



2 [A1] SB Sonderbauteile

Die Unterkonstruktionen für die Museumsobjekte sowie die begehbaren Bauelemente werden generell vom AN bestimmt und bemessen. In Folge werden nur einzelne (vom Architekten gewünschte) Konstruktionen auf Plausibilität ihrer Tragfähigkeit untersucht und ggf. Ausführungsvorschläge gemacht. Eine endgültige Bemessung der Konstruktionen in prüffähiger Form obliegt jedoch weiterhin dem AN.

Übersicht:

Pos SB.1 UK Objekt „Baldachin“ (3.5)

Pos.SB.2 UK Objekt „Bärin“ (3.6)

Pos.SB.3 Begehbares Bauelement (Prolog) – mit tragenden Boden

Pos.SB.4 Begehbares Bauelement (Prolog) – ohne tragenden Boden



Pos. SB.1 UK Objekt „Baldachin“ (3.5)

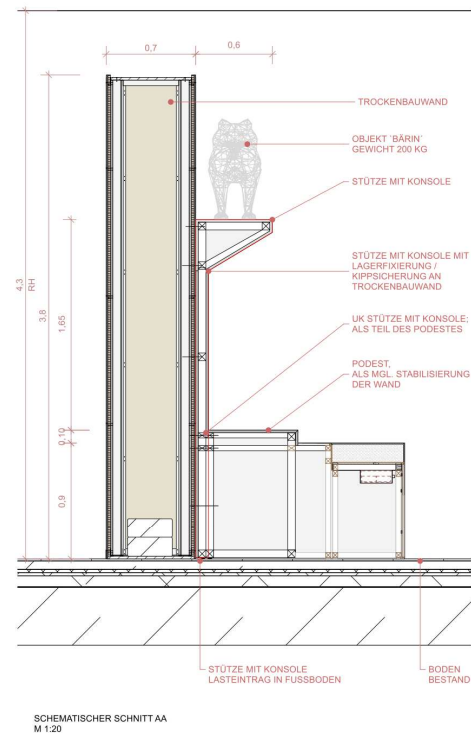
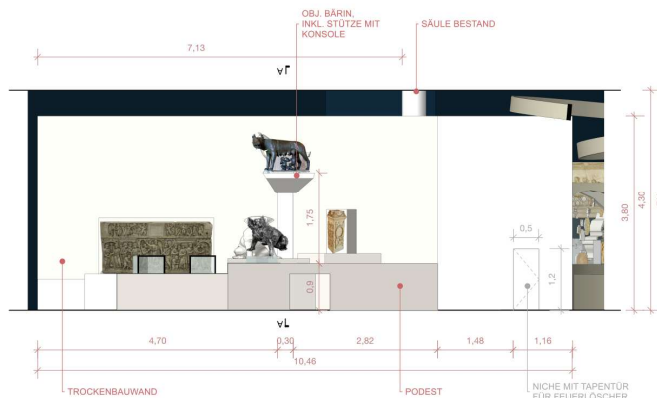
Der Anschluss an die Trennwand wurde bereits in Pos.TW.19 untersucht. Dort wurden zwei Träger als Tragkonstruktion angegeben. Die restliche Konstruktion für den „Baldachin“ wird vom AN gewählt/bemessen.

Pos. SB.2 UK Objekt „Bärin“ (3.6)

3.6 - OBJEKT BÄRIN
LASTEINTRAG IN FUSSBODEN - LAGERFIXIERUNG / KIPPSICHERUNG AN DER WANDFLÄCHE

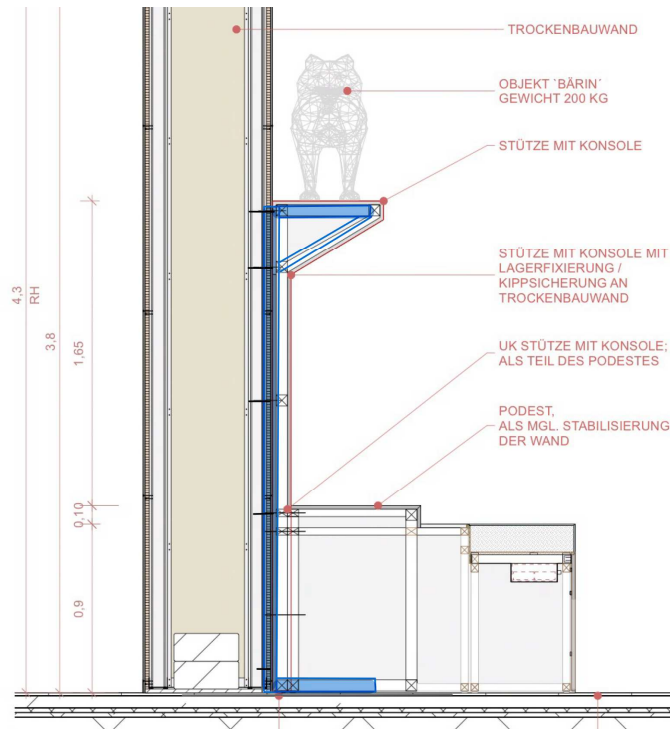


ISOMETRIE
M 1:50

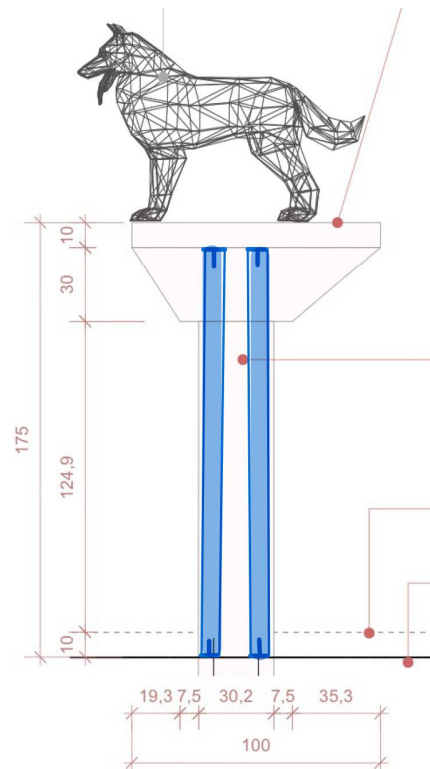
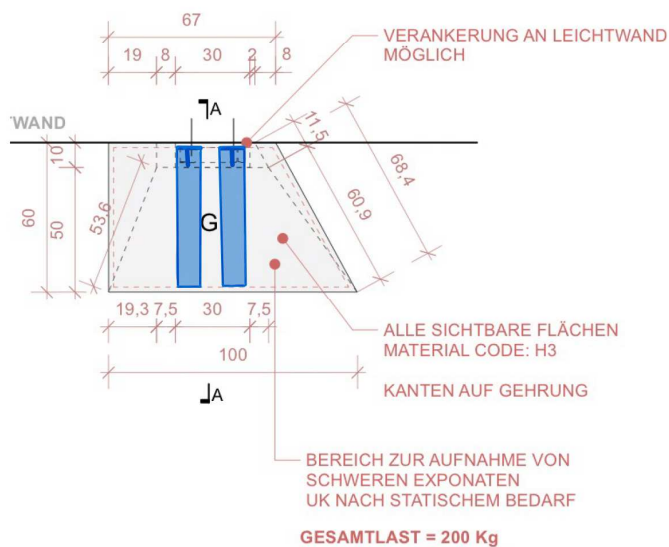


Das Objekt „Bärin“, bzw. im Elementplan ist es das Exponat „Lupa Capitolina“, wiegt ca. 200 kg. Die Last soll über eine Unterkonstruktion und anschließend über Lastverteilerplatten o.ä. direkt auf dem Boden aufstehen. Die UK wird nur horizontal gegen Kippen an die Trennwand angeschlossen. Die UK soll jedoch statisch autark wirken. Das Konsolenmoment soll daher über die UK abgetragen werden können. Alternativ kann die Konsole analog zur Pos. TW.19 durch extra Pfosten in der Trennwand auch an eben diese angeschlossen werden.

Im Folgenden wird die UK nur auf ihre Plausibilität überprüft. Die Bemessung obliegt weiterhin dem AN! Aufgrund des aufzunehmenden Moments aus der Konsole sollte die Lastübertragung über zwei Stahlstützen erfolgen. Die restliche Konstruktion kann in Holz belassen bleiben.



G
OK H = 175 cm



Bemessung: (auf der sicheren Seite – volle Last auf einen Ständer)

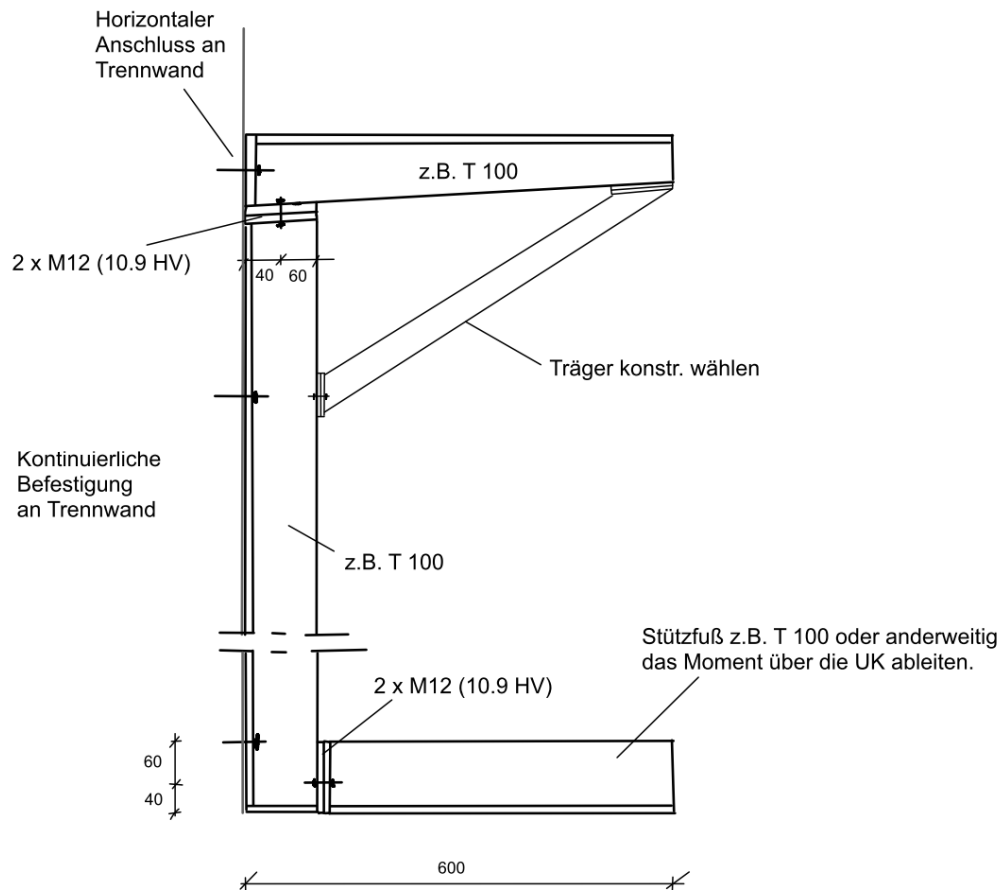
$$F = 2 = 2,0 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 1,5 * 1,0 = 3,0 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = 1,5 * 0,3 = 0,9 \text{ kNm}$$

$$W_{erf} = M_{ed} / f_{yd} = 3,8 \text{ cm}^3$$

-> gewählt: z.B. T100 (konstr. wg Lochabständen, ggf. noch vergrößern, falls Lochabstände unzureichend.)



$$D_{ed} = Z_{ed} = M_{ed} / z = 90 / 4 = 22,5 \text{ kN}$$

$$F_{Rd} = 23,5 * 4 * 0,55 = 51,7 \text{ kN} > D_{ed}$$

$$V_{ed} = 1,5 * 2 = 3,0 \text{ kN} \quad \rightarrow \text{gewählt: } 2 \times \text{M12 (10.9 HV)}$$

Pos. SB.3 Begehbare Bauelement im 2.OG (Prolog)
– mit tragenden Boden (z.B. OSB-Platte)



Im Bereich 4 *Gewalt organisieren* befinden sich begehbare Bauelemente. Die Elemente sollen beispielhaft für das Objekt „Prolog“ auf ihre Plausibilität überprüft werden. Überprüft wird hierbei **überschlägig (!)** nur die äußere Standsicherheit (EQU) und hierbei auch nur, dass das Element unter Eigenlast und möglicher Auflehnlasten nicht umkippt. Eine horizontale Umwehrungslast analog zu den Trennwänden wird nicht angesetzt, da die Elemente keine Raumtrenner darstellen und die Krafteinwirkung von ca. 100 kg/ auf das Element für mehr als unwahrscheinlich erachtet wird. Sollte diese Anforderung dennoch bestehen, müsste das Element mit weiteren Ballasten beschwert werden.

Genauere Berechnungen sind durch den AN möglich, wenn die genaue Konstruktion bekannt ist.

Die Konstruktion und deren Bemessung erfolgt weiterhin durch den AN.

Annahmen für die Überprüfung der Lagesicherheit:

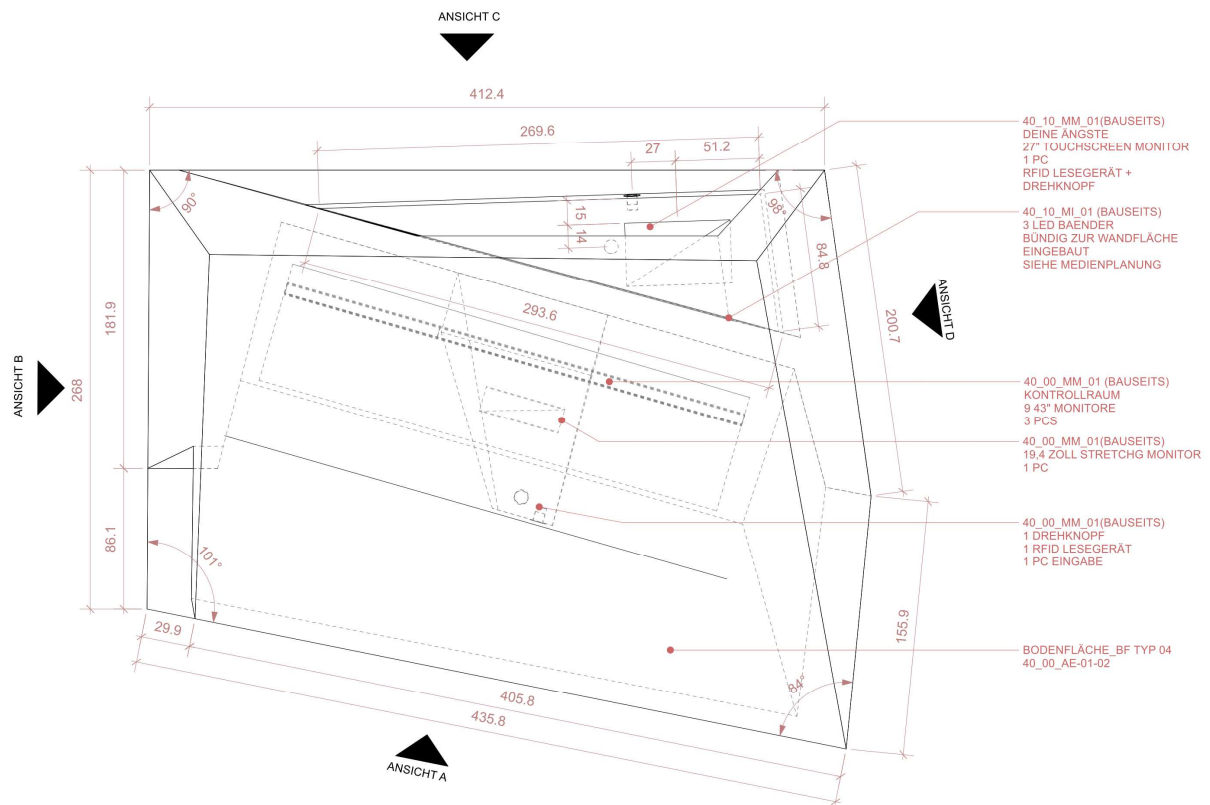
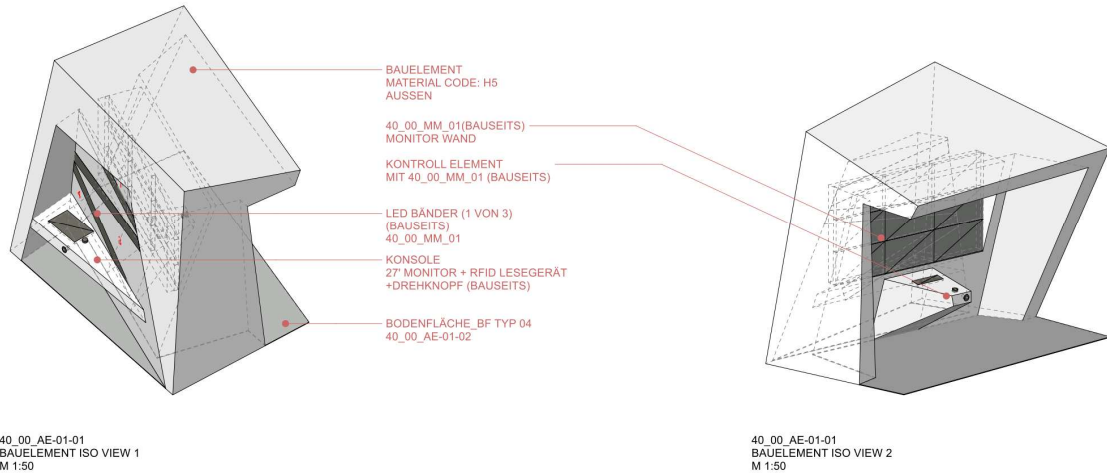
- Alle Flächen wurden als OSB Platten mit $t = 12\text{mm}$ angenommen.
- Die Unterkonstruktion wird überschlägig mit einem Faktor 1,2 berücksichtigt.
- Kleinere Aufbauten wie LED-Bänder werden vernachlässigt.
- Die im ca. Schwerpunkt liegenden PC-Elemente werden auf der sicheren Seite liegend vernachlässigt.

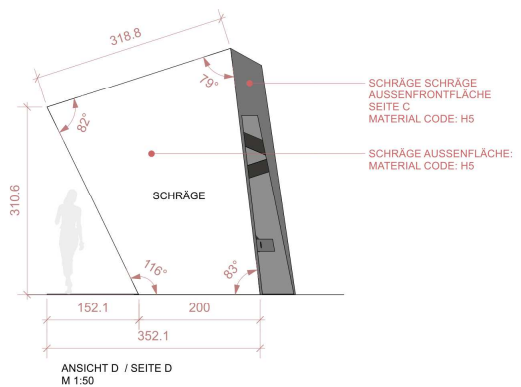
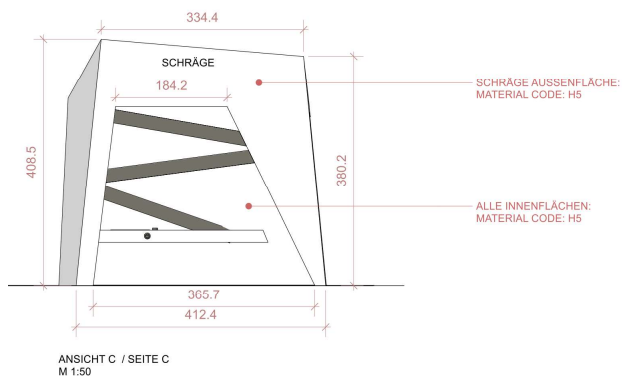
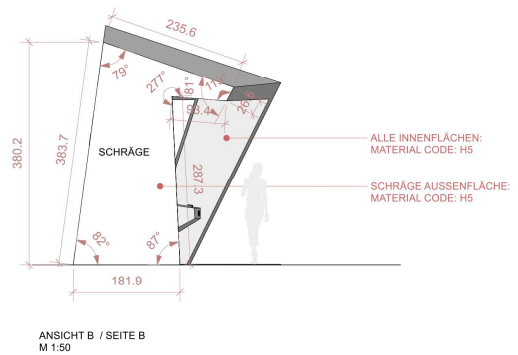
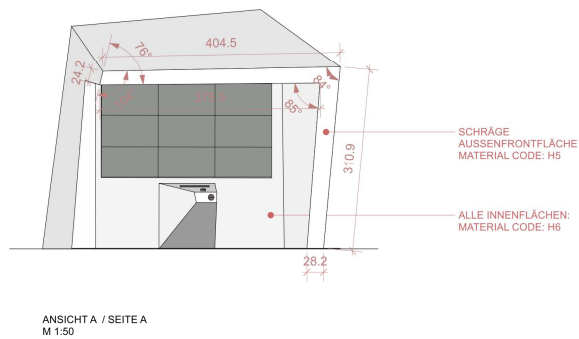
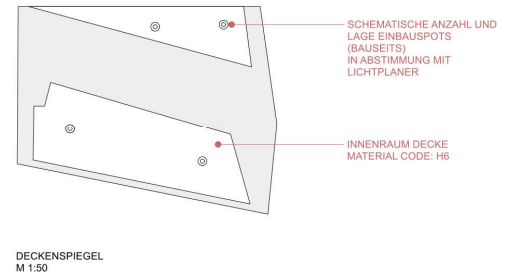
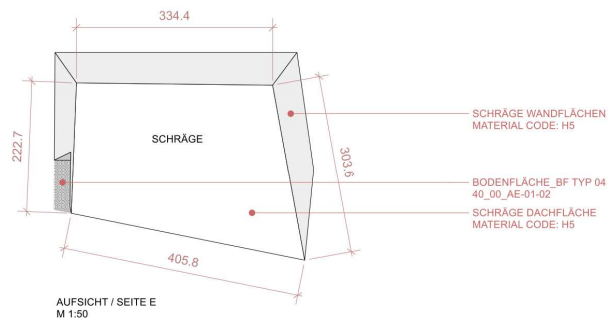
Lastannahmen:

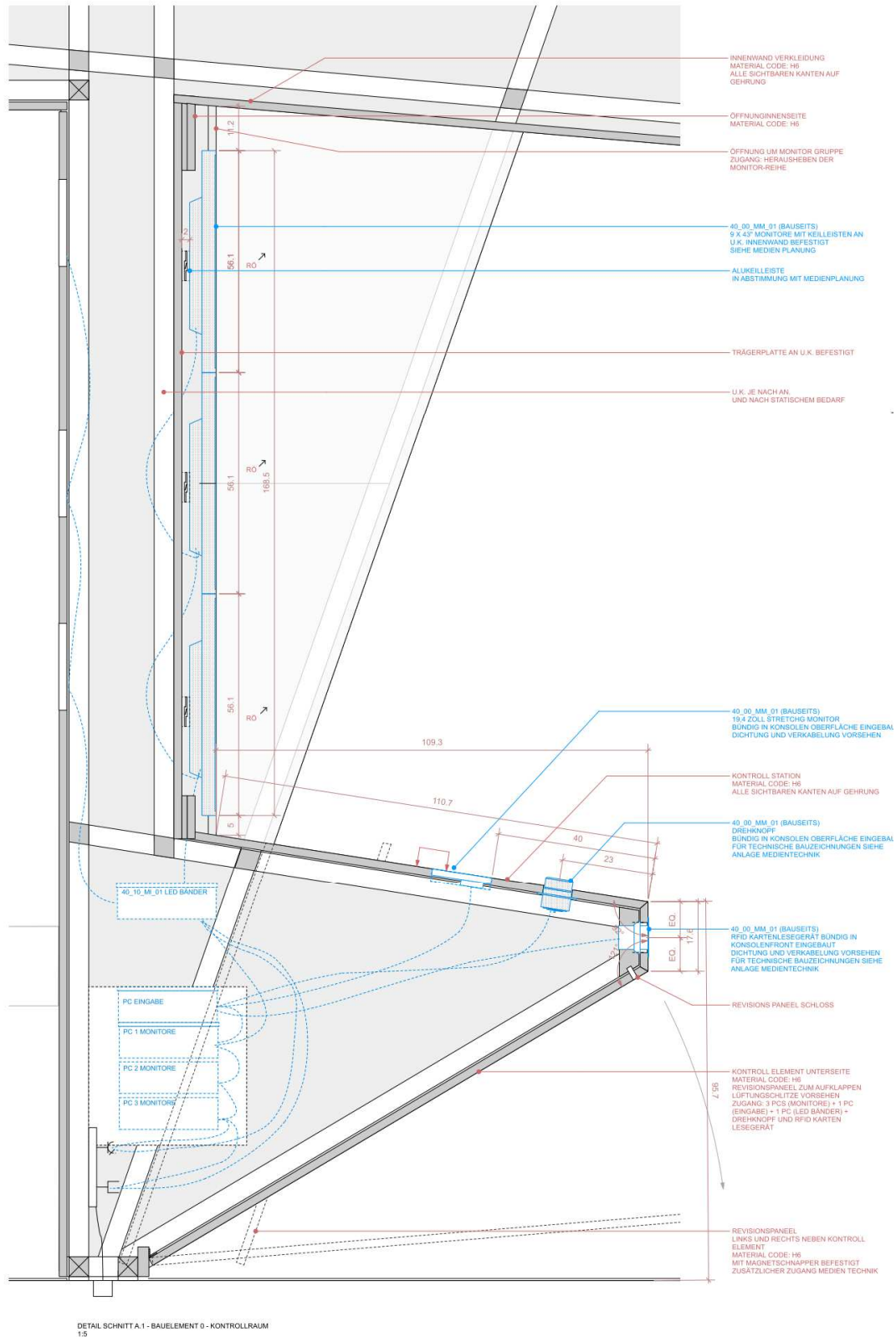
- | | |
|----------------------------------|--|
| - Eigengewicht über EDV-Programm | |
| - Monitore + Installation | $q \leq 0,25 \text{ kN/m}^2$ |
| - Auflehnlast auf Konsolen | $q \leq 1,00 \text{ kN bzw. } 1 \text{ kN/m}$ (mögl. daraufsitzen) |
| - Technik Asym. Einbaukonsole | $q \leq 0,25 \text{ kN/m}^2$ |
| - Nutzlast | $q = 5,00 \text{ kN/m}^2$ (wirkt sich nicht aufs Kippen aus) |

Geometrie:

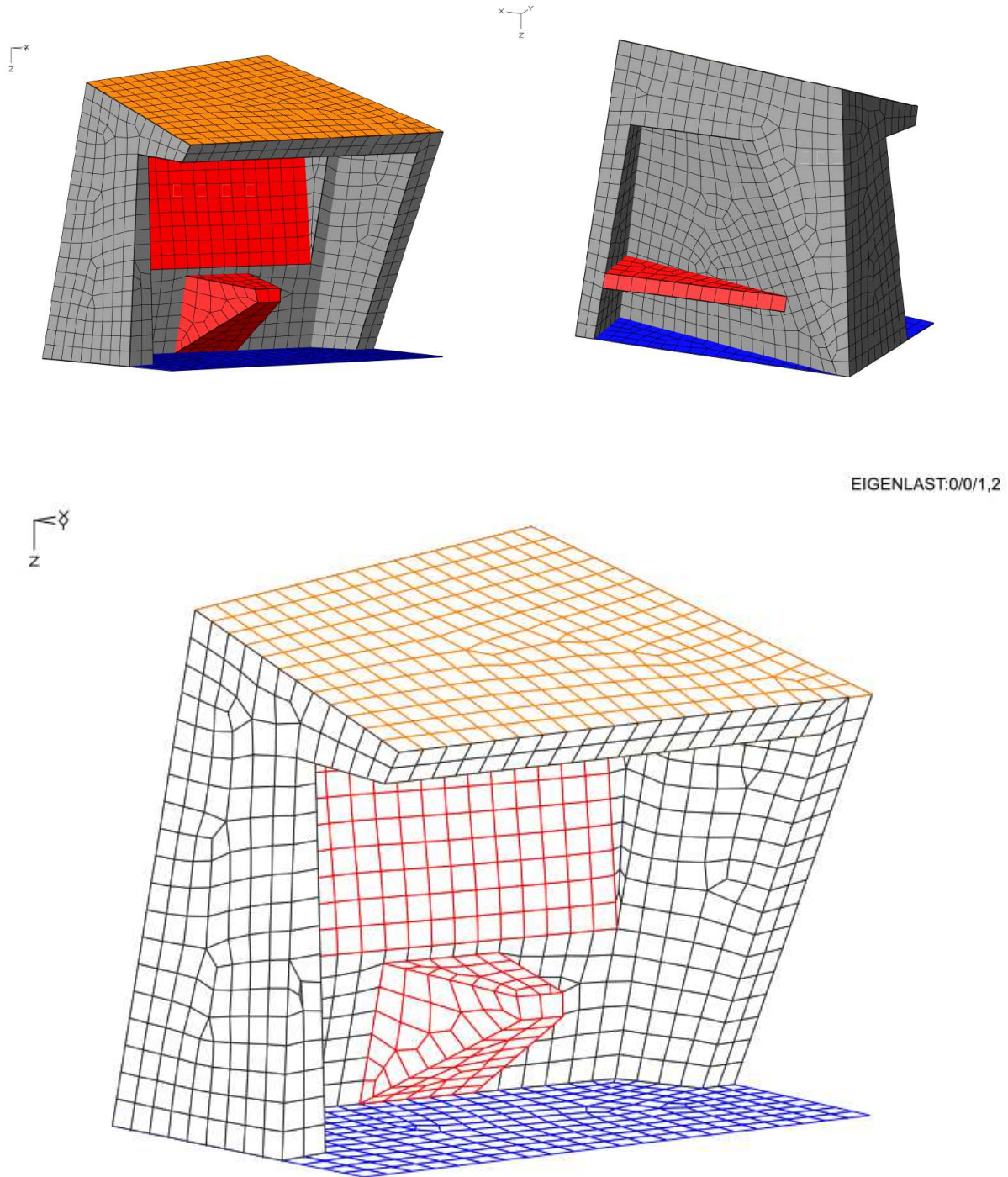
(genauere Angaben sind den Plänen LEIZA_A_ET_00_00_BB_01_01... bis ...04-AP zu entnehmen)

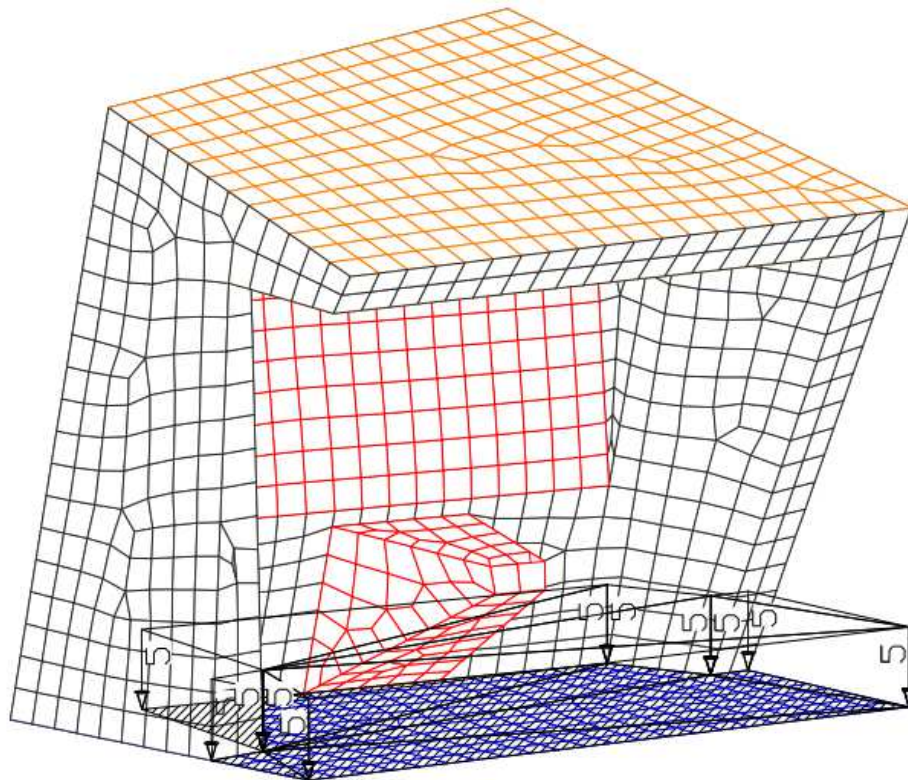




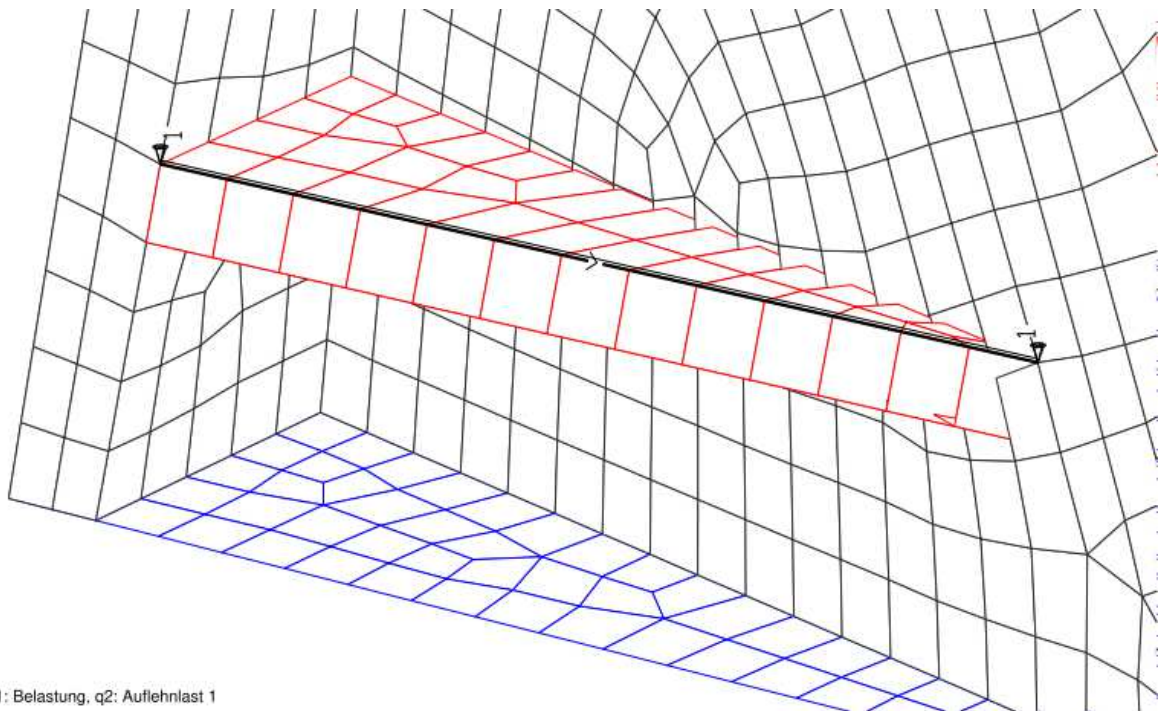


Ermittlung der Lastresultierenden mit Hilfe der Software *Infograph*:

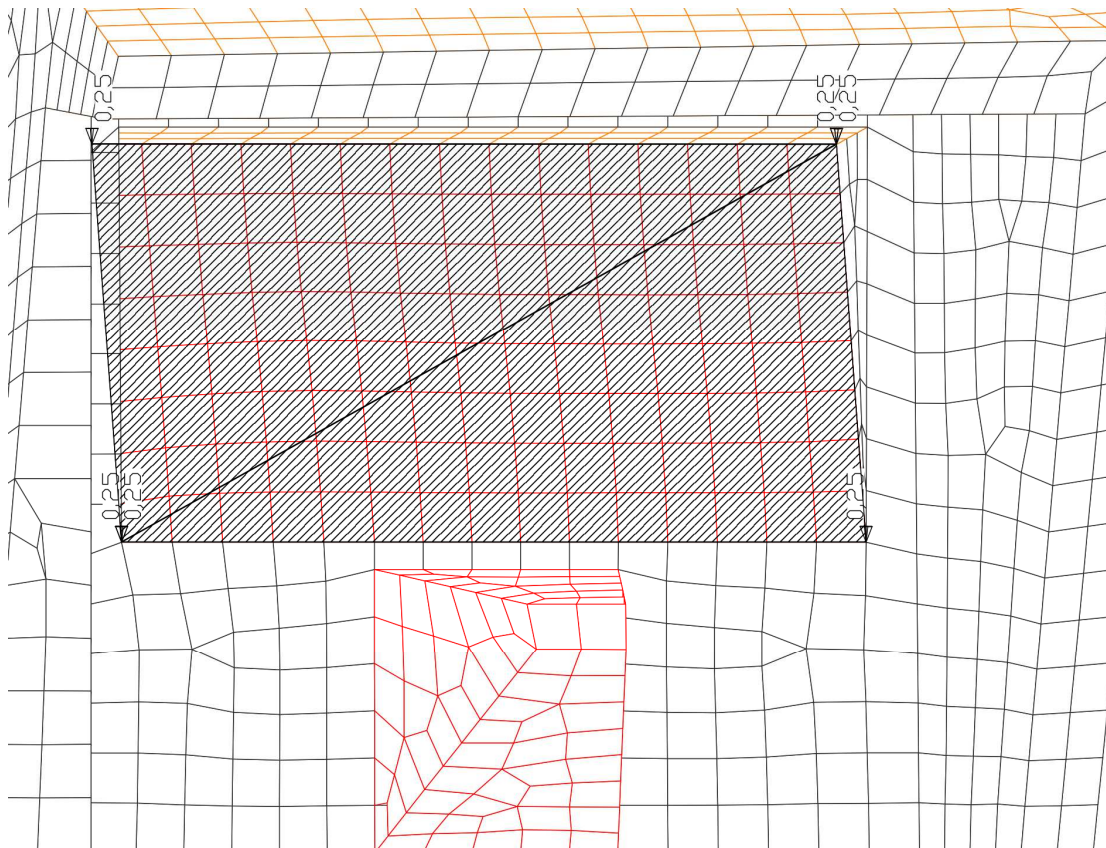
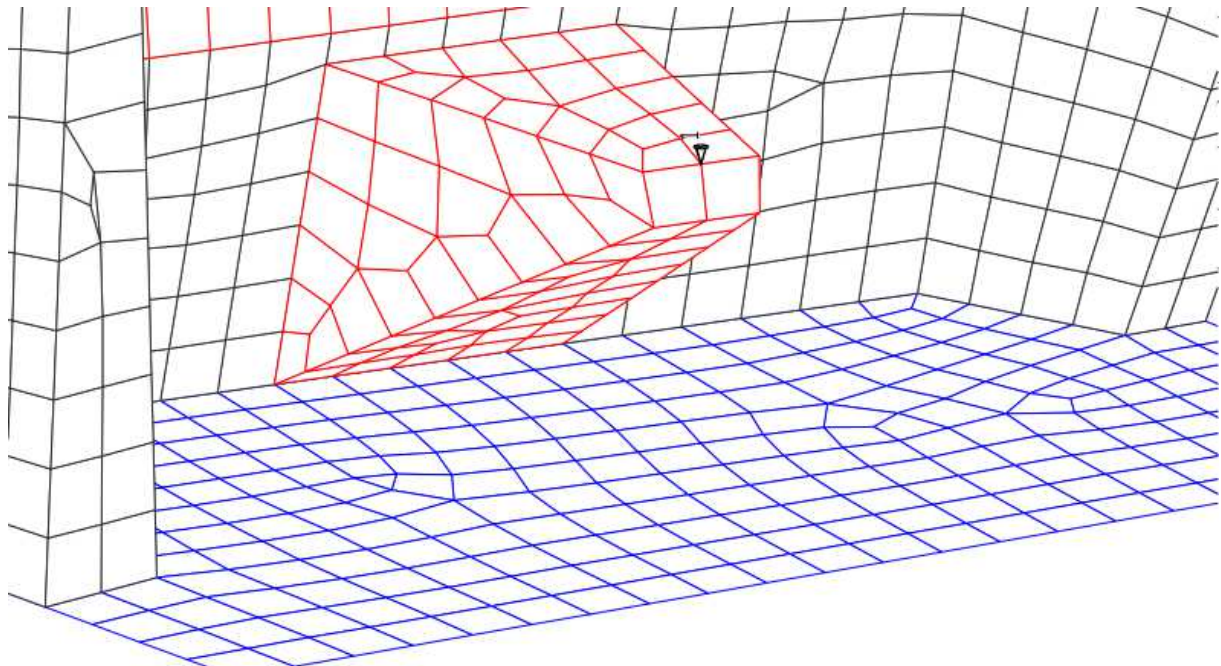


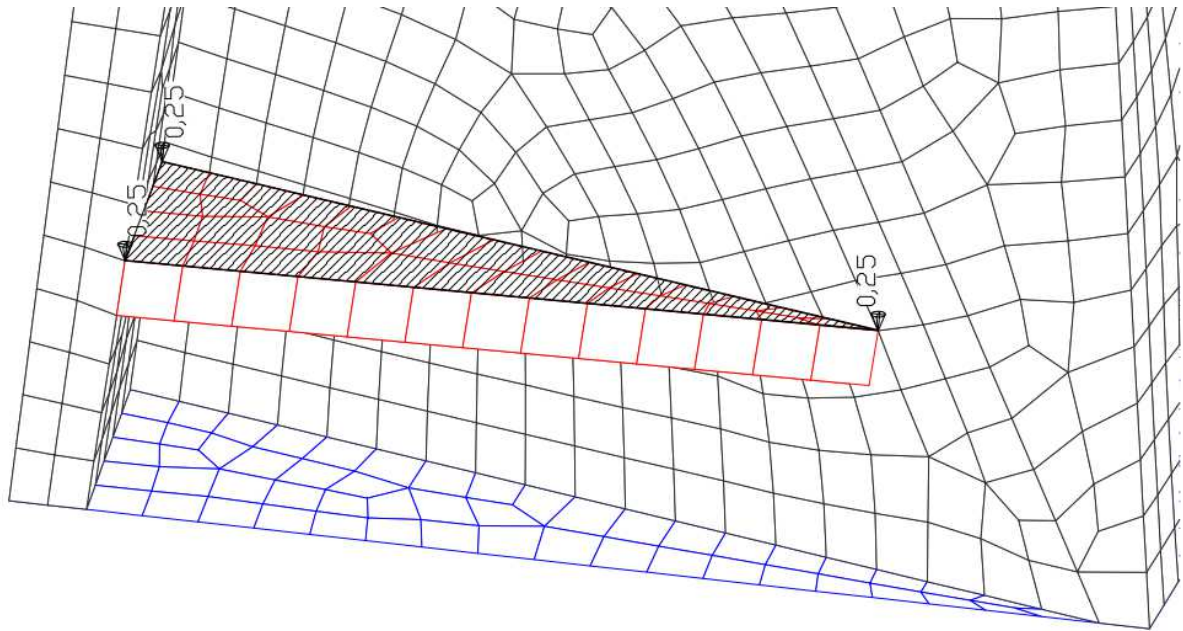


LF 100: Belastung, q_1 : Nutzlasten



LF 101: Belastung, q_2 : Auflast 1





LF 104: Belastung, q5: Installation Asym- Einbaukonsole

Querschnittswerte

1	Fläche	OSB umgerechnet Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0,0120 = 1 = 1	drillsteif
2	Fläche	OSB umgerechnet-Bettung Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0,0120 = 1 = 1	drillsteif

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer- dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]	Verschiedenes
1	1	C24	11000	690	0,00	5,000e-06	6,000	rho = 600 [kg/m³] Nutzungsstufe: 1
2	2	C24	11000	690	0,00	5,000e-06	6,000	rho = 600 [kg/m³] Nutzungsstufe: 1

Bettung

	Nr.	k _{bx}	k _{by} [MN/m³]	k _{bz}	b _x	b _y [m]	b _z
1	1	0	0	0			
2	2	10	10	10			

Die Bettung wirkt in Richtung der Achsen des lokalen Elementsystems.

Summe der aufgetragenen Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]
1	g1: Eigengewicht	-0,000	0,000	7,602
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	-0,000	7,602
100	q1: Nutzlasten	-0,000	0,000	46,306
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	0,000	46,306
101	q2: Auflast 1	-0,000	-0,000	2,693
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,001	-0,000	2,693
102	q3: Auflast 2	0,000	-0,000	1,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	-0,000	1,000
103	q4: Monitore+Installation	0,000	-0,000	1,129
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	0,000	1,129
104	q5: Installation Asym- Einbaukonsole	0,000	-0,000	0,292
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-0,000	0,292

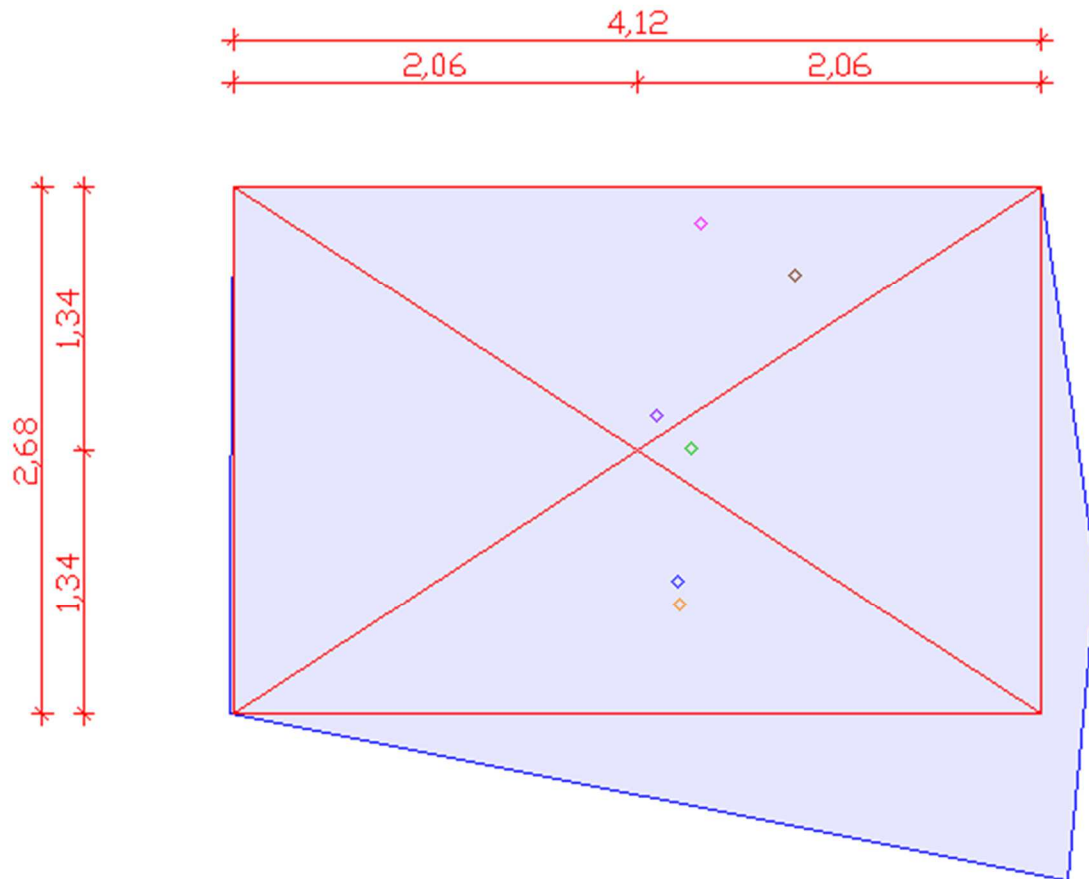
Lage der Lastresultierenden

	Lastfall	x [m]	y [m]	z [m]
1	1	-3,26	0,88	0,00
2	100	-3,33	1,56	0,00
3	101	-3,21	-0,27	0,00
4	102	-3,32	1,67	0,00

Lage der Lastresultierenden

	Lastfall	x [m]	y [m]	z [m]
5	103	-3,44	0,71	0,00
6	104	-2,73	-0,00	0,00

Zur Vereinfachung wird auf der sicheren Seite liegend nur der rote Teilbereich als Grundfläche angesetzt:



Nachweis gegen Kippen:

Oben liegendes Bild zeigt, dass die Kraftresultierende offensichtlich innerhalb der Bodenfläche liegt.

Nachweis der zulässigen Ausmittigkeit der resultierende charakteristischen Beanspruchung:

	R [kN]	G _{ed} [kN] (=G*1,0)	Q _{ed} [kN] (=Q*1,0)	e _x [m]	e _y [m]	M _{ed,x} [kNm]	M _{ed,y} [kNm]
LF1:	7,6	7,6		0,27	-0,01	2,05	-0,08
LF100:	Wird nicht berücksichtigt, Last wird direkt in die Decke eingeleitet! Keine Einwirkung bzgl. Lagesicherheit (Kippen+Gleiten)!						
LF101:	2,7		2,70	0,32	-1,16	0,86	-3,13
LF102:	1,0		1,00	0,21	0,78	0,21	0,78
LF103:	1,1		1,10	0,09	-0,18	0,10	-0,20
LF104:	0,3		0,30	0,80	-0,89	0,24	-0,27
b _x ≥	4,12 m						
b _y ≥	2,68 m						
<u>In x-Richtung:</u>							
	N _{ed,min} =	7,60 kN					
nur G:	M _{ed,x,max} =	2,05 kNm					
	e_x = M/N =	0,27 m		<	b/6 =	0,69 m	
G+Q:	M _{ed,x} =	3,47 kNm					
	e_x = M/N =	0,46 m		<	b/3 =	1,37 m	
				<	b/6 =	0,69 m	
<u>In y-Richtung:</u>							
	N _{ed,min} =	7,60 kN					
nur G:	M _{ed,y,max} =	-0,08 kNm					
	e_y = M/N	0,01 m		<	b/6 =	0,45 m	
G+Q:	M _{ed,y} =	-3,67 kNm (LF102 nicht berücksichtigt, da günstig wirkend)					
	e_y = M/N	0,48 m		<	b/3 =	0,89 m	
				≈	b/6 =	0,45 m	
<u>Nachweis für zweiachsige Ausmittigkeit:</u>							
nur G:	e _x /b _x + e _y /b _y =		0,07	< 1/6 =	0,17		
G+Q:	(e _x /b _x) ² + (e _y /b _y) ² =		0,04	< 1/9 =	0,11		

Die oben geführten Nachweise zeigen, dass eine ausreichende Plausibilität nachgewiesen werden kann. Die Elemente können wie skizziert geplant und ausgeführt werden. Alle weiteren Nachweise und Dimensionierungen kommen vom AN.

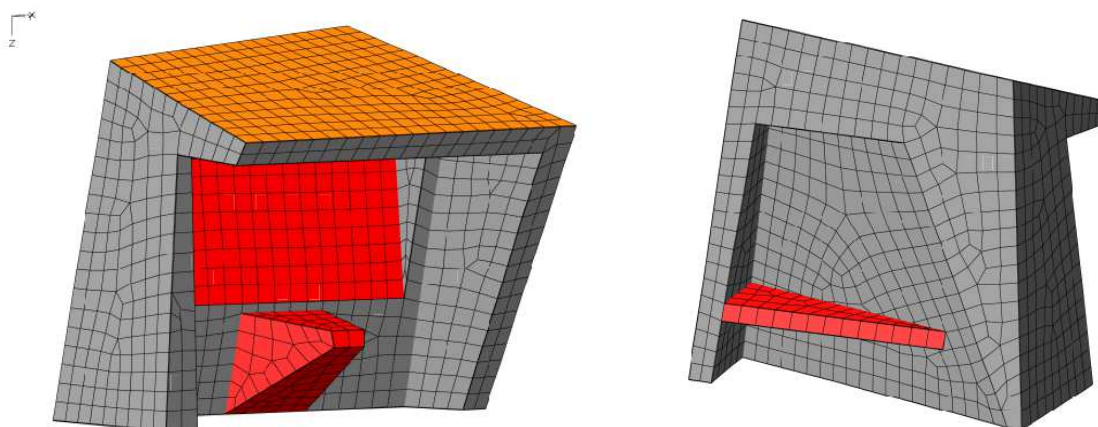
Pos. SB.4 Begehbares Bauelement im 2.OG (Prolog)

– ohne tragenden Boden (z.B. 2mm PU-Bodenbelag)



Annahmen, Anmerkungen etc. analog zu Pos. SB.3, nur wird hier der Boden nicht mit angesetzt, da es sich laut Architekt nur um einen 2mm starken PU-Bodenbelag handelt.

Genauere Berechnungen sind durch den AN möglich, wenn die genaue Konstruktion bekannt ist.



Querschnittswerte

1	Fläche	OSB umgerechnet Elementdicke [m] $dz = 0,0120$ Orthotropie $dzy/dz = 1$ E-Modul Platte/Scheibe $= 1$	drillsteif
2	Fläche	OSB umgerechnet-Bettung Elementdicke [m] $dz = 0,0120$ Orthotropie $dzy/dz = 1$ E-Modul Platte/Scheibe $= 1$	drillsteif

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m ²]	G-Modul [MN/m ²]	Quer- dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m ³]	Verschiedenes
1	1	C24	11000	690	0,00	5,000e-06	6,000	rho = 600 [kg/m ³] Nutzungs-kategorie: 1
2	2	C24	11000	690	0,00	5,000e-06	6,000	rho = 600 [kg/m ³] Nutzungs-kategorie: 1

Bettung

	Nr.	kbx	kby [MN/m ³]	kbz	bx	by [m]	bz
1	1	0	0	0			
2	2	10	10	10			

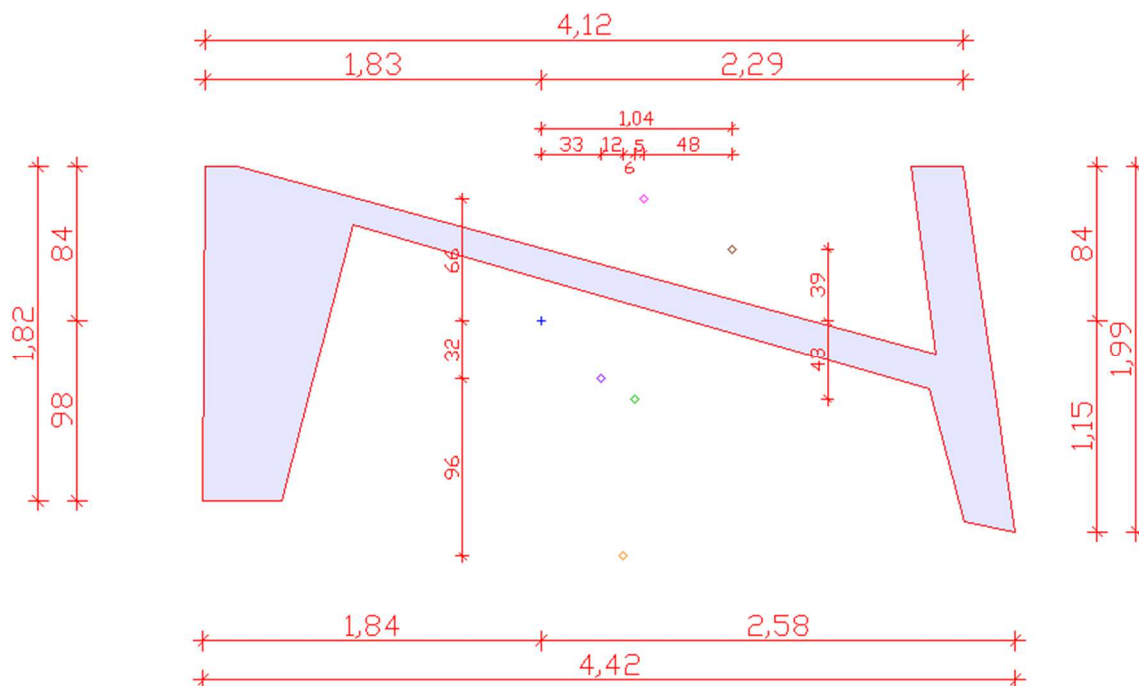
Die Bettung wirkt in Richtung der Achsen des lokalen Elementsystems.

Summe der aufgetragenen Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	g1: Eigengewicht	-0,000	0,000	6,640
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-0,000	6,640
101	q2: Auflast 1	0,000	-0,000	2,693
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,001	-0,001	2,693
102	q3: Auflast 2	0,000	-0,000	1,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	0,000	1,000
103	q4: Monitore+Installation	-0,000	0,000	1,129
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	0,000	1,129
104	q5: Installation Asym- Einbaukonsole	0,000	-0,000	0,292
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-0,000	0,292

Lage der Lastresultierenden

	Lastfall	x [m]	y [m]	z [m]
1	1	-3,26	0,82	0,00
2	101	-3,21	-0,27	0,00
3	102	-3,32	1,67	0,00
4	103	-3,44	0,71	0,00
5	104	-2,73	-0,00	0,00



Nachweis gegen Kippen:

Oben liegendes Bild zeigt, dass die Kraftresultierende offensichtlich innerhalb der Bodenfläche liegt.

Nachweis der zulässigen Ausmittigkeit der resultierende charakteristischen Beanspruchung:

	R [kN]	G _{ed} [kN] (=G*1,0)	Q _{ed} [kN] (=Q*1,0)	e _x [m]	e _y [m]	M _{ed,x} [kNm]	M _{ed,y} [kNm]
LF1:	6,6	6,6		0,51	0,43	3,37	2,84
LF101:	2,7		2,70	0,56	-0,66	1,51	-1,78
LF102:	1,0		1,00	0,45	1,28	0,45	1,28
LF103:	1,1		1,10	0,33	0,32	0,36	0,35
LF104:	0,3		0,30	1,04	-0,39	0,31	-0,12
b _x ≥	4,12 m						
b _y ≥	1,82 m						
<u>In x-Richtung:</u>							
	N _{ed,min} =	6,60 kN					
nur G:	M _{ed,x,max} =	3,37 kNm					
	e_x = M/N =	0,51 m		<	b/6 =	0,69 m	
G+Q:	M _{ed,x} =	6,00 kNm					
	e_x = M/N =	0,91 m		<	b/3 =	1,37 m	
				>	b/6 =	0,69 m	
<u>In +y-Richtung:</u>							
	N _{ed,min} =	6,60 kN					
nur G:	M _{ed,y,max} =	2,84 kNm					
	e_y = M/N	0,43 m		>	b/6 =	0,30 m	
G+Q:	M _{ed,y} =	4,47 kNm	(LF101+104 nicht berücksichtigt, da günstig wirkend)				
	e_y = M/N	0,68 m		>	b/3 =	0,61 m	
				>	b/6 =	0,30 m	
<u>In -y-Richtung:</u>							
	N _{ed} =	6,60 kN					
nur G:	M _{ed,y} =	2,84 kNm					
	e_y = M/N	0,43 m		>	b/6 =	0,30 m	
G+Q:	M _{ed,y} =	0,94 kNm	(LF101+104+L1.min berücksichtigt)				
	e_y = M/N	0,14 m		<	b/3 =	0,61 m	
				<	b/6 =	0,30 m	
<u>Nachweis für zweiachsige Ausmittigkeit:</u>							
nur G:	e _x /b _x + e _y /b _y =		0,36	> 1/6 =	0,17		
G+Q:	(e _x /b _x) ² + (e _y /b _y) ² =		0,19	> 1/9 =	0,11		
G-Q:	(e _x /b _x) ² + (e _y /b _y) ² =		0,05	< 1/9 =	0,11		

Der Nachweis gegen Kippen ist ohne weitere Maßnahmen nicht eingehalten!

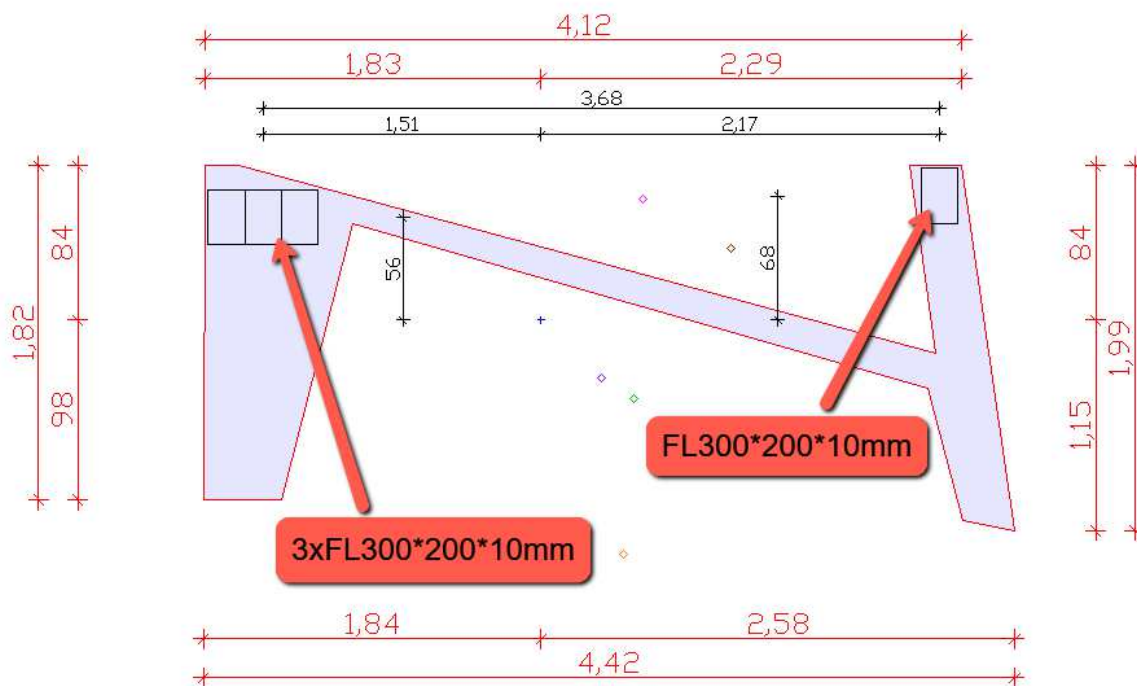
Mögliche Gegenmaßnahmen:

- Gegenballastierung

Unten stehend erfolgt eine beispielhafte Ermittlung der Gegengewichte unter den getroffenen Annahmen. Dies gilt es auf die endgültig gegebenen Randbedingungen anzupassen.

Die endgültige Ermittlung der Gewichte/Ballaste obliegt dem AN, welcher die Elemente bemisst und ausführt.

Beispielermittlung Gegengewichte:



Angesetzt werden Stahlplatten (siehe Skizze) jeweils am oberen Rand der Standfüße um ein möglichst großes Gegenmoment zu erzeugen.

Beachte: Dies ist nur eine beispielhafte Bemessung der Ballaste. Je nach Geometrie und tatsächlicher Konstruktion (Eigenlasten) können die Gewichte auch variieren. Wie bereits erwähnt sind die Ballaste abschließend durch den AN zu bemessen!

	R [kN]	G _{ed} [kN] (=G*1,0)	Q _{ed} [kN] (=Q*1,0)	e _x [m]	e _y [m]	M _{ed,x} [kNm]	M _{ed,y} [kNm]
LF1:	6,6	6,6		0,51	0,43	3,37	2,84
Ballast links:	1,41	1,41		-1,51	-0,56	-2,13	-0,79
Ballast rechts:	0,47	0,47		2,17	-0,68	1,02	-0,32
LF101:	2,7		2,70	0,56	-0,66	1,51	-1,78
LF102:	1,0		1,00	0,45	1,28	0,45	1,28
LF103:	1,1		1,10	0,33	0,32	0,36	0,35
LF104:	0,3		0,30	1,04	-0,39	0,31	-0,12
b _x ≥	4,12 m						
b _y ≥	1,82 m						
<u>In x-Richtung:</u>							
	N _{ed} =	8,48 kN					
nur G:	M _{ed,x} =	2,25 kNm					
	e_x = M/N	0,27 m		<	b/6 =	0,69 m	
G+Q:	M _{ed,x} =	4,89 kNm					(LF101+104 nicht berücksichtigt, da günstig wirkend)
	e_x = M/N	0,58 m		<	b/3 =	0,90 m	
				>	b/6 =	0,45 m	
<u>In -y-Richtung:</u>							
	N _{ed} =	8,48 kN					
nur G:	M _{ed,y} =	1,73 kNm					
	e_y = M/N	0,20 m		<	b/6 =	0,30 m	
G+Q:	M _{ed,y} =	3,36 kNm					(LF101+104 nicht berücksichtigt, da günstig wirkend)
	e_y = M/N	0,40 m		<	b/3 =	0,61 m	
				>	b/6 =	0,30 m	
<u>In -y-Richtung:</u>							
	N _{ed} =	8,48 kN					
nur G:	M _{ed,y} =	1,73 kNm					
	e_y = M/N	0,20 m		<	b/6 =	0,30 m	
G+Q:	M _{ed,y} =	-0,17 kNm					(LF101+104+L1.min berücksichtigt)
	e_y = M/N	-0,02 m		<	b/3 =	0,61 m	
				<	b/6 =	0,30 m	
<u>Nachweis für zweiachsige Ausmittigkeit:</u>							
nur G:	e _x /b _x + e _y /b _y =		0,18	≈ 1/6 =	0,17		
G+Q:	(e _x /b _x) ² + (e _y /b _y) ² =		0,07	< 1/9 =	0,11		
G-Q:	(e _x /b _x) ² + (e _y /b _y) ² =		0,02	< 1/9 =	0,11		



Fazit:

Durch die verschiedenen Geometrien der begehbaren Bauelemente lässt sich das Ergebnis nicht auf alle Elemente ableiten. Generell kann jedoch angemerkt werden, dass bei das Kippen der Elemente in manchen Fällen durch Gegengewichte verhindert werden muss.

Dies gilt es bei der endgültigen Bemessung der Elemente durch den AN zu beachten. Eine genaue Angabe der Gegengewicht ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, da die uns die genaue Konstruktion nicht bekannt ist. Unsere Berechnungen basieren auf den oben getroffenen Annahmen. Es ist klar festzuhalten, dass es sich hierbei nur um eine Plausibilitätskontrolle handelt und die Ergebnisse je nach Konstruktion von unseren Berechnungen abweichen können.

Für den AN ist eine Dimensionierung der Unterkonstruktion inkl. der statischen Bemessung der Elemente einschließlich möglicher Ballastermittlungen auszuschreiben.