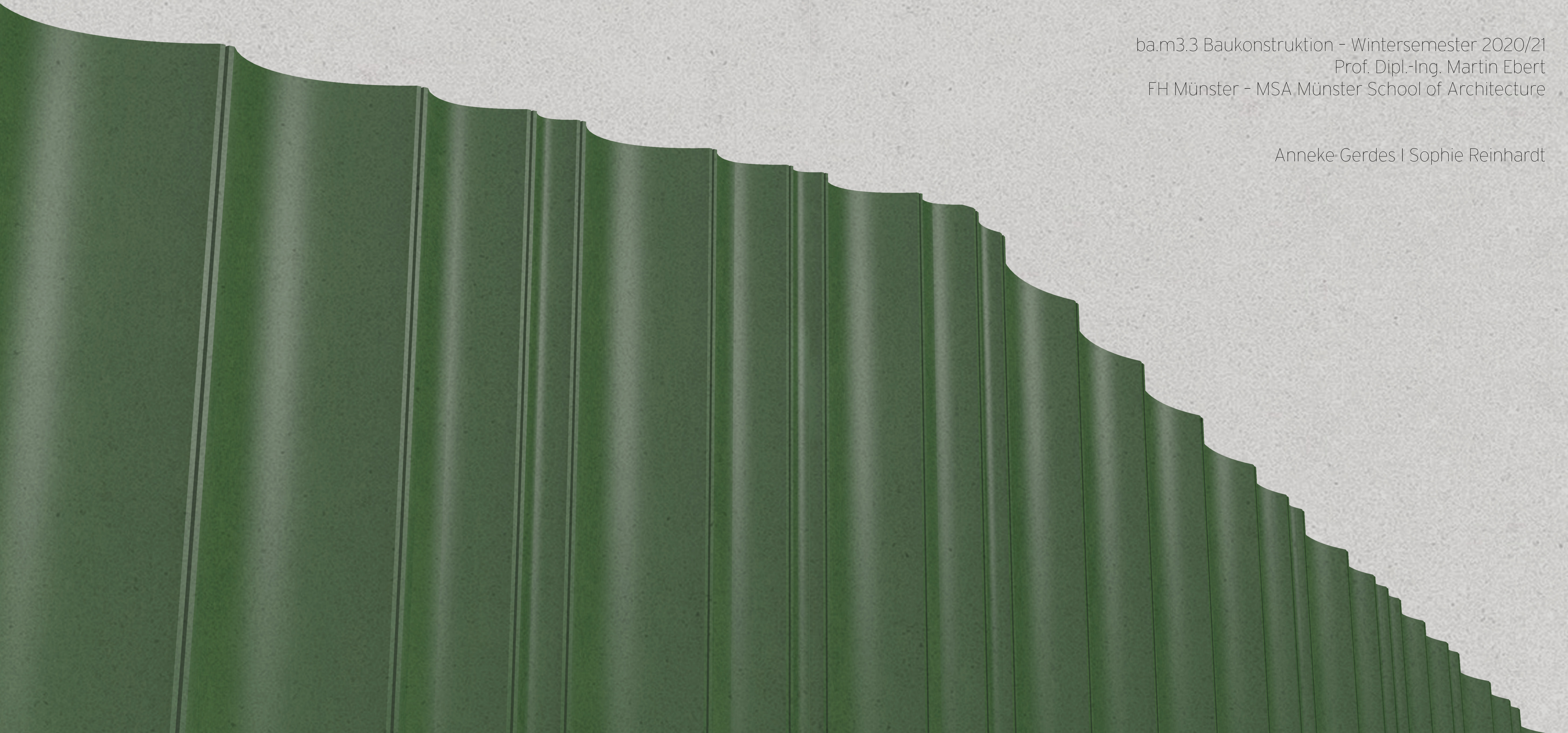
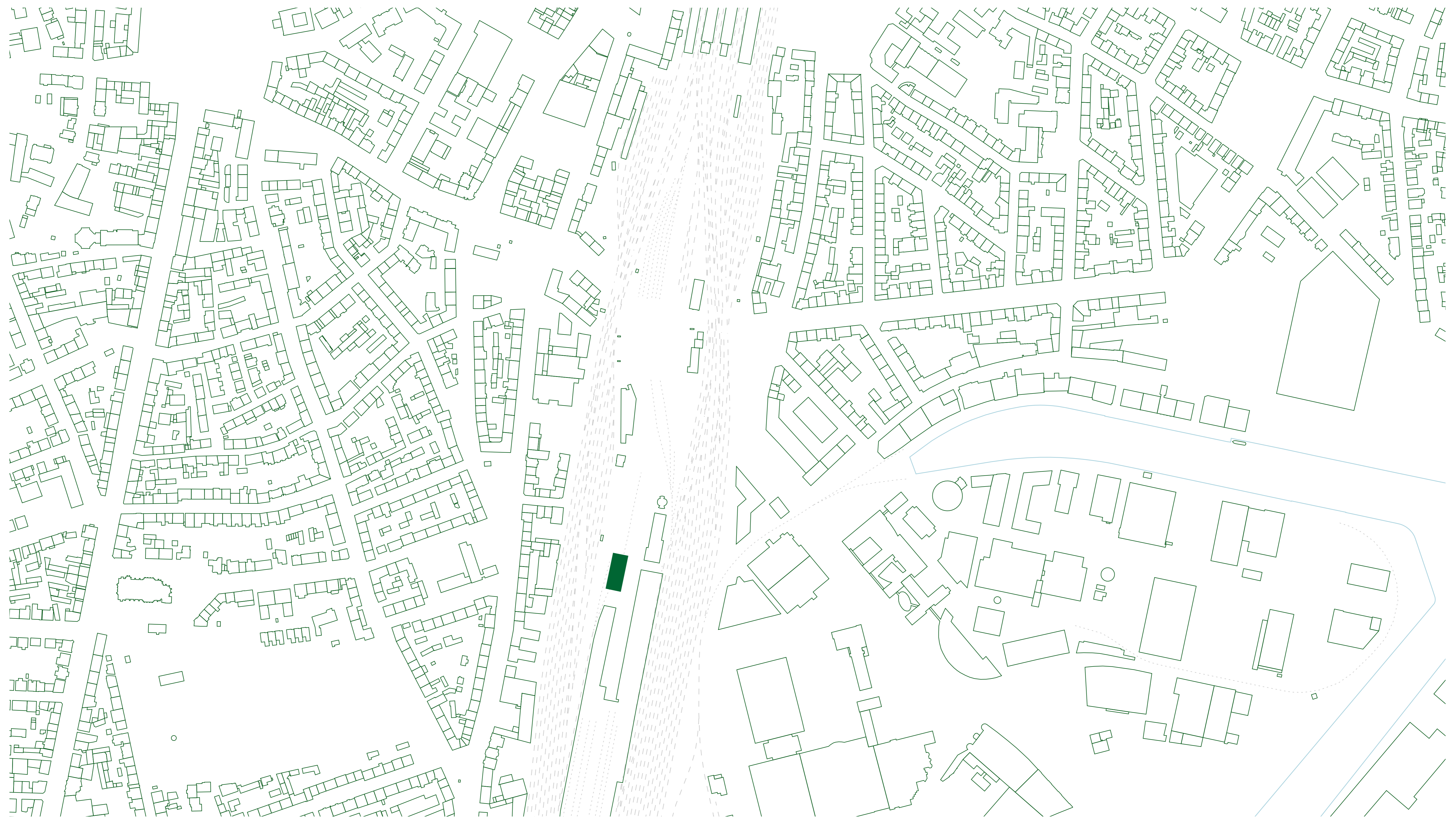


Töpferei an den Gleisen

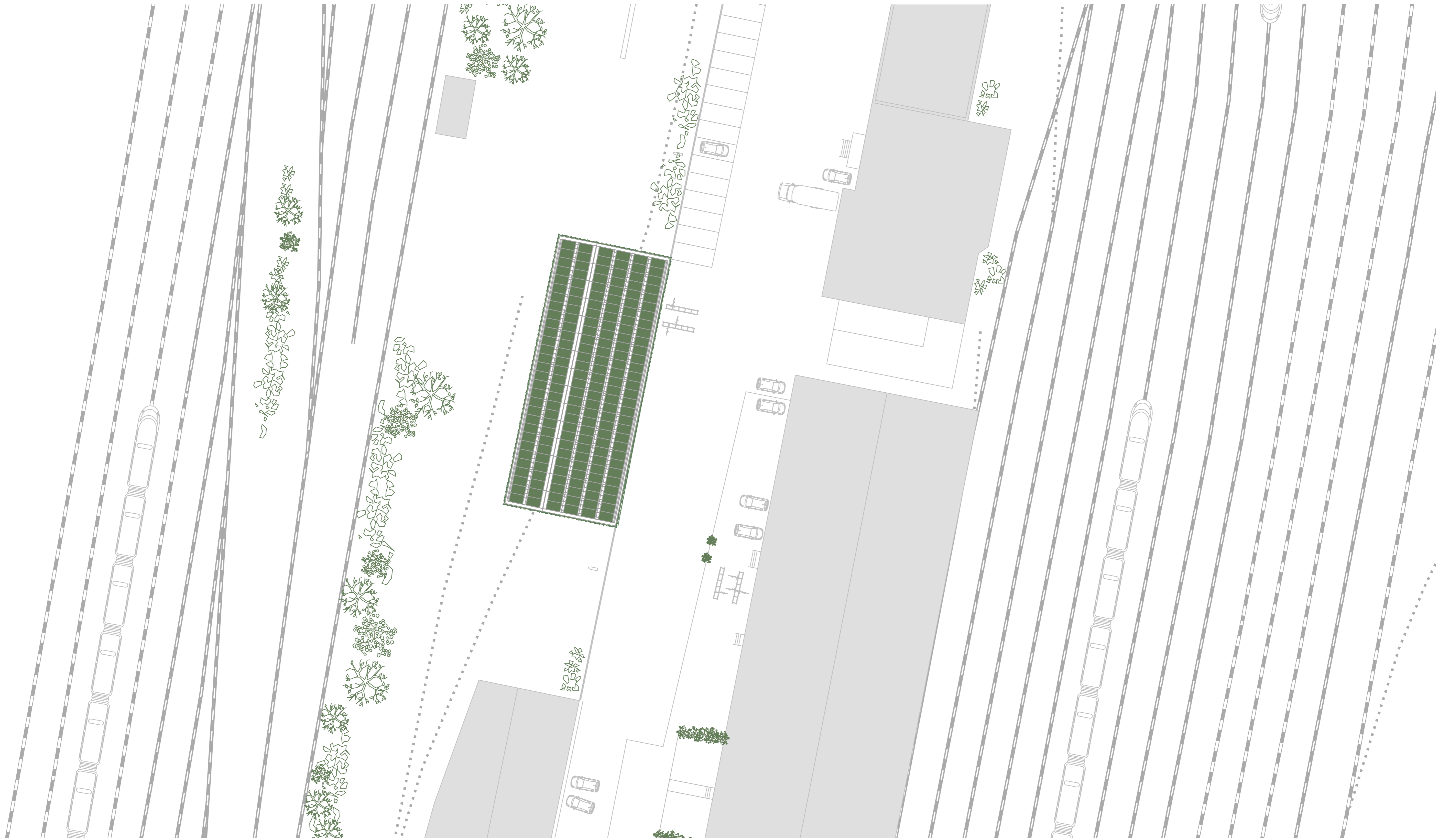
ba.m3.3 Baukonstruktion - Wintersemester 2020/21
Prof. Dipl.-Ing. Martin Ebert
FH Münster - MSA Münster School of Architecture

Anneke Gerdes | Sophie Reinhardt

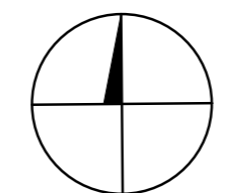




Grünplan

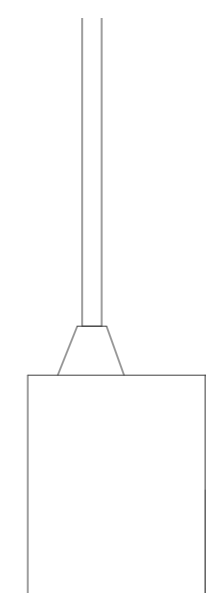
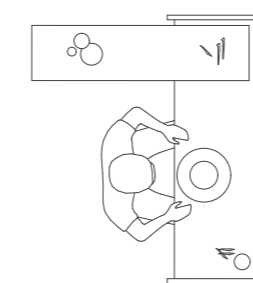
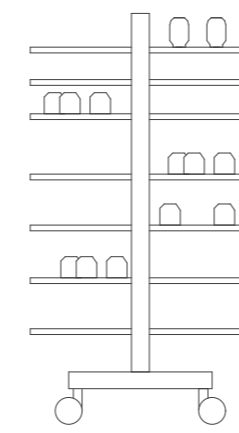
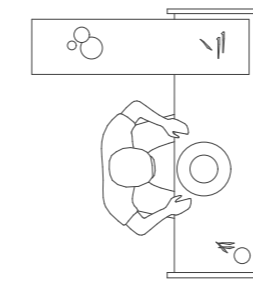
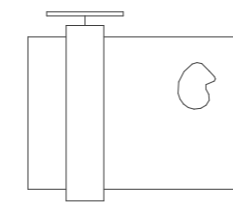
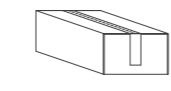


Lageplan

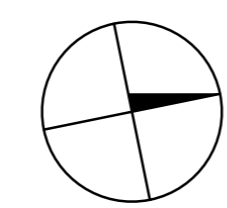
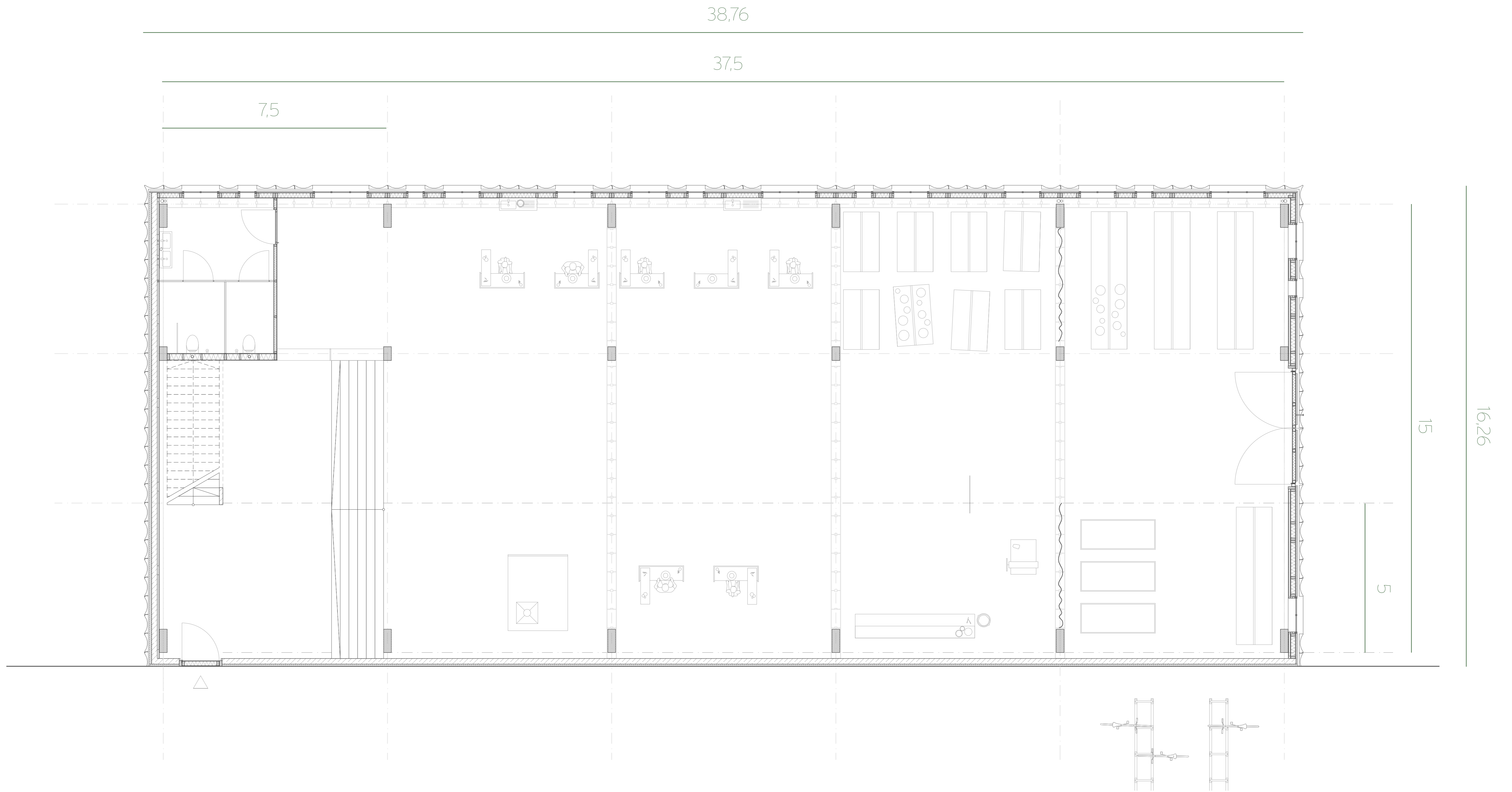




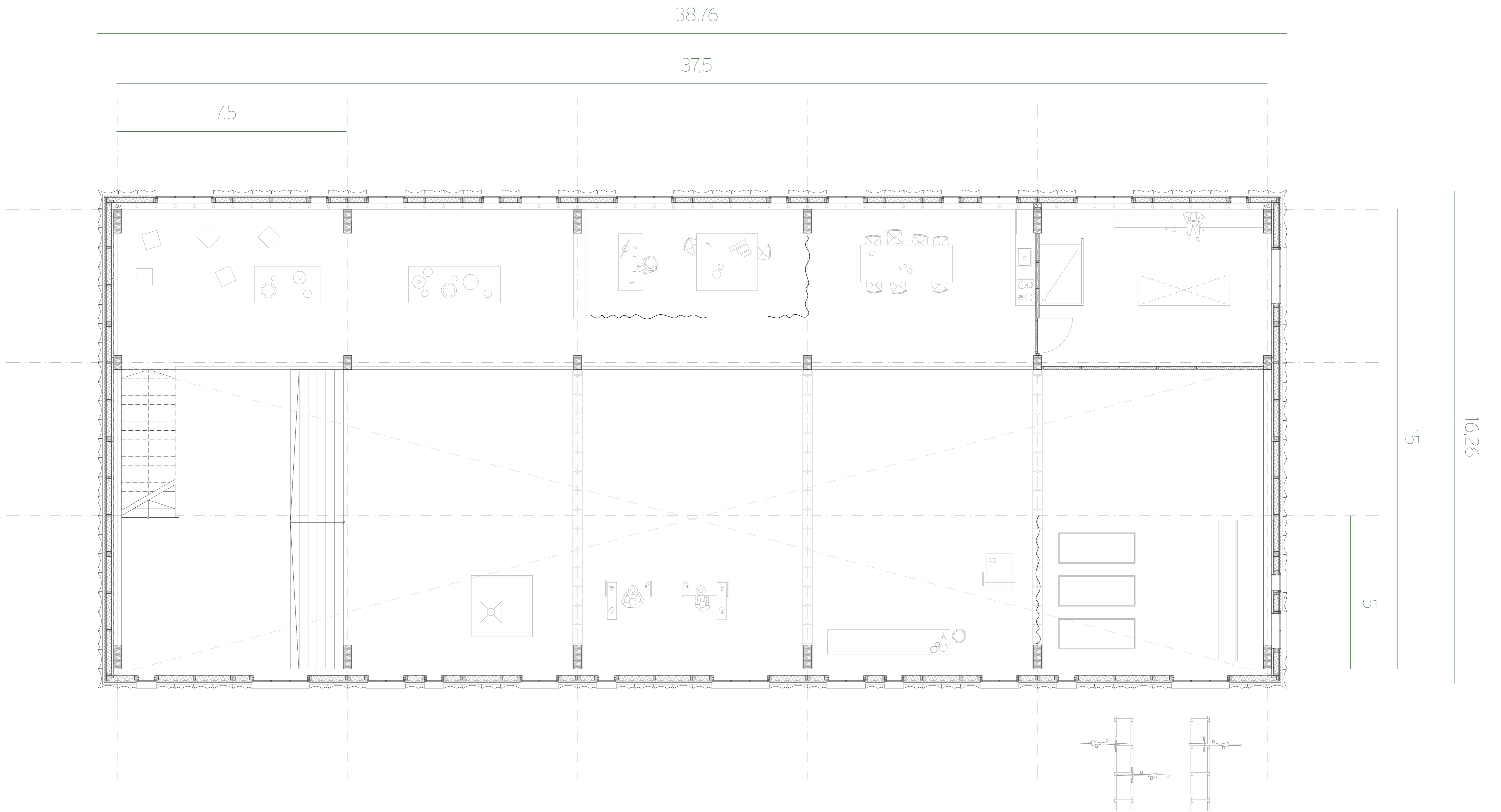
Außenperspektive



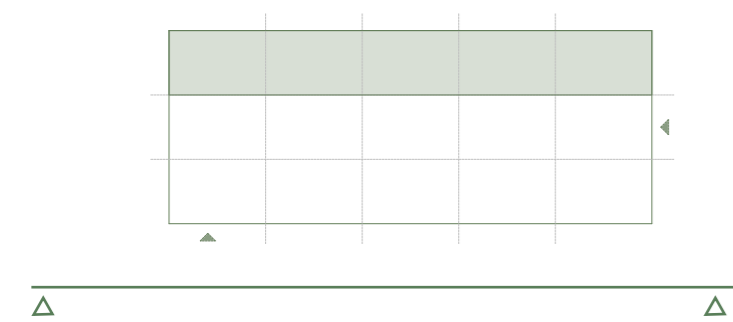
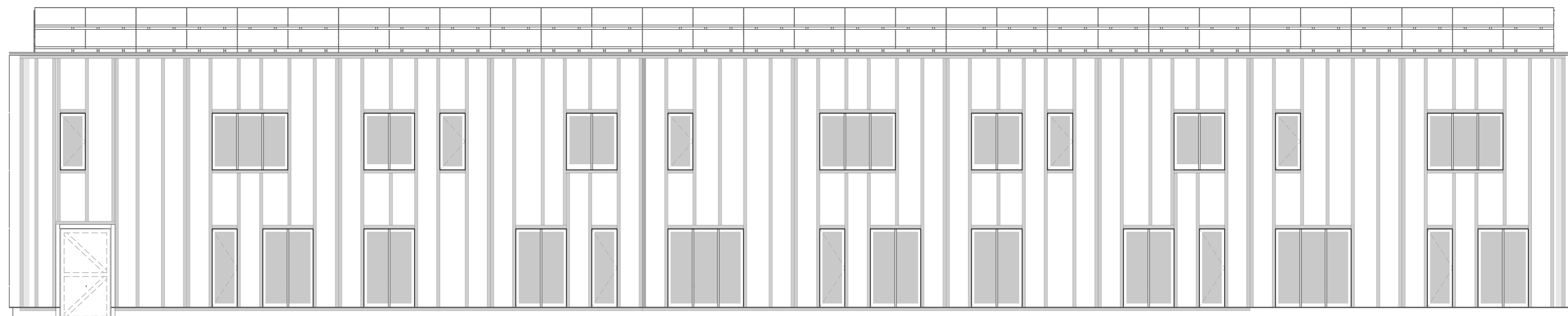
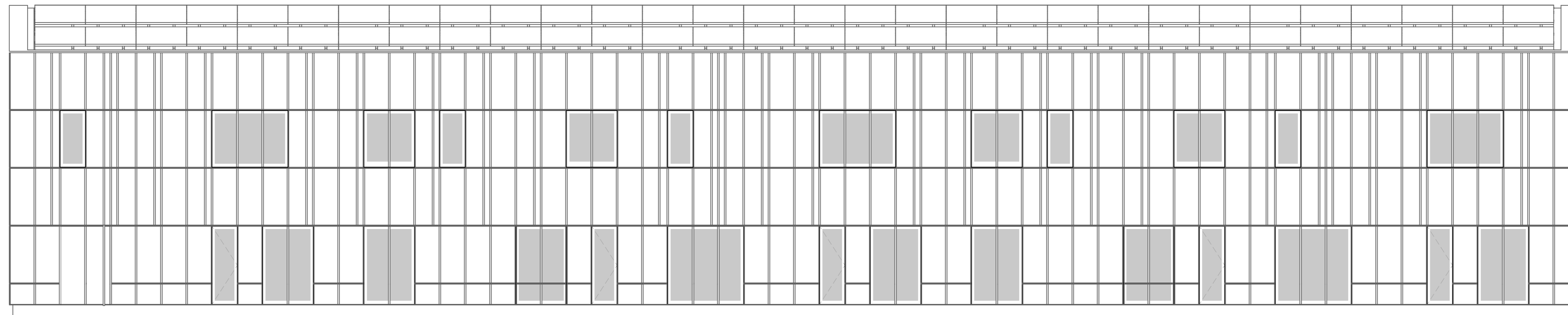
Ablauf der Produktion



Erdgeschoss

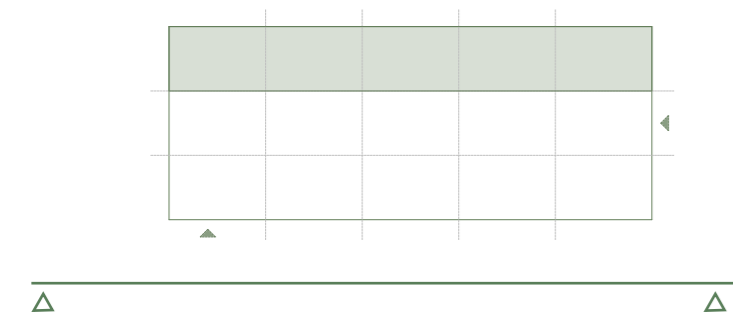


Obergeschoss



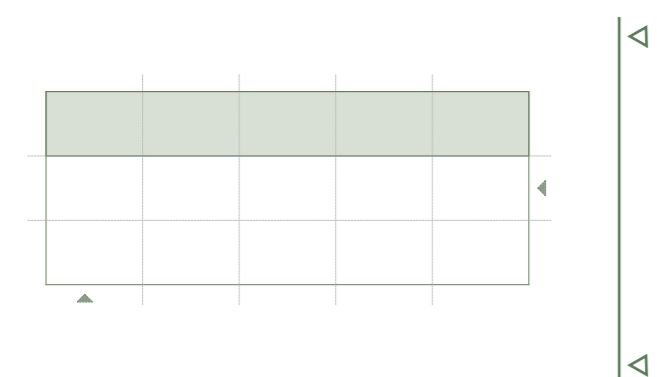
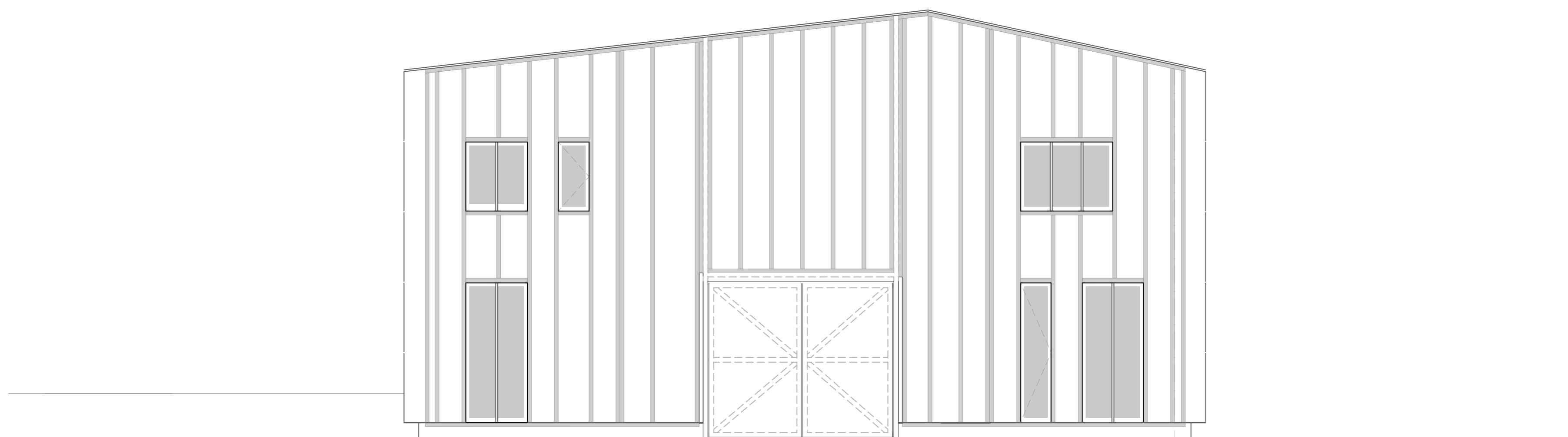
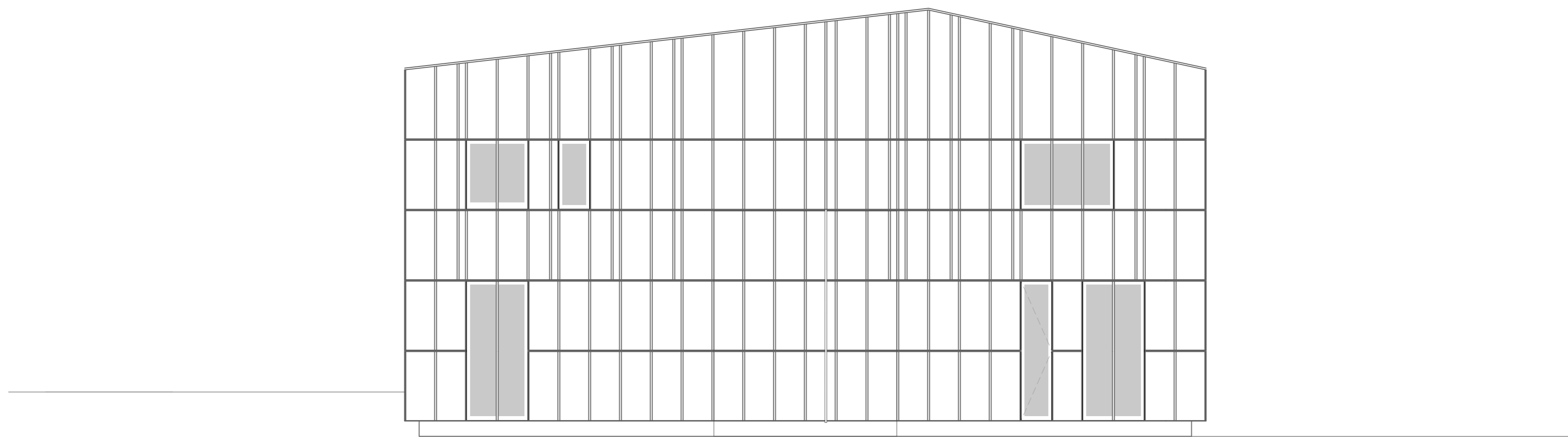
Ansichtenraster | Holzständer raster





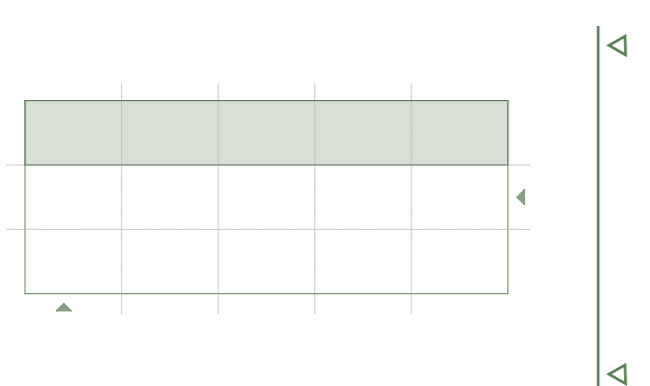
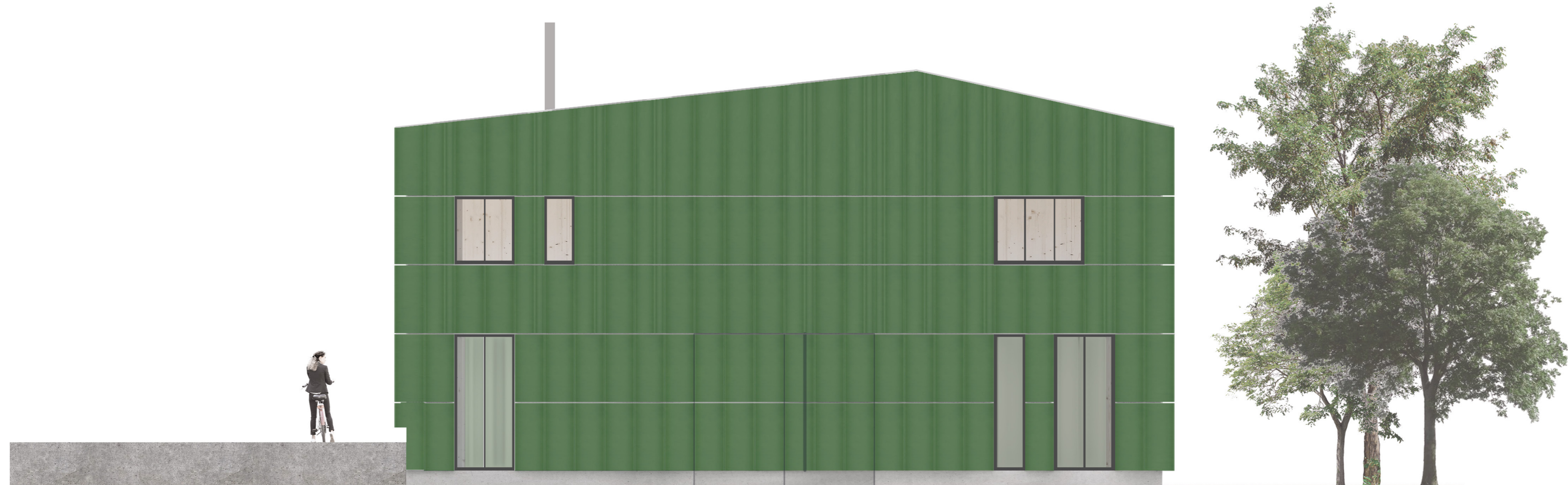
Ansicht





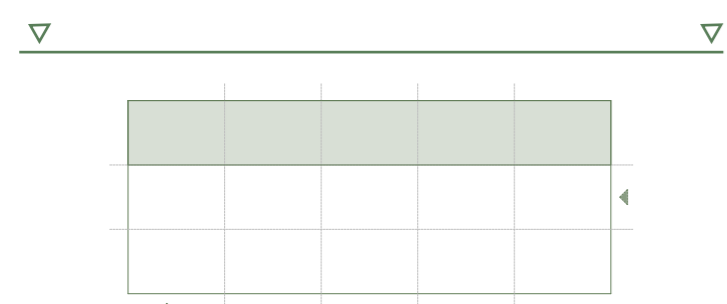
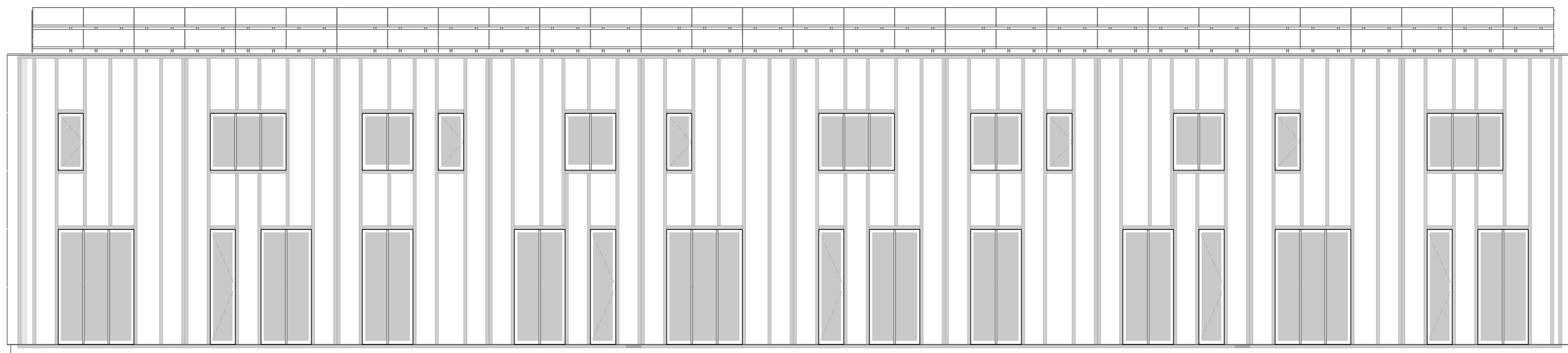
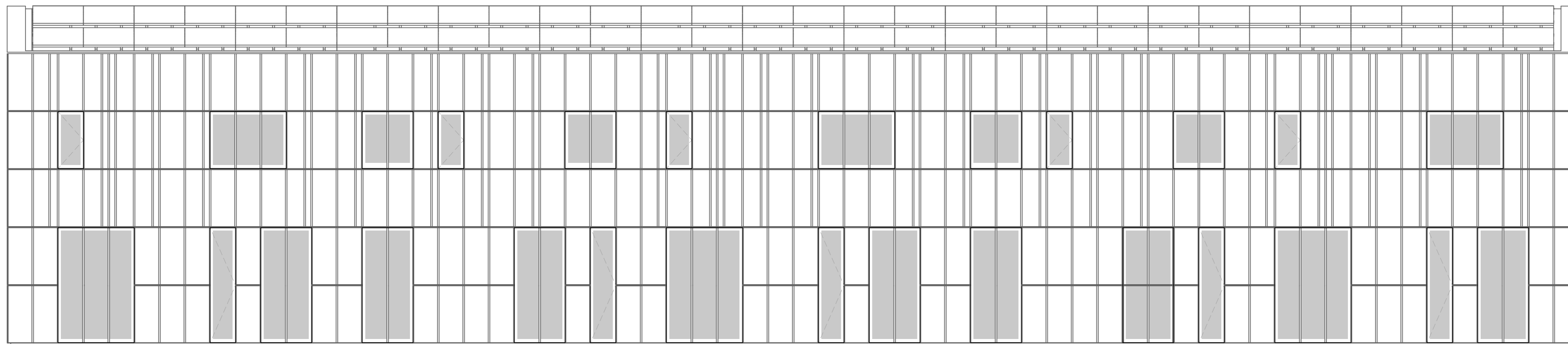
Ansichtenraster | Holzständerraster





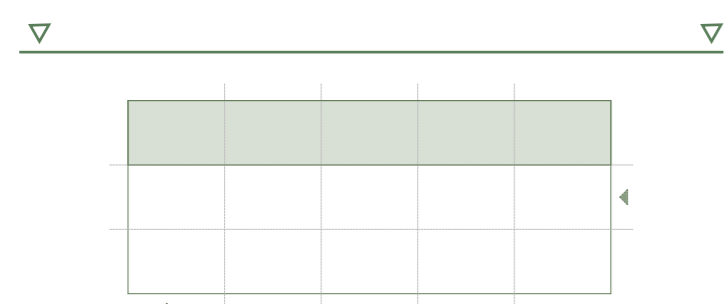
Ansicht





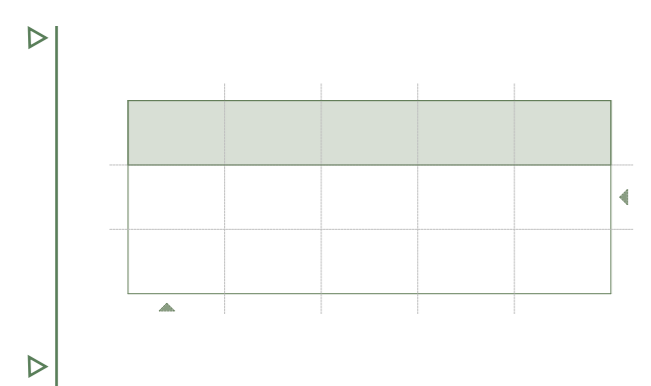
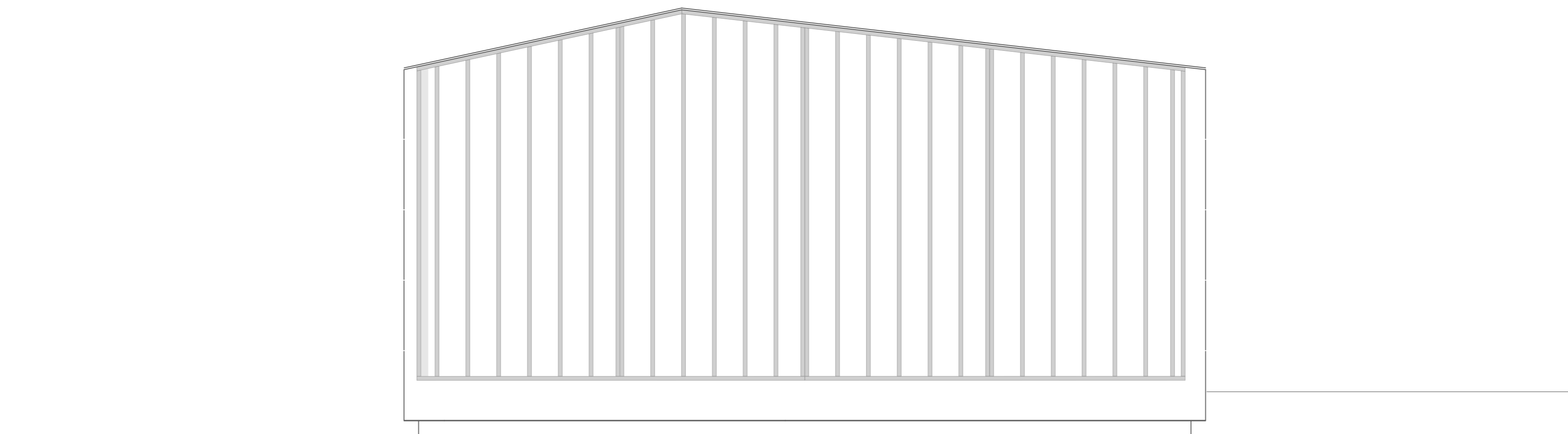
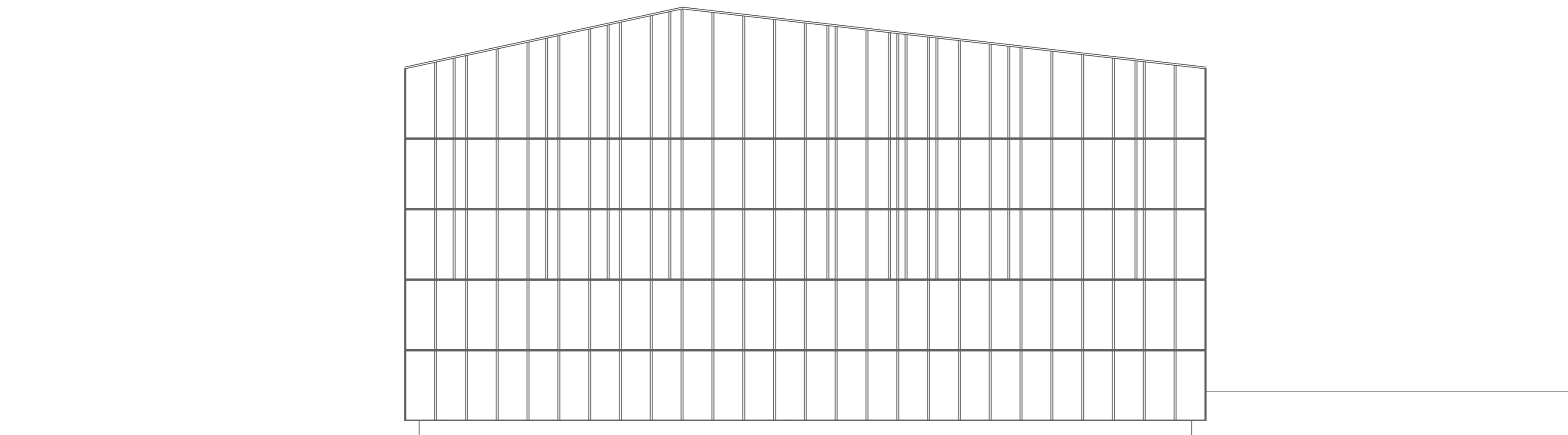
Ansichtenraster | Holzständer raster

0 3,75 7,5



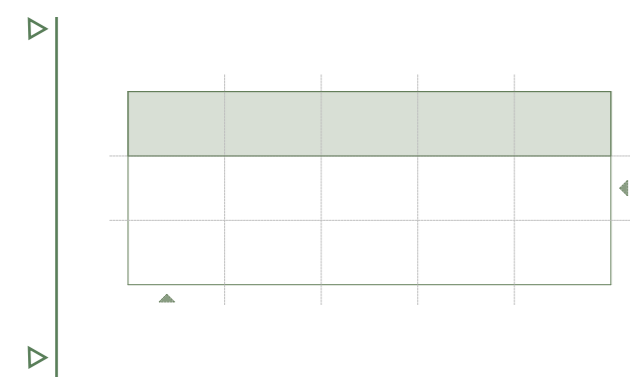
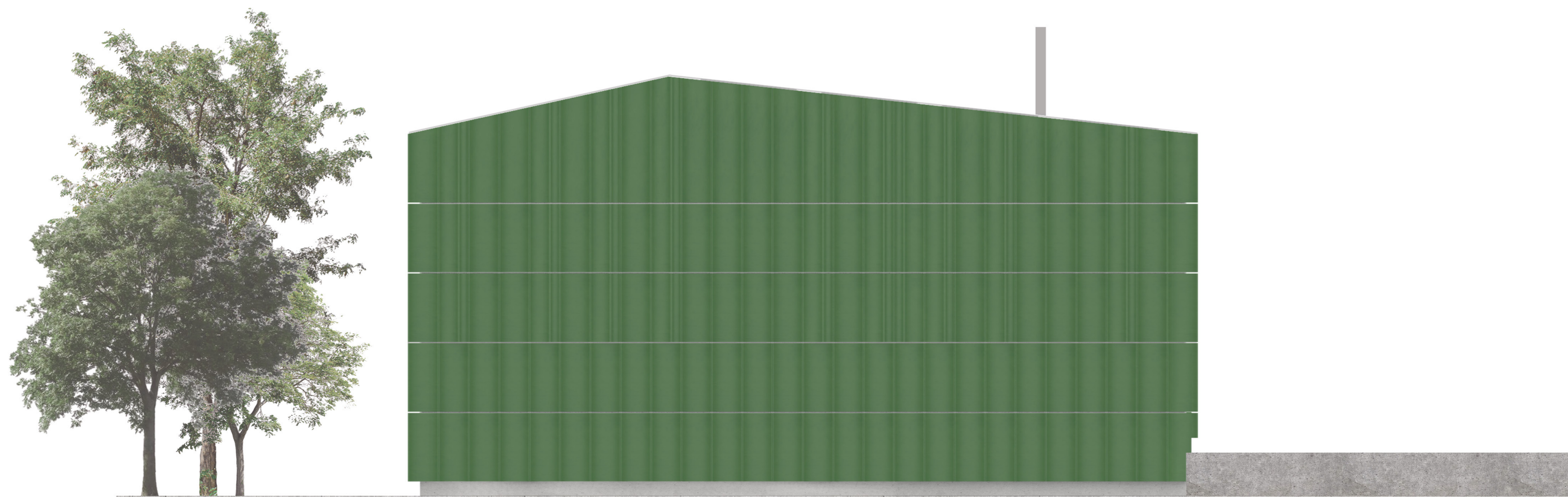
Ansicht





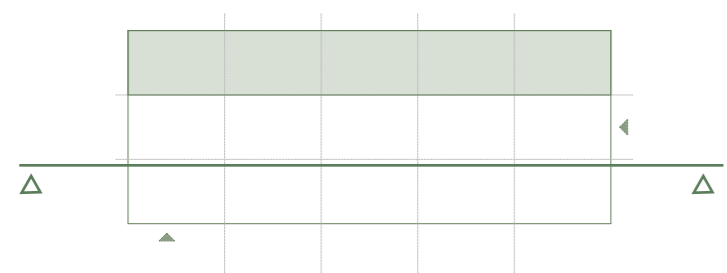
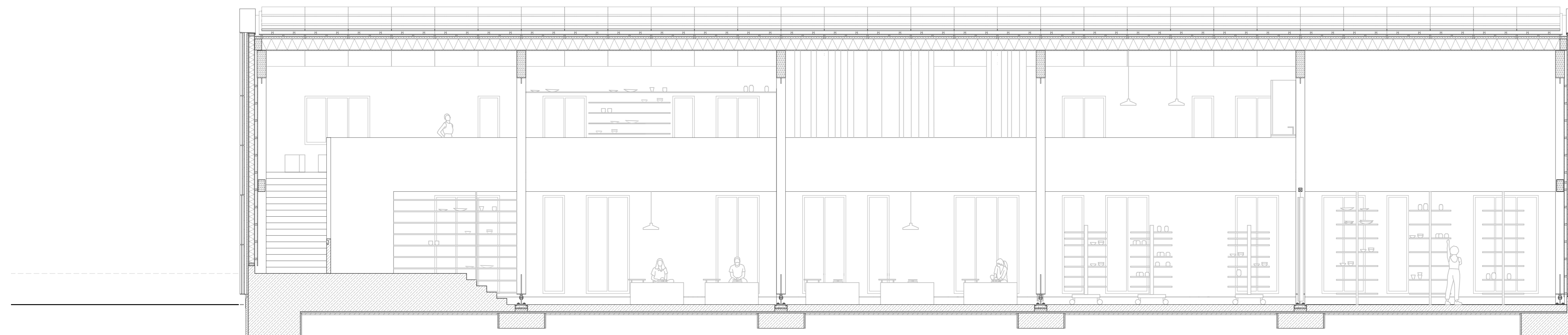
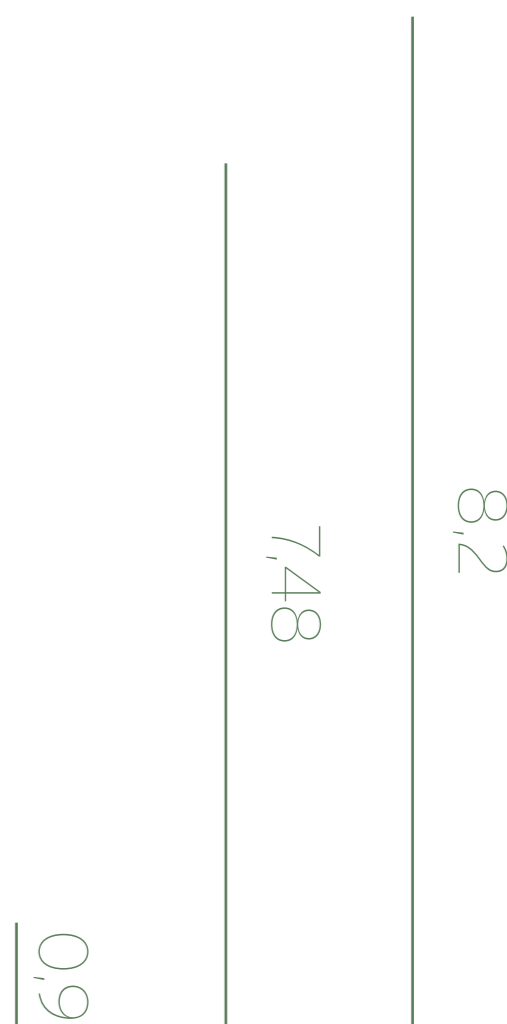
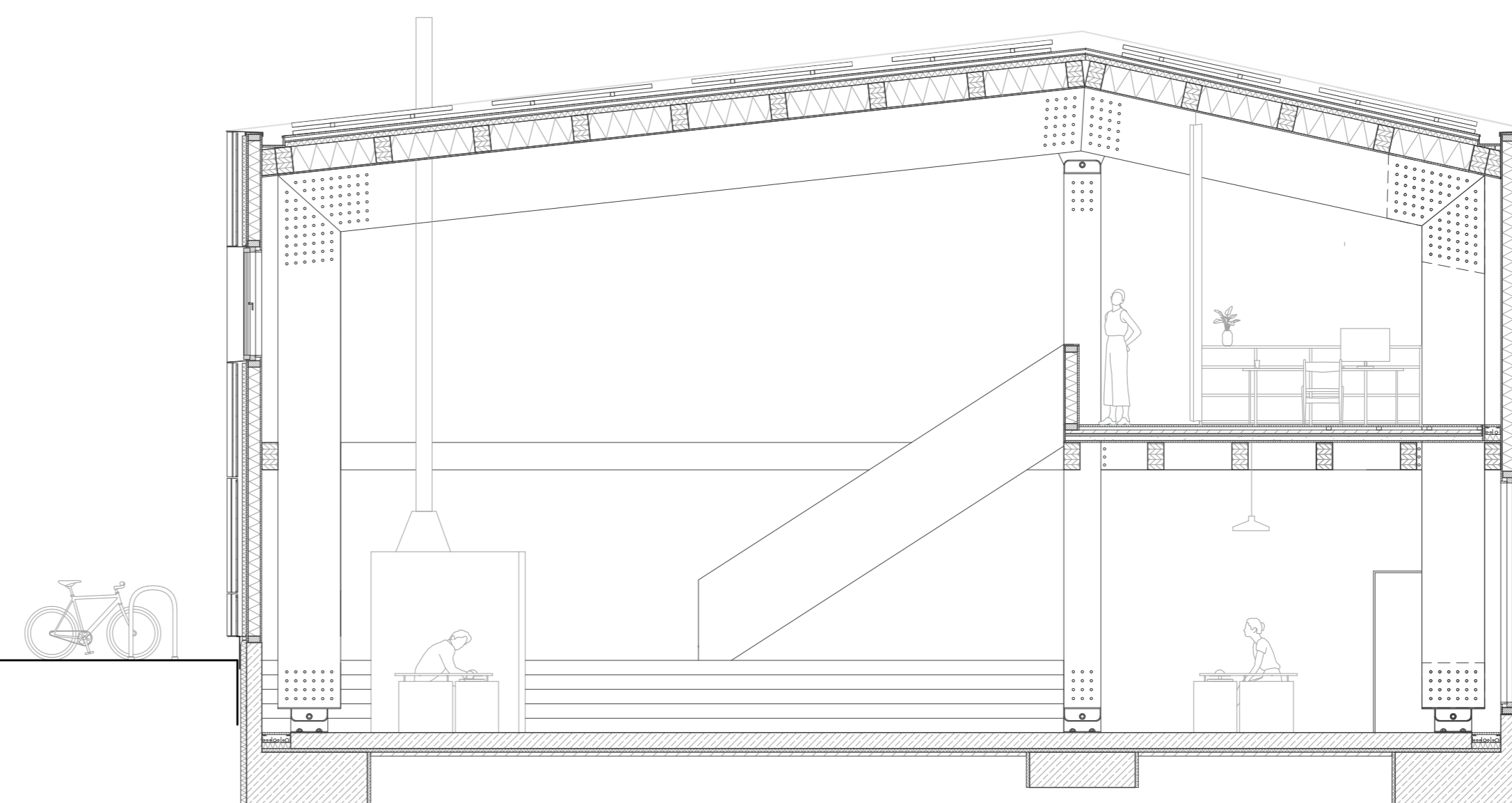
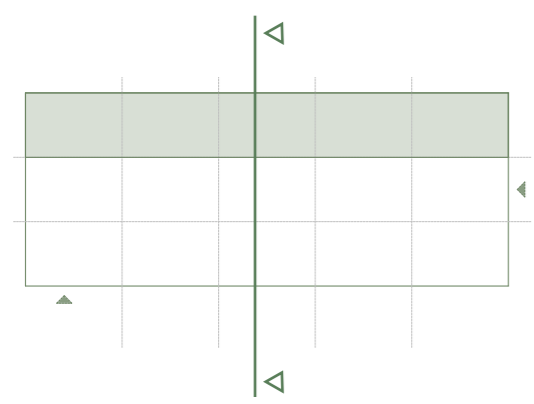
Ansichtenraster | Holzständerraster



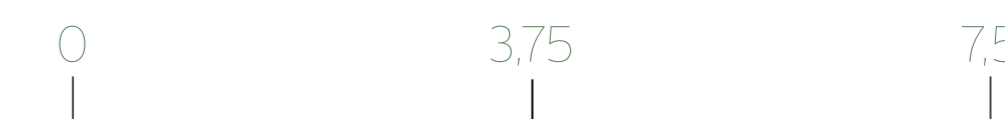


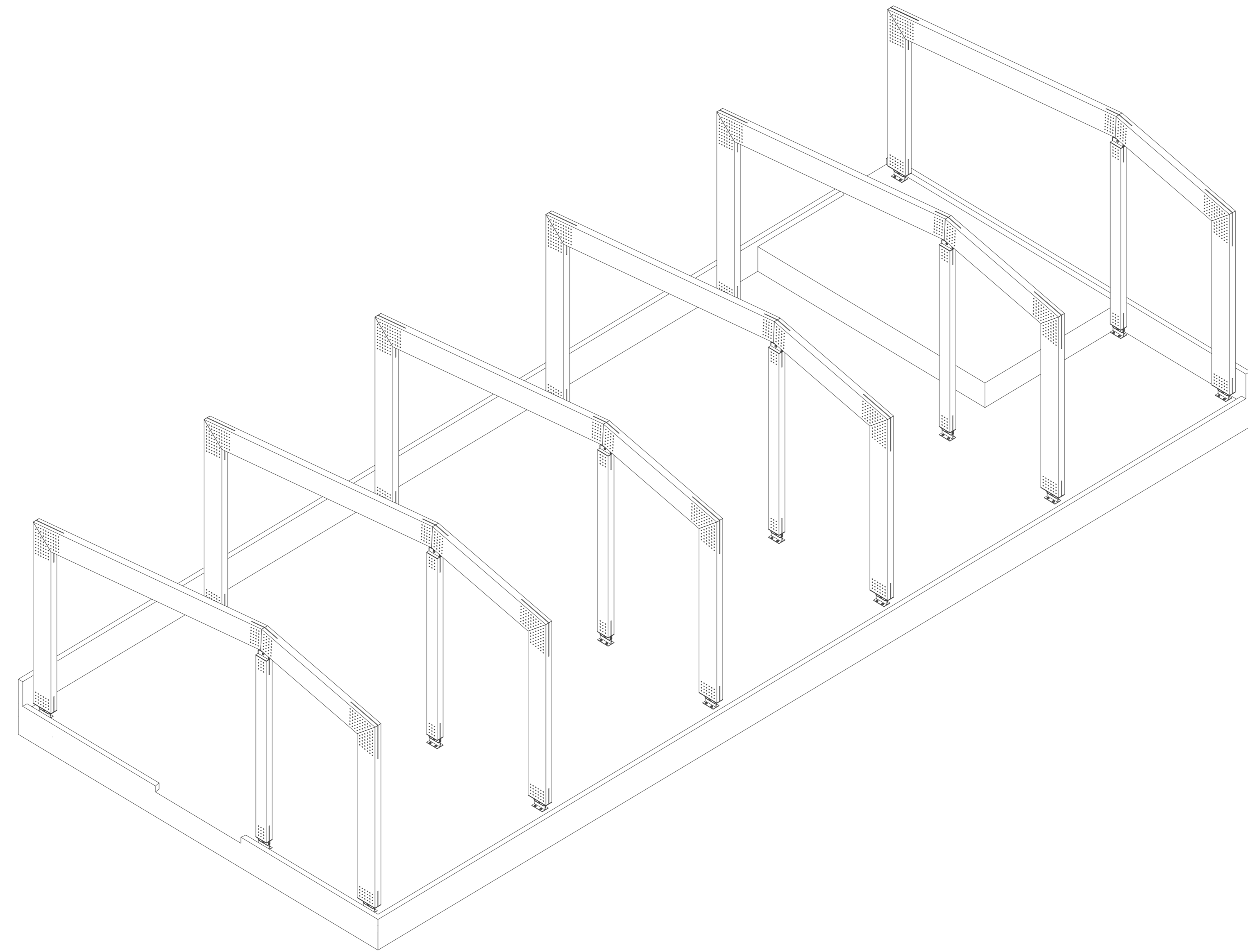
Ansicht





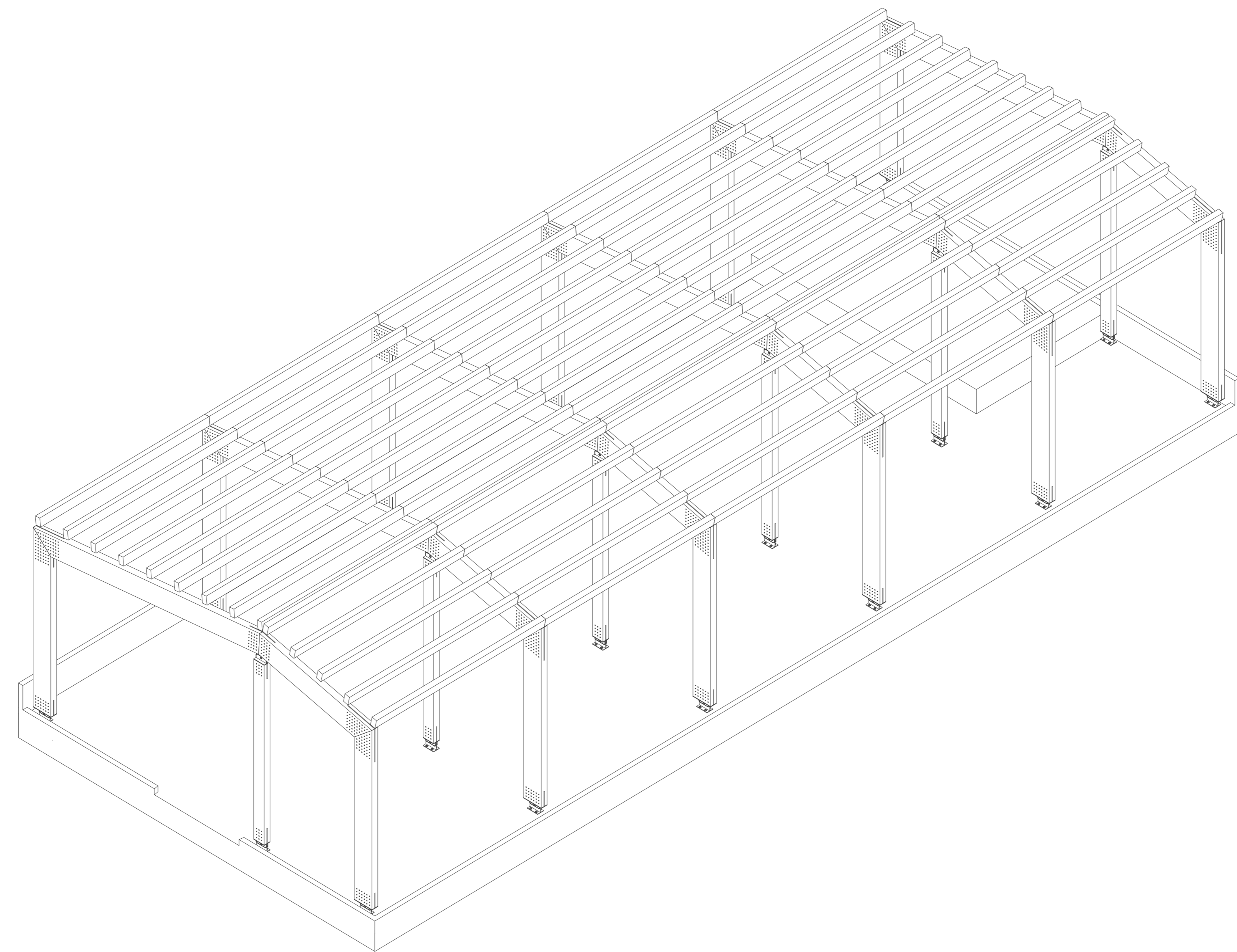
Schnitte





Primärtragwerk

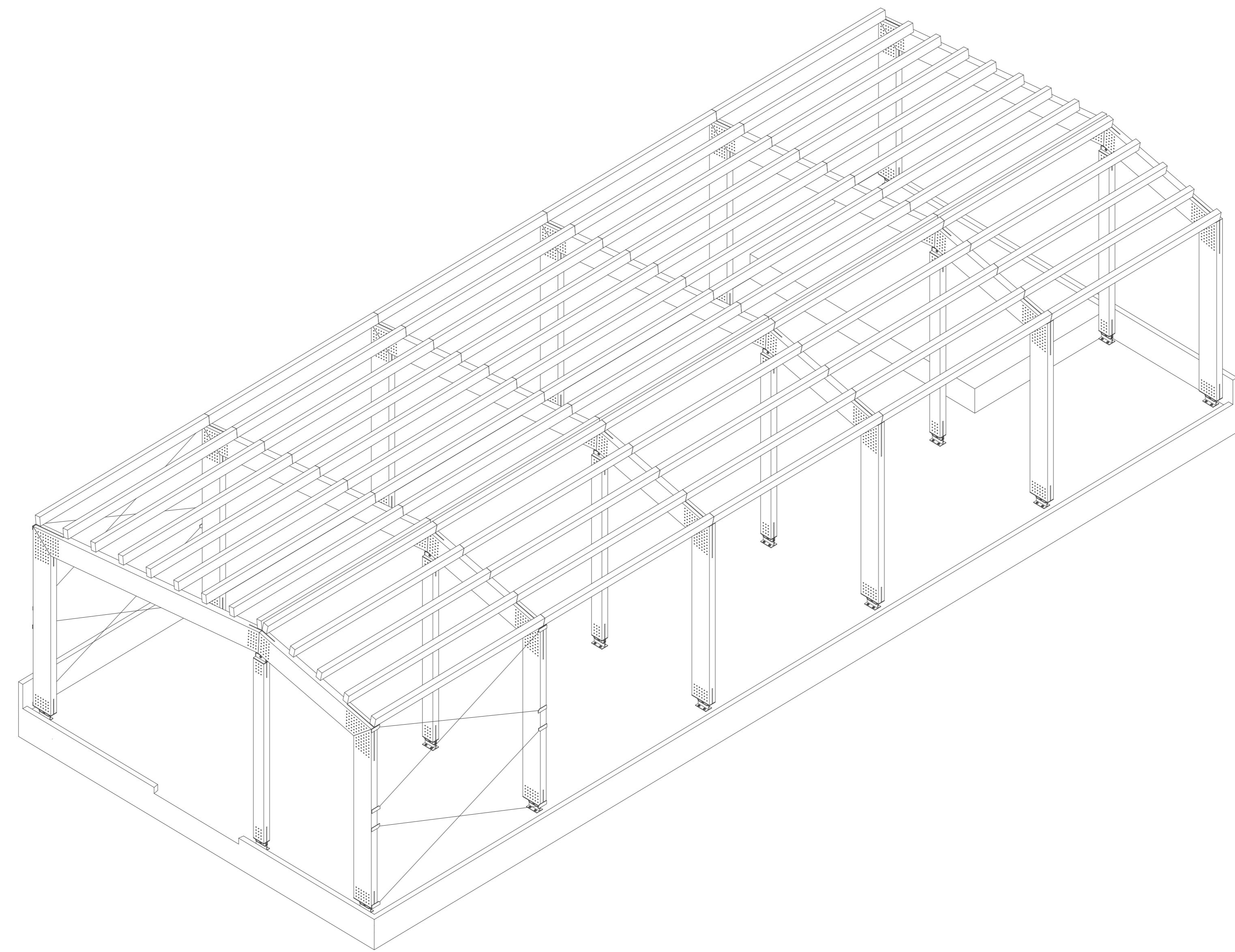
Isometrie



Sekundärtragwerk

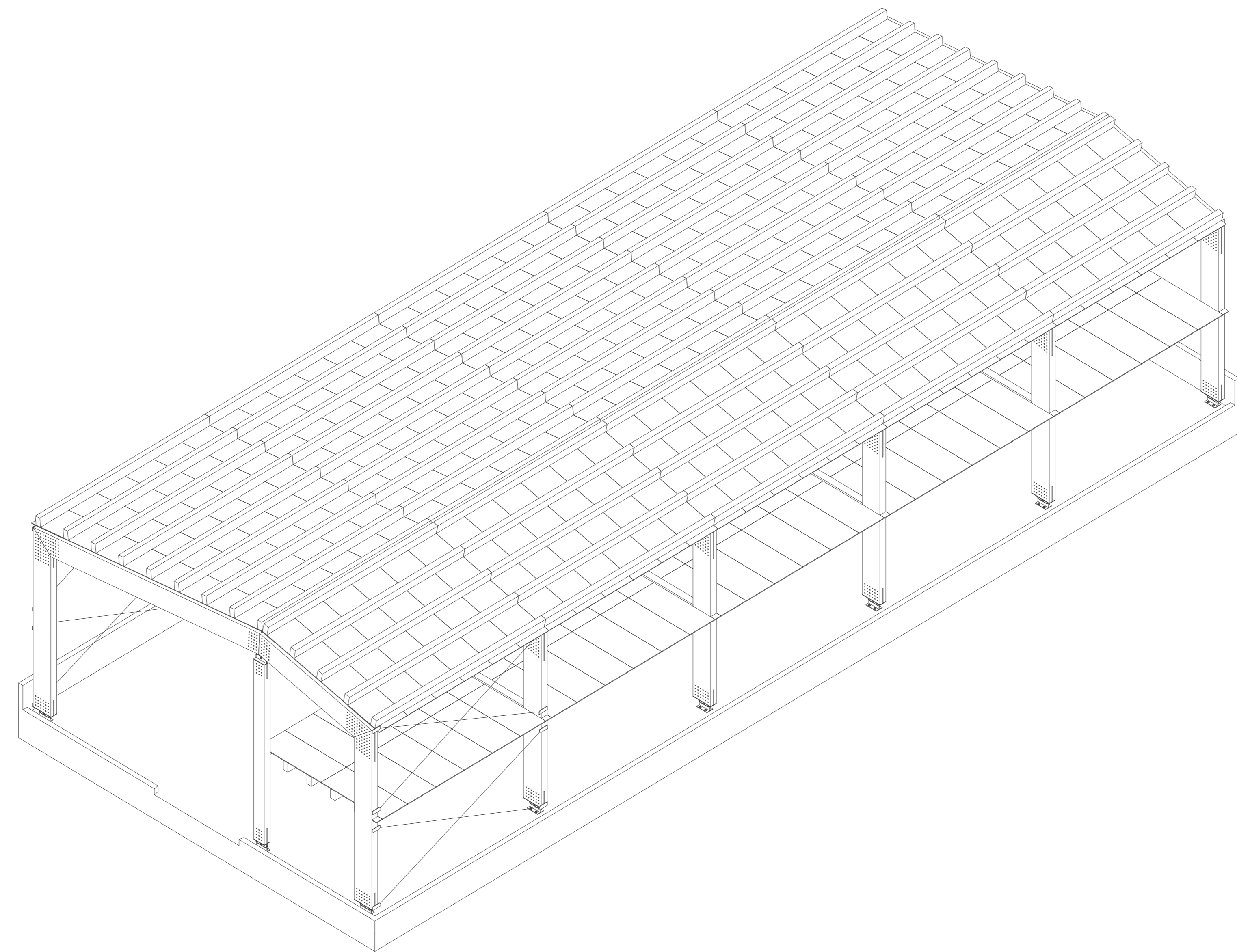
Primärtragwerk

Isometrie



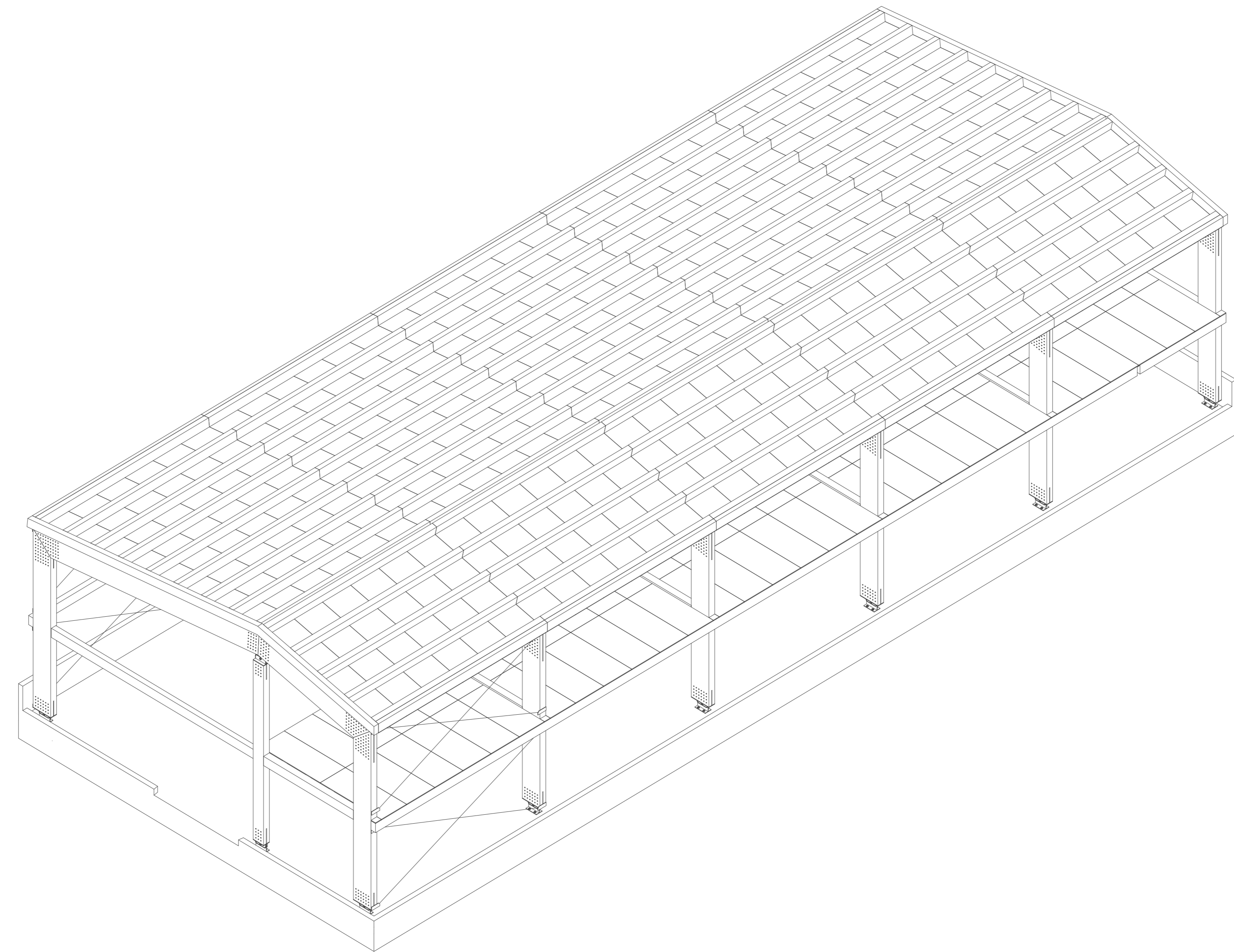
aussteifende Seile
Sekundärtragwerk
Primärtragwerk

Isometrie



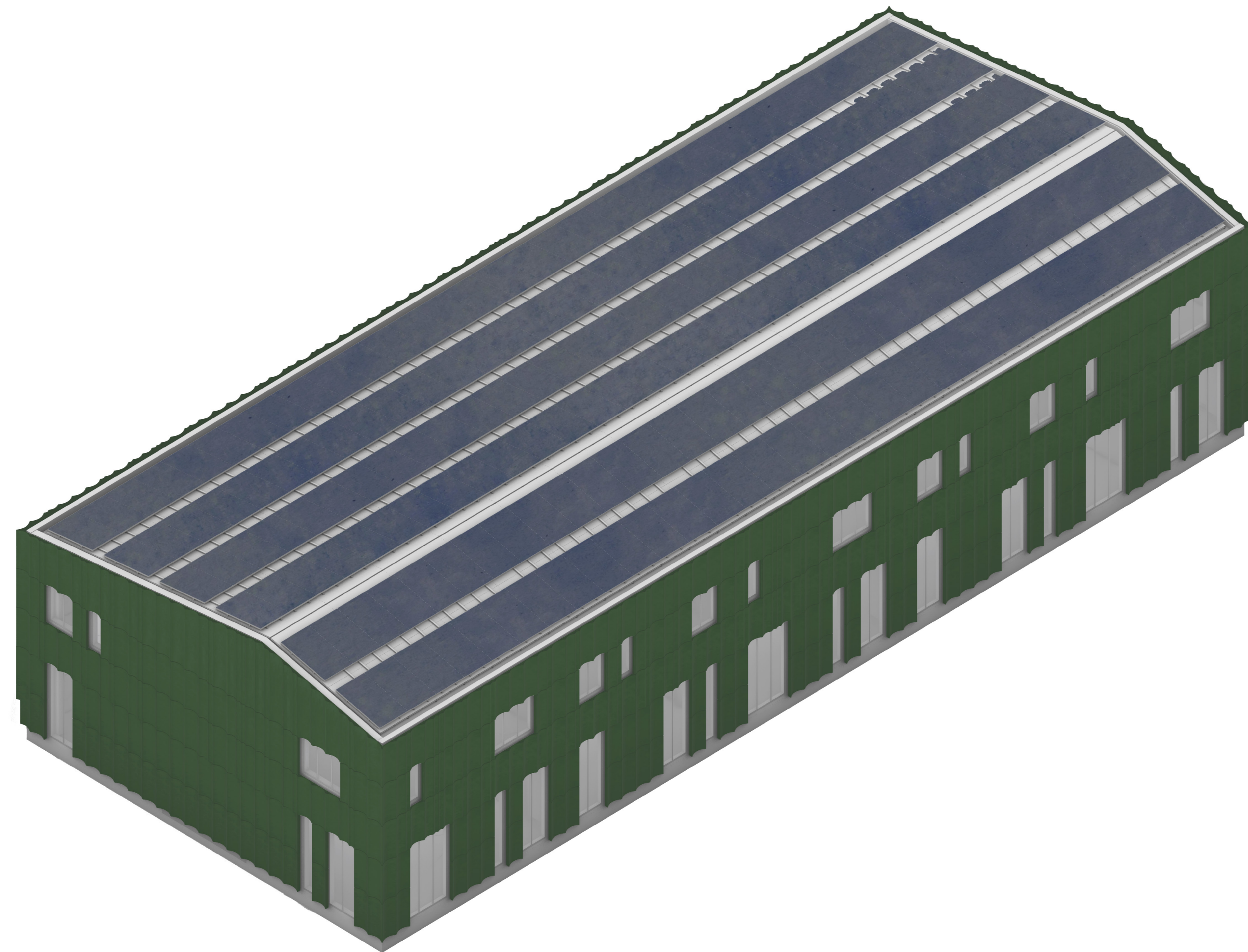
Dach- und Deckenscheibe
aussteifende Seile
Sekundärtragwerk
Primärtragwerk

Isometrie



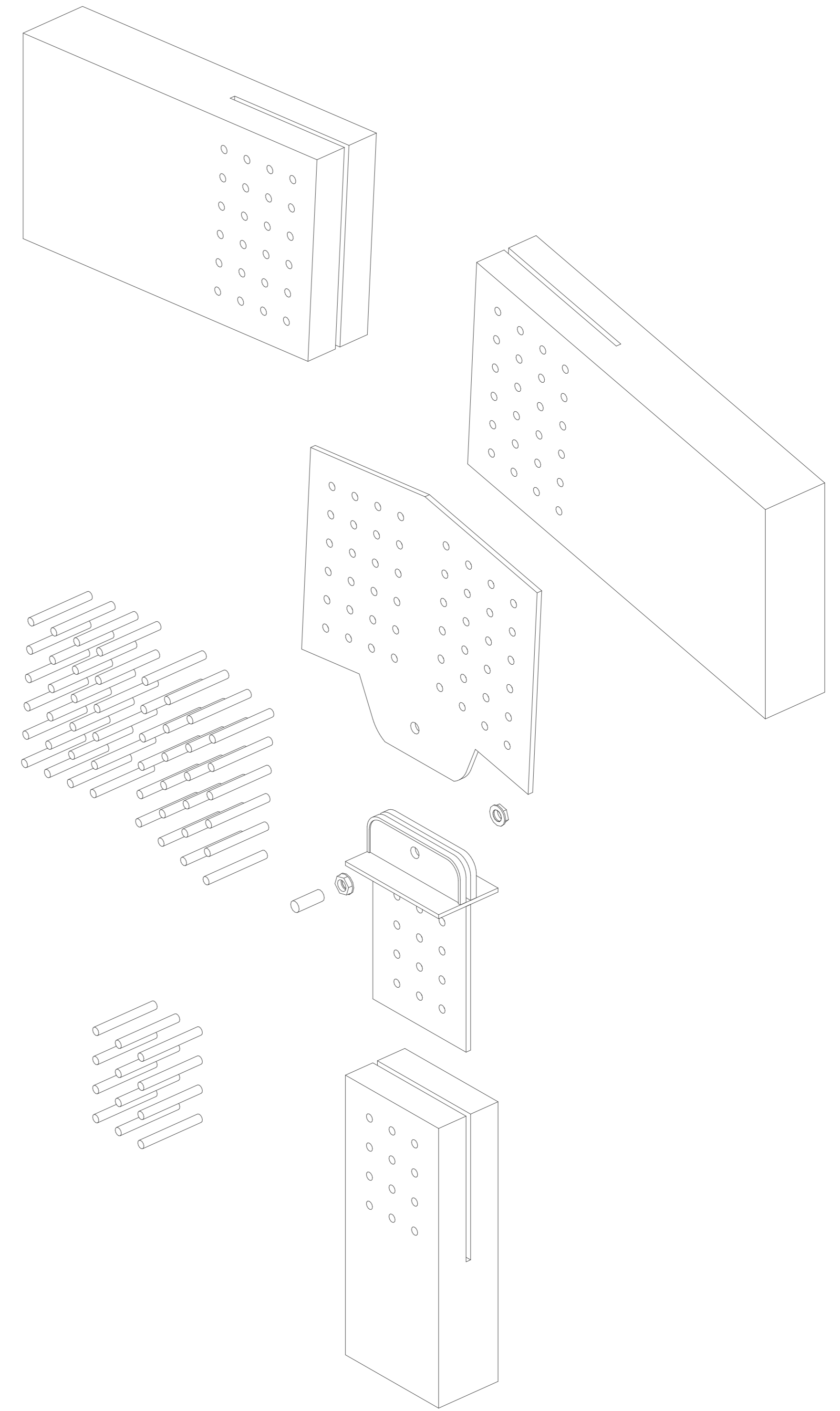
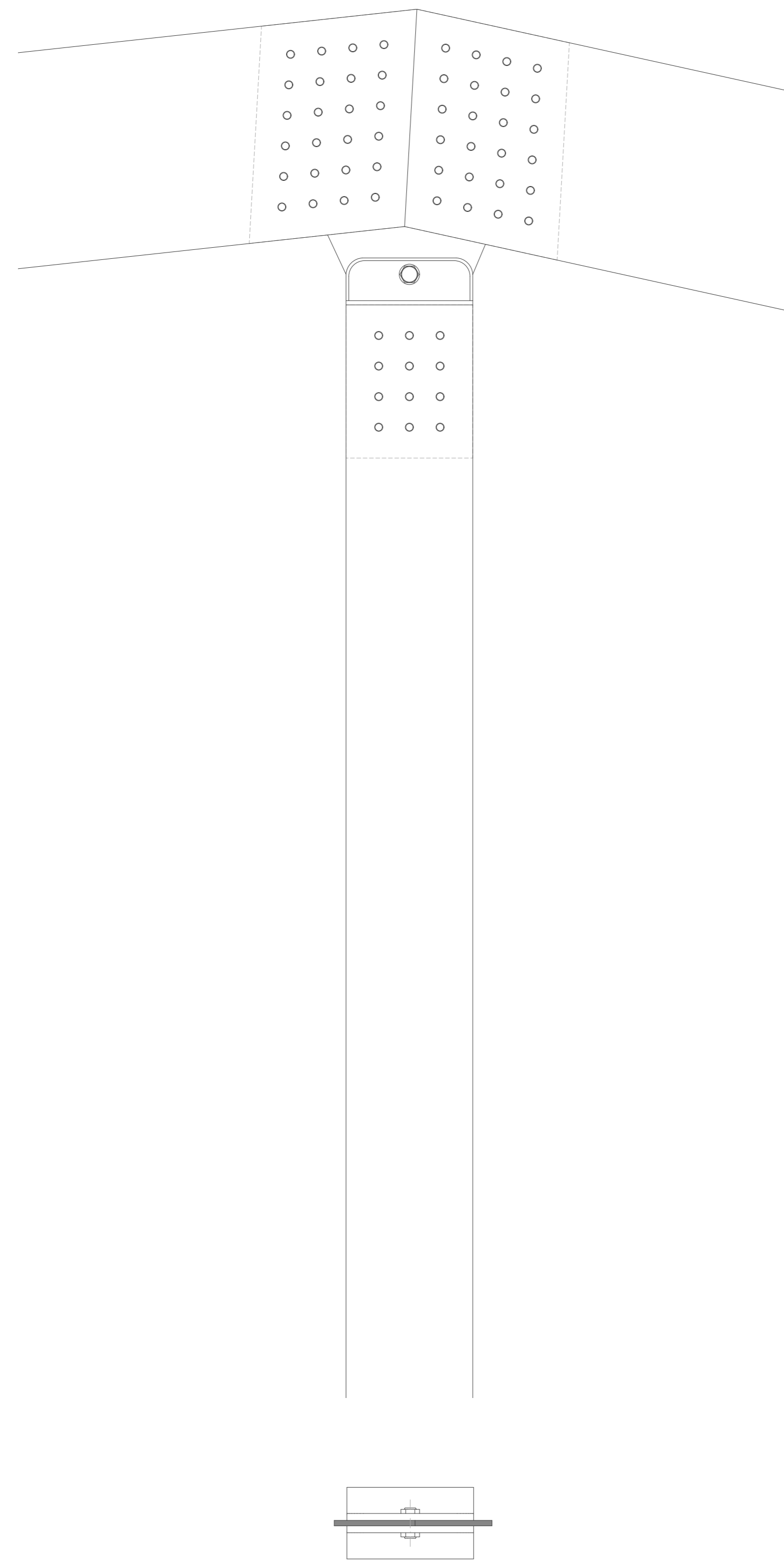
- Randträger
- Dach- und Deckenscheibe
- aussteifende Seile
- Sekundärtragwerk
- Primärtragwerk

Isometrie



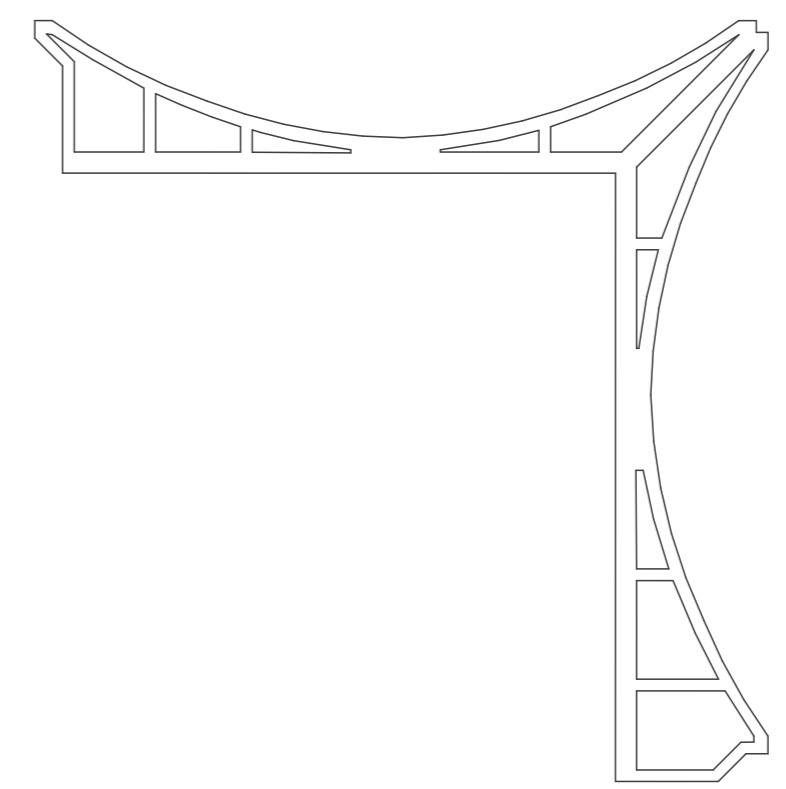
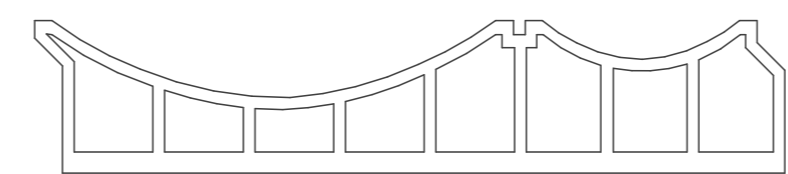
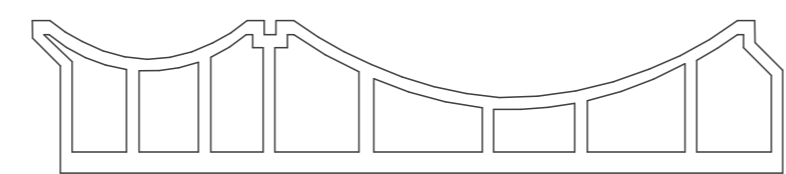
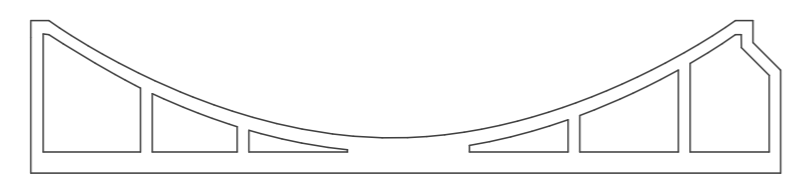
- Hülle
- Randträger
- Dach- und Deckenscheibe
- aussteifende Seile
- Sekundärtragwerk
- Primärtragwerk

Isometrie

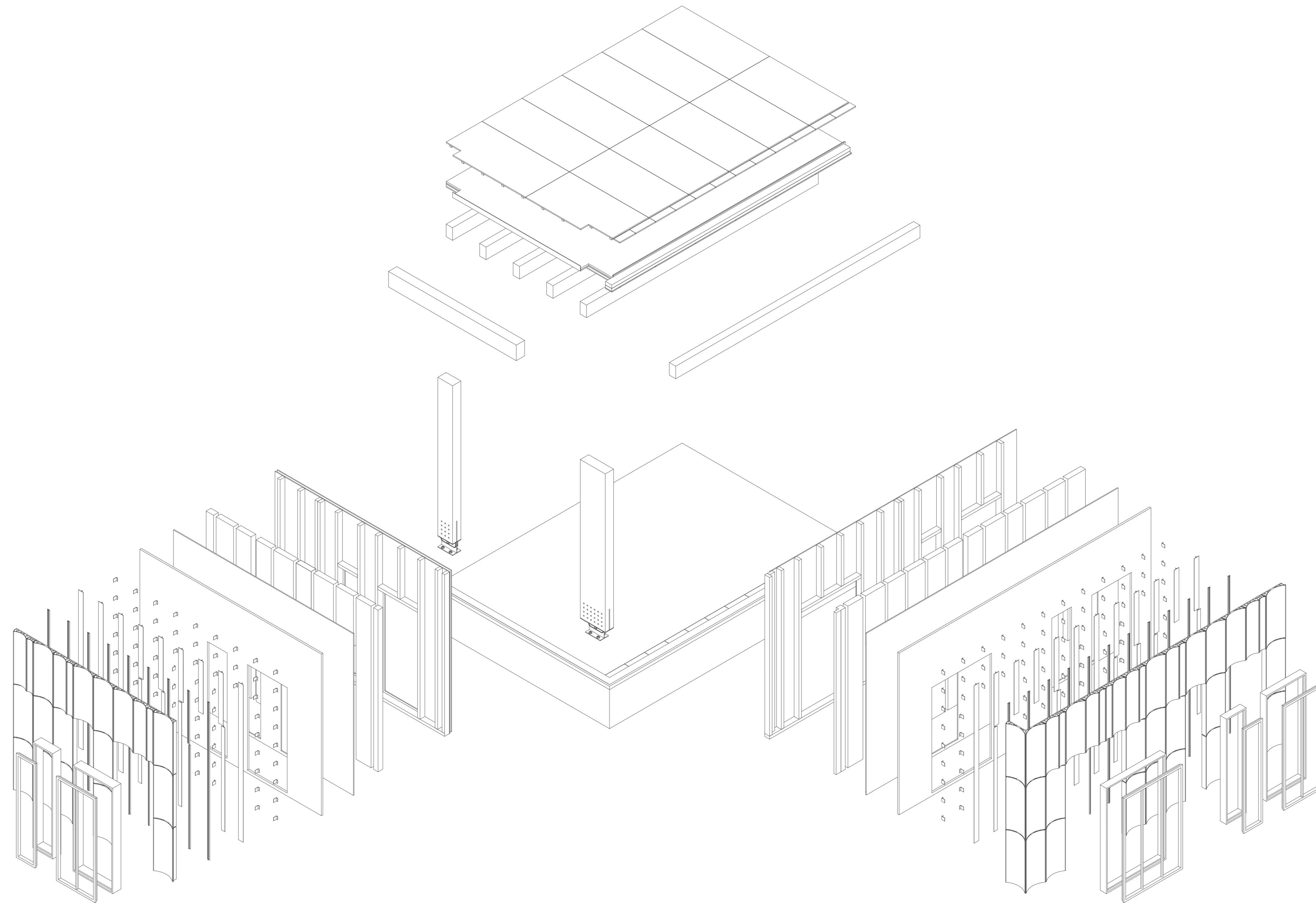


3 Tafel Projektion I Knotenpunkt Pendelstütze

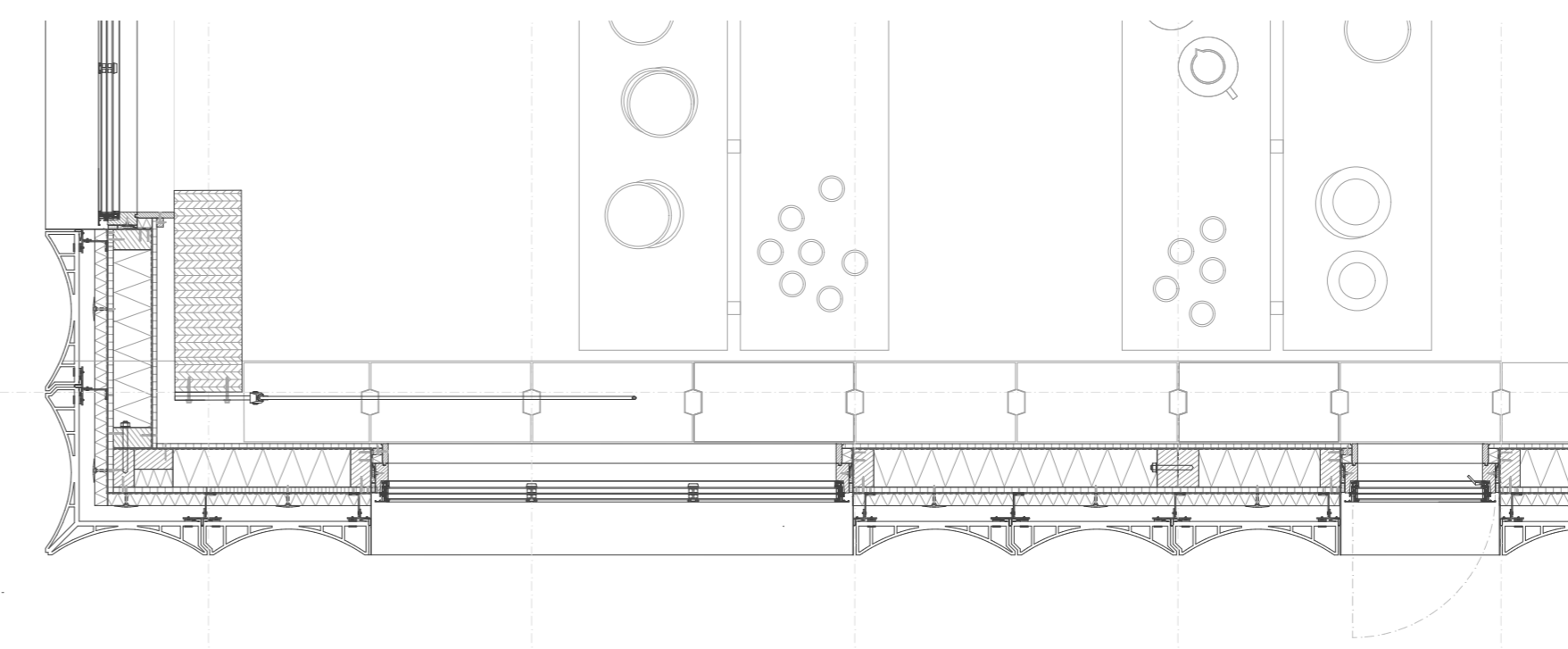
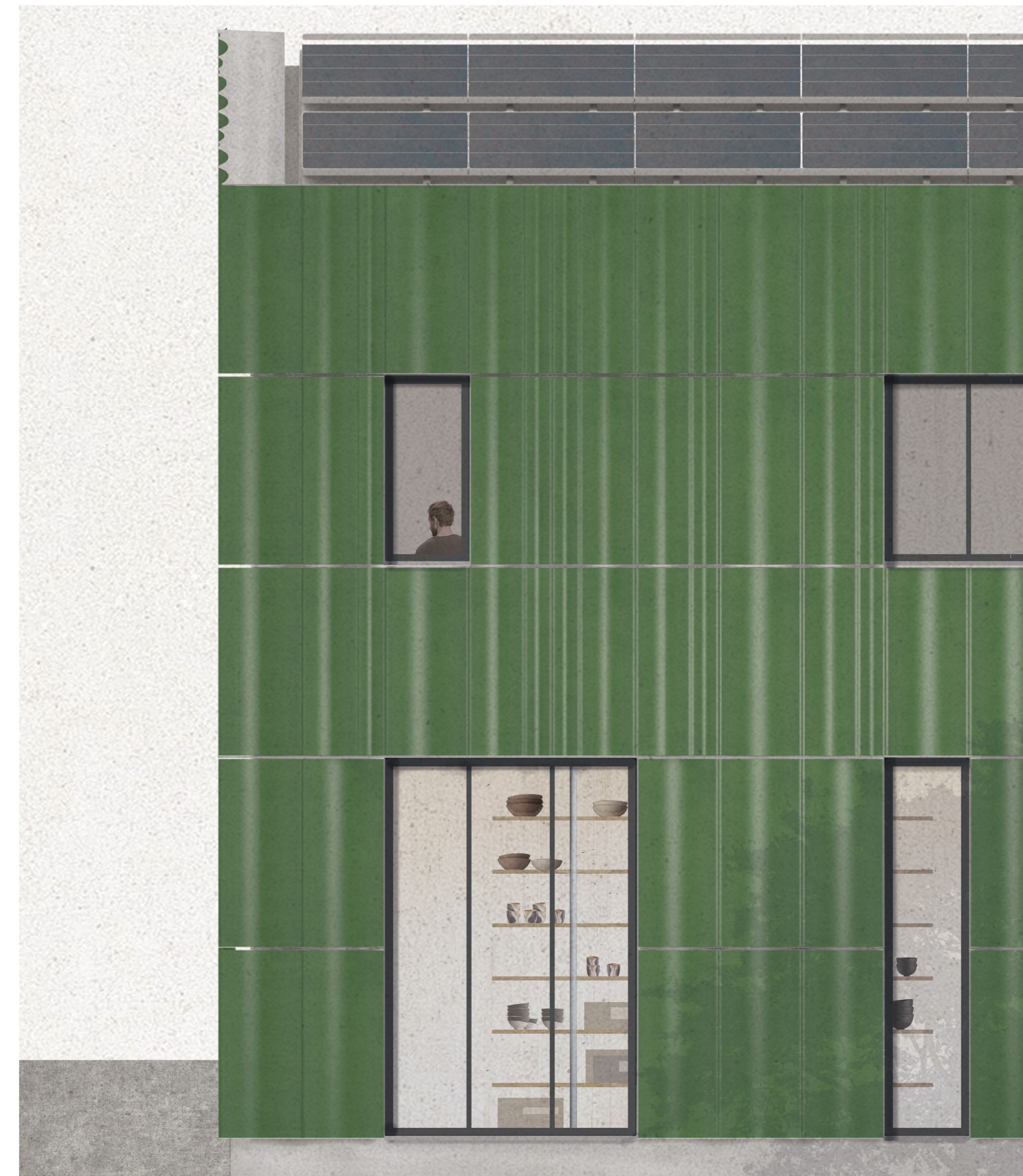
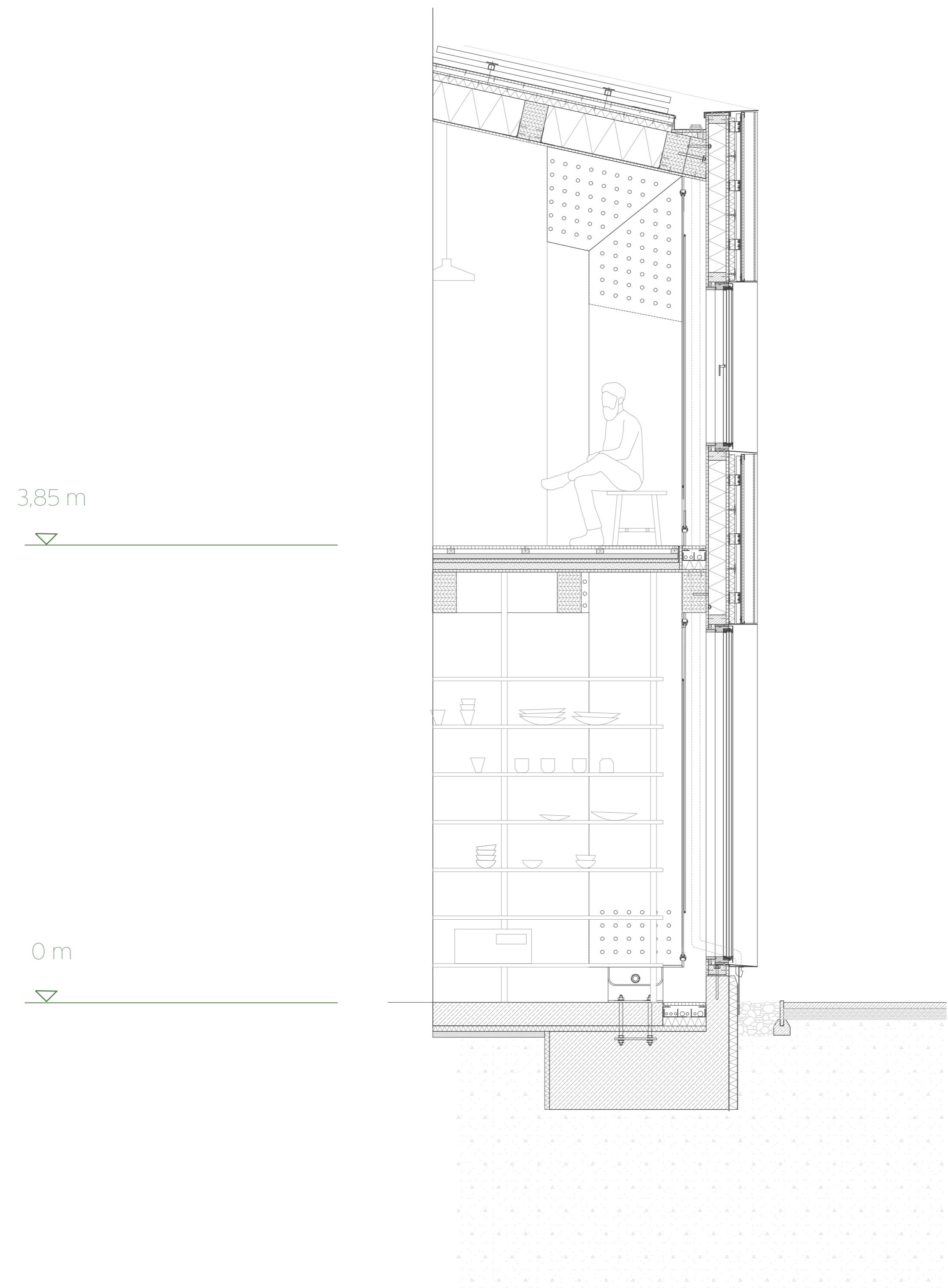




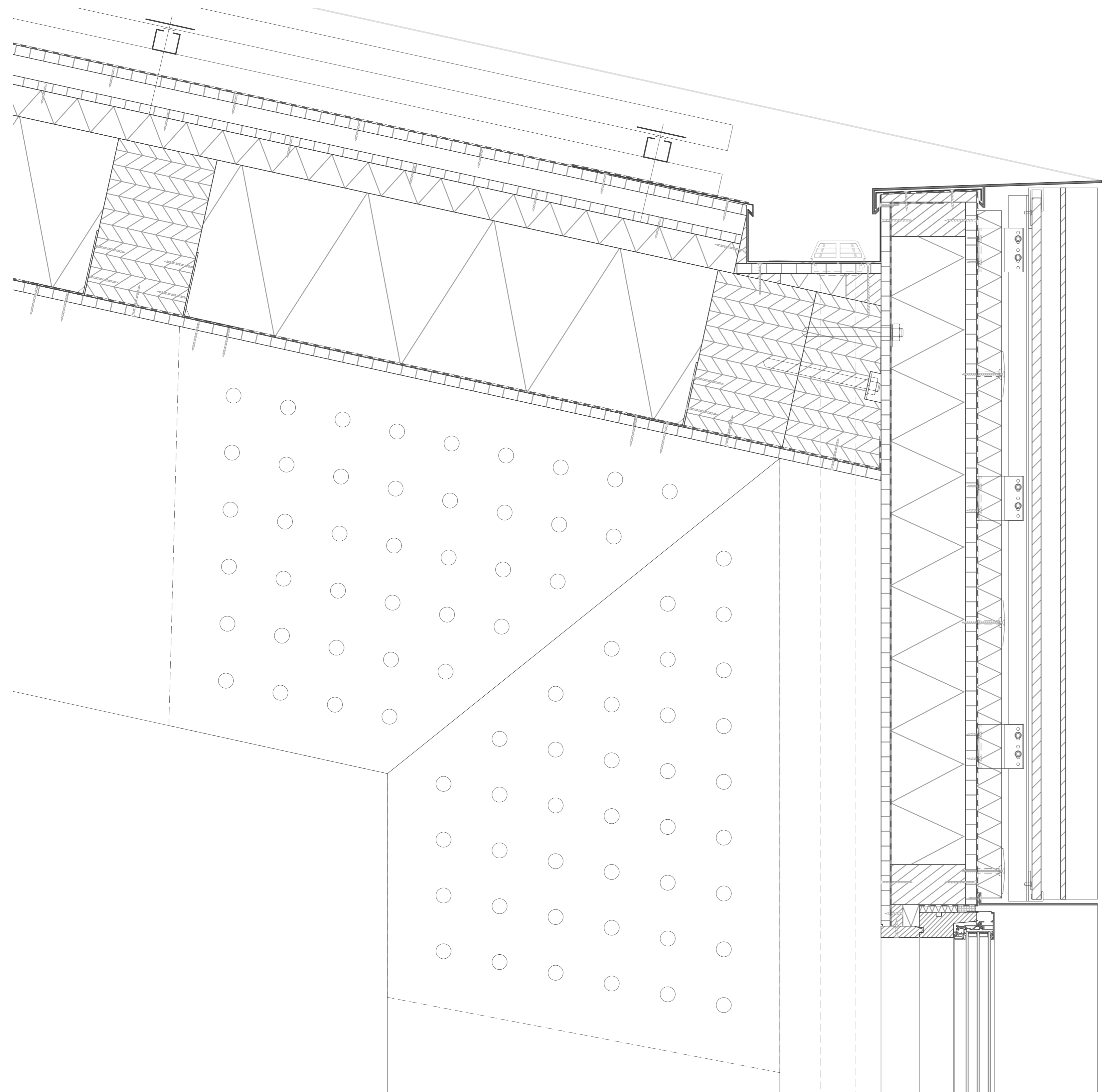
Keramikelemente Fassade



Eckexplosion Hülle | Tragwerk



3 Tafel Projektion I Ecke

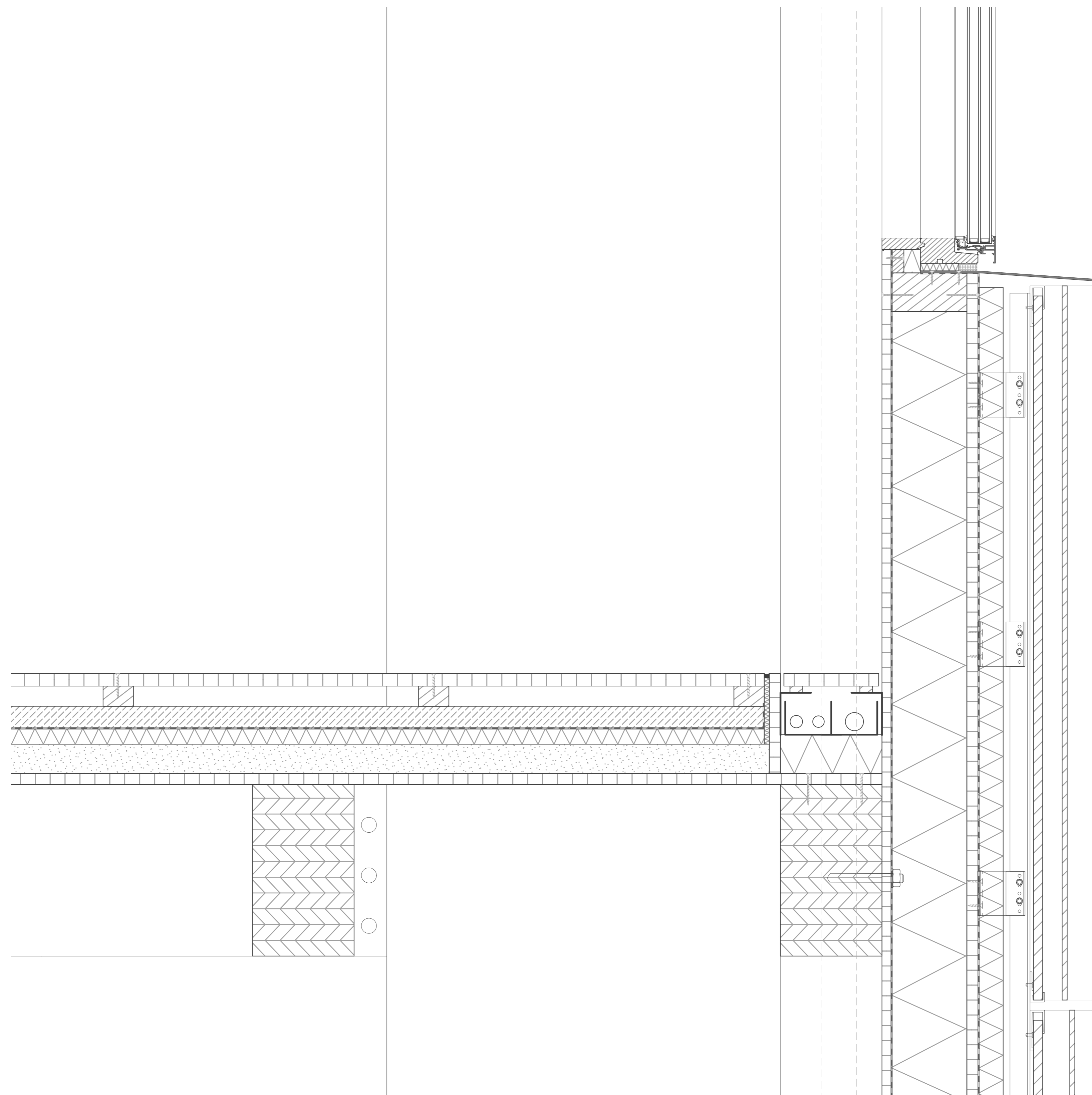


Detail Attika

Wandaufbau

Keramikelemente, grün	130 mm
Halterungschiene Aluminium nach Möding	
Hinterlüftung	60 mm
Fassadendämmung Mineralwolle, vlieskaschiert	50 mm
PE-Windsperre, diffusionsoffen	
OSB Platte	22 mm
Hanffaserdämmung	150 mm
Dampfsperre	
Dreischichtholzplatte Fichte	18 mm

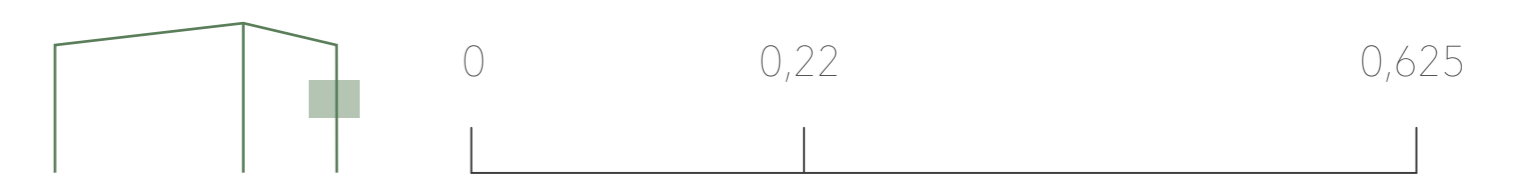


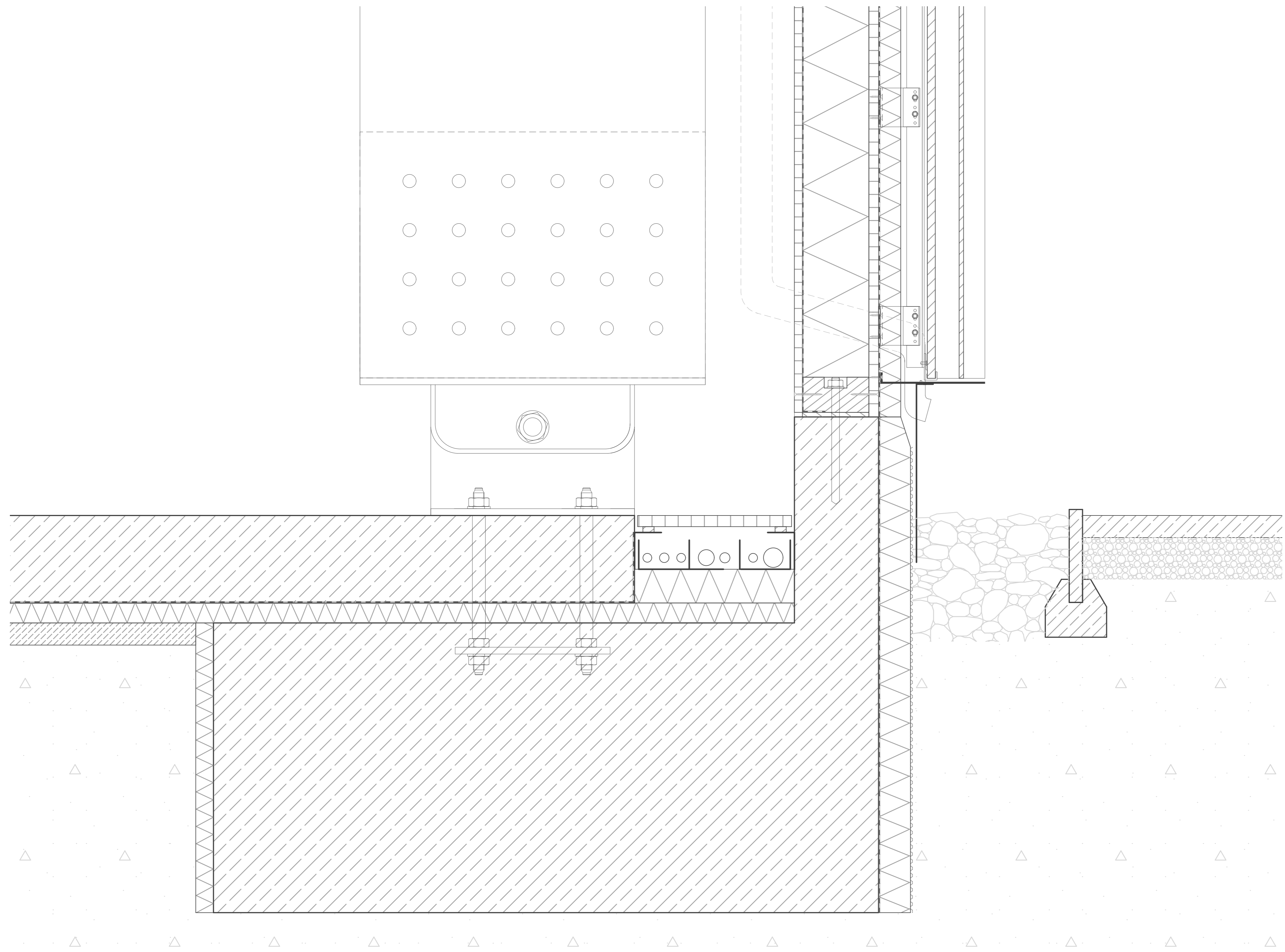


Deckenaufbau

Dreischichtplatte Fichte	25 mm
Unterkonstruktion	40/60 mm
Estrich, schwimmend	45 mm
PE-Folie	
Trittschalldämmung	30 mm
Schüttung, Bläperlite	78 mm
Dreischichtplatte, Fichte	22 mm
Längsbalken BSH	340/200 mm
Querbalken BSH	420/260 mm

Detail Decke





Fußpunkt

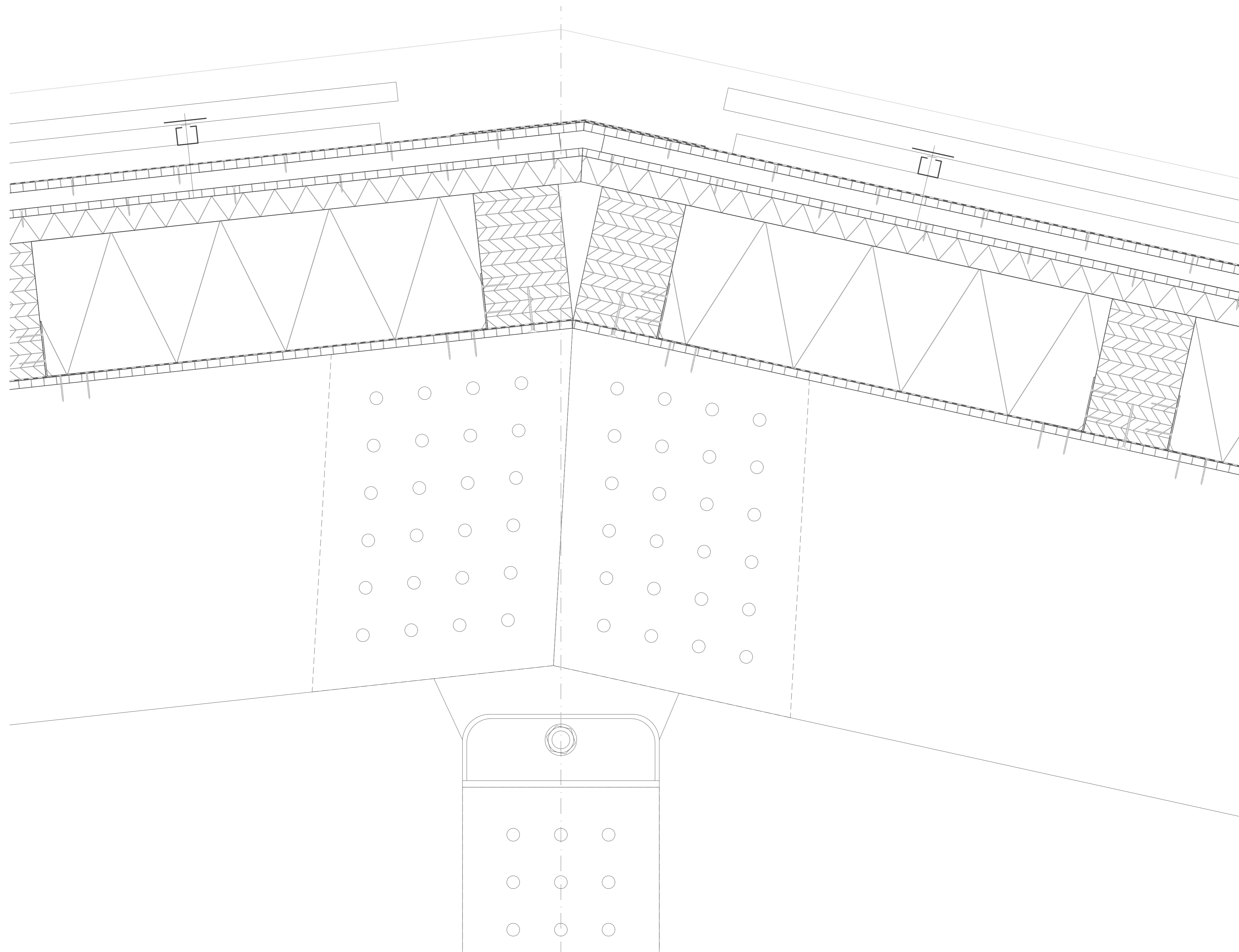
Stahlblech	3 mm
Drainmatte	
Perimeterdämmung	70 mm
PE-Folie	
Stahlbetonsockel	190 mm

Bodenaufbau

Stahlbeton	200 mm
PE-Folie	
Kabelkanal	
Abdeckung Dreischichtplatte	25 mm
Auflager Neoprenstreifen	5 mm
Winkel	
Wärmedämmung	50 mm
Fundament Stahlbeton	
Sauberkeitsschicht	50 mm

Detail Fußpunkt



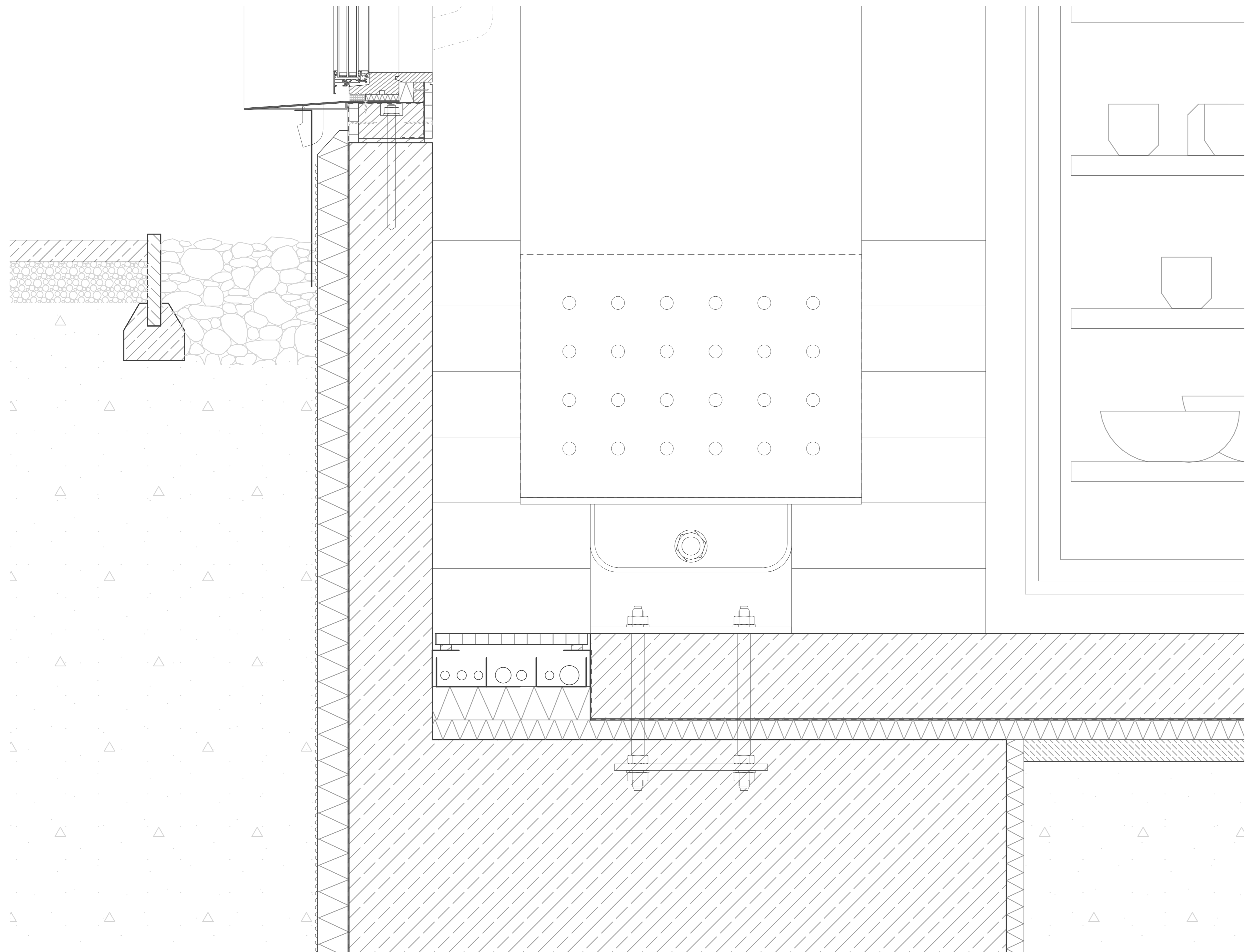


Dachaufbau

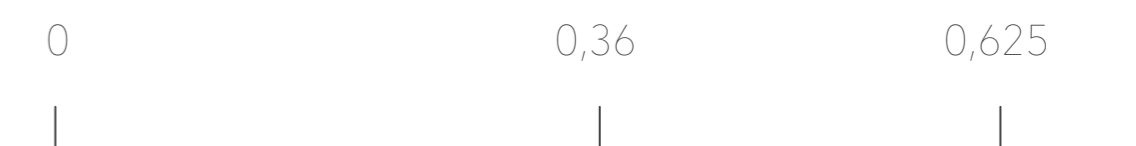
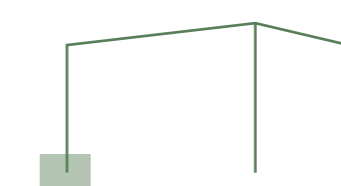
- Photovoltaik
- 2 lagig Bitumenabdichtung
- OSB Platte 20 mm
- Unterkonstruktion zur Hinterlüftung KVH 40/40 mm
- OSB Platte 18 mm
- Konterlattung KVH 60/40 mm
- Hanffaserdämmung 380 mm
- Nebenträger BSH 320/200 mm
- Dampfsperre
- Dreischichtholzplatte 18 mm

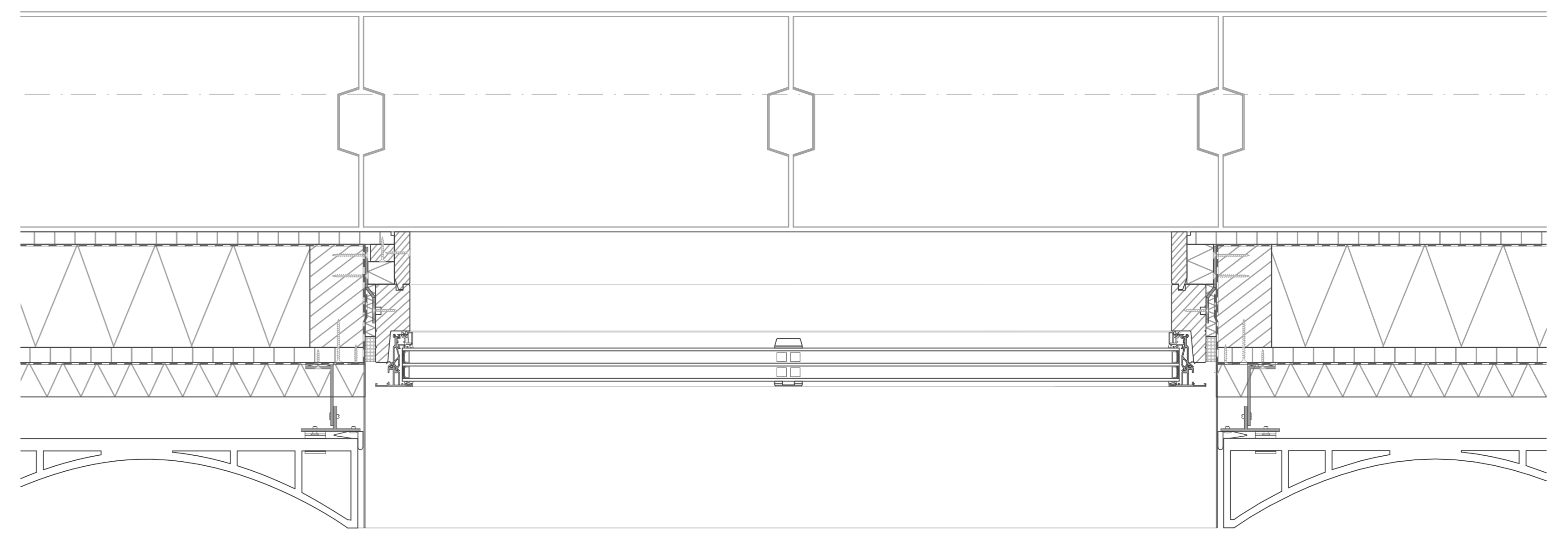
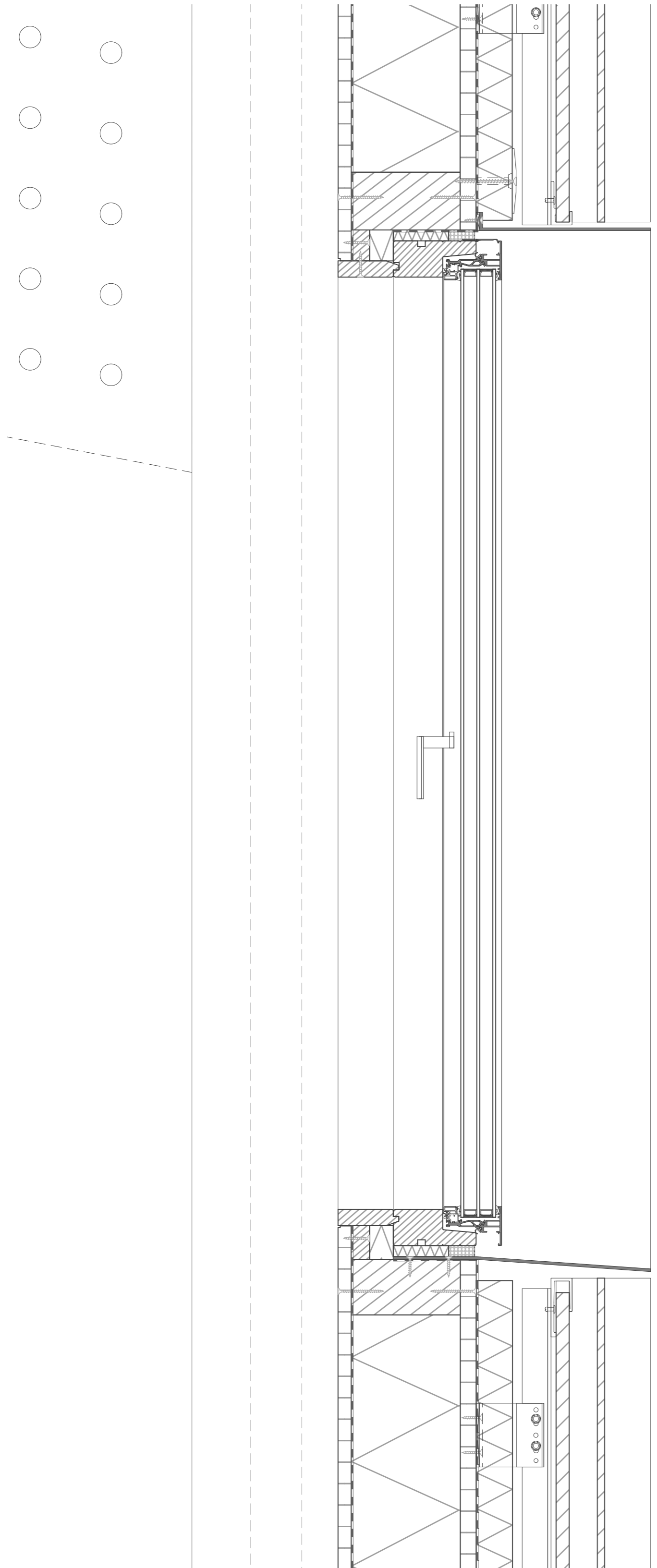
Detail First



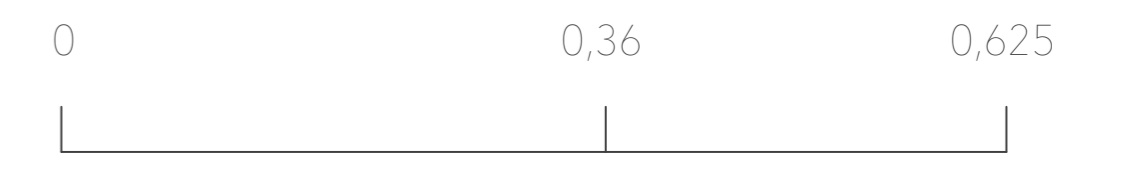


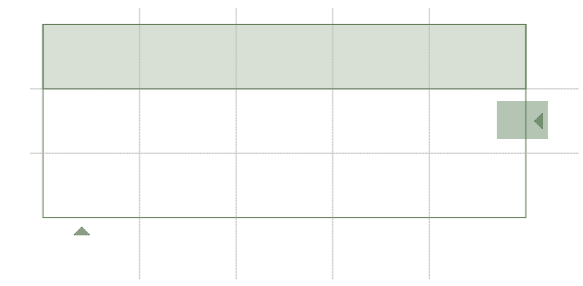
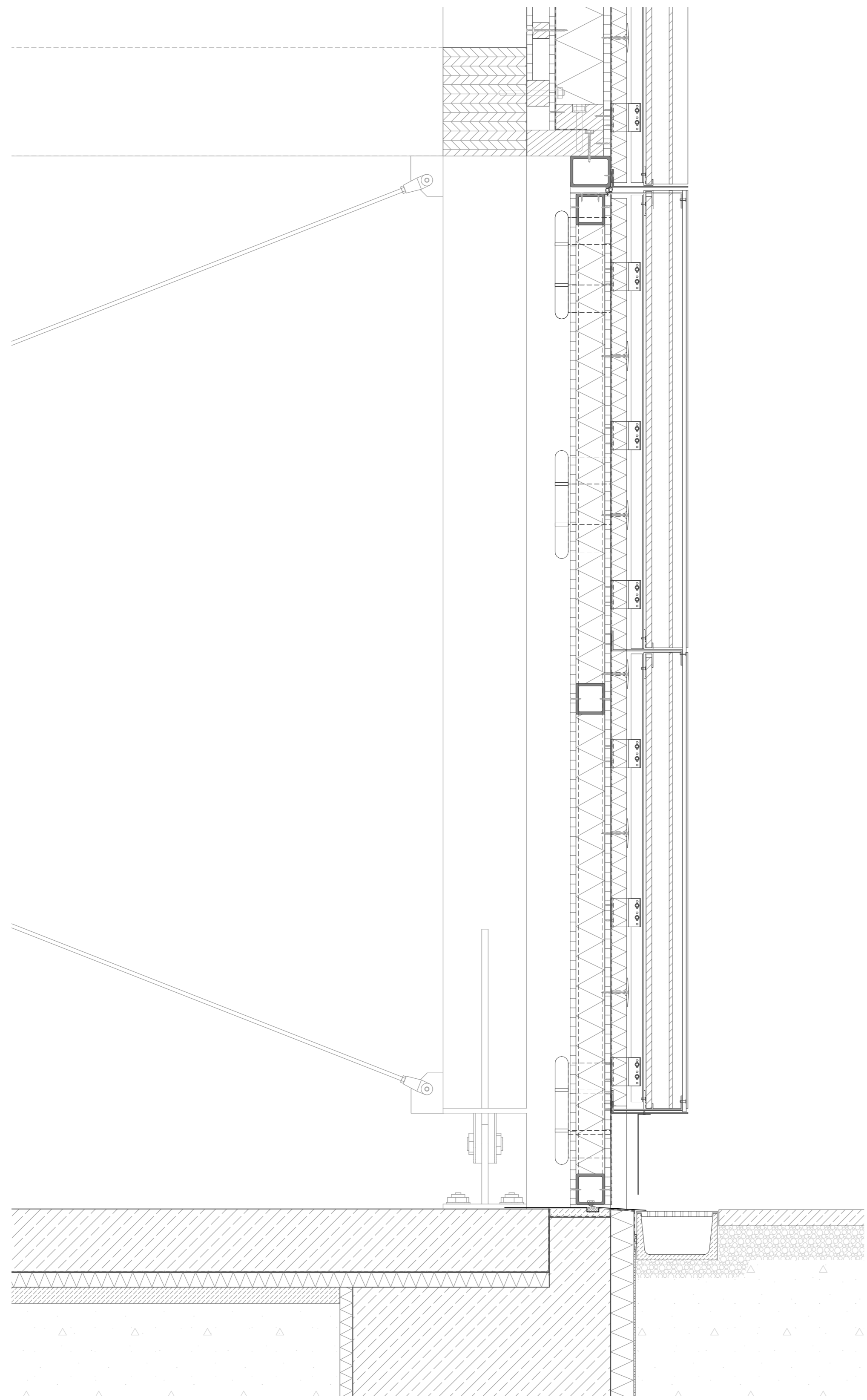
Detail Fußpunkt II



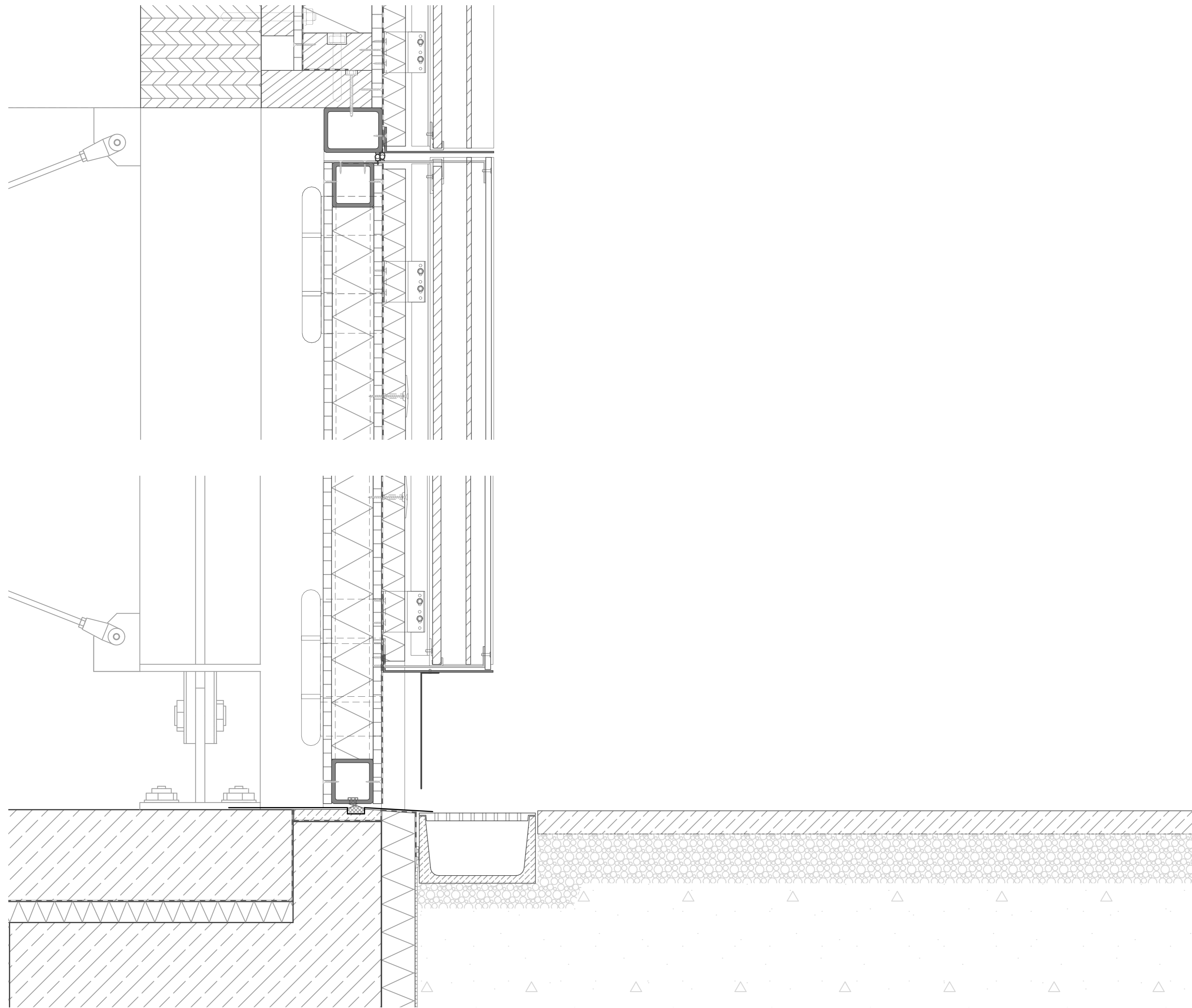


Detail Fenster

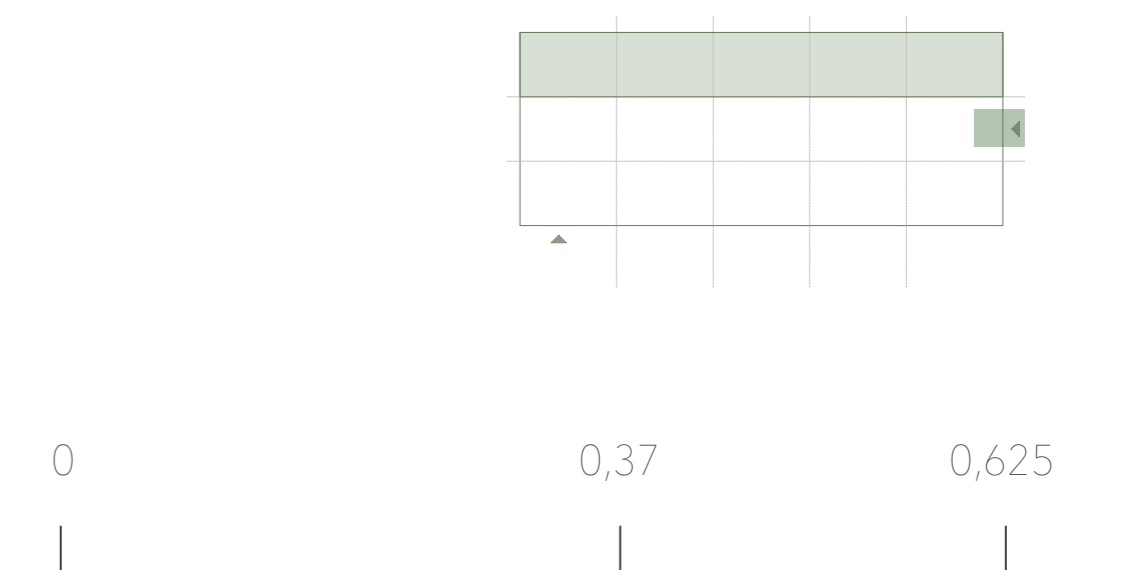


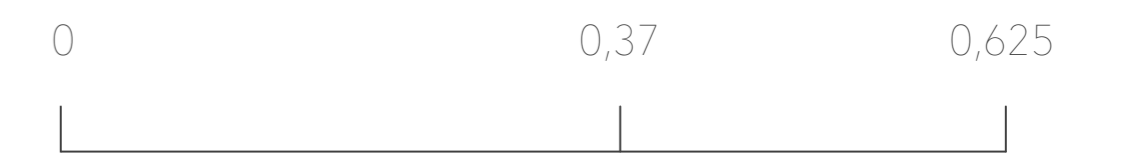
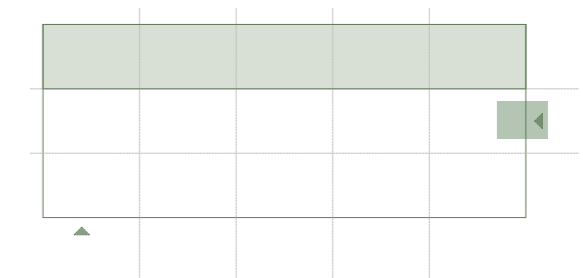
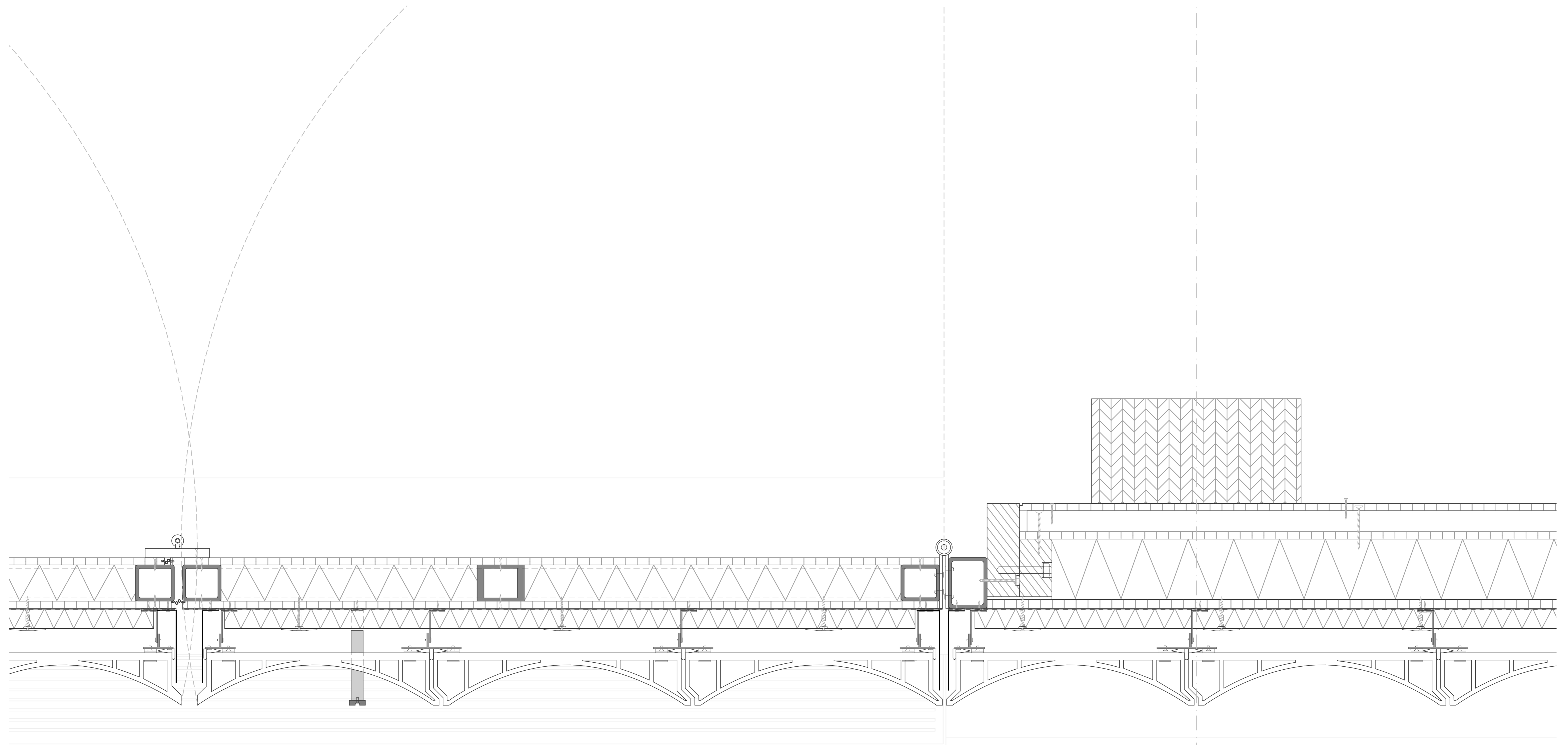


Tor

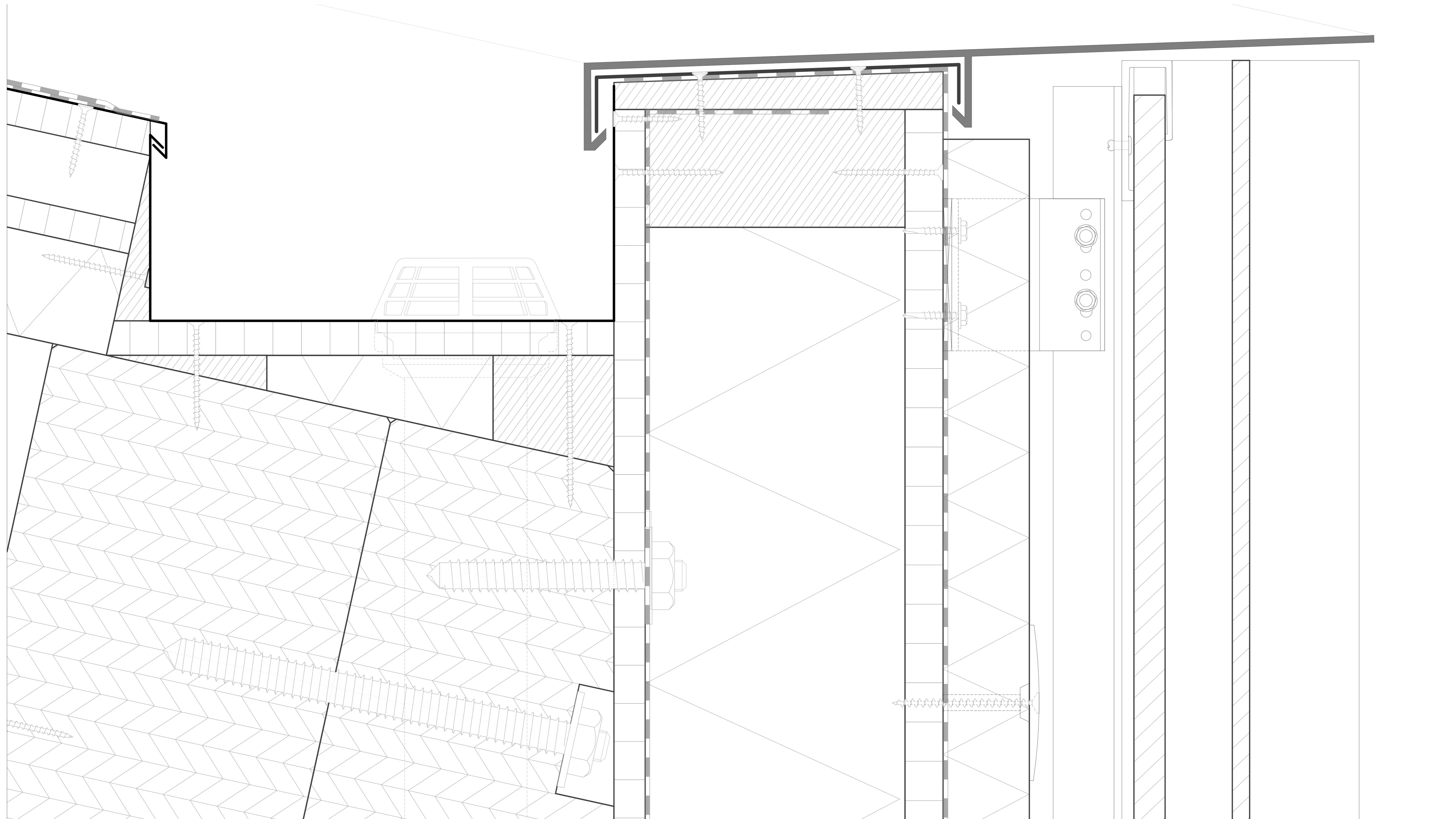


Detail Tor vertikal

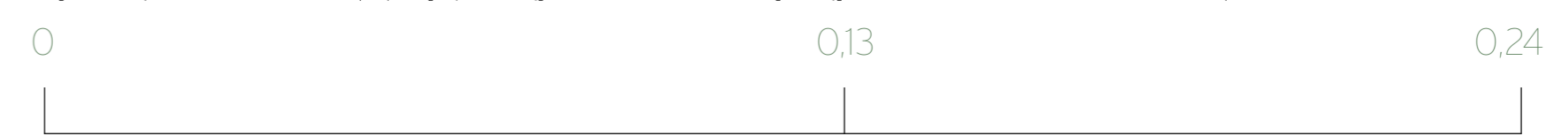




Detail Tor horizontal



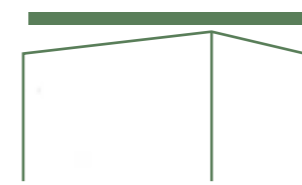
Detail Attika





Innenperspektive

LASTANNAHMEN aus dem DACH



LASTEN aus dem DACH

Photovoltaik mit Aluminium Unterkonstruktion		$g_k = 0,25 \text{ KN/m}^2$
2 lagige Bitumenabdichtung		$g_k = 0,15 \text{ KN/m}^2$
OSB Platte 20mm		$g_k = 0,02 \text{ m} \cdot 6,0 \text{ KN/m}^3 = 0,12 \text{ KN/m}^2$
Unterkonstruktion zur Hinterlüftung Vollholz	$0,04 \text{ m} / 0,104 \text{ m}$	$g_k = \frac{0,04 \text{ m} \cdot 0,04 \text{ m} \cdot 6,0 \text{ KN/m}^3}{0,625 \text{ m}} = 0,016 \text{ KN/m}^2$
OSB Platte 18mm	$e = 0,625 \text{ m}$	
Konterläftung Vollholz	$0,06 \text{ m} / 0,04 \text{ m}$	$g_k = \frac{0,06 \text{ m} \cdot 0,04 \text{ m} \cdot 6,0 \text{ KN/m}^3}{1,25 \text{ m}} = 0,108 \text{ KN/m}^2$
Dämmung [Hanfplatten]	$0,38 \text{ m}$	$g_k = 0,38 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ KN/m}^2 = 0,095 \text{ KN/m}^2$
Nebenträger BSH	$0,2 / 0,32 \text{ m}$	$g_k = \frac{0,2 \text{ m} \cdot 0,32 \text{ m} \cdot 5,0 \text{ KN/m}^2}{1,225 \text{ m}} = 0,26 \text{ KN/m}^2$
Furnierstuchtholzplatte 18mm	$e = 1,225 \text{ m}$	
Dichtungsbahn		$g_k = 0,018 \text{ m} \cdot 6,0 \text{ KN/m}^3 = 0,108 \text{ KN/m}^2$
		$g_k = 0,07 \text{ KN/m}^2$

$$\sum g_{k\text{DACH}} = 1,189 \text{ KN/m}^2 \approx 1,19 \text{ KN/m}^2$$

► nicht ständige Einwirkungen auf DACH

Schneelast : Münster [Zone 1 + $\pm 200 \text{ NN}$]

$$s_k = s \cdot \mu = 0,65 \text{ KN/m}^2 \cdot 0,8 = 0,52 \text{ KN/m}^2$$

Windlast : da flache Winkel des Dachs, wirken nur Sogkräfte, somit vernachlässigen wir die hier [siehe Anhang]

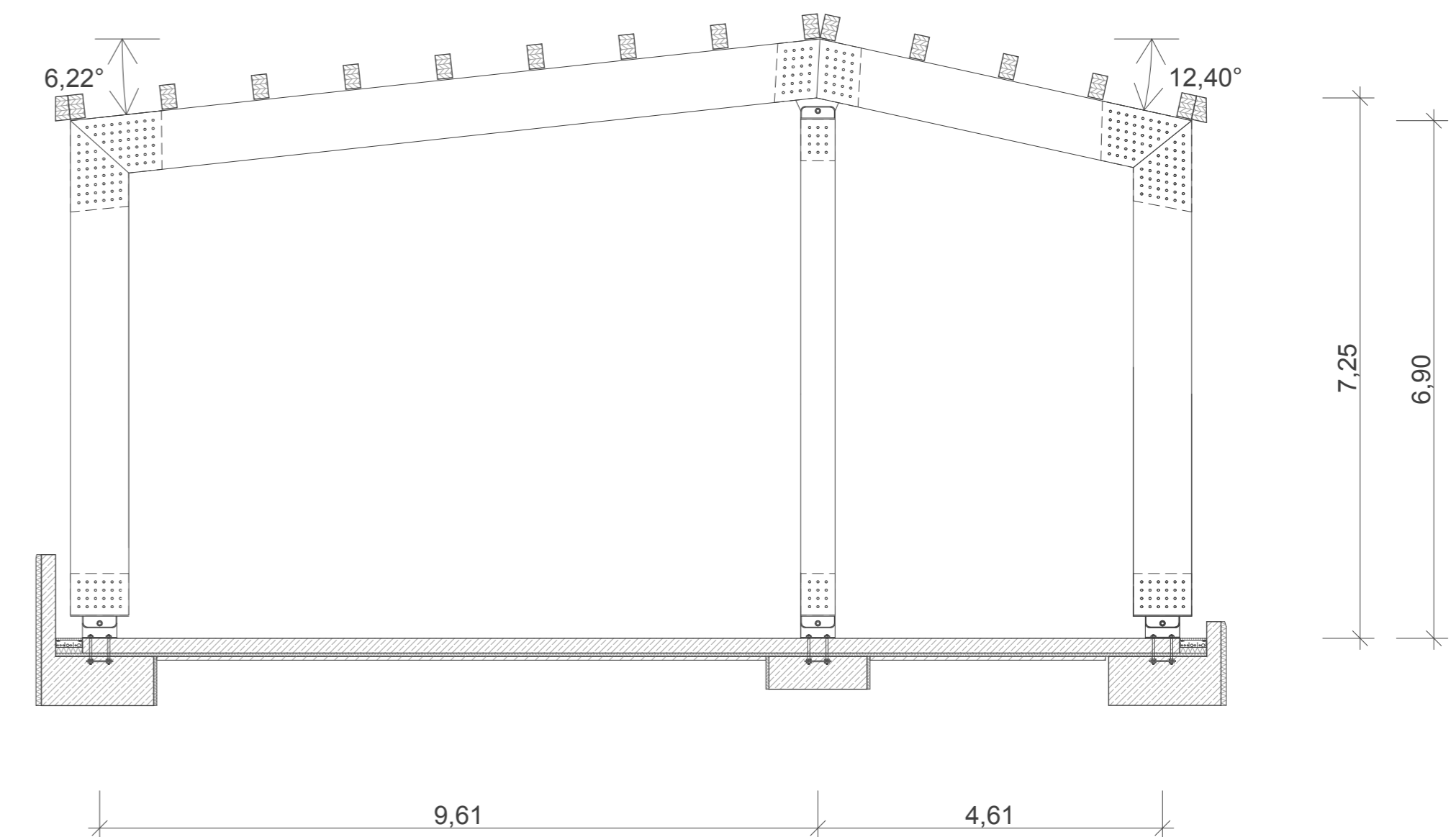
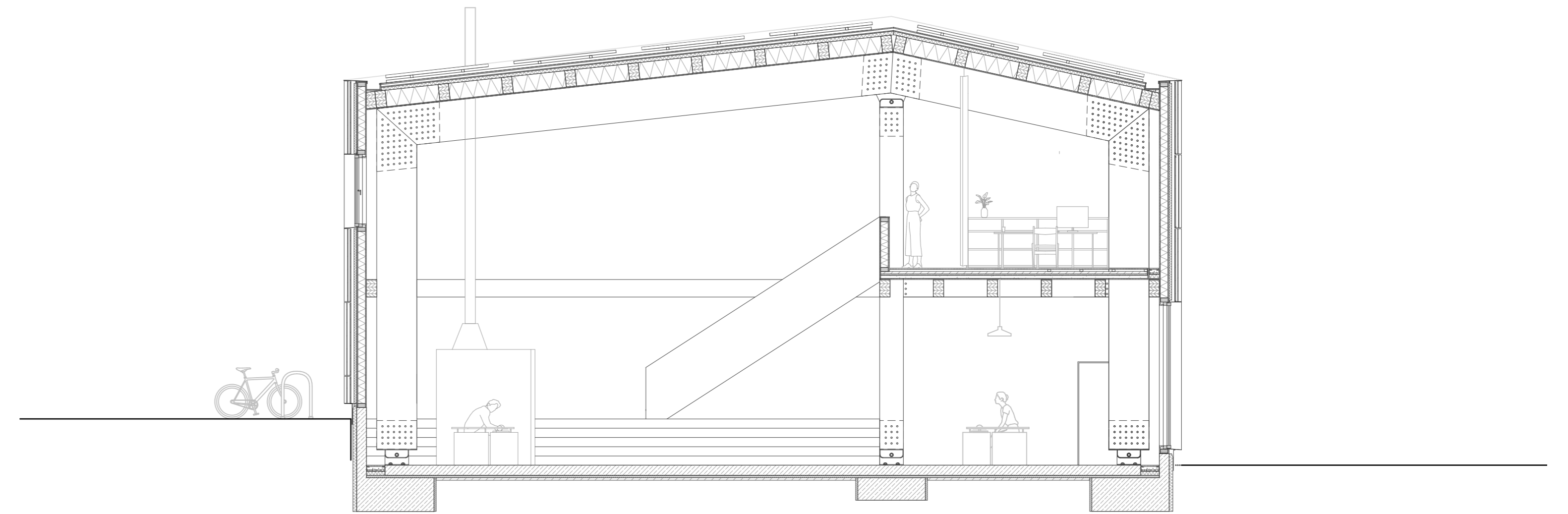
Nutz- und Verkehrslasten : da DACH hier zu vernachlässigen

Da unser DACH ein Satteldach ist, berechnen wir die errechneten ständigen Lasten auf die [für beide Neigungen + wählen den größeren Wert zum Weiterrechnen]

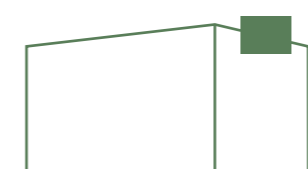
$$g_{k1} = \frac{1,19 \text{ KN/m}^2}{\cos(12,4^\circ)} = 1,22 \text{ KN/m}^2$$

$$g_{k2} = \frac{1,19 \text{ KN/m}^2}{\cos(6,22^\circ)} = 1,2 \text{ KN/m}^2$$

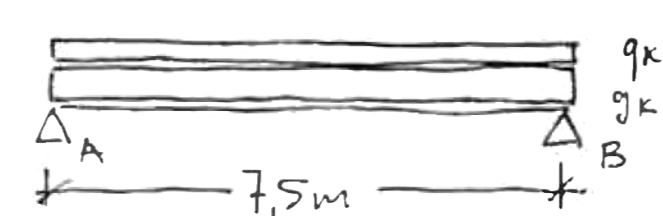
$$\sum g_k + q_k = 1,22 \text{ KN/m}^2 + 0,52 = 1,74 \text{ KN/m}^2$$



TRAGFÄHIGKEIT NEBENTRÄGER

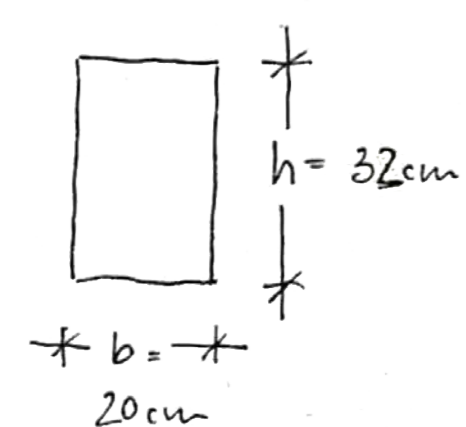


Statisches System: EINFELDTRÄGER mit einer Spannweite $l = 7,5m$



Nebenträger liegen im Abstand von $c = 1,225m$ auf dem Rahmen
 somit Last einzugsbreite $1,225m$
 $q_k + q_k \cdot 1,225m = 1,74 \frac{KN}{m^2} \cdot 1,225m$
 $= 2,13 \frac{KN}{m}$

DIMENSIONIERUNG NEBENTRÄGER

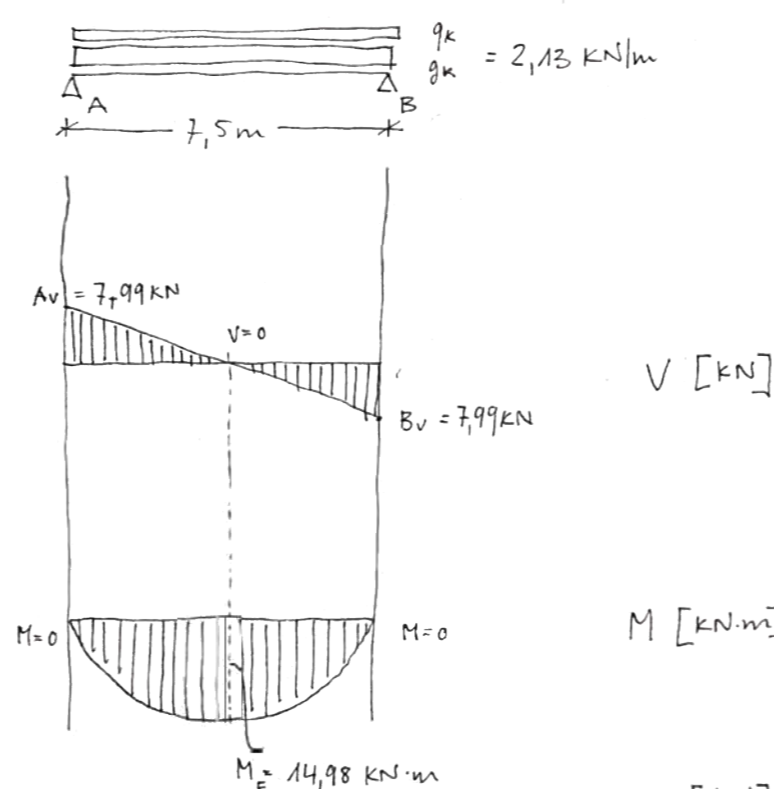


BSH 14 $\sigma_{red} = 1,8 \frac{KN}{cm^2}$
 $A = 640 \text{ cm}^2$ max. empfohlene Durchbiegung $\delta = \frac{l}{300}$
 $W_y = 3413 \text{ cm}^3$ $7,5m/300 = 0,025m$
 $I_y = 54613 \text{ cm}^4$

BASIS SCHNITTGRÖßEN

$$A = B = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{2,13 \frac{KN}{m} \cdot 7,5m}{2} = 7,99 \text{ KN}$$

$$\max M = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{2,13 \frac{KN}{m} \cdot 7,5^2 m}{8} = 14,98 \text{ KN}\cdot m$$



V [KN]
 M [KN·m]
 N [KN] hier vernachlässig

TRAGFÄHIGKEITSNACHWEIS

$$\text{erf. } W = \frac{M_d \text{ [KN}\cdot\text{cm]}}{\sigma_{red}} = \frac{1,4 \cdot (14,98 \cdot 100)}{1,8 \frac{KN}{cm^2}} = 1165,1 \text{ cm}^3$$

GEBRAUCHSTAUGLICHKEITSNACHWEIS

$$\text{erf. } I = k_0 \cdot M \cdot l = 312 \cdot 14,98 \text{ KN}\cdot m \cdot 7,5m = 35053,2 \text{ cm}^4$$

Durchbiegung

$$\max \delta = \frac{5 \cdot \max M \left[\frac{KN}{cm} \right] \cdot l^2 \text{ [cm]}}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 14,98 \text{ KN}\cdot m \cdot 100 \cdot 750^2 \text{ cm}}{48 \cdot 1370 \cdot 54613} = 1,43 \text{ cm}$$

ausreichend
 tragfähig

Zum Berechnen der wirkenden Lasten + Momente auf Rahmen haben wir 2 Möglichkeiten:

- Nebenträger als Punktlasten annehmen
 n [Anzahl d. Nebenträger] $\cdot A/B$ [Vertikalkraft in einem Auflagers]
- Dachlasten als gesamtes Paket betrachten

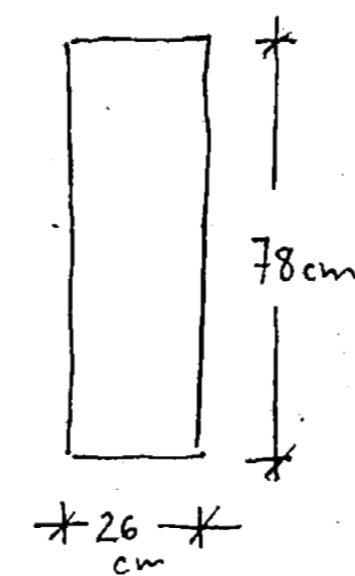
Wir wählen Option 2

$$\text{Lasten aus dem Dach kommend: } q_k + q_k \cdot l = 1,74 \frac{KN}{m^2} \cdot 7,5m$$

$$= 13,05 \frac{KN}{m}$$

dazu kommt noch die Eigenlast des Rahmens, wobei wir hier die Pendelstütze erst einmal außen vor lassen.

angenommene Querschnitte für Riegel + Stiele [außen]



Riegel: $0,78m \cdot 0,26m \cdot 5,0 \frac{KN}{m^3} = 1,014 \frac{KN}{m}$
 Stiel: $0,78m \cdot 0,26m \cdot 5,0 \frac{KN}{m^3} = 1,014 \frac{KN}{m}$
 $q_{stiel} = q \cdot h$ [Rahmen]
 $= 1,014 \frac{KN}{m} \cdot 6,9m = 7 \text{ KN}$
 da wir 2 Stiele haben $\rightarrow \frac{7 \cdot 2}{14 \text{ KN}}$

Lasten der Stiele "packen" wir oben zum Lastpaket dazu, also wirken die 14 KN auf den insges. 14,22m

$$\rightarrow \frac{14 \text{ KN}}{14,22m} = 0,98 \frac{KN}{m}$$

Summe aller auf den Rahmen wirkenden Lasten:

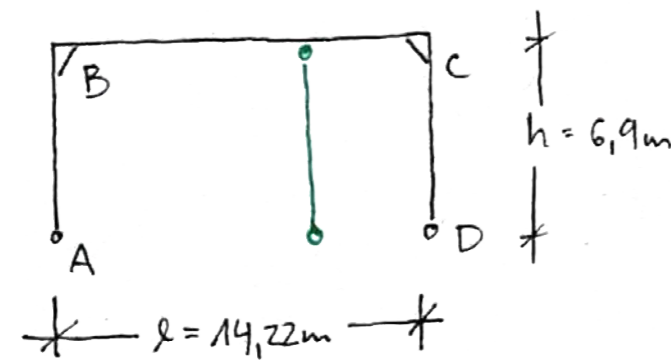
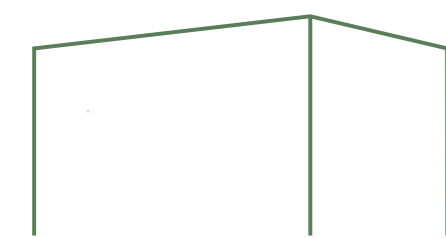
$$\sum q_k \text{ Dach} + \sum q_k \text{ Rahmen} = 13,05 \frac{KN}{m} + (1,014 \frac{KN}{m} + 0,98 \frac{KN}{m})$$

$$= 15,044 \frac{KN}{m}$$

BERECHNUNG ZWEIFELNKRÄHMEN

zuerst betrachten wir Rahmen "außen", also ohne die Pendelstütze
 auch die Last der Hochebene, die auf eine der Rahmenstiele und die
 Pendelstütze wirkt, berücksichtigen wir erst bei der Berechnung, bzw.
 Nachweis der Tragfähigkeit

Allgemein betrachten wir den Rahmen "vereinfacht"
 als statisches System: ZWEIFELNKRÄHMEN



▷ Rahmengeometrie:

$$\text{Rahmenverhältnis } h/l = \frac{6,9\text{m}}{14,22\text{m}} \approx 0,49$$

▷ Steifigkeitsverhältnis

$$\frac{I_{\text{Riegel}}}{I_{\text{Stiel}}} = \frac{1028196}{1028196} = 1$$

$$I_{\text{Riegel}} = I_{\text{Stiel}} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{26 \cdot 78^3}{12} = 1028196 \text{ cm}^4$$

laut Tabelle [TB S. 57]
 $n = 16$

Einwirkungen auf Rahmen in 4 Lastfällen:

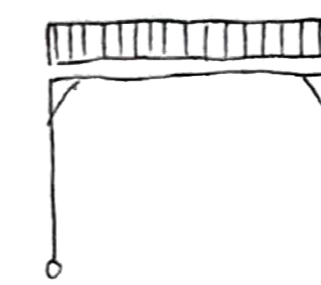
Lastfall 1: $[g_k + s_k]$ auf Riegel vertikal

Lastfall 2: Winddruck auf Stiel AB

Lastfall 3: Windsog auf Stiel CD

Lastfall 4: Schiefstellung H_y

LASTFALL 1



$g_k + q_k [15,044 \text{ kN/m}]$

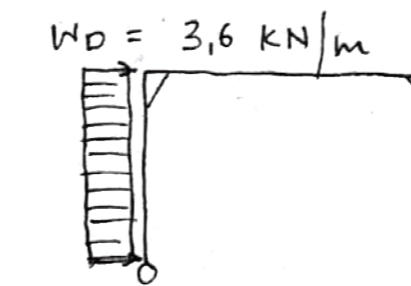
$$M_B = M_C = -\frac{q \cdot l^2}{n} = -\frac{15,044 \text{ kN/m} \cdot 14,22^2 \text{ m}}{16} = -190,13 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$A_H = D_H = \frac{M_B}{h} = \frac{190,13 \text{ kN}\cdot\text{m}}{6,9 \text{ m}} = 27,56 \text{ kN}$$

$$M_F = \frac{q \cdot l^2}{8} + M_B = \frac{15,044 \text{ kN/m} \cdot 14,22^2 \text{ m}}{8} + (-190,13 \text{ kN}\cdot\text{m}) = 190,12 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$A_V = D_V = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{15,044 \text{ kN/m} \cdot 14,22 \text{ m}}{2} = 106,96 \text{ kN}$$

LASTFALL 2



$w_D = \text{aus vorherigen Rechnungen [siehe Anhang]}$

• Last einzugsfeld

$$= 0,48 \text{ kN/m}^2 \cdot 7,5 \text{ m}$$

$$= 3,6 \text{ kN/m}$$

$$A_H = 0,75 \cdot w \cdot h = 0,75 \cdot 3,6 \text{ kN/m} \cdot 6,9 \text{ m} = 18,63 \text{ kN}$$

$$D_H = 0,25 \cdot w \cdot h = 0,25 \cdot 3,6 \text{ kN/m} \cdot 6,9 \text{ m} = 6,21 \text{ kN}$$

$$M_B = +\frac{w \cdot h^2}{4} = +\frac{3,6 \text{ kN/m} \cdot 6,9^2 \text{ m}}{4} = +42,85 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

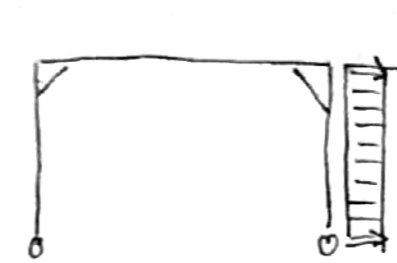
$$M_C = -\frac{w \cdot h^2}{4} = -\frac{3,6 \text{ kN/m} \cdot 6,9^2 \text{ m}}{4} = -42,85 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_o = \frac{w \cdot h^2}{8} = \frac{3,6 \text{ kN/m} \cdot 6,9^2 \text{ m}}{8} = 21,43 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$A_V = +\frac{w \cdot h^2}{2 \cdot l} = \frac{3,6 \text{ kN/m} \cdot 6,9^2 \text{ m}}{2 \cdot 14,22 \text{ m}} = 6,03 \text{ kN}$$

$$D_V = -\frac{w \cdot h^2}{2 \cdot l} = -\frac{3,6 \text{ kN/m} \cdot 6,9^2 \text{ m}}{2 \cdot 14,22 \text{ m}} = -6,03 \text{ kN}$$

LASTFALL 3



$$w_s = 1,8 \text{ kN/m}$$

$w_s =$ aus vorherigen Berechnungen
[siehe Anhang]
· Last einzugsfeld
 $= 0,24 \cdot 7,5 \text{ m} = 1,8 \text{ kN/m}$

$$A_H = -0,25 \cdot w_s \cdot h = -0,25 \cdot 1,8 \text{ kN/m} \cdot 6,9 \text{ m} = -3,1 \text{ kN}$$

$$D_H = 0,75 \cdot w_s \cdot h = 0,75 \cdot 1,8 \text{ kN/m} \cdot 6,9 \text{ m} = 9,3 \text{ kN}$$

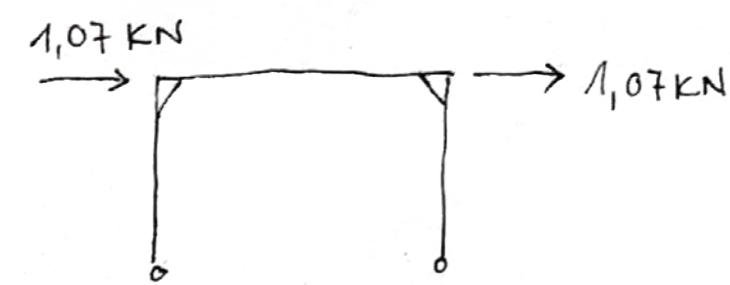
$$M_B = + \frac{w_s \cdot h^2}{4} = + \frac{1,8 \text{ kN/m} \cdot 6,9^2 \text{ m}}{4} = 21,43 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_C = - \frac{w_s \cdot h^2}{4} = - \frac{1,8 \text{ kN/m} \cdot 6,9^2 \text{ m}}{4} = -21,43 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$A_V = \frac{w_s \cdot h^2}{2 \cdot l} = \frac{1,8 \cdot 6,9^2 \text{ m}}{2 \cdot 14,22 \text{ m}} = 3,01 \text{ kN}$$

$$D_V = - \frac{w_s \cdot h^2}{2 \cdot l} = - \frac{1,8 \text{ kN/m} \cdot 6,9^2 \text{ m}}{2 \cdot 14,22 \text{ m}} = -3,01 \text{ kN}$$

LASTFALL 4



$$H_y = \frac{V_{ges}}{100} = \frac{106,96 \text{ kN}}{100} = 1,07 \text{ kN}$$

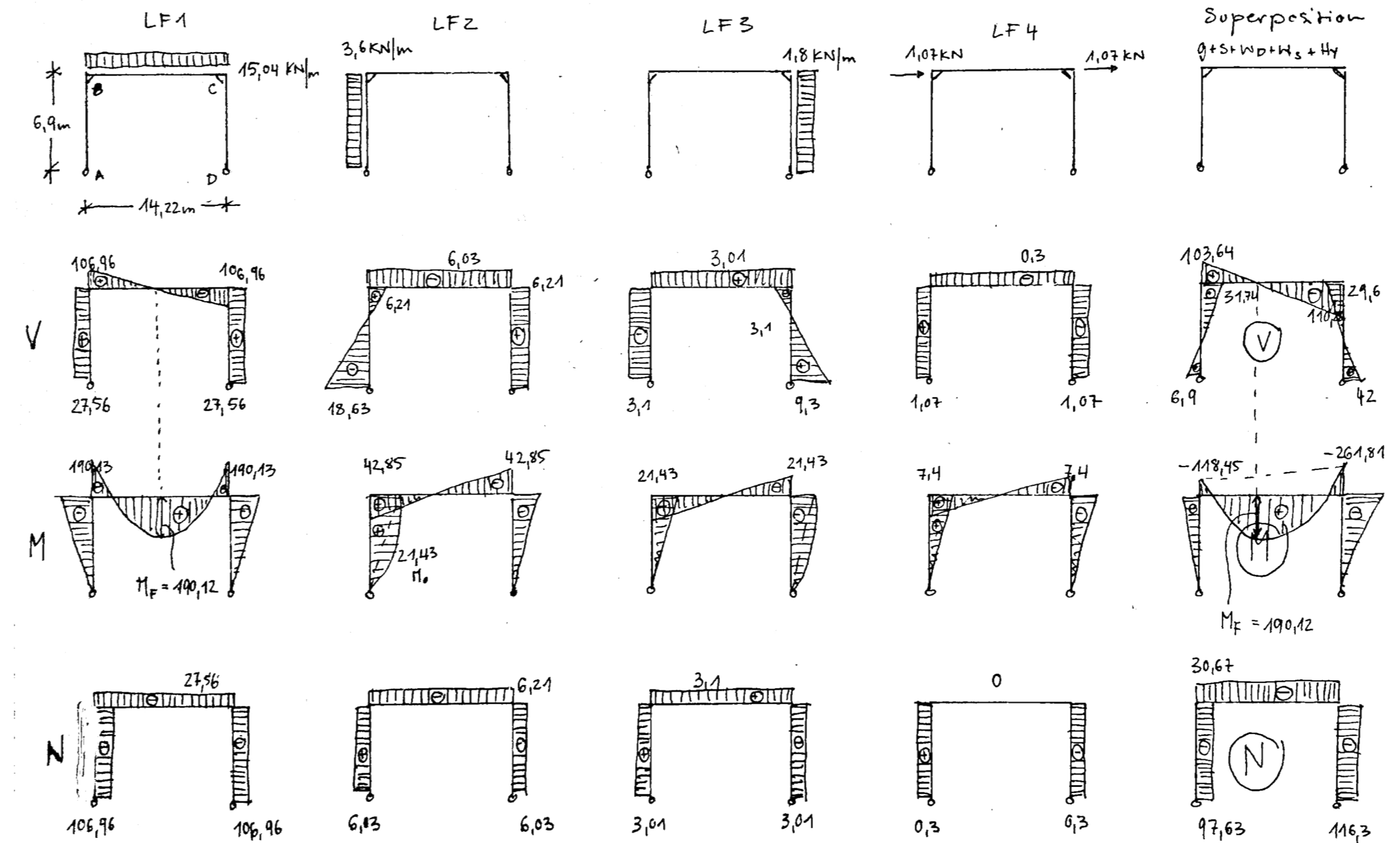
$$A_H = D_H = 1,07 \text{ kN}$$

$$M_B = \frac{H_y \cdot 2}{2} \cdot h = \frac{1,07 \text{ kN} \cdot 2}{2} \cdot 6,9 \text{ m} = 7,4 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_C = - \frac{H_y \cdot 2}{2} \cdot h = - \frac{1,07 \text{ kN} \cdot 2}{2} \cdot 6,9 \text{ m} = -7,4 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$A_V = \frac{H_y \cdot 2}{l} = \frac{1,07 \text{ kN} \cdot 2}{14,22 \text{ m}} = 0,15 \text{ kN}$$

$$D_V = - \frac{H_y \cdot 2}{l} = - \frac{1,07 \cdot 2}{14,22 \text{ m}} = 0,15 \text{ kN}$$



Superposition

maximales Biegemoment in M_C

$$M = -190,13 \text{ kN}\cdot\text{m} - 42,85 \text{ kN}\cdot\text{m} - 21,43 \text{ kN}\cdot\text{m} - 7,4 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$= -261,81 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Zugehörige Normalkraft

$$\text{im Stiel: } N_{\text{rahmen}} = -106,96 \text{ kN} - 6,03 \text{ kN} - 3,01 \text{ kN} - 0,15 \text{ kN}$$

$$= -116,15 \text{ kN}$$

$$\text{im Riegel: } N_{\text{rahmen}} = -27,56 \text{ kN} - 6,21 \text{ kN} + 3,1 \text{ kN} \approx 0 \text{ kN}$$

$$= -30,67 \text{ kN}$$

Feldmitte

$$M_k = M_F = 190,12 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$N_k = -30,67 \text{ kN}$$

TRAGFÄHIGKEIT STIEL

Rahmenknicken

da im Rahmen noch schlechteres Knickverhalten haben als Eulerfall 1

gilt $\alpha_k = 2 - 3,5 \cdot h$

Wir wählen $\alpha_k = 2,5 \cdot h = 2,5 \cdot 6,9m = 17,25m$

für den STIEL kann man also sagen $\lambda = \frac{1725cm}{i}$

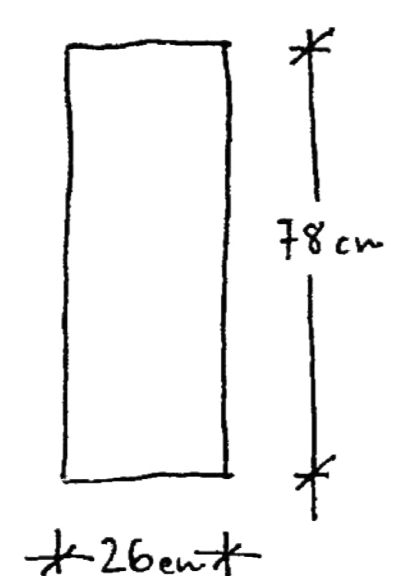
für den Riegel kann man ca. annehmen

$\delta_k = \frac{l}{2} = \frac{14,22m}{2} = 7,11m$
und somit $\lambda = \frac{711cm}{i}$

Formel für Tragfähigkeitsnachweis

Holz

$$\frac{N_d [kN]}{\sigma_{tII} \cdot k} + \frac{M_d [kN \cdot cm]}{W [cm^3]} \leq 1$$



Brettschichtholz BS 16 G132

$A = 2028 cm^2$

$W_y = 26364 cm^3$

$i_y = 22,54 cm$

$I_y = 1028196 cm^4$

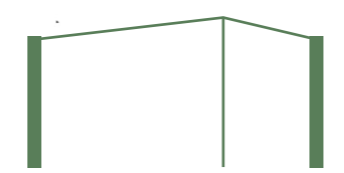
$\sigma_{tII} = 1,9$

$\sigma_m = 2,0$

$\lambda = \frac{1725cm}{i}$

$= \frac{1725cm}{22,54cm} = 76,53$

k ablesen $\approx 0,54$



Als Lasten, die auf Stiel wirken, zumindest auf den am schwersten

belasteten Stiel, müssen wir zusätzlich zu den Dachlasten

hier auch die Lasten aus der Hochebene mit einbeziehen.

Sie hatten a waren bei der Berechnung des Rahmensegmente zu vernachlässigen, bei der Tragfähigkeit aber eben nicht mehr.

Berechnung Hochebene siehe Seite

$N_{Rahmen} = -116,15 kN$

$N_{Hochebene} = -65,79 kN$

$\rightarrow N_{gesamt} = 181,94 kN$

$M = -261,81 kN \cdot m$

Werte in Formel einsetzen

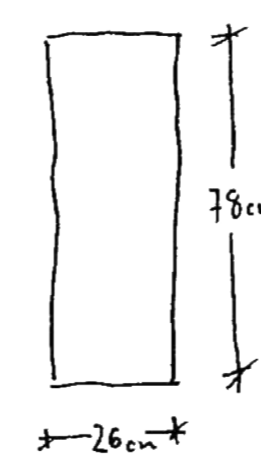
$$\frac{1,4 \cdot 181,94 kN}{2028 cm^2} + \frac{1,4 \cdot |-261,81 kN \cdot m \cdot 100|}{26364 cm^3} \leq 1$$

$$0,122 + 0,695 = 0,82 \leq 1$$

Somit tragfähig!

TRAGFÄHIGKEIT RIEGEL

Ausführung wie Stiele



Brettschichtholz BS 16 G132

$A = 2028 cm^2$

$W_y = 26364 cm^3$

$i_y = 22,54 cm$

$I_y = 1028196 cm^4$

$\sigma_{tII} = 1,9$

$\sigma_m = 2,0$

$\lambda = \frac{711cm}{i}$

$= \frac{711cm}{22,54cm} = 31,55$

k ablesen $k = 0,994$

$M = 190,12 kN \cdot m$

$N = -30,67 kN$

Werte in Formel setzen

$$\frac{1,4 \cdot |-30,67 kN|}{2028 cm^2} + \frac{1,4 \cdot 190,12 kN \cdot m \cdot 100}{26364 cm^3} \leq 1$$

$$0,012 + 0,5 = 0,517 \leq 1$$

in jedem Fall tragfähig, nur ca 50% ausgenutzt nicht wirklich wirtschaftlich aber somit überall gleichbleibende Dicke des Rahmens.

BERECHNUNG PENDELSTÜTZE

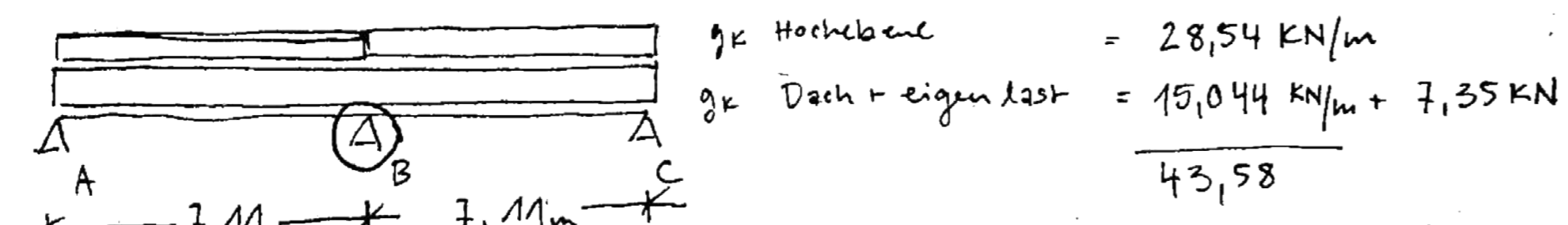
vorher nicht berücksichtigt und nachgewiesen, das Rahmen theoretisch auch ohne Pendelstütze tragfähig wäre.

Pendelstütze als gestalterisches Element der Tragstruktur der Hochebene dennoch lastet auf Pendelstütze lasten des Dachs + der Hochebene

Wir betrachten also die aus dem Dach kommenden Lasten, die auf den Riegel wirken, den wir nun als Zweifeldträger betrachten.

[wieder vereinfacht!]

eigentlich haben wir verschiedene Feldlängen jedoch sollte dieser Nachweis ausreichend sein, trotz Vereinfachung des Systems.



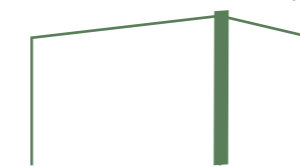
wir betrachten Auflager B im Vollastfall

um schwerste Belastung auf Stütze zu nehmen

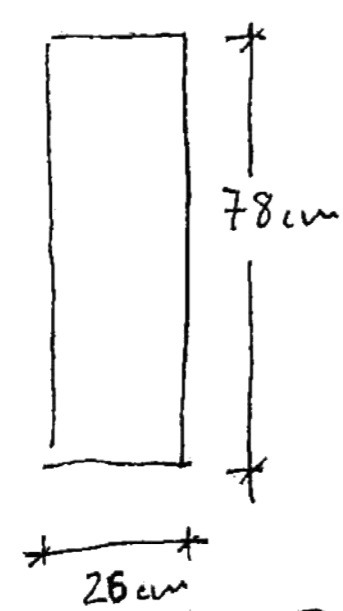
$$V_B = 1,25 \cdot q \cdot l = 1,25 \cdot 43,58 \text{ kN/m} \cdot 7,11 \text{ m} = 387,32 \text{ kN}$$

wir addieren Eigengewicht der Stütze

$$387,32 \text{ kN} + 7,35 \text{ kN} = 394,7 \text{ kN}$$



TRAGFÄHIGKEIT DER PENDELSTÜTZE



B5H

Querschnitt + Dimension der Stütze

$$A = 2028 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{crit} = 1,9$$

$$i = 0,289 \cdot h = 0,289 \cdot 78 \text{ cm} = 22,54 \text{ cm}$$

Schlankheit der Stütze

[nehmen Eulerfall 2 Halben trotz in der Mitte]

$$\lambda = \frac{H}{i} = \frac{725 \text{ cm}}{22,54 \text{ cm}} = 32,16$$

k ablesen $k = 0,992$

Vorh. $N = 394,7 \text{ kN}$

$h = 725 \text{ cm}$

$$\sigma_d = \frac{N \cdot d}{\text{vorh. } A} \leq \sigma_{crit} \cdot k \rightarrow \text{einsetzen}$$

$$\sigma_d = \frac{394,7 \text{ kN} \cdot 1,4}{2028 \text{ cm}^2} \leq 1,9 \cdot 0,992$$

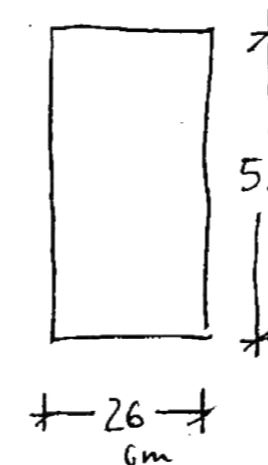
$$= 0,27 \leq 1,88$$

Stütze viel zu groß dimensioniert

Wir wählen anderen Querschnitt

$52/26 \text{ cm}$

TRAGFÄHIGKEIT neuer Querschnitt



$$A = 1352 \text{ cm}^2$$

$$i = 0,289 \cdot 52 \text{ cm} = 15,028$$

$$\lambda = \frac{725 \text{ cm}}{15,028} = 48,24 \rightarrow k \text{ ablesen}$$

$$k = 0,92$$

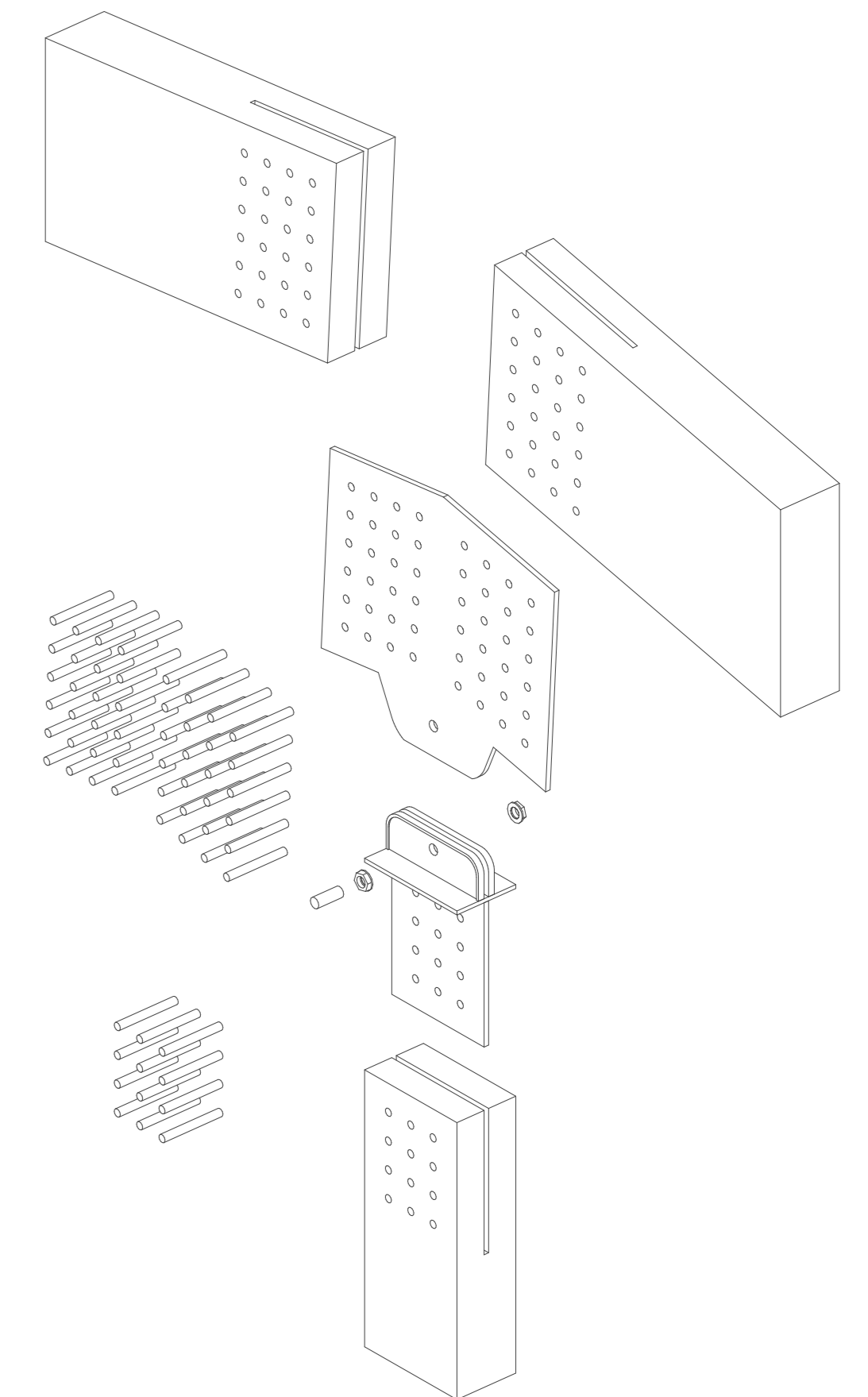
B616 G132

$$\sigma_{red} = \frac{394,7 \text{ kN} \cdot 1,4}{1352 \text{ cm}^2} \leq 1,9 \cdot 0,92$$

$$= 0,408 \leq 1,74$$

immer noch sehr groß

dennoch gewählt, da ins Raster passt!



LASTEN HOCHEBENE

▷ Ständige Lasten

- Furnierholzplatte 25mm $g_k = 0,025 \text{ m} \cdot 6,0 \text{ KN/m}^3 = 0,15 \text{ KN/m}^2$
 - Unterkonstruktion 4/6cm $e = 0,625 \text{ m}$ $g_k = \frac{0,04 \text{ m} \cdot 0,06 \text{ m} \cdot 6 \text{ KN/m}^3}{0,625 \text{ m}} = 0,023 \text{ KN/m}^2$
 - Zementestrich 0,045m $g_k = 0,22 \text{ KN/m}^3 \cdot 4,5 \text{ cm} = 0,88 \text{ KN/m}^2$
 - Trittschalldämmung Styro 30mm $g_k = 3 \text{ cm} \cdot 0,005 \text{ KN/m}^3 = 0,15 \text{ KN/m}^2$
 - Schüttung [Blähpellete] 0,078m $g_k = 7,8 \text{ cm} \cdot 0,01 \text{ KN/m}^3 = 0,078 \text{ KN/m}^2$
 - Furnierschichtholzplatte 0,022m $g_k = 0,022 \text{ m} \cdot 6 \text{ KN/m}^3 = 0,132 \text{ KN/m}^2$
- *) $\Sigma g_k = 1,413 \text{ KN/m}^2$

▷ nicht ständige Lasten

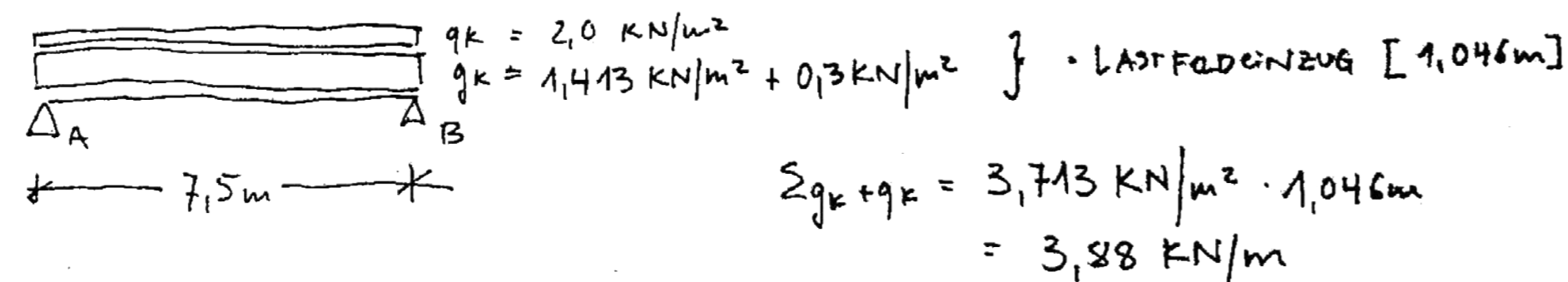
Verkehrslasten B.1 $q_k = 2,0 \text{ KN/m}^2$

*) zusätzliche ständige Lasten: Balken [unterzüge]

- Längsbalken BSH 34/20cm $e = 1,046 \text{ m}$ $g_k = \frac{0,34 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 5 \text{ KN/m}^3}{1,046 \text{ m}} = 0,3 \text{ KN/m}^2$

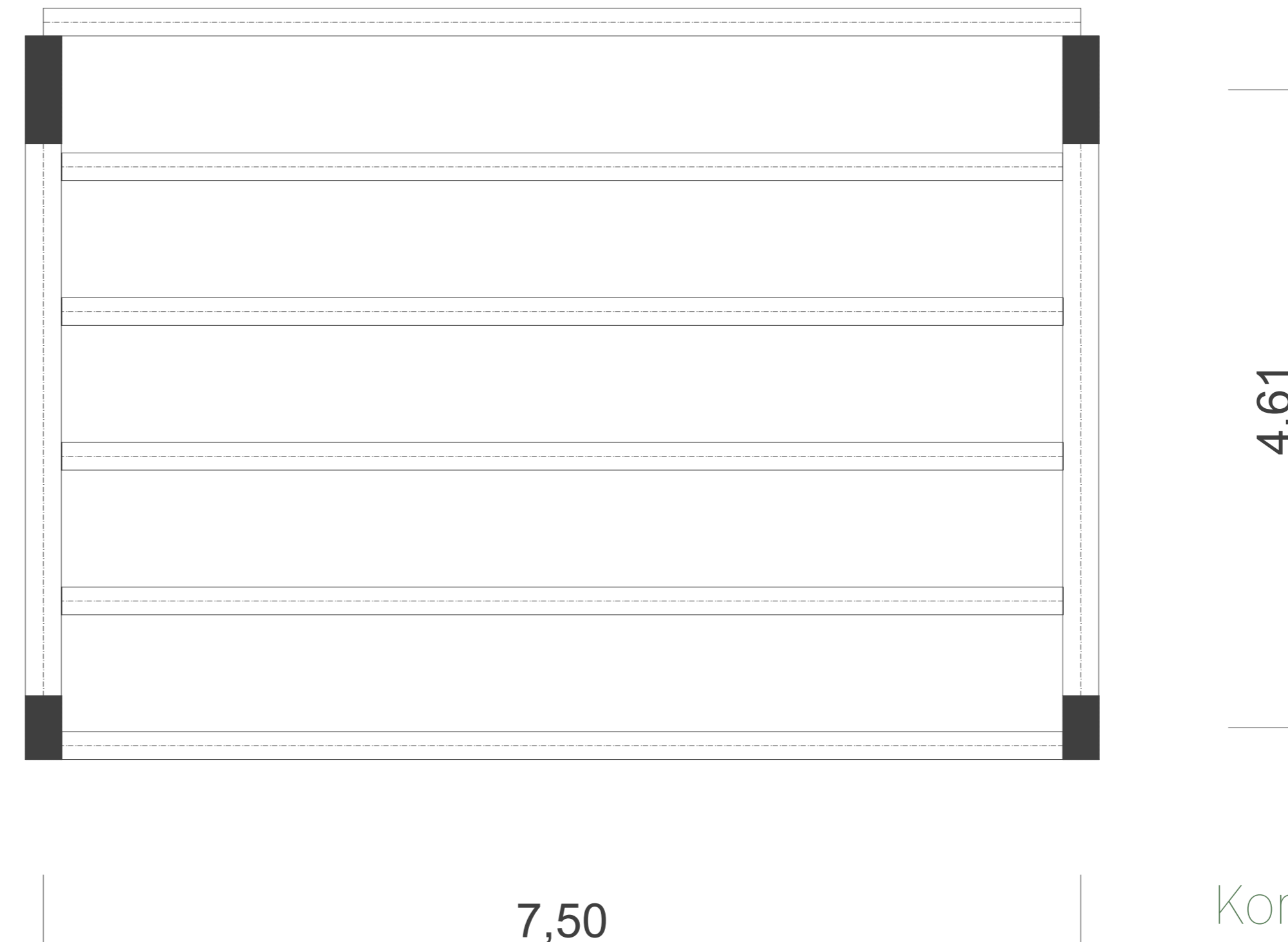
- Querbalken BSH 42/26cm $e = 7,5 \text{ m}$ $g_k = \frac{0,42 \text{ m} \cdot 0,26 \text{ m} \cdot 5 \text{ KN/m}^3}{7,5 \text{ m}} = 0,073 \text{ KN/m}^2$

Zuerst TRAGFÄHIGKEIT LÄNGSBALKEN $l = 7,5 \text{ m}$



Schnittgrößen

$$A = B = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{3,88 \text{ KN/m} \cdot 7,5 \text{ m}}{2} = 14,55 \text{ KN}$$



Ausschnitt aus Darufsicht Konstruktion der Hochebene

$$\max M = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{3,88 \text{ KN/m} \cdot 7,5^2 \text{ m}}{8} = 27,28 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

TRAGFÄHIGKEIT

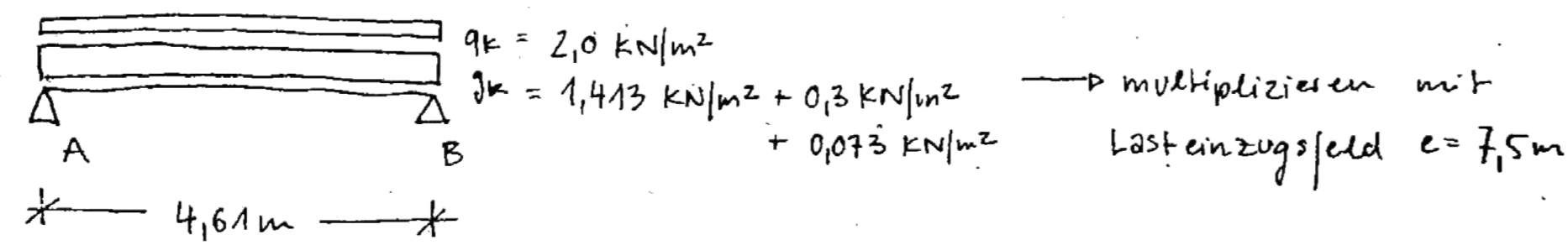
$$\text{erf. } W = \frac{M_d [\text{cm}]}{\sigma_{\text{red}}} = \frac{1,4 \cdot 27,28 \text{ KN}\cdot\text{m} \cdot 100}{1,8} = 2121,78 \text{ cm}^3$$

GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT

$$\text{erf. } I = k_0 \cdot M \cdot l = 312 \cdot 27,28 \text{ KN}\cdot\text{m} \cdot 7,5 \text{ m} = 63835,2 \text{ cm}^4$$

tragfähig!

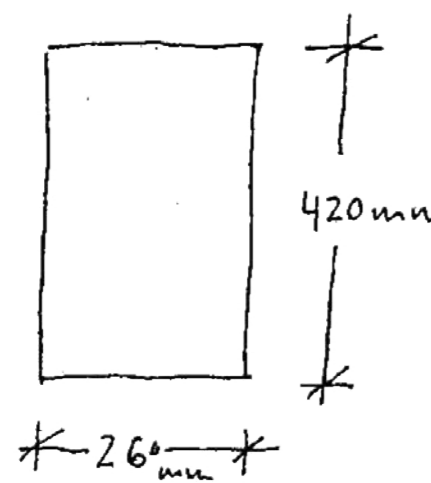
Querbalken



Schnittgrößen

$$A = B = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{28,4 \text{ kN/m} \cdot 4,61 \text{ m}}{2} = 65,46 \text{ kN}$$

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{28,4 \text{ kN/m} \cdot 4,61^2 \text{ m}^2}{8} = 75,45 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{26 \text{ cm} \cdot 42^2 \text{ cm}^2}{6} = 7644 \text{ cm}^3$$

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{26 \text{ cm} \cdot 42^3 \text{ cm}^3}{12} = 160524 \text{ cm}^4$$

TRAGFÄHIGKEIT

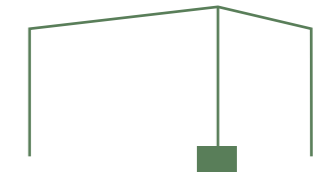
$$\text{erf } W = \frac{M_{\text{ed}} [\text{cm}]}{\bar{\sigma}_{\text{red}}} = \frac{1,4 \cdot 75,45 \text{ kN} \cdot \text{m} \cdot 100}{1,8} = 5869 \text{ cm}^3$$

GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT

$$\text{erf } I = k_0 \cdot M \cdot l = 312 \cdot 75,45 \text{ kN} \cdot \text{m} \cdot 4,61 \text{ m} = 108521 \text{ cm}^4$$

also tragfähig!

BERECHNUNG Einzelfundament unter Pendelstütze



quadratisches Einzelfundament

$$\text{Seitenlänge } a [\text{m}] = \sqrt{\frac{1,2 \cdot N_{\text{st}} [\text{kN}]}{\text{zul } \bar{\sigma}_{\text{B}} [\text{kN/m}^2]}}$$

$$N_{\text{st}} = \text{Stützenlast} = 394,7 \text{ kN}$$

$$\text{zul } \bar{\sigma}_{\text{B}} = \text{zul. Bodenpressung}$$

Wir nehmen ungeren Boden an:
Setzungsempfindlich
1-2 cm

$$a = \sqrt{\frac{1,2 \cdot 394,7 \text{ kN}}{270 \text{ kN/m}^2}} = 1,32 \text{ m}$$

breite Fundament ca. 1m
tiefe bis zu 1m

$$\bar{\sigma}_{\text{B}} = 270 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Fundamentdicke } d [\text{m}] = \frac{a}{3} > 30 \text{ cm}$$

bewehrter Beton

$$= \frac{1,32 \text{ m}}{3} = 0,44 \text{ m} = 44 \text{ cm}$$

erfüllt Bedingung!

