

Bachelor Thesis SoSe 2022

Entwicklung eines Holz- Beton- Hybrid Fertigteils

mit integrierten Bauteilen, unter Berücksichtigung der neuen MholzBauRL (Fassung Oktober 2020),
angewandt auf ein Bürogebäude

Isabeau Kunter 1239919

Fachbereich 1, Architektur

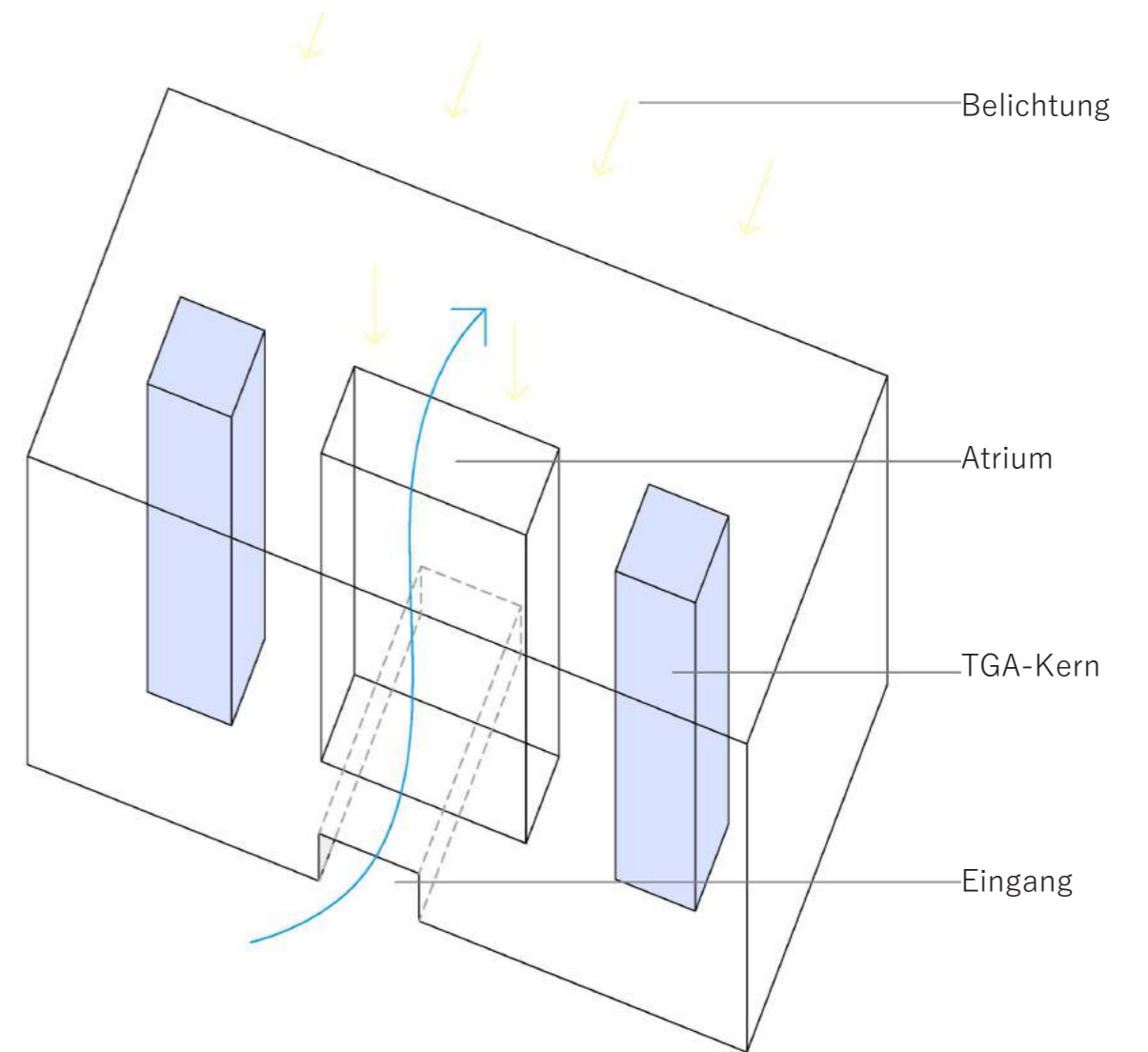
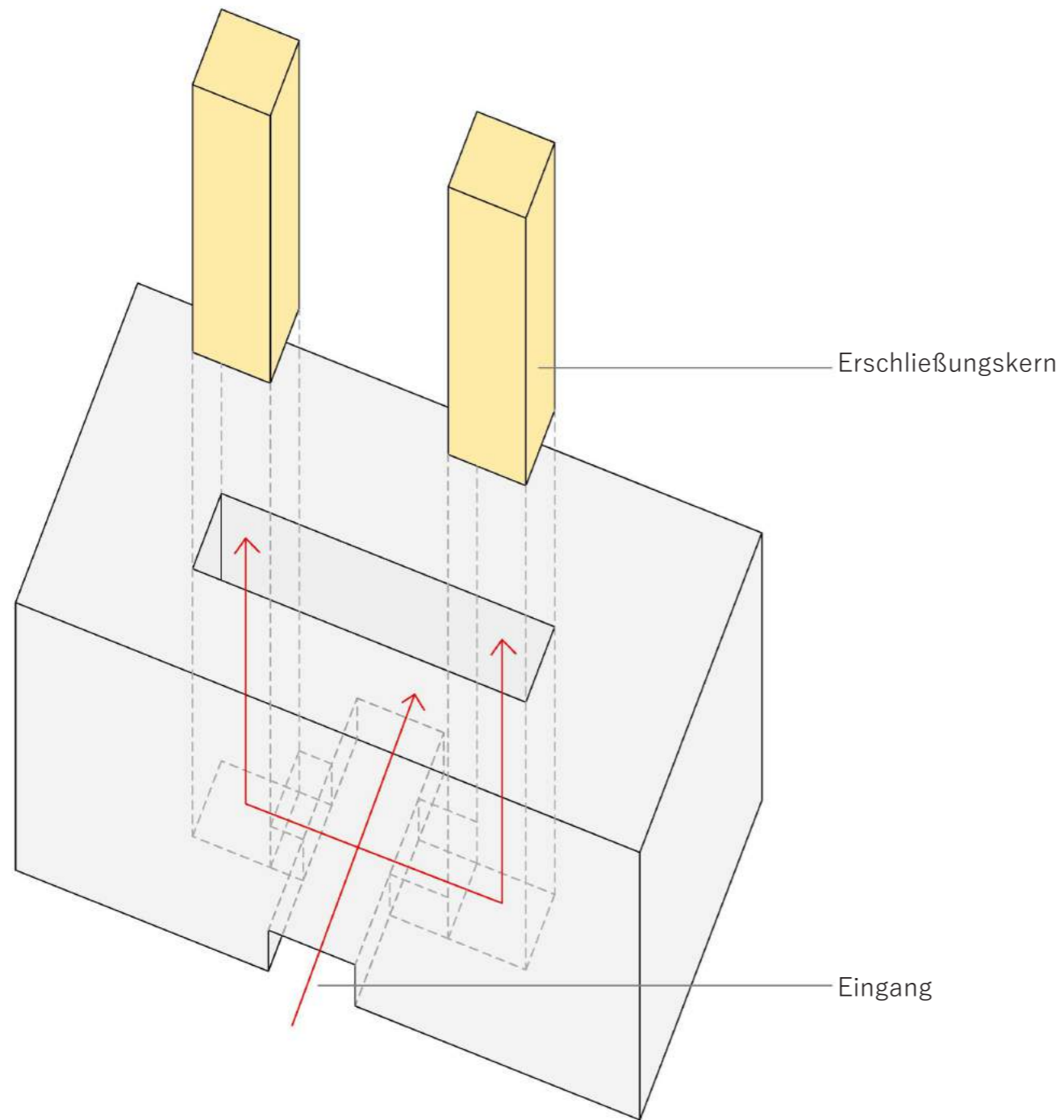
Frankfurt University of Applied Sciences, Nibelungenplatz 1, 60318 Frankfurt am Main

Betreuung: Prof. Dipl. Ing. Dominik Wirtgen

Inhaltsverzeichnis

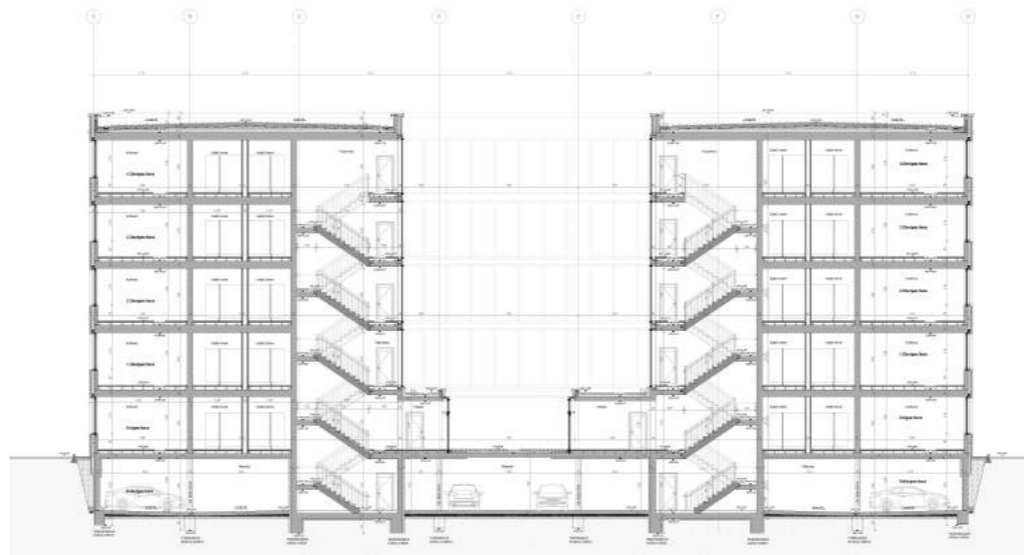
Lageplan	Seite 3
Konzept	Seite 4
Ehemaliges Bürogebäude	Seite 5
Vergleich der zwei Büro Entwürfe, Beton- Sandwich- und Holz- Betonkonstruktion	Seite 6-7
Grundrisse, Ansichten, Schnitte	Seite 8- 13
Erklärung des Fertigteils auf Grundlage der MholzBauRL (Fassung Oktober 2020)	Seite 14-17
Montageanleitung	Seite 18-19
Fassadenschnitt	Seite 20
Details	Seite 21-33
Positionspläne	Seite 34- 36
Elementierungspläne	Seite 37-44
Energiekonzept	Seite 45
Bauteilaktivierung	Seite 46-49
Holz- Hybrid- Bau	Seite 50
Fazit	Seite 51-52
Quellen	Seite 53-55



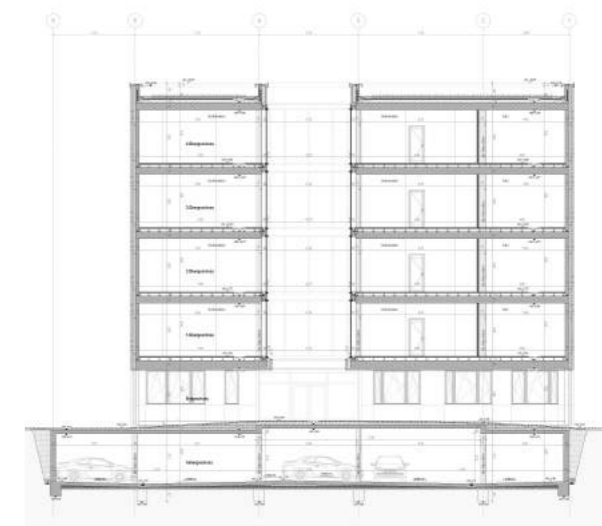




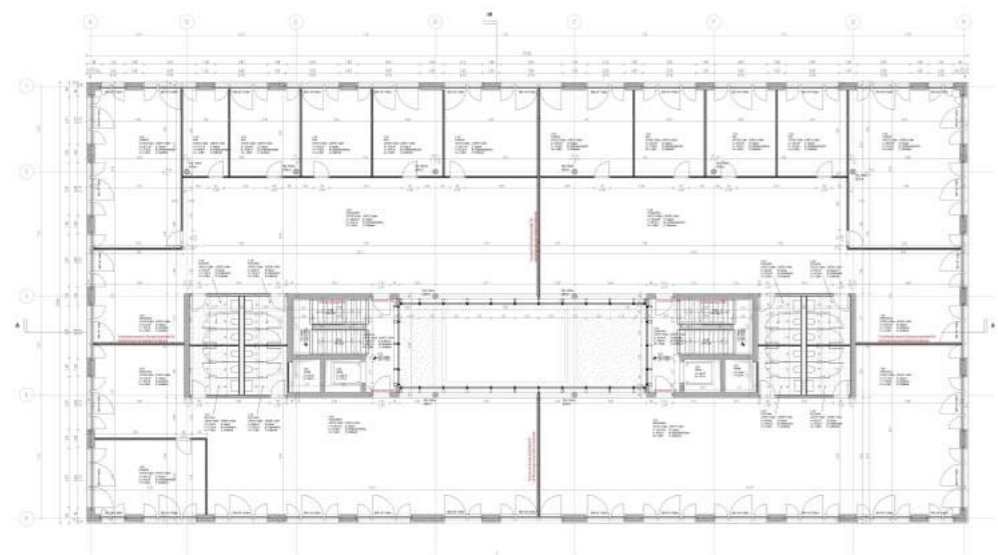
Werkplan Erdgeschoss



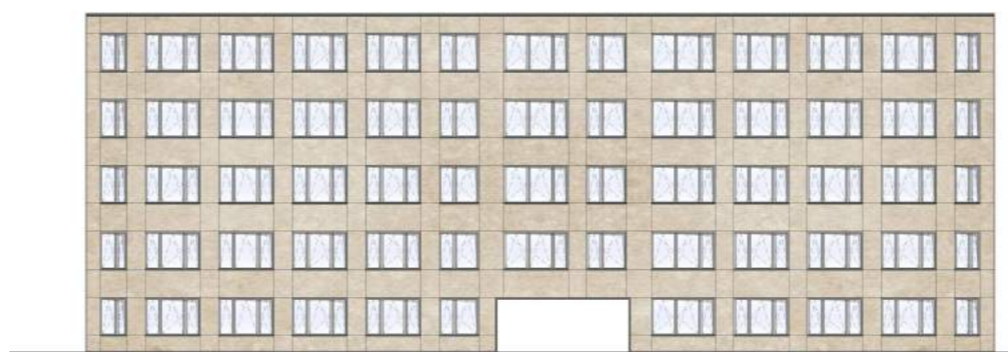
Werkplan Schnitt



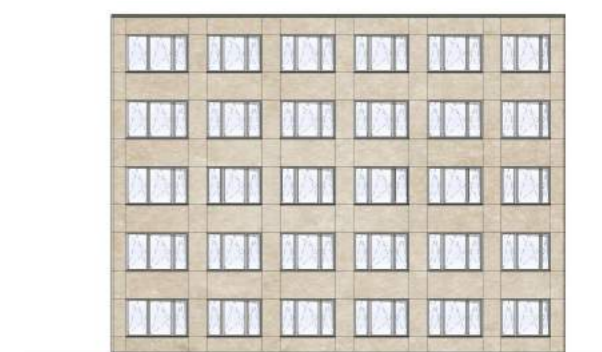
Werkplan Schnitt



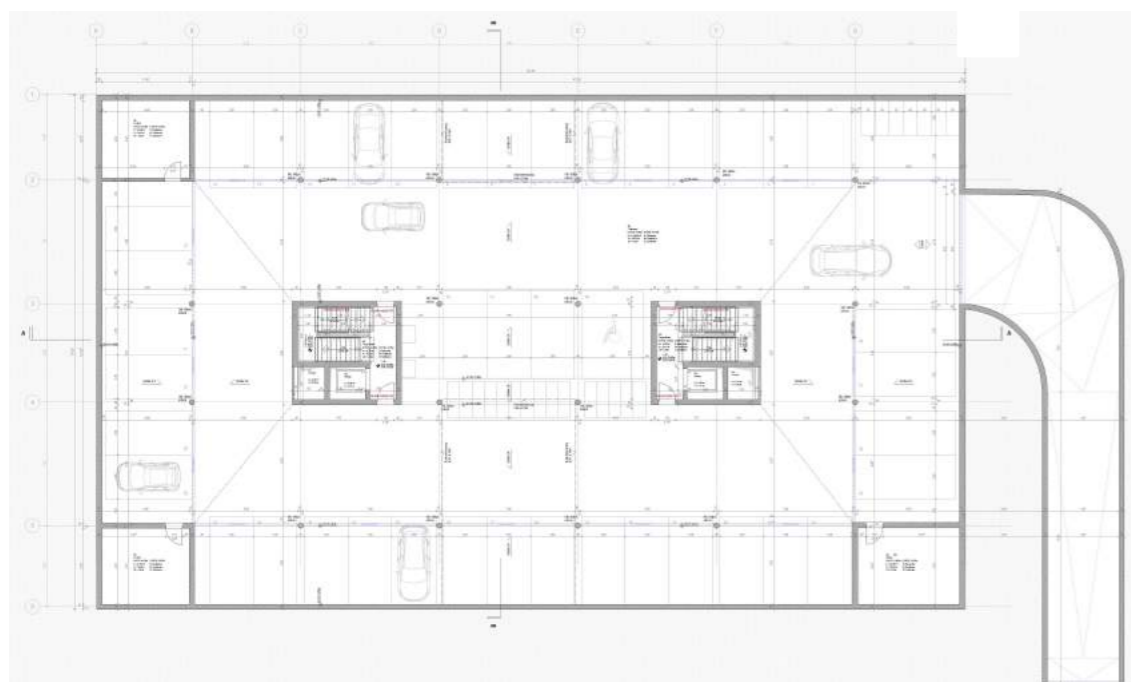
Werkplan Regelgeschoss



Ansicht Süd



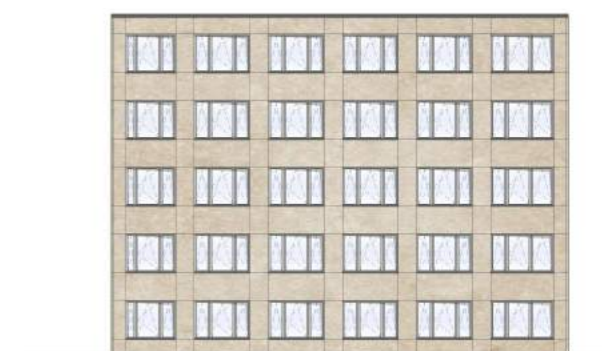
Ansicht Ost



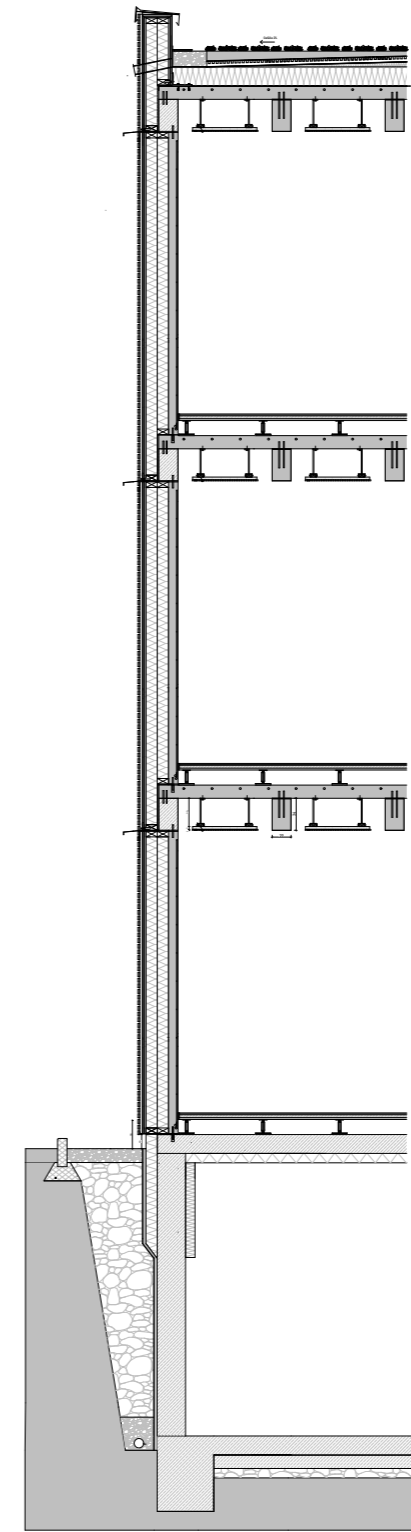
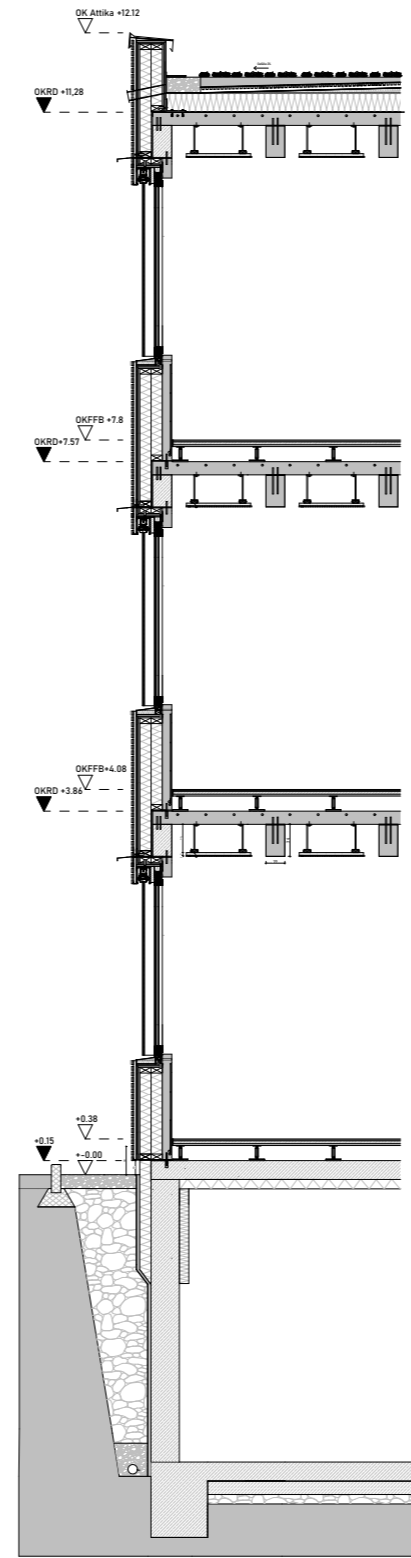
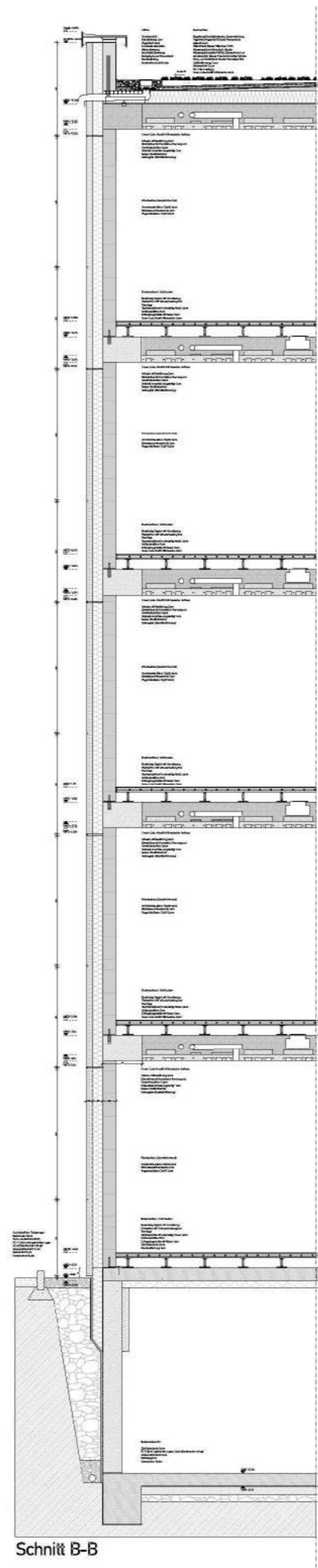
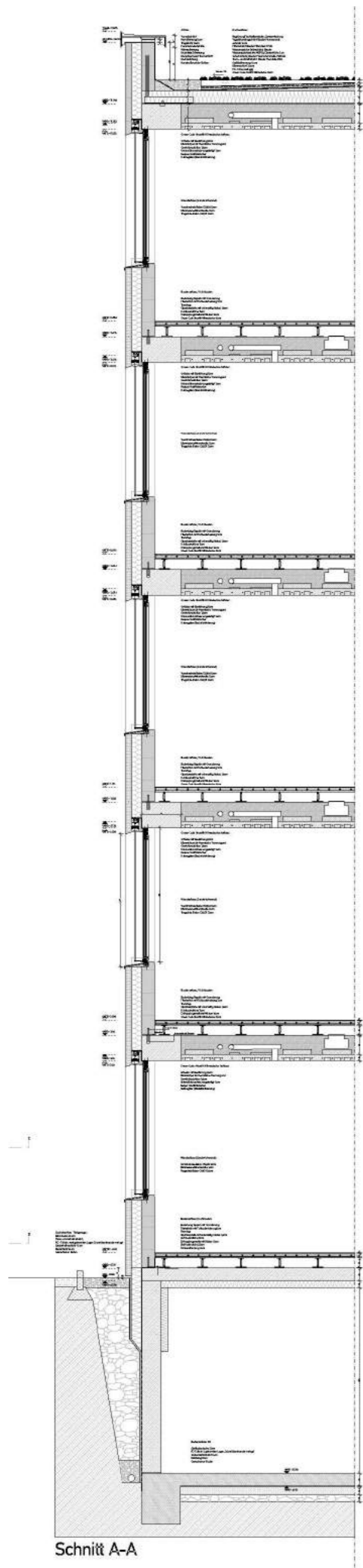
Werkplan Tiefgarage

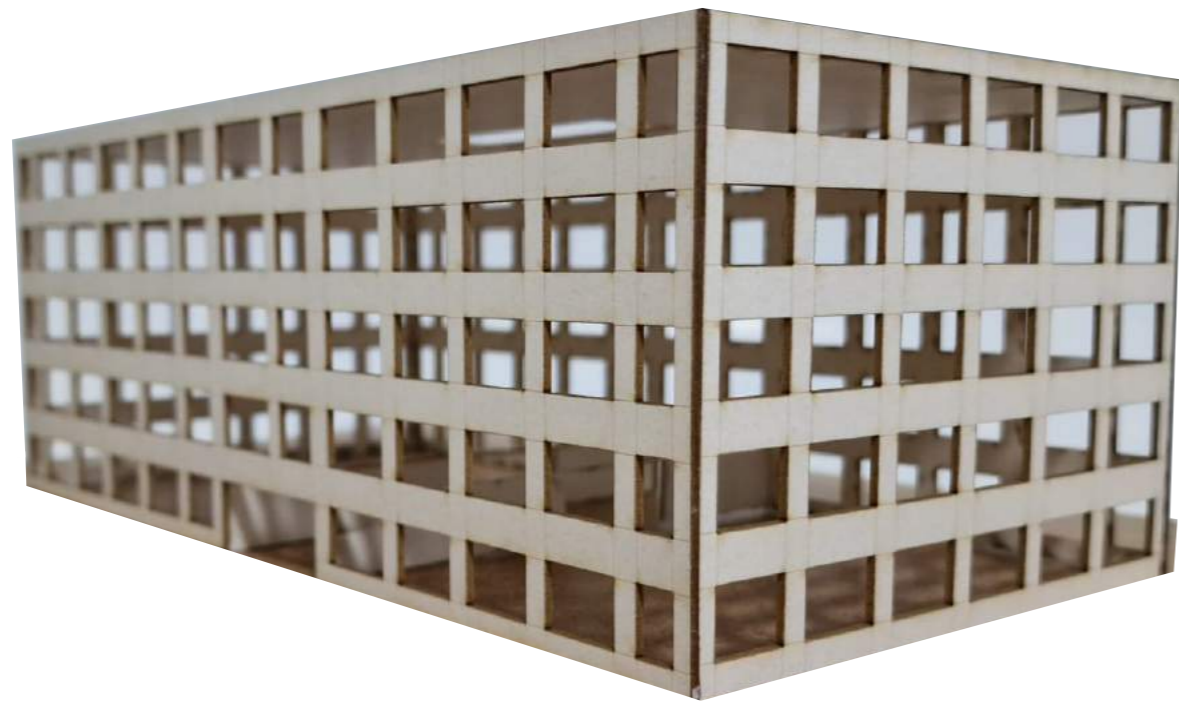


Ansicht Nord



Ansicht West

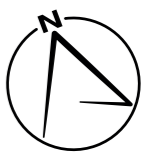
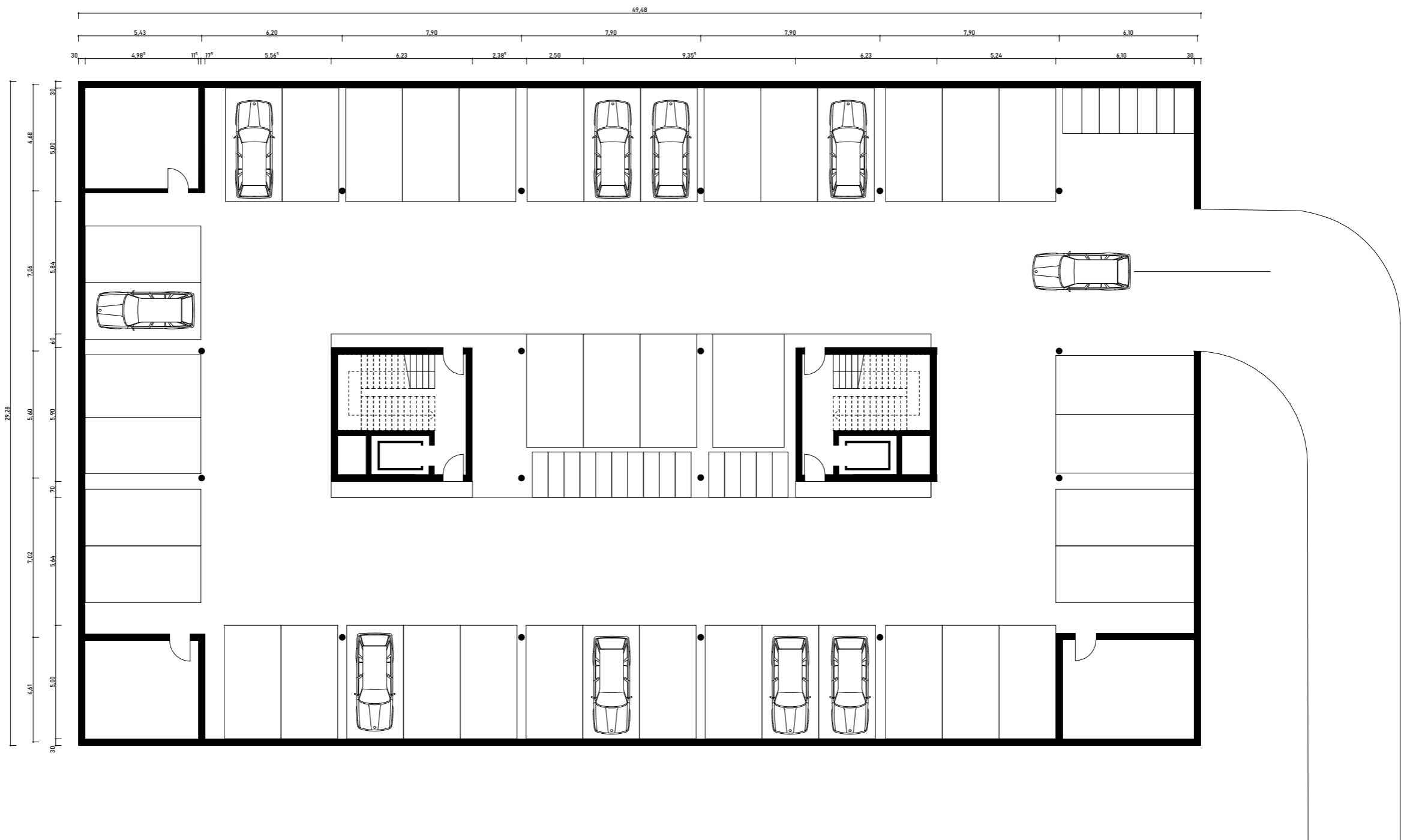


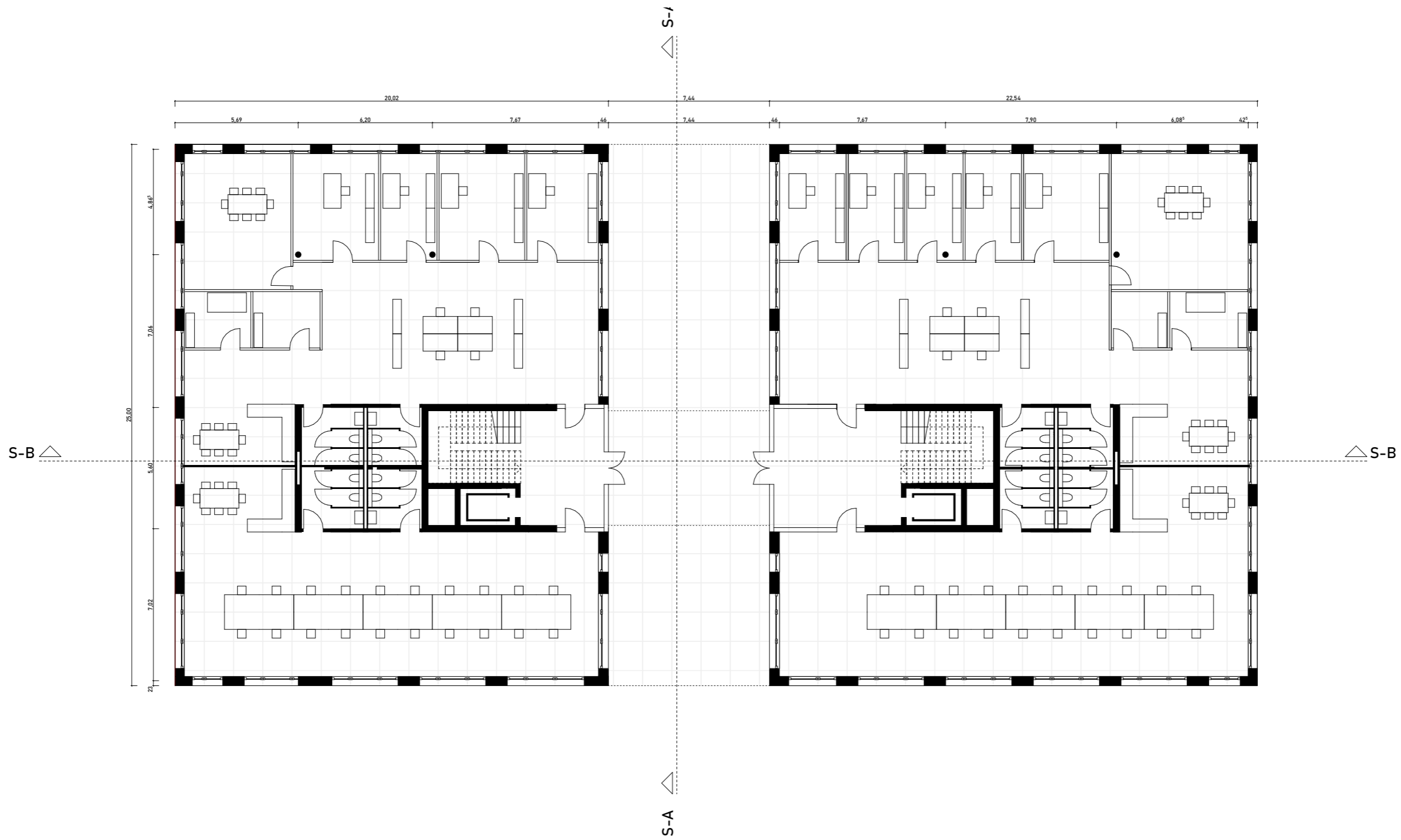


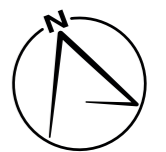
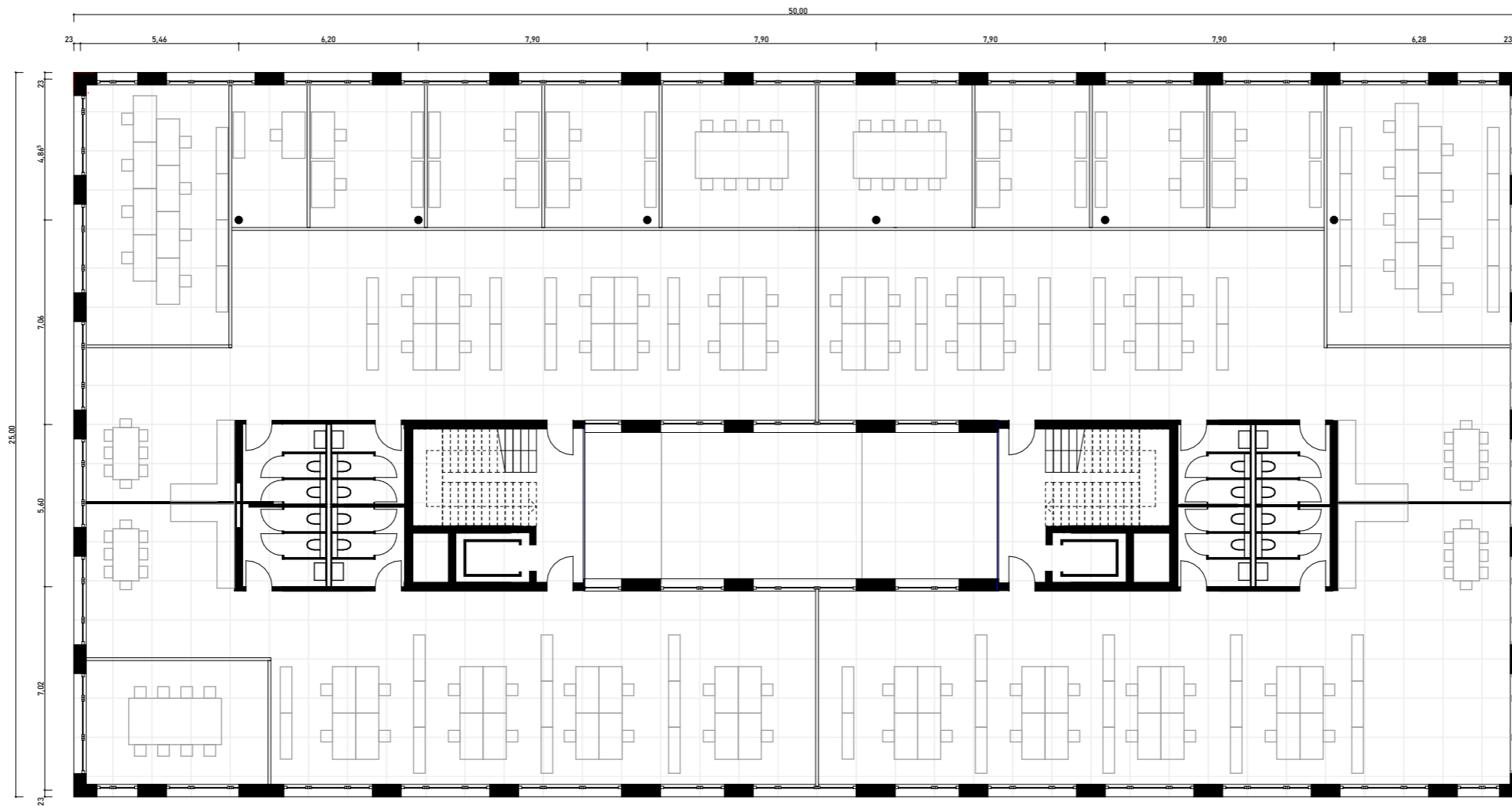
Büro Sandwich- Fassade

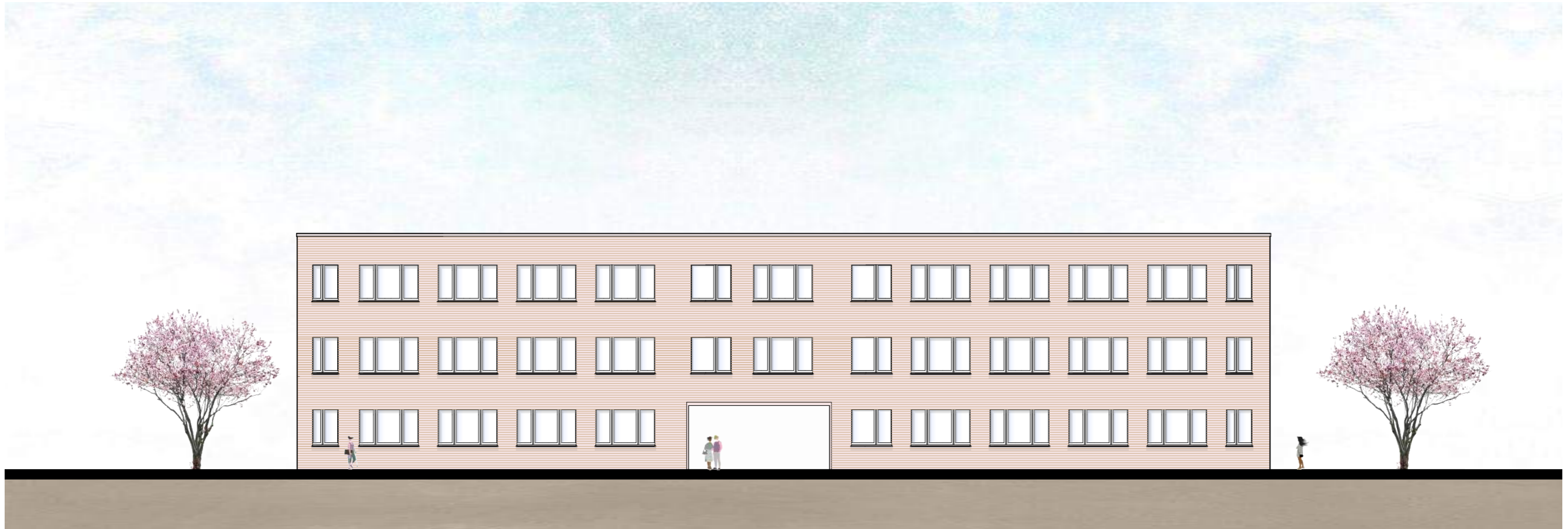


Büro Holz- Beton- Hybrid Konstruktion





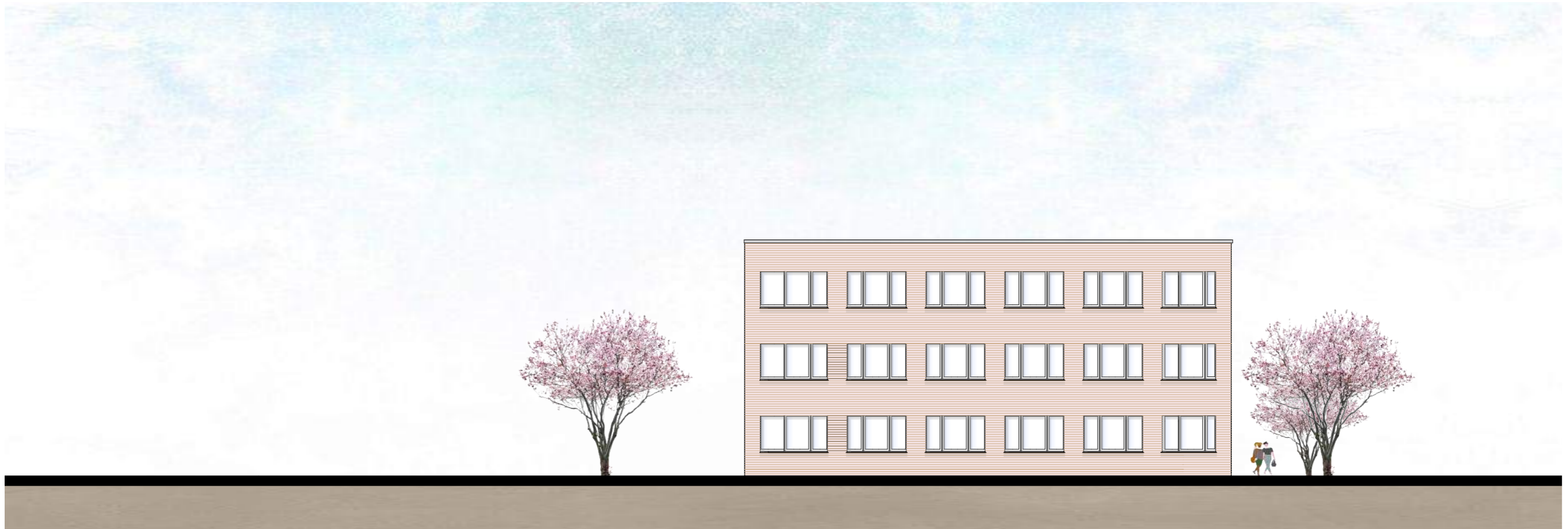




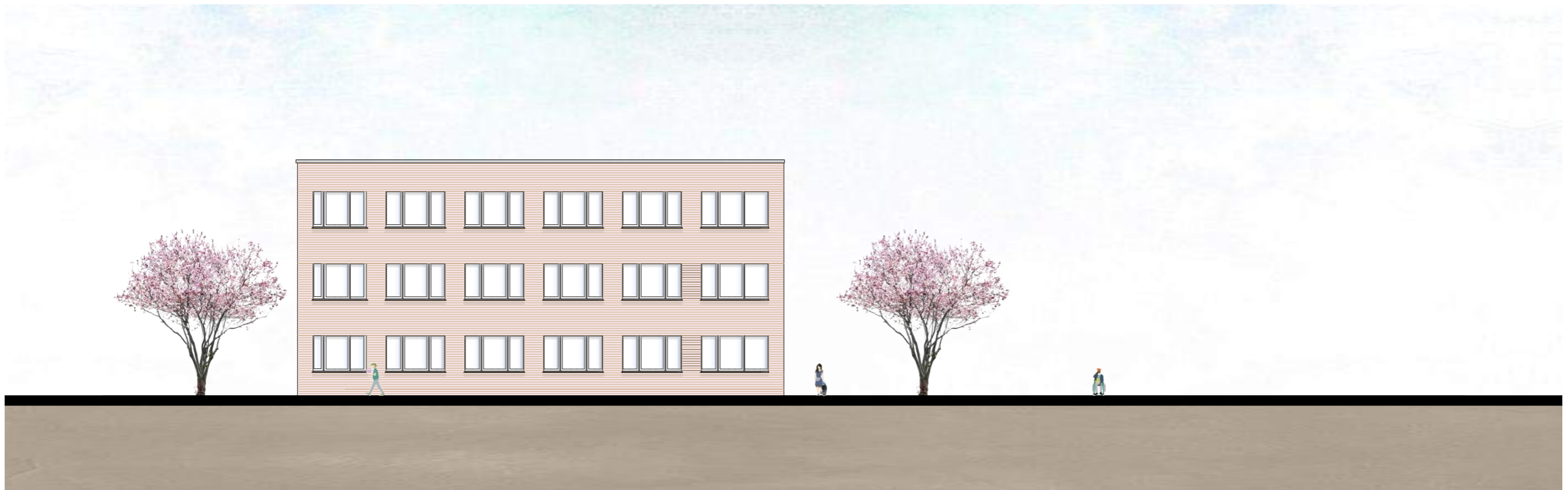
Ansicht Süd M 1:200



Ansicht Nord M 1:200



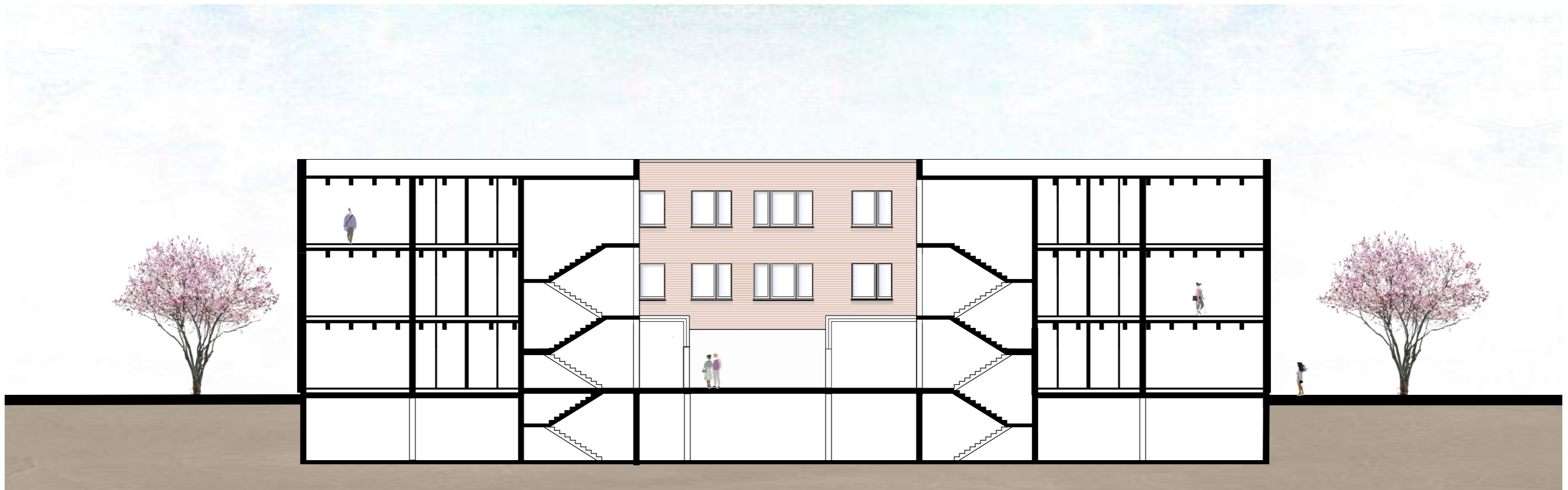
Ansicht Ost M 1:200



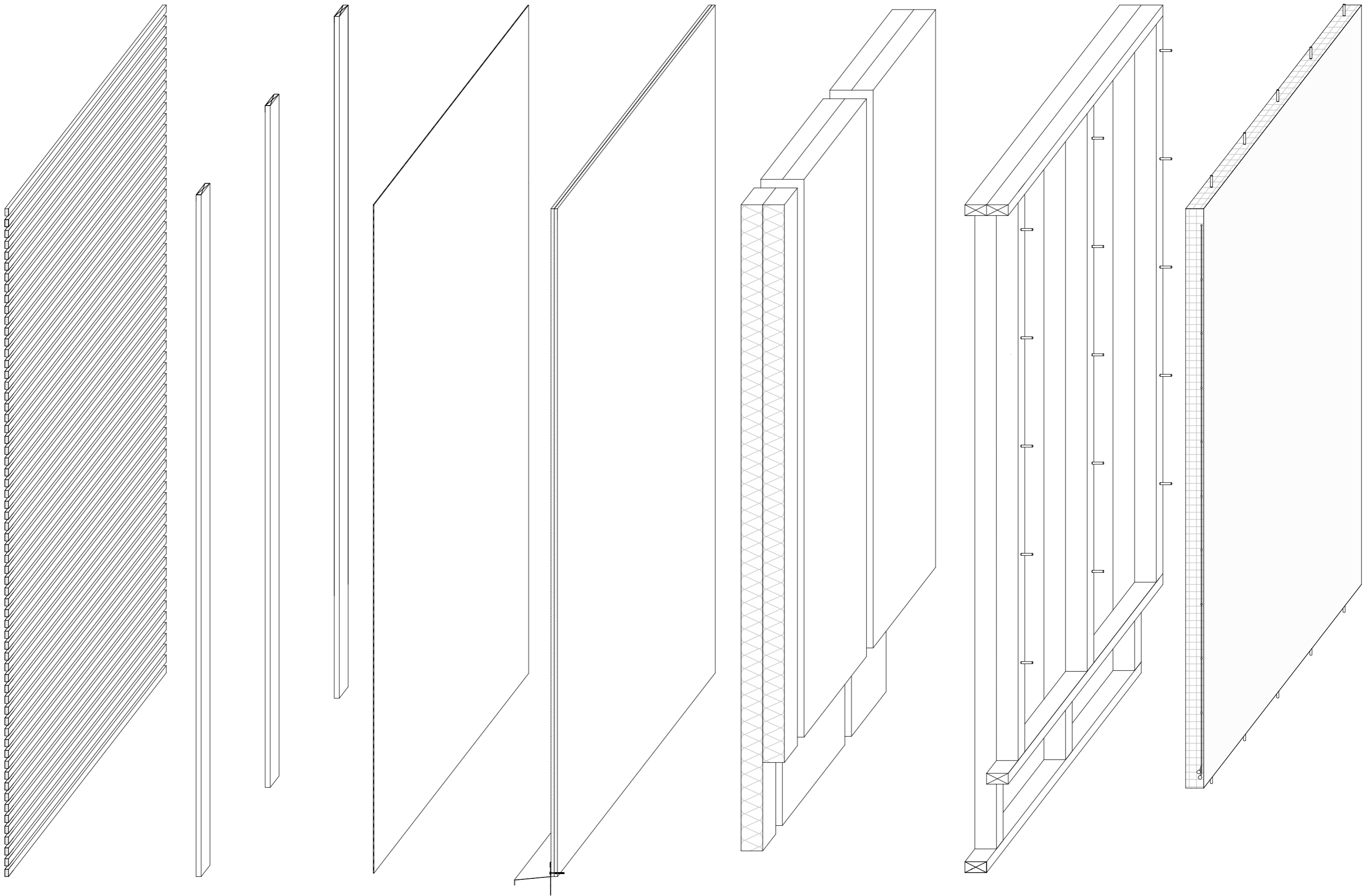
Ansicht West M 1:200



Schnitt S-A M 1:200



Schnitt S-B M 1:200



Ebene 1
 Holz Latten
 Fassadengestaltung

Ebene 2
 Holz Latten 4x8 cm
 Konterlattung
 Hinterlüftung

Ebene 3
 diffusionsoffene Folie
 Wind und Wasser
 abweisende Ebene

Ebene 4
 2x GKF Platten 18 mm
 Brandschutzverkleidung

Ebene 5
 Dämmebene

Ebene 6
 Holzständerkonstruktion 24 cm
 tragende Ebene

Ebene 7
 RC- Beton 10 cm
 tragende, aussteifende Ebene
 dampfbremsende Ebene
 Heiz und Kühlfunktion

Hinterlüftung nach Abschnitt 6.2.3

(Die Tiefe der Unterkonstruktion für einen Lüftungsspalt ist auf maximal 50 mm zu begrenzen)

Raumseitige Brandschutzbekleidung nach Abschnitt 4.2

(Die Brandschutzbekleidung muss raumseitig aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.)

Wasserabweisende und winddichte Folie nach Abschnitt 3.5

(Außenliegende Folien können normal entflammbar sein.)

nicht brennbarer Dämmstoff nach Abschnitt 3.4
(nach DIN 4102-17)

Brandschutzbekleidung nach Abschnitt 4.2

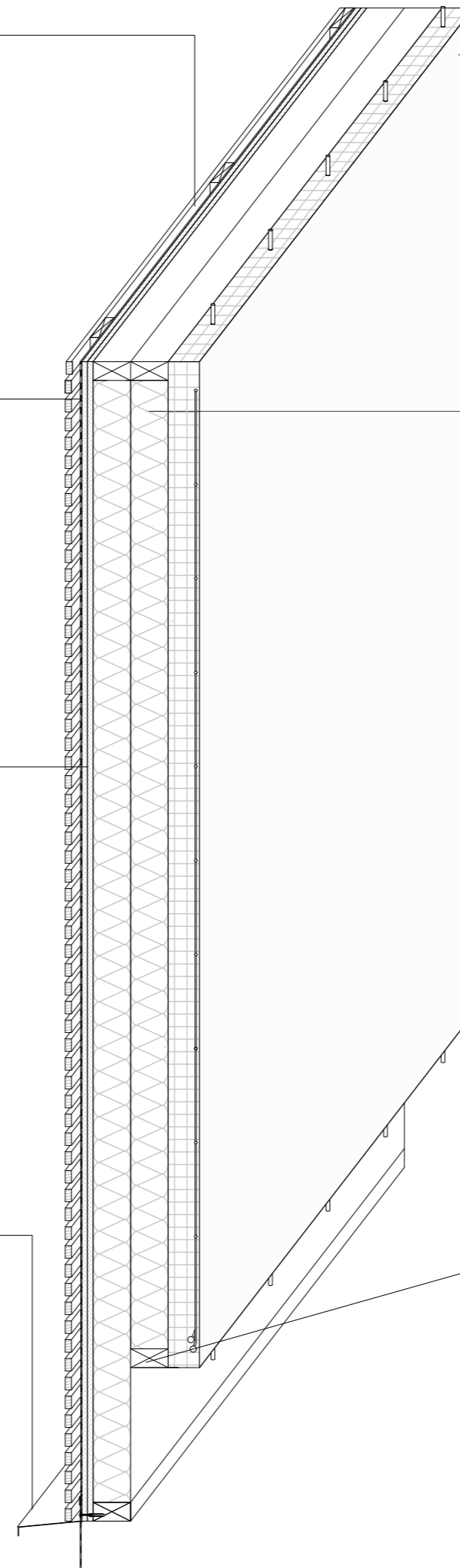
(Die Anforderungen(..) gelten als erfüllt, wenn die Brandschutzbekleidung durch Anordnung einer zweilagigen Bekleidung der Dicke von 2 x 18 mm mit Gipsplatten des Typs GKF nach DIN 18180 (..) ausgeführt wird.)

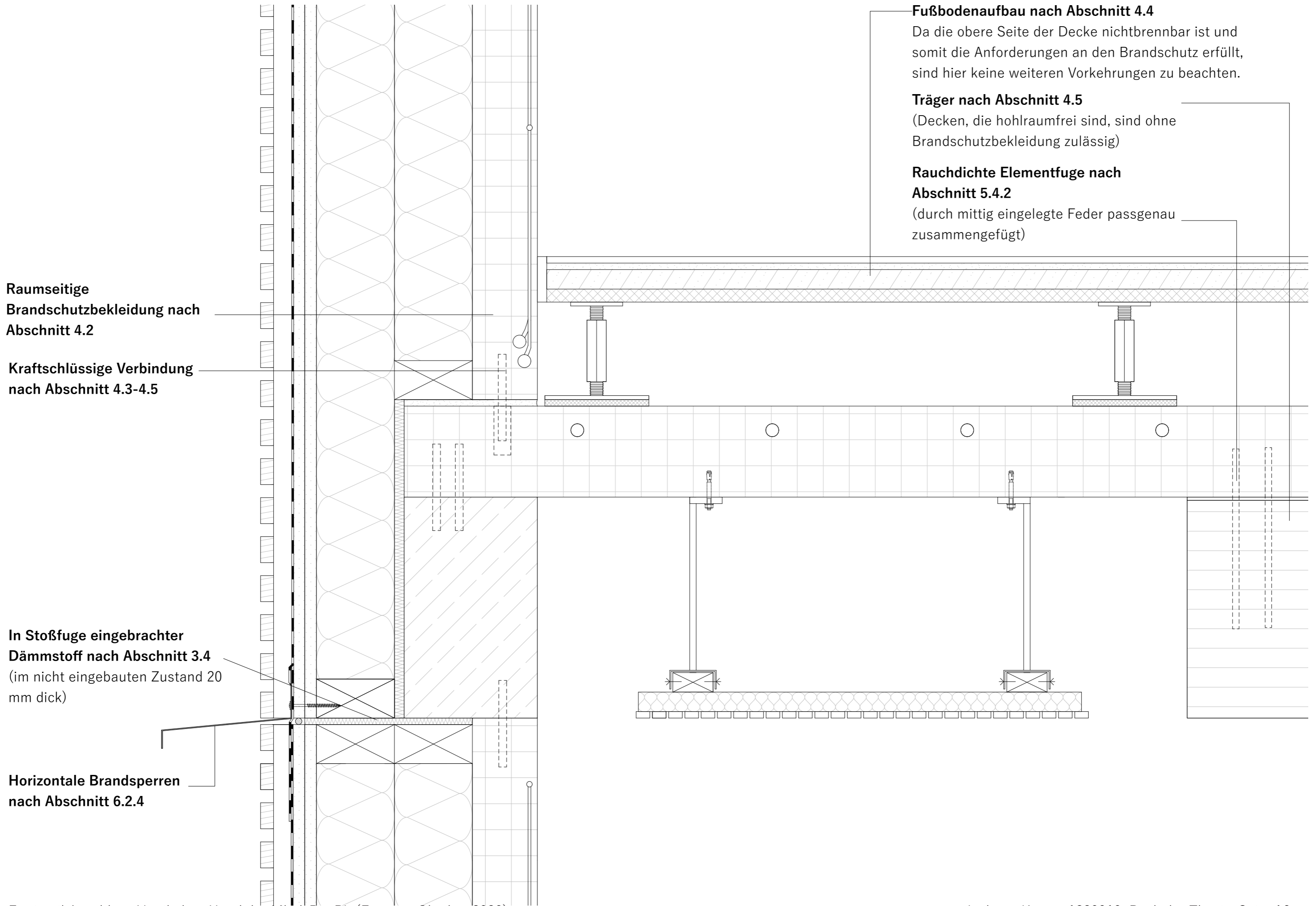
Horizontale Brandsperr nach Abschnitt 6.2.4

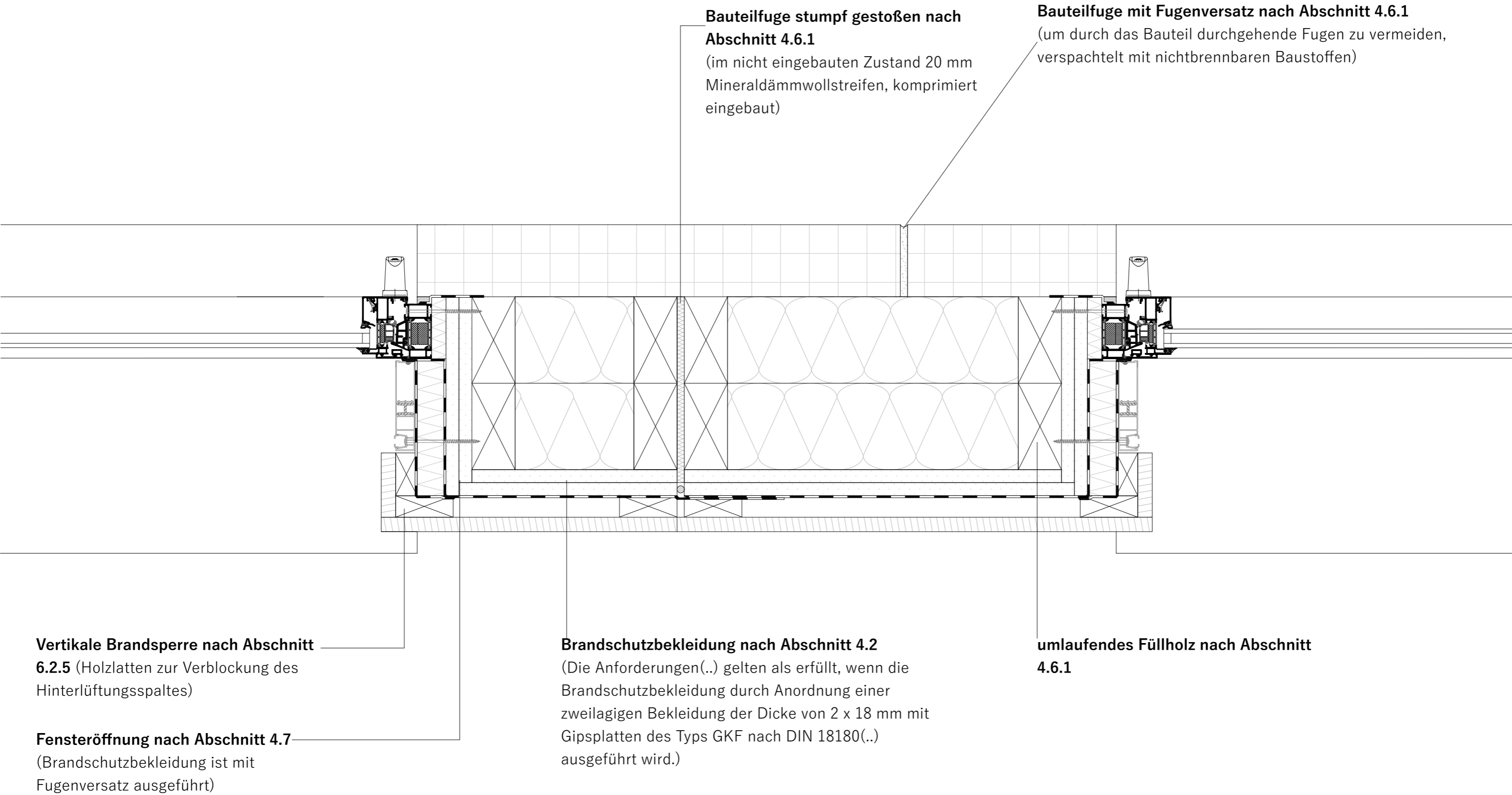
(Blechschräge aus Stahlblech mit Stoßüberlappung zu beiden Schenkelseiten Befestigung mit Stahlblechschrauben, Befestigung dauerhaft kraftschlüssig ausgeführt)

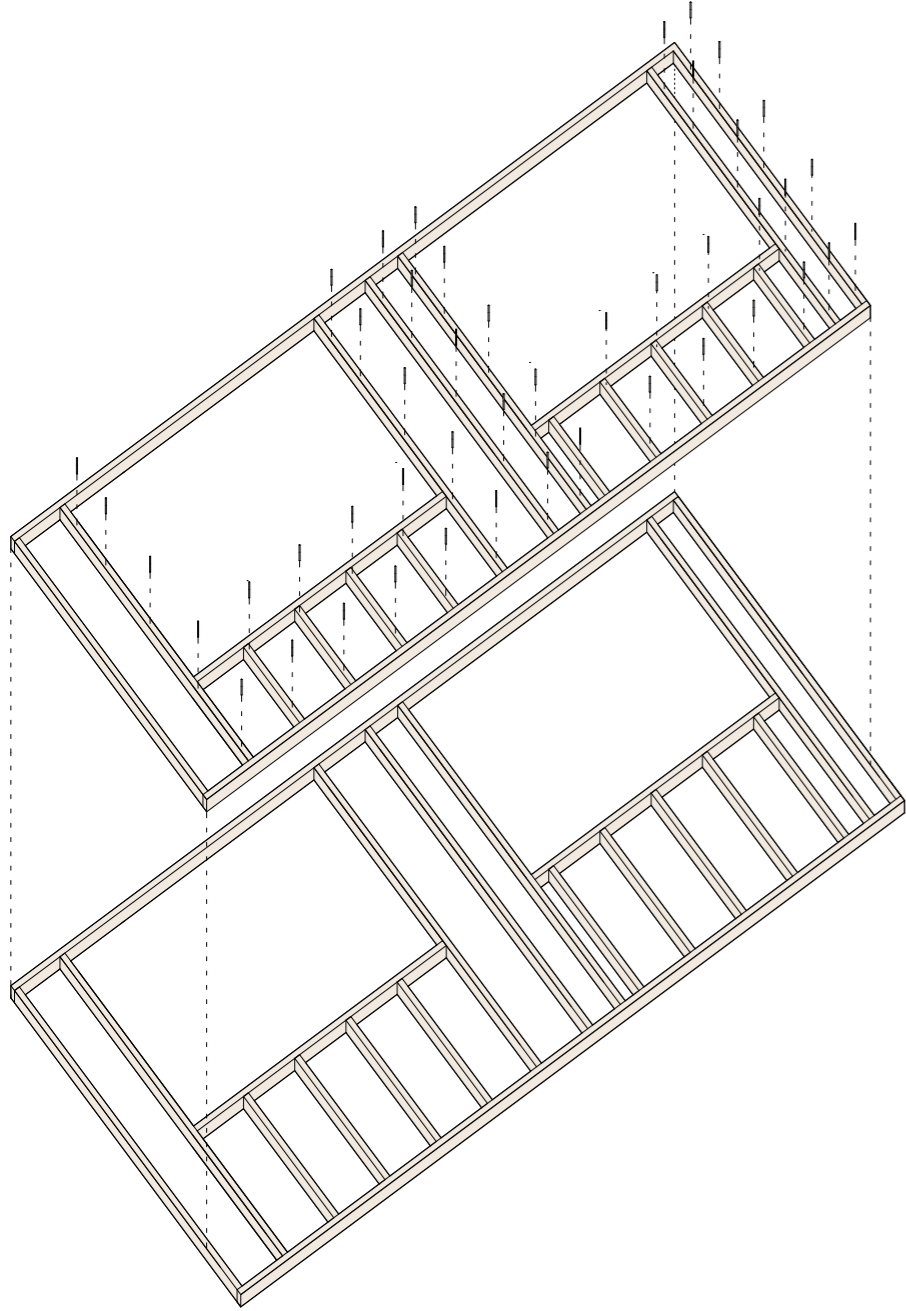
Umlaufende Rahmenhölzer nach Abschnitt 4.3

(Verblockung mit formschlüssig verlegter hohlraumfüllender Dämmung gemäß Abschnitt 3.4)



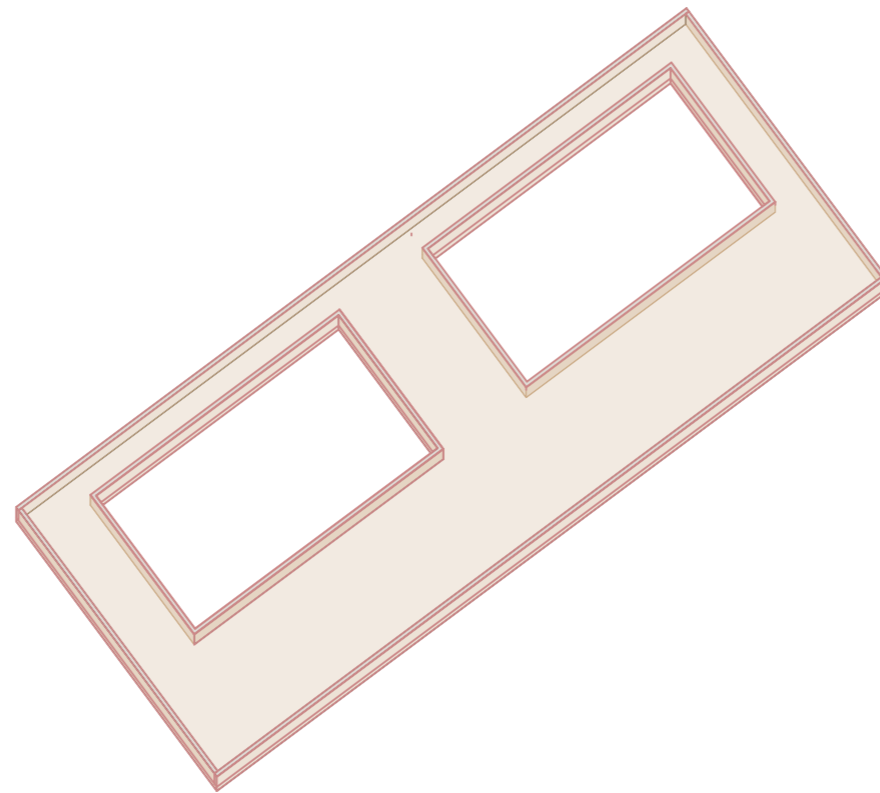






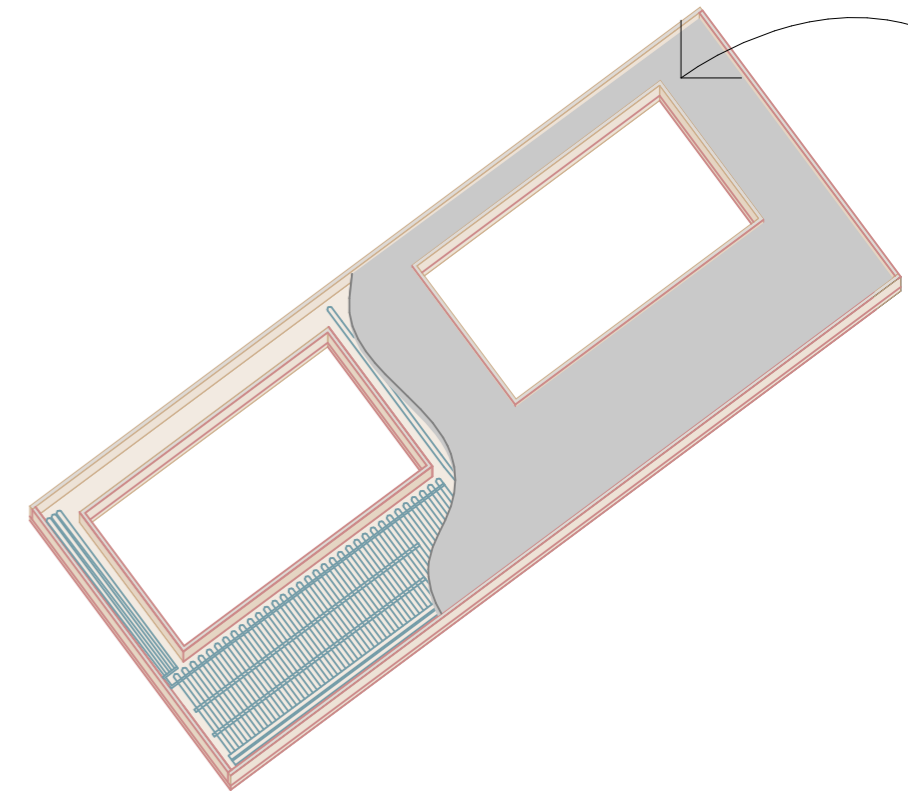
Schritt 1

Holzrahmen herstellen und HBV Schubverbinder in die Ramenkonstruktion montieren



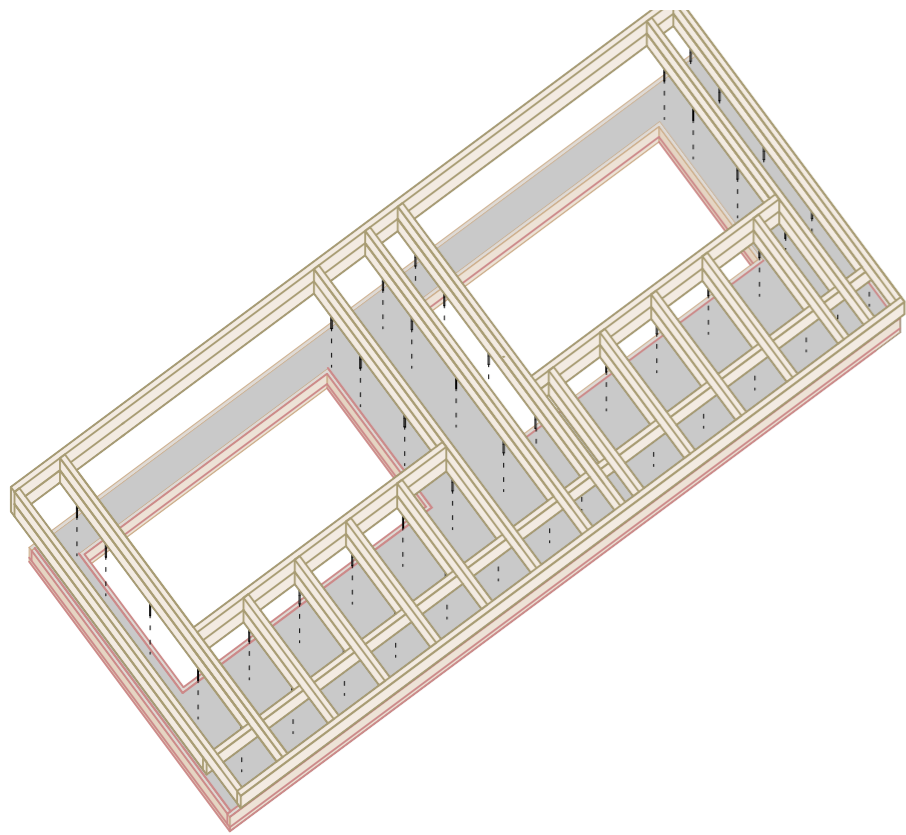
Schritt 2

Eine Schalung für den Beton herstellen.



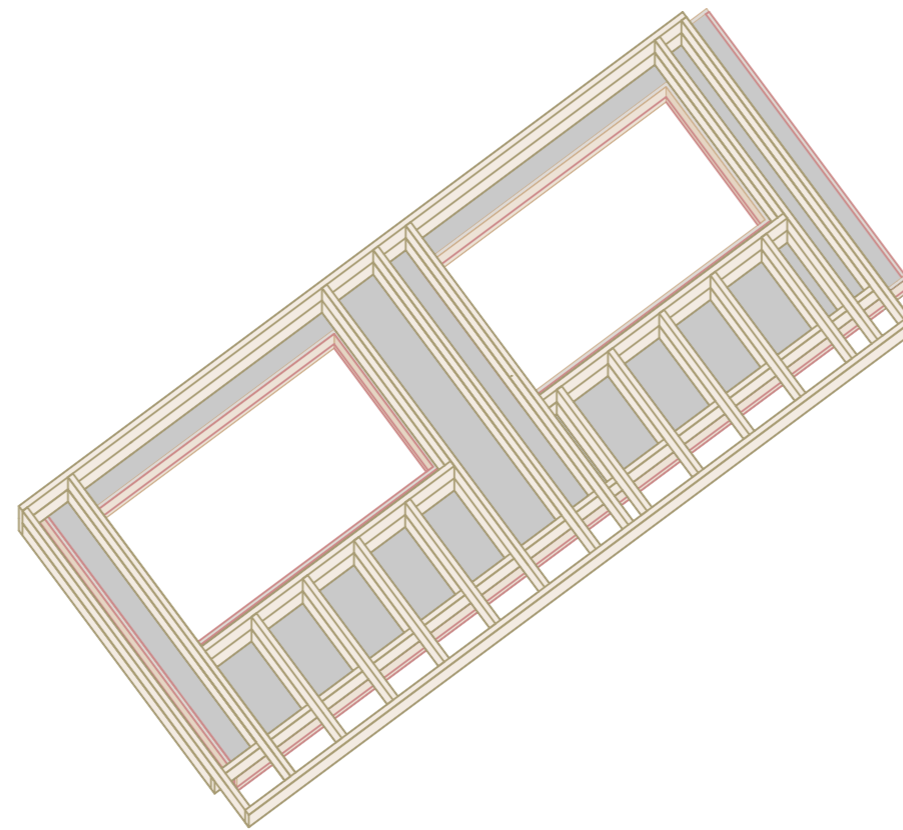
Schritt 3

Kapillarrohrmatten und Bewehrung verlegen. Dann Beton hineingießen



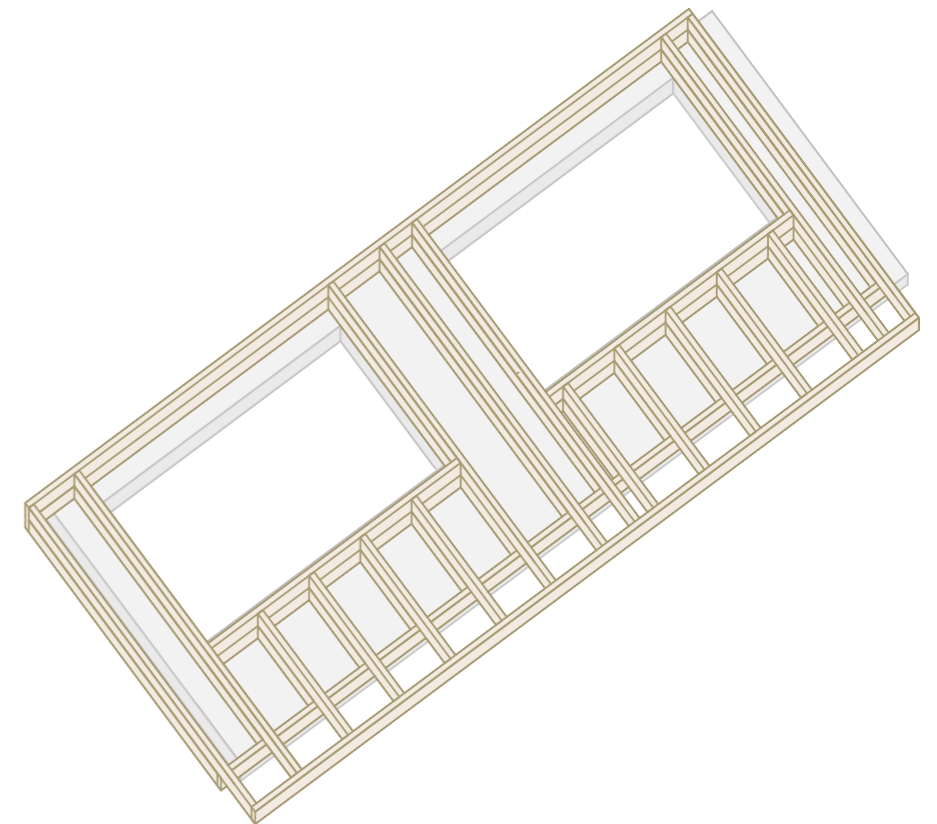
Schritt 4

Den fertigen Holzrahmen umdrehen und mit den Schubverbindern nach unten auf den noch nassen Beton legen.



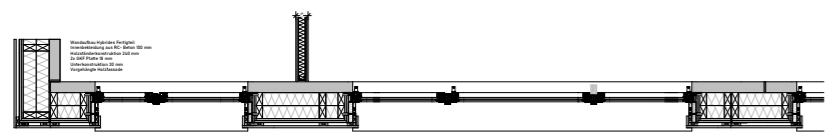
Schritt 5

Nun muss der Beton trocknen.

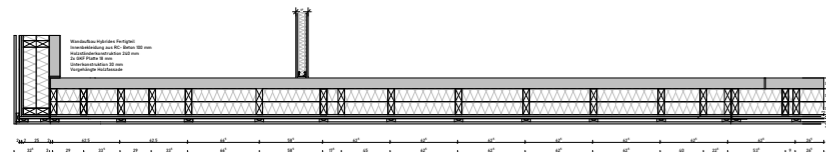


Schritt 6

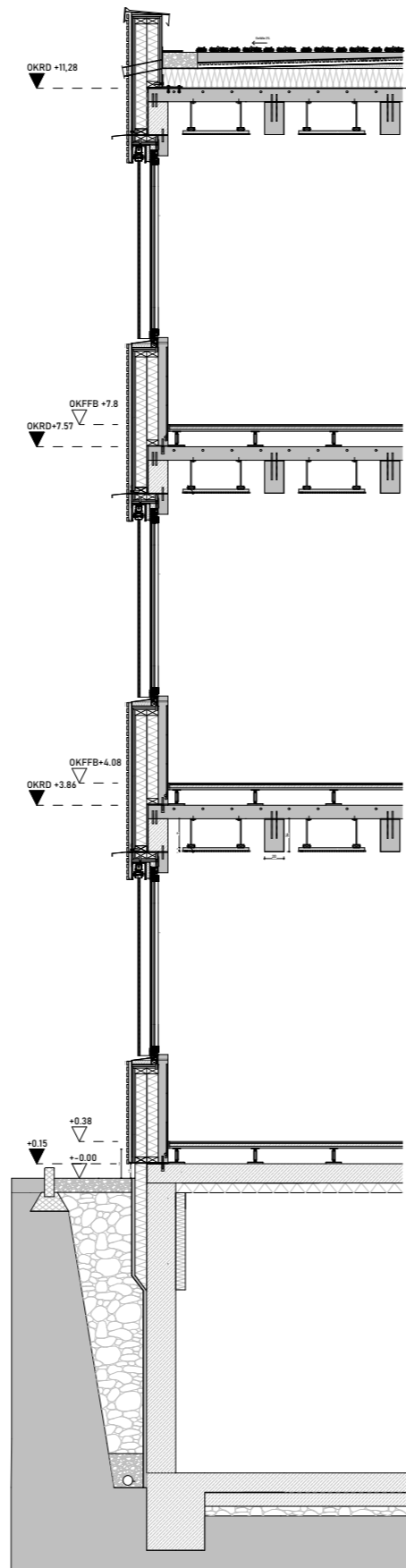
Ist der Beton trocken, so besteht nun eine kraftschlüssige Holz- Beton- Verbundkonstruktion



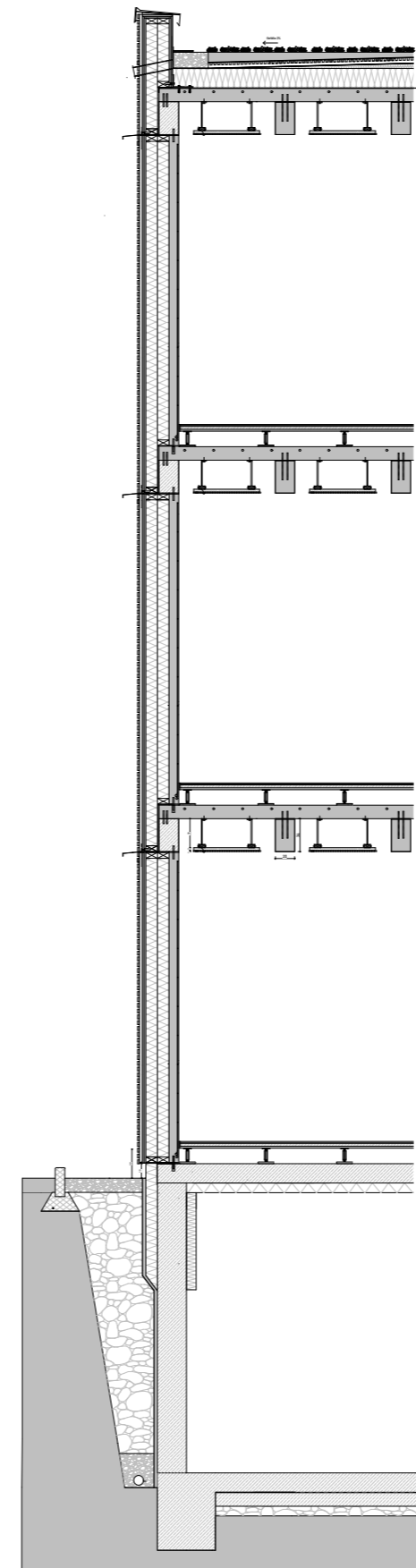
Schnitt S-A



Schnitt S-B



Schnitt S-C



Schnitt S-D

Dachaufbau:

Begrünung Flachballenstaden, Samenmischung
 Vegetationstragschicht Bauder Pflanzenerde extensiv 8 cm
 Filterschicht Bauder Filtervlies FV125
 Wasserspeicher Dränschicht, Bauder Wasserspeicherplatte WSP50, Elementhöhe 5 cm
 Schutzschicht, Bauder Faserschutzmatte FSM 600
 Trenn- und Gleitschicht Bauder Trennfolie PE02
 Gefälledämmung 10 cm
 Dämmschicht 20 cm
 PE- Folie zweilagig
 Green Code Akustik Klimadecke 40cm

Wandaufbau:

RC-Beton mit integrierten Kapillarrohrmatten aus Polypropylen, Optimat SB 20.00, Abstand zwischen Kapillarrohren 20cm, 100 mm
 Holzrahmen, 240x60 mm
 Mineralwolle (MW) nach DIN EN 13162, nichtbrennbar, Schmelzpunkt 1000 ° C nach DIN 4102-17, 240 mm
 GKF Platten nach DIN 18180, 2x 18 mm
 Windbremse
 Hinterlüftung/ Komterlattung, 30 mm
 Vorgehängte Holzfassade, 20x 40 mm

Deckenaufbau:

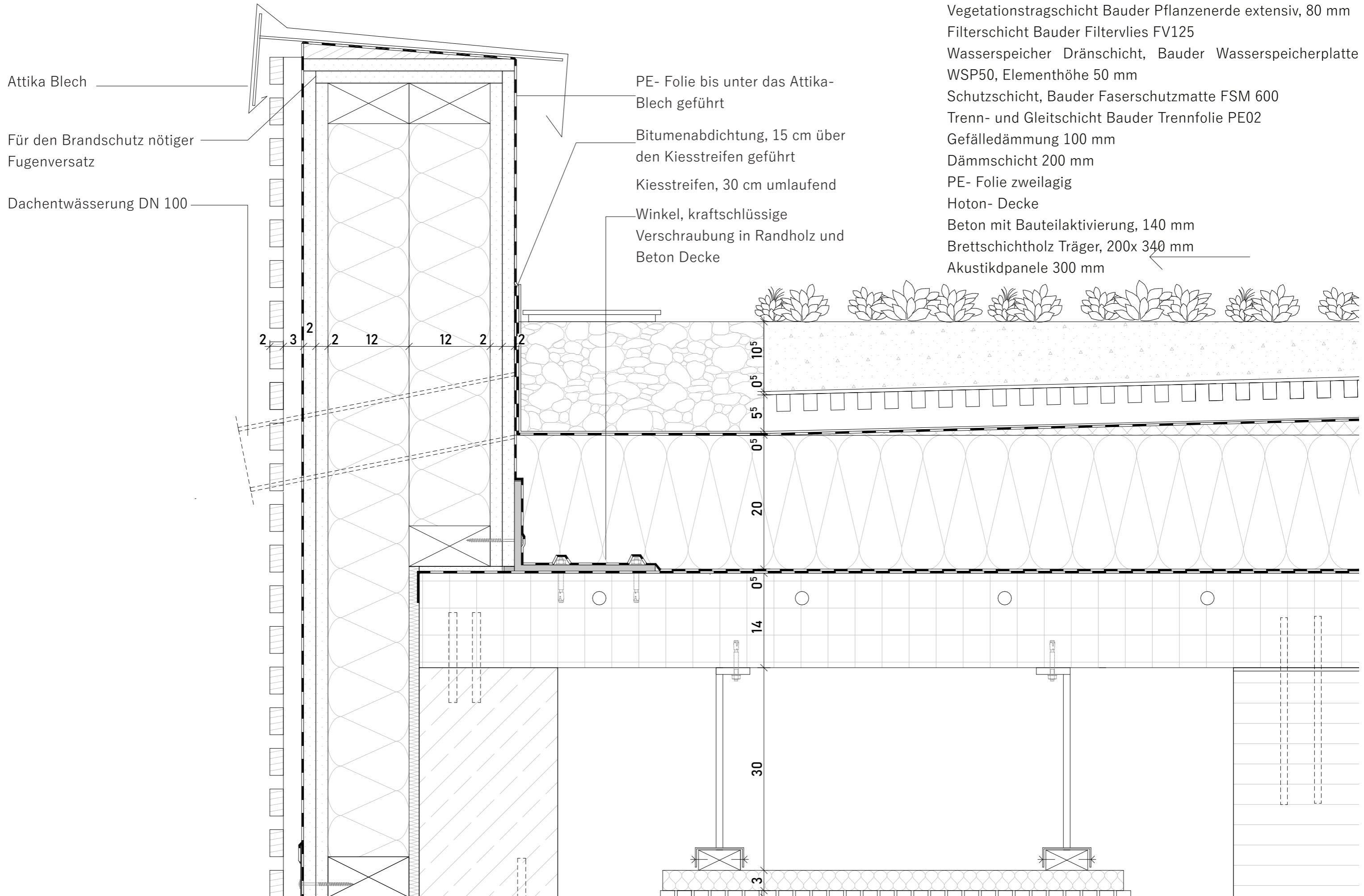
Teppich, 10 mm
 Teppichkleber, 10 mm
 Fließestrich, nicht brennbar, 30 mm
 Hohlbodenaufbau, Installationsebene, 160 mm
 RC- Beton mit integrierter Bauteilaktivierung, 14 cm
 Brettschichtholzträger, 200x 340 mm
 Abgehängte Akustikdecke mit Mineralwollmatte, 300 mm

Bodenaufbau:

Hohlboden Aufbau, 160 mm
 Beton, 200 mm
 Flankendämmung, 100 mm

Bodenaufbau Tiefgarage:

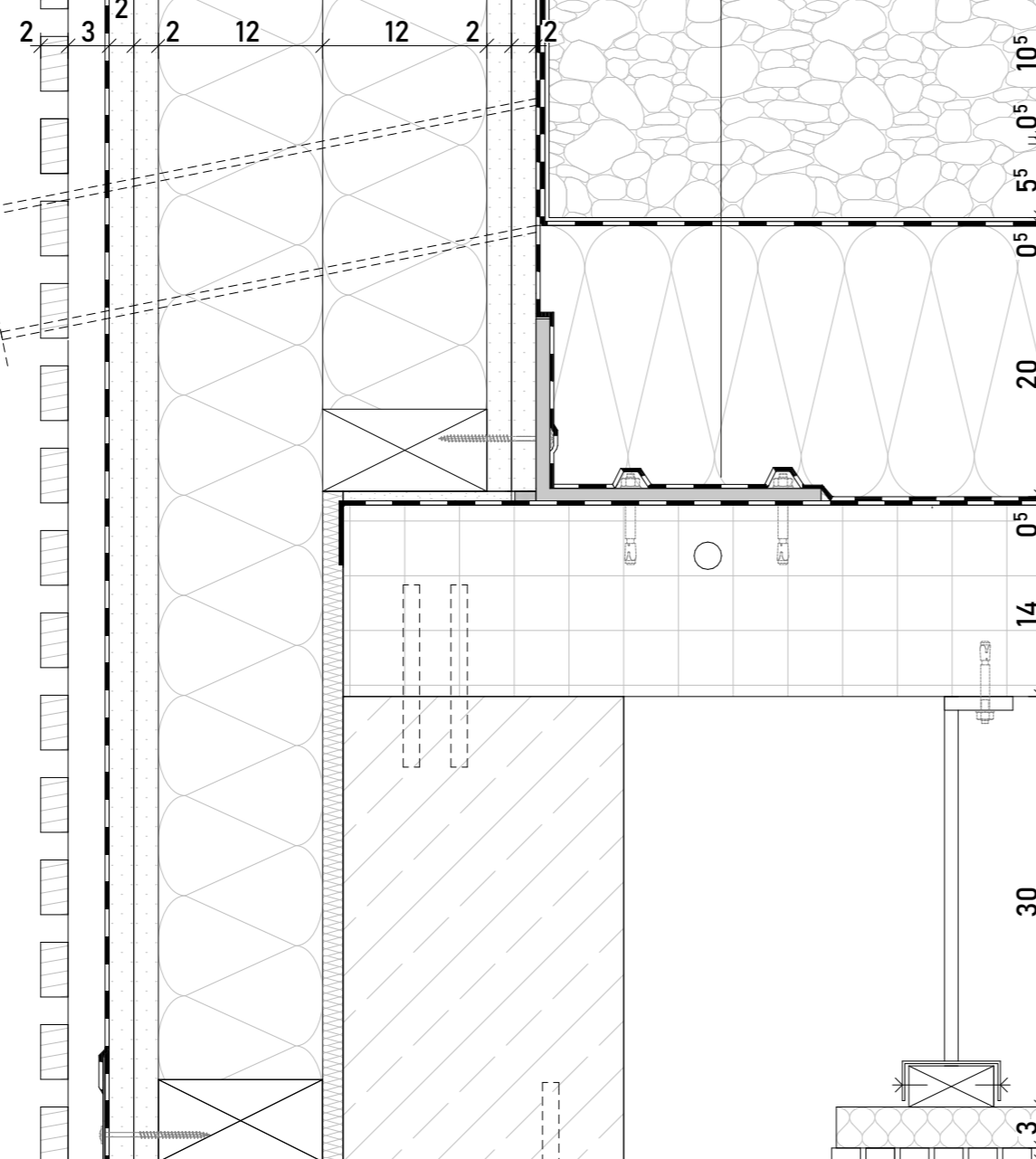
Betonboden, 200 mm
 Trenn- und Schutzschicht, PE - Folie in zwei getrennten Lagen 20 cm übereinander verlegt
 Sauberkeitsschicht, 140 mm
 Kiesschicht, 100 mm
 gewachsener Boden



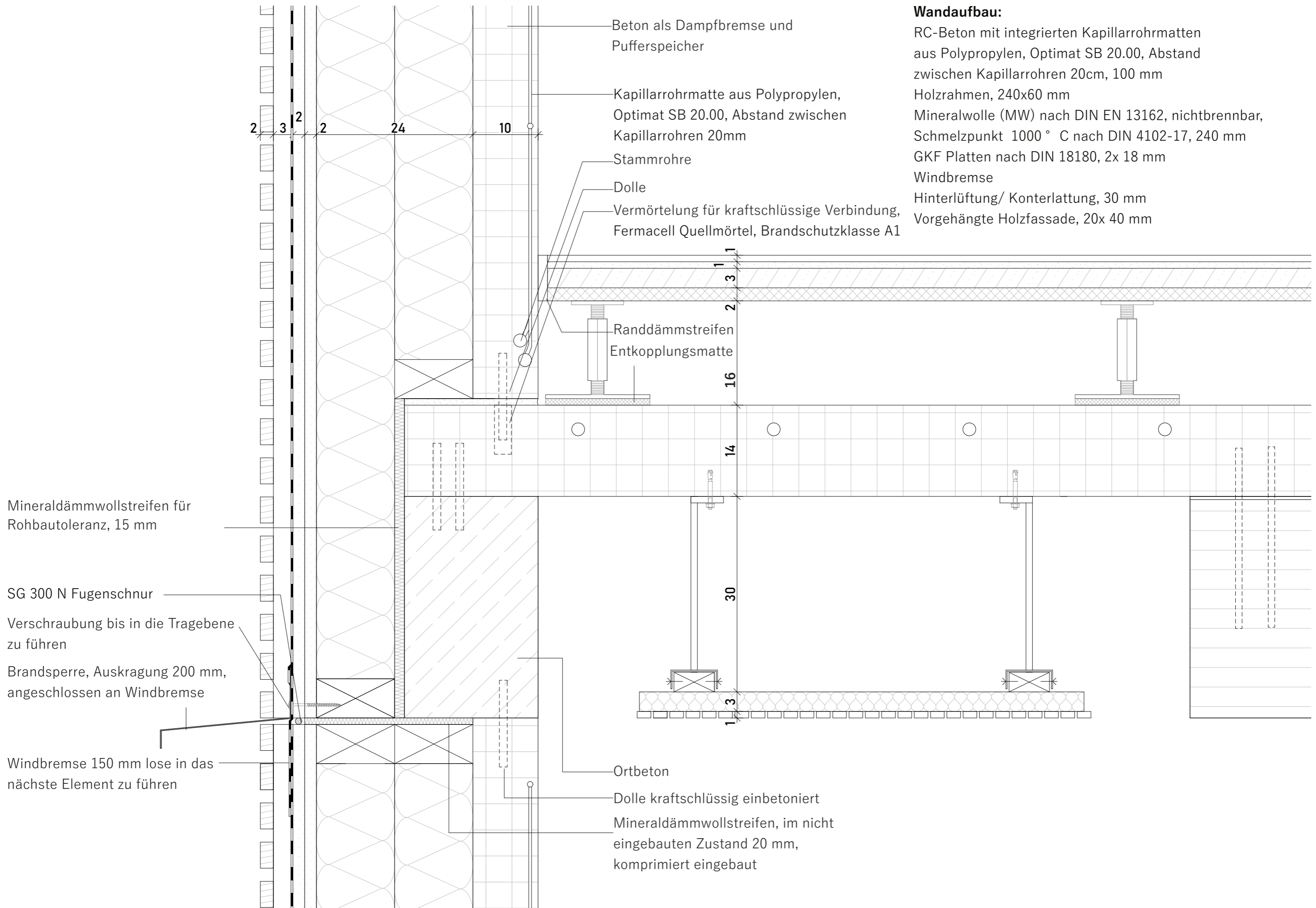
- Dachaufbau:
 Begrünung Flachballenstaden, Samenmischung
 Vegetationstragschicht Bauder Pflanzenerde extensiv, 80 mm
 Filterschicht Bauder Filtervlies FV125
 Wasserspeicher Dränschicht, Bauder Wasserspeicherplatte WSP50, Elementhöhe 50 mm
 Schutzschicht, Bauder Faserschutzmatte FSM 600
 Trenn- und Gleitschicht Bauder Trennfolie PE02
 Gefälledämmung 100 mm
 Dämmschicht 200 mm
 PE- Folie zweilagig
 Hoton- Decke
 Beton mit Bauteilaktivierung, 140 mm
 Brettschichtholz Träger, 200x 340 mm
 Akustikdpanele 300 mm

Attika Blech
 Für den Brandschutz nötiger Fugenversatz
 Dachentwässerung DN 100

PE- Folie bis unter das Attika- Blech geführt
 Bitumenabdichtung, 15 cm über den Kiesstreifen geführt
 Kiesstreifen, 30 cm umlaufend
 Winkel, kraftschlüssige Verschraubung in Randholz und Beton Decke



Attika Detail M 1:5



Deckenaufbau:

Teppich, 10 mm

Teppichkleber, 10 mm

Fließestrich, nicht brennbar, 30 mm

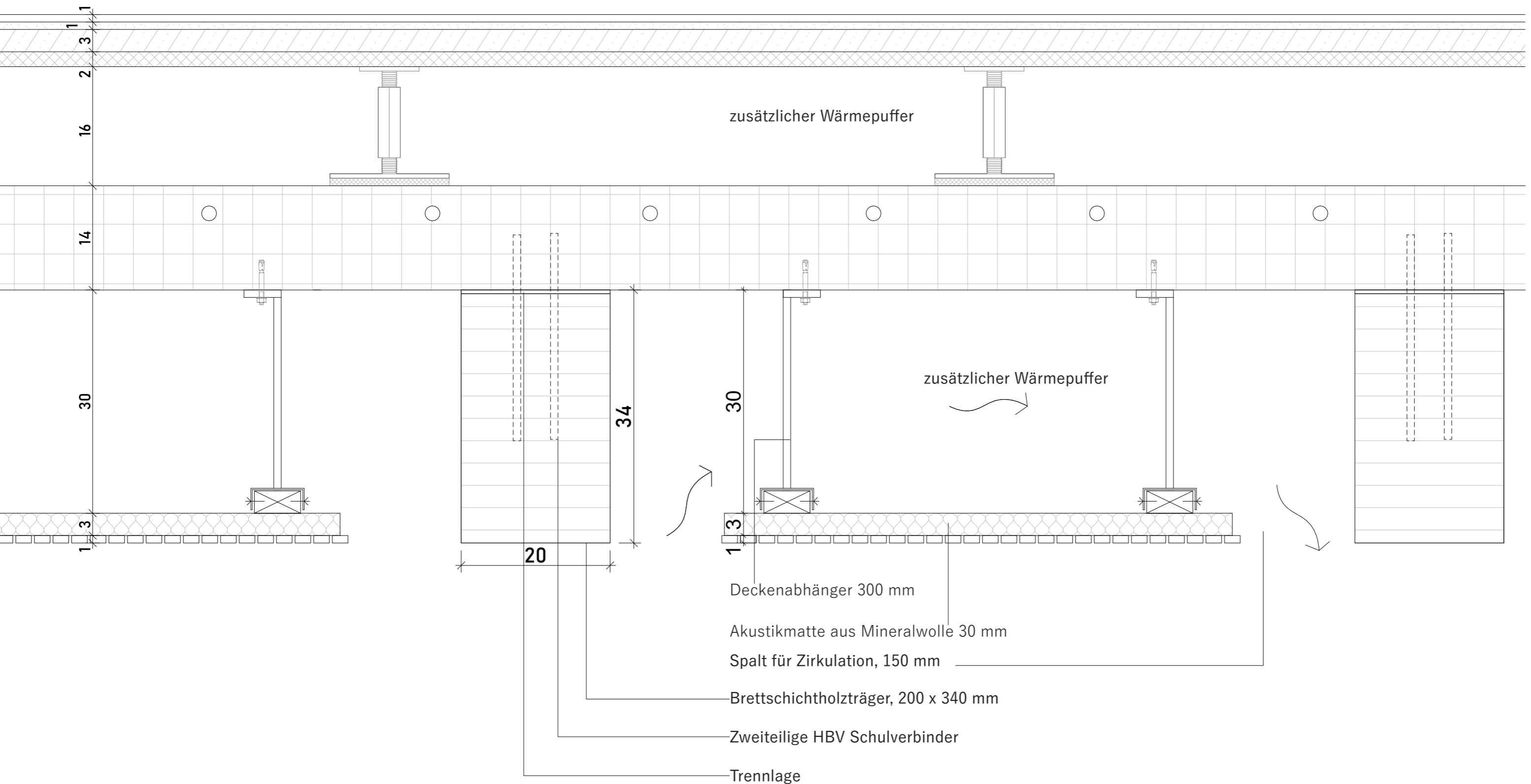
Hohlbodenaufbau, Installationsebene, 160 mm

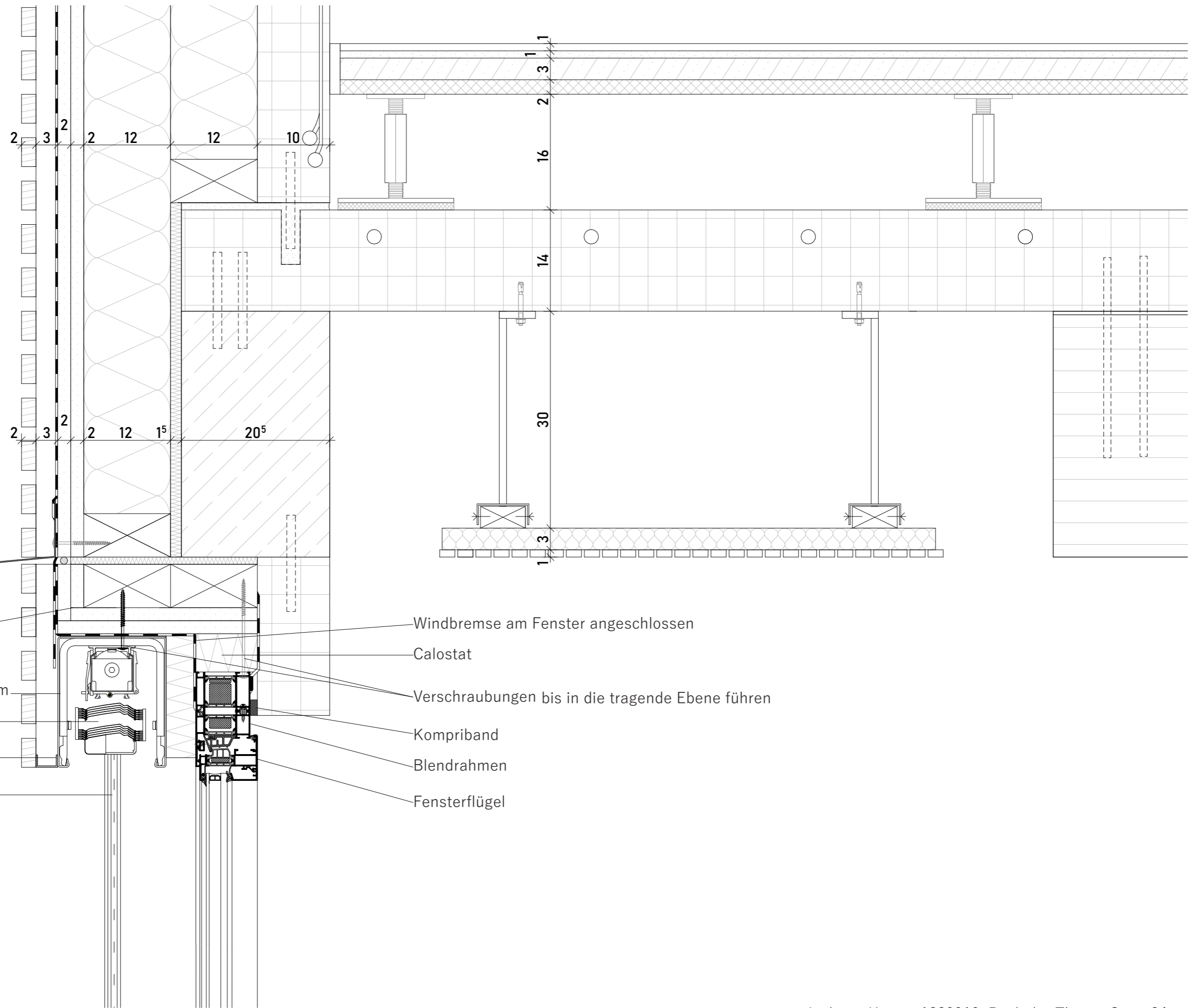
Hoton- Decke

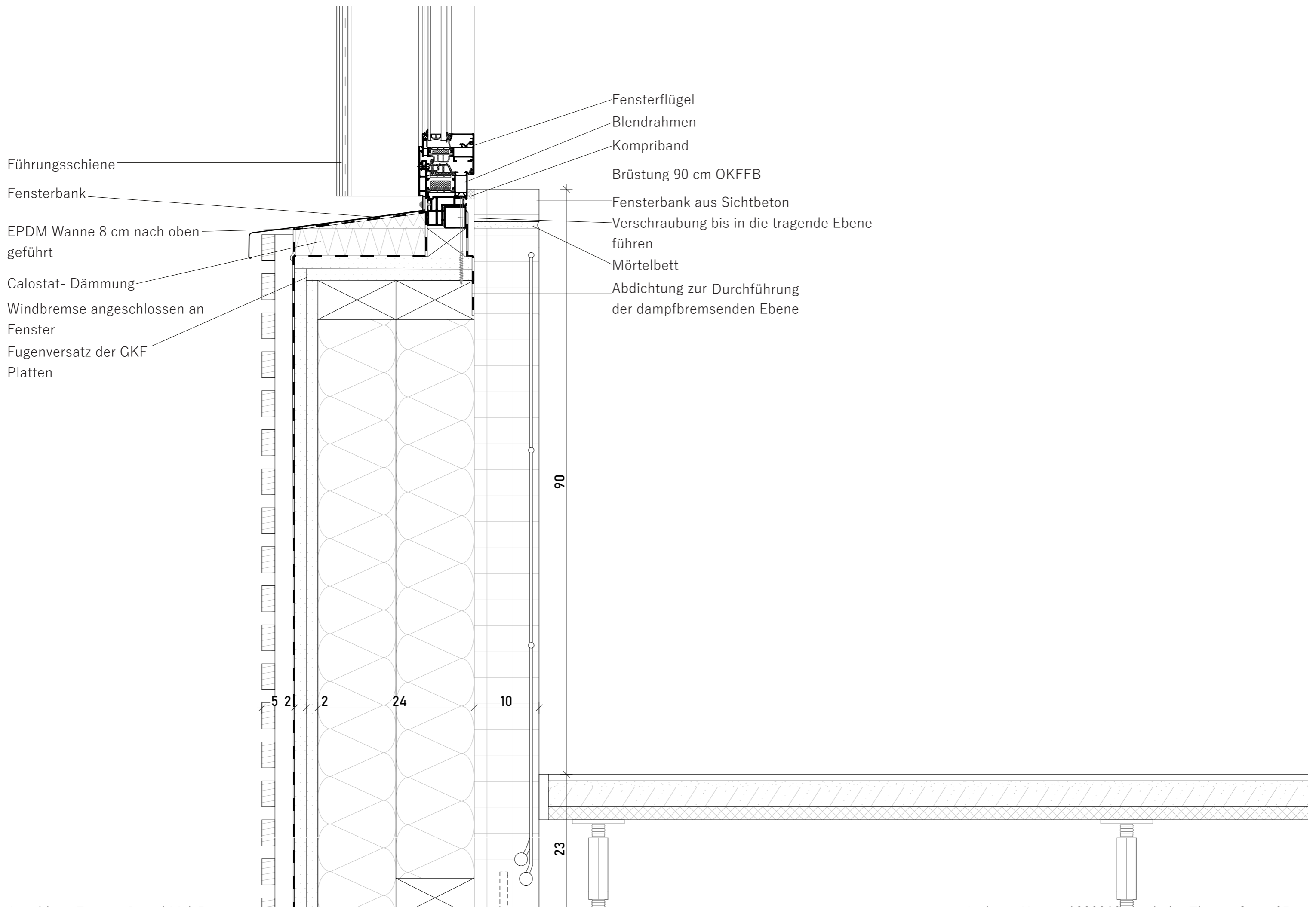
Beton mit Bauteilaktivierung, 140 mm

Brettschichtholz Träger, 200x 340 mm

Akustikdpanele 300 mm







Führungsschiene

Fensterbank

EPDM Wanne 8 cm nach oben
geführt

Calostat- Dämmung

Windbremse angeschlossen an
Fenster

Fugenversatz der GKF
Platten

Fensterflügel

Blendrahmen

Kompriband

Brüstung 90 cm OKFFB

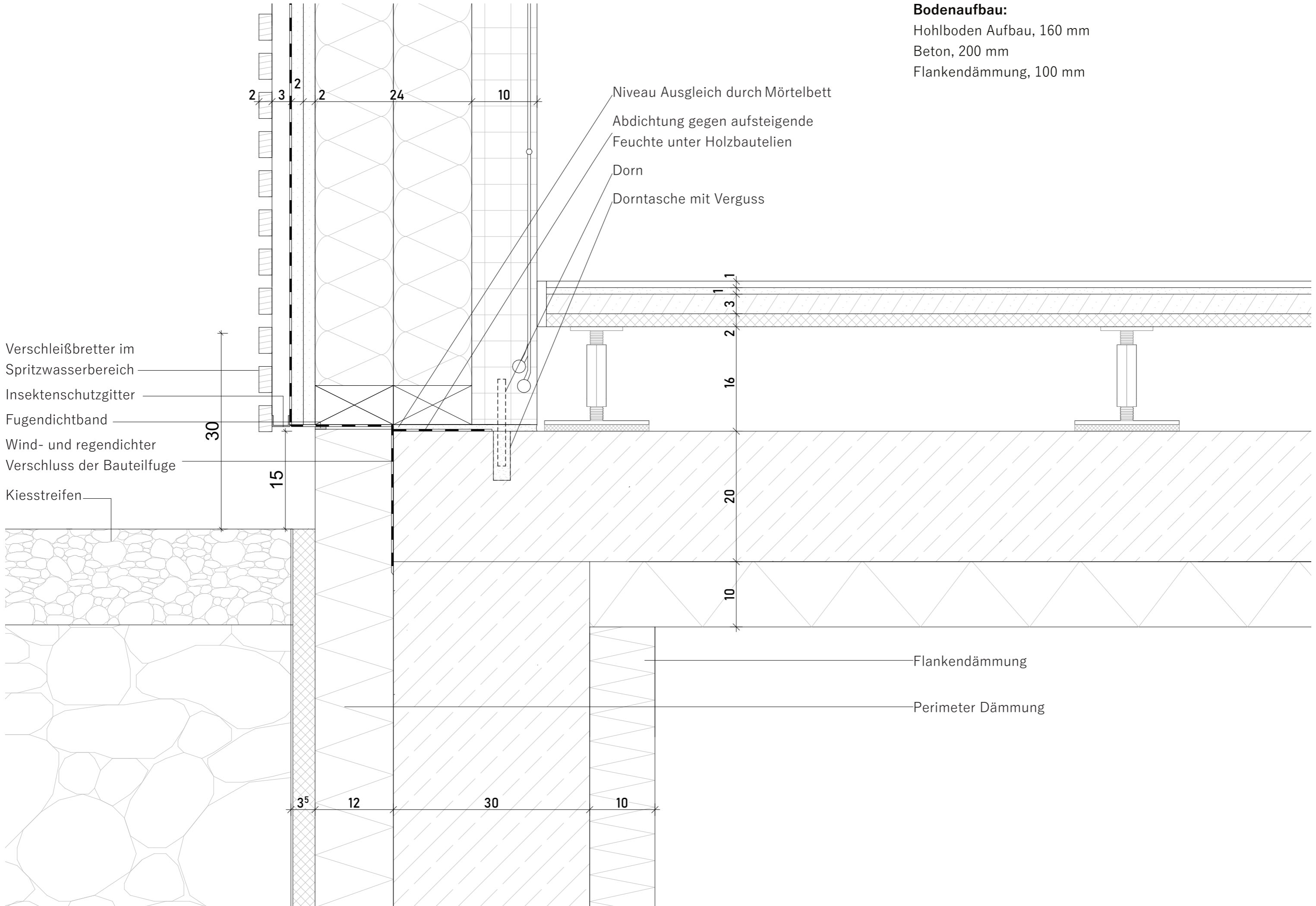
Fensterbank aus Sichtbeton

Verschraubung bis in die tragende Ebene
führen

Mörtelbett

Abdichtung zur Durchführung
der dampfbremsenden Ebene

Bodenaufbau:
 Hohlboden Aufbau, 160 mm
 Beton, 200 mm
 Flankendämmung, 100 mm



Verschleißbretter im
 Spritzwasserbereich
 Insektenschutzgitter
 Fugendichtband
 Wind- und regendichter
 Verschluss der Bauteilfuge
 Kiesstreifen

Niveau Ausgleich durch Mörtelbett
 Abdichtung gegen aufsteigende
 Feuchte unter Holzbauteilen
 Dorn
 Dorntasche mit Verguss

Flankendämmung
 Perimeter Dämmung

Anschlss Boden Detail M 1:5

Bodenaufbau Tiefgarage:

Betonboden, 200 mm

Trenn- und Schutzschicht, PE - Folie in zwei getrennten Lagen
20 cm übereinander verlegt

Sauberkeitsschicht, 140 mm

Kiesschicht, 100 mm

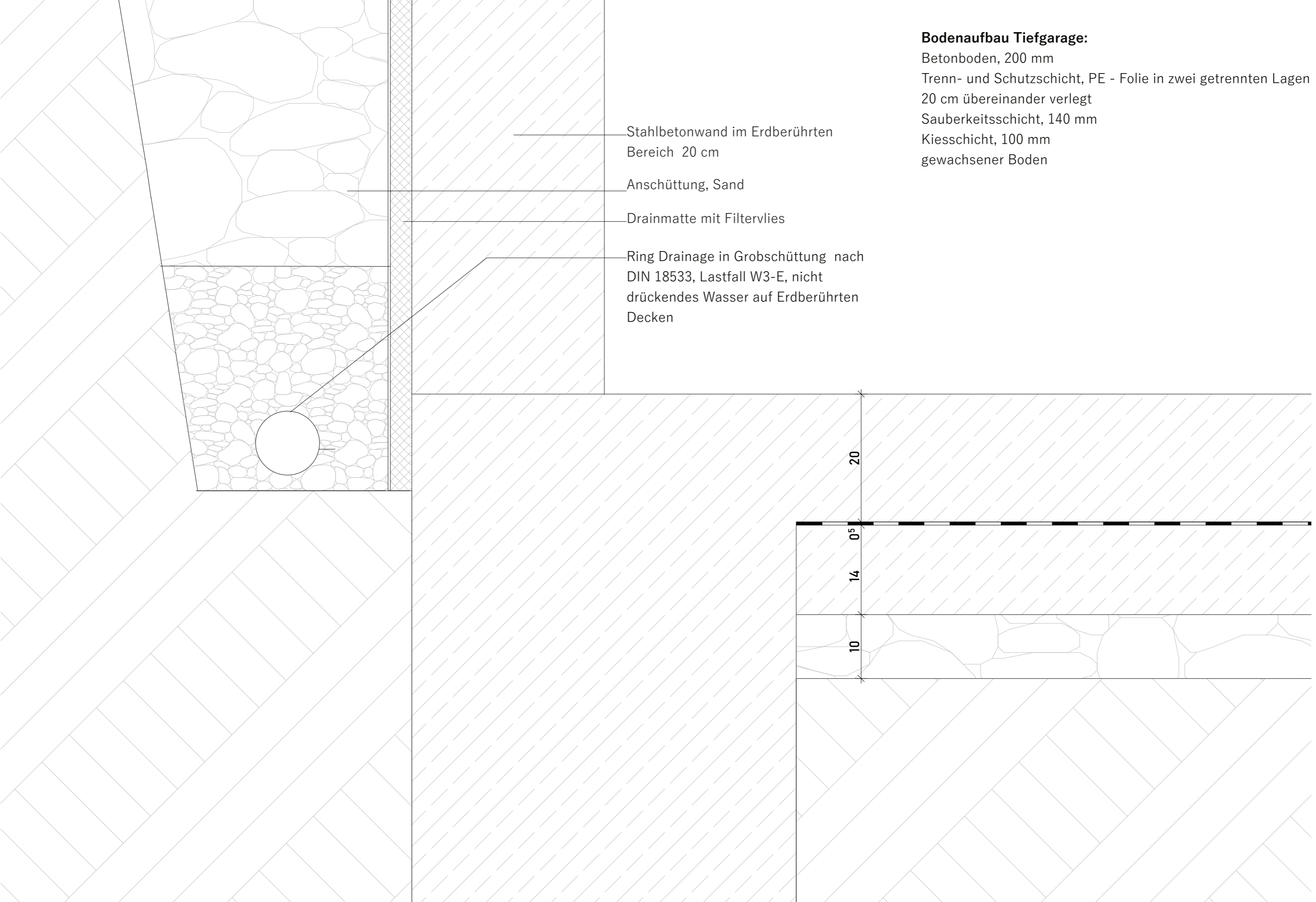
gewachsener Boden

Stahlbetonwand im Erdberührten
Bereich 20 cm

Anschüttung, Sand

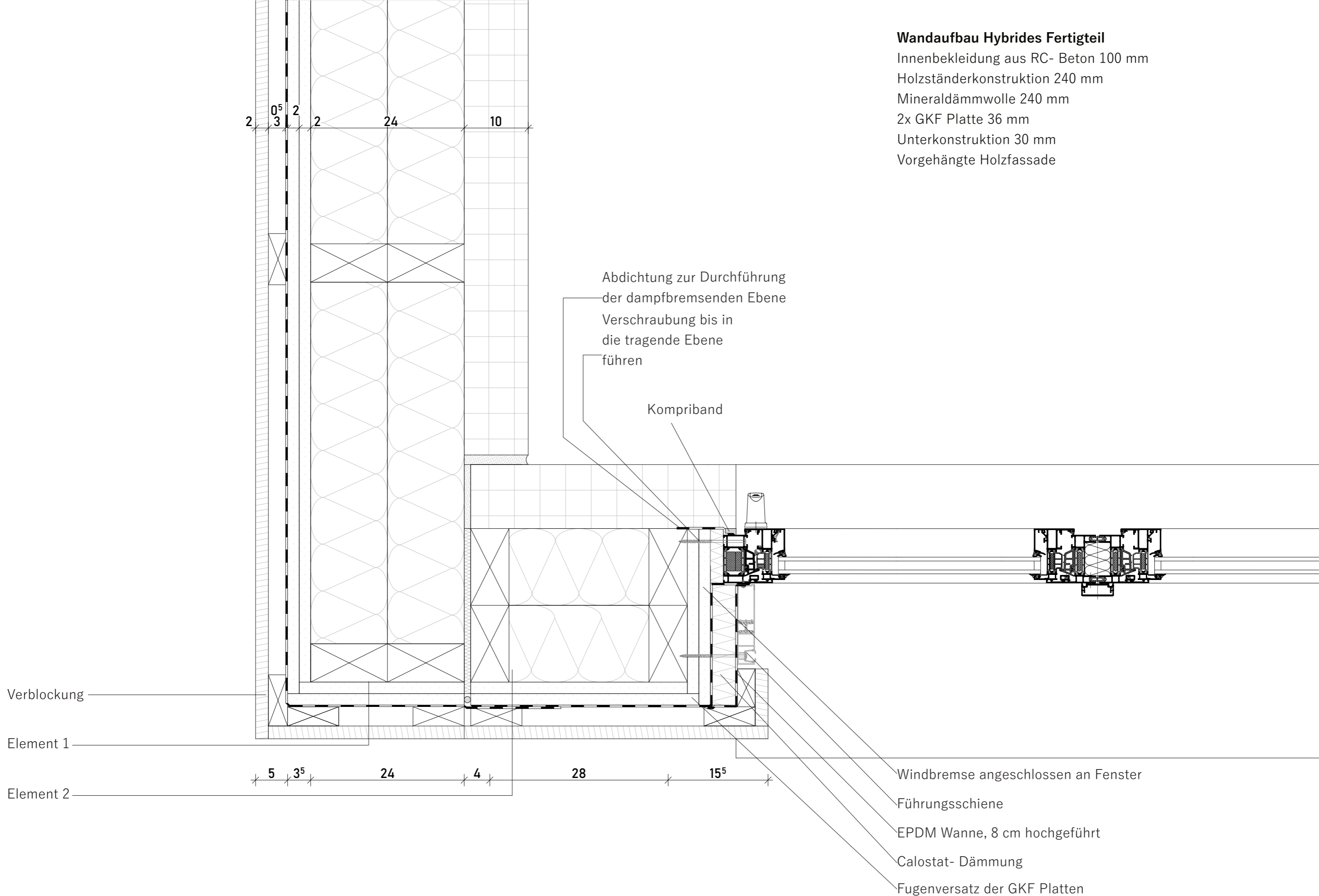
Drainmatte mit Filtervlies

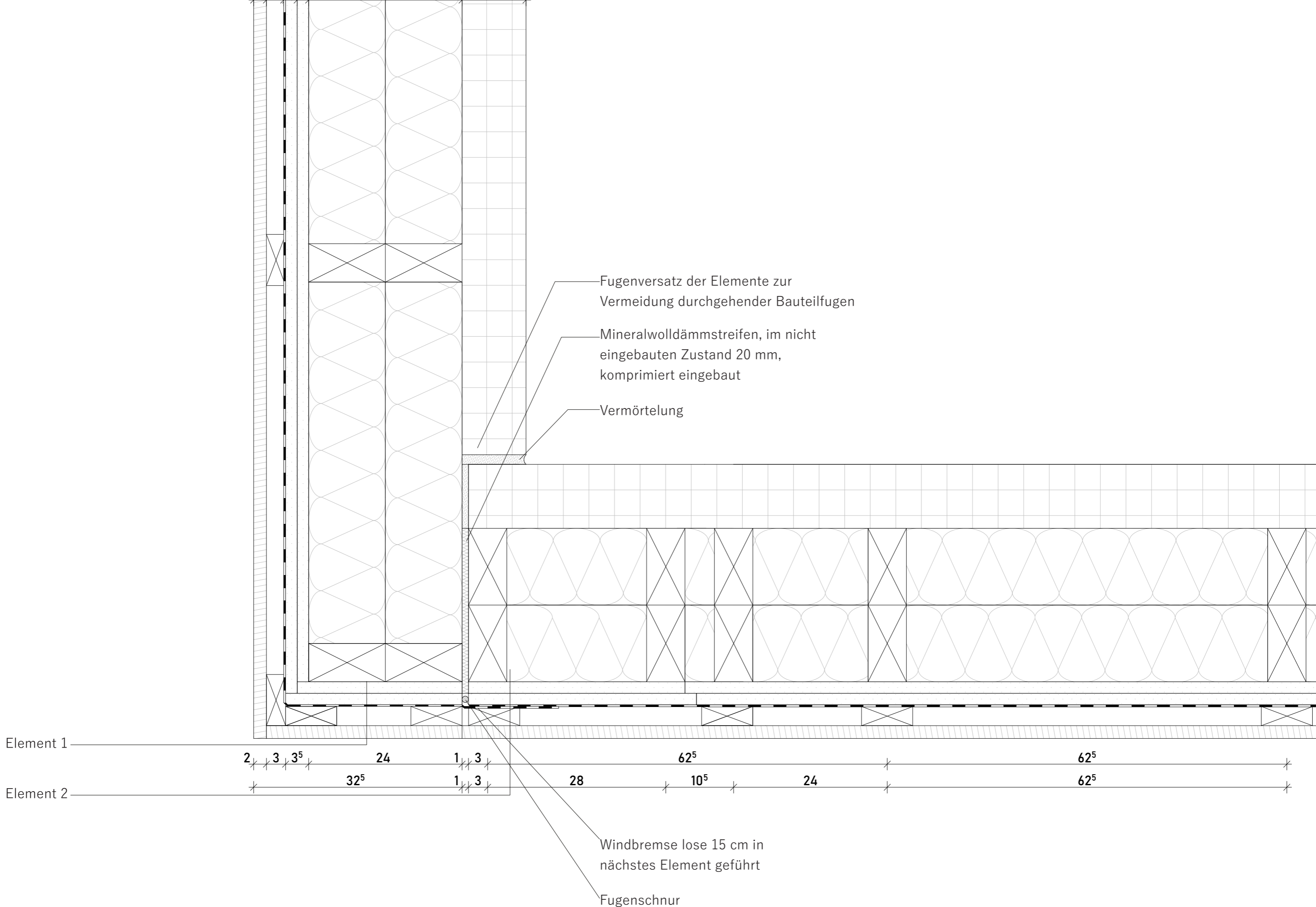
Ring Drainage in Grobschüttung nach
DIN 18533, Lastfall W3-E, nicht
drückendes Wasser auf Erdberührten
Decken

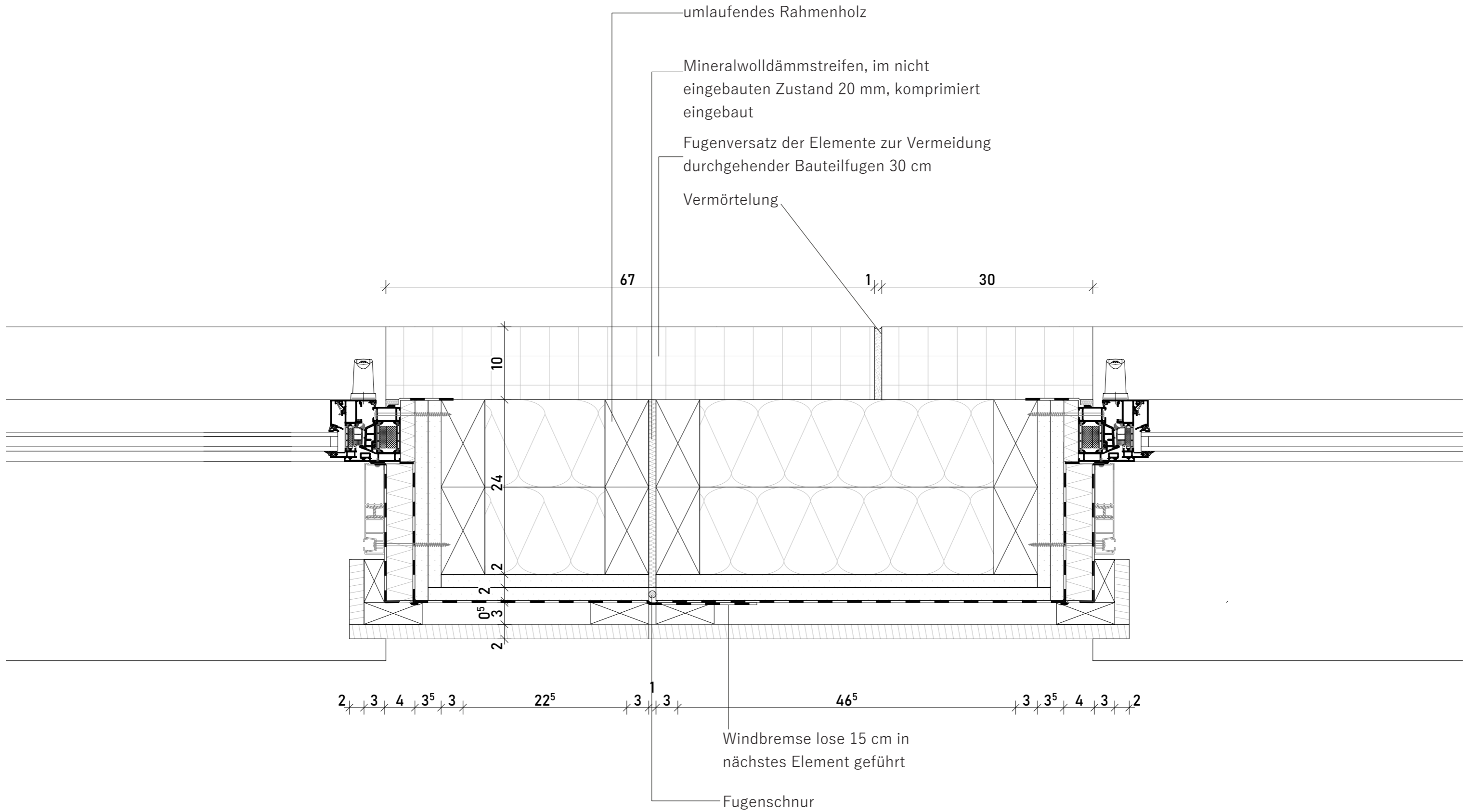


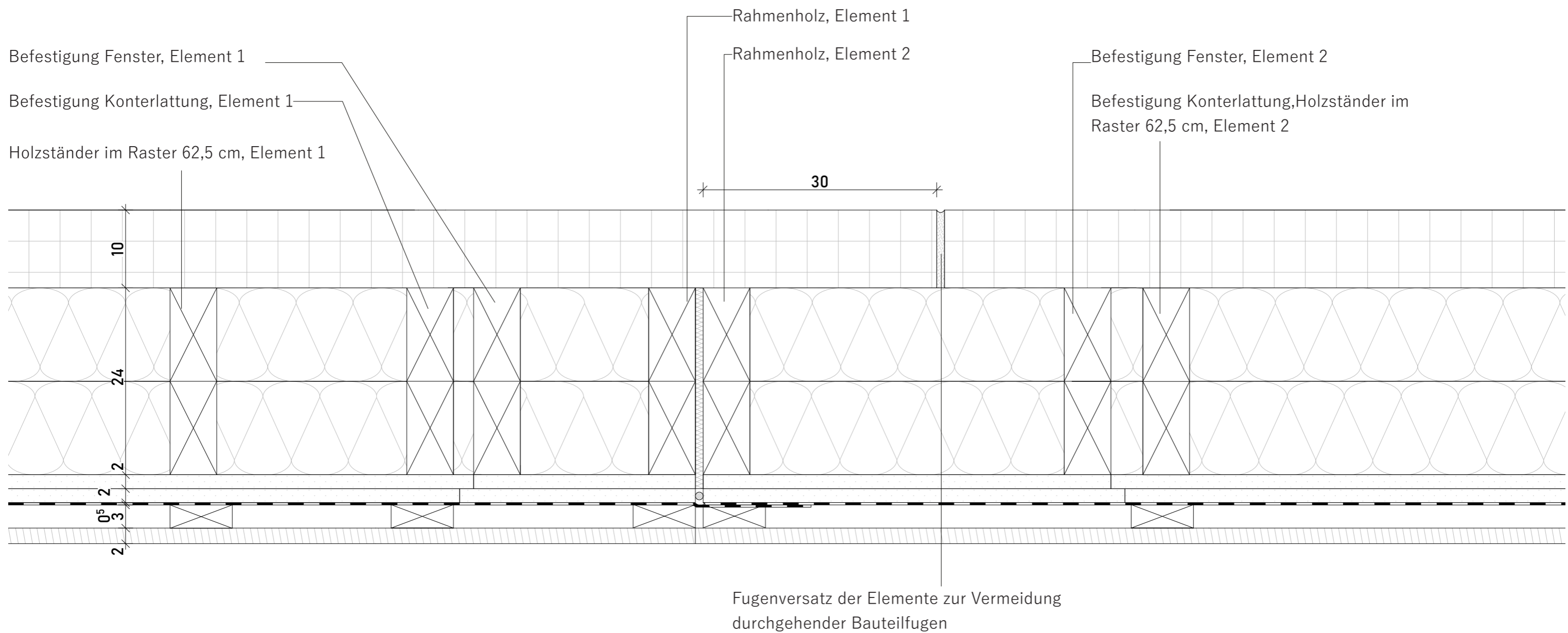
Wandaufbau Hybrides Fertigteil

- Innenbekleidung aus RC- Beton 100 mm
- Holzständerkonstruktion 240 mm
- Mineralfüllwolle 240 mm
- 2x GKF Platte 36 mm
- Unterkonstruktion 30 mm
- Vorgehängte Holzfassade









Fenstergriff
Blendrahmen
Fensterflügel

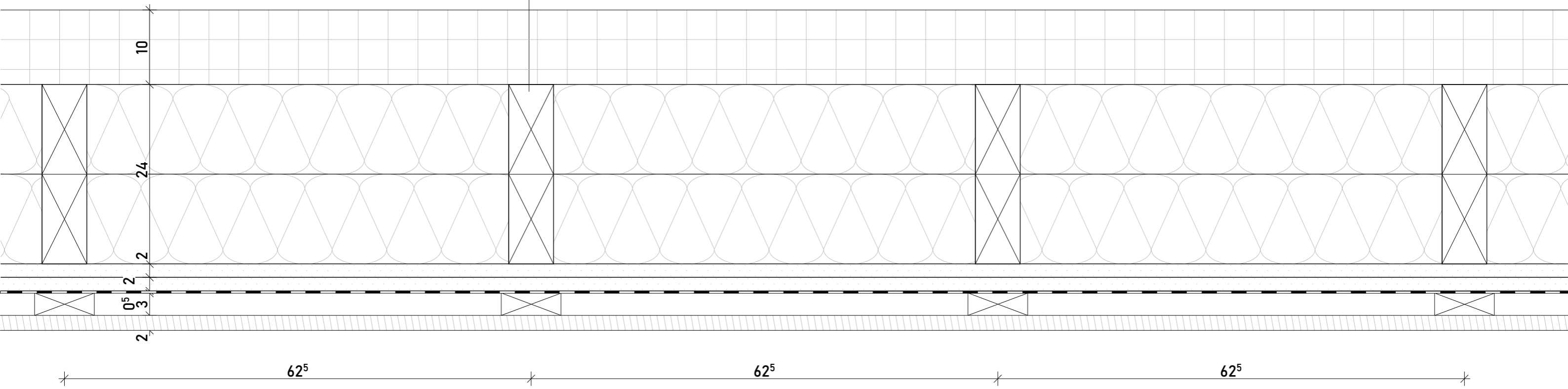
Fensterbank außen
Fensterbank innen
Stulp, möglicher Anschluss von Innenwänden, um diese flexibel im Raster zu ändern

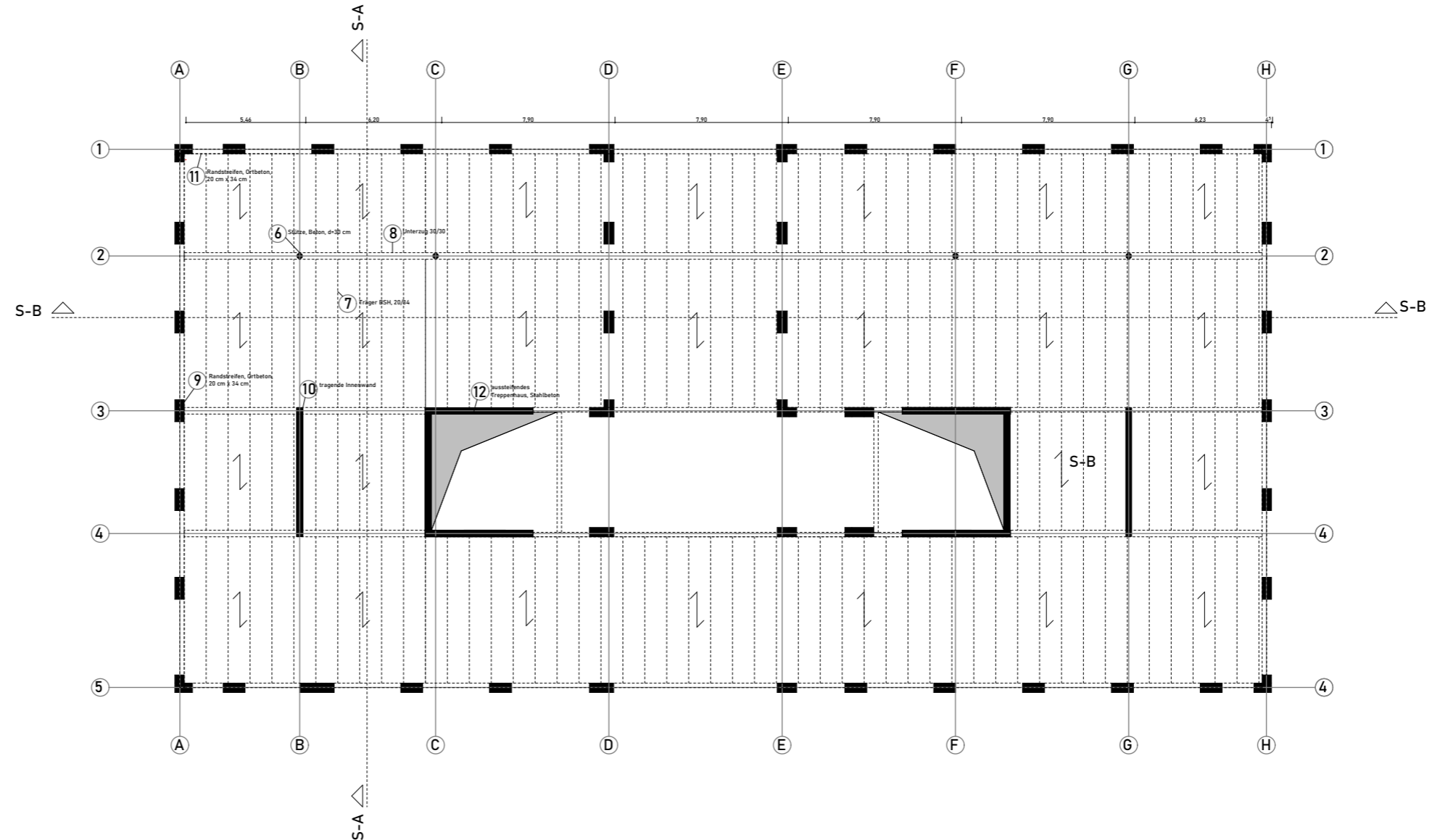
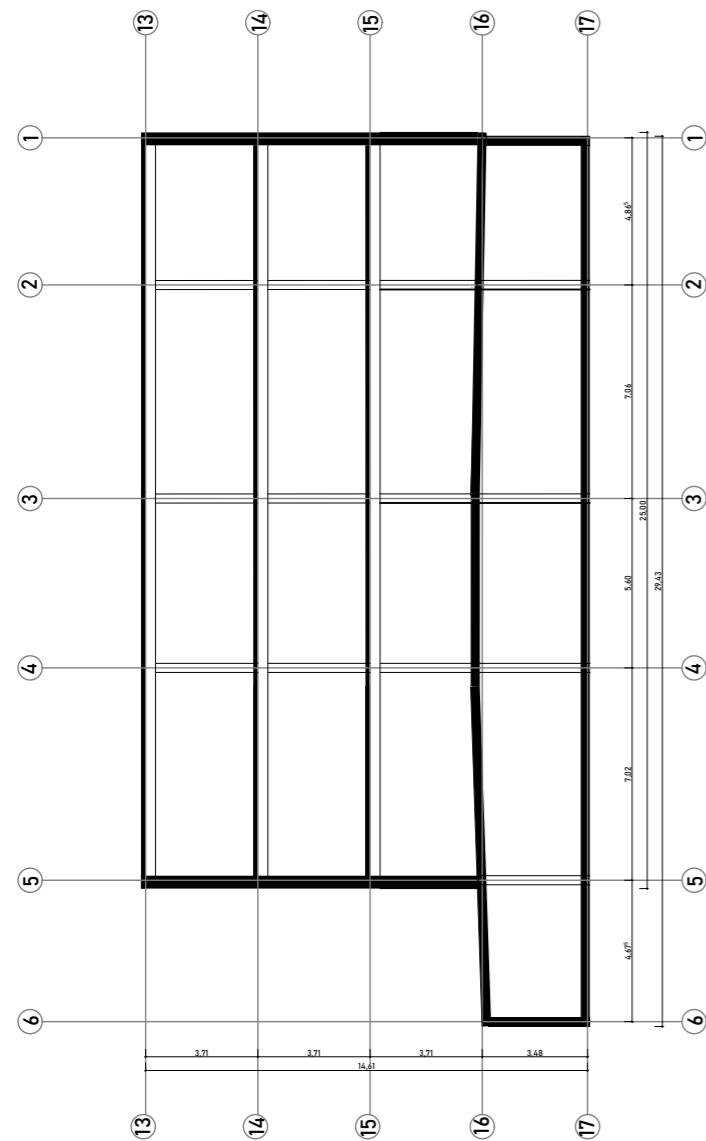
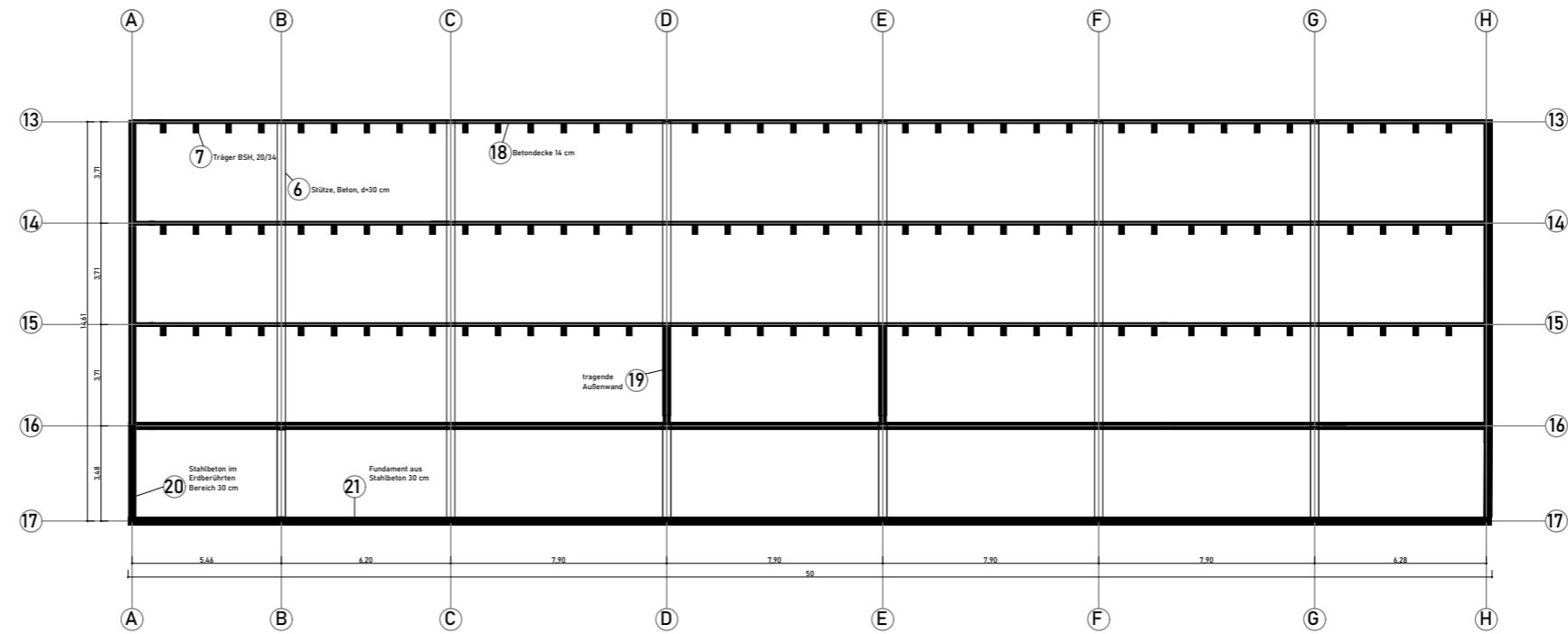
10

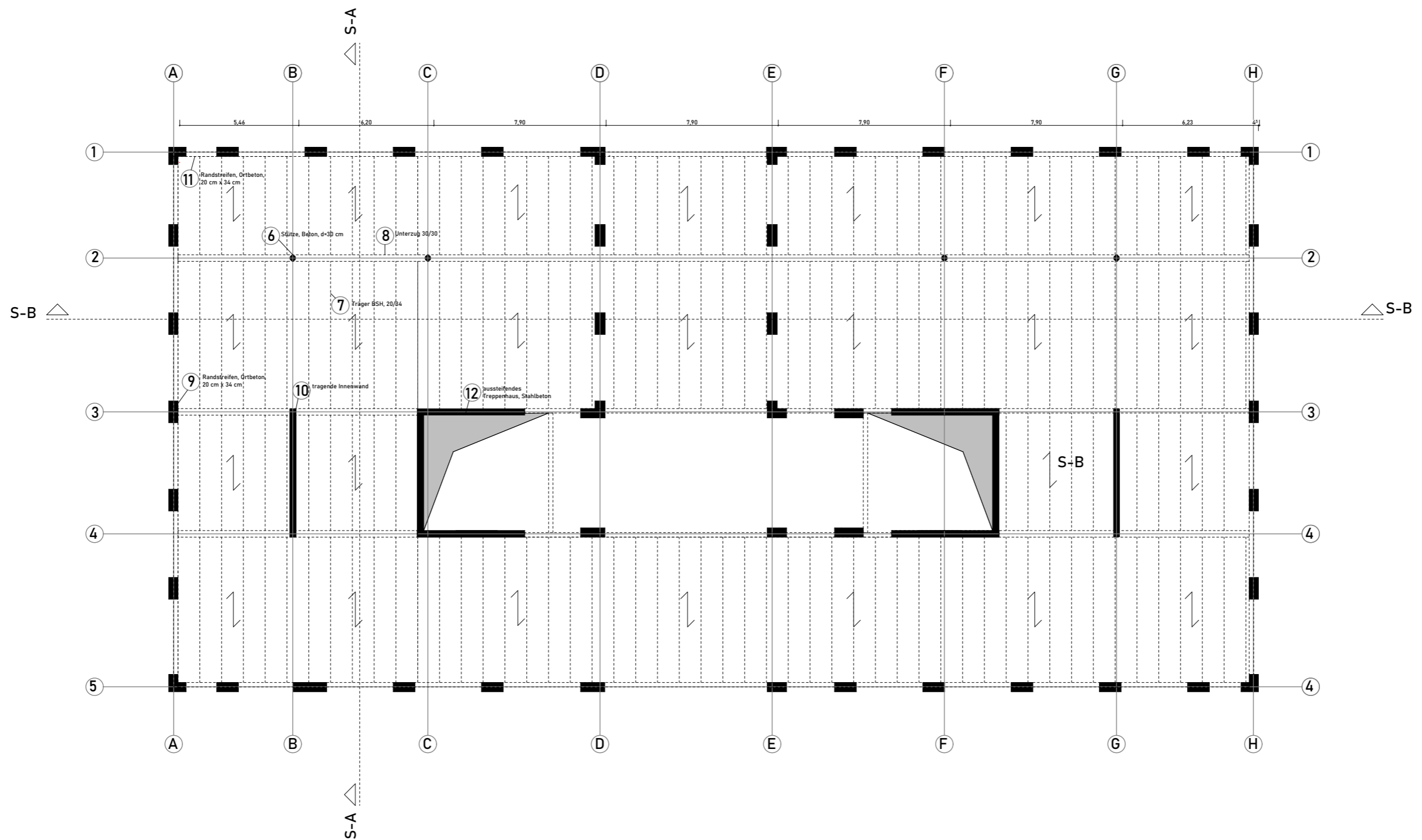
85

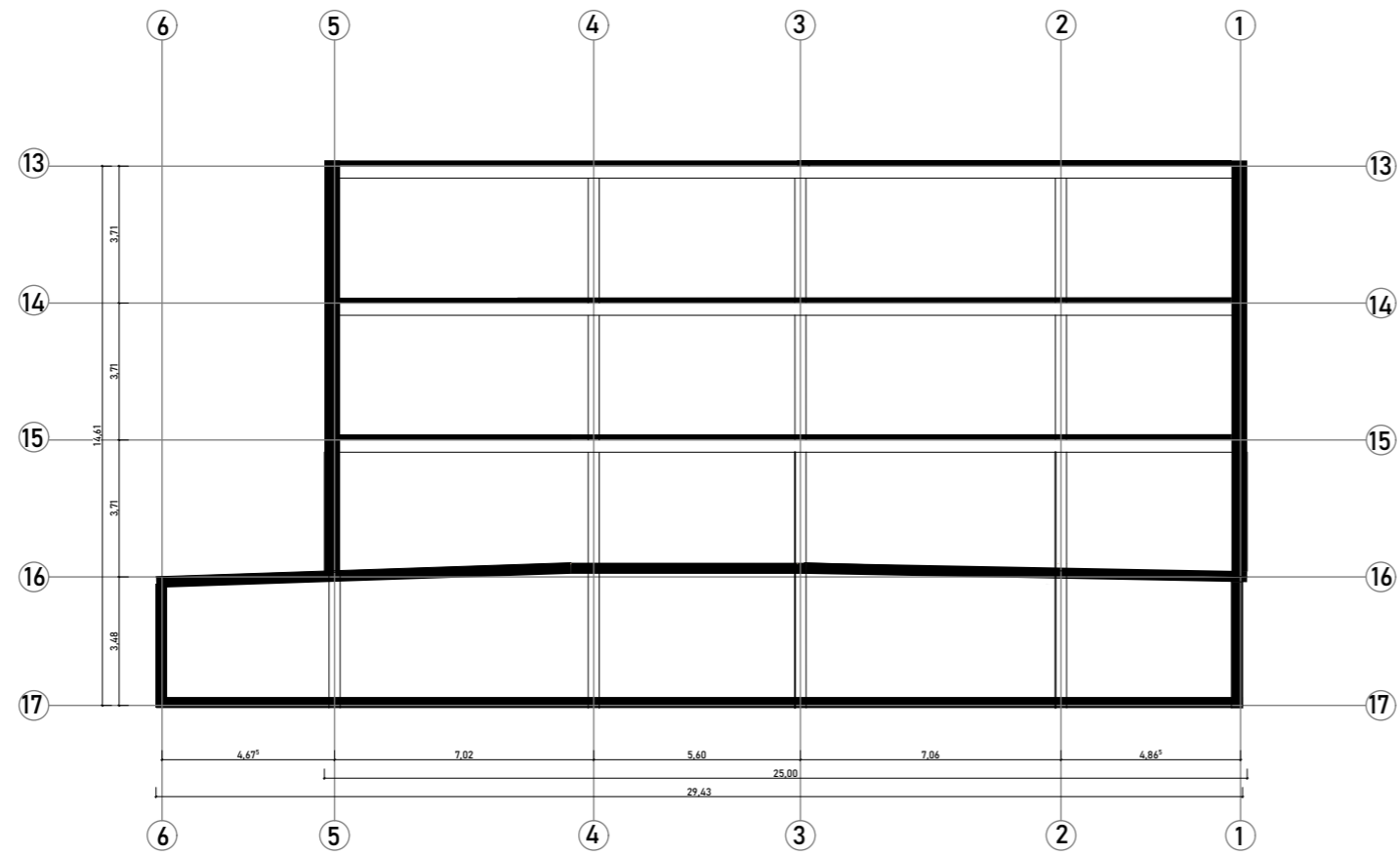
275

Holzständer im Raster von 62,5 cm,
bester bauphysikalischer Fall, da
weniger Berührungspunkte mit Außen
vorkommen

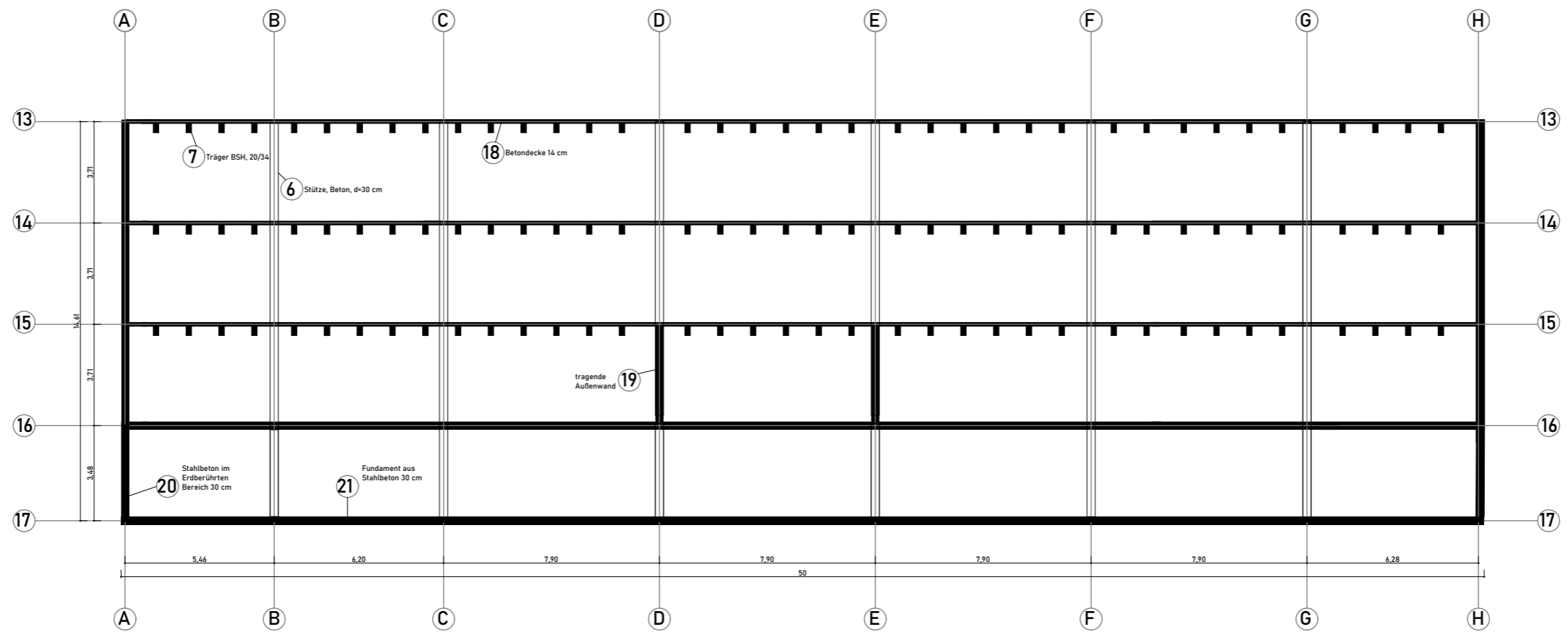




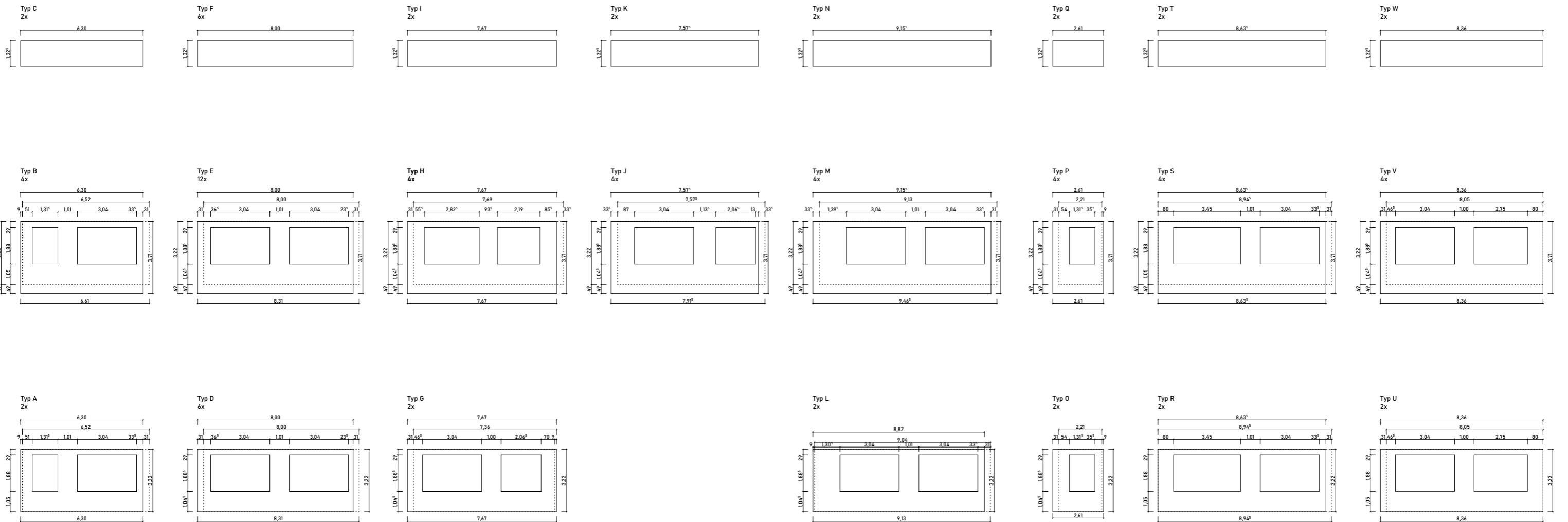
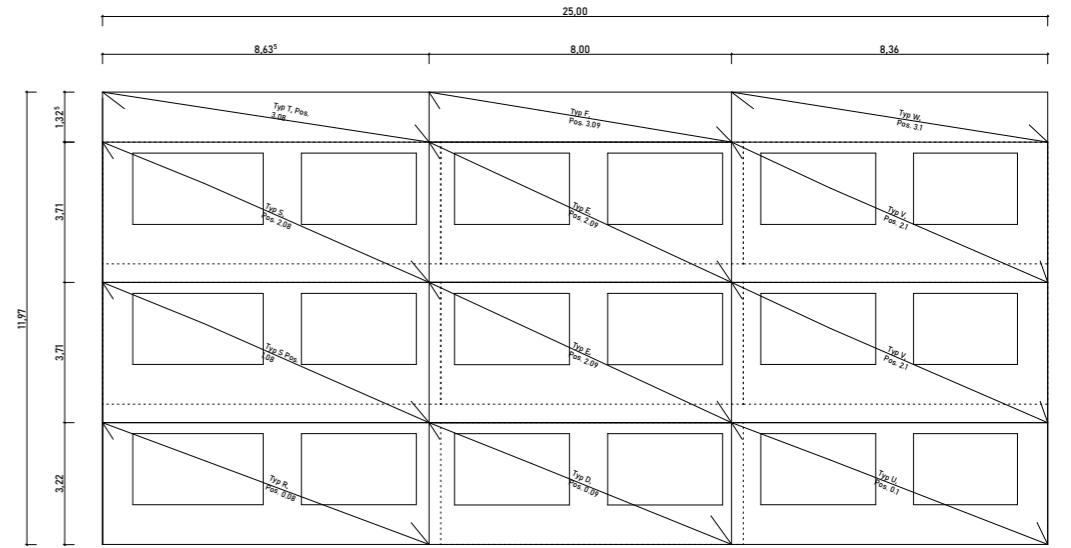
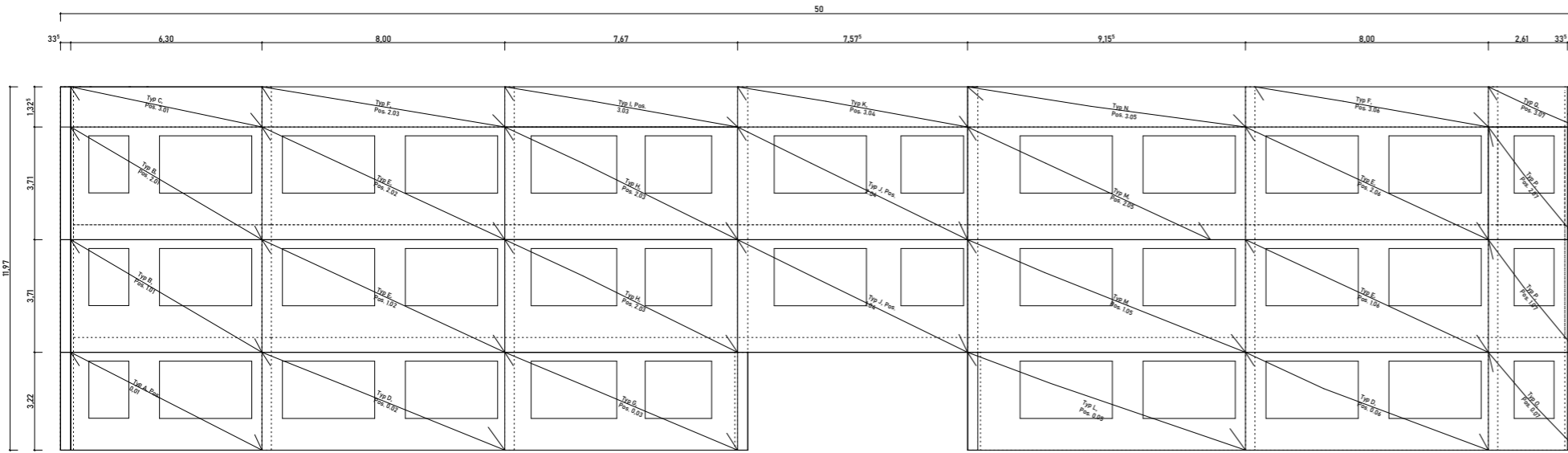




Schnitt S-A

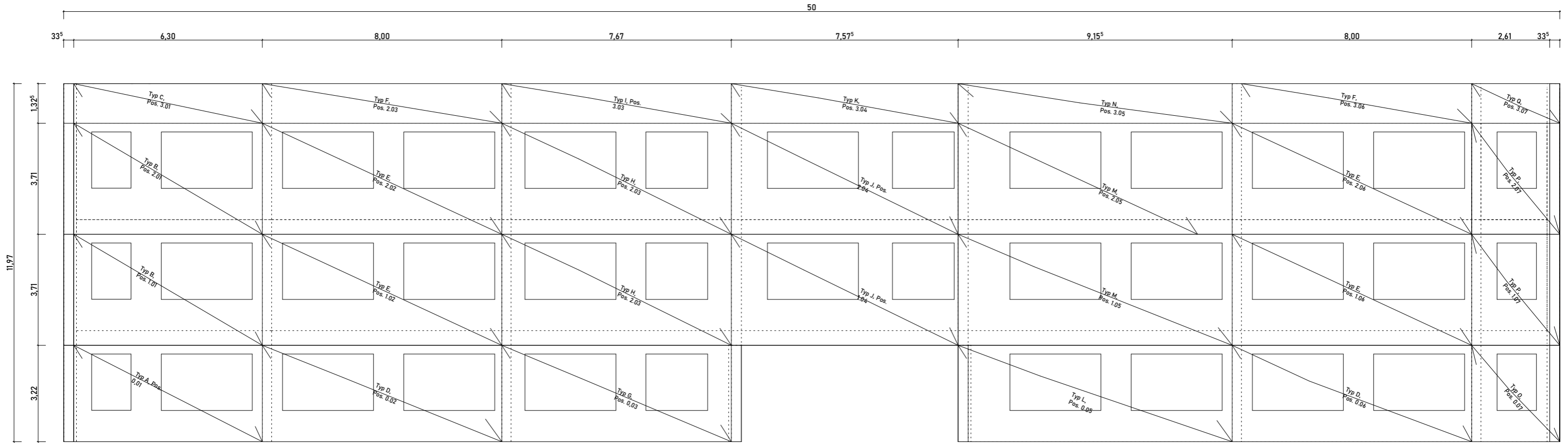


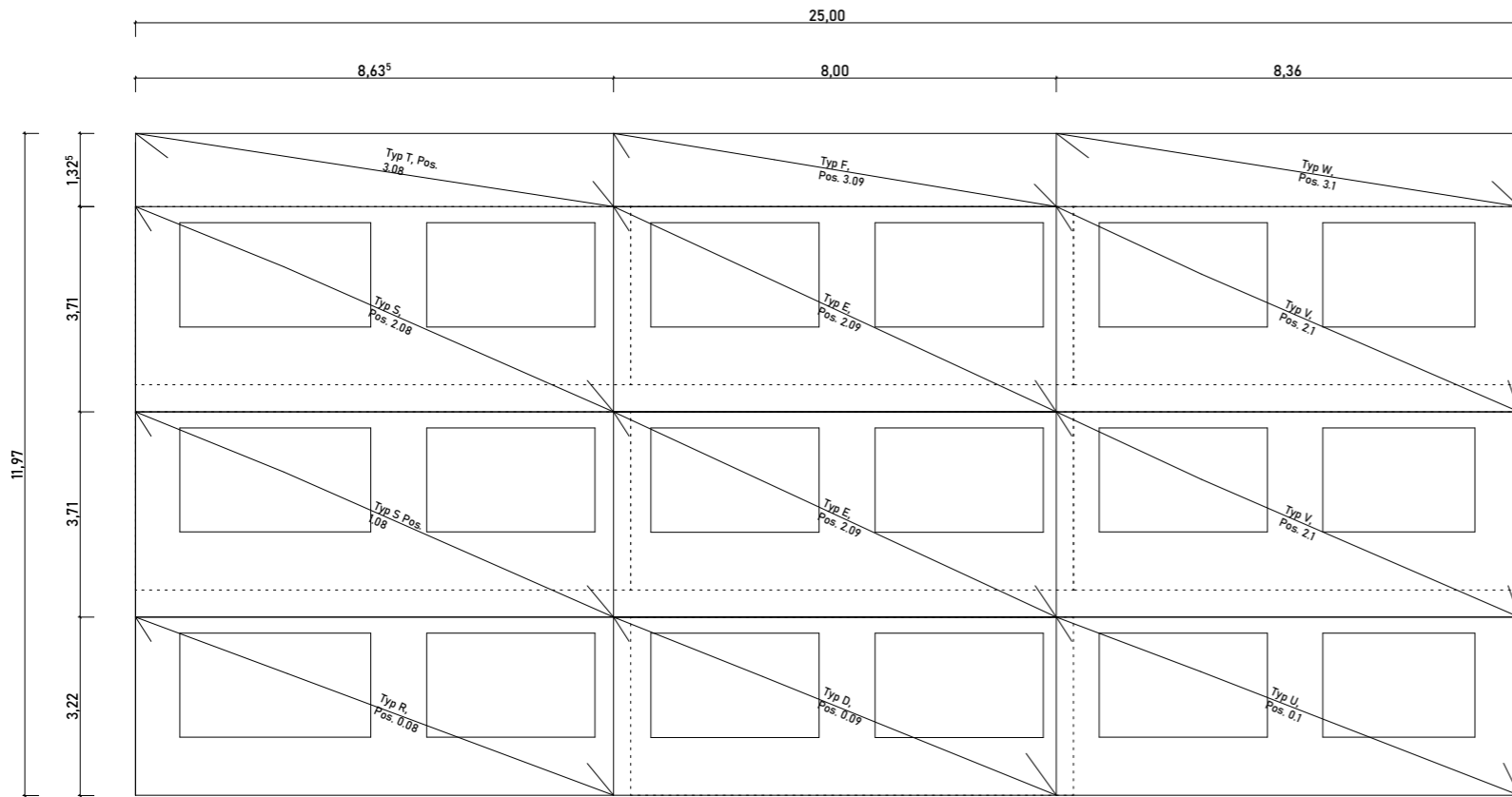
Schnitt S-B

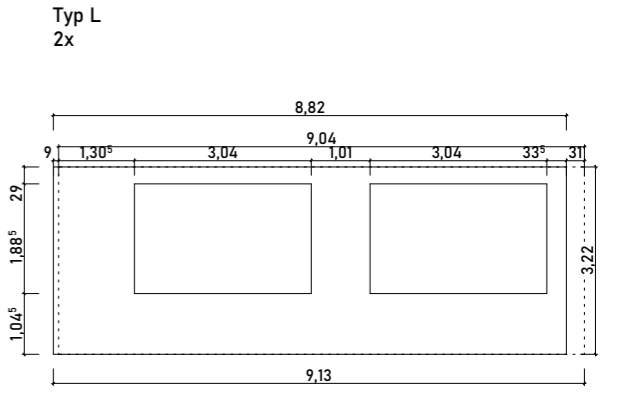
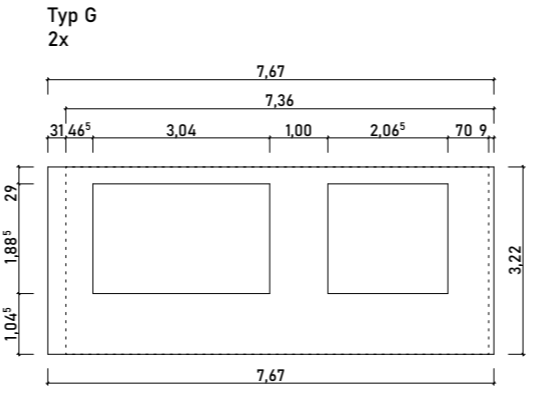
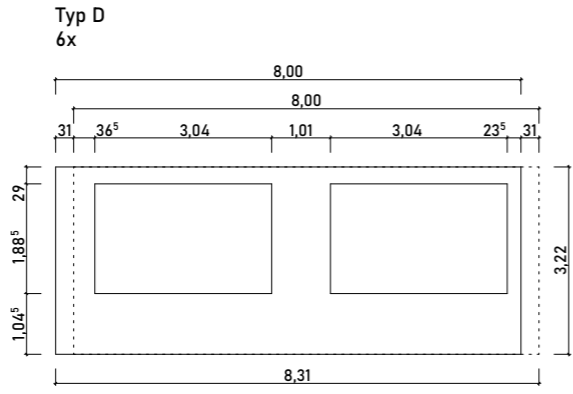
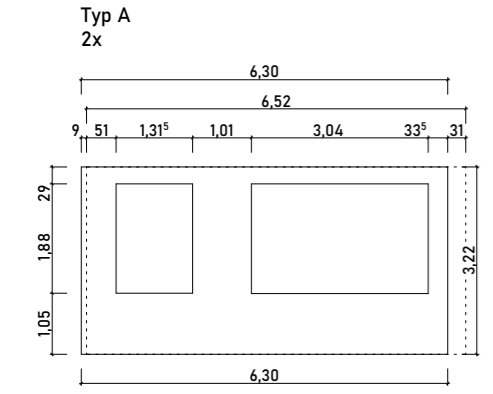
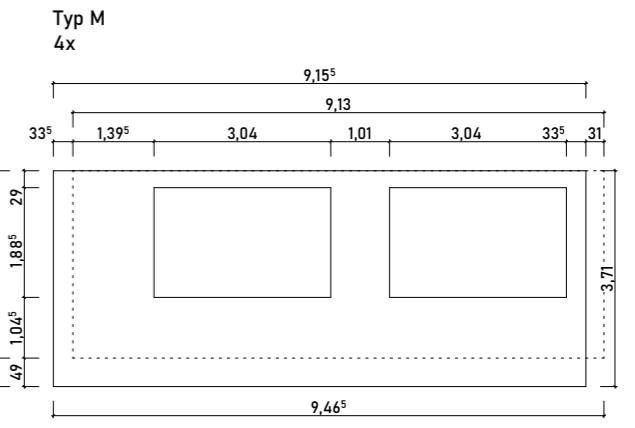
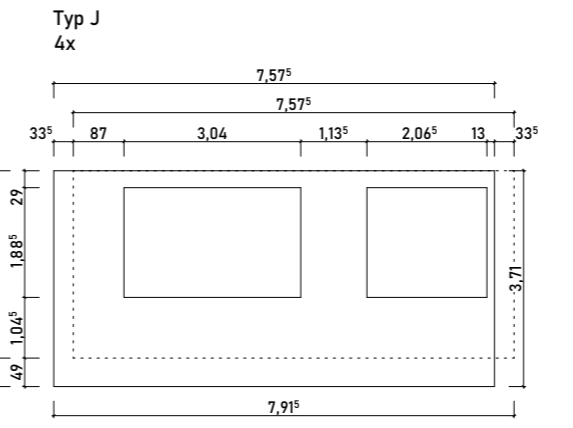
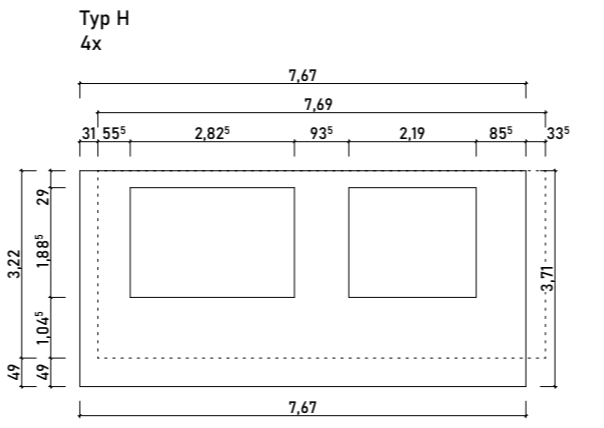
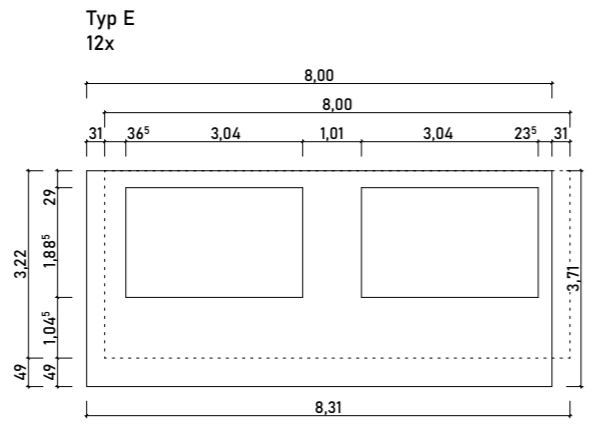
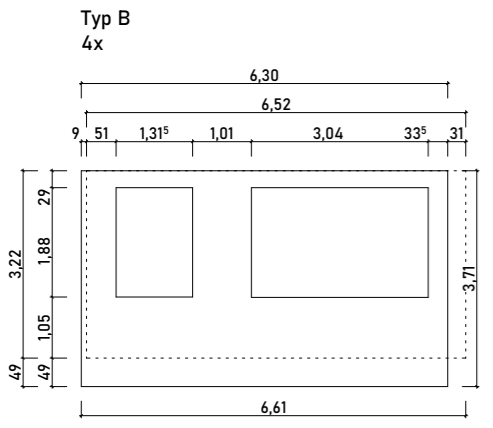
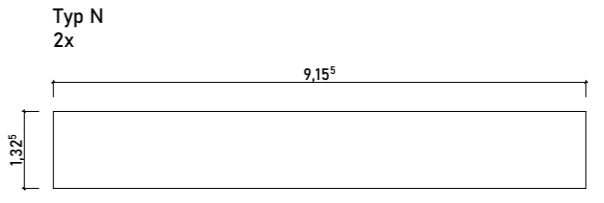
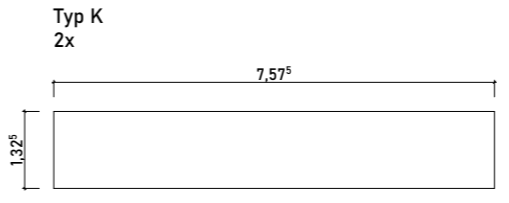
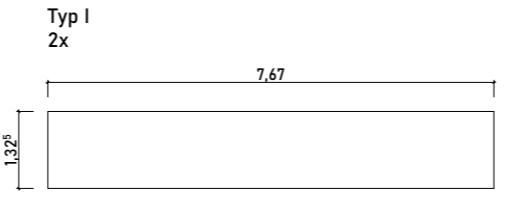
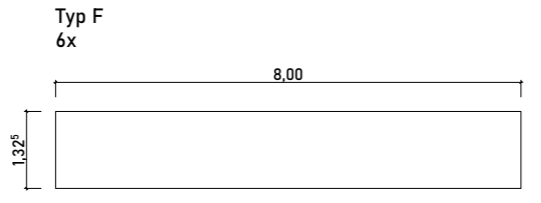
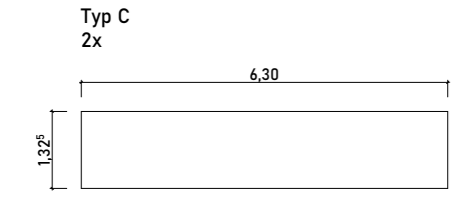


Gesamtzahl der Elemente der Fassade : 78 Elemente

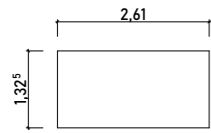
Gesamtzahl der einzelnen Typen der Fassade: 23



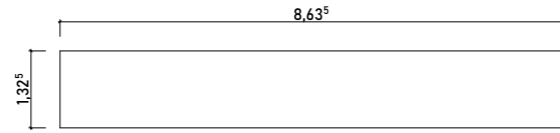




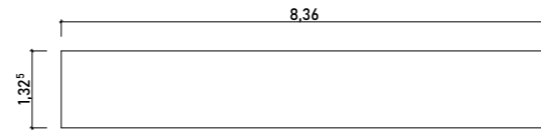
Typ Q
2x



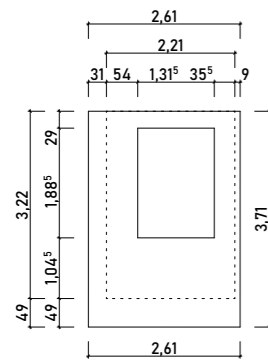
Typ T
2x



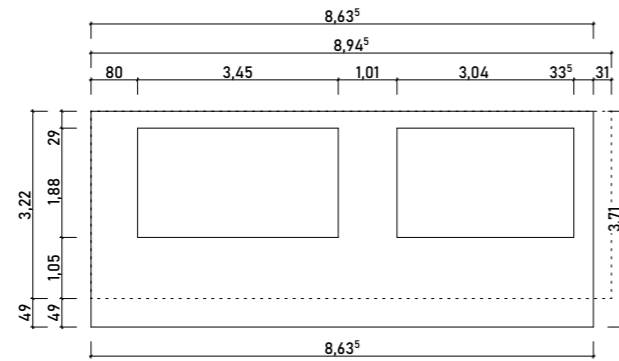
Typ W
2x



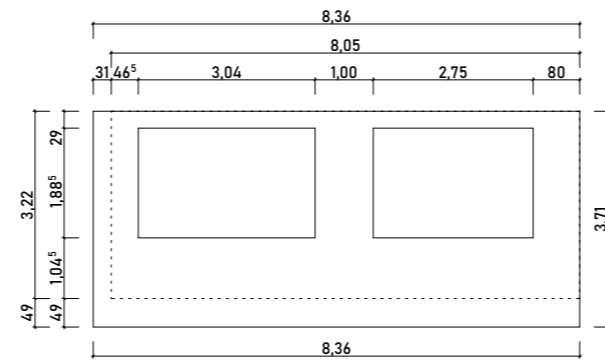
Typ P
4x



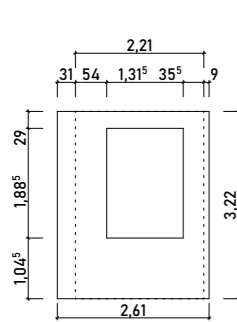
Typ S
4x



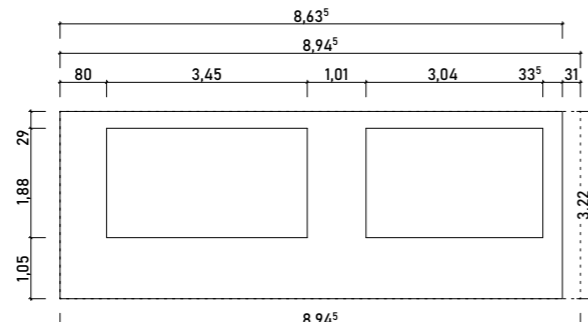
Typ V
4x



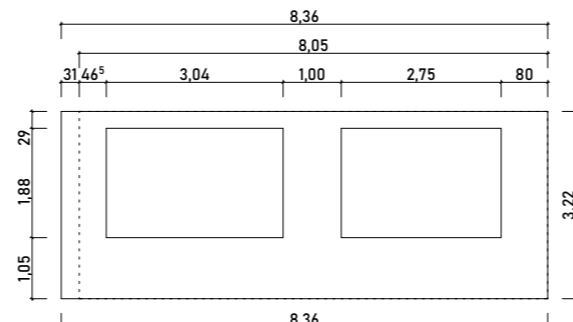
Typ O
2x



Typ R
2x

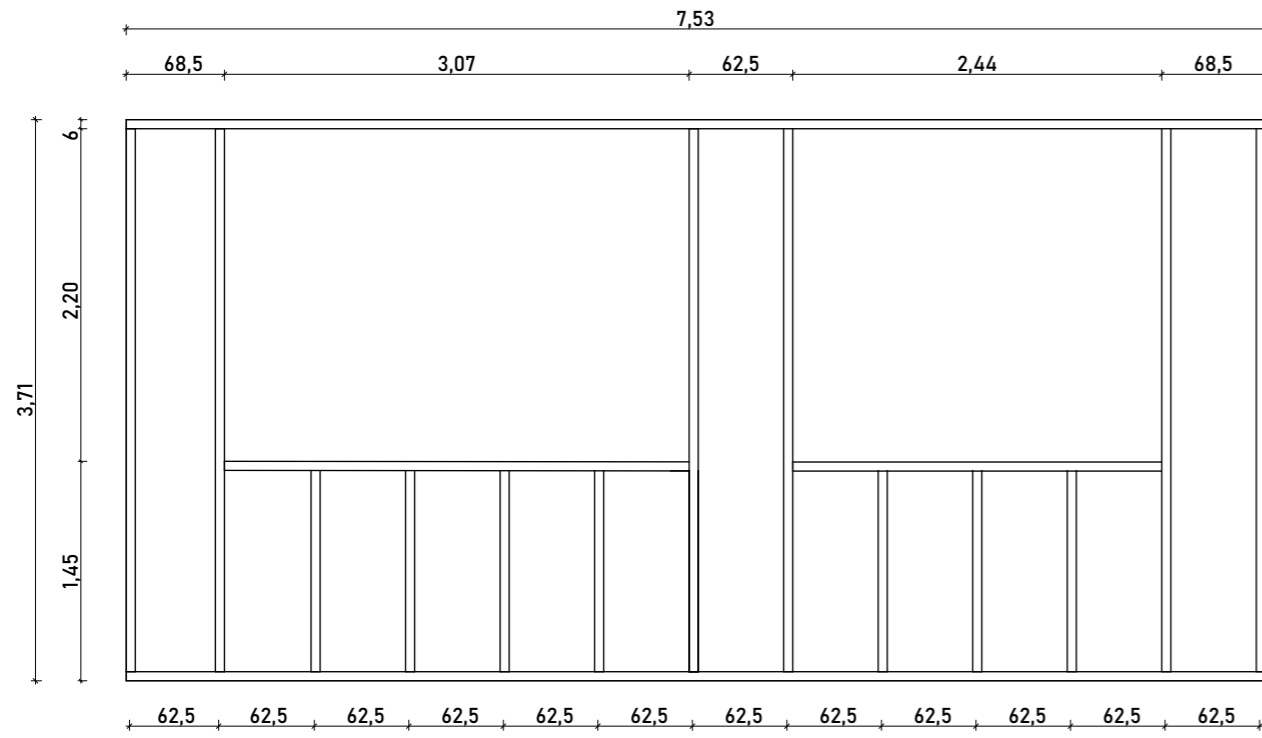


Typ U
2x

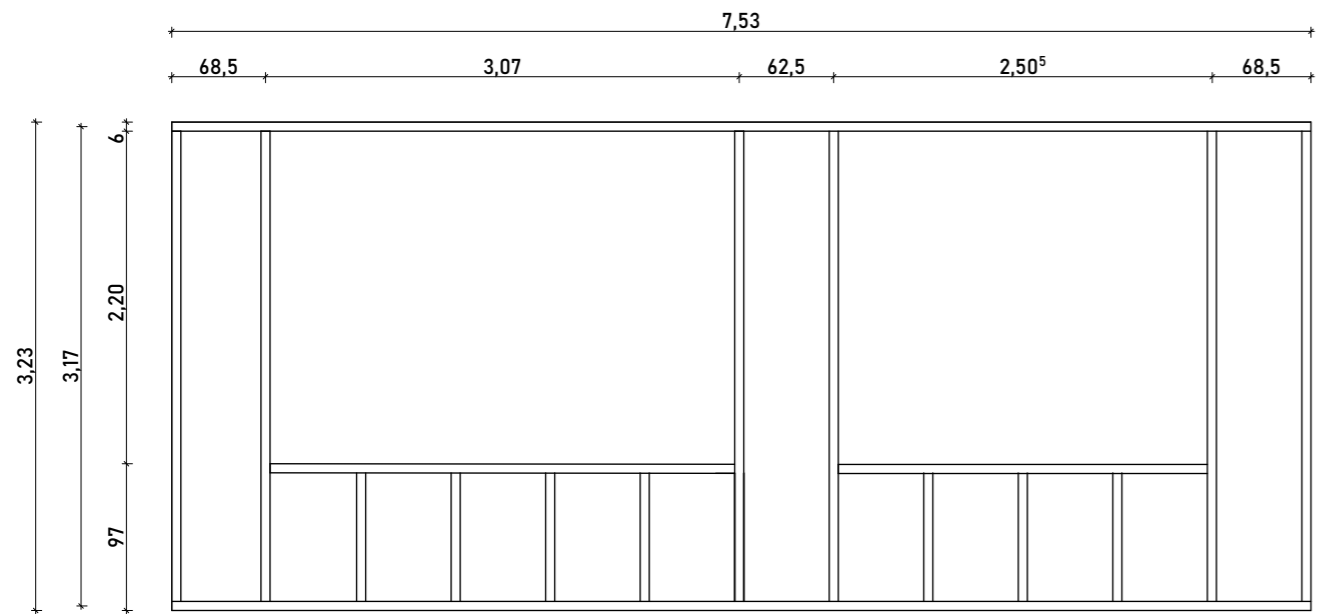
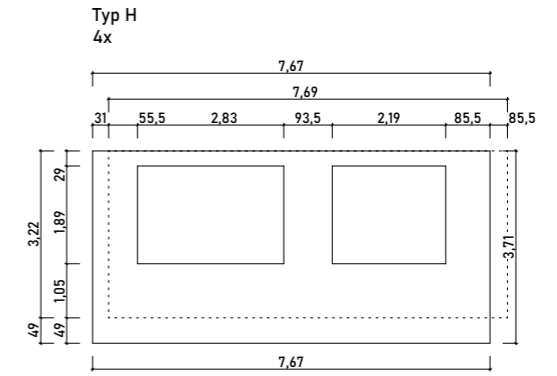


Gesamtzahl der Elemente der Fassade : 78 Elemente

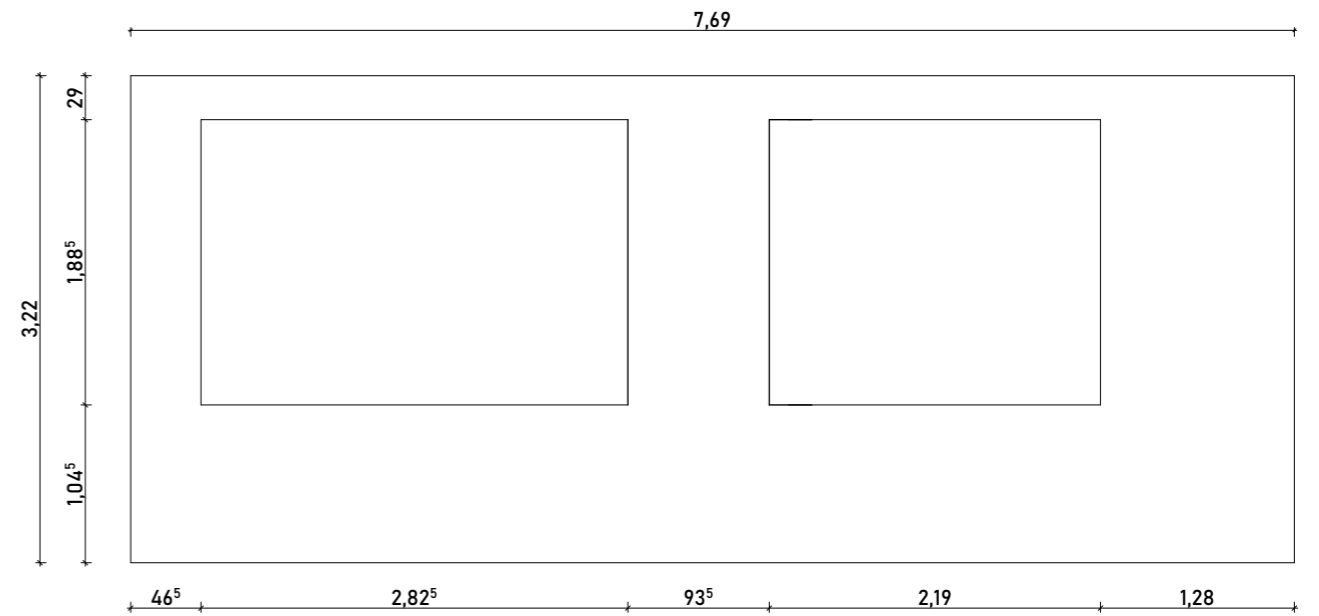
Gesamtzahl der einzelnen Typen der Fassade: 23



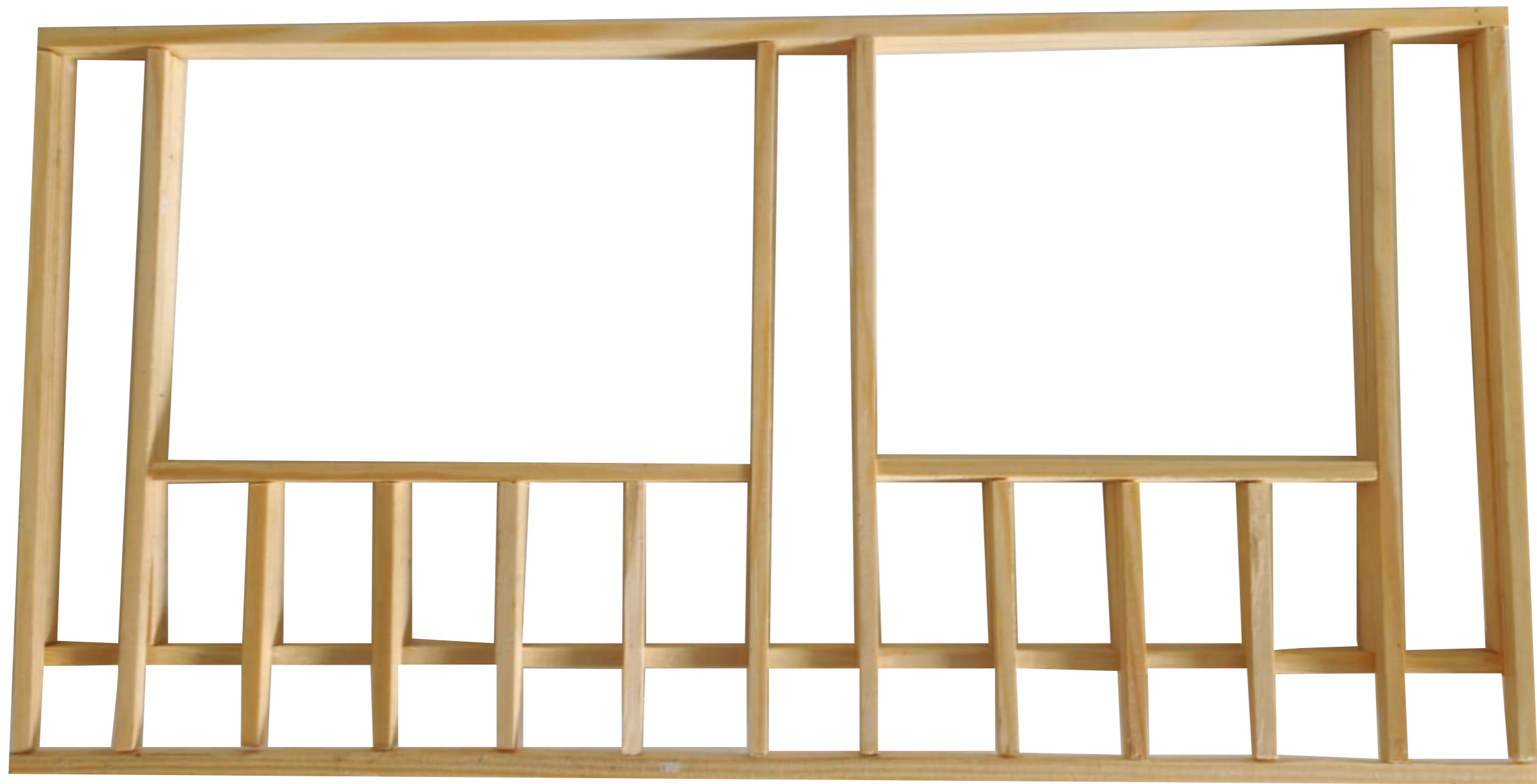
Holzrahmen zwischen den Geschossen Typ H

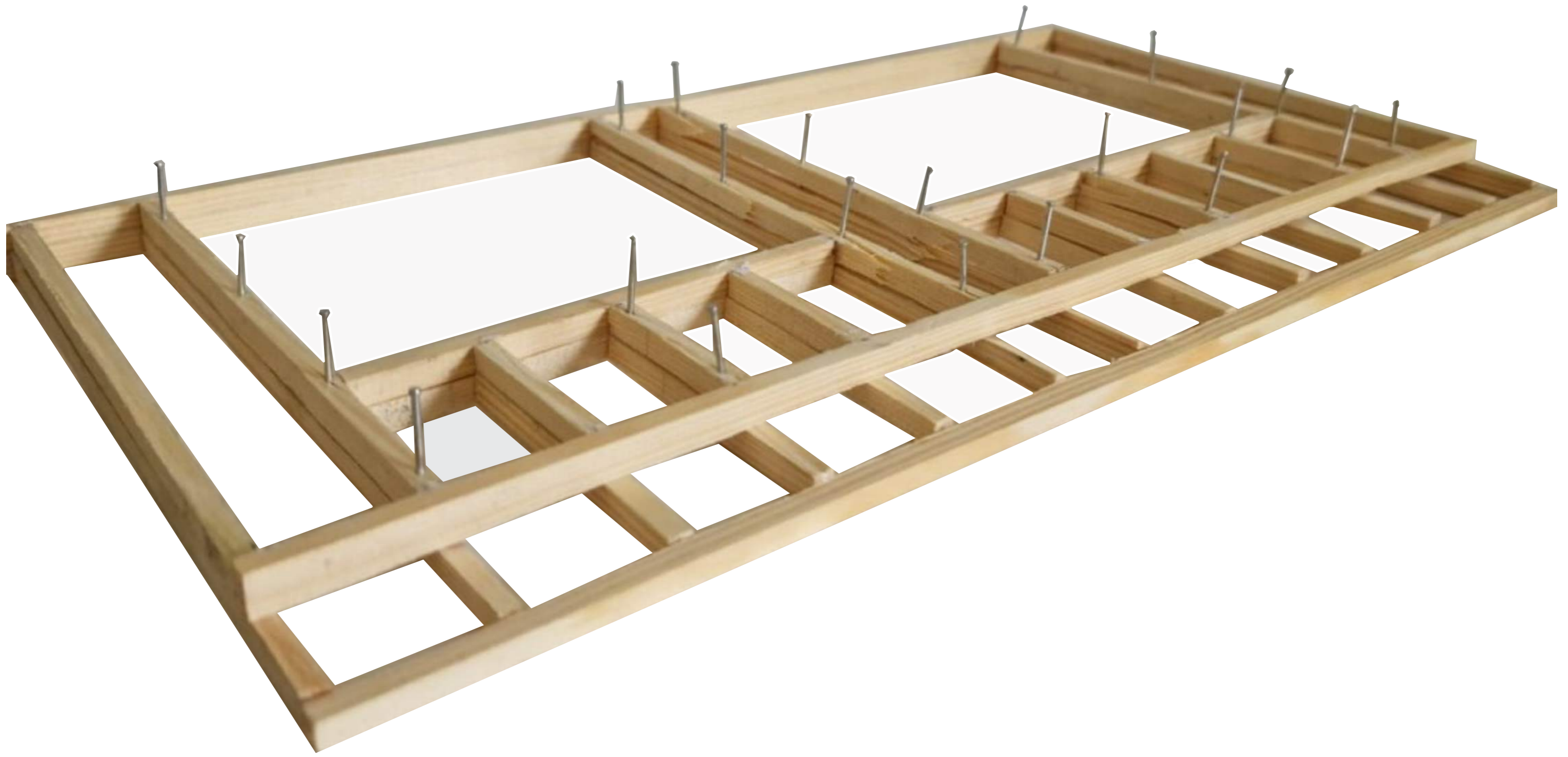


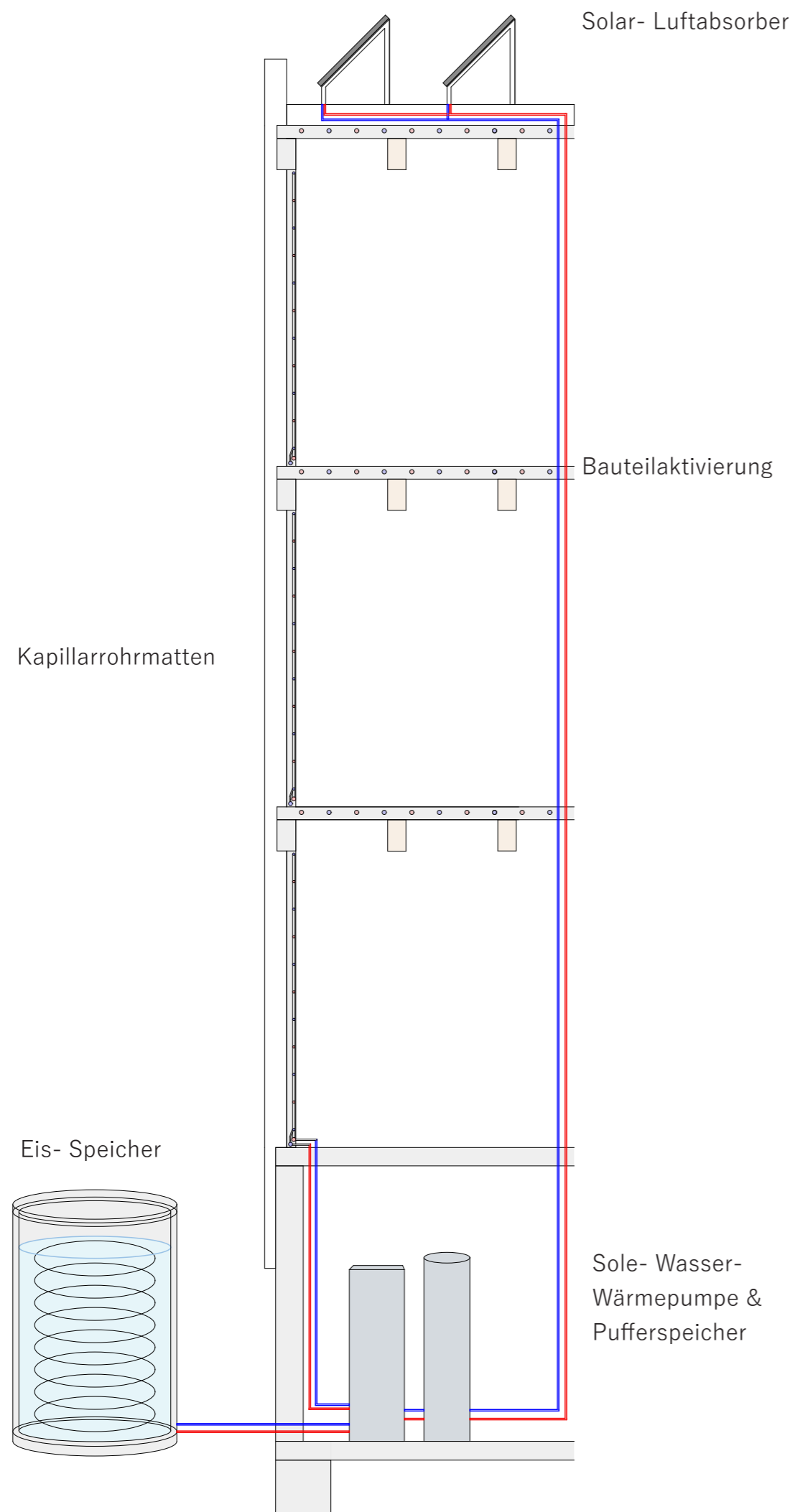
Holzrahmen vorgesetzt Typ H



Betonscheibe Typ H







Energiekonzept

Solar Luftabsorber

Solar- Luftabsorber gewinnen Wärmeenergie aus Luft und Sonne. Es dient als Quelle der Sole-Wasser- Wärmepumpe und führt dem Eisspeicher Energie zu.

Sole- Wasser- Wärmepumpe

Sie zieht die thermische Energie aus dem Eisspeicher, wandelt sie in Nutzungsenergie um und kühlt / heizt. Durch ein intelligentes Energiequellenmanagement nutzt sie die saisonal schwankende Leistungsfähigkeit der einzelnen Energiequellen aus.

Eis- Energiespeicher

Ein Eisspeicher kann sowohl zum Heizen als auch zum Kühlen eingesetzt werden . Ein Wärmetauscher führt dem Speicher Energie aus den Solar- Luft- Absorbern zu. Beim Heizen zieht die Wärmepumpe Energie durch die im Wasser des Eisspeicher liegenden Polythylen Rohre. Das Wasser kühlt ab und gefriert. Beim Aggregatswechsel wird latente Wärme freigesetzt. Die entstehende Wärme entspricht so viel wie das Erhitzen von Wasser von 0 auf 80 Grad. Beim Kühlen im Sommer wird die über den Winter entstandene niedrige Eis-Temperatur im Behälter genutzt und dem kühlenden Kreislauf zugefügt. Durch das Schmelzen des Eises wird wieder Wärmeenergie gespeichert.

Pufferspeicher

Der Pufferspeicher speichert überschüssige Wärme, um diese bei Bedarf an das Heizsystem abzugeben. So wird die Wärmeerzeugung vom Wärmeverbrauch entkoppelt.

Bauteilaktivierung

Die Bauteiltemperierung ist mit der Sole- Wasser- Wärmepumpe verbunden und sorgt für eine gleichmäßige Grundtemperierung im Gebäude.

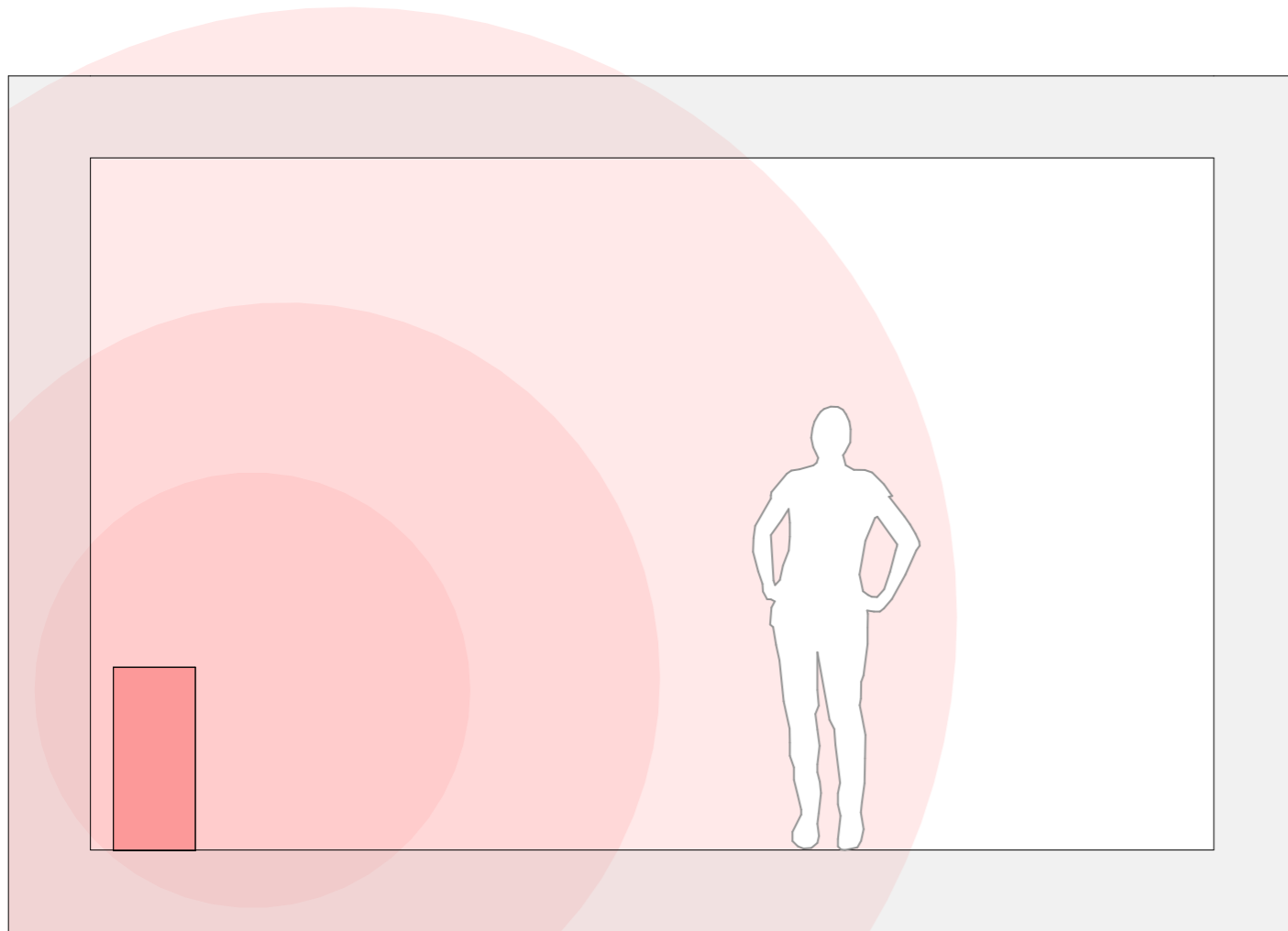
Kapillarrohrmatten

Die Kapillarrohrmatten sind ebenso mit der Solewasserwärmepumpe verbunden und sorgen für eine individuelle Temperierung ohne lange Vorlaufzeiten.



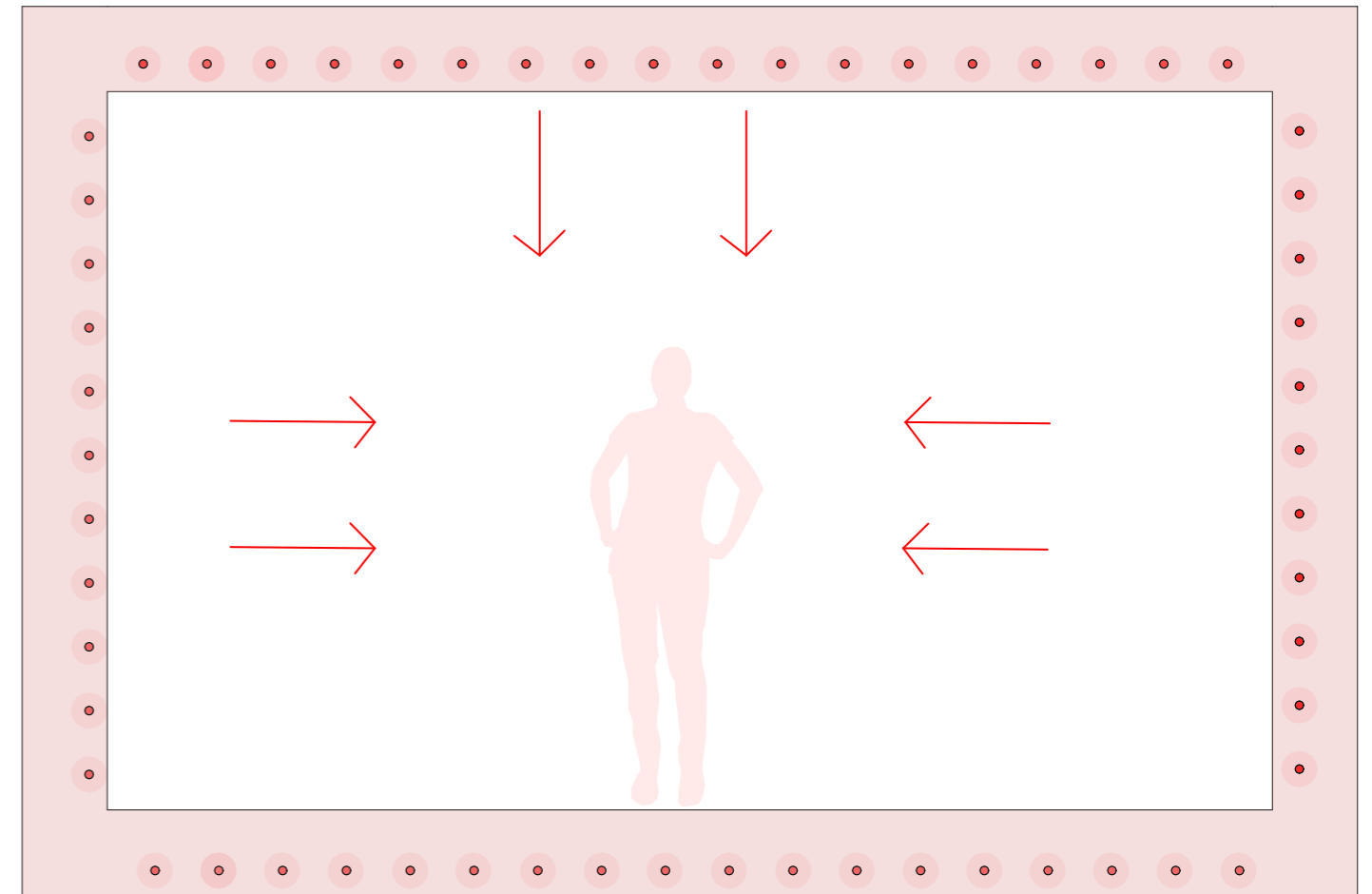
Bauteilaktivierung

In Beton einbetonierte Rohre, durch die Wasser geführt wird um zu Heizen oder zu kühlen. Sie aktivieren die Speichermasse des Betons.



Konvektion an Hand von einem Heizkörper

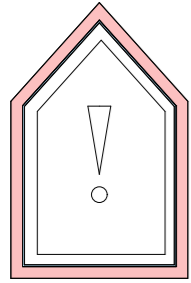
- Der Heizkörper erwärmt die Luft, die Luft steigt nach oben, kühlt ab und fällt wieder nach unten. Hier wird sie wieder erwärmt.
- Die schnelle Reaktionszeit ermöglicht eine individuelle Regelbarkeit
- Es wird mehr Energie benötigt, da weniger Heiz-Fläche zur Verfügung steht.



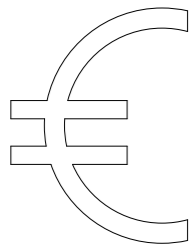
Wärmestrahlung an Hand von Bauteilaktivierung

- Wenn sich die Speichermasse des Betons erwärmt, gibt er die entstehende Energie an den Raum ab. Dadurch entsteht Wärmestrahlung.
- Wärmestrahlung erwärmt die Gegenstände/ Menschen, die sich in einem Raum befinden.
- Das sorgt für gleichmäßige Temperaturen.
- Macht aber auch eine individuelle, aktive Regelung nicht möglich.

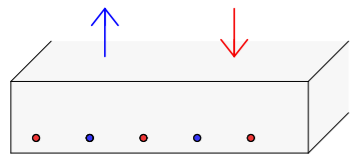
Nachteile einer thermischen Bauteilaktivierung



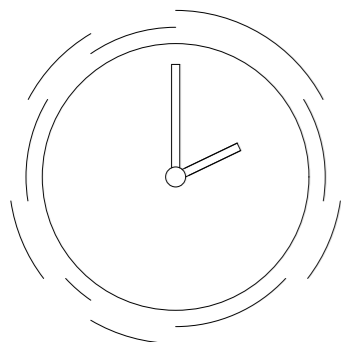
- Es gibt höhere thermische Anforderungen an das Gebäude (Luftdichtigkeit und thermische Hülle)
- Ein zusätzliches Heizsystem ist notwendig um in die Grundtemperatur erhöhen zu können.



- Die Installationskosten sind höher als bei anderen Systemen.

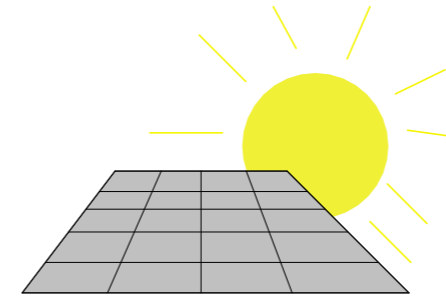


- Die Verwendung von Beton ist notwendig.
- Es gibt eine systembedingte Heiz und Kühlleistung. Daher ist auch keine genaue Temperierung möglich.

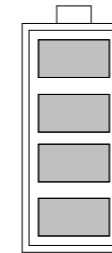


- Dieses Heiz- und Kühlsystem ist sehr träge, da es dauert bis sich die Masse des Betons mit der Energie aufgeladen hat, um diese wieder abzugeben.

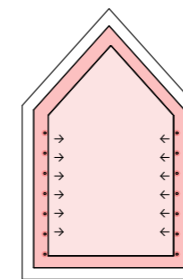
Vorteile einer thermischen Bauteilaktivierung



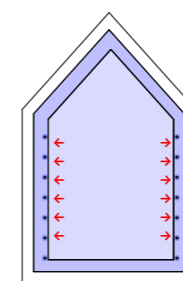
- Niedrige Vorlauftemperaturen begünstigen den Einsatz regenerativer Energien.
- So werden auf die Dauer Kosten gespart und der CO2 Fußabdruck reduziert.



- Der Beton wird als Speicher genutzt, so kann Energie aufgenommen und zeitversetzt wieder abgegeben werden. Die Selbstregulierung des Betons ermöglicht eine durchgehende Temperierung des Gebäudes.



- Durch die gleichmäßige Wärmestrahlung wird eine hohe thermische Behaglichkeit erschaffen.
- Durch die Wärmestrahlung wird, im Gegensatz zu anderen konventionellen Heizsystemen, kein Staub aufgewirbelt.



- Eine aktive, sowie passive Kühlung ist durch z.B. das Grundwasser möglich.

Zweiteilige Bauteilaktivierung

Wie funktioniert das ?

Das Konzept besteht aus zwei getrennten Systemen :

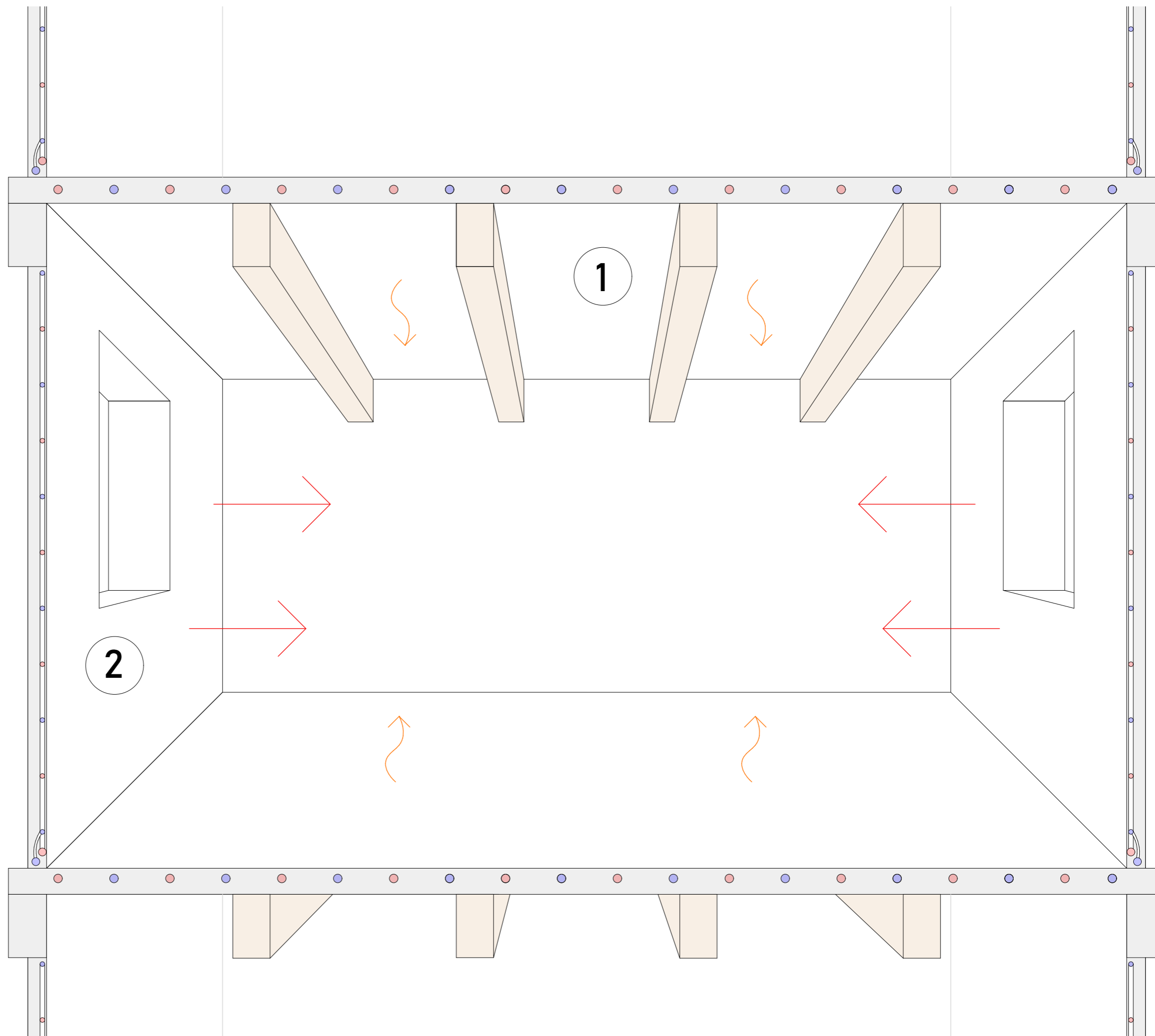
1. Thermische Bauteilaktivierung,

einem trägen passiven Heiz- und Kühlsystem in der Decke

2. Kapillarrohrmatten,

einem regelbaren aktiven Heiz- und Kühlsystem in den Wänden.

Die Bauteilaktivierung benötigt durch die große Fläche und Speichermasse nur geringe Vorlauftemperaturen. Der Beton als Pufferspeicher schafft eine konstante Grundtemperierung des Gebäudes. Jedoch ist dieses System durch das zeitversetzte Abgeben der Energie sehr träge. Die Kapillarrohrmatten reduzieren die Trägheit des passiven Systems und optimiert durch die individuelle Regelbarkeit ein behagliches Raumklima.



Warum Hybrid bauen ?

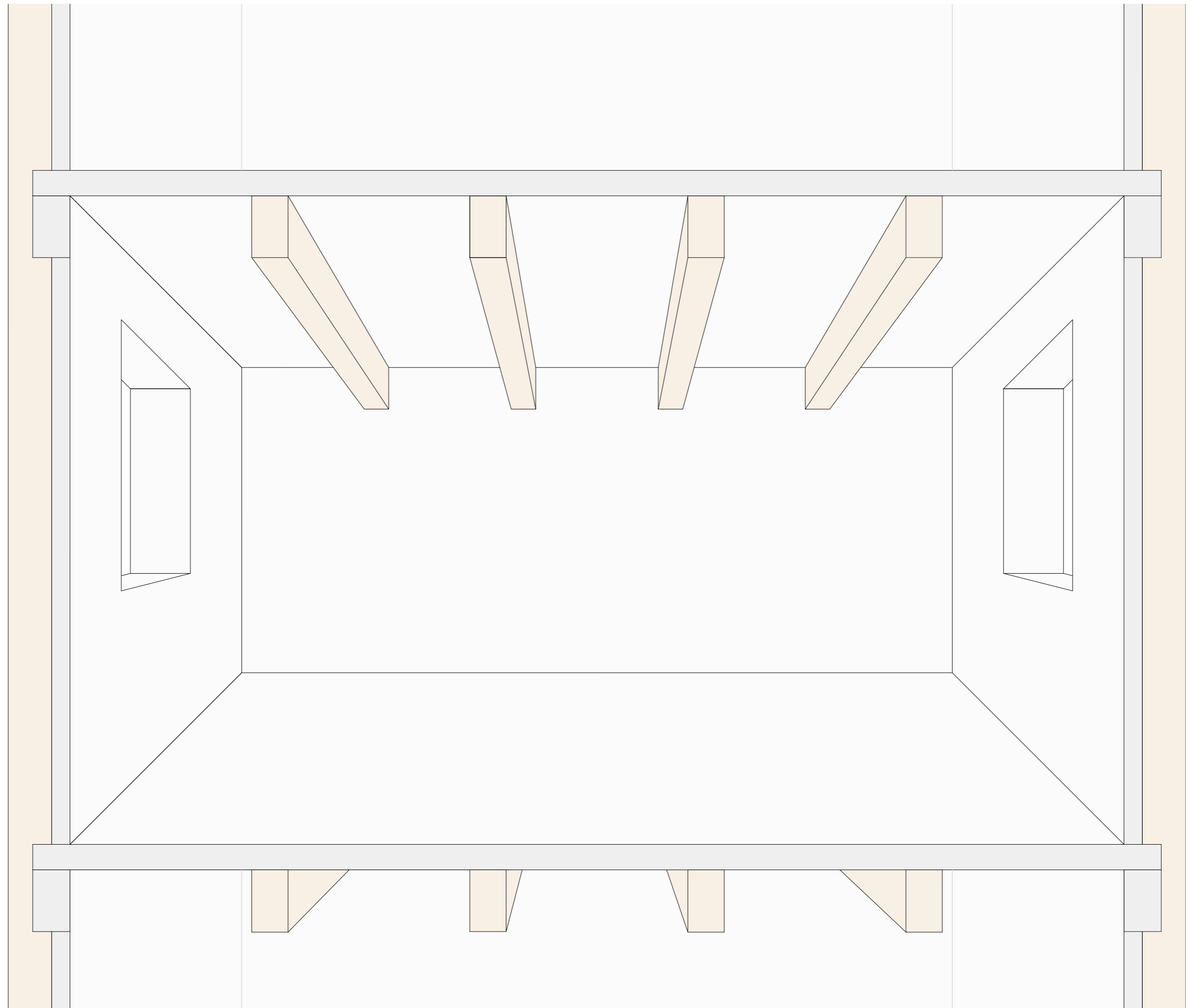
Die Baubranche verbraucht 50 % der verfügbaren Ressourcen und 30 % aller CO2 Emissionen. Daher muss hier etwas passieren. Der Holz- Hybrid Bau vereinigt die positiven Eigenschaften beider Materialien. Um nachhaltig (Holz) und kosteneffizient (Beton) zu bauen, wird der Holz- Hybridbau eingesetzt. Das Gewicht des Bauteils wird durch das Teilen der Traglast reduziert, Emissionen werden gesenkt und der hohe Vorfertigungsgrad ermöglicht kurze Bauzeiten.

Holz- Beton Hybriddecke

In der hier verwendeten Decke nimmt der Beton die Druck- und die Holzträger die Zugkräfte auf. Die Trägereigenschaft des Betons wird zur Bauteilaktivierung genutzt.

Holz-Beton-Hybridwand

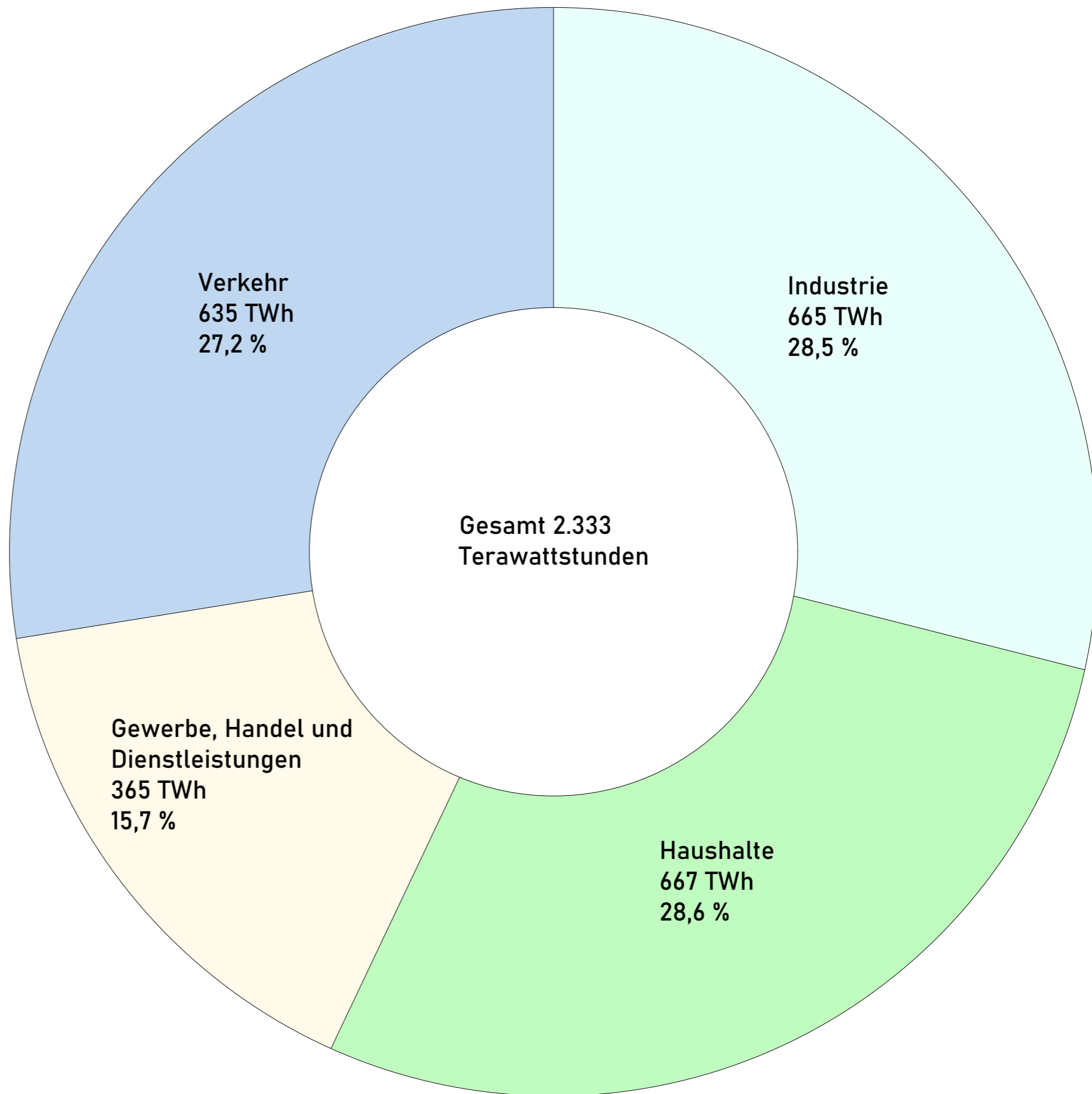
Die tragende Eigenschaft beider Baustoffe wird genutzt. Auch hier wird der Beton als Pufferspeicher genutzt. Kapillarrohrmatten regeln den aktiven zusätzlichen Wärmebedarf. Dazu dient die innere Betonwand dem Brandschutz und der dampfbremsenden Ebene.



Fazit

Bauteiltemperierung :

Der große Vorteil sind die geringen benötigten Vorlauftemperaturen von 23 Grad und somit der gut mögliche Einsatz von erneuerbaren Energien. Da der Energiebedarf der Haushalte ca 28% und der des Gewerbes 15 % des Endenergiebedarfs Deutschlands beträgt, ist dieses Heiz- und Kühlsystem eine gute Lösung um den aktiven Energiebedarf zu senken und den Primärenergiebedarf zu verbessern. Da auf Grund der Trägheit des Betons nur ein zeitversetztes und nicht individuelles Heizen und Kühlen möglich ist, verursacht das zusätzliche Heizsystem für mehr Kosten und Mehraufwand. Daher denke ich, dass die Bauteilaktivierung auch in Zukunft eher in Bürogebäuden Anwendung finden wird.



Endenergieverbrauch 2020 nach Sektoren und Energieträgern

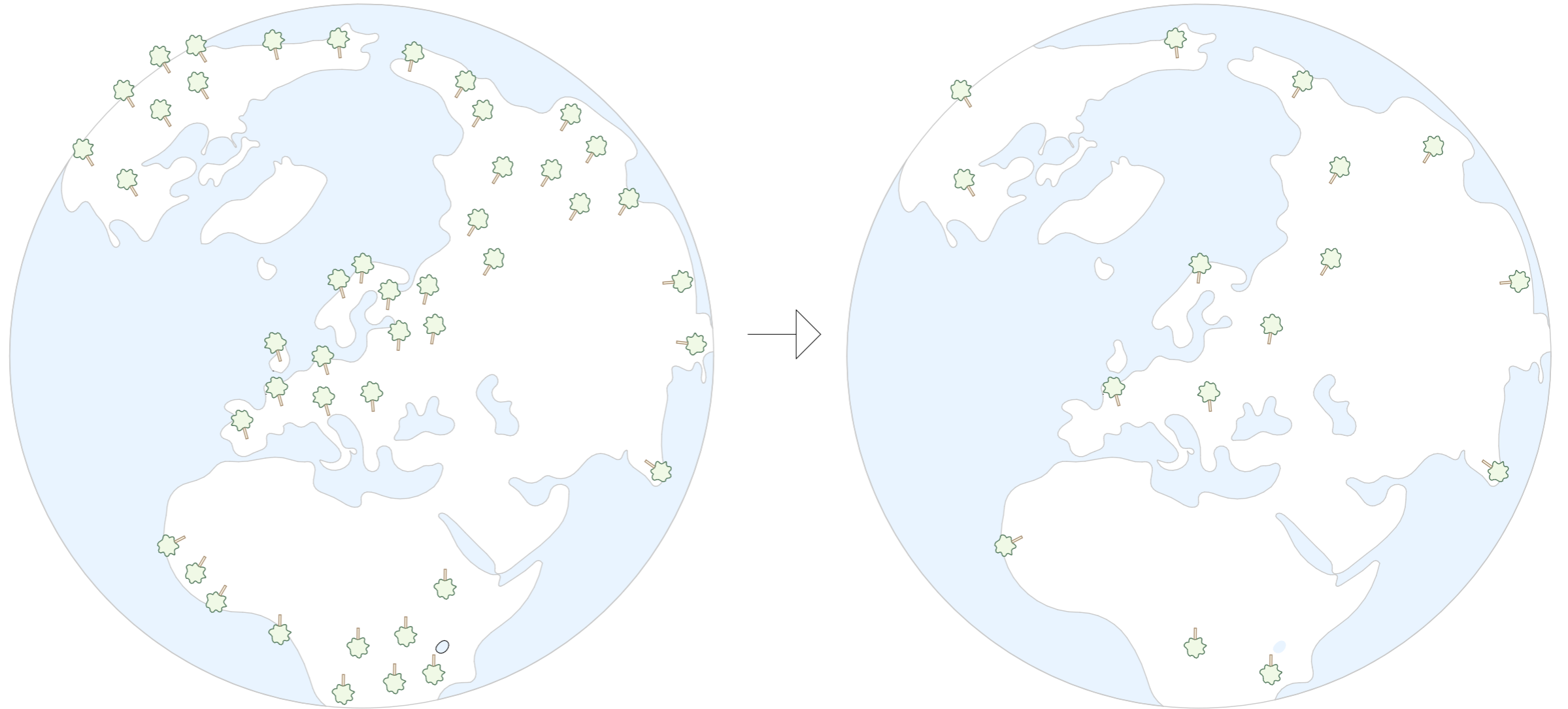
Quelle: Umweltbundesamt auf Basis Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen

Isabeau Kunter 1239919, Bachelor Thesis, Seite 51

Fazit

Holz- Beton- Hybrid System:

Holz kann, muss aber nicht klimaneutral und umweltfreundlich sein. Es kommt darauf an ob nach dem Abholzen wieder aufgeforstet wird, wo der Rohstoff geerntet wird und wie das Holz behandelt ist. Was stimmt ist, dass wir auf die Dauer von dem Baustoff Beton wegen dem Treibhauseffekt und langfristig fehlenden Ressourcen wegkommen müssen. Auf dem Weg dahin ist die Hybridbauweise durch die Vereinigung der Vorteile des jeweiligen Baustoffes eine gute Alternative. Hier muss auf Grund von Brandschutzrichtlinien und unterschiedlichen Toleranzen des Holz- und Betonbaus noch weiter geforscht werden, um das Zusammenspiel zwischen den beiden Gewerken bei der Vorfertigung und auf der Baustelle zu optimieren.



Quellen:

Ohne Autor:UMWELTFREUNDLICHE BAUSTOFFE: WER DIE FAKTEN KENNT, KANN HANDELN. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL: <https://www.isotec.de/blog/detail/schadstoffreies-bauen-und-sanieren.html>.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt-, und Raumforschung: Umwelfußabdruck von Gebäuden in Deutschland. (2020), URL: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2020/bbsr-online-17-2020-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

<https://www.lead-innovation.com/blog/5-innovative-baustoffe-der-zukunft> Link geht net

BNP Paribas: Vier-alternative-Baustoffe (10.05.2021), URL: <https://www.realestate.bnpparibas.de/blog/esg/vier-alternative-baustoffe>.

Holzbau Stocksiefen: Ökologischer Fußabdruck von Baustoffen. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL: <https://holzbau-stocksiefen.de/klima-baustoffe/>.

Tobias, Holzhaus vs. Massivhaus. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL: <https://bautipps.almondia.com/erste-schritte-zum-haus/haustypen/holzhaeuser-und-massivhaeuser/>.

Mikado-Online: Dgnb zeichnet nachhaltiges Bürogebäude aus. (11.05.2020), URL:<https://www.mikado-online.de/news/dgnb-zeichnet-nachhaltiges-buerogebaeude-aus/>.

Detail: Holz hybrid Bausystem: Illwerke Zentrum Montafon (Kein Veröffentlichungsdatum), URL: https://www.detail.de/de/de_de/artikel/holz-hybrid-bausystem-illwerke-zentrum-montafon-11644/.

Lena Lehmann: Planungshandbuch LCT System. Ein Produkt der Rhomberg Gruppe. (2020), URL: <https://docplayer.org/164706389-Planungshandbuch-lct-system-ein-produkt-der-rhomberg-gruppe.html>.

Rüdiger Sinn: Hybridsystem für den mehrgeschossigen Holzbau Der LifeCycle Tower in Dornbirn/AT.(12/2012), URL: https://www.dbz.de/artikel/dbz_Bautechnik_Hybridsystem_Mehrgeschoss_LifeCycle_Tower_1556982.html.

Elascon Holz-Beton-Verbund: Elascon: Timber-concrete composition technology leader. (17.10.2019), URL: <https://www.youtube.com/watch?v=g6lyyX-yzNA>.

Bauwion: Halz Beton Verbunddecken. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL: <https://www.bauwion.de/wissen/rohbau/geschossdecke/114-holz-beton-verbunddecken>.

Lignatur: Raumakustik, Schaallabsorptionsgrade. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL: <https://www.lignatur.ch/produkt/raumakustik/schallabsorptionsgrade>.

Innoliving-Blog: Die GVI Wand. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL: <https://innoliving-blog.de/ueber-das-projekt/die-gvi-wand/>.

DW Systembau: Holz-Beton Wirtschaftlicher mit Spannbetonhohlplatten. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.dw-systembau.de/holz-hybrid-bauweise.html>.

Unternehmensgruppe Dennert: Ein Perspektivenwechsel ermöglicht Neues – Die Hybridbauweise Beton trifft Holz. (15.10.2020), URL:<https://www.youtube.com/watch?v=t1PxDSy4xtM>.

Bauen mit Holz: Holz-Beton-Hybrid Aappartmentgebäude für Studierende. (01.07.2021), URL: <https://www.bauenmitholz.de/holz-beton-hybrid-apartmentgebaeude-fuer-studierende-01072021>.

Michael Brüggemann: Aus einem Block Neubau des Jugendhauses Don Boscp in Mainz. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:https://www.dach-holzbau.de/artikel/bhw_Aus_einem_Block_1828285.html.

Hausbau Henz: Objektbau mit henz.haus – Eine Aauswahl unserer Projekte. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.holzbauhenz.de/hausbau/projektauswahl-1.html>.

Fabian Hesse: Holz Beton Verbund 100% RC-Matrial für vorgefertigte Wandkonstruktionen zulässig. (11.09.2020), URL:<https://www.bauingenieur24.de/fachbeitraege/holzbau/holz-beton-verbund-100-prozent-rc-material-fuer-vorgefertigte-wandkonstruktionen-zulaessig/3268.htm>.

Innogratiion: Nachhaltige Betone und erstaunliche Tecchnologien für Sichtbnetone, Neumünster. ((Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.innogratiion.de/news/webinar-verpasst/n>.

Interpanel: Deckenheizung und Deckenkühlung. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.interpanel.com/produkt/funktionsweise/#:~:text=Die%20Funktionsweise%20von%20Heiz%2D%2C%20K%C3%BChldecken,unter%20der%20Raumtemperatur%20wird%20gek%C3%BChlt>.

Innogratiion: Optimale Energieverteilung ein Beitrag zur erfolgreichen Energiewende mit Hilfe der Betonaktivierung/Bauteilaktivierung. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.innogratiion.de/weitere-infos/optimale-energieverteilung-mit-bauteilaktivierung/>.

Innogratiion: Ceiltec Holz Beton Verbundkonstruktion. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL: <https://www.innogratiion.de/ceiltec-deckensysteme/produkte/holz-beton-verbundkonstruktion/>.

Innogratiion: Hybride Konstruktion, die erfolgreiche Kombination der verschiedenen Materialien. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.innogratiion.de/weitere-infos/hybride-konstruktion-die-erfolgreiche-kombination-der-verschiedenen-materialien-holz-beton-stahl/>.

Lignotrend: Akustikplatten. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:https://www.lignotrend.de/produkte/innenausbau/akustikverkleidung?gclid=CjwKCAjw7vuUBhBUEiwAEdu2pDmN7izlCHYq3XVMoQpwhJswcyFGGffSJErG8ryyFnomo4NIF3q4DxoCnb8QAvD_BwE.

Baugrün: Konstruktion Hybrid. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:https://www.baugruengmbh.de/konstruktion_hybrid.html.

Rainer Strauch: Holz Beton Verbund als praxistauglicher Weg zum bauen 4.0. 2015), URL:https://www.forum-holzbau.com/pdf/46_IHF_2015_Strauch.pdf.

Rene Stein: Anschlüsse von Holzfassadenelementen im Hybridbau. (2017), URL:https://www.forum-holzbau.com/pdf/22_HBS17_Stein.pdf.

Vanessa Schleifer: Zum Verhalten von raumabschliessenden mehrschichtigen Holzbauteilen im Brandfall. (2009), URL:<https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/151026/eth-41527-02.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

Oliver Fischer, Werner Lang, Stefan Winter: Hybridbau Holzaußenwände. (2019), URL:https://issuu.com/detail-magazine/docs/978-3-95553-478-3-bk_praxis_hybridbau_2019.

Innogratiion: Multifunktionale Holz Beton Hybridlösungen. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.innogratiion.de/news/multifunktionale-holz-beton-hybridloesungen/> .

Arek F:: Pufferspeicher Basics – Solarthermie-Grundlagen Teil 6. (30.04.2019), URL:<https://www.youtube.com/watch?v=d9H3qphHsIA>.

Austria Solar: Bauteilaktivierung – Das Speicherwunder. (04.06.2020), URL:<https://www.youtube.com/watch?v=CUq6-UIAEdM>.

Ethz: Anergienetz, Ein dynamisches Erdspeichersystem auf dem Campus Höggerberg. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://ethz.ch/de/die-eth-zuerich/nachhaltigkeit/nachhaltiger-campus/umwelt/energie/erdspeicher.html>.

Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie: Anergie. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.bmk.gv.at/themen/energie/effizienz/anergie.html>.

Quellen

Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik: AnergieUrban – Stufe 1 Die Stadt als Energiespeicher. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.oegut.at/de/projekte/energie/anergie-urban.php>.

Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik: So wohnen wir in der Zukunft. (26.01.2022), URL: <https://www.oegut.at/downloads/pdf/So-wohnen-wir-in-der-Zukunft.pdf?m=1644398270>.

Julia Beirer: Wien-Hernals: Abkühlung im Altbau ohne Klimaanlage. (26.06.2021), URL:<https://www.derstandard.at/story/2000127707281/wien-hernals-abkuehlung-im-altbau-ohne-klimaanlage>.

Robert Prazak:Anergie, Energieschub. (28.02.2021), URL:https://www.oegut.at/downloads/pdf/profil_Portfolio_09_Anergie_rp.pdf?m=1615821771.

Steico: Konstruktionsheft, Stegträger. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:https://web.steico.com/fileadmin/steico/content/pdf/Marketing/German/Technical_Guide_construction/STEICO_Konstruktionsheft_Stegtraeger_de_i.pdf.

Zimmerei Kohlhauf: Kohlhauf Wandsysteme – Flexibel, Ökologisch und energiesparend!. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL: <https://www.zimmerei-kohlhauf.de/wandsysteme/>.

Dataholz.eu: Aussenwand Konstruktion. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:https://www.dataholz.eu/bauteile/aussenwand.htm#konstruktion=aw_k_1&in_aw_a=aw_a_4&in_aw_d=aw_d_3&in_aw_e=aw_e_1.

Wolfsystem: Bürobauten in Holztafelbau und Stahl. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://wolfsystem.de/industrie-und-gewerbebau/industriebau/verwaltungsgebäude.html>.

Martin Gräfe: Konstruktionsdetails für den mehrgeschossigen Holzbau. (2015), URL:https://www.forum-holzbau.com/pdf/04_HBS_2015_Graefe.pdf.

Informationsdienst Holz: Holzkonstruktionen in Mischbauweise. (2006), URL:https://informationsdienst-holz.de/fileadmin/Publikationen/2_Holzbau_Handbuch/R01_T01_F05_Konstruktionen_in_Mischbauweise_2006.pdf.

Innogrations: Vortrag Potentiale für Wärmespeicher in Beton – die thermische aktivierte Bodenplatte. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.innogrations.de/news/webinar-verpasst/>.

Zug Estates: So funktioniert das CO2 Freie Energiesystem der Suurstoffi. (19.04.2021), URL:<https://www.youtube.com/watch?v=5cvRXz9JEK0>.

Byak: Die neue Muster-Holzbaurichtlinie. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:https://www.byak.de/data/pdfs/AuT/Normung/DAB_Artikel_ab_17-09/NN_21-08_Die_neue_Muster-Holzbaurichtlinie.pdf.

TIMpuls: Brandschutztechnische Grundlagenuntersuchung zur Fortschreibung bauaufsichtlicher Regelungen in Hinblick auf eine erweiterte Anwendung des Holzbaus. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://webarchiv.typo3.tum.de/BGU/Is-timpuls/timpuls/startseite/index.html>.

TIMpuls: Bauordnungsrechtliche Verwendbarkeit von brennbaren Baustoffen in Deutschland. (01.2022), URL:https://webarchiv.typo3.tum.de/BGU/Is-timpuls/fileadmin/w00blj/timpuls/220105_te_Anforderungen_bg.pdf.

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen. (20.01.2022), URL:https://wirtschaft.hessen.de/sites/wirtschaft.hessen.de/files/2022-01/2022-01-20-erlass_mholzbaurl.pdf.

Wirtschaft Hessen: Bauvorschriften Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://wirtschaft.hessen.de/Wohnen-Bauen/Bauvorschriften/Technische-Baubestimmungen-Planung-Bemessung-und-Ausführungsregeln-baulicher-Anlagen>.

Deutsches Institut für Bautechnik: Neue Muster-Holzbaurichtlinie veröffentlicht. (29.06.2021), URL:<https://www.feuertrutz.de/neue-muster-holzbaurichtlinie-m-holzbaurl-veroeffentlicht-29062021#:~:text=In%20der%20neuen%20Muster%2DHolzbaurichtlinie,Geb%C3%A4udeklassen%204%20und%205%20beschrieben>.

Deutsches Institut für Bautechnik: Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise (21.06.2021), URL:https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Amtliche_Mitteilungen/2021_04_MHolzBauRL.pdf.

Arbeitssicherheit: Musterbauordnung -MBO-Bundesrechct. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:https://www.arbeitssicherheit.de/schriften/dokument/0%3A144179%2C3.html?id=0:144179,27,20021101&markLinks=true&auth=5jMIS7jxsHxa2HCCQpR3gWMMJ49Ap863wlT05v_lwDlaX831fOo6BZs88V7KIVTq96S13yTnUQ-yANrn5noaTCzVtyvpQQwuKULutLnlpzJyp-36w8c4-QxVnUJaO_Yga9VYKD0uP4VfI7jI6oualyRQrZXx4dEZV_e_uxYPYDD6X2rgwv8P-YSQIfB1jTwE0NXLMcEV2boEsl_ZD4T6WfNXvCAXmd9vno0mTJc-2kTtpT0GLx59gGOQVsrW_2IB8PGyPhNnRD-dEbW3BEZYk3U7jWZ21wqbOih1y7LK3CUc.

Baunetzwissen: DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.baunetzwissen.de/daemmstoffe/fachwissen/normen/din-4102-brandverhalten-von-baustoffen-und-bauteilen-152328>.

Fachkommission Bauaufsicht der Bauministerkonferenz. (10.2020), URL:https://wirtschaft.hessen.de/sites/wirtschaft.hessen.de/files/2022-01/mholzbaurl_2020_mit_verweisen_hbo_0.pdf.

<https://www.bauministerkonferenz.de/lbo/VTMB102.pdf>

Bauministerkonferenz: Musterordnung (11.2002), URL:<https://www.baustoffwissen.de/baustoffe/baustoffknowhow/daemmstoffe/wohngesunder-daemmstoff-holzfaserplatten/>.

Steico: Sicherer Brandschutz für das gesamte Gebäude. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.steico.com/de/loesungen/sicherheit-wohlbefinden/brandschutz>.

Isowood: Brandschutz bei der Holzfaserdämmung. (10.02.2019), URL:<https://isowoodhausblog.de/2019/02/10/brandschutz-bei-der-holzfaserdaemmung/>.

file:///C:/Users/hp/Downloads/pi-calostat-pad-deutsch.pdf geht net

Baunetzwissen: Bauteilaktivierung. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/konstruktionen-elemente/bauteilaktivierung-1465273>.

Alexander Rosenkranz: Mit Betonkernaktivierung effizient heizen. (10.02.2021), URL:<https://heizung.de/heizung/wissen/mit-betonkernaktivierung-effizient-heizen/>.

Nachhaltigwirtschaftem: Die Bauteilaktivierung als Baustein für die Stadt der Zukunft. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/artikel/die-bauteilaktivierung-als-baustein-fuer-die-stadt-der-zukunft.php>.

BOB Arbeitswelten der Zukunft: Heizen und Kühlen in modernen Bürogebäuden. (20.06.2017), URL:<https://www.youtube.com/watch?v=jFeAcrByvNA>.

Johannes Partz: Betonkernaktivierung: Worauf ist zu achten?. (23.08.2021)<https://www.deutsche-thermo.de/wiki/betonkernaktivierung/>.

Bauart Konstruktions GmbH + Co KG: Brandschutztechnische Stellungnahme zum Bauartgenehmigungsantrag des Holzbau Deutschland – Institut e.V. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:https://www.lohn-abbund.de/wp-content/uploads/190117-bauart-Bauartgenehmigung-HBD_18-G-040_brandschutztechnische-Stellungnahme.pdf.

InnoLiving: Gebäudeentwurf. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://innoliving-blog.de/ueber-das-projekt/gebaeudeentwurf/>.

Informationsdienst Holz: Leitdetails für Bauteilanschlüsse in den Gebäudeklassen 4 und 5. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:https://informationsdienst-holz.de/fileadmin/Publikationen/2_Holzbau_Handbuch/21-07-31_hh_Leitdetails_fuer_Bauteilanschluesse_in_GK4_5_R3T5F2.pdf.

Interpanel: Klimapanel. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.interpanel.com/produkt/klimapanel/>.

Holzforschung Austria: Richtlinie Sockelanschluss im Holzausbau. (10.04..2015), URL:https://www.dataholz.eu/fileadmin//dataholz/media/HFA_richtlinie_sockel_20150410.pdf.

Dataholz.eu: Aussenwand awrhho04b. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:https://www.dataholz.eu/nc/bauteile/aussenwand/detail/kz/awrhho04b.htm?tx_nudataholz_nudataholz%5BbauteileGueltigkeitsbereich%5D=&tx_nudataholz_nudataholz%5BbauteileKlasse%5D=Aussenwand&tx_nudataholz_nudataholz%5BbauteileReiVonInnen%5D=&tx_nudataholz_nudataholz%5BbauteileReiVonAussen%5D=rei60&tx_nudataholz_nudataholz%5BbauteileRw%5D=&tx_nudataholz_nudataholz%5BbauteileLn%5D=&tx_nudataholz_nudataholz%5BbauteileU%5D=&tx_nudataholz_nudataholz%5BbauteileQueryParamValues%5D=aw_k_1%3Baw_f_5%3Baw_a_5%3Baw_d_2%3Baw_e_3%3Baw_o_2.

Baunetzwissen: Tafelbau/Tahmenbau. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen/holzbausysteme/tafelbau-rahmenbau-6983558>.

Sonnenschutzplaner: Neubau-Aufsetz-Markuseb NA-MA. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:https://sonnenschutzplaner.de/?mandant=extern&treeid=PG_MARK_NAMA_ID&opentree=1.

Dataholz.eu: Holzbauprojekte, Gemeindezentrum Kuchl. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.dataholz.eu/anwendungen/holzbauprojekte/gemeindezentrum-kuchl-at.htm>.

Deutsches Institut für Bautechnik: Allgemeine bauaufsichtliche zulassung. (13.02.2020), URL:https://www.dibt.de/pdf_storage/2020/Z-9.1-555%281.9.1-3%2119%29.pdf.

Kesselheld: Kapillarrohrmatten. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.kesselheld.de/kapillarrohrmatten/>.

Clina: Putz Gipskarton Mauerwerk Beton Wand. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.clina.de/putz-gipskarton-mauerwerk-beton-wand>.

Wikipedia: Kapillarrohrmatte. (19..05.2021), URL:<https://de.wikipedia.org/wiki/Kapillarrohrmatte>.

Dr. Franz Meyer: Heizen und Kühlen mit Kapillarrohrmatten. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://api.deutsche-digitale-bibliothek.de/binary/a24164a1-8564-43ac-acee-d1462ba4390c.pdf>.

Innogrations: Multifunktionale Holz-Beton Hybridlösungen. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.innogrations.de/news/multifunktionale-holz-beton-hybridloesungen/>.

Leander Bathon, Oliver Bletz: Holz-Beton-Verbund:Erforschen-Entwickeln-Anwenden. (2007), URL:https://www.forum-holzbau.com/pdf/bathon%20leander_ihf2007.pdf.

Speba Bauelemente GmbH: Produktübersicht Querkraftdorne. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:http://www.speba.de/images/downloads/SPEBA_Querkraftdorne.pdf.

Haustec: Hydraulik, Sensorik & Co: Wärmequellen-Management für Wärmepumpen. (01.06.2022), URL:<https://www.haustec.de/heizung/waermeerzeugung/hydraulik-sensorik-co-waermequellen-management-fuer-waermepumpen>.

Eleni Tsoukanta: Wie arbeitet eine Sole-Wasser-Wärmepumpe. (24.05.2020), URL:<https://www.net4energy.com/de-de/heizen/sole-wasser-waermepumpe>.

Vaillant: Was ist ein Pufferspeicher? Begriff und Definition. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL: <https://www.vaillant.ch/privatkunden/ratgeber-heizung/heiztechniklexikon/pufferspeicher/>.

Der Fachwerker: Eisspeicher – So heizt deine Wärmepumpe mit Energie aus dem Eis. (25.08.2021), URL:https://www.youtube.com/watch?v=xLlFxt_aqGs.

Viessmann: Heizen mit Eis – Eisspeicher, die Innovative Energiequelle für Wärmepumpen. (07.02.2020), URL:<https://www.youtube.com/watch?v=76dyOrLfe1s>.

Bosch:Wärmepumpe mit Pufferspeicher. (Kein Veröffentlichungsdatum), URL:<https://www.bosch-thermotechnology.com/de/de/wohngebaeude/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/pufferspeicher-waermepumpe/#:~:text=Pufferspeicher%20bei%20W%C3%A4rmepumpen%20dienen%20dazu,Solarthermie%20oder%20Biomasse%20erschlossen%20werden>.

Grundriss Buttler: Nordpfeil, (kein Veröffentlichungsdatum), URL: <https://www.grundriss-butler.de/nordpfeil>

FreePink: Beton Optik, (kein Veröffentlichungsdatum,)URL: <https://www.freepik.com/free-photos-vectors/concrete>

Istock: Holzoptik, (kein Veröffentlichungsdatum), URL: <https://www.istockphoto.com/de/fotos/horizontal-blinds>