

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:**



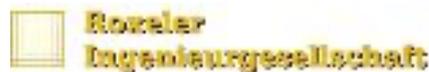
Stadt Mülheim  
Hans-Böckler-Platz 5  
45468 Mülheim an der Ruhr

**Entwurfsverfasser:**



t | b architekten gmbh  
Möddericher strasse 38  
46238 bottrop

**Aufsteller:**



Roxeler Ingenieurgesellschaft 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>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

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>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

## Vorbemerkungen/ Allgemeines



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

VERFASSER:	 <b>Roxeler 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. I Allgemeine Beschreibung der Baumaßnahme

### I.1 Veranlassung

Die Stadt Mülheim an der Ruhr beabsichtigt an der bestehenden 3-fach Sporthalle, Lehnerstraße 67, in 45481 Mülheim an der Ruhr Sanierungsarbeiten durchzuführen. Des Weiteren soll ein Anbau angrenzend an die Umkleidebereiche entstehen. Die Roxeler Ingenieurgesellschaft mbH, Otto-Hahn-Straße 7, 48161 Münster wurde für den Nachweis der Standsicherheit für die Umbaumaßnahmen sowie den Anbau beauftragt.

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

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

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



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

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

### **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>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 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>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 S011 - 2025.002

## Pos. I.V Änderungsverzeichnis

Nr.	Änderungen	Als Ergänzung / Ersatz



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

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>Roxel 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. 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>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 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>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 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>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 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 $S_{aP,R}$	$= 0,60 \text{ m/s}^2$
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>	$\leq$	<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>
<u>0,374 m/s<sup>2</sup></u>	$<$	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>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 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	$H_s$ =	38.00	m
	Windzone	WZ =	1	✓
	Schneelastzone	SLZ =	1	✓
	char. Schneelast	$s_k$ =	0.65	kN/m <sup>2</sup>



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

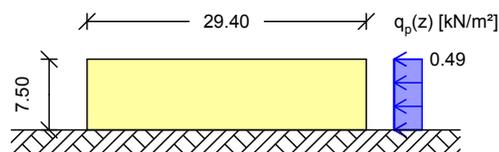
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

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	$v_{b,0}$ =	22.50 m/s
	Basisgeschwindigkeitsdruck	$q_{b,0}$ =	0.32 kN/m <sup>2</sup>
	Bezugshöhe	$z_e$ =	7.50 m
	Geschwindigkeitsdruck	$q_p$ =	0.49 kN/m <sup>2</sup>
	Lasteinflussfläche	A ≥	10.00 m <sup>2</sup>
Qk.W.000	Bereichsgröße	$e_D$ =	15.00 m
Richtung $\Theta=0^\circ$		$e_w$ =	15.00 m

Winddruckverteilung  
M 1:800

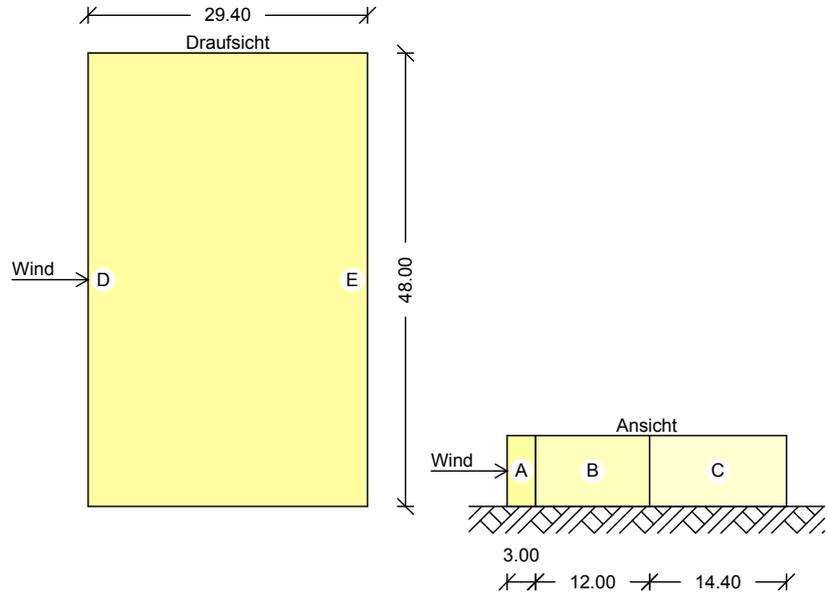


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.I Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 16

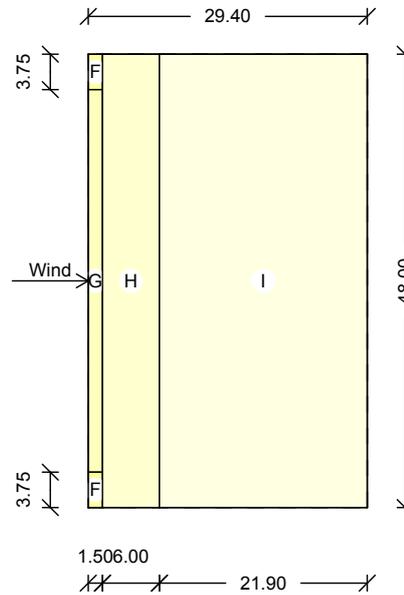
VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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/m <sup>2</sup> ]
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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S031.de - 2025.002

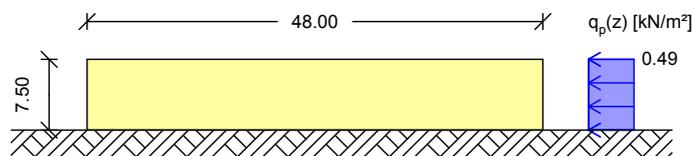
Bereich	d [m]	b [m]	$C_{pe,1}$ [-]	$C_{pe,10}$ [-]	$W_{e,10}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
F	1.50	3.75	-2.50	-1.80	-0.88
G	1.50	40.50	-2.00	-1.20	-0.59
H	6.00	48.00	-1.20	-0.70	-0.34
I-	21.90	48.00	-0.60	-0.60	-0.29
I+	21.90	48.00	0.20	0.20	0.10

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

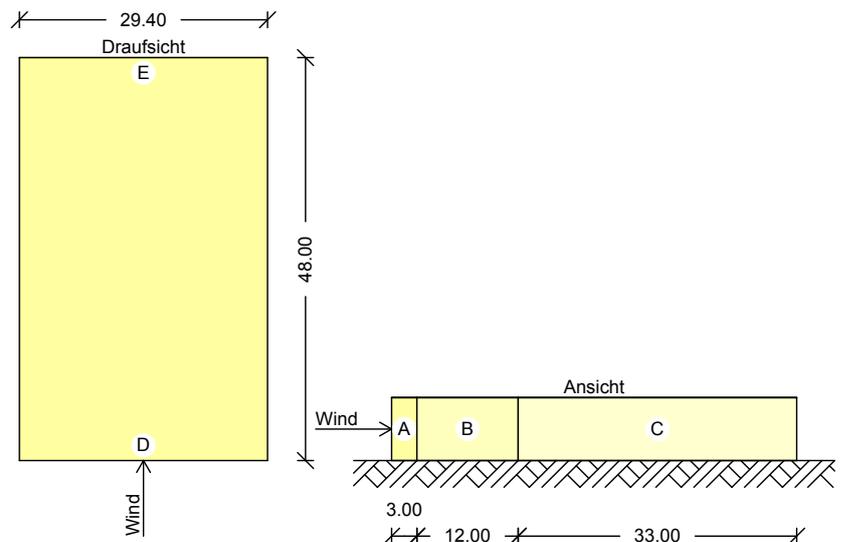
Bereichsgröße

$e_D = 15.00$  m  
 $e_W = 15.00$  m

Winddruckverteilung  
M 1:800



Bereichseinteilung  
M 1:900

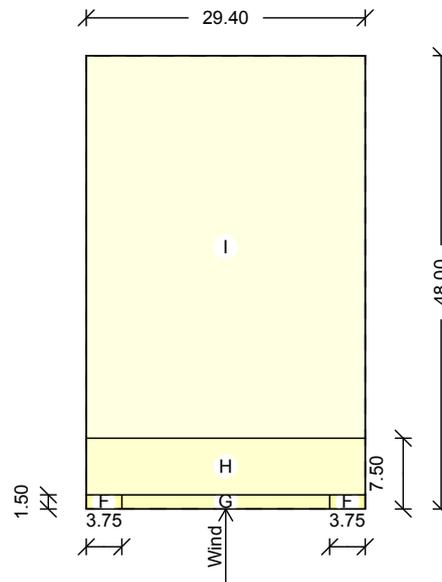


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.I Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 18

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/m <sup>2</sup> ]
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

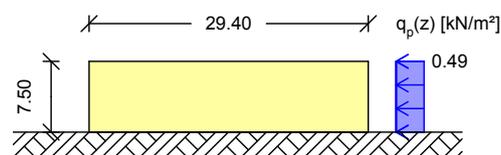
Bereich	d [m]	b [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
F	1.50	3.75	-2.50	-1.80	-0.88
G	1.50	21.90	-2.00	-1.20	-0.59
H	6.00	29.40	-1.20	-0.70	-0.34
I	40.50	29.40	-0.60	-0.60	-0.29
I+	40.50	29.40	0.20	0.20	0.10

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

Bereichsgröße

$e_D = 15.00$  m  
 $e_W = 15.00$  m

Winddruckverteilung  
M 1:800

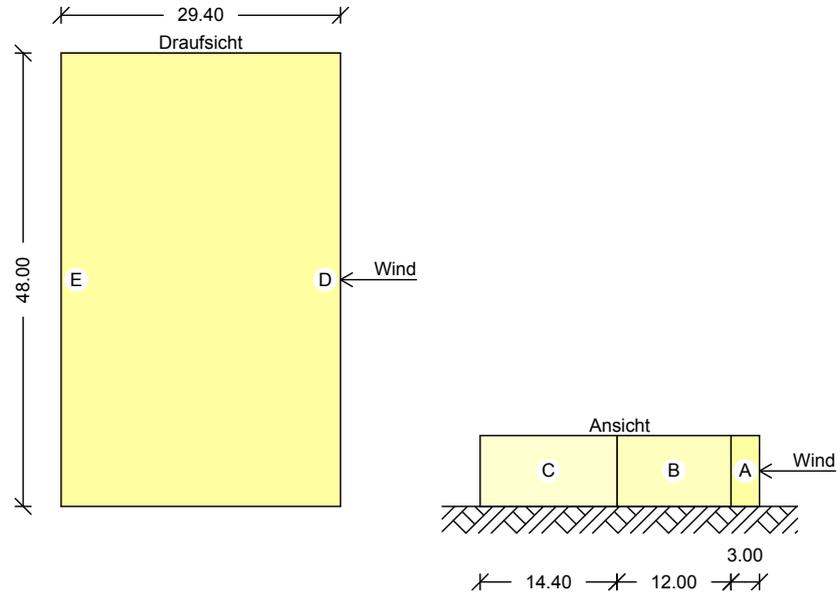


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.I Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 19

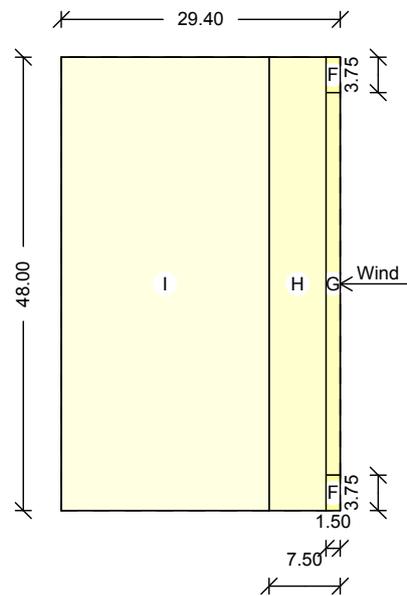
VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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/m <sup>2</sup> ]
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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S031.de - 2025.002

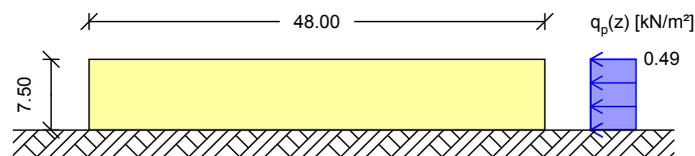
Bereich	d [m]	b [m]	$C_{pe,1}$ [-]	$C_{pe,10}$ [-]	$W_{e,10}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
F	1.50	3.75	-2.50	-1.80	-0.88
G	1.50	40.50	-2.00	-1.20	-0.59
H	6.00	48.00	-1.20	-0.70	-0.34
I-	21.90	48.00	-0.60	-0.60	-0.29
I+	21.90	48.00	0.20	0.20	0.10

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

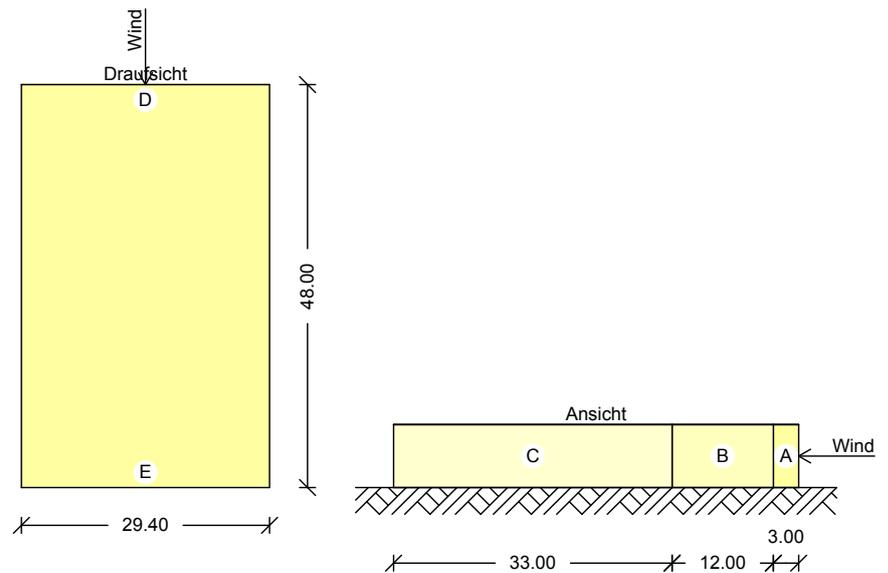
Bereichsgröße

$e_D = 15.00$  m  
 $e_W = 15.00$  m

Winddruckverteilung  
M 1:800



Bereichseinteilung  
M 1:900

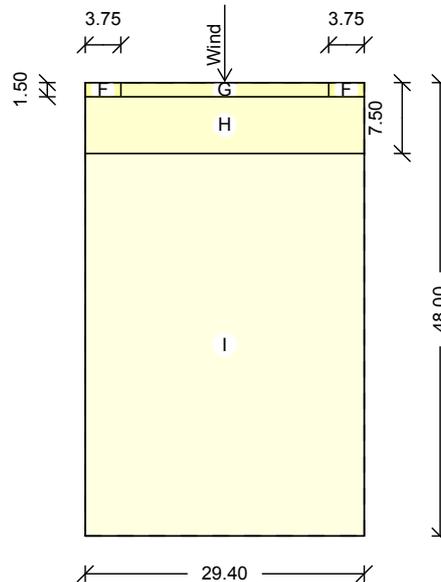


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.I Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Sporthalle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 21

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 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/m <sup>2</sup> ]
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/m <sup>2</sup> ]
F	1.50	3.75	-2.50	-1.80	-0.88
G	1.50	21.90	-2.00	-1.20	-0.59
H	6.00	29.40	-1.20	-0.70	-0.34
I-	40.50	29.40	-0.60	-0.60	-0.29
I+	40.50	29.40	0.20	0.20	0.10

### Schneelasten

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

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

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

### Solarth.-/PV-Anlage

Länge der Anlage  
 Höhe der Anlage  
 Verwehungslänge  
 Formbeiwert  
 erhöhte Schneelast

$$\begin{aligned}
 l_1 &= 40.00 \text{ m} \\
 h &= 0.30 \text{ m} \\
 l_s &= 40.60 \text{ m} \\
 \mu_s &= 0.92 \text{ -} \\
 s_s &= 0.60 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$



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

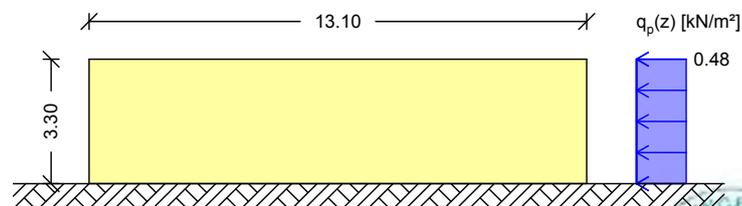
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM:
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	28.11.2024

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	$v_{b,0}$ =	22.50	m/s
	Basisgeschwindigkeitsdruck	$q_{b,0}$ =	0.32	kN/m <sup>2</sup>
	Bezugshöhe	$z_e$ =	3.30	m
	Geschwindigkeitsdruck	$q_p$ =	0.48	kN/m <sup>2</sup>
	Lasteinflussfläche	A ≥	10.00	m <sup>2</sup>
Qk.W.000	Bereichsgröße	$e_D$ =	6.60	m
Richtung $\Theta=0^\circ$		$e_w$ =	6.60	m

Winddruckverteilung  
M 1:200

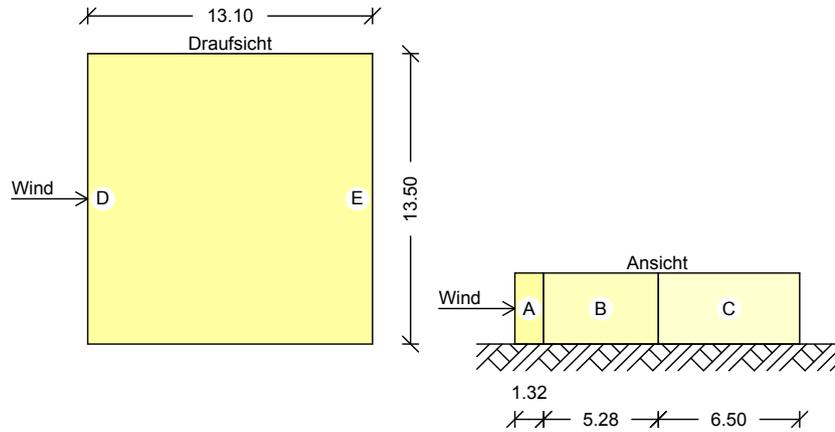


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.II Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 23

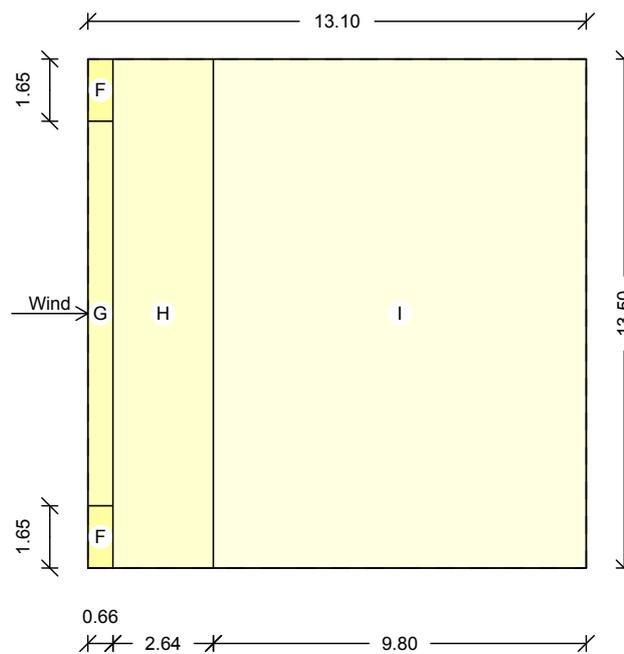
VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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/m <sup>2</sup> ]
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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S031.de - 2025.002

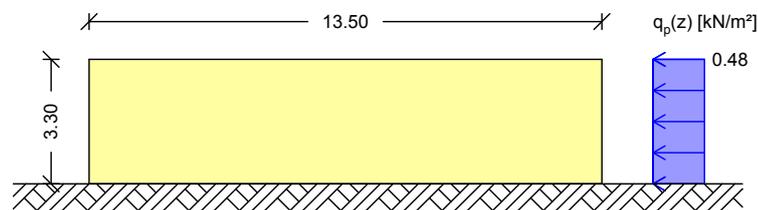
Bereich	d [m]	b [m]	$C_{pe,1}$ [-]	$C_{pe,10}$ [-]	$W_{e,10}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
F	0.66	1.65	-2.50	-1.80	-0.86
G	0.66	10.20	-2.00	-1.20	-0.58
H	2.64	13.50	-1.20	-0.70	-0.34
I-	9.80	13.50	-0.60	-0.60	-0.29
I+	9.80	13.50	0.20	0.20	0.10

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

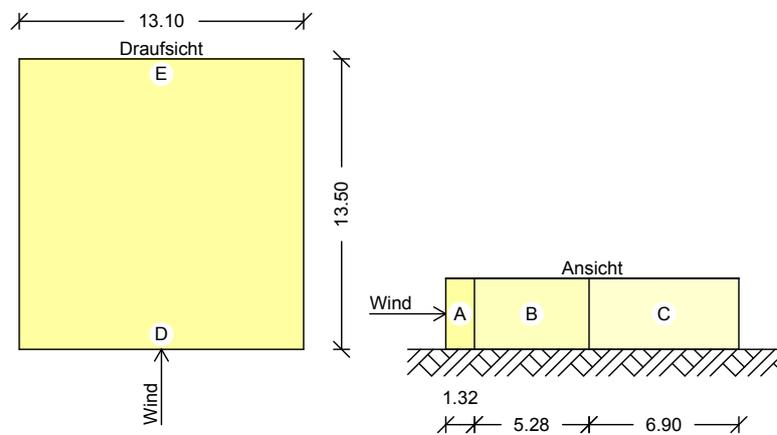
Bereichsgröße

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

Winddruckverteilung  
M 1:200



Bereichseinteilung  
M 1:350

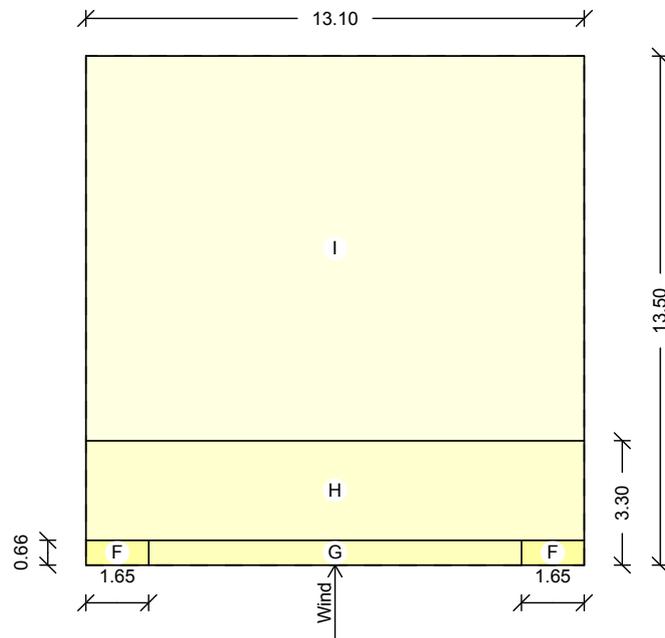


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.II Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 25

VERFASSER:	 <b>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 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/m <sup>2</sup> ]
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

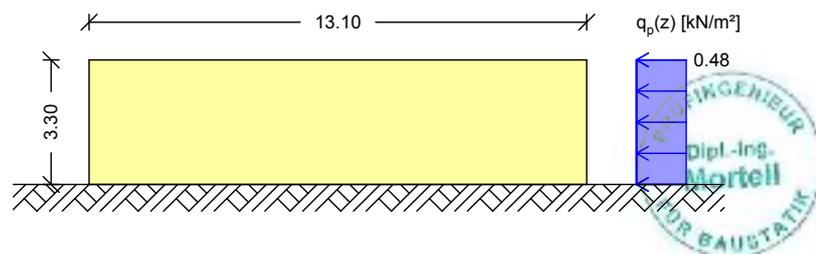
Bereich	d [m]	b [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
F	0.66	1.65	-2.50	-1.80	-0.86
G	0.66	9.80	-2.00	-1.20	-0.58
H	2.64	13.10	-1.20	-0.70	-0.34
I-	10.20	13.10	-0.60	-0.60	-0.29
I+	10.20	13.10	0.20	0.20	0.10

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

Bereichsgröße

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

Winddruckverteilung  
M 1:200

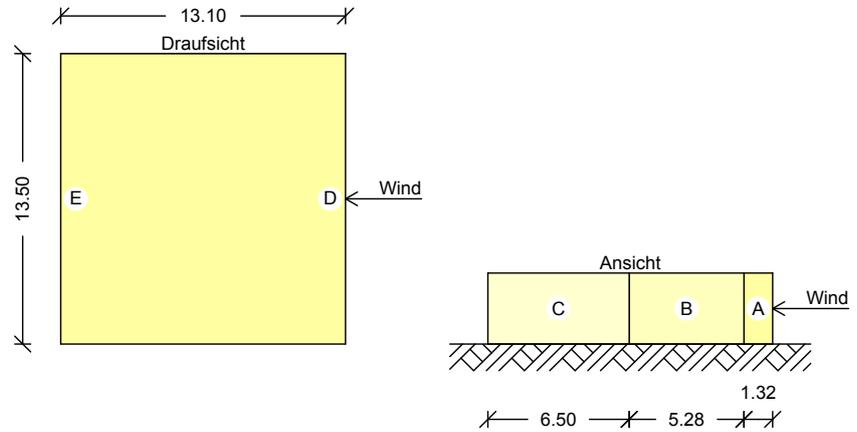


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.II Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 26

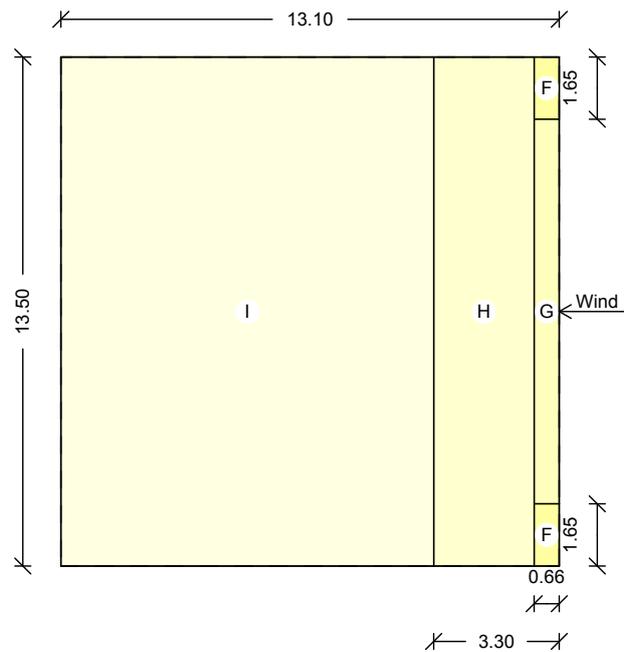
VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S031.de - 2025.002

Bereichseinteilung  
M 1:350



M 1:200



Bereich	d,b [m]	h [m]	$C_{pe,1}$ [-]	$C_{pe,10}$ [-]	$W_{e,10}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
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

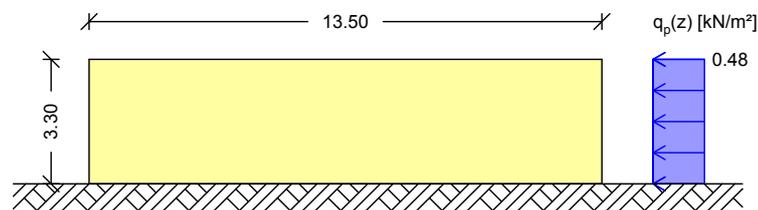
Bereich	d [m]	b [m]	$C_{pe,1}$ [-]	$C_{pe,10}$ [-]	$W_{e,10}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
F	0.66	1.65	-2.50	-1.80	-0.86
G	0.66	10.20	-2.00	-1.20	-0.58
H	2.64	13.50	-1.20	-0.70	-0.34
I-	9.80	13.50	-0.60	-0.60	-0.29
I+	9.80	13.50	0.20	0.20	0.10

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

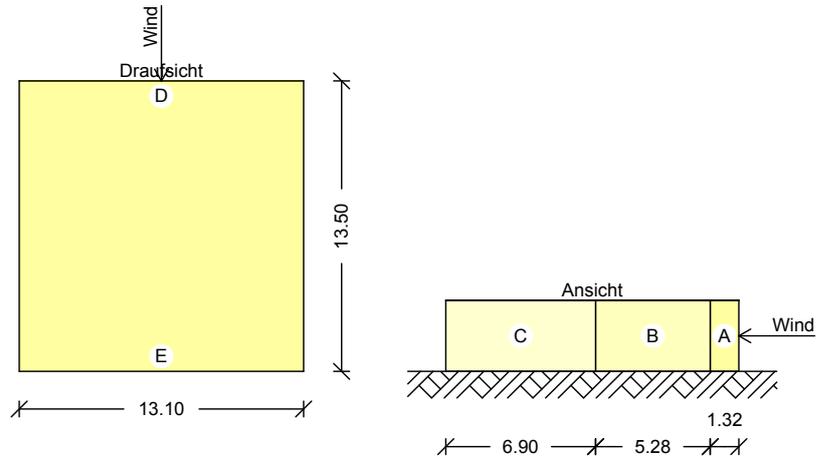
Bereichsgröße

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

Winddruckverteilung  
M 1:200



Bereichseinteilung  
M 1:350

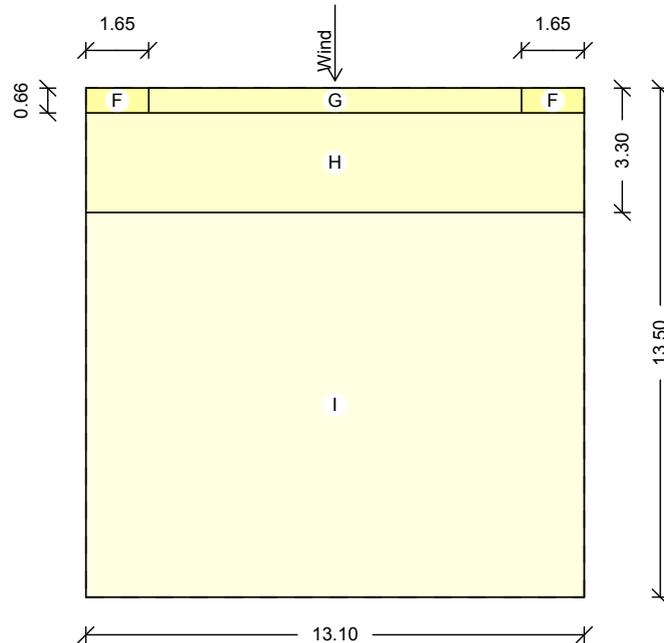


BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	VI.II Flachdach mit Schnee u. Wind für Regelfall Anbau	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 28

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 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/m <sup>2</sup> ]
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/m <sup>2</sup> ]
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

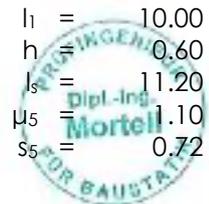
### Schneelasten

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

char. Schneelast auf Boden	s <sub>k</sub> =	0.65	kN/m <sup>2</sup>
Formbeiwert für Schneelast	μ <sub>1</sub> =	0.80	-
Schneelast auf dem Dach	s =	0.52	kN/m <sup>2</sup>

### Solarth.-/PV-Anlage

Länge der Anlage	l <sub>1</sub> =	10.00	m
Höhe der Anlage	h =	0.60	m
Verwehungslänge	l <sub>s</sub> =	11.20	m
Formbeiwert	μ <sub>5</sub> =	1.10	-
erhöhte Schneelast	s <sub>5</sub> =	0.72	kN/m <sup>2</sup>



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

## Pos. VII Einwirkungen und Lasten

### Decke über dem Hallenbereich

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

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

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

#### Ständige Lasten:

Folie (2-Lagig):	= 0,10 $\text{KN/m}^2$
Gefälledämmung:	= 0,05 $\text{KN/m}^2$
Unterdecke Deckenheiz.	= 0,10 $\text{KN/m}^2$
Eigengewicht Trapezblech	= 0,10 $\text{KN/m}^2$
Zuschlag Kanäle	= 0,05 $\text{KN/m}^2$
Zuschlag Stahlträger	= 0,10 $\text{KN/m}^2$
<b><math>\Sigma g_{k}</math></b>	<b>= 0,50 <math>\text{KN/m}^2</math></b>

#### Nutz- und Schneelasten:

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

#### Nutzlasten:

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



#### Schneelasten:

$\mu_5 \times s_k = 0,65 \times 0,92$   $\Sigma q_{s,k} = 0,60 \text{ KN/m}^2$

mit

$\mu_5 = \min(1,0 / 2,0 \times 0,30 / 0,65 = 0,92)$   
 $= 0,92$



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

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	

### Decke über den Umkleiden (Bestand)

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

*Ris. 20. Stahlblech über einer Metallraumwanne*

<u>Belastung</u>	A. von Metallraumwanne = 1,00 kN/m <sup>2</sup> B. von RLT-Anlage = 0,25 kN/m <sup>2</sup> C. von Fußbodenbelag = 0,25 kN/m <sup>2</sup> D. permanente Umweltallg. = 1,00 kN/m <sup>2</sup> E. Windlast für Windst. III = 0,75 kN/m <sup>2</sup> F. Schneelast = 0,50 kN/m <sup>2</sup> G. Temperatur = 0,10 kN/m <sup>2</sup> H. Schalllast = 0,10 kN/m <sup>2</sup> I. = 0,10 kN/m <sup>2</sup>
	$\Sigma = 3,95 \text{ kN/m}^2$ $\Sigma = 3,95 \text{ kN/m}^2$

Werte als richtig angenommen

[Auszug aus Bestandsstatik]

### Lasten aus RLT-Anlage und Unterkonstruktion



Die geplanten Lüftungsanlagen sollen auf dem Dach der Umkleidegebäude montiert werden. Dafür wird eine Unterkonstruktion aus Stahl erforderlich. Diese Unterkonstruktion soll auf die vorhandenen Konsolen der Stb.- Stützen der Fahrzeughalle und auf die tragende Wandachse der Umkleiden aufgeständert werden.



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

VERFASSER:	 <b>Roxel 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	

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/m<sup>2</sup>

Aus Unterkonstruktion = 0,75 kN/m<sup>2</sup>

**Σg,k = 1,35 kN/m<sup>2</sup>**

#### Nutzlast

Aus Mannlast für Wartung, etc. **q,k = 1,00 kN/m<sup>2</sup>**



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

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

## Decke über den Anbau

### Lastrahmen Neubau Flachdach mit Gründach und PV < 0,31 m

BauderSOLAR Extensiv  
 Photo Voltaik Solarlastverteilung



Pfingstfeld   
 Ansicht 

Technische Daten / Pfl.	
Deckeneigung	0 - 3°
Außendurchst.	ab = 20,2 cm
Wassersperre / Wasserdichte	ca. 10,1 cm
Luftdichtung nach Pfl.	4,5
Belastung (kN/m²)	18 (auf 1m² Pfl.)
Überbaubereich	Überbaueig. Überschneid. Stegbreite
Mittleres Gewicht / Masseverteilung	
(1) Trägerbeton nach Pfl.	18,2 kg/m²
(2) BauderSOLAR 140-E PV-System	1,07 kg/m²
(3) BauderSOLAR 2-PV-System	1,2 kg/m²
(4) BauderSOLAR PV-Modul	1,4 kg/m²
(5) BauderSOLAR PV-System	1,4 kg/m²
<b>Gesamtgewicht</b>	<b>ca. 22,3 kg/m²</b>

mit Gewicht der PV-Module (ca. 18 kg/m²)

PV-Anlage (Als Nutzlast)	= 0,00 kN/m <sup>2</sup>
Bauder SOLAR Extensiv	= 1,71 kN/m <sup>2</sup>
Folie (2-Lagig):	= 0,04 kN/m <sup>2</sup>
Gefälledämmung:	= 0,05 kN/m <sup>2</sup>
Unterdecke Deckenheiz.	= 0,30 kN/m <sup>2</sup>
Eigengewicht Bleche	= 0,30 kN/m <sup>2</sup>
Zuschlag Kanäle	= 0,05 kN/m <sup>2</sup>
<b>Σ q<sub>k</sub></b>	<b>≈ 2,45 kN/m<sup>2</sup></b>

Schneelasten:	<b>q<sub>s,k</sub></b> = 0,60 kN/m <sup>2</sup>
---------------	---



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/m <sup>2</sup> x 3,9 m	1,00 kN/m
Mauerwerk	18 kN/m <sup>3</sup> 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/m <sup>2</sup> x 3,9 m	1,95 kN/m
Mauerwerk	18 kN/m <sup>3</sup> 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/m <sup>2</sup>
Estrich 8,0 cm	23,0 kN/m <sup>3</sup> x 0,080 m	1,84 kN/m <sup>2</sup>
Unterbau (Trittschalldämmung etc.)		0,10 kN/m <sup>2</sup>
Ausbaureserve		0,36 kN/m <sup>2</sup>
	<b>Σ g<sub>k</sub></b>	<b>2,50 kN/m<sup>2</sup></b>

<u>Eigengewicht Decke</u>	25,0 kN/m <sup>3</sup> x 0,20 m	5,00 kN/m <sup>2</sup>
	<b>Σ g<sub>k</sub></b>	<b>5,00 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Nutzlasten

Nutzlasten für Kraftsporträume pauschal über die gesamte Gründungsplatte

Kat. C4		5,00 kN/m <sup>2</sup>
	<b>Σ q<sub>k</sub></b>	<b>5,00 kN/m<sup>2</sup></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:	$c_v = 15 \text{ mm}$		
Bügel	$\varnothing 6 \text{ mm}$		
Längseisen	$\varnothing 10 \text{ mm}$		
Achsabstand:	$a_{Bü} = 15 + 6/2 = 18,0 \text{ mm}$		
	$a_{Lä} = 15 + 6 + 10/2 = 27 \text{ mm}$		
	$a_{Spann} = 40 \text{ mm}$		
$B_{min} =$	200 mm	<	400 mm = vorh. B <span style="float: right;">☒ OK</span>
$b_{w, min} =$	80 mm	<	120 mm = vor. $b_w$ <span style="float: right;">☒ OK</span>
erf. $a =$	15 mm	<	18 mm <span style="float: right;">☒ OK</span>
erf. $a_{sp} =$	$15 + 15 = 30 \text{ mm}$	<	40 mm <span style="float: right;">☒ OK</span>

**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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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

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

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

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

**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>Roxel 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. 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  $E_v \geq 120$  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

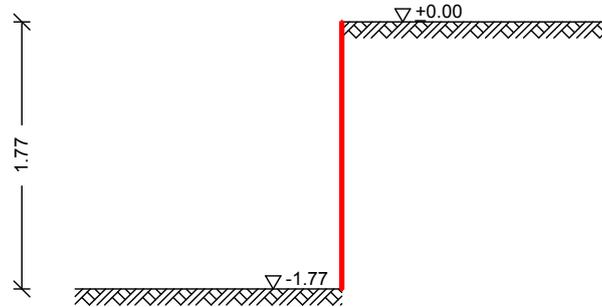
VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S034.de - 2025.002

## Pos. IX.1 Erddruckermittlung

### System

M 1:50



### Geometrie

Erddruckermittlung auf ebene Wandfläche

Belastungsfläche

Höhe der Belastungsfläche  
Wandneigung

h = 1.77 m  
a = 0.00 °

### Gelände

ebene Geländeoberfläche  
Abstand OK Gelände-Wandkopf

z = 0.00 m

### Baugrund

Boden

h [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c_a$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_a$ [°]	$\delta_0$ [°]
999.00	20.0	10.0	30.0	-	20.0	0.0

### Einwirkungen

Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12

Qk.N

Nutzlasten

Gk.E

Kategorie A - Wohn- und Aufenthaltsräume  
Erddruck  
Ständiger Erddruck

### Belastungen

Gleichlasten erdseitig

Nr.	EW	q [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Qk.N	5.00

### Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)



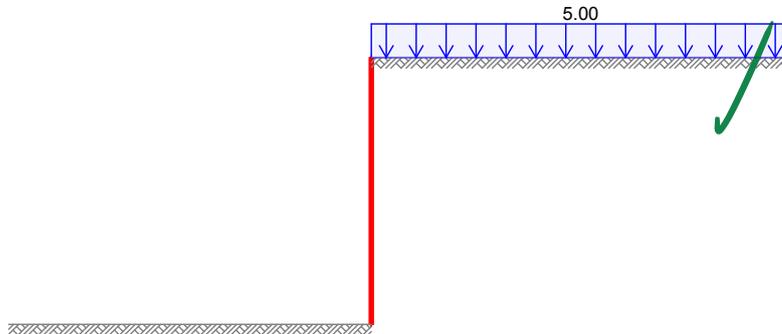
BAUTEIL:	Vorbemerkungen/ Allgemeines	
POS.:	IX.1 Erddruckermittlung	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 38

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S034.de - 2025.002

Einwirkung

Qk.N



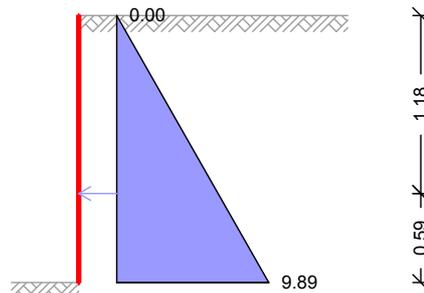
### Erddruck

Berechnung nach DIN 4085:2017-08

EW Gk.E

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

M 1:50



Erddruckspannungen

z [m]	$K_{agh}$ [-]	$e_{agh}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0.00	0.279	0.00
1.77	0.279	9.89

Resultierende Erddruckspannungen

z [m]	$\Sigma e_{ah}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$e_{umgel.}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0.00	0.00	0.00
1.77	9.89	9.89

aktive Erddruckkraft

$$E_{ah} = 8.75 \text{ kN/m}$$

$$E_{av} = 3.19 \text{ kN/m}$$

$$z_s = 1.18 \text{ m}$$



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

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

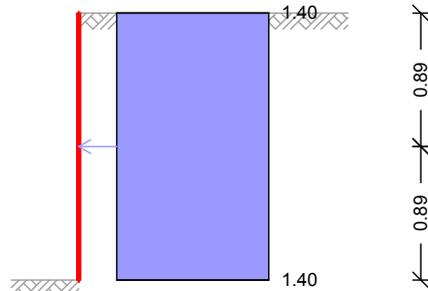
mb BauStatik S034.de - 2025.002

EW Qk.N

aktiver Erddruck aus Gleichlast erdseitig  
Lastordinate

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

M 1:50



z [m]	$K_{aph}$ [-]	$e_{aph}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0.00	0.279	1.40
1.77	0.279	1.40

aktive Erddruckkraft

$$E_{ah} = 2.47 \text{ kN/m}$$

$$E_{av} = 0.90 \text{ kN/m}$$

$$z_s = 0.89 \text{ m}$$



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

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

# Statische Berechnung



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

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

# 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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S352.de - 2025.002

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

Bereich: Dachdecke Sporthalle

Statisches System: Einfeldträger

Stützweite: 5,0 m

**Querschnitt FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm**

### Vorbemerkungen

Die Trapezbleche werden durch die vorhandenen Trapezbleche ersetzt.

### Brandschutz

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

### Lastannahmen

Ausbaulasten vgl. Lastzusammenstellung = 0,50 kN/m<sup>2</sup>

Eigengewicht in Ausbaulast berücksichtigt = 0,00 kN/m<sup>2</sup>

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

Nutzlast aus PV inkl. Schnee

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

Aus PV vgl. Lastzusammenstellung = 0,25 kN/m<sup>2</sup>

Aus Schnee vgl. Lastzusammenstellung = 0,60 kN/m<sup>2</sup>

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



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

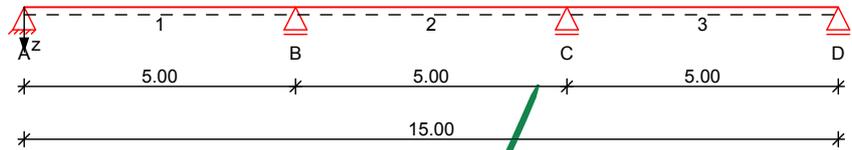
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S352.de - 2025.002

## System

Stahl-Trapezprofile, DIN EN 1993-1-3

M 1:140



Abmessungen  
Mat./Querschnitt

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

Auflager

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

Dachneigung

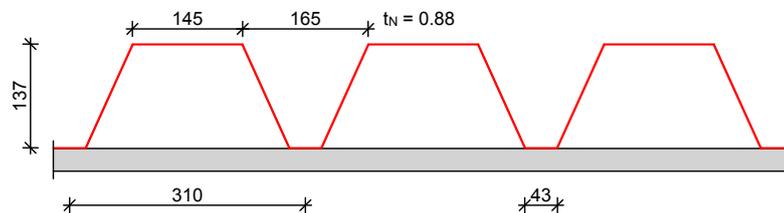
Dachneigungswinkel

$\delta = 0.0^\circ$

Lage

Positivlage aufliegend  
Befestigung in jedem anliegenden Gurt

M 1:10



## Wind/Schnee

Windlastermittlung

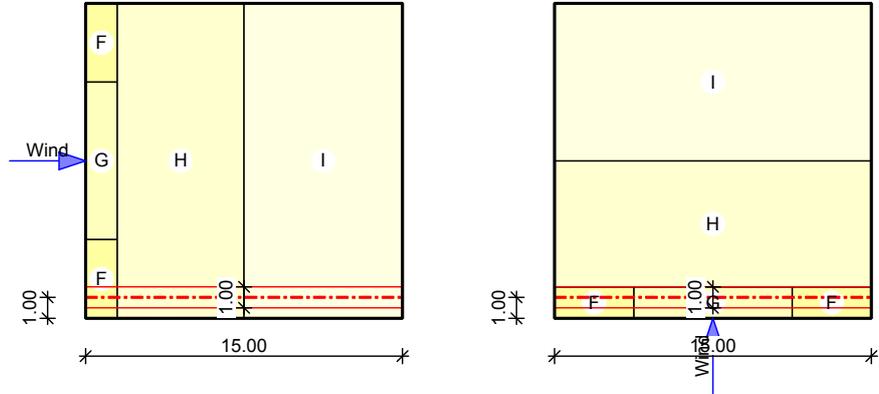


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	300 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 44

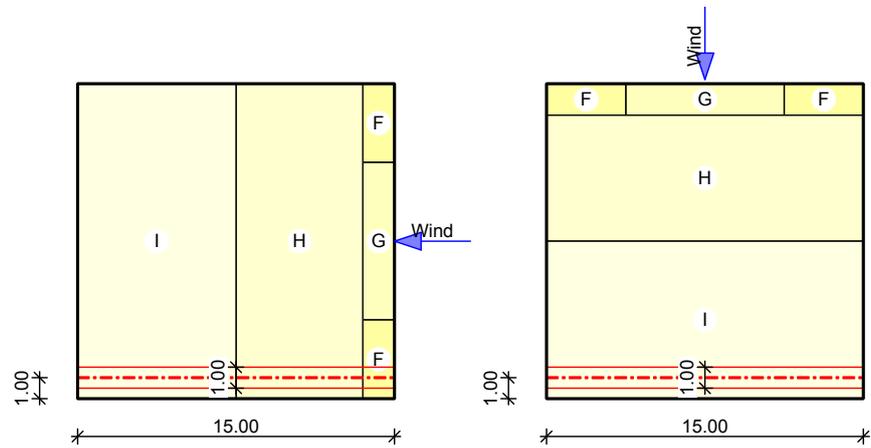
VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S352.de - 2025.002

M 1:360



M 1:360



## Belastungen

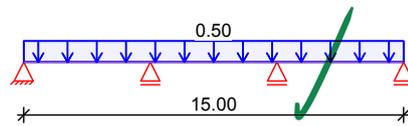
Belastungen auf das System

## Grafik

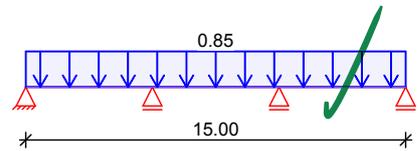
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

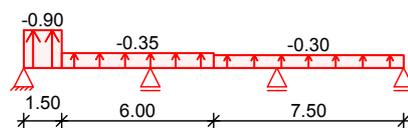
Gk



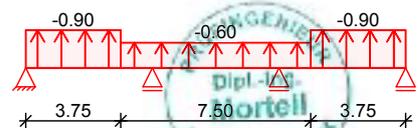
Qk.S.A



Qk.W.000



Qk.W.090

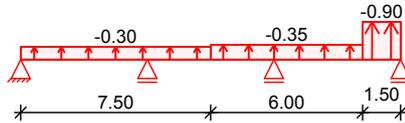


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	300 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 45

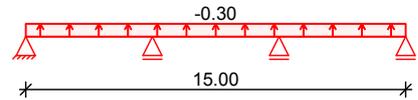
VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S352.de - 2025.002

Qk.W.180



Qk.W.270



### Kombinationen

Kombinationen nach DIN EN 1990

ständig/vorüberg.

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

selten

### Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen

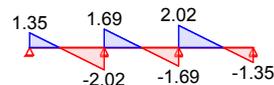
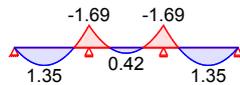
### Grafik

Schnittgrößen (maßgebende)

Komb. 1

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

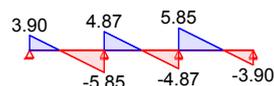
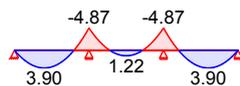
$V_{z,d}$  [kN/m]



Komb. 2

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

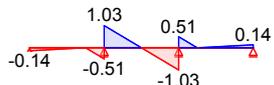
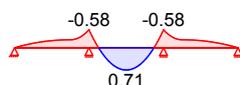
$V_{z,d}$  [kN/m]



Komb. 10

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

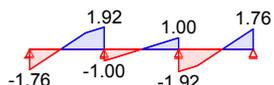
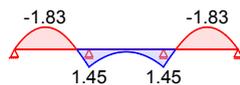
$V_{z,d}$  [kN/m]



Komb. 18

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

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



### Mat./Querschnitt

**FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm**

Positivlage aufliegend

Befestigung in jedem anliegenden Gurt



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

#### 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	3.90	0.54
D	2	3.90	0.54

#### Innenaullager

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>
C	1	-		-2.02	-1.69	-
	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

#### 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	2.00	-	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  $l/300$

### max. Verformungen

Abs. 7.3

Feld	x [m]	EK	w [mm]	w <sub>zul</sub> [mm]	$\eta$ [-]
1 ( $L = 5.00 \text{ m}$ )	2.23	30	8.7	16.7	0.52
2 ( $L = 5.00 \text{ m}$ )	2.50	38	1.6	16.7	0.09
3 ( $L = 5.00 \text{ m}$ )	2.77	30	8.7	16.7	0.52

### Verbindungen

Unterkonstruktion konstruktiv

Lager A: **Setzbolzen ITW SBR-14**  
 Lager B: **Setzbolzen ITW SBR-14**  
 Lager C: **Setzbolzen ITW SBR-14**  
 Lager D: **Setzbolzen ITW SBR-14**

Auflagerbreiten

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

Mindestabstände

nach DIN EN 1993-1-3, Abs. 8.3

p1 [mm]	e1 [mm]	p2 [mm]	e2 [mm]
<b>Setzbolzen ITW SBR-14</b> 20	<b>Setzbolzen ITW SBR-14</b> 20	<b>Setzbolzen ITW SBR-14</b> 20	<b>Setzbolzen ITW SBR-14</b> 20

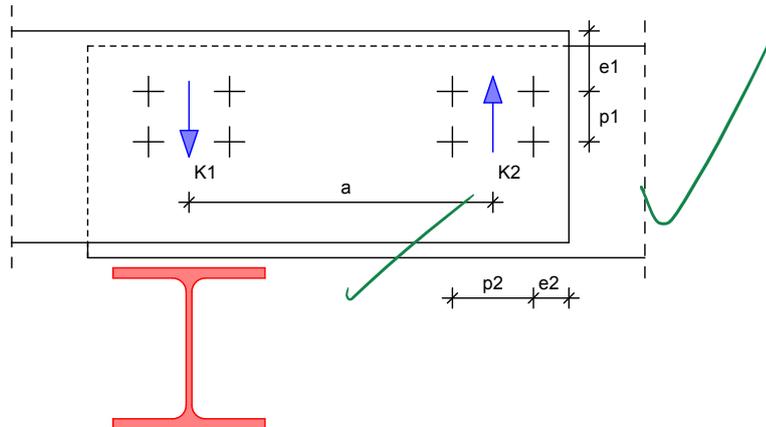


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	300 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 135/310 A, 0.88 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 48

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	

mb BauStatik S352.de - 2025.002

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

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 S352.de - 2025.002

Nachweis	Feld/Auflager	x [m]		η [-]
Endauflager	A		OK	0.54
Innenaufleger	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

**Querschnitt I-Träger (Bestand) B/H = 40/130 cm**

### Vorbemerkungen

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

### Brandschutz

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

### Lastannahmen aus Bestandsstatik:

21.9 Bestandsstatik nach Mittel

Belastung	Wert
Roheisenlast	0,10 kN/m <sup>2</sup>
Profil lasten	0,05 kN/m <sup>2</sup>
Luftwiderstand	0,05 kN/m <sup>2</sup>
Luftwiderstand nach Prof.	0,05 kN/m <sup>2</sup>
Deckung für Bewehrung	0,05 kN/m <sup>2</sup>
Eigenlast Beton	0,15 kN/m <sup>2</sup>
Σ	0,40 kN/m <sup>2</sup>
Stützlast	0,75 kN/m <sup>2</sup>
Σ	1,15 kN/m <sup>2</sup>

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:

#### Ständige Lasten:

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>
$\Sigma g_{k}$	=	0,50 kN/m <sup>2</sup>

#### Nutz- und Schneelasten:

Aus PV	vgl. Lastzusammenstellung	=	0,25 kN/m <sup>2</sup> ✓
Aus Schnee	vgl. Lastzusammenstellung	=	0,60 kN/m <sup>2</sup> ✓
$\Sigma q_{1,k}$		=	0,85 kN/m <sup>2</sup> ✓
<b>g+q(neu)=</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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim		

mb BauStatik S321.de - 2025.002

## Pos. 302 **Stahlträger Giebelseiten HEA 160**

Bereich: Giebelwände als Auflager für Pos. 300  
(ehem. Pos. 6/7)

Statisches System: Einfeldträger

Stützweite: 5,70 m

<b>Querschnitt</b>	<b>h = 20,0 cm</b>
<b>Korrosionsschutz</b>	<b>n. Angabe Werkplanung</b>

### Vorbemerkungen

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

### Brandschutz

Keine Anforderung an das Bauteil, da nicht aussteifend.

### Lastannahmen

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

### Lastübernahme aus Positionen

Die Lastübernahme erfolgt programmintern aus den Positionen:

∅ 300, Auflager A

mit den Lastfällen:

∅ Ständig, Nutzlast, Schnee, Wind

Pos. 302

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



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

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

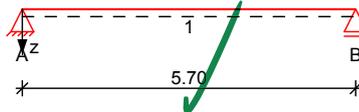
mb BauStatik S321.de - 2025.002

## System

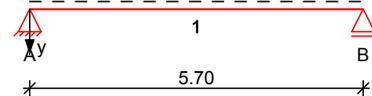
Einfeldträger, 2-achsige Biegung

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

Lager

A,B

b  
[cm]  
20.0

## Belastungen

Belastungen auf das System

Eigengewicht

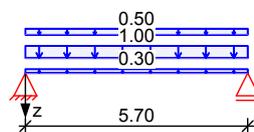
Feld	Einzelprofil	A [cm <sup>2</sup> ]	g [kN/m]
1	HEA 160	38.8	0.30

## Grafik

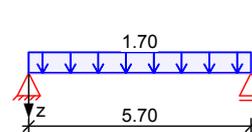
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

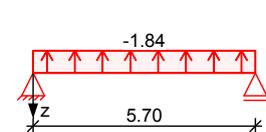
Gk



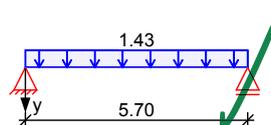
Qk.S



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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S321.de - 2025.002

### Streckenlasten in z-Richtung

		Gleichlasten					
Feld	Komm.	a	s	q <sub>li</sub>	q <sub>re</sub>	e	
		[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	
Einw. Gk	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
Einw. Qk.S	(a) 1		0.00	5.70		1.70	0.0
Einw. Qk.W.090	(a) 1		0.00	5.70		-1.84	0.0

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

### Streckenlasten in y-Richtung

		Gleichlasten					
Feld	Komm.	a	s	q <sub>li</sub>	q <sub>re</sub>	e	
		[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	
Einw. Qk.W.090	1		0.00	5.70		1.43	0.0

### Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990

	Ek	Σ (γ*ψ*EW)
ständig/vorüberg.	1	1.00*Gk
	2	1.00*Gk +1.50*Qk.W.090
	3	1.35*Gk +1.50*Qk.S
quasi-ständig st./vor. Auflagerkr.	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

Bemessungsschnittgrößen

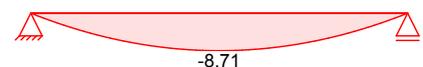
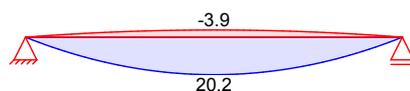
### Grafik

Schnittgrößen (Umhüllende)

Kombinationen

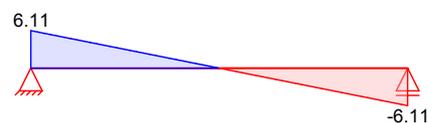
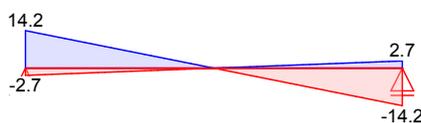
Moment  $M_{y,d}$  [kNm]

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



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

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



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

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S321.de - 2025.002

### Mat./Querschnitt

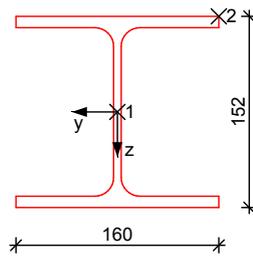
Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1993

Material

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

M 1:6

HEA 160



### Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1993

#### Quersch.-klasse

c/t-Verhältnis

#### Nachweis E-E

Abs. 6.2

Maßgebende Querschnittsklasse: Klasse 1

Nachweis der Biege- und Querkrafttragfähigkeit

Feld 1

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

### Stabilität

Nachweis der Stabilität

Festhaltungen

Feld 1

**x-Koordinaten [m] bzgl. Feldanfang**

0.00 GL, 5.70 GL

GL: Gabellager

Globale Beiwerte

Angriffspunkt der Last:

$$z_p = -7.60 \text{ cm}$$

Teilsicherheitsbeiwert:

$$\gamma_{m,1} = 1.10$$

Zwischenwerte

x [m]	Ek	$KL_y$ $KL_z$ [-]	$C_{my}$ $C_{mz}$ [-]	$N_{cr}$ $M_{cr}$ [kN(m)]	$c^2$ [cm <sup>2</sup> ]	$C_1$ [-]	$\bar{\lambda}_{LT}$ $\chi_{LT}$ [-]
(Abschnitt 1: $L_{cr,y} = 5.70m$ , $L_{cr,z} = 5.70m$ )							

Feld 1

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

VERFASSER:	 <b>Roxel</b> Ingenieurgeellschaft	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 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>	$\bar{\lambda}_{LT}$ $\chi_{LT}$
[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

Feld 1

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 $\chi_{LTmod}$	$\eta$
[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

### Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1993

### Verformungsnachweis

max. Verformungen

Feld 1

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

### Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

Einw. Gk

Einw. Qk.S

Einw. Qk.W.090

Aufl.	F <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]
A	5.14	5.14	0.00	0.00
B	5.14	5.14	0.00	0.00
A	4.85	4.85	0.00	0.00
B	4.85	4.85	0.00	0.00
A	-5.25	-5.25	4.08	4.08
B	-5.25	-5.25	4.08	4.08

Bem.-auflagerkräfte  
ständig/vorüberg.

Aufl.	F <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>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 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 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

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

www.fischer.de

### Bemessungsgrundlagen

#### Anker

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

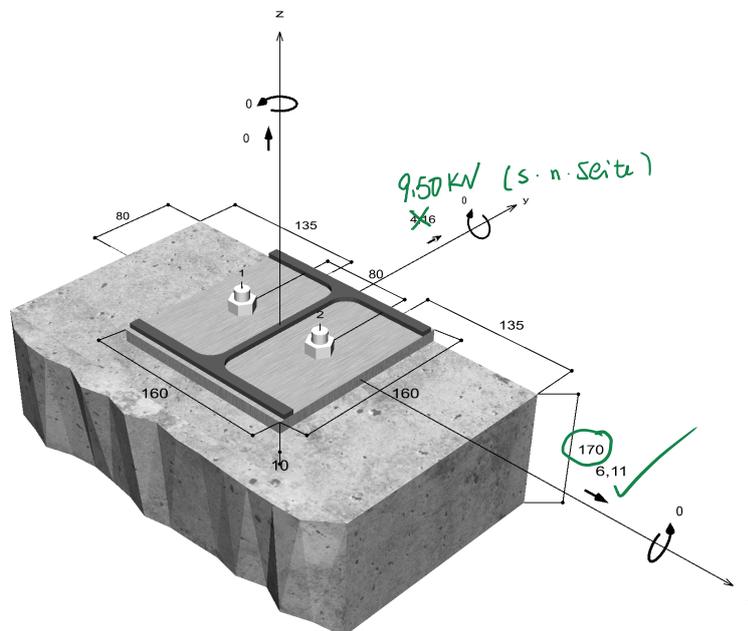


#### Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

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>Roveler 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	9,50	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

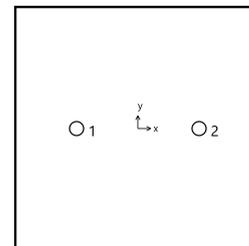
70,0%  
31,2%  
✓

\*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

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

### 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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S014 - 2025.002

### Stahlversagen ohne Hebelarm

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



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

Gl. (7.35)  
(7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	$\gamma_{Ms}$	$V_{Rd,s}$ 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

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



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

Gl. (7.39a)

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

Gl. (7.1)

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

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

Gl. (7.2)

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

Gl. (7.4)

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

Gl. (7.5)

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

Gl. (7.6)

$$\Psi_{M,N} = 1,00 \geq 1$$

Gl. (7.7)

$V_{Rk,cp}$ kN	$\gamma_{Mc}$	$V_{Rd,cp}$ 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>Roxel</b> Ingenieurgesellschaft	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

### Betonkantenbruch



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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot \epsilon_r}{3 \cdot c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0,001}{3 \cdot 135 \text{ mm}}} = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.47)}$$

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

$V_{Rk,c}$ 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.

$\beta_V = \beta_{V,c;2} = 0,76 \leq 1$		<b>Nachweis erfolgreich</b>
---	---	-----------------------------

### 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>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 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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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

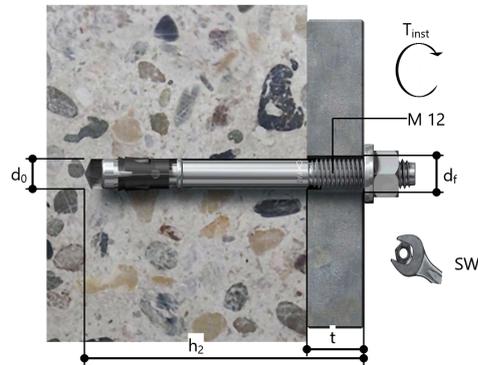
Gewindegröße  
Bohrlochdurchmesser  
Bohrlochtiefe  
Rechnerische  
Verankerungstiefe  
Einbautiefe  
Bohrverfahren  
Bohrlochreinigung

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  
 $T_{fix, max}$



### Ankerplattendetails

Material der Ankerplatte  
Ankerplattendicke  
Durchgangsloch im  
Anbauteil

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

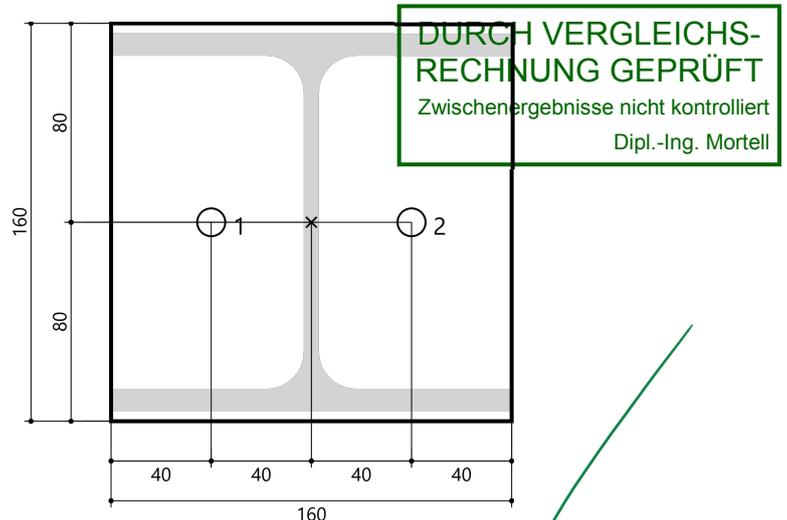
### Anbauteil

Profiltyp

HEA 160

### Ankerkoordinaten

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



Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf 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>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

## 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.



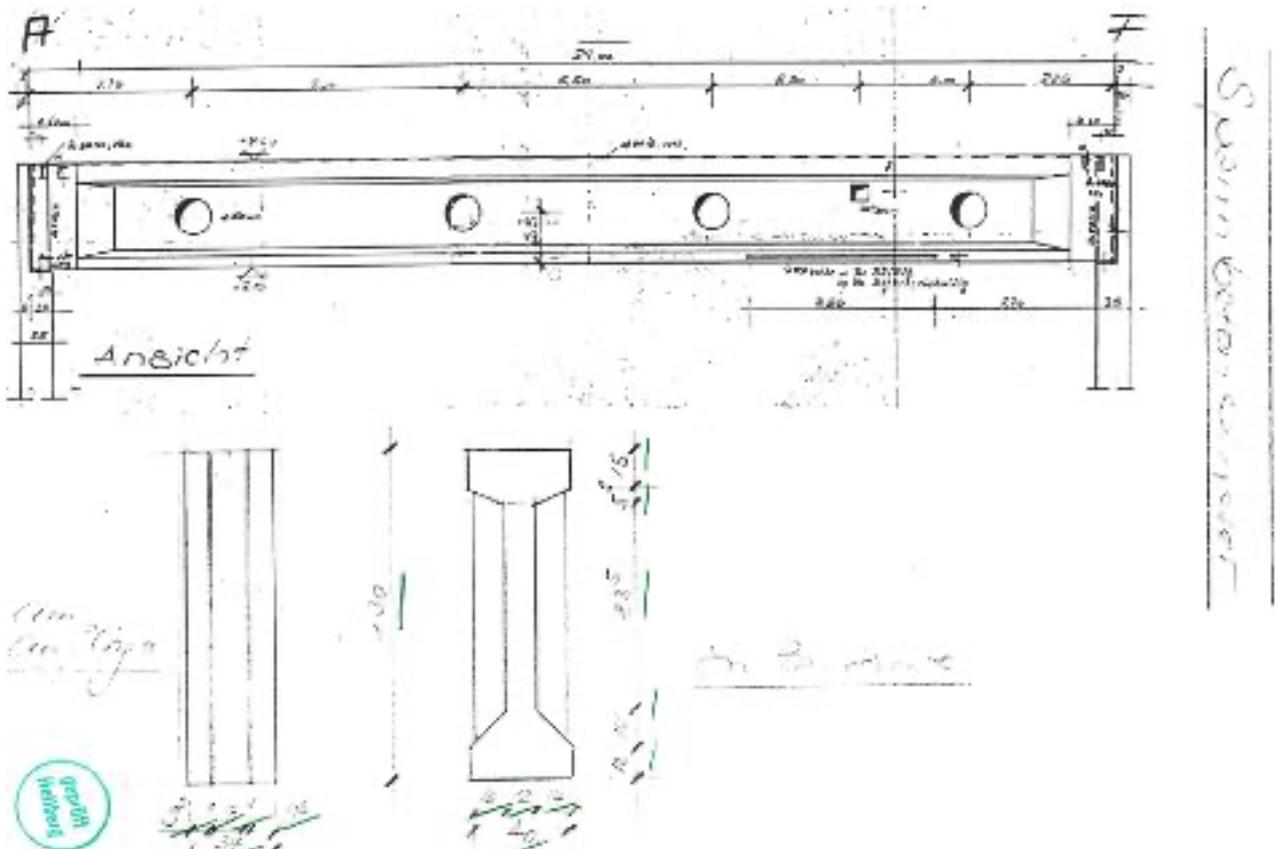
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 65

VERFASSER:	 <b>Roxel 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

## Lastannahmen

Querschnitt Spannbetonbinder:



Auszug aus Bestandsstatik Spannbetonbinder [Stewing - Vestakon]

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

### Vertikallasten

Ständige Lasten Hallendach (Ausmitte 4,0 cm)

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

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

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

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

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

Anlagenbereich:



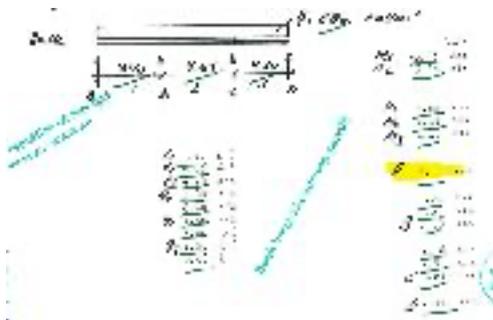
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 66

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 RLT (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/m <sup>2</sup> ]
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/m <sup>2</sup> ]
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>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

aus Wandlast (Pos 8)

horizontal Last:

$$P_q = 2 \cdot 7,43 = 14,86 \text{ kN (Nur Erdd.)}$$

$$P_p = 2 \cdot 3,38 = 6,76 \text{ kN (Verkehrslast)}$$

$$P_q = 21,62 \text{ kN}$$

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

### Ausmitten/ Schiefstellungen

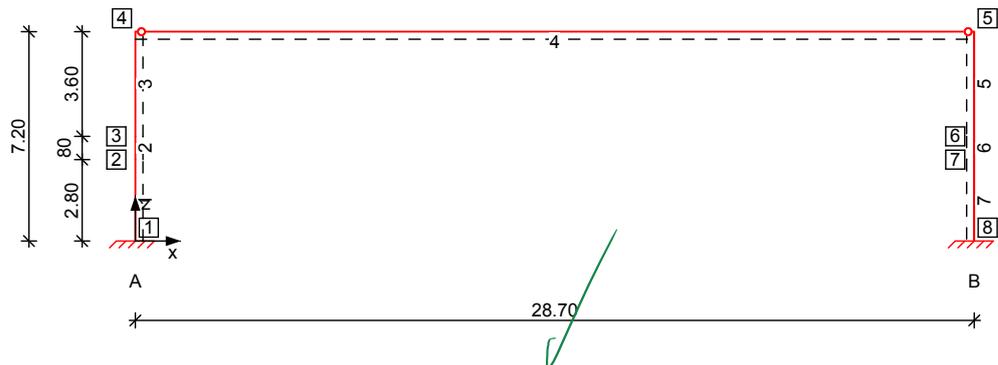
Die Ausmitten aus Fassadenlasten wirken entgegen der Binderlasten und werden nicht angesetzt.

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>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

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> ]
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  
Ständige Einwirkungen

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  
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)



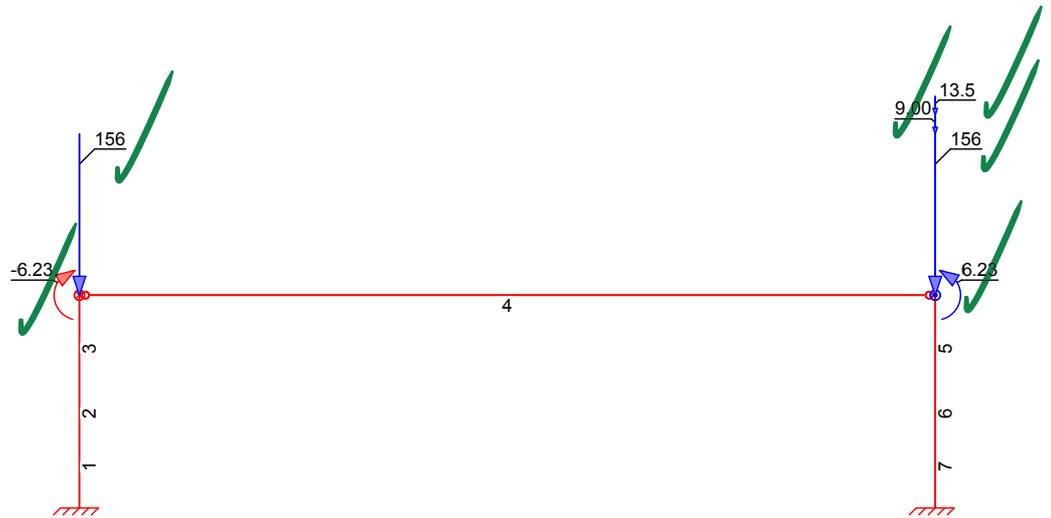
BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 70

VERFASSER:	 <b>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

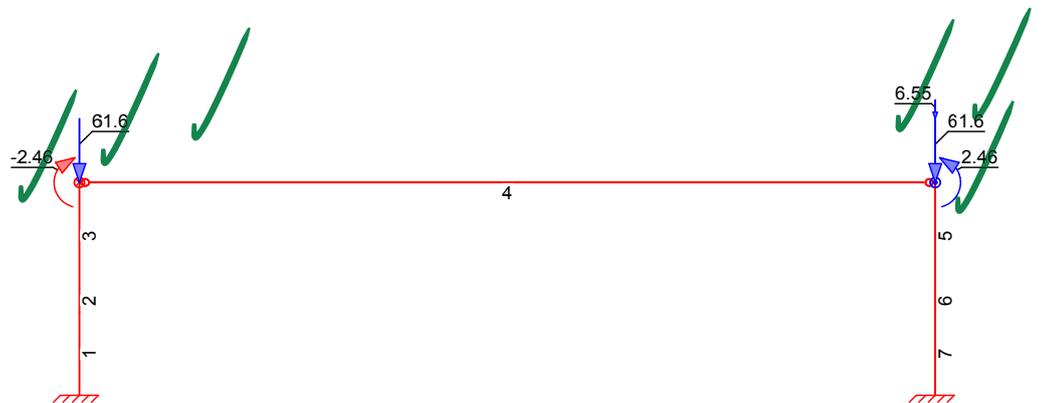
mb BauStatik S600.de - 2025.002

Einwirkung

Gk



Qk.S

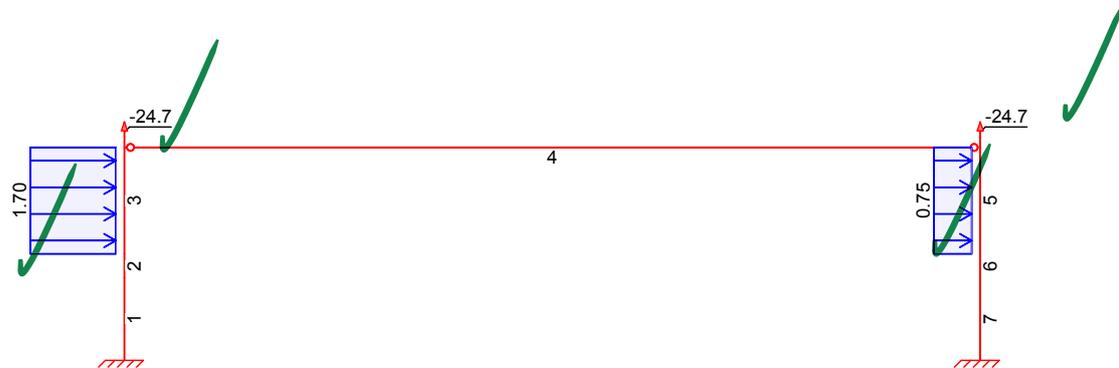


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200 Stabwerk in Hauptrichtung (ehem. Pos. 14)	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 71

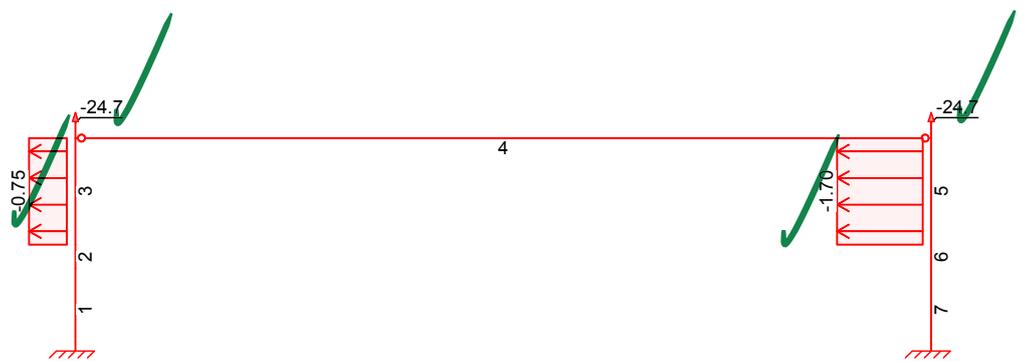
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S600.de - 2025.002

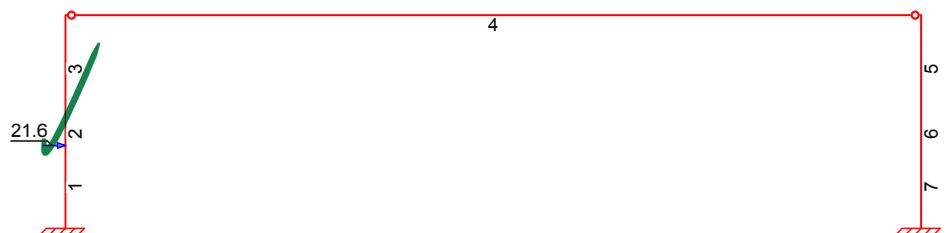
Qk.W.000



Qk.W.180



Gk.E



**Streckenlasten**  
in x-Richtung

Streckenlasten am Stab

	Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	PROF. INGENIEUR Dipl.-Ing. Mortell FÜR BAUSTATIK	$q_{x,li}$ [kN/m]	$q_{x,re}$ [kN/m]
Einw. Qk.W.000	3		0.00	3.60		1.70	
	5		0.00	3.60			0.75
Einw. Qk.W.180	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>Roxel</b> Ingenieurgesellschaft 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

Stab	Kommentar	a [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M [kNm]
Einw. Gk	3	3.60		155.80	-6.23
Einw. Qk.S	3	3.60		61.60	-2.46
Einw. Qk.W.000	3	3.60		-24.65	
Einw. Qk.W.180	3	3.60		-24.65	
Einw. Gk.E	1	2.80	21.62		

### Punktlasten

in x-/z-Richtung

Knoten	Kommentar	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M [kNm]
Einw. Gk	5		155.80	6.23
	5		61.60	
	5		13.50	
Einw. Qk.S	5		61.60	2.46
	5		6.55	
Einw. Qk.W.000	5		-24.65	
Einw. Qk.W.180	5		-24.65	

### Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990

Ek	Σ (γ*ψ*EW)		
ständig/vorüberg.	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
	4	1.35*Gk	+1.35*Gk.E +0.75*Qk.S +1.50*Qk.W.000
	5	1.35*Gk	+1.35*Gk.E +0.75*Qk.S +1.50*Qk.W.180
	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
	10	1.35*Gk	+1.00*Gk.E +0.75*Qk.S +1.50*Qk.W.000
	11	1.35*Gk	+1.00*Gk.E +1.50*Qk.S +0.90*Qk.W.180
	12	1.35*Gk	+1.00*Gk.E +0.75*Qk.S +1.50*Qk.W.180
quasi-ständig	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



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

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S600.de - 2025.002

	Ek	Σ (γ*ψ*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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S600.de - 2025.002

Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$		
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	

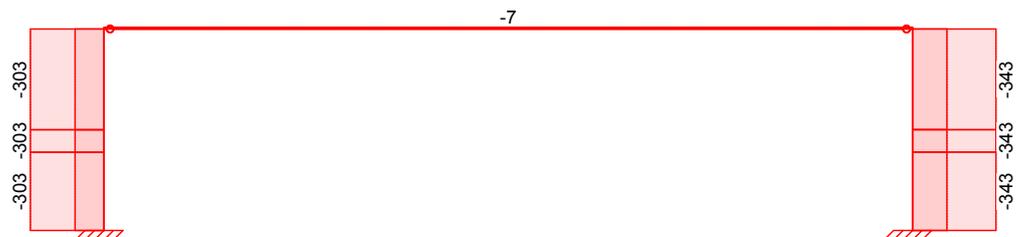
### Bem.-schnittgrößen

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

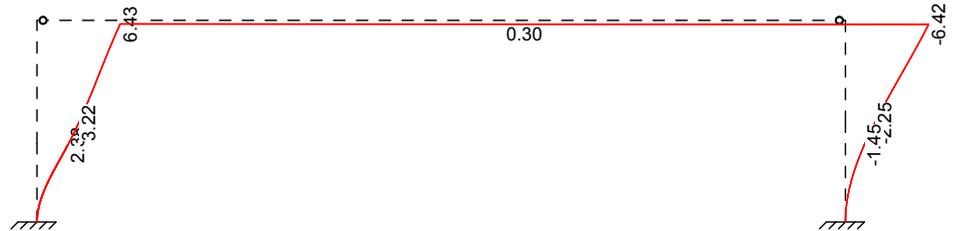
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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>Querschnitt</b> <b>Bewehrungsabstand</b>	<b>C35/45</b> <b>B/H = 34,0 / 35,0 cm</b> <b>vorh. <math>c_v = 2,0</math> cm</b>
--	--

### Vorbemerkungen

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

### Federwertermittlung

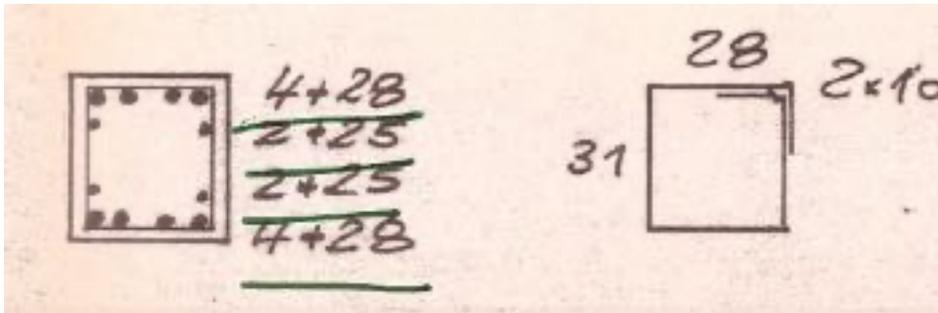
Es wird für die Einspannung eine Drehfeder nach dem Betonkalendar 1973 - II (S. 150 ff.) ermittelt.

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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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

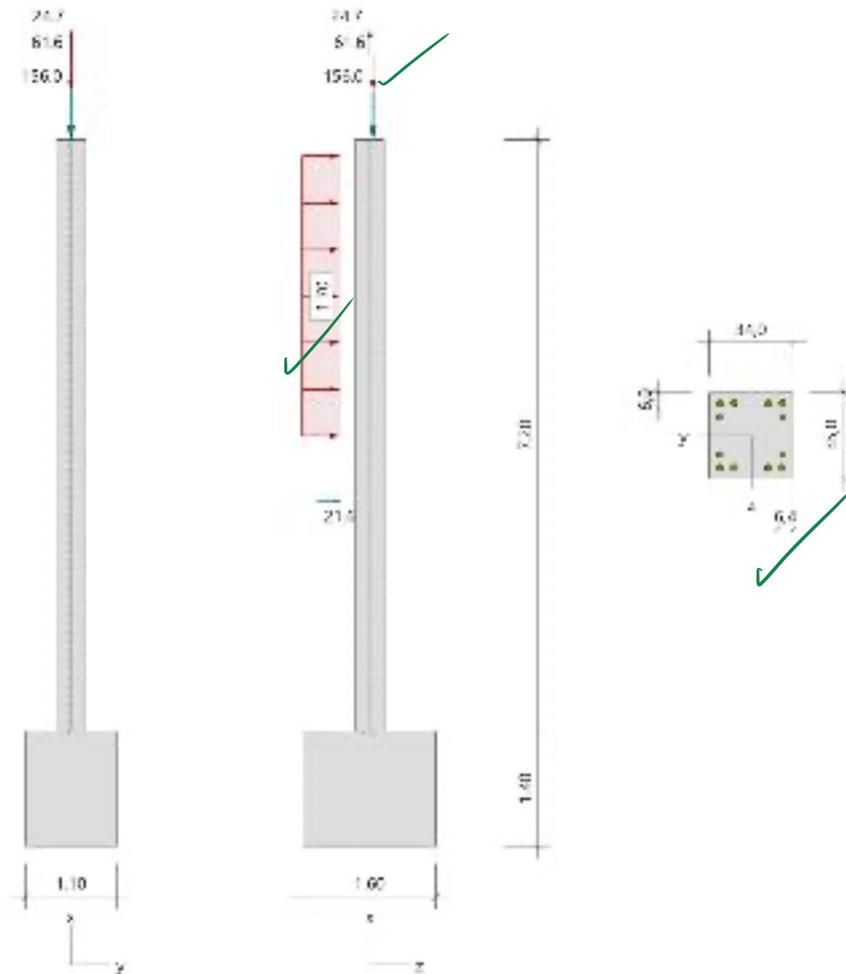
VERFASSER:	 <b>Roweler</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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	$c_{min,b} = 10 \text{ mm} *5$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm} *5$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 28 \text{ mm} *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 38 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 28 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

\*5: Verbund maßgebend



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 81

VERFASSER:	 <b>Roveler 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

### Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM\_N\_R

Belastungsalter  $t_0 = 28$  Tage

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

### Materialauswahl

Fertigteil C 35/45

$f_{ck} = 35.00$  N/mm<sup>2</sup>

$E_{cm} = 34000$  N/mm<sup>2</sup>

Betonstahl BSt 420 S(A)

$f_{yk} = 420.00$  N/mm<sup>2</sup>

$E_s = 200000$  N/mm<sup>2</sup>

$k(f_t/f_y) = 1.00$

$\epsilon_{uk} = 25.0$  ‰

(Bügel und Längsbewehrung)

### Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Fertigteil C 35/45			Betonstahl BSt 420 S(A)		
	$\gamma_c^{1)}$	$f_{cd}$ [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

$\alpha_{cc} = 0.85$   $\alpha_{ct} = 0.85$

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

### Systemkennwerte

#### Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe

$l = 7.20$  m ✓✓

Querschnitt

$b_y/d_z = 34.0/35.0$  cm ✓✓

$b_1/d_1 = 6.4/6.0$  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

$b_x = 1.10$  m

parallel zur  $b_y$ -Abmessung der Stütze

$b_y = 1.60$  m

parallel zur  $b_z$ -Abmessung der Stütze

$d = 1.40$  m

Steifemodul

$C_b = 30000.00$  kN/m<sup>2</sup>

Steifigkeiten

$C_y = 19296.7$  kNm/rad

(nach RAUSCH)

$C_z = 9120.7$  kNm/rad

$C_{y,cal} =$  starr

Rechenwerte

$C_{z,cal} =$  starr

### Lasten

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

Bezeichnung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S009 - 2025.002

#### Punktlasten

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

#### Verteilte Lasten

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

#### Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	$e_y$ [cm]	$e_z$ [cm]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_y$ [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>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

## 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> Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster	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

### 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]	$\rho$ [%]	$A_{s,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh}$ [cm <sup>2</sup> ]	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]	$\epsilon_1$ [‰]	$\epsilon_2$ [‰]	$\epsilon_3$ [‰]	$\epsilon_{1s}$ [‰]	$\epsilon_{4s}$ [‰]	$E_{Iz,eff}/E_{Iz}$	$E_{Iy,eff}/E_{Iy}$
1	7.20	0.9	8.3	-0.11	-0.11	-0.03	0.00	-0.04	0.945	1.135
	7.00	0.9	7.9	-0.11	-0.11	-0.03	0.00	-0.03	0.985	1.135
	7.00	0.9	7.9	-0.11	-0.11	-0.03	0.00	-0.03	0.985	1.135
	5.87	0.7	6.2	-0.16	-0.13	0.00	0.00	0.00	1.092	1.126
	4.73	0.5	4.5	-0.22	-0.17	0.05	0.00	0.05	0.938	1.011
	3.60	0.3	2.9	-0.30	-0.23	0.13	0.00	0.14	0.847	0.894
	3.60	0.3	2.9	-0.30	-0.23	0.13	0.00	0.14	0.847	0.894
	2.80	0.2	1.9	-0.36	-0.27	0.21	0.00	0.21	0.809	0.840
	2.80	0.2	1.9	-0.36	-0.27	0.21	0.00	0.21	0.809	0.840
	1.40	0.04	0.6	-0.66	-0.54	0.66	0.00	0.60	0.729	0.731
0.00	0.0	0.0	-0.94	-0.82	1.11	0.00	0.96	0.700	0.696	

$w_y$  : Stützensauslenkung in y-Richtung  
 $w_z$  : Stützensauslenkung in z-Richtung  
 $\epsilon_1$  : max. Betonstauchung  
 $\epsilon_{1s}$  : min. Stahldehnung  
 $\epsilon_{4s}$  : max. Stahldehnung  
 $E_{Iz,eff}/E_{Iz}$  : Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II  
 $E_{Iy,eff}/E_{Iy}$  : Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II

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

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



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

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim		

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> (ständig/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> [cm <sup>2</sup> /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>Roveler 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

#### 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]	$\epsilon_1$ [‰]	$\epsilon_2$ [‰]	$\epsilon_3$ [‰]	$\epsilon_{1s}$ [‰]	$\epsilon_{4s}$ [‰]	$El_{z,eff}/El_z$	$El_{y,eff}/El_y$
1	7.20	2.2	21.2	6.06	6.07	6.33	0.00	6.31	0.177	0.198
	7.00	2.1	20.3	6.03	6.04	6.36	0.00	6.33	0.177	0.198
	7.00	2.1	20.3	6.03	6.04	6.36	0.00	6.33	0.177	0.198
	5.87	1.6	15.6	5.78	5.88	6.52	0.00	6.51	0.166	0.195
	4.73	1.1	11.2	5.52	5.70	6.68	0.00	6.69	0.162	0.190
	3.60	0.7	7.2	5.27	5.52	6.84	0.00	6.86	0.160	0.188
	3.60	0.7	7.2	5.27	5.52	6.84	0.00	6.86	0.160	0.188
	2.80	0.4	4.7	5.11	5.40	6.95	0.00	6.97	0.159	0.186
	2.80	0.4	4.7	5.11	5.40	6.95	0.00	6.97	0.159	0.186
	1.40	0.1	1.3	4.12	4.47	7.79	0.00	7.63	0.157	0.182
	0.00	0.0	0.0	3.24	3.62	8.58	0.00	8.24	0.149	0.179

$w_y$  : Stützensauslenkung in y-Richtung  
 $w_z$  : Stützensauslenkung in z-Richtung  
 $\epsilon_1$  : 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]	$A_{d,y}$ [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>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

**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			

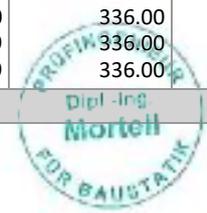
**Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)**

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 <sup>eff</sup>	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

mb-Viewer Version 2025 - Copyright 2024 - mb.AEC Software GmbH

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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	-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)	
pz = 1,70 kN/m (Wind)	
Fz = 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>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	-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	∅ [mm]	Fläche [cm <sup>2</sup> ]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f <sub>sv,θ</sub> /f <sub>yk</sub> [%]
Abschnitt 1 Bügel: 26∅10 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

mb-Viewer Version 2025 - Copyright 2024 - mb AEC Software GmbH

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

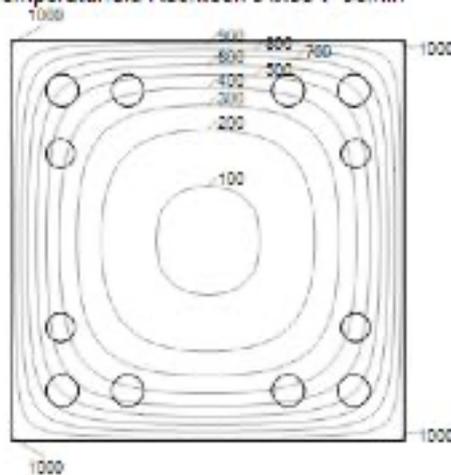
### Realisierte Betondeckung

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

Temperaturfeld Rechteck 34x35 t=90min

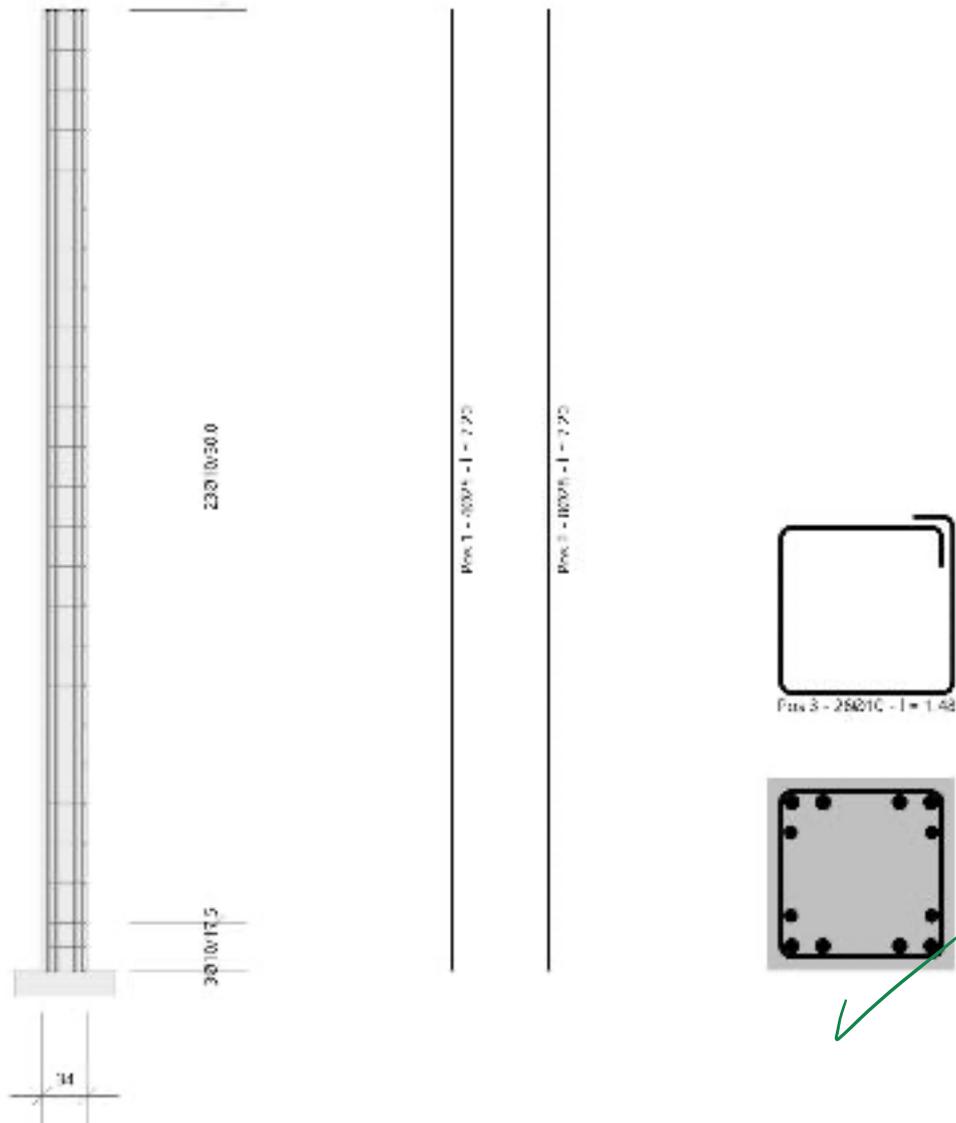


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.1 Stahlbetonstützen Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 90

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

**Bewehrungsbilder**  
 Maßstab 1 : 50



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

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S009 - 2025.002

## Pos. 200.2 Stahlbetonstützen Achse 6

Bereich: Stütze Achse 6

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. <math>c_v = 2,0</math> cm</b>

### Vorbemerkungen

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

### Federwertermittlung

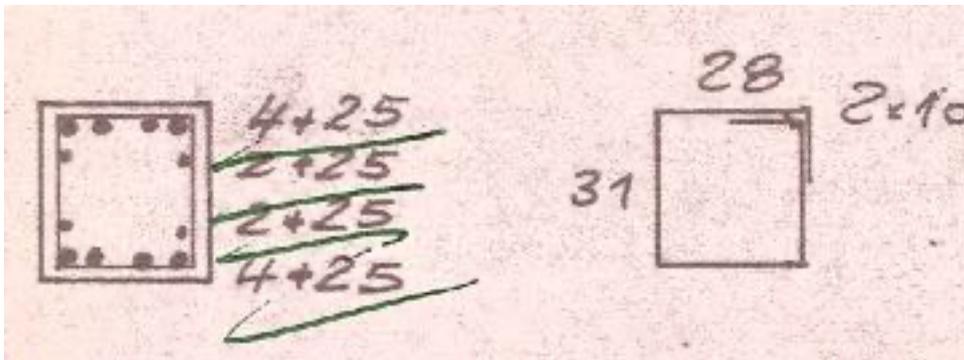
Es wird für die Einspannung eine Drehfeder nach dem Betonkalendar 1973 - II (S. 150 ff.) ermittelt.

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.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 92

VERFASSER:	 <b>Roxel 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

### 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 RL 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 RL (nicht vorhanden, wenn Schnee als Vollast)

#### 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 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>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

### 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 $\gamma_F(\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf})$



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

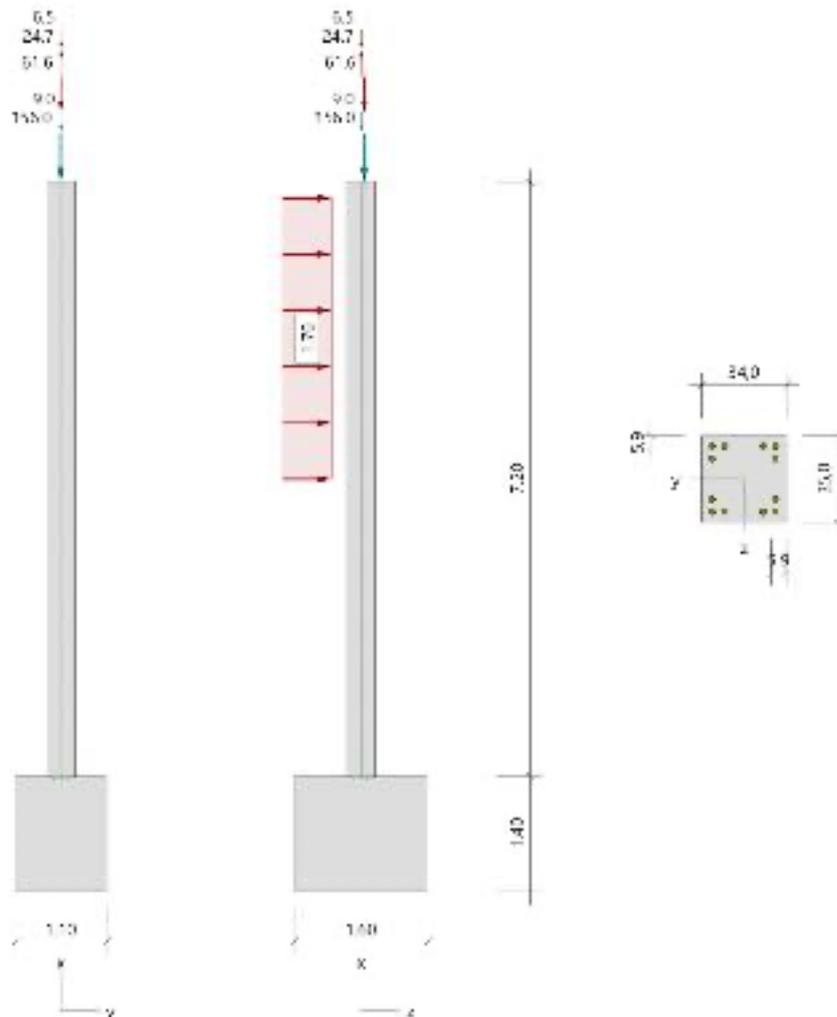
VERFASSER:	 <b>Roweler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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	$c_{min,b} = 10 \text{ mm} * 5$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm} * 5$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 25 \text{ mm} * 5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 35 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 25 \text{ mm}$



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

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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)		
	$\gamma_c^{(1)}$	$f_{cd}$ [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

$\alpha_{cc} = 0.85$   $\alpha_{ct} = 0.85$

<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

*kein Feder ange setzt!!*

#### 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>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

#### 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>Roxel 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>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

**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]	$\epsilon_1$ [‰]	$\epsilon_2$ [‰]	$\epsilon_3$ [‰]	$\epsilon_{1s}$ [‰]	$\epsilon_{4s}$ [‰]	$E_{Iz,eff}/E_{Iz}$	$E_{Iy,eff}/E_{Iy}$
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  
 $E_{Iz,eff}/E_{Iz}$  : Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II  
 $E_{Iy,eff}/E_{Iy}$  : 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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim		

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 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 9,0 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 61,6 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)				
V = 6,6 kN (Schnee)				
V = -24,7 kN (Wind)				
pz = 1,70 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

mb-Viewer Version 2025 - Copyright 2024 - mb AEC Software GmbH

VERFASSER:	 <b>Roveler</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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim		

mb BauStatik S009 - 2025.002

**Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit  $\epsilon_i$  (Bemessungssituation Brand)**

LK	Höhe [m]	$N_d$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$\rho$ [%]	$A_{s,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh}$ [cm <sup>2</sup> ]	Versagensart
1	7.20	-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  $\epsilon_i$  (Bemessungssituation Brand)**

LK	Höhe [m]	$w_y$ [cm]	$w_z$ [cm]	$\epsilon_1$ [‰]	$\epsilon_2$ [‰]	$\epsilon_3$ [‰]	$\epsilon_{1s}$ [‰]	$\epsilon_{4s}$ [‰]	$EI_{z,eff}/EI_z$	$EI_{y,eff}/EI_y$
1	7.20	3.3	13.2	6.19	6.20	6.52	0.00	6.49	0.152	0.160
	7.00	3.2	12.6	6.15	6.17	6.54	0.00	6.52	0.150	0.159
	7.00	3.2	12.6	6.15	6.17	6.54	0.00	6.52	0.150	0.159
	5.87	2.4	9.3	5.88	6.03	6.67	0.00	6.70	0.146	0.155
	4.73	1.6	6.4	5.62	5.89	6.79	0.00	6.89	0.145	0.153
	3.60	1.0	3.8	5.38	5.76	6.91	0.00	7.06	0.145	0.152
	3.60	1.0	3.8	5.38	5.76	6.91	0.00	7.06	0.145	0.152
	2.40	0.4	1.8	5.17	5.63	7.03	0.00	7.21	0.144	0.151
	1.20	0.1	0.5	5.02	5.54	7.11	0.00	7.31	0.144	0.151
	0.00	0.0	0.0	4.94	5.47	7.17	0.00	7.37	0.144	0.151

$w_y$  : 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  
 $EI_{y,eff}/EI_y$  : Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II

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

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

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

**Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG**

Abschnitt	angenommen $A_s$ [cm <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>Roveler</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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim		

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		<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>							

**Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 13**

Last	LK 9	LK 10	LK 11	LK 12	LK 13
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 156,0 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 9,0 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 61,6 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)			<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	
V = 6,6 kN (Schnee)		<b>1.00</b>	<b>1.00</b>		<b>1.00</b>
V = -24,7 kN (Wind)					
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>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
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>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
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>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	φ <sup>eff</sup>	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>Roveler 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

**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>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	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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S009 - 2025.002

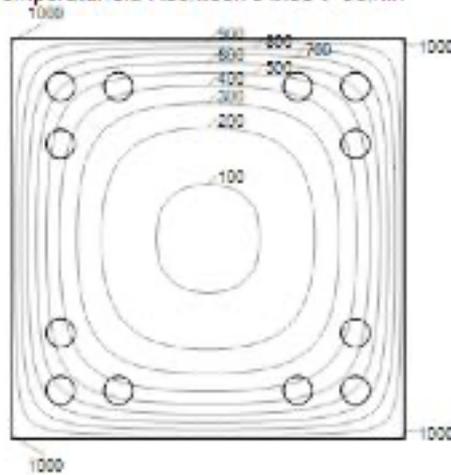
### Realisierte Betondeckung

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	<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

Temperaturfeld Rechteck 34x35 t=90min

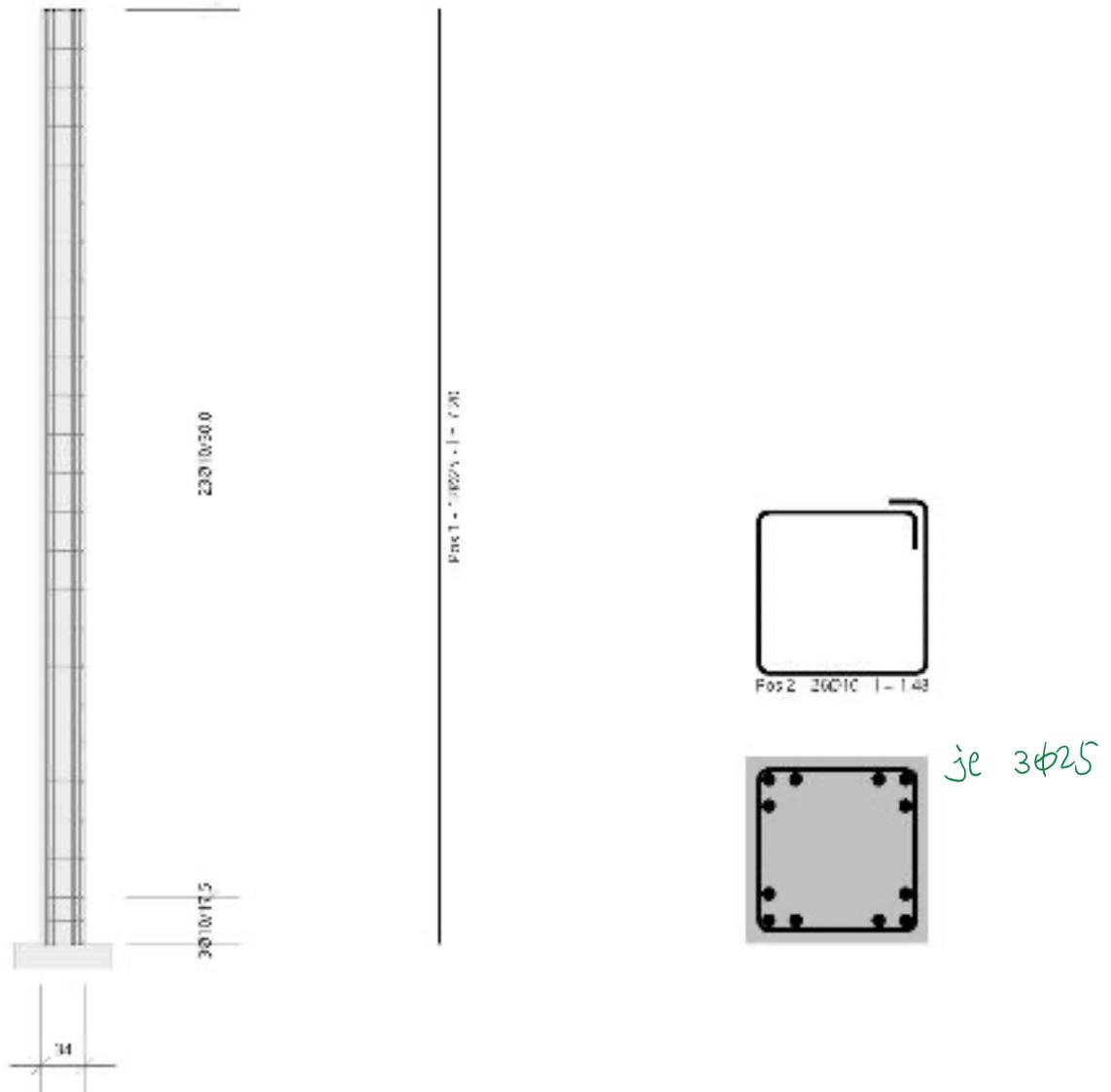


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	200.2 Stahlbetonstützen Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 104

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

**Bewehrungsbilder**  
 Maßstab 1 : 50



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

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S009 - 2025.002

## Pos. 201 Stahlbetongiebelstützen Achse J

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

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. <math>c_v = 2,0</math> cm</b>

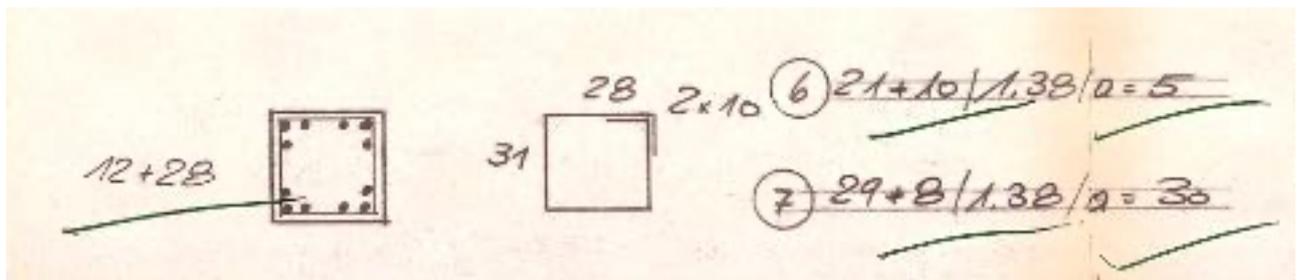
### Vorbemerkungen

Nachweis der freien Giebelstützen.

### Brandschutz

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

### Vorhandene Bewehrung



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 106

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S009 - 2025.002

### Lastannahmen (vgl. Pos. 200)

#### Vertikallasten

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Wind horizontal:

Aus Winddruck+ -Sog auf Attika (0,34 + 0,15)  $q_{wh1,k} = 2,79 \text{ kN/m}$

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

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

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

#### Erddruck Horizontal auf Stütze

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



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

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

### 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 $\gamma_F(\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ )



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

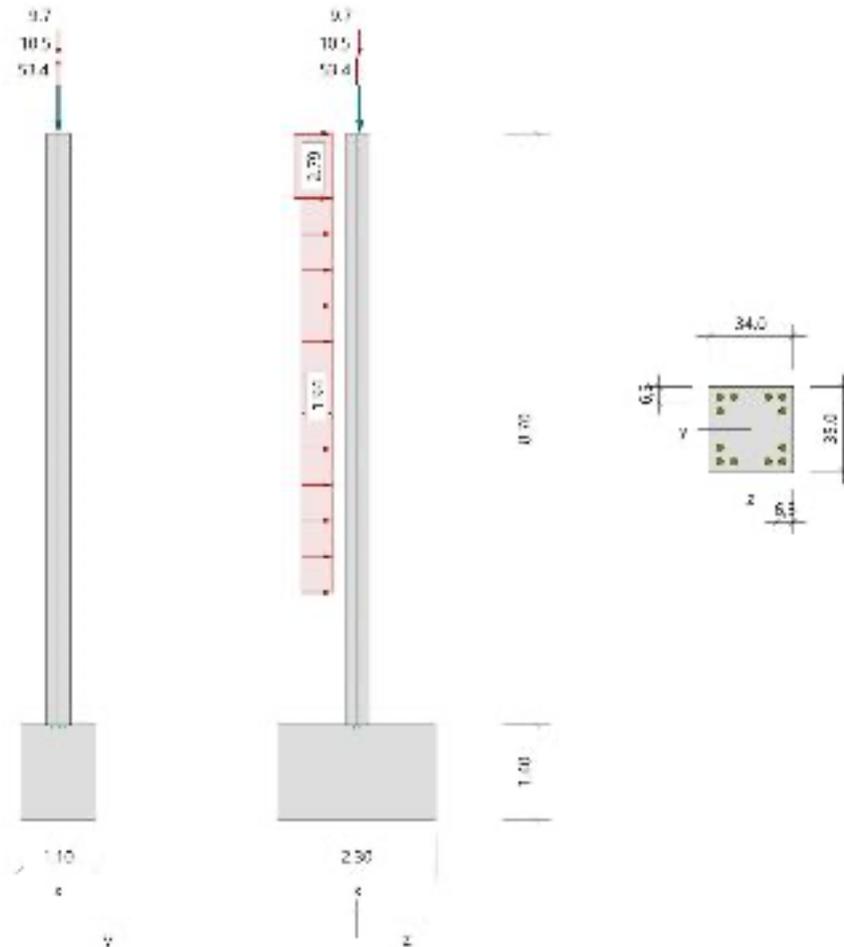
VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} *5$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} *5$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 28 \text{ mm} *5$
Betondeckung	$C_{nom,l} = 38 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 28 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

\*5: Verbund maßgebend



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

VERFASSER:	 <b>Roveler 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

### Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM\_N\_R

Belastungsalter  $t_0 = 28$  Tage

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

### Materialauswahl

Fertigteil C 35/45

$f_{ck} = 35.00$  N/mm<sup>2</sup>

$E_{cm} = 34000$  N/mm<sup>2</sup>

Betonstahl BSt 420 S(A)

$f_{yk} = 420.00$  N/mm<sup>2</sup>

$E_s = 200000$  N/mm<sup>2</sup>

$k(f_t/f_y) = 1.00$

$\epsilon_{uk} = 25.0$  ‰

(Bügel und Längsbewehrung)

### Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Fertigteil C 35/45			Betonstahl BSt 420 S(A)		
	$\gamma_c^{1)}$	$f_{cd}$ [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

$\alpha_{cc} = 0.85$   $\alpha_{ct} = 0.85$

<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

$b_y/d_z = 34.0/35.0$  cm

$b_z/d_1 = 6.3/6.3$  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

$b_x = 1.10$  m

parallel zur  $b_y$ -Abmessung der Stütze

$b_y = 2.30$  m

parallel zur  $b_z$ -Abmessung der Stütze

$d = 1.40$  m

Steifemodul

$C_b = 30000.00$  kN/m<sup>2</sup>

Steifigkeiten

$C_y = 50084.9$  kNm/rad

(nach RAUSCH)

$C_z = 11456.1$  kNm/rad

$C_{y,cal} =$  starr

Rechenwerte

$C_{z,cal} =$  starr

### Lasten

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

Bezeichnung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
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.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 110

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

**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 Schnee Wind		
2	Stützenkopf		9.7		4.0							
3	Stützenkopf		-10.5									

**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>Roxeler 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

## 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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim		

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]	$\epsilon_1$ [%]	$\epsilon_2$ [%]	$\epsilon_3$ [%]	$\epsilon_{1s}$ [%]	$\epsilon_{4s}$ [%]	$E_{Iz,eff}/E_{Iz}$	$E_{Iy,eff}/E_{Iy}$
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  
 $E_{Iz,eff}/E_{Iz}$  : Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II  
 $E_{Iy,eff}/E_{Iy}$  : Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II

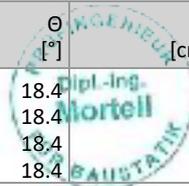
**Kriechverformung, bleibender Anteil - Th. II. O. mit  $e_i$  (kriechwirksam) (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)**

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>Roxel</b> Ingenieurgeellschaft	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

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	
p <sub>z</sub> = 2,79 kN/m (Wind)	0.20	0.20	
p <sub>z</sub> = 1,94 kN/m (Wind)	0.20	0.20	

**Schlankheiten, Ausmitten und Krieeffekte**

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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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]	$\epsilon_1$ [‰]	$\epsilon_2$ [‰]	$\epsilon_3$ [‰]	$\epsilon_{1s}$ [‰]	$\epsilon_{4s}$ [‰]	$EI_{z,eff}/EI_z$	$EI_{y,eff}/EI_y$
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  
 $EI_{z,eff}/EI_z$  : Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II  
 $EI_{y,eff}/EI_y$  : 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

**Gebrauchtauglichkeit - 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 kN / ez = 4,0 cm (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 9,7 kN / ez = 4,0 cm (Schnee)	0.50			0.50	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	
V = -10,5 kN (Wind)		<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  $t = \infty$ )**

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>Roxel</b> Ingenieurgesellschaft	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

**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))

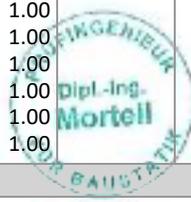
**Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)**

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>c,k</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>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

### **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,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	<b>3.0 !!!</b>	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

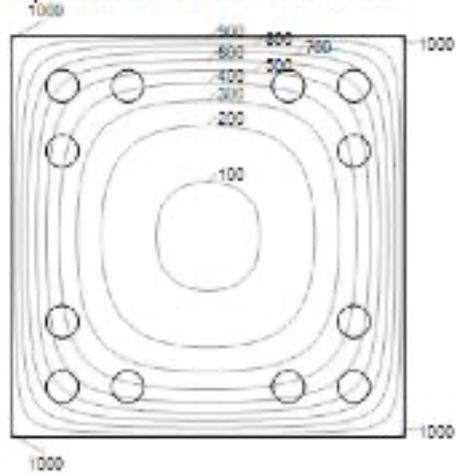


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 117

VERFASSER:	 <b>Roweler 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

Temperaturfeld Rechteck 34x35 t=90min

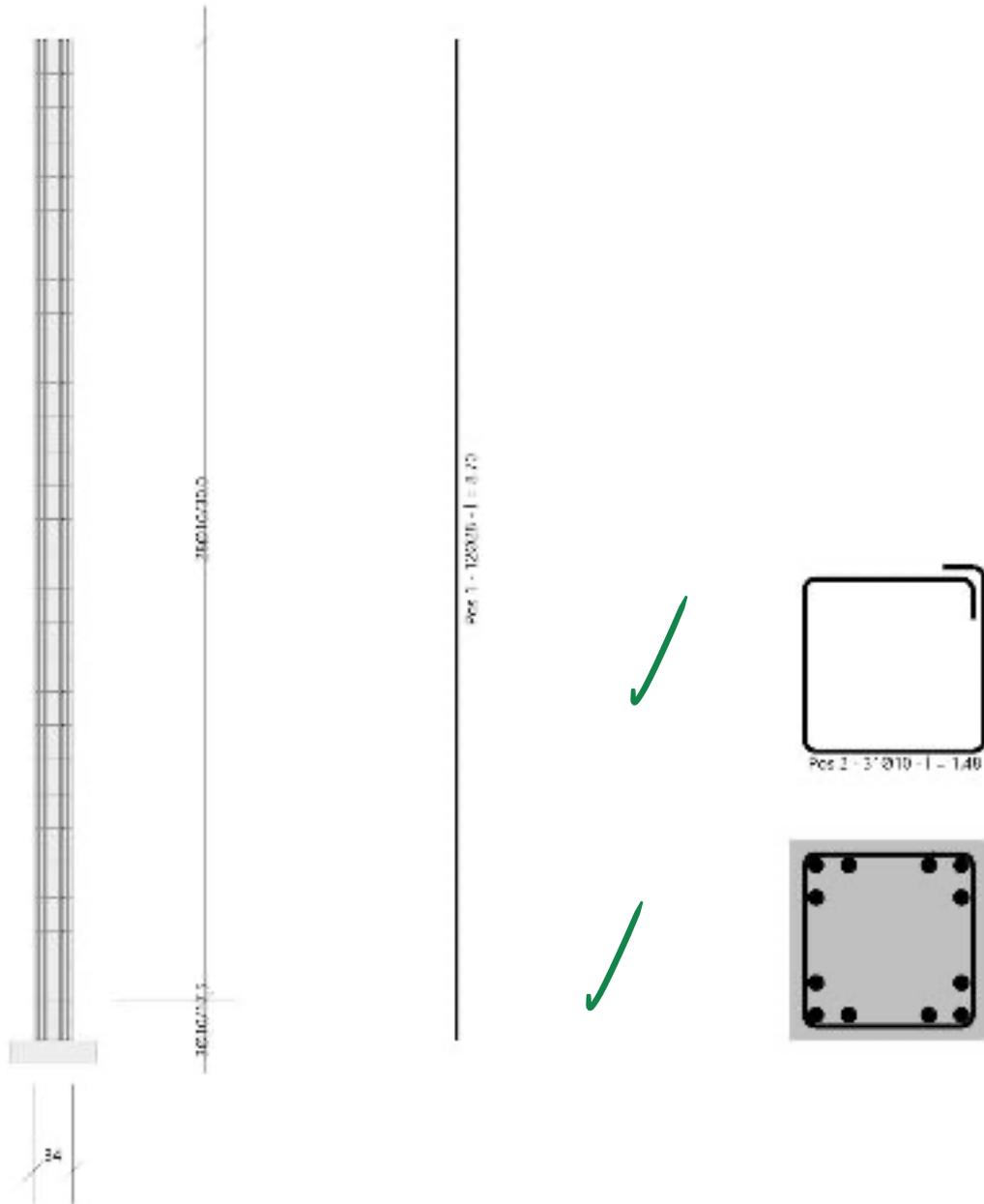


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	201 Stahlbetongiebelstützen Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 118

VERFASSER:	 <b>Roweler 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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S009 - 2025.002

## Pos. 202 Stahlbetongiebelstützen Achse A

Bereich: Stütze Achse A (ehem. Pos. 15.2, 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. <math>c_v = 2,0</math> cm</b>
<b>Betonstahl</b>	<b>Bst 420 / 500</b>
	<b>Bst 500 / 550</b>

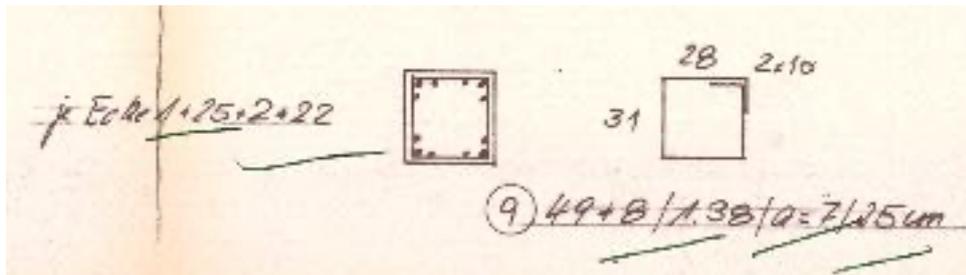
### Vorbemerkungen

Nachweis der freien Giebelstützen.

### Brandschutz

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

### Vorhandene Bewehrung



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 120

VERFASSER:	 <b>Roxel 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

### 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>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

**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 $\gamma_F(\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ )



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

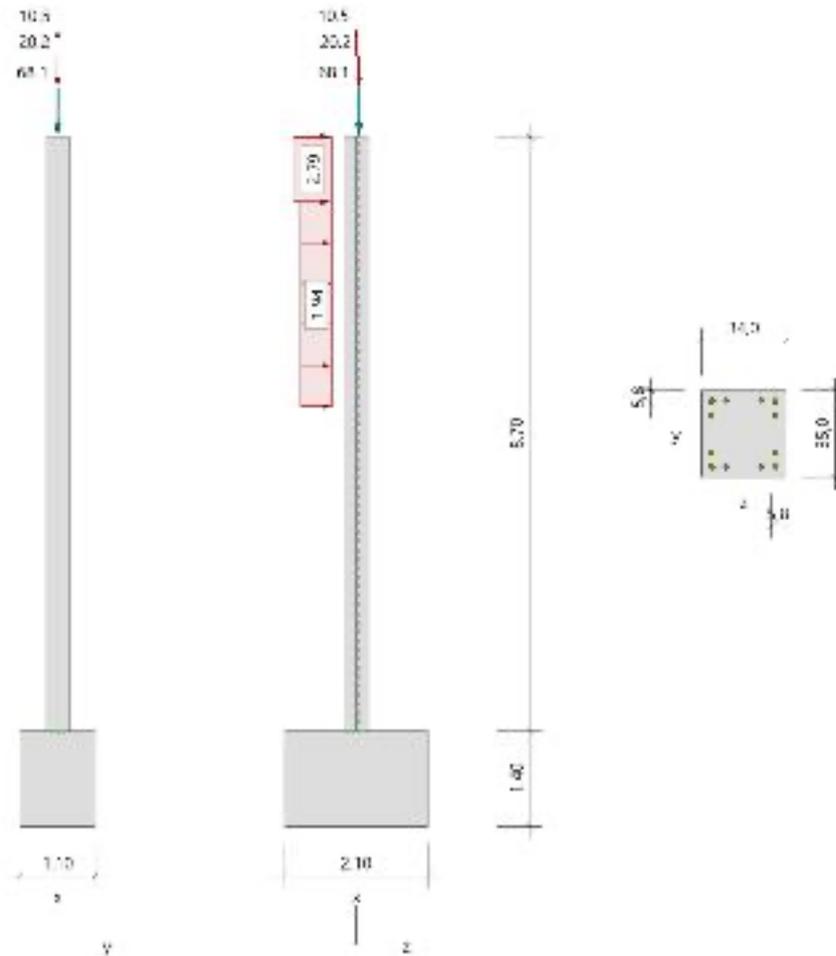
VERFASSER:	 <b>Roweler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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



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

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim		

mb BauStatik S009 - 2025.002

### Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM\_N\_R

Belastungsalter  $t_0 = 28$  Tage

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

### Materialauswahl

Fertigteile C 35/45

$f_{ck} = 35.00$  N/mm<sup>2</sup>

$E_{cm} = 34000$  N/mm<sup>2</sup>

Betonstahl BSt 420 S(A)

$f_{yk} = 420.00$  N/mm<sup>2</sup>

$E_s = 200000$  N/mm<sup>2</sup>

$k(f_t/f_y) = 1.00$

$\epsilon_{uk} = 25.0$  ‰

(Bügel und Längsbewehrung)

### Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Fertigteile C 35/45			Betonstahl BSt 420 S(A)		
	$\gamma_c^{1)}$	$f_{cd}$ [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

$\alpha_{cc} = 0.85$ ,  $\alpha_{ct} = 0.85$

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

### Systemkennwerte

#### Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe

$l = 8.70$  m

Querschnitt

$b_y/d_z = 34.0/35.0$  cm

$b_z/d_1 = 5.8/5.8$  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

$b_x = 1.10$  m

parallel zur  $b_y$ -Abmessung der Stütze

$b_y = 2.10$  m

parallel zur  $b_z$ -Abmessung der Stütze

$d = 1.40$  m

Steifemodul

$C_b = 30000.00$  kN/m<sup>2</sup>

Steifigkeiten

$C_y = 38083.1$  kNm/rad

(nach RAUSCH)

$C_z = 10449.1$  kNm/rad

$C_{y,cal} =$  starr

Rechenwerte

$C_{z,cal} =$  starr

### Lasten

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

Bezeichnung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
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>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

**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 Schnee Wind		
2	Stützenkopf		20.2		4.0							
3	Stützenkopf		-10.5									

**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>Roveler 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

## 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:	 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

**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

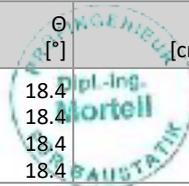
**Kriechverformung, bleibender Anteil - Th. II. O. mit  $e_i$  (kriechwirksam) (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)**

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>Roxel</b> Ingenieurgeellschaft	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

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<sub>i</sub> (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>Roxel</b> Ingenieurgesellschaft	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

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

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>4s</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

**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

**Gebrauchtauglichkeit - 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>
p <sub>z</sub> = 2,79 kN/m (Wind)	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	0.60			
p <sub>z</sub> = 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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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>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

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>c,k</sub>(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

### Bewehrungsanordnung

#### Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 90 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	∅ [mm]	Fläche [cm <sup>2</sup> ]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f <sub>sv,θ</sub> /f <sub>yk</sub> [%]
Abschnitt 1 Bügel: 31∅10 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	<b>3.0 !!!</b>	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

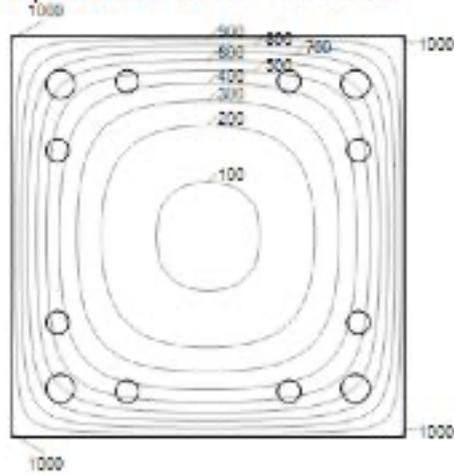


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 131

VERFASSER:	 <b>Roweler 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

Temperaturfeld Rechteck 34x35 t=90min

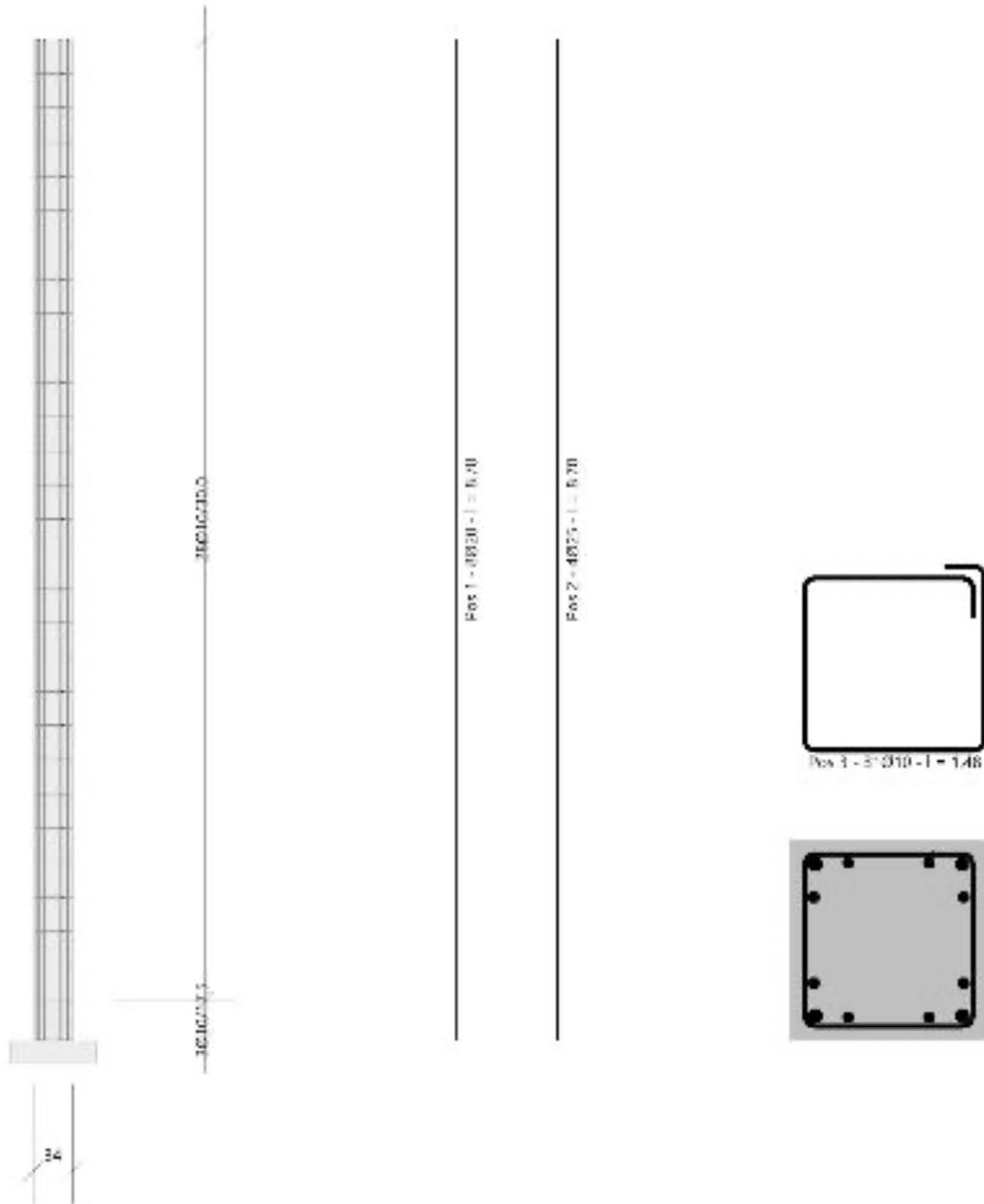


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	202 Stahlbetongiebelstützen Achse A	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 132

VERFASSER:	 <b>Roweler 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>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

## Pos. 203 Stahlbetoneckstützen Halle

Bereich: Stützen in den Ecken der Halle

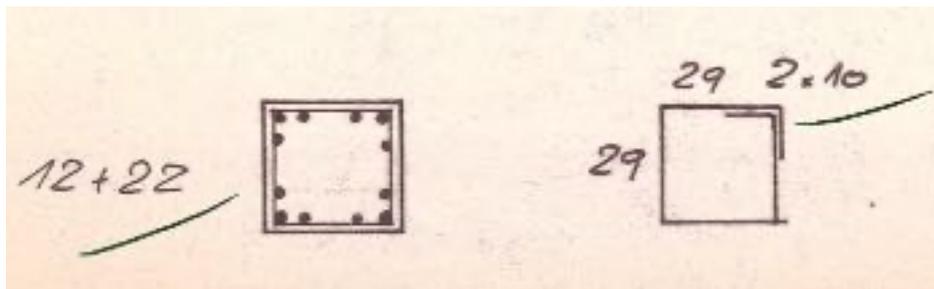
Bestandspos. Pos. 16

<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. <math>c_v = 2,0</math> 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  $\varnothing 20$  mm für den Nachweis angenommen.

### Vorhandene Bewehrung



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

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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	✓
-------------	--	---	----------	---

#### Nutzlast aus PV und Schnee

$1,70 \text{ kN/m} \times 5,70 \text{ m} / 2$	=	4,85 kN	
Aus NR-Dach (Bestandsstatik S. 49)	=	5,99 kN	
	<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>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

### 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

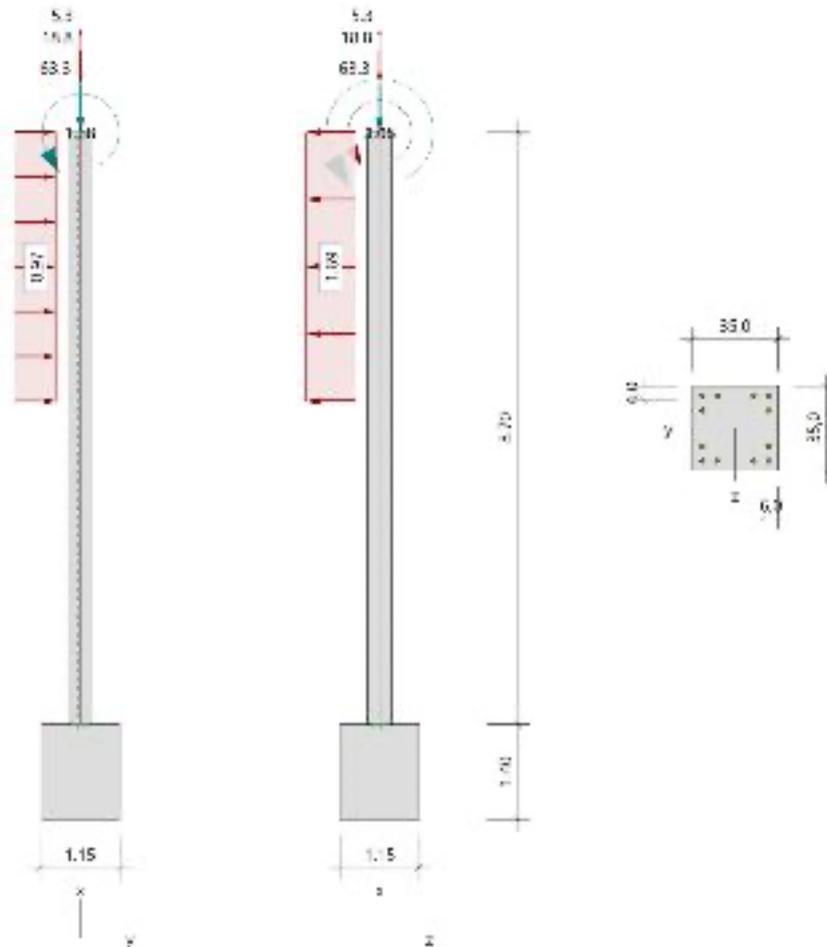
VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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:	 <b>Roveler 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  $t_0 = 28$  Tage

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

### Materialauswahl

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

### Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Fertigteil C 35/45			Betonstahl BSt 420 S(A)		
	$\gamma_c^{1)}$	$f_{cd}$ [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  $l = 8.70$  m  
 Querschnitt  $b_y/d_z = 35.0/35.0$  cm  
 $b_z/d_1 = 6.0/6.0$  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  $b_x = 1.15$  m parallel zur  $b_y$ -Abmessung der Stütze  
 $b_y = 1.15$  m parallel zur  $b_z$ -Abmessung der Stütze  
 $d = 1.40$  m

Steifemodul  $C_b = 30000.00$  kN/m<sup>2</sup>  
 Steifigkeiten  $C_y = 8449.3$  kNm/rad (nach RAUSCH)  
 $C_z = 8449.3$  kNm/rad

Rechenwerte  $C_{y,cal} =$  starr  
 $C_{z,cal} =$  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.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 138

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

#### 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 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 ( $f_{ct,m}$ )
- Mindestausmittungen 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>	0.90						
Ber. A	<b>1.50</b>	0.90						
$M_y = 3,16$ kNm (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.35
$M_z = -1,68$ kNm (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.35
$M_y = 1,05$ 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>Roxel</b> Ingenieurgesellschaft	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

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	Sk,v [m]	Sk,z [m]	$\lambda_v$	$\lambda_z$	$\lambda_{lim,v}$	$\lambda_{lim,z}$	e <sub>i,v</sub> [cm]	e <sub>i,z</sub> [cm]	$\phi_\infty$	f <sub>red</sub>
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<sub>i</sub> (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>v,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	$\rho$ [%]	A <sub>s,eff</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vorh</sub> [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<sub>i</sub> (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	w <sub>v</sub> [cm]	w <sub>z</sub> [cm]	$\epsilon_1$ [‰]	$\epsilon_2$ [‰]	$\epsilon_3$ [‰]	$\epsilon_{1s}$ [‰]	$\epsilon_{4s}$ [‰]	El <sub>z,eff</sub> /El <sub>z</sub>	El <sub>v,eff</sub> /El <sub>v</sub>
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<sub>v</sub> : Stützensauslenkung in y-Richtung  
w<sub>z</sub> : Stützensauslenkung in z-Richtung  
 $\epsilon_1$  : max. Betonstauchung  
 $\epsilon_{1s}$  : min. Stahldehnung  
 $\epsilon_{4s}$  : max. Stahldehnung  
El<sub>z,eff</sub>/El<sub>z</sub> : Bezogene Biegesteifigkeit um z-Achse im Zustand II  
El<sub>v,eff</sub>/El<sub>v</sub> : Bezogene Biegesteifigkeit um y-Achse im Zustand II

#### Kriechverformung, bleibender Anteil - Th. II. O. mit e<sub>i</sub> (kriechwirksam) (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	w <sub>v</sub> [cm]	w <sub>z</sub> [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<sub>v</sub> : Stützensauslenkung in y-Richtung  
w<sub>z</sub> : Stützensauslenkung in z-Richtung



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

VERFASSER:	 <b>Roveler 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

**Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. II. O. mit  $e_i$  (ständig/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)				
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>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<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

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>4s</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

**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	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>Roveler 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

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>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
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>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
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>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
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:	 <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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S009 - 2025.002

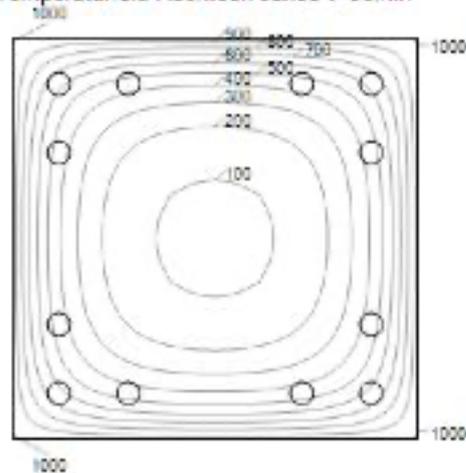
### Realisierte Betondeckung

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/(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

Temperaturfeld Rechteck 35x35 t=90min

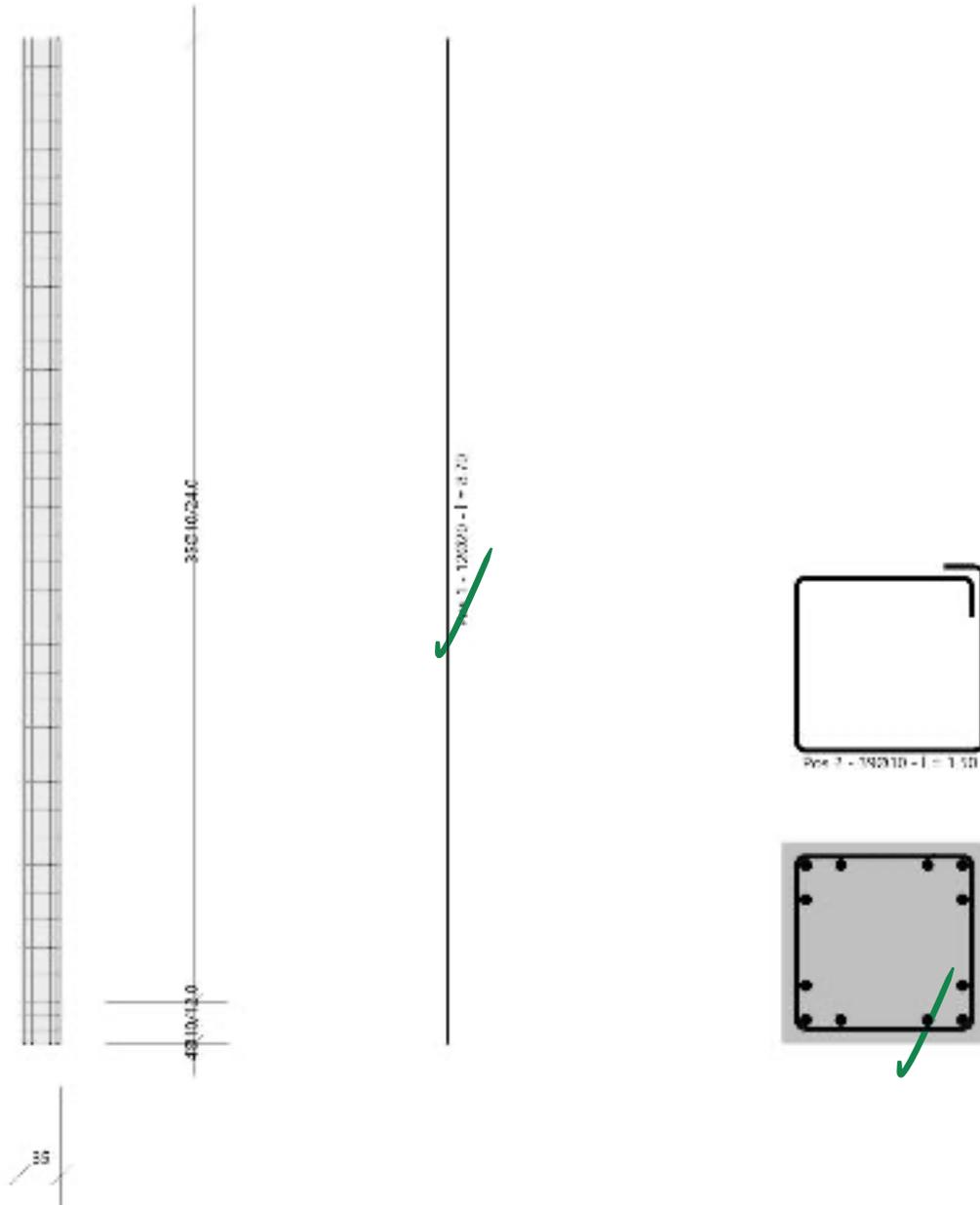


BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	203 Stahlbetoneckstützen Halle	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 146

VERFASSER:	 <b>Roweler 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 : 56.2



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

VERFASSER:	 <b>Roxel 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

## Pos. G01 Einzelfundamente Achse 1

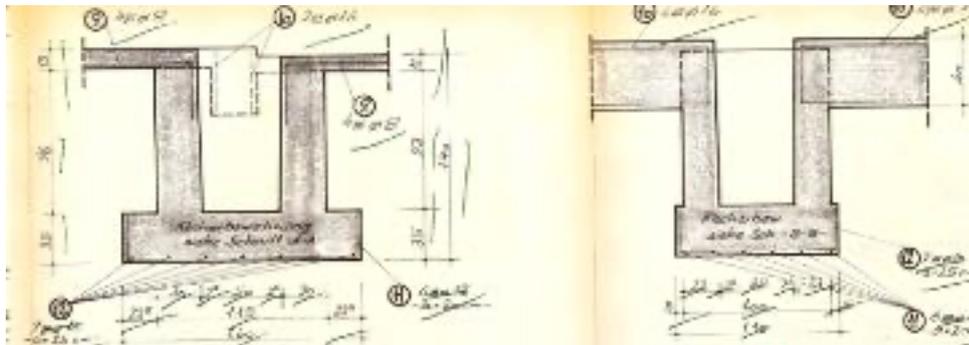
Bereich: Achse 1 (ehem. Achse A)

Position Bestandsstatik Pos. 50

<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, ST3 [Dipl.- Ing. Udo Küster]



### Brandschutz

keine Anforderungen an Gründungsbauteile

### Lastannahmen

Fundamenteigengewicht:

Teil 1, oben	$25,0 \text{ kN/m}^3 \times 1,15 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 1,05 \text{ m}$	=	30,2 kN
Teil 2, unten	$25,0 \text{ kN/m}^3 \times 1,60 \text{ m} \times 1,1 \text{ m} \times 0,35 \text{ m}$	=	15,4 kN
		<b><math>\Sigma G_{1k}</math></b>	<b>= 45,6 kN</b>



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G01 Einzelfundamente Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 148

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 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  $20,0 \text{ kN/m}^3 \times 1,15 \text{ m} \times 0,63 \text{ m} \times 3,0 \text{ m} \cdot \Sigma G_{Ek} = 43,7 \text{ kN}$



Lastübernahme aus Positionen

Die Lastübernahme erfolgt programmintern aus den Positionen:

- ∅ 200, Auflager A

mit den Lastfällen:

- ∅ Ständig, Nutzlast, Schnee, Erddruck



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

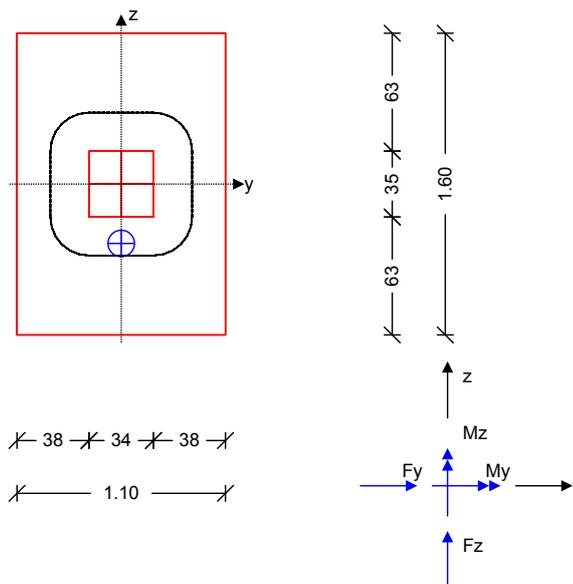
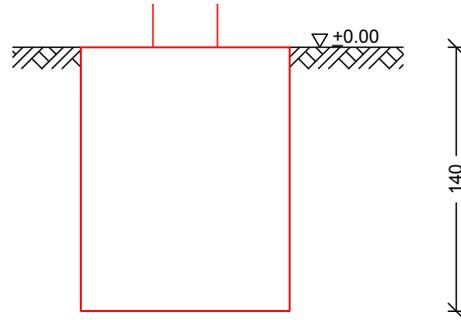
VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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>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 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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim		

mb BauStatik S511.de - 2025.002

Ed.21

G01: aus Kombination 53  
ständige Situation

GZ GEO-2 (Gleiten)

## Belastungen

### Auflagerlasten

Auflagerlasten aus der Stütze

EW	$F_x$ [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]
(a) Ed.1	219.55	-99.56	0.00	0.00	31.80
Ed.1 (char.)	192.75	-69.56	0.00	0.00	22.75
(a) Ed.2	219.55	-99.56	0.00	0.00	31.80
Ed.2 (char.)	192.75	-69.56	0.00	0.00	22.75
(a) Ed.3	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
Ed.3 (char.)	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
(a) Ed.4	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
Ed.4 (char.)	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
(a) Ed.5	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
Ed.5 (char.)	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
(a) Ed.6	210.33	-42.68	0.00	0.00	17.76
Ed.6 (char.)	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
(a) Ed.7	219.55	-4.70	0.00	0.00	11.65
Ed.7 (char.)	192.75	-17.95	0.00	0.00	13.89
(a) Ed.8	219.55	-4.70	0.00	0.00	11.65
Ed.8 (char.)	192.75	-17.95	0.00	0.00	13.89
(a) Ed.9	219.55	-4.70	0.00	0.00	11.65
Ed.9 (char.)	192.75	-17.95	0.00	0.00	13.89
(a) Ed.10	118.82	-98.73	0.00	0.00	32.60
Ed.10 (char.)	131.15	-69.61	0.00	0.00	23.25
(a) Ed.11	118.82	-98.73	0.00	0.00	32.60
Ed.11 (char.)	131.15	-69.61	0.00	0.00	23.25
(a) Ed.12	118.82	-98.73	0.00	0.00	32.60
Ed.12 (char.)	131.15	-69.61	0.00	0.00	23.25
(a) Ed.13	202.61	-27.74	0.00	0.00	15.41
Ed.13 (char.)	192.75	-17.95	0.00	0.00	13.89
(a) Ed.14	131.15	-69.61	0.00	0.00	23.25
Ed.14 (char.)	131.15	-69.61	0.00	0.00	23.25
(a) Ed.15	180.60	-1.15	0.00	0.00	10.02
Ed.15 (char.)	192.75	-17.95	0.00	0.00	13.89
(a) Ed.16	103.24	-87.12	0.00	0.00	27.85
Ed.16 (char.)	131.15	-69.61	0.00	0.00	23.25
(a) Ed.17	140.22	-38.85	0.00	0.00	16.39
Ed.17 (char.)	155.80	-43.30	0.00	0.00	18.21
(a) Ed.18	103.24	-3.36	0.00	0.00	10.67
Ed.18 (char.)	131.15	-19.34	0.00	0.00	14.40
(a) Ed.19	103.24	-77.92	0.00	0.00	23.95
Ed.19 (char.)	131.15	-69.61	0.00	0.00	23.25
(a) Ed.20	111.03	-80.24	0.00	0.00	24.86
Ed.20 (char.)	131.15	-69.61	0.00	0.00	23.25
(a) Ed.21	118.82	-7.53	0.00	0.00	12.49
Ed.21 (char.)	131.15	-19.34	0.00	0.00	14.40



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G01 Einzelfundamente Achse 1	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 152

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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

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>Roxel 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

	Ek	Typ	$\Sigma(\gamma \cdot \psi \cdot EW)$		
GZ STR: Durchstanzen	65	BS-P	1.00*Gk.Zus	+1.00*Gk.E.Zus	+1.00*Ed.10
	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> ]
<del>C 12/15</del> <del>B 50C/A</del>	12.0	-	27000
Bst. 420/500		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 $e/b$ [-]	$\eta$ [-]
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>Roveler 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

**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/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>R,d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	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

Sohlrreibungswinkel 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> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>sz</sub> [cm <sup>2</sup> ]
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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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>Roxel 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

## Pos. G02 Einzelfundamente Achse 6

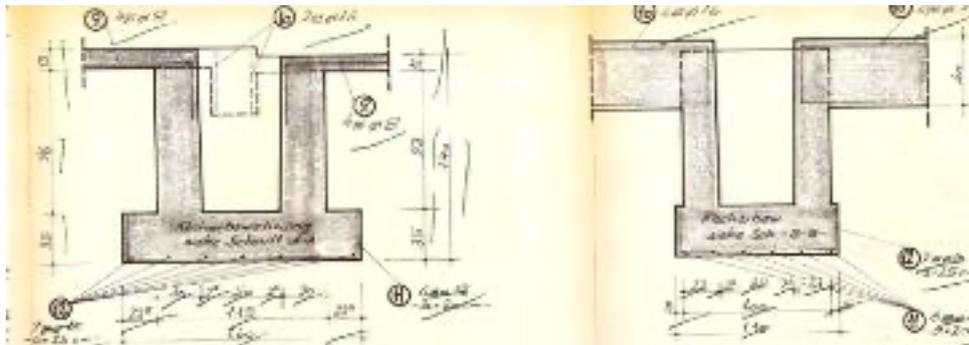
Bereich: Achse 6 (ehem. Achse F)

Pos. Bestandsstatik: Pos. 51

<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, ST3 [Dipl.- Ing. Udo Küster]

### Brandschutz

keine Anforderungen an Gründungsbauteile

### Lastannahmen

Fundamenteigengewicht:

Teil 1, oben	$25,0 \text{ kN/m}^3 \times 1,15 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 1,05 \text{ m}$	=	30,2 kN
Teil 2, unten	$25,0 \text{ kN/m}^3 \times 1,60 \text{ m} \times 1,1 \text{ m} \times 0,35 \text{ m}$	=	15,4 kN
		<b><math>\Sigma G_{1k}</math></b>	<b>= 45,6 kN</b>



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G02 Einzelfundamente Achse 6	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 157

VERFASSER:	 <b>Roweler 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:

- ∅ 200, Auflager B

mit den Lastfällen:

- ∅ Ständig, Nutzlast, Schnee, Erddruck



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

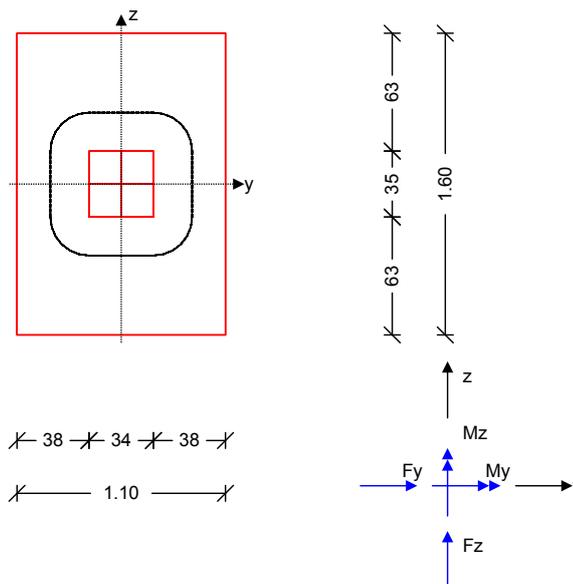
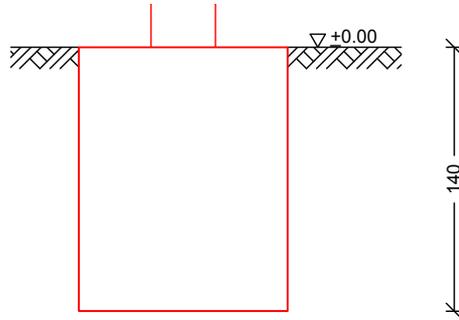
VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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.:	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	GZ STR
Ed.2	G02: aus Kombination 25 ständige Situation	GZ GEO-2 (Gleiten)
Ed.3	G02: aus Kombination 25 ständige Situation	GZ GEO-2
Ed.4	G02: aus Kombination 26 ständige Situation	GZ SLS (infolge ständiger Lasten)
Ed.5	G02: aus Kombination 26 ständige Situation	GZ STR
Ed.6	G02: aus Kombination 26 ständige Situation	GZ GEO-2 (Gleiten)
Ed.7	G02: aus Kombination 28 ständige Situation	GZ GEO-2 (Gleiten)
Ed.8	G02: aus Kombination 29 ständige Situation	GZ GEO-2 (Gleiten)
Ed.9	G02: aus Kombination 31 ständige Situation	GZ SLS
Ed.10	G02: aus Kombination 35 ständige Situation	GZ EQU
Ed.11	G02: aus Kombination 38 ständige Situation	GZ EQU
Ed.12	G02: aus Kombination 40 ständige Situation	GZ EQU
Ed.13	G02: aus Kombination 42 ständige Situation	GZ EQU
Ed.14	G02: aus Kombination 49 ständige Situation	GZ UPL
Ed.15	G02: aus Kombination 53 ständige Situation	GZ STR
Ed.16	G02: aus Kombination 53 ständige Situation	GZ GEO-2
Ed.17	G02: aus Kombination 53 ständige Situation	GZ GEO-2 (Gleiten)
Ed.18	G02: aus Kombination 54 ständige Situation	GZ SLS
Ed.19	G02: aus Kombination 55 ständige Situation	GZ STR
Ed.20	G02: aus Kombination 56 ständige Situation	GZ EQU



## Belastungen

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

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim		

mb BauStatik S511.de - 2025.002

### Char. Schnittgrößen

Schnittgrößen je Nachweis-Ort (Umhüllende)

	Ort	$F_{x,k}$	$M_{y,k}$	$M_{z,k}$	$F_{y,k}$	$F_{z,k}$
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[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) + 1.50*Qk.W.000(2)
			+ 1.10*Gk.E(4)
GZ GEO-2	3	25	1.35*Gk(0) + 0.75*Qk.S(1)
			+ 1.50*Qk.W.000(2) + 1.35*Gk.E(4)
GZ GEO-2 (Gleiten)	8	29	1.00*Gk(0) + 1.50*Qk.W.000(2)
			+ 1.35*Gk.E(4)



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

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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

$\delta_k = \text{Dipl.-Ing. 25.00}$



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

VERFASSER:	 <b>Roxel</b> Ingenieurgesellschaft	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

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)

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 [-]
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 V<sub>Ed</sub> = 316.87 kN

	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>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 S511.de - 2025.002

Tragfähigkeit

Ek 34

Rund-schnitt	a [cm]	u [m]	VEd [N/mm <sup>2</sup> ]	VRd,c [N/mm <sup>2</sup> ]	VRd,max [N/mm <sup>2</sup> ]	η [-]
U <sub>crit</sub>	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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S511.de - 2025.002

## Pos. G03 Einzelfundamente Achse J

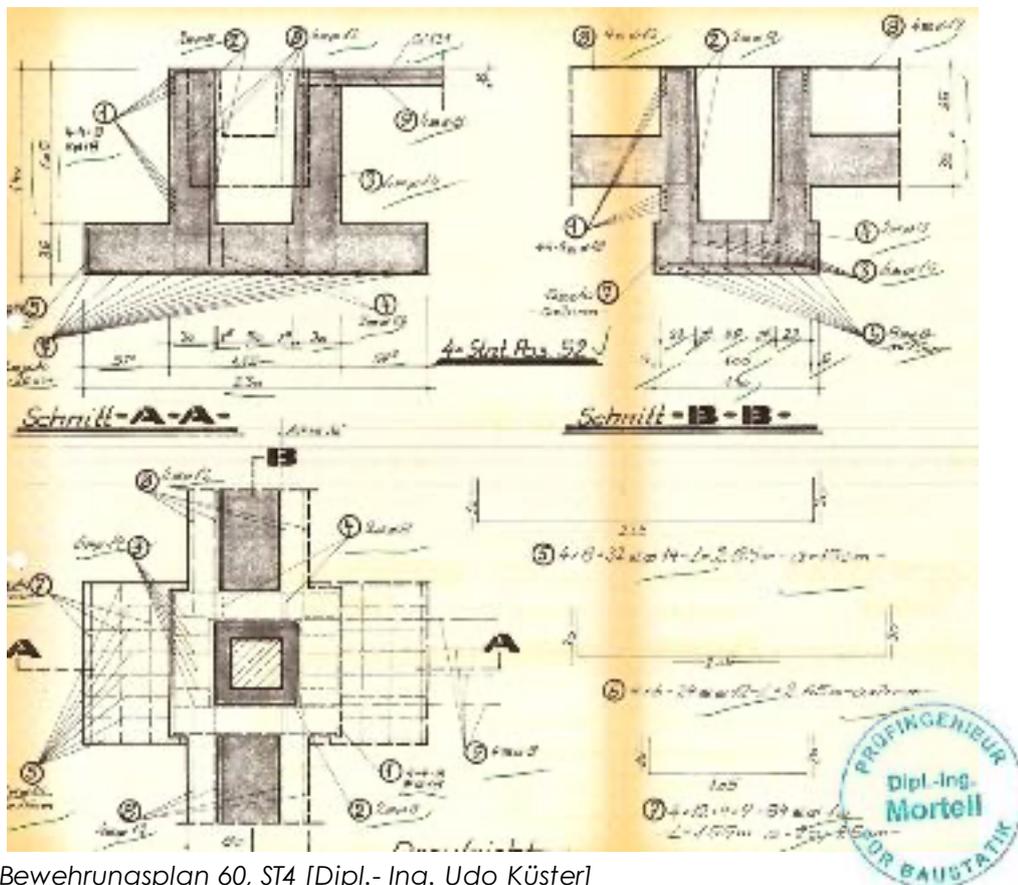
Bereich: Achse J (ehem. Achse 10)

Pos. Bestandsstatik: Pos. 52

<b>C12/15 (Köcherfundament)</b>	<b>A/B/H = 1,10 / 2,30 / 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.:	G03 Einzelfundamente Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 166

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/m<sup>3</sup> x 1,15 m x 1,0 m x 1,05 m = 30,2 kN

Teil 2, unten 25,0 kN/m<sup>3</sup> x 2,30 m x 1,1 m x 0,35 m = 22,1 kN

**$\Sigma G_{1,k} = 105,7 \text{ kN}$**

Nutzlast aus PV und Schnee (vgl. Pos. 201)  **$\Sigma Q_{N,k} = 9,70 \text{ kN}$**

Wind vertikal: (vgl. Pos. 201)  **$Q_{w,v,k} = -10,5 \text{ kN}$**

### Wind horizontal:

Aus Winddruck+ -Sog auf Attika (0,34 + 0,15)  **$q_{wh1,k} = 2,79 \text{ kN/m}$**

Aus Winddruck auf Achse 10 0,34 x 5,7  **$q_{wh2,k} = 1,94 \text{ kN/m}$**

Moment aus Wind: - 2,97 x 0,95 x 8,22 - 1,94 x 5,8 x 4,85  **$m_{wh,k} = -77,8 \text{ kNm}$**

### 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/m<sup>3</sup> x 1,15 m x 0,90 m x 2,0 m  **$\Sigma G_{Ek} = 41,4 \text{ kN}$**

### 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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S511.de - 2025.002

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

Ständig: -105,7 x 1/200 x 8,7

**M<sub>G,k</sub> = -4,60 kNm**

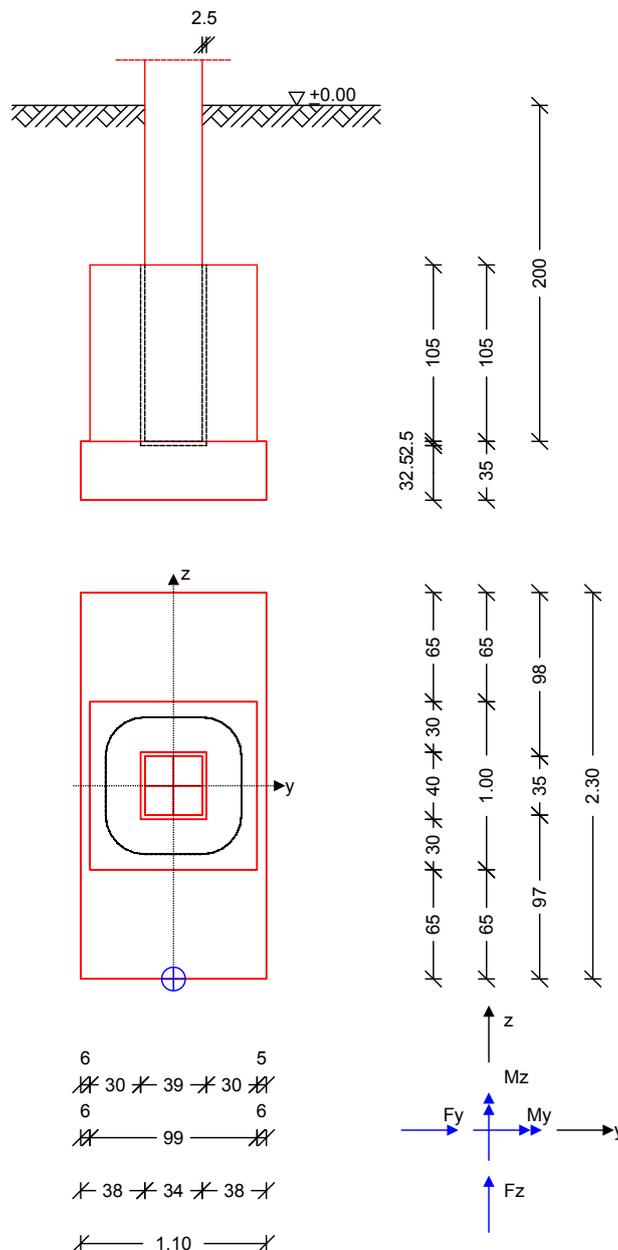
Nutzlast 9,70 x 1/200 x 8,7

**H<sub>Q,k</sub> = -0,42 kNm**

### System

Einzelfundament mit glattem Köcher

M 1:45



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G03 Einzelfundamente Achse J	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 168

VERFASSER:	 <b>Roxel</b> Ingenieurgesellschaft	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

Abmessungen Mat./Querschnitt	h [m]	zF [m]	Material [-]	b <sub>y</sub> /b <sub>z</sub> [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	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

## Einwirkungen

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> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [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

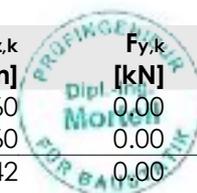
zusätzliche Vertikallasten

EW	F <sub>x</sub> [kN]	e <sub>y</sub> [m]	e <sub>z</sub> [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>Roveler 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

	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. 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	Σ (γ*ψ * EW)		
GZ EQU	8	BS-P	1.10*Gk	+0.90*Gk.E	+1.50*Qk.W
			+1.05*Qk.N		
GZ SLS: 1. Kernweite	19	BS-P	0.90*Gk	+0.90*Gk.E	+1.50*Qk.W
			1.00*Gk	+1.00*Gk.E	
GZ SLS: 2. Kernweite	21	BS-P	1.00*Gk	+1.00*Gk.E	
GZ GEO-2	26	BS-P	1.00*Gk	+1.00*Gk.E	
GZ STR: Fundament	28	BS-P	1.35*Gk	+1.35*Gk.E	+1.50*Qk.N
			53	BS-P	1.35*Gk
	59	BS-P	1.35*Gk	+1.00*Gk.E	+1.50*Qk.W
			+1.05*Qk.N		
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		
			92	BS-P	1.35*Gk
GZ STR: Köcher			+0.90*Qk.W		
			93	BS-P	1.35*Gk
	94	BS-P	1.35*Gk	+1.35*Gk.E	+1.50*Qk.W
			+1.05*Qk.N		

### Bem.-schnittgrößen

	Ort	F <sub>x,d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]	M <sub>z,d</sub> [kNm]	F <sub>y,d</sub> [kN]	F <sub>z,d</sub> [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 <sub>ck</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [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>Roveler 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

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

## Nachweise (GZT)

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

### Kippen

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

Ek	$M_{z,d}$ $M_{y,d}$ [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	-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

Sohlrreibungswinkel

$$\delta_k = 25.00 \text{ } ^\circ$$

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	$M_{z,d}$ $M_{y,d}$ [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>Roxel</b> Ingenieurgesellschaft	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

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> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>sz</sub> [cm <sup>2</sup> ]
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

	η <sub>y</sub> [-]	a <sub>sy,min</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	b <sub>eff,z</sub> [m]	η <sub>z</sub> [-]	a <sub>sz,min</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	b <sub>eff,y</sub> [m]
unten	0.125	1.32	1.06	0.125	1.36	1.05
oben	-	-	-	-	-	-

aufzunehmende Querkraft V<sub>Ed</sub> = 148.90 kN

### 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	cm <sup>2</sup>
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/mm <sup>2</sup> ]	A <sub>crit</sub> [cm <sup>2</sup> ]	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/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>Rd,c</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>Rd,max</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	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>s,w,min</sub> /s [cm <sup>2</sup> /m]	A <sub>s,w,ert</sub> /s [cm <sup>2</sup> /m]
links	18.4	82.1	997.6	14.7	211.6	0.00	0.00



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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S511.de - 2025.002

	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> [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 Manka/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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S511.de - 2025.002

## Pos. G04 Einzelfundamente Achse A

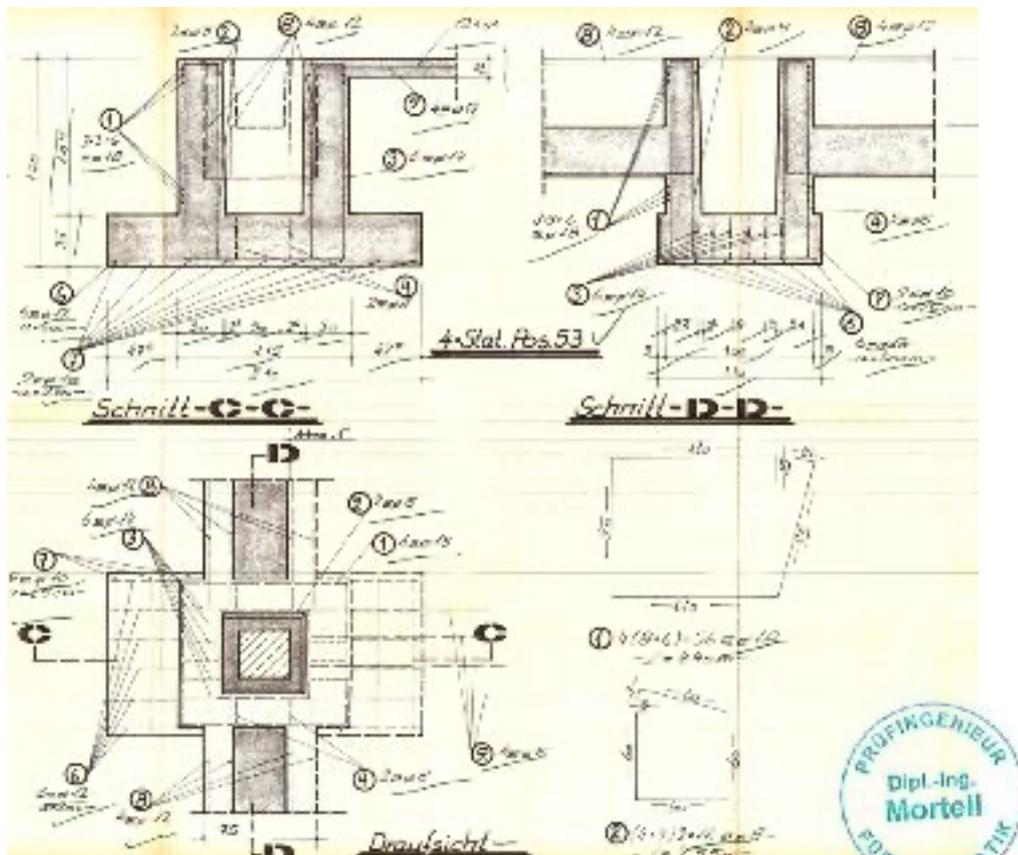
Bereich: Achse A (ehem. Achse 1)

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>Roxel 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>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

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
			<hr/>
		<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
			<hr/>
		<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

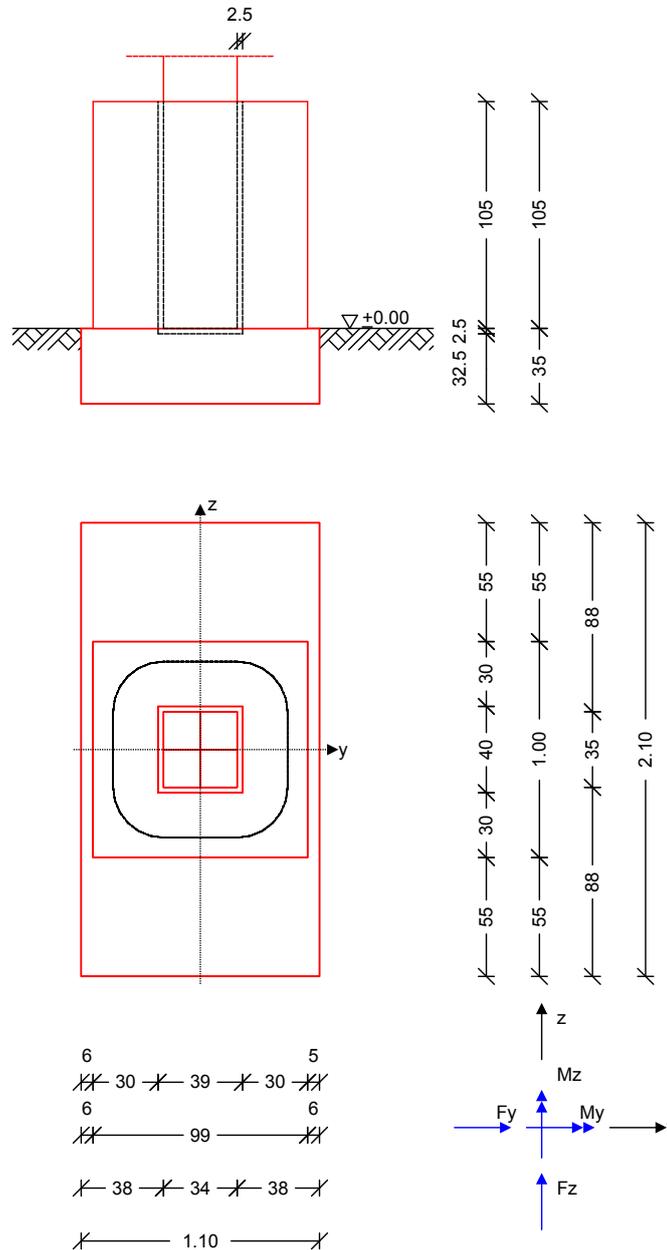
VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S511.de - 2025.002

## System

Einzelfundament mit glattem Köcher

M 1:35



Abmessungen  
Mat./Querschnitt

h	zF	Material	b <sub>y</sub> /b <sub>z</sub>
[m]	[m]	[-]	[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>Roveler 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

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>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\gamma'</math></b>	<b><math>\Phi_k</math></b>	<b><math>c_k</math></b>
		[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

## Einwirkungen

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

<b>EW</b>	<b><math>F_x</math></b>	<b><math>M_y</math></b>	<b><math>M_z</math></b>	<b><math>F_y</math></b>	<b><math>F_z</math></b>
	[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)

<b>Ort</b>	<b><math>F_{x,k}</math></b>	<b><math>M_{y,k}</math></b>	<b><math>M_{z,k}</math></b>	<b><math>F_{y,k}</math></b>	<b><math>F_{z,k}</math></b>	
	[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

<b>Ek</b>	<b>Typ</b>	<b><math>\Sigma (\gamma^* \psi^* EW)</math></b>		
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	



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

VERFASSER:	 <b>Roveler 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

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

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/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>R,d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	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

Sohreibungswinkel

$$\delta_k = 25.00 \text{ } ^\circ$$

Keine maßg. Schnittkräfte vorhanden.  
Der Nachweis entfällt

### Nachweise (GZG)

Stand sicherheitsnachweise 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) 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	-	70.74	40	0.00	-	11.25	33

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	0.79	5.40
oben	-	-

Mindestbewehrung

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

aufzunehmende Querkraft

$$V_{Ed} = 155.69 \text{ kN}$$

	η <sub>y</sub> [-]	α <sub>sy,min</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	b <sub>effz</sub> [m]	η <sub>z</sub> [-]	α <sub>sz,min</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	b <sub>effy</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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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	Ek [-]	$\beta$ [-]	u [m]	V <sub>Ed</sub> [kN]	$\sigma_{gd}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	A <sub>crit</sub> [cm <sup>2</sup> ]	V <sub>Ed,red</sub> [kN]
U <sub>crit</sub>	44	2.76	2.84	144.3	62.5	6096.7	106.2

### Tragfähigkeit

Rund-schnitt	a [cm]	u [m]	V <sub>Ed</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>Rd,c</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>Rd,max</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$ [-]
U <sub>crit</sub>	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

	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]
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 Manka/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 <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	2.44	0.02	3.13	0.05	0.81

### 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	1.14	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												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wand</th> <th>erf <math>A_s</math> [cm<sup>2</sup>]</th> <th>gewählt n ds[mm]</th> <th>vorh <math>A_s</math> [cm<sup>2</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>in y-Ri.</td> <td>9.38<sup>M</sup></td> <td>5 ø12</td> <td>11.31</td> </tr> <tr> <td>in z-Ri.</td> <td>3.13<sup>M</sup></td> <td>2 ø12</td> <td>4.52</td> </tr> </tbody> </table>	Wand	erf $A_s$ [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds[mm]	vorh $A_s$ [cm <sup>2</sup> ]	in y-Ri.	9.38 <sup>M</sup>	5 ø12	11.31	in z-Ri.	3.13 <sup>M</sup>	2 ø12	4.52
Wand	erf $A_s$ [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds[mm]	vorh $A_s$ [cm <sup>2</sup> ]										
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								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>erf <math>A_s</math> [cm<sup>2</sup>]</th> <th>gewählt n ds[mm]</th> <th>vorh <math>A_s</math> [cm<sup>2</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>9.68<sup>M</sup></td> <td>5 ø12</td> <td>11.31</td> </tr> </tbody> </table>		erf $A_s$ [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds[mm]	vorh $A_s$ [cm <sup>2</sup> ]		9.68 <sup>M</sup>	5 ø12	11.31
	erf $A_s$ [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds[mm]	vorh $A_s$ [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.

**Zusammenfassung** Zusammenfassung der Nachweise

**Nachweise (GZT)** 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

**Nachweise (GZG)** 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:	 <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. G05 Streifenfundamente Erdseitig Achse 1

Bereich: Achse 1, zwischen den Einzelfundamenten der Stützen

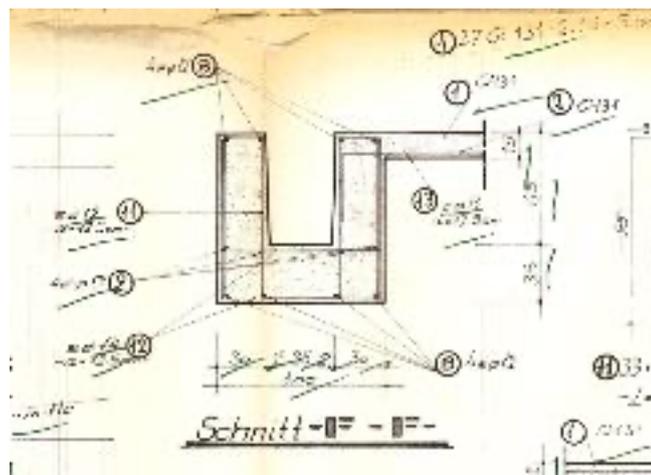
Pos. Bestandsstatik: Pos. 54a (S. 98 ff.)

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

### 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 Gebrauchstauglichkeitsnachweise 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/m<sup>3</sup> x (1,0 m x 1,0 m -(0,25 m x 0,65 m))

$$g_{1, \text{stb}, k} = 20,9 \text{ kN/m}$$

Erdauflast auf Linienfundament:

Für den horizontalen Erddruck wurde ein Materialeigengewicht von 22,0 kN/m<sup>3</sup> + 1,0 kN/m<sup>2</sup> Nutzlast angesetzt. Es wird eine nur eine stabilisierende Auflast aus dem Boden ohne Nutzlast angesetzt.

22,0 kN/m<sup>3</sup> x 3,40 m x 0,375 m

$$g_{2, \text{stb}, k} = 28,05 \text{ kN/m}$$

Moment aus Ausmitte -28,05 x (0,375/2 + 0,125)

$$m_{2, \text{stb}, k} = -8,77 \text{ kNm/m}$$

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

Aus Pos 8 und 9 14,81 + 4,56

$$g_{3, \text{stb}, k} = 19,37 \text{ kN/m}$$

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

$$m_{\text{dst}, gk} = 29,86 \text{ kNm/m}$$

Nutzlast

$$m_{\text{dst}, qk} = 3,79 \text{ kNm/m}$$



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



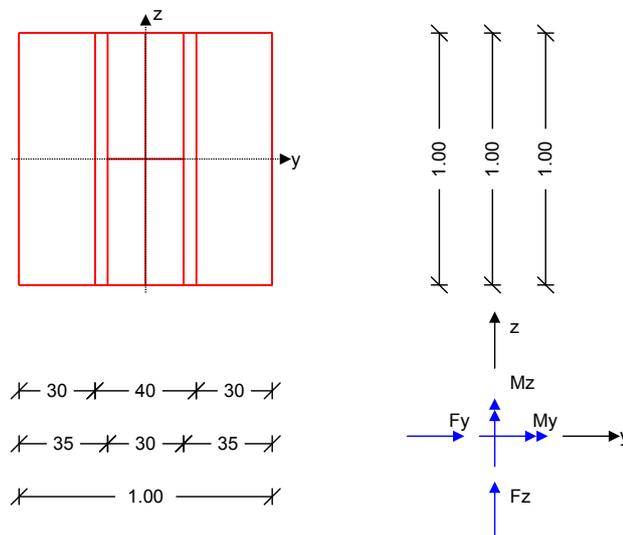
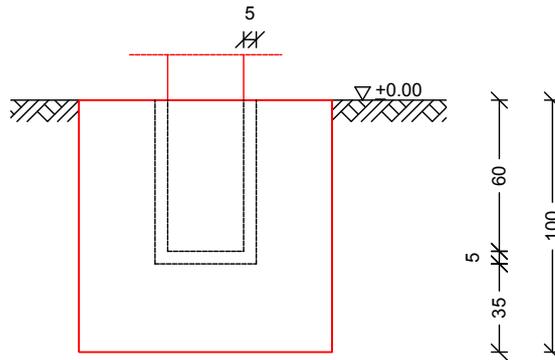
VERFASSER:	 <b>Roreler Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S511.de - 2025.002

## System

Einzelfundament mit verzahntem Becher

M 1:30



Abmessungen  
Mat./Querschnitt

h [m]	z <sub>F</sub> [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>Roxel 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

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	$\Sigma (\gamma * \psi * EW)$
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>Roveler 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

## 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 <sub>y,d</sub> [kNm]	F <sub>x,d</sub> [kN]	e <sub>z</sub> /b <sub>z</sub> [-]	zul e/b [-]	η [-]
5	28.88	67.10	-0.430	1/2	0.86

### 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/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>R,d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	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

Sohlrreibungswinkel

$$\delta_k = 25.00 \quad \circ$$

Keine maßg. Schnittkräfte vorhanden.  
Der Nachweis entfällt

## Nachweise (GZG)

Stand sicherheitsnachweise 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 [-]
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	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	e/b [-]	zul e/b [-]	η [-]
11	24.88	68.32	-0.364	1/3	1.09

## 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	-	0.00	-	0.00	-	5.65	23

### 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	0.13	-
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

mb BauStatik S511.de - 2025.002

aufzunehmende Querkraft  $V_{Ed} = 31.77$  kN

	$\eta_y$ [-]	$\alpha_{sy,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effz}$ [m]	$\eta_z$ [-]	$\alpha_{sz,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effy}$ [m]
unten	0.125	0.09	1.00	0.125	0.09	0.30
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  $< 1.5 \cdot c$   
 Fugenbreite  $f_b$  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.

### Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

#### Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	$\eta$ [-]
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>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 S014 - 2025.002

## Pos. G05.1 Nachweis der klaffenden Fuge

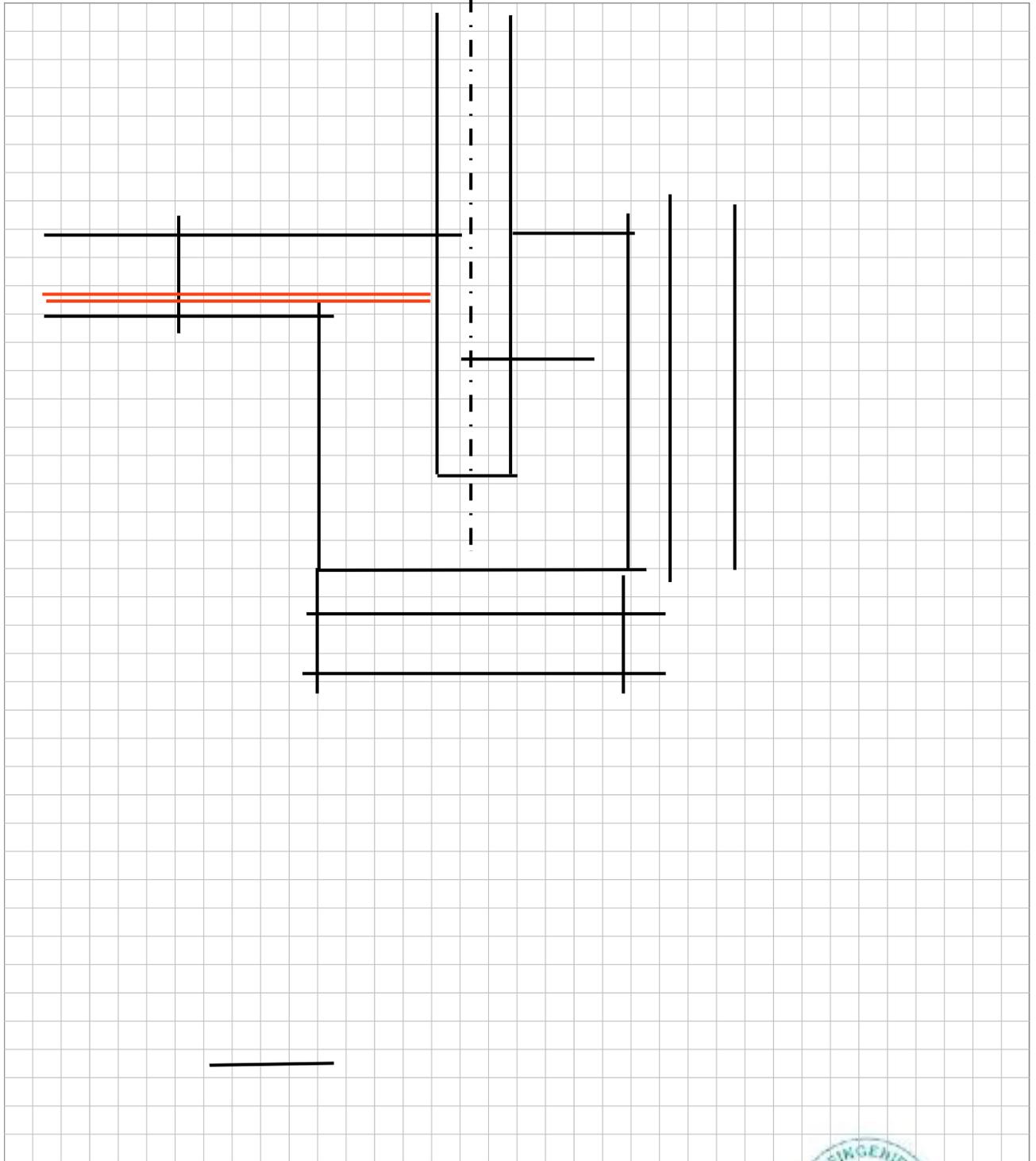
Der Nachweis der 1. Kernweite unter Gesamtlast wurde nicht eingehalten. Das Streifenfundament ist an die Sohlplatte statisch angeschlossen. Nachfolgend wird ermittelt, welches Moment über die Stb.-Sohlplatte zu übertragen ist.



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G05.1 Nachweis der klaffenden Fuge	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 190

VERFASSER:	 <b>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

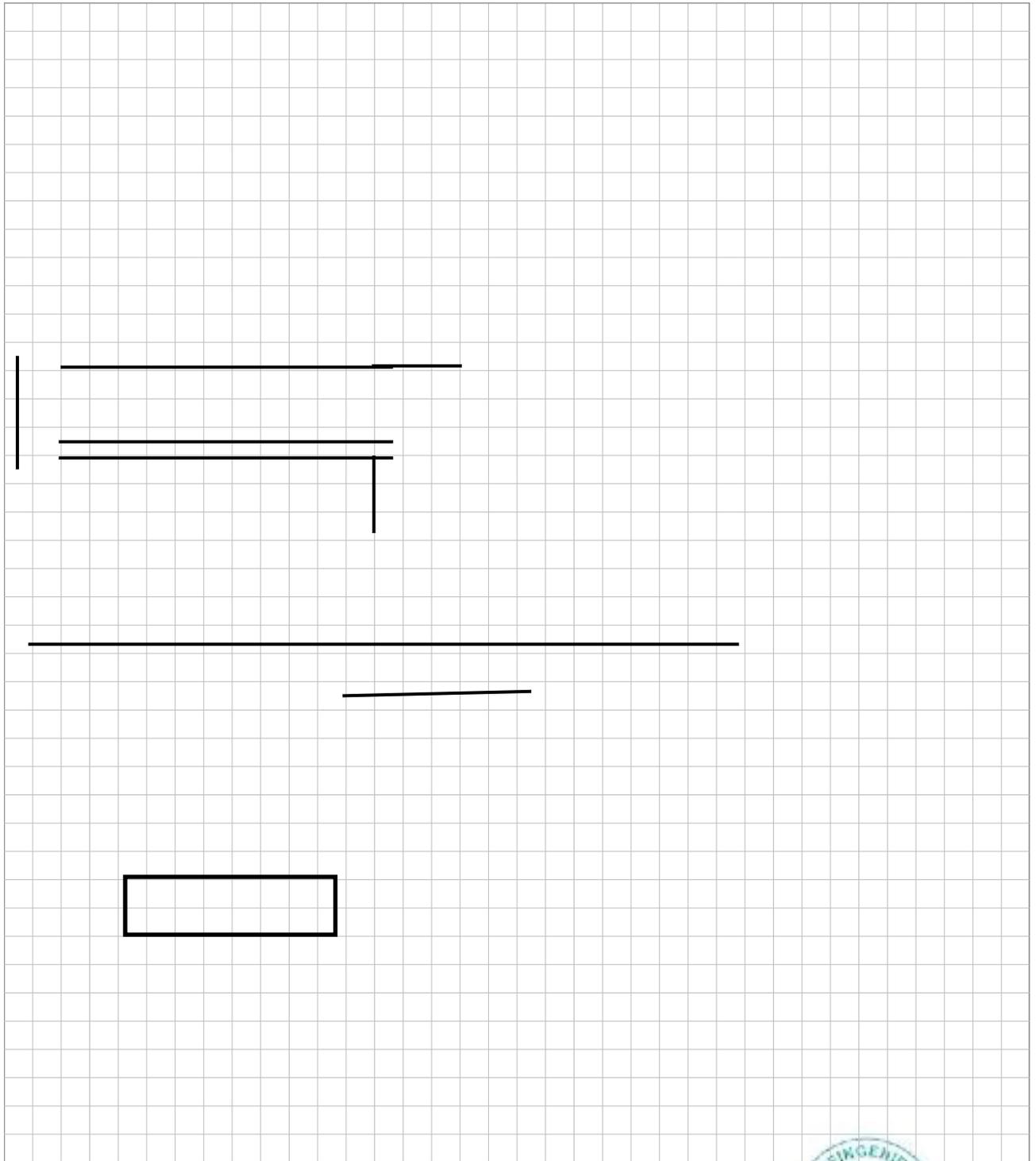
mb BauStatik S014 - 2025.002



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G05.1 Nachweis der klaffenden Fuge	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 191

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 S014 - 2025.002



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G05.1 Nachweis der klaffenden Fuge	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 192

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim		

mb BauStatik S511.de - 2025.002

## Pos. G06 Einzelfundamente in den Ecken

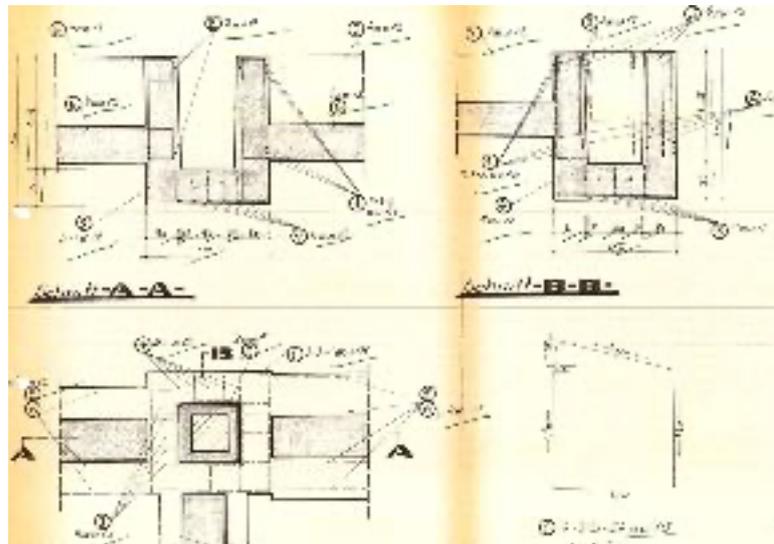
Bereich: Achse 1 (ehem. Achse A)

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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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

	$1,70 \text{ kN/m} \times 5,70 \text{ m} / 2$	=	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 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:	 <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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

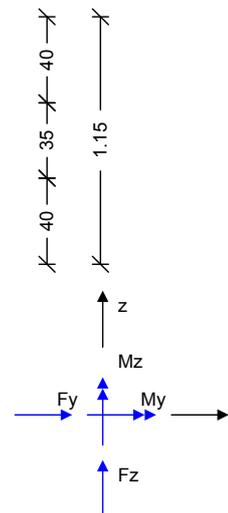
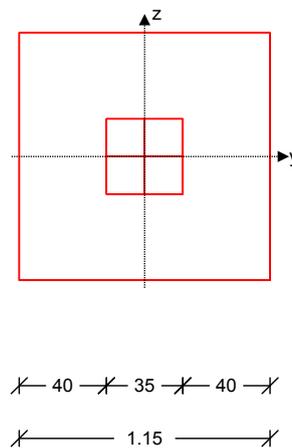
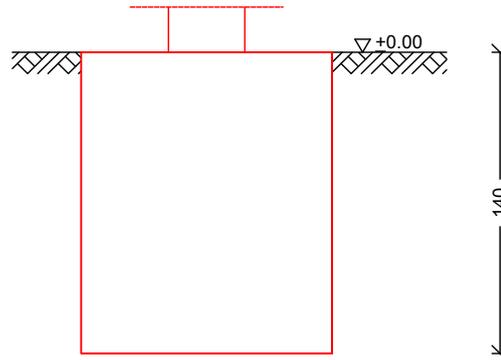
mb BauStatik S511.de - 2025.002

Windsog Ber. A      3,83 kN (3,95/2 + 4,75)       $M_{wh1,k} = 25,8 \text{ kNm}$   
 0,59 x 5,7/2 x 3,95       $q_{wh2,k} = 6,68 \text{ kN}$   
 6,68 kN (3,95/2 + 4,75)       $M_{wh1,k} = 44,9 \text{ kNm}$

### System

Einzelfundament

M 1:35



Abmessungen  
Mat./Querschnitt

h	zF	Material	b <sub>y</sub> /b <sub>z</sub>
[m]	[m]	[-]	[m]
1.40	1.40	C 12/15 Mortell	1.15/1.15
Stützenabmessung		b <sub>s,y</sub> /b <sub>s,z</sub> =	35.0 cm

BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G06 Einzelfundamente in den Ecken	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 195

VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster	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 [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
	Boden	999.00	18.0	10.0	25.0	0.0

## Einwirkungen

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	$F_x$ [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [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	$F_{x,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]	$F_{y,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [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

## Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1

Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Typ	$\Sigma (\gamma * \psi * EW)$
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	$F_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$F_{y,d}$ [kN]	$F_{z,d}$ [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

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

Material	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [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>Roveler 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

## 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 <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/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>R,d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	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)

Stand sicherheitsnachweise 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) Zusammenfassung

Stahlbetonnachweise gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01

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

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 S014 - 2025.002

## Pos. G06.1 Kippnachweis

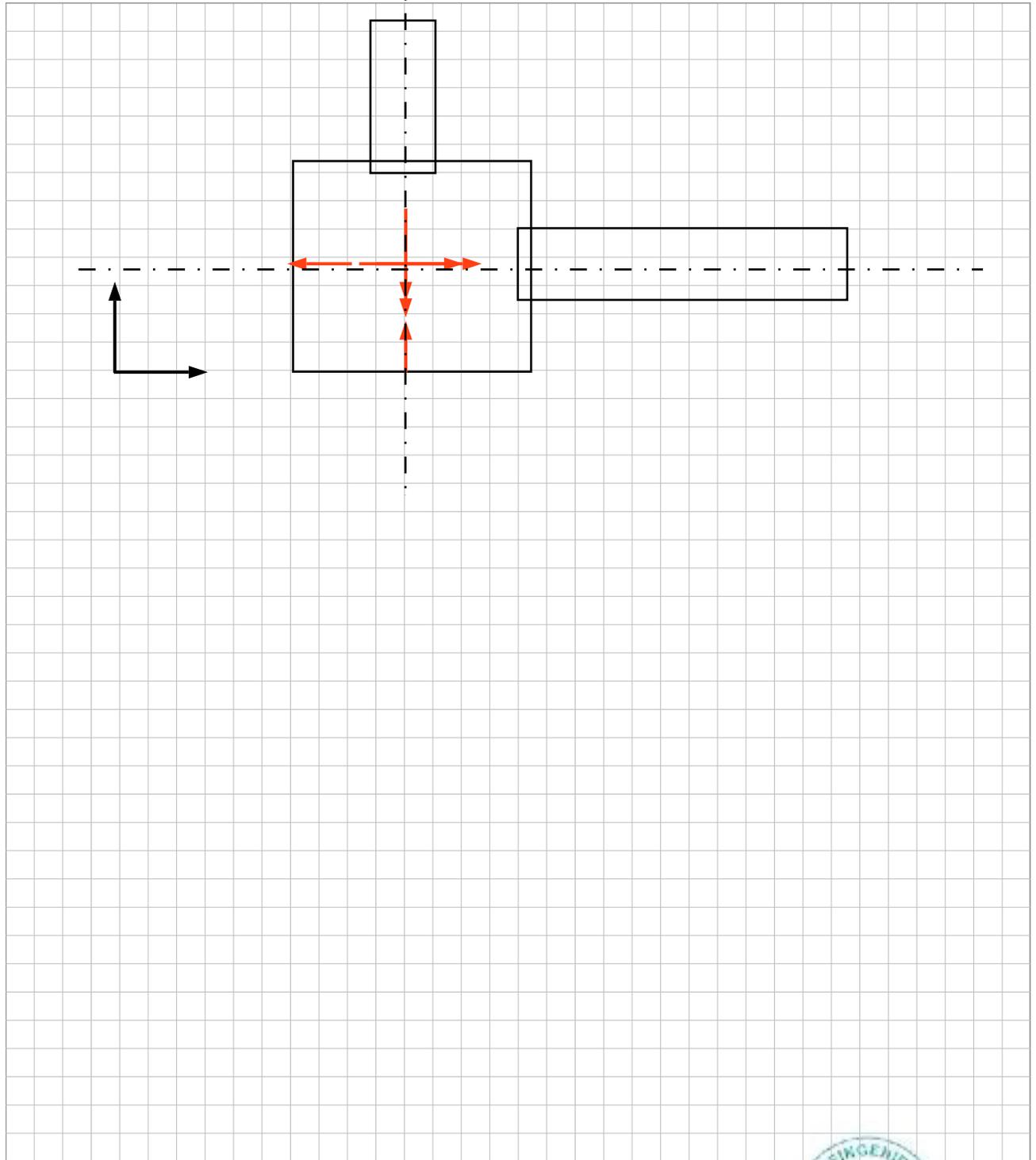
Der Nachweis der 1. Kernweite unter Gesamtlast wurde nicht eingehalten. Das Streifenfundament ist an die Sohlplatte statisch angeschlossen. Nachfolgend wird ermittelt, welches Moment über die Stb.-Sohlplatte zu übertragen ist.



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G06.1 Kippnachweis	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 198

VERFASSER:	 <b>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim		

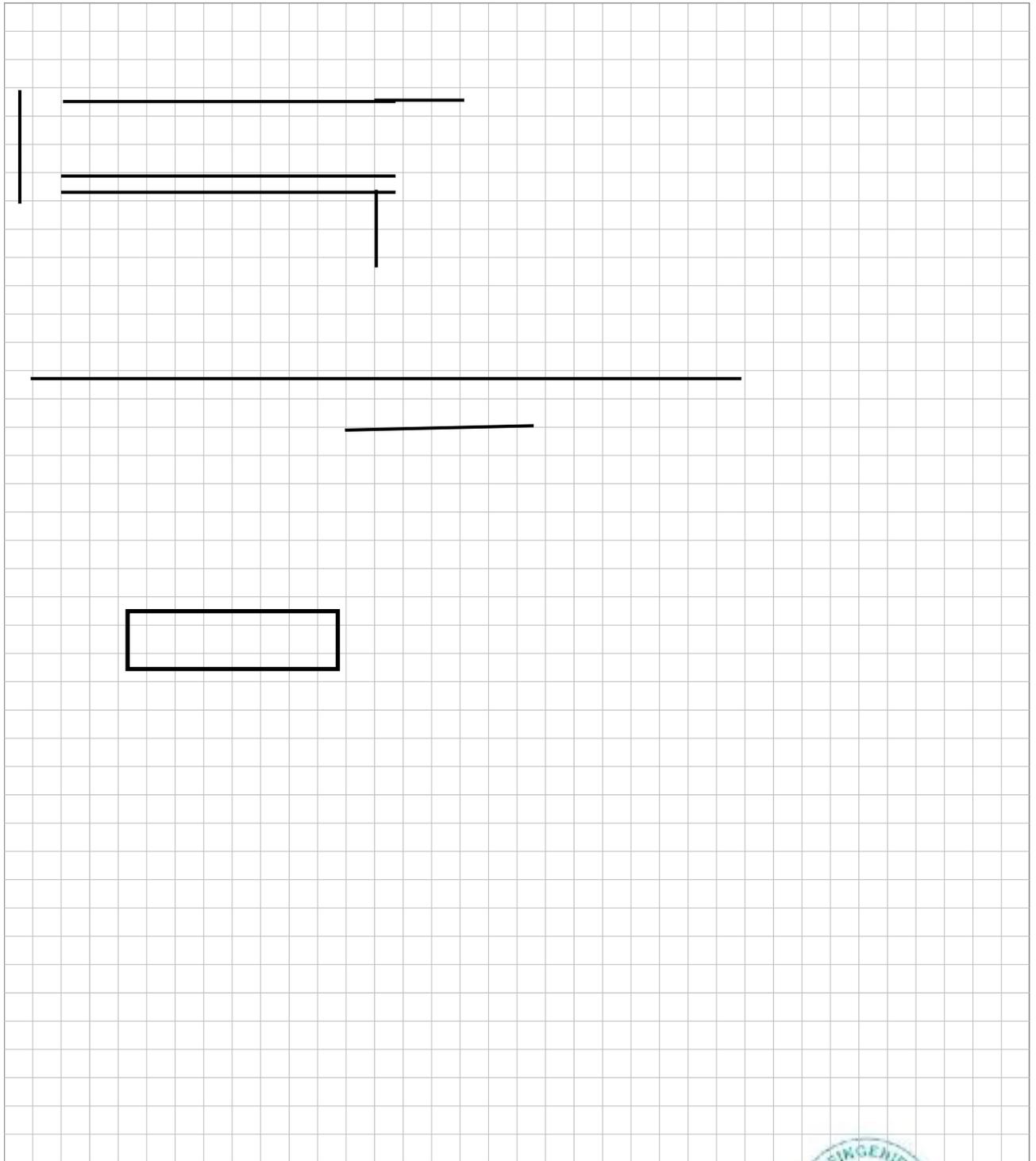
mb BauStatik S014 - 2025.002



BAUTEIL:	Nachweise in der Sporthalle	
POS.:	G06.1 Kippnachweis	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 199

VERFASSER:	 <b>Roweler 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>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

# Nachweise im Anbau



VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 201
----------	----------------------	-----------

VERFASSER:	 <b>Roxel 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

## Pos. 100 **Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 165/250, 1.50 mm**

Bereich: Dachdecke über dem Anbau

Statisches System: Zweifeldträger

**Querschnitt** **FISCHER FI 165/250, 1.50 mm**

### 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

Werte als richtig angenommen

= 2,45 kN/m<sup>2</sup>

Eigengewicht in Ausbaulast berücksichtigt

= 0,00 kN/m<sup>2</sup>

**$\Sigma g_{1,k} = 2,45$  kN/m<sup>2</sup>**

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>

**$\Sigma q_{1,k} = 1,00$  kN/m<sup>2</sup>**



BAUTEIL:	Nachweise im Anbau	
POS.:	100 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 165/250, 1.50 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 202

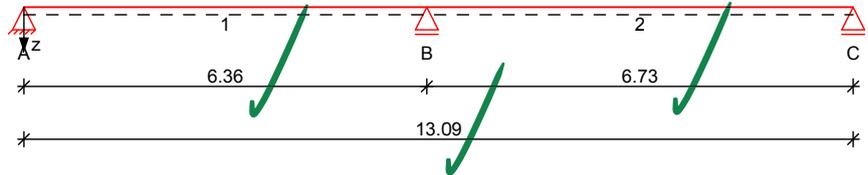
VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S352.de - 2025.002

## System

Stahl-Trapezprofile, DIN EN 1993-1-3

M 1:120



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

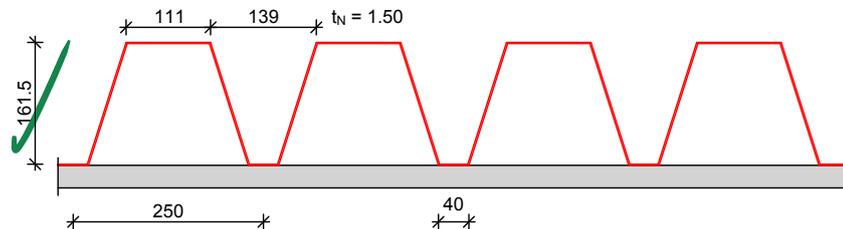
Dachneigung

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  
Ständige Einwirkungen

Qk.S

Schnee  
Schnee- und Eislasten für Orte bis NN + 1000 m

Qk.W

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

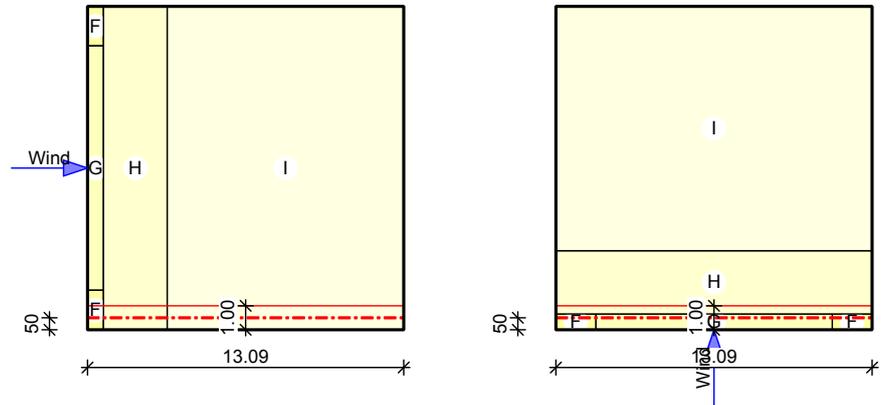
VERFASSER:	 <b>Roxel</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S352.de - 2025.002

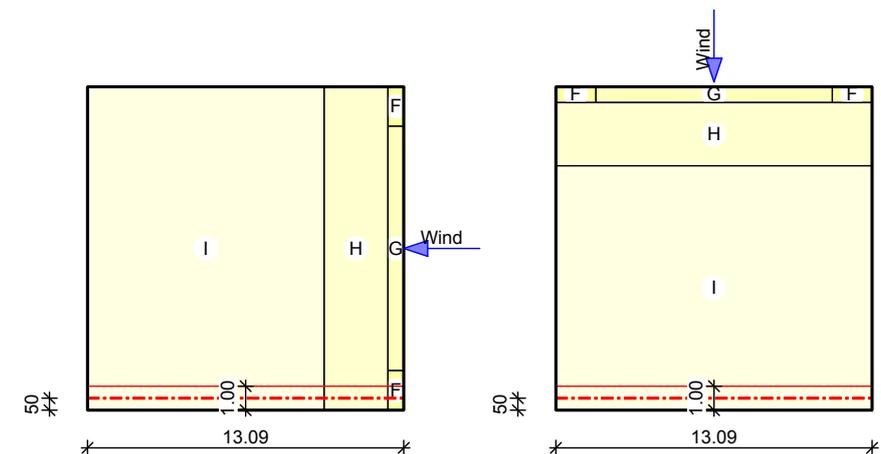
## Wind/Schnee

### Windlastermittlung

M 1:315



M 1:315



## Belastungen

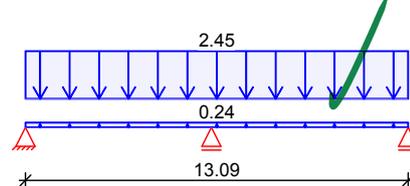
### Belastungen auf das System

## Grafik

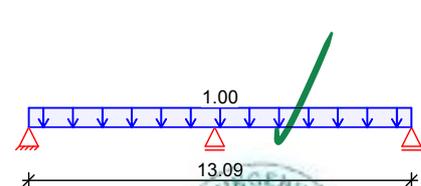
### Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

## Einwirkungen

Gk



Qk.S

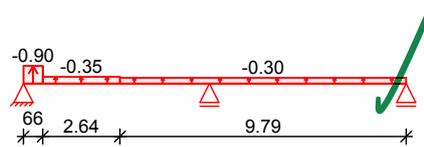


BAUTEIL:	Nachweise im Anbau	
POS.:	100 Stahl-Trapezprofile FISCHER FI 165/250, 1.50 mm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 204

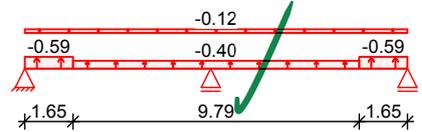
VERFASSER:	 <b>Krollner</b> <b>Ingenieurgesellschaft</b> Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster Tel.: +49 2534 6200-0, Fax -32	PROJEKT-NR: 087121-24
BAUWERK:	Mülheim Sporthalle Lehnerstr. 65 - ID 276 SZ Saarn	DATUM: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

mb BauStatik S352.de - 2025.002

Qk.W.000



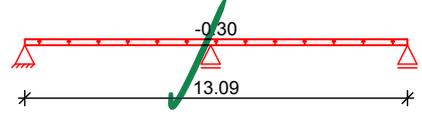
Qk.W.090



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]	q <sub>a</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>e</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
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	6.28 *
		2.34	7.34 *
		6.36	-14.44 *
2	1	0.00	11.20 *
		4.16	8.87 *
		6.73	0.00
Einw. Qk.S	1	0.00	-6.91 *
		2.34	2.73 *
		6.36	-5.37 *
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>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 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 *	
	Einw. Qk.W.090	1	2.26	-1.01 *	0.00
			6.36	1.70 *	1.28 *
			0.00	1.70 *	-1.26 *
Einw. Qk.W.180		2	4.21	-0.96 *	0.00
			6.73	0.00	0.76 *
			0.00	0.00	-1.47 *
	Einw. Qk.W.270	1	2.21	-1.53 *	0.00
			6.36	2.89 *	2.14 *
			0.00	2.89 *	-2.20 *
Einw. Qk.W.090		2	4.28	-1.82 *	0.00
			6.73	0.00	1.59 *
			0.00	0.00	-0.69 *
	Einw. Qk.W.180	1	2.29	-0.79 *	0.00
			6.36	1.70 *	1.22 *
			0.00	1.70 *	-1.32 *
Einw. Qk.W.270		2	4.26	-1.18 *	0.00
			6.73	0.00	1.23 *
			0.00	0.00	-0.70 *
	Einw. Qk.W.090	1	2.34	-0.82 *	0.00
			6.36	1.61 *	1.21 *
			0.00	1.61 *	-1.25 *
Einw. Qk.W.180		2	4.16	-0.99 *	0.00
			6.73	0.00	0.77 *
			0.00	0.00	0.00

### Kombinationen

Kombinationen nach DIN EN 1990

	Ek	$\Sigma (\gamma^* \psi^* EW)$
ständig/vorüberg.	1	1.35*Gk
selten	2	1.35*Gk + 1.50*Qk.S
	30	1.00*Gk + 1.00*Qk.S

### Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen

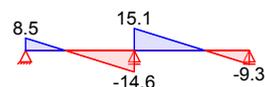
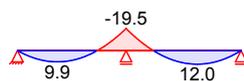
### Grafik

Schnittgrößen (maßgebende)

Komb. 1

$M_{y,d}$  [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

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

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



## Mat./Querschnitt

**FISCHER FI 165/250, 1.50 mm**

Positivlage aufliegend

Befestigung in jedem anliegenden Gurt

Material/  
Querschnittswerte

E-Modul [N/mm <sup>2</sup> ]	$I^{+eff}$ [cm <sup>4</sup> /m]	$I^{-eff}$ [cm <sup>4</sup> /m]	$A_g$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{eff}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$f_{y,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
210000	968.0	944.5	28.64	18.20	350

Bemessungswerte der  
Widerstandsgrößen bei  
andrückender Last

Aufl. [mm]	$R_{w,Rd,A}$ [kN/m]	$M_{0,Rd,B}$ [kNm/m]	$M_{c,Rd,B}$ [kNm/m]	$R_{0,Rd,B}$ [kN/m]	$R_{w,Rd,B}$ [kN/m]
A (40)	40.90	-	-	-	-
B (160)	-	33.28	31.31	124.82	79.29
C (40)	40.90	-	-	-	-

$V_{w,Rd} = n.m.$

$M_{c,Rd,F} = 38.40$  kNm/m

Bemessungswerte der  
Widerstandsgrößen bei  
abhebender Last

$M_{c,Rd,F}$ [kNm/m]	$R_{w,Rd,A}$ [kN/m]	$M_{0,Rd,B}$ [kNm/m]	$M_{c,Rd,B}$ [kNm/m]	$R_{0,Rd,B}$ [kN/m]	$R_{w,Rd,B}$ [kN/m]	$V_{w,Rd}$ [kN/m]
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

Aufl.	EK	$F_{Ed,A}$ [kN/m]	$\eta$ [-]
A	2	11.99	0.29
C	2	13.17	0.32

### Innenaufleger

Abs. 6.1.10 + 6.1.11

Aufl.	EK	$N_{Ed}$ [kN/m]	$F_{Ed,B}$ [kN/m]	$V_{Ed,B}$ [kN/m]	$M_{Ed,B}$ [kNm/m]	$\eta$ [-]
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,  $\epsilon = 2$

### Felder

Abs. 6.1.8

Feld	EK	$x$ [m]	$N_{Ed}$ [kN/m]	$M_{Ed,F}$ [kNm/m]	$\eta$ [-]
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>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: 28.11.2024
AUFTRAGGEBER:	Stadt Mülheim	

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  $L_{gr} = 23.40 \text{ m} > 6.73 \text{ m}$

Grenzwert der Durchbiegung

Felder  $l/300$

## 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

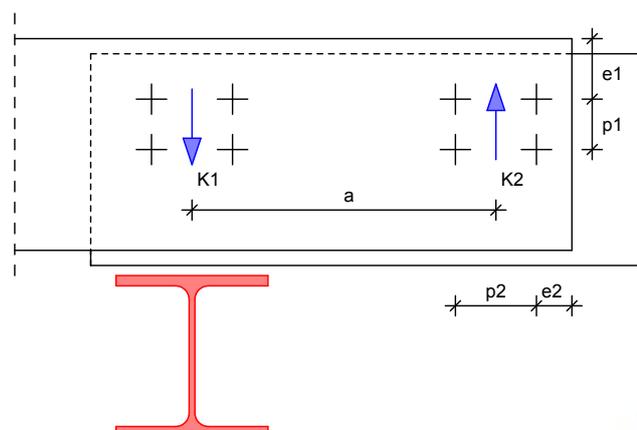
Lager A  $l_{min} : 40 \text{ mm} < 60 \text{ mm}$   
 Lager B  $l_{min} : 60 \text{ mm} < 175 \text{ mm}$   
 Lager C  $l_{min} : 40 \text{ mm} < 60 \text{ mm}$

Mindestabstände

nach DIN EN 1993-1-3, Abs. 8.3

p1 [mm]	e1 [mm]	p2 [mm]	e2 [mm]
13	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>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 S352.de - 2025.002

### Auflagerkräfte

je lfd. m

Char. Auflagerkr.

	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
Innenaflager	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

VERFASSER:	 <b>Roxel</b> Ingenieurgesellschaft	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 S320.de - 2025.002

## Pos. 101 Stahlbetonringbalken b/h = 20/40 cm

Bereich: Mauerkrone Außenwand Neubau  
 Statisches System vertikal: Mehrfeldträger  
 Statisches System horizontal: Einfeldträger

<b>B 500SA, C 25/30</b> Expositionsklassen	b/h = 20/40 cm XC1, WO
<b>Betondeckungen umlaufend</b>	c <sub>min</sub> = 15 mm, $\bar{A}c_{Dev}$ = 10 mm c <sub>nom</sub> = 25 mm

### Vorbemerkungen

Bemessen wird der Balken in Querrichtung für die Aussteifungslast.

Pos.101: entfällt.  
neue Bemessung s.  
Pos. 101N1 im  
1.Nachtrag.

### Brandschutz

Der Brandschutz des Betonbauteils erfolgt über die Nachweisstufe 1, Betonüberdeckung.

### Lastannahmen

Aus Ringanker Programmintern = 0,00 kN/m  
 Aus WDVS 0,25 kN/m<sup>2</sup> x 0,60 m = 0,15 kN/m  
 $\Sigma g_{1,k}$  = 0,15 kN/m

Windlasten:

Bereich	d,b [m]	h [m]	C <sub>pe,1</sub> [-]	C <sub>pe,10</sub> [-]	W <sub>e,10</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
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

Winddruck, verteilt auf die halbe Wandhöhe  
 Winddruck: 0,34 kN/m<sup>2</sup> x 4,52 m / 2

WD<sub>10,k</sub>



BAUTEIL:	Nachweise im Anbau	
POS.:	101 Stahlbetonringbalken b/h = 20/40 cm	
VORGANG:	Statische Berechnung	Seite 210