

BACHELOR THESIS

AUSARBEITUNG UNTERSCHIEDLICHER FASSADENKONSTRUKTIONEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG ENERGETISCHER UND ÄSTHETISCHER ASPEKTE

FRANKFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

FACHBEREICH 1- ARCHITEKTUR

PROF. DIPL. ING. DOMINIK WIRTGEN

WS 2020/2021

KHATIA DANELIA MN 1136559

INHALT

KONZEPT

PFOSTEN-RIEGEL-FASSADE

HOLZSTÄNDERFASSADE

BETONSANDWICHELEMENT FASSADE

ENERGETISCHE ASPEKTE

RESÜME

KONZEPT

AUFGABE

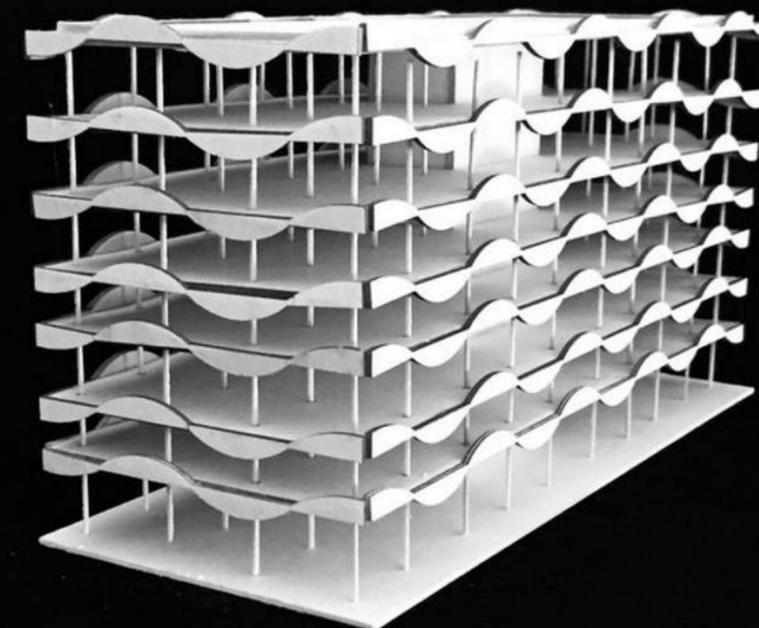
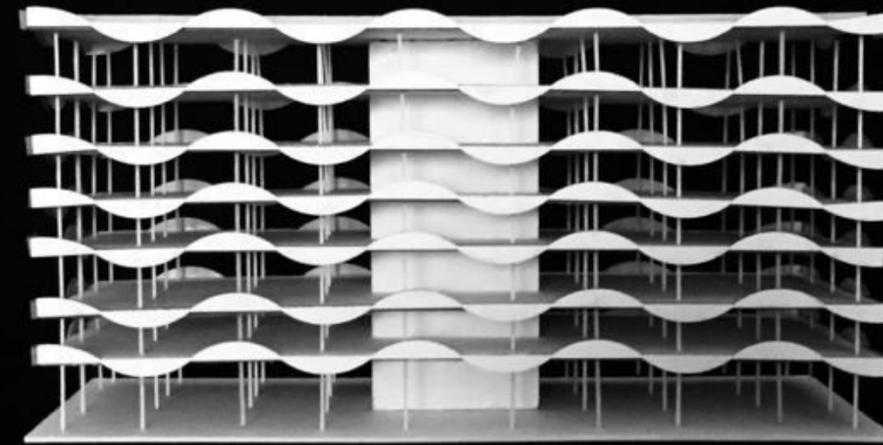
AUFGABE WAR ES EIN BÜROGEBÄUDE ZU ENTWERFEN MIT BIS ZU SIEBEN GESCHOSSEN

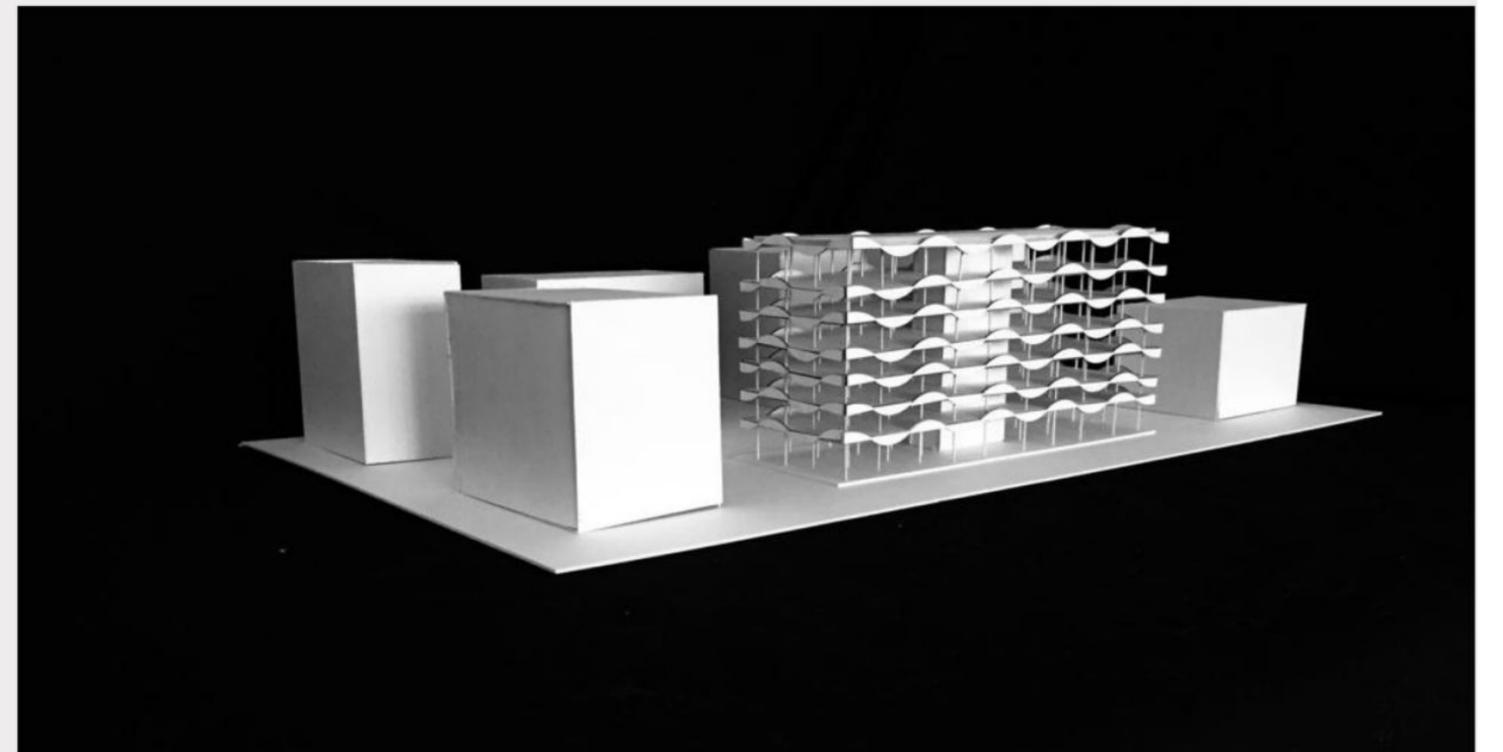
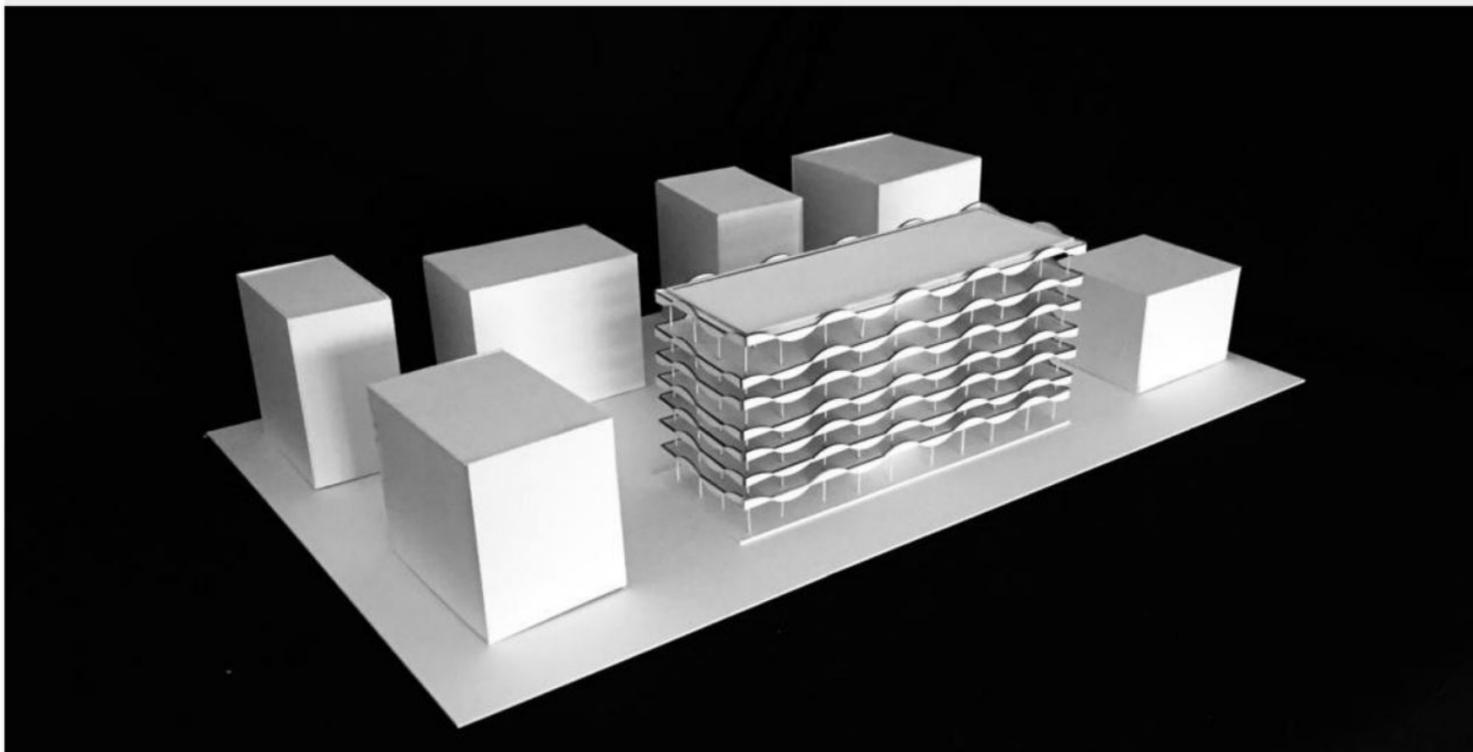
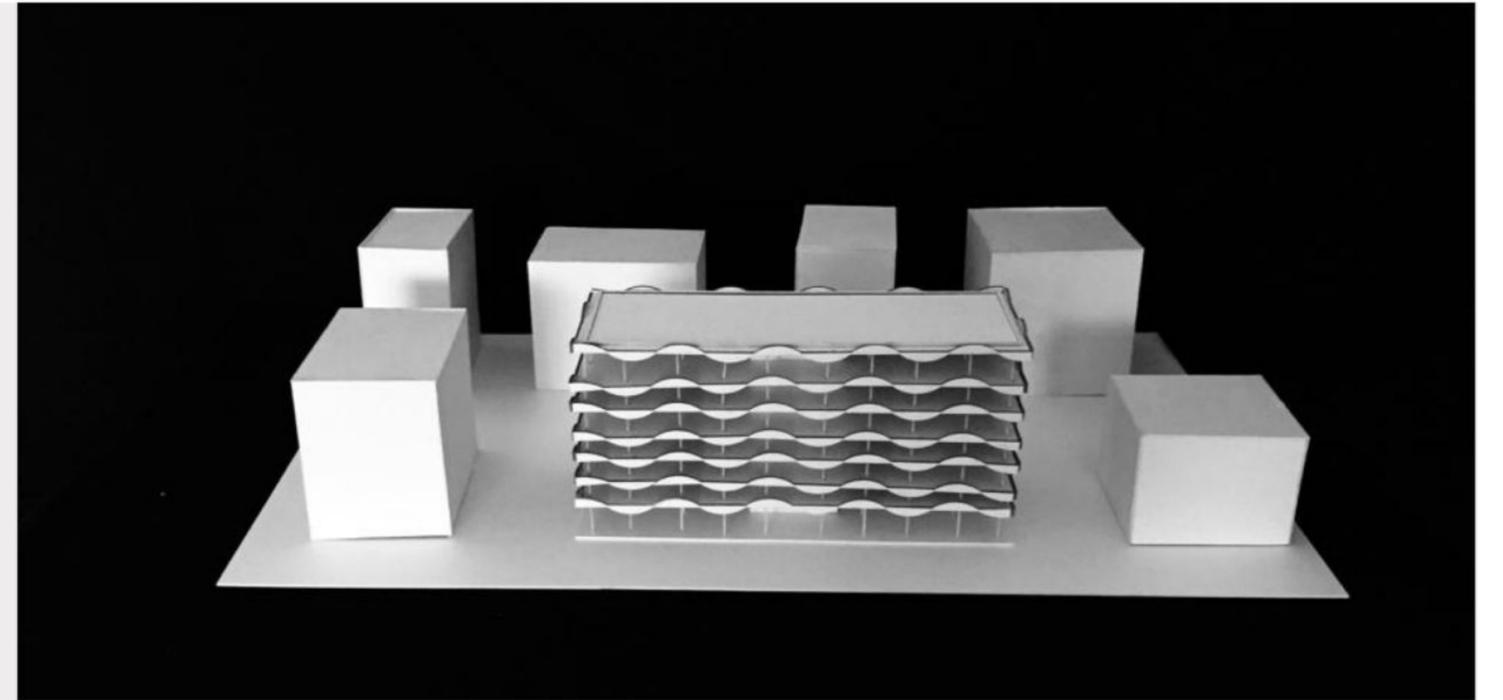
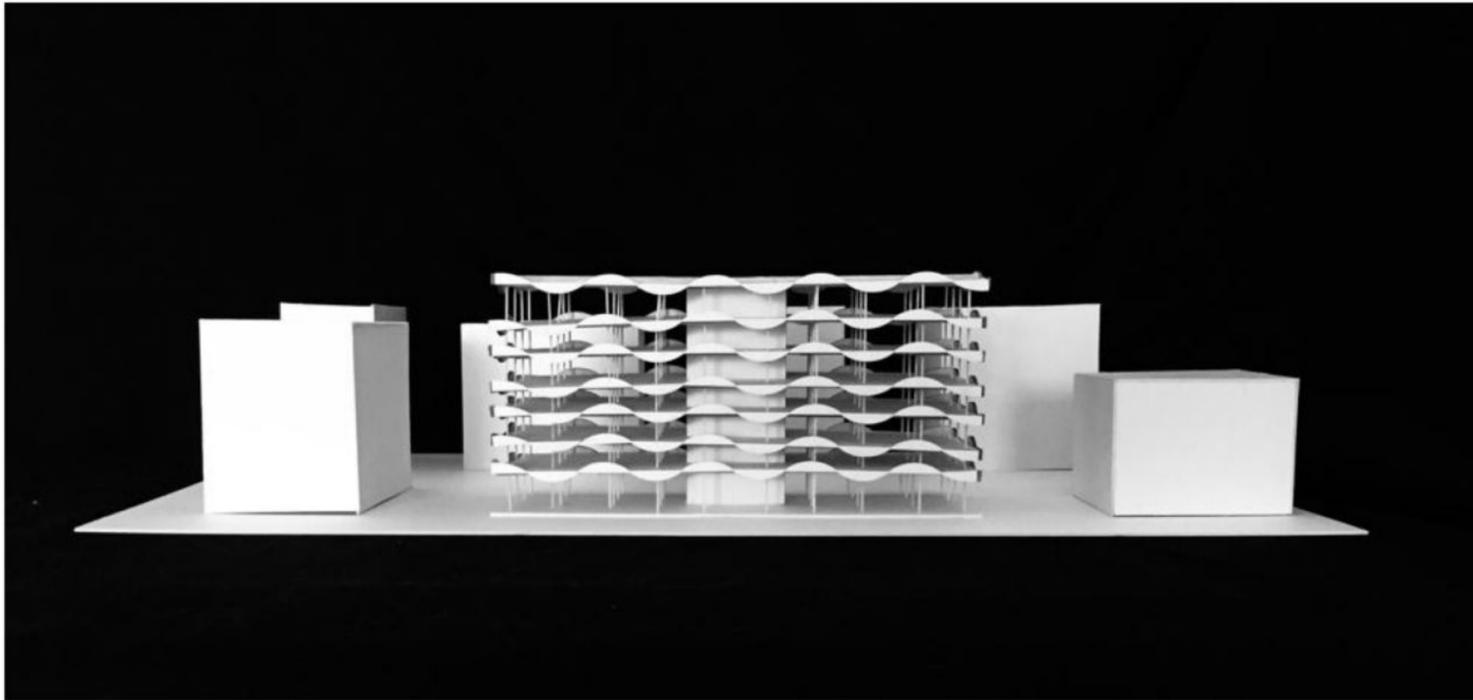
ORT

SÜDSEITE DES MAINUFERS

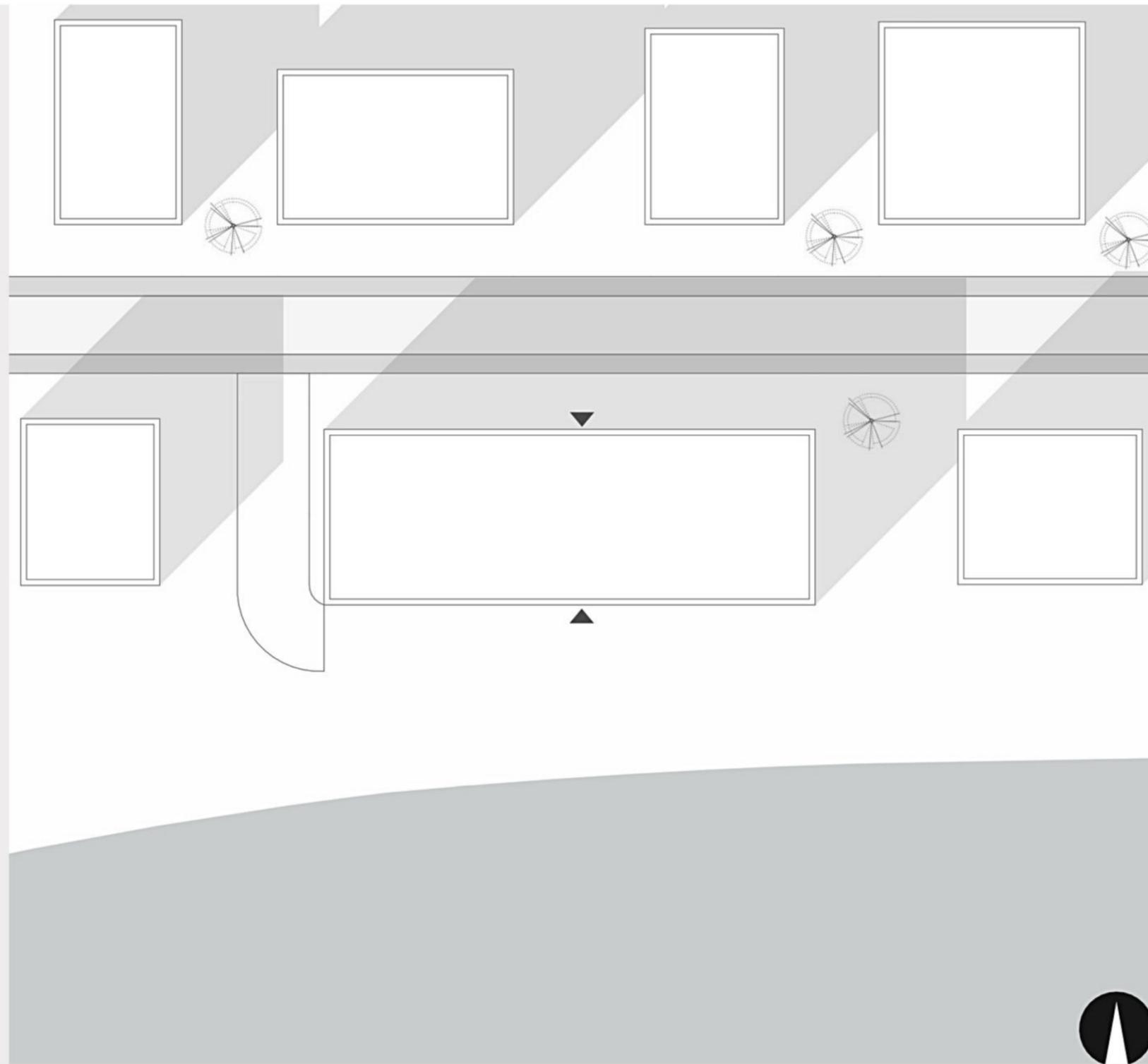
ENTWURFSIDEE

PFOSTEN-RIEGEL-GASSAFE ALS THERMISCHE HÜLLE
VORGEHÄNGTE FASSADE ALS SONNEN/BLENDSCHUTZ
BEIDE FAKTOREN KOMBINIERT
RECHTECK FORM FÜR EINE HÖHE WIRTSCHAFLICHKEIT UND NUTZUNG

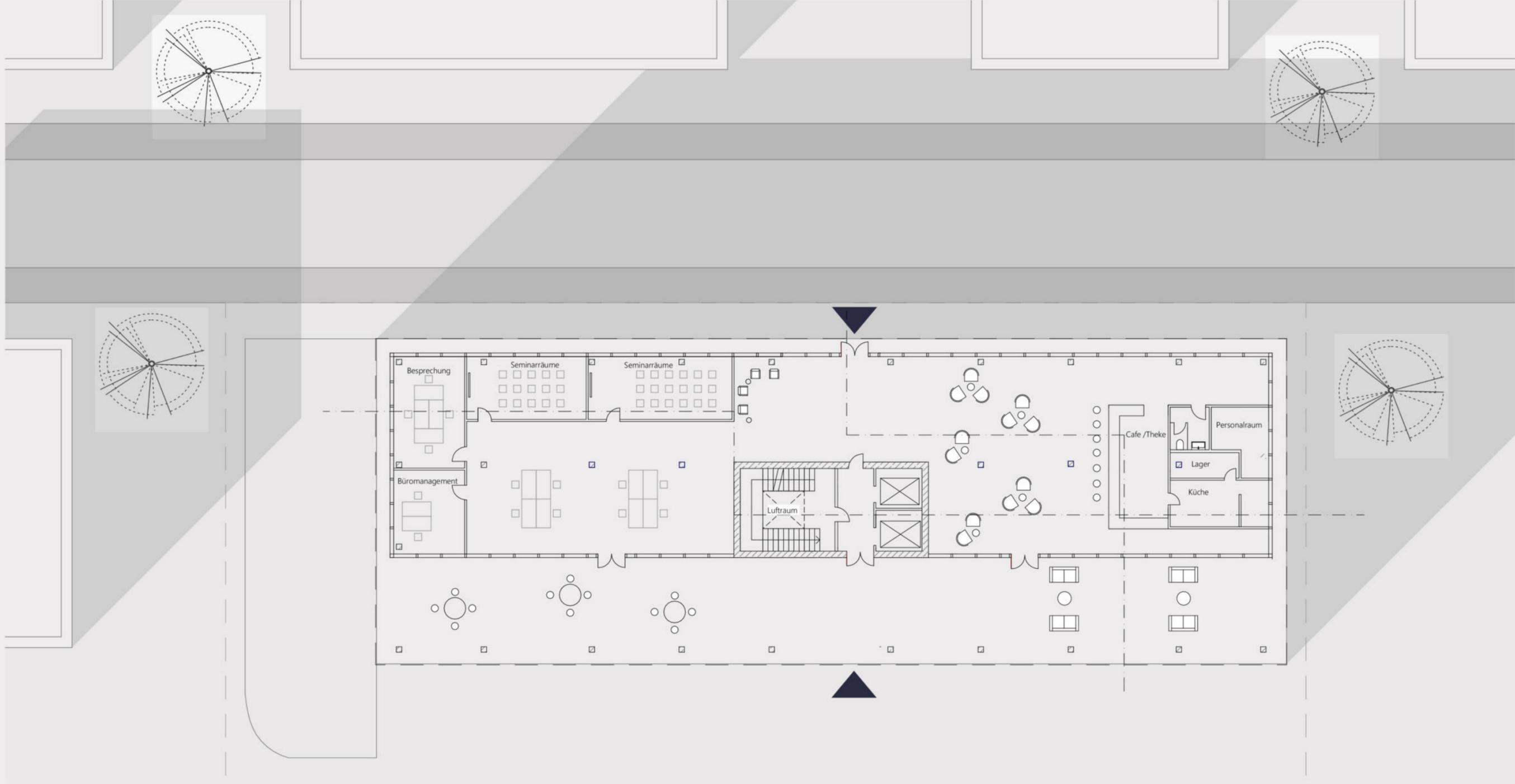




LAGEPLAN 1: 500

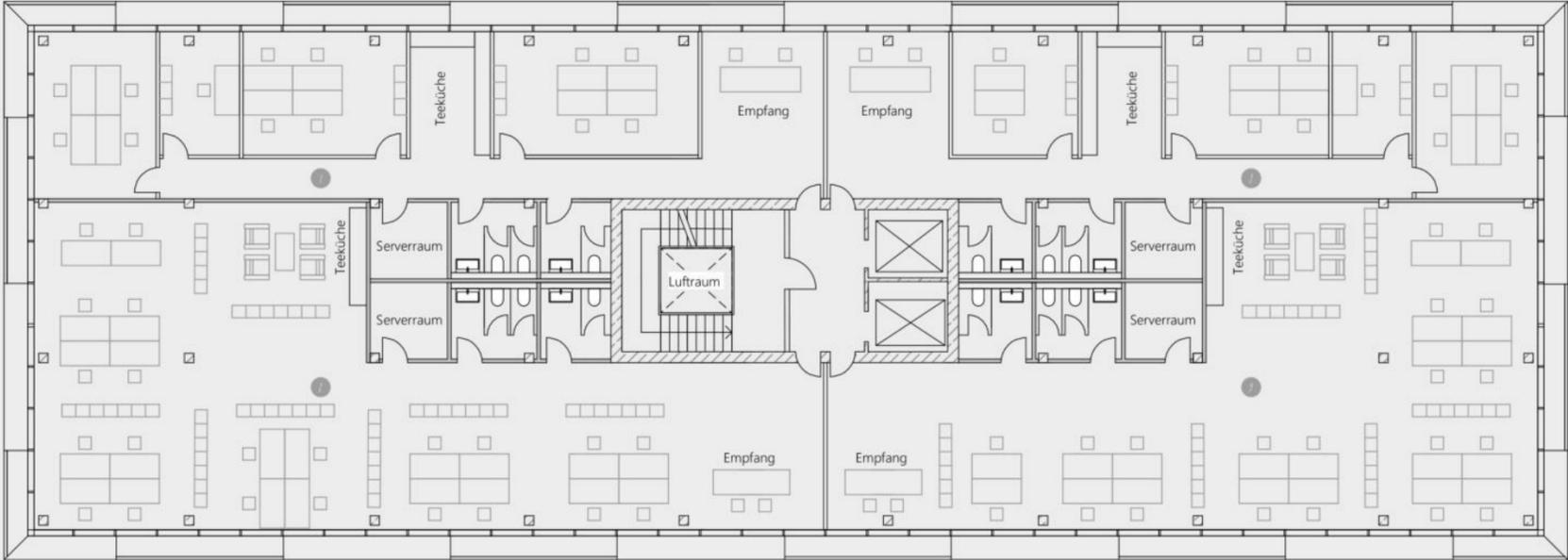


GRUNDRISS ERDGESCHOSS 1:200



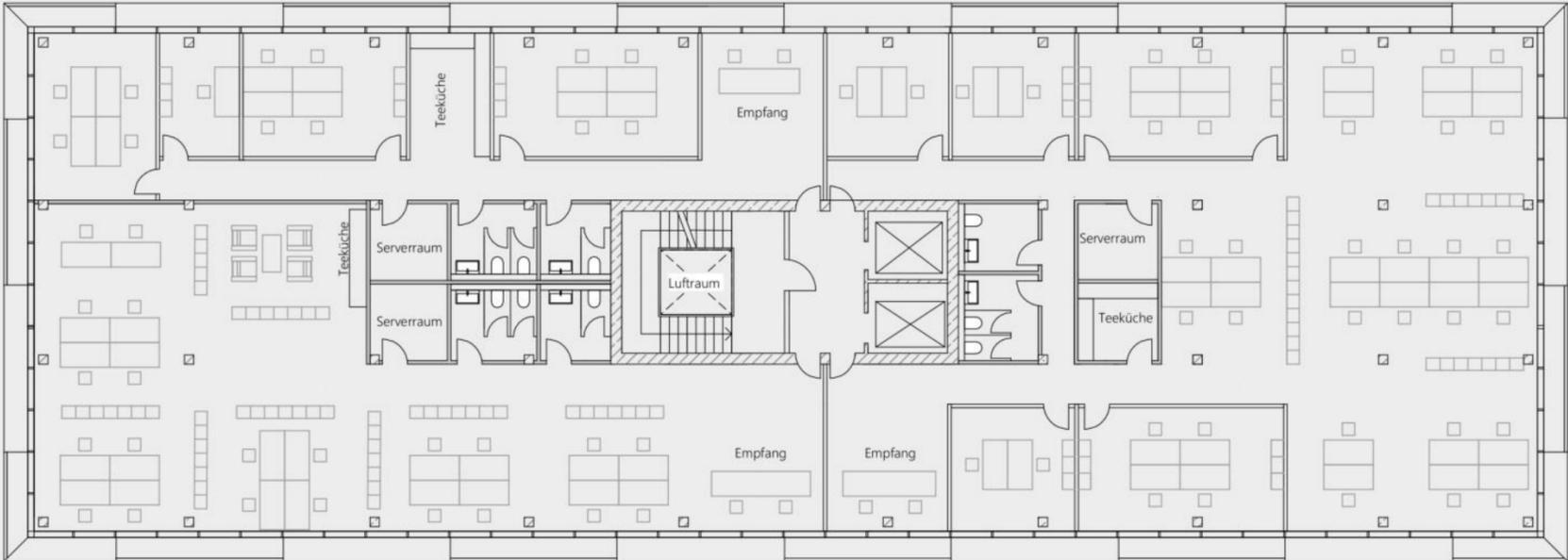
GRUNDRISS REGELGESCHOSS 1:200

VIER BÜROEINHEITEN



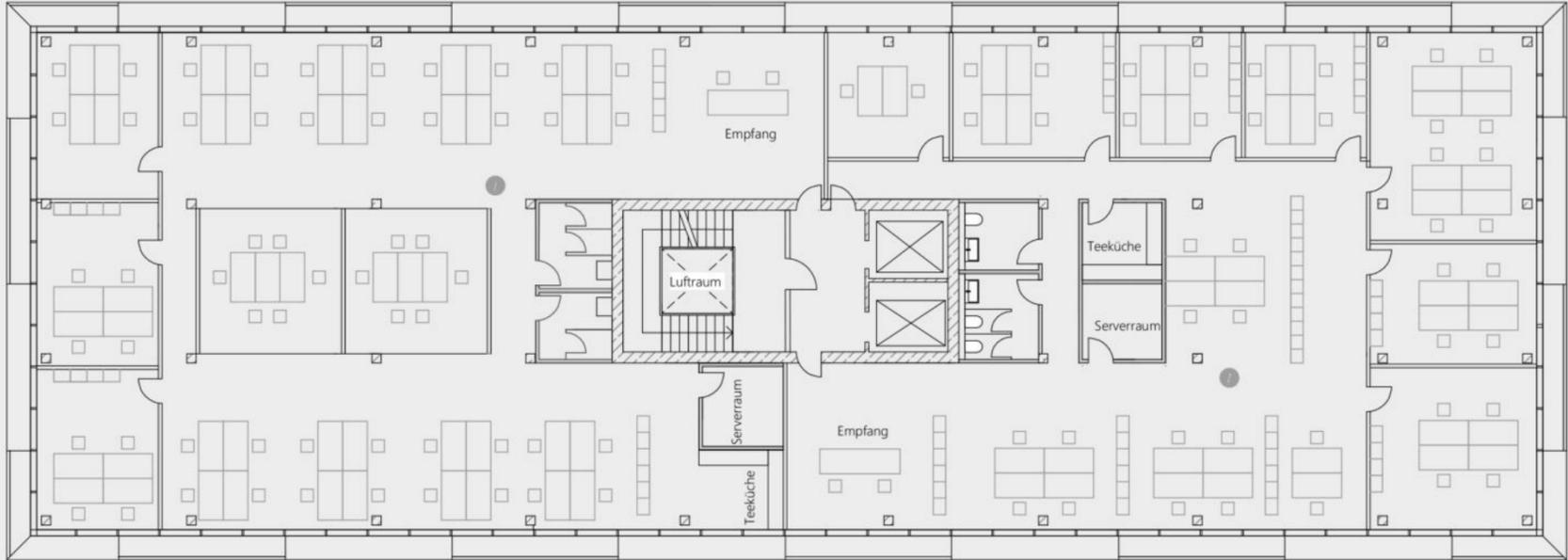
GRUNDRISS REGELGESCHOSS 1:200

DREI BÜROEINHEITEN



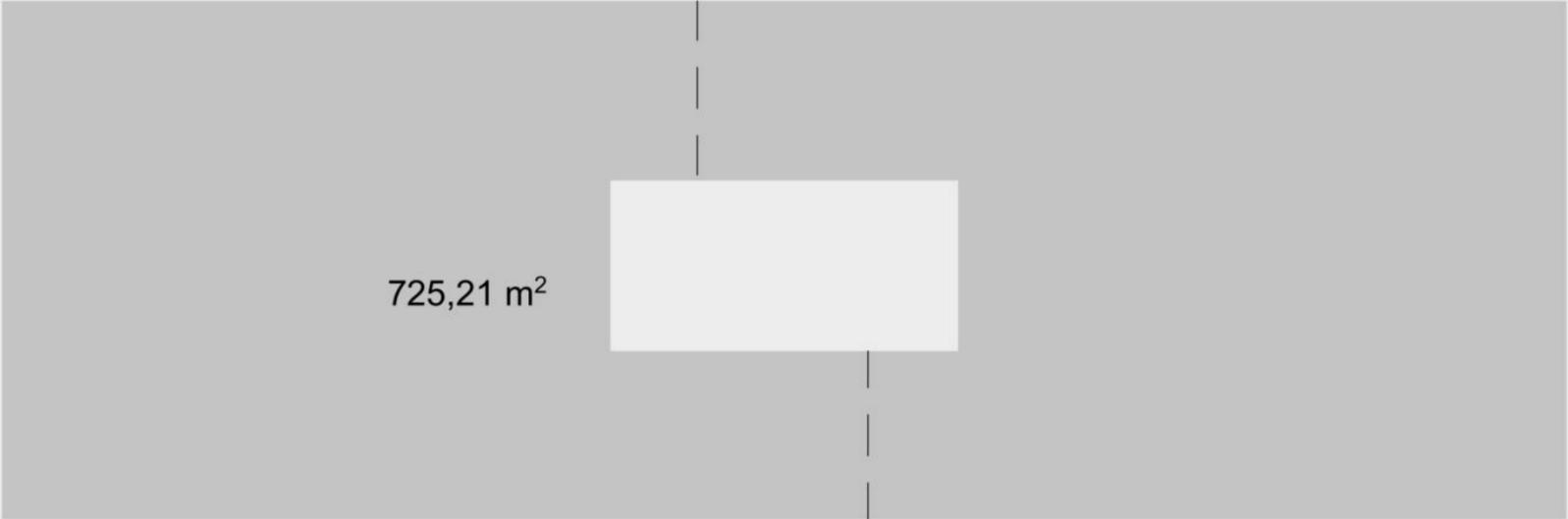
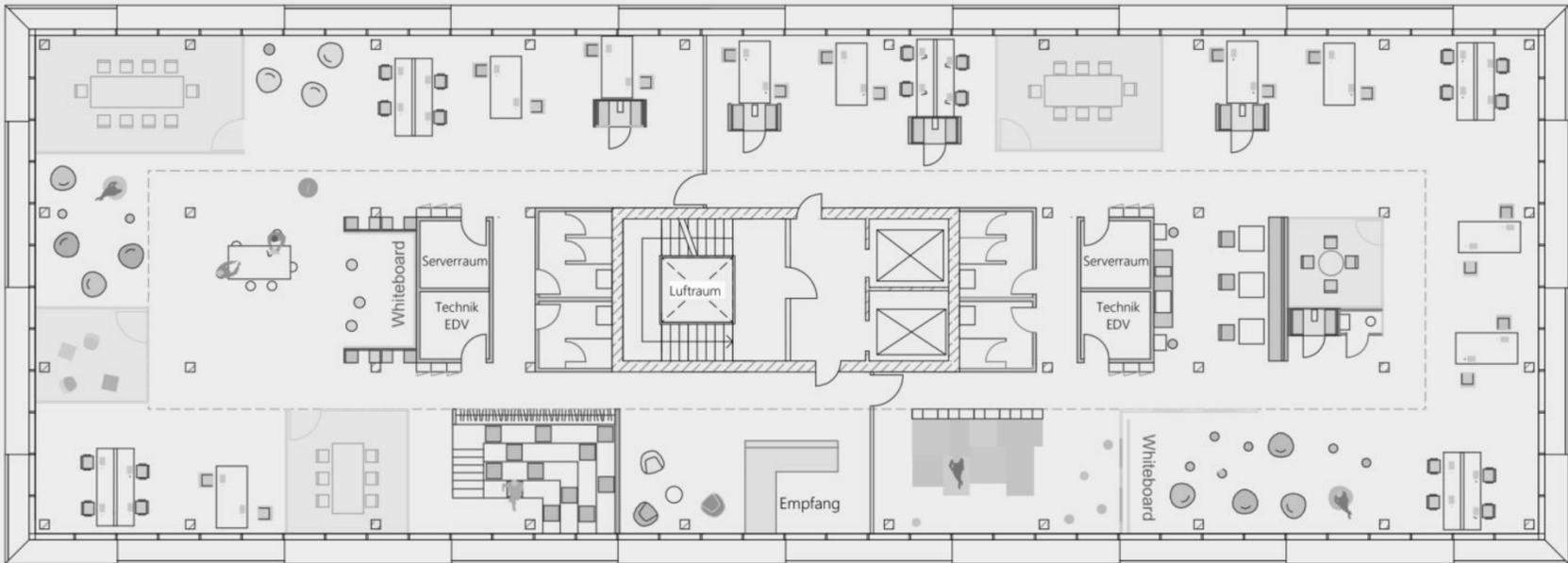
GRUNDRISS REGELGESCHOSS 1:200

ZWEI BÜROEINHEITEN

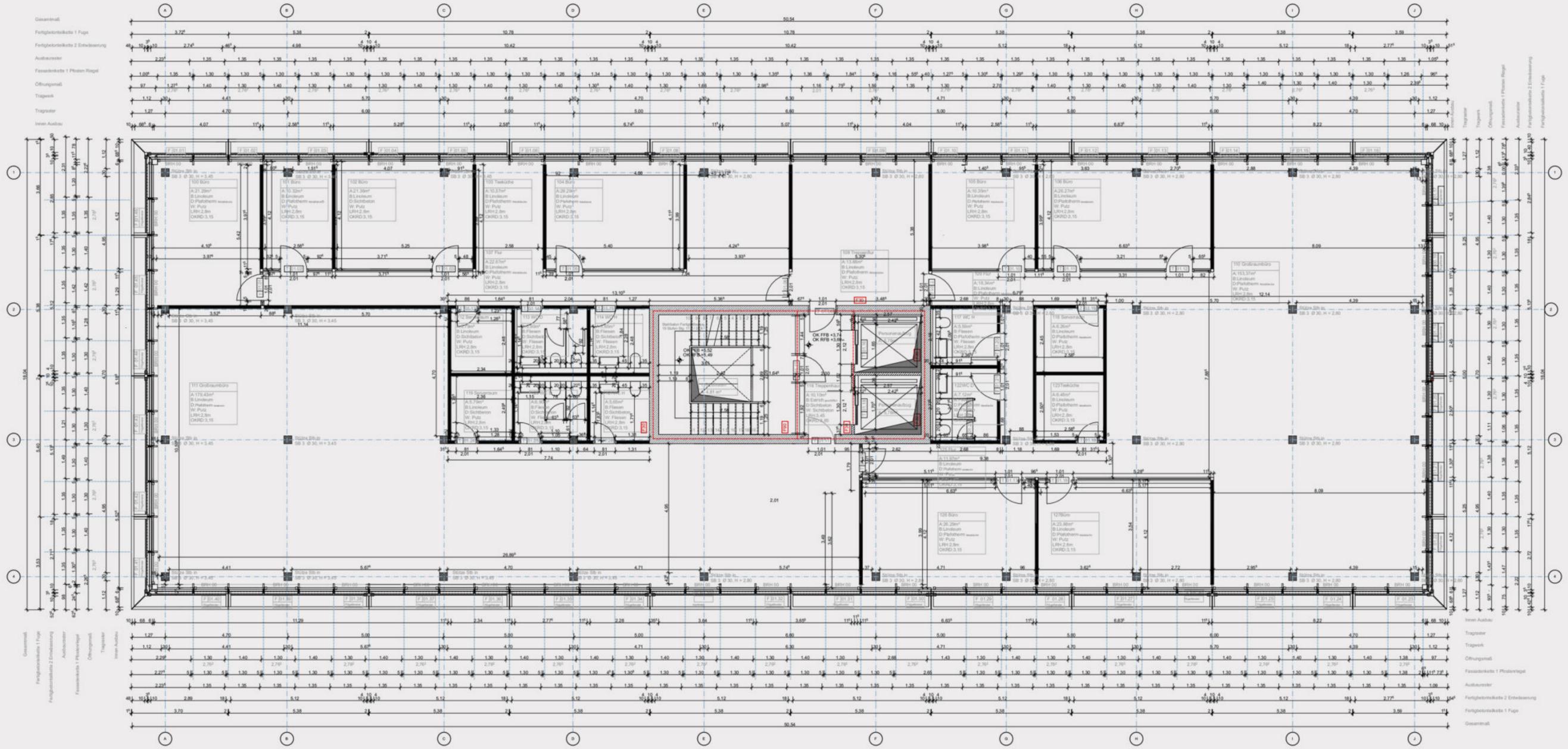


GRUNDRISS REGELGESCHOSS 1:200

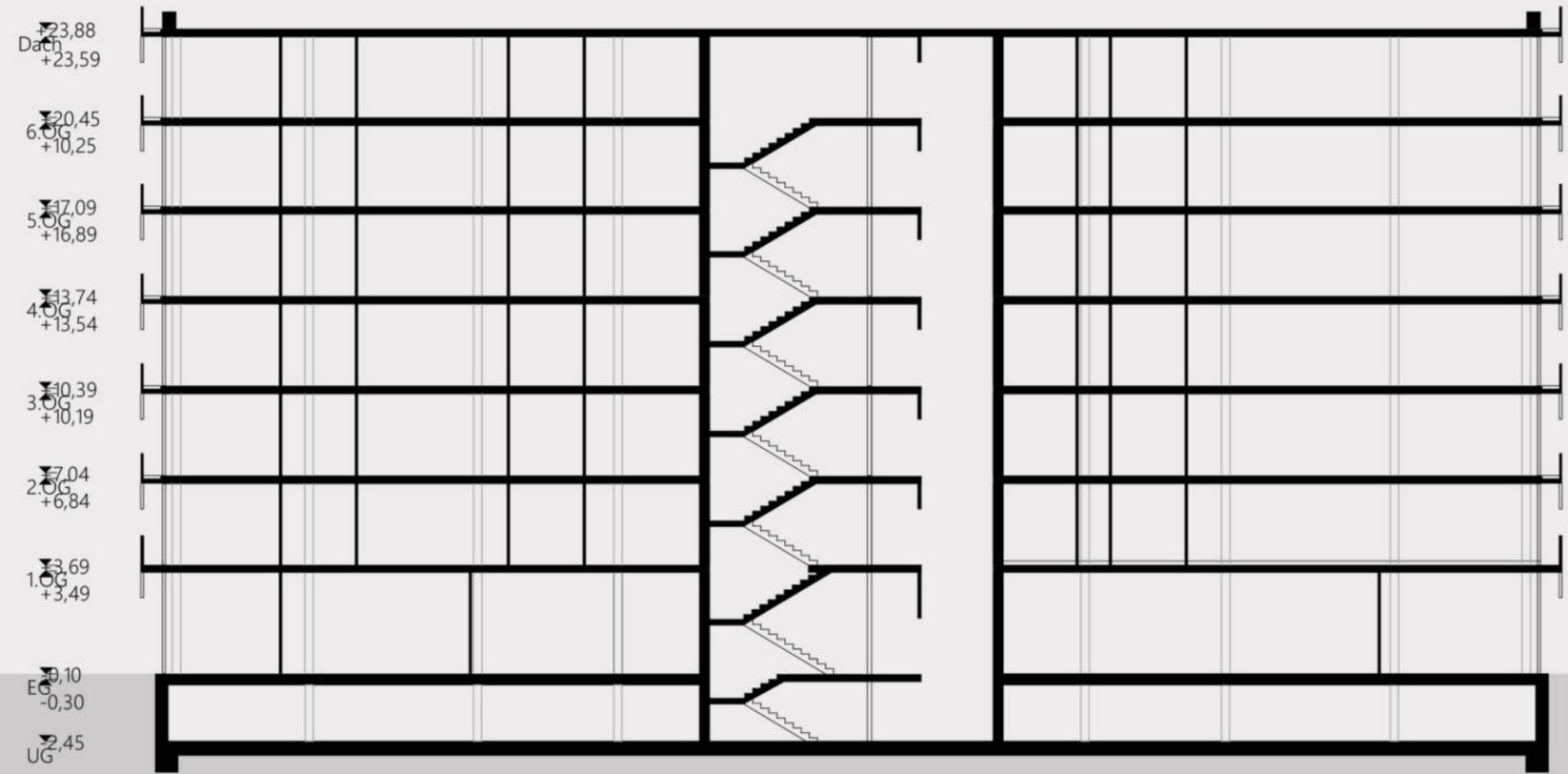
EINE BÜROEINHEIT



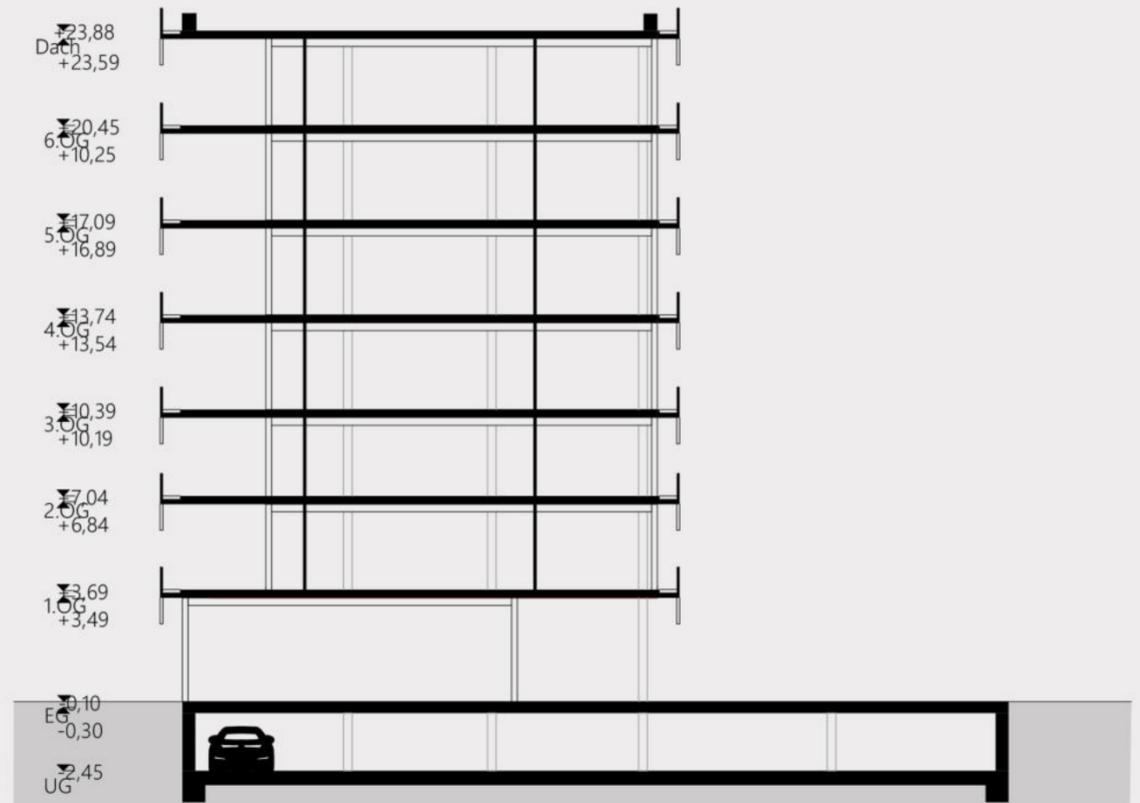
WERKSPLANUNG 1:50



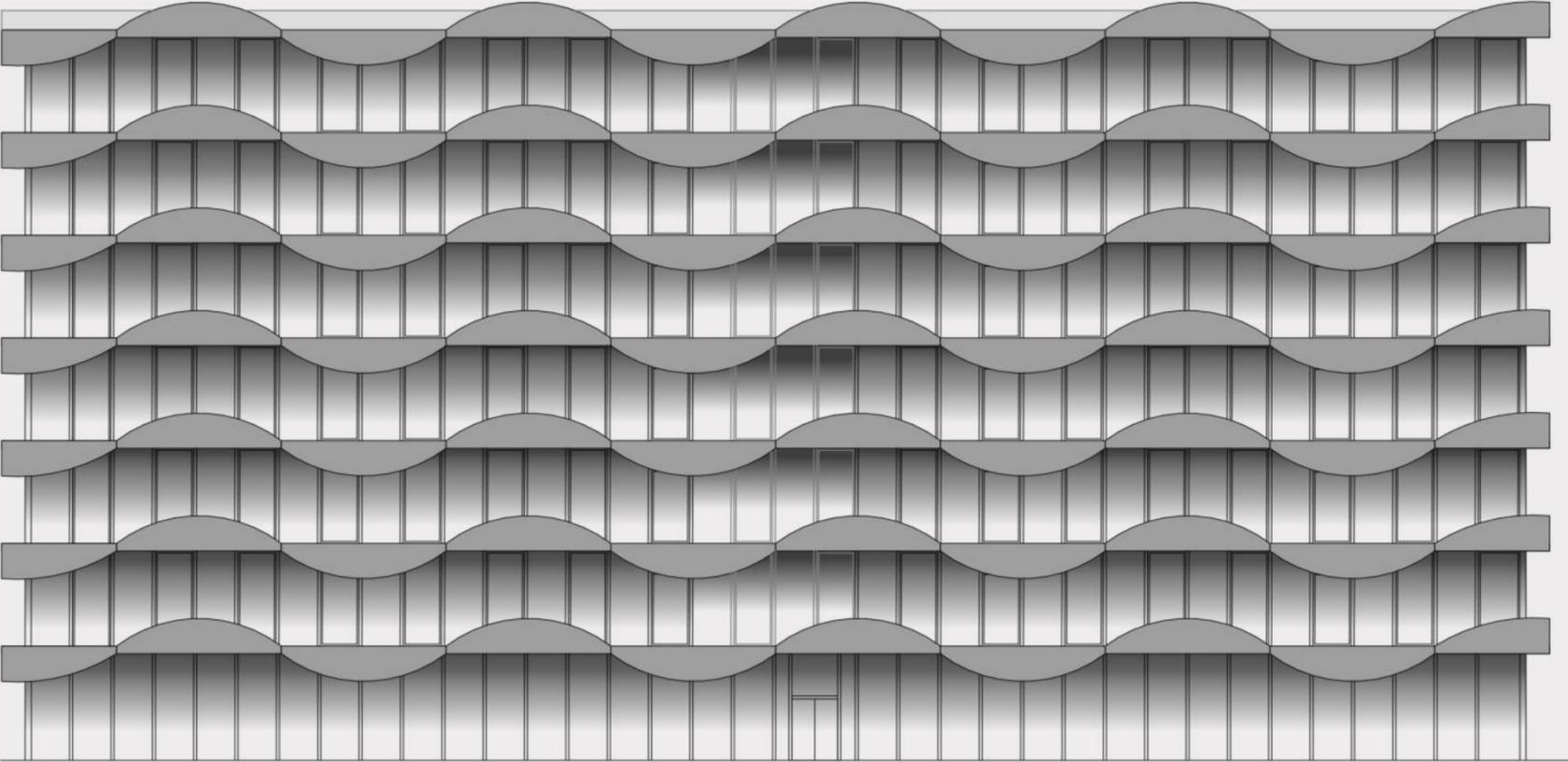
SCHNITT AA



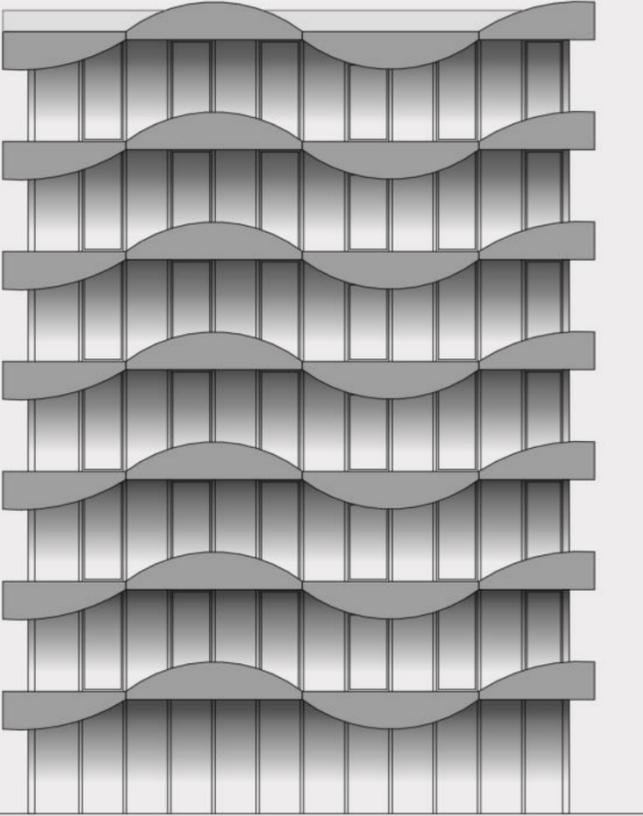
SCHNITT BB



ANSICHTEN

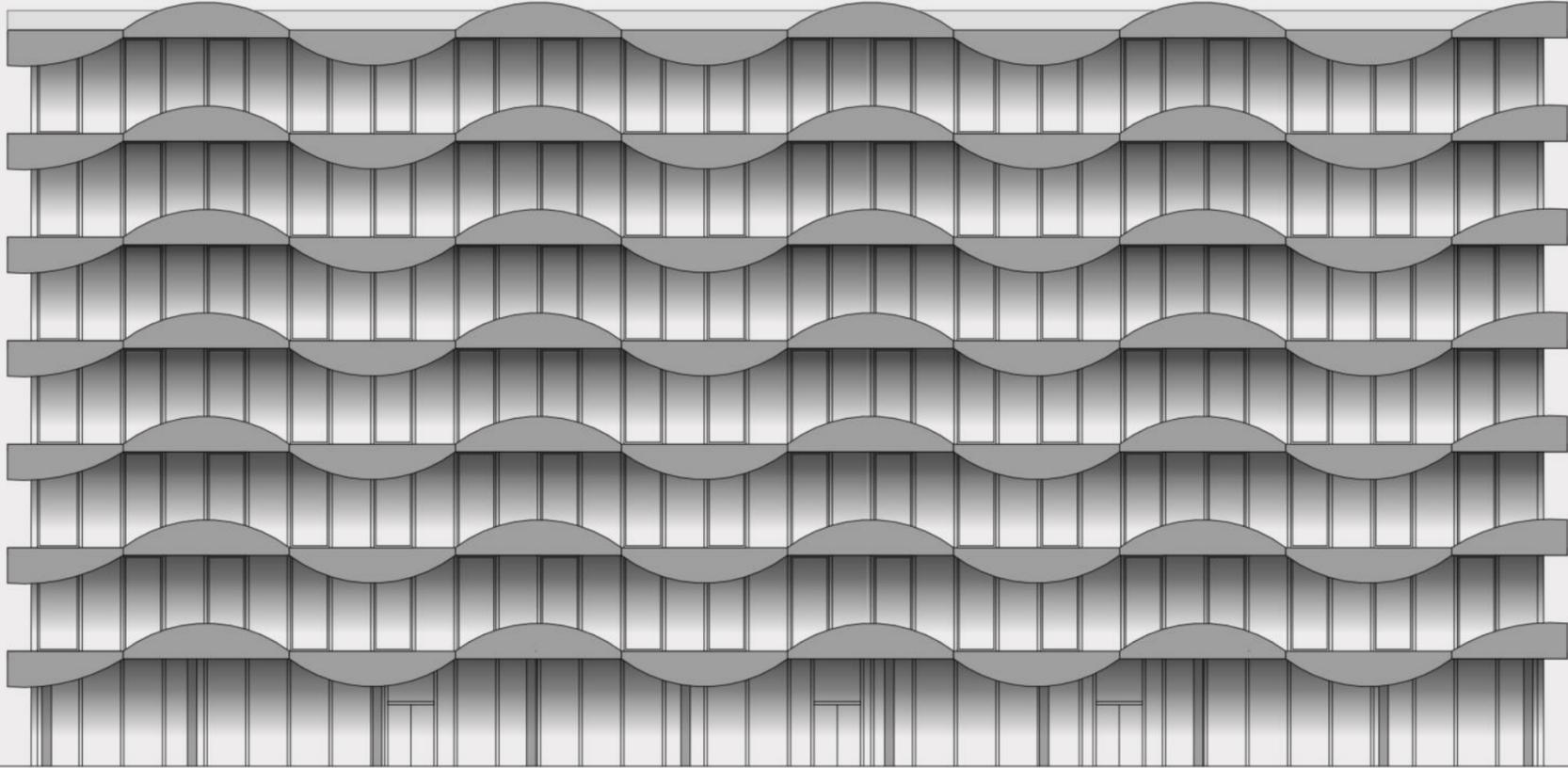


ANSICHT NORD

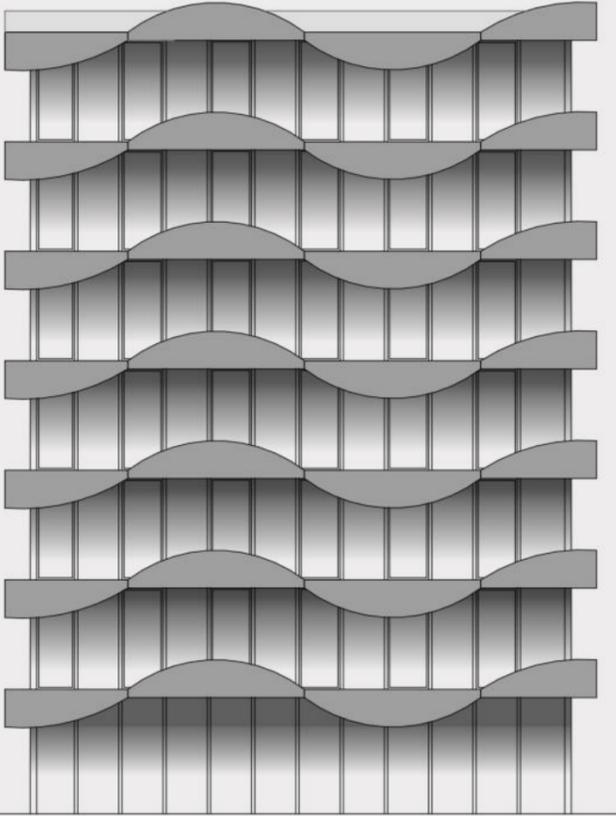


ANSICHT OST

ANSICHTEN



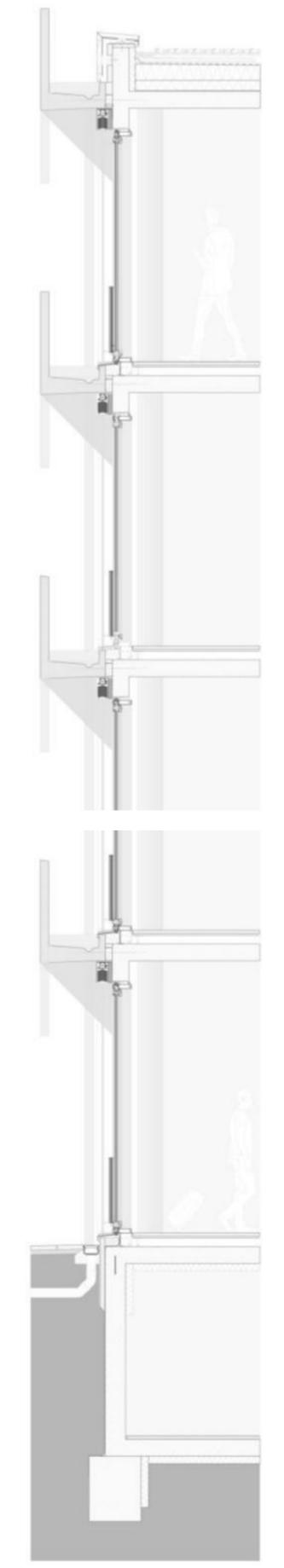
ANSICHT SÜD

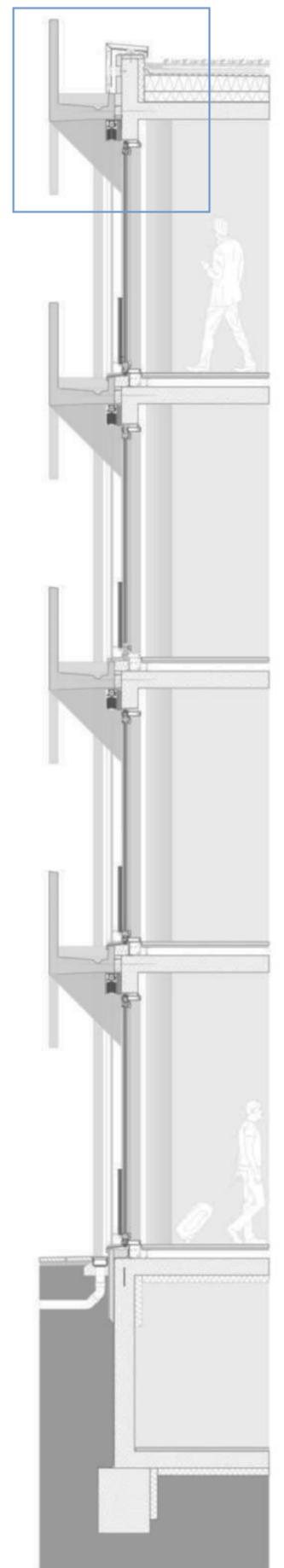
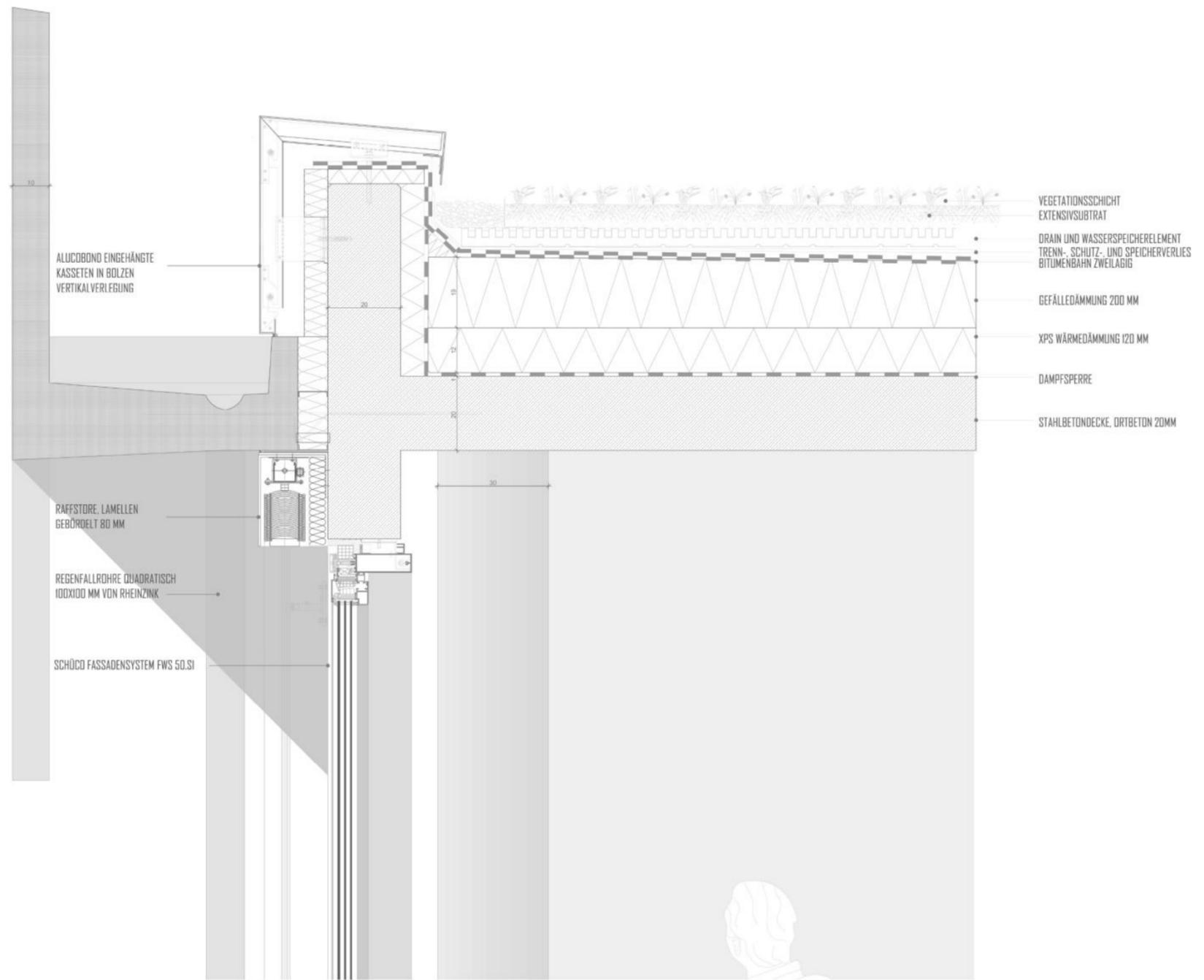


ANSICHT WEST

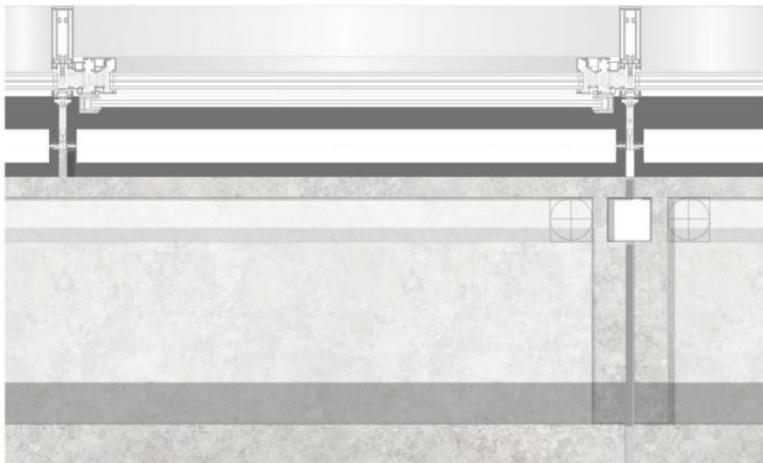
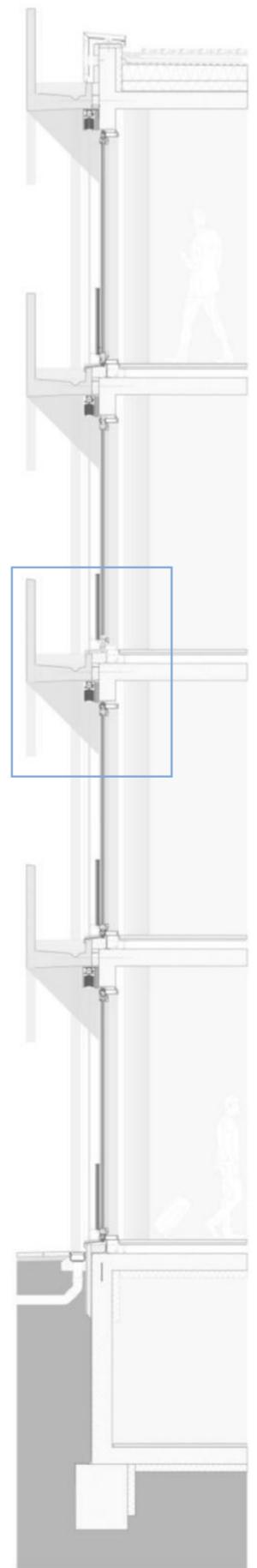
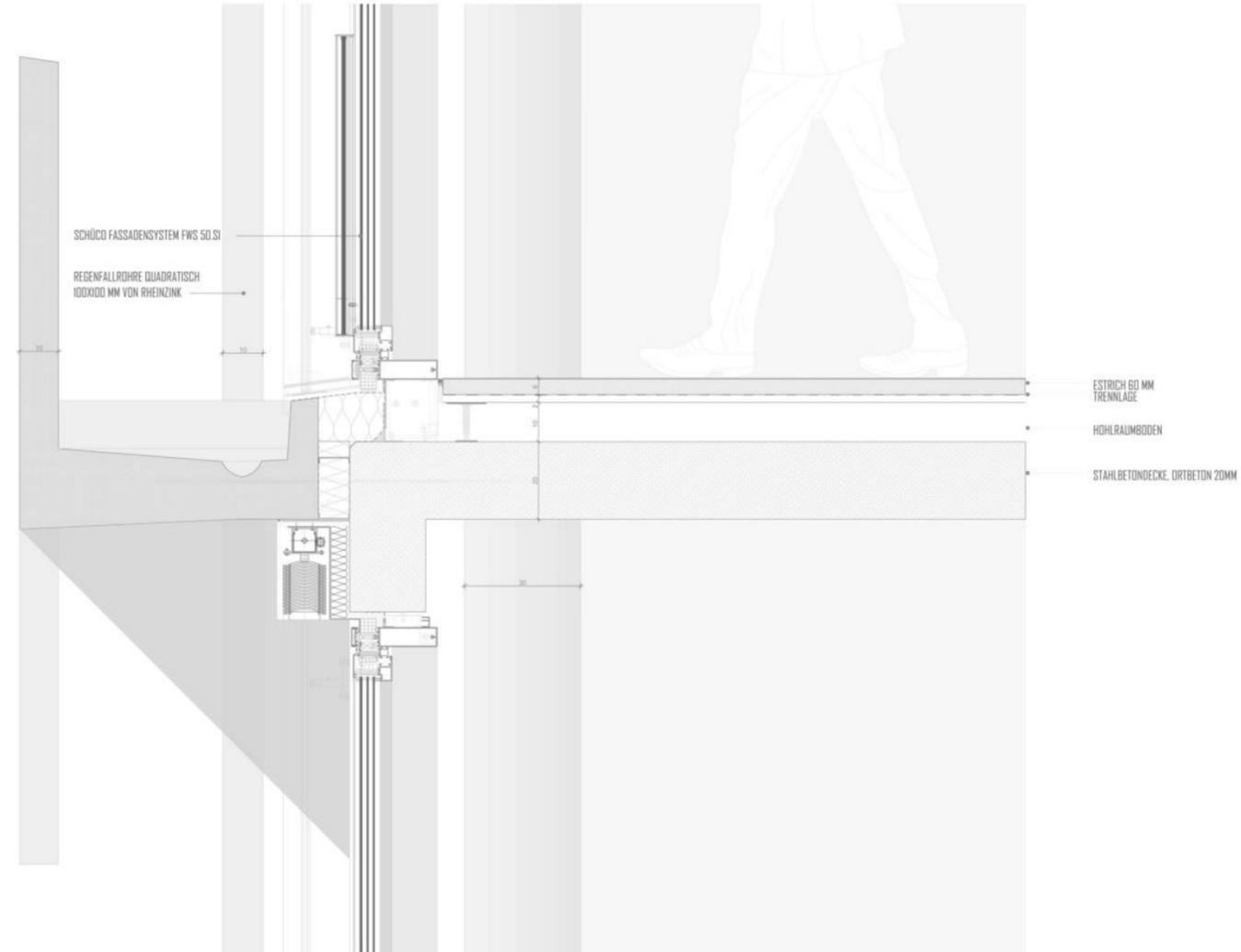


- AUFBAU DES DACHES**
 VEGETATIONSSCHICHT
 EXTENSIVSUBSTRAT
 DRAIN UND WASSERSPEICHERELEMENT
 TRENN-, SCHUTZ-, UND SPEICHEREVERLES
 BITUMENBAHN ZWEIFACHIG
 GEFÄLLEDÄMMUNG 200 MM
 XPS WÄRMEÄMMUNG 120 MM
 DAMPSPERRE
 STAHLBETONDECKE, DRITBETON 20MM
- ATTIKA**
 EINGEHÄNGTE KASSETTEN IN BOLZEN VERTIKALVERLEGDUNG VON
 ALUCOROND
 DAUERELASTISCHE VERSEGLUNG
- VORGEHÄNGTE FASSADE**
 BETONFERTIGTEIL-BALKON VON HEBER
 UNTERSEITEN FEIN GEGLÄTET
 NICHTBEIGEBAR
 LÄNGE 5400 MM
 BREITE 770 MM
 HÖHE 900 MM
 MIT GEFÄLLE UND BODENABLAUF
 SEITLICHE ENTWÄSSERUNG
 REGENFALLREIHE QUADRATISCH 100X100 MM VON RHEINZINK
 WÄRMESCHUTZELEMENT-SCHÖCK GSKORB
- PFOSTEN-RIEGEL-FASSADE**
 SCHÜCO FASSADENSYSYEM FWS 50.13
 RAHFSTORE, LAMELLEN GEBÖGELT 80 MM
 GLASBRÜSTUNG INTEGRIERT
- BODENAUFBAU**
 LINOLEUM 4 MM
 ESTRICH 60 MM
 TRENNLAGE
 HOHLRAUMBODEN
 STAHLBETONDECKE 200 MM
- SOCKEL**
 SOCKELPUTZ
 PERIMETERDÄMMUNG 60 MM
 WU BETON

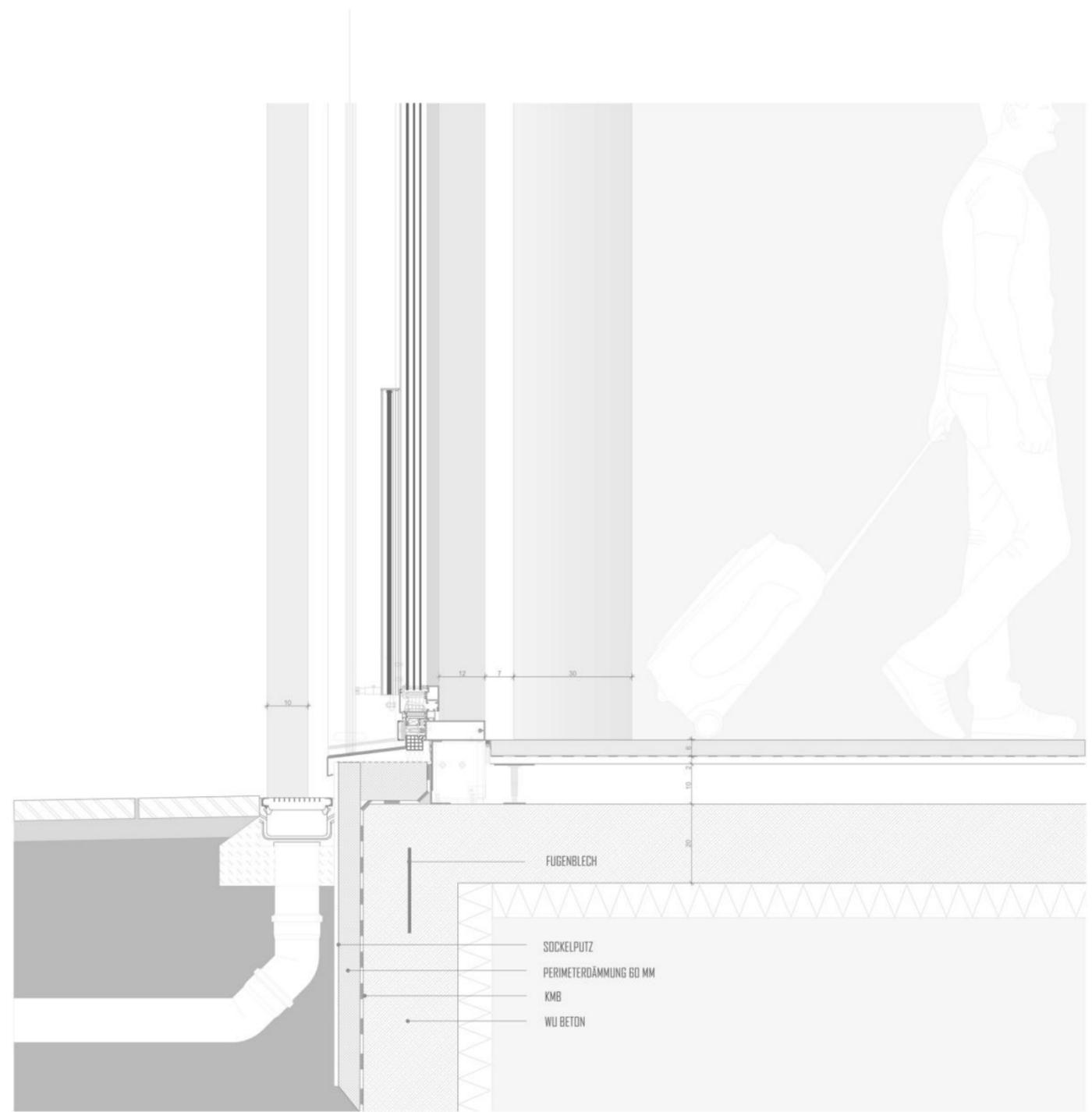
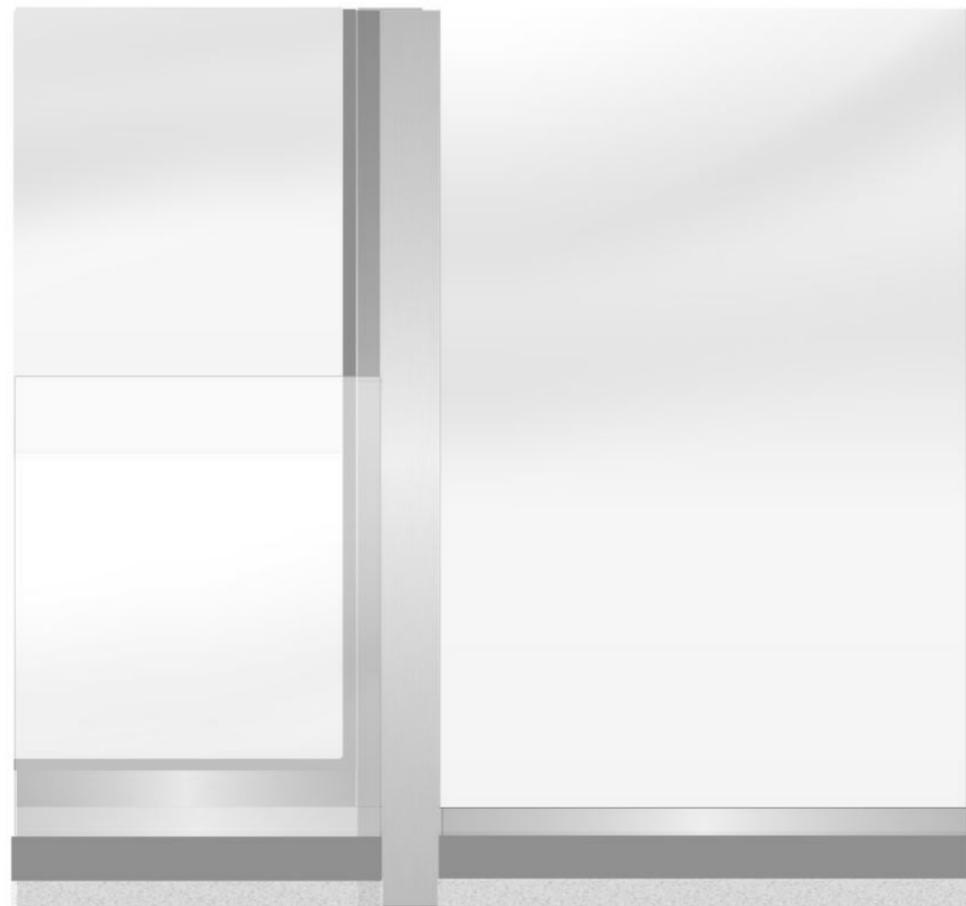


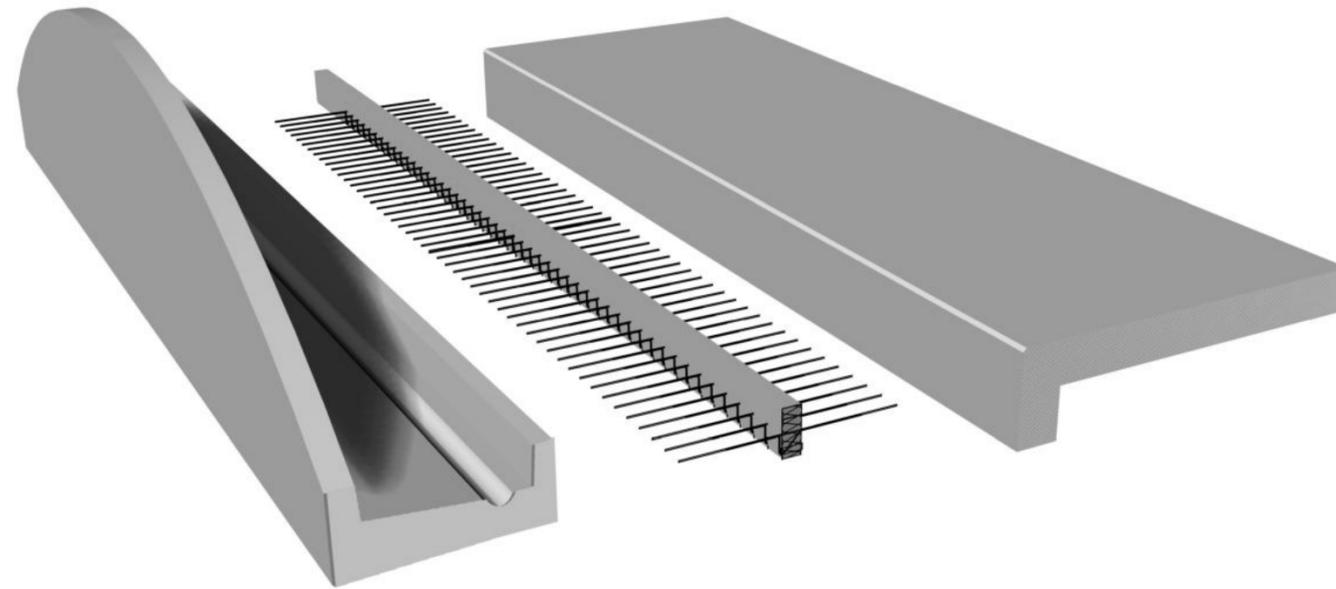


PPOSTEN-RIEGEL-FASSADE



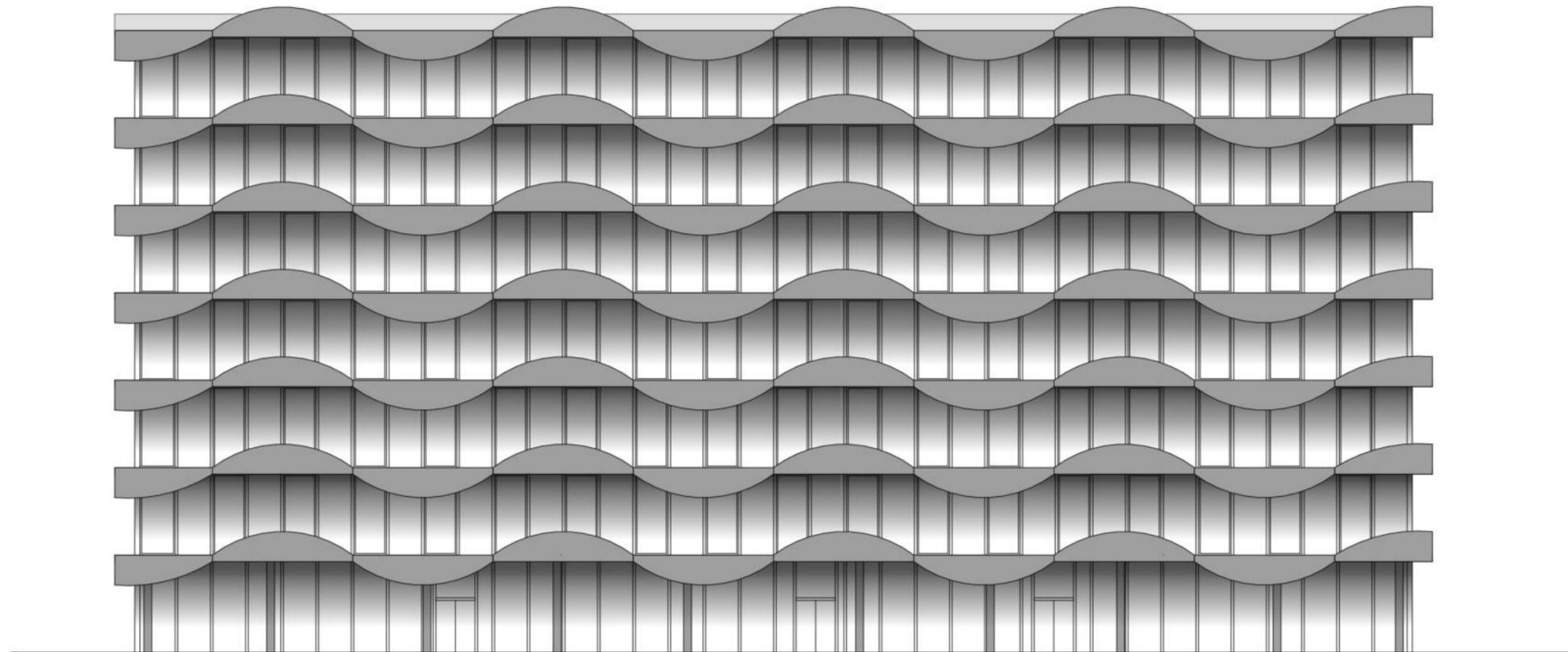
PFOSTEN-RIEGEL-FASSADE





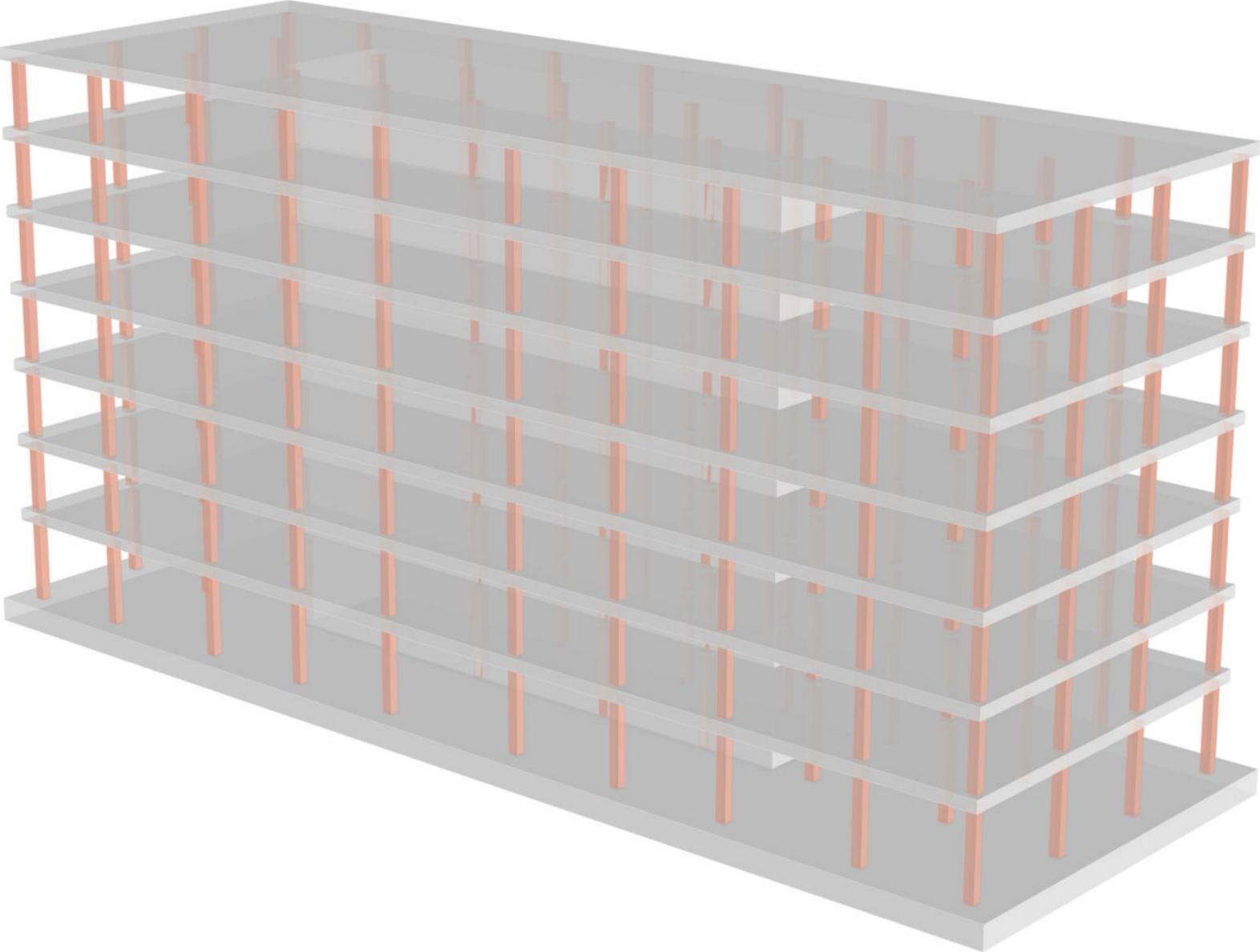
EXPLOSIONSZEICHNUNG

PPOSTEN-RIEGEL-FASSADE



ANSICHT SÜD

TRAGWERK





UFBAU DES DACHES
 :GETÄTUNGSSCHICHT
 :STÄBTRIT
 :RAIN UND WASSERSPEICHERELEMENT
 :RENN- SCHUTZ- UND SPEICHERVERLIES
 :TUMENBAHN ZWEI LAGIG
 :FÄLLEDÄMMUNG 200 MM
 :S WÄRMEDÄMMUNG 120 MM
 :AMPFSPERRE
 :FAHLBETONDECKE, ORTBETON 20MM

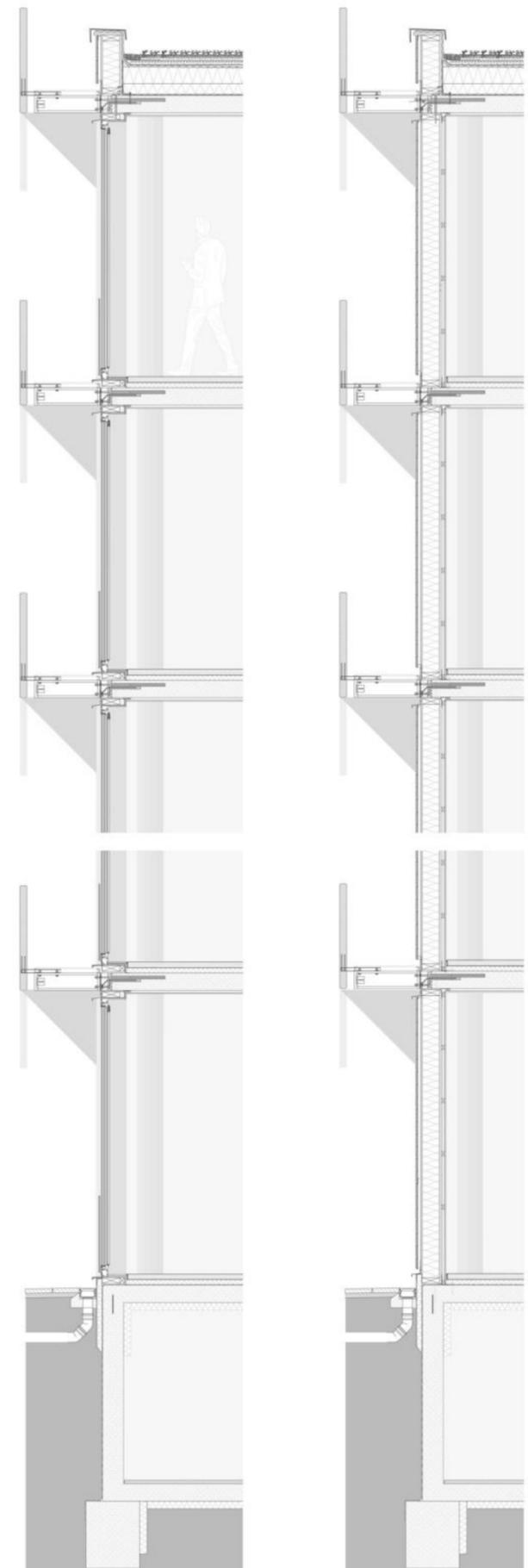
TTIKA
 :TRIKALECH ALUMINIUM 2 MM
 :DLZWERKSTOFFPLATTE 30 MM
 :SB PLATTE ALS DAMPFBREMSSE 16 MM

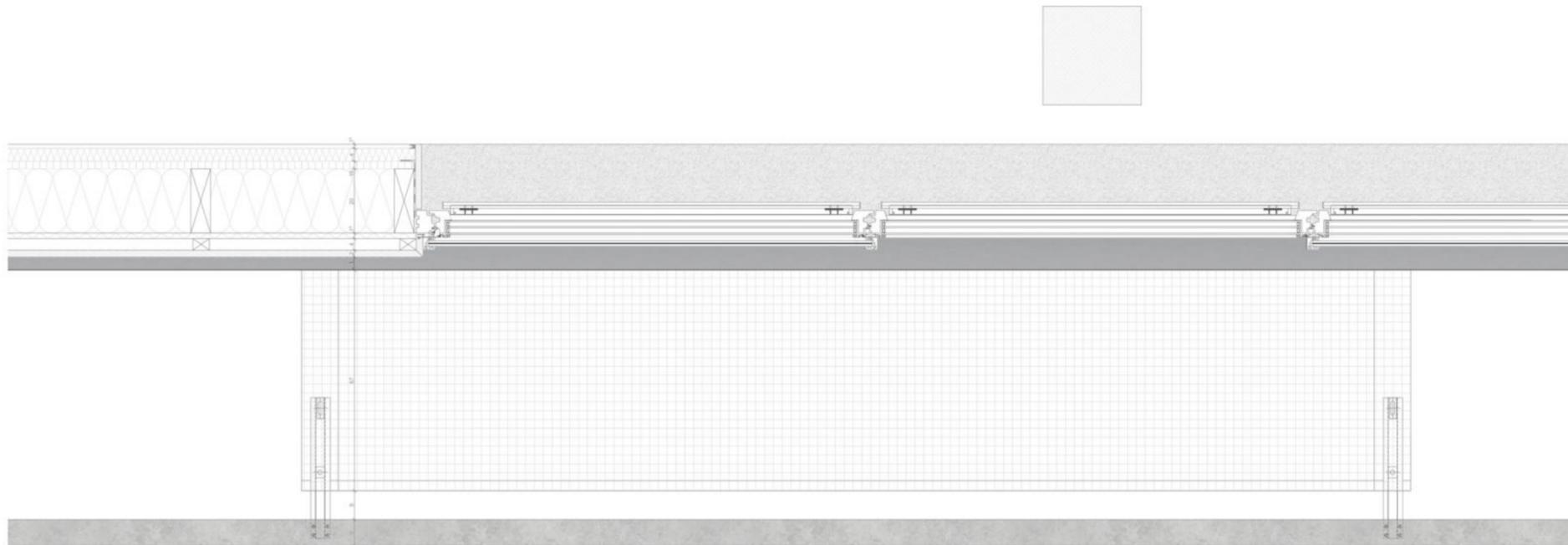
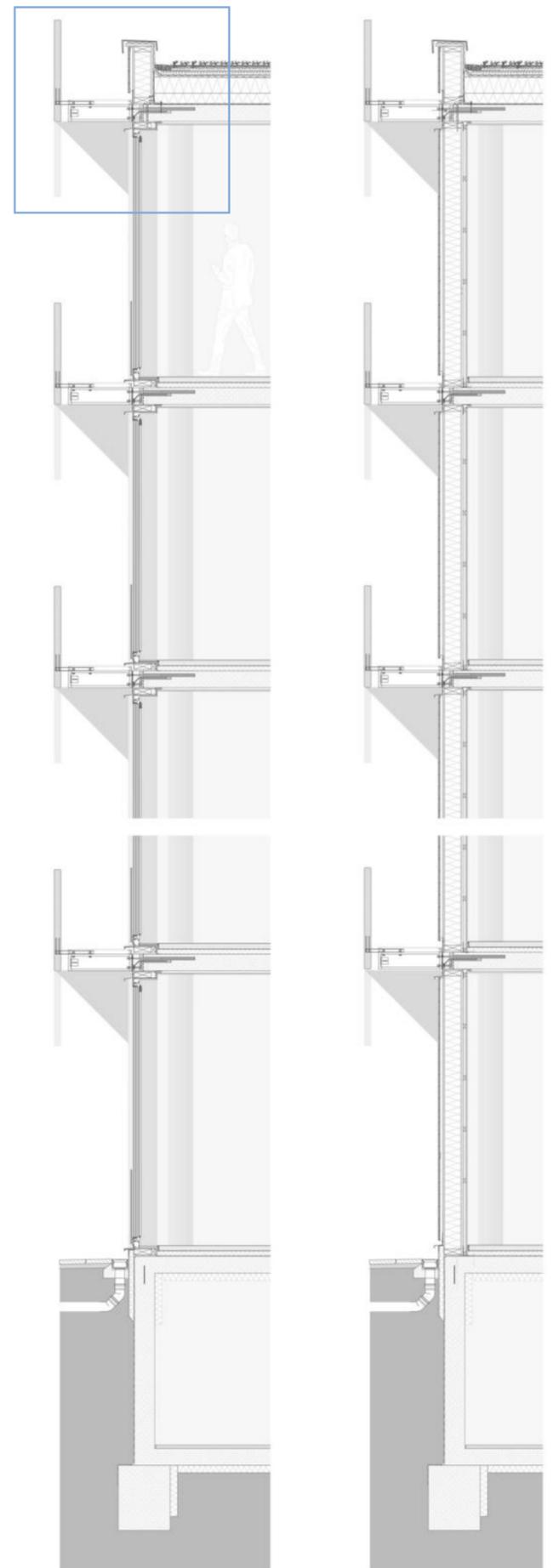
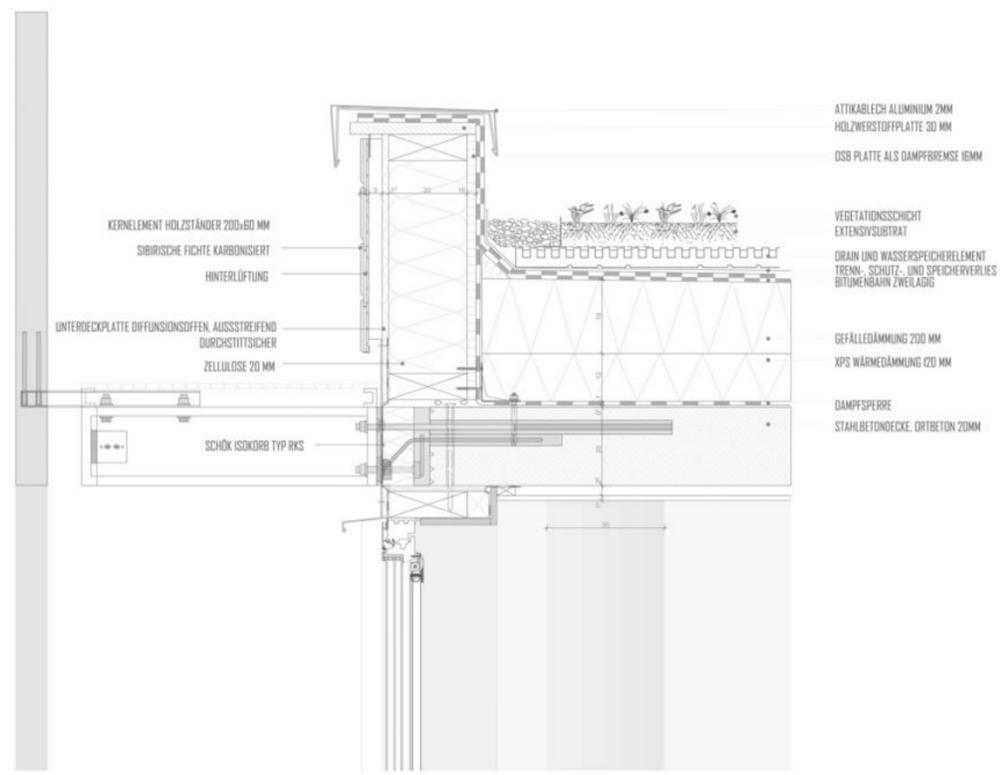
INTERLÜFTETE HOLZFASSADE
 :BRUSCHTE LÄRCHE KARBONISIERT 20 MM
 :BESÄTTIGUNG 50X30 MM
 :VTERDÄCHPLATTE ALS WINDDICHTUNG
 :DLZRAHMENKONSTRUKTION MIT WÄRMEDÄMMUNG AUS ZELLULOSE
 :SB PLATTE ZUR AUSSTEIFUNG ALS DAMPFBREMSSE UND
 :IFDICHTUNG 16 MM
 :STÄLATIONSEBENE MIT HOLZFASERDÄMMUNG 40 MM
 :PSKARTON 15 MM

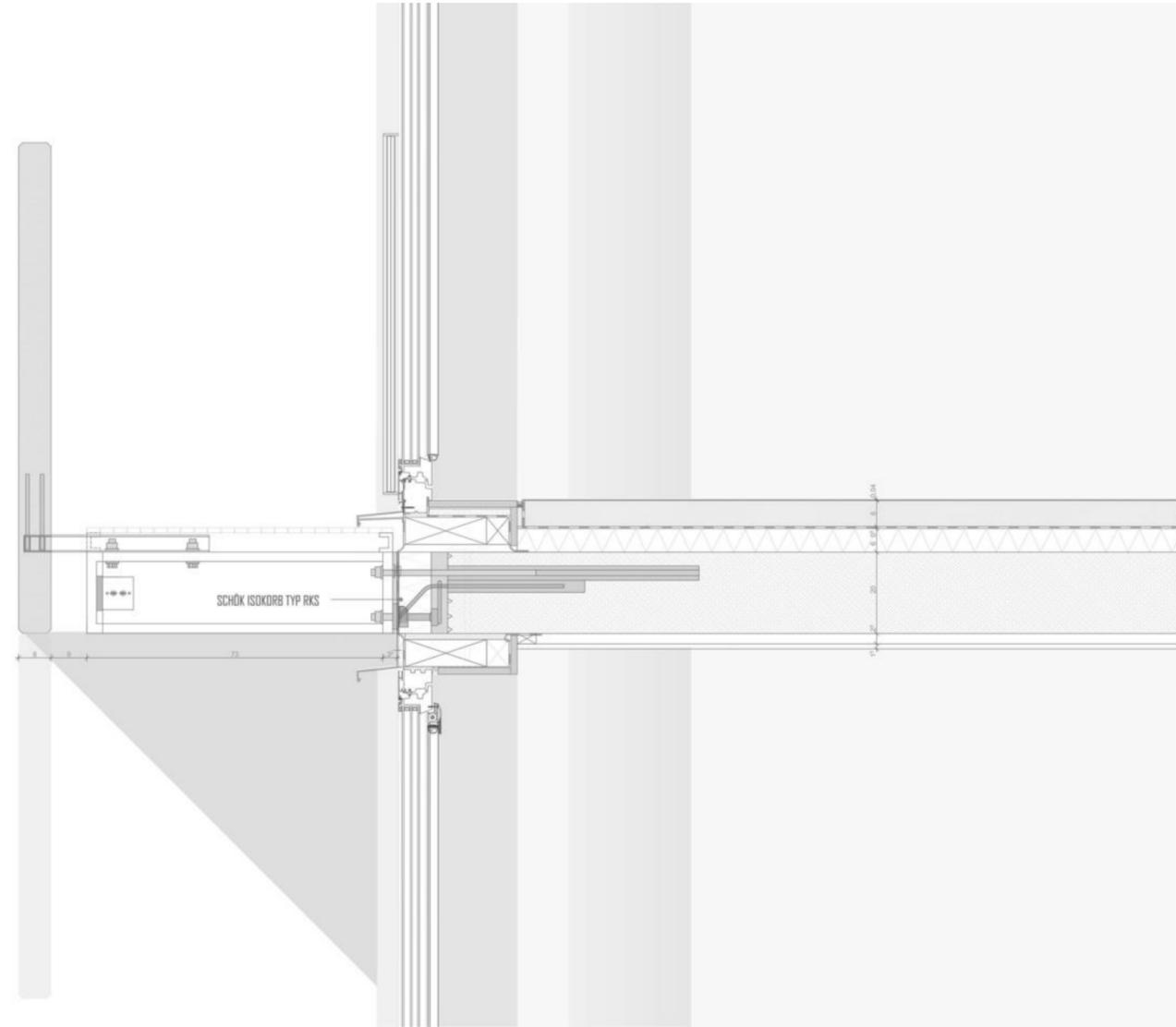
ALKOH NICHTBRECHBAR
 :FAHL LK
 :DÜCK ISOXOR TYP RKS
 :ZUSTUNGSANKER
 :ETONFERTIGTEIL 80 MM

ODENAUFBAU
 :NOL EBN 4 MM
 :STRICH 60 MM
 :RENNLAGE
 :ÄRMEDÄMMUNG 60MM

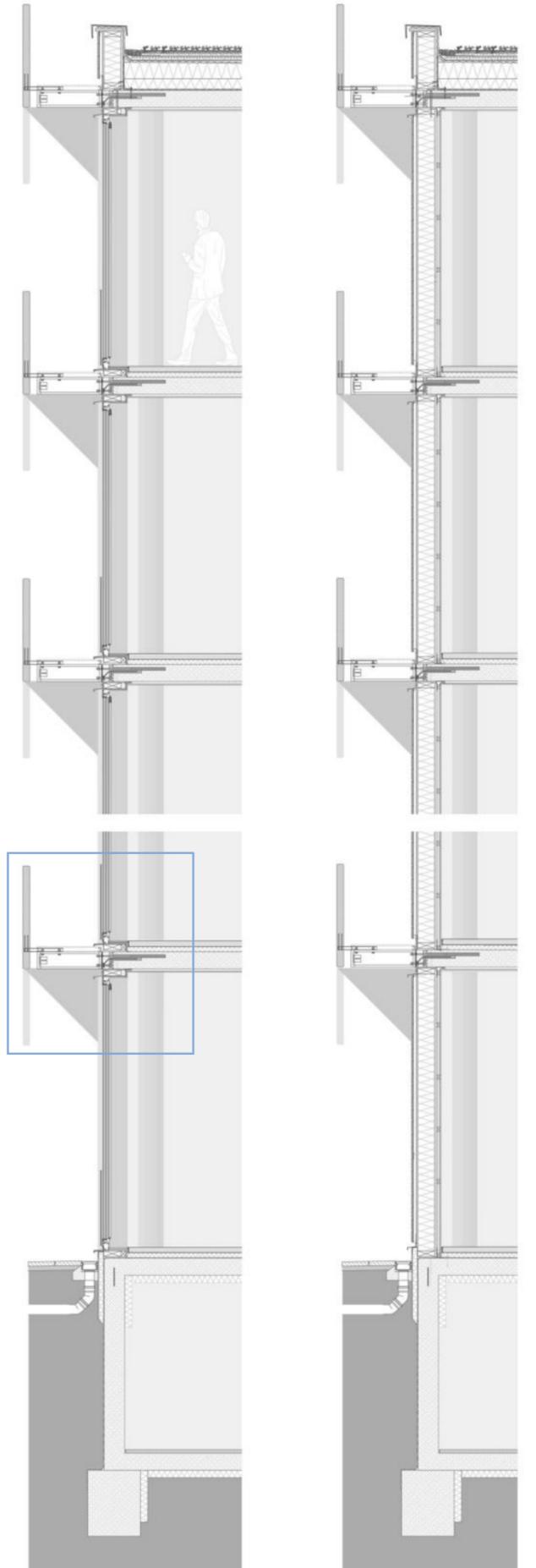
OCKEL
 :JCKELPUTZ
 :BIMETERDÄMMUNG 60 MM
 :U BETON

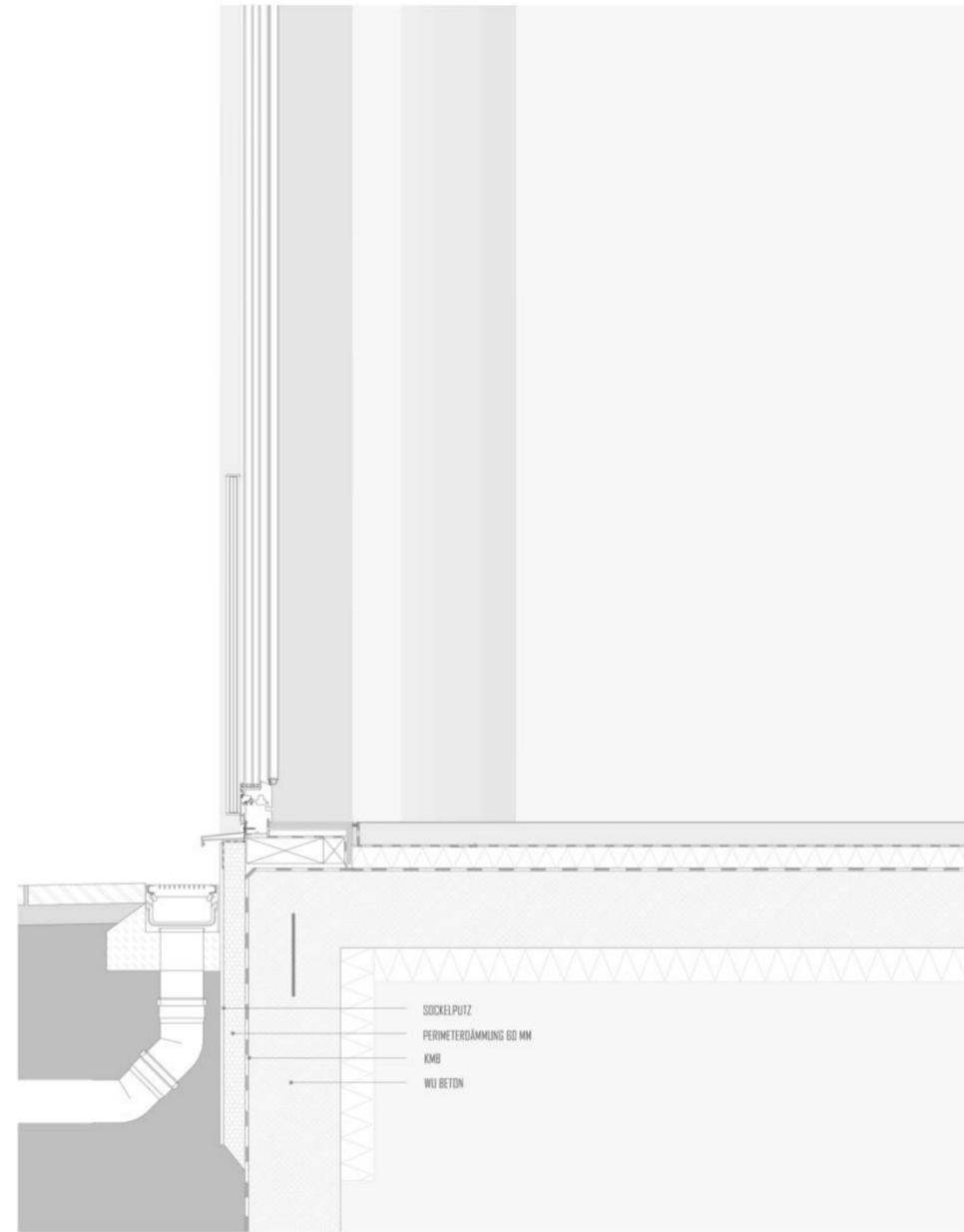






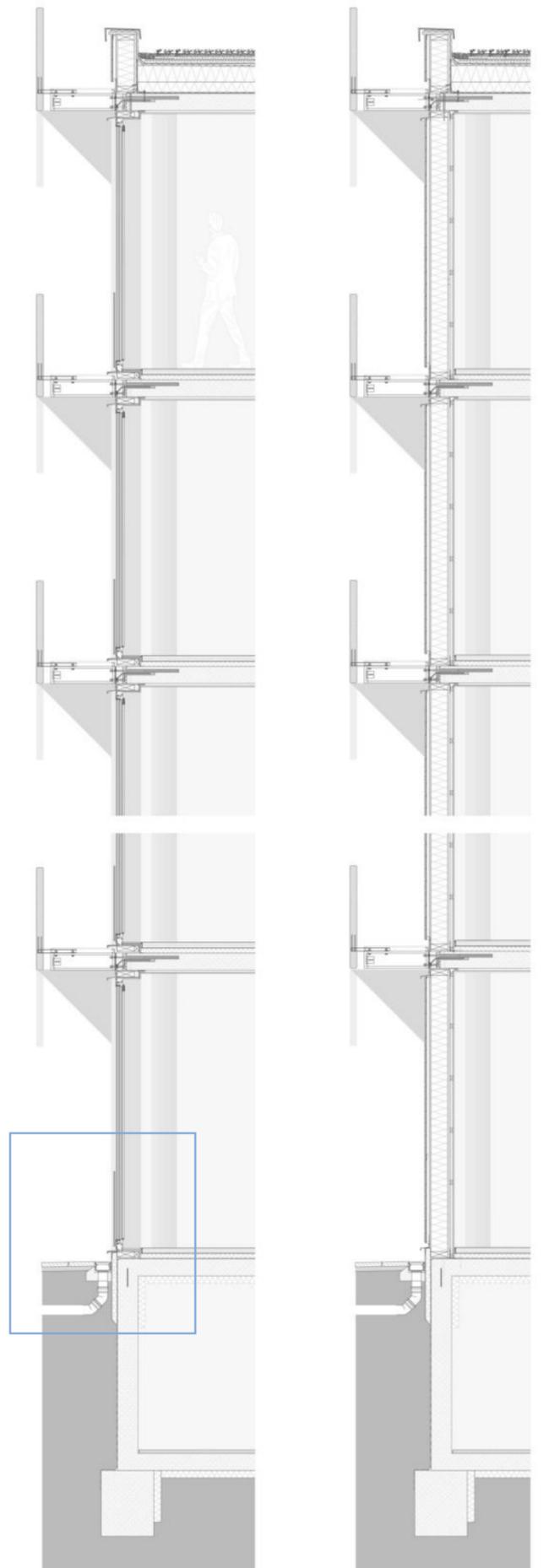
LINDLEUM 4 MM
ESTRICH 60 MM
TRENNLAGE
WÄRMEDÄMMUNG 60 MM
STAHLBETONDECKE, ORTBETON 20MM

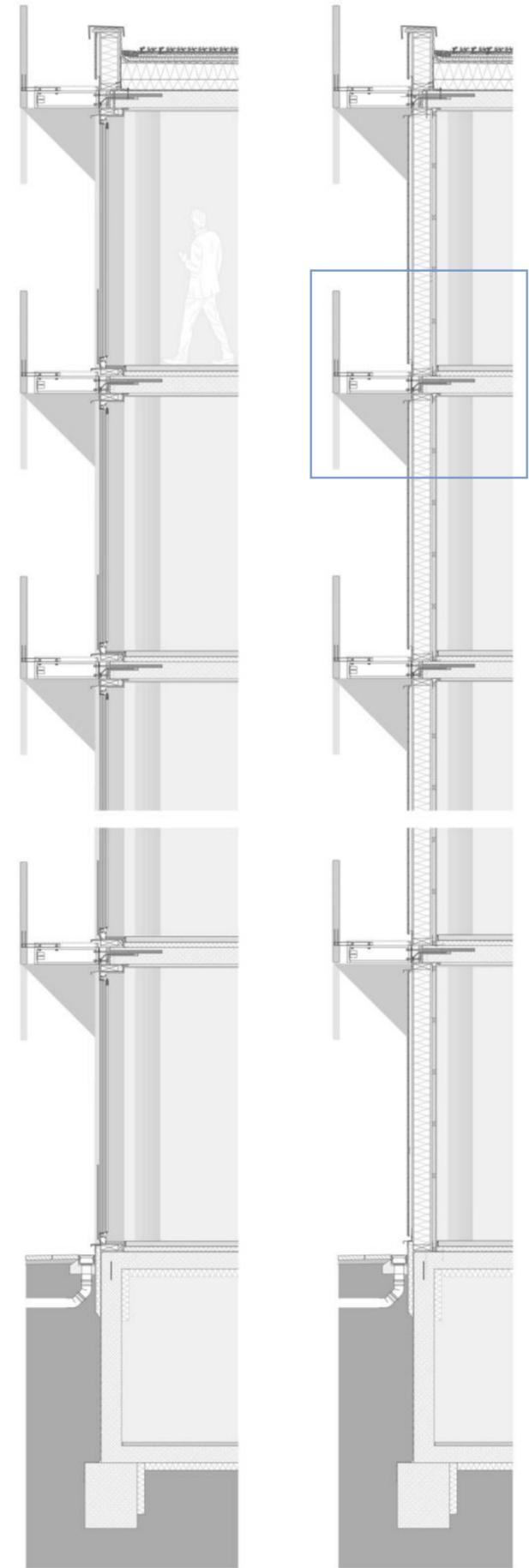
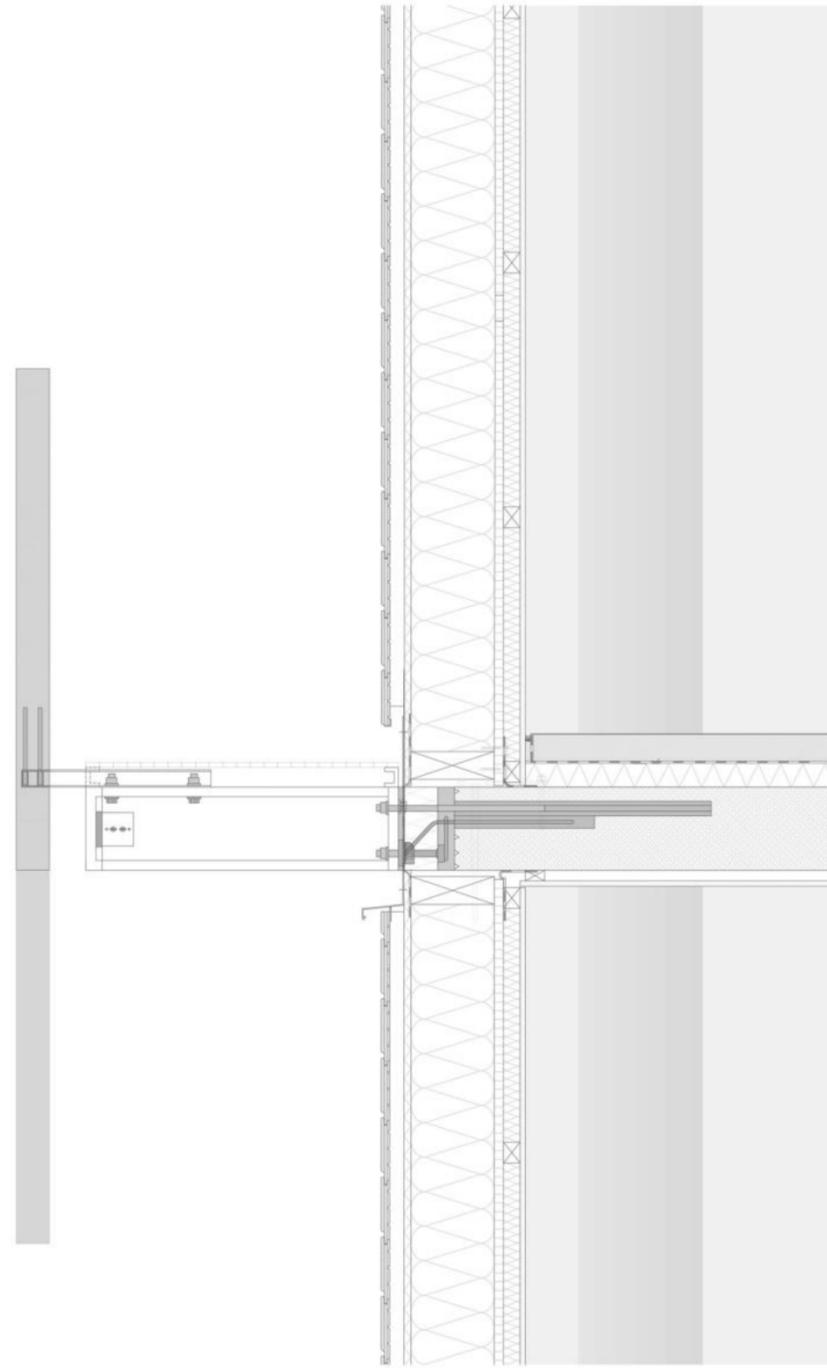


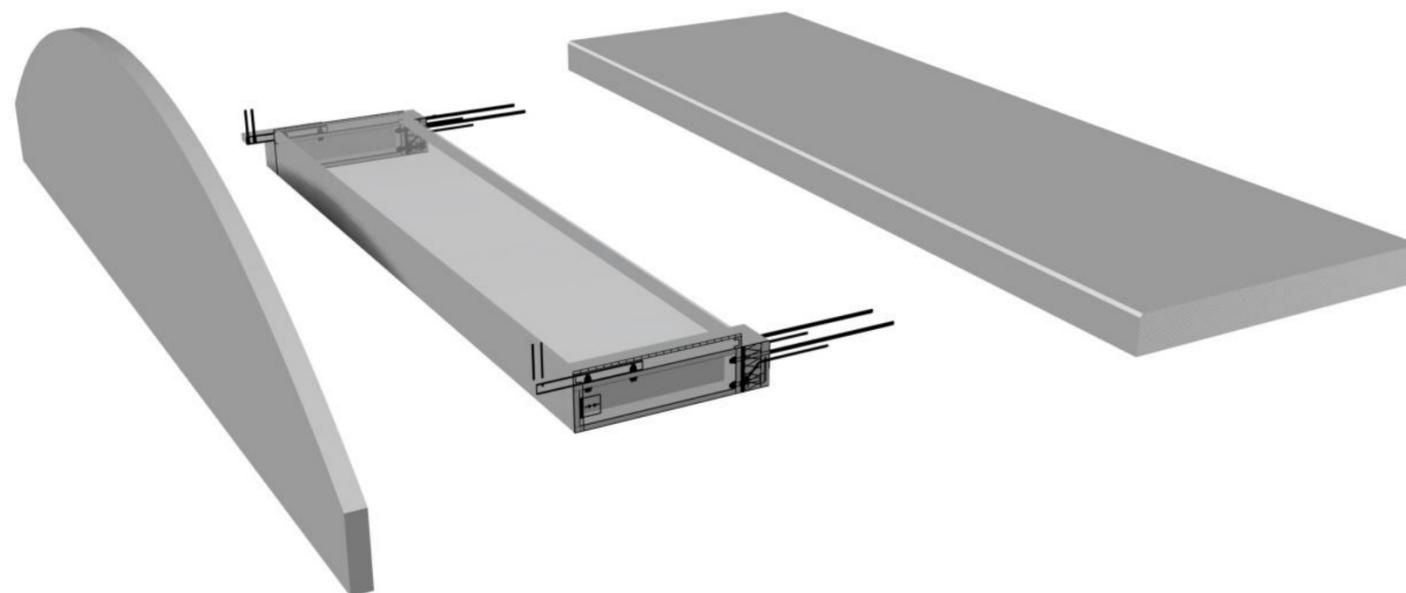


SOCKELPUTZ
PERIMETERDÄMMUNG 60 MM
KMB
WU BETON

LINOLEUM 4 MM
ESTRICH 60 MM
TRENNLAGE
WÄRMEDÄMMUNG 60 MM
STAHLBETONDECKE, ORTBETON 20MM

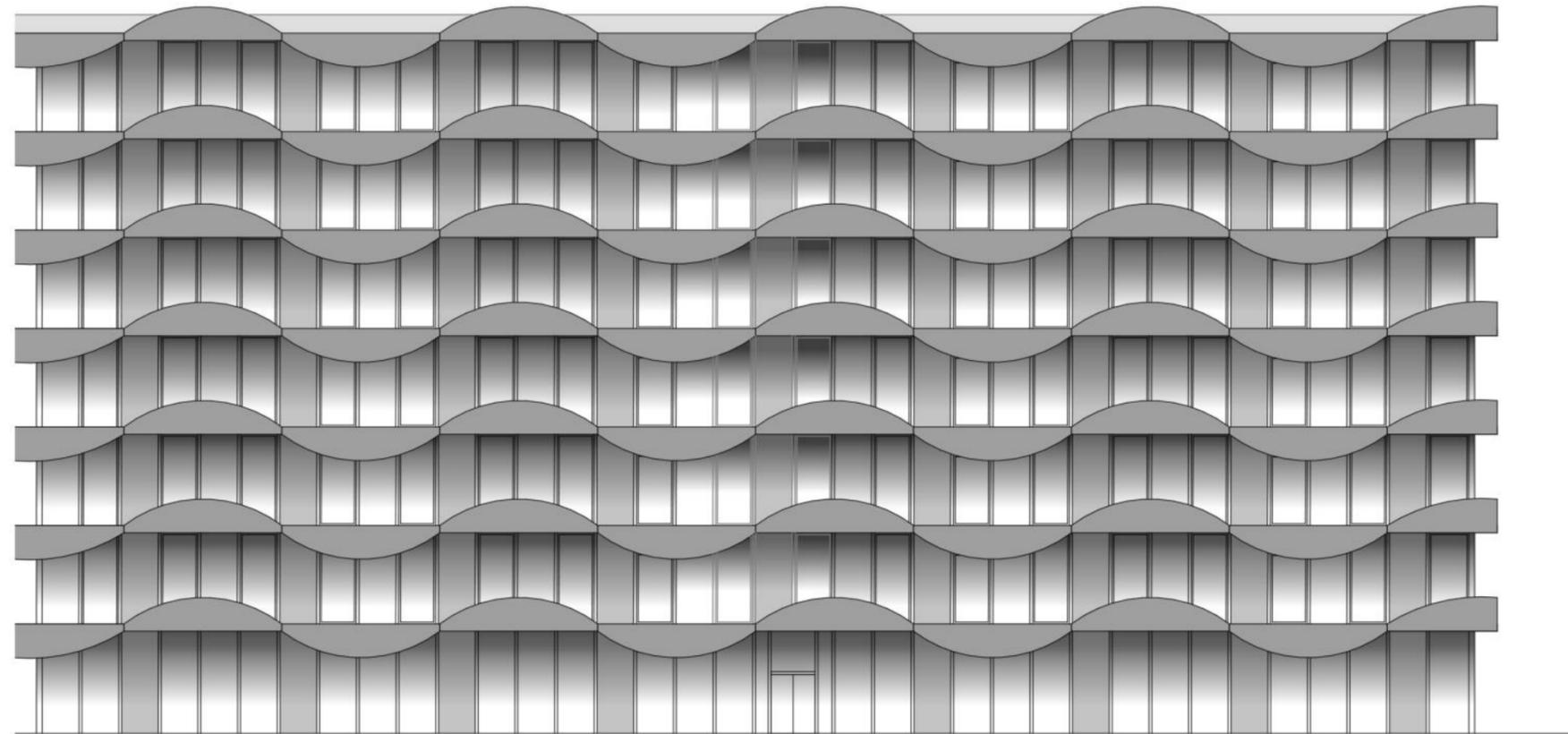






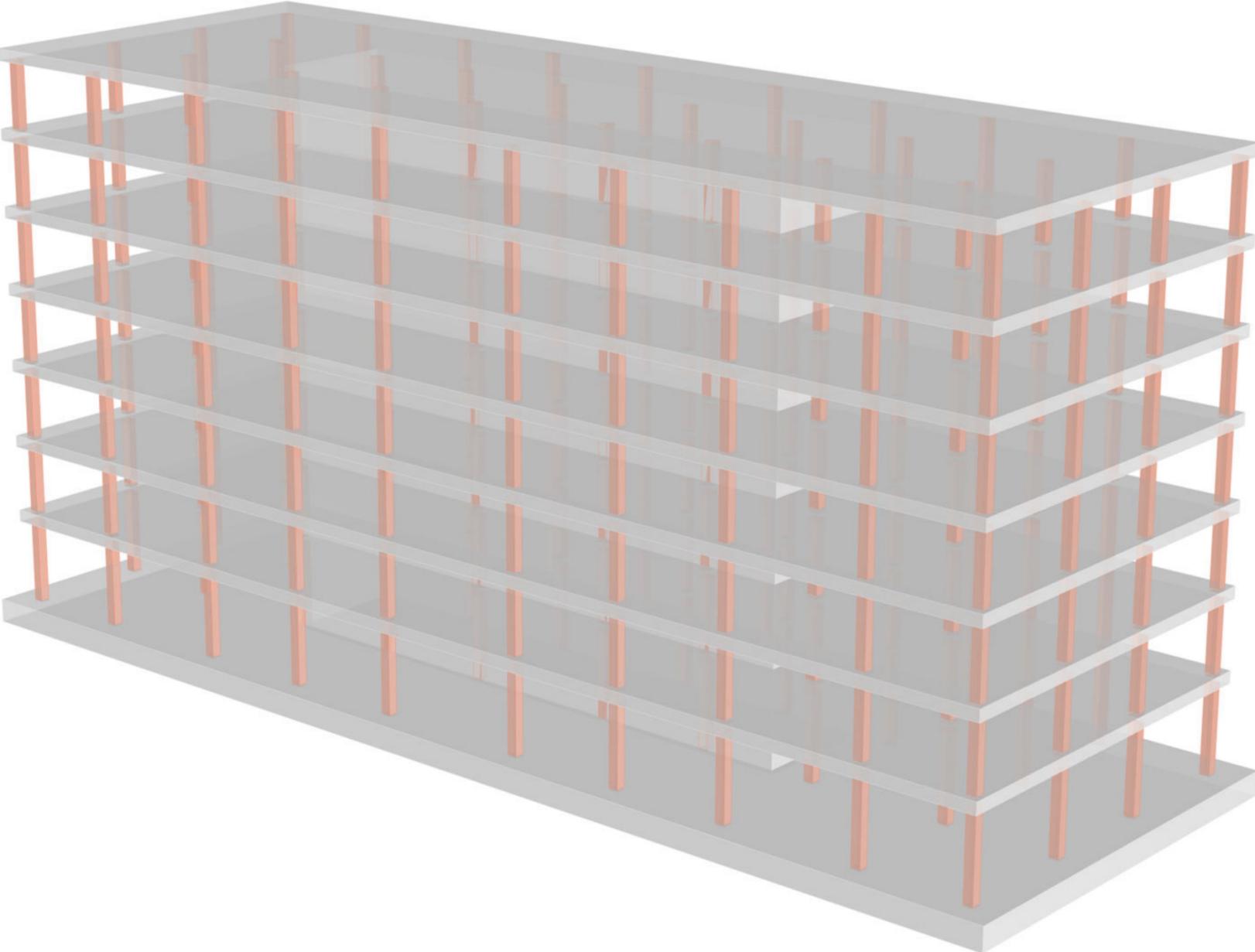
EXPLOSIONSZEICHNUNG

HOLZSTÄNDERFASSADE



ANSICHT SÜD

TRAGWERK





AUFBAU DES DACHES
 VEGETATIONSSCHICHT
 EXTENSIVSUBSTRAT
 DRAIN UND WASSERSPEICHERELEMENT
 TRENN- SCHUTZ- UND SPEICHERVERLIES
 BITUMENBAHN ZWEI LAGIG
 GEFÄLLEDÄMMUNG 200 MM
 XPS WÄRME DÄMMUNG 120 MM
 DAMPSPERRE
 STAHLBETONDECKE, ORTBETON 20MM

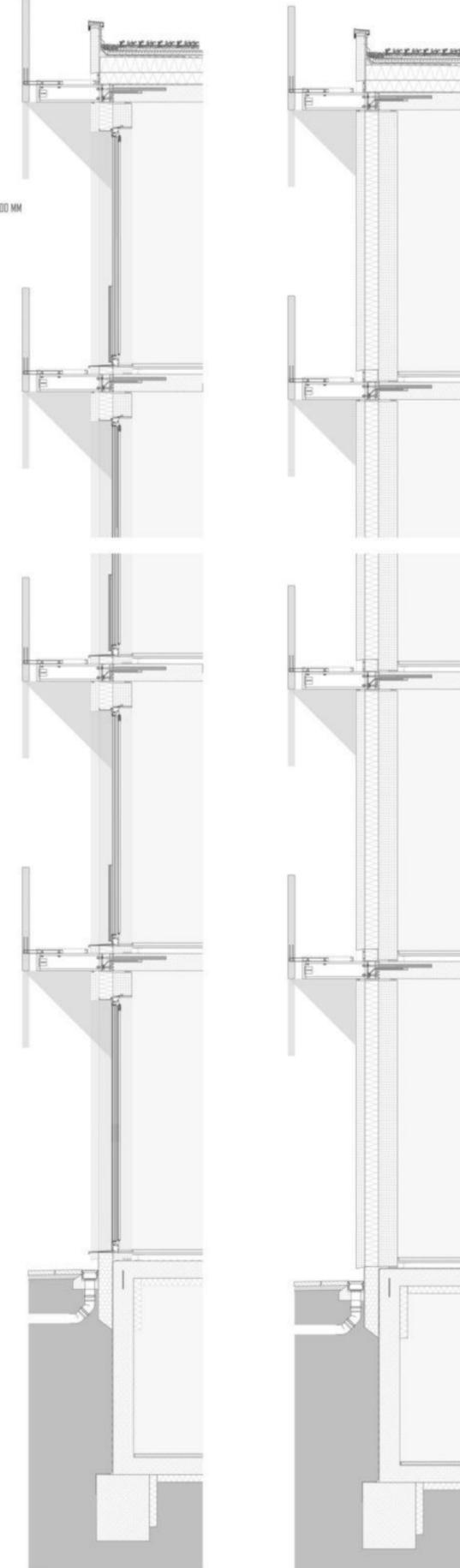
ATTIKA
 ATTIKABLECH ALUMINIUM 2 MM
 HOLZWERKSTOFFPLATTE 30 MM
 BETONSANDWICHELEMENT VORSATZSCHALE 100 MM

BETONSANDWICHELEMENT FASSADE
 TRAGSCHALE 220 MM
 WÄRME DÄMMUNG 160 MM
 VORSATZSCHALE 100 MM

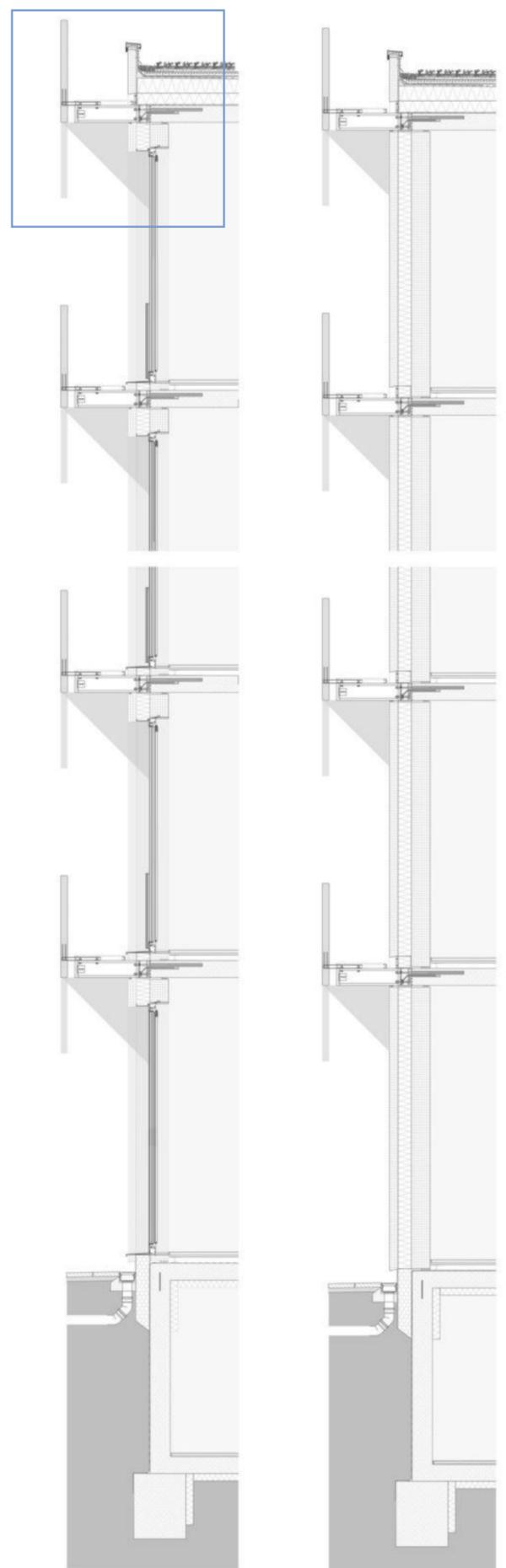
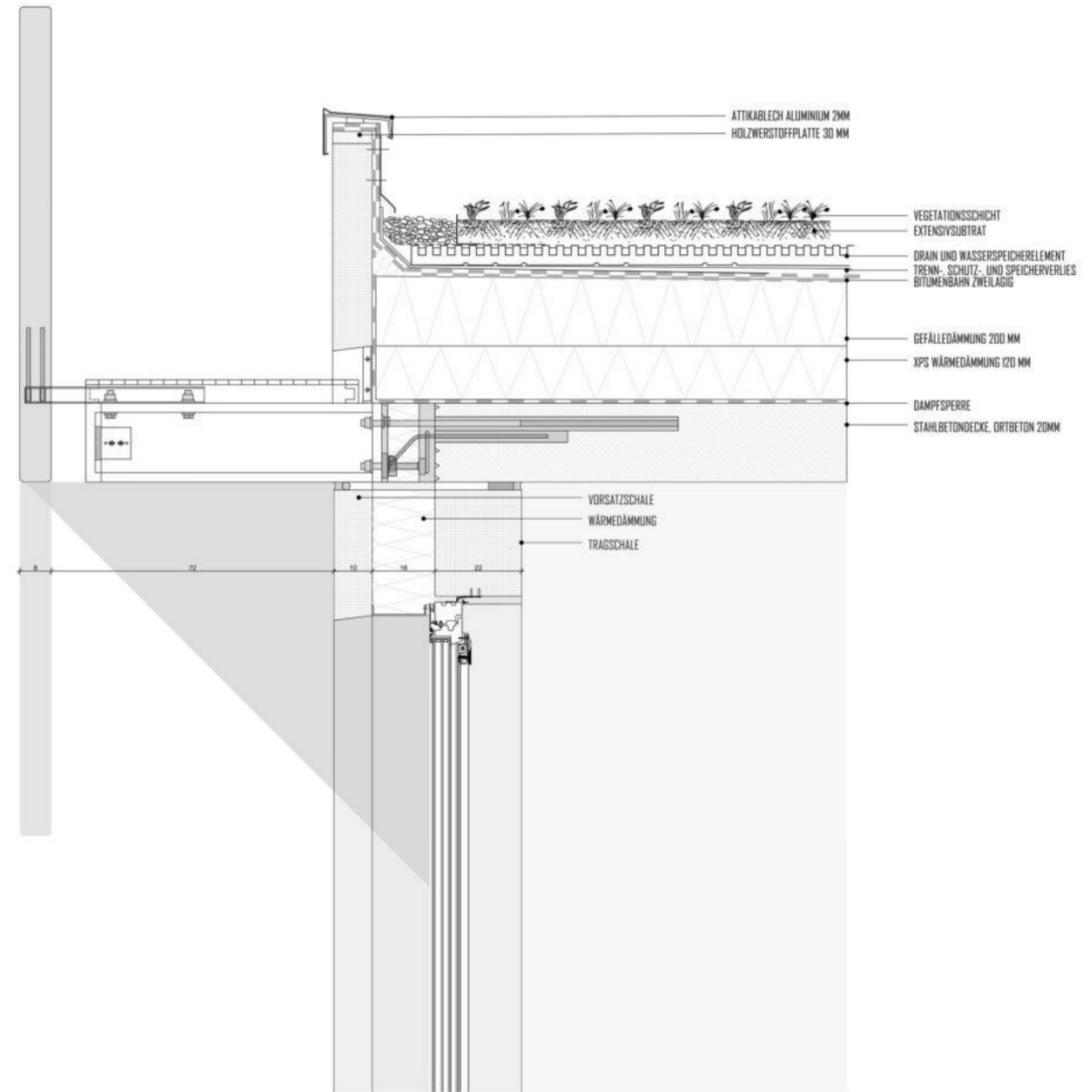
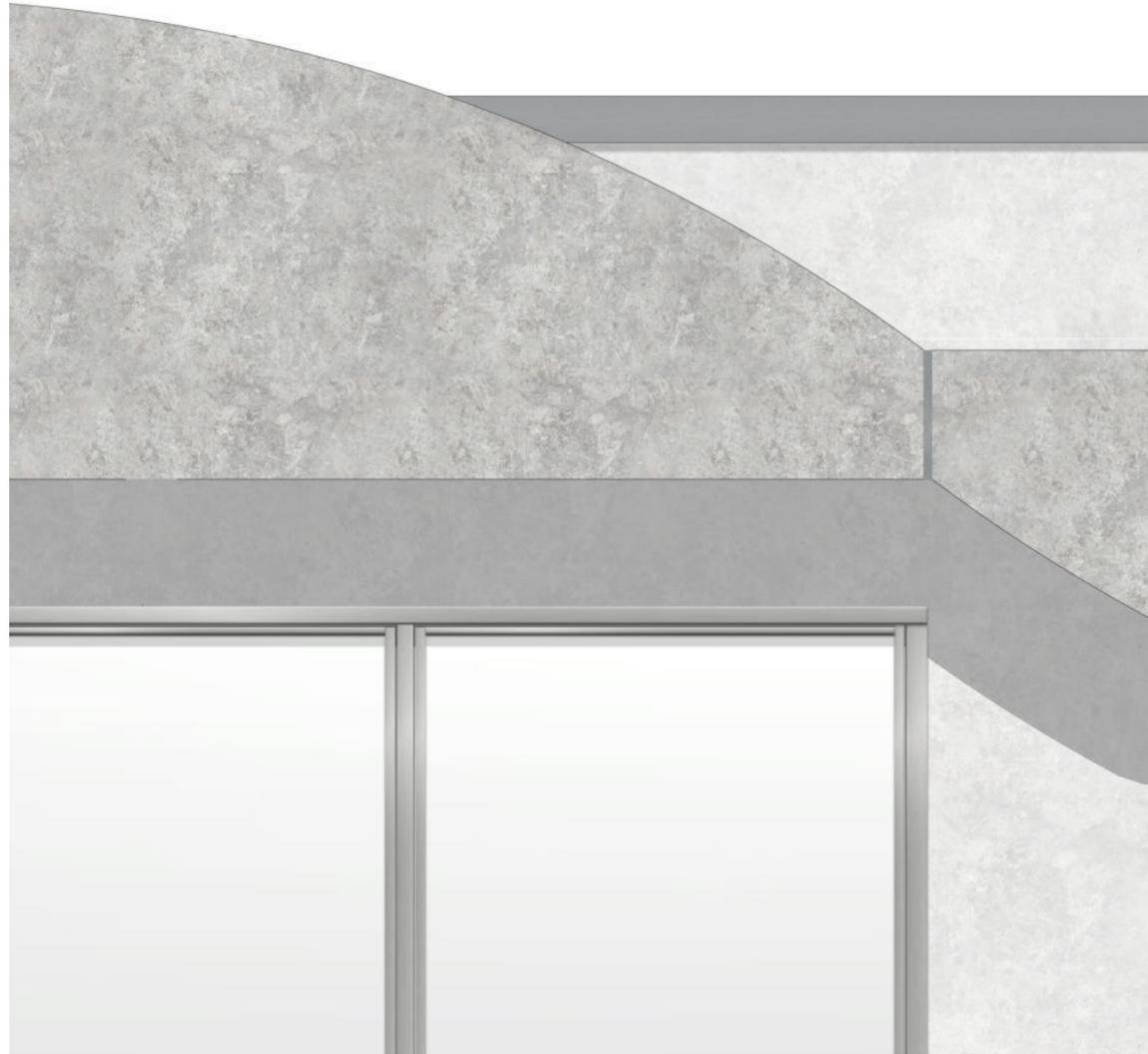
BALKON NICHTBEGEHBAR
 STAHL UK
 SCHÜCK 150K0BR TYP PK5
 BRÜSTUNGSANKER
 BETONFERTIGTEIL 80 MM

BODENAUFBAU
 LINDULIM 4 MM
 ESTRICH 60 MM
 TRENNLAGE
 HOHLRAUMBODEN
 STAHLBETONDECKE 200 MM

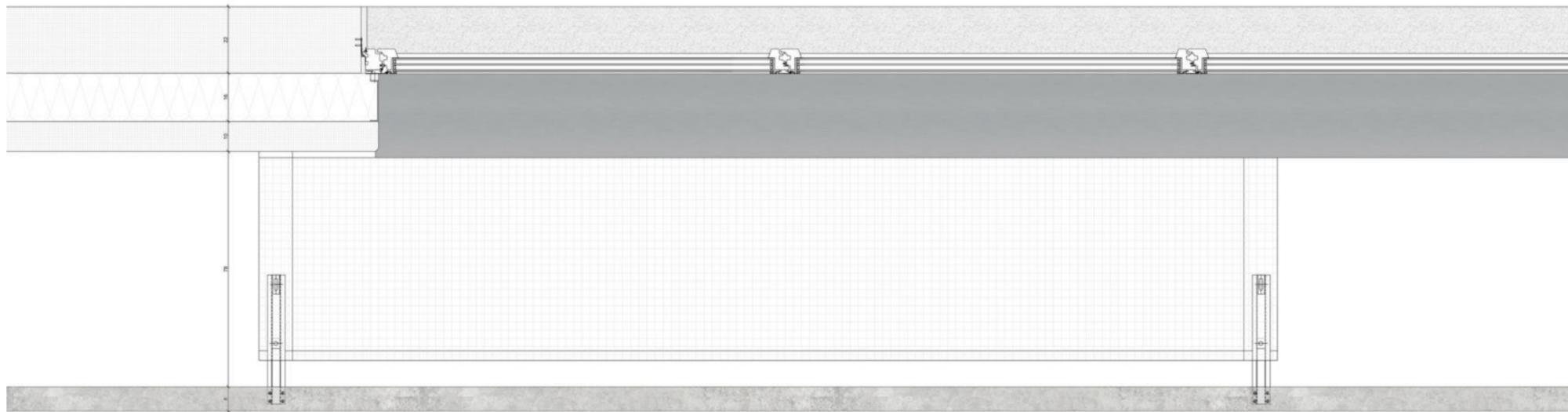
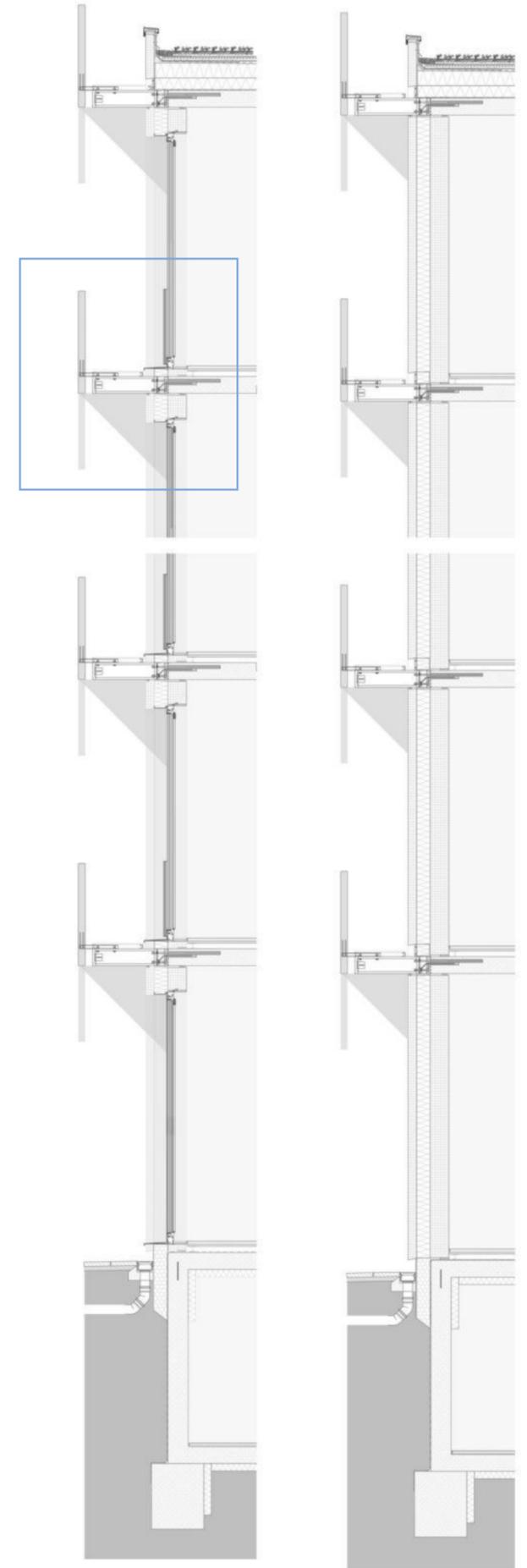
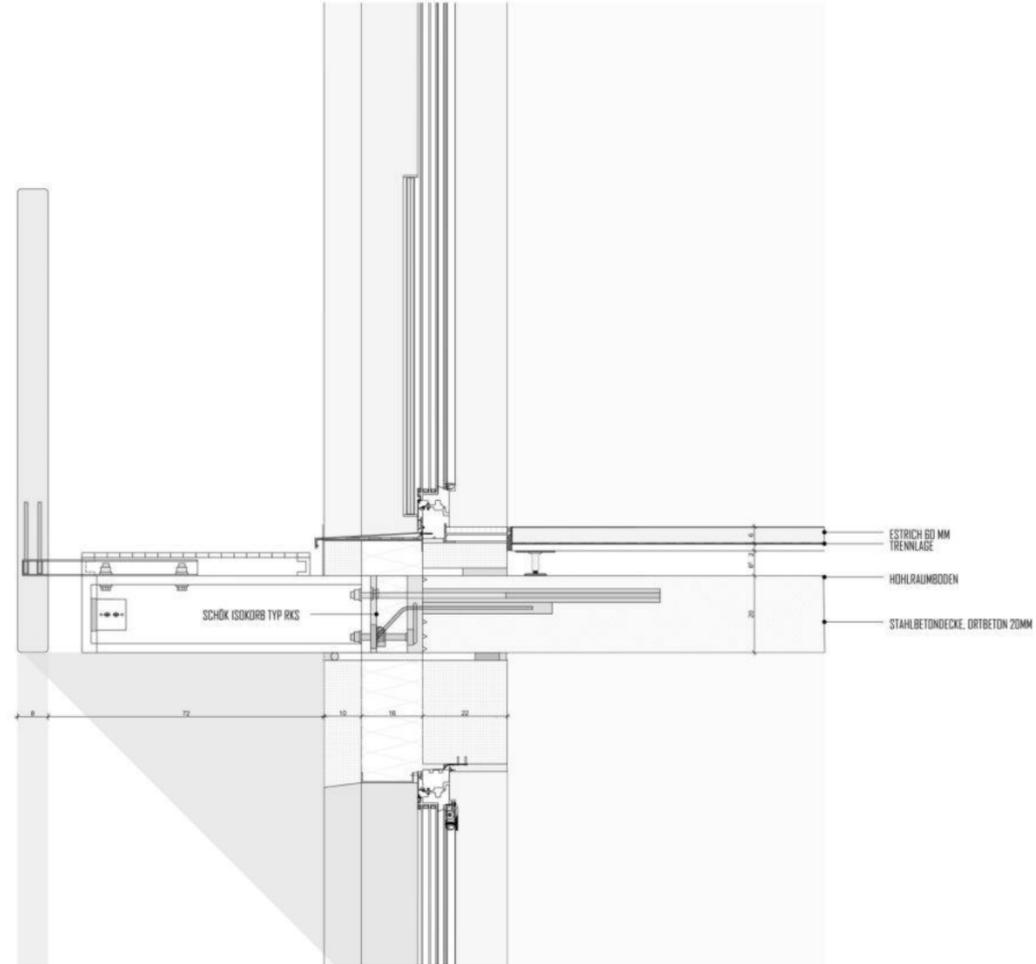
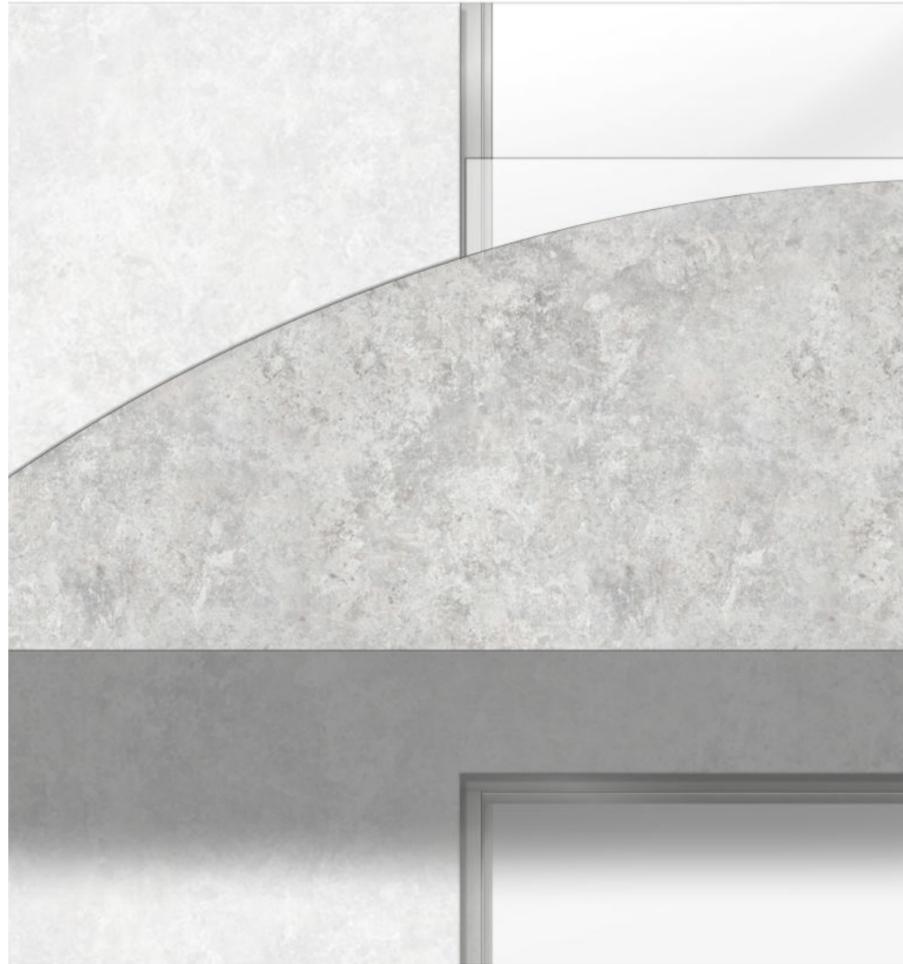
SOCKEL
 SOCKELPUTZ
 PERIMETERDÄMMUNG 60 MM
 WU BETON



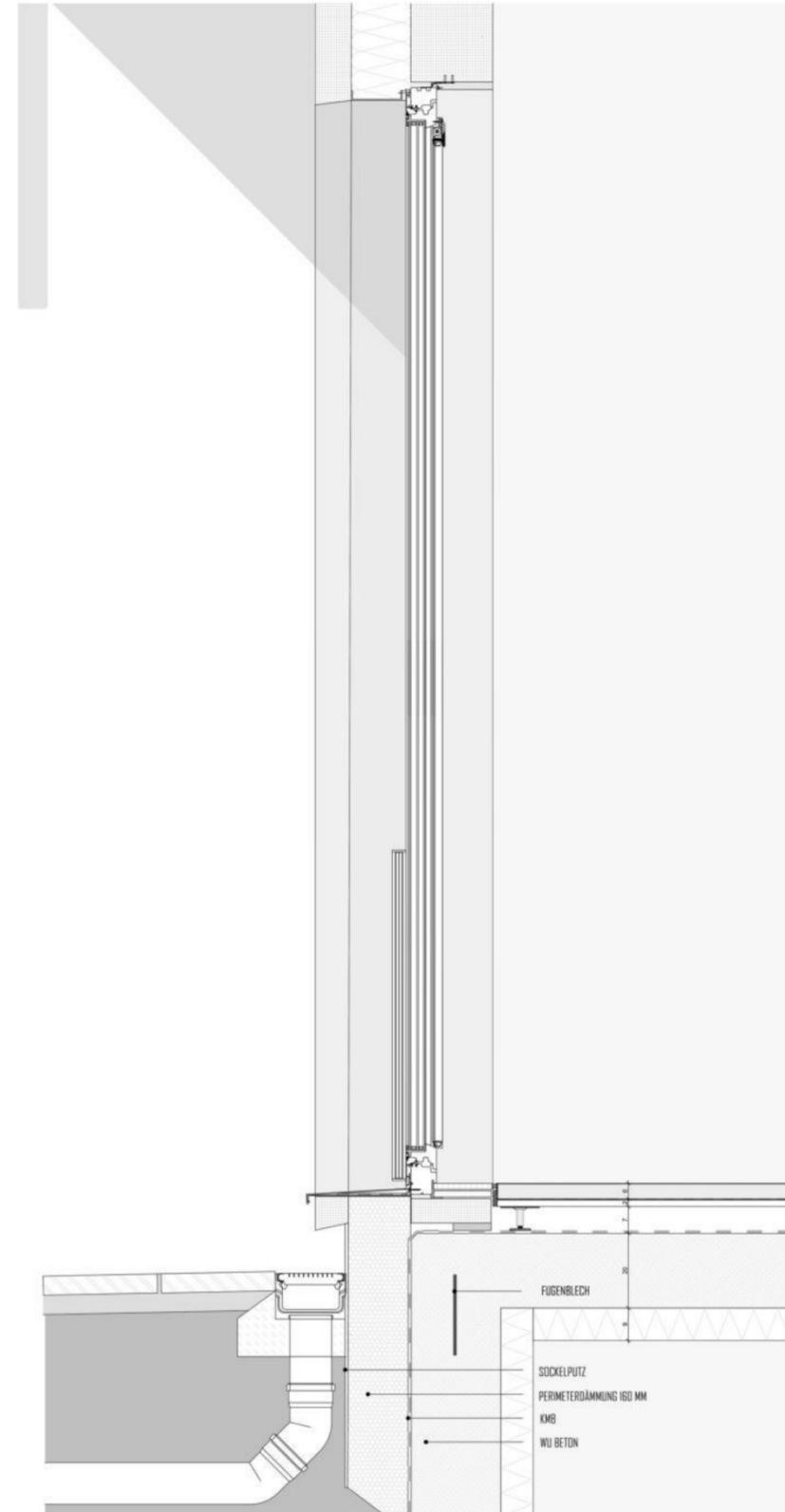
BETONSANDWICHELEMENT FASSADE



BETONSANDWICHELEMENT FASSADE



BETONSANDWICHELEMENT FASSADE



AUFBAU DES DACHES
 VEGETATIONSSCHICHT
 EXTENSIVSUBSTRAT
 DRAIN- UND WASSERSPEICHERELEMENT
 TRENN- SCHUTZ- UND SPEICHERVERLUS
 BITUMENBAHN ZWEI LAGIG
 GEFÄLLEDÄMMUNG 200 MM
 XPS WÄRME DÄMMUNG 120 MM
 DAMPSPERRE
 STAHLBETONDECKE, ORTBETON 20MM

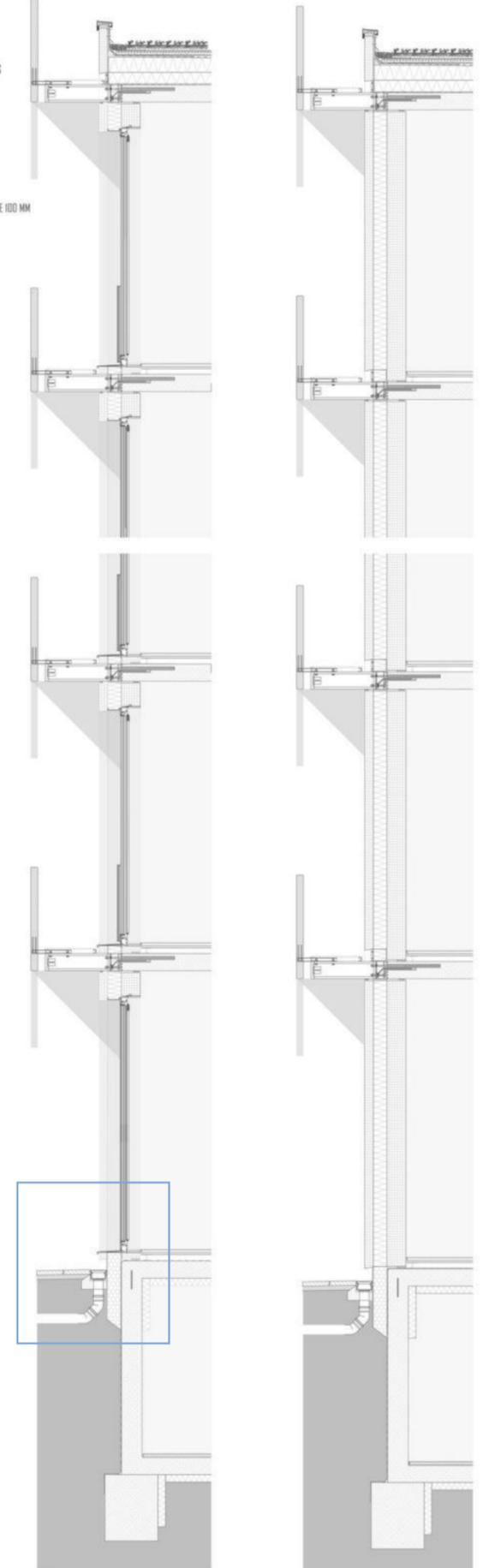
ATTIKA
 ATTIKABLECH ALUMINIUM 2 MM
 HOLZWERKSTOFFPLATTE 30 MM
 BETONSANDWICHELEMENT VORSATZSCHALE 100 MM

BETONSANDWICHELEMENT FASSADE
 TRAGSCHALE 220 MM
 WÄRME DÄMMUNG 160 MM
 VORSATZSCHALE 100 MM

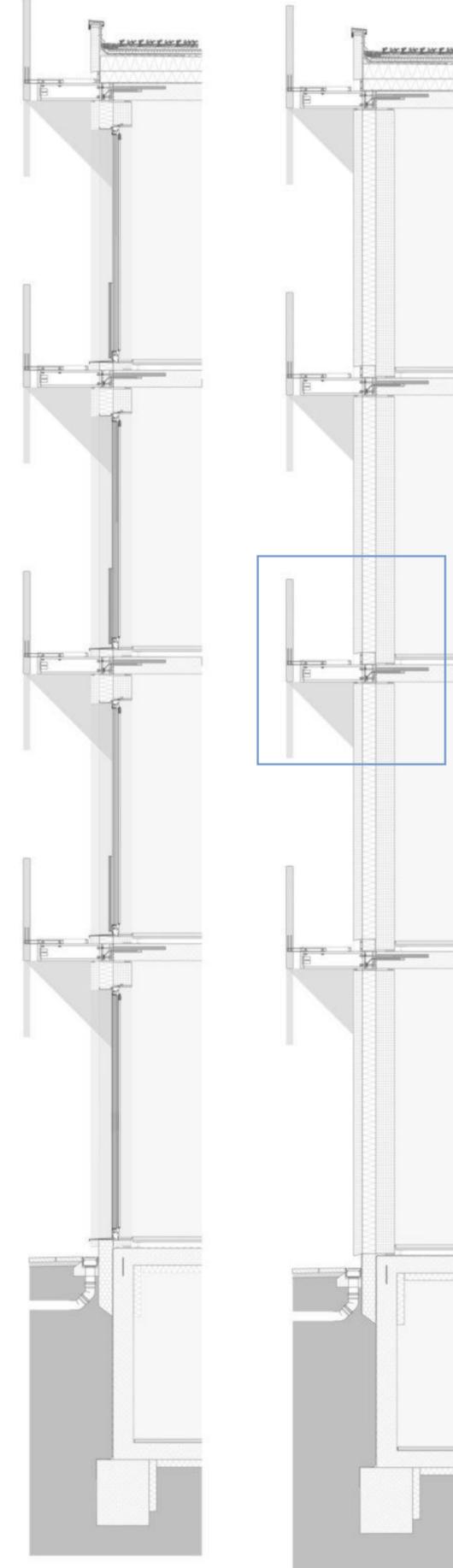
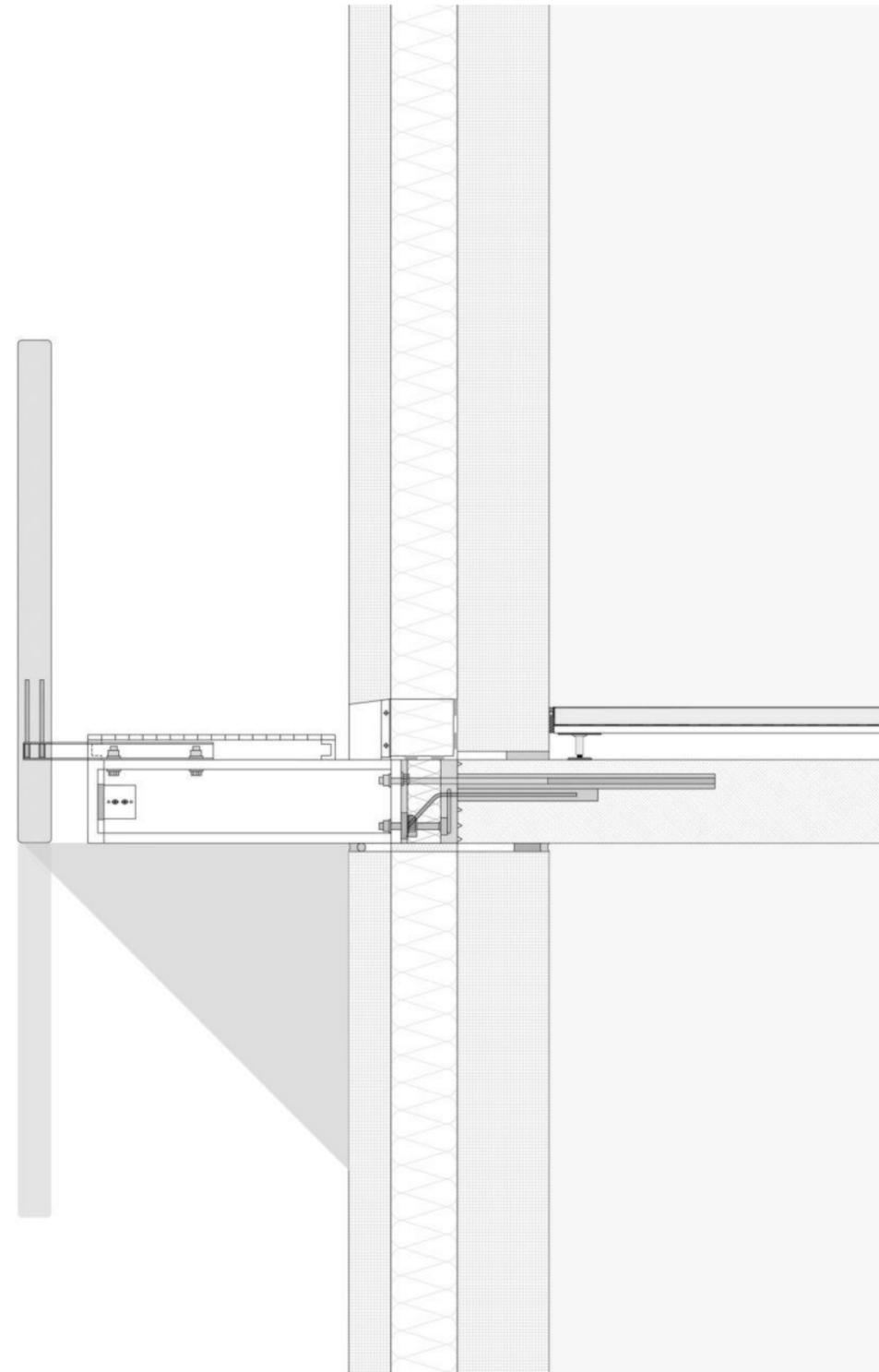
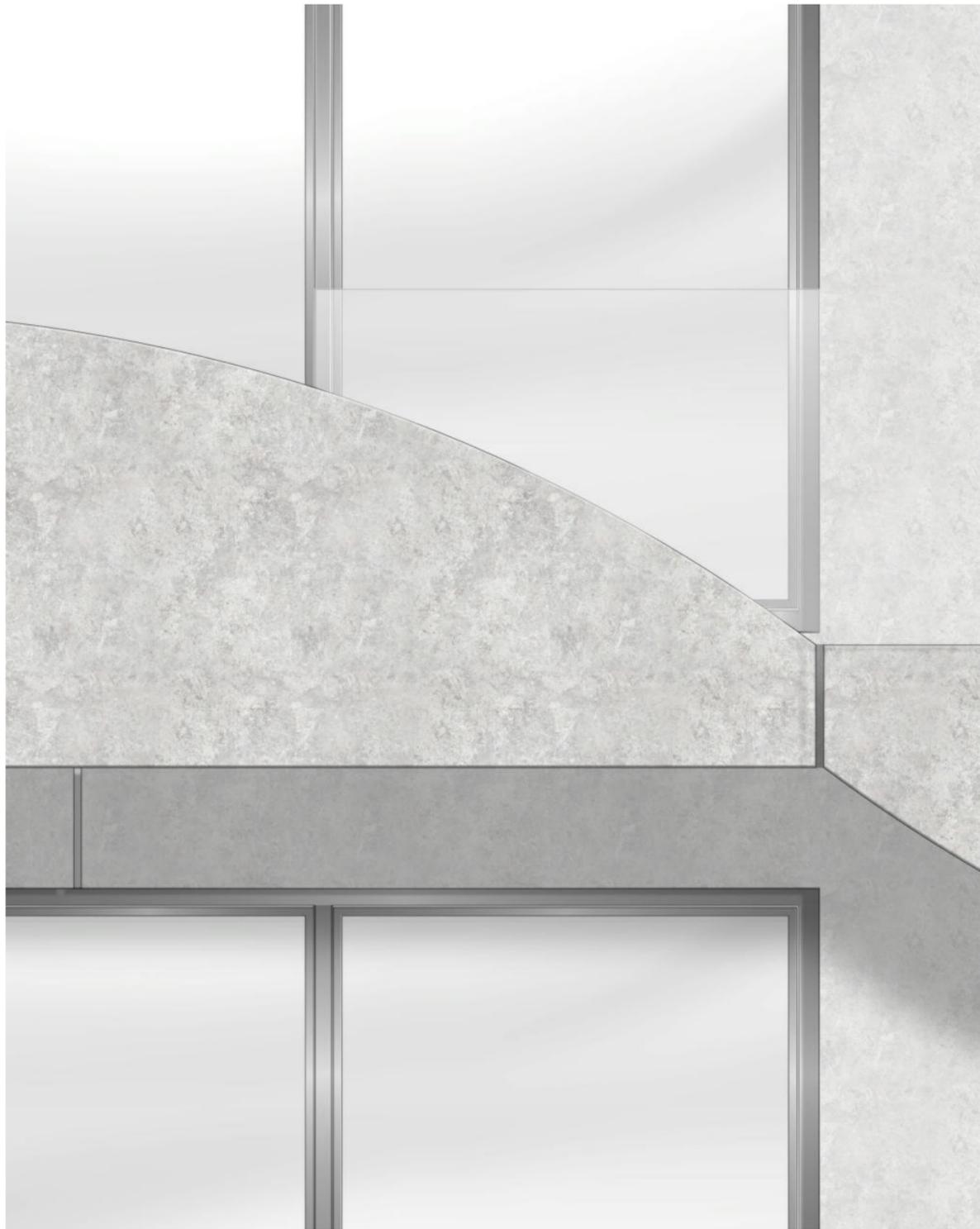
BALKON NICHTBEGEHBAR
 STAHL UK
 SCHÜCK 150KBR TYP PK5
 BRÜSTUNGSANKER
 BETONFERTIGTEIL 80 MM

BODENAUFBAU
 LINOLEUM 4 MM
 ESTRICH 60 MM
 TRENNLAGE
 HOHLRAUMBODEN
 STAHLBETONDECKE 200 MM

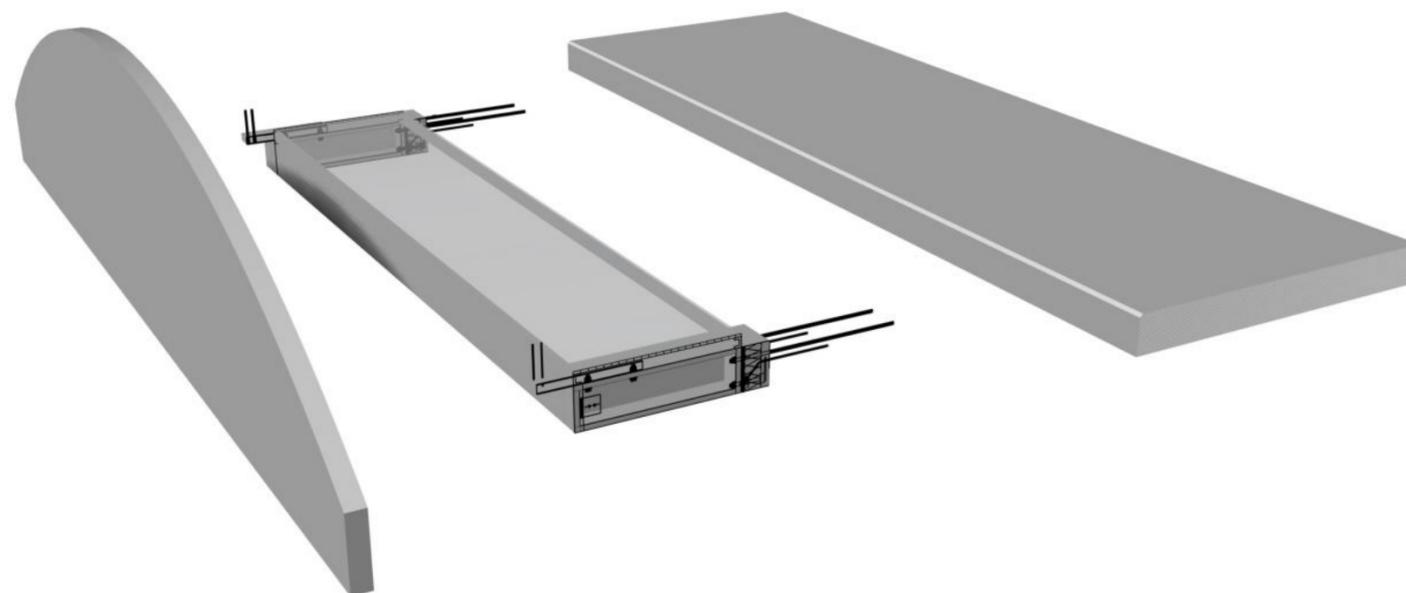
SOCKEL
 SOCKELPUTZ
 PERIMETERDÄMMUNG 60 MM
 WU BETON



BETONSANDWICHELEMENT FASSADE

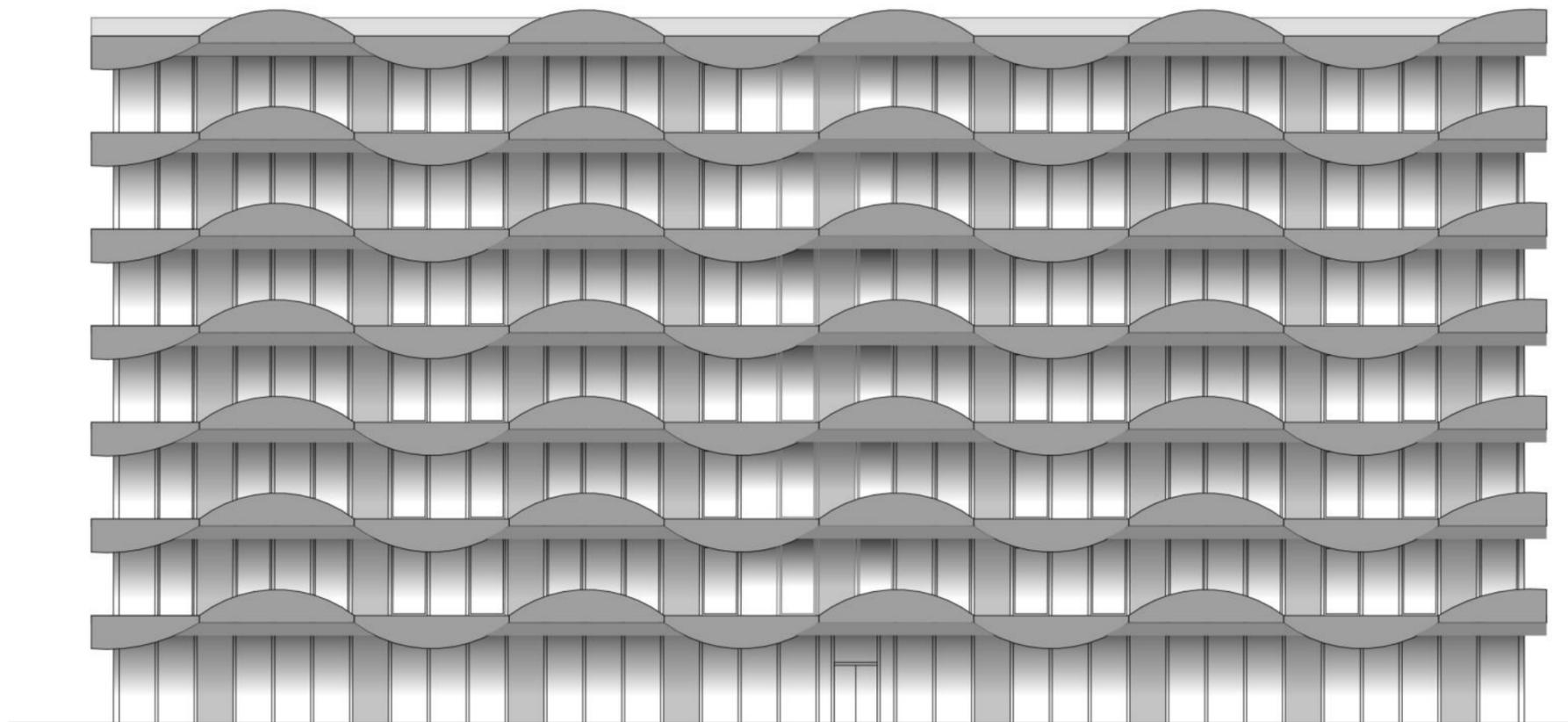


BETONSANDWICHELEMENT FASSADE



EXPLOSIONSZEICHNUNG

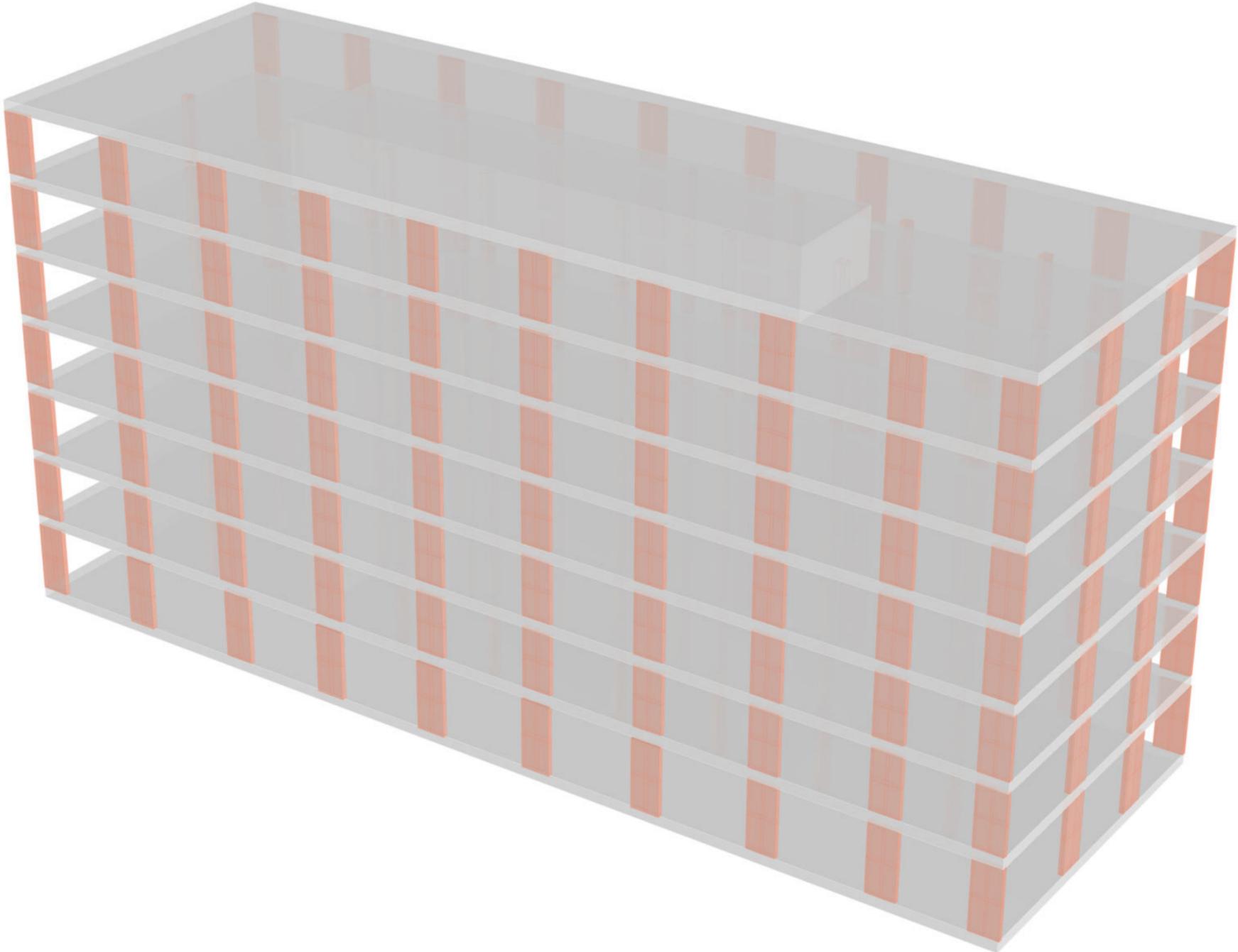
BETONSANDWICHELEMENT FASSADE



ANSICHT SÜD

BETONSANDWICHELEMENT FASSADE

TRAGWERK



BETONSANDWICHELEMEN FASSADE

Pfosten-Riegel-Fassade

Wärmeschutz

Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens

$$U = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient

$$U = 0,031 \text{ W/(mK)}$$

Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters

$$U = 0,89 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



Feuchteschutz

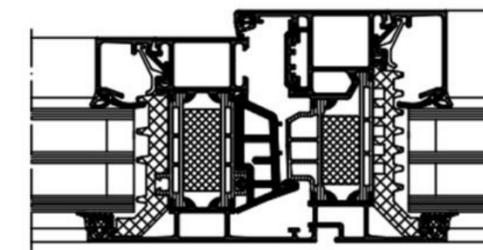
Kein Tauwasser

Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 44
Phasenverschiebung: 13,5 h

Wärmekapazität innen: 60 kJ/m²K

Schüco Fenster FWS 50 SI



Holzbauwand

Wärmeschutz

$$U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

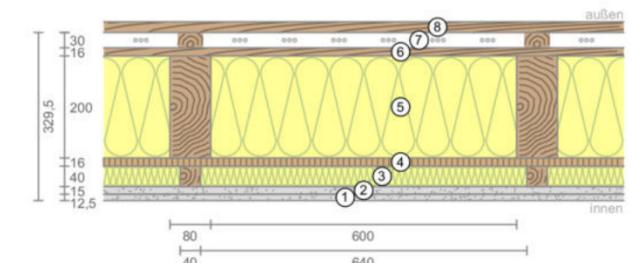


Feuchteschutz

Kein Tauwasser

Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 44
Phasenverschiebung: 13,5 h
Wärmekapazität innen: 60 kJ/m²K



- ① Gipsfaserplatte (12,5 mm)
- ② Feuerschutzplatte GKF (15 mm)
- ③ Installationsebene (40 mm)
- ④ OSB/3 (16 mm)
- ⑤ Zellulose (200 mm)
- ⑥ AGEPAN DWD Protect (16 mm)
- ⑦ Hinterlüftung
- ⑧ Vorhangfassade

Betonsandwich

Wärmeschutz

$$U = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

EnEV Bestand*: $U < 0,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

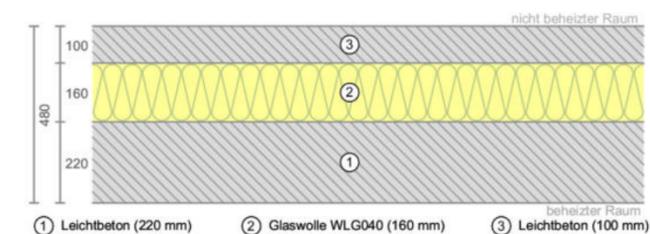


Feuchteschutz

Kein Tauwasser

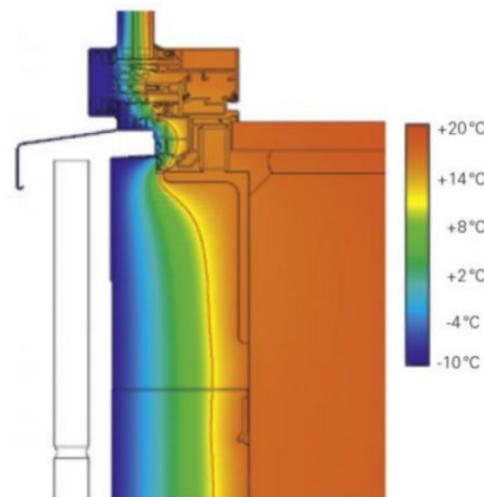
Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100
Phasenverschiebung: nicht relevant
Wärmekapazität innen: 372 kJ/m²K



- ① Leichtbeton (220 mm)
- ② Glaswolle WLG040 (160 mm)
- ③ Leichtbeton (100 mm)

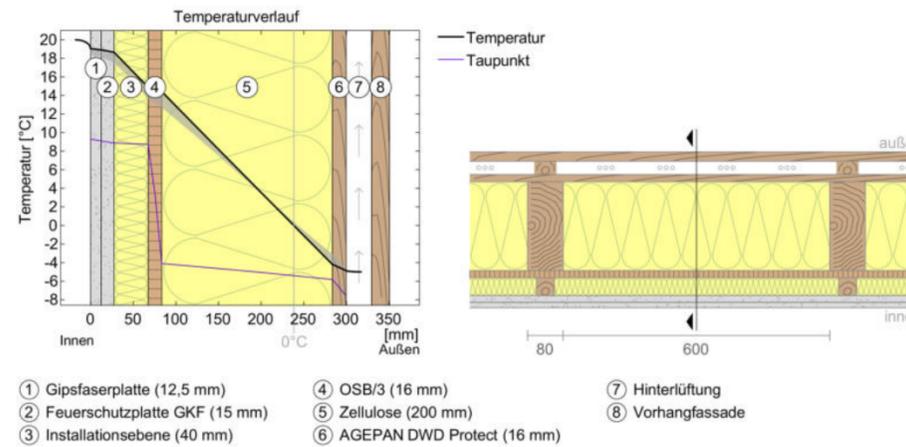
Pfosten-Riegel-Fassade, $U = 1,3W/(m^2K)$



Berechnungsbasis: Fassadenelement mit Abmaße (B x H) 1,2 m x 1,5 m und U_g -Wert des Glases (Glasstärke 38 mm) von $0,7 W/(m^2K)$
 The basis for the calculation is a façade unit with dimensions of 1.2 m x 1.5 m (W x H) and a U_g value of the glass (glass thickness of 38 mm) of $0.7 W/(m^2K)$

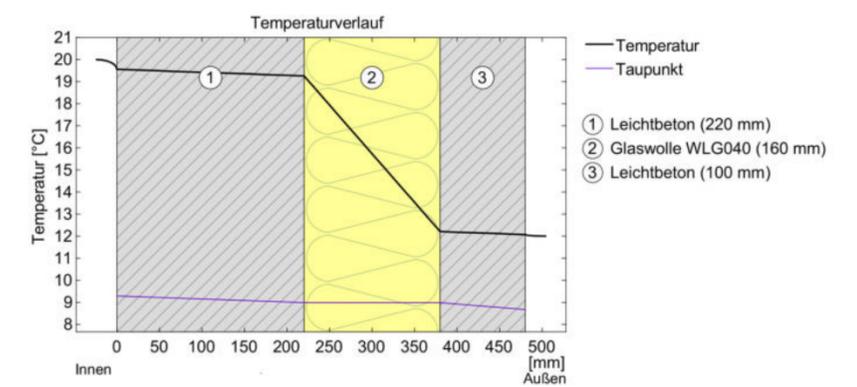
Holzbauwand, $U=0,18 W/(m^2K)$

Temperaturverlauf



Sandwich, $U=0,22 W/(m^2K)$

Temperaturverlauf



Pfosten-Riegel-Fassade, $U = 1,3W/(m^2K)$

Feuchteschutz

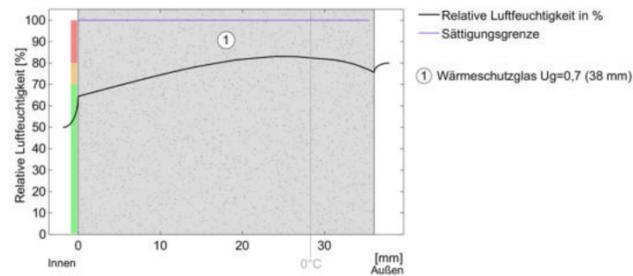
Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt:
innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit. Dieses Klima entspricht DIN 4108-3.

Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²] (Gew.-%)	Gewicht [kg/m ²]
1	3,8 cm Wärmeschutzglas Ug=0,7	36000	-	29,9

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 16,0 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 64% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein. Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



Holzbauwand, $U=0,18 W/(m^2K)$

Feuchteschutz

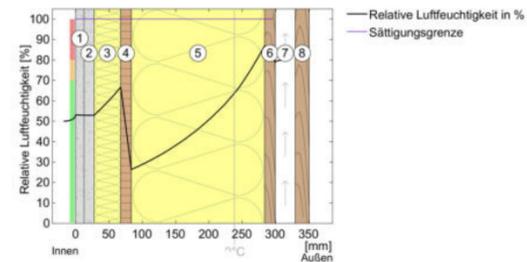
Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt:
innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit. Dieses Klima entspricht DIN 4108-3.

Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²] (Gew.-%)	Gewicht [kg/m ²]
1	1,25 cm Gipsfaserplatte	0,05	-	14,4
2	1,5 cm Feuerschutzplatte GKF	0,06	-	12,0
3	4 cm Installationsebene (gedämmt)	0,04	-	2,3
4	4 cm Fichte (5,9%)	0,80	-	1,1
5	1,6 cm OSB/3	2,40	-	9,9
6	20 cm Zellulose	0,20	-	10,6
7	20 cm Fichte (12%)	10,00	-	10,6
8	1,6 cm AGEPAN DWD Protect	0,18	-	9,0
35,05 cm Gesamtes Bauteil		3,15	-	79,3

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 18,4 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 55% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein. Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



- ① Gipsfaserplatte (12,5 mm)
- ② Feuerschutzplatte GKF (15 mm)
- ③ Installationsebene (40 mm)
- ④ OSB/3 (16 mm)
- ⑤ Zellulose (200 mm)
- ⑥ AGEPAN DWD Protect (16 mm)
- ⑦ Hinterlüftung
- ⑧ Vorhangfassade

Sandwich, $U=0,22 W/(m^2K)$

Feuchteschutz

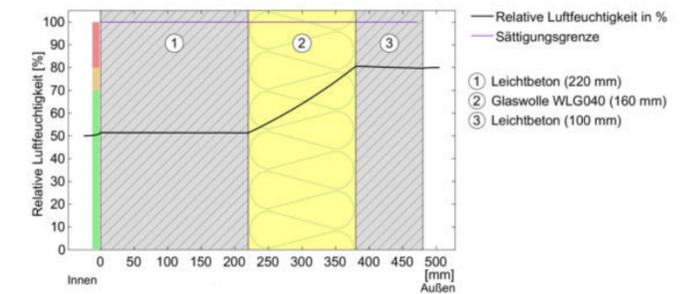
Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt:
innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: 12°C und 80% Luftfeuchtigkeit (Klima gemäß Benutzereingabe).

Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²] (Gew.-%)	Gewicht [kg/m ²]
1	22 cm Leichtbeton	15,40	-	396,0
2	16 cm Glaswolle WLG040	0,16	-	2,4
3	10 cm Leichtbeton	15,00	-	180,0
48 cm Gesamtes Bauteil		30,56	-	578,4

Luftfeuchtigkeit

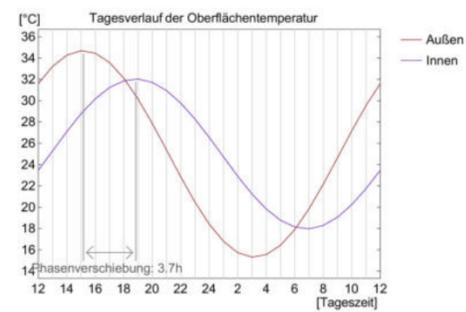
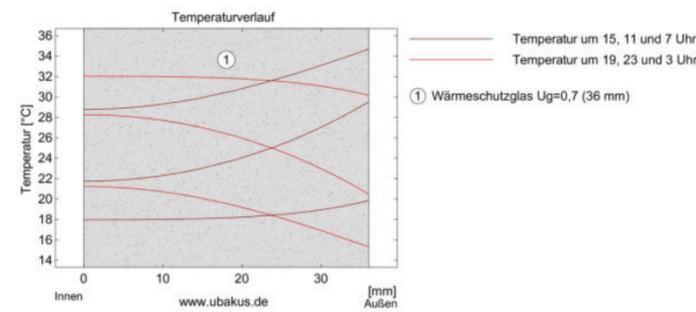
Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 19,6 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 51% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein. Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



- ① Leichtbeton (220 mm)
- ② Glaswolle WLG040 (160 mm)
- ③ Leichtbeton (100 mm)

Hitzeschutz

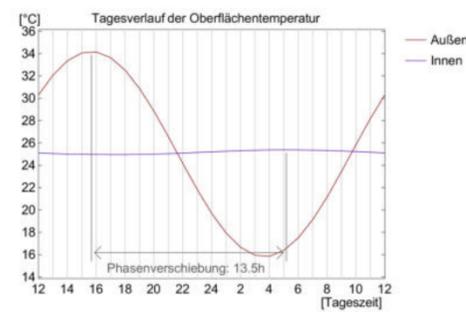
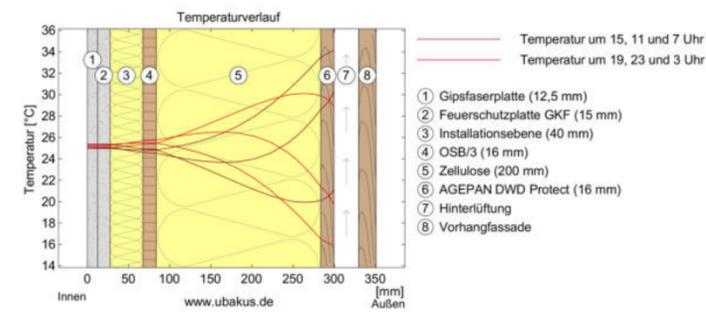
Die folgenden Ergebnisse sind Eigenschaften des untersuchten Bauteils allein und machen keine Aussage über den Hitzeschutz des gesamten Raums.



Obere Abbildung: Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.
Untere Abbildung: Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

Hitzeschutz

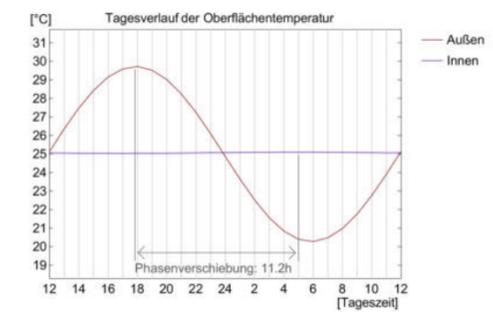
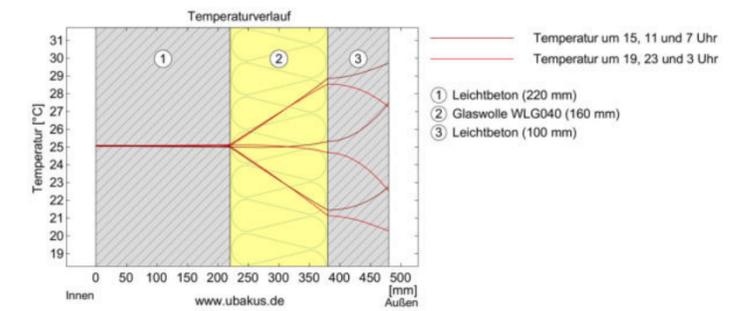
Die folgenden Ergebnisse sind Eigenschaften des untersuchten Bauteils allein und machen keine Aussage über den Hitzeschutz des gesamten Raums.



Obere Abbildung: Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.
Untere Abbildung: Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

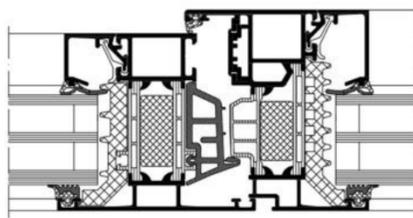
Hitzeschutz

Die folgenden Ergebnisse sind Eigenschaften des untersuchten Bauteils allein und machen keine Aussage über den Hitzeschutz des gesamten Raums.

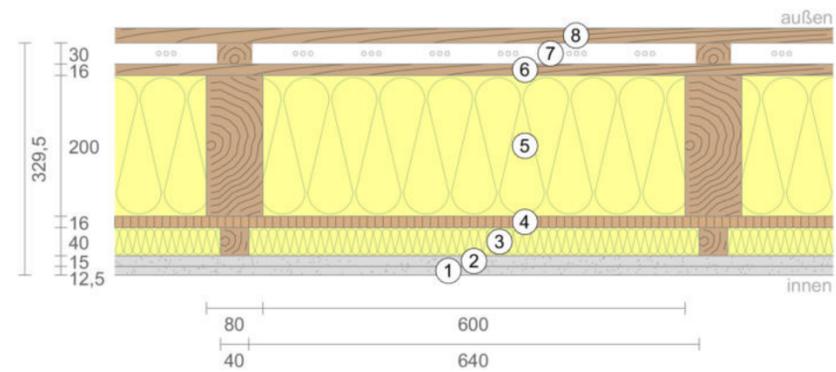


Obere Abbildung: Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.
Untere Abbildung: Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

Schüco Fenster FWS 50 SI

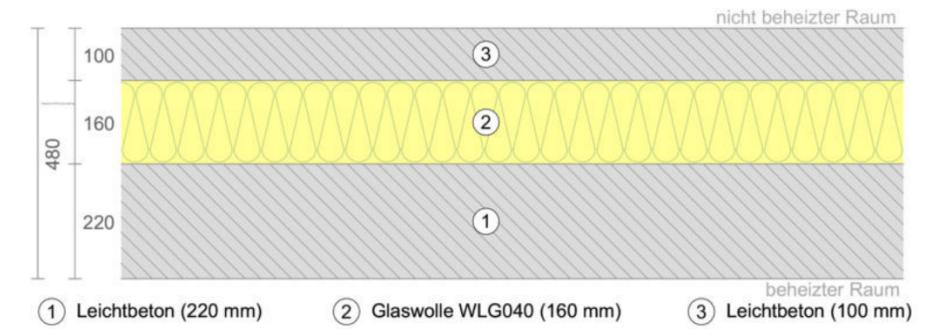


Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil): 25 kJ/m²K



- ① Gipsfaserplatte (12,5 mm)
- ② Feuerschutzplatte GKF (15 mm)
- ③ Installationsebene (40 mm)
- ④ OSB/3 (16 mm)
- ⑤ Zellulose (200 mm)
- ⑥ AGEPAN DWD Protect (16 mm)
- ⑦ Hinterlüftung
- ⑧ Vorhangfassade

Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil): 104 kJ/m²K



Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil): 578 kJ/m²K

RESÜME

PFOSTEN-RIEGEL-FASSADE

HOLZSTÄNDERFASSADE

BETONSANDWICHELEMEN FASSADE

EIGENGEWICHT



WÄRMESPEICHEREFEHIGKEIT



NUTZUNGSDAUER



PRIMÄRÄNERGIE



ÄSTHETIK

