

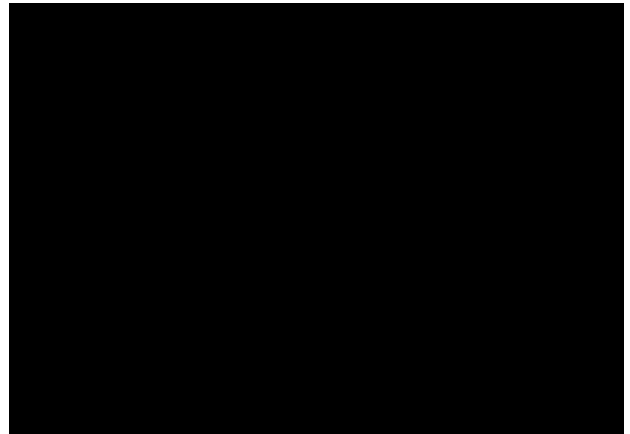
BAUVORHABEN: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

STATISCHE BERECHNUNG

Projekt-Nr.:

[REDACTED]



Bauvorhaben:

Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
Lehnerstr. 65
45481 Mülheim an der Ruhr

Auftraggeber/Bauherr:



Stadt Mülheim
Hans-Böckler-Platz 5
45468 Mülheim an der Ruhr

Entwurfsverfasser:

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Aufsteller:

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 1

Inhaltsverzeichnis

TB	Titelblatt	1
	Inhalt	2
Vorbemerkungen/ Allgemeines		4
I	Allgemeine Beschreibung der Baumaßnahme	5
I.V	Änderungsverzeichnis	8
II	Maßgebende Vorschriften	9
III	Planungsgrundlagen	11
IV	Materialien	13
V	Erdbebenbemessung	14
VI	Wind- und Schneelastzonen	15
VI.I	Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle	16
VI.II	Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau	23
VII	Einwirkungen und Lasten	30
VIII	Brandschutz	35
IX	Grundbau	37
IX.1	Erddruckermittlung	38
Statische Berechnung		41
Nachweise in der Sporthalle		42
300	Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm	43
301	Spannbetonbinder	51
302	Stahlträger Giebelseiten HEA 160	53
302.1	Dübelanschluss Stahlträger	59
200	Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	65
200.1	Stahlbetonstützen Achse 1	78
200.2	Stahlbetonstützen Achse 6	92
201	Stahlbetongiebelstützen Achse J	106
202	Stahlbetongiebelstützen Achse A	120
203	Stahlbetoneckstützen Halle	134
G01	Einzelfundamente Achse 1	148
G02	Einzelfundamente Achse 6	157
G03	Einzelfundamente Achse J	166
G04	Einzelfundamente Achse A	174
G05	Streifenfundamente Erdseitig Achse 1	183
G05.1	Nachweis der klaffenden Fuge	190

VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 2

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

G06	Einzelfundamente in den Ecken	193
G06.1	Kippnachweis	198
	Nachweise im Anbau	201
100	Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 165/250, 1.50 mm	202
101	Stahlbetonringbalken b/h = 20/40 cm	210
102	Stb.-Ringbalken über Innenwand b/h = 17,5 / 24,0 cm	223
103	Stahlprofil L 120x80x8 S 235	224
103.1	Dübelanschluss	230
103.1A	Halbenanschluss	239
104	Stahlbetonbalken b/h = 24/20 cm	249
105	Stahlstütze MSH 80x40-4.0	255
106 - 109	Leerposition	260
110	Stahlträgersturz HEA 100	261
E01	Mauerwerk Außenwand t = 24 cm	264
E02	Mauerwerk Innenwand t = 17,5 cm	273
E03	KS-Flachsturz 2 x t = 11,5 cm	279
E04	KS-Flachsturz t = 17,5 cm	281
E05- E09	Leerposition	283
E10	Hallenausgang Giebelwand	284
E11	Bestandsinnenwände Umkleidebereiche Mauerwerk	391
G10	Sohlplatte Erdgeschoss	394
G10.1	Bemessung im GZT einschl. Bewehrung	404
G10.2	Lagerpressungen	415
G11	Frostschürze B/H = 40 / 60 cm	419
X	Schlussblatt	420

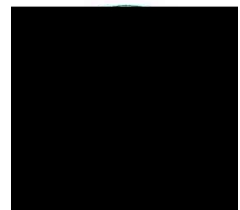
s. 1. Nachtrag.

VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 3

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

Vorbemerkungen/ Allgemeines



VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 4

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S011 - 2025.002

Pos. I Allgemeine Beschreibung der Baumaßnahme

I.1 Veranlassung

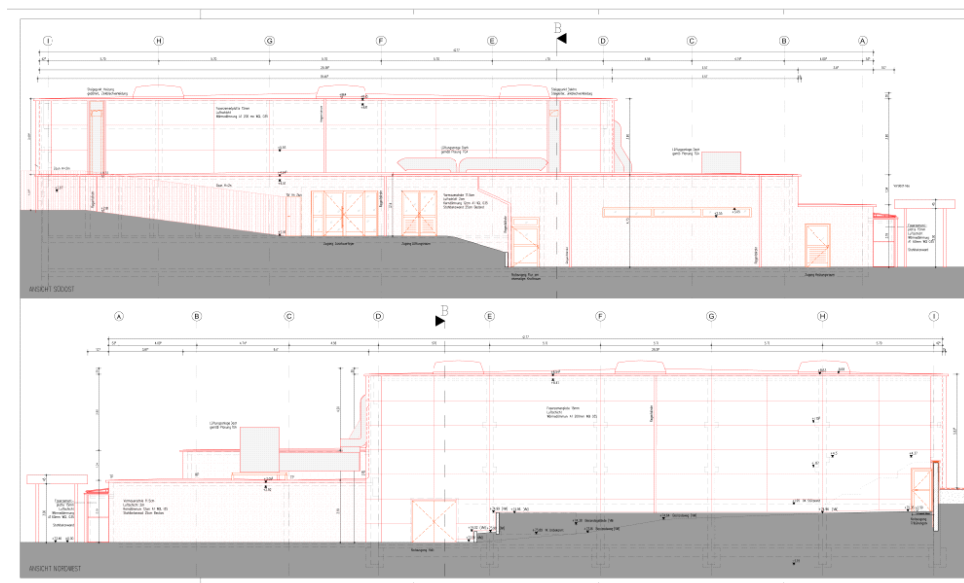
Die Stadt Mülheim an der Ruhr beabsichtigt an der bestehenden 3-fach Sporthalle, Lehnerstraße 67, in 45481 Mülheim an der Ruhr Sanierungsarbeiten durchzuführen. Des Weiteren soll ein Anbau angrenzend an die Umkleidebereiche entstehen.

wurde für den Nachweis der Standsicherheit für die Umbaumaßnahmen sowie den Anbau beauftragt.

Es liegen dem Aufsteller dieser statischen Berechnung umfassende Bestandsunterlagen vor, auf die sich in Teilen bezogen wird. Genauere Angaben sind dem Abschnitt III zu entnehmen. Die statische Berechnung darf erst nach Prüfung durch die Bauaufsichtsbehörde oder einen staatlich anerkannten Prüfenieur zur Ausführung verwandt werden.

Die ermittelten Bodenpressungen und Setzungen sind örtlich durch die Bauleitung und den Bodengutachter zu prüfen. Wenn andere Bodeneigenschaften als die angenommen vorgefunden werden, ist der Aufsteller zu kontaktieren und es sind ggf. erneute statische Berechnungen aufzustellen.

Alles Weitere ist den zugehörigen Konstruktions-, Schal- und Bewehrungsplänen zu entnehmen.



BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	I Allgemeine Beschreibung der Baumaßnahme	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 5

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S011 - 2025.002

I.II Konstruktionsbeschreibung Sporthalle

Die Sporthalle sowie die vorhandenen Umkleidegebäude wurden im Jahr 1983 errichtet. Sie weist Abmessungen von ca. A/B/H = 44,5 m / 29,4 m / 8,5 m auf und wurde als Rahmenkonstruktion mit eingespannten Stahlbetonstützen und gelenkig aufgelagerten Spannbetonbindern errichtet.

Durch den weichen Dachbelag aus Trapezblechen erfolgt die Aussteifung der Halle über die Einspannung der Stb.-Stützen in den Fundamenten. Auf der Achse A ist die Halle ca. zur Hälfte durch Erddruck belastet. Die Erddrucklasten werden planmäßig durch in Linienfundamenten eingespannte Stb.-Wände aufgenommen. Die Stb.-Stützen liegen umlaufend in einem Achsabstand von ca. 5,0 m. Die Wandverkleidung erfolgte über Waschbetonplatten, die über Stb.-Konsolen auf den Stb.-Stützen lagern. Durch die geringere Auflast durch den entfall der Fassadenplatten sind weiterhin die Kippnachweise der Einzelfundamente eingehalten.

I.III Konstruktionsbeschreibung Umkleidegebäude

Die tiefer liegenden Umkleidegebäude wurden als Stb.-Massivkonstruktion mit Trapezblechen als Dachbelag erstellt. Die Außenwände bestehen aus sichtbaren Stahlbetonwänden mit einer Stärke von 25,0 cm. Die tragenden Innenwände wurden aus Ziegelmauerwerk hergestellt. Im Bereich der Hallenachsen lagern die Dachbleche auf an Stb.-Balken montierte Stahlwinkel, welche auf Stb.-Konsolen der Stb.-Stützen der Halle lagern.

I.IV Sanierungs- und Neubaumaßnahmen

Im Zuge dieser Maßnahme soll die gesamte Konstruktion energetisch ertüchtigt werden. Dafür wird die vorhandene Kiesschüttung durch eine Photovoltaikanlage auf dem Dach der Sporthalle ersetzt und das Trapezblech wird ausgetauscht. Die Waschbetonfassade wird in gänzen durch eine gedämmte Blechfassade ersetzt. Die Berechnung der Unterkonstruktion sowie die Anschlagpunkte an den Bestand sind Teil der Werkplanung und werden nicht weiter berücksichtigt. Die vorhandenen Gasbetonsteine zwischen den Gefachen auf der Achse A werden entfernt und die Unterdecke der Halle ausgetauscht.

Auf den Umkleidegebäuden wird eine neue Lüftungszentrale montiert. Die Lasten werden durch eine Stahlkonstruktion auf die tragenden Wände sowie auf den vorhandenen Stb.-Konsolen gelagert. Die Unterkonstruktion der Lüftungsanlage ist nicht Bestandteil dieser statischen Berechnung. Es werden Lastansätze durch den Anlagenplaner vorgegeben, die in den Bestand einzuleiten sind. Der Dachbelag der Umkleidegebäude sowie die Dachhaut bleiben unberührt. In den Umkleiden werden teilweise tragende Wände verschoben.

Der Neubau wird als Massivbaukonstruktion mit tragenden Mauerwerkswänden sowie einem Dach aus Trapezblechen geplant. Die Gründung erfolgt auf einer elastisch gebetteten Sohlplatte mit einer umlaufenden Frostschräge.

I.V Aussteifung Halle

Die Aussteifung der Halle erfolgt über in Köcherfundamente eingespannte Stahlbetonstützen an Hallenlängs-, sowie Giebelwänden. In der Bestandsstatik wurden die Stahlb Bauzustände berechnet, sodass die Waschbetonfassade ohne weitere werden und durch die geplante Blechfassade ersetzt werden kann.

I.VI Aussteifung Sozialtrakt

Die Aussteifung des Sozialtrakts erfolgt über ausreichend Wände in Längs-

BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	I Allgemeine Beschreibung der Baumaßnahme	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 6



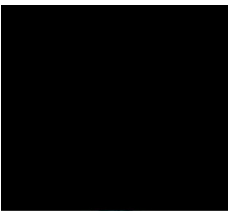
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S011 - 2025.002

Außenwände bestehend aus Stahlbeton können ohne weitere Nachweise die direkte Windbelastung auf die aussteifenden Wände weiterleiten.

I.VII Aussteifung Neubau

Die Aussteifung des Neubaus erfolgt über ausreichend vorhandene Mauerwerkswände. Die Mauerwerkswände sind am Kopf durch Ringbalken gehalten, die für eine Doppelbiegung bemessen werden. Es erfolgen keine weiteren Nachweise zur Aussteifung des Neubaus.



BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	I Allgemeine Beschreibung der Baumaßnahme	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 7

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn

DATUM:

AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

28.11.2024

mb BauStatik S011 - 2025.002

Pos. I.V Änderungsverzeichnis

Nr.	Änderungen	Als Ergänzung / Ersatz

BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	I.V Änderungsverzeichnis	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 8

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S011 - 2025.002

Pos. II Maßgebende Vorschriften

Verwendete Normen, Literatur, EDV Programme

Normen:

DIN EN 1990 Grundlagen der Tragwerksplanung
DIN EN 1991 Einwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
DIN EN 1993 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
DIN EN 1997 Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
DIN EN 1998 Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben
und deren jeweils gültige nationale Anhänge für Deutschland

Hinweis:

Die Erdbebenbemessung erfolgt laut der Musterverwaltungsvorschrift technische Baubestimmungen (MVVTB, Ausgabe 27.Juli 2023) nach der DIN 4149:2005-04. Diese beschreibt die Bemessung von Bauten in deutschen Erdbebengebieten und gilt als Vornorm des Eurocode 8. Diese Norm wurde nun offiziell zurückgezogen. Der allgemeine Teil des Eurocode 8 wurde bereits im Jahr 2010 und der nationale Anhang im Jahr 2011 eingeführt. Diese Normenreihe wurde jedoch nie in die Liste der technischen Baubestimmungen aufgenommen und gilt demnach nicht als bauaufsichtlich eingeführt.

Da im November 2023 ein neuer nationaler Anhang (DIN EN 1998-1-NA 2023-11) veröffentlicht wurde, liegt der Gedanke nah, dass auch diese Norm bei der nächsten Aktualisierung der MVVTB mit aufgenommen wird. Deshalb wird die Erdbebenbemessung nach der derzeit Aktuelle Fassung des Eurocode 8 bemessen.



BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	II Maßgebende Vorschriften	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 9

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn

DATUM:

AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

28.11.2024

mb BauStatik S011 - 2025.002

Literatur

Albert, A.: Schneider Bautabellen für Ingenieure, 23. Auflage, Bundesanzeiger Verlag, Köln, 2014

Bachman, H.: Erdbebengerechter Entwurf von Hochbauten, Bundesamt für Wasser und Geologie, Bern, 2002

Meskouris, K.: Bauwerke und Erbeben, 3. Auflage, Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden, 2011

EDV Programme

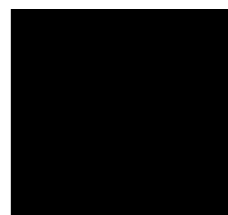
mb BauStatik V.2025.001

InfoCad V.24.00

Frilo Software V.4.2024.2.320

FiXperience V.2.150.668.9

Halfen HTA V.2.96



BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	II Maßgebende Vorschriften	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 10

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S011 - 2025.002

Pos. IIIPlanungsgrundlagen

III.I Bestandsunterlagen

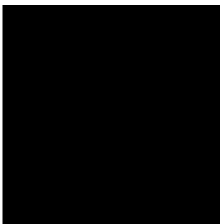
- Bestandsstatik inkl. 1. Nachtrag (1982 - Dipl.-Ing. Udo Küster)
- Prüfberichte Nr. 1 - 4 (1982 - Dipl.- Ing. Hans-Joachim Hellberg)
- Schal- und Positionspläne Grundrisse und Schnitte (1982 - Architektengruppe Zingel)
- Bewehrungspläne Stützen, Fassadenplatten (1982 - Eudur - Bau GmH & Co. KG)
- Schal- und Bewehrungspläne Spannbetonbinder (1982 - Stewing - Vestakon GmbH)

III.II Unterlagen Neu- und Umbau
Objektplanung/Architektur

t | b architekten gmbh
Möddericher strasse 38
46238 bottrop

Genehmigungsplanung

Planbezeichnung	Plan-Nr.	Maßstab	Stand
Grundriss Erdgeschoss		M 1:100	08.07.2024
Plan Schnitt A-A		M 1:100	08.07.2024
Plan Schnitt B-B		M 1:100	08.07.2024
Plan Schnitt C-C		M 1:100	08.07.2024
Plan Schnitt D-D		M 1:100	08.07.2024
Plan Schnitt E-E		M 1:100	08.07.2024
Plan Ansicht Nord		M 1:100	08.07.2024
Plan Ansicht Ost		M 1:100	08.07.2024
Plan Ansicht Süd		M 1:100	08.07.2024
Plan Ansicht West		M 1:100	08.07.2024



BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	III Planungsgrundlagen	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 11

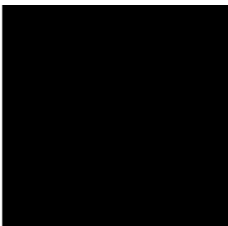
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S011 - 2025.002

III.III **Berichte, Unterlagen**

Baugrundgutachten: Nr. 8378-1
 12.09.2024
 HINZ Ingenieure GmbH
 Haus Uhlenkotten 22a
 48159 Münster

Brandschutzgutachten: Nr. 3500
 21.06.2024
 nees Ingenieure GmbH
 Hafenweg 14
 48155 Münster



BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	III Planungsgrundlagen	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 12

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S011 - 2025.002

Pos. IV	Materialien
---------	-------------

IV.1 Vorhanden

Stahlbeton	B15	= C12/15 (Fundamente/Bodenplatte)
	B45	= C35/45 (Stb.- Stützen, FT-Wände)
	B55	= C45/55 (Spannbetonbinder)
Betonstahl	Bst 420/500	$f_{yk} = 420 \text{ N/mm}^2$ (für die Berechnung angesetzt)
	Bst 500/550	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
Spannstahl	1600/1800 (Spannbetonbalken)	
Baustahl	St 370-2	□ S355
		$f_{yk} = 35,5 \text{ kN/cm}^2$

IV.11 Neu- und Umbau

Beton	C25/30 (Fundamente, Sohle, Wände und Ortbetondecken)
Betonstahl	B500 (A)
Stahl	S235 ($f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$) S 320 GP (Trapezbleche)
Mauerwerk	KS-P 12 -1,8 / M10
Nichttragend:	PP 4 - 0,4 / M10

BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	IV Materialien	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 13

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S011 - 2025.002

Pos. V Erdbebenbemessung

Standortbezogene Einwirkungskategorien

Standort:	45481 Mülheim an der Ruhr
Duktilitätsklasse	DCL
Baugrundklasse	k. Angabe gew. C (sichere Seite)
Untergrundklasse	k. Angabe gew. C (sichere Seite)
Bodenparameter	S= 1,3 (für SaP,R < 1,0)
Spektralbeschleunigung SaP,R	= 0,60 m/s²
Bodenbeschleunigung	ag,R=SaP,R/2,5
Bedeutungskategorie	III (Sporthalle)
Bedeutungsbeiwert	γI = 1,2

Nachweis des Verzichts der Erdbebeneinwirung nach DIN EN 19981/NA Abs. 3.2.1(5)
 Auf einen Ansatz der Erdbebeneinwirkung aufgrund von sehr geringer Seismizität kann verzichtet werden, wenn:

ag x S ≤ 0,5 m/s²

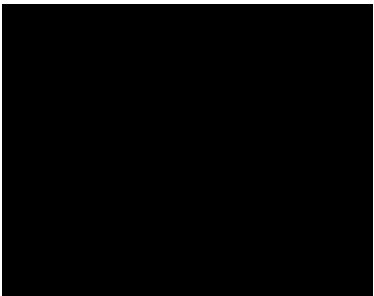
ag = agR x γI
 ag = Sap,R / 2,5 x γI

Nachweis:

ag x S	≤	0,50 m/s²
0,6 m/s² / 2,5 x 1,2 x 1,3	≤	0,50 m/s²
<u>0,374 m/s²</u>	<	<u>0,50 m/s²</u>

Nachweis erbracht!

Auf weitere Erdbebennachweise wird verzichtet.



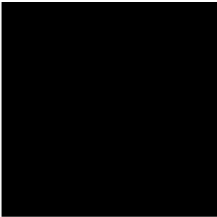
BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines
POS.:	V Erdbebenbemessung
VORGANG:	Statische Berechnung

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S037.de - 2025.002

Pos. VI Wind- und Schneelastzonen

Gebäude					
Gebäudestandort	Postleitzahl	PLZ	=	45468	✓
	Ortsname	Ort	=	Mülheim (Ruhr)	
	Ortsteil	OT	=	Zentrum	
Gemeinde	Gemeindeschlüssel	AGS	=	05117000	
	Bundesland	Nordrhein-Westfalen			
Geodätische Daten	Geogr. Breite	φ	=	51.42963	°
	Geogr. Länge	λ	=	6.87882	°
Geograf. Daten	Geländehöhe ü. NN	H_s	=	38.00	m
	Windzone	WZ	=	1	✓
	Schneelastzone	SLZ	=	1	✓
	char. Schneelast	s_k	=	0.65 kN/m ²	✓



BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI Wind- und Schneelastzonen	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 15

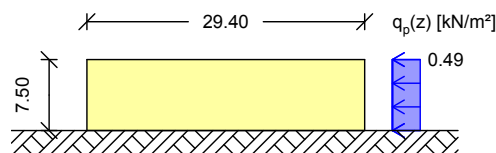
BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S031.de - 2025.002

Pos. VI.I Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle

System Abmessungen	Gebäudedaten			
	Gebäudebreite	B =	29.40	m
	Gebäudelänge	L =	48.00	m
	Gebäudehöhe (Höhe Flachdach)	H =	7.50	m
Geograf. Angaben	Geländehöhe über NN	A =	38.00	m
	Windzone	WZ =	1	
	Schneelastzone	SLZ =	1	
	Standort		Binnenland	
Geometrie	Flachdach scharfkantiger Traufbereich			
Wandöffnungen	geschlossene Außenwände			
Einwirkungen	Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12			
Qk.S	Schnee Schnee- und Eislasten für Orte bis NN + 1000 m			
	Qk.S	min/max Werte		
Qk.W	Wind			
	Windlasten			
	Qk.W	min/max Werte		
Windlasten	Windlastermittlung nach DIN EN 1991-1-4:2010-12			
	Ermittlung im Regelfall nach NA.B.3.3			
	Anströmrichtung 0° auf Traufe links			
	Basiswindgeschwindigkeit	$v_{b,0}$ =	22.50	m/s
	Basisgeschwindigkeitsdruck	$q_{b,0}$ =	0.32	kN/m²
	Bezugshöhe	z_e =	7.50	m
	Geschwindigkeitsdruck	q_p =	0.49	kN/m²
	Lasteinflussfläche	$A \geq$	10.00	m²
Qk.W.000	Bereichsgröße	e_D =	15.00	m
Richtung $\Theta=0^\circ$		e_w =	15.00	m
Winddruckverteilung M 1:800				

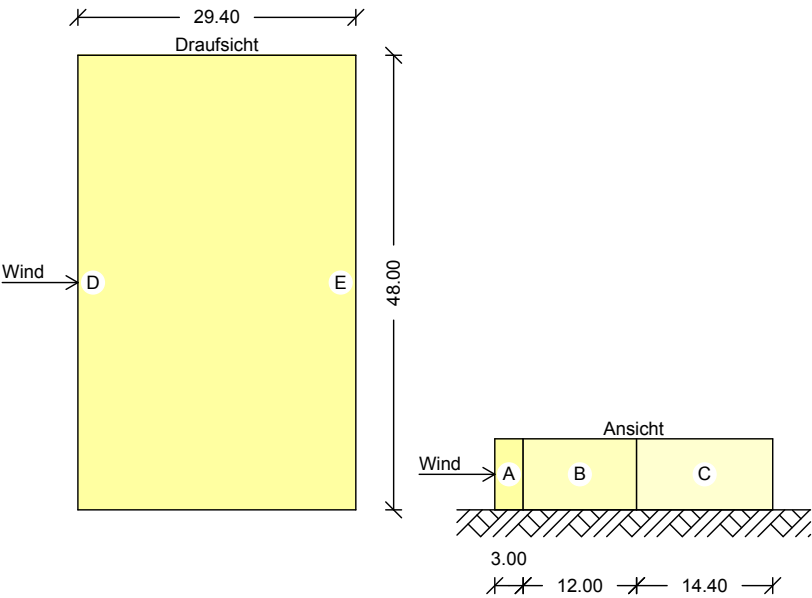


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.I Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 16

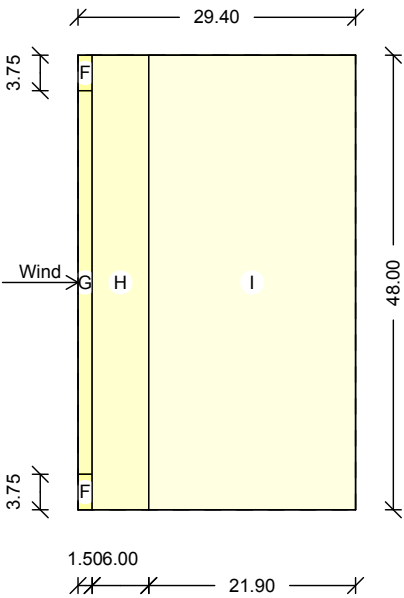
VERFASSER:	<div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div>Roxeler</div><div>Ingenieurgesellschaft</div></div><div><div>Otto-Hahn-Straße 7</div><div>48161 Münster</div><div>Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32</div></div></div></div>	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S031.de - 2025.002

Bereichseinteilung
M 1:800



M 1:800



Bereich	d,b [m]	h [m]	C _{pe,1} [-]	C _{pe,10} [-]	W _{e,10} [kN/m²]
A	3.00	7.50	-1.40		-0.59
B	12.00	7.50	-1.10		-0.39
C	14.40	7.50	-0.50		-0.24
D	48.00	7.50	1.00		0.34
E	48.00	7.50	-0.50		-0.15

BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.I Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 17

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S031.de - 2025.002

Bereich	d [m]	b [m]	C _{pe,1} [-]	C _{pe,10} [-]	W _{e,10} [kN/m²]
F	1.50	3.75	-2.50	-1.80	-0.88
G	1.50	40.50	-2.00	-1.20	-0.59
H	6.00	48.00	-1.20	-0.70	-0.34
I-	21.90	48.00	-0.60	-0.60	-0.29
I+	21.90	48.00	0.20	0.20	0.10

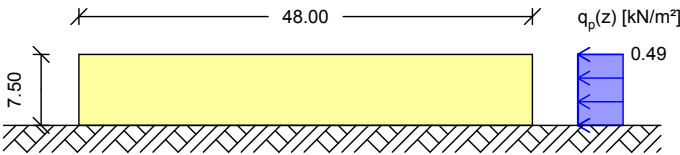
Qk.W.090
Richtung $\Theta=90^\circ$

Bereichsgröße

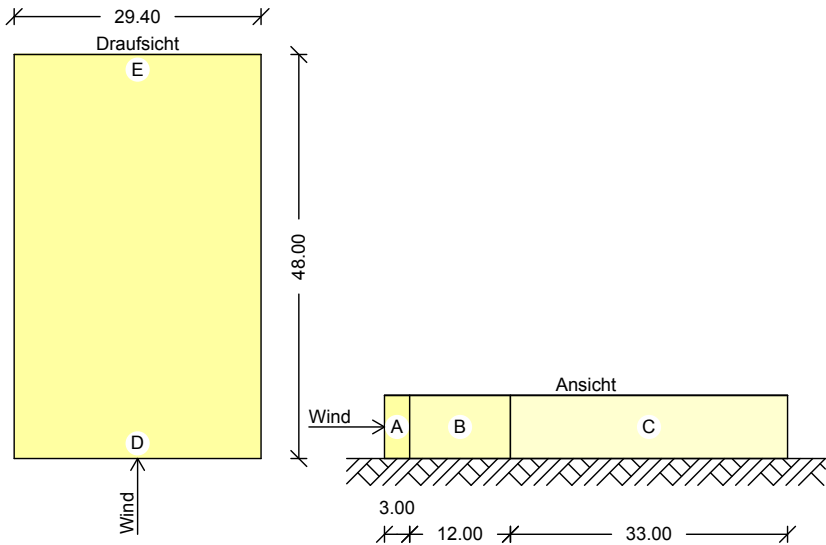
e_D = 15.00 m

e_w = 15.00 m

Winddruckverteilung
M 1:800



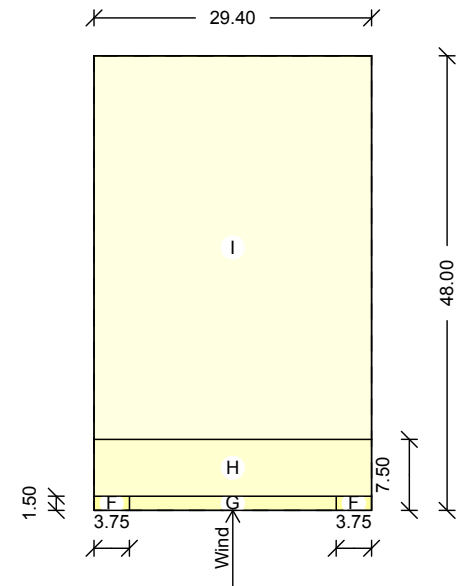
Bereichseinteilung
M 1:900



BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.I Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 18

M 1:800

mb BauStatik S031.de - 2025.002



Bereich	d,b [m]	h [m]	C _{pe,1} [-]	C _{pe,10} [-]	W _{e,10} [kN/m²]
A	3.00	7.50	-1.40	-1.20	-0.59
B	12.00	7.50	-1.10	-0.80	-0.39
C	33.00	7.50	-0.50	-0.50	-0.24
D	29.40	7.50	1.00	0.70	0.34
E	29.40	7.50	-0.50	-0.30	-0.15

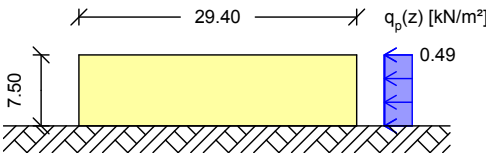
Bereich	d [m]	b [m]	C _{pe,1} [-]	C _{pe,10} [-]	W _{e,10} [kN/m²]
F	1.50	3.75	-2.50	-1.80	-0.88
G	1.50	21.90	-2.00	-1.20	-0.59
H	6.00	29.40	-1.20	-0.70	-0.34
I-	40.50	29.40	-0.60	-0.60	-0.29
I+	40.50	29.40	0.20	0.20	0.10

Qk.W.180
Richtung $\Theta=180^\circ$

Bereichsgröße

$e_D = 15.00 \text{ m}$
 $e_W = 15.00 \text{ m}$

Winddruckverteilung
M 1:800



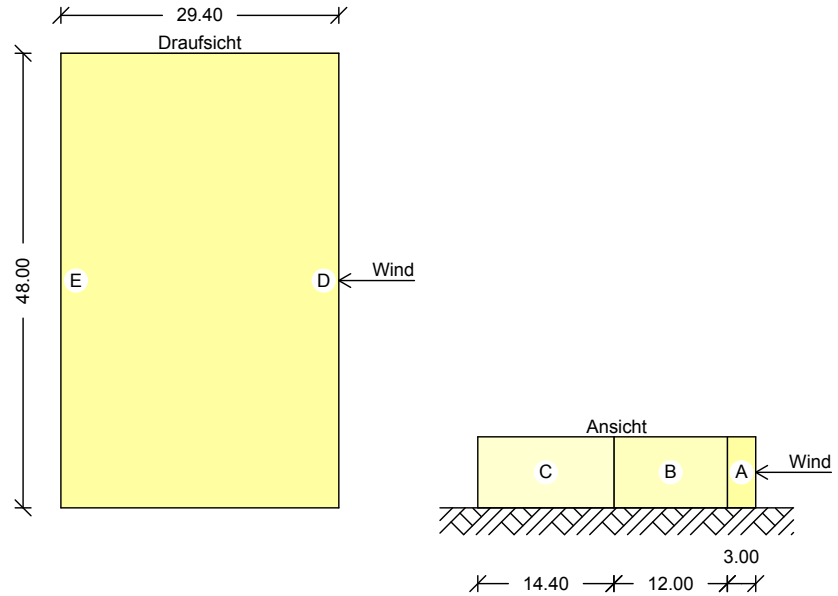
BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.I Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 19

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

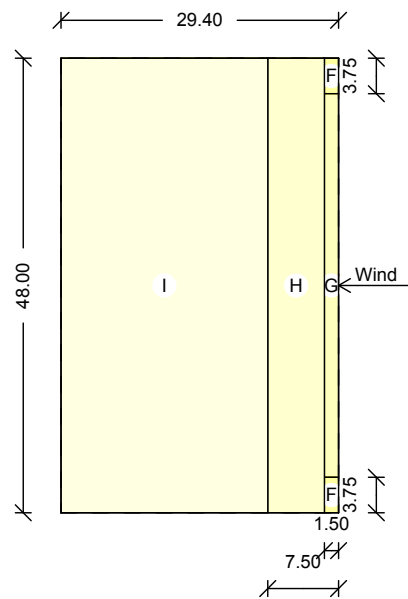
DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S031.de - 2025.002

Bereichseinteilung
M 1:800



M 1:800



Bereich	d,b [m]	h [m]	C _{pe,1} [-]	C _{pe,10} [-]	W _{e,10} [kN/m²]
A	3.00	7.50	-1.40		-0.59
B	12.00	7.50	-1.10		-0.39
C	14.40	7.50	-0.50		-0.24
D	48.00	7.50	1.00		0.34
E	48.00	7.50	-0.50		-0.15

BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.I Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 20

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

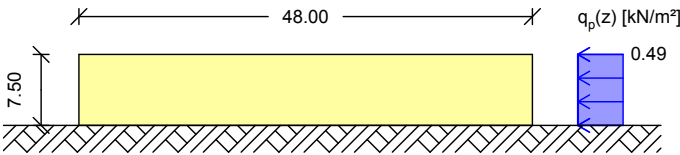
mb BauStatik S031.de - 2025.002

Bereich	d [m]	b [m]	C _{pe,1} [-]	C _{pe,10} [-]	W _{e,10} [kN/m²]
F	1.50	3.75	-2.50	-1.80	-0.88
G	1.50	40.50	-2.00	-1.20	-0.59
H	6.00	48.00	-1.20	-0.70	-0.34
I-	21.90	48.00	-0.60	-0.60	-0.29
I+	21.90	48.00	0.20	0.20	0.10

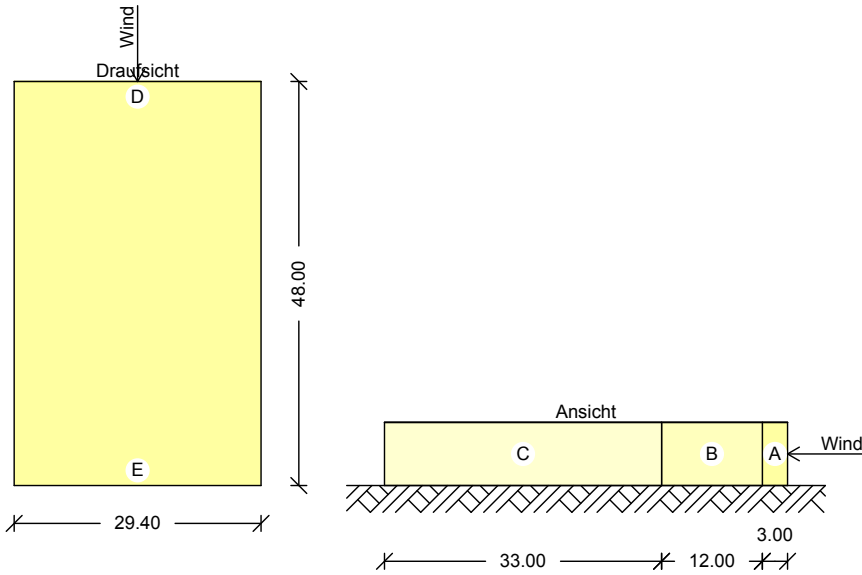
Qk.W.270
Richtung Θ=270°

Bereichsgröße
e_D = 15.00 m
e_w = 15.00 m

Winddruckverteilung
M 1:800

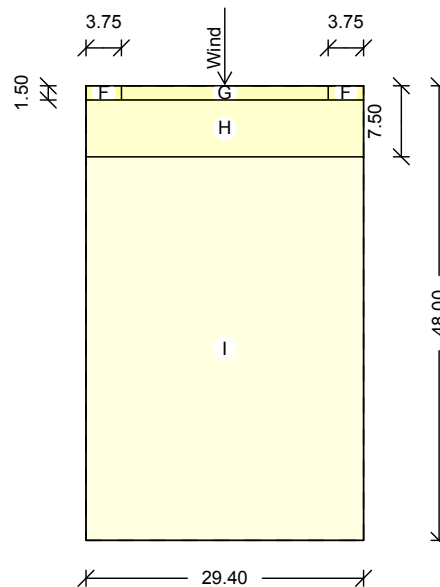


Bereichseinteilung
M 1:900



BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.I Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 21

M 1:800



Bereich	d,b [m]	h [m]	C _{pe,1} [-]	C _{pe,10} [-]	W _{e,10} [kN/m²]
A	3.00	7.50	-1.40	-1.20	-0.59
B	12.00	7.50	-1.10	-0.80	-0.39
C	33.00	7.50	-0.50	-0.50	-0.24
D	29.40	7.50	1.00	0.70	0.34
E	29.40	7.50	-0.50	-0.30	-0.15

Bereich	d [m]	b [m]	C _{pe,1} [-]	C _{pe,10} [-]	W _{e,10} [kN/m²]
F	1.50	3.75	-2.50	-1.80	-0.88
G	1.50	21.90	-2.00	-1.20	-0.59
H	6.00	29.40	-1.20	-0.70	-0.34
I-	40.50	29.40	-0.60	-0.60	-0.29
I+	40.50	29.40	0.20	0.20	0.10

Schneelasten

Schneelastermittlung nach DIN EN 1991-1-3:2010-12

char. Schneelast auf Boden
 Formbeiwert für Schneelast
 Schneelast auf dem Dach

$s_k = 0.65 \text{ kN/m}^2$
 $\mu_1 = 0.80 \text{ -}$
 $s = 0.52 \text{ kN/m}^2$

Solarth.-/PV-Anlage

Länge der Anlage
 Höhe der Anlage
 Verwehlungsänge
 Formbeiwert
 erhöhte Schneelast

$l_1 = 40.00 \text{ m}$
 $h_1 = \text{m}$
 $l_{\text{verweh}} = \text{m}$
 $\mu_{\text{PV}} = \text{-}$
 $s_{\text{PV}} = \text{kN/m}^2$

BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.I Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 22

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

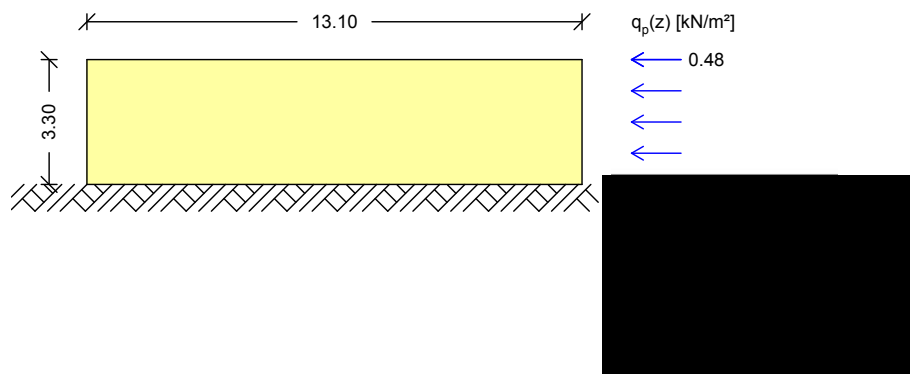
DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S031.de - 2025.002

Pos. VI.II Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau

System	Gebäudedaten			
Abmessungen	Gebäudebreite	B =	13.10	m
	Gebäudelänge	L =	13.50	m
	Gebäudehöhe (Höhe Flachdach)	H =	3.30	m
Geograf. Angaben	Geländehöhe über NN	A =	38.00	m
	Windzone	WZ =	1	
	Schneelastzone	SLZ =	1	
	Standort			Binnenland
Geometrie	Flachdach scharfkantiger Traufbereich			
Wandöffnungen	geschlossene Außenwände			
Einwirkungen	Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12			
Qk.S	Schnee Schnee- und Eislasten für Orte bis NN + 1000 m Qk.S min/max Werte			
Qk.W	Wind Windlasten Qk.W min/max Werte			
Windlasten	Windlastermittlung nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 Ermittlung im Regelfall nach NA.B.3.3 Anströmrichtung 0° auf Traufe links			
	Basiswindgeschwindigkeit	$V_{b,0}$ =	22.50	m/s
	Basisgeschwindigkeitsdruck	$q_{b,0}$ =	0.32	kN/m ²
	Bezugshöhe	z_e =	3.30	m
	Geschwindigkeitsdruck	q_p =	0.48	kN/m ²
	Lasteinflussfläche	$A \geq$	10.00	m ²
Qk.W.000	Bereichsgröße	e_D =	6.60	m
Richtung $\Theta=0^\circ$		e_W =	6.60	m

Winddruckverteilung
M 1:200



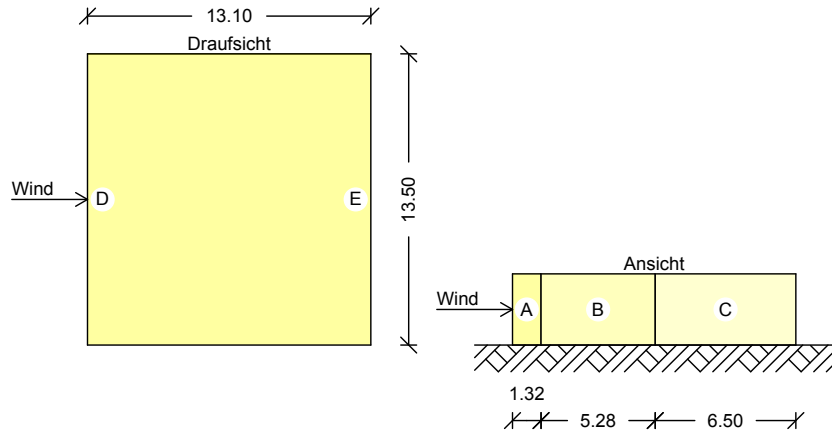
BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.II Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 23

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

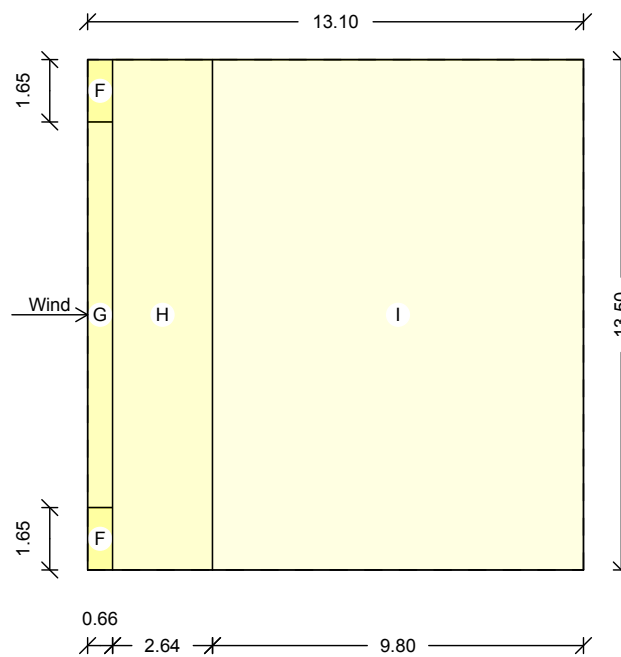
DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S031.de - 2025.002

Bereichseinteilung
M 1:350



M 1:200



Bereich	d,b [m]	h [m]	C _{pe,1} [-]	C _{pe,10} [-]	W _{e,10} [kN/m²]
A	1.32	3.30	-1.40	-1.20	-0.58
B	5.28	3.30	-1.10	-0.80	-0.38
C	6.50	3.30	-0.50	-0.50	-0.24
D	13.50	3.30	1.00		.34
E	13.50	3.30	-0.50		.14

BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.II Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 24

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

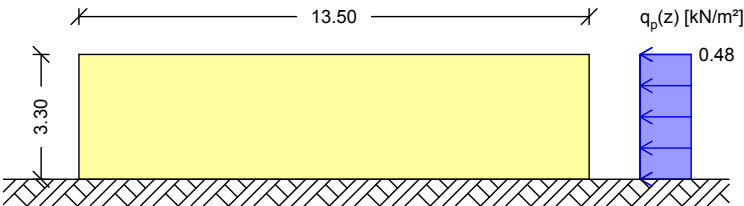
mb BauStatik S031.de - 2025.002

Bereich	d [m]	b [m]	C _{pe,1} [-]	C _{pe,10} [-]	W _{e,10} [kN/m²]
F	0.66	1.65	-2.50	-1.80	-0.86
G	0.66	10.20	-2.00	-1.20	-0.58
H	2.64	13.50	-1.20	-0.70	-0.34
I-	9.80	13.50	-0.60	-0.60	-0.29
I+	9.80	13.50	0.20	0.20	0.10

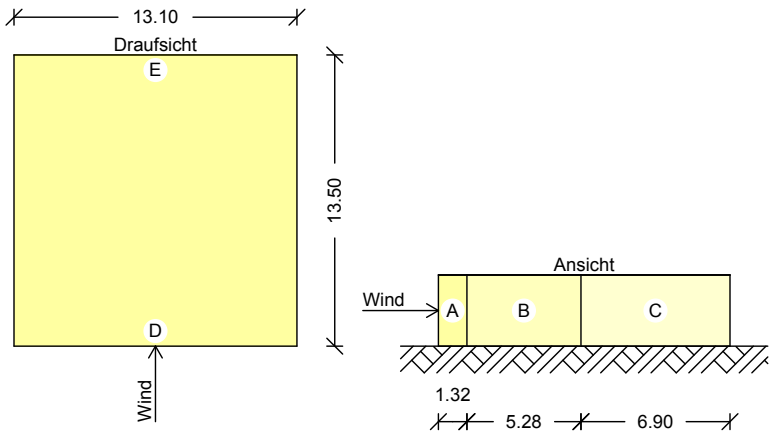
Qk.W.090
Richtung $\Theta=90^\circ$

Bereichsgröße
 $e_D = 6.60 \text{ m}$
 $e_W = 6.60 \text{ m}$

Winddruckverteilung
M 1:200



Bereichseinteilung
M 1:350



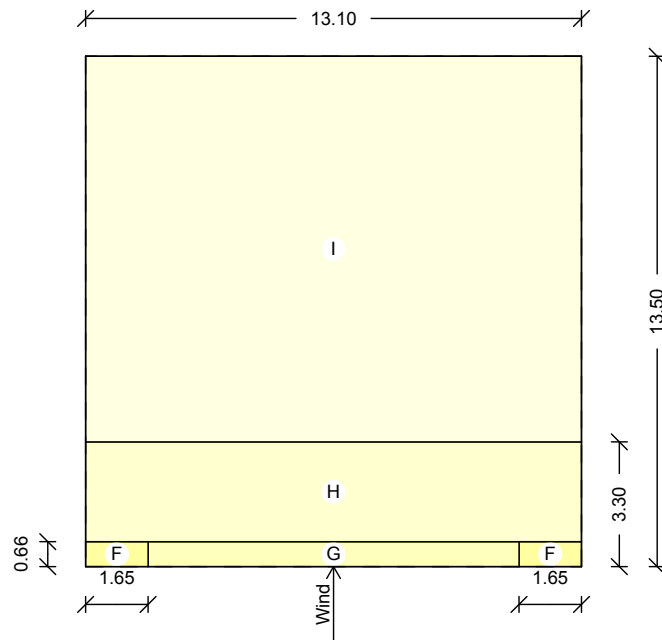
BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.II Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 25

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S031.de - 2025.002

M 1:200



Bereich	d,b [m]	h [m]	C _{pe,1} [-]	C _{pe,10} [-]	W _{e,10} [kN/m²]
A	1.32	3.30	-1.40	-1.20	-0.58
B	5.28	3.30	-1.10	-0.80	-0.38
C	6.90	3.30	-0.50	-0.50	-0.24
D	13.10	3.30	1.00	0.70	0.34
E	13.10	3.30	-0.50	-0.30	-0.14

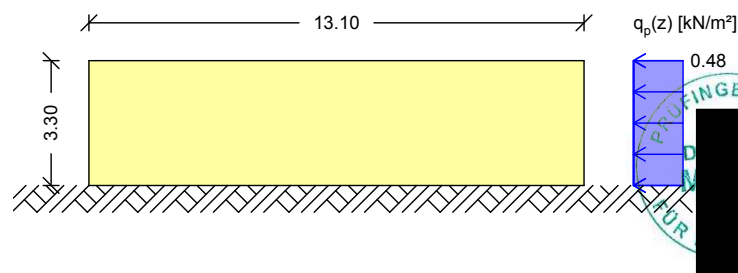
Bereich	d [m]	b [m]	C _{pe,1} [-]	C _{pe,10} [-]	W _{e,10} [kN/m²]
F	0.66	1.65	-2.50	-1.80	-0.86
G	0.66	9.80	-2.00	-1.20	-0.58
H	2.64	13.10	-1.20	-0.70	-0.34
I-	10.20	13.10	-0.60	-0.60	-0.29
I+	10.20	13.10	0.20	0.20	0.10

Qk.W.180
Richtung $\Theta=180^\circ$

Bereichsgröße

$e_D = 6.60$ m
 $e_W = 6.60$ m

Winddruckverteilung
M 1:200



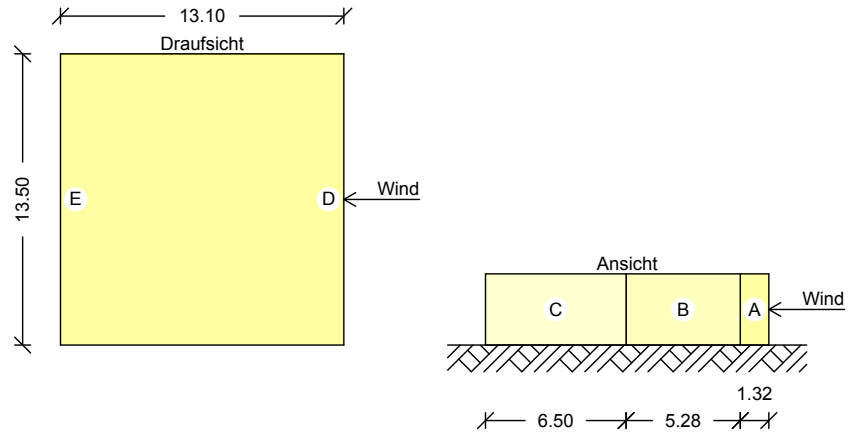
BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.II Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 26

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

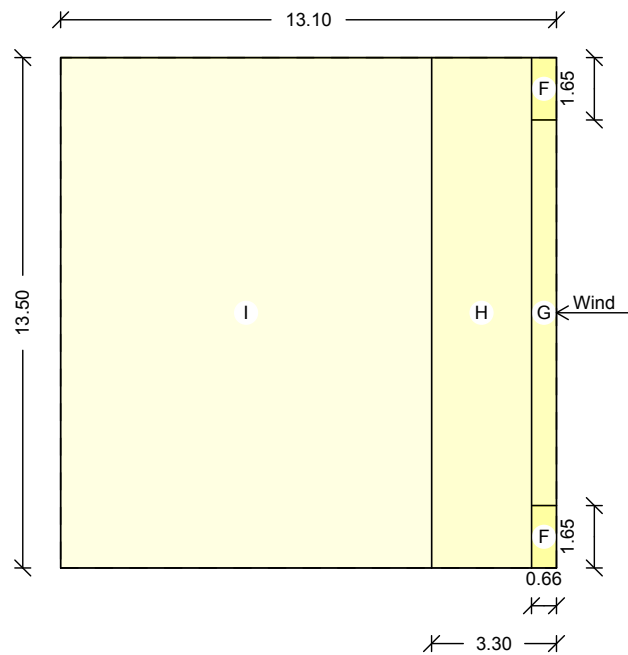
DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S031.de - 2025.002

Bereichseinteilung
M 1:350



M 1:200



Bereich	d,b [m]	h [m]	C _{pe,1} [-]	C _{pe,10} [-]	W _{e,10} [kN/m²]
A	1.32	3.30	-1.40	-1.20	-0.58
B	5.28	3.30	-1.10	-0.80	-0.38
C	6.50	3.30	-0.50	-0.50	-0.24
D	13.50	3.30	1.00	0.70	0.34
E	13.50	3.30	-0.50	-0.50	-0.14

BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.II Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 27

BAUWERK:
AUFTRAGGEBER:

Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S031.de - 2025.002

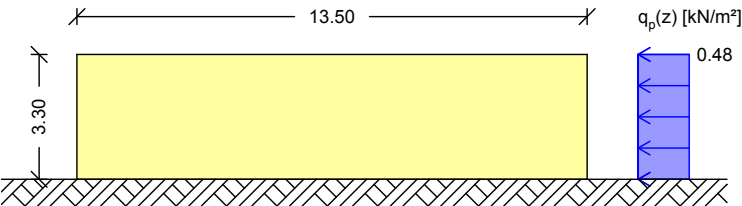
Bereich	d [m]	b [m]	C _{pe,1} [-]	C _{pe,10} [-]	W _{e,10} [kN/m²]
F	0.66	1.65	-2.50	-1.80	-0.86
G	0.66	10.20	-2.00	-1.20	-0.58
H	2.64	13.50	-1.20	-0.70	-0.34
I-	9.80	13.50	-0.60	-0.60	-0.29
I+	9.80	13.50	0.20	0.20	0.10

Qk.W.270
Richtung $\Theta=270^\circ$

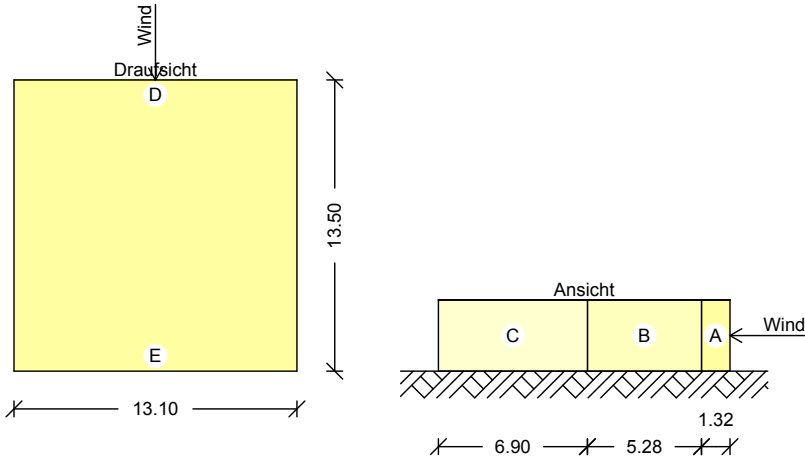
Bereichsgröße

e_D = 6.60 m
e_w = 6.60 m

Winddruckverteilung
M 1:200



Bereichseinteilung
M 1:350



BAUTEIL:
POS.:
VORGANG:

Vorbemerkungen/ Allgemeines
VI.II Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau
Statische Berechnung

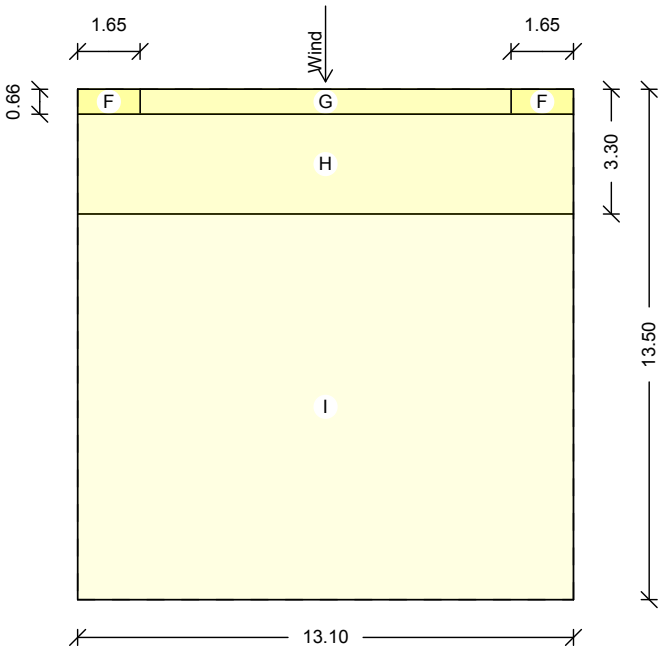
BAUWERK:
AUFTRAGGEBER:

Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S031.de - 2025.002

M 1:200



Bereich	d, b [m]	h [m]	C _{pe,1} [-]	C _{pe,10} [-]	W _{e,10} [kN/m²]
A	1.32	3.30	-1.40	-1.20	-0.58
B	5.28	3.30	-1.10	-0.80	-0.38
C	6.90	3.30	-0.50	-0.50	-0.24
D	13.10	3.30	1.00	0.70	0.34
E	13.10	3.30	-0.50	-0.30	-0.14

Bereich	d [m]	b [m]	C _{pe,1} [-]	C _{pe,10} [-]	W _{e,10} [kN/m²]
F	0.66	1.65	-2.50	-1.80	-0.86
G	0.66	9.80	-2.00	-1.20	-0.58
H	2.64	13.10	-1.20	-0.70	-0.34
I-	10.20	13.10	-0.60	-0.60	-0.29
I+	10.20	13.10	0.20	0.20	0.10

Schneelasten

Schneelastermittlung nach DIN EN 1991-1-3:2010-12

char. Schneelast auf Boden
Formbeiwert für Schneelast
Schneelast auf dem Dach

s_k = 0.65 kN/m²
μ₁ = 0.80 -
s = 0.52 kN/m²

Solarth.-/PV-Anlage

Länge der Anlage
Höhe der Anlage
Verwehlungsänge
Formbeiwert
erhöhte Schneelast

m
m
m
-
kN/m²

BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.II Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 29

Pos. VII Einwirkungen und Lasten

Decke über dem Hallenbereich

Lastannahmen Bestandsstatik: $G+Q = 1,05 + 0,75 \text{ kN/m}^2 = 1,80 \text{ kN/m}^2$

Seitens der Bauherrenschaft wurde sich für die Variante 2 entschieden. Auf dem Hallendach soll eine PV-Anlage **ohne** Beschwerung der Module entstehen. In der Halle unterhalb des Hallendachs entsteht eine offene Konstruktion mit einzelnen Deckenstrahlelementen. Auf eine geschlossene Decke wird verzichtet.

Lastannahmen Decke Sporthallendach Photovoltaik $h < 0,30 \text{ m}$ Aufstellhöhe

Ständige Lasten:

Folie (2-Lagig):	$= 0,10 \text{ kN/m}^2$
Gefälledämmung:	$= 0,05 \text{ kN/m}^2$
Unterdecke Deckenheiz.	$= 0,10 \text{ kN/m}^2$
Eigengewicht Trapezblech	$= 0,10 \text{ kN/m}^2$
Zuschlag Kanäle	$= 0,05 \text{ kN/m}^2$
Zuschlag Stahlträger	$= 0,10 \text{ kN/m}^2$
Σg_{k}	$= 0,50 \text{ kN/m}^2$

Nutz- und Schneelasten:

Nutz- und Schneelasten werden bei der Bemessung addiert und nicht überlagert.

Nutzlasten:

Photovoltaik $< 0,30 \text{ m}$ **$\Sigma q_{N,k} = 0,25 \text{ kN/m}^2$**

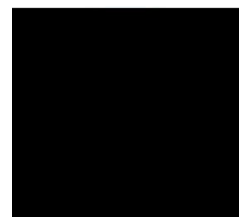


Schneelasten:

$$\mu_s \times s_k = 0,65 \times 0,92 \quad \Sigma q_{s,k} = 0,60 \text{ kN/m}^2$$

mit

$$\mu_s = \min(1,0 / 2,0 \times 0,30 / 0,65 = 0,92) \\ = 0,92$$



BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VII Einwirkungen und Lasten	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 30

Decke über den Umkleiden (Bestand)

Die Lasten der Decke über den Umkleiden werden nicht angepasst Die Trapezblechkonstruktion bleibt bestehen. Die RLT-Anlage lagert durch eine Stahlunterkonstruktion direkt auf den tragenden Wänden und belastet das Blech nicht.

Pos 20 Dachblech über den Nebenräumen

Belastung

40 cm Kiesschüttung = $0,72 \text{ kN/m}^2$

Folie 1,2 mm = $0,07 \text{ kN/m}^2$

60 mm Dämmung = $0,08 \text{ kN/m}^2$

Unterdecke verschl. Platte = $0,10 \text{ kN/m}^2$

Decklag für Kanäle etc = $0,05 \text{ kN/m}^2$

Ergänzwicht Blech = $0,12 \text{ kN/m}^2$

$g = 1,05 \text{ kN/m}^2$

Schneelast $s = 0,75 \text{ kN/m}^2$

$q = 1,80 \text{ kN/m}^2$

Werte als richtig angenommen

[Auszug aus Bestandsstatik]

Lasten aus RLT-Anlage und Unterkonstruktion



Die geplanten Lüftungsanlagen sollen auf dem Dach der Umkleidege... rden. Dafür wird eine Unterkonstruktion aus Stahl erforderlich. Diese Unter... f die vorhandenen Konsolen der Stb.- Stützen der Fahrzeughalle und auf die tr... der Umkleiden aufgeständert werden.

BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VII Einwirkungen und Lasten	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 31

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn

DATUM:

AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

28.11.2024

Die Planungen für die Unterkonstruktion der RLT-Anlage wird durch den Anlagenbauer geliefert und ist nicht Bestandteil dieser statischen Berechnung. Es werden Lasten in den Bestand eingeleitet, welche durch den Planer der Unterkonstruktion zu bestätigen sind.

Die Lasten aus den RLT-Anlagen wurden durch den Fachplaner übermittelt. Es werden zusätzlich Eigengewichtslasten für Unterkonstruktion und Belag sowie eine Nutzlast für Wartungsarbeiten angesetzt.

Die Eigengewichtslasten werden auf eine Ersatzflächenlast umgerechnet und in den jeweiligen Positionen

Multicross GS-H 3500 / 9500 = 6,15 kN / **12,00 kN (maßgebend)**

Ständig

Werte als richtig angenommen

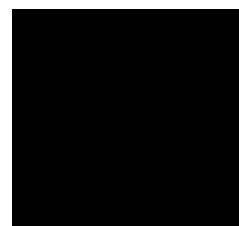
Aus RLT 12,0 kN/ (5,0 m x 4,0 m) = 0,60 kN/m²

Aus Unterkonstruktion = 0,75 kN/m²

Σg_k = 1,35 kN/m²

Nutzlast

Aus Mannlast für Wartung, etc. **q_k = 1,00 kN/m²**

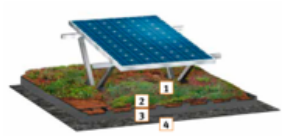


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VII Einwirkungen und Lasten	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 32

Decke über den Anbau

Lastannahmen Neubau Flachdach mit Gründach und PV < 0,31 m

BauderSOLAR Extensiv
Photovoltaikgründach residential



Pflegeaufwand
Gewicht

Technische Daten PV10	
Dachneigung	0 - 5°
Aufbauhöhe	ab ≈ 10,0 cm
Wasserspeichervermögen	ca. 39,5 l/m²
Abflussbeiwert nach FLL	0,5
Neigung Module	10 (auf Anf. 15°)
Unterkonstruktion	Aluminium, Eisenstahl, Magnesit
Flächengewichte, wassergesättigt	
(1) Vegetation nach FLL	10,0 kg/m²
(2) BauderGREEN SUB-E PV 10 cm	153,0 kg/m²
(3) BauderSOLAR G PV-Unter- konstruktion (ohne PV-Module)	4,0 kg/m²
(4) BauderGREEN FSM 600	3,6 kg/m²
Gesamtgewicht	ca. 171 kg/m²

zzgl. Gewicht der PV-Module (≈ 20 - 25 kg/Modul)

PV-Anlage (Als Nutzlast)	= 0,00 kN/m²
Bauder SOLAR Extensiv	= 1,71 kN/m²
Folie (2-Lagig):	= 0,04 kN/m²
Gefälledämmung:	= 0,05 kN/m²
Unterdecke Deckenheiz.	= 0,30 kN/m²
Eigengewicht Bleche	= 0,30 kN/m²
Zuschlag Kanäle	= 0,05 kN/m²
Σq_{k}	≈ 2,45 kN/m²

Schneelasten:	$q_{s,k}$ = 0,60 kN/m²
---------------	------------------------

BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VII Einwirkungen und Lasten	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 33

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

Sohle Anbau d = 20,0 cm

Außenwand

Putz	$0,25 \text{ kN/m}^2 \times 3,9 \text{ m}$	1,00 kN/m
Mauerwerk	$18 \text{ kN/m}^3 \times 3,90 \text{ m} \times 0,24 \text{ m}$	16,8 kN/m
WDVS psch. inkl. Puffer		2,20 kN/m
Σg_k		20,0 kN/m

Innenwand

Putz, beidseitig	$0,50 \text{ kN/m}^2 \times 3,9 \text{ m}$	1,95 kN/m
Mauerwerk	$18 \text{ kN/m}^3 \times 3,90 \text{ m} \times 0,175 \text{ m}$	12,3 kN/m
Puffer		0,75 kN/m
Σg_k		15,0 kN/m

Ausbaulasten (Belag)

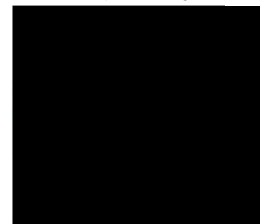
Belag		0,20 kN/m ²
Estrich 8,0 cm	$23,0 \text{ kN/m}^3 \times 0,080 \text{ m}$	1,84 kN/m ²
Unterbau (Trittschalldämmung etc.)		0,10 kN/m ²
Ausbaureserve		0,36 kN/m ²
Σg_k		2,50 kN/m²

<u>Eigengewicht Decke</u>	$25,0 \text{ kN/m}^3 \times 0,20 \text{ m}$	5,00 kN/m ²
Σg_k		5,00 kN/m²

Nutzlasten

Nutzlasten für Kraftsporträume pauschal über die gesamte Gründungsplatte

Kat. C4		5,00 kN/m ²
Σq_k		5,00 kN/m²



BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VII Einwirkungen und Lasten	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 34

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S011 - 2025.002

Pos. VIII Brandschutz

Gutachten Nr. 3500 vom 21.06.2024

nees Ingenieure GmbH
Hafenweg 14
48155 Münster

Ein Brandschutzkonzept liegt dem Aufsteller zum Zeitpunkt der Erstellung dieser statischen Berechnungen vor. Es werden die erforderlichen Widerstände der tragenden Bauteile aufgelistet. Für weitergehende Informationen wird auf das Brandschutzkonzept Nr. 3500 der nees Ingenieure GmbH verwiesen.

Tragende und aussteifende Bauteile (Wände, Stützen)
Dächer (Spannbetonbinder)

feuerbeständig (F90)
feuerhemmend (F30)

Stahlbetonbau

Die Bemessung der Stahlbetonbauteile erfolgt über die Nachweiststufe 1 (Berücksichtigung der erforderlichen Betondeckung). Es werden die Mindestmaße überprüft. Sollten noch zusätzliche Bestimmungen erforderlich werden, sind diese in den Einzelpositionen berücksichtigt.

Spannbetonbalken statisch bestimmt (vorhanden)

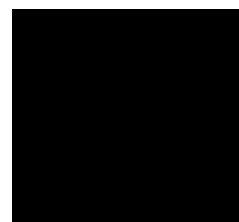
erf. Brandwiderstand (F30)

Betondeckung: $c_v = 15 \text{ mm}$
Bügel $\varnothing 6 \text{ mm}$
Längseisen $\varnothing 10 \text{ mm}$
Achsabstand: $a_{Bü} = 15 + 6/2 = 18,0 \text{ mm}$
 $a_{Lä} = 15 + 6 + 10/2 = 27 \text{ mm}$
 $a_{Spann} = 40 \text{ mm}$

$B_{min} = 200 \text{ mm} < 400 \text{ mm} = \text{vorh. } B$ \approx OK
 $b_{w,min} = 80 \text{ mm} < 120 \text{ mm} = \text{vor. } b_w$ \approx OK

erf. $a = 15 \text{ mm} < 18 \text{ mm}$ \approx OK
erf. $a_{sp} = 15 + 15 = 30 \text{ mm} < 40 \text{ mm}$ \approx OK

Der Brandwiderstand ist eingehalten!



BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VIII Brandschutz	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 35

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn

DATUM:

AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

28.11.2024

mb BauStatik S011 - 2025.002

Stahlbetonstützen (vorhanden)

erf. Brandwiderstand (F90)

Betondeckung: $c_v = 20 \text{ mm}$

Bügel $\varnothing 6 \text{ mm}$

Längseisen $\varnothing 25 \text{ mm}$

Achsabstand: $a_{Bü} = 20 + 6/2 = 23,0 \text{ mm}$

$a_{Lä} = 20 + 6 + 25/2 = 38,5 \text{ mm}$

$B_{min} = 300 \text{ mm} < 340 \text{ mm} = \text{vorh. B} \quad \text{OK}$

erf. $a = 45 \text{ mm} > 38,5 \text{ mm} \quad \text{n. OK}$

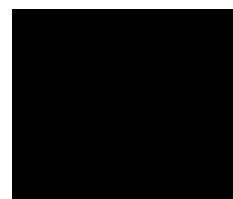
Der Brandwiderstand ist nicht eingehalten! Es erfolgt in der jeweiligen Position eine Heißbemessung.

Stahlbau

Der Feuerwiderstand der Stahlbauteile wird über Brandschutzbeschichtungen und Plattenbekleidungen gewährleistet. Die Zulassungen sind dem Aufsteller dieser Berechnung und dem Gutachter für Brandschutz vorzulegen. Bei Abweichungen sind beide umgehend zu informieren.

Holzbau

Es sind keine Holzbauteile geplant.



BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VIII Brandschutz	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 36

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn

DATUM:

AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

28.11.2024

mb BauStatik S011 - 2025.002

Pos. IX Grundbau

Die genauen Bodenverhältnisse können dem geotechnischen Bericht Nr. 8378-1 des Unternehmens HINZ Ingenieure GmbH entnommen werden. Die Gründung des Anbaus erfolgt auf einer elastisch gebetteten Sohlplatte mit umlaufenden, konstruktiv bewehrten Frostschrüzen. Die Bodenplatte ist auf tragenden Untergrund zu gründen. Unterhalb der Sohlplatte ist ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120$ MN/m² einzuhalten.

Unterhalb der Bodenplatte kann gem. Bericht ein Bettungsmodul $k_s = 15,0$ MN/m³ angenommen werden.

Grundwasser:

Es wurde während der Sondierarbeiten Grundwasser auf Höhe von - 2,00 m ab GOK angetroffen. Das Gebäude ist nicht unterkellert, weshalb für die Bemessung **kein** Grundwasser angesetzt wird.

Nachfolgend werden die erforderlichen Bodenparameter aus dem Bodengutachten aufgeführt. Es wird auf Anhang 2 verwiesen.

Boden: Homogenbereich II, tertiäre Schluffe, Sande, Kiese

γ = 20,0 kN/m³

γ' = 10,0 kN/m³

φ' \square 30°

c' = 0 kN/m² (sichere Seite)

c_u = 0 kN/m² (sichere Seite)

δ_{Ortbeton} = φ = 30°

$\delta_{\text{Fertigteil}}$ = $2/3 \varphi$ = 20°

Zulässige Sohlspannungen im Hallenbereich der Bestandsfundamente (vgl. Bestandsstatik S. 74)

Gemäß der Angaben aus der Gründungsvorbemerkungen der Bestandsstatik ist die Einzel- und Streifenfundamente des Hallenbereichs auf Felsgestein. Demnach kann die Zulässige Sohlspannung von **$\sigma_0 = 1,0$ MN/m²** angenommen werden.

BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	IX Grundbau	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 37

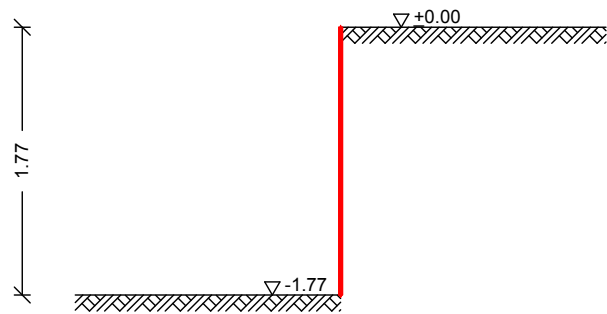
BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S034.de - 2025.002

Pos. IX.1 Erddruckermittlung

System
M 1:50



Geometrie

Erddruckermittlung auf ebene Wandfläche

Belastungsfläche Höhe der Belastungsfläche h = 1.77 m
Wandneigung a = 0.00 °

Gelände

ebene Geländeoberfläche
Abstand OK Gelände-Wandkopf z = 0.00 m

Baugrund

h	γ	γ'	φ	c _a	δ _a	δ _o
[m]		[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[°]	[°]
999.00	20.0	10.0	30.0	-	20.0	0.0

Einwirkungen

Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12

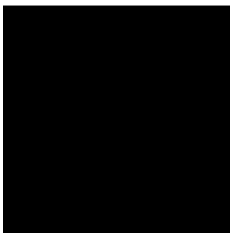
Qk.N Nutzlasten
Kategorie A - Wohn- und Aufenthaltsräume
Gk.E Erddruck
Ständiger Erddruck

Belastungen

Nr.	EW	q [kN/m²]
1	Qk.N	5.00

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)



BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	IX.1 Erddruckermittlung	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 38

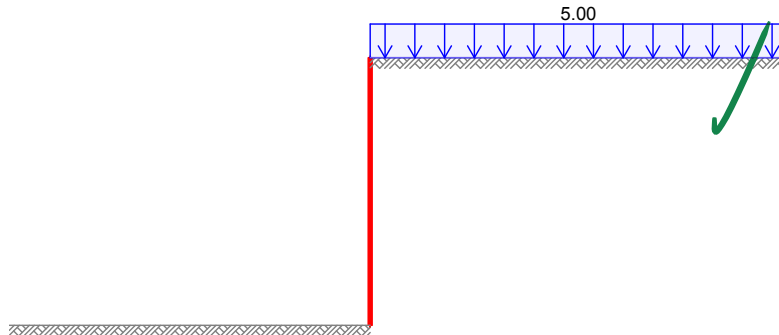
BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S034.de - 2025.002

Einwirkung

Qk.N



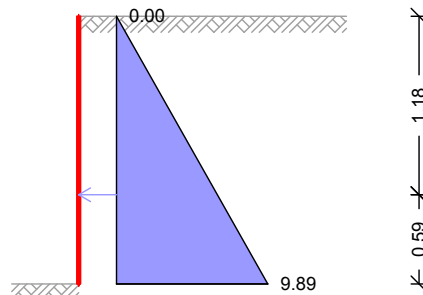
Erddruck

Berechnung nach DIN 4085:2017-08

EW Gk.E

aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht
Umlagerung nach DIN 4085:2017-08, Tab. C.1 a)

M 1:50



Erddruckspannungen

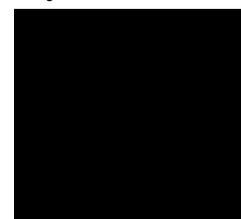
z [m]	K _{agh} [-]	e _{agh} [kN/m²]
0.00	0.279	0.00
1.77	0.279	9.89

Resultierende
Erddruckspannungen

z [m]	Σe _{ah} [kN/m²]	e _{umgel.} [kN/m²]
0.00	0.00	0.00
1.77	9.89	9.89

aktive Erddruckkraft

$$\begin{aligned} E_{ah} &= 8.75 \text{ kN/m} \\ E_{av} &= 3.19 \text{ kN/m} \\ z_s &= 1.18 \text{ m} \end{aligned}$$



BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	IX.1 Erddruckermittlung	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 39

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

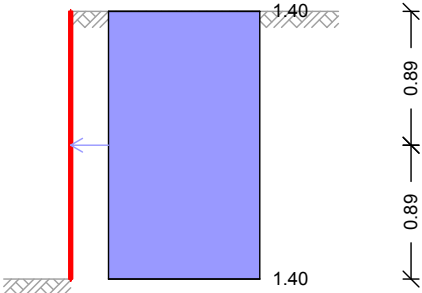
EW Qk.N

aktiver Erddruck aus Gleichlast erdseitig
Lastordinate

mb BauStatik S034.de - 2025.002

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

M 1:50

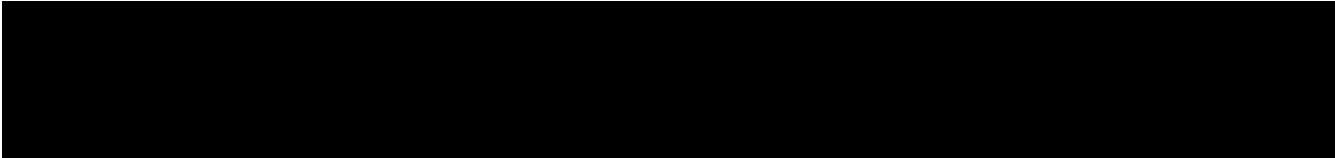


z [m]	K _{aph} [-]	e _{aph} [kN/m²]
0.00	0.279	1.40
1.77	0.279	1.40

aktive Erddruckkraft

$E_{ah} = 2.47 \text{ kN/m}$
 $E_{av} = 0.90 \text{ kN/m}$
 $z_s = 0.89 \text{ m}$

BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	IX.1 Erddruckermittlung	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 40



BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

Statische Berechnung



VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 41

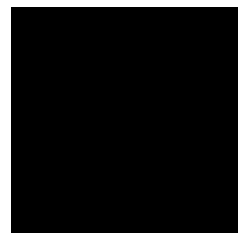
BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn

DATUM:

AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

28.11.2024

Nachweise in der Sporthalle



VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 42

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn

DATUM:

AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

28.11.2024

mb BauStatik S352.de - 2025.002

Pos. 300 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm

Bereich: Dachdecke Sporthalle

Statisches System: Einfeldträger

Stützweite: 5,0 m

Querschnitt

FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm

Vorbemerkungen

Die Trapezbleche werden durch die vorhandenen Trapezbleche ersetzt.

Brandschutz

Keine Brandschutzanforderungen an das Dach, da nicht zur Aussteifung angesetzt, **??? F30?**

Lastannahmen

Ausbaulasten vgl. Lastzusammenstellung = 0,50 kN/m²

Eigengewicht in Ausbaulast berücksichtigt = 0,00 kN/m²

$$\Sigma g_{1,k} = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

Nutzlast aus PV inkl. Schnee

Es wird auf dem Dach eine Vollbelegung der PV-Anlage geplant. Diese ist auch für erforderliche Kippnachweise der Fundamente erforderlich. Deshalb werdend die Nutzlast aus PV und die Schneelasten addiert, um eine Abminderung durch Ψ zu verhindern. Die Belastung wird als Schneelast definiert.

Aus PV vgl. Lastzusammenstellung = 0,25 kN/m²

Aus Schnee vgl. Lastzusammenstellung = 0,60 kN/m²

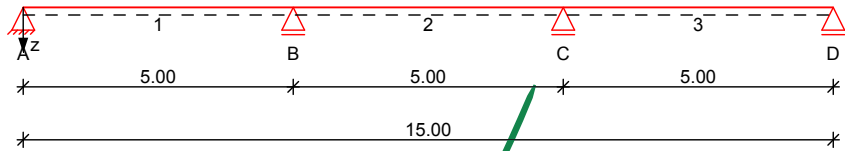
$$\Sigma q_{1,k} = 0,85 \text{ kN/m}^2$$

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	300 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 43

System

Stahl-Trapezprofile, DIN EN 1993-1-3

M 1:140



Abmessungen
Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Profil
1-3	5.00	FISCHER 135/310A-0.88

Auflager

Lager	x [m]	z [m]	b [cm]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]	$K_{T,x}$ [kN/m]
A	0.00	0.00	50.0	fest	frei	fest
B	5.00	0.00	50.0	fest	frei	frei
C	10.00	0.00	50.0	fest	frei	frei
D	15.00	0.00	50.0	fest	frei	frei

Dachneigung

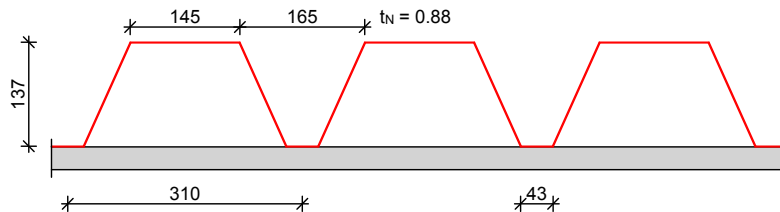
Dachneigungswinkel

$\delta = 0.0^\circ$

Lage

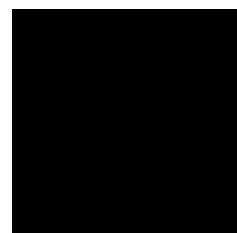
Positivlage aufliegend
Befestigung in jedem anliegenden Gurt

M 1:10



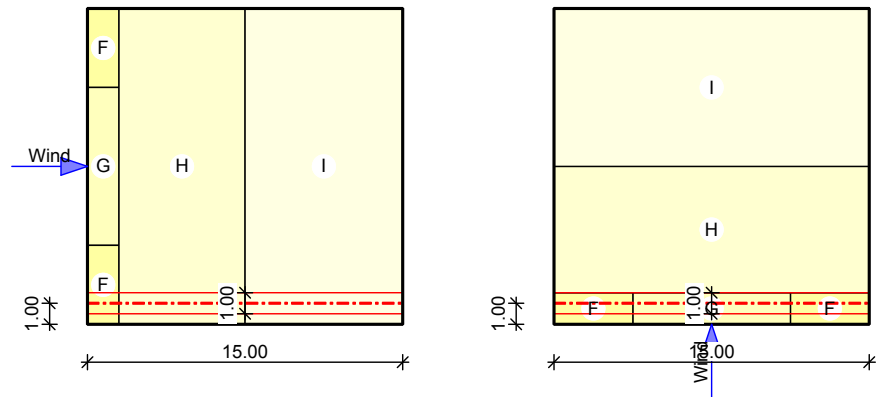
Wind/Schnee

Windlastermittlung

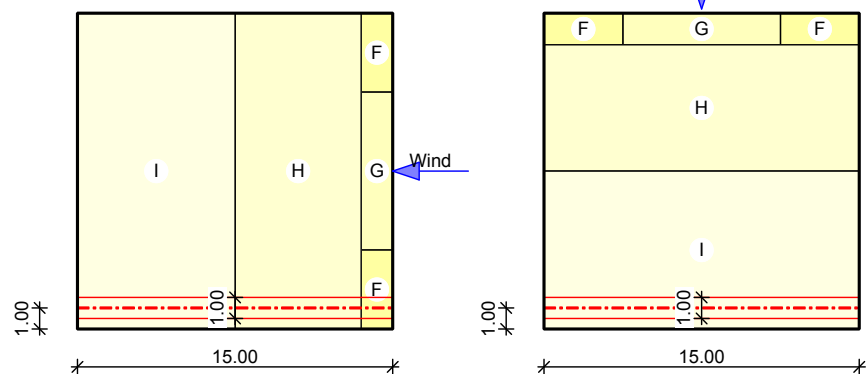


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	300 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 44

M 1:360



M 1:360



Belastungen

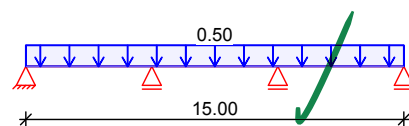
Belastungen auf das System

Grafik

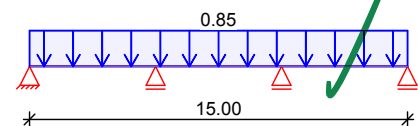
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

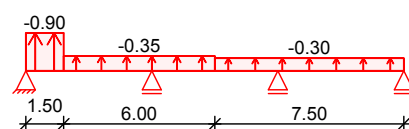
Gk



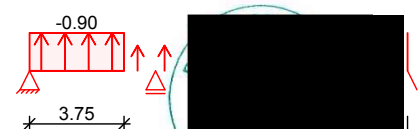
Qk.S.A



Qk.W.000

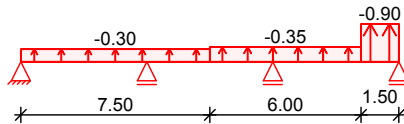


Qk.W.090

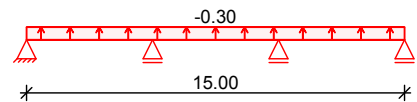


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	300 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 45

Qk.W.180



Qk.W.270



Kombinationen

ständig/vorüberg.

selten

Kombinationen nach DIN EN 1990

Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot E W)$		
1	1.35 * Gk		
2	1.35 * Gk	+ 1.50 * Qk.S.A	
10	1.35 * Gk	+ 0.75 * Qk.S.A	+ 1.50 * Qk.W.090
18	1.00 * Gk	+ 1.50 * Qk.W.090	
30	1.00 * Gk	+ 1.00 * Qk.S.A	
38	1.00 * Gk	+ 0.50 * Qk.S.A	+ 1.00 * Qk.W.090

Bem.-schnittgrößen

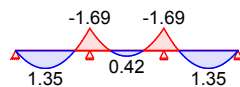
Bemessungsschnittgrößen

Grafik

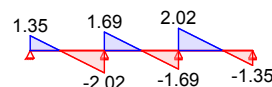
Schnittgrößen (maßgebende)

Komb. 1

$M_{y,d}$ [kNm/m]

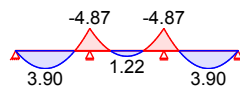


$V_{z,d}$ [kN/m]

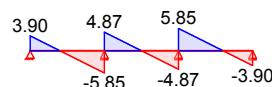


Komb. 2

$M_{y,d}$ [kNm/m]

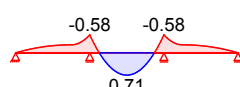


$V_{z,d}$ [kN/m]

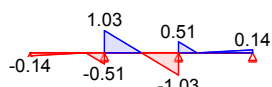


Komb. 10

$M_{y,d}$ [kNm/m]

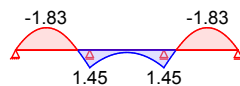


$V_{z,d}$ [kN/m]

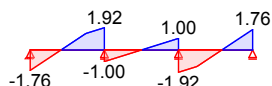


Komb. 18

$M_{y,d}$ [kNm/m]



$V_{z,d}$ [kN/m]



Mat./Querschnitt

FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm

Positivlage aufliegend

Befestigung in jedem anliegenden Gurt

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle
POS.:	300 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm
VORGANG:	Statische Berechnung

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S352.de - 2025.002

Material/ Querschnittswerte	E-Modul [N/mm ²]	I ⁺ _{eff} [cm ⁴ /m]	I ⁻ _{eff} [cm ⁴ /m]	A _g [cm ² /m]	A _{eff} [cm ² /m]	f _{y,k} [N/mm ²]
	210000	317.6	313.4	10.65	4.80	350

Bemessungswerte der Widerstandsgrößen bei andrückender Last	Aufl. [mm]	R _{w,Rd,A} [kN/m]	M _{0,Rd,B} [kNm/m]	M _{c,Rd,B} [kNm/m]	R _{0,Rd,B} [kN/m]	R _{w,Rd,B} [kN/m]
	A (40)	7.16	-	-	-	-
	B (160)	-	11.51	9.21	25.62	20.50
	C (160)	-	11.51	9.21	25.62	20.50
	D (40)	7.16	-	-	-	-

V_{w,Rd} = n.m.
M_{c,Rd,F} = 10.62 kNm/m

Bemessungswerte der Widerstandsgrößen bei abhebender Last	M _{c,Rd,F} [kNm/m]	R _{w,Rd,A} [kN/m]	M _{0,Rd,B} [kNm/m]	M _{c,Rd,B} [kNm/m]	R _{0,Rd,B} [kN/m]	R _{w,Rd,B} [kN/m]	V _{w,Rd} [kN/m]
	9.21	16.81	-	10.62	-	-	16.81

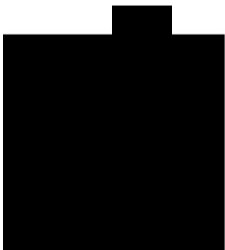
Nachweise (GZT) für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-3

Endauflager Abs. 6.1.11	Aufl.	EK	F _{Ed,A} [kN/m]	η [-]
	A	2	3.90	0.54
	D	2	3.90	0.54

Innenaufleger Abs. 6.1.10 + 6.1.11	Aufl.	EK	N _{Ed} [kN/m]	F _{Ed,B} [kN/m]	V _{Ed,B} [kN/m]	M _{Ed,B} [kNm/m]	η [-]
	B	2		10.72			0.52
		18			1.92		n.m.
		2	-			-4.87	0.53
		2	-	10.72		-4.87	0.84 _L
		1	-		-2.02	-1.69	-
	C	2		10.72			0.52
		18			-1.92		n.m.
		2	-			-4.87	0.53
		2	-	10.72		-4.87	0.84 _L
		1	-		2.02	-1.69	-

L: lineare Interaktion, ε = 1

Felder Abs. 6.1.8	Feld	EK	x [m]	N _{Ed} [kN/m]	M _{Ed,F} [kNm/m]	η [-]
	1	2	2.00	-	3.90	0.37
		10	4.70	-	-0.44	0.05
	2	2	0.30	-	-3.50	0.38
		2	2.50	-	1.22	0.11
		2	4.70	-		0.38
	3	10	0.30	-		0.05
		2	3.00	-		0.37



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	300 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 47

Nachweise (GZG) im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1993-1-3 und DIN EN 1993-1-1

Begehrbarkeit Grenzzützweite $L_{gr} = 9.80\text{ m} > 5.00\text{ m}$

Grenzwert der Durchbiegung Felder 1/300

max. Verformungen Abs. 7.3	Feld	x [m]	EK	w [mm]	w _{zul} [mm]	η [-]
	1 (L = 5.00 m)	2.23	30	8.7	16.7	0.52
	2 (L = 5.00 m)	2.50	38	1.6	16.7	0.09
	3 (L = 5.00 m)	2.77	30	8.7	16.7	0.52

Verbindungen

Unterkonstruktion konstruktiv Lager A: Setzbolzen ITW SBR-14
Lager B: Setzbolzen ITW SBR-14
Lager C: Setzbolzen ITW SBR-14
Lager D: Setzbolzen ITW SBR-14

Auflagerbreiten Lager A $l_{min} : 40\text{ mm} < 500\text{ mm}$
Lager B $l_{min} : 60\text{ mm} < 500\text{ mm}$
Lager C $l_{min} : 60\text{ mm} < 500\text{ mm}$
Lager D $l_{min} : 40\text{ mm} < 500\text{ mm}$

Mindestabstände	nach DIN EN 1993-1-3, Abs. 8.3			
	p1 [mm]	e1 [mm]	p2 [mm]	e2 [mm]
	Setzbolzen ITW SBR-14			
	20	20	20	20

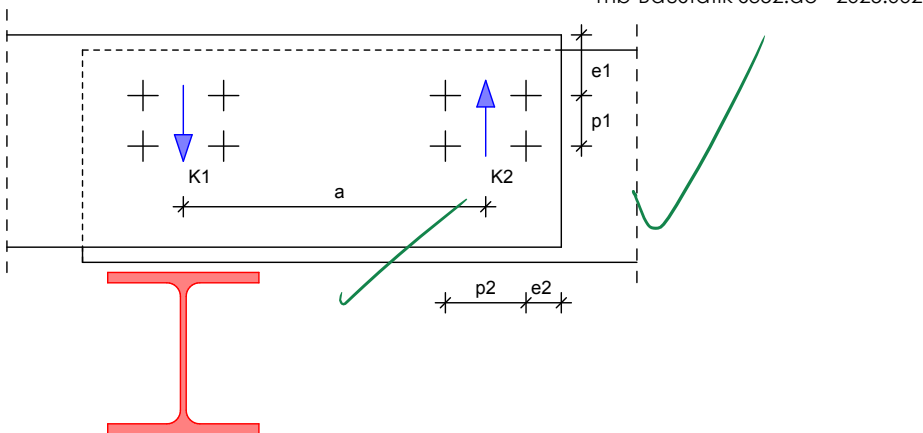
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	300 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 48

BAUWERK:
AUFTRAGGEBER:

Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

M 1:15



Auflagerkräfte
Char. Auflagerkr.

je lfd. m

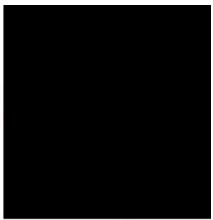
	Aufl.	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]
Einw. Gk	A	0.00	1.00
	B	0.00	2.75
	C	0.00	2.75
	D	0.00	1.00
Einw. Qk.S.A	A	0.00	1.70
	B	0.00	4.67
	C	0.00	4.67
	D	0.00	1.70
Einw. Qk.W.000	A	0.00	-1.37
	B	0.00	-2.11
	C	0.00	-1.61
	D	0.00	-0.61
Einw. Qk.W.090	A	0.00	-1.84
	B	0.00	-3.78
	C	0.00	-3.78
	D	0.00	-1.84
Einw. Qk.W.180	A	0.00	-0.61
	B	0.00	-1.61
	C	0.00	-2.11
	D	0.00	-1.37
Einw. Qk.W.270	A	0.00	-0.60
	B	0.00	-1.65
	C	0.00	-1.65
	D	0.00	-0.60

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	300 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 49



BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

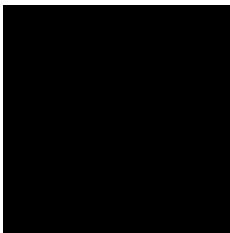
mb BauStatik S352.de - 2025.002

Nachweis	Feld/Auflager	x [m]		η [-]
Endauflager	A		OK	0.54
Innenauflager	B		OK	0.84
Felder	Feld 2	0.30	OK	0.38
Unterkonstruktion			OK	0.00

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Feld/Auflager	x [m]		η [-]
Begehbarkeit			OK	
Verformung	Feld 1	2.23	OK	0.52



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	300 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 50

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S011 - 2025.002

Pos. 301 Spannbetonbinder

Bereich: Dachdecke Sporthalle
Statisches System: Einfeldträger
Bestandspos. 5

Querschnitt I-Träger (Bestand)

B/H = 40/130 cm

Vorbemerkungen

Die Bestandskonstruktion der Binder bleibt unverändert. Der Nachweis erfolgt über einen Lastenvergleich.

Brandschutz

Erfolgte im Abschnitt "Brandschutz" nach der Nachweisstufe 1, Betonüberdeckung

Lastannahmen aus Bestandsstatik:

<u>BS 1 Dachbleche der Halle</u>	
<u>Belastung</u>	
40 cm Kleisschüttung	= 0,12 kN/m ²
Folie 1,2 mm	= 0,01 kN/m ²
60 mm Isolierung	= 0,04 kN/m ²
Unterdecke gewölb. Abh.	= 0,10 kN/m ²
Zuschlag für Kanäle etc.	= 0,05 kN/m ²
Eigengewicht Bleche	= 0,12 kN/m ²
	<u>g = 1,05 kN/m²</u>
Schneelast	s = 0,75 kN/m ²
	<u>g + s = 1,80 kN/m²</u>
hat bei der bautechnischen Prüfung vorgelegen	
Dipl.-Ing. Mortell	

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	301 Spannbetonbinder	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 51

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S011 - 2025.002

Lastannahmen neu:

Ständige Lasten:

Folie (2-Lagig):	=	0,05 kN/m ²
Gefälledämmung:	=	0,05 kN/m ²
Unterdecke Deckenheiz.	=	0,10 kN/m ²
Eigengewicht Trapezblech	=	0,10 kN/m ²
Zuschlag Kanäle	=	0,05 kN/m ²
Zuschlag Stahlträger	=	0,15 kN/m ²
$\Sigma g_{i,k}$	=	0,50 kN/m ²

Nutz- und Schneelasten:

Aus PV	vgl. Lastzusammenstellung	=	0,25 kN/m ²
Aus Schnee	vgl. Lastzusammenstellung	=	0,60 kN/m ²
$\Sigma q_{i,k}$		=	0,85 kN/m ²
$g+q_{(neu)}$		=	1,35 kN/m ²

Nachweis über Lastenvergleich

Bestandslast < Neubelastung

1,80 kN/m² < 1,35 kN/m²

⌘ **Nachweis erbracht!**

Die Lasten können ohne weiteren Nachweis von den Stb.-Bindern aufgenommen werden.

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	301 Spannbetonbinder	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 52

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S321.de - 2025.002

Pos. 302 Stahlträger Giebelseiten HEA 160

Bereich: Giebelwände als Auflager für Pos. 300
(ehem. Pos. 6/7) ✓
Statisches System: Einfeldträger
Stützweite: 5,70 m

Querschnitt
Korrosionsschutz

$h = 20,0 \text{ cm}$
n. Angabe Werkplanung

Vorbemerkungen

Stahlträger als Gefachauflager für die Trapezprofile aus Pos. 300. Der Anschluss erfolgt mittels Dübel und Kopfplatte.

Brandschutz

Keine Anforderung an das Bauteil, da nicht aussteifend.

Lastannahmen

Ausbaulast Attika psch.	=	0,50 kN/m	✓
Eigengewicht	Programmintern	=	0,00 kN/m
		$\Sigma g_{z1,k}$	= 0,50 kN/m
Windlasten	$0,34 \text{ kN/m}^2 \times 8,41 \text{ m} / 2$	$\Sigma g_{wy,k}$	= 1,43 kN/m

Lastübernahme aus Positionen

Die Lastübernahme erfolgt programmintern aus den Positionen:

↗ 300, Auflager A

mit den Lastfällen:

↗ Ständig, Nutzlast, Schnee, Wind

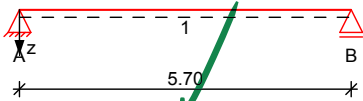
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	302 Stahlträger Giebelseiten HEA 160	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 53

System

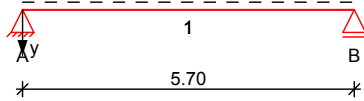
Einfeldträger, 2-achsige Biegung

M 1:130

System z-Richtung



System y-Richtung



Abmessungen
Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Lage [°]	Achsen	Material	Profil
1	5.70	0.0	fest	S 235	HEA 160

Auflager

Lager	x [m]	$K_{T,z}$	$K_{R,y}$ [kN/m]	$K_{T,y}$ bzw. [kNm/rad]	$K_{R,z}$	Gabell.	Wölbeh.
A	0.00	fest	frei	fest	frei	fest	frei
B	5.70	fest	frei	fest	frei	fest	frei

Lager

A,B

b
[cm]
20.0

Belastungen

Belastungen auf das System

Eigengewicht

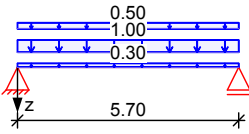
Feld	Einzelprofil	A [cm ²]	g [kN/m]
1	HEA 160	38.8	0.30

Grafik

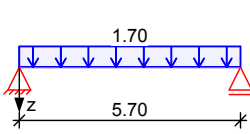
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

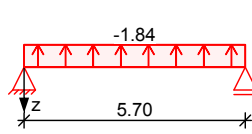
Gk



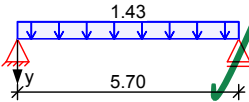
Qk.S



Qk.W.090



Qk.W.090



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	302 Stahlträger Giebelseiten HEA 160	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 54

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S321.de - 2025.002

Streckenlasten in z-Richtung

Einw. Gk

Gleichlasten						
Feld	Komm.	a	s	q _{li}	q _{re}	e
		[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]
1	Eigengew	0.00	5.70		0.30	0.0
(a) 1		0.00	5.70		1.00	0.0
1		0.00	5.70		0.50	0.0
(a) 1		0.00	5.70		1.70	0.0
(a) 1		0.00	5.70		-1.84	0.0

(a)

aus Pos. '300', Lager 'A' (Seite 49)

Streckenlasten in y-Richtung

Einw. Qk.W.090

Gleichlasten						
Feld	Komm.	a	s	q _{li}	q _{re}	e
		[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]
1		0.00	5.70		1.43	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.W.090
3	1.35*Gk +1.50*Qk.S
4	1.00*Gk
5	1.15*Gk
6	1.15*Gk +1.50*Qk.W.090
7	1.00*Gk +1.50*Qk.W.090
8	1.35*Gk +1.50*Qk.S

quasi-ständig
st./vor. Auflagerkr.

Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen

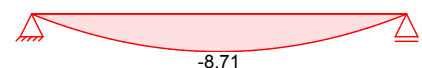
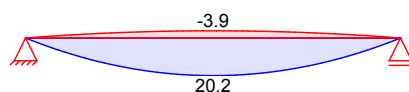
Grafik

Schnittgrößen (Umhüllende)

Kombinationen

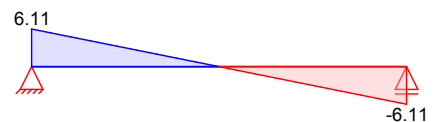
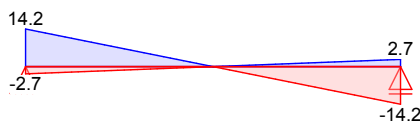
Moment M_{y,d}[kNm]

Moment M_{z,d}[kNm]



Querkraft V_{z,d}[kN]

Querkraft V_{y,d}[kN]



BAUTEIL: Nachweise in der Sporthalle
POS.: 302 Stahlträger Giebelseiten HEA 160
VORGANG: Statische Berechnung

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S321.de - 2025.002

Mat./Querschnitt

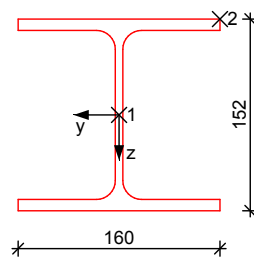
Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1993

Material

Material	f_{yk} [N/mm ²]	E [N/mm ²]
S 235	235.00	210000.00

M 1:6

HEA 160



Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1993

Quersch.-klasse

c/t-Verhältnis

Nachweis E-E

Abs. 6.2

Maßgebende Querschnittsklasse: Klasse 1

Nachweis der Biege- und Querkrafttragfähigkeit

Feld 1

x [m]	Ek	QS/ Pkt	$M_{y,d}$ $M_{z,d}$ [kNm]	$V_{z,d}$ $V_{y,d}$ [kN]	σ_d τ_d $\sigma_{v,d}$ [N/mm ²]	η [-]
(L = 5.70 m)						
0.00	3	1/1	0.00 0.00	14.21 0.00	0.00 17.44 30.21	0.13
2.85	2	1/2	-3.89 -8.71	0.00 0.00	130.97 0.00 130.97	0.56 *
5.70	3	1/1	0.00 0.00	-14.21 0.00	0.00 17.44 30.21	0.13

Stabilität

Nachweis der Stabilität

Festhaltungen

Feld 1

x-Koordinaten [m] bzgl. Feldanfang

0.00 GL, 5.70 GL

GL: Gabellager

Globale Beiwerte

Angriffspunkt der Last:

Teilsicherheitsbeiwert:

$z_p = -7.60$ cm

Zwischenwerte

x [m]	Ek	KL_y KL_z [-]	C_{my} C_{mz} [-]	N_{cr} M_{cr} [kN(m)]
----------	----	-------------------------	-----------------------------	---------------------------------

Feld 1

(Abschnitt 1: $L_{cr,y} = 5.70m$, $L_{cr,z} = 5.70m$)

$\bar{\lambda}_{LT}$ χ_{LT} [-]
--

BAUTEIL: Nachweise in der Sporthalle
POS.: 302 Stahlträger Giebelseiten HEA 160
VORGANG: Statische Berechnung

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S321.de - 2025.002

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)]	[cm ²]	[-]	[-]
0.00	1	KL b -	- -	392.96 63.66	304	1.13	0.90 0.76
2.90	2	KL b KL b	0.95 0.95	392.96 63.66	304	1.13	0.90 0.76
5.70	1	KL b -	- -	392.96 63.66	304	1.13	0.90 0.76

Nachweis

Feld 1

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]	[-]	[-]
(Abschnitt 1: L _{cr,y} = 5.70m, L _{cr,z} = 5.70m)							
0.00	1	- -	- -	- 47.00	- 16.43	0.97 0.78	0.00
2.90	2	0.95 1.00	0.57 0.95	-3.89 47.00	-8.71 16.43	0.97 0.78	0.61 *
5.70	1	- -	- -	- 47.00	- 16.43	0.97 0.78	0.00

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1993

Verformungsnachweis

max. Verformungen

Feld 1

x	Ek	w _z	w _{res}	w _{zul}	η
[m]		[mm]	[mm]	[mm]	[-]
2.85	4	7.07	7.07	19.00	0.37

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

Einw. Gk

Einw. Qk.S

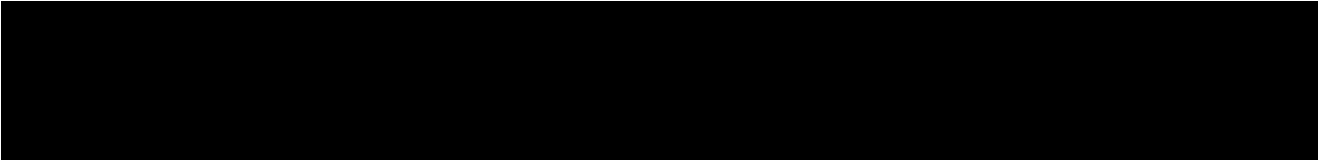
Einw. Qk.W.090

Aufl.	F _{z,k,min} [kN]	F _{z,k,max} [kN]	F _{y,k,min} [kN]	F _{y,k,max} [kN]
A	5.14	5.14	0.00	0.00
B	5.14	5.14	0.00	0.00
A	4.85	4.85	0.00	0.00
B	4.85	4.85	0.00	0.00
A	-5.25	-5.25	4.08	4.08
B	-5.25	-5.25	4.08	4.08

Bem.-auflagerkräfte
ständig/vorüberg.

Aufl.	F _{z,d,min} [kN]	EK	F _{z,d,max} [kN]	EK	F _{y,d,min} [kN]	EK	F _{y,d,max} [kN]	EK
A	-2.73	7	14.21	8	0.00			6
B	-2.73	7	14.21	8	0.00			6

BAUTEIL: Nachweise in der Sporthalle
POS.: 302 Stahlträger Giebelseiten HEA 160
VORGANG: Statische Berechnung



BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S321.de - 2025.002

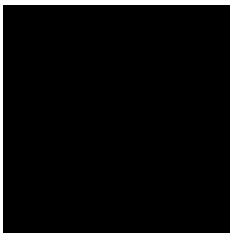
Zusammenfassung Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT) Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Feld	x [m]		η [-]
Nachweis E-E	Feld 1	2.85	OK	0.56
Stabilität	Feld 1	2.90	OK	0.61

Nachweise (GZG) Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Feld	x [m]		η [-]
Verformung	Feld 1	2.85	OK	0.37



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	302 Stahlträger Giebelseiten HEA 160	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 58

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S014 - 2025.002

Pos. 302.1 Dübelanschluss Stahlträger

Ingenieurbüro
Roxeler Ingenieurgesellschaft mbH
Jens Wensing M.Sc.
Otto-Hahn-Straße 7
48161 Münster
Telefon: 02534 6200-0
JWensing@roxeler.de

www.fischer.de

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem fischer Bolzenanker FAZ II Plus
Anker Bolzenanker FAZ II Plus 12/10,
Rechnerische galvanisch verzinkter Stahl
Verankerungstiefe 50 mm
Bemessungsdaten Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer
Bewertung ETA-19/0520, Option 1,
Erteilungsdatum 24.05.2023

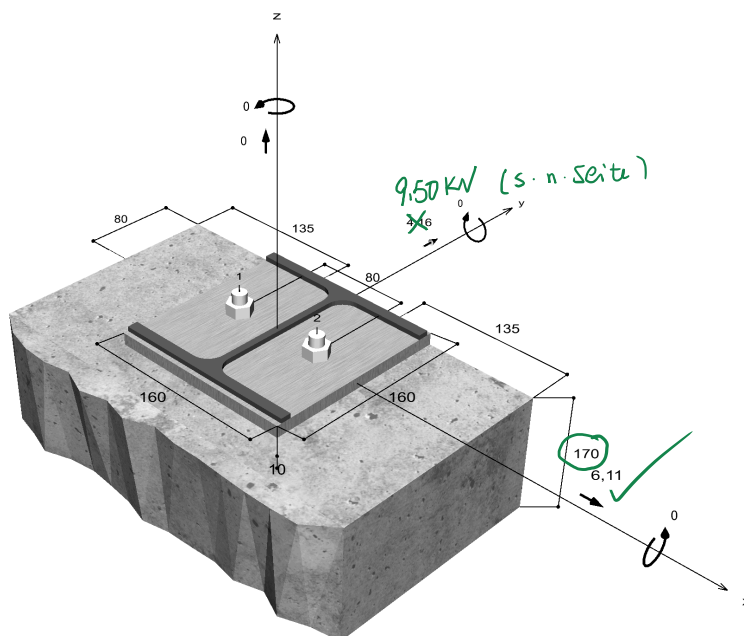


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

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

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	302.1 Dübelanschluss Stahlträger	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 59

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN 1992-4:2018 mechanische Befestigungselemente
Verankerungsgrund	C35/45, 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	160 mm x 160 mm x 10 mm
Profiltyp	HEA 160

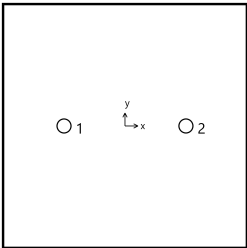
Bemessungslasten *)

#	N _{Ed} kN	V _{Ed,x} kN	V _{Ed,y} kN	M _{Ed,x} kNm	M _{Ed,y} kNm	M _{T,Ed} kNm	Belastungsart
1	0,00	6,11	4,16	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch
2	0,00	0,00	-14,21	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Maßgebende Dübellasten

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	0,00	3,70	3,06	2,08
2	0,00	3,70	3,06	2,08



Max. Betonstauchung :
Max. Betondruckspannung :
Resultierende Zugkraft :
Resultierende Druckkraft :

%
N/mm²
kN , X/Y Position (/)
kN , X/Y Position (/)

Widerstand der maßgebenden Querlasten.

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β _v %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	3,70	29,60	12,5
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	7,39	51,04	14,5
Betonkantenbruch	6,45	8,48	76,1

* Ungünstigster Anker

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

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	302.1 Dübelanschluss Stahlträger	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 60

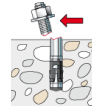
BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S014 - 2025.002

Stahlversagen ohne Hebelarm

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



$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 = 1,00 \cdot 37,00 \text{ kN} = 37,00 \text{ kN}$$

Gl. (7.35)/
(7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
37,00	1,25	29,60	3,70	12,5

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	12,5	1	$\beta_{Vs,1}$
2	12,5	2	$\beta_{Vs,2}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

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



$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} = 3,1 \cdot 24,70 \text{ kN} = 76,56 \text{ kN}$$

Gl. (7.39a)

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N}$$

Gl. (7.1)

$$N_{Rk,c} = 16,11 \text{ kN} \cdot \frac{34.500 \text{ mm}^2}{22.500 \text{ mm}^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 24,70 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,7 \cdot \sqrt{35,0 \text{ N/mm}^2} \cdot (50 \text{ mm})^{1,5} = 16,11 \text{ kN}$$

Gl. (7.2)

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{80 \text{ mm}}{75 \text{ mm}}\right) = 1,000 \leq 1$$

Gl. (7.4)

$$\Psi_{re,N} = 1,000$$

Gl. (7.5)

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

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	$\beta_{V,cp}$ %
76,56	1,50	51,04	7,39	14,5

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	14,5	1	$\beta_{V,cp,1}$

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

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	302.1 Dübelanschluss Stahlträger	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 61

BAUWERK:

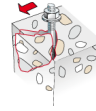
Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn

DATUM:

AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

28.11.2024

mb BauStatik S014 - 2025.002

Betonkantenbruch

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

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V} \quad \text{Gl. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c} = 23,35 \text{ kN} \cdot \frac{48,025 \text{ mm}^2}{82,013 \text{ mm}^2} \cdot 0,819 \cdot 1,091 \cdot 1,041 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 12,72 \text{ kN}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_9 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{Gl. (7.41)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = 1,7 \cdot (12 \text{ mm})^{0,061} \cdot (50 \text{ mm})^{0,062} \cdot \sqrt{35,0 \text{ N/mm}^2} \cdot (135 \text{ mm})^{1,5} = 23,35 \text{ kN}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{l_f}{c_1}} = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{50 \text{ mm}}{135 \text{ mm}}} = 0,061 \quad \beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2} = 0,1 \cdot \left(\frac{12 \text{ mm}}{135 \text{ mm}}\right)^{0,2} = 0,062 \quad \text{Gl. (7.42/7.43)}$$

$$\Psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 c_1} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{80 \text{ mm}}{1,5 \cdot 135 \text{ mm}} = 0,819 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.45)}$$

$$\Psi_{h,V} = \sqrt{\frac{1,5 c_1}{h}} = \sqrt{\frac{1,5 \cdot 135 \text{ mm}}{170 \text{ mm}}} = 1,091 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.46)}$$

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} = \sqrt{\frac{1}{(\cos 18,8)^2 + (0,5 \cdot \sin 18,8)^2}} = 1,041 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.48)}$$

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot \epsilon_v}{3 \cdot c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0 \text{ mm}}{3 \cdot 135 \text{ mm}}} = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.47)}$$

$$\Psi_{re,V} = 1,000$$

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,c}$ %
12,72	1,50	8,48	6,45	76,1

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	59,5	1	$\beta_{V,c;1}$
2	76,1	2	$\beta_{V,c;2}$

Widerstand der maßgebenden Lastüberlagerung.

$$\beta_V = \beta_{V,c;2} = 0,76 \leq 1$$



Nachweis erfolgreich

Nicht maßgebende Lastfälle

#	N_{Ed} kN	$V_{Sd,x}$ kN	$V_{Sd,y}$ kN	$M_{Sd,x}$ kNm	$M_{Sd,y}$ kNm	$M_{T,Sd}$ kNm	Belastungsart	β_N %
2	0,00	0,00	-14,21	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch	0,00

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

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	302.1 Dübelanschluss Stahlträger	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 62

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S014 - 2025.002

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke

t = 10 mm

Profiltyp

HEA 160

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.

Technische Bemerkungen zum Import von Lastfällen

Die Bemessung wurde auf der Basis von unterschiedlichen Lastfällen durchgeführt. Die Software C-Fix ermittelt den maßgebenden Lastfall für die Verankerung. Dies kann zum maßgebenden Lastfall für die Konstruktion des Knotenpunktes differieren. Die Ergebnisse müssen vom verantwortlichen Ingenieur mit der Bemessung der Gesamtkonstruktion abgeglichen und verifiziert werden.

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.

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

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	302.1 Dübelanschluss Stahlträger	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 63

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S014 - 2025.002

Angaben zur Montage

Anker

Ankersystem
Anker

fischer Bolzenanker FAZ II Plus
Bolzenanker FAZ II Plus 12/10, ✓
galvanisch verzinkter Stahl

Art.-Nr. 564586



Zubehör

Handausbläser Groß ABG
SDS Plus-V II 12/110/160 ✓

Art.-Nr. 567792
Art.-Nr. 531803

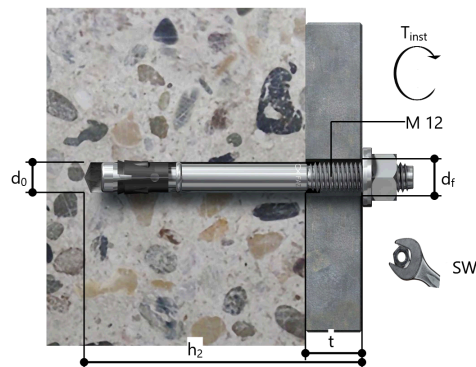
Montagedetails

Gewindegröße
Bohrlochdurchmesser
Bohrlochtiefe
Rechnerische
Verankerungstiefe
Einbautiefe
Bohrverfahren
Bohrlochreinigung

M 12 ✓
 $d_0 = 12 \text{ mm}$
 $h_2 = 99 \text{ mm}$
 $h_{ef} = 50 \text{ mm}$
 $h_{nom} = 64 \text{ mm}$
Hammerbohren
Bohrloch mit Handausbläser
ausblasen.
Die Montageanleitung sollte beachtet
werden, wenn die Installation ohne
Bohrlochreinigung erfolgt.

Montageart
Ringspalt
Montagedrehmoment
Schlüsselweite SW
Ankerplattendicke
Gesamte Befestigungsdicke
 $t_{fix, max}$

Durchsteckmontage
gemäß Benutzereingabe
 $T_{inst} = 60,0 \text{ Nm}$
19 mm
 $t = 10 \text{ mm}$ ✓
 $t_{fix} = 10 \text{ mm}$
 $t_{fix, max} = 30 \text{ mm}$ ✓



Ankerplattendetails

Material der Ankerplatte
Ankerplattendicke
Durchgangsloch im
Anbauteil

S 235 (St 37) ✓
 $t = 10 \text{ mm}$ ✓
 $d_f = 14 \text{ mm}$ ✓

Anbauteil

Profiltyp

HEA 160 ✓

Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	-40	0
2	40	0

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

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	302.1 Dübelanschluss Stahlträger	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 64

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn

DATUM:

AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

28.11.2024

mb BauStatik S600.de - 2025.002

Pos. 200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)

Stütze

Bereich: Hauptrahmen

Statisches System: Zweigelenrahmen mit Einspannung an den Auflagern

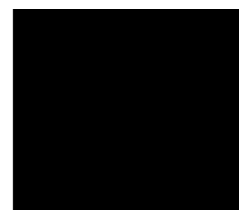
Spannbetonbinder (vorh.)	C45/55
Querschnitt	B/H = 40 / 130 cm als I-Träger
Stahlbetonstützen (vorh.)	C35/45
Querschnitt	B/H = 34,0 / 35,0 cm

Vorbemerkungen

Die Hauptrahmen der Sporthalle wurden als Stahlbetonrahmen mit eingespanntem Fußpunkten konstruiert. Die Rahmenecken wurden gem. der vorliegenden statischen Berechnungen gelenkig ausgeführt. Im Zuge der Umbaumaßnahmen sollen neben des Dachaufbaus die Fassadenplatten aus Stahlbeton demontiert werden. Nachfolgend wird der Rahmen mit der angepassten Belastung berechnet. Aufgrund der geringeren Belastung der Dachhaut erfolgt hier nur der Nachweis der Stb.-Stützen.

Brandschutz

Der Brandschutz des Betonbauteils erfolgt über die Nachweisstufe 2, Heißbemessung.



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 65

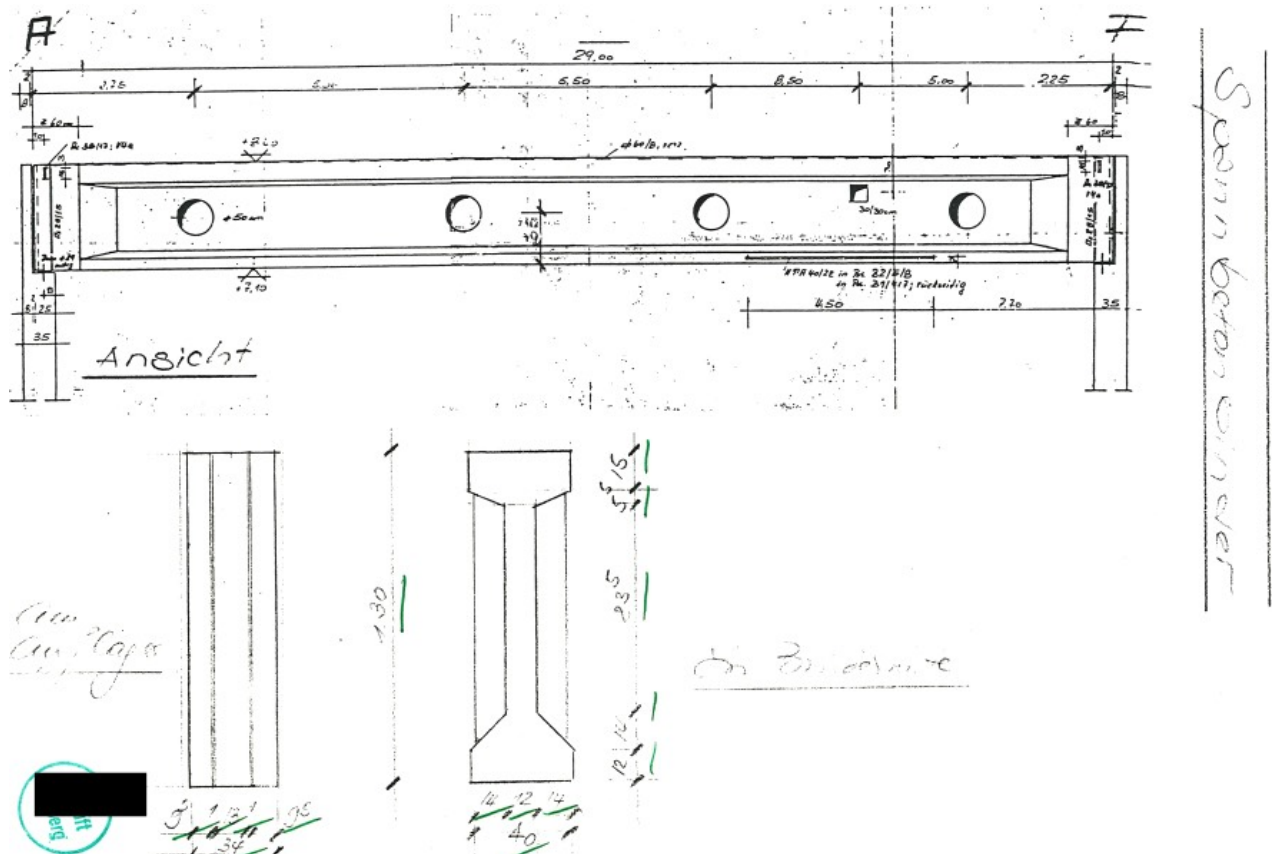
BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S600.de - 2025.002

Lastannahmen

Querschnitt Spannbetonbinder:



Auszug aus Bestandsstatik Spannbetonbinder [Stewing - Vestakon]

$$A = 0,40 \text{ m} \times 1,30 \text{ m} - (2 \times (1,03 + 0,835)/2 \times 0,14) = 0,259 \text{ m}^2$$

Vertikallasten

Ständige Lasten Hallendach (Ausmitte 4,0 cm)

$$\text{Ausbaulasten} \quad 0,50 \text{ kN/m}^2 \times 29,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} / 2 = 36,3 \text{ kN}$$

$$\text{Eigengewicht Stützen} \quad 25,0 \text{ kN/m}^3 \times 0,34 \text{ m} \times 0,35 \text{ m} \times (9,55 \text{ m} - 0,95 \text{ m}) = 25,6 \text{ kN}$$

$$\text{Eigengewicht Binder} \quad 25,0 \text{ kN/m}^3 \times 0,259 \text{ m}^2 \times 29,0 \text{ m} / 2 = 93,9 \text{ kN}$$

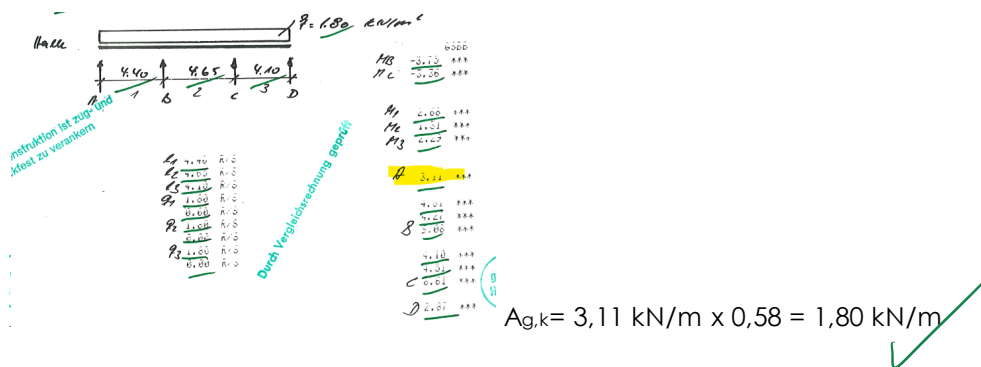
$$\Sigma G_{1,k} = 15$$

Versatzmoment

$$155,8 \times 0,04 \text{ m}$$

$$M_{G1,k} = 6,$$

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 66

Aus Dachbelag Umkleidegebäudeständige Belastung: $1,05 \text{ kN/m}^2$ (Bestand) ✓Schneelast: $0,75 \text{ kN/m}^2$ (Bestand) ✓Gesamtlast: $1,80 \text{ kN/m}^2$ (Bestand) ✓Umrechnungsfaktor ständige Last $= 1,05/1,80 = 0,58$ Umrechnungsfaktor Schneelast $= 0,75/1,80 = 0,42$ Werte als richtig angenommenEinzellast: $1,80 \text{ kN/m} \times 5,0 \text{ m}$ $\Sigma G_{2,k} = 9,00 \text{ kN}$ ✓Aus RLT (neu) $1,35 \text{ kN/m}^2 \times 5,0 \text{ m} \times 4,0/2 \text{ m}$ $\Sigma G_{3,k} = 13,5 \text{ kN}$ ✓Nutzlast aus PV und Schnee auf Hallendach (Ausmitte 4,0 cm)Aus Schnee $0,60 \text{ kN/m}^2 \times 29,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} / 2 = 43,5 \text{ kN}$ ✓Aus PV $0,25 \text{ kN/m}^2 \times 29,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} / 2 = 18,1 \text{ kN}$ ✓ $\Sigma Q_{N,k} = 61,6 \text{ kN}$ Versatzmoment $61,6 \text{ kN} \times 0,04 \text{ m}$ $M_{QN,k} = 2,46 \text{ kNm}$ ✓Nutzlast aus Schnee Umkleiden $A_{q,k} = 3,11 \text{ kN/m} \times 0,42 = 1,31 \text{ kN/m}$ Einzellast: $1,31 \text{ kN/m} \times 5,0 \text{ m}$ $\Sigma Q_{2,k} = 6,55 \text{ kN}$ ✓

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 67

Wind vertikal:

Es wird für die Bemessung der vertikale Windsog betrachtet. Winddruck wird nicht maßgebend. Die maßgebende Wirkungsrichtung $\theta = 90^\circ$ wird angesetzt. Auf der sicheren Seite liegend werden Wind aus $\theta = 90^\circ$ und Wind aus $\theta = 0^\circ$ gleichzeitig wirkend angesetzt.

Bereich	d [m]	b [m]	$C_{pe,1}$ [-]	$C_{pe,10}$ [-]	$W_{e,10}$ [kN/m²]
F	1.50	3.75	-2.50	-1.80	-0.88
G	1.50	21.90	-2.00	-1.20	-0.59
H	6.00	29.40	-1.20	-0.70	-0.34
I-	40.50	29.40	-0.60	-0.60	-0.29
I+	40.50	29.40	0.20	0.20	0.10

Wind $\theta = 90^\circ$

Aus Windsog $-0,34 \text{ kN/m}^2 \times 29,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} / 2$ $Q_{w,v,k} = -24,65 \text{ kN}$

Wind horizontal:

Bereich	d,b [m]	h [m]	$C_{pe,1}$ [-]	$C_{pe,10}$ [-]	$W_{e,10}$ [kN/m²]
A	3.00	7.50	-1.40	-1.20	-0.59
B	12.00	7.50	-1.10	-0.80	-0.39
C	14.40	7.50	-0.50	-0.50	-0.24
D	48.00	7.50	1.00	0.70	0.34
E	48.00	7.50	-0.50	-0.30	-0.15

Wind $\theta = 0^\circ$

Aus Windsog auf Achse 6 $-0,15 \text{ kN/m}^2 \times 5,0 \text{ m}$ $q_{wh1,k} = -0,75 \text{ KN/m}$
Aus Winddruck auf Achse 1 $0,34 \text{ kN/m}^2 \times 5,0 \text{ m}$ $q_{wh2,k} = 1,70 \text{ KN/m}$

Erddruck Horizontal auf Stütze

Die Stützwand Pos. 09 ist unten in ein Streifenfundament eingespannt. Oberhalb der Stützwand lagert eine Wandscheibe Pos. 08, welche die Lasten horizontal auf die Stützen verteilt. Die Lasten werden als Ständig auf das System aufgebracht.



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 68

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S600.de - 2025.002

Stab	von Kn.	bis Kn.	l [m]	Name	E [N/mm²]	A [cm²]	I _y [cm⁴]
3	3	4	3.60	QS1	34000	1190	121479
4	4	5	28.70	Spannb	36000	2589	192866
5	5	6	3.60	QS2	34000	1190	121479
6	6	7	0.80	QS2	34000	1190	121479
7	7	8	2.80	QS2	34000	1190	121479

Stabendgelenke

Stab	N _{x,Anf}	V _{z,Anf}	M _{y,Anf}	N _{x,End}	V _{z,End}	M _{y,End}
4	fest	fest	frei	fest	fest	frei

Auflagerdefinition global

Lager	Kn.	K _{T,x} [kN/m]	K _{T,z} [kN/m]	K _{R,y} [kNm/rad]
A	1	fest	fest	fest
B	8	fest	fest	fest

Einwirkungen

Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12

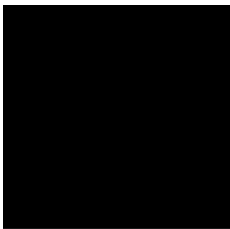
Gk	Eigenlasten
Qk.S	Ständige Einwirkungen
	Schnee
	Schnee- und Eislasten für Orte bis NN + 1000 m
Qk.S	min/max Werte
Qk.W	Wind
	Windlasten
Qk.W	min/max Werte
Qk.W.000	Anströmrichtung $\Theta = 0^\circ$
Qk.W.180	Anströmrichtung $\Theta = 180^\circ$
Gk.E	Erddruck
	Ständiger Erddruck

Belastungen

Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 70

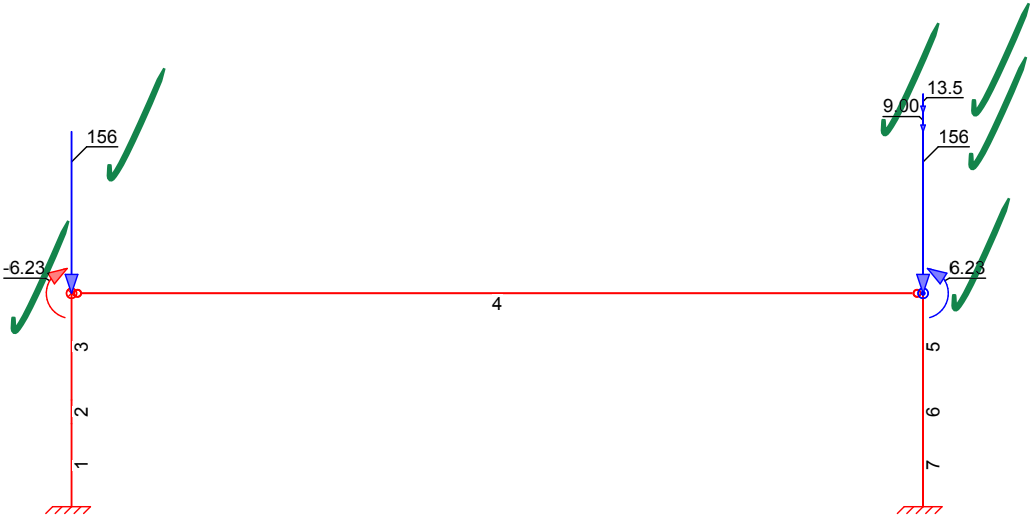


BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

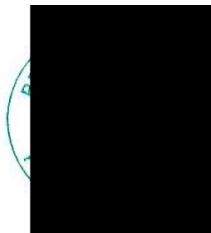
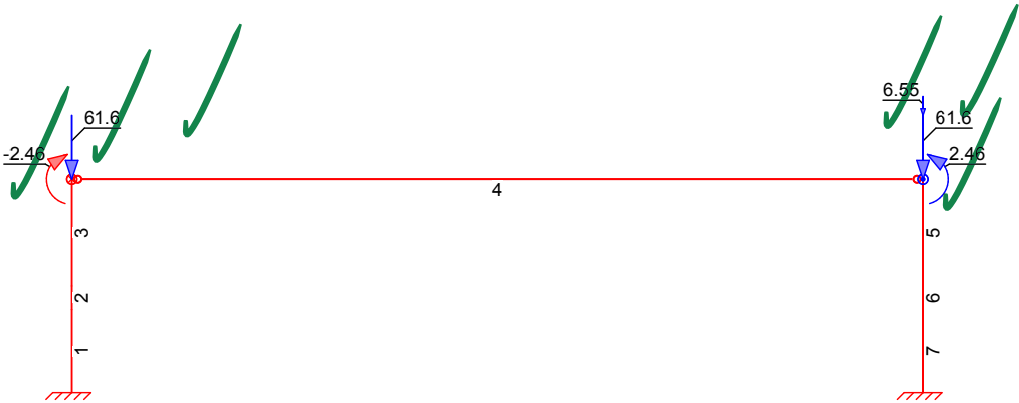
Einwirkung

Gk

mb BauStatik S600.de - 2025.002



Qk.S



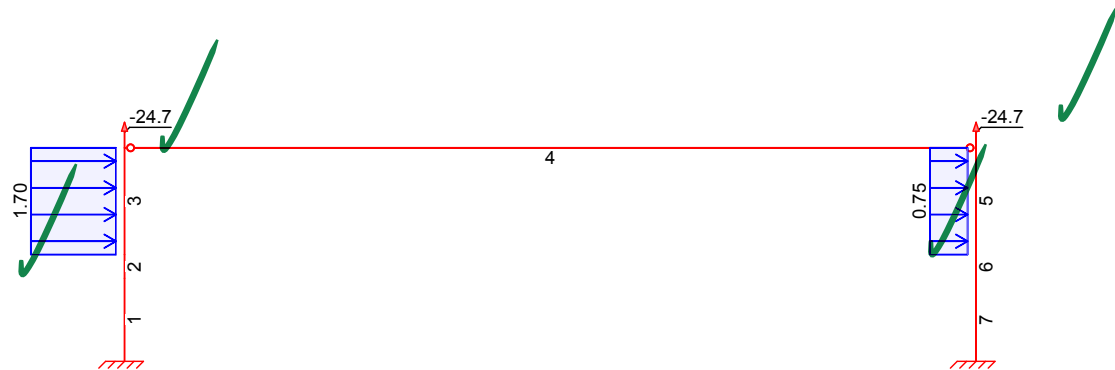
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 71

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

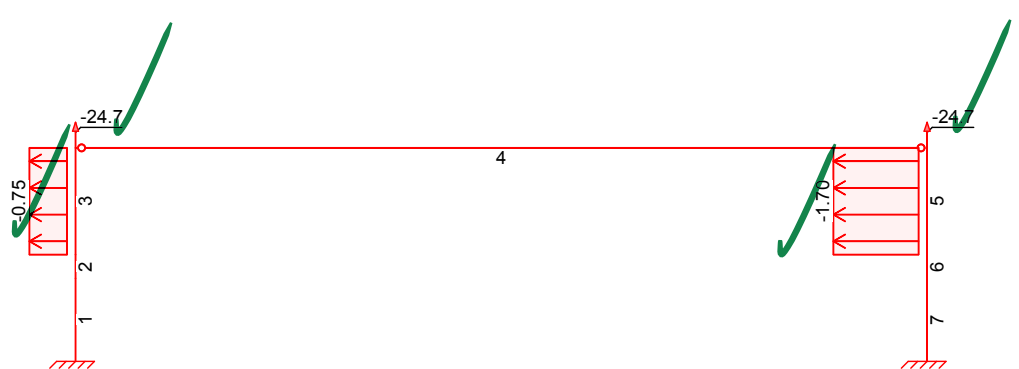
DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S600.de - 2025.002

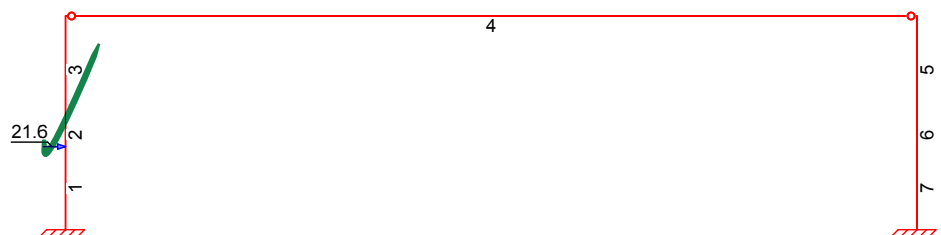
Qk.W.000



Qk.W.180



Gk.E



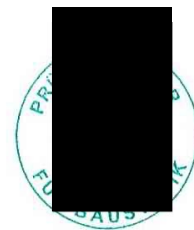
Streckenlasten
in x-Richtung

Einw. Qk.W.000

Einw. Qk.W.180

Streckenlasten am Stab

Stab	Kommentar	a [m]	s [m]
3		0.00	3.60
5		0.00	3.60
3		0.00	3.60



q_{x,re}
[kN/m]
1.70
0.75
-0.75

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 72

BAUWERK:
AUFTRAGGEBER:

Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S600.de - 2025.002

Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	Q _{x,li} [kN/m]	Q _{x,re} [kN/m]
5		0.00	3.60		-1.70

Punktlasten
in x-/z-Richtung

Einw. Gk
Einw. Qk.S
Einw. Qk.W.000
Einw. Qk.W.180
Einw. Gk.E

Einzellasten und -momente am Stab					
Stab	Kommentar	a	F _x	F _z	M
		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
3		3.60		155.80	-6.23
3		3.60		61.60	-2.46
3		3.60		-24.65	
3		3.60		-24.65	
1		2.80	21.62		

Punktlasten
in x-/z-Richtung

Einw. Gk

Einw. Qk.S

Einw. Qk.W.000
Einw. Qk.W.180

Einzellasten und -momente am Knoten				
Knoten	Kommentar	F _x [kN]	F _z [kN]	M [kNm]
5			155.80	6.23
5			0.00	
5			13.50	
5			61.60	2.46
5			6.55	
5			-24.65	
5			-24.65	

Kombinationen

ständig/vorüberg.

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990			
Ek	Σ (γ*ψ*EW)		
1	1.35*Gk	+1.35*Gk.E	
2	1.35*Gk	+1.50*Qk.S	+1.35*Gk.E
3	1.35*Gk	+1.50*Qk.S	+0.90*Qk.W.000
	+1.35*Gk.E		
4	1.35*Gk	+0.75*Qk.S	+1.50*Qk.W.000
	+1.35*Gk.E		
5	1.35*Gk	+0.75*Qk.S	+1.50*Qk.W.180
	+1.35*Gk.E		
6	1.00*Gk	+1.50*Qk.W.000	+1.35*Gk.E
7	1.00*Gk	+1.50*Qk.W.180	+1.35*Gk.E
8	1.35*Gk	+1.50*Qk.S	+1.00*Gk.E
9	1.35*Gk	+1.50*Qk.S	+0.90*Qk.W.000
	+1.00*Gk.E		
10	1.35*Gk	+0.75*Qk.S	+1.50*Qk.W.000
	+1.00*Gk.E		
11	1.35*Gk	+1.50*Qk.S	+0.90*Qk.W.180
	+1.00*Gk.E		
12	1.35*Gk	+0.75*Qk.S	
	+1.00*Gk.E		
13	1.00*Gk	+1.00*Gk.E	
14	1.00*Gk	+1.50*Qk.W.000	
15	1.00*Gk	+1.50*Qk.W.180	
16	1.00*Gk	+1.00*Gk.E	

quasi-ständig

BAUTEIL:
POS.:
VORGANG:

Nachweise in der Sporthalle
200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)
Statische Berechnung

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S600.de - 2025.002

	Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$		
st./vor. Auflagerkr.	17	1.35*Gk	+1.35*Gk.E	
	18	1.35*Gk	+1.50*Qk.S	+1.35*Gk.E
	19	1.35*Gk	+0.75*Qk.S	+1.50*Qk.W.000
		+1.35*Gk.E		
	20	1.15*Gk	+1.50*Qk.W.000	+1.35*Gk.E
	21	1.35*Gk	+1.50*Qk.S	+1.15*Gk.E
	22	1.00*Gk	+1.50*Qk.W.000	+1.00*Gk.E
	23	1.00*Gk	+1.50*Qk.W.180	+1.00*Gk.E
	24	1.00*Gk	+0.75*Qk.S	+1.50*Qk.W.180
		+1.00*Gk.E		
Zielfunktionen	25	1.35*Gk	+0.75*Qk.S	+1.50*Qk.W.000
		+1.35*Gk.E		
	26	1.00*Gk	+1.00*Gk.E	
	27	1.35*Gk	+1.00*Gk.E	
	28	1.35*Gk	+0.75*Qk.S	+1.50*Qk.W.180
		+1.00*Gk.E		
	29	1.00*Gk	+1.50*Qk.W.000	+1.35*Gk.E
	30	1.00*Gk	+1.00*Qk.S	+0.60*Qk.W.180
		+1.00*Gk.E		
	31	1.00*Gk	+1.00*Qk.W.000	+1.00*Gk.E
	32	1.10*Gk	+0.75*Qk.S	+1.50*Qk.W.180
		+0.90*Gk.E		
	33	1.05*Gk	+0.62*Qk.S	+1.25*Qk.W.180
		+0.90*Gk.E		
	34	1.00*Gk	+0.95*Gk.E	
	35	0.90*Gk	+1.50*Qk.W.000	+1.10*Gk.E
	36	0.90*Gk	+1.25*Qk.W.000	+1.05*Gk.E
	37	0.95*Gk	+1.00*Gk.E	
	38	0.90*Gk	+0.90*Gk.E	
	39	0.95*Gk	+0.95*Gk.E	
	40	0.90*Gk	+1.50*Qk.W.180	+0.90*Gk.E
	41	0.90*Gk	+1.25*Qk.W.180	+0.90*Gk.E
	42	0.90*Gk	+1.50*Qk.W.000	+0.90*Gk.E
	43	0.90*Gk	+1.25*Qk.W.000	+0.90*Gk.E
	44	1.00*Gk	+1.00*Qk.S	+1.00*Qk.W.180
		+1.00*Gk.E		
	45	1.20*Gk	+0.65*Qk.S	+1.30*Qk.W.180
		+1.00*Gk.E		
	46	1.10*Gk	+1.00*Gk.E	
	47	1.00*Gk	+1.30*Qk.W.000	+1.20*Gk.E
	48	1.00*Gk	+1.10*Gk.E	
	49	0.95*Gk	+1.50*Qk.W.000	+0.95*Gk.E
	50	0.95*Gk	+1.30*Qk.W.000	+0.95*Gk.E
	51	0.95*Gk	+1.00*Qk.W.000	
		+0.95*Gk.E		
	52	1.00*Gk	+1.00*Qk.S	
		+1.00*Gk.E		
	53	1.00*Gk	+1.50*Qk.W.180	
	54	1.00*Gk	+1.00*Qk.W.180	

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 74

BAUWERK:
AUFTRAGGEBER:

Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

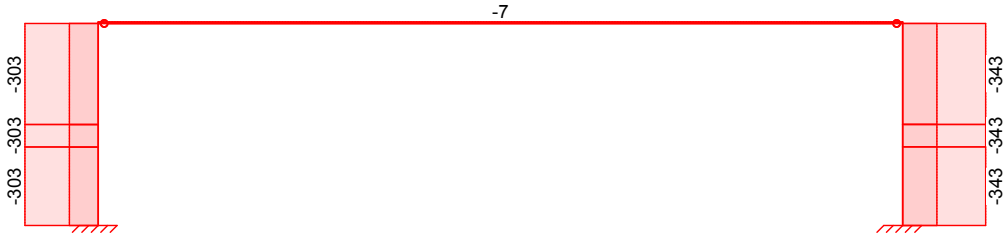
mb BauStatik S600.de - 2025.002

Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot E W)$		
55	1.35 * Gk	+1.50 * Qk.S	+1.00 * Gk.E
56	1.10 * Gk +1.10 * Gk.E	+0.75 * Qk.S	+1.50 * Qk.W.000
57	1.05 * Gk +1.05 * Gk.E	+0.62 * Qk.S	+1.25 * Qk.W.000
58	1.00 * Gk	+1.30 * Qk.W.180	+1.00 * Gk.E
59	1.20 * Gk +1.20 * Gk.E	+0.65 * Qk.S	+1.30 * Qk.W.000
60	1.10 * Gk	+1.10 * Gk.E	

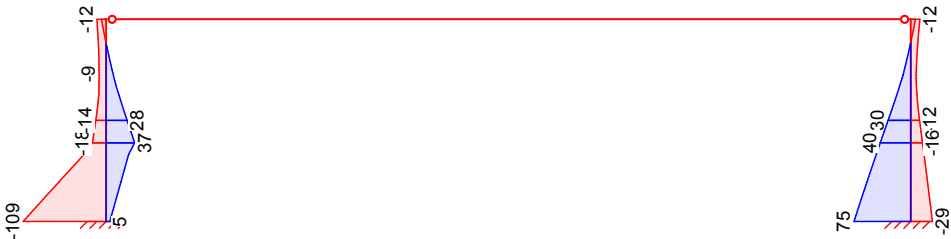
Bem.-schnittgrößen Bemessungsschnittgrößen Theorie II. Ordnung

Grafik Schnittgrößen (Umhüllende)

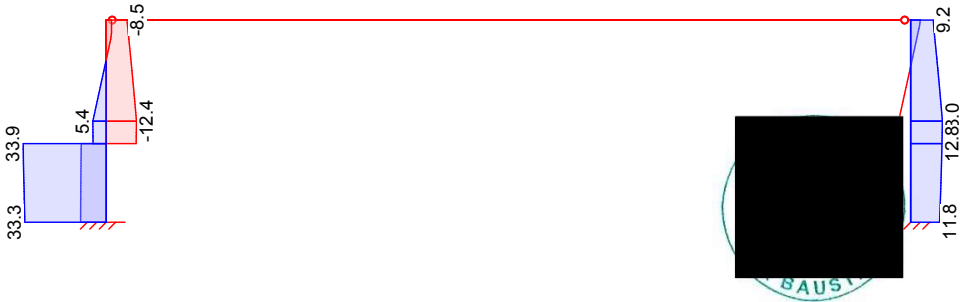
Normalkraft $N_{x,d}$ [kN]



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



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



BAUTEIL:
POS.:
VORGANG:

Nachweise in der Sporthalle
200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)
Statische Berechnung

BAUWERK:
AUFTRAGGEBER:

Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S600.de - 2025.002

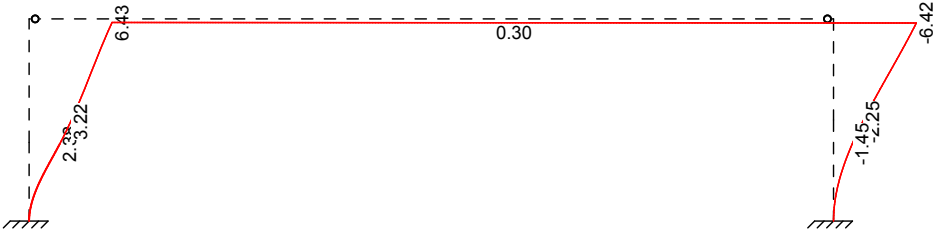
Bem.-verformungen

Bemessungsverformungen Theorie I. Ordnung

Grafik

Verformungen (Umhüllende)

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



Tabelle

Verformungen (Umhüllende)

	x [m]	$w_{z,d,min}$ [mm]	Ek	$w_{z,d,max}$ [mm]	Ek	$w_{x,d,min}$ [mm]	Ek	$w_{x,d,max}$ [mm]	Ek
Stab 1	0.00	0.00	16	0.00	16	0.00	16	0.00	16
	2.80	2.38	16	2.38	16	-0.11	16	-0.11	16
Stab 2	0.00	2.38	16	2.38	16	-0.11	16	-0.11	16
	0.80	3.22	16	3.22	16	-0.14	16	-0.14	16
Stab 3	0.00	3.22	16	3.22	16	-0.14	16	-0.14	16
	3.60	6.43	16	6.43	16	-0.28	16	-0.28	16
Stab 4	0.00	0.28	16	0.28	16	6.43	16	6.43	16
	28.70	0.32	16	0.32	16	6.42	16	6.42	16
Stab 5	0.00	-6.42	16	-6.42	16	0.32	16	0.32	16
	3.60	-2.25	16	-2.25	16	0.16	16	0.16	16
Stab 6	0.00	-2.25	16	-2.25	16	0.16	16	0.16	16
	0.80	-1.45	16	-1.45	16	0.12	16	0.12	16
Stab 7	0.00	-1.45	16	-1.45	16	0.12	16	0.12	16
	2.80	0.00	16	0.00	16	0.00	16	0.00	16

$w_{z,d}$: Verformung in lokale z-Richtung
 $w_{x,d}$: Verformung in lokale x-Richtung

Imperfektionen

Stab	ϕ [rad]	e_0/L [-]
1-3	1/200	-
4	-	-
5-7	1/200	-

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsauflagerkräfte (global)

Char. Auflagerkr.

	Aufl.	$F_{x,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]
Einw. Gk	A	-1.30	155.8	3.11
	B	1.30	178.3	-3.11
Einw. Qk.S	A	-0.51	61.6	1.23

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 76

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

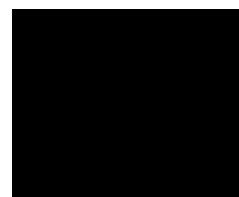
DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S600.de - 2025.002

	Aufl.	$F_{x,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]
Einw. Qk.W.000	B	0.51	68.15	-1.23
	A	5.03	-24.65	-25.16
Einw. Qk.W.180	B	3.79	-24.65	-22.46
	A	-3.79	-24.65	22.46
Einw. Gk.E	B	-5.03	-24.65	25.16
	A	19.49	0.00	-45.18
	B	2.13	0.00	-15.36

Bem.-auflagerkräfte

	Aufl.	$F_{x,d}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]
Komb. 17	A	24.68	210.33	-68.11
	B	4.51	240.71	-35.96
Komb. 18	A	23.96	302.73	-71.92
	B	5.23	342.93	-43.39
Komb. 19	A	31.90	219.55	-109.08
	B	10.52	254.84	-74.58
Komb. 20	A	32.49	142.19	-104.89
	B	9.93	168.07	-67.42
Komb. 21	A	20.05	302.73	-62.36
	B	4.81	342.93	-39.87
Komb. 22	A	25.83	118.82	-87.54
	B	9.02	141.33	-59.68
Komb. 23	A	12.43	118.82	-2.57
	B	-4.04	141.33	25.16
Komb. 24	A	12.03	165.02	0.72
	B	-3.64	192.44	26.62



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 77

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Pos. 200.1 Stahlbetonstützen Achse 1

Bereich: Stütze Achse 1

Statisches System: Kragstütze

Stahlbetonstützen (vorh.)	C35/45
Querschnitt	B/H = 34,0 / 35,0 cm
Bewehrungsabstand	vorh. c _v = 2,0 cm

Vorbemerkungen

Nachweis der erdbelasteten Stahlbetonstützen. Die Lastannahmen erfolgen aus Pos. 200.

Federwertermittlung

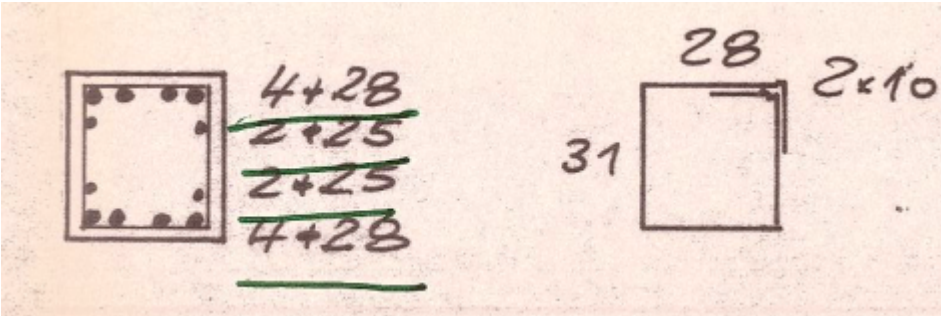
Es wird für die Einspannung eine Drehfeder nach dem Betonkalender 1973 - II (S. 150 ff.) ermittelt.

Drehfeder; $C_s = (120 \text{ MN/m}^2 \times 0,3755\text{m}^4) / (0,43 \times (1,1 \text{ m} \times 1,60 \text{ m})^{-0,5}) = \underline{\underline{78,98 \text{ MN/rad}}}$

Brandschutz

Der Brandschutz des Betonbauteils erfolgt über die Nachweisstufe 2, Heißbemessung.

Vorhandene Bewehrung



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 78

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Lastannahmen (vgl. Pos. 200)

Vertikallasten
Ständig

$\Sigma G_{1,k} = 155,8 \text{ kN}$

Nutzlast aus PV und Schnee

$\Sigma Q_{N,k} = 61,6 \text{ kN}$

Wind vertikal:

Aus Windsog -0,34 kN/m² x 29,0 m x 5,0 m /2

$Q_{w,v,k} = -24,65 \text{ kN}$

Wind horizontal:

Aus Winddruck auf Achse 1 0,34 kN/m² x 5,0 m

$q_{wh2,k} = 1,70 \text{ kN/m}$

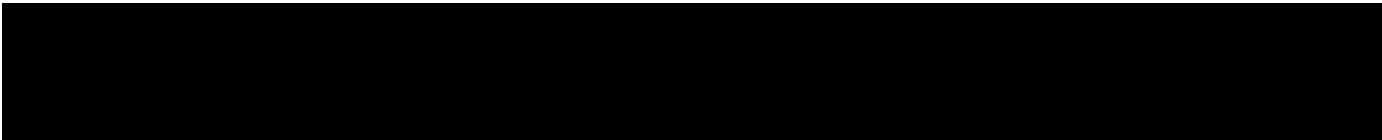
Erddruck Horizontal auf Stütze

Erddruck 14,86 + 6,75

$G_{ah,k} = 21,62 \text{ kN}$



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 79



BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Position: 200.1 Stb.-Stütze Achse 1

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P06)

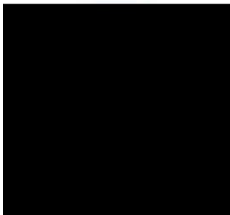
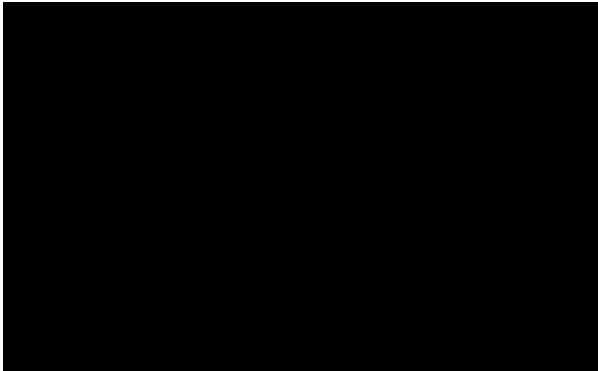
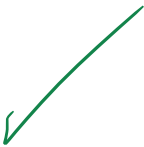
Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Kragstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 35/45, BSt 420 S(A) ✓

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches $\gamma_F(\gamma_{G,sup} \text{ oder } \gamma_{G,inf})$



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 80

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R

Belastungsalter t_0 = 28 Tage

Endkriechzahl $\phi(t_0, \infty)$ = 2.12

Materialauswahl

Fertigteil C 35/45 f_{ck} = 35.00 N/mm² E_{cm} = 34000 N/mm²
 Betonstahl BSt 420 S(A) f_{yk} = 420.00 N/mm² E_s = 200000 N/mm²
 $k(f_t/f_y)$ = 1.00 ϵ_{uk} = 25.0 ‰ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Fertigteil C 35/45			Betonstahl BSt 420 S(A)		
	$\alpha_{cc} = 0.85 \alpha_{ct} = 0.85$					
	$\gamma_c^{1)}$	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal}/\gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.35	22.04	1.41	1.15	365.22	365.22

¹⁾ γ_c reduziert nach Anhang A2.3

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe

l = 7.20 m ✓✓

Querschnitt

b_y/d_z = 34.0/35.0 cm ✓

b_z/d_1 = 6.4/6.0 cm

Bewehrungsanordnung (kalt) wie Bewehrungsbild

Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr	starr	starr

Fundamenteinspannung

Abmessungen b_x = 1.10 m parallel zur b_y -Abmessung der Stütze
 b_y = 1.60 m parallel zur b_z -Abmessung der Stütze
 d = 1.40 m

Steifemodul C_b = 30000.00 kN/m²
 Steifigkeiten C_y = 19296.7 kNm/rad (nach RAUSCH)
 C_z = 9120.7 kNm/rad

$C_{y,cal}$ = starr

Rechenwerte $C_{z,cal}$ = starr

Lasten

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

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Windlasten	0.60	0.20	0.00		00
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		00
ständig					50

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 82

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_v [cm]	e_z [cm]	F_v [kN]	F_z [kN]	M_v [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf	2.80	156.0	✓	4.0	✓	21.6	✓		ständig Schnee Wind ständig		
2	Stützenkopf		61.6	✓								
3	Stützenkopf		-24.7	✓								
5	Stütze											

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
4	Stütze	in z	3.60	1.70	3.40	1.70	Wind		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_v [cm]	e_z [cm]	F_v [kN]	F_z [kN]	M_v [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		21.4	✓						ständig		

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 83

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

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

Bemessungsoptionen

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

Optionen für den Brandschutznachweis

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

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 5,59$ in y- / $5,92$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Überprüfung der Tragfähigkeit nach dem Allgemeinen Verfahren (Abs. 5.8.6)

- Mit der vorgegebenen Längsbewehrung stellt sich ein stabiles Gleichgewicht ein.
- Zusätzlich sind die erforderliche Querkraftbewehrung sowie die Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu beachten!

Überprüfung der Tragfähigkeit im Brandfall nach dem Allgemeinen Verfahren (Abs. 5.8.6)

- Mit der vorgegebenen Längsbewehrung stellt sich bei einer Branddauer von 90 min ein stabiles Gleichgewicht ein.

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

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
Stützeigengewicht	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 156,0 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 61,6 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)	0.75		0.75		1.50	1.50	1.50	
V = -24,7 kN (Wind)		1.50	1.50					
pz = 1,70 kN/m (Wind)	1.50	1.50	1.50	1.50	0.90			
Fz = 21,6 kN (ständig)	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 11

Last	LK 9	LK 10	LK 11
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.35
V = 156,0 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00		1.35
V = 61,6 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)			
V = -24,7 kN (Wind)	1.50		
pz = 1,70 kN/m (Wind)			
Fz = 21,6 kN (ständig)	1.00		1.35

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 84

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	14.40	14.40	146.7	142.5	48.5	48.5	2.7	2.7	2.123	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	7.20	-285.7	-10.27	0.00	5.79	68.9	68.9	Querschnitt
	7.00	-285.7	-11.51	0.45	5.79	68.9	68.9	
	7.00	-285.7	-11.51	0.45	5.79	68.9	68.9	
	5.87	-285.7	-20.03	2.94	5.79	68.9	68.9	
	4.73	-285.7	-31.48	5.26	5.79	68.9	68.9	
	3.60	-285.7	-45.62	7.27	5.79	68.9	68.9	
	3.60	-285.7	-45.62	7.27	5.79	68.9	68.9	
	2.80	-285.7	-56.26	8.43	5.79	68.9	68.9	
	2.80	-285.7	-56.26	8.43	5.79	68.9	68.9	
	1.40	-285.7	-114.22	9.82	5.79	68.9	68.9	
	0.00	-285.7	-168.94	10.29	5.79	68.9	68.9	

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	w_y [cm]	w_z [cm]	ϵ_1 [‰]	ϵ_2 [‰]	ϵ_3 [‰]	ϵ_{1s} [‰]	ϵ_{4s} [‰]	$El_{z,eff}/El_z$	$El_{y,eff}/El_y$
1	7.20	0.9	8.3	-0.11	-0.11	-0.03	0.00	-0.04	0.945	1.135
	7.00	0.9	7.9	-0.11	-0.11	-0.03	0.00	-0.03	0.985	1.135
	7.00	0.9	7.9	-0.11	-0.11	-0.03	0.00	-0.03	0.985	1.135
	5.87	0.7	6.2	-0.16	-0.13	0.00	0.00	0.00	1.092	1.126
	4.73	0.5	4.5	-0.22	-0.17	0.05	0.00	0.05	0.938	1.011
	3.60	0.3	2.9	-0.30	-0.23	0.13	0.00	0.14	0.847	0.894
	3.60	0.3	2.9	-0.30	-0.23	0.13	0.00	0.14	0.847	0.894
	2.80	0.2	1.9	-0.36	-0.27	0.21	0.00	0.21	0.809	0.840
	2.80	0.2	1.9	-0.36	-0.27	0.21	0.00	0.21	0.809	0.840
	1.40	0.04	0.6	-0.66	-0.54	0.66	0.00	0.60	0.729	0.731
	0.00	0.0	0.0	-0.94	-0.82	1.11	0.00	0.96	0.700	0.696

w_y : Stützensauslenkung in y-Richtung
 w_z : Stützensauslenkung in z-Richtung
 ϵ_1 : max. Betonstauchung
 ϵ_{1s} : min. Stahldehnung
 ϵ_{4s} : max. Stahldehnung
 $El_{z,eff}/El_z$: Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II
 $El_{y,eff}/El_y$: Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II

Kriechverformung, bleibender Anteil - Th. II. O. mit e_i (kriechwirksam) (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	w_y [cm]	w_z [cm]
1	7.20	0.2	1.1
	7.00	0.2	1.1
	7.00	0.2	1.1
	5.87	0.1	0.8
	4.73	0.1	0.6
	3.60	0.1	0.4
	3.60	0.1	0.4
	2.80	0.03	0.3
	2.80	0.03	0.3
	1.40	0.01	0.1

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 85

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

LK	Höhe [m]	w _y [cm]	w _z [cm]
	0.00	0.0	0.0
w _y : Stützensauslenkung in y-Richtung w _z : Stützensauslenkung in z-Richtung			

Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Richtung	Höhe [m]	N _d [kN]	V _{E,d} [kN]	V _{rd,c} [kN]	V _{rd,max} [kN]	Θ [°]	A _{sw} [cm²/m]
1	y	7.20	-285.7	2.2	109.8	316.6	18.4	0.00
		7.00	-285.7	2.2	109.8	316.6	18.4	0.00
		7.00	-285.7	2.2	109.8	316.6	18.4	0.00
		5.87	-285.7	2.1	109.8	316.6	18.4	0.00
		4.73	-285.7	1.9	109.8	316.6	18.4	0.00
		3.60	-285.7	1.6	109.8	316.6	18.4	0.00
		3.60	-285.7	1.6	109.8	316.6	18.4	0.00
		2.80	-285.7	1.3	109.8	316.6	18.4	0.00
		2.80	-285.7	1.3	109.8	316.6	18.4	0.00
		1.40	-285.7	0.7	109.8	316.6	18.4	0.00
		0.00	-285.7	0.0	109.8	316.6	18.4	0.00
1	z	7.20	-285.7	6.2	111.2	338.2	18.4	0.00
		7.00	-285.7	6.2	111.2	338.2	18.4	0.00
		7.00	-285.7	6.1	111.2	338.2	18.4	0.00
		5.87	-285.7	8.8	111.2	338.2	18.4	0.00
		4.73	-285.7	11.3	111.2	338.2	18.4	0.00
		3.60	-285.7	13.6	111.2	338.2	18.4	0.00
		3.60	-285.7	13.6	111.2	338.2	18.4	0.00
		2.80	-285.7	13.0	111.2	338.2	18.4	0.00
		2.80	-285.7	42.1	111.2	338.2	18.4	0.00
		1.40	-285.7	40.2	111.2	338.2	18.4	0.00
		0.00	-285.7	37.8	111.2	338.2	18.4	0.00

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	A _{d,v} [kN]	H _{d,y} [kN]	M _{d,z} [kNm]	H _{d,z} [kN]	M _{d,y} [kNm]	LK
Fundament	0.00	140.4	0.0	4.44	21.6	-75.63	9
		331.9	0.0	12.15	34.4	-130.41	5
		140.4	0.0	4.48	30.3	-116.48	10
		331.9	0.0	12.14	29.2	-121.16	7
		269.8	0.0	9.21	21.6	-70.88	6
		285.7	0.0	10.29	37.8	-168.94	1
		177.4	0.0	5.72	21.6	-66.80	8
		140.4	0.0	4.43	21.6	-66.91	9
		331.9	0.0	12.35	34.4	-154.85	5

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

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeigengewicht	1.00	1.00		1.00
V = 156,0 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00	1.00		1.00
V = 61,6 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)				
V = -24,7 kN (Wind)		0.20		0.20
pz = 1,70 kN/m (Wind)	0.20	0.20		
Fz = 21,6 kN (ständig)	1.00	1.00		1.00

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 86

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	14.40	14.40	146.7	142.5	0.0	0.0	1.4	1.4	0.000	1.000
* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500												

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{v,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	7.20	-177.4	-6.24	0.00	5.79	68.9	68.9	Querschnitt
	7.00	-177.4	-7.85	0.28	5.79	68.9	68.9	
	7.00	-177.4	-7.85	0.28	5.79	68.9	68.9	
	5.87	-177.4	-17.04	1.85	5.79	68.9	68.9	
	4.73	-177.4	-26.13	3.31	5.79	68.9	68.9	
	3.60	-177.4	-34.82	4.57	5.79	68.9	68.9	
	3.60	-177.4	-34.82	4.57	5.79	68.9	68.9	
	2.80	-177.4	-40.45	5.29	5.79	68.9	68.9	
	2.80	-177.4	-40.45	5.29	5.79	68.9	68.9	
	1.40	-177.4	-78.65	6.17	5.79	68.9	68.9	
	0.00	-177.4	-113.01	6.47	5.79	68.9	68.9	

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	w_y [cm]	w_z [cm]	ϵ_1 [‰]	ϵ_2 [‰]	ϵ_3 [‰]	ϵ_{1s} [‰]	ϵ_{4s} [‰]	$El_{z,eff}/El_z$	$El_{y,eff}/El_y$
1	7.20	2.2	21.2	6.06	6.07	6.33	0.00	6.31	0.177	0.198
	7.00	2.1	20.3	6.03	6.04	6.36	0.00	6.33	0.177	0.198
	7.00	2.1	20.3	6.03	6.04	6.36	0.00	6.33	0.177	0.198
	5.87	1.6	15.6	5.78	5.88	6.52	0.00	6.51	0.166	0.195
	4.73	1.1	11.2	5.52	5.70	6.68	0.00	6.69	0.162	0.190
	3.60	0.7	7.2	5.27	5.52	6.84	0.00	6.86	0.160	0.188
	3.60	0.7	7.2	5.27	5.52	6.84	0.00	6.86	0.160	0.188
	2.80	0.4	4.7	5.11	5.40	6.95	0.00	6.97	0.159	0.186
	2.80	0.4	4.7	5.11	5.40	6.95	0.00	6.97	0.159	0.186
	1.40	0.1	1.3	4.12	4.47	7.79	0.00	7.63	0.157	0.182
	0.00	0.0	0.0	3.24	3.62	8.58	0.00	8.24	0.149	0.179
w_y : Stützensauslenkung in y-Richtung w_z : Stützensauslenkung in z-Richtung ϵ_1 : max. Betonstauchung ϵ_{1s} : min. Stahldehnung ϵ_{4s} : max. Stahldehnung $El_{z,eff}/El_z$: Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II $El_{y,eff}/El_y$: Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II										

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,y}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Fundament	0.00	172.5	0.0	5.94	21.6	-90.81	4
		177.4	0.0	6.47	22.8	-113.01	1
		172.5	0.0	6.03	22.8	-110.77	2
		177.4	0.0	6.37	21.6		

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 87

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm ²]
1	68.9

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 156,0 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 61,6 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)	0.50		0.50		1.00	1.00		
V = -24,7 kN (Wind)		1.00	1.00					1.00
pz = 1,70 kN/m (Wind)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60			
Fz = 21,6 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{v,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _v [cm]	f _z [cm]	f _{v,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
3	7.20	-208.2	-7.47	0.00	0.0	4.4			
3	7.00	-208.2	-7.77	0.00	0.0	4.3			
3	5.87	-208.2	-10.54	0.00	0.0	3.4			
3	4.73	-208.2	-15.43	0.00	0.0	2.5			
3	3.60	-208.2	-22.40	0.00	0.0	1.7			
3	2.80	-208.2	-28.02	0.00	0.0	1.1			
3	1.40	-208.2	-67.79	0.00	0.0	0.3			
1	0.00	-208.2	-107.65	0.00	0.0	0.0			

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

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{v,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _v [cm]	f _z [cm]	f _{v,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
3	7.20	-208.2	-7.47	0.00	0.0	3.3			
3	7.00	-208.2	-7.69	0.00	0.0	3.2			
3	5.87	-208.2	-10.00	0.00	0.0	2.5			
3	4.73	-208.2	-14.45	0.00	0.0	1.9			
3	3.60	-208.2	-21.03	0.00	0.0	1.3			
3	2.80	-208.2	-26.40	0.00	0.0	0.8			
3	1.40	-208.2	-65.81	0.00	0.0	0.3			
1	0.00	-208.2	-105.35	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{v,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	Φ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹⁾ [N/mm ²]	η
1	7.20	-208.2	-7.47	0.00	1.44	-0.042	-8.46	336.00	0.00
1	7.00	-208.2	-7.81	0.00	1.44	-0.041	-8.21	336.00	0.00
1	5.87	-208.2	-10.81	0.00	1.44	-0.030	-6.04	336.00	0.00
1	4.73	-208.2	-15.90	0.00	1.44	-0.011	-2.27	336.00	0.00
2	3.60	-152.7	-20.19	0.00	1.46	0.034	6.86	336.00	0.02
2	2.80	-152.7	-25.62	0.00	1.46	0.067	13.40		4
2	1.40	-152.7	-65.13	0.00	1.46	0.320	63.99		9
2	0.00	-152.7	-103.85	0.00	1.46	0.572	114.49		4

1 : σ_{s,lim} = 0,80 * f_{y,k}(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 88

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^{1)}$ [N/mm ²]	η
1	7.20	-208.2	-7.47	0.00	0.00	-0.023	-4.61	336.00	0.00
1	7.00	-208.2	-7.72	0.00	0.00	-0.023	-4.50	336.00	0.00
1	5.87	-208.2	-10.18	0.00	0.00	-0.017	-3.44	336.00	0.00
1	4.73	-208.2	-14.77	0.00	0.00	-0.007	-1.39	336.00	0.00
2	3.60	-152.7	-19.08	0.00	0.00	0.026	5.13	336.00	0.02
2	2.80	-152.7	-24.30	0.00	0.00	0.053	10.70	336.00	0.03
2	1.40	-152.7	-63.52	0.00	0.00	0.291	58.20	336.00	0.17
2	0.00	-152.7	-102.24	0.00	0.00	0.533	106.56	336.00	0.32

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1
Stützeigengewicht	1.00
$V = 156,0$ kN / $e_z = 4,0$ cm (ständig)	1.00
$V = 61,6$ kN / $e_z = 4,0$ cm (Schnee)	
$V = -24,7$ kN (Wind)	
$p_z = 1,70$ kN/m (Wind)	
$F_z = 21,6$ kN (ständig)	1.00

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}^{1)}$ [N/mm ²]	vorh $f_{\phi, nl}$	erf $f_{\phi, nl}$	η
1	7.20	-177.4	-6.24	0.00	-0.051	-1.73	-15.75	1.00		0.11
1	7.00	-177.4	-6.35	0.00	-0.051	-1.74	-15.75	1.00		0.11
1	5.87	-177.4	-6.96	0.00	-0.053	-1.80	-15.75	1.00		0.11
1	4.73	-177.4	-7.55	0.00	-0.055	-1.86	-15.75	1.00		0.12
1	3.60	-177.4	-8.11	0.00	-0.056	-1.91	-15.75	1.00		0.12
1	2.80	-177.4	-8.49	0.00	-0.057	-1.95	-15.75	1.00		0.12
1	1.40	-177.4	-39.31	0.00	-0.173	-5.88	-15.75	1.00		0.37
1	0.00	-177.4	-69.82	0.00	-0.294	-10.01	-15.75	1.00		0.64

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

Bewehrungsanordnung**Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min**

Stützenabschnitt	Stabnummer	ϕ [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,0}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1 Bügel: 26Ø10 mm	1	28	6.2	-12.6	-13.1	595	41
	2	28	6.2	12.6	-13.1	595	41
	3	28	6.2	12.6	13.1	595	41
	4	28	6.2	-12.6	13.1	595	41
	5	28	6.2	-6.9	-13.1	429	86
	6	28	6.2	6.9	-13.1	429	86
	7	28	6.2	6.9	13.1	429	86
	8	28	6.2	-6.9	13.1		86
	9	25	4.9	-12.8	-7.6		83
	10	25	4.9	12.8	-7.6		83
	11	25	4.9	12.8	7.6		83
	12	25	4.9	-12.8	7.6		83
			68.9				

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 89

BAUWERK:

Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn

DATUM:

AUFTRAGGEBER:

Stadt Mülheim

28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

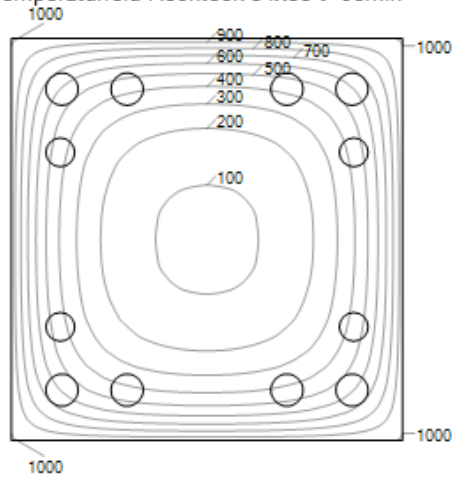
Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	3.8	2.0	3.0 !!!	2.0

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient	α_c =	5.0 W/(m ² K)
Emissivität	ϵ_m =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m ³
Elementgröße	d_{Elem} =	1.2 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

Temperaturfeld Rechteck 34x35 t=90min



BAUTEIL:

Nachweise in der Sporthalle

POS.:

200.1 Stahlbetonstützen Achse 1

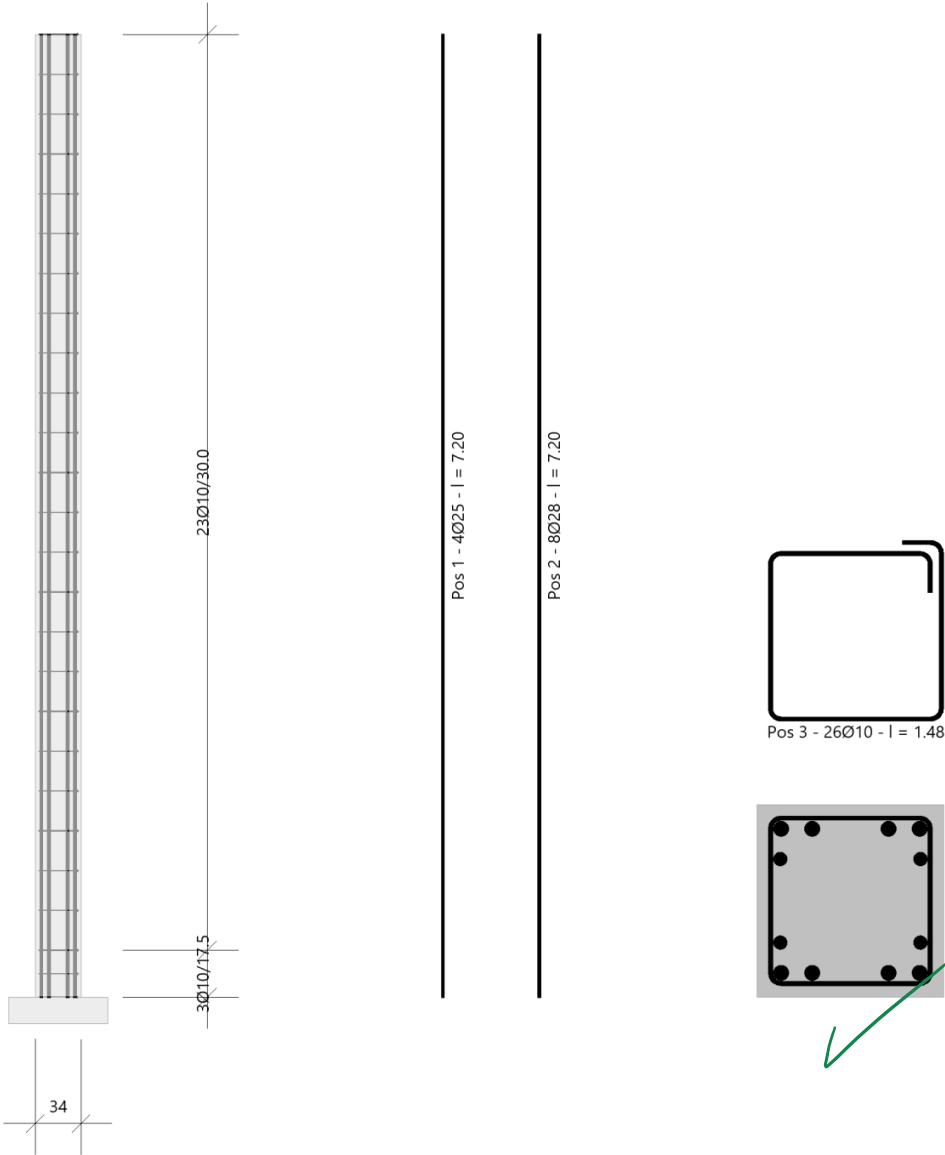
VORGANG:

Statische Berechnung

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Bewehrungsbilder
Maßstab 1 : 50



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 91

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Pos. 200.2 Stahlbetonstützen Achse 6

Bereich: Stütze Achse 6

Statisches System: Kragstütze

Stahlbetonstützen (vorh.)	C35/45
Querschnitt	B/H = 34,0 / 35,0 cm
Bewehrungsabstand	vorh. $c_v = 2,0$ cm

Vorbemerkungen

Nachweis der erdbelasteten Stahlbetonstützen. Die Lastannahmen erfolgen aus Pos. 200.

Federwertermittlung

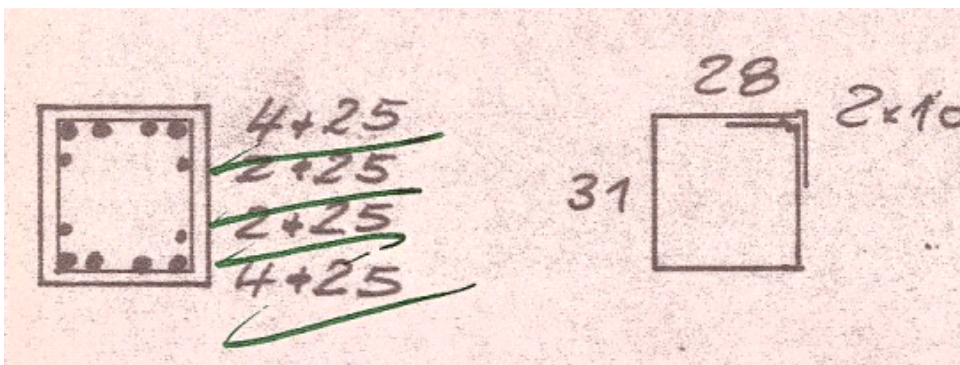
Es wird für die Einspannung eine Drehfeder nach dem Betonkalendar 1973 - II (S. 150 ff.) ermittelt.

Drehfeder; $C_s = (120 \text{ MN/m}^2 \times 0,3755 \text{ m}^4) / (0,43 \times (1,1 \text{ m} \times 1,60 \text{ m})^{-0,5}) = \underline{\underline{78,98 \text{ MN/rad}}}$

Brandschutz

Der Brandschutz des Betonbauteils erfolgt über die Nachweisstufe 2, Heißbemessung.

Vorhandene Bewehrung



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 92

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Lastannahmen (vgl. Pos. 200)

Vertikallasten

Ständig $\Sigma G_{1,k} = 155,8 \text{ kN}$

Aus Dachbelag Umkleidegebäude

Einzellast: 1,80 kN/m x 5,0 m $\Sigma G_{2,k} = 9,00 \text{ kN}$

Aus RLT 1,35 kN/m² x 5,0 m x 4,0/2 m $\Sigma G_{3,k} = 13,5 \text{ kN}$

Nutzlast aus PV und Schnee $\Sigma Q_{1,k} = 61,6 \text{ kN}$

Nutzlast aus Schnee Umkleiden $\Sigma Q_{2,k} = 6,55 \text{ kN}$

Nutzlast aus Mannlast RLT (nicht vorhanden, wenn Schnee als Vollast)

Wind vertikal:

Aus Windsog -0,34 kN/m² x 29,0 m x 5,0 m /2 $Q_{w,v,k} = -24,65 \text{ kN}$

Wind horizontal:

Aus Windsog auf Achse 6 $q_{wh1,k} = -1,70 \text{ KN/m}$



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 93

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Position: 200.2 Stb.-Stütze Achse 6

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P06)

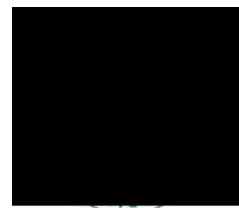
Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Kragstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 35/45, BSt 420 S(A)

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen : DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
: DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik : DIN EN 1990/NA:2010-12
 Ψ_2 für Kranlasten : 0.90
 $\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE) : nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten : alle gleiches $\gamma_F(\gamma_{G,sup} \text{ oder } \gamma_{G,inf})$



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 94

BAUWERK:
AUFTRAGGEBER:

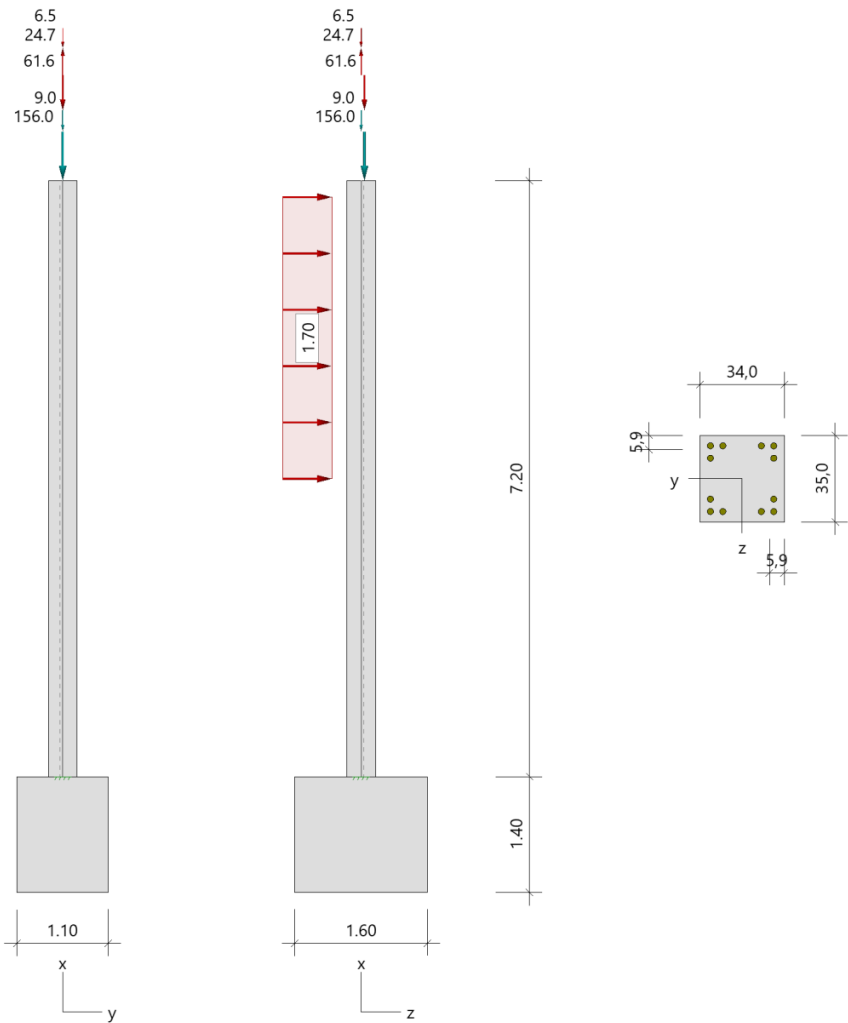
Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

System

Systemgrafik 2D
Maßstab 1 : 82.3



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 25 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm} * 5$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm} * 5$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 25 \text{ mm} * 5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 35 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 25 \text{ mm}$

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 95

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

zul. Rissbreite $w_{\max} = 0.40 \text{ mm}$
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:
Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter $t_0 = 28 \text{ Tage}$
Endkriechzahl $\phi(t_0, \infty) = 2.12$

Materialauswahl

Fertigteil C 35/45 $f_{ck} = 35.00 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 34000 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl BSt 420 S(A) $f_{yk} = 420.00 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $k(f_t/f_y) = 1.00$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Fertigteil C 35/45			Betonstahl BSt 420 S(A)		
	$\alpha_{cc} = 0.85 \alpha_{ct} = 0.85$					
	$\gamma_c^{1)}$	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal}/\gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.35	22.04	1.41	1.15	365.22	365.22
¹⁾ γ_c reduziert nach Anhang A2.3						

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y- und z-Richtung
Stützhöhe $l = 7.20 \text{ m}$
Querschnitt $b_y/d_z = 34.0/35.0 \text{ cm}$
 $b_1/d_1 = 5.9/5.9 \text{ cm}$
Bewehrungsanordnung (kalt) wie Bewehrungsbild
Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr	starr	starr

Fundamenteinspannung

Abmessungen $b_x = 1.10 \text{ m}$ parallel zur b_y -Abmessung der Stütze
 $b_y = 1.60 \text{ m}$ parallel zur b_z -Abmessung der Stütze
 $d = 1.40 \text{ m}$
Steifemodul $C_b = 30000.00 \text{ kN/m}^2$
Steifigkeiten $C_y = 19296.7 \text{ kNm/rad}$ (nach RAUSCH)
 $C_z = 9120.7 \text{ kNm/rad}$
 $C_{y,cal} = \text{starr}$
Rechenwerte $C_{z,cal} = \text{starr}$

Lasten

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

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Windlasten	0.60	0.20	0.00
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00
ständig			

	F_{sup}
	00
	00
	50

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 96

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e _v [cm]	e _z [cm]	F _v [kN]	F _z [kN]	M _v [kNm]	M _z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		156.0		4.0					ständig		
2	Stützenkopf		9.0							ständig		
3	Stützenkopf		61.6		4.0					Schnee		
4	Stützenkopf		6.6							Schnee		
5	Stützenkopf		-24.7							Wind		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p _{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p _{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
6	Stütze	in z	3.60	1.70	3.40	1.70	Wind		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e _v [cm]	e _z [cm]	F _v [kN]	F _z [kN]	M _v [kNm]	M _z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		21.4							ständig		

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 97

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

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

Bemessungsoptionen

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

Optionen für den Brandschutznachweis

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

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 5,24$ in y- / $5,55$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Überprüfung der Tragfähigkeit nach dem Allgemeinen Verfahren (Abs. 5.8.6)

- Mit der vorgegebenen Längsbewehrung stellt sich ein stabiles Gleichgewicht ein.
- Zusätzlich sind die erforderliche Querkraftbewehrung sowie die Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu beachten!

Überprüfung der Tragfähigkeit im Brandfall nach dem Allgemeinen Verfahren (Abs. 5.8.6)

- Mit der vorgegebenen Längsbewehrung stellt sich bei einer Branddauer von 90 min ein stabiles Gleichgewicht ein.

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

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
V = 156,0 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
V = 9,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
V = 61,6 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)	0.75		0.75	0.75	0.75		1.50	1.50
V = 6,6 kN (Schnee)	0.75			0.75		0.75	1.50	1.50
V = -24,7 kN (Wind)		1.50		1.50	1.50			
pz = 1,70 kN/m (Wind)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.90	

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 15

Last	LK 9	LK 10	LK 11	LK 12	LK 13	LK 14	LK 15
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00			
V = 156,0 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00			
V = 9,0 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00			
V = 61,6 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)		1.50					
V = 6,6 kN (Schnee)		1.50					
V = -24,7 kN (Wind)				1.50			
pz = 1,70 kN/m (Wind)	1.50						

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 98

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	14.40	14.40	146.7	142.5	47.1	47.1	2.7	2.7	2.123	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	7.20	-302.8	-10.27	0.00	4.95	58.9	58.9	Querschnitt
	7.00	-302.8	-11.24	0.49	4.95	58.9	58.9	
	7.00	-302.8	-11.24	0.49	4.95	58.9	58.9	
	5.87	-302.8	-18.26	3.20	4.95	58.9	58.9	
	4.73	-302.8	-28.20	5.73	4.95	58.9	58.9	
	3.60	-302.8	-40.81	7.92	4.95	58.9	58.9	
	3.60	-302.8	-40.81	7.92	4.95	58.9	58.9	
	2.40	-302.8	-54.68	9.59	4.95	58.9	58.9	
	1.20	-302.8	-67.37	10.65	4.95	58.9	58.9	
	0.00	-302.8	-78.59	11.02	4.95	58.9	58.9	

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	w_y [cm]	w_z [cm]	ϵ_1 [‰]	ϵ_2 [‰]	ϵ_3 [‰]	ϵ_{1s} [‰]	ϵ_{4s} [‰]	$El_{z,eff}/El_z$	$El_{y,eff}/El_y$
1	7.20	1.0	4.9	-0.12	-0.12	-0.04	0.00	-0.05	0.916	1.087
	7.00	1.0	4.7	-0.12	-0.12	-0.03	0.00	-0.04	0.956	1.086
	7.00	1.0	4.7	-0.12	-0.12	-0.03	0.00	-0.04	0.956	1.086
	5.87	0.7	3.5	-0.16	-0.13	-0.02	0.00	-0.01	1.072	1.085
	4.73	0.5	2.5	-0.22	-0.16	0.02	0.00	0.04	0.943	1.014
	3.60	0.3	1.5	-0.30	-0.21	0.09	0.00	0.12	0.833	0.890
	3.60	0.3	1.5	-0.30	-0.21	0.09	0.00	0.12	0.833	0.890
	2.40	0.1	0.7	-0.38	-0.27	0.20	0.00	0.22	0.769	0.804
	1.20	0.04	0.2	-0.46	-0.33	0.30	0.00	0.32	0.735	0.757
	0.00	0.0	0.0	-0.52	-0.39	0.39	0.00	0.40	0.714	0.729

w_y : Stützensauslenkung in y-Richtung
 w_z : Stützensauslenkung in z-Richtung
 ϵ_1 : max. Betonstauchung
 ϵ_{1s} : min. Stahldehnung
 ϵ_{4s} : max. Stahldehnung
 $El_{z,eff}/El_z$: Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II
 $El_{y,eff}/El_y$: Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II

Kriechverformung, bleibender Anteil - Th. II. O. mit e_i (kriechwirksam) (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	w_y [cm]	w_z [cm]
1	7.20	0.3	0.6
	7.00	0.2	0.6
	7.00	0.2	0.6
	5.87	0.2	0.4
	4.73	0.1	0.3
	3.60	0.1	0.2
	3.60	0.1	0.2
	2.40	0.03	0.1
	1.20	0.01	0.02
	0.00	0.0	0.0

w_y : Stützensauslenkung in y-Richtung
 w_z : Stützensauslenkung in z-Richtung

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 99

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit ϵ_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	7.20	-186.4	-6.24	0.00	4.95	58.9	58.9	Querschnitt
	7.00	-186.4	-7.46	0.39	4.95	58.9	58.9	
	7.00	-186.4	-7.46	0.39	4.95	58.9	58.9	
	5.87	-186.4	-14.40	2.54	4.95	58.9	58.9	
	4.73	-186.4	-21.19	4.54	4.95	58.9	58.9	
	3.60	-186.4	-27.54	6.26	4.95	58.9	58.9	
	3.60	-186.4	-27.54	6.26	4.95	58.9	58.9	
	2.40	-186.4	-33.21	7.67	4.95	58.9	58.9	
	1.20	-186.4	-37.31	8.56	4.95	58.9	58.9	
	0.00	-186.4	-39.63	8.86	4.95	58.9	58.9	

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. II. O. mit ϵ_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	w_y [cm]	w_z [cm]	ϵ_1 [‰]	ϵ_2 [‰]	ϵ_3 [‰]	ϵ_{1s} [‰]	ϵ_{ds} [‰]	$El_{z,eff}/El_z$	$El_{y,eff}/El_y$
1	7.20	3.3	13.2	6.19	6.20	6.52	0.00	6.49	0.152	0.160
	7.00	3.2	12.6	6.15	6.17	6.54	0.00	6.52	0.150	0.159
	7.00	3.2	12.6	6.15	6.17	6.54	0.00	6.52	0.150	0.159
	5.87	2.4	9.3	5.88	6.03	6.67	0.00	6.70	0.146	0.155
	4.73	1.6	6.4	5.62	5.89	6.79	0.00	6.89	0.145	0.153
	3.60	1.0	3.8	5.38	5.76	6.91	0.00	7.06	0.145	0.152
	3.60	1.0	3.8	5.38	5.76	6.91	0.00	7.06	0.145	0.152
	2.40	0.4	1.8	5.17	5.63	7.03	0.00	7.21	0.144	0.151
	1.20	0.1	0.5	5.02	5.54	7.11	0.00	7.31	0.144	0.151
	0.00	0.0	0.0	4.94	5.47	7.17	0.00	7.37	0.144	0.151
<div><div><div>w_y</div><div>:</div><div>Stützensauslenkung in y-Richtung</div></div><div><div>w_z</div><div>:</div><div>Stützensauslenkung in z-Richtung</div></div><div><div>ϵ_1</div><div>:</div><div>max. Betonstauchung</div></div><div><div>ϵ_{1s}</div><div>:</div><div>min. Stahldehnung</div></div><div><div>ϵ_{ds}</div><div>:</div><div>max. Stahldehnung</div></div><div><div>$El_{z,eff}/El_z$</div><div>:</div><div>Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II</div></div><div><div>$El_{y,eff}/El_y$</div><div>:</div><div>Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II</div></div></div>										

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,v}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,v}$ [kNm]	LK
Fundament	0.00	181.5	0.0	7.61	0.0	-11.17	4
		186.4	0.0	8.86	1.2	-39.63	1
		181.5	0.0	8.12	1.2	-37.61	2
		186.4	0.0	8.29	0.0	-11.59	3

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	58.9

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 156,0 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 9,0 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 61,6 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 101

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
V = 6,6 kN (Schnee)	0.50			0.50		0.50		1.00
V = -24,7 kN (Wind)		1.00		1.00	1.00			
pz = 1,70 kN/m (Wind)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 13

Last	LK 9	LK 10	LK 11	LK 12	LK 13
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 156,0 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 9,0 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 61,6 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)			1.00	1.00	
V = 6,6 kN (Schnee)			1.00		1.00
V = -24,7 kN (Wind)		1.00			
pz = 1,70 kN/m (Wind)			0.60		

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

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
5	7.20	-220.5	-7.47	0.00	0.0	1.7			
5	7.00	-220.5	-7.58	0.00	0.0	1.6			
5	5.87	-220.5	-9.27	0.00	0.0	1.2			
5	4.73	-220.5	-13.10	0.00	0.0	0.8			
5	3.60	-220.5	-19.05	0.00	0.0	0.5			
5	2.40	-220.5	-26.42	0.00	0.0	0.2			
5	1.20	-220.5	-33.65	0.00	0.0	0.1			
1	0.00	-220.5	-41.05	0.00	0.0	0.0			

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

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
5	7.20	-220.5	-7.47	0.00	0.0	1.3			
5	7.00	-220.5	-7.58	0.00	0.0	1.3			
5	5.87	-220.5	-9.27	0.00	0.0	1.0			
5	4.73	-220.5	-13.10	0.00	0.0	0.7			
5	3.60	-220.5	-19.05	0.00	0.0	0.4			
5	2.40	-220.5	-26.42	0.00	0.0	0.2			
5	1.20	-220.5	-33.65	0.00	0.0	0.1			
1	0.00	-220.5	-41.05	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	φ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹⁾ [N/mm ²]	η
1	7.20	-220.5	-7.47	0.00	0.35	-0.033	-6.52	336.00	0.00
1	7.00	-220.5	-7.60	0.00	0.35	-0.032	-6.45	336.00	0.00
1	5.87	-220.5	-9.37	0.00	0.35	-0.027	-5.45	336.00	0.00
1	4.73	-220.5	-13.28	0.00	0.35	-0.016	-3.24	336.00	0.00
2	3.60	-161.7	-17.46	0.00	0.36	0.018	3.70	336.00	0.01
2	2.40	-161.7	-24.74	0.00	0.36	0.062	12.48	336.00	0.04
2	1.20	-161.7	-31.92	0.00	0.36	0.111	22.13		7
2	0.00	-161.7	-38.94	0.00	0.36	0.160	32.01		0

1 : σ_{s,lim} = 0,80 * f_{y,k} (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 102

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{v,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^{1)}$ [N/mm ²]	η
1	7.20	-220.5	-7.47	0.00	0.00	-0.026	-5.19	336.00	0.00
1	7.00	-220.5	-7.60	0.00	0.00	-0.026	-5.13	336.00	0.00
1	5.87	-220.5	-9.37	0.00	0.00	-0.022	-4.31	336.00	0.00
1	4.73	-220.5	-13.28	0.00	0.00	-0.013	-2.51	336.00	0.00
2	3.60	-161.7	-17.46	0.00	0.00	0.017	3.49	336.00	0.01
2	2.40	-161.7	-24.74	0.00	0.00	0.059	11.80	336.00	0.04
2	1.20	-161.7	-31.92	0.00	0.00	0.106	21.15	336.00	0.06
2	0.00	-161.7	-38.94	0.00	0.00	0.155	30.98	336.00	0.09

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1
Stützeigengewicht	1.00
$V = 156,0$ kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00
$V = 9,0$ kN (ständig)	1.00
$V = 61,6$ kN / ez = 4,0 cm (Schnee)	
$V = 6,6$ kN (Schnee)	
$V = -24,7$ kN (Wind)	
$p_z = 1,70$ kN/m (Wind)	

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{v,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}^{1)}$ [N/mm ²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	7.20	-186.4	-6.24	0.00	-0.055	-1.86	-15.75	1.00		0.12
1	7.00	-186.4	-6.27	0.00	-0.055	-1.86	-15.75	1.00		0.12
1	5.87	-186.4	-6.43	0.00	-0.055	-1.88	-15.75	1.00		0.12
1	4.73	-186.4	-6.56	0.00	-0.056	-1.89	-15.75	1.00		0.12
1	3.60	-186.4	-6.66	0.00	-0.056	-1.90	-15.75	1.00		0.12
1	2.40	-186.4	-6.74	0.00	-0.056	-1.91	-15.75	1.00		0.12
1	1.20	-186.4	-6.79	0.00	-0.056	-1.92	-15.75	1.00		0.12
1	0.00	-186.4	-6.80	0.00	-0.056	-1.92	-15.75	1.00		0.12

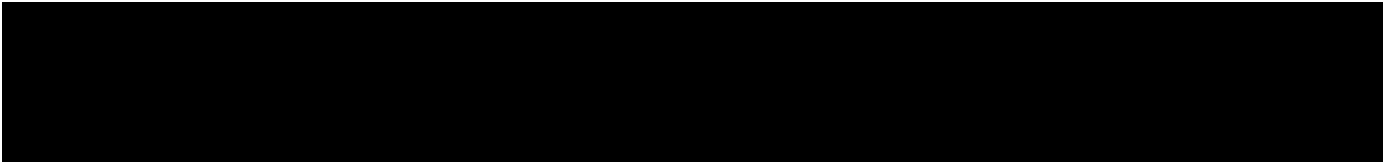
1 : $\sigma_{c,lim} = 0,45 \cdot f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	ϕ [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy,0}/f_{yk}$ [%]
Abschnitt 1 Bügel: 26Ø10 mm	1	25	4.9	-12.8	-13.3	610	37
	2	25	4.9	12.8	-13.3	610	37
	3	25	4.9	12.8	13.3	610	37
	4	25	4.9	-12.8	13.3	610	37
	5	25	4.9	-7.8	-13.3	452	80
	6	25	4.9	7.8	-13.3	452	80
	7	25	4.9	7.8	13.3	452	80
	8	25	4.9	-7.8	13.3		80
	9	25	4.9	-12.8	-8.3		81
	10	25	4.9	12.8	-8.3		81
	11	25	4.9	12.8	8.3		81
	12	25	4.9	-12.8	8.3		81
			58.9				

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 103



BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

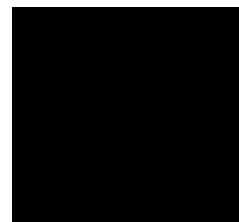
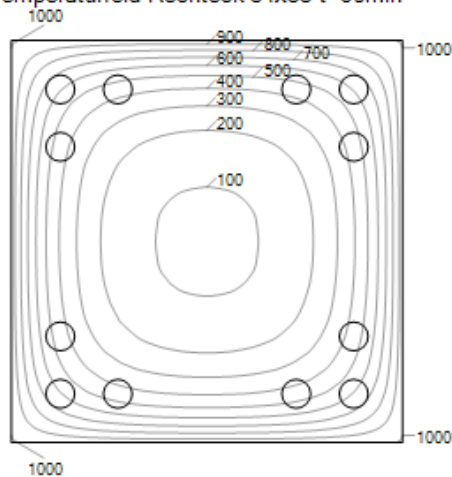
Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	3.5	2.0	3.0 !!!	2.0

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient α = 25.0 W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient α_c = 5.0 W/(m²K)
Emissivität ϵ_m = 0.70
Betonfeuchte u = 3.0 %
Wärmeleitfähigkeit λ = obere Grenze
Rohdichte ρ = 2400 kg/m³
Elementgröße d_{Elem} = 1.2 cm
Betonzuschlag = quarzitisch
Betonstahl = kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls = vernachlässigt

Temperaturfeld Rechteck 34x35 t=90min



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 104

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Pos. 201 Stahlbetongiebelstützen Achse J

Bereich: Stütze Achse J (ehem. Pos. 15.1, Achse 10)

Statisches System: Kragstütze

Stahlbetonstützen (vorh.)	C35/45
Querschnitt	B/H = 34,0 / 35,0 cm
Bewehrungsabstand	vorh. $c_v = 2,0$ cm

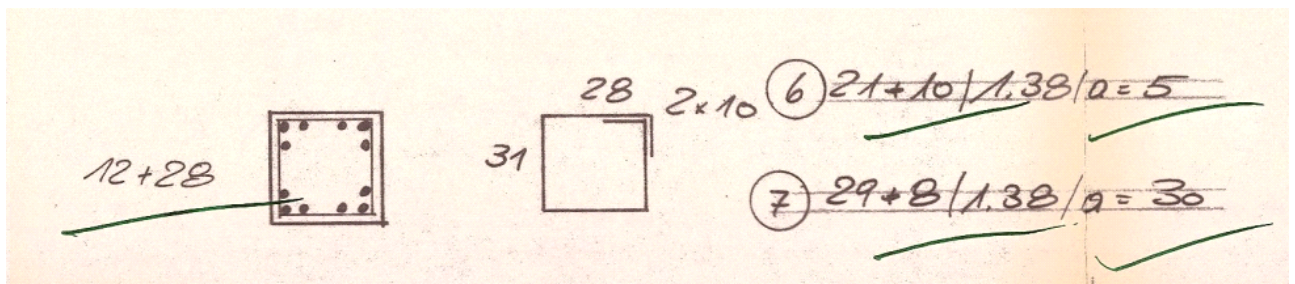
Vorbemerkungen

Nachweis der freien Giebelstützen.

Brandschutz

Der Brandschutz des Betonbauteils erfolgt über die Nachweisstufe 2, Heißbemessung.

Vorhandene Bewehrung



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J
VORGANG:	Statische Berechnung

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn

DATUM:

AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Lastannahmen (vgl. Pos. 200)

Vertikallasten

Eigengewicht $25,0 \times 0,34 \times 0,35 \times 8,60 = 25,6 \text{ kN}$

Aus Dachbelag $1,00 \text{ kN/m} \times 5,70 \text{ m} = 5,70 \text{ kN}$

Aus Attikalast $0,50 \text{ kN/m} \times 5,70 \text{ m} = 2,85 \text{ kN}$

Aus Wandkonstruktion $0,50 \text{ kN/m}^2 \times 6,75 \text{ m} \times 5,70 \text{ m} = 19,2 \text{ kN}$

$\Sigma G_{1,k} = 53,4 \text{ kN}$

Nutzlast aus PV und Schnee $1,70 \text{ kN/m} \times 5,70 \text{ m} = 9,70 \text{ kN}$

$\Sigma Q_{N,k} = 9,70 \text{ kN}$

Wind vertikal: $-1,84 \text{ kN/m} \times 5,70 \text{ m} = -10,5 \text{ kN}$

$Q_{w,v,k} = -10,5 \text{ kN}$

Wind horizontal:

Aus Winddruck+ -Sog auf Attika $(0,34 + 0,15) = 2,79 \text{ kN/m}$

$q_{wh1,k} = 2,79 \text{ kN/m}$

Aus Winddruck auf Achse 10 $0,34 \times 5,7 = 1,94 \text{ kN/m}$

$q_{wh2,k} = 1,94 \text{ kN/m}$

Erddruck Horizontal auf Stütze

Es wirken keine Horizontallasten aus Erddruck auf die Stützen. Diese werden über eine Kragwand (Pos. 12) aufgenommen.



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 107

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Position: 201 Stb.-Stütze Achse 10

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Kragstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 35/45, BSt 420 S(A)

Norm und Sicherheitskonzept

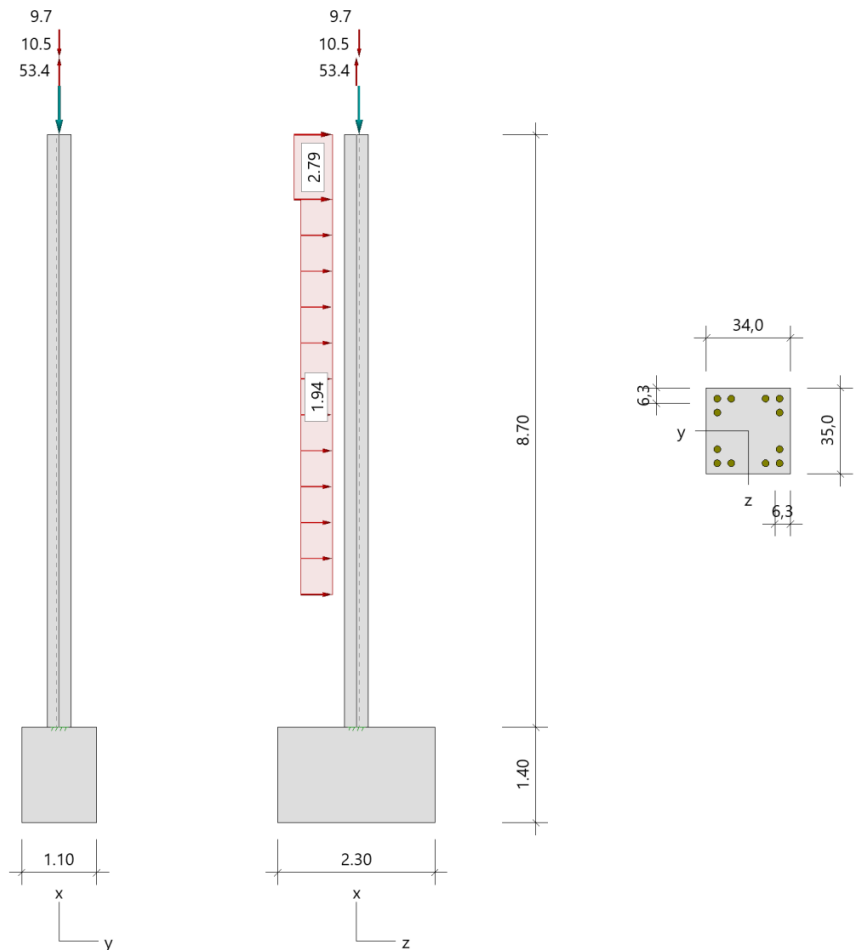
Bemessungsnormen : DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
: DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik : DIN EN 1990/NA:2010-12
 Ψ_2 für Kranlasten : 0.90
 $\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE) : nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten : alle gleiches $\gamma_F(\gamma_{G,sup} \text{ oder } \gamma_{G,inf})$

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 108

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 99.4



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 28 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} *5$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} *5$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 28 \text{ mm} *5$
Betondeckung	$C_{nom,l} = 38 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 28 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$
*5: Verbund maßgebend	

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 109

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:
Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter t₀ = 28 Tage
Endkriechzahl ϕ(t₀,∞) = 2.12

Materialauswahl

Fertigteil C 35/45 f_{ck} = 35.00 N/mm² E_{cm} = 34000 N/mm²
Betonstahl BSt 420 S(A) f_{yk} = 420.00 N/mm² E_s = 200000 N/mm²
k(f_t/f_y) = 1.00 ε_{uk} = 25.0 ‰ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Fertigteil C 35/45			Betonstahl BSt 420 S(A)		
	α _{cc} = 0.85α _{ct} = 0.85					
	γ _c ¹⁾	f _{cd} [N/mm ²]	f _{ctd} [N/mm ²]	γ _s	f _{yd} [N/mm ²]	f _{td} = f _{tk,cal} /γ _s [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.35	22.04	1.41	1.15	365.22	365.22

¹⁾γ_creduziert nach Anhang A2.3

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y- und z-Richtung
Stützhöhe l = 8.70 m
Querschnitt b_y/d_z = 34.0/35.0 cm
b_z/d₁ = 6.3/6.3 cm
Bewehrungsanordnung (kalt) wie Bewehrungsbild
Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u _y [kN/m]	ϕ _z [kNm/rad]	u _z [kN/m]	ϕ _y [kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr	starr	starr

Fundamenteinspannung

Abmessungen b_x = 1.10 m parallel zur b_y-Abmessung der Stütze
b_y = 2.30 m parallel zur b_z-Abmessung der Stütze
d = 1.40 m
Steifemodul C_b = 30000.00 kN/m²
Steifigkeiten C_y = 50084.9 kNm/rad (nach RAUSCH)
C_z = 11456.1 kNm/rad
C_{y,cal} = starr
Rechenwerte C_{z,cal} = starr

Lasten

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

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ _{F,inf}	γ _{F,sup}
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		00
ständig					50



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 110

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

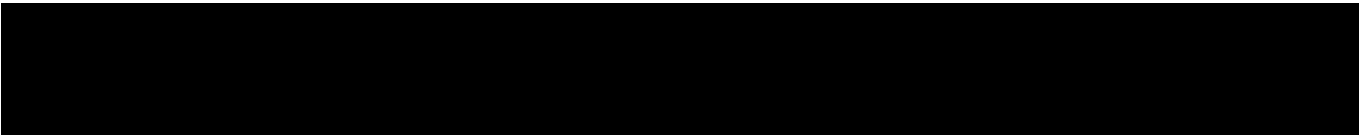
Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e _y [cm]	e _z [cm]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		53.4		4.0					ständig		
2	Stützenkopf		9.7		4.0					Schnee		
3	Stützenkopf		-10.5							Wind		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p _{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p _{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
4	Stütze	in z	7.75	2.79	0.95	2.79	Wind		
5	Stütze	in z	1.95	1.94	5.80	1.94	Wind		

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 111



BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

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

Optionen für den Brandschutznachweis

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

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 14,66$ in y- / $15,54$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Überprüfung der Tragfähigkeit nach dem Allgemeinen Verfahren (Abs. 5.8.6)

- Mit der vorgegebenen Längsbewehrung stellt sich ein stabiles Gleichgewicht ein.
- Zusätzlich sind die erforderliche Querkraftbewehrung sowie die Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu beachten!

Überprüfung der Tragfähigkeit im Brandfall nach dem Allgemeinen Verfahren (Abs. 5.8.6)

- Mit der vorgegebenen Längsbewehrung stellt sich bei einer Branddauer von 90 min ein stabiles Gleichgewicht ein.

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

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
V = 53,4 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.00	1.35	1.35
V = 9,7 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)	0.75			0.75		0.75	1.50	1.50
V = -10,5 kN (Wind)		1.50		1.50	1.50			
pz = 2,79 kN/m (Wind)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.90	
pz = 1,94 kN/m (Wind)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.90	

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 12

Last	LK 9	LK 10	LK 11	LK 12
V = 53,4 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.35
V = 9,7 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)	1.50			
V = -10,5 kN (Wind)			1.50	
pz = 2,79 kN/m (Wind)				
pz = 1,94 kN/m (Wind)				

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	f_{red}
1	1	Stütze	17.40	17.40	177.3	172.2	92.0	92.0	3.0	.000

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 112

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	8.70	-79.4	-3.17	0.00	6.21	73.9	73.9	Querschnitt
	7.75	-79.4	-6.54	0.44	6.21	73.9	73.9	
	7.75	-79.4	-6.54	0.44	6.21	73.9	73.9	
	6.30	-79.4	-17.57	1.07	6.21	73.9	73.9	
	4.85	-79.4	-34.57	1.63	6.21	73.9	73.9	
	3.40	-79.4	-57.39	2.08	6.21	73.9	73.9	
	1.95	-79.4	-85.88	2.39	6.21	73.9	73.9	
	1.95	-79.4	-85.88	2.39	6.21	73.9	73.9	
	0.00	-79.4	-127.28	2.55	6.21	73.9	73.9	

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	w_y [cm]	w_z [cm]	ϵ_1 [‰]	ϵ_2 [‰]	ϵ_3 [‰]	ϵ_{1s} [‰]	ϵ_{4s} [‰]	$El_{z,eff}/El_z$	$El_{y,eff}/El_y$
1	8.70	0.4	9.3	-0.03	-0.03	-0.01	0.00	-0.01	0.966	1.179
	7.75	0.3	7.9	-0.04	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.987	1.123
	7.75	0.3	7.9	-0.04	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.987	1.123
	6.30	0.2	5.8	-0.10	-0.09	0.07	0.00	0.06	0.899	0.860
	4.85	0.1	3.8	-0.18	-0.16	0.20	0.00	0.17	0.816	0.769
	3.40	0.1	2.1	-0.29	-0.26	0.37	0.00	0.31	0.751	0.733
	1.95	0.02	0.8	-0.42	-0.40	0.59	0.00	0.49	0.738	0.715
	1.95	0.02	0.8	-0.42	-0.40	0.59	0.00	0.49	0.738	0.715
	0.00	0.0	0.0	-0.62	-0.59	0.92	0.00	0.75	0.729	0.702

w_y : Stützensauslenkung in y-Richtung
 w_z : Stützensauslenkung in z-Richtung
 ϵ_1 : max. Betonstauchung
 ϵ_{1s} : min. Stahldehnung
 ϵ_{4s} : max. Stahldehnung
 $El_{z,eff}/El_z$: Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II
 $El_{y,eff}/El_y$: Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II

Kriechverformung, bleibender Anteil - Th. II. O. mit e_i (kriechwirksam) (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	w_y [cm]	w_z [cm]
1	8.70	0.1	0.2
	7.75	0.1	0.2
	7.75	0.1	0.2
	6.30	0.1	0.1
	4.85	0.04	0.1
	3.40	0.02	0.03
	1.95	0.01	0.01
	1.95	0.01	0.01
	0.00	0.0	0.0

w_y : Stützensauslenkung in y-Richtung
 w_z : Stützensauslenkung in z-Richtung

Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Richtung	Höhe [m]	N_d [kN]	$V_{E,d}$ [kN]	$V_{rd,c}$ [kN]	$V_{rd,max}$ [kN]	A_{sw} [cm ² /m]
1	y	8.70	-79.4	0.5	89.9	319.8	0.00
		7.75	-79.4	0.5	89.9	319.8	0.00
		7.75	-79.4	0.5	89.9	319.8	0.00
		6.30	-79.4	0.4	89.9	319.8	0.00

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 113

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

LK	Richtung	Höhe [m]	N _d [kN]	V _{E,d} [kN]	V _{rd,c} [kN]	V _{rd,max} [kN]	Θ [°]	A _{sw} [cm ² /m]
1	z	4.85	-79.4	0.4	89.9	319.8	18.4	0.00
		3.40	-79.4	0.3	89.9	319.8	18.4	0.00
		1.95	-79.4	0.2	89.9	319.8	18.4	0.00
		1.95	-79.4	0.2	89.9	319.8	18.4	0.00
		0.00	-79.4	0.0	89.9	319.8	18.4	0.00
		8.70	-79.4	1.6	89.8	327.5	18.4	0.00
		7.75	-79.4	5.5	89.8	327.5	18.4	0.00
		7.75	-79.4	5.5	89.8	327.5	18.4	0.00
		6.30	-79.4	9.7	89.8	327.5	18.4	0.00
		4.85	-79.4	13.7	89.8	327.5	18.4	0.00
		3.40	-79.4	17.7	89.8	327.5	18.4	0.00
		1.95	-79.4	21.6	89.8	327.5	18.4	0.00
		1.95	-79.4	21.6	89.8	327.5	18.4	0.00
		0.00	-79.4	20.9	89.8	327.5	18.4	0.00

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	A _{d,v} [kN]	H _{d,v} [kN]	M _{d,z} [kNm]	H _{d,z} [kN]	M _{d,v} [kNm]	LK
Fundament	0.00	37.6	0.0	1.15	20.9	-118.73	2
		86.6	0.0	2.80	12.5	-79.59	7
		37.6	0.0	1.14	0.0	-1.07	11
		86.6	0.0	2.72	0.0	-1.01	8
		79.4	0.0	2.55	20.9	-127.28	1
		53.4	0.0	1.64	0.0	-0.60	10

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

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2	LK 3
V = 53,4 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00	1.00	1.00
V = 9,7 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)			
V = -10,5 kN (Wind)		0.20	
pz = 2,79 kN/m (Wind)	0.20	0.20	
pz = 1,94 kN/m (Wind)	0.20	0.20	

Schlankheiten, Ausmitten und Krieeffekte

LK	Abschnitt	Art	S _{k,y} [m]	S _{k,z} [m]	λ _y	λ _z	λ _{lim,y}	λ _{lim,z}	e _{i,y} * [cm]	e _{i,z} * [cm]	φ _∞	f _{red}
1	1	Stütze	17.40	17.40	177.3	172.2	0.0	0.0	1.7	1.7	0.000	1.000

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

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

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{v,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ρ [%]	A _{s,erf} [cm ²]	A _{s,vorh} [cm ²]	Versagensart
1	8.70	-53.4	-2.14	0.00	6.21	73.9	73.9	Querschnitt
	7.75	-53.4	-3.08	0.20	6.21	73.9	73.9	
	7.75	-53.4	-3.08	0.20	6.21	73.9	73.9	
	6.30	-53.4	-5.25	0.50	6.21	73.9	73.9	
	4.85	-53.4	-8.15	0.76	6.21	73.9	73.9	
	3.40	-53.4	-11.71	0.97	6.21	73.9	73.9	
	1.95	-53.4	-15.88	1.11	6.21	73.9	73.9	
	1.95	-53.4	-15.88	1.11	6.21	73.9	73.9	
	0.00	-53.4	-21.60	1.18	6.21	73.9	73.9	

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 114

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. II. O. mit ϵ_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	w_y [cm]	w_z [cm]	ϵ_1 [‰]	ϵ_2 [‰]	ϵ_3 [‰]	ϵ_{1s} [‰]	ϵ_{4s} [‰]	$El_{z,eff}/El_z$	$El_{y,eff}/El_y$
1	8.70	0.5	6.1	6.23	6.24	6.32	0.00	6.32	0.198	0.204
	7.75	0.4	5.1	6.21	6.22	6.34	0.00	6.33	0.198	0.204
	7.75	0.4	5.1	6.21	6.22	6.34	0.00	6.33	0.198	0.204
	6.30	0.3	3.7	6.16	6.18	6.38	0.00	6.37	0.198	0.204
	4.85	0.2	2.4	6.09	6.13	6.43	0.00	6.42	0.198	0.204
	3.40	0.1	1.3	6.02	6.06	6.50	0.00	6.48	0.199	0.204
	1.95	0.03	0.4	5.93	5.97	6.58	0.00	6.55	0.197	0.204
	1.95	0.03	0.4	5.93	5.97	6.58	0.00	6.55	0.197	0.204
	0.00	0.0	0.0	5.80	5.85	6.70	0.00	6.64	0.188	0.202
<div><div><div>w_y</div><div>:</div><div>Stützensauslenkung in y-Richtung</div></div><div><div>w_z</div><div>:</div><div>Stützensauslenkung in z-Richtung</div></div><div><div>ϵ_1</div><div>:</div><div>max. Betonstauchung</div></div><div><div>ϵ_{1s}</div><div>:</div><div>min. Stahldehnung</div></div><div><div>ϵ_{4s}</div><div>:</div><div>max. Stahldehnung</div></div><div><div>$El_{z,eff}/El_z$</div><div>:</div><div>Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II</div></div><div><div>$El_{y,eff}/El_y$</div><div>:</div><div>Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II</div></div></div>										

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Fundament	0.00	51.3	0.0	1.12	2.8	-19.19	2
		53.4	0.0	1.18	2.8	-21.60	1
		51.3	0.0	1.13	2.8	-21.39	2
		53.4	0.0	1.18	0.0	-1.62	3

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	73.9

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7
V = 53,4 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 9,7 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)	0.50			0.50	1.00	1.00	
V = -10,5 kN (Wind)		1.00		1.00			
pz = 2,79 kN/m (Wind)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		
pz = 1,94 kN/m (Wind)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{v,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_v [cm]	f_z [cm]	$f_{v,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
4	8.70	-58.3	-2.33	0.00	0.0	4.8			
4	7.75	-58.3	-3.92	0.00	0.0	4.1			
4	6.30	-58.3	-10.29	0.00	0.0	3.1			
4	4.85	-58.3	-20.72	0.00	0.0	2.0			
4	3.40	-58.3	-35.19	0.00	0.0	1.1			
4	1.95	-58.3	-53.64	0.00	0.0	0.4			
1	0.00	-58.3	-81.45	0.00	0.0	0.0			

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 115

BAUWERK:
AUFTRAGGEBER:

Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{v,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
4	8.70	-58.3	-2.33	0.00	0.0	4.7			
4	7.75	-58.2	-3.92	0.00	0.0	4.0			
4	6.30	-58.2	-10.29	0.00	0.0	3.0			
4	4.85	-58.2	-20.72	0.00	0.0	2.0			
4	3.40	-58.2	-35.19	0.00	0.0	1.1			
4	1.95	-58.2	-53.64	0.00	0.0	0.4			
1	0.00	-58.2	-81.45	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{v,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^{1)}$ [N/mm ²]	η
1	8.70	-58.3	-2.33	0.00	0.06	-0.006	-1.17	336.00	0.00
1	7.75	-58.3	-3.99	0.00	0.06	-0.003	-0.57	336.00	0.00
2	6.30	-42.9	-10.01	0.00	0.06	0.032	6.46	336.00	0.02
2	4.85	-42.9	-20.39	0.00	0.06	0.094	18.80	336.00	0.06
2	3.40	-42.9	-34.81	0.00	0.06	0.182	36.37	336.00	0.11
2	1.95	-42.9	-53.23	0.00	0.06	0.294	58.74	336.00	0.17
2	0.00	-42.9	-80.52	0.00	0.06	0.459	91.90	336.00	0.27

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{v,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^{1)}$ [N/mm ²]	η
1	8.70	-58.3	-2.33	0.00	0.00	-0.006	-1.12	336.00	0.00
1	7.75	-58.2	-3.99	0.00	0.00	-0.003	-0.55	336.00	0.00
2	6.30	-42.9	-10.01	0.00	0.00	0.032	6.41	336.00	0.02
2	4.85	-42.9	-20.39	0.00	0.00	0.094	18.71	336.00	0.06
2	3.40	-42.9	-34.81	0.00	0.00	0.181	36.21	336.00	0.11
2	1.95	-42.9	-53.23	0.00	0.00	0.293	58.51	336.00	0.17
2	0.00	-42.9	-80.52	0.00	0.00	0.458	91.56	336.00	0.27

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1
V = 53,4 kN / ez = 4,0 cm (ständig) V = 9,7 kN / ez = 4,0 cm (Schnee) V = -10,5 kN (Wind) pz = 2,79 kN/m (Wind) pz = 1,94 kN/m (Wind)	1.00

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{v,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}^{1)}$ [N/mm ²]	vorh $f_{\phi, nl}$	erf $f_{\phi, nl}$	η
1	8.70	-53.4	-2.14	0.00	-0.016	-0.54	-15.75	1.0		0.03
1	7.75	-53.4	-2.15	0.00	-0.016	-0.54	-15.75	1.0		0.03
1	6.30	-53.4	-2.17	0.00	-0.016	-0.55	-15.75	1.0		0.03
1	4.85	-53.4	-2.19	0.00	-0.016	-0.55	-15.75	1.0		0.03
1	3.40	-53.4	-2.20	0.00	-0.016	-0.55	-15.75	1.0		0.03
1	1.95	-53.4	-2.21	0.00	-0.016	-0.55	-15.75	1.0		0.03
1	0.00	-53.4	-2.21	0.00	-0.016	-0.55	-15.75	1.0		0.03

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

BAUTEIL:
POS.:
VORGANG:

Nachweise in der Sporthalle
201 Stahlbetongiebelstützen Achse J
Statische Berechnung

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

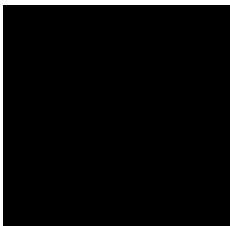
Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sy,0} /f _{yk} [%]
Abschnitt 1 Bügel: 31Ø10 mm	1	28	6.2	-12.6	-13.1	595	41
	2	28	6.2	12.6	-13.1	595	41
	3	28	6.2	12.6	13.1	595	41
	4	28	6.2	-12.6	13.1	595	41
	5	28	6.2	-6.9	-13.1	429	86
	6	28	6.2	6.9	-13.1	429	86
	7	28	6.2	6.9	13.1	429	86
	8	28	6.2	-6.9	13.1	429	86
	9	28	6.2	-12.6	-7.4	427	87
	10	28	6.2	12.6	-7.4	427	87
	11	28	6.2	12.6	7.4	427	87
	12	28	6.2	-12.6	7.4	427	87
			73.9				

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. c _{nom,L} [cm]	erf. c _{nom,B} [cm]	vorh. c _{nom,L} [cm]	vorh. c _{nom,B} [cm]
Abschnitt 1	3.8	2.0	3.0 !!!	2.0

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient	α _c =	5.0 W/(m²K)
Emissivität	ε _m =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m³
Elementgröße	d _{Elem} =	1.2 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt



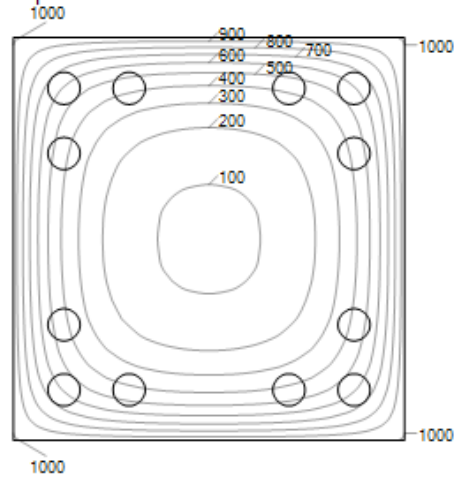
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 117

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Temperaturfeld Rechteck 34x35 t=90min



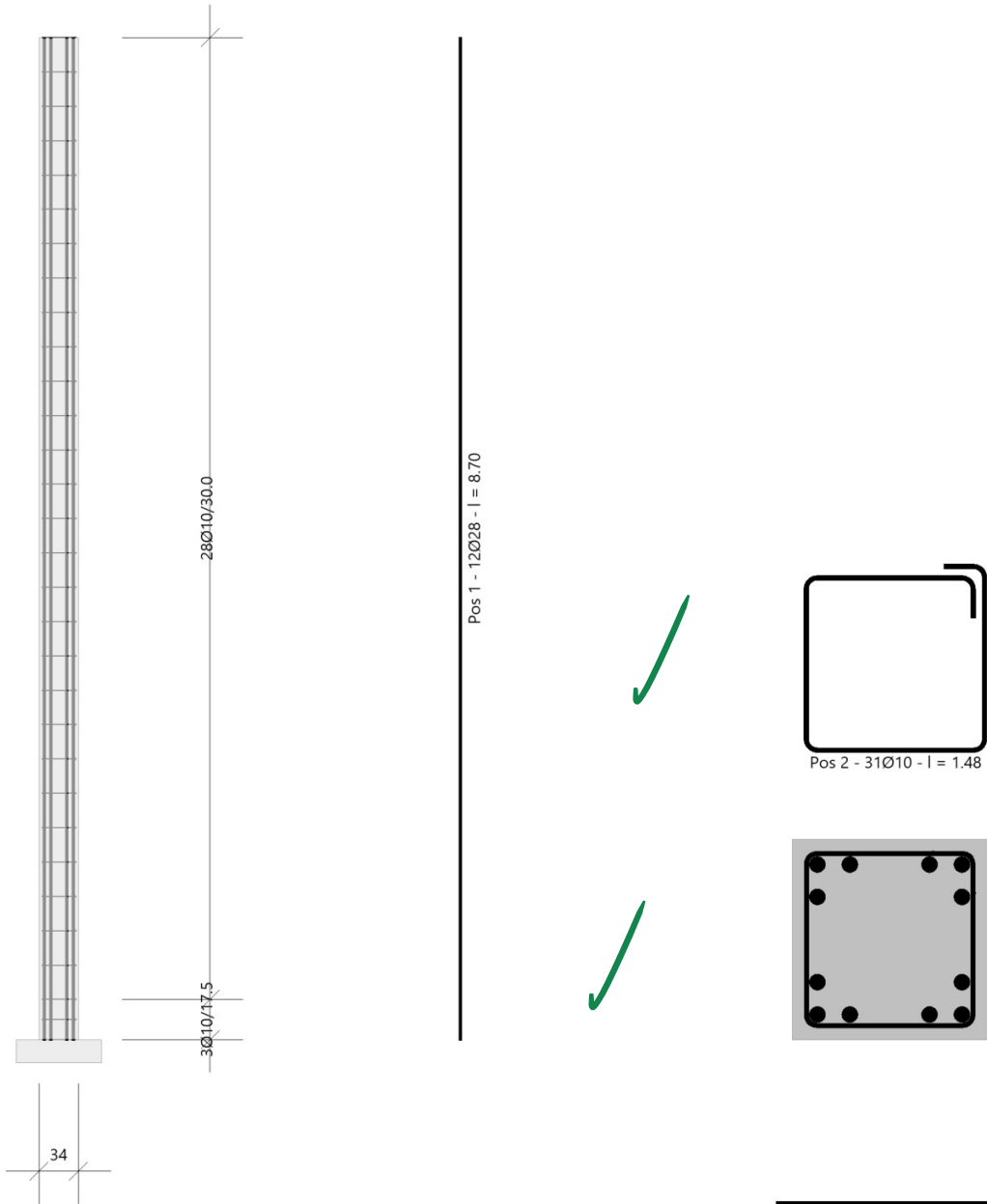
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 118

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Bewehrungsbilder
Maßstab 1 : 56.0



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 119

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Pos. 202 Stahlbetongiebelstützen Achse A

Bereich: Stütze Achse A (ehem. Pos. 15.2, Achse 1)

Statisches System: Kragstütze

Stahlbetonstützen (vorh.)	C35/45
Querschnitt	B/H = 34,0 / 35,0 cm
Bewehrungsabstand	vorh. $c_v = 2,0$ cm
Betonstahl	Bst 420 / 500
	Bst 500 / 550

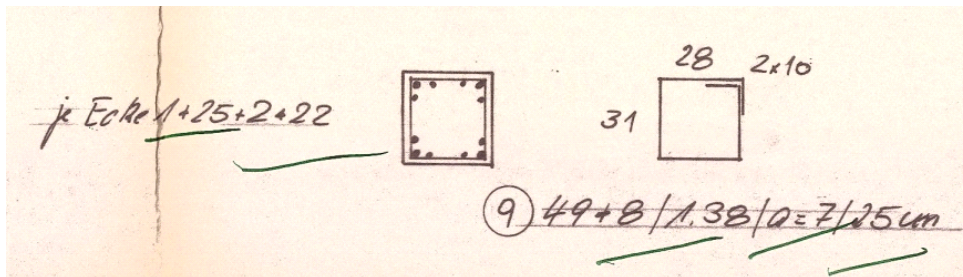
Vorbemerkungen

Nachweis der freien Giebelstützen.

Brandschutz

Der Brandschutz des Betonbauteils erfolgt über die Nachweisstufe 2, Heißbemessung.

Vorhandene Bewehrung



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A
VORGANG:	Statische Berechnung

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Lastannahmen

Vertikallasten

Eigengewicht	$25,0 \times 0,34 \times 0,35 \times 8,60$	=	25,6 kN
Aus Dachbelag	$1,00 \text{ kN/m} \times 5,70 \text{ m}$	=	5,70 kN
Aus Attikalast	$0,50 \text{ kN/m} \times 5,70 \text{ m}$	=	2,85 kN
Aus NR-Dach (Bestandsstatik S. 49)		=	14,7 kN
Aus Wandkonstruktion	$0,50 \text{ kN/m}^2 \times 6,75 \text{ m} \times 5,70 \text{ m}$	=	19,2 kN
		$\Sigma G_{1,k} =$	68,1 kN

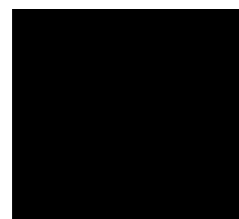
Nutzlast aus PV und Schnee

$1,70 \text{ kN/m} \times 5,70 \text{ m}$	=	9,70 kN
Aus NR-Dach (Bestandsstatik S. 49)	=	10,5 kN
	$\Sigma Q_{N,k} =$	20,2 kN

<u>Wind vertikal:</u>	$-1,84 \text{ kN/m} \times 5,70 \text{ kN}$	$Q_{w,v,k} =$	-10,5 kN
-----------------------	---	---------------------------------	-----------------

Wind horizontal:

Aus Winddruck+ -Sog auf Attika ($0,34 + 0,15$)	$q_{wh1,k} =$	2,79 kN/m
Aus Winddruck auf Achse 10 $0,34 \times 5,7$	$q_{wh2,k} =$	1,94 kN/m



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 121

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Position: 202 Stb.-Stütze Achse A

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P06)

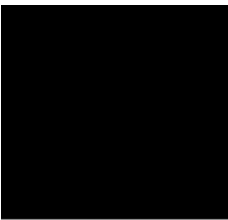
Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Kragstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 35/45, BSt 420 S(A)

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen : DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
: DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik : DIN EN 1990/NA:2010-12
 Ψ_2 für Kranlasten : 0.90
 $\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE) : nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten : alle gleiches $\gamma_F(\gamma_{G,sup} oder \gamma_{G,inf})$



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 122

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

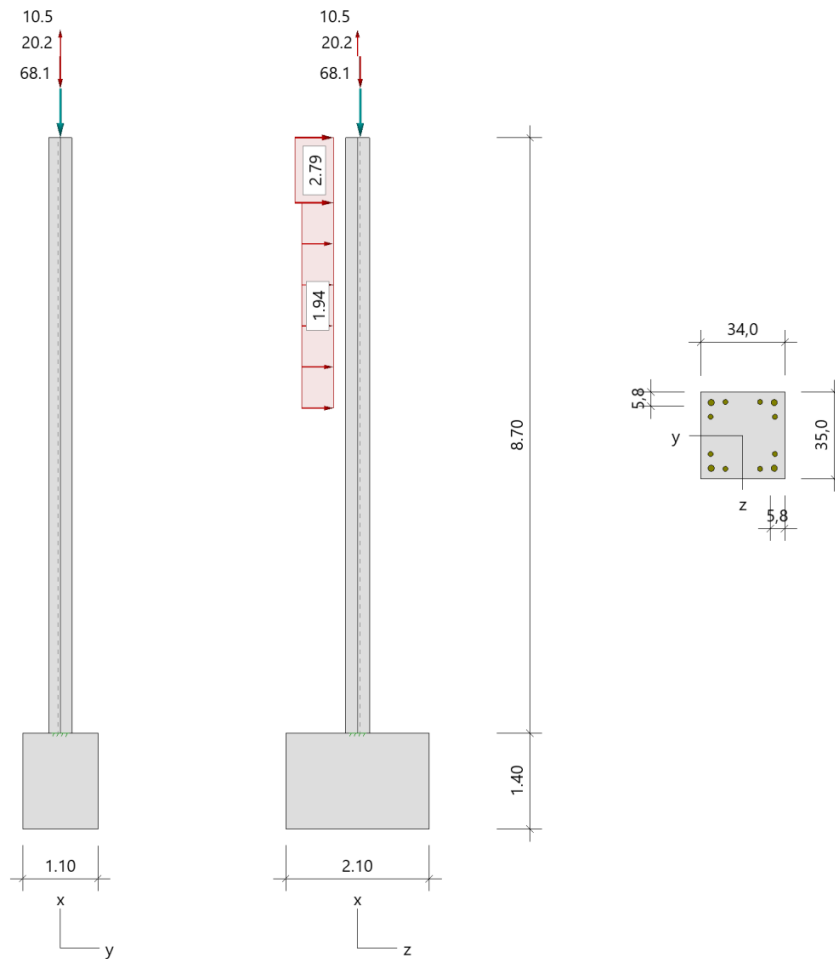
DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 99.4



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff X0
Bewehrungskorrosion XC1
Mindestbetonklasse C 16/20
Bügel $d_{s,b} = 10 \text{ mm}$
Längsbewehrung $d_{s,l} = 25 \text{ mm}$
Vorhaltemaß $\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel $C_{min,b} = 10 \text{ mm} *5$
Betondeckung $C_{nom,b} = 20 \text{ mm} *5$
Längsbewehrung $C_{min,l} = 25 \text{ mm} *5$
Betondeckung $C_{nom,l} = 35 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel $C_{v,b} = 25 \text{ mm}$
zul. Rissbreite $w_{max} = 0.40 \text{ mm}$
*5: Verbund maßgebend

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 123

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:
Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter t₀ = 28 Tage
Endkriechzahl ϕ(t₀,∞) = 2.12

Materialauswahl

Fertigteil C 35/45 f_{ck} = 35.00 N/mm² E_{cm} = 34000 N/mm²
Betonstahl BSt 420 S(A) f_{yk} = 420.00 N/mm² E_s = 200000 N/mm²
k(f_t/f_y) = 1.00 ε_{uk} = 25.0 ‰ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Fertigteil C 35/45			Betonstahl BSt 420 S(A)		
	α _{cc} = 0.85α _{ct} = 0.85					
	γ _c ¹⁾	f _{cd} [N/mm ²]	f _{ctd} [N/mm ²]	γ _s	f _{yd} [N/mm ²]	f _{td} = f _{tk,cal} /γ _s [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.35	22.04	1.41	1.15	365.22	365.22
¹⁾ γ _c reduziert nach Anhang A2.3						

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y- und z-Richtung
Stützhöhe l = 8.70 m
Querschnitt b_y/d_z = 34.0/35.0 cm
b_z/d₁ = 5.8/5.8 cm
Bewehrungsanordnung (kalt) wie Bewehrungsbild
Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u _y [kN/m]	ϕ _z [kNm/rad]	u _z [kN/m]	ϕ _y [kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr	starr	starr

Fundamenteinspannung

Abmessungen b_x = 1.10 m parallel zur b_y-Abmessung der Stütze
b_y = 2.10 m parallel zur b_z-Abmessung der Stütze
d = 1.40 m
Steifemodul C_b = 30000.00 kN/m²
Steifigkeiten C_y = 38083.1 kNm/rad (nach RAUSCH)
C_z = 10449.1 kNm/rad
C_{y,cal} = starr
Rechenwerte C_{z,cal} = starr

Lasten

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

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

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 124

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

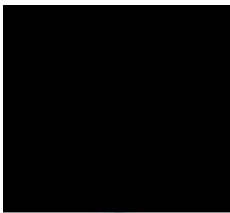
mb BauStatik S009 - 2025.002

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e _y [cm]	e _z [cm]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		68.1		4.0					ständig		
2	Stützenkopf		20.2		4.0					Schnee		
3	Stützenkopf		-10.5							Wind		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p _{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p _{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
4	Stütze	in z	7.75	2.79	0.95	2.79	Wind		
5	Stütze	in z	4.75	1.94	3.00	1.94	Wind		



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 125

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

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

Optionen für den Brandschutznachweis

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

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 10,39$ in y - / $11,01$ in z -Richtung (nur Betonquerschnitt)

Überprüfung der Tragfähigkeit nach dem Allgemeinen Verfahren (Abs. 5.8.6)

- Mit der vorgegebenen Längsbewehrung stellt sich ein stabiles Gleichgewicht ein.
- Zusätzlich sind die erforderliche Querkraftbewehrung sowie die Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu beachten!

Überprüfung der Tragfähigkeit im Brandfall nach dem Allgemeinen Verfahren (Abs. 5.8.6)

- Mit der vorgegebenen Längsbewehrung stellt sich bei einer Branddauer von 90 min ein stabiles Gleichgewicht ein.

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

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
V = 68,1 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35
V = 20,2 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)	0.75		0.75		0.75		1.50	1.50
V = -10,5 kN (Wind)		1.50	1.50			1.50		
pz = 2,79 kN/m (Wind)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.90	
pz = 1,94 kN/m (Wind)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.90	

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 12

Last	LK 9	LK 10	LK 11	LK 12
V = 68,1 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.35
V = 20,2 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)	1.50			
V = -10,5 kN (Wind)			1.50	
pz = 2,79 kN/m (Wind)				
pz = 1,94 kN/m (Wind)				

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]
1	1	Stütze	17.40	17.40	177.3	172.2	79.2	79.2	3.0

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 126

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	8.70	-107.1	-4.28	0.00	3.76	44.8	44.8	Querschnitt
	7.75	-107.1	-8.63	0.63	3.76	44.8	44.8	
	7.75	-107.1	-8.63	0.63	3.76	44.8	44.8	
	6.25	-107.1	-21.66	1.58	3.76	44.8	44.8	
	4.75	-107.1	-40.94	2.42	3.76	44.8	44.8	
	4.75	-107.1	-40.94	2.42	3.76	44.8	44.8	
	3.17	-107.1	-64.12	3.11	3.76	44.8	44.8	
	1.58	-107.1	-86.32	3.56	3.76	44.8	44.8	
	0.00	-107.1	-107.20	3.71	3.76	44.8	44.8	

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	w_y [cm]	w_z [cm]	ϵ_1 [‰]	ϵ_2 [‰]	ϵ_3 [‰]	ϵ_{1s} [‰]	ϵ_{4s} [‰]	$El_{z,eff}/El_z$	$El_{y,eff}/El_y$
1	8.70	0.7	12.1	-0.05	-0.05	-0.01	0.00	-0.02	0.866	0.996
	7.75	0.6	10.2	-0.07	-0.06	0.01	0.00	0.00	0.874	0.953
	7.75	0.6	10.2	-0.07	-0.06	0.01	0.00	0.00	0.874	0.953
	6.25	0.4	7.3	-0.15	-0.13	0.12	0.00	0.11	0.701	0.660
	4.75	0.2	4.6	-0.28	-0.24	0.34	0.00	0.30	0.578	0.559
	4.75	0.2	4.6	-0.28	-0.24	0.34	0.00	0.30	0.578	0.559
	3.17	0.1	2.2	-0.43	-0.38	0.61	0.00	0.53	0.551	0.524
	1.58	0.03	0.6	-0.57	-0.51	0.87	0.00	0.75	0.537	0.508
	0.00	0.0	0.0	-0.70	-0.64	1.12	0.00	0.96	0.526	0.498
w_y : Stützensauslenkung in y-Richtung w_z : Stützensauslenkung in z-Richtung ϵ_1 : max. Betonstauchung ϵ_{1s} : min. Stahldehnung ϵ_{4s} : max. Stahldehnung $El_{z,eff}/El_z$: Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II $El_{y,eff}/El_y$: Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II										

Kriechverformung, bleibender Anteil - Th. II. O. mit e_i (kriechwirksam) (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	w_y [cm]	w_z [cm]
1	8.70	0.2	0.4
	7.75	0.2	0.3
	7.75	0.2	0.3
	6.25	0.1	0.2
	4.75	0.1	0.1
	4.75	0.1	0.1
	3.17	0.03	0.1
	1.58	0.01	0.01
	0.00	0.0	0.0
w_y : Stützensauslenkung in y-Richtung w_z : Stützensauslenkung in z-Richtung			

Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Richtung	Höhe [m]	N_d [kN]	$V_{E,d}$ [kN]	$V_{rd,c}$ [kN]	$V_{rd,max}$ [kN]
1	y	8.70	-107.1	0.7	93.9	336.9
		7.75	-107.1	0.7	93.9	336.9
		7.75	-107.1	0.7	93.9	336.9
		6.25	-107.1	0.6	93.9	336.9

	A_{sw} [m]
	.00
	.00
	.00
	.00

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 127

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

LK	Richtung	Höhe [m]	N _d [kN]	V _{E,d} [kN]	V _{rd,c} [kN]	V _{rd,max} [kN]	Θ [°]	A _{sw} [cm²/m]
1	z	4.75	-107.1	0.5	93.9	336.9	18.4	0.00
		4.75	-107.1	0.5	93.9	336.9	18.4	0.00
		3.17	-107.1	0.4	93.9	336.9	18.4	0.00
		1.58	-107.1	0.2	93.9	336.9	18.4	0.00
		0.00	-107.1	0.0	93.9	336.9	18.4	0.00
		8.70	-107.1	2.6	93.8	344.1	18.4	0.00
		7.75	-107.1	6.6	93.8	344.1	18.4	0.00
		7.75	-107.1	6.6	93.8	344.1	18.4	0.00
		6.25	-107.1	10.8	93.8	344.1	18.4	0.00
		4.75	-107.1	14.9	93.8	344.1	18.4	0.00
		4.75	-107.1	14.9	93.8	344.1	18.4	0.00
		3.17	-107.1	14.4	93.8	344.1	18.4	0.00
		1.58	-107.1	13.6	93.8	344.1	18.4	0.00
		0.00	-107.1	12.7	93.8	344.1	18.4	0.00

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	A _{d,v} [kN]	H _{d,v} [kN]	M _{d,z} [kNm]	H _{d,z} [kN]	M _{d,v} [kNm]	LK
Fundament	0.00	52.3	0.0	1.65	12.7	-93.75	2
		122.2	0.0	4.02	0.0	-9.49	8
		52.3	0.0	1.65	12.7	-97.11	2
		52.3	0.0	1.61	0.0	-1.26	11
		122.2	0.0	4.30	7.6	-69.73	7
		122.2	0.0	3.99	0.0	-1.53	8
		107.1	0.0	3.71	12.7	-107.20	1
		68.1	0.0	2.12	0.0	-0.79	10

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

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

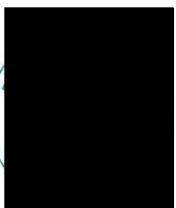
Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
V = 68,1 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 20,2 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)				
V = -10,5 kN (Wind)		0.20		0.20
pz = 2,79 kN/m (Wind)	0.20	0.20		
pz = 1,94 kN/m (Wind)	0.20	0.20		

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	S _{k,v} [m]	S _{k,z} [m]	λ _v	λ _z	λ _{lim,v}	λ _{lim,z}	e _{i,v} * [cm]	e _{i,z} * [cm]	φ _∞	f _{red}
1	1	Stütze	17.40	17.40	177.3	172.2	0.0	0.0	1.7	1.7	0.000	1.000

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

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

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{v,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ρ [%]	A _{s,erf} [cm²]	A _{s,vorh} [cm²]	Versagensart
1	8.70	-68.1	-2.72	0.00	3.76	44.8	44.8	
	7.75	-68.1	-4.84	0.39	3.76	44.8	44.8	
	7.75	-68.1	-4.84	0.39	3.76	44.8	44.8	
	6.25	-68.1	-8.86	0.97	3.76	44.8	44.8	
	4.75	-68.1	-13.43	1.48	3.76	44.8	44.8	
	4.75	-68.1	-13.43	1.48	3.76	44.8	44.8	
	3.17	-68.1	-18.19	1.91	3.76	44.8	44.8	

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 128

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ρ [%]	A _{s,eff} [cm²]	A _{s,vorh} [cm²]	Versagensart
	1.58	-68.1	-22.23	2.18	3.76	44.8	44.8	
	0.00	-68.1	-25.39	2.27	3.76	44.8	44.8	

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	w _y [cm]	w _z [cm]	ε ₁ [‰]	ε ₂ [‰]	ε ₃ [‰]	ε _{1s} [‰]	ε _{4s} [‰]	El _{z,eff} /El _z	El _{y,eff} /El _y
1	8.70	1.6	14.5	6.78	6.79	6.97	0.00	6.96	0.114	0.117
	7.75	1.3	12.0	6.69	6.72	7.04	0.00	7.03	0.114	0.117
	7.75	1.3	12.0	6.69	6.72	7.04	0.00	7.03	0.114	0.117
	6.25	0.9	8.4	6.52	6.60	7.17	0.00	7.15	0.114	0.117
	4.75	0.6	5.2	6.34	6.45	7.31	0.00	7.29	0.114	0.117
	4.75	0.6	5.2	6.34	6.45	7.31	0.00	7.29	0.114	0.117
	3.17	0.3	2.4	6.15	6.30	7.47	0.00	7.44	0.114	0.117
	1.58	0.1	0.6	5.99	6.16	7.60	0.00	7.56	0.111	0.117
	0.00	0.0	0.0	5.86	6.05	7.71	0.00	7.65	0.106	0.116
	<div> <div>w_y : Stützensauslenkung in y-Richtung</div> <div>w_z : Stützensauslenkung in z-Richtung</div> <div>ε₁ : max. Betonstauchung</div> <div>ε_{1s} : min. Stahldehnung</div> <div>ε_{4s} : max. Stahldehnung</div> <div>El_{z,eff}/El_z : Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II</div> <div>El_{y,eff}/El_y : Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II</div> </div>									

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	A _{d,v} [kN]	H _{d,y} [kN]	M _{d,z} [kNm]	H _{d,z} [kN]	M _{d,y} [kNm]	LK
Fundament	0.00	66.0	0.0	2.10	0.0	-3.20	4
		68.1	0.0	2.27	1.7	-25.39	1
		66.0	0.0	2.13	1.7	-24.80	2
		68.1	0.0	2.23	0.0	-3.23	3

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A _s [cm²]
1	44.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
V = 68,1 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 20,2 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)	0.50		0.50		1.00	1.00		
V = -10,5 kN (Wind)		1.00	1.00					1.00
pz = 2,79 kN/m (Wind)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60			
pz = 1,94 kN/m (Wind)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
3	8.70	-78.2	-3.13	0.00	0.0	5.6	<div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div></div> <div></div> </div>	
3	7.75	-78.2	-4.92	0.00	0.0	4.8			
3	6.25	-78.2	-11.91	0.00	0.0	3.5			
3	4.75	-78.2	-23.23	0.00	0.0	2.3			
3	3.17	-78.2	-37.38	0.00	0.0	1.1			
3	1.58	-78.2	-51.34	0.00	0.0	0.3			

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 129

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{v,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
1	0.00	-78.2	-65.52	0.00	0.0	0.0			

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

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{v,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
3	8.70	-78.2	-3.13	0.00	0.0	5.4			
3	7.75	-78.2	-4.92	0.00	0.0	4.6			
3	6.25	-78.2	-11.91	0.00	0.0	3.4			
3	4.75	-78.2	-23.23	0.00	0.0	2.2			
3	3.17	-78.2	-37.38	0.00	0.0	1.1			
3	1.58	-78.2	-51.34	0.00	0.0	0.3			
1	0.00	-78.2	-65.52	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{v,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	φ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹⁾ [N/mm ²]	η
1	8.70	-78.2	-3.13	0.00	0.09	-0.009	-1.90	336.00	0.00
1	7.75	-78.2	-5.01	0.00	0.09	-0.004	-0.88	336.00	0.00
2	6.25	-57.6	-11.29	0.00	0.09	0.047	9.32	336.00	0.03
2	4.75	-57.6	-22.48	0.00	0.09	0.149	29.89	336.00	0.09
2	3.17	-57.6	-36.52	0.00	0.09	0.282	56.31	336.00	0.17
2	1.58	-57.6	-50.39	0.00	0.09	0.413	82.54	336.00	0.25
2	0.00	-57.6	-63.98	0.00	0.09	0.541	108.27	336.00	0.32

1 : σ_{s,lim} = 0,80 * f_{y,k}(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{v,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	φ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹⁾ [N/mm ²]	η
1	8.70	-78.2	-3.13	0.00	0.00	-0.009	-1.77	336.00	0.00
1	7.75	-78.2	-5.01	0.00	0.00	-0.004	-0.82	336.00	0.00
2	6.25	-57.6	-11.29	0.00	0.00	0.046	9.17	336.00	0.03
2	4.75	-57.6	-22.48	0.00	0.00	0.148	29.61	336.00	0.09
2	3.17	-57.6	-36.52	0.00	0.00	0.279	55.90	336.00	0.17
2	1.58	-57.6	-50.39	0.00	0.00	0.410	81.99	336.00	0.24
2	0.00	-57.6	-63.98	0.00	0.00	0.538	107.58	336.00	0.32

1 : σ_{s,lim} = 0,80 * f_{y,k}(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1
V = 68,1 kN / ez = 4,0 cm (ständig) V = 20,2 kN / ez = 4,0 cm (Schnee) V = -10,5 kN (Wind) pz = 2,79 kN/m (Wind) pz = 1,94 kN/m (Wind)	1.00

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

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{v,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ε _c [‰]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} ¹⁾ [N/mm ²]	vorh f _{ct}	η
1	8.70	-68.1	-2.72	0.00	-0.023	-0.77	-15.75	1.0	0.05
1	7.75	-68.1	-2.75	0.00	-0.023	-0.78	-15.75	1.0	0.05
1	6.25	-68.1	-2.79	0.00	-0.023	-0.78	-15.75	1.0	0.05
1	4.75	-68.1	-2.82	0.00	-0.023	-0.78	-15.75	1.0	0.05
1	3.17	-68.1	-2.84	0.00	-0.023	-0.79	-15.75	1.0	0.05

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 130

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ε _c [‰]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} ¹⁾ [N/mm ²]	vorh f _{φ,nl}	erf f _{φ,nl}	η
1	1.58	-68.1	-2.86	0.00	-0.023	-0.79	-15.75	1.00		0.05
1	0.00	-68.1	-2.86	0.00	-0.023	-0.79	-15.75	1.00		0.05

1 : σ_{c,lim} = 0,45 * f_{ck}(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

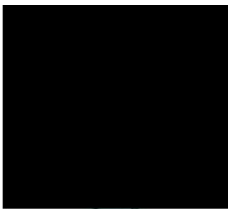
Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sv,θ} /f _{yk} [%]
Abschnitt 1 Bügel: 31Ø10 mm	1	25	4.9	-12.8	-13.3	610	37
	2	25	4.9	12.8	-13.3	610	37
	3	25	4.9	12.8	13.3	610	37
	4	25	4.9	-12.8	13.3	610	37
	5	20	3.1	-7.0	-13.5	457	79
	6	20	3.1	7.0	-13.5	457	79
	7	20	3.1	7.0	13.5	457	79
	8	20	3.1	-7.0	13.5	457	79
	9	20	3.1	-13.0	-7.5	455	79
	10	20	3.1	13.0	-7.5	455	79
	11	20	3.1	13.0	7.5	455	79
	12	20	3.1	-13.0	7.5	455	79
			44.8				

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. c _{nom,L} [cm]	erf. c _{nom,B} [cm]	vorh. c _{nom,L} [cm]	vorh. c _{nom,B} [cm]
Abschnitt 1	3.5	2.0	3.0 !!!	2.0

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient	α _c =	5.0 W/(m²K)
Emissivität	ε _m =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m³
Elementgröße	d _{Elem} =	1.2 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt



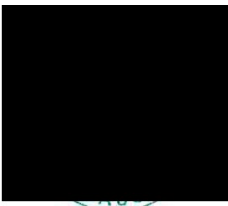
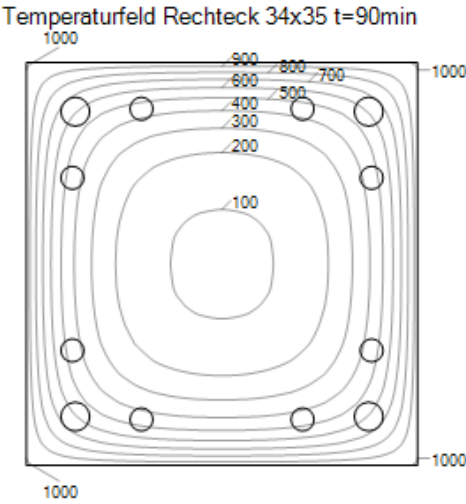
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 131

BAUWERK:
AUFTRAGGEBER:

Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
Stadt Mülheim

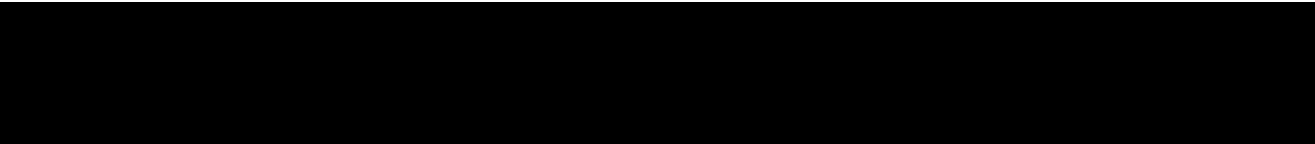
DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002



BAUTEIL:
POS.:
VORGANG:

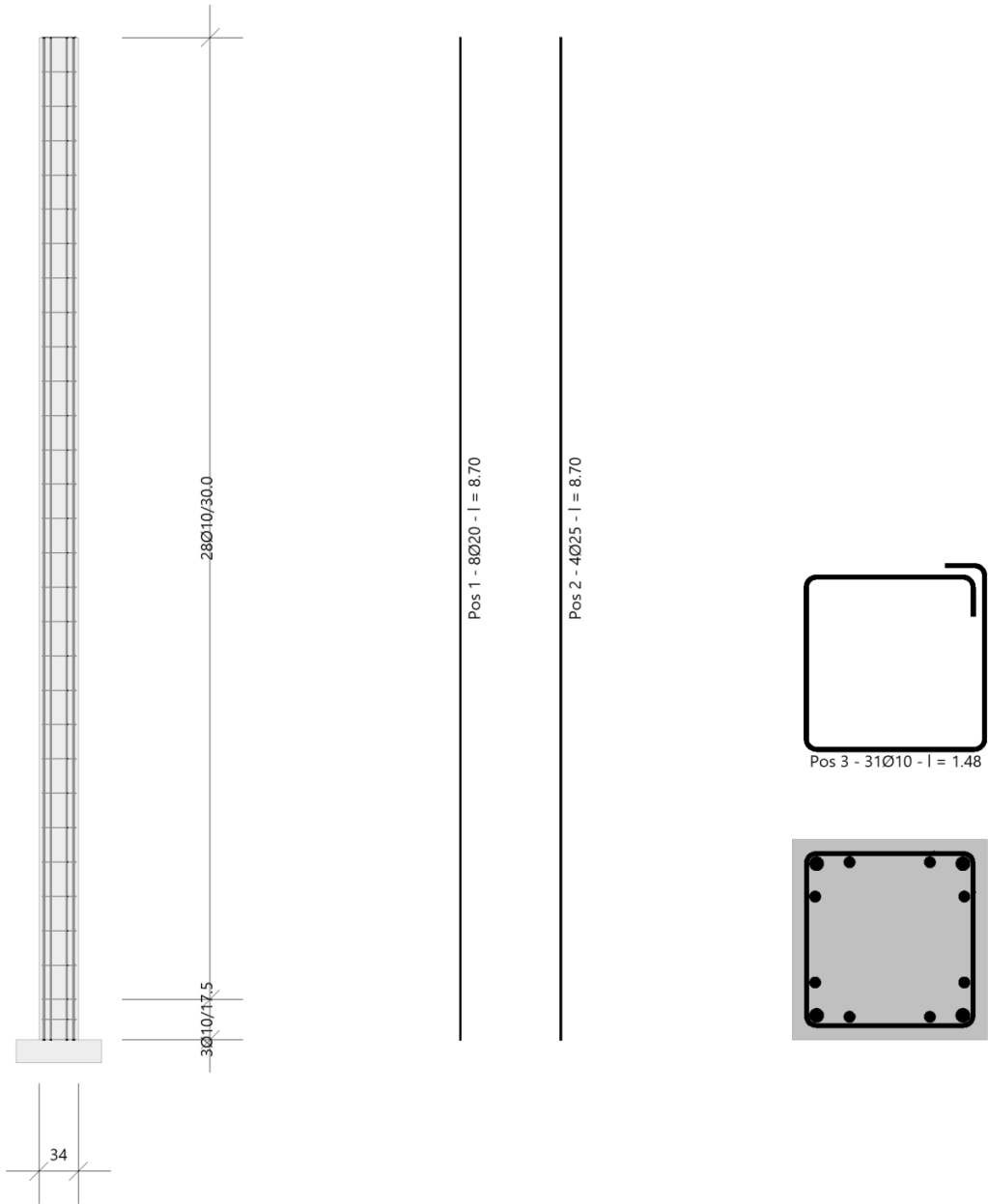
Nachweise in der Sporthalle
202 Stahlbetongiebelstützen Achse A
Statische Berechnung



BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Bewehrungsbilder
Maßstab 1 : 56.0



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 133

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Pos. 203 Stahlbetoneckstützen Halle

Bereich: Stützen in den Ecken der Halle

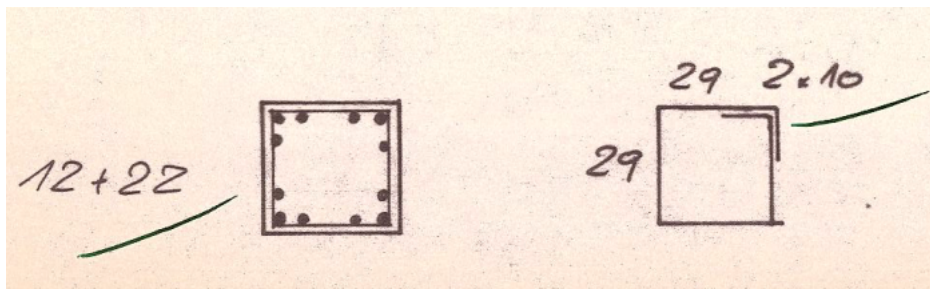
Bestandspos. Pos. 16

Stahlbetonstützen (vorh.)	C35/45
Querschnitt	B/H = 35,0 / 35,0 cm
Bewehrungsabstand	vorh. $c_v = 2,0$ cm
Betonstahl	Bst 420 / 500
	Bst 500/ 550

Brandschutz

Der Brandschutz des Betonbauteils erfolgt über die Nachweisstufe 2, Heißbemessung. Es wird auf der sicheren Seite liegend eine Umlaufende Bewehrung $\varnothing 20$ mm für den Nachweis angenommen.

Vorhandene Bewehrung



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 134

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Lastannahmen

Vertikallasten

Eigengewicht	$25,0 \times (0,35 \times 0,35 \times 7,20 + 0,2 \times 0,2 \times 1,5)$	=	23,6 kN	✓
Aus Dachbelag	$1,0 \text{ kN/m} \times 5,70 \text{ m} / 2$	=	2,85 kN	✓
Aus Attikalast	$0,50 \text{ kN/m} \times 5,70 \text{ m}$	=	2,85 kN	✓
Aus NR-Dach (Bestandsstatik S. 52)		=	8,47 kN	✓
Aus Wandkonstruktion $0,50 \text{ kN/m}^2 \times 6,75 \text{ m} \times 5,70 \text{ m}$		=	19,2 kN	✓
		$\Sigma G_{1,k} =$	63,3 kN	✓

Momente aus Ausmitte my

Aus Fassade	$19,2 \text{ kN} / 2 \times 0,175 \text{ m}$	=	1,68 kNm	
Aus NR-Dach	$8,47 \text{ kN} \times 0,175 \text{ m}$	=	1,48 kNm	✓
		$M_{yg,k} =$	3,16 kNm	✓

Momente aus Ausmitte mz

Aus Fassade	$19,2 \text{ kN} / 2 \times 0,175 \text{ m}$	$M_{zg,k} =$	1,68 kNm	✓
-------------	--	--------------	-----------------	---

Nutzlast aus PV und Schnee

$1,70 \text{ kN/m} \times 5,70 \text{ m} / 2$	=	4,85 kN	
Aus NR-Dach (Bestandsstatik S. 49)	=	5,99 kN	
		$\Sigma Q_{N,k} =$	10,84 kN

Momente aus Ausmitte my

Aus NR-Dach	$5,99 \text{ kN} \times 0,175 \text{ m}$	$M_{yq,k} =$	1,05 kNm
-------------	--	--------------	-----------------

<u>Wind vertikal:</u>	$-1,84 \text{ kN/m} \times 5,70 \text{ m} / 2$	$Q_{w,v,k} =$	-5,30 kN
-----------------------	--	---------------	-----------------

Wind horizontal:

Winddruck- und -sog wirken jeweils zur gleichen Zeit in Y- und Z-Richtung

Winddruck Ber. D	$0,34 \times 5,7/2$	$q_{wh1,k} =$	0,
Windsog Ber. A	$0,59 \times 5,7/2$	$q_{wh2,k} =$	1,



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 135

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Position: 203 Stb.-Stützen in den Ecken

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Kragstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 35/45, BSt 420 S(A)

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen : DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
: DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik : DIN EN 1990/NA:2010-12
 Ψ_2 für Kranlasten : 0.90
 $\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE) : nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten : alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 136

BAUWERK:
AUFTRAGGEBER:

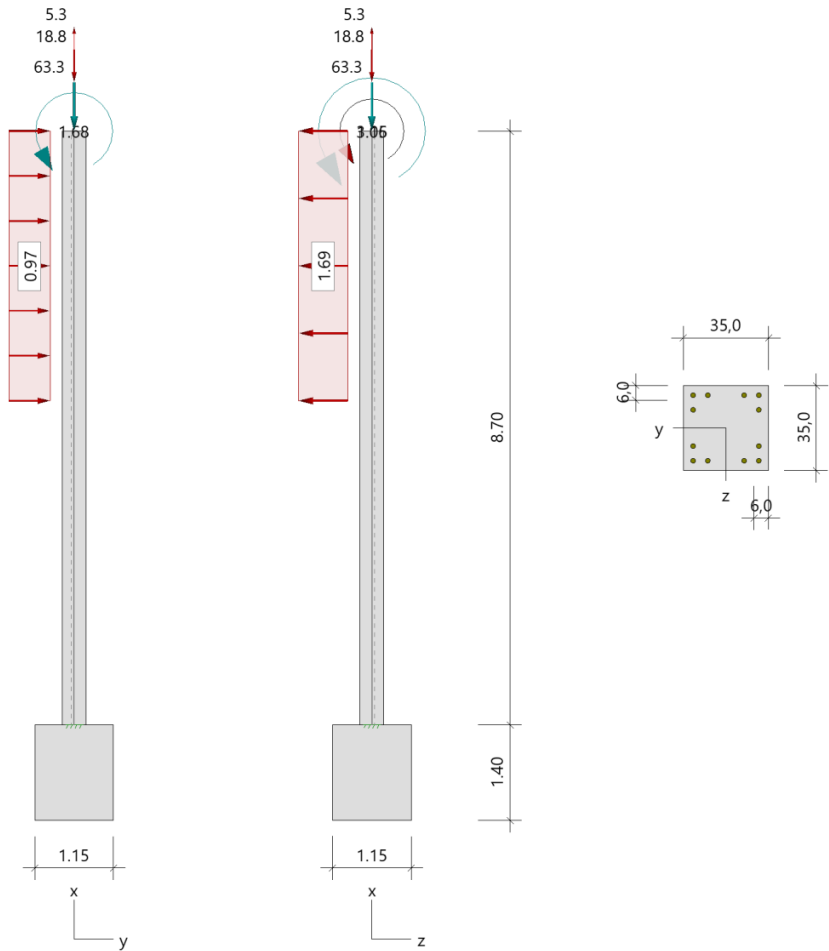
Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

System

Systemgrafik 2D
Maßstab 1 : 99.4



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff X0
Bewehrungskorrosion XC1
Mindestbetonklasse C 16/20
Bügel $d_{s,b} = 10 \text{ mm}$
Längsbewehrung $d_{s,l} = 20 \text{ mm}$
Vorhaltemaß $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel $c_{min,b} = 10 \text{ mm} * 5$
Betondeckung $c_{nom,b} = 20 \text{ mm} * 5$
Längsbewehrung $c_{min,l} = 20 \text{ mm} * 5$
Betondeckung $c_{nom,l} = 30 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel $c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite $w_{max} = 0.40 \text{ mm}$
*5: Verbund maßgebend

BAUTEIL:
POS.:
VORGANG:

Nachweise in der Sporthalle
203 Stahlbetoneckstützen Halle
Statische Berechnung

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:
Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter t₀ = 28 Tage
Endkriechzahl ϕ(t₀,∞) = 2.12

Materialauswahl

Fertigteil C 35/45 f_{ck} = 35.00 N/mm² E_{cm} = 34000 N/mm²
Betonstahl BSt 420 S(A) f_{yk} = 420.00 N/mm² E_s = 200000 N/mm²
k(f_t/f_y) = 1.00 ε_{uk} = 25.0 ‰ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Fertigteil C 35/45			Betonstahl BSt 420 S(A)		
	α _{cc} = 0.85α _{ct} = 0.85					
	γ _c ¹⁾	f _{cd} [N/mm ²]	f _{ctd} [N/mm ²]	γ _s	f _{yd} [N/mm ²]	f _{td} = f _{tk,cal} /γ _s [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.35	22.04	1.41	1.15	365.22	365.22

¹⁾γ_creduziert nach Anhang A2.3

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y- und z-Richtung
Stützenhöhe l = 8.70 m
Querschnitt b_y/d_z = 35.0/35.0 cm
b_z/d₁ = 6.0/6.0 cm
Bewehrungsanordnung (kalt) wie Bewehrungsbild
Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u _y [kN/m]	ϕ _z [kNm/rad]	u _z [kN/m]	ϕ _y [kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr	starr	starr

Fundamenteinspannung

Abmessungen b_x = 1.15 m parallel zur b_y-Abmessung der Stütze
b_y = 1.15 m parallel zur b_z-Abmessung der Stütze
d = 1.40 m
Steifemodul C_b = 30000.00 kN/m²
Steifigkeiten C_y = 8449.3 kNm/rad (nach RAUSCH)
C_z = 8449.3 kNm/rad
C_{y,cal} = starr
Rechenwerte C_{z,cal} = starr

Lasten

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

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ _{F,inf}	γ _{F,sup}
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		
ständig					

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 138

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e _y [cm]	e _z [cm]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		63.3							ständig		
5	Stützenkopf		18.8							Schnee		
6	Stützenkopf		-5.3							Wind		
2	Stütze	8.70						3.16		ständig		
3	Stütze	8.70							-1.68	ständig		
4	Stütze	8.70						1.05		Schnee		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p _{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p _{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
7	Stütze	in z	4.75	-1.69	3.95	-1.69	Wind	ZusGrp 1	
8	Stütze	in y	4.75	0.97	3.95	0.97	Wind	ZusGrp 1	

Punktlasten (Stützeineigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e _y [cm]	e _z [cm]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
-----	-------------	-------------	--------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------	----------------------	------------	--------	--------

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 139

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Bezeichnungen der Lasten

- Last 7: Ber. A
- Last 8: Ber. D

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

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

Optionen für den Brandschutznachweis

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

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 12,18$ in y- / $12,18$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Überprüfung der Tragfähigkeit nach dem Allgemeinen Verfahren (Abs. 5.8.6)

- Mit der vorgegebenen Längsbewehrung stellt sich ein stabiles Gleichgewicht ein.
- Zusätzlich sind die erforderliche Querkraftbewehrung sowie die Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu beachten!

Überprüfung der Tragfähigkeit im Brandfall nach dem Allgemeinen Verfahren (Abs. 5.8.6)

- Mit der vorgegebenen Längsbewehrung stellt sich bei einer Branddauer von 90 min ein stabiles Gleichgewicht ein.

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

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
V = 63,3 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.35
V = 18,8 kN (Schnee)	0.75		0.75	0.75			0.75	1.50
V = -5,3 kN (Wind)		1.50	1.50			1.50		
Ber. D	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.90
Ber. A	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.90
My = 3,16 kNm (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.35
Mz = -1,68 kNm (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.35
My = 1,05 kNm (Schnee)	0.75	0.75	0.75		0.75	0.75	0.75	

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 15

Last	LK 9	LK 10	LK 11	LK 12	LK 13	LK 14	LK 15
V = 63,3 kN (ständig)	1.35	1.35	1.35	1.00	1.0		1.00
V = 18,8 kN (Schnee)	1.50	1.50		1.50			
V = -5,3 kN (Wind)							1.50
Ber. D							

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 140

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Last	LK 9	LK 10	LK 11	LK 12	LK 13	LK 14	LK 15
Ber. A						0.90	
My = 3,16 kNm (ständig)	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35	1.00
Mz = -1,68 kNm (ständig)	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35	1.00
My = 1,05 kNm (Schnee)	1.50					1.50	0.75

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,v}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_v	λ_z	$\lambda_{lim,v}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,v}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_{∞}	f_{red}
1	1	Stütze	17.40	17.40	172.2	172.2	83.3	83.3	3.0	-3.0	2.119	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

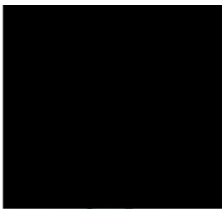
LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{v,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,eff}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	8.70	-99.6	5.05	-2.27	3.08	37.7	37.7	Querschnitt
	7.38	-99.6	10.35	0.65	3.08	37.7	37.7	
	6.07	-99.6	19.81	6.07	3.08	37.7	37.7	
	4.75	-99.6	33.45	13.88	3.08	37.7	37.7	
	4.75	-99.6	33.45	13.88	3.08	37.7	37.7	
	3.17	-99.6	51.97	24.50	3.08	37.7	37.7	
	1.58	-99.6	69.63	34.63	3.08	37.7	37.7	
	0.00	-99.6	86.15	44.11	3.08	37.7	37.7	

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	w_v [cm]	w_z [cm]	ϵ_1 [‰]	ϵ_2 [‰]	ϵ_3 [‰]	ϵ_{1s} [‰]	ϵ_{4s} [‰]	$El_{z,eff}/El_z$	$El_{v,eff}/El_v$
1	8.70	4.8	-11.3	-0.06	-0.04	-0.02	0.00	0.00	0.942	0.943
	7.38	3.8	-8.8	-0.08	-0.07	0.02	0.00	0.02	0.817	0.817
	6.07	2.9	-6.5	-0.18	-0.09	0.10	0.00	0.14	0.589	0.589
	4.75	1.9	-4.3	-0.33	-0.11	0.22	0.00	0.35	0.524	0.499
	4.75	1.9	-4.3	-0.33	-0.11	0.22	0.00	0.35	0.524	0.499
	3.17	0.9	-2.1	-0.54	-0.13	0.39	0.00	0.64	0.492	0.461
	1.58	0.3	-0.6	-0.75	-0.15	0.54	0.00	0.92	0.476	0.444
	0.00	0.0	0.0	-0.94	-0.16	0.69	0.00	1.19	0.466	0.434
<div><div><div>w_v</div><div>: Stützensauslenkung in y-Richtung</div></div><div><div>w_z</div><div>: Stützensauslenkung in z-Richtung</div></div><div><div>ϵ_1</div><div>: max. Betonstauchung</div></div><div><div>ϵ_{1s}</div><div>: min. Stahldehnung</div></div><div><div>ϵ_{4s}</div><div>: max. Stahldehnung</div></div><div><div>$El_{z,eff}/El_z$</div><div>: Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II</div></div><div><div>$El_{v,eff}/El_v$</div><div>: Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II</div></div></div>										

Kriechverformung, bleibender Anteil - Th. II. O. mit e_i (kriechwirksam) (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	w_v [cm]	w_z [cm]
1	8.70	-0.04	-0.5
	7.38	-0.02	-0.4
	6.07	0.0	-0.3
	4.75	0.0	-0.2
	4.75	0.0	-0.2
	3.17	0.0	-0.1
	1.58	0.0	-0.02
	0.00	0.0	0.0
<div><div><div>w_v</div><div>: Stützensauslenkung in y-Richtung</div></div><div><div>w_z</div><div>: Stützensauslenkung in z-Richtung</div></div></div>			



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 141

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Richtung	Höhe [m]	N_d [kN]	$V_{E,d}$ [kN]	$V_{rd,c}$ [kN]	$V_{rd,max}$ [kN]	Θ [°]	A_{sw} [cm ² /m]
1	y	8.70	-99.6	1.3	92.9	347.1	18.4	0.00
		7.38	-99.6	3.2	92.9	347.1	18.4	0.00
		6.07	-99.6	5.0	92.9	347.1	18.4	0.00
		4.75	-99.6	6.8	92.9	347.1	18.4	0.00
		4.75	-99.6	6.8	92.9	347.1	18.4	0.00
		3.17	-99.6	6.6	92.9	347.1	18.4	0.00
		1.58	-99.6	6.2	92.9	347.1	18.4	0.00
		0.00	-99.6	5.7	92.9	347.1	18.4	0.00
1	z	8.70	-99.6	-1.0	92.9	347.1	18.4	0.00
		7.38	-99.6	-4.3	92.9	347.1	18.4	0.00
		6.07	-99.6	-7.6	92.9	347.1	18.4	0.00
		4.75	-99.6	-10.9	92.9	347.1	18.4	0.00
		4.75	-99.6	-10.9	92.9	347.1	18.4	0.00
		3.17	-99.6	-10.8	92.9	347.1	18.4	0.00
		1.58	-99.6	-10.5	92.9	347.1	18.4	0.00
		0.00	-99.6	-10.0	92.9	347.1	18.4	0.00

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,v}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Fundament	0.00	55.3	0.0	-3.63	0.0	6.08	15
		113.7	3.4	27.41	-6.0	49.05	14
		113.7	0.0	-6.56	0.0	10.69	9
		99.6	5.7	44.09	-10.0	78.87	1
		113.7	0.0	-6.21	0.0	1.10	10
		91.6	0.0	1.07	0.0	0.55	12
		99.6	5.7	37.01	-10.0	86.25	1
		99.6	5.7	44.11	-10.0	86.15	1

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

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
V = 63,3 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 18,8 kN (Schnee)				
V = -5,3 kN (Wind)		0.20		0.20
Ber. D	0.20	0.20		
Ber. A	0.20	0.20		
My = 3,16 kNm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
Mz = -1,68 kNm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
My = 1,05 kNm (Schnee)				

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,v}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_v	λ_z	$\lambda_{lim,v}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,v}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	17.40	17.40	172.2	172.2	0.0	0.0	1.7			00

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 142

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

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

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ρ [%]	A _{s,eff} [cm ²]	A _{s,vorh} [cm ²]	Versagensart
1	8.70	-63.3	3.16	-1.68	3.08	37.7	37.7	Querschnitt
	7.38	-63.3	5.31	-0.73	3.08	37.7	37.7	
	6.07	-63.3	7.91	0.57	3.08	37.7	37.7	
	4.75	-63.3	10.91	2.15	3.08	37.7	37.7	
	4.75	-63.3	10.91	2.15	3.08	37.7	37.7	
	3.17	-63.3	14.51	4.12	3.08	37.7	37.7	
	1.58	-63.3	17.59	5.85	3.08	37.7	37.7	
	0.00	-63.3	20.05	7.25	3.08	37.7	37.7	

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	w _y [cm]	w _z [cm]	ε ₁ [‰]	ε ₂ [‰]	ε ₃ [‰]	ε _{1s} [‰]	ε _{4s} [‰]	El _{z,eff} /El _z	El _{y,eff} /El _y
1	8.70	4.2	-14.2	6.54	6.69	6.81	0.00	6.91	0.093	0.095
	7.38	3.4	-10.9	6.48	6.55	6.95	0.00	6.95	0.092	0.094
	6.07	2.5	-7.8	6.37	6.42	7.07	0.00	7.03	0.091	0.093
	4.75	1.7	-5.0	6.16	6.35	7.13	0.00	7.19	0.091	0.093
	4.75	1.7	-5.0	6.16	6.35	7.13	0.00	7.19	0.091	0.093
	3.17	0.8	-2.4	5.90	6.27	7.19	0.00	7.38	0.091	0.092
	1.58	0.2	-0.6	5.67	6.21	7.25	0.00	7.54	0.090	0.092
	0.00	0.0	0.0	5.50	6.16	7.29	0.00	7.68	0.090	0.092
<div><div>w_y : Stützensauslenkung in y-Richtung</div><div>w_z : Stützensauslenkung in z-Richtung</div><div>ε₁ : max. Betonstauchung</div><div>ε_{1s} : min. Stahldehnung</div><div>ε_{4s} : max. Stahldehnung</div><div>El_{z,eff}/El_z : Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II</div><div>El_{y,eff}/El_y : Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II</div></div>										

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	A _{d,v} [kN]	H _{d,y} [kN]	M _{d,z} [kNm]	H _{d,z} [kN]	M _{d,y} [kNm]	LK
Fundament	0.00	62.2	0.0	-1.56	0.0	4.69	4
		63.3	0.8	7.25	-1.3	20.05	1
		62.2	0.0	-5.82	0.0	8.96	4
		63.3	0.0	-5.97	0.0	9.17	3
		63.3	0.0	-1.56	0.0	4.75	3
		63.3	0.8	7.26	-1.3	24.46	1

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A _s [cm ²]
1	37.7

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 8
V = 63,3 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 18,8 kN (Schnee)	0.50		0.50	0.50		1.00
V = -5,3 kN (Wind)		1.00	1.00			
Ber. D	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Ber. A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
My = 3,16 kNm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 143

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
Mz = -1,68 kNm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
My = 1,05 kNm (Schnee)	0.50	0.50	0.50		0.50		1.00	

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 11

Last	LK 9	LK 10	LK 11
V = 63,3 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00
V = 18,8 kN (Schnee)		1.00	
V = -5,3 kN (Wind)			1.00
Ber. D		0.60	
Ber. A		0.60	
My = 3,16 kNm (ständig)	1.00	1.00	1.00
Mz = -1,68 kNm (ständig)	1.00	1.00	1.00
My = 1,05 kNm (Schnee)		1.00	0.50

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{v,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
2	8.70	-72.7	3.68	-1.68	2.0	-5.4			
2	7.38	-72.7	5.76	-0.61	1.6	-4.3			
2	6.07	-72.7	10.74	2.15	1.2	-3.2			
2	4.75	-72.7	18.63	6.58	0.8	-2.2			
2	3.17	-72.7	29.80	12.89	0.4	-1.1			
2	1.58	-72.7	40.81	19.14	0.1	-0.3			
1	0.00	-72.7	52.26	25.58	0.0	0.0			

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

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{v,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
2	8.70	-72.7	3.68	-1.68	2.1	-5.1			
2	7.38	-72.7	5.76	-0.61	1.7	-4.1			
2	6.07	-72.7	10.74	2.15	1.3	-3.0			
2	4.75	-72.7	18.63	6.58	0.9	-2.1			
2	3.17	-72.7	29.80	12.89	0.4	-1.0			
2	1.58	-72.7	40.81	19.14	0.1	-0.3			
1	0.00	-72.7	52.26	25.58	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{v,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	Φ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm²]	σ _{s,lim} ¹⁾ [N/mm²]	η
11	8.70	-58.0	3.68	-1.68	1.87	0.004	0.75	336.00	0.00
2	7.38	-58.0	5.76	-0.61	0.14	0.011	2.16	336.00	0.01
2	6.07	-58.0	10.74	2.15	0.14	0.062	12.37	336.00	0.04
2	4.75	-58.0	18.63	6.58	0.14	0.174	34.72	336.00	0.10
2	3.17	-58.0	29.80	12.89	0.14	0.342	68.37	336.00	0.20
2	1.58	-58.0	40.81	19.14	0.14	0.510	101.92	336.00	0.30
2	0.00	-58.0	51.54	25.27	0.14	0.674	134.84	336.00	0.40

1 : σ_{s,lim}= 0,80 * f_{y,k}(EN 1992-1-1, 7.2 (5))



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 144

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

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

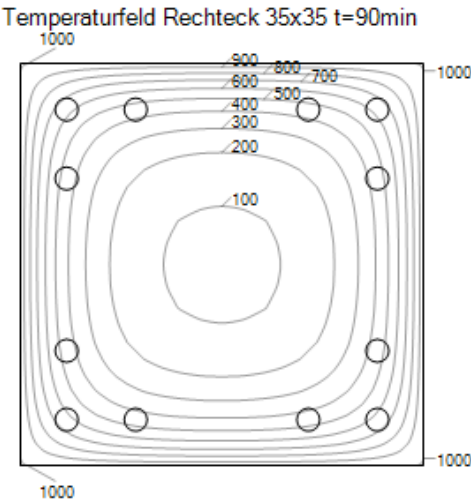
mb BauStatik S009 - 2025.002

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	3.0	2.0	3.0	2.0

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient	α_c =	5.0 W/(m²K)
Emissivität	ϵ_m =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	1.2 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt



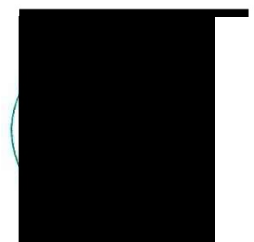
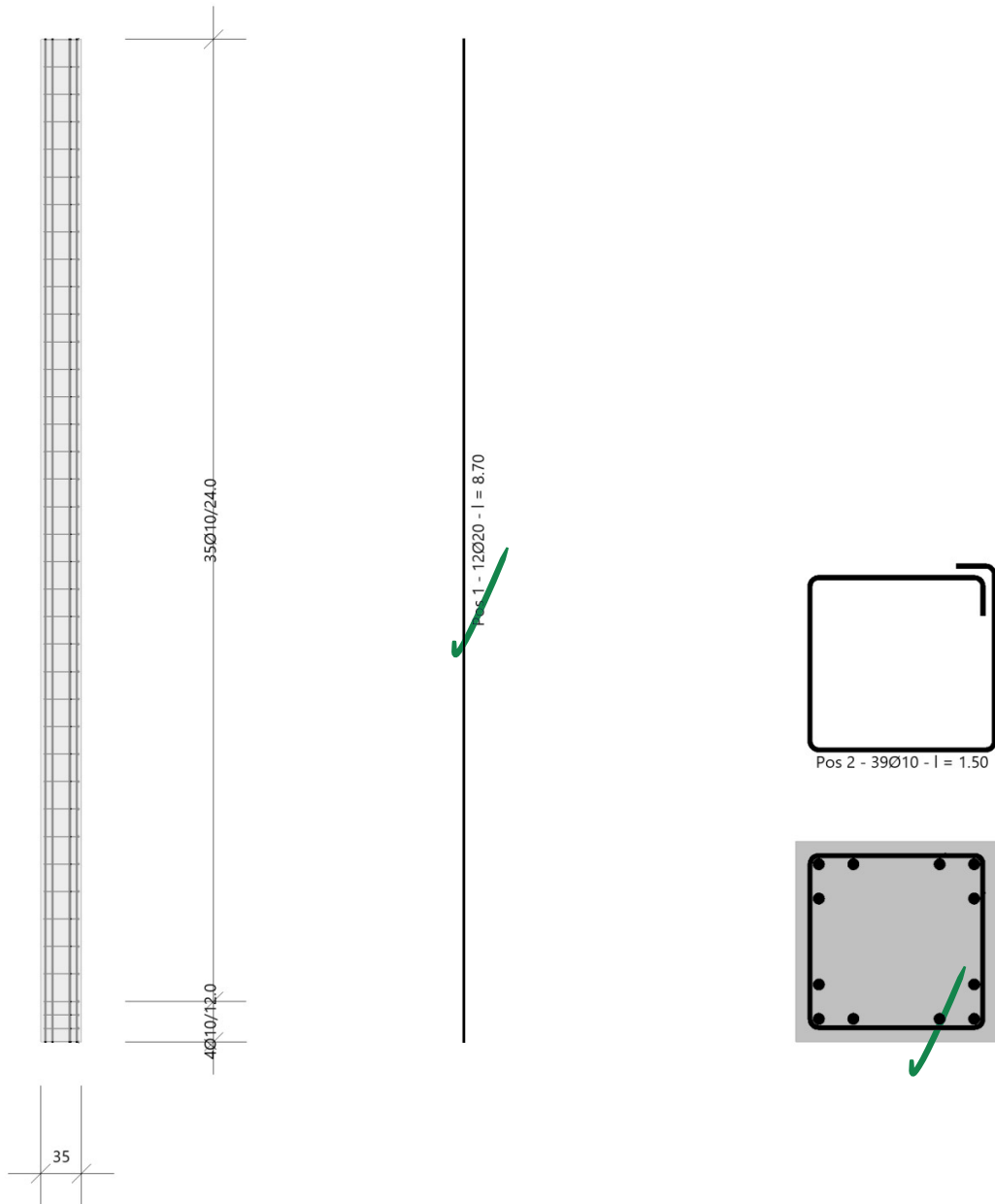
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 146

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S009 - 2025.002

Bewehrungsbilder
Maßstab 1 : 56.2



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 147

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Pos. G01 Einzelfundamente Achse 1

Bereich: Achse 1 (ehem. Achse A)

Position Bestandsstatik Pos. 50

C12/15 (Köcherfundament)
Betonstahl

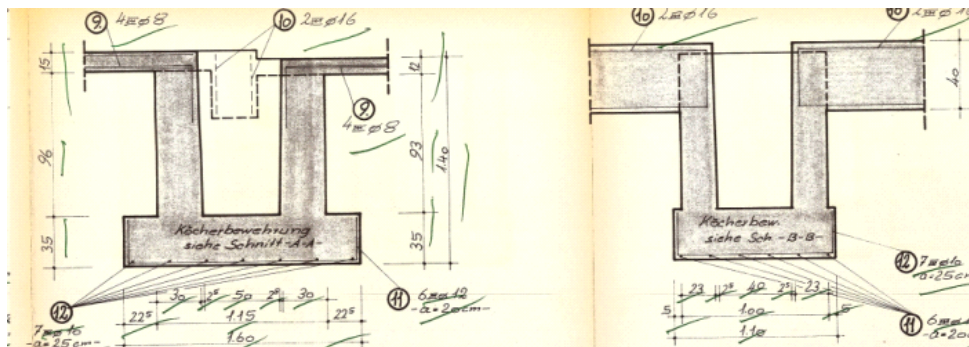
A/B/H = 1,10 / 1,60 / 1,40 m
Bst 420 / 500
Bst 500/ 550

Betondeckungen

c_v = 25 mm

Vorbemerkungen

Die Einzelfundamente wurden als Köcherfundamente ausgebildet. Da die vertikale Belastung geringer ausfällt, gelten alle inneren Standsicherheitsnachweise als erfüllt. Es werden im folgenden explizit die äußeren Standsicherheitsnachweise (Kippen) untersucht.



Auszug aus Bewehrungsplan 60, ST3 [Dipl.-Ing. Udo Küster]

hat bei der bautechnischen
Prüfung vorgelegen

Dipl.-Ing. Mortell

Brandschutz

keine Anforderungen an Gründungsbauteile

Lastannahmen

Fundamenteigengewicht:

Teil 1, oben $25,0 \text{ kN/m}^3 \times 1,15 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 1,05 \text{ m}$

Teil 2, unten $25,0 \text{ kN/m}^3 \times 1,60 \text{ m} \times 1,1 \text{ m} \times 0,35 \text{ m}$

ΣG_{1k}

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G01 Einzelfundamente Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 148

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Erddruck vertikal:

Für die Bemessung wird die vertikale Erdauflast auf das Einzelfundament angesetzt. Die horizontalen Erddrucklasten wurden bereits in Pos. 200 ermittelt und programmintern übernommen. Es wird eine Höhe von 3,0 m angenommen. Die Last wirkt sowohl auf der Oberkante Fundamentteil 1 als auch auf OK Fundamentteil 2. Grundwasser wurde in diesen Bereichen durch das Bodengutachten ausgeschlossen.

$$\text{Erddruck} \quad 20,0 \text{ kN/m}^3 \times 1,15 \text{ m} \times 0,63 \text{ m} \times 3,0 \text{ m} \quad \Sigma G_{Ek} \quad = \quad 43,7 \text{ kN}$$

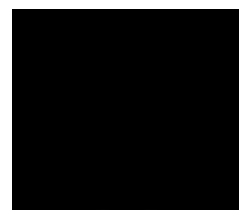
Lastübernahme aus Positionen

Die Lastübernahme erfolgt programmintern aus den Positionen:

Ø 200, Auflager A

mit den Lastfällen:

Ø Ständig, Nutzlast, Schnee, Erddruck



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G01 Einzelfundamente Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 149

BAUWERK:
AUFTRAGGEBER:

Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
Stadt Mülheim

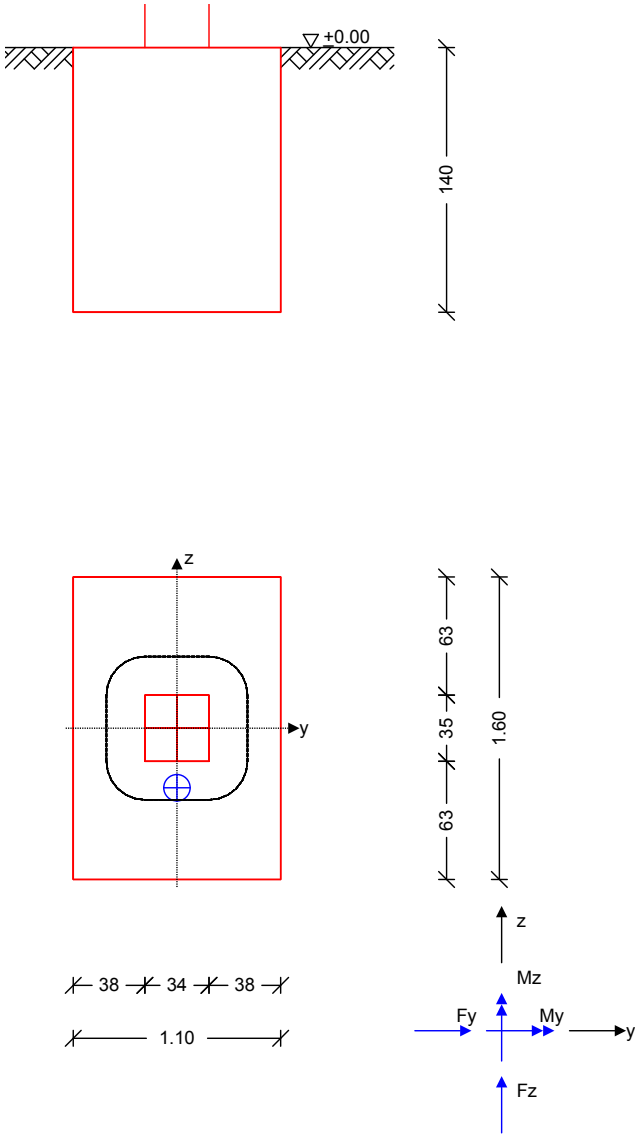
DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S511.de - 2025.002

System

Einzelfundament

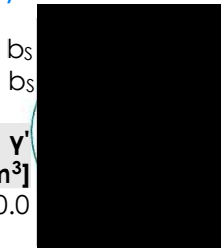
M 1:40



Abmessungen
Mat./Querschnitt

h	z _F	Material	b _y /b _z
[m]	[m]	[-]	[m]
1.40	1.40	C 12/1	.10/1.60

Stützenabmessung



Baugrund

Schicht	h	γ	γ'	c _k
	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
Boden	999.00	18.0	10.0	0.0

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G01 Einzelfundamente Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 150

BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Einwirkungen	Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12	
Gk.E.Zus	# Erddruck	
	Ständiger Erddruck	
Gk.Zus	# Eigenlasten	
	Ständige Einwirkungen	
	# Die Einwirkung wurde automatisch generiert.	
Kombinationen	nach DIN 1054	
Ed.1	G01: aus Kombination 25	
	ständige Situation	GZ STR
Ed.2	G01: aus Kombination 25	
	ständige Situation	GZ GEO-2 (Gleiten)
Ed.3	G01: aus Kombination 26	
	ständige Situation	GZ SLS (infolge ständiger Lasten)
Ed.4	G01: aus Kombination 26	
	ständige Situation	GZ STR
Ed.5	G01: aus Kombination 26	
	ständige Situation	GZ GEO-2 (Gleiten)
Ed.6	G01: aus Kombination 27	
	ständige Situation	GZ STR
Ed.7	G01: aus Kombination 28	
	ständige Situation	GZ STR
Ed.8	G01: aus Kombination 28	
	ständige Situation	GZ GEO-2
Ed.9	G01: aus Kombination 28	
	ständige Situation	GZ GEO-2 (Gleiten)
Ed.10	G01: aus Kombination 29	
	ständige Situation	GZ STR
Ed.11	G01: aus Kombination 29	
	ständige Situation	GZ GEO-2 (Gleiten)
Ed.12	G01: aus Kombination 29	
	ständige Situation	GZ GEO-2
Ed.13	G01: aus Kombination 30	
	ständige Situation	GZ SLS
Ed.14	G01: aus Kombination 31	
	ständige Situation	GZ SLS
Ed.15	G01: aus Kombination 32	
	ständige Situation	GZ EQU
Ed.16	G01: aus Kombination 35	
	ständige Situation	GZ EQU
Ed.17	G01: aus Kombination 38	
	ständige Situation	GZ EQU
Ed.18	G01: aus Kombination 40	
	ständige Situation	GZ EQU
Ed.19	G01: aus Kombination 42	
	ständige Situation	GZ EQU
Ed.20	G01: aus Kombination 49	
	ständige Situation	GZ UPL

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle
POS.:	G01 Einzelfundamente Achse 1
VORGANG:	Statische Berechnung

BAUWERK: Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn
AUFTRAGGEBER: Stadt Mülheim

DATUM:
28.11.2024

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Ed.21

G01: aus Kombination 53
ständige Situation

GZ GEO-2 (Gleiten)

Belastungen

Auflagerlasten

Auflagerlasten aus der Stütze

EW	F _x [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	F _y [kN]	F _z [kN]
(a) Ed.1	219.55	-99.56	0.00	0.00	31.80
Ed.1 (char.)	192.75	-69.56	0.00	0.00	22.75
(a) Ed.2	219.55	-99.56	0.00	0.00	31.80
Ed.2 (char.)	192.75	-69.56	0.00	0.00	22.75
(a) Ed.3	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
Ed.3 (char.)	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
(a) Ed.4	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
Ed.4 (char.)	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
(a) Ed.5	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
Ed.5 (char.)	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
(a) Ed.6	210.33	-42.68	0.00	0.00	17.76
Ed.6 (char.)	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
(a) Ed.7	219.55	-4.70	0.00	0.00	11.65
Ed.7 (char.)	192.75	-17.95	0.00	0.00	13.89
(a) Ed.8	219.55	-4.70	0.00	0.00	11.65
Ed.8 (char.)	192.75	-17.95	0.00	0.00	13.89
(a) Ed.9	219.55	-4.70	0.00	0.00	11.65
Ed.9 (char.)	192.75	-17.95	0.00	0.00	13.89
(a) Ed.10	118.82	-98.73	0.00	0.00	32.60
Ed.10 (char.)	131.15	-69.61	0.00	0.00	23.25
(a) Ed.11	118.82	-98.73	0.00	0.00	32.60
Ed.11 (char.)	131.15	-69.61	0.00	0.00	23.25
(a) Ed.12	118.82	-98.73	0.00	0.00	32.60
Ed.12 (char.)	131.15	-69.61	0.00	0.00	23.25
(a) Ed.13	202.61	-27.74	0.00	0.00	15.41
Ed.13 (char.)	192.75	-17.95	0.00	0.00	13.89
(a) Ed.14	131.15	-69.61	0.00	0.00	23.25
Ed.14 (char.)	131.15	-69.61	0.00	0.00	23.25
(a) Ed.15	180.60	-1.15	0.00	0.00	10.02
Ed.15 (char.)	192.75	-17.95	0.00	0.00	13.89
(a) Ed.16	103.24	-87.12	0.00	0.00	27.85
Ed.16 (char.)	131.15	-69.61	0.00	0.00	23.25
(a) Ed.17	140.22	-38.85	0.00	0.00	16.39
Ed.17 (char.)	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
(a) Ed.18	103.24	-3.36	0.00	0.00	10.67
Ed.18 (char.)	131.15	-19.34	0.00	0.00	14.40
(a) Ed.19	103.24	-77.92	0.00	0.00	23.95
Ed.19 (char.)	131.15	-69.61	0.00	0.00	23.25
(a) Ed.20	111.03	-80.24	0.00	0.00	24.86
Ed.20 (char.)	131.15	-69.61	0.00	0.00	23.25
(a) Ed.21	118.82	-7.53	0.00	0.00	12.49
Ed.21 (char.)	131.15	-19.34	0.00	0.00	14.40

BAUTEIL: Nachweise in der Sporthalle
POS.: G01 Einzelfundamente Achse 1
VORGANG: Statische Berechnung