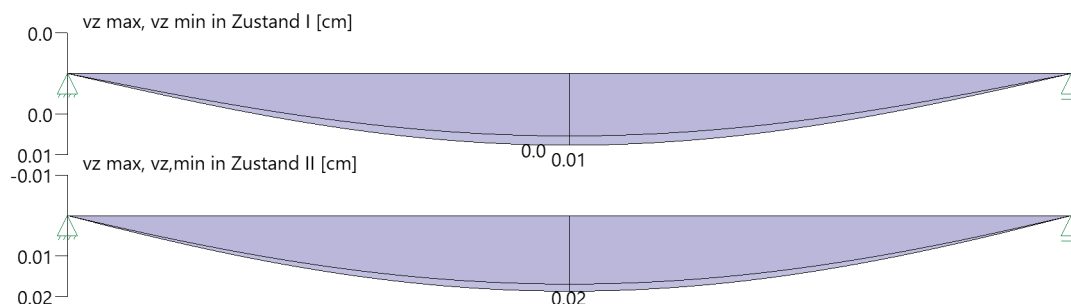
Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	k _z	V _{Ed} [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.96	120.8	18.4	75.8	1175.8	VRd,max > V _{Ed}		
	rechts	1.69	1.69	0.96	18.5	18.4	75.8	1175.8	30.0	1.97 ¹	1
	*	1.98	1.98	0.96	0.0	18.4	75.8	1175.8	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.08	3.87	0.96	-120.8	18.4	75.8	1175.8	VRd,max > V _{Ed}		
	links	1.69	2.27	0.96	-18.5	18.4	75.8	1175.8	30.0	1.97 ¹	1
	*	1.98	1.98	0.96	0.0	18.4	75.8	1175.8	30.0	1.97 ¹	1
* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).											
1 : Mindestbügelbewehrung											

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	f _{y,Ed} [cm]	f _{z,Ed} [cm]	Lfk
Feld 1	1.98	0.0	0.01	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.66$ $\epsilon_{cs} = -0.47 \text{ ‰}$
 Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt
 Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($l_{eff} / 300$)

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	03	96-N1

Feld	x [m]	f _{Ellz,g} [cm]	f _{Ellz,g} / l _{eff}	f _{Ellz,φ_ε} [cm]	f _{Ellz,φ_ε} / l _{eff}	f _{Ell,φ_ε} [cm]	η
Feld 1	1.98	0.0	1/86617	0.02	1/21192	0.02	0.01

x : Stelle x
 f_{Ellz,g} : Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 f_{Ellz,φ_ε} : Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 f_{Ell,φ_ε} : maßgebende Durchbiegung

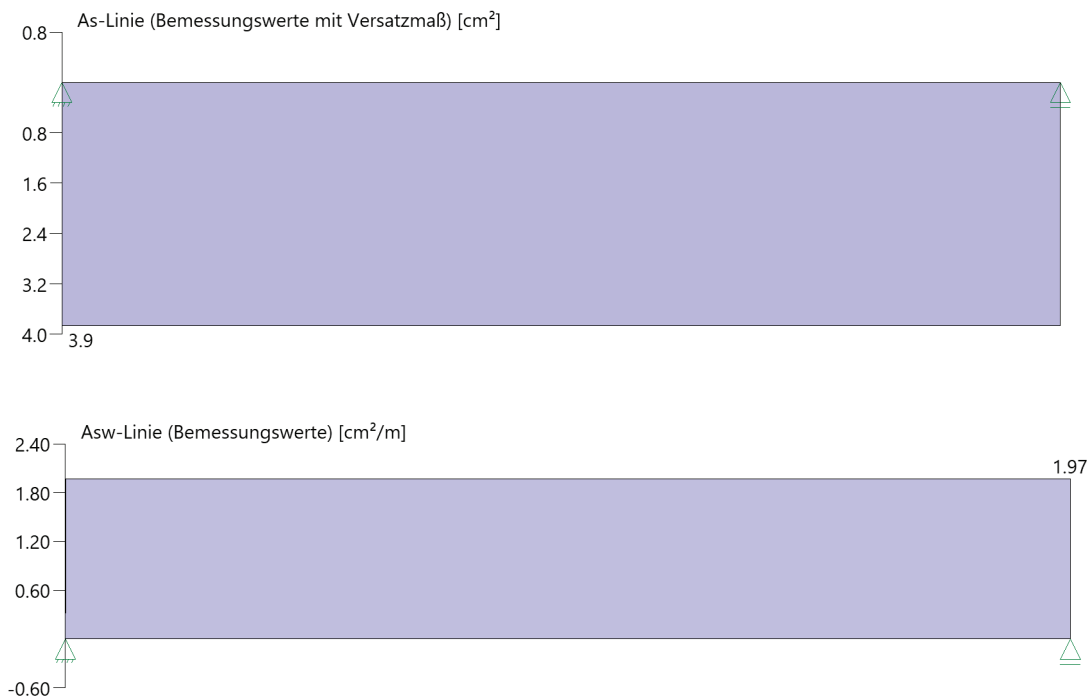
Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

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

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	σ _S (t=∞) [N/mm ²]	σ _C (t=0) [N/mm ²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	0.08	3.9		0.02	0.00	12	100	4
	1.69	77.38	3.9		133.26	-2.42	12	27	4
	1.98	79.09	3.9		136.20	-2.47	12	26	4
	2.27	77.38	3.9		133.26	-2.42	12	27	4
	3.95	0.08	3.9		0.02	0.00	12	100	4

As-Deckungslinien



Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	R _{z,min} [kN]	R _{z,max} [kN]	M _{y,min} [kNm]	M _{y,max} [kNm]
1	0.00	ständig Schnee H < 1000 m	80.09	80.09 11.85		
2	3.95	ständig Schnee H < 1000 m	80.09	80.09 11.85		

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	04	97-N1

04 Unterzug Fahrzeughalle

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-8)

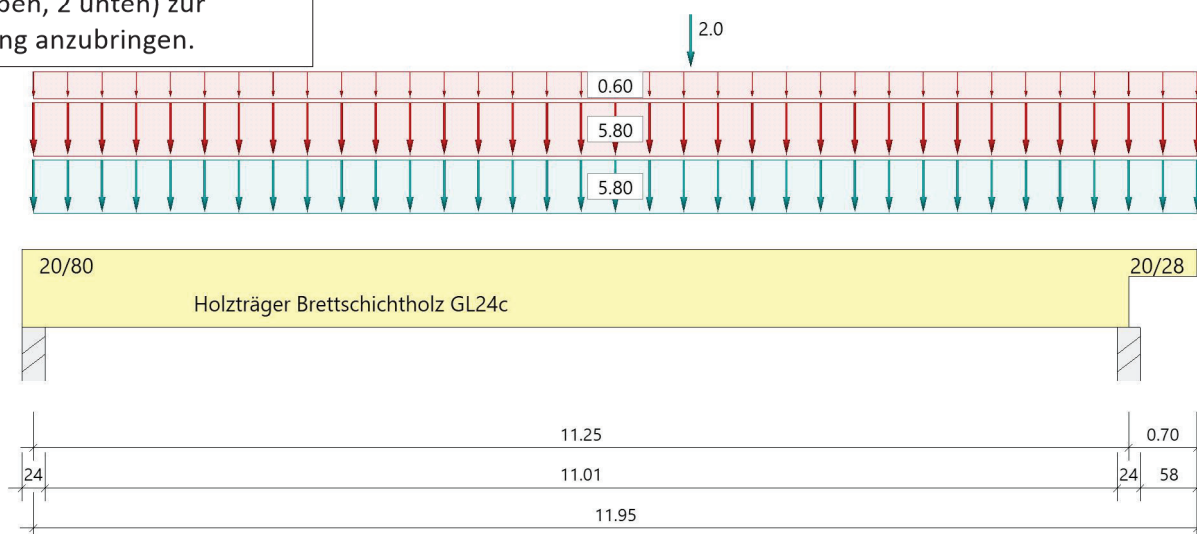
Grundparameter

Holzträger Brettschichtholz GL24c (flachkant) DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

System

Systembild

Holzträger wird in Stb.-Wand integriert. Zusätzlich sind 4 Winkel (2 je Seite, 2 oben, 2 unten) zur Lagesicherung anzubringen.



Material

Brettschichtholz GL24c (flachkant), gemäß EN 14080:2013

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ [N/mm ²]	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ [N/mm ²]	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ [N/mm ²]	G_{mean} G_{05} [N/mm ²]	ρ_k ρ_m [kg/m ³]
24.00 3.50	17.00 21.50	0.50 2.50	11000 9100	300 250	650 540	365 400

$f_{m,k}$: charakteristischer Wert der Biegefestigkeit
 $f_{t,0,k}$: charakteristischer Wert der Zugfestigkeit parallel zur Faser
 $f_{t,90,k}$: charakteristischer Wert der Zugfestigkeit senkrecht zur Faser
 $E_{0,mean}$: Mittelwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser
 $E_{90,mean}$: Mittelwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser
 G_{mean} : Mittelwert des Schubmoduls
 ρ_k : charakteristischer Wert der Rohdichte
 $f_{v,k}$: charakteristischer Wert der Schubfestigkeit
 $f_{c,0,k}$: charakteristischer Wert der Druckfestigkeit parallel zur Faser
 $f_{c,90,k}$: charakteristischer Wert der Druckfestigkeit senkrecht zur Faser
 $E_{0,05}$: 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser
 $E_{90,05}$: 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser
 G_{05} : 5%-Fraktilwert des Schubmoduls
 ρ_m : Mittelwert der Rohdichte

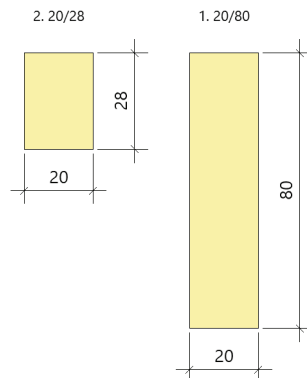
Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
20/80	853333	53333	21333	5333	1600.0
20/28	36587	18667	2613	1867	560.0

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	04	98-N1

verwendete Querschnitte



Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt	
		Anfang	Ende
1 Kra Rechts	11.25 0.70	20/80 20/28	konst. konst.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	k _{c90}	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
							Φ _x [kNm/rad]	Φ _y [kNm/rad]	Φ _z [kNm/rad]
1	0.00	24.0	100.0	1.75	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	11.25	24.0	100.0	1.75	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	6.75	2.0 kN	ständig		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
 A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
 EG : Lasteinwirkung
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
 Alt : Alternativgruppe

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	Tor

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	2	GL		11.95		5.80		Nein	ständig		
	3	GL		11.95		5.80		Nein	Schnee		
	4	GL		11.95		0.60		Nein	Wind		

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

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	04	99-N1

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
----	-------------

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 736 kg mit $\gamma = 4.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$	KLED
ständig				1.00	1.35	
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50	kurz
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.50	kurz

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
Basis	:	EN 1995-1-1/A2:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
KLED bei Wind	:	sehr kurz

Bemessungsparameter Holz

Nutzungsklasse	2	:	überdacht, offen	
			rel. Luftfeuchte $\sim 85\%$	Ausgleichfeuchte $< 20\%$
Schubspannungen	=		Tau mit red. Q	
Nachweis für Kragarme	=	kein Nachweis, wenn abhebend		
Anfangsdurchbiegung	w_{inst}	=	$l/300$	$w_{inst \text{ Krag}} = l/150$
Enddurchbiegung	$w_{net,fin}$	=	$l/300$	$w_{net,fin \text{ Krag}} = l/150$
	w_{fin}	=	$l/200$	$w_{fin \text{ Krag}} = l/100$

Zusammenfassung

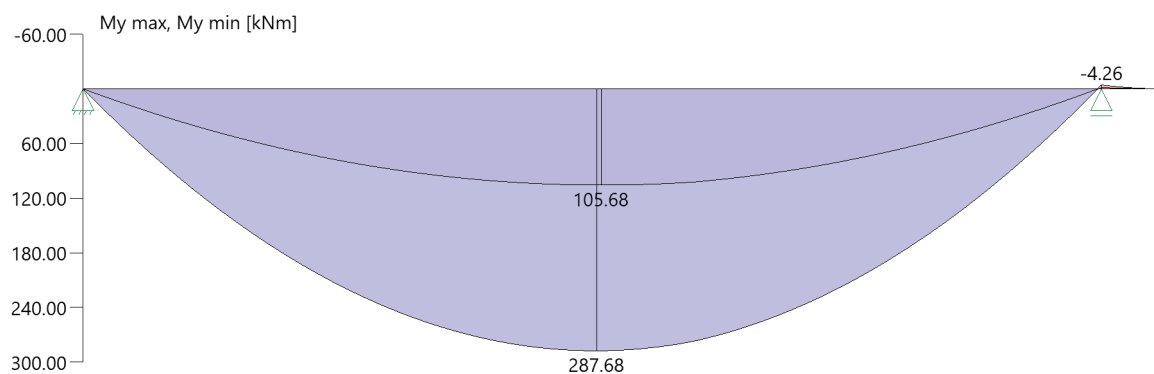
Nachweis	Bemessungssituation	$\eta_{Biegung}$	η_{Schub}	$\eta_{c,90}$	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.81	0.47	0.63	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch					0.76

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

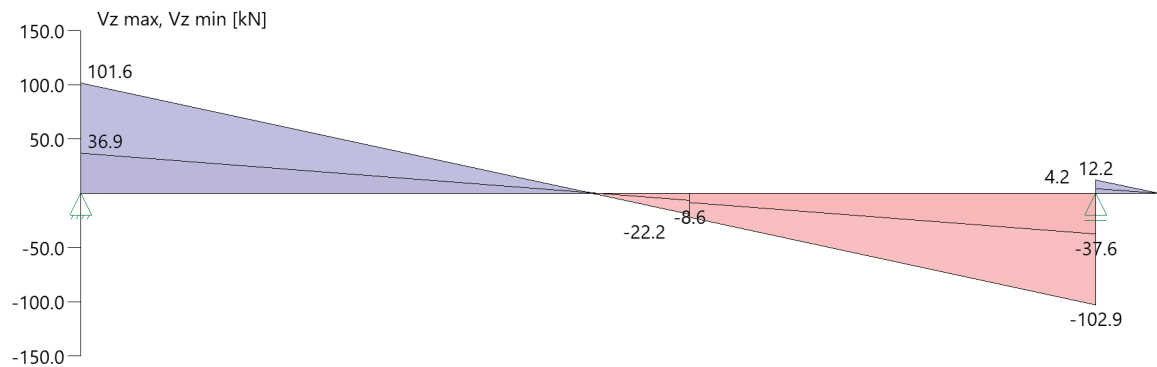
Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	04	100-N1

Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	101.58	2
	0.00	0.00	0.00	36.89	3
	5.66	5.66	287.68	0.00	2
	11.25	11.25	-4.26	-102.88	2
	11.25	11.25	-1.48	-37.56	3
Kra re	0.00	11.25	-1.48	4.22	3
	0.00	11.25	-4.26	12.16	2
	0.70	11.95	0.00	0.00	1

Biegung

Feld	x [m]	$M_{y,d}$ [kNm]	σ_{myd} [N/mm ²]	$k_{crit,y}$	$k_{h,My}$	k_{mod}	$f_{m,y,d}$ [N/mm ²]	η	Lk
Feld 1	5.66	287.68	13.49	1.00	1.00	0.90	16.62	0.81	2
	11.25	-4.26	-0.20	1.00	1.00	0.90	16.62	0.01	2
Kra re	11.25	-4.26	-1.63	1.00	1.08	0.90	17.93	0.09	2

Der Beiwert k_h wurde bei der Berechnung von f_{myd} nach EN 1995 3.3(3) berücksichtigt.
Bei Querschnittssprüngen sind zusätzliche Nachweise erforderlich.

Schub

Stütze [Nr]		Xrel [m]	Xabs [m]	$V_{z,d}$ [kN]	τ_d [N/mm ²]	k_{mod}	$f_{v,z,d}$ [N/mm ²]	η	Lk
1	rechts	0.92	0.92	85.1	0.80	0.90	2.42	0.46	2
2	links	0.92	10.33	-86.4	-0.81	0.90	2.42	0.47	2
	rechts	0.40	11.65	5.2	0.14	0.90	2.42	0.08	2

Der Beiwert $k_{cr} = 0.71$ wurde bei der Berechnung nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7 (2) berücksichtigt.

Auflagerpressung

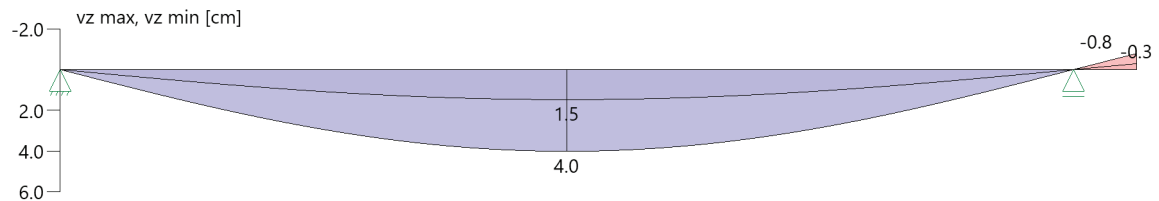
Stütze	b _{eff} [cm]	d _{eff} [cm]	max F [kN]	$\sigma_{c,90,d}$ [N/mm ²]	k_{c90}	k_{mod}	$f_{c,90,d}$ [N/mm ²]	η	Lk
1	27.0*	20.0	101.6	1.88	1.75	0.90	1.73	0.62	2
2	30.0*	20.0	115.0	1.92	1.75	0.90	1.73	0.63	2

* Kontaktfläche nach Norm DIN EN 1995-1-1, Kapitel 6.1.5 (1)P um 30mm je Seite verbreitert

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	04	101-N1

Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

	l _{eff} [m]	Stelle [m]	Nachweis		w _g	w _q	w	w _{lim}	η	Lk
					[cm]					
Feld 1	11.25	5.67	inst	z	1.5	1.4	2.8	3.8	0.76	5
	11.25	5.73	net,fin	z	2.7	0.0	2.7	3.8	0.71	4
	11.25	5.69	fin	z	2.7	1.4	4.0	5.6	0.71	6
Nachweise am Kragarm werden für abhebende Durchbiegungen nicht durchgeführt.										
l _{eff} : effektive Länge Stelle : Stelle der Durchbiegung Nachweis : Anfangs-/Endverformung (Richtung) w _g : Verformung infolge ständiger Last w _q : Verformung infolge veränderlicher Last w : Verformung gesamt w _{lim} : zulässige Verformung η : Ausnutzungsgrad Lk : Nr. der Lastkombination										

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	R _{z,min} [kN]	R _{z,max} [kN]	M _{y,min} [kNm]	M _{y,max} [kNm]
1	0.00	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	36.89	36.89 3.36 32.50		
2	11.25	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	41.77	41.77 3.81 36.81		

05 Holzbalkendach

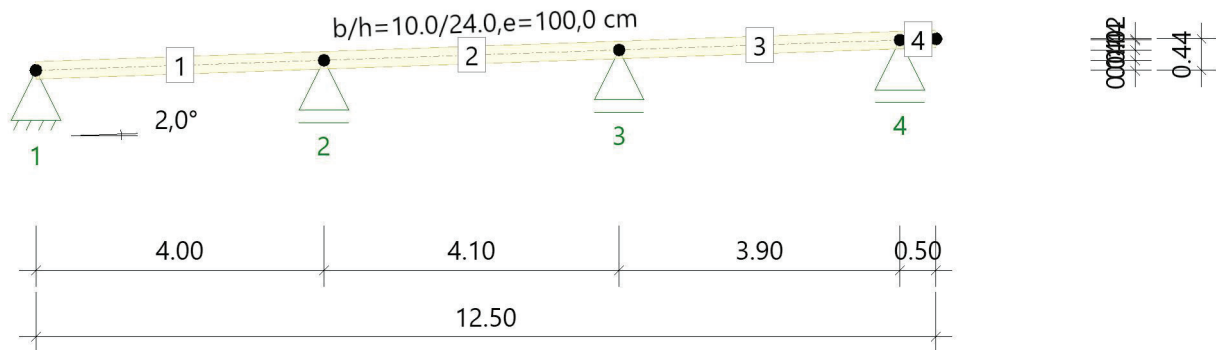
Berechnung von Dächern Dach+ (FRILO 2026-0-8)

System

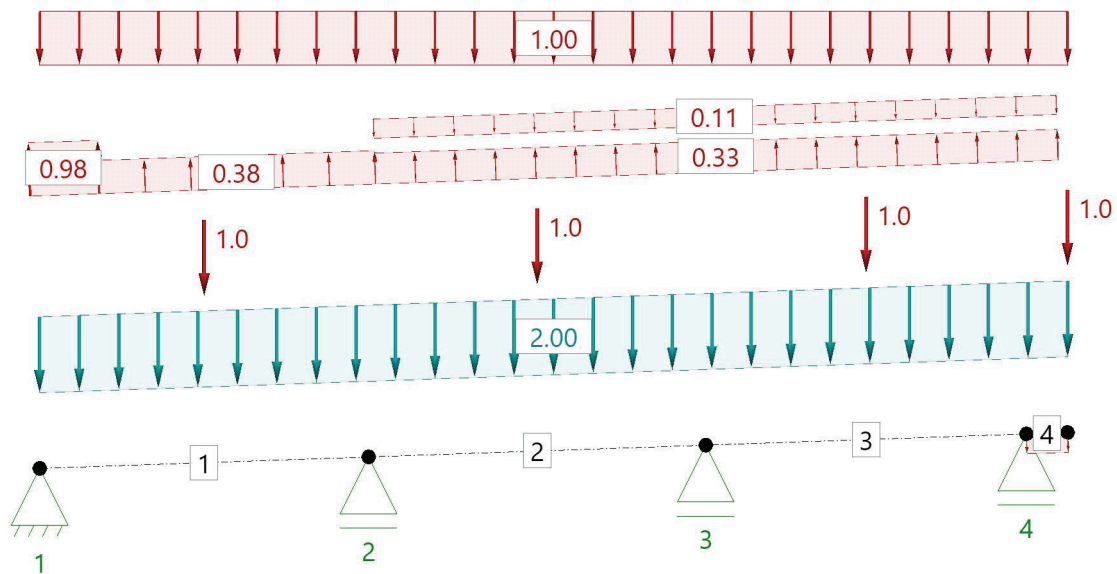
Allgemein

Nadelholz C24, Nutzungsklasse geschlossen, beheizt; LF<65%; GLWF<15%, CC 2

Systemgrafik



Lastgrafik



Material

Materialwerte Holz

Nadelholz C24 gemäß EN 338:2016

$E_{0,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$
 $G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$

$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Materialkennwerte

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ N/mm ²	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ N/mm ²	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ N/mm ²	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ N/mm ²	G_{mean} G_{05} N/mm ²	ρ_k ρ_m kg/m ³	γ kN/m ³
24.00 4.00	14.50 21.00	0.40 2.50	11000 7400	370 247	690 460	350 420	6.00

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	05	103-N1

Geometrie

Pultdachsparren

Sparrenabstand $e = 100.0 \text{ cm}$ Gesamt-Firsthöhe $h = 4.20 \text{ m}$
 Dachlänge $b_{\text{Roof}} = 20.00 \text{ m}$ Gebäudelänge $b_{\text{Wall}} = 20.00 \text{ m}$

Sparren

Feld	Länge Gfl [m]	Länge Dfl [m]	Seite	Neigung [°]	Querschnitt [cm]
1	4.00	4.00	links	2.0	10.0/24.0
2	4.10	4.10	links	2.0	10.0/24.0
3	3.90	3.90	links	2.0	10.0/24.0
Kragarm oben	0.50	0.50	links	2.0	10.0/24.0

Auflager

Nr	Bauteil	Cx [kN/m]	Cz [kN/m]	Kervertiefe t [cm]
1	Sparren links	Starr	Starr	0.0
2	Sparren links	0.00	Starr	0.0
3	Sparren links	0.00	Starr	0.0
4	Sparren links	0.00	Starr	0.0

Kipp-/Knicklängen

Sparren links

Knicken in der Ebene: aus Eigenwertermittlung begrenzt auf...0.90*L
 Knicken aus der Ebene: kontinuierlich gehalten
 Kippen: kontinuierlich gehalten

Berechnungsregeln

Am Kragarm werden die Durchbiegungen immer berücksichtigt.
 Für den Gesamtdurchbiegenachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.
 Achtung! Wenn Stäbe ohne Halterung verbunden sind, werden deren Stablängen aufaddiert.
 Windlasten aus Unterströmung werden als abhängig angenommen.
 Windlasten aus Windinnendruck werden als abhängig angenommen.
 Lastfälle mit Lasten, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.
 Kombinationen aus Lastfällen, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.
 Die Steifigkeiten sollen infolge Kriechens aus ständigen und quasiständigen Lastanteilen abgemindert werden.
 k_{mod} wird bei Wind als Mittelwert von kurz und sehr kurz angesetzt.
 Windlasten für seitliche Anströmung im Ungünstigsten Bereich
 Dachnutzlasten der Kategorie H werden nur als Einzellasten berücksichtigt.
 Dachnutzlasten der Kategorie H werden bei Auflagerkräften nicht berücksichtigt.

Lasten

Lastvorwerte

Sparren

Dacheindeckung $g_1 = 2.00 \text{ kN/m}^2$ EW = 99
 Konstruktion $g_2 = 0.00 \text{ kN/m}^2$
 Dachausbau $g_3 = 0.00 \text{ kN/m}^2$
 Ausbau unten $g_u = 0.00 \text{ kN/m}^2$
 mit Eigengewicht der Bauteile, $\gamma = 6.00 \text{ kN/m}^3$
 Dachnutzlast Kat.H $Q = 1.0 \text{ kN}$ EW = 8

Randbedingungen

Gesamt-Firsthöhe $h = 4.20 \text{ m}$
 Dachlänge $b_{\text{Roof}} = 20.00 \text{ m}$
 Gebäudelänge $b_{\text{Wall}} = 20.00 \text{ m}$

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	05	104-N1

Schnee/Windlasten

Geländehöhe ü. N N = 288 m

Gelände Kategorie II

Höhe für q h = 4.20 m

Geschwindigkeitsdruck q(h) = 0.55 kN/m²

Windzone 1

Basiswindgeschwindigkeit v_{bo} = 22.50 m/s

Basisgeschwindigkeitsdruck q_{bo} = 0.32 kN/m²

Bodenschneelast

sk = 1.07 kN/m²

Schneezone 2a

Formbeiwert

μ = 0.80

C_t = 1.000

C_e = 1.000

Beiwert außergew.

C_{esl} = 2.300

Schnee-/Windlasten für die Berechnung - Benutzerdefinierte Werte

DIN EN 1991-1-3:2019, DIN EN 1991-1-4:2010

Bodenschneelast sk = 1.25 kN/m²

Hilfswerte

Winddruckbezugsfläche A_{ref} = 10.00 m²

Windreferenzlänge (Dach) e₀ = 8.40 m e₉₀ = 8.40 m

Windreferenzlänge (Wand) e₀ = 8.40 m e₉₀ = 8.40 m

h/d = 0.336 h/b = 0.210 d/b = 0.625

für giebelseitige Anströmung: h/d = 0.210 h/b = 0.336 d/b = 1.600

Klassifizierung der Einwirkungen

Nr	Name	γ _{sup}	γ _{inf}	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	KLED
99	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	ständig
8	Kat. H: Dächer	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	kurz
9	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	kurz/sehr kurz
10	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00	kurz

Lastwerte

Schneelasten

Name	Seite	μ	Lastwert	(nach Norm)
Dachlast	links	0.80 0.00 0.00	1.00	1.00 kN/m ²
Unverwehter Anteil (für verwehte Lastfälle)	links	0.80 0.00 0.00	1.00	1.00 kN/m ²
Verwehter Anteil (für verwehte Lastfälle)	links	0.80 0.00 0.00	0.50	0.50 kN/m ²

Windlasten

Name	Seite	cp+	cp-	Druck [kN/m ²]	Sog [kN/m ²]	Druck (Norm) [kN/m ²]	Sog (Norm) [kN/m ²]
F	von links	0.00	-1.80	0.00	-0.98	0.00	-0.98
G	von links	0.00	-1.20	0.00	-0.65	0.00	-0.65
H	von links	0.00	-0.70	0.00	-0.38	0.00	-0.38
D	von links	0.71	0.00	0.39	0.00	0.39	0.00
E	von links	0.00	-0.32	0.00	-0.18	0.00	-0.18
F	von rechts	0.00	-1.80	0.00	-0.98	0.00	-0.98
G	von rechts	0.00	-1.20	0.00	-0.65	0.00	-0.65
H	von rechts	0.00	-0.70	0.00	-0.38	0.00	-0.38
D	von rechts	0.71	0.00	0.39	0.00	0.39	0.00
E	von rechts	0.00	-0.32	0.00	-0.18	0.00	-0.18
I	von rechts	0.20	-0.60	0.11	-0.33	0.11	-0.33
J	von rechts	0.20	-0.60	0.11	-0.33	0.11	-0.33
I	von links	0.20	-0.60	0.11	-0.33	0.11	-0.33

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	05	105-N1

Kombinationen

Lastfallkombinationen

Nr	Name		Sit	KLED
1	1,35*g+1,50*s	GZT ¹	p/t ²	4 ³
2	1,35*g+1,50*s+0,90*(wLuv+)+(wULee)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
5	1,35*g+0,75*s+1,50*(wLee-)+(wULuv)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
13	1,00*g+1,00*s	GZG ⁵	char ⁶	4 ³
14	1,00*g+1,00*s+0,60*(wLuv+)+(wULee)	GZG ⁵	char ⁶	6 ⁴

Die Zuordnung der Lastfallkurznamen kann der Tabelle der Lastfälle entnommen werden.
Es wurden nicht alle Kombinationen gebildet. Siehe dazu Einstellungen unter Berechnungsregeln.

- 1 : GZT=Bauteilversagen
- 2 : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)
- 3 : Klasse der Lasteinwirkungsduer:4=kurz
- 4 : Klasse der Lasteinwirkungsduer:6=kurz/sehr kurz
- 5 : GZG=Gebrauchstauglichkeit
- 6 : char=characteristic (Charakteristische Situation)

Ergebnisse

Sparren links 10.0/24.0 e = 100.0 cm

Tragfähigkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

Nachweise in Ständig/Vorübergehende Situation

Kombi	Sit	Nachweis	N _{x,d} [kN]	M _{y,d} [kNm]	V _{z,d} [kN]	σ _{n,d} [N/mm ²]	σ _{m,y,d} [N/mm ²]	τ _d [N/mm ²]	η	S _{ky} [m]	S _{kz} [m]	S _b [m]
1	p/t ¹	Spannung (Feld)	-0.3	-5.56	8.2	-0.01	-5.79		0.35			
1	p/t ¹	Spannung (Stütze)	0.4	-7.30	-10.6	0.02	-7.60		0.46			
1	p/t ¹	Stabilität	-0.3	-7.30	0.0	-0.01	-7.60		0.46²	1.45	0.00	0.00
1	p/t ¹	Schub	0.4	-7.30	-10.6			-0.66	0.37			

Die Zusammensetzung der Lastfallkombinationen kann der Tabelle der Lastfallkombinationen entnommen werden.

- 1 : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)
- 2 : S_{ky}=1.45 m, S_{kz}=0.00 m, S_b=0.00 m

Gebrauchstauglichkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

Kombi	Nachweis			Stab	x [m]	W _{G,inst} [cm]	W _{G,fin} [cm]	W _{Q,inst,char} [cm]	W _{Q,inst,qprm} [cm]	W _{Q,fin} [cm]	W _{tot} [cm]	W _{lim} [cm]	L/..	η	
13	W _{inst}	1	lokal	1	1.75	0.3		0.1			0.4	<	1.3	300	0.32
14	W _{inst}	1	gesamt	4 ²	0.50	-0.1		-0.1			-0.2	<	0.3	150	0.48
13	W _{net}	3	lokal	1	1.75	(0.3)	0.5		(0.0)	0.0	0.5	<	1.3	300	0.35
13	W _{net}	3	gesamt	4 ²	0.50	(-0.1)	-0.2		(0.0)	0.0	-0.2	<	0.3	150	0.52
13	W _{fin}	4	lokal	1	1.75	(0.3)	0.5	(0.1)		0.1	0.6	<	2.0	200	0.30
14	W _{fin}	4	gesamt	4 ²	0.50	(-0.1)	-0.2	(-0.1)		-0.1	-0.2	<	0.5	100	0.45

Werte in () sind nur informativ.

Für den Gesamtdurchbiegenachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.
Für den lokalen Durchbiegenachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.
Stablängen von Stäben, die ohne Auflagerung miteinander verbunden sind, werden aufaddiert.

- 1 : W_{inst} = W_{G,inst} + W_{Q,inst,char}
- 2 : Kragarm
- 3 : W_{net} = W_{G,fin} + W_{Q,fin,qprm} - W_c
- 4 : W_{fin} = W_{G,fin} + W_{Q,fin,char}

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	05	106-N1

Auflager

Auflagerkräfte je EW

EW		Auflager 1		Auflager 2		Auflager 3		Auflager 4	
		max [kN/m]	min [kN/m]	max [kN/m]	min [kN/m]	max [kN/m]	min [kN/m]	max [kN/m]	min [kN/m]
99	vertikal	3.40 ¹	3.40 ¹	9.64 ¹	9.64 ¹	9.31 ¹	9.31 ¹	4.47 ¹	4.47 ¹
	horizontal	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹
9	vertikal	-0.02 ²	-0.52 ³	0.19 ²	-1.46 ³	0.51 ²	-1.51 ³	0.32 ²	-1.53 ³
	horizontal	0.18 ³	-0.03 ²	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴
10	vertikal	1.59 ⁵	1.59 ⁵	4.49 ⁵	4.49 ⁵	4.34 ⁵	4.34 ⁵	2.09 ⁵	2.09 ⁵
	horizontal	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴

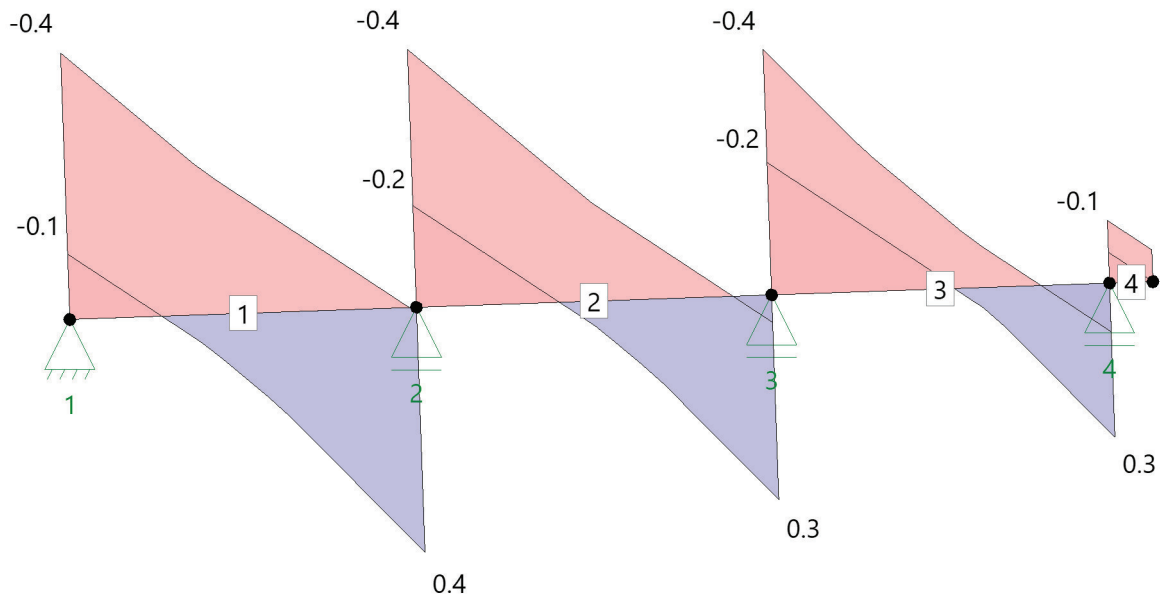
alle Werte sind charakteristische Werte

Auflagerkräfte sind immer positiv in Richtung der globalen und lokalen Achsen.

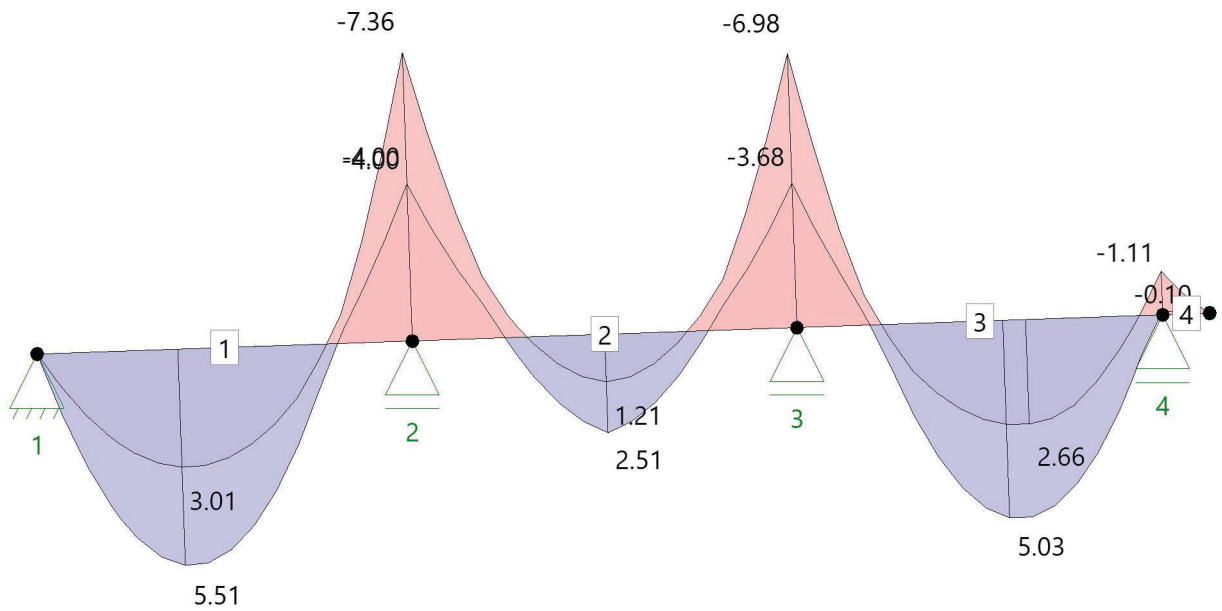
- 1 : Lastfälle:g
- 2 : Lastfälle:(wLUv+)+(wULee)
- 3 : Lastfälle:(wRLee-)+(wULuv)
- 4 : Lastfälle:
- 5 : Lastfälle:s

Grafik Schnittgrößen

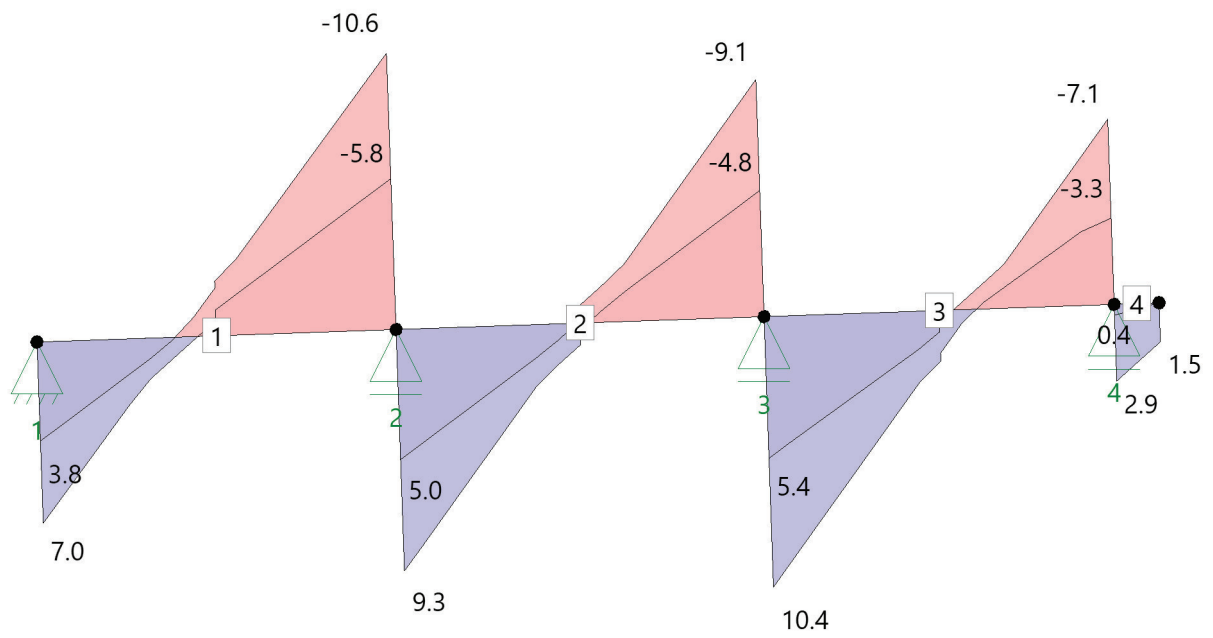
Nd [kN]



Myd [kNm]



Vzd [kN]



05.1 Holzbalkendach- Höhengsprung

Berechnung von Dächern Dach+ (FRILO 2026-0-8)

System

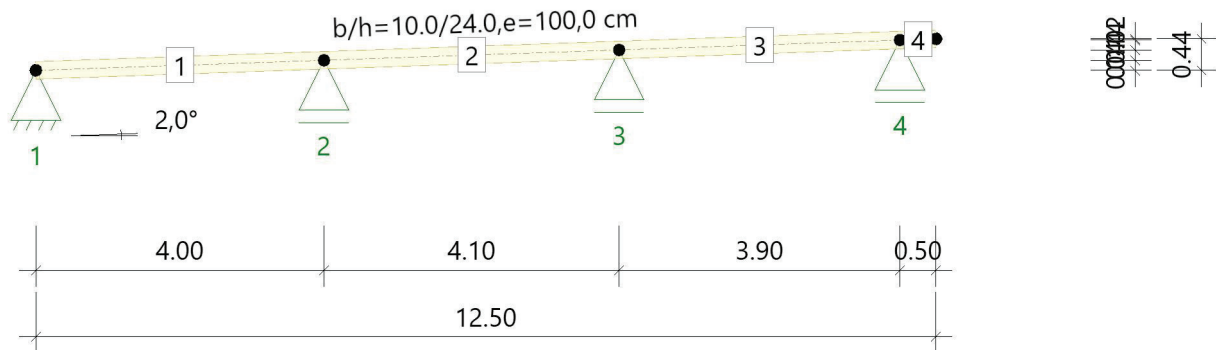
Allgemein

Nadelholz C24, Nutzungsklasse geschlossen, beheizt; LF<65%; GLWF<15%, CC 2

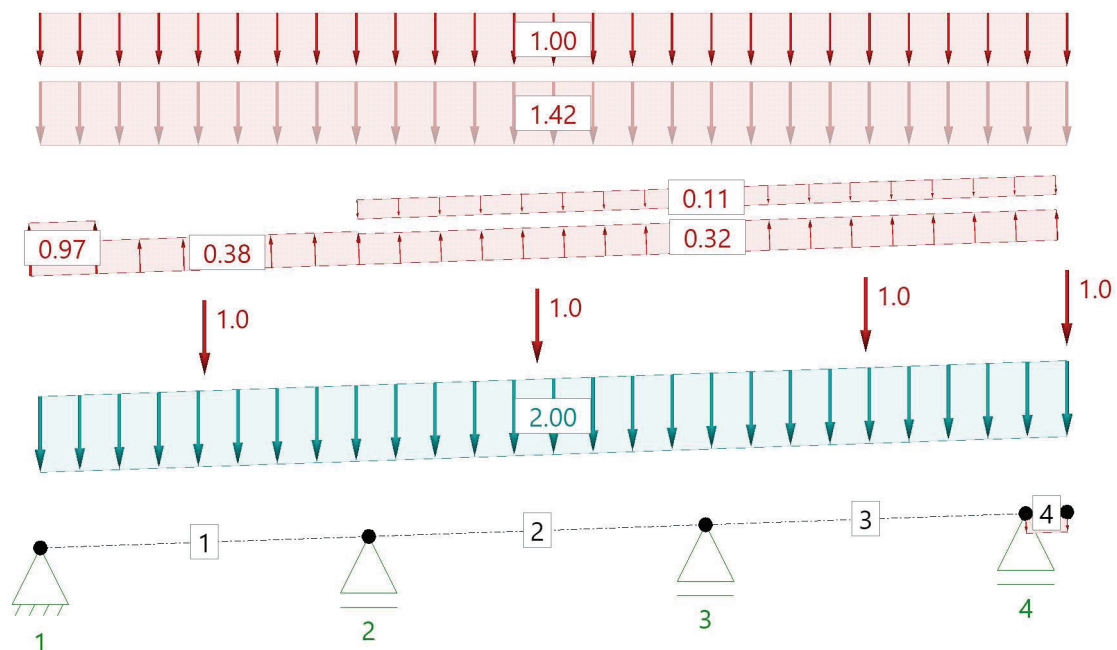
Systemgrafik

Zur Aussteifung:

Der Sparren ist zusätzlich seitlich an der Stb.-Wand (Achse 5) zu befestigen, mit WIT-VM250, Ankerstange M16, U-Scheibe 40mm, Abstand $a \leq 100$ cm.



Lastgrafik



Material

Materialwerte Holz

Nadelholz C24 gemäß EN 338:2016

$E_{0,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$
 $G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$

$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	05.1	110-N1

Materialkennwerte

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ N/mm ²	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ N/mm ²	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ N/mm ²	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ N/mm ²	G_{mean} G_{05} N/mm ²	ρ_k ρ_m kg/m ³	γ kN/m ³
24.00 4.00	14.50 21.00	0.40 2.50	11000 7400	370 247	690 460	350 420	6.00

Geometrie

Pulldachsparren

Sparrenabstand $e = 100.0$ cm Gesamt-Firsthöhe $h = 4.00$ m
 Dachlänge $b_{\text{Roof}} = 20.00$ m Gebäudelänge $b_{\text{Wall}} = 20.00$ m

Sparren

Feld	Länge Gfl [m]	Länge Dfl [m]	Seite	Neigung [°]	Querschnitt [cm]
1	4.00	4.00	links	2.0	10.0/24.0
2	4.10	4.10	links	2.0	10.0/24.0
3	3.90	3.90	links	2.0	10.0/24.0
Kragarm oben	0.50	0.50	links	2.0	10.0/24.0

Auflager

Nr	Bauteil	Cx [kN/m]	Cz [kN/m]	Kerventiefe t [cm]
1	Sparren links	Starr	Starr	0.0
2	Sparren links	0.00	Starr	0.0
3	Sparren links	0.00	Starr	0.0
4	Sparren links	0.00	Starr	0.0

Kipp-/Knicklängen

Sparren links

Knicken in der Ebene: aus Eigenwertermittlung begrenzt auf...0.90*L
 Knicken aus der Ebene: kontinuierlich gehalten
 Kippen: kontinuierlich gehalten

Berechnungsregeln

Am Kragarm werden die Durchbiegungen immer berücksichtigt.
 Für den Gesamtdurchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.
 Achtung! Wenn Stäbe ohne Halterung verbunden sind, werden deren Stablängen aufaddiert.
 Windlasten aus Unterströmung werden als abhängig angenommen.
 Windlasten aus Windinnendruck werden als abhängig angenommen.
 Lastfälle mit Lasten, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.
 Kombinationen aus Lastfällen, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.
 Die Steifigkeiten sollen infolge Kriechens aus ständigen und quasiständigen Lastanteilen abgemindert werden.
 kmod wird bei Wind als Mittelwert von kurz und sehr kurz angesetzt.
 Windlasten für seitliche Anströmung im Ungünstigsten Bereich
 Dachnutzlasten der Kategorie H werden nur als Einzellasten berücksichtigt.
 Dachnutzlasten der Kategorie H werden bei Auflagerkräften nicht berücksichtigt.

Lasten

Lastvorwerte

Sparren

Dacheindeckung $g_1 = 2.00$ kN/m² EW = 99
 Konstruktion $g_2 = 0.00$ kN/m²
 Dachausbau $g_3 = 0.00$ kN/m²
 Ausbau unten $g_u = 0.00$ kN/m²
 mit Eigengewicht der Bauteile, $\gamma = 6.00$ kN/m³
 Dachnutzlast Kat.H $Q = 1.0$ kN EW = 8

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	05.1	111-N1

Randbedingungen

Gesamt-Firsthöhe $h = 4.00 \text{ m}$
 Dachlänge $b_{\text{Roof}} = 20.00 \text{ m}$
 Gebäudelänge $b_{\text{Wall}} = 20.00 \text{ m}$

Schnee/Windlasten

Geländehöhe ü. N N = 288 m

Gelände Kategorie II

Höhe für q $h = 4.00 \text{ m}$

Geschwindigkeitsdruck $q(h) = 0.54 \text{ kN/m}^2$

Windzone 1

Basiswindgeschwindigkeit $v_{b0} = 22.50 \text{ m/s}$

Basisgeschwindigkeitsdruck $q_{b0} = 0.32 \text{ kN/m}^2$

Bodenschneelast $s_k = 1.07 \text{ kN/m}^2$

Formbeiwert $\mu = 0.80$

$C_t = 1.000$

Beiwert außergew. $C_{esl} = 2.300$

Schneezone 2a

$C_e = 1.000$

Schnee-/Windlasten für die Berechnung - Benutzerdefinierte Werte

DIN EN 1991-1-3:2019, DIN EN 1991-1-4:2010

Bodenschneelast $s_k = 1.25 \text{ kN/m}^2$

Hilfswerte

Winddruckbezugsfläche $A_{ref} = 10.00 \text{ m}^2$

Windreferenzlänge (Dach) $e_0 = 8.00 \text{ m}$

Windreferenzlänge (Wand) $e_0 = 8.00 \text{ m}$

$h/d = 0.320$

für giebelseitige Anströmung: $h/d = 0.200$

$e_{90} = 8.00 \text{ m}$

$e_{90} = 8.00 \text{ m}$

$h/b = 0.200$

$h/b = 0.320$

$d/b = 0.625$

$d/b = 1.600$

Klassifizierung der Einwirkungen

Nr	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2	KLED
99	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	ständig
8	Kat. H: Dächer	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	kurz
9	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	kurz/sehr kurz
10	Schnee $H < 1000 \text{ m}$	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00	kurz

Lastwerte

Schneelasten

Name	Seite	μ	Lastwert	(nach Norm)
Dachlast	links	0.80	0.00	1.00
Unverwehter Anteil (für verwehte Lastfälle)	links	0.80	0.00	1.00
Verwehter Anteil (für verwehte Lastfälle)	links	0.80	0.00	0.50

Windlasten

Name	Seite	cp+	cp-	Druck [kN/m ²]	Sog [kN/m ²]	Druck (Norm) [kN/m ²]	Sog (Norm) [kN/m ²]
F	von links	0.00	-1.80	0.00	-0.97	0.00	-0.97
G	von links	0.00	-1.20	0.00	-0.65	0.00	-0.65
H	von links	0.00	-0.70	0.00	-0.38	0.00	-0.38
D	von links	0.71	0.00	0.38	0.00	0.38	0.00
E	von links	0.00	-0.32	0.00	-0.17	0.00	-0.17
F	von rechts	0.00	-1.80	0.00	-0.97	0.00	-0.97
G	von rechts	0.00	-1.20	0.00	-0.65	0.00	-0.65
H	von rechts	0.00	-0.70	0.00	-0.38	0.00	-0.38
D	von rechts	0.71	0.00	0.38	0.00	0.38	0.00
E	von rechts	0.00	-0.32	0.00	-0.17	0.00	-0.17
I	von rechts	0.20	-0.60	0.11	-0.32	0.11	-0.32
J	von rechts	0.20	-0.60	0.11	-0.32	0.11	-0.32
I	von links	0.20	-0.60	0.11	-0.32	0.11	-0.32

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	05.1	112-N1

Lastfälle

Zusatz-Lastfälle

Nr	Name	Kurzname	EW	AltGrp	Lasten
1	Add.Id = 1	(A1)	10	0	1

Lasten

Lasten für Zusatz-LF 1: Add.Id = 1

Bezug	Lastart	Ausrichtung	Abst [m]	L [m]	W1	W2		Faktor	Bem.
Flächenlast	Gleichlast ¹	vert. Pro. ²			1.42		kN/m ²	1.00	
¹ : Gleichlast ² : vertikal zur Projektion									

Kombinationen

Lastfallkombinationen

Nr	Name		Sit	KLED
1	1,35*g+1,50*s+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	4 ³
2	1,35*g+1,50*s+0,90*(wLuv+)+(wULee)+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
4	1,35*g+1,50*s+0,90*(wLee-)+(wULuv)+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
15	1,35*g+0,75*s+1,50*(wLee-)+(wULuv)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
23	1,00*g+1,00*s+1,00*(A1)	GZG ⁵	char ⁶	4 ³
24	1,00*g+1,00*s+0,60*(wLuv+)+(wULee)+1,00*(A1)	GZG ⁵	char ⁶	6 ⁴

Die Zuordnung der Lastfallkurznamen kann der Tabelle der Lastfälle entnommen werden.
Es wurden nicht alle Kombinationen gebildet. Siehe dazu Einstellungen unter Berechnungsregeln.

- ¹ : GZT=Bauteilversagen
² : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)
³ : Klasse der Lasteinwirkungsdauer:4=kurz
⁴ : Klasse der Lasteinwirkungsdauer:6=kurz/sehr kurz
⁵ : GZG=Gebrauchstauglichkeit
⁶ : char=characteristic (Charakteristische Situation)

Ergebnisse

Sparren links 10.0/24.0 e = 100.0 cm

Tragfähigkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

Nachweise in Ständig/Vorübergehende Situation

Kombi	Sit	Nachweis	N _{x,d} [kN]	M _{y,d} [kNm]	V _{z,d} [kN]	σ _{n,d} [N/mm ²]	σ _{m,y,d} [N/mm ²]	τ _d [N/mm ²]	η	S _{ky} [m]	S _{kz} [m]	S _b [m]
1	p/t ¹	Spannung (Feld)	-0.02	8.18	0.6	-0.001	8.52		0.51			
1	p/t ¹	Spannung (Stütze)	0.6	-10.83	-15.8	0.02	-11.28		0.68			
1	p/t ¹	Stabilität	-0.5	-10.83	0.0	-0.02	-11.28		0.68 ²	1.50	0.00	0.00
1	p/t ¹	Schub	0.6	-10.83	-15.8			-0.98	0.55			

Die Zusammensetzung der Lastfallkombinationen kann der Tabelle der Lastfallkombinationen entnommen werden.

- ¹ : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)
² : S_{ky}=1.50 m, S_{kz}=0.00 m, S_b=0.00 m

Gebrauchstauglichkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	05.1	113-N1

Kombi	Nachweis		Stab	x [m]	WG,inst [cm]	WG,fin [cm]	WQ,inst,char [cm]	WQ,inst,qprm [cm]	WQ,fin [cm]	Wtot [cm]	Wlim [cm]	L/..	η
23	Winst	1	lokal	1	1.75	0.3		0.3		0.6	< 1.3	300	0.46
24	Winst	1	gesamt	4 ²	0.50	-0.1		-0.1		-0.2	< 0.3	150	0.70
23	Wnet	3	lokal	1	1.75	(0.3)	0.5	(0.0)	0.0	0.5	< 1.3	300	0.35
23	Wnet	3	gesamt	4 ²	0.50	(-0.1)	-0.2	(0.0)	0.0	-0.2	< 0.3	150	0.52
23	Wfin	4	lokal	1	1.75	(0.3)	0.5	(0.3)	0.3	0.8	< 2.0	200	0.39
24	Wfin	4	gesamt	4 ²	0.50	(-0.1)	-0.2	(-0.1)	-0.1	-0.3	< 0.5	100	0.60

Werte in () sind nur informativ.

Für den Gesamtdurchbiegenachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Für den lokalen Durchbiegenachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Stablängen von Stäben, die ohne Auflagerung miteinander verbunden sind, werden aufaddiert.

- 1 : Winst = WG,inst + WQ,inst,char
 2 : Kragarm
 3 : Wnet = WG,fin + WQ,fin,qprm - Wc
 4 : Wfin = WG,fin + WQ,fin,char

Auflager

Auflagerkräfte je EW

EW		Auflager 1		Auflager 2		Auflager 3		Auflager 4	
		max [kN/m]	min [kN/m]	max [kN/m]	min [kN/m]	max [kN/m]	min [kN/m]	max [kN/m]	min [kN/m]
99	vertikal	3.40 ¹	3.40 ¹	9.64 ¹	9.64 ¹	9.31 ¹	9.31 ¹	4.47 ¹	4.47 ¹
	horizontal	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹
9	vertikal	-0.02 ²	-0.51 ³	0.21 ²	-1.45 ³	0.50 ²	-1.48 ³	0.31 ²	-1.49 ³
	horizontal	0.17 ³	-0.04 ²	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴
10	vertikal	3.84 ⁵	1.59 ⁶	10.87 ⁵	4.49 ⁶	10.50 ⁵	4.34 ⁶	5.05 ⁵	2.09 ⁶
	horizontal	0.00 ⁴	0.00 ⁷	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴

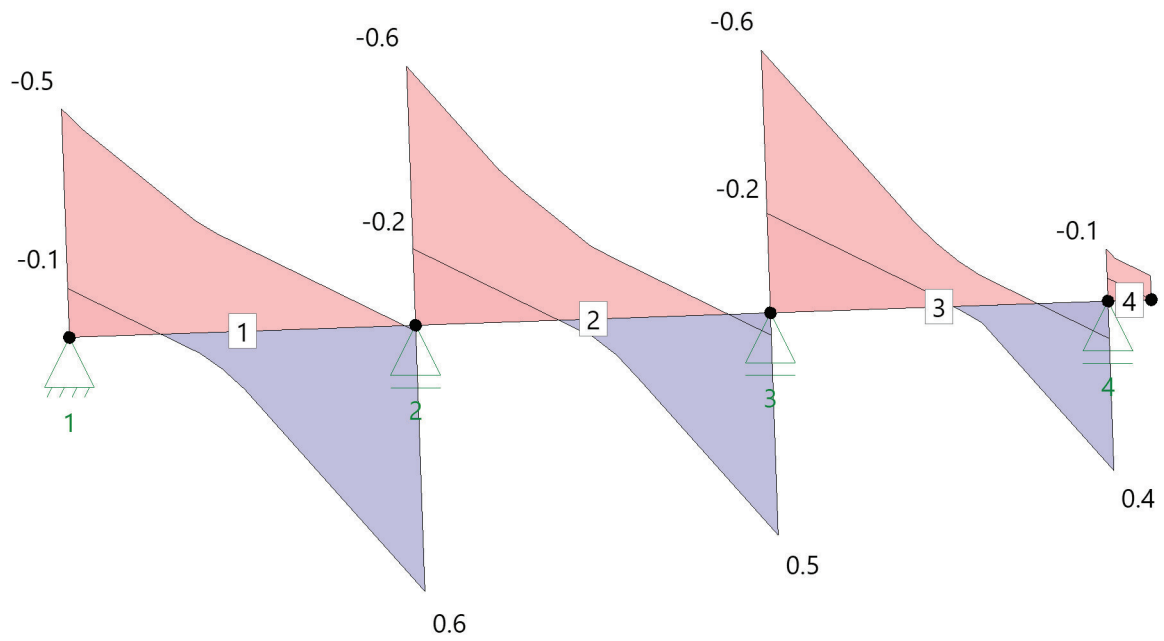
alle Werte sind charakteristische Werte

Auflagerkräfte sind immer positiv in Richtung der globalen und lokalen Achsen.

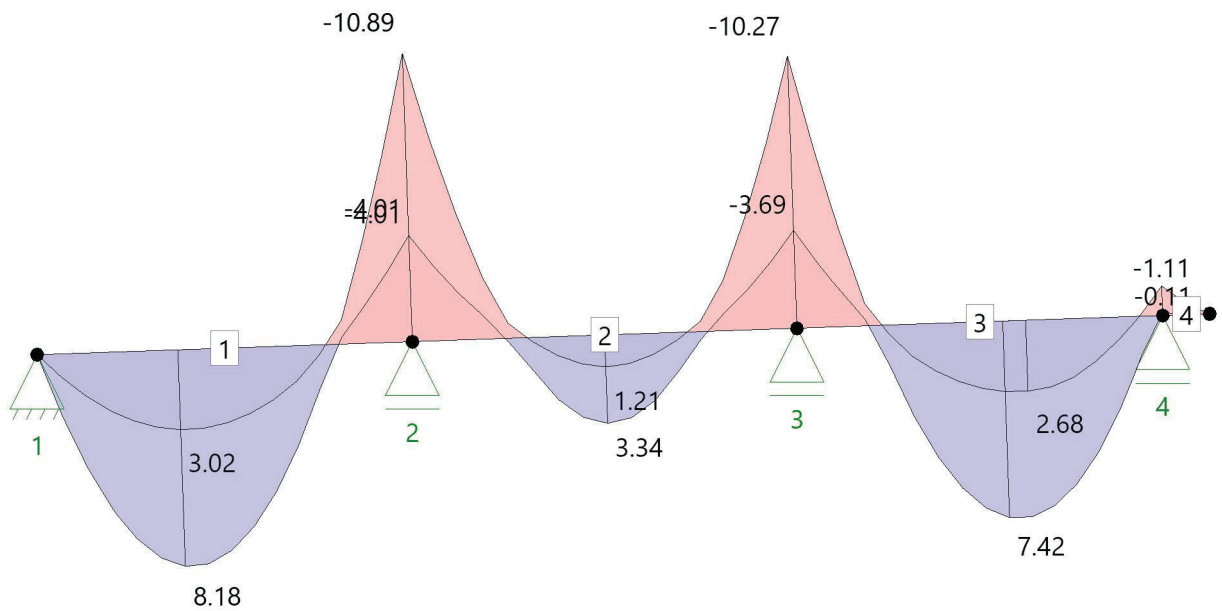
- 1 : Lastfälle:g
 2 : Lastfälle:(wLuv+)+(wULee)
 3 : Lastfälle:(wrLee-)+(wULuv)
 4 : Lastfälle:
 5 : Lastfälle:s,(A1)
 6 : Lastfälle:s
 7 : Lastfälle:(A1)

Grafik Schnittgrößen

Nd [kN]

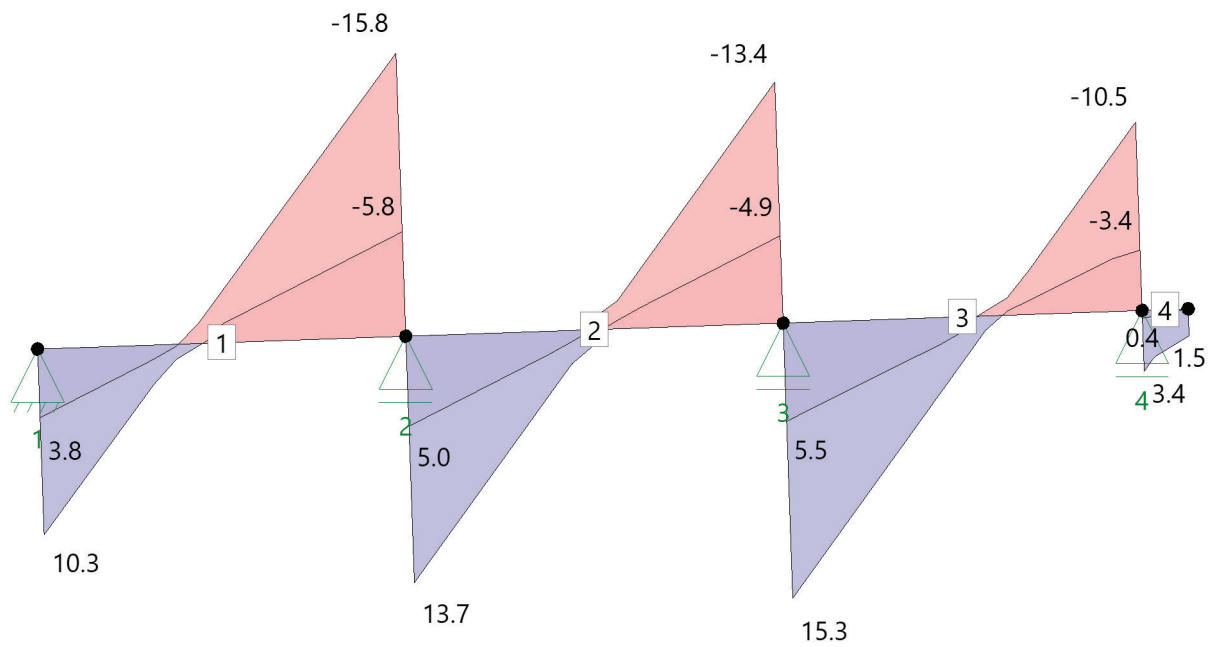


Myd [kNm]



 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	05.1	115-N1

Vzd [kN]



06 Holzbalkendach

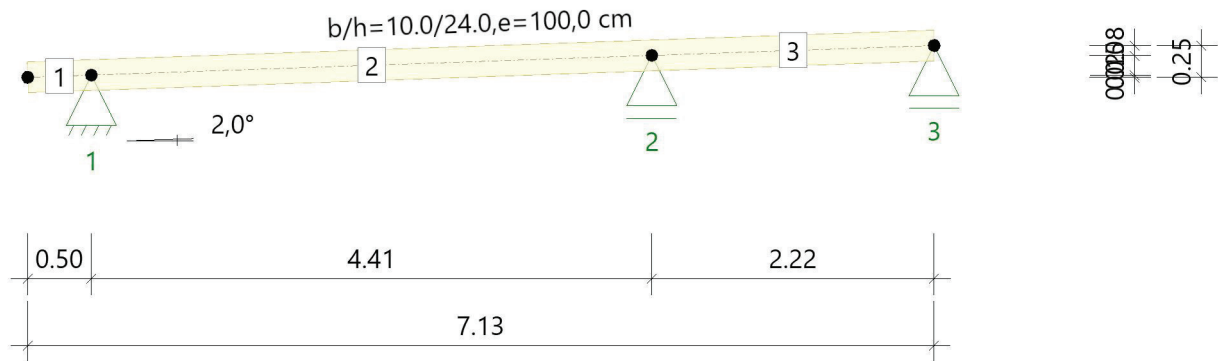
Berechnung von Dächern Dach+ (FRILO 2026-0-8)

System

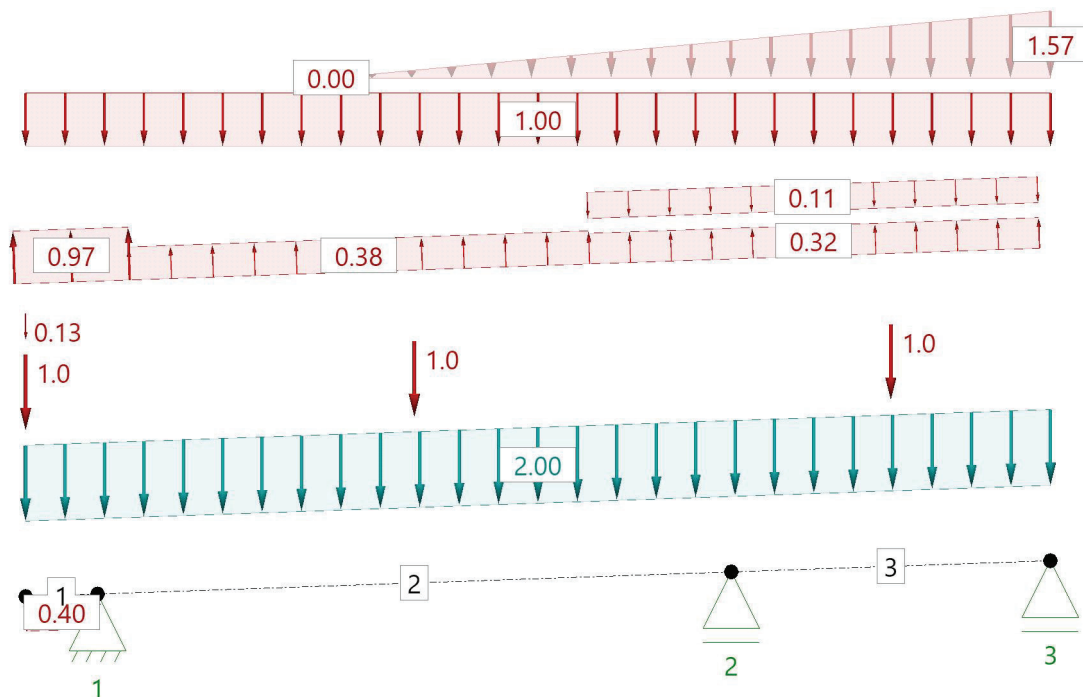
Allgemein

Nadelholz C24, Nutzungsklasse geschlossen, beheizt; LF<65%; GLWF<15%, CC 2

Systemgrafik



Lastgrafik



Material

Materialwerte Holz

Nadelholz C24 gemäß EN 338:2016

$E_{0, \text{mean}} = 11000 \text{ N/mm}^2$
 $G_{\text{mean}} = 690 \text{ N/mm}^2$

$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	06	117-N1

Materialkennwerte

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ N/mm ²	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ N/mm ²	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ N/mm ²	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ N/mm ²	G_{mean} G_{05} N/mm ²	ρ_k ρ_m kg/m ³	γ kN/m ³
24.00 4.00	14.50 21.00	0.40 2.50	11000 7400	370 247	690 460	350 420	6.00

Geometrie

Pultdachsparren

Sparrenabstand $e = 100.0$ cm Gesamt-Firsthöhe $h = 4.00$ m
 Dachlänge $b_{Roof} = 20.00$ m Gebäudelänge $b_{Wall} = 20.00$ m

Sparren

Feld	Länge Gfl [m]	Länge Dfl [m]	Seite	Neigung [°]	Querschnitt [cm]
Kragarm unten	0.50	0.50	links	2.0	10.0/24.0
1	4.41	4.41	links	2.0	10.0/24.0
2	2.22	2.22	links	2.0	10.0/24.0

Auflager

Nr	Bauteil	C_x [kN/m]	C_z [kN/m]	Kerventiefe t [cm]
1	Sparren links	Starr	Starr	0.0
2	Sparren links	0.00	Starr	0.0
3	Sparren links	0.00	Starr	0.0

Kipp-/Knicklängen

Sparren links

Knicken in der Ebene: aus Eigenwertermittlung begrenzt auf...0.90*L
 Knicken aus der Ebene: kontinuierlich gehalten
 Kippen: kontinuierlich gehalten

Berechnungsregeln

Am Kragarm werden die Durchbiegungen immer berücksichtigt.
 Für den Gesamtdurchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.
 Achtung! Wenn Stäbe ohne Halterung verbunden sind, werden deren Stablängen aufaddiert.
 Windlasten aus Unterströmung werden als abhängig angenommen.
 Windlasten aus Windinnendruck werden als abhängig angenommen.
 Lastfälle mit Lasten, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.
 Kombinationen aus Lastfällen, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.
 Die Steifigkeiten sollen infolge Kriechens aus ständigen und quasiständigen Lastanteilen abgemindert werden.
 k_{mod} wird bei Wind als Mittelwert von kurz und sehr kurz angesetzt.
 Windlasten für seitliche Anströmung im Ungünstigsten Bereich
 Dachnutzlasten der Kategorie H werden nur als Einzellasten berücksichtigt.
 Dachnutzlasten der Kategorie H werden bei Auflagerkräften nicht berücksichtigt.

Lasten

Lastvorwerte

Sparren

Dacheindeckung $g_1 = 2.00$ kN/m² EW = 99
 Konstruktion $g_2 = 0.00$ kN/m²
 Dachausbau $g_3 = 0.00$ kN/m²
 Ausbau unten $g_u = 0.00$ kN/m²
 mit Eigengewicht der Bauteile, $\gamma = 6.00$ kN/m³
 Dachnutzlast Kat.H $Q = 1.0$ kN EW = 8

Randbedingungen

Gesamt-Firsthöhe $h = 4.00$ m
 Dachlänge $b_{Roof} = 20.00$ m
 Gebäudelänge $b_{Wall} = 20.00$ m

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	06	118-N1

Schnee/Windlasten

Geländehöhe ü. N N = 288 m

Gelände Kategorie II

Höhe für q h = 4.00 m

Geschwindigkeitsdruck q(h) = 0.54 kN/m²

Windzone 1

Basiswindgeschwindigkeit v_{bo} = 22.50 m/s

Basisgeschwindigkeitsdruck q_{bo} = 0.32 kN/m²

Bodenschneelast

sk = 1.07 kN/m²

Schneezone 2a

Formbeiwert

μ = 0.80

C_t = 1.000

C_e = 1.000

Beiwert außergew.

C_{esl} = 2.300

Schnee-/Windlasten für die Berechnung - Benutzerdefinierte Werte

DIN EN 1991-1-3:2019, DIN EN 1991-1-4:2010

Bodenschneelast sk = 1.25 kN/m²

Hilfswerte

Winddruckbezugsfläche A_{ref} = 10.00 m²

Windreferenzlänge (Dach)

e₀ = 8.00 m

e₉₀ = 7.13 m

Windreferenzlänge (Wand)

e₀ = 8.00 m

e₉₀ = 6.63 m

h/d = 0.603

h/b = 0.200

d/b = 0.332

für giebelseitige Anströmung:

h/d = 0.200

h/b = 0.603

d/b = 3.017

Klassifizierung der Einwirkungen

Nr	Name	γ _{sup}	γ _{inf}	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	KLED
99	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	ständig
8	Kat. H: Dächer	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	kurz
9	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	kurz/sehr kurz
10	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00	kurz

Lastwerte

Schneelasten

Name	Seite	μ			Lastwert	(nach Norm)	
Dachlast	links	0.80	0.00	0.00	1.00	1.00	kN/m²
Unverwehter Anteil (für verwehte Lastfälle)	links	0.80	0.00	0.00	1.00	1.00	kN/m²
Verwehter Anteil (für verwehte Lastfälle)	links	0.80	0.00	0.00	0.50	0.50	kN/m²
Traufast	links		0.00	0.00	0.13	0.13	kN/m

Windlasten

Name	Seite	cp+	cp-	Druck [kN/m ²]	Sog [kN/m ²]	Druck (Norm) [kN/m ²]	Sog (Norm) [kN/m ²]
F	von links	0.00	-1.80	0.00	-0.97	0.00	-0.97
G	von links	0.00	-1.20	0.00	-0.65	0.00	-0.65
H	von links	0.00	-0.70	0.00	-0.38	0.00	-0.38
D	von links	0.75	0.00	0.40	0.00	0.40	0.00
E	von links	0.00	-0.39	0.00	-0.21	0.00	-0.21
F	von rechts	0.00	-1.80	0.00	-0.97	0.00	-0.97
G	von rechts	0.00	-1.20	0.00	-0.65	0.00	-0.65
H	von rechts	0.00	-0.70	0.00	-0.38	0.00	-0.38
D	von rechts	0.75	0.00	0.40	0.00	0.40	0.00
E	von rechts	0.00	-0.39	0.00	-0.21	0.00	-0.21
I	von rechts	0.20	-0.60	0.11	-0.32	0.11	-0.32
J	von rechts	0.20	-0.60	0.11	-0.32	0.11	-0.32
I	von links	0.20	-0.60	0.11	-0.32	0.11	-0.32

Lastfälle

Zusatz-Lastfälle

Nr	Name	Kurzname	EW	AltGrp	Lasten
1	Add.Id = 1	(A1)	10	0	1

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	06	119-N1

Lasten

Lasten für Zusatz-LF 1: Add.Id = 1

Bezug	Lastart	Ausrichtung	Abst [m]	L [m]	W1	W2		Faktor	Bem.
Flächenlast	Trapezlast, abs. ¹	vert. Pro. ²	2.13	5.00	0.00	1.57	kN/m ²	1.00	
¹ : Trapezlast, abschnittsweise ² : vertikal zur Projektion									

Kombinationen

Lastfallkombinationen

Nr	Name		Sit	KLED
1	1,35*g+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	4 ³
6	1,35*g+1,50*s+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	4 ³
7	1,35*g+1,50*s+0,90*(wLuv+)+(wULuv)+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
16	1,35*g+1,50*(s+Se)+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	4 ³
17	1,35*g+1,50*(s+Se)+0,90*(wLuv+)+(wULuv)+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
19	1,35*g+1,50*(s+Se)+0,90*(wLee-)+(wULee)+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
31	1,35*g+0,75*s+1,50*(wLee-)+(wULee)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
42	1,00*g+1,00*(A1)	GZG ⁵	char ⁶	4 ³
44	1,00*g+0,60*(wLuv+)+(wULuv)+1,00*(A1)	GZG ⁵	char ⁶	6 ⁴
47	1,00*g+1,00*s+1,00*(A1)	GZG ⁵	char ⁶	4 ³
48	1,00*g+1,00*s+0,60*(wLuv+)+(wULuv)+1,00*(A1)	GZG ⁵	char ⁶	6 ⁴

Die Zuordnung der Lastfallkurznamen kann der Tabelle der Lastfälle entnommen werden.
 Es wurden nicht alle Kombinationen gebildet. Siehe dazu Einstellungen unter Berechnungsregeln.

- ¹ : GZT=Bauteilversagen
- ² : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)
- ³ : Klasse der Lasteinwirkungsduer:4=kurz
- ⁴ : Klasse der Lasteinwirkungsduer:6=kurz/sehr kurz
- ⁵ : GZG=Gebrauchstauglichkeit
- ⁶ : char=characteristic (Charakteristische Situation)

Ergebnisse

Sparren links 10.0/24.0 e = 100.0 cm

Tragfähigkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

Nachweise in Ständig/Vorübergehende Situation

Kombi	Sit	Nachweis	N _{x,d} [kN]	M _{y,d} [kNm]	V _{z,d} [kN]	σ _{n,d} [N/mm ²]	σ _{m,y,d} [N/mm ²]	τ _d [N/mm ²]	η	S _{ky} [m]	S _{kz} [m]	S _b [m]
6	p/t ¹	Spannung (Feld)	-0.3	-7.43	9.9	-0.01	-7.74		0.47			
6	p/t ¹	Spannung (Stütze)	0.5	-8.86	-13.0	0.02	-9.23		0.56			
6	p/t ¹	Stabilität	-0.4	-8.86	0.0	-0.02	-9.23		0.56²	1.29	0.00	0.00
6	p/t ¹	Schub	0.5	-8.86	-13.0			-0.81	0.45			

Die Zusammensetzung der Lastfallkombinationen kann der Tabelle der Lastfallkombinationen entnommen werden.

- ¹ : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)
- ² : S_{ky}=1.29 m, S_{kz}=0.00 m, S_b=0.00 m

Gebrauchstauglichkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	06	120-N1

Kombi	Nachweis			Stab	x [m]	WG,inst [cm]	WG,fin [cm]	WQ,inst,char [cm]	WQ,inst,qprm [cm]	WQ,fin [cm]	Wtot [cm]		Wlim [cm]	L/..	η
48	W _{inst}	1	lokal	2	1.93	0.4		0.2			0.7	<	1.5	300	0.46
48	W _{inst}	1	gesamt	1 ²	0.00	-0.2		-0.1			-0.3	<	0.3	150	0.80
42	W _{net}	3	lokal	2	1.93	(0.4)	0.7		(0.0)	0.0	0.7	<	1.5	300	0.49
42	W _{net}	3	gesamt	1 ²	0.00	(-0.2)	-0.3		(0.0)	0.0	-0.3	<	0.3	150	0.84
48	W _{fin}	4	lokal	2	1.93	(0.4)	0.7	(0.2)		0.2	0.9	<	2.2	200	0.43
48	W _{fin}	4	gesamt	1 ²	0.00	(-0.2)	-0.3	(-0.1)		-0.1	-0.4	<	0.5	100	0.74

Werte in () sind nur informativ.

Für den Gesamtdurchbiegenachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Für den lokalen Durchbiegenachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Stablängen von Stäben, die ohne Auflagerung miteinander verbunden sind, werden aufaddiert.

- 1 : Winst = WG,inst + WQ,inst,char
 2 : Kragarm
 3 : Wnet = WG,fin + WQ,fin,qprm - Wc
 4 : Wfin = WG,fin + WQ,fin,char

Auflager

Auflagerkräfte je EW

EW		Auflager 1		Auflager 2		Auflager 3	
		max [kN/m]	min [kN/m]	max [kN/m]	min [kN/m]	max [kN/m]	min [kN/m]
99	vertikal	5.00 ¹	5.00 ¹	9.64 ¹	9.64 ¹	0.66 ¹	0.66 ¹
	horizontal	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹
9	vertikal	-0.22 ²	-0.64 ³	0.26 ²	-1.74 ³	0.09 ²	-0.51 ³
	horizontal	0.10 ³	-0.005 ²	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴
10	vertikal	2.58 ⁵	0.15 ⁶	7.14 ⁸	-0.03 ⁶	1.49 ⁵	0.01 ⁶
	horizontal	0.00 ⁴	0.00 ⁷	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴

alle Werte sind charakteristische Werte

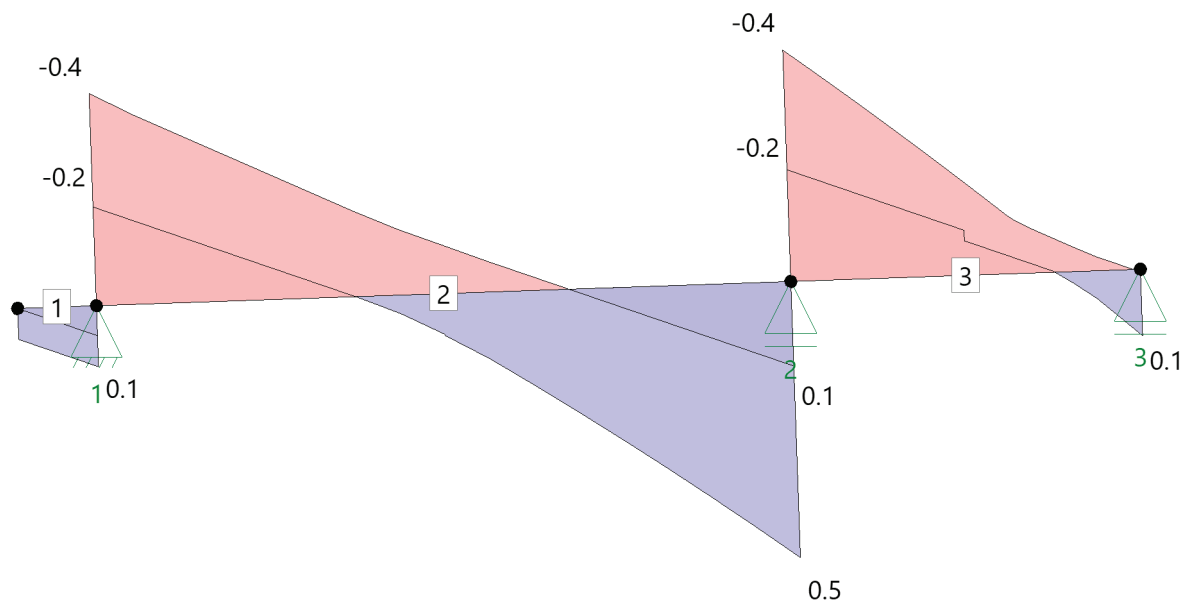
Auflagerkräfte sind immer positiv in Richtung der globalen und lokalen Achsen.

- 1 : Lastfälle:g
 2 : Lastfälle:(wLuv+)+(wULuv)
 3 : Lastfälle:(wLee-)+(wULee)
 4 : Lastfälle:
 5 : Lastfälle:(s+Se),(A1)
 6 : Lastfälle:Se
 7 : Lastfälle:(A1)
 8 : Lastfälle:s,(A1)

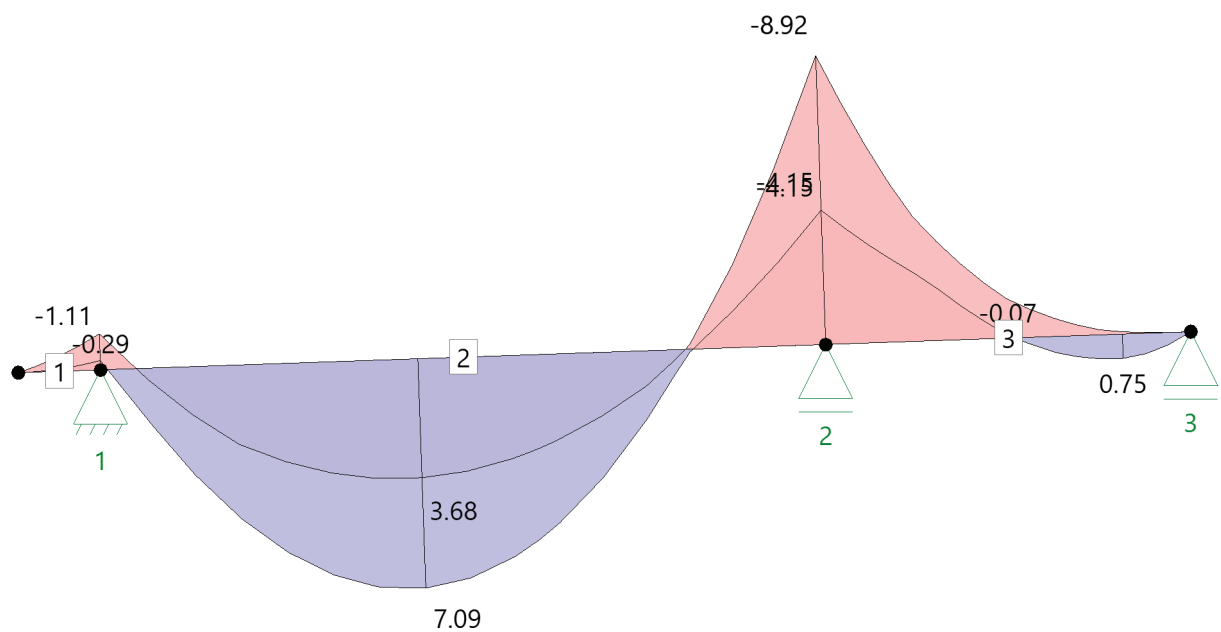
 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	06	121-N1

Grafik Schnittgrößen

Nd [kN]

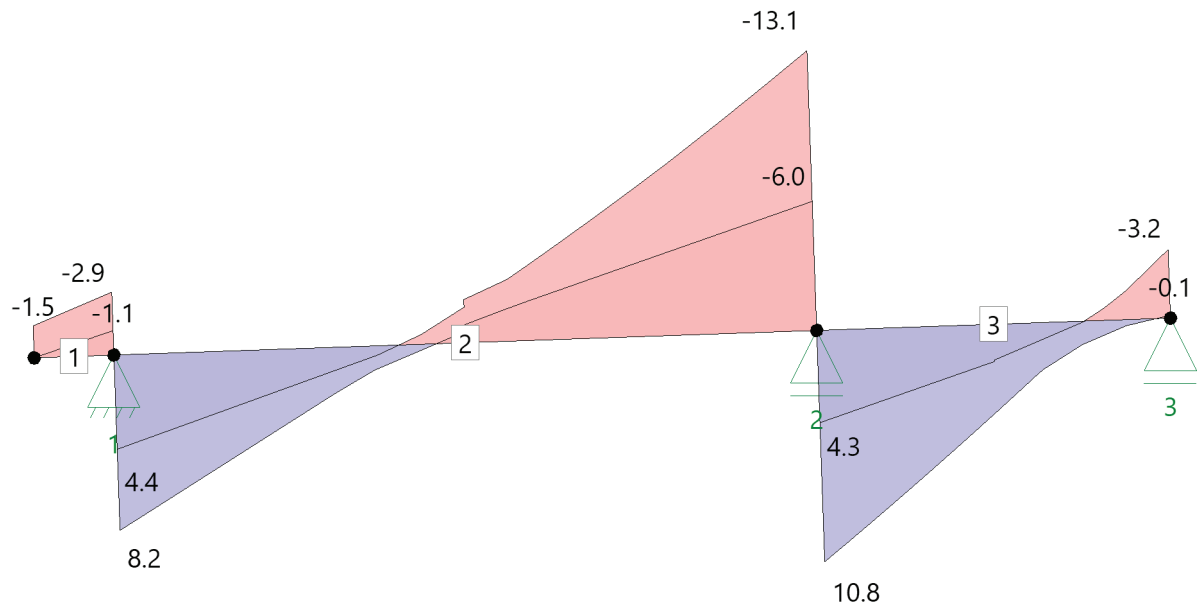


Myd [kNm]



 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	06	122-N1

Vzd [kN]



07 Holzbalkendach

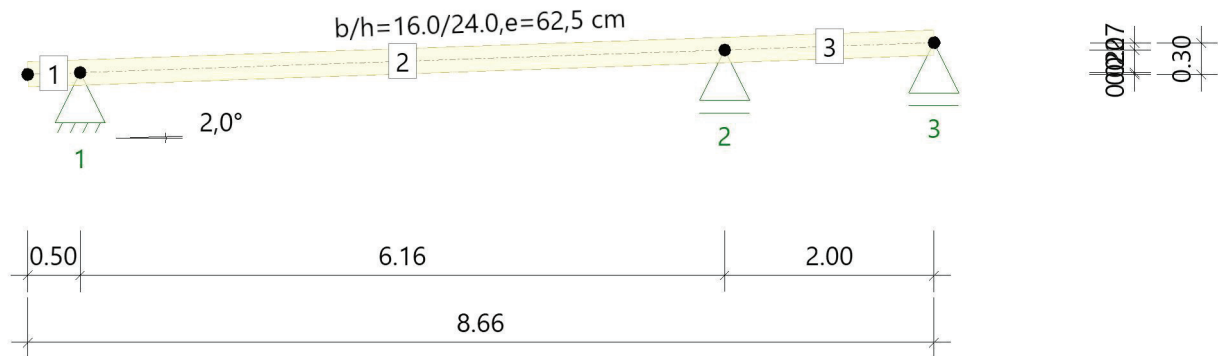
Berechnung von Dächern Dach+ (FRILO 2026-0-8)

System

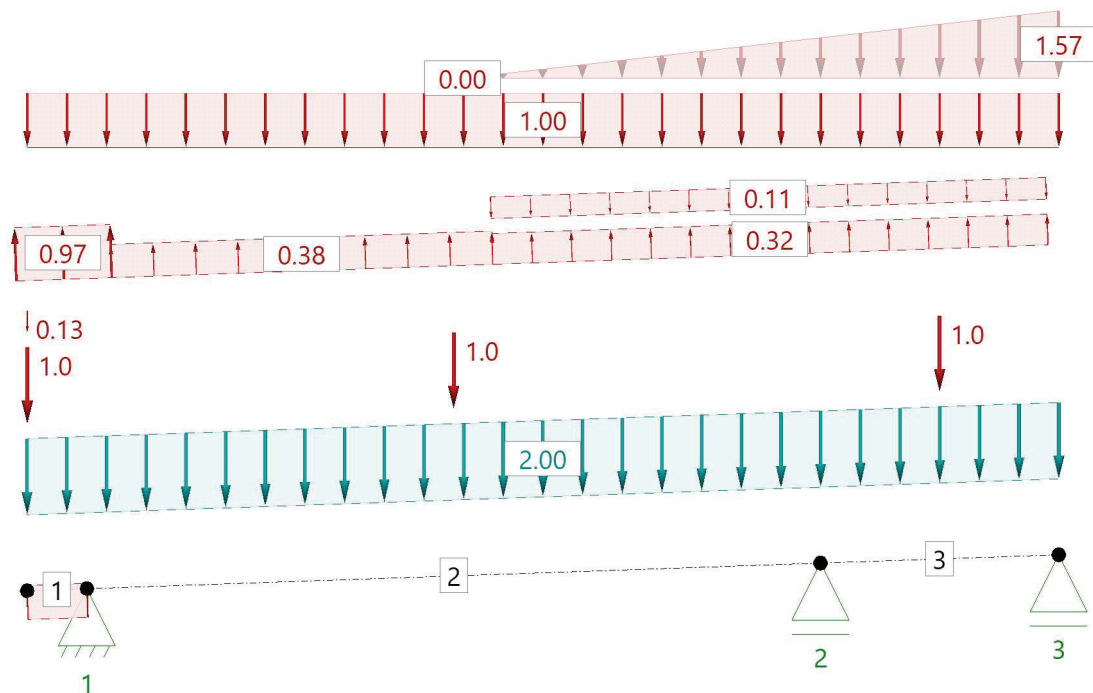
Allgemein

Nadelholz C24, Nutzungsklasse geschlossen, beheizt; LF<65%; GLWF<15%, CC 2

Systemgrafik



Lastgrafik



Material

Materialwerte Holz

Nadelholz C24 gemäß EN 338:2016

$E_{0,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$
 $G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$

$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	07	124-N1

Materialkennwerte

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ N/mm ²	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ N/mm ²	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ N/mm ²	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ N/mm ²	G_{mean} G_{05} N/mm ²	ρ_k ρ_m kg/m ³	γ kN/m ³
24.00 4.00	14.50 21.00	0.40 2.50	11000 7400	370 247	690 460	350 420	6.00

Geometrie

Pultdachsparren

Sparrenabstand $e = 62.5$ cm Gesamt-Firsthöhe $h = 4.00$ m
 Dachlänge $b_{Roof} = 20.00$ m Gebäudelänge $b_{Wall} = 20.00$ m

Sparren

Feld	Länge Gfl [m]	Länge Dfl [m]	Seite	Neigung [°]	Querschnitt [cm]
Kragarm unten	0.50	0.50	links	2.0	16.0/24.0
1	6.16	6.16	links	2.0	16.0/24.0
2	2.00	2.00	links	2.0	16.0/24.0

Auflager

Nr	Bauteil	C_x [kN/m]	C_z [kN/m]	Kerventiefe t [cm]
1	Sparren links	Starr	Starr	0.0
2	Sparren links	0.00	Starr	0.0
3	Sparren links	0.00	Starr	0.0

Kipp-/Knicklängen

Sparren links

Knicken in der Ebene: aus Eigenwertermittlung begrenzt auf...0.90*L
 Knicken aus der Ebene: kontinuierlich gehalten
 Kippen: kontinuierlich gehalten

Berechnungsregeln

Am Kragarm werden die Durchbiegungen immer berücksichtigt.
 Für den Gesamtdurchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.
 Achtung! Wenn Stäbe ohne Halterung verbunden sind, werden deren Stablängen aufaddiert.
 Windlasten aus Unterströmung werden als abhängig angenommen.
 Windlasten aus Windinnendruck werden als abhängig angenommen.
 Lastfälle mit Lasten, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.
 Kombinationen aus Lastfällen, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.
 Die Steifigkeiten sollen infolge Kriechens aus ständigen und quasiständigen Lastanteilen abgemindert werden.
 k_{mod} wird bei Wind als Mittelwert von kurz und sehr kurz angesetzt.
 Windlasten für seitliche Anströmung im Ungünstigsten Bereich
 Dachnutzlasten der Kategorie H werden nur als Einzellasten berücksichtigt.
 Dachnutzlasten der Kategorie H werden bei Auflagerkräften nicht berücksichtigt.

Lasten

Lastvorwerte

Sparren

Dacheindeckung $g_1 = 2.00$ kN/m² EW = 99
 Konstruktion $g_2 = 0.00$ kN/m²
 Dachausbau $g_3 = 0.00$ kN/m²
 Ausbau unten $g_u = 0.00$ kN/m²
 mit Eigengewicht der Bauteile, $\gamma = 6.00$ kN/m³
 Dachnutzlast Kat.H $Q = 1.0$ kN EW = 8

Randbedingungen

Gesamt-Firsthöhe $h = 4.00$ m
 Dachlänge $b_{Roof} = 20.00$ m
 Gebäudelänge $b_{Wall} = 20.00$ m

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	07	125-N1

Schnee/Windlasten

Geländehöhe ü. N N = 288 m

Gelände Kategorie II

Höhe für q h = 4.00 m

Geschwindigkeitsdruck q(h) = 0.54 kN/m²

Windzone 1

Basiswindgeschwindigkeit v_{bo} = 22.50 m/s

Basisgeschwindigkeitsdruck q_{bo} = 0.32 kN/m²

Bodenschneelast

sk = 1.07 kN/m²

Schneezone 2a

Formbeiwert

μ = 0.80

C_t = 1.000

C_e = 1.000

Beiwert außergew.

C_{esl} = 2.300

Schnee-/Windlasten für die Berechnung - Benutzerdefinierte Werte

DIN EN 1991-1-3:2019, DIN EN 1991-1-4:2010

Bodenschneelast sk = 1.25 kN/m²

Hilfswerte

Winddruckbezugsfläche A_{ref} = 10.00 m²

Windreferenzlänge (Dach) e₀ = 8.00 m e₉₀ = 8.00 m

Windreferenzlänge (Wand) e₀ = 8.00 m e₉₀ = 8.00 m

h/d = 0.490 h/b = 0.200 d/b = 0.408

für giebelseitige Anströmung: h/d = 0.200 h/b = 0.490 d/b = 2.451

Klassifizierung der Einwirkungen

Nr	Name	γ _{sup}	γ _{inf}	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	KLED
99	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	ständig
8	Kat. H: Dächer	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	kurz
9	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	kurz/sehr kurz
10	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00	kurz

Lastwerte

Schneelasten

Name	Seite	μ	Lastwert	(nach Norm)
Dachlast	links	0.80 0.00 0.00	1.00	1.00 kN/m ²
Unverwehter Anteil (für verwehte Lastfälle)	links	0.80 0.00 0.00	1.00	1.00 kN/m ²
Verwehter Anteil (für verwehte Lastfälle)	links	0.80 0.00 0.00	0.50	0.50 kN/m ²
Traufast	links	0.00 0.00	0.13	0.13 kN/m

Windlasten

Name	Seite	cp+	cp-	Druck [kN/m ²]	Sog [kN/m ²]	Druck (Norm) [kN/m ²]	Sog (Norm) [kN/m ²]
F	von links	0.00	-1.80	0.00	-0.97	0.00	-0.97
G	von links	0.00	-1.20	0.00	-0.65	0.00	-0.65
H	von links	0.00	-0.70	0.00	-0.38	0.00	-0.38
D	von links	0.73	0.00	0.39	0.00	0.39	0.00
E	von links	0.00	-0.36	0.00	-0.20	0.00	-0.20
F	von rechts	0.00	-1.80	0.00	-0.97	0.00	-0.97
G	von rechts	0.00	-1.20	0.00	-0.65	0.00	-0.65
H	von rechts	0.00	-0.70	0.00	-0.38	0.00	-0.38
D	von rechts	0.73	0.00	0.39	0.00	0.39	0.00
E	von rechts	0.00	-0.36	0.00	-0.20	0.00	-0.20
I	von rechts	0.20	-0.60	0.11	-0.32	0.11	-0.32
J	von rechts	0.20	-0.60	0.11	-0.32	0.11	-0.32
I	von links	0.20	-0.60	0.11	-0.32	0.11	-0.32

Lastfälle

Zusatz-Lastfälle

Nr	Name	Kurzname	EW	AltGrp	Lasten
1	Add.Id = 1	(A1)	10	0	1

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	07	126-N1

Lasten

Lasten für Zusatz-LF 1:Add.Id = 1

Bezug	Lastart	Ausrichtung	Abst [m]	L [m]	W1	W2		Faktor	Bem.
Flächenlast	Trapezlast, abs. ¹	vert. Pro. ²	3.66	5.00	0.00	1.57	kN/m ²	1.00	
¹ : Trapezlast, abschnittsweise ² : vertikal zur Projektion									

Kombinationen

Lastfallkombinationen

Nr	Name		Sit	KLED
1	1,35*g+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	4 ³
6	1,35*g+1,50*s+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	4 ³
7	1,35*g+1,50*s+0,90*(wlLuv+)+(wULuv)+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
12	1,35*g+1,50*Se+0,90*(wlLuv+)+(wULuv)+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
16	1,35*g+1,50*(s+Se)+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	4 ³
19	1,35*g+1,50*(s+Se)+0,90*(wrLee-)+(wULee)+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
36	1,35*g+0,75*Se+1,50*(wrLee-)+(wULee)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
42	1,00*g+1,00*(A1)	GZG ⁵	char ⁶	4 ³
44	1,00*g+0,60*(wlLuv+)+(wULuv)+1,00*(A1)	GZG ⁵	char ⁶	6 ⁴
47	1,00*g+1,00*s+1,00*(A1)	GZG ⁵	char ⁶	4 ³
48	1,00*g+1,00*s+0,60*(wlLuv+)+(wULuv)+1,00*(A1)	GZG ⁵	char ⁶	6 ⁴

Die Zuordnung der Lastfallkurznamen kann der Tabelle der Lastfälle entnommen werden.
 Es wurden nicht alle Kombinationen gebildet. Siehe dazu Einstellungen unter Berechnungsregeln.

- ¹ : GZT=Bauteilversagen
- ² : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)
- ³ : Klasse der Lasteinwirkungsdauer:4=kurz
- ⁴ : Klasse der Lasteinwirkungsdauer:6=kurz/sehr kurz
- ⁵ : GZG=Gebrauchstauglichkeit
- ⁶ : char=characteristic (Charakteristische Situation)

Ergebnisse

Sparren links 16.0/24.0 e = 62.5 cm

Tragfähigkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

Nachweise in Ständig/Vorübergehende Situation

Kombi	Sit	Nachweis	N _{x,d} [kN]	M _{y,d} [kNm]	V _{z,d} [kN]	σ _{n,d} [N/mm ²]	σ _{m,y,d} [N/mm ²]	τ _d [N/mm ²]	η	S _{ky} [m]	S _{kz} [m]	S _b [m]
6	p/t ¹	Spannung (Feld)	-0.3	-10.36	9.3	-0.01	-6.74		0.41			
6	p/t ¹	Spannung (Stütze)	0.4	-11.55	-12.0	0.01	-7.52		0.45			
6	p/t ¹	Stabilität	-0.3	-11.55	0.0	-0.01	-7.52		0.45²	1.64	0.00	0.00
6	p/t ¹	Schub	0.4	-11.55	-12.0			-0.47	0.26			

Die Zusammensetzung der Lastfallkombinationen kann der Tabelle der Lastfallkombinationen entnommen werden.

- ¹ : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)
- ² : S_{ky}=1.64 m, S_{kz}=0.00 m, S_b=0.00 m

Gebrauchstauglichkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	07	127-N1

Kombi	Nachweis			Stab	x [m]	WG,inst [cm]	WG,fin [cm]	WQ,inst,char [cm]	WQ,inst,qprm [cm]	WQ,fin [cm]	Wtot [cm]	Wlim [cm]	L/..	η	
48	Winst	1	lokal	2	2.70	0.7		0.3			1.1	<	2.1	300	0.52
48	Winst	1	gesamt	1 ²	0.00	-0.2		-0.1			-0.3	<	0.3	150	0.92
42	Wnet	3	lokal	2	2.70	(0.7)	1.2		(0.0)	0.0	1.2	<	2.1	300	0.56
42	Wnet	3	gesamt	1 ²	0.00	(-0.2)	-0.3		(0.0)	0.0	-0.3	>	0.3	150	1.00
48	Wfin	4	lokal	2	2.70	(0.7)	1.2	(0.3)		0.3	1.5	<	3.1	200	0.49
48	Wfin	4	gesamt	1 ²	0.00	(-0.2)	-0.3	(-0.1)		-0.1	-0.4	<	0.5	100	0.86

Werte in () sind nur informativ.

Für den Gesamtdurchbiegenachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Für den lokalen Durchbiegenachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Stablängen von Stäben, die ohne Auflagerung miteinander verbunden sind, werden aufaddiert.

- 1 : Winst = WG,inst + WQ,inst,char
 2 : Kragarm
 3 : Wnet = WG,fin + WQ,fin,qprm - Wc
 4 : Wfin = WG,fin + WQ,fin,char

Auflager

Auflagerkräfte je EW

EW		Auflager 1		Auflager 2		Auflager 3	
		max [kN/m]	min [kN/m]	max [kN/m]	min [kN/m]	max [kN/m]	min [kN/m]
99	vertikal	7.13 ¹	7.13 ¹	15.36 ¹	15.36 ¹	-1.96 ¹	-1.96 ¹
	horizontal	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹
9	vertikal	-0.18 ²	-0.87 ³	0.48 ²	-2.41 ³	0.003 ²	-0.12 ³
	horizontal	0.12 ³	-0.01 ²	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴
10	vertikal	3.24 ⁵	0.15 ⁷	9.39 ⁸	-0.03 ⁷	0.94 ⁹	-0.83 ¹⁰
	horizontal	0.00 ⁶	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴

alle Werte sind charakteristische Werte

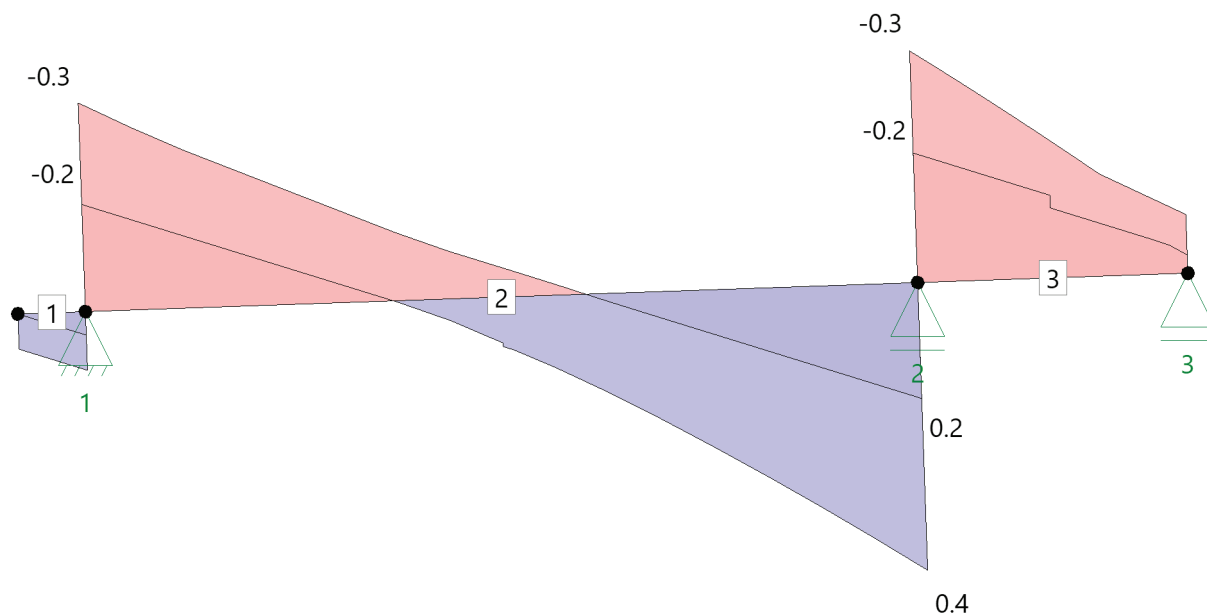
Auflagerkräfte sind immer positiv in Richtung der globalen und lokalen Achsen.

- 1 : Lastfälle:g
 2 : Lastfälle:(wLuv+)+(wULuv)
 3 : Lastfälle:(wLee-)+(wULee)
 4 : Lastfälle:
 5 : Lastfälle:(s+Se),(A1)
 6 : Lastfälle:(A1)
 7 : Lastfälle:Se
 8 : Lastfälle:s,(A1)
 9 : Lastfälle:Se,(A1)
 10 : Lastfälle:s

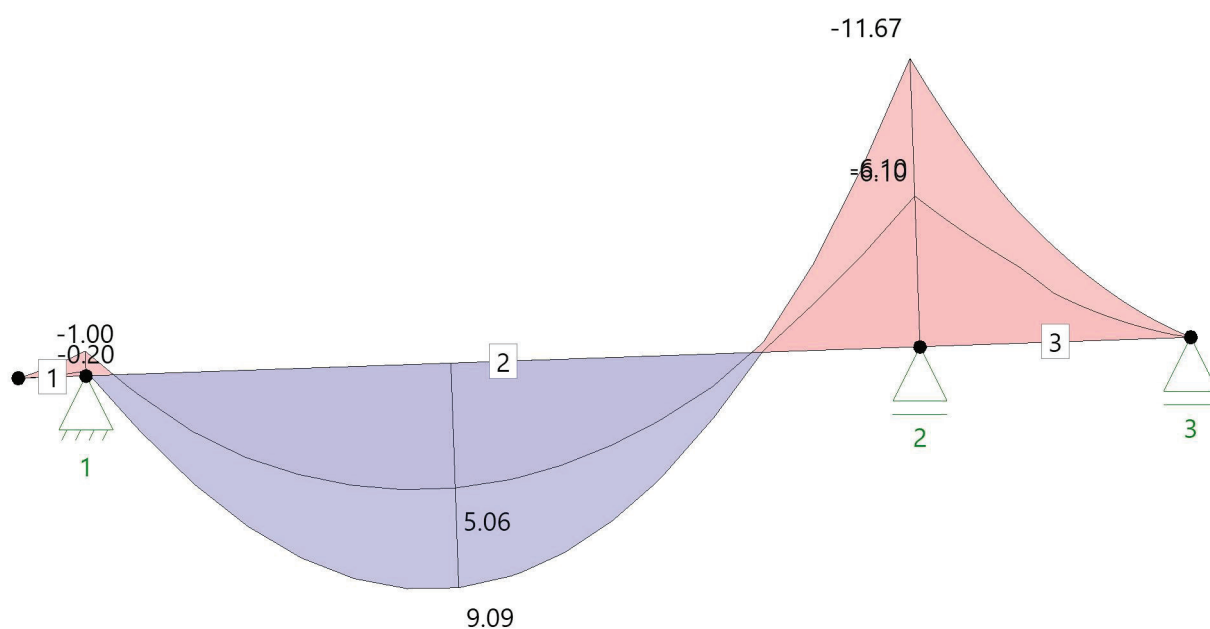
 BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	07	128-N1

Grafik Schnittgrößen

Nd [kN]

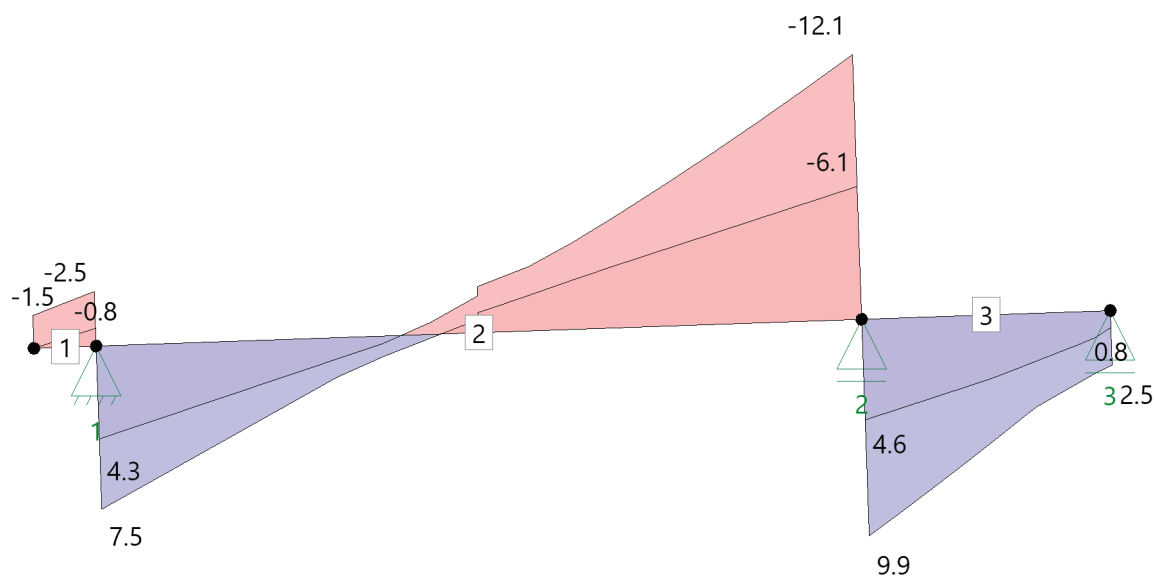


Myd [kNm]



 BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	07	129-N1

Vzd [kN]



08 Holzbalkendach

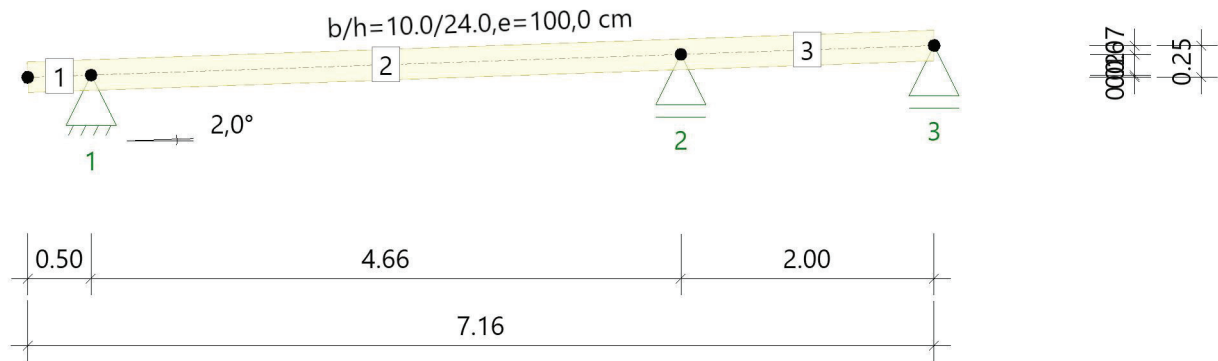
Berechnung von Dächern Dach+ (FRILO 2026-0-8)

System

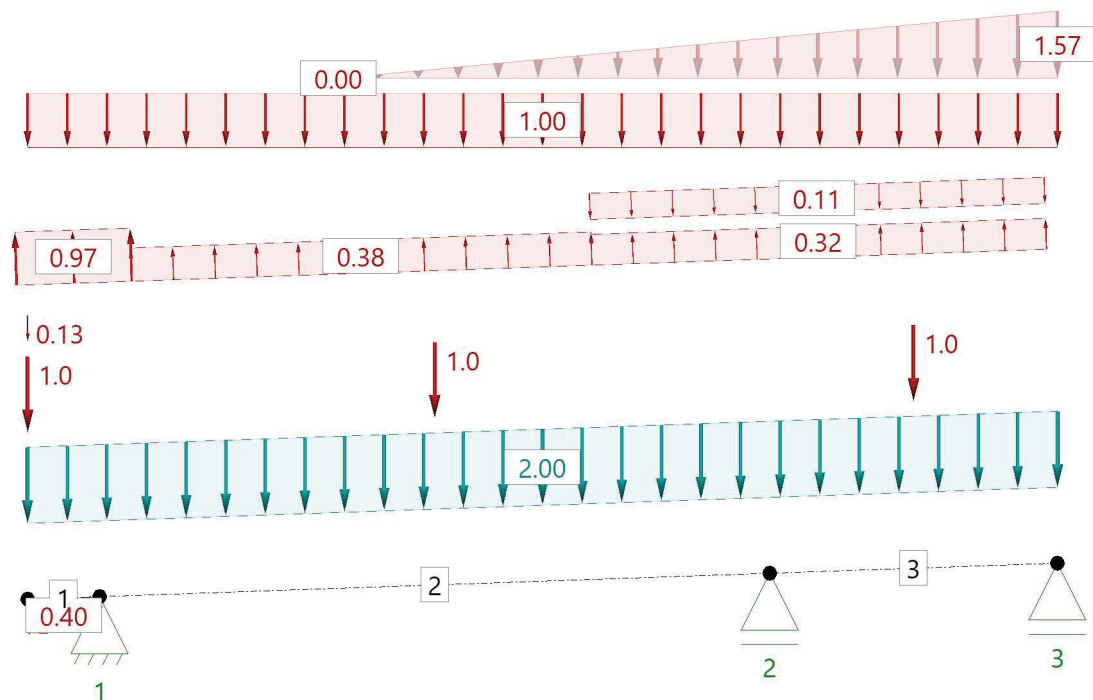
Allgemein

Nadelholz C24, Nutzungsklasse geschlossen, beheizt; LF<65%; GLWF<15%, CC 2

Systemgrafik



Lastgrafik



Material

Materialwerte Holz

Nadelholz C24 gemäß EN 338:2016

$E_{0,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$
 $G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$

$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	08	131-N1

Materialkennwerte

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ N/mm ²	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ N/mm ²	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ N/mm ²	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ N/mm ²	G_{mean} G_{05} N/mm ²	ρ_k ρ_m kg/m ³	γ kN/m ³
24.00 4.00	14.50 21.00	0.40 2.50	11000 7400	370 247	690 460	350 420	6.00

Geometrie

Pultdachsparren

Sparrenabstand $e = 100.0$ cm Gesamt-Firsthöhe $h = 4.00$ m
 Dachlänge $b_{Roof} = 20.00$ m Gebäudelänge $b_{Wall} = 20.00$ m

Sparren

Feld	Länge Gfl [m]	Länge Dfl [m]	Seite	Neigung [°]	Querschnitt [cm]
Kragarm unten	0.50	0.50	links	2.0	10.0/24.0
1	4.66	4.66	links	2.0	10.0/24.0
2	2.00	2.00	links	2.0	10.0/24.0

Auflager

Nr	Bauteil	C_x [kN/m]	C_z [kN/m]	Kerventiefe t [cm]
1	Sparren links	Starr	Starr	0.0
2	Sparren links	0.00	Starr	0.0
3	Sparren links	0.00	Starr	0.0

Kipp-/Knicklängen

Sparren links

Knicken in der Ebene: aus Eigenwertermittlung begrenzt auf...0.90*L
 Knicken aus der Ebene: kontinuierlich gehalten
 Kippen: kontinuierlich gehalten

Berechnungsregeln

Am Kragarm werden die Durchbiegungen immer berücksichtigt.
 Für den Gesamtdurchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.
 Achtung! Wenn Stäbe ohne Halterung verbunden sind, werden deren Stablängen aufaddiert.
 Windlasten aus Unterströmung werden als abhängig angenommen.
 Windlasten aus Windinnendruck werden als abhängig angenommen.
 Lastfälle mit Lasten, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.
 Kombinationen aus Lastfällen, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.
 Die Steifigkeiten sollen infolge Kriechens aus ständigen und quasiständigen Lastanteilen abgemindert werden.
 k_{mod} wird bei Wind als Mittelwert von kurz und sehr kurz angesetzt.
 Windlasten für seitliche Anströmung im Ungünstigsten Bereich
 Dachnutzlasten der Kategorie H werden nur als Einzellasten berücksichtigt.
 Dachnutzlasten der Kategorie H werden bei Auflagerkräften nicht berücksichtigt.

Lasten

Lastvorwerte

Sparren

Dacheindeckung $g_1 = 2.00$ kN/m² EW = 99
 Konstruktion $g_2 = 0.00$ kN/m²
 Dachausbau $g_3 = 0.00$ kN/m²
 Ausbau unten $g_u = 0.00$ kN/m²
 mit Eigengewicht der Bauteile, $\gamma = 6.00$ kN/m³
 Dachnutzlast Kat.H $Q = 1.0$ kN EW = 8

Randbedingungen

Gesamt-Firsthöhe $h = 4.00$ m
 Dachlänge $b_{Roof} = 20.00$ m
 Gebäudelänge $b_{Wall} = 20.00$ m

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	08	132-N1

Schnee/Windlasten

Geländehöhe ü. N N = 288 m

Gelände Kategorie II

Höhe für q h = 4.00 m

Geschwindigkeitsdruck q(h) = 0.54 kN/m²

Windzone 1

Basiswindgeschwindigkeit v_{bo} = 22.50 m/s

Basisgeschwindigkeitsdruck q_{bo} = 0.32 kN/m²

Bodenschneelast

sk = 1.07 kN/m²

Schneezone 2a

Formbeiwert

μ = 0.80

C_t = 1.000

C_e = 1.000

Beiwert außergew.

C_{esl} = 2.300

Schnee-/Windlasten für die Berechnung - Benutzerdefinierte Werte

DIN EN 1991-1-3:2019, DIN EN 1991-1-4:2010

Bodenschneelast sk = 1.25 kN/m²

Hilfswerte

Winddruckbezugsfläche A_{ref} = 10.00 m²

Windreferenzlänge (Dach) e₀ = 8.00 m e₉₀ = 7.16 m

Windreferenzlänge (Wand) e₀ = 8.00 m e₉₀ = 6.66 m

h/d = 0.601 h/b = 0.200 d/b = 0.333

für giebelseitige Anströmung: h/d = 0.200 h/b = 0.601 d/b = 3.003

Klassifizierung der Einwirkungen

Nr	Name	γ _{sup}	γ _{inf}	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	KLED
99	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	ständig
8	Kat. H: Dächer	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	kurz
9	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	kurz/sehr kurz
10	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00	kurz

Lastwerte

Schneelasten

Name	Seite	μ	Lastwert	(nach Norm)
Dachlast	links	0.80 0.00 0.00	1.00	1.00 kN/m ²
Unverwehter Anteil (für verwehte Lastfälle)	links	0.80 0.00 0.00	1.00	1.00 kN/m ²
Verwehter Anteil (für verwehte Lastfälle)	links	0.80 0.00 0.00	0.50	0.50 kN/m ²
Traufast	links	0.00 0.00	0.13	0.13 kN/m

Windlasten

Name	Seite	cp+	cp-	Druck [kN/m ²]	Sog [kN/m ²]	Druck (Norm) [kN/m ²]	Sog (Norm) [kN/m ²]
F	von links	0.00	-1.80	0.00	-0.97	0.00	-0.97
G	von links	0.00	-1.20	0.00	-0.65	0.00	-0.65
H	von links	0.00	-0.70	0.00	-0.38	0.00	-0.38
D	von links	0.75	0.00	0.40	0.00	0.40	0.00
E	von links	0.00	-0.39	0.00	-0.21	0.00	-0.21
F	von rechts	0.00	-1.80	0.00	-0.97	0.00	-0.97
G	von rechts	0.00	-1.20	0.00	-0.65	0.00	-0.65
H	von rechts	0.00	-0.70	0.00	-0.38	0.00	-0.38
D	von rechts	0.75	0.00	0.40	0.00	0.40	0.00
E	von rechts	0.00	-0.39	0.00	-0.21	0.00	-0.21
I	von rechts	0.20	-0.60	0.11	-0.32	0.11	-0.32
J	von rechts	0.20	-0.60	0.11	-0.32	0.11	-0.32
I	von links	0.20	-0.60	0.11	-0.32	0.11	-0.32

Lastfälle

Zusatz-Lastfälle

Nr	Name	Kurzname	EW	AltGrp	Lasten
1	Add.Id = 1	(A1)	10	0	1

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	08	133-N1

Lasten

Lasten für Zusatz-LF 1:Add.Id = 1

Bezug	Lastart	Ausrichtung	Abst [m]	L [m]	W1	W2		Faktor	Bem.
Flächenlast	Trapezlast, abs.	¹ vert. Pro.	² 2.16	5.00	0.00	1.57	kN/m ²	1.00	
¹ : Trapezlast, abschnittsweise ² : vertikal zur Projektion									

Kombinationen

Lastfallkombinationen

Nr	Name		Sit	KLED
1	1,35*g+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	4 ³
6	1,35*g+1,50*s+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	4 ³
7	1,35*g+1,50*s+0,90*(wLuv+)+(wULuv)+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
10	1,35*g+0,75*s+1,50*(wLee-)+(wULee)+0,75*(A1)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
12	1,35*g+1,50*Se+0,90*(wLuv+)+(wULuv)+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
16	1,35*g+1,50*(s+Se)+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	4 ³
19	1,35*g+1,50*(s+Se)+0,90*(wLee-)+(wULee)+1,50*(A1)	GZT ¹	p/t ²	6 ⁴
42	1,00*g+1,00*(A1)	GZG ⁵	char ⁶	4 ³
44	1,00*g+0,60*(wLuv+)+(wULuv)+1,00*(A1)	GZG ⁵	char ⁶	6 ⁴
47	1,00*g+1,00*s+1,00*(A1)	GZG ⁵	char ⁶	4 ³
48	1,00*g+1,00*s+0,60*(wLuv+)+(wULuv)+1,00*(A1)	GZG ⁵	char ⁶	6 ⁴

Die Zuordnung der Lastfallkurznamen kann der Tabelle der Lastfälle entnommen werden.
 Es wurden nicht alle Kombinationen gebildet. Siehe dazu Einstellungen unter Berechnungsregeln.

- ¹ : GZT=Bauteilversagen
² : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)
³ : Klasse der Lasteinwirkungsdauer:4=kurz
⁴ : Klasse der Lasteinwirkungsdauer:6=kurz/sehr kurz
⁵ : GZG=Gebrauchstauglichkeit
⁶ : char=characteristic (Charakteristische Situation)

Ergebnisse

Sparren links 10.0/24.0 e = 100.0 cm

Tragfähigkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

Nachweise in Ständig/Vorübergehende Situation

Kombi	Sit	Nachweis	N _{x,d} [kN]	M _{y,d} [kNm]	V _{z,d} [kN]	σ _{n,d} [N/mm ²]	σ _{m,y,d} [N/mm ²]	τ _d [N/mm ²]	η	S _{ky} [m]	S _{kz} [m]	S _b [m]
6	p/t ¹	Spannung (Feld)	-0.4	-8.61	10.4	-0.02	-8.97		0.54			
6	p/t ¹	Spannung (Stütze)	0.5	-9.95	-13.9	0.02	-10.37		0.63			
6	p/t ¹	Stabilität	-0.4	-9.95	0.0	-0.02	-10.37		0.63²	1.39	0.00	0.00
6	p/t ¹	Schub	0.5	-9.95	-13.9			-0.87	0.48			

Die Zusammensetzung der Lastfallkombinationen kann der Tabelle der Lastfallkombinationen entnommen werden.

- ¹ : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)
² : S_{ky}=1.39 m, S_{kz}=0.00 m, S_b=0.00 m

Gebrauchstauglichkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	08	134-N1

Kombi	Nachweis			Stab	x [m]	WG,inst [cm]	WG,fin [cm]	WQ,inst,char [cm]	WQ,inst,qprm [cm]	WQ,fin [cm]	Wtot [cm]	Wlim [cm]	L/..	η	
48	Winst	1	lokal	2	2.04	0.6		0.3			0.9	<	1.6	300	0.55
48	Winst	1	gesamt	1 ²	0.00	-0.2		-0.1			-0.3	<	0.3	150	0.96
42	Wnet	3	lokal	2	2.04	(0.6)	0.9		(0.0)	0.0	0.9	<	1.6	300	0.57
42	Wnet	3	gesamt	1 ²	0.00	(-0.2)	-0.3		(0.0)	0.0	-0.3	<	0.3	150	1.00
48	Wfin	4	lokal	2	2.04	(0.6)	0.9	(0.3)		0.3	1.2	<	2.3	200	0.51
48	Wfin	4	gesamt	1 ²	0.00	(-0.2)	-0.3	(-0.1)		-0.1	-0.4	<	0.5	100	0.89

Werte in () sind nur informativ.

Für den Gesamtdurchbiegenachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Für den lokalen Durchbiegenachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Stablängen von Stäben, die ohne Auflagerung miteinander verbunden sind, werden aufaddiert.

- 1 : Winst = WG,inst + WQ,inst,char
 2 : Kragarm
 3 : Wnet = WG,fin + WQ,fin,qprm - Wc
 4 : Wfin = WG,fin + WQ,fin,char

Auflager

Auflagerkräfte je EW

EW		Auflager 1		Auflager 2		Auflager 3	
		max [kN/m]	min [kN/m]	max [kN/m]	min [kN/m]	max [kN/m]	min [kN/m]
99	vertikal	5.21 ¹	5.21 ¹	10.16 ¹	10.16 ¹	-0.01 ¹	-0.01 ¹
	horizontal	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹	0.00 ¹
9	vertikal	-0.21 ²	-0.67 ³	0.28 ²	-1.84 ³	0.07 ²	-0.39 ³
	horizontal	0.10 ³	-0.005 ²	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴
10	vertikal	2.72 ⁵	0.15 ⁶	7.54 ⁸	-0.03 ⁶	0.99 ⁹	-0.003 ¹⁰
	horizontal	0.00 ⁴	0.00 ⁷	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴	0.00 ⁴

alle Werte sind charakteristische Werte

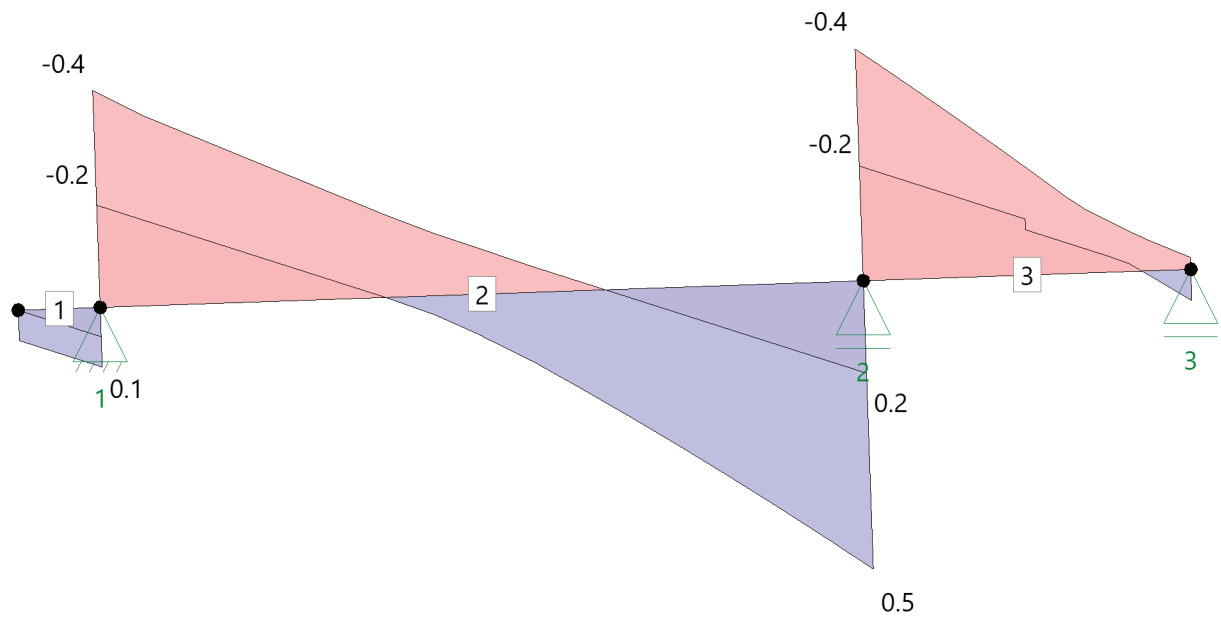
Auflagerkräfte sind immer positiv in Richtung der globalen und lokalen Achsen.

- 1 : Lastfälle:g
 2 : Lastfälle:(wLuv+)+(wULuv)
 3 : Lastfälle:(wLee-)+(wULee)
 4 : Lastfälle:
 5 : Lastfälle:(s+Se),(A1)
 6 : Lastfälle:Se
 7 : Lastfälle:(A1)
 8 : Lastfälle:s,(A1)
 9 : Lastfälle:Se,(A1)
 10 : Lastfälle:s

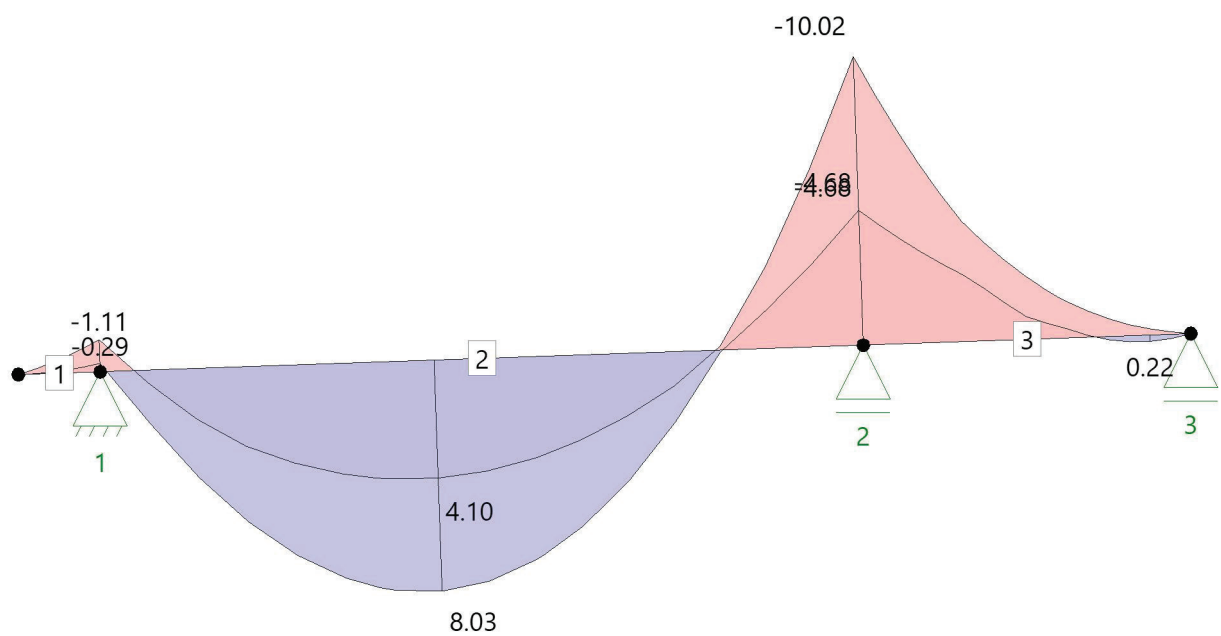
 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	08	135-N1

Grafik Schnittgrößen

Nd [kN]

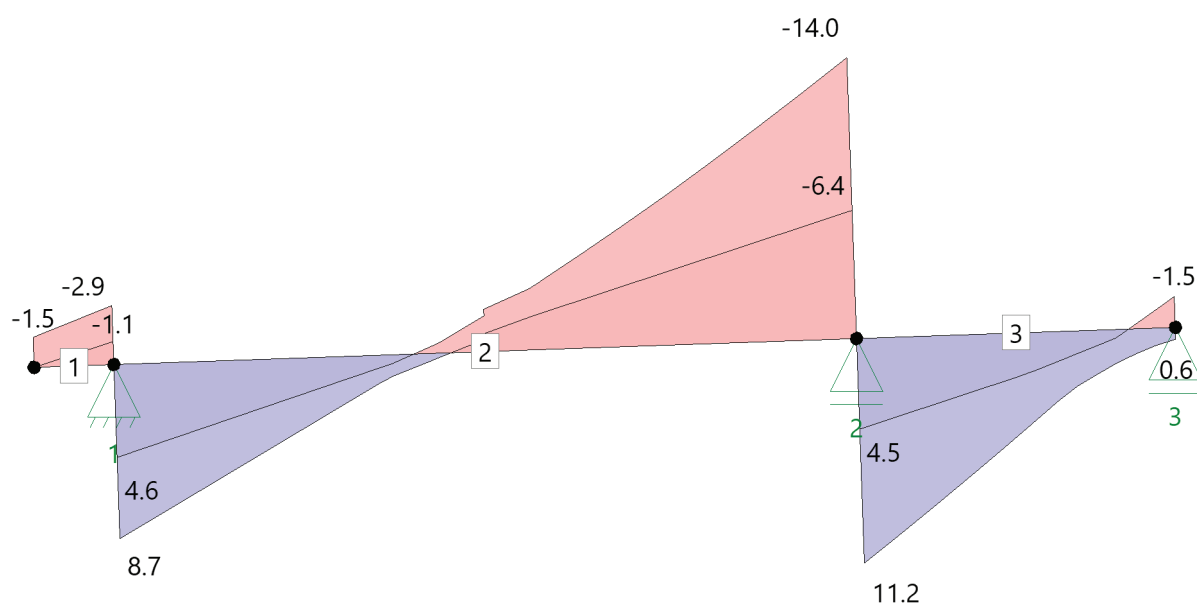


Myd [kNm]



 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	08	136-N1

Vzd [kN]



10 Holzunterzug

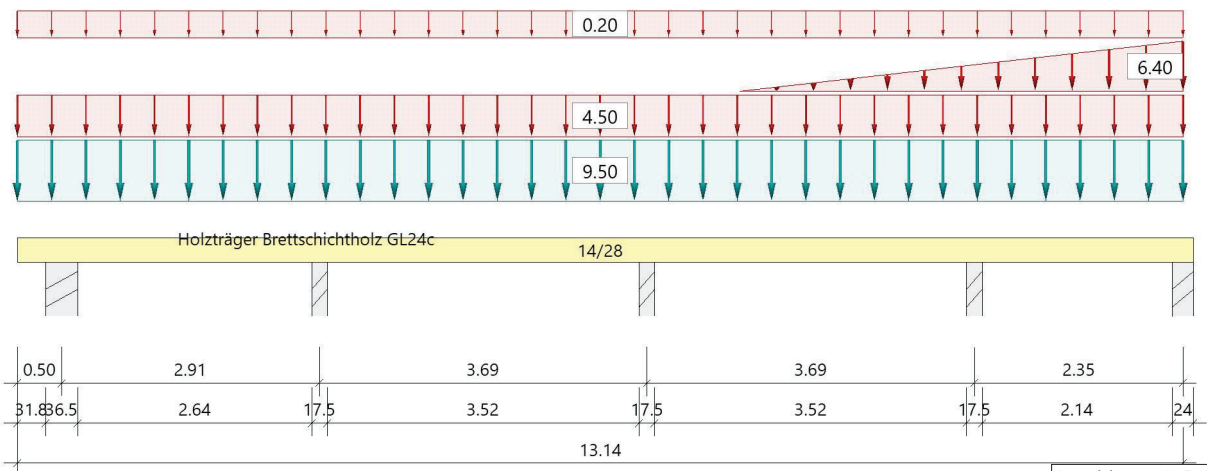
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-8)

Grundparameter

Holzträger über 4 Felder Brettschichtholz GL24c (flachkant) DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

System

Systembild



Auf
Mauerwerk
auflegen

Anschluss mit Balkenträger
BTC240

Material

Brettschichtholz GL24c (flachkant), gemäß EN 14080:2013

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ [N/mm ²]	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ [N/mm ²]	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ [N/mm ²]	G_{mean} G_{05} [N/mm ²]	ρ_k ρ_m [kg/m ³]
24.00 3.50	17.00 21.50	0.50 2.50	11000 9100	300 250	650 540	365 400

$f_{m,k}$: charakteristischer Wert der Biegefestigkeit
 $f_{t,0,k}$: charakteristischer Wert der Zugfestigkeit parallel zur Faser
 $f_{t,90,k}$: charakteristischer Wert der Zugfestigkeit senkrecht zur Faser
 $E_{0,mean}$: Mittelwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser
 $E_{90,mean}$: Mittelwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser
 G_{mean} : Mittelwert des Schubmoduls
 ρ_k : charakteristischer Wert der Rohdichte
 $f_{v,k}$: charakteristischer Wert der Schubfestigkeit
 $f_{c,0,k}$: charakteristischer Wert der Druckfestigkeit parallel zur Faser
 $f_{c,90,k}$: charakteristischer Wert der Druckfestigkeit senkrecht zur Faser
 $E_{0,05}$: 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser
 $E_{90,05}$: 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser
 G_{05} : 5%-Fraktilwert des Schubmoduls
 ρ_m : Mittelwert der Rohdichte

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
14/28	25611	6403	1829	915	392.0

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	10	138-N1

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	2.91	14/28 (konstant über gesamte Trägerlänge)
2	3.69	
3	3.69	
4	2.35	
Kra Links	0.50	

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	k _{c90}	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
							Φ _x [kNm/rad]	Φ _y [kNm/rad]	Φ _z [kNm/rad]
1	0.50	36.5	14.0	1.75	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.41	17.5	14.0	1.75	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	7.10	17.5	14.0	1.75	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	10.79	17.5	14.0	1.75	-1	-1	0.0	0.0	0.0
5	13.14	24.0	14.0	1.75	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL	8.14	13.14		9.50	6.40	Nein	ständig Schnee Schnee Wind		
	2	GL		13.14		4.50		Ja			
	3	TL		5.00		0.00		Ja			
	4	GL		13.14		0.20		Ja			
Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL) A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger EG : Lasteinwirkung Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe Alt : Alternativgruppe											

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
3	10,9-4,5

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 206 kg mit Gamma = 4.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ _{F,inf}	γ _{F,sup}	KLED
ständig				1.00	1.35	
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50	kurz
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50	kurz

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
Basis	:	EN 1995-1-1/A2:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ ₂ = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ _F (γ _{G,sup} oder γ _{G,inf})
KLED bei Wind	:	sehr kurz

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	10	139-N1

Bemessungsparameter Holz

Nutzungsklasse	1	: geschlossen und beheizt rel. Luftfeuchte ~ 65%	Ausgleichfeuchte < 12%
Schubspannungen	=	Tau mit red. Q	
Nachweis für Kragarme	=	vollständig	
Anfangsdurchbiegung	$w_{inst} = l/300$	$w_{inst\ Krag} = l/150$	
Enddurchbiegung	$w_{net,fin} = l/300$	$w_{net,fin\ Krag} = l/150$	
	$w_{fin} = l/200$	$w_{fin\ Krag} = l/100$	

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	$\eta_{Biegung}$	η_{Schub}	$\eta_{c,90}$	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.81	0.76	0.85	1)	0.41
1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.						

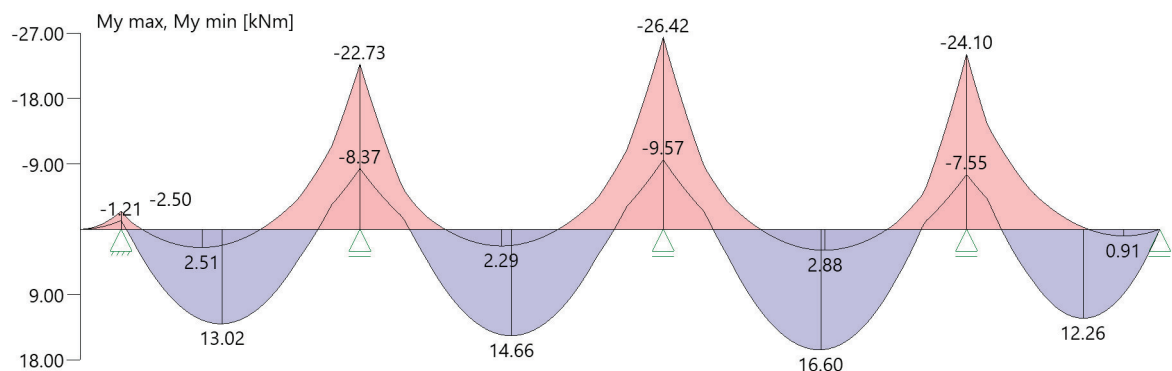
Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Schub}	$\eta_{Biegung}$	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	14/28	-34.2	-26.42	0.76	0.81	

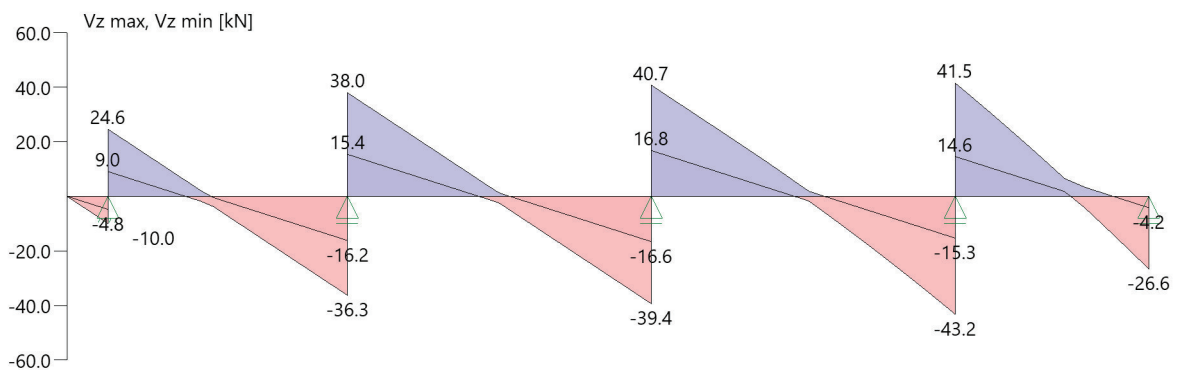
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	10	140-N1

Schnittgrößen

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Kra li	0.00	0.00	0.00	0.00	1
	0.50	0.50	-2.50	-9.98	15
	0.50	0.50	-1.21	-4.83	1
Feld 1	0.00	0.50	-1.21	10.94	1
	0.00	0.50	-2.50	15.14	15
	0.00	0.50	-2.50	24.56	13
	0.00	0.50	-1.21	9.04	14
	1.21	1.71	13.02	0.00	4
	2.91	3.41	-22.73	-36.26	8
	2.91	3.41	-8.37	-16.19	7
Feld 2	0.00	3.41	-8.37	15.38	7
	0.00	3.41	-22.73	37.95	8
	1.84	5.24	14.66	0.00	5
	3.69	7.10	-26.42	-39.35	10
	3.69	7.10	-9.57	-16.63	9
Feld 3	0.00	7.10	-9.57	16.75	9
	0.00	7.10	-26.42	40.69	10
	1.90	8.99	16.60	0.00	4
	3.69	10.79	-7.55	-15.35	11
	3.69	10.79	-24.10	-43.25	12
Feld 4	0.00	10.79	-7.55	14.56	11
	0.00	10.79	-24.10	41.46	12
	1.42	12.21	12.26	0.00	5
	2.35	13.14	0.00	-4.20	2
	2.35	13.14	0.00	-26.65	5

Biegung

Feld	x [m]	M _{y,d} [kNm]	σ _{myd} [N/mm ²]	k _{crit,y}	k _{h,My}	k _{mod}	f _{m,y,d} [N/mm ²]	η	Lk
Kra li	0.50	-2.50	-1.36	1.00	1.08	0.90	17.93	0.08	3
Feld 1	0.50	-2.50	-1.36	1.00	1.08	0.90	17.93	0.08	5
	3.41	-22.73	-12.42	1.00	1.08	0.90	17.93	0.69	8
Feld 2	3.41	-22.73	-12.42	1.00	1.08	0.90	17.93	0.69	8
	7.10	-26.42	-14.44	1.00	1.08	0.90	17.93	0.81	10
Feld 3	7.10	-26.42	-14.44	1.00	1.08	0.90	17.93	0.81	10
	10.79	-24.10	-13.18	1.00	1.08	0.90	17.93	0.73	12
Feld 4	10.79	-24.10	-13.18	1.00	1.08	0.90	17.93	0.73	12

Der Beiwert k_h wurde bei der Berechnung von f_{myd} nach EN 1995 3.3(3) berücksichtigt.

Schub

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	X _{abs} [m]	V _{z,d} [kN]	τ _d [N/mm ²]	k _{mod}	f _{v,z,d} [N/mm ²]	η	Lk
1	links	0.46	0.04	-0.7	-0.03	0.90	2.42	0.02	13
	rechts	0.46	0.96	15.3	0.59	0.90	2.42	0.34	13
2	links	0.37	3.04	-28.9	-1.11	0.90	2.42	0.64	8
	rechts	0.37	3.77	30.6	1.17	0.90	2.42	0.68	8
3	links	0.37	6.73	-32.0	-1.23	0.90	2.42	0.71	10
	rechts	0.37	7.46	33.3	1.28	0.90	2.42	0.74	10
4	links	0.37	10.42	-34.2	-1.31	0.90	2.42	0.76	12
	rechts	0.37	11.15	32.1	1.23	0.90	2.42	0.71	12
5	rechts	0.37	11.15	32.1	1.23	0.90	2.42	0.71	12
	links	0.40	12.74	-15.0	-0.57	0.90	2.42	0.33	5

Der Beiwert k_{cr} = 0.71 wurde bei der Berechnung nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7 (2) berücksichtigt.

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	10	141-N1

Auflagerpressung

Stütze	b _{eff} [cm]	d _{eff} [cm]	max F [kN]	σ _{c,90,d} [N/mm ²]	k _{c90}	k _{mod}	f _{c,90,d} [N/mm ²]	η	Lk
1	42.5*	14.0	34.5	0.58	1.75	0.90	1.73	0.19	13
2	23.5*	14.0	74.2	2.26	1.75	0.90	1.73	0.74	8
3	23.5*	14.0	80.0	2.43	1.75	0.90	1.73	0.80	10
4	23.5*	14.0	84.7	2.57	1.75	0.90	1.73	0.85	12
5	27.0*	14.0	26.6	0.70	1.75	0.90	1.73	0.23	5

* Kontaktfläche nach Norm DIN EN 1995-1-1, Kapitel 6.1.5 (1)P um 30mm je Seite verbreitert

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

	l_{eff} [m]	Stelle [m]	Nachweis		W_g	W_q	W	W_{lim}	η	Lk
					[cm]					
Kra li	0.50	0.00	inst	z	-0.1	-0.1	-0.1	0.3	0.41	16
	0.50	0.00	net,fin	z	-0.1	0.0	-0.1	0.3	0.31	17
	0.50	0.00	fin	z	-0.1	-0.1	-0.2	0.5	0.35	18
Feld 1	2.91	1.38	inst	z	0.1	0.1	0.2	1.0	0.24	16
	2.91	1.22	net,fin	z	0.2	0.0	0.2	1.0	0.18	17
	2.91	1.22	fin	z	0.2	0.1	0.3	1.5	0.21	18
Feld 2	3.69	1.83	inst	z	0.2	0.2	0.4	1.2	0.31	19
	3.69	1.80	net,fin	z	0.3	0.0	0.3	1.2	0.22	17
	3.69	1.83	fin	z	0.3	0.2	0.5	1.8	0.26	20
Feld 3	3.69	1.90	inst	z	0.2	0.2	0.4	1.2	0.36	16
	3.69	1.92	net,fin	z	0.3	0.0	0.3	1.2	0.26	17
	3.69	1.90	fin	z	0.3	0.2	0.6	1.8	0.31	18
Feld 4	2.35	1.36	inst	z	0.03	0.1	0.1	0.8	0.18	19
	2.35	1.48	net,fin	z	0.05	0.0	0.05	0.8	0.06	17
	2.35	1.36	fin	z	0.05	0.1	0.2	1.2	0.13	20

Nachweise am Kragarm werden vollständig durchgeführt.

l_{eff}

: effektive Länge

Stelle

: Stelle der Durchbiegung

Nachweis

: Anfangs-/Endverformung (Richtung)

W_g

: Verformung infolge ständiger Last

W_q

: Verformung infolge veränderlicher Last

W

: Verformung gesamt

W_{lim}

: zulässige Verformung

η

: Ausnutzungsgrad

Lk

: Nr. der Lastkombination

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	R _{z,min} [kN/m]	R _{z,max} [kN/m]	M _{y,min} [kNm/m]	M _{y,max} [kNm/m]
1	0.50	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	15.77 -0.05 -1.23	15.77 0.38 8.60		
2	3.41	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	34.53 -0.07 -1.93	34.53 0.79 17.93		
3	7.10	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	36.72 -0.07 -2.18	36.72 0.83 19.82		
4	10.79	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	32.34 -0.07 -1.58	32.34 0.74 26.92		
5	13.14	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	7.48 -0.07 -2.14	7.48 0.23 10.90		

Anschluss Pos. 10 an Stb.-Wand

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem

Anker

Rechnerische

Verankerungstiefe

Bemessungsdaten

fischer Bolzenanker FAZ II Plus

Bolzenanker FAZ II Plus 12/10,
galvanisch verzinkter Stahl

66,00 mm

Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer

Bewertung ETA-19/0520, Option 1,

Erteilungsdatum 24.05.2023



Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

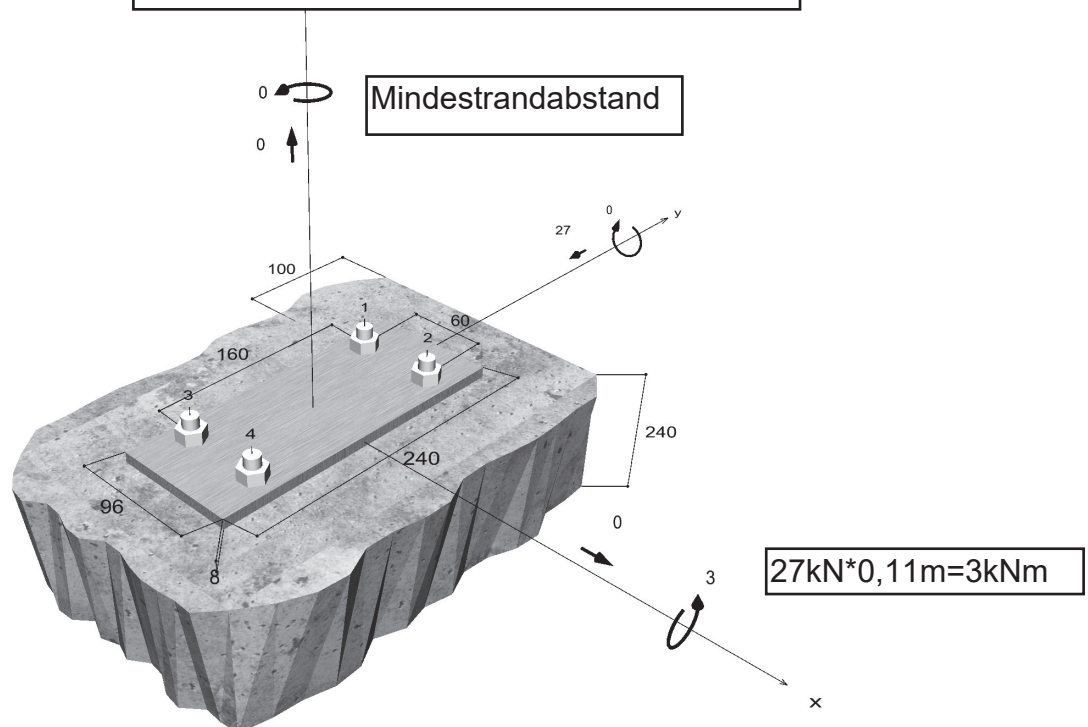
Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)

Balkenträger BTC 240

6 Stabdübel, l = 100mm

$R_{1,d} = 0,9/1,3 \cdot 39,4 \text{ kN} = 27,3 \text{ kN} > 27 \text{ kN} = V_{E,d}$



Nicht maßstabsgetreu

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN 1992-4:2018 mechanische Befestigungselemente
Verankerungsgrund	C25/30, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	96 mm x 240 mm x 8 mm
Profiltyp	Kein Profil

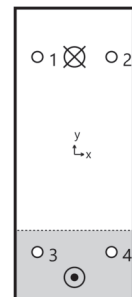
Bemessungslasten *)

#	N _{Ed} kN	V _{Ed,x} kN	V _{Ed,y} kN	M _{Ed,x} kNm	M _{Ed,y} kNm	M _{T,Ed} kNm	Belastungsart
1	0,00	0,00	-27,00	3,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	8,30	6,75	0,00	-6,75
2	8,30	6,75	0,00	-6,75
3	0,00	6,75	0,00	-6,75
4	0,00	6,75	0,00	-6,75



Max. Betonstauchung :	0,19 ‰
Max. Betondruckspannung :	6 N/mm ²
Resultierende Zugkraft :	16,6 kN , X/Y Position (0 / 80)
Resultierende Druckkraft :	16,6 kN , X/Y Position (0 / -100,8)

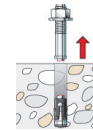
Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β _N %
Stahlversagen *	8,3	35,2	23,6
Herausziehen *	8,3	14,9	55,6
Betonausbruch	16,6	17,9	92,6

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen

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

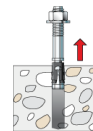


$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,s}$ %
49,3	1,40	35,2	8,3	23,6

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	23,6	1	$\beta_{N,s;1}$
2	23,6	2	$\beta_{N,s;2}$
3	0,0	3	$\beta_{N,s;3}$
4	0,0	4	$\beta_{N,s;4}$

Herausziehen

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



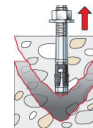
$N_{Rk,p}$ kN	Ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,p}$ %
22,4	1,120	1,50	14,9	8,3	55,6

Der $\Psi_{c,c}$ -Faktor wurde eventuell durch Interpolation ermittelt.

Anker-Nr.	$\beta_{N,p}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	55,6	1	$\beta_{N,p;1}$

Betonausbruch

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



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

$$N_{Rk,c} = 20,64 \text{ kN} \cdot \frac{51.084 \text{ mm}^2}{39.204 \text{ mm}^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 26,90 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,7 \cdot \sqrt{25,0 \text{ N/mm}^2} \cdot (66 \text{ mm})^{1,5} = 20,64 \text{ kN} \quad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{100 \text{ mm}}{99 \text{ mm}}\right) = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.4)}$$

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

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_p}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1$$

Gl. (7.6)

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{198mm}} = 1,000 \leq 1 \quad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{198mm}} = 1,000 \leq 1$$

$$\Psi_{M,N} = 1,00 \geq 1$$

Gl. (7.7)

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,c}$ %
26,9	1,50	17,9	16,6	92,6

Anker-Nr.	$\beta_{N,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	92,6	1	$\beta_{N,c;1}$

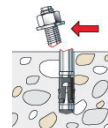
Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_v %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	6,8	29,6	22,8
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	27	100,5	26,9

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

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



$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 = 1,00 \cdot 37,00kN = 37,00kN$$

Gl. (7.35)/
(7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
37	1,25	29,6	6,8	22,8

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	22,8	1	$\beta_{Vs;1}$
2	22,8	2	$\beta_{Vs;2}$
3	22,8	3	$\beta_{Vs;3}$
4	22,8	4	$\beta_{Vs;4}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

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



$$V_{Rk,cp} = k_s \cdot N_{Rk,c} = 3,1 \cdot 48,64 kN = 150,77 kN$$

Gl. (7.39a)

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

Gl. (7.1)

$$N_{Rk,c} = 20,64 kN \cdot \frac{92.364 mm^2}{39.204 mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 48,64 kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,7 \cdot \sqrt{25,0 N/mm^2} \cdot (66 mm)^{1,5} = 20,64 kN$$

Gl. (7.2)

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{100 mm}{99 mm}\right) = 1,000 \leq 1$$

Gl. (7.4)

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

Gl. (7.5)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_p}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1$$

Gl. (7.6)

$$\Psi_{M,N} = 1,00 \geq 1$$

Gl. (7.7)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
150,8	1,50	100,5	27	26,9

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2, 3, 4	26,9	1	$\beta_{V,cp;1}$

Ausnutzung für Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	23,6
Herausziehen *	55,6
Betonausbruch	92,6

Querlasten	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	22,8
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	26,9

* Ungünstigster Anker

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

Ausnutzung Stahl

$$\begin{aligned}\beta_{N,s} &= \beta_{N,s;1} = 0,24 \leq 1 \\ \beta_{V,s} &= \beta_{V,s;1} = 0,23 \leq 1 \\ \beta_N^2 + \beta_V^2 &= \beta_{N,s;1}^2 + \beta_{V,s;1}^2 = 0,11 \leq 1\end{aligned}$$

Gl. (7.55)



Nachweis erfolgreich

Ausnutzung Beton

$$\begin{aligned}\beta_{N,c} &= \beta_{N,c;1} = 0,93 \leq 1 \\ \beta_{V,cp} &= \beta_{V,cp;1} = 0,27 \leq 1 \\ \frac{\beta_N + \beta_V}{1,2} &= \frac{\beta_{N,c;1} + \beta_{V,cp;1}}{1,2} = 1,00 \leq 1\end{aligned}$$

Gl. (7.57)

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke

t = 8 mm

Profiltyp

Kein Profil

Technische Hinweise

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.

Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.

Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen.

Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie

der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.

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

Angaben zur Montage

Anker

Ankersystem

Anker

fischer Bolzenanker FAZ II Plus

Bolzenanker FAZ II Plus 12/10,
galvanisch verzinkter Stahl

Art.-Nr. 564586



Zubehör

Handausbläser Groß ABG
SDS Plus-V II 12/110/160

Art.-Nr. 567792

Art.-Nr. 531803

Montagedetails

Gewindegröße M 12
Bohrlochdurchmesser $d_0 = 12 \text{ mm}$
Bohrlochtiefe $h_2 = 99 \text{ mm}$
Rechnerische Verankerungstiefe $h_{ef} = 66,00 \text{ mm}$

Einbautiefe

$h_{nom} = 80 \text{ mm}$

Bohrverfahren

Hammerbohren

Bohrlochreinigung

Bohrloch mit Handausbläser ausblasen.
Die Montageanleitung sollte beachtet werden, wenn die Installation ohne Bohrlochreinigung erfolgt.

Montageart

Durchsteckmontage

Ringspalt

gemäß Benutzereingabe

Montagedrehmoment

$T_{inst} = 60,0 \text{ Nm}$

Schlüsselweite SW

19 mm

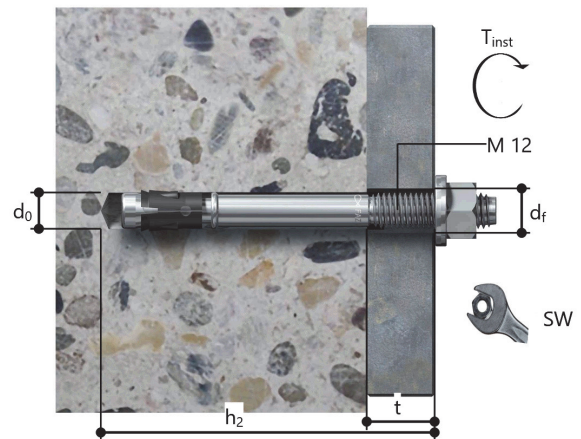
Ankerplattendicke

$t = 8 \text{ mm}$

Gesamte Befestigungsdicke $t_{fix} = 8 \text{ mm}$

$T_{fix,max}$

$t_{fix,max} = 14 \text{ mm}$



Ankerplattendetails

Material der Ankerplatte

Nicht verfügbar

Ankerplattendicke

$t = 8 \text{ mm}$

Durchgangsloch im

$d_f = 14 \text{ mm}$

Anbauteil

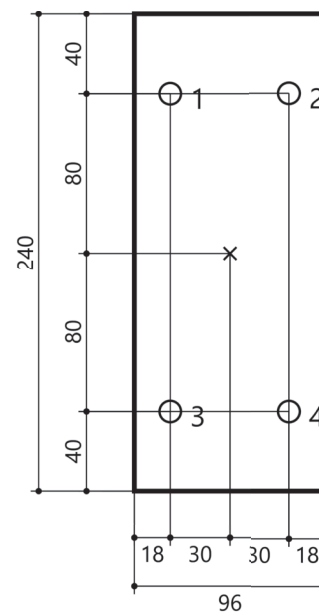
Anbauteil

Profiltyp

Kein Profil

Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	-30	80
2	30	80
3	-30	-80
4	30	-80



 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	12	149-N1

Würth Holzbalkenbefestigung

Vorbemessung
 Verankerung mit
 WIT-VM 250 + Ankerstange Meterware/S M16

Anschluss Querträger als Auflager für die Holzbalken (Pos. 06, 07 und 08)



Eingabedaten

Position

Name: Wand von vorn, waagrecht 1

Anwendung: Wand von vorn, waagrecht

Untergrund

Name: Beton

Festigkeit: C25/30

Dicke: 240 mm

Dicke Putz / WDVS: 0 mm

Dicke Toleranzausgleich: 0 mm

Stirnseitige Dämmung: 0 mm

Montageabstand der Dübel: Dicke Putz / WDVS + Stirnseitige Dämmung = 0 mm

Bohrverfahren: Hammerbohren mit Standardbohrer

Bohrloch: Trocken

Temperaturbereich: Kurzzeittemperatur = 120 °C

Langzeittemperatur = 72 °C

Holzbalken

Festigkeitsklasse: C24

Nutzungsstufe: NKL 1

Lasteinwirkungsdauer: Ständig

Höhe: 100 mm

Breite: 240 mm

Gesamtlänge: 1500 mm

Randabstand: Oben = 120 mm

Unten = 120 mm

Mit Scheibendübel: Nein

Dübelanordnung

Abstand pro Meter: 1000 mm

Anzahl pro Meter: 1

Befestigungen versenken: Nein

Unterlegscheibe: Außendurchmesser = 40 mm

Innendurchmesser = 17 mm

Dicke = 5 mm

Lasten

Linienlast: $n_{Ed} = 0,5 \text{ kN/m}$

$v_{Ed} = -3,3 \text{ kN/m}$

Gewählter Dübeltyp und Größe

Name: WIT-VM 250 + Ankerstange Meterware/S M16

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:

Mobiltelefon:

Firma:

E-Mail:

Position:

Internet:

Würth Holzbalkenbefestigung 1.1.0.0

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	12	151-N1

Adresse Bauprojekt:

Seite 3 von 10

Durchmesser: M16

Bohrerinnenndurchmesser: $d_0 = 18,0 \text{ mm}$

Effektive Verankerungstiefe: $h_{ef} = 80 \text{ mm}$

Bemessungsverfahren: EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA(2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1(2012-08)

EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA(2010-12)

EN 1992-4 (2019-04)

EN 338

EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)

Zulassungsnummer: WIT-VM 250 ETA-12/0164



Dübelartikel

Art.-Nr.	Bezeichnung	Ø [mm]	l [mm]	VE [Stück]
5916 016 999	Gewindestange Meterware/ S 5.8 M16x1000	M16	1000	10

Bitte überprüfen Sie vor Ort, ob die entsprechende Dübellänge mit den Gegebenheiten übereinstimmt.

Mörtelartikel

Art.-Nr.	Bezeichnung	Volumen (Netto) [ml]	VE [Stück]
0903 450 201	WIT-VM 250 (300 ml) + Statikmischer	300 ml	1
0903 450 202	WIT-VM 250 (330 ml) + Statikmischer	330 ml	1
0903 450 205	WIT-VM 250 (420 ml) + Statikmischer	420 ml	1

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:

Mobiltelefon:

Firma:

E-Mail:

Position:

Internet:

Würth Holzbalkenbefestigung 1.1.0.0



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 Holzbalkenbefestigung 1.1.0.0

Mobiltelefon:

E-Mail:

Internet:

Übersicht der Dübelnachweise

Nachweis	Auslastung
Stahlversagen	0,95
Herausziehen und Betonausbruch	12,83
Betonausbruch	3,27
Stahlversagen ohne Hebelarm	14,26
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite Dübelgruppe	32,68
Interaktion Stahl	2,04
Interaktion Beton	23,28
Beanspruchung in Achsrichtung (Holzpressung der Unterlegscheibe)	14,03
Beanspruchung rechtwinklig zur Achsrichtung (Abscheren)	76,12
Kombinierte Beanspruchung (Holz)	90,15

Die Dübelnachweise wurden erfolgreich durchgeführt.

Nachweise

Dübelnachweise

Stahlversagen

$\beta_{N,s}$	=	$N_{Ed}^h / N_{Rd,s}$		Auslastung
N_{Ed}^h	=		0,50 kN	Bemessungswert der Lasten
$N_{Rd,s}$	=	$N_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$		EN 1992-4: 7.2.1.1
$N_{Rk,s}$	=	79,00 kN		ETA
γ_{Ms}	=	1,50		ETA
$N_{Rd,s}$	=		52,67 kN	
$\beta_{N,s}$	=		0,01	

Herausziehen und Betonausbruch

		1		Maßgebende Dübelnummer
$\beta_{N,p}$	=	$N_{Ed}^g / N_{Rd,p}$		Auslastung
N_{Ed}^g	=		0,50 kN	Bemessungswert der Lasten
$N_{Rd,p}$	=	$N_{Rk,p} / \gamma_{Mp}$		EN 1992-4: 7.2.1.1
$N_{Rk,p}$	=	$N_{Rk,p}^0 \cdot A_{p,N} / A_{p,N}^0 \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,Np}$		EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.13)
$N_{Rk,p}^0$	=	$\tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \psi_{sus}$		EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.14)
τ_{Rk}	=	$\psi_c \cdot \tau_{Rk,cr}$		ETA
	=	$1,0200 \cdot 3,00 \text{ N/mm}^2 = 3,06 \text{ N/mm}^2$		
d	=	16 mm		ETA
h_{ef}	=	80 mm		ETA
ψ_{sus}	=	$\psi_{sus}^0 + 1 - \alpha_{sus}$		EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.14b)
ψ_{sus}^0	=	0,57		ETA
α_{sus}	=	1,00		Manuelle Eingabe
ψ_{sus}	=	$0,57 + 1 - 1,00 = 0,57$		

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:

Mobiltelefon:

Firma:

E-Mail:

Position:

Internet:

Würth Holzbalkenbefestigung 1.1.0.0

$N_{Rk,p}^0$	=	7,01 kN	
$A_{p,N}$	=	50544 mm ²	EN 1992-4: 7.2.1.6 (3)
$A_{p,N}^0$	=	$s_{cr,Np}^2 = 50544 \text{ mm}^2$	EN 1992-4: 7.2.1.6
$s_{cr,Np}$	=	$7,30 \cdot d \cdot (\tau_{Rk,ucr} \cdot \psi_{sus})^{0,50} \leq 3 \cdot h_{ef}$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.15)
$\tau_{Rk,ucr}$	=	6,50 N/mm ²	ETA
$s_{cr,Np}$	=	225 mm	
$c_{cr,Np}$	=	$s_{cr,Np} / 2 = 112 \text{ mm}$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.16)
$\psi_{s,Np}$	=	$0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,Np} \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.20)
	=	$0,70 + 0,30 \cdot 500 \text{ mm} / 112 \text{ mm} \leq 1,00$	
	=	1,0000	
$\tau_{Rk,c}$	=	$k_3 / (\pi \cdot d) \cdot \sqrt{(h_{ef} \cdot f_{ck})}$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.19)
	=	$7,70 / (\pi \cdot 16 \text{ mm}) \cdot (80 \text{ mm} \cdot 25,00 \text{ N/mm}^2)^{0,50}$	
	=	6,85 N/mm ²	
$\psi_{g,Np}^0$	=	$\sqrt{(n) - (\sqrt{(n) - 1}) \cdot (\tau_{Rk} / \tau_{Rk,c})}^{1,50} \geq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.18)
	=	$\sqrt{(n) - (\sqrt{(n) - 1}) \cdot (3,06 \text{ N/mm}^2 / 6,85 \text{ N/mm}^2)}^{1,50} \geq 1,00$	
	=	1,0000	
$\psi_{g,Np}$	=	$\psi_{g,Np}^0 - (s / s_{cr,Np})^{0,50} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.17)
	=	$1,00 - (0 \text{ mm} / 225 \text{ mm})^{0,50} \cdot (1,00 - 1) \geq 1,00$	
	=	1,0000	
$\psi_{ec,Np}$	=	$\psi_{ec,Np,y} \cdot \psi_{ec,Np,z}$	
$\psi_{ec,N,y}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{N,y} / s_{cr,Np}) \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.6)
	=	$\min(1 / (1 + 2 \cdot 0 \text{ mm} / 224,8 \text{ mm}), 1,00) = 1,0000$	
$\psi_{ec,N,z}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{N,z} / s_{cr,Np}) \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.6)
	=	$\min(1 / (1 + 2 \cdot 0 \text{ mm} / 224,8 \text{ mm}), 1,00) = 1,0000$	
$\psi_{ec,N}$	=	1,0000	
$\psi_{ec,Np}$	=	1,0000	
$\psi_{re,N}$	=	1,0000	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.5)
$N_{Rk,p}$	=	7,01 kN	
γ_{Mp}	=	1,80	ETA
$N_{Rd,p}$	=		3,90 kN
$\beta_{N,p}$	=		0,13

Betonausbruch

	1		Maßgebende Dübelnummer
$\beta_{N,c}$	=	$N_{Ed}^g / N_{Rd,c}$	Auslastung
N_{Ed}^g	=		Bemessungswert der Lasten
$N_{Rd,c}$	=	$N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$	EN 1992-4: 7.2.1.1
$N_{Rk,c}$	=	$N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{M,N}$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.1)
$N_{Rk,c}^0$	=	$k_1 \cdot \sqrt{(f_{ck})} \cdot h_{ef}^{1,50}$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.2)
k_1	=	7,70	EN 1992-4: 7.2.1.4 (2)
f_{ck}	=	25,00 N/mm ²	Manuelle Eingabe
h_{ef}	=	80,0 mm	ETA
$N_{Rk,c}^0$	=	$7,70 \cdot \sqrt{(25,00 \text{ N/mm}^2)} \cdot (80,0 \text{ mm})^{1,50} = 27,55 \text{ kN}$	

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:

Mobiltelefon:

Firma:

E-Mail:

Position:

Internet:

Würth Holzbalkenbefestigung 1.1.0.0

$s_{cr,N}$	=	240,0 mm		ETA
$c_{cr,N}$	=	$s_{cr,N} / 2 = 120,0$ mm		ETA
$A_{c,N}$	=	57600 mm ²		EN 1992-4: 7.2.1.4 (3)
$A_{c,N}^0$	=	$s_{cr,N}^2 = 57600$ mm ²		EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.3)
$\psi_{s,N}$	=	$0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,00$		EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.4)
	=	$0,70 + 0,30 \cdot 500 \text{ mm} / 120,0 \text{ mm} \leq 1,00$		
	=	1,0000		
$\psi_{re,N}$	=	1,0000		EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.5)
$\psi_{ec,N}$	=	$\psi_{ec,N,y} \cdot \psi_{ec,N,z}$		
$\psi_{ec,N,y}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{N,y} / s_{cr,N}) \leq 1,00$		EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.6)
	=	$\min(1 / (1 + 2 \cdot 0 \text{ mm} / 240,0 \text{ mm}), 1,00) = 1,0000$		
$\psi_{ec,N,z}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{N,z} / s_{cr,N}) \leq 1,00$		EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.6)
	=	$\min(1 / (1 + 2 \cdot 0 \text{ mm} / 240,0 \text{ mm}), 1,00) = 1,0000$		
$\psi_{ec,N}$	=	1,0000		
$\psi_{M,N}$	=	1,0000		EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.7)
$N_{Rk,c}$	=	27,55 kN		
γ_{Mc}	=	1,80		ETA
$N_{Rd,c}$	=		15,30 kN	
$\beta_{N,c}$	=		0,03	

Stahlversagen ohne Hebelarm

$\beta_{V,s}$	=	$V_{Ed}^h / V_{Rd,s,h}$		Auslastung
V_{Ed}^h	=		3,30 kN	Bemessungswert der Lasten
$V_{Rd,s,h}$	=	$V_{Rk,s,h} / \gamma_{Ms,V}$		EN 1992-4: 7.2.2.1
$V_{Rk,s,h}$	=	$(h_{ef} / (h_{ef} + e_1)) \cdot V_{Rk,s}$		Heft 615: (5.6)
h_{ef}	=	80 mm		Manuelle Eingabe
e_1	=	50 mm		Manuelle Eingabe
$V_{Rk,s}^0$	=	47,00 kN		ETA
$V_{Rk,s}$	=	$k_7 \cdot V_{Rk,s}^0$		EN 1992-4: 7.2.2.3.1 (7.35)
k_7	=	1,00		EN 1992-4: 7.2.2.3.1 (2)
$V_{Rk,s}$	=	$1,00 \cdot 47,00 = 47,00$ kN		
$V_{Rk,s,h}$	=	$(80 \text{ mm} / (80 \text{ mm} + 50 \text{ mm})) \cdot 47,00 \text{ kN} = 28,92$ kN		
$\gamma_{Ms,V}$	=	1,25		ETA
$V_{Rd,s,h}$	=		23,14 kN	
$\beta_{V,s}$	=		0,14	

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite Dübelgruppe

$\beta_{V,cp}$	=	$V_{Ed}^g / V_{Rd,cp,h}$		Auslastung
V_{Ed}^g	=		3,30 kN	Bemessungswert der Lasten
$V_{Rd,cp,h}$	=	$V_{Rk,cp,h} / \gamma_{Mc,V}$		EN 1992-4: 7.2.2.1
$V_{Rk,cp,h}$	=	$(h_{ef} / (h_{ef} + e_1)) \cdot V_{Rk,cp}$		Heft 615: (5.8)
h_{ef}	=	80 mm		Manuelle Eingabe
e_1	=	50 mm		Manuelle Eingabe

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:

Mobiltelefon:

Firma:

E-Mail:

Position:

Internet:

Würth Holzbalkenbefestigung 1.1.0.0

$V_{Rk,cp}$	$= k_g \cdot \min(N_{Rk,p}; N_{Rk,c})$	EN 1992-4: 7.2.2.4 (7.39c)
k_g	$= 2,00$	ETA
$N_{Rk,p}$	$= N_{Rk,p}^0 \cdot A_{p,N} / A_{p,N}^0 \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{ec,Vp} \cdot \psi_{re,Np}$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.13)
$N_{Rk,p}^0$	$= T_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \psi_{sus}$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.14)
T_{Rk}	$= \psi_c \cdot T_{Rk,ucr}$	ETA
	$= 1,0200 \cdot 3,00 \text{ N/mm}^2 = 3,06 \text{ N/mm}^2$	
d	$= 16 \text{ mm}$	ETA
h_{ef}	$= 80 \text{ mm}$	ETA
ψ_{sus}	$= 1,00$	
$N_{Rk,p}^0$	$= 12,30 \text{ kN}$	
$A_{p,N}$	$= 57600 \text{ mm}^2$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (3)
$A_{p,N}^0$	$= s_{cr,Np}^2 = 57600 \text{ mm}^2$	EN 1992-4: 7.2.1.6
$s_{cr,Np}$	$= 7,30 \cdot d \cdot (T_{Rk,ucr} \cdot \psi_{sus})^{0,50} \leq 3 \cdot h_{ef}$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.15)
$T_{Rk,ucr}$	$= 6,50 \text{ N/mm}^2$	ETA
$s_{cr,Np}$	$= 240 \text{ mm}$	
$c_{cr,Np}$	$= s_{cr,Np} / 2 = 120 \text{ mm}$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.16)
$\psi_{s,Np}$	$= 0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,Np} \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.20)
	$= 0,70 + 0,30 \cdot 500 \text{ mm} / 120 \text{ mm} \leq 1,00$	
	$= 1,0000$	
$T_{Rk,c}$	$= k_3 / (\pi \cdot d) \cdot \sqrt{(h_{ef} \cdot f_{ck})}$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.19)
	$= 7,70 / (\pi \cdot 16 \text{ mm}) \cdot (80 \text{ mm} \cdot 25,00 \text{ N/mm}^2)^{0,50}$	
	$= 6,85 \text{ N/mm}^2$	
$\psi_{g,Np}^0$	$= \sqrt{(n) - (\sqrt{(n) - 1}) \cdot (T_{Rk} / T_{Rk,c})}^{1,50} \geq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.18)
	$= \sqrt{(n) - (\sqrt{(n) - 1}) \cdot (3,06 \text{ N/mm}^2 / 6,85 \text{ N/mm}^2)}^{1,50} \geq 1,00$	
	$= 1,0000$	
$\psi_{g,Np}$	$= \psi_{g,Np}^0 - (s / s_{cr,Np})^{0,50} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.17)
	$= 1,00 - (0 \text{ mm} / 240 \text{ mm})^{0,50} \cdot (1,00 - 1) \geq 1,00$	
	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,Vp}$	$= 1,0000$	
$\psi_{re,N}$	$= 1,0000$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.5)
$N_{Rk,p}$	$= 12,30 \text{ kN}$	
$N_{Rk,c}$	$= N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{MN}$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.1)
$N_{Rk,c}^0$	$= k_1 \cdot \sqrt{(f_{ck})} \cdot h_{ef}^{1,50}$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.2)
k_1	$= 7,70$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (2)
f_{ck}	$= 25,00 \text{ N/mm}^2$	Manuelle Eingabe
h_{ef}	$= 80 \text{ mm}$	ETA
$N_{Rk,c}^0$	$= 7,70 \cdot \sqrt{(25,00 \text{ N/mm}^2)} \cdot (80 \text{ mm})^{1,50} = 27,55 \text{ kN}$	
$s_{cr,N}$	$= 240 \text{ mm}$	ETA
$c_{cr,N}$	$= s_{cr,N} / 2 = 120 \text{ mm}$	ETA
$A_{c,N}$	$= 57600 \text{ mm}^2$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (3)
$A_{c,N}^0$	$= s_{cr,N}^2 = 57600 \text{ mm}^2$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.3)
$\psi_{s,N}$	$= 0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.4)
	$= 0,70 + 0,30 \cdot 500 \text{ mm} / 120 \text{ mm} \leq 1,00$	

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:

Mobiltelefon:

Firma:

E-Mail:

Position:

Internet:

Würth Holzbalkenbefestigung 1.1.0.0

$\Psi_{re,N}$	=	1,0000	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.5)
$\Psi_{ec,V}$	=	1,0000	
$\Psi_{M,N}$	=	1,0000	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.7)
$N_{Rk,c}$	=	27,55 kN	
$V_{Rk,cp}$	=	$2,00 \cdot \min(12,30 \text{ kN} ; 27,55 \text{ kN}) = 24,61 \text{ kN}$	
$V_{Rk,cp,h}$	=	$(80 \text{ mm} / (80 \text{ mm} + 50 \text{ mm})) \cdot 24,61 \text{ kN} = 15,14 \text{ kN}$	Heft 615 Holzanbauteil
$\gamma_{Mc,V}$	=	1,50	ETA
$V_{Rd,cp,h}$	=	10,10 kN	
$\beta_{V,cp}$	=	0,33	

Interaktion Stahl

$\beta_{N,s}$	=	$0,01 \leq 1$	
$\beta_{V,s}$	=	$0,14 \leq 1$	
$\beta_{NV,s}$	=	$\beta_{N,s}^2 + \beta_{V,s}^2 = 0,02 \leq 1$	EN 1992-4: 7.2.3.1 (7.54)

Interaktion Beton

$\beta_{N,c}$	=	$0,13 \leq 1$	
$\beta_{V,c}$	=	$0,33 \leq 1$	
$\beta_{NV,c}$	=	$\beta_{N,c}^{1,5} + \beta_{V,c}^{1,5} = 0,23 \leq 1$	EN 1992-4: 7.2.3.1 (7.55)

Beanspruchung in Achsrichtung (Holzpressung der Unterlegscheibe)

$\beta_{N,t}$	=	$\sigma_{c,90,d} / (3 \cdot f_{c,90,d})$	EN 1995-1-1: 8.5.2 (2)
$F_{c,90,d}$	=	0,50 kN	Bemessungswert der Lasten
A_{netto}	=	$\pi/4 \cdot (d_a)^2 - \pi/4 \cdot (d_i)^2$	
	=	$\pi/4 \cdot (40,0 \text{ mm})^2 - \pi/4 \cdot (17,0 \text{ mm})^2 = 1029,7 \text{ mm}^2$	
$\sigma_{c,90,d}$	=	$F_{c,90,d} / A_{netto}$	EN 1995-1-1: 6.1.5 (6.4)
	=	$0,50 \text{ kN} / 1030 \text{ mm}^2 = 0,49 \text{ N/mm}^2$	
k_{mod}	=	0,60	EN 1995-1-1: 3.1.3 (1)
$f_{c,90,k}$	=	2,50 N/mm ²	
γ_M	=	1,30	DIN EN 1995-1-1/NA: 2.4.1(1)P
$f_{c,90,d}$	=	$f_{c,90,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	EN 1995-1-1: 2.4.1 (1)P (2.14)
	=	$2,50 \text{ N/mm}^2 \cdot 0,60 / 1,30 = 1,15 \text{ N/mm}^2$	
$\beta_{N,t}$	=	0,14	

Beanspruchung rechtwinklig zur Achsrichtung (Abscheren)

$\beta_{V,t}$	=	$F_{v,Ed} / R_{Ia,d}$	Auslastung
$F_{v,Ed}$	=	3,30 kN	Bemessungswert der Lasten
ρ_k	=	350 kg/m ³	EN 338
$f_{h,0,k}$	=	$0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k$	EN 1995-1-1: 8.5.1.1 (2) (8.32)
	=	$0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 16 \text{ mm}) \cdot 350 \text{ kg/m}^3 = 24,11 \text{ N/mm}^2$	
k_{90}	=	1,59	EN 1995-1-1: 8.5.1.1 (2) (8.33)
$f_{h,\alpha,k}$	=	$f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin(\alpha)^2 + \cos(\alpha)^2)$	EN 1995-1-1: 8.5.1.1 (2) (8.31)
	=	$24,11 \text{ N/mm}^2 / (1,59 \cdot \sin(270^\circ)^2 + \cos(270^\circ)^2) = 15,16 \text{ N/mm}^2$	

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:

Mobiltelefon:

Firma:

E-Mail:

Position:

Internet:

Würth Holzbalkenbefestigung 1.1.0.0

$f_{u,k}$	=	500 N/mm ²		ETA
$M_{y,Rk}$	=	$0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6}$		EN 1995-1-1: 8.5.1.1 (1) (8.30)
	=	$0,3 \cdot 500 \text{ N/mm}^2 \cdot (16 \text{ mm})^{2,6} = 202,6764 \text{ Nm}$		
t_{layer}	=	0 mm		
d^*	=	$d + t_{layer}$		
	=	16 mm + 0 mm = 16 mm		Manuelle Eingabe
t_{req}	=	$3,93 \cdot \sqrt{(M_{y,Rk} / (f_{h,\alpha,k} \cdot d))}$		EN 1995-1-1: NA 8.2.5 (NA 119)
	=	$3,93 \cdot \sqrt{(202,68 \text{ Nm} / (15,16 \text{ N/mm}^2 \cdot 16 \text{ mm}))} = 114 \text{ mm}$		
t_1	=	100 mm		
$R_{la,k}$	=	$t_1 / t_{req} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot d \cdot (\sqrt{(d^{*2} + ((4 \cdot M_{y,Rk}) / (f_{h,\alpha,k} \cdot d)))} - d^*)$		
	=	$100 \text{ mm} / 114 \text{ mm} \cdot 15,16 \text{ N/mm}^2 \cdot 16 \text{ mm} \cdot (\sqrt{((16 \text{ mm})^2 + ((4 \cdot 202,676 \text{ Nm}) / (15,16 \text{ N/mm}^2 \cdot 16,0 \text{ mm})))} - 16 \text{ mm})$		
	=	9,39 kN		
k_{mod}	=	0,60		EN 1995-1-1: 3.1.3 (1)
γ_M	=	1,30		DIN EN 1995-1-1/NA: 2.4.1(1)P
$R_{la,d}$	=	$R_{la,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M$		EN 1995-1-1: 2.4.1 (1)P (2.14)
	=	$9,39 \text{ kN} \cdot 0,60 / 1,30 =$	4,34 kN	
$\beta_{V,t}$	=		0,76	

Kombinierte Beanspruchung (Holz)

$\beta_{N,t}$	=		0,14 ≤ 1,00
$\beta_{V,t}$	=		0,76 ≤ 1,00
β_{NV}	=	$\beta_{N,t} + \beta_{V,t}$	
	=		0,90 ≤ 1,00

Hinweise

Hinweise für die Berechnungen und zum Programm:

Dies ist eine Vorbemessung. Bitte lassen Sie dieses Ergebnis von Ihrem Planer / Statiker bestätigen.

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sowie die Montage sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Europäisch Technischen Bewertungen / Zulassungen zu prüfen.

Bitte beachten sie die Lizenzbedingungen der Software und den darin beschriebenen Haftungsausschluss.

Die Bestimmungen des jeweilig verwendeten Bemessungsverfahrens sind zu beachten. Der tatsächliche Verankerungsgrund muss mit den Verankerungsgründen, die in der entsprechenden Europäisch Technischen Bewertungen / Zulassung aufgeführt sind, übereinstimmen. Falls der Untergrund unterschiedlich ist, sind die charakteristischen Lasten vor Ort durch Auszugsversuche zu bestimmen und das Ergebnis muss durch einen Statiker interpretiert werden.

Der Benutzer der Software muss sämtliche Eingaben auf Vollständigkeit und Richtigkeit überprüfen, das weitere muss eine statische Berechnung für die Gesamtkonstruktion angefertigt werden.

Bitte beachten Sie die Softwarenutzungsbedingungen insbesondere den §4.

Als äußere Einwirkung muss zusätzlich eine Zuglast infolge der einwirkenden Querkraft berücksichtigt werden. Wir empfehlen mindestens eine Zuglast von 1,43 kN/m.

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:

Mobiltelefon:

Firma:

E-Mail:

Position:

Internet:

Würth Holzbalkenbefestigung 1.1.0.0

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel

2 x ASSY® plus VG 4 CH Ø6 x 160 mm

Vollgewinde | Zylinderkopf

Artikelnummer

verzinkt, blau 0150 006 160 (VE 100 Stück)

Bewertung

ETA-11/0190 gültig ab 22.01.2026



System

Anschlussstyp Balken

Hauptträger

Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24

Breite = 100 mm | Höhe = 240 mm | Lagerung = torsionssteif

Nebenträger

Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24

Breite = 100 mm | Höhe = 240 mm

Anschlusswinkel horizontal = 90° | vertikal = 0°

Lasteinwirkung

$G_{z,k} = 1,00 \text{ kN}$ | $\gamma_G = 1,35$

$Q_{z,k} = 2,00 \text{ kN}$ | $\gamma_Q = 1,50$ | Lasteinwirkungsdauer = kurz

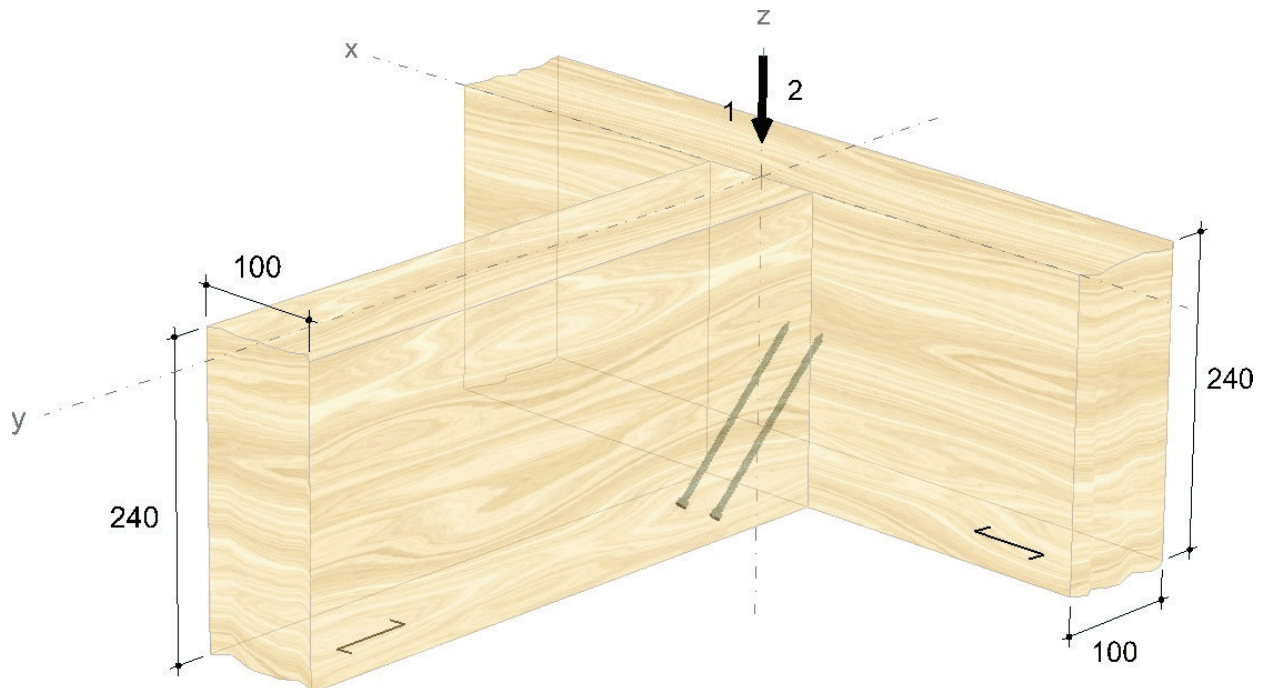
Nutzungsstufe 1

Verbindungsmittel

Hauptträger nicht vorgebohrt

Nebenträger nicht vorgebohrt

Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm



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:

Mobiltelefon:

Firma:

E-Mail:

Position:

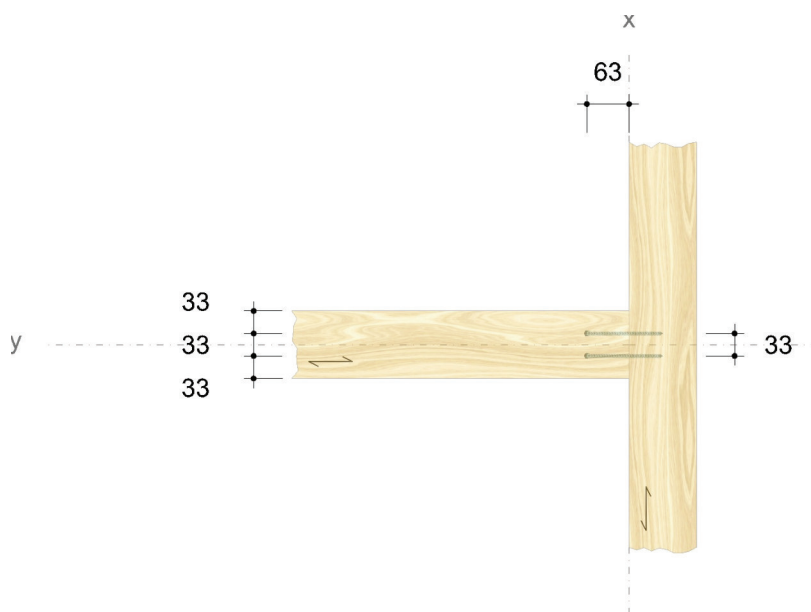
Internet:

Würth Holzbaubemessung - Haupt-/ Nebenträger - Anschluss Balken - 1.1.0.5

Montagedaten

Einschraubwinkel am Nebenträger 45 °
Montagemaß Nebenträger 63 mm

Abstände Hauptträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{2,c,y,1}$	18	25	ETA-11/0190
$a_{2,c,y,2}$	18	75	ETA-11/0190
$a_{2,c,z,1,1}$	18	152	ETA-11/0190
$a_{2,c,z,1,2}$	18	88	ETA-11/0190
a_1	30	33	ETA-11/0190
Abstände Nebenträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{1,c}$	30	31	ETA-11/0190
$a_{2,c}$	18	33	ETA-11/0190
a_2	30	33	ETA-11/0190



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:

Mobiltelefon:

Firma:

E-Mail:

Position:

Internet:

Würth Holzbaubemessung - Haupt-/ Nebenträger - Anschluss Balken - 1.1.0.5



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)

EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft

EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)

EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)

EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)

EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)

ETA-11/0190 (2026-01-22)

Zusammenfassung

Lastkombinationen

LC 1 : ständige Last

$$\gamma_G \cdot G_k$$

LC 2 : ständige und veränderliche Last

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Nachweise	Ausnutzung	
	LC 1	LC 2
Verbindungsmittel	41,92 %	90,06 %

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:

Mobiltelefon:

Firma:

E-Mail:

Position:

Internet:

Würth Holzbaubemessung - Haupt-/ Nebenträger - Anschluss Balken - 1.1.0.5

	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	12	162-N1

Bauherr:

hendrik.ernst

Adresse Bauprojekt:

Seite 4 von 4

Hinweise

- Dies ist eine Vorbemessung/Empfehlung. Ohne eine Prüfung und Freigabe der Bemessung durch den zuständigen Planer/Statiker darf das Verbindungsmittel nicht eingebaut werden!
- Die Schrauben dürfen nur für vorwiegend ruhende Belastungen verwendet werden.
- Verdrehung des Hauptträgers um die Stabachse wird verhindert.
- Ein Nachweis auf Querkzug muss, insofern erforderlich, gesondert geführt werden.
- Querschnittsschwächungen und Zusatzmomente aus der Exzentrizität des Anschlusses müssen bei der Bemessung der Bauteile berücksichtigt werden.
- Bitte beachten Sie die Softwarenutzungsbedingungen insbesondere den §4.

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:

Mobiltelefon:

Firma:

E-Mail:

Position:

Internet:

Würth Holzbaubemessung - Haupt-/ Nebenträger - Anschluss Balken - 1.1.0.5

13 Stb.-Wand Fahrzeughalle

Stahlbetonstütze B5+ (FRILO 2026-0-8)

170cm/24cm = 7 > 4 -> wird als Wand bemessen

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

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

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen

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

: DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04

Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik

: DIN EN 1990/NA:2010-12

Ψ_2 für Kranlasten

0.90

$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)

nicht angesetzt

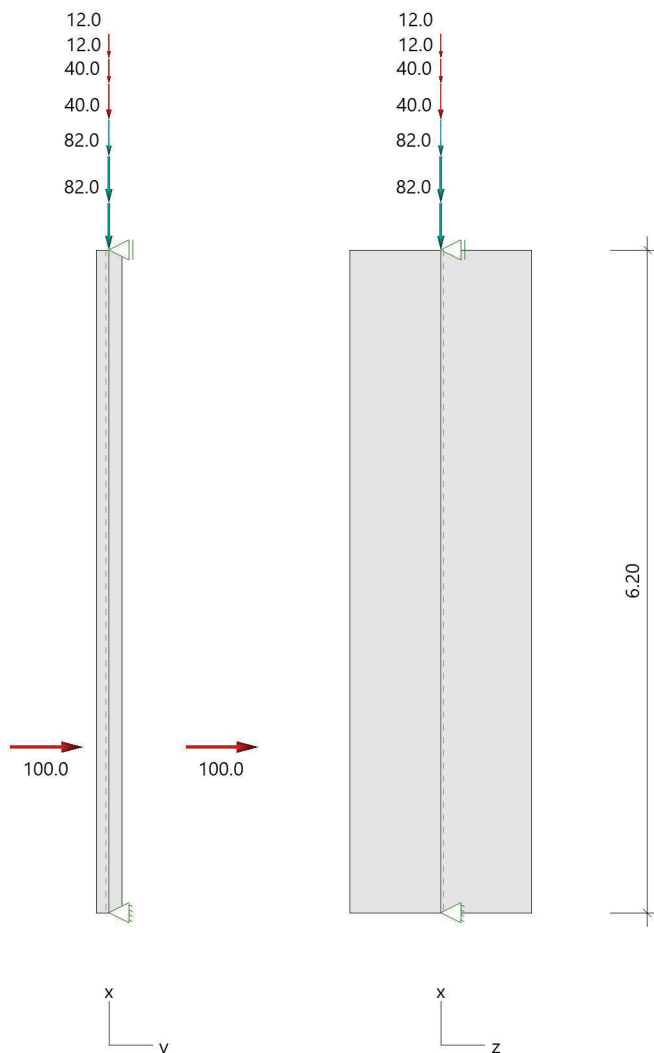
Kombination ständiger Lasten

: alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 70.9



Pos. 13: Stb.-Wand Fahrzeughalle:

19,9 cm² / 2 = 10 cm² je Seite

Bewehrung je Seite:

vertikal: 10d10/15 oder Q524A

horizontal: d10/15

Wandende: 2d12

Wanddecke: 4d12

Stecker: d10/15

Wand allgemein:

#d10/15 oder Q524

Wandende: 2d12

Wanddecke: 4d12

Stecker: d10/15

nicht nachgewiesene Stürze:

2d12, Bügel/Stecker d10/15

Anpralllast auf Rückwand (Wand zwischen Fahrzeughalle und Sozialbereich) kann über die mitwirkende Breite reduziert werden.

Bewehrung mit #d10/15 ausreichend.

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	13	164-N1

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 14 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 14 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	
Endkriechzahl	$\phi(t_0, \infty) = 2.61$	

Materialauswahl

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

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 $\alpha_{cc} = 0.85 \quad \alpha_{ct} = 0.85$			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52
außergewöhnlich	1.30	16.35	1.17	1.00	500.00	525.00

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe	$l = 6.20 \text{ m}$
Querschnitt	$b_y/d_z = 24.0/170.0 \text{ cm}$
	$b_1/d_1 = 4.5/4.5 \text{ cm}$
Bewehrungsanordnung	umfangsverteilt

Lagerbedingungen

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

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.500
außergewöhnliche Einwirkungen					1.000
ständig				1.000	1.350

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	13	165-N1

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e _y [cm]	e _z [cm]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		40.0							ständig		
2	Stützenkopf		40.0							Schnee		
3	Stützenkopf		82.0							ständig		
4	Stützenkopf		12.0							Schnee		
5	Stützenkopf		82.0							ständig		
6	Stützenkopf		12.0							Schnee		
7	Stütze	1.55				100.0				außergewöhnlich		AltGrp 1
8	Stütze	1.55					100.0			außergewöhnlich		AltGrp 1

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e _y [cm]	e _z [cm]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		63.2							ständig		

Hinweise zur Lastkombinatorik

Außergewöhnliche Lasten werden stets einzeln angesetzt, solange sie nicht durch Gruppendefinitionen zusammengebunden sind.

Bezeichnungen der Lasten

- Last 1: 04 Holz
- Last 2: 04 Holz
- Last 3: 03
- Last 4: 03
- Last 5: 03
- Last 6: 03
- Last 7: Anprall (20 cm Aufbau+10cm)
- Last 8: Anprall (20 cm Aufbau+10cm)

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

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

Bemessungsoptionen

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

Ergebnisse

Kleinste Lastverweigungsfaktoren

min N_{cr}/N = 34,13 in y- / 1712,37 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
04 Holz	1.35	1.00	1.00	1.35
04 Holz	1.50		1.50	
03	1.35	1.00	1.00	1.35
03	1.50		1.50	
03	1.35	1.00	1.00	1.35
03	1.50		1.50	

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	13	166-N1

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)				
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)				

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	Sk,y [m]	Sk,z [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	e _{i,y} [cm]	e _{i,z} [cm]	ϕ_∞	f _{red}
1	1	Schlanke Wand	6.20	6.20	89.5	12.6	56.9	56.9	1.2	1.2	2.613	0.682

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständig/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ρ [%]	A _{s,erf} [cm ²]	Versagensart
1	6.20	-456.8	0.00	0.00	0.30	12.2 ¹	Querschnitt
	5.27	-456.8	2.60	-2.76	0.30	12.2 ¹	
	4.34	-456.8	4.65	-4.95	0.30	12.2 ¹	
	3.41	-456.8	5.69	-6.05	0.30	12.2 ¹	
	2.48	-456.8	5.39	-5.74	0.30	12.2 ¹	
	1.55	-456.8	3.96	-4.22	0.30	12.2 ¹	
	1.55	-456.8	3.96	-4.22	0.30	12.2 ¹	
	0.00	-456.8	0.00	0.00	0.30	12.2 ¹	

1 : Bemessung mit Mindestausmitte nach EN 1992-1-1, 6.1 (4), maßgebend

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

Lager	Höhe [m]	A _{d,v} [kN]	H _{d,y} [kN]	M _{d,z} [kNm]	H _{d,z} [kN]	M _{d,y} [kNm]	LK
Abschnitt 1	6.20		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	3
Fußpunkt	0.00	267.2	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		456.8	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		363.2	0.0	0.00	0.0	0.00	3

Tragfähigkeit - außergewöhnlich - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (außergewöhnliche Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
04 Holz	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
04 Holz	0.20	0.20			
03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
03	0.20	0.20			
03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
03	0.20	0.20			
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)		1.00		1.00	
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)	1.00		1.00		

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	Sk,y [m]	Sk,z [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	e _{i,y} [cm]	e _{i,z} [cm]	ϕ_∞	f _{red}
4	1	Schlanke Wand	6.20	6.20	89.5	12.6	79.9	79.9	1.2	1.2	2.613	0.709

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (außergewöhnliche Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ρ [%]	A _{s,erf} [cm ²]	Versagensart
4	6.20	-267.2	0.00	0.00	0.53	21.5	Querschnitt
	5.27	-267.2	1.52	-30.60	0.53	21.5	
	4.34	-267.2	2.72	-60.33	0.53	21.5	
	3.41	-267.2	3.33	-87.89	0.53	21.5	
	2.48	-267.2	3.15	-111.95	0.53	21.5	

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	13	167-N1

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ρ [%]	A _{s,erf} [cm ²]	Versagensart
	1.55	-267.2	2.32	-131.29	0.53	21.5	
	1.55	-267.2	2.32	-131.29	0.53	21.5	
	0.00	-267.2	0.00	0.00	0.53	21.5	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (außergewöhnlich)

Lager	Höhe [m]	A _{d,v} [kN]	H _{d,y} [kN]	M _{d,z} [kNm]	H _{d,z} [kN]	M _{d,y} [kNm]	LK
Abschnitt 1	6.20		0.0	0.00	0.0	0.00	5
			0.0	0.00	25.0	0.00	1
			25.0	0.00	0.0	0.00	2
			25.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	267.2	0.0	0.00	0.0	0.00	5
		280.0	75.0	0.00	0.0	0.00	2
		280.0	0.0	0.00	75.0	0.00	1
		267.2	0.0	0.00	75.0	0.00	3

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A _s [cm ²]
1	21.5

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeineigengewicht	1.00	1.00
04 Holz	1.00	1.00
04 Holz	1.00	
03	1.00	1.00
03	1.00	
03	1.00	1.00
03	1.00	
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)		
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)		

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
1	6.20	-331.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.27	-331.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	4.34	-331.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.41	-331.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.48	-331.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.55	-331.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-331.2	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
1	6.20	-331.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.27	-331.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	4.34	-331.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.41	-331.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.48	-331.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.55	-331.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-331.2	0.00	0.00	0.0	0.0			

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	13	168-N1

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	6.20	-331.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.09	400.00	0.00
1	5.27	-331.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.09	400.00	0.00
1	4.34	-331.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.09	400.00	0.00
1	3.41	-331.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.09	400.00	0.00
1	2.48	-331.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.09	400.00	0.00
1	1.55	-331.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.09	400.00	0.00
1	0.00	-331.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.09	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	6.20	-331.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.09	400.00	0.00
1	5.27	-331.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.09	400.00	0.00
1	4.34	-331.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.09	400.00	0.00
1	3.41	-331.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.09	400.00	0.00
1	2.48	-331.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.09	400.00	0.00
1	1.55	-331.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.09	400.00	0.00
1	0.00	-331.2	0.00	0.00	0.00	-0.025	-5.09	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1
Stützeigengewicht	1.00
04 Holz	1.00
04 Holz	
03	1.00
03	
03	1.00
03	
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)	
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)	

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}^1$ [N/mm ²]	vorh $f_{\phi, nl}$	erf $f_{\phi, nl}$	η
1	6.20	-267.2	0.00	0.00	-0.021	-0.64	-11.25	1.00		0.06
1	5.27	-267.2	0.00	0.00	-0.021	-0.64	-11.25	1.00		0.06
1	4.34	-267.2	0.00	0.00	-0.021	-0.64	-11.25	1.00		0.06
1	3.41	-267.2	0.00	0.00	-0.021	-0.64	-11.25	1.00		0.06
1	2.48	-267.2	0.00	0.00	-0.021	-0.64	-11.25	1.00		0.06
1	1.55	-267.2	0.00	0.00	-0.021	-0.64	-11.25	1.00		0.06
1	0.00	-267.2	0.00	0.00	-0.021	-0.64	-11.25	1.00		0.06

1 : $\sigma_{c,lim} = 0,45 \cdot f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	15	169-N1

15 Stb.-Sturz

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-8)

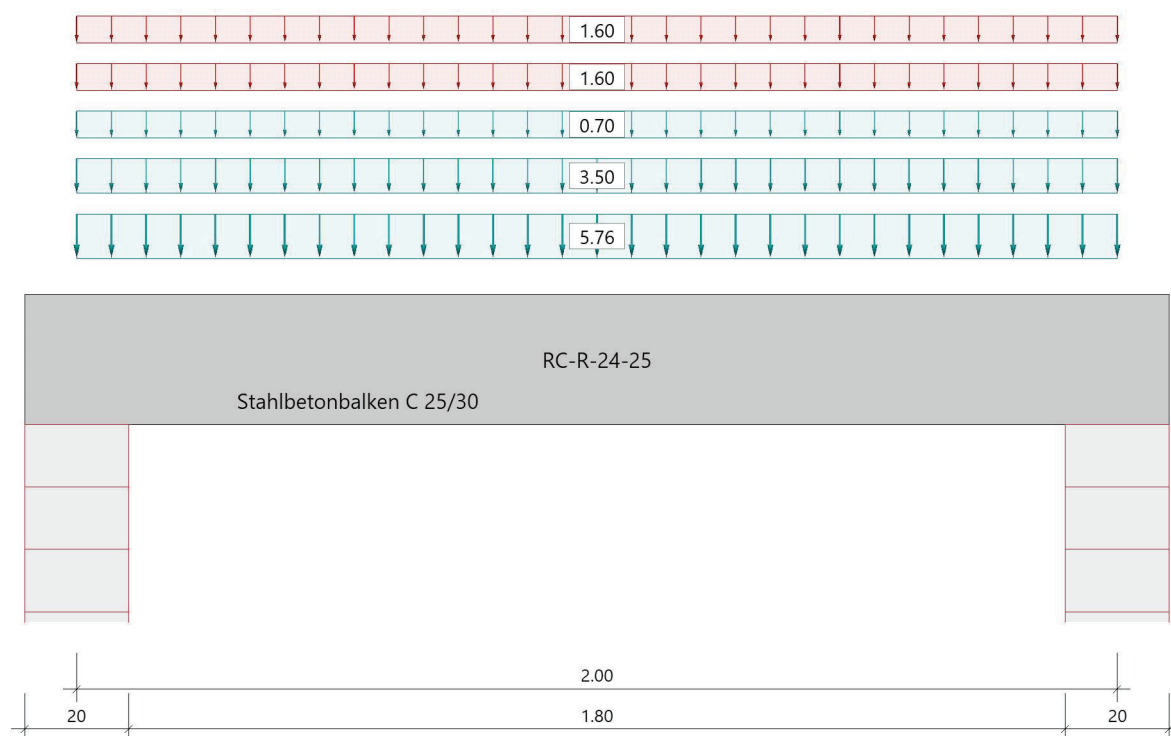
Grundparameter

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

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

System

Systembild



Material

Materialauswahl

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

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	25.0		

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	15	170-N1

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ _x [kNm/rad]	Φ _y [kNm/rad]	Φ _z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	Faktor	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		2.00		0.70		1.00	Nein	ständig		
	2	GL		2.00		1.60		1.00	Ja	Schnee		
	3	GL		2.00		3.50		1.00	Nein	ständig		
	4	GL		2.00		1.60		1.00	Ja	Schnee		
	5	GL		2.00		3.84		1.50	Nein	ständig		

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

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	06
2	06
3	05
4	05
5	MW

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 300 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ _{F,inf}	γ _{F,sup}
ständig Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00	1.00	1.35 1.50

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
ψ ₂ = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ _F (γ _{G,sup} oder γ _{G,inf})
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt
Nachweis Spannungsbegrenzung	:	wird geführt
Überprüfung des lin. Kriechansatzes	:	wird geführt

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	15	171-N1

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.85$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 2.0 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.4 cm	oben = 3.4 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \text{ ‰}$		

Bemessungseinstellungen

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

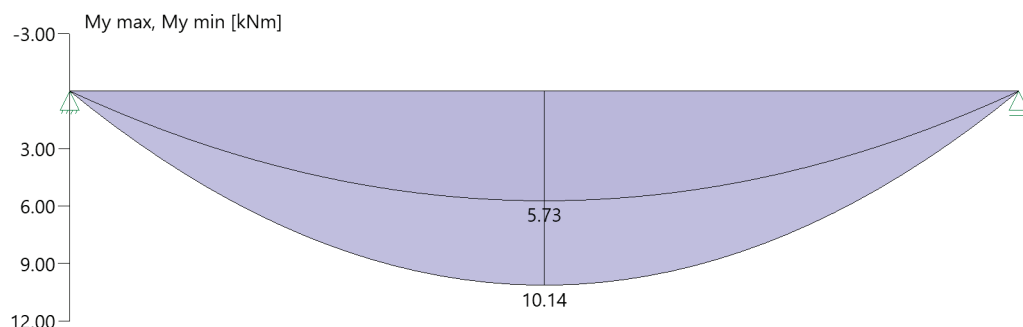
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 20.0 \text{ cm}$

Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente

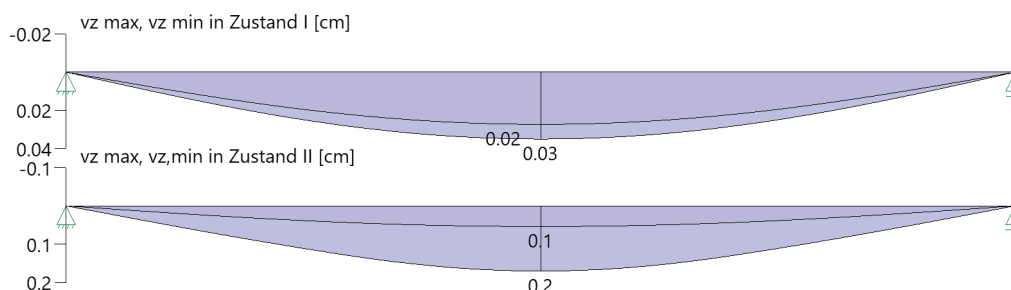


 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	15	173-N1

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.00	0.0	0.03	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.61$ $\epsilon_{cs} = -0.53 \text{ ‰}$

Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($l_{eff} / 300$)

Feld	x [m]	$f_{ElIz,g}$ [cm]	$f_{ElIz,g} / l_{eff}$	$f_{ElIz,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{ElIz,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{ElI,\phi\epsilon}$ [cm]	η
Feld 1	1.00	0.02	1/8646	0.2	1/1172	0.2	0.26

x : Stelle x
 $f_{ElIz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{ElIz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{ElI,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

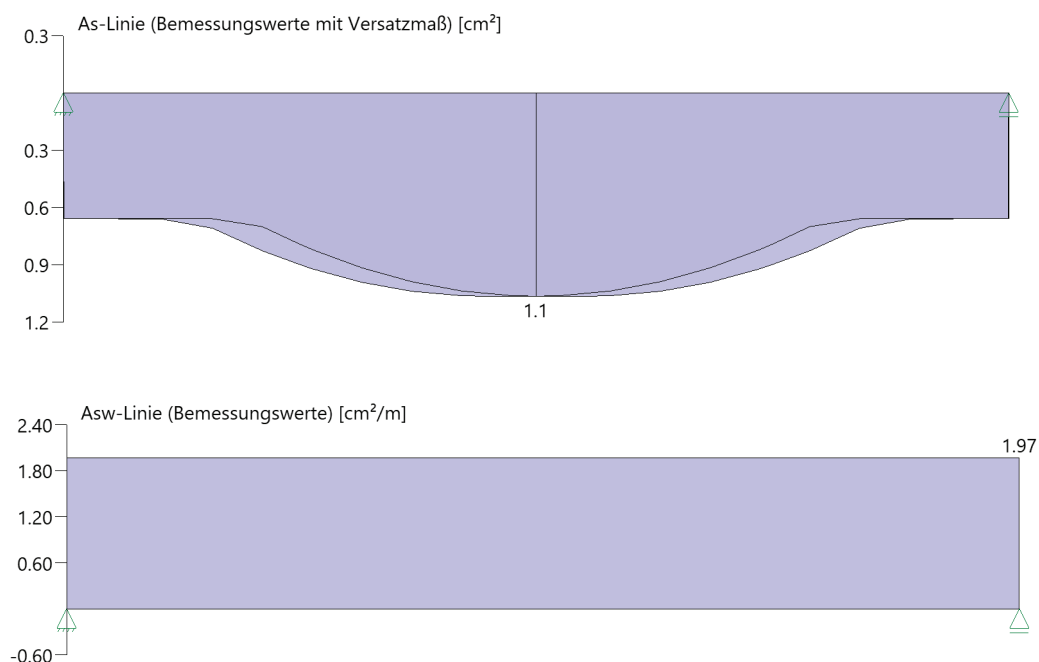
Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: $XC1/X0-- > \text{zul } w_k = 0.40 \text{ mm}$
 nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	M_y [kNm]	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	vorh d_s [mm]	zul d_s [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	0.01	2.3	2.3	2.30	-0.09	12	100	4
	0.84	5.59	2.3	2.3	130.23	-4.94	12	28	4
	1.00	5.73	2.3	2.3	133.56	-5.06	12	27	4
	1.16	5.59	2.3	2.3	130.23	-4.94	12	28	4
	2.00	0.01	2.3	2.3	2.30	-0.09	12	100	4

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	15	174-N1

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,unten [cm²]	ΣAs,vorh.,unten [cm²]	Summe [cm²]	As,vorh.,unten [Anz. Ø mm]
0,00	2,00	2,00	1,1	2,3	2,3	2Ø12 ¹
0,00	1,60	1,60	1,1	0,0	2,3	

1 : erste Lage durchlaufend

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,oben [cm²]	ΣAs,vorh.,oben [cm²]	Summe [cm²]	As,vorh.,oben [Anz. Ø mm]
0,00	1,20	1,20	0,0	2,3	2,3	2Ø12 ¹
1,20	2,00	0,80	0,0	2,3	2,3	2Ø12 ¹

1 : erste Lage durchlaufend

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf. [cm²/m]	As,vorh. [cm²/m]	As,vorh. [Anz. Ø mm / cm]
-0,05	2,05	2,10	2,0	6,7	Ø8/15

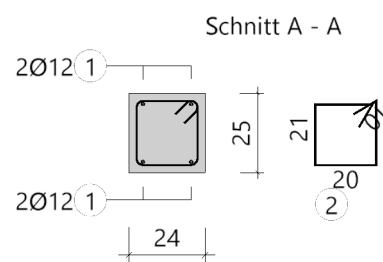
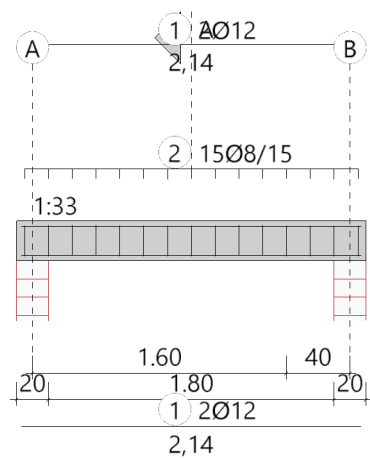
Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	R _{z,min} [kN]	R _{z,max} [kN]	M _{y,min} [kNm]	M _{y,max} [kNm]
1	0.00	ständig Schnee H < 1000 m	11.46	11.46 3.20		
2	2.00	ständig Schnee H < 1000 m	11.46	11.46 3.20		

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	15	175-N1

Bewehrung



17 Stb.-Wand Fahrzeughalle Rückwand

Stahlbetonstütze B5+ (FRILO 2026-0-8)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

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

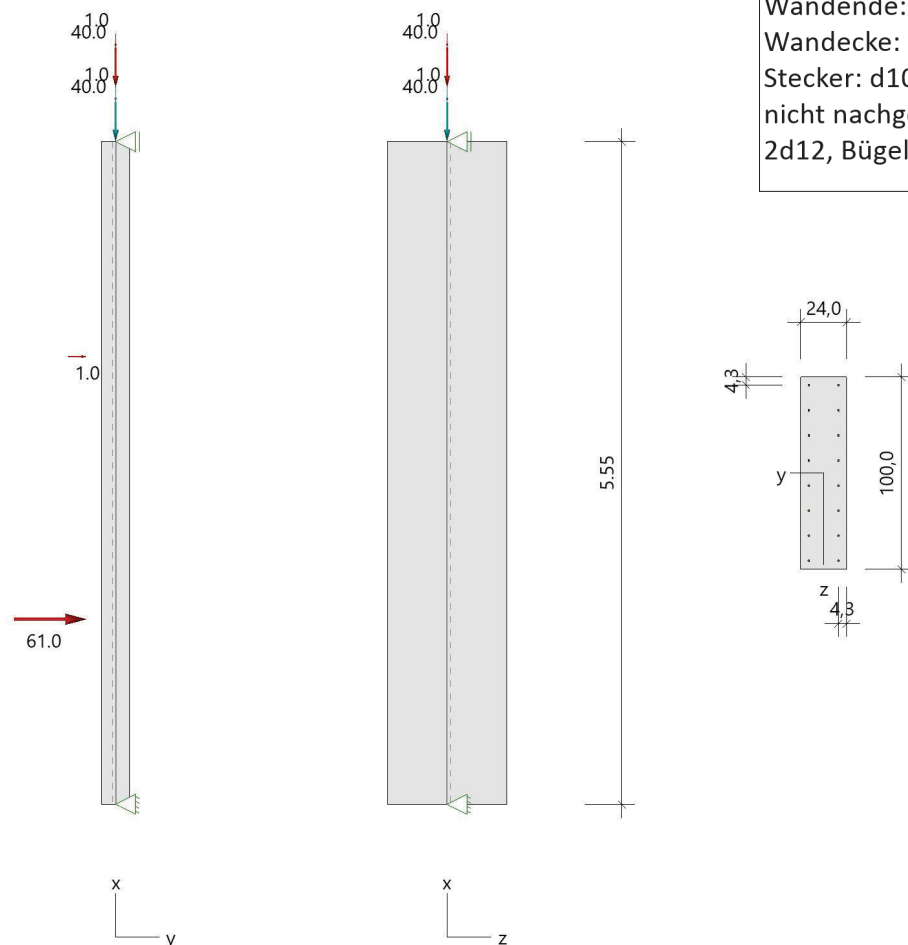
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 63.4



Stb.-Wand

Bewehrung je Seite:

vertikal: 10d10/15 oder Q524A

horizontal: d10/15

Wandende: 2d12

Wanddecke: 4d12

Stecker: d10/15

Wand allgemein:

#d10/15 oder Q524

Wandende: 2d12

Wanddecke: 4d12

Stecker: d10/15

nicht nachgewiesene Stürze:

2d12, Bügel/Stecker d10/15

Anpralllast auf Rückwand (Wand zwischen Fahrzeughalle und Sozialbereich) kann über die mitwirkende Breite reduziert werden.

Lastausbreitung:

$$b_m = (0,5 + 2 \cdot 0,24/2) \text{ m} + 2,5 \cdot 1,55 \text{ m} \cdot (1 - 1,55/5,55) \text{ m} = 3,53 \text{ m}$$

$$b_{m,v} = 7 \cdot 0,2 \text{ m} + 0,5 \cdot 0,5 \text{ m} = 1,65 \text{ m} \rightarrow \text{maßg.}$$

$$100 \text{ kN} / 1,65 \text{ m} = 61 \text{ kN/m}$$

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	17	177-N1

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	
Endkriechzahl	$\phi(t_0, \infty) = 2.65$	

Materialauswahl

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

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 $\alpha_{cc} = 0.85 \quad \alpha_{ct} = 0.85$			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52
außergewöhnlich	1.30	16.35	1.17	1.00	500.00	525.00

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe	$l = 5.55 \text{ m}$
Querschnitt	$b_y/d_z = 24.0/100.0 \text{ cm}$
	$b_1/d_1 = 4.3/4.3 \text{ cm}$
Bewehrungsanordnung	umfangsverteilt

Lagerbedingungen

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

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.500
außergewöhnliche Einwirkungen					1.000
ständig				1.000	1.350

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	17	178-N1

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e _y [cm]	e _z [cm]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		40.0							ständig		
2	Stützenkopf		40.0							Schnee		
3	Stützenkopf		1.0							ständig		
4	Stützenkopf		1.0							Schnee		
6	Stütze	1.55				61.0				außergewöhnlich		AltGrp 1
5	Stütze	3.75				1.0				Wind		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e _y [cm]	e _z [cm]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		33.3							ständig		

Bezeichnungen der Lasten

- Last 1: 04 Holz
- Last 2: 04 Holz
- Last 3: 06
- Last 4: 06
- Last 5: Wind
- Last 6: Anprall (20 cm Aufbau+10cm)

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

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

Bemessungsoptionen

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

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 70,74$ in y- / 1228,06 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8

Last	LK 1	LK 2	LK 3 ¹	LK 4 ¹	LK 5 ¹	LK 6	LK 7	LK 8 ¹
Stützeigengewicht	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00
04 Holz	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00
04 Holz	1.50	1.50			0.75	1.50	1.50	0.75
06	1.50	1.50			0.75	1.50	1.50	0.75
06	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00
Wind		0.90		1.50	1.50		0.90	1.50
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)								

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	17	179-N1

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 10

Last	LK 9 ¹	LK 10 ¹
Stützeigengewicht	1.35	1.35
04 Holz	1.35	1.35
04 Holz		
06		
06	1.35	1.35
Wind	1.50	
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)		
1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1		

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_{∞}	f_{red}
2	1	Schlanke Wand	5.55	5.55	80.1	19.2	73.3	73.3	1.2	-1.2	2.647	0.707

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
2	5.55	-161.8	0.00	0.00	0.52	12.6	12.6	Querschnitt
	4.65	-161.8	-0.91	-1.50	0.52	12.6	12.6	
	3.75	-161.8	-1.60	-2.76	0.52	12.6	12.6	
	3.75	-161.8	-1.60	-2.76	0.52	12.6	12.6	
	2.65	-161.8	-1.91	-2.76	0.52	12.6	12.6	
	1.55	-161.8	-1.46	-1.97	0.52	12.6	12.6	
	1.55	-161.8	-1.46	-1.97	0.52	12.6	12.6	
	0.00	-161.8	0.00	0.00	0.52	12.6	12.6	

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

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	5.55		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			1.0	0.00	0.0	0.00	9
			0.6	0.00	0.0	0.00	2
			0.0	0.00	0.0	0.00	6
Fußpunkt	0.00	74.3	0.0	0.00	0.0	0.00	3
		161.8	0.3	0.00	0.0	0.00	2
		161.8	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		100.3	0.5	0.00	0.0	0.00	9
		131.1	0.5	0.00	0.0	0.00	5

Tragfähigkeit - außergewöhnlich - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (außergewöhnliche Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹	LK 3 ¹	LK 4 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
04 Holz	1.00	1.00	1.00	1.00
04 Holz	0.20			
06	0.20			
06	1.00	1.00	1.00	1.00
Wind			0.20	
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)	1.00	1.00	1.00	
1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1				

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_{∞}	f_{red}
3	1	Schlanke Wand	5.55	5.55	80.1	19.2	116.3	116.3	0.0	0.0	2.647	0.707

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	17	180-N1

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (außergewöhnliche Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
3	5.55	-74.3	0.00	0.00	0.52	12.6	12.6	Querschnitt
	4.65	-74.3	0.00	-15.45	0.52	12.6	12.6	
	3.75	-74.3	0.00	-30.91	0.52	12.6	12.6	
	3.75	-74.3	0.00	-30.91	0.52	12.6	12.6	
	2.65	-74.3	0.00	-49.58	0.52	12.6	12.6	
	1.55	-74.3	0.00	-68.24	0.52	12.6	12.6	
	1.55	-74.3	0.00	-68.24	0.52	12.6	12.6	
	0.00	-74.3	0.00	0.00	0.52	12.6	12.6	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (außergewöhnlich)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	5.55		0.0	0.00	0.0	0.00	4
			17.2	0.00	0.0	0.00	3
Fußpunkt	0.00	74.3	0.0	0.00	0.0	0.00	4
			82.5	0.00	0.0	0.00	1
			74.3	0.00	0.0	0.00	3
			44.0	0.00	0.0	0.00	3

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	12.6

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹	LK 3 ¹	LK 4 ¹	LK 5 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
04 Holz	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
04 Holz	1.00	1.00			0.50
06	1.00	1.00			0.50
06	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Wind		0.60		1.00	1.00
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)					

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
4	5.55	-115.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
5	4.65	-115.3	0.00	-0.61	0.0	0.0			
5	3.75	-115.3	0.00	-1.22	0.01	0.0			
5	2.65	-115.3	0.00	-0.87	0.01	0.0			
5	1.55	-115.3	0.00	-0.51	0.01	0.0			
4	0.00	-115.3	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
4	5.55	-115.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
5	4.65	-115.3	0.00	-0.61	0.0	0.0			
5	3.75	-115.3	0.00	-1.22	0.01	0.0			
5	2.65	-115.3	0.00	-0.87	0.01	0.0			
5	1.55	-115.3	0.00	-0.51	0.01	0.0			
4	0.00	-115.3	0.00	0.00	0.0	0.0			

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	17	181-N1

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	5.55	-115.3	0.00	0.00	0.00	-0.015	-3.01	400.00	0.00
1	4.65	-115.3	0.00	0.00	0.00	-0.015	-3.01	400.00	0.00
1	3.75	-115.3	0.00	0.00	0.00	-0.015	-3.01	400.00	0.00
1	2.65	-115.3	0.00	0.00	0.00	-0.015	-3.01	400.00	0.00
1	1.55	-115.3	0.00	0.00	0.00	-0.015	-3.01	400.00	0.00
1	0.00	-115.3	0.00	0.00	0.00	-0.015	-3.01	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	5.55	-115.3	0.00	0.00	0.00	-0.015	-3.01	400.00	0.00
1	4.65	-115.3	0.00	0.00	0.00	-0.015	-3.01	400.00	0.00
1	3.75	-115.3	0.00	0.00	0.00	-0.015	-3.01	400.00	0.00
1	2.65	-115.3	0.00	0.00	0.00	-0.015	-3.01	400.00	0.00
1	1.55	-115.3	0.00	0.00	0.00	-0.015	-3.01	400.00	0.00
1	0.00	-115.3	0.00	0.00	0.00	-0.015	-3.01	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹
Stützeineigengewicht	1.00
04 Holz	1.00
04 Holz	
06	
06	1.00
Wind	
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}^1$ [N/mm ²]	vorh $f_{\phi, nl}$	erf $f_{\phi, nl}$	η
1	5.55	-74.3	0.00	0.00	-0.010	-0.30	-11.25	1.00		0.03
1	4.65	-74.3	0.00	0.00	-0.010	-0.30	-11.25	1.00		0.03
1	3.75	-74.3	0.00	0.00	-0.010	-0.30	-11.25	1.00		0.03
1	2.65	-74.3	0.00	0.00	-0.010	-0.30	-11.25	1.00		0.03
1	1.55	-74.3	0.00	0.00	-0.010	-0.30	-11.25	1.00		0.03
1	0.00	-74.3	0.00	0.00	-0.010	-0.30	-11.25	1.00		0.03

1 : $\sigma_{c,lim} = 0,45 \cdot f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	$\emptyset$ [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 17Ø8 mm	1	10	0.8	-7.7	-45.7
	2	10	0.8	7.7	-45.7
	3	10	0.8	7.7	45.7
	4	10	0.8	-7.7	45.7
	5	10	0.8	-7.7	32.6
	6	10	0.8	7.7	32.6
	7	10	0.8	-7.7	-32.6
	8	10	0.8	7.7	-32.6
	9	10	0.8	-7.7	19.6
	10	10	0.8	7.7	19.6

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	17	182-N1

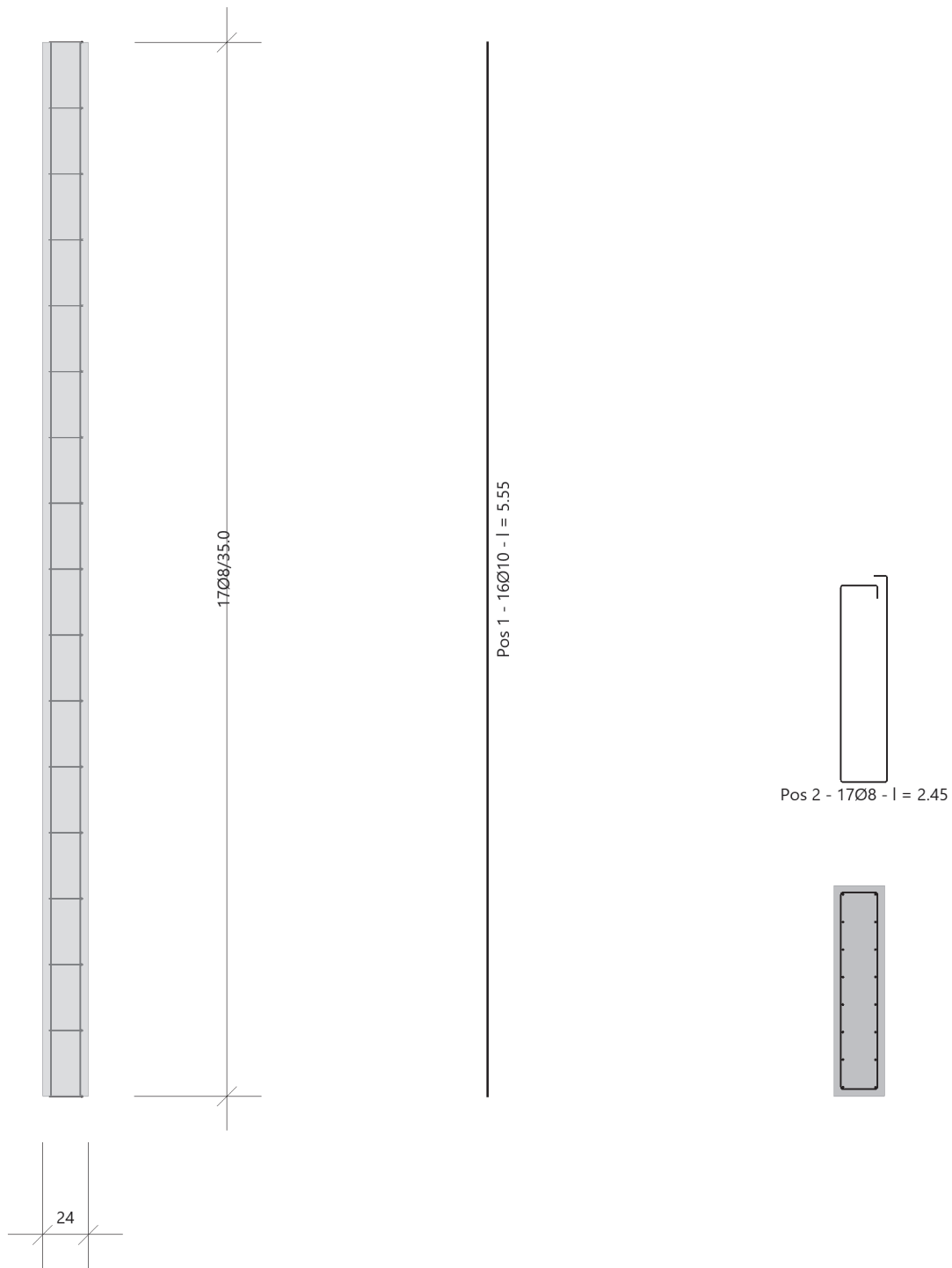
Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
	11	10	0.8	-7.7	-19.6
	12	10	0.8	7.7	-19.6
	13	10	0.8	-7.7	6.5
	14	10	0.8	7.7	6.5
	15	10	0.8	-7.7	-6.5
	16	10	0.8	7.7	-6.5
			12.6		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.8	3.0

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	17	183-N1

Bewehrungsbilder
Maßstab 1 : 35.0



18 Stb.-Wand Fahrzeughalle

Stahlbetonstütze B5+ (FRILO 2026-0-8)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

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

Norm und Sicherheitskonzept

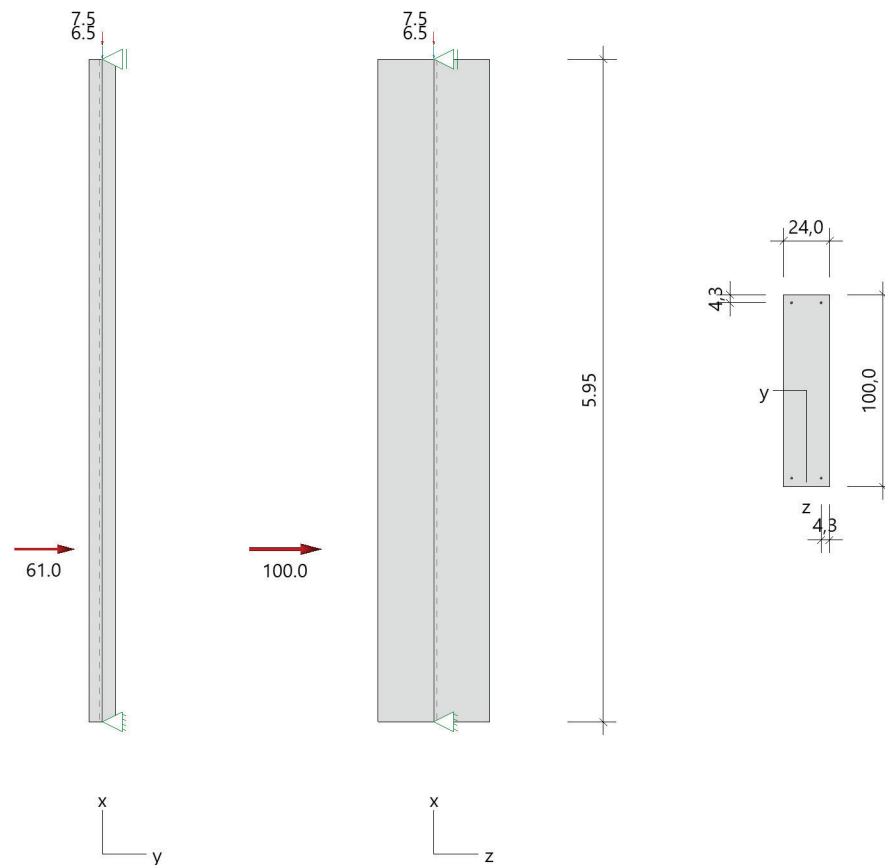
Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 68

Stb.-Wand
Bewehrung je Seite:
vertikal: 12/15
horizontal: d10/15
Wandende: 2d12
Wanddecke: 4d12
Stecker: d10/15



Anpralllast auf Rückwand (Wand zwischen Fahrzeughalle und Sozialbereich) kann über die mitwirkende Breite reduziert werden.

Lastausbreitung:

$$b_m = (0,5 + 2 \cdot 0,24/2) \text{m} + 2,5 \cdot 1,55 \text{m} \cdot (1 - 1,55/5,55) \text{m} = 3,53 \text{m}$$

$$b_{m,v} = 7 \cdot 0,2 \text{m} + 0,5 \cdot 0,5 \text{m} = 1,65 \text{m} \rightarrow \text{maßg.}$$

$$100 \text{kN} / 1,65 \text{m} = 61 \text{kN/m}$$

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	18	185-N1

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	
Endkriechzahl	$\phi(t_0, \infty) = 2.65$	

Materialauswahl

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

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 $\alpha_{cc} = 0.85 \quad \alpha_{ct} = 0.85$			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52
außergewöhnlich	1.30	16.35	1.17	1.00	500.00	525.00

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung	
Stützhöhe	$l = 5.95 \text{ m}$
Querschnitt	$b_y/d_z = 24.0/100.0 \text{ cm}$
	$b_1/d_1 = 4.3/4.3 \text{ cm}$
Bewehrungsanordnung	1/4 je Ecke

Lagerbedingungen

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

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.500
außergewöhnliche Einwirkungen					1.000
ständig				1.000	1.350

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	18	186-N1

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e _y [cm]	e _z [cm]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		6.5							ständig		
2	Stützenkopf		7.5							Schnee		
3	Stütze	1.55				61.0				außergewöhnlich		AltGrp 1
4	Stütze	1.55					100.0			außergewöhnlich		AltGrp 1

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e _y [cm]	e _z [cm]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		35.7							ständig		

Hinweise zur Lastkombinatorik

Außergewöhnliche Lasten werden stets einzeln angesetzt, solange sie nicht durch Gruppendefinitionen zusammengebunden sind.

Bezeichnungen der Lasten

- Last 1: 04 Holz
- Last 2: 04 Holz
- Last 3: Anprall (20 cm Aufbau+10cm)
- Last 4: Anprall (20 cm Aufbau+10cm)

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

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

Bemessungsoptionen

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

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min N_{cr}/N = 145,97 in y- / 2534,13 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹	LK 3 ¹	LK 4 ¹
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
04 Holz	1.35	1.00	1.35	1.00
04 Holz	1.50			1.50
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)				
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)				

¹ : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	S _{k,y} [m]	S _{k,z} [m]	λ _y	λ _z	λ _{lim,y}	λ _{lim,z}	e _{i,y} [cm]	e _{i,z} [cm]	φ _∞	f _{red}
1	1	Wand	5.95	5.95	85.9	20.6	113.0	113.0	0.0	0.0	2.647	0.660

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	18	187-N1

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	5.95	-68.2	0.00	0.00	0.15	3.6 ¹	3.1!!	Querschnitt
	4.85	-68.2	0.00	0.00	0.15	3.6 ¹	3.1!!	
	3.75	-68.2	0.00	0.00	0.15	3.6 ¹	3.1!!	
	2.65	-68.2	0.00	0.00	0.15	3.6 ¹	3.1!!	
	1.55	-68.2	0.00	0.00	0.15	3.6 ¹	3.1!!	
	1.55	-68.2	0.00	0.00	0.15	3.6 ¹	3.1!!	
	0.00	-68.2	0.00	0.00	0.15	3.6 ¹	3.1!!	

1 : Bemessung mit Mindestausmitte nach EN 1992-1-1, 6.1 (4), maßgebend

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

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	5.95		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	42.2	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		68.2	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Tragfähigkeit - außergewöhnlich - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (außergewöhnliche Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹	LK 3 ¹	LK 4 ¹	LK 5 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
04 Holz	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
04 Holz	0.20	0.20			
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)		1.00		1.00	
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)	1.00		1.00		

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Krieeffekte

LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
4	1	Wand	5.95	5.95	85.9	20.6	154.3	154.3	0.0	0.0	2.647	0.697

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (außergewöhnliche Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
4	5.95	-42.2	0.00	0.00	0.54	13.0	3.1!!	Querschnitt
	4.85	-42.2	0.00	-17.48	0.54	13.0	3.1!!	
	3.75	-42.2	0.00	-34.96	0.54	13.0	3.1!!	
	2.65	-42.2	0.00	-52.44	0.54	13.0	3.1!!	
	1.55	-42.2	0.00	-69.92	0.54	13.0	3.1!!	
	1.55	-42.2	0.00	-69.92	0.54	13.0	3.1!!	
	0.00	-42.2	0.00	0.00	0.54	13.0	3.1!!	

Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. II. O. mit e_i (außergewöhnliche Bemessungssituation)

LK	Richtung	Höhe [m]	N_d [kN]	$V_{E,d}$ [kN]	$V_{rd,c}$ [kN]	$V_{rd,max}$ [kN]	Θ [°]	A_{sw} [cm ² /m]
1	y	5.95	-43.7	0.0	116.8	456.1	18.4	0.00
		4.85	-43.7	0.0	116.8	456.1	18.4	0.00
		3.75	-43.7	0.0	116.8	456.1	18.4	0.00
		2.65	-43.7	0.0	116.8	456.1	18.4	0.00
		1.55	-43.7	0.0	116.8	456.1	18.4	0.00
		1.55	-43.7	0.0	116.8	456.1	18.4	0.00
		0.00	-43.7	0.0	116.8	456.1	18.4	0.00

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	18	188-N1

LK	Richtung	Höhe [m]	N _d [kN]	V _{E,d} [kN]	V _{rd,c} [kN]	V _{rd,max} [kN]	Θ [°]	A _{sw} [cm ² /m]
1	z	5.95	-43.7	-26.2	63.3	760.3	18.4	0.00
		4.85	-43.7	-26.2	63.3	760.3	18.4	0.00
		3.75	-43.7	-26.2	63.3	760.3	18.4	0.00
		2.65	-43.7	-26.1	63.3	760.3	18.4	0.00
		1.55	-43.7	-25.9	63.3	760.3	18.4	0.00
		1.55	-43.7	74.1	63.3	760.3	18.4	0.57
		0.00	-43.7	74.2	63.3	760.3	18.4	0.57

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

* Bemessung mit Mindestausmitte nach EN 1992-1-1, 6.1 (4), maßgebend

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (außergewöhnlich)

Lager	Höhe [m]	A _{d,v} [kN]	H _{d,y} [kN]	M _{d,z} [kNm]	H _{d,z} [kN]	M _{d,y} [kNm]	LK
Abschnitt 1	5.95		0.0	0.00	0.0	0.00	5
			0.0	0.00	26.1	0.00	1
			15.9	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	42.2	0.0	0.00	0.0	0.00	5
		43.7	0.0	0.00	73.9	0.00	1
		43.7	45.1	0.00	0.0	0.00	2

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A _s [cm ²]
1	13.0

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00
04 Holz	1.00	1.00
04 Holz	1.00	
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)		
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)		

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

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

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
1	5.95	-49.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	4.85	-49.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.75	-49.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.65	-49.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.55	-49.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-49.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
1	5.95	-49.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	4.85	-49.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.75	-49.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.65	-49.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.55	-49.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-49.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	18	189-N1

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

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,\text{lim}}^1$ [N/mm ²]	η
1	5.95	-49.7	0.00	0.00	0.00	-0.007	-1.33	400.00	0.00
1	4.85	-49.7	0.00	0.00	0.00	-0.007	-1.33	400.00	0.00
1	3.75	-49.7	0.00	0.00	0.00	-0.007	-1.33	400.00	0.00
1	2.65	-49.7	0.00	0.00	0.00	-0.007	-1.33	400.00	0.00
1	1.55	-49.7	0.00	0.00	0.00	-0.007	-1.33	400.00	0.00
1	0.00	-49.7	0.00	0.00	0.00	-0.007	-1.33	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,\text{lim}} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,\text{lim}}^1$ [N/mm ²]	η
1	5.95	-49.7	0.00	0.00	0.00	-0.007	-1.33	400.00	0.00
1	4.85	-49.7	0.00	0.00	0.00	-0.007	-1.33	400.00	0.00
1	3.75	-49.7	0.00	0.00	0.00	-0.007	-1.33	400.00	0.00
1	2.65	-49.7	0.00	0.00	0.00	-0.007	-1.33	400.00	0.00
1	1.55	-49.7	0.00	0.00	0.00	-0.007	-1.33	400.00	0.00
1	0.00	-49.7	0.00	0.00	0.00	-0.007	-1.33	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,\text{lim}} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹
Stützeineigengewicht	1.00
04 Holz	1.00
04 Holz	
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)	
Anprall (20 cm Aufbau+10cm)	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{\text{lim}}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,\text{lim}}^1$ [N/mm ²]	vorh $f_{\phi, \text{nl}}$	erf $f_{\phi, \text{nl}}$	η
1	5.95	-42.2	0.00	0.00	-0.006	-0.17	-11.25	1.00		0.02
1	4.85	-42.2	0.00	0.00	-0.006	-0.17	-11.25	1.00		0.02
1	3.75	-42.2	0.00	0.00	-0.006	-0.17	-11.25	1.00		0.02
1	2.65	-42.2	0.00	0.00	-0.006	-0.17	-11.25	1.00		0.02
1	1.55	-42.2	0.00	0.00	-0.006	-0.17	-11.25	1.00		0.02
1	0.00	-42.2	0.00	0.00	-0.006	-0.17	-11.25	1.00		0.02

1 : $\sigma_{c,\text{lim}} = 0,45 \cdot f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	$\emptyset$ [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 18Ø8 mm	1	10	0.8	-7.7	-45.7
	2	10	0.8	7.7	-45.7
	3	10	0.8	7.7	45.7
	4	10	0.8	-7.7	45.7
			3.1		

Der maximal zulässige Abstand der Längsstäbe ist in vertikaler Richtung überschritten.

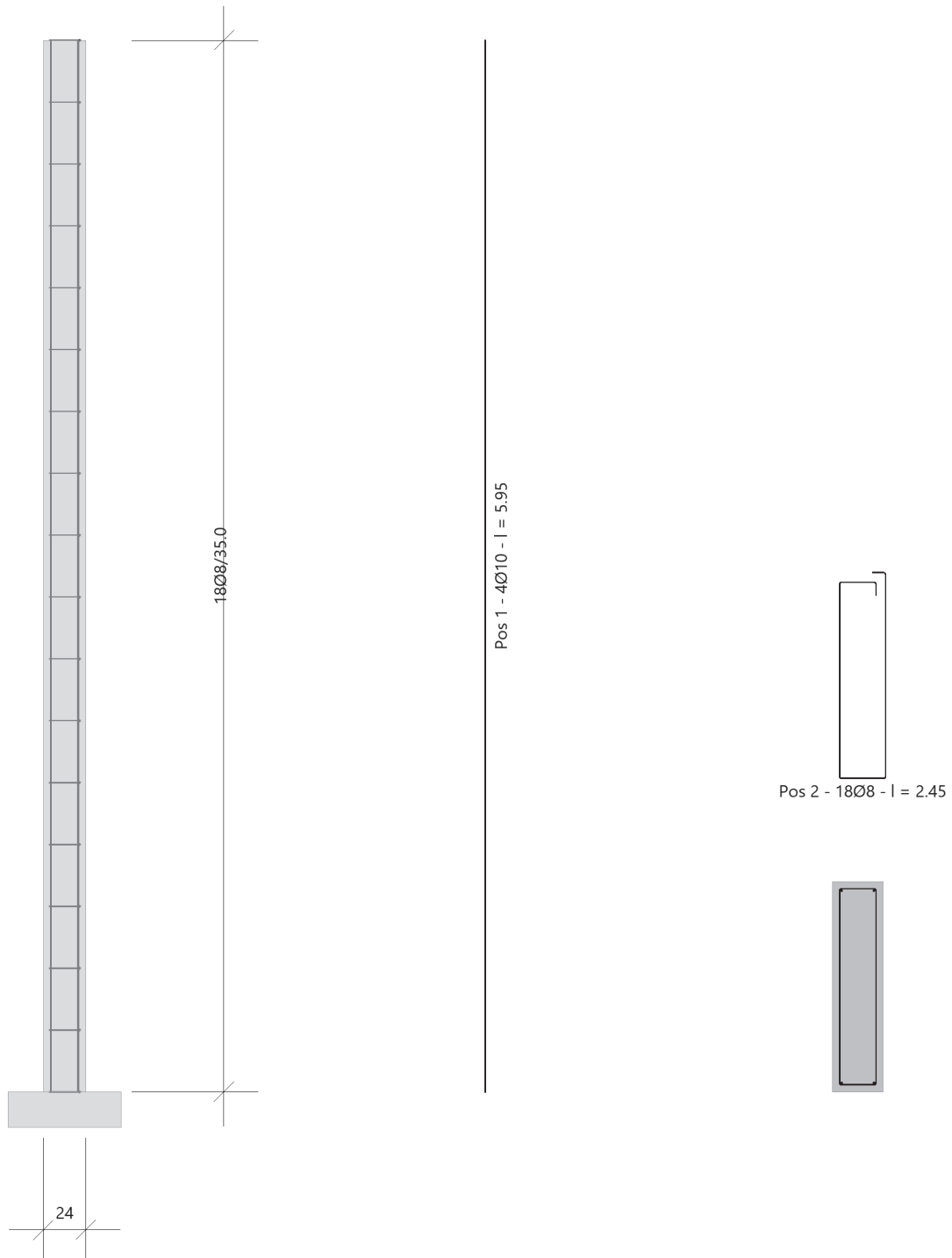
 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	18	190-N1

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.8	3.0

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 37.6



 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	MW1	191-N1

MW1 Nachweis Mauerwerk Außenwand h = 4,20 m

Mauerwerk Bemessung MWX+ (FRILO 2026-0-8)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA/A1+A2:2015-01
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

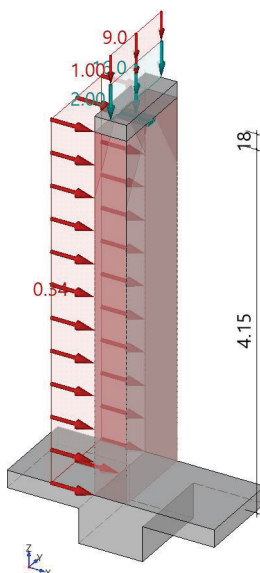
Allgemeines

- Wandsystem: Einzelwand
- Abminderung der Knicklänge
- Stoßfugen unvermörtelt

System

Systemgrafiken

Systemgrafik 3D
Maßstab 1 : 75



Materialkennwerte

MatNr.	Typ	Stfk	MG	RDk	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ [kN/m ³]	ϕ_∞
1	MZ	12	DM	0.75	Wienerberger Poroton-S8-P (neu, d= 36,5/42,5cm)	6.00	15.00	10.00	0.22	8.50	1.0

Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton
 Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine
 MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412
 RDk : Rohdichteklasse
 ϕ_∞ : Endkriechzahl

zusätzliche Materialkennwerte

MatNr.	f_{bt} [N/mm ²]	k_{fvk}	l_u [cm]	h_u [cm]	l_{ov}/h_u	Bemerkung
1	0.39	1.00	0.0	0.0	0.00	abZ: Z-17.21-1295 (Wienerberger GmbH) Gültigkeit: 06.08.0202 - 06.08.2029

f_{bt} : rechnerische Steinszugfestigkeit
 k_{fvk} : zusätzlicher Abminderungsfaktor Haftscherfestigkeit
 l_u : Steinlänge (nur bei Planelementen)
 h_u : Steinhöhe (nur bei Planelementen)
 l_{ov}/h_u : Überbindemaß (nur bei Planelementen)

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	MW1	192-N1

Wände

Eb.	Typ	MatNr.	Lagerung	h _s [m]	d ₀ [cm]	l ₀ [m]	g ₀ [kN/m ²]
1	einschalige Außenwand	1	zweiseitig	4.15	36.5	1.00	3.10
Eb. : Ebene, unterste Wand = 1 h _s : lichte Wandhöhe d ₀ : Wanddicke bzw. Dicke der Tragschicht bei mehrschichtigem Wandaufbau l ₀ : rechnerische Wandlänge g ₀ : Wandeigengewicht							

Geschossdecken

Eb.	Typ	E-Modul [N/mm ²]	d ₀ [cm]	Seite	l [m]	b [m]	g _k [kN/m ²]	Lagerung
1	Ringbalken	—	—	—	—	—	—	—
Typ : Deckenart (einseitig/beidseitig) d ₀ : Dicke der Geschossdecke l : Spannweite b : Einflussbreite der Geschossdecke g _k : Deckengewicht einschließlich Zusatzlast								

Lasten

Vertikale Wandlasten

Einzellasten

Last aus Pos. 10

Nr.	Eb.	G [kN]	Q [kN]	a _y [m]	a _z [m]	d ₁ [cm]	d ₂ [cm]	Einwirkung
2	1	16.0	9.0	0.50	0.00	14.0	36.5	Schnee H < 1000 m
Eb. : Ebene, unterste Wand = 1 G : ständiger Lastanteil Q : veränderlicher Lastanteil a _y : Abstand der Einzellast bzw. des Lastanfanges in Wandlängsrichtung a _z : Abstand des Lastangriffspunktes vom Wandkopf d ₁ : Ausdehnung der Lastaufstandsfläche in Wandlängsrichtung d ₂ : Ausdehnung der Lastaufstandsfläche in Wanddickenrichtung Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils								

Linienlasten

Streichlast

Nr.	Eb.	Typ	g ₀ [kN/m]	q ₀ [kN/m]	Einwirkung
1	1	Gleichlast	2.00	1.00	Schnee H < 1000 m
g ₀ : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang) q ₀ : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)					

Horizontale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g ₀ [kN/m ²]	q ₀ [kN/m ²]	Einwirkung
3	1	Gleichlast	0.00	0.34	Windlasten
Eb. : Ebene, unterste Wand = 1 g ₀ : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang) q ₀ : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang) Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils					

Ergebnisse

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10)

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	MW1	193-N1

Nr.	Typ	K ₀	K ₂	K ₅	zugehörige Last
1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Lasten 1, 2)
2	Qv	1.50	0.00	0.00	Lasten 1,2
3	Qh	0.00	1.50	1.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 3

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten
 Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten
 Qh: veränderliche Anteile horizontaler Lasten

Typ : Lastfallart
 K₀ : Drucknachweis
 K₂ : Nachweis Plattenschub
 K₅ : Nachweis klaffende Fuge in Dickenrichtung (Begrenzung der Exzentrizität)

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

Nachweis nach DIN EN 1996:2015, nach NCI zu 7.2

z [m]	e _k [cm]	zul e _k [cm]	η
4.15	0.0	12.2	0.00
3.46	6.9	12.2	0.56
2.08	1.5	12.2	0.12
0.00	2.4	12.2	0.19

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 e_k : max. Exzentrizität in Wandickenrichtung (Betrag)
 zul e_k : zulässige Exzentrizität in Wandickenrichtung
 η : Auslastung

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2015, Abs. 6.1.2

Knicklänge	$h_{ef} = 4.15 \text{ m}$
Knickschlankheit	$\lambda_c = 11.37$
Wandquerschnitt	$A_w = 3650.0 \text{ cm}^2$
Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit	$f_d = 3.40 \text{ N/mm}^2$

z [m]	y [m]	t _{cal} [cm]	N _{Ed} [kN/m]	e _{i/mk} [cm]	Φ _{i/m}	N _{Rd} [kN/m]	η
4.15	0.50	36.5	4.20	0.0	0.90	1116.90	0.00
2.08	0.50	36.5	47.99	1.8	0.75	934.63	0.05
0.00	0.50	36.5	56.68	0.0	0.90	1116.90	0.05

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
 t_{cal} : rechnerische Wanddicke
 N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
 e_{i/mk} : Ausmitte in Wandickenrichtung (inkl. e_{init} und e_k)
 Φ_{i/m} : Abminderungsfaktor infolge Lastausmitte und Schlankheit (Φ_i für Wandkopf/-Fuß, Φ_m für Wandmitte)
 N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
 η : Auslastung

Nachweis Teilflächenpressung

Nachweis nach DIN EN 1996:2015, Abs. 6.1.3

Nr.	a ₁ [m]	h _c [m]	A _b [cm ²]	l _{efm} [m]	β	N _{Edc} [kN]	N _{Rdc} [kN]	η
2	0.43	4.15	511.0	1.00	1.00	35.1	173.7	0.20

Nr. : Lastnummer
 a₁ : maßgebender Randabstand der Lastaufstandsfläche
 h_c : Höhe der Lasteintragung
 A_b : Übertragungsfläche
 l_{efm} : wirksame Länge des lastabtragenden Bereichs in halber Wandhöhe
 β : Erhöhungsfaktor für Teilflächenpressung
 N_{Edc} : Bemessungswert der Auflagerkraft in der Lagerfuge
 N_{Rdc} : Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft in der Lagerfuge

Schubnachweis – Plattenschub

Nachweis nach DIN EN 1996:2015, Abs. 6.2

Haftscherfestigkeit (unvermörtelte Stoßfugen) $f_{vk0} = 0.11 \text{ N/mm}^2$

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	MW1	194-N1

z [m]	y [m]	V _{Ed} [kN/m]	d _c [cm]	σ _d [N/mm ²]	f _{vd} [N/mm ²]	V _{Rd} [kN/m]	η
4.15	0.50	0.79	36.5	0.01	0.10	24.33	0.03
0.00	0.50	1.32	36.5	0.08	0.13	32.03	0.04

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
 V_{Ed} : Bemessungswert der Querkraft
 d_c : überdrückte Wanddicke
 σ_d : mittlere Druckspannung
 f_{vd} : Bemessungswert der Schubfestigkeit
 V_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft
 η : Auslastung

Ausnutzungsfaktor im Brandfall

Nachweis nach DIN EN 1996-1-2/NA:2022, NDP zu 4.5

Eb.	z [m]	y [m]	h _{ef} /t	ω	k ₀	N _{Ed} [kN/m]	η _{fi}	N _{Ed,fi} [kN/m]	e _{mk,fi} * [cm]	N _{Rd} [kN/m]	K	α _{fi}	α _{6,fi}
1	2.08	0.50	-	-	-	47.99	0.70	33.59	-	934.63	15.72	0.04	-

z : Höhe der Nachweisstelle, gemessen vom Wandfuß (hier halbe Wandhöhe)
 y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y = 0)
 h_{ef}/t : Knickschlankheit der Wand (Knicklänge/Wanddicke)
 ω : Anpassungsfaktor in Abhängigkeit der Steinart nach Tabelle NA.1
 k₀ : Faktor zur Berücksichtigung kleiner Wandquerschnitte
 N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft bei Normaltemperatur
 η_{fi} : Reduktionsfaktor für den Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft für den Brandfall
 N_{Ed,fi} : Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft im Brandfall
 e_{mk,fi}* : planmäßige Ausmitte in Wandickenrichtung inkl. Kriecheinfluss (* vereinfacht aus Kaltbemessung übernommen)
 N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
 K : Anpassungsfaktor für zulassungsgeregeltes Mauerwerk (sofern zutreffend)
 α_{fi} : Ausnutzungsfaktor im Brandfall nach Gl. NA.3
 α_{6,fi} : Ausnutzungsfaktor im Brandfall nach Gl. NA.1/2

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	MW2	195-N1

MW2 Nachweis Mauerwerk Innenwand h = 3,8m

Mauerwerk Bemessung MWX+ (FRILO 2026-0-8)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA/A1+A2:2015-01
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

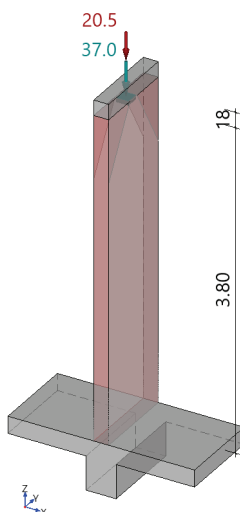
Allgemeines

- Wandsystem: Einzelwand
- Abminderung der Knicklänge
- Stoßfugen unvermörtelt

System

Systemgrafiken

Systemgrafik 3D
Maßstab 1 : 75



Materialkennwerte

MatNr.	Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ [kN/m ³]	ϕ_∞
1	MZ	20	DM	1.4	Wienerberger Poroton-Plan-T 1,4 EB (d=17,5/24 cm)	8.50	20.90	10.00	0.22	15.00	1.0

Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton
 Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine
 MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412
 RDK : Rohdichteklasse
 ϕ_∞ : Endkriechzahl

zusätzliche Materialkennwerte

MatNr.	f_{bt} [N/mm ²]	k_{fvk}	l_u [cm]	h_u [cm]	l_{ov}/h_u	Bemerkung
1	0.54	1.00	0.0	0.0	0.00	abZ: Z-17.1-1108 (Wienerberger GmbH) Gültigkeit: 15.04.2020 - 15.04.2025

f_{bt} : rechnerische Steinzugfestigkeit
 k_{fvk} : zusätzlicher Abminderungsfaktor Haftscherfestigkeit
 l_u : Steinlänge (nur bei Planelementen)
 h_u : Steinhöhe (nur bei Planelementen)
 l_{ov}/h_u : Überbindemaß (nur bei Planelementen)

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	MW2	196-N1

Wände

Eb.	Typ	MatNr.	Lagerung	h_s [m]	d_0 [cm]	l_0 [m]	g_0 [kN/m ²]
1	Innenwand	1	zweiseitig	3.80	17.5	1.00	2.63
Eb. : Ebene, unterste Wand = 1 h_s : lichte Wandhöhe d_0 : Wanddicke bzw. Dicke der Tragschicht bei mehrschichtigem Wandaufbau l_0 : rechnerische Wandlänge g_0 : Wandeigengewicht							

Geschossdecken

Eb.	Typ	E-Modul [N/mm ²]	d_0 [cm]	Seite	l [m]	b [m]	g_k [kN/m ²]	Lagerung
1	Ringbalken	—	—	—	—	—	—	—
Typ : Deckenart (einseitig/beidseitig) d_0 : Dicke der Geschossdecke l : Spannweite b : Einflussbreite der Geschossdecke g_k : Deckengewicht einschließlich Zusatzlast								

Lasten

Vertikale Wandlasten

Einzellasten

Last aus Pos. 10

Nr.	Eb.	G [kN]	Q [kN]	a_y [m]	a_z [m]	d_1 [cm]	d_2 [cm]	Einwirkung
1	1	37.0	20.5	0.50	0.00	14.0	14.0	Schnee H < 1000 m
Eb. : Ebene, unterste Wand = 1 G : ständiger Lastanteil Q : veränderlicher Lastanteil a_y : Abstand der Einzellast bzw. des Lastanfangs in Wandlängsrichtung a_z : Abstand des Lastangriffspunkts vom Wandkopf d_1 : Ausdehnung der Lastaufstandsfläche in Wandlängsrichtung d_2 : Ausdehnung der Lastaufstandsfläche in Wanddickenrichtung Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils								

Ergebnisse

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10)

Nr.	Typ	K_0	zugehörige Last
1	Gv	1.35	Gv (Last 1)
2	Qv	1.50	Last 1
Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten			
Typ : Lastfallart K_0 : Drucknachweis			

Nachweis bei (ex-)zent. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2015, Abs. 6.1.2

Knicklänge	h_{ef} = 3.80 m
Knickschlankheit	λ_c = 21.71
Wandquerschnitt	A_w = 1750.0 cm ²
Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit	f_d = 4.82 N/mm ²

 EFG BERATENDE INGENIEURE	Auftrags-Nr. - Projekt	Position	Seite
	23027 - Meschede	MW2	197-N1

z [m]	y [m]	t _{cal} [cm]	N _{Ed} [kN/m]	e _{i/mk} [cm]	Φ _{i/m}	N _{Rd} [kN/m]	η
3.80	0.50	17.5	0.00	0.0	0.90	758.63	0.00
1.90	0.50	17.5	87.43	1.0	0.49	410.57	0.21
0.00	0.50	17.5	94.17	0.0	0.90	758.63	0.12

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
 t_{cal} : rechnerische Wanddicke
 N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
 e_{i/mk} : Ausmitte in Wandickenrichtung (inkl. e_{init} und e_k)
 Φ_{i/m} : Abminderungsfaktor infolge Lastausmitte und Schlankheit(Φ_i für Wandkopf/-Fuß, Φ_m für Wandmitte)
 N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
 η : Auslastung

Nachweis Teilflächenpressung

Nachweis nach DIN EN 1996:2015, Abs. 6.1.3

Nr.	a ₁ [m]	h _c [m]	A _b [cm ²]	l _{efm} [m]	β	N _{Edc} [kN]	N _{Rdc} [kN]	η
1	0.43	3.80	196.0	1.00	1.00	80.7	94.4	0.85

Nr. : Lastnummer
 a₁ : maßgebender Randabstand der Lastaufstandsfläche
 h_c : Höhe der Lasteintragung
 A_b : Übertragungsfläche
 l_{efm} : wirksame Länge des lastabtragenden Bereichs in halber Wandhöhe
 β : Erhöhungsfaktor für Teilflächenpressung
 N_{Edc} : Bemessungswert der Auflagerkraft in der Lagerfuge
 N_{Rdc} : Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft in der Lagerfuge

Ausnutzungsfaktor im Brandfall

Nachweis nach DIN EN 1996-1-2/NA:2022, NDP zu 4.5

Eb.	z [m]	y [m]	h _{ef} /t	ω	k _o	N _{Ed} [kN/m]	η _{fi}	N _{Ed,fi} [kN/m]	e _{mk,fi} * [cm]	N _{Rd} [kN/m]	K	α _{fi}	α _{6,fi}
1	1.90	0.50	-	-	-	87.43	0.70	61.20	-	410.57	5.31	0.15	-

z : Höhe der Nachweisstelle, gemessen vom Wandfuß (hier halbe Wandhöhe)
 y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y = 0)
 h_{ef}/t : Knickschlankheit der Wand (Knicklänge/Wanddicke)
 ω : Anpassungsfaktor in Abhängigkeit der Steinart nach Tabelle NA.1
 k_o : Faktor zur Berücksichtigung kleiner Wandquerschnitte
 N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft bei Normaltemperatur
 η_{fi} : Reduktionsfaktor für den Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft für den Brandfall
 N_{Ed,fi} : Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft im Brandfall
 e_{mk,fi}* : planmäßige Ausmitte in Wandickenrichtung inkl. Kriecheinfluss (* vereinfacht aus Kaltbemessung übernommen)
 N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
 K : Anpassungsfaktor für zulassungsgeregeltes Mauerwerk (sofern zutreffend)
 α_{fi} : Ausnutzungsfaktor im Brandfall nach Gl. NA.3
 α_{6,fi} : Ausnutzungsfaktor im Brandfall nach Gl. NA.1/2