



STATISCHE STELLUNGNAHME

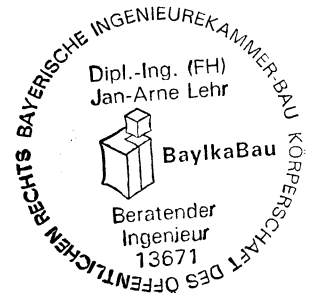
Bauvorhaben: Geb. 35.11 Lüftung Dach
Ingolstädter Landstraße 1
85764 Neuherberg

Bauherr: Helmholtz Zentrum München
Ingolstädter Landstraße 1
85764 Neuherberg

Tragwerksplanung: Ametsbichler+Lehr Ingenieurgesellschaft mbH
Marsstraße 13
80335 München

München, 14.06.2023

Dipl.-Ing. (FH) Jan-Arne Lehr



Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen	3
Allgemeines	3
Unterlagen zur Information	4
Normen	4
Angaben zur Anlage	5
Eigengewicht	5
Bereich A	6
Lastannahmen Ur-Statik	6
Lastannahmen Neu	6
Lastvergleich	6
Variante A.1	7
Stahlkonstruktion	7
Überprüfung der Wandtragfähigkeit	8
Variante A.2	9
Bereich B	10
Lastannahmen Ur-Statik	10
Lastannahmen Neu	10
Lastvergleich	10
Variante B	11
Ermittlung der Schnittgrößen	11
Überprüfung der vorhandenen Bewehrung	13
Stahlkonstruktion	13
Überprüfung der Wandtragfähigkeit	13
Bereich C	14
Lastannahmen Ur-Statik	14
Lastannahmen Neu	14
Lastvergleich	14
Variante C.1	15
Decke Pos. D-03	15
Unterzug Pos. D-08	21
Stahlkonstruktion	22
Überprüfung der Stützentragfähigkeit	23
Variante C.2	26
Stahlkonstruktion	26
Überprüfung der Stützentragfähigkeit	26
Variante C.3	27
Stahlkonstruktion	27
Überprüfung der Stützentragfähigkeit	27
Aufzug	28
Fazit	29

Vorbemerkungen

Allgemeines

Auf dem bestehenden Dach des Gebäudes 35.11 soll eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung errichtet werden. Das Gebäude wurde im Jahr 1970 errichtet. Der Großteil des Daches (Bereich C) wurde mit einachsig gespannten Stahlbetondecken realisiert. Bereich A des Daches wurde aufgrund der großen Spannweiten mit sog. "RÖHBAU-Decken" hergestellt. Dabei handelt es sich um Hohlkörperdecken, die durch das Einlegen von Verdrängerrohren in Ortbetonweise ausgeführt wurden. In Bereich B wurde mit einer mehrgeschossigen Stahlbeton-Rahmenkonstruktion realisiert.

In folgender Übersicht sind die für die Wärmerückgewinnungsanlage in Frage kommenden Bereiche dargestellt, die in den folgenden Seiten untersucht werden:



In den Berechnungen wird anhand der vorhandenen Bestandsstatik zuerst mit einem Lastvergleich überprüft, ob Lastreserven vorhanden sind. Danach folgt eine genauere Berechnung der erforderlichen- und vorhandenen Bewehrung. Des Weiteren werden die Sekundärbauteile wie Stützen und Unterzüge aus statischer Sicht untersucht.

Außerdem wird die Machbarkeit des Aufzugs untersucht und grobe Anforderungen dazu gestellt.



Unterlagen zur Information

- Positionspläne von 1969
- Bewehrungspläne von 1969
- Statik Gebäude 3511 von 1969
- Statik Südflur Gebäudeteil 5.27

Normen

DIN EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung
DIN EN 1991	Einwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1991-1-1	Eigengewichte und Nutzlasten
DIN EN 1991-1-4	Windlasten
DIN EN 1991-1-3	Schneelasten
DIN EN 1992	Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
DIN EN 1993	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
DIN EN 1995	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten
DIN EN 1996	Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
DIN EN 1997	Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik

sowie weitere einschlägige Fachnormen des DIN und die Hefte 525 und 631 DAfStB



Angaben zur Anlage

Eigengewicht

Die Anlage wird mit folgenden Abmessungen und Angaben in der Berechnung berücksichtigt:

L =	11,50 m
B =	3,50 m
H =	2,70 m
G =	17000,00 kg
Aufstellfläche A =	40,00 m ²

$$p = \frac{\frac{G}{100}}{A} = 4,25 \text{ kN/m}^2$$

Da keine genaueren Angaben zur Gewichtsverteilung der Maschine vorhanden sind, wird im Rahmen dieser Berechnung von einer gleichmäßigen Verteilung der Gewichtslast ausgegangen !

Etwaige Abweichungen dieser Annahmen, bspw. höhere Last in Anlagenmitte, sind im Laufe der weiteren Planung mit der Tragwerksplanung abzustimmen !

Bereich A

RÖHBAU-Hohlkörperdecke, d = 28cm

Lastannahmen Ur-Statik

Dachaufbau:

Kiesschüttung=	1,60 kN/m ²
Dämmung=	0,20 kN/m ²
Ausgleich=	0,50 kN/m ²
28cm RÖHBAU-Decke=	5,30 kN/m ²
g_{alt} =	7,60 kN/m²

Schnee:

s=	1,00 kN/m²
-----------	------------------------------

Gesamtlast alt:

p_{ges,alt} =	g_{alt} + s	=	8,60 kN/m²
------------------------------	----------------------------	----------	------------------------------

Lastannahmen Neu

Dachaufbau:

Unter der Annahme, dass die Decke nach den vorliegenden Ausführungsplänen gebaut wurden, ändert sich nichts am Eigengewicht der Decke.

g_{Decke,neu} =	g_{alt}	=	7,60 kN/m²
--------------------------------	------------------------	----------	------------------------------

Gewicht Anlage:

Im Rahmen des Lastvergleiches wird das angegebene Eigengewicht der Anlage auf die Aufstellfläche gleichmäßig aufgeteilt.

G _k =				170,00 kN
A=				40,00 m²
g_{Anlage}=	$\frac{G_k}{A}$	=		4,25 kN/m²

Schnee:

s =	-	1,00 kN/m²
------------	----------	------------------------------

Gesamtlast neu:

p_{ges,neu} =	g_{Decke,neu} + g_{Anlage} + s	=	12,85 kN/m²
------------------------------	---	----------	-------------------------------

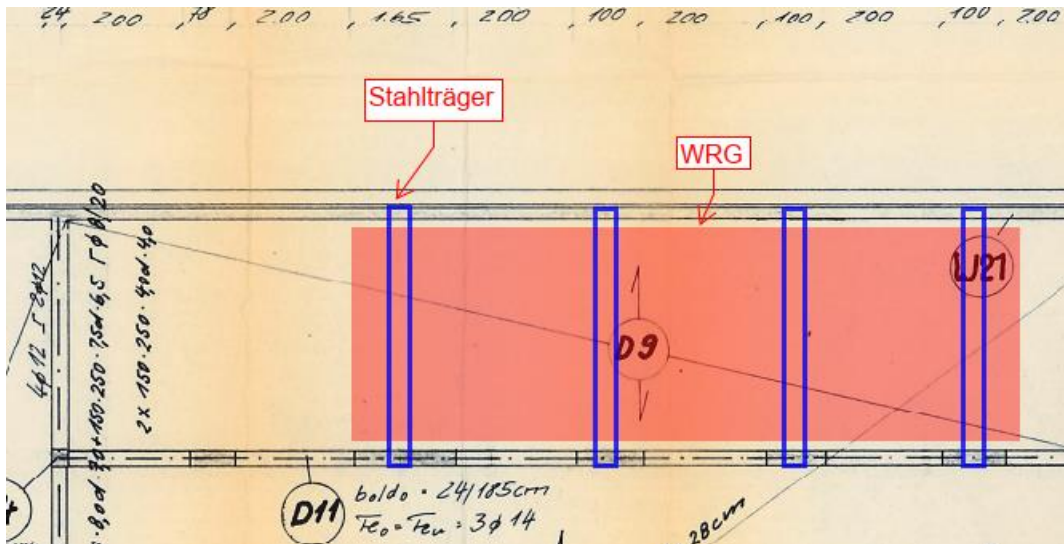
Lastvergleich

$\frac{p_{ges,neu}}{p_{ges,alt}}$	=	1,49 > 1
---	----------	--------------------

Variante A.1

Da eine Nachbemessung des damals verwendeten Hohldeckensystems nur schwer möglich ist, wird auf der sicheren Seite liegend aufgrund der großen Stützweiten, sowie der erheblichen Lasterhöhung davon ausgegangen, dass eine ausreichende Tragfähigkeit der Decke bei Anbringung der Anlage **nicht mehr gegeben ist**.

Daher wird eine Stahl- Unterkonstruktion angebracht, auf der die Anlage befestigt wird. Die Stahlträger lagern auf den beiden gegenüberliegenden Wänden auf, wodurch die Decke keine Belastung durch die WRG-Anlage erfährt:



Hinweis: Im Folgenden wird nur eine Vordimensionierung der erforderlichen Stahlprofile vorgenommen. Um eine ausreichende Kraftübertragung zu gewährleisten, müssen die Stahlträger direkt auf der Rohdecke, bzw. aufbetonierten Sockeln aufgelagert werden. Die Details der Auflagerung sind im Rahmen der Detailplanung zu erarbeiten. Dies gilt ebenso für alle anderen nachfolgenden Varianten (Bereiche B,C) !

Stahlkonstruktion

Bei einer Anbringung von 4 Stahlträgern, mit einem Achsabstand von etwa 3,50 ergibt sich folgende Belastung auf einen maßgebenden Träger:

$$\begin{aligned}
 g &= 4,25 \cdot 3,5 &= 14,88 \text{ kN/m} \\
 M_{y,d} &= 14,88 \cdot \frac{4,13^2}{8} \cdot 1,35 &= 42,83 \text{ kNm} \\
 W_{\text{eff}} &= M_{y,d} \cdot \frac{100}{23,5} &= 182,26 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Stahlprofile, mindestens erforderlich:

HEA 180

HEB 160



Überprüfung der Wandtragfähigkeit

Auflagerlast aus Stahlträger:

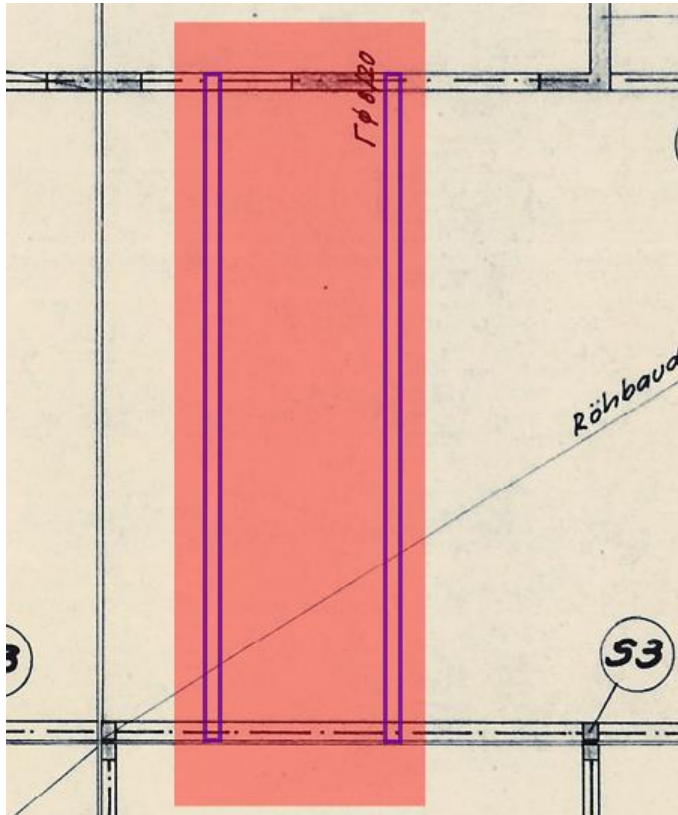
$$G_k = g \cdot \frac{3,5}{2} = 26,04 \text{ kN}$$

Aufgrund der Lastausbreitung wird von einer Nachbemessung abgesehen. Eine ausreichende Tragfähigkeit der Wand ist gegeben.

Variante A.2

Da die Aufstellung der WRG-Anlage direkt auf der Decke nicht möglich ist, müssen Stahlträger angebracht werden, die die Lasten zu den beiden Wänden, bzw. Überzüge weiterleiten. Die Überzüge besitzen eine ausreichende Tragfähigkeit um die Lasten zu den Stützen weiterzuleiten.

Im Folgenden ist eine mögliche Anordnung der Variante dargestellt:



Eine Vordimensionierung ergab Stahlprofile der Größenordnung HEB 220.

Eine Nachrechnung der Stützen zeigt, dass der Querschnitt mit der vorhandenen Bewehrung **keine ausreichende Tragfähigkeit** für die zusätzliche Belastung aus der WRG-Anlage aufweist.

Eine Aufstellung ist daher ohne statische Ertüchtigungsmaßnahmen der Stützenbauteile in diesem Bereich aus statischer Sicht nicht möglich !

Im Zuge der weiteren Planung müssen bei dieser Variante auch die betroffenen Bauteile in den darunterliegenden Geschossen untersucht und gegebenenfalls ertüchtigt werden.

Bereich B

Stahlbetondecke, $d = 18 \text{ cm}$

Der Südflur wurde als dreigeschossige Stahlbeton-Rahmenkonstruktion ausgeführt.

Lastannahmen Ur-Statik

Dachaufbau:

Kiesschüttung=			2,00 kN/m ²
Dämmung=			0,20 kN/m ²
Ausgleich=			0,50 kN/m ²
18cm Stb.-Decke =	0,18*25	=	4,50 kN/m ²
		$g_{alt} =$	7,20 kN/m²

Schnee:

$s =$			1,00 kN/m²
-------------------------	--	--	------------------------------

Gesamtlast alt:

$p_{ges,alt} =$	$g_{alt} + s$	$=$	8,20 kN/m²
-----------------------------------	---------------------------------	-----------------------	------------------------------

Lastannahmen Neu

Dachaufbau:

Unter der Annahme, dass die Decke nach den vorliegenden Ausführungsplänen gebaut wurden, ändert sich nichts am Eigengewicht der Decke.

$g_{Decke,neu} =$	g_{alt}	$=$	7,20 kN/m²
-------------------------------------	-----------------------------	-----------------------	------------------------------

Gewicht Anlage:

Im Rahmen des Lastvergleiches wird das angegebene Eigengewicht der Anlage auf die Aufstellfläche gleichmäßig aufgeteilt.

$G_k =$			170,00 kN
$A =$			40,00 m ²
$g_{Anlage} =$	$\frac{G_k}{A}$	$=$	4,25 kN/m²

Schnee:

$s =$	-		1,00 kN/m²
-------------------------	----------	--	------------------------------

Gesamtlast neu:

$p_{ges,neu} =$	$g_{Decke,neu} + g_{Anlage} + s$	$=$	12,45 kN/m²
-----------------------------------	--	-----------------------	-------------------------------

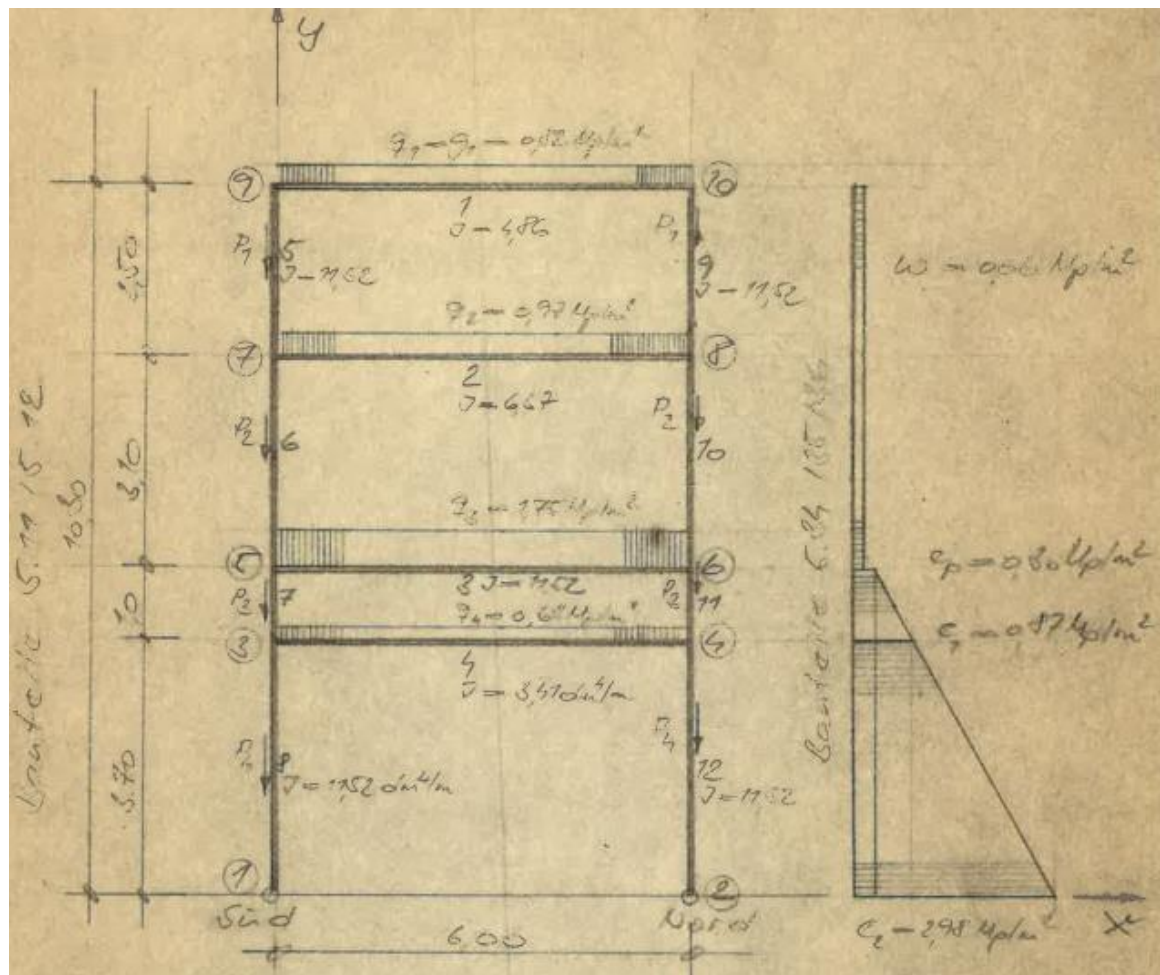
Lastvergleich

$\frac{p_{ges,neu}}{p_{ges,alt}}$	$=$	1,52 > 1
---	-----------------------	--------------------

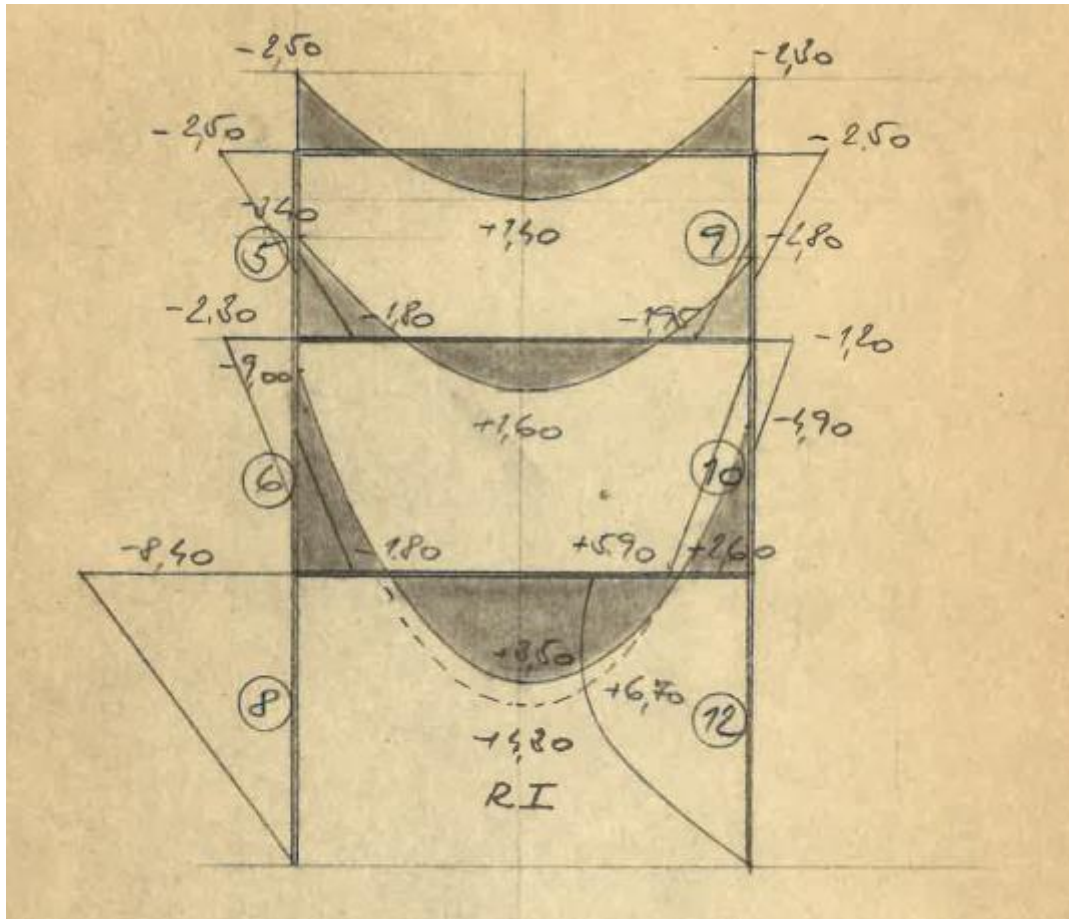
Variante B

Ermittlung der Schnittgrößen

aus der Bestandsstatik geht folgender Lastansatz für das Rahmentragwerk hervor:



Im Folgenden ist die Momenten-Grenzlinie dargestellt, die aus den obigen Schnittgrößen resultiert:



Der zusätzliche Momenten-Anteil aus der WRG-Anlage wird vereinfachend an einem beidseitig eingespannten Träger berechnet, und mit dem bereits vorhandenen Momentenverlauf überlagert.

$$M_{li} = -4,25 \cdot \frac{6^2}{12} = -12,75 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{feld}} = M_{\text{li}} + 4,25 \cdot \frac{6^2}{8} = 6,38 \text{ kNm/m}$$

$$M_{li,alt} = -25,00 \text{ kNm/m}$$

$$M_{f,alt} = 14,00 \text{ kNm/m}$$

$$M_{li,neu} = M_{li} + M_{li,alt} = -37,75 \text{ Mpm/m}$$

$$M_{f,neu} = M_{f,eld} + M_{f,alt} = 20,38 \text{ kNm/m}$$

$$\alpha_{li} = \frac{M_{li,neu}}{M_{li,alt}} = 1,51$$

$$\alpha_{\text{feld}} = \frac{M_{f,\text{neu}}}{M_{f,\text{alt}}} = 1,46$$

Überprüfung der vorhandenen Bewehrung

Feldbereich: $A_{s,vorh} = 3,77 \text{ cm}^2/\text{m}$ (R377)

$$\begin{aligned} A_{s,erf,a} &= 3,22 \text{ cm}^2/\text{m} \\ A_{s,erf,n} &= \alpha_{feld} \cdot A_{s,erf,a} = 4,70 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s,vorh} \end{aligned}$$

Rahmenecke: $A_{s,vorh} = 7,7 \text{ cm}^2/\text{m}$ ($\varnothing 14/20$)

$$\begin{aligned} A_{s,erf,a} &= 7,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ A_{s,erf,n} &= \alpha_{ij} \cdot A_{s,erf,a} = 10,57 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s,vorh} \end{aligned}$$

Die **Eck- sowie Feldbewehrung reicht nicht aus**, um die Lasten der Wärmerückgewinnungsanlage abzutragen. Eine Aufstellung der WRG in diesem Bereich ist daher ohne eine zusätzliche Stahlkonstruktion möglich.

Stahlkonstruktion

Spannweite: 6,0m

Analog zu Variante A.1 wird die Anlage auf 4 Stahlträgern befestigt, die mit einem Achsabstand von etwa 3,50m auf den Wänden auflagern.

$$\begin{aligned} g &= 4,25 \cdot 3,5 = 14,88 \text{ kN/m} \\ M_{y,d} &= 14,88 \cdot \frac{6^2}{8} \cdot 1,35 = 90,40 \text{ kNm} \\ W_{erf} &= M_{y,d} \cdot \frac{100}{23,5} = 384,68 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Stahlprofile, mindestens erforderlich:

HEA 220

HEB 180

Überprüfung der Wandtragfähigkeit

Aufgrund der Lastausbreitung wird von einer Nachbemessung abgesehen. Eine ausreichende Tragfähigkeit der Wand ist gegeben.

Bereich C

Stahlbetondecke, d = 20cm

Lastannahmen Ur-Statik

Dachaufbau:

Kiesschüttung=			1,60 kN/m ²
Dämmung=			0,20 kN/m ²
Ausgleich=			0,50 kN/m ²
20cm Stb.=	0,2*25	=	5,00 kN/m ²
		g_{alt} =	7,30 kN/m²

Schnee:

s=			1,00 kN/m²
-----------	--	--	------------------------------

Gesamtlast alt:

p_{ges,alt}=	g_{alt}+s	=	8,30 kN/m²
-----------------------------	--------------------------	----------	------------------------------

Lastannahmen Neu

Dachaufbau:

Unter der Annahme, dass die Decke nach den vorliegenden Ausführungsplänen gebaut wurden, ändert sich nichts am Eigengewicht der Decke.

g_{Decke,neu}=	g_{alt}	=	7,30 kN/m²
-------------------------------	------------------------	----------	------------------------------

Gewicht Anlage:

Im Rahmen des Lastvergleiches wird das angegebene Eigengewicht der Anlage auf die Aufstellfläche gleichmäßig aufgeteilt.

G _k =			170,00 kN
A=			40,00 m ²
g_{Anlage}=	$\frac{G_k}{A}$	=	4,25 kN/m²

Schnee:

s=	-		1,00 kN/m²
-----------	----------	--	------------------------------

Gesamtlast neu:

p_{ges,neu}=	g_{Decke,neu}+g_{Anlage}+s	=	12,55 kN/m²
-----------------------------	---	----------	-------------------------------

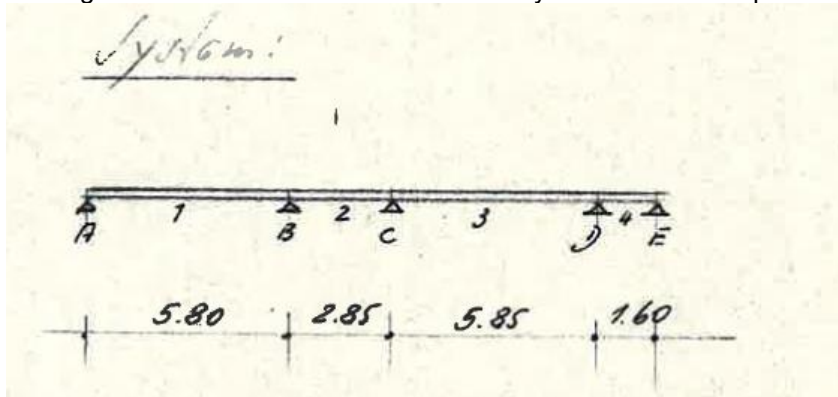
Lastvergleich

$\frac{p_{ges,neu}}{p_{ges,alt}}$	=	1,51 > 1
---	----------	--------------------

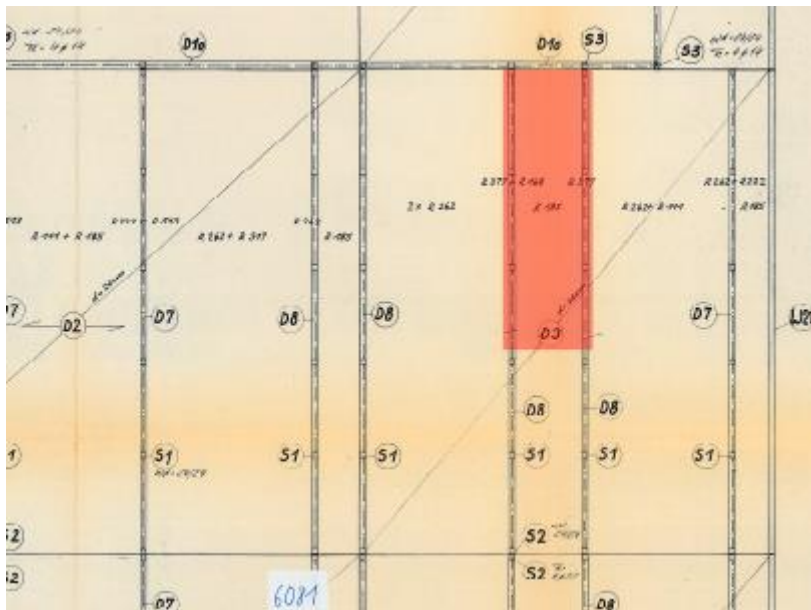
Variante C.1

Decke Pos. D-03

Auszug aus der Bestandsstatik: Statisches System des Deckenposition



Die Lage der Anlage wird auf Feld 2 des Deckenabschnitts D-03 gewählt. Es werden die neuen Schnittkräfte berechnet, und mit der ursprünglichen Bemessung verglichen:



Berechnung der neuen Schnittgrößen:

Da in der Bestandsstatik nach damaliger Normung die Belastung auf charakteristischem Niveau ermittelt wurde, wird bei der Ermittlung der neuen Schnittgrößen mit dem Programm DLT von FRILLO der Faktor 0,74 mit den Lasten multipliziert, der den Kehrwert zum ständigen Teilsicherheitsbeiwert 1,35 bildet.

Position: D-03 Schnittgrößen Decke 1

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/23B (FRILO R-2023-2/P03)

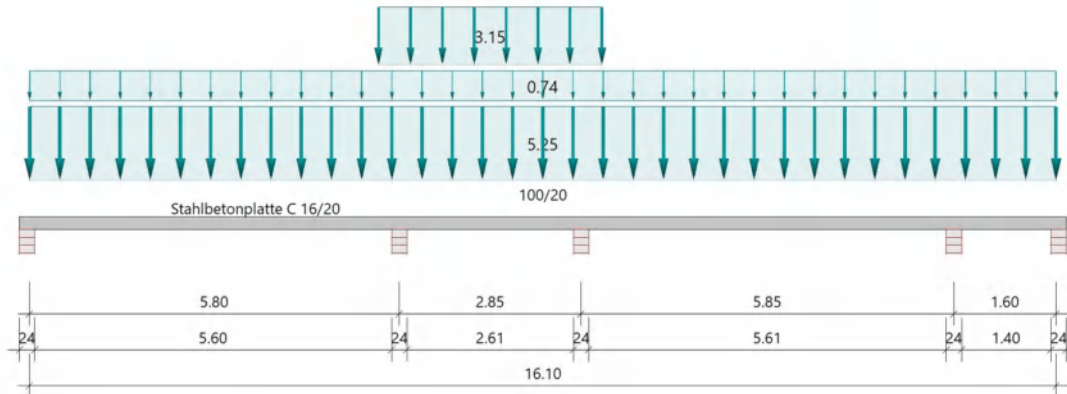
Grundparameter

Stahlbetonplatte über 4 Felder E = 29000 N/mm²

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 16/20 $f_{ck} = 16.00 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 29000 \text{ N/mm}^2$
 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)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			100.0	20.0		

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	5.80	100/20 (konstant über gesamte Trägerlänge)
2	2.85	
3	5.85	
4	1.60	

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.80	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	8.65	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	14.50	-1	-1	0.0	0.0	0.0
5	16.10	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch



Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	Faktor	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		16.10		7.10		0.74	Nein	ständig		
	2	GL		16.10		1.00		0.74	Nein	ständig		
	3	TL	5.48	3.50		4.25	4.25	0.74	Nein	ständig		
Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL) A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger EG : Lasteinwirkung Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe Alt : Alternativgruppe												

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

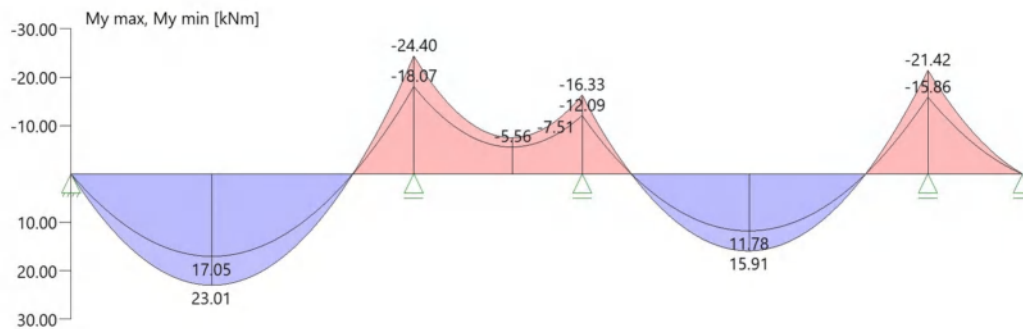
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0 \text{ cm}$

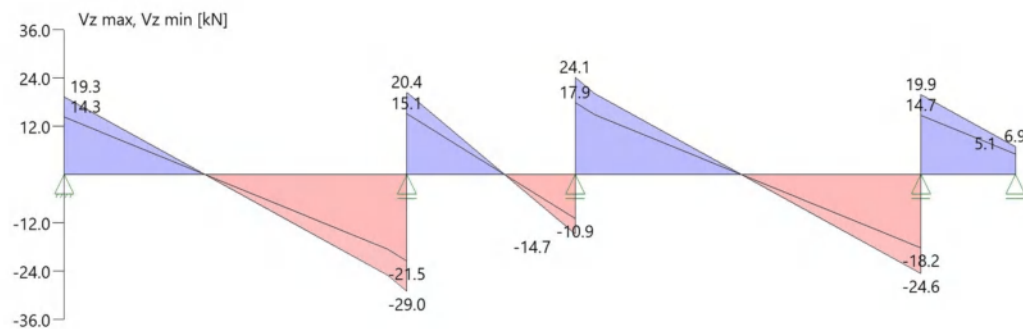
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.001	0.02	19.3	1
	0.08	1.52	18.7	1
	0.25	4.61	17.3	1
	0.42	7.46	15.9	1
	2.39	23.01	0.0	1
	5.34	-12.22	-23.9	1
Feld 2	5.51	-16.45	-25.4	1
	5.68	-21.00	-27.5	1
	5.80	-22.73	-29.0	1
	5.80	-23.25	20.4	1
	5.92	-22.03	18.9	1
	6.09	-18.96	16.8	1
Feld 3	6.26	-16.25	14.7	1
	8.19	-10.81	-9.0	1
	8.36	-12.55	-11.1	1
	8.53	-14.65	-13.3	1
	8.65	-15.52	-14.7	1
	8.65	-14.95	24.1	1
Feld 4	8.77	-13.52	22.7	1
	8.94	-9.80	20.5	1
	9.11	-6.41	19.0	1
	11.46	15.91	0.0	1



Feld	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
	14.04	-10.88	-20.8	1
	14.21	-14.58	-22.2	1
	14.38	-18.52	-23.6	1
	14.50	-19.99	-24.6	1
Feld 4	14.50	-20.27	19.9	1
	14.62	-19.09	18.9	1
	14.79	-15.96	17.5	1
	14.96	-13.07	16.1	1
	15.68	-3.66	10.3	1
	15.85	-2.00	9.0	1
	16.02	-0.58	7.6	1
	16.10	-0.01	6.9	1

Alle Momente werden in den nachfolgenden Berechnungen betragsmäßig angesetzt !

Feld 1: $A_{s,vorh} = 5,2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (2x R262)

$$\begin{aligned} M_{1,a} &= 24,10 \text{ kNm/m} \\ M_{1,n} &= 23,01 \text{ kNm/m} \\ \alpha &= \frac{M_{1,n}}{M_{1,a}} = 0,95 \\ A_{s,erf,a} &= 5,20 \text{ cm}^2/\text{m} \\ A_{s,erf,n} &= A_{s,erf,a} \cdot \alpha = 4,94 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s,vorh} \end{aligned}$$

Stütze B: $A_{s,vorh} = 5,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ (R377 + R168)

$$\begin{aligned} M_{B,a} &= 23,70 \text{ kNm/m} \\ M_{B,n} &= 24,40 \text{ kNm/m} \\ \alpha &= \frac{M_{B,n}}{M_{B,a}} = 1,03 \\ A_{s,erf,a} &= 5,20 \text{ cm}^2/\text{m} \\ A_{s,erf,n} &= A_{s,erf,a} \cdot \alpha = 5,36 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s,vorh} \end{aligned}$$

Feld 2: oben: $A_{s,vorh} = 5,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ (R377 + R168)

günstige Auswirkung auf das durchgeschlagene Feldmoment, Bewehrung ausreichend !

Stütze C: $A_{s,vorh} = 3,8 \text{ cm}^2/\text{m}$ (R377)

$$\begin{aligned} M_{C,a} &= 15,20 \text{ kNm/m} \\ M_{C,n} &= 16,31 \text{ kNm/m} \\ \alpha &= \frac{M_{C,n}}{M_{C,a}} = 1,07 \\ A_{s,erf,a} &= 3,30 \text{ cm}^2/\text{m} \\ A_{s,erf,n} &= A_{s,erf,a} \cdot \alpha = 3,53 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s,vorh} \end{aligned}$$

Feld 3: $A_{s,vorh} = 3,7 \text{ cm}^2/\text{m}$ (R262 + R111)

$$\begin{aligned} M_{3,a} &= 16,70 \text{ kNm/m} \\ M_{3,n} &= 15,91 \text{ kNm/m} \\ \alpha &= \frac{M_{3,n}}{M_{3,a}} = 0,95 \\ A_{s,erf,a} &= 3,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ A_{s,erf,n} &= A_{s,erf,a} \cdot \alpha = 3,42 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s,vorh} \end{aligned}$$

Stütze D: $A_{s,vorh} = 4,9 \text{ cm}^2/\text{m}$ (R262 + R222)

$$\begin{aligned} M_{D,a} &= 22,50 \text{ kNm/m} \\ M_{D,n} &= 21,41 \text{ kNm/m} \\ \alpha &= \frac{M_{D,n}}{M_{D,a}} = 0,95 \\ A_{s,erf,a} &= 4,90 \text{ cm}^2/\text{m} \\ A_{s,erf,n} &= A_{s,erf,a} \cdot \alpha = 4,66 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s,vorh} \end{aligned}$$

Unterzug Pos. D-08

statisches System: 5-Feldträger

Belastung alt, aus Pos. D-03

$$g_a = 44,30 \text{ kN/m}$$

Belastung neu:

$$g_n = 4,25 \cdot \frac{3,5}{2} + g_a = 51,74 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = \frac{g_n}{g_a} = 1,17$$

Überprüfung der Längsbewehrung

Felder 1-5: $A_{s,vorh} = 7,1 \text{ cm}^2$ ($2\emptyset 14 + 2\emptyset 16$)

$$A_{s,erf,a} = 6,60 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,erf,n} = A_{s,erf,a} \cdot \alpha = 7,72 \text{ cm}^2 > A_{s,vorh}$$

Stützen B,C,D und E: $A_{s,vorh} = 10,3 \text{ cm}^2$ ($4\emptyset 16 + 2\emptyset 12$)

$$A_{s,erf,a} = 8,70 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,erf,n} = A_{s,erf,a} \cdot \alpha = 10,18 \text{ cm}^2 < A_{s,vorh}$$

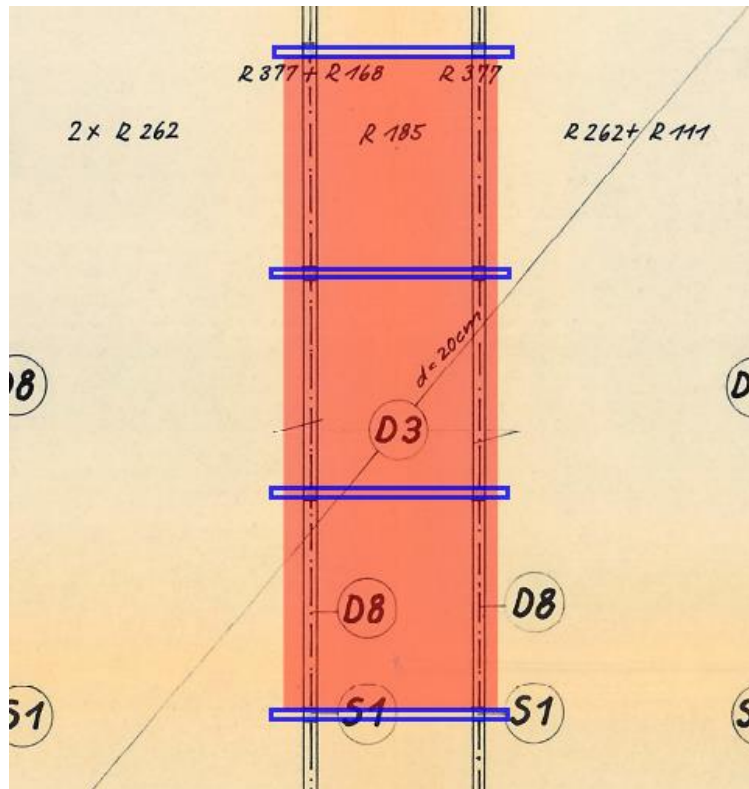
Die Feldbewehrung des Unterzugs reicht nicht aus, um die Lasten der Wärmerückgewinnungsanlage zu übertragen. Eine Aufstellung der WRG in diesem Bereich ist somit nicht ohne einer weiteren Stahlkonstruktion möglich.

Stahlkonstruktion

Spannweite: 2,90m

Achse 11-12

Die Stahlträger liegen hier direkt auf den Stützen auf, um die Unterzüge nicht zusätzlich zu belasten:



$$p = 4,25 \cdot 3,9 = 16,57 \text{ kN/m}$$

$$M_{y,d} = 14,88 \cdot \frac{2,9^2}{8} \cdot 1,35 = 21,12 \text{ kNm}$$

$$W_{\text{eff}} = M_{y,d} \cdot \frac{100}{23,5} = 89,87 \text{ cm}^3$$

Stahlprofile, mindestens erforderlich:

HEA 160

HEB 140

Überprüfung der Stützentragfähigkeit

Laut Bestandsstatik ist ein Stahlbeton **B225** mit einem **STIII** verbaut.

Nach Nachrechnungsrichtlinie werden folgende Festigkeiten angenommen:

C12/15

$$f_{yk} = 420 \text{ N/mm}^2$$

Belastung NEU der Stütze:

$$P_k = p \cdot \frac{3,5}{2} = 29,00 \text{ kN}$$

Aus Bestandsstatik:

$$\begin{aligned} Q_k &= 274,00 \text{ kN} \\ M_1 &= 274 \cdot 0,4 \cdot 0,04 = 4,38 \text{ kNm} \\ M_2 &= 13,00 \text{ kNm} \\ M_{\text{ges}} &= M_1 + M_2 = 17,38 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Lastvergleich

$$\begin{aligned} P_k / Q_k \cdot 10^2 &= 10,58 \% \\ \Rightarrow \text{Weitere Untersuchungen erforderlich!} \end{aligned}$$

Lastanteile

$$\begin{aligned} G &= 0,88 \cdot Q_k = 241,12 \text{ kN} \\ P &= 0,12 \cdot Q_k = 32,88 \text{ kN} \end{aligned}$$

Last Stütze NEU.

$$\begin{aligned} G_{\text{NEU}} &= G = 241,12 \text{ kN} \\ P_{\text{NEU}} &= P + P_k = 61,88 \text{ kN} \\ M_{1,\text{neu}} &= (G_{\text{NEU}} + P_{\text{NEU}}) \cdot 0,4 \cdot 0,04 = 4,85 \text{ kNm} \\ M_{2,\text{neu}} &= M_2 = 13,00 \text{ kNm} \\ M_{\text{ges,neu}} &= M_{1,\text{neu}} + M_{2,\text{neu}} = 17,85 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Die Nachbemessung der Stütze erfolgt nach DIN EN 1992:

Erforderlich nach Bemessung: 18,84 cm²
Vorhanden: 8 Ø 20 (= 25,1 cm²)

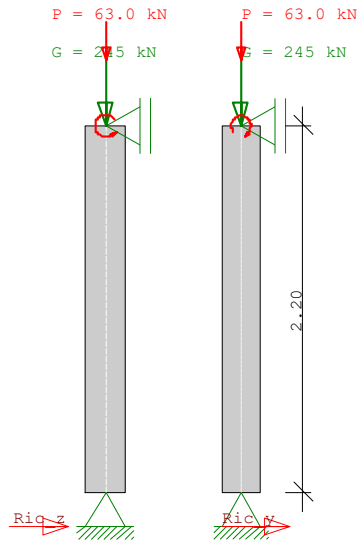
Die Tragfähigkeit der Stütze ist unter den getroffenen Annahmen erfüllt !

Position: S-1_NEU

Stahlbetonstütze B5 01/2019/E (FRILO R-2023-2/P03)

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht

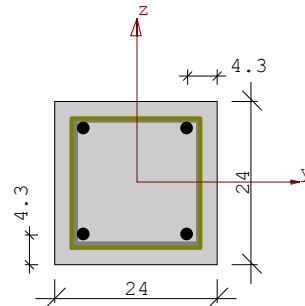
Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
E = 27000 N/mm² ρ = 2500 kg/m³



C 12/15 BSt 420 S(A)

φ = 3.68

Bewehrung umfangverteilt 1/4 je Seite



1 Mcry = 3.62 kNm Mcrz = 3.62 kNm

KNOTEN - LASTEN :

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	245.00	.	.	.	.	.	.	.	.	g
		63.00	.	.	.	.	.	.	A	.	p
2	2	.	.	.	.	.	.	13.00A	.	.	p
3	2	.	.	.	.	.	17.90	.	A	.	p
		3.17 (Eigengewicht)									

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit Gkn = 6.65e-7
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3.1.5
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.
Bei n > -0.10 : eff EI nach EN2 7.4.2 (7.19)
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.
φeff = φ0 * M0/Med (M0 aus quasi-ständ. Kombination mit ei)
Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 -> KFi = 1.0 (Tab B.3)

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.150

KNICKLÄNGEN, Schlankheiten, ungewollte - und Kriech - Ausmitten :								
Lf-Komb	Stab Nr.	sky (m)	skz (m)	λ_y	λ_z	+eiy (cm)	+eiz (cm)	ϕ_{eff}
1	1	2.20	2.20	31.7	31.7	.55	.55	.87
λ_{lim} : EN 1992-1-1				25.0	25.0			

GERECHNETE KOMBINATIONEN aus 3 Lasten								
Lf-Komb	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
	g	g	g	g	g	g	g	g
	A	A	A	A	A	A	A	A
1	x	.	.	.	x	x	x	.
2	x	x	x	.	x	.	.	.
3	x	x	.	x	.	x	.	.

Teilsicherheitsbeiwerte: $\gamma_C = 1.50$ $\gamma_S = 1.15$ $\gamma_G = 1.35 / 1.00$

SCHNITTGRÖSSEN und Bemessung für Biegung mit N: ohne ea, Th.1.O.								
Lf-Komb	Höhe (m)	Nd (kN)	Myd (kNm)	Mzd (kNm)	ρ (%)	Aserf (cm ²)	Asvor (cm ²)	
1	2.200	-429.5	26.85	-19.50	3.271	18.84	.	
1	1.833	-429.5	22.37	-16.25	2.645	15.24	.	
1	1.467	-429.5	17.90	-13.00	2.027	11.68	.	
1	1.100	-429.5	13.43	-9.75	1.433	8.25	.	
1	.733	-429.5	8.95	-6.50	1.029	5.93#	.	
1	.367	-429.5	4.48	-3.25	1.006	5.79#	.	
1	.000	-429.5	.00	.00	1.006	5.79#	.	
# Bemessung mit Mindestausmitte massgebend					6.1	(4)		

SCHNITTGRÖSSEN und Bemessung für Biegung mit N: mit ea, Th.1.O.								
Lf-Komb	Höhe (m)	Nd (kN)	Myd (kNm)	Mzd (kNm)	ρ (%)	Aserf (cm ²)	Asvor (cm ²)	
1	2.200	-429.5	26.85	-19.50	3.271	18.84	.	
1	1.833	-429.5	23.55	-17.43	2.834	16.32	.	
1	1.467	-429.5	19.95	-15.05	2.351	13.54	.	
1	1.100	-429.5	15.79	-12.11	1.788	10.30	.	
1	.733	-429.5	10.99	-8.54	1.171	6.75#	.	
1	.367	-429.5	5.66	-4.44	1.006	5.79#	.	
1	.000	-429.5	.00	.00	1.006	5.79#	.	
# Bemessung mit Mindestausmitte massgebend					6.1	(4)		

SCHNITTGRÖSSEN und Bemessung für Biegung mit N: mit ea, Th.2.O.								
Lf-Komb	Höhe (m)	Nd (kN)	Myd (kNm)	Mzd (kNm)	ρ (%)	Aserf (cm ²)	Asvor (cm ²)	
1	2.200	-429.5	26.85	-19.50	3.271	18.84	.	
1	1.833	-429.5	21.91	-18.10	3.271	18.84	.	
1	1.467	-429.5	16.87	-16.03	3.271	18.84	.	
1	1.100	-429.5	12.06	-13.11	3.271	18.84	.	
1	.733	-429.5	7.67	-9.34	3.271	18.84	.	
1	.367	-429.5	3.71	-4.87	3.271	18.84	.	
1	.000	-429.5	.00	.00	3.271	18.84	.	

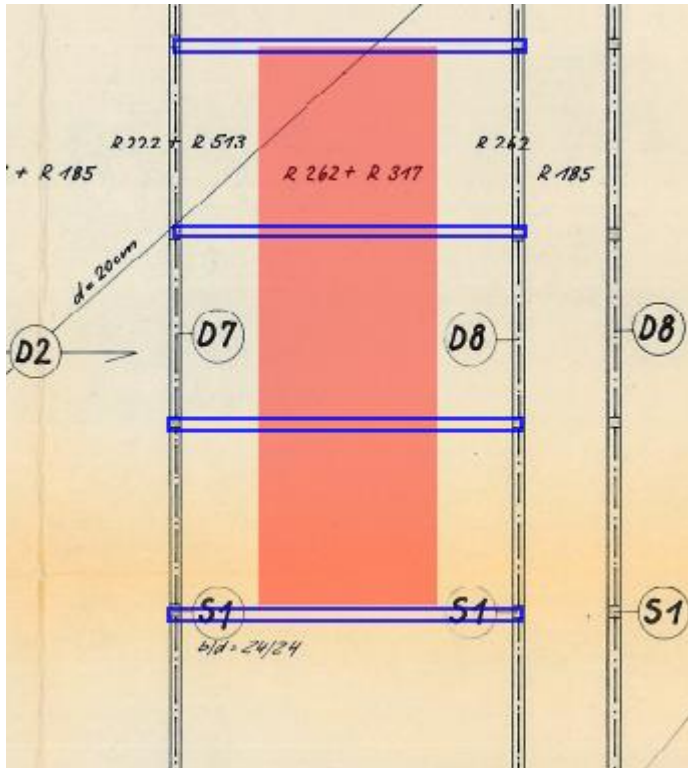
Variante C.2

Da im Vergleich zu C.1 noch größere Spannweiten vorliegen, wird auf eine Untersuchung der Decke verzichtet und gleich eine geeignete Stahlkonstruktion vordimensioniert:

Stahlkonstruktion

Spannweite: 6,80m

Die Stahlträger liegen hier ebenso direkt auf den Stützen auf, um die Unterzüge nicht zusätzlich zu belasten:



$$\begin{aligned}
 g &= 4,25 \cdot 3,9 &= 16,57 \text{ kN/m} \\
 M_{y,d} &= 14,88 \cdot \frac{6,8^2}{8} \cdot 1,35 &= 116,11 \text{ kNm} \\
 W_{\text{eff}} &= M_{y,d} \cdot \frac{100}{23,5} &= 494,09 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Stahlprofile, mindestens erforderlich:

HEA 220

HEB 200

Überprüfung der Stützentragfähigkeit

Siehe Variante C.1

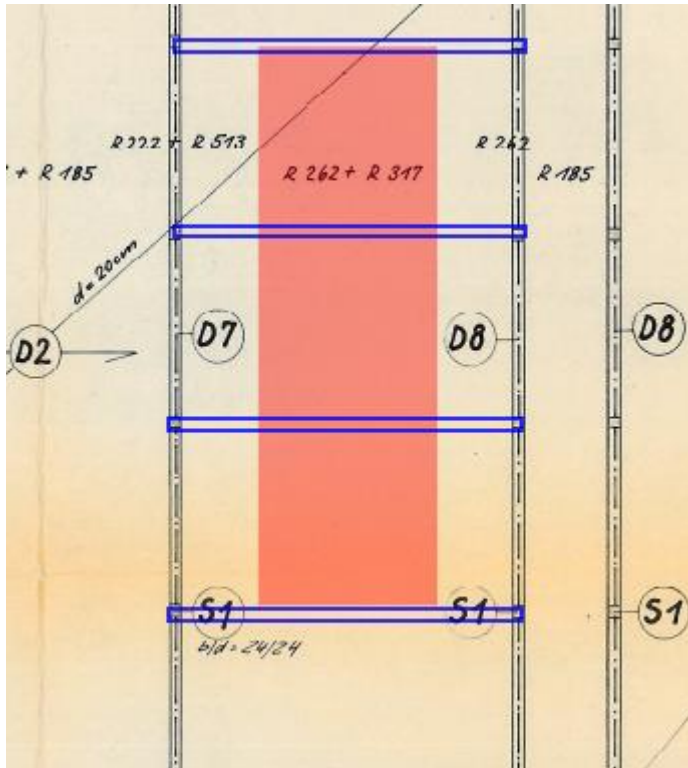
Variante C.3

Da im Vergleich zu C.1 noch größere Spannweiten vorliegen, wird auf eine Untersuchung der Decke verzichtet und gleich eine geeignete Stahlkonstruktion vordimensioniert:

Stahlkonstruktion

Spannweite: 6,20m

Die Stahlträger liegen hier ebenso direkt auf den Stützen auf, um die Unterzüge nicht zusätzlich zu belasten:



$$\begin{aligned}
 g &= 4,25 \cdot 3,9 &= 16,57 \text{ kN/m} \\
 M_{y,d} &= 14,88 \cdot \frac{6,2^2}{8} \cdot 1,35 &= 96,52 \text{ kNm} \\
 W_{\text{eff}} &= M_{y,d} \cdot \frac{100}{23,5} &= 410,72 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Stahlprofile, mindestens erforderlich:

HEA 220

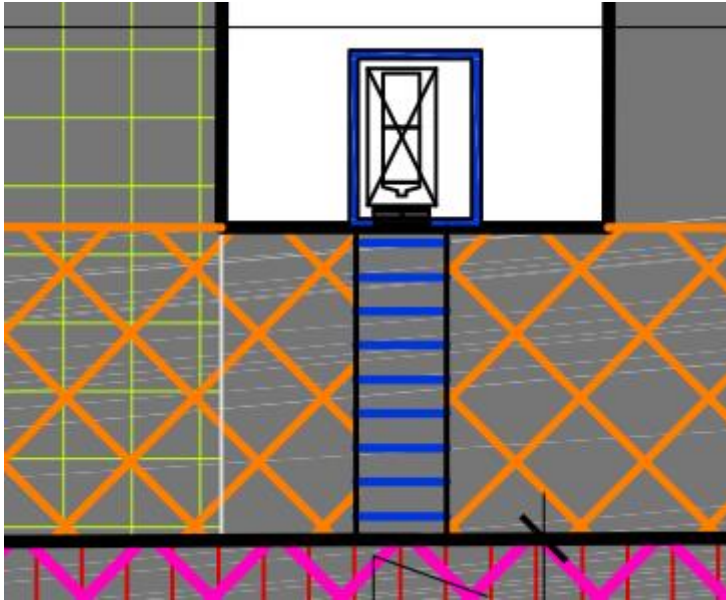
HEB 180

Überprüfung der Stütztragfähigkeit

Siehe Variante C.1

Aufzug

Es soll ein außenliegender Aufzug geplant werden, der die Geschosse UG, EG, OG sowie den höherliegenden Bereich A erschließt. Hierbei krägt der Aufzug ab der Decke über OG im Bereich C freistehend bis zur Dachdecke über dem erhöhten Bereich A aus, und wird über eine Brücke mit Bereich A verbunden. Im Folgenden ist eine Draufsicht der geschilderten Situation dargestellt:



Ein Aufzugsschacht in Stahlbetonbauweise ist für die gegebenen Randbedingungen am besten geeignet:

Schachtdicke Aufzugsschacht: 30cm

Betondruckfestigkeit: C25/30

Um eine ausreichende horizontale Aussteifung des Aufzuges zu gewährleisten, ist ein Anschluss des Aufzuges an die Bestandsdecken über UG, EG und OG erforderlich. Die daraus resultierenden bauphysikalischen Auswirkungen wie Schwingungen und Schallübertragung sind durch entsprechende Fachplaner zu untersuchen.

Die Schaffung von Zugängen zum Aufzug im Südflur (Bereich B) ist statisch möglich. Eine Verbindungsbrücke zwischen Aufzug und Gebäudeteil A wäre in Leichtbauweise z.B. aus Stahl realisierbar. Hierbei ist jedoch eine Überlagerung der Lasten aus der Brücke und der WRG-Anlage zu vermeiden, da sonst die Tragfähigkeit der Wand überschritten wird. Im Bereich A darf die Anlage daher nicht in unmittelbarer Nähe zur Verbindungsbrücke aufgestellt werden (ca 3m Abstand zur Brückenachse in beiden Richtungen).

Fazit

Im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie wurde aus statischer Sicht geprüft, ob und wo auf dem Dach des bestehenden Gebäudes 35.11 des Helmholtz-Zentrums eine Wärmerückgewinnungsanlage installiert werden kann.

Aufgrund der hohen Lasten ist eine Aufstellung ohne weitere Unterkonstruktion weder auf den Decken noch auf den Unterzügen möglich. Als Unterkonstruktion sind daher Stahlträger erforderlich, die die Lasten direkt in die Sekundärbauteile (Wände und Stützen) einleiten (Siehe Plan im Anhang & Plan Verortungsflächen "Neutral"):

Für die Bereiche ergeben sich folgende Anforderungen:

Bereich A: Unterkonstruktion aus Stahlträgern mit Auflagerung auf den Wänden erforderlich (In Feld mit langer Stützweite zusätzlich stat. Ertüchtigung und Untersuchung der weiterführenden Bauteile erforderlich !)

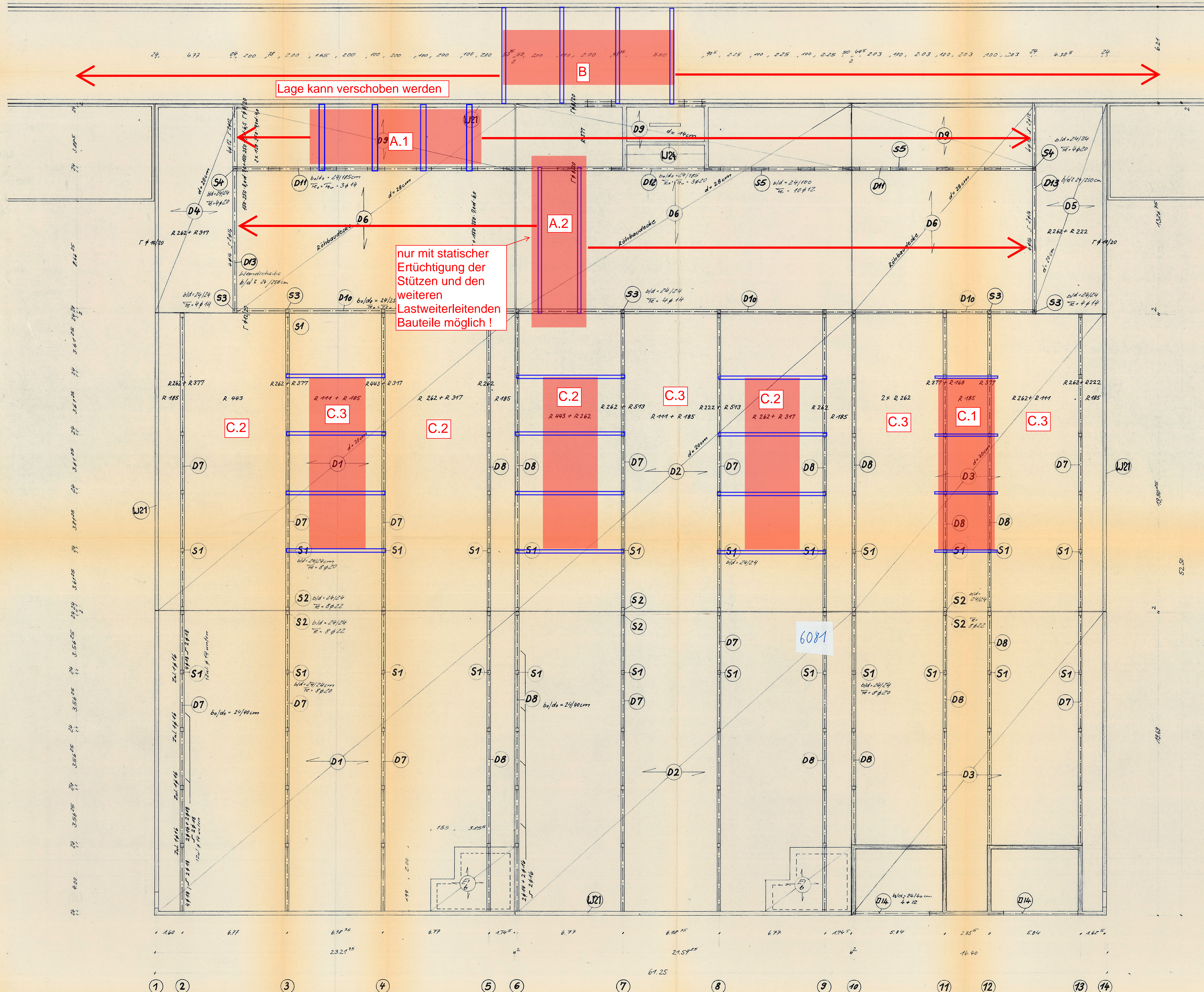
Bereich B: Unterkonstruktion aus Stahlträgern mit Auflagerung auf den Wänden erforderlich

Bereich C: Unterkonstruktion aus Stahlträgern mit Auflagerung auf den Stützen erforderlich

Die in den jeweiligen Unterpunkten angegebenen Stahlprofile wurden zur Vorbemessung überschlagsmäßig ermittelt. Detailausbildungen, Anschlüsse, sowie weitere ausführungstechnische Gesichtspunkte der Stahlkonstruktion sind im Zuge der weiteren Planung noch zu klären.

Aus statischer Sicht ist eine Aufstellung der WRG-Anlage unter den getroffenen Annahmen und Bedingungen in den genannten Bereichen möglich.

Der Aufzug ist unter Beachtung der angegebenen Randbedingungen ebenso aus statischer Sicht möglich.



Ametsbichler+Lehr
Ingenieurgesellschaft mbH

Marsstraße 13 · D-80335 München
Telefon +49 (0)89 549182-10
info@al-ingenieure.de

Auf Übereinstimmung mit der statischen Berechnung geprüft, siehe Prüfbericht vom: 25.11.2019

München, den 25.11.2019

Der Bearbeiter: Der prüfende Ingenieur:
Dipl.-Ing. L. OBERMEYER
Berater Ingenieur L. OBERMEYER
8 München 23, Kumburgstr. 23, Tel. 771051-56
amtsbichler+lehr v. 0.11.1963 Nr. IVB 5 - 9143/2-232 L

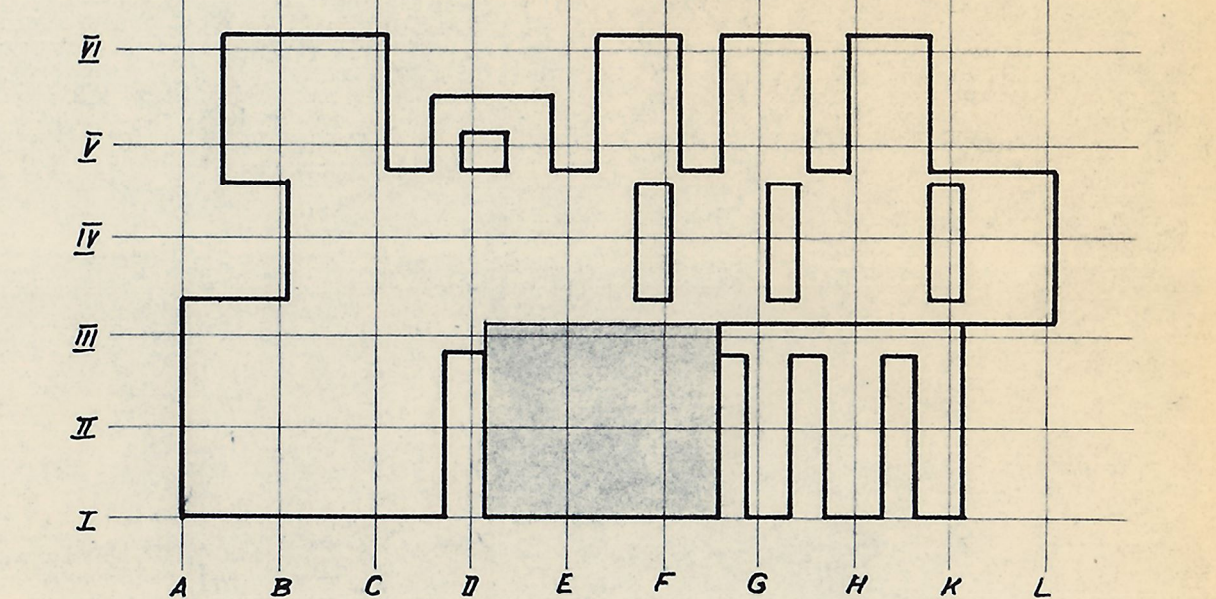
LEGENDE

□ DECKEN U. UNTERZÜGE STAHLBETON B225

■ STAHLBETON B225

ANMERKUNGEN:	DAT.	GEZ.	GEPR.	BAU DAT.	BAU GEPR.	IND.

SACHVERSTÄNDIGER: INGENIEUR-ARBEITS-GEMEINSCHAFT	DIPLOM-ING. CRONAUER	DIPLOM-ING. GRIMME	DATUM	MASSSTAB
MÜNCHEN 13, AUGUSTENSTR. 115	MÜNCHEN 23, RADIKOFERSTR. 5	MÜNCHEN 23, RADIKOFERSTR. 5	10.1.69	1:100
TELEFON 521087	TELEFON 777035	TELEFON 777035	HAE	57/03.2
BAUTEIL 5.11	ARBEITSSTUFE 003	ARBEITSFACH 2	BLATTNUMMER 1	BLATTGRÖSSE 102/77
ABGESTIMMT				



GESELLSCHAFT FÜR STRAHLENFORSCHUNG MÜNCHEN

NEUBAU BIOLOGIEDEPARTMENT
BAUTEIL 5.11 MÄUSEHAUS
POSITIONSPLAN OG.

GESELLSCHAFT FÜR STRAHLENFORSCHUNG MÜNCHEN SCHULINGSTR. 10B MÜNCHEN 8042 NEUHERBERG REI MÜNCHEN INGOLSTADTER LANDSTRASSE 1	DATUM
FINANZBAU-AMT MÜNCHEN II 8000 MÜNCHEN 2 KARLSSTRASSE 43-47	DATUM
SG	SG