

# Statische Berechnung **Prüforiginal**

**Bauvorhaben:** Zaunanlage  
**Straße:** Bergische Landstraße 622  
**Ort:** 40629 Düsseldorf

**Bauherr:** Die Autobahn GmbH des Bundes  
Niederlassung Rheinland  
**Straße:** Hansastraße 2  
**Ort:** 47799 Krefeld

**Auftraggeber:** Tor & Zaun GmbH  
**Straße:** Am Baul 33  
**Ort:** 45525 Hattingen

**Auftrags-Nr.:** 2025-1147  
**Sachbearbeiter:** Dipl.-Ing. P. Löffler

Seiten: 1 - 16

aufgestellt: 31.03.2025



## Vorbemerkung

Gegenstand der statischen Berechnung sind die Nachweise einer 3,00 m hohen Zaunanlage aus Holz nach dem heutigen Stand der Normung.

Diese Berechnung ist durch einen staatlich anerkannten Sachverständigen für die Prüfung der Standsicherheit zu prüfen, sofern dies baurechtlich erforderlich ist.

### Grundlagen, Literatur:

Angaben des Auftraggebers

### Maßgebende Vorschriften / Normen

DIN EN 1990 (EC0) Grundlagen der Tragwerksplanung  
DIN EN 1991 (EC1) Einwirkungen auf Tragwerke  
DIN EN 1992 (EC2) Stahlbetonbau  
DIN EN 1993 (EC3) Stahlbau  
DIN EN 1995 (EC5) Holzbau  
DIN EN 1997 (EC7) Geotechnik

### Baustoffe

Beton der Festigkeitsklasse C25/30

Baustahl S235 JRG2

Nadelholz der Festigkeitsklasse C24, Sortierklasse S10

### Gründung

Angaben zum Baugrund liegen nicht vor. Für die weitere Berechnung werden zulässige Bodenpressungen in Höhe von  $\sigma_{zul} = 150 \text{ kN/m}^2$  angenommen (entspricht einem Bemessungswert des Sohlwiderstandes von  $\sigma_{0,Rd} = 210 \text{ kN/m}^2$ ).  
**als richtig unterstellt**

Die Annahmen zu den Bodenkennwerten sind durch einen erfahrenen Bauleiter zu überprüfen. Bei Abweichungen sind ergänzende Nachweise erforderlich. Im Zweifelsfall ist ein Sachverständiger für Baugrund hinzu zu ziehen.

**Lastannahmen**ständige Lasten

Eigenlasten der Konstruktion werden innerhalb der Berechnung vorgesehen.

Windlasten

Windlasten werden nach DIN EN 1991-1-4 berücksichtigt. Das Bauwerk liegt in der Windzone 1, Regelprofil Binnenland.

$$q_{b,0} = 0,32 \text{ kN/m}^2$$

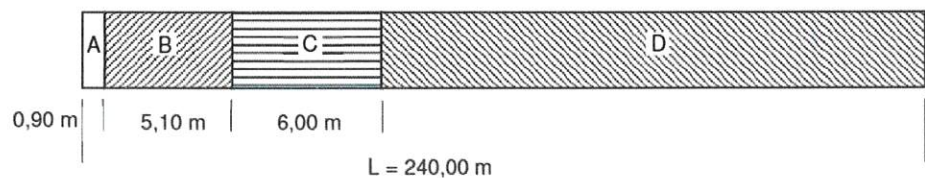
$$q_p = 0,48 \text{ kN/m}^2$$

Freistehende Wand:

Höhe  $h = 3,00 \text{ m}$

Länge  $L = 240,00 \text{ m}$

$$L/h = 80$$



$$C_{p,net,A} = 3,4$$

$$w_A = 3,4 \times 0,48 = 1,63 \text{ kN/m}^2$$

$$C_{p,net,B} = 2,1$$

$$w_A = 2,1 \times 0,48 = 1,01 \text{ kN/m}^2$$

$$C_{p,net,A} = 1,7$$

$$w_A = 1,7 \times 0,48 = 0,82 \text{ kN/m}^2$$

$$C_{p,net,A} = 1,2$$

$$w_A = 1,2 \times 0,48 = 0,28 \text{ kN/m}^2$$

Sonstige Einwirkungen

Schnee- und Eislasten sind vernachlässigbar gering.

Anprall aus Fahrzeugverkehr wird nicht berücksichtigt.



## Pos. 1 Bretterschalung Bereich A/B (Endfeld)

Belastung:

Eigenlast:

Wind:

$$g = 0,03 \times 4,2 = 0,13 \text{ kN/m}^2$$

$$w_A = 1,63 \text{ kN/m}^2$$

$$w_B = 1,01 \text{ kN/m}^2$$

gew.:

Holzbretter  $d = 30 \text{ mm}$  – Nadelholz C24

Eigenlast ohne Einfluss

Nachweis gem. EDV

Durchlaufträger (x64) DLT+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P07)

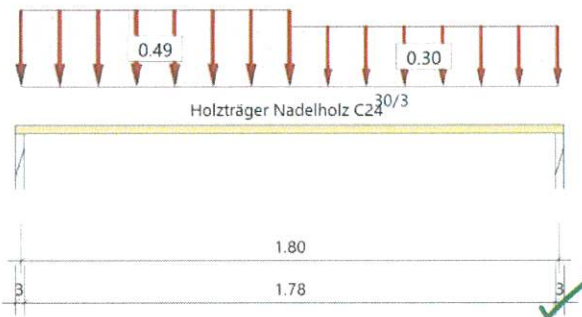
### Grundparameter

Holzträger Nadelholz C24 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

### System

Systembild

Maßstab 1 : 25



### Material

Nadelholz C24, gemäß EN 338:2016

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$G_{mean}$ $G_{05}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\rho_k$ $\rho_m$ [kg/m <sup>3</sup> ]
24.00 4.00	14.50 21.00	0.40 2.50	11000 7400	370 247	690 460	350 420

$f_{m,k}$	: 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
$\rho_k$	: 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
$\rho_m$	: Mittelwert der Rohdichte

### Geometrie

#### Querschnitte

Name	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [cm <sup>4</sup> ]	$W_y$ [cm <sup>3</sup> ]	$W_z$ [cm <sup>3</sup> ]	A [cm <sup>2</sup> ]
30/3	68	6750	45	450	90.0

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

### Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	$k_{c90}$	$u_y$ [kN/m]	$u_z$ [kN/m]	Verdrehungen <sup>1)</sup>		
							$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	3.0	30.0	1.25	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	1.80	3.0	30.0	1.25	-1	-1	0.0	0.0	0.0

<sup>1)</sup>-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	TL		0.90		1.63	1.63	0.30	Nein	Wind	1	
	2	TL	0.90	0.90		1.01	1.01	0.30	Nein	Wind	1	

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

### Übersicht der verwendeten Einwirkungen

#### Einwirkungen

Bezeichnung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$	KLED
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50	kurz

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

### 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  
 Kombination ständiger Lasten : alle gleiches  $\gamma_F(\gamma_{G,sup}$  oder  $\gamma_{G,inf})$   
 KLED bei Wind : sehr kurz

#### Bemessungsparameter Holz

Nutzungsklasse **3** : Witterung ausgesetzt  
 höhere Luftfeuchte Ausgleichfeuchte bis 24%  
 Schubspannungen = Tau mit red. Q  
 Anfangsdurchbiegung  $w_{inst}$  =  $l/300$   
 Enddurchbiegung  $w_{net,fin}$  =  $l/300$   
 $w_{fin}$  =  $l/200$

### Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	$\eta_{Biegung}$	$\eta_{Schub}$	$\eta_{c,90}$	$\eta_{Stabi}$	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.32	0.09	0.02	<sup>1)</sup>	1.22 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

<sup>2)</sup>Verformung akzeptabel (siehe genauen Nachweis).



**Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend**
**Schnittgrößen**

Feld	$x_{rel}$ [m]	$x$ [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	0.6	1
	0.81	0.81	0.24	0.0	1
	1.80	1.80	0.00	-0.5	1

**Biegung**

Feld	$x$ [m]	$M_{y,d}$ [kNm]	$\sigma_{myd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{crit,y}$	$k_{h,My}$	$k_{mod}$	$f_{m,y,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$	Lk
Feld 1	0.81	0.24	5.41	1.00	1.30	0.70	16.80	0.32	1

Der Beiwert  $k_h$  wurde bei der Berechnung von  $f_{myd}$  nach EN 1995 3.2(3) berücksichtigt.

**Schub**

Stütze [Nr]		$x_{rel}$ [m]	$x_{abs}$ [m]	$V_{z,d}$ [kN]	$\tau_d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{mod}$	$f_{v,z,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$	Lk
1	rechts	0.04	0.04	0.6	0.09	0.70	2.15	0.09	1
2	links	0.04	1.76	-0.5	-0.08	0.70	2.15	0.07	1

Der Beiwert  $k_{cr} = 0.50$  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 <sup>2</sup> ]	$k_{c90}$	$k_{mod}$	$f_{c,90,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$	Lk
1	6.0*	30.0	0.6	0.03	1.25	0.70	1.35	0.02	1
2	6.0*	30.0	0.5	0.03	1.25	0.70	1.35	0.02	1

\* 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	$w_g$	$w_q$	$w$	$w_{lim}$	$\eta$	Lk
				[cm]					
Feld 1	1.80	0.90	inst z	0.0	0.7	0.7	0.6	1.22 > 1 <sup>*)</sup>	2
	1.80	0.90	fin z	0.0	0.7	0.7	0.9	0.81	3

$l_{eff}$  : 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  
 $\eta$  : Ausnutzungsgrad  
 Lk : Nr. der Lastkombination

<sup>\*)</sup> Die Überschreitung der Verformung unter Windbelastung ist akzeptabel, da diese für die charakteristische Lastkombination berechnet wurde. Unter Berücksichtigung der häufigen Kombination reduziert sich die Verformung auf 20%.

**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	Windlasten		1.33		
2	1.80	Windlasten		1.05		



## Pos. 2 Bretterschalung (Innenfelder)

Belastung:

Eigenlast:

Wind:

$$g = 0,03 \times 4,2 = 0,13 \text{ kN/m}^2$$

$$w_B = 1,01 \text{ kN/m}^2$$

$$w_C = 0,82 \text{ kN/m}^2$$

$$w_D = 0,58 \text{ kN/m}^2$$

gew.:

Holzbretter d = 30 mm – Nadelholz C24

Eigenlast ohne Einfluss

Nachweis gem. EDV

Durchlaufträger (x64) DLT+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P07)

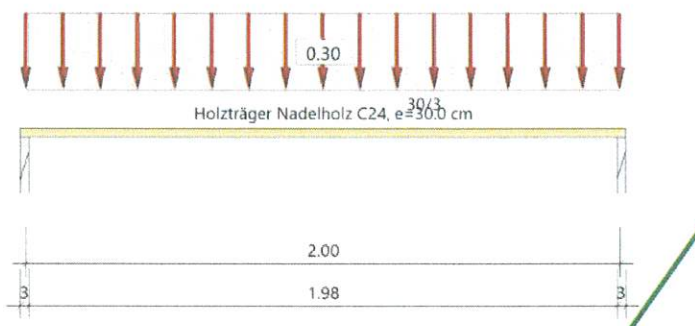
### Grundparameter

Holzträger (e = 30.0 cm) Nadelholz C24 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

### System

Systembild

Maßstab 1 : 25



### Material

Nadelholz C24, gemäß EN 338:2016

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$G_{mean}$ $G_{05}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\rho_k$ $\rho_m$ [kg/m <sup>3</sup> ]
24.00 4.00	14.50 21.00	0.40 2.50	11000 7400	370 247	690 460	350 420

$f_{m,k}$	: 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
$\rho_k$	: 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
$\rho_m$	: Mittelwert der Rohdichte

### Geometrie

#### Querschnitte

Name	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [cm <sup>4</sup> ]	$W_y$ [cm <sup>3</sup> ]	$W_z$ [cm <sup>3</sup> ]	A [cm <sup>2</sup> ]
30/3	68	6750	45	450	90.0

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

**Auflager (Lagerbedingungen)**

Nr	x [m]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	$k_{c90}$	$u_y$ [kN/m]	$u_z$ [kN/m]	Verdrehungen <sup>1)</sup>		
							$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	3.0	30.0	1.25	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.00	3.0	30.0	1.25	-1	-1	0.0	0.0	0.0

<sup>1)</sup>-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		1.01		0.30	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

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

Bezeichnung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$	KLED
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50	kurz

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 ->  $K_{FI}$  = 1.0 Tab. B3**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  
 Kombination ständiger Lasten : alle gleiches  $\gamma_F(\gamma_{G,sup}$  oder  $\gamma_{G,inf})$   
 KLED bei Wind : sehr kurz

**Bemessungsparameter Holz**

Nutzungsklasse **3** : Witterung ausgesetzt  
 höhere Luftfeuchte Ausgleichfeuchte bis 24%  
 Schubspannungen = Tau mit red. Q  
 Anfangsdurchbiegung  $w_{inst}$  =  $l/300$   
 Enddurchbiegung  $w_{net,fin}$  =  $l/300$   
 $w_{fin}$  =  $l/200$

**Zusammenfassung**

Nachweis	Bemessungssituation	$\eta_{Biegung}$	$\eta_{Schub}$	$\eta_{c,90}$	$\eta_{Stabi}$	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.30	0.07	0.02	<sup>1)</sup>	1.28 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.<sup>2)</sup>Verformung akzeptabel (siehe genauen Nachweis).



**Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend****Schnittgrößen**

Feld	$x_{rel}$ [m]	$x$ [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	0.5	1
	1.00	1.00	0.23	0.0	1
	2.00	2.00	0.00	-0.5	1

**Biegung**

Feld	$x$ [m]	$M_{y,d}$ [kNm]	$\sigma_{myd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{crit,y}$	$k_{h,My}$	$k_{mod}$	$f_{m,y,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$	Lk
Feld 1	1.00	0.23	5.05	1.00	1.30	0.70	16.80	0.30	1

Der Beiwert  $k_h$  wurde bei der Berechnung von  $f_{myd}$  nach EN 1995 3.2(3) berücksichtigt.

**Schub**

Stütze [Nr]		$x_{rel}$ [m]	$x_{abs}$ [m]	$V_{z,d}$ [kN]	$\tau_d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{mod}$	$f_{v,z,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$	Lk
1	rechts	0.04	0.04	0.4	0.07	0.70	2.15	0.07	1
2	links	0.04	1.96	-0.4	-0.07	0.70	2.15	0.07	1

Der Beiwert  $k_{cr} = 0.50$  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 <sup>2</sup> ]	$k_{c90}$	$k_{mod}$	$f_{c,90,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$	Lk
1	6.0*	30.0	0.5	0.03	1.25	0.70	1.35	0.02	1
2	6.0*	30.0	0.5	0.03	1.25	0.70	1.35	0.02	1

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

**Nachweis der Gebrauchstauglichkeit**

	$l_{\text{eff}}$ [m]	Stelle [m]	Nachweis		$w_q$	$w_q$	$w$	$w_{\text{lim}}$	$\eta$	Lk
					[cm]					
Feld 1	2.00	1.00	inst	z	0.0	0.9	0.9	0.7	1.28 > 1 <sup>*)</sup>	2
	2.00	1.00	fin	z	0.0	0.9	0.9	1.0	0.85	3

$l_{eff}$  : 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  
 $\eta$  : Ausnutzungsgrad  
 Lk : Nr. der Lastkombination

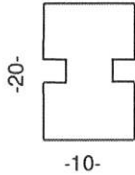
\*) Die Überschreitung der Verformung unter Windbelastung ist akzeptabel, da diese für die charakteristische Lastkombination berechnet wurde. Unter Berücksichtigung der häufigen Kombination reduziert sich die Verformung auf 20%.

**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	Windlasten		1.01		
2	2.00	Windlasten		1.01		



## Pos. 3 Pfosten



Belastung:

Eigenlast:

$$G = (0,03 \times 2,00 + 0,10^2) \times 4,2 \times 3,00 = 0,9 \text{ kN}$$

Wind:

$$w \leq 1,05 + 1,01 = 2,06 \text{ kN/m}$$

gew.:

Pfosten 10/20 mit beidseitiger Nut für Bretterschalung  
Nadelholz C24

Eigenlast ohne Einfluss

Nachweis gem. EDV

Durchlaufträger (x64) DLT+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P07)

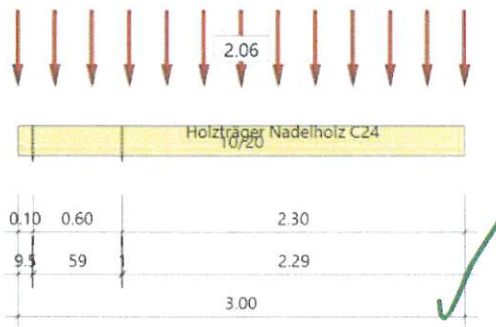
### Grundparameter

Holzträger Nadelholz C24 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

### System

Systembild

Maßstab 1 : 50



### Material

Nadelholz C24, gemäß EN 338:2016

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$G_{mean}$ $G_{05}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\rho_k$ $\rho_m$ [kg/m <sup>3</sup> ]
24.00 4.00	14.50 21.00	0.40 2.50	11000 7400	370 247	690 460	350 420

$f_{m,k}$	: 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
$\rho_k$	: 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
$\rho_m$	: Mittelwert der Rohdichte

### Geometrie

#### Querschnitte

Name	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [cm <sup>4</sup> ]	$W_y$ [cm <sup>3</sup> ]	$W_z$ [cm <sup>3</sup> ]	A [cm <sup>2</sup> ]
10/20	6667	1667	667	333	200.0

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.



**Auflager (Lagerbedingungen)**

Nr	x [m]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	$k_{c90}$	$u_y$ [kN/m]	$u_z$ [kN/m]	Verdrehungen <sup>1)</sup>		
							$\phi_x$ [kNm/rad]	$\phi_y$ [kNm/rad]	$\phi_z$ [kNm/rad]
1	0.10	1.0	10.0	1.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	0.70	1.0	10.0	1.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

<sup>1)</sup>-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		3.00		2.06		Nein	Wind	1	

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast

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

A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger

EG : Lasteinwirkung

Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe

Alt : Alternativgruppe

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

Bezeichnung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$	KLED
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50	kurz

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 ->  $K_{FI}$  = 1.0 Tab. B3**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
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches $\gamma_F(\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf})$
KLED bei Wind	:	sehr kurz

**Bemessungsparameter Holz**

Nutzungsklasse	3	Witterung ausgesetzt höhere Luftfeuchte	Ausgleichfeuchte bis 24%
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	$\eta_{Biegung}$	$\eta_{Schub}$	$\eta_{c,90}$	$\eta_{Stabi}$	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.95	~1.0	-	<sup>1)</sup>	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch					0.86

<sup>1)</sup>Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.



**Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend****Schnittgrößen**

Feld	$x_{rel}$ [m]	$x$ [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Kra li	0.00	0.00	0.00	0.0	1
	0.10	0.10	-0.02	-0.3	1
Feld 1	0.00	0.10	-0.02	-12.7	1
	0.60	0.70	-8.17	-14.5	1
Kra re	0.00	0.70	-8.17	7.1	1
	2.30	3.00	0.00	0.0	1

**Biegung**

Feld	$x$ [m]	$M_{y,d}$ [kNm]	$\sigma_{myd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{crit,y}$	$k_{h,My}$	$k_{mod}$	$f_{m,y,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$	Lk
Kra li	0.10	-0.02	-0.02	1.00	1.00	0.70	12.92	0.00	1
Feld 1	0.10	-0.02	-0.02	1.00	1.00	0.70	12.92	0.00	1
	0.70	-8.17	-12.26	1.00	1.00	0.70	12.92	0.95	1
Kra re	0.70	-8.17	-12.26	1.00	1.00	0.70	12.92	0.95	1

Der Beiwert  $k_h$  wurde bei der Berechnung von  $f_{m,y,d}$  nach EN 1995 3.2(3) berücksichtigt.

**Schub**

Stütze [Nr]		$x_{rel}$ [m]	$x_{abs}$ [m]	$V_{z,d}$ [kN]	$\tau_d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{mod}$	$f_{v,z,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$	Lk
1	links	0.001	0.10	-0.3	-0.02	0.70	2.15	0.02	1
	rechts	0.001	0.10	-12.7	-0.95	0.70	2.15	0.88	1
2	links	0.001	0.70	-14.5	-1.09	0.70	2.15	1.01 <sup>*)</sup>	1
	rechts	0.001	0.70	7.1	0.53	0.70	2.15	0.49	1

Der Beiwert  $k_{cr} = 0.50$  wurde bei der Berechnung nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7 (2) berücksichtigt.

<sup>\*)</sup>geringe Überschreitung akzeptabel, da im verstärkten Fußpunktbereich

**Nachweis der Gebrauchstauglichkeit**

	$l_{eff}$ [m]	Stelle [m]	Nachweis	$w_g$	$w_q$	$w$	$w_{lim}$	$\eta$	Lk
				[cm]					
Kra li	0.10	0.00	inst z	0.0	0.01	0.01	0.1	0.11	2
	0.10	0.00	fin z	0.0	0.01	0.01	0.1	0.07	3
Feld 1	0.60	0.35	inst z	0.0	-0.02	-0.02	0.2	0.08	2
	0.60	0.35	fin z	0.0	-0.02	-0.02	0.3	0.06	3
Kra re	2.30	2.30	inst z	0.0	1.3	1.3	1.5	0.86	2
	2.30	2.30	fin z	0.0	1.3	1.3	2.3	0.57	3

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  
 $\eta$  : Ausnutzungsgrad

**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	0.10	Windlasten	-8.2			
2	0.70	Windlasten		14.4		





## Pos. 5 Gründung / Fundamente

Belastung:  
aus Pfosten:  
ständige Lasten:  
Wind:

Eigenlast gem. EDV

$$\begin{aligned} G &= 0,9 \text{ kN} \\ F_x &= 2,06 \times 3,00 = 6,18 \text{ kN} \\ M_y &= 2,06 \times 3,00^2 / 2 = 9,27 \text{ kNm} \end{aligned}$$

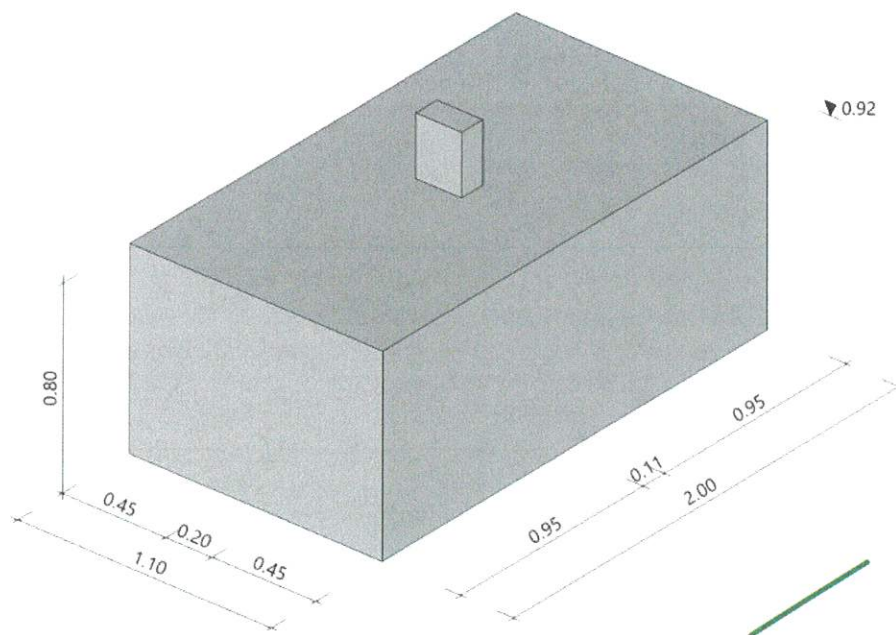
gew.:

Streifenfundament b x h = 1,10 x 0,8 m  
Beton C25/30 X0, XF1  
unbewehrt

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P07)

### System

Isometrie



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

### Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	1.10	2.00	0.80
Stütze			0.20	0.11	0.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.92 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands  $\sigma_{R,d} = 210.00 \text{ kN/m}^2$ .

### Lasten

#### Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M <sub>x</sub> kNm	M <sub>y</sub> kNm	H <sub>x</sub> kN	H <sub>y</sub> kN	Zus	Alt
1	g	EG	0.9	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	l	Wind	0.0	0.00	9.27	6.2	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton :  $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ . Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze  $1.760 \text{ m}^3 / 44.00 \text{ kN}$ . Horizontallasten greifen an der Oberkante des Sockels bzw. der Stütze an. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.



## Überlagerung

### Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,9 bzw. 1,1 x (1) + 1.5 x (2)
3	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
4	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
5	P	1.0 x (1)
6	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
7	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
8	P	1.0 x (1) + 1.5 x (2)
9	P	1.35 x (1)
10	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig  
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

## Ergebnisse

### Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	$\eta$
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	5	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	6	0.75
Lagesicherheit	2	0.96
Vereinfachter Nachweis ULS	4	0.31
Neigung der Sohldruckresultierenden	7	0.69
Gleitsicherheit	4	0.62

### Lagesicherheit nach DIN 1054:2021 Überlagerung

Nr	bei		m	$M_{Ed,dst}$ kNm	$M_{Ed,st}$ kNm	$\eta$
2	x	=	0.55	21.32	22.23	0.96

Lagesicherheit: stabilisierende und destabilisierende Momente um Aussenkanten  
Die Teilsicherheitsbeiwerte der Überlagerungen sind Lastfallweise konstant.  
Die vertikale Erddruckkomponente aus Fundamenteinbindung ist nicht berücksichtigt.

### Abhebenachweis

Abhebenachweis nicht erforderlich.

### Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden

$$\tan \delta = H/V = 0.14 \leq 0.20$$

Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden ermöglicht den vereinfachten Nachweis.

### Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 210.00 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{R,d} = 210.00 \text{ kN/m}^2$ . Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

### Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	$N_d$ kN	$R_0$ kN	$a'$ m	$b'$ m	$\sigma_d$ kN/m <sup>2</sup>	$\sigma_{R,d}$ kN/m <sup>2</sup>	$\eta$
4	GEO	P	60.6	0.0	0.47	2.00	64.92	210.00	0.31

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

**Gleitsicherheit nach DIN 1054:2021 Überlagerung**

Nr	$T_{Edx}$ kN	$T_{Edy}$ kN	$N_k$ kN	$\delta_{SK}$ °	$R_{tk}$ kN	$R_{td}$ kN	$\gamma_{Rh}$	$\eta$
4	9.3	0.0	44.9	20.00	16.3	14.9	1.1	0.62

Der Sohlreibungswinkel ist aus der Bodenschicht in Höhe der Fundamentsohle prozentual entnommen und auf 35° begrenzt worden. Der prozentuale Anteil am inneren Reibungswinkel beträgt: 67%.

**Klaffende Fuge****Klaffende Fuge nach DIN 1054:2021 Überlagerung**

Nr	GZ	BS	N kN	$e_x$ m	$e_y$ m	$a^*/(1/6)$	$b^*/(1/9)$	$\eta_G$	$\eta_{G,Q}$
5	SLS	P	44.9	0.00	0.00	0.000/0.167		0.00	
6	SLS	P	44.9	0.32	0.00		0.083/0.111		0.75

$$a^* = e_x/b_x + e_y/b_y \quad b^* = (e_x/b_x)^2 + (e_y/b_y)^2$$

**Biegung****Bemessung Überlagerungen**

Üb.	$M_{y,u,Ed}$ kNm	$M_{x,u,Ed}$ kNm	$M_{y,o,Ed}$ kNm	$M_{x,o,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm <sup>2</sup>	$A_{s,yu}$ cm <sup>2</sup>	$A_{s,xo}$ cm <sup>2</sup>	$A_{s,yo}$ cm <sup>2</sup>
8	15.14	0.21	-6.05	0.00				
4	13.08	0.20	-8.16	0.00				

Nachweis unbewehrtes Fundament:

$$M_{y,d} = 15,14 \text{ kNm} = 0,0152 \text{ MN/m}^2$$

$$W = 2,0 \times 0,8^2 / 6 = 0,21 \text{ m}^3$$

$$\sigma_{c,Ed} = \sigma_{t,Ed} = 0,0152 / 0,21 = 0,07 \text{ MN/m}^2$$

$$f_{ctd,pl} = 0,7 \times 1,8 / 1,5 = 0,84 \text{ MN/m}^2$$

$\eta = 0,08$   
ohne weiteren Nachweis



Oliver Hennig, 29.04.2025 15:26