

Inhaltsverzeichnis

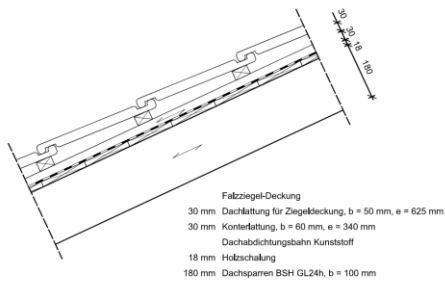
1	Lastzusammenstellung (Aufgabe II)	3
1.1	Eigengewicht	3
1.2	Verkehrslasten	7
1.2.1	Schneelasten.....	7
1.2.2	Windlasten.....	7
1.2.3	Nutzlasten.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2	Vertikale Lastweiterleitung (Aufgabe III).....	14
2.1	Beschreibung der statischen Grundkonzeption.....	14
2.2	Zusammenstellung des Lastflusses (grafisch)	18
2.3	Berechnung der charakteristischen Belastungen auf den Baugrund unter Pos. -110.....	19
2.4	Berechnung der maßgebenden Bemessungslast für Pos. -110	19
3	Horizontale Lastweiterleitung	21

1 Lastzusammenstellung (Aufgabe II)

1.1 Eigengewicht

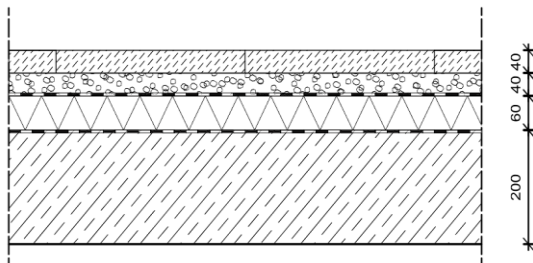
-Dach

Dach



DICKE	Baustoff	Eigenlast
	Falzziegel-Deckung	0,55 kN/m ²
30 mm	Dachlattung für Ziegeldeckung,	$5,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,03 \text{ m} \cdot 0,05 \text{ m} / 0,625 \text{ m} = 0,012 \text{ kN/m}^2$
30 mm	Konterlattung	$5,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,03 \text{ m} \cdot 0,06 \text{ m} / 0,340 \text{ m} = 0,026 \text{ kN/m}^2$
	Dachabdichtungsbahn Kunststoff	0.07 kN/m ²
18 mm	Holzschalung	$5,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,018 \text{ m} = 0.09 \text{ kN/m}^2$
180 mm	Dachsparren BSH GL24h	$3,7 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,18 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} / 0,69 \text{ m} = 0.097 \text{ kN/m}^2$
	Summe je m ² Dachfläche	0.845 kN/m ²
	Summe je m ² Grundfläche	$0.845 \text{ kN} / \cos(25^\circ) = 0.93 \text{ kN/m}^2$

-Decke über Erdgeschoss

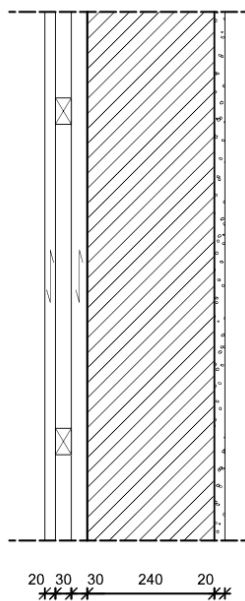


40 mm Betonsteinplatten
40 mm Splittbett
Bitumen-Dachabdichtung, 2-lagig + Ausgleichsschicht
60 mm Druckfeste XPS-Dämmung
Wurzelfeste Dampfsperre
200 mm Stahlbetonplatte

DICKE	Baustoff	Eigenlast
40 mm	Betonsteinplatten	$0.24 \text{ KN/m}^2 / \text{cm}^2 \cdot 0,4 \text{ cm} = 0,096 \text{ KN/m}^2$
40 mm	Splittbett	1 KN/m^2
	Bitumen-Dachabdichtung, 2lagig + Ausgleichsschicht	$0,06 \cdot 2 \text{ KN/m}^2 + 0.03 \text{ KN/m}^2 = 0.15 \text{ KN/m}^2$
60 mm	Druckfeste XPS-Dämmung	$0.5 \text{ KN/m}^3 \cdot 0,06 \text{ m} = 0.03 \text{ KN/m}^2$
	Wurzelfeste Dampfsperre	0.07 KN/m^2

200 mm	Stahlbetonplatte	$25\text{KN/m}^3 \cdot 0,2\text{m} = 5\text{ KN/m}^2$
	Summe je m ² Grundfläche	6.346 KN/m ²

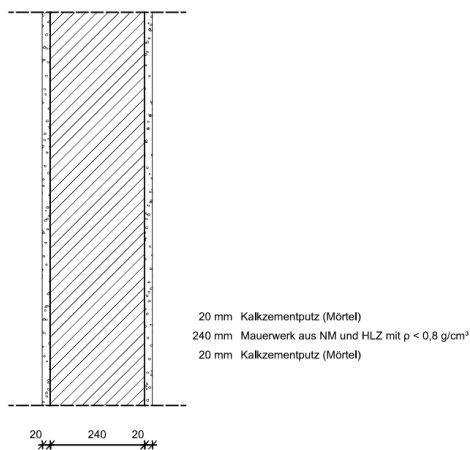
- Außenwand Erdgeschoss:



DICKE	Baustoff	Eigenlast
20 mm	Holzfassade	$5,0\text{ kN/m}^3 \cdot 0,020\text{m} = 0.1\text{ KN/m}^2$
30 mm	Traglattung	$5,0\text{ kN/m}^3 \cdot 0,03\text{m} \cdot 0.05/0.625 = 0.012\text{ KN/m}^2$
30 mm	Lattung für Hinterlüftung	$5,0\text{ kN/m}^3 \cdot 0,03\text{m} \cdot 0.05/0.625 = 0.012\text{ KN/m}^2$

240 mm	Mauerwerk aus NM und HLZ mit $\rho < 0,8 \text{ g/cm}^3$	$9,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,240 \text{ m} = 2,16 \text{ kN/m}^2$
20 mm	kalkzementputz (Mörtel)	0.40 kN/m^2
	Summe je m^2 Grundfläche	2.684 kN/m^2

- Innenwand Erdgeschoss:



DICKE	Baustoff	Eigenlast
20 mm	Kalkzementputz (Mörtel)	0.40 kN/m^2

240 mm	Mauerwerk aus NM und HLZ mit $p < 0.8$ g/cm³	$9,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,240 \text{ m} = 2,16 \text{ kN/m}^2$
20mm	Kalkzementputz (Mörtel)	0.40 kN/m^2
	Summe je m ² Grundfläche	2.96 kN/m²

1.2 Verkehrslasten

1.2.1 Schneelasten

Schneelasten gemäß DIN EN 1991-1-3:2010-12 und DIN EN 1991-1-3/NA:2010-12 Dachüberhang wird in den folgenden Berechnungen vernachlässigt.

Ort: **Miltenberg** => Geländehöhe A = **129 m**., **NN** => Schneelastzone: 2

anzusetzende Schneelast auf den Boden:

$$s_{k,\text{Boden}} = 0,25 + 1,91 \cdot ((129 + 140) / 760)^2 \text{ kN/m}^2 = 0,489 \text{ kN/m}^2 < 0,85 \text{ kN/m}^2$$

anzusetzende Schneelast auf das Dach:

Dachneigung $\alpha = 25^\circ$

$$s_{k,25^\circ} = 0,8 \cdot 0,85 = 0,68 \text{ kN/m}^2$$

1.2.2 Windlasten

Um Dach zur vereinfachen wir haben angenommen das Dach als Satteldach

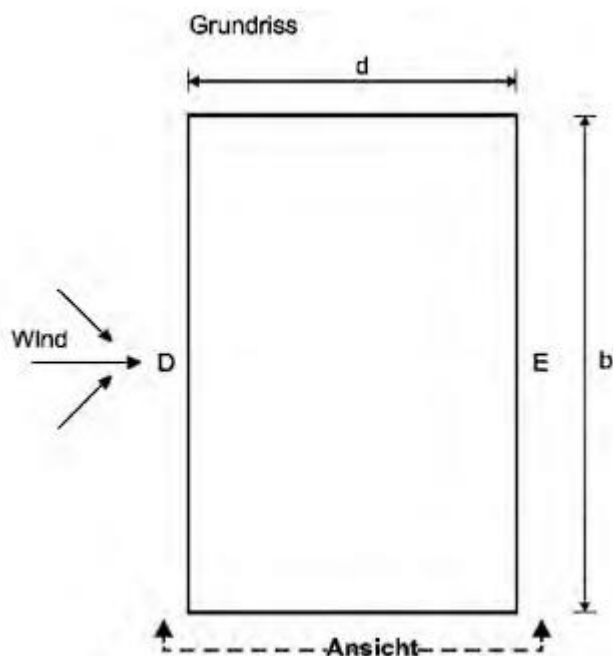
Windlasten gemäß DIN EN 1991-1-4:2010-12 und DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 Projekt- Gebäudemaße: X = **12,21 m**, Y = **9,63m**

Windzone: 1 → Binnenland $h = 5,6 \text{ m} \rightarrow \text{Gebäudehöhe} < 10 \text{ m} \Rightarrow \text{vereinfachter Geschwindigkeitsdruck } q_p = 0,50 \text{ kN/m}^2$

Wandflächen ohne Balkon sind stets größer als $10 \text{ m}^2 \rightarrow c_{pe,10}$ -Wert ist maßgebend

Die jeweiligen Windlasten w_k ergeben sich durch die Multiplikation des Außendruckbeiwerts c_{pe} mit dem vereinfachten Geschwindigkeitsdruck $q_p \rightarrow c_{pe} \cdot q_p = w_k [\text{kN/m}^2]$

Wind-Nord-Richtung:



Wind auf das Wand:

$E = b \text{ oder } 2h$, Der kleinere wert ist maßgebend

$D = 9,63 \text{ m}$

$B = 12,21 \text{ m}$

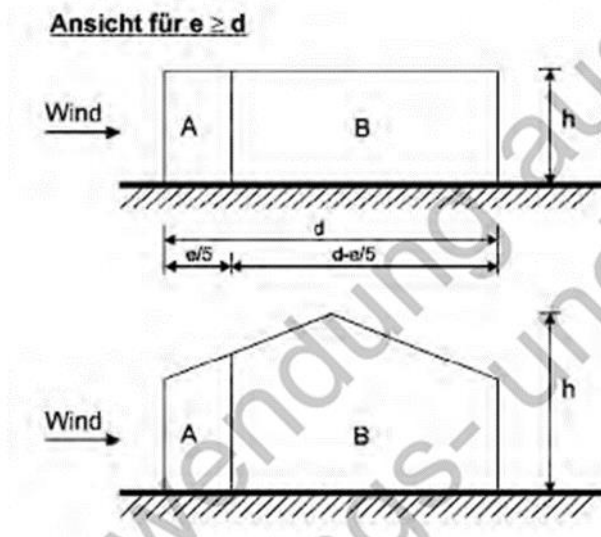
$H = 5,83 \text{ m}$

$\Rightarrow E = 11,66 \text{ m}$

$h = 5,83 \text{ m} \leq b = 9,63 \text{ m} \rightarrow q(h) \text{ über Wandhöhe konstant}$

Wandflächen sind stets größer als $10 \text{ m}^2 \rightarrow c_{pe,10}$ -Wert ist maßgebend

$h / d = 5,83 / 9.63 = 0,6$ Werte dürfen linear interpoliert werden.



Bereich	Cpe,10-Wert [-]	Windlast Wk [kN/m ²]
A	-1.2	-0.6
B	-0.8	-0.4
D	0.75	0.375
E	-0.4	-0.2

WIND AUF DAS DACH:

$E = b$ oder $2h$,Der kleinere wert ist maßgebend

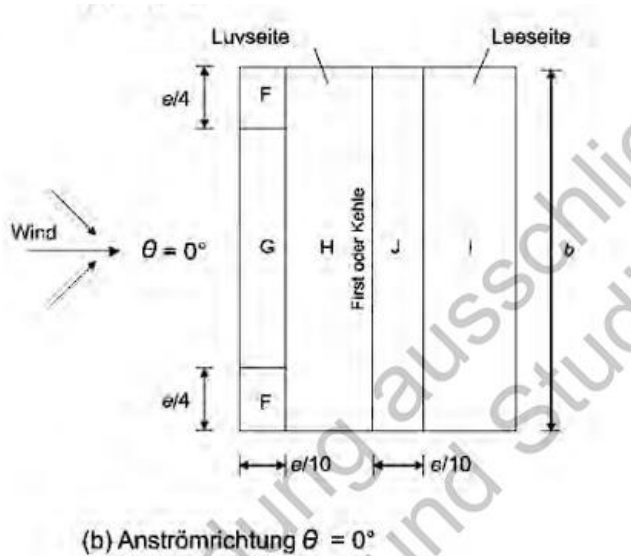
$D = 10,31m$

$H = 5,83m$

$$B=0.69 \cdot 19=13,11\text{m}$$

Dachneigung: 25° (in Grad) Werte dürfen linear interpoliert werden

$$E=11.66\text{m}$$



Bereich	Sog		Druck	
	Cpe,10-Wert [-]	Wk [kN/m ²]	Cpe,10-Wert [-]	Wk [kN/m ²]
F	-0.6	-0.3	0.5	0.25
G	-0.6	-0.3	0.5	0,25
H	-0.23	-0.115	0.33	0.165
I	-0.4	-0.2	0	0
J	-0.67	-0.335	0	0

Wind-West-Richtung:

WIND AUF DAS WAND:

$E = b$ oder $2h$, Der kleinere wert ist maßgebend

$D = 12,21\text{m}$

$B = 9.63\text{ m}$

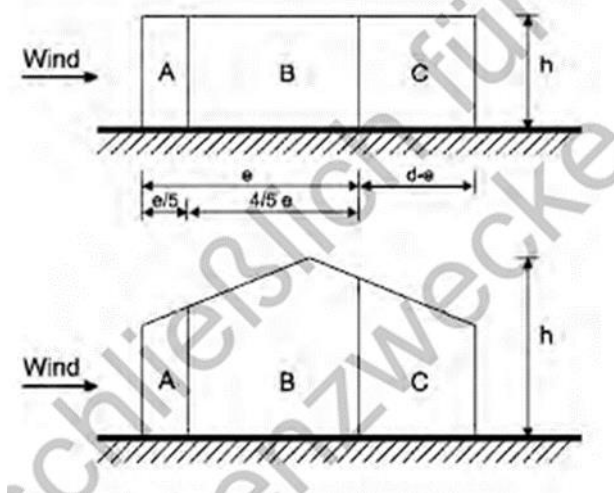
$h = 5,83\text{m} \leq b = 9.63\text{m} \rightarrow q(h)$ über Wandhöhe konstant

Wandflächen sind stets größer als $10\text{ m}^2 \rightarrow c_{pe,10}$ -Wert ist maßgebend

$h / d = 5,83 / 12,21 = 0,48$ Werte dürfen linear interpoliert werden.

$\Rightarrow E = 11,66\text{m}$.

Ansicht für $e < d$



Bereich	$c_{pe,10}$ -Wert [-]	Windlast W_k [kN/m ²]
A	-1,2	-0,6
B	-0,8	-0,4

D	0,73	0,365
E	-0,36	-0,18

WIND AUF DAS DACH:

$E = b$ oder $2h$, Der kleinere wert ist maßgebend

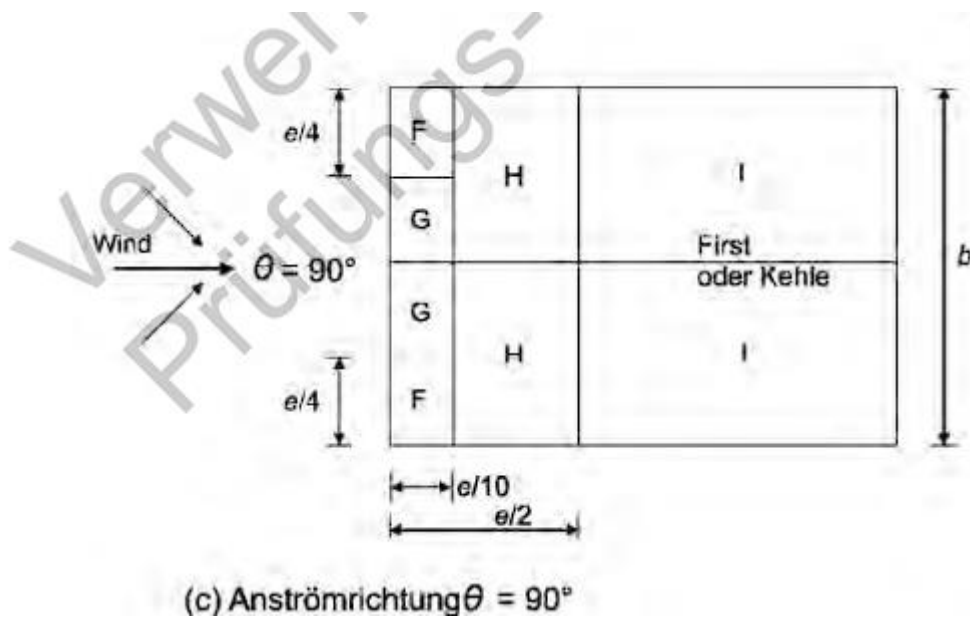
$$d = 0.69 \cdot 19 = 13,11\text{m}$$

$$H = 5,83\text{m}$$

$$b = 10,31\text{m}$$

Dachneigung: 25° (in Grad) Werte dürfen linear interpoliert werden

$$E = 10.31\text{m}$$



Bereich	$C_{pe,10}$ -Wert [-]	W_k [kN/m ²]

F	-1.2	-0.6
G	-1.4	-0.7
H	-0.7	-0.35
I	-0.5	-0.25

1.2.3 Nutzlast

Betreff	Nutzlast q_k [kN/m ²]
Massivbaudecke	1,5 kN/m ²
Balkon	4,0 kN/m ²
Lagerfläche	2 kN/m ²
Verkehrs-und Parkflächen für leichte Fahrzeuge	3 kN/m ²

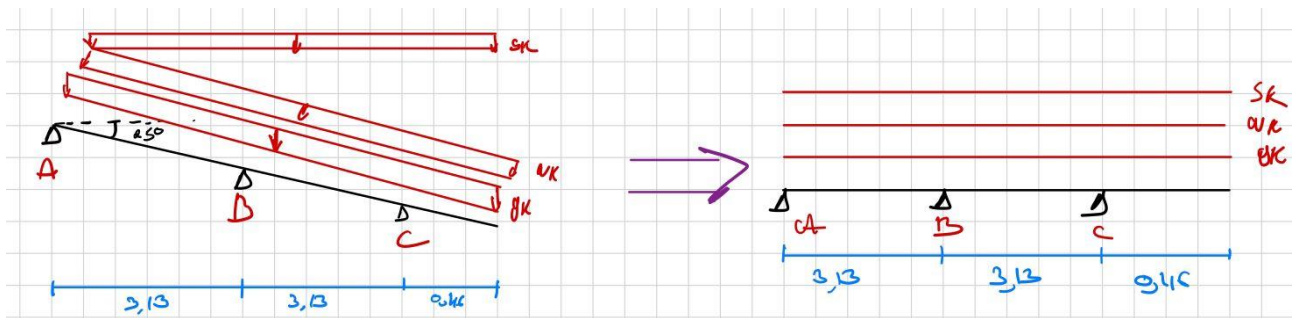
2 Vertikale Lastweiterleitung (Aufgabe III)

Zur Vereinfachung nehmen wir eine konstanten Windlast über die gesamte Dachfläche aus.

2.1 Beschreibung der statischen Grundkonzeption

-Sparren:

-Statisches System:



Ermittlung der Lasten

$$g_k'' = 0,93 \cdot 0,69 = 0,6417 \text{ kN/m}$$

$$w_k'' = w_k / \cos(25) \cdot 0,69 = 0,25 / \cos(25) \cdot 0,69 = 0,21 \text{ kN/m}$$

$$s_k = 0,68 \cdot 0,69 = 0,4692 \text{ kN/m}$$

. Ermittlung der Auflagerkräfte (Schneider: 4.4 - 4.12)

Im Rahmen der Übung werden immer alle Lasten voll angesetzt. Eine feldweise Betrachtung erfolgt erst bei der genauen Bemessung der Bauteile. Rechnung mit $r = 1 \text{ kN/m}$, um die Faktoren für die Auflagerkräfte zu ermitteln.

$$M_A = 0$$

$$M_C = -1 \text{ kN/m} \cdot 0,46^2 \text{ m}^2 / 2 = -0,1058 \text{ kNm}$$

$$V_{CR} = 1 \text{ kN/m} \cdot 0,46 \text{ m} = 0,46 \text{ kN}$$

$$\gamma = 3,13 \text{ m} / 3,13 \text{ m} = 1$$

$$\Delta M_b = -(-0,1058) / 4 = 0,02645 \text{ kNm}$$

$$Mb = -(1 \text{ kN/m} \cdot 3,13^3 \text{ m}^3 + 1 \text{ kN/m} \cdot 3,13^3 \text{ m}^3) / 8 \cdot (3,13 + 3,13) + \Delta Mb = -1.225 + 0,02645 = -1.2 \text{ kNm}$$

$$A = (1 \text{ kN/m} \cdot 3,13 \text{ m}) / 2 + (-1.2 \text{ kNm}) / 3,13 \text{ m} = 1,2 \text{ kN}$$

$$B = (1 \text{ kN/m} \cdot 3,13 \text{ m}) / 2 + (1 \text{ kN/m} \cdot 3,13 \text{ m}) / 2 + (0 - (-1,2 \text{ kNm})) / 3,13 \text{ m} + ((-0,1058) - (-1,2 \text{ kNm})) / 3,13 \text{ m} = 3,5 \text{ kN}$$

$$C = 1 \text{ kN/m} \cdot 0,46 \text{ m} + 1 \text{ kN/m} \cdot 3,13 \text{ m} / 2 + 1 \text{ kN/m} \cdot 0,46^2 \text{ m}^2 / 2 \cdot 3,13 \text{ m} + (-1,2 \text{ kNm}) / 3,13 \text{ m} = 1,7 \text{ kN}$$

Da die Berechnungen mit 1 kN/m durchgeführt wurden müssen nun die benötigten Kräfte noch mit den jeweiligen Lasten multipliziert werden. Daraus folgt:

$$C_{gk} = 1,7 \text{ kN} \cdot 0,6417 = 1,1 \text{ kN}$$

$$C_{wk} = 1,7 \text{ kN} \cdot 0,21 = 0,347 \text{ kN}$$

$$C_{sk} = 1,7 \text{ kN} \cdot 0,4692 = 0,8 \text{ kN}$$

Fußpfette:

Die Fußpfette kann als ein Balken mit unendlichen vielen Auflagern betrachtet werden.

Ermittlung der Lasten:

$$\text{Eigenlast } F_{gk} = 1,1 \text{ kN} / 0,69 + 5 \text{ kN} / \text{m}^3 \cdot 0,16 \text{ m} \cdot 0,12 \text{ m} = 6,87 \text{ kN}$$

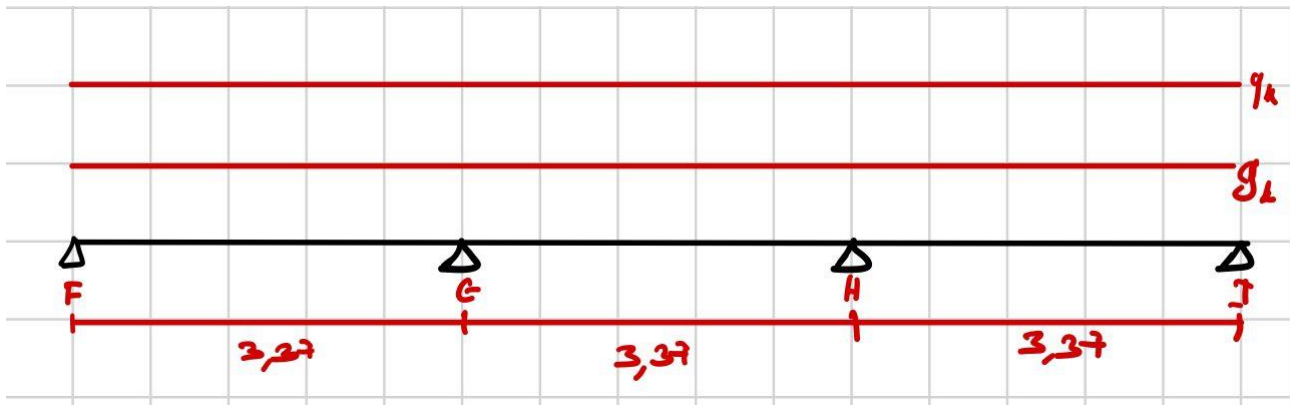
$$\text{Schneelast } F_{sk} = 0,8 \text{ kN} / 0,69 \text{ m} = 1,16 \text{ kN}$$

$$\text{Windlast } F_{wk} = 0,347 \text{ kN} / 0,69 \text{ m} = 0,5 \text{ kN}$$

Lasten aus dem Dachgeschoss:

– Decke über EG:

Statisches System



Ermittlung der Lasten (bezogen auf 1 Meter breiten Deckenstreifen)

$$g_k = 6.346 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 3,5 + 4 = 7,5 \text{ kN/m (Nutzlast(Lagerfläche+ massivbaudecke))}$$

Ermittlung der Auflagerkräfte :

$$I_{gk} = 0,4 \cdot 3,37 \cdot 6,346 = 8,55 \text{ KN/m}$$

$$I_{qk} = 0,4 \cdot 3,37 \cdot 7,5 = 10,11 \text{ KN/m}$$

Lasten aus dem Erdgeschoss:

-Wand:

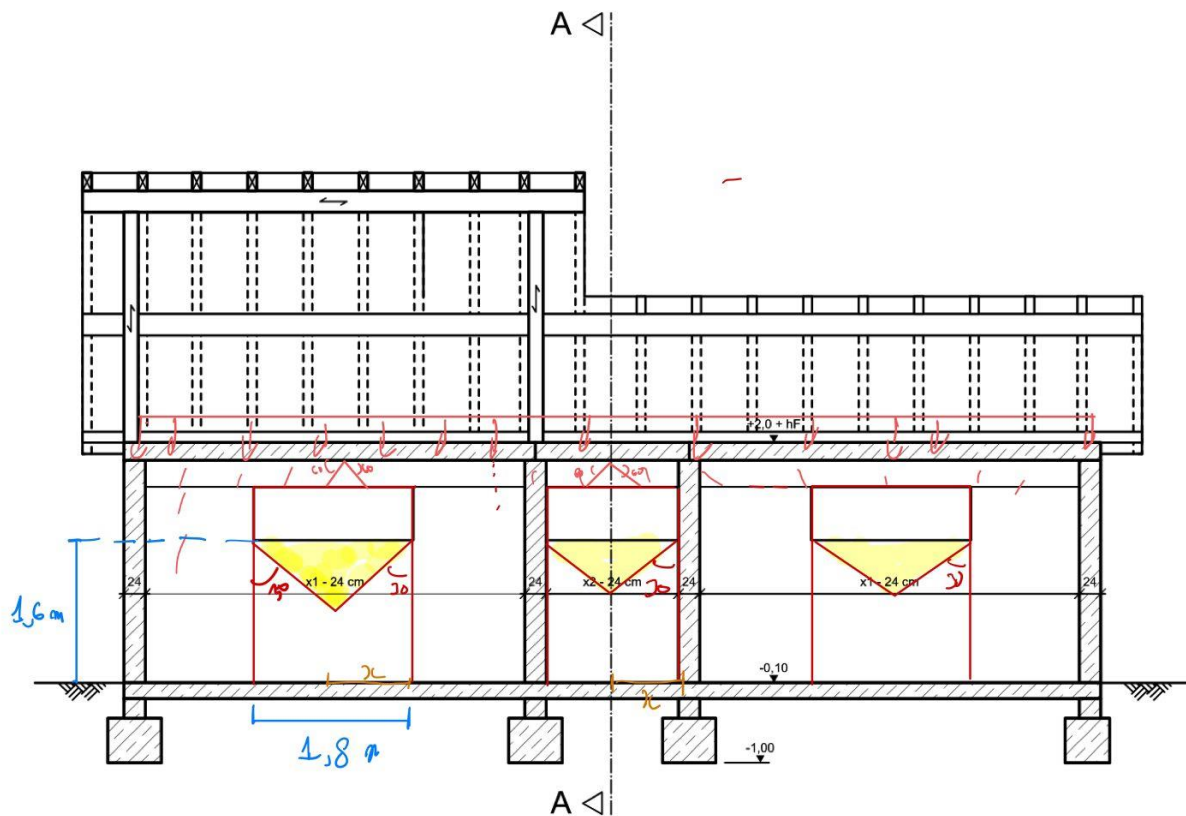
$$\text{Außenwand: } g_k = 2,7\text{m} \cdot 2.684 = 7,25 \text{ kN/m}$$

-Bodenplatte:

17

$$G_{kf} = 0,5 \text{ m} \cdot 0,5 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^2 = 12,5 \text{ kN/}$$

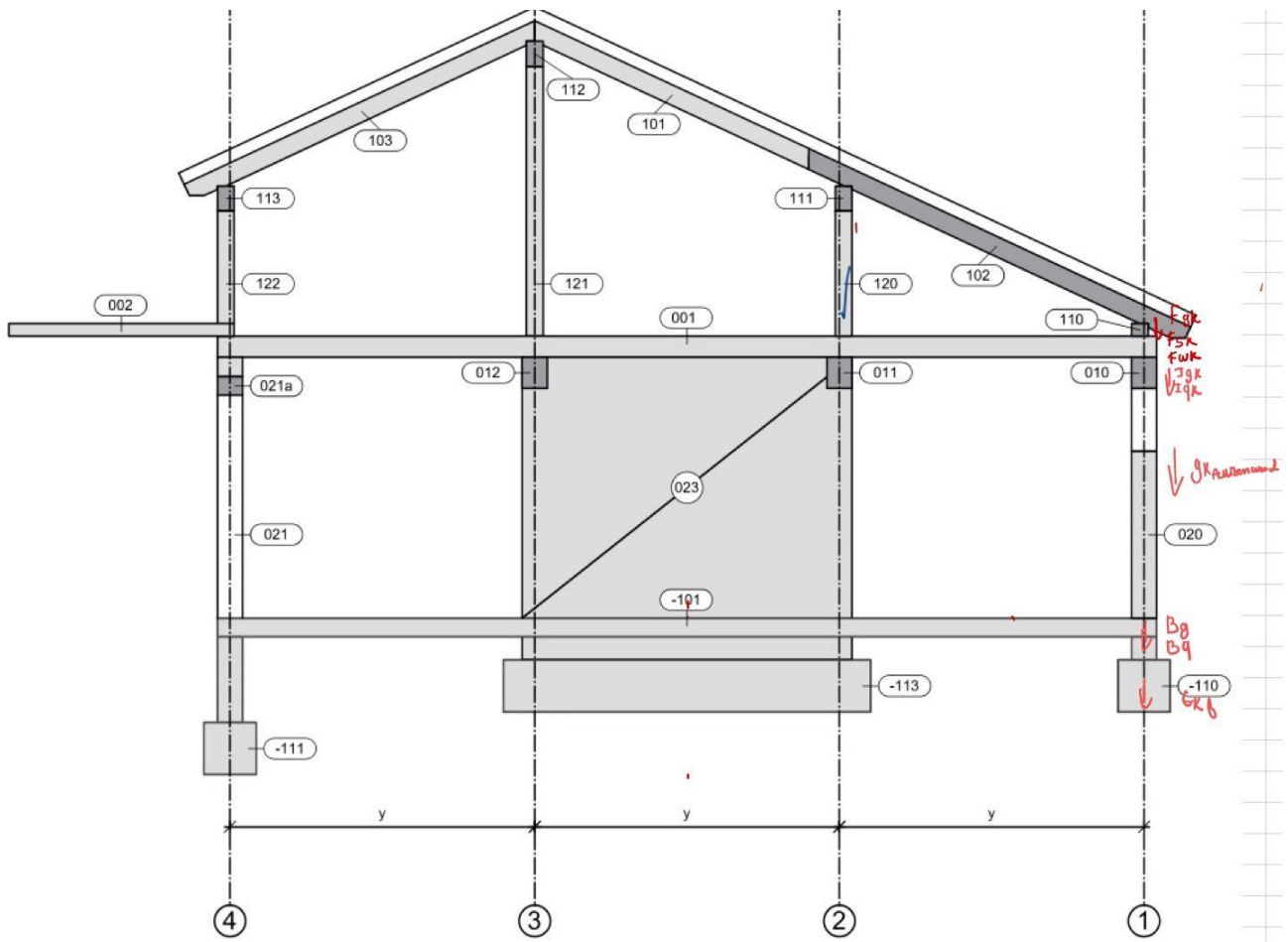
2.2 Zusammenstellung des Lastflusses (grafisch)



$$\tan 30^\circ = x / 1,8 \text{ m}$$

$$\tan 30^\circ \cdot 1,6 = x$$

$$x = 0,92 > 1,8 / 2$$



2.3 Berechnung der charakteristischen Belastungen auf den Baugrund unter Pos. -110

$$\Sigma Gk = Fgk + Igk + gk, \text{ aussenwand} + bg + gk, F + Ngk = 6,87 \text{ kN}$$

$$+ 8,55 + 7,25 + 5,634 + 12,5 = 40,804 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma Qk = Iqk + bq = 10,11 + 4,7576 = 14,8676 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma Sk = fsk = 1,16 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma Wk = fwk = 0,5 \text{ kN/m}$$

2.4 Berechnung der maßgebenden Bemessungslast für Pos. -110:

Grundkombination gemäß DIN EN 1990, 6.4.3.2

$$gd = \gamma G \cdot gk + \gamma Q,1 \cdot qk,1 + \Sigma (\gamma Q, i \cdot \Psi 0, i \cdot qk, i)$$

$$Pd = 1,35 \cdot \Sigma Gk + 1,5 \cdot \Sigma Qk + 1,5 \cdot 0,5 \cdot \Sigma Sk + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \Sigma Wk =$$

$$1,35 \cdot 40,804 + 1,5 \cdot 14,8676 + 1,5 \cdot 0,5 \cdot 1,16 \text{ kN/m} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,5 \text{ kN/m} = 78,7068 \text{ kN/m}$$

3 Horizontale Lastweiterleitung:

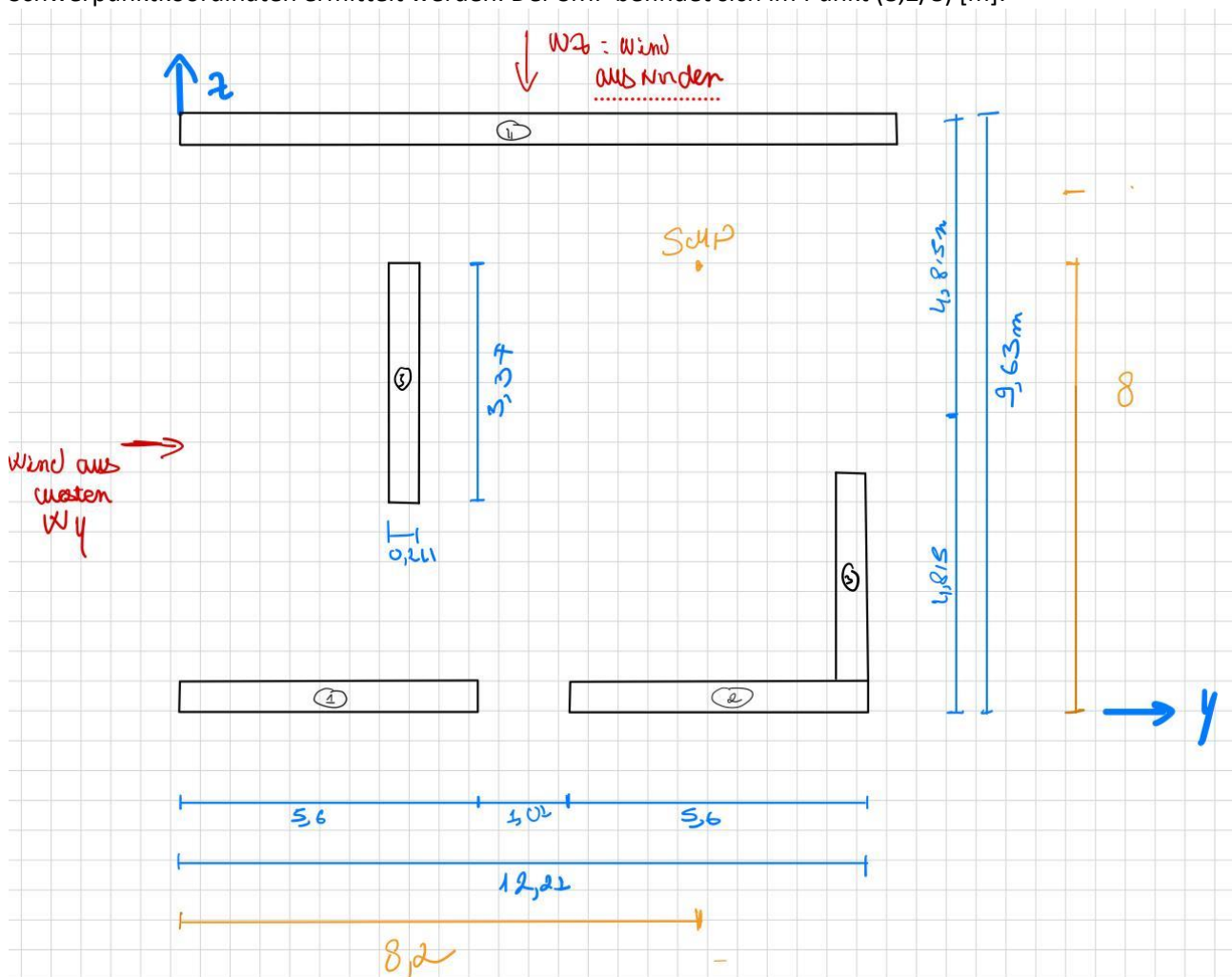
Für diese Projektarbeit wird die horizontale Lastverteilung im Erdgeschoss für zwei verschiedene Windlastfälle untersucht – erster Lastfall: aus westlicher Richtung; zweiter Lastfall: aus nördlicher Richtung. Die Auswirkungen der Wölb-Torsion werden hierbei vernachlässigt. Die tragenden Wandscheiben (jede mindestens 1 m lang) werden separat betrachtet. Für eine vereinfachte und sichere Annahme werden die Windlasten in den Bereichen D und E auf die gesamte Gebäudehöhe angewendet

Bezeichnung	Erläuterung	Verwendete Formel
$I_{y,i}$	Flächenträgheitsmoment um die y-Achse der Wand i bezüglich ihres Schwerpunkts in [m ⁴]	$(\text{Länge } y * \text{Länge } z^3) / 12$
$I_{z,i}$	Flächenträgheitsmoment um die z-Achse der Wand i bezüglich ihres Schwerpunkts in [m ⁴]	$(\text{Länge } z * \text{Länge } y^3) / 12$
y_m	y-Koordinate des Schubmittelpunkts	$(\sum(y_i * I_{y,i}) / (\sum I_{y,i}))$
z_m	z-Koordinate des Schubmittelpunkts	$(\sum(z_i * I_{z,i}) / (\sum I_{z,i}))$
Δy_i	Abstand zwischen Schubmittelpunkt und Schwerpunkt der Wand i in y-Richtung	$y_i - y_m$
Δz_i	Abstand zwischen Schubmittelpunkt und Schwerpunkt der Wand i in z-Richtung	$z_i - z_m$
M_x, M_y	Aufgenommenes Moment der Deckscheibe infolge W_y in [kNm]	$W_y * e_z$

Mx, Mz	Aufgenommenes Moment der Deckscheibe infolge Wz in [kNm]	$Wz \cdot e_y$
--------	--	----------------

Fünf tragende Wandscheiben wurden definiert. Die resultierenden Windlasten W_y und W_z greifen mit einem Hebelarm im Schubmittelpunkt (SMP) an.

Das Koordinatensystem ist in Richtung Y und Z definiert. Im obigen Bild sind alle Wandscheiben nummeriert. Hieraus konnte der Schubmittelpunkt (SMP) aus den Flächenträgheitsmomenten und den Schwerpunktkoordinaten ermittelt werden. Der SMP befindet sich im Punkt (8,2/8) [m].

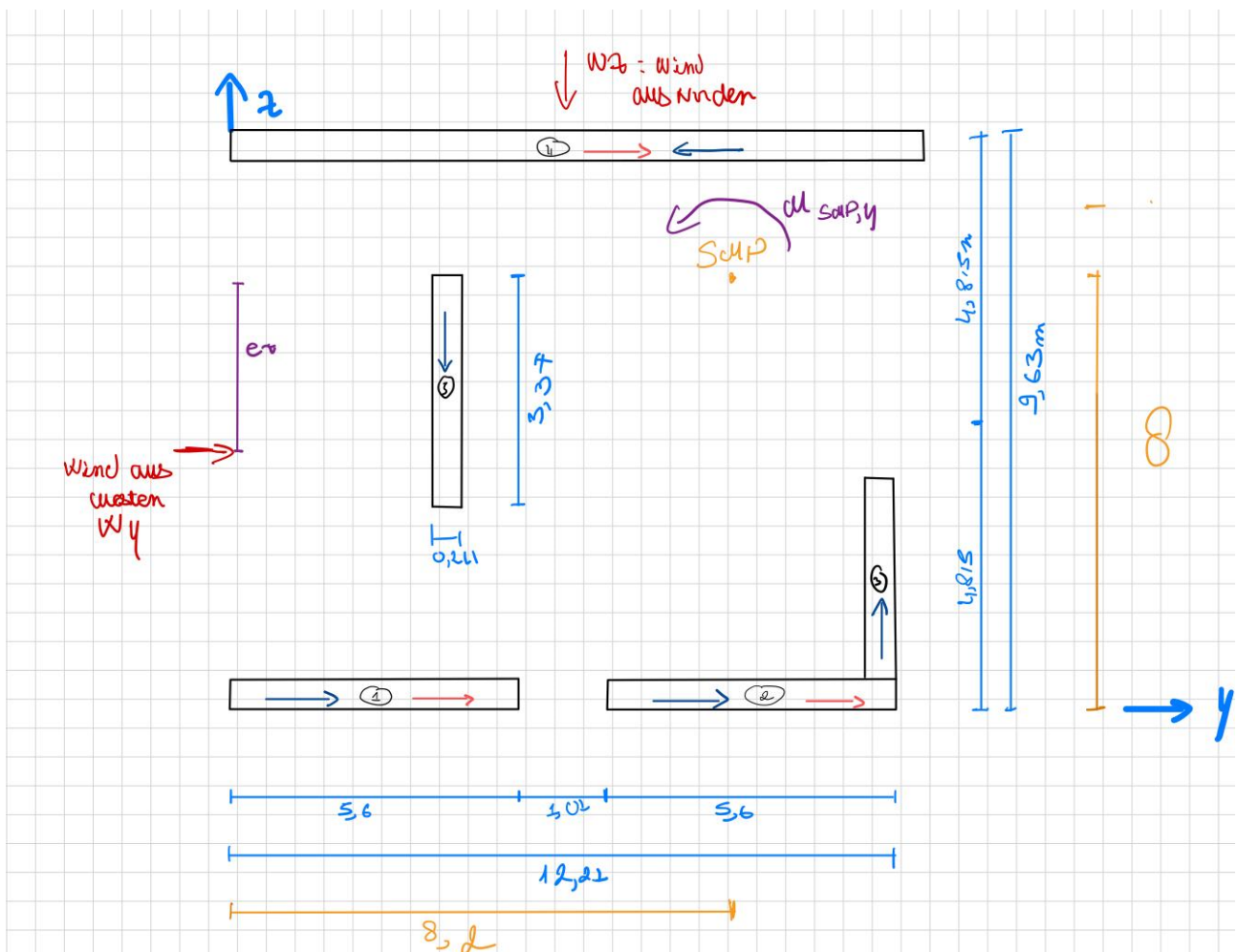


-Die Berechnung erfolgte mit Microsoft Excel:

Excel-Berechnung Schubmittelpunkt:

Wand	Abmessungen der Wand		Schwerpunkt bezogen auf das globale System		Flächenträgheitsmomente				Abstand der Wände vom SMP	
	Länge y	Länge z	y _i	z _i	I _{y,i}	I _{z,i}	I _{y,i} · y _i	I _{z,i} · z _i	Δ y _i	Δ z _i
1	5.600000	0.240000	2.800000	0.120000	0.006451	3.512320	0.018063	0.421478	5.385229	7.870420
2	5.600000	0.240000	9.410000	0.120000	0.006451	3.512320	0.060706	0.421478	1.224771	7.870420
3	0.240000	3.130000	12.090000	1.565000	0.613286	0.003606	7.414627	0.005643	3.904771	6.425420
4	12.210000	0.240000	6.105000	9.510000	0.014066	36.406337	0.085872	346.224267	2.080229	1.519580
5	0.240000	3.370000	5.130000	4.815000	0.765455	0.003882	3.926784	0.018693	3.055229	3.175420
SUMME					1.405709	43.438465	11.506053	347.091560		
Schubm _{ym}		8.185229								
zm		7.990420								

Horizontallasten – Wind aus Westen:



$$W_z = 1,5 \cdot (0,365 \text{ kN/m} + 0,18 \text{ kN/m}) \cdot 9,63 \cdot (5,83 - 1,35 \text{ m}) = 35,27 \text{ kN}$$

$$E_z = 3,185$$

$$M_{SMP,y} = 3,185 \text{ m} \cdot 35,27 \text{ kN} = 112,335 \text{ kNm}$$

Für die Vorzeichnung haben wir Wand 1, 2, 3 und 5. Diese sind positiv, nur die Wand 4 ist negativ.

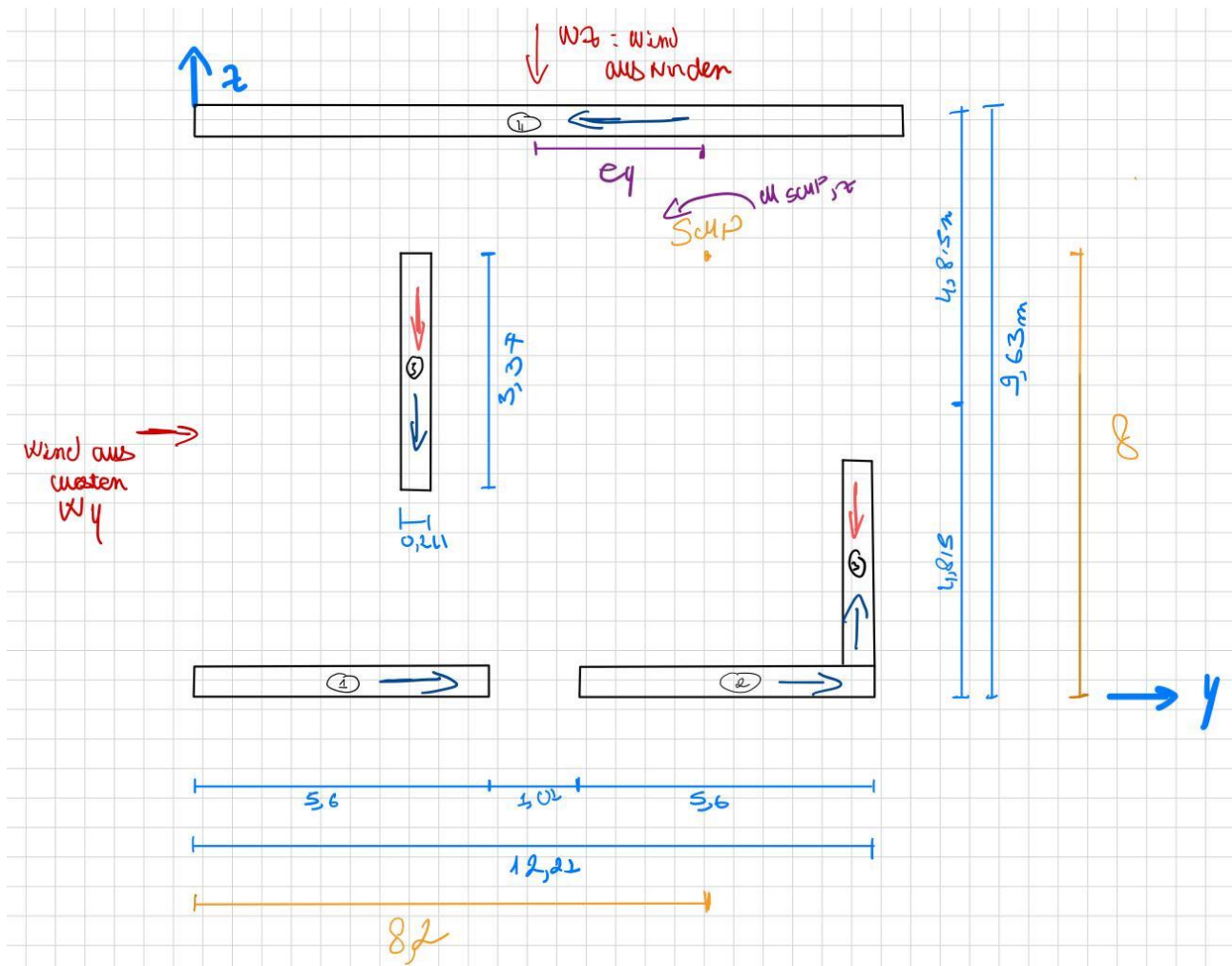
Verwendete Berechnungsformel:

$$V_{y,i} = \frac{EI_{z,i}}{\Sigma(EI_{z,i})} \cdot W_y \pm \frac{EI_{y,i} \cdot \Delta y_i + EI_{z,i} \cdot \Delta z_i}{\Sigma(EI_y) \cdot \Delta y_i^2 + \Sigma(EI_z) \cdot \Delta z_i^2} \cdot M_{SMP,y} \quad \dots \text{Einv}$$

Anteil Verschiebung Anteil Verdrehung

			Anteil aus Verschiebung	Anteil aus Verdrehung						
Wy	ey	Mx			lz,i / Σ lz,i	ly,i / Σ ly,i	lz,i · Δ zi	ly,i · Δ y	Hd,i	
35.27	3.185	112.335	2.851839396	1.138286909	0.080857369	0.004589285	27.6434318	0.034741191	3.9901263	
35.27	3.185	112.335	2.851839396	1.15350828	0.080857369	0.004589285	27.6434318	0.007901241	4.00534768	
35.27	3.185	112.335	0.002927708	0.149664274	8.30085E-05	0.43628219	0.02316852	2.39474099	0.15259198	
35.27	3.185	112.335	29.5602413	58.44581602	0.838112881	0.010006279	55.3223599	0.029260338	-28.885575	
35.27	3.185	112.335	0.003152197	0.585417729	8.93733E-05	0.544532962	0.01232774	2.338640701	0.58856993	

Horizontallasten – Wind aus Norden:



$$W_y = 1,5 \cdot (0,375 \text{ kN/m} + 0,2 \text{ kN/m}) \cdot 12,21 \cdot (5,83 - 1,35 \text{ m}) = 47,2 \text{ kN}$$

$$e_y = 2,1 \text{ m}$$

$$M_{SMP,z} = 47,2 \cdot 2,1 = 99,12 \text{ kNm}$$

Für die Vorzeichnung haben wir Wand 1, 2, 3 und 5. Diese sind positiv, nur die Wand 3 ist negativ.

Verwendete Berechnungsformel:

$$V_{y,i} = \underbrace{\frac{EI_{z,i}}{\Sigma(EI_{z,i})} \cdot W_y}_{\text{Anteil Verschiebung}} \pm \underbrace{\frac{EI_{y,i} \cdot \Delta y_i + EI_{z,i} \cdot \Delta z_i}{\Sigma(EI_y) \cdot \Delta y_i^2 + \Sigma(EI_z) \cdot \Delta z_i^2} \cdot M_{SMP,y}}_{\text{Anteil Verdrehung}} \quad \dots \text{Einv}$$

[illegible]