

# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

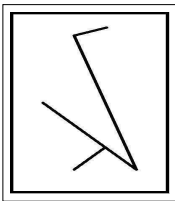
Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

Inhaltsverzeichnis -

## Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen + Lastannahmen.....	Seite: 1
1.1	Vorbemerkungen_LP2.....	Seite: 1
1.2	Lastannahmen.....	Seite: 4
0.3	Dach.....	Seite: 15
0.3.1	T1 Trapezprofil.....	Seite: 15
0.3.2	T2 Trapezprofil.....	Seite: 21
0.4	RFEM Eingabedaten.....	Seite: 27
0.4.1	Lasten und Lastkombinationen.....	Seite: 27
2	Decken.....	Seite: 36
2.1	D01 - Hoesch Additiv Decke.....	Seite: 36
2.2	1000 - Hauptträger als Verbundträger.....	Seite: 46
2.3	1001 - Hauptträger Verbundträger.....	Seite: 51
2.4	1002 Abfangträger.....	Seite: 56
2.5	1003 - Rampenträger Mitte Verbundträger.....	Seite: 59
2.6	1004 - Rampenträger Rand Verbundträger.....	Seite: 64
0.7	Stützen U1.....	Seite: 69
0.7.1	IS_E-1..... Stahlbetonstütze.....	Seite: 69
0.7.2	IS_E-2..... Stahlbetonstütze.....	Seite: 78
0.8	Außenwände U1.....	Seite: 87
0.8.1	Ermittlung Erddruck.....	Seite: 87
0.8.2	Erddruckverteilung.....	Seite: 91
0.8.3	AW1..... Außenwand Ebene U1 ohne Normalkraft.....	Seite: 92
0.9	Bodenplatte.....	Seite: 99
0.9.1	Bodenplatte.....	Seite: 99



## 1. Vorbemerkungen + Lastannahmen

### 1.1 Vorbemerkungen\_LP2

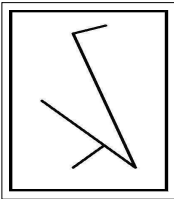
Der Bauherr, die München Klinik Bau Projektgesellschaft mbH, plant die Errichtung eines Wirtschaftshofes mit darüberliegendem Parkhaus und einem anschließenden Elternhaus. Das gesamte Projekt soll auf dem Gelände des Klinikum Schwabing am Kölner Platz 1 in München errichtet werden.

Der Wirtschaftshof in der Ebene-01 soll zur Ver- und Entsorgung dienen. Dieser wird über eine Rampe an das öffentliche Straßennetz angebunden. Auf dem Wirtschaftshof wird ein 5-geschossiges Parkhaus mit Splitt Level entstehen. Das obere Geschoss wird überdacht. Die Geschosshöhe des Parkhauses beträgt 3 m. Die Erschließung erfolgt über zwei innenliegende Rampen, zwei Treppenhäuser und einem Aufzug. Im südlichen Teil soll ein Elternhaus mit 4 Etagen und einer Unterkellerung gebaut werden.

Für die Leistungsphase 2 werden zunächst von uns ein statisches Vorkonzept, eine Vorbemessung sowie die Lastannahmen aufgestellt und zur Verfügung gestellt.

Folgende Planunterlagen bilden die Grundlage für das vorliegende statische Vorkonzept:

 EWP ANSICHT SÜD_200	13.11.2025 09:29
 EWP ANSICHT WEST_201	13.11.2025 09:32
 EWP GRUNDRISS E0_399	14.11.2025 13:37
 EWP GRUNDRISS E-1_398	14.11.2025 13:37
 EWP GRUNDRISS E1_400	14.11.2025 13:37
 EWP GRUNDRISS E2_401	14.11.2025 13:37
 EWP GRUNDRISS E3_402	14.11.2025 13:37
 EWP GRUNDRISS E4_403	14.11.2025 13:37
 EWP LAGEPLAN_2	13.11.2025 14:27
 EWP SCHNITT A-A_150	13.11.2025 16:14
 EWP SCHNITT B-B_151	13.11.2025 16:14
 EWP SCHNITT C-C_152	13.11.2025 16:14
 EWP SCHNITT D-D_153	13.11.2025 16:14
 EWP SCHNITT E-E_154	13.11.2025 16:14
 EWP SCHNITT F-F_155	13.11.2025 16:14



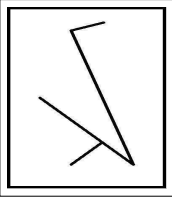
In der Leistungsphase 2 der Tragwerksplanung wurden folgende Arbeitsschritte/Untersuchungen durchgeführt:

1. Einlesen der übermittelten DWG's
2. Erstellen des 3D-Modells in Tekla auf Grundlage der vorliegenden Entwürfe des Architekten
1. Erstellen der Positionspläne
2. Ermittlung des vertikalen Lastabtrages mittels des EDV-Programms GEO von Friedrich und Lochner bzw. Parkhaus/Wirtschaftshofes mittels RFEM 5
3. Vordimensionierung der Deckenstärken, Stützenabmessungen und Wandstärken
4. Sichtung des Baugrundgutachtens; Vordimensionierung der Gründung

Das Parkhaus hat die Abmessungen 40,3x36x,5 und wird in einer klassischen Verbundbauweise erstellt. Die Decken werden aus Additivdecken und die Unterzüge als Verbundträger bemessen. Die Decke über dem Wirtschaftshof muss in F90-A hergestellt werden. Hier ist die Verbunddecke entsprechend zu bemessen und die Verbundträger als Kammerbetonträger oder mit Verkleidung auszuführen. Die Treppenhausschächte und der Aufzugsschächte werden in massiver Stahlbetonbauweise hergestellt und dienen der horizontalen Aussteifung. Die restlichen tragenden Bauteile, Stützen Verbände und Riegel werden in Stahl bemessen. Die Wirtschaftshofebene im Untergeschoss besitzt eine sehr große Geschosshöhe. Diese Ebene wird komplett in Stahlbeton geplant. Das gesamte Untergeschoss wird als „Weiße Wanne“ konzipiert, wobei die Gründung als eine elastische tragende Bodenplatte fungiert. Die Stützen im Untergeschoss werden ebenfalls in Stahlbeton hergestellt. Die gesamten tragenden Bauteile der Ebene-01 sollen feuerbeständig geplant werden.

Grundsätzlich ist es möglich aus statischer Sicht später eine medizinische Nutzung auf dem Wirtschaftshof zu platzieren. Dazu sind die statischen Rastermaße von 5,0 x 18,0 m einzuhalten und natürlich die Lasten. Es ist denkbar die Deckenkonstruktionen in eine Ebene zu bekommen. Die Nutzlasten von 3,50 KN/m<sup>2</sup> aus der Parkhausnutzung decken die meisten Krankenhausnutzungen ebenfalls ab. Die Rampe zur Ebene -01 wird in einer Stahlbetonbauweise mit einer steilen Neigung und einer Kurve erstellt. Der tiefere Teil der Rampe bekommt aus statischen Gründen eine massive Decke. Der restliche Teil der Rampe kann eine leichte Überdachung zur besseren Nutzung erhalten.

Das Elternhaus wird in einer klassischen massiven Stahlbetonbauweise erstellt. Die tragenden Außenwände, die Treppenhäuser und der Aufzugsschacht sowie eine innere Längswand bilden die durchgehenden Deckenaufleger und die horizontale Aussteifung des Gebäudes. Das 4. Geschoss ist etwas zurückversetzt. Hier steht die Außenwand direkt auf der tragenden Stahlbetonflachdecke. Die Querwände der Elternzimmer werden ebenfalls tragend ausgebildet und sind Deckenaufleger. Diese



## Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

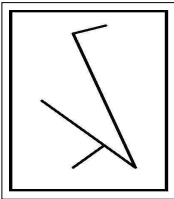
21.11.2025

Vorbemerkungen\_LP2 -

Seite: 3

müssen jedoch als Wandartige Träger fungieren, da diese Wände nicht durchgehend nach unten durchlaufen. Die gesamte Gründung des Elternhauses ist deutlich höher als die des Wirtschaftshofes. Das Elternhaus wird auf Streifenfundamenten gegründet und die Gründung zum Wirtschaftshof hin abgetrept.

Die gesamte Konstruktion wird in einer Baugrube hergestellt. Diese Baugrube wird umseitig verbaut. In den meisten Teilen soll eine zweimalige rückverankerte Trägerbohlwand zum Einsatz kommen. Im Bereich der NEA und des Bestandsgebäude/Rampenbereich kommt eine überschnittene Bohrpfahlwand mit Rückverankerung zum Einsatz. Da zum jetzigen Zeitpunkt keine Planung für das Haus 24 vorliegt, ist nicht bekannt, ob diese unterkellert ist. Außerdem ist unklar, ob eine Verankerung unter dem Haus 24 stattfinden kann. Diese Annahmen wurden aber für Vorplanung getroffen. Sollte dies nicht der Fall sein, muss die überschnittene Bohrpfahlwand und die Rampe später erstellt werden nach Herstellung der Decke über dem Wirtschaftshof. Dann ist die Bohrpfahlwand mittels Streifen gegen die Decke des Wirtschaftshofes auszusteifen.



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

Lastannahmen -

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

21.11.2025

Seite: 4

## Vertikallasten nach DIN EN 1991

### Dachdecke

#### Eigenlast:

Photovoltaik Anlage: 0,15 kN/m<sup>2</sup>

Installation unter der Decke: 0,25 kN/m<sup>2</sup>

$$g_A = 0,40 \text{ kN/m}^2$$

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

$$g = g_T + g_A = 0,55 \text{ kN/m}^2$$

#### Schneelast: (nach DIN EN 1991-1-3 und 1-3NA)

Ort: München, Bayern ~ 509 m ü.NN Zone 1a

Slz: GEW("EN1991/Schneesk"; Slz; ) = 1a  
Geländehöhe über Meeresniveau A = 509,00 m

Formalfaktoren:

f1 = TAB("EN1991/Schneesk"; f1; Slz=Slz) = 0,19

f2 = TAB("EN1991/Schneesk"; f2; Slz=Slz) = 0,91

f3 = TAB("EN1991/Schneesk"; f3; Slz=Slz) = 1,25

$$s_k = f3 * \left( f1 + f2 * \left( \frac{A + 140}{760} \right)^2 \right) = 1,067 \text{ kN/m}^2$$

$$s_{k_{\min}} = f3 * \text{TAB}(\text{"EN1991/Schneesk"; } s_k; \text{ Slz=Slz}) = 0,813 \text{ kN/m}^2$$

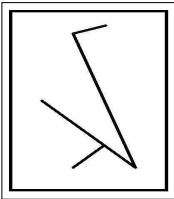
Schneelast auf dem Boden:

$$s_k = \text{MAX}(s_k; s_{k_{\min}}) = 1,067 \text{ kN/m}^2$$

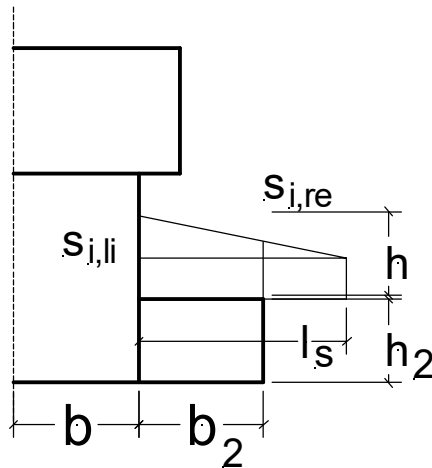
#### **Schneelast auf dem Flachdach:**

Formbeiwert  $\mu_1 = 0,800$

$$s = \mu_1 * s_k = 0,854 \text{ kN/m}^2$$



## Schneeverwehungen an Wänden



Wandhöhe  $h =$  1,60 m

oberes Dach  
Dachneigung  $\alpha_H =$  5,00 °

unteres Dach  
Dachneigung  $\alpha_2 =$  5,00 °  
Breite  $b_2 =$  18,00 m

### Schneelastzone:

Wichte des Schnees  $\gamma =$  2,00 kN/m<sup>3</sup>

### Formalfaktoren:

$f_1 =$  TAB("EN1991/Schneesk";  $f_1$ ; Slz=Slz) = 0,19  
 $f_2 =$  TAB("EN1991/Schneesk";  $f_2$ ; Slz=Slz) = 0,91  
 $f_3 =$  TAB("EN1991/Schneesk";  $f_3$ ; Slz=Slz) = 1,25

$s_k = f_3 * \left( f_1 + f_2 * \left( \frac{A + 140}{760} \right)^2 \right)$  = 1,067 kN/m<sup>2</sup>

$s_{k_{min}} = f_3 * \text{TAB}(\text{"EN1991/Schneesk"}; s_k; \text{Slz=Slz})$  = 0,813 kN/m<sup>2</sup>

### Schneelast auf dem Boden:

$s_k = \text{MAX}(s_k; s_{k_{min}})$  = 1,067 kN/m<sup>2</sup>

### Schneeanhäufung auf einer Länge von:

$l_s = \text{MIN}(\text{MAX}(2 * h; 5); 15)$  = 5,00 m

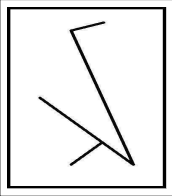
### Schneelast auf dem Anbau:

$\mu_2 = \text{MIN}(\text{MAX}\left(\frac{\gamma * h}{s_k}; 0,8\right); 2,4)$  = 2,400

$s_{li} = \mu_2 * s_k$  = **2,56 kN/m<sup>2</sup>**

$\mu_1 = \text{WENN}(\alpha_2 \leq 30; 0,8; \text{WENN}(\alpha_2 > 60; 0; 0,8 * (60 - \alpha_2) / 30))$  = 0,800

$s_{re} = \mu_1 * s_k + \text{MAX}\left((s_{li} - \mu_1 * s_k) * \frac{l_s - b_2}{l_s}; 0\right)$  = **0,85 kN/m<sup>2</sup>**



## Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

Lastannahmen -

Seite: 6

### Verkehrslast:

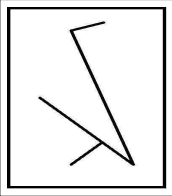
Das Flachdach ist nur zu Reparatur- und Wartungszwecken begehbar. Deshalb wird eine Verkehrslast in Anlehnung an DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 Tab. 6.10 gewählt.

Verkehrslast:

1,00 kN/m<sup>2</sup>

**p =**

**1,00 kN/m<sup>2</sup>**



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

Lastannahmen -

Seite: 7

## Geschossdecke Parkebene Bauteil A und Bauteil B

### Eigenlast:

Abdichtung (OS8): 0,10 KN/m<sup>2</sup>

Installation unter Decke: 0,25 KN/m<sup>2</sup>

**$g_A = 0,35 \text{ KN/m}^2$**

Eigenlast HOESCH Trapezblech: 0,16 KN/m<sup>2</sup>

100 mm Additivdecke inklusive Rippe = 3,33 KN/m<sup>2</sup>

**$g_D = \underline{3,49 \text{ KN/m}^2}$**

**$g = g_D + g_A = \underline{3,84 \text{ KN/m}^2}$**

### Verkehrslast für Parkhäuser:

Verkehrslast nach Kategorie F1: 3,50 KN/m<sup>2</sup>

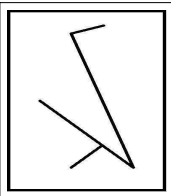
**$p = 3,50 \text{ KN/m}^2$**

### Verkehrslast für Zufahrtsrampen:

Verkehrslast nach Kategorie F3: 5,00 KN/m<sup>2</sup>

**$p = 5,00 \text{ KN/m}^2$**





## 4 Gleichmäßig verteilte Nutzlasten für Parkhäuser und Flächen mit Fahrzeugverkehr

Die in Tafel 3.19b angegebenen charakteristischen Werte der Nutzlasten für Parkhäuser und Flächen mit Fahrzeugverkehr dürfen als vorwiegend ruhende Lasten betrachtet werden. Beim Nachweis der örtlichen Mindesttragfähigkeit mit den charakteristischen Werten für die Einzellasten  $Q_k$  ist eine Überlagerung mit der Flächenlast  $q_k$  nicht erforderlich.

Zufahrten zu Flächen, die für die Kategorie F bemessen wurden, müssen durch entsprechende Vorrichtungen so abgegrenzt werden, dass die Durchfahrt von schweren Fahrzeugen verhindert wird.

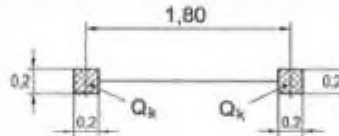


Abb. 3.19 Aufstandsfläche für  $Q_k$

Tafel 3.19b Lotrechte Nutzlasten für Parkhäuser und Flächen mit Fahrzeugverkehr  
(EN 1991-1-1/NA, Tab. 6.8 DE)

Kategorie	Nutzung	$A^{2)}$ m <sup>2</sup>	$q_k$ kN/m <sup>2</sup>		$2 \cdot Q_k$ kN
F	F1	Verkehrs- und Parkflächen für leichte	$\leq 20$	oder	20
	F2	Fahrzeuge (Gesamtlast $\leq 30$ kN)	$> 20$		20 <sup>1)</sup>
	F3	Zufahrtsrampen	$\leq 20$		20
	F4		$> 20$		20 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> In den Kategorien F2 und F4 können die Achslast ( $2 \cdot Q_k = 20$  kN) oder die Radlasten ( $Q_k = 10$  kN) für den Nachweis örtlicher Beanspruchungen (z. B. Querkraft am Auflager oder Durchstanzen unter einer Radlast) maßgebend werden.

<sup>2)</sup> Für einachsrig gespannte Platten wird  $A$  als Produkt von Stützweite und der mittragenden Breite  $b_m$  für die Achslast  $2Q_k$  bestimmt;  $b_m$  darf mit geeigneten Hilfsmitteln berechnet werden, z. B. nach DAfStb-H. 240. Für Bauteile, die die Lasten weiterleiten (z. B. Unterzüge, Stützen), wird  $A$  nach Abb. 3.18 bestimmt.

Verkehrslast in den Treppenhäusern, einschl. Podesten:

Verkehrslast nach Kategorie T2: 5,00 kN/m<sup>2</sup>

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

### Fassade

Als Absturzsicherung ist ein umlaufender Maschendrahtzaun als vorhandenes System von INTEGRA 943 geplant.

Gitterzaun als Absturzsicherung: 0,25 kN/m

Einzellast in Längsrichtung der Stütze 80 cm über der Fahrbahn:

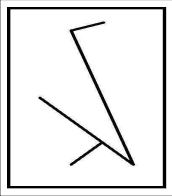
$0,25 \cdot 5,0 = 1,25 \text{ kN}$

### Treppenläufe

Eigengewicht:

ohne Belag:  $0 \cdot 0,22 = 0,00 \text{ kN/m}^2$

Zuschlag : 0,25 kN/m<sup>2</sup>



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

Lastannahmen -

Seite: 9

$$g_A = 0,25 \text{ KN/m}^2$$

## Treppenpodeste

### Eigengewicht:

60 mm Estrich:  $6,0 \cdot 0,23 = 1,38 \text{ KN/m}^2$

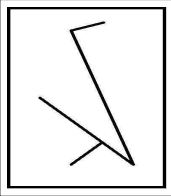
Zuschlag:  $0,12 \text{ KN/m}^2$

$$g_A = 1,50 \text{ KN/m}^2$$

### Verkehrslast in den Treppenhäusern, einschl. Podesten:

Verkehrslast nach Kategorie T2:  $5,00 \text{ KN/m}^2$

$$p = 5,00 \text{ KN/m}^2$$



## 3. Horizontallasten nach DIN EN 1991

### 3.1. Windlasten

Als Windlast sind die Lasten gemäß DIN EN 1991-1-4 und 1-4NA anzusetzen.

Damit ergeben sich für die jeweilige Gebäudehöhe folgende Staudrücke mit einer Lastverteilung nach DIN 1991-1-4NA B3.3.

Ort: München Bayern mit 509 m ü. NN

Windzone 2, Mischprofil der Geländekategorie II+III

$$q_{b,0} = \underline{\underline{0,39 \text{ kN/m}^2}}$$

$$v_b = \underline{\underline{22,50 \text{ m/s}}}$$

#### Höhenabhängige Böengeschwindigkeitsdrücke

Binnenland, Mischprofil GKI II und II mit  $7 \text{ m} < z \leq 50 \text{ m}$

Binnenland (Mischprofil der Geländekategorien II und III)	
$q_p(z) = 1,5 \cdot q_b$	für $z \leq 7 \text{ m}$
$q_p(z) = 1,7 \cdot q_b \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,37}$	für $7 \text{ m} < z \leq 50 \text{ m}$
$q_p(z) = 2,1 \cdot q_b \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,24}$	für $50 \text{ m} < z \leq 300 \text{ m}$

$$\text{Gebäudehöhe } z = 18,40 \text{ m}$$

$$q_p = 1,7 \cdot q_{b,0} \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,37} = \underline{\underline{0,83 \text{ kN/m}^2}}$$

Die Aussteifungsberechnung erfolgt mit dem Programm RFEM von DLUBAL.

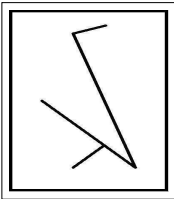
Die Windlasten werden konstant über die Höhe wie nachfolgend ermittelt angesetzt.

#### vereinfachte Böengeschwindigkeitsdrücke nach Tabelle NA.B.3

Windzone		Geschwindigkeitsdruck $q_p$ in $\text{kN/m}^2$ bei einer Gebäudehöhe $h$ in den Grenzen von		
		$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
1	Binnenland	0,50	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,80	0,90
	Küste <sup>1)</sup> und Inseln der Ostsee	0,85	1,00	1,10
3	Binnenland	0,80	0,95	1,10
	Küste <sup>1)</sup> und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30

Windzone: 2, Binnenland  $10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$  und konstant über Bauteilhöhe

$$q_p = 0,80 \text{ kN/m}^2$$



Für die vertikalen Wände gelten folgende  $c_p$ -Werte:

## Windlast auf Außenwände:

DIN EN 1991-1-4:2010-12  
EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010 (D)

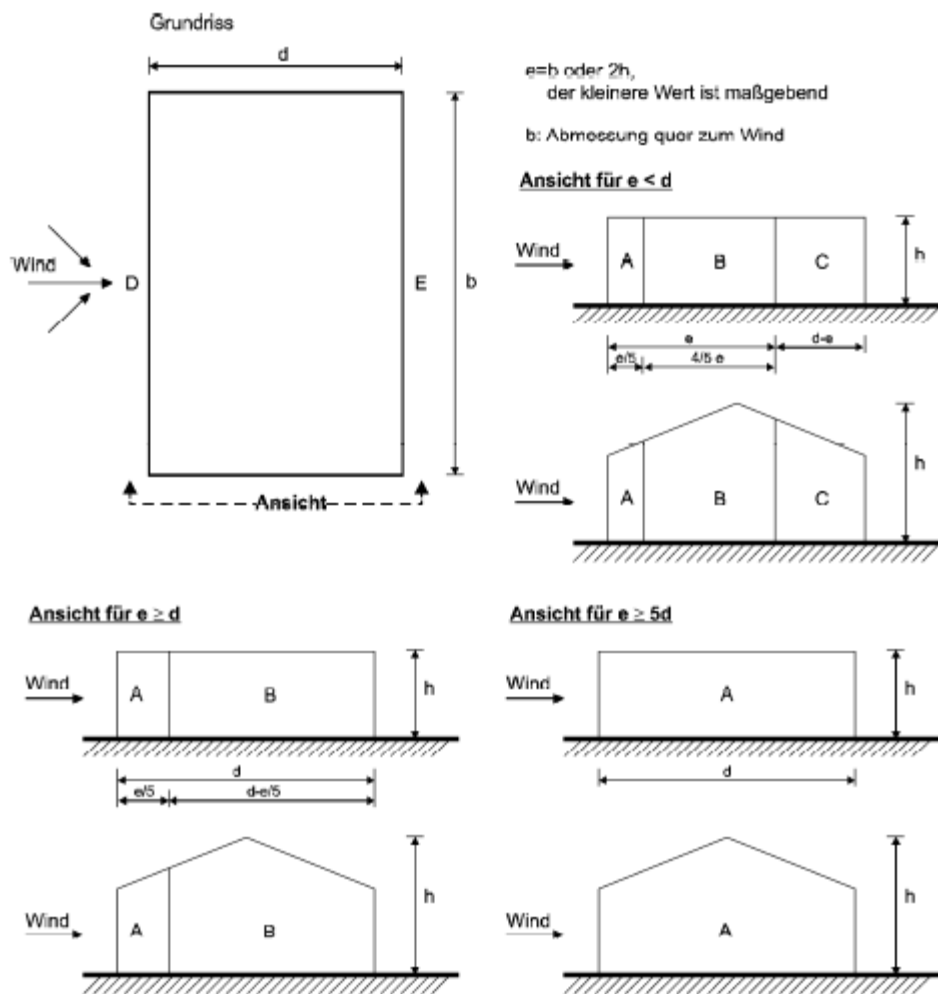
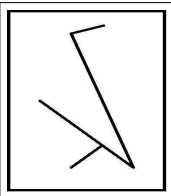


Bild 7.5 — Einteilung der Wandflächen bei vertikalen Wänden

ANMERKUNG 1: Die Werte für  $c_{pe,10}$  und  $c_{pe,1}$  können im Nationalen Anhang angegeben sein. Die empfohlenen Werte sind in Tabelle 7.1 abhängig von  $h/d$  angegeben. Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden. Die Werte der Tabelle 7.1 gelten auch für Gebäude mit geneigten Dächern wie z. B. Sattel- oder Pultdächern.

Auszug aus DIN EN 1991-1-4

$e = b$  oder  $2h$  der kleinere Wert ist maßgebend



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

Lastannahmen -

Seite: 12

Tabelle NA.1 — Außendruckbeiwerte für vertikale Wände rechteckiger Gebäude

Bereich	A		B		C		D		E	
$h/d$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
$\geq 5$	-1,4	-1,7	-0,8	-1,1	-0,5	-0,7	+0,8	+1,0	-0,5	-0,7
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	-0,5

Für einzeln in offenem Gelände stehende Gebäude können im Sogbereich auch größere Sogkräfte auftreten.  
Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.  
Für Gebäude mit  $h/d > 5$  ist die Gesamtwindlast anhand der Kraftbeiwerte aus 7.6 bis 7.8 und 7.9.2 zu ermitteln.

## Windlast II zum Gebäude

$$\begin{aligned} b &= 36,00 \text{ m} \\ d &= 40,00 \text{ m} \\ h &= 18,40 \text{ m} \\ x &= h/d = 0,46 \\ e &= \text{MIN}(2 \cdot h; b) = 36,00 \text{ m} \end{aligned}$$

$c_{pe,10}$  Werte nach Tabelle  $h/d < 0,25$

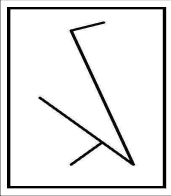
$$\begin{aligned} \text{Bereich A } w_A &= -1,2 \cdot q_p = -0,96 \text{ KN/m}^2 \\ \text{Bereich B } w_B &= -0,8 \cdot q_p = -0,64 \text{ KN/m}^2 \\ \text{Bereich C } w_H &= -0,5 \cdot q_p = -0,40 \text{ KN/m}^2 \\ \text{Bereich D } w_D &= 0,7 \cdot q_p = 0,56 \text{ KN/m}^2 \\ \text{Bereich E } w_E &= -0,3 \cdot q_p = -0,24 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

## Windlast senkr. zum Gebäude

$$\begin{aligned} b &= 40,00 \text{ m} \\ d &= 36,00 \text{ m} \\ h &= 18,40 \text{ m} \\ x &= h/d = 0,51 \\ e &= \text{MIN}(2 \cdot h; b) = 36,80 \text{ m} \end{aligned}$$

$c_{pe,10}$  Werte nach Tabelle  $h/d > 0,25$

$$\begin{aligned} \text{Bereich A } w_A &= -1,2 \cdot q_p = -0,96 \text{ KN/m}^2 \\ \text{Bereich B } w_B &= -0,8 \cdot q_p = -0,64 \text{ KN/m}^2 \\ \text{Bereich C } w_H &= -0,5 \cdot q_p = -0,40 \text{ KN/m}^2 \\ \text{Bereich D } w_D &= 0,8 \cdot q_p = 0,64 \text{ KN/m}^2 \\ \text{Bereich E } w_E &= -0,5 \cdot q_p = -0,40 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$



## 3.2. Schiefstellung

Die Schiefstellung wird durch die EDV ermittelt.

Die Schnittkräfte aus Schiefstellung werden nur bei der Bemessung der Stützen und Wände berücksichtigt. Eine Weiterleitung in die Fundamente kann es nicht geben.

Da diese Bespruchung eine innere Kraft ist und somit keine Lagerreaktionen auslöst.

## 3.3. Lasten auf Geländer, Umwehrungen

gemäß DIN 1991-1-1NA Tabelle 6.12 DE

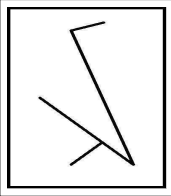
**Tafel 3.21b Horizontale Nutzlasten  $q_k$  infolge von Personen auf Brüstungen, Geländern und anderen Konstruktionen, die als Absperrung dienen (EN 1991-1-1/NA, Tab. 6.12 DE)**

Belastete Fläche nach Kategorie	Horizontale Nutzlast $q_k$ in kN/m
A, B1, H, F1 <sup>1)</sup> bis F4 <sup>1)</sup> , T1, Z <sup>2)</sup>	0,5
B2, B3, C1 bis C4, D, E1.1 <sup>3)</sup> , E1.2 <sup>3)</sup> , E2.1 <sup>3)</sup> bis E2.5 <sup>3)</sup> , FL1 <sup>1)</sup> bis FL6 <sup>1)</sup> , HC, T2, Z <sup>2)</sup>	1,0
C5, C6, T3	2,0

<sup>1)</sup> Anprall wird durch konstruktive Maßnahmen ausgeschlossen.  
<sup>2)</sup> Für Kategorie Z ist die Zuordnung in Zeile 1 bzw. Zeile 2 entsprechend der zugehörigen maßgeblichen Nutzungskategorie nach Tabelle 6.1DE vorzunehmen.  
<sup>3)</sup> Bei Flächen der Kategorie E.1.1, E.1.2, E.2.1 bis E.2.5, die nur zu Kontroll- und Wartungszwecken begangen werden, sind die Lasten in Abstimmung mit dem Bauherrn festzulegen, jedoch mindestens 0,5 kN/m.

horizontale Nutzlast nach Kategorie F  $q_k =$  1,0 kN/m

in Höhe bis zu 1,2 m



## 3.4. Anprallkräfte aus Straßenfahrzeugen

gemäß DIN 1991-1-7/NA Tabelle NA.2-4.1 DE

**Tabelle 4.1 — Anhaltswerte für äquivalente statische Anprallkräfte aus Straßenverkehr auf Stützkonstruktionen von Tragwerken an und über Straßenverkehrswegen**

Kategorie	Kraft $F_{dx}^a$ kN	Kraft $F_{dy}^a$ kN
Autobahnen und Bundesstraßen	1 000	500
Landstraßen außerhalb von Ortschaften	750	375
Innerstädtische Straßen	500	250
Privatstraßen und Parkgaragen für:		
— Pkws	50	25
— Lkws <sup>b</sup>	150	75
<sup>a</sup> x = in Fahrtrichtung, y = quer zur Fahrtrichtung.		
<sup>b</sup> Lkws mit Leergewicht größer als 3,5 t.		

*Parkgaragen für PKW  $\leq 30$  kN*

Anpralllast in Fahrtrichtung  $F_{d,x} = 50,0$  kN

Anpralllast senkrecht zur Fahrtrichtung  $F_{d,y} = 25,0$  kN

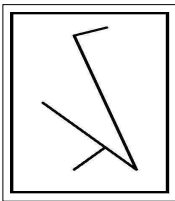
Anprallhöhe = 0,50 m über Fahrbahnoberfläche

maximale Anprallfläche ist 0,25m hoch und so breit wie das Bauteil, maximal 1,50m.

$F_{d,x}$  und  $F_{d,y}$  wirken nicht gleichzeitig!

Die Anpralllasten werden auf die Stahlschutzplanken und die Stahlstützen berücksichtigt.

Eine weitere Lastverfolgung erfolgt nicht.



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

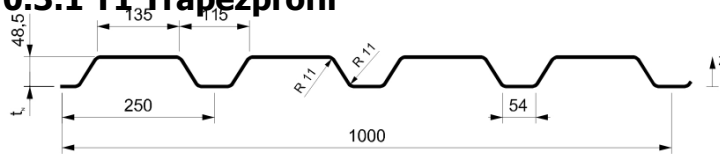
T1 Trapezprofil -

Seite: 15

1 Elementkenndaten Trapezprofil gemäß baustatische Typenprüfung Bescheid Nr. T17-090

## 0.3. Dach

### 0.3.1 T1 Trapezprofil



T 50.1 Positivlage

Nennblechdicke  $t_N = 0.88 \text{ mm}$  Kernblechdicke  $t_K = 0.84 \text{ mm}$   
Eigenlast  $g = 0.088 \text{ kN/m}^2$  Streckgrenze des Stahlkerns  $f_{y,k} = 320 \text{ N/mm}^2$

#### Maßgebende Querschnittswerte

Biegung:  $I_{ef+} = 41.5 \text{ cm}^4/\text{m}$   $I_{ef-} = 41.5 \text{ cm}^4/\text{m}$   
Normalkraftbeanspruchung:  $A_g = 10.05 \text{ cm}^2/\text{m}$   $i_g = 1.99 \text{ cm}$   $z_g = 3.07 \text{ cm}$   
 $A_{ef} = 4.72 \text{ cm}^2/\text{m}$   $i_{ef} = 2.12 \text{ cm}$   $z_{ef} = 2.50 \text{ cm}$

#### Charakteristische Werte der Beanspruchbarkeiten bei nach unten gerichteter und andrückender Flächenlast

Endauflagerbreite  $b_A = 40 \text{ mm}$  Zwischenauflagerbreite  $b_B = 0 \text{ mm}$   $\epsilon_{ps} = 1$   
 $M_{C,Rk,F} = 3.07 \text{ kNm/m}$   $R_{w,Rk,A} = 18.20 \text{ kN/m}$   $V_{w,Rk} = 54.34 \text{ kN/m}$   
 $M_{0,Rk,B} = 3.33 \text{ kNm/m}$   $R_{0,Rk,B} = 15.78 \text{ kN/m}$   $M_{C,Rk,B} = 2.45 \text{ kNm/m}$   $R_{w,Rk,B} = 9.11 \text{ kN/m}$   
 $\min L = 0.00 \text{ m}$   $\max L = 0.00 \text{ m}$   $\max MR_{Rk} = 0.00 \text{ kNm/m}$

Endauflagerbreite  $b_A = 40 \text{ mm}$  Zwischenauflagerbreite  $b_B = 60 \text{ mm}$   $\epsilon_{ps} = 1$   
 $M_{C,Rk,F} = 3.07 \text{ kNm/m}$   $R_{w,Rk,A} = 18.20 \text{ kN/m}$   $V_{w,Rk} = 54.34 \text{ kN/m}$   
 $M_{0,Rk,B} = 4.13 \text{ kNm/m}$   $R_{0,Rk,B} = 33.12 \text{ kN/m}$   $M_{C,Rk,B} = 3.33 \text{ kNm/m}$   $R_{w,Rk,B} = 14.10 \text{ kN/m}$   
 $\min L = 0.00 \text{ m}$   $\max L = 0.00 \text{ m}$   $\max MR_{Rk} = 0.00 \text{ kNm/m}$

#### Charakteristische Werte der Beanspruchbarkeiten bei nach oben gerichteter und abhebender Flächenlast

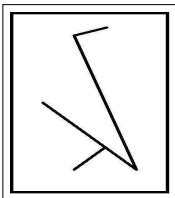
Befestigung in jedem anliegenden Gurt  
 $M_{C,Rk,F} = 3.57 \text{ kNm/m}$   $R_{w,Rk,A} = 54.34 \text{ kN/m}$   $V_{w,Rk} = 54.34 \text{ kN/m}$   
 $M_{C,Rk,B} = 3.04 \text{ kNm/m}$   $R_{w,Rk,B} = 0.00 \text{ kN/m}$

Befestigung in jedem 2. Gurt  
 $M_{C,Rk,F} = 3.57 \text{ kNm/m}$   $R_{w,Rk,A} = 27.17 \text{ kN/m}$   $V_{w,Rk} = 27.17 \text{ kN/m}$   
 $M_{C,Rk,B} = 1.52 \text{ kNm/m}$   $R_{w,Rk,B} = 0.00 \text{ kN/m}$

#### Symbole Widerstandsgrößen

$M_{C,Rk,F}$  Feldmoment  $\max MR_{Rk}$  Reststützmoment  
 $R_{w,Rk,A}$  Endauflagerkraft  $V_{w,Rk}$  Querkraft  
 $M_{0,Rk,B}$  querkraftfreies Stützmoment  $R_{0,Rk,B}$  momentenfreie Zwischenauflagerkraft  
 $M_{C,Rk,B}$  Stützmoment  $R_{w,Rk,B}$  Zwischenauflagerkraft  
 $\epsilon_{ps}$  1: lineare Interaktion für M und R 2: quadratische Interaktion für M und R





# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

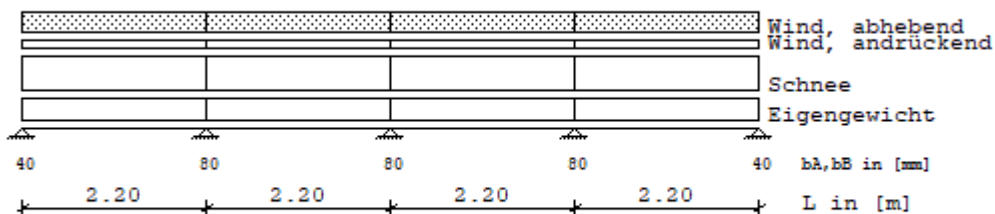
Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

T1 Trapezprofil -

Seite: 16



Belastung Last-Art: 1 = Trapezlast von a bis a+b  
2 = Einzellast bei a

		Last-Art	q1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Abstand [m]	q2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Länge [m]
g	Eigengewicht	1	0.550	0.000	0.550	2.200
		1	0.550	2.200	0.550	2.200
		1	0.550	4.400	0.550	2.200
		1	0.550	6.600	0.550	2.200
s	Schneeregellast	1	0.850	0.000	0.850	2.200
		1	0.850	2.200	0.850	2.200
		1	0.850	4.400	0.850	2.200
		1	0.850	6.600	0.850	2.200
wd	Wind, andrückend	1	0.200	0.000	0.200	2.200
		1	0.200	2.200	0.200	2.200
		1	0.200	4.400	0.200	2.200
		1	0.200	6.600	0.200	2.200
ws	Wind, abhebend	1	-0.480	0.000	-0.480	2.200
		1	-0.480	2.200	-0.480	2.200
		1	-0.480	4.400	-0.480	2.200
		1	-0.480	6.600	-0.480	2.200

## 3 Beanspruchungen nach der Elastizitätstheorie

### 3.1 G, Eigengewicht

Feldmomente / Durchbiegungen

Feld	Mf	Xmf	f	Xf
[-]	[kNm/m]	[m]	[cm]	[m]
1	0.205	0.88	0.095	0.99
2	0.097	1.16	0.028	1.21
3	0.097	1.04	0.028	0.99
4	0.205	1.32	0.095	1.21

Stützmomente / Auflagerkräfte

Stütze	Mst	Vli	Vre	R
[-]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.000	0.000	0.475	0.475
2	-0.285	-0.735	0.648	1.383
3	-0.190	-0.562	0.562	1.124
4	-0.285	-0.648	0.735	1.383
5	0.000	-0.475	0.000	0.475

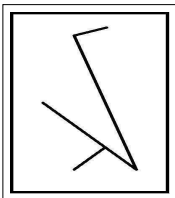
### 3.2 S, Schneeregellast

Feldmomente / Durchbiegungen

Feld	Mf	Xmf	f	Xf
[-]	[kNm/m]	[m]	[cm]	[m]
1	0.317	0.88	0.148	0.99
2	0.149	1.16	0.043	1.21
3	0.149	1.04	0.043	0.99
4	0.317	1.32	0.148	1.21

Stützmomente / Auflagerkräfte

Stütze	Mst	Vli	Vre	R
[-]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.000	0.000	0.735	0.735
2	-0.441	-1.135	1.002	2.137



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

T1 Trapezprofil -

Seite: 17

## 3.3 Wd, Winddruck

Feldmomente / Durchbiegungen

Feld	Mf	Xmf	f	Xf
[-]	[kNm/m]	[m]	[cm]	[m]
1	0.075	0.88	0.035	0.99
2	0.035	1.16	0.010	1.21
3	0.035	1.04	0.010	0.99
4	0.075	1.32	0.035	1.21

Stützmomente / Auflagerkräfte

Stütze	Mst	Vli	Vre	R
[-]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.000	0.000	0.173	0.173
2	-0.104	-0.267	0.236	0.503
3	-0.069	-0.204	0.204	0.409
4	-0.104	-0.236	0.267	0.503
5	0.000	-0.173	0.000	0.173

## 3.4 Ws, Windsog

Feldmomente / Durchbiegungen

Feld	Mf	Xmf	f	Xf
[-]	[kNm/m]	[m]	[cm]	[m]
1	-0.179	0.88	-0.083	0.99
2	-0.084	1.16	-0.024	1.21
3	-0.084	1.04	-0.024	0.99
4	-0.179	1.32	-0.083	1.21

Stützmomente / Auflagerkräfte

Stütze	Mst	Vli	Vre	R
[-]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.000	0.000	-0.415	-0.415
2	0.249	0.641	-0.566	-1.207
3	0.166	0.490	-0.490	-0.981
4	0.249	0.566	-0.641	-1.207
5	0.000	0.415	0.000	-0.415

## 4 Trapezprofilbemessung nach DIN EN 1993-1-3 (EC3)

### 4.1 Tragsicherheit Elastisch - Elastisch

4.1.1 Feldmoment:  $\gamma_{F,G} = 1.35$   $\gamma_{F,Q} = 1.50$   $\gamma_{M} = 1.10$

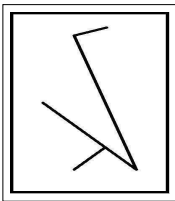
Lastfallkombination	Feld	MEd	Mc,Rd,F	Ausl.
[-]	[-]	[kNm/m]	[kNm/m]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	1	0.865	< 2.791	0.310
	2	0.407	< 2.791	0.146
	3	0.407	< 2.791	0.146
	4	0.865	< 2.791	0.310
1.00*G+1.50*Ws	1	-0.063	< 3.245	0.019
	2	-0.030	< 3.245	0.009
	3	-0.030	< 3.245	0.009
	4	-0.063	< 3.245	0.019

4.1.2 Endauflagerkraft:  $\gamma_{F,G} = 1.35$   $\gamma_{F,Q} = 1.50$   $\gamma_{M} = 1.10$

Lastfallkombination	Stütze	FEd	Rw,Rd,A	Ausl.
[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	1	2.003	< 16.545	0.121
	5	2.003	< 16.545	0.121
1.00*G+1.50*Ws	1	-0.147	< 24.700	0.006
	5	-0.147	< 24.700	0.006

4.1.3 Querkraft am Zwischenauflager:  $\gamma_{F,G} = 1.35$   $\gamma_{F,Q} = 1.50$   $\gamma_{M} = 1.10$

Lastfallkombination	Stütze	VEd	Vw,Rd	bv	Ausl.
[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	2	-3.096	< 49.400	0.063	0.063



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

T1 Trapezprofil -

Seite: 18

1.00*G+1.50*Ws	3	-0.174	<	24.700	0.000	0.007
1.00*G+1.50*Ws	4	-0.227	<	24.700	0.063	0.009

#### 4.1.4 Zwischenauflagerkraft: $\gamma_{F,G}=1.35$ $\gamma_{F,Q}=1.50$ $\gamma_{M}=1.10$

Lastfallkombination	Stütze	FEd		Rw,Rd,B	Ausl.
	[-]	[kN/m]		[kN/m]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	2	5.827	<	12.818	0.455
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	3	4.734	<	12.818	0.369
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	4	5.827	<	12.818	0.455
1.00*G+1.50*Ws	Nachweis nicht erforderlich!				

#### 4.1.5 Stützmoment: $\gamma_{F,G}=1.35$ $\gamma_{F,Q}=1.50$ $\gamma_{M}=1.10$

Lastfallkombination	Stütze	MEd		Mc,Rd,B	Ausl.
	[-]	[kNm/m]		[kNm/m]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	2	-1.202	<	3.027	0.397
	3	-0.801	<	3.027	0.265
	4	-1.202	<	3.027	0.397
1.00*G+1.50*Ws	2	0.088	<	1.382	0.064
	3	0.059	<	1.382	0.043
	4	0.088	<	1.382	0.064

#### 4.1.6 M-R Interaktion: $\gamma_{F,G}=1.35$ $\gamma_{F,Q}=1.50$ $\gamma_{M}=1.10$

Lastfallkombination	Stütze	MEd/M0,Rd,B	+	(FEd/R0,Rd,B)^eps	Ausl.
	[-]	[-]		[-]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	2	0.320	+	0.194	0.514
	3	0.213	+	0.157	0.371
	4	0.320	+	0.194	0.514
1.00*G+1.50*Ws	Nachweis nicht erforderlich!				

#### 4.1.7 M-Q Interaktion: $\gamma_{F,G}=1.35$ $\gamma_{F,Q}=1.50$ $\gamma_{M}=1.10$

Lastfallkombination	Stütze	MEd/Mc,Rd,B	+	(2*VED/Vw,Rd-1)^2	Ausl.
	[-]	[-]		[-]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	Nachweis nicht erforderlich!				
1.00*G+1.50*Ws	Nachweis nicht erforderlich!				

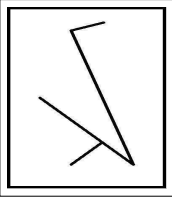
## 4.2 Gebrauchstauglichkeit Elastisch - Elastisch

#### 4.2.1 Durchbiegung: $\gamma_{F,G}=1.00$ $\gamma_{F,Q}=1.00$ $\gamma_{M}=1.00$

Lastfallkombination	Feld	vorh f		zul f, L/200	Ausl.
	[-]	[cm]		[cm]	[-]
1.00*G+1.00*S+1.00*Wd	1	0.278	<	1.100	0.253
	2	0.081	<	1.100	0.074
	3	0.081	<	1.100	0.074
	4	0.278	<	1.100	0.253
1.00*G+1.00*Ws	1	0.012	<	1.100	0.011
	2	0.004	<	1.100	0.004
	3	0.004	<	1.100	0.004
	4	0.012	<	1.100	0.011

## 4.3 Grenzstützweite

Feld	vorh l		lgr	Ausl.
[-]	[m]		[m]	[-]
1	2.200	<	3.125	0.704
2	2.200	<	3.125	0.704
3	2.200	<	3.125	0.704
4	2.200	<	3.125	0.704



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

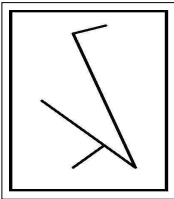
Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

T1 Trapezprofil -

Seite: 19



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

T1 Trapezprofil -

Seite: 20

$M_C, R_k, f$  31.0 %

$R_w, R_k, A$  12.1 %

$R_w, R_k, B$  45.5 %

$V_w, R_k$  6.3 %

$M_C, R_k, B$  39.7 %

$M-R$  51.4 %

## Tragsicherheit Plastisch - Plastisch

$M_C, R_k, f$  -

$R_w, R_k, A$  -

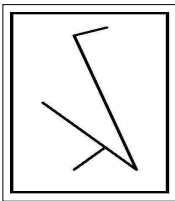
## Gebrauchstauglichkeit Elastisch - Elastisch

$R_w, R_k, B$  -

$M_C, R_k, B$  -

$M-R$  -

$f$  25.3 %



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

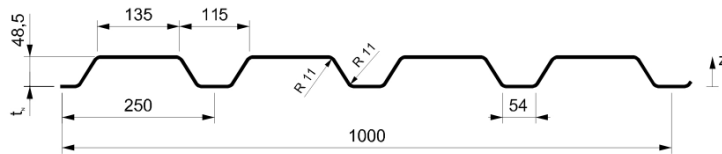
21.11.2025

T2 Trapezprofil -

Seite: 21

## 1 Elementkenndaten Trapezprofil gemäß baustatische Typenprüfung Bescheid Nr. T17-090

### 0.3.2 T2 Trapezprofil



### T 50.1 Positivlage

Nennblechdicke  $t_N = 1.00 \text{ mm}$  Kernblechdicke  $t_K = 0.96 \text{ mm}$   
Eigenlast  $g = 0.100 \text{ kN/m}^2$  Streckgrenze des Stahlkerns  $f_{y,k} = 320 \text{ N/mm}^2$

#### Maßgebende Querschnittswerte

Biegung:  $I_{ef+} = 47.5 \text{ cm}^4/\text{m}$   $I_{ef-} = 47.5 \text{ cm}^4/\text{m}$   
Normalkraftbeanspruchung:  $A_g = 11.49 \text{ cm}^2/\text{m}$   $i_g = 1.99 \text{ cm}$   $z_g = 3.07 \text{ cm}$   
 $A_{ef} = 6.03 \text{ cm}^2/\text{m}$   $i_{ef} = 2.10 \text{ cm}$   $z_{ef} = 2.51 \text{ cm}$

#### Charakteristische Werte der Beanspruchbarkeiten bei nach unten gerichteter und andrückender Flächenlast

Endauflagerbreite  $b_A = 40 \text{ mm}$  Zwischenauflagerbreite  $b_B = 0 \text{ mm}$   $\epsilon_{ps} = 1$   
 $M_{C,Rk,F} = 3.77 \text{ kNm/m}$   $R_{w,Rk,A} = 22.40 \text{ kN/m}$   $V_{w,Rk} = 69.13 \text{ kN/m}$   
 $M_{O,Rk,B} = 4.21 \text{ kNm/m}$   $R_{O,Rk,B} = 18.73 \text{ kN/m}$   $M_{C,Rk,B} = 3.03 \text{ kNm/m}$   $R_{w,Rk,B} = 11.00 \text{ kN/m}$   
 $\min L = 0.00 \text{ m}$   $\max L = 0.00 \text{ m}$   $\max MR_{Rk} = 0.00 \text{ kNm/m}$

Endauflagerbreite  $b_A = 40 \text{ mm}$  Zwischenauflagerbreite  $b_B = 60 \text{ mm}$   $\epsilon_{ps} = 1$   
 $M_{C,Rk,F} = 3.77 \text{ kNm/m}$   $R_{w,Rk,A} = 22.40 \text{ kN/m}$   $V_{w,Rk} = 69.13 \text{ kN/m}$   
 $M_{O,Rk,B} = 4.94 \text{ kNm/m}$   $R_{O,Rk,B} = 44.51 \text{ kN/m}$   $M_{C,Rk,B} = 4.19 \text{ kNm/m}$   $R_{w,Rk,B} = 18.00 \text{ kN/m}$   
 $\min L = 0.00 \text{ m}$   $\max L = 0.00 \text{ m}$   $\max MR_{Rk} = 0.00 \text{ kNm/m}$

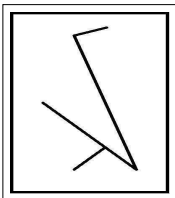
#### Charakteristische Werte der Beanspruchbarkeiten bei nach oben gerichteter und abhebender Flächenlast

Befestigung in jedem anliegenden Gurt  
 $M_{C,Rk,F} = 4.58 \text{ kNm/m}$   $R_{w,Rk,A} = 69.13 \text{ kN/m}$   $V_{w,Rk} = 69.13 \text{ kN/m}$   
 $M_{C,Rk,B} = 3.71 \text{ kNm/m}$   $R_{w,Rk,B} = 0.00 \text{ kN/m}$

Befestigung in jedem 2. Gurt  
 $M_{C,Rk,F} = 4.58 \text{ kNm/m}$   $R_{w,Rk,A} = 34.56 \text{ kN/m}$   $V_{w,Rk} = 34.56 \text{ kN/m}$   
 $M_{C,Rk,B} = 1.85 \text{ kNm/m}$   $R_{w,Rk,B} = 0.00 \text{ kN/m}$

#### Symbole Widerstandsgrößen

$M_{C,Rk,F}$  Feldmoment  $\max MR_{Rk}$  Reststützmoment  
 $R_{w,Rk,A}$  Endauflagerkraft  $V_{w,Rk}$  Querkraft  
 $M_{O,Rk,B}$  querkraftfreies Stützmoment  $R_{O,Rk,B}$  momentenfreie Zwischenauflagerkraft  
 $M_{C,Rk,B}$  Stützmoment  $R_{w,Rk,B}$  Zwischenauflagerkraft  
 $\epsilon_{ps}$  1: lineare Interaktion für M und R 2: quadratische Interaktion für M und R



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

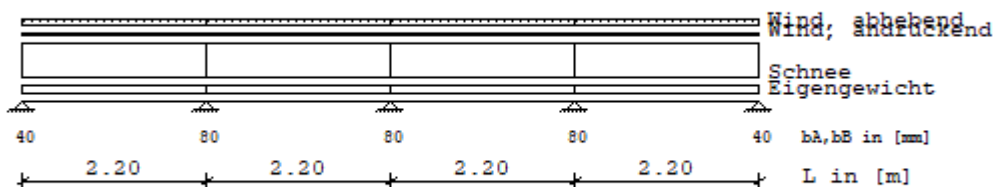
Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

T2 Trapezprofil -

Seite: 22



Belastung Last-Art: 1 = Trapezlast von a bis a+b  
2 = Einzellast bei a

		Last-Art	q1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Abstand [m]	q2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Länge [m]
g	Eigengewicht	1	0.550	0.000	0.550	2.200
		1	0.550	2.200	0.550	2.200
		1	0.550	4.400	0.550	2.200
		1	0.550	6.600	0.550	2.200
s	Schneeregellast	1	2.560	0.000	2.560	2.200
		1	2.560	2.200	2.560	2.200
		1	2.560	4.400	2.560	2.200
		1	2.560	6.600	2.560	2.200
wd	Wind, andrückend	1	0.200	0.000	0.200	2.200
		1	0.200	2.200	0.200	2.200
		1	0.200	4.400	0.200	2.200
		1	0.200	6.600	0.200	2.200
ws	Wind, abhebend	1	-0.480	0.000	-0.480	2.200
		1	-0.480	2.200	-0.480	2.200
		1	-0.480	4.400	-0.480	2.200
		1	-0.480	6.600	-0.480	2.200

## 3 Beanspruchungen nach der Elastizitätstheorie

### 3.1 G, Eigengewicht

Feldmomente / Durchbiegungen

Feld	Mf	Xmf	f	Xf
[-]	[kNm/m]	[m]	[cm]	[m]
1	0.205	0.88	0.083	0.99
2	0.097	1.16	0.024	1.21
3	0.097	1.04	0.024	0.99
4	0.205	1.32	0.083	1.21

Stützmomente / Auflagerkräfte

Stütze	Mst	Vli	Vre	R
[-]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.000	0.000	0.475	0.475
2	-0.285	-0.735	0.648	1.383
3	-0.190	-0.562	0.562	1.124
4	-0.285	-0.648	0.735	1.383
5	0.000	-0.475	0.000	0.475

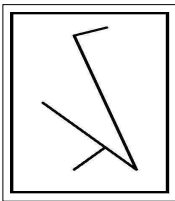
### 3.2 S, Schneeregellast

Feldmomente / Durchbiegungen

Feld	Mf	Xmf	f	Xf
[-]	[kNm/m]	[m]	[cm]	[m]
1	0.956	0.88	0.388	0.99
2	0.450	1.16	0.114	1.21
3	0.450	1.04	0.114	0.99
4	0.956	1.32	0.388	1.21

Stützmomente / Auflagerkräfte

Stütze	Mst	Vli	Vre	R
[-]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.000	0.000	2.213	2.213
2	-1.328	-3.419	3.017	6.437



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

T2 Trapezprofil -

Seite: 23

## 3.3 Wd, Winddruck

Feldmomente / Durchbiegungen

Feld	Mf	Xmf	f	Xf
[-]	[kNm/m]	[m]	[cm]	[m]
1	0.075	0.88	0.030	0.99
2	0.035	1.16	0.009	1.21
3	0.035	1.04	0.009	0.99
4	0.075	1.32	0.030	1.21

Stützmomente / Auflagerkräfte

Stütze	Mst	Vli	Vre	R
[-]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.000	0.000	0.173	0.173
2	-0.104	-0.267	0.236	0.503
3	-0.069	-0.204	0.204	0.409
4	-0.104	-0.236	0.267	0.503
5	0.000	-0.173	0.000	0.173

## 3.4 Ws, Windsog

Feldmomente / Durchbiegungen

Feld	Mf	Xmf	f	Xf
[-]	[kNm/m]	[m]	[cm]	[m]
1	-0.179	0.88	-0.073	0.99
2	-0.084	1.16	-0.021	1.21
3	-0.084	1.04	-0.021	0.99
4	-0.179	1.32	-0.073	1.21

Stützmomente / Auflagerkräfte

Stütze	Mst	Vli	Vre	R
[-]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.000	0.000	-0.415	-0.415
2	0.249	0.641	-0.566	-1.207
3	0.166	0.490	-0.490	-0.981
4	0.249	0.566	-0.641	-1.207
5	0.000	0.415	0.000	-0.415

## 4 Trapezprofilbemessung nach DIN EN 1993-1-3 (EC3)

### 4.1 Tragsicherheit Elastisch - Elastisch

4.1.1 Feldmoment:  $\gamma_{F,G} = 1.35$   $\gamma_{F,Q} = 1.50$   $\gamma_{M} = 1.10$

Lastfallkombination	Feld	MEd	Mc,Rd,F	Ausl.
[-]	[-]	[kNm/m]	[kNm/m]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	1	1.823	< 3.427	0.532
	2	0.858	< 3.427	0.250
	3	0.858	< 3.427	0.250
	4	1.823	< 3.427	0.532
1.00*G+1.50*Ws	1	-0.063	< 4.164	0.015
	2	-0.030	< 4.164	0.007
	3	-0.030	< 4.164	0.007
	4	-0.063	< 4.164	0.015

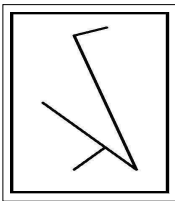
4.1.2 Endauflagerkraft:  $\gamma_{F,G} = 1.35$   $\gamma_{F,Q} = 1.50$   $\gamma_{M} = 1.10$

Lastfallkombination	Stütze	FE d	Rw,Rd,A	Ausl.
[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	1	4.220	< 20.364	0.207
	5	4.220	< 20.364	0.207
1.00*G+1.50*Ws	1	-0.147	< 31.423	0.005
	5	-0.147	< 31.423	0.005

4.1.3 Querkraft am Zwischenauflager:  $\gamma_{F,G} = 1.35$   $\gamma_{F,Q} = 1.50$   $\gamma_{M} = 1.10$

Lastfallkombination	Stütze	VE d	Vw,Rd	bv	Ausl.
[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	2	-6.522	< 62.845	0.063	0.104





# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

T2 Trapezprofil -

Seite: 24

1.00*G+1.50*Ws	3	-0.174	<	31.423	0.000	0.006
1.00*G+1.50*Ws	4	-0.227	<	31.423	0.063	0.007

#### 4.1.4 Zwischenauflegerkraft: $\gamma_{F,G}=1.35$ $\gamma_{F,Q}=1.50$ $\gamma_{M}=1.10$

Lastfallkombination	Stütze [-]	FEd [kN/m]		Rw,Rd,B [kN/m]	Ausl. [-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	2	12.276	<	16.364	0.750
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	3	9.974	<	16.364	0.610
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	4	12.276	<	16.364	0.750
1.00*G+1.50*Ws	Nachweis nicht erforderlich!				

#### 4.1.5 Stützmoment: $\gamma_{F,G}=1.35$ $\gamma_{F,Q}=1.50$ $\gamma_{M}=1.10$

Lastfallkombination	Stütze [-]	MEd [kNm/m]		Mc,Rd,B [kNm/m]	Ausl. [-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	2	-2.532	<	3.809	0.665
	3	-1.688	<	3.809	0.443
	4	-2.532	<	3.809	0.665
1.00*G+1.50*Ws	2	0.088	<	1.686	0.052
	3	0.059	<	1.686	0.035
	4	0.088	<	1.686	0.052

#### 4.1.6 M-R Interaktion: $\gamma_{F,G}=1.35$ $\gamma_{F,Q}=1.50$ $\gamma_{M}=1.10$

Lastfallkombination	Stütze [-]	MEd/M0,Rd,B [-]	+	(FEd/R0,Rd,B)^eps [-]	Ausl. [-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	2	0.564	+	0.303	0.867
	3	0.376	+	0.246	0.622
	4	0.564	+	0.303	0.867
1.00*G+1.50*Ws	Nachweis nicht erforderlich!				

#### 4.1.7 M-Q Interaktion: $\gamma_{F,G}=1.35$ $\gamma_{F,Q}=1.50$ $\gamma_{M}=1.10$

Lastfallkombination	Stütze [-]	MEd/Mc,Rd,B [-]	+	(2*VED/Vw,Rd-1)^2 [-]	Ausl. [-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	Nachweis nicht erforderlich!				
1.00*G+1.50*Ws	Nachweis nicht erforderlich!				

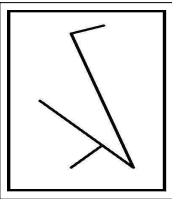
## 4.2 Gebrauchstauglichkeit Elastisch - Elastisch

#### 4.2.1 Durchbiegung: $\gamma_{F,G}=1.00$ $\gamma_{F,Q}=1.00$ $\gamma_{M}=1.00$

Lastfallkombination [-]	Feld [-]	vorh f [cm]		zul f, L/200 [cm]	Ausl. [-]
1.00*G+1.00*S+1.00*Wd	1	0.502	<	1.100	0.456
	2	0.147	<	1.100	0.134
	3	0.147	<	1.100	0.134
	4	0.502	<	1.100	0.456
1.00*G+1.00*Ws	1	0.011	<	1.100	0.010
	2	0.003	<	1.100	0.003
	3	0.003	<	1.100	0.003
	4	0.011	<	1.100	0.010

## 4.3 Grenzstützweite

Feld [-]	vorh l [m]		lgr [m]	Ausl. [-]
1	2.200	<	3.575	0.615
2	2.200	<	3.575	0.615
3	2.200	<	3.575	0.615
4	2.200	<	3.575	0.615



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

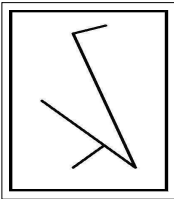
Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

T2 Trapezprofil -

Seite: 25



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

T2 Trapezprofil -

Seite: 26

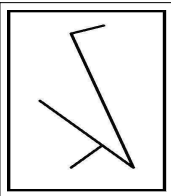
MC,Rk,f 53.2 %  
Rw,Rk,A 20.7 %  
Rw,Rk,B 75.0 %  
Vw,Rk 10.4 %  
MC,Rk,B 66.5 %  
M-R 86.7 %

## Tragsicherheit Plastisch - Plastisch

MC,Rk,f -  
Rw,Rk,A -

## Gebrauchstauglichkeit Elastisch - Elastisch

Rw,Rk,B -  
MC,Rk,B -  
M-R -  
f 45.6 %



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

Lasten und Lastkombinationen -

Seite: 27

## 2.1 LASTFÄLLE

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990   DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigenlast	Ständig	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	0.000	1.000
LF2	Verkehrslast	Nutzlasten - Kategorie B: Büros	<input type="checkbox"/>			
LF3	Auftrieb	Andere	<input type="checkbox"/>			
LF4	Schnee	Schnee ( $H \leq 1000$ m über NN)	<input type="checkbox"/>			

## 2.5 LASTKOMBINATIONEN

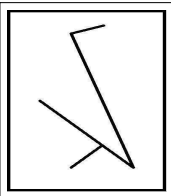
Lastkombin.	Lastkombination		Nr.	Faktor	Lastfall	
	BS	Bezeichnung				
LK1	GZT	1,35*LF1+1,50*LF2	1	1.35	LF1	Eigenlast
			2	1.50	LF2	Verkehrslast
LK2	G Ch	1,00*LF1+1,00*LF2	1	1.00	LF1	Eigenlast
			2	1.00	LF2	Verkehrslast
LK3	G Qs	1,00*LF1+0,50*LF2	1	1.00	LF1	Eigenlast
			2	0.50	LF2	Verkehrslast
LK4	GZT	1,00*LF1+1,50*LF3	1	1.00	LF1	Eigenlast
			2	1.50	LF3	Auftrieb
LK5	GZT	1,35*L1+1,50*LF2+0,75*LF4	1	1.35	LF1	Eigenlast
			2	1.50	LF2	Verkehrslast
			3	1.35	LF4	Schnee

### 2.5.1 LASTKOMBINATIONEN - DETAILS

Lastkombin.	Bezeichnung	Parameter			
LK1	1,35*LF1+1,50*LF2	Lastfall 1	Faktor	:	1.350
			Lastfall	:	LF1 - Eigenlast
		Lastfall 2	Faktor	:	1.500
			Lastfall	:	LF2 - Verkehrslast
LK2	1,00*LF1+1,00*LF2	Lastfall 1	Faktor	:	1.000
			Lastfall	:	LF1 - Eigenlast
		Lastfall 2	Faktor	:	1.000
			Lastfall	:	LF2 - Verkehrslast
LK3	1,00*LF1+0,50*LF2	Lastfall 1	Faktor	:	1.000
			Lastfall	:	LF1 - Eigenlast
		Lastfall 2	Faktor	:	0.500
			Lastfall	:	LF2 - Verkehrslast
LK4	1,00*LF1+1,50*LF3	Lastfall 1	Faktor	:	1.000
			Lastfall	:	LF1 - Eigenlast
		Lastfall 2	Faktor	:	1.500
			Lastfall	:	LF3 - Auftrieb
LK5	1,35*L1+1,50*LF2+0,75*LF4	Lastfall 1	Faktor	:	1.350
			Lastfall	:	LF1 - Eigenlast
		Lastfall 2	Faktor	:	1.500
			Lastfall	:	LF2 - Verkehrslast
		Lastfall 3	Faktor	:	1.350
			Lastfall	:	LF4 - Schnee

### 2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastkombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter	
LK1	1,35*LF1+1,50*LF2	Berechnungstheorie	: • II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: • Picard
		Optionen	: <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkkräfte $V_y$ und $V_z$ <input checked="" type="checkbox"/> Momente $M_y$ , $M_z$ und $M_T$
LK2	1,00*LF1+1,00*LF2	Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$ )
			: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für $J$ , $I_y$ , $I_z$ , $A$ , $A_y$ , $A_z$ )
			: <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $GJ$ , $EI_y$ , $EI_z$ , $EA$ , $GA_y$ , $GA_z$ )
		Berechnungstheorie	: • II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: • Picard
		Optionen	: <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkkräfte $V_y$ und $V_z$ <input checked="" type="checkbox"/> Momente $M_y$ , $M_z$ und $M_T$
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$ )
			: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für $J$ , $I_y$ , $I_z$ , $A$ , $A_y$ , $A_z$ )



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

Lasten und Lastkombinationen -

Seite: 28

## 2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter	
			: <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI <sub>y</sub> , EI <sub>z</sub> , EA, GA <sub>y</sub> , GA <sub>z</sub> )
LK3	1,00*LF1+0,50*LF2	Berechnungstheorie	: <input checked="" type="radio"/> II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: <input checked="" type="radio"/> Picard
		Optionen	: <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:
			<input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N
			<input checked="" type="checkbox"/> Querkkräfte V <sub>y</sub> und V <sub>z</sub>
			<input checked="" type="checkbox"/> Momente M <sub>y</sub> , M <sub>z</sub> und M <sub>T</sub>
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ <sub>M</sub> )
			: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I <sub>y</sub> , I <sub>z</sub> , A, A <sub>y</sub> , A <sub>z</sub> )
			: <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI <sub>y</sub> , EI <sub>z</sub> , EA, GA <sub>y</sub> , GA <sub>z</sub> )
LK4	1,00*LF1+1,50*LF3	Berechnungstheorie	: <input checked="" type="radio"/> II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: <input checked="" type="radio"/> Picard
		Optionen	: <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:
			<input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N
			<input checked="" type="checkbox"/> Querkkräfte V <sub>y</sub> und V <sub>z</sub>
			<input checked="" type="checkbox"/> Momente M <sub>y</sub> , M <sub>z</sub> und M <sub>T</sub>
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ <sub>M</sub> )
			: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I <sub>y</sub> , I <sub>z</sub> , A, A <sub>y</sub> , A <sub>z</sub> )
			: <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI <sub>y</sub> , EI <sub>z</sub> , EA, GA <sub>y</sub> , GA <sub>z</sub> )
LK5	1,35*LF1+1,50*LF2+0,75*LF4	Berechnungstheorie	: <input checked="" type="radio"/> II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: <input checked="" type="radio"/> Picard
		Optionen	: <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:
			<input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N
			<input checked="" type="checkbox"/> Querkkräfte V <sub>y</sub> und V <sub>z</sub>
			<input checked="" type="checkbox"/> Momente M <sub>y</sub> , M <sub>z</sub> und M <sub>T</sub>
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ <sub>M</sub> )
			: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I <sub>y</sub> , I <sub>z</sub> , A, A <sub>y</sub> , A <sub>z</sub> )
			: <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI <sub>y</sub> , EI <sub>z</sub> , EA, GA <sub>y</sub> , GA <sub>z</sub> )

LF1  
Eigenlast

## 3.2 STABLASTEN

LF1: Eigenlast

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter		
							Symbol	Wert	Einheit
1	Stäbe	204-211	Vorspannung	Konstant	x	Wahre Länge	V	2.000	kN

## 3.4 FLÄCHENLASTEN

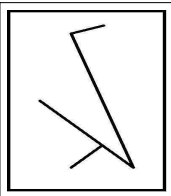
LF1: Eigenlast

Nr.	An Flächen Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Lastparameter		
					Symbol	Wert	Einheit
1	40,41,43-49,68-72,74,75,189,247,248	Kraft	Konstant	ZL	p	0.35	kN/m <sup>2</sup>
2	50,59,76-80,83-91,111,113-115	Kraft	Konstant	ZL	p	0.35	kN/m <sup>2</sup>
3	60,81,82,100,103,104,112,120-128,145-148	Kraft	Konstant	ZL	p	0.35	kN/m <sup>2</sup>
4	151-160,162-166,183-186	Kraft	Konstant	ZL	p	0.35	kN/m <sup>2</sup>
5	193-208,225-228	Kraft	Konstant	ZL	p	0.35	kN/m <sup>2</sup>
6	241,246	Kraft	Konstant	ZL	p	3.00	kN/m <sup>2</sup>

## 3.15 GENERIERTE LASTEN

LF1: Eigenlast

Nr.	Lastbezeichnung	
1	Aus Flächenlasten durch Ebene	
	Flächenlastrichtung	Senkrecht zur Ebene : <input checked="" type="checkbox"/> z
	Stablastrichtung	Richtung der generierten Stablasten: <input checked="" type="checkbox"/> Global in X, Y, Z
	Lastangriffsbereich	<input checked="" type="checkbox"/> Völlig geschlossene Ebene
	Lastverteilungstyp:	<input checked="" type="checkbox"/> Kombiniert
	Flächenlastgröße	<input checked="" type="checkbox"/> Konstant : 0.55 kN/m <sup>2</sup>
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten : 532,229,731,550,643,242,736,644,735,245,533
	Hinweis	: Jede Zeile in der L



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

Lasten und Lastkombinationen -

Seite: 29

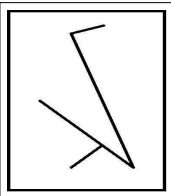
## 3.15 GENERIERTE LASTEN

LF1: Eigenlast

Nr.	Lastbezeichnung		Liste beschreibt eine Ebene
	Ohne Wirkung auf	Einzelstäbe	: 628,629,630,631,632,633,634,635,636,658,659,660,661,662,663,664,665,672,688,689,695,696,697,698,699,700,701,702,703,712,713,714,715,716,717,718,719,720,721,722,723,724,725,726,727,728,729,730,731,732,733,734,735,736,737,738,739,740,741,742,743,744,745,746,747,748,749,750,751,752,753,754,755,756,757,758,759,760,761,762,763,764,765,766,767,768,769,770,771,772,775,776,777
	Gesamtlasten generieren in Richtung	$\Sigma P$ Flächen	X : 0.000 kN
			Y : 33.378 kN
			Z : 381.491 kN
		$\Sigma P$ Stäbe	X : 0.000 kN
			Y : 33.378 kN
			Z : 381.491 kN
	Gesamtmoment zum Ursprung	$\Sigma M$ Flächen	X : 4121.160 kNm
			Y : -7671.270 kNm
			Z : 671.187 kNm
		$\Sigma M$ Stäbe	X : 4121.810 kNm
			Y : -7671.260 kNm
			Z : 671.190 kNm
	Zellen für Generierung gewählt	$\Sigma$ Anzahl Zellen	: 10
		$\Sigma$ Zellenfläche	: 696.270 m <sup>2</sup>
	Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.		: 704-711,779-833,835-840,988,989
2	Aus Flächenlasten durch Ebene		
	Flächenlastrichtung	Senkrecht zur Ebene	: <input checked="" type="checkbox"/> z
	Stablastrichtung	Richtung der generierten Stablasten:	: <input checked="" type="checkbox"/> Global in X, Y, Z
	Lastangriffsbereich	<input checked="" type="checkbox"/> Völlig geschlossene Ebene	
	Lastverteilungstyp:	<input checked="" type="checkbox"/> Kombiniert	
	Flächenlastgröße	<input checked="" type="checkbox"/> Konstant	: 0.55 kN/m <sup>2</sup>
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten	: 545,534,221,733,734,222,235,551,732,241
		Hinweis	: Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene
	Ohne Wirkung auf	Einzelstäbe	: 646,647,648,673,674,675,676,677,678,679,680,682,683,684,685,686,693,694,841,842,843,844,846,847,848,850,851,852,853,854,855,856,857,858,859,860,861,862,863,864,865,866,867,868,869,870,871,872,873,874,875,876,877,878,879,880,881,882,883,884,885,886,887,888,889,890,891,892,893,894,895,896,897,898,899,900,901,902,903,904,905,906,907,908,909,910,911,912,913,914,915,916
	Gesamtlasten generieren in Richtung	$\Sigma P$ Flächen	X : 0.000 kN
			Y : -33.627 kN
			Z : 384.367 kN
		$\Sigma P$ Stäbe	X : 0.000 kN
			Y : -33.627 kN
			Z : 384.367 kN
	Gesamtmoment zum Ursprung	$\Sigma M$ Flächen	X : 9708.980 kNm
			Y : -7710.990 kNm

RFEM 5.25.02 - Allgemeine 3D-Tragwerke nach FEM

www.dlubal.com



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

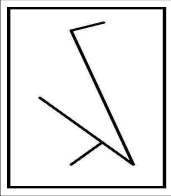
Lasten und Lastkombinationen -

Seite: 30

## 3.15 GENERIERTE LASTEN

LF1: Eigenlast

Nr.	Lastbezeichnung			
	$\Sigma M$ Stäbe	Z	: -674.605	kNm
		X	: 9709.780	kNm
		Y	: -7710.980	kNm
		Z	: -674.598	kNm
	Zellen für Generierung gewählt	$\Sigma$ Anzahl Zellen	: 10	
		$\Sigma$ Zellenfläche	: 701.519	m <sup>2</sup>
	Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.		: 649-653,681,845,849,917-987	
	Aus Flächenlasten durch Ebene			
	Flächenlastrichtung	Senkrecht zur Ebene	: <input checked="" type="checkbox"/> z	
	Stablastrichtung	Richtung der generierten Stablasten:	: <input checked="" type="checkbox"/> Global in X, Y, Z	
3	Lastangriffsbereich	<input checked="" type="checkbox"/> Völlig geschlossene Ebene		
	Lastverteilungstyp:	<input checked="" type="checkbox"/> Kombiniert		
	Flächenlastgröße	<input checked="" type="checkbox"/> Linear - Knoten Nr.	117	: 0.00 kN/m <sup>2</sup>
			85	: 0.00 kN/m <sup>2</sup>
			16	: 54.14 kN/m <sup>2</sup>
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten	: 85,61,1,16	
		Hinweis	: Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene	
	Gesamtlasten generieren in Richtung	$\Sigma P$ Flächen	X	: 0.000 kN
			Y	: 8911.440 kN
			Z	: 0.000 kN
		$\Sigma P$ Stäbe	X	: 0.000 kN
			Y	: 8911.440 kN
			Z	: 0.000 kN
4	Gesamtmoment zum Ursprung	$\Sigma M$ Flächen	X	: 24447.100 kNm
			Y	: 0.000 kNm
			Z	: 178229.000 kNm
		$\Sigma M$ Stäbe	X	: 24447.000 kNm
			Y	: 0.000 kNm
			Z	: 178229.000 kNm
	Zellen für Generierung gewählt	$\Sigma$ Anzahl Zellen	: 8	
		$\Sigma$ Zellenfläche	: 329.200	m <sup>2</sup>
	Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.		: 18-26	
	Aus Flächenlasten durch Ebene			
5	Flächenlastrichtung	Senkrecht zur Ebene	: <input checked="" type="checkbox"/> z	
	Stablastrichtung	Richtung der generierten Stablasten:	: <input checked="" type="checkbox"/> Global in X, Y, Z	
	Lastangriffsbereich	<input checked="" type="checkbox"/> Völlig geschlossene Ebene		
	Lastverteilungstyp:	<input checked="" type="checkbox"/> Kombiniert		
	Flächenlastgröße	<input checked="" type="checkbox"/> Linear - Knoten Nr.	117	: 0.00 kN/m <sup>2</sup>
			85	: 0.00 kN/m <sup>2</sup>
			16	: 54.14 kN/m <sup>2</sup>
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten	: 61,102,90,60,37,1	
		Hinweis	: Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene	
	Gesamtlasten generieren in Richtung	$\Sigma P$ Flächen	X	: 8207.540 kN
			Y	: 0.000 kN
			Z	: 0.000 kN
		$\Sigma P$ Stäbe	X	: 8207.540 kN
			Y	: 0.000 kN
			Z	: 0.000 kN
	Gesamtmoment zum Ursprung	$\Sigma M$ Flächen	X	: 0.000 kNm
			Y	: -22244.400 kNm
			Z	: -148264.000 kNm
		$\Sigma M$ Stäbe	X	: 0.000 kNm
			Y	: -22244.400 kNm
			Z	: -148264.000 kNm
	Zellen für Generierung gewählt	$\Sigma$ Anzahl Zellen	: 1	
		$\Sigma$ Zellenfläche	: 272.430	m <sup>2</sup>
	Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.		: 1,18	
	Aus Flächenlasten durch Ebene			
5	Flächenlastrichtung	Senkrecht zur Ebene	: <input checked="" type="checkbox"/> z	
	Stablastrichtung	Richtung der generierten Stablasten:	: <input checked="" type="checkbox"/> Global in X, Y, Z	



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

Lasten und Lastkombinationen -

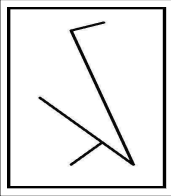
Seite: 31

## 3.15 GENERIERTE LASTEN

LF1: Eigenlast

Nr.	Lastbezeichnung				
	Lastangriffsbereich	<input checked="" type="checkbox"/> Völlig geschlossene Ebene			
	Lastverteilungstyp:	<input checked="" type="checkbox"/> Kombiniert			
	Flächenlastgröße	<input checked="" type="checkbox"/> Linear - Knoten Nr.	60	:	-12.24 kN/m <sup>2</sup>
			76	:	-12.24 kN/m <sup>2</sup>
			45	:	-54.14 kN/m <sup>2</sup>
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten	:	61,102,90,60,37,1; 60,76,45,37	
		Hinweis	:	Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene	
	Gesamtlasten generieren in Richtung	Σ P Flächen	X	:	-8267.960 kN
			Y	:	-8934.750 kN
			Z	:	0.000 kN
		ΣP Stäbe	X	:	-8267.960 kN
			Y	:	-8934.750 kN
			Z	:	0.000 kN
Gesamtmoment zum Ursprung	Σ M Flächen	X	:	-23739.500 kNm	
		Y	:	23020.300 kNm	
		Z	:	-31626.900 kNm	
	ΣM Stäbe	X	:	-23739.500 kNm	
		Y	:	23020.400 kNm	
		Z	:	-31626.900 kNm	
Zellen für Generierung gewählt	Σ Anzahl Zellen	:	9		
	Σ Zellenfläche	:	541.630	m <sup>2</sup>	
Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.		:	1-9,18		
6	Aus Flächenlasten durch Ebene				
	Flächenlastrichtung	Senkrecht zur Ebene	:	<input checked="" type="checkbox"/> z	
	Stablastrichtung	Richtung der generierten Stablasten:	:	<input checked="" type="checkbox"/> Global in X, Y, Z	
	Lastangriffsbereich	<input checked="" type="checkbox"/> Völlig geschlossene Ebene			
	Lastverteilungstyp:	<input checked="" type="checkbox"/> Kombiniert			
	Flächenlastgröße	<input checked="" type="checkbox"/> Linear - Knoten Nr.	117	:	0.00 kN/m <sup>2</sup>
			85	:	0.00 kN/m <sup>2</sup>
			45	:	-54.14 kN/m <sup>2</sup>
Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten	:	60,76,45,37; 117,85,16,45,76,116		
	Hinweis	:	Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene		
Gesamtlasten generieren in Richtung	Σ P Flächen	X	:	-7863.570 kN	
		Y	:	-8865.160 kN	
		Z	:	0.000 kN	
	ΣP Stäbe	X	:	-7863.570 kN	
		Y	:	-8865.160 kN	
		Z	:	0.000 kN	
Gesamtmoment zum Ursprung	Σ M Flächen	X	:	-23427.300 kNm	
		Y	:	21312.200 kNm	
		Z	:	-35253.100 kNm	
	ΣM Stäbe	X	:	-23427.300 kNm	
		Y	:	21312.200 kNm	
		Z	:	-35253.100 kNm	
Zellen für Generierung gewählt	Σ Anzahl Zellen	:	9		
	Σ Zellenfläche	:	541.630	m <sup>2</sup>	
Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.		:	1-9,26		





# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

Lasten und Lastkombinationen -

Seite: 32

LF2  
Verkehrslast

## 3.4 FLÄCHENLASTEN

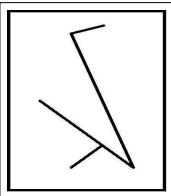
LF2: Verkehrslast

Nr.	An Flächen Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Lastparameter		
					Symbol	Wert	Einheit
1	40,43-49,68-72,74,75,189,247	Kraft	Konstant	ZL	p	3.50	kN/m <sup>2</sup>
2	41,248	Kraft	Konstant	ZL	p	5.00	kN/m <sup>2</sup>
3	50,77-80,83-91,111,115	Kraft	Konstant	ZL	p	3.50	kN/m <sup>2</sup>
4	59,76,113,114	Kraft	Konstant	ZL	p	5.00	kN/m <sup>2</sup>
5	60,100,103,104,112,120-128,145,148	Kraft	Konstant	ZL	p	3.50	kN/m <sup>2</sup>
6	81,82,146,147	Kraft	Konstant	ZL	p	5.00	kN/m <sup>2</sup>
7	151,154-160,162-166,183,186	Kraft	Konstant	ZL	p	3.50	kN/m <sup>2</sup>
8	152,153,184,185	Kraft	Konstant	ZL	p	5.00	kN/m <sup>2</sup>
9	193,196-208,225,228	Kraft	Konstant	ZL	p	3.50	kN/m <sup>2</sup>
10	194,195,226,227	Kraft	Konstant	ZL	p	5.00	kN/m <sup>2</sup>
11	241,246	Kraft	Konstant	ZL	p	5.00	kN/m <sup>2</sup>
12	17,29-36,53,54,57,58,64,65	Kraft	Konstant	z	p	3.65	kN/m <sup>2</sup>
13	28	Kraft	Konstant	z	p	-3.65	kN/m <sup>2</sup>
14	9-16	Kraft	Konstant	z	p	-3.65	kN/m <sup>2</sup>

## 3.15 GENERIERTE LASTEN

LF2: Verkehrslast

Nr.	Lastbezeichnung			
1	Aus Flächenlasten durch Ebene			
	Flächenlastrichtung	Senkrecht zur Ebene	:	<input checked="" type="checkbox"/> z
	Stablastrichtung	Richtung der generierten Stablasten:	:	<input checked="" type="checkbox"/> Global in X, Y, Z
	Lastangriffsbereich	<input checked="" type="checkbox"/> Völlig geschlossene Ebene		
	Lastverteilungstyp:	<input checked="" type="checkbox"/> Kombiniert		
	Flächenlastgröße	<input checked="" type="checkbox"/> Konstant	:	1.00 kN/m <sup>2</sup>
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten	:	532,229,731,550,643,242,736,644,735,245,533
		Hinweis	:	Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene
	Ohne Wirkung auf	Einzelstäbe	:	628,629,630,631,632,633,634,635,636,658,659,660,661,662,663,664,665,672,688,689,695,696,697,698,699,700,701,702,703,712,713,714,715,716,717,718,719,720,721,722,723,724,725,726,727,728,729,730,731,732,733,734,735,736,737,738,739,740,741,742,743,744,745,746,747,748,749,750,751,752,753,754,755,756,757,758,759,760,761,762,763,764,765,766,767,768,769,770,771,772,775,776,777
	Gesamtlasten generieren in Richtung	$\Sigma P_{\text{Flächen}}$	X	: 0.000 kN
			Y	: 60.688 kN
			Z	: 693.620 kN
		$\Sigma P_{\text{Stäbe}}$	X	: 0.000 kN
			Y	: 60.688 kN
			Z	: 693.619 kN
	Gesamtmoment zum Ursprung	$\Sigma M_{\text{Flächen}}$	X	: 7493.010 kNm
			Y	: -13947.800 kNm
			Z	: 1220.340 kNm
		$\Sigma M_{\text{Stäbe}}$	X	: 7494.190 kNm
			Y	: -13947.700 kNm
			Z	: 1220.340 kNm
	Zellen für Generierung gewählt	$\Sigma$ Anzahl Zellen	:	10
		$\Sigma$ Zellenfläche	:	696.270 m <sup>2</sup>
	Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.		:	704-711,779-833,835-840,988,989
2	Aus Flächenlasten durch Ebene			
	Flächenlastrichtung	Senkrecht zur Ebene	:	<input checked="" type="checkbox"/> z
	Stablastrichtung	Richtung der generierten Stablasten:	:	<input checked="" type="checkbox"/> Global in X, Y, Z
	Lastangriffsbereich	<input checked="" type="checkbox"/> Völlig geschlossene Ebene		
	Lastverteilungstyp:	<input checked="" type="checkbox"/> Kombiniert		
	Flächenlastgröße	<input checked="" type="checkbox"/> Konstant	:	1.00 kN/m <sup>2</sup>



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

Lasten und Lastkombinationen -

Seite: 33

## 3.15 GENERIERTE LASTEN

LF2: Verkehrslast

Nr.	Lastbezeichnung			
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten	:	545,534,221,733,734,222,235,551,732,241
		Hinweis	:	Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene
	Ohne Wirkung auf	Einzelstäbe	:	646,647,648,673,674,675,676,677,678,679,680,682,683,684,685,686,693,694,841,842,843,844,846,847,848,850,851,852,853,854,855,856,857,858,859,860,861,862,863,864,865,866,867,868,869,870,871,872,873,874,875,876,877,878,879,880,881,882,883,884,885,886,887,888,889,890,891,892,893,894,895,896,897,898,899,900,901,902,903,904,905,906,907,908,909,910,911,912,913,914,915,916
Gesamtlasten generieren in Richtung	$\Sigma P$ Flächen	X	:	0.000 kN
		Y	:	-61.139 kN
		Z	:	698.850 kN
	$\Sigma P$ Stäbe	X	:	0.000 kN
		Y	:	-61.139 kN
		Z	:	698.849 kN
Gesamtmoment zum Ursprung	$\Sigma M$ Flächen	X	:	17652.700 kNm
		Y	:	-14020.000 kNm
		Z	:	-1226.560 kNm
	$\Sigma M$ Stäbe	X	:	17654.100 kNm
		Y	:	-14020.000 kNm
		Z	:	-1226.540 kNm
Zellen für Generierung gewählt	$\Sigma$ Anzahl Zellen	:		10
	$\Sigma$ Zellenfläche	:		701.519 m <sup>2</sup>
Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.		:		649-653,681,845,849,917-987

LF3  
Auftrieb

## 3.4 FLÄCHENLASTEN

LF3: Auftrieb

Nr.	An Flächen Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Symbol	Wert	Einheit
1	37-39	Kraft	Konstant	ZL	p	-15.00	kN/m <sup>2</sup>

LF4  
Schnee

## 3.4 FLÄCHENLASTEN

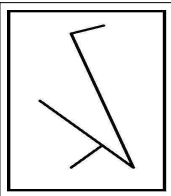
LF4: Schnee

Nr.	An Flächen Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Symbol	Wert	Einheit
1	241,246	Kraft	Konstant	ZL	p	0.85	kN/m <sup>2</sup>

## 3.15 GENERIERTE LASTEN

LF4: Schnee

Nr.	Lastbezeichnung			
1	Aus Flächenlasten durch Ebene			
	Flächenlastrichtung	Global bezogen auf projizierte Fläche:	:	<input checked="" type="checkbox"/> ZP
	Lastangriffsbereich	<input checked="" type="checkbox"/> Völlig geschlossene Ebene	:	
	Lastverteilungstyp:	<input checked="" type="checkbox"/> Kombiniert	:	
	Flächenlastgröße	<input checked="" type="checkbox"/> Konstant	:	0.85 kN/m <sup>2</sup>
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten	:	545,534,221,733,734,222,235,551,732,241
		Hinweis	:	Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene
	Ohne Wirkung auf	Einzelstäbe	:	646,647,648,673,674,675,676,677,678,679,680,682,683,684,685,686,693,694,841,842,8



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

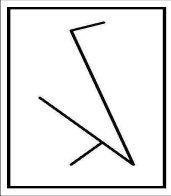
Lasten und Lastkombinationen -

Seite: 34

## 3.15 GENERIERTE LASTEN

LF4: Schnee

Nr.	Lastbezeichnung				
				843,844,846,847,848, 850,851,852,853,854, 855,856,857,858,859, 860,861,862,863,864, 865,866,867,868,869, 870,871,872,873,874, 875,876,877,878,879, 880,881,882,883,884, 885,886,887,888,889, 890,891,892,893,894, 895,896,897,898,899, 900,901,902,903,904, 905,906,907,908,909, 910,911,912,913,914, 915,916	
	Gesamtlasten generieren in Richtung	$\Sigma P$ Flächen	X Y Z	: : : 0.000 kN 0.000 kN 594.022 kN	
		$\Sigma P$ Stäbe	X Y Z	: : : 0.000 kN 0.000 kN 594.022 kN	
	Gesamtmoment zum Ursprung	$\Sigma M$ Flächen	X Y Z	: : : 16173.900 kNm -11917.000 kNm 0.000 kNm	
		$\Sigma M$ Stäbe	X Y Z	: : : 16183.200 kNm -11917.000 kNm 0.000 kNm	
	Zellen für Generierung gewählt	$\Sigma$ Anzahl Zellen $\Sigma$ Zellenfläche		: : 10 698.850 m²	
	Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.			: 649-653,681,845,849, 917-987	
	2	Aus Flächenlasten durch Ebene			
	Flächenlastrichtung	Global bezogen auf projizierte Fläche:		: <input checked="" type="checkbox"/> ZP	
	Lastangriffsbereich	<input checked="" type="checkbox"/> Völlig geschlossene Ebene			
	Lastverteilungstyp:	<input checked="" type="checkbox"/> Kombiniert			
	Flächenlastgröße	<input checked="" type="checkbox"/> Konstant		: 0.85 kN/m²	
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten		: 532,229,731,550,643, 242,736,644,735,245, 533	
		Hinweis		: Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene	
	Ohne Wirkung auf	Einzelstäbe		: 628,629,630,631,632, 633,634,635,636,658, 659,660,661,662,663, 664,665,672,688,689, 695,696,697,698,699, 700,701,702,703,712, 713,714,715,716,717, 718,719,720,721,722, 723,724,725,726,727, 728,729,730,731,732, 733,734,735,736,737, 738,739,740,741,742, 743,744,745,746,747, 748,749,750,751,752, 753,754,755,756,757, 758,759,760,761,762, 763,764,765,766,767, 768,769,770,771,772, 775,776,777	
Gesamtlasten generieren in Richtung	$\Sigma P$ Flächen	X Y Z	: : : 0.000 kN 0.000 kN 589.577 kN		
	$\Sigma P$ Stäbe	X Y Z	: : : 0.000 kN 0.000 kN 589.577 kN		
Gesamtmoment zum Ursprung	$\Sigma M$ Flächen	X Y Z	: : : 5131.470 kNm -11855.600 kNm 0.000 kNm		
	$\Sigma M$ Stäbe	X Y Z	: : : 5138.010 kNm -11855.600 kNm 0.000 kNm		
Zellen für Generierung gewählt	$\Sigma$ Anzahl Zellen		: 10		



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

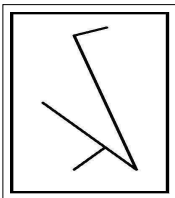
Lasten und Lastkombinationen -

Seite: 35

## 3.15 GENERIERTE LASTEN

LF4: Schnee

Nr.	Lastbezeichnung	
	$\Sigma$ Zellenfläche	: 693.620 m <sup>2</sup>
	Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.	: 704-711,779-833, 835-840,988,989
3	Aus Flächenlasten durch Ebene	
	Flächenlastrichtung	Senkrecht zur Ebene : <input checked="" type="checkbox"/> z
	Stablastrichtung	Richtung der generierten Stablasten: <input checked="" type="checkbox"/> Global in X, Y, Z
	Lastangriffsbereich	<input checked="" type="checkbox"/> Völlig geschlossene Ebene
	Lastverteilungstyp:	<input checked="" type="checkbox"/> Kombiniert
	Flächenlastgröße	<input checked="" type="checkbox"/> Linear - Knoten Nr. 697 : 1.71 kN/m <sup>2</sup> 235 : 0.00 kN/m <sup>2</sup> 699 : 1.71 kN/m <sup>2</sup>
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten : 697,221,733,730,734, 222,235,551,732,241, 700,699 Hinweis : Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene
	Ohne Wirkung auf	Einzelstäbe : 682,683,684,685,686, 693,694,885,886,887, 888,889,890,891,892, 894,895,896,897,898, 899,900,901,902,903, 904,905,906,907,908, 909,910,911,912,913, 914,915,916
	Gesamtlasten generieren in Richtung	$\Sigma P_{\text{Flächen}}$ X : 0.000 kN Y : -19.792 kN Z : 226.239 kN $\Sigma P_{\text{Stäbe}}$ X : 0.000 kN Y : -19.792 kN Z : 226.239 kN
	Gesamtmoment zum Ursprung	$\Sigma M_{\text{Flächen}}$ X : 4670.660 kNm Y : -4531.630 kNm Z : -396.444 kNm $\Sigma M_{\text{Stäbe}}$ X : 4670.690 kNm Y : -4531.630 kNm Z : -396.441 kNm
	Zellen für Generierung gewählt	$\Sigma$ Anzahl Zellen : 4 $\Sigma$ Zellenfläche : 253.519 m <sup>2</sup>
	Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.	: 957-987



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

D01 - Hoesch Additiv Decke -

Seite: 36

## Pos. D01 - Hoesch Additiv Decke

(gemäß bauaufsichtlicher Zulassung Nr. Z- 26.1-44)

### Eingabedaten:

#### Geometrie:

Stahlprofil - Stahlverbundträger:

Typ1 =	GEW("EC3_de/Profile";ID;)	=	HEA
Profil ID1 =	GEW("EC3_de/"Typ1; ID;)	=	HEA 600
Nennhöhe NH =	TAB("EC3_de/"Typ1; NH; ID=ID1)	=	600

Höhe h =	TAB("EC3_de/"Typ1; h; ID=ID1)	=	590,00 mm
Breite b =	TAB("EC3_de/"Typ1; b; ID=ID1)	=	300,00 mm
Steg $t_w$ =	TAB("EC3_de/"Typ1; $t_w$ ; ID=ID1)	=	13,00 mm
Flansch $t_f$ =	TAB("EC3_de/"Typ1; $t_f$ ; ID=ID1)	=	25,00 mm
Radius r =	TAB("EC3_de/"Typ1; r; ID=ID1)	=	27,00 mm
Steghöhe d =	TAB("EC3_de/"Typ1; d; ID=ID1)	=	486,00 mm
<i>alternativ:</i>			
gerader Stegteil d =	$h - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r$	=	486,00 mm

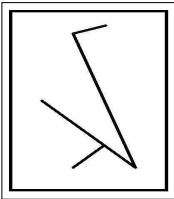
A =	TAB("EC3_de/"Typ1; A; ID=ID1)	=	226,00 cm <sup>2</sup>
A <sub>y</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; A <sub>y</sub> ; ID=ID1)	=	125,31 cm <sup>2</sup>
A <sub>z</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; A <sub>z</sub> ; ID=ID1)	=	71,15 cm <sup>2</sup>
A <sub>wy</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; A <sub>wy</sub> ; ID=ID1)	=	155,20 cm <sup>2</sup>
A <sub>vz</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; A <sub>vz</sub> ; ID=ID1)	=	92,75 cm <sup>2</sup>
A <sub>St</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; A <sub>Steg</sub> ; ID=ID1)	=	70,20 cm <sup>2</sup>

V =	TAB("EC3_de/"Typ1; V; ID=ID1)	=	22600 cm <sup>3</sup> /m
g =	TAB("EC3_de/"Typ1; g; ID=ID1)	=	1,77 kN/m
AmV =	TAB("EC3_de/"Typ1; AmV; ID=ID1)	=	102,21 1/m
U =	TAB("EC3_de/"Typ1; U; ID=ID1)	=	2,31 m <sup>2</sup> /m

I <sub>y</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; I <sub>y</sub> ; ID=ID1)	=	141200,00 cm <sup>4</sup>
i <sub>y</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; i <sub>y</sub> ; ID=ID1)	=	25,00 cm
W <sub>y</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; W <sub>y</sub> ; ID=ID1)	=	4790,00 cm <sup>3</sup>
S <sub>y</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; S <sub>y</sub> ; ID=ID1)	=	2680,00 cm <sup>3</sup>
W <sub>pl,y</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; W <sub>ply</sub> ; ID=ID1)	=	5360,00 cm <sup>3</sup>
α <sub>ply</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; a <sub>ply</sub> ; ID=ID1)	=	1,12

I <sub>z</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; I <sub>z</sub> ; ID=ID1)	=	11270,00 cm <sup>4</sup>
i <sub>z</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; i <sub>z</sub> ; ID=ID1)	=	7,05 cm
i <sub>zg</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; i <sub>zg</sub> ; ID=ID1)	=	7,82 cm
W <sub>z</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; W <sub>z</sub> ; ID=ID1)	=	751,00 cm <sup>3</sup>
S <sub>z</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; S <sub>z</sub> ; ID=ID1)	=	281,25 cm <sup>3</sup>
W <sub>pl,z</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; W <sub>plz</sub> ; ID=ID1)	=	1155,66 cm <sup>3</sup>
α <sub>plz</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; a <sub>plz</sub> ; ID=ID1)	=	1,54

i <sub>p</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; i <sub>p</sub> ; ID=ID1)	=	259,80 mm
I <sub>t</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; I <sub>t</sub> ; ID=ID1)	=	399,00 cm <sup>4</sup>
I <sub>ω</sub> =	TAB("EC3_de/"Typ1; I <sub>ω</sub> ; ID=ID1)*10 <sup>3</sup>	=	8978000 cm <sup>6</sup>



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

D01 - Hoesch Additiv Decke -

Seite: 37

$$W_{\omega} = \text{TAB}(\text{"EC3\_de/"Typ1; } W_{\omega}; \text{ID=ID1}) = 21187,00 \text{ cm}^4$$

$$\omega = \text{TAB}(\text{"EC3\_de/"Typ1; } \omega; \text{ID=ID1}) = 423,75 \text{ cm}^2$$

$$S_{\omega} = \text{TAB}(\text{"EC3\_de/"Typ1; } S_{\omega}; \text{ID=ID1}) = 7945,31 \text{ cm}^4$$

$$W_{pl,\omega} = \text{TAB}(\text{"EC3\_de/"Typ1; } W_{pl,\omega}; \text{ID=ID1}) = 31781,30 \text{ cm}^4$$

$$\alpha_{pl,\omega} = \text{TAB}(\text{"EC3\_de/"Typ1; } \alpha_{pl,\omega}; \text{ID=ID1}) = 1,50$$

nachfolgende Werte nach DIN 18800-1 für  $f_{y,d} = 218,2 \text{ N/mm}^2$

$$N_{pl,Rd} = \text{TAB}(\text{"EC3\_de/"Typ1; } N_{pl,Rd}; \text{ID=ID1}) = 5321,43 \text{ kN}$$

$$V_{pl,z,Rd} = \text{TAB}(\text{"EC3\_de/"Typ1; } V_{pl,z,Rd}; \text{ID=ID1}) = 996,43 \text{ kN}$$

$$M_{pl,y,Rd} = \text{TAB}(\text{"EC3\_de/"Typ1; } M_{pl,y,Rd}; \text{ID=ID1}) = 1256,85 \text{ kNm}$$

$$V_{pl,y,Rd} = \text{TAB}(\text{"EC3\_de/"Typ1; } V_{pl,y,Rd}; \text{ID=ID1}) = 2035,52 \text{ kN}$$

$$M_{pl,z,Rd} = \text{TAB}(\text{"EC3\_de/"Typ1; } M_{pl,z,Rd}; \text{ID=ID1}) = 271,51 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,xp,d} = \text{TAB}(\text{"EC3\_de/"Typ1; } M_{pl,xp,d}; \text{ID=ID1}) = 30,87 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,xs,d} = \text{TAB}(\text{"EC3\_de/"Typ1; } M_{pl,xs,d}; \text{ID=ID1}) = 574,90 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,\omega,d} = \text{TAB}(\text{"EC3\_de/"Typ1; } M_{pl,\omega,d}; \text{ID=ID1}) = 74,68 \text{ kNm}^2$$

$$\text{Aufbetondicke } h_c = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Profiltafel TRP200 } t_n = 1,25 \text{ mm}$$

$$h_{TRP} = 205 \text{ mm}$$

## Baustoffe:

$$\text{Beton} = \text{GEW}(\text{"ec2\_de/beton\_ec2"; Bez; fck < 55}) = \text{C35/45}$$

$$\alpha_{cc} = 0,85$$

$$\chi = 0,95$$

$$f_{ck} = \text{TAB}(\text{"ec2\_de/beton\_ec2"; fck; Bez=Beton}) = 35,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ct,eff} = \text{TAB}(\text{"ec2\_de/beton\_ec2"; fctm; Bez=Beton}) = 3,20 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd,\chi} = \chi \cdot \text{TAB}(\text{"ec2\_de/beton\_ec2"; fcd; Bez=Beton}) \cdot \alpha_{cc} / 0,85 = 18,84 \text{ N/mm}^2$$

$$c_{nom} = 45 \text{ mm}$$

$$\text{Betonstahl} = \text{B 500}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_S = 1,15$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 435 \text{ N/mm}^2$$

$$d_s = 12 \text{ mm}$$

Baustahl:

$$\text{Stahl} = \text{GEW}(\text{"EC3\_de/mat"; ID; }) = \text{S 355}$$

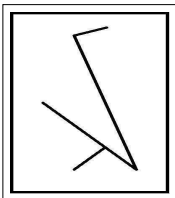
$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{u,k} = \text{TAB}(\text{"EC3\_de/mat"; } f_{u,k}; \text{ID=Stahl}) / 10 = 51,0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\beta_w = \text{TAB}(\text{"EC3\_de/mat"; } \beta_w; \text{ID=Stahl}) = 0,90$$

$$f_{w,Rd} = \frac{f_{u,k}}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 26,17 \text{ kN/cm}^2$$

## Rechnerische Stützweite:



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

D01 - Hoesch Additiv Decke -

Seite: 38

Die rechnerische Stützweite  $L$  der Profiltafel reicht von Mitte Knaggenauflagerung bis Mitte Knaggenauflagerungen.

$$L_{\text{Raster}} = 5,00 \text{ m}$$

$$\text{Knaggenlänge } L_K = 60 \text{ mm}$$

$$\text{Obergurtbreite des Stahlträgers } b_o = b = 300 \text{ mm}$$

$$L = L_{\text{Raster}} - \frac{b_o}{1000} - \frac{L_K}{1000} = 4,64 \text{ m}$$

## Nachweis im Bauzustand:

### Einwirkungen

$$\text{Eigenlast Profiltafel } g_{1k} = 0,16 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Eigenlast Rippe } g_{\text{Rippe}} = 0,87 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Eigenlast Frischbeton } g_{2k} = g_{\text{Rippe}} + 26 \cdot (h_c / 100) = 3,47 \text{ KN/m}^2$$

$$g_d = 1,35 \cdot (g_{1k} + g_{2k}) = 4,90 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Betonierverkehrslasten } p_{1k} = 0,75 \text{ KN/m}^2$$

$$\Delta p_k = 0,75 \text{ KN/m}^2$$

$$p_{1d} = 1,5 \cdot p_{1k} = 1,13 \text{ KN/m}^2$$

$$\Delta p_d = 1,5 \cdot \Delta p_k = 1,13 \text{ KN/m}^2$$

### Schnittgrößen

$$M_{Ed} = (g_d + p_{1d}) \cdot L^2 / 8 + \Delta p_d \cdot 3 \cdot (2 \cdot L - 3) / 8 = 18,89 \text{ KNm/m}$$

$$V_{Ed} = (g_d + p_{1d}) \cdot L / 2 + \Delta p_d \cdot 3 / L \cdot (L - 3 / 2) = 16,28 \text{ KN/m}$$

Abscherkraft je Knagge:

$$A_{K,Ed} = 0,75 \cdot V_{Ed} / 2 = 6,11 \text{ KN}$$

Abscherkraft je Setzbolzen:

$$F_{Q,Ed} = 0,25 \cdot A_{K,Ed} = 1,53 \text{ KN}$$

Bemessung

Biegung:

$$\text{Zulassung Z.-26.1-44 Anl. 12 } M_{PT,Rd} = 22,10 \text{ KN/m}$$

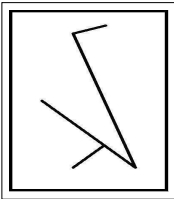
$$\frac{M_{Ed}}{M_{PT,Rd} \cdot 1,1} = \underline{\underline{0,940 < 1}}$$

Abscheren Knagge:

$$\text{nach Zulassung Z.-26.1-44 Tab.1 } A_{K,Rd} = 10,80 \text{ KN}$$

$$\frac{A_{K,Ed}}{A_{K,Rd}} = \underline{\underline{0,566 < 1}}$$

In der bauaufsichtliche Zulassung für Verbindungselemente sind die zulässigen Kräfte nach globalen



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

D01 - Hoesch Additiv Decke -

Seite: 39

Sicherheitskonzept angegeben. Die Bemessungswerte der Widerstände ergeben sich aus dem Verhältnis der Sicherheitsbeiwerte.

gewählt: **HILTI Setzbolzen X-ENP -19-L15**

$$V_{R,k} = 8,00 \text{ kN}$$

$$\gamma_M = 1,25$$

$$V_{Rd} = V_{R,k} / \gamma_M = 6,40 \text{ kN}$$

Abscheren Setzbolzen

$$\frac{F_{Q,Ed}}{V_{Rd}} = \underline{\underline{0,239 < 1}}$$

## Nachweise im Endzustand:

### Einwirkungen

Eigenlast Profiltafel $g_{1k}$	=	0,16 kN/m <sup>2</sup>
Eigenlast Rippe $g_{Rippe}$	=	0,83 kN/m <sup>2</sup>
Eigenlast $g_{2k}$	$g_{Rippe} + 25 \cdot (h_c / 100)$	= 3,33 kN/m <sup>2</sup>
Eigenlast Ausbau $g_{3k}$	=	0,35 kN/m <sup>2</sup>
$g_d$	$1,35 \cdot (g_{1k} + g_{2k} + g_{3k})$	= 5,18 kN/m <sup>2</sup>
Verkehrslast $p_k$	=	3,50 kN/m <sup>2</sup>
$p_d$	$1,5 \cdot p_k$	= 5,25 kN/m <sup>2</sup>
$q_{Ed}$	$g_d + p_d$	= 10,43 kN/m <sup>2</sup>

### Schnittgrößen

$$M_{Ed} = q_{Ed} \cdot L_{Raster}^2 / 8 = 32,59 \text{ kNm/m}$$

$$V_{Ed} = q_{Ed} \cdot L_{Raster} / 2 = 26,07 \text{ kN/m}$$

Abscherkraft je Knagge:

$$A_{K,Ed} = 0,75 \cdot V_{Ed} / 2 = 9,78 \text{ kN}$$

Abscherkraft je Setzbolzen:

$$F_{Q,Ed} = 0,25 \cdot A_{K,Ed} = 2,44 \text{ kN}$$

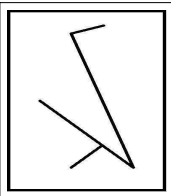
### Bemessung für die Aufnahme der Biegemomente

$$M_{Rd} = M_{PT,Rd} + M_{c,Rd}$$

$$M_{Pt,Rk} = 26,50 \text{ kNm/m}$$

$$M_{PT,Rd} = \frac{M_{Pt,Rk}}{1,1} = 24,09 \text{ kNm/m}$$





# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

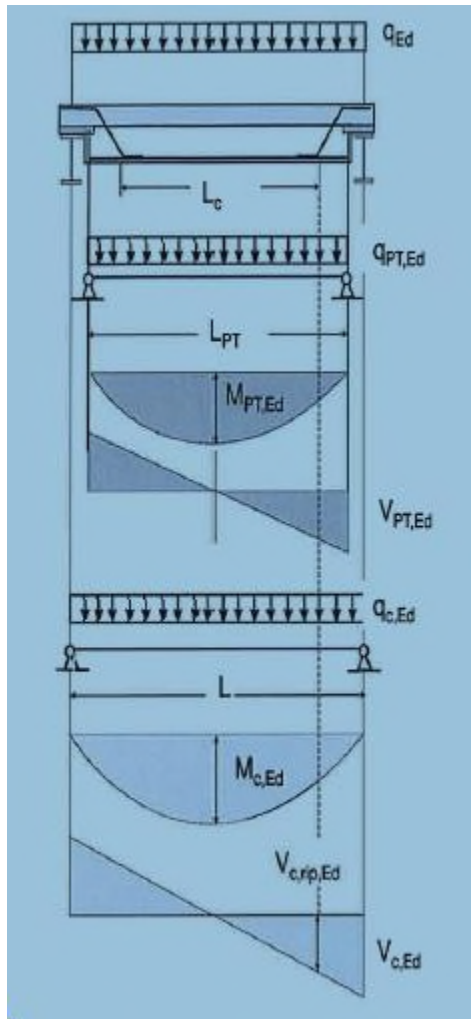
Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

D01 - Hoesch Additiv Decke -

Seite: 40

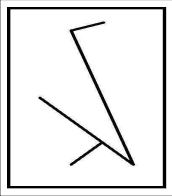


$$\frac{M_{Ed}}{M_{PT,Rd}} = \underline{\underline{1,488 > 1}}$$

$$\text{erf } M_{c,Rd} = M_{Ed} - M_{PT,Rd} = 8,50 \text{ KNm/m}$$

Schwerpunktabstand der unteren Bewehrung vom unteren Rippenrand:

$$\begin{aligned} u &= c_{nom} + \frac{d_s}{2} = 51 \text{ mm} \\ d &= h_{TRP} + h_c \cdot 10 - u = 254 \text{ mm} \\ b &= 1000 \text{ mm} \end{aligned}$$



## Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

D01 - Hoesch Additiv Decke -

Seite: 41

Dehnungsverteilung  $\epsilon_C / \epsilon_S = -0,378 / 25$  in ‰

$$\epsilon_C = 0,378$$

$$x = d \cdot \frac{\epsilon_C}{\epsilon_C + 25} = 3,78 \text{ mm}$$

$$\text{Betondruckkraft: } F_{cd} = A_{cc,red} \cdot \chi \cdot f_{cd}$$

$$A_{cc,red} = b/10 \cdot 0,8 \cdot x = 302,4 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$F_{cd} = A_{cc,red} \cdot 0,01 \cdot f_{cd,\chi} = 57,0 \text{ KN}$$

Hebelarm

$$z = d - 0,5 \cdot x = 252 \text{ mm}$$

Identitätsbedingungen:

$$M_{Ed1} = F_{cd} \cdot \frac{z}{1000} = 14,36 \text{ KNm/m}$$

--> Dehnungsverteilung richtig eingeschätzt ! erf  $M_{c,Rd} \sim M_{Ed1}$  Gleichgewicht im Querschnitt bei reiner Biegung

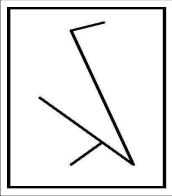
Stahlzugkraft

$$F_{sd} = F_{cd} = 57,0 \text{ KN}$$

Bewehrung

$$\text{erf}_{A_s} = \frac{F_{sd}}{\frac{f_{yd}}{10}} = 1,310 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{erf}_{A_{s,Rippe}} = 0,75 \cdot \text{erf}_{A_s} = 0,983 \text{ cm}^2$$



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

D01 - Hoesch Additiv Decke -

Seite: 42

## Längsbewehrung gewählt:

$$\begin{aligned} \text{gew. } d_s &= \text{GEW}(\text{"ec2\_de/As"; } d_s ;) &= & 12 \text{ mm} \\ A_{s,\text{gew}} &= \text{GEW}(\text{"ec2\_de/As"; Bez; } d_s=d_s; A_{s,\text{erf}} A_{s,\text{Rippe}}) &= & 1 \text{ } \varnothing 12 \\ \text{vorh. } A_s &= \text{TAB}(\text{"ec2\_de/As"; } A_s; \text{Bez}=A_{s,\text{gew}}) &= & 1,130 \text{ cm}^2 \\ \text{vor. } A_{s,1} &= \frac{\text{vorh. } A_s}{0,75} &= & 1,507 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

**gew. 1  $\varnothing 12$  pro Rippe**

$$M_{c,Rd} = \text{vor. } A_{s,1} * \frac{f_{yd}}{10} * \left( \frac{d}{10} - \frac{x}{2} \right) * 0,01 = 16,53 \text{ KNm/m}$$

## Nachweis:

$$M_{Rd} = M_{PT,Rd} + M_{c,Rd} = 40,62 \text{ KNm/m}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \underline{\underline{0,802 < 1}}$$

## Bemessung für die Aufnahme der Querkkräfte

Abscheren Knagge:

$$\text{nach Zulassung Z.-26.1-44 Tab.1 } A_{K,Rd} = 10,80 \text{ KN}$$

$$\frac{A_{K,Ed}}{A_{K,Rd}} = \underline{\underline{0,91 < 1}}$$

gewählt: HILTI Setzbolzen X-ENP -19-L15

$$V_{R,k} = 8,00 \text{ kN}$$

$$\gamma_M = 1,25$$

$$V_{Rd} = V_{R,k} / \gamma_M = 6,40 \text{ KN}$$

Abscheren Setzbolzen

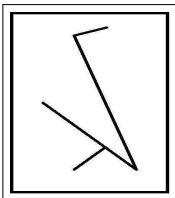
$$\frac{F_{Q,Ed}}{V_{Rd}} = \underline{\underline{0,381 < 1}}$$

## Querkrafttragfähigkeit der Verbunddecke

$$q_{PT,Ed} = q_{Ed} * \frac{M_{PT,Rd} * \left( \frac{L_{\text{Raster}}}{L} \right)^2}{M_{c,Rd} + M_{PT,Rd} * \left( \frac{L_{\text{Raster}}}{L} \right)^2} = 6,56 \text{ KN/m}^2$$

$$g_{G,Ed} = 1,35 * (g_{1k} + g_{2k}) = 4,71 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{c,Ed} = q_{Ed} - q_{PT,Ed} = 3,87 \text{ KN/m}^2$$



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

D01 - Hoesch Additiv Decke -

Seite: 43

## Nachweis Querkraft auf Profilblech

$$V_{PT,Ed} = 0,75 \cdot q_{PT,Ed} \cdot \frac{L}{2} = 11,41 \text{ KN}$$

$$\text{Zulassung Z.-26.1-44 Tabelle 6 } V_{Rd,K} = 19,00 \text{ KN}$$

$$V_{PT,Rd} = V_{Rd,K} = 19,00 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{PT,Ed}}{V_{PT,Rd}} = \underline{\underline{0,601 < 1}}$$

## Nachweis Querkraft auf Stahlbetonrippe

$$V_{c,Ed} = 0,75 \cdot q_{c,Ed} \cdot L_{\text{Raster}} = 14,51 \text{ KN}$$

$$V_{c,Rd} = k_c \cdot V_{Rd,c,min} + k_s \cdot V_{Rd,S}$$

$$V_{c,Ed} / V_{c,Rd} \leq 1,0$$

$$\text{nach Zulassung Z.-26.1-44 Tab.2 } k_c = 0,50$$

$$\text{nach Zulassung Z.-26.1-44 Tab.2 } k_s = 0,85$$

$$\text{nach Zulassung Z.-26.1-44 Tab.3 } V_{Rd,c,min} = 13,70 \text{ KN}$$

$$\text{nach Zulassung Z.-26.1-44 Tab.5 } V_{Rd,S} = 12,50 \text{ KN}$$

$$V_{c,Rd} = k_c \cdot V_{Rd,c,min} + k_s \cdot V_{Rd,S} = 17,48 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{c,Ed}}{V_{c,Rd}} = \underline{\underline{0,830 < 1}}$$

## Nachweis der Verankerung der Biegezugbewehrung in der Rippe

$$\gamma_C = 1,50$$

$$f_{ctk,005} = \text{TAB("ec2\_de/beton\_ec2"; fctk005; Bez=Beton)} = 2,20 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = f_{ctk,005} / \gamma_C = 1,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Stabdurchmesser } d_s = \text{GEW("EC2\_de/As"; } d_s; ) = 12 \text{ mm}$$

$$\text{Verbundbedingung } \eta_1 = 1,0$$

$$\text{Beiwert } \eta_2 = \text{WENN}(d_s \leq 32; 1,0; (132 - d_s) / 100) = 1,0$$

Grundwerte:

$$\text{Verbundfestigkeit } f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Grundwert der Verankerungslänge } l_{b,rqd} = (d_s / 4) \cdot (f_{yd} / f_{bd}) = 394 \text{ mm}$$

Ersatzverankerungslänge EC2-1-1, 8.4.4.2 (2)

$$\text{Verankerungsart } \alpha_1 = 1,0$$

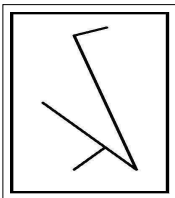
aus der zu verankernden Zugkraft  $F_{Ed}$  nach EC2-1-1-, 9.2.1.4 erf. As

$$A_{s,erf} = \text{erf\_}A_{s,Rippe} = 0,98 \text{ cm}^2$$

vorhanden  $A_s$

$$A_{s,vorh} = \text{vorh\_}A_s = 1,13 \text{ cm}^2$$

$$\text{Ausnutzung } \eta = A_{s,erf} / A_{s,vorh} = 0,87$$



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

D01 - Hoesch Additiv Decke -

Seite: 44

$$\begin{aligned}
 l_{b,eq} &= \alpha_1 * l_{b,rqd} * A_{s,eff} / A_{s,vorh} = 342 \text{ mm} \\
 l_{b,min} &= \text{MAX}(0,3 * \alpha_1 * l_{b,rqd}; 10 * d_s) = 120 \text{ mm} \\
 l_{bd} &= \text{MAX}(l_{b,eq}; l_{b,min}) = 342 \text{ mm} \\
 \text{indirekte Lagerung:} & \\
 \alpha_5 &= 1,000 \\
 l_{bd,indir} &= \alpha_5 * l_{bd} = 342 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Übergreifungslänge Aufhängebewehrung mit Rippenlängsbewehrung

Stoßanteil einer Bewehrungslage

$$\begin{aligned}
 \text{Stoßanteil } \rho &= 100 \% \\
 \text{lichte Stababstand } a &= 20 \text{ mm} \\
 \text{Stabdurchmesser } d_s &= \text{GEW}(\text{"EC2\_de/As"; } d_s; ) = 6 \text{ mm} \\
 \text{Grundwert der Verankerungslänge } l_{b,rqd} &= (d_s / 4) * (f_{yd} / f_{bd}) = 197 \text{ mm} \\
 \text{Randabstand in der Stoßebene} & \\
 c_1 &= 35,0 \text{ mm} \\
 \text{Wirksamkeit der Stöße} & \\
 \alpha_1 &= 1,0 \\
 \alpha_5 &= 1,0 \\
 \alpha_6 &= 1,4 \\
 l_{0,min} &= \text{MAX}(0,3 * \alpha_1 * \alpha_6 * l_{b,rqd}; 15 * d_s; 200) = 200,0 \text{ mm} \\
 A_{s,eff} / A_{s,vorh} &= 1,0 \\
 l_0 &= \text{MAX}(\alpha_1 * \alpha_5 * \alpha_6 * A_{s,eff} / A_{s,vorh} * l_{b,rqd}; l_{0,min}) = 239,2 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

## Nachweis für Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

### Beschränkung der Rissbreite

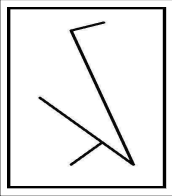
Grundsätzlich müssen bei diesen Nachweisen Bauteile mit überwiegend Biegezwang von Bauteilen mit überwiegend zentrischem Zwang unterschieden werden.

Biegezwang tritt bei praktisch jeder Decke unter Verkehrslasten auf. Zentrischer Zwang tritt nur bei Decken auf, die durch ungünstig angeordnete Treppenkerne oder Verbände eingespannt werden und somit Dehnungsbehinderungen bei Temperaturveränderungen erfahren.

### Bemessung für Biegezwang:

$$\begin{aligned}
 M_R &= k * \eta * f_{ct,eff} * h_c^2 / 6 \\
 k &= 0,80 \\
 \eta &= 1 + \frac{0,18}{\sqrt{\frac{h_c}{100}}} = 1,57 \\
 M_R &= k * \eta * f_{ct,eff} * \left( \frac{h_c}{100} \right)^2 * 1000 = 6,70 \text{ KNm/m}
 \end{aligned}$$

Die Decke wird der Expositionsklasse XC3 XD1 XF1 WF zugeordnet.



## Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

D01 - Hoesch Additiv Decke -

Seite: 45

$$A_{s,min} = M_R / z / \sigma_s$$

$$w_{cal} = 0,30 \text{ mm}$$

$$c_{nom,D} = 45 \text{ mm}$$

$$c_0 = 35 \text{ mm}$$

$$d_{s,o} = 10 \text{ mm}$$

$$z = 0,9 * \left( h_c * 10 - c_{nom,D} - \frac{d_{s,o}}{2} \right) = 45,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_S = \sigma_{S,Tabelle} * (c_0 + d_{s,o} / 2) / (c_{nom,D} + d_{s,o} / 2)$$

$$\sigma_{S,Tabelle} = 245 \text{ N/mm}^2$$

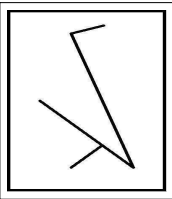
$$\sigma_S = \sigma_{S,Tabelle} * \frac{c_0 + \frac{d_{s,o}}{2}}{c_{nom,D} + \frac{d_{s,o}}{2}} = 196 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{s,min} = \frac{M_R}{z * 0,001 \cdot \sigma_S * 0,1} = 7,596 \text{ cm}^2/\text{m}$$

erforderlich Schulterschubbewehrung Verbundträger = 8,60 cm<sup>2</sup>/m

**gew. Ø 12/12,50 As = 9,05 cm<sup>2</sup>/m**

Diese Bewehrung ist nur über Innenträger als Streifenbewehrung auszuführen. Sie muss beidseitig über den Trägerflansch hinausragen. Beachte Scheibenbewehrung für horizontale Aussteifung. (separater Nachweis)



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

1000 - Hauptträger als Verbundträger -

Seite: 46

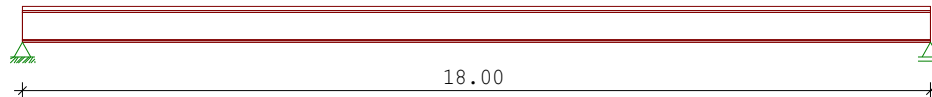
## 2.2 1000 - Hauptträger als Verbundträger

Verbundträger (x64) V3\_01/2025 (FRILO R-2025-2/P04)

**VERBUNDEINFELDTRÄGER**

$l = 18.00$  m

System M 1 : 150



Eigenlast:

Stahlträger im EDV Programm enthalten

Betondecke ab OK Träger 10 cm im Programm enthalten

Ausbaulast und Eigenlast Rippen

$$g = (3,33 - 0,1 \cdot 25) + 0,35 = 1,18 \text{ KN/m}^2$$

Verkehrslast:

$$p = 3,50 \text{ KN/m}^2$$

Eine Durchlaufwirkung wird nicht berücksichtigt, da die Decke als Gelenkkette berechnet wird.

### MATERIAL

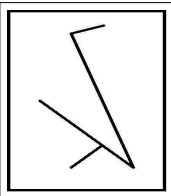
Bauteil	Bezeichnung	E-Modul [kN/cm <sup>2</sup> ]	$f_k$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	$\gamma_M$ (GK)	$\gamma_M$ (AK)	$\gamma_M$ (BF)
Betonplatte	C 35/45	3400	3.50	1.50	1.30	1.00
Plattenbew.	Bst 500 SB	20000	50.00	1.15	1.00	1.00
Stahlträger	S355	21000	35.50	1.00	1.00	1.00

### ALLGEMEINE BERECHNUNGSPARAMETER

Norm	: DIN EN 1994-1-1/NA:2010-12
Norm Material Beton	: DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06
Norm Material Stahl	: DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Feuerwiderstandsklasse	: -
Beanspruchungszeitraum	: $t_0 = 28$ d, $t_n = 9999$ d
Lage des Bauteils	: allgemein im Freien
Unterstützung Träger	: kontinuierliche Stützung im Bauzustand
Schadensfolgeklasse	: CC2

### QUERSCHNITTSABMESSUNGEN

Nr.	Bereich	Abmessungen/ Bewehrung
1	Betonplatte	Gesamthöhe $h_0 = 10.0$ cm Breite $b = 500.0$ cm
	Träger	HE 600 A



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

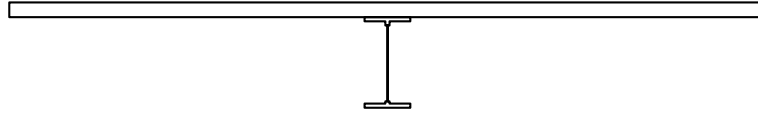
Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

1000 - Hauptträger als Verbundträger -

Seite: 47

M 1 : 150



## LASTEN

Lastbreite:	bl =	5.00 m	Durchlauffaktor:	1.00
Ausbaulast:	g1 =	1.18 kN/m <sup>2</sup> --> LF	1	
Nutzl. Kat. A(Wohnng.):	q0 =	3.50 kN/m <sup>2</sup> --> LF	2	
Eigenlast Beton:	g2 =	12.50 kN/m --> LF	3	
Eigenlast Baustahl:	g3 =	1.87 kN/m --> LF	4	

EWG Beschreibung	$\gamma_{sup}$	$\gamma_{inf}$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
99 ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
1 Kat. A: Wohngebäude	1.50	0.00	0.70	0.50	0.30
202 Ausbaulast	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00

Art: 1 = Einzellast in kN

2 = Gleichlast von a bis Abst. + Länge in kN/m

LF	EWG	ALG	ZUG	Art	P <sub>1</sub>	von x[m]	P <sub>2</sub>	bis x[m]	Bezeichnung
1	202	0	0	2	5.90	0.00	5.90	18.00	Standardlast Ausbau
2	1	88	0	2	17.50	0.00	17.50	18.00	Nutzlasten Kat.A(Wohn.)
3	99	0	0	2	12.50	0.00	12.50	18.00	Platte über OK Träger
4	99	0	0	2	1.87	0.00	1.87	18.00	Träger ab UK Platte

## BERECHNUNG UND BEMESSUNG

Eigenfrequenz : f = 2,96 Hz

mitragende Breiten : b<sub>e1</sub> = 235.0 cm, b<sub>e2</sub> = 235.0 cm  
: b<sub>eff</sub> = 470.0 cm

### QUERSCHNITTSWERTE: für die Durchbiegungsermittlung

Nr. Bez.	Kurzzeit I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	Langzeit I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	Schwinden I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]
1 Träger	141200		
1 Verbund	355273	287938	318020

### QUERSCHNITTSKLASSE DES STAHLTRÄGERS NACH EN1993

Der Baustahlquerschnitt wird in Querschnittsklasse 1 eingeordnet.

### TRAGFÄHIGKEITEN DER QUERSCHNITTE: Tragfähigk. (GZT), Brandfall (BF)

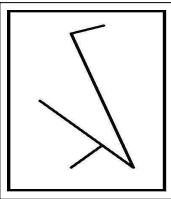
Nr. Typ	Z <sub>p</sub> [cm]	M <sub>pl,a,Rd</sub> [kNm]	M <sub>pl,Rd</sub> [kNm]	V <sub>pl,Rd</sub> [kN]	V <sub>l,Rd</sub> [kN]
1 GZT	8.6	1902.85	2828.84	1901.00	8039.25

### VERBUNDSICHERUNG (linearisierte Teilverbundtheorie)

Kopfbolzendübel : d = 1.9 cm Gesamt: 180  
: h = 7.5 cm

Dübeltragfähigkeit : P<sub>Rd</sub> = 75.33 kN  
Dübelzugfestigkeit : f<sub>uk</sub> = 45.00 kN/cm<sup>2</sup>





# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

1000 - Hauptträger als Verbundträger -

Seite: 48

Dübelanordnung : längs: 9.5 cm  $\leq e_l \leq$  60.0 cm  
quer : 4.8 cm  $\leq e_q \leq$  24.1 cm

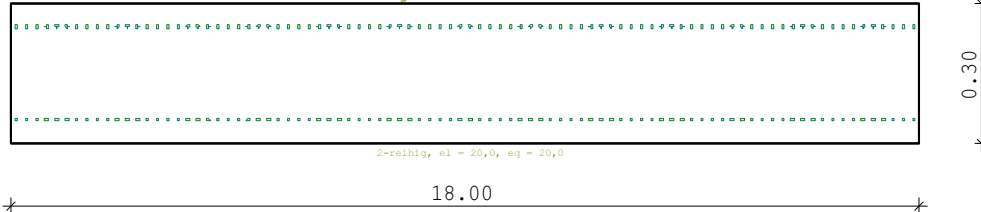
Verbundsicherung : für vorhandene Beanspruchung ( $M_d$ )  
Verteilung : vorgegeben

Ber.	von x [m]	bis x [m]	n quer	$e_l$ [cm]	$e_q$ [cm]	n längs	$P_{Rd}$ [kN]	Bemerkungen
1	0.00	18.00	2	20.0	20.0	180	75.33	

Verdübelungsgrad: min. $\eta$  = 0.79, vorh. $\eta$  = 0.84

Verbundmittelbereiche [m] M 1 : 50

Verbundmittel - Draufsicht Obergurt (nicht maßstäblich) [m]

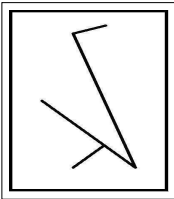


## MAßGEBENDE LASTFALLKOMBINATIONEN

Grenzzustand der Tragfähigkeit LF	EWG	ALG	ZUG	$\gamma * \psi$
1 Standardlast Ausbau	202	0	0	1.35
2 Nutzlasten Kat.A(Wohn.)	1	88	0	1.50
3 Platte über OK Träger	99	0	0	1.35
4 Träger ab UK Platte	99	0	0	1.35

## TRAGFÄHIGKEITSNACHWEIS IM GZ DER TRAGFÄHIGKEIT

Stelle [m]	$M_{Sd}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\eta$	$V_{Sd}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\eta$	Bemerkungen
0.00	3.45	2683.80	0.00	459.52	1901.00	0.24	
0.90	415.99	2683.80	0.16	457.25	1901.00	0.24	
1.80	785.11	2683.80	0.29	409.00	1901.00	0.22	
2.70	1110.81	2683.80	0.41	360.75	1901.00	0.19	
3.60	1393.08	2683.80	0.52	312.50	1901.00	0.16	
4.50	1631.92	2683.80	0.61	264.25	1901.00	0.14	
5.40	1827.34	2683.80	0.68	215.99	1901.00	0.11	
6.30	1979.33	2683.80	0.74	167.74	1901.00	0.09	
7.20	2087.89	2683.80	0.78	119.49	1901.00	0.06	
8.10	2153.03	2683.80	0.80	71.24	1901.00	0.04	
9.00	2174.74	2683.80	0.81	22.99	1901.00	0.01	
9.90	2153.03	2683.80	0.80	-25.26	1901.00	-0.01	
10.80	2087.89	2683.80	0.78	-73.51	1901.00	-0.04	
11.70	1979.33	2683.80	0.74	-121.76	1901.00	-0.06	
12.60	1827.34	2683.80	0.68	-170.01	1901.00	-0.09	
13.50	1631.92	2683.80	0.61	-218.26	1901.00	-0.11	
14.40	1393.08	2683.80	0.52	-266.51	1901.00	-0.14	
15.30	1110.81	2683.80	0.41	-314.77	1901.00	-0.17	
16.20	785.11	2683.80	0.29	-363.02	1901.00	-0.19	
17.10	415.99	2683.80	0.16	-411.27	1901.00	-0.22	
18.00	3.45	2683.80	0.00	-459.52	1901.00	-0.24	



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

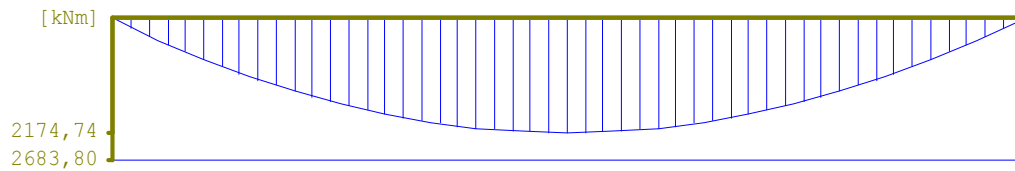
Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

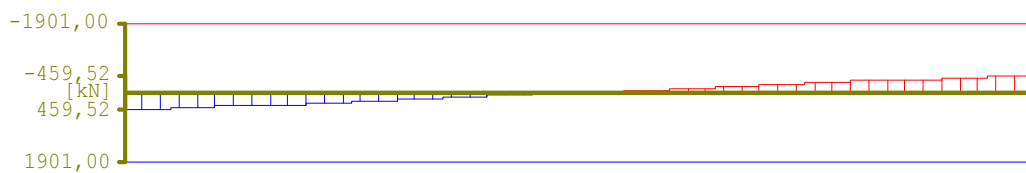
1000 - Hauptträger als Verbundträger -

Seite: 49

Tragfähigkeitsnachweis im GZ d. Tragfähigkeit - M [kNm] M 1 : 150



Tragfähigkeitsnachweis im GZ d. Tragfähigkeit - Q [kN] M 1 : 150



## SCHUBKRAFTAUSLEITUNG IN DEN BETONGURT

von x bis x Schnitt(EN 1994-1-1,6.6.6.1)	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]	$A_{st}/s_f$ [cm <sup>2</sup> /m]
[m] [m]			
0.00 18.00 b-b (Dübelumriss)	46088.11	13560.14	7.22 <sup>ab</sup>
0.00 18.00 a-a (Plattenanschnitt)	26336.07	13560.14	7.22 <sup>ac</sup>

- a) ohne Mindestbewehrung  
b) als untere Bewehrung  
c) als obere + untere Bewehrung

## NACHWEIS DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT

### VERFORMUNGSBESCHRÄNKUNGEN UND ÜBERHÖHUNGEN

Gesamtverformung (incl. Überhöhung) I / 300

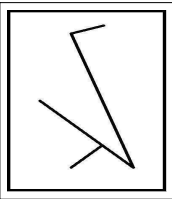
Überhöhungen zu berücksichtigen ab:		1.50 cm
in den Schritten:		0.50 cm
Anteile: Montage	[fb]	100.0%
ständige Einwirkungen	[fg]	100.0%
quasi-st.Verkehrslasten[fq]		50.0%
Kriechen	[fk]	100.0%
Schwinden	[fsch]	100.0%

Lastfallkomb. Gebrauchstauglichkeit LF:Faktor

aus Gewicht Stahlträger	[4]:1,00
aus Bauzustand	---
aus ständigen Einwirkungen	[3]:1,00
aus Ausbaulasten	---
aus quasi-ständ.Verkehrslasten	[2]:0,30

### DURCHBIEGUNGEN, Verformungsanteile bei x0 = 9.00 m

Kriechzahl:	$\varphi(t_0, t)$	=	1.64
Schwindmass:	$\epsilon_{cs}(t)$	=	-0.32 o/oo
Überhöhung:	$\ddot{u}$	=	5.50 cm



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

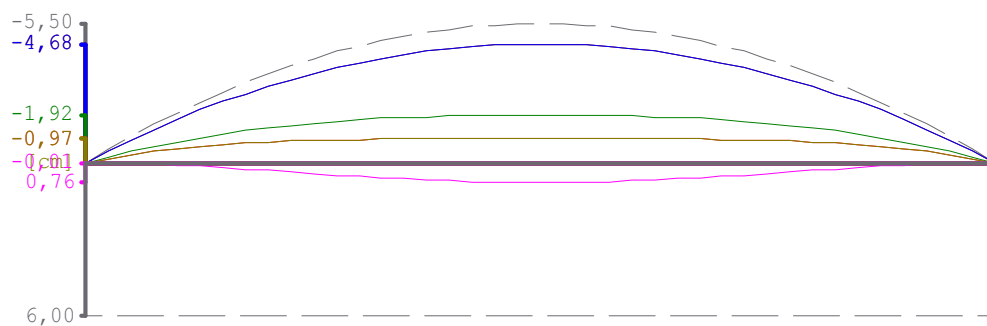
21.11.2025

1000 - Hauptträger als Verbundträger -

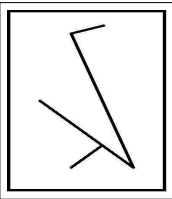
Seite: 50

Bezeichnung		vorh.f[cm]	zul.f[cm]	$\eta$
aus Überhöhung	[ue]	-5.50		
aus Eigengewicht Stahlträger	[fs]	0.82		
aus Bauzustand	[fb]	0.00		
aus ständigen Einwirkungen	[fg]	2.76		
aus Ausbaulasten	[fa]	0.00		
aus quasi-ständ.Verkehrslasten	[fq]	0.95		
aus Schwinden	[fsch]	1.72		
Gesamtverformung (incl. Überhöhung):		0.76	6.00	0.13

Gebrauchstauglichkeitsnachweis [cm] M 1 : 150



CHARAKTERISTISCHE AUFLAGERKRÄFTE		
LF	$F_l$ [kN]	$F_r$ [kN]
1	53.10	53.10
2	157.50	157.50
3	112.50	112.50
4	15.97	15.97



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

1001 - Hauptträger Verbundträger -

Seite: 51

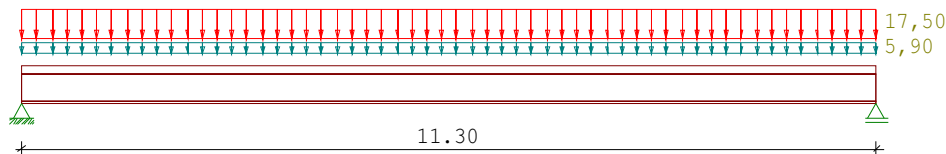
## 2.3 1001 - Hauptträger Verbundträger

Verbundträger (x64) V3\_01/2025 (FRILO R-2025-2/P04)

**VERBUNDEINFELDTRÄGER**

$l = 11.30$  m

System M 1 : 100



Eigenlast:

Stahlträger im EDV Programm enthalten

Betondecke ab OK Träger 10 cm im Programm enthalten

Ausbaulast und Eigenlast Rippen

$$g = (3,33 - 0,1 \cdot 25) + 0,35 = 1,18 \text{ KN/m}^2$$

Verkehrslast:

$$p = 3,50 \text{ KN/m}^2$$

Eine Durchlaufwirkung wird nicht berücksichtigt, da die Decke als Gelenkkette berechnet wird.

### MATERIAL

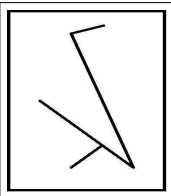
Bauteil	Bezeichnung	E-Modul [kN/cm <sup>2</sup> ] [kN/cm <sup>2</sup> ]	$f_k$	$\gamma_M$ (GK)	$\gamma_M$ (AK)	$\gamma_M$ (BF)
Betonplatte	C 35/45	3400	3.50	1.50	1.30	1.00
Plattenbew.	Bst 500 SB	20000	50.00	1.15	1.00	1.00
Stahlträger	S355	21000	35.50	1.00	1.00	1.00

### ALLGEMEINE BERECHNUNGSPARAMETER

Norm	: DIN EN 1994-1-1/NA:2010-12
Norm Material Beton	: DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06
Norm Material Stahl	: DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Feuerwiderstandsklasse	: -
Beanspruchungszeitraum	: $t_0 = 28$ d, $t_n = 9999$ d
Lage des Bauteils	: allgemein im Freien
Unterstützung Träger	: kontinuierliche Stützung im Bauzustand
Schadensfolgeklasse	: CC2

### QUERSCHNITTSABMESSUNGEN

Nr.	Bereich	Abmessungen/ Bewehrung
1	Betonplatte	Gesamthöhe $h_0 = 10.0$ cm Breite $b = 500.0$ cm
	Träger	HE 400 A



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

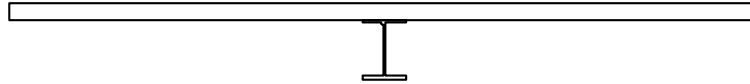
Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

1001 - Hauptträger Verbundträger -

Seite: 52

M 1 : 100



## LASTEN

Lastbreite:	bl =	5.00 m	Durchlauftfaktor:	1.00
Ausbaulast:	g1 =	1.18 kN/m <sup>2</sup> --> LF	1	
Nutzi. Kat. A(Wohnng.):	q0 =	3.50 kN/m <sup>2</sup> --> LF	2	
Eigenlast Beton:	g2 =	12.50 kN/m --> LF	3	
Eigenlast Baustahl:	g3 =	1.34 kN/m --> LF	4	

EWG Beschreibung	$\gamma_{sup}$	$\gamma_{inf}$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
99 ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
1 Kat. A: Wohngebäude	1.50	0.00	0.70	0.50	0.30
202 Ausbaulast	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00

Art: 1 = Einzellast in kN

2 = Gleichlast von a bis Abst.+ Länge in kN/m

LF	EWG	ALG	ZUG	Art	P <sub>1</sub>	von x[m]	P <sub>2</sub>	bis x[m]	Bezeichnung
1	202	0	0	2	5.90	0.00	5.90	11.30	Standardlast Ausbau
2	1	88	0	2	17.50	0.00	17.50	11.30	Nutzlasten Kat.A(Wohn.)
3	99	0	0	2	12.50	0.00	12.50	11.30	Platte über OK Träger
4	99	0	0	2	1.34	0.00	1.34	11.30	Träger ab UK Platte

## BERECHNUNG UND BEMESSUNG

Eigenfrequenz : f = 4,61 Hz

mitragende Breiten : b<sub>e1</sub> = 151.3 cm, b<sub>e2</sub> = 151.3 cm  
: b<sub>eff</sub> = 302.5 cm

### QUERSCHNITTSWERTE: für die Durchbiegungsermittlung

Nr. Bez.	Kurzzeit I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	Langzeit I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	Schwinden I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]
1 Träger	45070		
1 Verbund	121192	95428	106674

### QUERSCHNITTSKLASSE DES STAHLTRÄGERS NACH EN1993

Der Baustahlquerschnitt wird in Querschnittsklasse 1 eingeordnet.

### TRAGFÄHIGKEITEN DER QUERSCHNITTE: Tragfähig. (GZT), Brandfall (BF)

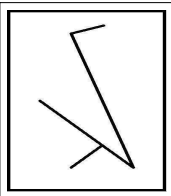
Nr. Typ	Z <sub>p</sub> [cm]	M <sub>pl,a,Rd</sub> [kNm]	M <sub>pl,Rd</sub> [kNm]	V <sub>pl,Rd</sub> [kN]	V <sub>l,Rd</sub> [kN]
1 GZT	9.4	911.65	1399.45	1175.44	5643.71

### VERBUNDSICHERUNG (linearisierte Teilverbundtheorie)

Kopfbolzendübel : d = 1.9 cm Gesamt: 113  
: h = 7.5 cm

Dübeltragfähigkeit : P<sub>Rd</sub> = 75.33 kN  
Dübelzugfestigkeit : f<sub>uk</sub> = 45.00 kN/cm<sup>2</sup>

Dübelanordnung : längs: 9.5 cm <= e<sub>l</sub> <= 60.0 cm  
: quer : 4.8 cm <= e<sub>q</sub> <= 24.1 cm



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

1001 - Hauptträger Verbundträger -

Seite: 53

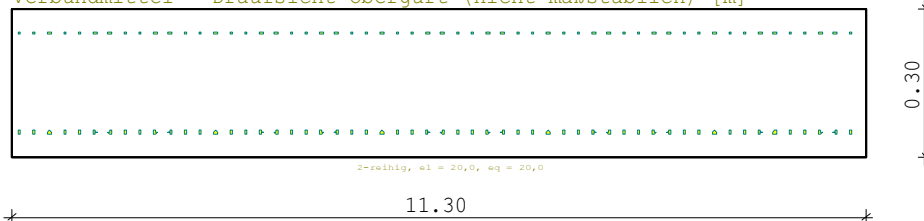
Verbundsicherung : für vorhandene Beanspruchung ( $M_d$ )  
Verteilung : vorgegeben

Ber.	von x [m]	bis x [m]	n quer	$e_l$ [cm]	$e_q$ [cm]	n längs	$P_{Rd}$ [kN]	Bemerkungen
1	0.00	11.30	2	20.0	20.0	113	75.33	

Verdübelungsgrad: min. $\eta$  = 0.59, vorh. $\eta$  = 0.75

Verbundmittelbereiche [m] M 1 : 50

Verbundmittel - Draufsicht Obergurt (nicht maßstäblich) [m]

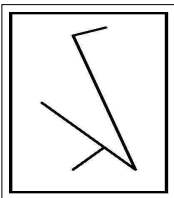


## MAßGEBENDE LASTFALLKOMBINATIONEN

Grenzzustand der Tragfähigkeit LF	EWG	ALG	ZUG	$\gamma * \psi$
1 Standardlast Ausbau	202	0	0	1.35
2 Nutzlasten Kat.A(Wohn.)	1	88	0	1.50
3 Platte über OK Träger	99	0	0	1.35
4 Träger ab UK Platte	99	0	0	1.35

## TRAGFÄHIGKEITSNACHWEIS IM GZ DER TRAGFÄHIGKEIT

Stelle [m]	$M_{Sd}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\eta$	$V_{Sd}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\eta$	Bemerkungen
0.00	1.36	1279.54	0.00	284.46	1175.44	0.24	
0.57	161.79	1279.54	0.13	283.44	1175.44	0.24	
1.13	305.34	1279.54	0.24	253.55	1175.44	0.22	
1.70	432.00	1279.54	0.34	223.66	1175.44	0.19	
2.26	541.77	1279.54	0.42	193.77	1175.44	0.16	
2.83	634.65	1279.54	0.50	163.88	1175.44	0.14	
3.39	710.64	1279.54	0.56	133.99	1175.44	0.11	
3.96	769.75	1279.54	0.60	104.10	1175.44	0.09	
4.52	811.97	1279.54	0.63	74.21	1175.44	0.06	
5.09	837.30	1279.54	0.65	44.32	1175.44	0.04	
5.65	845.74	1279.54	0.66	14.43	1175.44	0.01	
6.22	837.30	1279.54	0.65	-15.46	1175.44	-0.01	
6.78	811.97	1279.54	0.63	-45.35	1175.44	-0.04	
7.35	769.75	1279.54	0.60	-75.24	1175.44	-0.06	
7.91	710.64	1279.54	0.56	-105.13	1175.44	-0.09	
8.48	634.65	1279.54	0.50	-135.02	1175.44	-0.11	
9.04	541.77	1279.54	0.42	-164.90	1175.44	-0.14	
9.61	432.00	1279.54	0.34	-194.79	1175.44	-0.17	
10.17	305.34	1279.54	0.24	-224.68	1175.44	-0.19	
10.74	161.79	1279.54	0.13	-254.57	1175.44	-0.22	
11.30	1.36	1279.54	0.00	-284.46	1175.44	-0.24	



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

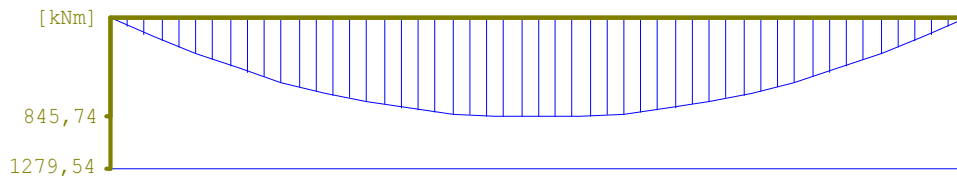
Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

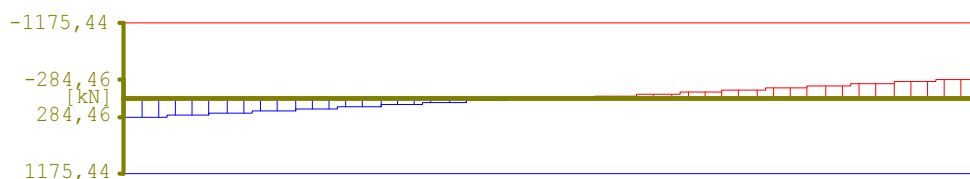
1001 - Hauptträger Verbundträger -

Seite: 54

Tragfähigkeitsnachweis im GZ d. Tragfähigkeit - M [kNm] M 1 : 100



Tragfähigkeitsnachweis im GZ d. Tragfähigkeit - Q [kN] M 1 : 100



## SCHUBKRAFTAUSLEITUNG IN DEN BETONGURT

von x bis x Schnitt(EN 1994-1-1,6.6.6.1)		$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]	$A_{st}/s_f$ [cm <sup>2</sup> /m]
0.00 11.30 b-b (Dübelumriss)		28933.09	8512.75	7.22 <sup>ab</sup>
0.00 11.30 a-a (Plattenanschnitt)		16533.20	8512.75	7.22 <sup>ac</sup>

a) ohne Mindestbewehrung

b) als untere Bewehrung

c) als obere + untere Bewehrung

## NACHWEIS DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT

### VERFORMUNGSBESCHRÄNKUNGEN UND ÜBERHÖHUNGEN

Gesamtverformung (incl. Überhöhung) I / 300

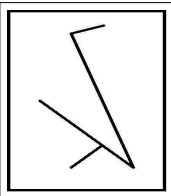
Überhöhungen zu berücksichtigen ab:		1.50 cm
in den Schritten:		0.50 cm
Anteile: Montage	[fb]	100.0%
ständige Einwirkungen	[fg]	100.0%
quasi-st.Verkehrslasten[fq]		50.0%
Kriechen	[fk]	100.0%
Schwinden	[fsch]	100.0%

Lastfallkomb. Gebrauchstauglichkeit LF:Faktor

aus Gewicht Stahlträger	[4]:1,00
aus Bauzustand	---
aus ständigen Einwirkungen	[3]:1,00
aus Ausbaulasten	---
aus quasi-ständ.Verkehrslasten	[2]:0,30

### DURCHBIEGUNGEN, Verformungsanteile bei x0 = 5.65 m

Kriechzahl:	$\varphi(t_0, t)$	=	1.64
Schwindmass:	$\epsilon_{cs}(t)$	=	-0.32 o/oo
Überhöhung:	$\ddot{u}$	=	2.00 cm



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

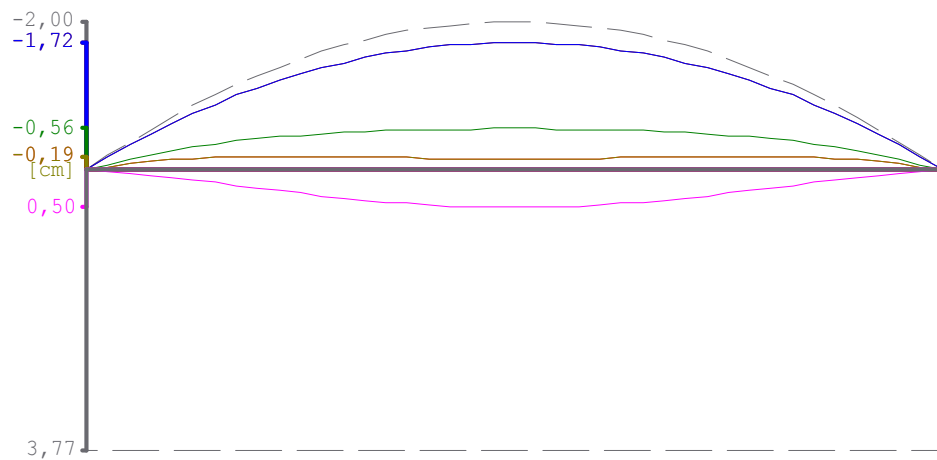
21.11.2025

1001 - Hauptträger Verbundträger -

Seite: 55

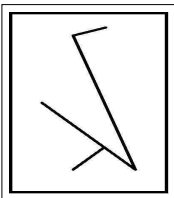
Bezeichnung		vorh.f[cm]	zul.f[cm]	$\eta$
aus Überhöhung	[ue]	-2.00		
aus Eigengewicht Stahlträger	[fs]	0.28		
aus Bauzustand	[fb]	0.00		
aus ständigen Einwirkungen	[fg]	1.16		
aus Ausbaulasten	[fa]	0.00		
aus quasi-ständ.Verkehrslasten	[fq]	0.40		
aus Schwinden	[fsch]	0.66		
Gesamtverformung (incl. Überhöhung):		0.50	3.77	0.13

Gebrauchstauglichkeitsnachweis [cm] M 1 : 100



CHARAKTERISTISCHE AUFLAGERKRÄFTE		
LF	$F_l$ [kN]	$F_r$ [kN]
1	33.33	33.33
2	98.87	98.87
3	70.63	70.62
4	7.05	7.05





# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

1002 Abfangträger -

Seite: 56

## 2.4 1002 Abfangträger

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P04)

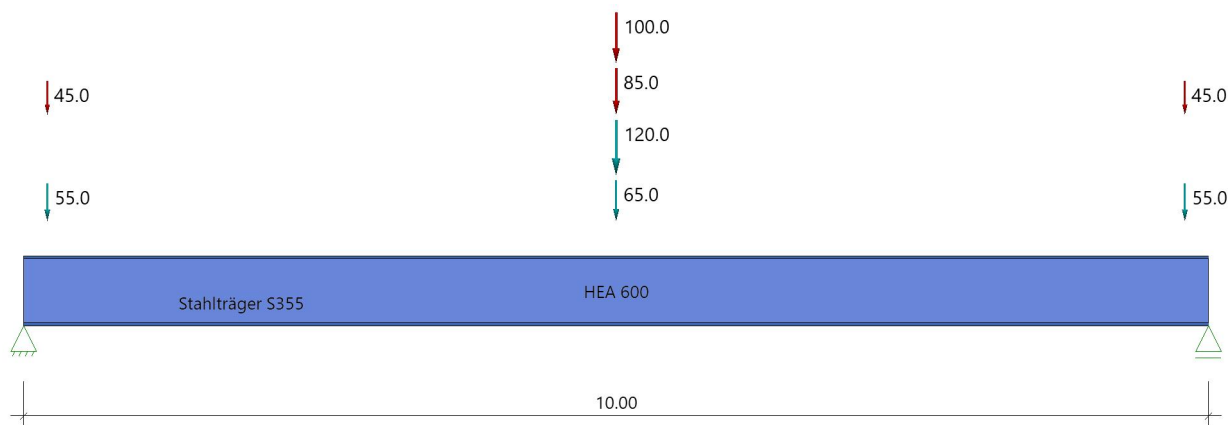
### Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12

Stahlgüte: S355

### System

#### Systembild



### Geometrie

#### Querschnitte

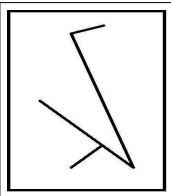
Name	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [cm <sup>4</sup> ]	$W_y$ [cm <sup>3</sup> ]	$W_z$ [cm <sup>3</sup> ]	$A$ [cm <sup>2</sup> ]
HEA 600	141000	11300	4787	751	227.0

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

#### Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u <sub>y</sub> [kN/m]	u <sub>z</sub> [kN/m]	Verdrehungen <sup>*)</sup>		
				$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	10.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

<sup>\*)</sup> -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

1002 Abfangträger -

Seite: 57

## Lasten

### Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W [ ]	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	5.00	120.0 kN	ständig		
	2	kraft	5.00	100.0 kN	Kat. F		
	3	kraft	0.20	55.0 kN	ständig		
	4	kraft	0.20	45.0 kN	Kat. F		
	5	kraft	5.00	65.0 kN	ständig		
	6	kraft	5.00	85.0 kN	Kat. F		
	7	kraft	9.80	55.0 kN	ständig		
	8	kraft	9.80	45.0 kN	Kat. F		
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	aus 1001
2	aus 1001
3	aus 1004
4	aus 1004
5	aus 1003
6	aus 1003
7	aus 1004
8	aus 1004

### Eigengewicht

Gesamtgewicht = 1782 kg mit Gamma = 78.50 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt.

### Übersicht der verwendeten Einwirkungen

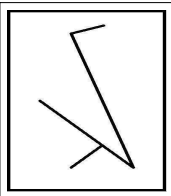
#### Einwirkungen

Bezeichnung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. F: Fahrzeuge $\leq 30$ kN	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3					

## Ergebnisse

### Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
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 $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ )
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/ 150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/ 300$



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

1002 Abfangträger -

Seite: 58

## Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	$\eta_{Qs}$	$\eta_{Stabi}$	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.72	1)	0.83
1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.				

## Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$\eta_{Qs}$	$\eta_{Stabi}$
ständig/vorübergehend	HEA 600	Feld 1, $x = 5.00$	-263.6	1376.55	0.72	

## Nachweis für maximale Auslastung bei $x = 5.00$ m Lk 1

$N_{pId} =$	0.0 kN	$N_{Rd} =$	8058.5 kN
$N_{Ed} =$	0.0 kN	$\eta_N =$	0.00
$M_{y,pId} =$	1376.55 kNm	$M_{y,Rd} =$	1902.85 kNm
$M_{y,Ed} =$	1376.55 kNm	$\eta_{My} =$	0.72
$V_{z,pId} =$	-263.6 kN	$V_{z,Rd} =$	1921.5 kN
$V_{z,Ed} =$	-263.6 kN	$\eta_{Vz} =$	0.14
		$\eta =$	0.72

## Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

### Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{Cd} = 5.0$ cm

Feld	$x$ [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	$\eta$	Lfk
Feld 1	5.00	0.0	2.8	2.8	0.55	3

### Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

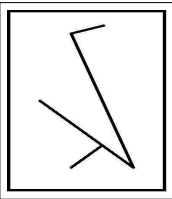
Feld	$x$ [m]	$l_{eff}$ [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	$\eta$	Lfk
Feld 1	5.00	10.00	0.00	10.00	1.4	2.8	3.3	0.83	3

Feld : Bezeichnung  
 $x$  : Koordinate X der berechneten Stelle  
 $l_{eff}$  : effektive Länge dieses Abschnittes  
 $l_{eff,x0}$  : Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $l_{eff,x1}$  : Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $f_{z,g}$  : ständiger Anteil der Verschiebung  
 $f_{z,Ed}$  : Bemessungswert der Verschiebung  
 $f_{z,Cd}$  : zulässige Verschiebung aus  $l_{eff}$   
 $\eta$  : größte Auslastung der berechneten Stelle  
Lfk : Lastfallkombination

## Auflagerkräfte

### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	$x$ [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. F: Fahrzeuge $\leq 30$ kN	156.4	156.4 137.5		
2	10.00	ständig Kat. F: Fahrzeuge $\leq 30$ kN	156.4	156.4 137.5		



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

1003 - Rampenträger Mitte Verbundträger -

Seite: 59

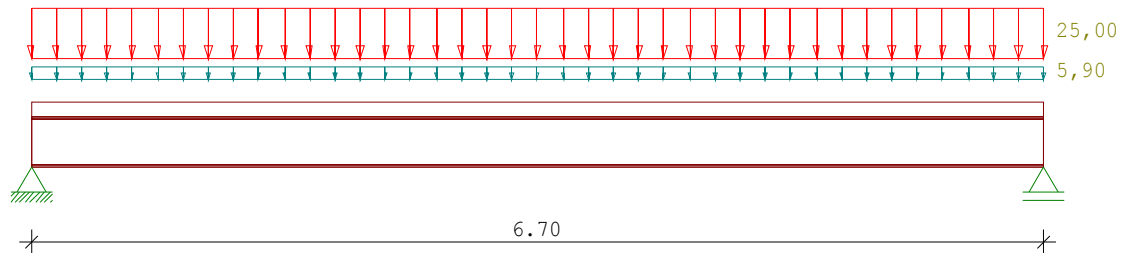
## 2.5 1003 - Rampenträger Mitte Verbundträger

Verbundträger (x64) V3\_01/2025 (FRILO R-2025-2/P04)

**VERBUNDEINFELDTRÄGER**

$l = 6.70 \text{ m}$

System M 1 : 75



Eigenlast:

Stahlträger im EDV Programm enthalten

Betondecke ab OK Träger 10 cm im Programm enthalten

Ausbaulast und Eigenlast Rippen

$$g = (3,33 - 0,1 \cdot 25) + 0,35 = 1,18 \text{ KN/m}^2$$

Verkehrslast:

$$p = 3,50 \text{ KN/m}^2$$

Eine Durchlaufwirkung wird nicht berücksichtigt, da die Decke als Gelenkkette berechnet wird.

### MATERIAL

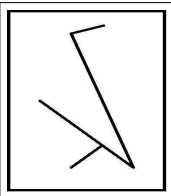
Bauteil	Bezeichnung	E-Modul [kN/cm <sup>2</sup> ]	$f_k$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	$\gamma_M$ (GK)	$\gamma_M$ (AK)	$\gamma_M$ (BF)
Betonplatte	C 35/45	3400	3.50	1.50	1.30	1.00
Plattenbew.	Bst 500 SB	20000	50.00	1.15	1.00	1.00
Stahlträger	S355	21000	35.50	1.00	1.00	1.00

### ALLGEMEINE BERECHNUNGSPARAMETER

Norm	: DIN EN 1994-1-1/NA:2010-12
Norm Material Beton	: DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06
Norm Material Stahl	: DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Feuerwiderstandsklasse	: -
Beanspruchungszeitraum	: $t_0 = 28 \text{ d}$ , $t_n = 9999 \text{ d}$
Lage des Bauteils	: allgemein im Freien
Unterstützung Träger	: kontinuierliche Stützung im Bauzustand
Schadensfolgeklasse	: CC2

### QUERSCHNITTSABMESSUNGEN

Nr.	Bereich	Abmessungen/ Bewehrung
1	Betonplatte	Gesamthöhe $h_0 = 10.0 \text{ cm}$ Breite $b = 500.0 \text{ cm}$
	Träger	IPE 330



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

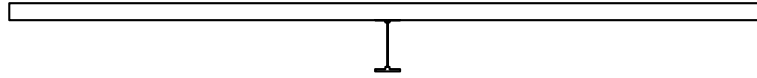
Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

1003 - Rampenträger Mitte Verbundträger -

Seite: 60

M 1 : 50



## LASTEN

Lastbreite:	bl =	5.00 m	Durchlauffaktor:	1.00
Ausbaulast:	g1 =	1.18 kN/m <sup>2</sup> --> LF	1	
Nutzl.Kat.A(Wohng.):	q0 =	5.00 kN/m <sup>2</sup> --> LF	2	
Eigenlast Beton:	g2 =	12.50 kN/m --> LF	3	
Eigenlast Baustahl:	g3 =	0.59 kN/m --> LF	4	

EWG Beschreibung	$\gamma_{sup}$	$\gamma_{inf}$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
99 ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
1 Kat. A: Wohngebäude	1.50	0.00	0.70	0.50	0.30
202 Ausbaulast	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00

Art: 1 = Einzellast in kN

2 = Gleichlast von a bis Abst.+ Länge in kN/m

LF	EWG	ALG	ZUG	Art	P <sub>1</sub>	von x[m]	P <sub>2</sub>	bis x[m]	Bezeichnung
1	202	0	0	2	5.90	0.00	5.90	6.70	Standardlast Ausbau
2	1	88	0	2	25.00	0.00	25.00	6.70	Nutzlasten Kat.A(Wohn.)
3	99	0	0	2	12.50	0.00	12.50	6.70	Platte über OK Träger
4	99	0	0	2	0.59	0.00	0.59	6.70	Träger ab UK Platte

## BERECHNUNG UND BEMESSUNG

Eigenfrequenz : f = 7,86 Hz

mitragende Breiten : b<sub>e1</sub> = 83.8 cm, b<sub>e2</sub> = 83.8 cm  
: b<sub>eff</sub> = 167.5 cm

### QUERSCHNITTSWERTE: für die Durchbiegungsermittlung

Nr. Bez.	Kurzzeit I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	Langzeit I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	Schwinden I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]
1 Träger	11770		
1 Verbund	37539	29928	33206

### QUERSCHNITTSKLASSE DES STAHLTRÄGERS NACH EN1993

Der Baustahlquerschnitt wird in Querschnittsklasse 1 eingeordnet.

### TRAGFÄHIGKEITEN DER QUERSCHNITTE: Tragfähigk. (GZT), Brandfall (BF)

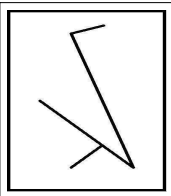
Nr. Typ	Z <sub>p</sub> [cm]	M <sub>pl,a,Rd</sub> [kNm]	M <sub>pl,Rd</sub> [kNm]	V <sub>pl,Rd</sub> [kN]	V <sub>i,Rd</sub> [kN]
1 GZT	6.7	286.41	514.62	631.33	2222.52

### VERBUNDSICHERUNG (linearisierte Teilverbundtheorie)

Kopfbolzendübel : d = 1.9 cm Gesamt: 33  
: h = 7.5 cm

Dübeltragfähigkeit : P<sub>Rd</sub> = 75.33 kN  
Dübelzugfestigkeit : f<sub>uk</sub> = 45.00 kN/cm<sup>2</sup>

Dübelanordnung : längs: 9.5 cm ≤ e<sub>l</sub> ≤ 60.0 cm  
: quer : 4.8 cm ≤ e<sub>q</sub> ≤ 10.1 cm



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

1003 - Rampenträger Mitte Verbundträger -

Seite: 61

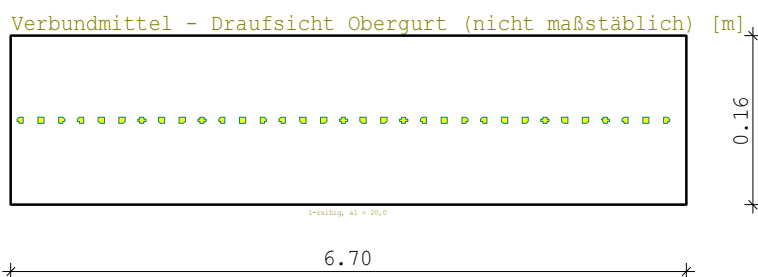
Verbundsicherung : für vollen Verbund ( $M_{pld}$ )  
Verteilung : vorgegeben

Ber.	von x [m]	bis x [m]	n quer	$e_l$ [cm]	$e_q$ [cm]	n längs	$P_{Rd}$ [kN]	Bemerkungen
1	0.00	6.70	1	20.0	0.0	33	75.33	

Verdübelungsgrad: min. $\eta$  = 1.00, vorh. $\eta$  = 0.56

**Der Nachweis ausreichender Verdübelung ist nicht erfüllt!**

Verbundmittelbereiche [m] M 1 : 50

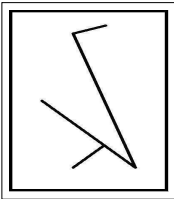


## MAßGEBENDE LASTFALLKOMBINATIONEN

Grenzzustand der Tragfähigkeit LF	EWG	ALG	ZUG	$\gamma * \psi$
1 Standardlast Ausbau	202	0	0	1.35
2 Nutzlasten Kat.A(Wohn.)	1	88	0	1.50
3 Platte über OK Träger	99	0	0	1.35
4 Träger ab UK Platte	99	0	0	1.35

## TRAGFÄHIGKEITSNACHWEIS IM GZ DER TRAGFÄHIGKEIT

Stelle [m]	$M_{Sd}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\eta$	$V_{Sd}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\eta$	Bemerkungen
0.00	0.58	414.04	0.00	201.05	631.33	0.32	
0.34	67.89	414.04	0.16	200.78	631.33	0.32	
0.67	128.11	414.04	0.31	179.63	631.33	0.28	
1.01	181.25	414.04	0.44	158.48	631.33	0.25	
1.34	227.30	414.04	0.55	137.33	631.33	0.22	
1.68	266.26	414.04	0.64	116.19	631.33	0.18	
2.01	298.15	414.04	0.72	95.04	631.33	0.15	
2.35	322.94	414.04	0.78	73.89	631.33	0.12	
2.68	340.65	414.04	0.82	52.74	631.33	0.08	
3.02	351.28	414.04	0.85	31.59	631.33	0.05	
3.35	354.82	414.04	0.86	10.44	631.33	0.02	
3.69	351.28	414.04	0.85	-10.71	631.33	-0.02	
4.02	340.65	414.04	0.82	-31.86	631.33	-0.05	
4.36	322.94	414.04	0.78	-53.00	631.33	-0.08	
4.69	298.15	414.04	0.72	-74.15	631.33	-0.12	
5.03	266.26	414.04	0.64	-95.30	631.33	-0.15	
5.36	227.30	414.04	0.55	-116.45	631.33	-0.18	
5.70	181.25	414.04	0.44	-137.60	631.33	-0.22	
6.03	128.11	414.04	0.31	-158.75	631.33	-0.25	
6.37	67.89	414.04	0.16	-179.90	631.33	-0.28	
6.70	0.58	414.04	0.00	-201.04	631.33	-0.32	



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

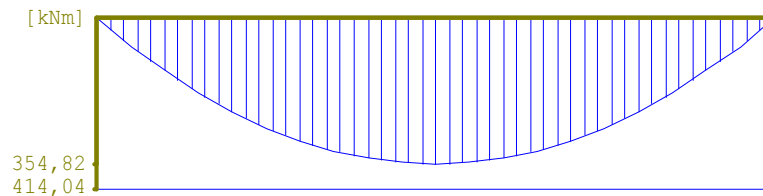
Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

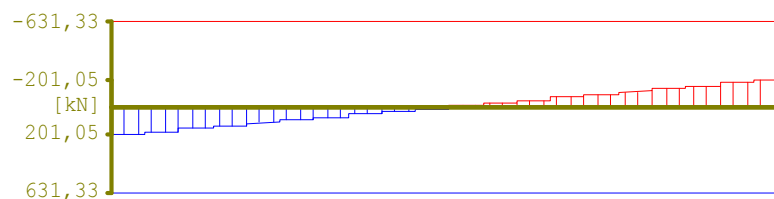
1003 - Rampenträger Mitte Verbundträger -

Seite: 62

Tragfähigkeitsnachweis im GZ d. Tragfähigkeit - M [kNm] M 1 : 75



Tragfähigkeitsnachweis im GZ d. Tragfähigkeit - Q [kN] M 1 : 75



## SCHUBKRAFTAUSLEITUNG IN DEN BETONGURT

von x bis x Schnitt(EN 1994-1-1,6.6.6.1)	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]	$A_{sf}/s_f$ [cm <sup>2</sup> /m]
0.00 6.70 c-c (Dübelumriss)	8283.42	2486.03	3.56 <sup>ab</sup>
0.00 6.70 a-a (Plattenanschnitt)	9802.87	2486.03	3.56 <sup>ac</sup>

a) ohne Mindestbewehrung

b) als untere Bewehrung

c) als obere + untere Bewehrung

## NACHWEIS DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT

### VERFORMUNGSBESCHRÄNKUNGEN UND ÜBERHÖHUNGEN

Gesamtverformung (incl. Überhöhung) I / 300

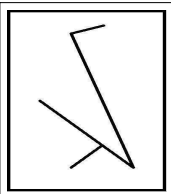
Überhöhungen zu berücksichtigen ab:	1.50 cm
in den Schritten:	0.50 cm
Anteile: Montage	[fb] 100.0%
ständige Einwirkungen	[fg] 100.0%
quasi-st.Verkehrslasten[fq]	50.0%
Kriechen	[fk] 100.0%
Schwinden	[fsch] 100.0%

Lastfallkomb. Gebrauchstauglichkeit LF:Faktor

aus Gewicht Stahlträger	[4]:1,00
aus Bauzustand	---
aus ständigen Einwirkungen	[3]:1,00
aus Ausbaulasten	---
aus quasi-ständ.Verkehrslasten	[2]:0,30

### DURCHBIEGUNGEN, Verformungsanteile bei x0 = 3.35 m

Kriechzahl:	$\phi(t_0,t)$	= 1.64
Schwindmass:	$\epsilon_{cs}(t)$	= -0.32 o/oo
Überhöhung:	$\bar{u}$	= 0.00 cm



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

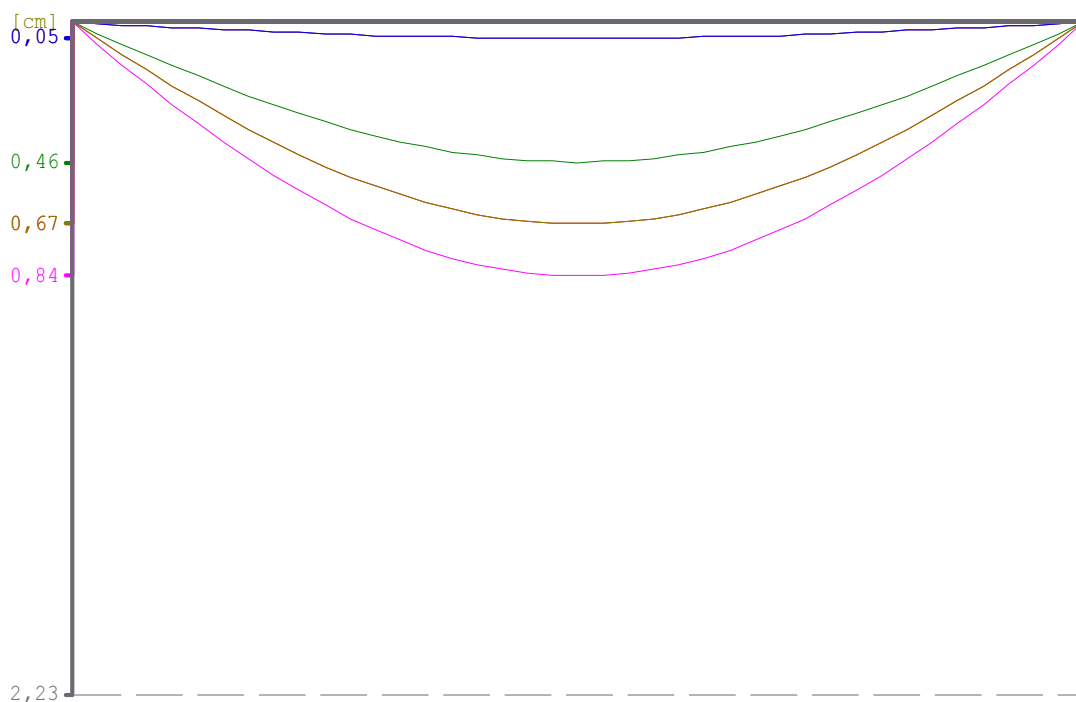
21.11.2025

1003 - Rampenträger Mitte Verbundträger -

Seite: 63

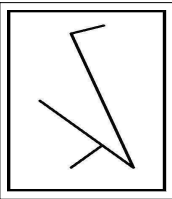
Bezeichnung		vorh.f[cm]	zul.f[cm]	$\eta$
aus Überhöhung	[ue]	0.00		
aus Eigengewicht Stahlträger	[fs]	0.05		
aus Bauzustand	[fb]	0.00		
aus ständigen Einwirkungen	[fg]	0.41		
aus Ausbaulasten	[fa]	0.00		
aus quasi-ständ.Verkehrslasten	[fq]	0.21		
aus Schwinden	[fsch]	0.17		
Gesamtverformung (incl. Überhöhung):		0.84	2.23	0.38

Gebrauchstauglichkeitsnachweis [cm] M 1 : 75



CHARAKTERISTISCHE AUFLAGERKRÄFTE		
LF	$F_l$ [kN]	$F_r$ [kN]
1	19.77	19.77
2	83.75	83.75
3	41.88	41.88
4	1.65	1.65





# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

1004 - Rampenträger Rand Verbundträger -

Seite: 64

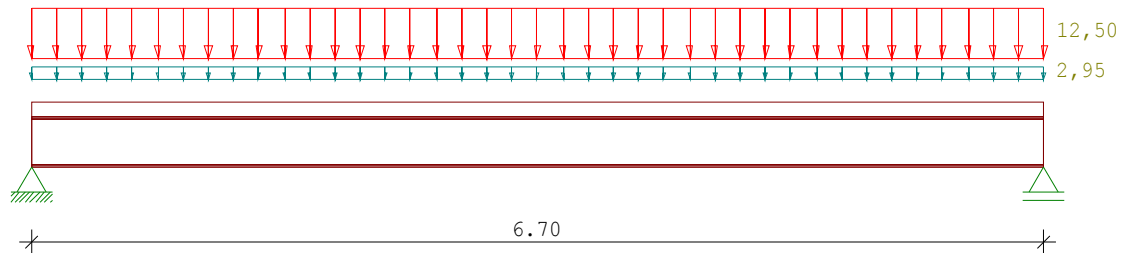
## 2.6 1004 - Rampenträger Rand Verbundträger

Verbundträger (x64) V3\_01/2025 (FRILO R-2025-2/P04)

**VERBUNDEINFELDTRÄGER**

$l = 6.70 \text{ m}$

System M 1 : 75



Eigenlast:

Stahlträger im EDV Programm enthalten

Betondecke ab OK Träger 10 cm im Programm enthalten

Ausbaulast und Eigenlast Rippen

$$g = (3,33 - 0,1 \cdot 25) + 0,35 = 1,18 \text{ KN/m}^2$$

Verkehrslast:

$$p = 3,50 \text{ KN/m}^2$$

Eine Durchlaufwirkung wird nicht berücksichtigt, da die Decke als Gelenkkette berechnet wird.

### MATERIAL

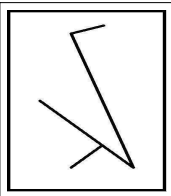
Bauteil	Bezeichnung	E-Modul [kN/cm <sup>2</sup> ]	$f_k$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	$\gamma_M$ (GK)	$\gamma_M$ (AK)	$\gamma_M$ (BF)
Betonplatte	C 35/45	3400	3.50	1.50	1.30	1.00
Plattenbew.	Bst 500 SB	20000	50.00	1.15	1.00	1.00
Stahlträger	S355	21000	35.50	1.00	1.00	1.00

### ALLGEMEINE BERECHNUNGSPARAMETER

Norm	: DIN EN 1994-1-1/NA:2010-12
Norm Material Beton	: DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06
Norm Material Stahl	: DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Feuerwiderstandsklasse	: -
Beanspruchungszeitraum	: $t_0 = 28 \text{ d}$ , $t_n = 9999 \text{ d}$
Lage des Bauteils	: allgemein im Freien
Unterstützung Träger	: kontinuierliche Stützung im Bauzustand
Schadensfolgeklasse	: CC2

### QUERSCHNITTSABMESSUNGEN

Nr.	Bereich	Abmessungen/ Bewehrung
1	Betonplatte	Gesamthöhe $h_0 = 10.0 \text{ cm}$ Breite $b = 500.0 \text{ cm}$
	Träger	IPE 330



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

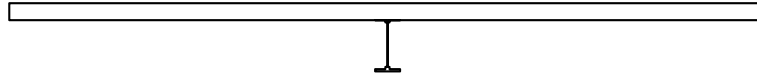
Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

1004 - Rampenträger Rand Verbundträger -

Seite: 65

M 1 : 50



## LASTEN

Lastbreite:	bl	=	2.50 m	Durchlauffaktor:	1.00
Ausbaulast:	g1	=	1.18 kN/m <sup>2</sup> --> LF	1	
Nutzl.Kat.A(Wohng.):	q0	=	5.00 kN/m <sup>2</sup> --> LF	2	
Eigenlast Beton:	g2	=	12.50 kN/m --> LF	3	
Eigenlast Baustahl:	g3	=	0.59 kN/m --> LF	4	

EWG Beschreibung	$\gamma_{sup}$	$\gamma_{inf}$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
99 ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
1 Kat. A: Wohngebäude	1.50	0.00	0.70	0.50	0.30
202 Ausbaulast	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00

Art: 1 = Einzellast in kN

2 = Gleichlast von a bis Abst.+ Länge in kN/m

LF	EWG	ALG	ZUG	Art	P <sub>1</sub>	von x[m]	P <sub>2</sub>	bis x[m]	Bezeichnung
1	202	0	0	2	2.95	0.00	2.95	6.70	Standardlast Ausbau
2	1	88	0	2	12.50	0.00	12.50	6.70	Nutlasten Kat.A(Wohn.)
3	99	0	0	2	12.50	0.00	12.50	6.70	Platte über OK Träger
4	99	0	0	2	0.59	0.00	0.59	6.70	Träger ab UK Platte

## BERECHNUNG UND BEMESSUNG

Eigenfrequenz : f = 8,56 Hz

mitragende Breiten : b<sub>e1</sub> = 83.8 cm, b<sub>e2</sub> = 83.8 cm  
: b<sub>eff</sub> = 167.5 cm

### QUERSCHNITTSWERTE: für die Durchbiegungsermittlung

Nr. Bez.	Kurzzeit I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	Langzeit I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	Schwinden I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]
1 Träger	11770		
1 Verbund	37539	29928	33206

### QUERSCHNITTSKLASSE DES STAHLTRÄGERS NACH EN1993

Der Baustahlquerschnitt wird in Querschnittsklasse 1 eingeordnet.

### TRAGFÄHIGKEITEN DER QUERSCHNITTE: Tragfähigk. (GZT), Brandfall (BF)

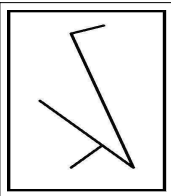
Nr. Typ	Z <sub>p</sub> [cm]	M <sub>pl,a,Rd</sub> [kNm]	M <sub>pl,Rd</sub> [kNm]	V <sub>pl,Rd</sub> [kN]	V <sub>i,Rd</sub> [kN]
1 GZT	6.7	286.41	514.62	631.33	2222.52

### VERBUNDSICHERUNG (linearisierte Teilverbundtheorie)

Kopfbolzendübel : d = 1.9 cm Gesamt: 33  
: h = 7.5 cm

Dübeltragfähigkeit : P<sub>Rd</sub> = 75.33 kN  
Dübelzugfestigkeit : f<sub>uk</sub> = 45.00 kN/cm<sup>2</sup>

Dübelanordnung : längs: 9.5 cm ≤ e<sub>l</sub> ≤ 60.0 cm  
: quer : 4.8 cm ≤ e<sub>q</sub> ≤ 10.1 cm



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

1004 - Rampenträger Rand Verbundträger -

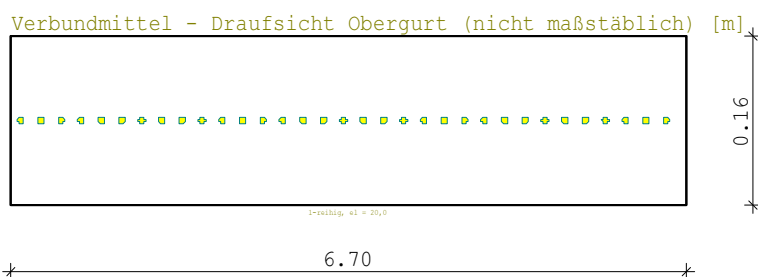
Seite: 66

Verbundsicherung : für vorhandene Beanspruchung ( $M_d$ )  
Verteilung : vorgegeben

Ber.	von x [m]	bis x [m]	n quer	$e_l$ [cm]	$e_q$ [cm]	n längs	$P_{Rd}$ [kN]	Bemerkungen
1	0.00	6.70	1	20.0	0.0	33	75.33	

Verdübelungsgrad: min. $\eta$  = 0.45, vorh. $\eta$  = 0.56

Verbundmittelbereiche [m] M 1 : 50

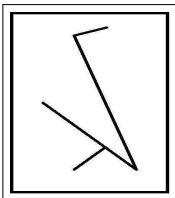


## MAßGEBENDE LASTFALLKOMBINATIONEN

Grenzzustand der Tragfähigkeit LF	EWG	ALG	ZUG	$\gamma * \psi$
1 Standardlast Ausbau	202	0	0	1.35
2 Nutzlasten Kat.A(Wohn.)	1	88	0	1.50
3 Platte über OK Träger	99	0	0	1.35
4 Träger ab UK Platte	99	0	0	1.35

## TRAGFÄHIGKEITSNACHWEIS IM GZ DER TRAGFÄHIGKEIT

Stelle [m]	$M_{Sd}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\eta$	$V_{Sd}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\eta$	Bemerkungen
0.00	0.37	414.04	0.00	128.70	631.33	0.20	
0.34	43.44	414.04	0.10	128.43	631.33	0.20	
0.67	81.98	414.04	0.20	114.90	631.33	0.18	
1.01	115.98	414.04	0.28	101.37	631.33	0.16	
1.34	145.45	414.04	0.35	87.83	631.33	0.14	
1.68	170.38	414.04	0.41	74.30	631.33	0.12	
2.01	190.78	414.04	0.46	60.77	631.33	0.10	
2.35	206.65	414.04	0.50	47.23	631.33	0.07	
2.68	217.99	414.04	0.53	33.70	631.33	0.05	
3.02	224.79	414.04	0.54	20.17	631.33	0.03	
3.35	227.05	414.04	0.55	6.63	631.33	0.01	
3.69	224.79	414.04	0.54	-6.90	631.33	-0.01	
4.02	217.99	414.04	0.53	-20.43	631.33	-0.03	
4.36	206.65	414.04	0.50	-33.97	631.33	-0.05	
4.69	190.78	414.04	0.46	-47.50	631.33	-0.08	
5.03	170.38	414.04	0.41	-61.03	631.33	-0.10	
5.36	145.45	414.04	0.35	-74.57	631.33	-0.12	
5.70	115.98	414.04	0.28	-88.10	631.33	-0.14	
6.03	81.98	414.04	0.20	-101.63	631.33	-0.16	
6.37	43.44	414.04	0.10	-115.17	631.33	-0.18	
6.70	0.37	414.04	0.00	-128.70	631.33	-0.20	



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

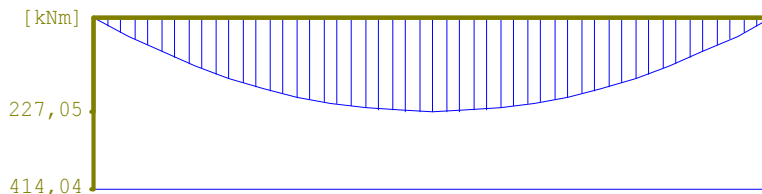
Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

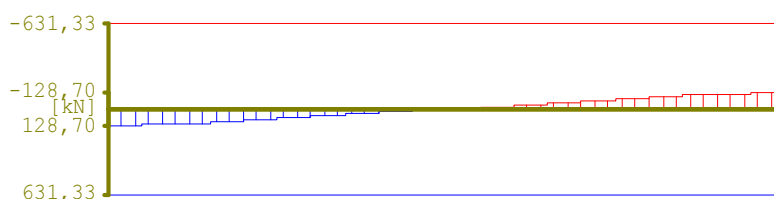
1004 - Rampenträger Rand Verbundträger -

Seite: 67

Tragfähigkeitsnachweis im GZ d. Tragfähigkeit - M [kNm] M 1 : 75



Tragfähigkeitsnachweis im GZ d. Tragfähigkeit - Q [kN] M 1 : 75



## SCHUBKRAFTAUSLEITUNG IN DEN BETONGURT

von x bis x Schnitt(EN 1994-1-1,6.6.6.1)	$V_{Rd,max}$	$V_{Ed}$	$A_{sf}/s_f$
[m] [m]	[kN]	[kN]	[cm <sup>2</sup> /m]
0.00 6.70 c-c (Dübelumriss)	8283.42	2486.03	3.56 <sup>ab</sup>
0.00 6.70 a-a (Plattenanschnitt)	9802.87	2486.03	3.56 <sup>ac</sup>

a) ohne Mindestbewehrung

b) als untere Bewehrung

c) als obere + untere Bewehrung

## NACHWEIS DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT

### VERFORMUNGSBESCHRÄNKUNGEN UND ÜBERHÖHUNGEN

Gesamtverformung (incl. Überhöhung) I / 300

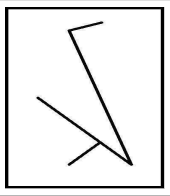
Überhöhungen zu berücksichtigen ab:	1.50 cm
in den Schritten:	0.50 cm
Anteile: Montage	[fb] 100.0%
ständige Einwirkungen	[fg] 100.0%
quasi-st.Verkehrslasten[fq]	50.0%
Kriechen	[fk] 100.0%
Schwinden	[fsch] 100.0%

Lastfallkomb. Gebrauchstauglichkeit LF:Faktor

aus Gewicht Stahlträger	[4]:1,00
aus Bauzustand	---
aus ständigen Einwirkungen	[3]:1,00
aus Ausbaulasten	---
aus quasi-ständ.Verkehrslasten	[2]:0,30

### DURCHBIEGUNGEN, Verformungsanteile bei x0 = 3.35 m

Kriechzahl:	$\phi(t_0, t)$	= 1.64
Schwindmass:	$\epsilon_{cs}(t)$	= -0.32 o/oo
Überhöhung:	$\bar{u}$	= 0.00 cm



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

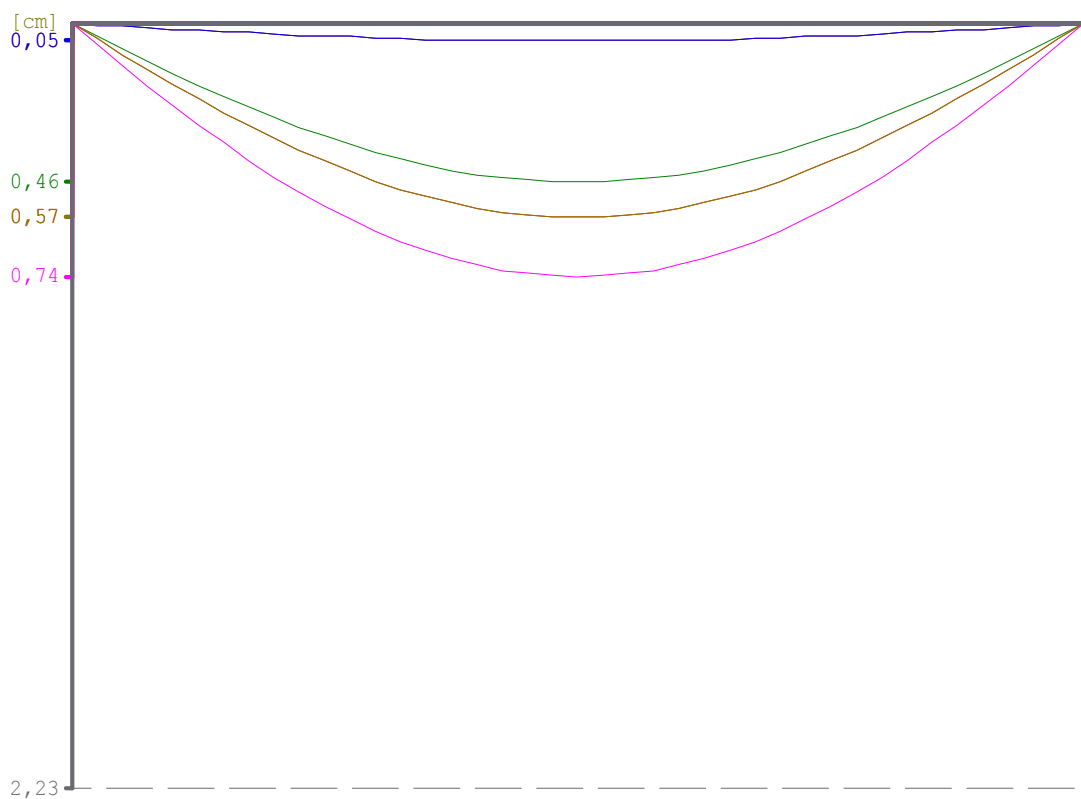
21.11.2025

1004 - Rampenträger Rand Verbundträger -

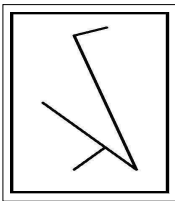
Seite: 68

Bezeichnung		vorh.f[cm]	zul.f[cm]	$\eta$
aus Überhöhung	[ue]	0.00		
aus Eigengewicht Stahlträger	[fs]	0.05		
aus Bauzustand	[fb]	0.00		
aus ständigen Einwirkungen	[fg]	0.41		
aus Ausbaulasten	[fa]	0.00		
aus quasi-ständ.Verkehrslasten	[fq]	0.10		
aus Schwinden	[fsch]	0.17		
Gesamtverformung (incl. Überhöhung):		0.74	2.23	0.33

Gebrauchstauglichkeitsnachweis [cm] M 1 : 75



CHARAKTERISTISCHE AUFLAGERKRÄFTE		
LF	$F_l$ [kN]	$F_r$ [kN]
1	9.88	9.88
2	41.88	41.88
3	41.88	41.88
4	1.65	1.65



## 0.7. Stützen U1

### 0.7.1 IS\_E-1 Stahlbetonstütze

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/25B (FRILO R-2025-2/P04)

#### Grundparameter

##### Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 35/45, B500A

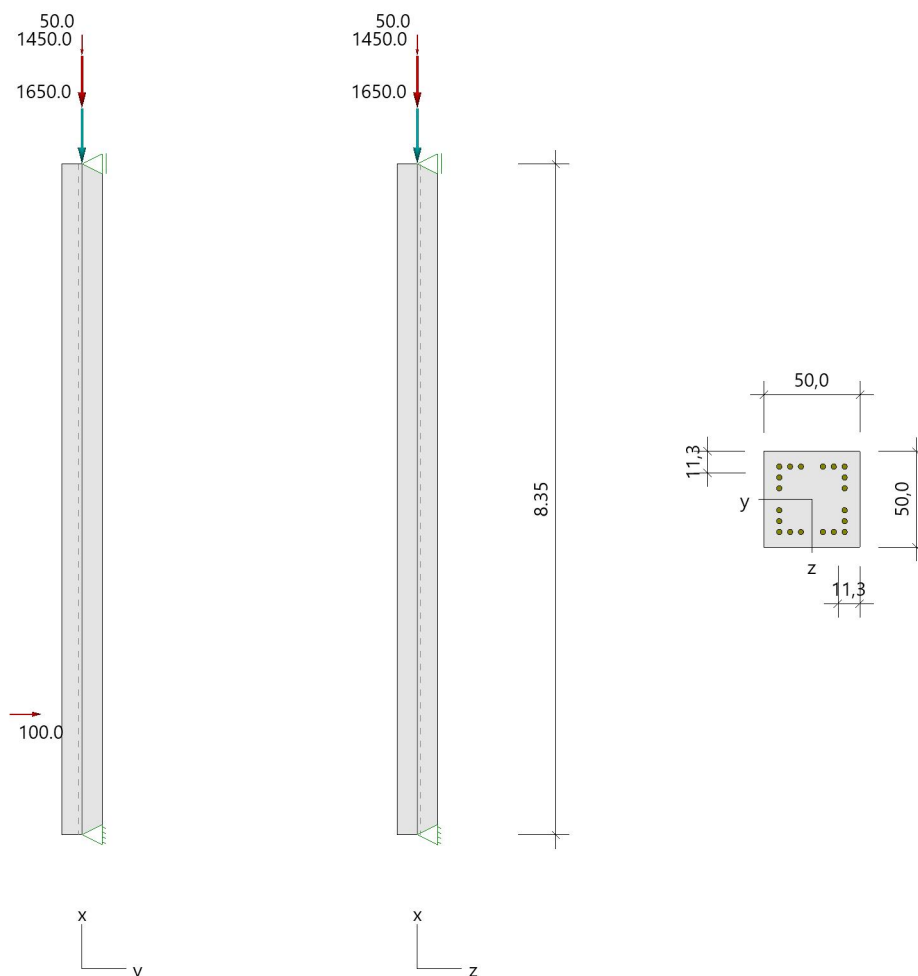
##### Norm und Sicherheitskonzept

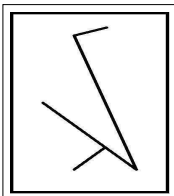
Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
$\Psi_2$ für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ )

#### System

##### Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 95.4





# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

IS\_E-1 - Stahlbetonstütze

Seite: 70

## Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	WF
Bewehrungskorrosion	XC3/XD3
Mindestbetonklasse	C 35/45
Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 28 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 40 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 55 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 40 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 65 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 55 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.30 \text{ mm}$
Korrosionsschutz	nach 7.3.1 (7)
*1: mit $c_{min,b}$	

## Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	
Endkriechzahl	$\varphi(t_0, \infty) = 2.01$	

## Materialauswahl

Beton C 35/45	$f_{ck} = 35.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 34000 \text{ N/mm}^2$	
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 35/45 $\alpha_{cc} = 0.85 \quad \alpha_{ct} = 0.85$			Betonstahl B500A		
	$\gamma_c$	$f_{cd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{ctd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\gamma_s$	$f_{yd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]
ständig/vorübergehend	1.50	19.83	1.27	1.15	434.78	456.52
außergewöhnlich	1.30	22.88	1.47	1.00	500.00	525.00

## Systemkennwerte

### Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	$l = 8.35 \text{ m}$
Querschnitt	$b_y/d_z = 50.0/50.0 \text{ cm}$
	$b_1/d_1 = 11.3/11.3 \text{ cm}$
Bewehrungsanordnung (kalt)	1/4 je Ecke
Bewehrungsanordnung (Brand)	wie Bewehrungsbild

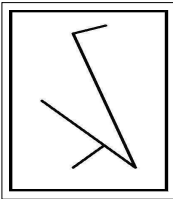
## Lagerbedingungen

Lage	$u_y$ [kN/m]	$\varphi_z$ [kNm/rad]	$u_z$ [kN/m]	$\varphi_y$ [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

## Lasten

### Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. F: Fahrzeuge $\leq 30 \text{ kN}$	0.70	0.70	0.60		1.500
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.500
außergewöhnliche Einwirkungen					1.000
ständig				1.000	1.350



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

IS\_E-1 - Stahlbetonstütze

Seite: 71

## 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		1650.0							ständig Kat. F Schnee außergewöhnlich		
2	Stützenkopf		1450.0									
3	Stützenkopf		50.0									
4	Stütze	1.50				100.0						

## 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		52.2							ständig		

## Berechnungsoptionen

### Berechnungsoptionen

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

### Bemessungsoptionen

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

### Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf  $\theta \leq 1/500$  begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade  $\rho < 2.0\%$ :  $E_{eff,cal} = E_{eff} \cdot (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

## Ergebnisse

### Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

$\min N_{cr}/N = 5,56$  in y- /  $5,56$  in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

### Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

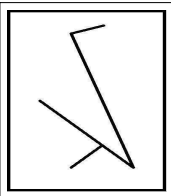
### Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35
$V = 1650,0$ kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35
$V = 1450,0$ kN (Kat. F)	<b>1.50</b>		<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	1.05	<b>1.50</b>	
$V = 50,0$ kN (Schnee)	0.75			0.75	<b>1.50</b>		
$F_y = 100,0$ kN (außergewöhnlich)							

### Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	$\lambda_y$	$\lambda_z$	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	$\varphi^\infty$	$f_{red}$
1	1	Stütze	8.35	8.35	57.8	57.8	25.0	25.0	1.4	1.4	2.012	1.000





# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

IS\_E-1 - Stahlbetonstütze

Seite: 72

## 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]	$\rho$ [%]	$A_{s,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh}$ [cm <sup>2</sup> ]	Versagensart
1	8.35	-4510.4	0.00	0.00	4.93	123.2	123.2	Querschnitt
	6.98	-4510.5	46.29	-46.29	4.93	123.2	123.2	
	5.61	-4510.5	77.46	-77.46	4.93	123.2	123.2	
	4.24	-4510.5	90.13	-90.13	4.93	123.2	123.2	
	2.87	-4510.5	79.49	-79.49	4.93	123.2	123.2	
	1.50	-4510.5	49.96	-49.96	4.93	123.2	123.2	
	1.50	-4510.4	49.96	-49.96	4.93	123.2	123.2	
	0.00	-4510.4	0.00	0.00	4.93	123.2	123.2	

## 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	8.35		0.04	0.00	0.04	0.00	2
			0.1	0.00	0.1	0.00	5
Fußpunkt	0.00	1702.2	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		4510.5	-0.05	0.00	-0.05	0.00	1
		2298.0	0.0	0.00	0.0	0.00	7

## 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
V = 1650,0 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 1450,0 kN (Kat. F)	<b>0.70</b>		0.60		
V = 50,0 kN (Schnee)			<b>0.20</b>	<b>0.20</b>	
Fy = 100,0 kN (außergewöhnlich)	1.00	1.00	1.00	1.00	

## Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

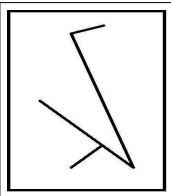
LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	$\lambda_y$	$\lambda_z$	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	$\varphi^\infty$	$f_{red}$
1	1	Stütze	8.35	8.35	57.8	57.8	25.0	25.0	1.4	1.4	2.012	1.000

## 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]	$\rho$ [%]	$A_{s,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh}$ [cm <sup>2</sup> ]	Versagensart
1	8.35	-2717.2	0.00	0.00	4.93	123.2	123.2	Querschnitt
	6.98	-2717.2	24.71	-54.58	4.93	123.2	123.2	
	5.61	-2717.2	41.15	-99.94	4.93	123.2	123.2	
	4.24	-2717.2	47.87	-133.72	4.93	123.2	123.2	
	2.87	-2717.2	42.22	-152.40	4.93	123.2	123.2	
	1.50	-2717.2	26.66	-157.68	4.93	123.2	123.2	
	1.50	-2717.1	26.66	-157.68	4.93	123.2	123.2	
	0.00	-2717.1	0.00	0.00	4.93	123.2	123.2	

## 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	8.35		0.0	0.00	0.0	0.00	5
			18.0	0.00	0.03	0.00	1
			18.0	0.00	0.1	0.00	1
Fußpunkt	0.00	1702.2	82.0	0.00	0.0	0.00	2



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

IS\_E-1 - Stahlbetonstütze

Seite: 73

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
		2717.2	82.0	0.00	-0.03	0.00	1
		1702.2	0.0	0.00	0.0	0.00	5
		2717.2	82.1	0.00	-0.03	0.00	1
		1712.2	82.0	0.00	0.0	0.00	4

## Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

### Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 1650,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 1450,0 kN (Kat. F)	0.60	
V = 50,0 kN (Schnee)		
F <sub>y</sub> = 100,0 kN (außergewöhnlich)		

### Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	$\lambda_y$	$\lambda_z$	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	$\varphi_\infty$	$f_{red}$
1	1	Stütze	8.35	8.35	57.8	57.8	0.0	0.0	0.8	0.8	0.000	1.000

\* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

### Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit $e_i$ (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	$N_d$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$\rho$ [%]	$A_{s,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh}$ [cm <sup>2</sup> ]	Versagensart
1	8.35	-2572.2	0.00	0.00	4.93	123.2	123.2	Querschnitt
	6.98	-2572.2	15.90	-15.90	4.93	123.2	123.2	
	5.61	-2572.2	27.78	-27.78	4.93	123.2	123.2	
	4.24	-2572.2	32.58	-32.58	4.93	123.2	123.2	
	2.87	-2572.2	28.52	-28.52	4.93	123.2	123.2	
	1.50	-2572.2	17.21	-17.21	4.93	123.2	123.2	
	1.50	-2572.2	17.21	-17.21	4.93	123.2	123.2	
	0.00	-2572.2	0.00	0.00	4.93	123.2	123.2	

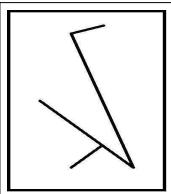
### Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

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	8.35		0.0	0.00	0.0	0.00	2
			0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	1702.2	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		2572.2	0.0	0.00	0.0	0.00	1

### Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

### Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen $A_s$ [cm <sup>2</sup> ]
1	123.2



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

IS\_E-1 - Stahlbetonstütze

Seite: 74

## Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 1650,0 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 1450,0 kN (Kat. F)	<b>1.00</b>		<b>1.00</b>	0.70	
V = 50,0 kN (Schnee)	0.50			<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
Fy = 100,0 kN (außergewöhnlich)					

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

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	f <sub>y</sub> [cm]	f <sub>z</sub> [cm]	f <sub>y,lim</sub> [cm]	f <sub>z,lim</sub> [cm]	η
1	8.35	-3177.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	6.98	-3177.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.61	-3177.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	4.24	-3177.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.87	-3177.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.50	-3177.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-3177.2	0.00	0.00	0.0	0.0			

## Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$ )

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	f <sub>y</sub> [cm]	f <sub>z</sub> [cm]	f <sub>y,lim</sub> [cm]	f <sub>z,lim</sub> [cm]	η
1	8.35	-3177.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	6.98	-3177.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.61	-3177.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	4.24	-3177.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.87	-3177.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.50	-3177.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-3177.2	0.00	0.00	0.0	0.0			

## Begrenzung der Betondruckspannung - Th. II. O. (CHAR für $t = \infty$ )

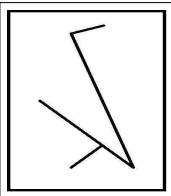
LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	φ <sub>eff</sub>	ε <sub>c</sub> [‰]	σ <sub>c</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>c,lim</sub> <sup>1</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	η
1	8.35	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-9.86	-21.00	0.47
1	6.98	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-9.86	-21.00	0.47
1	5.61	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-9.86	-21.00	0.47
1	4.24	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-9.86	-21.00	0.47
1	2.87	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-9.86	-21.00	0.47
1	1.50	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-9.86	-21.00	0.47
1	0.00	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-9.86	-21.00	0.47

1 : σ<sub>c,lim</sub> = 0,60 \* f<sub>c,k</sub> (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

## Begrenzung der Betondruckspannung - Th. II. O. (CHAR für $t = 0$ )

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	φ <sub>eff</sub>	ε <sub>c</sub> [‰]	σ <sub>c</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>c,lim</sub> <sup>1</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	η
1	8.35	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-9.86	-21.00	0.47
1	6.98	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-9.86	-21.00	0.47
1	5.61	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-9.86	-21.00	0.47
1	4.24	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-9.86	-21.00	0.47
1	2.87	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-9.86	-21.00	0.47
1	1.50	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-9.86	-21.00	0.47
1	0.00	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-9.86	-21.00	0.47

1 : σ<sub>c,lim</sub> = 0,60 \* f<sub>c,k</sub> (EN 1992-1-1, 7.2 (2))



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

IS\_E-1 - Stahlbetonstütze

Seite: 75

## 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]	$\varphi_{eff}$	$\varepsilon_s$ [‰]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$
1	8.35	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-57.97	400.00	0.00
1	6.98	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-57.97	400.00	0.00
1	5.61	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-57.97	400.00	0.00
1	4.24	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-57.97	400.00	0.00
1	2.87	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-57.97	400.00	0.00
1	1.50	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-57.97	400.00	0.00
1	0.00	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-57.97	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]	$\varphi_{eff}$	$\varepsilon_s$ [‰]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$
1	8.35	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-57.97	400.00	0.00
1	6.98	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-57.97	400.00	0.00
1	5.61	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-57.97	400.00	0.00
1	4.24	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-57.97	400.00	0.00
1	2.87	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-57.97	400.00	0.00
1	1.50	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-57.97	400.00	0.00
1	0.00	-3177.2	0.00	0.00	0.00	-0.290	-57.97	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	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 1650,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 1450,0 kN (Kat. F)	0.60	
V = 50,0 kN (Schnee)		
F <sub>y</sub> = 100,0 kN (außergewöhnlich)		

## Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

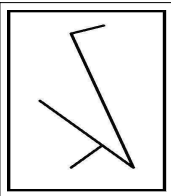
LK	Höhe [m]	$N_d$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$\varepsilon_c$ [‰]	$\sigma_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,lim}^1$ [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh $f_{\varphi,rl}$	erf $f_{\varphi,rl}$	$\eta$
1	8.35	-2572.2	0.00	0.00	-0.235	-7.98	-15.75	1.00		0.51
1	6.98	-2572.2	0.00	0.00	-0.235	-7.98	-15.75	1.00		0.51
1	5.61	-2572.2	0.00	0.00	-0.235	-7.98	-15.75	1.00		0.51
1	4.24	-2572.2	0.00	0.00	-0.235	-7.98	-15.75	1.00		0.51
1	2.87	-2572.2	0.00	0.00	-0.235	-7.98	-15.75	1.00		0.51
1	1.50	-2572.2	0.00	0.00	-0.235	-7.98	-15.75	1.00		0.51
1	0.00	-2572.2	0.00	0.00	-0.235	-7.98	-15.75	1.00		0.51

1 :  $\sigma_{c,lim} = 0,45 \cdot f_{c,k}$  (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

## Bewehrungsanordnung

### Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	$\varnothing$ [mm]	Fläche [cm <sup>2</sup> ]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1 Bügel: 32Ø10 mm	1	28	6.2	-17.1	-17.1	306	100
	2	28	6.2	17.1	-17.1	306	100
	3	28	6.2	17.1	17.1	306	100
	4	28	6.2	-17.1	17.1	306	100
	5	28	6.2	-11.4	-17.1	206	100
	6	28	6.2	11.4	-17.1	206	100
	7	28	6.2	11.4	17.1	206	100
	8	28	6.2	-11.4	17.1	206	100



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

IS\_E-1 - Stahlbetonstütze

Seite: 76

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm <sup>2</sup> ]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f <sub>sy,θ</sub> /f <sub>yk</sub> [%]
	9	28	6.2	-17.1	-11.4	206	100
	10	28	6.2	17.1	-11.4	206	100
	11	28	6.2	17.1	11.4	206	100
	12	28	6.2	-17.1	11.4	206	100
	13	28	6.2	-5.7	-17.1	183	100
	14	28	6.2	5.7	-17.1	183	100
	15	28	6.2	5.7	17.1	183	100
	16	28	6.2	-5.7	17.1	183	100
	17	28	6.2	-17.1	-5.7	183	100
	18	28	6.2	17.1	-5.7	183	100
	19	28	6.2	17.1	5.7	183	100
	20	28	6.2	-17.1	5.7	183	100
			123.2				

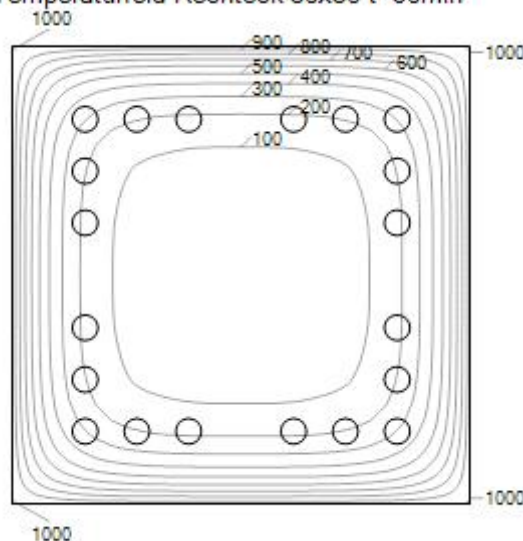
## Realisierte Betondeckung

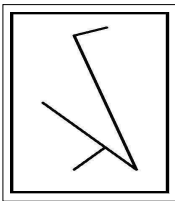
Stützenabschnitt	erf. c <sub>nom,L</sub> [cm]	erf. c <sub>nom,B</sub> [cm]	vorh. c <sub>nom,L</sub> [cm]	vorh. c <sub>nom,B</sub> [cm]
Abschnitt 1	6.5	5.5	6.6	5.6

## Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m <sup>2</sup> K)
Wärmeübergangskoeffizient unbedeckt	α <sub>c</sub> =	5.0 W/(m <sup>2</sup> K)
Emissivität	ε <sub>m</sub> =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m <sup>3</sup>
Elementgröße	d <sub>Elem</sub> =	1.6 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

Temperaturfeld Rechteck 50x50 t=90min





# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

IS\_E-1 - Stahlbetonstütze

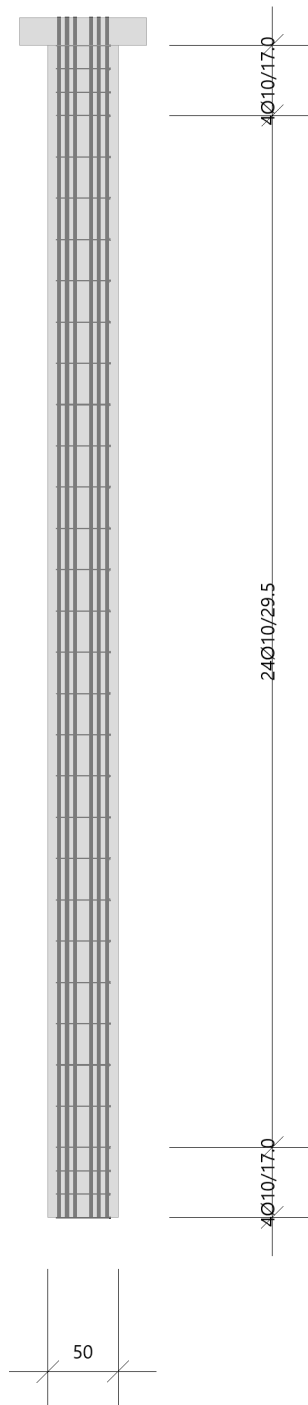
Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

21.11.2025

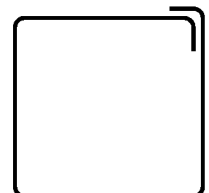
Seite: 77

## Bewehrungsbilder

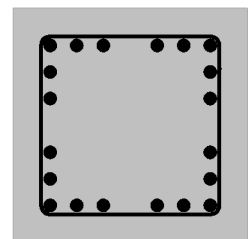
Maßstab 1 : 55.2

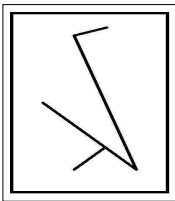


Pos 1 - 20Ø28 - l = 8.55



Pos 2 - 32Ø10 - l = 1.82





## 0.7.2 IS\_E-2 Stahlbetonstütze

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/25B (FRILO R-2025-2/P04)

### Grundparameter

#### Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 35/45, B500A

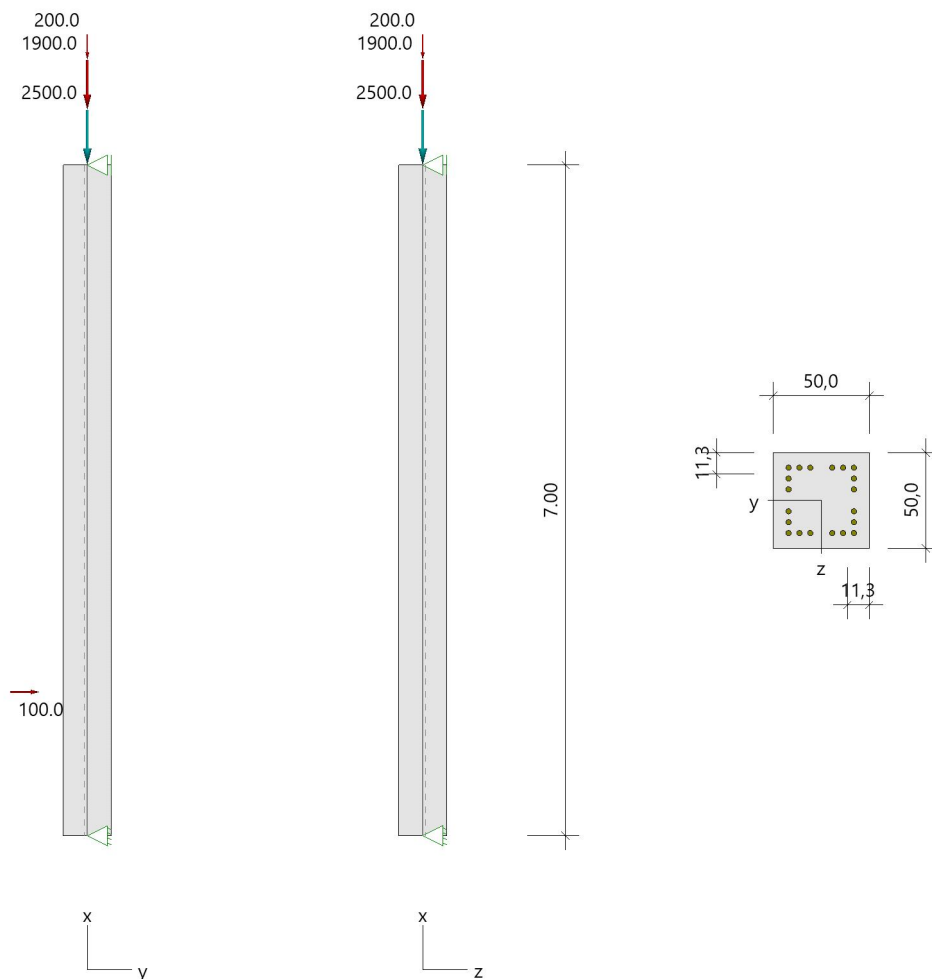
#### Norm und Sicherheitskonzept

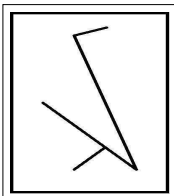
Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
$\Psi_2$ für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ )

### System

#### Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 80





# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

IS\_E-2 - Stahlbetonstütze

Seite: 79

## Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	WF
Bewehrungskorrosion	XC3/XD3
Mindestbetonklasse	C 35/45
Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 28 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 40 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 55 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 40 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 65 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 55 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.30 \text{ mm}$
Korrosionsschutz	nach 7.3.1 (7)
*1: mit $c_{min,b}$	

## Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	
Endkriechzahl	$\varphi(t_0, \infty) = 2.01$	

## Materialauswahl

Beton C 35/45	$f_{ck} = 35.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 34000 \text{ N/mm}^2$	
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 35/45 $\alpha_{cc} = 0.85 \quad \alpha_{ct} = 0.85$			Betonstahl B500A		
	$\gamma_c$	$f_{cd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{ctd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\gamma_s$	$f_{yd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]
ständig/vorübergehend	1.50	19.83	1.27	1.15	434.78	456.52
außergewöhnlich	1.30	22.88	1.47	1.00	500.00	525.00

## Systemkennwerte

### Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe	$l = 7.00 \text{ m}$
Querschnitt	$b_y/d_z = 50.0/50.0 \text{ cm}$
	$b_1/d_1 = 11.3/11.3 \text{ cm}$

Bewehrungsanordnung (kalt) 1/4 je Ecke  
Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

## Lagerbedingungen

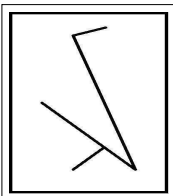
Lage	$u_y$ [kN/m]	$\varphi_z$ [kNm/rad]	$u_z$ [kN/m]	$\varphi_y$ [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt				

## Lasten

### Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. F: Fahrzeuge $\leq 30 \text{ kN}$	0.70	0.70	0.60		1.500
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.500
außergewöhnliche Einwirkungen					1.000
ständig				1.000	1.350





# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

IS\_E-2 - Stahlbetonstütze

Seite: 80

## 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		2500.0							ständig Kat. F Schnee außergewöhnlich		
2	Stützenkopf		1900.0									
3	Stützenkopf		200.0									
4	Stütze	1.50				100.0						

## 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		43.8							ständig		

## Berechnungsoptionen

### Berechnungsoptionen

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

### Bemessungsoptionen

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

### Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R90
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf  $\theta \leq 1/500$  begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade  $\rho < 2.0\%$ :  $E_{I_{eff,cal}} = E_{I_{eff}} \cdot (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

## Ergebnisse

### Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

$\min N_{cr}/N = 5,54$  in y- /  $5,54$  in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

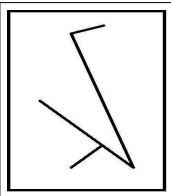
### Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

### Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
$V = 2500,0$ kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
$V = 1900,0$ kN (Kat. F)	<b>1.50</b>		<b>1.50</b>	1.05	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	
$V = 200,0$ kN (Schnee)	0.75			<b>1.50</b>	0.75		
$F_y = 100,0$ kN (außergewöhnlich)							

### Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	$\lambda_y$	$\lambda_z$	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	$\varphi^\infty$	$f_{red}$
1	1	Stütze	7.00	7.00	48.5	48.5	25.0	25.0	1.3	1.3	2.012	1.000



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

IS\_E-2 - Stahlbetonstütze

Seite: 81

## 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]	$\rho$ [%]	$A_{s,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh}$ [cm <sup>2</sup> ]	Versagensart
1	7.00	-6434.0	0.00	0.00	4.93	123.2	123.2	Querschnitt
	5.90	-6434.1	60.72	-60.72	4.93	123.2	123.2	
	4.80	-6434.1	102.92	-102.92	4.93	123.2	123.2	
	3.70	-6434.1	122.34	-122.34	4.93	123.2	123.2	
	2.60	-6434.1	112.66	-112.66	4.93	123.2	123.2	
	1.50	-6434.1	78.43	-78.43	4.93	123.2	123.2	
	1.50	-6434.0	78.43	-78.43	4.93	123.2	123.2	
	0.00	-6434.0	0.00	0.00	4.93	123.2	123.2	

## 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	7.00		0.04	0.00	0.04	0.00	2
			0.3	0.00	0.3	0.00	4
Fußpunkt	0.00	2543.8	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		6434.1	-0.3	0.00	-0.3	0.00	1
		3434.1	0.0	0.00	0.0	0.00	7

## 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
V = 2500,0 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 1900,0 kN (Kat. F)	<b>0.70</b>		0.60		
V = 200,0 kN (Schnee)			<b>0.20</b>	<b>0.20</b>	
F <sub>y</sub> = 100,0 kN (außergewöhnlich)	1.00	1.00	1.00	1.00	

## Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

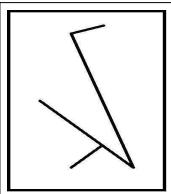
LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	$\lambda_y$	$\lambda_z$	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	$\varphi^\infty$	$f_{red}$
1	1	Stütze	7.00	7.00	48.5	48.5	25.0	25.0	1.3	1.3	2.012	1.000

## 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]	$\rho$ [%]	$A_{s,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh}$ [cm <sup>2</sup> ]	Versagensart
1	7.00	-3873.7	0.00	0.00	4.93	123.2	123.2	Querschnitt
	5.90	-3873.8	31.51	-60.25	4.93	123.2	123.2	
	4.80	-3873.8	53.09	-109.69	4.93	123.2	123.2	
	3.70	-3873.7	63.07	-145.83	4.93	123.2	123.2	
	2.60	-3873.7	58.06	-164.50	4.93	123.2	123.2	
	1.50	-3873.7	40.60	-167.52	4.93	123.2	123.2	
	1.50	-3873.7	40.60	-167.52	4.93	123.2	123.2	
	0.00	-3873.7	0.00	0.00	4.93	123.2	123.2	

## 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	7.00		0.0	0.00	0.0	0.00	5
			21.6	0.00	0.2	0.00	1
			21.3	0.00	0.2	0.00	1
Fußpunkt	0.00	2543.7	78.6	0.00	0.0	0.00	2



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

IS\_E-2 - Stahlbetonstütze

Seite: 82

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
		3873.7	78.4	0.00	-0.2	0.00	1
		2543.8	0.0	0.00	0.0	0.00	5
		3873.7	78.7	0.00	-0.2	0.00	1
		2583.7	78.6	0.00	0.0	0.00	4

## Tragfähigkeit - Brand (R90) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

### Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 2500,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 1900,0 kN (Kat. F)	0.60	
V = 200,0 kN (Schnee)		
Fy = 100,0 kN (außergewöhnlich)		

### Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	$\lambda_y$	$\lambda_z$	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	$\varphi_\infty$	$f_{red}$
1	1	Stütze	7.00	7.00	48.5	48.5	0.0	0.0	0.7	0.7	0.000	1.000

\* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

### Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit $e_i$ (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	$N_d$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$\rho$ [%]	$A_{s,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh}$ [cm <sup>2</sup> ]	Versagensart
1	7.00	-3683.8	0.00	0.00	4.93	123.2	123.2	Querschnitt
	5.90	-3683.7	18.17	-18.17	4.93	123.2	123.2	
	4.80	-3683.7	32.11	-32.11	4.93	123.2	123.2	
	3.70	-3683.7	38.46	-38.46	4.93	123.2	123.2	
	2.60	-3683.7	35.17	-35.17	4.93	123.2	123.2	
	1.50	-3683.7	23.69	-23.69	4.93	123.2	123.2	
	1.50	-3683.7	23.69	-23.69	4.93	123.2	123.2	
	0.00	-3683.7	0.00	0.00	4.93	123.2	123.2	

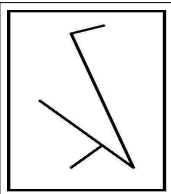
### Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

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	7.00		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	2543.7	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		3683.7	0.0	0.00	0.0	0.00	1

### Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

### Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen $A_s$ [cm <sup>2</sup> ]
1	123.2



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

IS\_E-2 - Stahlbetonstütze

Seite: 83

## Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 2500,0 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 1900,0 kN (Kat. F)	<b>1.00</b>		<b>1.00</b>	0.70	
V = 200,0 kN (Schnee)	0.50			<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
Fy = 100,0 kN (außergewöhnlich)					

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

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	f <sub>y</sub> [cm]	f <sub>z</sub> [cm]	f <sub>y,lim</sub> [cm]	f <sub>z,lim</sub> [cm]	η
1	7.00	-4543.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.90	-4543.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	4.80	-4543.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.70	-4543.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.60	-4543.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.50	-4543.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-4543.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

## Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$ )

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	f <sub>y</sub> [cm]	f <sub>z</sub> [cm]	f <sub>y,lim</sub> [cm]	f <sub>z,lim</sub> [cm]	η
1	7.00	-4543.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.90	-4543.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	4.80	-4543.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.70	-4543.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.60	-4543.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.50	-4543.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-4543.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

## Begrenzung der Betondruckspannung - Th. II. O. (CHAR für $t = \infty$ )

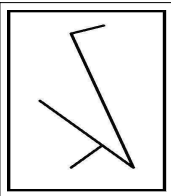
LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	φ <sub>eff</sub>	ε <sub>c</sub> [‰]	σ <sub>c</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>c,lim</sub> <sup>1</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	η
1	7.00	-4543.8	0.00	0.00	0.00	-0.415	-14.10	-21.00	0.67
1	5.90	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-14.10	-21.00	0.67
1	4.80	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-14.10	-21.00	0.67
1	3.70	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-14.10	-21.00	0.67
1	2.60	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-14.10	-21.00	0.67
1	1.50	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-14.10	-21.00	0.67
1	0.00	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-14.10	-21.00	0.67

1 : σ<sub>c,lim</sub> = 0,60 \* f<sub>c,k</sub> (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

## Begrenzung der Betondruckspannung - Th. II. O. (CHAR für $t = 0$ )

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	φ <sub>eff</sub>	ε <sub>c</sub> [‰]	σ <sub>c</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>c,lim</sub> <sup>1</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	η
1	7.00	-4543.8	0.00	0.00	0.00	-0.415	-14.10	-21.00	0.67
1	5.90	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-14.10	-21.00	0.67
1	4.80	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-14.10	-21.00	0.67
1	3.70	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-14.10	-21.00	0.67
1	2.60	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-14.10	-21.00	0.67
1	1.50	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-14.10	-21.00	0.67
1	0.00	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-14.10	-21.00	0.67

1 : σ<sub>c,lim</sub> = 0,60 \* f<sub>c,k</sub> (EN 1992-1-1, 7.2 (2))



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

IS\_E-2 - Stahlbetonstütze

Seite: 84

## 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]	$\varphi_{eff}$	$\varepsilon_s$ [‰]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$
1	7.00	-4543.8	0.00	0.00	0.00	-0.415	-82.90	400.00	0.00
1	5.90	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-82.90	400.00	0.00
1	4.80	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-82.90	400.00	0.00
1	3.70	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-82.90	400.00	0.00
1	2.60	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-82.90	400.00	0.00
1	1.50	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-82.90	400.00	0.00
1	0.00	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-82.90	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]	$\varphi_{eff}$	$\varepsilon_s$ [‰]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$
1	7.00	-4543.8	0.00	0.00	0.00	-0.415	-82.90	400.00	0.00
1	5.90	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-82.90	400.00	0.00
1	4.80	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-82.90	400.00	0.00
1	3.70	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-82.90	400.00	0.00
1	2.60	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-82.90	400.00	0.00
1	1.50	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-82.90	400.00	0.00
1	0.00	-4543.7	0.00	0.00	0.00	-0.415	-82.90	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	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 2500,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 1900,0 kN (Kat. F)	0.60	
V = 200,0 kN (Schnee)		
F <sub>y</sub> = 100,0 kN (außergewöhnlich)		

## Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

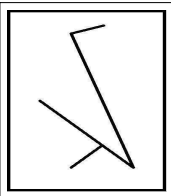
LK	Höhe [m]	$N_d$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$\varepsilon_c$ [‰]	$\sigma_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,lim}^1$ [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh $f_{\varphi,tl}$	erf $f_{\varphi,tl}$	$\eta$
1	7.00	-3683.8	0.00	0.00	-0.336	-11.43	-15.75	1.00		0.73
1	5.90	-3683.7	0.00	0.00	-0.336	-11.43	-15.75	1.00		0.73
1	4.80	-3683.7	0.00	0.00	-0.336	-11.43	-15.75	1.00		0.73
1	3.70	-3683.7	0.00	0.00	-0.336	-11.43	-15.75	1.00		0.73
1	2.60	-3683.7	0.00	0.00	-0.336	-11.43	-15.75	1.00		0.73
1	1.50	-3683.7	0.00	0.00	-0.336	-11.43	-15.75	1.00		0.73
1	0.00	-3683.7	0.00	0.00	-0.336	-11.43	-15.75	1.00		0.73

1 :  $\sigma_{c,lim} = 0,45 \cdot f_{c,k}$  (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

## Bewehrungsanordnung

### Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm <sup>2</sup> ]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy, \theta} / f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1 Bügel: 27Ø10 mm	1	28	6.2	-17.1	-17.1	306	100
	2	28	6.2	17.1	-17.1	306	100
	3	28	6.2	17.1	17.1	306	100
	4	28	6.2	-17.1	17.1	306	100
	5	28	6.2	-11.4	-17.1	206	100
	6	28	6.2	11.4	-17.1	206	100
	7	28	6.2	11.4	17.1	206	100
	8	28	6.2	-11.4	17.1	206	100



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

IS\_E-2 - Stahlbetonstütze

Seite: 85

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm <sup>2</sup> ]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f <sub>sy,θ</sub> /f <sub>yk</sub> [%]
	9	28	6.2	-17.1	-11.4	206	100
	10	28	6.2	17.1	-11.4	206	100
	11	28	6.2	17.1	11.4	206	100
	12	28	6.2	-17.1	11.4	206	100
	13	28	6.2	-5.7	-17.1	183	100
	14	28	6.2	5.7	-17.1	183	100
	15	28	6.2	5.7	17.1	183	100
	16	28	6.2	-5.7	17.1	183	100
	17	28	6.2	-17.1	-5.7	183	100
	18	28	6.2	17.1	-5.7	183	100
	19	28	6.2	17.1	5.7	183	100
	20	28	6.2	-17.1	5.7	183	100
			123.2				

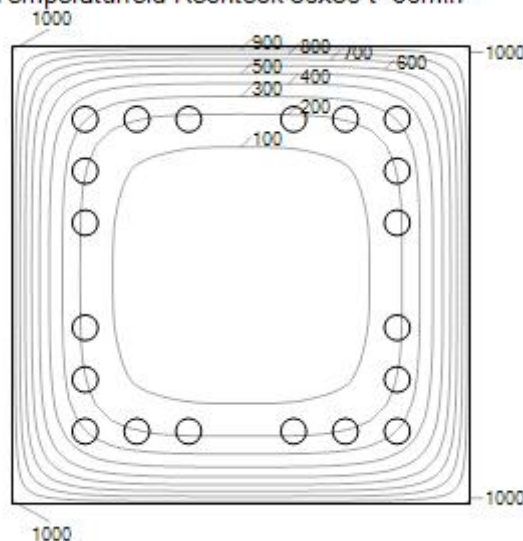
## Realisierte Betondeckung

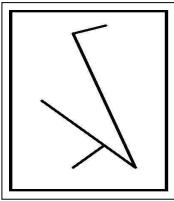
Stützenabschnitt	erf. c <sub>nom,L</sub> [cm]	erf. c <sub>nom,B</sub> [cm]	vorh. c <sub>nom,L</sub> [cm]	vorh. c <sub>nom,B</sub> [cm]
Abschnitt 1	6.5	5.5	6.6	5.6

## Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m <sup>2</sup> K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α <sub>c</sub> =	5.0 W/(m <sup>2</sup> K)
Emissivität	ε <sub>m</sub> =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m <sup>3</sup>
Elementgröße	d <sub>Elem</sub> =	1.6 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

Temperaturfeld Rechteck 50x50 t=90min





# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

IS\_E-2 - Stahlbetonstütze

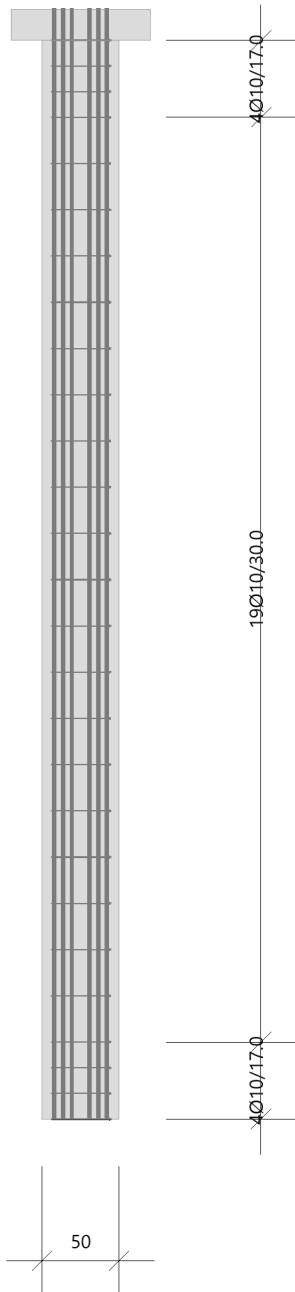
Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

21.11.2025

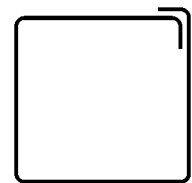
Seite: 86

## Bewehrungsbilder

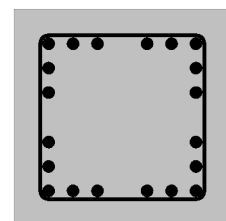
Maßstab 1 : 50

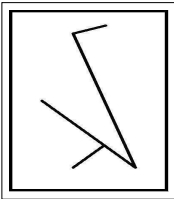


Pos 1 - 20Ø28 - l = 7.20



Pos 2 - 27Ø10 - l = 1.82

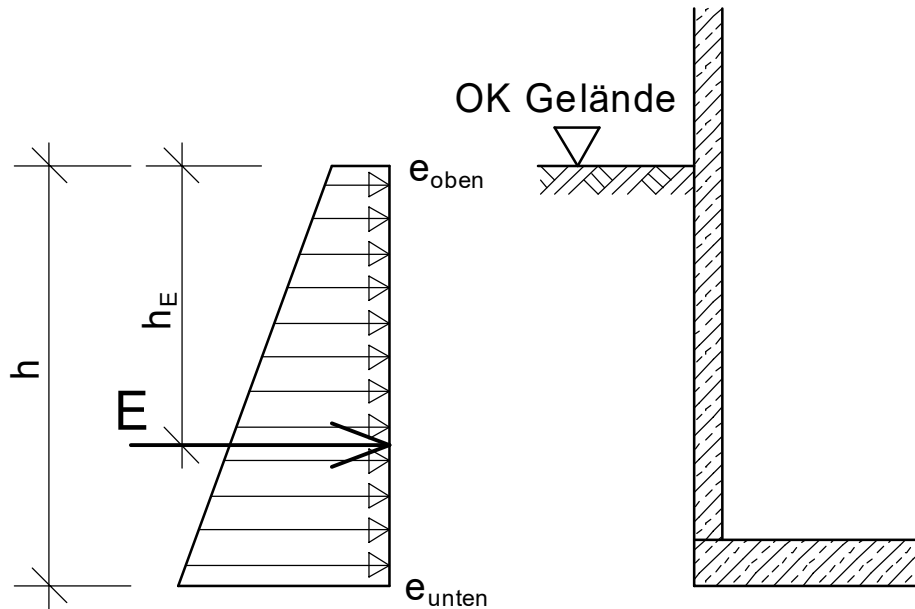




## 0.8. Außenwände U1

### 0.8.1 Ermittlung Erddruck

System:



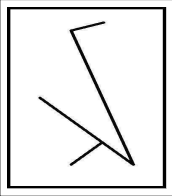
Höhe der Anschüttung  $h =$

8,24 m

**Bodeneigenschaften:**

Bodenwichte $\gamma =$	18,0 kN/m <sup>3</sup>
Wandneigung $\alpha =$	0,0 °
Geländeneigung $\beta =$	0,0 °
char. Wert für Bodenreibung $\varphi =$	32,0 °
Wand- bzw. Erddruckreibung $\delta_a =$	$2/3 \cdot \varphi = 21,3 °$





# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

Ermittlung Erddruck -

Seite: 88

## Aktiver Erddruck

Aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht:

$$K_{agh} = \frac{\cos(\varphi - \alpha)^2}{\cos(\alpha)^2 \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta_a) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\alpha - \beta) \times \cos(\alpha + \delta_a)}}\right)^2} = 0,26$$

$$e_{agh} = \gamma \cdot h \cdot K_{agh} = 38,56 \text{ kN/m}^2$$

Aktiver Erddruck infolge gleichmäßig verteilter Auflast:

$$\text{Verkehrslast } p = 10,00 \text{ kN/m}^2$$

$$K_{aph} = K_{agh} \cdot \frac{\cos(\alpha) \cdot \cos(\beta)}{\cos(\alpha - \beta)} = 0,26$$

$$e_{aph} = p \cdot K_{aph} = 2,60 \text{ kN/m}^2$$

Resultierender aktiver Erddruck:

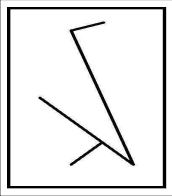
$$e_{a,oben} = e_{aph} = 2,60 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{a,unten} = e_{a,oben} + e_{agh} = 41,16 \text{ kN/m}^2$$

$$E_a = \frac{e_{a,oben} + e_{a,unten}}{2} \cdot h = 180,29 \text{ kN/m}$$

Lastangriffspunkt von  $E_a$  ab OK Gelände:

$$h_{E,a} = h - \left( \frac{h}{3} \cdot \frac{e_{a,unten} + 2 \cdot e_{a,oben}}{e_{a,unten} + e_{a,oben}} \right) = 5,33 \text{ m}$$



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

Ermittlung Erddruck -

Seite: 89

## Erdruchdruck

Bodeneigenschaften:

$$\text{Wand- bzw. Erddruckreibung } \delta_0 = 0,0^\circ$$

Erdruchdruck aus Bodeneigengewicht:

$$K_1 = \frac{\sin(\varphi) - \sin(\varphi)^2}{\sin(\varphi) - \sin(\beta)^2} \cdot \cos(\beta)^2 = 0,47$$

$$\tan \alpha_1 = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{K_1} + \tan(\beta)^2}} = 0,69$$

$$f = 1 - |\tan(\alpha) \times \tan(\beta)| = 1,00$$

$$K_{0gh} = K_1 \cdot f \cdot \frac{1 + \tan(\alpha_1) \times \tan(\beta)}{1 + \tan(\alpha_1) \times \tan(\delta_0)} = 0,47$$

$$e_{0gh} = \gamma \cdot h \cdot K_{0gh} = 69,71 \text{ kN/m}^2$$

Erdruchdruck infolge gleichmäßig verteilter Auflast:

$$\text{Verkehrslast } p = 10,00 \text{ kN/m}^2$$

$$K_{0ph} = K_{0gh} \cdot \frac{\cos(\alpha) \cdot \cos(\beta)}{\cos(\alpha - \beta)} = 0,47$$

$$e_{0ph} = p \cdot K_{0ph} = 4,70 \text{ kN/m}^2$$

**Resultierender Erdruchdruck:**

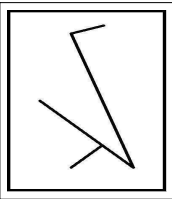
$$e_{0,oben} = e_{0ph} = 4,70 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{0,unten} = e_{0,oben} + e_{0gh} = 74,41 \text{ kN/m}^2$$

$$E_0 = \frac{e_{0,oben} + e_{0,unten}}{2} \cdot h = 325,93 \text{ kN/m}$$

Lastangriffspunkt von  $E_0$  ab OK Gelände:

$$h_{E,0} = h \cdot \left( \frac{\frac{h}{3} \cdot e_{0,unten} + 2 \cdot e_{0,oben}}{e_{0,unten} + e_{0,oben}} \right) = 5,33 \text{ m}$$



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

Ermittlung Erddruck -

Seite: 90

## Erhöhter aktiver Erddruck

$$e'_{a,oben} = 0,5 * e_{a,oben} + 0,5 * e_{0,oben} = 3,65 \text{ kN/m}^2$$

$$e'_{a,unten} = 0,5 * e_{a,unten} + 0,5 * e_{0,unten} = 57,78 \text{ kN/m}^2$$

$$E'_a = \frac{e'_{a,oben} + e'_{a,unten}}{2} * h = 253,09 \text{ kN/m}$$

Lastangriffspunkt von  $E'_a$  ab OK Gelände:

$$h_{E',a} = h - \left( \frac{h}{3} * \frac{e'_{a,unten} + 2 * e'_{a,oben}}{e'_{a,unten} + e'_{a,oben}} \right) = 5,33 \text{ m}$$



## Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

## Erddruckverteilung -

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

21.11.2025

Seite: 91

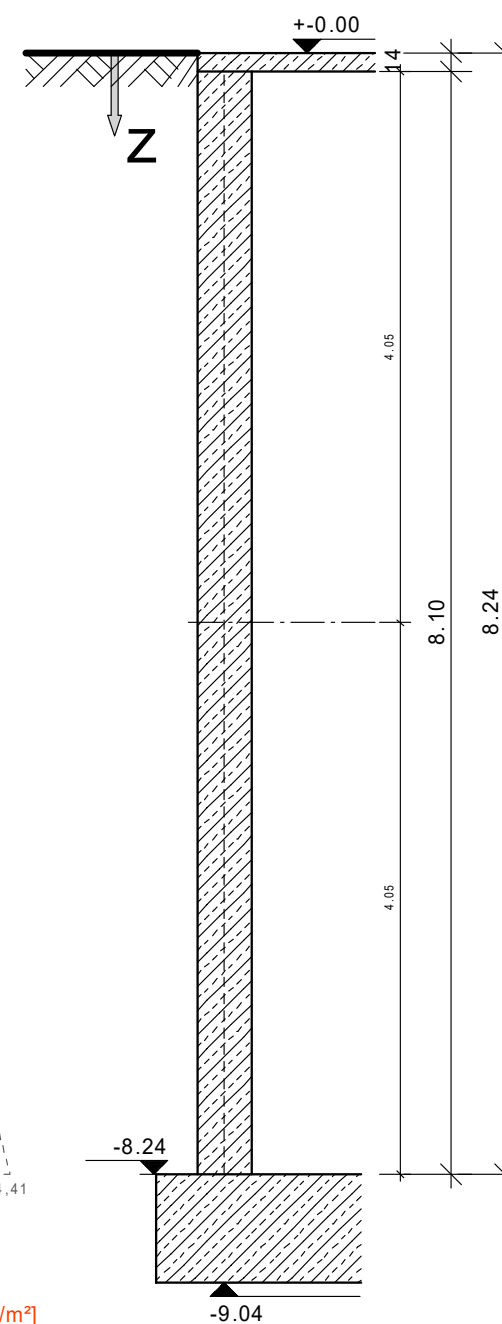
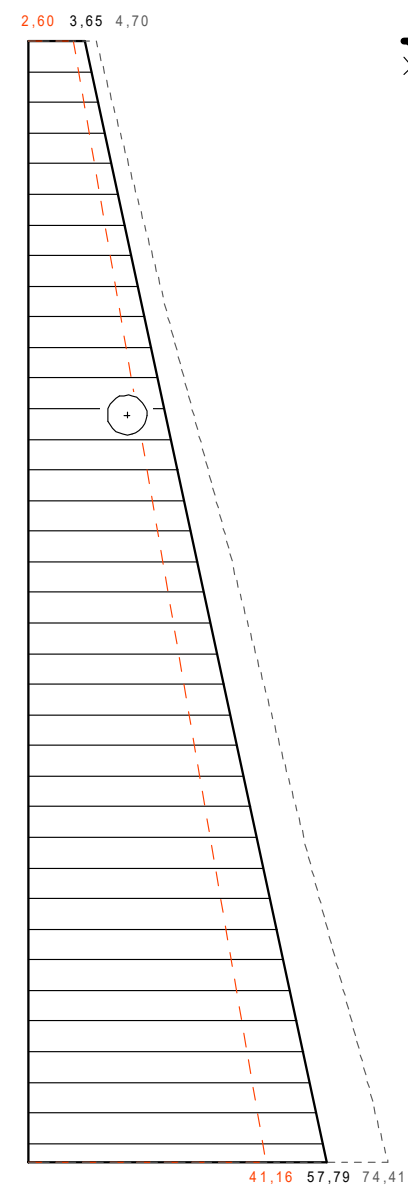
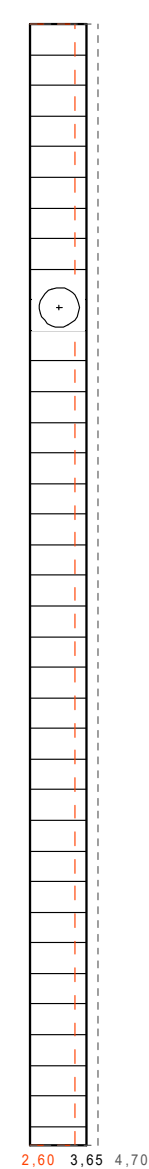
Erddruck  
infolge  
Bodeneigenlast



Erddruck  
infolge  
Bodenaufkast

$$=$$

SUMME  
ERDDRUCK



## Bodenwerte

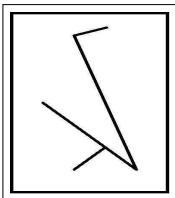
$$\alpha = 0^\circ$$
$$\beta = 0^\circ$$
$$\delta = 2/3 * \varphi$$
$$\varphi = 32,0^\circ$$
$$\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$$
 $c = 0 \text{ kN/m}^2$ 

LEGENDE:

— — — — aktiver Erddruck [kN/m<sup>2</sup>]

— erhöhter aktiver Erddruck [kN/m<sup>2</sup>]

----- Erdruhedruck [kN/m<sup>2</sup>]



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

AW1 - Außenwand Ebene U1 ohne Normalkraft

Seite: 92

## 0.8.3 AW1 Außenwand Ebene U1 ohne Normalkraft

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P04)

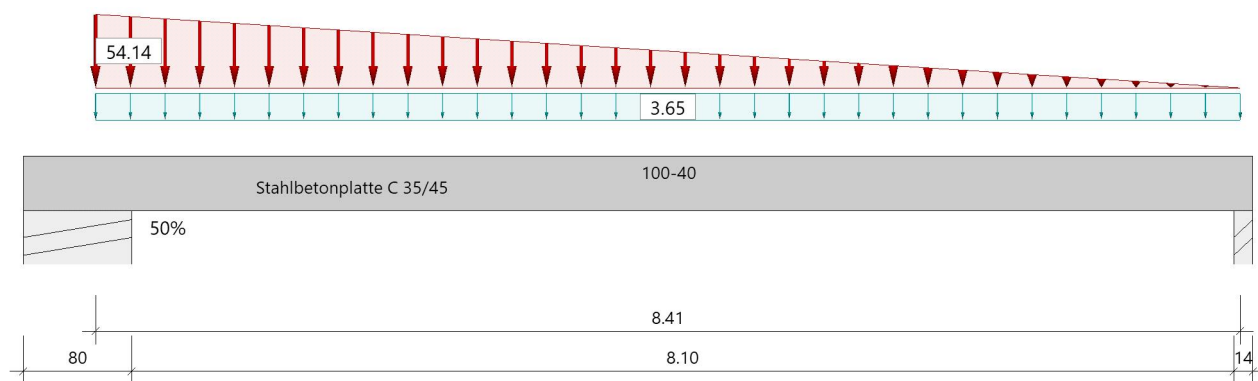
### Grundparameter

Stahlbetonplatte E = 34000 N/mm<sup>2</sup>

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

### System

#### Systembild



### Material

#### Materialauswahl

Beton C 35/45

$f_{ck} = 35.00 \text{ N/mm}^2$

$E_{cm} = 34000 \text{ N/mm}^2$

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	40.0		

#### Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	$x$ [m]	$u_y$ [kN/m]	$u_z$ [kN/m]	Verdrehungen <sup>*)</sup>		
				$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	64684.9	0.0
2	8.41	-1	-1	0.0	0.0	0.0

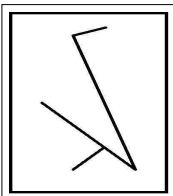
<sup>\*)</sup> -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

### Stiele

Stütze	Fußpunkt	Höhe [m]	Breite [cm]	Dicke [cm]	$I$ [cm <sup>4</sup> ]
1	gelenkig	2.50	100.0	24.0	115200

#### Stützeineinspannung an den Endauflagern

links : 50.0 %    rechts : 0.0 %



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

AW1 - Außenwand Ebene U1 ohne Normalkraft

Seite: 93

## Lasten

### Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1 2	GL TL		8.41 8.41		3.65 54.14		Nein Ja	ständig Kat. A		

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	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30	1.00	1.35 1.50

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

## Ergebnisse

### Bemessungsparameter

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

### Anforderungen Dauerhaftigkeit:

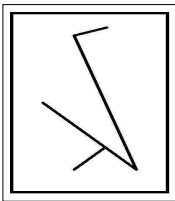
Betonangriff W0  
Bewehrungskorrosion XC3/XD1  
Mindestbetonklasse C 30/37  
Längsbewehrung  $d_{s,l} = 14$  mm  
Vorhaltemaß  $\Delta C_{dev} = 15$  mm  
Längsbewehrung  $c_{min,l} = 40$  mm  
Betondeckung  $c_{nom,l} = 55$  mm  
Verlegemaß Bügel  $c_{v,b} = 55$  mm  
zul. Rissbreite  $w_{max} = 0.20$  mm \*3  
\*3: nutzerdef.

### Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke  $h_0 = 28.6$  cm  
Luftfeuchte LU = 50 % Zement Typ N,R  
Normalbeton  $f_{ck} = 35$  N/mm<sup>2</sup>  
Belastungsalter  $t_0 = 28$  Tage  $t = \text{unendlich}$   
Kriechzahl  $\phi(t_0, t) = 1.98$   
Schwindmaß  $\epsilon_{cs}(t) = -0.41$  ‰

### Betondeckung

Betondeckung unten = 5.5 cm oben = 5.5 cm  
links = 5.5 cm rechts = 5.5 cm  
Bewehrungslagen unten = 7.1 cm oben = 7.0 cm  
Abminderung der Stützmomente  $\leq 15$  %



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

AW1 - Außenwand Ebene U1 ohne Normalkraft

Seite: 94

## 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  $\cot(\Theta)/2$ .

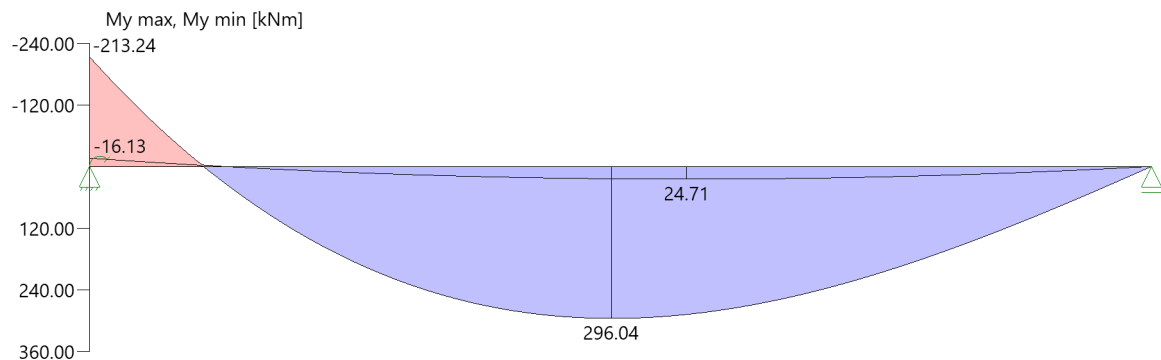
## Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 80.0$  cm
- Lager Nr. 2 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 14.0$  cm

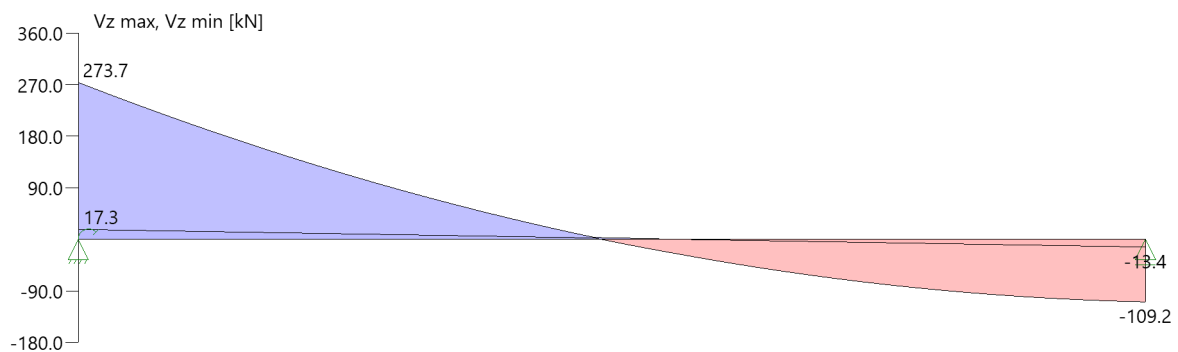
## Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

## Schnittgrößen

Umhüllende der Momente

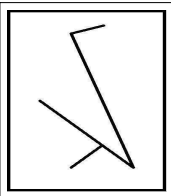


Umhüllende der Querkräfte



## Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	-16.13	17.3	1
	0.00	0.00	-213.24	273.7	2
	4.14	4.14	296.04	0.0	2
	8.41	8.41	0.00	-13.4	1
	8.41	8.41	0.00	-109.2	2



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

AW1 - Außenwand Ebene U1 ohne Normalkraft

Seite: 95

## Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm <sup>2</sup> ]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm <sup>2</sup> ]
100.0/40.0	85.60	5.8	-85.60	5.8

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 \* b0 begrenzt.

## Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]		Lk
Feld 1	0.68	0.68	-47.60	-47.60	33.0	0.05	0.0	5.8	1	2
	4.14	4.14	296.04	296.04	32.9	0.18	21.8	0.0		2
	7.96	7.96	49.02	49.02	32.9	0.05	5.8	0.0	1	2

Am ersten Auflager sind mindestens 11.1 cm<sup>2</sup> zu verankern.  
 Am letzten Auflager sind mindestens 11.1 cm<sup>2</sup> 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]		Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	Mydx [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
1	rechts	0.40	0.40	-213.24	-110.54	-110.54		33.0	0.08		7.6	2
2	links	0.00	8.41	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

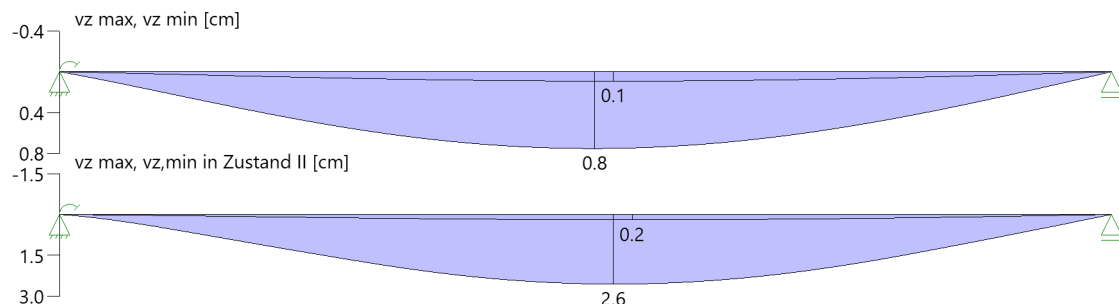
Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,ca [kN]	VRd,cb [kN]	VRd,max [kN]	AsL [cm <sup>2</sup> ]	asw [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
1	rechts	0.27	0.27	0.74	251.1	18.4	162.1	162.1	1093.3	VRd,max > VEd		
	rechts	0.60	0.60	0.74	224.1	18.4	125.6	162.1	1093.3	9.2	7.01	2
	*	0.93	0.93	0.74	198.1	18.4	167.8	161.7	1088.9	22.1	6.22	2
2	links	0.05	8.36	0.74	-109.0	18.4	167.8	161.7	1088.9	VRd,max > VEd		
	links	0.38	8.03	0.74	-106.7	18.4	167.8	161.7	1088.9	22.1		2
	*	0.70	7.71	0.74	-103.3	18.4	167.8	161.7	1088.9	22.1		2

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

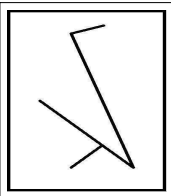
## Gebrauchstauglichkeit

### Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit







# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

AW1 - Außenwand Ebene U1 ohne Normalkraft

Seite: 96

## Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

### Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	4.21	0.0	0.8	3

### Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl:  $\varphi_{eff} = 1.06$   $\epsilon_{cs} = -0.41 \text{ ‰}$

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $l_{eff} / 300$ )

Feld	x [m]	$f_{Ellz,g}$ [cm]	$f_{Ellz,g} / l_{eff}$	$f_{Ellz,\varphi\epsilon}$ [cm]	$f_{Ellz,\varphi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{Ell,\varphi\epsilon}$ [cm]	$\eta$
Feld 1	4.43	0.1	1/9469	2.6	1/329	2.6	0.91

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

## Spannungsbegrenzung

### Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

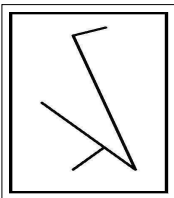
Nachweis der Rissbreite: XC3/XD1/W0-- > zul wk = 0.20 mm  
nach EN2 7.2(3)  $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 15.75 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.27	-37.17	22.1	15.0	85.43	-3.58	14	41	4
	3.98	76.39	22.1	15.0	121.16	-6.21	16	20	4
	4.27	76.88	22.1	15.0	121.94	-6.25	16	20	4
	4.43	76.74	22.1	15.0	121.72	-6.24	16	20	4
	8.36	1.47	22.1	15.0	2.30	-0.12	16	100	4

### Nachweis Gebrauchstauglichkeit: seltene Kombination

nach EN2 7.2(2)  $s_C = 0.6 \cdot f_{ck} = 21.00 \text{ N/mm}^2$   
nach EN2 7.2(5)  $s_S = 0.8 \cdot f_{yk} = 400.00 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_S(t=0)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_C(t=\infty)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Lfk
Feld 1	0.27	-96.68	22.1	15.0	209.37	-9.31	222.32	-5.48	3
	3.98	199.36	22.1	15.0	299.10	-16.20	316.21	-10.06	3
	4.14	199.77	22.1	15.0	299.71	-16.20	316.85	-10.09	3
	4.43	198.55	22.1	15.0	297.89	-16.10	314.93	-10.02	3
	8.36	3.46	22.1	15.0	5.14	-0.28	5.47	-0.17	3



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

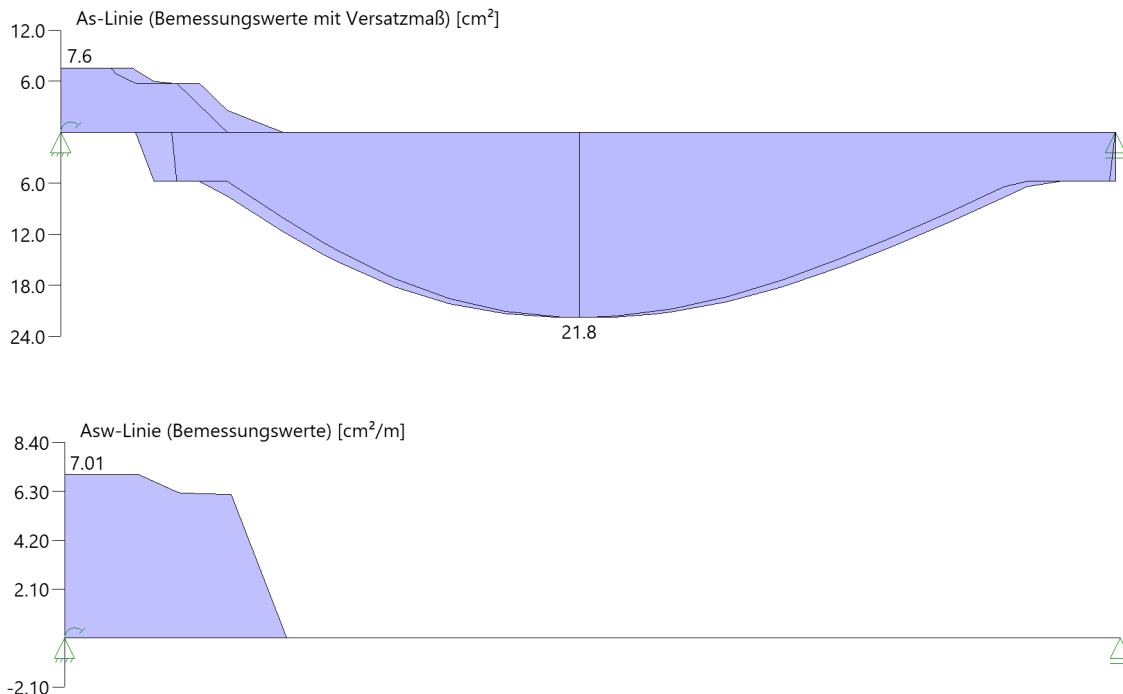
Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

AW1 - Außenwand Ebene U1 ohne Normalkraft

Seite: 97

## 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	8,41	8,41	21,8	22,1	22,1	11Ø16 <sup>1</sup>
0,00	4,22	4,22	21,8	0,0	22,1	

1 : erste Lage durchlaufend

## Biegebewehrung oben

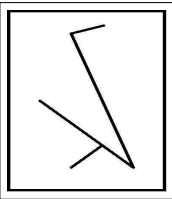
von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,oben [cm²]	ΣAs,vorh.,oben [cm²]	Summe [cm²]	As,vorh.,oben [Anz. Ø mm]
0,00	6,30	6,30	7,6	9,2	9,2	6Ø14 <sup>1</sup>
6,30	8,41	2,11	7,6	9,2	9,2	6Ø14 <sup>1</sup>

1 : erste Lage durchlaufend

## Auflagerkräfte

### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	R <sub>z,min</sub> [kN]	R <sub>z,max</sub> [kN]	M <sub>y,min</sub> [kNm]	M <sub>y,max</sub> [kNm]
1	0.00	ständig Kat. A: Wohngebäude	17.3	17.3 166.9	-16.13 -127.64	-16.13
2	8.41	ständig Kat. A: Wohngebäude	13.4	13.4 60.7		



# Statische Berechnung

Parkhaus - Neubau am Klinikum Schwabing

Bearbeiter: M.Sc. Nico Lehmann

Projekt: LP2 Wirtschaftshof Parkhaus

21.11.2025

AW1 - Außenwand Ebene U1 ohne Normalkraft

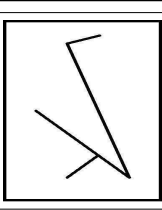
Seite: 98

## Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	3.65	3.65	0.00	8.41
L 2	1	Kat. A	2	54.14	0.00	0.00	8.41

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4
L 1	1.00	1.35	1.00	1.00
L 2		<b>1.50</b>	<b>1.00</b>	0.30

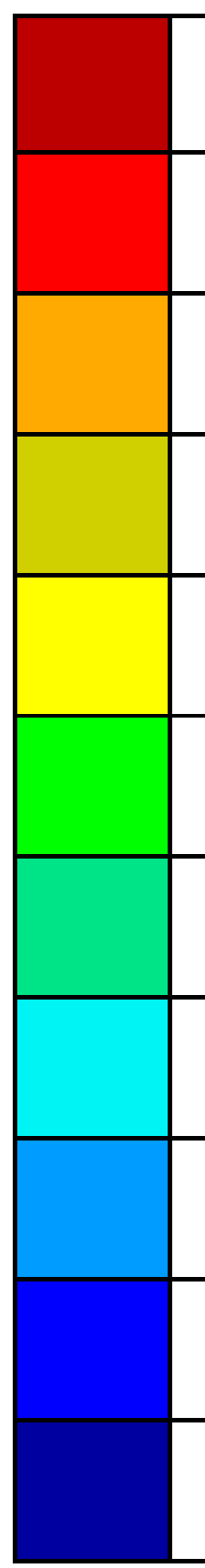


ERFORDERLICHE BEWEHRUNG  $B_{s,1-z}$  (oben)

in 2-Richtung

RF-BEITON Flächen-FEM  
Bodenplatte  
Werk: s.w.1, z (oben) [cm<sup>2</sup>/m]

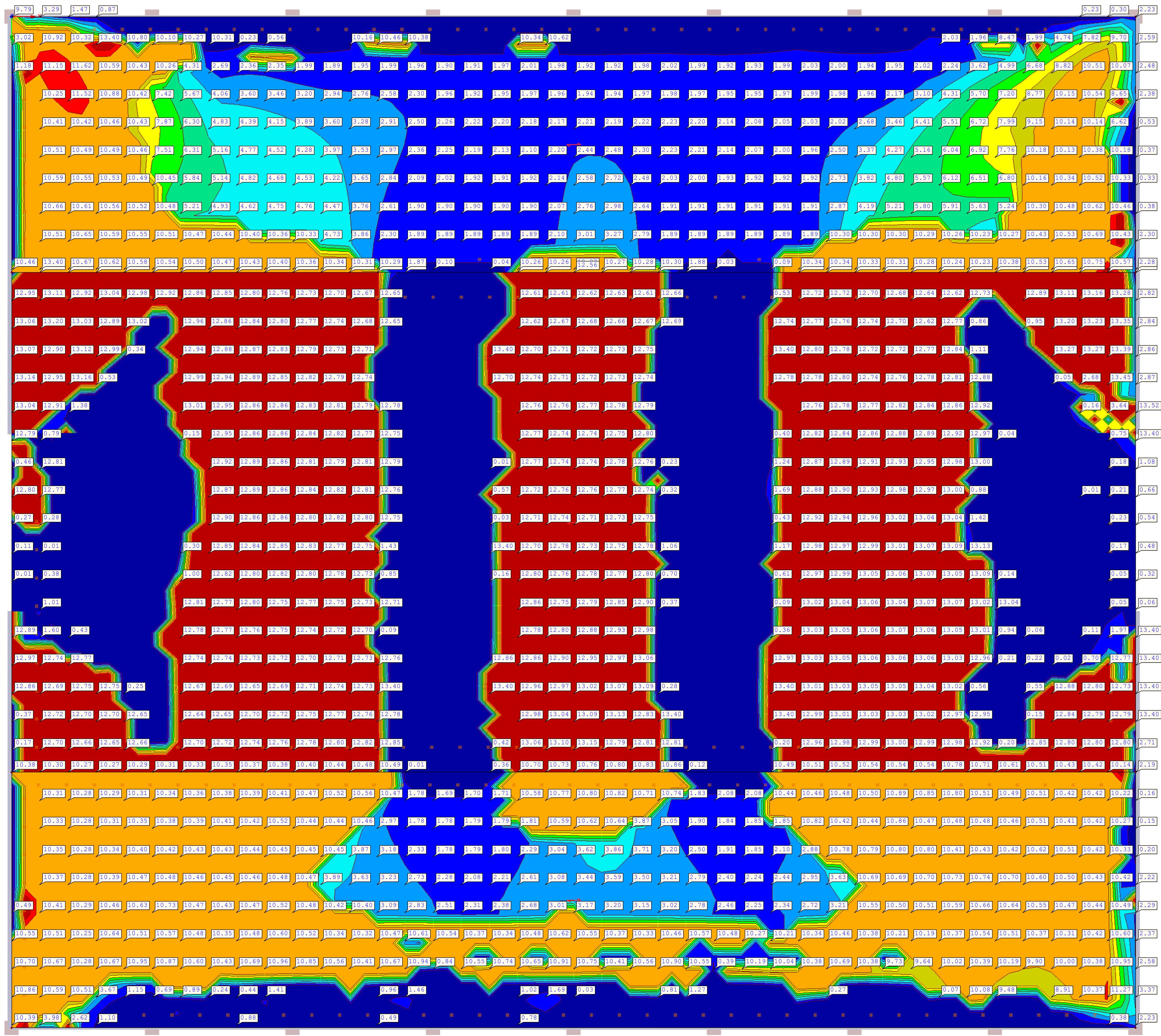
Erforderliche  
Bewehrung  
a-s,1,-z (oben) [cm<sup>2</sup>/m]



13.61  
12.37  
11.14  
9.90  
8.66  
7.42  
6.19  
4.95  
3.71  
2.47  
1.24  
0.00

Max :  
Min :

13.61  
0.00



Max s.w.1,-z (oben): 13.61, Min s.w.1,-z (oben): 0.00 cm<sup>2</sup>/m

RFEM 5.25.02 - Allgemeine 3D-Tragwerke nach FEM

1:37 m

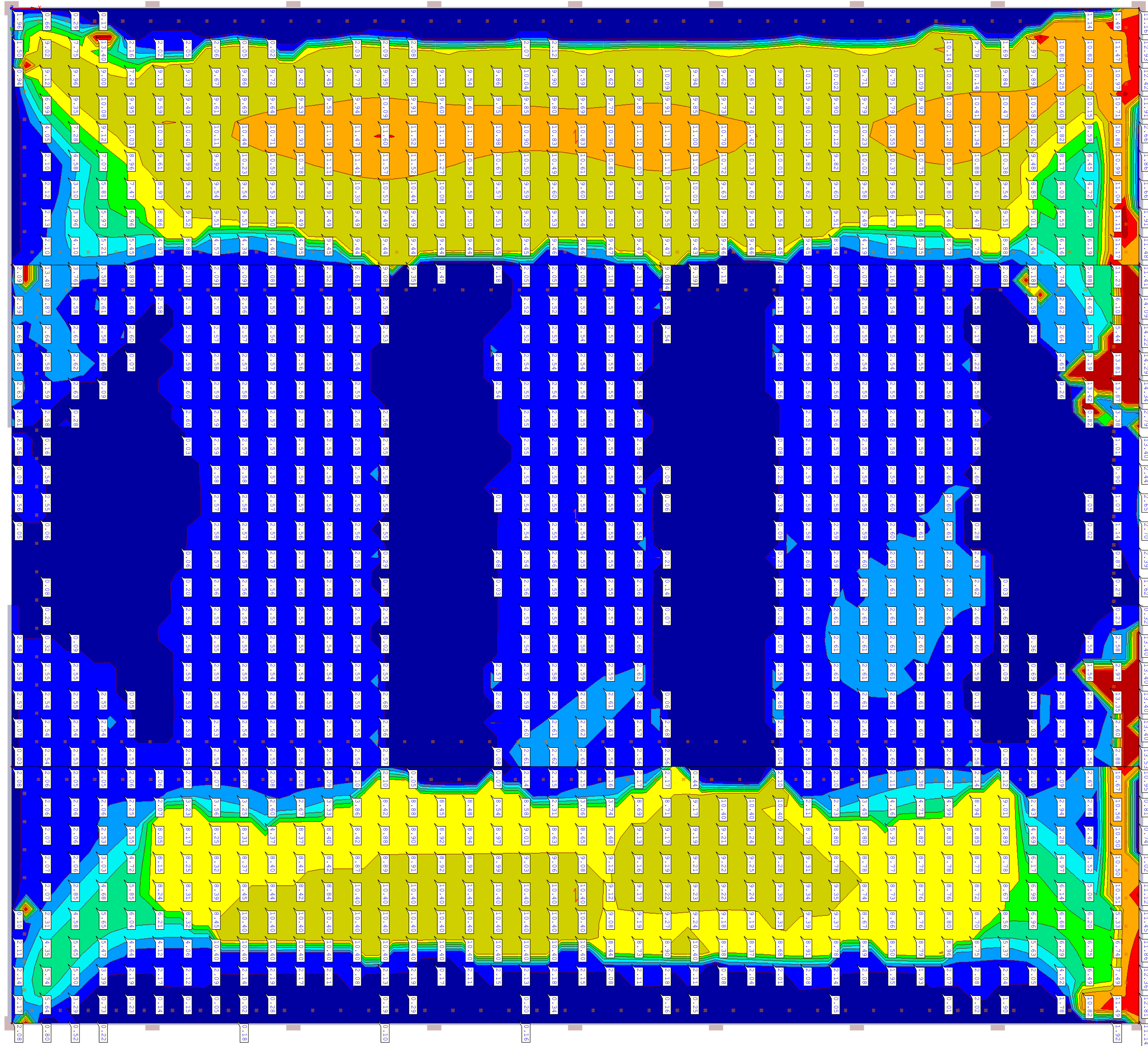
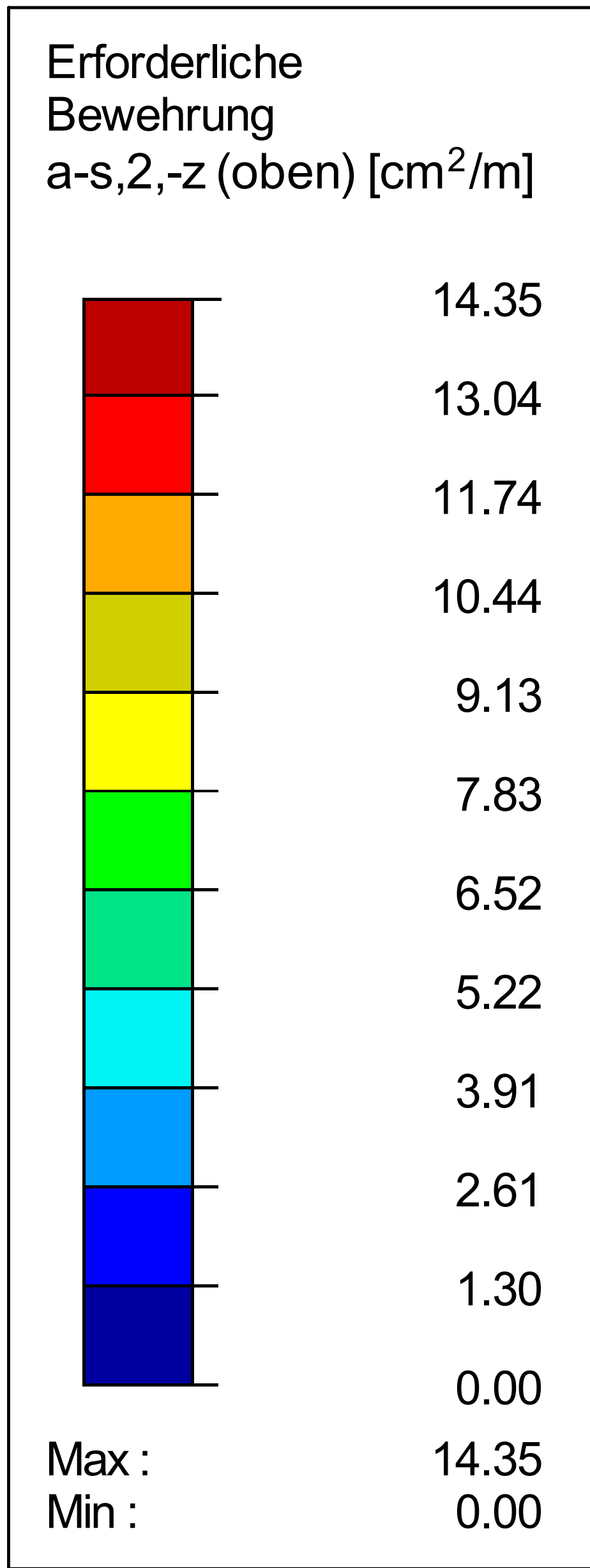
www.dlubal.com



RF-ELEMENT (Flächen-FEM)  
Bodenplatte  
Werk: a-s,2,-z (oben) [cm<sup>2</sup>/m]

• ERFORDERLICHE BEWEHRUNG  $B_{s,2,-z}$  (oben)

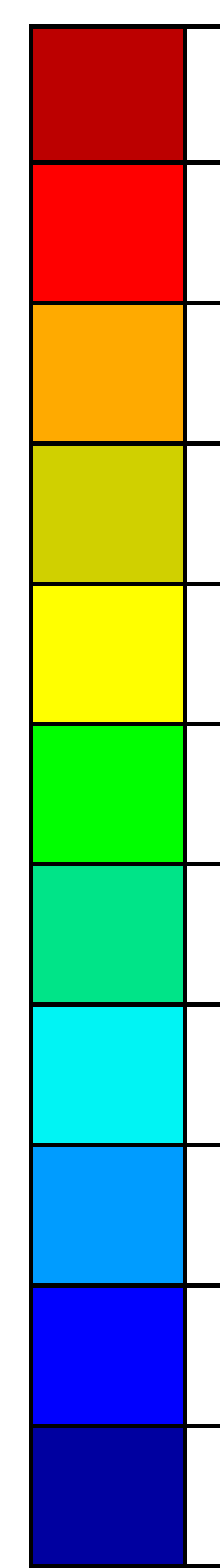
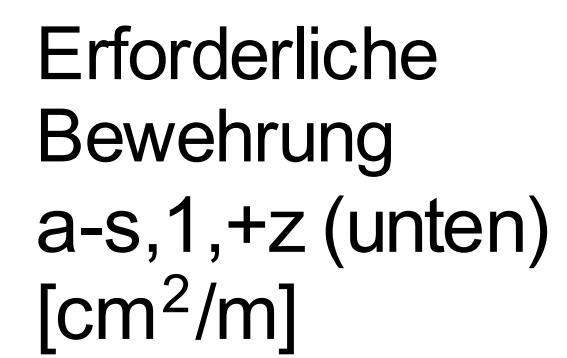
in Z-Richtung



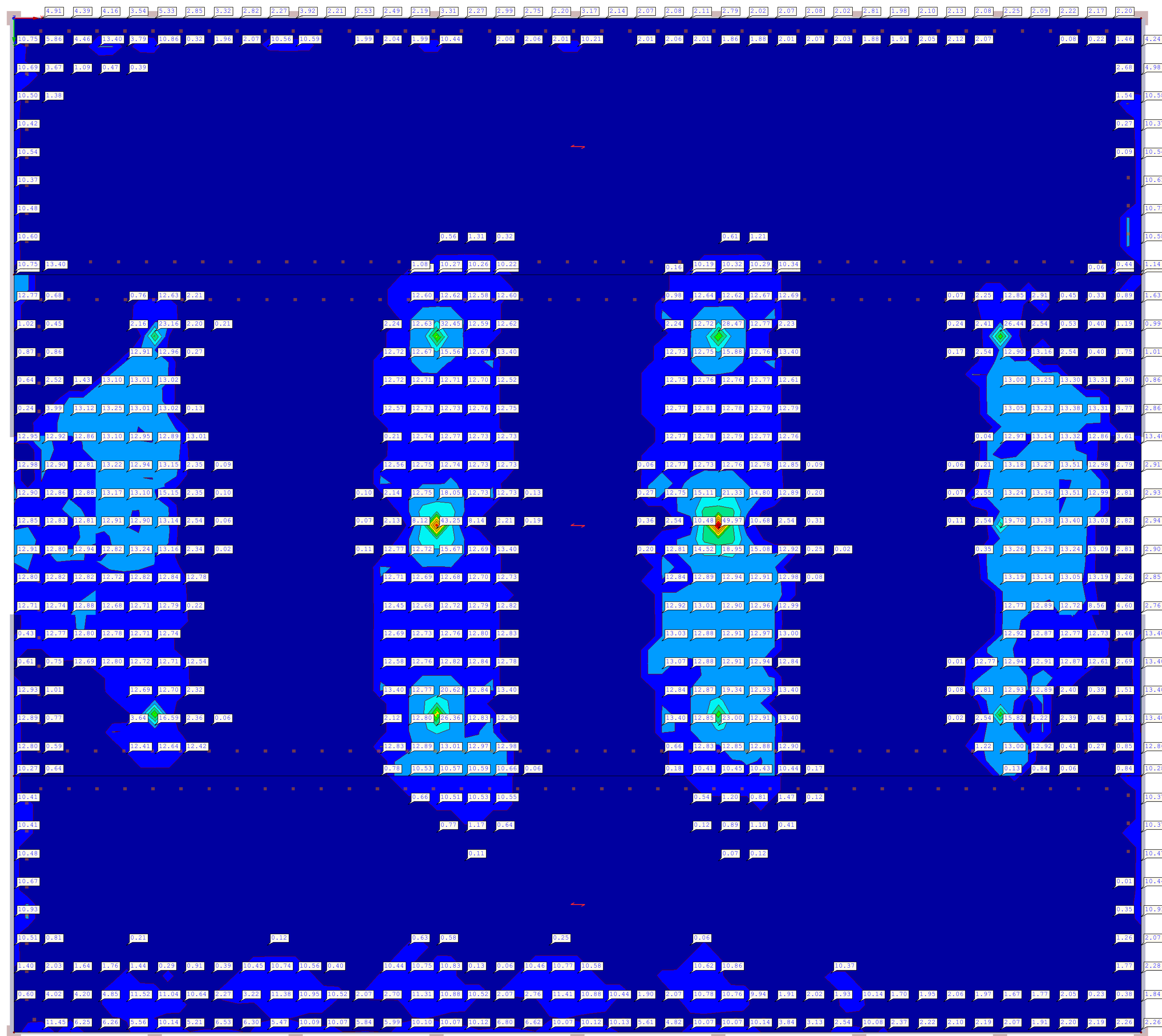


RF-BETON Flächen FA1  
Bodenplatte  
Werte: a-s, 1,+z (unten) [cm²/m]

in Z-Richtung



Max :  
Min :

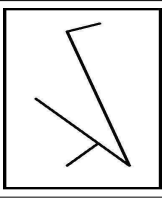


Max a-s, 1, +z (unten): 70,88, Min a-s, 1, +z (unten): 0,00 cm<sup>2</sup>/m

RFEM 5.25.02 - Allgemeine 3D-Tragwerke nach FEM

Ingenieurbüro Prof.-Dr.-Ing. W. Vogt - Schönbachstraße 2 - 04299 Leipzig - Tel.: 0341/2330559 - eMail: info@ib-prof-vogt-leipzig.de

1.37 m

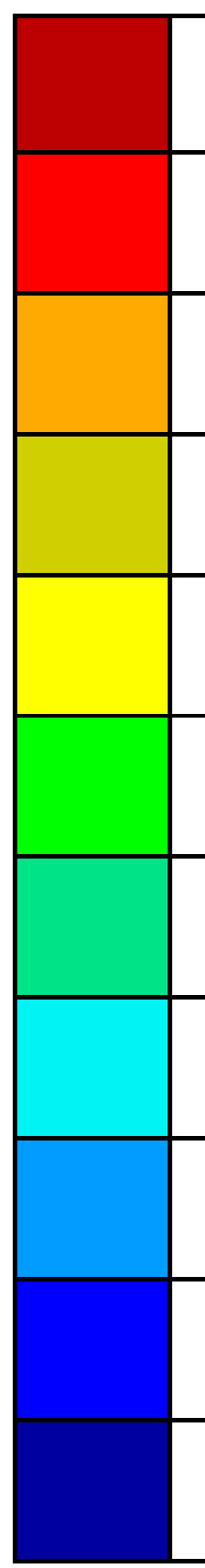


RF-BEITON Flächenelement  
Bodenplatte  
Werk: a-s,2,+z (unten) [cm<sup>2</sup>/m]

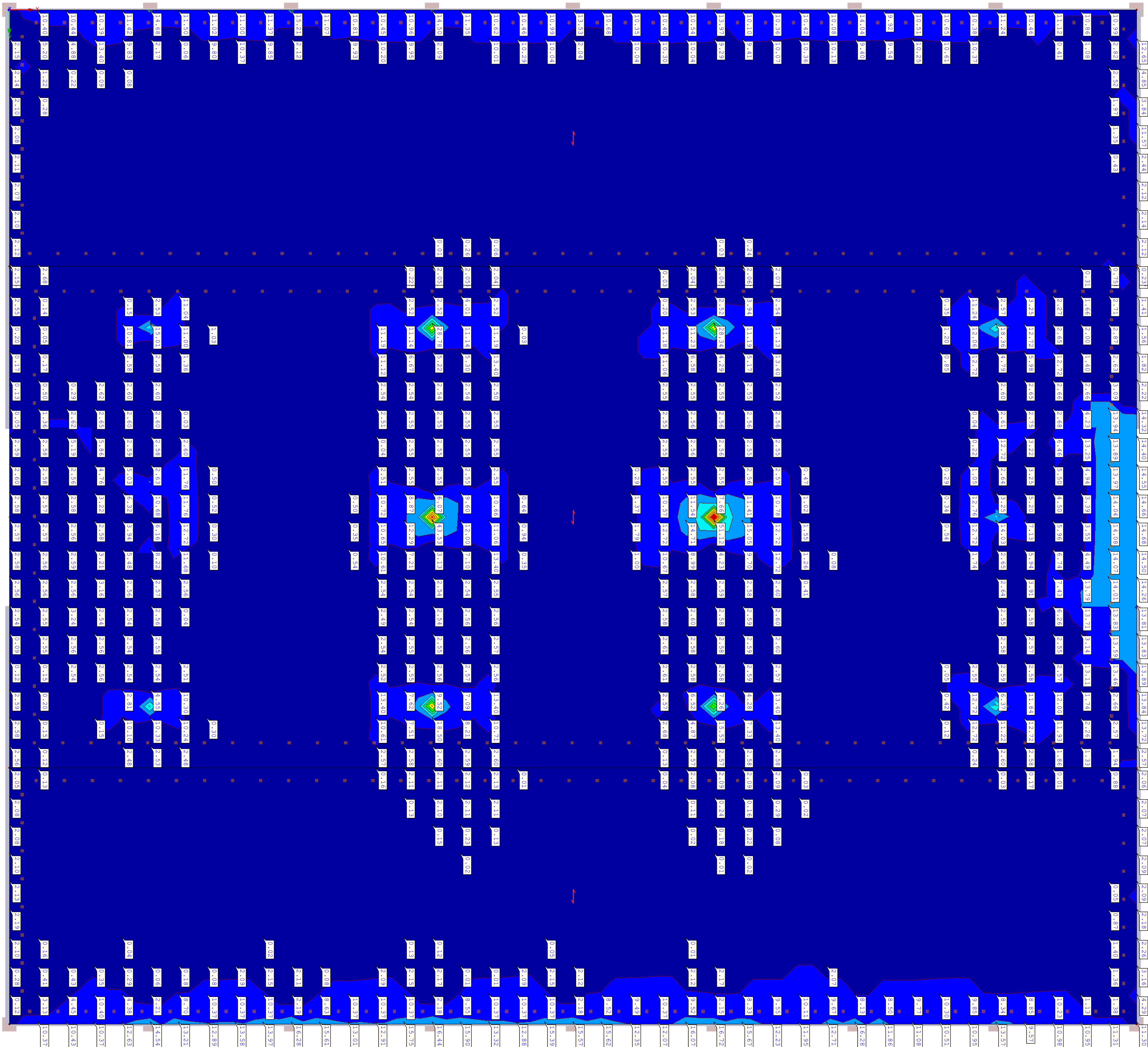
ERFORDERLICHE BEWEHRUNG  $B_{s,2,+z}$  (unten)

in Z-Richtung

Erforderliche  
Bewehrung  
a-s,2,+z (unten)  
[cm<sup>2</sup>/m]



Max : 74.78  
Min : 0.00



Max a-s,2,+z (unten): 74.78, Min a-s,2,+z (unten): 0.00 cm<sup>2</sup>/m

RFEM 5.25.02 - Allgemeine 3D-Tragwerke nach FEM