
STATISCHE BERECHNUNG

zur Aufstellung von Server-Schränken im IBK Geb.29

- Bauherr: Bau- und Liegenschaftsmanagement Sachsen-Anhalt (BLSA)
Tessenowstraße 1
39114 Magdeburg

- Bauvorhaben: IBK Umbau Eingangsbereich Geb. 29
Biederitzer Straße 5
39175 Biederitz OT Heyrothsberge

- Entwurf: AI.STUDIO GmbH
Am Sülzefafen 14
39104 Magdeburg

- Planungsphase: Genehmigungsplanung - Bestandsgebäude
Projektnummer: 939-231
Magdeburg, den 08.08.2023

- Gesamtseitenzahl: Die Statik besteht aus den Seiten
1 bis 28.

Inhaltsverzeichnis

Position	Beschreibung	Seite
TB	Titelblatt	1
	Inhalt	2
1	Baubeschreibung	3
2.1	Geschossdeckenplatte - 4,80 m - Bestandssituation	5
2.2	Geschossdeckenplatte - 4,80 m - nach Umbau	7
3.1	Stahlunterkonstruktion	9
3.1.1	Hauptträger - mittig	10
3.1.2	Hauptträger - außermittig	13
3.2	Anschluss Querträger - Hauptträger	16
4.1	Stb.-Unterzug - Bestand	18
4.2	Stb.-Unterzug - nach Neubau	21
5.1	Stb.-Fertigteil-Sturz	24

Pos. 1

Baubeschreibung

Bei dem Gebäude 29 des Instituts für Brand- und Katastrophenschutz Heyrothsberge in 39175 Biederitz handelt es sich um einen viergeschossigen Plattenbau.

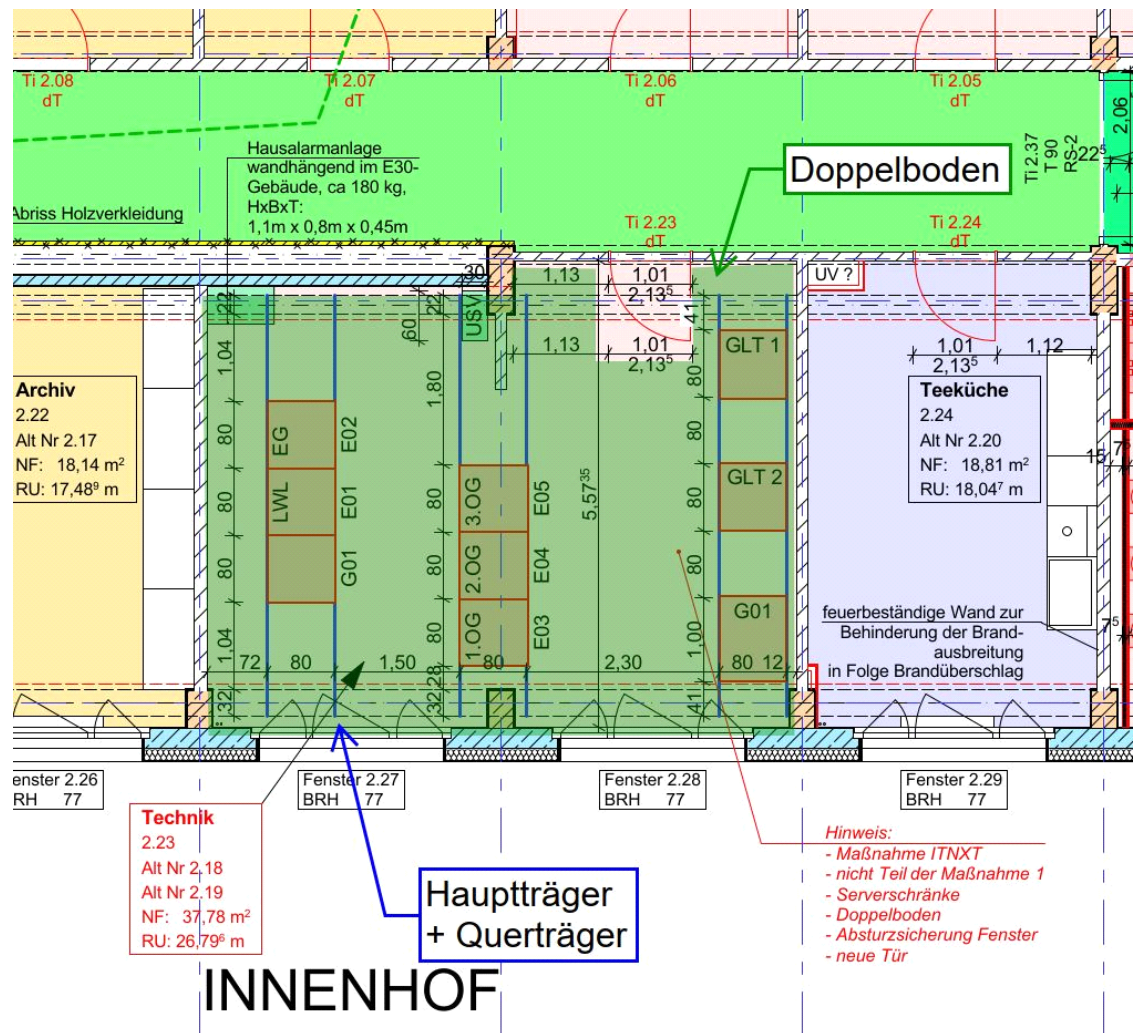
Das Gebäude wurde in Skelettbauweise erstellt. Bei den tragenden Elementen handelt es sich um Deckenelemente, Unterzüge und Stützen. Die Decken bestehen aus Hohlkammerdielen und spannen über die Unterzug-Achsen, welche sowohl innenliegend vor den Außenwänden als auch beidseitig des mittig verlaufenden Flures angeordnet sind. Die Decken spannen als 1-Feld-Systeme über eine maximale Spannweite von 4,80 m. Die Stb.-Unterzüge lagern auf Stb.-Stützen auf und sind ebenfalls als 1-Feld-Träger ausgebildet. Die Aussteifung erfolgt über querverlaufende Innenwände. Die planmäßige Büronutzung des Gebäudes aus der Erbauungszeit wird auch heute noch fortgesetzt.

Im Zuge von Sanierungsmaßnahme ist es geplant Räume für Servertechnik zu nutzen. Bei den Servern handelt es sich um "Schränke", welche eine erhöhte Blocklast darstellen. Das Eigengewicht der Server beträgt maximal $\approx 350 \text{ kg}$! $3,50 \text{ kN}$, dabei weisen sie eine Aufstandsfläche von $0,80 \text{ m} \times 0,80 \text{ m}$ auf. Die Hohlkammerdecken sind für eine flächige Beanspruchungen ausgelegt. Aus diesem Grund ist eine Abfangkonstruktion für die Serverschränke notwendig. Die Konstruktion ist in Stahlbauweise geplant. Die Abfangung spannt, wie die bestehende Decke, zwischen zwei Unterzügen und lagert auf diesen auf. In den Räumen zur Serveraufstellung ist ein Doppelboden mit einer Höhe von $\approx 15 \text{ cm}$ geplant, für die Kabel- und Leitungsführung. Innerhalb dieses Doppelbodens wird auch die Stahlkonstruktion vorgesehen. Die Serverschränke sind direkt auf der Stahlkonstruktion abzusetzen. Es ist außerdem sicherzustellen, dass sich die Stahlträger frei verformen können- sprich bei einer Verformung durch die aufgesetzten Server-Schränke nicht die Bestandsdecke beeinflussen. Zur Versteifung der Stahlträger gegen ein seitliches Kippen sind im Bereich der Serverschränke Querträger vorzusehen.

Mit der Aufstellung der Server werden Beanspruchungen in die Bestandskonstruktion eingeleitet, welche bei einer Flächennutzung als Büro, $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$, zu einer Lasterhöhung für das System führt. Dies ist nicht zulässig, da keine Tragreserven vorhanden sind. Aus diesem Grund ist eine Reduzierung der Nutzlast für die Serverräume notwendig.

Eine Belastung / Nutzung des Doppelbodens ist nur für allgemeine Wartungszwecke, $q_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$, zulässig. Der vorhandene Fußbodenaufbau, $q_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$ ist im Zuge der Umbaumaßnahmen ab zu brechen. Die neue Ausbaulast beträgt: Doppelboden $q_k = 0,45 \text{ kN/m}^2$

Prinzipskizze - Grundrissauszug 1. OG - Anordnung Server



zwingend erforderlich:

- kompletter Rückbau vorhandener Fußbodenaufbau, keine Unterhangdecke!
- keine weitere Nutzung der Räumlichkeiten, außer zu Wartungsarbeiten
- Der Aufstellplan für die Server ist dauerhaft und für alle sichtbar am Zugang aufzuhängen. Abweichungen sind nicht erlaubt.

Pos. 2.1

Geschossdeckenplatte - 4,80 m -
Bestandssituation

Die nachfolgende Position dient zur Ermittlung der Schnittgrößen für die 4,80 m spannenden Hohlkammerelemente der Geschosse.

Lastsituation

Gleichflächenlasten

Eigengewicht

$$g_k = 17,50 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,24 \text{ m} = 4,20 \text{ kN/m}^2$$

Ausbaulast

$$Dg_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

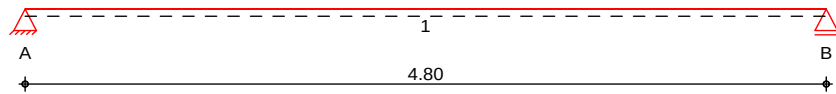
Nutzlast Büro

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

System

Einachsig gespannte Platte

M 1:45



Abmessungen
Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Material	h [cm]
1	4.80	C 20/25	20.0

Auflager

Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]
A	0.00	8.0	weich	fest
B	4.80	8.0	weich	fest

Belastungen

Belastungen auf das System

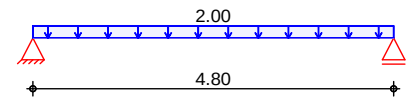
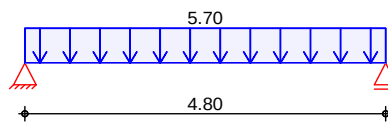
Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk

Qk.N



Flächenlasten
in z-Richtung

Gleichflächenlasten

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q_{li} [kN/m²]	q_{re} [kN/m²]
(a) 1		0.00	4.80		5.70
(b) 1		0.00	4.80		2.00

(a)

Eigengewicht Deckenplatte

$$17.50 \cdot 0.24 = 4.20 \text{ kN/m}^2$$

Fußbodenaufbau

$$1.5 = 1.50 \text{ kN/m}^2$$

$$= 5.70 \text{ kN/m}^2$$

(b)

Nutzlast Büro

$$2.0 = 2.00 \text{ kN/m}^2$$

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte Träger

Char. Auflagerkr.

charakteristische Auflagerkräfte (je Einwirkung)

Aufl.	$F_{z,k,min}$ [kN/m]	$F_{z,k,max}$ [kN/m]
Einw. Gk		
A	13.68	13.68
B	13.68	13.68
Einw. Qk.N		
A	4.80	4.80
B	4.80	4.80

Pos. 2.2

Geschossdeckenplatte - 4,80 m - nach Umbau

Die nachfolgende Position dient zur Lastermittlung für die 4,80 m spannenden Hohlkammerelemente der Geschosse. Die Lasten der Server-Schränke werden ausschließlich auf die Stahlkonstruktion geführt.

Lastsituation

Gleichflächenlasten

Eigengewicht

$$g_k = 17,50 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,24 \text{ m} = 4,20 \text{ kN/m}^2$$

Ausbaulast

$$Dg_k = 0,45 \text{ kN/m}^2 \text{ Doppelboden Hersteller LINDNER}$$

Rückbau des alten Fußbodenaufbaus bis auf die Rohdecke erforderlich

Im Erdgeschoss wurde die Bibliothek bereits ausgebildet, hier ist der ca. 15 mm starke Bestandsputz bestehen geblieben und eine Gipskarton Unterhangdecke wurde installiert.

Bestandsputz - $r = 20 \text{ kN/m}^3$, $t = 0,015 \text{ m}$

$$\dot{Y} \quad q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

Gipskartondecke - $r = 12,50 \text{ kN/m}^3$, $t = 0,0125 \text{ m}$

$$\dot{Y} \quad q_k = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

+ Verspachtelung + Schleifen + Streichen

$$\dot{Y} \quad q_k = 0,05 \text{ kN/m}^2$$

+ Unterkonstruktion

$$\dot{Y} \quad q_k = 0,05 \text{ kN/m}^2$$

+ Einbaulampen (da wo eine Lampe ist, ist keine GKP)

$$\dot{Y} \quad q_k = 0,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\dot{Y} \quad S \quad q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

Nutzlast Installationen

$$q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

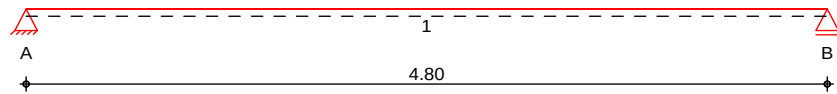
Nutzlast Räumlichkeiten zwecks Wartung

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

System

Einachsig gespannte Platte

M 1:45



Abmessungen
Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Material	h [cm]
1	4.80	C 20/25	20.0

Auflager

Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]
A	0.00	8.0	weich	fest
B	4.80	8.0	weich	fest

Belastungen

Belastungen auf das System

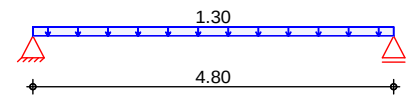
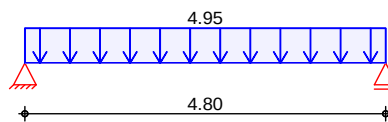
Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk

Qk.N



Flächenlasten
in z-Richtung

Gleichflächenlasten

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q_{li} [kN/m²]	q_{re} [kN/m²]
(a) 1		0.00	4.80		4.95
(b) 1		0.00	4.80		1.30

(a)

Eigengewicht Deckenplatte

$$17.50 \cdot 0.24 = 4.20 \text{ kN/m}^2$$

Doppelboden

$$0.45 = 0.45 \text{ kN/m}^2$$

Bestandsputz unterseitig

$$0.30 = 0.30 \text{ kN/m}^2$$

$$= 4.95 \text{ kN/m}^2$$

(b)

Nutzlasten Wartung

$$0.80 = 0.80 \text{ kN/m}^2$$

Nutzlast Installationen

$$0.25 = 0.25 \text{ kN/m}^2$$

Gipskartonunterdecke

$$0.25 = 0.25 \text{ kN/m}^2$$

$$= 1.30 \text{ kN/m}^2$$

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte Träger

Char. Auflagerkr.

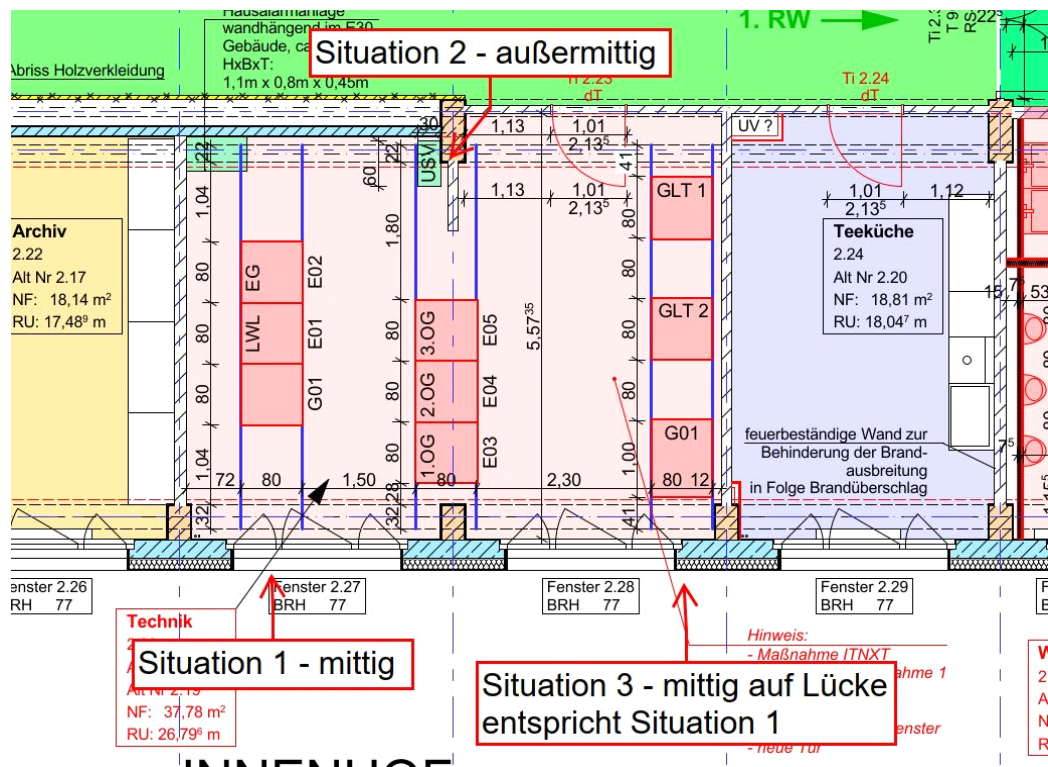
charakteristische Auflagerkräfte (je Einwirkung)

Aufl.	$F_{z,k,min}$ [kN/m]	$F_{z,k,max}$ [kN/m]
Einw. Gk		
A	11.88	11.88
B	11.88	11.88
Einw. Qk.N		
A	3.12	3.12
B	3.12	3.12

Pos. 3.1 Stahlunterkonstruktion

In den nachfolgenden Positionen wird die Stahlunterkonstruktion zur Aufständering der Server unter den verschiedenen Lastsituationen betrachtet. Es werden die einzelnen Aufstellungen der Server betrachtet, da diese maßgebend für den Lastvergleich mit der Bestandssituation sind.

Aufstellung Server



gewählt: Stahlunterkonstruktion Server

Material:	S235
Querschnitt:	Hauptträger HEA 140 Querträger HEA 140
Hinweis:	die Träger werden oberkantenbündig angeschlossen Die HEA 140 Profile sind freiverformbar einzubauen! min. Abstand zur Bestands-Decke: a = 1,0 cm

Pos. 3.1.1

Hauptträger - mittig

Nachfolgend werden die Hauptträger der Stahlunterkonstruktion der mittigen Lastsituation bemessen.

Lastsituation

je Server 350 kg $\dot{Y}$ 2 Hauptträger $\dot{Y}$ $Q_k = 1,75$ kN

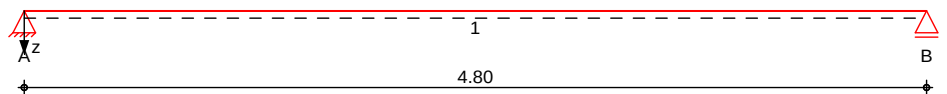
Anordnung in Feldmitte, Ansatz 3 Punktlasten mit Abstand 80 cm

System

Einfeldträger

M 1:40

System z-Richtung



Abmessungen Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Lage [°]	Achsen	Material	Profil
1	4.80	0.0	fest	S 235	HEA 140

Auflager

Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]
A	0.00	20.0	fest	fest	frei
B	4.80	20.0	fest	fest	frei

Belastungen

Belastungen auf das System

Eigengewicht

Feld	Profil	A [cm ²]	g [kN/m]
1	HEA 140	31.4	0.25

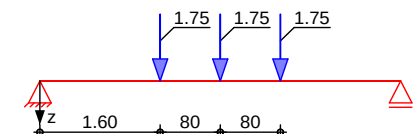
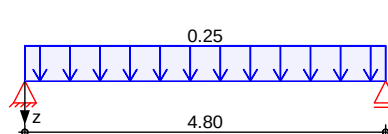
Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk

Qk.N



Streckenlasten in z-Richtung

Einw. Gk

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q_{li} [kN/m]	q_{re} [kN/m]	e [cm]
1	Eigengew	0.00	4.80		0.25	0.0

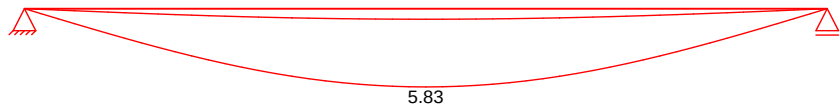
Punktlasten in z-Richtung

Einw. Qk.N

Einzellasten

Feld	Komm.	a [m]	F_z [kN]	e [cm]
(a) 1		1.60	1.75	0.0
(a) 1		2.40	1.75	0.0
(a) 1		3.20	1.75	0.0

(a) Serverschrank 3.50/2 = 1.75 kN
Bem.-verformungen Bemessungsverformungen
Grafik Verformungen (Umhüllende)
 Kombinationen Verformung $w_{z,d}$ [mm]



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

	x	Ek	QS/ Pkt	$M_{y,d}$	$V_{z,d}$	σ_d $\sigma_{v,d}$	q
	[m]			[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[-]
Feld 1	(L = 4.80 m)						
	0.00	2	1/1	0.00	4.74	0.00 7.25 12.55	0.05
	1.60	2	1/2	7.15	4.20	46.14 1.78 46.24	0.20
	2.40	2	1/2	8.31	1.31	53.60 0.56 53.61	0.23 *
	3.20	2	1/2	7.15	-4.20	46.14 1.78 46.24	0.20
	4.80	2	1/1	0.00	-4.74	0.00 7.25 12.55	0.05

Stabilität

Nachweis der Stabilität

Festhaltungen
 Feld 1

x-Koordinaten [m] bzgl. Feldanfang

0.00 GL, 4.80 GL
 GL: Gabellager

Globale Beiwerte

Angriffspunkt der Last:
 Teilsicherheitsbeiwert:

Z_p = -6.65 cm
 $\gamma_{m,1}$ = 1.10

Zwischenwerte

	x	Ek	KL_y	N_{cr}	c^2	C_1	M_{cr}	$\bar{\alpha}_{LT}$
	[m]		[-]	[kN]	[cm ²]	[-]	[kNm]	[-]
Feld 1	(Abschnitt 1: $L_{cr,y} = 4.80m$, $L_{cr,z} = 4.80m$)							
	2.40	2	KL b	349.93	227	1.19	50.89	0.89

Nachweis

	x	Ek	$M_{y,d}$	$M_{y,Rd}$	GLT	f	GLT_{mod}	q
	[m]		[kNm]	[kNm]	[-]	[-]	[-]	[-]
Feld 1	(Abschnitt 1: $L_{cr,y} = 4.80m$, $L_{cr,z} = 4.80m$)							
	2.40	2	8.31	37.04	0.76	0.96	0.80	0.28 *

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1993

Verformungsnachweis

max. Verformungen

	x [m]	Ek	w _z [mm]	w _{res} [mm]		w _{zul} [mm]	q [-]
Feld 1	2.40	4	5.83	5.83	l/300 =	16.00	0.36

Auflagerkräfte

Charakteristische Auflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

	Aufl.	F _{z,k,min} [kN]	F _{z,k,max} [kN]
Einw. G _k	A	0.59	0.59
	B	0.59	0.59
Einw. Q _{k,N}	A	2.63	2.63
	B	2.63	2.63

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Feld	x [m]		q [-]
Nachweis E-E	Feld 1	2.40	OK	0.23
Stabilität	Feld 1	2.40	OK	0.28

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Feld	x [m]		q [-]
Verformung	Feld 1	2.40	OK	0.36

Pos. 3.1.2 Hauptträger - außermittig

Nachfolgend werden die Hauptträger der Stahlunterkonstruktion der außermittigen Lastsituation bemessen.

Lastsituation

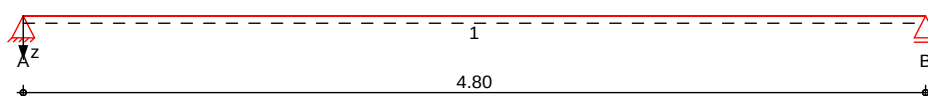
je Server 350 kg $\dot{Y}$ 2 Hauptträger $\dot{Y}$ $Q_k = 1,75$ kN
 Anordnung am Trägerende, 1,0 m vom Auflager entfernt,
 Ansatz 3 Punktlasten mit Abstand 80 cm

System

Einfeldträger

M 1:40

System z-Richtung



Abmessungen
Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Lage [°]	Achsen	Material	Profil
1	4.80	0.0	fest	S 235	HEA 140

Auflager

Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]
A	0.00	20.0		fest	frei
B	4.80	20.0		fest	frei

Belastungen

Belastungen auf das System

Eigengewicht

Feld	Profil	A [cm ²]	g [kN/m]
1	HEA 140	31.4	0.25

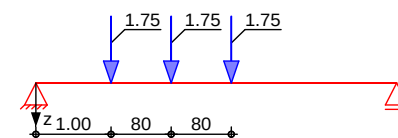
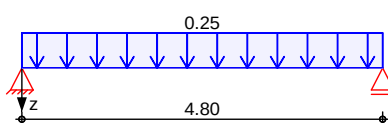
Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk

Qk.N



Streckenlasten
in z-Richtung

Einw. Gk

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q_{li} [kN/m]	q_{re} [kN/m]	e [cm]
1	Eigengew	0.00	4.80		0.25	0.0

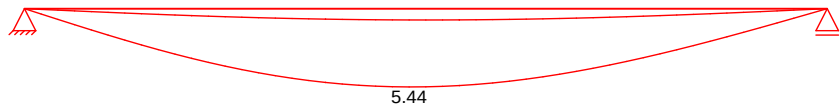
Punktlasten
in z-Richtung

Einw. Qk.N

Einzellasten

Feld	Komm.	a [m]	F_z [kN]	e [cm]
(a) 1		1.00	1.75	0.0
(a) 1		1.80	1.75	0.0
(a) 1		2.60	1.75	0.0

(a) Serverschrank 3.50/2 = 1.75 kN
Bem.-verformungen Bemessungsverformungen
Grafik Verformungen (Umhüllende)
 Kombinationen Verformung $w_{z,d}$ [mm]



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

	x	Ek	QS/ Pkt	$M_{y,d}$	$V_{z,d}$	σ_d $\sigma_{v,d}$	η
	[m]			[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[-]
Feld 1	(L = 4.80 m)						
	0.00	2	1/1	0.00	5.72	0.00 8.75 15.16	0.06
	1.00	2	1/2	5.55	5.39	35.83 2.28 36.05	0.15
	1.80	2	1/2	7.66	2.50	49.41 1.06 49.44	0.21 *
	2.31	2	1/2	7.55	-0.30	48.70 0.13 48.70	0.21
	2.60	2	1/2	7.45	-3.02	48.06 1.28 48.11	0.20
	4.80	2	1/1	0.00	-3.75	0.00 5.74 9.95	0.04

Stabilität

Nachweis der Stabilität

Festhaltungen
 Feld 1

x-Koordinaten [m] bzgl. Feldanfang
 0.00 GL, 4.80 GL
 GL: Gabellager

Globale Beiwerte

Angriffspunkt der Last: $z_p = -6.65$ cm
 Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{m,1} = 1.10$

Zwischenwerte

x	Ek	KL_y	N_{cr}	c^2	C_1	M_{cr}	$\bar{\alpha}_{LT}$
[m]		[-]	[kN]	[cm ²]	[-]	[kNm]	[-]
Feld 1	(Abschnitt 1: $L_{cr,y} = 4.80m$, $L_{cr,z} = 4.80m$)						
1.80	2	KL b	349.93	227	1.17	50.40	0.90

Nachweis

x	Ek	$M_{y,d}$	$M_{y,Rd}$	GLT	f	GLTmod	η
[m]		[kNm]	[kNm]	[-]	[-]	[-]	[-]
Feld 1	(Abschnitt 1: $L_{cr,y} = 4.80m$, $L_{cr,z} = 4.80m$)						
1.80	2	7.66	37.04	0.76	0.96	0.79	0.26 *

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1993

Verformungsnachweis

max. Verformungen

	x [m]	Ek	w _z [mm]	w _{res} [mm]		w _{zul} [mm]	d [-]
Feld 1	2.31	6	5.44	5.44	l/300 =	16.00	0.34

Auflagerkräfte

Charakteristische Auflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

	Aufl.	F _{z,k,min} [kN]	F _{z,k,max} [kN]
Einw. G _k	A	0.59	0.59
	B	0.59	0.59
Einw. Q _{k,N}	A	3.28	3.28
	B	1.97	1.97

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Feld	x [m]		d [-]
Nachweis E-E	Feld 1	1.80	OK	0.21
Stabilität	Feld 1	1.80	OK	0.26

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Feld	x [m]		d [-]
Verformung	Feld 1	2.31	OK	0.34

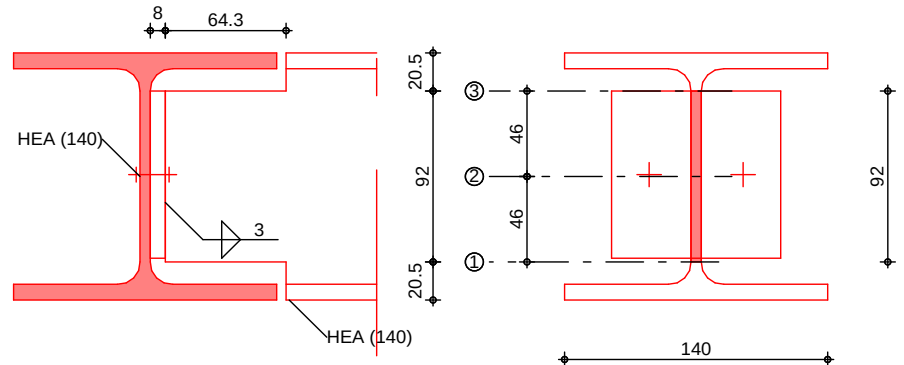
Pos. 3.2

Anschluss Querträger - Hauptträger

Geometrie

Stahl-Trägerausklinkung bei Einfeldträgern

M 1:4



Mat./Querschnitt

Bauteil	Material	Querschnitt [mm]
Hauptträger	S 235	HEA 140
Nebenträger	S 235	HEA 140
Stirnplatte	S 235	b/h/t = 90/90/8

Ausklinkung

beidseitig; r = 0.0 mm

e [mm]	a [mm]	h' [mm]	Z _D [mm]	I _y [cm ⁴]	S _y [cm ³]	S _{y1} [cm ³]
20.5	64.3	92.0	46.0	35.7	5.8	0.0

Verbindungsmittel

Verbindung	Schraube/Schweißnaht	n	d ₀ /l _w [mm]	a _w [mm]
Hauptträger	M12-8.8	2x1	13.0	-
Nebenträger	D-Kehlnaht	2	90.0	3.0

Belastungen

Belastungen auf das System

Auflagerlasten

Komm.	F _z [kN]
(a)	0.88

Einw. Qk.N

(a)

Serverschrank 3.50/4 = 0.88 kN

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

ständig/vorüberg.

E _k	Σ (γ * E _k)
1	1.50 * Qk.N

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Ausklinkung

EK	σ _{d3} [N/mm ²]	σ _{d2} [N/mm ²]	σ _{vd1} [N/mm ²]	σ _{Rd} [N/mm ²]	d ₁
1	-12.22	3.89	12.22	235.00	0.05

Abscheren

EK	Bauteil	F _{v,z,d} [kN]	F _{v,x,d} [kN]	F _{v,d} [kN]	F _{v,Rd} [kN]	d [-]
1	Stirnpl.	0.66	0.00	0.66	43.38	0.02

Lochleibung

EK	Bauteil	F _{zb,d} [kN]	σ _{bz} [-]	k _{1z}	F _{zb,Rd} [kN]	d [-]
1	Hauptträger	0.66	1.00	2.50	47.52	0.01
		0.00	1.00	2.50	47.52	0.00

EK	Bauteil	$F_{zb,d}$ $F_{yb,d}$ [kN]	$\ddot{u}_{bz}$ $\ddot{u}_{by}$	k_{1z} k_{1y}	$F_{zb,Rd}$ $F_{yb,Rd}$ [kN]	η [-]
	Stirnplatte	0.66 0.00	1.00 0.51	2.50 2.50	69.12 35.45	0.01 0.00
<u>Schweißnaht</u>						
EK	Bauteil	$\ddot{u}_{d}$ [N/mm ²]	$\ddot{u}_{w,d}$ [N/mm ²]	$\ddot{u}_{vw,d}$ [N/mm ²]	$f_{vw,d}$ [N/mm ²]	η
1		2.43	-	2.43	207.85	0.01
<u>Steg NT</u>						
EK		$\ddot{u}_d$ [N/mm ²]		$\ddot{u}_{Rd}$ [N/mm ²]		η
1		2.65		135.68		0.02
<u>Zusammenfassung</u>						
Zusammenfassung der Nachweise						
<u>Nachweise (GZT)</u>						
Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit						
Nachweis	maßg. Bauteil					η [-]
Ausklindung	OK					0.05
Schrauben, Abscheren	Stirnpl. OK					0.02
Schrauben, Lochleibung	Hauptträger OK					0.01
Schweißnaht	OK					0.01
Steg, Nebenträger	OK					0.02

Pos. 4.1

Stb.-Unterzug - Bestand

Nachfolgend wird die Bestandssituation des Stb.-Unterzugs zur Ermittlung der vorhandenen Schnittgrößen abgebildet.

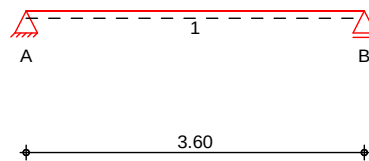
Lastsituation

Linienlasten aus der 4,80 m spannenden Deckenplatte

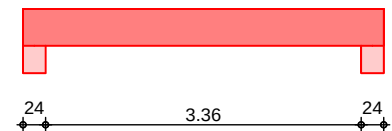
System

M 1:80

Einfeldträger (30.0/40.0/360.0)
System



Ansicht



Abmessungen
Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Material	b/h [cm]
1	3.60	C 25/30	30.0/40.0

Auflager

Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]
A	0.00	24.0	Mauerw.	fest
B	3.60	24.0	Mauerw.	fest

Belastungen

Belastungen auf das System

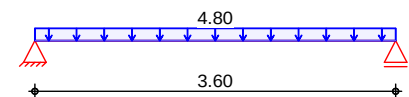
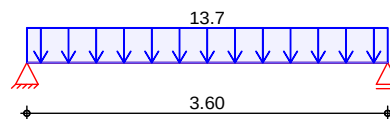
Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk

Qk.N



Streckenlasten
in z-Richtung

Gleichlasten

Einw. Gk

Einw. Qk.N

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q_{li} [kN/m]	q_{re} [kN/m]
(a) 1		0.00	3.60		13.68
(a) 1		0.00	3.60		4.80

(a)

aus Pos. '2.1', Lager 'A' (Seite 6)

Char. Schnittgrößen

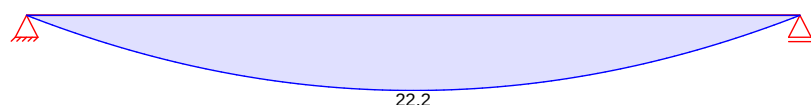
charakteristische Schnittgrößen

Grafik

Schnittgrößen (je Einwirkung)

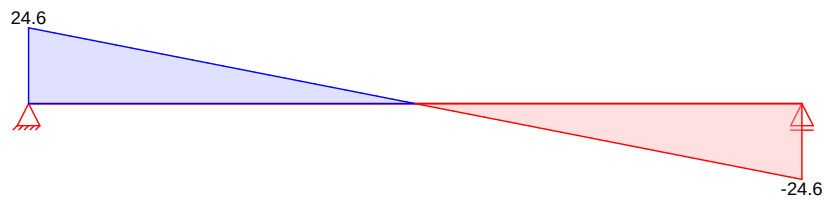
Einw. Gk

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

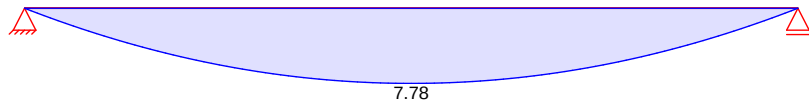


Einw. $Q_{k,N}$

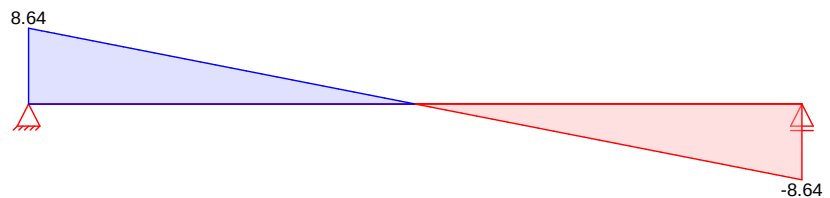
Querkraft $V_{z,k}$ [kN]



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



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



Tabelle

Schnittgrößen (je Einwirkung)

	Feld	x [m]	$M_{y,k}$ [kNm]	$V_{z,k}$ [kN]
Einw. G_k	1	0.00	0.00 *	24.62 *
		0.12	2.86	22.98
		1.80	22.16 *	0.00
		3.48	2.86	-22.98
		3.60	0.00	-24.62 *
Einw. $Q_{k,N}$	1	0.00	0.00 *	8.64 *
		0.12	1.00	8.06
		1.80	7.78 *	0.00
		3.48	1.00	-8.06
		3.60	0.00	-8.64 *

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte Träger

Char. Auflagerkr.

charakteristische Auflagerkräfte (je Einwirkung)

	Aufl.	$F_{z,k,min}$ [kN]	$F_{z,k,max}$ [kN]
Einw. G_k	A	24.62	24.62
	B	24.62	24.62
Einw. $Q_{k,N}$	A	8.64	8.64
	B	8.64	8.64

Bemessungslasten (1,0fach)

$$\begin{aligned}M_{d, \text{Bestand}} &= M_{gk} + M_{qk} \\&= 22,20 \text{ kNm} + 7,80 \text{ kNm} \\&= 30,0 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{d, \text{Bestand}} &= V_{gk} + V_{qk} \\&= 24,60 \text{ kN} + 8,60 \text{ kN} \\&= 33,20 \text{ kN}\end{aligned}$$

Pos. 4.2

Stb.-Unterzug - nach Neubau

Nachfolgend wird die neue Lastsituation des Stb.-Unterzugs infolge der Umnutzung abgebildet.

Lastsituation

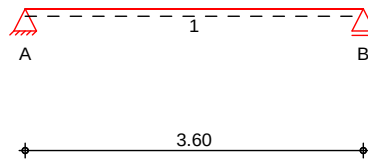
Linienlast aus Deckenplatte

Punktlasten aus Stahlkonstruktion Serverschränke

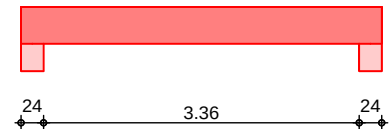
System

M 1:80

Einfeldträger (30.0/40.0/360.0)
System



Ansicht



Abmessungen
Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Material	b/h [cm]
1	3.60	C 25/30	30.0/40.0

Auflager

Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]
A	0.00	24.0	Mauerw.	fest
B	3.60	24.0	Mauerw.	fest

Belastungen

Belastungen auf das System

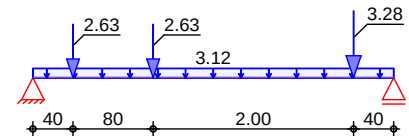
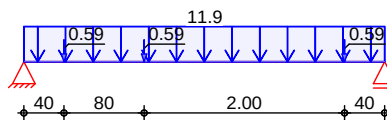
Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk

Qk.N



Streckenlasten
in z-Richtung

Gleichlasten

Einw. Gk

Einw. Qk.N

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q_{li} [kN/m]	q_{re} [kN/m]
(a) 1		0.00	3.60		11.88
(a) 1		0.00	3.60		3.12

(a)

aus Pos. '2.2', Lager 'A' (Seite 8)

Punktlasten
in z-Richtung

Einzellasten

Einw. Gk

Einw. Qk.N

Feld	Komm.	a [m]	F_z [kN]
(a) 1		0.40	0.59
(a) 1		1.20	0.59
(b) 1		3.20	0.59
(a) 1		0.40	2.63
(a) 1		1.20	2.63
(b) 1		3.20	3.28

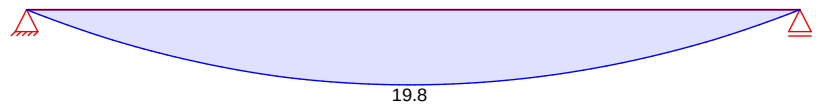
(a) aus Pos. '3.1.1', Lager 'A' (Seite 12)

(b) aus Pos. '3.1.2', Lager 'A' (Seite 15)

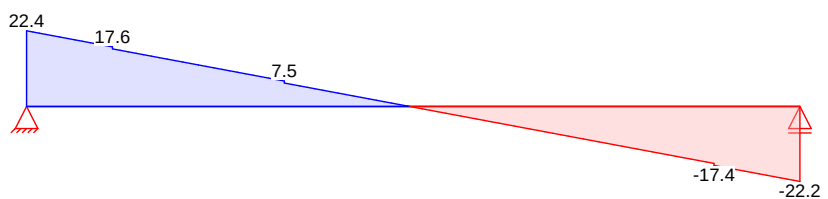
Char. Schnittgrößen charakteristische Schnittgrößen

Grafik Schnittgrößen (je Einwirkung)

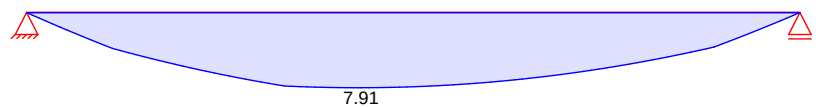
Einw. G_k Moment $M_{y,k}$ [kNm]



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



Einw. $Q_k.N$ Moment $M_{y,k}$ [kNm]



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

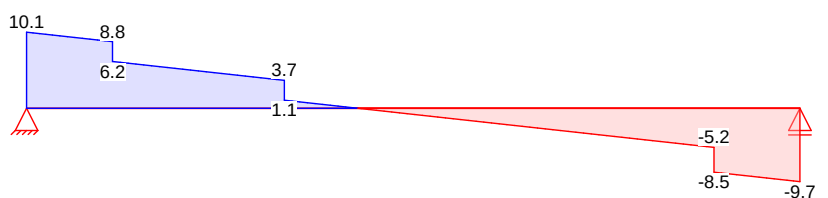


Tabelle Schnittgrößen (je Einwirkung)

	Feld	x [m]	$M_{y,k}$ [kNm]	$V_{z,k}$ [kN]
Einw. G_k	1	0.00	0.00 *	22.37 *
		0.12	2.60	20.95
		0.40	8.00	17.62
		0.40	8.00	17.03
		1.20	17.82	7.52
		1.20	17.82	6.93
		1.78	19.84 *	0.00
		3.20	7.92	-16.83
		3.20	7.92	-17.42
		3.48	2.58	-20.75
		3.60	0.00	-22.17 *
Einw. $Q_k.N$	1	0.00	0.00 *	10.06 *
		0.12	1.19	9.69
		0.40	3.78	8.82

Feld	x [m]	M _{y,k} [kNm]	V _{z,k} [kN]
	0.40	3.78	6.19
	1.20	7.73	3.69
	1.20	7.73	1.07
	1.54	7.91 *	0.00
	3.20	3.63	-5.17
	3.20	3.63	-8.45
	3.48	1.14	-9.32
	3.60	0.00	-9.70 *

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte Träger

Char. Auflagerkr.

charakteristische Auflagerkräfte (je Einwirkung)

Aufl.	F _{z,k,min} [kN]	F _{z,k,max} [kN]
Einw. G _k		
A	22.37	22.37
B	22.17	22.17
Einw. Q _{k,N}		
A	10.06	10.06
B	9.70	9.70

Lastvergleich

Bemessungslasten (1,0fach)

$$\begin{aligned}
 M_d &= M_{gk} + M_{qk} \\
 &= 19,80 \text{ kNm} + 8,70 \text{ kNm} \\
 &= 28,50 \text{ kNm} < 30,0 \text{ kNm} = M_{d,\text{Bestand}} \quad \mathbf{V}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_d &= V_{gk} + V_{qk} \\
 &= 22,40 \text{ kN} + 10,10 \text{ kN} \\
 &= 32,50 \text{ kN} < 33,20 \text{ kN} = V_{d,\text{Bestand}} \quad \mathbf{V}
 \end{aligned}$$

Damit ist aufgezeigt, dass durch mit der angegebenen Anordnung der Server keine Mehrlasten in das System eingebracht werden. Die Aufstellung der Server hat ausschließlich der hier bemessenen Situation zu erfolgen, eine Änderung ist nicht zulässig. Aus diesem Grund ist ein Aufstellplan zwingend erforderlich. Dieser ist am Eingang des Serverraums anzubringen und dauerhaft sichtbar anzuordnen. Ebenfalls ist der Hinweis "(Raum-)Nutzung nur zu Wartungszwecken" anzubringen!

Pos. 5.1

Stb.-Fertigteile-Sturz

Für die Erstellung neuer Türöffnungen bzw. Vergrößerung von Bestandsöffnungen wird nachfolgend die Ausbildung / Ausführung als Vollfertigteilsturz bemessen und ausgelegt.

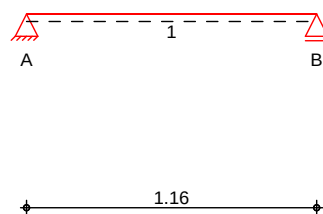
Ausführung in nicht tragenden MW-Innenwänden mit einer Wandstärke von 11,50 cm. Aufgrund der geringen Bauteilabmessung von $b = 11,0$ cm ist lediglich eine Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten gegeben. Bei höheren Brandschutzanforderungen sind diese durch Aufputze oder Ähnlichem herzustellen / zu erzielen.

maximale lichte Öffnungsweite $l_i = 1,01$ m, Mindestauflagertiefe $a = 15$ cm

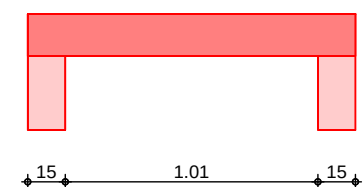
System

M 1:30

Einfeldträger (11.0/17.0/116.0)
System



Ansicht



Abmessungen Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Material	b/h [cm]
1	1.16	C 25/30	11.0/17.0

Auflager

Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]
A	0.00	15.0	Mauerw.	fest
B	1.16	15.0	Mauerw.	fest

Lager	$a_{1,min}$ [m]	h_c [m]	Art
A	0.00	2.20	Mz 4/NM II
B	0.00	2.20	Mz 4/NM II

Belastungen

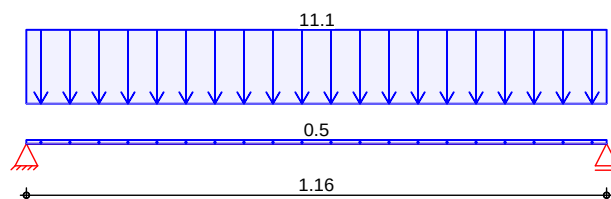
Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkung

Gk



Streckenlasten
in z-Richtung

Gleichlasten

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q _{li} [kN/m]	q _{re} [kN/m]
Einw. Gk	1 Eigengew	0.00	1.16		0.47
(a) 1		0.00	1.16		11.10
(a)	Übermauerung	2.0*(0.30+20*0.24+0.30) =			10.80 kN/m
	Brandschutzverkleidung	0.30 =			0.30 kN/m
		=			11.10 kN/m

Kombinationen

gemäß DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1990

Ek	γ (γ*γ*EW)
ständig/vorüberg.	1 1.00*Gk
	2 1.35*Gk

Bemessung (GZT)

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

Biegung

Abs. 6.1

Bemessung für Biegebeanspruchung

x	Ek	M _{yd,o} M _{yd,u} [kNm]	x/d _o x/d _u	Z _o Z _u [cm]	A _{s,o} A _{s,u} [cm ²]	A _{s,o,erf} A _{s,u,erf} [cm ²]
[m]						
Feld 1		(L = 1.16 m)				
0.00	1	-	-	-	-	-
	1	-	0.008	12.6	-	0.30 _q
0.08 _a	1	0.47	-	-	-	-
	2	0.64	0.051	12.4	0.11	0.30 _q
0.58*	1	1.95	-	-	-	-
	2	2.63	0.139	11.9	0.49	0.49
1.09 _a	1	0.47	-	-	-	-
	2	0.64	0.051	12.4	0.11	0.30 _q
1.16	1	-	-	-	-	-
	1	-	0.008	12.6	-	0.30 _q

a: Auflagerrand
 *: maximales Feldmoment
 q: aus VEd im Endauflager nach Abs. 9.2.1.4(2)

Querkraft

Abs. 6.2

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

x	Ek	V _{Ed} [kN]	d' [°]	V _{Rd,max} [kN]	V _{Rd,c} [kN]	a _{sw,erf} [cm ² /m]
[m]						
Feld 1		(L = 1.16 m)				
0.00	2	5.91 _R	18.4	20.34	-	-
0.08 _a	2	5.91 _R	18.4	20.34	-	0.92 _M
0.20 _v	2	5.91	18.4	20.34	7.57	0.92 _M
0.58	1	- _R	18.4	20.34	7.57	0.92 _M
0.96 _v	2	5.91	18.4	20.34	7.57	0.92 _M
1.09 _a	2	5.91 _R	18.4	20.34	-	0.92 _M
1.16	2	5.91 _R	18.4	20.34	-	-

a: Auflagerrand
 v: Abstand d vom Auflagerrand
 R: Querkraft reduziert
 M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.2

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1996

Mauerwerksauflager

Abs. 6.1.3

Lager	Ek	b [-]	A _b [cm ²]	f _d [N/mm ²]	N _{Ed,c} [kN]	N _{Rd,c} [kN]	d [-]
A-B	GK	1.00	165.0 _A	1.60	9.06	26.42	0.34

GK: Grundkombination
 A: Tragrichtung senkrecht zur Wandrichtung

Bewehrungswahl

untere Längsbewehrung

Feld	gew.	A_s [cm ²]	a [m]	l [m]	$l_{bd,l}$ [m]	$l_{bd,r}$ [m]	Lage
1	GB 1Ø12	1.13	-0.03	1.21	0.10	0.10	1

(Längen inkl. Verankerungslängen, ohne Stöße)

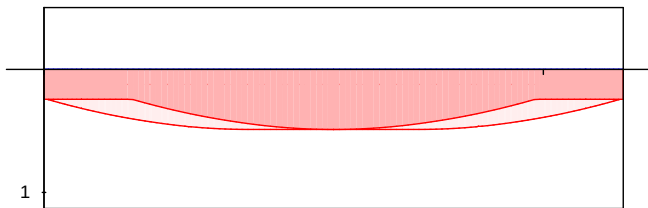
obere Längsbewehrung

Feld	gew.	A_s [cm ²]	a [m]	l [m]	$l_{bd,l}$ [m]	$l_{bd,r}$ [m]	Lage
1	GB 1Ø 8	0.50	-0.01	1.18	0.09	0.09	1

(Längen inkl. Verankerungslängen, ohne Stöße)

Längsbewehrung
M 1:15

A_s [cm²]



— erf. Längsbewehrung / Zugkraftdeckungsline
 verl. Feldbewehrung gemäß DIN EN 1992-1-1, 9.2.1.4(1)
 — vorhandene Längsbewehrung

Querkraftbewehrung (Bügel)

Feld	x_a [m]	x_e [m]	d_s [mm]	s [cm]	Schn. [-]	a_{sw} [cm ² /m]
1	0.08	1.08	Ø8	15.0	1	3.35

Nachweise (Brand)

Brandschutznachweis nach DIN EN 1992-1-2

Brand

E_k	$\Xi (\gamma^* \gamma^* EW)$
1	1.00*Gk

Feuerwiderstandsklasse
3-seitige Beflammung

R30

Querschnitt

Mindestabmessungen nach Tab. 5.5
Querschnittsbreite

b = 110 mm Ø 80 mm

Achsabstände

mittlerer Achsabstand Balken

	x [m]	E_k	q_{fi} [-]	σ_{fi} [N/mm ²]	α_{cr} [°]	a [mm]	q_{α} [mm]	a_{erf} [mm]	a_m [mm]
Feld 1	0.08	1	0.7	32.03	880	21	-20	1	44
	0.58	1	0.7	139.00	629	21	-13	8	44
	1.09	1	0.7	32.03	880	21	-20	1	44

Achsabstand Einzelstäbe

	x [m]	E_k	q_{fi} [-]	σ_{fi} [N/mm ²]	α_{cr} [°]	a_{R30} [mm]	q_{α} [mm]	a_{erf} [mm]	a_R [mm]
Feld 1	0.08	1	0.74	32.0	880	21	-20	1	44
	0.58	1	0.74	139.0	629	21	-13	8	44
	1.09	1	0.74	32.0	880	21	-20	1	44

Achsabstand Eckstäbe

	x [m]	$a_{sd,erf}$ [mm]	a [mm]
Feld 1	0.08	11	55
	0.58	18	55
	1.09	11	55

Nachweise (GZG)

im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegeschlankheit

Begrenzung der Biegeschlankheit

Referenzbewehrungsgrad $\lambda_0 = 0.50 \%$

Feld	vorh.l/d [-]	λ [%]	λ' [%]	K [-]	zul.l/d [-]	η [-]
1	9.21	0.35	0.00	1.00	35.00	0.26

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte Träger

Char. Auflagerkr.

charakteristische Auflagerkräfte (je Einwirkung)

Aufl.	$F_{z,k,min}$ [kN]	$F_{z,k,max}$ [kN]
Einw. Gk		
A	6.71	6.71
B	6.71	6.71

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Ort	η [-]
Biegung	OK	
Querkraft	OK	
Bewehrungswahl	OK	
Mauerwerksaufl.	Lager A OK	0.34

Nachweise (Brand)

Brandfall im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	η [-]
Brand	OK

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Ort	x [m]	η [-]
Biegeschlankheit	Feld 1	OK	0.26

gewählt: Stb.-FT-Sturzträger der n. t. MW-Innenwände $t = 11,50 \text{ cm}$

Material:	C 25/30, $E = 31'000 \text{ N/mm}^2$ B 500 SA umlaufend: XC1, WO $\checkmark c_{nom} = 3,50 \text{ cm}$ (Brandschutz)
Bewehrung:	unten 1 $\varnothing 12 \text{ mm}$ oben 1 $\varnothing 8 \text{ mm}$ S-Haken $\varnothing 8 - 15 \text{ cm}$
Hinweis:	max. lichte Weite $l_i = 1,01 \text{ m}$ Auflagertiefe $a_{min} = 15 \text{ cm}$ Feuerwiderstandsdauer F 30 Kennzeichnung durch Hersteller der Ober- und Unterseite erforderlich!