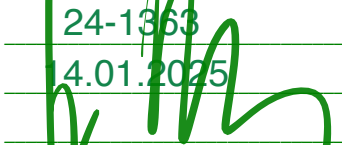


VERFASSER:	 <b>Roxeler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUVORHABEN: AUFTRAGGEBER:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn Stadt Mülheim	DATUM: 28.11.2024

# STATISCHE BERECHNUNG

In bautechnischer Hinsicht geprüft


Prüf-Nr. 24-1363  
Datum 14.01.2025  
Unterschrift 

**Dipl.-Ing. J.-W. Mortell**

Prüfingenieur für Baustatik (Fachrichtung Stahlbau)  
von der IKBau NRW staatlich anerkannter Sachverständiger  
für die Prüfung der Standsicherheit  
Solinger Str. 16a | 45481 MÜLHEIM AN DER RUHR  
Tel 0208-471014 | Fax 0208-476916 | info@mortell-ing.de

**Projekt-Nr.:** 087121-24  
**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:**   
t | b architekten gmbh  
Möddericher strasse 38  
46238 bottrop

**Aufsteller:**  **Roxeler  
Ingenieurgesellschaft**  
Roxeler Ingenieurgesellschaft mbH  
Jens Wensing M.Sc.  
Otto-Hahn-Straße 7  
48161 Münster

VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 1
----------	----------------------	---------

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

**Inhaltsverzeichnis**

TB	Titelblatt	1
	Inhalt	2
<b>Vorbemerkungen/ Allgemeines</b>		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
<b>Statische Berechnung</b>		41
<b>Nachweise in der Sporthalle</b>		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
----------	----------------------	---------

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

G06	Einzelfundamente in den Ecken	193
G06.1	Kippnachweis	198
	<b>Nachweise im Anbau</b>	201
100	Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 165/250, 1.50 mm	202
<del>101</del>	<del>Stahlbetonringbalken b/h = 20/40 cm</del>	210
102	Stb.-Ringbalken über Innenwand b/h = 17,5 / 24,0 cm	223
<del>103</del>	<del>Stahlprofil L 120x80x8 S 235</del>	224
<del>103.1</del>	<del>Dübelanschluss</del>	230
<del>103.1A</del>	<del>Halbenanschluss</del>	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
----------	----------------------	---------

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

# Vorbemerkungen/ Allgemeines



VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 4
----------	----------------------	---------





VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	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 Stahlbetonstützen für etwaige Bauzustände berechnet, sodass die Waschbetonfassade ohne weitere Nachweise demontiert werden und durch die geplante Blechfassade ersetzt werden kann.

### **I.VI Aussteifung Sozialtrakt**

Die Aussteifung des Sozialtrakts erfolgt über ausreichend Wände in Längs- und Querrichtung. Die

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



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



VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b>	Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn		DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim		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 Aktuellen Fassung des Eurocode 8 bemessen.



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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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

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

mb BauStatik S011 - 2025.002

**Pos. III Planungsgrundlagen**

**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 GmbH & 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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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



VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b>	Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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.I 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.II 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

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

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 $S_{aP,R} < 1,0$ )
Spektralbeschleunigung $S_{aP,R}$	= 0,60 m/s <sup>2</sup>
Bodenbeschleunigung	$a_{g,R} = S_{aP,R} / 2,5$
Bedeutungskategorie	III (Sporthalle)
Bedeutungsbeiwert	$\gamma_I = 1,2$

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

**$a_g \times S \leq 0,5 \text{ m/s}^2$**

$a_g = a_{gR} \times \gamma_I$

$a_g = S_{aP,R} / 2,5 \times \gamma_I$

Nachweis:

<b><math>a_g \times S</math></b>	<b><math>\leq</math></b>	<b>0,50 m/s<sup>2</sup></b>
0,6 m/s <sup>2</sup> / 2,5 x 1,2 x 1,3	$\leq$	0,50 m/s <sup>2</sup>
0,374 m/s <sup>2</sup>	$<$	0,50 m/s <sup>2</sup>

**Nachweis erbracht!**

Auf weitere Erdbebennachweise wird verzichtet



BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	V Erdbebenbemessung	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 14

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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	$\varphi$	=	51.42963	°
	Geogr. Länge	$\lambda$	=	6.87882	°
Geograf. Daten	Geländehöhe ü. NN	H <sub>s</sub>	=	38.00	m
	Windzone	WZ	=	1	✓
	Schneelastzone	SLZ	=	1	
	char. Schneelast	s <sub>k</sub>	=	0.65 kN/m <sup>2</sup>	



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

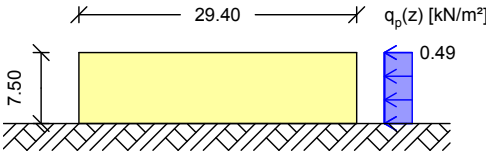
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S031.de - 2025.002

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

<b>System</b>	Gebäudedaten			
Abmessungen	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			
<b>Einwirkungen</b>	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			
<b>Windlasten</b>	Windlastermittlung nach DIN EN 1991-1-4:2010-12			
	Ermittlung im Regelfall nach NA.B.3.3			
	Anströmrichtung 0° auf Traufe links			
	Basiswindgeschwindigkeit	V <sub>b,0</sub> =	22.50	m/s
	Basisgeschwindigkeitsdruck	q <sub>b,0</sub> =	0.32	kN/m²
	Bezugshöhe	z <sub>e</sub> =	7.50	m
	Geschwindigkeitsdruck	q <sub>p</sub> =	0.49	kN/m²
	Lasteinflussfläche	A ≥	10.00	m²
Qk.W.000	Bereichsgröße	e <sub>D</sub> =	15.00	m
Richtung Θ=0°		e <sub>w</sub> =	15.00	m

Winddruckverteilung  
M 1:800

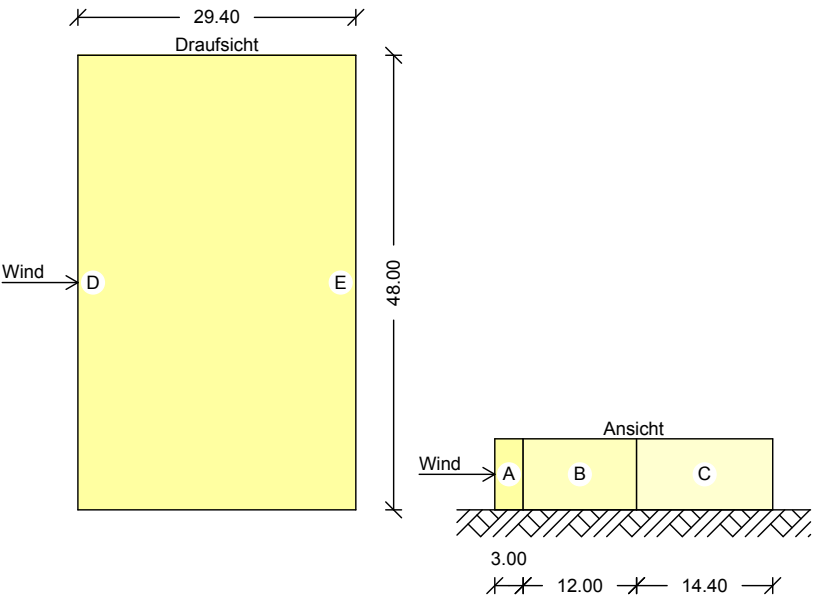


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.I Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 16

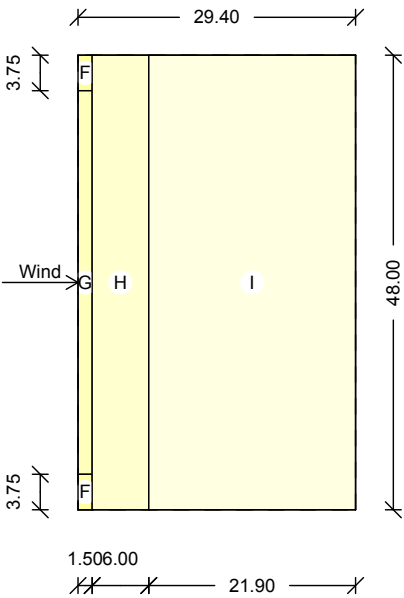
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S031.de - 2025.002

Bereichseinteilung  
M 1:800



M 1:800



Bereich	d,b [m]	h [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [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



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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	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

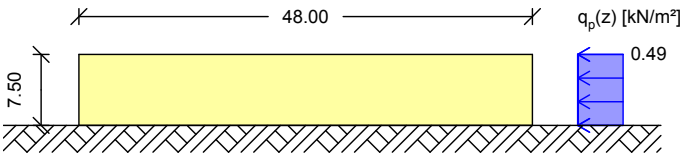
Bereich	d [m]	b [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [kN/m²]
F	1.50	3.75	-2.50	-1.80	-0.88
G	1.50	40.50	-2.00	-1.20	-0.59
H	6.00	48.00	-1.20	-0.70	-0.34
I-	21.90	48.00	-0.60	-0.60	-0.29
I+	21.90	48.00	0.20	0.20	0.10

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

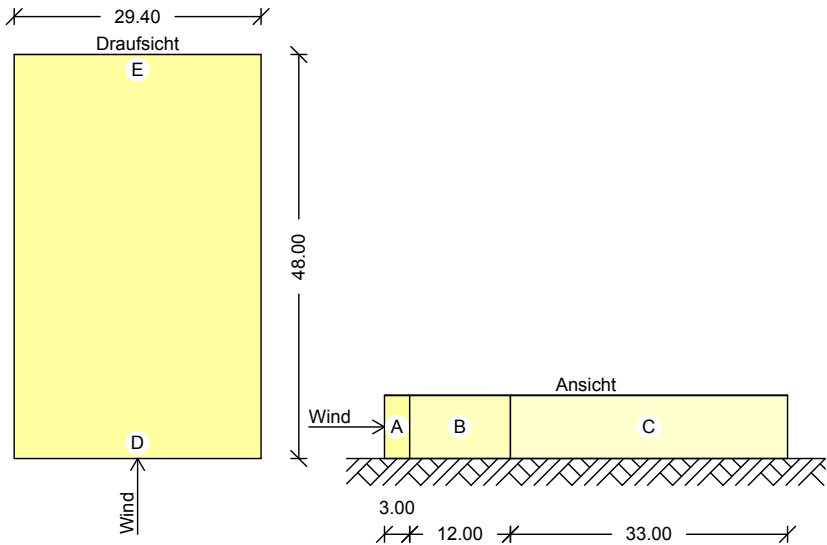
Bereichsgröße
 

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

Winddruckverteilung  
M 1:800



Bereichseinteilung  
M 1:900

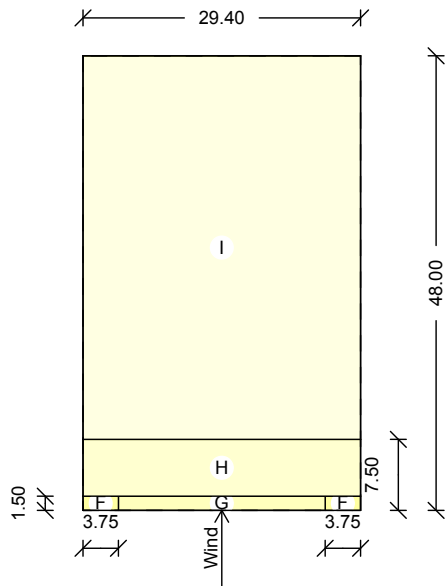


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.I Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 18

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	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

M 1:800



Bereich	d,b [m]	h [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [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

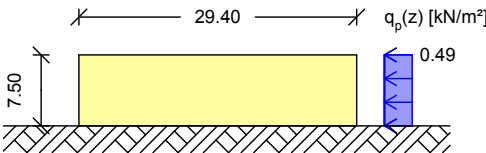
Bereich	d [m]	b [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [kN/m²]
F	1.50	3.75	-2.50	-1.80	-0.88
G	1.50	21.90	-2.00	-1.20	-0.59
H	6.00	29.40	-1.20	-0.70	-0.34
I-	40.50	29.40	-0.60	-0.60	-0.29
I+	40.50	29.40	0.20	0.20	0.10

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

Bereichsgröße

e<sub>D</sub> = 15.00 m  
e<sub>w</sub> = 15.00 m

Winddruckverteilung  
M 1:800

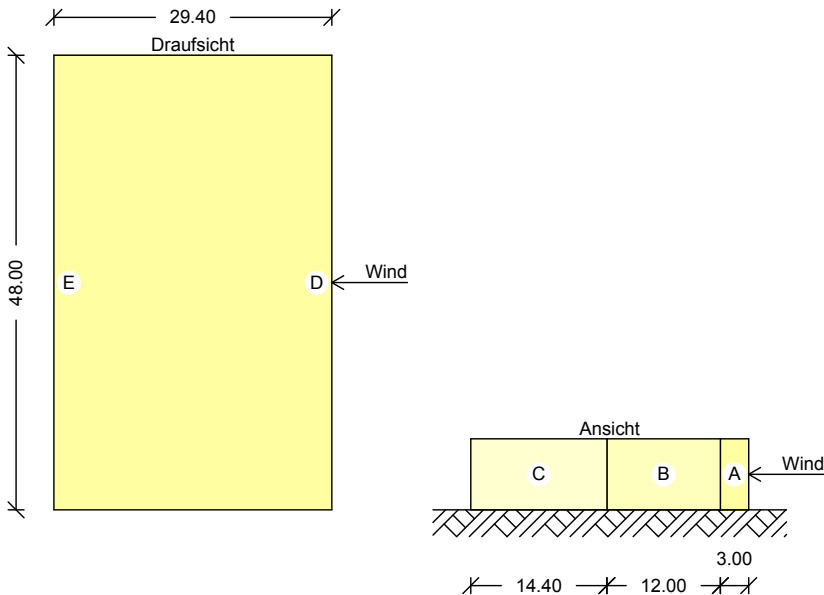


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.I Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 19

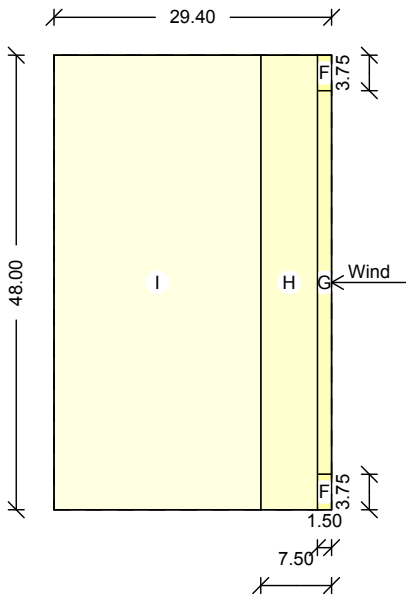
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S031.de - 2025.002

Bereichseinteilung  
M 1:800



M 1:800



Bereich	d,b [m]	h [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [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



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



VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	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

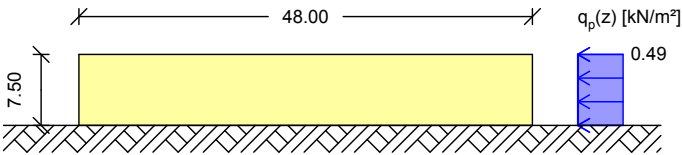
Bereich	d [m]	b [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [kN/m²]
F	1.50	3.75	-2.50	-1.80	-0.88
G	1.50	40.50	-2.00	-1.20	-0.59
H	6.00	48.00	-1.20	-0.70	-0.34
I-	21.90	48.00	-0.60	-0.60	-0.29
I+	21.90	48.00	0.20	0.20	0.10

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

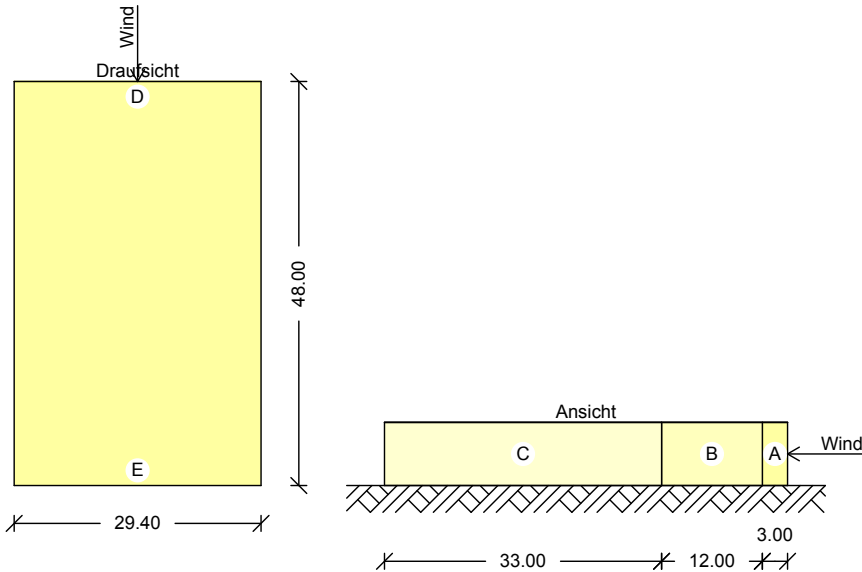
Bereichsgröße
 

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

Winddruckverteilung  
M 1:800



Bereichseinteilung  
M 1:900

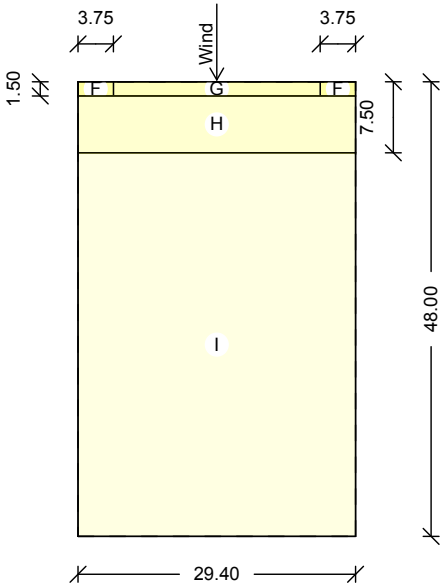


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.I Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 21

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

M 1:800

mb BauStatik S031.de - 2025.002



Bereich	d,b [m]	h [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [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 <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [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

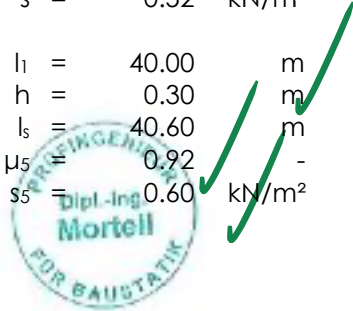
Schneelasten

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

char. Schneelast auf Boden	s <sub>k</sub> =	0.65	kN/m²
Formbeiwert für Schneelast	μ <sub>1</sub> =	0.80	-
Schneelast auf dem Dach	s =	0.52	kN/m²

Solarth.-/PV-Anlage

Länge der Anlage	l <sub>1</sub> =	40.00	m
Höhe der Anlage	h =	0.30	m
Verwehlungsänge	l <sub>s</sub> =	40.60	m
Formbeiwert	μ <sub>s</sub> =	0.92	-
erhöhte Schneelast	s <sub>s</sub> =	0.60	kN/m²



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

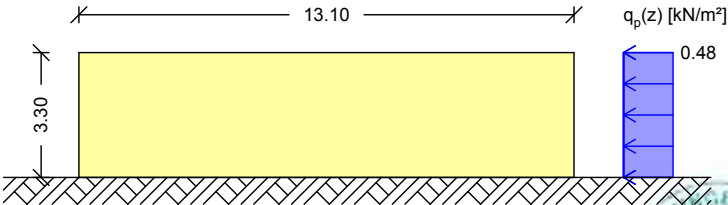
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S031.de - 2025.002

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

<b>System</b>	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			
<b>Einwirkungen</b>	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			
<b>Windlasten</b>	Windlastermittlung nach DIN EN 1991-1-4:2010-12			
	Ermittlung im Regelfall nach NA.B.3.3 Anströmrichtung 0° auf Traufe links			
	Basiswindgeschwindigkeit	V <sub>b,0</sub> =	22.50	m/s
	Basisgeschwindigkeitsdruck	q <sub>b,0</sub> =	0.32	kN/m²
	Bezugshöhe	z <sub>e</sub> =	3.30	m
	Geschwindigkeitsdruck	q <sub>p</sub> =	0.48	kN/m²
	Lasteinflussfläche	A ≥	10.00	m²
Qk.W.000	Bereichsgröße	e <sub>D</sub> =	6.60	m
Richtung Θ=0°		e <sub>w</sub> =	6.60	m

Winddruckverteilung  
M 1:200

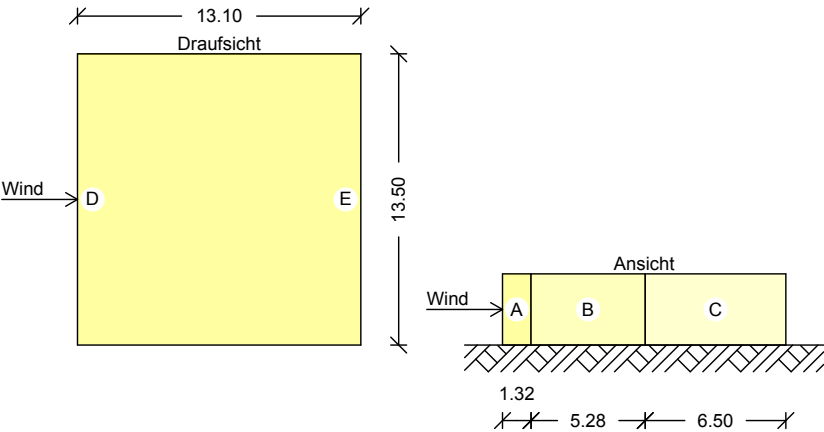


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.II Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 23

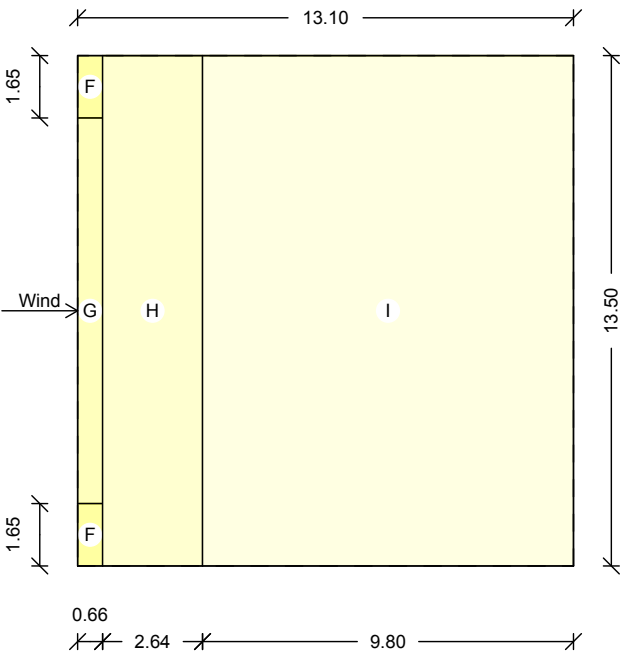
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S031.de - 2025.002

Bereichseinteilung  
M 1:350



M 1:200



Bereich	d,b [m]	h [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [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	-0.30	-0.14



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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	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

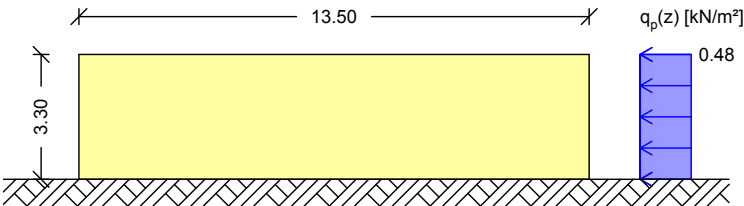
Bereich	d [m]	b [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [kN/m²]
F	0.66	1.65	-2.50	-1.80	-0.86
G	0.66	10.20	-2.00	-1.20	-0.58
H	2.64	13.50	-1.20	-0.70	-0.34
I-	9.80	13.50	-0.60	-0.60	-0.29
I+	9.80	13.50	0.20	0.20	0.10

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

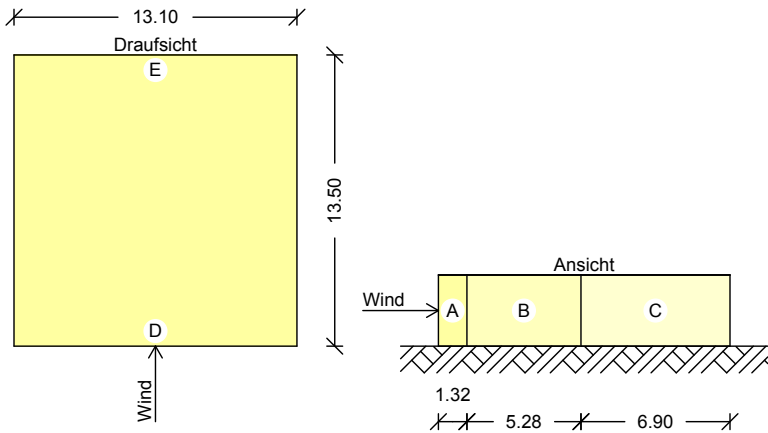
Bereichsgröße
 

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

Winddruckverteilung  
M 1:200



Bereichseinteilung  
M 1:350

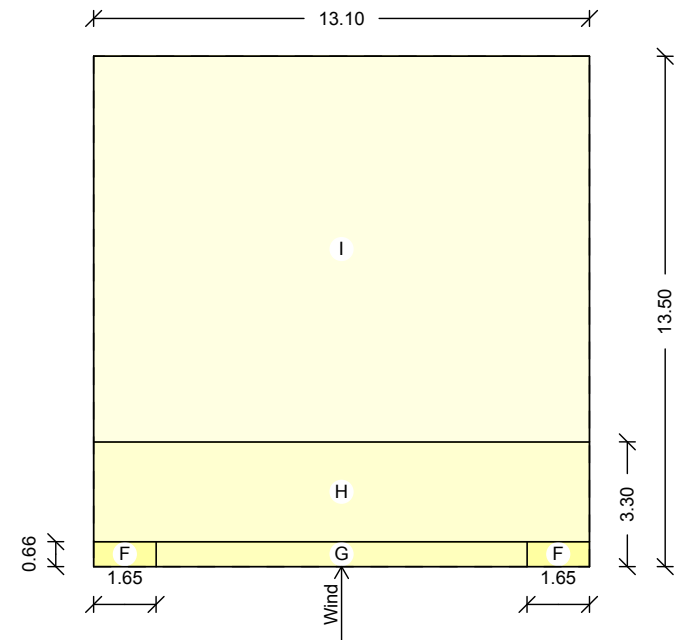


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.II Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 25

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	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

M 1:200



Bereich	d,b [m]	h [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [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

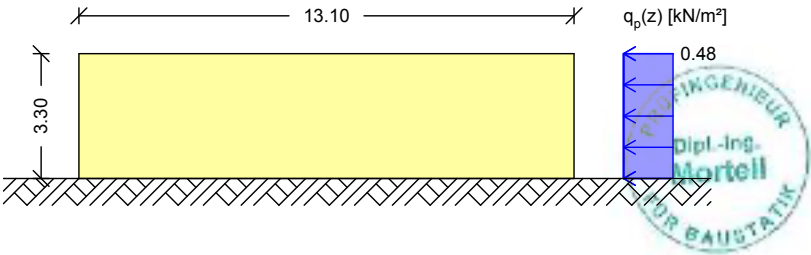
  

Bereich	d [m]	b [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [kN/m²]
F	0.66	1.65	-2.50	-1.80	-0.86
G	0.66	9.80	-2.00	-1.20	-0.58
H	2.64	13.10	-1.20	-0.70	-0.34
I-	10.20	13.10	-0.60	-0.60	-0.29
I+	10.20	13.10	0.20	0.20	0.10

Qk.W.180  
Richtung Θ=180°

Bereichsgröße  
e<sub>D</sub> = 6.60 m  
e<sub>w</sub> = 6.60 m

Winddruckverteilung  
M 1:200

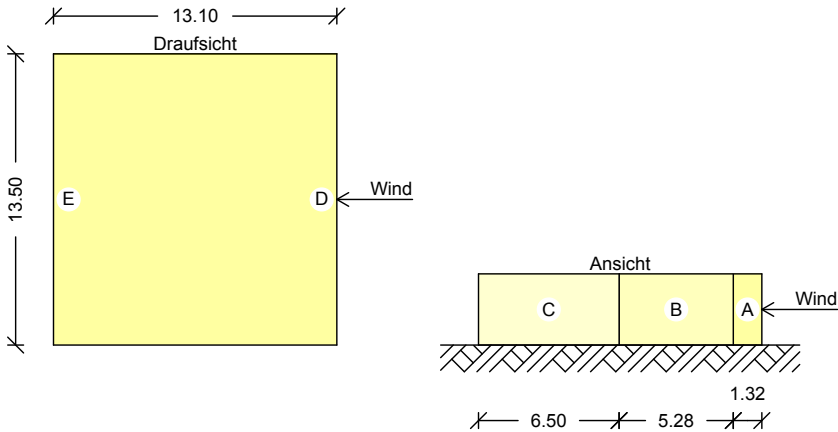


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.II Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 26

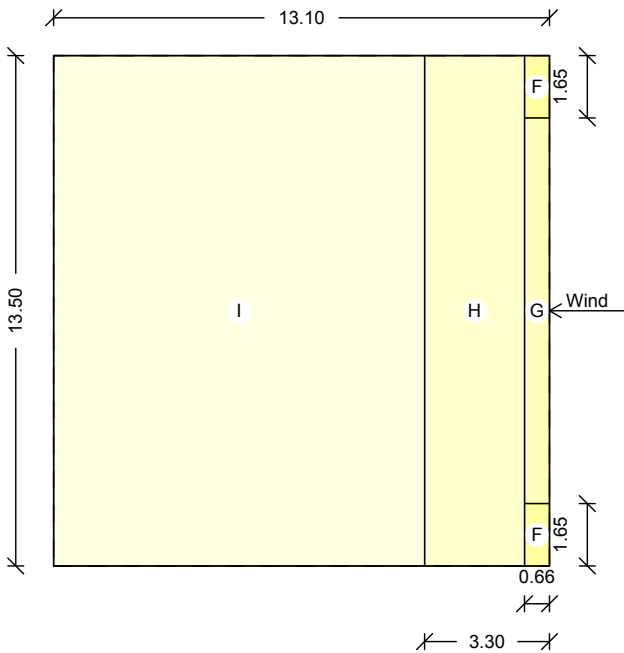
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S031.de - 2025.002

Bereichseinteilung  
M 1:350



M 1:200



Bereich	d,b [m]	h [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [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	-0.30	-0.14



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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	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

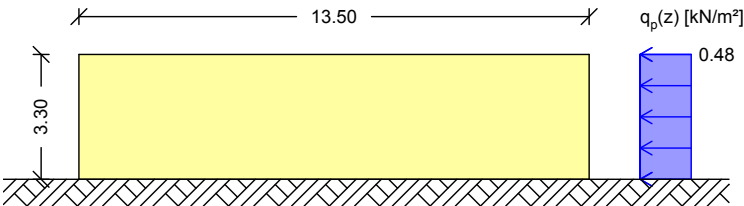
Bereich	d [m]	b [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [kN/m²]
F	0.66	1.65	-2.50	-1.80	-0.86
G	0.66	10.20	-2.00	-1.20	-0.58
H	2.64	13.50	-1.20	-0.70	-0.34
I-	9.80	13.50	-0.60	-0.60	-0.29
I+	9.80	13.50	0.20	0.20	0.10

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

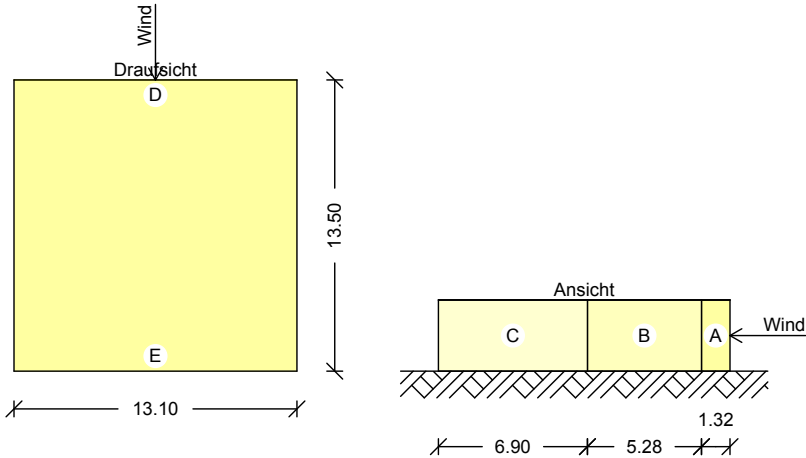
Bereichsgröße
 

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

Winddruckverteilung  
M 1:200



Bereichseinteilung  
M 1:350



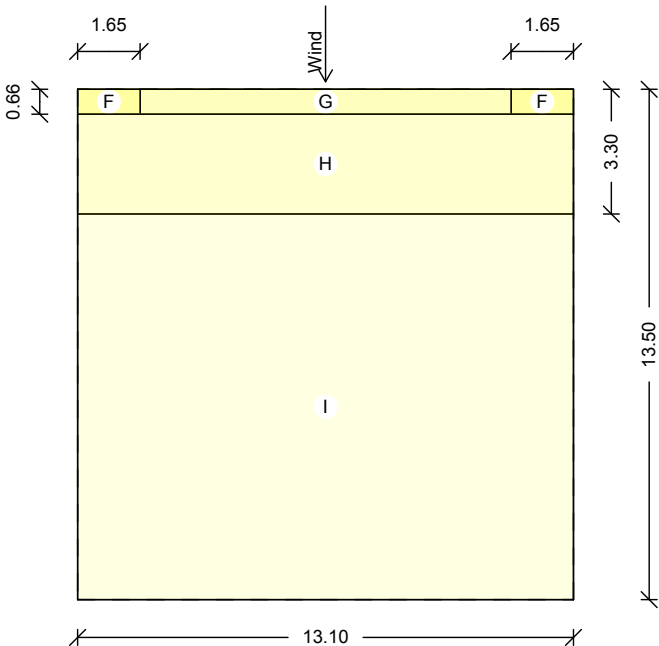
BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.II Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 28



VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	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

M 1:200



Bereich	d, b [m]	h [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [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 <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [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

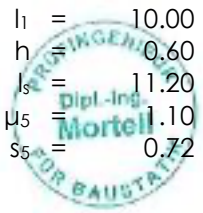
Schneelasten

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

char. Schneelast auf Boden	s <sub>k</sub> =	0.65	kN/m²
Formbeiwert für Schneelast	μ <sub>1</sub> =	0.80	-
Schneelast auf dem Dach	s =	0.52	kN/m²

Solarth.-/PV-Anlage

Länge der Anlage	l <sub>1</sub> =	10.00	m
Höhe der Anlage	h =	0.60	m
Verwehlungsänge	l <sub>s</sub> =	11.20	m
Formbeiwert	μ <sub>5</sub> =	1.10	-
erhöhte Schneelast	s <sub>5</sub> =	0.72	kN/m²



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





VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b>	Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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

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

Decke über den Anbau

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

BauderSOLAR Extensiv  
Photovoltaik-Kanäle in versenkter Ausführung



Pflichtenheft	
Skizze	
Technische Daten: PV-System	
Deckenbelag	40-50 mm
Außensystem	ab 200 mm
Wasserdichte Membran	ca. 1,5 mm
Außensystem nach PV	4,5
Belastung (kN/m²)	10 kN/m² (1,5)
Unterbauelement	Aluminium Gipskarton Beton
Mittelschicht: Heizungslage	
(1) Heizkörper nach PV	10,0 kg/m²
(2) BauderSOLAR 400-E PV-System	1,0 kg/m²
(3) BauderSOLAR 400-E PV-System	1,0 kg/m²
(4) BauderSOLAR 400-E PV-System	1,0 kg/m²
(5) BauderSOLAR 400-E PV-System	1,0 kg/m²
Gesamtgewicht	
ca. 17,0 kg/m²	

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
$\Sigma q_k$	$\approx 2,45 \text{ kN/m}^2$

Schneelasten:	$q_{1,k} = 0,60 \text{ kN/m}^2$
---------------	---------------------------------



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

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

**Sohle Anbau d = 20,0 cm**

Außenwand

Putz	0,25 kN/m² x 3,9 m	1,00 kN/m
Mauerwerk	18 kN/m³ x 3,90 m x 0,24 m	16,8 kN/m
WDVS psch. inkl. Puffer		2,20 kN/m
	<b>Σ g<sub>k</sub></b>	<b>20,0 kN/m</b>

Innenwand

Putz, beidseitig	0,50 kN/m² x 3,9 m	1,95 kN/m
Mauerwerk	18 kN/m³ x 3,90 m x 0,175 m	12,3 kN/m
Puffer		0,75 kN/m
	<b>Σ g<sub>k</sub></b>	<b>15,0 kN/m</b>

Ausbaulasten (Belag)

Belag		0,20 kN/m²
Estrich 8,0 cm	23,0 kN/m³ x 0,080 m	1,84 kN/m²
Unterbau (Trittschalldämmung etc.)		0,10 kN/m²
Ausbaureserve		0,36 kN/m²
	<b>Σ g<sub>k</sub></b>	<b>2,50 kN/m²</b>

<u>Eigengewicht Decke</u>	25,0 kN/m³ x 0,20 m	5,00 kN/m²
	<b>Σ g<sub>k</sub></b>	<b>5,00 kN/m²</b>

Nutzlasten

Nutzlasten für Kraftsporträume pauschal über die gesamte Gründungsplatte

Kat. C4		5,00 kN/m²
	<b>Σ q<sub>k</sub></b>	<b>5,00 kN/m²</b>



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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	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)	feuerbeständig (F90)
Dächer (Spannbetonbinder)	feuerhemmend (F30)

Stahlbetonbau

Die Bemessung der Stahlbetonbauteile erfolgt über die Nachweistufe 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:	cv	=	15 mm		
Bügel			Ø 6 mm		
Längseisen			Ø 10 mm		
Achsabstand:	α <sub>Bü</sub>	=	15 + 6/2 = 18,0 mm		
	α <sub>Lä</sub>	=	15 + 6 + 10/2 = 27 mm		
	α <sub>Spann</sub>	=	40 mm		
B <sub>min</sub>	=	200 mm	<	400 mm = vorh. B	☑ OK
b <sub>w,min</sub>	=	80 mm	<	120 mm = vor. b <sub>w</sub>	☑ OK
erf. α	=	15 mm	<	18 mm	☑ OK
erf. α <sub>sp</sub>	=	15 + 15 = 30 mm	<	40 mm	☑ OK

**Der Brandwiderstand ist eingehalten!**



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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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



VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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/m<sup>2</sup> einzuhalten.

Unterhalb der Bodenplatte kann gem. Bericht ein Bettungsmodul  $k_s = 15,0$  MN/m<sup>3</sup> 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

$\gamma$  = 20,0 kN/m<sup>3</sup>

$\gamma'$  = 10,0 kN/m<sup>3</sup>

$\varphi'$   $\square$  30°

$c'$  = 0 kN/m<sup>2</sup> (sichere Seite)

$c_u$  = 0 kN/m<sup>2</sup> (sichere Seite)

$\delta_{\text{Ortbeton}}$  =  $\varphi$  = 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 gründen die Einzel- und Streifenfundamente des Hallenbereichs auf Felsgestein. Demnach kann hier eine Zulässige Sohlspannung von  **$\sigma_0 = 1,0$  MN/m<sup>2</sup>** angenommen werden.



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

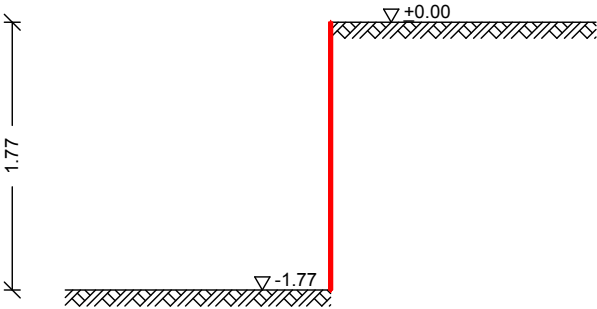
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

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 <sub>a</sub>	δ <sub>a</sub>	δ <sub>o</sub>
Boden	[m]	[kN/m³]	[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		
Gleichlasten erdseitig	Nr.	EW
	1	Qk.N
		q [kN/m²] 5.00

Grafik Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)



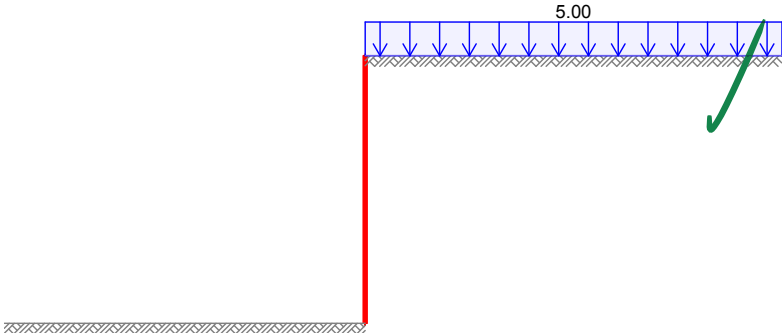
BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	IX.1 Erddruckermittlung	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 38

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

mb BauStatik S034.de - 2025.002

Einwirkung

Qk.N



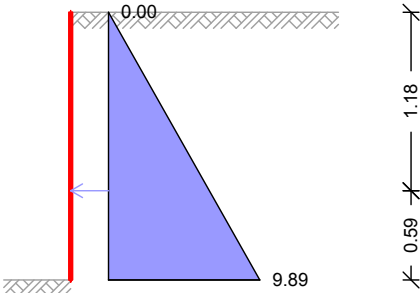
Erddruck

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 <sub>a</sub> gh [-]	e <sub>a</sub> gh [kN/m²]
0.00	0.279	0.00
1.77	0.279	9.89

Resultierende  
Erddruckspannungen

z [m]	Σe <sub>a</sub> h [kN/m²]	e <sub>um</sub> gel. [kN/m²]
0.00	0.00	0.00
1.77	9.89	9.89

aktive Erddruckkraft

E<sub>ah</sub> =

8.75

kN/m

E<sub>av</sub> =

3.19

kN/m

z<sub>s</sub> =

1.18

m



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

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

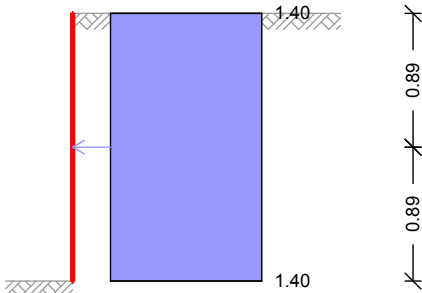
mb BauStatik S034.de - 2025.002

EW Qk.N

aktiver Erddruck aus Gleichlast erdseitig  
Lastordinate

p = 5.00 kN/m²

M 1:50



z [m]	K <sub>aph</sub> [-]	e <sub>aph</sub> [kN/m²]
0.00	0.279	1.40
1.77	0.279	1.40

aktive Erddruckkraft

E<sub>ah</sub> = 2.47 kN/m  
E<sub>av</sub> = 0.90 kN/m  
z<sub>s</sub> = 0.89 m



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

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

# Statische Berechnung



VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 41
----------	----------------------	----------

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

# Nachweise in der Sporthalle



VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 42
----------	----------------------	----------



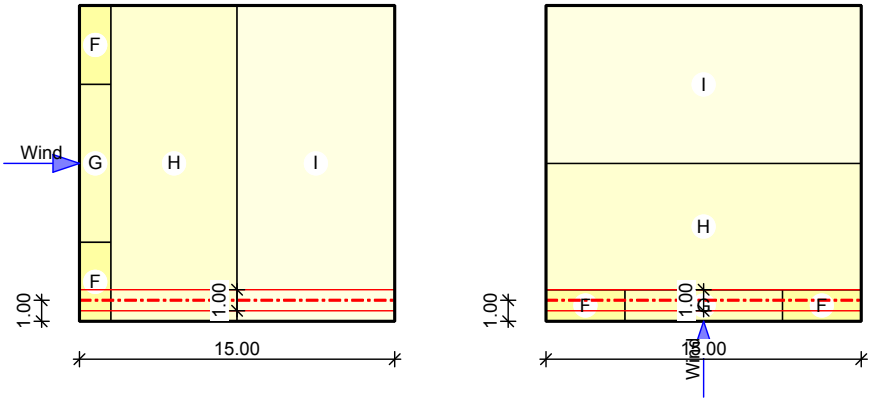




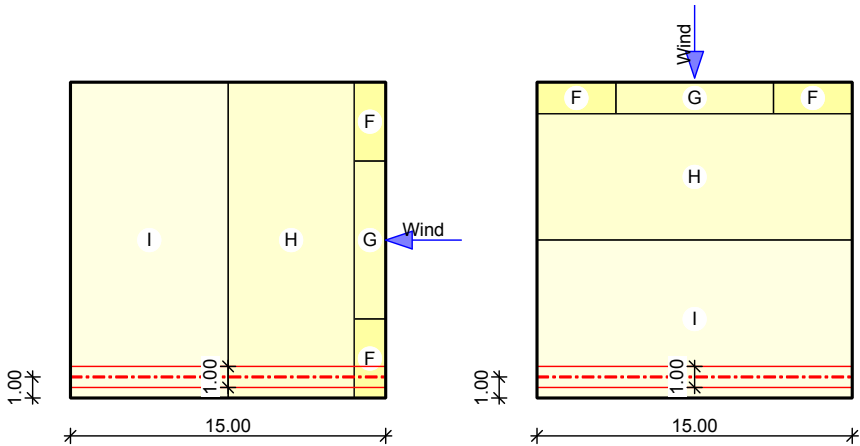
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S352.de - 2025.002

M 1:360



M 1:360



Belastungen

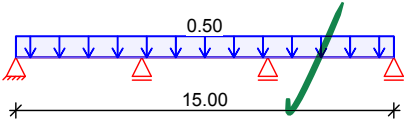
Belastungen auf das System

Grafik

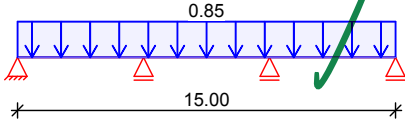
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

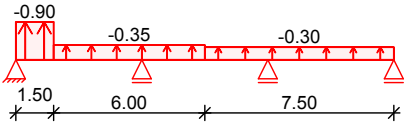
Gk



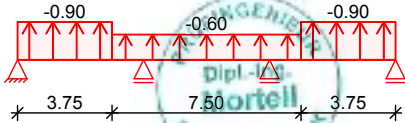
Qk.S.A



Qk.W.000



Qk.W.090

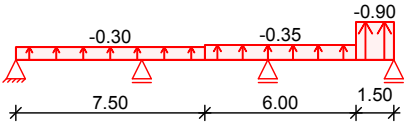


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	300 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 45

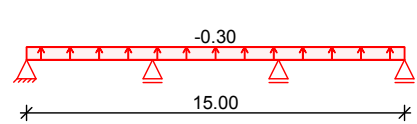
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S352.de - 2025.002

Qk.W.180



Qk.W.270



**Kombinationen**

ständig/vorüberg.

selten

Kombinationen nach DIN EN 1990

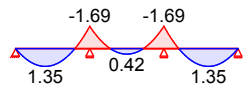
Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot E W)$		
1	1.35 * Gk		
2	1.35 * Gk	+ 1.50 * Qk.S.A	
10	1.35 * Gk	+ 0.75 * Qk.S.A	+ 1.50 * Qk.W.090
18	1.00 * Gk	+ 1.50 * Qk.W.090	
30	1.00 * Gk	+ 1.00 * Qk.S.A	
38	1.00 * Gk	+ 0.50 * Qk.S.A	+ 1.00 * Qk.W.090

**Bem.-schnittgrößen**

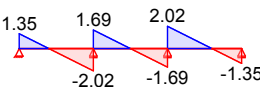
**Grafik**

Komb. 1

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

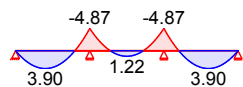


$V_{z,d}$  [kN/m]

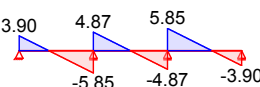


Komb. 2

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

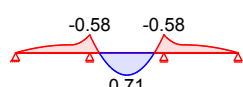


$V_{z,d}$  [kN/m]

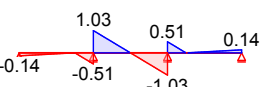


Komb. 10

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

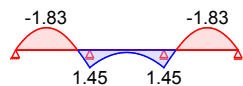


$V_{z,d}$  [kN/m]

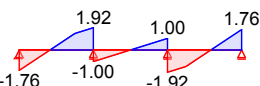


Komb. 18

$M_{y,d}$  [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	Seite 46

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

mb BauStatik S352.de - 2025.002

Material/ Querschnittswerte	<b>E-Modul</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	<b>I<sup>+</sup>eff</b> [cm <sup>4</sup> /m]	<b>I<sup>-</sup>eff</b> [cm <sup>4</sup> /m]	<b>A<sub>g</sub></b> [cm <sup>2</sup> /m]	<b>A<sub>eff</sub></b> [cm <sup>2</sup> /m]	<b>f<sub>y,k</sub></b> [N/mm <sup>2</sup> ]
	210000	317.6	313.4	10.65	4.80	350

Bemessungswerte der Widerstandsgrößen bei andrückender Last	<b>Aufl.</b> [mm]	<b>R<sub>w,Rd,A</sub></b> [kN/m]	<b>M<sub>0,Rd,B</sub></b> [kNm/m]	<b>M<sub>c,Rd,B</sub></b> [kNm/m]	<b>R<sub>0,Rd,B</sub></b> [kN/m]	<b>R<sub>w,Rd,B</sub></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<sub>w,Rd</sub> = n.m.  
M<sub>c,Rd,F</sub> = 10.62 kNm/m

Bemessungswerte der Widerstandsgrößen bei abhebender Last	<b>M<sub>c,Rd,F</sub></b> [kNm/m]	<b>R<sub>w,Rd,A</sub></b> [kN/m]	<b>M<sub>0,Rd,B</sub></b> [kNm/m]	<b>M<sub>c,Rd,B</sub></b> [kNm/m]	<b>R<sub>0,Rd,B</sub></b> [kN/m]	<b>R<sub>w,Rd,B</sub></b> [kN/m]	<b>V<sub>w,Rd</sub></b> [kN/m]
	9.21	16.81	-	10.62	-	-	16.81

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

<b>Endauflager</b> Abs. 6.1.11	<b>Aufl.</b>	<b>EK</b>	<b>F<sub>Ed,A</sub></b> [kN/m]	<b>η</b> [-]
	A	2	3.90	0.54
	D	2	3.90	0.54

<b>Innenaufleger</b> Abs. 6.1.10 + 6.1.11	<b>Aufl.</b>	<b>EK</b>	<b>N<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>F<sub>Ed,B</sub></b> [kN/m]	<b>V<sub>Ed,B</sub></b> [kN/m]	<b>M<sub>Ed,B</sub></b> [kNm/m]	<b>η</b> [-]
	B	2		10.72			0.52
		18			1.92		n.m.
		2	-			-4.87	0.53
		2	-	10.72		-4.87	0.84 <sub>L</sub>
		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 <sub>L</sub>
		1	-		2.02	-1.69	-

L: lineare Interaktion, ε = 1

<b>Felder</b> Abs. 6.1.8	<b>Feld</b>	<b>EK</b>	<b>x</b> [m]	<b>N<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>M<sub>Ed,F</sub></b> [kNm/m]	<b>η</b> [-]
	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	-	-3.50	0.38
	3	10	0.30	-	-0.44	0.05
		2	3.00	-	3.90	0.37



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

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

mb BauStatik S352.de - 2025.002

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

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

Grenzwert der Durchbiegung Felder 1/300

<b>max. Verformungen</b> Abs. 7.3	<b>Feld</b>	<b>x [m]</b>	<b>EK</b>	<b>w [mm]</b>	<b>w<sub>zul</sub> [mm]</b>	<b>η [-]</b>
	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  $l_{min} : 40\text{ mm} < 500\text{ mm}$

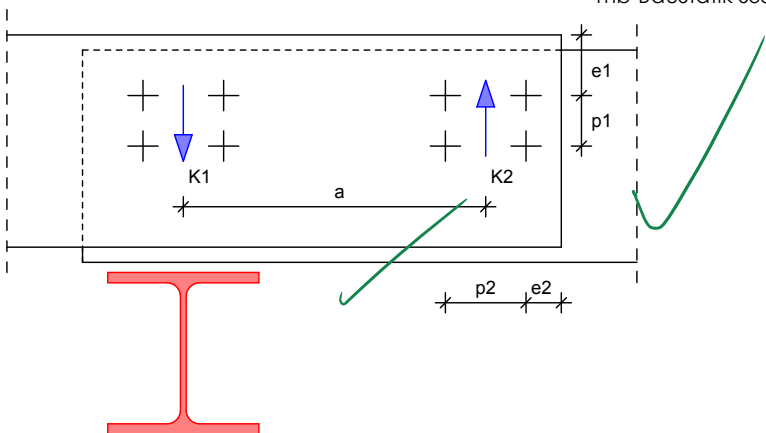
Mindestabstände	nach DIN EN 1993-1-3, Abs. 8.3			
	<b>p1</b> [mm]	<b>e1</b> [mm]	<b>p2</b> [mm]	<b>e2</b> [mm]
	Setzbolzen ITW SBR-14			
	20	20	20	20



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

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

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

VERFASSEN:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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

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

mb BauStatik S011 - 2025.002

**Pos. 301                      Spannbetonbinder**

Bereich:                                      Dachdecke Sporthalle

Statisches System:                      Einfeldträger

Bestandspos.                                5

<b>Querschnitt I-Träger (Bestand)</b>	<b>B/H = 40/130 cm</b>
---------------------------------------	------------------------

**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:**

*301 - Bestandsstatik nach Mittel*

<u>Belastung</u>	
aus der Bestandsstatik	= 5,00 kN/m²
Profil des mm	= 0,05 kN/m²
zu einer Belandierung	= 0,05 kN/m²
Belandung nach Mittel	= 0,05 kN/m²
Belandung für Bewehrung	= 0,05 kN/m²
Eigenlast des Betons	= 0,05 kN/m²
g	= 0,05 kN/m²
Belandung	= 0,05 kN/m²
g	= 0,05 kN/m²

hat bei der bautechnischen Prüfung vorgelegen.

Dipl.-Ing. Mortell



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

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

mb BauStatik S011 - 2025.002

Lastannahmen neu:

<u>Ständige Lasten:</u>			
Folie (2-Lagig):		=	0,05 kN/m <sup>2</sup> ✓
Gefälledämmung:		=	0,05 kN/m <sup>2</sup>
Unterdecke Deckenheiz.		=	0,10 kN/m <sup>2</sup>
Eigengewicht Trapezblech		=	0,10 kN/m <sup>2</sup>
Zuschlag Kanäle		=	0,05 kN/m <sup>2</sup>
Zuschlag Stahlträger		=	0,15 kN/m <sup>2</sup>
		<u>Σ g<sub>k</sub></u>	<u>0,50kN/m<sup>2</sup></u>
<u>Nutz- und Schneelasten:</u>			
Aus PV	vgl. Lastzusammenstellung	=	0,25kN/m <sup>2</sup> ✓
Aus Schnee	vgl. Lastzusammenstellung	=	0,60kN/m <sup>2</sup> ✓
		<u>Σ q<sub>1,k</sub></u>	<u>0,85 kN/m<sup>2</sup></u> ✓
		<b>g+q<sub>(neu)</sub></b>	<b>1,35 kN/m<sup>2</sup></b> ✓

Nachweis über Lastenvergleich

Bestandslast	<	Neubelastung	
1,80 kN/m <sup>2</sup>	<	1,35 kN/m <sup>2</sup>	⚡ 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





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

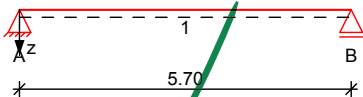
mb BauStatik S321.de - 2025.002

System

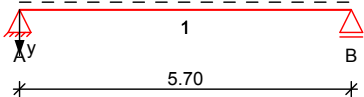
Einfeldträger, 2-achsige Biegung

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 <sub>T,z</sub>	K <sub>R,y</sub> [kN/m]	K <sub>T,y</sub> bzw. [kNm/rad]	K <sub>R,z</sub>	Gabell.	Wölbeh.
A	0.00	fest	frei	fest	frei	fest	frei
B	5.70	fest	frei	fest	frei	fest	frei

Lager	b [cm]
A,B	20.0

Belastungen

Belastungen auf das System

Eigengewicht

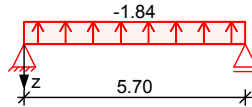
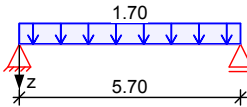
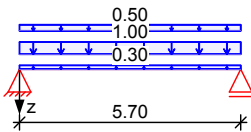
Feld	Einzelprofil	A [cm <sup>2</sup> ]	g [kN/m]
1	HEA 160	38.8	0.30

Grafik

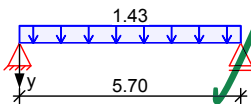
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

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

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

mb BauStatik S321.de - 2025.002

**Streckenlasten**  
in z-Richtung

Einw. Gk  
  
Einw. Qk.S  
Einw. Qk.W.090

Gleichlasten						
Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q <sub>li</sub> [kN/m]	q <sub>re</sub> [kN/m]	e [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 [m]	s [m]	q <sub>li</sub> [kN/m]	q <sub>re</sub> [kN/m]	e [cm]
1		0.00	5.70		1.43	0.0

**Kombinationen**

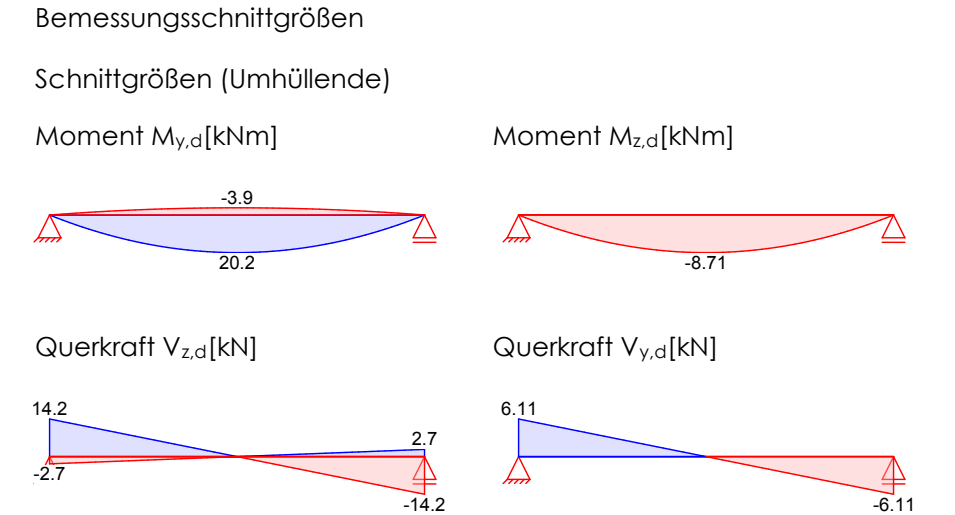
ständig/vorüberg.  
  
quasi-ständig  
st./vor. Auflagerkr.

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

**Bem.-schnittgrößen**

**Grafik**

Kombinationen



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	302 Stahlträger Giebelseiten HEA 160	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 55

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

mb BauStatik S321.de - 2025.002

Mat./Querschnitt

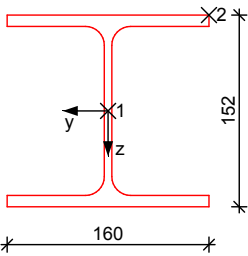
Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1993

Material

Material	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
<b>S 235</b>	235.00	210000.00

M 1:6

HEA 160



Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1993

Quersch.-klasse

Maßgebende Querschnittsklasse: Klasse 1

c/t-Verhältnis

Nachweis E-E

Nachweis der Biege- und Querkrafttragfähigkeit

Abs. 6.2

Feld 1

x	Ek	QS/ Pkt	$M_{y,d}$ $M_{z,d}$	$V_{z,d}$ $V_{y,d}$	$\sigma_d$ $\tau_d$ $\sigma_{v,d}$	$\eta$
[m]			[kNm]	[kN]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]
(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

x-Koordinaten [m] bzgl. Feldanfang

Feld 1

0.00 GL, 5.70 GL

GL: Gabellager

Globale Beiwerte

Angriffspunkt der Last:

$z_p = -7.60$  cm

Teilsicherheitsbeiwert:

$\gamma_{m,1} = 1.10$

Zwischenwerte

x	Ek	$KL_y$ $KL_z$	$C_{my}$ $C_{mz}$	$N_{cr}$ $M_{cr}$	$c^2$	$C_1$	$\bar{\lambda}_{LT}$ $\chi_{LT}$
[m]		[-]	[-]	[kN(m)]	[cm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]

Feld 1

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

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	302 Stahlträger Giebelseiten HEA 160	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 56

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

mb BauStatik S321.de - 2025.002

x	Ek	KL <sub>y</sub> KL <sub>z</sub>	C <sub>my</sub> C <sub>mz</sub>	N <sub>cr</sub> M <sub>cr</sub>	c <sup>2</sup>	C <sub>1</sub>	λ <sub>LT</sub> χ <sub>LT</sub>
[m]		[-]	[-]	[kN(m)]	[cm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]
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

x	Ek	k <sub>yy</sub> k <sub>zy</sub>	k <sub>yz</sub> k <sub>zz</sub>	M <sub>y,d</sub> M <sub>y,Rd</sub>	M <sub>z,d</sub> M <sub>z,Rd</sub>	f χ <sub>LTmod</sub>	η
[m]		[-]	[-]	[kNm]	[kNm]	[-]	[-]
(Abschnitt 1: L <sub>cr,y</sub> = 5.70m, L <sub>cr,z</sub> = 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

Feld 1

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1993

Verformungsnachweis

max. Verformungen

x	Ek	w <sub>z</sub>	w <sub>res</sub>	w <sub>zul</sub>	η
[m]		[mm]	[mm]	[mm]	[-]
2.85	4	7.07	7.07	19.00	0.37

Feld 1

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

Aufl.	F <sub>z,k,min</sub> [kN]	F <sub>z,k,max</sub> [kN]	F <sub>y,k,min</sub> [kN]	F <sub>y,k,max</sub> [kN]
Einw. Gk	A 5.14	B 5.14	A 0.00	B 0.00
Einw. Qk.S	A 4.85	B 4.85	A 0.00	B 0.00
Einw. Qk.W.090	A -5.25	B -5.25	A 4.08	B 4.08

Bem.-auflagerkräfte  
ständig/vorüberg.

Aufl.	F <sub>z,d,min</sub> [kN]	EK	F <sub>z,d,max</sub> [kN]	EK	F <sub>y,d,min</sub> [kN]	EK	F <sub>y,d,max</sub> [kN]	EK
A	-2.73	7	14.21	8	0.00	5	6.11	6
B	-2.73	7	14.21	8	0.00	5	6.11	6



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	302 Stahlträger Giebelseiten HEA 160	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 57

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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]		$\eta$ [-]
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]		$\eta$ [-]
Verformung	Feld 1	2.85	OK	0.37



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

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

mb BauStatik S014 - 2025.002

**Pos. 302.1                      Dübelanschluss Stahlträger**

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

**Bemessungsgrundlagen**

**Anker**

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

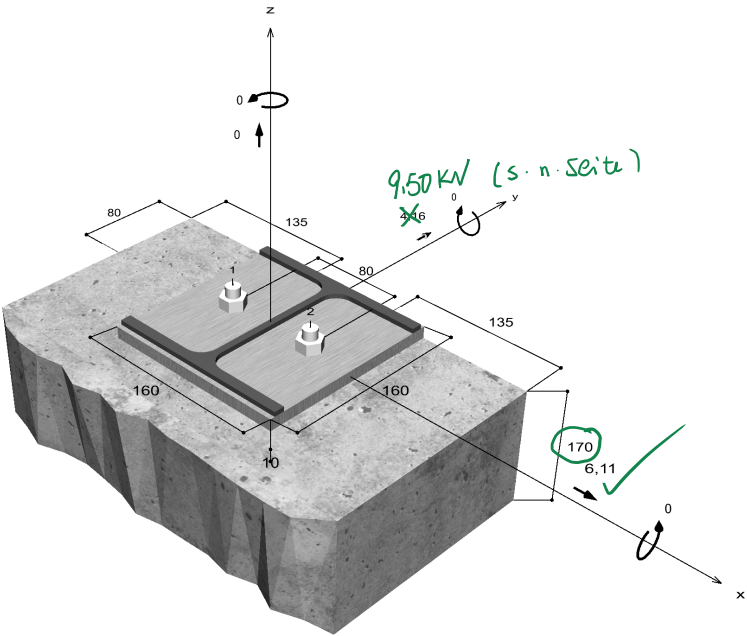


**Geometrie / Lasten / Maßeinheiten**

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 prüfen.  
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

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

mb BauStatik S014 - 2025.002

**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 <sub>Ed</sub> kN	V <sub>Ed,x</sub> kN	V <sub>Ed,y</sub> kN	M <sub>Ed,x</sub> kNm	M <sub>Ed,y</sub> kNm	M <sub>T,Ed</sub> 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

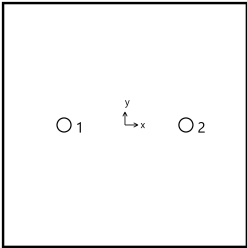
\*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

$$V_{Ed,y} = (5,14 \times 1,35 + 4,85 \times 1,5 + (-5,25) \times 0,9) = 9,50 \text{ kN}$$

70,0%  
31,2%

**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 :	N/mm <sup>2</sup>
Resultierende Zugkraft :	kN, X/Y Position ( / )
Resultierende Druckkraft :	kN, X/Y Position ( / )

**Widerstand der maßgebenden Querlasten.**

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β <sub>v</sub> %
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 prüfen.  
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

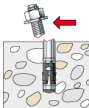


VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S014 - 2025.002

**Stahlversagen ohne Hebelarm**

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



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

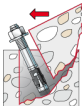
Gl. (7.35)/  
(7.36)

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

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

**Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite**

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



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

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)

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

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

Gl. (7.2)

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

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	$\gamma_{Mc}$	$V_{Rd,cp}$ 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	$\beta_{V,cp,1}$



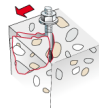
Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.  
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

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

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

mb BauStatik S014 - 2025.002

**Betonkantenbruch**



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$V_{Rk,c}$ kN	$\gamma_{Mc}$	$V_{Rd,c}$ 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	$\beta_N$ %	$\beta_V$ %	$\beta$ %
2	0,00	0,00	-14,21	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch	0,00	43,62	0,00

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



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

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

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

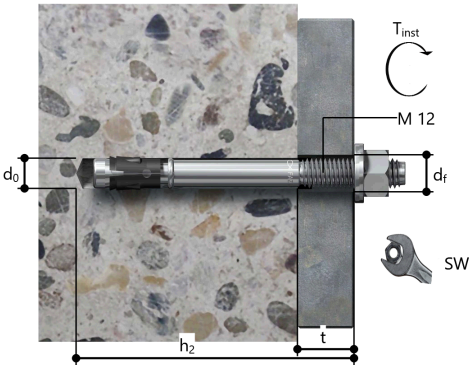
Handausbläser Groß ABG  
SDS Plus-V II 12/110/160

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



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)  
 $t = 10 \text{ mm}$   
 $d_f = 14 \text{ mm}$

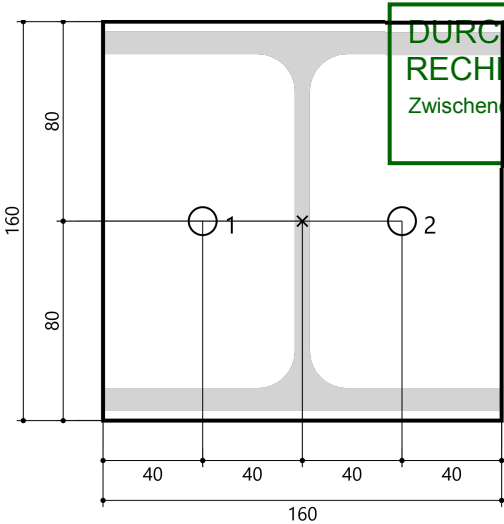
## Anbauteil

Profiltyp

HEA 160

## Ankerkoordinaten

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



**DURCH VERGLEICHS-  
RECHNUNG GEPRÜFT**  
Zwischenergebnisse nicht kontrolliert  
Dipl.-Ing. Mortell



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

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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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

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

**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.



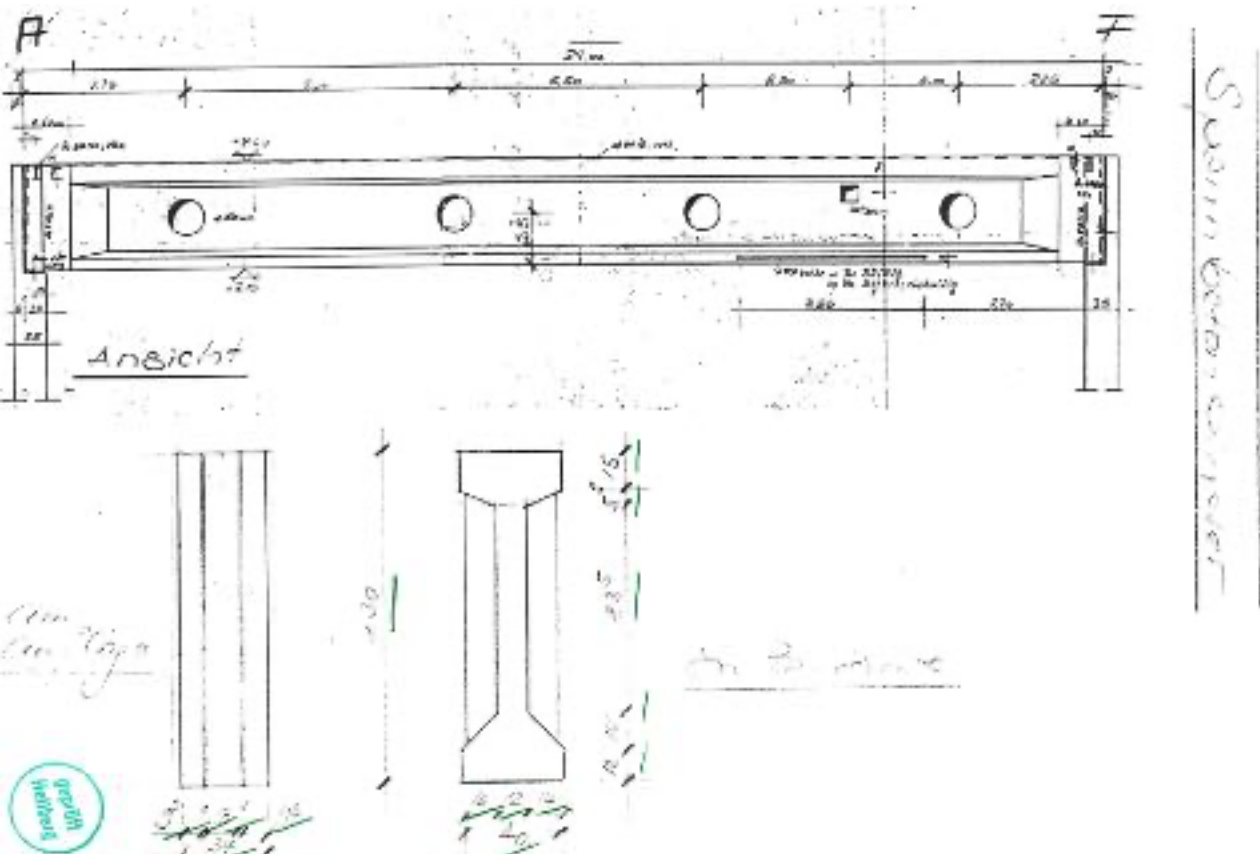
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 65

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

Anlagenbereich:

Ständige Lasten Hallendach (Ausmitte 4,0 cm)

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

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

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

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

Versatzmoment  $155,8 \times 0,04 \text{ m} \quad M_{G1,k} = 6,23 \text{ kNm}$

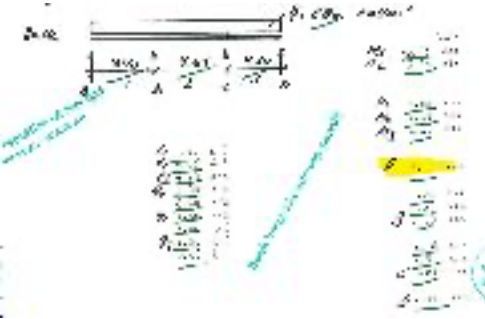
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 66

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

mb BauStatik S600.de - 2025.002

Aus Dachbelag Umkleidegebäude

ständige Belastung: 1,05 kN/m<sup>2</sup> (Bestand) ✓  
 Schneelast: 0,75 kN/m<sup>2</sup> (Bestand) ✓  
 Gesamtlast: 1,80 kN/m<sup>2</sup> (Bestand) ✓  
 Umrechnungsfaktor ständige Last = 1,05/1,80 = 0,58  
 Umrechnungsfaktor Schneelast = 0,75/1,80 = 0,42



$A_{g,k} = 3,11 \text{ kN/m} \times 0,58 = 1,80 \text{ kN/m}$  ✓

Werte als richtig angenommen

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

Aus RL (neu) 1,35 kN/m<sup>2</sup> x 5,0 m x 4,0/2 m  $\Sigma G_{3,k} = 13,5 \text{ kN}$  ✓

Nutzlast aus PV und Schnee auf Hallendach (Ausmitte 4,0 cm)

Aus Schnee 0,60 kN/m<sup>2</sup> x 29,0 m x 5,0 m / 2 = 43,5 kN ✓

Aus PV 0,25 kN/m<sup>2</sup> x 29,0 m x 5,0 m / 2 = 18,1 kN ✓

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

Versatzmoment 61,6 kN x 0,04 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 kN/m x 5,0 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



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

mb BauStatik S600.de - 2025.002

### 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 <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [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 <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [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



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

mb BauStatik S600.de - 2025.002

aus Wandlast (Pos 8)

horizontal Last:

$$P_q = 2 \cdot 7,43 = 14,86 \text{ kN} \quad (\text{Nur Erdad.})$$
$$P_p = 2 \cdot 3,38 = 6,76 \text{ kN} \quad (\text{Verkehrslast})$$
$$P_q = 21,62 \text{ kN}$$

$14,86 + 6,75$   $G_{ah,k} = 21,62 \text{ kN}$  (H-Last)

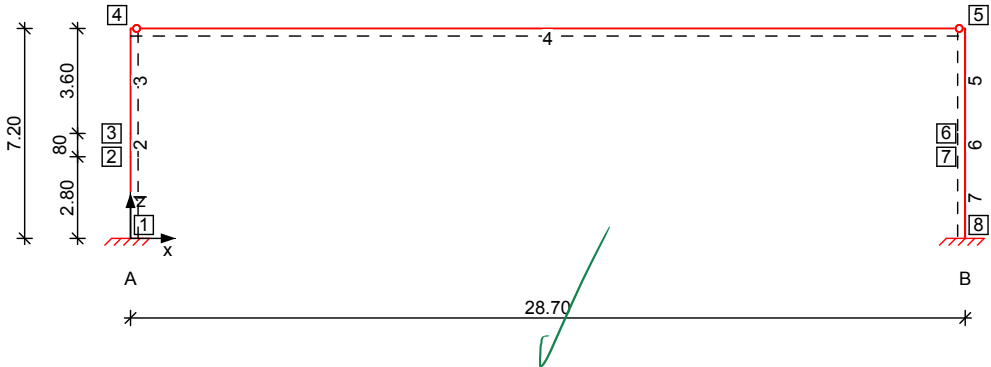
Ausmitten/ Schiefstellungen

Die Ausmitten aus Fassadenlasten wirken entgegen der Binderlasten und werden nicht angesetzt.

Schiefstellungen werden Programmintern berücksichtigt.

**System** Stabwerk

M 1:260



Knotendefinition

Knoten	x [m]	z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	2.80
3	0.00	3.60
4	0.00	7.20
5	28.70	7.20
6	28.70	3.60
7	28.70	2.80
8	28.70	0.00

Stabdefinition

Stab	von Kn.	bis Kn.	l [m]	Name	E [N/mm <sup>2</sup> ]	A [cm <sup>2</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]
1	1	2	2.80	QS1	34000	1190	121479
2	2	3	0.80	QS1	34000	1190	121479

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 69

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

mb BauStatik S600.de - 2025.002

Stab	von Kn.	bis Kn.	l [m]	Name	E [N/mm²]	A [cm²]	I <sub>y</sub> [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 <sub>x,Anf</sub>	V <sub>z,Anf</sub>	M <sub>y,Anf</sub>	N <sub>x,End</sub>	V <sub>z,End</sub>	M <sub>y,End</sub>
4	fest	fest	frei	fest	fest	frei

Auflagerdefinition global

Lager	Kn.	K <sub>T,x</sub> [kN/m]	K <sub>T,z</sub> [kN/m]	K <sub>R,y</sub> [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)



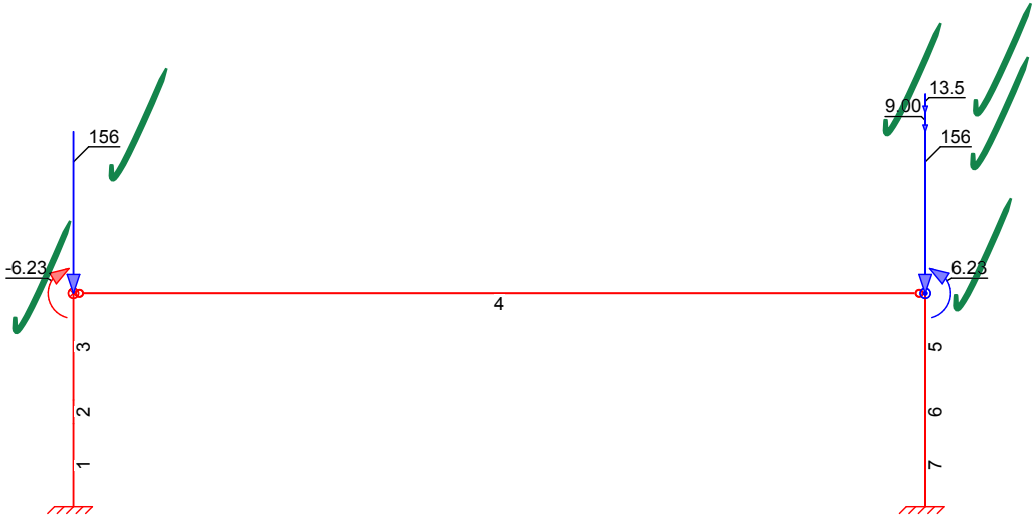
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 70

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

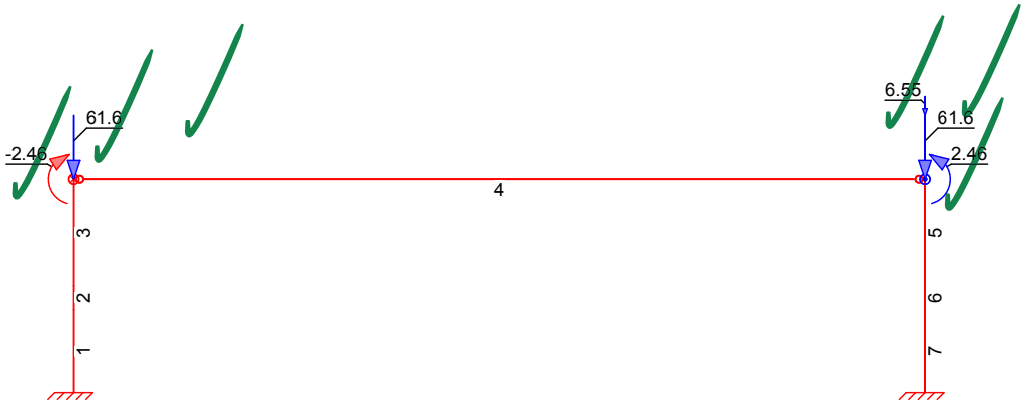
Einwirkung

Gk

mb BauStatik S600.de - 2025.002



Qk.S

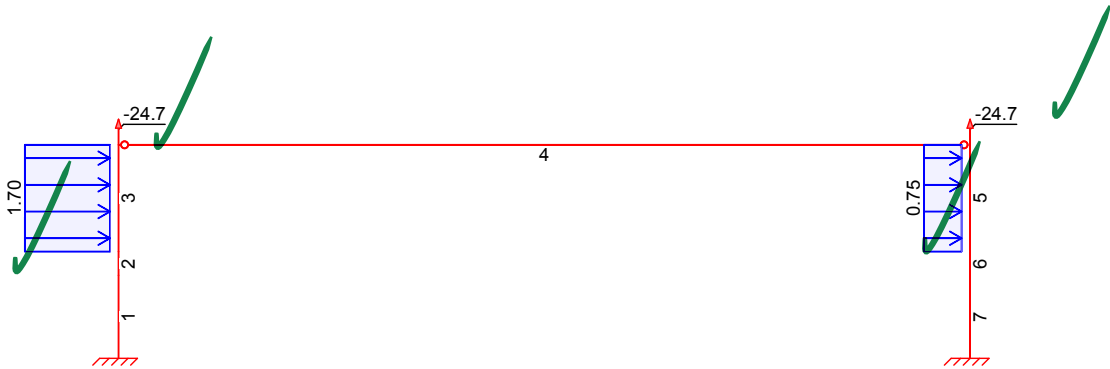


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 71

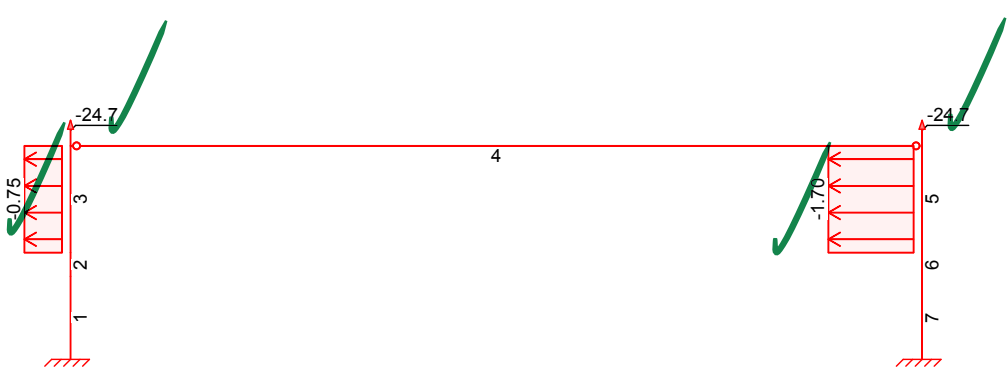
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S600.de - 2025.002

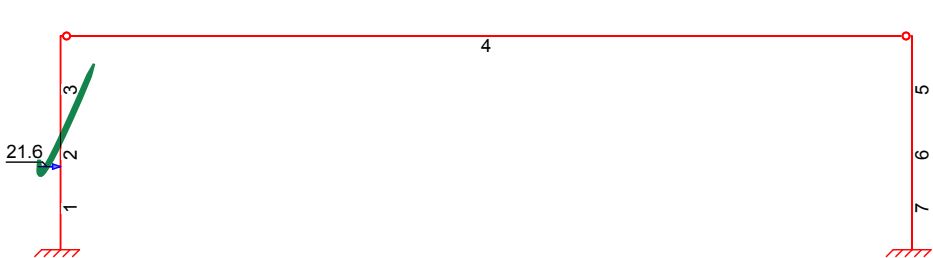
Qk.W.000



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]	q <sub>x,li</sub> [kN/m]	q <sub>x,re</sub> [kN/m]
3		0.00	3.60		1.70
5		0.00	3.60		0.75
3		0.00	3.60		-0.75



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

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

mb BauStatik S600.de - 2025.002

Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	Q <sub>x,li</sub> [kN/m]	Q <sub>x,re</sub> [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

Stab	Kommentar	a [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M [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

Knoten	Kommentar	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [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 +1.50*Qk.W.180 +1.00*Gk.E
13	1.00*Gk +1.00*Gk.E
14	1.00*Gk +1.50*Qk.W.000 +1.00*Gk.E
15	1.00*Gk +1.50*Qk.W.180 +1.00*Gk.E
16	1.00*Gk +1.00*Gk.E

quasi-ständig



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 73

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	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	+1.00*Qk.W.180
		+0.95*Gk.E		
	52	1.00*Gk	+1.00*Qk.S	+1.00*Qk.W.000
		+1.00*Gk.E		
	53	1.00*Gk	+1.50*Qk.W.180	+1.00*Gk.E
	54	1.00*Gk	+1.00*Qk.W.180	+1.00*Gk.E



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

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

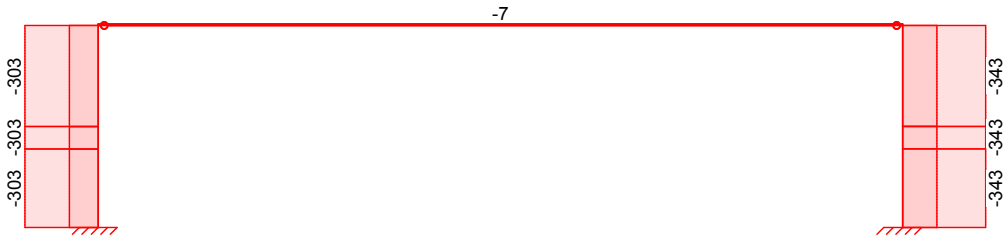
mb BauStatik S600.de - 2025.002

Ek	Σ (γ*ψ*EW)		
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	

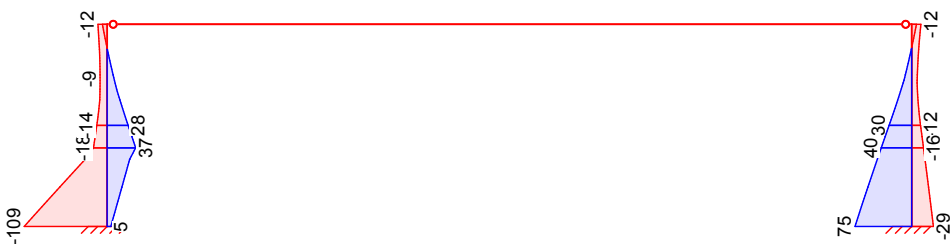
Bem.-schnittgrößen      Bemessungsschnittgrößen Theorie II. Ordnung

Grafik      Schnittgrößen (Umhüllende)

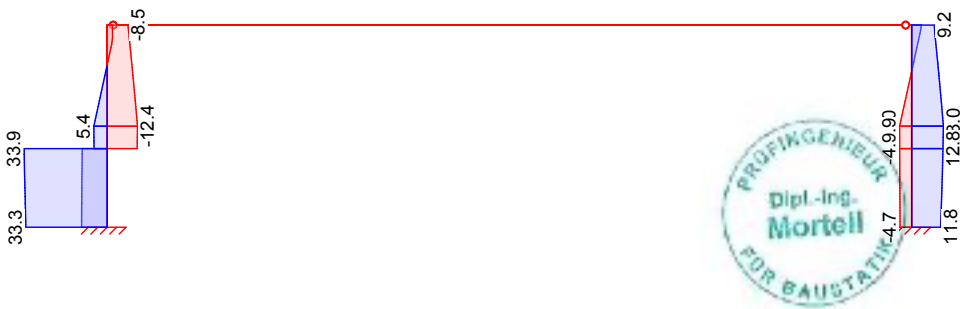
Normalkraft  $N_{x,d}$ [kN]



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



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



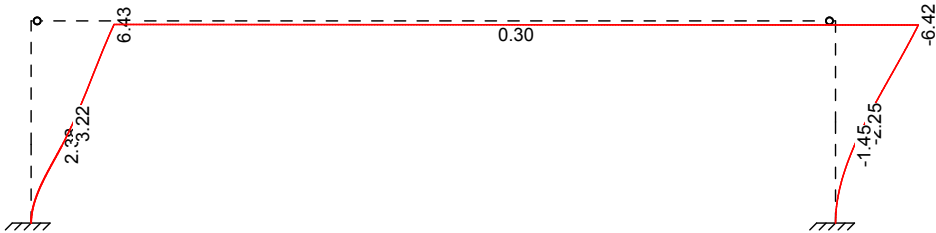
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 75

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	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	$\phi$ [rad]	$e_0/L$ [-]
	1-3	1/200	-
	4	-	-
	5-7	1/200	-

**Auflagerkräfte** Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte (global)

Char. Auflagerkr.

	Aufl.	$F_{x,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]
Einw. Gk	A	-1.30	155.80	3.11
	B	1.30	178.30	-3.11
Einw. Qk.S	A	-0.51	61.60	1.23

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



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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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

<b>Stahlbetonstützen (vorh.)</b>	<b>C35/45</b> ✓
<b>Querschnitt</b>	<b>B/H = 34,0 / 35,0 cm</b> ✓
<b>Bewehrungsabstand</b>	<b>vorh. c<sub>v</sub> = 2,0 cm</b>

**Vorbemerkungen**

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

**Federwertermittlung**

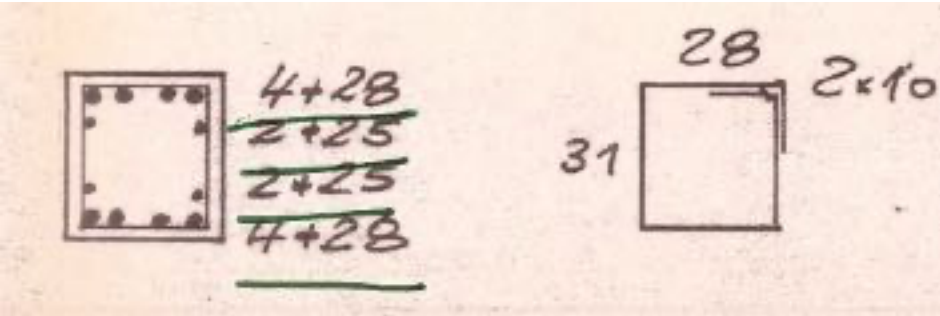
Es wird für die Einspannung eine Drehfeder nach dem Betonkalendar 1973 - II (S. 150 ff.) ermittelt.

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.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 78

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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  $-0,34 \text{ kN/m}^2 \times 29,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} / 2$   $Q_{w,v,k} = -24,65 \text{ kN}$

Wind horizontal:

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

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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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)

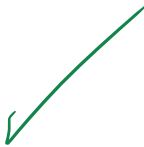
**Grundparameter**

**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  
 $\Psi_2$  für Kranlasten : 0.90  
 $\Psi_2 = 0.5$  für Schnee (AE) : nicht angesetzt  
Kombination ständiger Lasten : alle gleiches  $\gamma_F(\gamma_{G,sup} \text{ oder } \gamma_{G,inf})$



Pos. 200.1

**DURCH VERGLEICHS-  
RECHNUNG GEPRÜFT**  
Zwischenergebnisse nicht kontrolliert  
Dipl.-Ing. Mortell



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

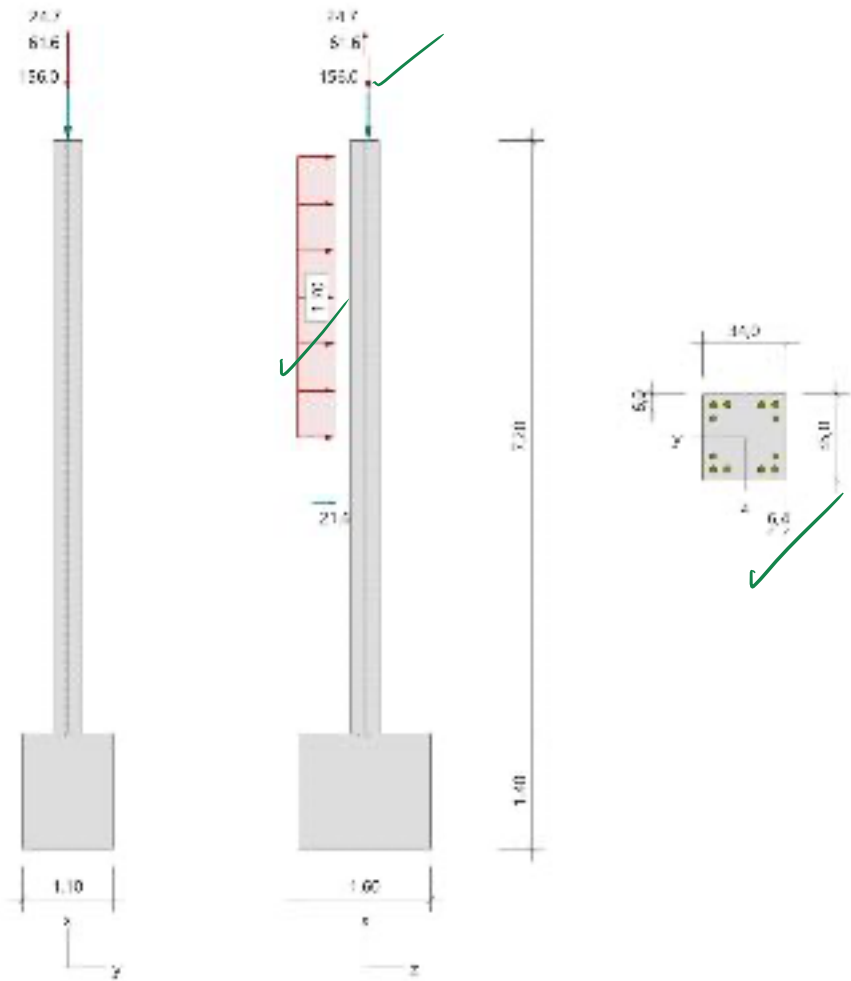
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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	$d_{s,l} = 28 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 28 \text{ mm} \cdot 5$
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.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 81

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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 t<sub>0</sub> = 28 Tage  
Endkriechzahl  $\phi(t_0, \infty) = 2.12$

**Materialauswahl**

Fertigteil C 35/45 f<sub>ck</sub> = 35.00 N/mm<sup>2</sup> E<sub>cm</sub> = 34000 N/mm<sup>2</sup>  
Betonstahl BSt 420 S(A) f<sub>yk</sub> = 420.00 N/mm<sup>2</sup> E<sub>s</sub> = 200000 N/mm<sup>2</sup>  
k(f<sub>t</sub>/f<sub>y</sub>) = 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 <sup>2</sup> ]	$f_{ctd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\gamma_s$	$f_{yd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{td}= f_{tk,cal}/\gamma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]
ständig/vorübergehend	1.35	22.04	1.41	1.15	365.22	365.22
<sup>1)</sup> $\gamma_c$ reduziert nach Anhang A2.3						

**Systemkennwerte**

**Abmessungen / statisches System**

Kragstütze in y- und z-Richtung  
Stützhöhe I = 7.20 m ✓✓  
Querschnitt b<sub>y</sub>/d<sub>z</sub> = 34.0/35.0 cm ✓  
b<sub>z</sub>/d<sub>1</sub> = 6.4/6.0 cm  
Bewehrungsanordnung (kalt) wie Bewehrungsbild  
Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

**Lagerbedingungen**

Lage	u <sub>y</sub> [kN/m]	$\phi_z$ [kNm/rad]	u <sub>z</sub> [kN/m]	$\phi_y$ [kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr	starr	starr

**Fundamenteinspannung**

Abmessungen b<sub>x</sub> = 1.10 m parallel zur b<sub>y</sub>-Abmessung der Stütze  
b<sub>y</sub> = 1.60 m parallel zur b<sub>z</sub>-Abmessung der Stütze  
d = 1.40 m  
Steifemodul C<sub>b</sub> = 30000.00 kN/m<sup>2</sup>  
Steifigkeiten C<sub>y</sub> = 19296.7 kNm/rad (nach RAUSCH)  
C<sub>z</sub> = 9120.7 kNm/rad  
C<sub>y,cal</sub> = starr  
Rechenwerte C<sub>z,cal</sub> = starr

**Lasten**

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

Bezeichnung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.500
ständig				1.000	1.350



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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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]	$e_v$ [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		61.6	✓	4.0					Schnee		
3	Stützenkopf		-24.7	✓						Wind		
5	Stütze	2.80					21.6			ständig		

**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 (Stützeineigengewicht)**

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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	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 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  $N_{cr}/N = 5,59$  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		<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	
V = -24,7 kN (Wind)		<b>1.50</b>	<b>1.50</b>					
pz = 1,70 kN/m (Wind)	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	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	1.00	1.35
V = 61,6 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)			
V = -24,7 kN (Wind)	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	
pz = 1,70 kN/m (Wind)		<b>1.50</b>	
Fz = 21,6 kN (ständig)	1.00	1.00	1.35



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



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

mb BauStatik S009 - 2025.002

**Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte**

LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	$\lambda_y$	$\lambda_z$	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	$\phi_\infty$	$f_{red}$
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]	$\rho$ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	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]	$\epsilon_1$ [‰]	$\epsilon_2$ [‰]	$\epsilon_3$ [‰]	$\epsilon_{1s}$ [‰]	$\epsilon_{4s}$ [‰]	$El_{z,eff}/El_z$	$El_{y,eff}/El_y$
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
<p><math>w_y</math> : Stützensauslenkung in y-Richtung <math>w_z</math> : Stützensauslenkung in z-Richtung <math>\epsilon_1</math> : max. Betonstauchung <math>\epsilon_{1s}</math> : min. Stahldehnung <math>\epsilon_{4s}</math> : max. Stahldehnung <math>El_{z,eff}/El_z</math> : Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II <math>El_{y,eff}/El_y</math> : Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II</p>										

**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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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 <sub>y</sub> [cm]	w <sub>z</sub> [cm]
	0.00	0.0	0.0
w <sub>y</sub> : Stützensauslenkung in y-Richtung w <sub>z</sub> : Stützensauslenkung in z-Richtung			

**Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. II. O. mit e<sub>i</sub> (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)**

LK	Richtung	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	V <sub>E,d</sub> [kN]	V <sub>rd,c</sub> [kN]	V <sub>rd,max</sub> [kN]	Θ [°]	A <sub>sw</sub> [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

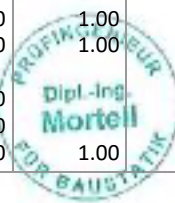
**Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)**

Lager	Höhe [m]	A <sub>d,v</sub> [kN]	H <sub>d,y</sub> [kN]	M <sub>d,z</sub> [kNm]	H <sub>d,z</sub> [kN]	M <sub>d,y</sub> [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	1.00
V = 156,0 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 61,6 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)				
V = -24,7 kN (Wind)		0.20		0.20
p <sub>z</sub> = 1,70 kN/m (Wind)	0.20	0.20		
F <sub>z</sub> = 21,6 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00



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

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

mb BauStatik S009 - 2025.002

**Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte**

LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	$\lambda_y$	$\lambda_z$	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	$\phi_\infty$	$f_{red}$
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]	$\rho$ [%]	$A_{s,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh}$ [cm <sup>2</sup> ]	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]	$\epsilon_1$ [‰]	$\epsilon_2$ [‰]	$\epsilon_3$ [‰]	$\epsilon_{1s}$ [‰]	$\epsilon_{d5}$ [‰]	$El_{z,eff}/El_z$	$El_{v,eff}/El_v$
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 $\epsilon_1$ : max. Betonstauchung $\epsilon_{1s}$ : min. Stahldehnung $\epsilon_{d5}$ : max. Stahldehnung $El_{z,eff}/El_z$ : Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II $El_{v,eff}/El_v$ : 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	-92.22	3



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

VERFASSER:	 <b>Rosteler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	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 <sup>2</sup> ]
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		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>		
V = -24,7 kN (Wind)		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>					<b>1.00</b>
pz = 1,70 kN/m (Wind)	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	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 <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	f <sub>v</sub> [cm]	f <sub>z</sub> [cm]	f <sub>v,lim</sub> [cm]	f <sub>z,lim</sub> [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 <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	f <sub>v</sub> [cm]	f <sub>z</sub> [cm]	f <sub>v,lim</sub> [cm]	f <sub>z,lim</sub> [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 <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	Φ <sub>eff</sub>	ε <sub>s</sub> [‰]	σ <sub>s</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>s,lim</sub> <sup>1)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	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	336.00	0.04
2	1.40	-152.7	-65.13	0.00	1.46	0.320	63.99	336.00	0.19
2	0.00	-152.7	-103.85	0.00	1.46	0.572	114.49	336.00	0.34

1 : σ<sub>s,lim</sub> = 0,80 \* f<sub>y,k</sub>(EN 1992-1-1, 7.2 (5))



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

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

mb BauStatik S009 - 2025.002

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

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	ϕ <sub>eff</sub>	ε <sub>s</sub> [‰]	σ <sub>s</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>s,lim</sub> <sup>1)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	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 : σ<sub>s,lim</sub> = 0,80 \* f<sub>y,k</sub>(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 = 61,6 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)	
V = -24,7 kN (Wind)	
p <sub>z</sub> = 1,70 kN/m (Wind)	
F <sub>z</sub> = 21,6 kN (ständig)	1.00

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

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	ε <sub>c</sub> [‰]	σ <sub>c</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>c,lim</sub> <sup>1)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh f <sub>ϕ,nl</sub>	erf f <sub>ϕ,nl</sub>	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 : σ<sub>c,lim</sub> = 0,45 \* f<sub>c,k</sub>(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

**Bewehrungsanordnung**

**Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min**

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm <sup>2</sup> ]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f <sub>sy,θ</sub> /f <sub>yk</sub> [%]
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	429	86
	9	25	4.9	-12.8	-7.6	440	83
	10	25	4.9	12.8	-7.6	440	83
	11	25	4.9	12.8	7.6	440	83
	12	25	4.9	-12.8	7.6	440	83
			68.9				



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

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

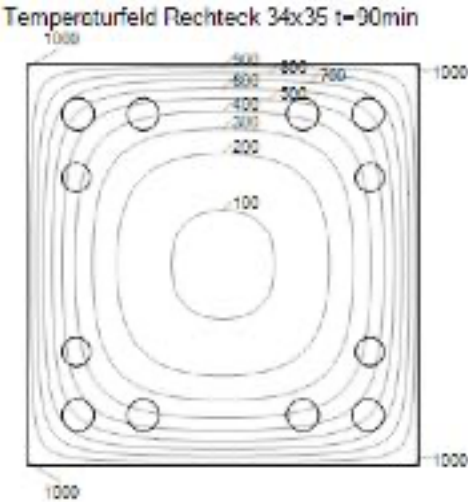
mb BauStatik S009 - 2025.002

**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	<b>3.0 !!!</b>	2.0

**Temperaturverteilung im Querschnitt**

Wärmeübergangskoeffizient	$\alpha$ =	25.0 W/(m <sup>2</sup> K)
Wärmeübergangskoeffizient	$\alpha_c$ =	5.0 W/(m <sup>2</sup> K)
Emissivität	$\epsilon_m$ =	0.70
Betonfeuchte	$u$ =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda$ =	obere Grenze
Rohdichte	$\rho$ =	2400 kg/m <sup>3</sup>
Elementgröße	$d_{Elem}$ =	1.2 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

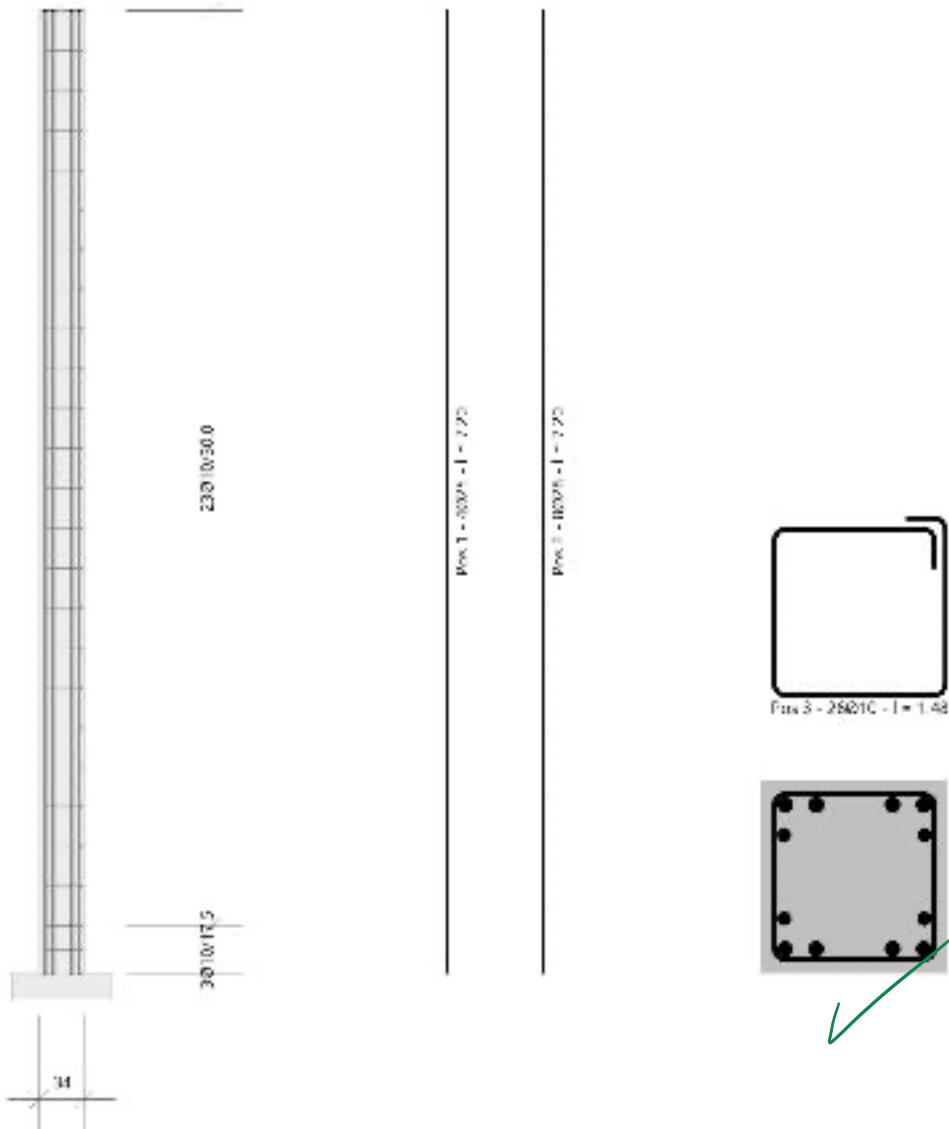


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 90

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

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





VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup> 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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	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  
 $\Psi_2$  für Kranlasten : 0.90  
 $\Psi_2 = 0.5$  für Schnee (AE) : nicht angesetzt  
Kombination ständiger Lasten : alle gleiches  $\gamma_F(\gamma_{G,sup} \text{ oder } \gamma_{G,inf})$



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

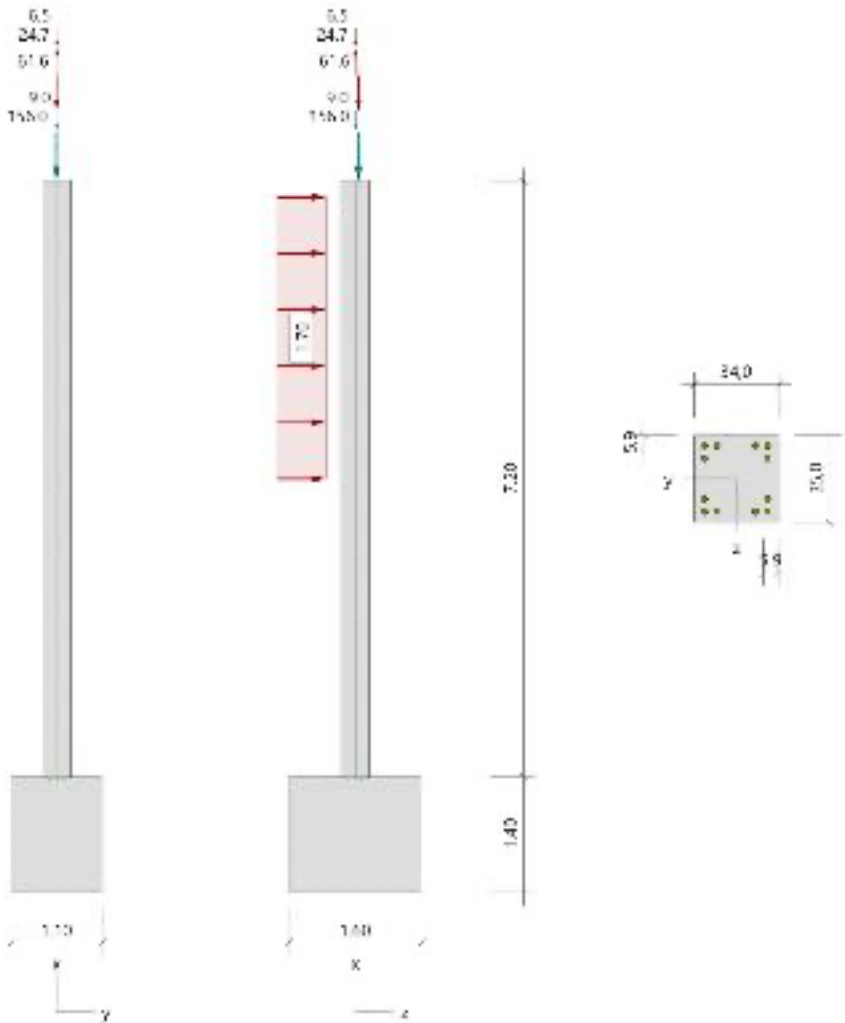
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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	$c_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 25 \text{ mm} \cdot 5$
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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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 <sup>2</sup> ]	$f_{ctd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\gamma_s$	$f_{yd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{td} = f_{tk,cal}/\gamma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]
ständig/vorübergehend	1.35	22.04	1.41	1.15	365.22	365.22
<sup>1)</sup> $\gamma_c$ 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]	$\phi_z$ [kNm/rad]	$u_z$ [kN/m]	$\phi_y$ [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	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.500
ständig				1.000	1.350



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

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

mb BauStatik S009 - 2025.002

**Punktlasten**

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e <sub>v</sub> [cm]	e <sub>z</sub> [cm]	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>v</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [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 <sub>Anf</sub> [kN/m]	Länge [m]	p <sub>End</sub> [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 <sub>v</sub> [cm]	e <sub>z</sub> [cm]	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>v</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		21.4							ständig		



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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	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 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  $N_{cr}/N = 5,24$  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		<b>1.50</b>	<b>1.50</b>
V = 6,6 kN (Schnee)	0.75			0.75		0.75	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>
V = -24,7 kN (Wind)		<b>1.50</b>		<b>1.50</b>	<b>1.50</b>			
pz = 1,70 kN/m (Wind)	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	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	1.00	1.00	1.35
V = 156,0 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.35
V = 9,0 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.35
V = 61,6 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)		<b>1.50</b>			<b>1.50</b>		
V = 6,6 kN (Schnee)		<b>1.50</b>				<b>1.50</b>	
V = -24,7 kN (Wind)				<b>1.50</b>			
pz = 1,70 kN/m (Wind)	<b>1.50</b>						

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

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

mb BauStatik S009 - 2025.002

**Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte**

LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	$\lambda_y$	$\lambda_z$	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	$\phi_\infty$	$f_{red}$
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]	$\rho$ [%]	$A_{s,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh}$ [cm <sup>2</sup> ]	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]	$\epsilon_1$ [‰]	$\epsilon_2$ [‰]	$\epsilon_3$ [‰]	$\epsilon_{1s}$ [‰]	$\epsilon_{4s}$ [‰]	$El_{z,eff}/El_z$	$El_{y,eff}/El_y$
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  
 $\epsilon_1$  : max. Betonstauchung  
 $\epsilon_{1s}$  : min. Stahldehnung  
 $\epsilon_{4s}$  : 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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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]	$\Theta$ [°]	$A_{sw}$ [cm <sup>2</sup> /m]
1	y	7.20	-302.8	2.4	113.0	332.6	18.4	0.00
		7.00	-302.8	2.4	113.0	332.6	18.4	0.00
		7.00	-302.8	2.4	113.0	332.6	18.4	0.00
		5.87	-302.8	2.3	113.0	332.6	18.4	0.00
		4.73	-302.8	2.1	113.0	332.6	18.4	0.00
		3.60	-302.8	1.8	113.0	332.6	18.4	0.00
		3.60	-302.8	1.6	113.0	332.6	18.4	0.00
		2.40	-302.8	1.1	113.0	332.6	18.4	0.00
		1.20	-302.8	0.6	113.0	332.6	18.4	0.00
		0.00	-302.8	0.0	113.0	332.6	18.4	0.00
1	z	7.20	-302.8	4.9	113.0	340.0	18.4	0.00
		7.00	-302.8	4.9	113.0	340.0	18.4	0.00
		7.00	-302.8	4.8	113.0	340.0	18.4	0.00
		5.87	-302.8	7.5	113.0	340.0	18.4	0.00
		4.73	-302.8	10.0	113.0	340.0	18.4	0.00
		3.60	-302.8	12.3	113.0	340.0	18.4	0.00
		3.60	-302.8	12.0	113.0	340.0	18.4	0.00
		2.40	-302.8	11.1	113.0	340.0	18.4	0.00
		1.20	-302.8	10.0	113.0	340.0	18.4	0.00
		0.00	-302.8	8.7	113.0	340.0	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	149.4	0.0	4.82	8.7	-62.00	2
		353.9	0.0	11.74	5.2	-35.35	7
		149.4	0.0	4.49	8.7	-52.12	2
		353.9	0.0	13.18	5.2	-62.31	7
		353.9	0.0	11.55	0.0	-3.72	8
		302.8	0.0	11.02	8.7	-78.59	1
		196.2	0.0	5.84	0.0	-1.23	14
		149.4	0.0	4.33	0.0	-2.51	12

**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	1.00
$V = 156,0 \text{ kN} / e_z = 4,0 \text{ cm}$ (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
$V = 9,0 \text{ kN}$ (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
$V = 61,6 \text{ kN} / e_z = 4,0 \text{ cm}$ (Schnee)				
$V = 6,6 \text{ kN}$ (Schnee)				
$V = -24,7 \text{ kN}$ (Wind)				
$p_z = 1,70 \text{ kN/m}$ (Wind)	0.20	0.20		0.20

**Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte**

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,v}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	$\lambda_v$	$\lambda_z$	$\lambda_{lim,v}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,v}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	$\phi_\infty$	$f_{red}$
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

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 100



VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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<sub>i</sub> (Bemessungssituation Brand)**

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	ρ [%]	A <sub>s,erf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vorh</sub> [cm <sup>2</sup> ]	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 e<sub>i</sub> (Bemessungssituation Brand)**

LK	Höhe [m]	w <sub>y</sub> [cm]	w <sub>z</sub> [cm]	ε <sub>1</sub> [%]	ε <sub>2</sub> [%]	ε <sub>3</sub> [%]	ε <sub>1s</sub> [%]	ε <sub>ds</sub> [%]	El <sub>z,eff</sub> /El <sub>z</sub>	El <sub>y,eff</sub> /El <sub>y</sub>
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
<p>w<sub>y</sub> : Stützensauslenkung in y-Richtung w<sub>z</sub> : Stützensauslenkung in z-Richtung ε<sub>1</sub> : max. Betonstauchung ε<sub>1s</sub> : min. Stahldehnung ε<sub>ds</sub> : max. Stahldehnung El<sub>z,eff</sub>/El<sub>z</sub> : Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II El<sub>y,eff</sub>/El<sub>y</sub> : Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II</p>										

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

Lager	Höhe [m]	A <sub>d,v</sub> [kN]	H <sub>d,v</sub> [kN]	M <sub>d,z</sub> [kNm]	H <sub>d,z</sub> [kN]	M <sub>d,v</sub> [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 <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
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			<b>1.00</b>

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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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
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
Stützeineigengewicht	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 <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	f <sub>y</sub> [cm]	f <sub>z</sub> [cm]	f <sub>y,lim</sub> [cm]	f <sub>z,lim</sub> [cm]	η
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 <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	f <sub>y</sub> [cm]	f <sub>z</sub> [cm]	f <sub>y,lim</sub> [cm]	f <sub>z,lim</sub> [cm]	η
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 <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	φ <sub>eff</sub>	ε <sub>s</sub> [‰]	σ <sub>s</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>s,lim</sub> <sup>1)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	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	336.00	0.07
2	0.00	-161.7	-38.94	0.00	0.36	0.160	32.01	336.00	0.10

1 : σ<sub>s,lim</sub> = 0,80 \* f<sub>y,k</sub> (EN 1992-1-1, 7.2 (5))



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

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

mb BauStatik S009 - 2025.002

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

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	ϕ <sub>eff</sub>	ε <sub>s</sub> [‰]	σ <sub>s</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>s,lim</sub> <sup>1)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	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 : σ<sub>s,lim</sub> = 0,80 \* f<sub>y,k</sub>(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)	
pz = 1,70 kN/m (Wind)	

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

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	ε <sub>c</sub> [‰]	σ <sub>c</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>c,lim</sub> <sup>1)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh f <sub>ϕ,nl</sub>	erf f <sub>ϕ,nl</sub>	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 : σ<sub>c,lim</sub> = 0,45 \* f<sub>ck</sub>(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

**Bewehrungsanordnung**

**Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min**

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm <sup>2</sup> ]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f <sub>sy,θ</sub> /f <sub>yk</sub> [%]
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	452	80
	9	25	4.9	-12.8	-8.3	450	81
	10	25	4.9	12.8	-8.3	450	81
	11	25	4.9	12.8	8.3	450	81
	12	25	4.9	-12.8	8.3	450	81
			58.9				



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

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

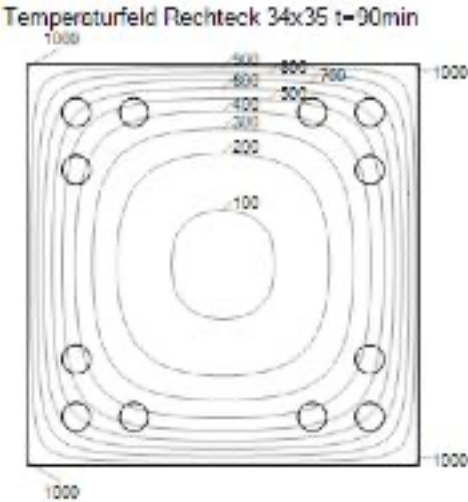
mb BauStatik S009 - 2025.002

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	3.5	2.0	3.0 !!!	2.0

Temperaturverteilung im Querschnitt

Wärmeübergangskoeffizient	$\alpha$ =	25.0 W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient	$\alpha_c$ =	5.0 W/(m²K)
Emissivität	$\epsilon_m$ =	0.70
Betonfeuchte	$u$ =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda$ =	obere Grenze
Rohdichte	$\rho$ =	2400 kg/m³
Elementgröße	$d_{Elem}$ =	1.2 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

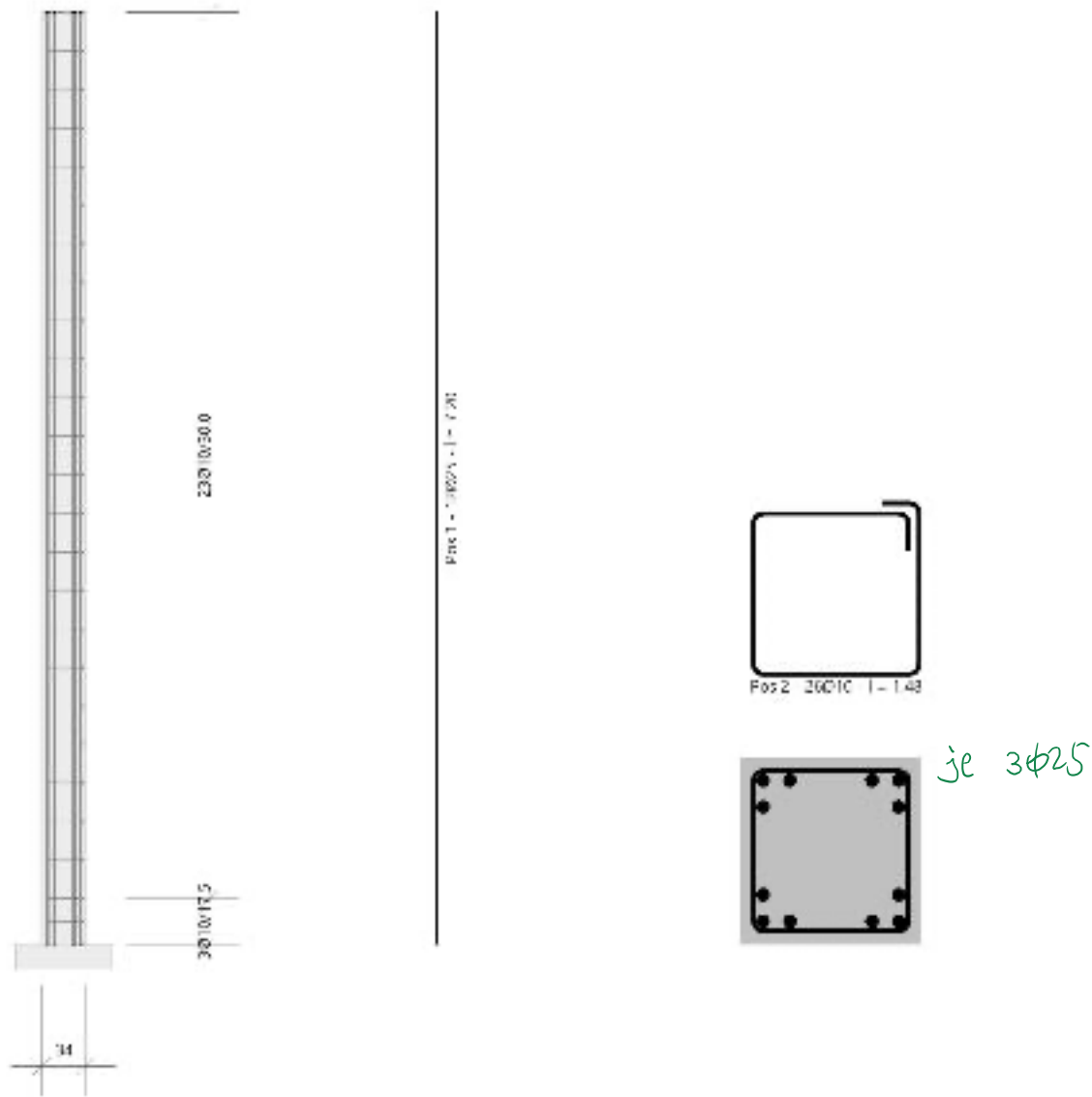


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 104

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

mb BauStatik S009 - 2025.002

**Bewehrungsbilder**  
Maßstab 1 : 50



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 105



VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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 x 0,34 x 0,35 x 8,60                      =                      25,6 kN

Aus Dachbelag                      1,00 kN/m x 5,70 m                      =                      5,70 kN

Aus Attikalast                      0,50 kN/m x 5,70 m                      =                      2,85 kN

Aus Wandkonstruktion 0,50 kN/m² x 6,75 m x 5,70 m                      =                      19,2 kN

**Σ G<sub>1,k</sub> = 53,4 kN**

Nutzlast aus PV und Schnee 1,70 kN/m x 5,70 m                      **Σ Q<sub>N,k</sub> = 9,70 kN**

Wind vertikal:                      -1,84 kN/m x 5,70 kN                      **Q<sub>w,v,k</sub> = -10,5 kN**

Wind horizontal:

Aus Winddruck+ -Sog auf Attika (0,34 + 0,15)                      **q<sub>wh1,k</sub> = 2,79 kN/m**

Aus Winddruck auf Achse 10 0,34 x 5,7                      **q<sub>wh2,k</sub> = 1,94 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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	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  
 $\Psi_2$  für Kranlasten : 0.90  
 $\Psi_2 = 0.5$  für Schnee (AE) : nicht angesetzt  
Kombination ständiger Lasten : alle gleiches  $\gamma_F(\gamma_{G,sup} \text{ oder } \gamma_{G,inf})$



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



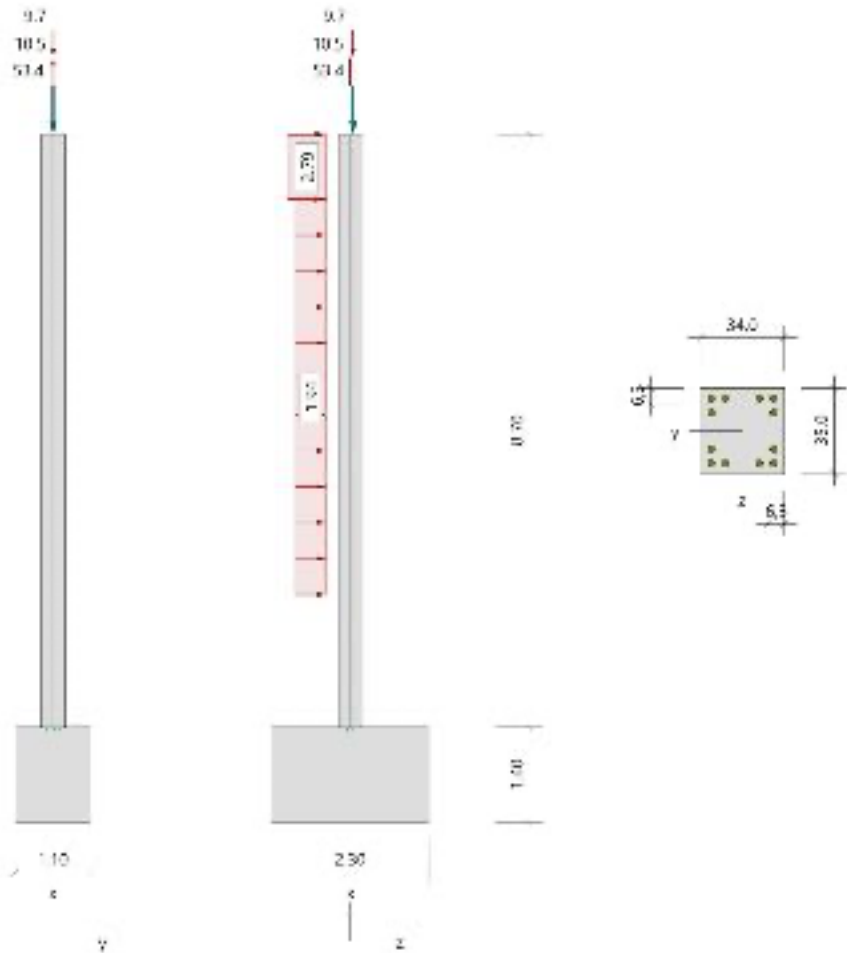
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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	$d_{s,l} = 28 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 28 \text{ mm} \cdot 5$
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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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 t<sub>0</sub> = 28 Tage  
Endkriechzahl ϕ(t<sub>0</sub>,∞) = 2.12

**Materialauswahl**

Fertigteil C 35/45 f<sub>ck</sub> = 35.00 N/mm<sup>2</sup> E<sub>cm</sub> = 34000 N/mm<sup>2</sup>  
Betonstahl BSt 420 S(A) f<sub>yk</sub> = 420.00 N/mm<sup>2</sup> E<sub>s</sub> = 200000 N/mm<sup>2</sup>  
k(f<sub>t</sub>/f<sub>y</sub>) = 1.00 ε<sub>uk</sub> = 25.0 ‰ (Bügel und Längsbewehrung)

**Material Bemessungswerte**

Bemessungssituation	Fertigteil C 35/45			Betonstahl BSt 420 S(A)		
	α <sub>cc</sub> = 0.85 α <sub>ct</sub> = 0.85					
	γ <sub>c</sub> <sup>1)</sup>	f <sub>cd</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>ctd</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>s</sub>	f <sub>yd</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>td</sub> = f <sub>tk,cal</sub> /γ <sub>s</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
ständig/vorübergehend	1.35	22.04	1.41	1.15	365.22	365.22

<sup>1)</sup> γ<sub>c</sub> reduziert nach Anhang A2.3

**Systemkennwerte**

**Abmessungen / statisches System**

Kragstütze in y- und z-Richtung  
Stützhöhe l = 8.70 m  
Querschnitt b<sub>y</sub>/d<sub>z</sub> = 34.0/35.0 cm  
b<sub>z</sub>/d<sub>1</sub> = 6.3/6.3 cm  
Bewehrungsanordnung (kalt) wie Bewehrungsbild  
Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

**Lagerbedingungen**

Lage	u <sub>y</sub> [kN/m]	ϕ <sub>z</sub> [kNm/rad]	u <sub>z</sub> [kN/m]	ϕ <sub>y</sub> [kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr	starr	starr

**Fundamenteinspannung**

Abmessungen b<sub>x</sub> = 1.10 m parallel zur b<sub>y</sub>-Abmessung der Stütze  
b<sub>y</sub> = 2.30 m parallel zur b<sub>z</sub>-Abmessung der Stütze  
d = 1.40 m  
Steifemodul C<sub>b</sub> = 30000.00 kN/m<sup>2</sup>  
Steifigkeiten C<sub>y</sub> = 50084.9 kNm/rad (nach RAUSCH)  
C<sub>z</sub> = 11456.1 kNm/rad  
C<sub>y,cal</sub> = starr  
Rechenwerte C<sub>z,cal</sub> = starr

**Lasten**

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

Bezeichnung	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>	γ <sub>F,inf</sub>	γ <sub>F,sup</sub>
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.500
ständig				1.000	1.350



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

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

mb BauStatik S009 - 2025.002

**Punktlasten**

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e <sub>y</sub> [cm]	e <sub>z</sub> [cm]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [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 <sub>Anf</sub> [kN/m]	Länge [m]	p <sub>End</sub> [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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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  $\rho < 2.0\%$ :  $E_{eff,cal} = E_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

**Ergebnisse**

**Kleinste Lastverzweigungsfaktoren**

min  $N_{cr}/N = 14,66$  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	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>
V = -10,5 kN (Wind)		<b>1.50</b>		<b>1.50</b>	<b>1.50</b>			
pz = 2,79 kN/m (Wind)	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	0.90	
pz = 1,94 kN/m (Wind)	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	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)	<b>1.50</b>			
V = -10,5 kN (Wind)			<b>1.50</b>	
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]	$\lambda_y$	$\lambda_z$	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	$\phi_{\infty}$	$f_{red}$
1	1	Stütze	17.40	17.40	177.3	172.2	92.0	92.0	3.0	3.0	2.123	1.000

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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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  $e_i$  (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)**

LK	Höhe [m]	$N_d$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$\rho$ [%]	$A_{s,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh}$ [cm <sup>2</sup> ]	Versagensart
1	8.70	-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]	$\epsilon_1$ [‰]	$\epsilon_2$ [‰]	$\epsilon_3$ [‰]	$\epsilon_{1s}$ [‰]	$\epsilon_{4s}$ [‰]	$El_{z,eff}/El_z$	$El_{y,eff}/El_y$
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  
 $\epsilon_1$  : max. Betonstauchung  
 $\epsilon_{1s}$  : min. Stahldehnung  
 $\epsilon_{4s}$  : 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]	$\theta$ [°]	$A_{sw}$ [cm <sup>2</sup> /m]
1	y	8.70	-79.4	0.5	89.9	319.8	18.4	0.00
		7.75	-79.4	0.5	89.9	319.8	18.4	0.00
		7.75	-79.4	0.5	89.9	319.8	18.4	0.00
		6.30	-79.4	0.4	89.9	319.8	18.4	0.00

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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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 <sub>d</sub> [kN]	V <sub>E,d</sub> [kN]	V <sub>rd,c</sub> [kN]	V <sub>rd,max</sub> [kN]	Θ [°]	A <sub>sw</sub> [cm <sup>2</sup> /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 <sub>d,v</sub> [kN]	H <sub>d,v</sub> [kN]	M <sub>d,z</sub> [kNm]	H <sub>d,z</sub> [kN]	M <sub>d,v</sub> [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 Kriecheffekte**

LK	Abschnitt	Art	S <sub>k,y</sub> [m]	S <sub>k,z</sub> [m]	λ <sub>y</sub>	λ <sub>z</sub>	λ <sub>lim,y</sub>	λ <sub>lim,z</sub>	e <sub>i,y</sub> * [cm]	e <sub>i,z</sub> * [cm]	φ <sub>∞</sub>	f <sub>red</sub>
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: (Bemessungssituation Brand)**

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	ρ [%]	A <sub>s,erf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vorh</sub> [cm <sup>2</sup> ]	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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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  $\epsilon_i$  (Bemessungssituation Brand)**

LK	Höhe [m]	$w_y$ [cm]	$w_z$ [cm]	$\epsilon_1$ [‰]	$\epsilon_2$ [‰]	$\epsilon_3$ [‰]	$\epsilon_{1s}$ [‰]	$\epsilon_{4s}$ [‰]	$El_{z,eff}/El_z$	$El_{y,eff}/El_y$
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
$w_y$ : Stützensauslenkung in y-Richtung $w_z$ : Stützensauslenkung in z-Richtung $\epsilon_1$ : max. Betonstauchung $\epsilon_{1s}$ : min. Stahldehnung $\epsilon_{4s}$ : 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]	$A_{d,v}$ [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 <sup>2</sup> ]
1	73.9

**Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)**

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7
$V = 53,4 \text{ kN} / e_z = 4,0 \text{ cm}$ (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$V = 9,7 \text{ kN} / e_z = 4,0 \text{ cm}$ (Schnee)	0.50			0.50	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	
$V = -10,5 \text{ kN}$ (Wind)		<b>1.00</b>		<b>1.00</b>			
$p_z = 2,79 \text{ kN/m}$ (Wind)	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	0.60		
$p_z = 1,94 \text{ kN/m}$ (Wind)	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	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]	$\eta$
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

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

mb BauStatik S009 - 2025.002

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

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	f <sub>y</sub> [cm]	f <sub>z</sub> [cm]	f <sub>y,lim</sub> [cm]	f <sub>z,lim</sub> [cm]	η
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 = ∞)**

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	ϕ <sub>eff</sub>	ε <sub>s</sub> [‰]	σ <sub>s</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>s,lim</sub> <sup>1)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	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 : σ<sub>s,lim</sub> = 0,80 \* f<sub>y,k</sub>(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

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

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	ϕ <sub>eff</sub>	ε <sub>s</sub> [‰]	σ <sub>s</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>s,lim</sub> <sup>1)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	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 : σ<sub>s,lim</sub> = 0,80 \* f<sub>y,k</sub>(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 <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	ε <sub>c</sub> [‰]	σ <sub>c</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>c,lim</sub> <sup>1)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh f <sub>ϕ,nl</sub>	erf f <sub>ϕ,nl</sub>	η
1	8.70	-53.4	-2.14	0.00	-0.016	-0.54	-15.75	1.00		0.03
1	7.75	-53.4	-2.15	0.00	-0.016	-0.54	-15.75	1.00		0.03
1	6.30	-53.4	-2.17	0.00	-0.016	-0.55	-15.75	1.00		0.03
1	4.85	-53.4	-2.19	0.00	-0.016	-0.55	-15.75	1.00		0.03
1	3.40	-53.4	-2.20	0.00	-0.016	-0.55	-15.75	1.00		0.03
1	1.95	-53.4	-2.21	0.00	-0.016	-0.55	-15.75	1.00		0.03
1	0.00	-53.4	-2.21	0.00	-0.016	-0.55	-15.75	1.00		0.03

1 : σ<sub>c,lim</sub> = 0,45 \* f<sub>ck</sub>(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 116



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

mb BauStatik S009 - 2025.002

**Bewehrungsanordnung**

**Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min**

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f <sub>sy,0</sub> /f <sub>yk</sub> [%]
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 <sub>nom,L</sub> [cm]	erf. c <sub>nom,B</sub> [cm]	vorh. c <sub>nom,L</sub> [cm]	vorh. c <sub>nom,B</sub> [cm]
Abschnitt 1	3.8	2.0	3.0 !!!	2.0

**Temperaturverteilung im Querschnitt**

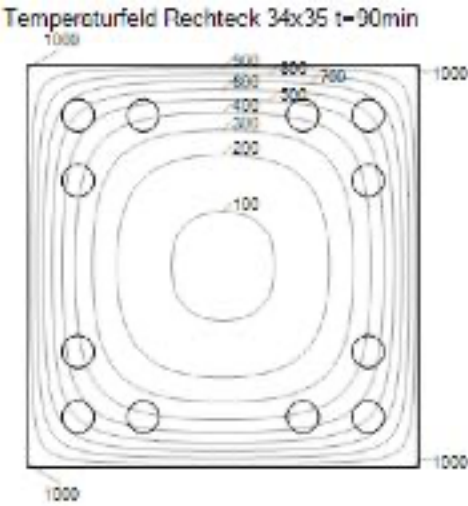
Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient	α <sub>c</sub> =	5.0 W/(m²K)
Emissivität	ε <sub>m</sub> =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m³
Elementgröße	d <sub>Elem</sub> =	1.2 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt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



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

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

mb BauStatik S009 - 2025.002

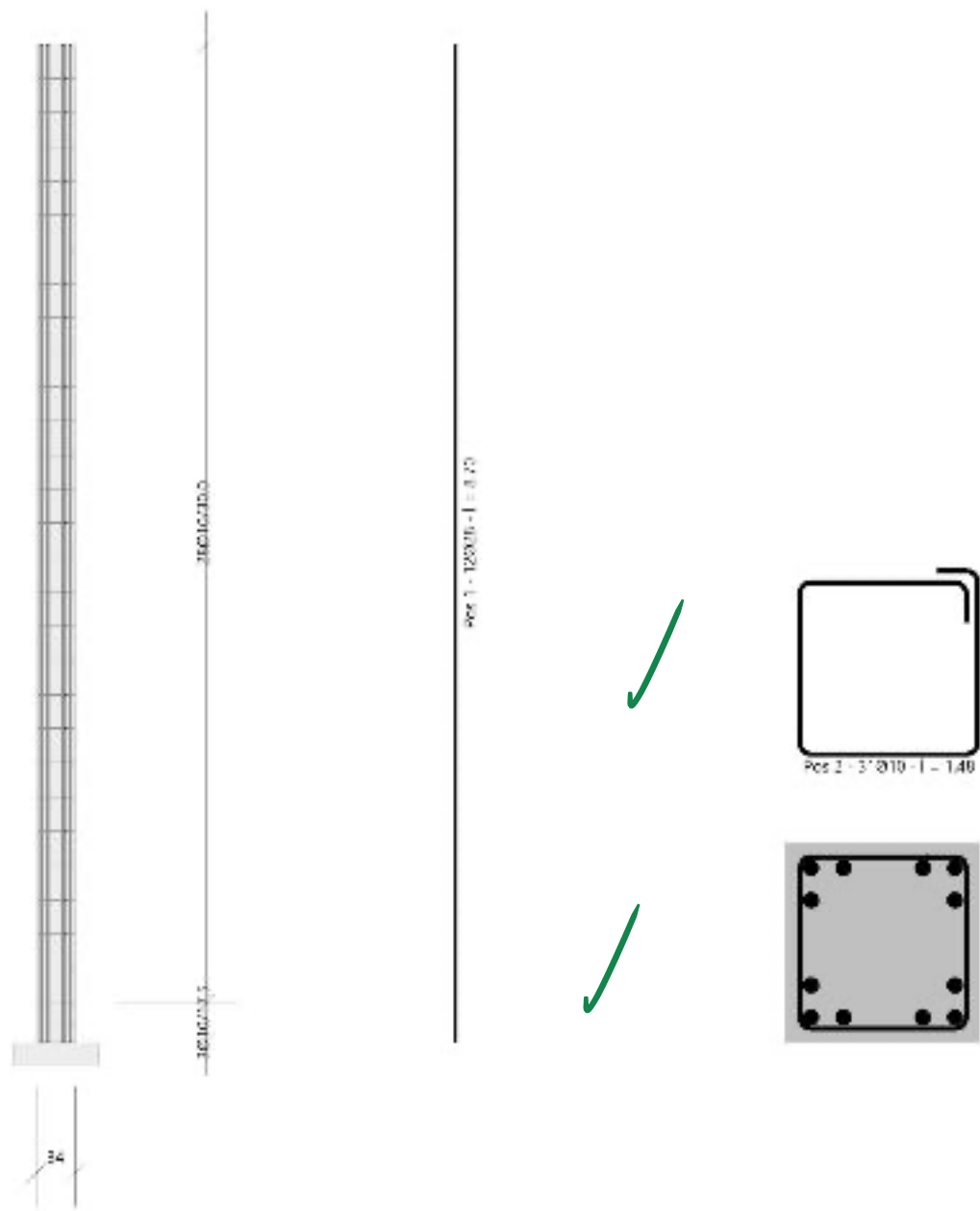


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 118

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

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



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

mb BauStatik S009 - 2025.002

**Lastannahmen**

Vertikallasten

Eigengewicht	25,0 x 0,34 x 0,35 x 8,60	=	25,6 kN
Aus Dachbelag	1,00 kN/m x 5,70 m	=	5,70 kN
Aus Attikalast	0,50 kN/m x 5,70 m	=	2,85 kN
Aus NR-Dach (Bestandsstatik S. 49)		=	14,7 kN
Aus Wandkonstruktion	0,50 kN/m <sup>2</sup> x 6,75 m x 5,70 m	=	19,2 kN
		<b>Σ G<sub>1,k</sub> =</b>	<b>68,1 kN</b>

Nutzlast aus PV und Schnee

1,70 kN/m x 5,70 m	=	9,70 kN
Aus NR-Dach (Bestandsstatik S. 49)	=	10,5 kN
	<b>Σ Q<sub>N,k</sub> =</b>	<b>20,2 kN</b>

<u>Wind vertikal:</u>	-1,84 kN/m x 5,70 kN	<b>Q<sub>w,v,k</sub> =</b>	<b>-10,5 kN</b>
-----------------------	----------------------	----------------------------	-----------------

Wind horizontal:

Aus Winddruck+ -Sog auf Attika (0,34 + 0,15)	<b>q<sub>wh1,k</sub> =</b>	<b>2,79 kN/m</b>
Aus Winddruck auf Achse 10 0,34 x 5,7	<b>q<sub>wh2,k</sub> =</b>	<b>1,94 kN/m</b>



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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	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
$\Psi_2$ für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches $\gamma_F(\gamma_{G,sup} \text{ oder } \gamma_{G,inf})$



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



VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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 t<sub>0</sub> = 28 Tage  
Endkriechzahl  $\phi(t_0, \infty) = 2.12$

**Materialauswahl**

Fertigteil C 35/45 f<sub>ck</sub> = 35.00 N/mm<sup>2</sup> E<sub>cm</sub> = 34000 N/mm<sup>2</sup>  
Betonstahl BSt 420 S(A) f<sub>yk</sub> = 420.00 N/mm<sup>2</sup> E<sub>s</sub> = 200000 N/mm<sup>2</sup>  
k(f<sub>t</sub>/f<sub>y</sub>) = 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 <sub>cd</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>ctd</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	$\gamma_s$	f <sub>yd</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>td</sub> = f <sub>tk,cal</sub> / $\gamma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]
ständig/vorübergehend	1.35	22.04	1.41	1.15	365.22	365.22

<sup>1)</sup>  $\gamma_c$  reduziert nach Anhang A2.3

**Systemkennwerte**

**Abmessungen / statisches System**

Kragstütze in y- und z-Richtung  
Stützhöhe l = 8.70 m  
Querschnitt b<sub>y</sub>/d<sub>z</sub> = 34.0/35.0 cm  
b<sub>z</sub>/d<sub>1</sub> = 5.8/5.8 cm  
Bewehrungsanordnung (kalt) wie Bewehrungsbild  
Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

**Lagerbedingungen**

Lage	u <sub>y</sub> [kN/m]	$\phi_z$ [kNm/rad]	u <sub>z</sub> [kN/m]	$\phi_y$ [kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr	starr	starr

**Fundamenteinspannung**

Abmessungen b<sub>x</sub> = 1.10 m parallel zur b<sub>y</sub>-Abmessung der Stütze  
b<sub>y</sub> = 2.10 m parallel zur b<sub>z</sub>-Abmessung der Stütze  
d = 1.40 m  
Steifemodul C<sub>b</sub> = 30000.00 kN/m<sup>2</sup>  
Steifigkeiten C<sub>y</sub> = 38083.1 kNm/rad (nach RAUSCH)  
C<sub>z</sub> = 10449.1 kNm/rad  
C<sub>y,cal</sub> = starr  
Rechenwerte C<sub>z,cal</sub> = starr

**Lasten**

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

Bezeichnung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.500
ständig				1.000	1.350



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



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

mb BauStatik S009 - 2025.002

**Punktlasten**

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e <sub>y</sub> [cm]	e <sub>z</sub> [cm]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [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 <sub>Anf</sub> [kN/m]	Länge [m]	p <sub>End</sub> [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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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  $\rho < 2.0\%$ :  $E_{eff,cal} = E_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- 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		<b>1.50</b>	<b>1.50</b>
V = -10,5 kN (Wind)		<b>1.50</b>	<b>1.50</b>			<b>1.50</b>		
pz = 2,79 kN/m (Wind)	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	0.90	
pz = 1,94 kN/m (Wind)	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	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)	<b>1.50</b>			
V = -10,5 kN (Wind)			<b>1.50</b>	
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]	$\lambda_y$	$\lambda_z$	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	$\phi_{\infty}$	$f_{red}$
1	1	Stütze	17.40	17.40	177.3	172.2	79.2	79.2	3.0	3.0	2.123	1.000

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

VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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  $e_i$  (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)**

LK	Höhe [m]	$N_d$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$\rho$ [%]	$A_{s,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh}$ [cm <sup>2</sup> ]	Versagensart
1	8.70	-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]	$\epsilon_1$ [‰]	$\epsilon_2$ [‰]	$\epsilon_3$ [‰]	$\epsilon_{1s}$ [‰]	$\epsilon_{4s}$ [‰]	$El_{z,eff}/El_z$	$El_{y,eff}/El_y$
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  
 $\epsilon_1$  : max. Betonstauchung  
 $\epsilon_{1s}$  : min. Stahldehnung  
 $\epsilon_{4s}$  : 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]	$\theta$ [°]	$A_{sw}$ [cm <sup>2</sup> /m]
1	y	8.70	-107.1	0.7	93.9	336.9	18.4	0.00
		7.75	-107.1	0.7	93.9	336.9	18.4	0.00
		7.75	-107.1	0.7	93.9	336.9	18.4	0.00
		6.25	-107.1	0.6	93.9	336.9	18.4	0.00

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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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 <sub>d</sub> [kN]	V <sub>E,d</sub> [kN]	V <sub>rd,c</sub> [kN]	V <sub>rd,max</sub> [kN]	Θ [°]	A <sub>sw</sub> [cm <sup>2</sup> /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 <sub>d,v</sub> [kN]	H <sub>d,v</sub> [kN]	M <sub>d,z</sub> [kNm]	H <sub>d,z</sub> [kN]	M <sub>d,v</sub> [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 <sub>k,v</sub> [m]	S <sub>k,z</sub> [m]	λ <sub>v</sub>	λ <sub>z</sub>	λ <sub>lim,v</sub>	λ <sub>lim,z</sub>	e <sub>i,v</sub> * [cm]	e <sub>i,z</sub> * [cm]	φ <sub>∞</sub>	f <sub>red</sub>
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: (Bemessungssituation Brand)**

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	ρ [%]	A <sub>s,erf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vorh</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Versagensart
1	8.70	-68.1	-2.72	0.00	3.76	44.8	44.8	 Querschnitt
	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

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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 <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	ρ [%]	A <sub>s,eff</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vorh</sub> [cm <sup>2</sup> ]	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<sub>i</sub> (Bemessungssituation Brand)**

LK	Höhe [m]	w <sub>y</sub> [cm]	w <sub>z</sub> [cm]	ε <sub>1</sub> [‰]	ε <sub>2</sub> [‰]	ε <sub>3</sub> [‰]	ε <sub>1s</sub> [‰]	ε <sub>4s</sub> [‰]	El <sub>z,eff</sub> /El <sub>z</sub>	El <sub>y,eff</sub> /El <sub>y</sub>
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<sub>y</sub> : Stützensauslenkung in y-Richtung</div><div>w<sub>z</sub> : Stützensauslenkung in z-Richtung</div><div>ε<sub>1</sub> : max. Betonstauchung</div><div>ε<sub>1s</sub> : min. Stahldehnung</div><div>ε<sub>4s</sub> : max. Stahldehnung</div><div>El<sub>z,eff</sub>/El<sub>z</sub> : Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II</div><div>El<sub>y,eff</sub>/El<sub>y</sub> : Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II</div></div>										

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

Lager	Höhe [m]	A <sub>d,v</sub> [kN]	H <sub>d,y</sub> [kN]	M <sub>d,z</sub> [kNm]	H <sub>d,z</sub> [kN]	M <sub>d,y</sub> [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 <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
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		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>		
V = -10,5 kN (Wind)		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>					<b>1.00</b>
pz = 2,79 kN/m (Wind)	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	0.60			
pz = 1,94 kN/m (Wind)	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	0.60			

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

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	f <sub>y</sub> [cm]	f <sub>z</sub> [cm]	f <sub>y,lim</sub> [cm]	f <sub>z,lim</sub> [cm]	η
3	8.70	-78.2	-3.13	0.00	0.0	5.6			
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

VERFASSER:	 <b>Rosteler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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 <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	f <sub>y</sub> [cm]	f <sub>z</sub> [cm]	f <sub>v,lim</sub> [cm]	f <sub>z,lim</sub> [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 <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	f <sub>y</sub> [cm]	f <sub>z</sub> [cm]	f <sub>v,lim</sub> [cm]	f <sub>z,lim</sub> [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 <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	φ <sub>eff</sub>	ε <sub>s</sub> [‰]	σ <sub>s</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>s,lim</sub> <sup>1)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	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<sub>s,lim</sub> = 0,80 \* f<sub>y,k</sub> (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

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

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	φ <sub>eff</sub>	ε <sub>s</sub> [‰]	σ <sub>s</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>s,lim</sub> <sup>1)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	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<sub>s,lim</sub> = 0,80 \* f<sub>y,k</sub> (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 <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	ε <sub>c</sub> [‰]	σ <sub>c</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>c,lim</sub> <sup>1)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh f <sub>φ,nl</sub>	erf f <sub>φ,nl</sub>	η
1	8.70	-68.1	-2.72	0.00	-0.023	-0.77	-15.75	1.00	1.00	0.05
1	7.75	-68.1	-2.75	0.00	-0.023	-0.78	-15.75	1.00	1.00	0.05
1	6.25	-68.1	-2.79	0.00	-0.023	-0.78	-15.75	1.00	1.00	0.05
1	4.75	-68.1	-2.82	0.00	-0.023	-0.78	-15.75	1.00	1.00	0.05
1	3.17	-68.1	-2.84	0.00	-0.023	-0.79	-15.75	1.00	1.00	0.05

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 130

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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 <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	ε <sub>c</sub> [‰]	σ <sub>c</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>c,lim</sub> <sup>1)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh f <sub>φ,nl</sub>	erf f <sub>φ,nl</sub>	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<sub>c,lim</sub> = 0,45 \* f<sub>ck</sub>(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

**Bewehrungsanordnung**

**Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min**

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm <sup>2</sup> ]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f <sub>sv,θ</sub> /f <sub>yk</sub> [%]
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 <sub>nom,L</sub> [cm]	erf. c <sub>nom,B</sub> [cm]	vorh. c <sub>nom,L</sub> [cm]	vorh. c <sub>nom,B</sub> [cm]
Abschnitt 1	3.5	2.0	3.0 !!!	2.0

**Temperaturverteilung im Querschnitt**

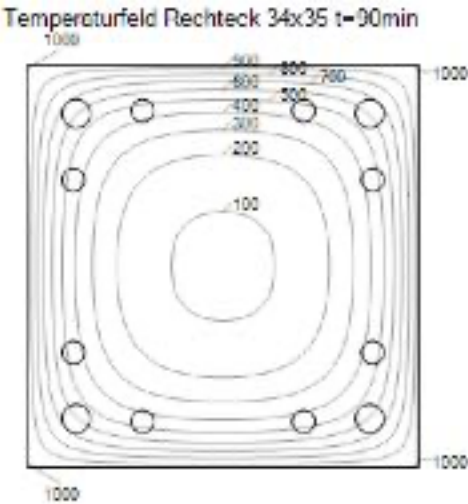
Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m <sup>2</sup> K)
Wärmeübergangskoeffizient	α <sub>c</sub> =	5.0 W/(m <sup>2</sup> K)
Emissivität	ε <sub>m</sub> =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m <sup>3</sup>
Elementgröße	d <sub>Elem</sub> =	1.2 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 131

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

mb BauStatik S009 - 2025.002



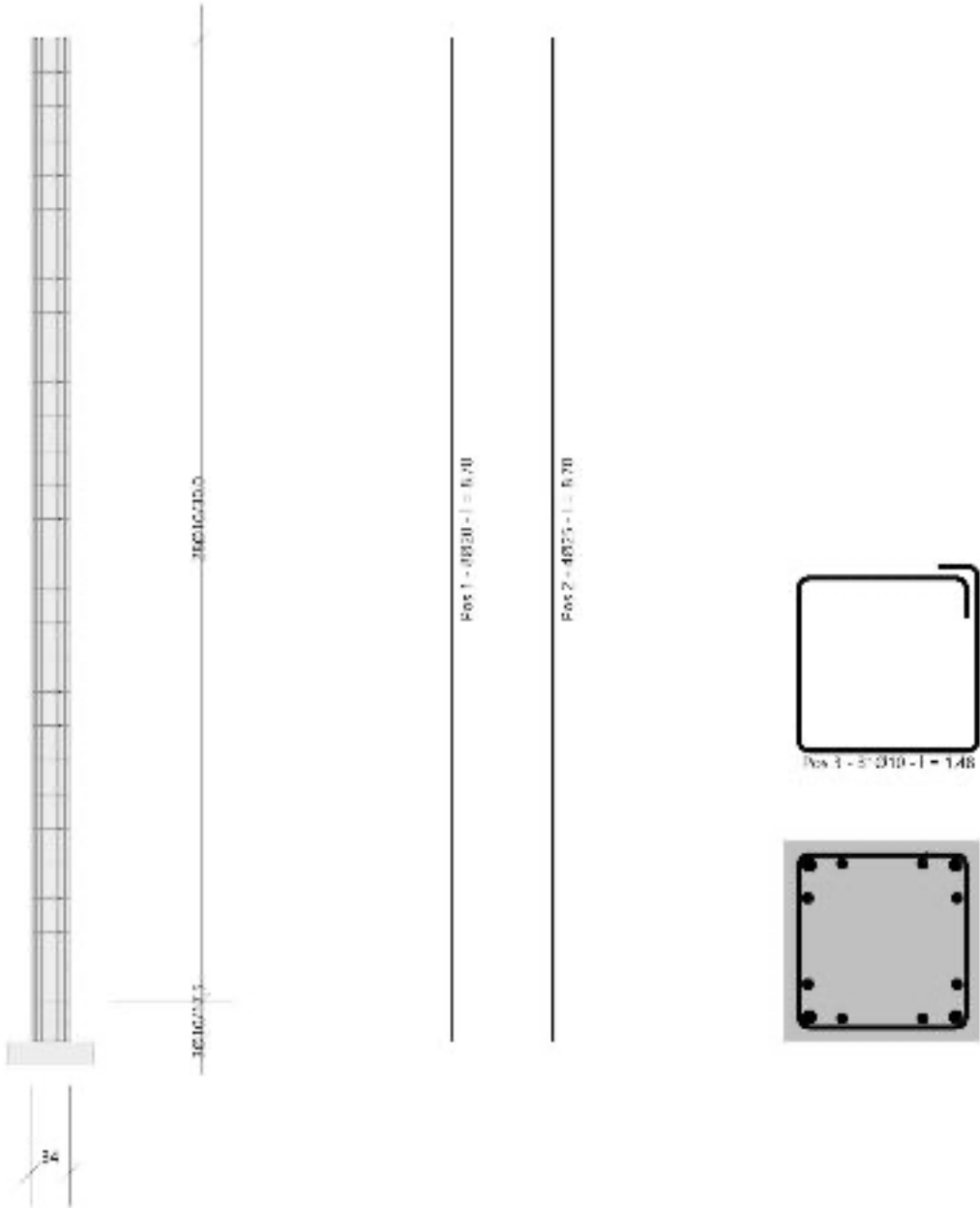
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 132



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

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

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

mb BauStatik S009 - 2025.002

Pos. 203

Stahlbetoneckstützen Halle

Bereich:

Stützen in den Ecken der Halle

Bestandspos.

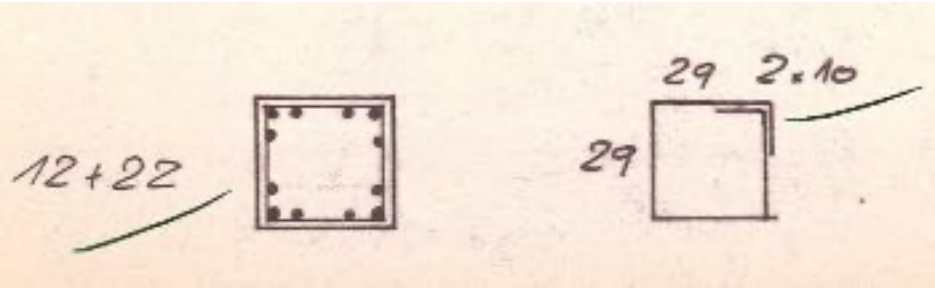
Pos. 16

<b>Stahlbetonstützen (vorh.)</b>	<b>C35/45</b>
<b>Querschnitt</b>	<b>B/H = 35,0 / 35,0 cm</b>
<b>Bewehrungsabstand</b>	<b>vorh. c<sub>v</sub> = 2,0 cm</b>
<b>Betonstahl</b>	<b>Bst 420 / 500</b>
	<b>Bst 500/ 550</b>

Brandschutz

Der Brandschutz des Betonbauteils erfolgt über die Nachweisstufe 2, Heißbemessung. Es wird auf der sicheren Seite liegend eine Umlaufende Bewehrung Ø20 mm für den Nachweis angenommen.

Vorhandene Bewehrung



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 134

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	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	✓
	<b><math>\Sigma G_{1,k}</math></b>	=	<b>63,3 kN</b>	✓

Momente aus Ausmitte  $m_y$

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	✓
	<b><math>M_{y,g,k}</math></b>	=	<b>3,16 kNm</b>	✓

Momente aus Ausmitte  $m_z$

Aus Fassade	$19,2 \text{ kN} / 2 \times 0,175 \text{ m}$	=	1,68 kNm	✓
	<b><math>M_{z,g,k}</math></b>	=	<b>1,68 kNm</b>	✓

Nutzlast aus PV und Schnee

1,70 kN/m x 5,70 m / 2	=	4,85 kN
Aus NR-Dach (Bestandsstatik S. 49)	=	5,99 kN
	<b><math>\Sigma Q_{N,k}</math></b>	<b>10,84 kN</b>

Momente aus Ausmitte  $m_y$

Aus NR-Dach	$5,99 \text{ kN} \times 0,175 \text{ m}$	<b><math>M_{y,q,k}</math></b>	=	<b>1,05 kNm</b>	
-------------	--	-------------------------------	---	-----------------	--

<u>Wind vertikal:</u>	$-1,84 \text{ kN/m} \times 5,70 \text{ m} / 2$	<b><math>Q_{w,v,k}</math></b>	=	<b>-5,30 kN</b>	
-----------------------	--	-------------------------------	---	-----------------	--

Wind horizontal:

Winddruck- und -sog wirken jeweils zur gleichen Zeit in Y- und Z-Richtung

Winddruck Ber. D	$0,34 \times 5,7/2$	<b><math>q_{wh1,k}</math></b>	=	<b>0,97 kN/m</b>	
Windsog Ber. A	$0,59 \times 5,7/2$	<b><math>q_{wh2,k}</math></b>	=	<b>1,69 kN/m</b>	



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 135

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	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  
 $\Psi_2$  für Kranlasten : 0.90  
 $\Psi_2 = 0.5$  für Schnee (AE) : nicht angesetzt  
Kombination ständiger Lasten : alle gleiches  $\gamma_F(\gamma_{G,sup} \text{ oder } \gamma_{G,inf})$



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 136

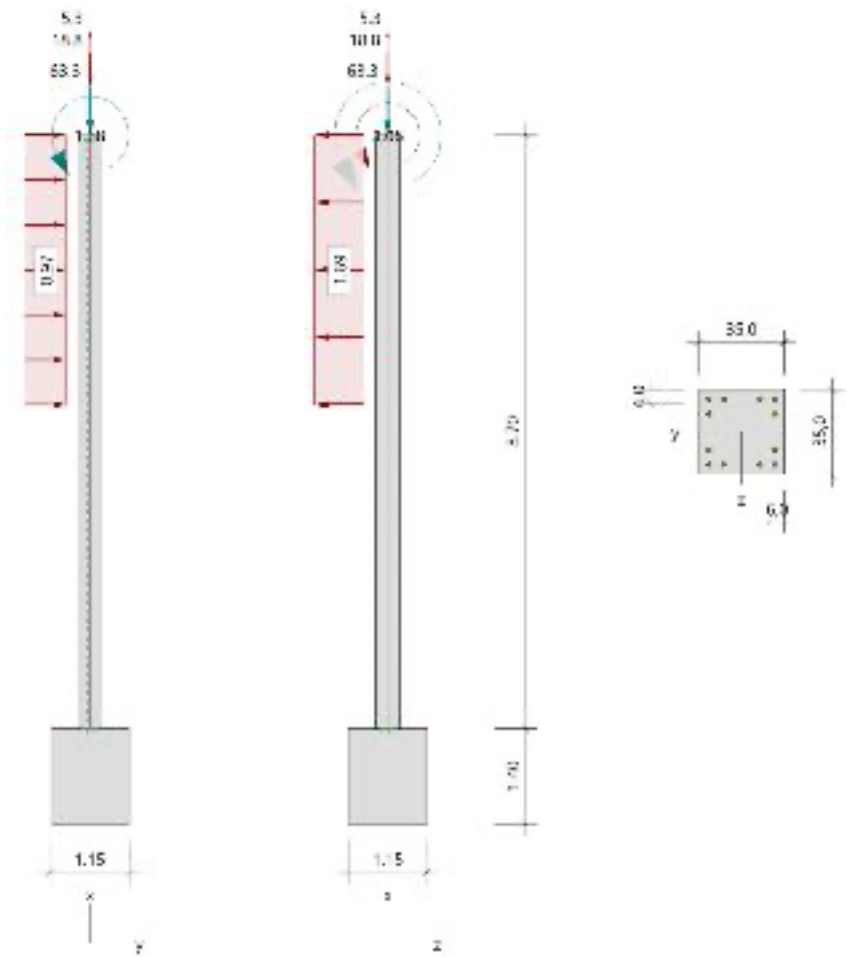
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 137

VERFASSER:	<div><div></div><div>Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32</div></div>	PROJEKT-NR: 087121-24
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 t<sub>0</sub> = 28 Tage  
Endkriechzahl ϕ(t<sub>0</sub>,∞) = 2.12

Materialauswahl

Fertigteil C 35/45 f<sub>ck</sub> = 35.00 N/mm<sup>2</sup> E<sub>cm</sub> = 34000 N/mm<sup>2</sup>  
Betonstahl BSt 420 S(A) f<sub>yk</sub> = 420.00 N/mm<sup>2</sup> E<sub>s</sub> = 200000 N/mm<sup>2</sup>  
k(f<sub>t</sub>/f<sub>y</sub>) = 1.00 ε<sub>uk</sub> = 25.0 ‰ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Fertigteil C 35/45			Betonstahl BSt 420 S(A)		
	α <sub>cc</sub> = 0.85 α <sub>ct</sub> = 0.85					
	γ <sub>c</sub> <sup>1)</sup>	f <sub>cd</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>ctd</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>s</sub>	f <sub>yd</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>td</sub> = f <sub>tk,cal</sub> /γ <sub>s</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
ständig/vorübergehend	1.35	22.04	1.41	1.15	365.22	365.22

<sup>1)</sup> γ<sub>c</sub> reduziert nach Anhang A2.3

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y- und z-Richtung  
Stützhöhe l = 8.70 m  
Querschnitt b<sub>y</sub>/d<sub>z</sub> = 35.0/35.0 cm  
b<sub>z</sub>/d<sub>1</sub> = 6.0/6.0 cm  
Bewehrungsanordnung (kalt) wie Bewehrungsbild  
Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u <sub>y</sub> [kN/m]	ϕ <sub>z</sub> [kNm/rad]	u <sub>z</sub> [kN/m]	ϕ <sub>y</sub> [kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr	starr	starr

Fundamenteinspannung

Abmessungen b<sub>x</sub> = 1.15 m parallel zur b<sub>y</sub>-Abmessung der Stütze  
b<sub>y</sub> = 1.15 m parallel zur b<sub>z</sub>-Abmessung der Stütze  
d = 1.40 m  
Steifemodul C<sub>b</sub> = 30000.00 kN/m<sup>2</sup>  
Steifigkeiten C<sub>y</sub> = 8449.3 kNm/rad (nach RAUSCH)  
C<sub>z</sub> = 8449.3 kNm/rad  
C<sub>y,cal</sub> = starr  
Rechenwerte C<sub>z,cal</sub> = starr

Lasten

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

Bezeichnung	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>	γ <sub>F,inf</sub>	γ <sub>F,sup</sub>
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.500
ständig				1.000	1.350



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 138

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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 <sub>y</sub> [cm]	e <sub>z</sub> [cm]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [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 <sub>Anf</sub> [kN/m]	Länge [m]	p <sub>End</sub> [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 <sub>y</sub> [cm]	e <sub>z</sub> [cm]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
-----	-------------	-------------	--------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------	----------------------	------------	--------	--------



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 139

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	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 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  $N_{cr}/N = 12,18$  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	<b>1.50</b>
V = -5,3 kN (Wind)		<b>1.50</b>	<b>1.50</b>			<b>1.50</b>		
Ber. D	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	0.90
Ber. A	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	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	1.00	1.35	1.00
V = 18,8 kN (Schnee)	<b>1.50</b>	<b>1.50</b>		<b>1.50</b>		<b>1.50</b>	
V = -5,3 kN (Wind)							<b>1.50</b>
Ber. D						0.90	

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 140



VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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)	<b>1.50</b>					<b>1.50</b>	0.75

**Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte**

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,v}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	$\lambda_v$	$\lambda_z$	$\lambda_{lim,v}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,v}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	$\phi_\infty$	$f_{red}$
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]	$\rho$ [%]	$A_{s,eff}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh}$ [cm <sup>2</sup> ]	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]	$\epsilon_1$ [‰]	$\epsilon_2$ [‰]	$\epsilon_3$ [‰]	$\epsilon_{1s}$ [‰]	$\epsilon_{4s}$ [‰]	$EI_{z,eff}/EI_z$	$EI_{v,eff}/EI_v$
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

$w_v$  : Stützensauslenkung in y-Richtung  
 $w_z$  : Stützensauslenkung in z-Richtung  
 $\epsilon_1$  : max. Betonstauchung  
 $\epsilon_{1s}$  : min. Stahldehnung  
 $\epsilon_{4s}$  : max. Stahldehnung  
 $EI_{z,eff}/EI_z$  : Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II  
 $EI_{v,eff}/EI_v$  : Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II

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

LK	Höhe [m]	$w_v$ [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

$w_v$  : Stützensauslenkung in y-Richtung  
 $w_z$  : Stützensauslenkung in z-Richtung



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 141

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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]	$\Theta$ [°]	$A_{sw}$ [cm <sup>2</sup> /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]	$\lambda_v$	$\lambda_z$	$\lambda_{lim,v}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,v}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	$\phi_\infty$	$f_{red}$
1	1	Stütze	17.40	17.40	172.2	172.2	0.0	0.0	1.7	1.7	0.000	1.000
* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500												



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 142

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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<sub>i</sub> (Bemessungssituation Brand)**

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	ρ [%]	A <sub>s,eff</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vorh</sub> [cm <sup>2</sup> ]	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<sub>i</sub> (Bemessungssituation Brand)**

LK	Höhe [m]	w <sub>y</sub> [cm]	w <sub>z</sub> [cm]	ε <sub>1</sub> [‰]	ε <sub>2</sub> [‰]	ε <sub>3</sub> [‰]	ε <sub>1s</sub> [‰]	ε <sub>4s</sub> [‰]	El <sub>z,eff</sub> /El <sub>z</sub>	El <sub>y,eff</sub> /El <sub>y</sub>
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<sub>y</sub> : Stützensauslenkung in y-Richtung</div><div>w<sub>z</sub> : Stützensauslenkung in z-Richtung</div><div>ε<sub>1</sub> : max. Betonstauchung</div><div>ε<sub>1s</sub> : min. Stahldehnung</div><div>ε<sub>4s</sub> : max. Stahldehnung</div><div>El<sub>z,eff</sub>/El<sub>z</sub> : Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II</div><div>El<sub>y,eff</sub>/El<sub>y</sub> : Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II</div></div>										

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

Lager	Höhe [m]	A <sub>d,y</sub> [kN]	H <sub>d,y</sub> [kN]	M <sub>d,z</sub> [kNm]	H <sub>d,z</sub> [kN]	M <sub>d,y</sub> [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 <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
1	37.7

**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
V = 63,3 kN (ständig)	1.00	1.00	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	1.00	1.00
V = -5,3 kN (Wind)		1.00	1.00					
Ber. D	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		
Ber. A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		
My = 3,16 kNm (ständig)	1.00	1.00	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

VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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		<b>1.00</b>	

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)		<b>1.00</b>	
V = -5,3 kN (Wind)			<b>1.00</b>
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)		<b>1.00</b>	0.50

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

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	f <sub>y</sub> [cm]	f <sub>z</sub> [cm]	f <sub>y,lim</sub> [cm]	f <sub>z,lim</sub> [cm]	η
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 <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	f <sub>y</sub> [cm]	f <sub>z</sub> [cm]	f <sub>y,lim</sub> [cm]	f <sub>z,lim</sub> [cm]	η
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  $t = \infty$ )

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	Φ <sub>eff</sub>	ε <sub>s</sub> [‰]	σ <sub>s</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>s,lim</sub> <sup>1)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	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<sub>s,lim</sub> = 0,80 \* f<sub>y,k</sub>(EN 1992-1-1, 7.2 (5))



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 144



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

mb BauStatik S009 - 2025.002

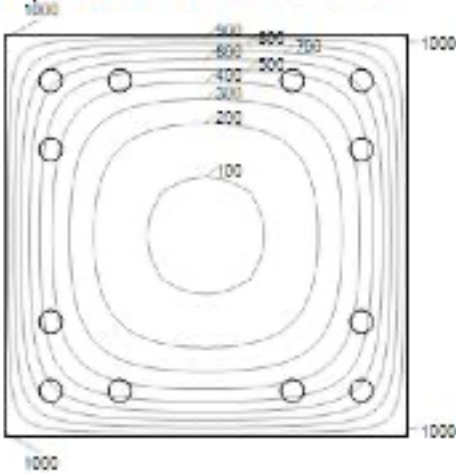
Realisierte Betondeckung

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	$\alpha$ =	25.0 W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient	$\alpha_c$ =	5.0 W/(m²K)
Emissivität	$\epsilon_m$ =	0.70
Betonfeuchte	$u$ =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda$ =	obere Grenze
Rohdichte	$\rho$ =	2400 kg/m³
Elementgröße	$d_{Elem}$ =	1.2 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

Temperaturfeld Rechteck 35x35 t=90min

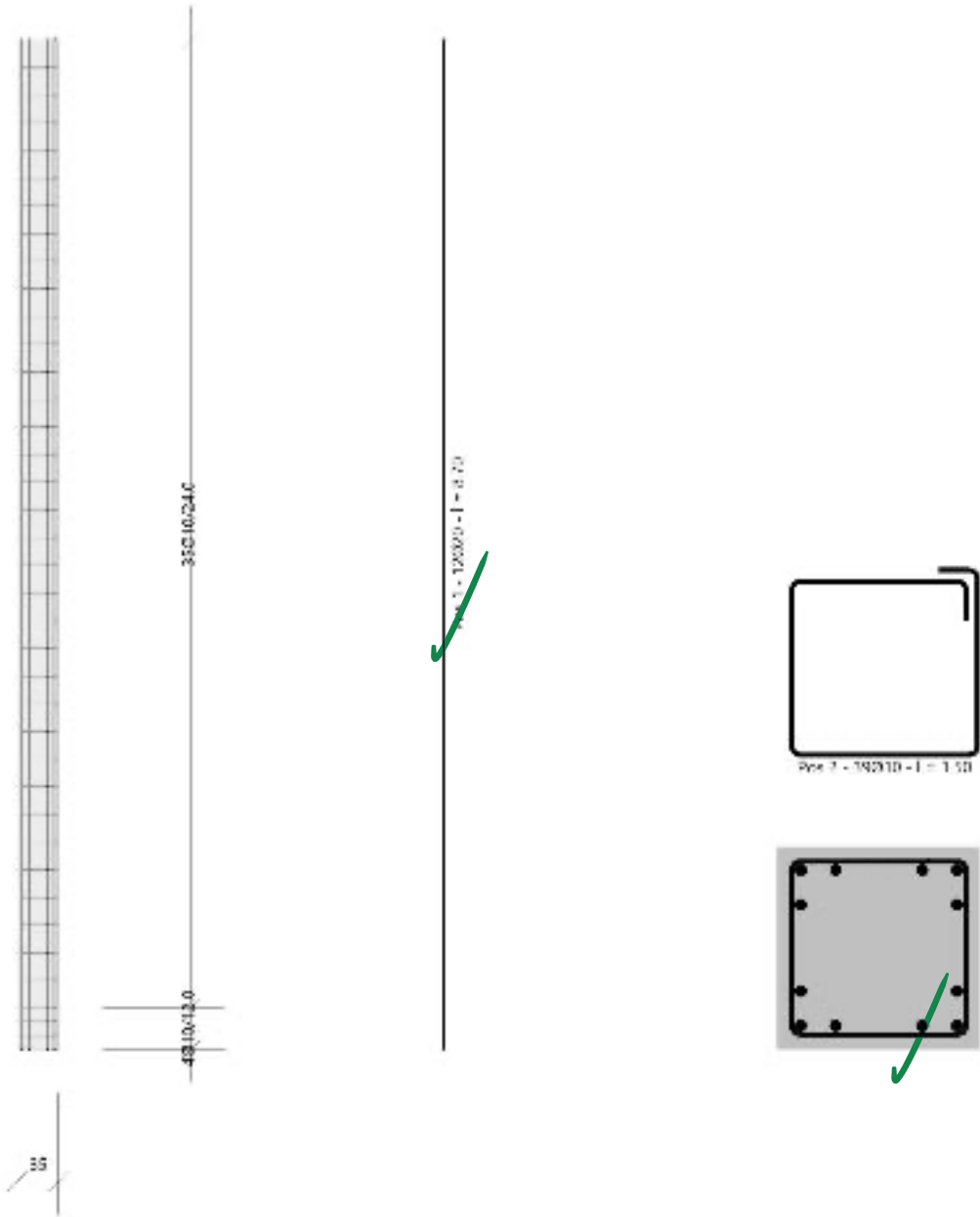


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 146

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

mb BauStatik S009 - 2025.002

**Bewehrungsbilder**  
Maßstab 1 : 56.2



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 147





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

Erddruck                       $20,0 \text{ kN/m}^3 \times 1,15 \text{ m} \times 0,63 \text{ m} \times 3,0 \text{ m}$    **IG<sub>Ek</sub>**                      =                      **43,7 kN**



Lastübernahme aus Positionen

Die Lastübernahme erfolgt programmintern aus den Positionen:

- Ø 200, Auflager A

mit den Lastfällen:

- Ø Ständig, Nutzlast, Schnee, Erddruck



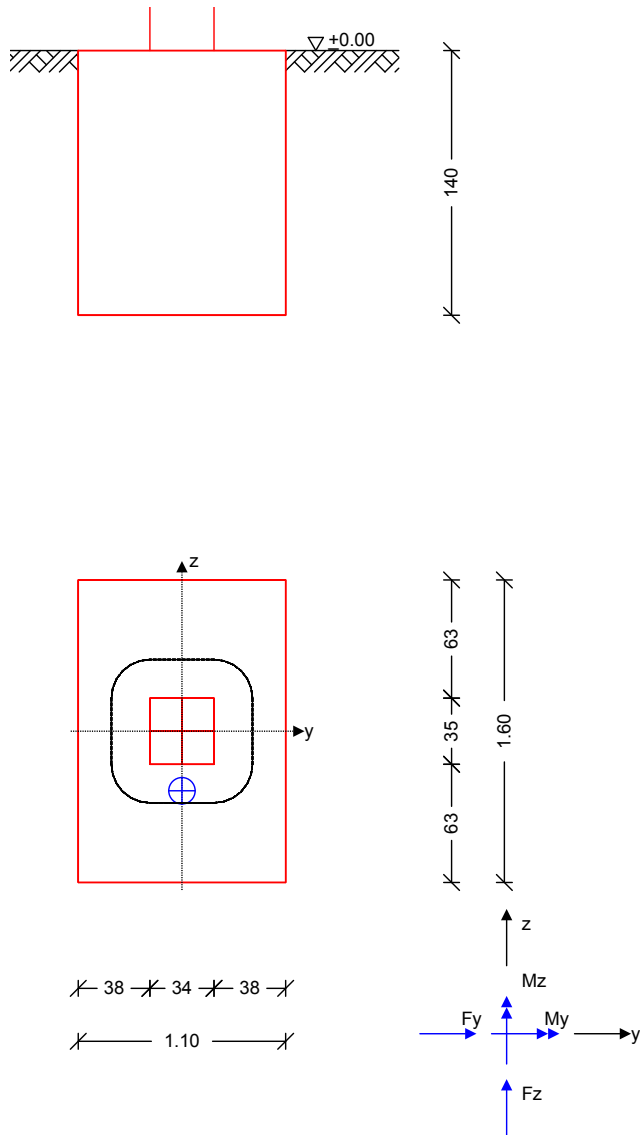
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G01 Einzelfundamente Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 149

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

System Einzelfundament

M 1:40



Abmessungen  
Mat./Querschnitt

h [m]	z <sub>F</sub> [m]	Material [-]	b <sub>y</sub> /b <sub>z</sub> [m]
1.40	1.40	C 12/15	1.10/1.60

Stützenabmessung

b <sub>s,y</sub>	=	34.0	cm
b <sub>s,z</sub>	=	35.0	cm

Baugrund

Schicht	h [m]	γ [kN/m <sup>3</sup> ]	γ' [kN/m <sup>3</sup> ]	φ <sub>k</sub> [°]	c <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
Boden	999.00	18.0	10.0	25.0	0.0

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G01 Einzelfundamente Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 150

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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	Seite 151

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	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 <sub>x</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [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	Seite 152

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

(a) aus Pos. '200', Ort 'G01' (Seite 65)

**Vertikallasten**

zusätzliche Vertikallasten

EW	F <sub>x</sub> [kN]	e <sub>y</sub> [m]	e <sub>z</sub> [m]
Gk.E.Zus	43.50	0.000	-0.315
Gk.Zus	45.60	0.000	0.000

**Char. Schnittgrößen**

Schnittgrößen je Nachweis-Ort (Umhüllende)

	Ort	F <sub>x,k</sub> [kN]	M <sub>y,k</sub> [kNm]	M <sub>z,k</sub> [kNm]	F <sub>y,k</sub> [kN]	F <sub>z,k</sub> [kN]
Einw. Ed.1	OK Fund.	219.55	-99.56	0.00	0.00	31.80
	UK Fund.	219.55	-144.08	0.00	0.00	31.80
Einw. Ed.2	UK Fund.	219.55	-144.08	0.00	0.00	31.80
Einw. Ed.3	UK Fund.	155.80	-68.80	0.00	0.00	18.21
Einw. Ed.4	OK Fund.	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
	UK Fund.	155.80	-68.80	0.00	0.00	18.21
Einw. Ed.5	UK Fund.	155.80	-68.80	0.00	0.00	18.21
Einw. Ed.6	OK Fund.	210.33	-42.68	0.00	0.00	17.76
	UK Fund.	210.33	-67.55	0.00	0.00	17.76
Einw. Ed.7	OK Fund.	219.55	-4.70	0.00	0.00	11.65
	UK Fund.	219.55	-21.01	0.00	0.00	11.65
Einw. Ed.8	UK Fund.	219.55	-21.01	0.00	0.00	11.65
Einw. Ed.9	UK Fund.	219.55	-21.01	0.00	0.00	11.65
Einw. Ed.10	OK Fund.	118.82	-98.73	0.00	0.00	32.60
	UK Fund.	118.82	-144.37	0.00	0.00	32.60
Einw. Ed.11	UK Fund.	118.82	-144.37	0.00	0.00	32.60
Einw. Ed.12	UK Fund.	118.82	-144.37	0.00	0.00	32.60
Einw. Ed.13	UK Fund.	202.61	-49.32	0.00	0.00	15.41
Einw. Ed.14	UK Fund.	131.15	-102.16	0.00	0.00	23.25
Einw. Ed.15	UK Fund.	180.60	-15.18	0.00	0.00	10.02
Einw. Ed.16	UK Fund.	103.24	-126.11	0.00	0.00	27.85
Einw. Ed.17	UK Fund.	140.22	-61.80	0.00	0.00	16.39
Einw. Ed.18	UK Fund.	103.24	-18.30	0.00	0.00	10.67
Einw. Ed.19	UK Fund.	103.24	-111.44	0.00	0.00	23.95
Einw. Ed.20	UK Fund.	111.03	-115.05	0.00	0.00	24.86
Einw. Ed.21	UK Fund.	118.82	-25.02	0.00	0.00	12.49
Einw. Gk.E.Zus	UK Fund.	43.50	13.70	0.00	0.00	0.00
Einw. Gk.Zus	UK Fund.	45.60	0.00	0.00	0.00	0.00

**Kombinationen**

Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

GZ	Ek	Typ	Σ (γ*ψ * EW)
GZ EQU	8	BS-P	0.90*Gk.Zus +0.90*Gk.E.Zus +1.00*Ed.16
GZ SLS: 1. Kernweite	21	BS-P	1.00*Gk.Zus +1.00*Gk.E.Zus +1.00*Ed.3
GZ SLS: 2. Kernweite	23	BS-P	1.00*Gk.Zus +1.00*Gk.E.Zus +1.00*Ed.14
GZ GEO-2	25	BS-P	1.35*Gk.Zus +1.35*Gk.E.Zus +1.00*Ed.12
GZ GEO-2: Gleiten	41	BS-P	1.00*Gk.Zus +1.00*Gk.E.Zus +1.00*Ed.11
GZ STR: Fundament	58	BS-P	1.35*Gk.Zus +1.35*Gk.E.Zus +1.00*Ed.7
	62	BS-P	1.35*Gk.Zus +1.35*Gk.E.Zus +1.00*Ed.10

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G01 Einzelfundamente Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 153

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

	Ek	Typ	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$		
	65	BS-P	1.00*Gk.Zus	+1.00*Gk.E.Zus	+1.00*Ed.10
GZ STR: Durchstanzen	66	BS-P	1.00*Ed.1		

Kombinationsbildung aus Pos. '200', Ort 'G01' (Seite 65)

	Ed	Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$		
GZ EQU	16	35	0.90*Gk(0) +1.10*Gk.E(4)	+1.50*Qk.W.000(2)	
GZ GEO-2	12	29	1.00*Gk(0) +1.35*Gk.E(4)	+1.50*Qk.W.000(2)	
GZ GEO-2 (Gleiten)	11	29	1.00*Gk(0) +1.35*Gk.E(4)	+1.50*Qk.W.000(2)	
GZ SLS	14	31	1.00*Gk(0) +1.00*Gk.E(4)	+1.00*Qk.W.000(2)	
GZ SLS (infolge ständiger Lasten)	3	26	1.00*Gk(0)	+1.00*Gk.E(4)	
GZ STR	1	25	1.35*Gk(0) +1.50*Qk.W.000(2)	+0.75*Qk.S(1) +1.35*Gk.E(4)	
	7	28	1.35*Gk(0) +1.50*Qk.W.180(3)	+0.75*Qk.S(1) +1.00*Gk.E(4)	
	10	29	1.00*Gk(0) +1.35*Gk.E(4)	+1.50*Qk.W.000(2)	

Bem.-schnittgrößen

	Ort	$F_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$F_{y,d}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]
Ek 8	UK Fund.	183.43	-113.77	0.00	0.00	27.85
Ek 21	UK Fund.	244.90	-55.10	0.00	0.00	18.21
Ek 23	UK Fund.	220.25	-88.46	0.00	0.00	23.25
Ek 25	UK Fund.	239.11	-125.87	0.00	0.00	32.60
Ek 41	UK Fund.	207.92	-130.67	0.00	0.00	32.60
Ek 58	UK Fund.	339.84	-2.51	0.00	0.00	11.65
Ek 62	UK Fund.	239.11	-125.87	0.00	0.00	32.60
Ek 65	UK Fund.	207.92	-130.67	0.00	0.00	32.60
Ek 66	OK Fund.	219.55	-99.56	0.00	0.00	31.80

Mat./Querschnitt  
Material

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
C 12/15 B 50/60 SA	12.0	-	27000
Bst. 420/500		500.0	200000

Nachweise (GZT)

Standardsicherheitsnachweise im GZT nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054

Kippen

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ EQU

Ek	$M_{y,d}$ [kNm]	$F_{x,d}$ [kN]	$e_z/b_z$ [-]	zul $e/b$ [-]	$\eta$ [-]
8	-113.77	183.43	0.388	1/2	0.78



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G01 Einzelfundamente Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 154

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

**Abheben** nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ EQU  
Keine maßg. Schnittkräfte vorhanden.  
Der Nachweis entfällt

**Mittlerer Sohldruck** nach DIN 1054:2010-12

Ek	M <sub>k</sub> [kNm]	V <sub>k</sub> [kN]	e [m]	b' [m]	V <sub>d</sub> [kN]	σ <sub>E,d</sub> [kN/m²]	σ <sub>R,d</sub> [kN/m²]	η [-]
25	-88.5	220.2	0.40	0.80	239.1	272.83	999.00	0.27

**Gleiten** in Sohlfuge nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ GEO-2  
Sohlbewegungswinkel δ<sub>k</sub> = 25.00 °

Ek	V <sub>k</sub> [kN]	R <sub>k</sub> [kN]	γ <sub>R,h</sub> [-]	H <sub>d</sub> [kN]	R <sub>d</sub> [kN]	η [-]
41	220.25	102.70	1.10	32.60	93.37	0.35

**Nachweise (GZG)** Standsicherheitsnachweise im GZG nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054  
**1. Kernweite** nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

Ek	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	e/b [-]	zul e/b [-]	η [-]
21	-55.10	244.90	0.141	1/6	0.84

**2. Kernweite** nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

Ek	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	e/b [-]	zul e/b [-]	η [-]
23	-88.46	220.25	0.251	1/3	0.75

**Bemessung (GZT)** Stahlbetonnachweise gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01  
**Biegebemessung** der Platte am Stützenanschnitt

M <sub>y,d,min</sub> [kNm]	Ek	M <sub>y,d,max</sub> [kNm]	Ek	M <sub>z,d,min</sub> [kNm]	Ek	M <sub>z,d,max</sub> [kNm]	Ek
-8.22	62	94.28	65	0.00	-	22.31	58

erf. Bewehrung ohne Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens

	A <sub>sy</sub> [cm²]	A <sub>sz</sub> [cm²]
unten	0.36	1.54
oben	-	0.13

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu 6.4.5  
aufzunehmende Querkraft V<sub>Ed</sub> = 202.69 kN



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G01 Einzelfundamente Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 155

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

	$\eta_y$ [-]	$\alpha_{sy,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effz}$ [m]	$\eta_z$ [-]	$\alpha_{sz,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effy}$ [m]
unten	0.125	0.41	1.03	0.125	0.41	1.02
oben	-	-	-	-	-	-

Durchstanzbemessung

gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01, 6.4						
mittlere statische Nutzhöhe	d =	136.00	cm			
eff. Plattenbreite	$b_{ef,y}/b_{ef,z}$ =	1.10 /	1.60	m		
eff. Bewehrung	$A_{s,ef,z}/A_{s,ef,y}$ =	1.54 /	0.65	cm <sup>2</sup>		
Längsbewehrungsgrad	$\rho_{l,z}/\rho_{l,y}$ =	0.01 /	0.00	%		
mittl. Längsbewehrungsgrad	$\rho_l$ =	0.01	%			
Abstand krit. Rundschnitt	$\alpha_{crit}$ =	0.15	d			

Rund- schnitt	$E_k$ [-]	$\beta$ [-]	$u$ [m]	$V_{Ed}$ [kN]	$\sigma_{gd}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$A_{crit}$ [cm <sup>2</sup> ]	$V_{Ed,red}$ [kN]
$U_{crit}$	66	2.47	2.66	219.6	124.7	5312.6	153.3

Tragfähigkeit

Rund- schnitt	$\alpha$ [cm]	$u$ [m]	$V_{Ed}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$V_{Rd,c}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$V_{Rd,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$ [-]
$U_{crit}$	20.4	2.66	0.105	1.879	2.631	0.06

Ek 66

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	$\eta$ [-]
Expositionsklassen	OK
Kippen	OK 0.78
Abheben	OK 0.00
Sohldruck	OK 0.27
Gleiten	OK 0.35

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	$\eta$ [-]
1. Kernweite	OK 0.84
2. Kernweite	OK 0.75



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G01 Einzelfundamente Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 156





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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Lastübernahme aus Positionen

Die Lastübernahme erfolgt programmintern aus den Positionen:

Ø 200, Auflager B

mit den Lastfällen:

Ø Ständig, Nutzlast, Schnee, Erddruck



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G02 Einzelfundamente Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 158

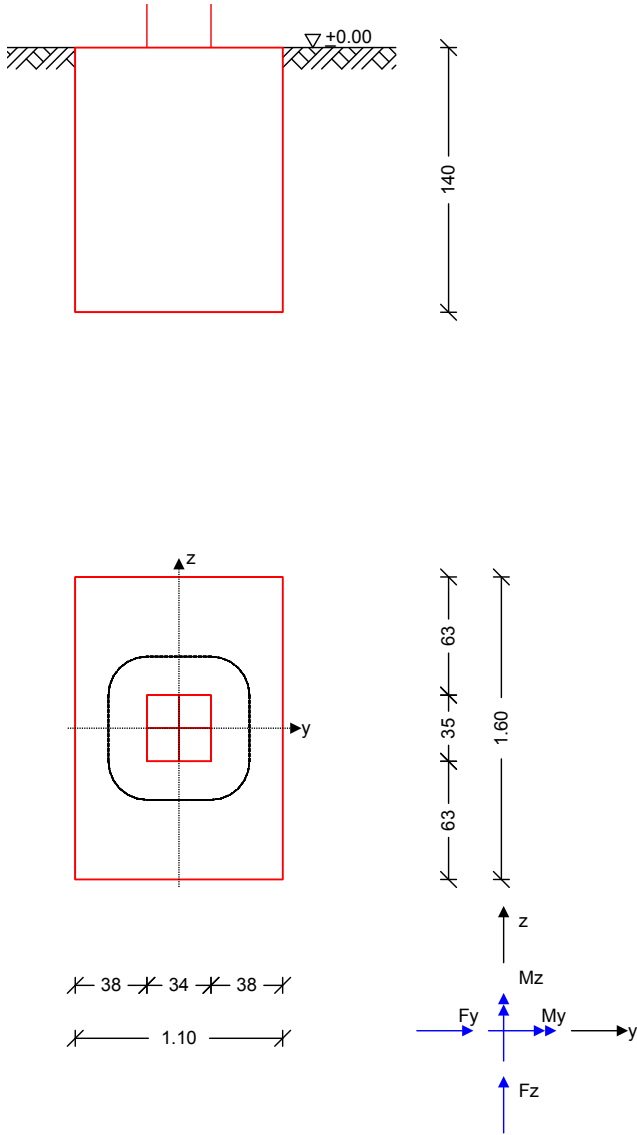
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S511.de - 2025.002

System

Einzelfundament

M 1:40



Abmessungen  
Mat./Querschnitt

h	z <sub>F</sub>	Material	b <sub>y</sub> /b <sub>z</sub>
[m]	[m]	[-]	[m]
1.40	1.40	C 12/15	1.10/1.60

Stützenabmessung

b <sub>s,y</sub>	=	34.0	cm
b <sub>s,z</sub>	=	35.0	cm

Baugrund

Schicht	h	γ	γ'	φ <sub>k</sub>	c <sub>k</sub>
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]
Boden	999.00	18.0	10.0	25.0	0.0

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G02 Einzelfundamente Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 159

VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
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.Zus	# Eigenlasten Ständige Einwirkungen # Die Einwirkung wurde automatisch generiert.
Kombinationen	nach DIN 1054
Ed.1	G02: aus Kombination 25 ständige Situation <span style="float:right">GZ STR</span>
Ed.2	G02: aus Kombination 25 ständige Situation <span style="float:right">GZ GEO-2 (Gleiten)</span>
Ed.3	G02: aus Kombination 25 ständige Situation <span style="float:right">GZ GEO-2</span>
Ed.4	G02: aus Kombination 26 ständige Situation <span style="float:right">GZ SLS (infolge ständiger Lasten)</span>
Ed.5	G02: aus Kombination 26 ständige Situation <span style="float:right">GZ STR</span>
Ed.6	G02: aus Kombination 26 ständige Situation <span style="float:right">GZ GEO-2 (Gleiten)</span>
Ed.7	G02: aus Kombination 28 ständige Situation <span style="float:right">GZ GEO-2 (Gleiten)</span>
Ed.8	G02: aus Kombination 29 ständige Situation <span style="float:right">GZ GEO-2 (Gleiten)</span>
Ed.9	G02: aus Kombination 31 ständige Situation <span style="float:right">GZ SLS</span>
Ed.10	G02: aus Kombination 35 ständige Situation <span style="float:right">GZ EQU</span>
Ed.11	G02: aus Kombination 38 ständige Situation <span style="float:right">GZ EQU</span>
Ed.12	G02: aus Kombination 40 ständige Situation <span style="float:right">GZ EQU</span>
Ed.13	G02: aus Kombination 42 ständige Situation <span style="float:right">GZ EQU</span>
Ed.14	G02: aus Kombination 49 ständige Situation <span style="float:right">GZ UPL</span>
Ed.15	G02: aus Kombination 53 ständige Situation <span style="float:right">GZ STR</span>
Ed.16	G02: aus Kombination 53 ständige Situation <span style="float:right">GZ GEO-2</span>
Ed.17	G02: aus Kombination 53 ständige Situation <span style="float:right">GZ GEO-2 (Gleiten)</span>
Ed.18	G02: aus Kombination 54 ständige Situation <span style="float:right">GZ SLS</span>
Ed.19	G02: aus Kombination 55 ständige Situation <span style="float:right">GZ STR</span>
Ed.20	G02: aus Kombination 56 ständige Situation <span style="float:right">GZ EQU</span>

Belastungen



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G02 Einzelfundamente Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 160

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

**Auflagerlasten**

Auflagerlasten aus der Stütze

EW	$F_x$ [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]
(a) Ed.1	254.84	-65.09	0.00	0.00	10.62
Ed.1 (char.)	221.80	-45.48	0.00	0.00	7.69
(a) Ed.2	254.84	-65.09	0.00	0.00	10.62
Ed.2 (char.)	221.80	-45.48	0.00	0.00	7.69
(a) Ed.3	254.84	-65.09	0.00	0.00	10.62
Ed.3 (char.)	221.80	-45.48	0.00	0.00	7.69
(a) Ed.4	178.30	-19.56	0.00	0.00	3.41
Ed.4 (char.)	178.30	-19.56	0.00	0.00	3.41
(a) Ed.5	178.30	-19.56	0.00	0.00	3.41
Ed.5 (char.)	178.30	-19.56	0.00	0.00	3.41
(a) Ed.6	178.30	-19.56	0.00	0.00	3.41
Ed.6 (char.)	178.30	-19.56	0.00	0.00	3.41
(a) Ed.7	254.84	19.04	0.00	0.00	-3.26
Ed.7 (char.)	221.80	6.03	0.00	0.00	-1.09
(a) Ed.8	141.33	-60.39	0.00	0.00	9.82
Ed.8 (char.)	153.65	-43.12	0.00	0.00	7.19
(a) Ed.9	153.65	-43.12	0.00	0.00	7.19
Ed.9 (char.)	153.65	-43.12	0.00	0.00	7.19
(a) Ed.10	123.50	-55.67	0.00	0.00	9.16
Ed.10 (char.)	153.65	-43.12	0.00	0.00	7.19
(a) Ed.11	160.47	-17.50	0.00	0.00	3.07
Ed.11 (char.)	178.30	-19.56	0.00	0.00	3.41
(a) Ed.12	123.50	22.00	0.00	0.00	-4.44
Ed.12 (char.)	153.65	7.07	0.00	0.00	-1.60
(a) Ed.13	123.50	-52.46	0.00	0.00	8.74
Ed.13 (char.)	153.65	-43.12	0.00	0.00	7.19
(a) Ed.14	132.41	-53.59	0.00	0.00	8.91
Ed.14 (char.)	153.65	-43.12	0.00	0.00	7.19
(a) Ed.15	141.33	20.21	0.00	0.00	-4.10
Ed.15 (char.)	153.65	7.07	0.00	0.00	-1.60
(a) Ed.16	141.33	20.21	0.00	0.00	-4.10
Ed.16 (char.)	153.65	7.07	0.00	0.00	-1.60
(a) Ed.17	141.33	20.21	0.00	0.00	-4.10
Ed.17 (char.)	153.65	7.07	0.00	0.00	-1.60
(a) Ed.18	153.65	7.07	0.00	0.00	-1.60
Ed.18 (char.)	153.65	7.07	0.00	0.00	-1.60
(a) Ed.19	342.93	-23.76	0.00	0.00	4.62
(a) Ed.20	210.27	-59.07	0.00	0.00	9.79
Ed.20 (char.)	221.80	-45.48	0.00	0.00	7.69

(a) aus Pos. '200', Ort 'G02' (Seite 65)

**Vertikallasten**

zusätzliche Vertikallasten

EW	$F_x$ [kN]	$e_y$ [m]	$e_z$ [m]
Gk.Zus	45.60	0.000	0.000



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G02 Einzelfundamente Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 161

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Char. Schnittgrößen

Schnittgrößen je Nachweis-Ort (Umhüllende)

	Ort	$F_{x,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]	$F_{y,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]
Einw. Ed.1	OK Fund.	254.84	-65.09	0.00	0.00	10.62
	UK Fund.	254.84	-79.96	0.00	0.00	10.62
Einw. Ed.2	UK Fund.	254.84	-79.96	0.00	0.00	10.62
Einw. Ed.3	UK Fund.	254.84	-79.96	0.00	0.00	10.62
Einw. Ed.4	UK Fund.	178.30	-24.33	0.00	0.00	3.41
Einw. Ed.5	OK Fund.	178.30	-19.56	0.00	0.00	3.41
	UK Fund.	178.30	-24.33	0.00	0.00	3.41
Einw. Ed.6	UK Fund.	178.30	-24.33	0.00	0.00	3.41
Einw. Ed.7	UK Fund.	254.84	23.60	0.00	0.00	-3.26
Einw. Ed.8	UK Fund.	141.33	-74.13	0.00	0.00	9.82
Einw. Ed.9	UK Fund.	153.65	-53.19	0.00	0.00	7.19
Einw. Ed.10	UK Fund.	123.50	-68.50	0.00	0.00	9.16
Einw. Ed.11	UK Fund.	160.47	-21.80	0.00	0.00	3.07
Einw. Ed.12	UK Fund.	123.50	28.22	0.00	0.00	-4.44
Einw. Ed.13	UK Fund.	123.50	-64.70	0.00	0.00	8.74
Einw. Ed.14	UK Fund.	132.41	-66.06	0.00	0.00	8.91
Einw. Ed.15	OK Fund.	141.33	20.21	0.00	0.00	-4.10
	UK Fund.	141.33	25.95	0.00	0.00	-4.10
Einw. Ed.16	UK Fund.	141.33	25.95	0.00	0.00	-4.10
Einw. Ed.17	UK Fund.	141.33	25.95	0.00	0.00	-4.10
Einw. Ed.18	UK Fund.	153.65	9.31	0.00	0.00	-1.60
Einw. Ed.19	OK Fund.	342.93	-23.76	0.00	0.00	4.62
	UK Fund.	342.93	-30.23	0.00	0.00	4.62
Einw. Ed.20	UK Fund.	210.27	-72.77	0.00	0.00	9.79
Einw. Gk.Zus	UK Fund.	45.60	0.00	0.00	0.00	0.00

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Typ	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$
GZ EQU	2	BS-P	0.90*Gk.Zus + 1.00*Ed.10
GZ SLS: 1. Kernweite	11	BS-P	1.00*Gk.Zus + 1.00*Ed.4
GZ SLS: 2. Kernweite	12	BS-P	1.00*Gk.Zus + 1.00*Ed.9
GZ GEO-2	14	BS-P	1.35*Gk.Zus + 1.00*Ed.3
GZ GEO-2: Gleiten	23	BS-P	1.00*Gk.Zus + 1.00*Ed.8
GZ STR: Fundament	26	BS-P	1.35*Gk.Zus + 1.00*Ed.1
	32	BS-P	1.35*Gk.Zus + 1.00*Ed.19
GZ STR: Durchstanzen	34	BS-P	1.00*Ed.1

Kombinationsbildung aus Pos. '200', Ort 'G02' (Seite 65)

	Ed	Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$
GZ EQU	10	35	0.90*Gk(0) + 1.10*Gk.E(4) + 1.50*Qk.W.000(2)
GZ GEO-2	3	25	1.35*Gk(0) + 1.50*Qk.W.000(2) + 0.75*Qk.S(1) + 1.35*Gk.E(4)
GZ GEO-2 (Gleiten)	8	29	1.00*Gk(0) + 1.35*Gk.E(4) + 1.50*Qk.W.000(2)



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G02 Einzelfundamente Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 162

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

	Ed	Ek	$\Sigma(\gamma \cdot \psi \cdot EW)$	
GZ SLS	9	31	1.00*Gk(0) +1.00*Gk.E(4)	+1.00*Qk.W.000(2)
GZ SLS (infolge ständiger Lasten)	4	26	1.00*Gk(0)	+1.00*Gk.E(4)
GZ STR	1	25	1.35*Gk(0) +1.50*Qk.W.000(2)	+0.75*Qk.S(1) +1.35*Gk.E(4)
	19	55	1.35*Gk(0) +1.00*Gk.E(4)	+1.50*Qk.S(1)

**Bem.-schnittgrößen**

	Ort	$F_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$F_{y,d}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]
Ek 2	UK Fund.	164.54	-68.50	0.00	0.00	9.16
Ek 11	UK Fund.	223.90	-24.33	0.00	0.00	3.41
Ek 12	UK Fund.	199.25	-53.19	0.00	0.00	7.19
Ek 14	UK Fund.	316.40	-79.96	0.00	0.00	10.62
Ek 23	UK Fund.	186.93	-74.13	0.00	0.00	9.82
Ek 26	UK Fund.	316.40	-79.96	0.00	0.00	10.62
Ek 32	UK Fund.	404.49	-30.23	0.00	0.00	4.62
Ek 34	OK Fund.	254.84	-65.09	0.00	0.00	10.62

**Mat./Querschnitt  
Material**

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
C 12/15	12.0	-	27000
B 500SA		500.0	200000

**Nachweise (GZT)**

Stand sicherheitsnachweise im GZT nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054

**Kippen**

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ EQU

Ek	$M_{y,d}$ [kNm]	$F_{x,d}$ [kN]	$e_z/b_z$ [-]	zul e/b [-]	$\eta$ [-]
2	-68.50	164.54	0.260	1/2	0.52

**Abheben**

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ EQU

Keine maßg. Schnittkräfte vorhanden.  
Der Nachweis entfällt

**Mittlerer Sohldruck**

nach DIN 1054:2010-12

Ek	$M_k$ [kNm]	$V_k$ [kN]	e [m]	b' [m]	$V_d$ [kN]	$\sigma_{E,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\eta$ [-]
14	-56.2	267.4	0.21	1.18	316.4	243.91	999.00	0.24

**Gleiten**

in Sohlfuge nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ GEO-2  
Sohlreibungswinkel

$\delta_k = 25.00^\circ$



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G02 Einzelfundamente Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 163

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Ek	V <sub>k</sub> [kN]	R <sub>k</sub> [kN]	Y <sub>R,h</sub> [-]	H <sub>d</sub> [kN]	R <sub>d</sub> [kN]	η [-]
23	199.25	92.91	1.10	9.82	84.47	0.12

Nachweise (GZG)

Standardsicherheitsnachweise im GZG nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054

1. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

Ek	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	e/b [-]	zul e/b [-]	η [-]
11	-24.33	223.90	0.068	1/6	0.41

2. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

Ek	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	e/b [-]	zul e/b [-]	η [-]
12	-53.19	199.25	0.167	1/3	0.50

Bemessung (GZT)  
Biegebemessung

Stahlbetonnachweise gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01  
der Platte am Stützenanschnitt

M <sub>y,d,min</sub> [kNm]	Ek	M <sub>y,d,max</sub> [kNm]	Ek	M <sub>z,d,min</sub> [kNm]	Ek	M <sub>z,d,max</sub> [kNm]	Ek
0.00	-	65.69	26	0.00	-	26.55	32

erf. Bewehrung

ohne Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines  
duktilen Bauteilverhaltens

	A <sub>sy</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>sz</sub> [cm <sup>2</sup> ]
unten	0.43	1.07
oben	-	-

Mindestbewehrung

zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA,  
NCI Zu 6.4.5  
aufzunehmende Querkraft

	η <sub>y</sub> [-]	α <sub>sy,min</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	b <sub>eff,z</sub> [m]	η <sub>z</sub> [-]	α <sub>sz,min</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	b <sub>eff,y</sub> [m]
unten	0.125	0.64	0.76	0.125	0.64	0.75
oben	-	-	-	-	-	-

Durchstanzbemessung

gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01, 6.4  
mittlere statische Nutzhöhe d = 136.00 cm  
eff. Plattenbreite b<sub>ef,y</sub>/b<sub>ef,z</sub> = 1.10 / 1.60 m  
eff. Bewehrung A<sub>s,ef,z</sub>/A<sub>s,ef,y</sub> = 1.07 / 1.02 cm<sup>2</sup>  
Längsbewehrungsgrad ρ<sub>l,z</sub>/ρ<sub>l,y</sub> = 0.01 / 0.00 %  
mittl. Längsbewehrungsgrad ρ<sub>l</sub> = 0.01 %  
Abstand krit. Rundschnitt α<sub>crit</sub> = 0.15 d

Rund- schnitt	Ek [-]	β [-]	u [m]	V <sub>Ed</sub> [kN]	σ <sub>gd</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	A <sub>crit</sub> [cm <sup>2</sup> ]	V <sub>Ed,red</sub> [kN]
U <sub>crit</sub>	34	1.83	2.66	254.8	144.8	5312.6	177.9

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G02 Einzelfundamente Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 164



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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Tragfähigkeit

Ek 34

Rund- schnitt	a [cm]	U [m]	VEd [N/mm²]	VRd,c [N/mm²]	VRd,max [N/mm²]	η [-]
Ucrit	20.4	2.66	0.090	1.879	2.631	0.05

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

**Zusammenfassung**

Zusammenfassung der Nachweise

**Nachweise (GZT)**

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis					η [-]
Expositionsklassen					OK
Kippen					OK 0.52
Abheben					OK 0.00
Sohldruck					OK 0.24
Gleiten					OK 0.12

**Nachweise (GZG)**

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis			η [-]
1. Kernweite			OK 0.41
2. Kernweite			OK 0.50



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G02 Einzelfundamente Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 165



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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Brandschutz

keine Anforderungen an Gründungsbauteile

Lastannahmen

Eigengewicht + Ausbau Stütze (vgl. Pos. 201) = 53,4 kN

Fundamenteigengewicht:

Teil 1, oben 25,0 kN/m³ x 1,15 m x 1,0 m x 1,05 m = 30,2 kN

Teil 2, unten 25,0 kN/m³ x 2,30 m x 1,1 m x 0,35 m = 22,1 kN

Σ G<sub>1,k</sub> = 105,7 kN

Nutzlast aus PV und Schnee (vgl. Pos. 201) Σ Q<sub>N,k</sub> = 9,70 kN

Wind vertikal: (vgl. Pos. 201) Q<sub>w,v,k</sub> = -10,5 kN

Wind horizontal:

Aus Winddruck+ -Sog auf Attika (0,34 + 0,15 ) q<sub>wh1,k</sub> = 2,79 kN/m

Aus Winddruck auf Achse 10 0,34 x 5,7 q<sub>wh2,k</sub> = 1,94 kN/m

Moment aus Wind: - 2,97 x 0,95 x 8,22 - 1,94 x 5,8 x 4,85 m<sub>wh,k</sub> = -77,8 kNm

Erddruck vertikal:

Für die Bemessung wird die vertikale Erdauflast auf das Einzelfundament angesetzt. Es wird eine Höhe von 2,0 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.

Erddruck 20,0 kN/m³ x 1,15 m x 0,90 m x 2,0 m Σ G<sub>Ek</sub> = 41,4 kN

Erddruck horizontal:

Wird durch Stützwände aufgenommen.

Statische Ersatzlasten/ Ausmitten:



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G03 Einzelfundamente Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 167



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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Abmessungen Mat./Querschnitt	<b>h</b> [m]	<b>zF</b> [m]	<b>Material</b> [-]	<b>b<sub>y</sub>/b<sub>z</sub></b> [m]
	0.35	2.35	C 12/15	1.10/2.30
Stützenabmessung	b <sub>S,y</sub> = 34.0 cm			
	b <sub>S,z</sub> = 35.0 cm			
Einbindetiefe Stütze	t <sub>k</sub> = 105.0 cm			
Fugenbreite unter Stütze	f <sub>x</sub> = 2.5 cm			
Fugenbreite	f <sub>y</sub> /f <sub>z</sub> = 2.5 cm			
Köcherhöhe	h <sub>k</sub> = 107.5 cm			
Köcherwanddicke	d <sub>k,y</sub> /d <sub>k,z</sub> = 30.0 cm			
Köcherbreite	b <sub>k,y</sub> = 99.0 cm			
	b <sub>k,z</sub> = 100.0 cm			
Überschüttung	h <sub>ü</sub> = 2.00 m			

Baugrund	<b>Schicht</b>	<b>h</b> [m]	<b>γ</b> [kN/m³]	<b>γ'</b> [kN/m³]	<b>φ<sub>k</sub></b> [°]	<b>c<sub>k</sub></b> [kN/m²]
	Boden	999.00	18.0	10.0	25.0	0.0

<b>Einwirkungen</b>	Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12
Gk	Eigenlasten Ständige Einwirkungen
Qk.N	Nutzlasten Kategorie A - Wohn- und Aufenthaltsräume
Qk.W	Wind Windlasten Qk.W min/max Werte
Gk.E	Erddruck Ständiger Erddruck

**Belastungen**

Auflagerlasten	Auflagerlasten aus der Stütze				
EW	F <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Gk	105.70	-4.60	-4.60	0.00	0.00
Qk.N	9.70	-0.42	-0.42	0.00	0.00
Qk.W	-10.50	-77.80	0.00	0.00	0.00

Vertikallasten	zusätzliche Vertikallasten			
	EW	F <sub>x</sub>	e <sub>y</sub>	e <sub>z</sub>
		[kN]	[m]	[m]
	Gk.E	41.40	0.000	-1.150

Char. Schnittgrößen		Schnittgrößen je Nachweis-Ort (Umhüllende)				
	Ort	F <sub>x,k</sub> [kN]	M <sub>y,k</sub> [kNm]	M <sub>z,k</sub> [kNm]	F <sub>y,k</sub> [kN]	F <sub>z,k</sub> [kN]
Einw. Gk	OK Fund.	105.70	-4.60	-4.60	0.00	0.00
	UK Fund.	105.70	-4.60	-4.60	0.00	0.00
Einw. Qk.N	OK Fund.	9.70	-0.42	-0.42	0.00	0.00



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G03 Einzelfundamente Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 169

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

	Ort	$F_{x,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]	$F_{y,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]
Einw. Qk.W	UK Fund.	9.70	-0.42	-0.42	0.00	0.00
	OK Fund.	-10.50	-77.80	0.00	0.00	0.00
Einw. Gk.E	UK Fund.	-10.50	-77.80	0.00	0.00	0.00
	OK Fund.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	UK Fund.	41.40	47.61	0.00	0.00	0.00

**Kombinationen**

Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Typ	$\Sigma (\gamma^* \psi^* EW)$		
GZ EQU	8	BS-P	1.10*Gk +1.05*Qk.N	+0.90*Gk.E	+1.50*Qk.W
	19	BS-P	0.90*Gk	+0.90*Gk.E	+1.50*Qk.W
GZ SLS: 1. Kernweite	21	BS-P	1.00*Gk	+1.00*Gk.E	
GZ SLS: 2. Kernweite	26	BS-P	1.00*Gk	+1.00*Gk.E	
GZ GEO-2	28	BS-P	1.35*Gk	+1.35*Gk.E	+1.50*Qk.N
GZ STR: Fundament	53	BS-P	1.35*Gk	+1.35*Gk.E	+1.50*Qk.N
	59	BS-P	1.35*Gk +1.05*Qk.N	+1.00*Gk.E	+1.50*Qk.W
GZ STR: Durchstanzen	65	BS-P	1.00*Gk	+1.35*Gk.E	+1.50*Qk.W
	74	BS-P	1.35*Gk +1.05*Qk.N	+1.35*Gk.E	+1.50*Qk.W
GZ STR: Köcher	92	BS-P	1.35*Gk +0.90*Qk.W	+1.35*Gk.E	+1.50*Qk.N
	93	BS-P	1.35*Gk	+1.35*Gk.E	+1.50*Qk.N
	94	BS-P	1.35*Gk +1.05*Qk.N	+1.35*Gk.E	+1.50*Qk.W

**Bem.-schnittgrößen**

	Ort	$F_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$F_{y,d}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]
Ek 8	UK Fund.	147.97	-79.35	-5.50	0.00	0.00
Ek 19	UK Fund.	116.64	-77.99	-4.14	0.00	0.00
Ek 21	UK Fund.	147.10	43.01	-4.60	0.00	0.00
Ek 26	UK Fund.	147.10	43.01	-4.60	0.00	0.00
Ek 28	UK Fund.	213.14	57.43	-6.84	0.00	0.00
Ek 53	UK Fund.	213.14	57.43	-6.84	0.00	0.00
Ek 59	UK Fund.	178.53	-75.74	-6.65	0.00	0.00
Ek 65	UK Fund.	145.84	-57.03	-4.60	0.00	0.00
Ek 74	OK Fund.	137.13	-123.35	-6.65	0.00	0.00
Ek 92	OK Fund.	147.80	-76.86	-6.84	0.00	0.00
Ek 93	OK Fund.	157.25	-6.84	-6.84	0.00	0.00
Ek 94	OK Fund.	137.13	-123.35	-6.65	0.00	0.00

**Mat./Querschnitt  
Material**

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Bauteil	Material	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
Fundament	C 12/15	12.0	-	27000
Stütze	C 35/45	35.0	-	34000



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G03 Einzelfundamente Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 170

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Bauteil	Material	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
Fundament	B 500SA		500.0	200000

Nachweise (GZT)

Standardsicherheitsnachweise im GZT nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054

Kippen

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ EQU

Ek	$M_{z,d}$ $M_{y,d}$ [kNm]	$F_{x,d}$ [kN]	$e_y/b_y$ $e_z/b_z$ [-]	zul e/b [-]	$\eta$ [-]
8	-5.50	147.97	-0.034	1/2	0.07
19	-77.99	116.64	0.291	1/2	0.58

Abheben

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ EQU

Ek	$G_{stb,d}$ [kN]	$G_{dst,d}$ [kN]	$Q_{dst,d}$ [kN]	$\eta$ [-]
19	132.39	0.00	-15.75	0.12

$G_{stb,d}$ : stabilisierende ständige Lasten  
 $G_{dst,d}$ : destabilisierende ständige Lasten  
 $Q_{dst,d}$ : destabilisierende veränderliche Lasten

Mittlerer Sohldruck

nach DIN 1054:2010-12

Ek	$M_{z,k}$ $M_{y,k}$ [kNm]	$V_k$ [kN]	$e_y$ $e_z$ [m]	$b_y'$ $b_z'$ [m]	$V_d$ [kN]	$\sigma_{E,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\eta$ [-]
28	-5.0 42.6	156.8 156.8	-0.03 -0.27	1.04 1.76	213.1	117.11	999.00	0.12

Gleiten

in Sohlfuge nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ GEO-2  
Sohlreibungswinkel  $\delta_k = 25.00^\circ$   
Keine maßg. Schnittkräfte vorhanden.  
Der Nachweis entfällt

Nachweise (GZG)

Standardsicherheitsnachweise im GZG nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054

1. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

Ek	$M_{z,d}$ $M_{y,d}$ [kNm]	$F_{x,d}$ [kN]	$e_y/b_y$ $e_z/b_z$ [-]	zul e/b [-]	$\eta$ [-]
21	-4.60 43.01	147.10	-0.028 -0.127	1/6	0.93

2. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G03 Einzelfundamente Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 171



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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Ek	M <sub>z,d</sub> M <sub>y,d</sub> [kNm]	F <sub>x,d</sub> [kN]	e <sub>y</sub> /b <sub>y</sub> e <sub>z</sub> /b <sub>z</sub> [-]	zul e/b [-]	η [-]
26	-4.60 43.01	147.10	-0.028 -0.127	1/9	0.15

**Bemessung (GZT)  
Biegebemessung**

Stahlbetonnachweise gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01  
der Platte am Stützenanschnitt

M <sub>y,d,min</sub> [kNm]	Ek	M <sub>y,d,max</sub> [kNm]	Ek	M <sub>z,d,min</sub> [kNm]	Ek	M <sub>z,d,max</sub> [kNm]	Ek
-46.40	65	66.31	59	0.00	-	15.87	53

erf. Bewehrung

ohne Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines  
duktilen Bauteilverhaltens

	A <sub>sy</sub> [cm²]	A <sub>sz</sub> [cm²]
unten	1.12	5.03
oben	-	3.46

Mindestbewehrung

zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA,  
NCI Zu 6.4.5  
aufzunehmende Querkraft V<sub>Ed</sub> = 148.90 kN

	η <sub>y</sub> [-]	α <sub>sy,min</sub> [cm²/m]	b <sub>eff,z</sub> [m]	η <sub>z</sub> [-]	α <sub>sz,min</sub> [cm²/m]	b <sub>eff,y</sub> [m]
unten	0.125	1.32	1.06	0.125	1.36	1.05
oben	-	-	-	-	-	-

**Durchstanzbemessung**

gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01, 6.4  
mittlere statische Nutzhöhe d = 31.00 cm  
eff. Plattenbreite b<sub>ef,y</sub>/b<sub>ef,z</sub> = 1.10 / 1.59 m  
eff. Bewehrung A<sub>s,ef,z</sub>/A<sub>s,ef,y</sub> = 5.03 / 2.10 cm²  
Längsbewehrungsgrad ρ<sub>l,z</sub>/ρ<sub>l,y</sub> = 0.15 / 0.04 %  
mittl. Längsbewehrungsgrad ρ<sub>l</sub> = 0.08 %  
Abstand krit. Rundschnitt α<sub>crit</sub> = 0.75 d

Rund- schnitt	Ek [-]	β [-]	u [m]	V <sub>Ed</sub> [kN]	σ <sub>gd</sub> [kN/mm²]	A <sub>crit</sub> [cm²]	V <sub>Ed,red</sub> [kN]
U <sub>crit</sub>	74	3.51	2.84	137.1	54.2	6096.7	104.1

Tragfähigkeit

Rund- schnitt	α [cm]	u [m]	V <sub>Ed</sub> [N/mm²]	V <sub>Rd,c</sub> [N/mm²]	V <sub>Rd,max</sub> [N/mm²]	η [-]
U <sub>crit</sub>	23.3	2.84	0.415	0.783	1.096	0.53

Ek 74

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

**Querkraftbemessung**

gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01, 6.2

Ek	Θ [°]	V <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	V <sub>Ed,red</sub> [kN]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	A <sub>sw,min/s</sub> [cm²/m]	A <sub>sw,ert/s</sub> [cm²/m]
53	18.4	82.1	997.6	14.7	211.6	0.00	0.00

links



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G03 Einzelfundamente Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 172



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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

	Ek	$\Theta$ [°]	V <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	V <sub>Ed,red</sub> [kN]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	A <sub>sw,min/s</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	A <sub>sw,erf/s</sub> [cm <sup>2</sup> /m]
unten	58	18.4	68.8	462.0	38.4	99.0	5.63	0.00
rechts	53	18.4	65.2	997.6	10.5	211.6	0.00	0.00
oben	59	18.4	124.1	462.0	93.0	99.0	5.63	0.00

Köcherbemessung

Köcherfundament, glatte Schalung  
Bemessung nach Mainka/Paschen (DAfStb-Heft 411)

Ek 94	Z <sub>vy</sub> =	148.48	kN
Ek 92	Z <sub>vz</sub> =	8.14	kN
Ek 93	Z <sub>hy</sub> =	61.16	kN
Ek 94	Z <sub>hz</sub> =	235.50	kN

Mindestbewehrungsgrad vertikal	ρ <sub>v</sub> =	0.30	%
Mindestbewehrungsgrad horizontal	ρ <sub>h</sub> =	0.30	%

vertikale Bewehrung

min A <sub>svy</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>svy</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>svyk</sub> [cm <sup>2</sup> ]	min A <sub>svz</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>svz</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>svzk</sub> [cm <sup>2</sup> ]
9.38	3.42	0.06	3.13	0.19	1.14

horizont. Bewehrung

min A <sub>shy</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>shy</sub> [cm <sup>2</sup> ]	min A <sub>shz</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>shz</sub> [cm <sup>2</sup> ]
19.35	1.41	19.35	5.42

Verlegehinweis

Die Vertikalbügel sind in den Mitten der Druck- und Zugseiten konzentriert einzulegen – möglichst innerhalb der Horizontalbügel liegend. Die Vertikalbügel sind mit der Sohlbewehrung der Fundamentplatte zu verankern. Die Horizontalbügel sollten am oberen Rand leicht verstärkt, sonst gleichmäßig über kt + fh verteilt werden. Die Horizontalbügel umschließen die Vertikalbügel.

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	η [-]
Expositionsklassen	OK
Kippen	OK 0.58
Abheben	OK 0.12
Sohldruck	OK 0.12
Gleiten	OK 0.00

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	η [-]
1. Kernweite	OK 0.93
2. Kernweite	OK 0.15



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G03 Einzelfundamente Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 173

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Pos. G04

Einzelfundamente Achse A

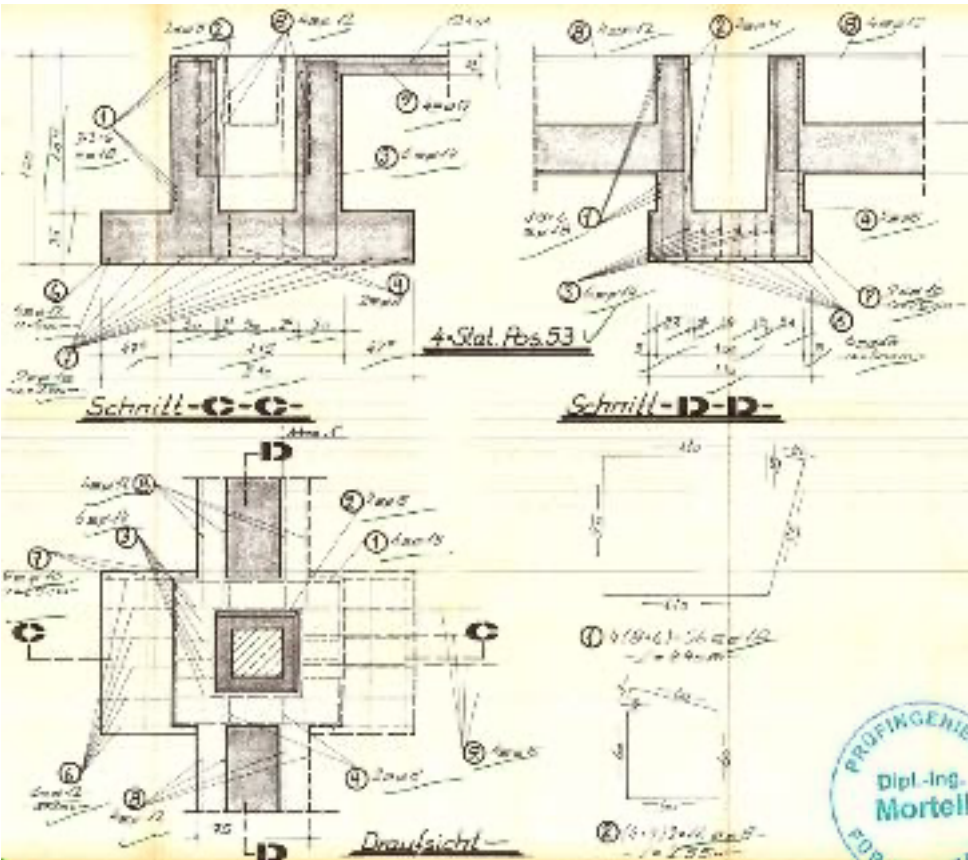
Bereich: Achse A (ehem. Achse 1)

Pos. Bestandsstatik: Pos. 53

<b>C12/15 (Köcherfundament)</b>	<b>A/B/H = 1,10 / 1,60 / 1,40 m</b>
<b>Betonstahl</b>	<b>Bst 420 / 500</b>
	<b>Bst 500/ 550</b>
<b>Betondeckungen</b>	<b>c<sub>v</sub> = 25 mm</b>

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, ST4 [Dipl.- Ing. Udo Küster]

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G04 Einzelfundamente Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 174

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

**Brandschutz**

keine Anforderungen an Gründungsbauteile

**Lastannahmen**

Vertikallasten

Fundamenteigengewicht:

Teil 1, oben	$25,0 \text{ kN/m}^3 \times 1,15 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 1,05 \text{ m}$	=	30,2 kN
Teil 2, unten	$25,0 \text{ kN/m}^3 \times 2,10 \text{ m} \times 1,1 \text{ m} \times 0,35 \text{ m}$	=	20,2 kN
Eigengewicht Stütze	$25,0 \times 0,34 \times 0,35 \times 8,70$	=	25,9 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	$0,50 \text{ kN/m}^2 \times 4,00 \text{ m} \times 5,70 \text{ m}$	=	11,4 kN
	<b><math>\Sigma G_{1,k}</math></b>	=	<b>111,0 kN</b>

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
	<b><math>\Sigma Q_{N,k}</math></b>	= <b>20,2 kN</b>

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

Wind horizontal:

Aus Winddruck+ -Sog auf Attika	$-(0,34 + 0,15) \times 5,7 \times 0,95 \text{ m} \times 8,23$	<b><math>M_{wh1,k}</math></b>	= <b>-21,8 kNm</b>
Aus Winddruck auf Achse 10	$-0,34 \times 5,7 \times 3,0 \times 6,25$	<b><math>M_{wh2,k}</math></b>	= <b>-36,3 kNm</b>

Statische Ersatzlasten/ Ausmitten:

Für die Bemessung der Einzelfundamente werden Ausmitten 1/200 angesetzt.



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G04 Einzelfundamente Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 175

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

Ständig:	-111,0 x 1/200 x 8,7			mb BauStatik S511.de - 2025.002
			=	-4,82 kNm
Aus Fassade	11,4 x 0,35/2		=	2,00 kNm
Aus NR Dach	14,7 x 0,35/2		=	2,57 kNm
			<b>M<sub>G,k</sub></b>	<b>= -0,26 kNm</b>
Nutzlast	20,2 x 1/200 x 8,7		=	-0,88 kNm
Aus NR Dach	(wirkt stabilisierend)		=	-0,00 kNm
			<b>M<sub>Q,k</sub></b>	<b>= -0,88 kNm</b>



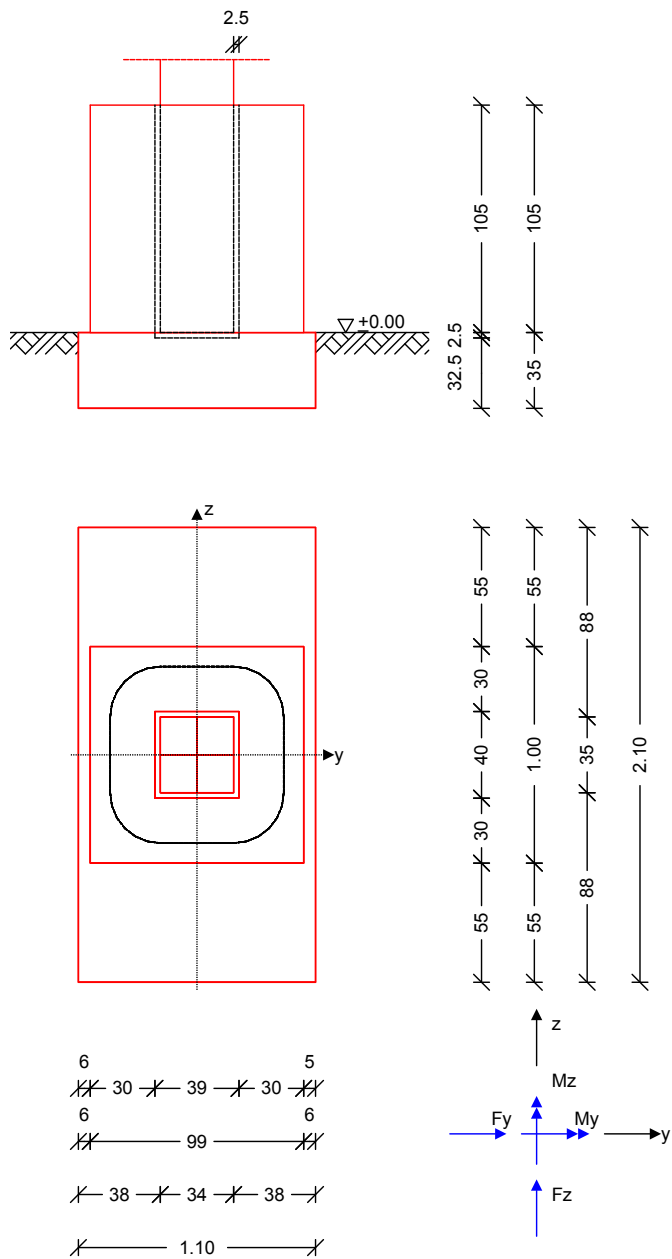
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G04 Einzelfundamente Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 176

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

**System** Einzelfundament mit glattem Köcher

M 1:35



Abmessungen  
Mat./Querschnitt

h [m]	zF [m]	Material [-]	b <sub>y</sub> /b <sub>z</sub> [m]
0.35	0.35	C 12/15	1.10/2.10
Stützenabmessung		b <sub>s,y</sub> = 34.0 cm b <sub>s,z</sub> = 35.0 cm	

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G04 Einzelfundamente Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 177

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Einbindetiefe Stütze	$t_k$	=	105.0	cm
Fugenbreite unter Stütze	$f_x$	=	2.5	cm
Fugenbreite	$f_y/f_z$	=	2.5	cm
Köcherhöhe	$h_k$	=	107.5	cm
Köcherwanddicke	$d_{k,y}/d_{k,z}$	=	30.0	cm
Köcherbreite	$b_{k,y}$	=	99.0	cm
	$b_{k,z}$	=	100.0	cm

Baugrund	<b>Schicht</b>	<b>h</b> [m]	<b><math>\gamma</math></b> [kN/m <sup>3</sup> ]	<b><math>\gamma'</math></b> [kN/m <sup>3</sup> ]	<b><math>\Phi_k</math></b> [°]	<b><math>c_k</math></b> [kN/m <sup>2</sup> ]
	Boden	999.00	18.0	10.0	25.0	0.0

<b>Einwirkungen</b>	Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12
Gk	Eigenlasten Ständige Einwirkungen
Qk.N	Nutzlasten Kategorie A - Wohn- und Aufenthaltsräume
Qk.W	Wind Windlasten Qk.W min/max Werte

**Belastungen**

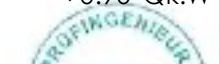
Auflagerlasten	Auflagerlasten aus der Stütze				
EW	$F_x$	$M_y$	$M_z$	$F_y$	$F_z$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Gk	111.00	-0.26	-0.26	0.00	0.00
Qk.N	9.70	-0.88	-0.88	0.00	0.00
Qk.W	-10.50	-58.10	0.00	0.00	0.00

Char. Schnittgrößen	Schnittgrößen je Nachweis-Ort (Umhüllende)					
	Ort	F <sub>x,k</sub>	M <sub>y,k</sub>	M <sub>z,k</sub>	F <sub>y,k</sub>	F <sub>z,k</sub>
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Einw. Gk	OK Fund.	111.00	-0.26	-0.26	0.00	0.00
	UK Fund.	111.00	-0.26	-0.26	0.00	0.00
Einw. Qk.N	OK Fund.	9.70	-0.88	-0.88	0.00	0.00
	UK Fund.	9.70	-0.88	-0.88	0.00	0.00
Einw. Qk.W	OK Fund.	-10.50	-58.10	0.00	0.00	0.00
	UK Fund.	-10.50	-58.10	0.00	0.00	0.00

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Typ	$\Sigma (\gamma^* \psi^* EW)$		
GZ EQU	6	BS-P	0.90*Gk	+1.50*Qk.N	+0.90*Qk.W
	9	BS-P	0.90*Gk	+1.50*Qk.W	
GZ SLS: 1. Kernweite	11	BS-P	1.00*Gk		
GZ SLS: 2. Kernweite	15	BS-P	1.00*Gk	+1.00*Qk.W	
GZ GEO-2	17	BS-P	1.35*Gk	+1.50*Qk.N	+0.90*Qk.W
GZ STR: Fundament	33	BS-P	1.35*Gk	+1.50*Qk.N	

A circular blue stamp of a professional engineer. The outer ring contains the text 'PROFINGEHEUR' at the top and 'FÜR BAUSTATIK' at the bottom. The center of the stamp contains the text 'Dipl.-Ing.' and 'Martell' in a stylized font.



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G04 Einzelfundamente Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 178

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

	Ek	Typ	$\Sigma (\gamma^* \psi \cdot EW)$		
	40	BS-P	1.00*Gk	+1.50*Qk.W	
GZ STR: Durchstanzen	44	BS-P	1.35*Gk	+1.50*Qk.W	+1.05*Qk.N
GZ STR: Köcher	52	BS-P	1.35*Gk	+1.50*Qk.N	+0.90*Qk.W
	53	BS-P	1.35*Gk	+1.50*Qk.N	
	54	BS-P	1.35*Gk	+1.50*Qk.W	+1.05*Qk.N

**Bem.-schnittgrößen**

	Ort	$F_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$F_{y,d}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]
Ek 6	UK Fund.	105.00	-53.84	-1.55	0.00	0.00
Ek 9	UK Fund.	84.15	-87.38	-0.23	0.00	0.00
Ek 11	UK Fund.	111.00	-0.26	-0.26	0.00	0.00
Ek 15	UK Fund.	100.50	-58.36	-0.26	0.00	0.00
Ek 17	UK Fund.	154.95	-53.96	-1.67	0.00	0.00
Ek 33	UK Fund.	164.40	-1.67	-1.67	0.00	0.00
Ek 40	UK Fund.	95.25	-87.41	-0.26	0.00	0.00
Ek 44	OK Fund.	144.29	-88.42	-1.27	0.00	0.00
Ek 52	OK Fund.	154.95	-53.96	-1.67	0.00	0.00
Ek 53	OK Fund.	164.40	-1.67	-1.67	0.00	0.00
Ek 54	OK Fund.	144.29	-88.42	-1.27	0.00	0.00

**Mat./Querschnitt  
Material**

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Bauteil	Material	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
Fundament	C 12/15	12.0	-	27000
Stütze	C 35/45	35.0	-	34000
Fundament	B 500SA		500.0	200000

**Nachweise (GZT)**

Stand sicherheitsnachweise im GZT nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054

**Kippen**

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ EQU

Ek	$M_{z,d}$ $M_{y,d}$ [kNm]	$F_{x,d}$ [kN]	$e_y/b_y$ $e_z/b_z$ [-]	zul e/b [-]	$\eta$ [-]
6	-1.55	105.00	-0.013	1/2	0.03
9	-87.38	84.15	0.494	1/2	0.99

**Abheben**

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ EQU

Ek	$G_{stb,d}$ [kN]	$G_{dst,d}$ [kN]	$Q_{dst,d}$ [kN]	$\eta$ [-]
9	99.90	0.00	-15.75	0.16

$G_{stb,d}$ : stabilisierende ständige Lasten  
 $G_{dst,d}$ : destabilisierende ständige Lasten  
 $Q_{dst,d}$ : destabilisierende veränderliche Lasten

**Mittlerer Sohldruck**

nach DIN 1054:2010-12



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G04 Einzelfundamente Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 179

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Ek	M <sub>z,k</sub> M <sub>y,k</sub> [kNm]	V <sub>k</sub> [kN]	e <sub>y</sub> e <sub>z</sub> [m]	b <sub>y</sub> ' b <sub>z</sub> ' [m]	V <sub>d</sub> [kN]	σ <sub>E,d</sub> [kN/m²]	σ <sub>R,d</sub> [kN/m²]	η [-]
17	-1.1 -59.2	110.2 110.2	-0.01 0.54	1.08 1.02	155.0	140.08	999.00	0.14

**Gleiten** in Sohlfuge nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ GEO-2  
Sohlbewegungswinkel δ<sub>k</sub> = 25.00 °  
Keine maßg. Schnittkräfte vorhanden.  
Der Nachweis entfällt

**Nachweise (GZG)** Standsicherheitsnachweise im GZG nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054  
**1. Kernweite** nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

Ek	M <sub>z,d</sub> M <sub>y,d</sub> [kNm]	F <sub>x,d</sub> [kN]	e <sub>y</sub> /b <sub>y</sub> e <sub>z</sub> /b <sub>z</sub> [-]	zul e/b [-]	η [-]
11	-0.26 -0.26	111.00	-0.002 0.001	1/6	0.02

**2. Kernweite** nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

Ek	M <sub>z,d</sub> M <sub>y,d</sub> [kNm]	F <sub>x,d</sub> [kN]	e <sub>y</sub> /b <sub>y</sub> e <sub>z</sub> /b <sub>z</sub> [-]	zul e/b [-]	η [-]
15	-0.26 -58.36	100.50	-0.002 0.277	1/9	0.69

**Bemessung (GZT)** Stahlbetonnachweise gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01  
**Biegebemessung** der Platte am Stützenanschnitt

M <sub>y,d,min</sub> [kNm]	Ek	M <sub>y,d,max</sub> [kNm]	Ek	M <sub>z,d,min</sub> [kNm]	Ek	M <sub>z,d,max</sub> [kNm]	Ek
0.00	-	70.74	40	0.00	-	11.25	33

erf. Bewehrung ohne Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens

	A <sub>sy</sub> [cm²]	A <sub>sz</sub> [cm²]
unten	0.79	5.40
oben	-	-

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu 6.4.5  
aufzunehmende Querkraft V<sub>Ed</sub> = 155.69 kN

	η <sub>y</sub> [-]	α <sub>sy,min</sub> [cm²/m]	b <sub>eff,z</sub> [m]	η <sub>z</sub> [-]	α <sub>sz,min</sub> [cm²/m]	b <sub>eff,y</sub> [m]
unten	0.125	1.38	0.85	0.125	1.43	0.84

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G04 Einzelfundamente Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 180



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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

	$\eta_y$ [-]	$\alpha_{sy,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effz}$ [m]	$\eta_z$ [-]	$\alpha_{sz,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effy}$ [m]
oben	-	-	-	-	-	-

Durchstanzbemessung

gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01, 6.4						
mittlere statische Nutzhöhe	d =	31.00	cm			
eff. Plattenbreite	$b_{ef,y}/b_{ef,z}$ =	1.10 /	1.59	m		
eff. Bewehrung	$A_{s,ef,z}/A_{s,ef,y}$ =	5.40 /	2.19	cm <sup>2</sup>		
Längsbewehrungsgrad	$\rho_{l,z}/\rho_{l,y}$ =	0.16 /	0.04	%		
mittl. Längsbewehrungsgrad	$\rho_l$ =	0.08	%			
Abstand krit. Rundschnitt	$\alpha_{crit}$ =	0.75	d			

Rund- schnitt	$E_k$ [-]	$\beta$ [-]	$u$ [m]	$V_{Ed}$ [kN]	$\sigma_{gd}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$A_{crit}$ [cm <sup>2</sup> ]	$V_{Ed,red}$ [kN]
$U_{crit}$	44	2.76	2.84	144.3	62.5	6096.7	106.2

Tragfähigkeit

Rund- schnitt	$\alpha$ [cm]	$u$ [m]	$V_{Ed}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$V_{Rd,c}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$V_{Rd,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$ [-]
$U_{crit}$	23.3	2.84	0.333	0.783	1.096	0.43

Ek 44

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Querkraftbemessung

gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01, 6.2

	$E_k$	$\Theta$ [°]	$V_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Ed,red}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$A_{sw,min/s}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{sw,erf/s}$ [cm <sup>2</sup> /m]
links	33	18.4	58.9	910.9	10.2	193.2	0.00	0.00
unten	33	18.4	67.3	462.0	43.7	99.0	5.63	0.00
rechts	33	18.4	54.7	910.9	9.2	193.2	0.00	0.00
oben	39	18.4	105.4	462.0	104.3	99.0	5.63	2.91

Köcherbemessung

Köcherfundament, glatte Schalung  
Bemessung nach Mainka/Paschen (DAfStb-Heft 411)

Ek 54	$Z_{vy}$ =	106.06	kN
Ek 52	$Z_{vz}$ =	1.98	kN
Ek 53	$Z_{hy}$ =	49.71	kN
Ek 54	$Z_{hz}$ =	181.22	kN

Mindestbewehrungsgrad vertikal	$\rho_v$ =	0.30	%
Mindestbewehrungsgrad horizontal	$\rho_h$ =	0.30	%

vertikale Bewehrung

min $A_{svy}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{svy}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{svyk}$ [cm <sup>2</sup> ]	min $A_{svz}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{svz}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{svzk}$ [cm <sup>2</sup> ]
9.38	2.44	0.02	3.13	0.05	0.81

horizont. Bewehrung

min $A_{shy}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{shy}$ [cm <sup>2</sup> ]	min $A_{shz}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{shz}$ [cm <sup>2</sup> ]
19.35	1.14	19.35	4.17



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G04 Einzelfundamente Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 181

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Vertikalbügel	2-schnittig, je Köcherwand			
	Wand	erf A <sub>s</sub> [cm²]	gewählt n ds[mm]	vorh A <sub>s</sub> [cm²]
	in y-Ri.	9.38 <sup>M</sup>	5 ø12	11.31
	in z-Ri.	3.13 <sup>M</sup>	2 ø12	4.52
	M: Mindestbewehrung maßgebend			

Horizontalbügel	2-schnittig, je Köcherwand		
	erf A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds[mm]	vorh A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
	9.68 <sup>M</sup>	5 ø12	11.31
M: Mindestbewehrung maßgebend			

Verlegehinweis	Die Vertikalbügel sind in den Mitten der Druck- und Zugseiten konzentriert einzulegen – möglichst innerhalb der Horizontalbügel liegend. Die Vertikalbügel sind mit der Sohlbewehrung der Fundamentplatte zu verankern. Die Horizontalbügel sollten am oberen Rand leicht verstärkt, sonst gleichmäßig über kt + fh verteilt werden. Die Horizontalbügel umschließen die Vertikalbügel.
----------------	---

<b>Zusammenfassung</b>	Zusammenfassung der Nachweise
------------------------	-------------------------------

<b>Nachweise (GZT)</b>	Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit
------------------------	---

Nachweis		$\eta$ [-]
Expositionsklassen	OK	
Kippen	OK	0.99
Abheben	OK	0.16
Sohldruck	OK	0.14
Gleiten	OK	0.00

<b>Nachweise (GZG)</b>	Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit
------------------------	---

Nachweis		$\eta$ [-]
1. Kernweite	OK	0.02
2. Kernweite	OK	0.69



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G04 Einzelfundamente Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 182

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Pos. G05

Streifenfundamente Erdseitig Achse 1

Bereich:

Achse 1, zwischen den Einzelfundamenten der Stützen

Pos. Bestandsstatik:

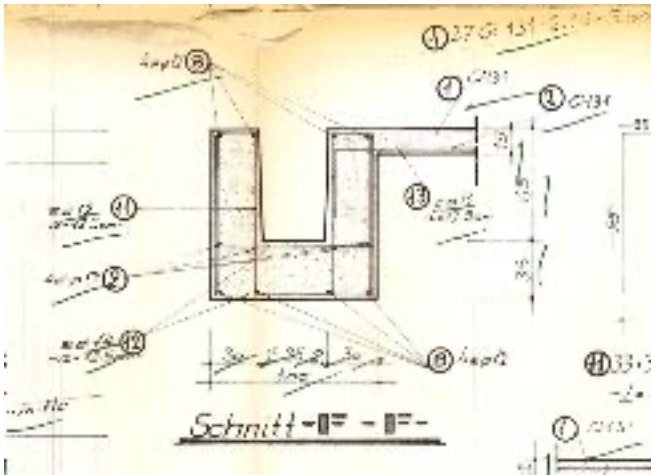
Pos. 54a (S. 98 ff.)

C12/15 (Köcherfundament)	A/B/H = 1,0 / 1,0 / 1,0 m
Betondeckungen	c <sub>v</sub> = 25 mm

Vorbemerkungen

Die Streifenfundamente wurden zwischen den Hauptachsen gespannt und dienen als Einspannung für die Wand der Pos. 09 aus der Ursprungsstatik. Aufgrund des wegfalls der Gasbetonwand zwischen den Stb.-Stützen werden die Auflasten reduziert. In dieser Position wird nachgewiesen, dass weiterhin die vorhandene Vertikallast ausreichend für die vorhandene horizontallast ist. Es werden Kippnachweise im GZT sowie die Gebrauchstauglichkeitsnachiweise der klaffenden Fuge geführt.

Das Streifenfundament ist umlaufend gem. nachfolgender Abb. an die vorhandene Sohlplatte angeschlossen und im Nachgang verfüllt worden.



Auszug aus Bewehrungsplan 60, F1.1 [Dipl.- Ing. Udo Küster]

Brandschutz

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G05 Streifenfundamente Erdseitig Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 183

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

keine Anforderungen an Gründungsbauteile

**Lastannahmen**

stabilisierende Einwirkungen:

Fundamenteigengewicht:

25,0 kN/m³ x (1,0 m x 1,0 m -(0,25 mx 0,65m )) **g<sub>1stb,k</sub> = 20,9 kN/m**

Erdauflast auf Linienfundament:

Für den horizontalen Erddruck wurde ein Materialeigengewicht von 22,0 kN/m³ + 1,0 kN/m² Nutzlast angesetzt. Es wird eine nur eine stabilisierende Auflast aus dem Boden ohne Nutzlast angesetzt.

22,0 KN/m³ x 3,40 m x 0,375 m **g<sub>2,stb,k</sub> = 28,05 kN/m**

Moment aus Ausmitte -28,05 x (0,375/2 + 0,125) **m<sub>2,stb,k</sub> = -8,77 kNm/m**

Lasten aus Stb. -Stützwand (vgl. Pos. 54a Bestandsstatik)

Aus Pos 8 und 9 14,81 + 4,56 **g<sub>3,stb,k</sub> = 19,37 kN/m**

destabilisierende Einwirkungen

Die Erddrucklasten aus der Pos. 9 werden auf die Stützen der Hauptachsen übertragen.

Lasten aus Stb. -Stützwand (vgl. Pos. 54a Bestandsstatik)

Aus Pos 9 **m<sub>dst,gk</sub> = 29,86 kNm/m**

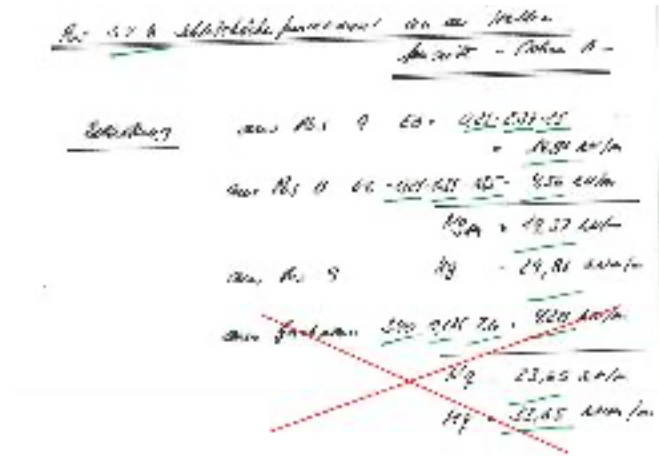
Nutzlast **m<sub>dst,qk</sub> = 3,79 KNm/m**



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G05 Streifenfundamente Erdseitig Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 184

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002



Auszug aus Bestandsstatik



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G05 Streifenfundamente Erdseitig Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 185

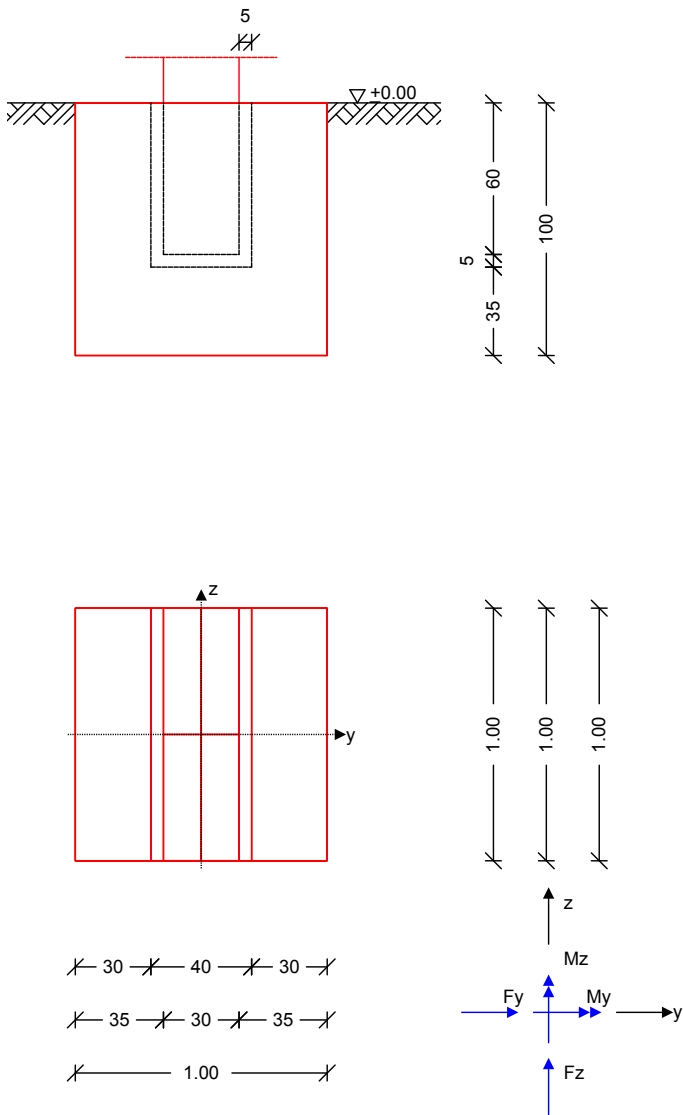
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S511.de - 2025.002

System

M 1:30

Einzelfundament mit verzahntem Becher



Abmessungen  
Mat./Querschnitt

h [m]	zF [m]	Material [-]	b <sub>y</sub> /b <sub>z</sub> [m]
1.00	1.00	C 12/15	1.00/1.00
Stützenabmessung		b <sub>s,y</sub> = 30.0	cm
		b <sub>s,z</sub> = 100.0	cm
Einbindetiefe Stütze		t <sub>k</sub> = 60.0	cm

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G05 Streifenfundamente Erdseitig Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 186

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Fugenbreite unter Stütze	$f_x$	=	5.0	cm
Fugenbreite	$f_y$	=	5.0	cm
Becherhöhe	$h_B$	=	65.0	cm
Aussparungsbreite	$b_{B,y}$	=	40.0	cm
	$b_{B,z}$	=	100.0	cm

Baugrund

Schicht	h [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Boden	999.00	18.0	10.0	25.0	0.0

Belastungen

Werte als richtig angenommen

Auflagerlasten

Auflagerlasten aus der Stütze

EW	$F_x$ [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]
Gk	20.90	0.00	0.00	0.00	0.00
Gk.E	28.05	-8.77	0.00	0.00	0.00
Gk	19.37	0.00	0.00	0.00	0.00
Gk.E	0.00	29.86	0.00	0.00	0.00
Qk.N	0.00	3.79	0.00	0.00	0.00

muss nicht  
Mz sein?

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Typ	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$
GZ EQU	5	BS-P	0.90*Gk +1.10*Gk.E +1.50*Qk.N
GZ SLS: 1. Kernweite	9	BS-P	1.00*Gk +1.00*Gk.E +1.00*Qk.N
GZ SLS: 2. Kernweite	11	BS-P	1.00*Gk +1.00*Gk.E +1.00*Qk.N
GZ GEO-2	13	BS-P	1.35*Gk +1.35*Gk.E +1.50*Qk.N
GZ STR: Fundament	23	BS-P	1.35*Gk +1.35*Gk.E +1.50*Qk.N
GZ STR: Durchstanzen	31	BS-P	1.35*Gk +1.35*Gk.E +1.50*Qk.N

Bem.-schnittgrößen

	Ort	$F_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$F_{y,d}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]
Ek 5	UK Fund.	67.10	28.88	0.00	0.00	0.00
Ek 9	UK Fund.	68.32	24.88	0.00	0.00	0.00
Ek 11	UK Fund.	68.32	24.88	0.00	0.00	0.00
Ek 13	UK Fund.	92.23	34.16	0.00	0.00	0.00
Ek 23	UK Fund.	92.23	34.16	0.00	0.00	0.00
Ek 31	OK Fund.	92.23	34.16	0.00	0.00	0.00

Mat./Querschnitt  
Material

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Bauteil	Material	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
Fundament	C 12/15	12.0	-	27000
Stütze	C 20/25	20.0	-	30000
Fundament	B 500SA	-	500.0	200000



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G05 Streifenfundamente Erdseitig Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 187

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

**Nachweise (GZT)** Standsicherheitsnachweise im GZT nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054  
**Kippen** nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ EQU

Ek	My,d [kNm]	Fx,d [kN]	ez/bz [-]	zul e/b [-]	η [-]
5	28.88	67.10	-0.430	1/2	0.86

**Mittlerer Sohldruck** nach DIN 1054:2010-12

Ek	Mk [kNm]	Vk [kN]	e [m]	b' [m]	Vd [kN]	σE,d [kN/m²]	σR,d [kN/m²]	η [-]
13	24.9	68.3	-0.36	0.27	92.2	339.51	999.00	0.34

**Gleiten** in Sohlfuge nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ GEO-2  
Sohlbewegungswinkel δk = 25.00 °  
Keine maßg. Schnittkräfte vorhanden.  
Der Nachweis entfällt

**Nachweise (GZG)** Standsicherheitsnachweise im GZG nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054

**1. Kernweite** nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

Ek	MEd [kNm]	VED [kN]	e/b [-]	zul e/b [-]	η [-]
9	24.88	68.32	-0.364	1/6	2.19

Der Nachweis der 1. Kernweite wurde unter Gesamtlast geführt.

**2. Kernweite** nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

Ek	MEd [kNm]	VED [kN]	e/b [-]	zul e/b [-]	η [-]
11	24.88	68.32	-0.364	1/3	1.09

**Bemessung (GZT)** Stahlbetonnachweise gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01  
**Biegebemessung** der Platte am Stützenanschnitt

My,d,min [kNm]	Ek	My,d,max [kNm]	Ek	Mz,d,min [kNm]	Ek	Mz,d,max [kNm]	Ek
0.00	-	0.00	-	0.00	-	5.65	23

erf. Bewehrung ohne Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens

	Asy [cm²]	Asz [cm²]
unten	0.13	-
oben	-	-

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu 6.4.5



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G05 Streifenfundamente Erdseitig Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 188



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

aufzunehmende Querkraft			mb BauStatik S511.de - 2025.002		
			$V_{Ed} = 31.77$ kN		
	$\eta_y$ [-]	$\alpha_{sy,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effz}$ [m]	$\eta_z$ [-]	$\alpha_{sz,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]
unten	0.125	0.09	1.00	0.125	0.09
oben	-	-	-	-	-

Durchstanzbemessung

gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01, 6.4  
mittlere statische Nutzhöhe

$d = 0.00$  cm

Kein Durchstanznachweis erforderlich!

Becherbemessung

Becherfundament, verzahnte Schalung  
nach DAfStb-Heft 599: Bewehren nach Eurocode 2

Kontrolle der geometrischen Randbedingungen  
Einspanntiefe der Stütze < 1.5\*c  
Fugenbreite fb oben / unten < 5 cm

\*\*\*\* **WARNUNG** \*\*\*\*

Die geometrischen Randbedingungen sind nicht eingehalten!

Zugkräfte

Mindestbewehrungsgrad vertikal

$\rho_v = 0.30$  %

Mindestbewehrungsgrad horizontal

$\rho_h = 0.30$  %

Keine maßgebende Belastung vorhanden. Die Becherbemessung entfällt.

<b>Zusammenfassung</b>	Zusammenfassung der Nachweise		
<b>Nachweise (GZT)</b>	Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit		
	<b>Nachweis</b>		<b><math>\eta</math> [-]</b>
	Expositionsklassen	OK	
	Kippen	OK	0.86
	Sohldruck	OK	0.34
	Gleiten	OK	0.00

Nachweise (GZG)	Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit		
Nachweis			$\eta$ [-]
1. Kernweite	OK		2.19
2. Kernweite	OK		1.09



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G05 Streifenfundamente Erdseitig Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 189

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

mb BauStatik S014 - 2025.002

**Pos. G05.1 Nachweis der klaffenden Fuge**

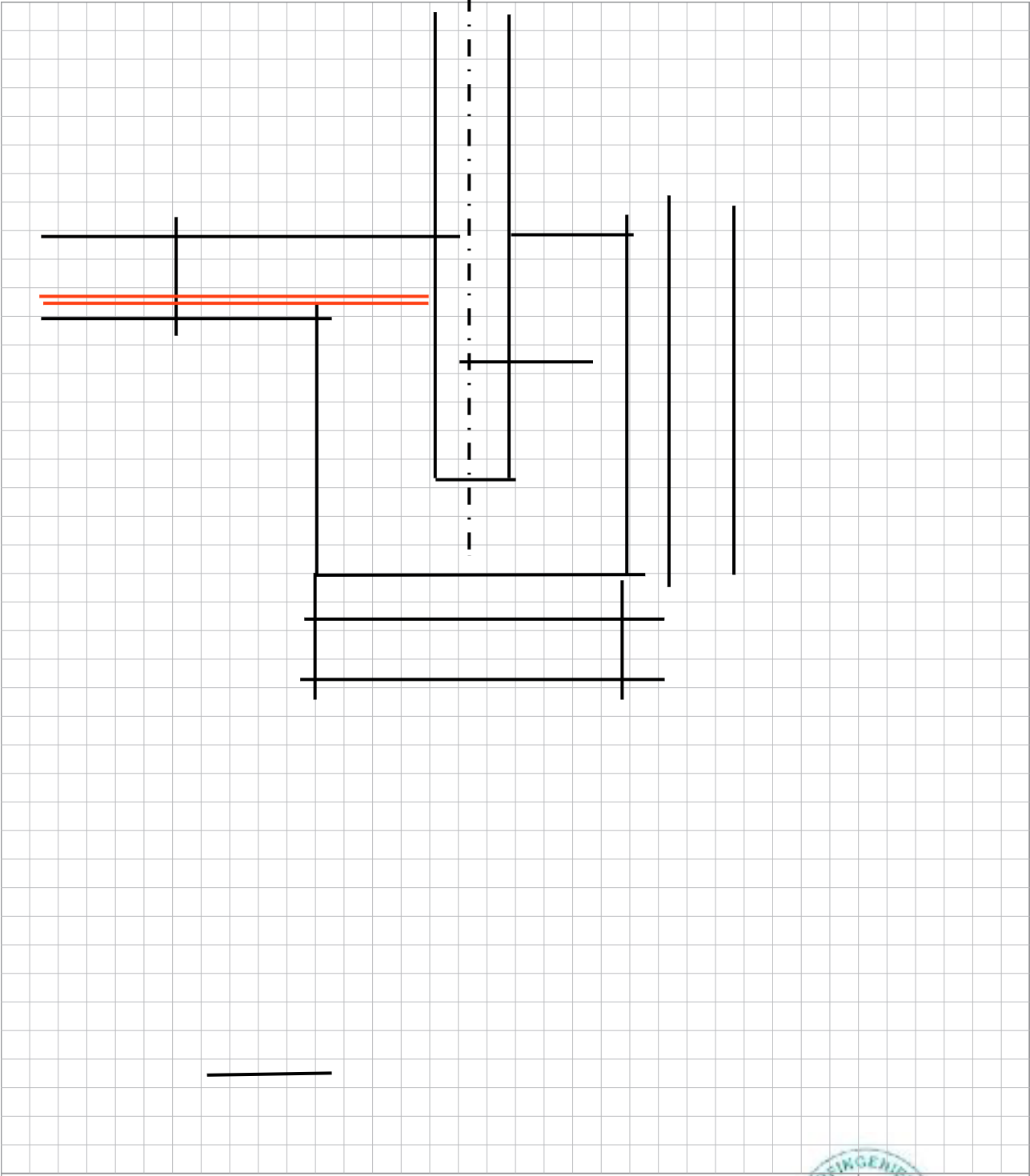
Der Nachweis der 1. Kernweite unter Gesamtlast wurde nicht eingehalten. Das Streifenfundament ist an die Sohlplatte statisch angeschlossen. Nachfolgend wird ermittelt, welches Moment über die Stb.-Sohlplatte zu übertragen ist.



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G05.1 Nachweis der klaffenden Fuge	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 190

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

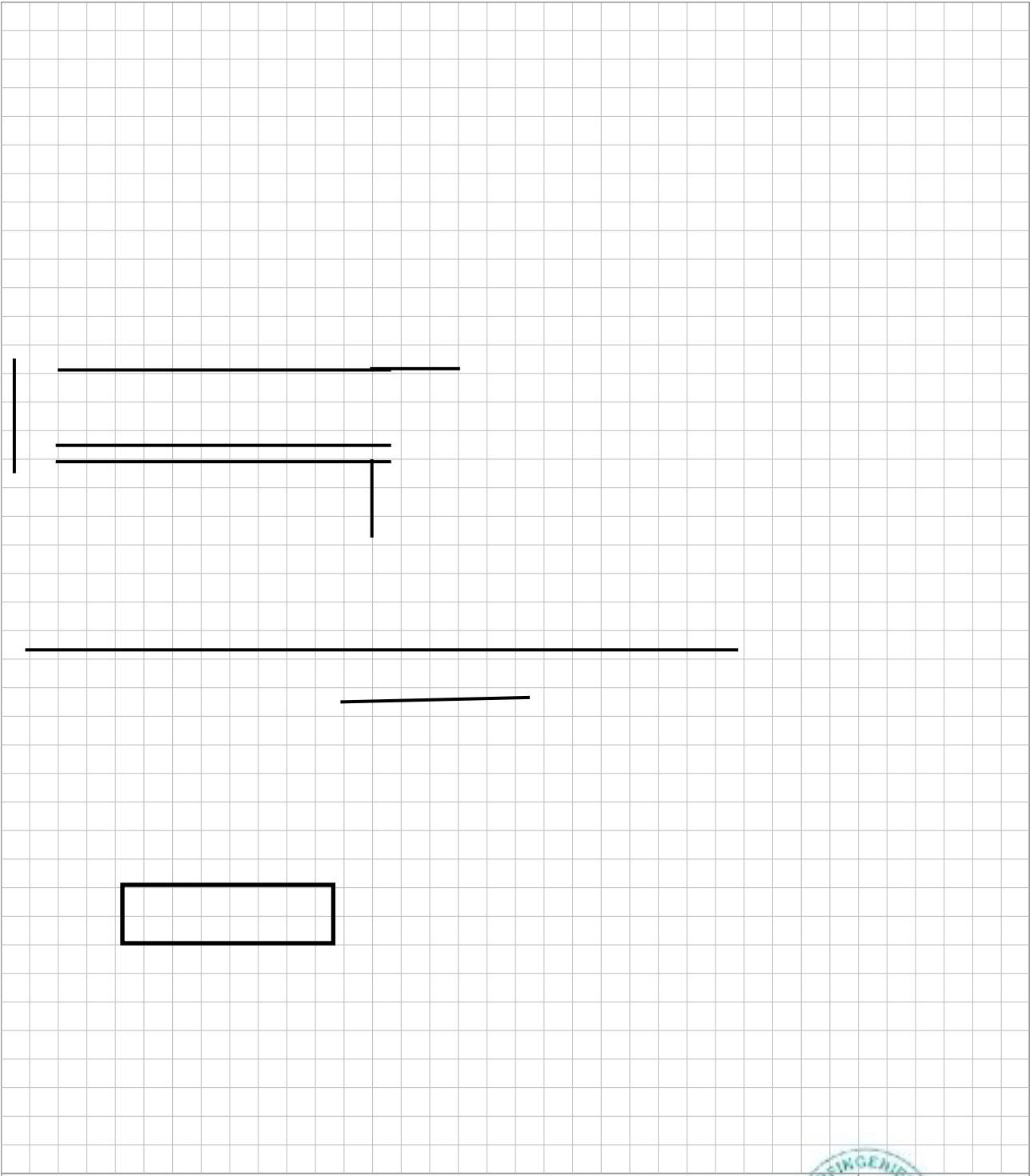
mb BauStatik S014 - 2025.002



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G05.1 Nachweis der klaffenden Fuge	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 191

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

mb BauStatik S014 - 2025.002



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G05.1 Nachweis der klaffenden Fuge	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 192

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Pos. G06

Einzelfundamente in den Ecken

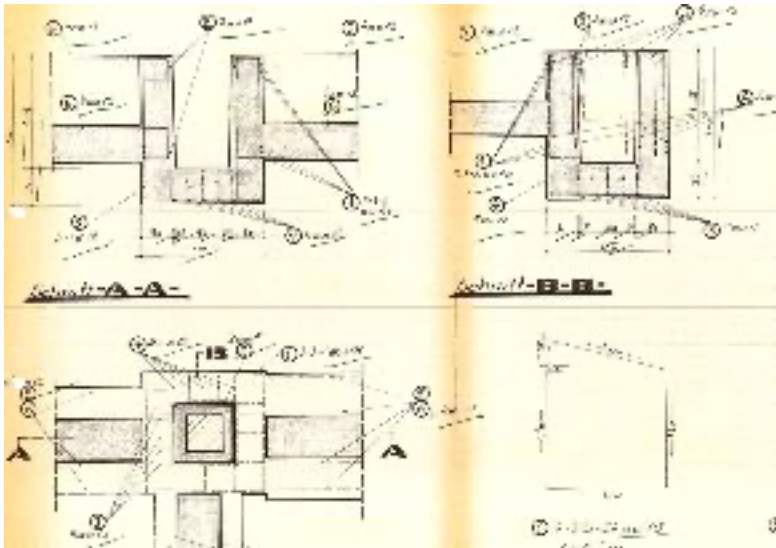
Bereich: Achse 1 (ehem. Achse A)

Position Bestandsstatik Pos. 54

<b>C12/15 (Köcherfundament)</b>	<b>A/B/H = 1,10 / 1,15 / 1,40 m</b>
<b>Betonstahl</b>	<b>Bst 420 / 500</b>
	<b>Bst 500/ 550</b>
<b>Betondeckungen</b>	<b>c<sub>v</sub> = 25 mm</b>

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, ST5 [Dipl.- Ing. Udo Küster]

Brandschutz

keine Anforderungen an Gründungsbauteile



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G06 Einzelfundamente in den Ecken	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 193

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

**Lastannahmen**

Fundamentgew.	$25,0 \text{ kN/m}^3 \times 1,4 \text{ m} \times 1,15 \text{ m} \times 1,15 \text{ m}$	=	46,3 kN
Stützensgew.	$25,0 \times (0,35 \times 0,35 \times 7,20 + 0,2 \times 0,2 \times 1,5)$	=	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
	<b><math>\Sigma G_{1,k}</math></b>	=	<b>103,3 kN</b>

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
	<b><math>M_{yg,k}</math></b>	=	<b>3,16 kNm</b>

Momente aus Ausmitte mz

Aus Fassade	$19,2 \text{ kN} / 2 \times 0,175 \text{ m}$	<b><math>M_{zg,k}</math></b>	=	<b>1,68 kNm</b>
-------------	--	------------------------------	---	-----------------

Nutzlast aus PV und Schnee

1,70 kN/m x 5,70 m / 2	=	4,85 kN
Aus NR-Dach (Bestandsstatik S. 49)	=	5,99 kN
	<hr/>	
	<b>Σ Q<sub>N,k</sub></b>	<b>= 10,84 kN</b>

Momente aus Ausmitte my

Aus NR-Dach	$5,99 \text{ kN} \times 0,175 \text{ m}$	<b><math>M_{yq,k}</math></b>	=	<b>1,05 kNm</b>
-------------	--	------------------------------	---	-----------------

<u>Wind vertikal:</u>	$-1,84 \text{ kN/m} \times 5,70 \text{ m} / 2$	<b><math>Q_{w,v,k}</math></b>	=	<b>-5,30 kN</b>
-----------------------	--	-------------------------------	---	-----------------

Wind horizontal:

Winddruck- und -sog wirken jeweils zur gleichen Zeit in Y- und Z-Richtung  
 Winddruck Ber. D  $0,34 \times 5,7/2 \times 3,95 \text{ m}$

<b><math>Q_{wh1,k}</math></b>	=	<b>3,83 kN</b>
-------------------------------	---	----------------

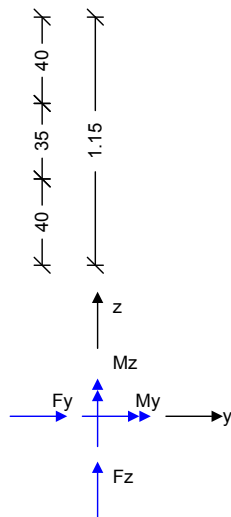
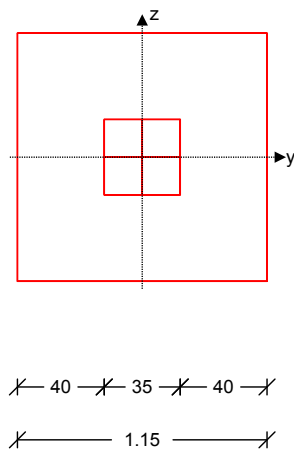
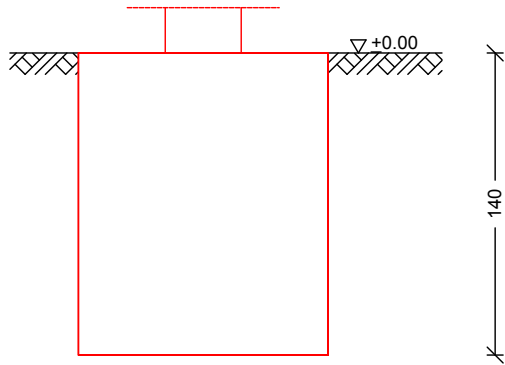


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G06 Einzelfundamente in den Ecken	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 194

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

Windsog Ber. A	3,83 kN (3,95/2 + 4,75) 0,59 x 5,7/2 x 3,95 6,68 kN (3,95/2 + 4,75)	$M_{wh1,k} = 25,8 \text{ kNm}$ $q_{wh2,k} = 6,68 \text{ kN}$ $M_{wh1,k} = 44,9 \text{ kNm}$	mb BauStatik S511.de - 2025.002
----------------	---	---	---------------------------------

System Einzelfundament  
M 1:35



Abmessungen Mat./Querschnitt	<div><div><div><div><div>h</div><div>[m]</div></div><div>1.40</div></div><div><div><div>zF</div><div>[m]</div></div><div>1.40</div></div></div><div>Material</div><div>[-]</div><div>C 12/15</div><div><div><div>b<sub>y</sub>/b<sub>z</sub></div><div>[m]</div></div><div>1.15/1.15</div></div></div>
	<div>Stützenabmessung</div> <div>b<sub>s,y</sub>/b<sub>s,z</sub> = 35.0 cm</div>

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G06 Einzelfundamente in den Ecken	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 195

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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Baugrund	Schicht	h	γ	γ'	Φ <sub>k</sub>	C <sub>k</sub>
		[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]
	Boden	999.00	18.0	10.0	25.0	0.0

<b>Einwirkungen</b>	Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12
Gk	Eigenlasten
	Ständige Einwirkungen
Qk.N	Nutzlasten
	Kategorie A - Wohn- und Aufenthaltsräume
Qk.W	Wind
	Windlasten
Qk.W	min/max Werte

**Belastungen**

Auflagerlasten		Auflagerlasten aus der Stütze				
EW	$F_x$	$M_y$	$M_z$	$F_y$	$F_z$	
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
Gk	103.30	-3.16	-1.68	0.00	0.00	
Qk.N	10.84	-1.05	0.00	0.00	0.00	
Qk.W	-5.30	-44.90	25.80	3.83	-6.68	

Char. Schnittgrößen	Schnittgrößen je Nachweis-Ort (Umhüllende)					
	Ort	F <sub>x,k</sub>	M <sub>y,k</sub>	M <sub>z,k</sub>	F <sub>y,k</sub>	F <sub>z,k</sub>
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Einw. Gk	OK Fund.	103.30	-3.16	-1.68	0.00	0.00
	UK Fund.	103.30	-3.16	-1.68	0.00	0.00
Einw. Qk.N	OK Fund.	10.84	-1.05	0.00	0.00	0.00
	UK Fund.	10.84	-1.05	0.00	0.00	0.00
Einw. Qk.W	OK Fund.	-5.30	-44.90	25.80	3.83	-6.68
	UK Fund.	-5.30	-35.55	31.16	3.83	-6.68

<b>Kombinationen</b>	Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1 Darstellung der maßgebenden Kombinationen		
	<b>Ek</b>	<b>Typ</b>	<b><math>\Sigma (\gamma^* \psi^* EW)</math></b>
GZ EQU	9	BS-P	0.90*Gk + 1.50*Qk.W
GZ SLS: 1. Kernweite	11	BS-P	1.00*Gk
GZ GEO-2	15	BS-P	1.35*Gk + 1.50*Qk.W

Bem.-schnittgrößen	Ort	$F_{x,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$F_{y,d}$	$F_{z,d}$
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Ek 9	UK Fund.	85.02	-56.17	45.23	5.75	-10.02
Ek 11	UK Fund.	103.30	-3.16	-1.68	0.00	0.00
Ek 15	UK Fund.	131.51	-57.59	44.48	5.75	-10.02

Mat./Querschnitt		Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01	
Material	Material	$f_{ck}$	E
		[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
	C 12/15	12.0	27000

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G06 Einzelfundamente in den Ecken	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 196



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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

**Nachweise (GZT)** Standsicherheitsnachweise im GZT nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054  
**Kippen** nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ EQU

Ek	M <sub>z,d</sub> M <sub>y,d</sub> [kNm]	F <sub>x,d</sub> [kN]	e <sub>y</sub> /b <sub>y</sub> e <sub>z</sub> /b <sub>z</sub> [-]	zul e/b [-]	η [-]
9	45.23	85.02	0.463	1/2	0.93
9	-56.17	85.02	0.574	1/2	1.15

**Abheben** nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ EQU

Ek	G <sub>stb,d</sub> [kN]	G <sub>dst,d</sub> [kN]	Q <sub>dst,d</sub> [kN]	η [-]
9	92.97	0.00	-7.95	0.09

G<sub>stb,d</sub>: stabilisierende ständige Lasten  
G<sub>dst,d</sub>: destabilisierende ständige Lasten  
Q<sub>dst,d</sub>: destabilisierende veränderliche Lasten

**Mittlerer Sohldruck** nach DIN 1054:2010-12

Ek	M <sub>z,k</sub> M <sub>y,k</sub> [kNm]	V <sub>k</sub> [kN]	e <sub>y</sub> e <sub>z</sub> [m]	b <sub>y</sub> ' b <sub>z</sub> ' [m]	V <sub>d</sub> [kN]	σ <sub>E,d</sub> [kN/m²]	σ <sub>R,d</sub> [kN/m²]	η [-]
15	29.5 -38.7	98.0 98.0	0.30 0.39	0.55 0.36	131.5	666.12	999.00	0.67

**Nachweise (GZG)** Standsicherheitsnachweise im GZG nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054  
**1. Kernweite** nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

Ek	M <sub>z,d</sub> M <sub>y,d</sub> [kNm]	F <sub>x,d</sub> [kN]	e <sub>y</sub> /b <sub>y</sub> e <sub>z</sub> /b <sub>z</sub> [-]	zul e/b [-]	η [-]
11	-1.68 -3.16	103.30	-0.014 0.027	1/6	0.24

**Bemessung (GZT)** Stahlbetonnachweise gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01  
**Zusammenfassung** Zusammenfassung der Nachweise

**Nachweise (GZT)** Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	η [-]
Expositionsklassen	OK
Kippen	OK 1.15
Abheben	OK 0.09
Sohldruck	OK 0.67



**Kippnachweis nicht eingehalten. Weitere Nachweise in Pos. G06.1!**

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G06 Einzelfundamente in den Ecken	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 197

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

mb BauStatik S014 - 2025.002

Pos. G06.1

Kippnachweis

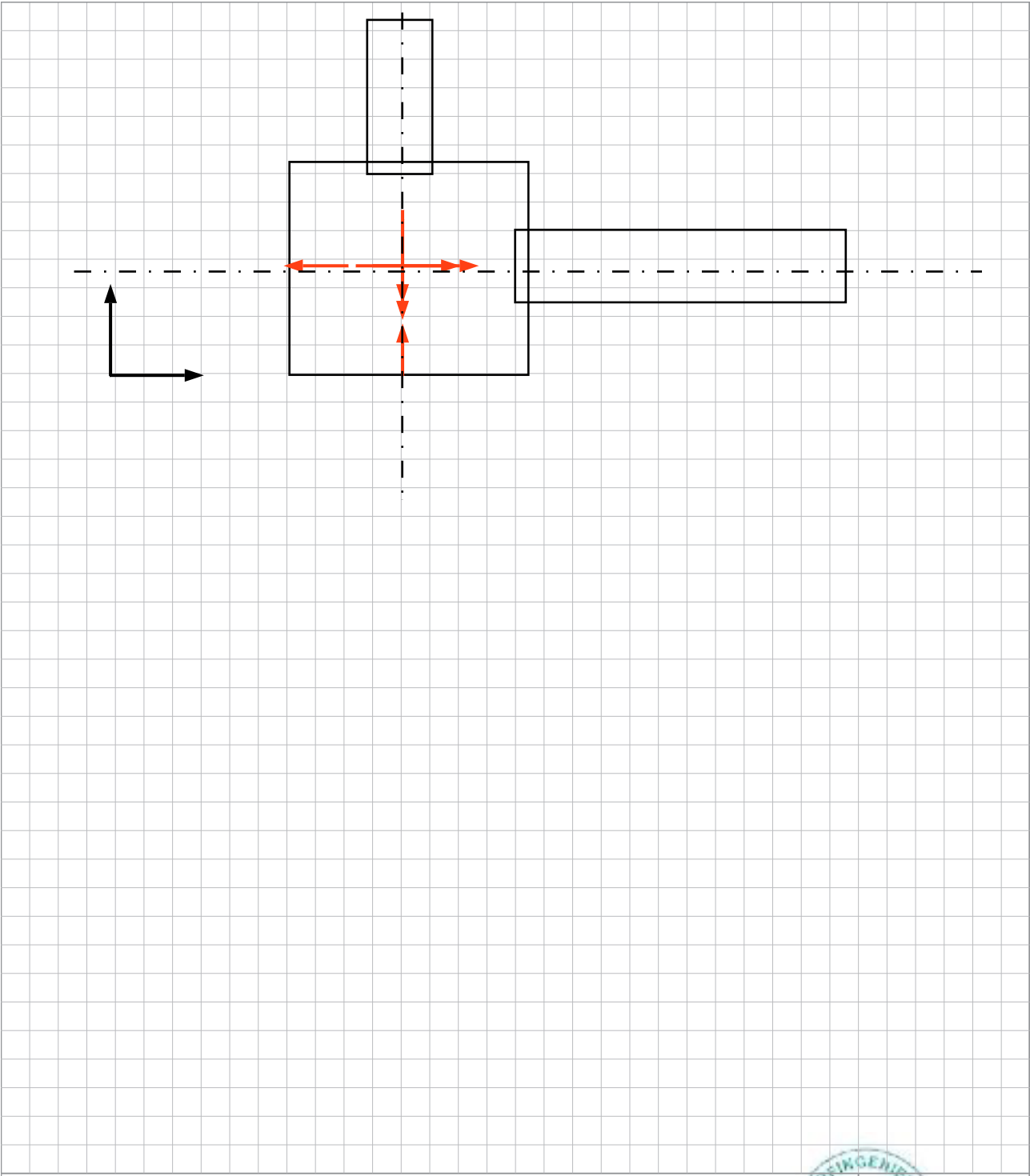
Der Nachweis der 1. Kernweite unter Gesamtlast wurde nicht eingehalten. Das Streifenfundament ist an die Sohlplatte statisch angeschlossen. Nachfolgend wird ermittelt, welches Moment über die Stb.-Sohlplatte zu übertragen ist.



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G06.1 Kippnachweis	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 198

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

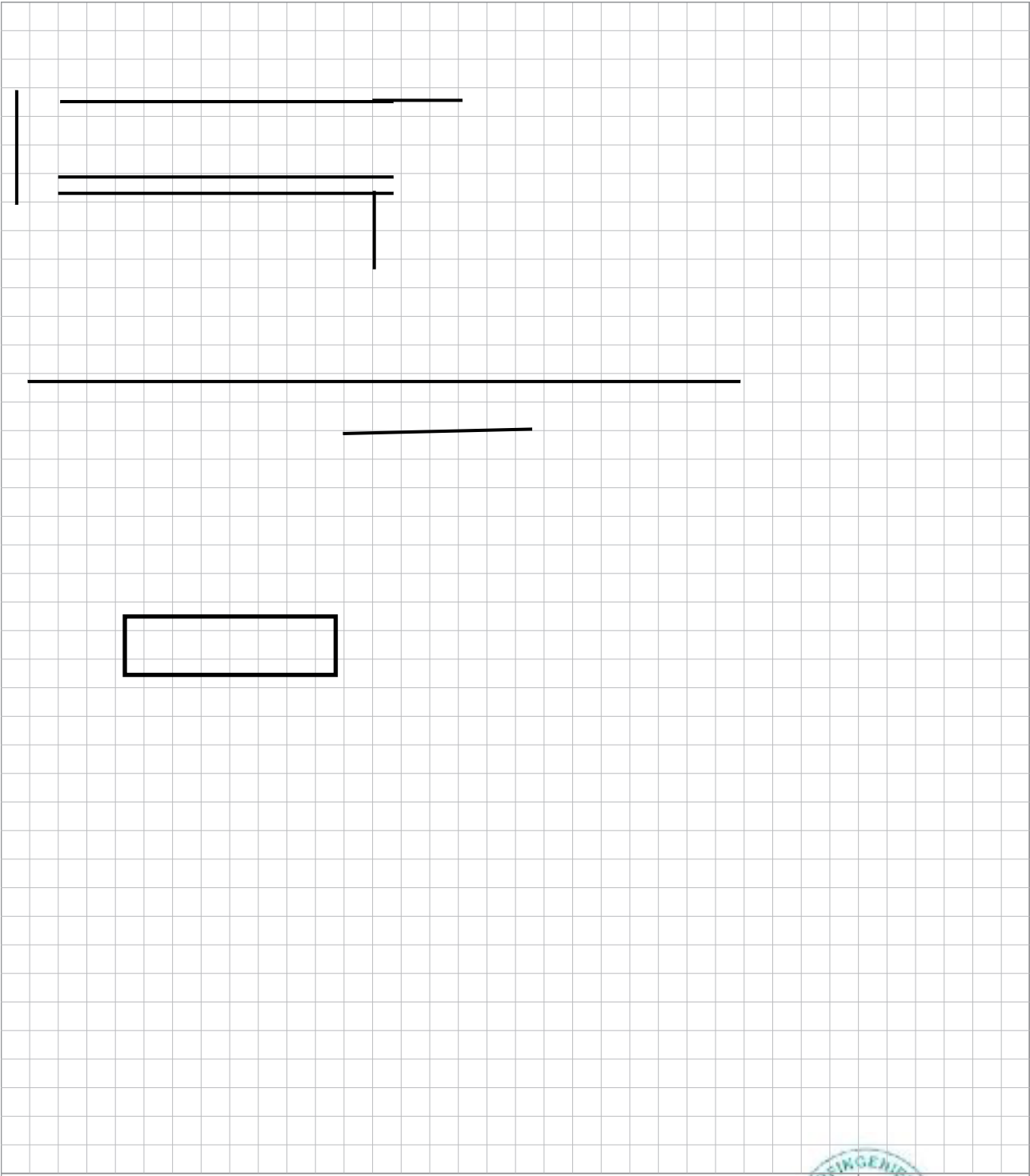
mb BauStatik S014 - 2025.002



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G06.1 Kippnachweis	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 199

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

mb BauStatik S014 - 2025.002



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G06.1 Kippnachweis	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 200

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

# Nachweise im Anbau



VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 201
----------	----------------------	-----------

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

mb BauStatik S352.de - 2025.002

**Pos. 100      Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 165/250, 1.50 mm**

Bereich: Dachdecke über dem Anbau  
Statisches System: Zweifeldträger

<b>Querschnitt</b>	<b>FISCHER FI 165/250, 1.50 mm</b>
--------------------	------------------------------------

**Vorbemerkungen**

Die Trapezbleche dienen nicht der Gebäudeaussteifung. Lagerung im Bereich der Außenwände auf L-Winkel, Auflagertiefe  $\geq 60,0$  mm. Lagerung direkt auf der Innenwand. Befestigung gem. Angabe der Werkplanung. Auf der Innenwand werden im Ringbalken HTU-Schienen verbaut.

**Brandschutz**

Keine Brandschutzanforderungen an das Dach, da nicht zur Aussteifung angesetzt,

**Lastannahmen**

Ausbaulasten inkl. PV und ext. Dachbegrünung = 2,45 kN/m<sup>2</sup>  
Eigengewicht in Ausbaulast berücksichtigt = 0,00 kN/m<sup>2</sup>  
 **$\Sigma g_{1,k} = 2,45 \text{ kN/m}^2$**

Werte als richtig angenommen

Nutzlast aus PV inkl. Schnee

Es wird auf dem Dach eine Vollbelegung der PV-Anlage geplant. Die Belastung wird als Schneelast definiert.

Aus PV vgl. Lastzusammenstellung = 0,25 kN/m<sup>2</sup>  
Aus Schnee vgl. Lastzusammenstellung = 0,72 kN/m<sup>2</sup>  
 **$\Sigma q_{1,k} = 1,00 \text{ kN/m}^2$**



BAUTEIL:	Nachweise im Anbau	
POS.:	100 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 165/250, 1.50 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 202

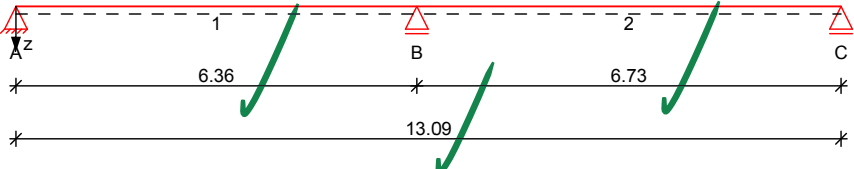
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S352.de - 2025.002

System

M 1:120

Stahl-Trapezprofile, DIN EN 1993-1-3



Abmessungen  
Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Profil
1	6.36	FISCHER 165/250-1.50
2	6.73	

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	6.0	fest	frei	fest
B	6.36	0.00	17.5	fest	frei	frei
C	13.09	0.00	6.0	fest	frei	frei

Dachneigung

Dachneigungswinkel

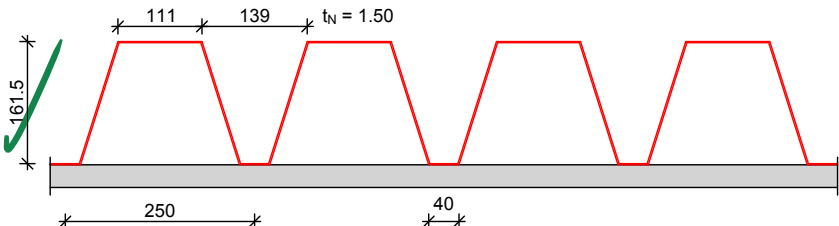
$\delta = 0.0^\circ$

Lage

Positivlage aufliegend

Befestigung in jedem anliegenden Gurt

M 1:10



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.W

Qk.S min/max Werte

Wind

Windlasten


Qk.W min/max Werte

Qk.W.000 Anströmrichtung  $\Theta = 0^\circ$

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

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

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



BAUTEIL:	Nachweise im Anbau	
POS.:	100 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 165/250, 1.50 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 203

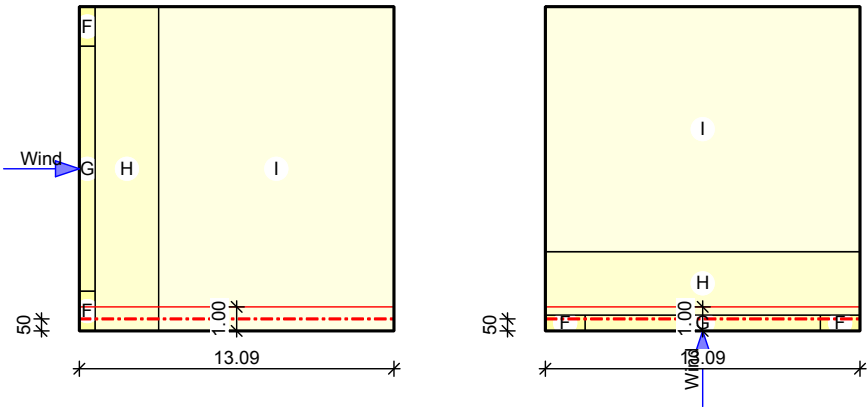
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S352.de - 2025.002

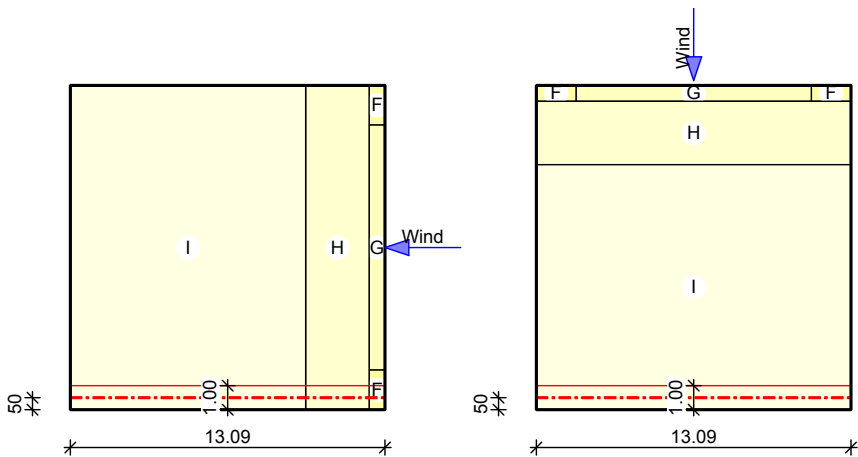
Wind/Schnee

Windlastermittlung

M 1:315



M 1:315



Belastungen

Belastungen auf das System

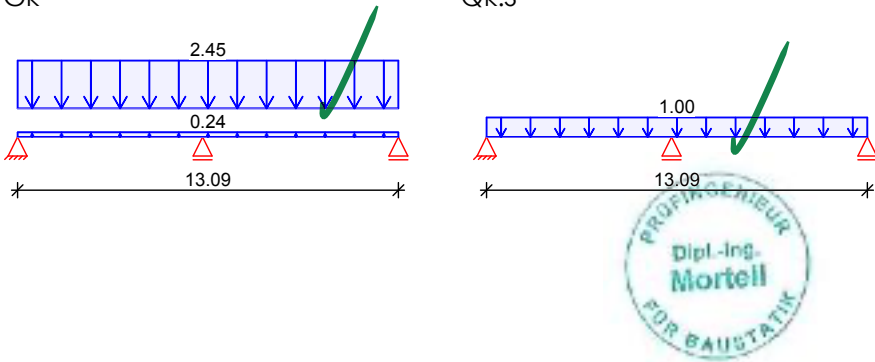
Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk

Qk.S



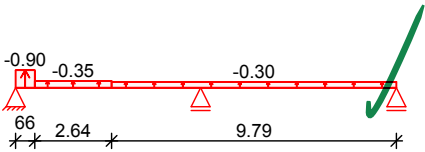
BAUTEIL:	Nachweise im Anbau	
POS.:	100 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 165/250, 1.50 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 204



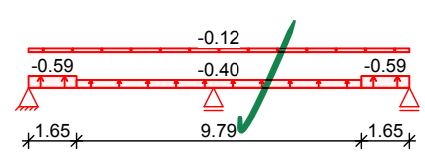
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

mb BauStatik S352.de - 2025.002

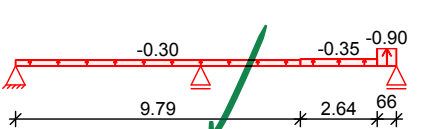
Qk.W.000



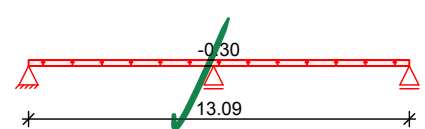
Qk.W.090



Qk.W.180



Qk.W.270



**Flächenlasten**  
in z-Richtung

Einw. Gk  
Einw. Qk.S  
Einw. Qk.W.000  
Einw. Qk.W.090  
Einw. Qk.W.180  
Einw. Qk.W.270

Gleichflächenlasten

Feld	Richt.	Komm.	a [m]	s [m]	Qa [kN/m²]	Qe [kN/m²]
1	global	Eigengew	0.00	13.09		0.24
1	vert.DF		0.00	13.09		2.45
1	vert.DF		0.00	13.09		1.00
1	lokal	Ber. F	0.00	0.66		-0.90
1	lokal	Ber. H	0.66	2.64		-0.35
1	lokal	Ber. I	3.30	9.79		-0.30
1	lokal	Ber. F	0.00	1.65		-0.59
2	lokal	Ber. F	5.08	1.65		-0.59
1	lokal	Ber. G	1.65	9.79		-0.40
1	lokal	Ber. H	0.00	13.09		-0.12
2	lokal	Ber. F	6.07	0.66		-0.90
2	lokal	Ber. H	3.43	2.64		-0.35
1	lokal	Ber. I	0.00	9.79		-0.30
1	lokal	Ber. I	0.00	13.09		-0.30

global: Belastung bezogen auf das globale Koordinatensystem  
lokal: lokale Belastung orthogonal zur Dachfläche  
vert.DF: vertikale Belastung bezogen auf die Dachfläche

**Char. Schnittgrößen**

charakteristische Schnittgrößen

**Tabelle**

Schnittgrößen (je Einwirkung)

Feld	x [m]	M <sub>y,k</sub> [kNm/m]	V <sub>z,k</sub> [kN/m]
Einw. Gk	1 0.00 2.34 6.36	0.00 7.34 * -14.44 *	6.28 * 0.00 -10.82 *
	2 0.00 4.16 6.73	-14.44 * 8.87 * 0.00	11.20 * 0.00 -6.91 *
Einw. Qk.S	1 0.00 2.34 6.36	0.00 2.73 * -5.37 *	2.34 * 0.00 -4.02 *
	2 0.00	-5.37 *	4.16 *



BAUTEIL:	Nachweise im Anbau	
POS.:	100 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 165/250, 1.50 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 205

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

mb BauStatik S352.de - 2025.002

	Feld	x [m]	$M_{y,k}$ [kNm/m]	$V_{z,k}$ [kN/m]
Einw. Qk.W.000	1	4.16	3.30 *	0.00
		6.73	0.00	-2.57 *
		0.00	0.00	-1.15 *
	2	2.26	-1.01 *	0.00
		6.36	1.70 *	1.28 *
		0.00	1.70 *	-1.26 *
Einw. Qk.W.090	1	4.21	-0.96 *	0.00
		6.73	0.00	0.76 *
		0.00	0.00	-1.47 *
	2	2.21	-1.53 *	0.00
		6.36	2.89 *	2.14 *
		0.00	2.89 *	-2.20 *
Einw. Qk.W.180	1	4.28	-1.82 *	0.00
		6.73	0.00	1.59 *
		0.00	0.00	-0.69 *
	2	2.29	-0.79 *	0.00
		6.36	1.70 *	1.22 *
		0.00	1.70 *	-1.32 *
Einw. Qk.W.270	1	4.26	-1.18 *	0.00
		6.73	0.00	1.23 *
		0.00	0.00	-0.70 *
	2	2.34	-0.82 *	0.00
		6.36	1.61 *	1.21 *
		0.00	1.61 *	-1.25 *

Kombinationen

Kombinationen nach DIN EN 1990

	Ek	$\Sigma (\gamma^* \psi^* EW)$
ständig/vorüberg.	1	1.35 * Gk
	2	1.35 * Gk + 1.50 * Qk.S
selten	30	1.00 * Gk + 1.00 * Qk.S

Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen

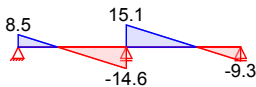
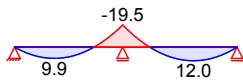
Grafik

Schnittgrößen (maßgebende)

Komb. I

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

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

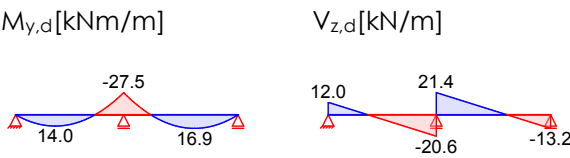


BAUTEIL:	Nachweise im Anbau	
POS.:	100 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 165/250, 1.50 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 206

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

mb BauStatik S352.de - 2025.002

Komb. 2



Mat./Querschnitt

**FISCHER FI 165/250, 1.50 mm**  
Positivlage aufliegend  
Befestigung in jedem anliegenden Gurt

Material/ Querschnittswerte	<b>E-Modul</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	<b>I<sup>eff</sup></b> [cm <sup>4</sup> /m]	<b>I<sup>eff</sup></b> [cm <sup>4</sup> /m]	<b>A<sub>g</sub></b> [cm <sup>2</sup> /m]	<b>A<sub>eff</sub></b> [cm <sup>2</sup> /m]	<b>f<sub>y,k</sub></b> [N/mm <sup>2</sup> ]
	210000	968.0	944.5	28.64	18.20	350

Bemessungswerte der Widerstandsgrößen bei andrückender Last	<b>Aufl.</b> [mm]	<b>R<sub>w,Rd,A</sub></b> [kN/m]	<b>M<sub>0,Rd,B</sub></b> [kNm/m]	<b>M<sub>c,Rd,B</sub></b> [kNm/m]	<b>R<sub>0,Rd,B</sub></b> [kN/m]	<b>R<sub>w,Rd,B</sub></b> [kN/m]
	A (40)	40.90	-	-	-	-
	B (160)	-	33.28	31.31	124.82	79.29
	C (40)	40.90	-	-	-	-

V<sub>w,Rd</sub> = n.m.  
M<sub>c,Rd,F</sub> = 38.40 kNm/m

Bemessungswerte der Widerstandsgrößen bei abhebender Last	<b>M<sub>c,Rd,F</sub></b> [kNm/m]	<b>R<sub>w,Rd,A</sub></b> [kN/m]	<b>M<sub>0,Rd,B</sub></b> [kNm/m]	<b>M<sub>c,Rd,B</sub></b> [kNm/m]	<b>R<sub>0,Rd,B</sub></b> [kN/m]	<b>R<sub>w,Rd,B</sub></b> [kN/m]	<b>V<sub>w,Rd</sub></b> [kN/m]
	29.69	205.02	-	34.26	-	-	205.02

Nachweise (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-3

Endauflager Abs. 6.1.11	<b>Aufl.</b>	<b>EK</b>	<b>F<sub>Ed,A</sub></b> [kN/m]	<b>η</b> [-]
	A	2	11.99	0.29
	C	2	13.17	0.32

Innenauflager Abs. 6.1.10 + 6.1.11	<b>Aufl.</b>	<b>EK</b>	<b>N<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>F<sub>Ed,B</sub></b> [kN/m]	<b>V<sub>Ed,B</sub></b> [kN/m]	<b>M<sub>Ed,B</sub></b> [kNm/m]	<b>η</b> [-]
	B	2	-	42.01	-	-	0.53
		1	-	-	15.12	-	n.m.
		2	-	-	-	-27.54	0.88
		2	-	42.01	-	-27.54	0.94 <sub>Q</sub>
		1	-	-	15.12	-19.49	-

Q: quadratische Interaktion, ε = 2

Felder Abs. 6.1.8	<b>Feld</b>	<b>EK</b>	<b>x</b> [m]	<b>N<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>M<sub>Ed,F</sub></b> [kNm/m]	<b>η</b> [-]
	1	2	2.34	-	14.00	0.36
		2	6.24	-	-25.04	0.84
	2	2	4.16	-	16.91	0.44



BAUTEIL:	Nachweise im Anbau	
POS.:	100 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 165/250, 1.50 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 207

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

mb BauStatik S352.de - 2025.002

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

**Begehrbarkeit** Grenzzstzweite  $L_{gr} = 23.40\text{ m} > 6.73\text{ m}$

Grenzwert der Durchbiegung Felder 1/300

**max. Verformungen**  
Abs. 7.3

Feld	x [m]	EK	w [mm]	w <sub>zul</sub> [mm]	η [-]
1 (L = 6.36 m)	2.62	30	14.8	21.2	0.70
2 (L = 6.73 m)	3.85	30	21.6	22.4	0.96

**Verbindungen**

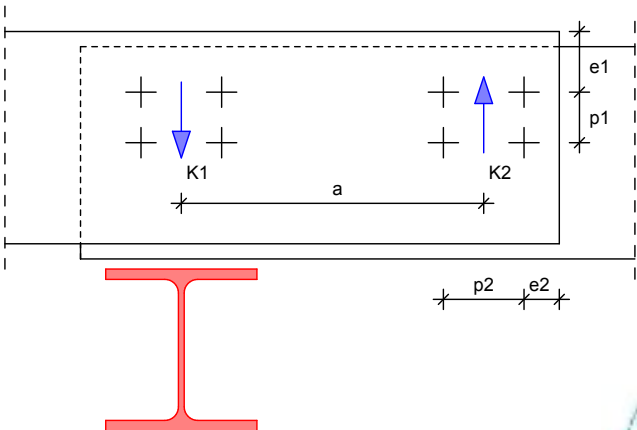
Unterkonstruktion konstruktiv Lager A: **Bohrschraube Würth Zebra Pias 4,2 - AW**  
Lager B: **Bohrschraube Würth Zebra Pias 4,2 - AW**  
Lager C: **Bohrschraube Würth Zebra Pias 4,2 - AW**

Auflagerbreiten Lager A  $l_{min} : 40\text{ mm} < 60\text{ mm}$   
Lager B  $l_{min} : 60\text{ mm} < 175\text{ mm}$   
Lager C  $l_{min} : 40\text{ mm} < 60\text{ mm}$

Mindestabstände nach DIN EN 1993-1-3, Abs. 8.3

p1 [mm]	e1 [mm]	p2 [mm]	e2 [mm]
<b>Bohrschraube Würth Zebra Pias 4,2 - AW</b> 13	<b>Bohrschraube Würth Zebra Pias 4,2 - AW</b> 13	13	6

M 1:15



BAUTEIL:	Nachweise im Anbau	
POS.:	100 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 165/250, 1.50 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 208

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

mb BauStatik S352.de - 2025.002

**Auflagerkräfte**

Char. Auflagerkr.

je lfd. m

	Aufl.	$F_x$ [kN/m]	$F_z$ [kN/m]
Einw. Gk	A	0.00	6.28
	B	0.00	22.02
	C	0.00	6.91
Einw. Qk.S	A	0.00	2.34
	B	0.00	8.19
	C	0.00	2.57
Einw. Qk.W.000	A	0.00	-1.15
	B	0.00	-2.54
	C	0.00	-0.76
Einw. Qk.W.090	A	0.00	-1.47
	B	0.00	-4.34
	C	0.00	-1.59
Einw. Qk.W.180	A	0.00	-0.69
	B	0.00	-2.54
	C	0.00	-1.23
Einw. Qk.W.270	A	0.00	-0.70
	B	0.00	-2.46
	C	0.00	-0.77

**Zusammenfassung**

Zusammenfassung der Nachweise

**Nachweise (GZT)**

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Feld/Auflager	x [m]	$\eta$ [-]
Endauflager	C	OK	0.32
Innenauflager	B	OK	0.94
Felder	Feld 1	6.24 OK	0.84
Unterkonstruktion		OK	0.00

**Nachweise (GZG)**

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Feld/Auflager	x [m]	$\eta$ [-]
Begehbarkeit		OK	
Verformung	Feld 2	3.85 OK	0.96



BAUTEIL:	Nachweise im Anbau	
POS.:	100 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 165/250, 1.50 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 209

