Schüßler-Plan

GENEHMIGUNGSSTATIK
ENNIGERLOH NEUBAU DREIFELDSPORTHALLE



Projekt
Ennigerloh Neubau Dreifeldsporthalle

Projekt-Nr.
21005

Bauherr
Stadt Ennigerloh, Marktplatz 1, 59320 Ennigerloh

Architekt
BKS Architekten, Ostertorstr. 6, 32312 Lübbecke

Tragwerksplaner
Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Carlo-Schmid-Allee 13, 44263 Dortmund

Inhalt
Dokumentation der statischen Berechnungen im Rahmen der Genehmigungsplanung

Index
00

Datum
19.12.2025

Aufstellerin
Viola Markwort, M. Sc.

i. A. Viola Markwort

Unterschrift

Projektleiterin
Dipl.-Ing. Sabine Hartmann (qTWP)

i. A. Hartmann

Unterschrift

Ingenieurkammer-Bau NRW
Dipl.-Ing.
Sabine Hartmann
qualifizierte
Tragwerksplanerin
Mitgliedsnummer 725401

1	**VORBEMERKUNGEN**	**1/1 – 1/8**
2	**EINWIRKUNGEN**	**2/1 – 2/7**
3	**MINDESTBEWEHRUNG**	**3/1 – 3/18**
4	**KONSTRUKTIVER BRANDSCHUTZ**	**4/1 – 4/17**
5	**DACHTRAGWERK**	**5/1 – 5/76**
6	**AUSSTEIFUNG**	**6/1 – 6/7**
7	**TREPPEN UND PODESTE**	**7/1 – 7/22**
8	**DECKEN**	**8/1-8/2**
	8.1 DECKE ÜBER OBERGESCHOSS	8.1/1 - 8.1/42
	8.2 DECKE ÜBER ERDGESCHOSS	8.2/1 - 8.2/45
9	**ABFANGUNGEN UND UNTERZÜGE**	**9/1**
10	**WÄNDE**	**10/1 – 10/32**
11	**STÜTZEN**	**11/1-11/57**
12	**GRÜNDUNG**	**12/1-12/37**
13	**STAHLTREPPE**	**13/1-13/21**

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

Schüßler-Plan

KAPITEL 1: VORBEMERKUNGEN

ENNIGERLOH NEUBAU DREIFELDSPORTHALLE



Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

1 VORBEMERKUNGEN

1.1 Konstruktionsbeschreibung

Die Stadt Ennigerloh plant unter dem Projekttitel END – Ennigerloh Neubau Dreifeldsporthalle den Ersatzneubau der derzeit noch in Betrieb befindlichen Olympiahalle.

Die Sporthalle ist als Dreifachsporthalle mit einem angrenzenden L-förmigen Massivbau im Süden/Westen und einem Riegel im Norden geplant. In den Massivbauten befinden sich Umkleiden, Sanitärräume, Geräte- und Lagerräume sowie an der Längsseite des Spielfelds eine Tribüne.

Die Dachkonstruktion der Sporthalle ist als Leichtbau mit Trapezblechen auf Pfetten und Stahlfachwerkträgern in Satteldachform geplant. Die Stahlfachwerkbinder haben eine Spannweite von ca. 37,30 m und sind mit einer Bauhöhe von ca. 2,60 bis 3,00 m geplant. Es werden acht Binder mit einem Achsabstand von 5,00/5,45 m vorgesehen. Die Pfetten liegen auf den Bindern im Abstand von ca. 3,70 m an den Knotenpunkten der Diagonalen auf.

Die Trapezblecheindeckung ist als gelochtes Akustikblech geplant, so dass die Anforderungen des Schallschutzes erfüllt werden können.

Aufgrund der großen Spannweiten sind die Dachlasten der Sporthalle so gering wie möglich zu halten. Die Ausführung einer intensiven Dachbegrünung ist daher, ebenso wie die Nutzung der Dachfläche für die Aufstellung von Technikgeräten, ausgeschlossen. Auf dem Dach wird eine Ausbaulast für eine extensive Begrünung mit PV-Anlage vorgesehen.

Die Fachwerkträger tragen ihre Lasten in die südliche und nördliche Wand der Halle ab. Die südliche Wand trennt die Halle von den Nebenräumen ab und hat eine Stärke von 35 cm. Oberhalb der Decke der Nebenräume wird die Wand auf 45 cm aufgedickt zur Auflagerung der Fachwerkträger. Die nördliche Außenwand hat eine Stärke von 30 cm und im Bereich der Fachwerkträger werden Stützen mit einem Querschnitt von 45/80 cm integriert.

Die Aussteifung der Halle erfolgt in Längs- und Querrichtung über Verbände in der Dachebene, die die Horizontallasten zu den aussteifenden, in Massivbau geplanten Wandscheiben, leiten.

Der Massivbau im Süden besteht im Wesentlichen aus tragenden Stahlbetonwänden (t = 25/30cm) und Stahlbetondecken mit einer Stärke von 22 cm bzw. 28 cm im Erdgeschoss und Obergeschoss. Die Geräteräume im Norden werden mit tragenden Mauerwerkswänden (t = 24 cm) und einer Stahlbetondecke (h = 22 cm) geplant.

Das Foyer wird offen mit einer Treppe ins Obergeschoss geplant. Der Haupteingang ist ca. 2,25 m zum aufgehenden Gebäude zurückversetzt. Im Foyer werden in der Ostfassade zwei Fassadenstütze angeordnet. Die Decke wird im Erdgeschoss und Obergeschoss mit tragenden Brüstungen/Unterzügen/Attiken in der Fassadenebene (~30/112cm) und zusätzlichen Unterzügen liniengelagert.

Die Gründung erfolgt auf einer tragenden, fugenlosen Stahlbetonplatte mi einer Stärke von 30 bzw. 40 cm und angevouteten Verstärkungen unter den hoch belasteten vertikalen Bauteilen in einer Stärke von 80 cm. Umlaufend wird eine Frostschürze angeordnet. Die Bodenplatte wird als WU-Konstruktion ausgeführt.

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Der bauliche Brandschutz der Konstruktion ist gemäß Brandschutzgutachten zu berücksichtigen. Der konstruktive Brandschutz wird durch die Wahl der Materialien (Stahlbeton), die Bauteildicken und die Bewehrung bzw. Überdeckung in der Genehmigungsplanung gemäß DIN 4102 berücksichtigt.

Das Dachtragwerk der Dreifeldsporthalle muss aufgrund der Nutzung als Versammlungsstätte gemäß Brandschutzkonzept feuerhemmend (F30) ausgeführt werden. Diese Anforderung bezieht sich nicht auf das Trapezblech. Das Stahltragwerk wird mit einer Beschichtung ausgeführt. Die tragenden Wände, Pfeiler und Stützen sind feuerbeständig auszuführen.

Die tragenden Konstruktionsabmessungen sind zusammen mit den Betonsorten und Expositionsklassen sowie den Mauerwerks- und Stahlgüten in den Entwurfsplänen dargestellt.

Allgemein wird die Betongüte C30/37, die Steinfestigkeitsklasse 20 für Mauerwerk und Stahlgüte S235 bzw. S355 verwendet. Auf abweichende Beton- und Stahlgüten wird in den Standsicherheitsnachweisen und den Entwurfs- bzw. Positionsplänen hingewiesen.

1.2 Verzeichnis der Positionspläne

Planinhalt	Plancodierung
Decke über Obergeschoss	T30-E1X-4p00
Decke über Erdgeschoss	T30-E0X-4p00
Gründung	T30-GRX-4p00

1.3 Baustoffe, Expositionsklassen und Betondeckungen

Erläuterungen:

1) wenn im Grundriss nicht anders angegeben
2) falls nicht $c_{min} \geq d_s$ (Verbundsicherung) maßgebend
3) gewählte Betondeckung (Brandschutz beachten)

Bauteile		maßgebliche Expositionsklasse nach DIN EN 1992-1-1	Mindestbetongüte nach DIN EN 1992-1-1	gewählte Betongüte [1]	erf. Betondeckung [mm]		
					c_{min} [2]	Δc_{dev}	c_{nom} [3]
Treppen, Podeste	beidseitig	XC1	C16/20	C30/37	10	10	25
Tribüne	beidseitig	XC1	C16/20	C30/37	10	10	25
Stützen	allseitig	XC1	C16/20	C30/37	10	10	25
Wände	beidseitig	XC1	C16/20	C30/37	10	10	30
Dachdecke	oben	XC3	C20/25	C30/37	20	15	35
	unten	XC1	C16/20		10	10	25
Geschossdecke	beidseitig	XC1	C16/20	C30/37	10	10	25
Gründung	oben	XC1	C16/20	C30/37 WU	10	10	25
	unten	XC2	C16/20		20	15	35

Weitere Baustoffe:

Magerbeton	C8/10 (Sauberkeitsschicht)
Betonstahl	BSt 500A
Mauerwerk	KS-P 20-2,0 / DM
Baustahl	S235 / S355

1.4 Planunterlagen

Als Grundlage der Tragwerksplanung dienen folgende Unterlagen, Berichte, Gutachten und Pläne:

Architektenpläne:	21.11.2025 BKS-Architekten, Lübbecke
Baugrundgutachten:	20.06.2024 und Nachtrag vom 04.08.2025 Erdbaulabor Schemm GmbH, Borholzhausen
Brandschutzkonzept:	vom 24.11.2025 Hamacher Ingenieurbüro für Brandschutz, Mönchengladbach

Maßgebend für die Ausführung sind die am Tag der Ausführung geltenden Normen und Regelwerke, insbesondere der geltende Eurocode und die darin aufgeführten Normen und Richtlinien.

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

1.5 Verwendete Normen und Vorschriften

Normen:

DIN EN 1990 / NA: 2010-12	Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung mit nationalem Anhang
DIN EN 1991-1-1 / NA: 2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau mit nationalem Anhang
DIN EN 1991-1-3 / NA: 2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten mit nationalem Anhang
DIN EN 1991-1-4 / NA: 2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten mit nationalem Anhang
DIN EN 1992-1-1 / NA: 2011-01	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau mit nationalem Anhang
DIN EN 1993-1-1 / NA: 2010-12	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau mit nationalem Anhang
DIN EN 1996-1-1 / NA: 2019-12	Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk

Richtlinien:

Erläuterungen zur DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton, DAfStb-Heft 555, Hrsg. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag, Berlin, 2006

1.6 Verwendete Software

InfoGraph (Version 25.00)

mb AEC Software (Version 2024)

Microsoft Excel

Microsoft Word

Schüßler-Plan

KAPITEL 2: EINWIRKUNGEN

ENNIGERLOH NEUBAU DREIFELDSPORTHALLE



Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

2 EINWIRKUNGEN

2.1 Eigengewicht, Ausbau- und Nutzlast

In den einzelnen Nutzungsbereichen sind folgende Verkehrslasten gemäß Objektplanung bzw. entsprechend DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 bei der statischen Berechnung berücksichtigt:

Flächennutzung	Ausbaulast Δg [kN/m²]	Nutzlast q [kN/m²]	Anmerkung
Dach Sporthalle	3,15 a	1,00	Extensivbegrünung, PV-Anlage; Schneelastzone 1; Begehung zu Wartungszwecken inkl. Schneelast; keine Terrassennutzung
Dachdecke Massivbau	3,00	1,50	Extensivbegrünung; Schneelastzone 1; Begehung zu Wartungszwecken inkl. Schneelast; keine Terrassennutzung; max. Wasseranstauhöhe 15cm
Geschossdecke Galerie Tribüne, Umkleiden, WC-Räume, Foyer, Vereins-/ Besprechungsraum	2,00	5,00	analog Kat. C3/C4; Tab. 6.1DE EC 1; inkl. Trennwandzuschlag max. Gewicht 0,5 kN/m Wandlänge
Geschossdecke Technik	2,00	3,50	Angaben Lasten Technikgeräte siehe Entwurfsplan Technikgeräte ohne vollflächige, massive Fundamentplatten
Bodenplatte Sporthalle, Geräteraum	2,50	5,00	Kat. C4, Tab. 6.1DE EC1
Bodenplatte Eingangsbereich, Umkleiden	2,50	5,00	analog Kat. C3/C4; Tab. 6.1DE EC 1; inkl. Trennwandzuschlag max. Gewicht 0,5 kN/m Wandlänge
Tribüne	1,00	5,00	Kat. C5, Tab. 6.1DE EC1 (feste Bestuhlung)
Treppen und Podeste	2,00	5,00	Kat.T2; Tabelle 6.1DE EC 1

a Berücksichtigte Lasten Dachtragwerk Sporthalle:

- PV-Anlage	0,25 kN/m² (Ballastierung über Begrünung)
- extensive Begründung	1,30 kN/m²
- Trapezblech, Abdichtung, Dämmung	0,50 kN/m²
- Anhängelasten TGA, Sportgeräte	0,60 kN/m² (keine Befestigung am Trapezblech)
- Abhangdecke	0,50 kN/m² (keine Befestigung am Trapezblech)
- Lasten je Trennwandvorhang	2 x 0,60 kN/m
- Lastpunkte für Veranstaltungen	<5,00 kN je Lastpunkt, 6 Lastpunkte je Träger, max. Anhängelast 20 kN (2t) je FWT

Eine Begehung der Dachfläche der Sporthalle erfolgt durch Einzelpersonen ausschließlich zu Wartungszwecken.

Sonstige Einwirkungen

- Lastansatz für Fassadenkonstruktion 100 kg/m²
- Die TGA-Geräte sind auf geeignete Stahlunterkonstruktionen aufzulagern. Großflächige Einzel- und Streifenfundamente sind nicht in den oben genannten Lastangaben berücksichtigt.
- Trennwandvorhang in der Sporthalle jeweils 0,60 kN/m (2x)
  Lastpunkte für Veranstaltungen (< 5 kN je Lastpunkt, max. 20 kN je FWT)
- Die Steinrohdichte von nicht tragenden Mauerwerkswänden beträgt maximal 1,8kg/dm³ (18 kN/m³)

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

2.2 Windlasten

Für Einzelbauteile werden die Windlasten nach DIN EN 1991-1-4/NA zusätzlich ermittelt.

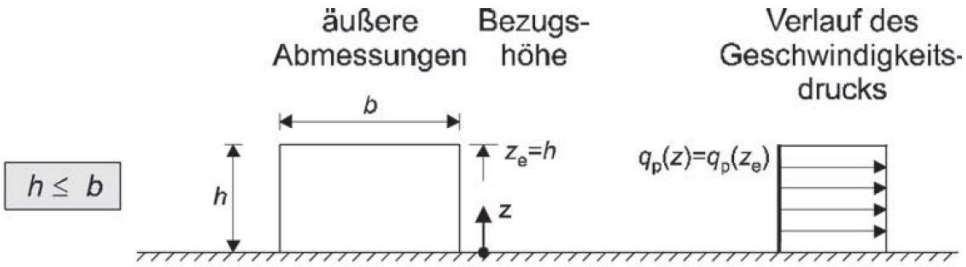
Systemeigenschaften:

Gebäudebreite	b = ~55 m
Gebäudelänge	l = ~51 m
Gebäudehöhe	h = ~11,75 m
Attikahöhe	h_p = ~1 m
Geländehöhe über NN	±0,00 = ~107,4 m ü. NHN
Geländekategorie	III
Standort	Ennigerloh (Binnenland)
Windlastzone	2

Vereinfachte Böengeschwindigkeitsdrücke für Bauwerke bis 18 m Höhe nach Tabelle NA.B.3:

q_p = 0,80 kN/m²

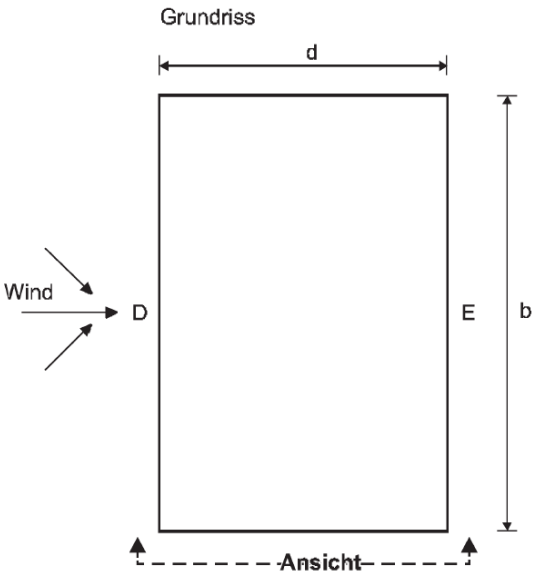
Für den Dachaufbau ist ein Nachweis der Windsogsicherung durch den ausführenden Unternehmer zu liefern. Das Flachdach ist dabei ausreichend ballastiert, so dass die Windsoglasten nicht angesetzt werden. Zudem wurde eine Verkehrslast von mindestens 1,0 kN/m² für das Flachdach angesetzt, so dass auch keine zusätzlichen Drucklasten aus Wind berücksichtigt werden müssen.



Schüßler-Plan

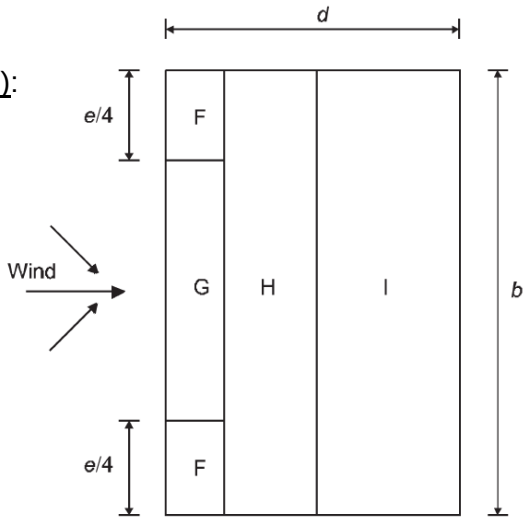
Windlast für vertikale Wände (DIN EN 1991-1-4, NA 7.2.2):
(nach Tabelle NA.1)

Bereich	h/d ≤ 0,25 $c_{pe,10}$	h/d = 1 $c_{pe,10}$
A	-1,20	-1,20
B	-0,80	-0,80
C	-0,50	-0,50
D	+0,70	+0,80
E	-0,30	-0,50



Windlast für Flachdächer (DIN EN 1991-1-4, NA 7.2.3):
Mit Attika (nach Tabelle 7.2)

Bereich	h/h_p ~ 0,1 $c_{pe,10}$	h/h_p ~ 0,05 $c_{pe,10}$	h/h_p ~ 0,025 $c_{pe,10}$
F	-1,20	-1,40	-1,60
G	-0,80	-0,90	-1,10
H	-0,70	-0,70	-0,70
I	+0,20/-0,60	+0,20/-0,60	+0,20/-0,60



Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

2.3 Schneelasten

Systemeigenschaften:

Standort:	Ennigerloh
Geländehöhe ü. NHN [m]:	A ≈ 107,4 m ü. NHN
Schneelastzone:	1

Die charakteristische Schneelast auf dem Boden s_k ergibt sich in Abhängigkeit der Schneelastzone 1 zu:

$$s_k = 0{,}19 + 0{,}91 \cdot \left(\frac{A+140}{760} \right)^2 > 0{,}65 \frac{kN}{m^2}$$

s_k = 0,29 kN/m² < **0,65 kN/m²**

Schneelast auf Dächern:

- **Flachdach**

  Formbeiwert der Schneelast nach Tabelle 5.2: μ = 0,80

  $s(\mu) = \mu \cdot s_k$ → **s(μ_1) = *0,52 kN/m²***

Schneelast als Verwehung: Wird bei Bedarf in den einzelnen Positionen ermittelt.

Die Schneelast wird durch die Verkehrslast von 1,0 kN/m² abgedeckt. Eine Überlagerung von Verkehrslast und Schneelasten ist nicht erforderlich.

2.4 Weitere Belastungen auf das Tragwerk

Erddruck

Es gibt keine Untergeschosse und somit keine Berücksichtigung von Erddruck.

Wasserdruck

Drückendes Wasser kann bis zur Geländeoberkante auftreten. Das Eigengewicht der Bodenplatte wirkt dem Wasserdruck allerdings entgegen. Daher erfolgt keine genauere Betrachtung.

Erdbebenlasten

Das Baufeld liegt gemäß der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für NRW außerhalb ausgewiesener Erdbebenzonen.

Andere außergewöhnliche Belastungen

Es sind keine außergewöhnlichen Lastfälle vereinbart und berücksichtigt.

Schüßler-Plan

KAPITEL 3: MINDESTBEWEHRUNG

ENNIGERLOH NEUBAU DREIFELDSPORTHALLE



Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen – Geprüft – Prüfing. für Baustatik

3 MINDESTBEWEHRUNG

3.1 Decken

Beton

Betongüte: C 30/37

Expositionsklasse: siehe Positionsplan

Betondeckung: siehe Positionsplan

Betonstahl: B 500

Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens (Robustheitsbewehrung)

$$\min a_s = \frac{m_{cr}}{f_{yk} \cdot z} \qquad m_{cr} = \frac{f_{ctm} \cdot h^2}{6}$$

mit: f_{ctm} = 2,9 MN/m² (C30/37)
f_{yk} = 500 MN/m²
z = 0,9 · d

➔ Mindestbewehrung für Rissbreitenbegrenzung maßgebend (siehe Folgeseiten!)

Nachweis der Rissbreitenbegrenzung nach DIN EN 1992-1-1 NA, 7.3

Für die **Betonherstellung der Geschossdecken** wird eine Rezeptur mit **normaler Entwicklung** der Druckfestigkeit ($0,3 \leq r = f_{cm,2d} / f_{cm,28d} < 0,5$) zu Grunde gelegt.

Für Decken mit h ≤ 30 cm wird die Mindestbewehrung mit 65 % der Betonzugfestigkeit (f_{cm28}) nach 28 Tagen berechnet.

Für Decken mit h ≤ 80 cm werden 75 % der Betonzugfestigkeit (f_{cm28}) nach 28 Tagen berücksichtigt.

Für Decken mit einer Stärke ≤ 20cm in der Expositionsklasse XC 1 ist kein Nachweis der Rissbreitenbegrenzung erforderlich (DIN EN 1992-1-1, NA, 7.3.3 (1)).

Betonzugfestigkeit: $f_{ctm}(t) = \beta_c(t) * f_{ctm}$

Tabelle 1 nach DBV-Merkblatt Rissbildung Mai 2016

Druckfestigkeits-Entwicklung	r - Wert	h ≤ 30 cm	h ≤ 80 cm	h ≤ 200 cm	h > 200 cm
schnell $r = f_{cm2} / f_{cm28}$	r > 0,5	0,80	0,90	1,0	1,0
mittel $r = f_{cm2} / f_{cm28}$	0,3 ≤ r < 0,5	0,65	0,75	0,85	0,95
langsam $r = f_{cm2} / f_{cm56}$	r < 0,3	0,50*	0,60	0,70	0,80

Grundbewehrung der Decken:

Querschnitt	erf. a_s aus Nachweisen [cm²/m]		**gewählte Grundbewehrung:**	
	Duktilität	Rissbreite[1)] (oben/unten)	**obere Lage**	**untere Lage**
Geschossdecken – XC1				
h = 28 cm	3,44	**6,14**	**# Ø10/12,5** (= 6,28 cm²/m)	
h = 20 cm	2,60	**-**	**# Ø8/15** (= 3,35 cm²/m)	
Dachdecke – oben: XC3, unten: XC1				
h = 28 cm	3,61	**8,88 / 6,14**	**# Ø12/12,5** (= 9,05 cm²/m)	**# Ø10/12,5** (= 6,28 cm²/m)

[1)] Nachweise siehe Folgeseiten

Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015-12

Anforderungen

Expositionsklasse: XC1
Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,40 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 28,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C30/37
Betondeckung c: 3,0 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)
Betonstahl: f_{yk} = 500 N/mm²

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}65 \cdot f_{ctm}$ = 1,89 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 9,80 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit $k = 0{,}80$ $f_{ct,eff}$ = 1,89 N/mm² $A_{c,eff}$ = 980,0 cm²
A_{ct} = 1400,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9$ (NA.7.5.2)
$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}65 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 10{,}0 \text{ mm} / 0{,}65 = 15{,}38 \text{ mm}$
$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / \phi_s^*)} = 300{,}80 \text{ N/mm}^2$ nach Tabelle 7.2DE mit $\sigma_s \leq f_{yk}$
$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 6{,}14 \text{ cm}^2 \geq 4{,}22 \text{ cm}^2$

$A_{s,min}$ = 6,14 cm² je Lage

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015-12

Anforderungen

Expositionsklasse: XC3
Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,30 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 28,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C30/37
Betondeckung c: 4,1 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 12,0 mm (Betonrippenstahl)
Betonstahl: f_{yk} = 500 N/mm²

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}65 \cdot f_{ctm}$ = 1,89 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 12,20 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit k = 0,80 $f_{ct,eff}$ = 1,89 N/mm² $A_{c,eff}$ = 1220,0 cm²
A_{ct} = 1400,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9$ (NA.7.5.2)
$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}65 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 12{,}0\ mm / 0{,}65 = 18{,}46\ mm$
$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / \phi_s^*)} = 237{,}80\ N/mm^2$ nach Tabelle 7.2DE mit $\sigma_s \leq f_{yk}$
$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 9{,}67\ cm^2 \geq 4{,}22\ cm^2$

$A_{s,min}$ = 9,67 cm² je Lage

Es braucht aber nicht mehr Mindestbewehrung eingelegt zu werden als nach Gl. (7.1).

$A_{s,min}$ = 8,88 cm² je Lage

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

3.2 Wände

Beton

Betongüte:	C30/37
Expositionsklasse:	siehe Positionsplan
Betondeckung:	siehe Positionsplan
Betonstahl:	BSt 500 S / M

Konstruktive Vorgaben:

	vertikale Wandeckbewehrung	vertikale Wandendbewehrung
EG – OG	mind. 4 ∅ 16	mind. 2 ∅ 16

Weitere Bewehrungsvorgaben für aussteifende Wände im Kap. 6 – Aussteifung beachten!

Ermittlung konstruktive Mindestbewehrung

t = 25cm

Vertikale Mindestbew. je Seite: $A_{s,v,min}$ = 0,3% * 25 cm * 100 cm/m / 2 = **3,75 cm²/m**

Horizontale Mindestbew. je Seite: $A_{s,h,min}$ = 0,5 * $A_{s,v,min}$ = 0,5 * 3,75 cm²/m = **1,88 cm²/m**
(oder gemäß Rissbreiten-NW für Wände L>6,0m)

t = 30cm

Vertikale Mindestbew. je Seite: $A_{s,v,min}$ = 0,3% * 25 cm * 100 cm/m / 2 = **4,50 cm²/m**

Horizontale Mindestbew. je Seite: $A_{s,h,min}$ = 0,5 * $A_{s,v,min}$ = 0,5 * 4,50 cm²/m = **2,25 cm²/m**
(oder gemäß Rissbreiten-NW für Wände L>6,0m)

t = 35cm

Vertikale Mindestbew. je Seite: $A_{s,v,min}$ = 0,3% * 25 cm * 100 cm/m / 2 = **5,25 cm²/m**

Horizontale Mindestbew. je Seite: $A_{s,h,min}$ = 0,5 * $A_{s,v,min}$ = 0,5 * 5,25 cm²/m = **2,63 cm²/m**
(oder gemäß Rissbreiten-NW für Wände L>6,0m)

t = 45cm

Vertikale Mindestbew. je Seite: $A_{s,v,min}$ = 0,3% * 45 cm * 100 cm/m / 2 = **6,75 cm²/m**

Horizontale Mindestbew. je Seite: $A_{s,h,min}$ = 0,5 * $A_{s,v,min}$ = 0,5 * 4,50 cm²/m = **3,38 cm²/m**
(oder gemäß Rissbreiten-NW für Wände L>6,0m)

Berechnungen zur Rissbreitenbegrenzung für Wände analog Kapitel 3.1

Für die Betonherstellung aller **Wände** wird eine Rezeptur mit **normaler Entwicklung der Druckfestigkeit** ($0{,}3 \leq r = f_{cm,2d} / f_{cm,28d} < 0{,}5$) zu Grunde gelegt.

Betonzugfestigkeit: $f_{ctm}(t) = \beta_c(t) * f_{ctm}$

Tabelle 1 nach DBV-Merkblatt Rissbildung Mai 2016

Druckfestigkeits-Entwicklung	r - Wert	h ≤ 30 cm	h ≤ 80 cm	h ≤ 200 cm	h > 200 cm
schnell $r = f_{cm2} / f_{cm28}$	r > 0,5	0,80	0,90	1,0	1,0
mittel $r = f_{cm2} / f_{cm28}$	0,3 ≤ r < 0,5	0,65	0,75	0,85	0,95
langsam $r = f_{cm2} / f_{cm56}$	r < 0,3	0,50*	0,60	0,70	0,80

Grundbewehrung der Wände:

Querschnitt	Vertikal je Seite [cm²/m]		Horizontal je Seite [cm²/m]	
	$a_{sv,min}$	**gewählt**	$a_{sh,min}$	**gewählt**
Innenwände – XC1				
t = 25 cm	3,75	**# Ø8/13** (= 3,87 cm²/m)	5,95*	**# Ø10/13** (= 6,04 cm²/m)
t = 30 cm	4,50	**# Ø8/11** (= 4,57 cm²/m)	6,27*	**# Ø10/12,5** (= 6,28 cm²/m)
t = 35 cm	5,25	**# Ø10/15** (= 5,24 cm²/m)	6,63*	**# Ø10/11,5** (= 6,83 cm²/m)
Außenwände – XC1				
t = 30 cm	4,50	**# Ø8/11** (= 4,57 cm²/m)	6,27*	**# Ø10/12,5** (= 6,28 cm²/m)
t = 45 cm	6,75	**# Ø10/11,5** (= 6,83 cm²/m)	7,37 *	**# Ø10/10,5** (= 7,48 cm²/m)
Zweigeschossige Giebelwand – XC1				
t = 30 cm	7,52**	**Siehe Kapitel 10**	7,52*	**# Ø10/10** (= 7,85 cm²/m)

* für Wände l > 6m: Mindestbewehrung aus Rissbreitennachweis beachten!
** für Giebelwand mit h > 6m: Mindestbewehrung aus Rissbreitennachweis beachten!

Weitere Hinweise:

Es wird festgelegt, dass die horizontale Bewehrung der Wände außen liegt.

Es ist darauf zu achten, dass die statisch erforderliche vertikale Bewehrung (siehe Kapitel 10) stets komplett abgedeckt wird.

Knicksicherheitsnachweis mit Mindestbewehrung siehe EDV-Nachweise im Kap. 10 – Wände

Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015-12

Anforderungen

Expositionsklasse: XC1
Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,40 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 25,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C30/37
Betondeckung c: 3,0 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)
Betonstahl: f_{yk} = 500 N/mm²

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}65 \cdot f_{ctm}$ = 1,89 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 9,50 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit k = 0,80 $f_{ct,eff}$ = 1,89 N/mm² $A_{c,eff}$ = 950,0 cm²
A_{ct} = 1250,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9 \qquad \text{(NA.7.5.2)}$$

$\Rightarrow$ $\phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}65$ $\Rightarrow$ $\phi_s^* = 10{,}0\ mm / 0{,}65 = 15{,}38$ mm

$\Rightarrow$ $\sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / \phi_s^*)} = 300{,}80$ N/mm² nach Tabelle 7.2DE mit $\sigma_s \leq f_{yk}$

$\Rightarrow$ $A_{s,min} = 5{,}95\ cm^2 \geq 3{,}77\ cm^2$

$A_{s,min}$ = 5,95 cm² je Lage

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015-12

Anforderungen

Expositionsklasse: XC1
Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,40 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 30,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C30/37
Betondeckung c: 3,0 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)
Betonstahl: f_{yk} = 500 N/mm²

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}65 \cdot f_{ctm}$ = 1,89 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 10,00 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit k = 0,80 $f_{ct,eff}$ = 1,89 N/mm² $A_{c,eff}$ = 1000,0 cm²
A_{ct} = 1500,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9 \qquad \text{(NA.7.5.2)}$$
$$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}65 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 10{,}0 \text{ mm} / 0{,}65 = 15{,}38 \text{ mm}$$
$$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / \phi_s^*)} = 300{,}80 \text{ N/mm}^2 \text{ nach Tabelle 7.2DE mit } \sigma_s \leq f_{yk}$$
$$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 6{,}27 \text{ cm}^2 \geq 4{,}52 \text{ cm}^2$$

$A_{s,min}$ = 6,27 cm² je Lage

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015-12

Anforderungen

Expositionsklasse: XC1
Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,40 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 35,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C30/37
Betondeckung c: 3,0 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)
Betonstahl: f_{yk} = 500 N/mm²

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}66 \cdot f_{ctm}$ = 1,91 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 10,50 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit k = 0,77 $f_{ct,eff}$ = 1,91 N/mm² $A_{c,eff}$ = 1050,0 cm²
A_{ct} = 1750,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9 \qquad \text{(NA.7.5.2)}$$
$$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}66 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 10{,}0 \text{ mm} / 0{,}66 = 15{,}15 \text{ mm}$$
$$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / \phi_s^*)} = 303{,}10 \text{ N/mm}^2 \text{ nach Tabelle 7.2DE mit } \sigma_s \leq f_{yk}$$
$$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 6{,}63 \text{ cm}^2 \geq 5{,}17 \text{ cm}^2$$

$A_{s,min}$ = 6,63 cm² je Lage

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015-12

Anforderungen

Expositionsklasse: XC1
Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,40 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 45,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C30/37
Betondeckung c: 3,0 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)
Betonstahl: f_{yk} = 500 N/mm²

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}68 \cdot f_{ctm}$ = 1,97 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 11,50 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit k = 0,72 $f_{ct,eff}$ = 1,97 N/mm² $A_{c,eff}$ = 1150,0 cm²
A_{ct} = 2250,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9 \qquad \text{(NA.7.5.2)}$$
$$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}68 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 10{,}0 \text{ mm} / 0{,}68 = 14{,}71 \text{ mm}$$
$$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / \phi_s^*)} = 307{,}66 \text{ N/mm}^2 \text{ nach Tabelle 7.2DE mit } \sigma_s \leq f_{yk}$$
$$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 7{,}37 \text{ cm}^2 \geq 6{,}35 \text{ cm}^2$$

$A_{s,min}$ = 7,37 cm² je Lage

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015-12

Anforderungen

Expositionsklasse: XC1
Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,40 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 30,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C30/37
Betondeckung c: 3,5 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)
Betonstahl: f_{yk} = 500 N/mm²

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}65 \cdot f_{ctm}$ = 1,89 N/mm²

$A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}$ (7.1)

mit k_c = 1,00 k = 0,80 $f_{ct,eff}$ = 1,89 N/mm²
A_{ct} = 3000,0 cm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$$\phi_s = \phi_s^* \cdot \frac{k_c \cdot k \cdot h_{cr}}{8 \cdot (h - d)} \cdot \frac{f_{ct,eff}}{2{,}9} \geq \phi_s^* \cdot \frac{f_{ct,eff}}{2{,}9} \qquad (7.7DE)$$

mit k = 0,80 h_{cr} = 30,0 cm $f_{ct,eff}$ = 1,89 N/mm²
h = 30,0 cm d = 26,0 cm $\phi_s = d_{s,vorh}$ = 10 mm

$\Rightarrow$ $\phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}49 < \phi_s^* \cdot 0{,}65$ $\Rightarrow$ ϕ_s^* = 10,0 mm / 0,65 = 15,38 mm
$\Rightarrow$ $\sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / \phi_s^*)}$ = 300,80 N/mm² nach Tabelle 7.2DE mit $\sigma_s \leq f_{yk}$

$A_{s,min}$ = 7,52 cm² je Lage

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

3.3 Mindestbewehrung Bodenplatte

Beton

Betongüte:	C30/37 WU
Expositionsklasse:	siehe Positionsplan
Betondeckung:	siehe Positionsplan
Betonstahl:	B 500

Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens (Robustheitsbewehrung)

$$\min a_s = \frac{m_{cr}}{f_{yk} \cdot z} \qquad m_{cr} = \frac{f_{ctm} \cdot h^2}{6}$$

mit: f_{ctm} = 2,9 MN/m² (C30/37)
f_{yk} = 500 MN/m²
z = 0,9 · d

➔ Mindestbewehrung für Rissbreitenbegrenzung maßgebend (siehe Folgeseiten!)

Nachweis der Rissbreitenbegrenzung nach DIN EN 1992-1-1 NA, 7.3

Die Mindestbewehrung wird berechnet mit 60% bzw. 70% der Betonzugfestigkeit (f_{ctm}) nach 28 Tagen.
Für die Betonherstellung wird eine Rezeptur mit **langsamer Entwicklung der Druckfestigkeit** ($r = f_{cm,2d} / f_{cm,56d} < 0,3$) zu Grunde gelegt.
Für die Begrenzung der Rissbreiten wird somit ein Beton angenommen, dessen Betonzugfestigkeit nach 5 Tagen $f_{ct,eff,5d} \leq$ 60% bzw. 70% der mittleren Zugfestigkeit $f_{ctm,28d}$ ist. **Dies ist bei der Festlegung des Betons und der Bauausführung zu beachten.**

Betonzugfestigkeit: $f_{ctm}(t) = \beta_c(t) * f_{ctm}$

Tabelle 1 nach DBV-Merkblatt Rissbildung Mai 2016

Druckfestigkeits-Entwicklung	r - Wert	h ≤ 30 cm	h ≤ 80 cm	h ≤ 200 cm	h > 200 cm
schnell $r = f_{cm2} / f_{cm28}$	r > 0,5	0,80	0,90	1,0	1,0
mittel $r = f_{cm2} / f_{cm28}$	0,3 ≤ r < 0,5	0,65	0,75	0,85	0,95
langsam $r = f_{cm2} / f_{cm56}$	r < 0,3	0,50*	0,60	0,70	0,80

Grundbewehrung der Bodenplatte:

Querschnitt	erf. a_s aus Nachweisen [cm²/m]		**gewählte Grundbewehrung:**	
	Duktilität	Rissbreite[1)] (oben/unten)	**obere Lage**	**untere Lage**
Bodenplatte – oben: XC1, unten: XC2				
h = 30 cm	3,79	**5,50 / 7,62**	# **Ø10/14** (= 5,61 cm²/m)	# **Ø10/10** (= 7,85 cm²/m)
h = 40 cm	4,85	**6,28 / 9,50**	# **Ø10/12,5** (= 6,28 cm²/m)	# **Ø12/11,5** (= 9,83 cm²/m)

[1)] Nachweise siehe Folgeseiten

Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015-12

Anforderungen

Expositionsklasse: XC1
Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,40 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 30,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C30/37
Betondeckung c: 3,0 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)
Betonstahl: f_{yk} = 500 N/mm²

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}50 \cdot f_{ctm}$ = 1,45 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 10,00 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit $k = 0{,}80$ $f_{ct,eff}$ = 1,45 N/mm² $A_{c,eff}$ = 1000,0 cm²
A_{ct} = 1500,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9$ (NA.7.5.2)
$\Rightarrow$ $\phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}50$ $\Rightarrow$ $\phi_s^* = 10{,}0 \text{ mm} / 0{,}50 = 20{,}00$ mm
$\Rightarrow$ $\sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / \phi_s^*)} = 263{,}82$ N/mm² nach Tabelle 7.2DE mit $\sigma_s \leq f_{yk}$
$\Rightarrow$ $A_{s,min} = 5{,}50 \text{ cm}^2 \geq 3{,}48 \text{ cm}^2$

$A_{s,min}$ = 5,50 cm² je Lage

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015-12

Anforderungen

Expositionsklasse: XC2
Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,30 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 30,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C30/37
Betondeckung c: 4,0 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)
Betonstahl: f_{yk} = 500 N/mm²

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}50 \cdot f_{ctm}$ = 1,45 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 12,00 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit $k = 0{,}80$ $f_{ct,eff}$ = 1,45 N/mm² $A_{c,eff}$ = 1200,0 cm²
A_{ct} = 1500,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9$ (NA.7.5.2)
$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}50 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 10{,}0 \text{ mm} / 0{,}50 = 20{,}00 \text{ mm}$
$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / \phi_s^*)} = 228{,}47 \text{ N/mm}^2$ nach Tabelle 7.2DE mit $\sigma_s \leq f_{yk}$
$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 7{,}62 \text{ cm}^2 \geq 3{,}48 \text{ cm}^2$

$A_{s,min}$ = 7,62 cm² je Lage

Es braucht aber nicht mehr Mindestbewehrung eingelegt zu werden als nach Gl. (7.1).

$A_{s,min}$ = 7,62 cm² je Lage



Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015-12

Anforderungen

Expositionsklasse: XC1
Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,40 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 40,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C30/37
Betondeckung c: 3,1 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 10,0 mm (Betonrippenstahl)
Betonstahl: f_{yk} = 500 N/mm²

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}52 \cdot f_{ctm}$ = 1,51 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 11,20 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit k = 0,74 $f_{ct,eff}$ = 1,51 N/mm² $A_{c,eff}$ = 1120,0 cm²
A_{ct} = 2000,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9$ (NA.7.5.2)
$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}52 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 10{,}0 \text{ mm} / 0{,}52 = 19{,}23 \text{ mm}$
$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / \phi_s^*)} = 269{,}04$ N/mm² nach Tabelle 7.2DE mit $\sigma_s \leq f_{yk}$
$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 6{,}28 \text{ cm}^2 \geq 4{,}49 \text{ cm}^2$

$A_{s,min}$ = 6,28 cm² je Lage

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015-12

Anforderungen

Expositionsklasse: XC2
Rechenwert der Rissbreite w_{max} = 0,30 mm.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 40,0 cm; Breite = 100,0 cm
Betonfestigkeitsklasse: C30/37
Betondeckung c: 4,1 cm
Stabdurchmesser: $d_{s,vorh}$ = 12,0 mm (Betonrippenstahl)
Betonstahl: f_{yk} = 500 N/mm²

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug
Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst
Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff} = 0{,}52 \cdot f_{ctm}$ = 1,51 N/mm²

Höhe des Wirkungsbereichs der Bewehrung nach Bild NA.7.1d: $h_{c,ef}$ = 13,40 cm

Kapitel 7.3.2 (NA.5): Bei dickeren Bauteilen darf die Mindestbewehrung unter zentrischem Zwang unter Berücksichtigung einer effektiven Randzone $A_{c,eff}$ berechnet werden mit $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b$ und $A_{ct} = 0{,}5\ h \cdot b$.

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} \qquad \text{(NA.7.5.1)}$$

mit k = 0,74 $f_{ct,eff}$ = 1,51 N/mm² $A_{c,eff}$ = 1340,0 cm²
A_{ct} = 2000,0 cm² f_{yk} = 500 N/mm² σ_s = siehe folgende Berechnung

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$$\phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2{,}9 \qquad \text{(NA.7.5.2)}$$
$$\Rightarrow \quad \phi_s = \phi_s^* \cdot 0{,}52 \quad \Rightarrow \quad \phi_s^* = 12{,}0 \text{ mm} / 0{,}52 = 23{,}08 \text{ mm}$$
$$\Rightarrow \quad \sigma_s = \sqrt{(3{,}48 \cdot 10^6 \cdot w_k / \phi_s^*)} = 212{,}70 \text{ N/mm}^2 \text{ nach Tabelle 7.2DE mit } \sigma_s \leq f_{yk}$$
$$\Rightarrow \quad A_{s,min} = 9{,}50 \text{ cm}^2 \geq 4{,}49 \text{ cm}^2$$

$A_{s,min}$ = 9,50 cm² je Lage

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Schüßler-Plan

KAPITEL 4: STATISCH KONSTRUKTIVER BRANDSCHUTZ

ENNIGERLOH NEUBAU DREIFELDSPORTHALLE



4 STATISCH KONSTRUKTIVER BRANDSCHUTZ

Anforderungen:

Stahlbeton Bauteile: F90
MW-Wände: F90
Stahl Bauteile: F30

Die einzelnen Anforderungen, die nachfolgend markiert sind, werden sowohl in der Statik als auch in den Bewehrungsplänen (Betondeckung) übernommen.

Die Nachweise für Stahlbeton werden auf Grundlage der Vorschriften DIN EN 1992-1-2/NA bzw. DIN 4102-4: 05-2016 und für Mauerwerk auf der von DIN EN 1996-1-2/NA geführt.

Die in Stahlbeton hergestellte tragende Bauteile werden mit Bauteilabmessungen ausgeführt, die die Anforderungen hinreichend erfüllen. Die gewählte, tragende Mauerwerkswände aus KS-Plansteinen erfüllen die brandschutztechnischen Anforderungen zur Mindestdicke ohne Abminderung der Tragfähigkeit. Durch die gewählte Steinrohdichte vom Kalksandstein erfüllen sie auch die Anforderungen für Brandwände.

Nicht tragende Wände sind nicht Bestandteil dieser Statik.

Die Dachkonstruktion aus Stahl der Sporthalle ist mit einer **Brandschutzbeschichtung (F30)** zu versehen.

Nachweis des konstruktiven Brandschutzes nach DIN EN 1992-1-2/NA bzw. nach DIN EN 1996-1-2/NA

4.1 Balken

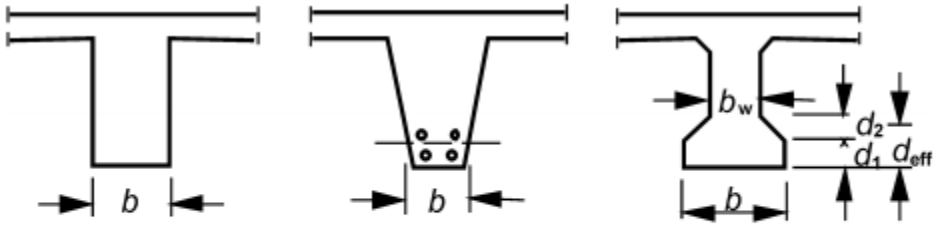


Bild 5.4 — Definition der Maße für verschiedene Balkenquerschnitte

Es gilt die Stegdicke b_w nach Klasse WC.

Öffnungen in Balkenstegen beeinträchtigen die Feuerwiderstandsfähigkeit nicht, sofern die verbleibende Querschnittsfläche in der Zugzone nicht kleiner als $A_c = 2\ b^2_{min}$ ist. Dabei ist b_{min} der Wert aus Tabelle 5.5 [DIN EN 1992-1-2].

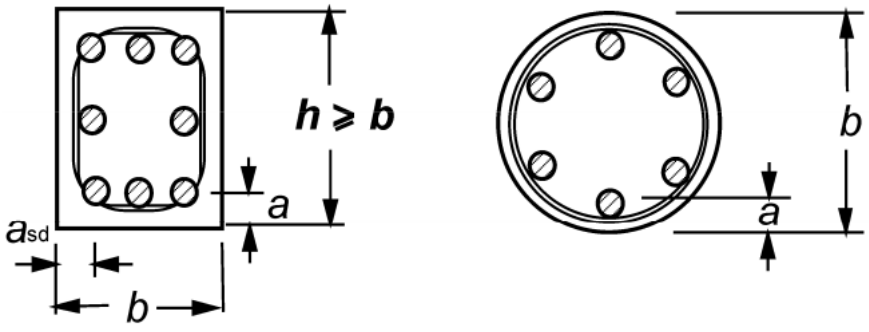


Bild 5.2 — Bauteilquerschnitte mit Achsabstand *a*

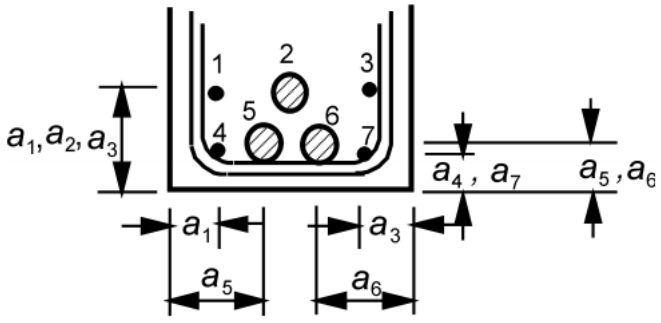


Bild 5.3 — Maße zur Berechnung des mittleren Achsabstandes a_m

4.1.1 Dreiseitig beanspruchte Balken

Statisch bestimmt gelagerte Balken [DIN EN 1992-1-2/NA, 5.6.2]

Die Mindestbreite b_{min}, Mindeststegdicke b_w (nach Klasse WC) sowie die zugehörigen mittleren Achsabstände für statisch bestimmt gelagerte Balken ist der Tabelle 5.5 aus der DIN EN 1992-1-2 zu entnehmen:

Tabelle 5.5 — Mindestmaße und -achsabstände für statisch bestimmt gelagerte Balken aus Stahlbeton und Spannbeton

Feuerwider-standsklasse	Mindestmaße (mm)						
	Mögliche Kombinationen von a und b_{min}, dabei ist a der mittlere Achsabstand und b_{min} die Mindestbalkenbreite				Stegdicke b_w		
					Klasse WA	Klasse WB	Klasse WC
1	2	3	4	5	6	7	8
R 30	b_{min} = 80 a = 25	120 20	160 15*	200 15*	80	80	80
R 60	b_{min} = 120 a = 40	160 35	200 30	300 25	100	80	100
R 90	b_{min} = 150 a = 55	200 45	300 40	400 35	110	100	100
R 120	b_{min} = 200 a = 65	240 60	300 55	500 50	130	120	120
R 180	b_{min} = 240 a = 80	300 70	400 65	600 60	150	150	140
R 240	b_{min} = 280 a = 90	350 80	500 75	700 70	170	170	160
a_{sd} = a + 10mm (siehe Anmerkung unten)							

Bei Spannbetonbalken sollte der Achsabstand entsprechend 5.2(5) vergrößert werden.

a_{sd} ist der seitliche Achsabstand der Eckstäbe (bzw. des -spannglieds oder -drahts) in Balken mit nur einer Bewehrungslage. Für größere b_{min}-Werte als die nach Spalte 4 ist eine Vergrößerung von a_{sd} nicht erforderlich.

* Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung aus.

Statisch unbestimmt gelagerte Balken (Durchlaufbalken) [DIN EN 1992-1-2/NA, 5.6.3]

Die Mindestbreite b_{min}, Mindeststegdicke b_w (nach Klasse WC) sowie die zugehörigen mittleren Achsabstände für statisch unbestimmt gelagerte Balken (Durchlaufbalken) ist der Tabelle 5.5 aus der DIN EN 1992-1-2 zu entnehmen:

Tabelle 5.6 — Mindestmaße und -achsabstände für statisch unbestimmt gelagerte Balken (Durchlaufbalken) aus Stahlbeton und Spannbeton (siehe auch Tabelle 5.7).

Feuerwider-standsdauer	Mindestmaße (mm)						
	Mögliche Kombinationen von *a* und b_{min}, dabei ist *a* der mittlere Achsabstand und b_{min} die Balkenbreite				Stegdicke b_w		
					Klasse WA	Klasse WB	Klasse WC
1	2	3	4	5	6	7	8
R 30	b_{min}= 80 *a* = 15*	160 12*			80	80	80
R 60	b_{min}= 120 *a* = 25	200 12*			100	80	100
R 90	b_{min}= 150 *a* = 35	250 25			110	100	100
R 120	b_{min}= 200 *a* = 45	300 35	450 35	500 30	130	120	120
R 180	b_{min}= 240 *a* = 60	400 50	550 50	600 40	150	150	140
R 240	b_{min}= 280 *a* = 75	500 60	650 60	700 50	170	170	160
a_{sd} = *a* + 10mm (siehe Anmerkung unten)							

Für Spannbetonbalken sollte der Achsabstand entsprechend 5.2 (5) vergrößert werden.

a_{sd} ist der seitliche Achsabstand der Eckstäbe (bzw. des -spannglieds oder -drahts) in Balken mit nur einer Bewehrungslage. Für größere b_{min}-Werte als die nach Spalte 3 ist eine Vergrößerung von a_{sd} nicht erforderlich.

* Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung aus.

Die Werte in Tabelle 5.6 sind nur gültig, wenn a) die Bewehrungsregeln der Norm [DIN EN 1992-1-2, NA] befolgt werden und b) die Momentenumlagerung bei der Bemessung für Normaltemperatur nicht mehr als 15 % beträgt. Ansonsten sollte der Durchlaufträger wie ein statisch bestimmt gelagerter Balken behandelt werden.

4.1.2 Vierseitig brandbeanspruchte Balken [DIN EN 1992-1-2/NA, 5.6.3]

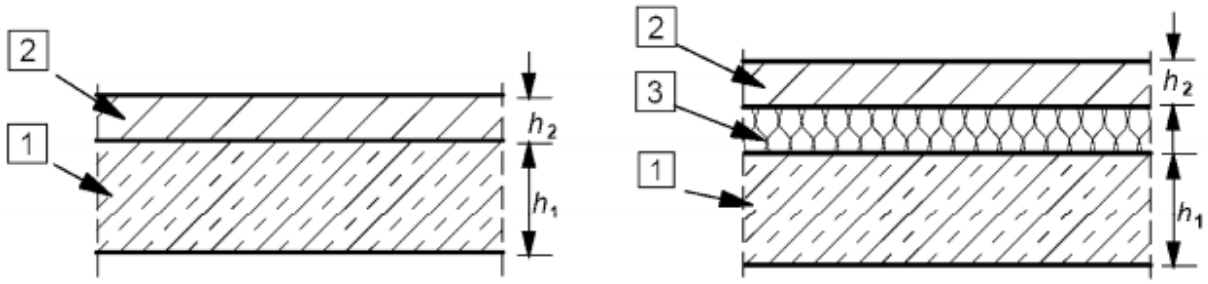
Die Tabellen 5.5, 5.6 und 5.7 der DIN EN 1992-1-2 können angewendet werden, jedoch darf:

- die Höhe des Balkens nicht kleiner sein als die für die betreffende Feuerwiderstandsdauer erforderliche Mindestbreite und
- die Querschnittsfläche des Balkens nicht kleiner sein als $A_c = 2\ b^2_{min}$.

Dabei ist b_{min} aus den Tabellen 5.5 bis 5.7 der DIN EN 1992-1-2 zu nehmen.

4.2 Platten [DIN EN 1992-1-2/NA, 5.7]

Die in Tabelle 5.8 angegebene Mindestplattendicke h_s gewährleistet den Raumabschluss (Kriterien E und I). Fußbodenbeläge tragen entsprechend ihrer Dicke zum Raumabschluss bei (siehe Bild 5.7). Sofern nur die Tragfähigkeit (Kriterium R) verlangt wird, darf für die Bemessung nach EN 1992-1-1 erforderliche Plattendicke angesetzt werden.



Legende

1 Betonplatte

2 Fußbodenbelag (nicht brennbar)

3 Schallisolierung (möglicherweise brennbar)

$h_s = h_1 + h_2$ (Tabelle 5.9)

Bild 5.7 — Betonplatte mit Fußbodenbelag

4.2.1 Statisch bestimmt gelagerte Platten [DIN EN 1992-1-2/NA, 5.7.2]

Die Mindestdicken h_s von statisch bestimmt gelagerten Platten sowie der zugehörige Achsabstand a sind der Tabelle 5.8 aus der DIN EN 1992-1-2 zu entnehmen:

Tabelle 5.8 — Mindestmaße und -achsabstände für statisch bestimmt gelagerte, einachsig und zweiachsig gespannte Stahlbeton- und Spannbetonplatten

Feuerwiderstandsklasse	Mindestabmessungen (mm)			
	Plattendicke h_s (mm)	Achsabstand a		
		einachsig	zweiachsig	
			$l_y/l_x \leq 1{,}5$	$1{,}5 < l_y/l_x \leq 2$
1	2	3	4	5
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*
REI 90	100	30	15*	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

l_x und l_y sind die Spannweiten einer zweiachsig gespannten Platte (beide Richtungen rechtwinklig zueinander), wobei l_y die längere Spannweite ist.
Bei Spannbetonplatten ist die Vergrößerung des Achsabstandes entsprechend 5.2 (5) zu beachten.
Der Achsabstand a in den Spalten 4 und 5 gilt für zweiachsig gespannte Platten, die an allen vier Rändern gestützt sind. Trifft das nicht zu, sind die Platten wie einachsig gespannte Platten zu behandeln.
* Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung aus.

In zweiachsig gespannten Platten bezeichnet a den Achsabstand der Bewehrungsstäbe der unteren Lage.

4.2.2 Statisch unbestimmt gelagerte Platten (Durchlaufplatten) [DIN EN 1992-1-2/NA, 5.7.3]

Die Zahlenwerte in Tabelle 5.8 der DIN EN 1992-1-2 (Spalten 2 und 4) gelten auch für einachsig und zweiachsig gespannte statisch unbestimmt gelagerte Platten (Durchlaufplatten).

Tabelle 5.8 nach DIN EN 1992-1-2 und die folgenden Regeln gelten für Platten, bei denen die Momentenumlagerung bei Normaltemperatur nicht mehr als 15% beträgt. Ansonsten ist jedes Feld der Platte wie eine statisch bestimmt gelagerte Platte unter Anwendung von Tabelle 5.8 (Spalte 2, 3, 4 oder 5) nachzuweisen.

Die Stützbewehrung ist gegenüber der nach DIN EN 1992-1-1erforderlichen Länge aus der Zugkraftdeckung um 0,15 l weiter ins Feld zu führen, wobei die l die Stützweite des angrenzenden größeren Feldes ist.

Über den Zwischenstützen sollte eine Mindestbewehrung $A_s \geq 0{,}005\ A_c$ angeordnet werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Es wird kaltverformter Betonstahl verwendet;

Bei Zweifeld-Durchlaufplatten ist an den Endauflagern entsprechend den Bemessungsvorgaben nach EN 1992-1-1 und/oder aufgrund entsprechender Bewehrung (siehe z. B. EN 1992-1-1, Abschnitt 9) keine Biegeeinspannung vorgesehen;

Lastwirkungen quer zur Spannrichtung können nicht umgelagert werden, z. B. weil vorhandene Zwischenwände oder andere Unterstützungen in Spannrichtung bei der Bemessung nicht in Rechnung gestellt wurden (siehe Bild 5.8).

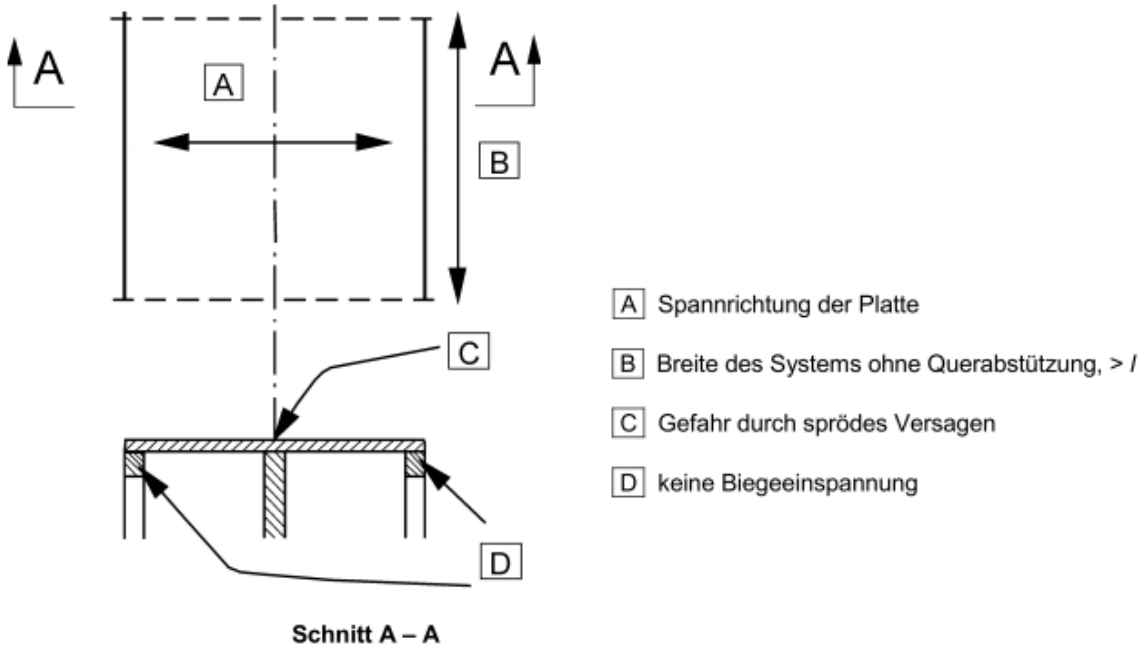


Bild 5.8 — Plattensysteme, für die entsprechend 5.7.3 (3) ein Mindestbewehrungsquerschnitt angeordnet werden sollte

4.2.3 Flachdecken (Punktgestützte platten) [DIN EN 1992-1-2/NA, 5.7.4]

Die Mindestplattendicke h_s von Flachdecken aus Stahlbeton und Spannbeton sowie die Achsabstand a sind der Tabelle 5.9 aus der DIN EN 1992-1-2 zu entnehmen:

Tabelle 5.9 — Mindestmaße und Achsabstände für Flachdecken aus Stahlbeton und Spannbeton

Feuerwiderstandsklasse	Mindestmaße (mm)	
	Plattendicke h_s	Achsabstand a
1	2	3
REI 30	150	10*
REI 60	180	15*
REI 90	200	25
REI 120	200	35
REI 180	200	45
REI 240	200	50
* Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung aus.		

Diese Regeln gelten für Flachdecken, bei denen die Momentenumlagerung nach EN 1992-1-1, Abschnitt 5, 15% nicht überschreitet. Andernfalls sollten der Achsabstand wie für einachsig gespannte Platten (Tabelle 5.8) und die Mindestdicke nach Tabelle 5.9 gewählt werden.

Für Feuerwiderstandsklassen REI 90 und höher sollten in jeder Richtung mindestens 20% der nach EN 1992-1-1 erforderlichen Bewehrung über den Zwischenauflagern über die ganze Spannweite durchgeführt werden. Diese Bewehrung sollte in den Stützstreifen angeordnet werden.

Die Mindestplattendicke sollte nicht (z. B. durch Anrechnung von Fußbodenbeschichtungen) verkleinert werden.

Als Achsabstand a gilt der Achsabstand der unteren Bewehrungslage.

4.3 Stützen [DIN EN 1992-1-2/NA, 5.3]

In der Regel werden die Bedingungen des Tabellenverfahrens eingehalten. Im Zuge der statischen Berechnung werden bei einzelnen Stützen Heißbemessungen und Berechnungen nach Formel 5.7 der DIN EN 1992-1-2 durchgeführt.

Für den Brandschutznachweis von Stützen werden in der DIN EN 1992-1-2 zwei Methoden angeboten, Methode A und Methode B.

Der Ausnutzungsgrad im Brandfall ist definiert zu:

$$\mu_{fi} = \frac{N_{Ed,fi}}{N_{Rd}}$$

Nachfolgende Annahmen können getroffen werden:

- $N_{Ed,fi} = 0{,}7 \cdot N_{Ed}$
- $N_{Rd} = N_{Ed}$

Für Stützen mit einer erforderlichen Feuerwiderstandsdauer größer als 30 Minuten darf die Ersatzlänge $l_{0,fi}$ für Stützen in innenliegenden Geschossen zu 0,5 l und für Stützen im obersten Geschoss zu $0{,}5\ l \leq l_{0,fi} \leq 0{,}7\ l$ angenommen werden. Dabei ist l die Stützenlänge zwischen den Einspannstellen.

Methode A (Tabellenverfahren)

Der Feuerwiderstand von überwiegend auf Druck beanspruchten schlaff bewehrten und vorgespannten Betonstützen kann als ausreichend angesehen werden, wenn die Mindestquerschnittsabmessungen und die Achsabstände in Tabelle 5.2a nach DIN EN 1992-1-2 für Stützen mit Rechteck- oder Kreisquerschnitt zusammen mit den folgenden Regeln eingehalten werden.

Die Werte für die Mindestabmessung der Stütze b_{min} und den Achsabstand der Längsbewehrung a gelten nur für:

- die Ersatzlänge der Stütze im Brandfall $l_{0,fi} \leq 3m$;
- die Bewehrung $A_s < 0{,}04\ A_c$.

Tabelle 5.2a — Mindestquerschnittsabmessungen und Achsabstände von Stützen mit Rechteck- oder Kreisquerschnitt

Feuerwiderstands-klasse	Mindestmaße (mm) Stützenbreite b_{min}/ Achsabstand *a*			
	brandbeansprucht auf mehr als einer Seite			brandbeansprucht auf einer Seite
	$\mu_{fi} = 0{,}2$	$\mu_{fi} = 0{,}5$	$\mu_{fi} = 0{,}7$	$\mu_{fi} = 0{,}7$
1	2	3	4	5
R 30	200/25	200/25	200/32 300/27	155/25
R 60	200/25	200/36 300/31	250/46 350/40	155/25
R 90	200/31 300/25	300/45 400/38	350/53 450/40**	155/25
R 120	250/40 350/35	350/45** 450/40**	350/57** 450/51**	175/35
R 180	350/45**	350/63**	450/70**	230/55
R 240	350/61**	450/75**	–	295/70

** Mindestens 8 Stäbe

AC Bei vorgespannten Stützen ist die Vergrößerung des Achsabstandes nach 5.2 (5) zu beachten. AC

ANMERKUNG Tabelle 5.2a berücksichtigt den AC *gestrichener Text* AC Wert für α_{cc} =1,0

4.4 Wände [DIN EN 1992-1-2/NA, 5.4]

4.4.1 Tragende Betonwände [DIN EN 1992-1-2/NA, 5.4.2]

Die Mindestdicke und die Mindestachsabstände für tragende Betonwände bewehrt und unbewehrt sind der Tabelle 5.4 aus der DIN EN 1992-1-2 zu entnehmen:

Der Ausnutzungsgrad im Brandfall ist definiert zu:

$$\mu_{fi} = \frac{N_{Ed,fi}}{N_{Rd}}$$

Tabelle 5.4 — AC Mindestdicke und -achsabstände für tragende Betonwände AC

Feuerwider-standsklasse	Mindestmaße (mm) Wanddicke/Achsabstand für			
	μ_{fi} = 0,35		μ_{fi} = 0,7	
	Brandbean-sprucht auf einer Seite	Brandbean-sprucht auf zwei Seiten	Brandbean-sprucht auf einer Seite	Brandbean-sprucht auf zwei Seiten
1	2	3	4	5
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
REI 60	110/10*	120/10*	130/10*	140/10*
REI 90	120/20*	140/10*	140/25	170/25
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/40	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60

* Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung.

ANMERKUNG Für die Definition von μ_{fi} siehe 5.3.2 (3).

Das Verhältnis von lichter Wandhöhe zu Wanddicke ist begrenzt auf 40.

4.4.2 Stahlbeton Brandwände [DIN EN 1992-1-2/NA, 5.4.3]

Mindestdicke bei Ausführung in Normalbeton:

- 200 mm für eine unbewehrte Wand,
- 140 mm für eine bewehrte, tragende Wand,
- 120 mm für eine bewehrte, nicht tragende Wand.

Der Achsabstand einer tragenden Wand darf nicht kleiner als 25 mm sein.

4.4.3 KS-Mauerwerkswände [DIN EN 1996-1-2/NA:2022-09]

Gewählte Mauerwerkswände:

- KS-P 20-2,0 / DM
- t ≥ 24 cm

Tabelle NA.B.2.2 — Kalksandstein-Mauerwerk — Mindestdicke tragender, raumabschließender, 1schaliger Wände (Kriterien REI) zur Einstufung in Feuerwiderstandsklassen

Zeilen Nr.	Materialeigenschaften	Mindestwanddicke (mm) t_F zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse REI in (Minuten) $t_{fi,d}$					
		30	60	90	120	180	240
1	Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN 20000-402 Voll- und Blocksteine (auch als Plan- oder Fasensteine) sowie Planelemente unter Verwendung von Normalmauermörtel und Dünnbettmörtel						
1.1	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi} \leq 0,15$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	115 (115)	150 (140)	nvg
1.2	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi} \leq 0,42$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	140 (115)	175 (140)	nvg
1.3	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi} \leq 0,70$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	150 (140)	200 (175)	nvg
	alternativ:						
1.4	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{fi} \leq 0,70$	150 (115)	150 (115)	150 (150)	175 (150)	240 (175)	nvg
1.5	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{fi} \leq 0,70$ bei flächig aufgelagerten Massivdecken (Auflagertiefe mindestens so groß wie die Wanddicke)	115 (115)	115 (115)	150[a] (115)	150 (115)	150 (115)	175 (150)
2	Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN 20000-402 Loch- und Hohlblocksteine (auch als Plan- oder Fasensteine) unter Verwendung von Normalmauermörtel und Dünnbettmörtel						
2.1	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi} \leq 0,15$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	115 (115)	175 (140)	nvg
2.2	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi} \leq 0,42$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	140 (115)	200 (140)	nvg
2.3	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi} \leq 0,70$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	200 (140)	240 (175)	nvg
Die Klammerwerte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN EN 1996-1-2:2011-04, 4.2(1).							
[a] Bei $\alpha_{fi} \leq 0,6$ gilt $t_F \geq 115$ mm.							

Tabelle NA.B.2.3 — Kalksandstein-Mauerwerk — Mindestdicke tragender, nichtraumabschließender 1schaliger Wände, Länge ≥ 1,0 m, (Kriterium R) zur Einstufung in Feuerwiderstandsklassen

Zeilen Nr.	Materialeigenschaften	Mindestwanddicke (mm) t_F zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse R in (Minuten) $t_{fi,d}$				
		30	60	90	120	180
1	Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN 20000-402 Voll-, Loch-, Block-, Hohlblocksteine unter Verwendung von Normalmauermörtel					
1.1	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi} \leq 0{,}15$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	140 (115)	150 (140)
1.2	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi} \leq 0{,}42$	115 (115)	115 (115)	140 (115)	150 (115)	150 (140)
1.3	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi} \leq 0{,}70$	115 (115)	115 (115)	140 (115)	150 (150)	175 (150)
2	Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN 20000-402 Plansteine, Fasensteine, Planelemente unter Verwendung von Dünnbettmörtel					
2.1	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi} \leq 0{,}15$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	140 (115)	150 (140)
2.2	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi} \leq 0{,}42$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	150 (115)	150 (140)
2.3	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi} \leq 0{,}70$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	150 (150)	175 (150)
	alternativ:					
2.4	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{fi} \leq 0{,}70$	150	175	200	240	300
Die Klammerwerte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN EN 1996-1-2:2011-04, 4.2(1).						

4.4.4 KS-Mauerwerk Brandwände [DIN EN 1996-1-2/NA:2022-09]

Tabelle NA.B.2.5 — Kalksandstein-Mauerwerk — Mindestdicke tragender und nichttragender, raumabschließender Brandwände (Kriterien REI-M und EI-M) zur Einstufung in Feuerwiderstandsklassen

Zeilen Nr.	Materialeigenschaften	Mindestwanddicke (mm) t_F zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklassen REI-M und EI-M in (Minuten) $t_{fi,d}$ 30, 60, 90	
		1schalige Ausführung	2schalige Ausführung
1	Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN 20000-402 Voll-, Loch-, Block-, Hohlblocksteine (auch als Plan- und Fasensteine) unter Verwendung von Normalmauermörtel und Dünnbettmörtel der Rohdichteklasse		
1.1	≥ 1,8	175[a]	2 × 150[a]
1.2	≥ 1,4	240	2 × 175
1.3	≥ 0,9	300	2 × 200 (2 × 175)
1.4	≥ 0,8	300	2 × 240 (2 × 175)
2	Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN 20000-402 Planelemente unter Verwendung von Dünnbettmörtel der Rohdichteklasse		
2.1	≥ 1,8	175[b]	2 × 150[b]
		200	2 × 175

Die Klammerwerte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach 4.2 (1).

[a] Bei Verwendung von Dünnbettmörtel und Plansteinen.

[b] Mit aufliegender Geschossdecke mit mindestens REI 90 als konstruktive obere Halterung.

Schüßler-Plan

KAPITEL 5: DACHTRAGWERK

ENNIGERLOH NEUBAU DREIFELDSPORTHALLE



Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

5 DACHTRAGWERK

5.1 Belastungen

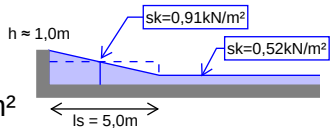
Ausbaulasten
PV-Anlage ~ 0,25 kN/m²
extensive Begrünung ~ 1,30 kN/m²
Trapezblech/Abdichtung/Dämmung ~ 0,50 kN/m²

Lasten aus TGA- und Sportgeräten ~ 0,60 kN/m² (nicht am Trapezblech)
Abhangdecke ~ 0,50 kN/m² (nicht am Trapezblech)

am Fachwerkträger:
Punktlasten für Veranstaltungen bei Achse D-I max. 5kN je Lastpunkt, max. 4 * 5,0kN = 20 kN
Last Vorhang in Achse E und H je ~ 0,6 kN/m

Nutzlast
qk = 1,0 kN/m²
(Schnee + Wind vertikal auf die Dachfläche durch die Nutzlast abgedeckt, s.n.)

Schnee
Schneelastzone 1
sk = 0,65 kN/m² (am Boden)
μ1 = 0,8 (Flachdach)
Attika h ≈ 1,0m
γ2 = γ*h/sk,Boden = 2*1/0,65 = 3,07 ≤ 2,0 kN/m²
sk,Dach = 0,65 * 0,8 = 0,52 kN/m²
sk,Verwehung = 0,65 * 2,0 = 1,30 kN/m²
ls = 2 * h = 2,0m ≥ 5,0m
Mittelwert im Bereich der Verwehrungskeile: (1,30+0,52)/2=0,91kN/m²
--> Schnee sowie Schneeverwehung nicht maßgebend

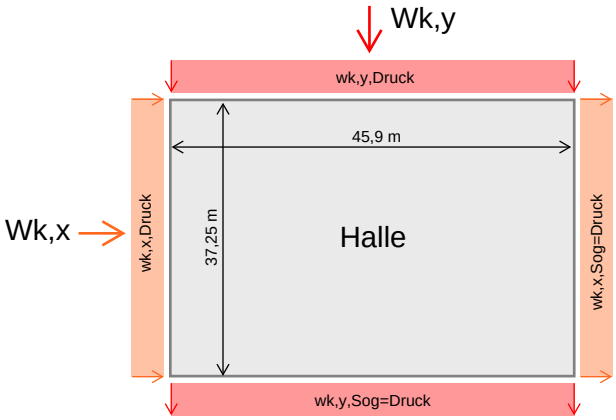


Wind
Windzone 2 - Binnenland
qp = 0,65 kN/m²
cpe,10 ≈ -0,80 (~Bereich G allg.)
wk = 0,52 kN/m²
--> Winddruck auf die Dachfläche nicht maßgebend

Wind horizontal für die Dachaussteifung:

Vereinfacht wird der Windsog mit Sog=Druck (Bereich D, cpe,10=0,8) über die vollen Hallenlänge berücksichtigt. Damit sind die Sogbereiche A bis C abgedeckt.

wk,Druck = 0,65*0,80 = 0,52 kN/m²



5.2 Bemessung

Trapezblech

gk = 0,25+1,30+0,50 = 2,05 kN/m²
qk = 1,0 kN/m²
(g+q)d = 1,35*2,05+1,5*1,00 = 4,27 kN/m²
Abstand Nebenträger a ≈ 3,70m

--> gewählt:

SAB 153R/840 P3L-S, t_N=1,00mm

Dreifeldträger

Zwischenauflagerbreite b_B = 160 mm - Endauflagerbreite b_A = 90 mm

Blech-dicke t_N (mm)	Eigenlast g (kN/m²)	Grenz-stützweite L_{gr} (m)	Durch-biegung max f	Zulässige Belastung q (kN/m2) nach **DIN EN 1993-1-3** bei einer Stützweite L (m)																			
				3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50
0,75	0,105	9,40	*	3,08	2,88	2,72	2,56	2,43	2,31	2,20	2,10	2,01	1,85	1,71	1,58	1,46	1,36	1,27	1,19	1,11	1,04	0,98	0,92
			L/150	3,08	2,88	2,72	2,56	2,43	2,31	2,20	2,10	2,01	1,85	1,71	1,58	1,46	1,36	1,27	1,19	1,11	1,04	0,98	0,92
			L/300	3,08	2,88	2,72	2,56	2,43	2,31	2,20	2,10	1,98	1,75	1,55	1,37	1,23	1,10	0,99	0,89	0,81	0,74	0,67	0,61
0,88	0,123	12,80	*	4,65	4,36	4,10	3,87	3,67	3,41	3,10	2,82	2,58	2,37	2,18	2,02	1,87	1,74	1,62	1,52	1,45	1,40	1,36	1,28
			L/150	4,65	4,36	4,10	3,87	3,67	3,41	3,10	2,82	2,58	2,37	2,18	2,02	1,87	1,74	1,62	1,52	1,45	1,40	1,36	1,28
			L/300	4,65	4,36	4,10	3,87	3,67	3,41	3,00	2,61	2,28	2,01	1,78	1,58	1,41	1,27	1,14	1,03	0,93	0,85	0,77	0,71
1,00	0,140	14,85	*	6,10	5,72	5,38	5,07	4,55	4,10	3,72	3,39	3,10	2,85	2,63	2,43	2,25	2,09	1,99	1,92	1,85	1,74	1,64	1,55
			L/150	6,10	5,72	5,38	5,07	4,55	4,10	3,72	3,39	3,10	2,85	2,63	2,43	2,25	2,09	1,99	1,92	1,85	1,74	1,64	1,55
			L/300	6,10	5,72	5,38	5,07	4,54	3,90	3,37	2,93	2,56	2,25	1,99	1,77	1,58	1,42	1,28	1,15	1,05	0,95	0,87	0,79
1,13	0,158	16,85	*	6,92	6,49	6,11	5,75	5,16	4,66	4,23	3,85	3,52	3,24	2,98	2,76	2,56	2,38	2,27	2,18	2,11	1,98	1,86	1,75
			L/150	6,92	6,49	6,11	5,75	5,16	4,66	4,23	3,85	3,52	3,24	2,98	2,76	2,56	2,38	2,27	2,18	2,11	1,98	1,86	1,75
			L/300	6,92	6,49	6,11	5,75	5,16	4,43	3,82	3,32	2,91	2,56	2,27	2,01	1,80	1,61	1,45	1,31	1,19	1,08	0,99	0,90
1,25	0,175	18,70	*	7,69	7,21	6,78	6,39	5,73	5,17	4,69	4,27	3,91	3,59	3,31	3,06	2,84	2,64	2,51	2,42	2,34	2,20	2,07	1,95
			L/150	7,69	7,21	6,78	6,39	5,73	5,17	4,69	4,27	3,91	3,59	3,31	3,06	2,84	2,64	2,51	2,42	2,34	2,20	2,07	1,95
			L/300	7,69	7,21	6,78	6,39	5,72	4,91	4,24	3,69	3,23	2,84	2,51	2,23	1,99	1,79	1,61	1,45	1,32	1,20	1,09	1,00
1,50	0,210	22,60	*	9,27	8,69	8,18	7,70	6,92	6,24	5,66	5,16	4,72	4,33	3,99	3,69	3,42	3,18	3,03	2,92	2,82	2,65	2,49	2,35
			L/150	9,27	8,69	8,18	7,70	6,92	6,24	5,66	5,16	4,72	4,33	3,99	3,69	3,42	3,18	3,03	2,92	2,82	2,65	2,49	2,35
			L/300	9,27	8,69	8,18	7,70	6,91	5,92	5,12	4,45	3,89	3,43	3,03	2,70	2,41	2,16	1,94	1,75	1,59	1,45	1,32	1,21

* : Maximale Belastung ohne Beschränkung der Durchbiegung

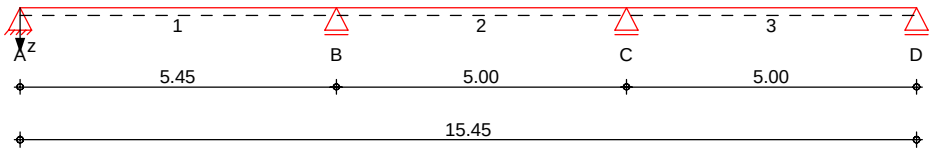
Trapezprofil SAB **SAB 153R/840 P3L-S / P4L-B**

Pos. NT1 (maßgebend) Stahl-Durchlaufträger, BDK

System Mehrfeldträger

System z-Richtung

M 1:130



Abmessungen Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Lage [°]	Achsen	Material	Profil
1	5.45	0.0	fest	*S 235*	*HEA 200*
2-3	5.00	0.0	fest		

Auflager

Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]
A	0.00	30.0		fest	frei
B	5.45	30.0		fest	frei
C	10.45	30.0		fest	frei
D	15.45	30.0		fest	frei

Belastungen Belastungen auf das System

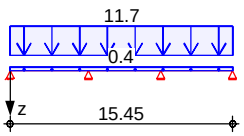
Eigengewicht

Feld	Einzelprofil	A [cm²]	g [kN/m]
1-3	*HEA 200*	53.8	0.42

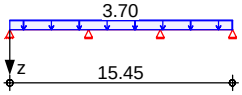
Grafik Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk



Qk.N



Abstand Nebenträger a ≈ 3,70m
gk = 3,7*(0,25+1,30+0,50+0,60+0,50) ≈ 11,66 kN/m
qk = 3,7*1,0 kN/m = 3,7 kN/m

Streckenlasten in z-Richtung Gleichlasten

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q_{li} [kN/m]	q_{re} [kN/m]	e [cm]
Einw. *Gk*						
1	Eigengew	0.00	15.45		0.42	0.0
1		0.00	15.45		11.66	0.0
Einw. *Qk.N*						
1		0.00	15.45		3.70	0.0

Kombinationen Kombinationsbildung nach DIN EN 1990

ständig/vorüberg.

Ek	Σ (γ*ψ*EW)	
1	1.00*Gk	
2	1.00*Gk	+1.50*Qk.N (2)
3	1.35*Gk	+1.50*Qk.N (1,3)
4	1.35*Gk	+1.50*Qk.N (2)

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

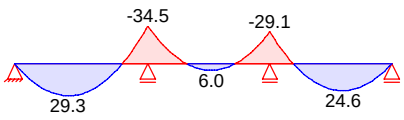
	Ek	Σ (γ*ψ*EW)	
	5	1.00*Gk	+1.50*Qk.N (1,3)
	6	1.35*Gk	+1.50*Qk.N (1,2)
	7	1.00*Gk	+1.50*Qk.N (3)
	8	1.00*Gk	+1.50*Qk.N (2,3)
	9	1.35*Gk	+1.50*Qk.N (1)
	10	1.35*Gk	+1.50*Qk.N (2,3)
	11	1.00*Gk	+1.50*Qk.N (1)
quasi-ständig	12	1.00*Gk	
	13	1.00*Gk	+0.30*Qk.N (1,3)
	14	1.00*Gk	+0.30*Qk.N (2)
st./vor. Auflagerkr.	15	1.15*Gk	
	16	1.00*Gk	+1.50*Qk.N (2)
	17	1.35*Gk	+1.50*Qk.N (1,3)
	18	1.00*Gk	+1.50*Qk.N (3)
	19	1.35*Gk	+1.50*Qk.N (1,2)
	20	1.00*Gk	+1.50*Qk.N (1)
	21	1.35*Gk	+1.50*Qk.N (2,3)

Bem.-schnittgrößen — Bemessungsschnittgrößen

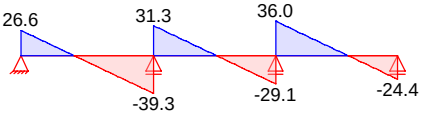
Grafik — Schnittgrößen (je Kombination)

Komb. *1*

Moment $M_{y,d}$[kNm]

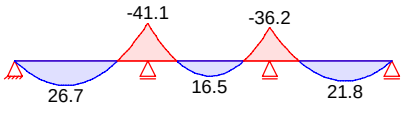


Querkraft $V_{z,d}$[kN]

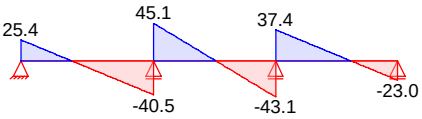


Komb. *2*

Moment $M_{y,d}$[kNm]



Querkraft $V_{z,d}$[kN]

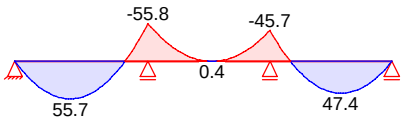


Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

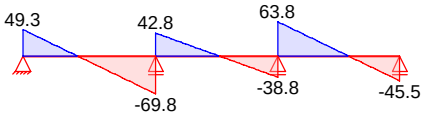
DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Komb. *3*

Moment $M_{y,d}$[kNm]

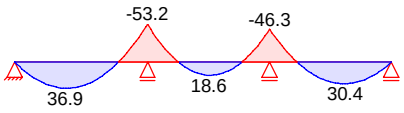


Querkraft $V_{z,d}$[kN]

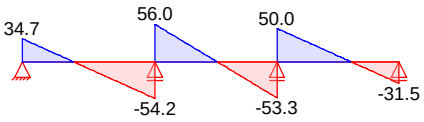


Komb. *4*

Moment $M_{y,d}$[kNm]

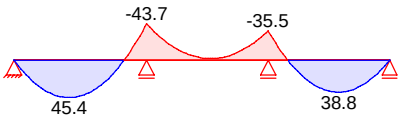


Querkraft $V_{z,d}$[kN]

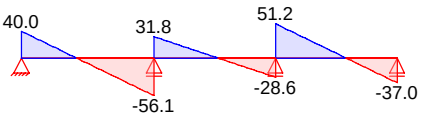


Komb. *5*

Moment $M_{y,d}$[kNm]

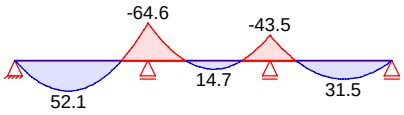


Querkraft $V_{z,d}$[kN]

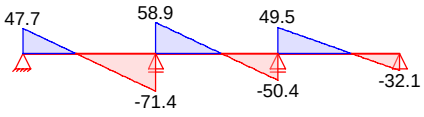


Komb. *6*

Moment $M_{y,d}$[kNm]

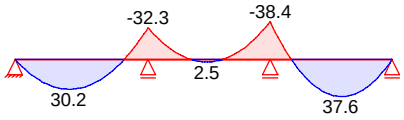


Querkraft $V_{z,d}$[kN]

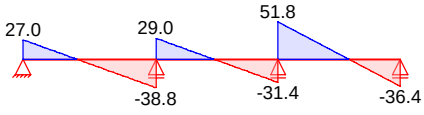


Komb. *7*

Moment $M_{y,d}$[kNm]

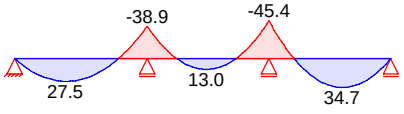


Querkraft $V_{z,d}$[kN]

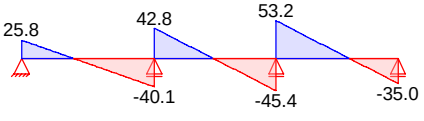


Komb. *8*

Moment $M_{y,d}$[kNm]

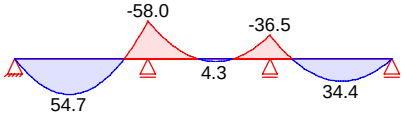


Querkraft $V_{z,d}$[kN]

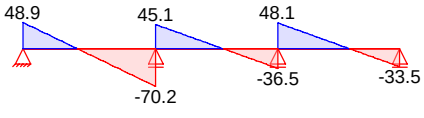


Komb. *9*

Moment $M_{y,d}$[kNm]



Querkraft $V_{z,d}$[kN]

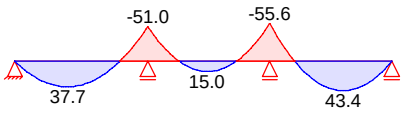


DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

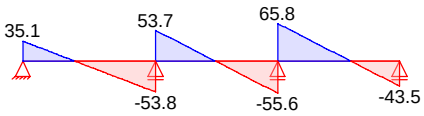
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

Komb. *10*

Moment $M_{y,d}$[kNm]

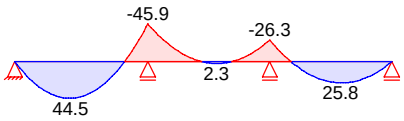


Querkraft $V_{z,d}$[kN]

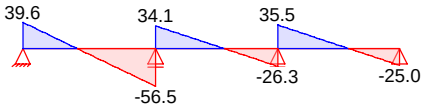


Komb. *11*

Moment $M_{y,d}$[kNm]

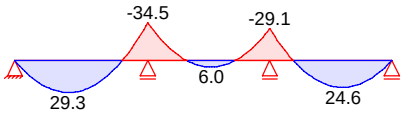


Querkraft $V_{z,d}$[kN]

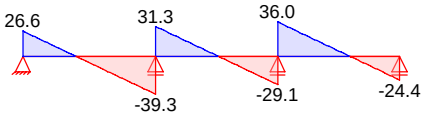


Komb. *12*

Moment $M_{y,d}$[kNm]

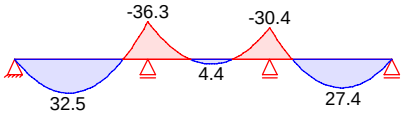


Querkraft $V_{z,d}$[kN]

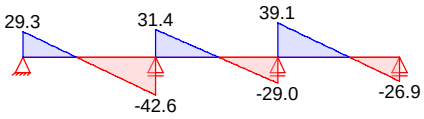


Komb. *13*

Moment $M_{y,d}$[kNm]

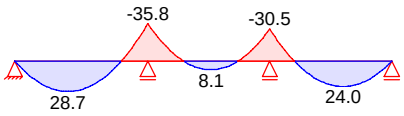


Querkraft $V_{z,d}$[kN]

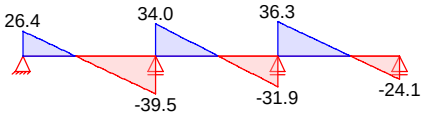


Komb. *14*

Moment $M_{y,d}$[kNm]



Querkraft $V_{z,d}$[kN]

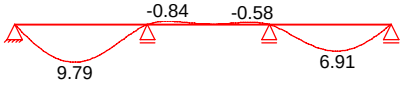


Bem.-verformungen — Bemessungsverformungen

Grafik — Verformungen (je Kombination)

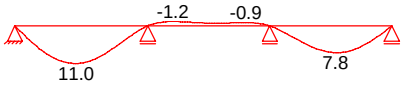
Komb. *12*

Verformung $w_{z,d}$[mm]



Komb. *13*

Verformung $w_{z,d}$[mm]

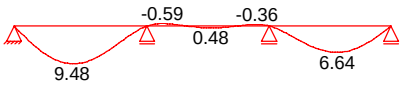


Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Komb. *14*

Verformung $w_{z,d}$[mm]

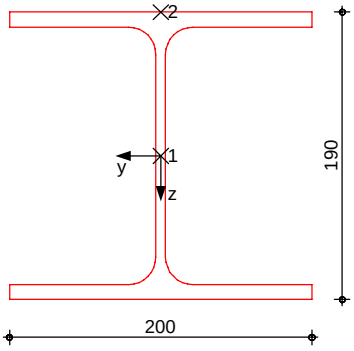


Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1993

HEA 200

M 1:5



Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1993

Quersch.-klasse

Maßgebende Querschnittsklasse: Klasse 1

c/t-Verhältnis

Nachweis E-E

Nachweis der Biege- und Querkrafttragfähigkeit

Abs. 6.2

	x [m]	Ek	QS/ Pkt	$M_{y,d}$ [kNm]	$V_{z,d}$ [kN]	σ_d τ_d $\sigma_{v,d}$ [N/mm²]	η [-]
Feld 1	*(L = 5.45 m)*						
	0.00	3	1/1	0.00	49.34	0.00 44.22 76.60	0.33
	2.27	3	1/2	55.67	-0.31	143.10 0.07 143.10	0.61
	2.46	3	1/2	55.20	-4.52	141.91 1.10 141.92	0.60
	5.45	6	1/2	-64.61	-71.43	166.10 17.42 168.82	0.72 *
Feld 2	*(L = 5.00 m)*						
	0.00	6	1/2	-64.61	58.88	166.10 14.36 167.95	0.71 *
	1.03	6	1/3	-15.58	36.37	28.29 30.39 59.76	0.25

Prof. Dipl.-Ing. B. Cehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

	x [m]	Ek	QS/ Pkt	$M_{y,d}$ [kNm]	$V_{z,d}$ [kN]	σ_d τ_d $\sigma_{v,d}$ [N/mm²]	η [-]
	2.56	4	1/2	18.59	0.08	47.80 0.02 47.80	0.20
	2.64	4	1/2	18.53	-1.61	47.65 0.39 47.65	0.20
	5.00	10	1/2	-55.57	-55.57	142.86 13.55 144.77	0.62
Feld 3	*(L = 5.00 m)*						
	0.00	10	1/2	-55.57	65.77	142.86 16.04 145.54	0.62 *
	2.74	3	1/2	47.02	3.94	120.88 0.96 120.89	0.51
	2.94	3	1/2	47.37	-0.38	121.79 0.09 121.79	0.52
	5.00	3	1/1	0.00	-45.51	0.00 40.80 70.66	0.30

Stabilität

Nachweis der Stabilität

Festhaltungen	x-Koordinaten [m] bzgl. Feldanfang
Feld 1	0.00 GL, 5.45 GL
Feld 2	0.00 GL, 5.00 GL
Feld 3	0.00 GL, 5.00 GL

GL: Gabellager

Globale Beiwerte

Angriffspunkt der Last: z_p = -9.50 cm
Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{m,1}$ = 1.10

Zwischenwerte	x [m]	Ek	KL_y KL_z [-]	C_{my} C_{mz} [-]	N_{cr} M_{cr} [kN(m)]	c^2 [cm²]	C_1 [-]	$\bar{\lambda}_{LT}$ χ_{LT} [-]
Feld 1	*(Abschnitt 1: $L_{cr,y}$ = 5.45m, $L_{cr,z}$ = 5.45m)*							
	0.00	1	KL b	-	935.04	263	1.45	0.76
			-	-	157.16			0.84
	2.09	4	KL b	-	935.04	263	1.80	0.71
			-	-	180.92			0.86
	2.19	9	KL b	-	935.04	263	1.29	0.79
			-	-	145.12			0.82
	2.29	3	KL b	-	935.04	263	1.21	0.81
			-	-	139.08			0.81
	5.45	6	KL b	-	935.04	263	1.53	0.75
			-	-	163.14			0.84

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

	x	Ek	KL_y KL_z	C_{my} C_{mz}	N_{cr} M_{cr}	c^2	C_1	$\bar{\lambda}_{LT}$ χ_{LT}
	[m]		[-]	[-]	[kN(m)]	[cm²]	[-]	[-]
Feld 2	*(Abschnitt 2: $L_{cr,y}$ = 5.00m, $L_{cr,z}$ = 5.00m)*							
	0.00	6	KL b	-	1110.92	234	5.14	0.55
			-	-	301.50			0.94
	2.42	10	KL b	-	1110.92	234	4.53	0.56
			-	-	292.83			0.94
	2.52	4	KL b	-	1110.92	234	3.70	0.58
			-	-	276.32			0.93
	2.62	15	KL b	-	1110.92	234	5.60	0.55
			-	-	306.74			0.94
	2.72	6	KL b	-	1110.92	234	5.14	0.55
			-	-	301.50			0.94
	2.82	11	KL b	-	1110.92	234	5.33	0.55
			-	-	303.76			0.94
	5.00	10	KL b	-	1110.92	234	4.53	0.56
			-	-	292.83			0.94
Feld 3	*(Abschnitt 3: $L_{cr,y}$ = 5.00m, $L_{cr,z}$ = 5.00m)*							
	0.00	10	KL b	-	1110.92	234	1.58	0.71
			-	-	183.38			0.87
	2.91	3	KL b	-	1110.92	234	1.21	0.77
			-	-	152.92			0.83
	3.01	10	KL b	-	1110.92	234	1.58	0.71
			-	-	183.38			0.87
	3.11	4	KL b	-	1110.92	234	1.91	0.67
			-	-	205.21			0.89
	5.00	1	KL b	-	1110.92	234	1.45	0.73
			-	-	173.55			0.86

Nachweis	x	Ek	k_{yy} k_{zy}	k_{yz} k_{zz}	$M_{y,d}$ $M_{y,Rd}$	$M_{z,d}$ $M_{z,Rd}$	f χ_{LTmod}	η
	[m]		[-]	[-]	[kNm]	[kNm]	[-]	[-]
Feld 1	*(Abschnitt 1: $L_{cr,y}$ = 5.45m, $L_{cr,z}$ = 5.45m)*							
	0.00	1	-	-	-	-	0.92	0.00
			-	-	83.10	28.63	0.91	
	2.09	4	-	-	36.88	-	0.88	0.45
			-	-	83.10	28.63	0.99	
	2.19	9	-	-	54.74	-	0.94	0.75
			-	-	83.10	28.63	0.87	
	2.29	3	-	-	55.66	-	0.95	0.79
			-	-	83.10	28.63	0.85	
	5.45	6	-	-	-64.61	-	0.91	0.83 *
			-	-	83.10	28.63	0.93	
Feld 2	*(Abschnitt 2: $L_{cr,y}$ = 5.00m, $L_{cr,z}$ = 5.00m)*							
	0.00	6	-	-	-64.61	-	0.76	0.78 *
			-	-	83.10	28.63	1.00	
	2.42	10	-	-	15.05	-	0.77	0.18
			-	-	83.10	28.63	1.00	
	2.52	4	-	-	18.58	-	0.78	0.22
			-	-	83.10	28.63	1.00	
	2.62	15	-	-	6.88	-	0.75	0.08

DOSP\ (\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

	x [m]	Ek	k_{yy} k_{zy} [-]	k_{yz} k_{zz} [-]	$M_{y,d}$ $M_{y,Rd}$ [kNm]	$M_{z,d}$ $M_{z,Rd}$ [kNm]	f χ_{LTmod} [-]	η [-]
			-	-	91.42	31.49	1.00	
	2.72	6	-	-	14.66	-	0.76	0.18
			-	-	83.10	28.63	1.00	
	2.82	11	-	-	2.30	-	0.75	0.03
			-	-	83.10	28.63	1.00	
	5.00	10	-	-	-55.57	-	0.77	0.67
			-	-	83.10	28.63	1.00	
Feld 3	*(Abschnitt 3: $L_{cr,y}$ = 5.00m, $L_{cr,z}$ = 5.00m)*							
	0.00	10	-	-	-55.57	-	0.90	0.69 *
			-	-	83.10	28.63	0.96	
	2.91	3	-	-	47.38	-	0.95	0.65
			-	-	83.10	28.63	0.87	
	3.01	10	-	-	43.36	-	0.90	0.54
			-	-	83.10	28.63	0.96	
	3.11	4	-	-	30.42	-	0.87	0.37
			-	-	83.10	28.63	1.00	
	5.00	1	-	-	-	-	0.92	0.00
			-	-	83.10	28.63	0.94	

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1993

Verformungsnachweis

max. Verformungen

	x [m]	Ek	w_z [mm]	w_{res} [mm]		w_{zul} [mm]	η [-]
Feld 1	2.46	13	10.99	10.99	l/300 =	18.17	0.61
Feld 2	1.03	13	-1.23	1.23	l/300 =	16.67	0.07
Feld 3	2.74	13	7.82	7.82	l/300 =	16.67	0.47

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsauflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

	Aufl.	$F_{z,k,min}$ [kN]	$F_{z,k,max}$ [kN]
Einw. *Gk*	A	26.60	26.60
	B	70.53	70.53
	C	65.17	65.17
	D	24.38	24.38
Einw. *Qk.N*	A	-0.81	8.95
	B	-1.79	23.39
	C	-2.29	22.24
	D	-0.94	8.40

Bem.-auflagerkräfte ständig/vorüberg.

Aufl.	$F_{z,d,min}$ [kN]	EK	$F_{z,d,max}$ [kN]	EK
A	25.38	16	49.34	17
B	67.84	18	130.30	19

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Aufl.	$F_{z,d,min}$ [kN]	EK	$F_{z,d,max}$ [kN]	EK
C	61.74	20	121.34	21
D	22.98	16	45.51	17

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Feld	x [m]		η [-]
Nachweis E-E	Feld 1	5.45	OK	0.72
Stabilität	Feld 1	5.45	OK	0.83

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Feld	x [m]		η [-]
Verformung	Feld 1	2.46	OK	0.61

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

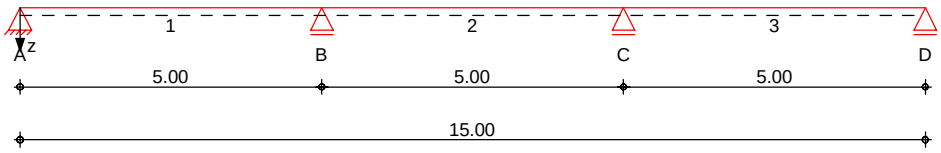
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

Pos. NT2 Stahl-Durchlaufträger, BDK

System: Mehrfeldträger

System z-Richtung

M 1:125



Abmessungen Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Lage [°]	Achsen	Material	Profil
1-3	5.00	0.0	fest	*S 235*	*HEA 200*

Auflager

Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]
A	0.00	30.0		fest	frei
B	5.00	30.0		fest	frei
C	10.00	30.0		fest	frei
D	15.00	30.0		fest	frei

Belastungen: Belastungen auf das System

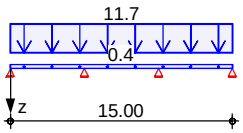
Eigengewicht

Feld	Einzelprofil	A [cm²]	g [kN/m]
1-3	*HEA 200*	53.8	0.42

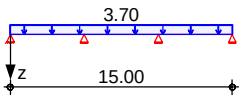
Grafik: Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk



Qk.N



Streckenlasten in z-Richtung: Gleichlasten

	Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q_{li} [kN/m]	q_{re} [kN/m]	e [cm]
Einw. *Gk*	1	Eigengew	0.00	15.00		0.42	0.0
	1		0.00	15.00		11.66	0.0
Einw. *Qk.N*	1		0.00	15.00		3.70	0.0

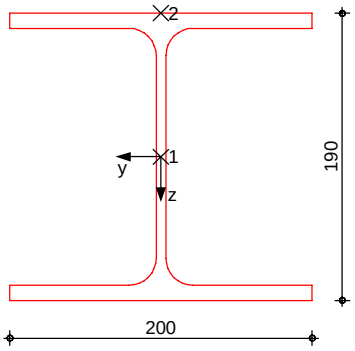
Mat./Querschnitt: Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1993

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

HEA 200

M 1:5



Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsauflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

	Aufl.	$F_{z,k,min}$ [kN]	$F_{z,k,max}$ [kN]
Einw. *Gk*	A	24.16	24.16
	B	66.45	66.45
	C	66.45	66.45
	D	24.16	24.16
Einw. *Qk.N*	A	-0.93	8.33
	B	-1.85	22.20
	C	-1.85	22.20
	D	-0.93	8.33

Bem.-auflagerkräfte ständig/vorüberg.

Aufl.	$F_{z,d,min}$ [kN]	EK	$F_{z,d,max}$ [kN]	EK
A	22.78	16	45.11	17
B	63.68	18	123.01	19
C	63.68	20	123.01	21
D	22.78	16	45.11	17

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Feld	x [m]		η [-]
Nachweis E-E	Feld 1	5.00	OK	0.63
Stabilität	Feld 1	5.00	OK	0.70

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Feld	x [m]		η [-]
Verformung	Feld 3	2.75	OK	0.46

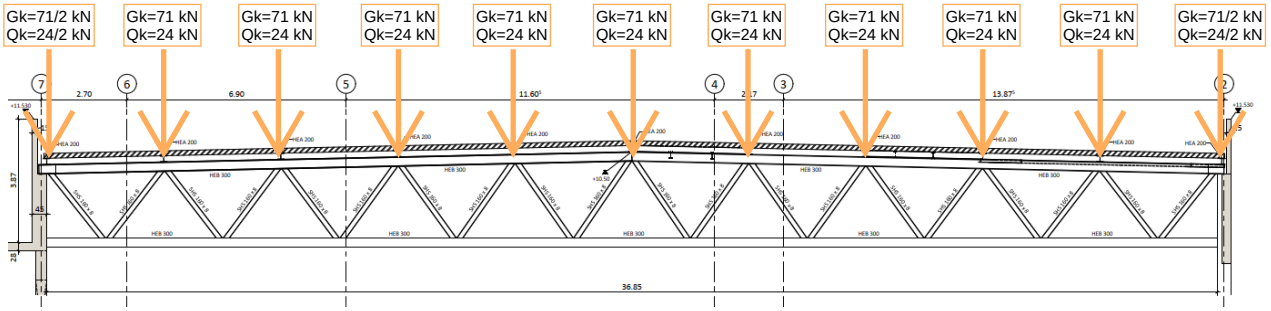
Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

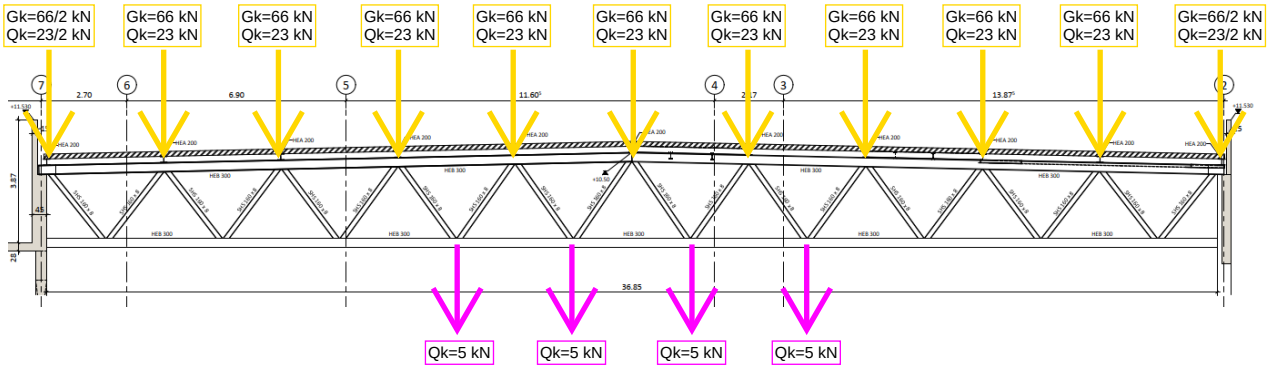
Lastzusammenstellung Fachwerkträger

Nachfolgend werden die Fachwerkträger mit den unterschiedlicher Belastung dargestellt. Die Bemessung erfolgt für den maßgebenden Fachwerkträger.

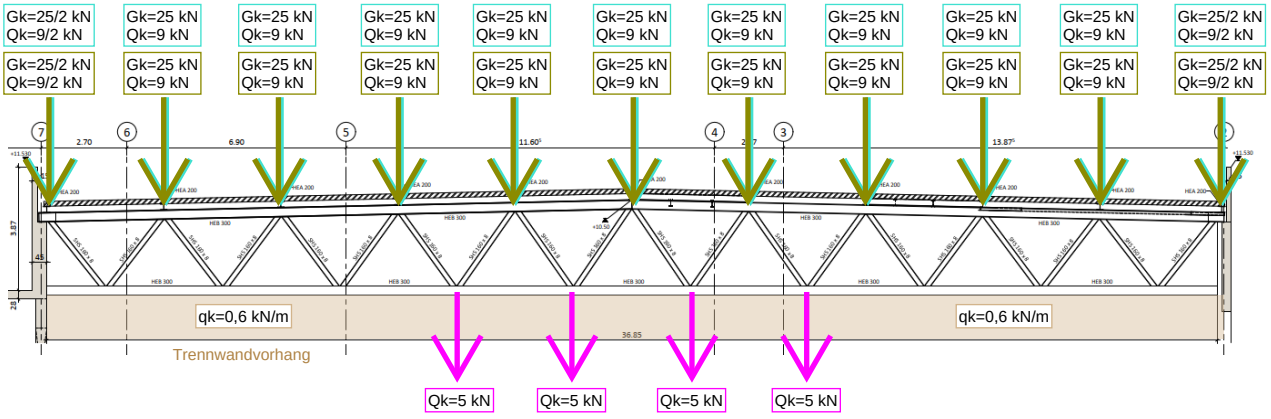
Achse C bzw. J --> maßgebend



Achse D bzw. I



Achse E bzw. H



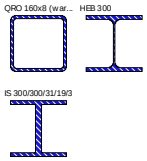
MODELL-BASISANGABEN

Allgemein	Modellname	:	2025-11-26_Fachwerkträger_AchseC_VMa
	Projektname	:	Dachtragwerk
	Modelltyp	:	3D
	Positive Richtung der globalen Z-Achse	:	Nach unten
	Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	:	Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
	☒Kombinationen automatisch erzeugen	:	☒Lastkombinationen
Optionen	☐ CQC-Regel anwenden		
	☐ CAD/BIM-Modell ermöglichen		
	Erdbeschleunigung		
	g	:	10.00 m/s²

1.2 MATERIALIEN

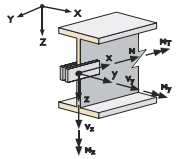
Mat. Nr.	Modul E [kN/cm²]	Modul G [kN/cm²]	Spez. Gewicht γ [kN/m³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
2	Baustahl S 355 | DIN EN 1993-1-1:2010-12 21000.00	8076.92	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch
	Baustahl S 235					

1.3 QUERSCHNITTE



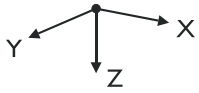
Quers. Nr.	Mater. Nr.	I_T [cm⁴] A [cm²]	I_y [cm⁴] A_y [cm²]	I_z [cm⁴] A_z [cm²]	Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm] Breite b	 Höhe h
1 Diagonale	QRO 160x8 (warmgefertigt) 2 001	2880.00 48.00	1831.00 20.50	1831.00 20.50	0.00	0.00	160.0	160.0
2 Ober- und Untergurt	HEB 300 2	185.00 149.10	25170.00 94.97	8563.00 28.65	0.00	0.00	300.0	300.0
3 Obergurt mit Stegverstärkung am Auflager	IS 300/300/31/19/3 2 HEB 300 mit Stegverstärkung	410.75 195.22	27184.23 96.63	8615.04 71.97	0.00	0.00	300.0	300.0

1.4 STABENDGELENKE



Gelenk Nr.	Bezugs-system	Axial/Quer-Gelenk bzw. Feder [kN/m] u_x	u_y	u_z	Momentengelenk bzw. Feder [kNm/rad] φ_x	φ_y	φ_z
1	Lokal x,y,z	☐	☐	☐	☐	☒	☒
	Nichtlinearität	-	-	-	-	-	-

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik



1.8 KNOTENLAGER

Lager Nr.	Knoten Nr.	Folge	Lagerdrehung [°] um X	um Y	um Z	Stütze in Z	Lagerung bzw. Feder $u_{X'}$	$u_{Y'}$	$u_{Z'}$	$\varphi_{X'}$	$\varphi_{Y'}$	$\varphi_{Z'}$
1	2	XYZ	0.00	0.00	0.00	☐	☒	☒	☒	☒	☐	☒
2	13	XYZ	0.00	0.00	0.00	☐	☐	☒	☒	☒	☐	☒
3	1,3,6,10,12,16,18, 20,22	XYZ	0.00	0.00	0.00	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

2.1 LASTFÄLLE

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990 | DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht	Ständig	☒	0.000	0.000	1.000
LF2	Dach Gk	Ständig	☐			
LF3	Dach Qk	Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsräume	☐			

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter		
LF1	Eigengewicht	Berechnungstheorie	: ⊙	Theorie I. Ordnung (linear)
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒	Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒	Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF2	Dach Gk	Berechnungstheorie	: ⊙	Theorie I. Ordnung (linear)
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒	Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒	Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF3	Dach Qk	Berechnungstheorie	: ⊙	Theorie I. Ordnung (linear)
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒	Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒	Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)

2.5 LASTKOMBINATIONEN

Lastkombin.	BS	Lastkombination Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
LK1		1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF3	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Dach Gk
			3	1.50	LF3	Dach Qk
LK2	G Ch	Charakteristische Werte	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Dach Gk
			3	1.00	LF3	Dach Qk

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastkombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter		
LK1	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF3	Berechnungstheorie	: ⊙	II. Ordnung (P-Delta)
		Optionen	: ☒	Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: ☒	Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:
			☒	Normalkräfte N
			☒	Querkräfte V_y und V_z
			☒	Momente M_y, M_z und M_T

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

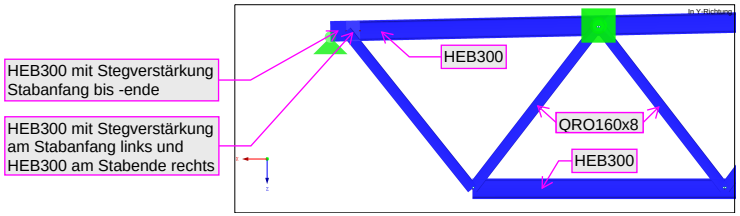
Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter	
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γM) : ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK2	Charakteristische Werte	Berechnungstheorie Optionen	: ⦿ II. Ordnung (P-Delta) : ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: ☒ Normalkräfte N ☒ Querkräfte V_y und V_z ☒ Momente M_y, M_z und M_T
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γM) : ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)

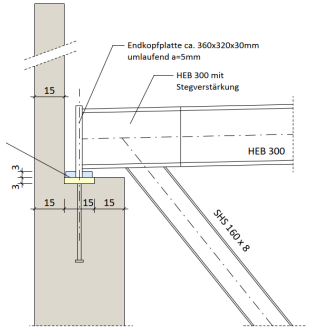
2.6 ERGEBNISKOMBINATIONEN

Ergebn.-kombin.	Bezeichnung	Belastung
EK1	LG Gk	LF1/s + LF2/s
EK2	LG Qk	LF3

Ergänzung Auflagerdetail

Versatzt am Auflager im Modell berücksichtigt:



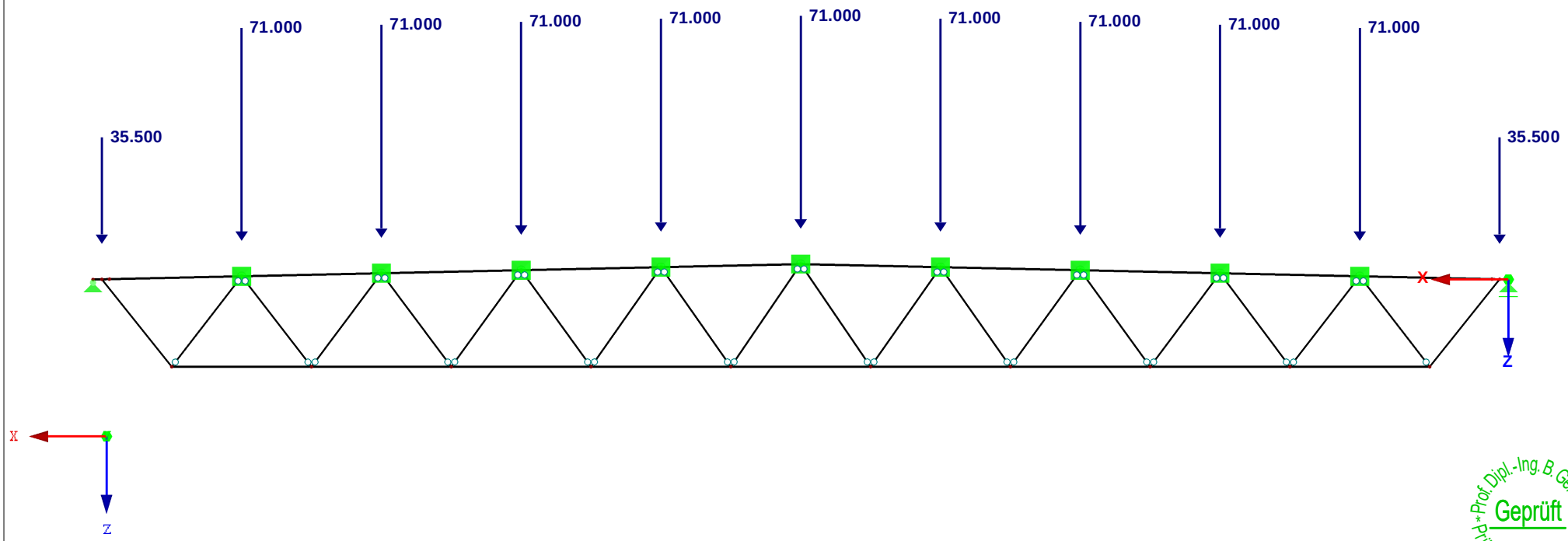


Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

LF2: DACH GK

LF2 : Dach Gk
Belastung [kN]

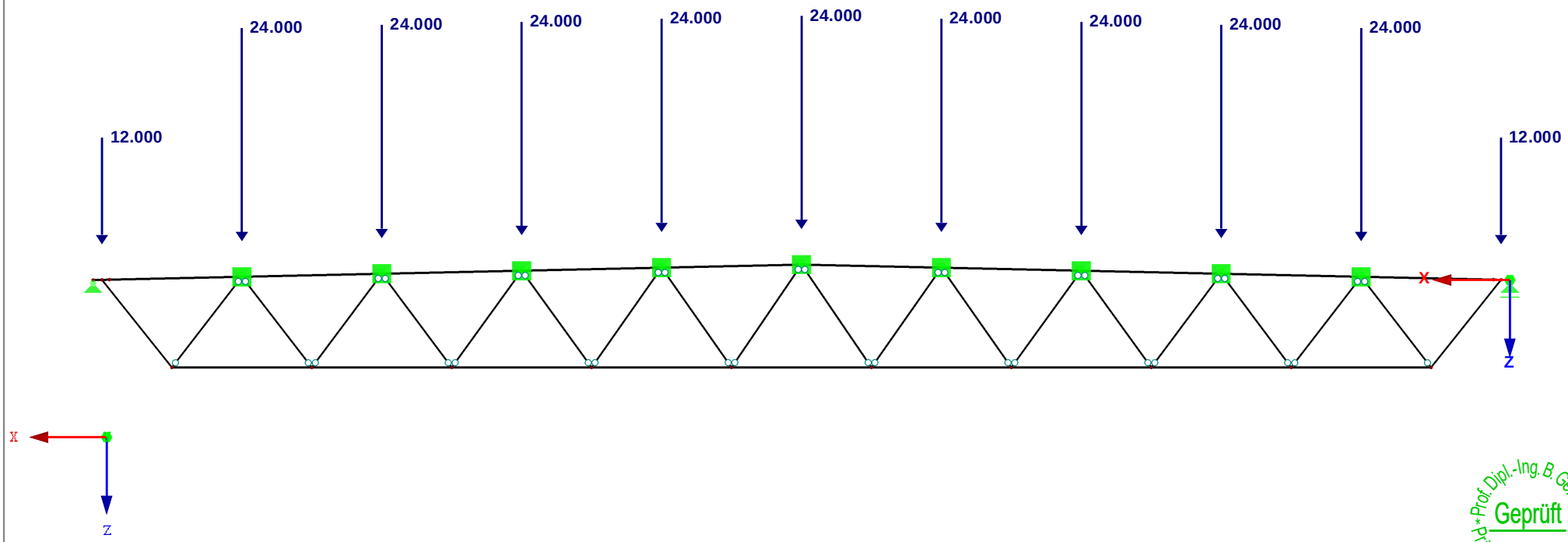
In Y-Richtung



LF3: DACH QK

LF3 : Dach Qk
Belastung [kN]

In Y-Richtung



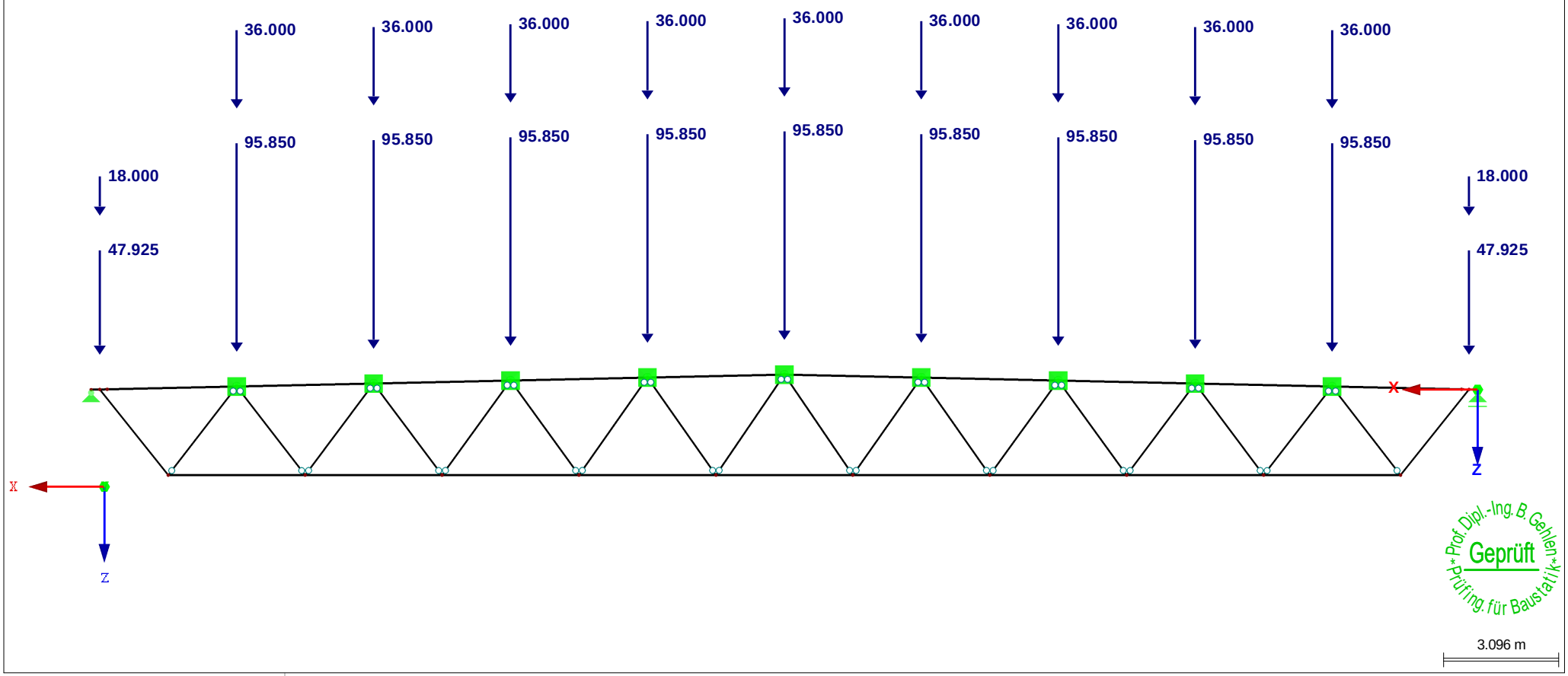
Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

3.096 m

LK1: 1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF3

LK1 : 1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF3
Belastung [kN]

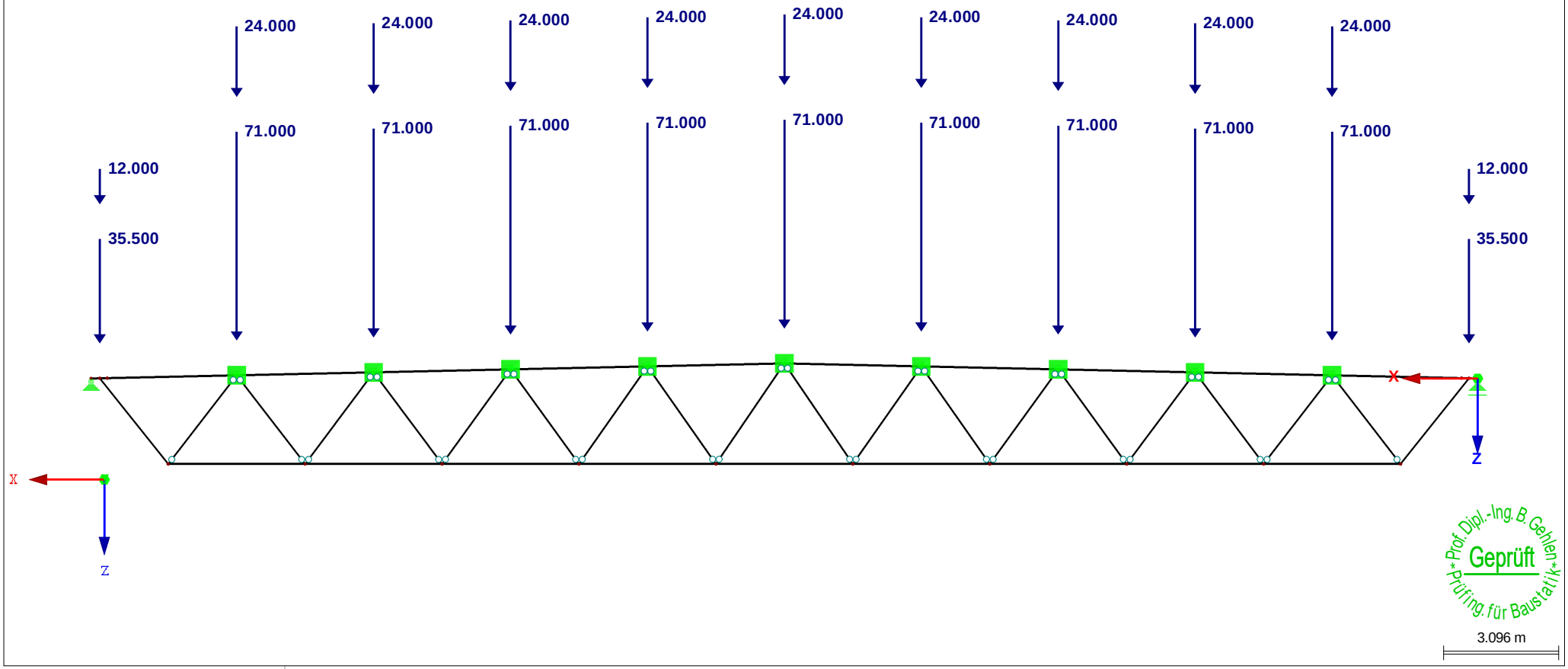
In Y-Richtung



LK2: CHARAKTERISTISCHE WERTE

LK2 : Charakteristische Werte
Belastung [kN]

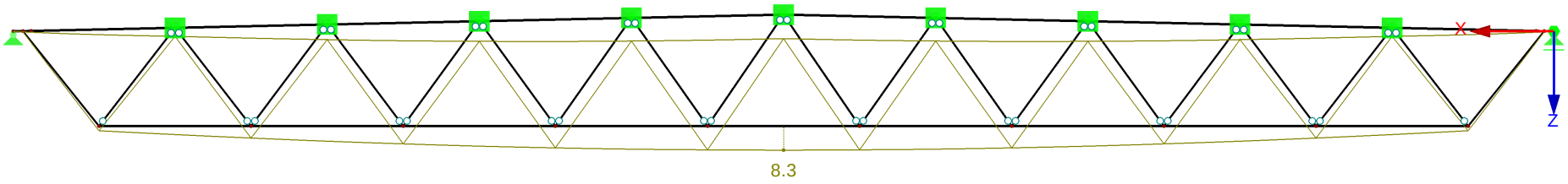
In Y-Richtung

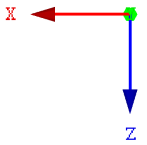


GLOBALE VERFORMUNGEN u_Z

LF1 : Eigengewicht
Globale Verformungen u-Z [mm]

In Y-Richtung





Max u-Z: 8.3, Min u-Z: 0.0 [mm]
Faktor für Verformungen: 70.00

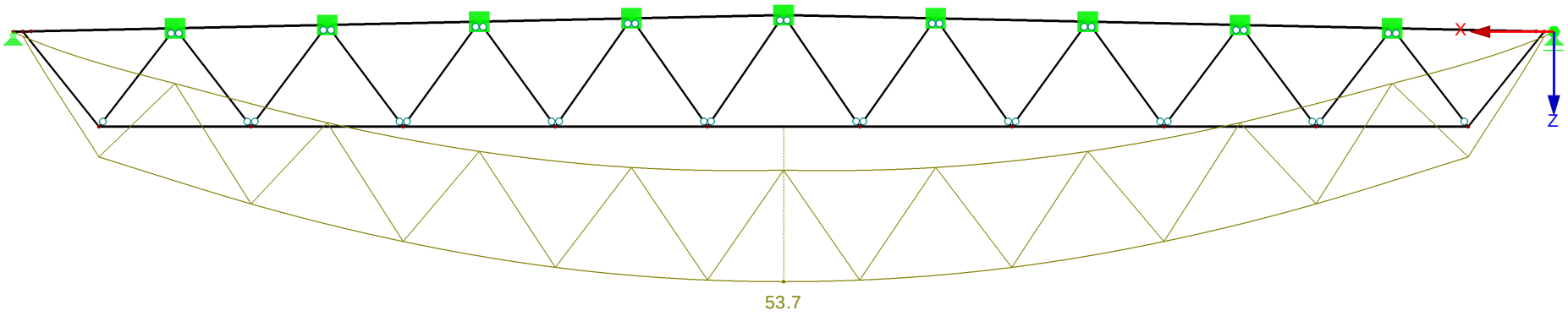
3.096 m

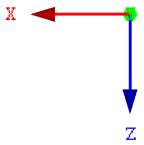
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

GLOBALE VERFORMUNGEN u_Z

LF2 : Dach Gk
Globale Verformungen u-Z [mm]

In Y-Richtung





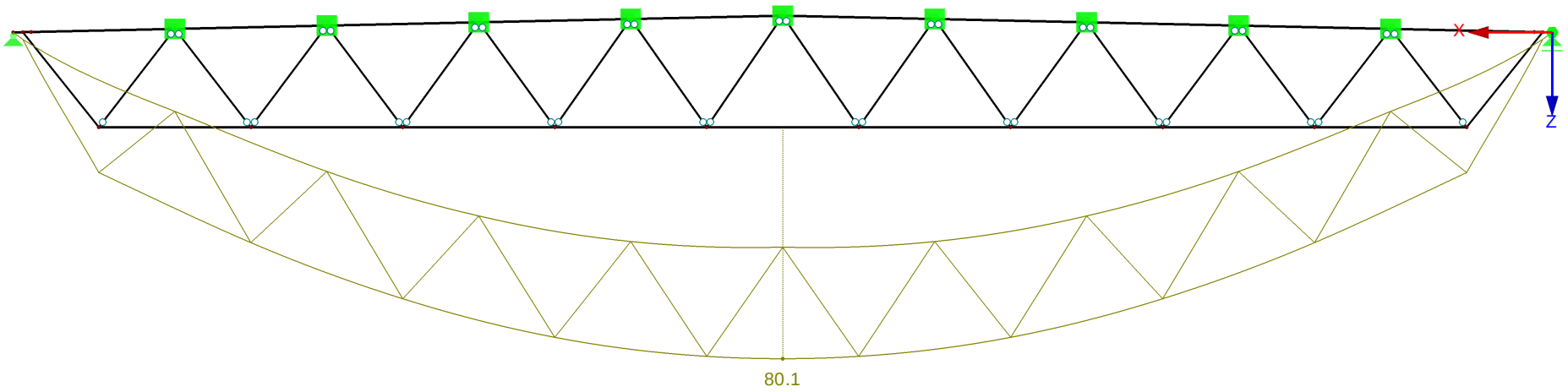
Max u-Z: 53.7, Min u-Z: 0.0 [mm]
Faktor für Verformungen: 70.00

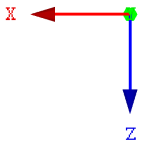
3.096 m

GLOBALE VERFORMUNGEN u_Z

LK2 : Charakteristische Werte
Globale Verformungen u-Z [mm]

In Y-Richtung





Max u-Z: 80.1, Min u-Z: 0.0 [mm]
Faktor für Verformungen: 70.00

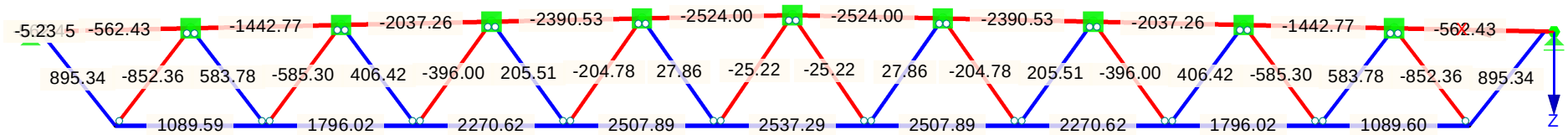
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

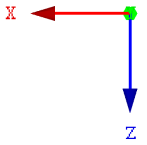
3.096 m

SCHNITTGRÖSSEN N

LK1 : 1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF3
Schnittgrößen N

In Y-Richtung





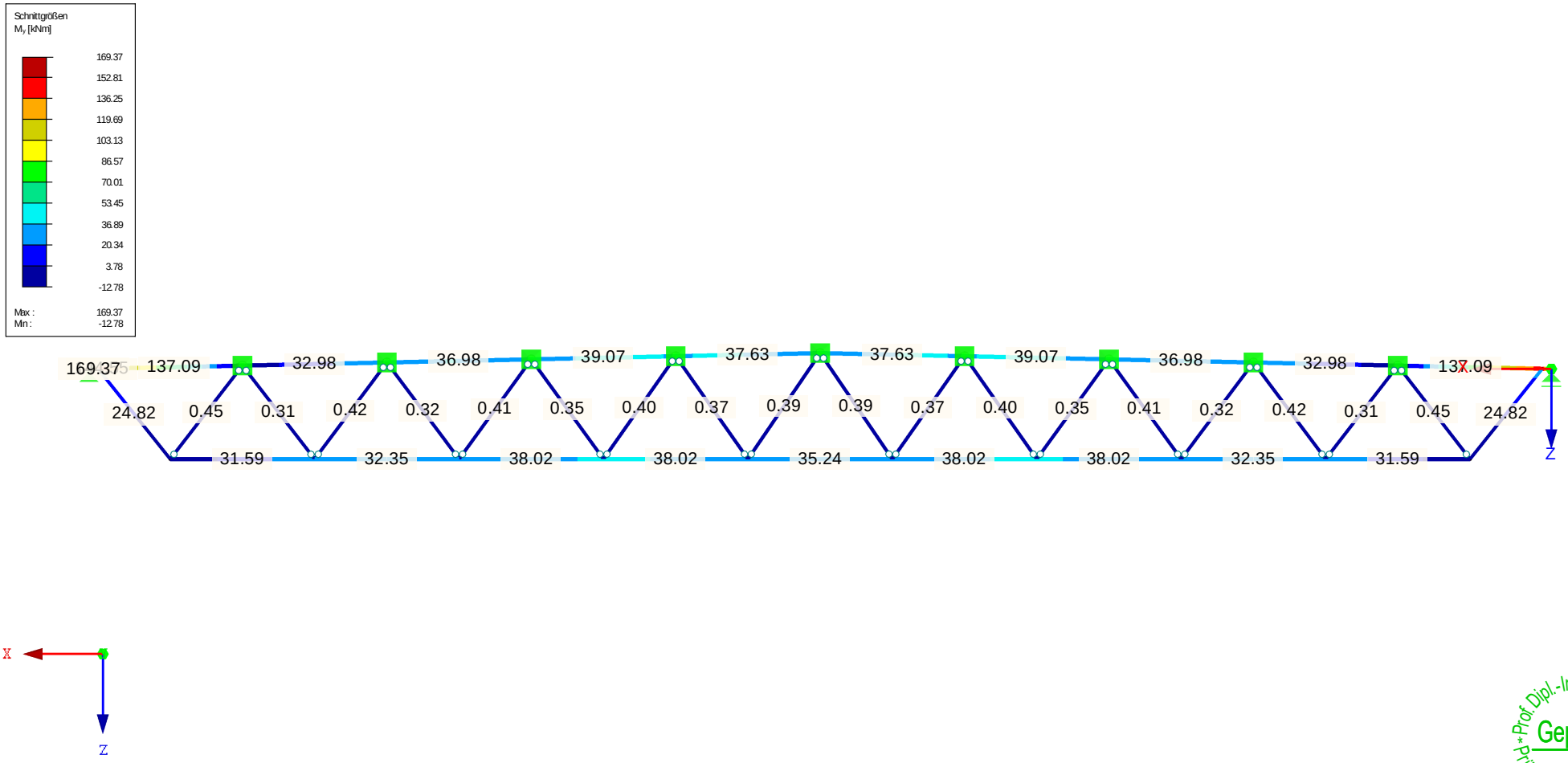
Max N: 2537.29, Min N: -2524.00 [kN]

3.096 m

SCHNITTGRÖSSEN M_y

LK1 : 1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF3
Schnittgrößen M-y

In Y-Richtung

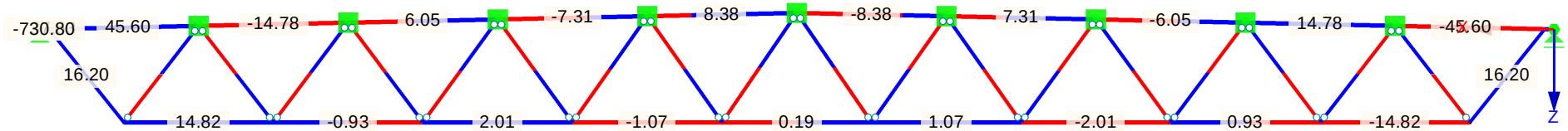


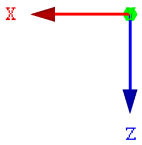
Max M-y: 169.37, Min M-y: -12.78 [kNm]

SCHNITTGRÖSSEN V_z

LK1 : 1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF3
Schnittgrößen V-z

In Y-Richtung





Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

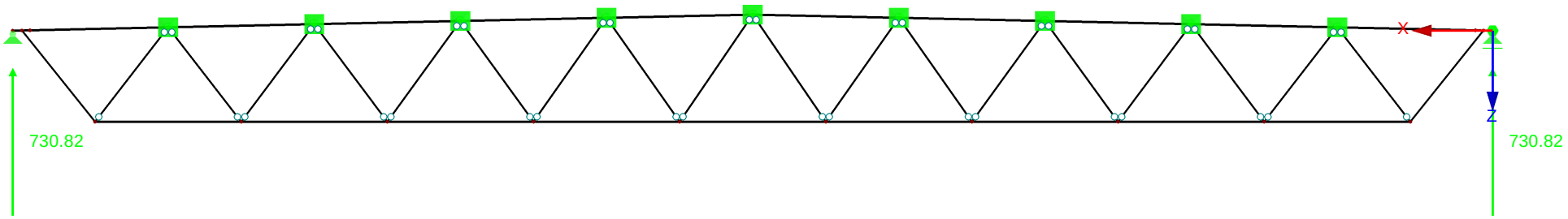
3.096 m

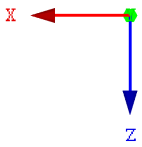
Max V-z: 730.80, Min V-z: -730.80 [kN]

LAGERREAKTIONEN

LK1 : 1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF3
Lagerreaktionen[kN]

In Y-Richtung





Max P-X': 0.00, Min P-X': 0.00 kN
Max P-Y': 0.00, Min P-Y': 0.00 kN
Max P-Z': 730.82, Min P-Z': 0.00 kN

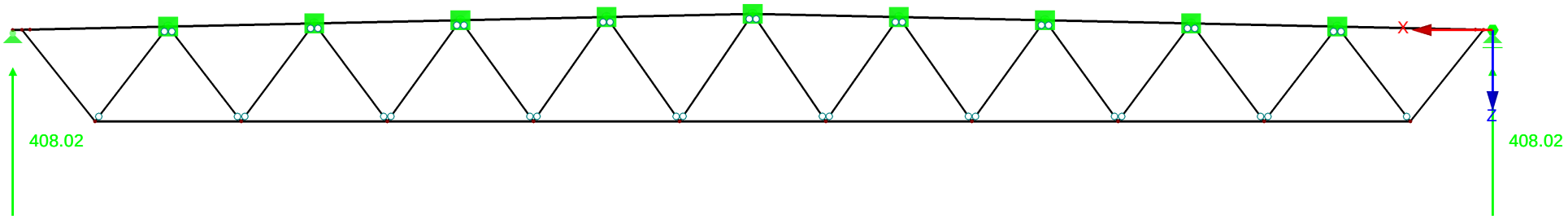


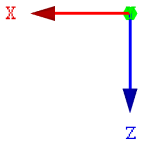
3.096 m

LAGERREAKTIONEN

EK1 : LG Gk
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

In Y-Richtung





Max P-X': 0.00, Min P-X': 0.00 kN
Max P-Y': 0.00, Min P-Y': 0.00 kN
Max P-Z': 408.02, Min P-Z': 0.00 kN

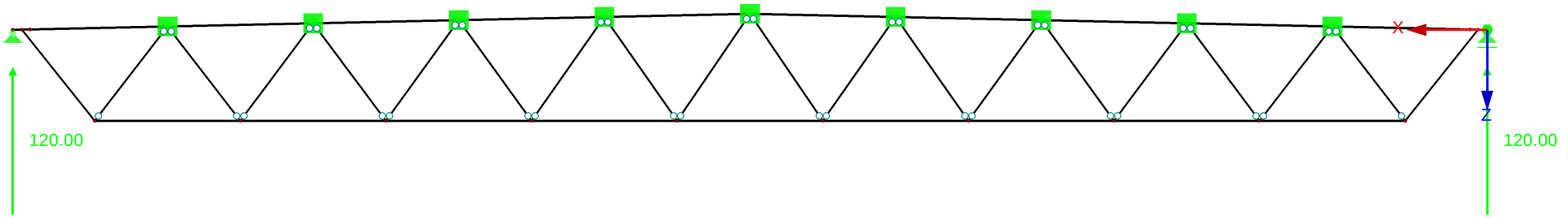
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

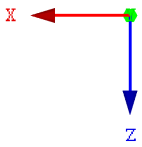
3.096 m

LAGERREAKTIONEN

EK2 : LG Qk
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

In Y-Richtung





Max P-X': 0.00, Min P-X': 0.00 kN
Max P-Y': 0.00, Min P-Y': 0.00 kN
Max P-Z': 120.00, Min P-Z': 0.00 kN

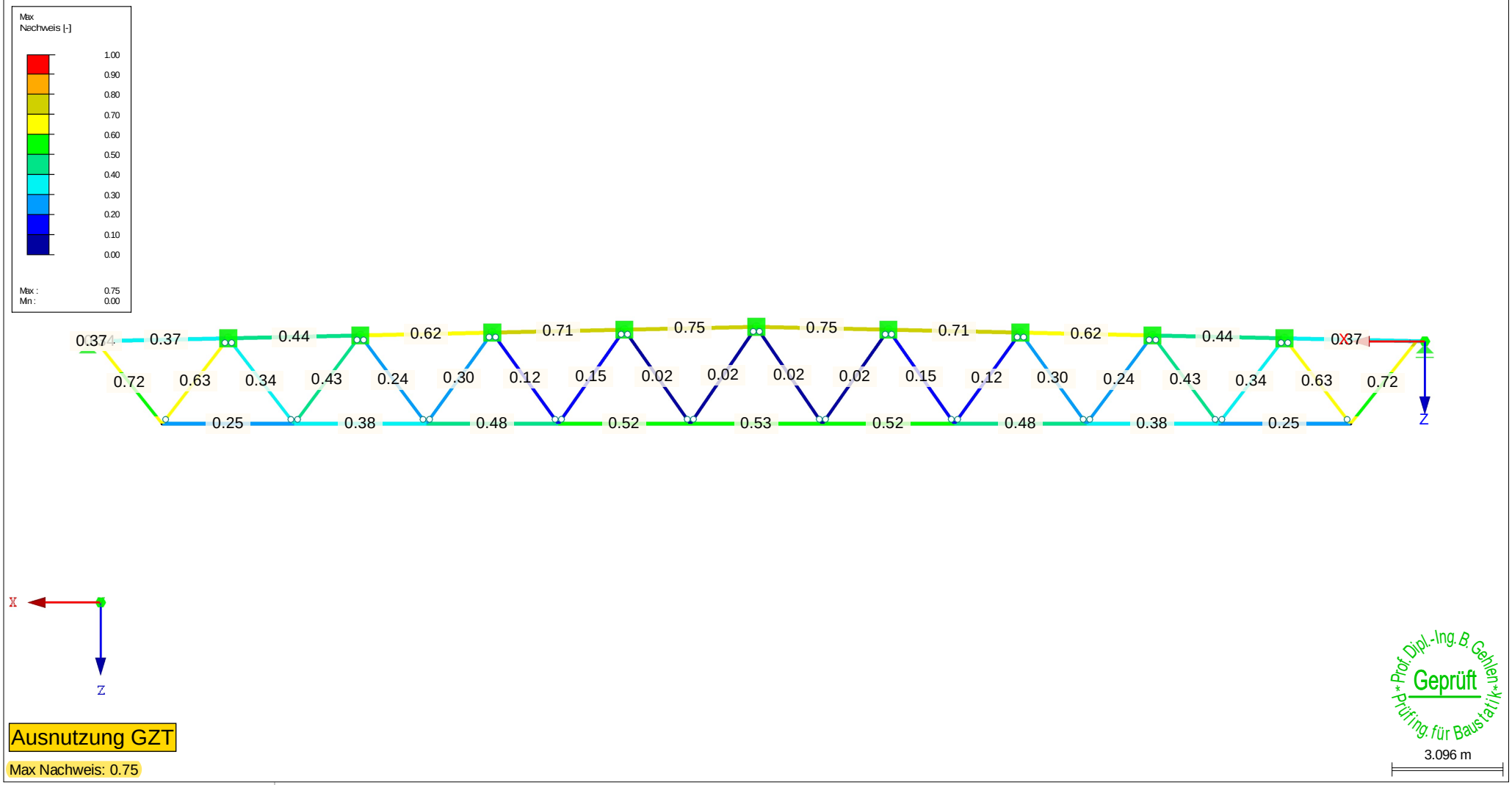


3.096 m

NACHWEIS

STAHL EC3 FA1
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis, Schweißnahtbemessung, Druckbemessung, Plastische Bemessung

In Y-Richtung



Ausnutzung GZT

Max Nachweis: 0.75

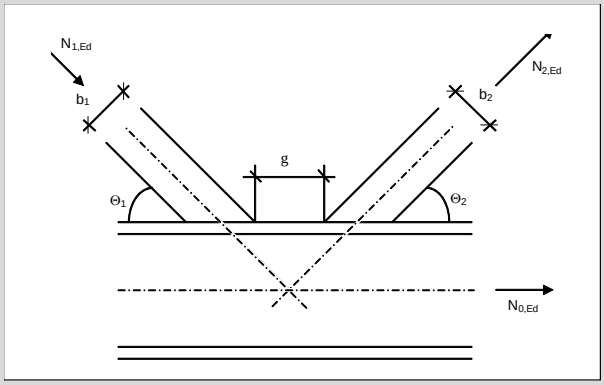
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

3.096 m

Schüßler-Plan

RUBSTAHL-Lehr- und Lernprogramme für Studium und Weiterbildung
Programm Fachwerkknoten mit Hohlprofilen erstellt von L. Golloch
Ruhr-Universität Bochum ♦ Lehrstuhl für Stahl-, Leicht- und Verbundbau
Prof. Dr. M. Knobloch ♦ www.ruhr-uni-bochum.de/stahlbau

Tragfähigkeit geschweißter Fachwerkknoten aus quadratischen Hohlprofilfüllstreben und I- oder H- Gurtstäben nach DIN 1993-1-8 (12-2010) (10/2014)



Kommentar:
Hinweise

Streckgrenze Gurtprofil

$f_{yk,0}$= 35,50 kN/cm²
γ_{M5}= 1,00
$f_{yd,0}$= 35,50 kN/cm²

Gurtprofil
HEB

h = 300 mm
b = 300 mm
t_w = 11 mm
t_f = 19 mm
r= 27 mm
h_s= 281 mm

A = 149,08 cm²
A_V = 74,84 cm²
$N_{V,Rd}$ = 1533,89 kN
α = 0,48

vorhandene Gurtkraft

$N_{o,Ed}$= 2538 kN

Querschnittsklasse

Quadrathohlprofil 1
QRO 160 / 8

$f_{yk,1}$= 35,50 kN/cm²
γ_{M5}= 1
$f_{yd,1}$= 35,50 kN/cm²

b_1= 160 mm
t_1= 8 mm

θ_1= 51,30 °
N_1= 896 kN

Quadrathohlprofil 2
QRO 160 / 8

$f_{yk,2}$= 35,50 kN/cm²
γ_{M5}= 1
$f_{yd,2}$= 35,50 kN/cm²

b_2= 160 mm
t_2= 8 mm

θ_2= 52,30 °
N_2= 853 kN

Spaltweite

g= 30 mm

Gültigkeitsgrenzen

b_1/t_1 ≤ 35
20,0 ≤ 35
Bedingung erfüllt

b_2/t_2 ≤ 35
20,0 ≤ 35
Bedingung erfüllt

d_w ≤ 400 mm
208,0 ≤ 400 mm **Bedingung erfüllt**

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

1. Fließen des Steges des Gurtstabes

b_{w1} =	435,02	mm	b_{w2} =	432,22	mm
b_{w1} ≤	476,00	mm	b_{w2} ≤	476,00	mm
$N_{1,Rd}$ =	2176,66	kN	$N_{2,Rd}$ =	2133,17	kN

2. Versagen der Strebe

Nachweis nicht erforderlich, wenn: β= 0,533

$g/t_f \leq 20\text{-}28x\beta$ erfüllt $\beta \leq$ 0,76316

1,5789 ≤ 5,067 γ= 7,89474

Nachweis der mitwirkenden Breite nicht erforderlich

außerdem muß gelten $0{,}75 \leq b_1/b_2 \leq 1{,}33$ b_1/b_{2vorh} = 1,00

p_{eff1} =	198	mm	p_{eff2} =	198	mm
p_{eff1} ≤	304,00	mm	p_{eff2} ≤	304,00	mm
$N_{1,Rd}$ =	**nicht**	**erforderlich**	$N_{2,Rd}$ =	**nicht**	**erforderlich**

3. Schubversagen des Gurtstabes

$N_{1,Rd}$ = 1965,44 kN $N_{2,Rd}$ = 1938,63 kN

4. Restnormalkraftaufnahme des Gurtstabquerschnittes im Knotenpunktbereich

V_z = 699,27 kN ≤ $V_{pl,z,Rd}$ = 1533,89 kN **Nachweis erfüllt**

$N_{o,Rd}$ = 5000,13 kN

Zusammenfassung der Profilnachweise

Quadrathohlprofil 1

N_1= 896,00 kN ≤ $N_{1,Rd}$ = 1965,44 kN **Nachweis erfüllt**

Quadrathohlprofil 2

N_2= 853,00 kN ≤ $N_{2,Rd}$ = 1938,63 kN **Nachweis erfüllt**

Gurtprofil

N_o= 2538,00 kN ≤ $N_{o,Rd}$ = 5000,13 kN **Nachweis erfüllt**

Dachverband - Aussteifung

Für die Bemessung der Verbände wird vereinfacht Windsog = Winddruck für den Bereich D (cpe = 0,8) betrachtet. Bei dem maßgebenden Längsverband in Achse 2 wird die Abschirmung der Windlasten aus dem Gerätehaus berücksichtigt. Zudem wird bei den zwei Verbandreihen, die parallel zu den Binder verlaufen (Querverbände), eine Aussteifungslast zur Verhinderung der Ausweichung der Obergurte infolge Imperfektion berücksichtigt. Die Lasten werden in den Knotenpunkten als Punktlast aufgebracht.

<u>Wind – Längsverbände:</u>
wk,Druck = 0,65*0,80 = 0,52 kN/m²
Lasteinzugshöhe 7,8/2 = 3,9m
wk,D/S = 0,52 * 3,9 = 3,055 ≈ 2,03 kN/m
Wk,B,K=2,03*5,45/2 ≈ 5,55 kN
Wk,C,J=2,03*5,45/2+5,0/2 ≈ 10,6 kN
Wk,D-I=2,03*5,0 ≈ 10,15 kN

<u>Wind – Querverbände:</u>
wk,Druck = 0,65*0,80 = 0,52 kN/m²
Gebäudehöhe H ≈ 11,75m
Lasteinzugshöhe 11,75/2 = 5,875m
wk,D/S = 0,52 * 5,875 = 3,055 ≈ 3,1 kN/m
Anschluss an jeden zweiten Nebenträger
Wk,2,7=3,1*3,7/2 ≈ 5,75 kN
Wk,Rest=3,1*3,7 ≈ 11,5 kN

<u>Aussteifungslast – Querverbände:</u>

(2) Zur Vereinfachung darf der Einfluss der Vorkrümmung der durch das aussteifende System stabilisierten Bauteile durch äquivalente stabilisierende Ersatzkräfte nach Bild 5.6 ersetzt werden:

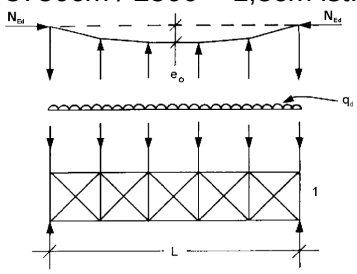
$$q = \sum N_{Ed}\, 8\, \frac{e_0 + \delta_q}{L^2} \qquad (5.13)$$

Dabei ist

δ_q die Durchbiegung des aussteifenden Systems in seiner Ebene infolge q und weiterer äußerer Einwirkungen gerechnet nach Theorie I. Ordnung.

Normalkraft im Obergurt Nd ≤ 2550 kN
Anzahl Binder je Verbandreihe m = 8/2 = 4
Länge Verband L = 37,25m
Abminderungsfaktor γM = $(0,5*(1+1/4))^{0,5}$ = 0,79 < 1,0
Vorkrümmung e0 = 0,79 * 3725cm / 500 = 5,9cm

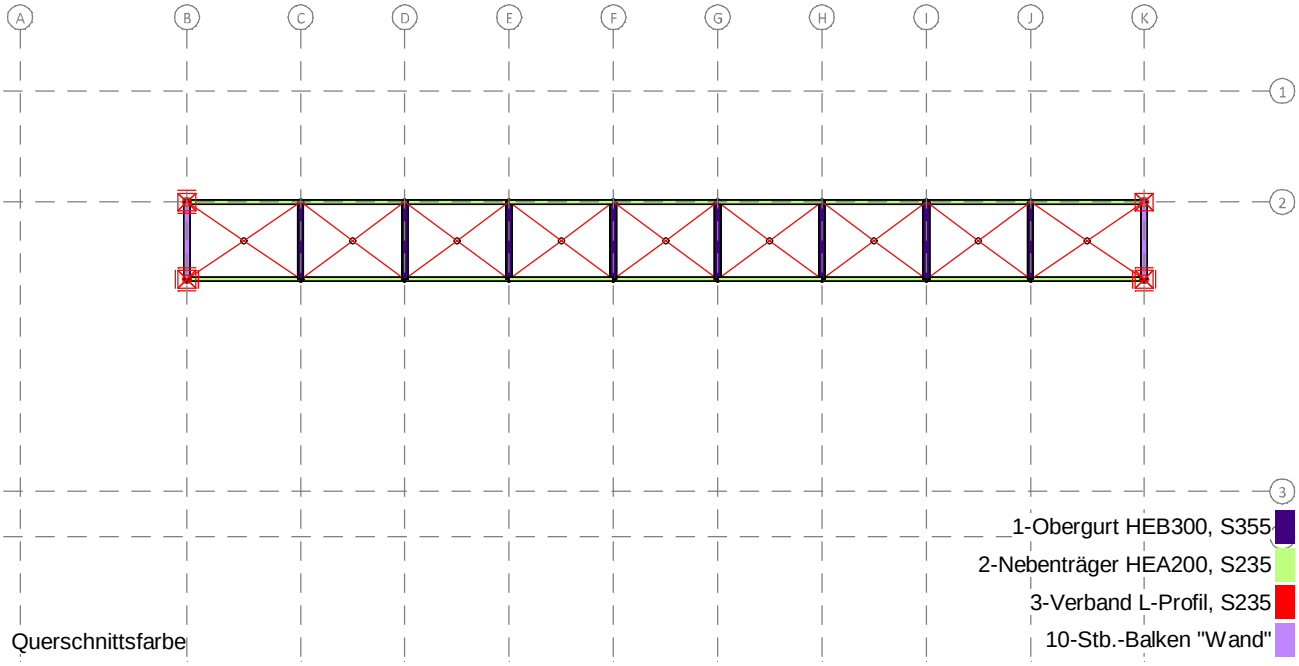
Es wird angenommen, dass δq ≤ L / 2500 = 3750cm / 2500 = 1,5cm ist.
e0 + δq = 5,9 + 1,5 = 7,4 cm = 0,074 m



Ersatzlast Querverbände:
q = 2550*8*0,074 / 37,25² = 1,1 kN/m
Einzellast bei jeden zweiten Nebenträger
Qk,2,7 = 1,1 * 3,7/2 ≈ 2,05 kN
Qk,Rest = 1,1 * 3,7 ≈ 4,1 kN

Die Verbände (L-Profile) werden ausschließlich auf Zug beansprucht.

Längsverband



Querschnittsfarbe

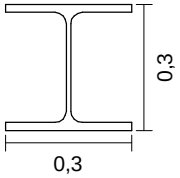
Systemkenngrößen

29	Knoten		
64	Elemente	64	Stabelemente
4	Festhaltungen	0	Plattenelemente
0	Koppelungen	0	Scheibenelemente
4	Materialkennwerte	0	Schalenelemente
4	Querschnittswerte	0	Seilelemente
2	Lastfälle	0	Volumenelemente
0	LF-Kombinationen	0	Federelemente
0	Spannstränge	0	Liniengelenke

Berechnungsort der Flächenelemente: Schwerpunkt
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme
0 Elementsysteme
0 Schnittkraftsysteme
0 Bewehrungssysteme

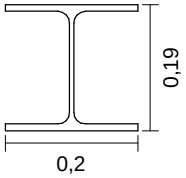
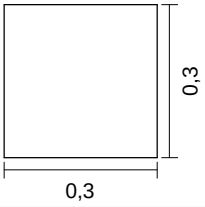
Querschnittswerte

1	HEB 300 	Obergurt HEB300, S355					
		Schwerpunkt [m]	ys	= 0,000	zs	= 0,000	
		Fläche [m²]	A	= 1,4900e-02			
		Trägheitsmomente [m4]	Ix	= 1,8600e-06			
			Iy	= 2,5170e-04	I1	= 2,5170e-04	
			Iz	= 8,5600e-05	I2	= 8,5600e-05	
		Hauptachsenwinkel [Grad]	Phi	= 0,000	Iyz	= 0,0000e+00	

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2026-01-07_END_Verbände Längs.fem

Querschnittswerte

2	HEA 200 	Nebenträger HEA200, S235 Schwerpunkt [m] ys = 0,000 zs = 0,000 Fläche [m²] A = 5,3800e-03 Trägheitsmomente [m4] Ix = 2,1100e-07 Iy = 3,6900e-05 I1 = 3,6900e-05 Iz = 1,3400e-05 I2 = 1,3400e-05 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 0,000 Iyz = 0,0000e+00
3	Zugstab	Verband L-Profil, S235 Fläche [m²] A = 1,900e-03
10	Polygon 	Stb.-Balken "Wand" Schwerpunkt [m] ys = 0,150 zs = 0,150 Fläche [m²] A = 9,0000e-02 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 6,7500e-04 I1 = 6,7500e-04 Iz = 6,7500e-04 I2 = 6,7500e-04 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 0,000 Iyz = 0,0000e+00 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer-dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	S355-EN	210000	81000	0,30	1,20e-05	78,500
2	2	S235-EN	210000	81000	0,30	1,20e-05	78,500
3	3	S235-EN	210000	81000	0,30	1,20e-05	78,500
4	10	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000

Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	Wind y+
2	Wind y-

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Wind y+	0,000	93,200	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	93,200	0,000
2	Wind y-	0,000	-93,200	0,000
	Auflagerreaktionen	-0,000	-93,200	0,000

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2026-01-07_END_Verbände Längs.fem

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

EN 1993-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

QN - Nutzlast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,7 / 0,6

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

1	Wind y+
2	Wind y-

1. Ständige und vorübergehende Situation - GZT

Endzustand

QN Nutzlast

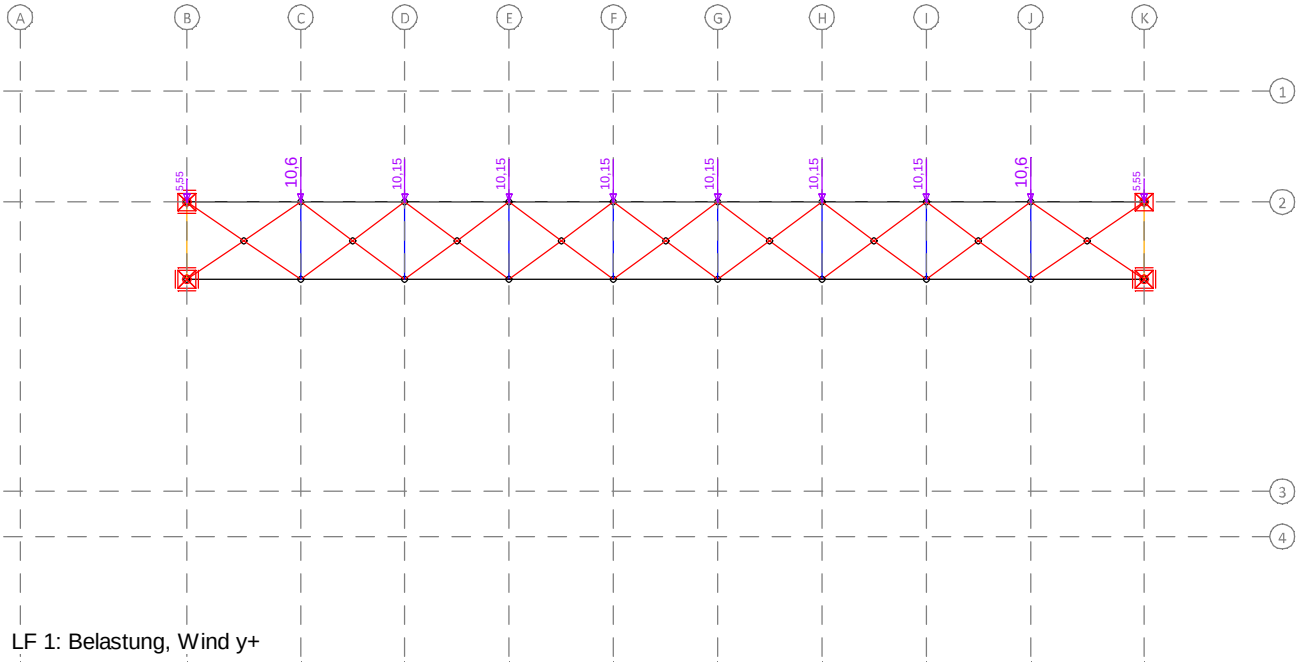
1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

QN Nutzlast

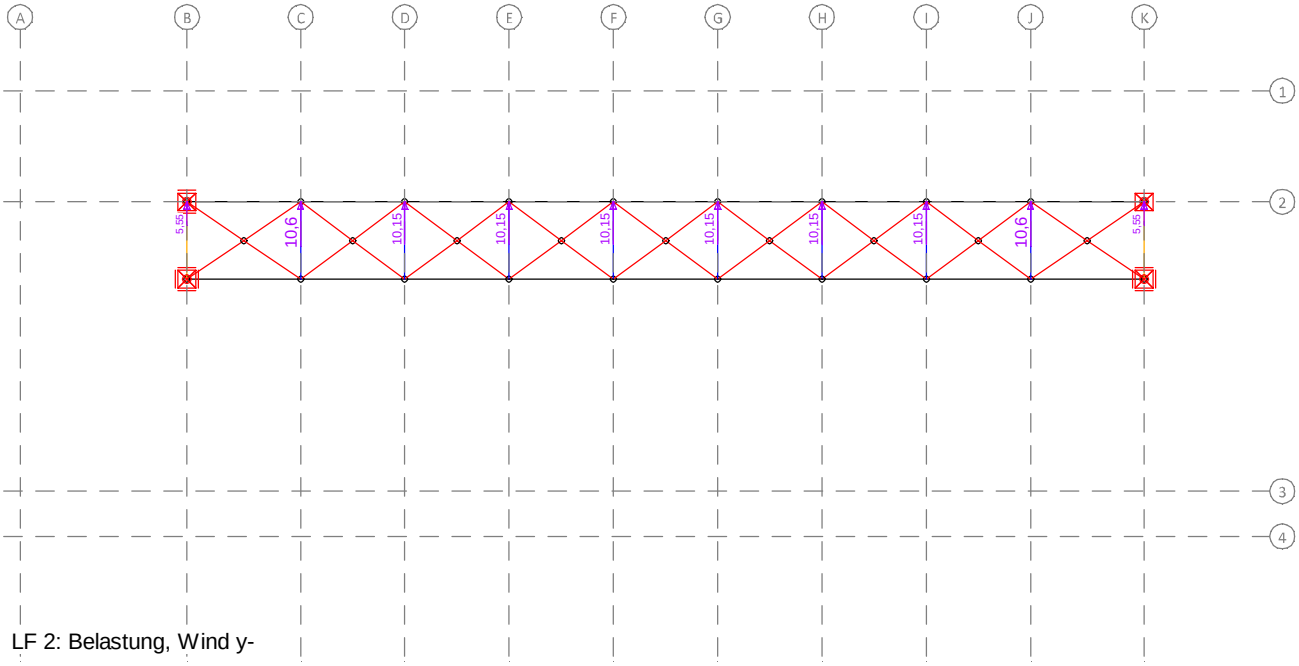
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2026-01-07_END_Verbände Längs.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gahlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik



LF 1: Belastung, Wind y+

LF 1: Belastung, Wind y+

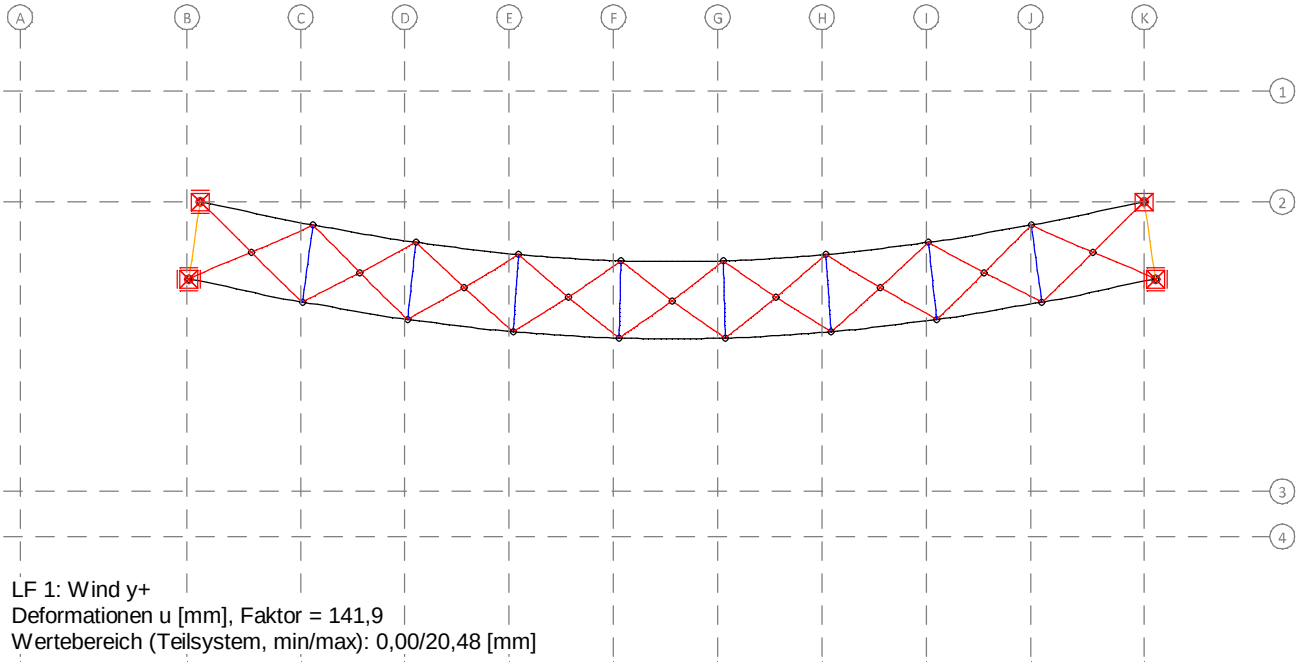


LF 2: Belastung, Wind y-

LF 2: Belastung, Wind y-

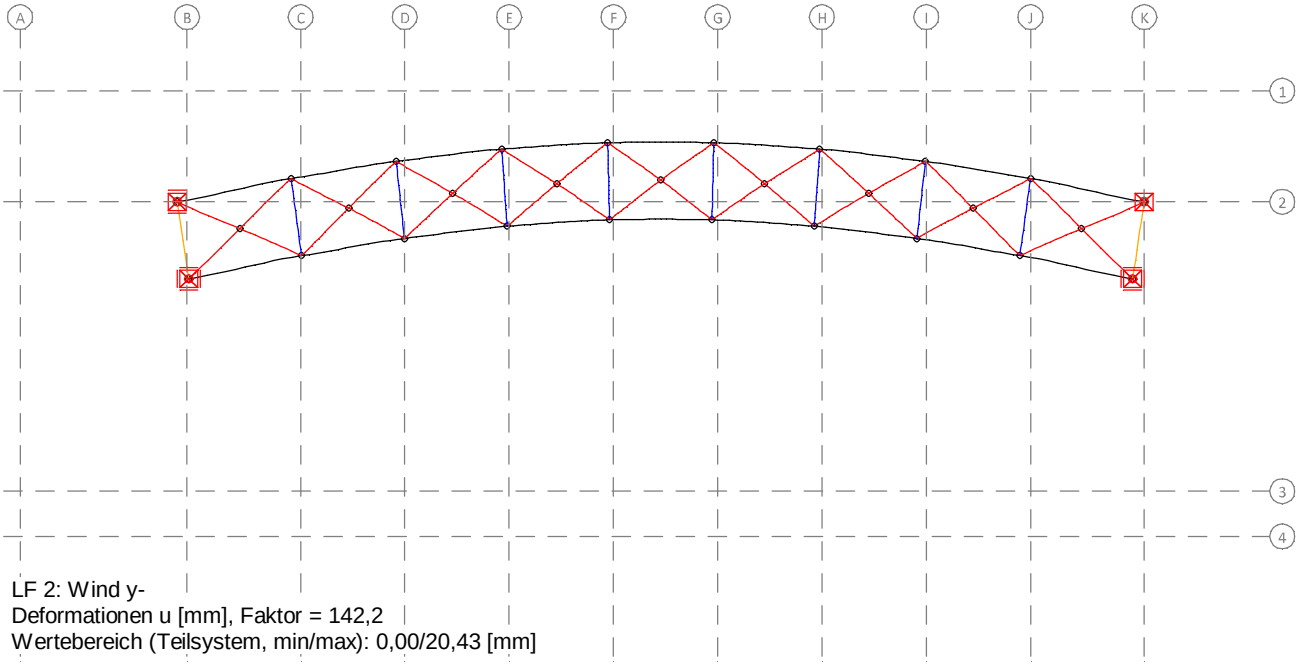
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2026-01-07_END_Verbände Längs.fem

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik



LF 1: Wind y+
Deformationen u [mm], Faktor = 141,9
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,00/20,48 [mm]

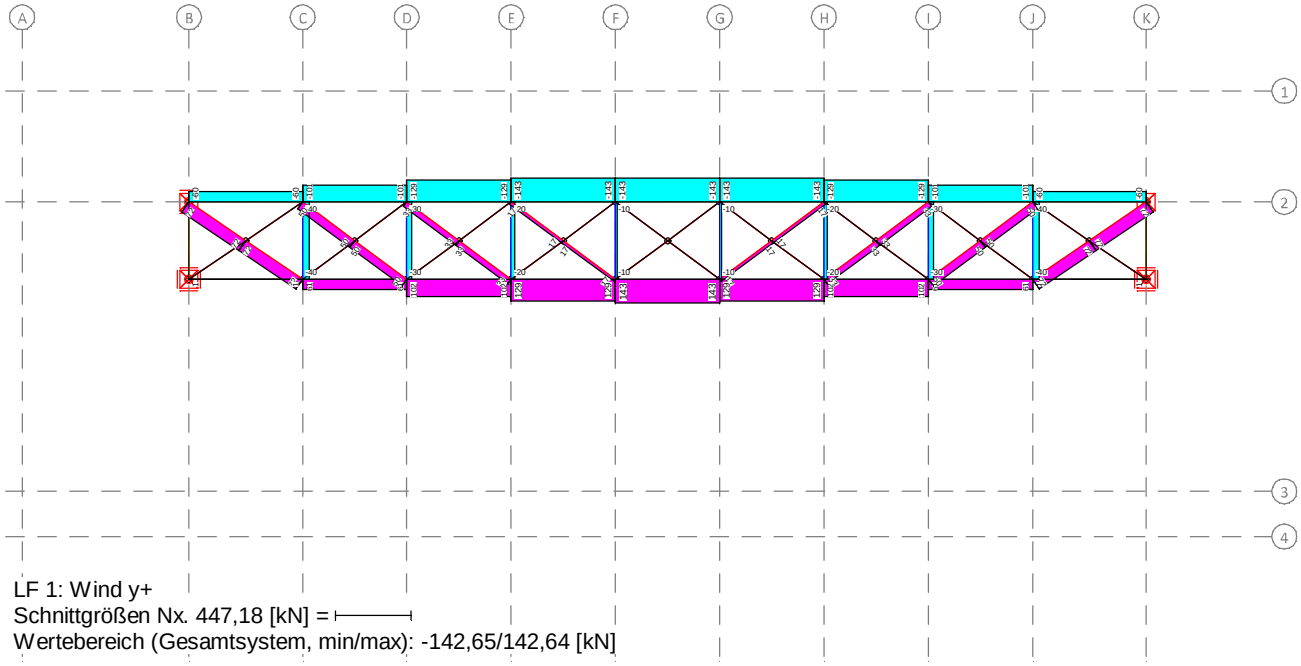
Deformationen u; LF 1, Wind y+



LF 2: Wind y-
Deformationen u [mm], Faktor = 142,2
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,00/20,43 [mm]

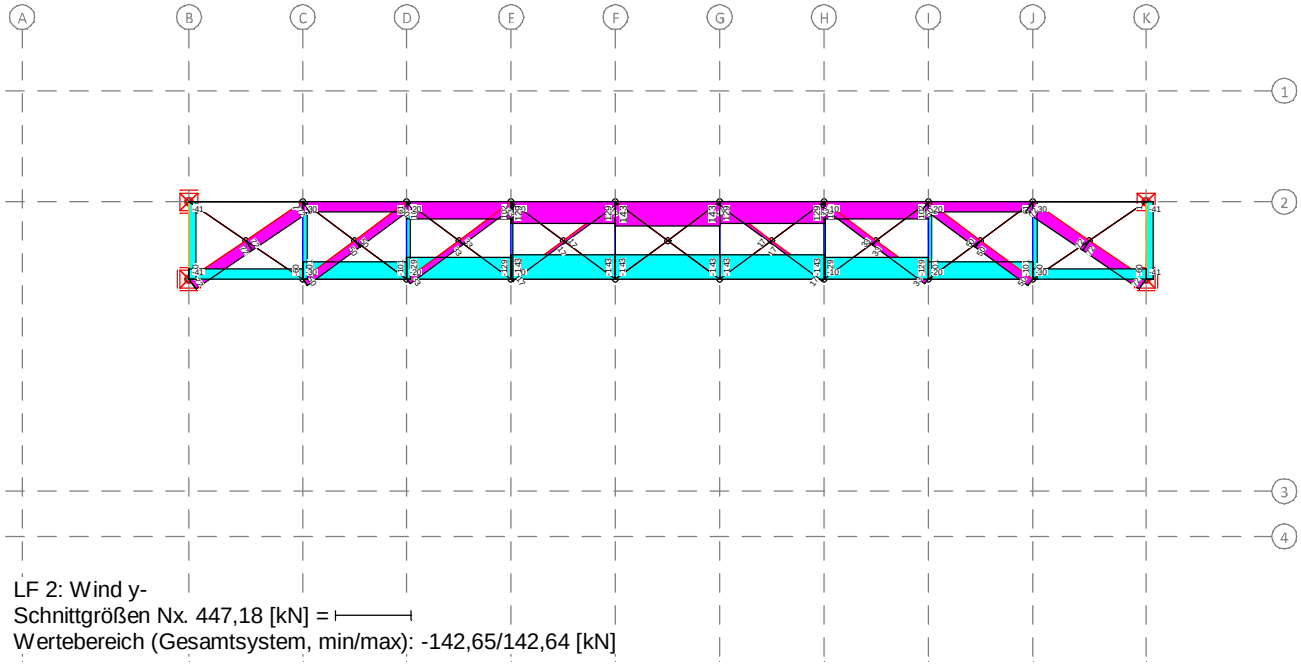
Deformationen u; LF 2, Wind y-

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2026-01-07_END_Verbände Längs.fem



LF 1: Wind y+
Schnittgrößen Nx. 447,18 [kN] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -142,65/142,64 [kN]

Schnittgrößen Nx; LF 1, Wind y+

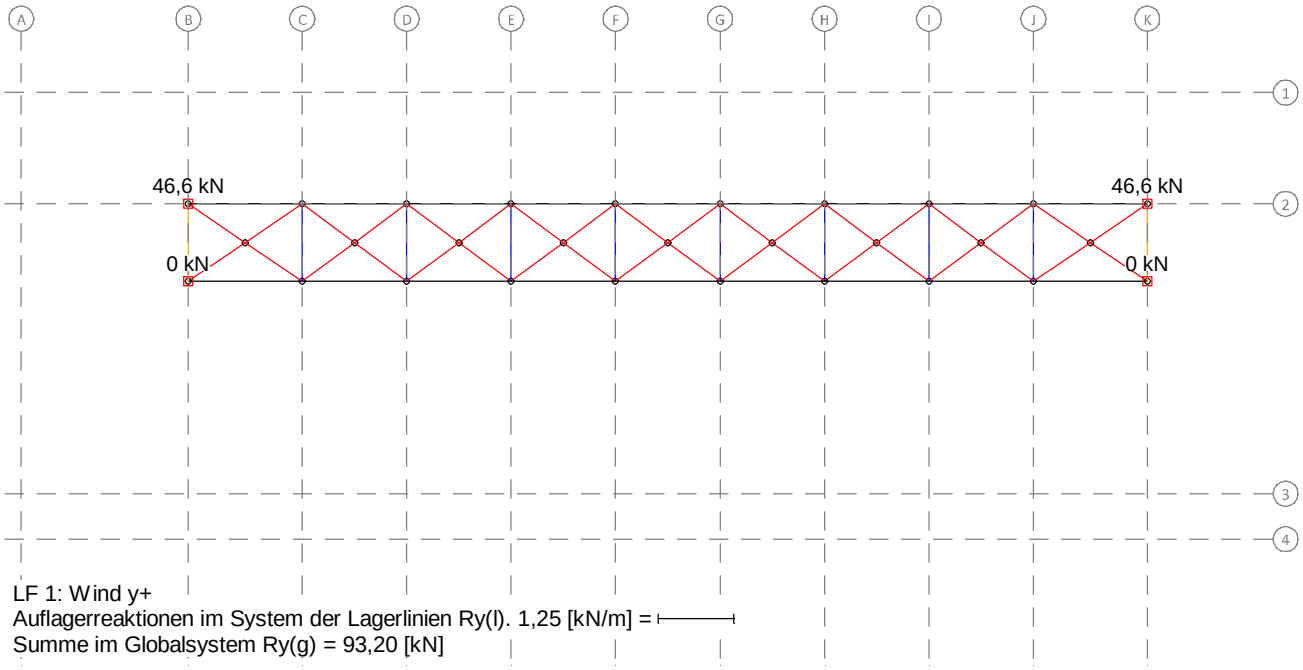


LF 2: Wind y-
Schnittgrößen Nx. 447,18 [kN] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -142,65/142,64 [kN]

Schnittgrößen Nx; LF 2, Wind y-

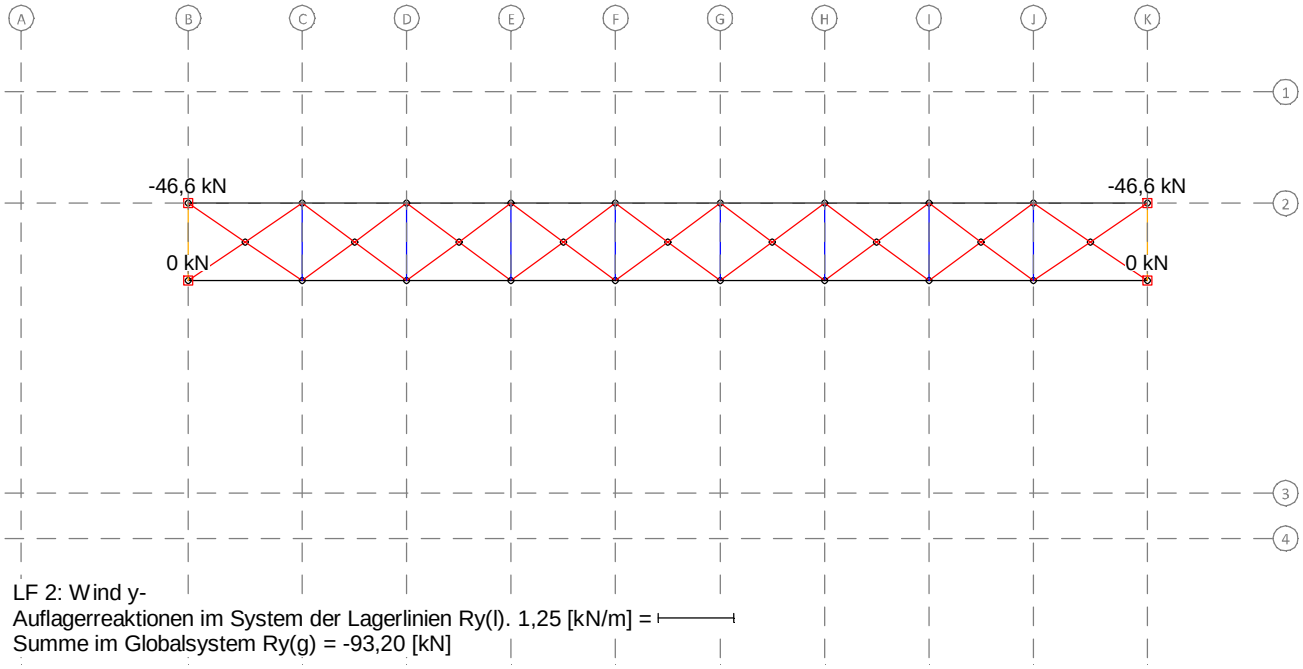
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2026-01-07_END_Verbände Längs.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik



LF 1: Wind y+
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Ry(l). 1,25 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Ry(g) = 93,20 [kN]

Auflagerreaktionen Ry; LF 1, Wind y+

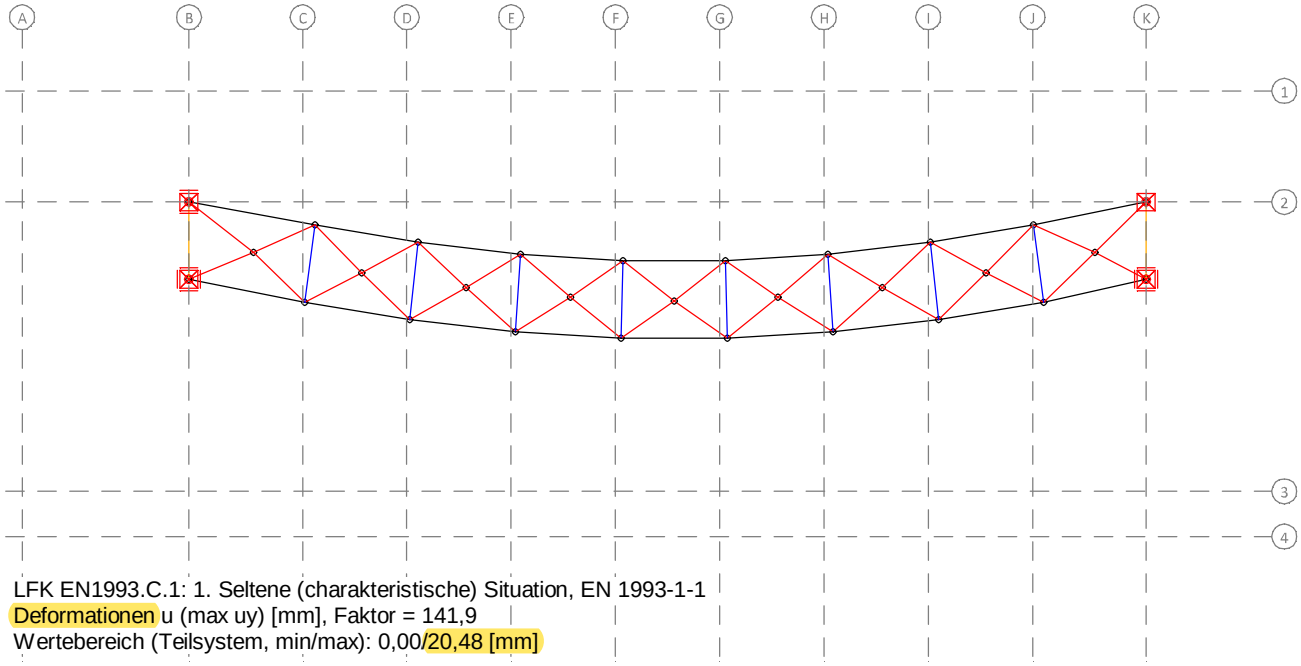


LF 2: Wind y-
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Ry(l). 1,25 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Ry(g) = -93,20 [kN]

Auflagerreaktionen Ry; LF 2, Wind y-

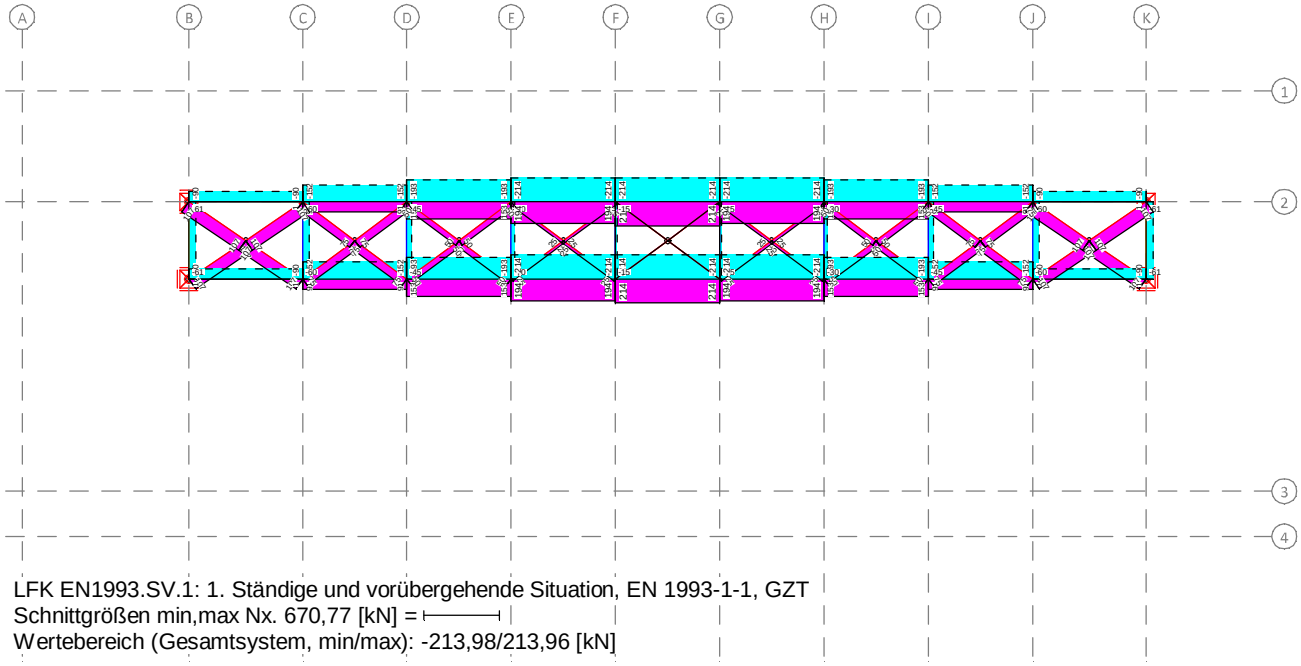
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2026-01-07_END_Verbände Längs.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft



LFK EN1993.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, EN 1993-1-1
Deformationen u (max uy) [mm], Faktor = 141,9
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,00/20,48 [mm]

Deformationen uy max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, EN 1993-1-1

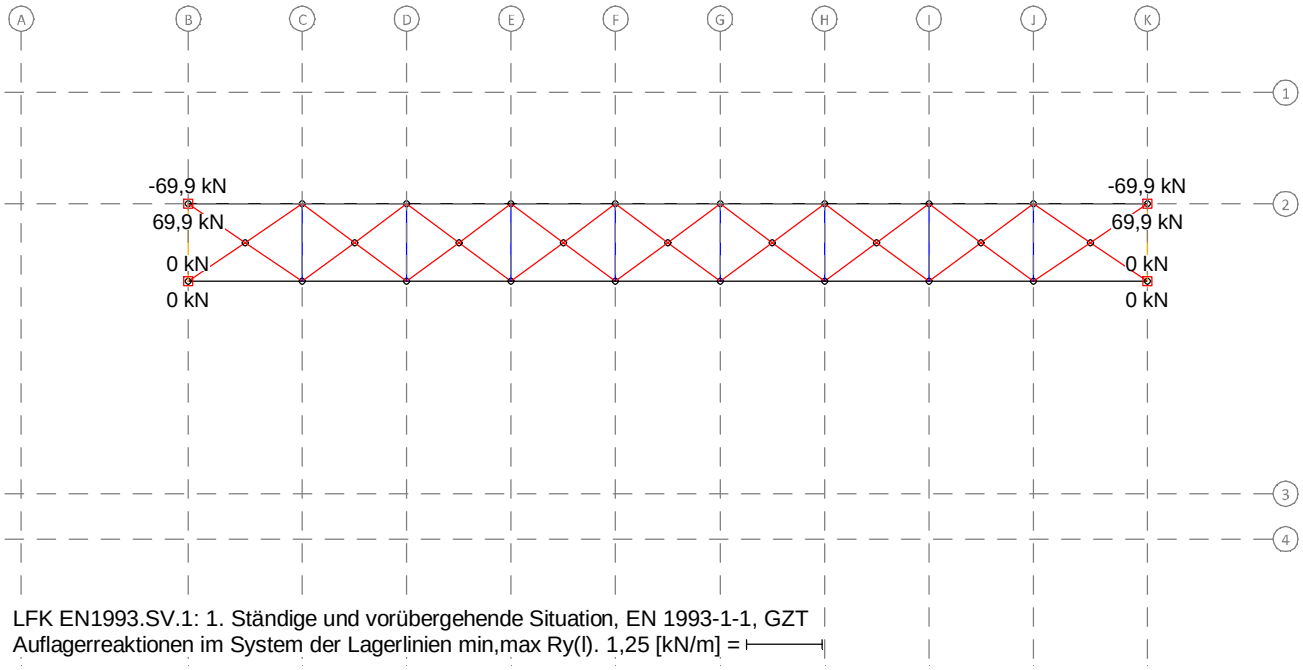


LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1, GZT
Schnittgrößen min,max Nx. 670,77 [kN] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -213,98/213,96 [kN]

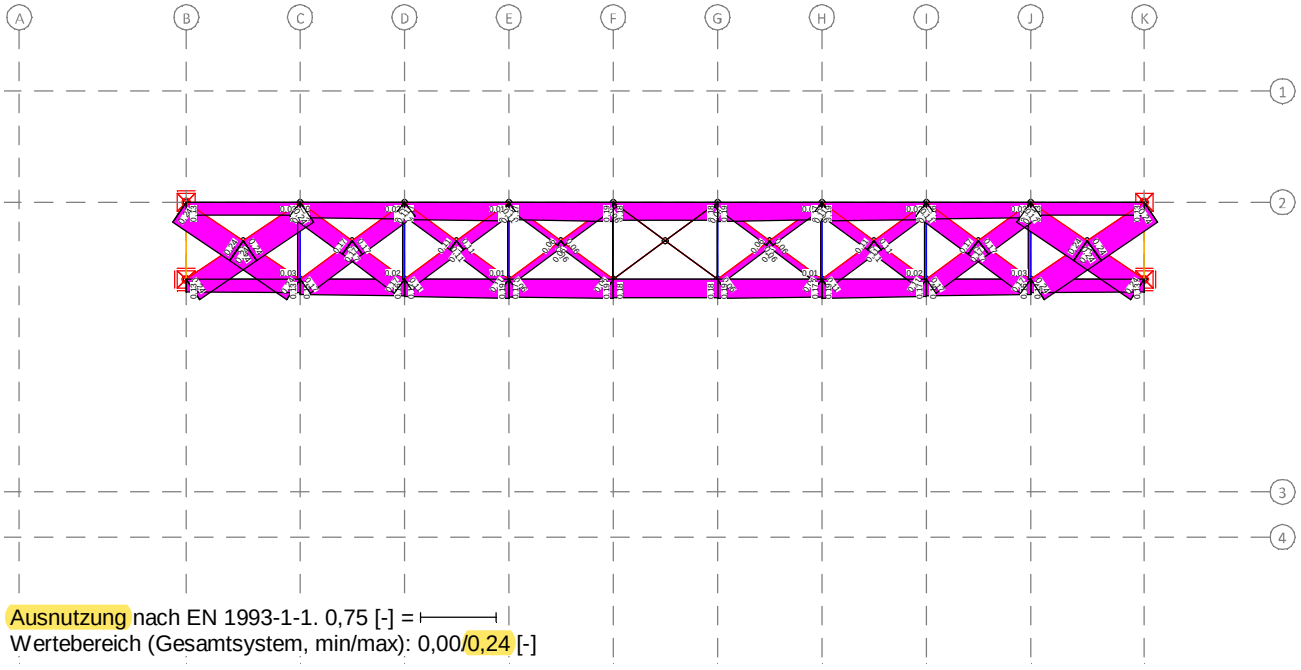
Schnittgrößen Nx min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1, GZT

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2026-01-07_END_Verbände Längs.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik



Auflagerreaktionen Ry min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1, GZT



Ausnutzung nach EN 1993-1-1

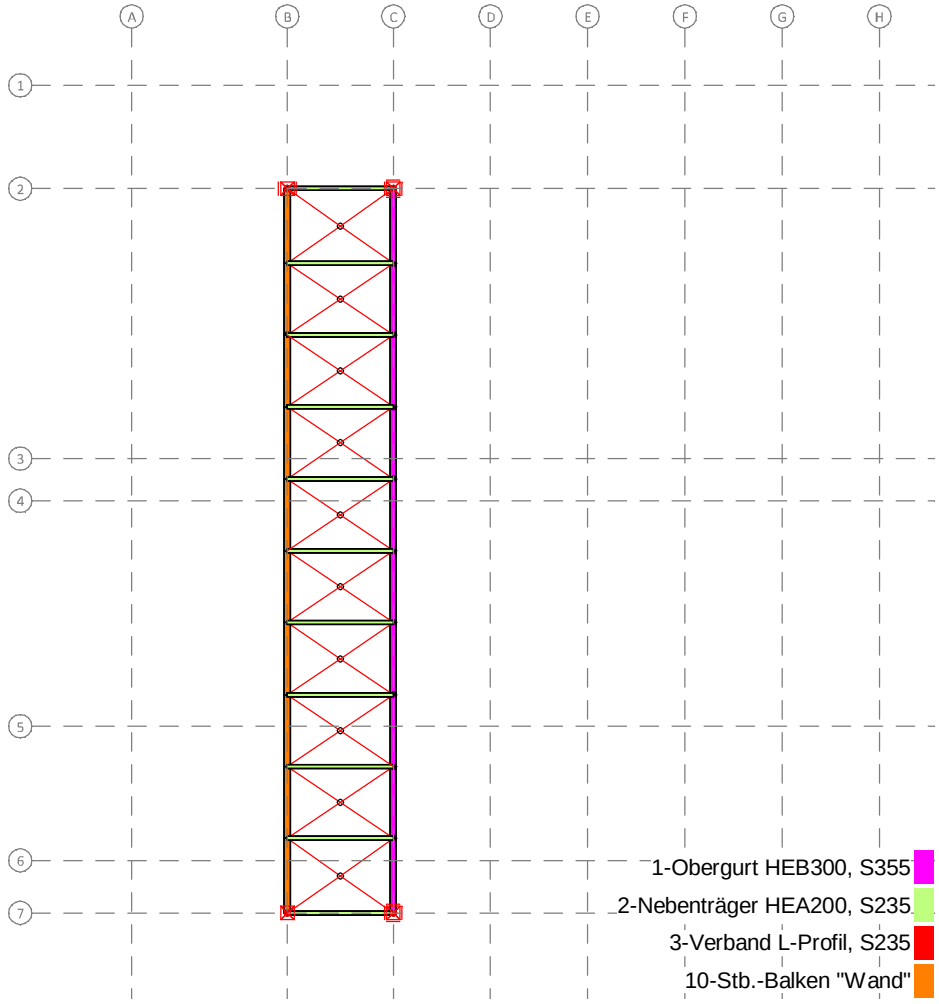
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2026-01-07_END_Verbände Längs.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

M. 1:

Inhalt: **Längsverbände**

Querverband



Querschnittsfarbe

Querschnittsfarbe

Systemkenngrößen

33	Knoten		
72	Elemente	72	Stabelemente
4	Festhaltungen	0	Plattenelemente
0	Koppelungen	0	Scheibenelemente
4	Materialkennwerte	0	Schalenelemente
4	Querschnittswerte	0	Seilelemente
4	Lastfälle	0	Volumenelemente
0	LF-Kombinationen	0	Federelemente
0	Spannstränge	0	Liniengelenke

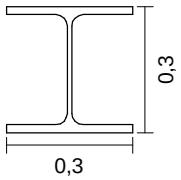
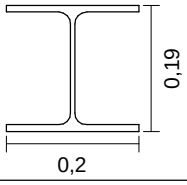
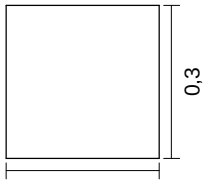
Berechnungsort der Flächenelemente: Schwerpunkt
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme
0 Elementsysteme
0 Schnittkraftsysteme
0 Bewehrungssysteme

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2025-12-08_END_Verbände Quer.fem

Querschnittswerte

1	HEB 300 	Obergurt HEB300, S355 Schwerpunkt [m] ys = 0,000 zs = 0,000 Fläche [m²] A = 1,4900e-02 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,8600e-06 Iy = 2,5170e-04 I1 = 2,5170e-04 Iz = 8,5600e-05 I2 = 8,5600e-05 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 0,000 Iyz = 0,0000e+00
2	HEA 200 	Nebenträger HEA200, S235 Schwerpunkt [m] ys = 0,000 zs = 0,000 Fläche [m²] A = 5,3800e-03 Trägheitsmomente [m4] Ix = 2,1100e-07 Iy = 3,6900e-05 I1 = 3,6900e-05 Iz = 1,3400e-05 I2 = 1,3400e-05 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 0,000 Iyz = 0,0000e+00
3	Zugstab	Verband L-Profil, S235 Fläche [m²] A = 1,900e-03
10	Polygon 	Stb.-Balken "Wand" Schwerpunkt [m] ys = 0,150 zs = 0,150 Fläche [m²] A = 9,0000e-02 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 6,7500e-04 I1 = 6,7500e-04 Iz = 6,7500e-04 I2 = 6,7500e-04 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 0,000 Iyz = 0,0000e+00 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer-dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	S355-EN	210000	81000	0,30	1,20e-05	78,500
2	2	S235-EN	210000	81000	0,30	1,20e-05	78,500
3	3	S235-EN	210000	81000	0,30	1,20e-05	78,500
4	10	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000

Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	Wind x+
2	Wind x-
3	Aussteifungslast x+
4	Aussteifungslast x-

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Wind x+	115,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	115,000	0,003	0,000

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
2	Wind x-	-115,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	-115,000	0,000	0,000
3	Aussteifungslast x+	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	-0,000	-0,000	0,000
4	Aussteifungslast x-	-0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	-0,000	0,000	0,000

Betonstahl für Stäbe

	Nr.	Lage	E-Modul [MN/m²]	fyk [MN/m²]	y [m]	z [m]	As [cm²]	Zv0 [kN]	Walz-art
1	10	1		500	0,040	0,040	0,000	0,00	Warm
2		2		500	0,260	0,040	0,000	0,00	Warm
3		3		500	0,260	0,260	0,000	0,00	Warm
4		4		500	0,040	0,260	0,000	0,00	Warm

Der E-Modul wird nur für vorgespannte Stahllagen benutzt.
y, z Koordinaten des Betonstahls
As Grundbewehrung
Zv0 Vorspannkraft einer vorgespannten Stahllage

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

QN - Nutzlast, Verkehrslast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,7 / 0,6

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

1 Wind x+
2 Wind x-

Lastfälle 2. Variante, exklusiv

3 Aussteifungslast x+
4 Aussteifungslast x-

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

QN Nutzlast, Verkehrslast

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

QN Nutzlast, Verkehrslast

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C B P
10	XC1	Nicht vorgesp.	. . x . . .	. . . . . .	.	.	. . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N	Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft: (ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied. (*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk	Stahlgüte der Bügel.
Theta	Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P.	Balken werden wie Platten bemessen.
K.	Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl	Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow	Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as	Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y	Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl	Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red.	Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Asl [cm²] Bem. P.K.	Bild 6.3 vorh.	Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
10	C30/37-EN-D	.	ST	.	.	. .	.	.	.	.	.	.	.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2025-12-08_END_Verbände Quer.fem

EN 1993-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

QN - Nutzlast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,7 / 0,6

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

1	Wind x+
2	Wind x-

Lastfälle 2. Variante, exklusiv

3	Aussteifungslast x+
4	Aussteifungslast x-

1. Ständige und vorübergehende Situation - GZT

Endzustand

QN Nutzlast

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

QN Nutzlast

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-2

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C H B P
10	XC4	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.
(H) Schiefe Hauptzugspannungen.

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2025-12-08_END_Verbände Quer.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk Stahlgüte der Bügel.
Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (6.107aDE) begrenzt.
P. Balken werden wie Platten bemessen.
K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
10	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	40	.

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

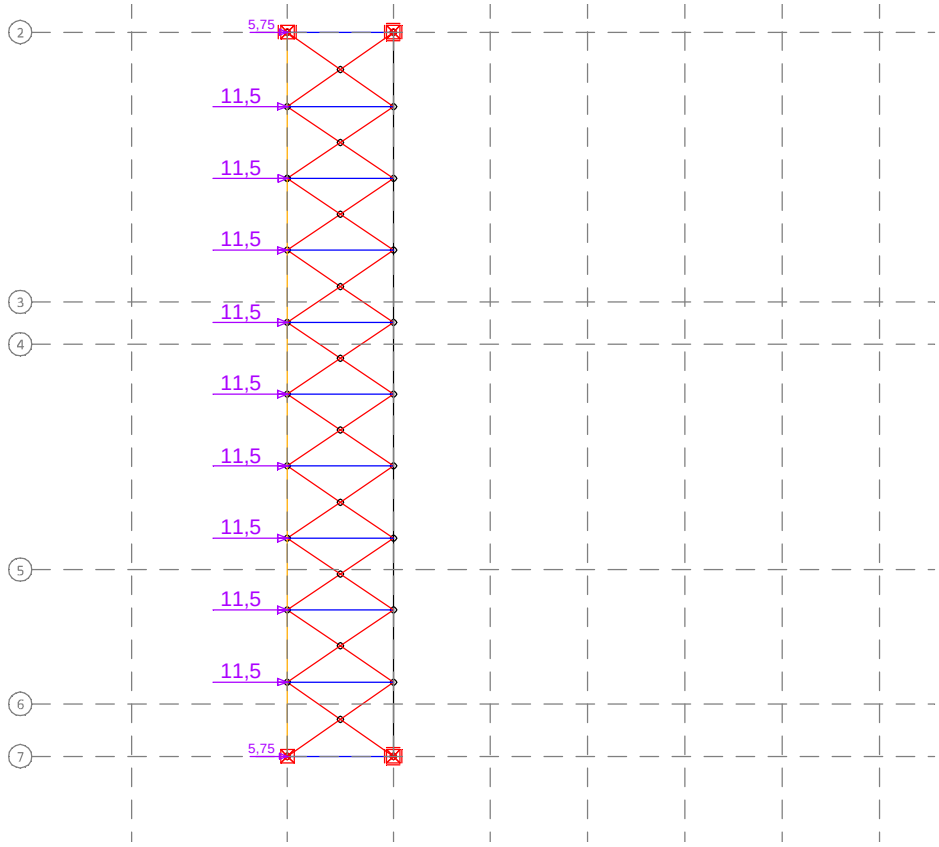
Qu.	Breite [m] bw	bw.nom	Nutzbreite bn [m]	kb	Höhe [m] h	h.nom	Nutzhöhe d [m]	kd	Torsionsquerschn. [m] z1	z2	tef	K.
10	0,300	.	0,260	0,90	0,300	.	0,260	0,90	0,220	0,220	0,080	.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

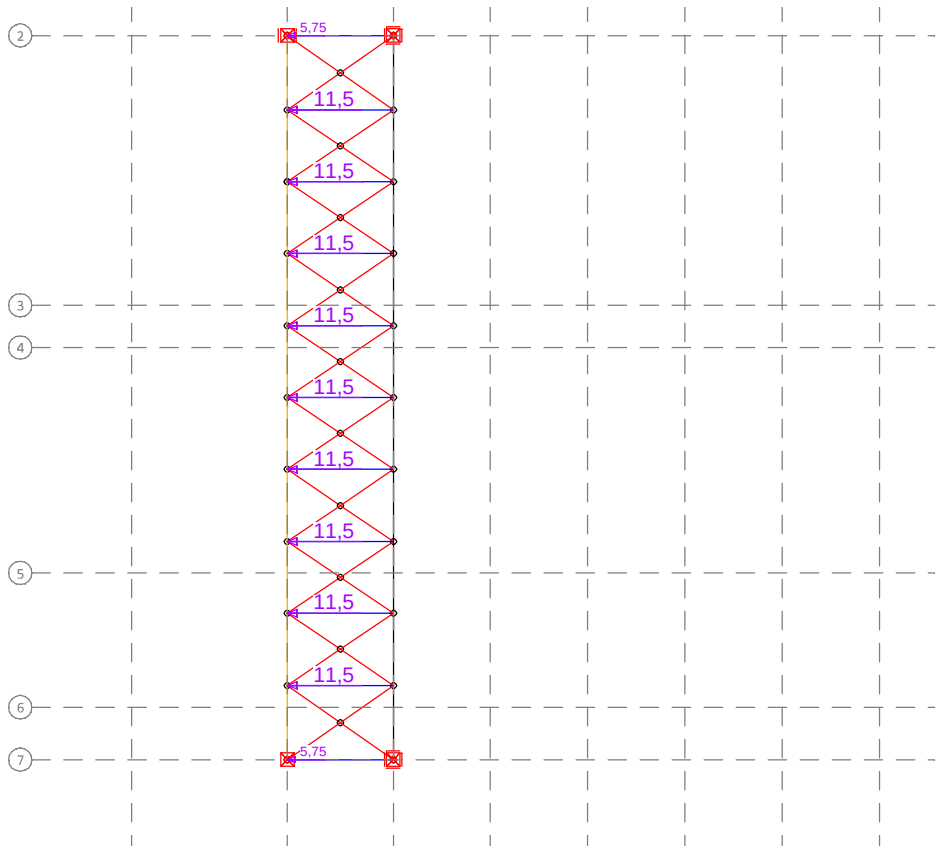
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2025-12-08_END_Verbände Quer.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik



LF 1: Belastung, Wind x+

LF 1: Belastung, Wind x+



LF 2: Belastung, Wind x-

LF 2: Belastung, Wind x-

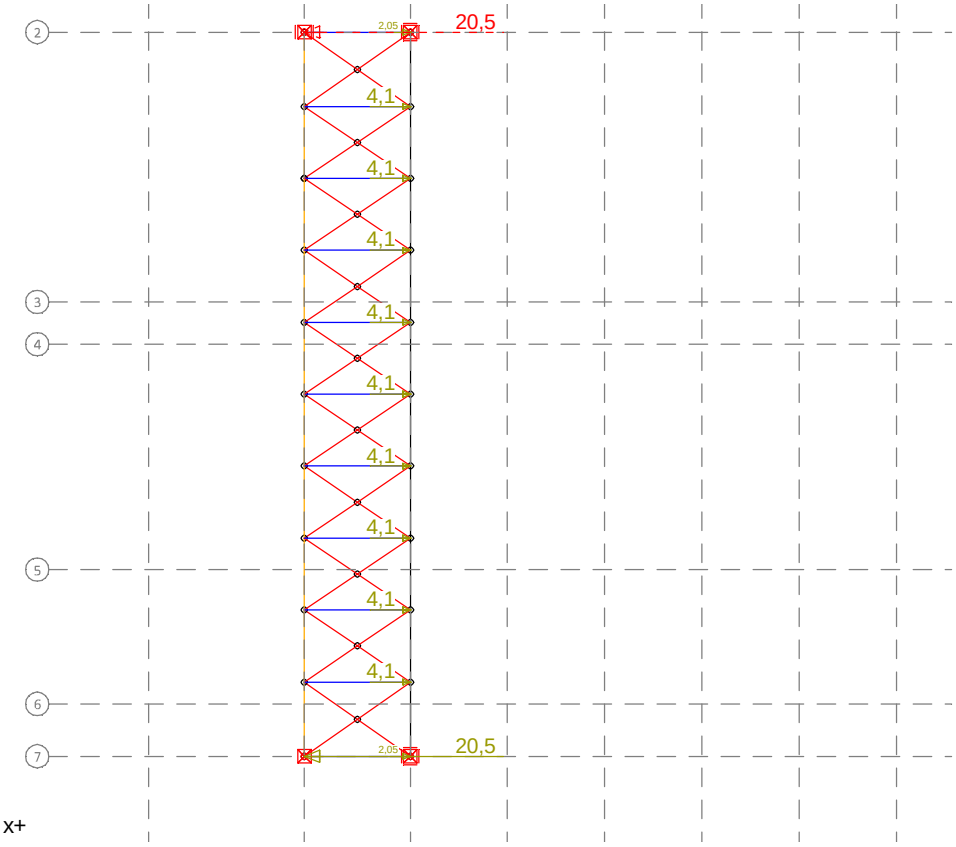
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2025-12-08_END_Verbände Quer.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen* Geprüft *Prüfing. für Baustatik

M. 1:

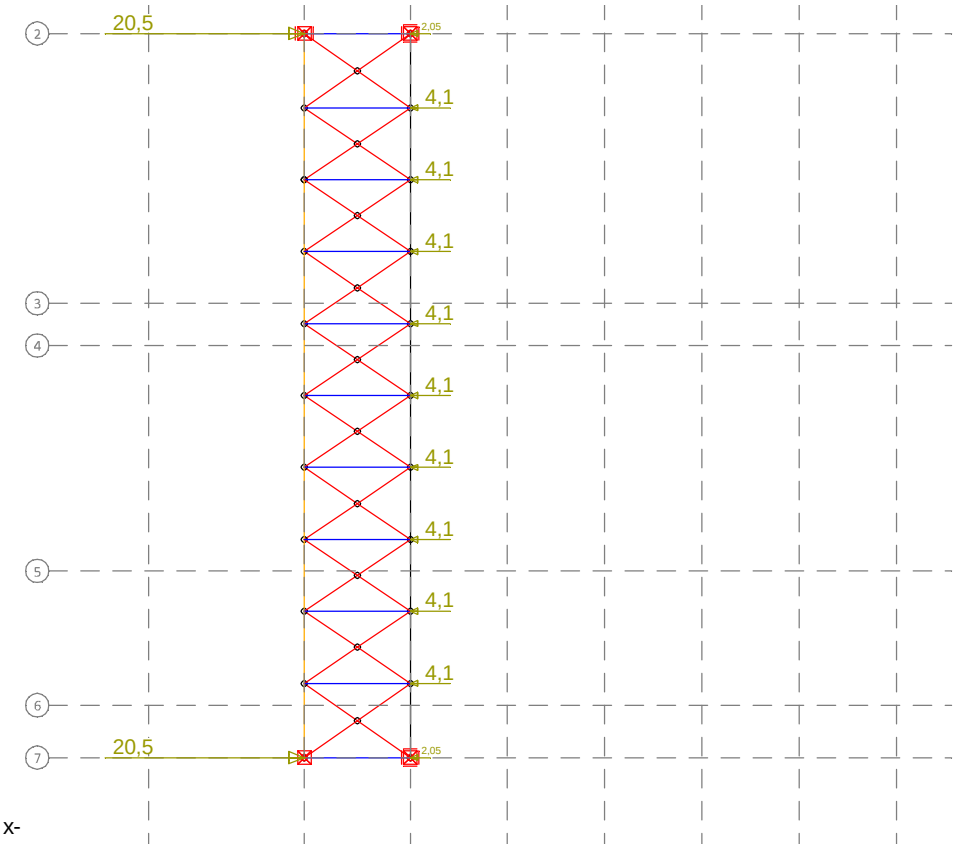
Inhalt: **Querverbände**

Aussteifungslasten aus Imperfektion erzeugen keine äußere Kräfte
--> an den Auflagern wird jeweils eine Kraft entgegengesetzt, damit die Auflagerkräfte = 0 sind



LF 3: Belastung, Aussteifungslast x+

LF 3: Belastung, Aussteifungslast x+

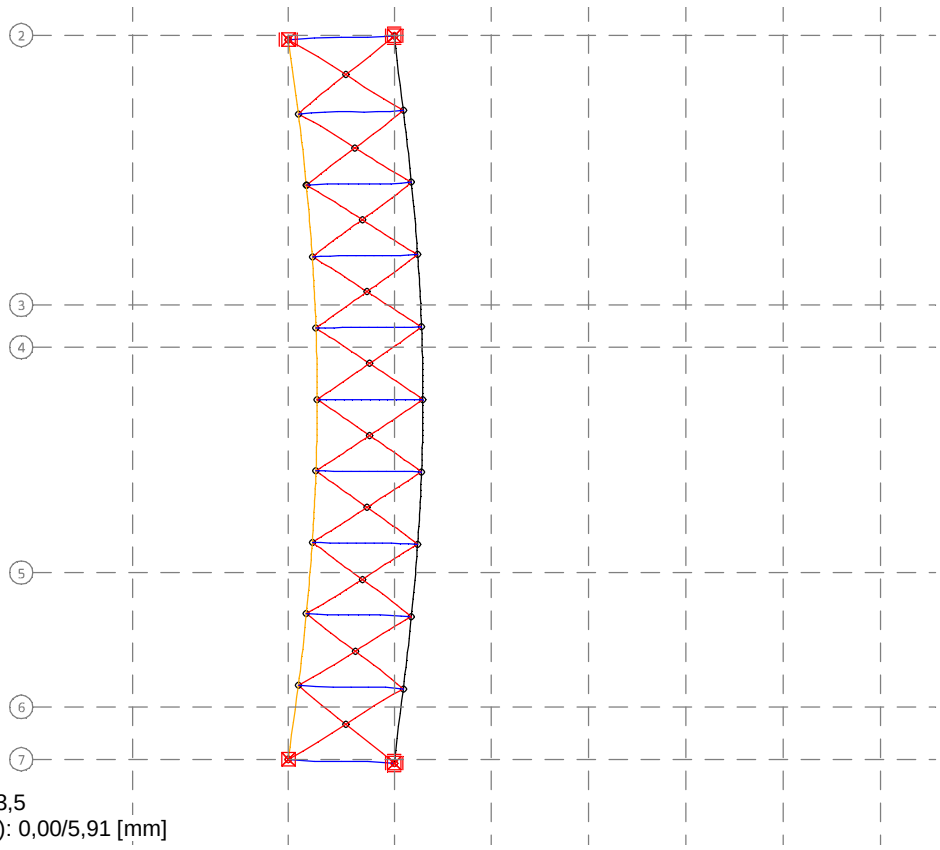


LF 4: Belastung, Aussteifungslast x-

LF 4: Belastung, Aussteifungslast x-

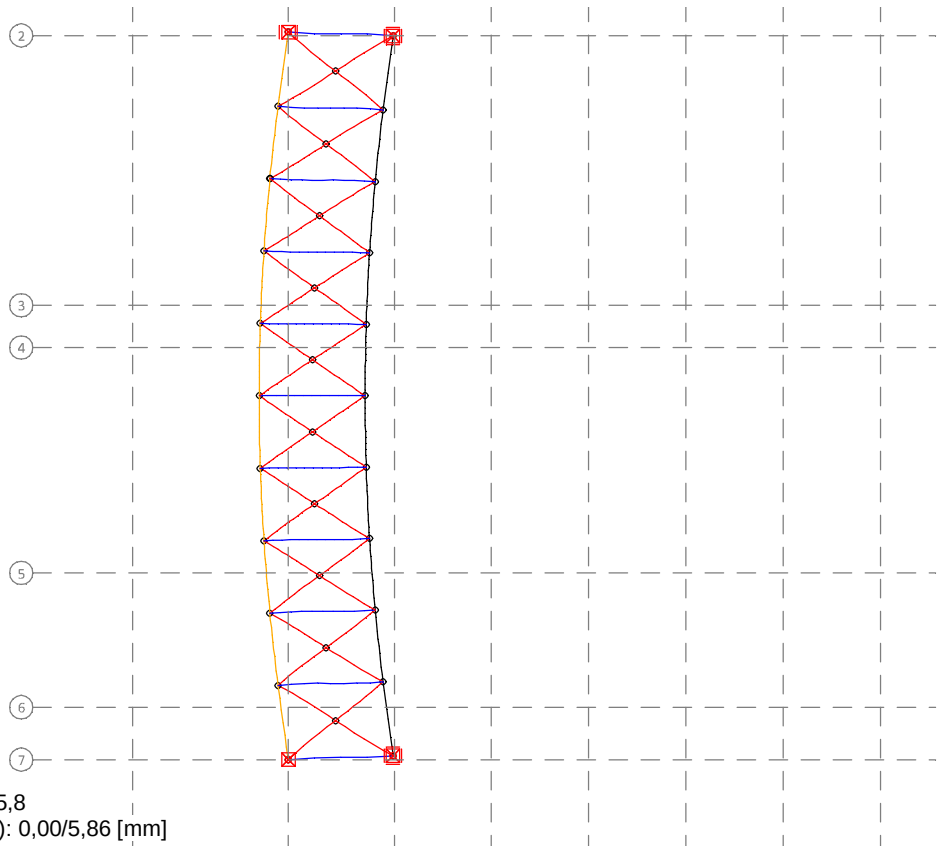
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2025-12-08_END_Verbände Quer.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik



LF 1: Wind x+
Deformationen u [mm], Faktor = 253,5
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,00/5,91 [mm]

Deformationen u; LF 1, Wind x+

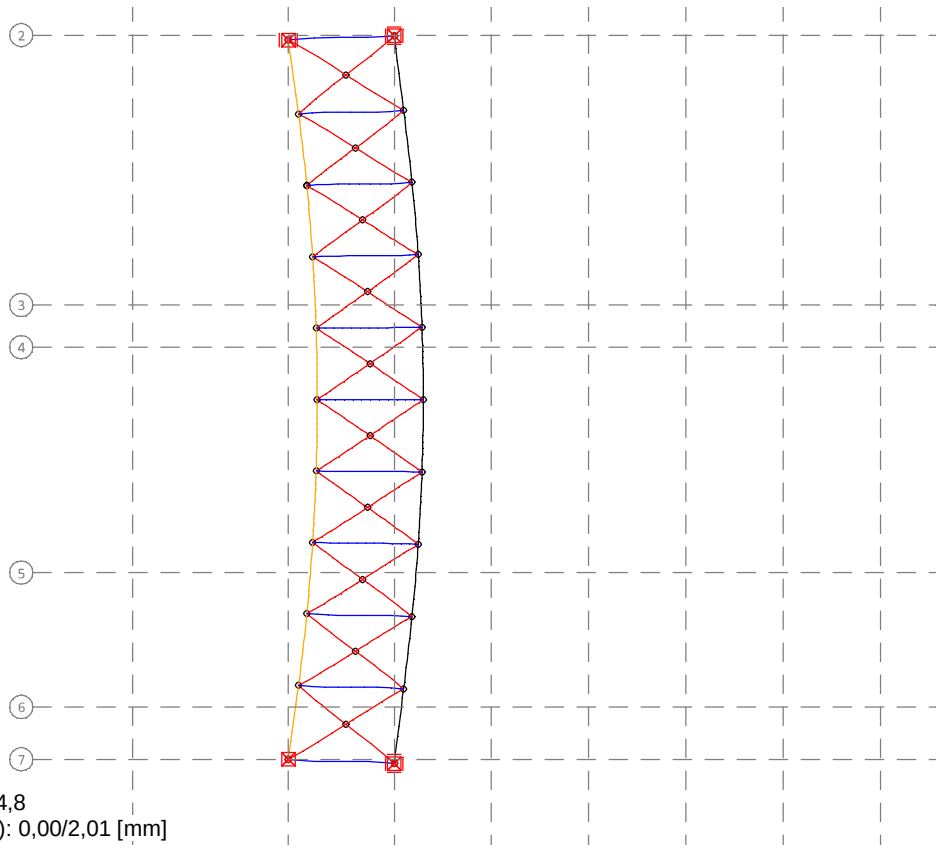


LF 2: Wind x-
Deformationen u [mm], Faktor = 255,8
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,00/5,86 [mm]

Deformationen u; LF 2, Wind x-

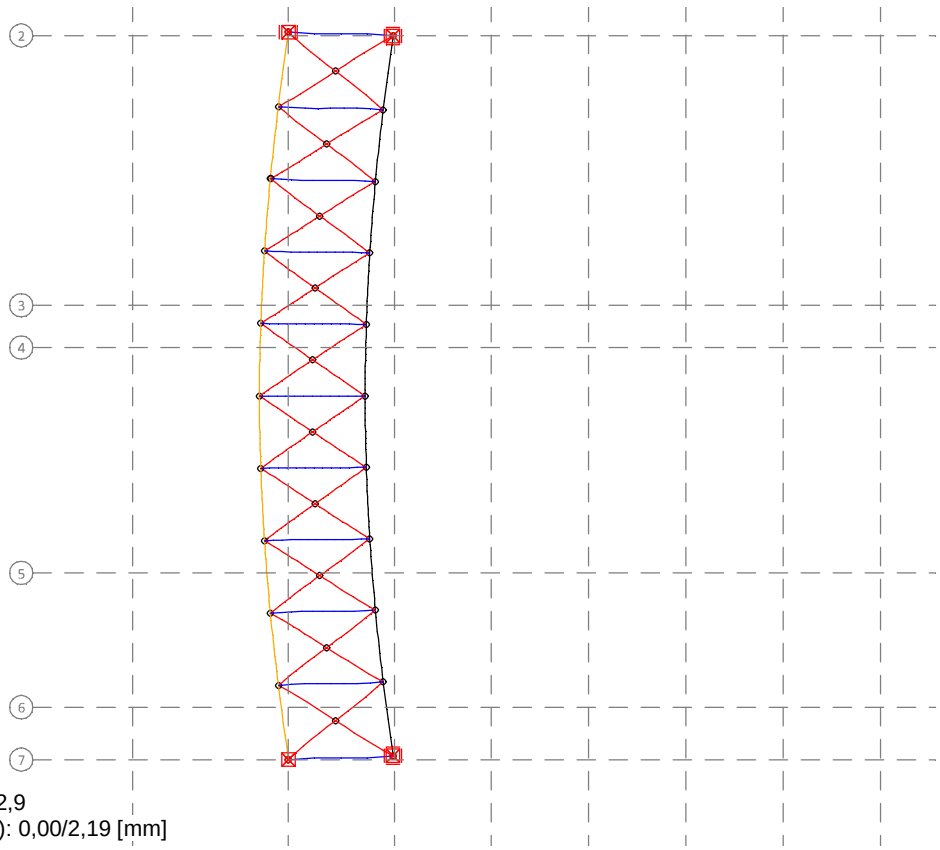
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2025-12-08_END_Verbände Quer.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik



LF 3: Aussteifungslast x+
Deformationen u [mm], Faktor = 744,8
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,00/2,01 [mm]

Deformationen u; LF 3, Aussteifungslast x+

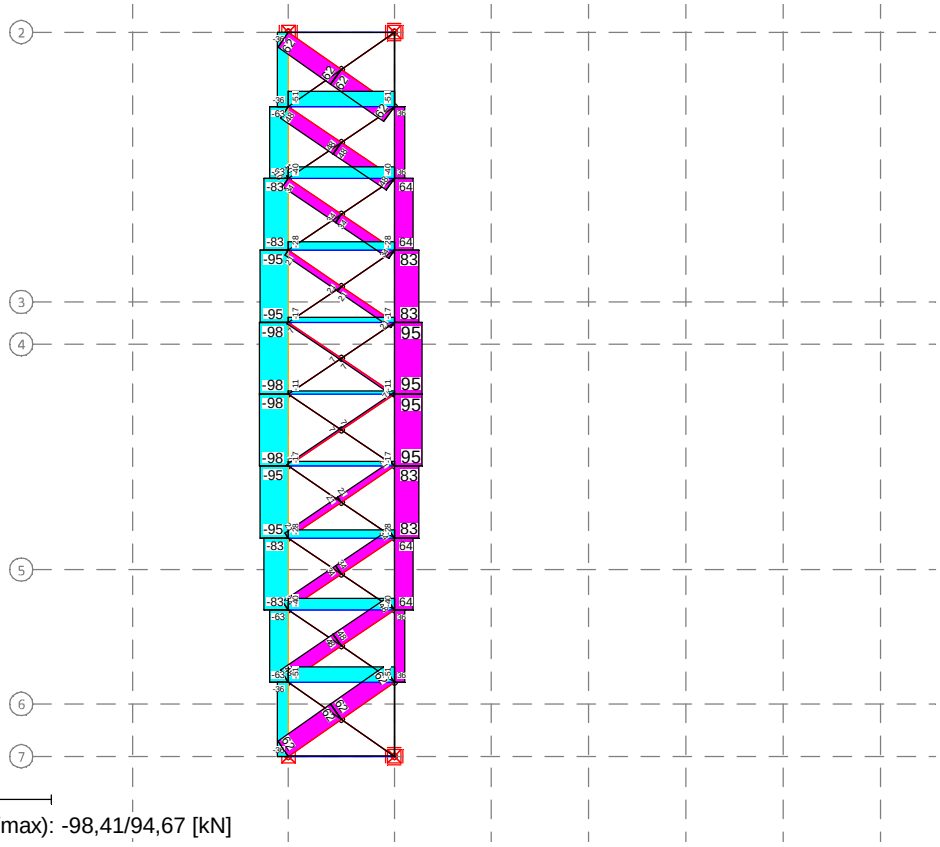


LF 4: Aussteifungslast x-
Deformationen u [mm], Faktor = 682,9
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,00/2,19 [mm]

Deformationen u; LF 4, Aussteifungslast x-

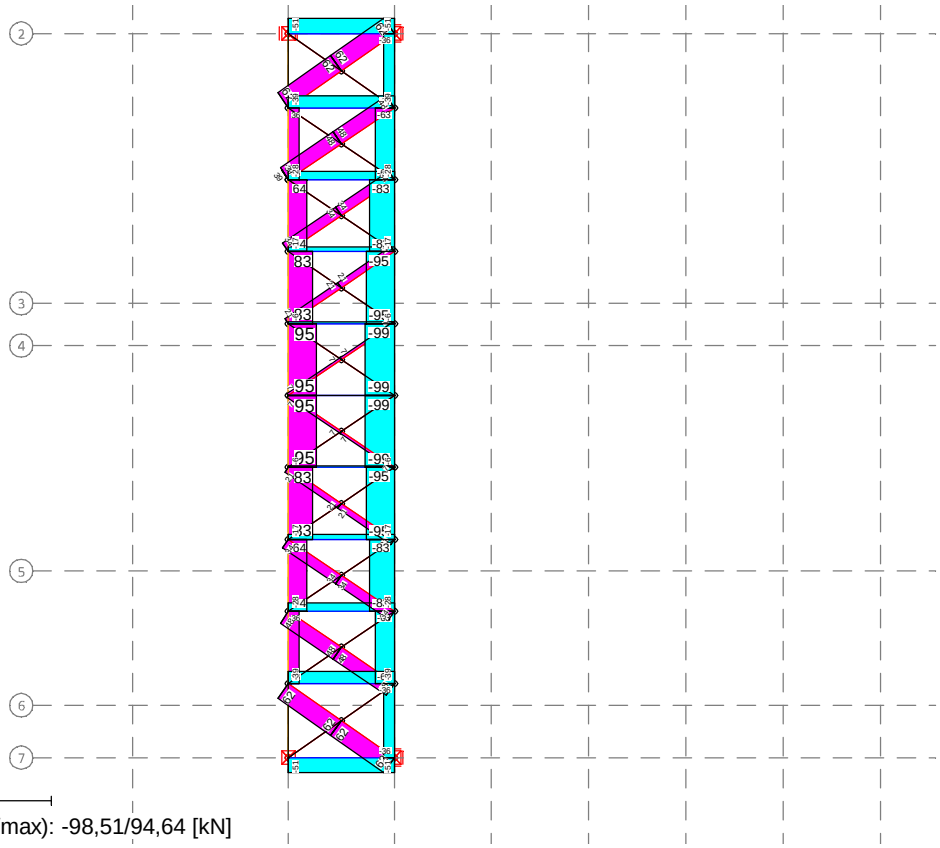
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2025-12-08_END_Verbände Quer.fem

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik



LF 1: Wind x+
Schnittgrößen Nx. 255,40 [kN] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -98,41/94,67 [kN]

Schnittgrößen Nx; LF 1, Wind x+

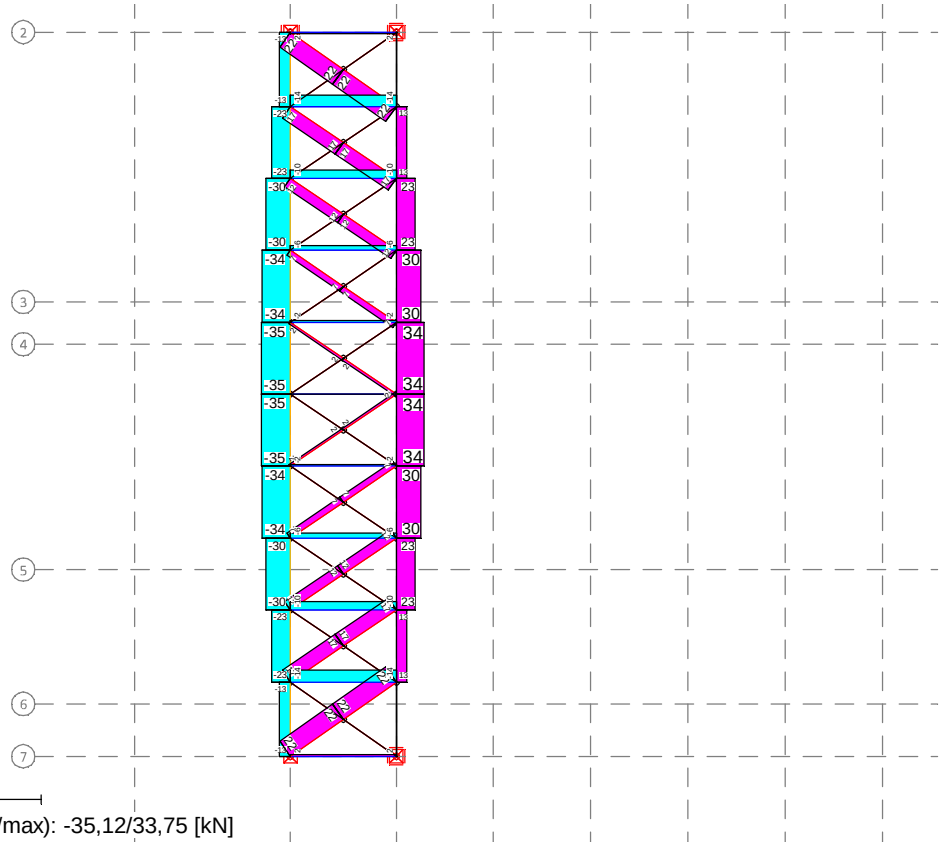


LF 2: Wind x-
Schnittgrößen Nx. 255,65 [kN] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -98,51/94,64 [kN]

Schnittgrößen Nx; LF 2, Wind x-

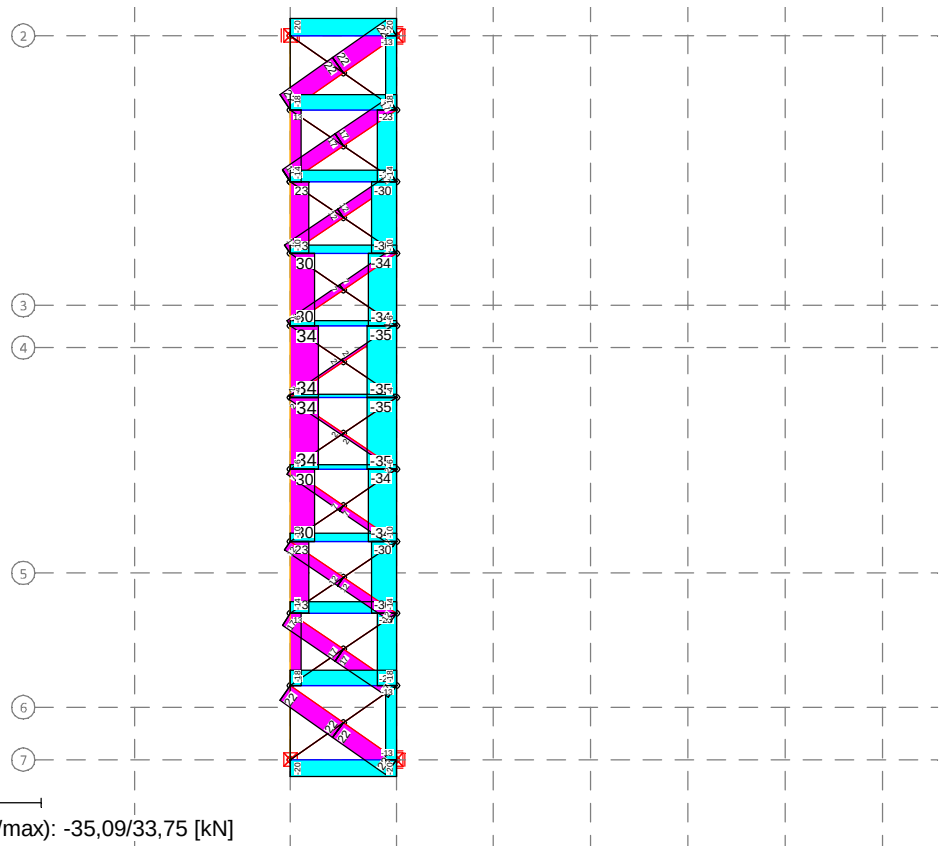
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2025-12-08_END_Verbände Quer.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik



LF 3: Aussteifungslast x+
Schnittgrößen Nx. 91,15 [kN] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -35,12/33,75 [kN]

Schnittgrößen Nx; LF 3, Aussteifungslast x+

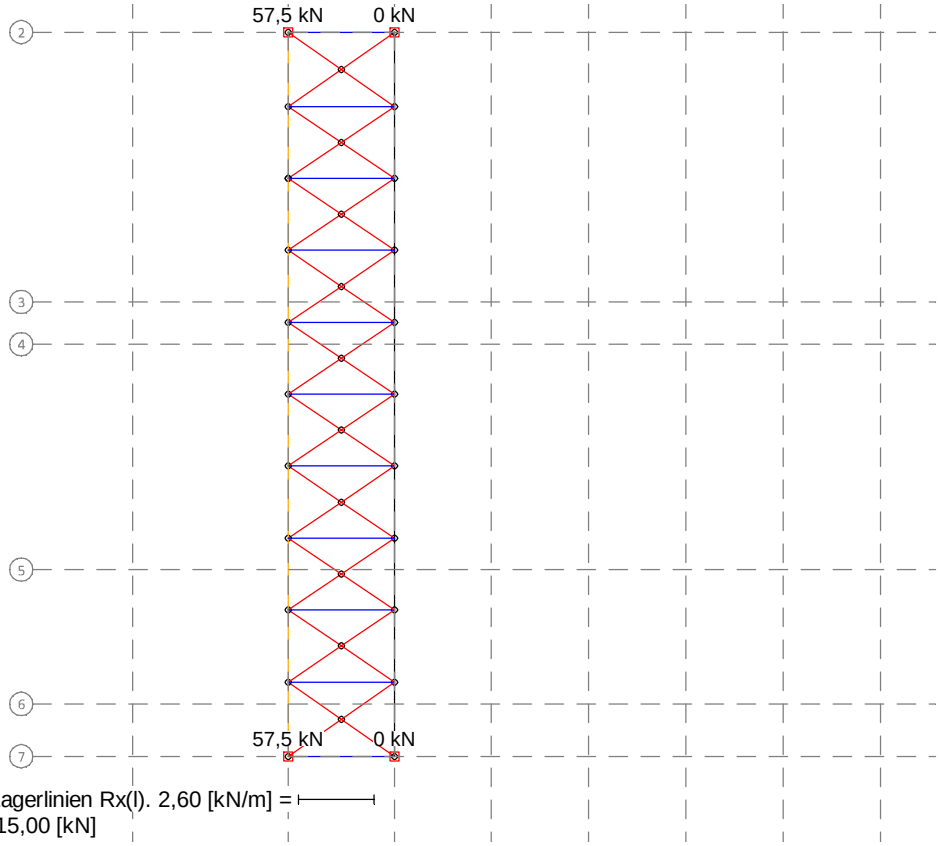


LF 4: Aussteifungslast x-
Schnittgrößen Nx. 91,06 [kN] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -35,09/33,75 [kN]

Schnittgrößen Nx; LF 4, Aussteifungslast x-

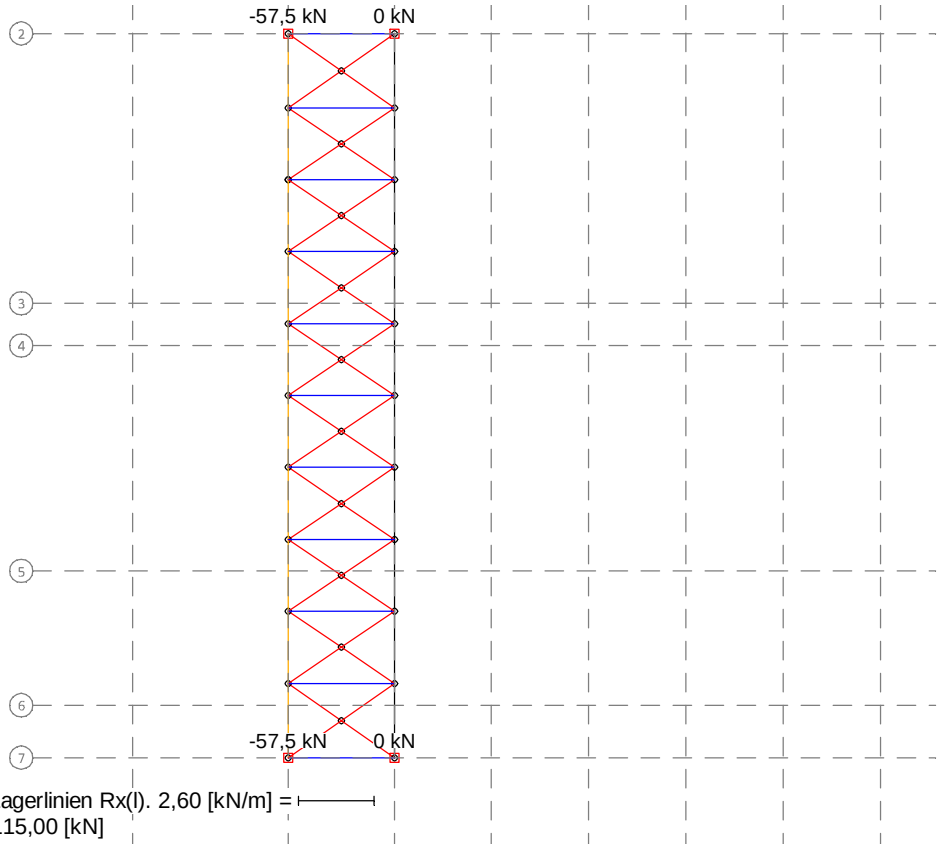
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2025-12-08_END_Verbände Quer.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik



LF 1: Wind x+
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rx(l). 2,60 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rx(g) = 115,00 [kN]

Auflagerreaktionen Rx; LF 1, Wind x+

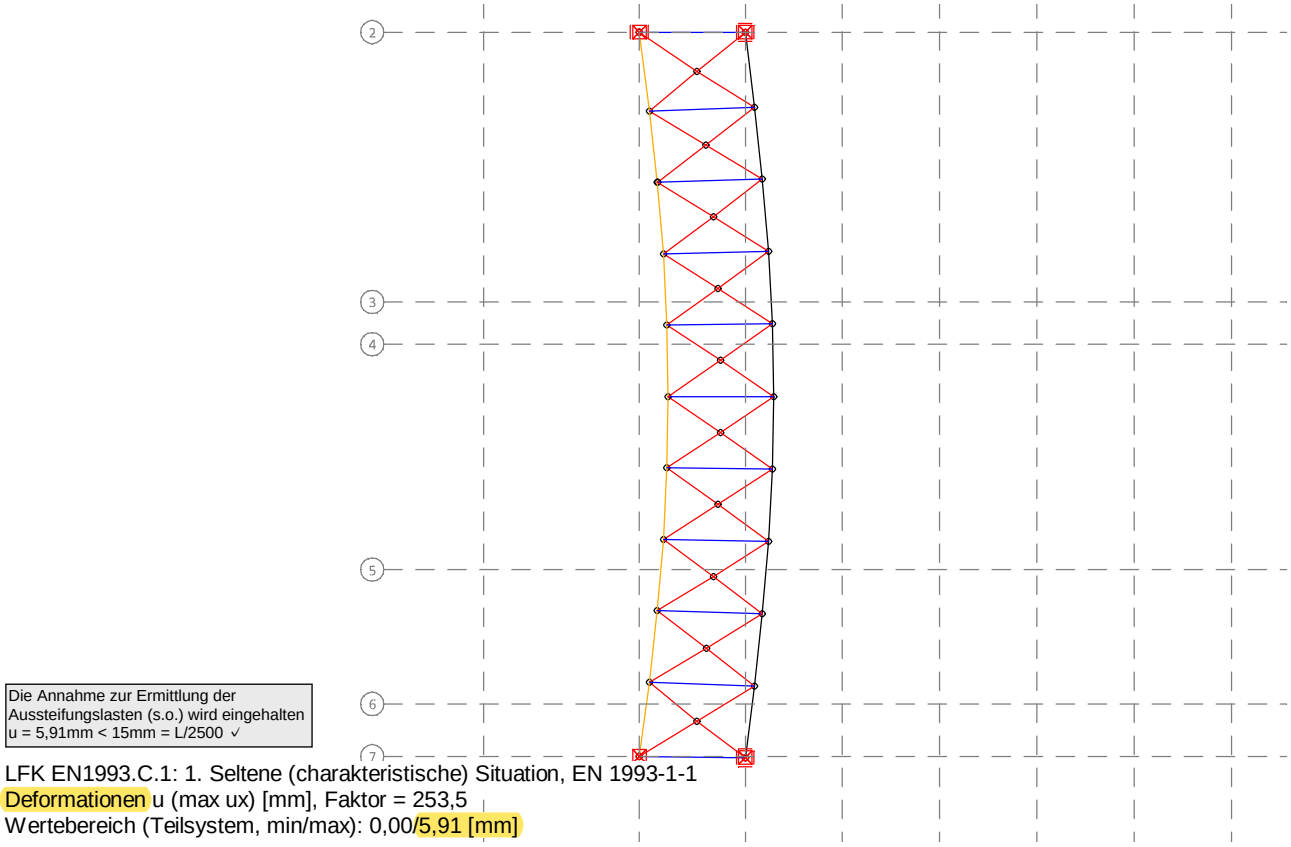


LF 2: Wind x-
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien Rx(l). 2,60 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rx(g) = -115,00 [kN]

Auflagerreaktionen Rx; LF 2, Wind x-

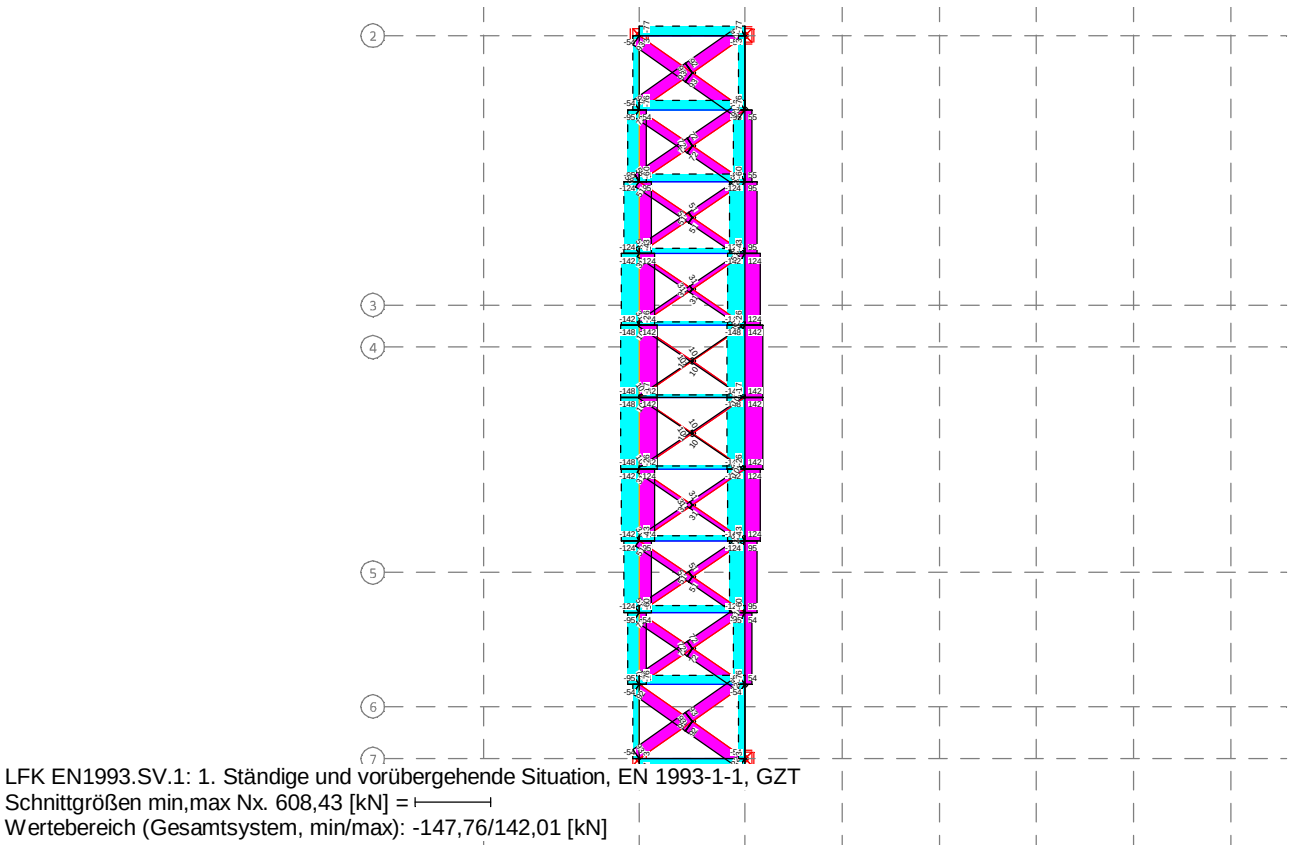
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2025-12-08_END_Verbände Quer.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft



LFK EN1993.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, EN 1993-1-1
Deformationen u (max ux) [mm], Faktor = 253,5
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,00/5,91 [mm]

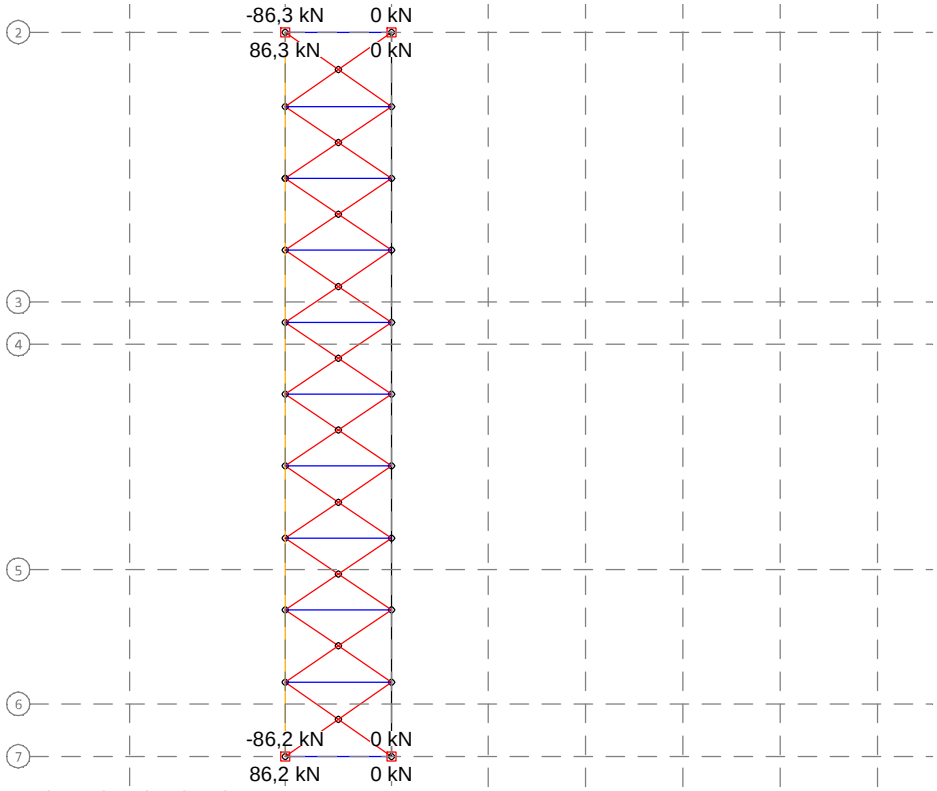
Deformationen ux max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, EN 1993-1-1



LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1, GZT
Schnittgrößen min,max Nx. 608,43 [kN] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -147,76/142,01 [kN]

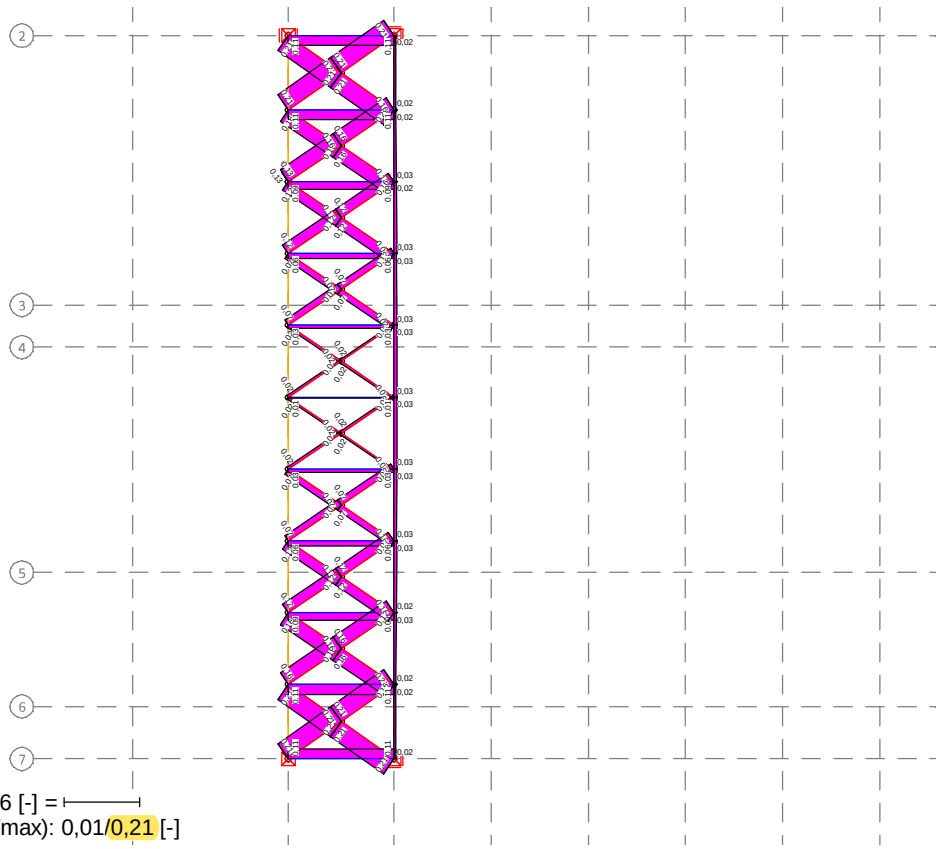
Schnittgrößen Nx min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1, GZT

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2025-12-08_END_Verbände Quer.fem



LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1, GZT
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien min,max Rx(l). 2,60 [kN/m] =

Auflagerreaktionen Rx min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1, GZT

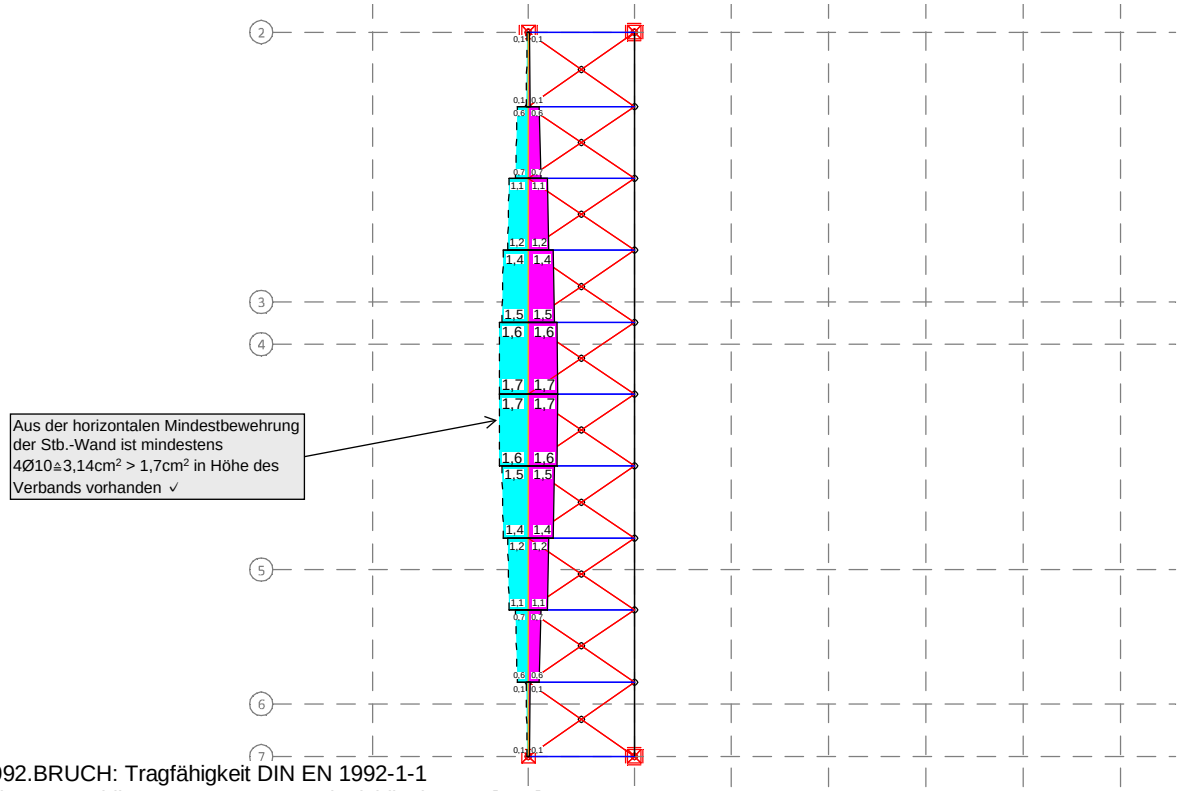


Ausnutzung nach EN 1993-1-1. 0,86 [-] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,01/0,21 [-]

Ausnutzung nach EN 1993-1-1

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2025-12-08_END_Verbände Quer.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung, Stahllagen z >= zs; z < zs (strichliert). 4,30 [cm²/m] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,08/1,66 [cm²/m], Gesamtgew. aus Bemessung: 0,1 t

Biegebewehrung As; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\05 Dachtragwerk\2025-12-08_END_Verbände Quer.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

M. 1:

Inhalt: **Querverbände**

5.3 Leitdetails

Auflagerung Obergurt Fachwerkträger

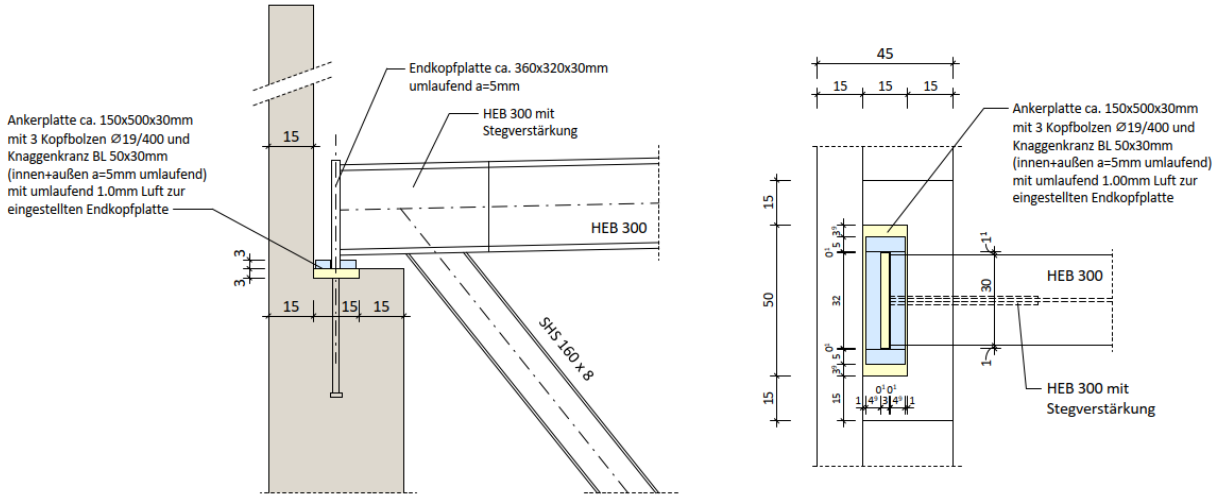
Ved,max ≤ 731 kN (Druck)

Lasteinleitung Stahl:
A=320mm*30mm=9600mm²
σEd = 731000/9600=76,15N/mm² < 355 N/mm² = fyd ✓

Lasteinleitung Beton:
A=0,15m*0,5m=0,075m²
σEd = 0,731/0,075=9,75N/mm² < 17 N/mm² = fcd (C30/37) ✓

der Kragarm aus dem Versatz der Auflagerung zum Knotenpunkt ist in den statischen Berechnungen des Fachwerkträgers berücksichtigt (siehe oben) --> Stegverstärkung

Die Horizontallast aus den Querverbänder wird durch die Nebenträger an den Ränder auf die einzelnen Fachwerkträger verteilt, wo sie durch den Anschluss mit Kopfbolzen in die Stahlbetonbauteile eingeleitet wird (ohne weiteren NW).



Horizontale Halterung des Untergurtes (konstruktiv)

z.B. mit zwei Winkeln links und rechts vom Steg nachträglich an die Stb.-Wand geschraubt, ohne Anschluss an den Untergurt

Anschluss Verbände L-Profil an Nebenträger HEA200

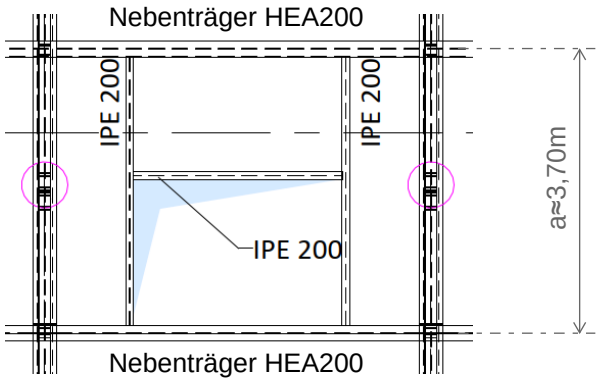
z.B. mit angeschweißtem Knotenblech, L-Profile mit Schraubanschluss, versetzte Anordnung siehe Skizze

Ned,max,1 ≤ 165 kN (Längsverbände, Achse 2/B-K und 7/B-K)
Ned,max,2 ≤ 95 kN (Querverbände, Achse B-C/2-7 und J-K/2-7)



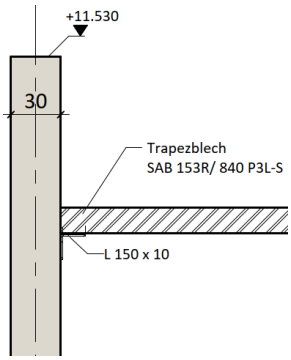
Auswechslungen

Für Oberlichter die Auswechslungen IPE200 (S235) mit Trägerausklinkung und mit angeschraubten Winkel mit einer vertikalen Schraubenreihe 2xM16 anschließen (IW,IK) - ohne weiteren Nachweis.



Randauflagerung Trapezblech an Giebelwand (konstruktiv)

mit an die Stb.-Wand geschraubte Winkelprofil zwischen den Nebenträgern, Anschluss mit z.B. fischer Bolzenanker FAZ II Plus im Abstand von a=100cm



Anschluss Nebenträger HEA200 an Stb.-Giebelwand

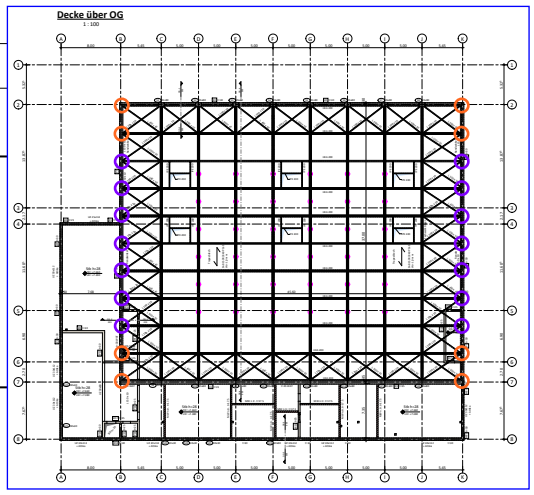
Detail 1:

Zugkraft durch Windsog auf Giebelwand, Einzellast mit 50% Aufschlag für Berücksichtigung von Details im Bereich A (cpe,10,A/cpe,10,D = 1,2/0,8 = 1,5)
Wk,BereichD = 11,5kN (vereinfacht angesetzt für die Bemessung der Verbände, s.o.)

NEd,max = 1,5*11,5kN*1,5=25,875 ≈ 26 kN
VEd,max ≤ 50 kN (aus Dach)

Detail 2:

Zusätzlich die in die Giebelwand einzuleitende Horizontallast bei den Nebenträgern der zwei Längsverbänden - siehe Übersichtskizze bzw. Detailzuordnung nachfolgend
VEd,x ≤ 70 kN (Auflagerlast aus dem Längsverband)



Detailzuordnung
- Detail 1
- Detail 2

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Bolzenanker FAZ II Plus
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 10/20, galvanisch verzinkter Stahl
Rechnerische Verankerungstiefe	66,00 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-19/0520, Option 1, Erteilungsdatum 24.05.2023



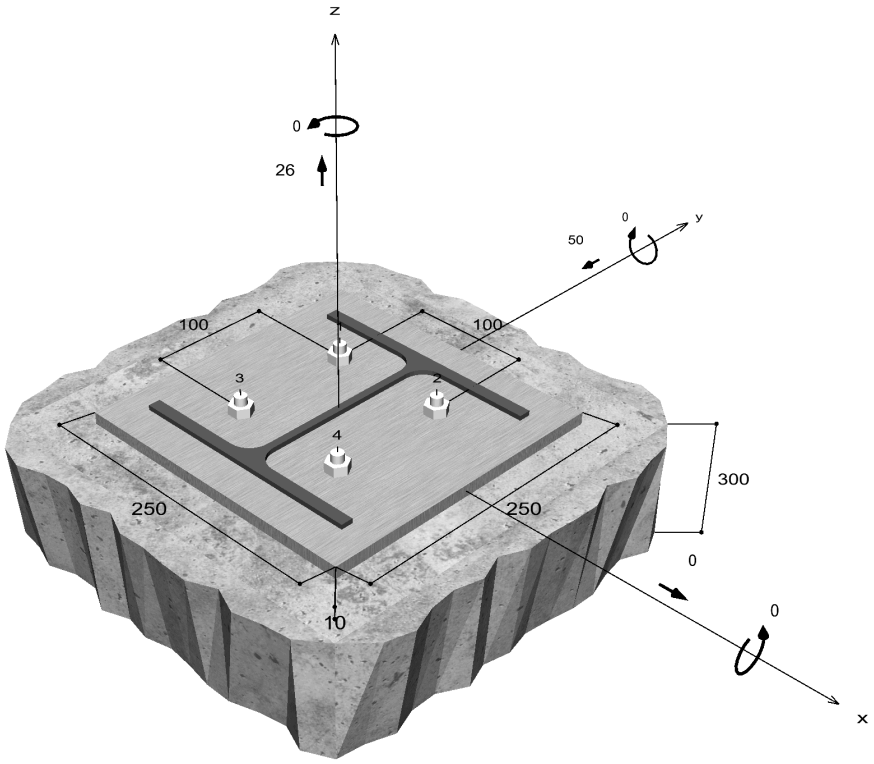
Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)

Statische Einwirkung



Nicht maßstabsgetreu

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN 1992-4:2018 mechanische Befestigungselemente
Verankerungsgrund	C30/37, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	250 mm x 250 mm x 10 mm
Profiltyp	HEA 200

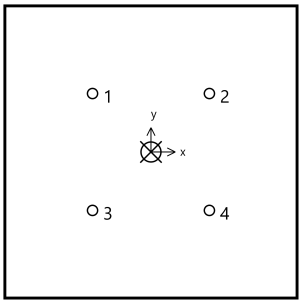
Bemessungslasten *)

#	N_{Ed} kN	$V_{Ed,x}$ kN	$V_{Ed,y}$ kN	$M_{Ed,x}$ kNm	$M_{Ed,y}$ kNm	$M_{T,Ed}$ kNm	Belastungsart
1	26,00	0,00	-50,00	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	6,50	12,50	0,00	-12,50
2	6,50	12,50	0,00	-12,50
3	6,50	12,50	0,00	-12,50
4	6,50	12,50	0,00	-12,50



Max. Betonstauchung :	0,00	‰
Max. Betondruckspannung :	0	N/mm²
Resultierende Zugkraft :	26	kN , X/Y Position (0 / 0)
Resultierende Druckkraft :	0	kN , X/Y Position (0 / 0)

Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

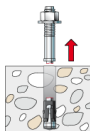
Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	6,5	23,4	27,8
Herausziehen *	6,5	10,6	61,5
Betonausbruch	26	34,1	**76,1**

* Ungünstigster Anker

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Stahlversagen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (N_{Rd,s})$$

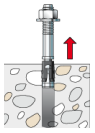


$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,s}$ %
32,7	1,40	23,4	6,5	27,8

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	27,8	1	$\beta_{N,s;1}$
2	27,8	2	$\beta_{N,s;2}$
3	27,8	3	$\beta_{N,s;3}$
4	27,8	4	$\beta_{N,s;4}$

Herausziehen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$



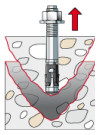
$N_{Rk,p}$ kN	Ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,p}$ %
15,9	1,220	1,50	10,6	6,5	61,5

Der Psi,c-Faktor wurde eventuell durch Interpolation ermittelt.

Anker-Nr.	$\beta_{N,p}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2, 3, 4	61,5	1	$\beta_{N,p;1}$

Betonausbruch

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$



$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N} \qquad \text{Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c} = 22{,}61kN \cdot \frac{88.804mm^2}{39.204mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 51{,}22kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}7 \cdot \sqrt{30{,}0N/mm^2} \cdot \left(66mm\right)^{1,5} = 22{,}61kN \qquad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{\infty}{99mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \qquad \text{Gl. (7.5)}$$

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1+\frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.6)

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1+\frac{2 \cdot 0mm}{198mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1+\frac{2 \cdot 0mm}{198mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1$$ Gl. (7.7)

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,c}$ %
51,2	1,50	34,1	26	76,1

Anker-Nr.	$\beta_{N,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2, 3, 4	76,1	1	$\beta_{N,c;1}$

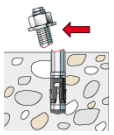
Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	12,5	21	**59,6**
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	50	109,3	45,8

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \qquad (V_{Rd,s})$$



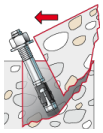
$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s} = 1{,}00 \cdot 26{,}20kN = 26{,}20kN$$ Gl. (7.35)/ (7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
26,2	1,25	21	12,5	59,6

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	59,6	1	$\beta_{Vs;1}$
2	59,6	2	$\beta_{Vs;2}$
3	59,6	3	$\beta_{Vs;3}$
4	59,6	4	$\beta_{Vs;4}$

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite



$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \qquad (V_{Rd,cp})$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} = 3{,}2 \cdot 51{,}22kN = 163{,}92kN$$ Gl. (7.39a)

$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N}$$ Gl. (7.1)

$$N_{Rk,c} = 22{,}61kN \cdot \frac{88.804mm^2}{39.204mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 51{,}22kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}7 \cdot \sqrt{30{,}0N/mm^2} \cdot \left(66mm\right)^{1,5} = 22{,}61kN$$ Gl. (7.2)

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{\infty}{99mm}\right) = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.4)

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000$$ Gl. (7.5)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.6)

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1$$ Gl. (7.7)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
163,9	1,50	109,3	50	45,8

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2, 3, 4	45,8	1	$\beta_{V,cp;1}$

Ausnutzung für Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung βN %
Stahlversagen *	27,8
Herausziehen *	61,5
Betonausbruch	**76,1**

Querlasten	Ausnutzung βV %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	**59,6**
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	45,8

* Ungünstigster Anker

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik Geprüft

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

Ausnutzung Stahl

$$\beta_{N,s} = \beta_{N,s;1} = 0{,}28 \leq 1$$
$$\beta_{V,s} = \beta_{Vs;1} = 0{,}60 \leq 1$$
$$\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s;1}^2 + \beta_{Vs;1}^2 = 0{,}43 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.55)}$$

Ausnutzung Beton

Nachweis erfolgreich

$$\beta_{N,c} = \beta_{N,c;1} = 0{,}76 \leq 1$$
$$\beta_{V,cp} = \beta_{V,cp;1} = 0{,}46 \leq 1$$
$$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} = \beta_{N,c;1}^{1,5} + \beta_{V,cp;1}^{1,5} = 0{,}97 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.56)}$$

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke	t = 10 mm
Profiltyp	HEA 200

Technische Hinweise

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.
Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.
Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen.
Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie
der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.
Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen fischer-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Das Bemessungsprogramm dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Eignung für eine bestimmte Anwendung. Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch das Bemessungsprogramm zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von fischer angebotene Updates des Bemessungsprogramms durchführen. Sofern Sie nicht die automatische Update-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die fischer Internetseite sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version des Bemessungsprogramms verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet fischer nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

Angaben zur Montage

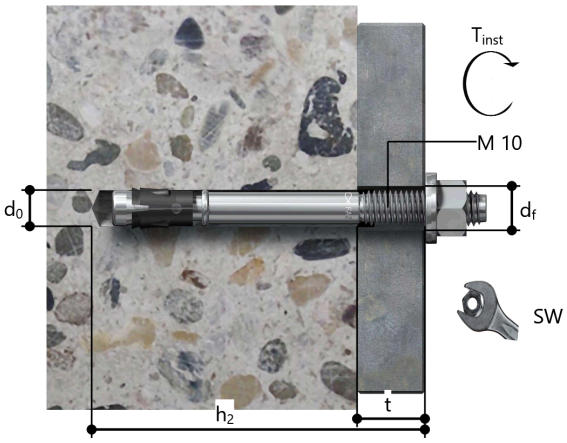
Anker

Ankersystem	**fischer Bolzenanker FAZ II Plus**	
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 10/20, galvanisch verzinkter Stahl	Art.-Nr. 564580
Zubehör	Handausbläser Groß ABG	Art.-Nr. 567792
	Quattric II 10/100/165	Art.-Nr. 549923



Montagedetails

Gewindegröße	M 10
Bohrlochdurchmesser	d_0 = 10 mm
Bohrlochtiefe	h_2 = 95 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	h_{ef} = 66,00 mm
Einbautiefe	h_{nom} = 78 mm
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	Bohrloch mit Handausbläser ausblasen. Die Montageanleitung sollte beachtet werden, wenn die Installation ohne Bohrlochreinigung erfolgt.
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Montagedrehmoment	T_{inst} = 45,0 Nm
Schlüsselweite SW	17 mm
Ankerplattendicke	t = 10 mm
Gesamte Befestigungsdicke	t_{fix} = 10 mm
Tfix,max	$t_{fix,\,max}$ = 14 mm

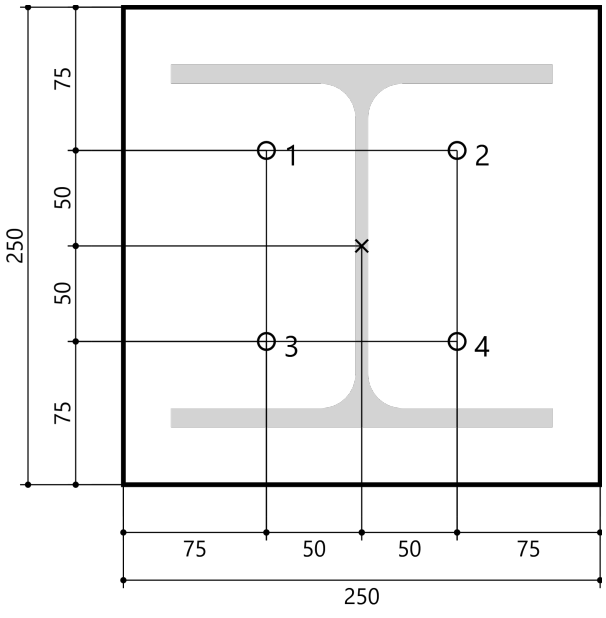


Ankerplattendetails

Material der Ankerplatte	Nicht verfügbar
Ankerplattendicke	t = 10 mm
Durchgangsloch im Anbauteil	d_f=12 mm

Anbauteil

Profiltyp	HEA 200

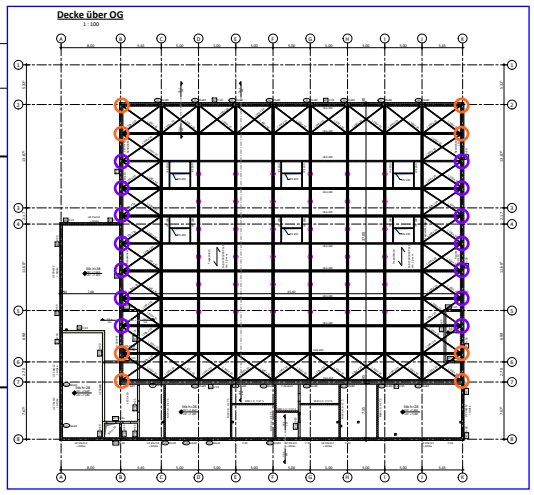


Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	-50	50
2	50	50
3	-50	-50
4	50	-50

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.



Detailzuordnung
- Detail 1
- Detail 2

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Bolzenanker FAZ II Plus
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 20/30, galvanisch verzinkter Stahl
Rechnerische Verankerungstiefe	100,00 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-19/0520, Option 1, Erteilungsdatum 24.05.2023



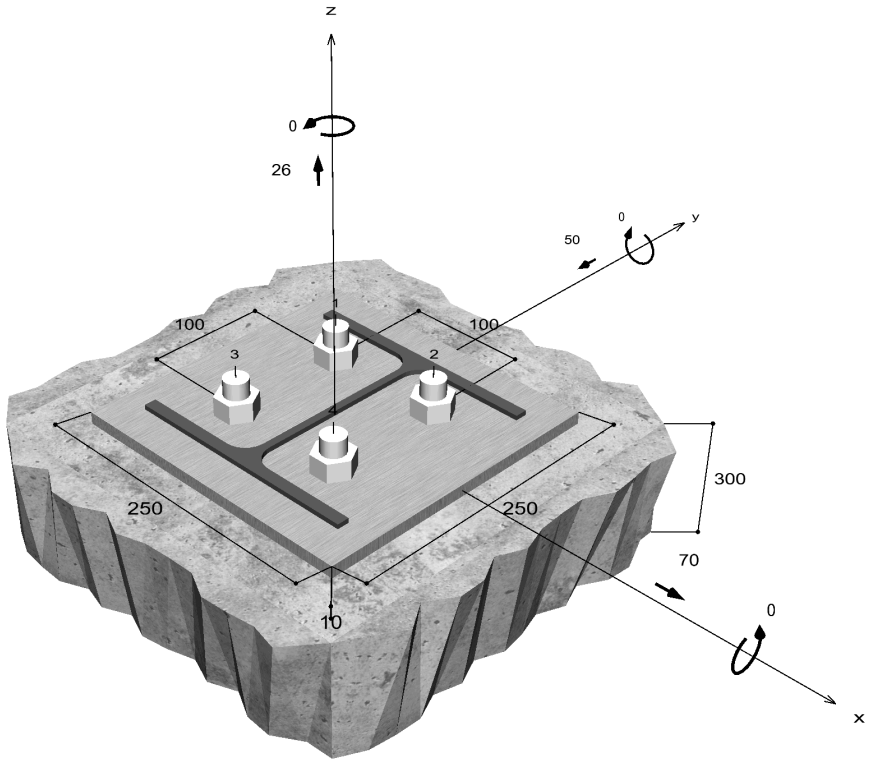
Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)

Statische Einwirkung



Nicht maßstabsgetreu

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN 1992-4:2018 mechanische Befestigungselemente
Verankerungsgrund	C30/37, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	250 mm x 250 mm x 10 mm
Profiltyp	HEA 200

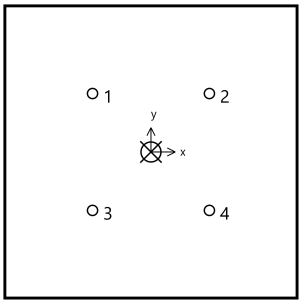
Bemessungslasten *)

#	N_{Ed} kN	$V_{Ed,x}$ kN	$V_{Ed,y}$ kN	$M_{Ed,x}$ kNm	$M_{Ed,y}$ kNm	$M_{T,Ed}$ kNm	Belastungsart
1	26,00	70,00	-50,00	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	6,50	21,51	17,50	-12,50
2	6,50	21,51	17,50	-12,50
3	6,50	21,51	17,50	-12,50
4	6,50	21,51	17,50	-12,50



Max. Betonstauchung :	0,00	‰
Max. Betondruckspannung :	0	N/mm²
Resultierende Zugkraft :	26	kN , X/Y Position (0 / 0)
Resultierende Druckkraft :	0	kN , X/Y Position (0 / 0)

Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

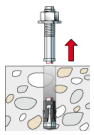
Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	6,5	77,4	8,4
Herausziehen *	6,5	28	23,2
Betonausbruch	26	50	**52,0**

* Ungünstigster Anker

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

Stahlversagen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (N_{Rd,s})$$

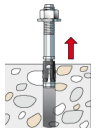


$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,s}$ %
108,4	1,40	77,4	6,5	8,4

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	8,4	1	$\beta_{N,s;1}$
2	8,4	2	$\beta_{N,s;2}$
3	8,4	3	$\beta_{N,s;3}$
4	8,4	4	$\beta_{N,s;4}$

Herausziehen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$



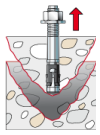
$N_{Rk,p}$ kN	Ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,p}$ %
42	1,220	1,50	28	6,5	23,2

Der Psi,c-Faktor wurde eventuell durch Interpolation ermittelt.

Anker-Nr.	$\beta_{N,p}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2, 3, 4	23,2	1	$\beta_{N,p;1}$

Betonausbruch

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$



$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N} \quad \text{Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c} = 42{,}17kN \cdot \frac{160.000mm^2}{90.000mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 74{,}98kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}7 \cdot \sqrt{30{,}0N/mm^2} \cdot \left(100mm\right)^{1,5} = 42{,}17kN \quad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{\infty}{150mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \quad \text{Gl. (7.5)}$$

Prof. Dipl.-Ing. B. Gahlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1+\frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.6)

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1+\frac{2 \cdot 0mm}{300mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1+\frac{2 \cdot 0mm}{300mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1$$ Gl. (7.7)

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,c}$ %
75	1,50	50	26	52,0

Anker-Nr.	$\beta_{N,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2, 3, 4	52,0	1	$\beta_{N,c;1}$

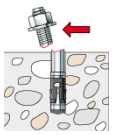
Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	21,5	66,3	32,4
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	86	160	**53,8**

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \qquad (V_{Rd,s})$$



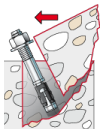
$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s} = 1{,}00 \cdot 82{,}90kN = 82{,}90kN$$ Gl. (7.35)/ (7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
82,9	1,25	66,3	21,5	32,4

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	32,4	1	$\beta_{Vs;1}$
2	32,4	2	$\beta_{Vs;2}$
3	32,4	3	$\beta_{Vs;3}$
4	32,4	4	$\beta_{Vs;4}$

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik Geprüft

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite



$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} = 3{,}2 \cdot 74{,}98kN = 239{,}93kN$$ Gl. (7.39a)

$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N}$$ Gl. (7.1)

$$N_{Rk,c} = 42{,}17kN \cdot \frac{160.000mm^2}{90.000mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 74{,}98kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}7 \cdot \sqrt{30{,}0N/mm^2} \cdot \left(100mm\right)^{1,5} = 42{,}17kN$$ Gl. (7.2)

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{\infty}{150mm}\right) = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.4)

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000$$ Gl. (7.5)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.6)

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1$$ Gl. (7.7)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
239,9	1,50	160	86	53,8

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2, 3, 4	53,8	1	$\beta_{V,cp;1}$

Ausnutzung für Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung βN %
Stahlversagen *	8,4
Herausziehen *	23,2
Betonausbruch	**52,0**

Querlasten	Ausnutzung βV %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	32,4
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	**53,8**

* Ungünstigster Anker

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

Ausnutzung Stahl

$$\beta_{N,s} = \beta_{N,s;3} = 0{,}08 \leq 1$$
$$\beta_{V,s} = \beta_{Vs;1} = 0{,}32 \leq 1$$
$$\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s;1}^2 + \beta_{Vs;1}^2 = 0{,}11 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.55)}$$

Ausnutzung Beton

Nachweis erfolgreich

$$\beta_{N,c} = \beta_{N,c;1} = 0{,}52 \leq 1$$
$$\beta_{V,cp} = \beta_{V,cp;1} = 0{,}54 \leq 1$$
$$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} = \beta_{N,c;1}^{1,5} + \beta_{V,cp;1}^{1,5} = 0{,}77 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.56)}$$

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke	t = 10 mm
Profiltyp	HEA 200

Technische Hinweise

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.
Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.
Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen.
Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie
der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.
Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen fischer-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Das Bemessungsprogramm dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Eignung für eine bestimmte Anwendung. Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch das Bemessungsprogramm zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von fischer angebotene Updates des Bemessungsprogramms durchführen. Sofern Sie nicht die automatische Update-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die fischer Internetseite sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version des Bemessungsprogramms verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet fischer nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

Angaben zur Montage

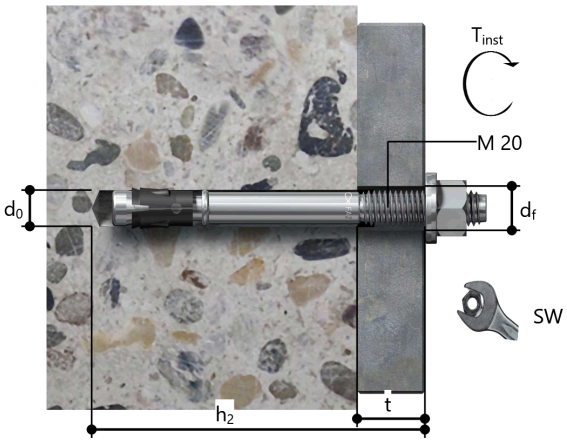
Anker

Ankersystem	**fischer Bolzenanker FAZ II Plus**	
Anker	Bolzenanker FAZ II Plus 20/30, galvanisch verzinkter Stahl	Art.-Nr. 564602
Zubehör	Handausbläser Groß ABG	Art.-Nr. 567792
	Quattric II 20/200/250	Art.-Nr. 549958



Montagedetails

Gewindegröße	M 20
Bohrlochdurchmesser	d_0 = 20 mm
Bohrlochtiefe	h_2 = 160 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	h_{ef} = 100,00 mm
Einbautiefe	h_{nom} = 120 mm
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	Bohrloch mit Handausbläser ausblasen. Die Montageanleitung sollte beachtet werden, wenn die Installation ohne Bohrlochreinigung erfolgt.
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Montagedrehmoment	T_{inst} = 200,0 Nm
Schlüsselweite SW	30 mm
Ankerplattendicke	t = 10 mm
Gesamte Befestigungsdicke	t_{fix} = 10 mm
Tfix,max	$t_{fix,\,max}$ = 30 mm

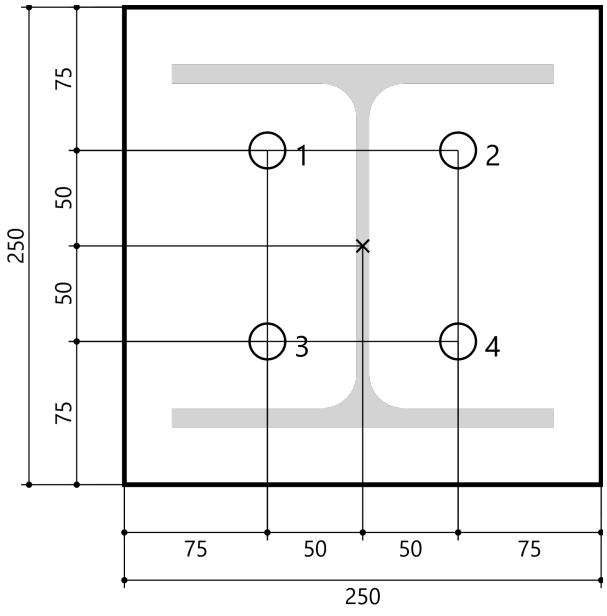


Ankerplattendetails

Material der Ankerplatte	Nicht verfügbar
Ankerplattendicke	t = 10 mm
Durchgangsloch im Anbauteil	d_f=22 mm

Anbauteil

Profiltyp	HEA 200



Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	-50	50
2	50	50
3	-50	-50
4	50	-50

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik Geprüft

Schüßler-Plan

KAPITEL 6: AUSSTEIFUNG

ENNIGERLOH NEUBAU DREIFELDSPORTHALLE

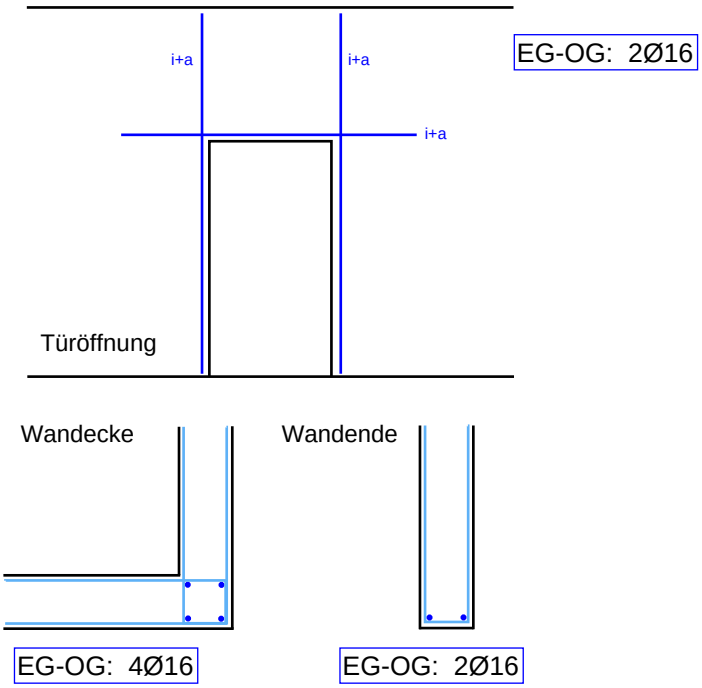


Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

6 AUSSTEIFUNG

6.1 Allgemein

Konstruktive Bewehrungsvorgaben für Aussteifungswände:



Wandeck- und Wandendbewehrungen der Aussteifungswände sind in der Gründung zugfest zu verankern!

Die Aussteifungswände werden nachfolgend für die Halle sowie für die Massivbauten definiert.

6.2 Sporthalle

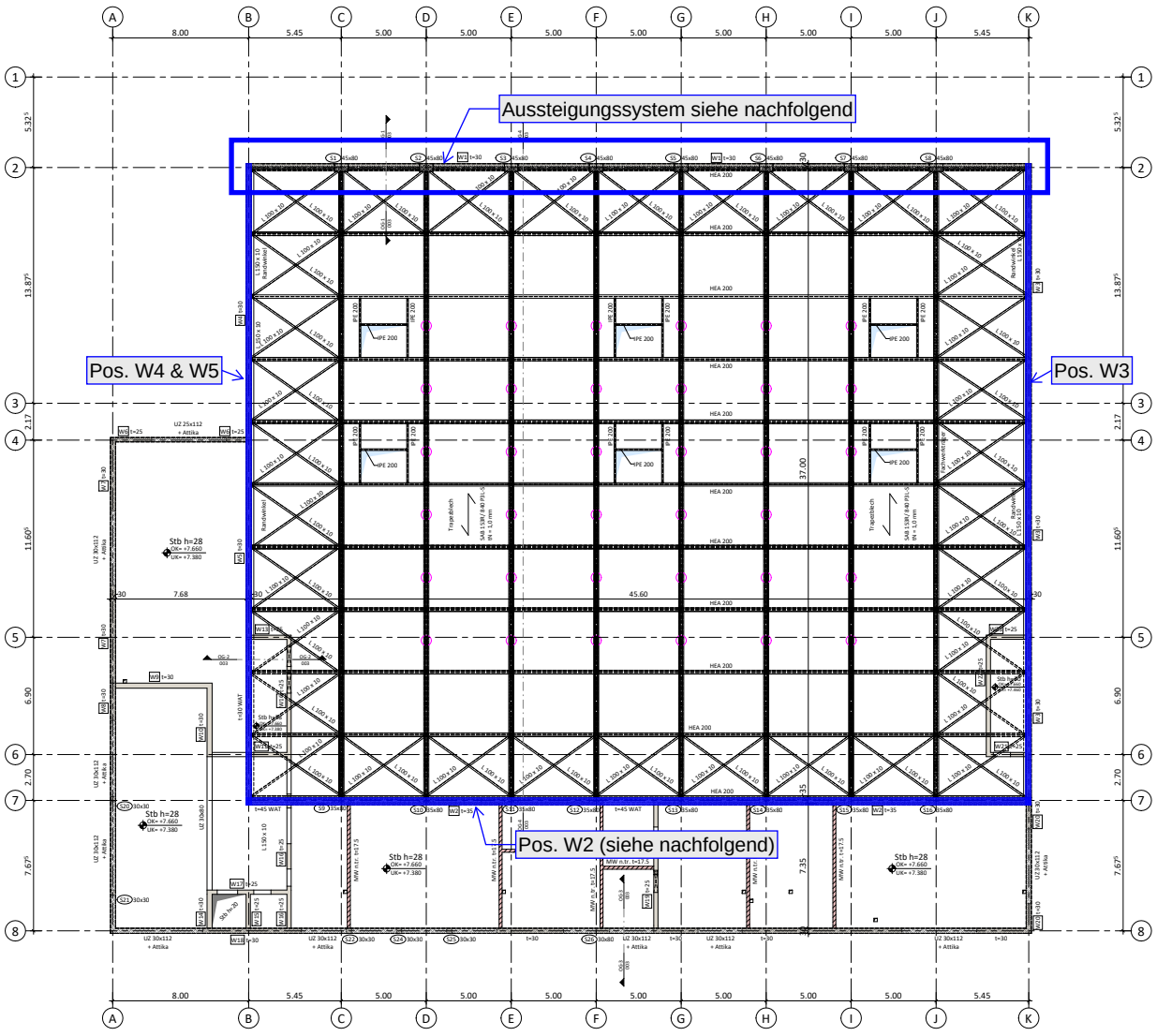
Die Windlasten aus den Querverbänden bei Achse 2/B-K bzw. 7/B-K (Wind in X-Richtung) werden den Stahlbetonbauteilen in Achse 2 bzw. 7 (Stützen und Wände) zugeordnet.

Die Windlasten aus den Längsverbänden in Achse B-C/2-7 bzw. J-K/2-7 (Wind in Y-Richtung) können von den Stb.-Giebelwänden in Achse B bzw. K ohne weiteren Nachweis aufgenommen werden.

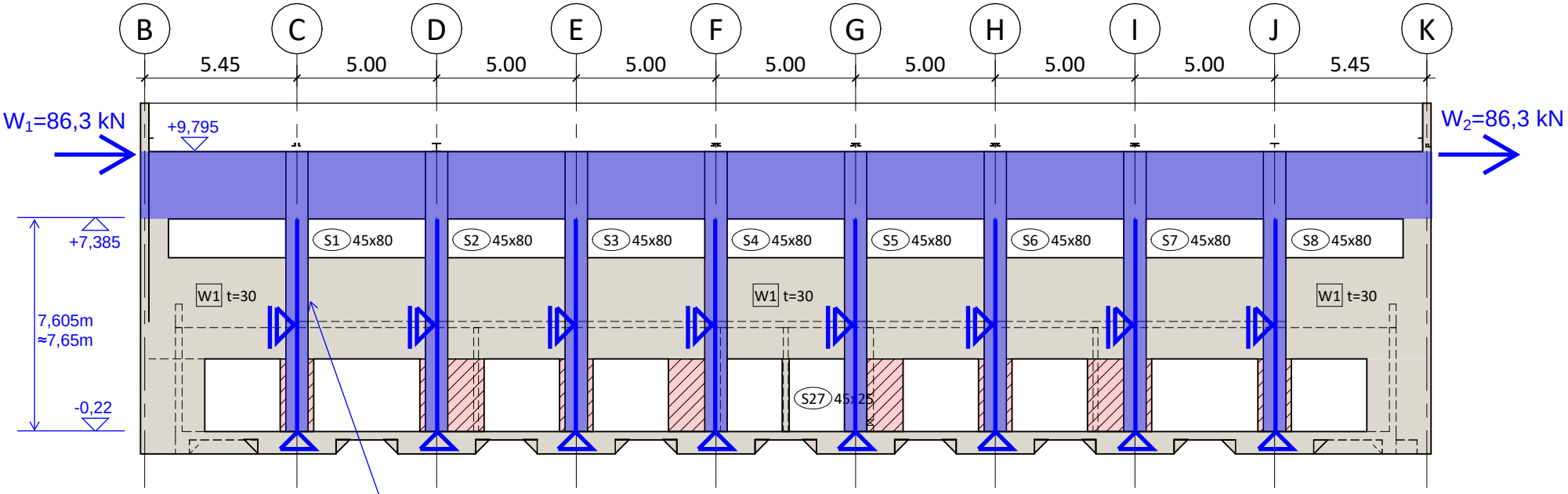
<u>Aussteifungswände der Halle:</u>

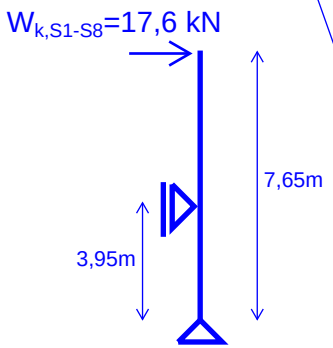
Decke über OG

1 : 100



Achse **2**





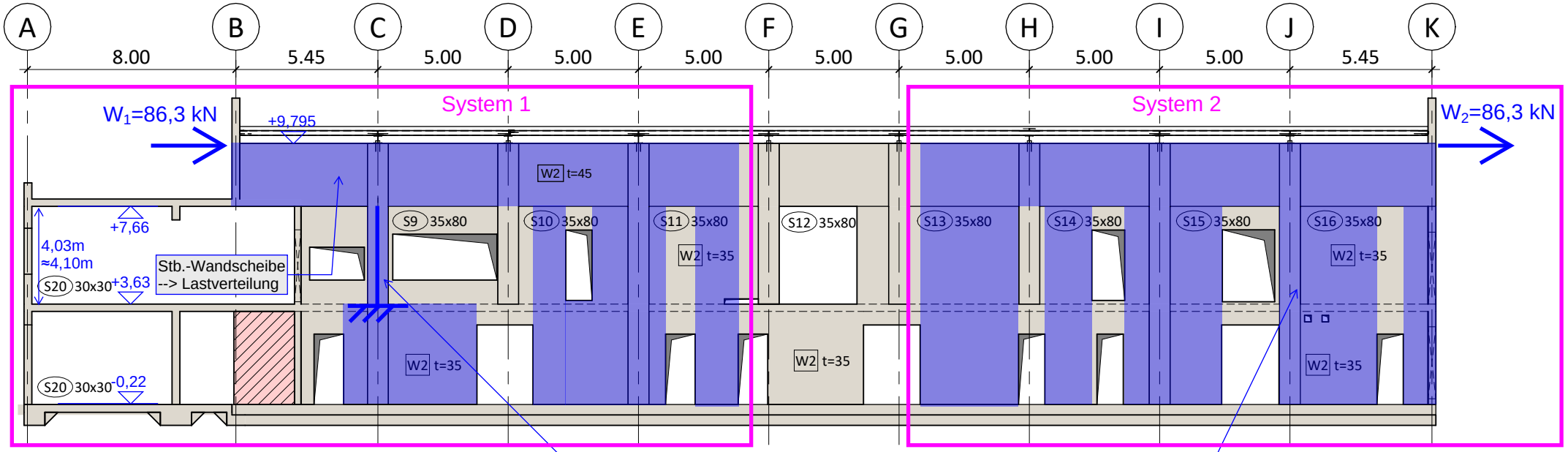
Pos. S1-S8 - Stützen mit H-Last am Kopf:

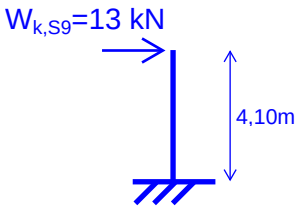
W,ges = 86,3+86,3=172,6kN (vereinfacht Druck=Sog)
--> verteilt auf 8 Stützen
Wk,Stütze = 172,6/8=21,575 ≈ 22kN

--> Bemessung inkl. Vertikallasten im Kapitel 11 - Stützen

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Achse 7





System 1:
Pos. S9 - Kragstütze im OG mit H-Last am Wandkopf:

Der Stütze wird aufgrund der höheren Steifigkeit der Wandbereiche bei Achse D-F 15% der Windlast zugeordnet:
Wk,Stütze = 0,15*86,3 =12,945 ≈ 13kN

--> Bemessung inkl. Vertikallasten im Kapitel 11 - Stützen

In den Wänden werden die H-Lasten nicht weiter verfolgt. Die konstruktiv gewählte Wandbewehrungen (siehe oben und im Kapitel 3 - Mindestbewehrung) sind ausreichend.

System 2:
Es gibt ausreichend viele Wände, die die H-Lasten aufnehmen, verteilen und bis in die Gründung führen. Die H-Lasten werden nicht weiter verfolgt. Die konstruktiv gewählte Wandbewehrungen (siehe oben und im Kapitel 3 - Mindestbewehrung) sind ausreichend.

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

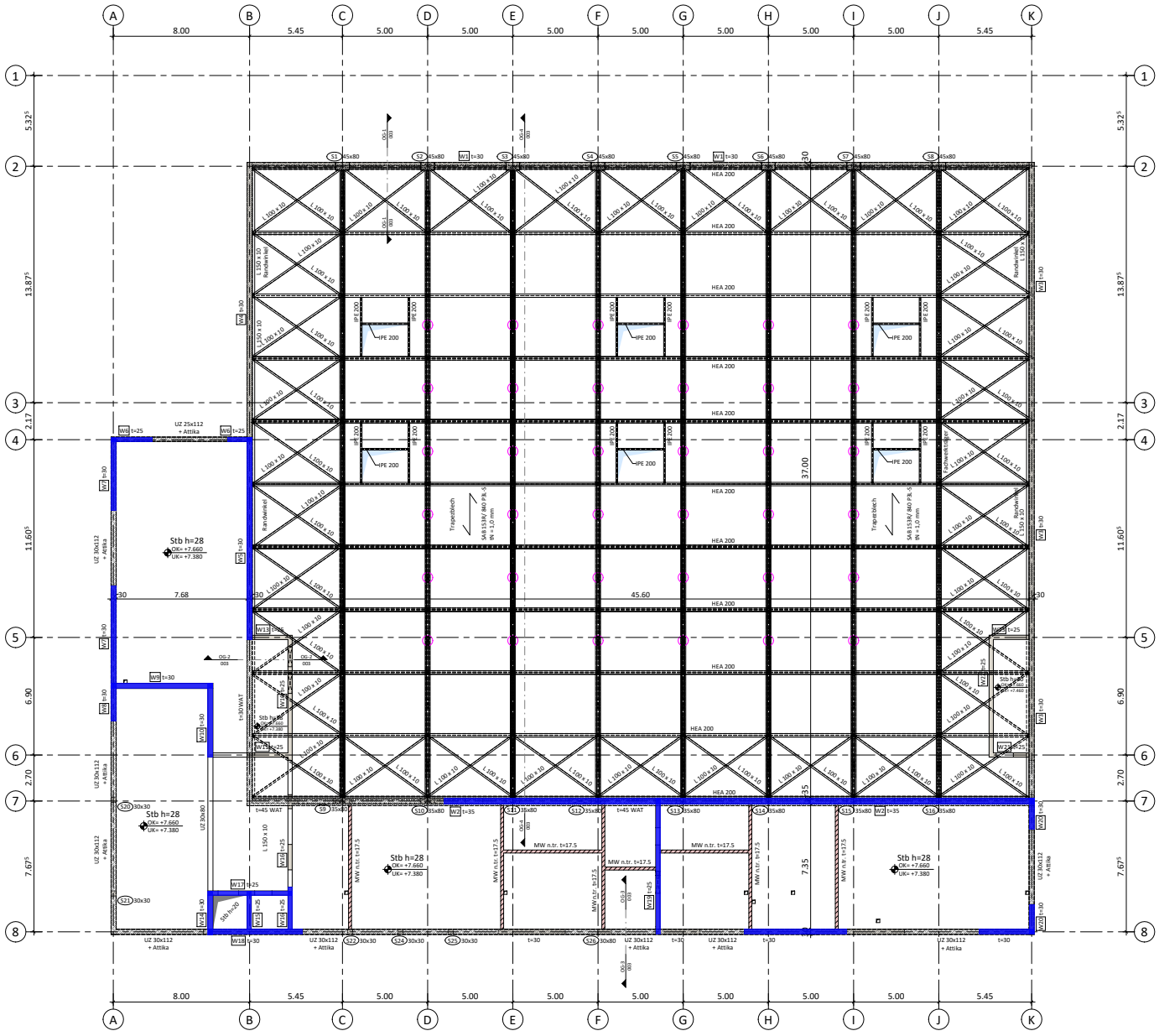
6.2 Angrenzende Massivbauten

In den angrenzenden Massivbauten kann auf den rechnerischen Nachweis der Gebäudeaussteifung nach DIN EN 1992-1-1/NA bzw. DIN EN 1996-1-1/NA verzichtet werden. Im Erd- und Obergeschoss des L-Förmigen Anbaus gibt es ausreichend viele und ausreichend lange Stahlbetonwände die ohne größere Schwächungen und ohne Versprünge bis auf die Gründung geführt sind. Der eingeschossige Anbau in Mauerwerksbauweise ist durch ausreichend viele und ausreichend lange Mauerwerkswänden ebenfalls ausgesteift.

Aussteifungswände der Massivbauten:

Decke über OG

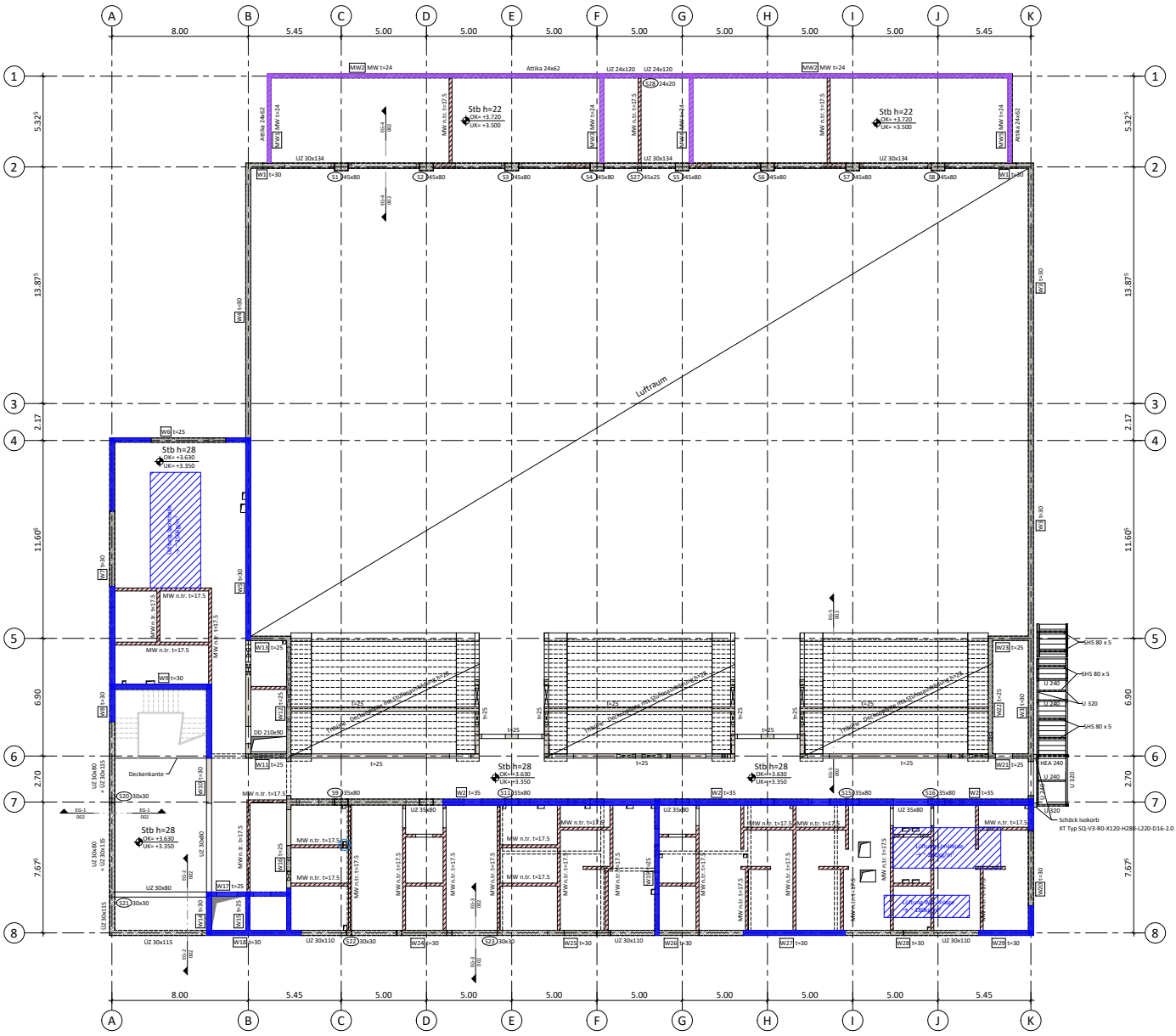
1 : 100



Schüßler-Plan

Decke über EG

1 : 100



Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Schüßler-Plan

KAPITEL 7: TREPPEN UND PODESTE

ENNIGERLOH NEUBAU DREIFELDSPORTHALLE

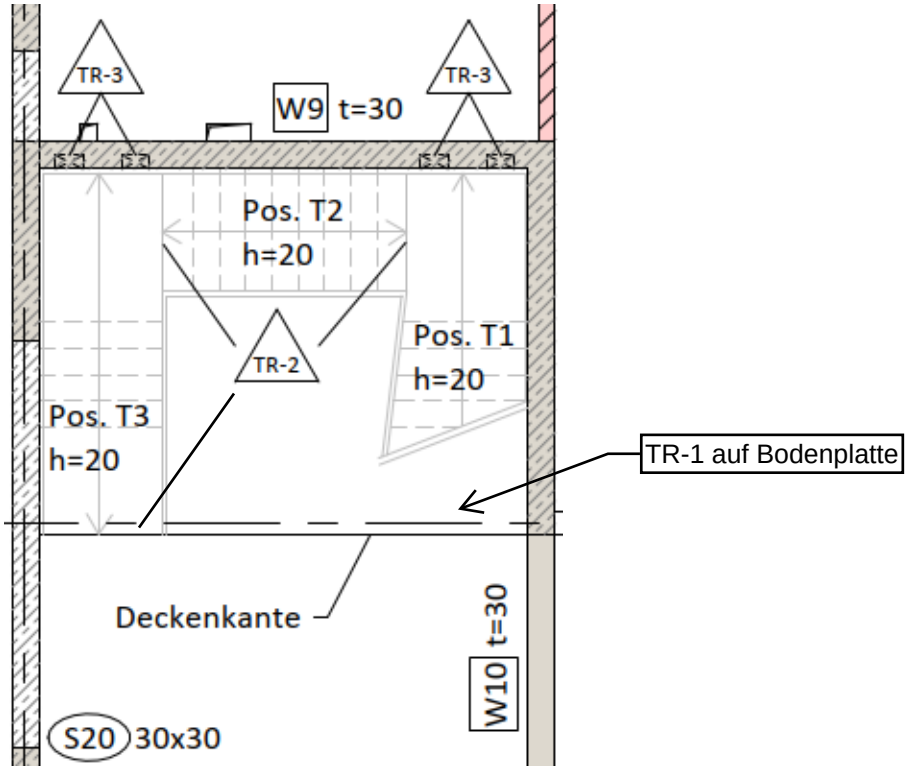


Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen ★ Geprüft ★ Prüfing. für Baustatik

7 TREPPEN UND PODESTE

Vorbemerkungen

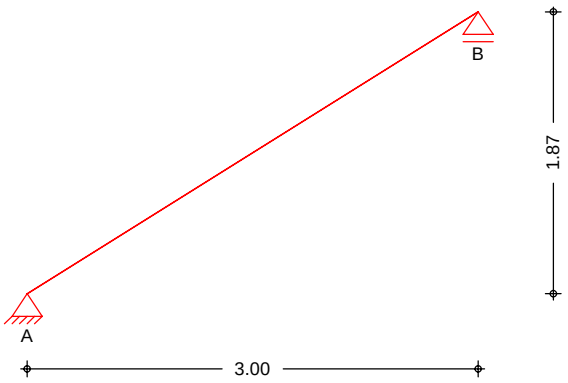
Das Treppenhaus befindet sich in dem an der Sporthalle angrenzenden Massivbau zwischen den Achsen A-B/5-6 und verbindet die beiden Geschosse miteinander.
Die dreiläufige Treppe wird mit drei Fertigteilen T1-T3 geplant. Dabei werden die Podeste der Treppenläufe T1 und T3 zur Schallentkopplung mit Hilfe von Tronsolen Typ Z-V+V an die Stahlbetonwände angeschlossen. Die Auflagerung auf die Decke erfolgt über Tronsolen Typ F-V2 und die Lagerung auf die Bodenplatte über Tronsolen Typ B-V2.
Der Treppenlauf T2 wird zwischen den Podesten der Fertigteile T1 und T3 aufgespannt. Die Auflagerung erfolgt ebenfalls über Tronsolen Typ F-V2.
Es werden die Positionen T2 und T1 (T3 analog) bemessen.



Pos. T2 — Gerader Stb.-Treppenlauf

System
M 1:50

Gerader Treppenlauf



Abmessungen Mat./Querschnitt	Feld	Kommentar	l [m]	h [cm]	Mat.
	Tr.	Treppenlauf	3.00	20.0	*C 30/37*

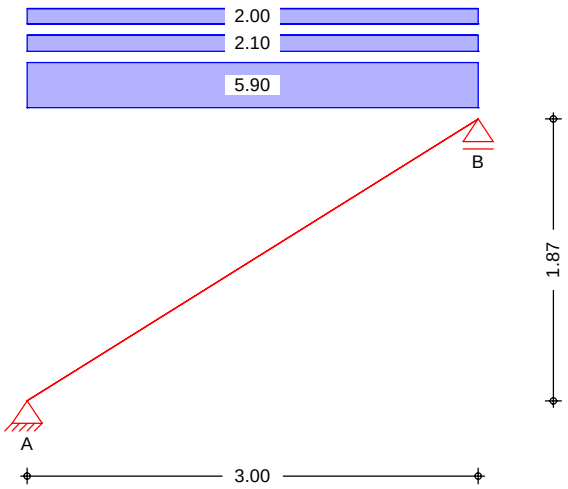
Expositionsklasse: XC1

Treppe					
Neigung Treppenlauf	α	=	32.01	°
Steigung	s	=	17.50	cm
Auftritt	a	=	28.00	cm

Belastungen
Grafik
Einwirkungen
M 1:50

Belastungen auf das System

Gk

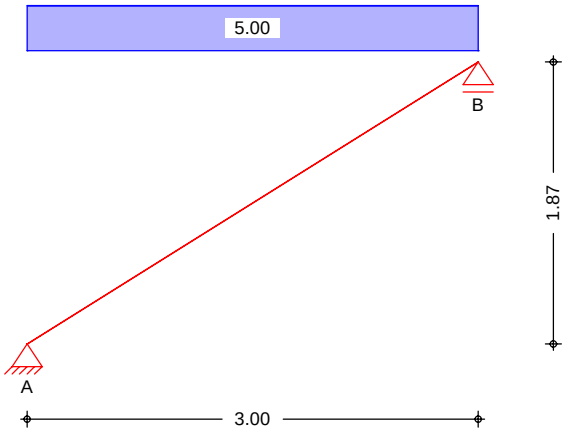


Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Einwirkungen
M 1:50

Qk.N



Eigengewicht

Gleichlasten

Feld		Kommentar	q_z [kN/m²]
Einw. *Gk*			
Tr.	Eigen. Tr.	25.00 * 0.20 / 0.848 =	5.90
Tr.	Eigen. St.	0.50 * 24.00 * 0.17 =	2.10

Flächenlasten

Gleichflächenlasten

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q_{li} [kN/m²]	q_{re} [kN/m²]
Einw. *Gk*					
Tr.		0.00	3.00		2.00
Einw. *Qk.N*					
Tr.		0.00	3.00		5.00

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

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

Bemessung (GZT)

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

Bemessung für Biegebeanspruchung

Biegung

Feld	x [m]	Ek	$M_{y,d}$ [kNm/m]	z [cm]	$a_{s,o}$ $a_{s,u}$ [cm²/m]	$a_{s,o,erf}$ $a_{s,u,erf}$ [cm²/m]
Tr.	1.50	2	23.62	17.03	- 3.04	- 3.04

Bemessung für Mindestbewehrung der Querbewehrung

Querbewehrung

Feld	b/h	$a_{s,l,erf,o}$ $a_{s,l,erf,u}$ [cm²/m]	$a_{s,q,vorh,o}$ $a_{s,q,vorh,u}$ [cm²/m]	$a_{s,q,min,o}$ $a_{s,q,min,u}$ [cm²/m]
Tr.	5.00	- 3.04	- 2.01	- **0.61**

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

Position: **T2**

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Schub

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

Feld	x [m]	Ek	$V_{z,d}$ [kN/m]	θ [°]	$V_{rd,max}$ [kN/m]	$V_{rd,c}$ [kN/m]	$a_{sw,erf}$ [cm²/m²]
Tr.	0.00	2	27.82	18.4	516.38	94.89	-

Bewehrungswahl

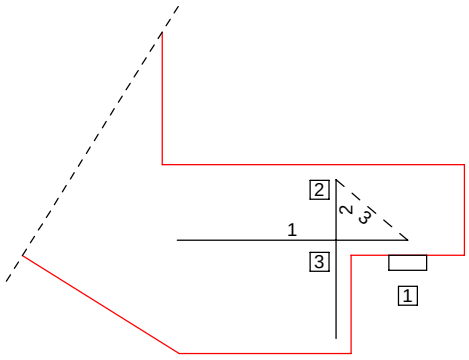
Biege- und Querkraftbewehrung

untere Bewehrung
Ø 10 / 20.0 cm $a_{s,l,u}$ = 3.93 cm²/m
VE Ø 8 / 25.0 cm $a_{s,q,u}$ = 2.01 cm²/m

Bemessung (GZT)

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

Ausklinkungen
Antritt
M 1:10



Abmessungen

h_k [cm]	l_k [cm]	h_s [cm]	l_s [cm]	$b_{x,Pl}$ [cm]	a_k [cm]
12.0	15.0	25.0	40.0	5.0	7.5

Belastungen

Ek	h [kN/m]	$f_{e,d}$ [kN/m]
2	6.30	31.49

20% der Vertikallast werden als Horizontallast angesetzt.

Bemessung Zugstäbe

Stab	EK	F_i [kN/m]	$A_{s,erf}$ [cm²/m]	gew. [-]	$A_{s,vorh}$ [cm²/m]
1	2	55.8	1.28	Ø8/10.0	5.03
2	2	31.5	0.72	Ø8/10.0	5.03

Verankerung

Stab	Kn.	Art	D_{min} [mm]	$\Pi\alpha_i$ [-]	Verbund	l_{bd} [cm]	$l_{bd,vorh}$ [cm]
1	1	Haken	32	0.7	gut	5.4	7.5
1	3	gerade	-	1.0	gut	8.6	8.6

Knotenspannungen

Kn.	Bez.	Kraft [kN]	a_i [cm]	t_i [cm]	σ [N/mm²]	σ_{rd} [N/mm²]	η [-]
1	F_1	31.5	5.0	100.0	0.63	14.45	0.04
2	F_2	31.5	4.8	100.0	0.66	12.75	0.05

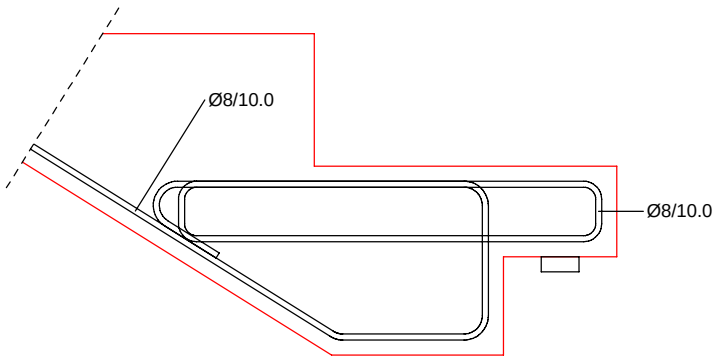
Druckzonenhöhe

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

a_0 [cm]	d_k [cm]	v [-]	$a_{0,grenz}$ [cm]	η [-]
0.4	6.8	0.45	3.1	0.13

M 1:10



Mindestabmessungen, Abs. 10.9.5.2

σ_{Ed}/f_{cd}	$a_{1,min}$ [mm]	a_1 [mm]	η	$a_{2,min}$ [mm]	a_2 [mm]	η
0.04	25	50	0.50	5	30	0.17

$a_{3,min}$ [mm]	a_3 [mm]	η	Δa_2 [mm]	Δa_3 [mm]	a_{erf} [mm]	a [mm]	η
15	50	0.30	10	2	55	130	0.42

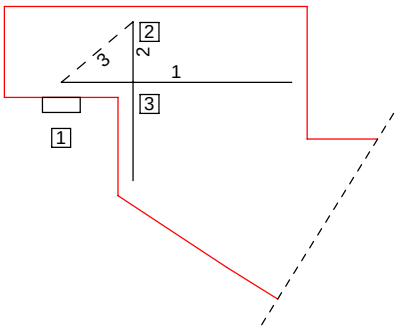
Randabstand Bewehrung, Bild 10.5

c_i [mm]	Δa_i [mm]	r_i [mm]	Σ_i [mm]	d_i [mm]	η
20	2	16	38	50	0.76

Knotenverankerung, Bild 10.5

$l_{b,vorh}$ [mm]	$a_1+\Delta a+r$ [mm]	η
80	51	0.64

Austritt
M 1:10



Abmessungen

h_k [cm]	l_k [cm]	h_s [cm]	l_s [cm]	$b_{x,Pl}$ [cm]	a_k [cm]
12.0	15.0	25.0	40.0	5.0	7.5

Belastungen

Ek	h [kN/m]	$f_{e,d}$ [kN/m]
2	6.30	31.49

20% der Vertikallast werden als Horizontallast angesetzt.

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Bemessung Zugstäbe

Stab	EK	F_i [kN/m]	$A_{s,erf}$ [cm²/m]	gew. [-]	$A_{s,vorh}$ [cm²/m]
1	2	55.8	1.28	Ø8/10.0	5.03
2	2	31.5	0.72	Ø8/10.0	5.03

Verankerung

Stab	Kn.	Art	D_{min} [mm]	$\Pi\alpha_i$ [-]	Verbund	l_{bd} [cm]	$l_{bd,vorh}$ [cm]
1	1	Haken	32	0.7	gut	5.4	7.5
1	3	gerade	-	1.0	gut	8.6	8.6

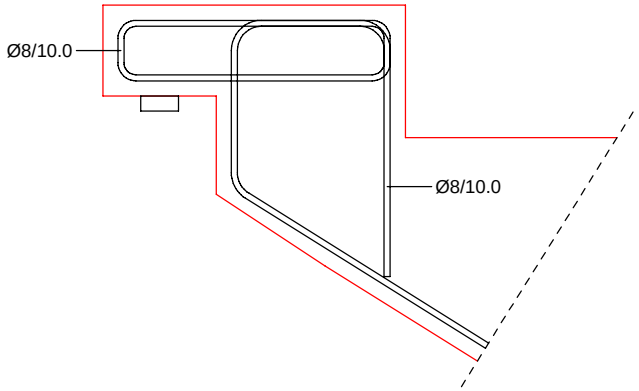
Knotenspannungen

Kn.	Bez.	Kraft [kN]	a_i [cm]	t_i [cm]	σ [N/mm²]	σ_{rd} [N/mm²]	η [-]
1	F_1	31.5	5.0	100.0	0.63	14.45	0.04
2	F_2	31.5	4.8	100.0	0.66	12.75	0.05

Druckzonenhöhe

a_0 [cm]	d_k [cm]	v [-]	$a_{0,grenz}$ [cm]	η [-]
0.4	6.8	0.45	3.1	0.13

M 1:10



Mindestabmessungen, Abs. 10.9.5.2

σ_{Ed}/f_{cd}	$a_{1,min}$ [mm]	a_1 [mm]	η	$a_{2,min}$ [mm]	a_2 [mm]	η
0.04	25	50	0.50	5	30	0.17

$a_{3,min}$ [mm]	a_3 [mm]	η	Δa_2 [mm]	Δa_3 [mm]	a_{erf} [mm]	a [mm]	η
15	50	0.30	10	2	55	130	0.42

Randabstand Bewehrung, Bild 10.5

c_i [mm]	Δa_i [mm]	r_i [mm]	Σ_i [mm]	d_i [mm]	η
20	2	16	38	50	0.76

Knotenverankerung, Bild 10.5

$l_{b,vorh}$ [mm]	$a_1+\Delta a+r$ [mm]	η
80	51	0.64

Auflagerkräfte Charakteristische und Bemessungsauflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

	Aufl.	$F_{z,k}$ [kN/m]
Einw. *Gk*	A	14.99

Lagerung auf Pos. T1

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

Position: **T2**

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

	Aufl.	$F_{z,k}$ [kN/m]
	B	14.99
Einw. *Qk.N*	A	7.50
	B	7.50

Lagerung auf Pos. T1

Bem.-auflagerkräfte

	Aufl.	$F_{z,d}$ [kN/m]
Komb. *1*	A	20.24
	B	20.24
Komb. *2*	A	31.49
	B	31.49
Komb. *3*	A	14.99
	B	14.99

Zusammenfassung — Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT) — Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

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

Lager A & B (TR-2): VEdz = 31,49 kN/m < 61 kN/m => gewählt: **Schöck Tronsole Typ F-V2**

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHBI\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

Lager A und B von Pos. T2 (TR-2): Schöck Tronsole Typ F-V2 (oder glw.)

Bemessung

Schöck Tronsole® Typ F	V1	V2	V3
$v_{Rd,z}$ [kN/m]	43,0	61,0	85,0
$v_{Rd,x,y}$ [kN/m]	±3,8	±3,8	±3,8

Schöck Tronsole® Typ F-V1, -V2, -V3	
Elementlänge L [mm]	900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1500
Elementdicke [mm]	15
Elastomerlager Elodur®, Breite [mm]	35
Elastomerlager Elodur®, Dicke [mm]	15

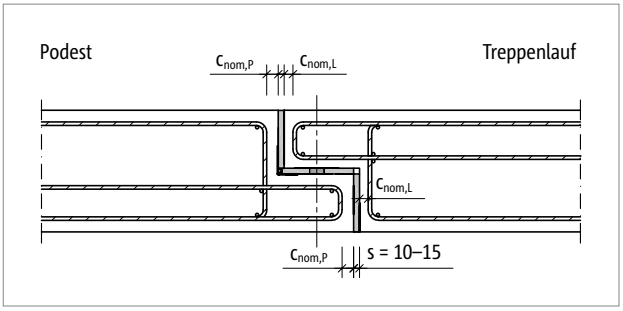


Abb. 157: Schöck Tronsole® Typ F: Vertikalschnitt längs der Treppe im Bereich des Konsolauflagers; Darstellung der Betondeckung $c_{nom,L}$ und $c_{nom,P}$

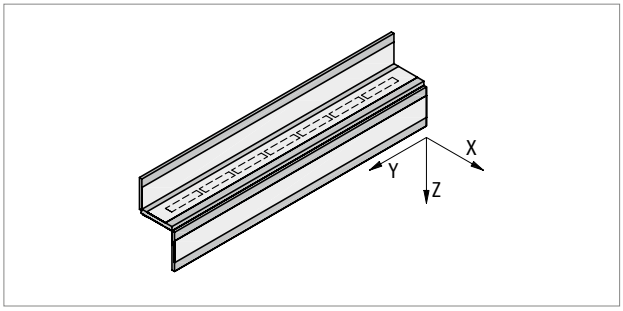


Abb. 158: Schöck Tronsole® Typ F: Vorzeichenregel für die Bemessung

Hinweise zur Bemessung

- Die Tragfähigkeit des Konsolbereichs der Treppenbauteile ist durch die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung / allgemeine Bauartgenehmigung nachgewiesen und kann den nachfolgenden Tabellen entnommen werden.
- Die Tragfähigkeiten der jeweiligen Tronsole® Typen sind zu beachten.
- Für den Anschlussbereich podest- und treppenlaufseitig gilt die obenstehende Abbildung, mit Fugenbreite s = 10-15 mm.
- Die aufnehmbaren Querkräfte der Konsolen werden nur mit der in diesem Kapitel dargestellten bauseitigen Bewehrung erreicht.
- Nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA ergeben sich bei Expositionsklasse XC1 folgende nominelle Betondeckungen:
  Ortbetontreppenpodest unterseitig: $c_{nom,P}$ = 20 (-0/+20) mm.
  Fertigteiltreppenlauf oberseitig: $c_{nom,L}$ = 15 (-0/+20) mm.
- Für die Feuerwiderstandsklasse R 90 ist eine höhere Betondeckung nach DIN EN 1992-1-2 notwendig, siehe Seite 190.
- Bei den vorgegebenen Betonfestigkeiten handelt es sich um Mindestanforderungen, die der Bemessung zugrunde liegen.
- Der Nachweis der Querkraft in den Platten hat durch den Tragwerksplaner zu erfolgen, wobei $V_{Rd,\,max}$ nach DIN EN 1992-1-1 (EC2), Gl. (6.9) für Θ = 45° und α = 90° zu bestimmen ist.
- Die PE-Schaumplatte der Schöck Tronsole® Typ F gibt bei sachgerechtem Einbau die Lage der Elastomerlager Elodur® vor. Die Lage der Elastomerlager ist maßgebend für die Tragfähigkeit der Konsolen. Die Schöck Tronsole® ist passgenau zur Konsole des Treppenlaufs einzubauen!

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik Geprüft

Systemkenngrößen **Pos. T1 (Pos. T3 analog)**

195	Knoten		
166	Elemente	0	Stabelemente
12	Festhaltungen	166	Plattenelemente
0	Koppelungen	0	Scheibenelemente
1	Materialkennwerte	0	Schalenelemente
1	Querschnittswerte	0	Seilelemente
7	Lastfälle	0	Volumenelemente
0	LF-Kombinationen	0	Federelemente
0	Spannstränge	0	Liniengelenke

Berechnungsort der Flächenelemente: Schwerpunkt
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme
164 Elementsysteme
0 Schnittkraftsysteme
0 Bewehrungssysteme

Querschnittswerte

1	Fläche	Treppe h=20 XC1			
		Elementdicke [m]	dz	= 0,2000	drillsteif
		Orthotropie dzy/dz		= 1	
		E-Modul Platte/Scheibe		= 1	

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer-dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000

Lastfall-Bezeichnung

	Lastfall	Bezeichnungstext
1	1	Eigengewicht
2	2	Ausbaulast
3	10	Nutzlast
4	20	gk aus Pos. T2
5	21	qk aus Pos. T2
6	100	LG Treppe Gk
7	101	LG Treppe Qk

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht	0,000	0,000	30,712
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	30,712
2	Ausbaulast	0,000	0,000	24,638
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	24,638

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
10	Nutzlast	0,000	0,000	30,712
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	30,712
20	gk aus Pos. T2	0,000	0,000	22,500
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	22,500
21	qk aus Pos. T2	0,000	0,000	11,250
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	11,250
100	LG Treppe Gk	0,000	0,000	77,850
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	77,850
101	LG Treppe Qk	0,000	0,000	41,962
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	41,962

Betonstahl für Flächenelemente

	Nr.	Lage	Güte	d1x [m]	d2x [m]	asx [cm²/m]	d1y [m]	d2y [m]	asy [cm²/m]	as fix	Walz-art
1	1	1	500M	0,035		0,000	0,035		0,000		Warm
2		2	500M		0,035	0,000		0,035	0,000		Warm

as Grundbewehrung
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand
Die positive z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle

1 Eigengewicht
2 Ausbaulast
20 gk aus Pos. T2

QN - Nutzlast, Verkehrslast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,5 / 0,3

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

10 Nutzlast

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\07 Treppen und Podeste\2025-12-12_END_Treppe.fem

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

21 qk aus Pos. T2

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

G Eigenlast
QN Nutzlast, Verkehrslast

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G Eigenlast
QN Nutzlast, Verkehrslast

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C B P
1	XC1	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk Stahlgüte der Bügel.
Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P. Balken werden wie Platten bemessen.
K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	35	.

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\07 Treppen und Podeste\2025-12-12_END_Treppe.fem

Schubquerschnitte

```
bw.nom  Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom   Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd  Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn
        bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2  Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef     Wanddicke des Torsionskastens.
K.      Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).
```

Qu.	Breite [m] bw	bw.nom	Nutzbreite bn [m]	kb	Höhe [m] h	h.nom	Nutzhöhe d [m]	kd	Torsionsquerschn. [m] z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,200	.	0,165	0,90	.	.	.	.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

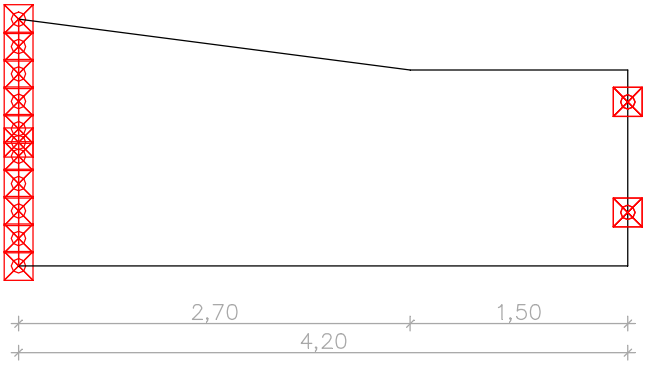
	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

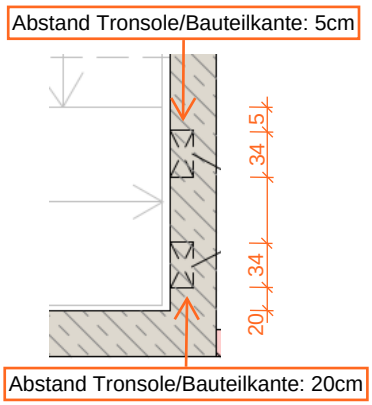
Lastgruppen

	Berechnungstheorie	Vorverformung	Eigengewicht	Ausbaulast	Nutzlast	gk aus Pos. T2	qk aus Pos. T2
LF-Nr. Lastgruppe	-	-	LF 1	LF 2	LF 10	LF 20	LF 21
100 : LG Treppe Gk	1.		1	1		1	
101 : LG Treppe Qk	1.				1		1

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\07 Treppen und Podeste\2025-12-12_END_Treppe.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik





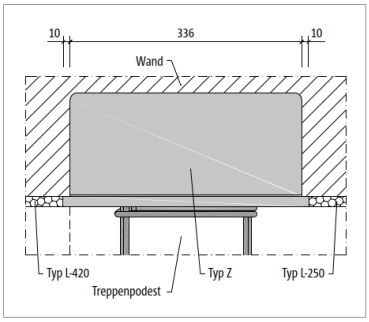
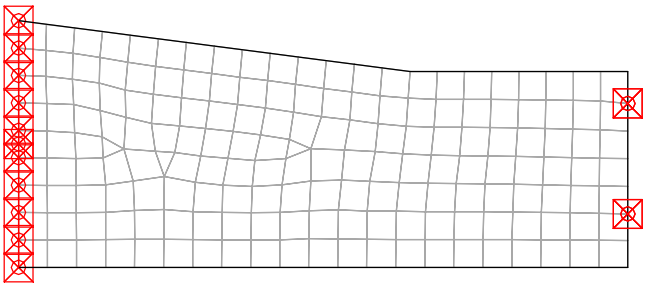


Abb. 64: Schöck Tronsole® Typ Z: Elementanordnung, Detail A

System



LF 1: Belastung, Eigengewicht

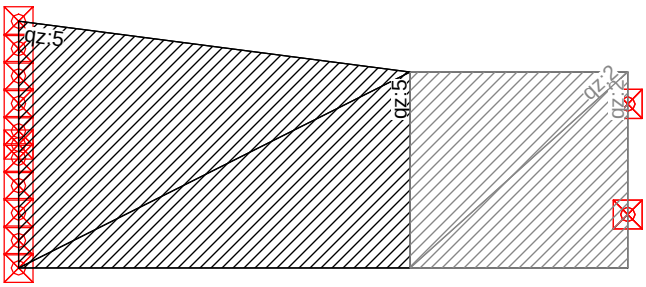
LF 1: Belastung, Eigengewicht

Projektion des Eigengewichts der 20cm Stb.-Platte der Treppe:
(nur für den Treppenlauf, ohne Podest)
h = 17,5*9 = ~1,60 m
l = ~2,70 m
Alpha = arctan(1,60/2,70) = 30,65°
gk = 0,20*1,00*25 = 5,00 kN/m²
gk' = 5/cos(30,65) = 5,81 kN/m² = ~5,90 kN/m²
Differenz ansetzten, da das Eigengewicht der gerade Stb-Platte schon in InfoCAD berücksichtigt wird
=> gk*1 = **0,90 kN/m²**

Eigengewicht aus Stb.-Stufe:
gk*2 = **2,10 kN/m²** (mb)

Gesamte anzusetzende Ausbaulast für Treppenlauf:
- Projektion des Eigengewichts: gk*1 = 0,90 kN/m²
- Eigengewicht der Stb.-Stufe: gk*2 = 2,10 kN/m²
- Ausbaulast: gk*3 = 2,00 kN/m²

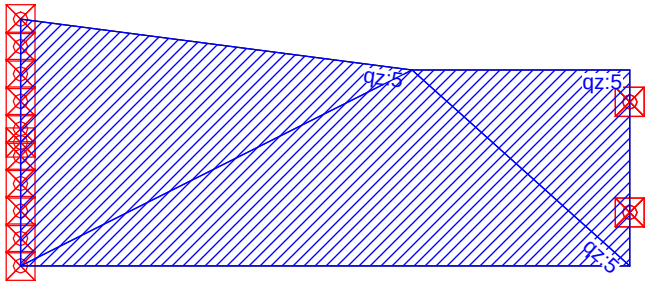
gk* = 5,00 kN/m²



LF 2: Belastung, Ausbaulast

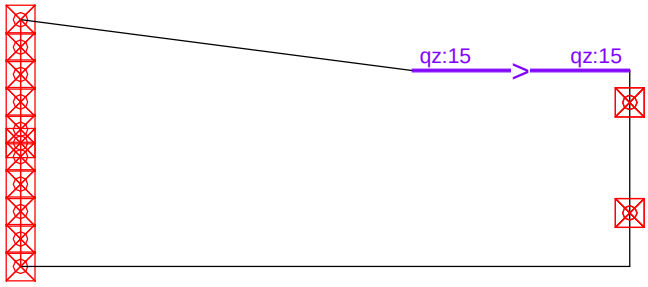
LF 2: Belastung, Ausbaulast

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik



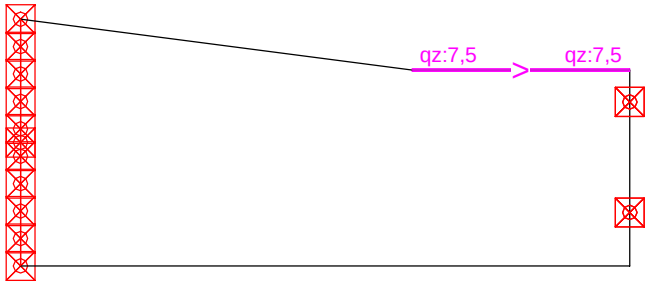
LF 10: Belastung, Nutzlast

LF 10: Belastung, Nutzlast



LF 20: Belastung, gk aus Pos. T2

LF 20: Belastung, gk aus Pos. T2

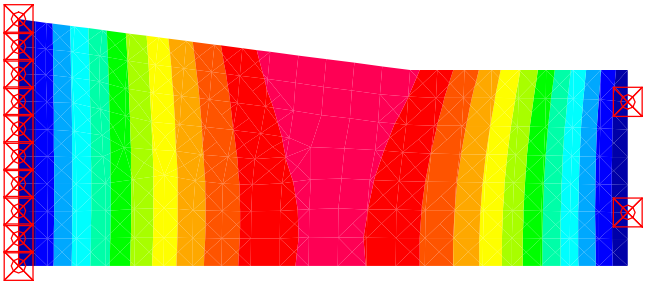


LF 21: Belastung, qk aus Pos. T2

LF 21: Belastung, qk aus Pos. T2

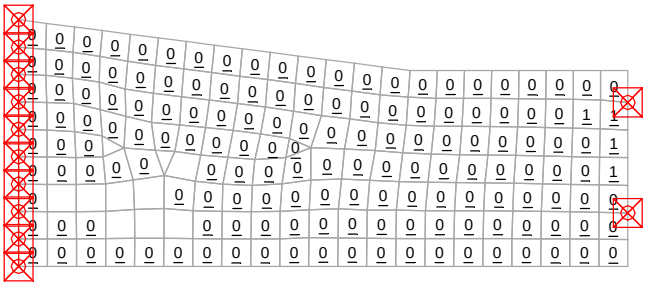
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\07 Treppen und Podeste\2025-12-12_END_Treppe.fem



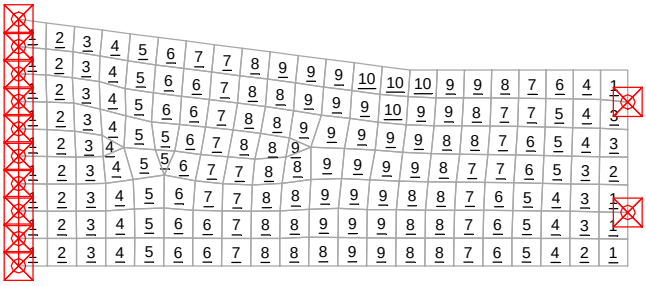
LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -0,01/3,64 [mm]

Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0,0 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,97 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

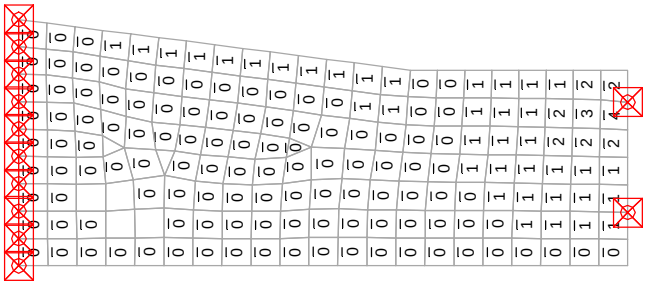
Biegebewehrung asx 1. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0,0 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,66/10,01 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

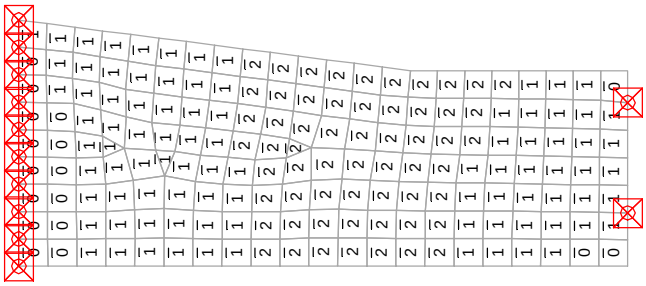
Biegebewehrung asx 2. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0,0 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/4,30 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Biegebewehrung asy 1. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

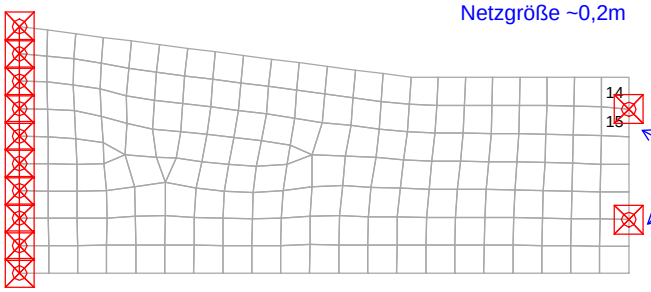


Mindestbewehrung oben & unten # Ø8/15

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 0,0 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,15/2,00 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Biegebewehrung asy 2. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

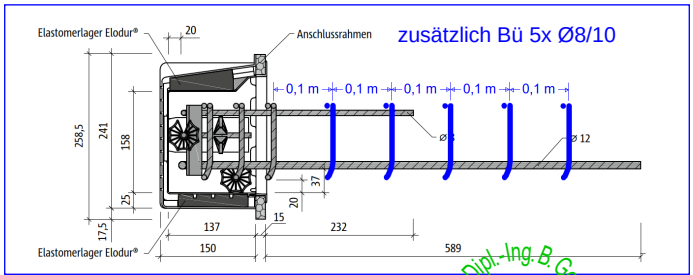
Netzgröße ~0,2m



Schubbewehrung am Auflagerpunkt erforderlich
--> zusätzliche Bügelbewehrung **5x Ø8/10** um beiden Bewehrungskörbe gem. nachfolgender Skizze

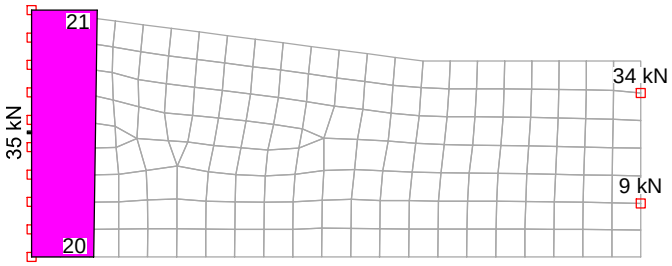
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/14,81 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1



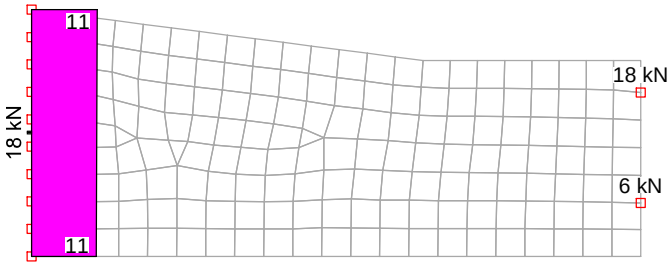
Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\07 Treppen und Podeste\2025-12-12_END_Treppe.fem



LF 100: LG Treppe Gk
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) Rz(l). 24,33 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 77,85 [kN]

Auflagerreaktionen Rz; LF 100, LG Treppe Gk

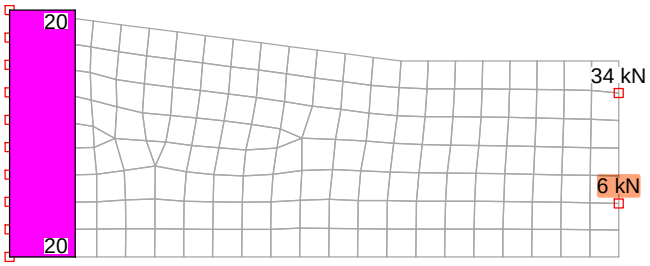


LF 101: LG Treppe Qk
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) Rz(l). 12,30 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 41,96 [kN]

Auflagerreaktionen Rz; LF 101, LG Treppe Qk

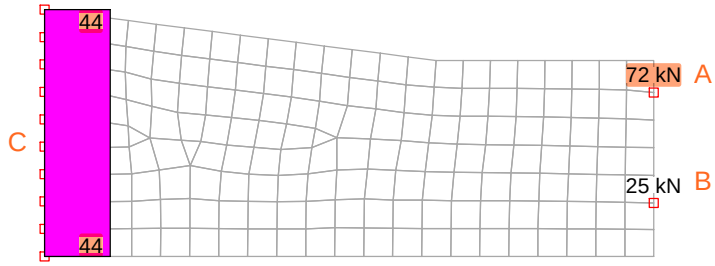
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\07 Treppen und Podeste\2025-12-12_END_Treppe.fem

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) min Rz(l). 23,17 [kN/m] =
Die Summe der Lagerkräfte ist aufgrund der Mittelung u.U. unrealistisch.

Auflagerreaktionen Rz min; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) max Rz(l). 50,80 [kN/m] =
Die Summe der Lagerkräfte ist aufgrund der Mittelung u.U. unrealistisch.

Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Lager A & B (TR-3): VEdz,max = 72 kN < 75 kN => gewählt: **Schöck Tronsole Typ Z-V+V**
Lager C (TR-1): VEdz,max = 44 kN/m < 61 kN/m => gewählt: **Schöck Tronsole Typ B-V2**

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Lager A und B von Pos. T1 und von T3 (TR-3): Schöck Tronsole Typ Z-V+V (oder glw.)

Bemessung | Bauseitige Bewehrung

Schöck Tronsole® Typ	Z-V	Z-V+V	Z-VH+VH
Bemessungswerte bei	Betonfestigkeit ≥ C20/25		
$V_{Rd,z}$ [kN/Element]	75,0	75,0/-15,0	75,0/-15,0
$V_{Rd,y}$ [kN/Element]	–	–	±15,0

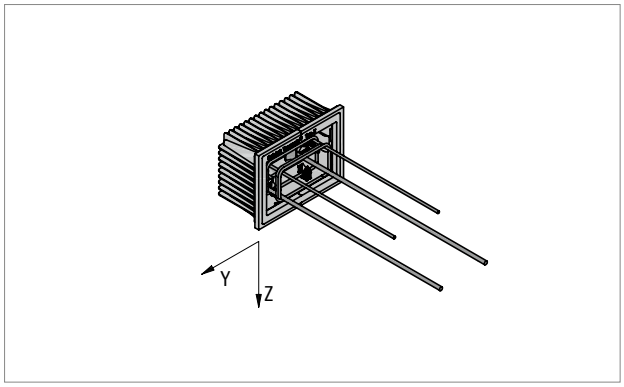


Abb. 69: Schöck Tronsole® Typ Z: Vorzeichenregel für die Bemessung

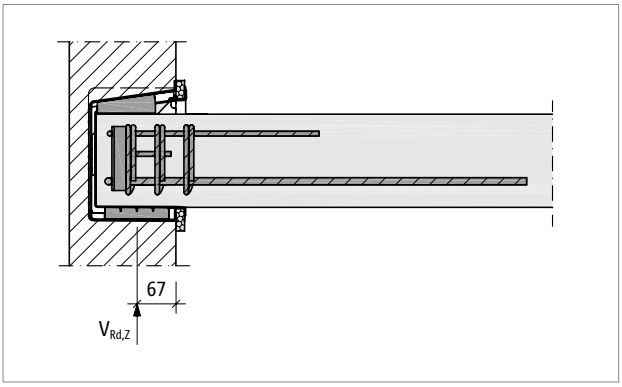


Abb. 70: Schöck Tronsole® Typ Z: Darstellung der Wirkungslinie der Auflagerkraft in der Wand

Z

Bemessung

Das bewehrungskorbähnliche Tragelement der Schöck Tronsole® Typ Z wird in das Podest einbetoniert und überträgt über Auflagerkonsolen Querkräfte und daraus resultierende Versatzmomente auf die Treppenhauswände.
Zur Auflagerung der Tronsole® bei der maximalen Belastung von 75 kN wird als Mauerwerk mindestens die Steinfestigkeitsklasse 20 in Verbindung mit Mörtelgruppe III ($f_k \geq 6{,}0$ N/mm²) vorausgesetzt. Bei geringeren Steinfestigkeitsklassen kann ein Druckpolster aus Beton unter dem Wandelement verwendet werden, mit dem die zulässigen Pressungen eingehalten werden.
Die positive Querkraft $V_{Ed,z}$ wird im Wandelement der Tronsole® Typ Z über zwei Elastomerlager Elodur® mit einer Grundfläche von jeweils 110 mm × 80 mm übertragen.
Für die beiderseits der Schöck Tronsole® anschließenden Bauteile ist ein statischer Nachweis vorzulegen. Der Querkraftwiderstand der (Podest-)Platte ist nachzuweisen. Bei einem Anschluss mit Schöck Tronsole® Typ Z ist als statisches System eine frei drehbare Auflagerung (Momentengelenk) anzunehmen.

Hinweise zur Bemessung

- Die auf das Mauerwerk einwirkende Spannung wird wie folgt berechnet: $\sigma_{Ed} = V_{Ed} / (2 \cdot 110 \cdot 80)$ mm². Bei der maximalen Ausnutzung von 75 kN beträgt $\sigma_{Ed} = 4{,}26$ N/mm².
- Bei der vorgegebenen Betonfestigkeit handelt es sich um eine Mindestanforderung, die der Bemessung zugrunde liegt.
- Für das Podest wird Expositionsklasse XC1 angenommen.
- Nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA ergeben sich bei Expositionsklasse XC1 folgende nominelle Betondeckungen:
  Ortbeton-Treppenpodest: $c_{nom} = 20$ mm.
  Fertigteil-Treppenpodest: $c_{nom} = 15$ mm.
- Bei Verwendung des Tragelements mit Ortbeton gilt für die Betondeckung im Bereich der Konsole $c_{nom} = 15$ mm.
- Die Schöck Tronsole® Typ Z trägt unter vorwiegend ruhender Belastung.
- Unter den beiden unteren Elastomerlagern Elodur® der Tronsole® Typ Z kann von einer gleichförmigen Auflagerpressung ausgegangen werden.
- Der Höhenversatz zwischen den Unterkanten des Podests und der Auflagerkonsole ist auf maximal 42 mm begrenzt, um in jedem Fall die Ausbildung eines Übergreifungsstoßes des Tragelements mit der unteren Podestbewehrung zu ermöglichen.

Bauseitige Bewehrung

- Die Zugbewehrung des Tragelements ist mit der bauseitigen Bewehrung im angrenzenden Podest zu übergreifen.
- Dabei beginnt die Übergreifungslänge am Übergang der Konsole zum Podest.
- Die freien Ränder am Treppenpodest zu beiden Seiten der Tronsole® Typ Z sind durch Steckbügel zu sichern.

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Lager C von Pos. T1 (TR-1): Schöck Tronsole Typ B-V2 (oder glw.)

Bemessung

Bemessungstabelle

Schöck Tronsole® Typ B	V1	V2	V3
$v_{Rd,z}$ [kN/m]	43,0	61,0	85,0
$v_{Rd,y}$ [kN/m]	±3,8	±3,8	±3,8

Schöck Tronsole® Typ B-V1, -V2, -V3	
Elementlänge L [mm]	900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1500
Elementdicke [mm]	15
Elastomerlager Elodur®, Breite [mm]	35
Elastomerlager Elodur®, Dicke [mm]	15

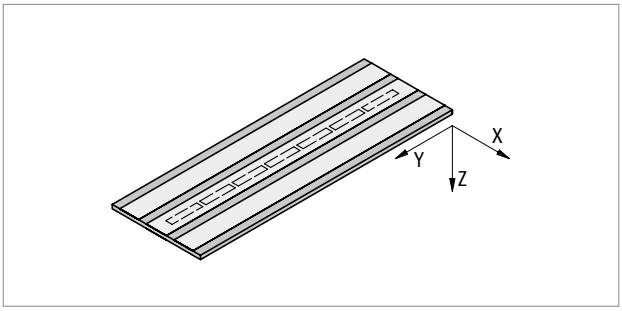


Abb. 182: Schöck Tronsole® Typ B: Vorzeichenregel für die Bemessung

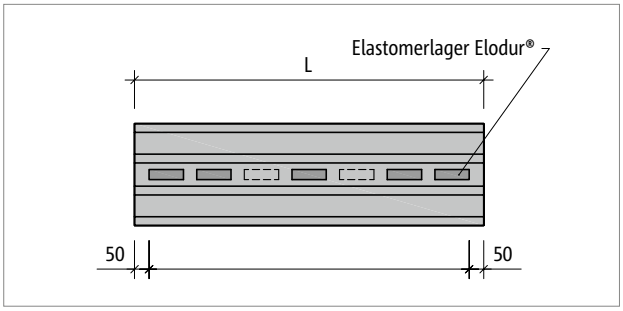


Abb. 183: Schöck Tronsole® Typ B: Darstellung der Längen L und L_E; die Länge des Elastomerlagers Elodur® ist immer 10 cm kürzer als die Länge der Tronsole®.

Hinweise zur Bemessung

- Das Elastomerlager Elodur® dient ausschließlich zur Übertragung von Vertikalkräften und geringen Horizontalkräften.
- Die PE-Schaumplatte der Tronsole® Typ B gibt bei sachgerechtem Einbau die mittige Lage des Elastomerlagers Elodur® vor. Die Einhaltung dieser Lage bereitet die Grundlage für die Bemessung.

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

Lager C von Pos. T3 (TR-2): Schöck Tronsole Typ F-V2 (oder glw.)

Bemessung

Schöck Tronsole® Typ F	V1	V2	V3
$v_{Rd,z}$ [kN/m]	43,0	61,0	85,0
$v_{Rd,x,y}$ [kN/m]	±3,8	±3,8	±3,8

Schöck Tronsole® Typ F-V1, -V2, -V3	
Elementlänge L [mm]	900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1500
Elementdicke [mm]	15
Elastomerlager Elodur®, Breite [mm]	35
Elastomerlager Elodur®, Dicke [mm]	15

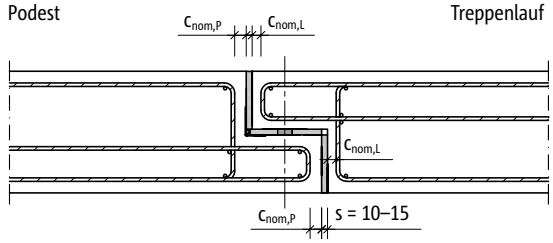


Abb. 157: Schöck Tronsole® Typ F: Vertikalschnitt längs der Treppe im Bereich des Konsolauflagers; Darstellung der Betondeckung $c_{nom,L}$ und $c_{nom,P}$

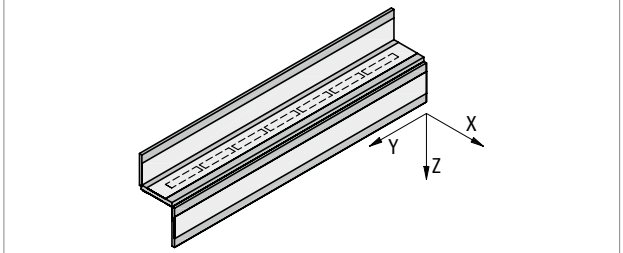


Abb. 158: Schöck Tronsole® Typ F: Vorzeichenregel für die Bemessung

Hinweise zur Bemessung

- Die Tragfähigkeit des Konsolbereichs der Treppenbauteile ist durch die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung / allgemeine Bauartgenehmigung nachgewiesen und kann den nachfolgenden Tabellen entnommen werden.
- Die Tragfähigkeiten der jeweiligen Tronsole® Typen sind zu beachten.
- Für den Anschlussbereich podest- und treppenlaufseitig gilt die obenstehende Abbildung, mit Fugenbreite s = 10-15 mm.
- Die aufnehmbaren Querkräfte der Konsolen werden nur mit der in diesem Kapitel dargestellten bauseitigen Bewehrung erreicht.
- Nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA ergeben sich bei Expositionsklasse XC1 folgende nominelle Betondeckungen:
  Ortbetontreppenpodest unterseitig: $c_{nom,P}$ = 20 (-0/+20) mm.
  Fertigteiltreppenlauf oberseitig: $c_{nom,L}$ = 15 (-0/+20) mm.
- Für die Feuerwiderstandsklasse R 90 ist eine höhere Betondeckung nach DIN EN 1992-1-2 notwendig, siehe Seite 190.
- Bei den vorgegebenen Betonfestigkeiten handelt es sich um Mindestanforderungen, die der Bemessung zugrunde liegen.
- Der Nachweis der Querkraft in den Platten hat durch den Tragwerksplaner zu erfolgen, wobei $V_{Rd,\,max}$ nach DIN EN 1992-1-1 (EC2), Gl. (6.9) für $\Theta = 45°$ und $\alpha = 90°$ zu bestimmen ist.
- Die PE-Schaumplatte der Schöck Tronsole® Typ F gibt bei sachgerechtem Einbau die Lage der Elastomerlager Elodur® vor. Die Lage der Elastomerlager ist maßgebend für die Tragfähigkeit der Konsolen. Die Schöck Tronsole® ist passgenau zur Konsole des Treppenlaufs einzubauen!

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Schüßler-Plan

KAPITEL 8: DECKEN

ENNIGERLOH NEUBAU DREIFELDSPORTHALLE



Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

8 DECKEN

Vorbemerkungen

Grundlegend wird zuerst eine Übersicht des Systems, der Eingabedaten und der aufgebrachten Lasten gegeben. Anschließend folgt die Ergebnisauswertung.

Modellierung

Federsteifigkeiten Wände:

Beton C30/37:
Geschosshöhe max. ~4,0m
f1 = (EA)/h = (3300 kN/cm^2 * 100cm * t) / 400 cm = 825,0 kN/cm^2 x t
t = 30 cm → f1 = 24750,0 kN/cm^2 = 2475,0 MN/m^2 → 2500 MN/m^2
vereinfacht für alle Stb.-Wände angesetzt

Mauerwerk KS-P 20:
Geschosshöhe EG ~3,95m
fk = 1,05 kN/cm^2, E = 950 * 1,05 = 997,5 kN/cm^2
f1 = (EA)/h = (997,5 * 100 * t) / 395 = 252,5 kN/cm^2 x t
t = 24 cm → f1 = 606,0 MN/m^2 → 500 MN/m^2

Balken und Abfangungen:

Um die tatsächliche, höhere Steifigkeit der Balken zu erfassen, werden die Unterzüge und Überzüge in einem zweiten Deckenmodell mit einer pauschal erhöhten Steifigkeit von E = 99.000 MN/m² (300%) modelliert und bemessen.

Abfanglasten werden in den Deckenmodellen mit Ausnahme der Wand in Achse 7 berücksichtigt. Die Bemessung der Wand bzw. der Stürze/Unterzüge in Achse 7 erfolgt im Kapitel 10 – Wände gesondert.

Lastweiterleitung (LW):

Der vertikaler Lastabtrag erfolgt mit programminternen Lastübernahme in den Deckenmodellen. Die ständigen und veränderlichen Lasten werden getrennt und geschossweise per Lastübernahme aus dem aufgehenden Geschoss zur Lastweiterleitung importiert. Dabei werden auch die Eigengewichte der vertikalen Bauteile erfasst. Bei der Bemessung der Decken/Balken werden Lasten, die durch Stützen bzw. Wände ins nächste Geschoss lediglich „durchgeleitet“ werden, nicht angesetzt. Die mit den Lastgruppen LW Gk und LW Qk erfasste Auflagerlasten dienen als Grundlage für die Bemessung der Gründung sowie der vertikalen Bauteile.

8.1 Decke über Obergeschoss

Die Decken werden mit dem Programm InfoCAD als Platte modelliert und nach der Methode der Finiten Elemente bemessen.

Baustoffe:
Beton C30/37
Betonstahl BSt 500 A

Modellierung:
Stützen sind als feste Einzellager definiert. Die Stahlbetonwände werden mit einer Federsteifigkeit von 2500 MN/m² angesetzt. Öffnungen werden als gesonderte Fläche modelliert. Diese Fläche hat einen E-Modul von 1 und ist somit im Vergleich zu restlichen Decken sehr weich und kann keine Last aufnehmen. Diese Variante wurde gewählt da die Lastweiterleitung parallel über die Funktion Lastübernahme durchgeführt wird. Durch die Modellierung der Löcher als Fläche wird die Erstellung aller Auflager gewährleistet.
Um die tatsächliche, höhere Steifigkeit der Balken zu erfassen, werden die Unterzüge in einem zweiten Deckenmodell mit einer pauschal erhöhten Steifigkeit (300%) modelliert und bemessen.

Belastung:

Eigenlast:	Das Eigengewicht (Platte, Balken) wird durch das Programm ermittelt.
Ausbaulast:	Δg = 3,15 kN/m² (Dach Sporthalle) Δg = 2,5 kN/m² (Trapezblech Sporthalle) Δg = 3,0 kN/m² (Dachdecke Massivbau) g' = 4,0 kN/m (Linienlast Attika 25/63) g' = 5,0 kN/m (Linienlast Attika 30/62) g' = 6,5 kN/m (Linienlast Attika 15/173,5)
Fassadenlast:	g'' = 1,00 kN/m² → g'' = 4,0 kN/m / 5,0 kN/m / 8,0 kN/m / 12,0 kN/m (siehe Zeichnung)
Verkehrslast:	q = 1,0 kN/m² (Dach Sporthalle und Deckenbereiche in der Halle) q = 1,5 kN/m² (Dachdecke Massivbau)

Mindestbewehrung:
Die erforderliche Mindestbewehrung ist gemäß Kapitel 3.1 zu berücksichtigen.

Expositionsklassen:
Für Expositionsklassen und erforderliche Betondeckung siehe Tabelle Positionspläne bzw. Kapitel 1 - Vorbemerkungen.

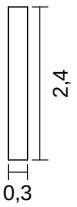
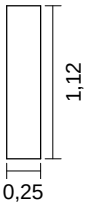
Systemkenngrößen

9340	Knoten		
9386	Elemente	241	Stabelemente
445	Festhaltungen	9145	Plattenelemente
0	Koppelungen	0	Scheibenelemente
10	Materialkennwerte	0	Schalenelemente
10	Querschnittswerte	0	Seilelemente
15	Lastfälle	0	Volumenelemente
0	LF-Kombinationen	0	Federelemente
0	Spannstränge	12	Liniengelenke

Berechnungsort der Flächenelemente: Schwerpunkt
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme
8387 Elementsysteme
0 Schnittkraftsysteme
0 Bewehrungssysteme

Querschnittswerte

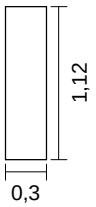
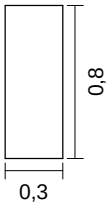
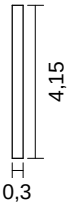
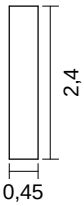
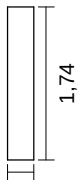
3	Fläche	Loch Elementdicke [m] dz = 0,0500 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
5	Fläche	Decke h=28 XC3 Elementdicke [m] dz = 0,2800 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
6	Fläche	Decke h=20 XC3 Elementdicke [m] dz = 0,2000 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
* 7	Polygon 	WAT 30/240 Schwerpunkt [m] ys = 0,150 zs = 1,200 Fläche [m²] A = 7,2000e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 3,4560e-01 I1 = 3,4560e-01 Iz = 5,4000e-03 I2 = 5,4000e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
* 8	Polygon 	UZ 25/112 Schwerpunkt [m] ys = 0,125 zs = 0,560 Fläche [m²] A = 2,8000e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 2,9269e-02 I1 = 2,9269e-02 Iz = 1,4583e-03 I2 = 1,4583e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

* Bemessung mit 3-facher Steifigkeit

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Querschnittswerte

* 9	Polygon 	UZ 30/112 Schwerpunkt [m] ys = 0,150 zs = 0,560 Fläche [m²] A = 3,3600e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 3,5123e-02 I1 = 3,5123e-02 Iz = 2,5200e-03 I2 = 2,5200e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
*10	Polygon 	UZ 30/80 Schwerpunkt [m] ys = 0,150 zs = 0,400 Fläche [m²] A = 2,4000e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,2800e-02 I1 = 1,2800e-02 Iz = 1,8000e-03 I2 = 1,8000e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
*11	Polygon 	WAT 30/415 Schwerpunkt [m] ys = 0,150 zs = 2,075 Fläche [m²] A = 1,2450e+00 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,7868e+00 I1 = 1,7868e+00 Iz = 9,3375e-03 I2 = 9,3375e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
*12	Polygon 	WAT 45/240 Schwerpunkt [m] ys = 0,225 zs = 1,200 Fläche [m²] A = 1,0800e+00 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 5,1840e-01 I1 = 5,1840e-01 Iz = 1,8225e-02 I2 = 1,8225e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
*13	Polygon 	UZ 30/112 + Attika (ges. 30/174) Schwerpunkt [m] ys = 0,150 zs = 0,870 Fläche [m²] A = 5,2200e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,3170e-01 I1 = 1,3170e-01 Iz = 3,9150e-03 I2 = 3,9150e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

* Bemessung mit 3-facher Steifigkeit

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer-dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	3	C30/37-EN-D	1	0	0,20	1,00e-05	0,000
2	5	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
3	6	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
4	7	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
5	8	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000

Geprüft * Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer-dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
6	9	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
7	10	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
8	11	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
9	12	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
10	13	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000

Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
2	Ausbaulast
3	Fassadenlast
4	[Unbenannt]
10	Nutzlast q1
11	Nutzlast q2
12	Nutzlast q3
13	Nutzlast q4
20	Wände/Stützen
30	Dach Randlasten Gk
31	Dach Randlasten QK
100	LG Decke Gk
101	LG Decke Qk
200	LG LW Gk
201	LG LW Qk

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht	0,000	0,000	6087,603
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	6087,603
2	Ausbaulast	0,000	0,000	2818,941
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2818,941
3	Fassadenlast	0,000	0,000	1767,435
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1767,435
10	Nutzlast q1	0,000	0,000	480,427
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	480,427
11	Nutzlast q2	0,000	0,000	274,200
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	274,200
12	Nutzlast q3	0,000	0,000	27,996
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	27,996
13	Nutzlast q4	0,000	0,000	131,561
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	131,561
20	Wände/Stützen	0,000	0,000	11491,432
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	11491,432

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
30	Dach Randlasten Gk	0,000	0,000	989,540
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	989,540
31	Dach Randlasten QK	0,000	0,000	378,430
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	378,430
100	LG Decke Gk	0,000	0,000	11663,519
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	11663,519
101	LG Decke Qk	0,000	0,000	1292,613
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1292,613
200	LG LW Gk	0,000	0,000	23154,949
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	23154,949
201	LG LW Qk	0,000	0,000	914,183
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	914,183

Betonstahl für Flächenelemente

	Nr.	Lage	Güte	d1x [m]	d2x [m]	asx [cm²/m]	d1y [m]	d2y [m]	asy [cm²/m]	as fix	Walz-art
1	3	1	500M	0,020		0,000	0,020		0,000		Warm
2		2	500M		0,020	0,000		0,020	0,000		Warm
3	5	1	500M	0,045		0,000	0,045		0,000		Warm
4		2	500M		0,035	0,000		0,035	0,000		Warm
5	6	1	500M	0,045		0,000	0,045		0,000		Warm
6		2	500M		0,035	0,000		0,035	0,000		Warm

as Grundbewehrung
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand
Die positive z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Betonstahl für Stäbe

	Nr.	Lage	E-Modul [MN/m²]	fyk [MN/m²]	y [m]	z [m]	As [cm²]	Zv0 [kN]	Walz-art
1	7	1		500	0,050	0,050	0,000	0,00	Warm
2		2		500	0,250	0,050	0,000	0,00	Warm
3		3		500	0,250	2,350	0,000	0,00	Warm
4		4		500	0,050	2,350	0,000	0,00	Warm
5	8	1		500	0,050	0,050	0,000	0,00	Warm
6		2		500	0,200	0,050	0,000	0,00	Warm
7		3		500	0,200	1,070	0,000	0,00	Warm
8		4		500	0,050	1,070	0,000	0,00	Warm
9	9	1		500	0,050	0,050	0,000	0,00	Warm
10		2		500	0,250	0,050	0,000	0,00	Warm
11		3		500	0,250	1,070	0,000	0,00	Warm
12		4		500	0,050	1,070	0,000	0,00	Warm

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Betonstahl für Stäbe

	Nr.	Lage	E-Modul [MN/m²]	fyk [MN/m²]	y [m]	z [m]	As [cm²]	Zv0 [kN]	Walz-art
13	10	1		500	0,050	0,050	0,000	0,00	Warm
14		2		500	0,250	0,050	0,000	0,00	Warm
15		3		500	0,250	0,750	0,000	0,00	Warm
16		4		500	0,050	0,750	0,000	0,00	Warm
17	11	1		500	0,050	0,050	0,000	0,00	Warm
18		2		500	0,250	0,050	0,000	0,00	Warm
19		3		500	0,250	4,100	0,000	0,00	Warm
20		4		500	0,050	4,100	0,000	0,00	Warm
21	12	1		500	0,050	0,050	0,000	0,00	Warm
22		2		500	0,400	0,050	0,000	0,00	Warm
23		3		500	0,400	2,350	0,000	0,00	Warm
24		4		500	0,050	2,350	0,000	0,00	Warm
25	13	1		500	0,050	0,050	0,000	0,00	Warm
26		2		500	0,250	0,050	0,000	0,00	Warm
27		3		500	0,250	1,690	0,000	0,00	Warm
28		4		500	0,050	1,690	0,000	0,00	Warm

Der E-Modul wird nur für vorgespannte Stahllagen benutzt.
y, z Koordinaten des Betonstahls
As Grundbewehrung
Zv0 Vorspannkraft einer vorgespannten Stahllage

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle

1 Eigengewicht
2 Ausbaulast
3 Fassadenlast
30 Dach Randlasten Gk

QN - Nutzlast, Verkehrslast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,5 / 0,3

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

10 Nutzlast q1
11 Nutzlast q2
12 Nutzlast q3
13 Nutzlast q4
31 Dach Randlasten QK

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

G Eigenlast
QN Nutzlast, Verkehrslast

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G Eigenlast
QN Nutzlast, Verkehrslast

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M	R	B	Q	T	S	Ermüdung B	Q	T	P	C	V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C	B	P
3	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC3	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	XC3	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	XC3	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	XC3	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	XC3	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	XC3	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	XC3	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	XC3	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk Stahlgüte der Bügel.
Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P. Balken werden wie Platten bemessen.
K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
3	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	20	.
5	C30/37-EN-D	.	ST	500	3,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	35	.
6	C30/37-EN-D	.	ST	500	3,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	35	.
7	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.
8	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.
9	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.
10	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.
11	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.
12	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.
13	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m] bw	bw.nom	Nutzbreite bn [m]	kb	Höhe [m] h	h.nom	Nutzhöhe d [m]	kd	Torsionsquerschn. [m] z1	z2	tef	K.
3	1,000	.	.	.	0,050	.	0,030	0,90	.	.	.	.
5	1,000	.	.	.	0,280	.	0,245	0,90	.	.	.	.
6	1,000	.	.	.	0,200	.	0,165	0,90	.	.	.	.
7	0,300	.	0,250	0,90	2,400	.	2,350	0,90	2,300	0,200	0,100	.
8	0,250	.	0,200	0,90	1,120	.	1,070	0,90	1,020	0,150	0,100	.
9	0,300	.	0,250	0,90	1,120	.	1,070	0,90	1,020	0,200	0,100	.
10	0,300	.	0,250	0,90	0,800	.	0,750	0,90	0,700	0,200	0,100	.
11	0,300	.	0,250	0,90	4,150	.	4,100	0,90	4,050	0,200	0,100	.
12	0,450	.	0,400	0,90	2,400	.	2,350	0,90	2,300	0,350	0,100	.
13	0,300	.	0,250	0,90	1,740	.	1,690	0,90	1,640	0,200	0,100	.

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen* Geprüft *Prüfing. für Baustatik*

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

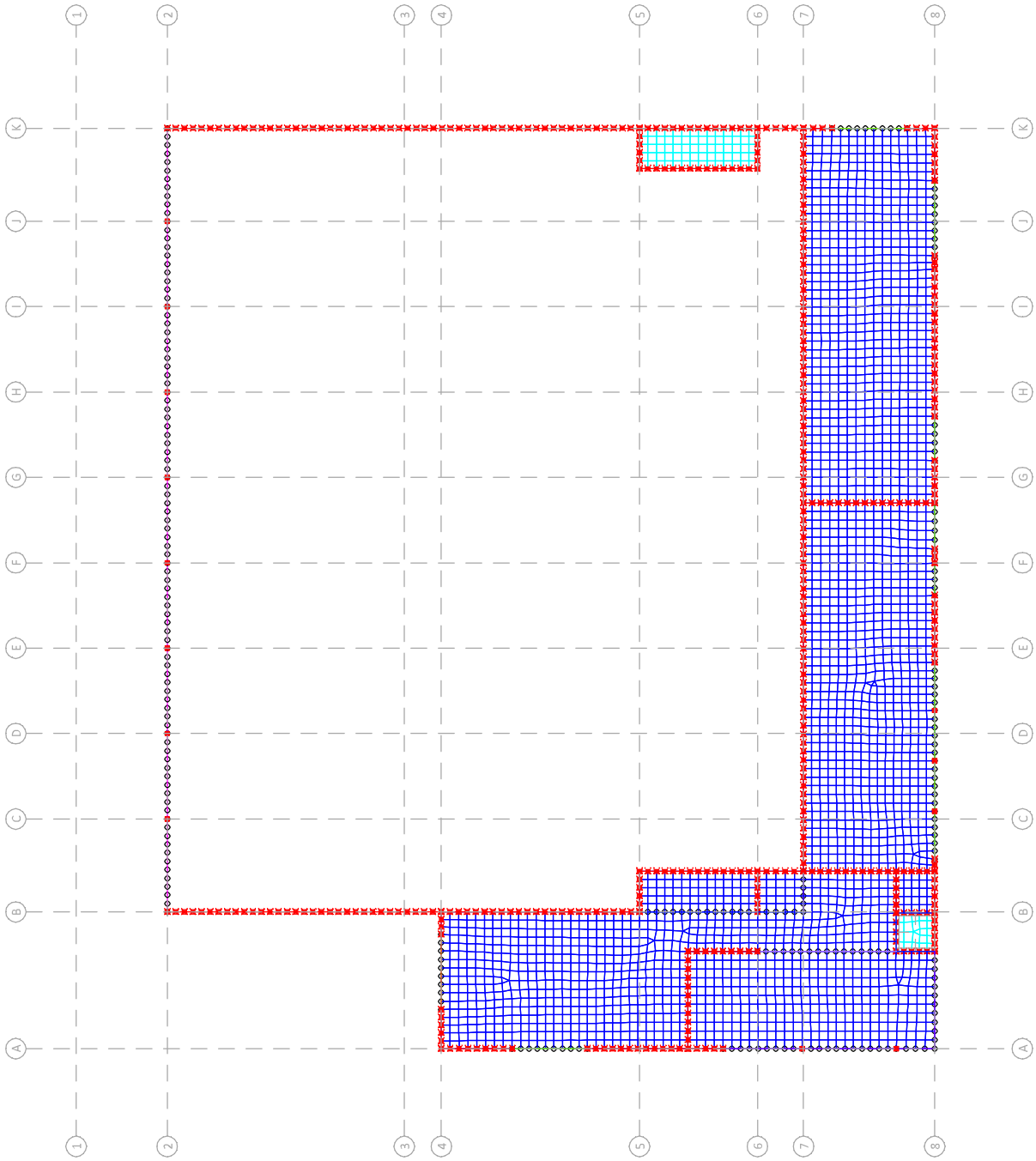
Lastgruppen

LF-Nr.	Lastgruppe	Berechnungstheorie	Vorverformung	Eigengewicht	Ausbaulast	Fassadenlast	Nutzlast q1	Nutzlast q2	Nutzlast q3	Nutzlast q4	Wände/Stützen	Dach Randlasten Gk	Dach Randlasten Qk
		-	-	LF 1	LF 2	LF 3	LF 10	LF 11	LF 12	LF 13	LF 20	LF 30	LF 31
100	LG Decke Gk	1.		1	1	1						1	
101	LG Decke Qk	1.					1	1	1	1			1
200	LG LW Gk	1.		1	1	1					1	1	
201	LG LW Qk	1.					1	1	1	1			1

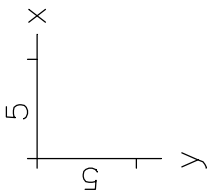
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

5-Decke h=28 XC3
6-Decke h=20 XC3
7-WAT 30/240
8-UZ 25/112
9-UZ 30/112
10-UZ 30/80
11-WAT 30/415
12-WAT 45/240
13-UZ 30/112 + Attika (ges. 30/174)



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem



Querschnittsfarbe

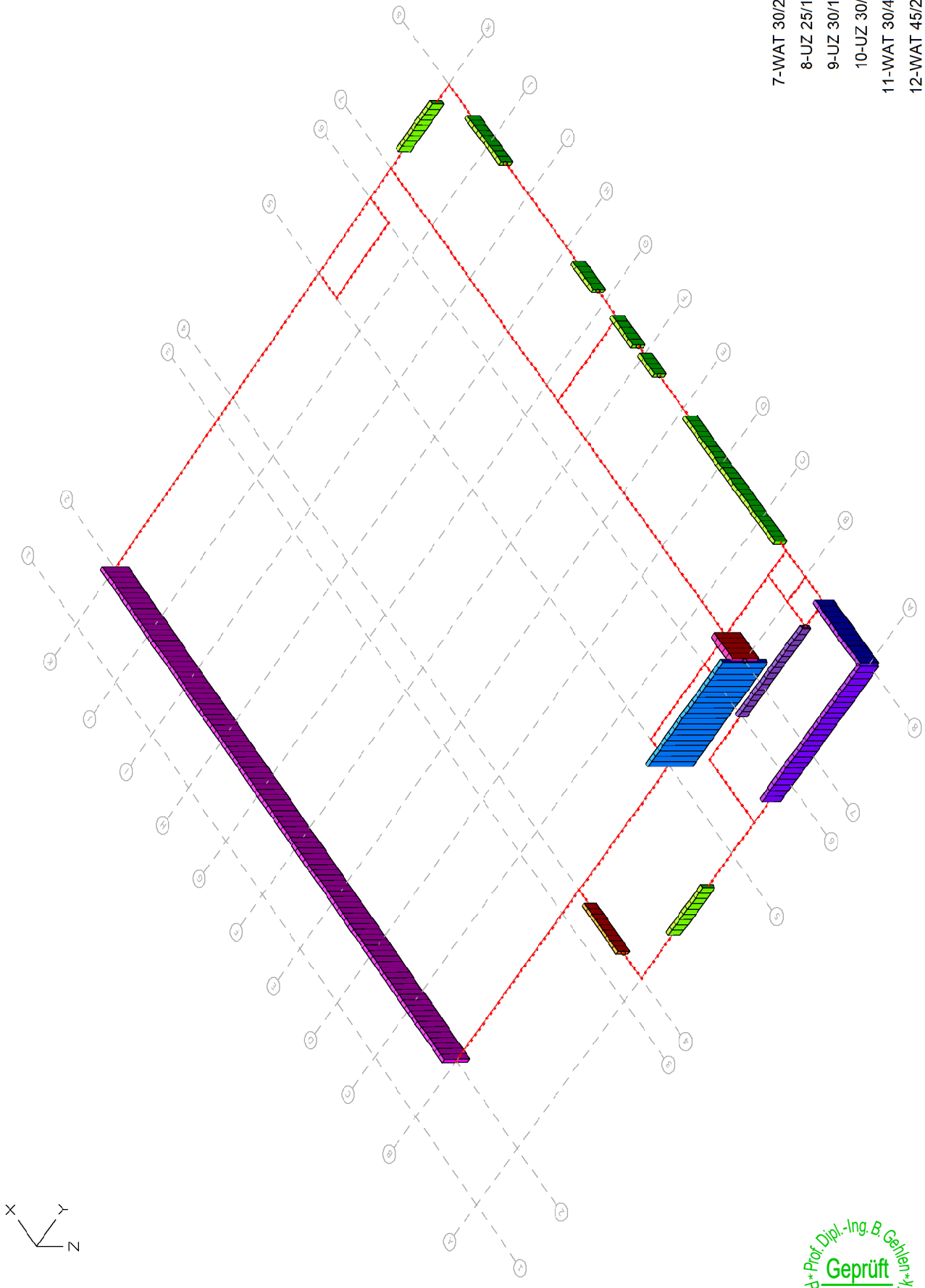
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Querschnitsfarbe Decke

M. 1: 380

Inhalt: **Eingabedaten**

7-WAT 30/240
8-UZ 25/112
9-UZ 30/112
10-UZ 30/80
11-WAT 30/415
12-WAT 45/240
13-UZ 30/112 + Attika (ges. 30/174)



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

Querschnittsfarbe

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

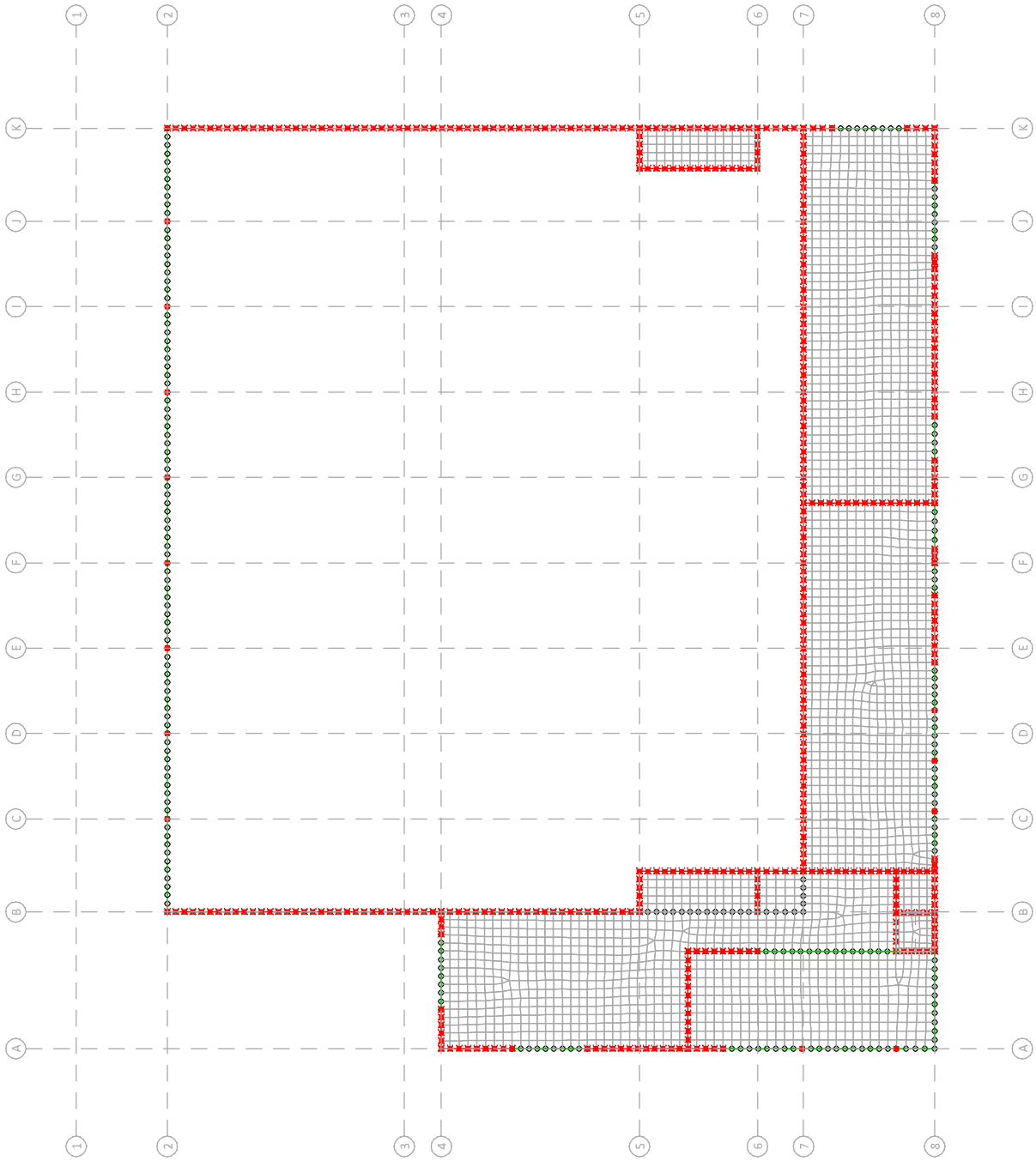
Querschnittsfarbe Unterzüge

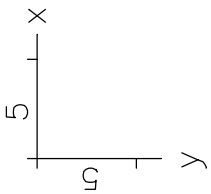
M. 1: 360

Inhalt: **Eingabedaten**

Finite Elemente 25.00 (c) InfoGraph GmbH

EIGENLAST





O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

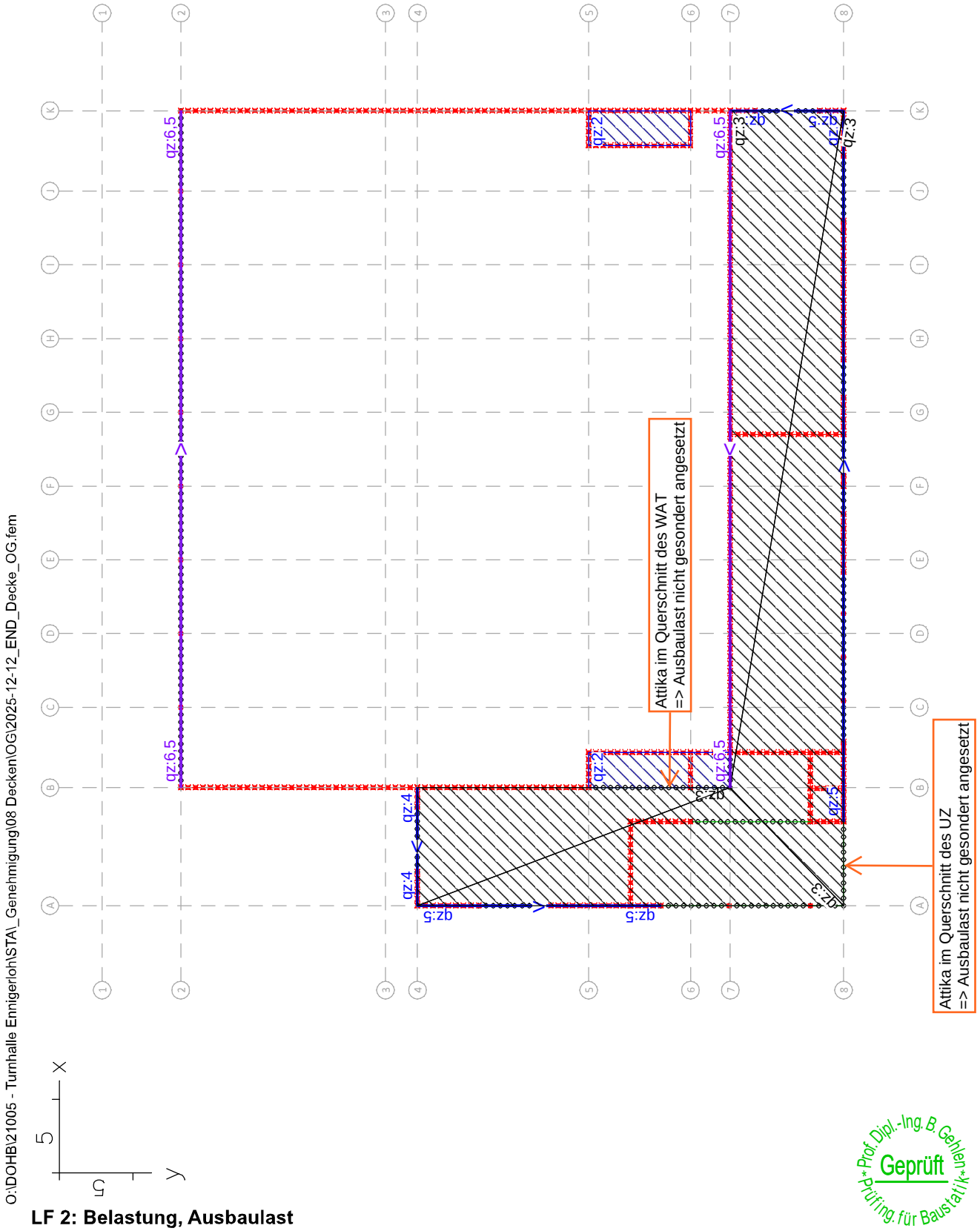
LF 1: Belastung, Eigengewicht

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen* Geprüft Prüfing. für Baustatik*

LF 1: Belastung, Eigengewicht

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

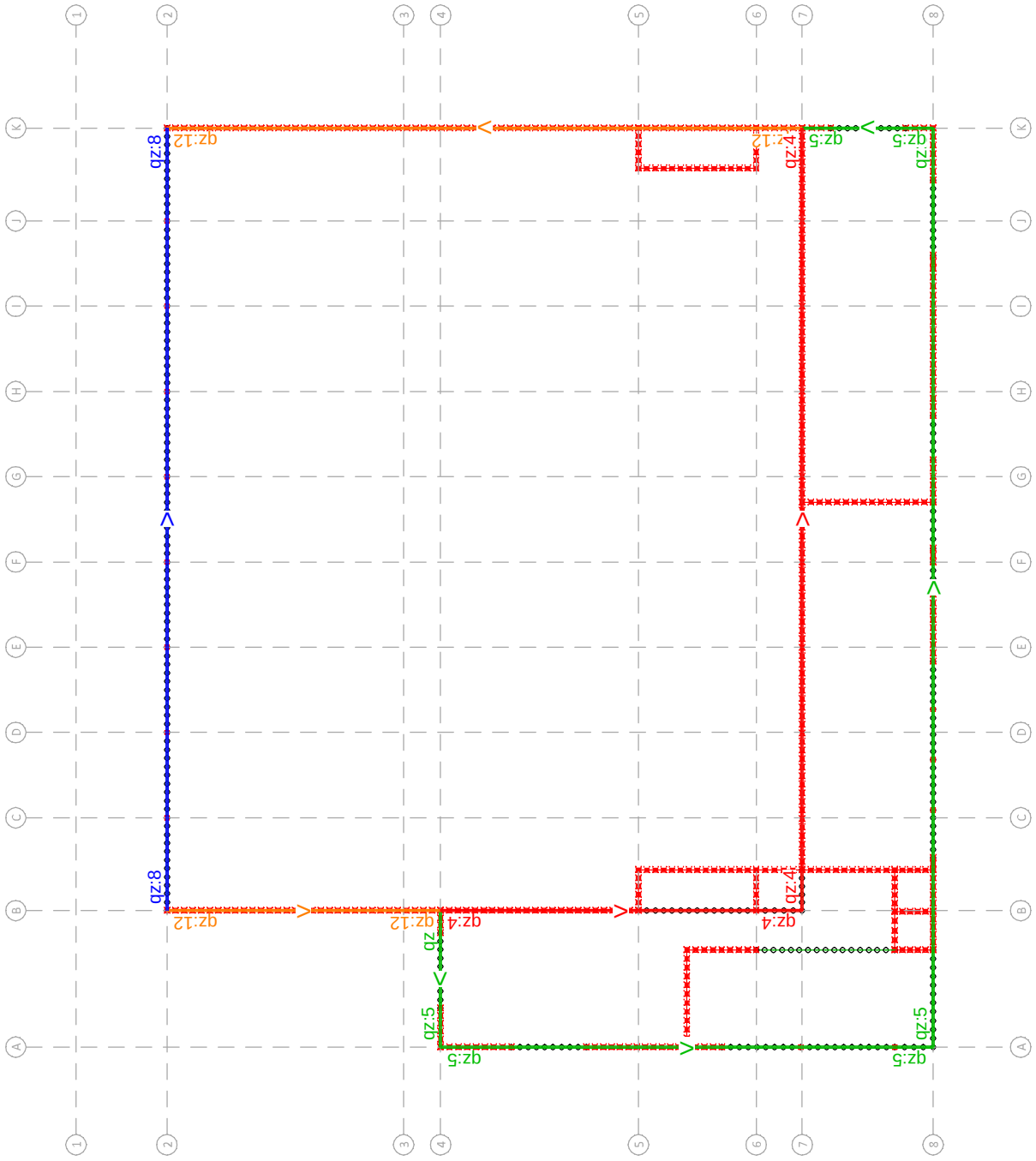
LF 2: Belastung, Ausbaulast

LF 2: Belastung, Ausbaulast

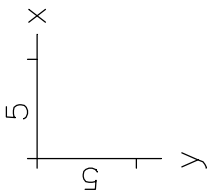
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen* Geprüft *Prüfing. für Baustatik

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem



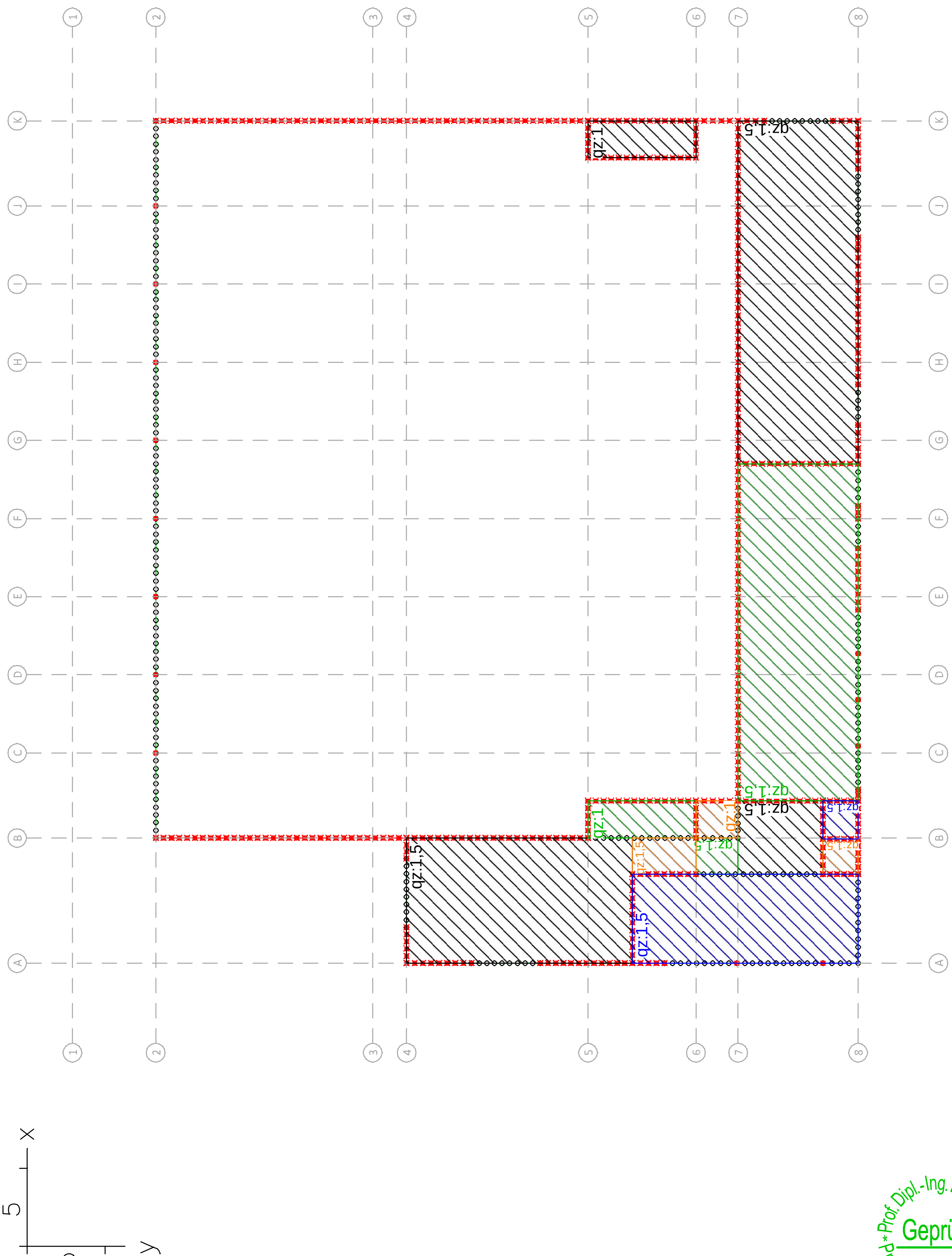
LF 3: Belastung, Fassadenlast

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

LF 3: Belastung, Fassadenlast

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**

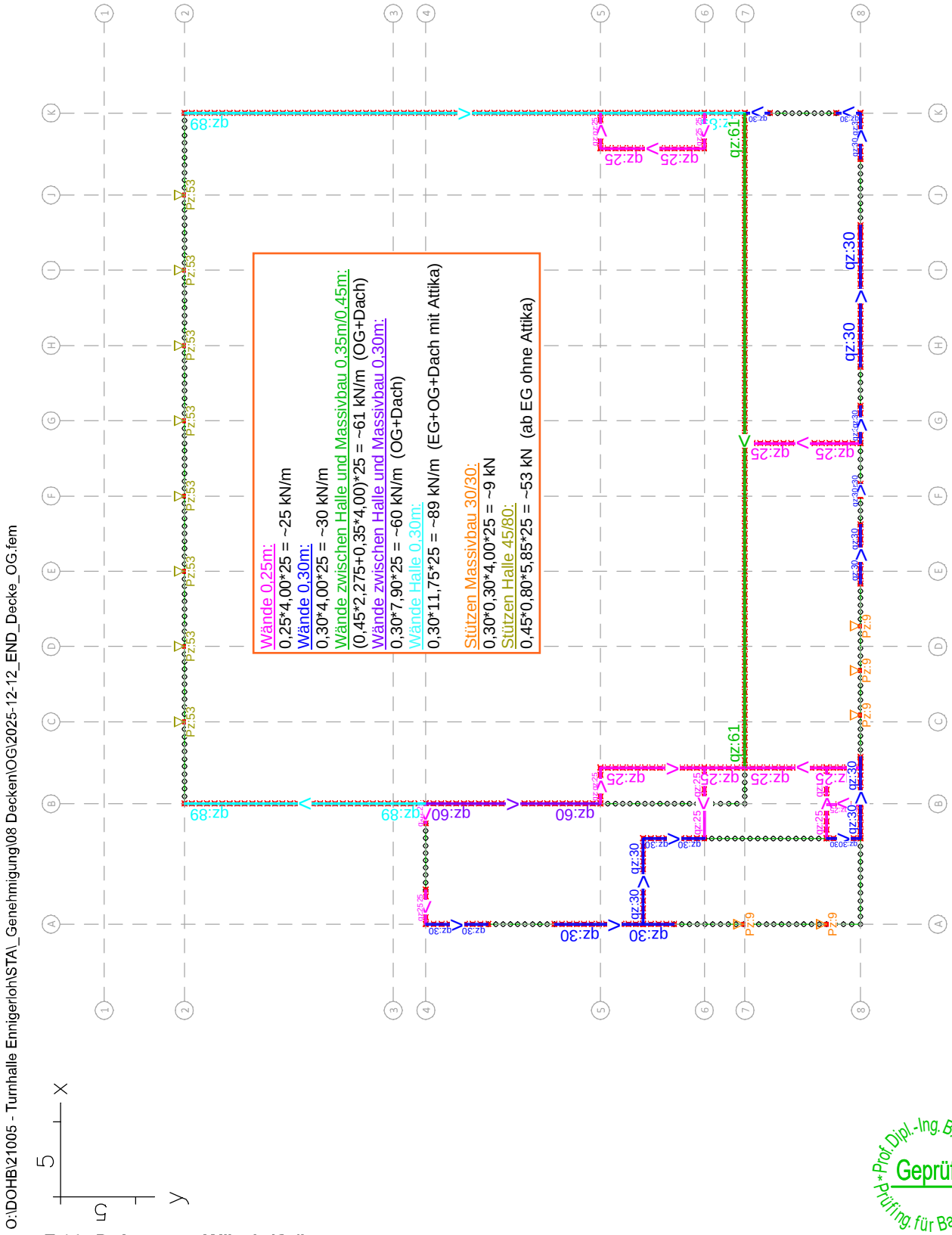


O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

LF 10-13: Nutzlast

Lastfälle 10-13

* Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

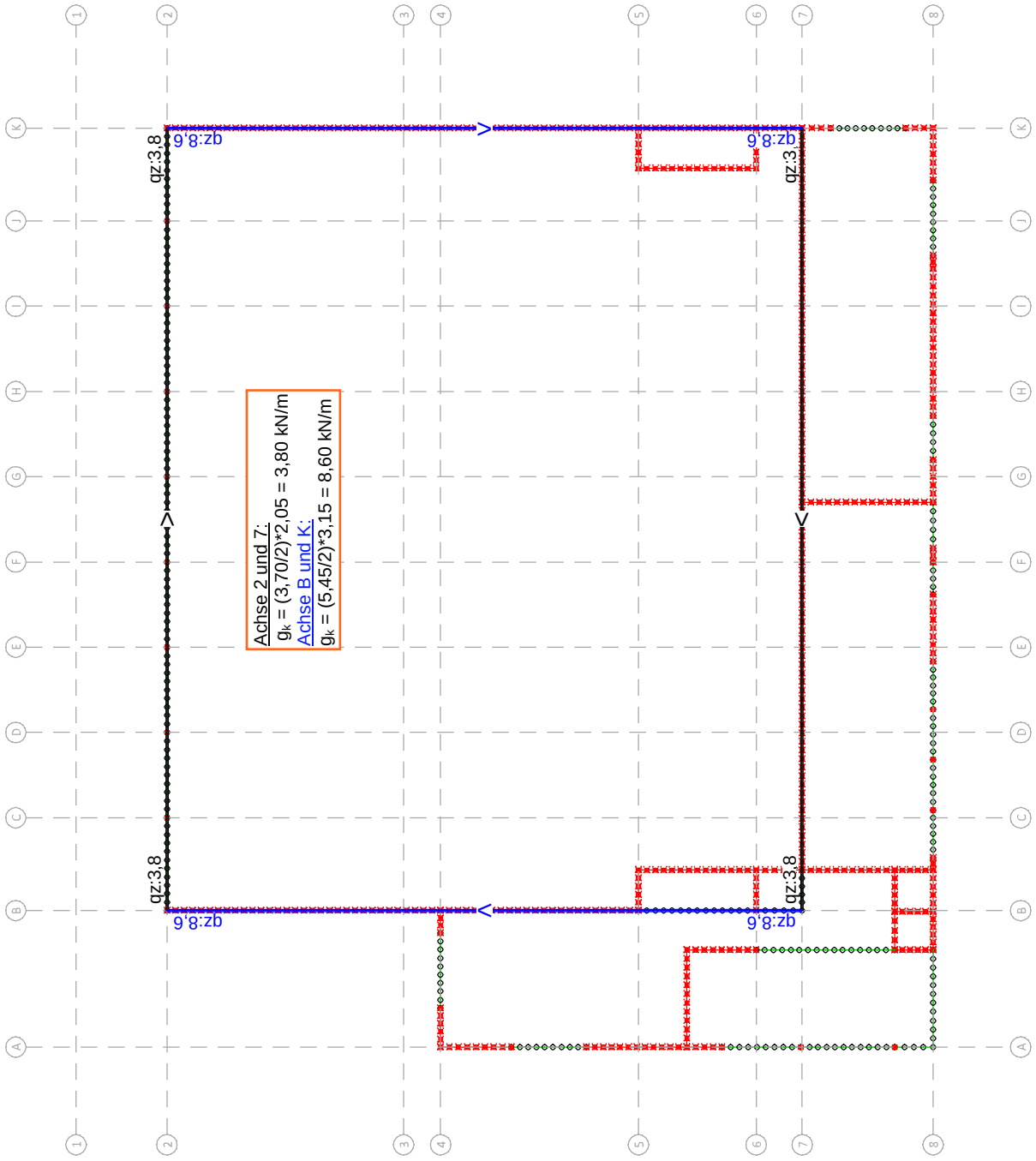
LF 20: Belastung, Wände/Stützen

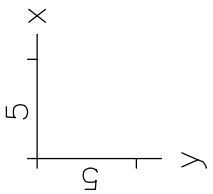
Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

LF 20: Belastung, Wände/Stützen

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**





O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

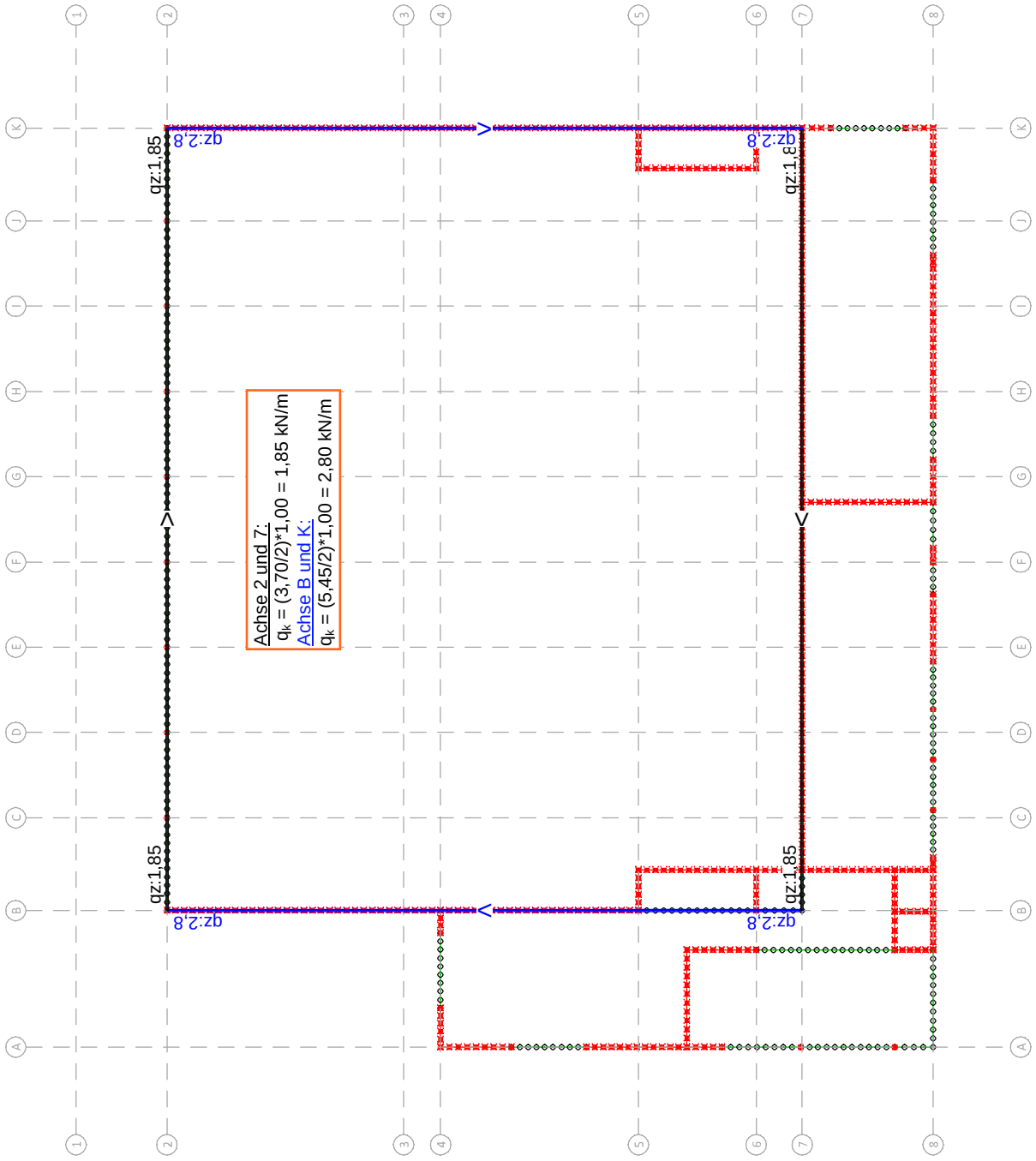
LF 30: Belastung, Dach Randlasten Gk

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

LF 30: Belastung, Dach Randlasten Gk

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen*
Geprüft
*Prüfing. für Baustatik

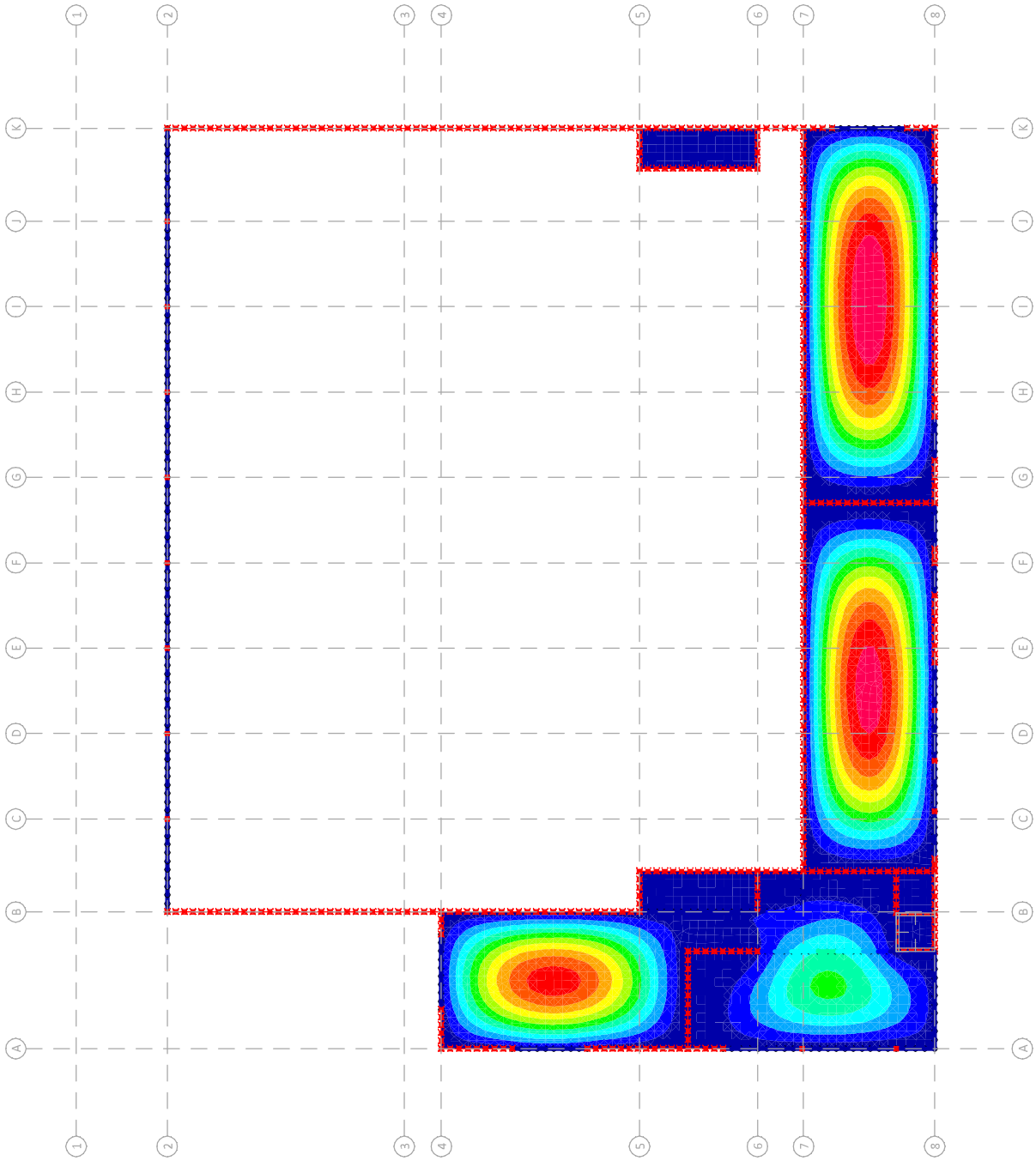
LF 31: Belastung, Dach Randlasten QK

LF 31: Belastung, Dach Randlasten QK

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**

-0,07 0,31 0,70 1,09 1,47 1,86 2,24 2,63 3,01 3,40 3,78 4,17 4,56



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

LF 1: Eigengewicht
Deformationen uz [mm]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): -0,07/4,56 [mm]

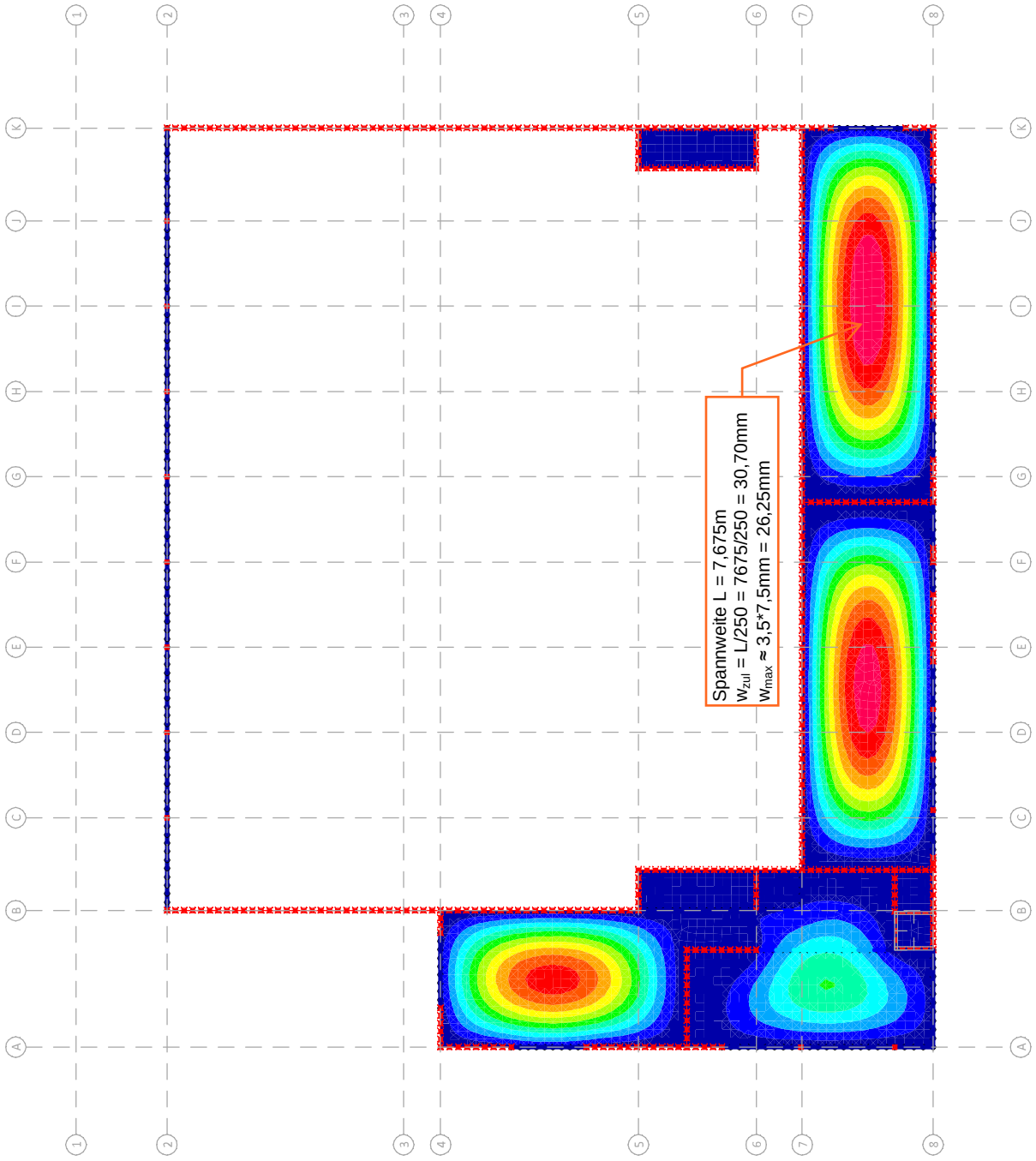
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

Deformationen uz; LF 1, Eigengewicht

M. 1: 380

Inhalt: **Verformungen**

-0,08 0,55 1,18 1,81 2,44 3,08 3,71 4,34 4,97 5,60 6,24 6,87 7,50



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): -0,08/7,50 [mm]

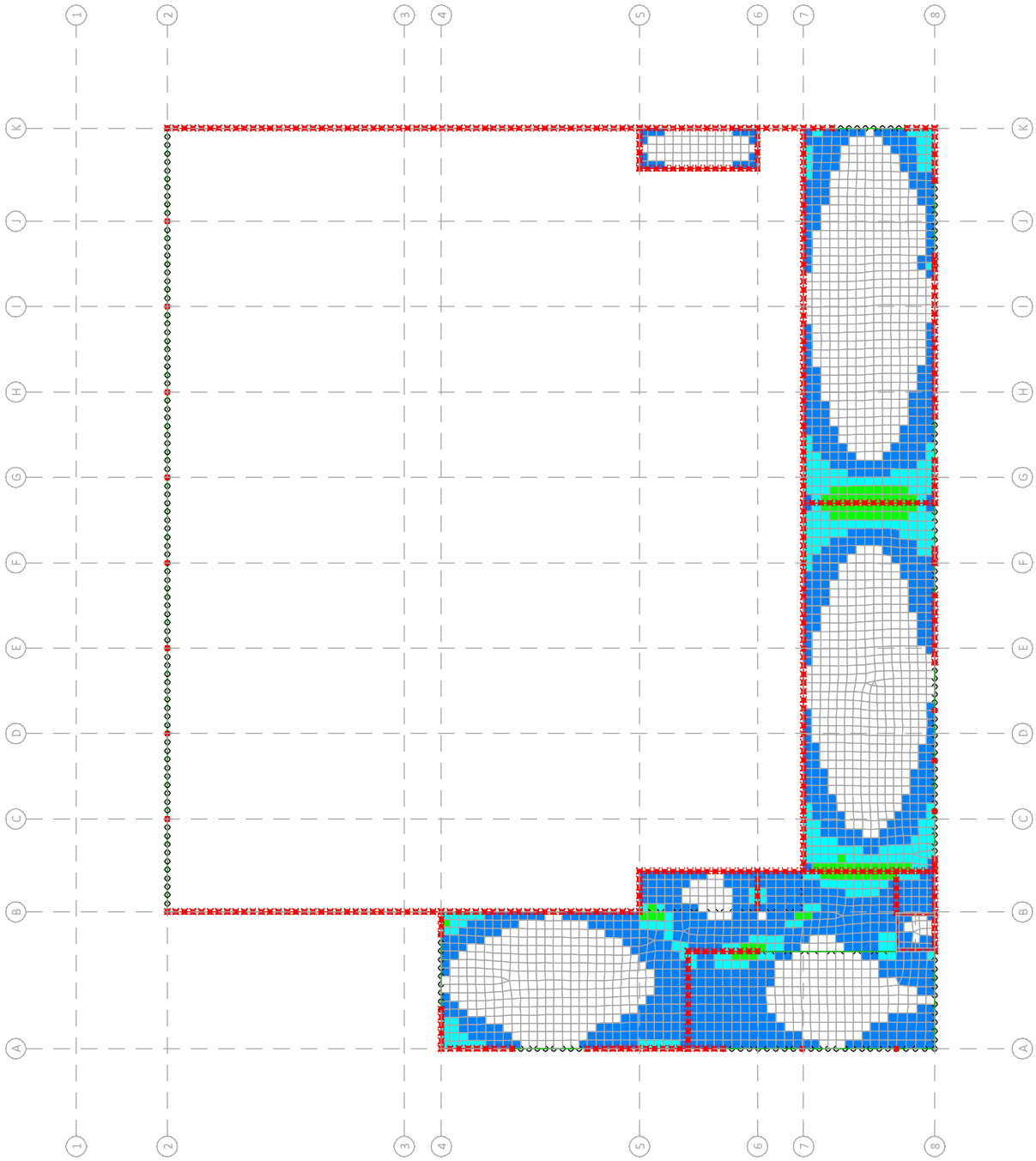
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Verformungen**

0,01 2,50 5,00 10,00 15,00 20,00 30,00



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/9,38 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 3,9 t

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen* Geprüft *Prüfing. für Baustatik

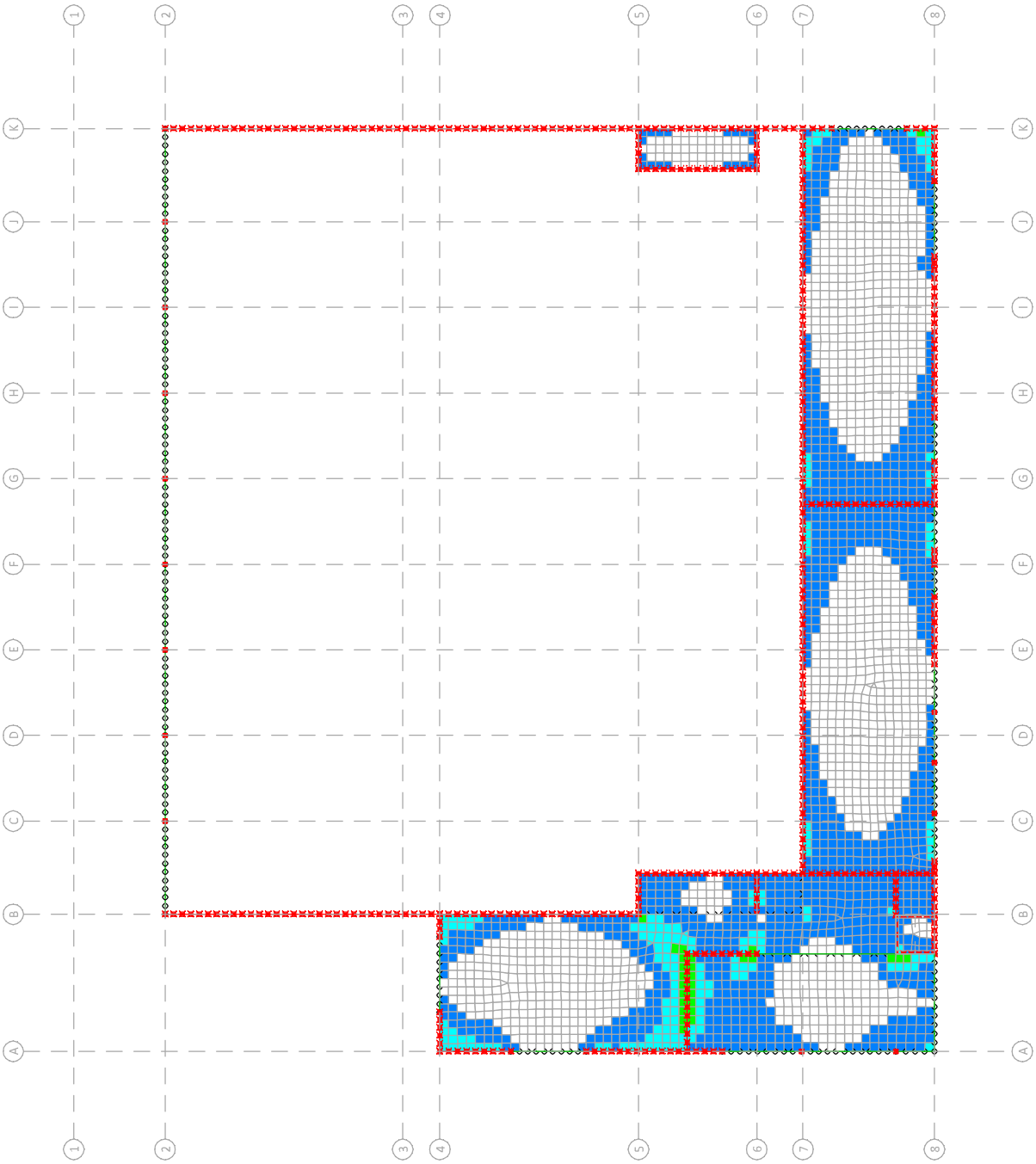
$as_{x,oben}$

Biegebewehrung asx 1. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**

0,01 2,50 5,00 10,00 15,00 20,00 30,00



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/8,04 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 3,9 t

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

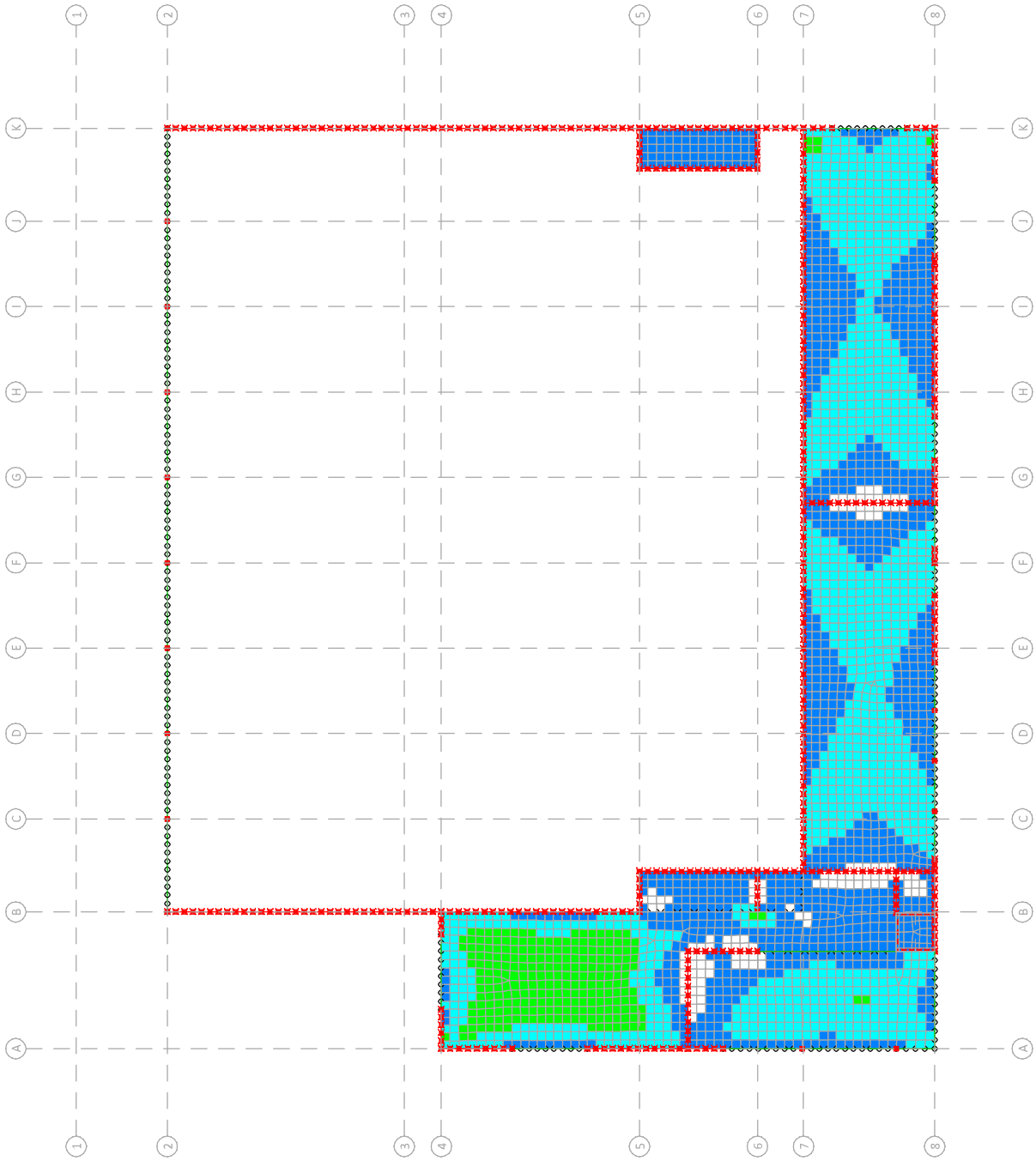
$as_{y,oben}$

Biegebewehrung asy 1. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**

0,01 2,50 5,00 10,00 15,00 20,00 30,00



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/8,12 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 3,9 t

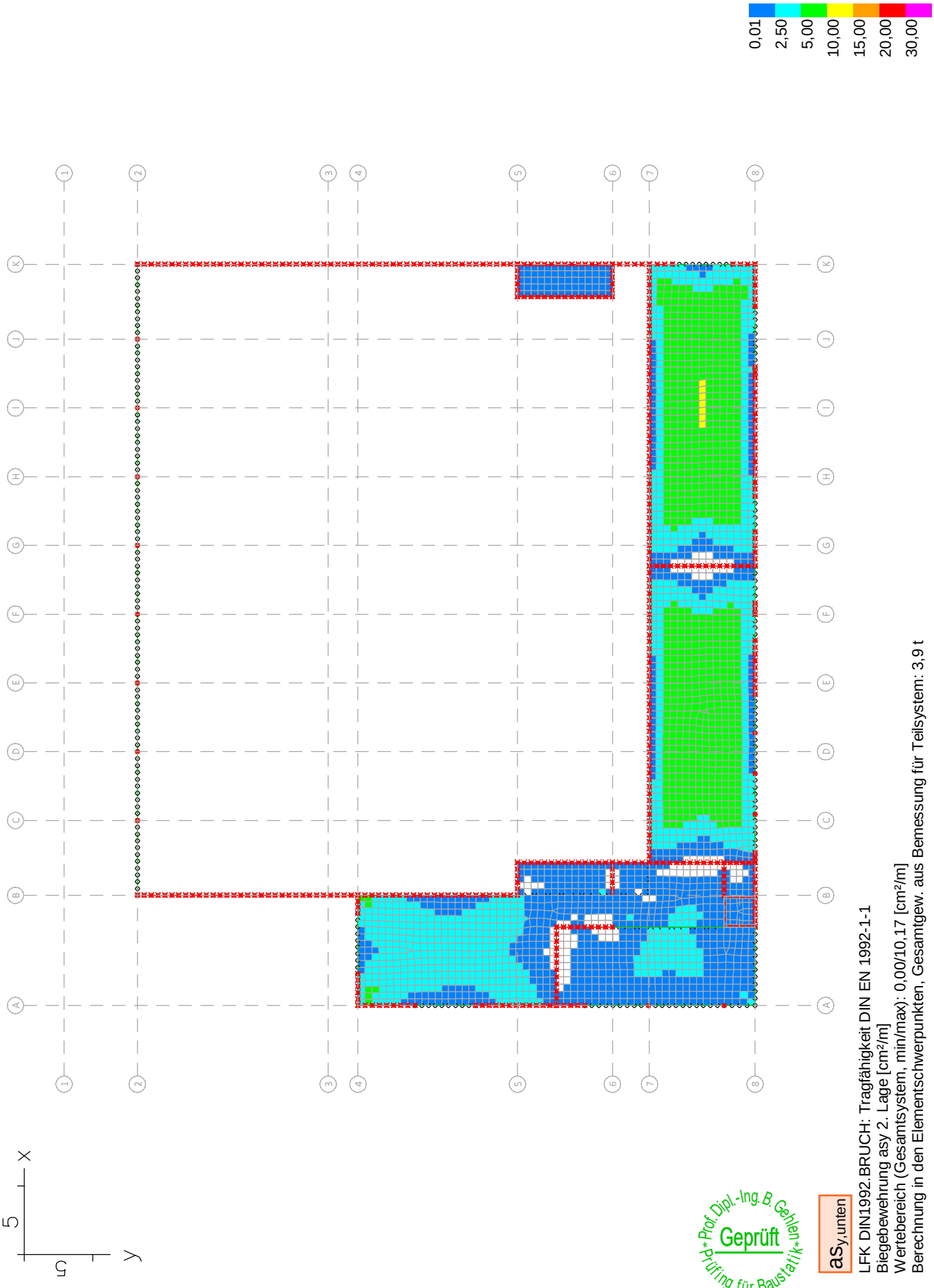
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen* Geprüft *Prüfing. für Baustatik

$as_{x,unten}$

Biegebewehrung asx 2. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**



Biegebewehrung asy 2. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**

0,01 5,00 10,00 15,00 20,00 30,00 40,00



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/16,28 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

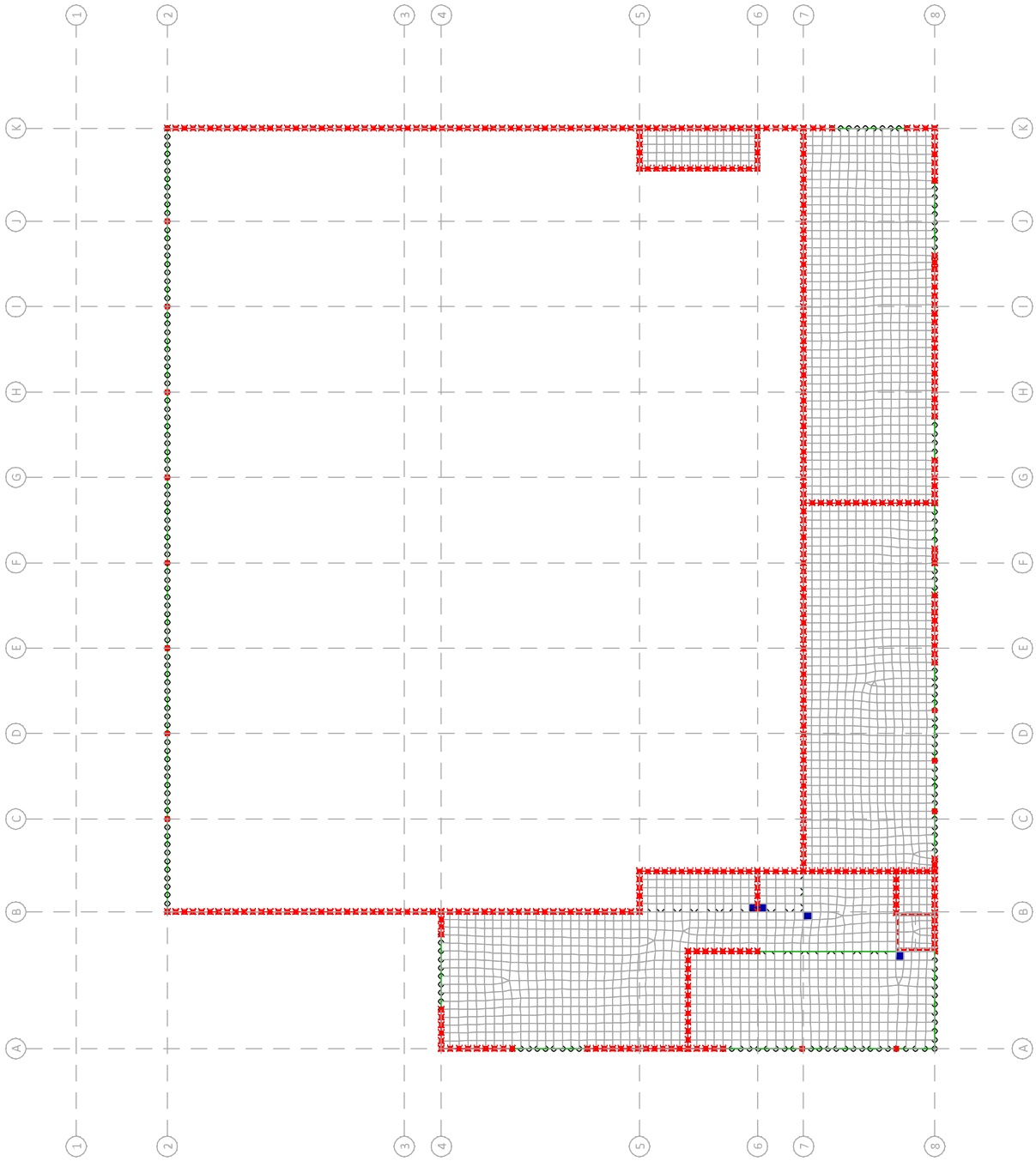
Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**

0,30



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

X
Y
Z

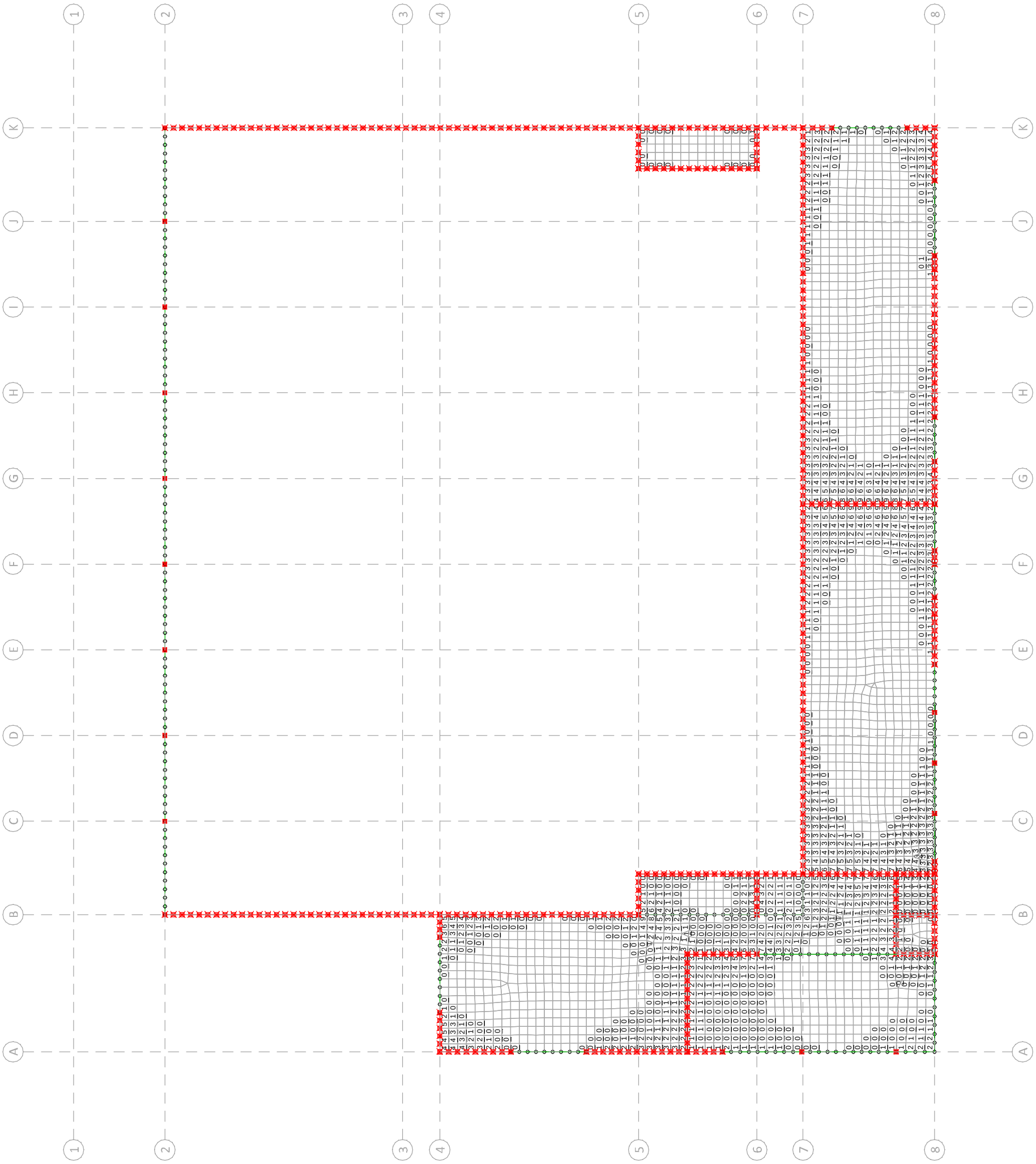
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
qr/vRd,max [-]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,00/0,34 [-]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

qr/vRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 3,9 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/9,38 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

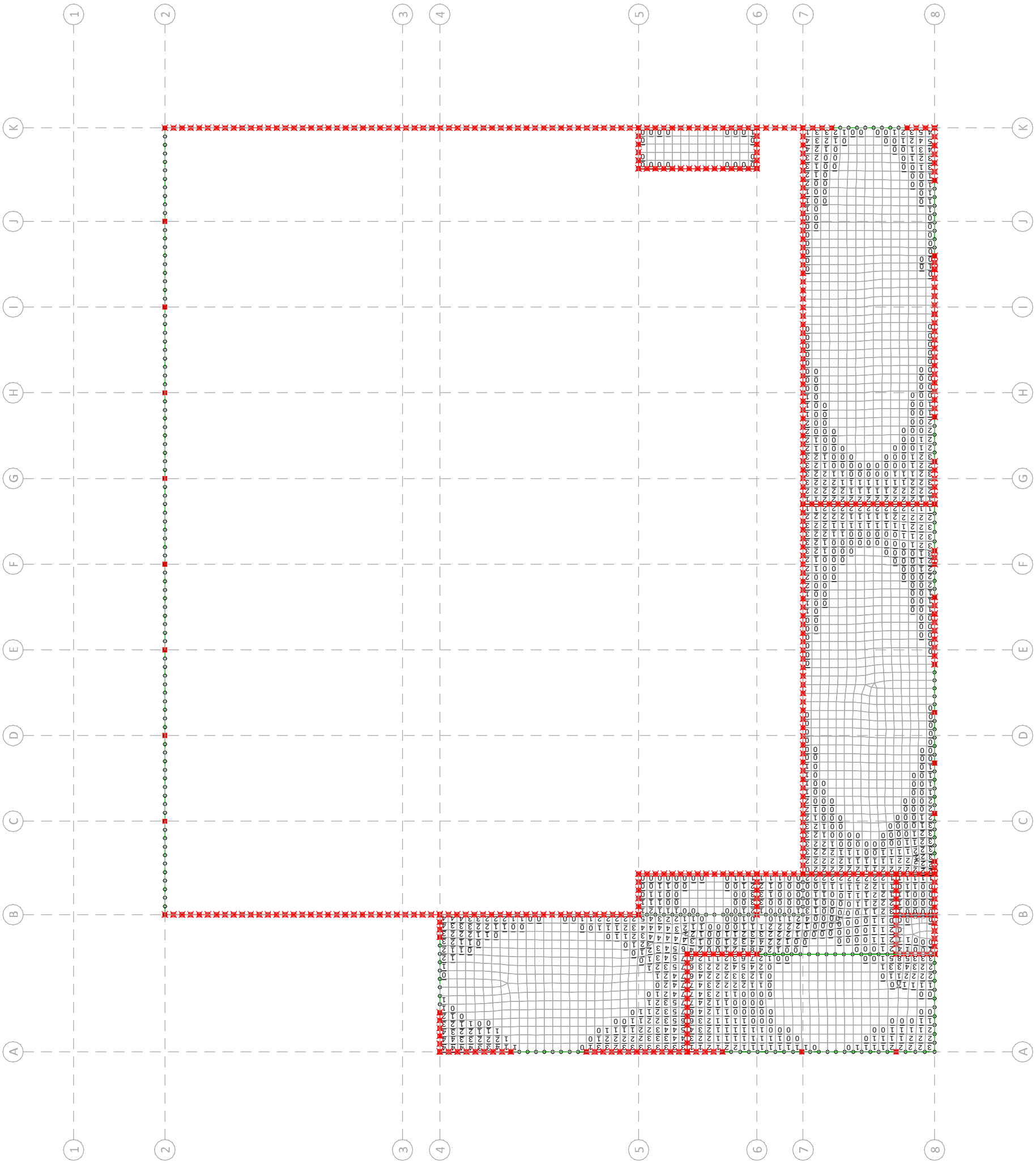
$as_{X,oben}$

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

Biegebewehrung asx 1. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1:250

Inhalt: **Bewehrung**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 3,9 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/8,04 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

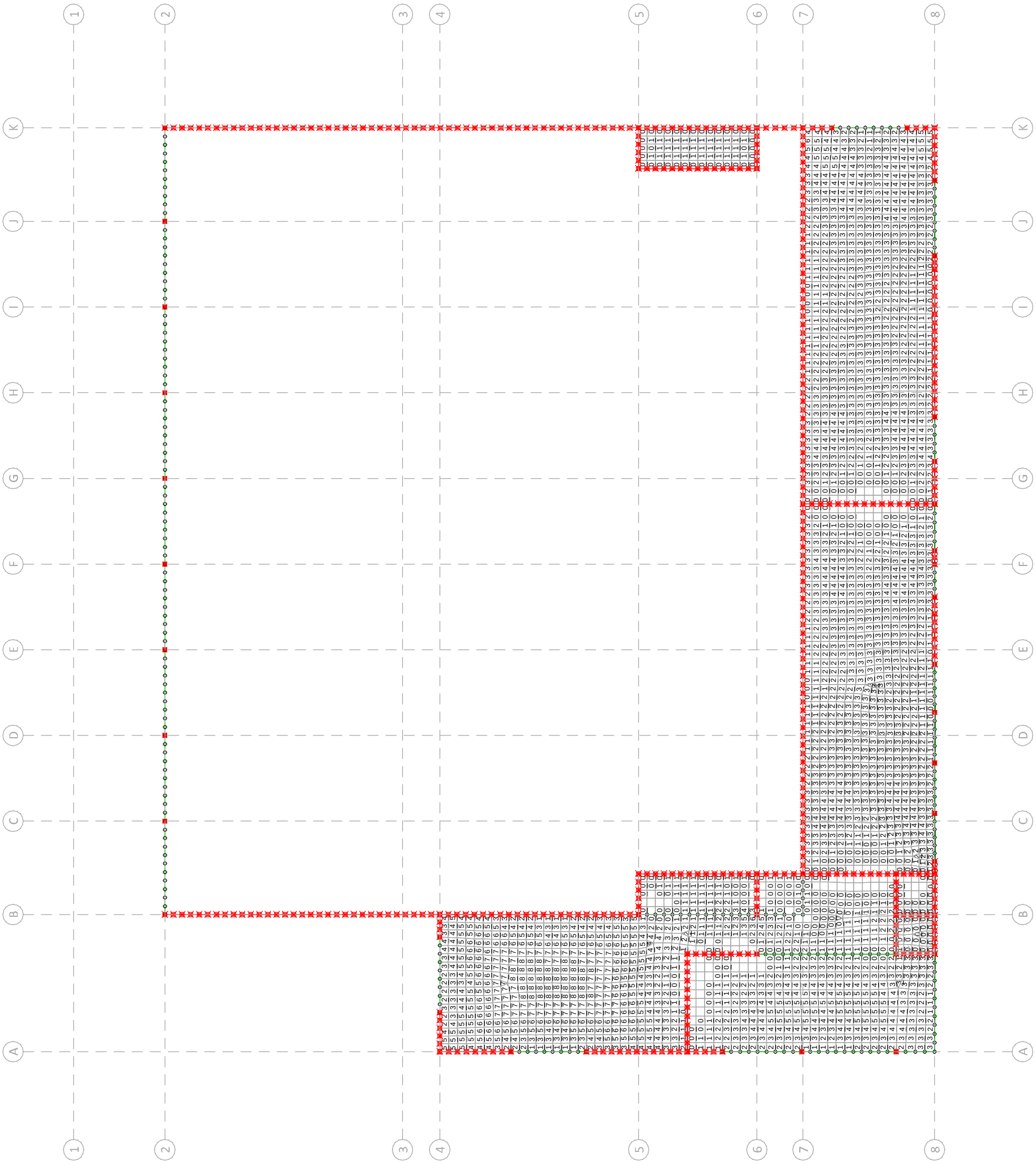
$as_{y,oben}$

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

Biegebewehrung asy 1. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1:250

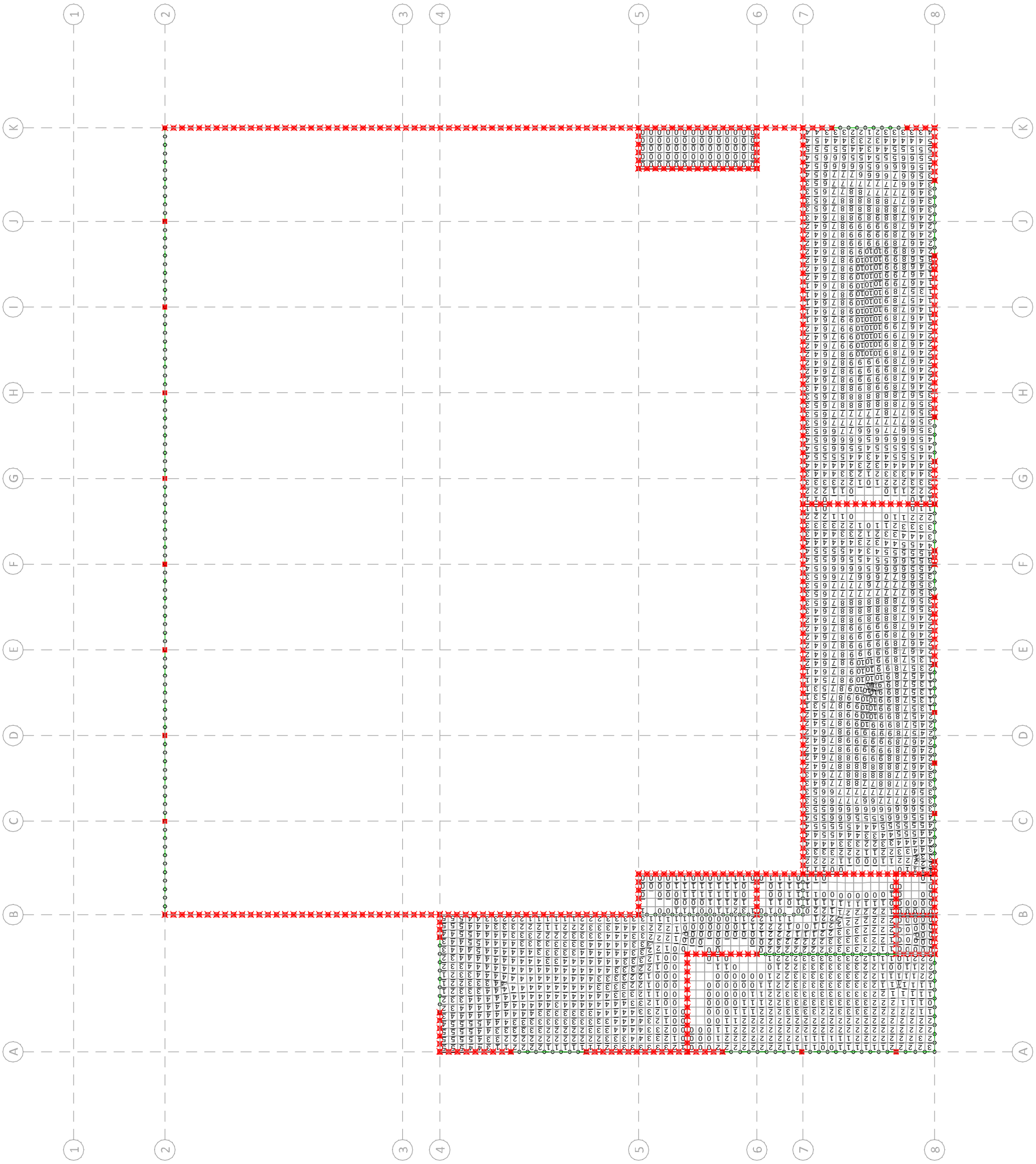
Inhalt: **Bewehrung**



Biegebewehrung asx 2. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1:250

Inhalt: **Bewehrung**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

$as_{y,unten}$

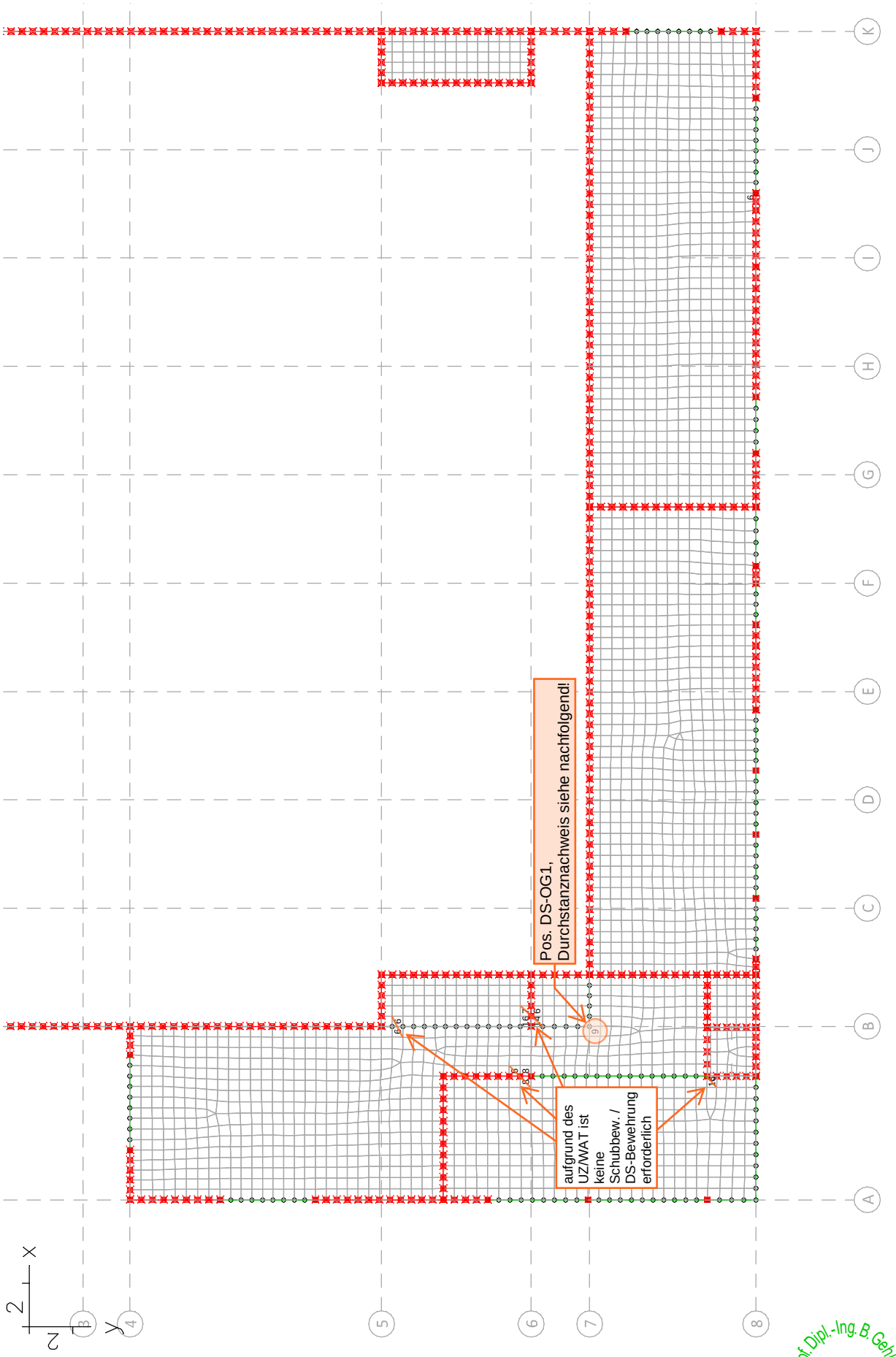
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 3,9 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/10,17 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Biegebewehrung asy 2. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1:250

Inhalt: **Bewehrung**

Finite Elemente 25.00 (c) InfoGraph GmbH



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

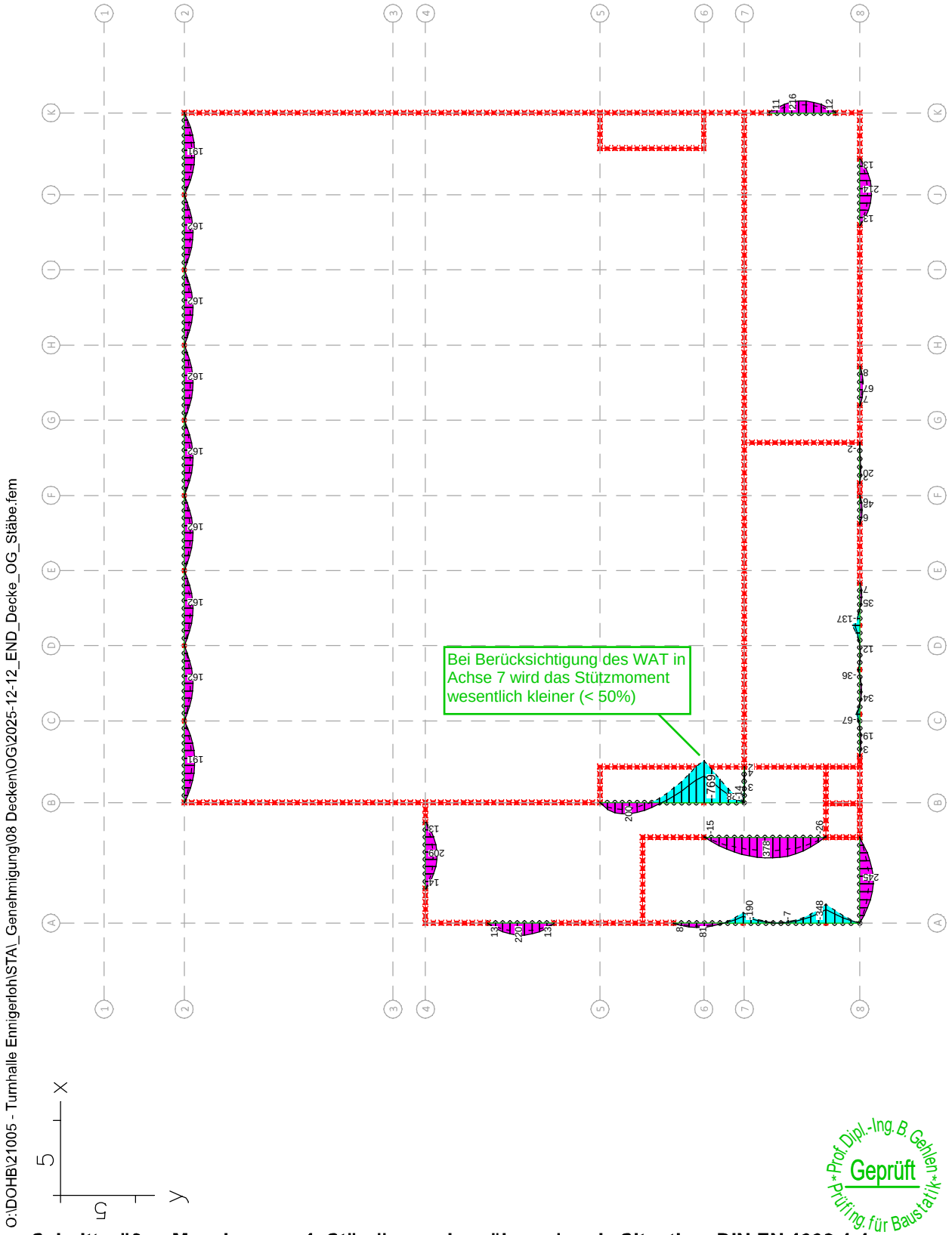
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/16,28 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 255

Inhalt: **Bewehrung**

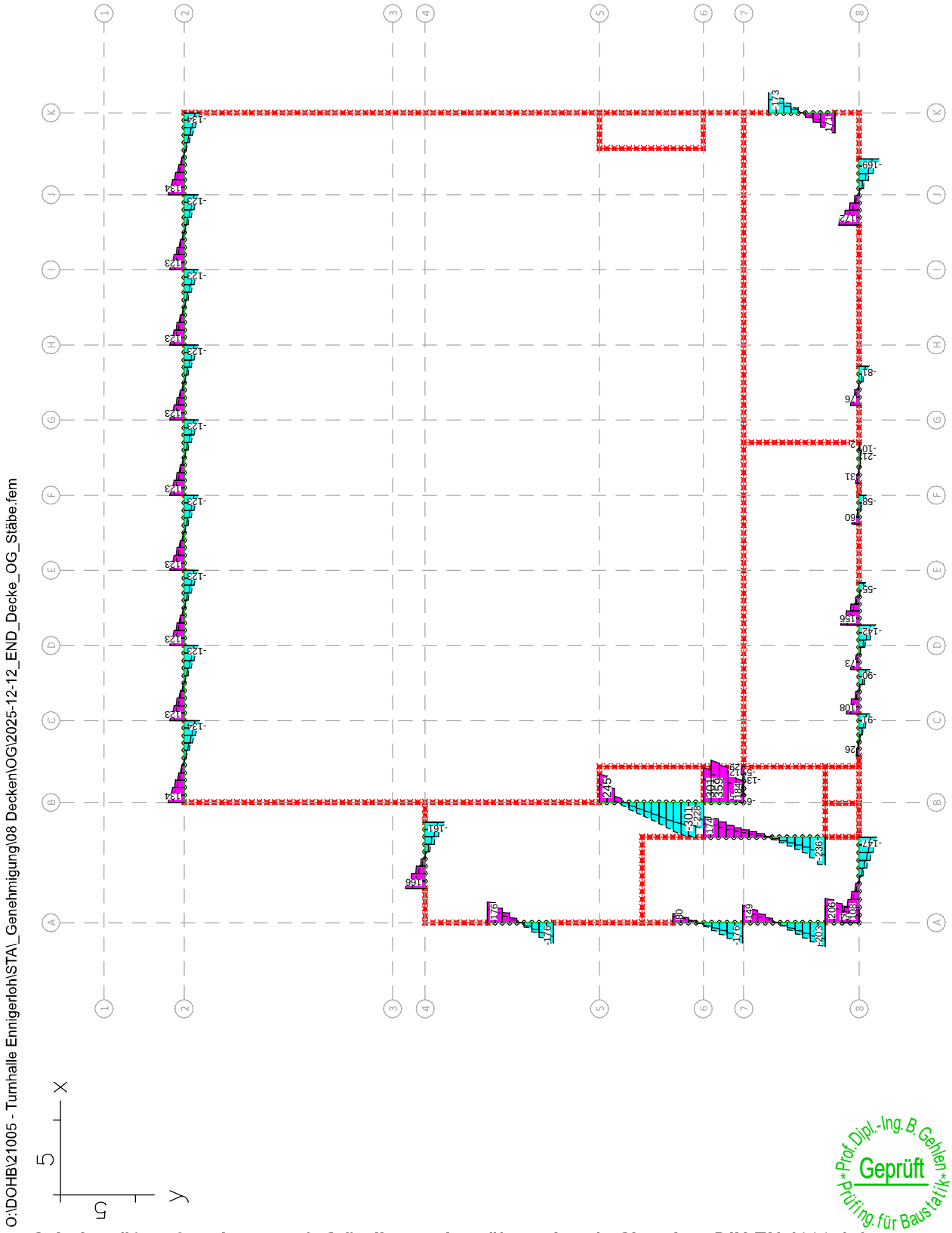
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik



Schnittgrößen My min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

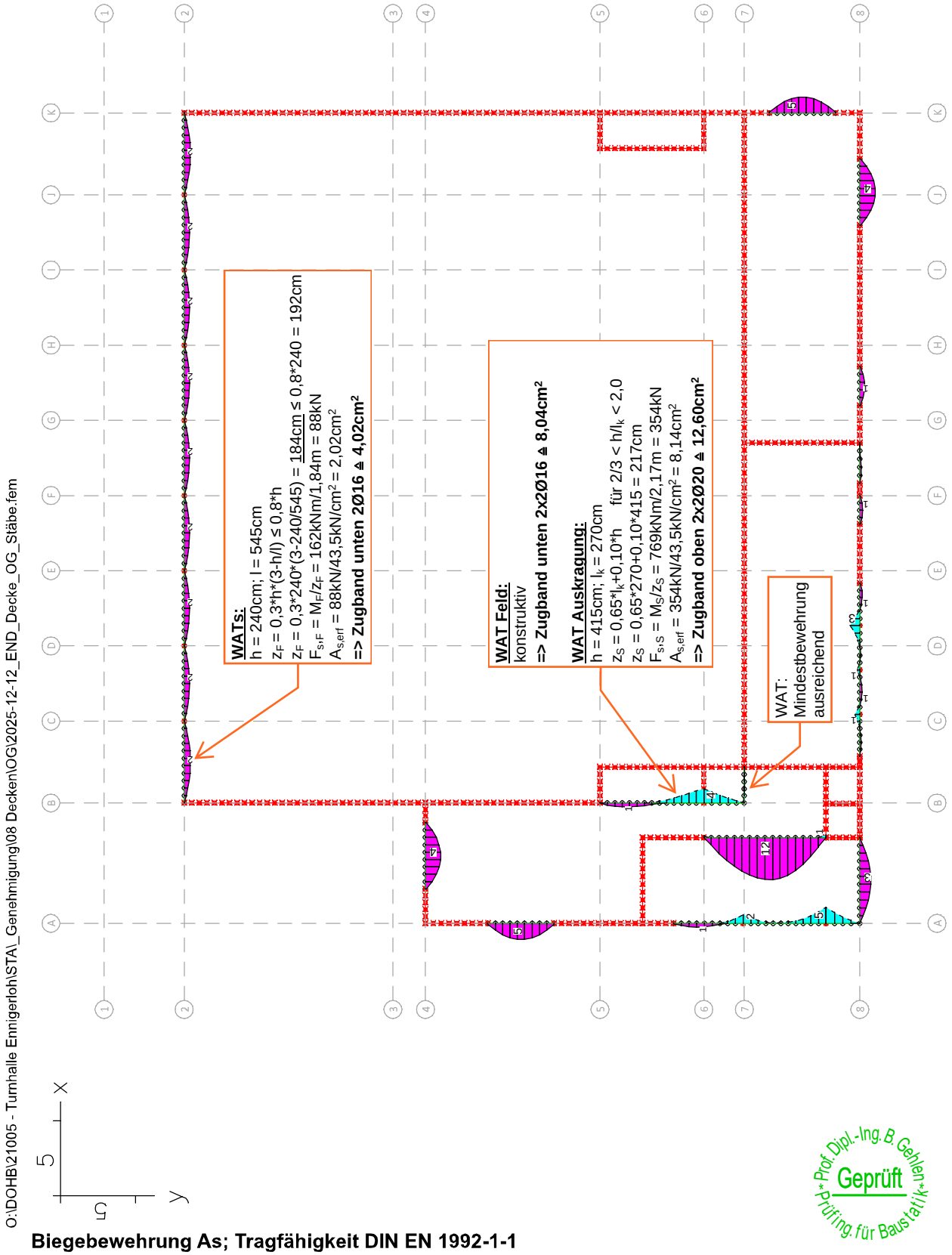
Inhalt: **Balken und Unterzüge**



Schnittgrößen Qz min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

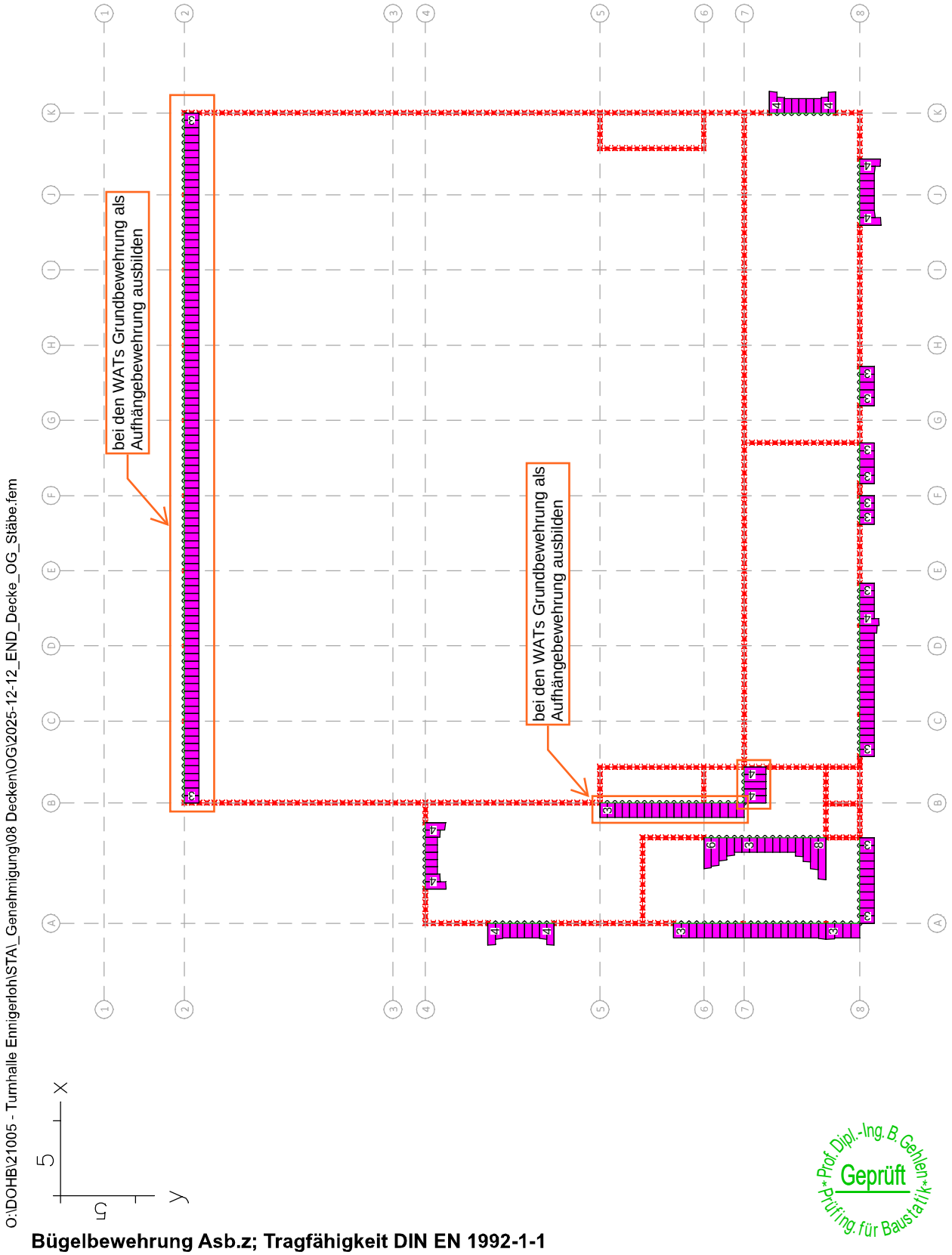
Inhalt: **Balken und Unterzüge**



Biegebewehrung As; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Balken und Unterzüge**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG_Stäbe.fem

Berechnung mit 3-facher Steifigkeit

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft Qz. 11,00 [cm²/m] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 2,32/8,09 [cm²/m]

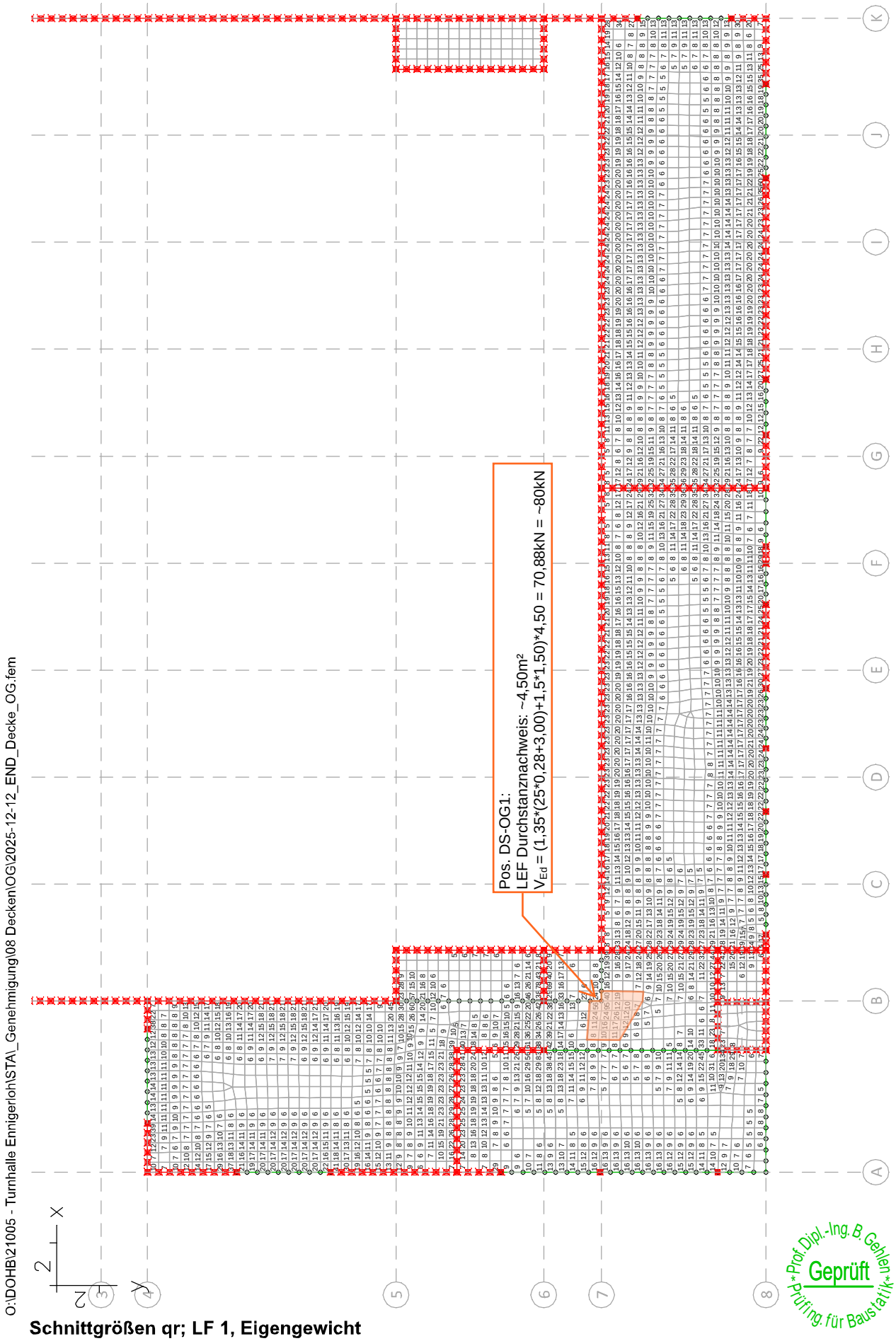
Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

Bügelbewehrung Asb.z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Balken und Unterzüge**

Finite Elemente 25.00 (c) InfoGraph GmbH



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gahlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

LF 1: Eigengewicht
Schnittgrößen qr >= 5,00 [kN/m]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,00/138,17 [kN/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Schnittgrößen qr; LF 1, Eigengewicht

M. 1: 250

Inhalt: **Durchstanznachweise**

Halfen HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.
Halfen Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halfen-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Bemerkung: Mindestbewehrung ausreichend

Durchstanznachweis für Innenecke (**Ortbetonplatte**)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	80,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,20
Plattendicke	h	=	28 cm
statische Nutzhöhe	d	=	23 cm
Wanddicke	b	=	30 cm
Einflussbreite	a	=	34,5 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o}$ / $c_{nom,u}$	=	3,5 cm / 2,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C30/37 / B500 / B500
Flächenbewehrung	a_{sx}	=	9,05 cm²/m (ρ_x = 0,39 %)
Flächenbewehrung	a_{sy}	=	9,05 cm²/m (ρ_y = 0,39 %)
Längsbewehrungsgrad	ρ_l	=	0,39 % < 1,95 %

am kritischen Rundschnitt u_1
Rundschnittführung analog Innenstütze

bezogener Stützenumfang	u_0 / d	=	6
u_1		=	141,3 cm
$k = min\ \{ 1 + \sqrt{200/d[mm]}\ ; 2 \}$		=	1,93
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c}$	=	0,12
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		=	527,8 kN/m²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0{,}0525/\gamma_C \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		=	515,0 kN/m²

$V_{Rd,c} = max\ \{v_{Rd,c,1}; v_{Rd,c,2}\} \cdot u_1 \cdot d = 171{,}5\ kN > 96{,}0\ kN = V_{Ed} \cdot \beta$

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:
$A_s = V_{Ed}/(1{,}4 \cdot f_{yk}) = 1{,}1$ cm²

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

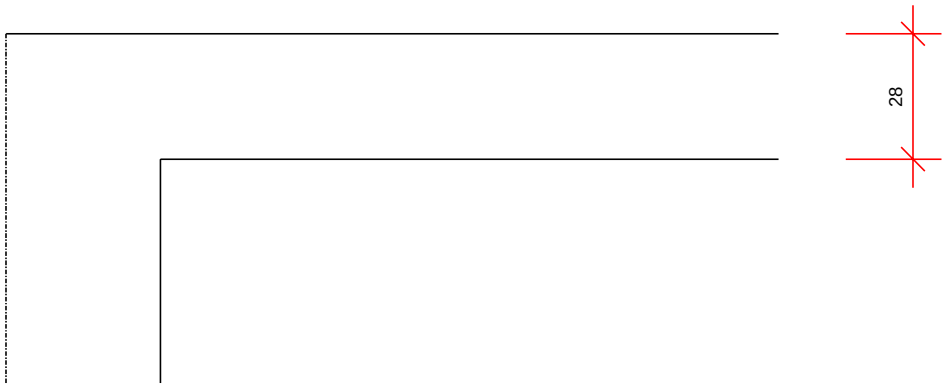
Leviat GmbH, Liebigstr. 14, 40764 Langenfeld, Tel.: +49 2173 970 0, Fax: +49 2173 970 123 © Leviat GmbH, Langenfeld, Germany

Halfen HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.
Halfen Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halfen-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

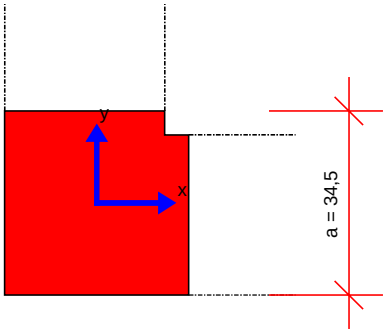
Verlegebereich

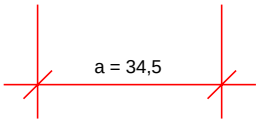
Schnitt M 1:16



[cm]

Grundriss M 1:14

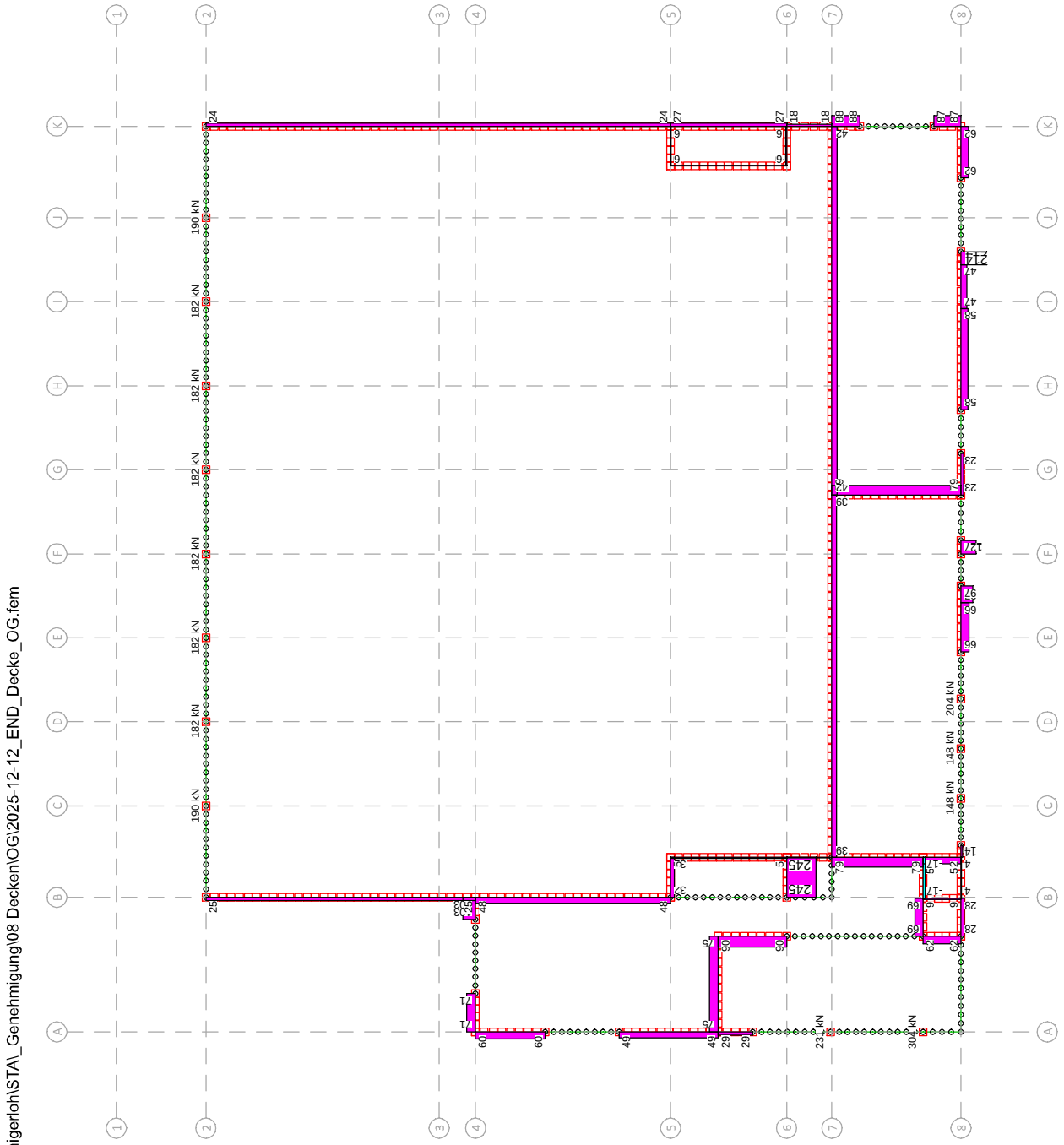




Mindeststablängen: $l_{bar,min,x}$ = 103,5 cm + 2 · l_{bd}; $l_{bar,min,y}$ = 103,5 cm + 2 · l_{bd}; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
Mindeststablänge wurde nach Heft 600 (2. Auflage 2020) ermittelt.
Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.
Die Stäbe sind beginnend vom Anschnitt der Wand mindestens 69 cm + l_{bd} in die Platte zu führen.

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

Leviat GmbH, Liebigstr. 14, 40764 Langenfeld, Tel.: +49 2173 970 0, Fax: +49 2173 970 123 © Leviat GmbH, Langenfeld, Germany



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

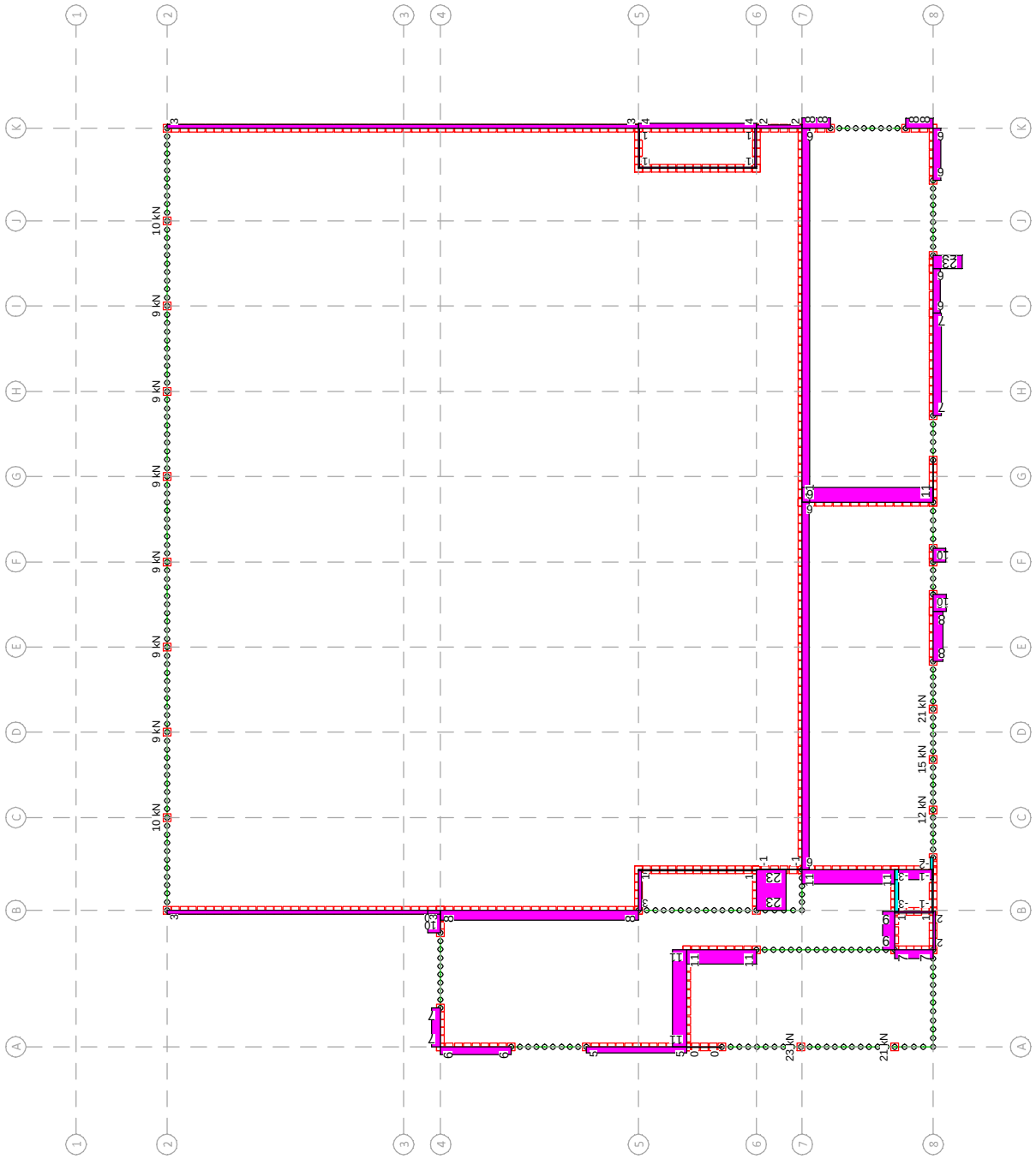
LF 100: LG Decke Gk
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) Rz(l). 529,07 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 11663,52 [kN]

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Auflagerreaktionen Rz; LF 100, LG Decke Gk

M. 1: 380

Inhalt: **Auflagerkräfte Decke**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

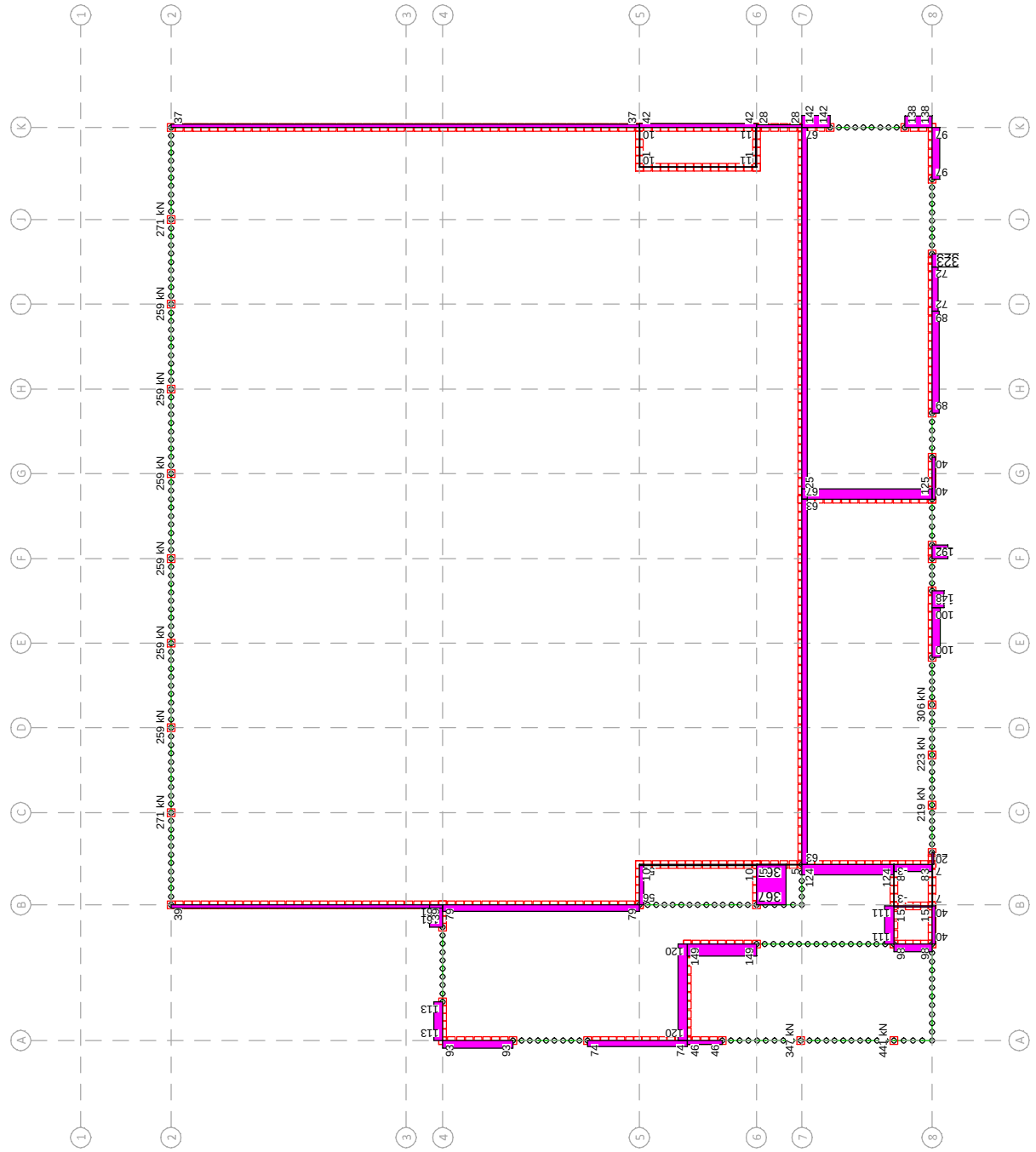
LF 101: LG Decke Qk
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) Rz(l). 50,49 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 1292,61 [kN]

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Auflagerreaktionen Rz; LF 101, LG Decke Qk

M. 1: 380

Inhalt: **Auflagerkräfte Decke**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) max Rz(l): 792,23 [kN/m] =
Die Summe der Lagerkräfte ist aufgrund der Mittelung u.U. unrealistisch.

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen* Geprüft *Prüfing. für Baustatik

Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Auflagerkräfte Decke**

8.2 Decke über Erdgeschoss

Die Decken werden mit dem Programm InfoCAD als Platte modelliert und nach der Methode der Finiten Elemente bemessen.

Baustoffe:
Beton C30/37
Betonstahl BSt 500 A

Modellierung:
Stützen sind als feste Einzellager definiert. Die Stahlbetonwände werden mit einer Federsteifigkeit von 2500 MN/m², Mauerwerkswände mit einer Federsteifigkeit von 500 MN/m² angesetzt. Öffnungen werden als gesonderte Fläche modelliert. Diese Fläche hat einen E-Modul von 1 und ist somit im Vergleich zu restlichen Decken sehr weich und kann keine Last aufnehmen. Diese Variante wurde gewählt da die Lastweiterleitung parallel über die Funktion Lastübernahme durchgeführt wird. Durch die Modellierung der Löcher als Fläche wird die Erstellung aller Auflager gewährleistet.
Um die tatsächliche, höhere Steifigkeit der Balken zu erfassen, werden die Unterzüge in einem zweiten Deckenmodell mit einer pauschal erhöhten Steifigkeit (300%) modelliert und bemessen.

Belastung:

Eigenlast:	Das Eigengewicht (Platte, Balken) wird durch das Programm ermittelt.
Ausbaulast:	Δg = 3,0 kN/m² (Dachdecke Massivbau) g' = 4,0 kN/m² (Linienlast Attika Bereich 1-2/B-K)
Fassadenlast:	g'' = 1,00 kN/m² → g'' = 4,0 kN/m / 5,0 kN/m (siehe Zeichnung)
Verkehrslast:	q = 5,0 kN/m² (Geschossdecke allgemein) q = 3,5 kN/m² (Geschossdecke Technikbereiche) q = 1,5 kN/m² (Dachdecke Massivbau)

Mindestbewehrung:
Die erforderliche Mindestbewehrung ist gemäß Kapitel 3.1 zu berücksichtigen.

Expositionsklassen:
Für Expositionsklassen und erforderliche Betondeckung siehe Tabelle Positionspläne bzw. Kapitel 1 - Vorbemerkungen.

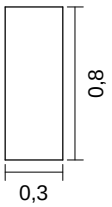
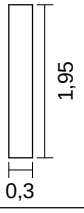
Systemkenngrößen

10271	Knoten		
10275	Elemente	199	Stabelemente
875	Festhaltungen	10076	Plattenelemente
0	Koppelungen	0	Scheibenelemente
11	Materialkennwerte	0	Schalenelemente
11	Querschnittswerte	0	Seilelemente
19	Lastfälle	0	Volumenelemente
1	LF-Kombinationen	0	Federelemente
0	Spannstränge	62	Liniengelenke

Berechnungsort der Flächenelemente: Schwerpunkt
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme
8949 Elementsysteme
0 Schnittkraftsysteme
0 Bewehrungssysteme

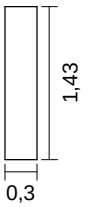
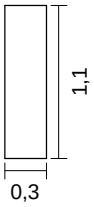
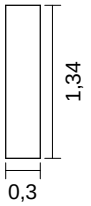
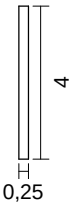
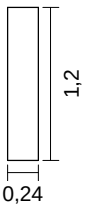
Querschnittswerte

3	Fläche	Loch Elementdicke [m] dz = 0,0500 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
4	Fläche	Decke h=22 XC3 Elementdicke [m] dz = 0,2200 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
6	Fläche	Decke h=20 XC3 Elementdicke [m] dz = 0,2000 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
* 10	Polygon 	UZ 30/80 Schwerpunkt [m] ys = 0,150 zs = 0,400 Fläche [m²] A = 2,4000e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,2800e-02 I1 = 1,2800e-02 Iz = 1,8000e-03 I2 = 1,8000e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
* 14	Polygon 	UZ 30/80 + ÜZ 30/115 (ges. 30/195) Schwerpunkt [m] ys = 0,150 zs = 0,975 Fläche [m²] A = 5,8500e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,8537e-01 I1 = 1,8537e-01 Iz = 4,3875e-03 I2 = 4,3875e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

* Bemessung mit 3-facher Steifigkeit

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Querschnittswerte

*15	Polygon 	ÜZ 30/143 Schwerpunkt [m] ys = 0,150 zs = 0,715 Fläche [m²] A = 4,2900e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 7,3105e-02 I1 = 7,3105e-02 Iz = 3,2175e-03 I2 = 3,2175e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
*16	Polygon 	UZ 30/110 Schwerpunkt [m] ys = 0,150 zs = 0,550 Fläche [m²] A = 3,3000e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 3,3275e-02 I1 = 3,3275e-02 Iz = 2,4750e-03 I2 = 2,4750e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
*18	Polygon 	UZ 30/134 Schwerpunkt [m] ys = 0,150 zs = 0,670 Fläche [m²] A = 4,0200e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 6,0153e-02 I1 = 6,0153e-02 Iz = 3,0150e-03 I2 = 3,0150e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
*19	Polygon 	WAT 25/400 Schwerpunkt [m] ys = 0,125 zs = 2,000 Fläche [m²] A = 1,0000e+00 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 1,3333e+00 I1 = 1,3333e+00 Iz = 5,2083e-03 I2 = 5,2083e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
20	Fläche	Decke h=28 XC1 Elementdicke [m] dz = 0,2800 drillsteif Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1
*21	Polygon 	UZ 24/120 Schwerpunkt [m] ys = 0,120 zs = 0,600 Fläche [m²] A = 2,8800e-01 Trägheitsmomente [m4] Ix = 1,0000e-06 Iy = 3,4560e-02 I1 = 3,4560e-02 Iz = 1,3824e-03 I2 = 1,3824e-03 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Iyz = 0,0000e+00 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

* Bemessung mit 3-facher Steifigkeit

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer-dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	3	C30/37-EN-D	1	0	0,20	1,00e-05	0,000
2	4	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
3	6	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
4	10	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
5	14	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
6	15	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
7	16	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
8	18	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
9	19	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
10	20	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
11	21	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000

Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
2	Ausbaulast
3	Fassadenlast
4	Treppe gk
5	Treppe qk
6	Nichttragende Wände
10	Nutzlast q1
11	Nutzlast q2
12	Nutzlast q3
13	Nutzlast q4
20	Wände/Stützen
50	Gk abzufangen aus OG
51	Qk abzufangen aus OG
52	Gk weiterzuleiten aus OG
53	Qk weiterzuleiten aus OG
100	LG Decke Gk
101	LG Decke Qk
200	LG LW Gk
201	LG LW Qk

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht	0,000	0,000	8843,687
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	8843,687
2	Ausbaulast	0,000	0,000	3939,338
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	3939,338
3	Fassadenlast	0,000	0,000	1940,108
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1940,108
4	Treppe gk	0,000	0,000	147,098
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	147,098
5	Treppe qk	0,000	0,000	91,093

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	91,093
6	Nichttragende Wände	0,000	0,000	635,278
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	635,278
10	Nutzlast q1	0,000	0,000	679,444
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	679,444
11	Nutzlast q2	0,000	0,000	1289,163
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1289,163
12	Nutzlast q3	0,000	0,000	2092,987
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2092,987
13	Nutzlast q4	0,000	0,000	707,430
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	707,430
20	Wände/Stützen	0,000	0,000	8686,340
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	8686,340
50	Gk abzufangen aus OG	0,000	0,000	483,374
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	483,374
51	Qk abzufangen aus OG	0,000	0,000	37,017
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	37,017
52	Gk weiterzuleiten aus OG	0,000	0,000	22671,576
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	22671,576
53	Qk weiterzuleiten aus OG	0,000	0,000	1255,596
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1255,596
100	LG Decke Gk	0,000	0,000	15988,884
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	15988,884
101	LG Decke Qk	0,000	0,000	4897,134
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	4897,134
200	LG LW Gk	0,000	0,000	47346,801
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	47346,801
201	LG LW Qk	0,000	0,000	6152,729
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	6152,729

Betonstahl für Flächenelemente

	Nr.	Lage	Güte	d1x [m]	d2x [m]	asx [cm²/m]	d1y [m]	d2y [m]	asy [cm²/m]	as fix	Walz-art
1	3	1	500M	0,020		0,000	0,020		0,000		Warm
2		2	500M		0,020	0,000		0,020	0,000		Warm
3	4	1	500M	0,045		0,000	0,045		0,000		Warm
4		2	500M		0,035	0,000		0,035	0,000		Warm
5	6	1	500M	0,045		0,000	0,045		0,000		Warm
6		2	500M		0,035	0,000		0,035	0,000		Warm

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

Betonstahl für Flächenelemente

	Nr.	Lage	Güte	d1x [m]	d2x [m]	asx [cm²/m]	d1y [m]	d2y [m]	asy [cm²/m]	as fix	Walz-art
7	20	1	500M	0,035		0,000	0,035		0,000		Warm
8		2	500M		0,035	0,000		0,035	0,000		Warm

as Grundbewehrung
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand
Die positive z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

Betonstahl für Stäbe

	Nr.	Lage	E-Modul [MN/m²]	fyk [MN/m²]	y [m]	z [m]	As [cm²]	Zv0 [kN]	Walz-art
1	10	1		500	0,050	0,050	0,000	0,00	Warm
2		2		500	0,250	0,050	0,000	0,00	Warm
3		3		500	0,250	0,750	0,000	0,00	Warm
4		4		500	0,050	0,750	0,000	0,00	Warm
5	14	1		500	0,050	0,050	0,000	0,00	Warm
6		2		500	0,250	0,050	0,000	0,00	Warm
7		3		500	0,250	1,900	0,000	0,00	Warm
8		4		500	0,050	1,900	0,000	0,00	Warm
9	15	1		500	0,050	0,050	0,000	0,00	Warm
10		2		500	0,250	0,050	0,000	0,00	Warm
11		3		500	0,250	1,380	0,000	0,00	Warm
12		4		500	0,050	1,380	0,000	0,00	Warm
13	16	1		500	0,050	0,050	0,000	0,00	Warm
14		2		500	0,250	0,050	0,000	0,00	Warm
15		3		500	0,250	1,050	0,000	0,00	Warm
16		4		500	0,050	1,050	0,000	0,00	Warm
17	18	1		500	0,050	0,050	0,000	0,00	Warm
18		2		500	0,250	0,050	0,000	0,00	Warm
19		3		500	0,250	1,290	0,000	0,00	Warm
20		4		500	0,050	1,290	0,000	0,00	Warm
21	19	1		500	0,050	0,050	0,000	0,00	Warm
22		2		500	0,200	0,050	0,000	0,00	Warm
23		3		500	0,200	3,950	0,000	0,00	Warm
24		4		500	0,050	3,950	0,000	0,00	Warm
25	21	1		500	0,050	0,050	0,000	0,00	Warm
26		2		500	0,190	0,050	0,000	0,00	Warm
27		3		500	0,190	1,150	0,000	0,00	Warm
28		4		500	0,050	1,150	0,000	0,00	Warm

Der E-Modul wird nur für vorgespannte Stahllagen benutzt.
y, z Koordinaten des Betonstahls
As Grundbewehrung
Zv0 Vorspannkraft einer vorgespannten Stahllage

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle

1	Eigengewicht
2	Ausbaulast
3	Fassadenlast
4	Treppe gk
6	Nichttragende Wände
50	Gk abzufangen aus OG

QN - Nutzlast, Verkehrslast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,5 / 0,3

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

5	Treppe qk
10	Nutzlast q1
11	Nutzlast q2
12	Nutzlast q3
13	Nutzlast q4
51	Qk abzufangen aus OG

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

G	Eigenlast
QN	Nutzlast, Verkehrslast

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G	Eigenlast
QN	Nutzlast, Verkehrslast

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M	R	B	Q	T	S	Ermüdung B	Q	T	P	C	V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C	B	P
3	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	XC3	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	XC3	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen *Prüfing. für Baustatik* Geprüft

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M	R	B	Q	T	S	Ermüdung B	Q	T	P	C	V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C	B	P
18	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	XC1	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N	Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft: (ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied. (*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk	Stahlgüte der Bügel.
Theta	Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P.	Balken werden wie Platten bemessen.
K.	Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl	Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow	Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as	Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y	Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl	Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red.	Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
3	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	20	.
4	C30/37-EN-D	.	ST	500	3,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	35	.
6	C30/37-EN-D	.	ST	500	3,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	35	.
10	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.
14	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.
15	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.
16	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.
18	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.
19	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.
20	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	35	.
21	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	. .	0,00	.	1,00	.	.	50	.

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
3	1,000	.	.	.	0,050	.	0,030	0,90	.	.	.	.
4	1,000	.	.	.	0,220	.	0,185	0,90	.	.	.	.
6	1,000	.	.	.	0,200	.	0,165	0,90	.	.	.	.
10	0,300	.	0,250	0,90	0,800	.	0,750	0,90	0,700	0,200	0,100	.
14	0,300	.	0,250	0,90	1,950	.	1,900	0,90	1,850	0,200	0,100	.
15	0,300	.	0,250	0,90	1,430	.	1,380	0,90	1,330	0,200	0,100	.
16	0,300	.	0,250	0,90	1,100	.	1,050	0,90	1,000	0,200	0,100	.
18	0,300	.	0,250	0,90	1,340	.	1,290	0,90	1,240	0,200	0,100	.
19	0,250	.	0,200	0,90	4,000	.	3,950	0,90	3,900	0,150	0,100	.
20	1,000	.	.	.	0,280	.	0,245	0,90	.	.	.	.
21	0,240	.	0,190	0,90	1,200	.	1,150	0,90	1,100	0,140	0,100	.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

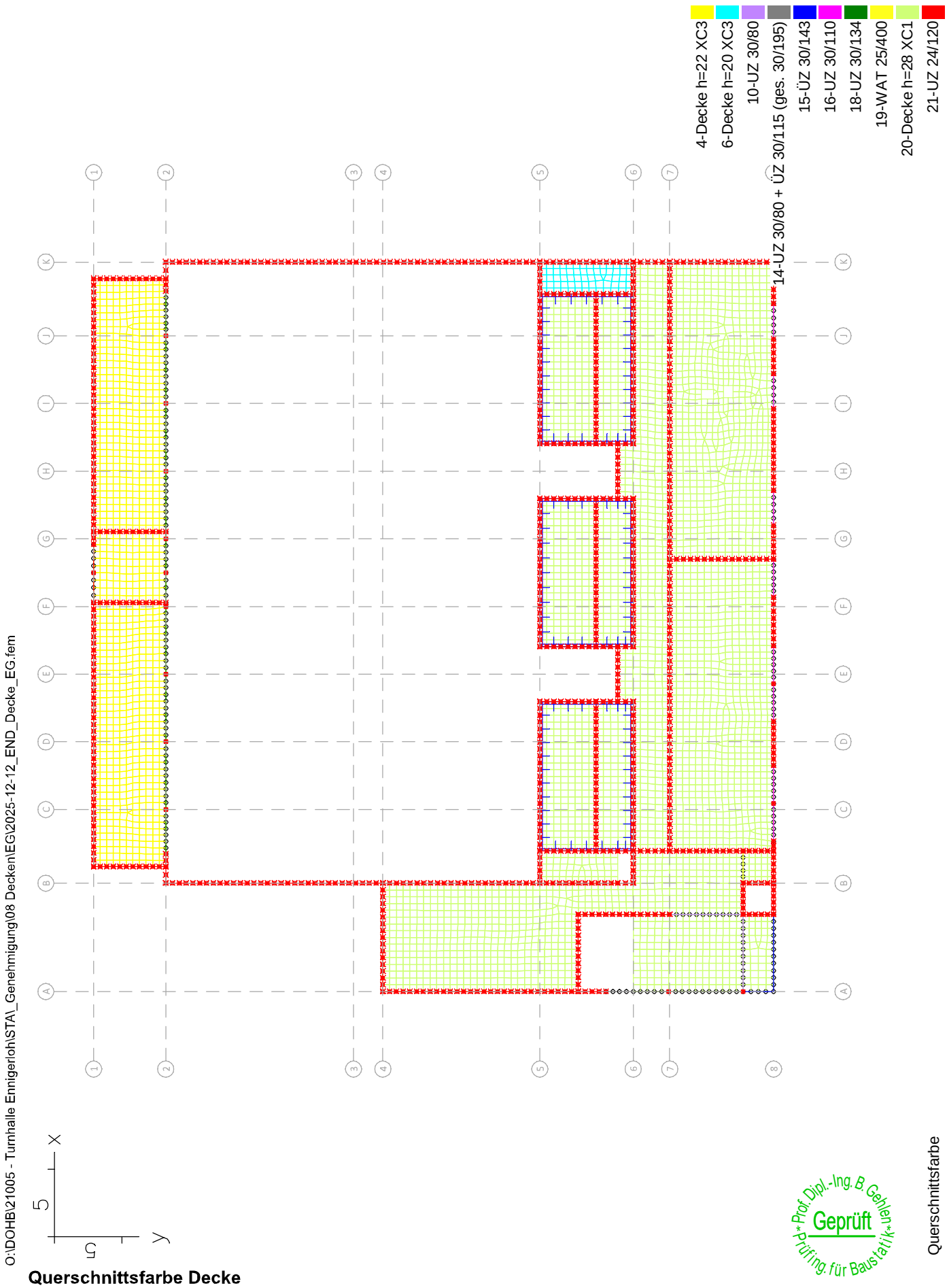
Lastgruppen

LF-Nr. Lastgruppe	Berechnungstheorie	Vorverformung	Eigengewicht	Ausbaulast	Fassadenlast	Treppe gk	Treppe qk	Nichttragende Wände	Nutzlast q1	Nutzlast q2	Nutzlast q3	Nutzlast q4	Wände/Stützen	Gk abzufangen aus OG	Qk abzufangen aus OG	Gk weiterzuleiten aus OG	Qk weiterzuleiten aus OG
	-	-	LF 1	LF 2	LF 3	LF 4	LF 5	LF 6	LF 10	LF 11	LF 12	LF 13	LF 20	LF 50	LF 51	LF 52	LF 53
100 : LG Decke Gk	1.		1	1	1	1		1						1			
101 : LG Decke Qk	1.						1		1	1	1	1			1		
200 : LG LW Gk	1.		1	1	1	1		1					1	1		1	
201 : LG LW Qk	1.						1		1	1	1	1			1		1

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

Finite Elemente 25.00 (c) InfoGraph GmbH



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

Querschnittsfarbe

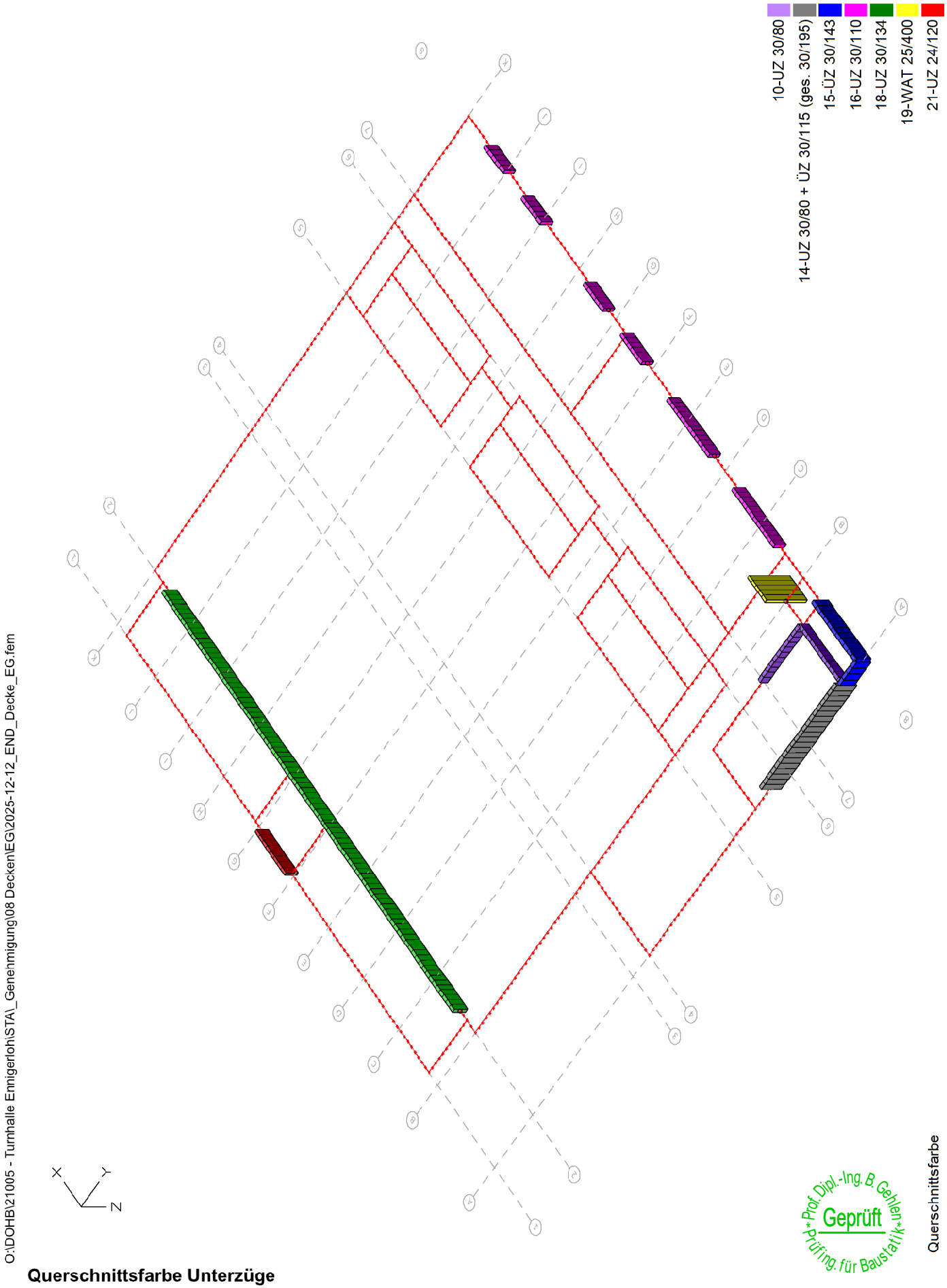
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen* Geprüft Prüfing. für Baustatik*

Querschnittsfarbe Decke

M. 1: 380

Inhalt: **Eingabedaten**

Finite Elemente 25.00 (c) InfoGraph GmbH



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

Querschnittsfarbe

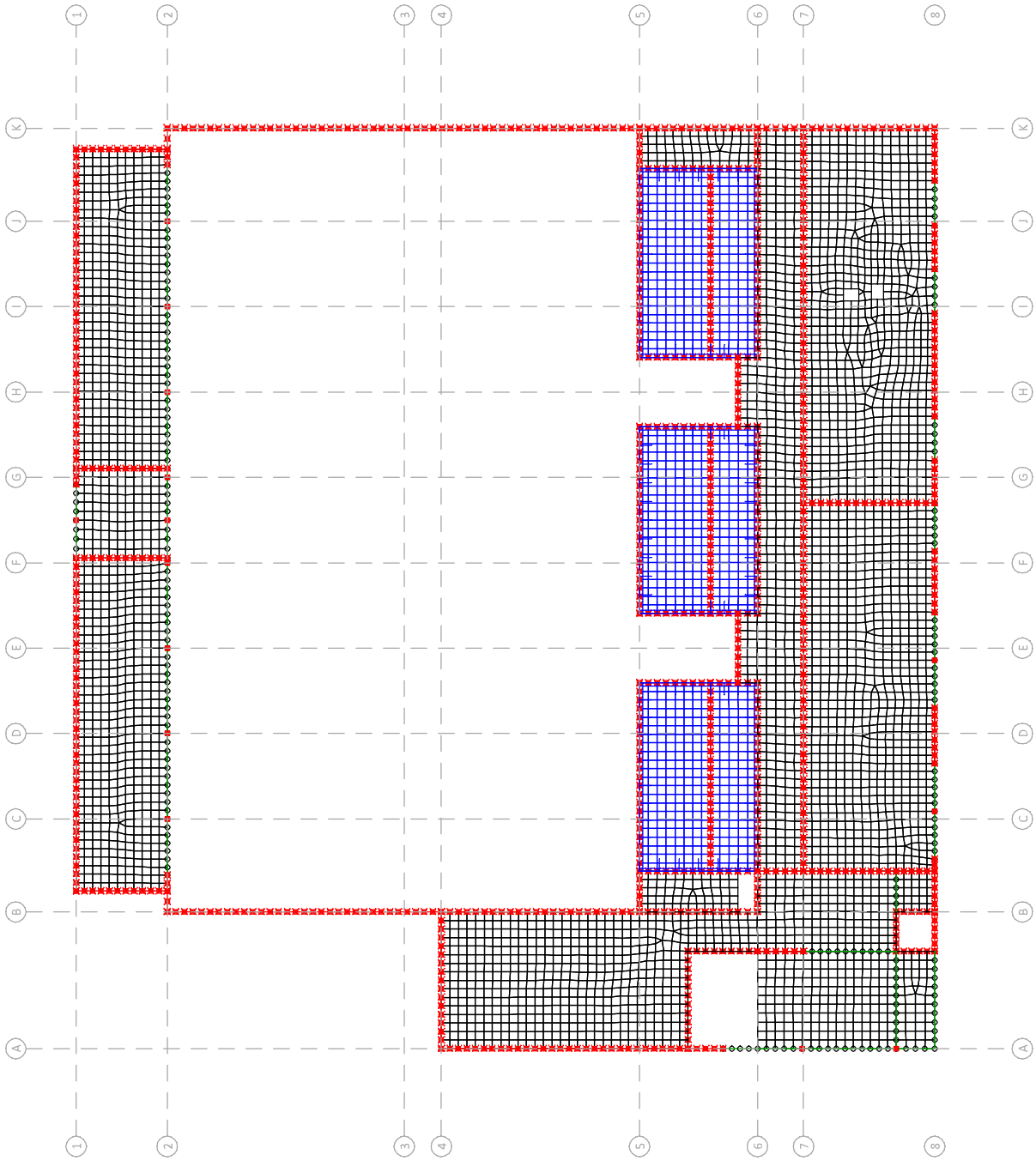
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

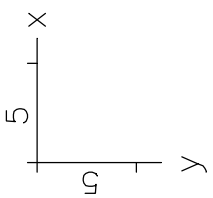
Querschnittsfarbe Unterzüge

M. 1: 360

Inhalt: **Eingabedaten**

EIGENLAST





O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

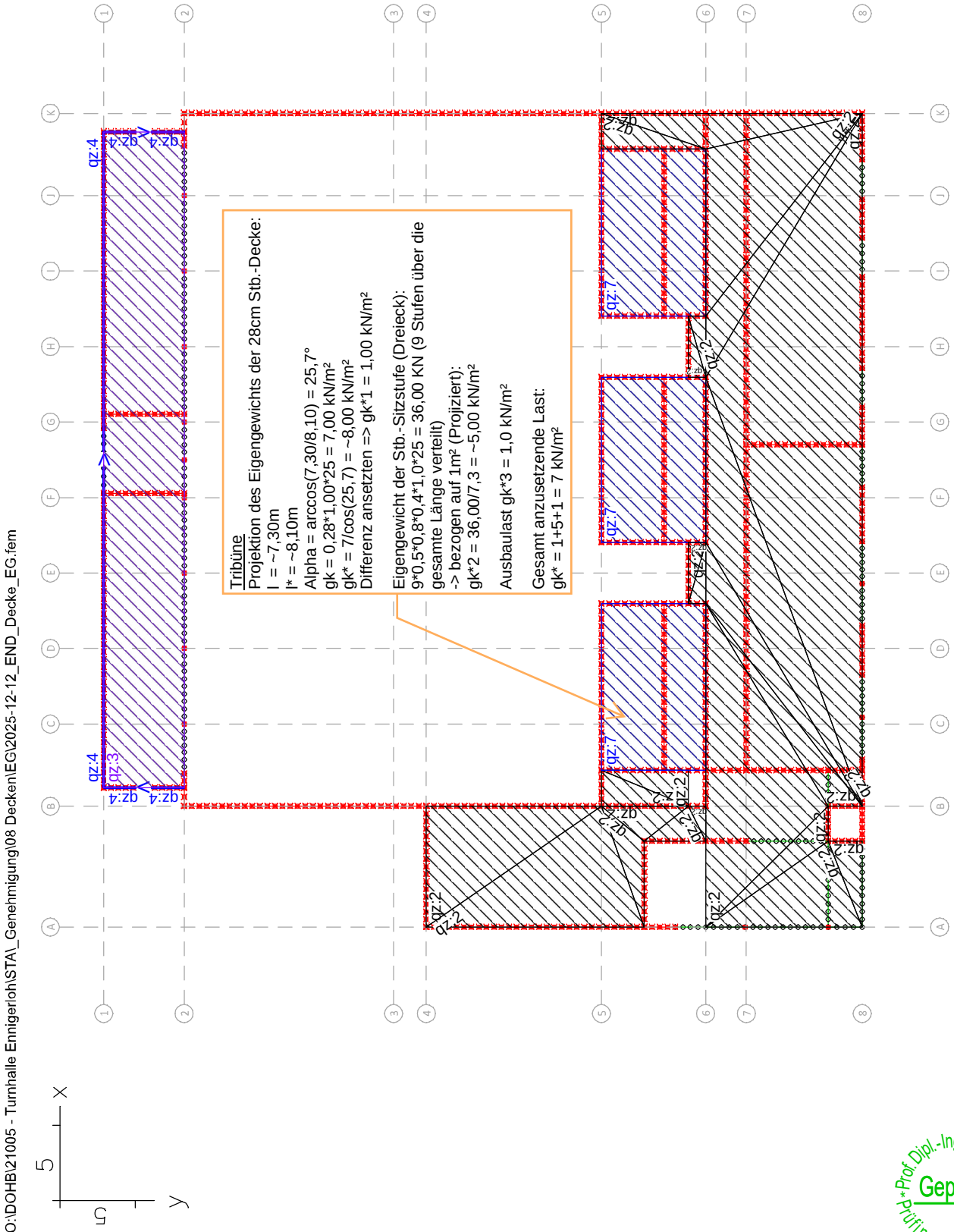
LF 1: Belastung, Eigengewicht

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

LF 1: Belastung, Eigengewicht

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

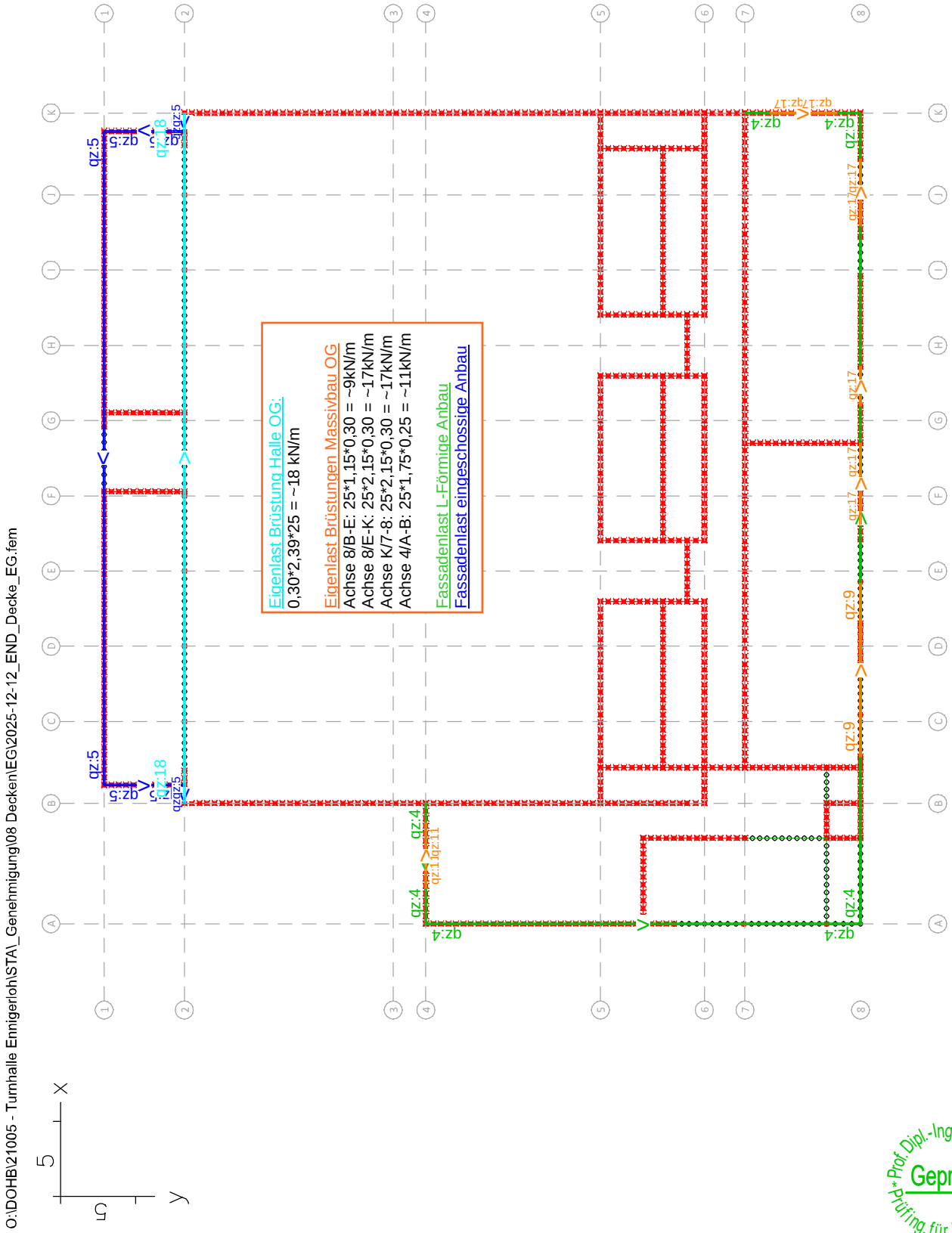
LF 2: Belastung, Ausbaulast

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

LF 2: Belastung, Ausbaulast

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

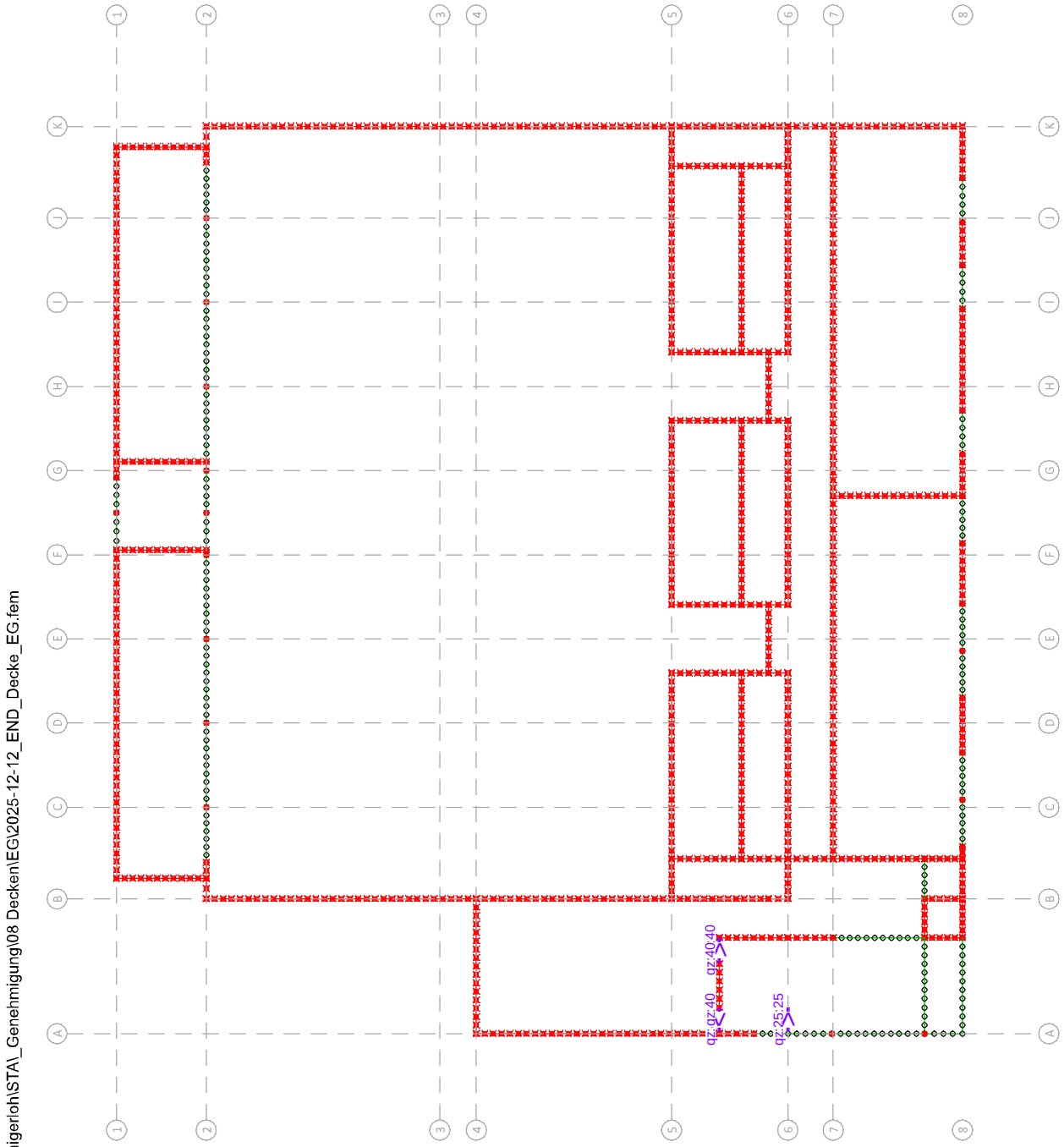
LF 3: Belastung, Fassadenlast

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

LF 3: Belastung, Fassadenlast

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

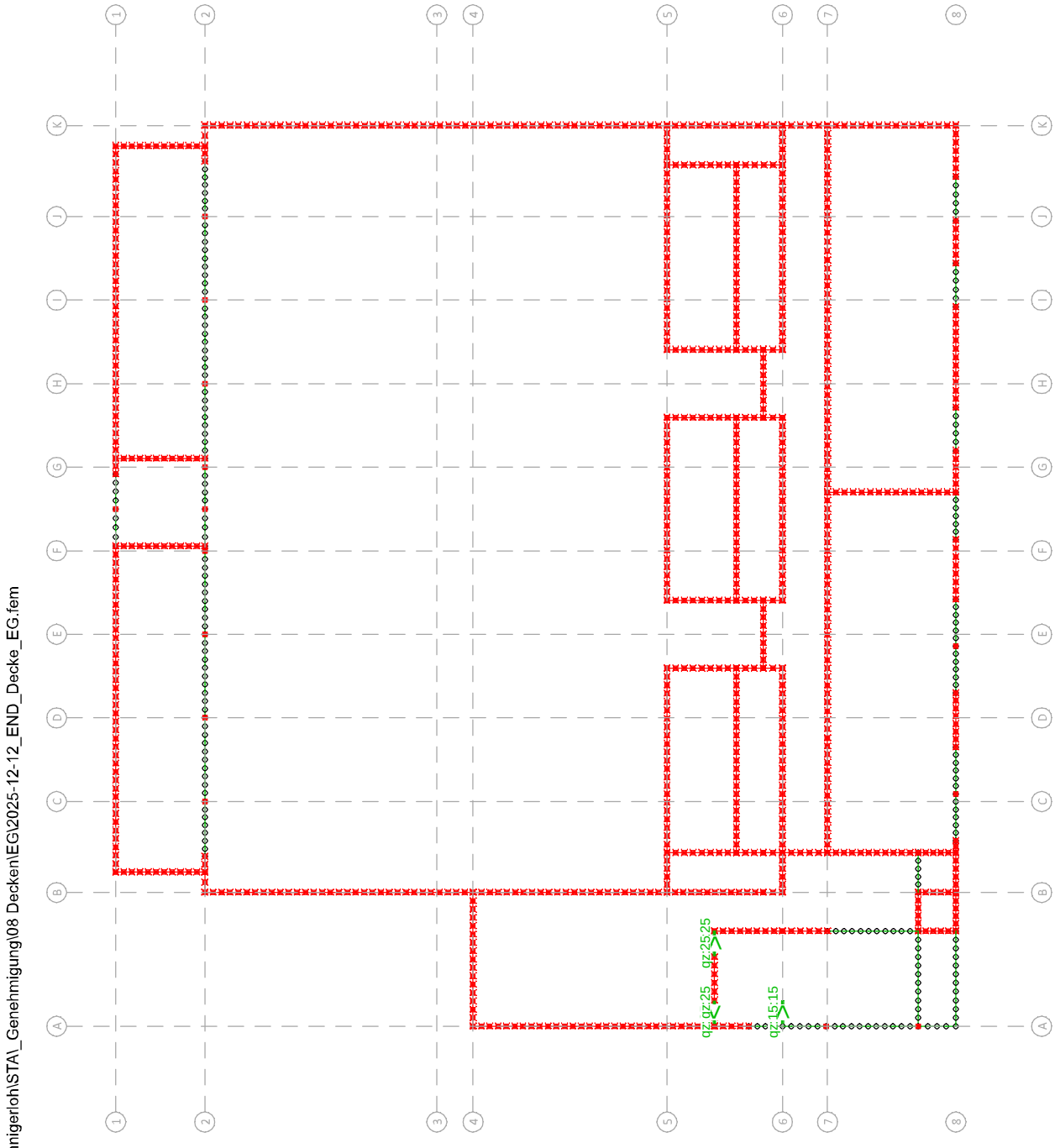
LF 4: Belastung, Treppe gk

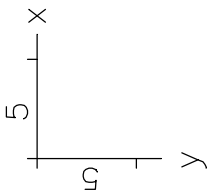
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

LF 4: Belastung, Treppe gk

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**





O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

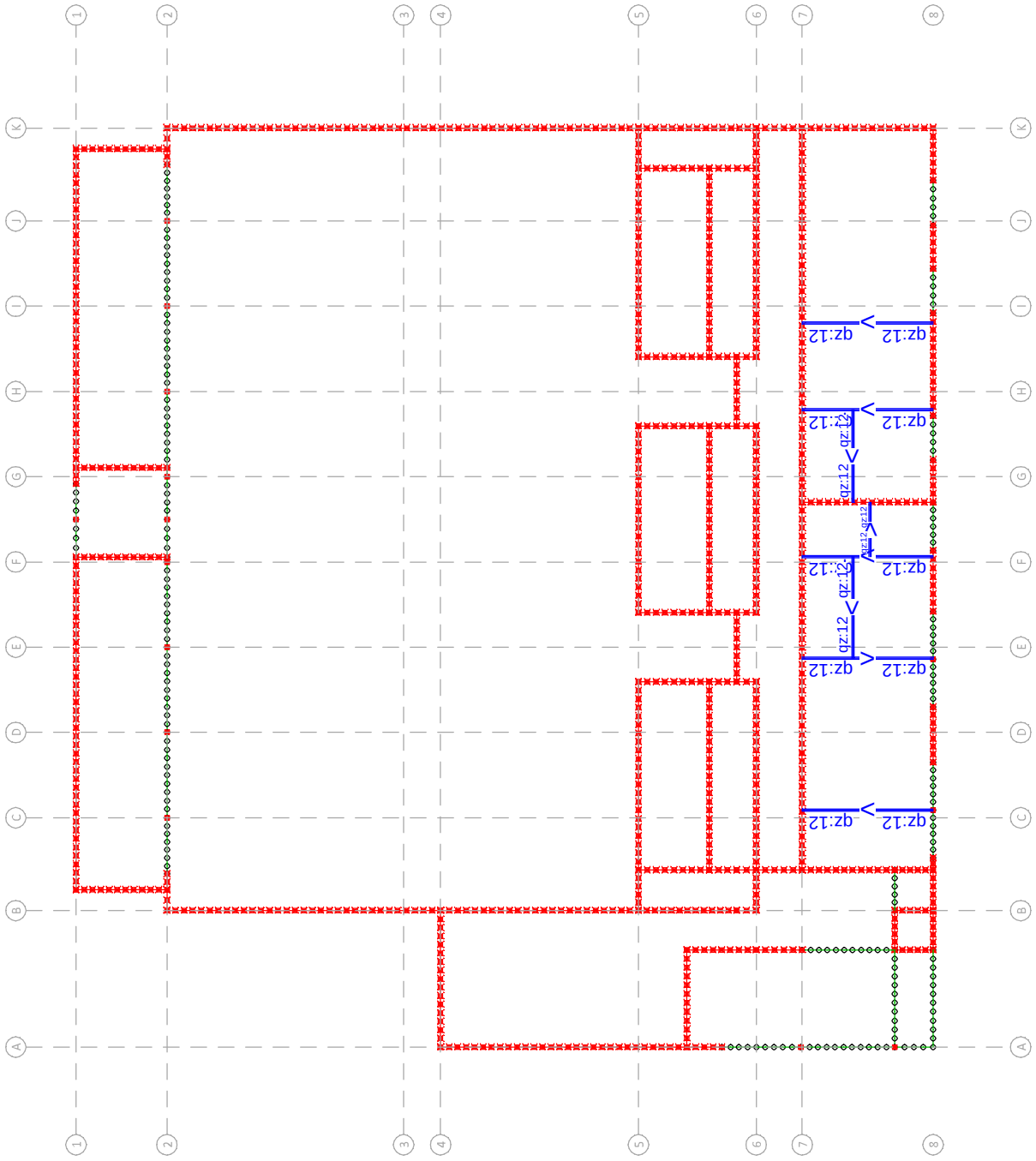
LF 5: Belastung, Treppe qk

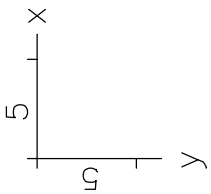
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

LF 5: Belastung, Treppe qk

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**





O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

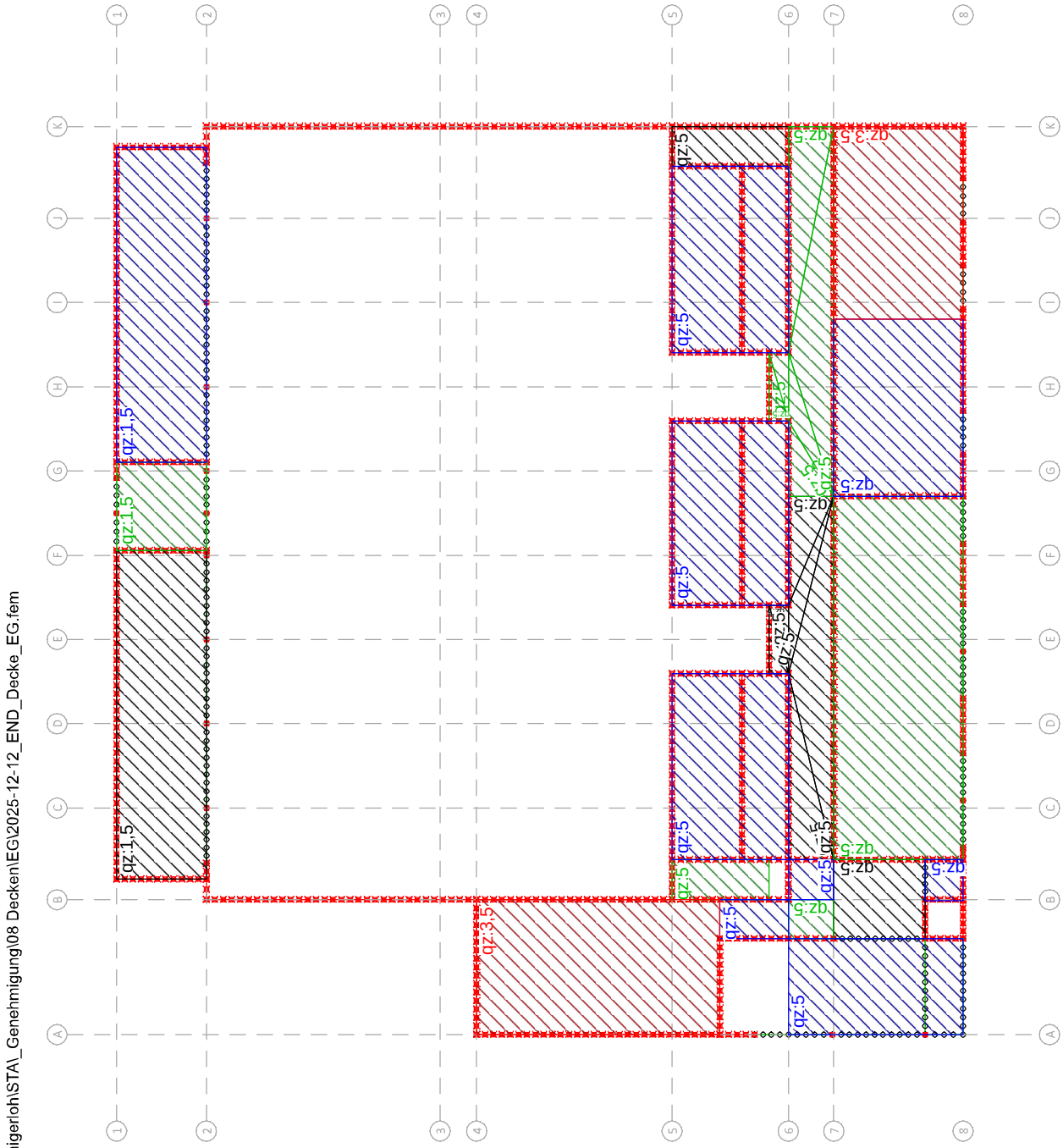
LF 6: Belastung, Nichttragende Wände

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

LF 6: Belastung, Nichttragende Wände

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**

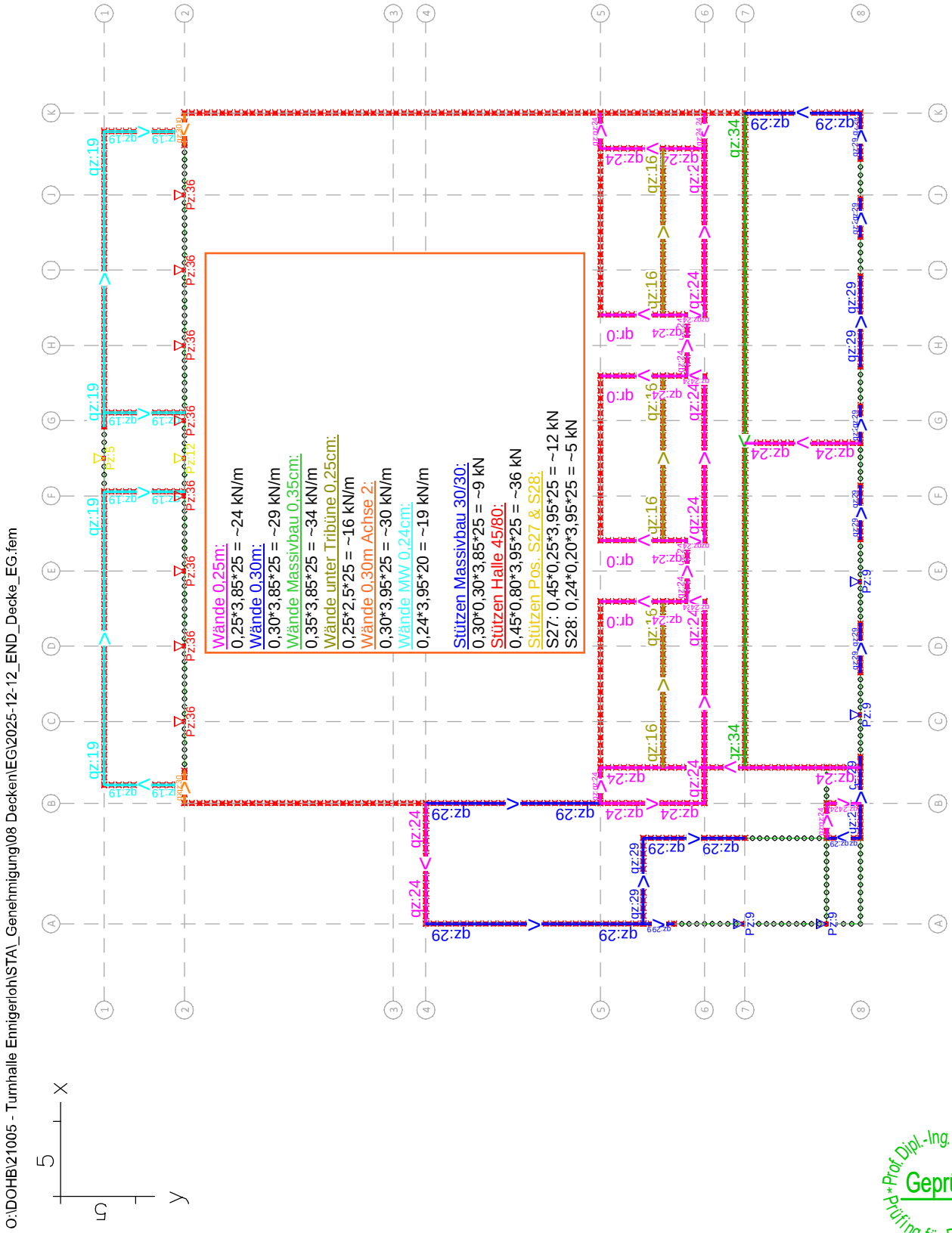


O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

Lastfälle 10-13

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Lastfälle 10-13



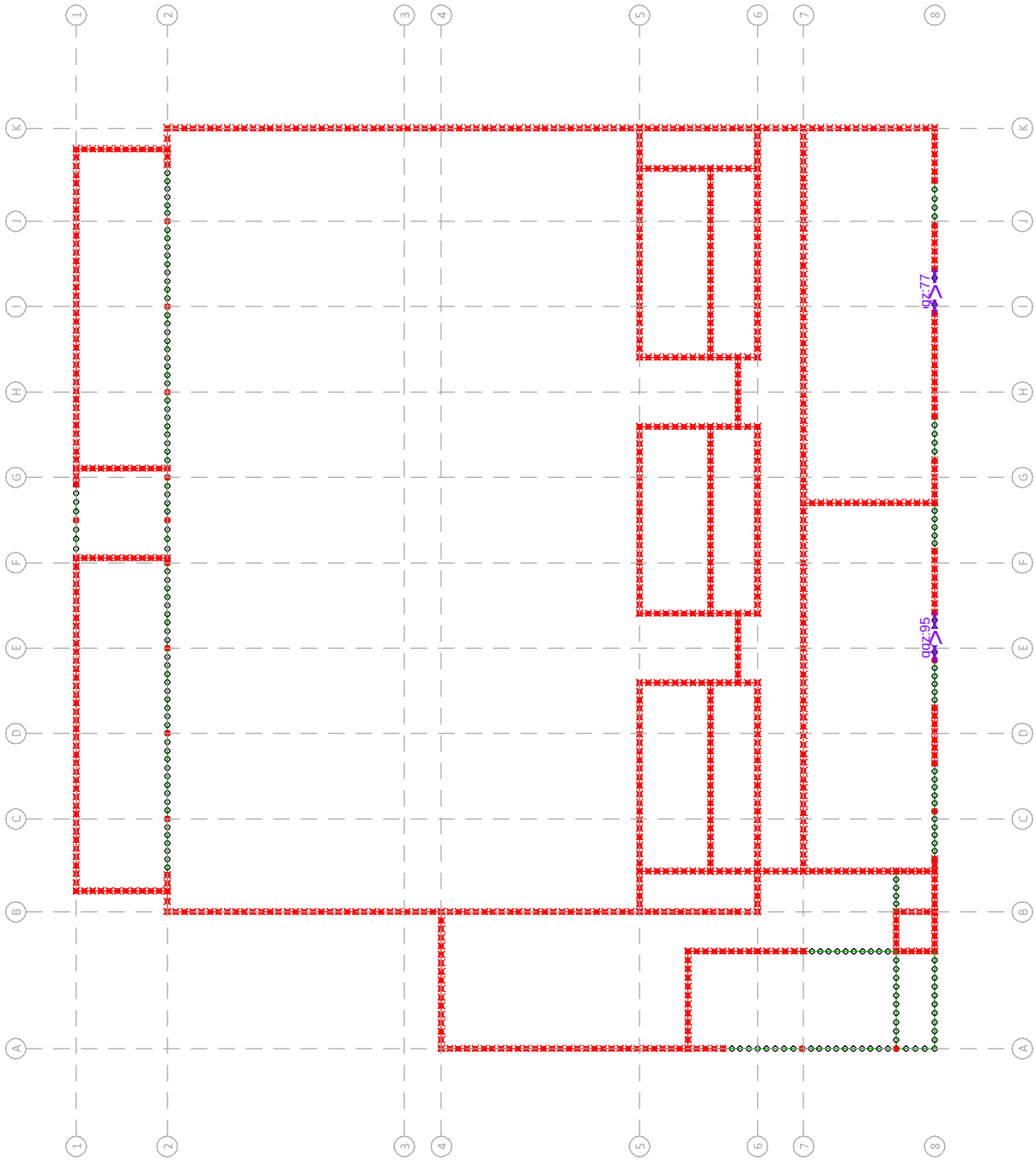
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

LF 20: Belastung, Wände/Stützen

LF 20: Belastung, Wände/Stützen

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

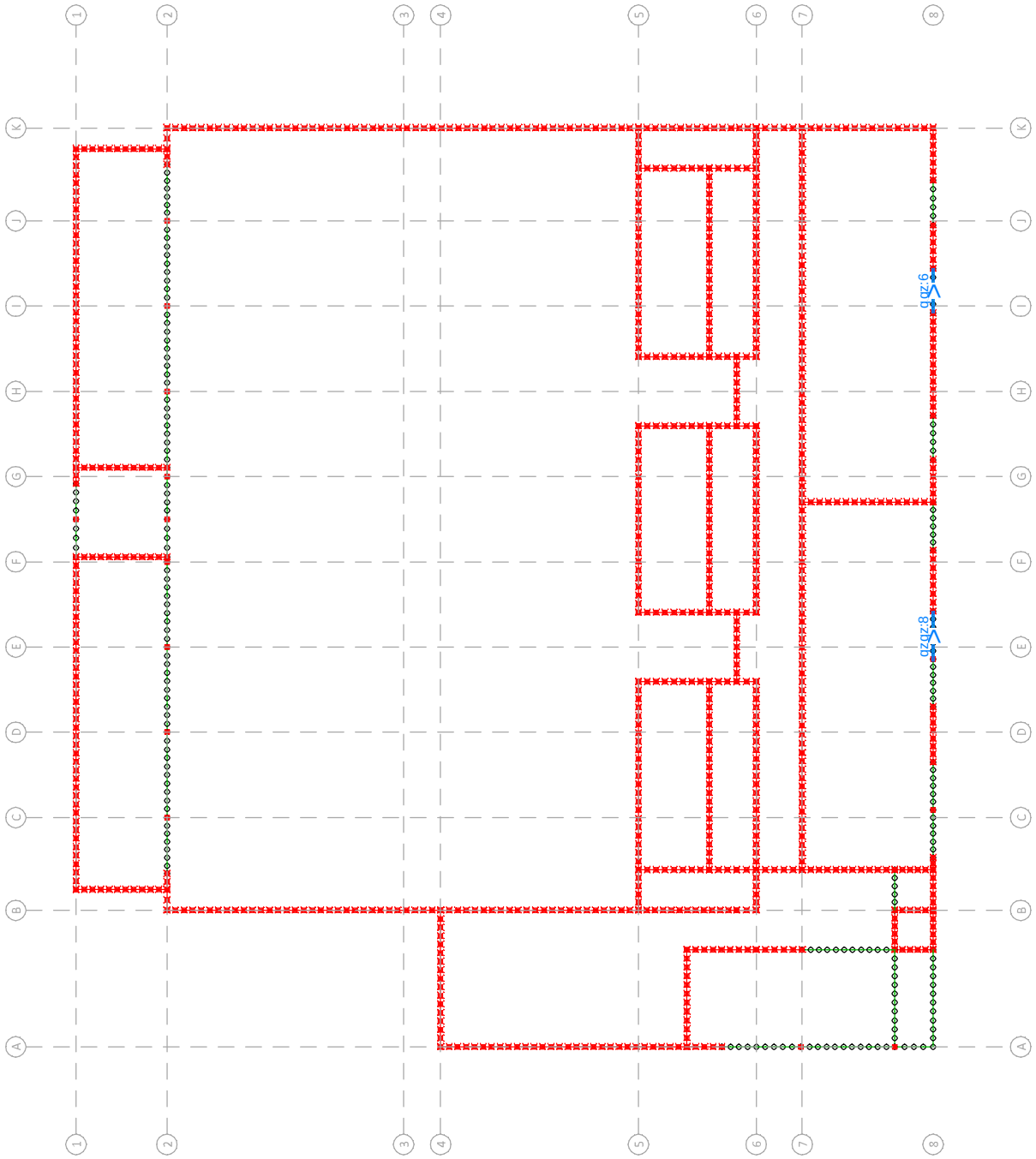
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

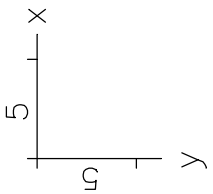
LF 50: Belastung, Gk abzufangen aus OG

LF 50: Belastung, Gk abzufangen aus OG

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**





O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

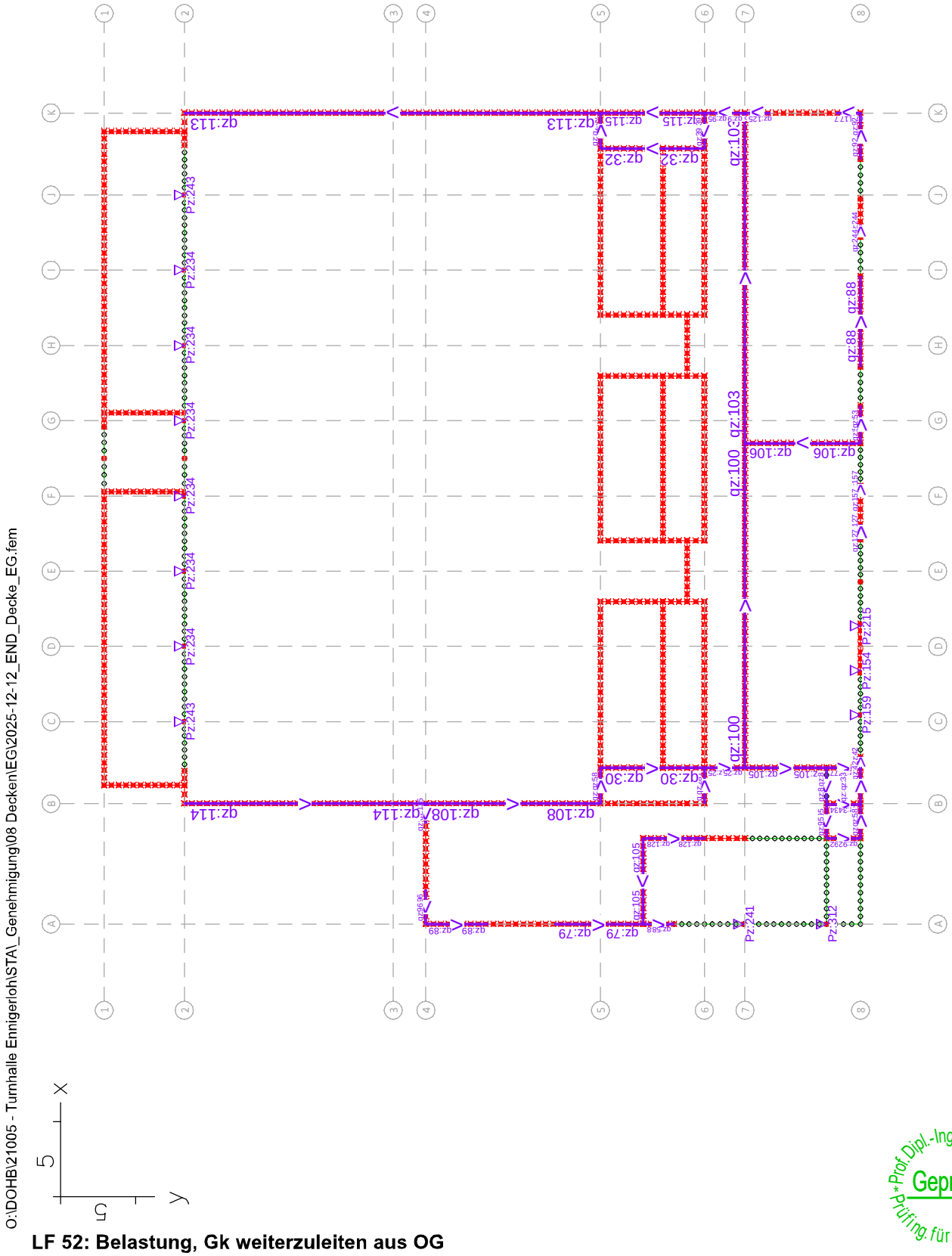


LF 51: Belastung, Qk abzufangen aus OG

LF 51: Belastung, Qk abzufangen aus OG

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

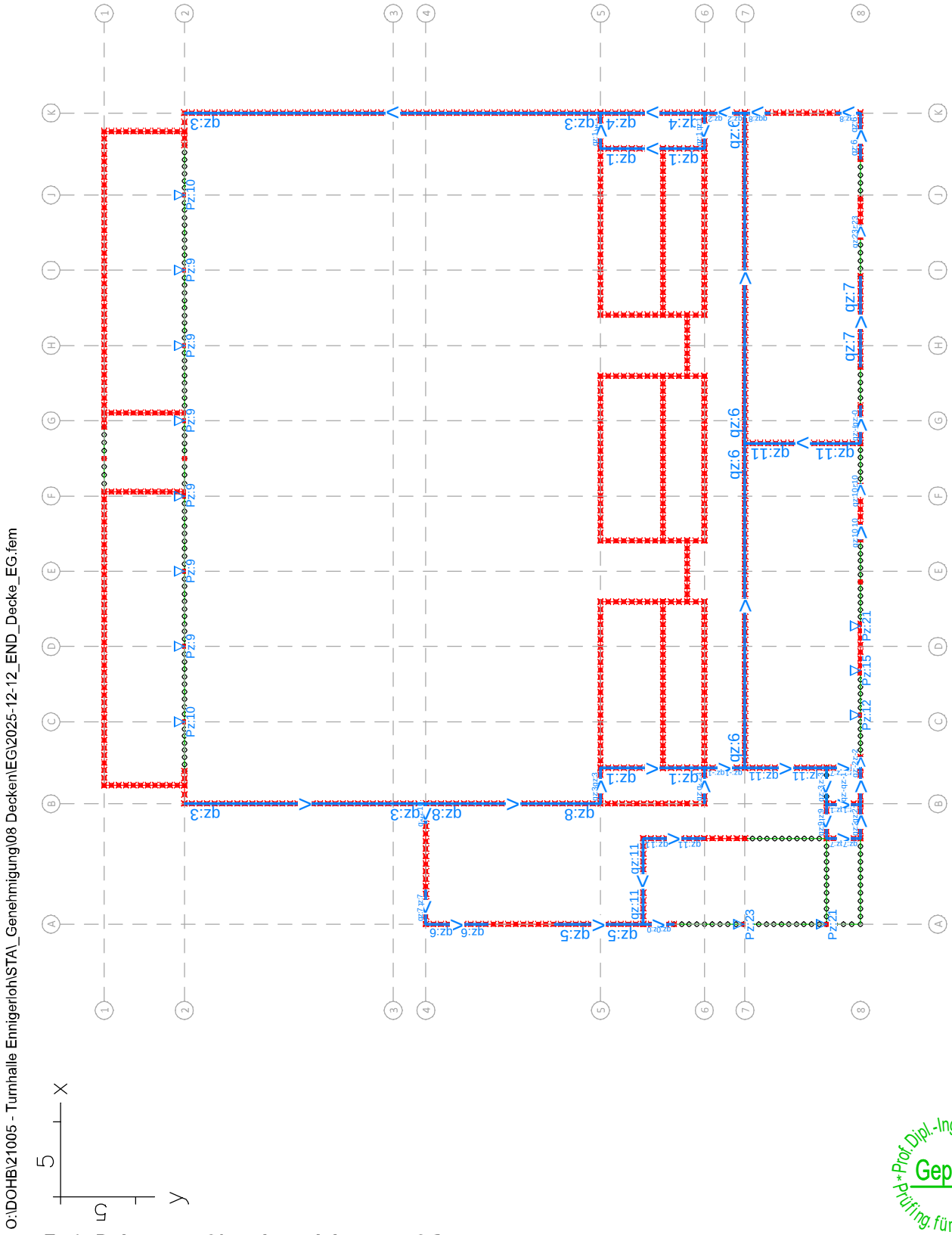
LF 52: Belastung, Gk weiterzuleiten aus OG

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

LF 52: Belastung, Gk weiterzuleiten aus OG

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

LF 53: Belastung, Qk weiterzuleiten aus OG

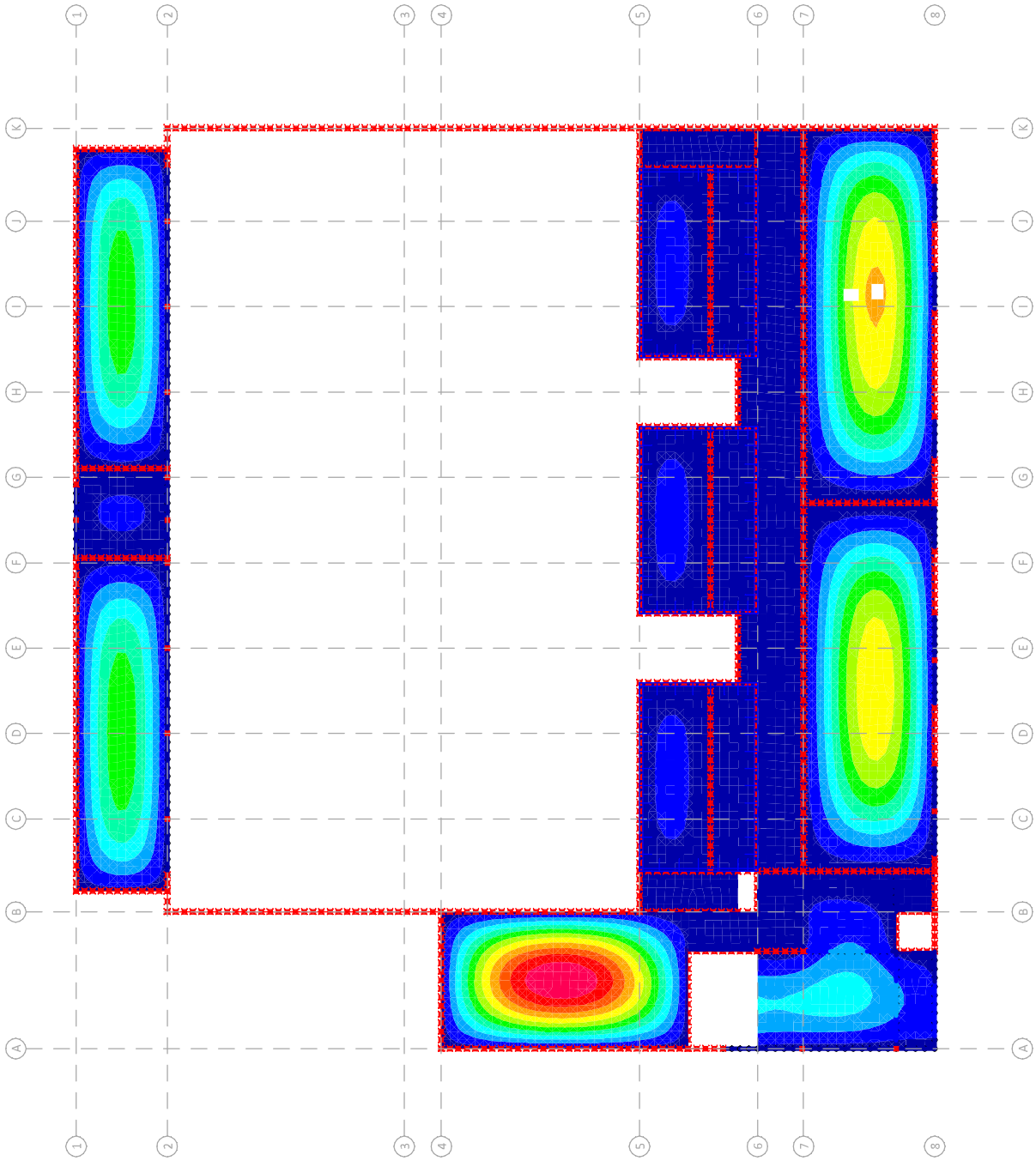
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

LF 53: Belastung, Qk weiterzuleiten aus OG

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**

-0,20 0,16 0,52 0,89 1,25 1,61 1,98 2,34 2,70 3,06 3,43 3,79 4,15



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

LF 1: Eigengewicht
Deformationen uz [mm]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -0,20/4,15 [mm]

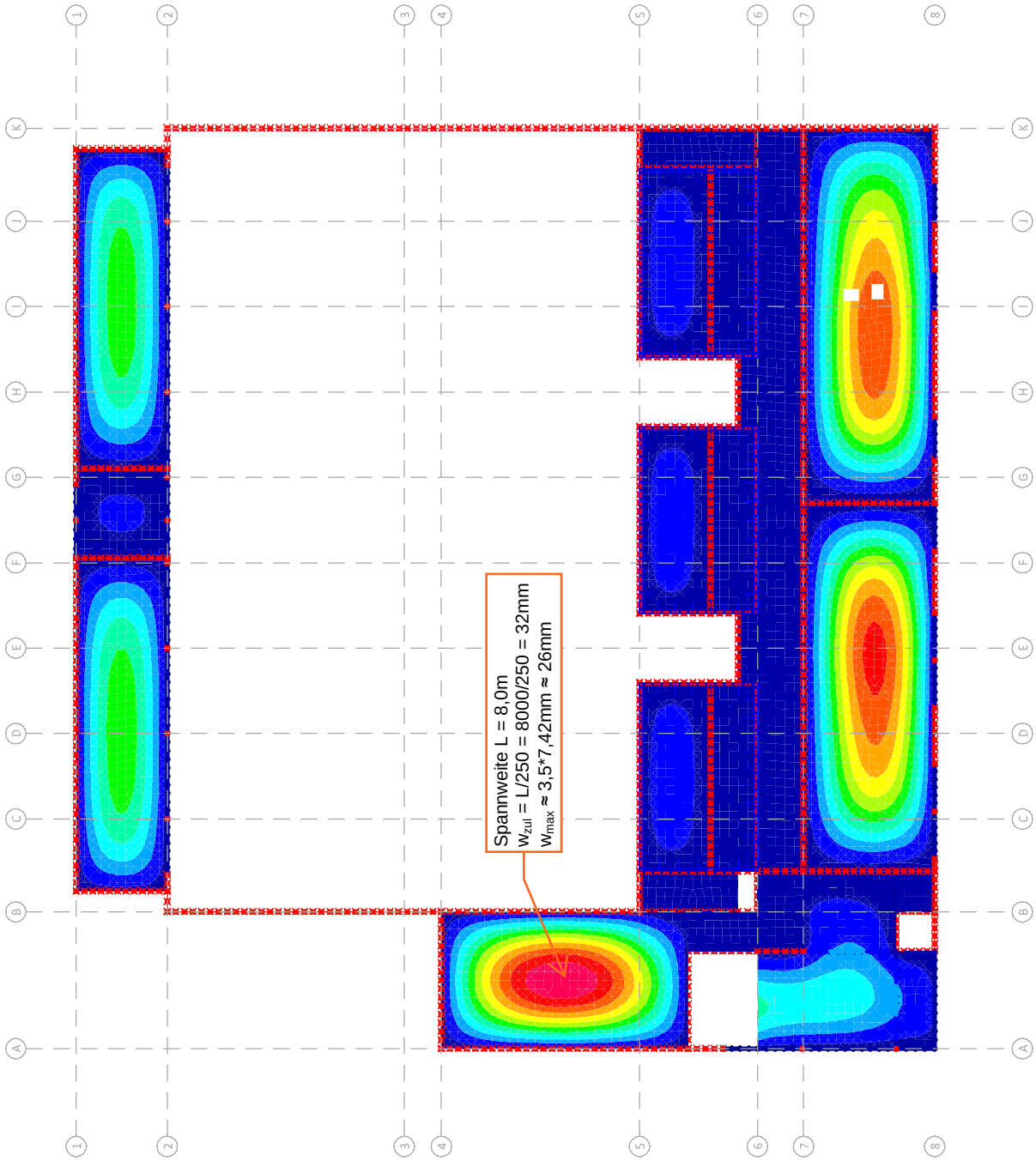
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen* Geprüft *Prüfing. für Baustatik

Deformationen uz; LF 1, Eigengewicht

M. 1: 380

Inhalt: **Verformungen**

-0,31 0,33 0,98 1,62 2,27 2,91 3,55 4,20 4,84 5,49 6,13 6,77 7,42



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): -0,31/7,42 [mm]

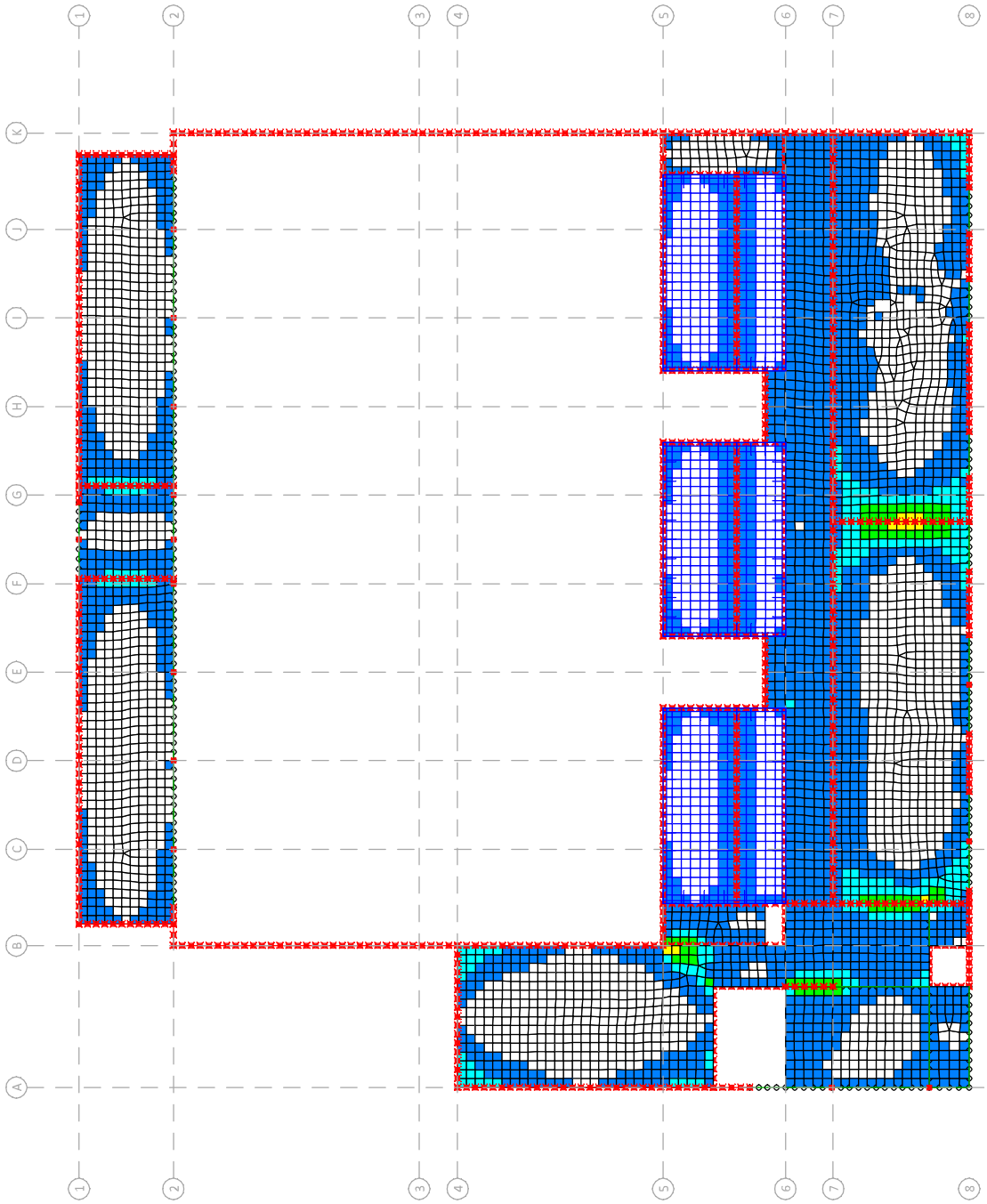
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Verformungen**

0,01 2,50 5,00 10,00 15,00 20,00 30,00



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/12,58 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 5,4 t

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen** Geprüft **Prüfing. für Baustatik

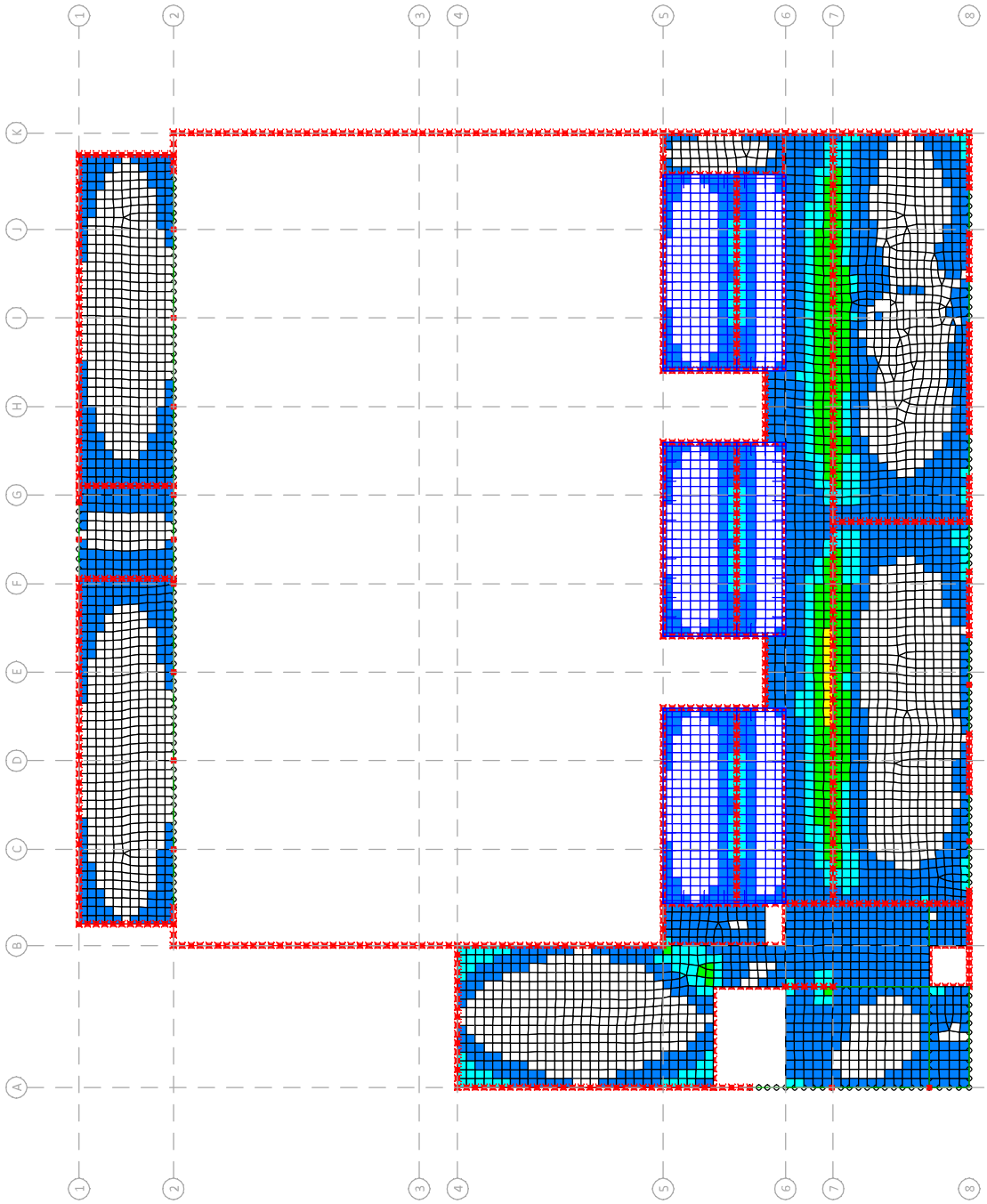
$as_{x,oben}$

Biegebewehrung asx 1. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**

0,01 2,50 5,00 10,00 15,00 20,00 30,00



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/10,59 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 5,4 t

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

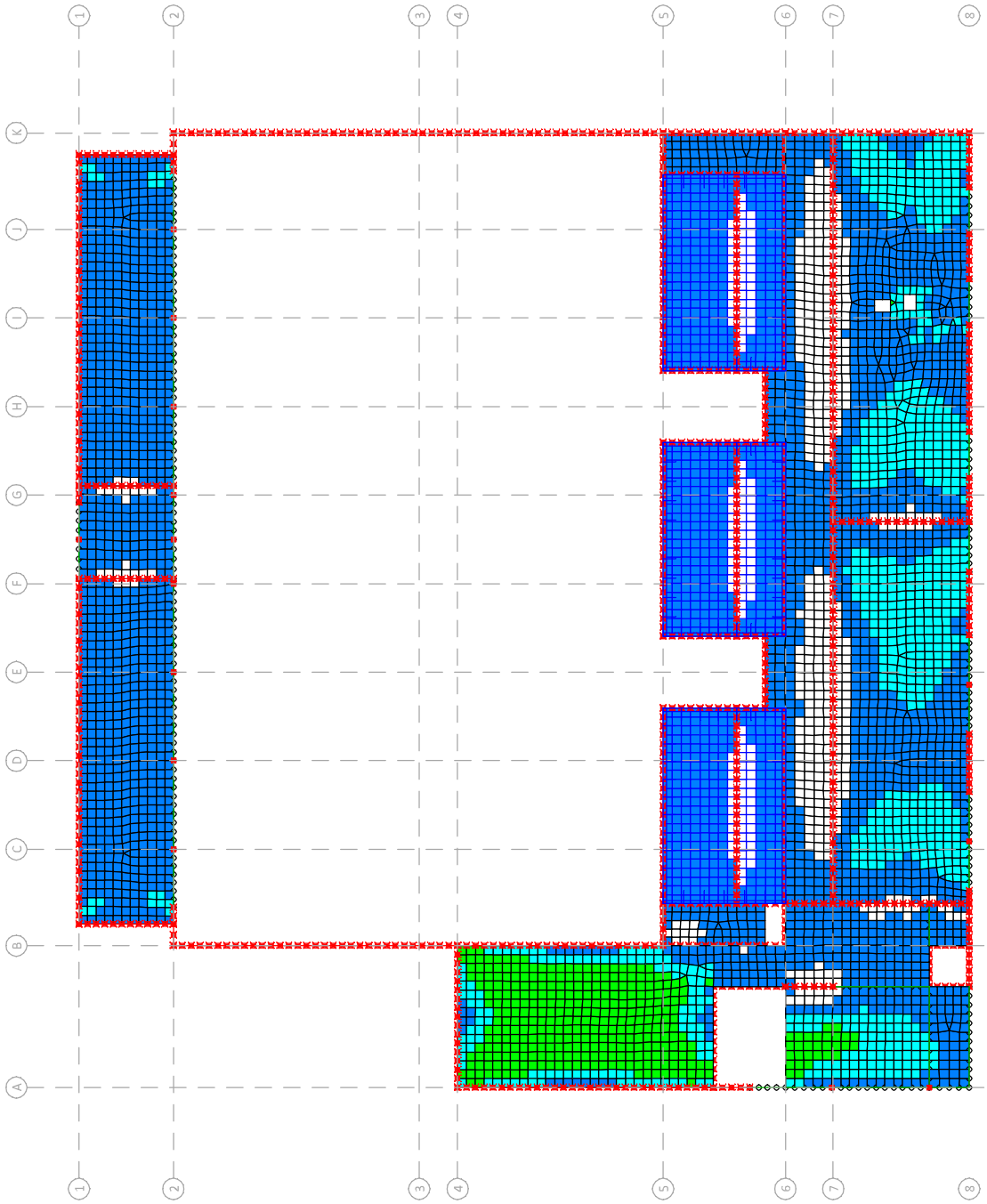
$as_{y,oben}$

Biegebewehrung asy 1. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**

0,01 2,50 5,00 10,00 15,00 20,00 30,00



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/9,59 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 5,4 t

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen-Klatt
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

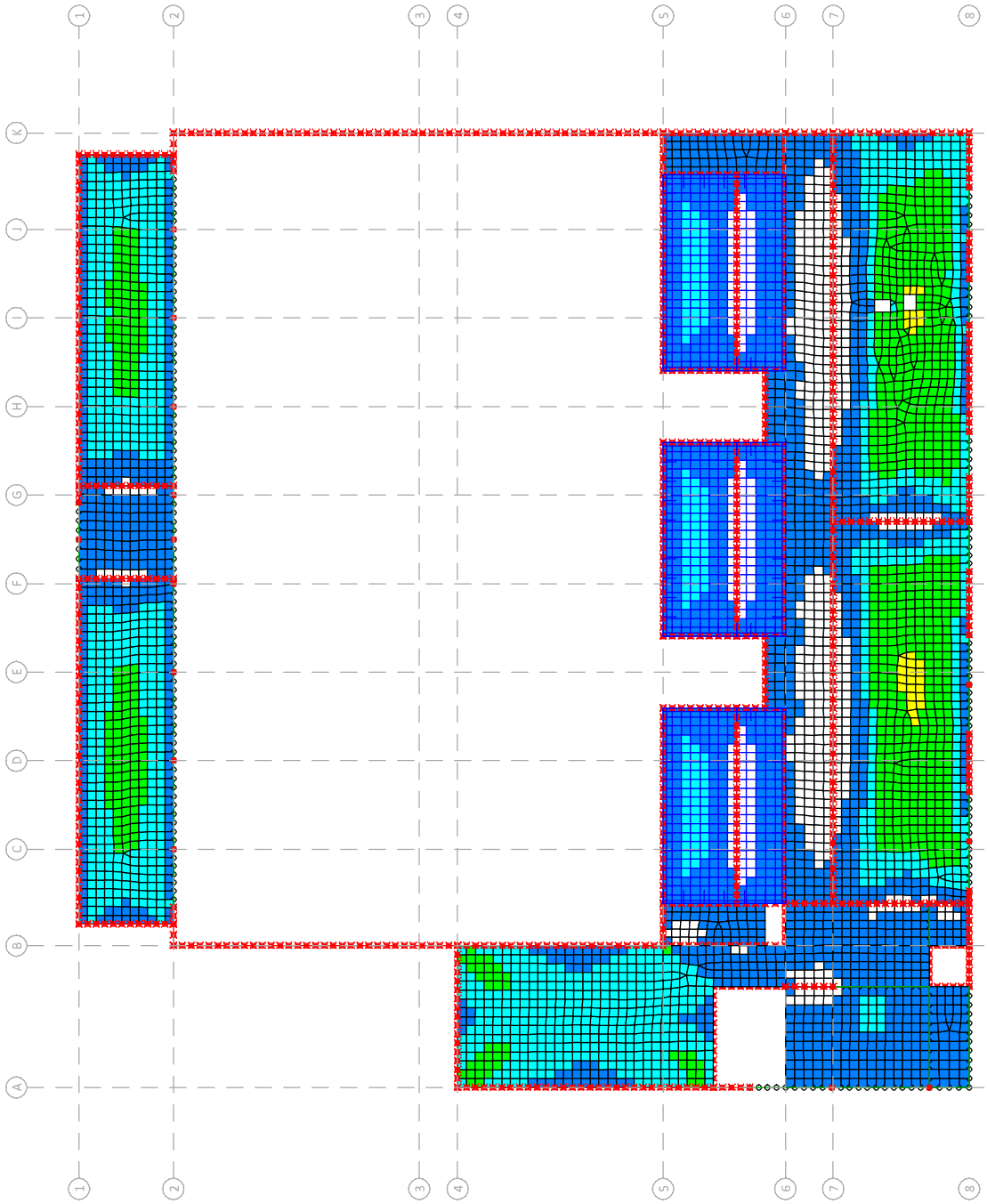
$as_{x,unten}$

Biegebewehrung asx 2. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**

0,01 2,50 5,00 10,00 15,00 20,00 30,00



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/14,01 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 5,4 t

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

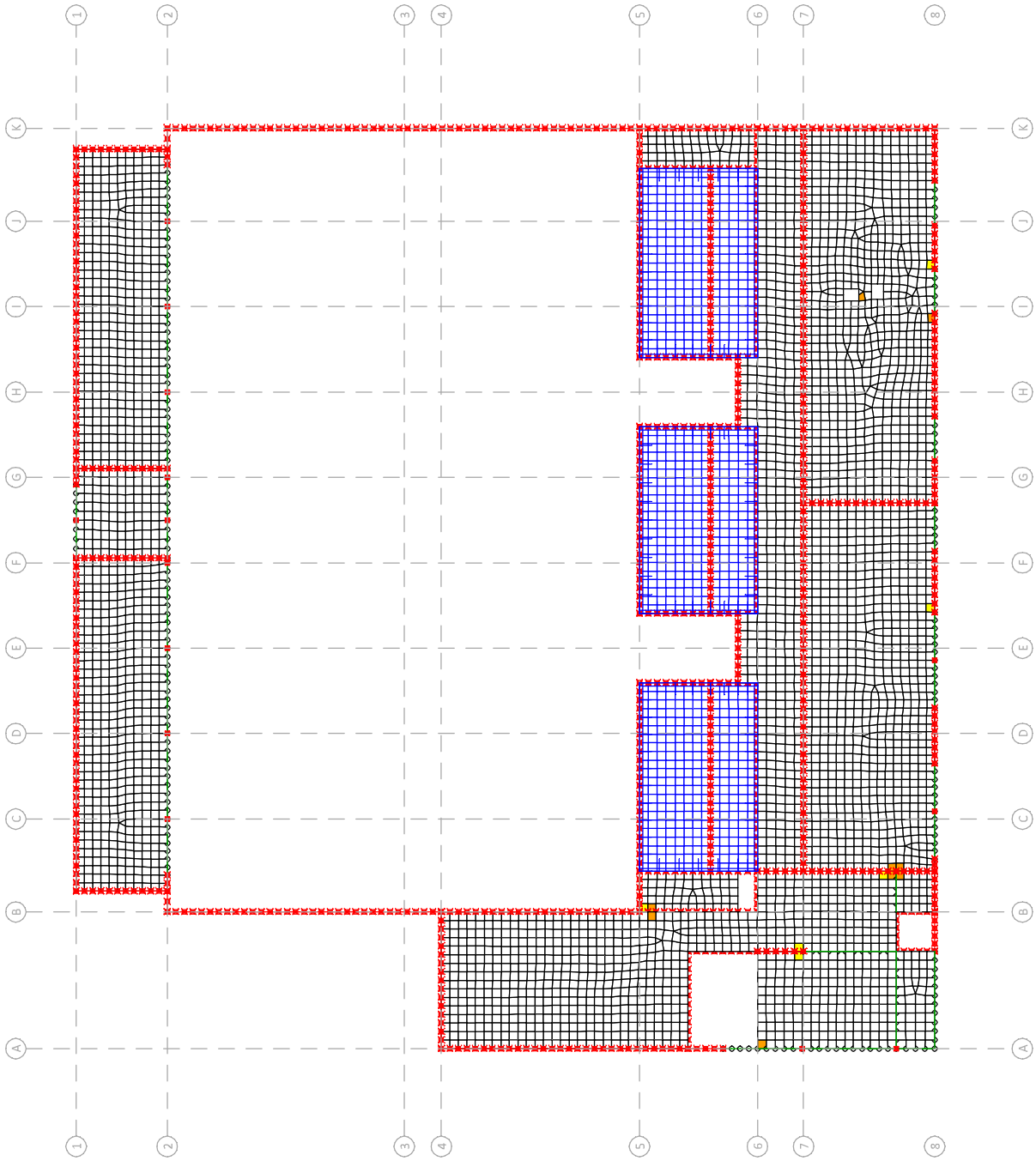
$as_{y,unten}$

Biegebewehrung asy 2. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**

0,01 5,00 10,00 15,00 20,00 30,00 40,00



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/25,73 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

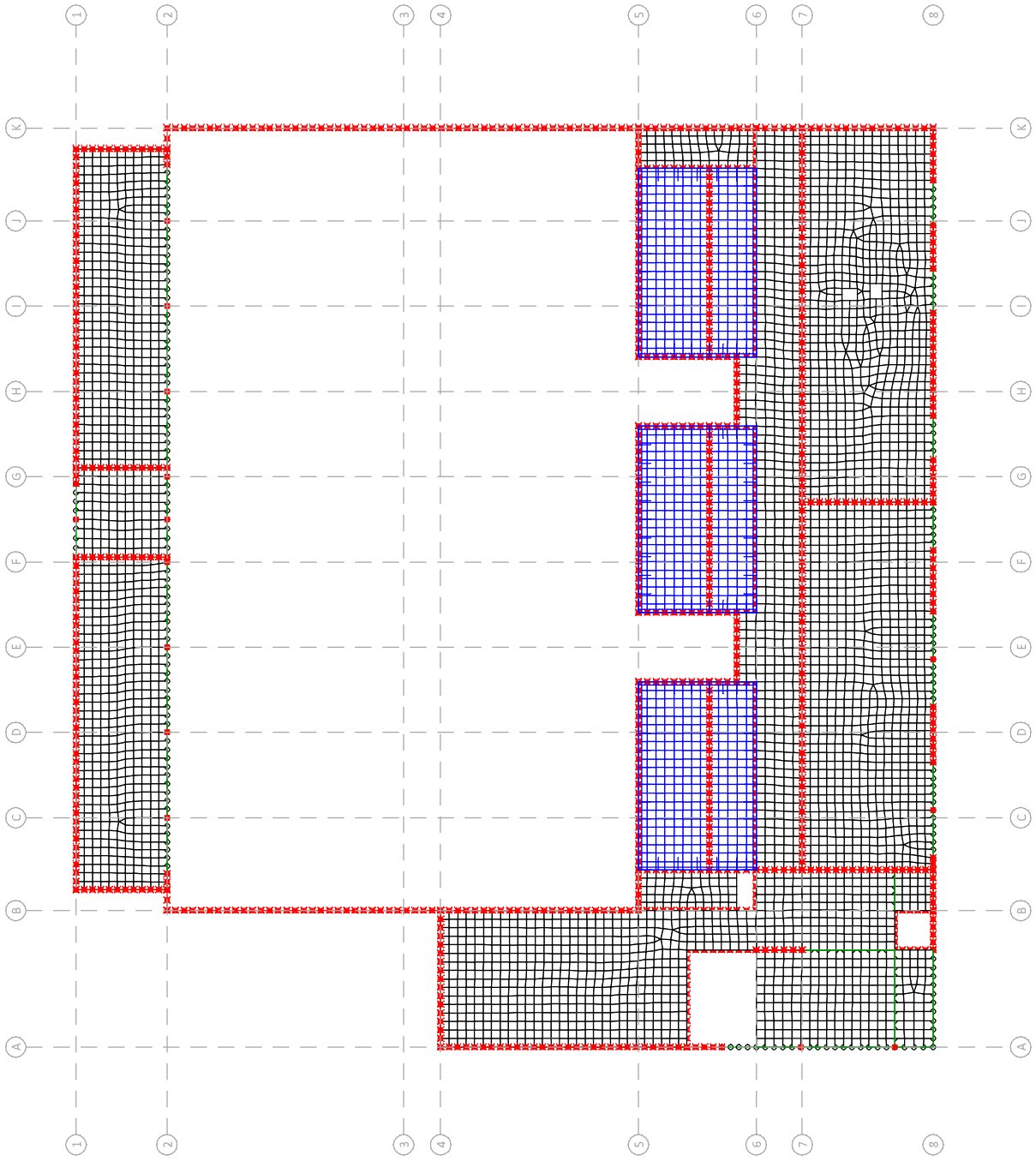
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**

0,30



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

X
5
5
Y

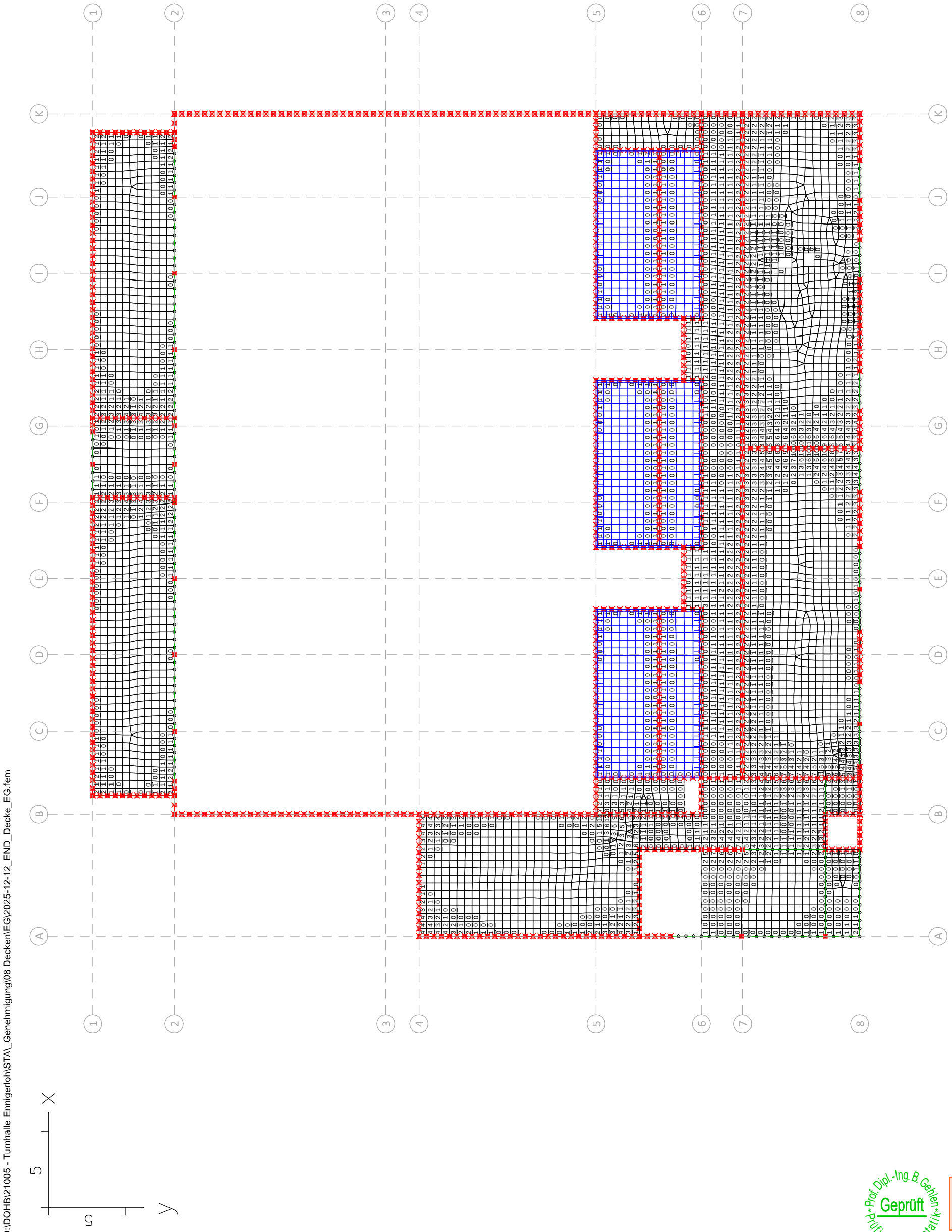
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
qr/vRd,max [-]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,00/0,18 [-]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Prof.Dipl.-Ing. B Gehlen *Prüfing. für Baustatik*
Geprüft

qr/vRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

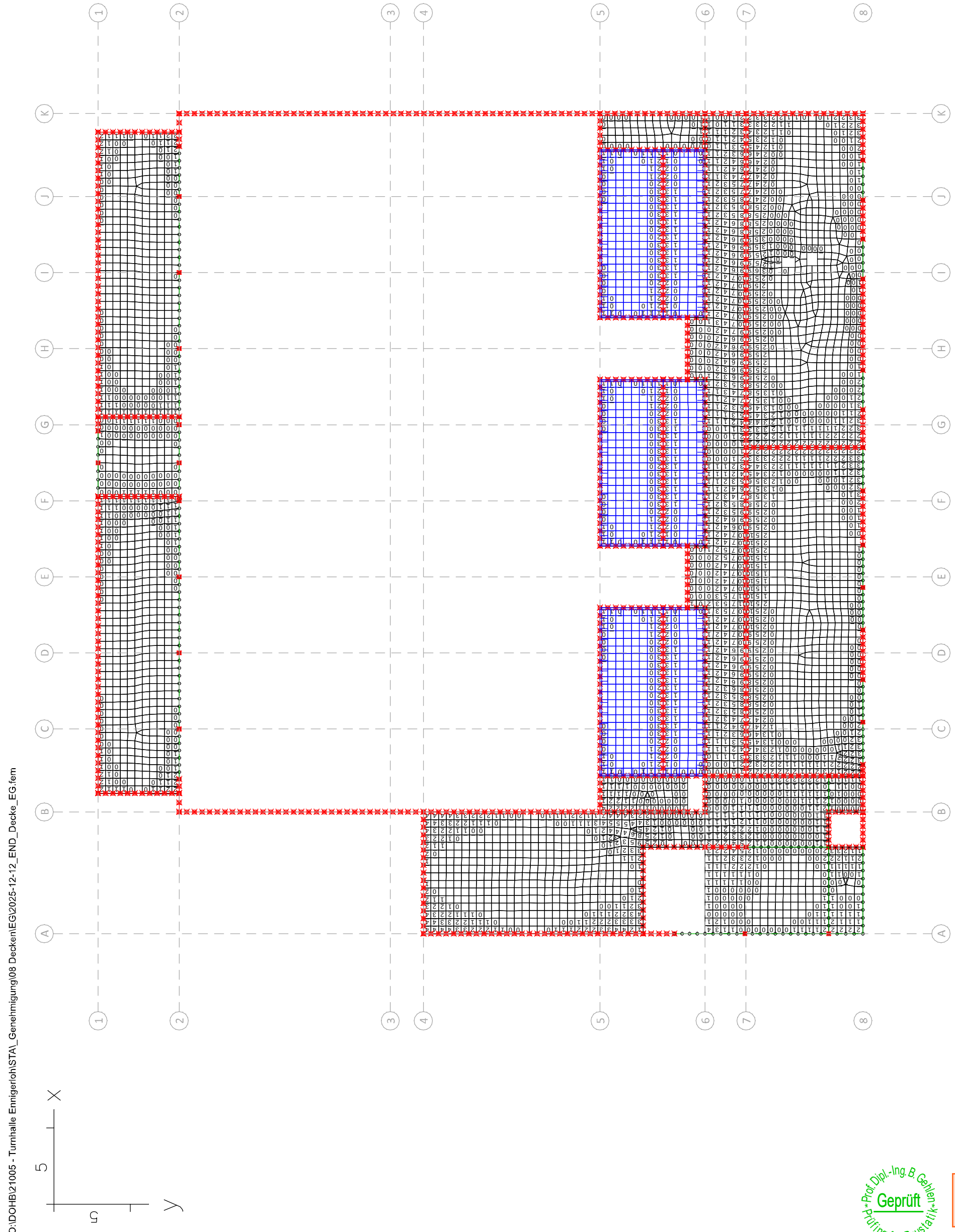
Inhalt: **Bewehrung**



Biegebewehrung asx 1. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1:250

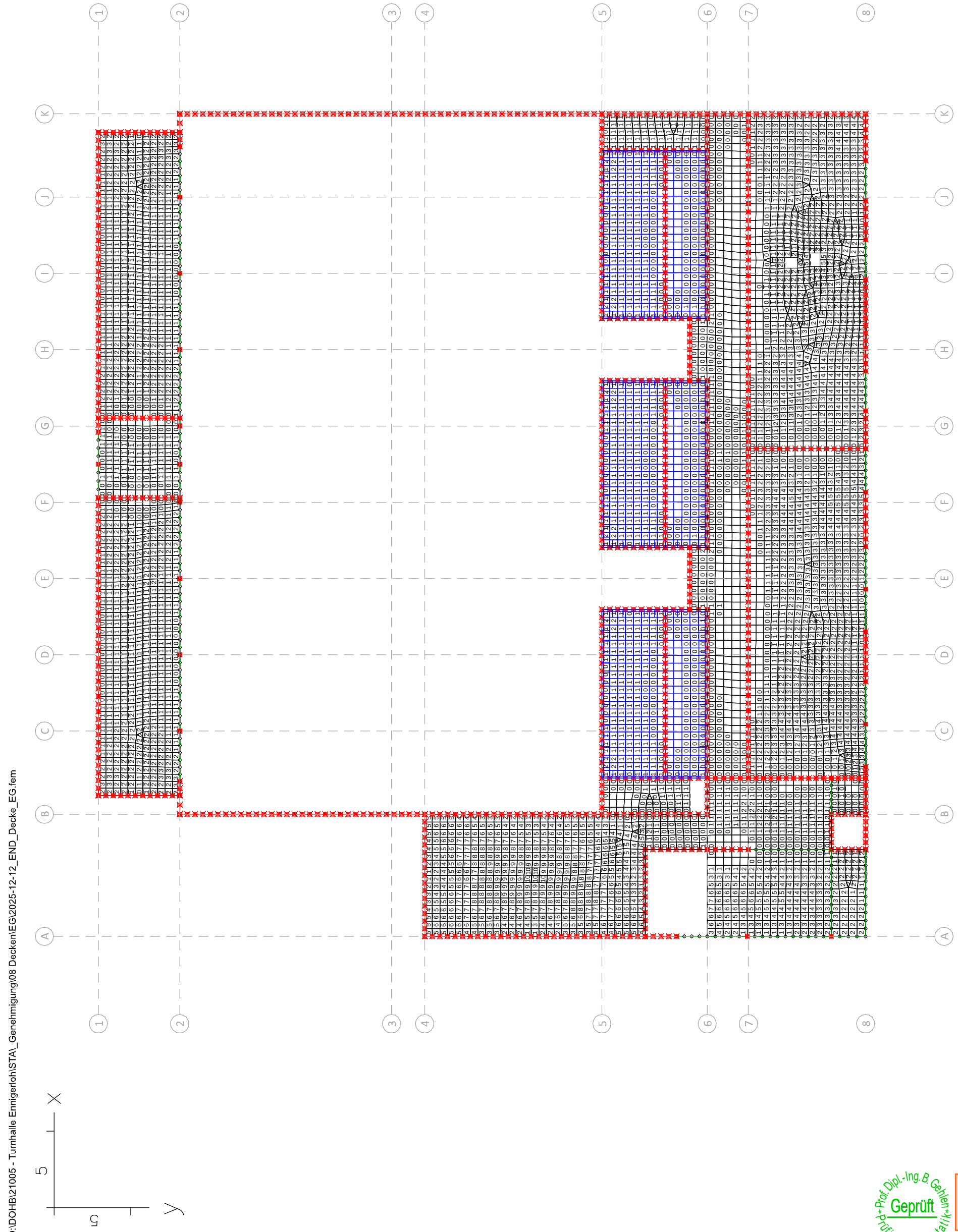
Inhalt: **Bewehrung**



Biegebewehrung asy 1. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1:250

Inhalt: **Bewehrung**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung für Teilsystem: 5,4 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/9,59 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

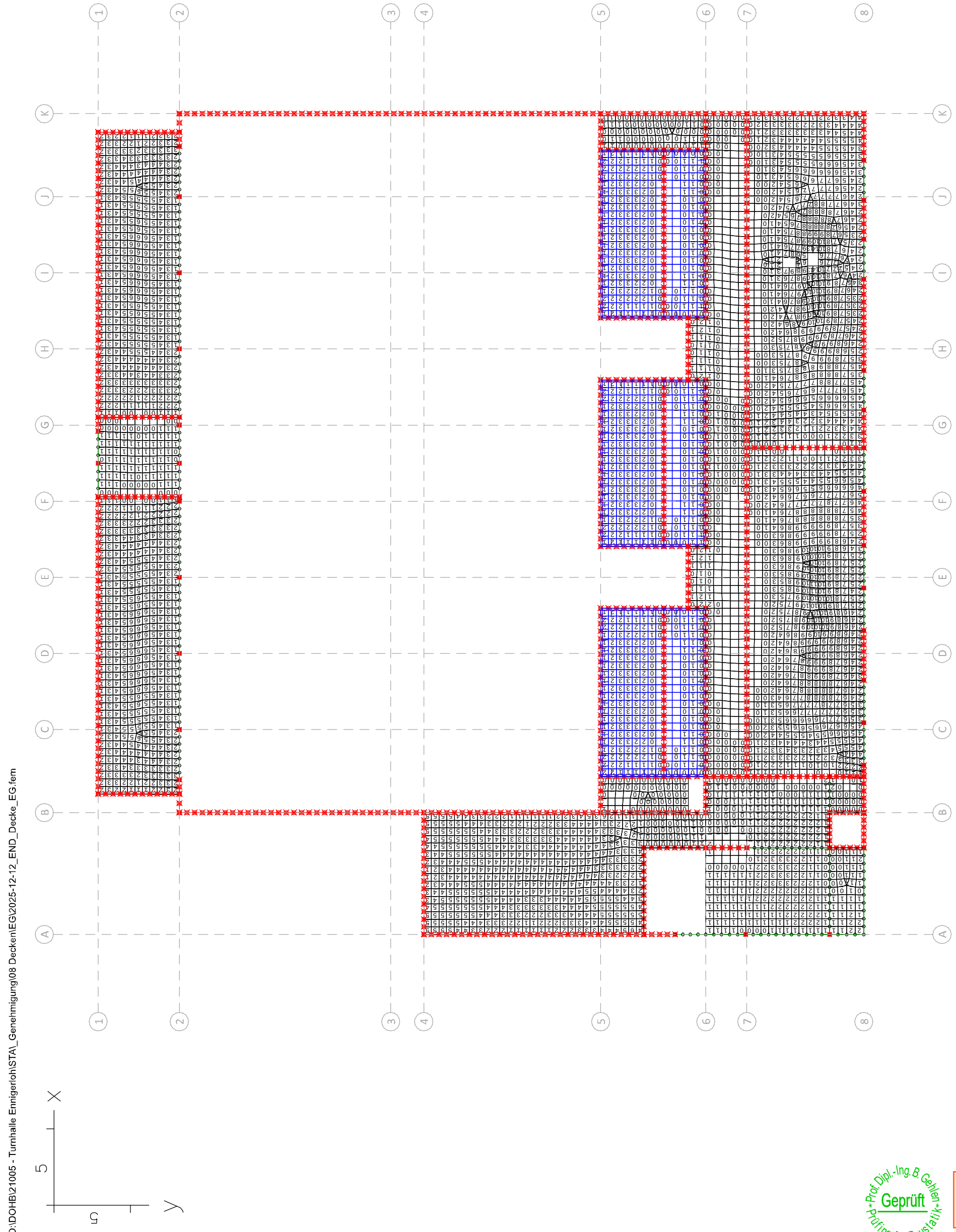
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

$as_{x,unten}$

Biegebewehrung asx 2. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1:250

Inhalt: **Bewehrung**

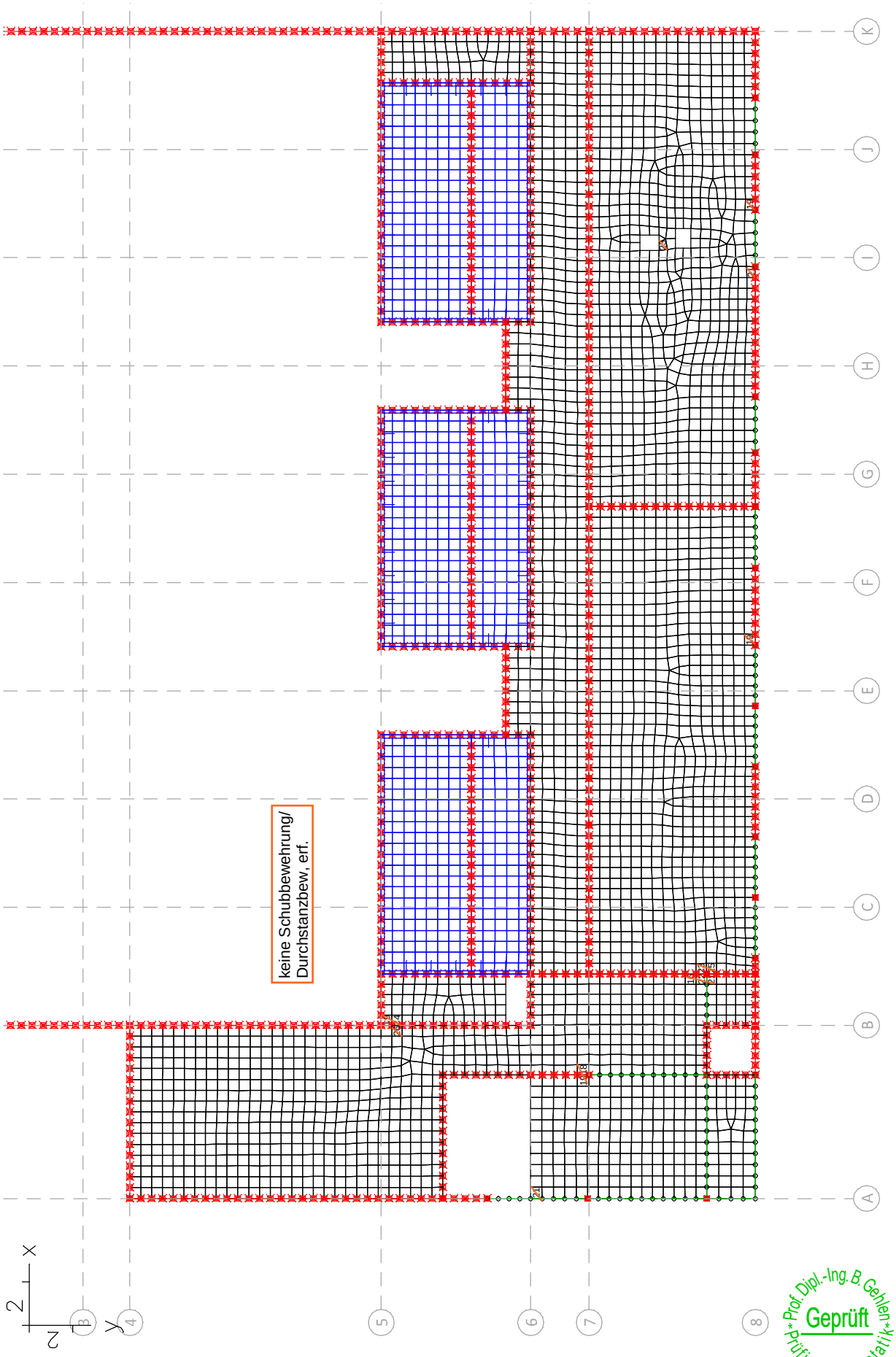


Biegebewehrung asy 2. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1:250

Inhalt: **Bewehrung**

Finite Elemente 25.00 (c) InfoGraph GmbH



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

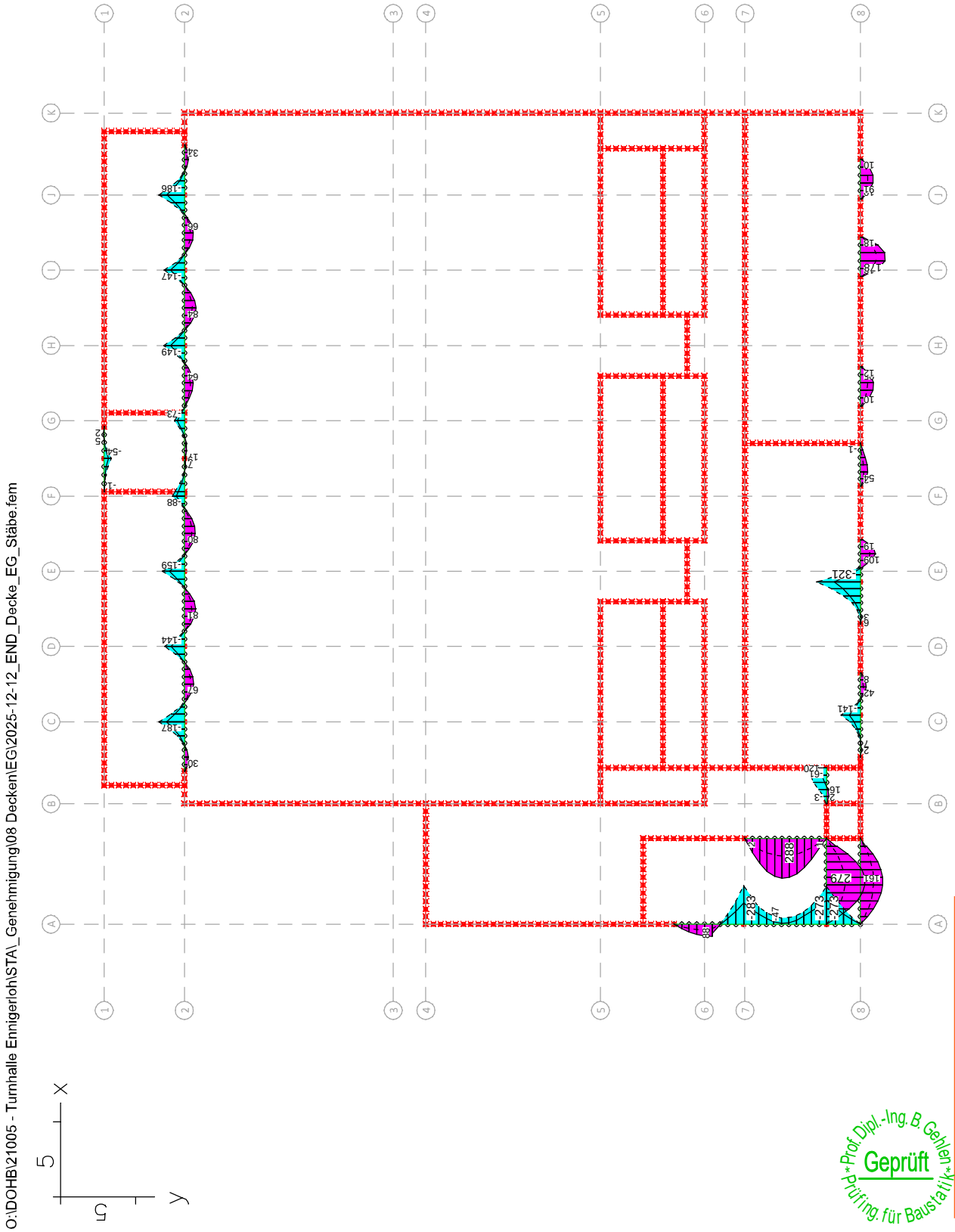
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/25,73 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 255

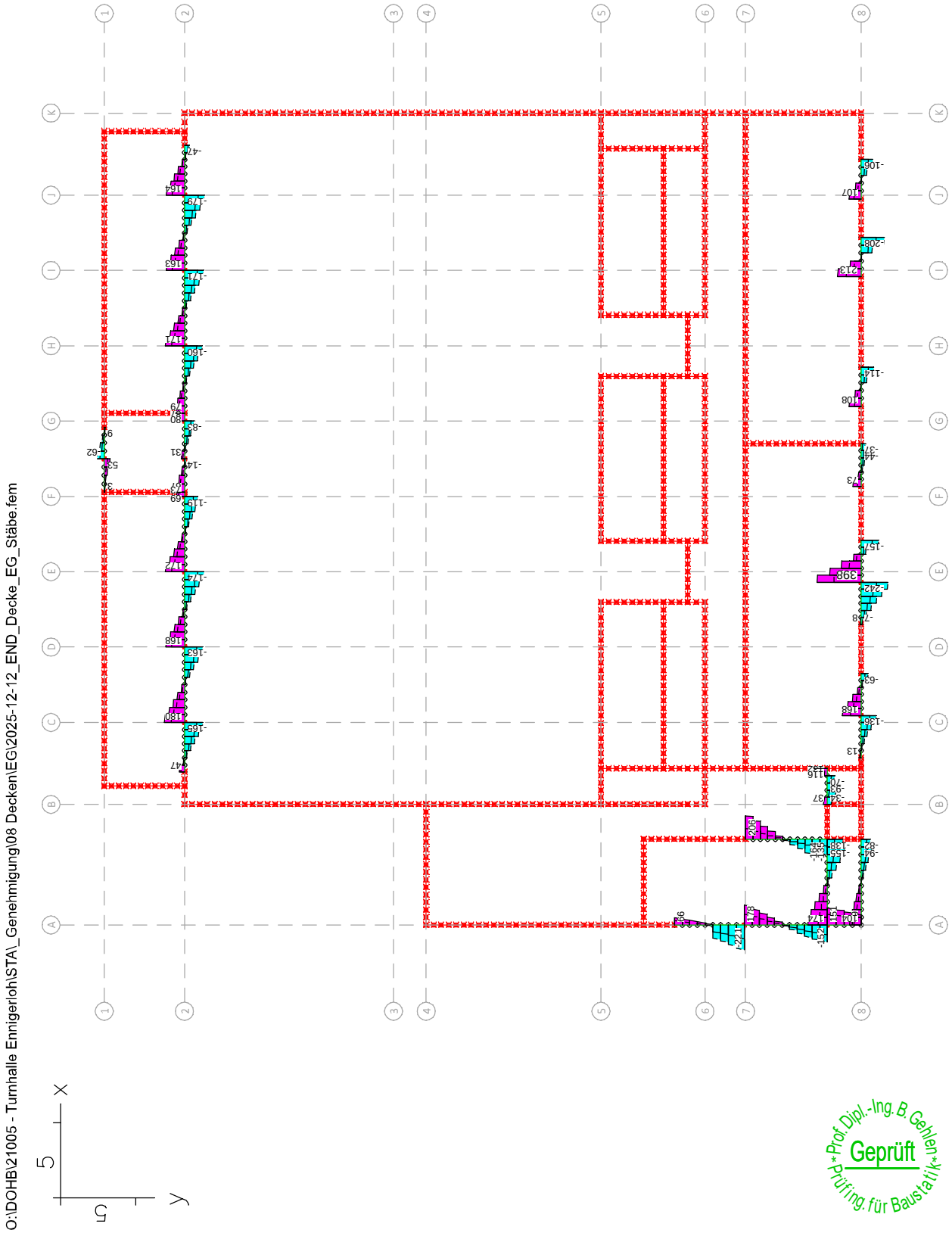
Inhalt: **Bewehrung**



Schnittgrößen My min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Balken und Unterzüge**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG_Stäbe.fem

Berechnung mit 3-facher Steifigkeit

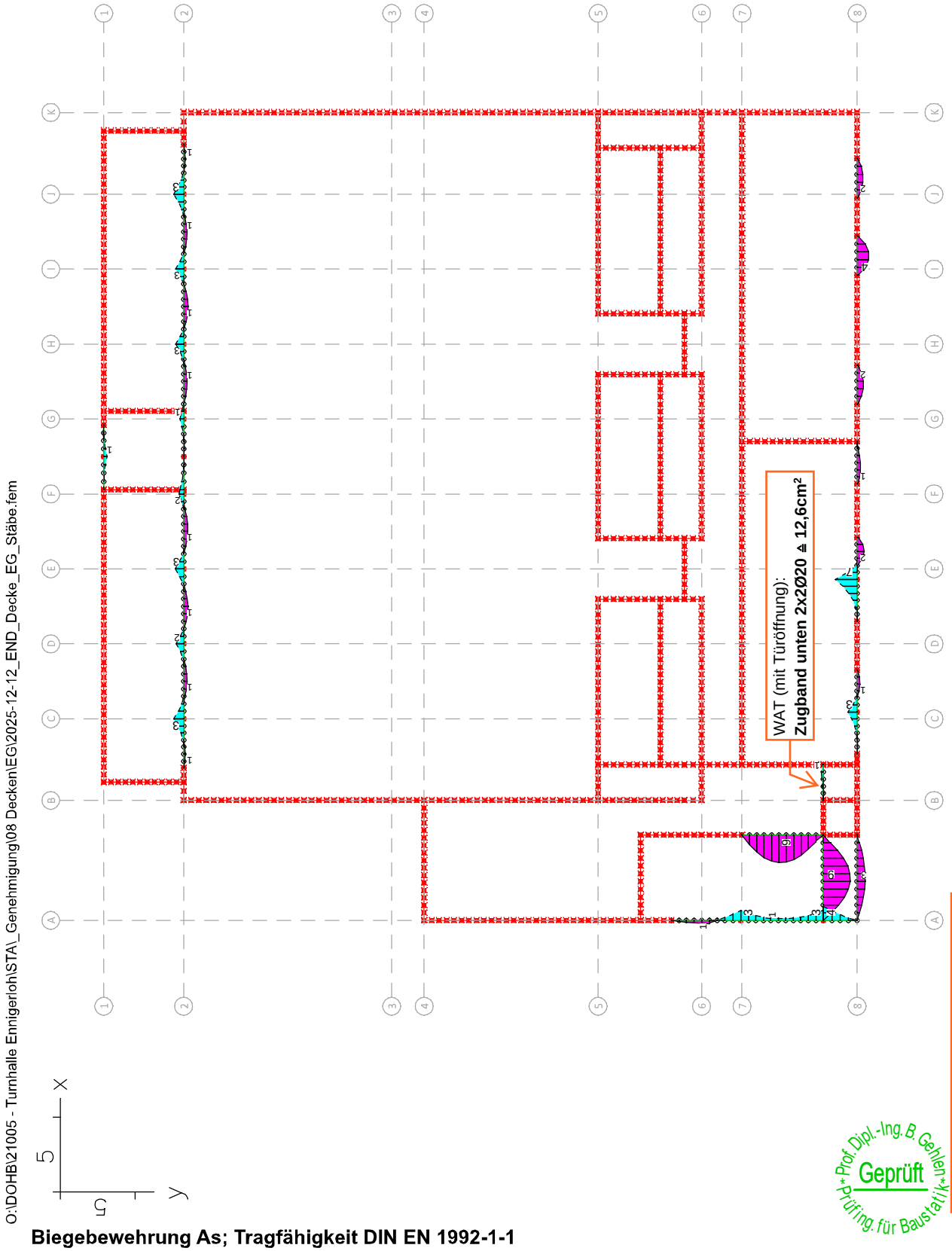
LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Schnittgrößen min,max Qz. 515,18 [kN] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -241,66/397,73 [kN]

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Schnittgrößen Qz min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Balken und Unterzüge**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG_Stäbe.fem

Berechnung mit 3-facher Steifigkeit

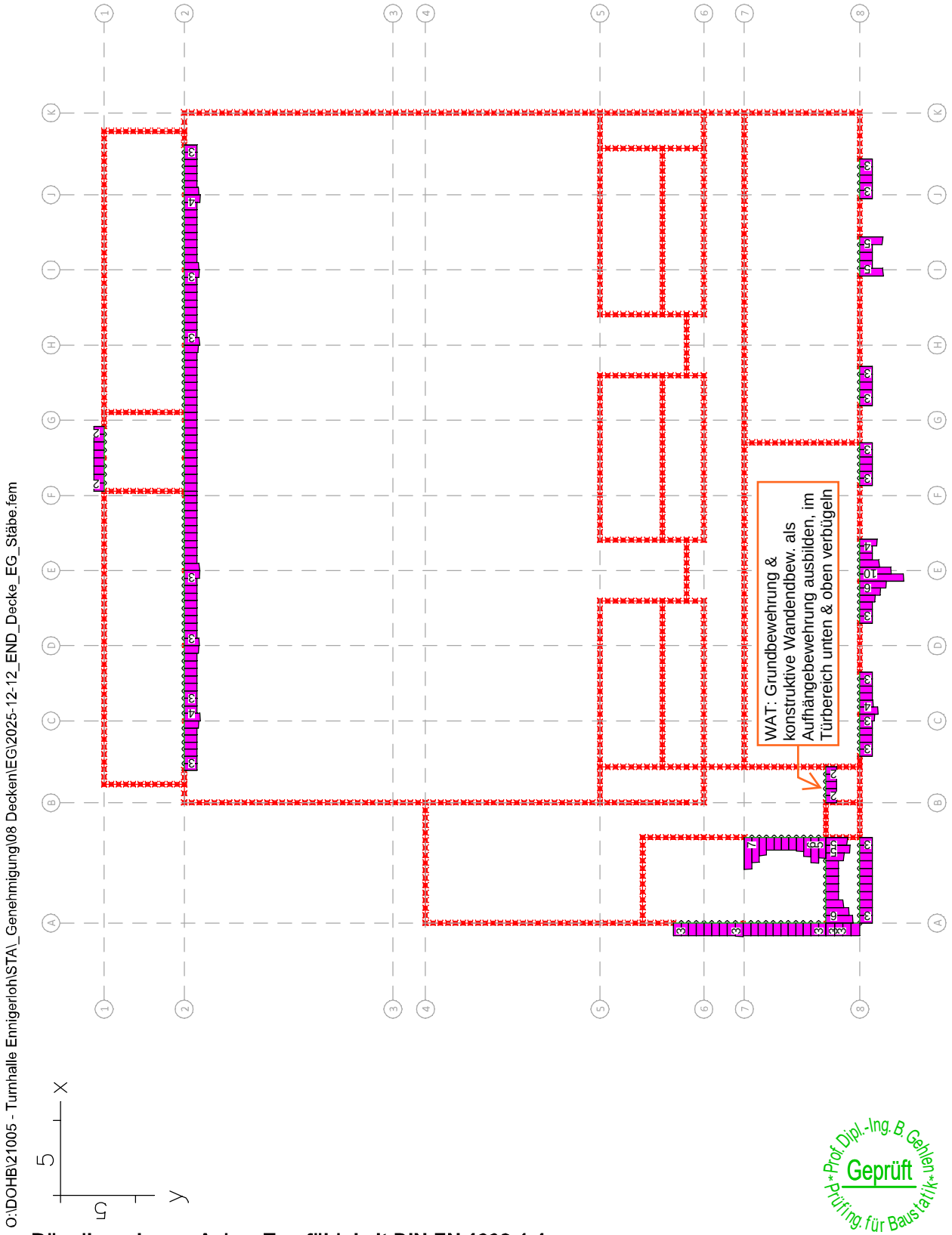
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung, Stahllagen z >= zs; z < zs (strichliert). 18,35 [cm²] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/8,94 [cm²], Gesamtgew. aus Bemessung: 0,1 t

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Biegebewehrung As; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Balken und Unterzüge**



Berechnung mit 3-facher Steifigkeit

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft Qz. 12,54 [cm²/m] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 2,23/9,68 [cm²/m]

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Bügelbewehrung Asb.z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Balken und Unterzüge**

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG_Stäbe_ALTERNATIV.fem

ALTERNATIVAUSFÜHRUNG MIT FERTIGTEILEN - Anbau Nord:
Balken bis UK-Decke, Einfeldträger zwischen Hallenstützen in Achse 2; Berechnung mit 3-facher Steifigkeit

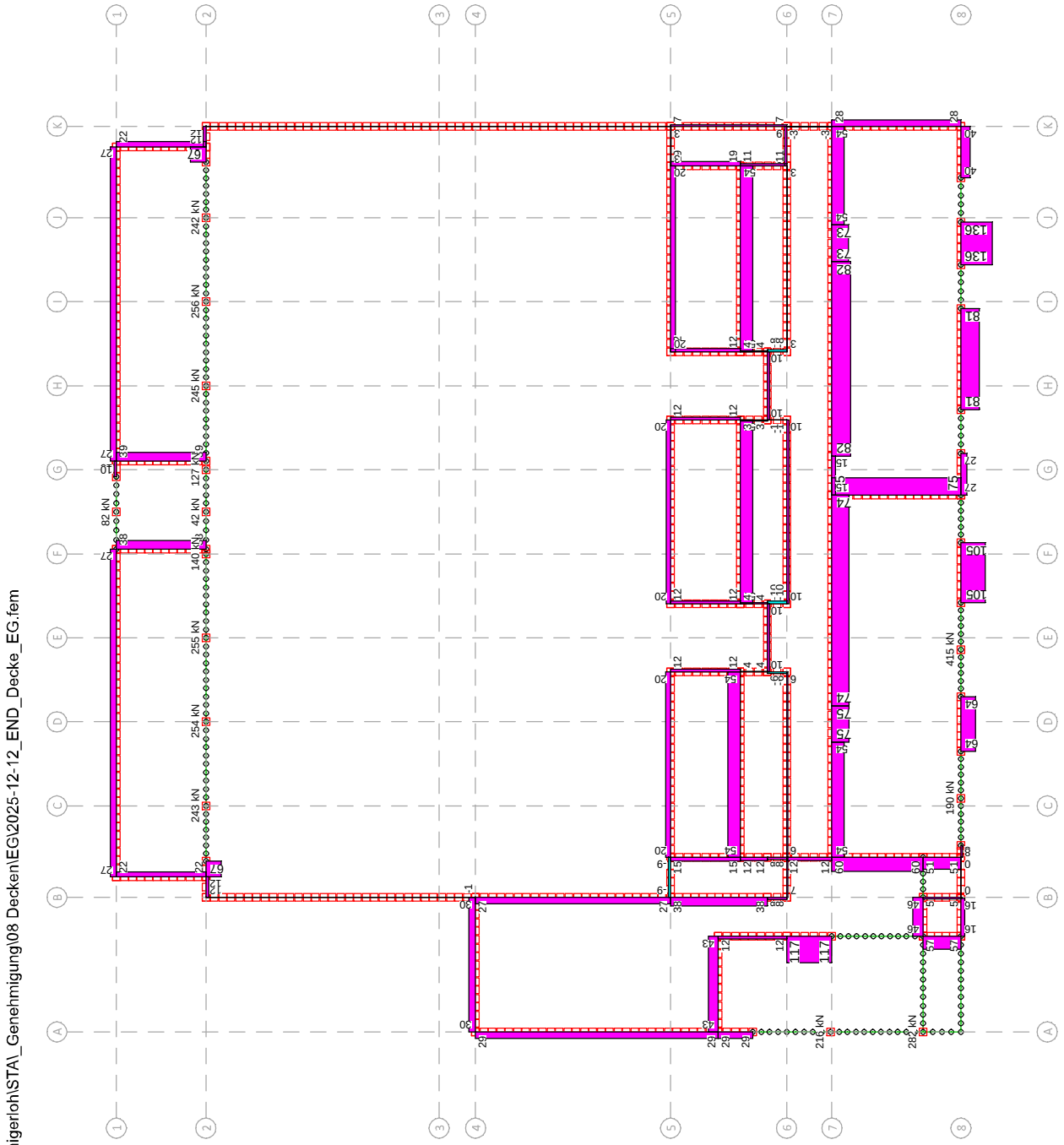
Schnittgrößen My min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Schnittgrößen Qz min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

Biegebewehrung As; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Bügelbewehrung Asb,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

LF 100: LG Decke Gk
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) Rz(l). 279,17 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 15988,88 [kN]

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Auflagerreaktionen Rz; LF 100, LG Decke Gk

M. 1: 380

Inhalt: **Auflagerkräfte Decke**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

LF 101: LG Decke Qk
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) Rz(l). 126,93 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 4897,13 [kN]

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

Auflagerreaktionen Rz; LF 101, LG Decke Qk

M. 1: 380

Inhalt: **Auflagerkräfte Decke**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) max Rz(l). 521,36 [kN/m] =
Die Summe der Lagerkräfte ist aufgrund der Mittelung u.U. unrealistisch.

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Auflagerkräfte Decke**

Schüßler-Plan

KAPITEL 9: ABFANGUNGEN UND UNTERZÜGE

ENNIGERLOH NEUBAU DREIFELDSPORTHALLE



Unterzüge bzw. Überzüge sowie wandartige Träger (WATs) werden direkt mit den Decken bemessen und sind dem Kapitel 8 – Decken zu entnehmen.

Die Abfangungen in Achse 8 werden in dem Modell der EG-Decke bemessen (Kap. 8.2). Die Abfangungen in Achse 7 werden im Kap. 10 – Wände gesondert betrachtet und bemessen. Weitere Abfangungen gibt es nicht.

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

Schüßler-Plan

KAPITEL 10: WÄNDE

ENNIGERLOH NEUBAU DREIFELDSPORTHALLE



10 WÄNDE

Die Bemessung der Wände erfolgt auf der Grundlage des vertikalen Lastabtrags, der mit programminternen Lastübernahme in den Deckenmodellen erfasst wird.

Nachfolgend werden die Auflagerlasten aus den Deckenmodellen geschossweise und inkl. der Lasten der aufgehenden geschossen dargestellt. Die Wandeigengewichte sind für die Lastweiterleitung in den Modellen erfasst. Ständige und veränderliche Lasten werden getrennt zur Gründung geführt. Am Wandfuß im untersten Geschoss (EG) wird die Bemessungssituation für die weitere Betrachtung der Wände gebildet. Ergänzend werden einige Wandansichten zur Übersicht dargestellt.

Die auf die Deckenmodelle aufgebrachte Lasten sowie die Lastgruppen der Lastweiterleitung sind dem Kapitel 8 – Decken zu entnehmen. Abfangungen wurden mit Ausnahme der Wand Pos. W2 in Achse 7 in den Deckenmodellen berücksichtigt.

Die Wand Pos. W2 wird mit den Abfangungen nachfolgend gesondert betrachtet. Hierbei müssen auch Lasten aus den Fachwerkträger des Daches abgefangen werden.

Allgemein werden bei Stahlbetonwänden die Bemessungslasten mit der Tragfähigkeit der Wände mit Mindestbewehrung verglichen. Liegen die Bemessungslasten unter den maximal aufnehmbaren Lasten, ist kein weiterer Nachweis erforderlich.

Wandartige Träger werden innerhalb der Deckenmodellen im Kapitel 8 – Decken bemessen.

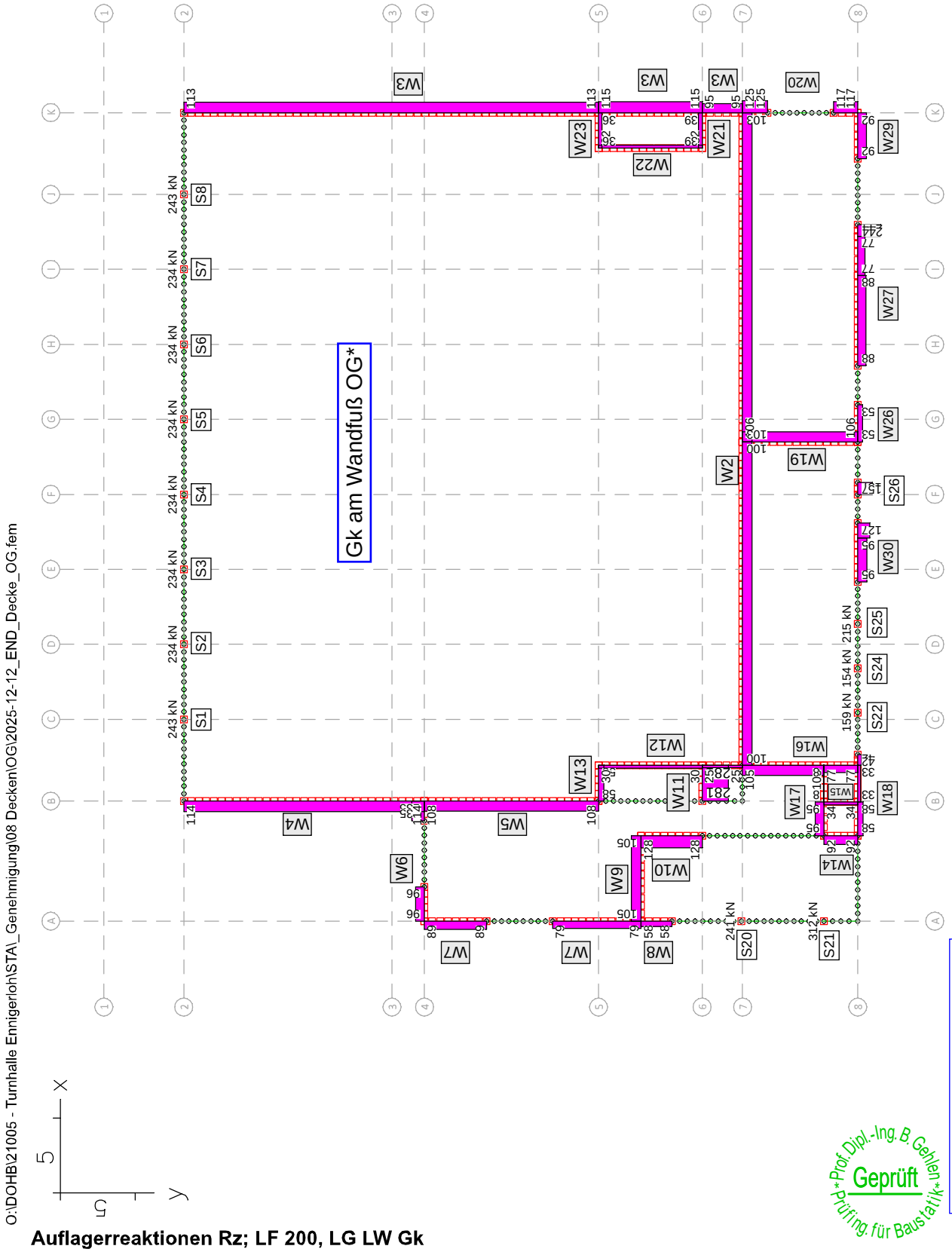
Die konstruktiven Vorgaben im Kapitel 3 – Mindestbewehrung sind beachten.

Mauerwerkswände werden nur bei dem eingeschossigen Anbau geplant. Der Vollständigkeit halber wird ein Nachweis mit der maßgebenden Belastung und Geometrie geführt.

<u>Baustoffe</u>

Beton C30/37
Betonstahl BSt 500 A

Mauerwerk KS-P 20-2,0/DM



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

*in Achse 2 und Achse 7 ohne Lasten aus den Fachwerkträgern der Dachkonstruktion

LF 200: LG LW Gk

Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) Rz(l). 606,47 [kN/m] =

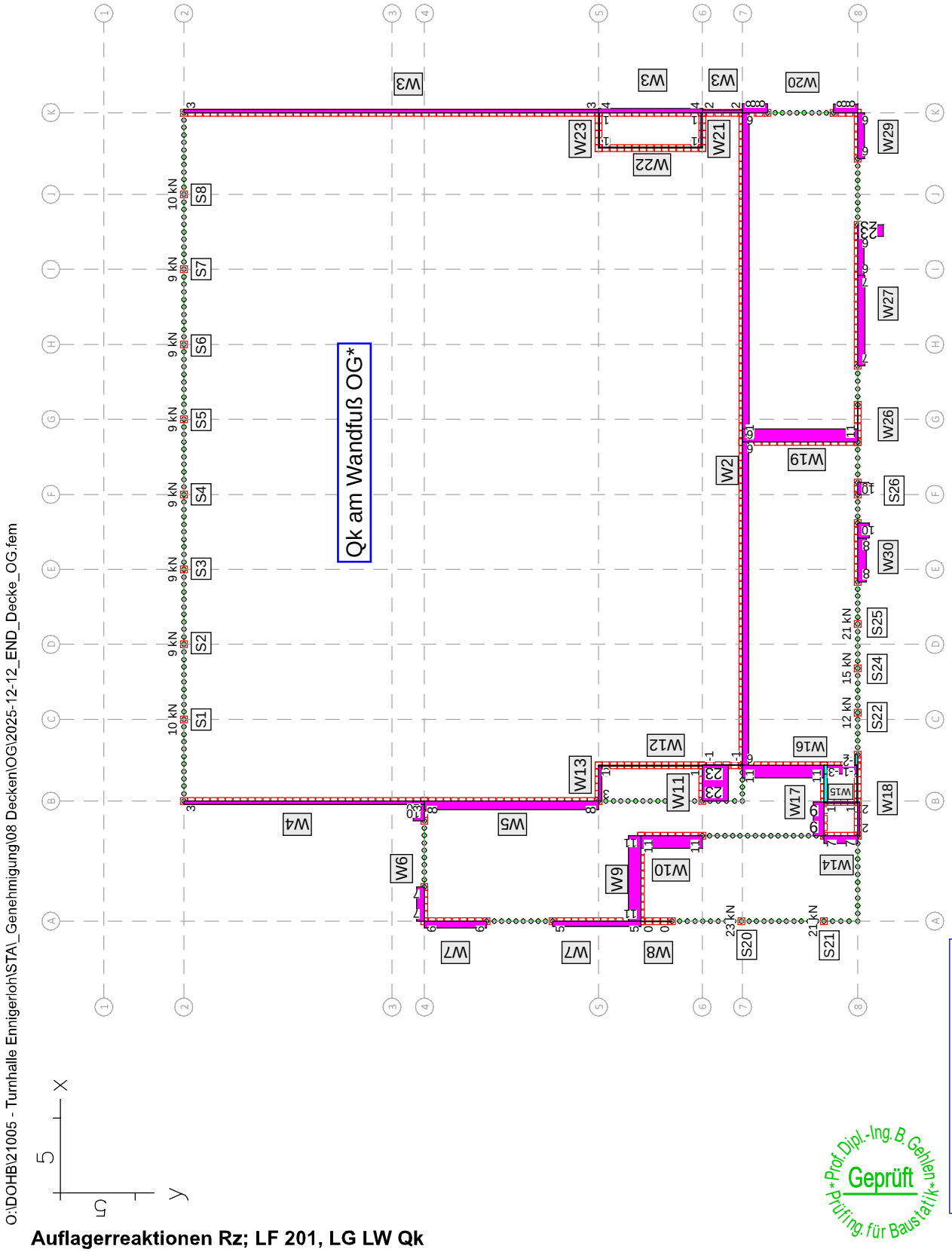
Summe im Globalsystem Rz(g) = 23154,95 [kN]

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

Auflagerreaktionen Rz; LF 200, LG LW Gk

M. 1: 380

Inhalt: **Vertikaler Lastabtrag**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\OG\2025-12-12_END_Decke_OG.fem

*in Achse 2 und Achse 7 ohne Lasten aus den Fachwerkträgern der Dachkonstruktion

LF 201: LG LW Qk

Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) Rz(l). 50,49 [kN/m] =

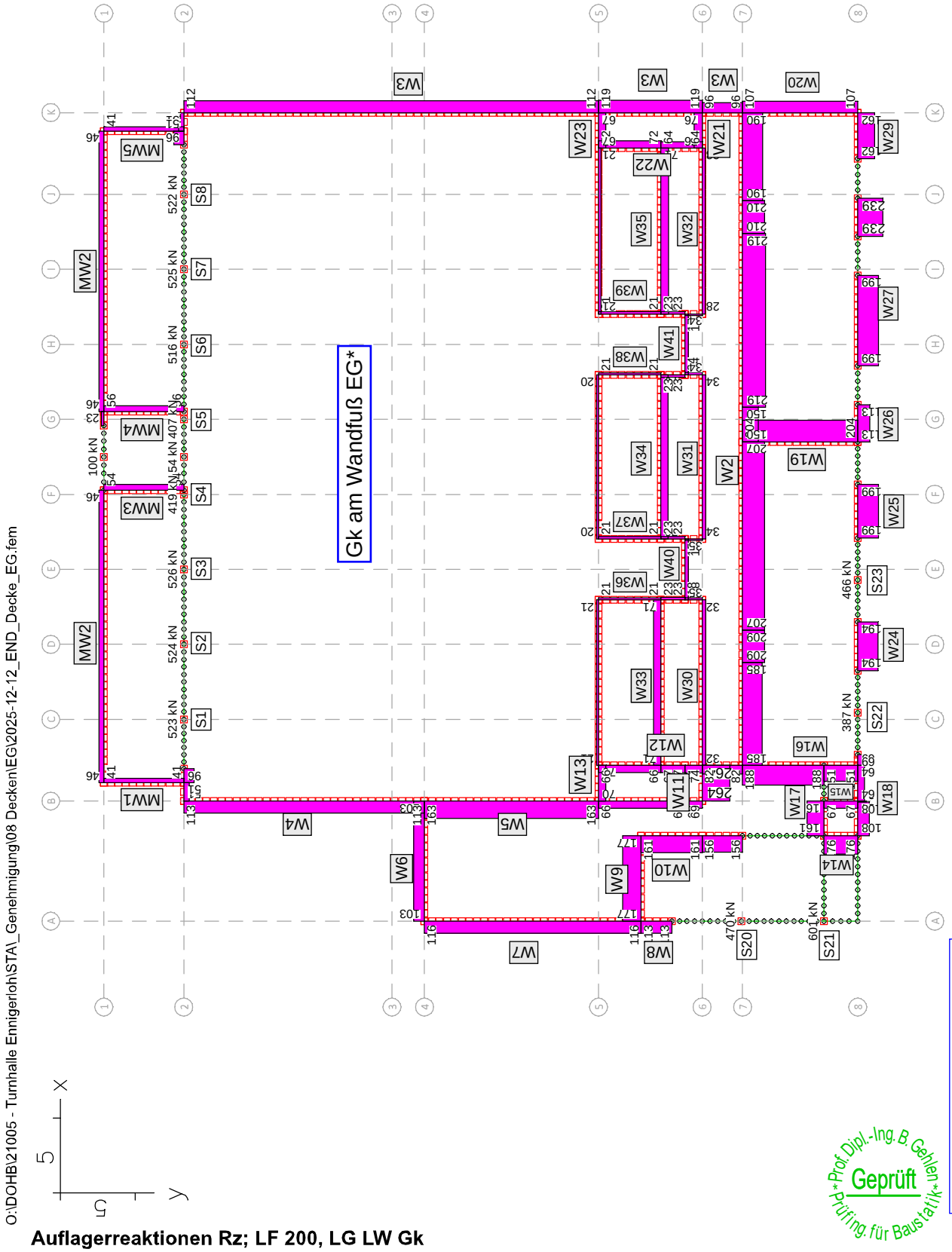
Summe im Globalsystem Rz(g) = 1292,61 [kN]

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

Auflagerreaktionen Rz; LF 201, LG LW Qk

M. 1: 380

Inhalt: **Vertikaler Lastabtrag**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

*in Achse 2 und Achse 7 ohne Lasten aus den Fachwerkträgern der Dachkonstruktion

LF 200: LG LW Gk

Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) Rz(l). 542,08 [kN/m] =

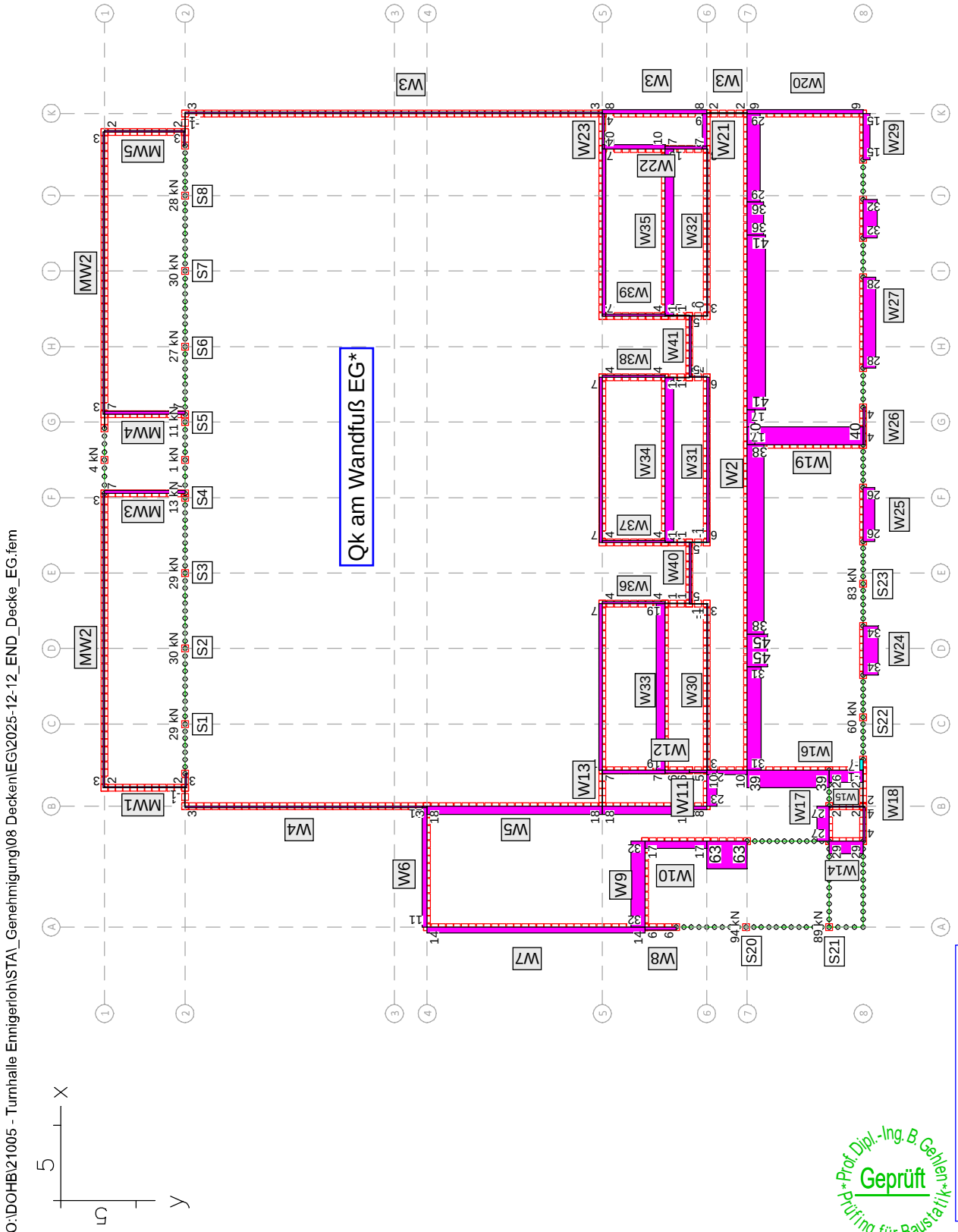
Summe im Globalsystem Rz(g) = 47346,80 [kN]

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

Auflagerreaktionen Rz; LF 200, LG LW Gk

M. 1: 380

Inhalt: **Vertikaler Lastabtrag**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\08 Decken\EG\2025-12-12_END_Decke_EG.fem

*in Achse 2 und Achse 7 ohne Lasten aus den Fachwerkträgern der Dachkonstruktion

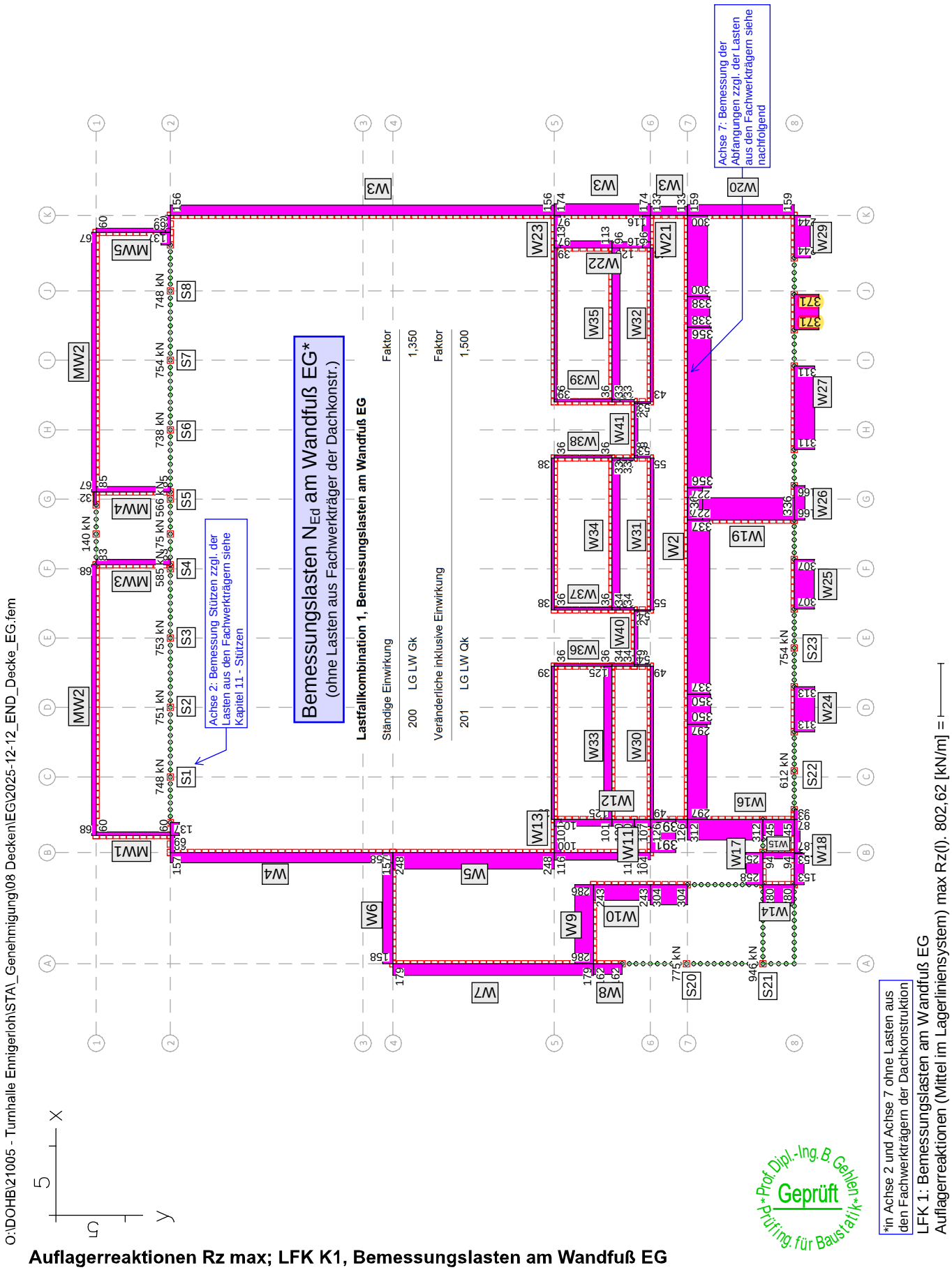
LF 201: LG LW Qk
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) Rz(l). 128,59 [kN/m] =
Summe im Globalsystem Rz(g) = 6152,73 [kN]

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Auflagerreaktionen Rz; LF 201, LG LW Qk

M. 1: 380

Inhalt: **Vertikaler Lastabtrag**



*in Achse 2 und Achse 7 ohne Lasten aus den Fachwerkträgern der Dachkonstruktion

LFK 1: Bemessungslasten am Wandfuß EG
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) max Rz(l). 802,62 [kN/m] =
Die Summe der Lagerkräfte ist aufgrund der Mittelung u.U. unrealistisch.

Auflagerreaktionen Rz max; LFK K1, Bemessungslasten am Wandfuß EG

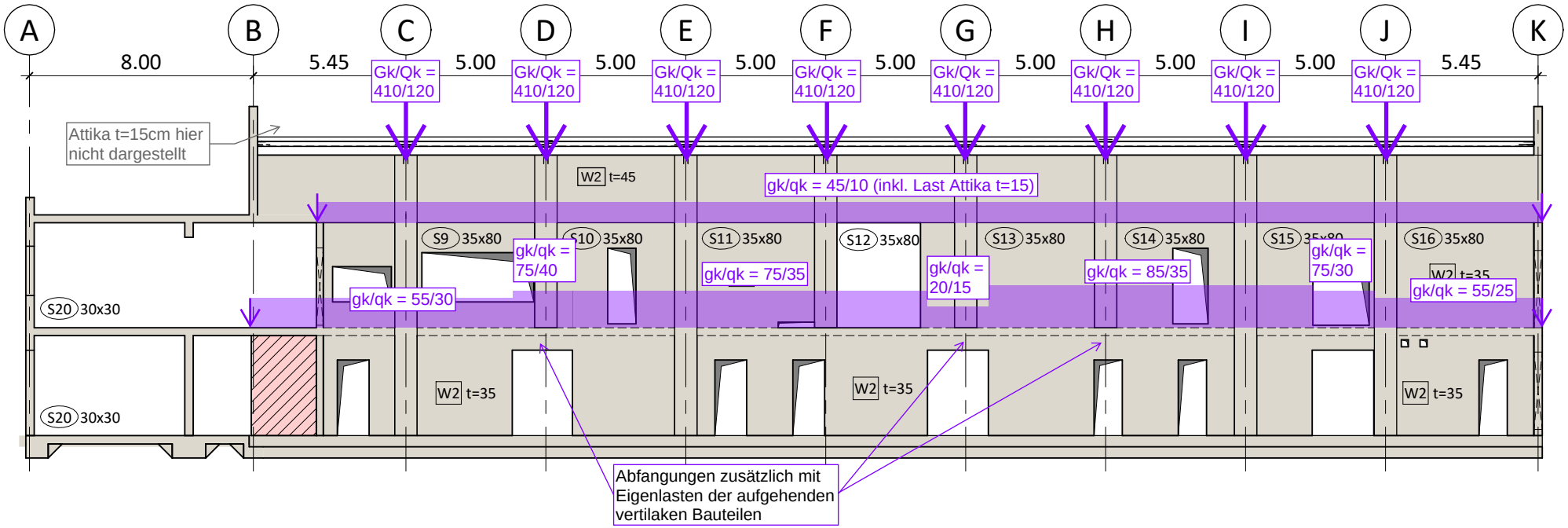
M. 1: 380

Inhalt: **Vertikaler Lastabtrag**

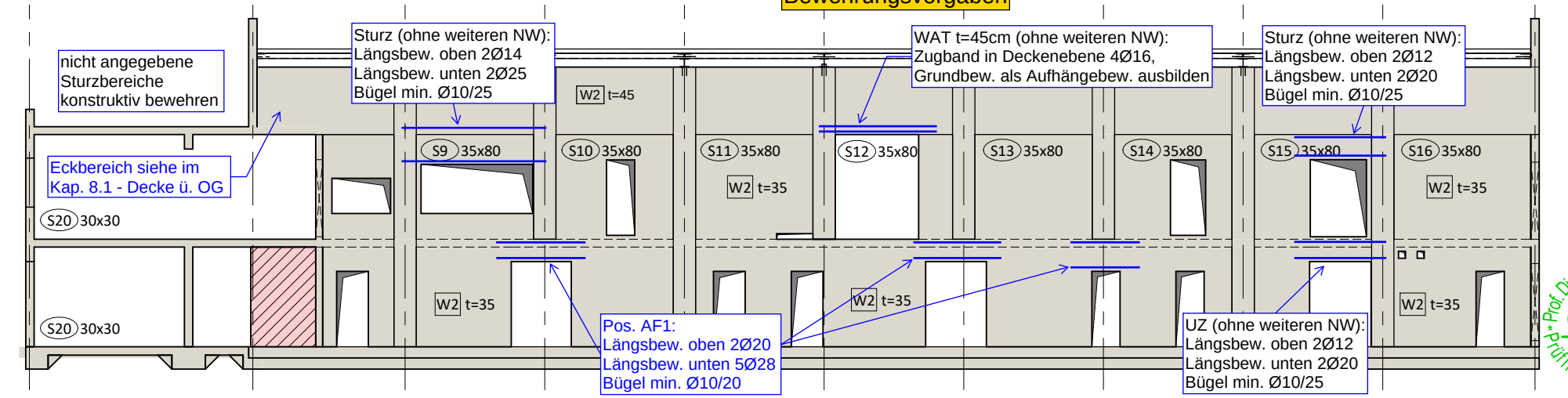
Achse 7

Lastzusammenstellung

Lasten aufgerundet aus dem maßgebenden Fachwerkträger (siehe Kap. 5 - Dachtragwerk) bzw. aus den einzelnen Decken (siehe Kap. 8 - Decken)
Gk/Qk in [kN]; gk/qk in [kN/m]



Bewehrungsvorgaben



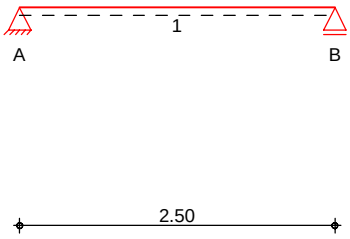
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Pos. AF-1 Stahlbeton-Durchlaufträger

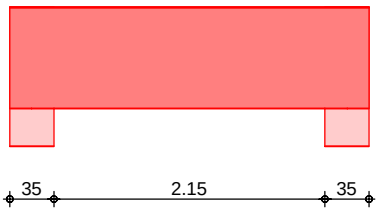
System: Einfeldträger (35.0/80.0/250.0)

M 1:60

System



Ansicht



Abmessungen Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Material	b/h [cm]
1	2.50	*C 30/37*	**35.0/80.0**

Expositionsklasse: XC1

Auflager

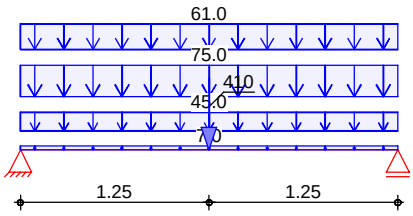
Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]
A	0.00	35.0	Beton	fest
B	2.50	35.0	Beton	fest

Belastungen: Belastungen auf das System

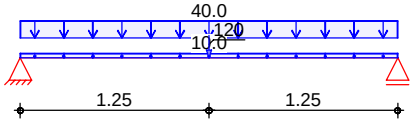
Grafik: Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk



Qk.N



Streckenlasten in z-Richtung: Gleichlasten

Einwirkung	Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q_{li} [kN/m]	q_{re} [kN/m]
Einw. *Gk*	1	Eigengew	0.00	2.50		7.00
	1	OG	0.00	2.50		45.00
	1	EG	0.00	2.50		75.00
	1	WandOG+D	0.00	2.50		61.00
Einw. *Qk.N*	1	OG	0.00	2.50		10.00
	1	EG	0.00	2.50		40.00

Punktlasten in z-Richtung: Einzellasten

Einwirkung	Feld	Komm.	a [m]	F_z [kN]
Einw. *Gk*	1	Halle	1.25	410.00
Einw. *Qk.N*	1	Halle	1.25	120.00

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Kombinationen — gemäß DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1990

	Ek	Σ (γ*ψ*EW)	
ständig/vorüberg.	1	1.00*Gk	
	2	1.35*Gk	+1.50*Qk.N

Bemessung (GZT) — für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung — Bemessung für Biegebeanspruchung

Abs. 6.1

	x [m]	Ek	$M_{yd,o}$ / $M_{yd,u}$ [kNm]	x/d_o / x/d_u	z_o / z_u [cm]	$A_{s,o}$ / $A_{s,u}$ [cm²]	$A_{s,o,erf}$ / $A_{s,u,erf}$ [cm²]
Feld 1	*(L = 2.50 m)*						
	0.00	1	-	-	-	-	5.31e
		1	-	0.001	74.8	-	19.42q
	0.18a	1	74.12	-	-	-	5.31e
		2	131.07	0.065	73.0	3.93	19.42q
	1.25*	1	403.12	-	-	-	-
		2	715.31	0.304	65.3	24.86	24.86
	2.33a	1	74.12	-	-	-	5.31e
		2	131.07	0.065	73.0	3.93	19.42q
	2.50	1	-	-	-	-	5.31e
		1	-	0.001	74.8	-	19.42q

a: Auflagerrand
*: maximales Feldmoment
e: Endauflagereinspannung nach 9.2.1.2(1)
q: aus VEd im Endauflager nach Abs. 9.2.1.4(2)

Querkraft — Bemessung für Querkraftbeanspruchung

Abs. 6.2

	x [m]	Ek	V_{Ed} [kN]	θ [°]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$a_{sw,erf}$ [cm²/m]
Feld 1	*(L = 2.50 m)*						
	0.00	2	371.06R	23.7	1105.25	-	-
	0.18a	2	371.06R	23.7	1105.25	-	5.56
	0.92v	2	371.06R	23.7	1105.25	130.26	5.56
	1.25	2	263.54R	18.4	901.25	130.26	3.25M
	1.58v	2	371.06R	23.7	1105.25	130.26	5.56
	2.33a	2	371.06R	23.7	1105.25	-	5.56
	2.50	2	371.06R	23.7	1105.25	-	-

a: Auflagerrand
v: Abstand d vom Auflagerrand
R: Querkraft reduziert
M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.2

Bewehrungswahl

untere Längsbewehrung

Feld	gew.	A_s [cm²]	a [m]	l [m]	$l_{bd,l}$ [m]	$l_{bd,r}$ [m]	Lage
1	**GB 5ø28**	30.79	-0.24	2.98	0.41h	0.41h	1

(Längen inkl. Verankerungslängen, ohne Stöße)
h: gesonderte Verankerungsform erforderlich

obere Längsbewehrung

Feld	gew.	A_s [cm²]	a [m]	l [m]	$l_{bd,l}$ [m]	$l_{bd,r}$ [m]	Lage
1	**GB 2ø20**	6.28	-0.15	2.80	0.33mh	0.33mh	1

(Längen inkl. Verankerungslängen, ohne Stöße)

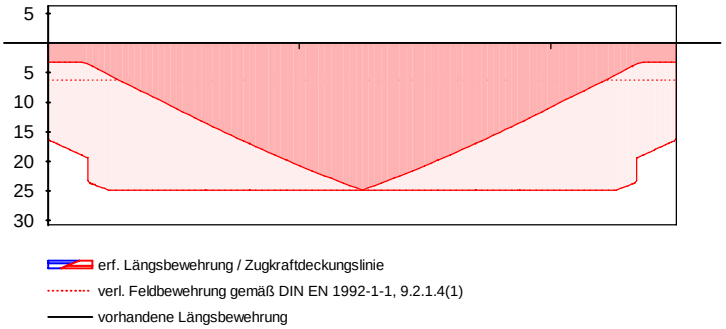
Geprüft — Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen — Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

m: mäßige Verbundbedingungen
h: gesonderte Verankerungsform erforderlich

Längsbewehrung
M 1:30

As [cm²]

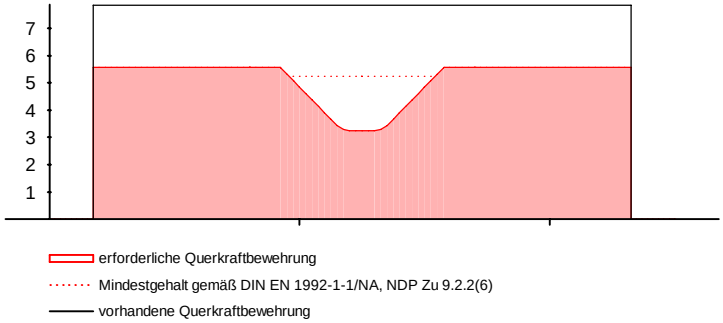


Querkraftbewehrung (Bügel)

Feld	x_a [m]	x_e [m]	d_s [mm]	s [cm]	Schn. [-]	a_{sw} [cm²/m]
1	**0.18**	**2.32**	**ø10**	**20.0**	**2**	**7.85**

Querkraftbewehrung
M 1:30

Asw [cm²/m]



Auflagerkräfte

Auflagerkräfte Träger

Char. Auflagerkr.

charakteristische Auflagerkräfte (je Einwirkung)

	Aufl.	$F_{z,k,min}$ [kN]	$F_{z,k,max}$ [kN]
Einw. *Gk*	A	440.00	440.00
	B	440.00	440.00
Einw. *Qk.N*	A	122.50	122.50
	B	122.50	122.50

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

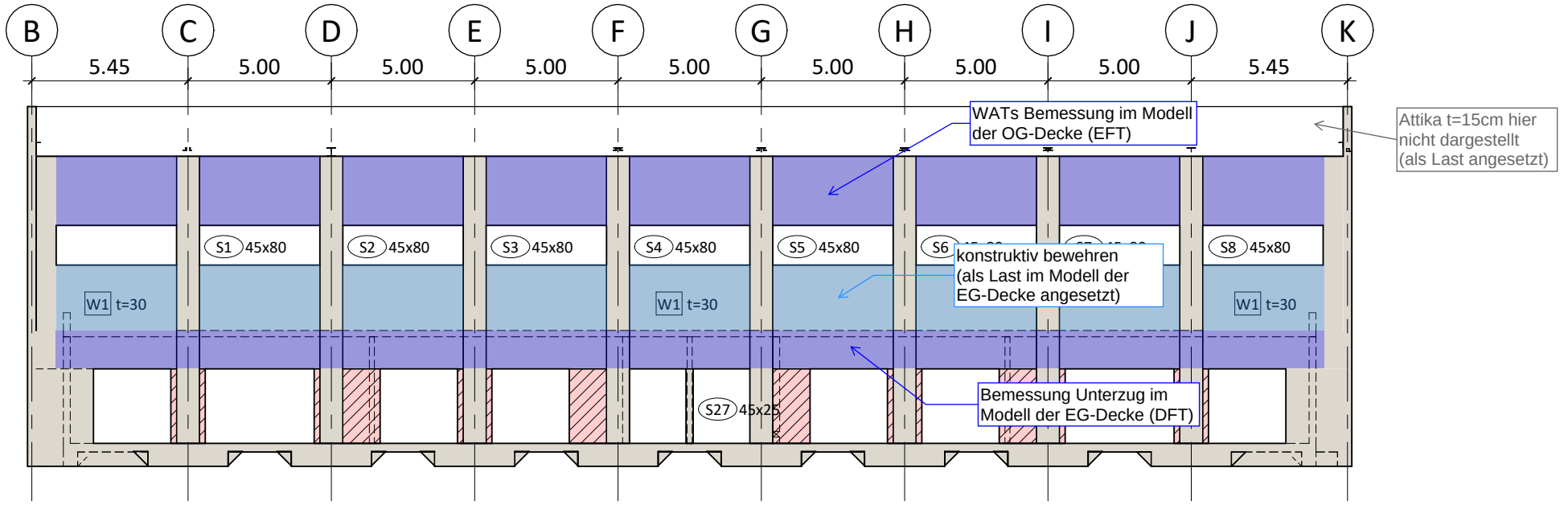
Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

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

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

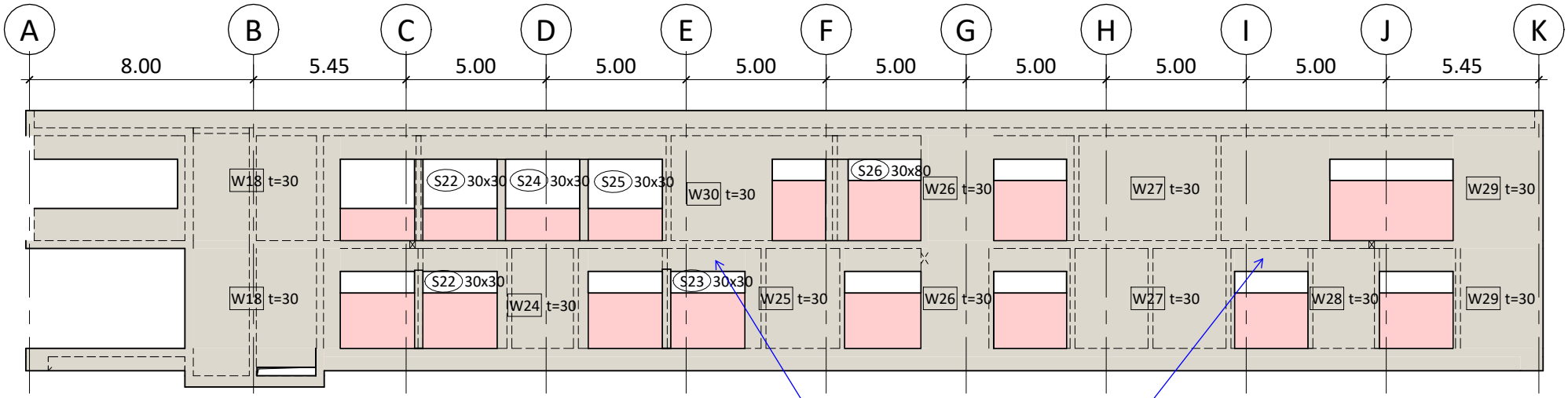
Achse **2**



Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

nicht tragende Elemente (rot - Stb. bzw. rot schraffiert - MW) als Last in dem Modell der EG-Decke bzw. der Gründung erfasst

Achse 8

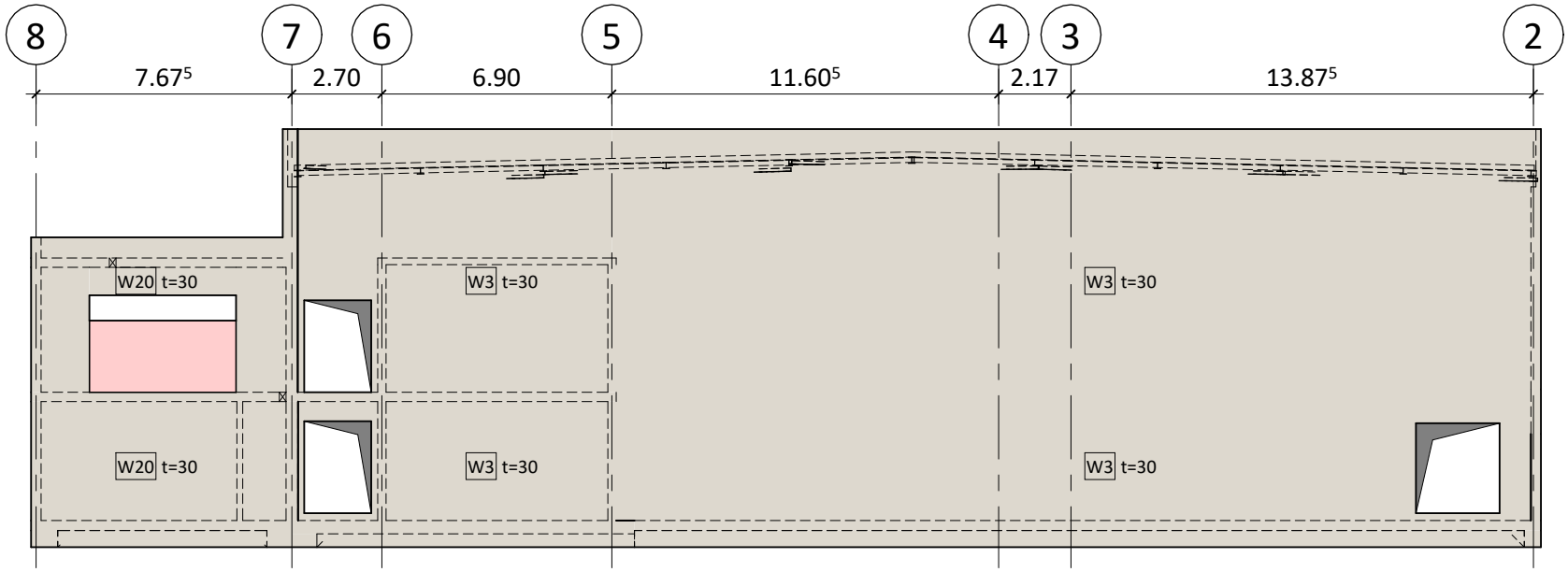


Bemessung Unterzüge inkl. Abfanglasten aus dem OG im Modell der EG-Decke

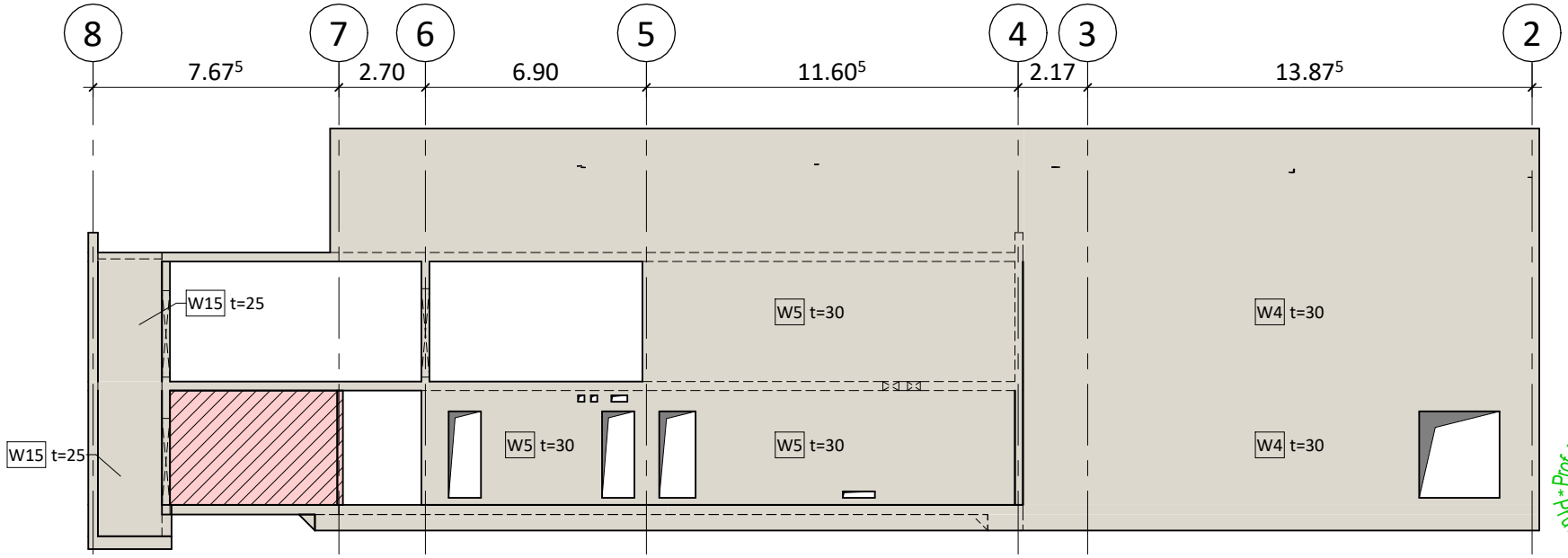
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

nicht tragende Elemente (rot - Stb. bzw. rot schraffiert - MW) als Last in dem Modell der EG-Decke bzw. der Gründung erfasst

Achse K



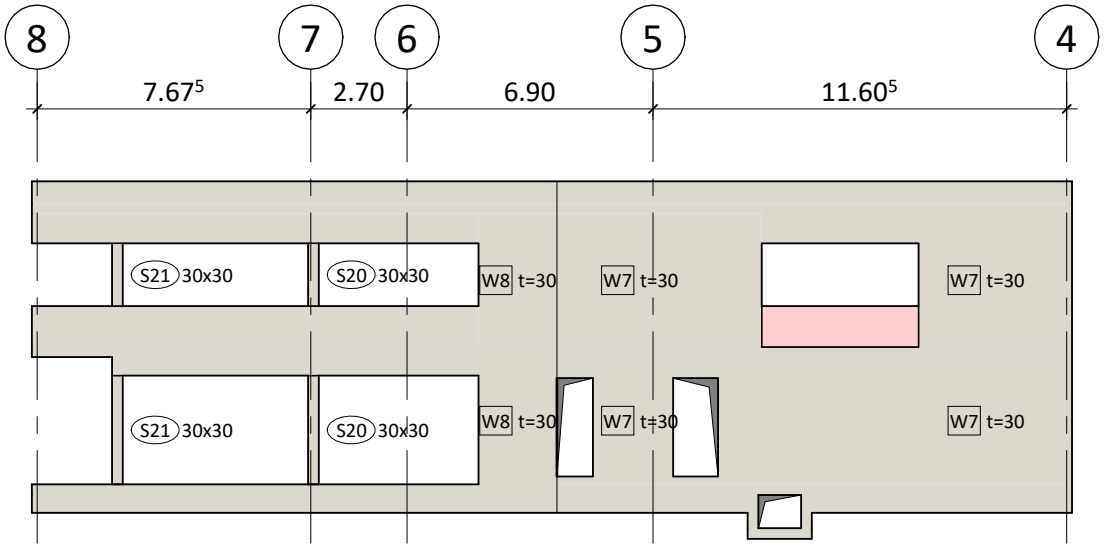
Achse B



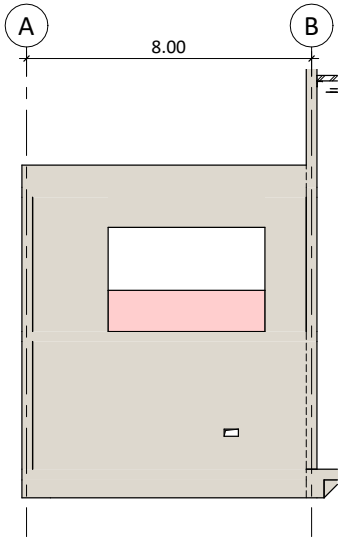
nicht tragende Elemente (rot - Stb. bzw. rot schraffiert - MW) als Last in dem Modell der EG-Decke bzw. der Gründung erfasst

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Achse A



Achse **4**/A-B

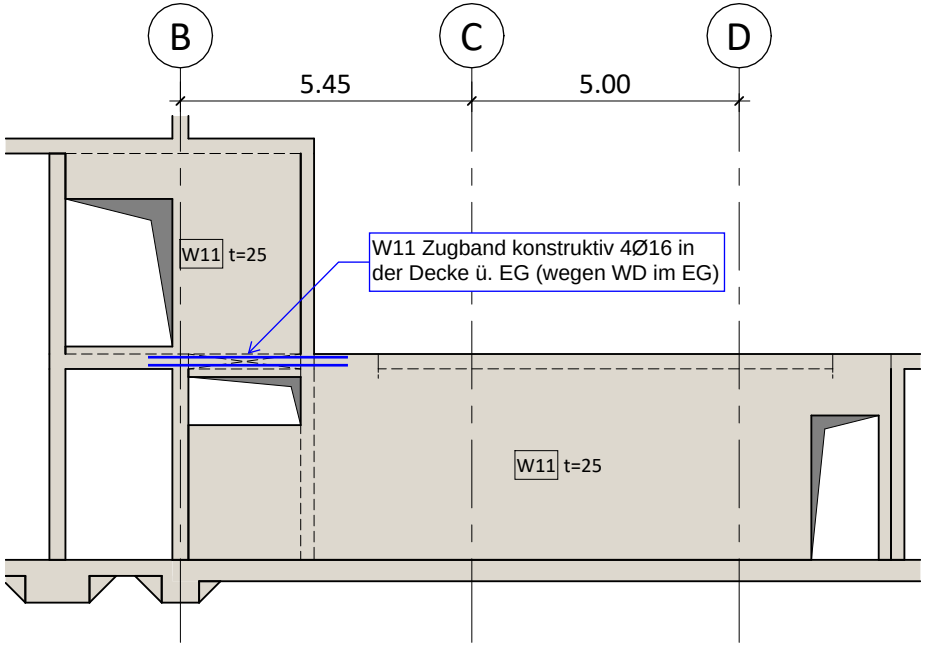


Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gahlen
Prüfing. für Baustatik

nicht tragende Elemente (rot - Stb. bzw. rot schraffiert - MW) als Last in dem Modell der EG-Decke bzw. der Gründung erfasst

Bewehrungsvorgabe

Pos. W11



Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

Pos. Giebel Brandfall — Stahlbetonwand

Fall 1: nur Dachverband versagt, Dach aber noch nicht eingestürzt (F90)

System Kragwand

Wandhöhe	l_w =	11.75	m
Knicklänge	l_0 =	23.50	m



Expositionsklasse XC1

Belastungen

Vertikallasten

Einwirkung	e_z [cm]	f_x [kN/m]
Gk	0.00	115.00
Qk.N	0.00	5.00

Gleichlasten

Einwirkung	q [kN/m²]
Qk.W	0.52

Kombinationen

Manuelle Kombinationsbildung (1 Kombinationen)
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Σ (γ*ψ*EW)		
außergewöhnlich	1	1.00*Gk	+0.60*Qk.N	+0.20*Qk.W

Manuelle Komb. Manuell vorgegebene Kombinationen

	Vorgabe	Σ (γ*ψ*EW)		
außergewöhnlich	1	1.00*Gk	+0.60*Qk.N	+0.20*Qk.W

Bem.-schnittgrößen maßgebende Kombinationen

	Nr.	x [m]	n_{Ed} [kN/m]	m_{Edy} [kNm/m]	v_{Edz} [kN/m]
außergewöhnlich	1	0.0	118.00	-7.18	1.22

Mat./Querschnitt Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	f_{yk} [N/mm²]	f_{ck} [N/mm²]	E [N/mm²]
C 30/37		30	33000
B 500SA	500		200000

Querschnitt

Art	b_y [cm]	h [cm]	A [cm²]	I_y [cm⁴]
RE	100.0	30.0	3000	225000

RE: Rechteckquerschnitt

Stabilität Nachweis der Knicksicherheit

Berechnungsverfahren: Verfahren mit Nennkrümmung

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Schlankheiten
Abs. 5.8.3.1(1)

Achse	Ek	l_0 [m]	i [cm]	λ [-]	λ_{lim} [-]
y	1	23.50	8.7	271.4	0.0

Imperfektionen
Abs. 5.2(7)

α_h [-]	$1/\theta_{iz}$ [1/rad]	e_{iz} [cm]
0.583	343	3.43

Krümmungsbeiwert c = 10 -

Theorie II. Ordnung
Abs. 5.8.8.3

Ek	K_r [-]	K_{1y} [-]	$1/r_y$ [1/m]	e_{2z} [cm]
1	1.00	1.00	1.98E-2	109.57

Bem.-schnittgrößen

	x [m]	M_{0Edy} [kNm]	M_{2y} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
Komb. *1 (AK)*	11.75	4.04	0.00	4.04
	0.00	-11.22	-129.30	-140.52

Biegung
Abs. 6.1

Nachweis der Biege- und Normalkrafttragfähigkeit

Ek	x [m]	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	A_{s1} [cm²]
1	0.00	118.00	-140.52	8.90

Gesamte Stahlfläche A_s = 17.80 cm²

*: mit Berücksichtigung der Mindestexzentrizität nach Abs. 6.1(4)

gewählte vertikale Bewehrung für die Giebelwände im Bereich der Halle (siehe auch Skizze nachfolgend): Ø12/12,5≙9,05 cm²/m

Nachweise (Brand)

Brandschutznachweis nach DIN EN 1992-1-2, Abs. 5.4.2

- Anforderung Feuerwiderstandsklasse: R90
- Nachweis der Feuerwiderstandsdauer t_{req} = 90 min
- Vorder- und Hinterseite brandbeansprucht
- Schlankheit l_w/h = 39 ≤ 40

Ausnutzungsgrad
Abs. 5.3.2 (3)

Ek	x [m]	$n_{Ed,fi}$ [kN/m]	n_{Rd} [kN/m]	μ_{fi} [-]
0	0.00	0.00	0.00	0.00

Mindestmaße
Tabelle 5.4

h_{min} [mm]	h_{vorh} [mm]	d'_{min} [mm]	d'_{vorh} [mm]
nan(ind)	300	nan(ind)	20

Die Mindestdicke und -achsabstände sind eingehalten. Die Wand ist für eine Feuerwiderstandsdauer von 90min nachgewiesen.

Auflagerkräfte

charakteristische Werte

Auflagerkräfte am Wandfuß

Einwirkung	$F_{x,k}$ [kN/m]	$M_{y,k}$ [kNm/m]	$F_{z,k}$ [kN/m]
Gk	115.00	0.00	0.00
Qk.N	5.00	0.00	0.00
Qk.W	0.00	-35.90	6.11

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

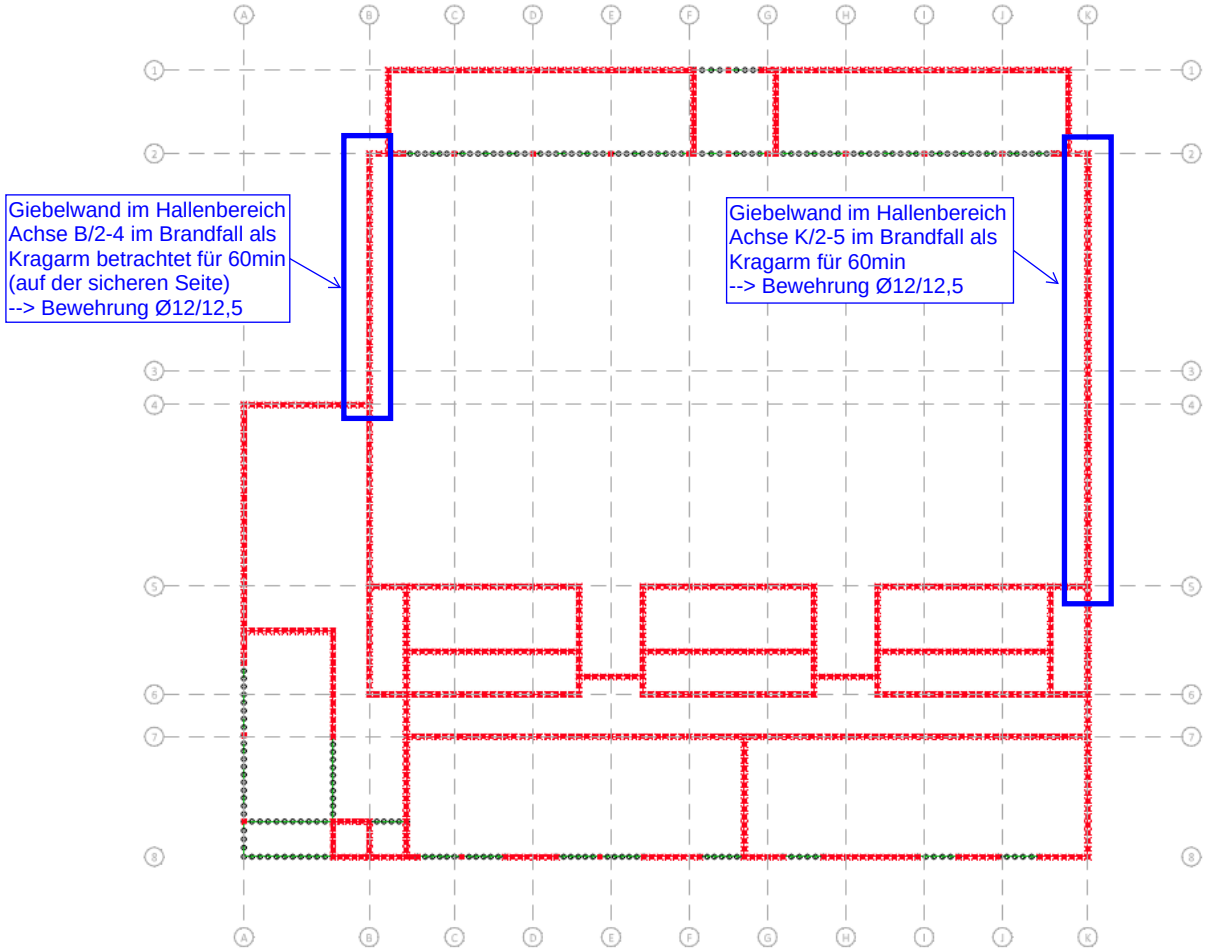
Zusammenfassung — Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT) — Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	η [-]
Expositionsklassen	OK
Stabilität	OK
Biegung	OK

Nachweise (Brand) — Brandfall im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	η [-]
Brandfall	OK



DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

Pos. Wand t=25cm, Mbw — Stahlbetonwand

System

Beidseitig gelenkig gelagerte Wand

Wandhöhe	l_w =	4.10	m
Knicklänge	l_0 =	4.10	m

System ist unverschieblich.

Expositionsklasse

XC1

Belastungen

Vertikallasten

Einwirkung	e_z [cm]	f_x [kN/m]
EW-d	0.00	2175.00

>> N_{Ed} ✓

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Σ (γ*ψ*EW)
ständig/vorüberg.	1	1.00*EW-d

Mat./Querschnitt

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

Material

Material	f_{yk} [N/mm²]	f_{ck} [N/mm²]	E [N/mm²]
C 30/37		30	33000
B 500SA	500		200000

Querschnitt

Art	b_y [cm]	h [cm]	A [cm²]	I_y [cm⁴]
RE	100.0	25.0	2500	130208

RE: Rechteckquerschnitt

Stabilität

Nachweis der Knicksicherheit

Berechnungsverfahren: Verfahren mit Nennkrümmung

Schlankheiten Abs. 5.8.3.1(1)

Achse	Ek	l_0 [m]	i [cm]	λ [-]	λ_{lim} [-]
y	1	4.10	7.2	56.8	25.0

Imperfektionen Abs. 5.2(7)

α_h [-]	$1/\theta_{iz}$ [1/rad]	e_{iz} [cm]
0.988	202	1.01

Krümmungsbeiwert c = 10 -

Theorie II. Ordnung Abs. 5.8.8.3

Ek	K_r [-]	K_{1y} [-]	$1/r_y$ [1/m]	e_{2z} [cm]
1	0.83	1.00	1.75E-2	2.95

Bem.-schnittgrößen

	x [m]	M_{0Edy} [kNm]	M_{2y} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
Komb. *1 (GK)*	4.10	22.02	0.00	22.02

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOH\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

x [m]	M_{0Edy} [kNm]	M_{2y} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
2.00	22.02	64.06	86.09
0.00	22.02	0.00	22.02

Biegung
Abs. 6.1

Nachweis der Biege- und Normalkrafttragfähigkeit

Ek	x [m]	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	A_{s1} [cm²]
1	2.00	2175.00	86.08	3.75 M

Gesamte Stahlfläche A_s = 7.50 cm²

M: Mindestbewehrung für Wand
*: mit Berücksichtigung der Mindestexzentrizität nach Abs. 6.1(4)

Auflagerkräfte

charakteristische Werte

Auflagerkräfte am Wandfuß

Einwirkung	$F_{x,k}$ [kN/m]	$M_{y,k}$ [kNm/m]	$F_{z,k}$ [kN/m]
EW-d	2175.00	0.00	0.00

Auflagerkräfte am Wandkopf

Einwirkung	$F_{x,k}$ [kN/m]	$M_{y,k}$ [kNm/m]	$F_{z,k}$ [kN/m]
EW-d	0.00	0.00	-0.00

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Expositionsklassen	OK	
Stabilität	OK	
Biegung	OK	

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

Pos. Wand t=30cm, Mbw — Stahlbetonwand

System

Beidseitig gelenkig gelagerte Wand

Wandhöhe	l_w =	4.10	m
Knicklänge	l_0 =	4.10	m

System ist unverschieblich.

Expositionsklasse

XC1

Belastungen

Vertikallasten

Einwirkung	e_z [cm]	f_x [kN/m]
EW-d	0.00	2610.00

>> N_{Ed} ✓

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Σ (γ*ψ*EW)
ständig/vorüberg.	1	1.00*EW-d

Mat./Querschnitt

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

Material

Material	f_{yk} [N/mm²]	f_{ck} [N/mm²]	E [N/mm²]
C 30/37		30	33000
B 500SA	500		200000

Querschnitt

Art	b_y [cm]	h [cm]	A [cm²]	I_y [cm⁴]
RE	100.0	30.0	3000	225000

RE: Rechteckquerschnitt

Stabilität

Nachweis der Knicksicherheit

Berechnungsverfahren: Verfahren mit Nennkrümmung

Schlankheiten Abs. 5.8.3.1(1)

Achse	Ek	l_0 [m]	i [cm]	λ [-]	λ_{lim} [-]
y	1	4.10	8.7	47.3	25.0

Imperfektionen Abs. 5.2(7)

α_h [-]	$1/\theta_{iz}$ [1/rad]	e_{iz} [cm]
0.988	202	1.01

Krümmungsbeiwert c = 10 -

Theorie II. Ordnung Abs. 5.8.8.3

Ek	K_r [-]	K_{1y} [-]	$1/r_y$ [1/m]	e_{2z} [cm]
1	0.83	1.00	1.44E-2	2.42

Bem.-schnittgrößen

	x [m]	M_{0Edy} [kNm]	M_{2y} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
Komb. *1 (GK)*	4.10	26.42	0.00	26.42

Prof. Dipl.-Ing. B. Gahlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOH\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

x [m]	M_{0Edy} [kNm]	M_{2y} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
2.00	26.42	63.15	89.57
0.00	26.42	0.00	26.42

Biegung
Abs. 6.1

Nachweis der Biege- und Normalkrafttragfähigkeit

Ek	x [m]	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	A_{s1} [cm²]
1	2.00	2610.00	89.57	4.50 M

Gesamte Stahlfläche A_s = 9.00 cm²

M: Mindestbewehrung für Wand
*: mit Berücksichtigung der Mindestexzentrizität nach Abs. 6.1(4)

Auflagerkräfte

charakteristische Werte

Auflagerkräfte am Wandfuß

Einwirkung	$F_{x,k}$ [kN/m]	$M_{y,k}$ [kNm/m]	$F_{z,k}$ [kN/m]
EW-d	2610.00	0.00	0.00

Auflagerkräfte am Wandkopf

Einwirkung	$F_{x,k}$ [kN/m]	$M_{y,k}$ [kNm/m]	$F_{z,k}$ [kN/m]
EW-d	0.00	0.00	-0.00

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Expositionsklassen	OK	
Stabilität	OK	
Biegung	OK	

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

Pos. Wand t=35cm, Mbw — Stahlbetonwand

System

Beidseitig gelenkig gelagerte Wand

Wandhöhe	l_w =	4.10	m
Knicklänge	l_0 =	4.10	m

System ist unverschieblich.

Expositionsklasse

XC1

Belastungen

Vertikallasten

Einwirkung	e_z [cm]	f_x [kN/m]
EW-d	0.00	3045.00

>> N_{Ed} ✓

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	Σ (γ*ψ*EW)
ständig/vorüberg. 1	1.00*EW-d

Mat./Querschnitt

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

Material

Material	f_{yk} [N/mm²]	f_{ck} [N/mm²]	E [N/mm²]
C 30/37		30	33000
B 500SA	500		200000

Querschnitt

Art	b_y [cm]	h [cm]	A [cm²]	I_y [cm⁴]
RE	100.0	35.0	3500	357292

RE: Rechteckquerschnitt

Stabilität

Nachweis der Knicksicherheit

Berechnungsverfahren: Verfahren mit Nennkrümmung

Schlankheiten Abs. 5.8.3.1(1)

Achse	Ek	l_0 [m]	i [cm]	λ [-]	λ_{lim} [-]
y	1	4.10	10.1	40.6	25.0

Imperfektionen Abs. 5.2(7)

α_h [-]	$1/\theta_{iz}$ [1/rad]	e_{iz} [cm]
0.988	202	1.01

Krümmungsbeiwert c = 10 -

Theorie II. Ordnung Abs. 5.8.8.3

Ek	K_r [-]	K_{1y} [-]	$1/r_y$ [1/m]	e_{2z} [cm]
1	0.83	1.00	1.22E-2	2.05

Bem.-schnittgrößen

	x [m]	M_{0Edy} [kNm]	M_{2y} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
Komb. *1 (GK)*	4.10	30.83	0.00	30.83

Prof. Dipl.-Ing. B. Gahlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOH\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

x [m]	M_{0Edy} [kNm]	M_{2y} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
2.00	30.83	62.51	93.34
0.00	30.83	0.00	30.83

Biegung
Abs. 6.1

Nachweis der Biege- und Normalkrafttragfähigkeit

Ek	x [m]	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	A_{s1} [cm²]
1	2.00	3045.00	93.34	5.25 M

Gesamte Stahlfläche A_s = 10.51 cm²

M: Mindestbewehrung für Wand
*: mit Berücksichtigung der Mindestexzentrizität nach Abs. 6.1(4)

Auflagerkräfte

charakteristische Werte

Auflagerkräfte am Wandfuß

Einwirkung	$F_{x,k}$ [kN/m]	$M_{y,k}$ [kNm/m]	$F_{z,k}$ [kN/m]
EW-d	3045.00	0.00	0.00

Auflagerkräfte am Wandkopf

Einwirkung	$F_{x,k}$ [kN/m]	$M_{y,k}$ [kNm/m]	$F_{z,k}$ [kN/m]
EW-d	0.00	0.00	-0.00

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Expositionsklassen	OK	
Stabilität	OK	
Biegung	OK	

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

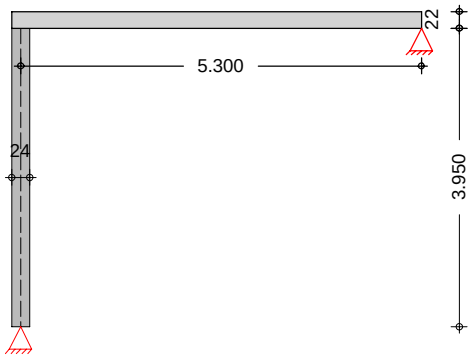
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen* Geprüft *Prüfing. für Baustatik

Pos. Mauerwerk — Außenwand, vereinfachtes Verfahren

System

Einschalige Außenwand
2-seitig gehalten

M 1:100



Abmessungen Mat./Querschnitt

Material	l [m]	h [m]	t [cm]
KS-P 20-2.0/DM	19.75	3.95	**24.0**

Massivdecken

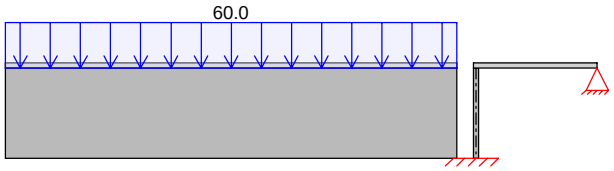
	Material	l_f [m]	k [-]	h [cm]	a [cm]	b [m]	γ [kN/m³]
Rechts Oben	C 30/37	5.30	0.50	22.0	24.00	19.75	25.0

Belastungen

Grafik

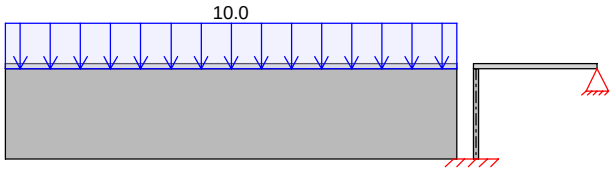
M 1:330

Gk



M 1:330

Qk.N



Streckenlasten vertikal

Nr.	EW	f_x [kN/m]
1	Gk	60.00
2	Qk.N	10.00

Geprüft – Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen – Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Σ (γ*ψ*EW)	
ständig/vorüberg.	1	1.35*Gk	
	2	1.35*Gk	+1.50*Qk.N
selten	7	1.00*Gk	

Mat./Querschnitt

nach DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12

gewählt

KS-P 20-2.0-(240)/DM

Steinart	Kalksandstein
Steintyp	Planstein KS-P
Steindruckfestigkeitsklasse	SFK 20
Steinrohdichteklasse	RDK 2.0
Mörtelgruppe	Dünnbettmörtel DM
Mauerwerk mit unvermörtelten Stoßfugen	

Materialbeiwerte

charakt. Druckfestigkeit	f_k	=	10.51	N/mm²
Teilsicherheitsbeiwert	γ_M	=	1.50	
Dauerstandsfaktor	ζ	=	0.85	
Bemessungswert Druckfestigk.	f_d	=	5.95	N/mm²
Rechenwert der Endkriechzahl	φ_∞	=	1.50	
Grenzschlankheit für Kriechen	λ_c	=	12	
Elastizitätsmodul	E	=	9981	N/mm²

Nachweise (GZT)

nach DIN EN 1996-1-1 (12/10) mit genauerer Berechnungsmethode

Tragwiderstand

Nachweis des vertikalen Tragwiderstands

Abs. 6.1.2

Ek	Stelle	Φ_y [-]	Φ_z [-]	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	η [-]
2	Kopf	1.000	0.900	1896.00	25397.5	0.07
2	Mitte	1.000	0.730	1896.00	20593.1	0.09
2	Fuß	1.000	0.900	1896.00	25397.5	0.07

Nachweise (GZG)

nach DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12, NCI zu 7.2

Ausmitte Plattenri.

Nachweis der planmäß. Ausmitte in Plattenrichtung

NCI zu 7.2 (NA.7)

Ek	Stelle	$e_{z,L}$ [cm]	$e_{z,D}$ [cm]	e_h [cm]	zul e [cm]	η [-]
7	Kopf	0.0	0.0	0.0	8.0	0.00
7	Mitte	0.0	0.0	0.0	8.0	0.00
7	Fuß	0.0	0.0	0.0	8.0	0.00

$e_{z,L}$: Ausmitte infolge Vertikallasten
$e_{z,D}$: Ausmitte infolge Deckenverdrehung
e_h: Ausmitte infolge Horizontallasten

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Ort		η [-]
vertikaler Tragwiderstand	Mitte	OK	0.09

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Pos. GiebelBrandfall2 Stahlbetonwand

Fall 2: Dach bereits eingestürzt, Wind greift auch an der Wandinnenseite an (F90)

System Kragwand
Wandhöhe l_w = 11.75 m
Knicklänge l_0 = 23.50 m
Expositionsklasse XC1



Belastungen Das Eigengewicht der Wand wird berücksichtigt.

Gleichlasten

Einwirkung	q [kN/m²]
Qk.W	0.84

Kombinationen Manuelle Kombinationsbildung (1 Kombinationen)
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Σ (γ*ψ*EW)	
außergewöhnlich	1	1.00*Gk	+0.20*Qk.W

Manuelle Komb. Manuell vorgegebene Kombinationen

	Vorgabe	Σ (γ*ψ*EW)	
außergewöhnlich	1	1.00*Gk	+0.20*Qk.W

Bem.-schnittgrößen maßgebende Kombinationen

	Nr.	x [m]	n_{Ed} [kN/m]	m_{Edy} [kNm/m]	v_{Edz} [kN/m]
außergewöhnlich	1	0.0	88.12	-11.67	1.99

Mat./Querschnitt Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	f_{yk} [N/mm²]	f_{ck} [N/mm²]	E [N/mm²]
C 30/37		30	33000
B 500SA	500		200000

Querschnitt

Art	b_y [cm]	h [cm]	A [cm²]	I_y [cm⁴]
RE	100.0	30.0	3000	225000

RE: Rechteckquerschnitt

Stabilität Nachweis der Knicksicherheit

Berechnungsverfahren: Verfahren mit Nennkrümmung

Schlankheiten Abs. 5.8.3.1(1)

Achse	Ek	l_0 [m]	i [cm]	λ [-]	$λ_{lim}$ [-]
y	1	23.50	8.7	271.4	0.0

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Imperfektionen Abs. 5.2(7)

α_h [-]	$1/\theta_{iz}$ [1/rad]	e_{iz} [cm]
0.583	343	3.43

Krümmungsbeiwert c = 10 -

Theorie II. Ordnung Abs. 5.8.8.3

Ek	K_r [-]	K_{1y} [-]	$1/r_y$ [1/m]	e_{2z} [cm]
1	1.00	1.00	1.98E-2	109.57

Bem.-schnittgrößen

	x [m]	M_{0Edy} [kNm]	M_{2y} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
Komb. *1 (AK)*	11.75	3.02	0.00	3.02
	0.00	-14.69	-96.56	-111.25

Biegung Abs. 6.1

Nachweis der Biege- und Normalkrafttragfähigkeit

Ek	x [m]	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	A_{s1} [cm²]
1	0.00	88.13	-111.25	7.04

Gesamte Stahlfläche A_s = 14.08 cm²

*: mit Berücksichtigung der Mindestexzentrizität nach Abs. 6.1(4)

Wandbewehrung aus dem Nachweis *Pos. Giebel Brandfall* maßgebend, s.o.

Nachweise (Brand)

Brandschutznachweis nach DIN EN 1992-1-2, Abs. 5.4.2

- Anforderung Feuerwiderstandsklasse: R90
- Nachweis der Feuerwiderstandsdauer t_{req} = 90 min
- Vorder- und Hinterseite brandbeansprucht
- Schlankheit l_w/h = 39 ≤ 40

Ausnutzungsgrad Abs. 5.3.2 (3)

Ek	x [m]	$n_{Ed,fi}$ [kN/m]	n_{Rd} [kN/m]	μ_{fi} [-]
0	0.00	0.00	0.00	0.00

Mindestmaße Tabelle 5.4

h_{min} [mm]	h_{vorh} [mm]	d'_{min} [mm]	d'_{vorh} [mm]
nan(ind)	300	nan(ind)	20

Die Mindestdicke und -achsabstände sind eingehalten. Die Wand ist für eine Feuerwiderstandsdauer von 90min nachgewiesen.

Auflagerkräfte

charakteristische Werte

Auflagerkräfte am Wandfuß

Einwirkung	$F_{x,k}$ [kN/m]	$M_{y,k}$ [kNm/m]	$F_{z,k}$ [kN/m]
Gk	88.12	0.00	0.00
Qk.W	0.00	-58.33	9.93

Moment maßgebend für die Gründung

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	η [-]
Expositionsklassen	OK

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Nachweis	η [-]
Stabilität	OK
Biegung	OK

Nachweise (Brand) Brandfall im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	η [-]
Brandfall	OK

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

Pos. Attika — Stahlbetonwand

System

Kragwand
Wandhöhe l_w = 1.75 m
Knicklänge l_0 = 3.50 m



Expositionsklasse XC1

Belastungen

Das Eigengewicht der Wand wird berücksichtigt.

Gleichlasten

Einwirkung	q [kN/m²]
Qk.W	0.91

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Mat./Querschnitt

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

Material

Material	f_{yk} [N/mm²]	f_{ck} [N/mm²]	E [N/mm²]
C 30/37		30	33000
B 500SA	500		200000

Querschnitt

Art	b_y [cm]	h [cm]	A [cm²]	I_y [cm⁴]
RE	100.0	15.0	1500	28125

RE: Rechteckquerschnitt

Stabilität

Nachweis der Knicksicherheit

Schlankheiten Abs. 5.8.3.1(1)

Achse	Ek	l_0 [m]	i [cm]	λ [-]	λ_{lim} [-]
y	2	3.50	4.3	80.8	271.4

Die Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung dürfen nach 5.8.3.1(1) vernachlässigt werden.

Der Knicknachweis entfällt für das Ausweichen in z-Richtung nach DIN EN 1992-1-1, 5.8.3.1(1).
$\lambda_y = 80.83 < \lambda_{lim} = 271.45$

Biegung Abs. 6.1

Nachweis der Biege- und Normalkrafttragfähigkeit

Ek	x [m]	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	A_{s1} [cm²]
0	0.00	0.00	0.00	1.13 M

Gesamte Stahlfläche A_s = 2.25 cm²

M: Mindestbewehrung für Wand

Geprüft — Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen — Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Nachweise (Brand) — Brandschutznachweis nach DIN EN 1992-1-2, Abs. 5.4.2

- Anforderung Feuerwiderstandsklasse: R90
- Nachweis der Feuerwiderstandsdauer t_{req} = 90 min
- Vorder- und Hinterseite brandbeansprucht
- Schlankheit $l_w/h = 12 \leq 40$

Ausnutzungsgrad Abs. 5.3.2 (3)

Ek	x [m]	$n_{Ed,fi}$ [kN/m]	n_{Rd} [kN/m]	μ_{fi} [-]
6	0.00	6.56	3048.15	0.00

Mindestmaße Tabelle 5.4

	h_{min} [mm]	h_{vorh} [mm]	d'_{min} [mm]	d'_{vorh} [mm]
	140	150	10	45

Die Mindestdicke und -achsabstände sind eingehalten. Die Wand ist für eine Feuerwiderstandsdauer von 90min nachgewiesen.

Bewehrungswahl — Längsstäbe je Seite **ø10/12.5 (6.28 cm²/m)**

vorh. Stahlfläche	A_s =	12.57	cm²/m
vorh. Bewehrungsgrad	ρ =	0.84	%

Auflagerkräfte — charakteristische Werte

Auflagerkräfte am Wandfuß

Einwirkung	$F_{x,k}$ [kN/m]	$M_{y,k}$ [kNm/m]	$F_{z,k}$ [kN/m]
Gk	6.56	0.00	0.00
Qk.W	0.00	-1.39	1.59

Zusammenfassung — Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT) — Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

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

Nachweise (Brand) — Brandfall im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Brandfall	OK	

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Schüßler-Plan

KAPITEL 11: STÜTZEN

ENNIGERLOH NEUBAU DREIFELDSPORTHALLE



Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

11 STÜTZEN

Zur Übersicht wird eine Stützenlasttabelle geschossweise mit den Belastungen sowie mit den gewählten Bewehrungen erstellt. Die Stützen werden in Typen unterteilt, die nachfolgend nachgewiesen werden.

Baustoffe

Beton C30/37
Betonstahl BSt 500 A

Stützenlasttabelle

* Belastungen aus dem maßgebenden Fachwerkträger Lastfälle LG Gk bzw. LG Qk (siehe Kap. 5)

** Belastungen aus den Deckenmodellen Lastfälle LG Gk Decke bzw. LG Qk Decke (siehe Kap. 8)

Hinweis: Die Lasten Gk & Qk werden i.d.R. auf der sicheren Seite geschossweise in 5-er Schritten aufgerundet [kN]. Die Stützen Pos. S1-S16 werden in der Bemessung genauer betrachtet.

Dach Halle

Position	b	l	H	Eigenlast	aus Dach*		Gesamtlast		Bemessungslast	Bemessungs-	Bewehrung
	[m]	[m]	[m]	Gk [kN]	Gk [kN]	Qk [kN]	Gk [kN]	Qk [kN]	NEd [kN]	Position	
S1	0,45	0,80	6,30	57	410	120	470	120	**815**	Typ 1	**10Ø25**
S2	0,45	0,80	6,30	57	410	120	470	120	**815**	Typ 1	**10Ø25**
S3	0,45	0,80	6,30	57	410	120	470	120	**815**	Typ 1	**10Ø25**
S4	0,45	0,80	6,30	57	410	120	470	120	**815**	Typ 1	**10Ø25**
S5	0,45	0,80	6,30	57	410	120	470	120	**815**	Typ 1	**10Ø25**
S6	0,45	0,80	6,30	57	410	120	470	120	**815**	Typ 1	**10Ø25**
S7	0,45	0,80	6,30	57	410	120	470	120	**815**	Typ 1	**10Ø25**
S8	0,45	0,80	6,30	57	410	120	470	120	**815**	Typ 1	**10Ø25**
S9	0,35	0,80	2,30	16	410	120	430	120	**765**	Typ 2	**8Ø25**
S10	0,35	0,80	2,30	16	410	120	430	120	**765**	Typ 2	**8Ø25**
S11	0,35	0,80	2,30	16	410	120	430	120	**765**	Typ 2	**8Ø25**
S12	0,35	0,80	2,30	16	410	120	430	120	**765**	Typ 2	**8Ø25**
S13	0,35	0,80	2,30	16	410	120	430	120	**765**	Typ 2	**8Ø25**
S14	0,35	0,80	2,30	16	410	120	430	120	**765**	Typ 2	**8Ø25**
S15	0,35	0,80	2,30	16	410	120	430	120	**765**	Typ 2	**8Ø25**
S16	0,35	0,80	2,30	16	410	120	430	120	**765**	Typ 2	**8Ø25**

1.OG

Position	b [m]	l [m]	H [m]	Eigenlast Gk [kN]	aus Decke** Gk [kN]	aus Decke** Qk [kN]	Gesamtlast Gk [kN]	Gesamtlast Qk [kN]	Bemessungslast NEd [kN]	Bemessungs-Position	Bewehrung
S1	0,45	0,80			190	10	660	125	**1080**	Typ 1	**10Ø25**
S2	0,45	0,80			182	9	655	125	**1075**	Typ 1	**10Ø25**
S3	0,45	0,80			182	9	655	125	**1075**	Typ 1	**10Ø25**
S4	0,45	0,80			182	9	655	125	**1075**	Typ 1	**10Ø25**
S5	0,45	0,80			182	9	655	125	**1075**	Typ 1	**10Ø25**
S6	0,45	0,80			182	9	655	125	**1075**	Typ 1	**10Ø25**
S7	0,45	0,80			182	9	655	125	**1075**	Typ 1	**10Ø25**
S8	0,45	0,80			190	10	660	125	**1080**	Typ 1	**10Ø25**
S9	0,35	0,80	4,10	29	32	5	495	125	**860**	Typ 2	**8Ø25**
S10	0,35	0,80	4,10	29	32	5	495	125	**860**	Typ 2	**8Ø25**
S11	0,35	0,80	4,10	29	32	5	495	125	**860**	Typ 2	**8Ø25**
S12	0,35	0,80	4,10	29	32	5	495	125	**860**	Typ 2	**8Ø25**
S13	0,35	0,80	4,10	29	32	5	495	125	**860**	Typ 2	**8Ø25**
S14	0,35	0,80	4,10	29	32	5	495	125	**860**	Typ 2	**8Ø25**
S15	0,35	0,80	4,10	29	32	5	495	125	**860**	Typ 2	**8Ø25**
S16	0,35	0,80	4,10	29	32	5	495	125	**860**	Typ 2	**8Ø25**
S20	0,30	0,30	4,10	9	231	23	245	25	**370**	Typ 3	**4Ø14**
S21	0,30	0,30	4,10	9	304	21	315	25	**465**	Typ 3	**4Ø14**
S22	0,30	0,30	4,10	9	148	12	160	15	**240**	Typ 3	**4Ø14**
S24	0,30	0,30	4,10	9	148	15	160	15	**240**	Typ 3	**4Ø14**
S25	0,30	0,30	4,10	9	148	21	160	25	**255**	Typ 3	**4Ø14**
S26	0,30	0,80	4,10	25	127	10	155	10	**225**	S26	**4Ø16**

EG

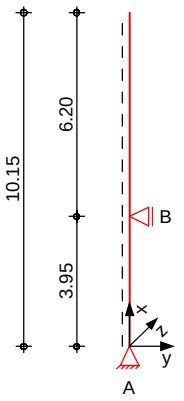
Position	b [m]	l [m]	H [m]	Eigenlast Gk [kN]	aus Decke** Gk [kN]	aus Decke** Qk [kN]	Gesamtlast Gk [kN]	Gesamtlast Qk [kN]	Bemessungslast NEd [kN]	Bemessungs-Position	Bewehrung
S1	0,45	0,80	3,95	36	243	19	940	130	**1465**	Typ 1	**10Ø25**
S2	0,45	0,80	3,95	36	254	20	945	130	**1475**	Typ 1	**10Ø25**
S3	0,45	0,80	3,95	36	255	19	950	130	**1480**	Typ 1	**10Ø25**
S4	0,45	0,80	3,95	36	140	3	835	130	**1325**	Typ 1	**10Ø25**
S5	0,45	0,80	3,95	36	127	2	820	130	**1305**	Typ 1	**10Ø25**
S6	0,45	0,80	3,95	36	245	18	940	130	**1465**	Typ 1	**10Ø25**
S7	0,45	0,80	3,95	36	256	21	950	130	**1480**	Typ 1	**10Ø25**
S8	0,45	0,80	3,95	36	242	19	940	130	**1465**	Typ 1	**10Ø25**
S9				in Wand Pos. W2, die Bewehrung bis zur Gründung durchführen						Typ 2	**8Ø25**
S10				wird auf einen Sturz/UZ in Achse 7 (Pos. W2) abgefangen							
S11				in Wand Pos. W2, die Bewehrung bis zur Gründung durchführen						Typ 2	**8Ø25**
S12				wird auf einen Sturz/UZ in Achse 7 (Pos. W2) abgefangen							
S13				wird auf einen Sturz/UZ in Achse 7 (Pos. W2) abgefangen							
S14				wird auf einen Sturz/UZ in Achse 7 (Pos. W2) abgefangen							
S15				in Wand Pos. W2, die Bewehrung bis zur Gründung durchführen						Typ 2	**8Ø25**
S16				in Wand Pos. W2, die Bewehrung bis zur Gründung durchführen						Typ 2	**8Ø25**
S20	0,30	0,30	3,85	9	216	71	470	30	**680**	Typ 3	**4Ø14**
S21	0,30	0,30	3,85	9	282	69	610	30	**870**	Typ 3	**4Ø14**
S22	0,30	0,30	3,85	9	190	45	360	20	**520**	Typ 3	**4Ø14**
S23	0,30	0,30	3,85	9	415	79	425	80	**695**	Typ 3	**4Ø14**
S24				steht auf Wand Pos. W24, Last breitet sich in der Wand aus							
S25				steht auf Wand Pos. W24, Last breitet sich in der Wand aus							
S26				steht auf Wand Pos. W25, Last breitet sich in der Wand aus							
S27	0,45	0,25	3,95	11	42	4	55	5	**85**	S27	**4Ø14**
S28	0,24	0,20	3,95	5	82	1	90	5	**130**	S28	**4Ø14**

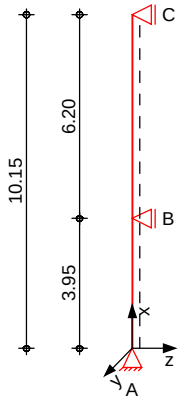
Pos. Typ 1_NW1 Stützensystem

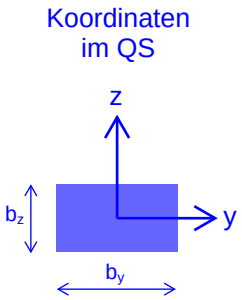
Stützen S1-S8 - NW1: Normalfall inkl. Aussteifung (H-Last & statisches System siehe Kap. 6)

System
M 1:230

allgemeines System







Abmessungen Mat./Querschnitt	Geschoss	l [m]	Material	QS	b_y/b_z [cm]
	HA	6.20	*C 30/37*	1	80/45
	EG	3.95	*C 30/37*	1	80/45

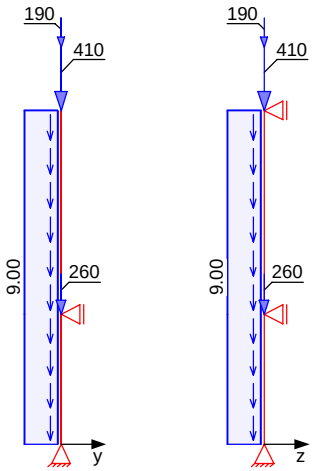
Expositionsklasse: XC1

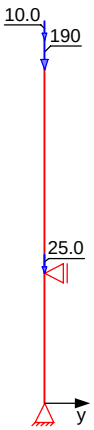
Auflager	Lager	x [m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]	$K_{T,y}$ [kN/m]	$K_{R,z}$ [kNm/rad]
	C	10.15	fest	frei	frei	frei
	B	3.95	fest	frei	fest	frei
	A	0.00	fest	frei	fest	frei

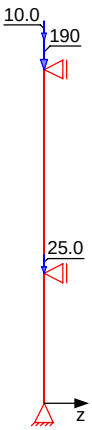
Belastungen: Belastungen auf das System

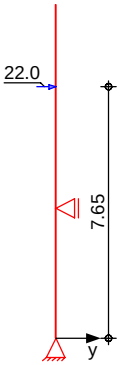
Grafik: Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen: Gk | Gk | Qk.N | Qk.N | Qk.W









Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Streckenlasten in x-Richtung	Gleichlasten Ges.	Komm.	Ort	a [m]	s [m]	q_u [kN/m]	q_o [kN/m]
Einw. *Gk*	EG	Eigengew		0.00	3.95		9.00
	HA	Eigengew		0.00	6.20		9.00

Punktlasten in x-Richtung	Einzellasten Ges.	Komm.	Ort	a [m]	F_x [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]
Einw. *Gk*	HA			6.20	410.00	0.0	0.0
	HA			6.20	190.00	0.0	0.0
	EG			3.95	260.00	0.0	0.0
Einw. *Qk.N*	HA		1	6.20	190.00	0.0	0.0
	HA		2	6.20	10.00	0.0	0.0
	EG		3	3.95	25.00	0.0	0.0

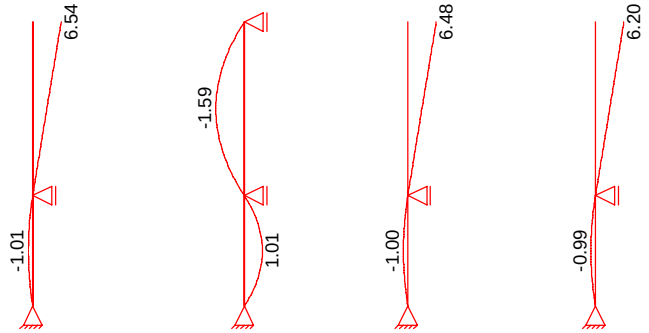
Punktlasten in y-Richtung	Einzellasten Ges.	Komm.	Ort	a [m]	F_y [kN]
Einw. *Qk.W*	HA			3.70	22.00

Streckenlasten in z-Richtung	Gleichlasten Ges.	Komm.	Ort	a [m]	s [m]	q_u [kN/m]	q_o [kN/m]
Einw. *Qk.W*	HA			0.00	0.00		2.72

Imperfektionen

Grafik

$w_{y,1}$[cm] $w_{z,3}$[cm] $w_{y,5}$[cm] $w_{y,9}$[cm]



Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

- Die Lasten der Einwirkung Qk.N werden in ungünstiger Laststellung angesetzt

	Ek	Imp.	Σ (γ*ψ*EW)		
ständig/vorüberg.	4	4	1.35*Gk	+1.50*Qk.N (1,2,3)*	+0.90*Qk.W
	9	1	1.35*Gk	+1.50*Qk.W	+1.05*Qk.N (1,2,3)*
	11	3	1.35*Gk	+1.50*Qk.W	+1.05*Qk.N (1,2,3)*

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

	Ek	Imp.	Σ (γ*ψ*EW)		
	12	4	1.35*Gk	+1.50*Qk.W	+1.05*Qk.N (1,2,3)*
Brand	25	9	1.00*Gk	+0.60*Qk.N (1,2,3)*	+0.20*Qk.W
selten	41	1	1.00*Gk	+1.00*Qk.N (1,2,3)*	
	43	3	1.00*Gk	+1.00*Qk.N (1,2,3)*	
	45	5	1.00*Gk	+1.00*Qk.W	

*: entspricht dem Ort des Lastangriffs. Siehe Kapitel 'Belastungen'.

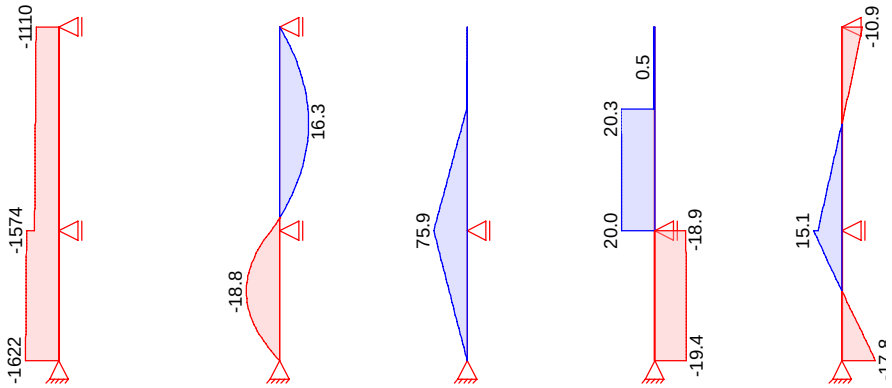
Bem.-schnittgrößen: nach Th. II. Ordnung

Nicht-Linear: nichtlineare Berechnung nach Th. II. Ordnung

Grafik: Schnittgrößen (maßgebende)

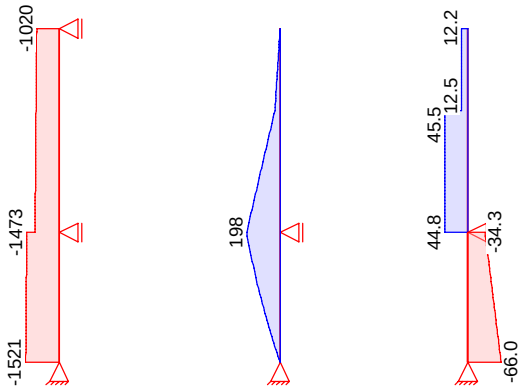
Komb. *4*

$N_{x,d}$[kN] $M_{y,d}$[kNm] $M_{z,d}$[kNm] $V_{y,d}$[kN] $V_{z,d}$[kN]



Komb. *9*

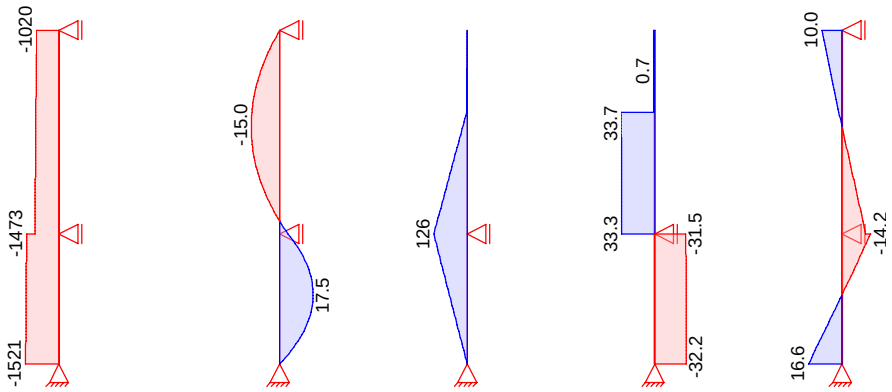
$N_{x,d}$[kN] $M_{z,d}$[kNm] $V_{y,d}$[kN]



DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

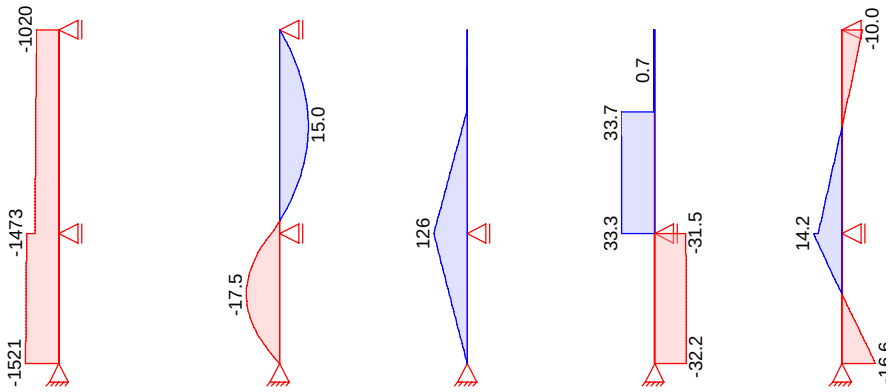
Komb. *11*

$N_{x,d}$[kN] $M_{y,d}$[kNm] $M_{z,d}$[kNm] $V_{y,d}$[kN] $V_{z,d}$[kN]



Komb. *12*

$N_{x,d}$[kN] $M_{y,d}$[kNm] $M_{z,d}$[kNm] $V_{y,d}$[kN] $V_{z,d}$[kN]

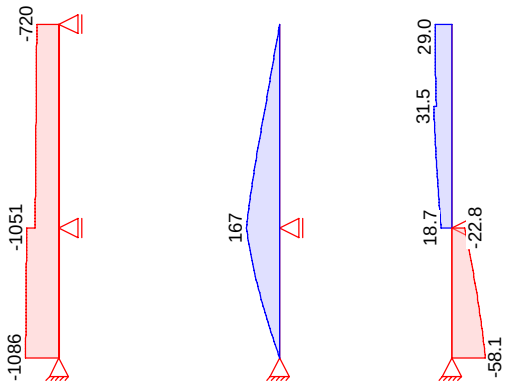


Brandfall
Nicht-Linear — nichtlineare Berechnung nach Th. II. Ordnung

Grafik — Schnittgrößen (maßgebende)

Komb. *25*

$N_{x,d}$[kN] $M_{z,d}$[kNm] $V_{y,d}$[kN]



DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

Mat./Querschnitt — Material- und Querschnittswerte

Querschnitte

Q	Typ	Bewehr.-anordnung	b/D [cm]	h/Di [cm]
1	Recht	$A_{su}=A_{so}$	80.0	45.0

Materialien

Q	Beton	Betonstahl	ρ_{min} [%]	ρ_{max} [%]	φ [-]	γ [kN/m³]
1	*C 30/37*	*B 500SB*	0.30	9.00	2.50	25.0

Bemessung (GZT) — gemäß DIN EN 1992-1-1, 3.1, 3.2, 5.4, 5.7, 5.8

Bruchschnittgrößen — nach nichtlinearer Theorie

Komb. 4

x [m]	N_u [kN]	M_{yu} [kNm]	M_{zu} [kNm]	ε_s [‰]	ε_c [‰]	η
10.15	6905.4	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.16
7.65	6430.5	89.7	6.7	-1.12	-2.83	0.18
3.95	5750.5	-23.1	368.4	-0.34	-3.42	0.21
	6016.5	-18.2	290.3	-0.57	-3.23	0.26
0.00	6905.4	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.23

Komb. 9

x [m]	N_u [kN]	M_{yu} [kNm]	M_{zu} [kNm]	ε_s [‰]	ε_c [‰]	η
10.15	6905.4	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.15
7.65	6367.9	0.0	187.7	-1.00	-2.85	0.16
3.95	4114.0	0.0	745.3	0.73	-3.50	0.27
	4719.6	0.0	635.9	0.24	-3.50	0.31
0.00	6905.4	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.22

Komb. 11

x [m]	N_u [kN]	M_{yu} [kNm]	M_{zu} [kNm]	ε_s [‰]	ε_c [‰]	η
10.15	6905.4	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.15
7.65	6429.1	-89.8	11.0	-1.09	-2.85	0.16
3.95	4980.2	19.5	573.5	0.12	-3.50	0.22
	5419.6	15.8	464.2	-0.16	-3.50	0.27
0.00	6905.4	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.22

Komb. 12

x [m]	N_u [kN]	M_{yu} [kNm]	M_{zu} [kNm]	ε_s [‰]	ε_c [‰]	η
10.15	6905.4	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.15
7.65	6429.1	89.8	11.0	-1.09	-2.85	0.16
3.95	4980.2	-19.5	573.5	0.12	-3.50	0.22
	5419.6	-15.8	464.2	-0.16	-3.50	0.27
0.00	6905.4	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.22

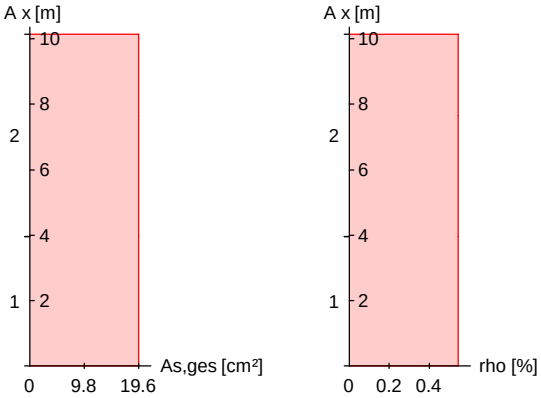
Erforderliche Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.Art	d' [cm]	$A_{s,ges}$ [cm²]	ρ [%]
0.00	**10.15**	1	R	**$A_{su}=A_{so}$**	5.2	**19.63**	**0.55**

Geprüft — Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen — Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Erf. Bewehrung
M 1:230



Brandfall

gemäß allgemeinem Verfahren nach DIN EN 1992-1-2
Berechnungsgrundlagen:
- spezifische Wärme vom Beton (3.3.2)
- Feuchte des Betons 3.0%
- Wärmeübertragungskoeffizient 25 W/m²K
- thermische Leitfähigkeit des Betons: obere Grenze
- Emissionswert der Betonoberfläche 0.7
- Festigkeitsred. Bewehrung für Klasse N
- Bewehrung kaltverformt
- quarzhaltige Betonzuschläge

Feuerwiderstandsklassen	Seite	Klasse	t_{req} [min]
Geschoss 1	vierseitig (+y/-y/+z/-z)	R90	90
Geschoss 2	vierseitig (+y/-y/+z/-z)	R90	90

Steifigkeiten im Brandfall

Q	t_{req} [min]	Seiten [-]	EA [kN]	EI_y [kNm²]	EI_z [kNm²]
1	90	r/l/o/u	5264375.40	49276.54	199245.01

Temperaturprofil Bewehrung

Q	Y [cm]	Z [cm]	R [cm]	θ [°]	$E_{s,\theta}/E_s$ [-]	$f_{y,\theta}/f_y$ [-]
1	-34.75	-17.25	--	515	0.38	0.63
	34.75	-17.25	--	515	0.38	0.63
	-34.75	17.25	--	515	0.38	0.63
	34.75	17.25	--	515	0.38	0.63

Bruchschnittgrößen

nach nichtlinearer Theorie
Komb. 25

x [m]	N_u [kN]	M_{yu} [kNm]	M_{zu} [kNm]	η
10.15	4043.0	0.0	0.0	0.18
7.65	3353.6	0.0	320.1	0.22
3.95	2689.5	0.0	578.2	0.29
	2975.9	0.0	472.3	0.35

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

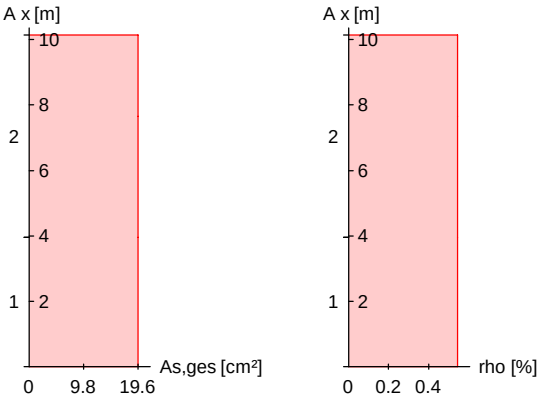
DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

x [m]	Nu [kN]	Myu [kNm]	Mzu [kNm]	η
0.00	4031.4	0.0	0.0	0.27

Erforderliche Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.Art	d' [cm]	As,ges [cm²]	ρ [%]
0.00	**10.15**	1	R	**Asu=Aso**	5.2	**19.63**	**0.55**

Erf. Bewehrung
M 1:230



Nachweise (GZT)
Querkraftbemessung

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

	x [m]	VEd,y / VEd,z [kN]	VRd,c / VRd,c [kN]	VRd,max,y / VRd,max,z [kN]	Nx [kN]	θ [°]	z [cm]	erf asw [cm²/m]
Komb. 4	10.2	0.47	524.66	1158.0	1110.0	18.4	67.3	7.42M
		10.88	524.66	1002.2	1110.0	18.4	32.8	
Komb. 11	7.65	0.73	514.25	1158.0	1050.4	18.4	67.3	7.42M
		1.57	514.25	1002.2	1050.4	18.4	32.8	
Komb. 11	7.65	33.73	514.25	1158.0	1050.4	18.4	67.3	7.42M
		1.57	514.25	1002.2	1050.4	18.4	32.8	
Komb. 12	3.95	33.33	522.11	1158.0	1095.3	18.4	67.3	7.42M
		11.86	522.11	1002.2	1095.3	18.4	32.8	
Komb. 11	3.95	31.49	583.96	1158.0	1472.6	18.4	67.3	7.42M
		14.19	583.96	1002.2	1472.6	18.4	32.8	
Komb. 11	0.00	32.16	591.37	1158.0	1520.6	18.4	67.3	7.42M
		16.63	591.37	1002.2	1520.6	18.4	32.8	

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

Bewehrungswahl

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.-Lage	n	ds [mm]
0.00	**10.15**	**1**	Rechteck	**je Ecke**	**1**	**ø25**

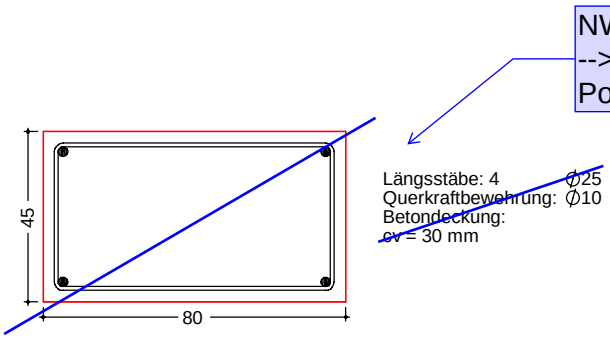
Vorhandene Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	cv,b [mm]	n	As,ges [cm²]	ρ [%]
0.00	**10.15**	**1**	Rechteck	30	**4**	**19.63**	**0.55**

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Querschnitt 1
M 1:20



Vorhandene Querkraftbewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	d_s [mm]	s [cm]	Schnitt	A_{sw} [cm²/m]
3.95	10.15	1	Rechteck	10	21	2	7.48
0.00	3.95	1	Rechteck	10	21	2	7.48

Nachweise (GZG)

Verformungen im Gebrauchszustand

Steifigkeiten nach linearer Th.II.O.:

von x [m]	bis x [m]	$E_{c,eff}$ [kN/mm²]	ρ [%]	$EI_{y,I}$ [MNm²]	$EI_{z,I}$ [MNm²]
0.00	10.15	33.00	0.55	212.2	649.4

x [m]	max w_y [cm]	Ek [-]	max w_z [cm]	Ek [-]	$EI_{y,II}/EI_{y,I}$	$EI_{z,II}/EI_{z,I}$
10.15	6.85	45	0.00	43	1.00	1.00
7.65	4.04	45	-1.55	43	0.94	1.00
3.95	0.00	45	0.00	43	0.94	0.92
0.00	0.00	41	0.00	41	1.00	1.00

Auflagerkräfte

Auflagergrößen
A, x = 0.00 m

Einw	$F_{x,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]	$F_{y,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]
Gk	951.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Qk.N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	225.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Qk.W	0.0	0.0	0.0	-20.6	0.0

Anteile aus Th. II Ordnung

Einw	$\Delta M_{y,k}$ [kNm]	$\Delta M_{z,k}$ [kNm]	$\Delta F_{y,k}$ [kN]	$\Delta F_{z,k}$ [kN]
Gk	0.0	0.0	-11.4	0.6
Qk.N	0.0	0.0	-3.7	-0.3
	0.0	0.0	0.0	0.3
Qk.W	0.0	0.0	0.0	0.0

Auflagergrößen
B, x = 3.95 m

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

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Einw	$F_{x,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]	$F_{y,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]
Qk.W	0.0	0.0	0.0	42.6	0.0

Auflagergrößen
C, x = 10.15 m

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

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Expositionsklassen	OK	
Stabilität	OK	
Bruchschnittgrößen	OK	0.31
Querkraftbemessung	OK	
Brand	OK	
Bewehrungswahl	OK	

Nachweise (Brand)

Brandfall im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Bruchschnittgrößen	OK	0.35

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

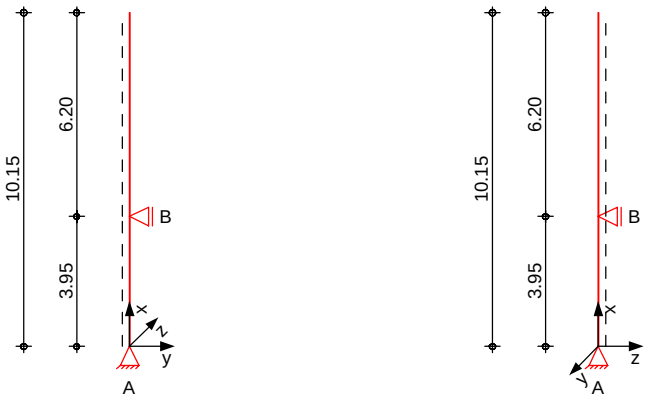
Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gahlen Prüfing. für Baustatik

Pos. Typ 1_NW2 Stützensystem

Stützen S1-S8 - NW2: im Brandfall 60min ohne obere Halterung in Z-Richtung (Dach: F30, Stützen: F90)

System
M 1:230

allgemeines System



Abmessungen Mat./Querschnitt	Geschoss	l [m]	Material	QS	b_y/b_z [cm]
	HA	6.20	*C 30/37*	1	80/45
	EG	3.95	*C 30/37*	1	80/45

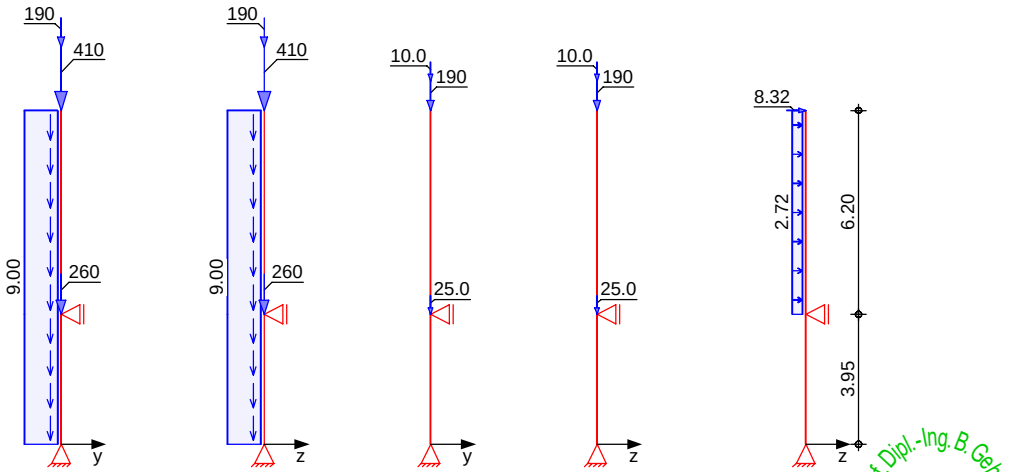
Expositionsklasse: XC1

Auflager	Lager	x [m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]	$K_{T,y}$ [kN/m]	$K_{R,z}$ [kNm/rad]
	C	10.15	frei	frei	frei	frei
	B	3.95	fest	frei	fest	frei
	A	0.00	fest	frei	fest	frei

Belastungen: Belastungen auf das System

Grafik: Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen: Gk | Gk | Qk.N | Qk.N | Qk.W



Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik
Geprüft

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Streckenlasten in x-Richtung	Trapezlasten Ges.	Komm.	Ort	a [m]	s [m]	q_u [kN/m]	q_o [kN/m]
Einw. *Gk*	EG	Eigengew		0.00	3.95		9.00
	HA	Eigengew		0.00	6.20		9.00

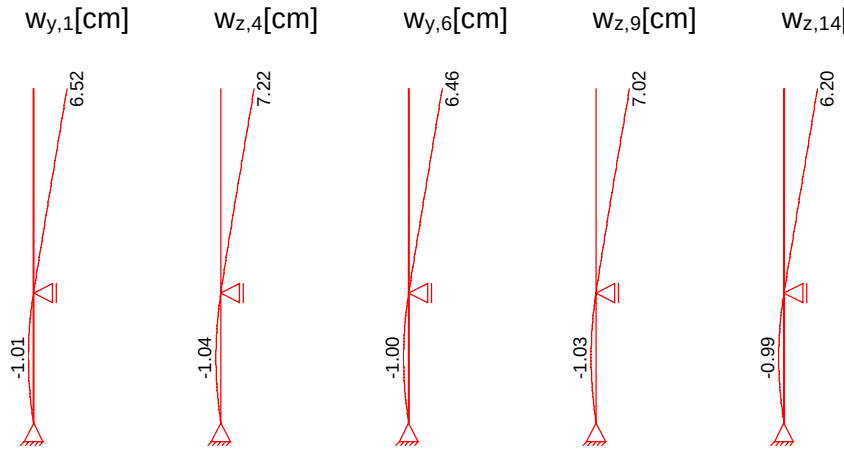
Punktlasten in x-Richtung	Einzellasten Ges.	Komm.	Ort	a [m]	F_x [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]
Einw. *Gk*	HA			6.20	410.00	0.0	0.0
	HA			6.20	190.00	0.0	0.0
	EG			3.95	260.00	0.0	0.0
Einw. *Qk.N*	HA		1	6.20	190.00	0.0	0.0
	HA		2	6.20	10.00	0.0	0.0
	EG		3	3.95	25.00	0.0	0.0

Streckenlasten in z-Richtung	Trapezlasten Ges.	Komm.	Ort	a [m]	s [m]	q_u [kN/m]	q_o [kN/m]
Einw. *Qk.W*	HA			0.00	6.20	2.72	2.72

Punktlasten in z-Richtung	Einzellasten Ges.	Komm.	Ort	a [m]	F_z [kN]
Einw. *Qk.W*	HA			6.20	8.32

Imperfektionen

Grafik



Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

- Die Lasten der Einwirkung Qk.N werden in ungünstiger Laststellung angesetzt

	Ek	Imp.	Σ (γ*ψ*EW)		
ständig/vorüberg.	12	4	1.35*Gk	+1.50*Qk.W	+1.05*Qk.N (1,2,3)*
Brand	28	14	1.00*Gk	+0.60*Qk.N (1,2,3)*	+0.20*Qk.W
selten	41	1	1.00*Gk	+1.00*Qk.N	

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Ek	Imp.	Σ (γ*ψ*EW)	(1,2,3)*
45	6	1.00*Gk	+1.00*Qk.W
48	9	1.00*Gk	+1.00*Qk.W

*: entspricht dem Ort des Lastangriffs. Siehe Kapitel 'Belastungen'.

Bem.-schnittgrößen: nach Th. II. Ordnung

Nicht-Linear: nichtlineare Berechnung nach Th. II. Ordnung

Grafik: Schnittgrößen (maßgebende)

Komb. *12*

$N_{x,d}$[kN] $M_{y,d}$[kNm] $V_{z,d}$[kN]

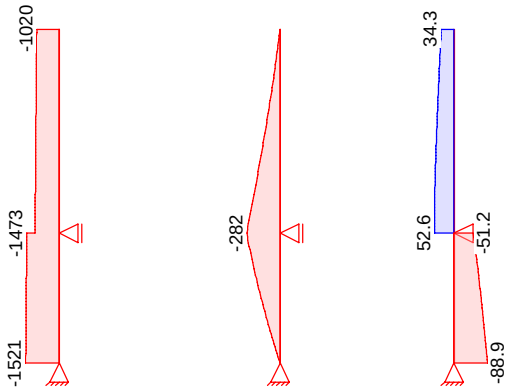


Tabelle: Schnittgrößen (maßgebende)

	Gesch.	x [m]	$N_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$V_{z,d}$ [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	$V_{y,d}$ [kN]
Komb. *12*	HA	6.20	-1020 *	0.00	34.33	0.00	0.00
		0.00	-1095	-281.7	52.63 *	0.00	0.00
	EG	3.95	-1473	-281.7 *	-51.22	0.00	0.00
		0.00	-1521 *	0.00	-88.91 *	0.00	0.00

Brandfall

Nicht-Linear: nichtlineare Berechnung nach Th. II. Ordnung

Grafik: Schnittgrößen (maßgebende)

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Komb. *28* $N_{x,d}$[kN] $M_{y,d}$[kNm] $V_{z,d}$[kN]

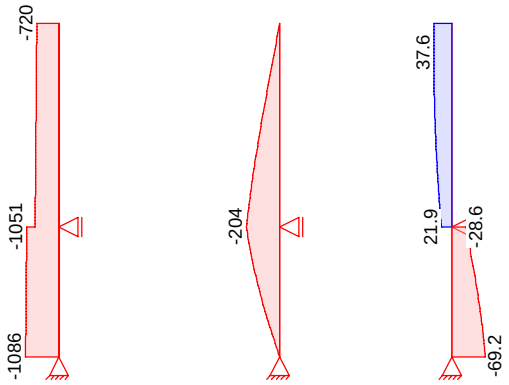


Tabelle — Schnittgrößen (maßgebende)

	Gesch.	x [m]	$N_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$V_{z,d}$ [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	$V_{y,d}$ [kN]
Komb. *28*	HA	6.20	-720.0 *	0.00	37.12	0.00	0.00
		5.31	-728.0	-32.96	37.55 *	0.00	0.00
		0.00	-775.8	-203.7	21.87	0.00	0.00
	EG	3.95	-1051	-203.7 *	-28.64	0.00	0.00
		0.00	-1086 *	0.00	-69.18 *	0.00	0.00

Mat./Querschnitt — Material- und Querschnittswerte

Querschnitte

Q	Typ	Bewehr.-anordnung	b/D [cm]	h/D_i [cm]
1	Recht	$A_{su}=A_{so}$	80.0	45.0

Materialien

Q	Beton	Betonstahl	ρ_{min} [%]	ρ_{max} [%]	φ [-]	γ [kN/m³]
1	*C 30/37*	*B 500SB*	0.30	9.00	2.50	25.0

Bemessung (GZT) — gemäß DIN EN 1992-1-1, 3.1, 3.2, 5.4, 5.7, 5.8

Bruchschnittgrößen — nach nichtlinearer Theorie

Komb. 12

x [m]	N_u [kN]	M_{yu} [kNm]	M_{zu} [kNm]	ε_s [‰]	ε_c [‰]	η
10.15	8083.5	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.13
3.95	2718.1	-699.1	0.0	2.16	-3.50	0.40
	3382.5	-647.1	0.0	1.51	-3.50	0.44
0.00	8083.5	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.19

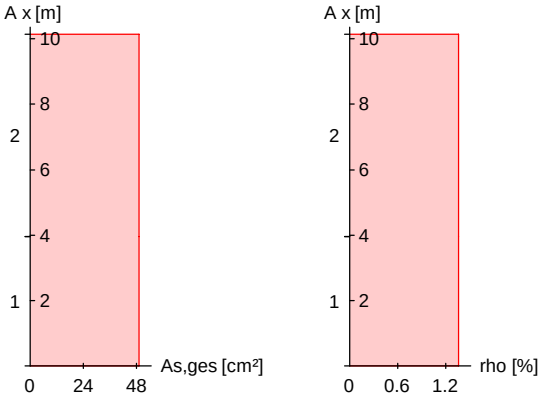
Erforderliche Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.Art	d' [cm]	$A_{s,ges}$ [cm²]	ρ [%]
0.00	**10.15**	1	R	**$A_{su}=A_{so}$**	5.2	**49.09**	**1.36**

Geprüft — Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen — Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOH\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Erf. Bewehrung
M 1:230



Brandfall

gemäß allgemeinem Verfahren nach DIN EN 1992-1-2
Berechnungsgrundlagen:
- spezifische Wärme vom Beton (3.3.2)
- Feuchte des Betons 3.0%
- Wärmeübertragungskoeffizient 25 W/m²K
- thermische Leitfähigkeit des Betons: obere Grenze
- Emissionswert der Betonoberfläche 0.7
- Festigkeitsred. Bewehrung für Klasse N
- Bewehrung kaltverformt
- quarzhaltige Betonzuschläge

Feuerwiderstandsklassen	Seite	Klasse	t_{req} [min]
Geschoss 1	vierseitig (+y/-y/+z/-z)	R60	60
Geschoss 2	vierseitig (+y/-y/+z/-z)	R60	60

Steifigkeiten im Brandfall

Q	t_{req} [min]	Seiten [-]	EA [kN]	EI_y [kNm²]	EI_z [kNm²]
1	60	r/l/o/u	7037714.26	81058.82	278360.89

Temperaturprofil Bewehrung

Q	Y [cm]	Z [cm]	R [cm]	θ [°]	$E_{s,\theta}/E_s$ [-]	$f_{y,\theta}/f_y$ [-]
1	-34.75	-17.25	--	389	0.58	0.95
	34.75	-17.25	--	389	0.58	0.95
	-17.38	-17.25	--	245	0.80	1.00
	0.00	-17.25	--	244	0.80	1.00
	17.38	-17.25	--	245	0.80	1.00
	-34.75	17.25	--	389	0.58	0.95
	34.75	17.25	--	389	0.58	0.95
	-17.38	17.25	--	245	0.80	1.00
	0.00	17.25	--	244	0.80	1.00
	17.38	17.25	--	245	0.80	1.00

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Bruchschnittgrößen

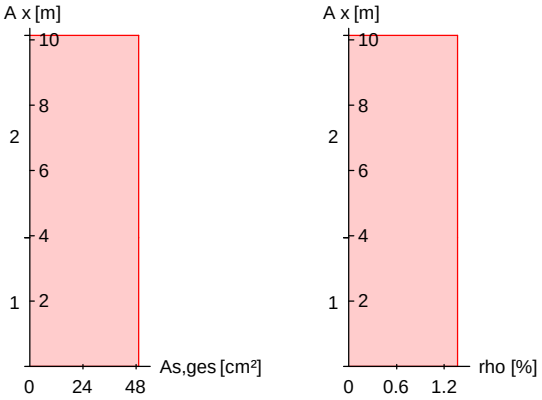
nach nichtlinearer Theorie
Komb. 28

x [m]	Nu [kN]	Myu [kNm]	Mzu [kNm]	η
10.15	9281.2	0.0	0.0	0.08
3.95	2897.9	-760.8	0.0	0.27
	3899.5	-755.8	0.0	0.27
0.00	9282.8	0.0	0.0	0.12

Erforderliche Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.Art	d' [cm]	As,ges [cm²]	ρ [%]
0.00	**10.15**	1	R	**Asu=Aso**	5.2	**49.09**	**1.36**

Erf. Bewehrung
M 1:230



Nachweise (GZT) Querkraftbemessung

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

x [m]	VEd,y / VEd,z [kN]	VRd,c / VRd,c [kN]	VRd,max,y / VRd,max,z [kN]	Nx [kN]	θ [°]	z [cm]	erf asw [cm²/m]
Komb. 12	10.2						7.42M
	34.33	508.87	1002.2	1020.0	18.4	32.8	
Komb. 12	3.95						7.42M
	52.63	271.03	999.10	1095.3	18.4	32.7	
Komb. 12	3.95						7.42M
	51.22	284.67	962.74	1472.6	18.4	31.5	
Komb. 12	0.00						7.42M
	88.91	591.37	1002.2	1520.6	18.4	32.8	

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

Bewehrungswahl

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.-Lage	n	ds [mm]
0.00	**10.15**	**1**	Rechteck	**je Ecke**	**1**	**ø25**
				je b-Seite	**3**	**ø25**

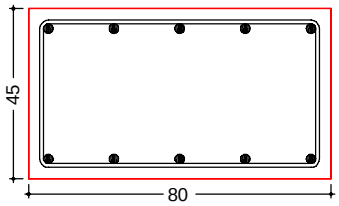
Vorhandene Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	cv,b [mm]	n	As,ges [cm²]	ρ [%]
0.00	**10.15**	**1**	Rechteck	30	**10**	**49.09**	**1.36**

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Bahlen
Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Querschnitt 1
M 1:20



Längsstäbe: 10 ϕ25
Querkraftbewehrung: ϕ10
Betondeckung:
cv = 30 mm

Vorhandene Querkraftbewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	d_s [mm]	s [cm]	Schnitt	A_{sw} [cm²/m]
3.95	10.15	1	Rechteck	10	21	2	7.48
0.00	3.95	1	Rechteck	10	21	2	7.48

Nachweise (GZG)

Verformungen im Gebrauchszustand

Steifigkeiten nach linearer Th.II.O.:

von x [m]	bis x [m]	$E_{c,eff}$ [kN/mm²]	ρ [%]	$EI_{y,I}$ [MNm²]	$EI_{z,I}$ [MNm²]
0.00	10.15	33.00	1.36	229.7	673.1

x [m]	max w_y [cm]	Ek [-]	max w_z [cm]	Ek [-]	$EI_{y,II}$/$EI_{y,I}$	$EI_{z,II}$/$EI_{z,I}$
10.15	6.71	41	9.41	48	1.00	1.00
3.95	0.00	45	0.00	48	0.42	0.55
0.00	0.00	41	0.00	41	1.00	1.00

Auflagerkräfte

Auflagergrößen
A, x = 0.00 m

Einw	$F_{x,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]	$F_{y,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]
Gk	951.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Qk.N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	225.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Qk.W	0.0	0.0	0.0	0.0	-26.3

Anteile aus Th. II Ordnung

Einw	$\Delta M_{y,k}$ [kNm]	$\Delta M_{z,k}$ [kNm]	$\Delta F_{y,k}$ [kN]	$\Delta F_{z,k}$ [kN]
Gk	0.0	0.0	10.9	-18.9
Qk.N	0.0	0.0	-3.5	-6.1
	0.0	0.0	3.5	4.2
Qk.W	0.0	0.0	0.0	0.0

Auflagergrößen
B, x = 3.95 m

Einw	$F_{x,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]	$F_{y,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]
Gk	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Qk.N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Qk.W	0.0	0.0	0.0	0.0	51.4

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Zusammenfassung — Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT) — Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Expositionsklassen	OK	
Stabilität	OK	
Bruchschnittgrößen	OK	0.44
Querkraftbemessung	OK	
Brand	OK	
Bewehrungswahl	OK	

Nachweise (Brand) — Brandfall im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Bruchschnittgrößen	OK	0.27

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

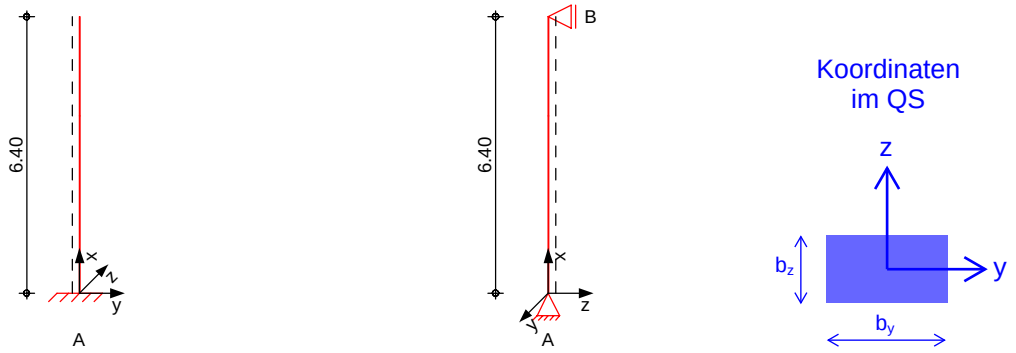
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Pos. Typ 2_NW1 Pendelstütze/Kragstütze

maßgebend S9 - NW1: Normalfall inkl. Aussteifung (H-Last & statisches System siehe Kap. 6)

System
M 1:175

Eulerfälle in y- und z-Richtung



Abmessungen Mat./Querschnitt

Geschoss	l [m]	Material	QS	b_y/b_z [cm]
OK	2.30	*C 30/37*	1	80/35
OG	4.10	*C 30/37*	1	80/35

Expositionsklasse: XC1

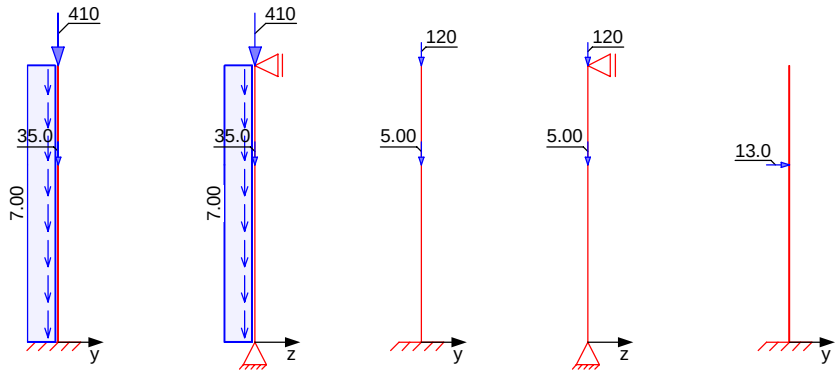
Auflager

Lager	x [m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]	$K_{T,y}$ [kN/m]	$K_{R,z}$ [kNm/rad]
B	6.40	fest	frei	frei	frei
A	0.00	fest	frei	fest	fest

Belastungen: Belastungen auf das System

Grafik: Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen



Streckenlasten in x-Richtung
Einw. *Gk*

Ges.	Komm.	Ort	a [m]	s [m]	q_u [kN/m]	q_o [kN/m]
OG	Eigengew		0.00	4.10		7.00
OK	Eigengew		0.00	2.30		7.00

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen ** Prüfing. für Baustatik ** Geprüft

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOH\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Punktlasten in x-Richtung

	Einzellasten Ges.	Komm.	Ort	a [m]	F_x [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]
Einw. *Gk*	OK			2.30	410.00	0.0	0.0
	OG			4.10	35.00	0.0	0.0
Einw. *Qk.N*	OK		1	2.30	120.00	0.0	0.0
	OG		2	4.10	5.00	0.0	0.0

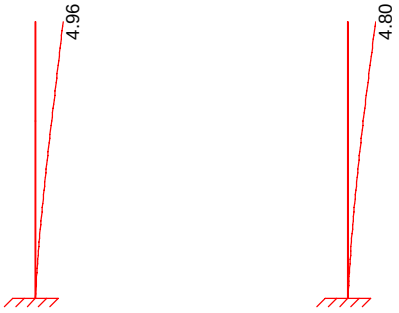
Punktlasten in y-Richtung

	Einzellasten Ges.	Komm.	Ort	a [m]	F_y [kN]
Einw. *Qk.W*	OG			4.10	13.00

Imperfektionen

Grafik

$w_{y,3}$[cm] $w_{y,13}$[cm]



Tabelle

Figur 3

	x [m]	w_{yu} [cm]	w_{zu} [cm]	w_{yk} [cm]	w_{zk} [cm]
OK	6.40	4.82 *	0.00	0.13 *	0.00
	5.25	3.86	0.00	0.10	0.00
	4.10	2.85 *	0.00 *	0.06 *	0.00 *
OG	4.10	2.85 *	0.00	0.06 *	0.00
	2.05	1.18	0.00	0.02	0.00
	0.00	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *

Figur 13

	x [m]	w_{yu} [cm]	w_{zu} [cm]	w_{yk} [cm]	w_{zk} [cm]
OK	6.40	4.80 *	0.00	0.00	0.00
	5.25	3.71	0.00	0.00	0.00
	4.10	2.66 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *
OG	4.10	2.66 *	0.00	0.00	0.00
	2.05	1.07	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *

Ungewollte Ausmitte als Überlagerung aus Schiefstellung und Vorkrümmung, affin zur Biegelinie bzw. affin zur Knickfigur bei Kombinationen ohne planmäßige Verformung senkrecht zur Stützenachse.

Vorkrümmungen

Figur [-]	Richtung [-]	β [-]	x [m]	$\|e_i\|$ [cm]
1	y	1.90	6.40	2.41
2	y	1.90	6.40	2.40

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Schiefstellungen

Figur [-]	Richtung [-]	x [m]	|ei| [cm]
1	y	6.40	2.41
2	y	6.40	2.40

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

- Die Lasten der Einwirkung Qk.N werden in ungünstiger Laststellung angesetzt

	Ek	Imp.	Σ (γ*ψ*EW)		
ständig/vorüberg.	4	4	1.35*Gk	+1.50*Qk.N (1,2)*	+0.90*Qk.W
	12	3	1.35*Gk	+1.50*Qk.W	+1.05*Qk.N (1,2)*
	13	4	1.35*Gk	+1.50*Qk.W	+1.05*Qk.N (1,2)*
	14	5	1.35*Gk	+1.50*Qk.W	+1.05*Qk.N (1,2)*
Brand	29	13	1.00*Gk	+0.60*Qk.N (1,2)*	+0.20*Qk.W

*: entspricht dem Ort des Lastangriffs. Siehe Kapitel 'Belastungen'.

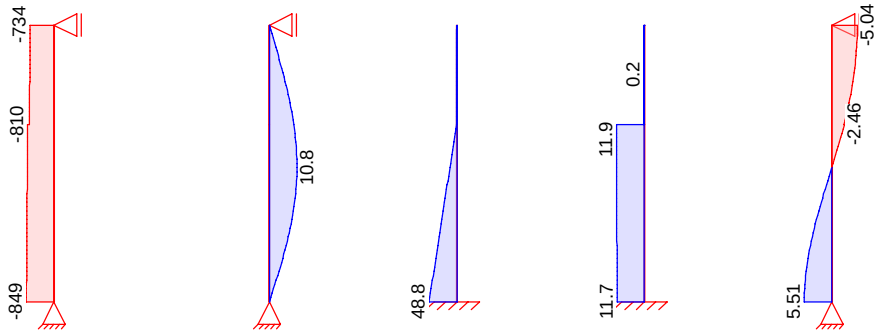
Bem.-schnittgrößen: nach Th. II. Ordnung

Nicht-Linear: nichtlineare Berechnung nach Th. II. Ordnung

Grafik: Schnittgrößen (maßgebende)

Komb. *4*

$N_{x,d}$[kN] $M_{y,d}$[kNm] $M_{z,d}$[kNm] $V_{y,d}$[kN] $V_{z,d}$[kN]

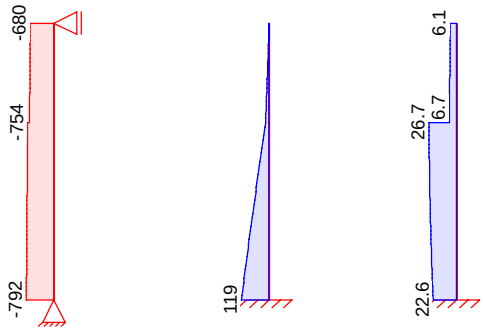


Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

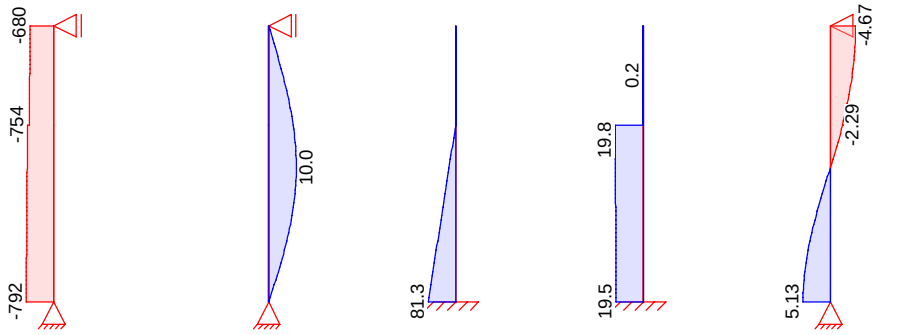
Komb. *12*

$N_{x,d}$[kN] $M_{z,d}$[kNm] $V_{y,d}$[kN]



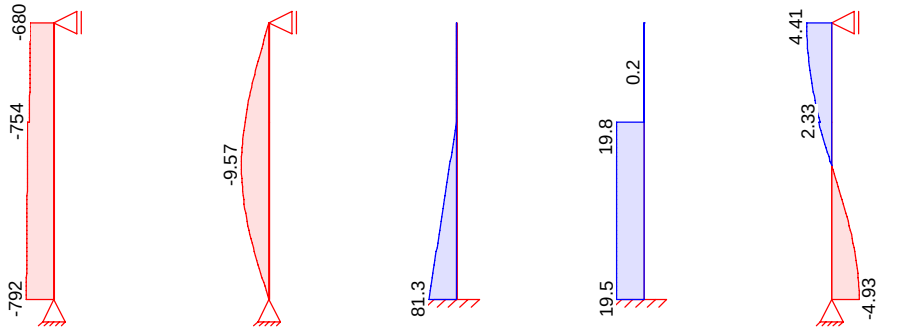
Komb. *13*

$N_{x,d}$[kN] $M_{y,d}$[kNm] $M_{z,d}$[kNm] $V_{y,d}$[kN] $V_{z,d}$[kN]



Komb. *14*

$N_{x,d}$[kN] $M_{y,d}$[kNm] $M_{z,d}$[kNm] $V_{y,d}$[kN] $V_{z,d}$[kN]



Brandfall
Nicht-Linear

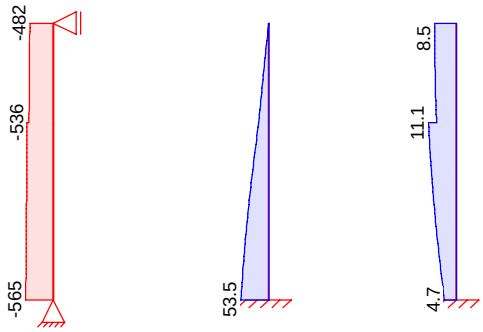
nichtlineare Berechnung nach Th. II. Ordnung

Grafik

Schnittgrößen (maßgebende)

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Komb. *29* $N_{x,d}$[kN] $M_{z,d}$[kNm] $V_{y,d}$[kN]



Mat./Querschnitt — Material- und Querschnittswerte

Querschnitte

Q	Typ	Bewehr.-anordnung	b/D [cm]	h/Di [cm]
1	Recht	Asu=Aso	80.0	35.0

Materialien

Q	Beton	Betonstahl	ρmin [%]	ρmax [%]	φ [-]	γ [kN/m³]
1	*C 30/37*	*B 500SB*	0.30	9.00	2.50	25.0

Bemessung (GZT) — gemäß DIN EN 1992-1-1, 3.1, 3.2, 5.4, 5.7, 5.8

Bruchschnittgrößen — nach nichtlinearer Theorie

Komb. 4

x [m]	Nu [kN]	Myu [kNm]	Mzu [kNm]	εs [‰]	εc [‰]	η
6.40	5545.4	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.13
4.10	5094.9	64.4	2.5	-1.12	-2.89	0.15
	5126.9	60.4	2.3	-1.15	-2.86	0.16
0.00	4730.2	0.0	272.1	-0.59	-3.19	0.18

Komb. 12

x [m]	Nu [kN]	Myu [kNm]	Mzu [kNm]	εs [‰]	εc [‰]	η
6.40	5545.4	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.12
4.10	5258.6	0.0	113.1	-1.23	-2.65	0.13
	5282.8	0.0	105.7	-1.27	-2.62	0.14
0.00	3668.0	0.0	549.4	0.32	-3.50	0.22

Komb. 13

x [m]	Nu [kN]	Myu [kNm]	Mzu [kNm]	εs [‰]	εc [‰]	η
6.40	5545.4	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.12
4.10	5094.6	64.4	4.1	-1.11	-2.90	0.14
	5127.8	60.3	3.9	-1.15	-2.86	0.15
0.00	4187.4	0.0	429.4	-0.13	-3.50	0.19

Komb. 14

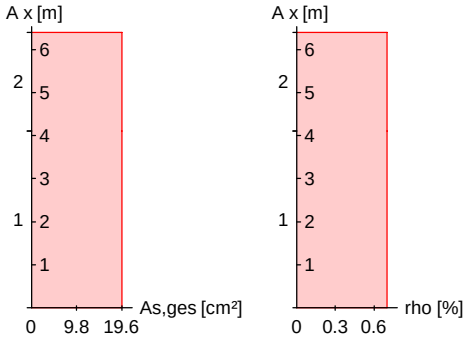
x [m]	Nu [kN]	Myu [kNm]	Mzu [kNm]	εs [‰]	εc [‰]	η
6.40	5545.4	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.12
4.10	5121.3	-61.1	4.2	-1.14	-2.87	0.14
	5152.8	-57.2	3.9	-1.18	-2.83	0.15
0.00	4187.4	0.0	429.4	-0.13	-3.50	0.19

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfamt für Baustatik

Erforderliche Bewehrung	von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.Art	d' [cm]	$A_{s,ges}$ [cm²]	ρ [%]
	0.00	**6.40**	1	R	**$A_{su}=A_{so}$**	5.2	**19.63**	**0.70**

Erf. Bewehrung
M 1:175



Brandfall

gemäß allgemeinem Verfahren nach DIN EN 1992-1-2
Berechnungsgrundlagen:
- spezifische Wärme vom Beton (3.3.2)
- Feuchte des Betons 3.0%
- Wärmeübertragungskoeffizient 25 W/m²K
- thermische Leitfähigkeit des Betons: obere Grenze
- Emissionswert der Betonoberfläche 0.7
- Festigkeitsred. Bewehrung für Klasse N
- Bewehrung kaltverformt
- quarzhaltige Betonzuschläge

Feuerwiderstandsklassen	Seite	Klasse	t_{req} [min]
Geschoss 1	vierseitig (+y/-y/+z/-z)	R90	90
Geschoss 2	vierseitig (+y/-y/+z/-z)	R90	90

Steifigkeiten im Brandfall

Q	t_{req} [min]	Seiten [-]	EA [kN]	EI_y [kNm²]	EI_z [kNm²]
1	90	r/l/o/u	3331315.24	18132.90	134164.61

Temperaturprofil Bewehrung

Q	Y [cm]	Z [cm]	R [cm]	θ [°]	$E_{s,\theta}/E_s$ [-]	$f_{y,\theta}/f_y$ [-]
1	-34.75	-12.25	--	514	0.38	0.63
	34.75	-12.25	--	514	0.38	0.63
	-34.75	12.25	--	514	0.38	0.63
	34.75	12.25	--	514	0.38	0.63

Bruchschnittgrößen

nach nichtlinearer Theorie
Komb. 29

x [m]	N_u [kN]	M_{yu} [kNm]	M_{zu} [kNm]	η
6.40	3812.7	0.0	0.0	0.13
4.10	3514.4	0.0	135.3	0.14

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

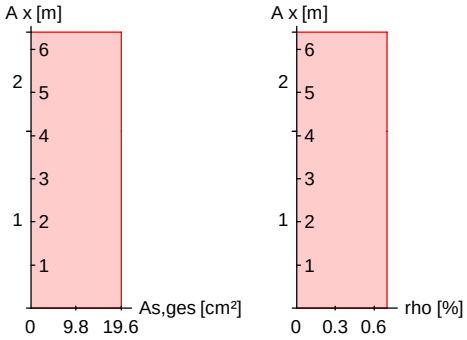
DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOH\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

x [m]	Nu [kN]	Myu [kNm]	Mzu [kNm]	η
	3533.9	0.0	126.4	0.15
0.00	3116.3	0.0	295.0	0.18

Erforderliche Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.Art	d' [cm]	As,ges [cm²]	ρ [%]
0.00	**6.40**	1	R	**Asu=Aso**	5.2	**19.63**	**0.70**

Erf. Bewehrung
M 1:175



Nachweise (GZT) Querkraftbemessung

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

	x [m]	VEd,y / VEd,z [kN]	VRd,c / VRd,c [kN]	VRd,max,y / VRd,max,z [kN]	Nx [kN]	θ [°]	z [cm]	erf asw [cm²/m]
Komb. 4	6.40	0.16	384.98	900.64	733.50	18.4	67.3	7.42M
		5.04	384.98	696.15	733.50	18.4	22.8	
Komb. 4	4.10	0.16	388.94	900.64	755.24	18.4	67.3	7.42M
		2.41	388.94	696.15	755.24	18.4	22.8	
Komb. 14	4.10	19.77	388.66	900.64	753.74	18.4	67.3	7.42M
		2.33	388.66	696.15	753.74	18.4	22.8	
Komb. 13	0.00	19.50	395.63	900.64	792.48	18.4	67.3	7.42M
		5.13	395.63	696.15	792.48	18.4	22.8	

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

Bewehrungswahl

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.-Lage	n	ds [mm]
0.00	**6.40**	**1**	Rechteck	**je Ecke**	**1**	**ø25**

Vorhandene Bewehrung

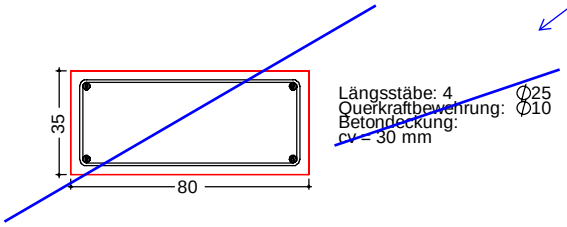
von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	cv,b [mm]	n	As,ges [cm²]	ρ [%]
0.00	**6.40**	**1**	Rechteck	30	**4**	**19.63**	**0.70**

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Querschnitt 1
M 1:25

NW2 maßgebend
--> Bewehrung gem.
Pos. Typ 2_NW2



Vorhandene Querkraftbewehrung	von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	d_s [mm]	s [cm]	Schnitt	A_{sw} [cm²/m]
	4.10	6.40	1	Rechteck	10	21	2	7.48
	0.00	4.10	1	Rechteck	10	21	2	7.48

Auflagerkräfte

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

Auflagergrößen am Stützenfuß	Einw	$F_{x,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]	$F_{y,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]
	Gk	489.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	Qk.N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		125.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Qk.W	0.0	0.0	53.3	13.0	0.0

Anteile aus Th. II Ordnung	Einw	$\Delta M_{y,k}$ [kNm]	$\Delta M_{z,k}$ [kNm]	$\Delta F_{y,k}$ [kN]	$\Delta F_{z,k}$ [kN]
	Gk	0.0	23.7	0.0	-1.0
	Qk.N	0.0	0.0	0.0	-0.2
		0.0	6.5	0.0	0.0
	Qk.W	0.0	0.0	0.0	0.0

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Expositionsklassen	OK	
Stabilität	OK	
Bruchschnittgrößen	OK	0.22
Querkraftbemessung	OK	
Brand	OK	
Bewehrungswahl	OK	

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOH\B\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Nachweise (Brand) Brandfall im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Bruchschnittgrößen	OK	0.18

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

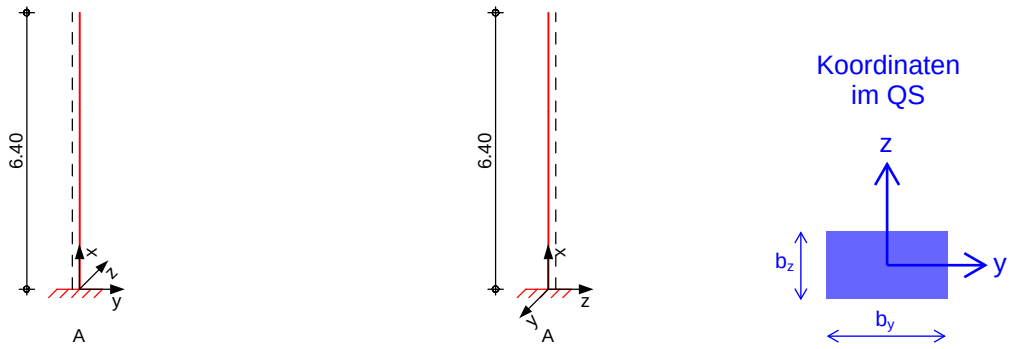
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

Pos. Typ 2_NW2 Kragstütze

maßgebend S9 - NW2: im Brandfall 60min ohne obere Halterung in Z-Richtung (Dach: F30, Stützen: F90)

System
M 1:175

Eulerfälle in y- und z-Richtung



Abmessungen Mat./Querschnitt

Geschoss	l [m]	Material	QS	b_y/b_z [cm]
OK	2.30	*C 30/37*	1	80/35
OG	4.10	*C 30/37*	1	80/35

Expositionsklasse: XC1

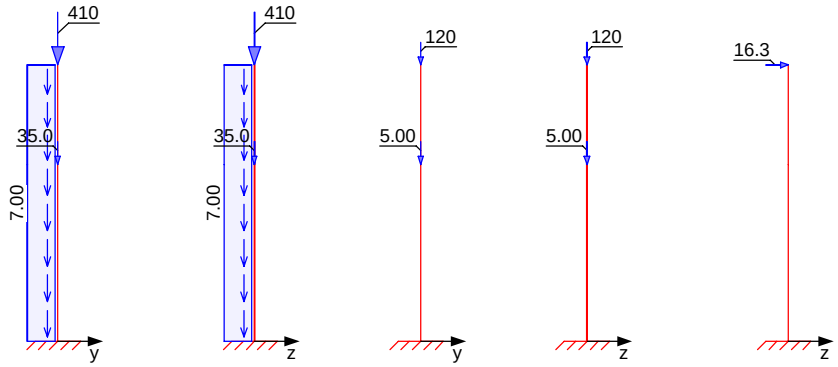
Auflager

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

Belastungen: Belastungen auf das System

Grafik: Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen



Streckenlasten in x-Richtung
Einw. *Gk*

Ges.	Komm.	Ort	a [m]	s [m]	q_u [kN/m]	q_o [kN/m]
OG	Eigengew		0.00	4.10		7.00
OK	Eigengew		0.00	2.30		7.00

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Punktlasten in x-Richtung — Einzellasten

Ges.	Komm.	Ort	a [m]	F_x [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]
Einw. *Gk*	OK		2.30	410.00	0.0	0.0
	OG		4.10	35.00	0.0	0.0
Einw. *Qk.N*	OK	1	2.30	120.00	0.0	0.0
	OG	2	4.10	5.00	0.0	0.0

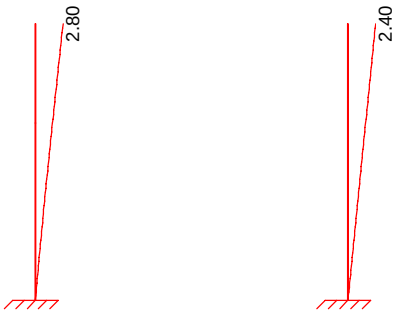
Punktlasten in z-Richtung — Einzellasten

Ges.	Komm.	Ort	a [m]	F_z [kN]
Einw. *Qk.W*	OK		2.30	16.25

Imperfektionen

Grafik

$w_{z,2}$[cm] $w_{z,6}$[cm]



Tabelle

Figur 2

x [m]	w_{yu} [cm]	w_{zu} [cm]	w_{yk} [cm]	w_{zk} [cm]
OK 6.40	0.00	2.41 *	0.00	0.39 *
4.10	0.00 *	1.54 *	0.00 *	0.19 *
OG 4.10	0.00	1.54 *	0.00	0.19 *
0.00	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *

Figur 6

x [m]	w_{yu} [cm]	w_{zu} [cm]	w_{yk} [cm]	w_{zk} [cm]
OK 6.40	0.00	2.40 *	0.00	0.00
4.10	0.00 *	1.54 *	0.00 *	0.00 *
OG 4.10	0.00	1.54 *	0.00	0.00
0.00	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *

Schiefstellungen

Ungewollte Ausmitte als Schiefstellung eingegeben.

Figur [-]	Richtung [-]	x [m]	$\|e_i\|$ [cm]
1	z	6.40	2.41
2	z	6.40	2.40

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

- Die Lasten der Einwirkung Qk.N werden in ungünstiger Laststellung angesetzt

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

	Ek	Imp.	Σ (γ*ψ*EW)		
ständig/vorüberg.	6	2	1.35*Gk	+1.50*Qk.W	+1.05*Qk.N (1,2)*
Brand	14	6	1.00*Gk	+0.60*Qk.N (1,2)*	+0.20*Qk.W

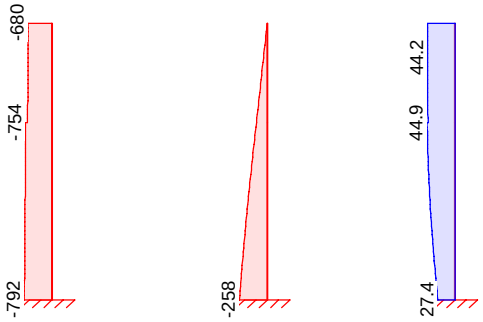
*: entspricht dem Ort des Lastangriffs. Siehe Kapitel 'Belastungen'.

Bem.-schnittgrößen: nach Th. II. Ordnung

Nicht-Linear: nichtlineare Berechnung nach Th. II. Ordnung

Grafik: Schnittgrößen (maßgebende)

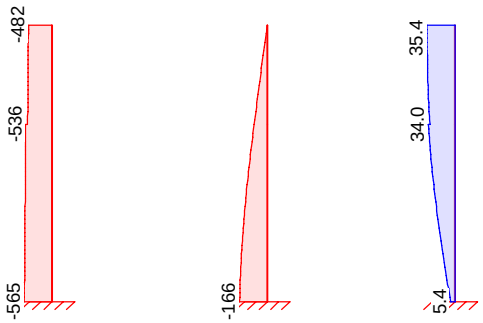
Komb. *6* $N_{x,d}$[kN] $M_{y,d}$[kNm] $V_{z,d}$[kN]



Brandfall
Nicht-Linear: nichtlineare Berechnung nach Th. II. Ordnung

Grafik: Schnittgrößen (maßgebende)

Komb. *14* $N_{x,d}$[kN] $M_{y,d}$[kNm] $V_{z,d}$[kN]



Mat./Querschnitt: Material- und Querschnittswerte

Querschnitte

Q	Typ	Bewehr.-anordnung	b/D [cm]	h/Di [cm]
1	Recht	$A_{su}=A_{so}$	80.0	35.0

Materialien

Q	Beton	Betonstahl	ρmin [%]	ρmax [%]	φ [-]	γ [kN/m³]
1	*C 30/37*	*B 500SB*	0.30	9.00	2.50	25.0

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gahlen Prüfing für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Bemessung (GZT) gemäß DIN EN 1992-1-1, 3.1, 3.2, 5.4, 5.7, 5.8

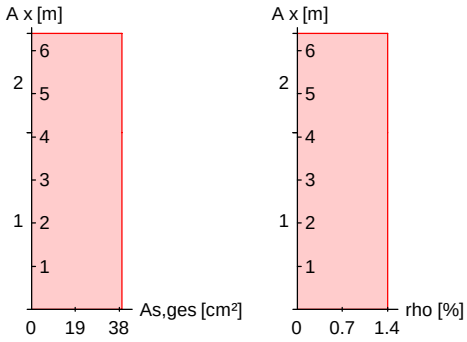
Bruchschnittgrößen nach nichtlinearer Theorie
Komb. 6

x [m]	N_u [kN]	M_{yu} [kNm]	M_{zu} [kNm]	ε_s [‰]	ε_c [‰]	η
6.40	6330.8	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.11
4.10	2614.5	-376.3	0.0	1.43	-3.50	0.27
	2752.1	-368.5	0.0	1.28	-3.50	0.27
0.00	1078.8	-350.9	0.0	5.92	-3.50	0.73

Erforderliche Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.Art	d' [cm]	$A_{s,ges}$ [cm²]	ρ [%]
0.00	**6.40**	1	R	**$A_{su}=A_{so}$**	5.2	**39.27**	**1.40**

Erf. Bewehrung
M 1:175



Brandfall gemäß allgemeinem Verfahren nach DIN EN 1992-1-2
Berechnungsgrundlagen:
- spezifische Wärme vom Beton (3.3.2)
- Feuchte des Betons 3.0%
- Wärmeübertragungskoeffizient 25 W/m²K
- thermische Leitfähigkeit des Betons: obere Grenze
- Emissionswert der Betonoberfläche 0.7
- Festigkeitsred. Bewehrung für Klasse N
- Bewehrung kaltverformt
- quarzhaltige Betonzuschläge

Feuerwiderstandsklassen

	Seite	Klasse	t_{req} [min]
Geschoss 1	vierseitig (+y/-y/+z/-z)	R60	60
Geschoss 2	vierseitig (+y/-y/+z/-z)	R60	60

Steifigkeiten im Brandfall

Q	t_{req} [min]	Seiten [-]	EA [kN]	EI_y [kNm²]	EI_z [kNm²]
1	60	r/l/o/u	4742787.77	30698.17	194683.71

Temperaturprofil Bewehrung

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Q	Y [cm]	Z [cm]	R [cm]	θ [°]	$E_{s,\theta}/E_s$ [-]	$f_{y,\theta}/f_y$ [-]
1	-34.75	-12.25	--	388	0.58	0.95
	34.75	-12.25	--	388	0.58	0.95
	-11.58	-12.25	--	243	0.81	1.00
	11.58	-12.25	--	243	0.81	1.00
	-34.75	12.25	--	388	0.58	0.95
	34.75	12.25	--	388	0.58	0.95
	-11.58	12.25	--	243	0.81	1.00
	11.58	12.25	--	243	0.81	1.00

Bruchschnittgrößen

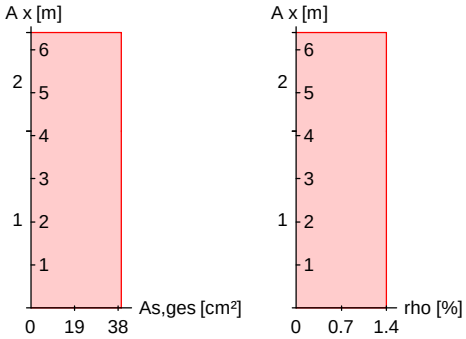
nach nichtlinearer Theorie
Komb. 14

x [m]	N_u [kN]	M_{yu} [kNm]	M_{zu} [kNm]	η
6.40	7248.8	0.0	0.0	0.07
4.10	2784.8	-438.3	0.0	0.18
	2958.0	-432.5	0.0	0.18
0.00	1299.6	-382.8	0.0	0.43

Erforderliche Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.Art	d' [cm]	$A_{s,ges}$ [cm²]	ρ [%]
0.00	**6.40**	1	R	**A_{su}=A_{so}**	5.2	**39.27**	**1.40**

Erf. Bewehrung
M 1:175



Nachweise (GZT) Querkraftbemessung

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

	x [m]	$V_{Ed,y}$ / $V_{Ed,z}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ / $V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max,y}$ / $V_{Rd,max,z}$ [kN]	N_x [kN]	θ [°]	z [cm]	erf a_{sw} [cm²/m]
Komb. 6	6.40							7.42 M
		44.05	374.95	696.15	679.50	18.4	22.8	
Komb. 6	4.10							7.42 M
		43.51	197.75	696.15	701.24	18.4	22.8	
Komb. 6	4.10							7.42 M
		44.95	203.11	696.15	753.74	18.4	22.8	
Komb. 6	0.00							7.42 M
		27.36	207.06	696.15	792.48	18.4	22.8	

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

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

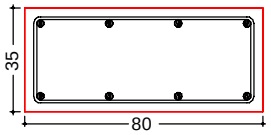
DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Bewehrungswahl

	von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.-Lage	n	d_s [mm]
	0.00	**6.40**	**1**	Rechteck	**je Ecke**	**1**	**ø25**
					je b-Seite	**2**	**ø25**

Vorhandene Bewehrung	von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	$c_{v,b}$ [mm]	n	$A_{s,ges}$ [cm²]	ρ [%]
	0.00	**6.40**	**1**	Rechteck	30	**8**	**39.27**	**1.40**

Querschnitt 1
M 1:25



Längsstäbe: 8 ∅25
Querkraftbewehrung: ∅10
Betondeckung:
cv = 30 mm

Vorhandene Querkraftbewehrung	von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	d_s [mm]	s [cm]	Schnitt	A_{sw} [cm²/m]
	4.10	6.40	1	Rechteck	10	21	2	7.48
	0.00	4.10	1	Rechteck	10	21	2	7.48

Auflagerkräfte

Auflagergrößen am Stützenfuß	Einw	$F_{x,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]	$F_{y,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]
	Gk	489.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	Qk.N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		125.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Qk.W	0.0	-104.0	0.0	0.0	16.3

Anteile aus Th. II Ordnung	Einw	$\Delta M_{y,k}$ [kNm]	$\Delta M_{z,k}$ [kNm]	$\Delta F_{y,k}$ [kN]	$\Delta F_{z,k}$ [kN]
	Gk	-62.6	12.0	0.0	0.0
	Qk.N	-17.2	0.0	0.0	0.0
		0.0	3.2	0.0	0.0
	Qk.W	0.0	0.0	0.0	0.0

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Expositionsklassen	OK	
Stabilität	OK	
Bruchschnittgrößen	OK	0.73
Querkraftbemessung	OK	
Brand	OK	
Bewehrungswahl	OK	

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Nachweise (Brand) Brandfall im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Bruchschnittgrößen	OK	0.43

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

Pos. Typ 3 Pendelstütze

System
M 1:120

Eulerfälle in y- und z-Richtung



Abmessungen Mat./Querschnitt

Geschoss	l [m]	Material	b_y/b_z [cm]
Geschoss	4.10	*C 30/37*	30/30

Expositionsklasse: XC1

Auflager

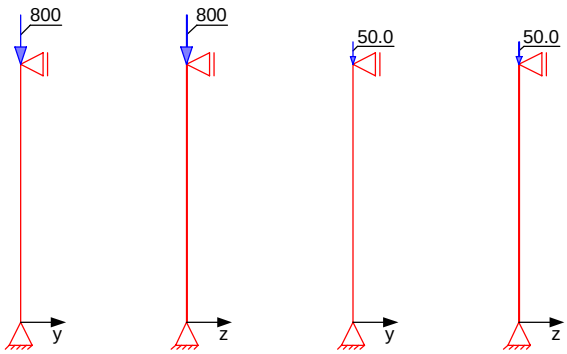
Lager	x [m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]	$K_{T,y}$ [kN/m]	$K_{R,z}$ [kNm/rad]
B	4.10	fest	frei	fest	frei
A	0.00	fest	frei	fest	frei

Belastungen: Belastungen auf das System

Grafik: Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk Gk Qk.N Qk.N



Punktlasten in x-Richtung

Einzellasten

Ges.	Komm.	a [m]	F_x [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]
Einw. *Gk* Geschoss		4.10	800.00	0.0	0.0
Einw. *Qk.N* Geschoss		4.10	50.00	0.0	0.0

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Imperfektionen

Grafik

Figur 3 w_z[cm]



Tabelle Figur 3

Geschoss	x [m]	w_{yu} [cm]	w_{zu} [cm]	w_{yk} [cm]	w_{zk} [cm]
	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.05	0.00	1.01	0.00	0.16
	2.00	0.00	1.01 *	0.00	0.16 *
	0.00	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *

Vorkrümmungen

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

Richtung [-]	β [-]	x [m]	$\|e_i\|$ [cm]
z	1.00	2.05	1.01

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Imp.	Σ (γ*ψ*EW)	
ständig/vorüberg.	3	3	1.35*Gk	+1.50*Qk.N

Bem.-schnittgrößen

nach Th. II. Ordnung

Nicht-Linear

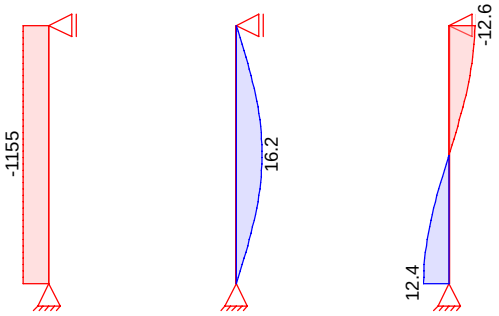
nichtlineare Berechnung nach Th. II. Ordnung

Grafik

Schnittgrößen (maßgebende)

Komb. *3*

$N_{x,d}$[kN] $M_{y,d}$[kNm] $V_{z,d}$[kN]



Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Brandfall
Nicht-Linear — nichtlineare Berechnung nach Th. II. Ordnung

Mat./Querschnitt — Material- und Querschnittswerte

Querschnitte

Q	Typ	Bewehr.-anordnung	b/D [cm]	h/Di [cm]
1	Recht	Eckstäbe	30.0	30.0

Materialien

Q	Beton	Betonstahl	ρmin [%]	ρmax [%]	φ [-]	γ [kN/m³]
1	*C 30/37*	*B 500SB*	0.30	9.00	2.50	25.0

Bemessung (GZT) — gemäß DIN EN 1992-1-1, 3.1, 3.2, 5.4, 5.7, 5.8

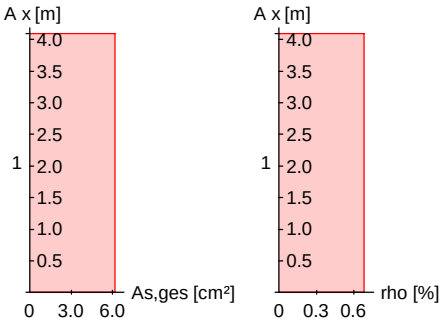
Bruchschnittgrößen — nach nichtlinearer Theorie
Komb. 3

x [m]	Nu [kN]	Myu [kNm]	Mzu [kNm]	εs [‰]	εc [‰]	η
4.10	1776.3	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.65
2.00	1587.6	22.2	0.0	-1.00	-3.03	0.73
0.00	1776.3	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.65

Erforderliche Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.Art	d' [cm]	As,ges [cm²]	ρ [%]
0.00	**4.10**	1	R	**Eckstäbe**	4.7	**6.16**	**0.68**

Erf. Bewehrung
M 1:120



Nachweise (GZT) — Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1
Querkraftbemessung

	x [m]	VEd,y / VEd,z [kN]	VRd,c / VRd,c [kN]	VRd,max,y / VRd,max,z [kN]	Nx [kN]	θ [°]	z [cm]	erf asw [cm²/m]
Komb. 3	4.10							2.78M
		12.57	238.71	209.99	1155.0	18.4	18.3	
Komb. 3	0.00							2.78M
		12.43	238.71	209.99	1155.0	18.4	18.3	

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

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Nachweise (Brand)

Brandschutznachweis nach DIN EN 1992-1-2, Abs. 5.3

- Voraussetzung für die Anwendung der Brandschutznachweise nach DIN EN 1992-1-2, 5.3.2 ist, dass die Stütze sich innerhalb eines ausgesteiften Bauwerks befindet.

Knicklänge im Brandfall	$l_{0,fi}$	=	4.10	m
		≤	6.00	m
Bewehrungsgehalt	ρ	=	0.68	%
		<	4.00	%

Branddauer

Ek	x [m]	μ_{fi} [-]	a [mm]	b' [mm]	n [-]
9	4.10	0.47	47	300	4
11	2.00	0.49	47	300	4
9	0.00	0.47	47	300	4

Branddauer Gl.(5.7)

Ek	x [m]	$R\eta_{fi}$	R_a	R_l	R_b	R_n	R [min]
9	4.10	44.2	27.2	8.6	27.0	0	97.7
11	2.00	42.7	27.2	8.6	27.0	0	95.3
9	0.00	44.2	27.2	8.6	27.0	0	97.7

Die Mindestdicke ist eingehalten. Die Stütze ist für eine Feuerwiderstandsdauer von 90min nachgewiesen.

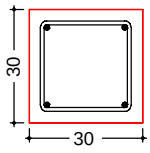
Bewehrungswahl

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.-Lage	n	d_s [mm]
0.00	**4.10**	**1**	Rechteck	**je Ecke**	**1**	**ø14**

Vorhandene Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	$c_{v,b}$ [mm]	n	$A_{s,ges}$ [cm²]	ρ [%]
0.00	**4.10**	**1**	Rechteck	30	**4**	**6.16**	**0.68**

Querschnitt 1
M 1:20



Längsstäbe: 4 ∅14
Querkraftbewehrung: ∅10
Betondeckung:
cv = 30 mm

Vorhandene Querkraftbewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	d_s [mm]	s [cm]	Schnitt	A_{sw} [cm²/m]
0.00	4.10	1	Rechteck	10	16	2	9.82

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Expositionsklassen	OK	
Stabilität	OK	
Bruchschnittgrößen	OK	0.73
Querkraftbemessung	OK	
Brand	OK	
Bewehrungswahl	OK	

Nachweise (Brand)

Brandfall im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Bruchschnittgrößen	OK	0.00

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

Pos. S26 Pendelstütze

System
M 1:120

Eulerfälle in y- und z-Richtung



Abmessungen Mat./Querschnitt

Geschoss	l [m]	Material	b_y/b_z [cm]
Geschoss	4.10	*C 30/37*	80/30

Expositionsklasse: XC1

Auflager

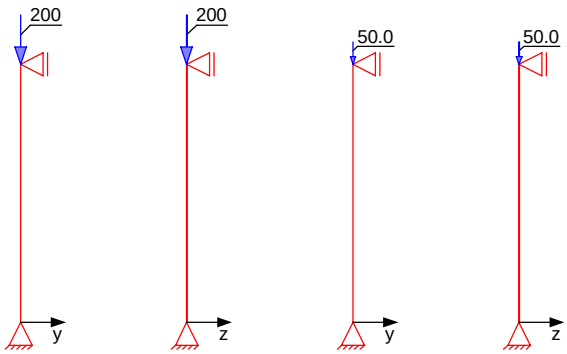
Lager	x [m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]	$K_{T,y}$ [kN/m]	$K_{R,z}$ [kNm/rad]
B	4.10	fest	frei	fest	frei
A	0.00	fest	frei	fest	frei

Belastungen: Belastungen auf das System

Grafik: Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk Gk Qk.N Qk.N



Punktlasten in x-Richtung

Einzellasten

Ges.	Komm.	a [m]	F_x [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]
Einw. *Gk* Geschoss		4.10	200.00	0.0	0.0
Einw. *Qk.N* Geschoss		4.10	50.00	0.0	0.0

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Imperfektionen

Grafik

Figur 3 w_z[cm]



Tabelle Figur 3

Geschoss	x [m]	w_{yu} [cm]	w_{zu} [cm]	w_{yk} [cm]	w_{zk} [cm]
	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.05	0.00	1.01	0.00	0.02
	2.00	0.00	1.01 *	0.00	0.02 *
	0.00	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *

Vorkrümmungen

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

Richtung [-]	β [-]	x [m]	$\|e_i\|$ [cm]
z	1.00	2.05	1.01

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Imp.	Σ (γ*ψ*EW)	
ständig/vorüberg.	3	3	1.35*Gk	+1.50*Qk.N

Bem.-schnittgrößen

nach Th. II. Ordnung

Nicht-Linear

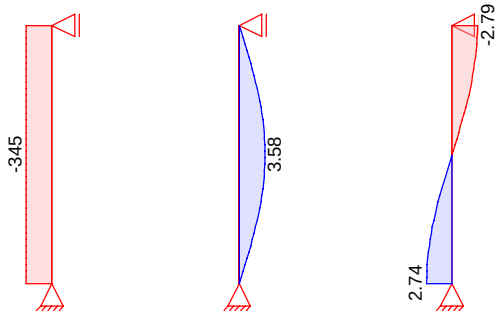
nichtlineare Berechnung nach Th. II. Ordnung

Grafik

Schnittgrößen (maßgebende)

Komb. *3*

$N_{x,d}$[kN] $M_{y,d}$[kNm] $V_{z,d}$[kN]



Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Brandfall
Nicht-Linear — nichtlineare Berechnung nach Th. II. Ordnung

Mat./Querschnitt — Material- und Querschnittswerte

Querschnitte

Q	Typ	Bewehr.-anordnung	b/D [cm]	h/Di [cm]
1	Recht	Eckstäbe	80.0	30.0

Materialien

Q	Beton	Betonstahl	ρmin [%]	ρmax [%]	φ [-]	γ [kN/m³]
1	*C 30/37*	*B 500SB*	0.30	9.00	2.50	25.0

Bemessung (GZT) — gemäß DIN EN 1992-1-1, 3.1, 3.2, 5.4, 5.7, 5.8

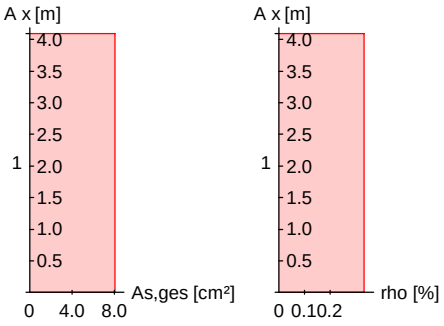
Bruchschnittgrößen — nach nichtlinearer Theorie
Komb. 3

x [m]	Nu [kN]	Myu [kNm]	Mzu [kNm]	εs [‰]	εc [‰]	η
4.10	4401.7	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.08
2.00	4035.3	41.8	0.0	-1.09	-2.94	0.09
0.00	4401.7	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.08

Erforderliche Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.Art	d' [cm]	As,ges [cm²]	ρ [%]
0.00	**4.10**	1	R	**Eckstäbe**	4.8	**8.04**	**0.34**

Erf. Bewehrung
M 1:120



Nachweise (GZT) — Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1
Querkraftbemessung

	x [m]	VEd,y / VEd,z [kN]	VRd,c / VRd,c [kN]	VRd,max,y / VRd,max,z [kN]	Nx [kN]	θ [°]	z [cm]	erf asw [cm²/m]
Komb. 3	4.10	2.79	273.11	556.92	345.00	18.4	18.2	7.42M
Komb. 3	0.00	2.74	273.11	556.92	345.00	18.4	18.2	7.42M

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

Geprüft — Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen — Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Nachweise (Brand)

Brandschutznachweis nach DIN EN 1992-1-2, Abs. 5.3

- Voraussetzung für die Anwendung der Brandschutznachweise nach DIN EN 1992-1-2, 5.3.2 ist, dass die Stütze sich innerhalb eines ausgesteiften Bauwerks befindet.

Knicklänge im Brandfall	$l_{0,fi}$	=	4.10	m
		≤	6.00	m
Bewehrungsgehalt	ρ	=	0.34	%
		<	4.00	%

Branddauer

Ek	x [m]	μ_{fi} [-]	a [mm]	b' [mm]	n [-]
9	4.10	0.05	48	360	4
11	2.00	0.05	48	360	4
9	0.00	0.05	48	360	4

Branddauer Gl.(5.7)

Ek	x [m]	$R\eta_{fi}$	R_a	R_l	R_b	R_n	R [min]
9	4.10	78.7	28.8	8.6	32.4	0	176.1
11	2.00	78.7	28.8	8.6	32.4	0	176.1
9	0.00	78.7	28.8	8.6	32.4	0	176.1

An den Stellen x = 0.00, 2.00, 4.10 m ist h > 1.5b. Zur Ermittlung von b' wurde h = 1.5b angesetzt.
Die Mindestdicke ist eingehalten. Die Stütze ist für eine Feuerwiderstandsdauer von 120min nachgewiesen.

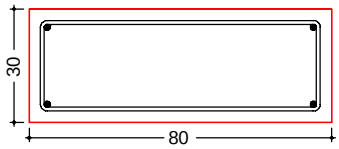
Bewehrungswahl

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.-Lage	n	d_s [mm]
0.00	**4.10**	**1**	Rechteck	**je Ecke**	**1**	**ø16**

Vorhandene Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	$c_{v,b}$ [mm]	n	$A_{s,ges}$ [cm²]	ρ [%]
0.00	**4.10**	**1**	Rechteck	30	**4**	**8.04**	**0.34**

Querschnitt 1
M 1:20



Längsstäbe: 4 ∅16
Querkraftbewehrung: ∅10
Betondeckung:
cv = 30 mm

Vorhandene Querkraftbewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	d_s [mm]	s [cm]	Schnitt	A_{sw} [cm²/m]
0.00	4.10	1	Rechteck	10	19	2	8.27

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOH\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Zusammenfassung — Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT) — Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Expositionsklassen	OK	
Stabilität	OK	
Bruchschnittgrößen	OK	0.09
Querkraftbemessung	OK	
Brand	OK	
Bewehrungswahl	OK	

Nachweise (Brand) — Brandfall im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Bruchschnittgrößen	OK	0.00

mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Pos. S27 Pendelstütze

System
M 1:120

Eulerfälle in y- und z-Richtung



Abmessungen Mat./Querschnitt

Geschoss	l [m]	Material	b_y/b_z [cm]
Geschoss	3.95	*C 30/37*	25/45

Expositionsklasse: XC1

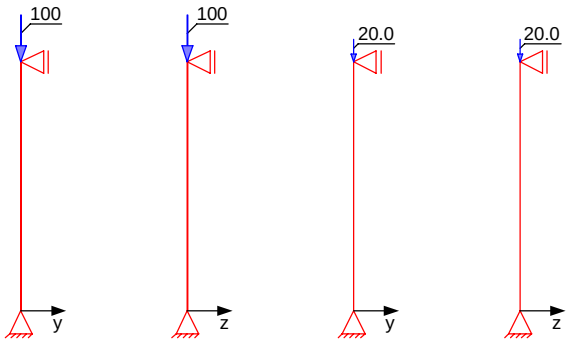
Auflager

Lager	x [m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]	$K_{T,y}$ [kN/m]	$K_{R,z}$ [kNm/rad]
B	3.95	fest	frei	fest	frei
A	0.00	fest	frei	fest	frei

Belastungen: Belastungen auf das System

Grafik: Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen



Punktlasten in x-Richtung
Einzellasten

Ges.	Komm.	a [m]	F_x [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]
Einw. *Gk*					
Geschoss		3.95	100.00	0.0	0.0
Einw. *Qk.N*					
Geschoss		3.95	20.00	0.0	0.0

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Imperfektionen

Grafik

Figur 1 w_y[cm]



Tabelle Figur 1

Geschoss	x [m]	w_{yu} [cm]	w_{zu} [cm]	w_{yk} [cm]	w_{zk} [cm]
	3.95	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.98	0.99 *	0.00	0.02 *	0.00
	0.00	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *

Vorkrümmungen

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

Richtung [-]	β [-]	x [m]	$\|e_i\|$ [cm]
y	1.00	1.98	0.99

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Imp.	Σ (γ*ψ*EW)	
ständig/vorüberg.	1	1	1.35*Gk	+1.50*Qk.N

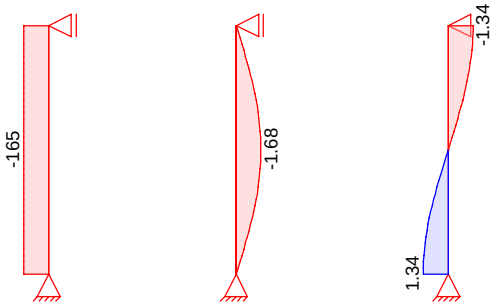
Bem.-schnittgrößen: nach Th. II. Ordnung

Nicht-Linear: nichtlineare Berechnung nach Th. II. Ordnung

Grafik: Schnittgrößen (maßgebende)

Komb. *1*

$N_{x,d}$[kN] $M_{z,d}$[kNm] $V_{y,d}$[kN]



Brandfall

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

Nicht-Linear — nichtlineare Berechnung nach Th. II. Ordnung

Mat./Querschnitt — Material- und Querschnittswerte

Querschnitte

Q	Typ	Bewehr.-anordnung	b/D [cm]	h/Di [cm]
1	Recht	Eckstäbe	25.0	45.0

Materialien

Q	Beton	Betonstahl	ρmin [%]	ρmax [%]	φ [-]	γ [kN/m³]
1	*C 30/37*	*B 500SB*	0.30	9.00	2.50	25.0

Bemessung (GZT) — gemäß DIN EN 1992-1-1, 3.1, 3.2, 5.4, 5.7, 5.8

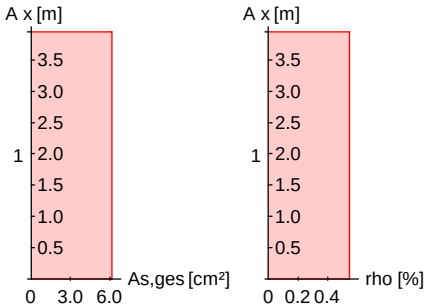
Bruchschnittgrößen — nach nichtlinearer Theorie
Komb. 1

x [m]	Nu [kN]	Myu [kNm]	Mzu [kNm]	εs [‰]	εc [‰]	η
3.95	2158.8	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.08
1.98	1949.2	0.0	-19.9	-1.10	-3.01	0.08
0.00	2158.8	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.08

Erforderliche Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.Art	d' [cm]	As,ges [cm²]	ρ [%]
0.00	**3.95**	1	R	**Eckstäbe**	4.7	**6.16**	**0.55**

Erf. Bewehrung
M 1:120



Nachweise (GZT) — Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1
Querkraftbemessung

	x [m]	VEd,y VEd,z [kN]	VRd,c VRd,c [kN]	VRd,max,y VRd,max,z [kN]	Nx [kN]	θ [°]	z [cm]	erf asw [cm²/m]
Komb. 1	3.95	1.34	128.74	228.93	165.00	18.4	13.3	4.18M
Komb. 1	0.00	1.34	128.74	228.93	165.00	18.4	13.3	4.18M

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

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Nachweise (Brand)

Brandschutznachweis nach DIN EN 1992-1-2, Abs. 5.3

- Voraussetzung für die Anwendung der Brandschutznachweise nach DIN EN 1992-1-2, 5.3.2 ist, dass die Stütze sich innerhalb eines ausgesteiften Bauwerks befindet.

Knicklänge im Brandfall	$l_{0,fi}$	=	3.95	m
		≤	6.00	m
Bewehrungsgehalt	ρ	=	0.55	%
		<	4.00	%

Branddauer

Ek	x [m]	μ_{fi} [-]	a [mm]	b' [mm]	n [-]
9	3.95	0.05	47	300	4
9	1.98	0.05	47	300	4
9	0.00	0.05	47	300	4

Branddauer Gl.(5.7)

Ek	x [m]	$R\eta_{fi}$	R_a	R_l	R_b	R_n	R [min]
9	3.95	78.7	27.2	10.1	27.0	0	164.5
9	1.98	78.7	27.2	10.1	27.0	0	164.5
9	0.00	78.7	27.2	10.1	27.0	0	164.5

An den Stellen x = 0.00, 1.98, 3.95 m ist h > 1.5b. Zur Ermittlung von b' wurde h = 1.5b angesetzt.
Die Mindestdicke ist eingehalten. Die Stütze ist für eine Feuerwiderstandsdauer von 120min nachgewiesen.

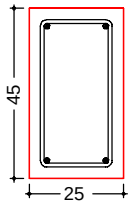
Bewehrungswahl

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.-Lage	n	d_s [mm]
0.00	**3.95**	**1**	Rechteck	**je Ecke**	**1**	**ø14**

Vorhandene Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	$c_{v,b}$ [mm]	n	$A_{s,ges}$ [cm²]	ρ [%]
0.00	**3.95**	**1**	Rechteck	30	**4**	**6.16**	**0.55**

Querschnitt 1
M 1:20



Längsstäbe: 4 ∅14
Querkraftbewehrung: ∅10
Betondeckung:
cv = 30 mm

Vorhandene Querkraftbewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	d_s [mm]	s [cm]	Schnitt	A_{sw} [cm²/m]
0.00	3.95	1	Rechteck	10	16	2	9.82

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Zusammenfassung — Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT) — Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Expositionsklassen	OK	
Stabilität	OK	
Bruchschnittgrößen	OK	0.08
Querkraftbemessung	OK	
Brand	OK	
Bewehrungswahl	OK	

Nachweise (Brand) — Brandfall im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Bruchschnittgrößen	OK	0.00

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen ** Geprüft ** Prüfing. für Baustatik

Pos. S28 Pendelstütze

System
M 1:120

Eulerfälle in y- und z-Richtung



Abmessungen Mat./Querschnitt

Geschoss	l [m]	Material	b_y/b_z [cm]
Geschoss	3.95	*C 30/37*	20/24

Expositionsklasse: XC1

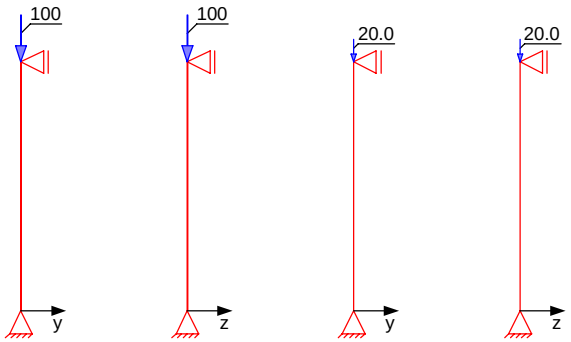
Auflager

Lager	x [m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]	$K_{T,y}$ [kN/m]	$K_{R,z}$ [kNm/rad]
B	3.95	fest	frei	fest	frei
A	0.00	fest	frei	fest	frei

Belastungen: Belastungen auf das System

Grafik: Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen



Punktlasten in x-Richtung

Einzellasten

Ges.	Komm.	a [m]	F_x [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]
Einw. *Gk*					
Geschoss		3.95	100.00	0.0	0.0
Einw. *Qk.N*					
Geschoss		3.95	20.00	0.0	0.0

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Imperfektionen

Grafik

Figur 1 w_y[cm]



Tabelle Figur 1

	x [m]	w_{yu} [cm]	w_{zu} [cm]	w_{yk} [cm]	w_{zk} [cm]
Geschoss	3.95	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.98	0.99 *	0.00	0.07 *	0.00
	0.00	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *

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

Vorkrümmungen

Richtung [-]	β [-]	x [m]	$\|e_i\|$ [cm]
y	1.00	1.98	0.99

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Imp.	Σ (γ*ψ*EW)	
ständig/vorüberg.	1	1	1.35*Gk	+1.50*Qk.N

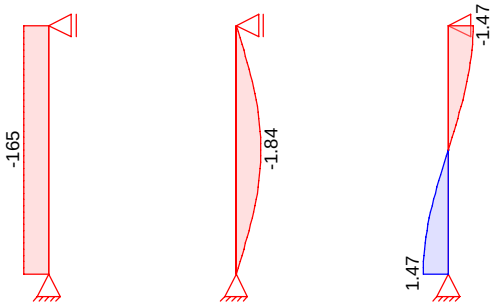
Bem.-schnittgrößen: nach Th. II. Ordnung

Nicht-Linear: nichtlineare Berechnung nach Th. II. Ordnung

Grafik: Schnittgrößen (maßgebende)

Komb. *1*

$N_{x,d}$[kN] $M_{z,d}$[kNm] $V_{y,d}$[kN]



Brandfall

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Nicht-Linear — nichtlineare Berechnung nach Th. II. Ordnung

Mat./Querschnitt — Material- und Querschnittswerte

Querschnitte

Q	Typ	Bewehr.-anordnung	b/D [cm]	h/Di [cm]
1	Recht	Eckstäbe	20.0	24.0

Materialien

Q	Beton	Betonstahl	ρmin [%]	ρmax [%]	φ [-]	γ [kN/m³]
1	*C 30/37*	*B 500SB*	0.30	9.00	2.50	25.0

Bemessung (GZT) — gemäß DIN EN 1992-1-1, 3.1, 3.2, 5.4, 5.7, 5.8

Bruchschnittgrößen — nach nichtlinearer Theorie

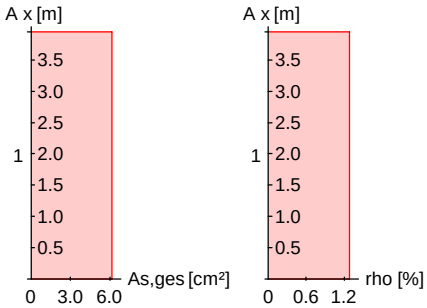
Komb. 1

x [m]	Nu [kN]	Myu [kNm]	Mzu [kNm]	εs [‰]	εc [‰]	η
3.95	1062.3	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.16
1.98	922.3	0.0	-10.3	-1.08	-3.17	0.18
0.00	1062.3	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.16

Erforderliche Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.Art	d' [cm]	As,ges [cm²]	ρ [%]
0.00	**3.95**	1	R	**Eckstäbe**	4.7	**6.16**	**1.28**

Erf. Bewehrung
M 1:120



Nachweise (GZT) — Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1

Querkraftbemessung

	x [m]	VEd,y VEd,z [kN]	VRd,c VRd,c [kN]	VRd,max,y VRd,max,z [kN]	Nx [kN]	θ [°]	z [cm]	erf asw [cm²/m]
Komb. 1	3.95	1.47	72.83	76.19	165.00	18.4	8.30	2.23M
Komb. 1	0.00	1.47	72.83	76.19	165.00	18.4	8.30	2.23M

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

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Nachweise (Brand)

Brandschutznachweis nach DIN EN 1992-1-2, Abs. 5.3

- Voraussetzung für die Anwendung der Brandschutznachweise nach DIN EN 1992-1-2, 5.3.2 ist, dass die Stütze sich innerhalb eines ausgesteiften Bauwerks befindet.

Knicklänge im Brandfall	$l_{0,fi}$	=	3.95	m
		≤	6.00	m
Bewehrungsgehalt	ρ	=	1.28	%
		<	4.00	%

Branddauer

Ek	x [m]	μ_{fi} [-]	a [mm]	b' [mm]	n [-]
9	3.95	0.11	47	218	4
9	1.98	0.11	47	218	4
9	0.00	0.11	47	218	4

Branddauer Gl.(5.7)

Ek	x [m]	$R\eta_{fi}$	R_a	R_l	R_b	R_n	R [min]
9	3.95	74.2	27.2	10.1	19.6	0	140.8
9	1.98	74.2	27.2	10.1	19.6	0	140.7
9	0.00	74.2	27.2	10.1	19.6	0	140.8

Die Mindestdicke ist eingehalten. Die Stütze ist für eine Feuerwiderstandsdauer von 120min nachgewiesen.

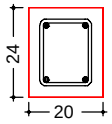
Bewehrungswahl

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.-Lage	n	d_s [mm]
0.00	**3.95**	**1**	Rechteck	**je Ecke**	**1**	**ø14**

Vorhandene Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	$c_{v,b}$ [mm]	n	$A_{s,ges}$ [cm²]	ρ [%]
0.00	**3.95**	**1**	Rechteck	30	**4**	**6.16**	**1.28**

Querschnitt 1
M 1:20



Längsstäbe: 4 ∅14
Querkraftbewehrung: ∅10
Betondeckung:
cv = 30 mm

Vorhandene Querkraftbewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	d_s [mm]	s [cm]	Schnitt	A_{sw} [cm²/m]
0.00	3.95	1	Rechteck	10	16	2	9.82

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Zusammenfassung — Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT) — Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Expositionsklassen	OK	
Stabilität	OK	
Bruchschnittgrößen	OK	0.18
Querkraftbemessung	OK	
Brand	OK	
Bewehrungswahl	OK	

Nachweise (Brand) — Brandfall im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		η [-]
Bruchschnittgrößen	OK	0.00

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

Schüßler-Plan

KAPITEL 12: GRÜNDUNG

ENNIGERLOH NEUBAU DREIFELDSPORTHALLE



Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

12 GRÜNDUNG

Die Gründung erfolgt mit einer tragenden Bodenplatte in einer Stärke von 30cm bzw. 40cm und angevouteten Verstärkungen unter den hoch belasteten vertikalen Bauteilen mit einer Tiefe von 80cm. Umlaufend wird eine Frostschürze angeordnet. Es werden zwei Unterführungen für Schächte/Aufzug geplant. Die Bodeplatte wird als WU-Konstruktion ausgeführt.

Modellierung:
Die Gründung inkl. Verstärkungen wird mit dem Programm InfoCAD als gebettete Platte modelliert und nach der Methode der Finiten Elemente bemessen. Die Vouten werden nicht modelliert.

Es wird nach Angabe des Bodengutachters folgendes Bettungsmodul berücksichtigt:
Bodenplatte allgemein (inkl. Verstärkungen): k_s = 15 MN/m^3

Baustoffe:
Beton C30/37 WU
Betonstahl BSt 500 A

Belastung:

Eigenlast:	Das Eigengewicht wird durch das Programm ermittelt.
Ausbaulast:	Δg = 2,5 kN/m² (Sporthalle, Geräteräume/Lager, Eingangsbereich, Umkleiden)
Verkehrslast:	q = 5,0 kN/m² (Sporthalle, Geräteräume/Lager, Eingangsbereich, Umkleiden)

Vertikale Lasten (Gk, Qk) aus den aufgehenden Geschossen werden durch programminterne Lastübernahme aus dem Modell der EG-Decke importiert. Dabei werden die Wandlasten als Trapezlasten aufgebracht. Lasten aus den Fachwerkträgern der Dachkonstruktion werden gesondert eingegeben.
Zusätzlich wird in der Bemessungssituation Brandfall das Einspannmoment am Wandfuß der Giebelwände (siehe Kap. 10) betrachtet. Weitere Lasten infolge H-Lasten auf das Gebäude sind für die Bemessung der Gründung nicht ausschlaggebend.

Mindestbewehrung:
Die erforderliche Mindestbewehrung ist gemäß Kapitel 3.3 zu berücksichtigen.

Expositionsklassen:
Für Expositionsklassen und erforderliche Betondeckung siehe Tabelle Positionspläne bzw. Kapitel 1 - Vorbemerkungen.

Systemkenngrößen

10412	Knoten		
10212	Elemente	0	Stabelemente
0	Festhaltungen	10212	Plattenelemente
0	Koppelungen	0	Scheibenelemente
4	Materialkennwerte	0	Schalenelemente
4	Querschnittswerte	0	Seilelemente
14	Lastfälle	0	Volumenelemente
1	LF-Kombinationen	0	Federelemente
0	Spannstränge	13	Liniengelenke

Berechnungsort der Flächenelemente: Schwerpunkt
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme
8931 Elementsysteme
0 Schnittkraftsysteme
0 Bewehrungssysteme

Querschnittswerte

1	Fläche	Bodenplatte h=30 Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	 dz	 = 0,3000 = 1 = 1	 drillsteif
2	Fläche	Bodenplatte h=40 Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	 dz	 = 0,4000 = 1 = 1	 drillsteif
3	Fläche	Streifenfundament h=80 Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	 dz	 = 0,8000 = 1 = 1	 drillsteif
4	Fläche	Einzelfundament h=80 Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	 dz	 = 0,8000 = 1 = 1	 drillsteif

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer-dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
2	2	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
3	3	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
4	4	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
2	Ausbaulast
4	Treppe gk
5	Treppe qk
6	Nichttragende Wände
10	Nutzlast q1
11	Nutzlast q2
12	Nutzlast q3
13	Nutzlast q4
50	Gk aus EG
51	Qk aus EG
52	Gk aus Fachwerk (Dach)
53	Qk aus Fachwerk (Dach)
60	m,wk (+) Giebel aus Brandfall (Kap.10)

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht	0,000	0,000	23942,344
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	23942,344
2	Ausbaulast	0,000	0,000	6311,306
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	6311,306
4	Treppe gk	0,000	0,000	41,413
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	41,413
5	Treppe qk	0,000	0,000	24,848
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	24,848
6	Nichttragende Wände	0,000	0,000	2711,973
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	2711,973
10	Nutzlast q1	0,000	0,000	2302,865
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	2302,865
11	Nutzlast q2	0,000	0,000	1419,748
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	1419,748
12	Nutzlast q3	0,000	0,000	1919,929
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	1919,929
13	Nutzlast q4	0,000	0,000	6980,069
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	6980,069

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
50	Gk aus EG	0,000	0,000	47346,801
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	47346,801
51	Qk aus EG	0,000	0,000	6152,729
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	6152,729
52	Gk aus Fachwerk (Dach)	0,000	0,000	3715,250
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	3715,250
53	Qk aus Fachwerk (Dach)	0,000	0,000	1090,575
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	1090,575
60	m,wk (+) Giebel aus Brandfall (Kap....	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	0,000

Lastfallkombination 1, m,wk (-) Giebel aus Brandfall

Veränderliche inklusive Einwirkung		Faktor
60	m,wk (+) Giebel aus Brandfall (Kap.10)	-1,000

Betonstahl für Flächenelemente

	Nr.	Lage	Güte	d1x [m]	d2x [m]	asx [cm²/m]	d1y [m]	d2y [m]	asy [cm²/m]	as fix	Walz-art
1	1	1	500M	0,035		0,000	0,035		0,000		Warm
2		2	500M		0,045	0,000		0,045	0,000		Warm
3	2	1	500M	0,035		0,000	0,035		0,000		Warm
4		2	500M		0,045	0,000		0,045	0,000		Warm
5	3	1	500M	0,035		0,000	0,035		0,000		Warm
6		2	500M		0,045	0,000		0,045	0,000		Warm
7	4	1	500M	0,035		0,000	0,035		0,000		Warm
8		2	500M		0,045	0,000		0,045	0,000		Warm

as Grundbewehrung
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand
Die positive z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand
Güte Güte bzw. Streckgrenze fyk des Betonstahls [MN/m²]

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle

1	Eigengewicht
2	Ausbaulast
4	Treppe gk
6	Nichttragende Wände
50	Gk aus EG
52	Gk aus Fachwerk (Dach)

QN - Nutzlast, Verkehrslast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,5 / 0,3

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

5	Treppe qk
10	Nutzlast q1
11	Nutzlast q2
12	Nutzlast q3
13	Nutzlast q4
51	Qk aus EG
53	Qk aus Fachwerk (Dach)

QW - Windlast - Brandfall

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Windlasten
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,6 / 0,2 / 0

Lastfälle 2. Variante, exklusiv

K1	m,wk (-) Giebel aus Brandfall
60	m,wk (+) Giebel aus Brandfall (Kap.10)

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

G	Eigenlast
QN	Nutzlast, Verkehrslast

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G	Eigenlast

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

QN Nutzlast, Verkehrslast

1. Brandfall Situation

Endzustand

G Eigenlast
QN Nutzlast, Verkehrslast
QW Windlast - Brandfall

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C B P
1	XC2	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .
2	XC2	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .
3	XC2	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .
4	XC2	Nicht vorgesp.	x . x x . .	. . . . . .	.	.	. . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(S) Nachweis der Schubfuge.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.
(*) Bem. ohne Berücksichtigung vorgegebener Bewehrungsverhältnisse.
fyk Stahlgüte der Bügel.
Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.
P. Balken werden wie Platten bemessen.
K. Bemessung für resultierende Querkraft am Kreis-/Ringquerschnitt.
Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.
rhow Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).
as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh-dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. P.K.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Asl [cm²] Bild 6.3 max	Faktor rhow	Faktor as	Bem. x,y	cvl [mm]	Red. Vor-spg.
1	C30/37-EN-D	.	ST	500	3,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	35	.
2	C30/37-EN-D	.	ST	500	3,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	35	.
3	C30/37-EN-D	.	ST	500	3,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	35	.
4	C30/37-EN-D	.	ST	500	3,00	. .	0,00	0,00	0,60	0,20	.	35	.

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke des Torsionskastens.
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,300	.	0,255	0,90	.	.	.	.
2	1,000	.	.	.	0,400	.	0,355	0,90	.	.	.	.
3	1,000	.	.	.	0,800	.	0,755	0,90	.	.	.	.
4	1,000	.	.	.	0,800	.	0,755	0,90	.	.	.	.

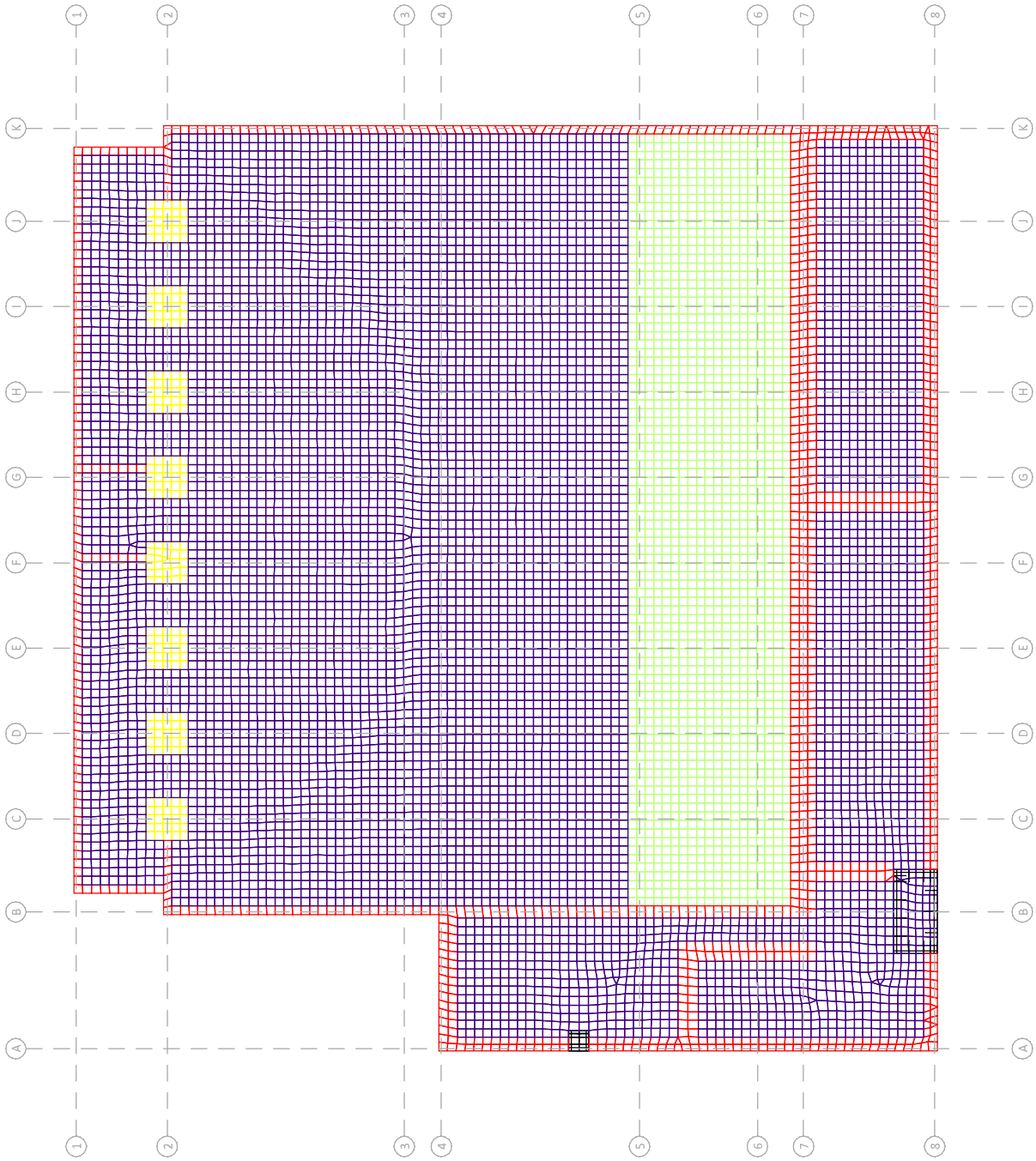
Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

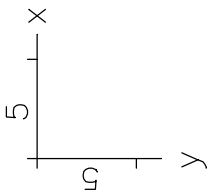
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

1-Bodenplatte h=30
2-Bodenplatte h=40
3-Streifenfundament h=80
4-Einzelfundament h=80



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem



Querschnittsfarbe

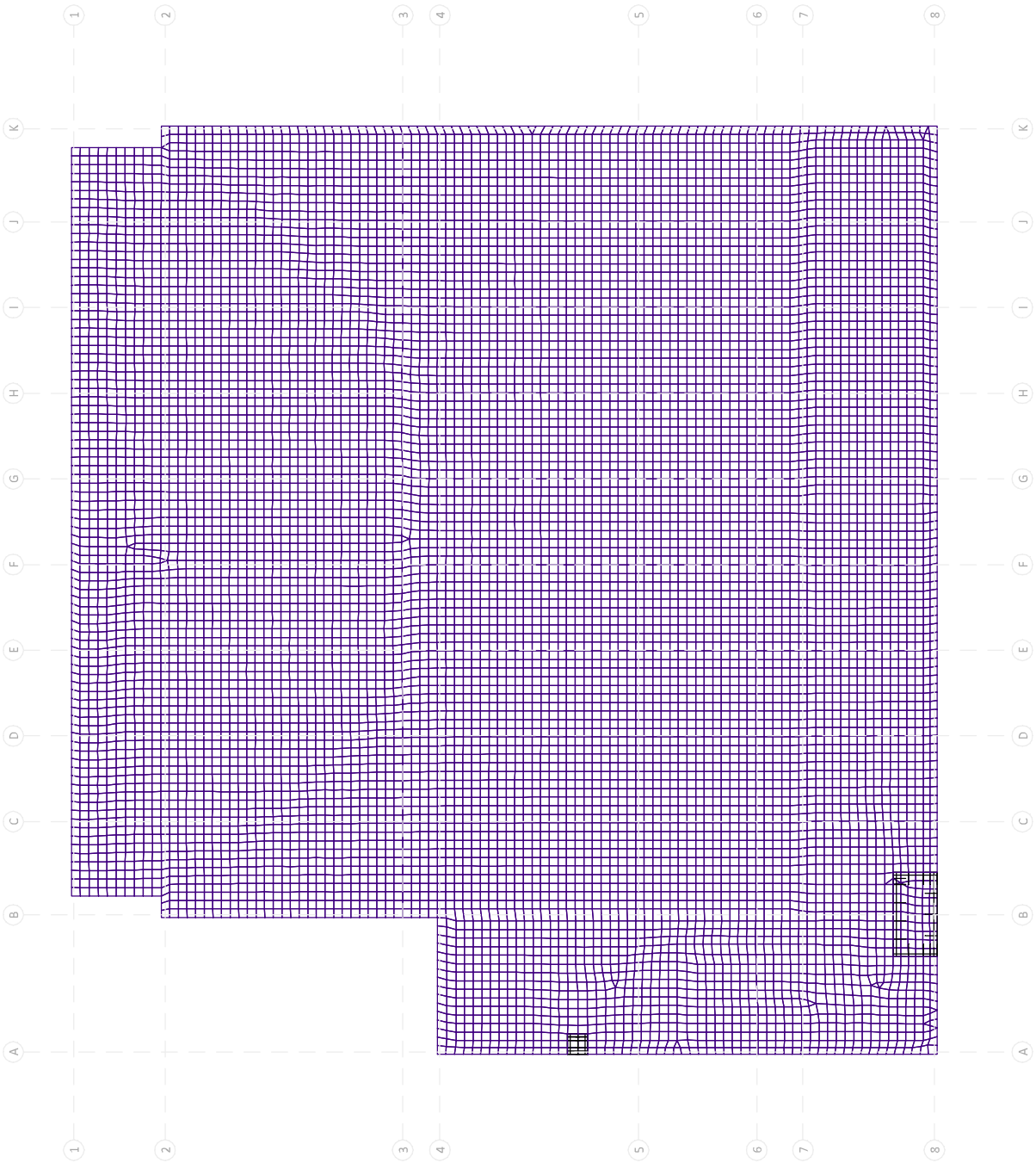
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Querschnittsfarbe

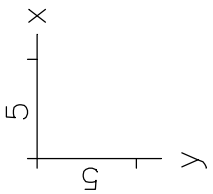
M. 1: 380

Inhalt: **Eingabedaten**

x/y/z [MN/m³]
Undefiniert
0 / 0 / 15



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem



Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Farbe Bettung Flächenelemente

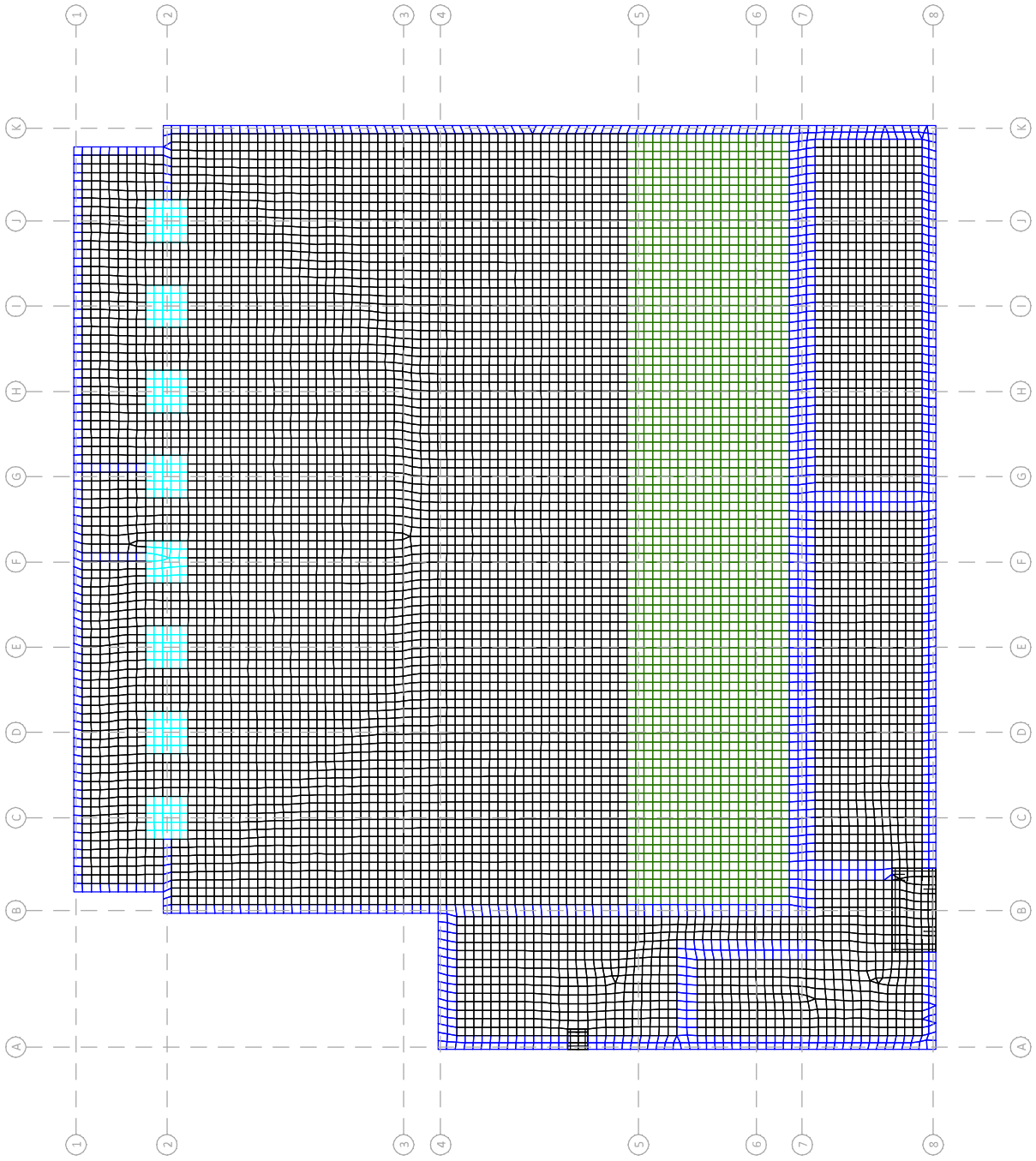
Farbe Bettung Flächenelemente

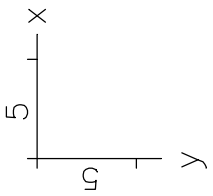
M. 1: 380

Inhalt: **Eingabedaten**

Finite Elemente 25.00 (c) InfoGraph GmbH

EIGENLAST





O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

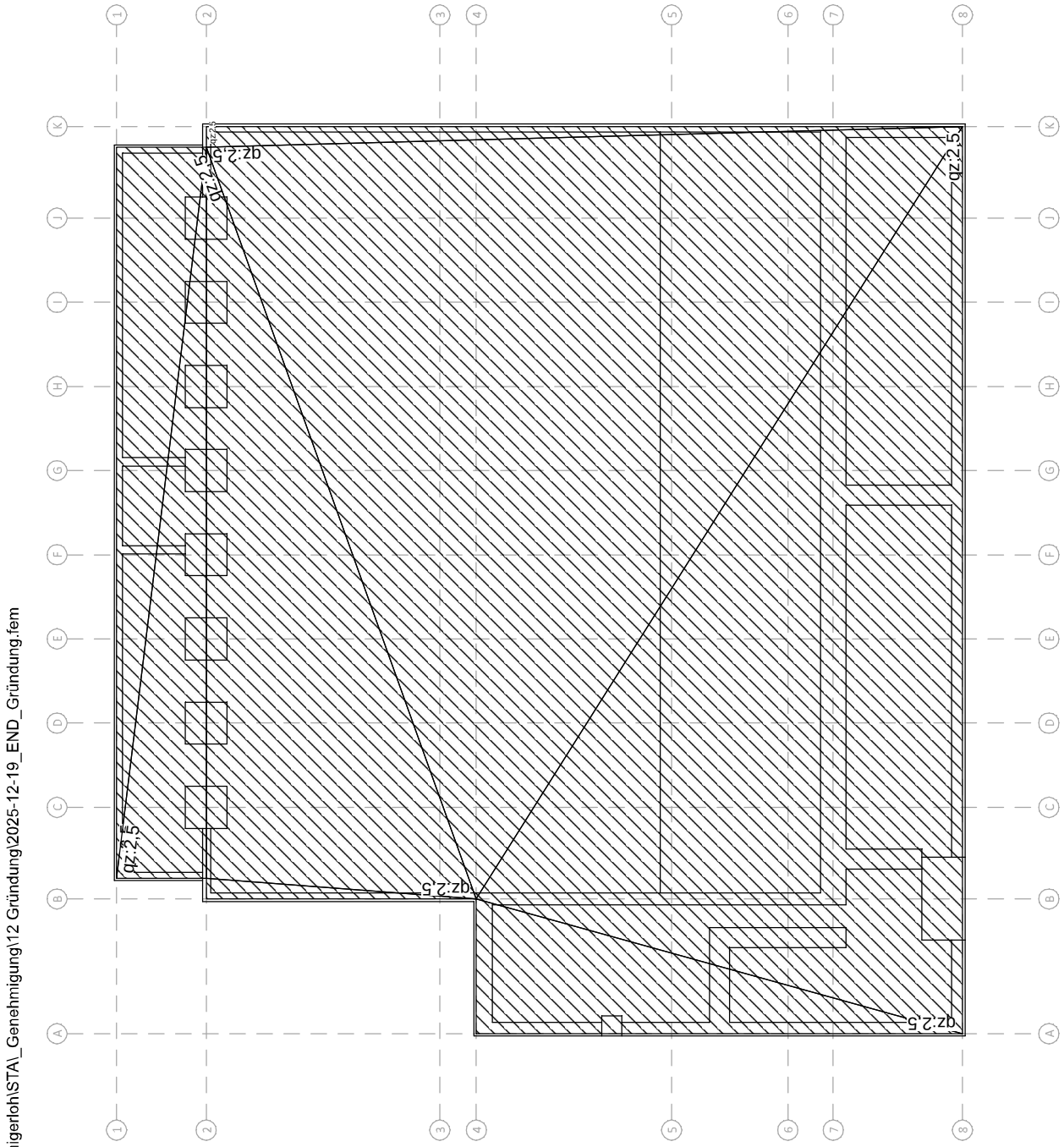
LF 1: Belastung, Eigengewicht

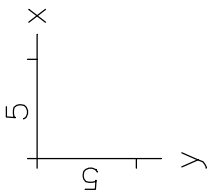
Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

LF 1: Belastung, Eigengewicht

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**





O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

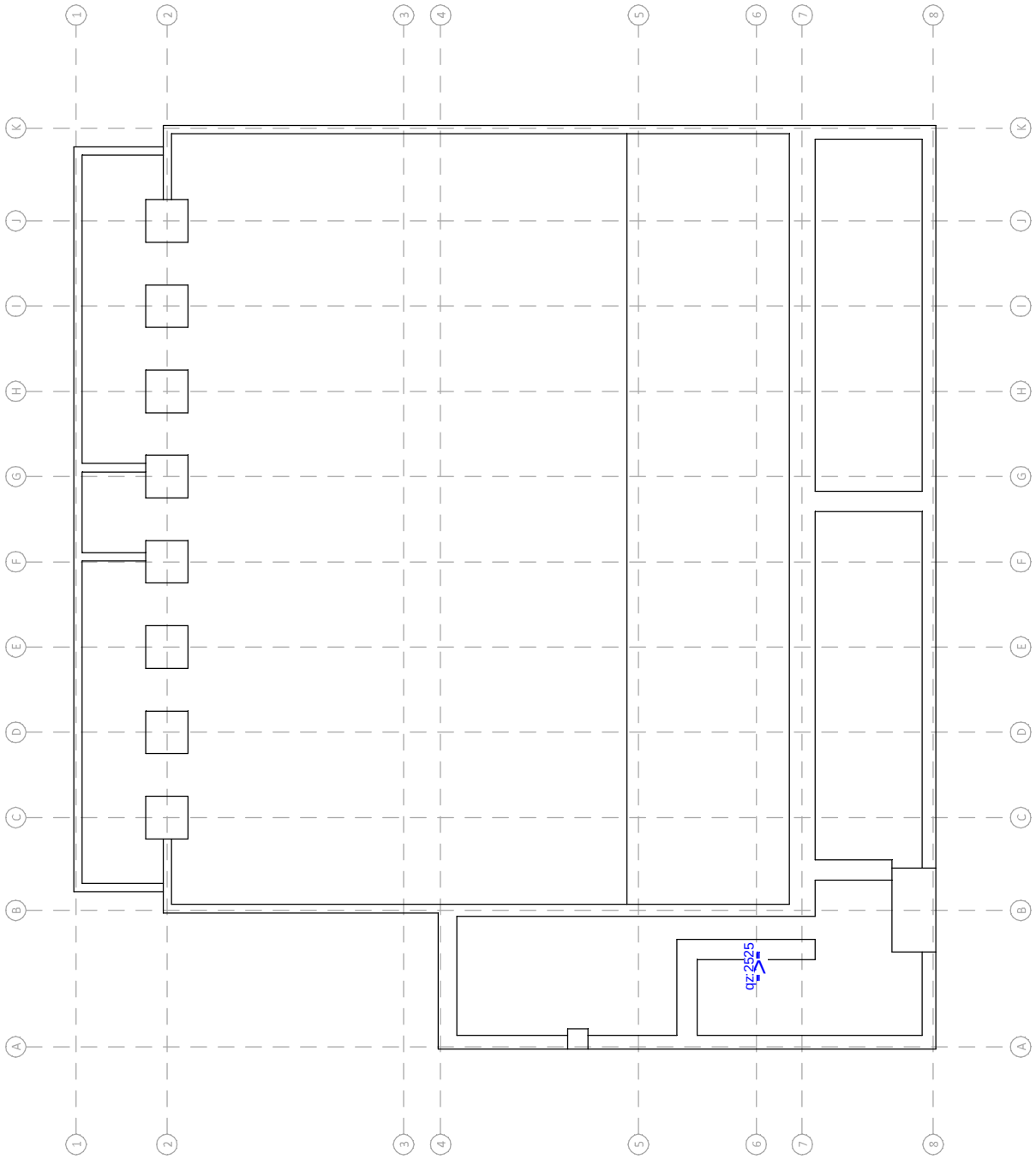
LF 2: Belastung, Ausbaulast

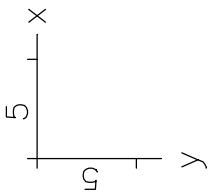
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

LF 2: Belastung, Ausbaulast

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**





O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

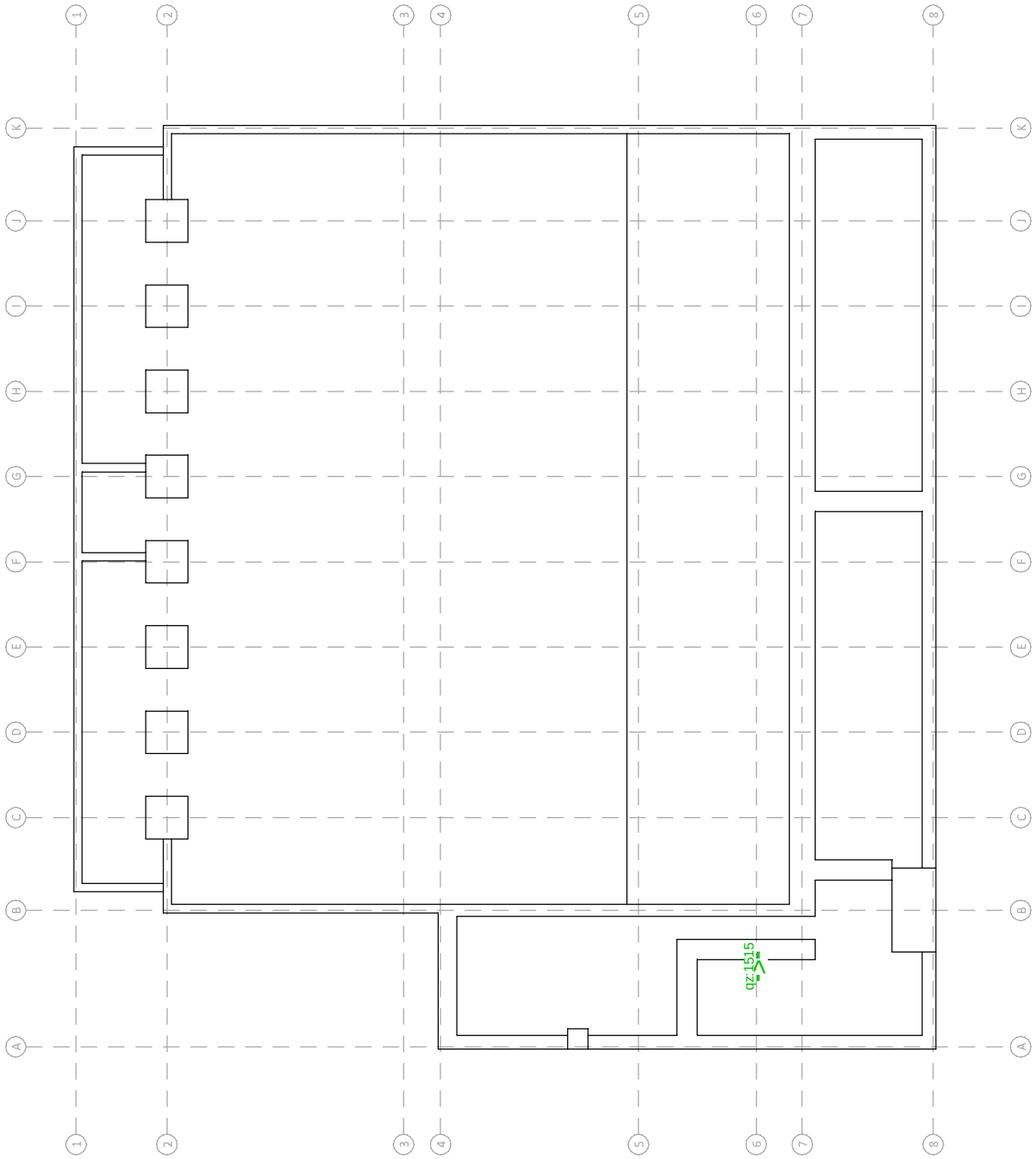
LF 4: Belastung, Treppe gk

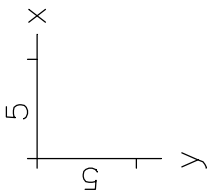
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

LF 4: Belastung, Treppe gk

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**





O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

LF 5: Belastung, Treppe qk

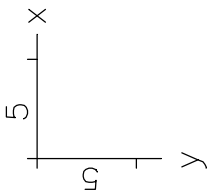
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

LF 5: Belastung, Treppe qk

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**





O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

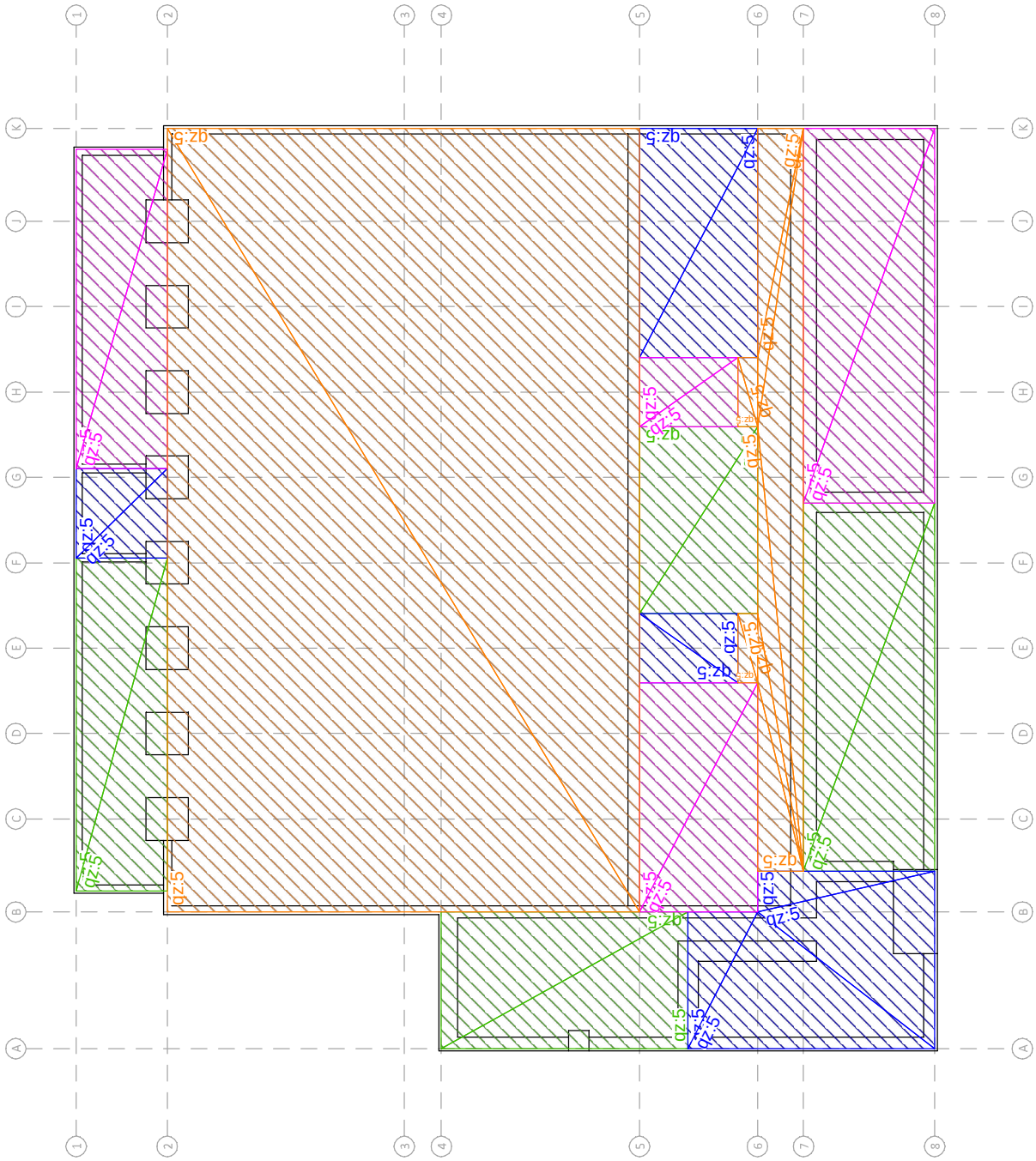
LF 6: Belastung, Nichttragende Wände

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

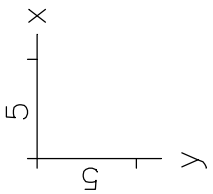
LF 6: Belastung, Nichttragende Wände

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem



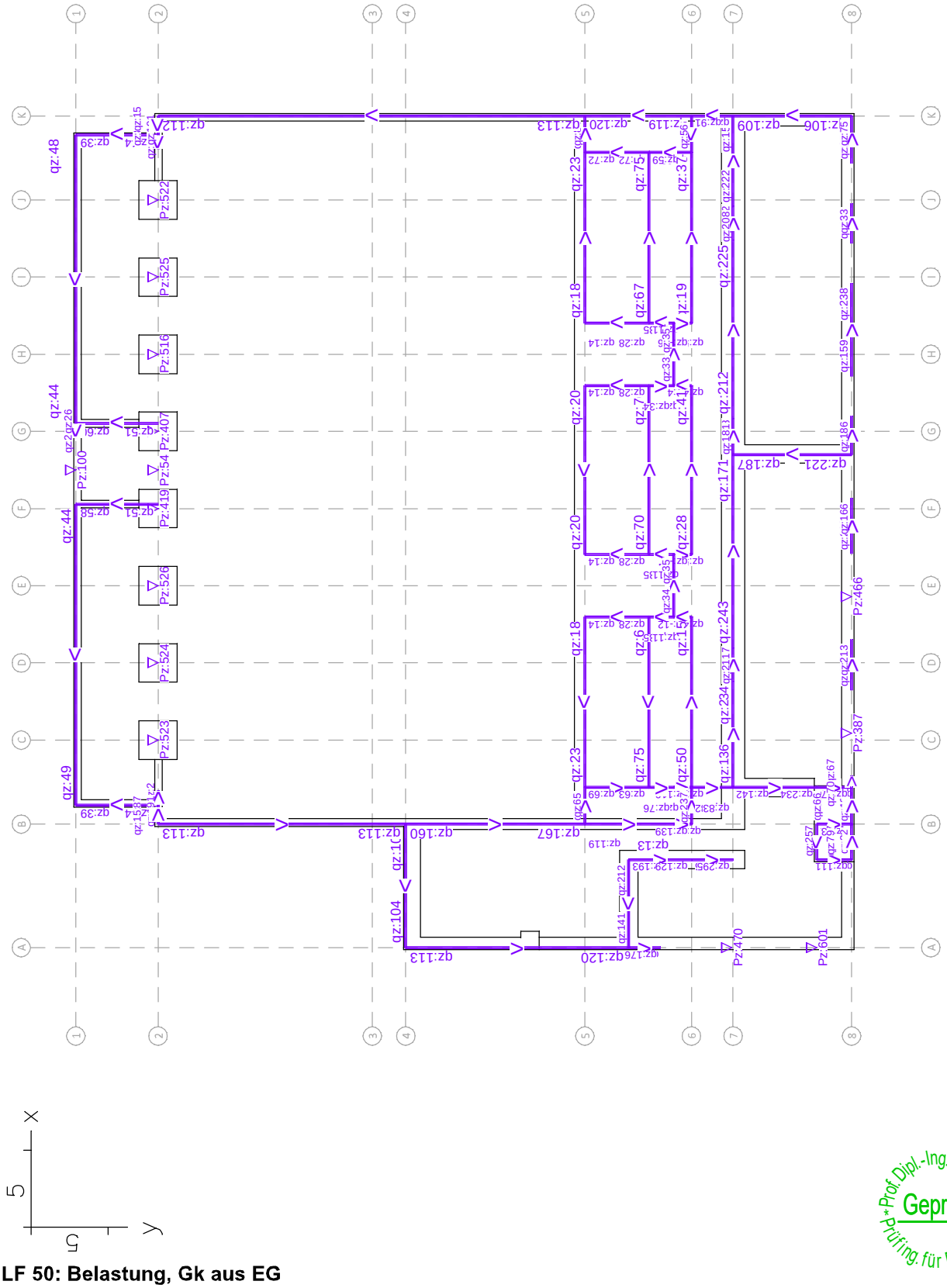
Lastfälle 10-13

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen* Geprüft *Prüfing. für Baustatik

Lastfälle 10-13

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**



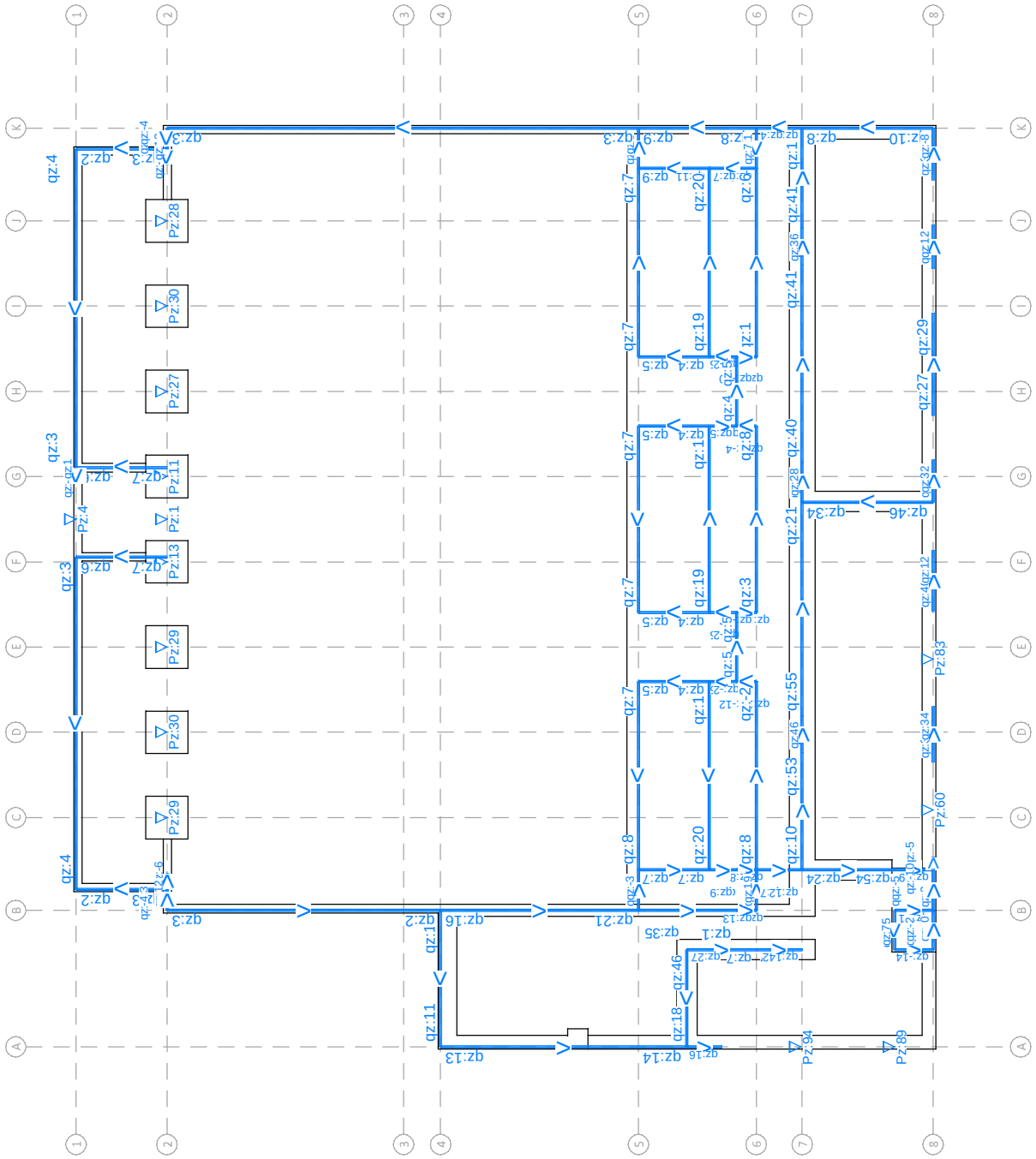
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

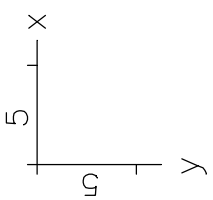
LF 50: Belastung, Gk aus EG

LF 50: Belastung, Gk aus EG

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**





O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

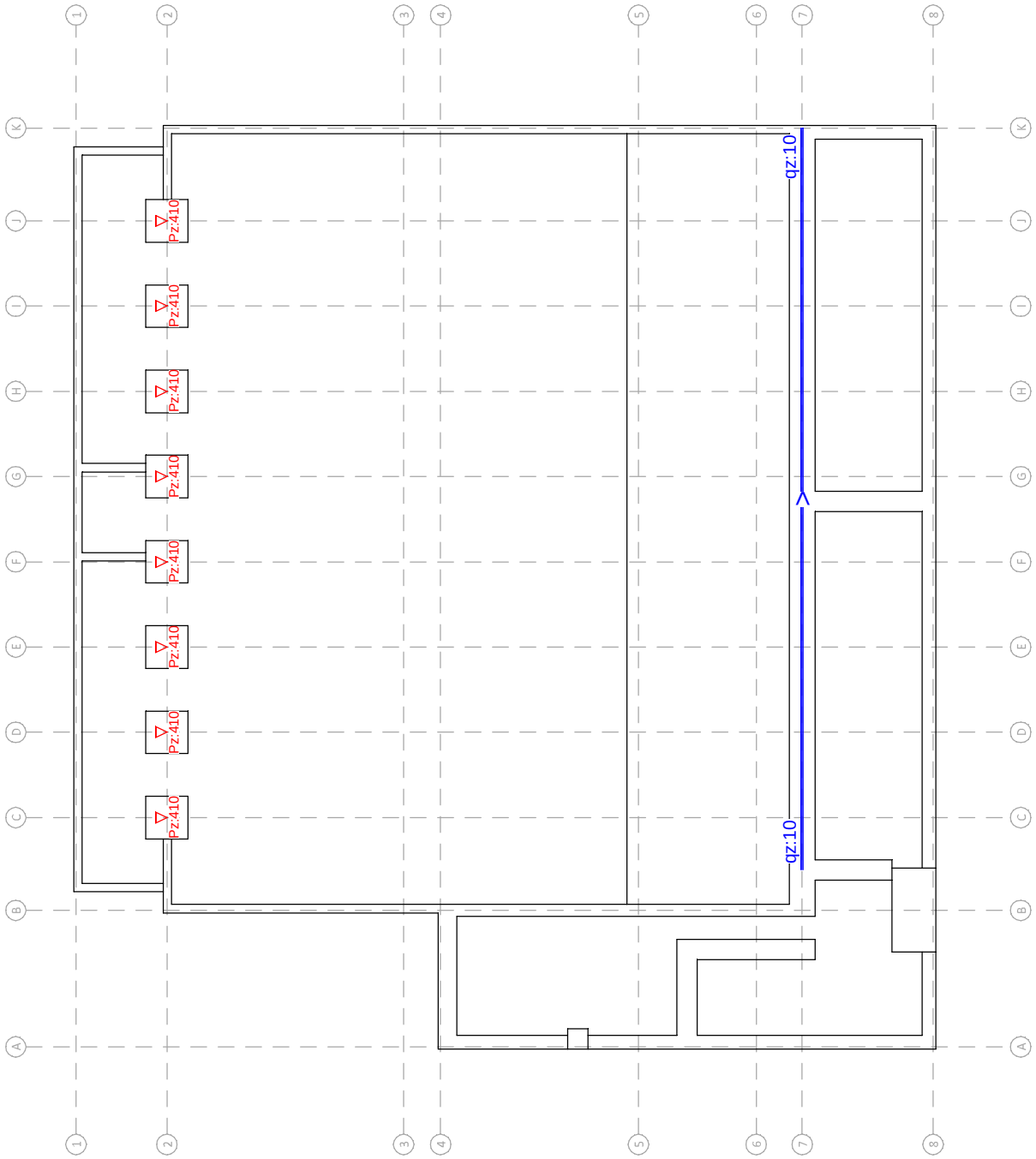
LF 51: Belastung, Qk aus EG

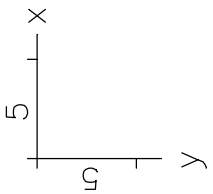
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

LF 51: Belastung, Qk aus EG

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**





O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

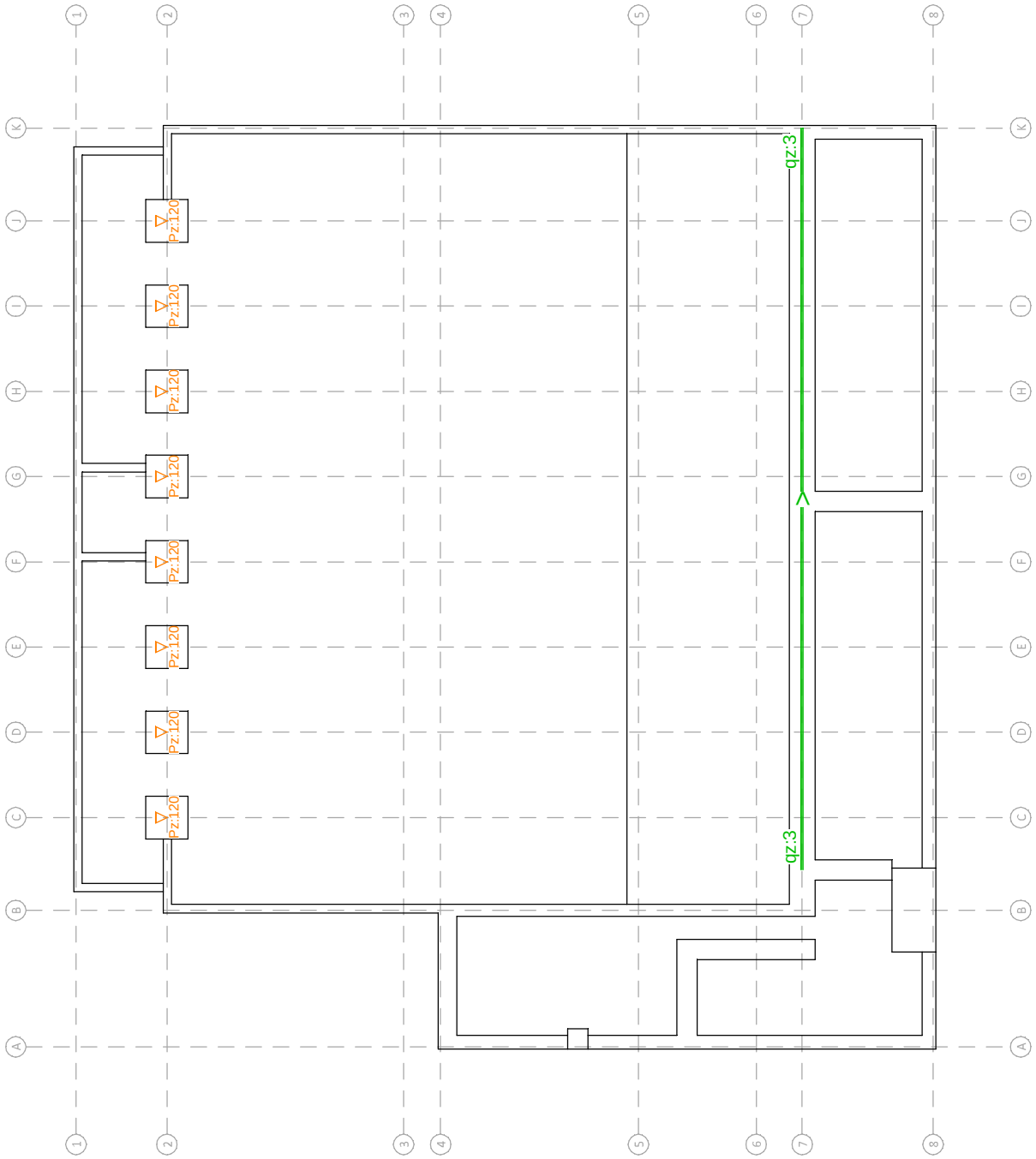
LF 52: Belastung, Gk aus Fachwerk (Dach)

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

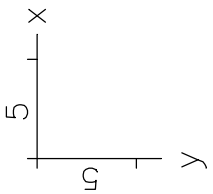
LF 52: Belastung, Gk aus Fachwerk

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem



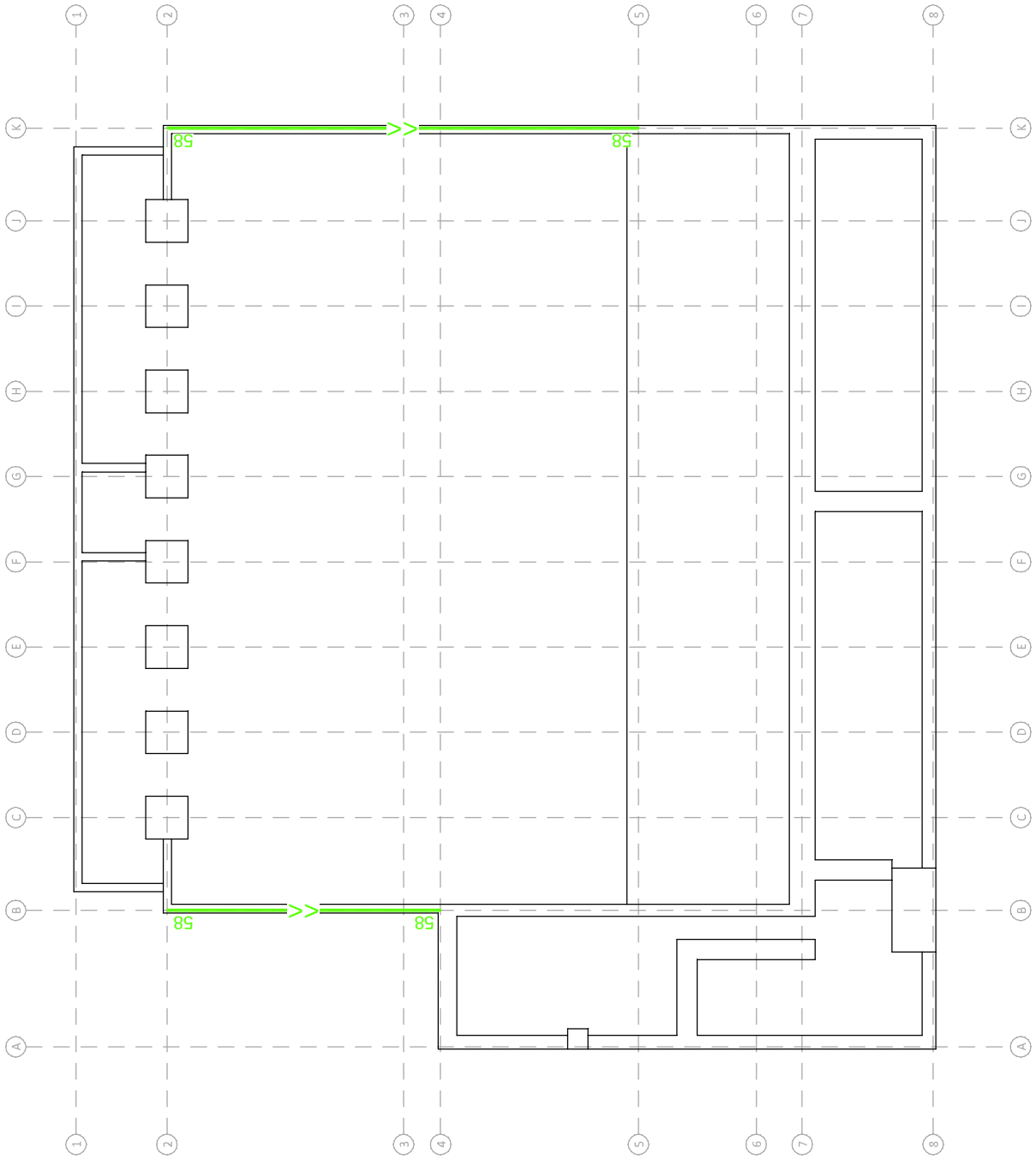
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

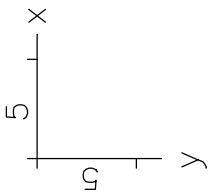
LF 53: Belastung, Qk aus Fachwerk (Dach)

LF 53: Belastung, Qk aus Fachwerk

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**





O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

LF 60: Belastung, m,wk (+) Giebel aus Brandfall (Kap.10)

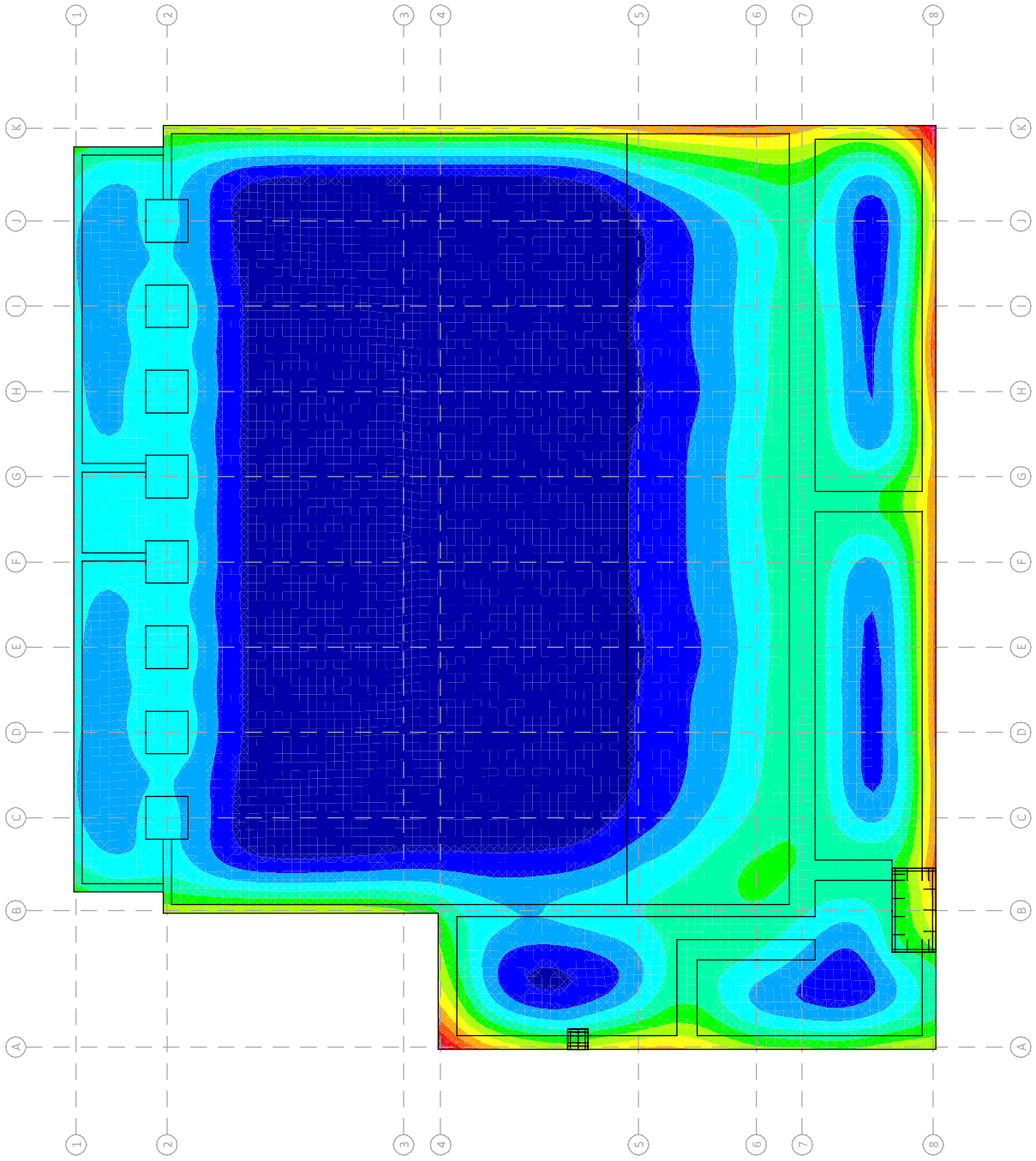
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

LF 60: Belastung, m,wk (+) Giebel aus Brandfall (Kap.10)

M. 1: 380

Inhalt: **Lasten**

0,57 1,46 2,35 3,24 4,13 5,02 5,92 6,81 7,70 8,59 9,48 10,37 11,27



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,57/11,27 [mm]

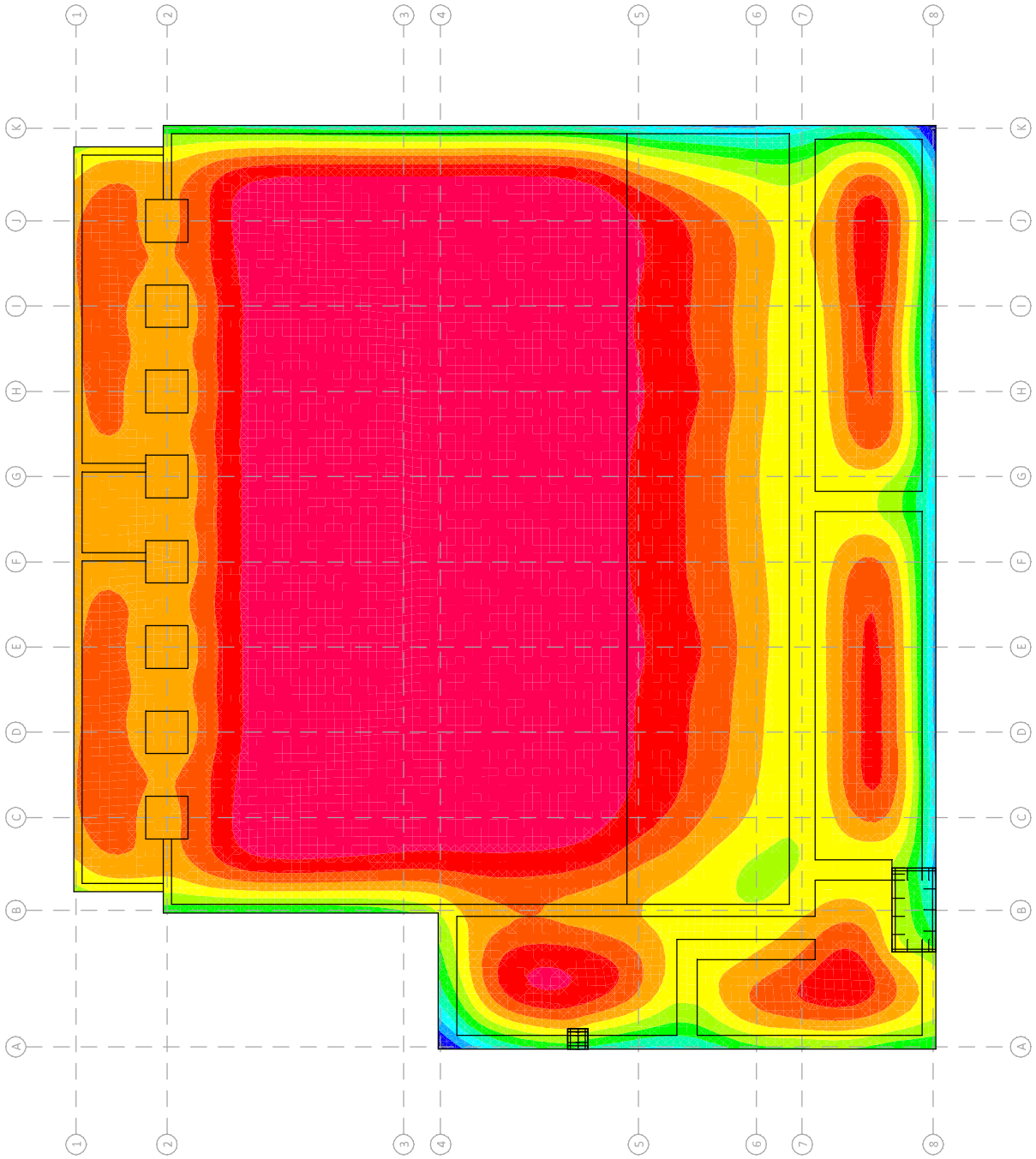
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen* Geprüft *Prüfing. für Baustatik

Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Verformungen**

-230,5 -212,3 -194,1 -175,9 -157,7 -139,5 -121,3 -103,2 -85,0 -66,8 -48,6 -30,4 -12,2



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

X
5
5
Y

LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Bodenpressungen min Sigma.z [kN/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -230,45/-12,23 [kN/m²]

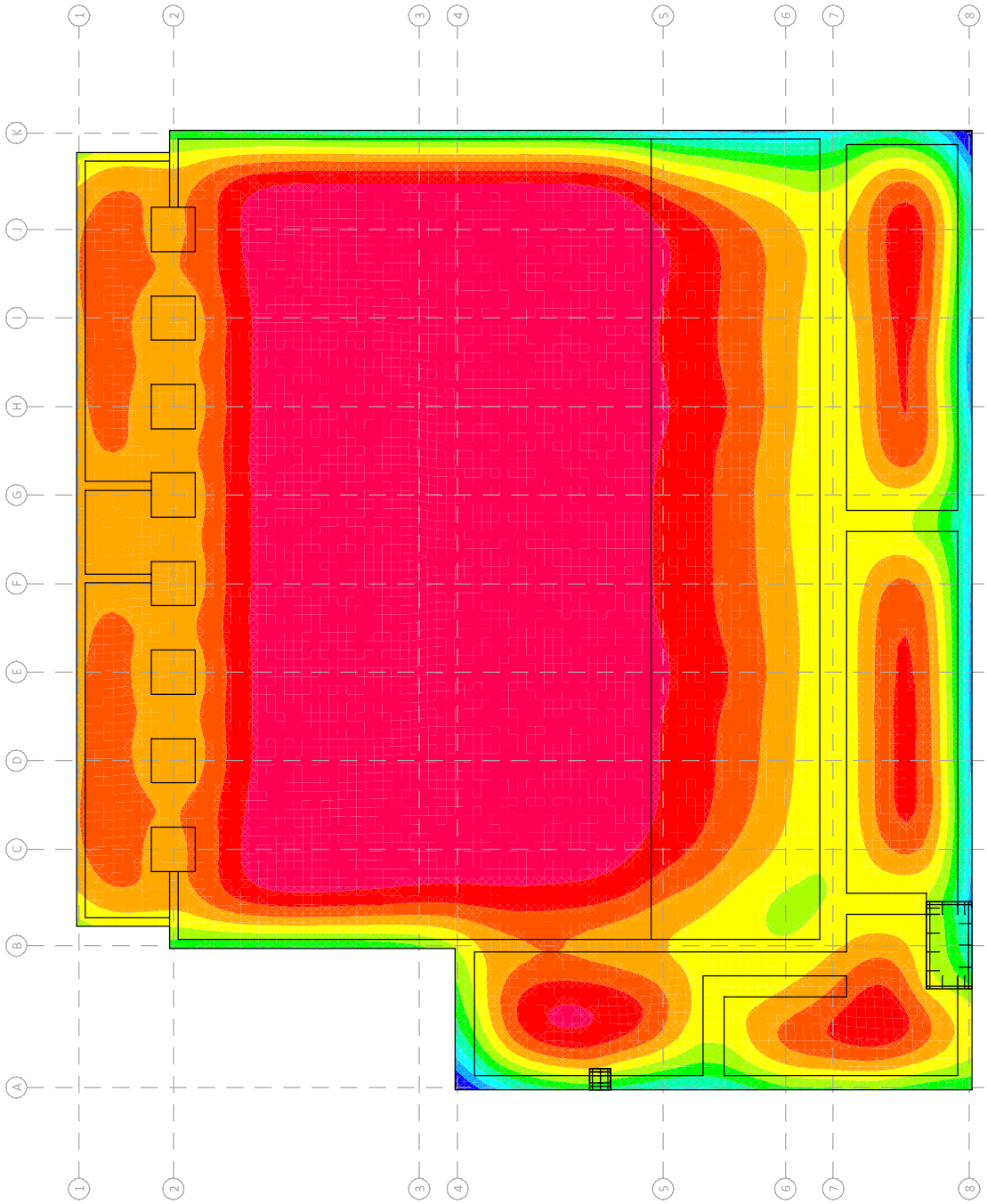
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen* Geprüft *Prüfing. für Baustatik

Bodenpressungen Sigma.z min; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bodenpressung**

-169,0 -155,6 -142,2 -128,9 -115,5 -102,1 -88,7 -75,4 -62,0 -48,6 -35,2 -21,9 -8,5



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

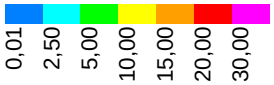
LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Bodenpressungen min Sigma.z [kN/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -168,98/-8,49 [kN/m²]

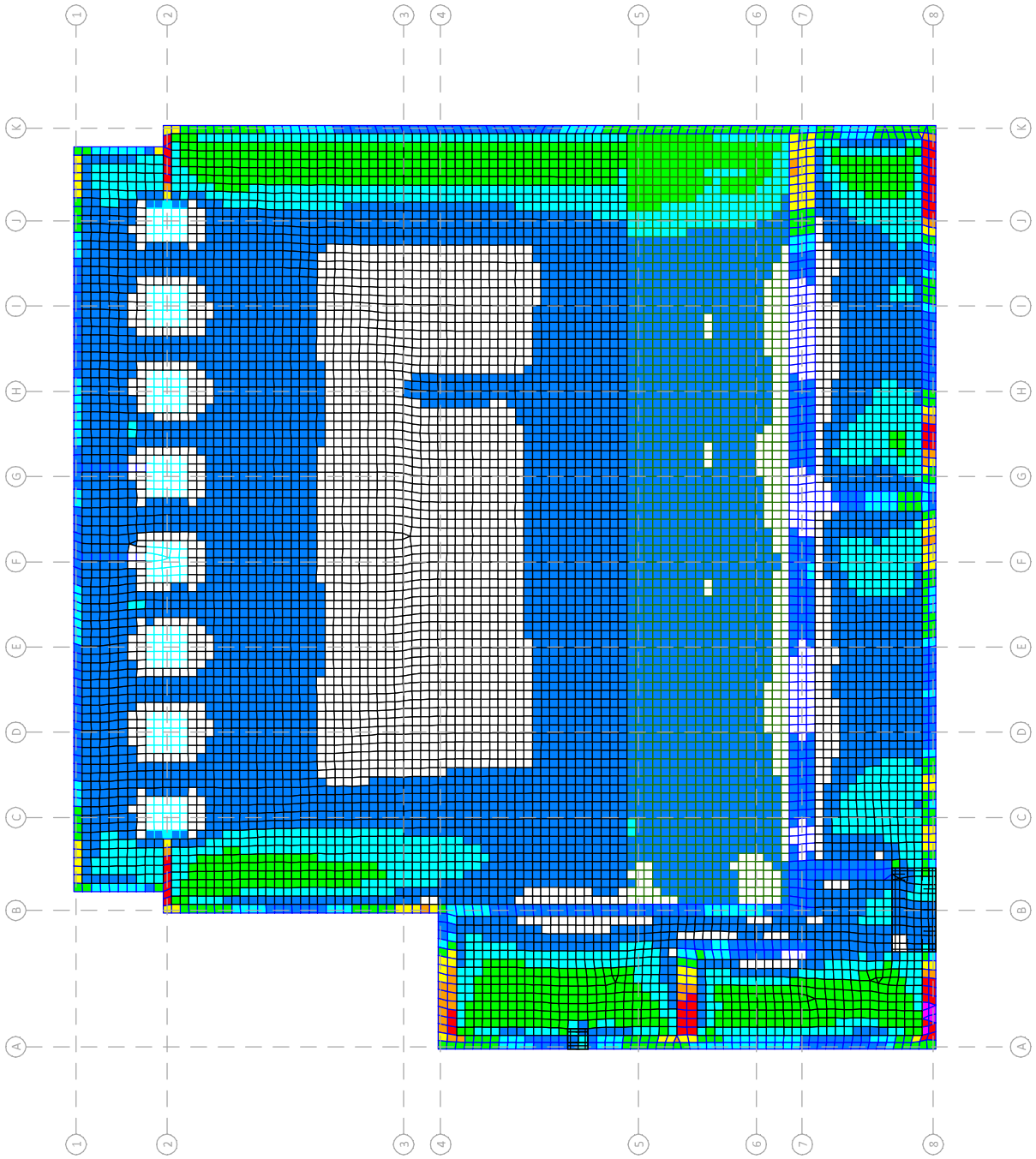
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen* Geprüft *Prüfing. für Baustatik

Bodenpressungen Sigma.z min; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

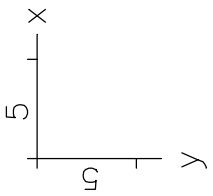
M. 1: 380

Inhalt: **Bodenpressung**





O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/31,72 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,9 t

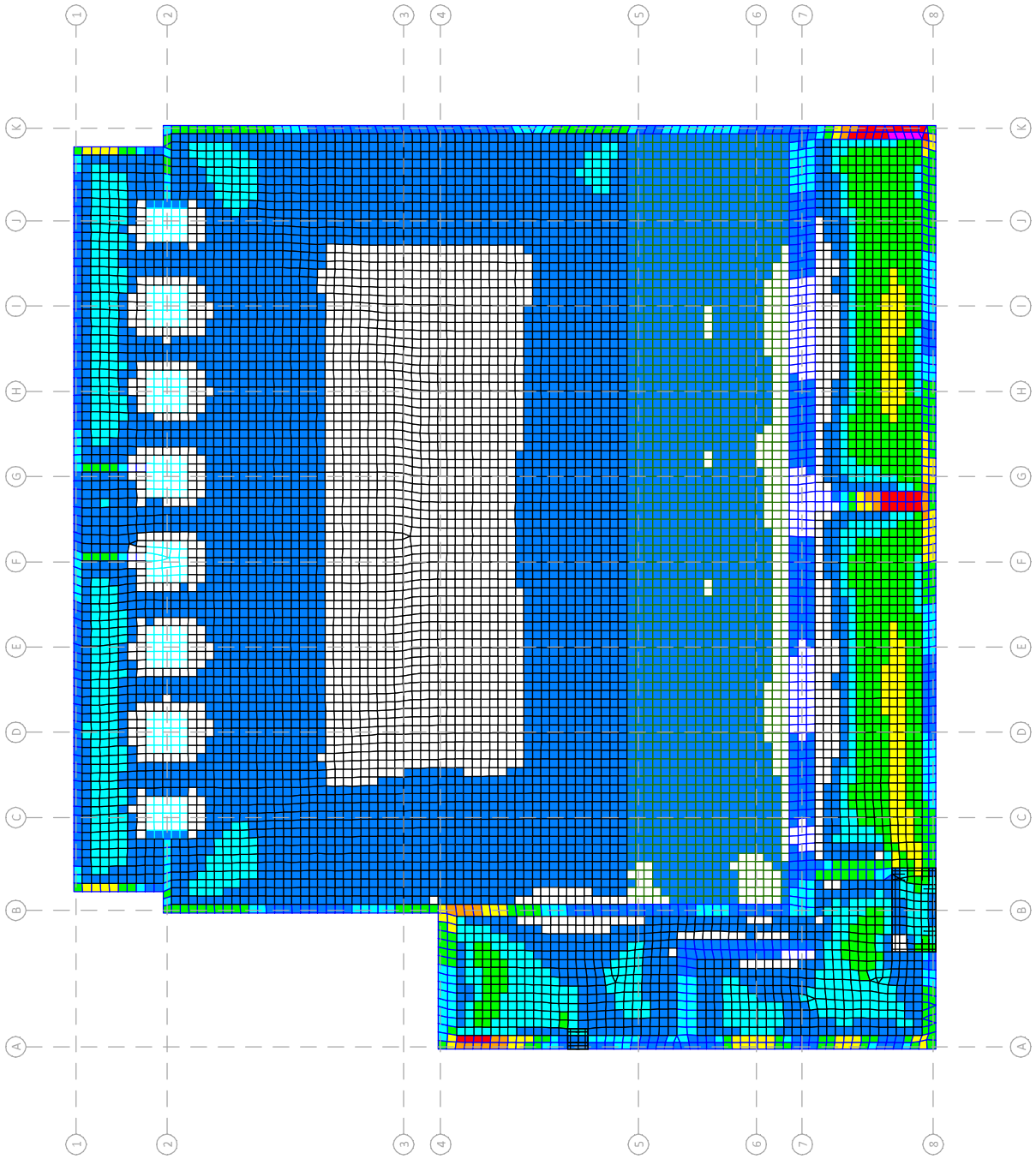
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Biegebewehrung asx 1. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**

0,01 2,50 5,00 10,00 15,00 20,00 30,00



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/34,28 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,9 t

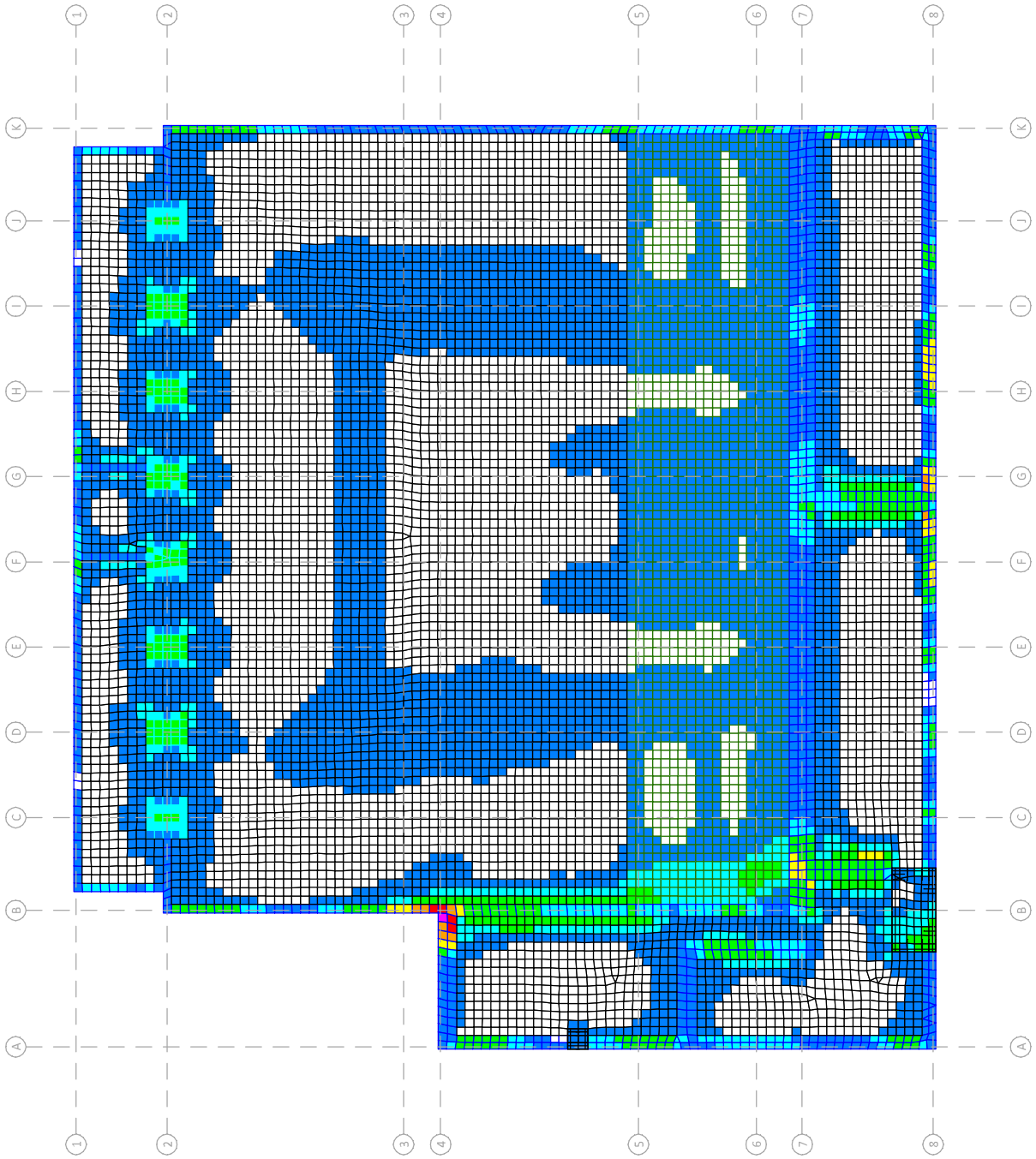
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Biegebewehrung asy 1. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**

0,01 2,50 5,00 10,00 15,00 20,00 30,00



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/30,35 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,9 t

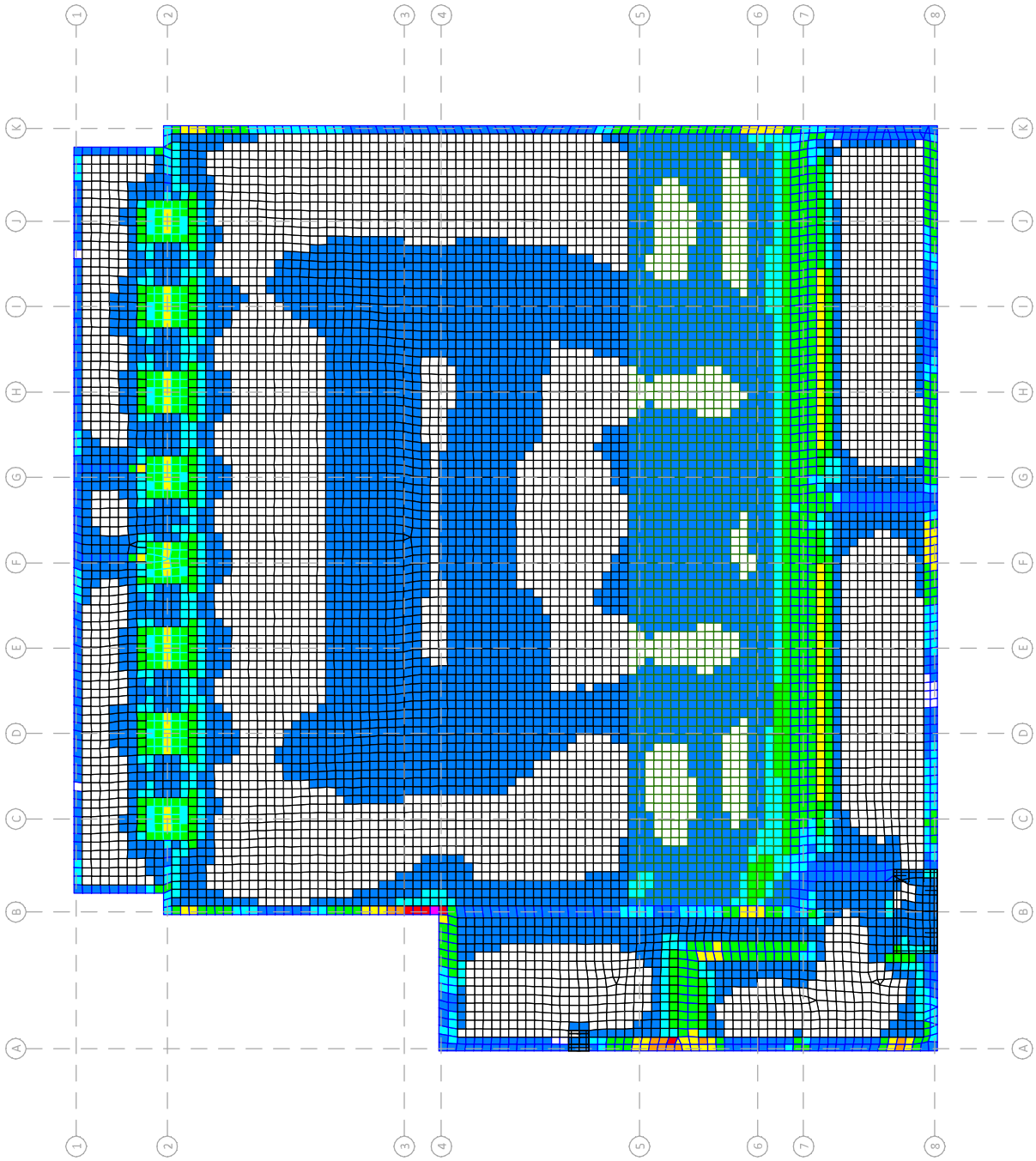
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

Biegebewehrung asx 2. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**

0,01 2,50 5,00 10,00 15,00 20,00 30,00



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/32,67 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,9 t

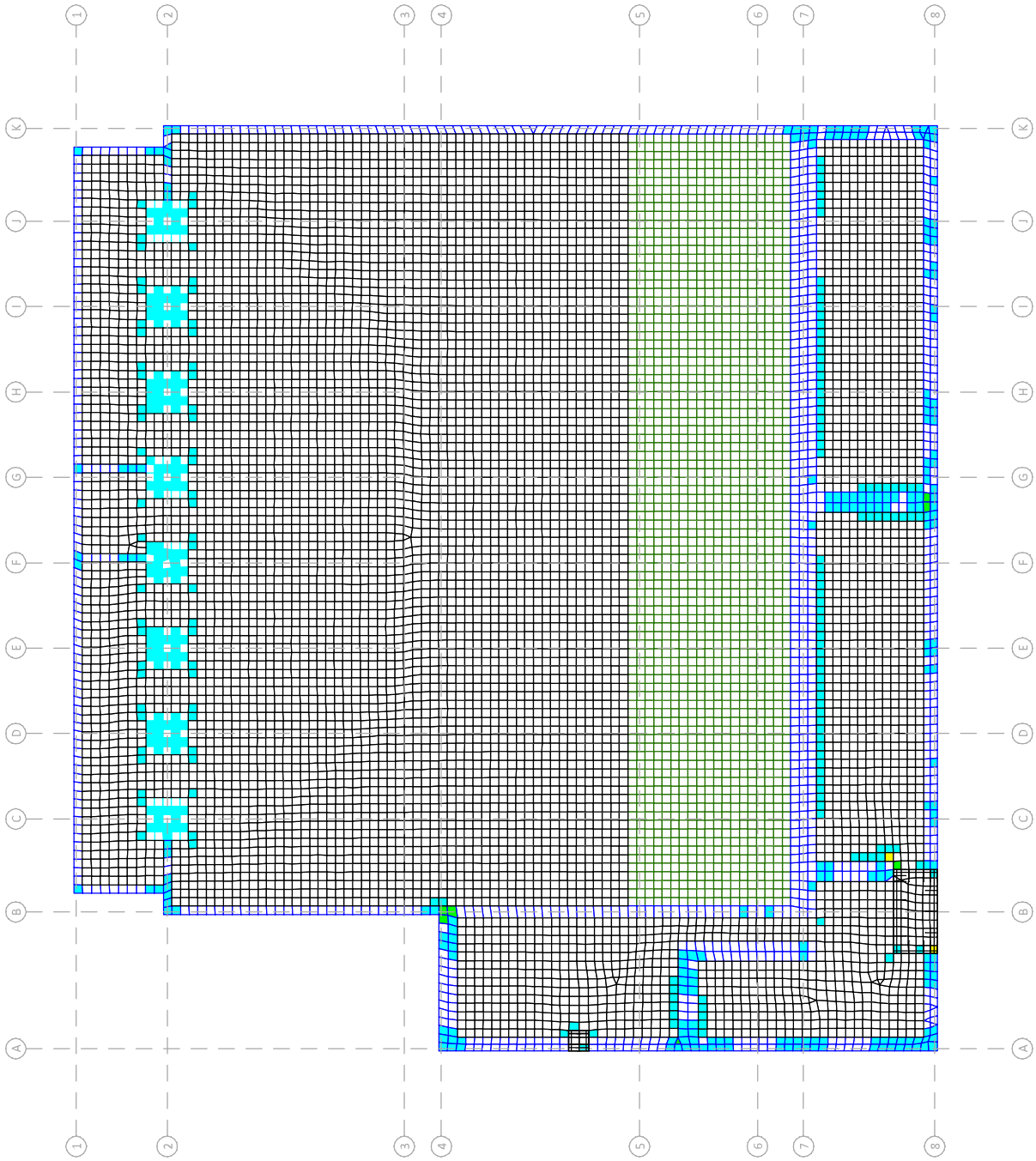
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

Biegebewehrung asy 2. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**

0,01 5,00 10,00 15,00 20,00 30,00 40,00



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/18,81 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

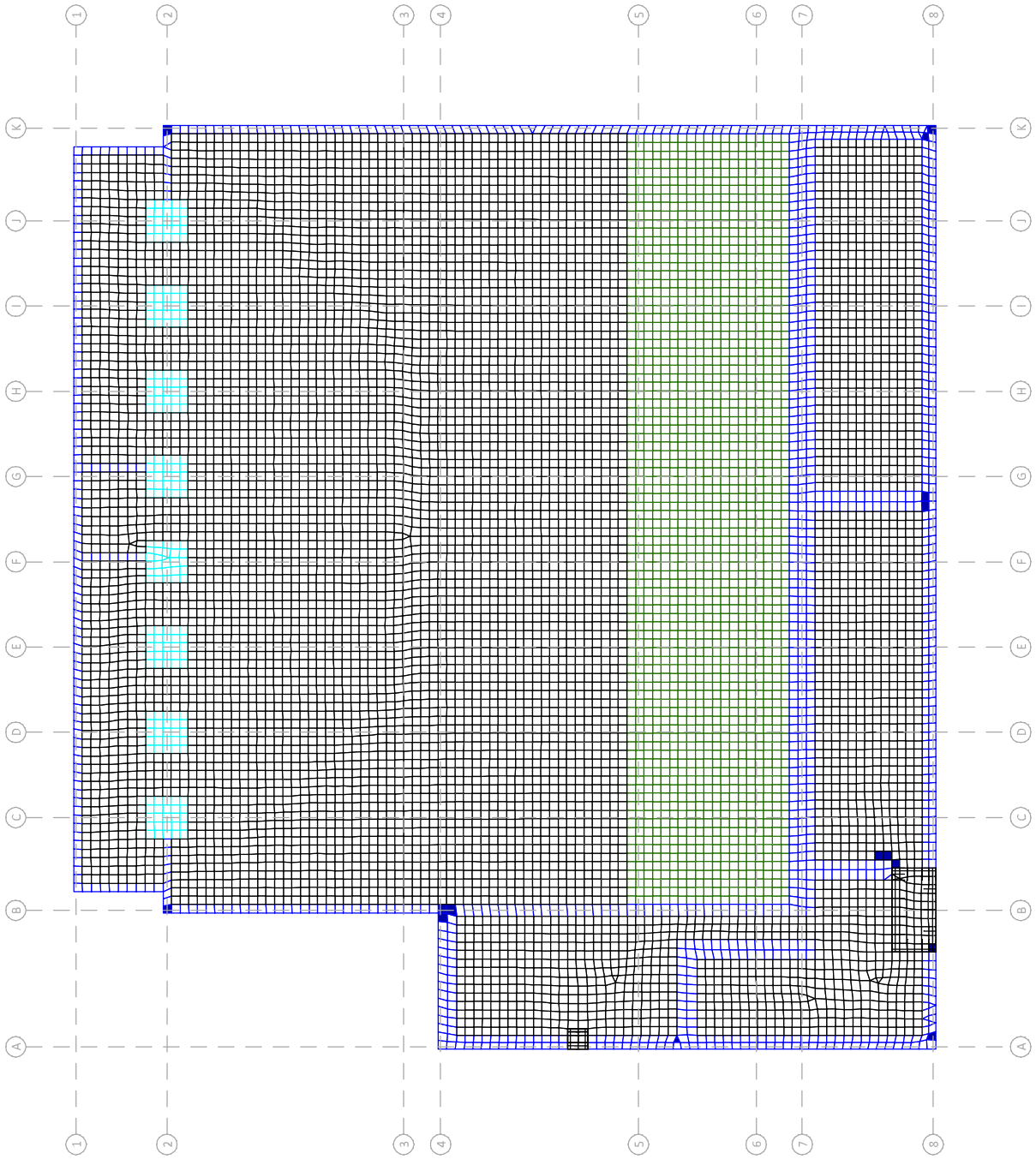
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**

0,30



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

X
Y
Z

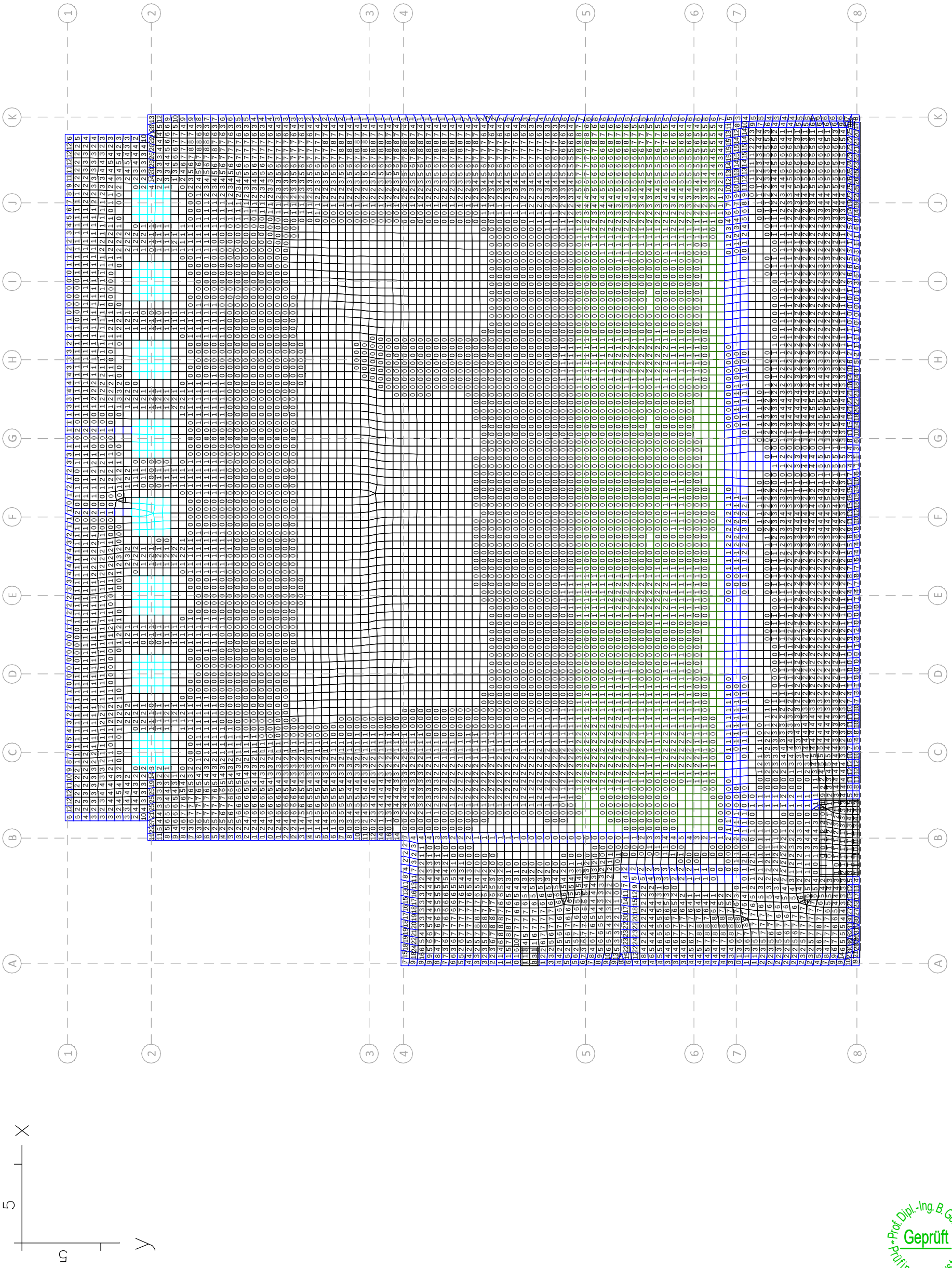
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
qr/vRd,max [-]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,35 [-]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

qr/vRd,max; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1: 380

Inhalt: **Bewehrung**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

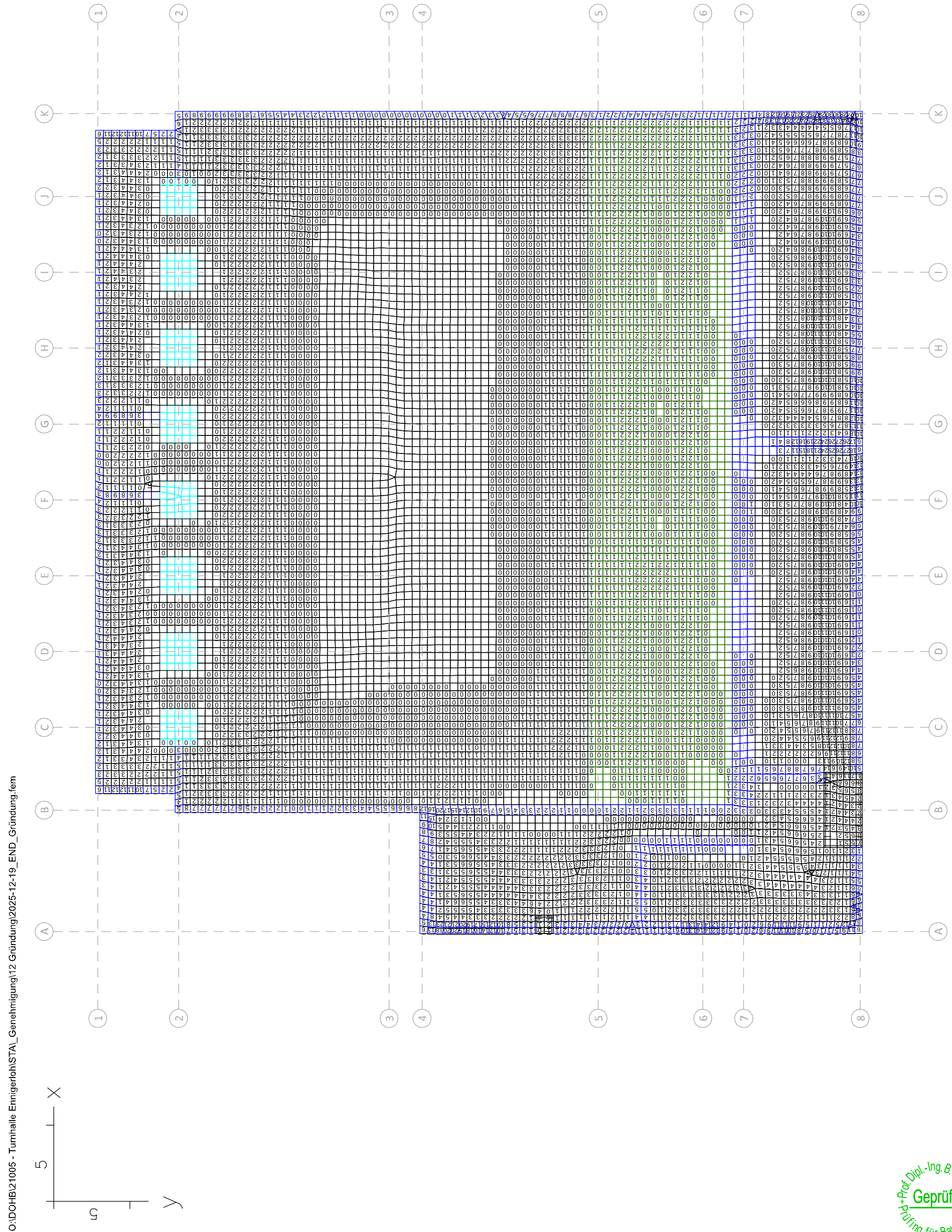
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,9 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/31,72 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

Biegebewehrung asx 1. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1:250

Inhalt: **Bewehrung**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

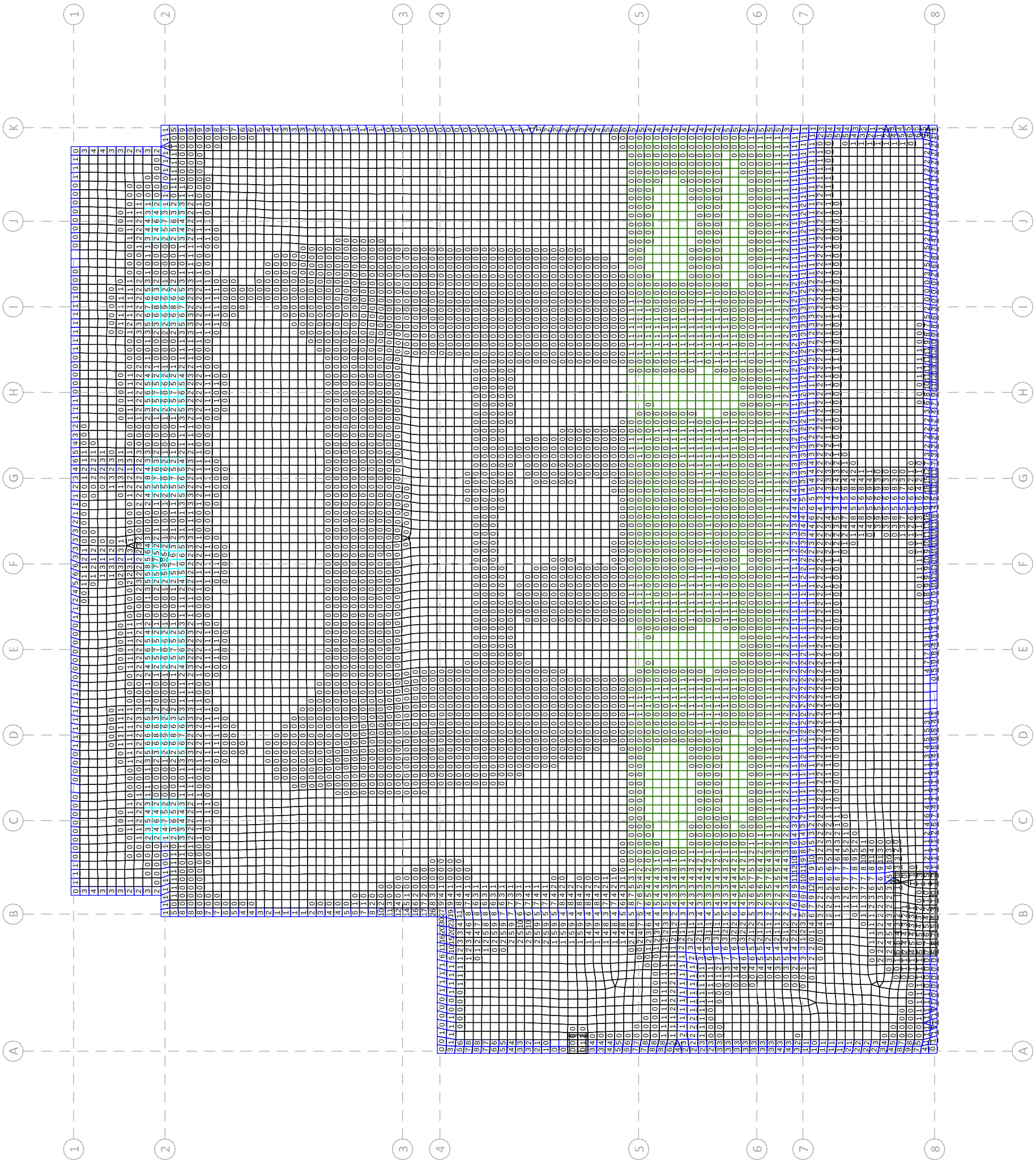
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,9 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/34,28 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

Biegebewehrung asy 1. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1:250

Inhalt: **Bewehrung**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

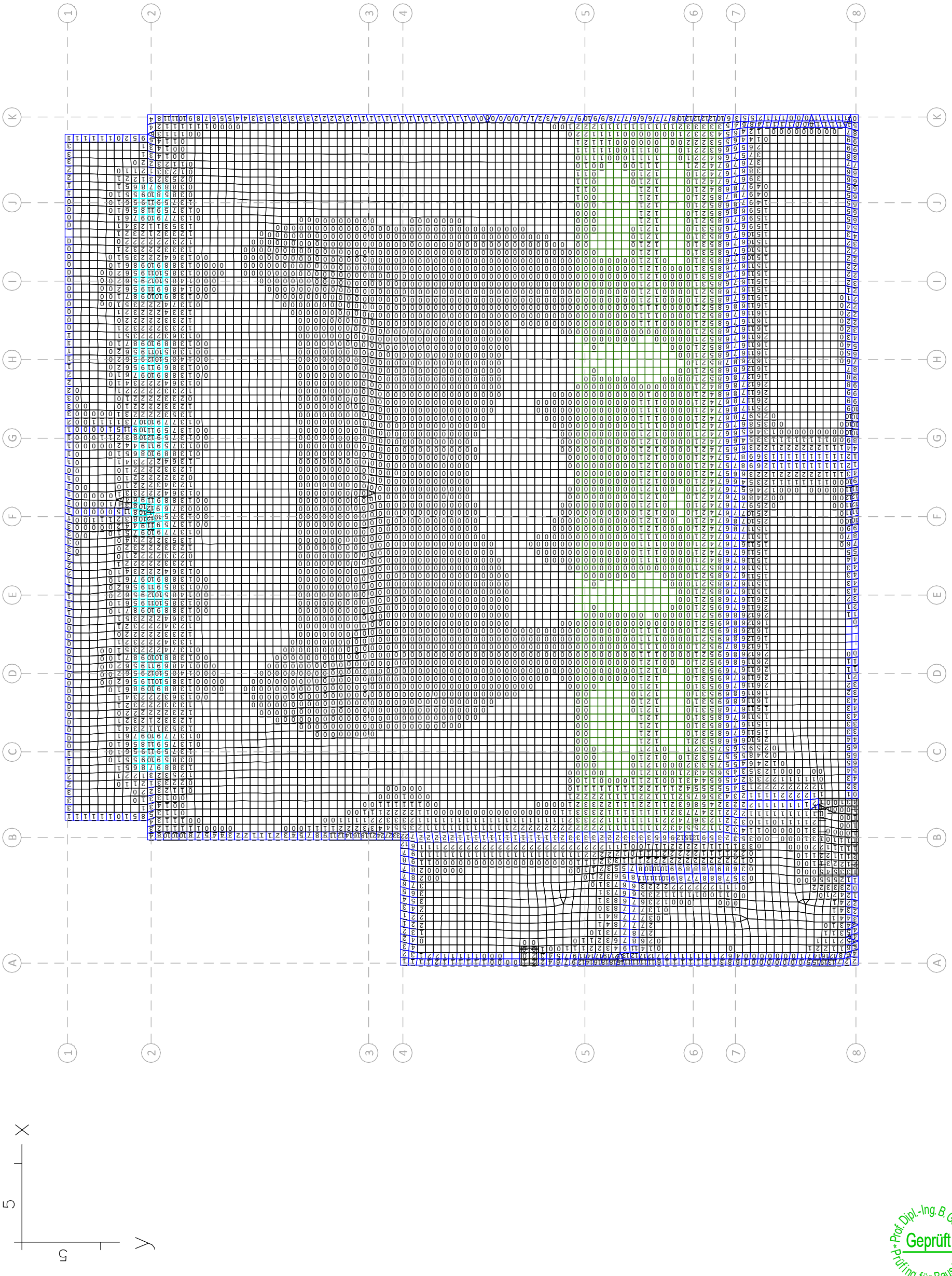
Biegebewehrung asx 2. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,9 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/30,35 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

M. 1:250

Inhalt: **Bewehrung**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

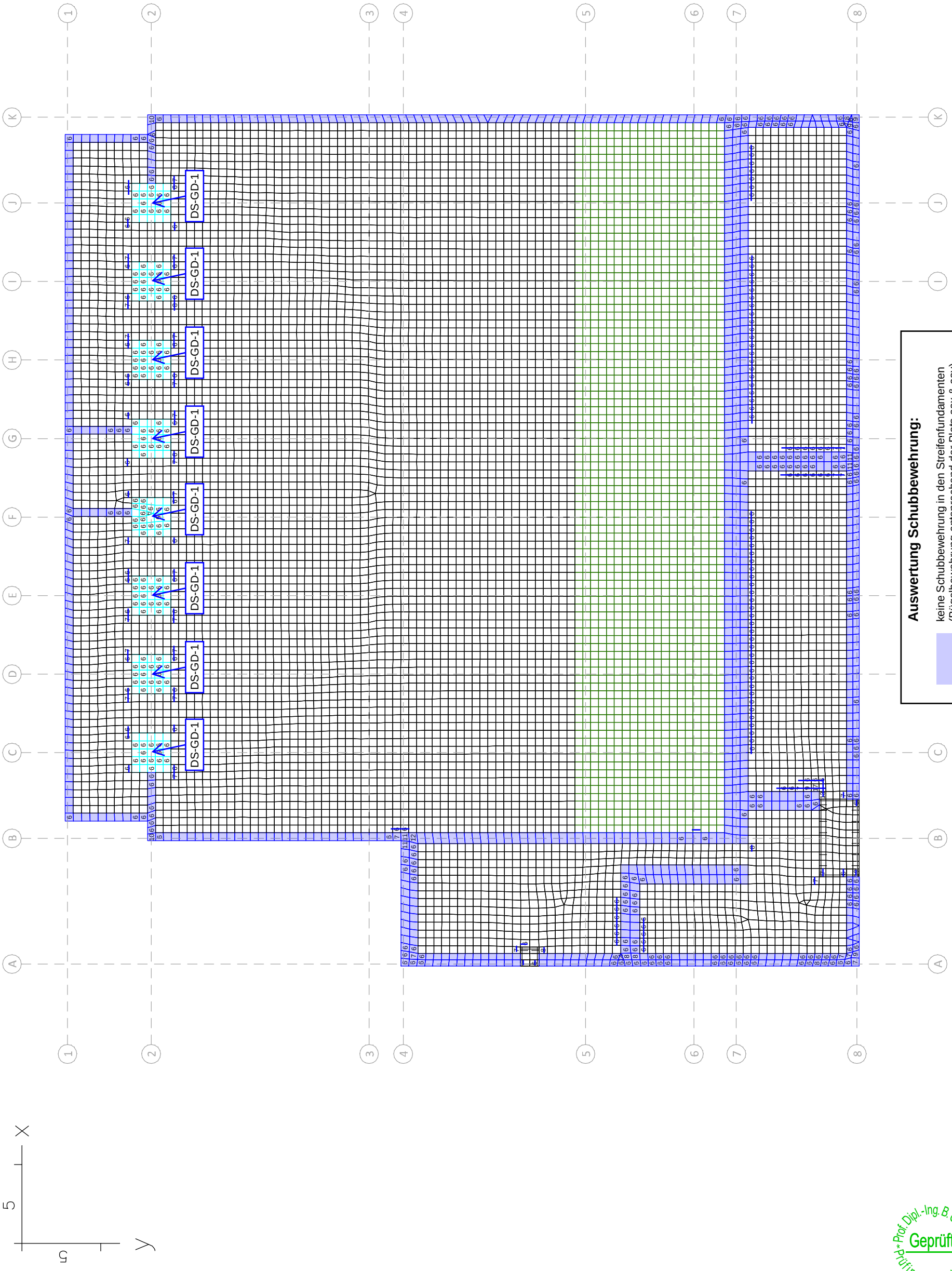
LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 10,9 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/32,67 [cm²/m]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik

Biegebewehrung asy 2. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1:250

Inhalt: **Bewehrung**



O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\12 Gründung\2025-12-19_END_Gründung.fem

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/18,81 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementschwerpunkten

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

M. 1:250

Inhalt: **Bewehrung**

Halfen HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.
Halfen Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halfen-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Bemerkung: Durchstanznachweis mit Mindestbewehrung erbracht --> Längbewehrung aus Bewehrungsplots einlegen

Durchstanznachweis für Rechteckstütze im Innenbereich (**Bodenplatte**)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	1550,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,10
Bodenpressung	σ_{gd}	=	0,0 kN/m²
Plattendicke	h	=	80 cm
statische Nutzhöhe	d	=	75,5 cm
Stützenbreite	b	=	45 cm
Stützenbreite	a	=	80 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o}$ / $c_{nom,u}$	=	2,5 cm / 3,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C30/37 / B500 / B500
Flächenbewehrung	a_{sx}	=	7,85 cm²/m (ρ_x = 0,10 %)
Flächenbewehrung	a_{sy}	=	7,85 cm²/m (ρ_y = 0,10 %)
Längsbewehrungsgrad	ρ_l	=	0,10 % < 1,95 %

am kritischen Rundschnitt u

Abstand zum kritischen Rundschnitt a_{crit}		=	75,5 cm (1,0 d)
Fläche innerhalb des kritischen Rundschnitts A_{crit}		=	4,0383 m²
u (75,5 cm)		=	724,4 cm
$k = min\ \{ 1 + \sqrt{200/d[mm]}\ ; 2 \}$		=	1,51
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c}$	=	0,10
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot 2d/a_{crit}$		=	442,66 kN/m²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0{,}0409/\gamma_C \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} \cdot 2d/a_{crit}$		=	556,47 kN/m²

$V_{Rd,c} + \beta \cdot \Delta V_{Ed} = max\ \{v_{Rd,c,1}; v_{Rd,c,2}\} \cdot u \cdot d + \beta \cdot 0{,}5 \cdot A_{crit} \cdot \sigma_{gd} = 3043{,}4\ kN > 1705{,}0\ kN = V_{Ed} \cdot \beta$

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik

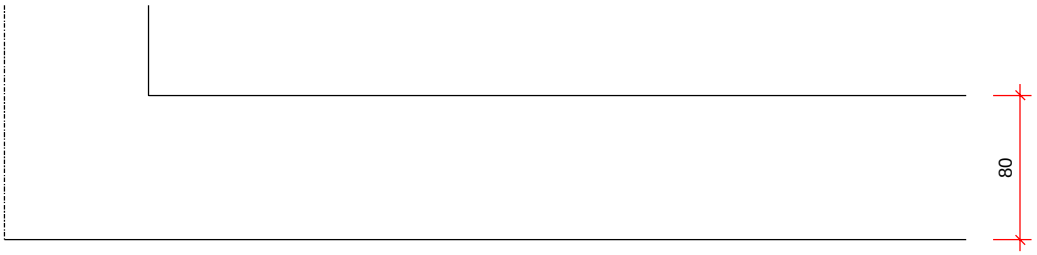
Leviat GmbH, Liebigstr. 14, 40764 Langenfeld, Tel.: +49 2173 970 0, Fax: +49 2173 970 123 © Leviat GmbH, Langenfeld, Germany

Halfen HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.
Halfen Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halfen-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

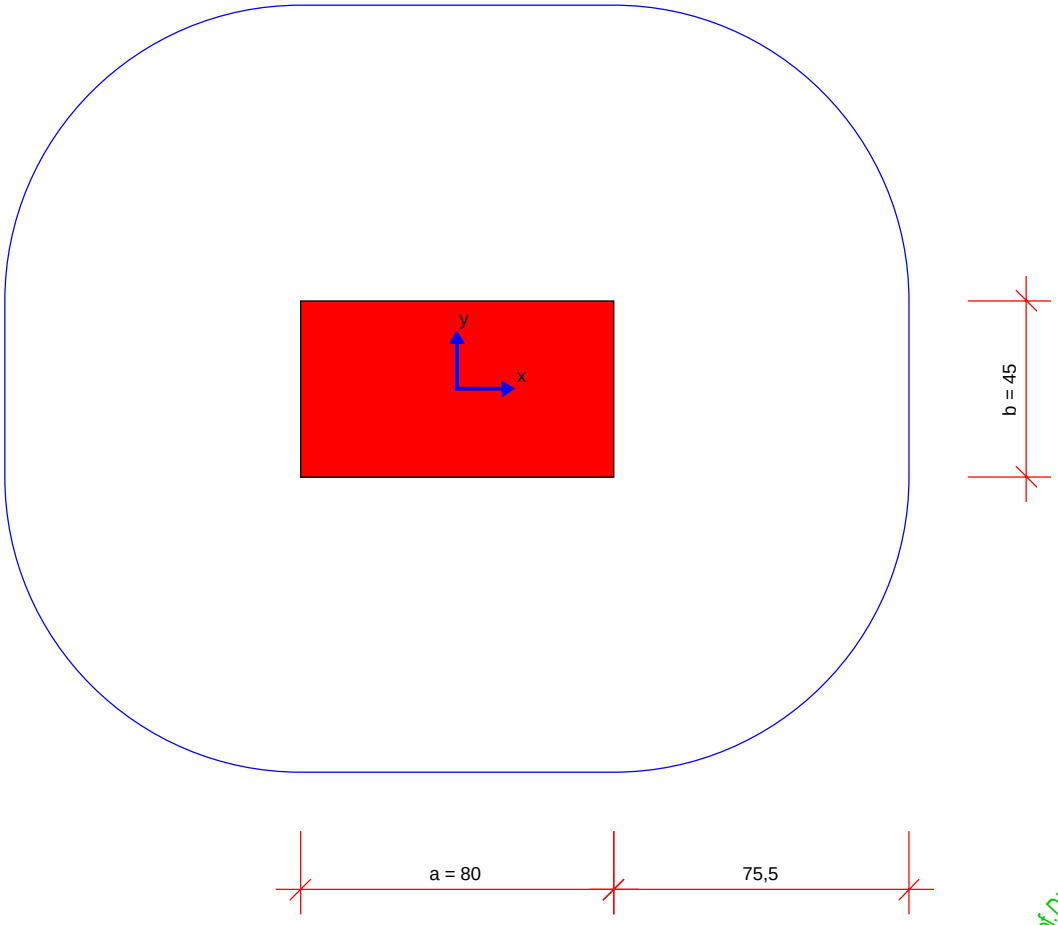
Verlegebereich

Schnitt M 1:39



[cm]

Grundriss M 1:19



Mindeststablängen: $l_{bar,min,x}$ = 382 cm + 2 · l_{bd}; $l_{bar,min,y}$ = 347 cm + 2 · l_{bd}; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
Mindeststablänge wurde nach Heft 600 (2. Auflage 2020) ermittelt.
Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik Geprüft

Leviat GmbH, Liebigstr. 14, 40764 Langenfeld, Tel.: +49 2173 970 0, Fax: +49 2173 970 123 © Leviat GmbH, Langenfeld, Germany

Schüßler-Plan

KAPITEL 13: STAHLTREPPE

ENNIGERLOH NEUBAU DREIFELDSPORTHALLE



Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

13 STAHLTREPPE

Im Außenbereich wird eine Stahltreppe ins 1.OG als Zugang zur Tribüne bei Achse K/5-7 geplant. Die Treppe dient auch als Fluchtweg.

Konstruktion und Grundlagen:

- Treppenwangen mit Stufen dazwischen
- Treppennutzbreite b=1,80m
- Aussteifung des Podests mit Verbänder (RD Ø16), die der Läufe und des Zwischenpodests mit biegesteif eingebauten Hohlprofilen (HQ 80x5mm)
- Stützen als Pendelstützen
- Anschluss ans Gebäude mit Schöck Isokorb
- Nutzlast Kategorie C4 → Treppe T2: q_k = 5,0 kN/m² (Q_k = 2,0 kN)
- engmaschige Gitterrost/Gitterroststufen g_{Rost} = 0,50kN/m²
- Geländer mit Verkleidung g_k' = 1,0 kN/m
- Geländer-Holmlast q_H = 1,0 kN/m
- Stahlgüte S235
- Konstruktion feuerverzinkt

Gitterroste/Gitterroststufen:

Tragstab 50/3 verzinkt, Maschenweite 33x11mm

Belastungstabelle Pressroste

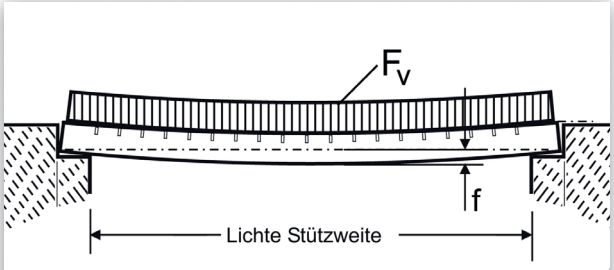
mit einer Tragstabteilung von 33 mm

Trag-stab	Belas-tung	lichte Stützweite in mm																			
		500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400
20 x 2	Fv	18,23	12,66	9,30	7,12	5,63	4,56	3,77	3,16	2,70	2,33	2,03	1,78	1,58	1,41	1,26	1,14	1,03	0,94	0,86	0,79
	f	1,94	2,80	3,81	4,97	6,29	7,77	9,40	11,19	13,13	15,23	17,49	19,89	22,46	25,18	28,05	31,08	34,27	37,61	41,11	44,76
	Fp	1,77	1,41	1,18	1,01	0,88	0,78	0,71	0,64	0,59	0,54	0,50	0,47	0,44	0,42	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,31
	f1	1,80	2,55	3,42	4,41	5,53	6,78	8,14	9,64	11,25	12,99	14,86	16,85	18,96	21,20	23,56	26,05	28,66	31,40	34,26	37,24
	f2	1,53	2,71	4,36	6,56	9,40	12,96	17,30	22,52	28,68	35,88	44,19	53,68	64,45	76,56	90,09	105,14	121,76	140,05	160,09	181,94
25 x 2	Fv	28,48	19,78	14,53	11,13	8,79	7,12	5,89	4,95	4,21	3,63	3,16	2,78	2,46	2,20	1,97	1,78	1,61	1,47	1,35	1,24
	f	1,55	2,24	3,05	3,98	5,04	6,22	7,52	8,95	10,51	12,19	13,99	15,92	17,97	20,14	22,44	24,87	27,42	30,09	32,89	35,81
	Fp	2,73	2,19	1,82	1,56	1,37	1,22	1,09	0,99	0,91	0,84	0,78	0,73	0,68	0,64	0,61	0,58	0,55	0,52	0,50	0,48
	f1	1,44	2,04	2,74	3,53	4,43	5,42	6,52	7,71	9,00	10,39	11,89	13,48	15,17	16,96	18,85	20,84	22,93	25,12	27,40	29,79
	f2	0,79	1,40	2,25	3,39	4,86	6,69	8,93	11,63	14,81	18,53	22,82	27,72	33,28	39,53	46,52	54,29	62,88	72,32	82,67	93,96
30 x 1,7	Fv	34,87	24,21	17,79	13,62	10,76	8,72	7,20	6,05	5,16	4,45	3,87	3,40	3,02	2,69	2,41	2,18	1,98	1,80	1,65	1,51
	f	1,30	1,90	2,50	3,30	4,20	5,20	6,30	7,50	8,80	10,20	11,70	13,30	15,00	16,80	18,70	20,70	22,80	25,10	27,40	29,80
	Fp	3,32	2,66	2,21	1,90	1,66	1,48	1,33	1,21	1,11	1,02	0,95	0,89	0,83	0,78	0,74	0,70	0,66	0,63	0,60	0,58
	f1	1,20	1,70	2,30	2,90	3,70	4,50	5,40	6,40	7,50	8,70	9,90	11,20	12,60	14,01	15,70	17,40	19,10	20,90	22,80	24,80
	f2	0,50	1,00	1,50	2,30	3,30	4,60	6,10	8,00	10,20	12,70	15,70	19,00	22,90	27,10	31,90	37,30	43,20	49,70	56,80	64,50
30 x 2	Fv	41,02	28,48	20,93	16,02	12,66	10,25	8,47	7,12	6,07	5,23	4,56	4,01	3,55	3,16	2,84	2,56	2,33	2,12	1,94	1,78
	f	1,30	1,87	2,54	3,32	4,20	5,18	6,27	7,46	8,76	10,15	11,66	13,26	14,97	16,79	18,70	20,72	22,85	25,07	27,41	29,84
	Fp	3,90	3,12	2,60	2,23	1,95	1,74	1,56	1,42	1,30	1,20	1,12	1,04	0,98	0,92	0,87	0,82	0,78	0,74	0,71	0,68
	f1	1,20	1,70	2,28	2,94	3,69	4,52	5,43	6,42	7,50	8,66	9,91	11,23	12,64	14,13	15,71	17,37	19,11	20,93	22,84	24,83
	f2	0,46	0,82	1,31	1,98	2,83	3,91	5,21	6,79	8,65	10,82	13,32	16,18	19,43	23,08	27,16	31,69	36,70	42,22	48,26	54,84
35 x 2	Fv	55,83	38,77	28,48	21,81	17,23	13,96	11,54	9,69	8,26	7,12	6,20	5,45	4,83	4,31	3,87	3,49	3,16	2,88	2,64	2,42
	f	1,11	1,60	2,18	2,84	3,60	4,44	5,37	6,39	7,50	8,70	9,99	11,37	12,83	14,39	16,03	17,76	19,58	21,49	23,49	25,58
	Fp	5,26	4,21	3,51	3,01	2,63	2,34	2,10	1,91	1,75	1,62	1,50	1,40	1,32	1,24	1,17	1,11	1,05	1,00	0,96	0,92
	f1	1,03	1,46	1,95	2,52	3,16	3,87	4,65	5,51	6,43	7,42	8,49	9,63	10,84	12,11	13,46	14,89	16,38	17,94	19,57	21,28
	f2	0,29	0,52	0,84	1,26	1,80	2,48	3,32	4,32	5,50	6,88	8,47	10,29	12,35	14,68	17,27	20,15	23,34	26,85	30,69	34,88
40 x 2	Fv	72,92	50,64	37,20	28,48	22,51	18,23	15,07	12,66	10,79	9,30	8,10	7,12	6,31	5,63	5,05	4,56	4,13	3,77	3,45	3,16
	f	0,97	1,40	1,90	2,49	3,15	3,89	4,70	5,60	6,57	7,62	8,74	9,95	11,23	12,59	14,03	15,54	17,14	18,81	20,55	22,38
	Fp	6,81	5,45	4,54	3,89	3,41	3,03	2,73	2,48	2,27	2,10	1,95	1,82	1,70	1,60	1,51	1,43	1,36	1,30	1,24	1,18
	f1	0,90	1,27	1,71	2,21	2,77	3,39	4,07	4,82	5,63	6,50	7,43	8,42	9,48	10,60	11,78	13,02	14,33	15,70	17,13	18,62
	f2	0,20	0,35	0,56	0,85	1,22	1,68	2,24	2,92	3,72	4,65	5,72	6,95	8,35	9,92	11,67	13,62	15,77	18,14	20,74	23,57
25 x 3	Fv	42,73	29,67	21,80	16,69	13,19	10,68	8,83	7,42	6,32	5,45	4,75	4,17	3,70	3,30	2,96	2,67	2,42	2,21	2,02	1,85
	f	1,55	2,24	3,05	3,98	5,04	6,22	7,52	8,95	10,51	12,19	13,99	15,92	17,97	20,14	22,44	24,87	27,42	30,09	32,89	35,81
	Fp	4,10	3,28	2,73	2,34	2,05	1,82	1,64	1,49	1,37	1,26	1,17	1,09	1,03	0,97	0,91	0,86	0,82	0,78	0,75	0,71
	f1	1,44	2,04	2,74	3,53	4,43	5,42	6,52	7,71	9,00	10,39	11,89	13,48	15,17	16,96	18,85	20,84	22,93	25,12	27,40	29,79
	f2	0,53	0,93	1,50	2,26	3,24	4,46	5,96	7,75	9,88	12,35	15,21	18,48	22,19	26,36	31,02	36,19	41,92	48,22	55,11	62,64
30 x 3	Fv	61,53	42,73	31,39	24,03	18,99	15,38	12,71	10,68	9,10	7,85	6,84	6,01	5,32	4,75	4,26	3,85	3,49	3,18	2,91	2,67
	f	1,30	1,87	2,54	3,32	4,20	5,18	6,27	7,46	8,76	10,15	11,66	13,26	4,97	16,79	18,70	20,72	22,85	25,07	27,41	29,84
	Fp	5,86	4,69	3,90	3,35	2,93	2,60	2,34	2,13	1,95	1,80	1,67	1,56	1,46	1,38	1,30	1,23	1,17	1,12	1,06	1,02
	f1	1,20	1,70	2,28	2,94	3,69	4,52	5,43	6,42	7,50	8,66	9,91	11,23	12,64	14,13	15,71	17,37	19,11	20,93	22,84	24,83
	f2	0,31	0,54	0,88	1,32	1,89	2,60	3,48	4,52	5,76	7,21	8,88	10,79	12,95	15,38	18,10	21,13	24,47	28,14	32,17	36,56
35 x 3	Fv	83,75	58,16	42,73	32,71	25,85	20,94	17,30	14,54	12,39	10,68	9,31	8,18	7,24	6,46	5,80	5,23	4,75	4,33	3,96	3,63
	f	1,11	1,60	2,18	2,84	3,60	4,44	5,37	6,39	7,50	8,70	9,99	11,37	12,83	14,39	16,03	17,76	19,58	21,49	23,49	25,58
	Fp	7,89	6,31	5,26	4,51	3,95	3,51	3,16	2,87	2,63	2,43	2,26	2,10	1,97	1,86	1,75	1,66	1,58	1,50	1,44	1,37
	f1	1,03	1,46	1,95	2,52	3,16	3,87	4,65	5,51	6,43	7,42	8,49	9,63	10,84	12,11	13,46	14,89	16,38	17,94	19,57	21,28
	f2	0,20	0,35	0,56	0,84	1,20	1,66	2,21	2,88	3,67	4,59	5,65	6,86	8,24	9,78	11,51	13,44	15,56	17,90	20,46	23,25
40 x 3	Fv	109,38	75,96	55,81	42,73	33,76	27,35	22,60	18,99	16,18	13,95	12,15	10,68	9,46	8,44	7,57	6,84	6,20	5,65	5,17	4,75
	f	0,97	1,40	1,90	2,49	3,15	3,89	4,70	5,60	6,57	7,62	8,74	9,95	11,23	12,59	14,03	15,54	17,14	18,81	20,55	22,38
	Fp	10,22	8,18	6,81	5,84	5,11	4,54	4,09	3,72	3,41	3,14	2,92	2,73	2,55	2,40	2,27	2,15	2,04	1,95	1,86	1,78
	f1	0,90	1,27	1,71	2,21	2,77	3,39	4,07	4,82	5,63	6,50	7,43	8,42	9,48	10,60	11,78	13,02	14,33	15,70	17,13	18,62
	f2	0,13	0,23	0,38	0,57	0,81	1,12	1,49	1,94	2,48	3,10	3,82	4,64	5,57	6,61	7,78	9,08	10,52	12,10	13,83	15,71
50 x 3	Fv	170,91	118,69	87,20	66,76	52,75	42,73	35,31	29,67	25,28	21,80	18,99	16,69	14,78	13,19	11,84	10,68	9,69	8,83	8,08	7,42
	f	0,78	1,12	1,52	1,99	2,52	3,11	3,76	4,48	5,25	6,09	6,99	7,96	8,98	10,07	11,22	12,43	13,71	15,04	16,44	17,90
	Fp	15,67	12,53	10,45	8,95	7,83	6,96	6,27	5,70	5,22	4,82	4,48	4,18	3,92	3,69	3,48	3,30	3,13	2,98	2,85	2,72
	f1	0,72	1,02	1,37	1,77	2,21	2,71	3,26	3,85	4,50	5,20	5,94	6,74	7,58	8,48	9,42	10,42	11,46	12,56	13,70	14,90
	f2	0,07	0,12	0,20	0,30	0,42	0,58	0,78	1,01	1,29	1,62	1,99	2,42	2,90	3,45	4,06	4,74	5,49	6,31	7,21	8,20
60 x 3	Fv	246,11	170,91	125,57	96,14	75,96	61,53	50,85	42,73	36,41	31,39	27,35	24,03	21,29	18,99	17,04	15,38	13,95	12,71	11,63	10,68
	f	0,65	0,93	1,27	1,66	2,10	2,59	3,13	3,73	4,38	5,08	5,83	6,63	7,49	8,39	9,35	10,36	11,42	12,54	13,70	14,92
	Fp	22,16	17,73	14,77	12,66	11,08	9,85	8,86	8,06	7,39	6,82	6,33	5,91	5,54	5,21	4,92	4,66	4,43	4,22	4,03	3,85
	f1	0,60	0,85	1,14	1,47	1,84	2,26	2,71	3,21	3,75	4,33	4,95	5,62	6,32	7,07	7,85	8,68	9,55	10,47	11,42	12,41
	f2	0,04	0,07	0,12	0,17	0,25	0,34	0,46	0,60	0,76	0,95	1,17	1,43	1,71	2,03	2,39	2,79	3,23	3,72	4,25	4,83

gesehen

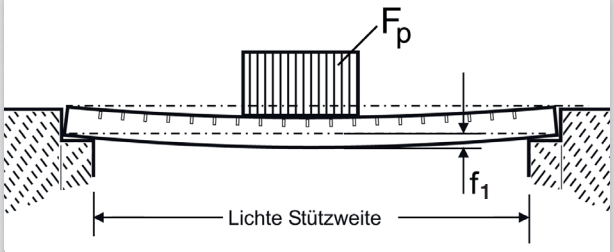
Prof. Dipl.-Ing. B. Gahlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

= Begehbarkeit statisch nachweisbar gem. RAL-GZ 638



Belastungsarten: gleichmäßig verteilten Last

Fv entspricht der gleichmäßig verteilten Last pro Quadratmeter mit der hieraus resultierenden Durchbiegung **f**.



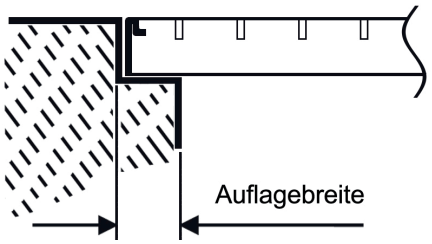
Belastungsarten: Punktlast

Fp entspricht der Punktlast auf einer Lastfläche von 200 x 200 mm mit der hieraus resultierenden Durchbiegung **f1**.

f2 entspricht dem Durchbiegungswert in mm bei einer Last von 1,5 kN auf 200 x 200 mm.

Begehbarkeit

Die Begehbarkeit gemäß RAL-GZ 638 entspricht einer Last von 1,5 kN auf einer Lastaufstandfläche von 200 x 200 mm. Die Durchbiegung darf hierbei höchstens L/200 mm der lichten Stützweite betragen, jedoch maximal 4 mm.



Gitterrostauflage

Die Auflagebreite soll an beiden Tragstabenden der Rosthöhe entsprechen, mindestens jedoch 30 mm.

gesehen

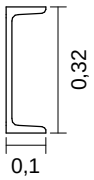
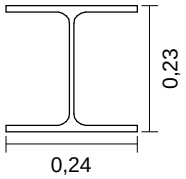
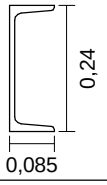
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Systemkenngrößen

Treppenebene

14 Knoten
17 Stäbe
6 Festhaltungen
0 Koppelungen
3 Materialkennwerte
3 Querschnittswerte
7 Lastfälle
0 LF-Kombinationen
5 Ergebnisorte in den Stäben

Querschnittswerte

1	U 320 	U320, S235				
		Schwerpunkt [m]	ys	= 0,019	zs	= 0,000
		Fläche [m²]	A	= 7,5800e-03		
		Trägheitsmomente [m4]	Ix	= 6,6700e-07		
			Iy	= 1,0870e-04	I1	= 1,0870e-04
			Iz	= 5,9700e-06	I2	= 5,9700e-06
		Hauptachsenwinkel [Grad]	Phi	= 0,000	Iyz	= 0,0000e+00
2	HEA 240 	HEA240, S235				
		Schwerpunkt [m]	ys	= 0,000	zs	= 0,000
		Fläche [m²]	A	= 7,6800e-03		
		Trägheitsmomente [m4]	Ix	= 4,1700e-07		
			Iy	= 7,7600e-05	I1	= 7,7600e-05
			Iz	= 2,7700e-05	I2	= 2,7700e-05
		Hauptachsenwinkel [Grad]	Phi	= 0,000	Iyz	= 0,0000e+00
3	U 240 	U240, S235				
		Schwerpunkt [m]	ys	= 0,018	zs	= 0,000
		Fläche [m²]	A	= 4,2300e-03		
		Trägheitsmomente [m4]	Ix	= 1,9700e-07		
			Iy	= 3,6000e-05	I1	= 3,6000e-05
			Iz	= 2,4800e-06	I2	= 2,4800e-06
		Hauptachsenwinkel [Grad]	Phi	= 0,000	Iyz	= 0,0000e+00

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	S235-EN	210000	81000	1,2e-05	78,500
2	2	S235-EN	210000	81000	1,2e-05	78,500
3	3	S235-EN	210000	81000	1,2e-05	78,500

Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
2	Gitterrost
3	Geländer
4	Nutzlast 1

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik Geprüft

LF.	Bezeichnung
5	Nutzlast 2
100	LG Gk
101	LG Qk

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht	0,000	0,000	17,490
	Auflagerreaktionen	0,000	-0,000	17,490
2	Gitterrost	-0,000	0,000	11,579
	Auflagerreaktionen	0,000	-0,000	11,579
3	Geländer	-0,000	0,000	13,379
	Auflagerreaktionen	-0,000	0,000	13,379
4	Nutzlast 1	0,000	0,000	25,200
	Auflagerreaktionen	0,000	-0,000	25,200
5	Nutzlast 2	-0,000	0,000	79,014
	Auflagerreaktionen	0,000	-0,000	79,014
100	LG Gk	-0,000	0,000	42,448
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	42,448
101	LG Qk	-0,000	0,000	104,214
	Auflagerreaktionen	-0,000	-0,000	104,214

EN 1993-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle

1 Eigengewicht
2 Gitterrost
3 Geländer

QN - Nutzlast, Verkehrslast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,7 / 0,7 / 0,6

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

4 Nutzlast 1
5 Nutzlast 2

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

1. Ständige und vorübergehende Situation

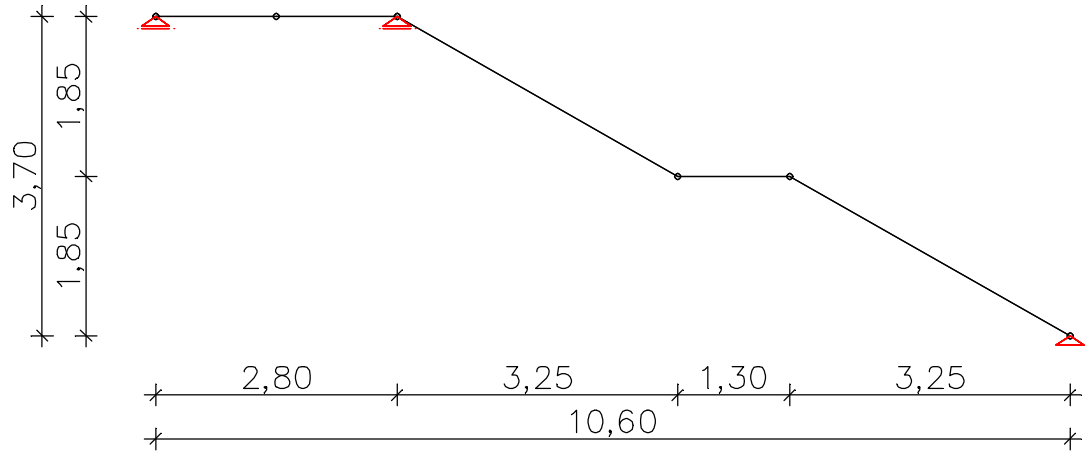
Endzustand

G Eigenlast
QN Nutzlast, Verkehrslast

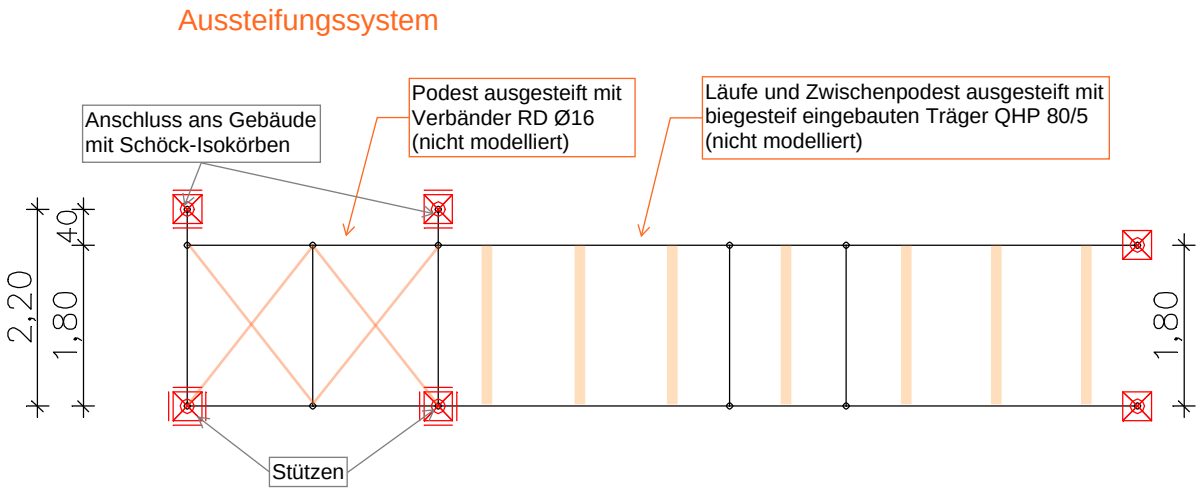
1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G Eigenlast
QN Nutzlast, Verkehrslast



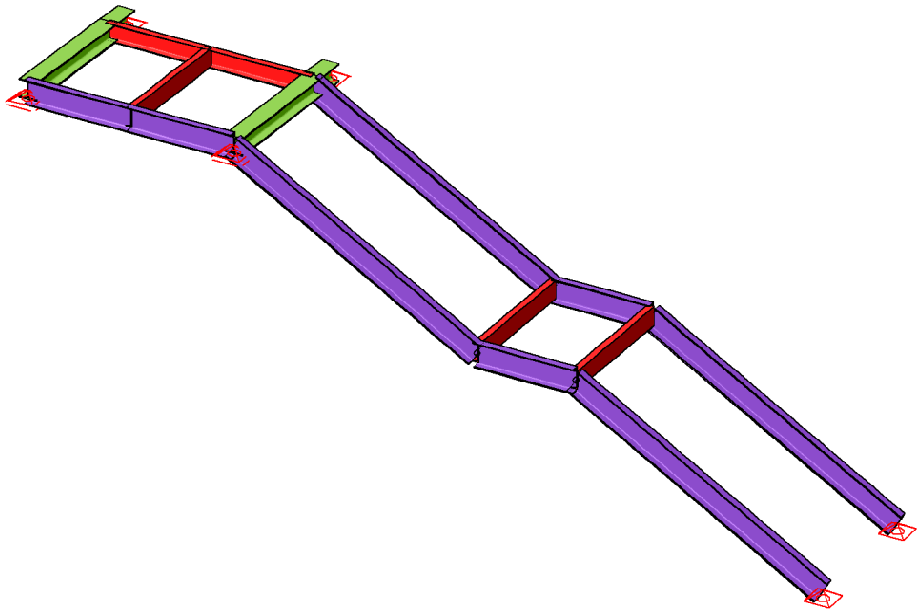
Geometrie Ansicht



Geometrie Draufsicht

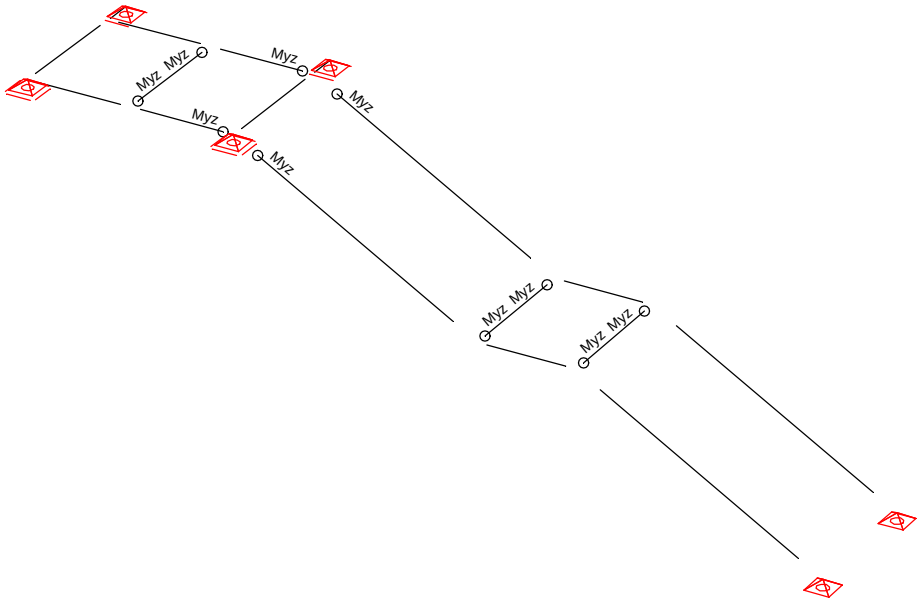
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Prüfing. für Baustatik * Geprüft

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\13 Stahltreppe\2026-01-21 Außentreppe.rsw



Querschnittsfarbe

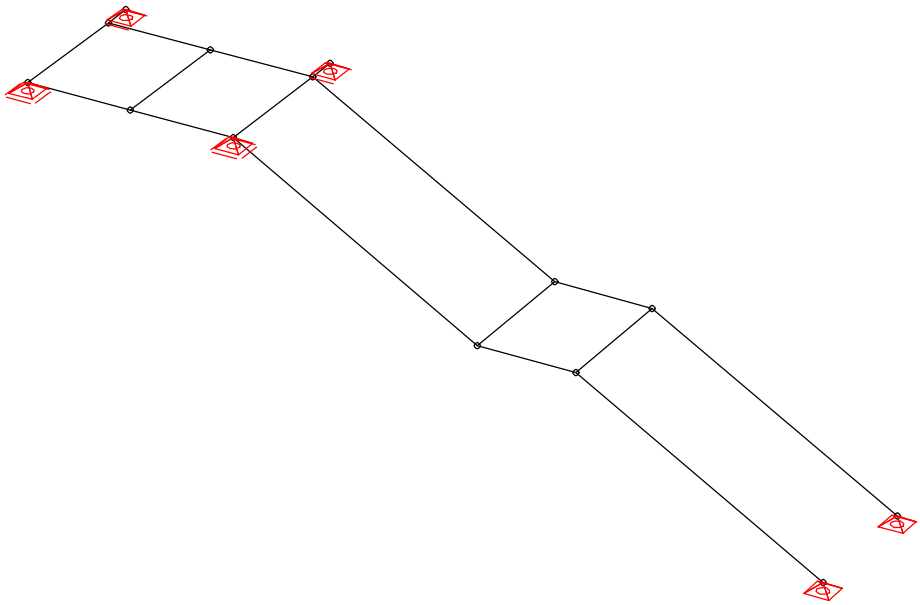
Querschnittsfarbe



Schrumpfdarstellung; Gelenkinfo

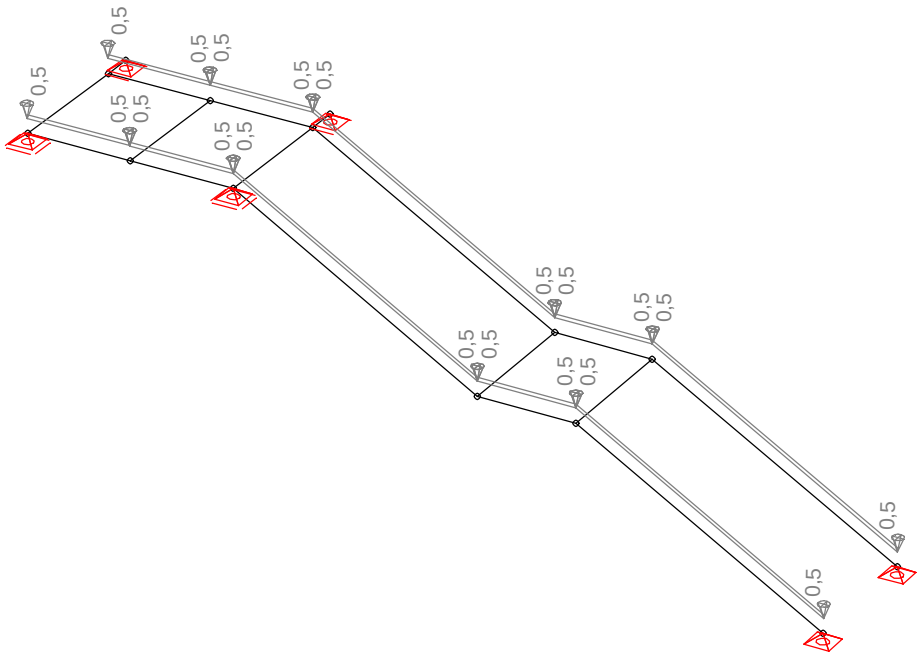
Schrumpfdarstellung; Gelenkinfo

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik



LF 1: Belastung, Eigengewicht

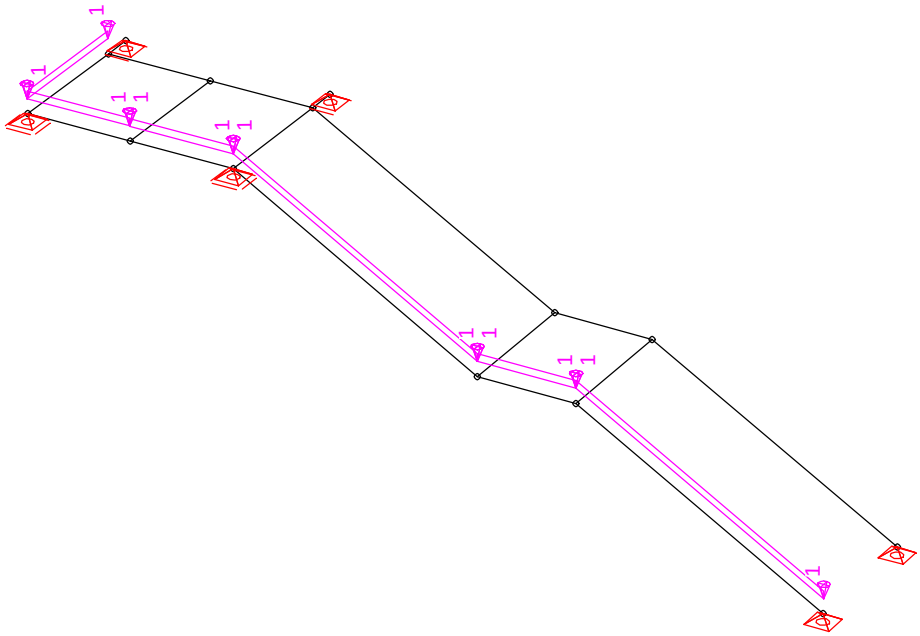
LF 1: Belastung, Eigengewicht



LF 2: Belastung, Gitterrost

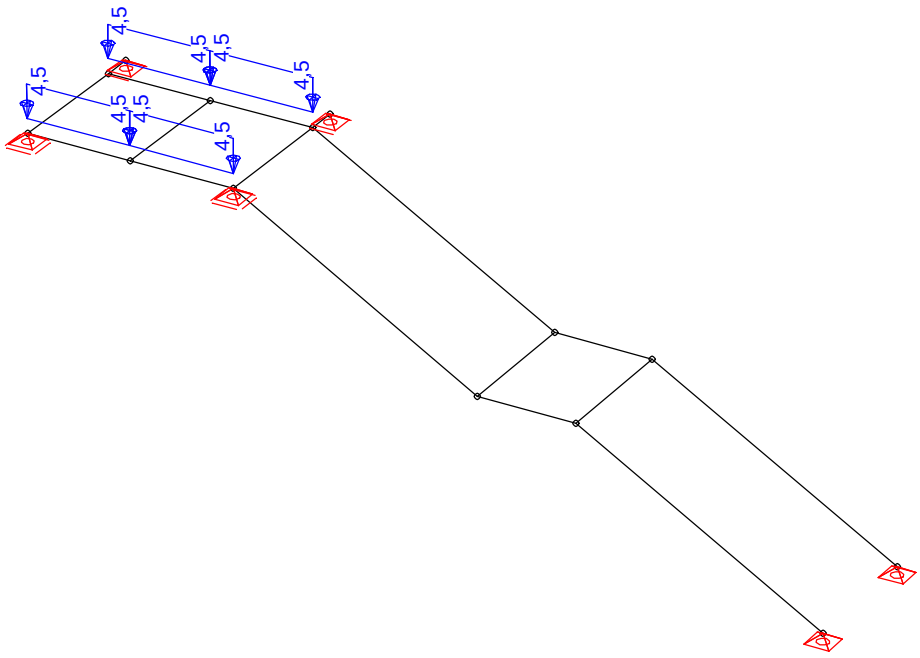
LF 2: Belastung, Gitterrost

Geprüft
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Prüfing. für Baustatik



LF 3: Belastung, Geländer

LF 3: Belastung, Geländer

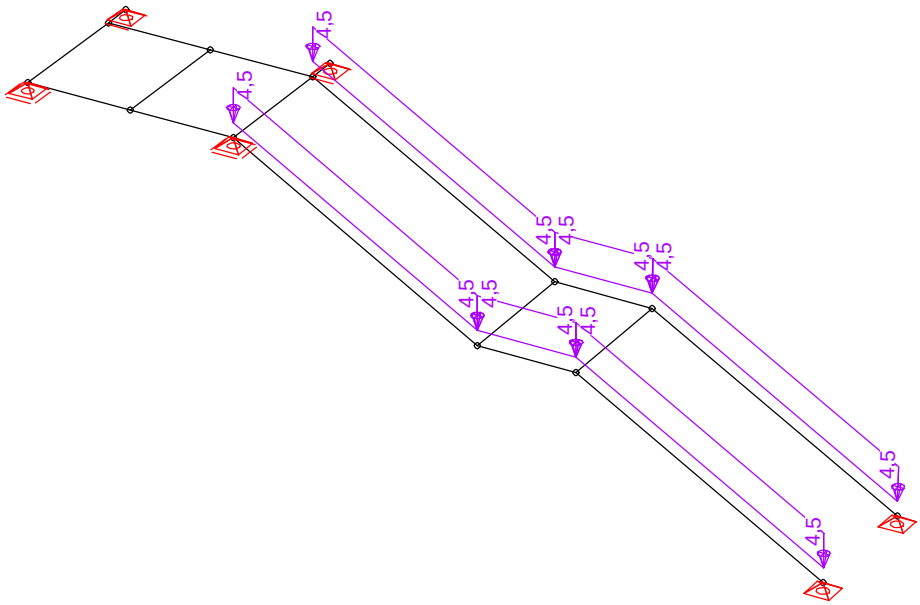


LF 4: Belastung, Nutzlast 1

LF 4: Belastung, Nutzlast 1

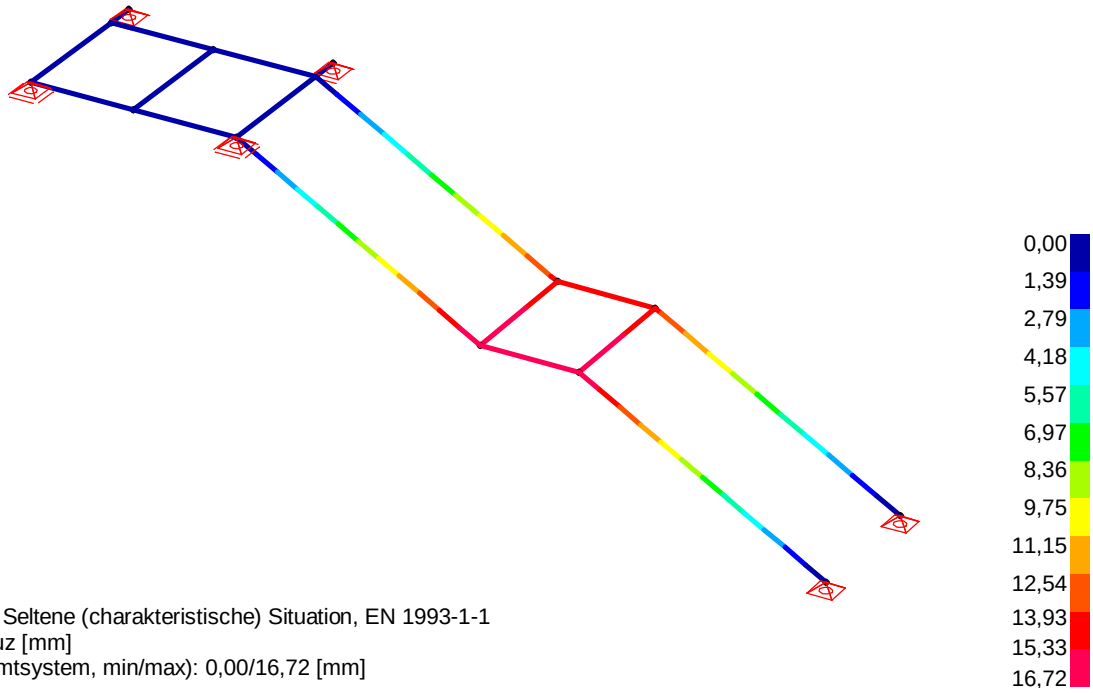
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\13 Stahltreppe\2026-01-21 Außentreppe.rsw

Prof. Dipl.-Ing. B. Gahlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik



LF 5: Belastung, Nutzlast 2

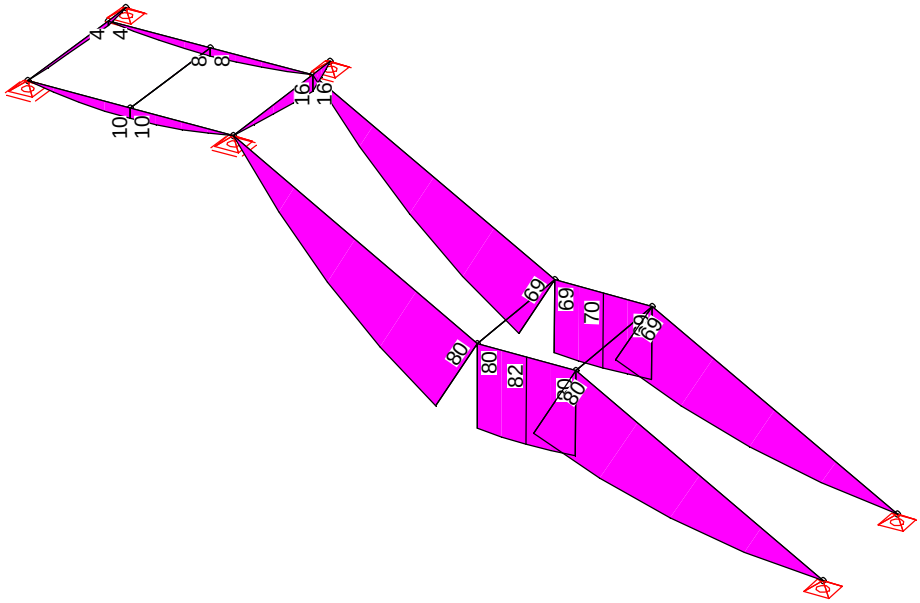
LF 5: Belastung, Nutzlast 2



LFK EN1993.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, EN 1993-1-1
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/16,72 [mm]

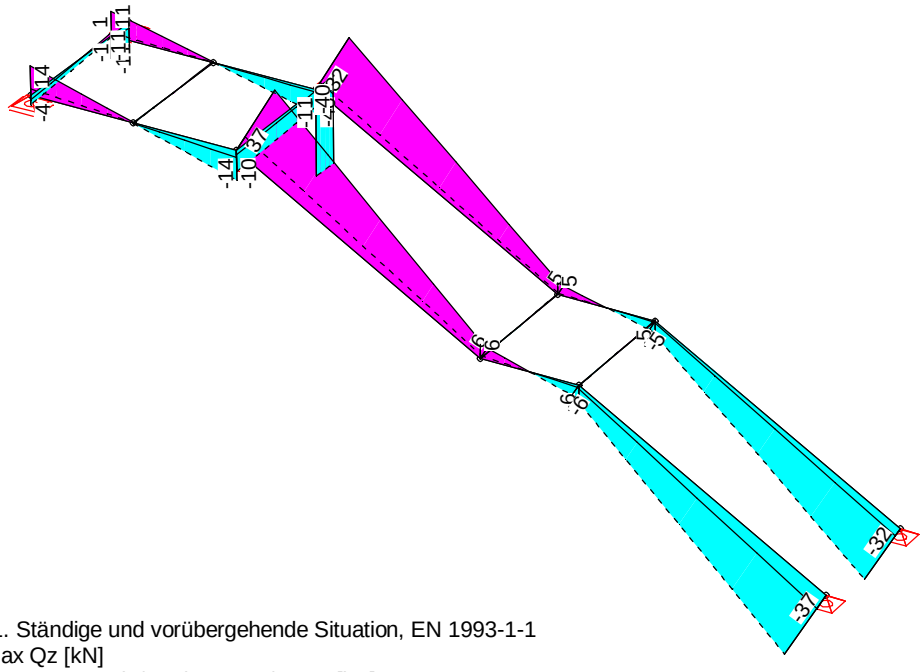
Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, EN 1993-1-1

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik



LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1
Schnittgrößen max My [kNm]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -0,00/81,77 [kNm]

Schnittgrößen My max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1

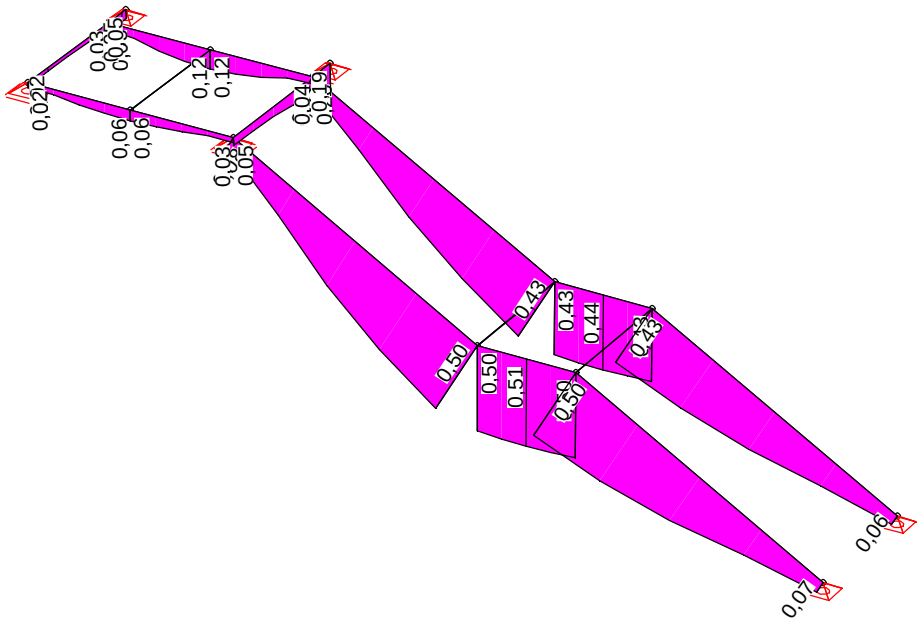


LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1
Schnittgrößen min,max Qz [kN]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -39,93/36,89 [kN]

Schnittgrößen Qz min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1

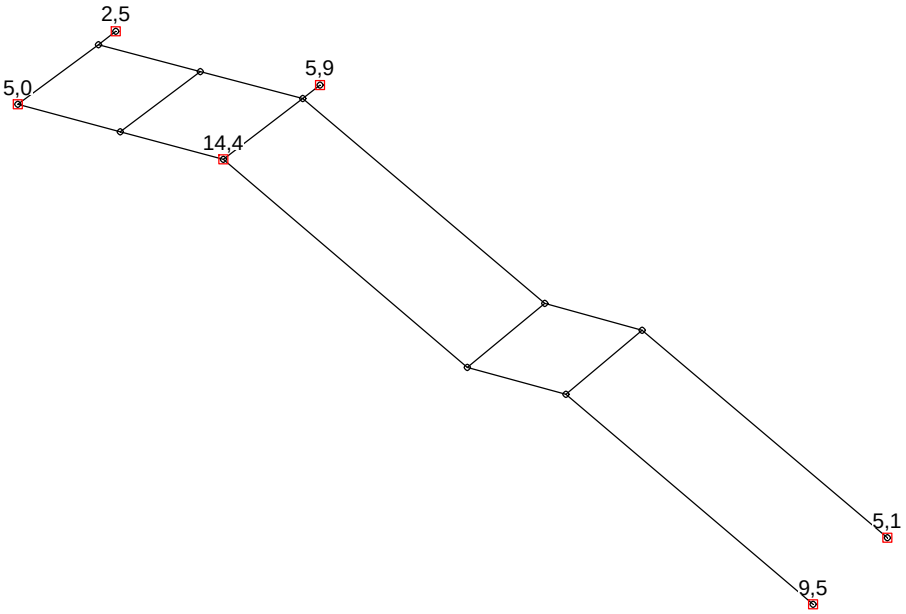
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\13 Stahltreppe\2026-01-21 Außentreppe.rsw

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Geprüft Prüfing. für Baustatik



Ausnutzung nach EN 1993-1-1 [-]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,51 [-]

Ausnutzung nach EN 1993-1-1

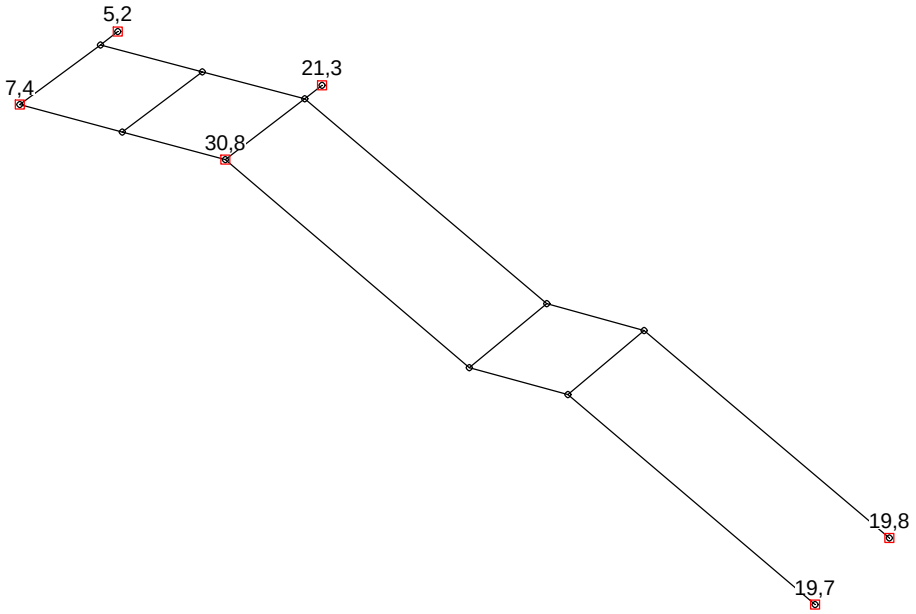


LF 100: LG Gk
Auflagerreaktionen im Lokalsystem Rz(l) [kN]
Summe im Globalsystem Rz(g) = 42,45 [kN]

Auflagerreaktionen Rz; LF 100, LG Gk

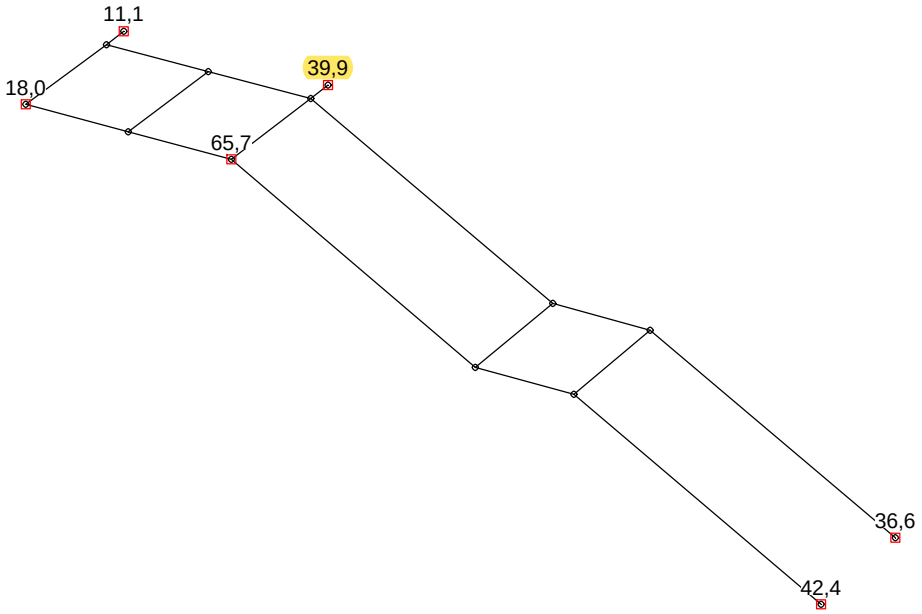
O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\13 Stahltreppe\2026-01-21 Außentreppe.rsw

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik



LF 101: LG Qk
Auflagerreaktionen im Lokalsystem Rz(l) [kN]
Summe im Globalsystem Rz(g) = 104,21 [kN]

Auflagerreaktionen Rz; LF 101, LG Qk



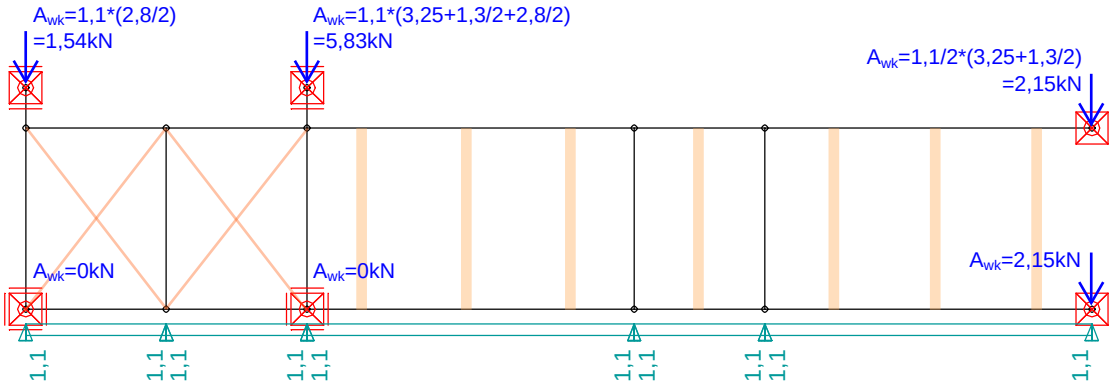
LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1
Auflagerreaktionen im Lokalsystem max Rz(l) [kN]

Auflagerreaktionen Rz max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1

O:\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\13 Stahltreppe\2026-01-21 Außentreppe.rsw

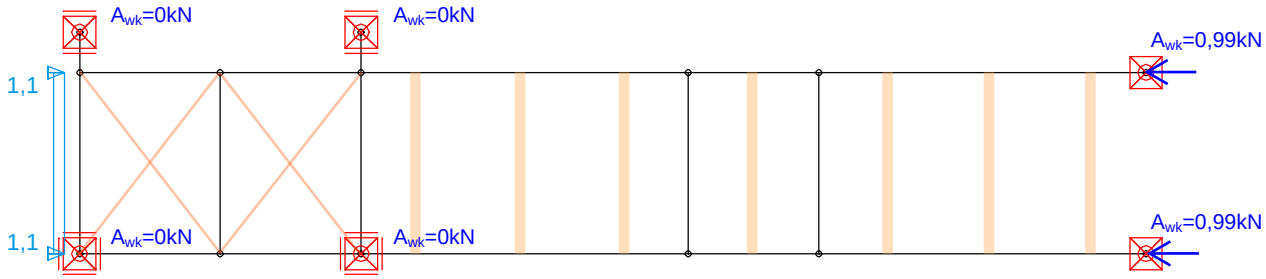
Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Aussteifung - Stützen als Pendelstützen

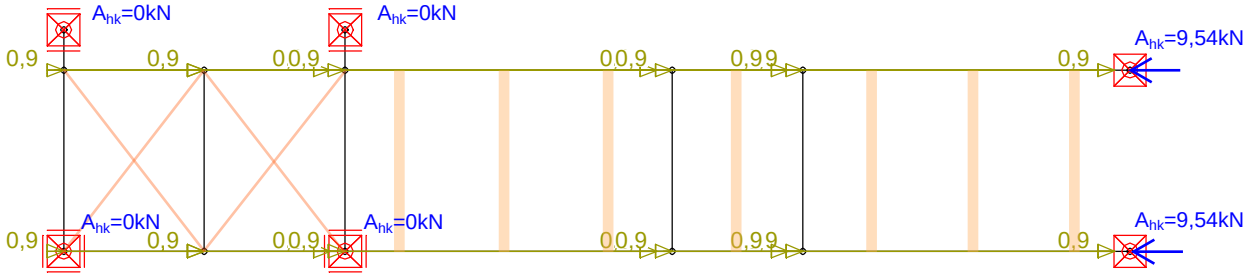


LF 10: Belastung, Wind 1

wk=1,3m*(0,8+0,5)*0,65kN/m² = 1,1kN/m



LF 11: Belastung, Wind 2



LF 12: Belastung, H-Last (0,2*qk)

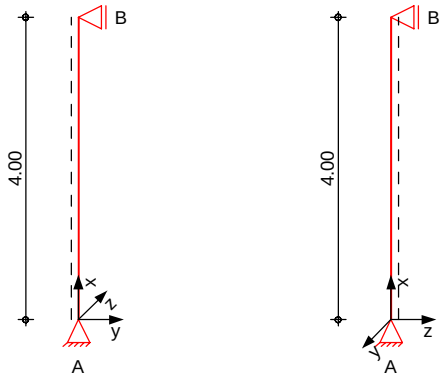
hk=20%*5,00kN/m²*1,8m/2= 0,9kN/m

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen
Geprüft
Prüfing. für Baustatik

Pos. Stütze **Stahlstütze**

System Stahlstütze, DIN EN 1993-1-1:2010-12

M 1:100



Abmessungen Mat./Querschnitt	l [m]	Material	Profil
	4.00	*S 235*	*HQ 120-5*

Auflager

Lager	x [m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]	$K_{T,y}$ [kN/m]	$K_{R,z}$ [kNm/rad]	Gabell.
B	4.00	fest	frei	fest	frei	fest
A	0.00	fest	frei	fest	frei	fest

Knicklängen
$L_{cr,y}$ = 4.00 m
$L_{cr,z}$ = 4.00 m

Kipplänge
$L_{cr,LT}$= 4.00 m

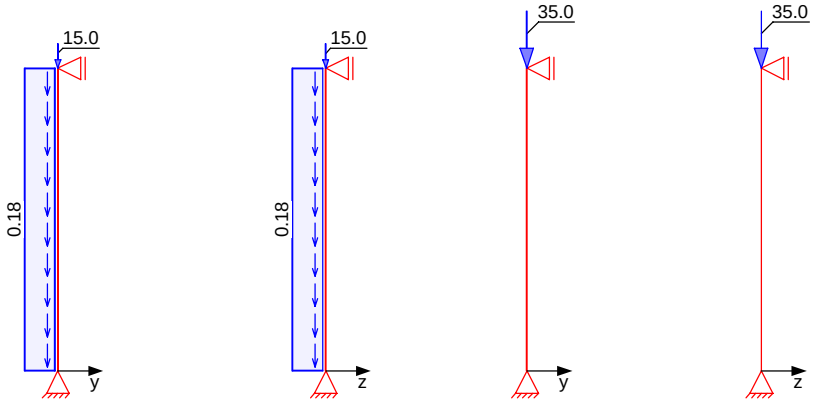
Lagerung unten: Gabel, oben: Gabel

Belastungen Belastungen auf das System

Grafik Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk Gk Qk.N Qk.N



Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Streckenlasten in x-Richtung

	Komm.	a [m]	s [m]	q_u [kN/m]	q_o [kN/m]
Einw. *Gk*	Eigengew	0.00	4.00		0.18

Punktlasten in x-Richtung

Einzellasten

	Komm.	a [m]	F_x [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]
Einw. *Gk*		4.00	15.00	0.0	0.0
Einw. *Qk.N*		4.00	35.00	0.0	0.0

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

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

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1993

Quersch.-klasse

Maßgebende Querschnittsklasse: Klasse 1

c/t-Verhältnis

Nachweis E-E

Nachweis der Biege- und Querkrafttragfähigkeit

Abs. 6.2

x [m]	Ek	$N_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ $M_{z,d}$ [kNm]	$V_{z,d}$ $V_{y,d}$ [kN]	σ_d τ_d $\sigma_{v,d}$ [N/mm²]	η [-]
4.00	2	-72.75	0.00	0.00	32.05	0.14
			0.00	0.00	0.00	
					32.05	
0.00	2	-73.71	0.00	0.00	32.47	0.14 *
			0.00	0.00	0.00	
					32.47	

Stabilität

Nachweis der Stabilität

Festhaltungen Stab *0*

x-Koordinaten [m] bzgl. Stabanfang
0.00 GL, 4.00 GL
GL: Gabellager

Globale Beiwerte

Angriffspunkt der Last: z_p = 0.00 cm
Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{m,1}$ = 1.10

x [m]	Ek	$N_{x,d}$ N_{Rd} [kN]	χ_y χ_z [-]	η [-]
($L_{cr,y}$ = 4.00m, $L_{cr,z}$ = 4.00m)				
0.00	2	-73.71	0.73	0.21 *
		484.95	0.73	

Auflagerkräfte

Charakteristische Auflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

	Aufl.	$F_{x,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	$F_{y,k}$ [kN]
Einw. *Gk*	A	15.71	0.00	0.00

Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen * Geprüft * Prüfing. für Baustatik

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

	Aufl.	$F_{x,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	$F_{y,k}$ [kN]
	B	0.00	0.00	0.00
Einw. *Qk.N*	A	35.00	0.00	0.00
	B	0.00	0.00	0.00

Zusammenfassung — Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT) — Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	x [m]		η [-]
Nachweis E-E	0.00	OK	0.14
Stabilität	0.00	OK	0.21

DOSPI (\\do-fsr-01) (O:)\DOHB\21005 - Turnhalle Ennigerloh\STA_Genehmigung\21005 Turnhalle Ennigerloh_mb24
mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb AEC Software GmbH

Geprüft Prof. Dipl.-Ing. B. Gehlen Prüfing. für Baustatik

Detail Anschluss ans Gebäude

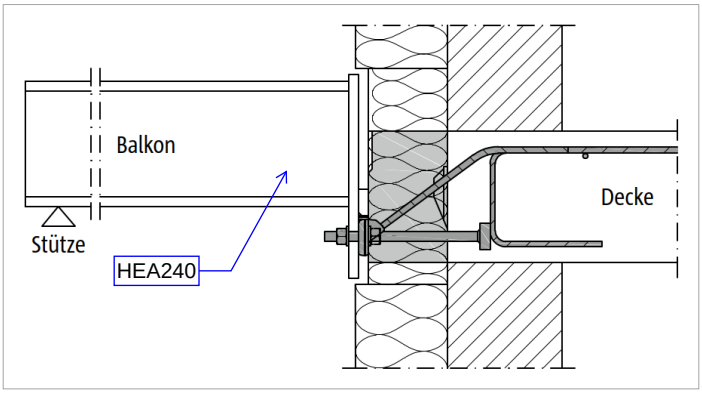


Abb. 77: Schöck Isokorb® XT Typ SQ: Barrierefreier Übergang durch Höhenversatz

Bemessung Schöck Isokorb® XT Typ SQ

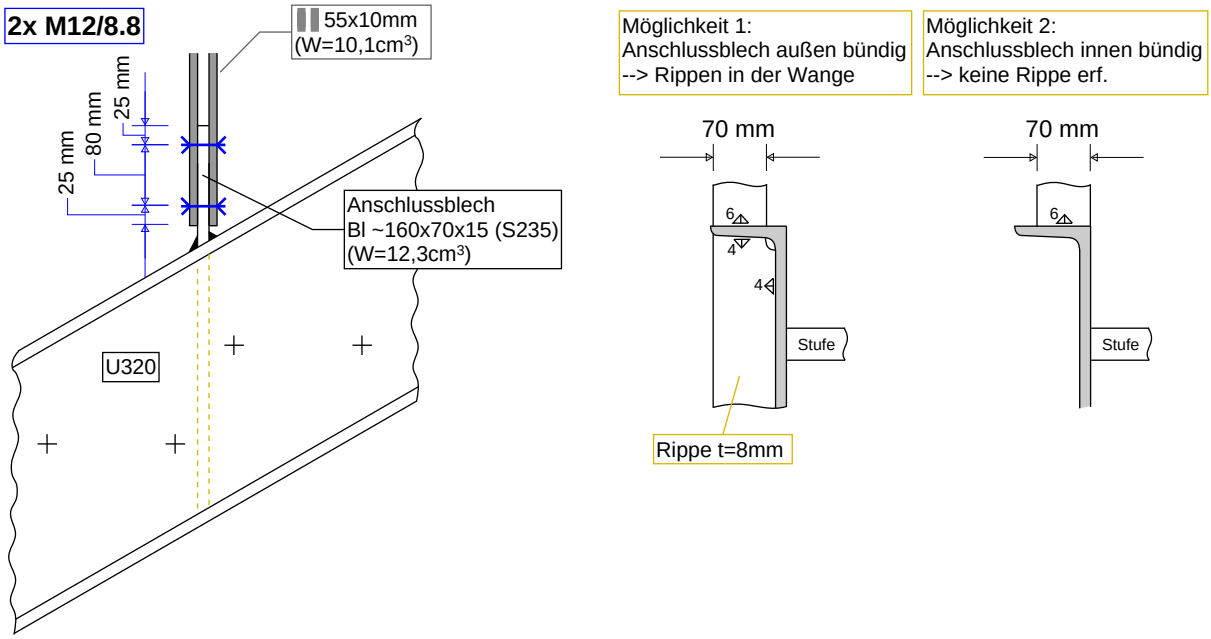
Der Anwendungsbereich des Schöck Isokorb® XT Typ SQ erstreckt sich auf Decken- und Balkonkonstruktionen mit vorwiegend ruhenden, gleichmäßig verteilten Verkehrslasten nach DIN EN 1991-1-1/NA, Tabelle 6.1DE. Für die beiderseits des Isokorb® anschließenden Bauteile ist ein statischer Nachweis vorzulegen. Alle Varianten des Schöck Isokorb® XT Typ SQ können positive Querkräfte parallel zur z-Achse übertragen. Für negative (abhebende) Querkräfte gibt es Lösungen mit dem Schöck Isokorb® XT Typ SK.

Schöck Isokorb® XT Typ SQ 2.0	V1	V2	V3
Bemessungswerte bei		$V_{Rd,z}$ [kN/Element]	
	25,1	39,2	56,4
Betonfestigkeitsklasse ≥ C25/30		$V_{Rd,y}$ [kN/Element]	
	±2,5	±4,0	±6,5

Schöck Isokorb® XT Typ SQ 2.0	V1	V2	V3
Bestückung bei		Isokorb® Länge [mm]	
	220	220	220
Querkraftstäbe	2 ⌀ 8	2 ⌀ 10	2 ⌀ 12
Drucklager / Druckstäbe	2 ⌀ 14	2 ⌀ 14	2 ⌀ 14
Gewinde	M16	M16	M16

--> gewählte Isokorb 2x:
XT Typ SQ-V3-R0-X120-H280-L220-D16-2.0

Detail Geländerpfosten auf Treppenwange



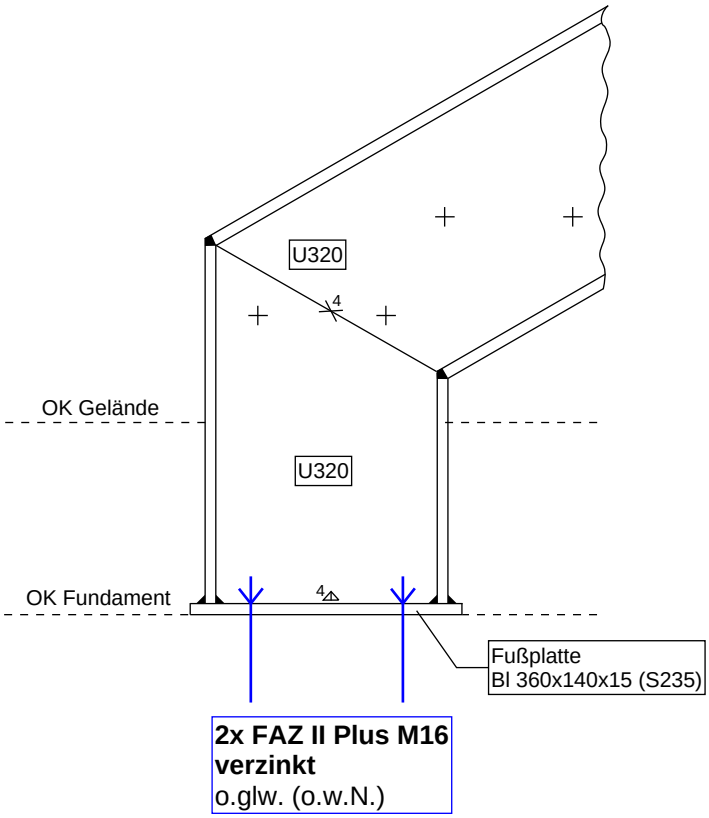
Belastung:
MEd = 1,5 * 1,0kN/m * 1,1m * 1m = 1,65 kNm

Abscheren:
Fv,Ed = 165kNcm / 8,0cm / 2 Scherfuge = 10,3 kN < 32,4 kN = Fv,Rd ✓

Lochleibung:
Fb,Ed = 165kNcm / 8,0cm = 20,6 kN
Fb,Rd = 2,5 * 0,97 * 36kN/cm² * 1,2cm * 1,0cm / 1,25 = 83,8 kN
Fb,Ed = 20,6 kN < 83,8 kN = Fb,Rd ✓

Schweißnaht:
aw = 6mm
Ww = 9,8cm3
σEd = 165kN/cm² / 9,8cm³ = 16,8 kN/cm²
σRd = 36kN/cm2 / ($3^{0,5}$ * 0,8 * 1,25) = 20,8 kN/cm²
σEd = 16,8 kN/cm² < 20,8 kN/cm² = σRd ✓

Detail Fußpunkt Treppenwange



Anschluss Fußpunkt Stütze

z.B. Fußplatte t=10mm, Schweißnaht umlaufend aw=4mm, 4x FAZ II Plus M12 o.glw.

Fundamente:

- unter den Fußpunkten der Wangen b/l/h = 0,60x2,30x0,80m
- unter den Stützen jeweils b/l/h = 0,50x0,5x0,80m
- Beton unbewehrt (o.w.N.)

In bautechnischer Hinsicht geprüft
Standsicherheit bzw. statisch Konstruktiver Brandschutz
(Zutreffendes siehe Prüfbericht)

Prüf-Nr./Jahr	PB-Nr.	Düsseldorf, den
6389S25	01	11.02.2026

Prüfingenieur für Baustatik
von der IK-Bau NRW staatl. anerkannter Sachverständiger
für die Prüfung der Standsicherheit (§ 0374, S 0420)
Fachrichtung Massivbau, Holzbau

Prof. Dipl.-Ing. Balthasar Gehlen

Friedrich-Ebert-Str.54
40210 Düsseldorf

Telefon 0211 - 16 80 10
dus@gehlen-ing.de

Balthasar Paul Heinrich Maria Gehlen, 11.02.2026 16:50