



footprint

Rückblick: Konzepterläuterung K6
Allgemeine nachhaltige Anforderungen

- Nachhaltige Entwicklungsziele
- Effizienzhausstandards

Folge: Mein Konzept

Überarbeiteter Entwurf

- Entwurfsüberarbeitung im Fassadenbild
- Analyse der einzelnen Materialien
- Details M 1:20-1:05

Energiekonzept
Erläuterung des Energiekonzepts
U-Werte

Fazit

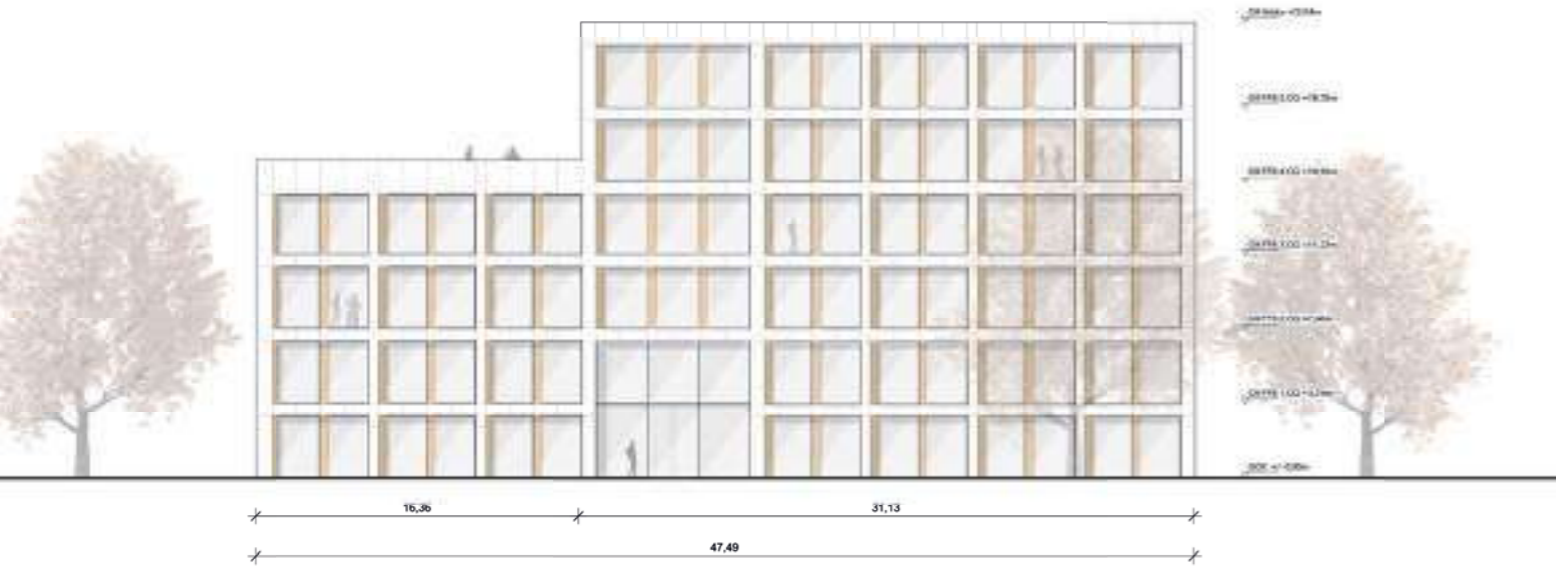


ENTWURFS- GRUNDLAGE

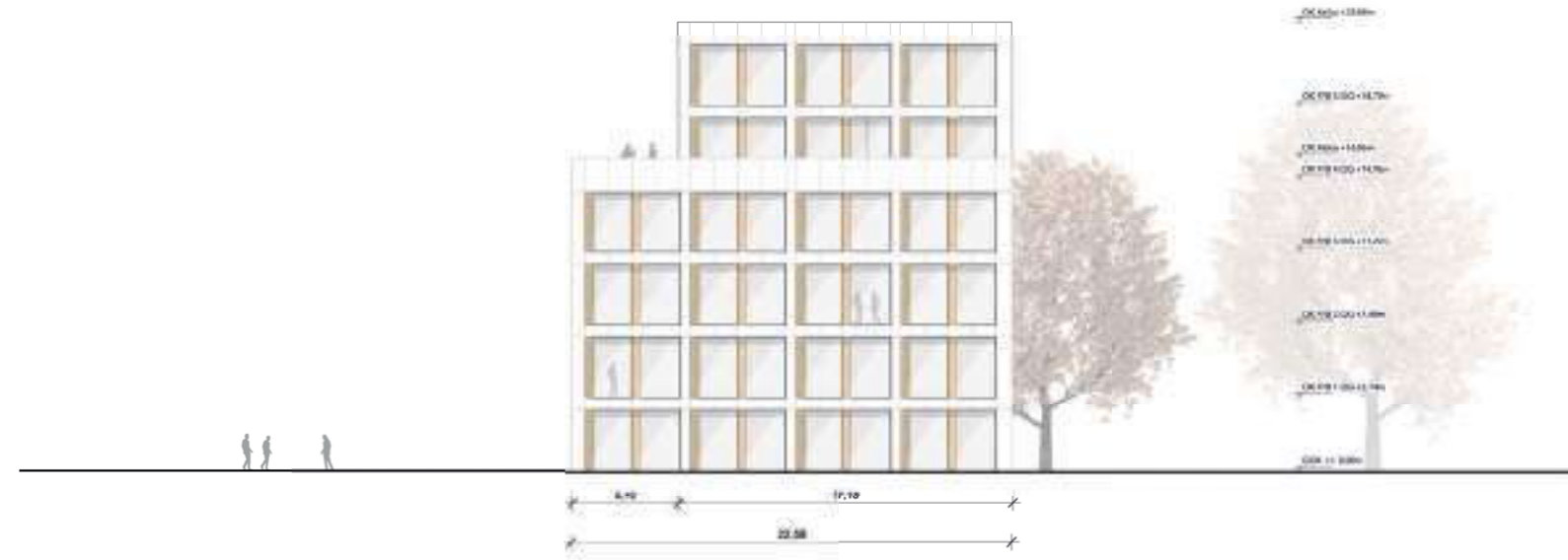
ENTWURFSGRUNDLAGE LAGEPLAN M 1:500...



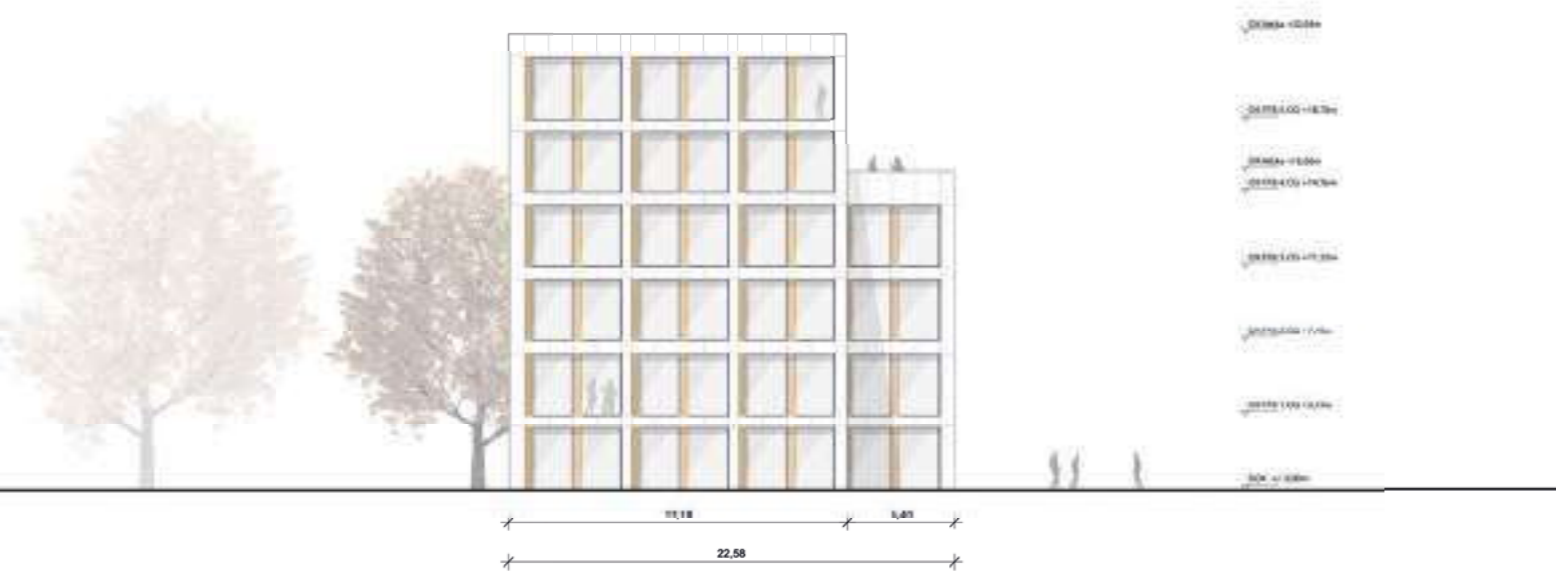
ENTWURFSGRUNDLAGE ANSICHTEN M 1:200...



Ansicht Süd M 1:200



Ansicht West M 1:200

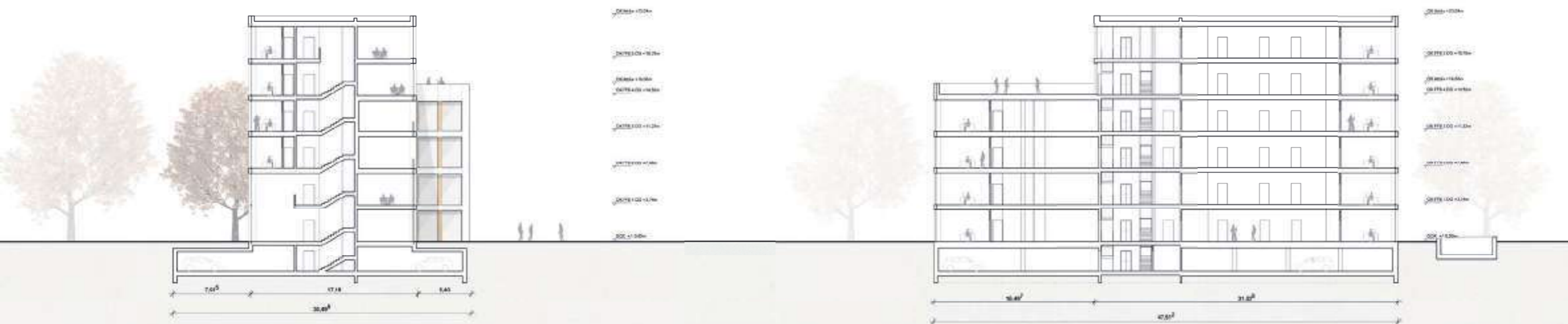


Ansicht Ost M 1:200



Ansicht Nord M 1:200

ENTWURFSGRUNDLAGE SCHNITTE M 1:200...

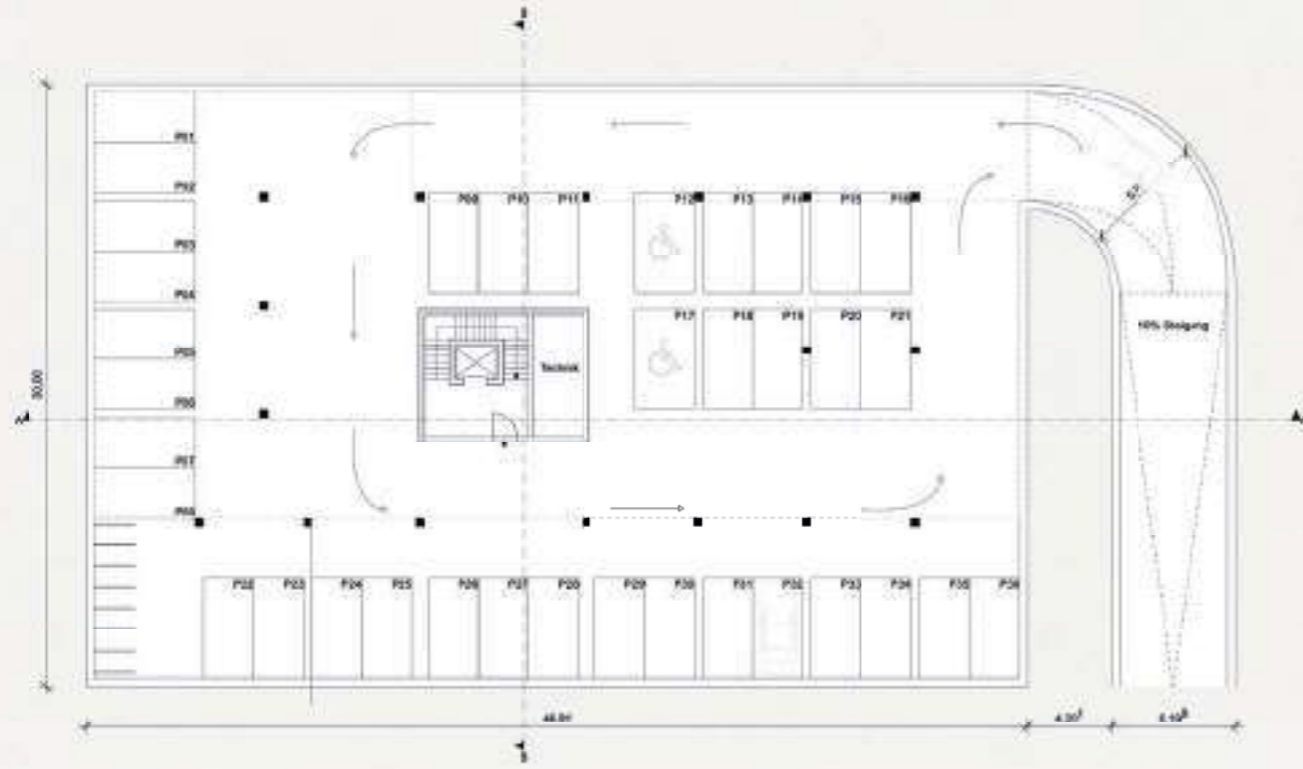


Ansicht Ost M 1:200

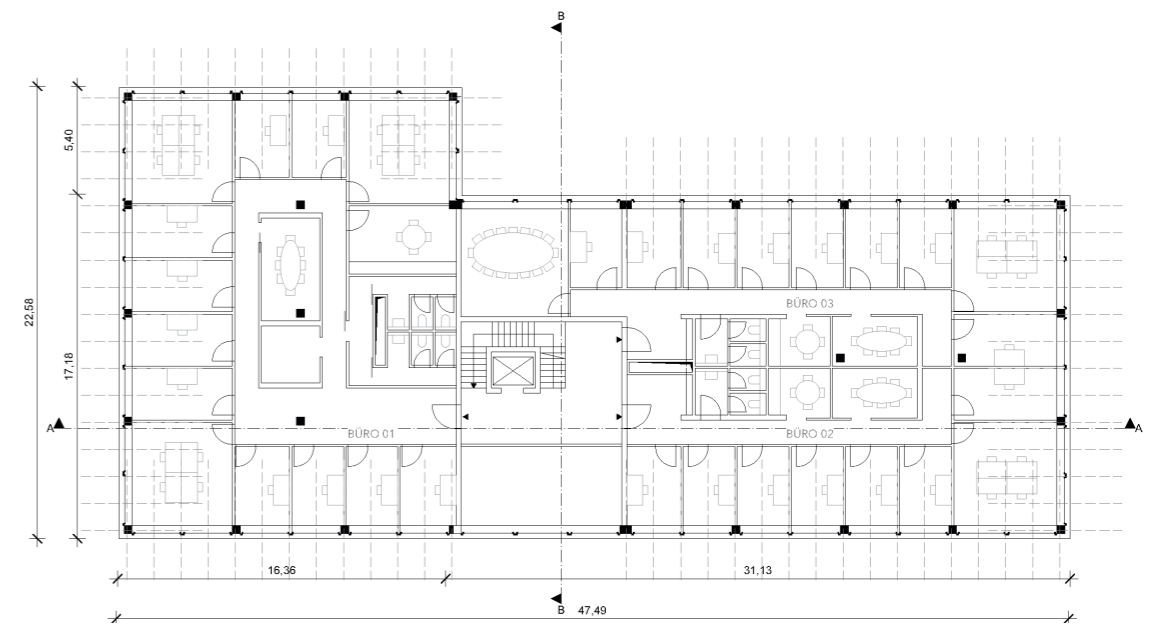
Ansicht Süd M 1:200

verkleinert

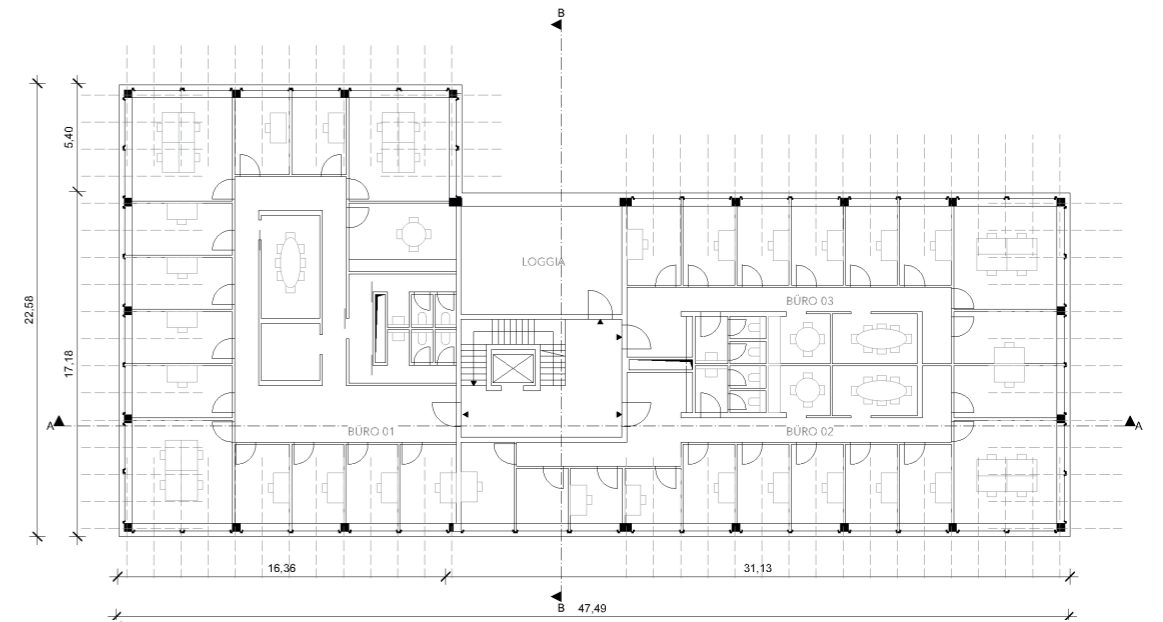
ENTWURFSGRUNDLAGE ...



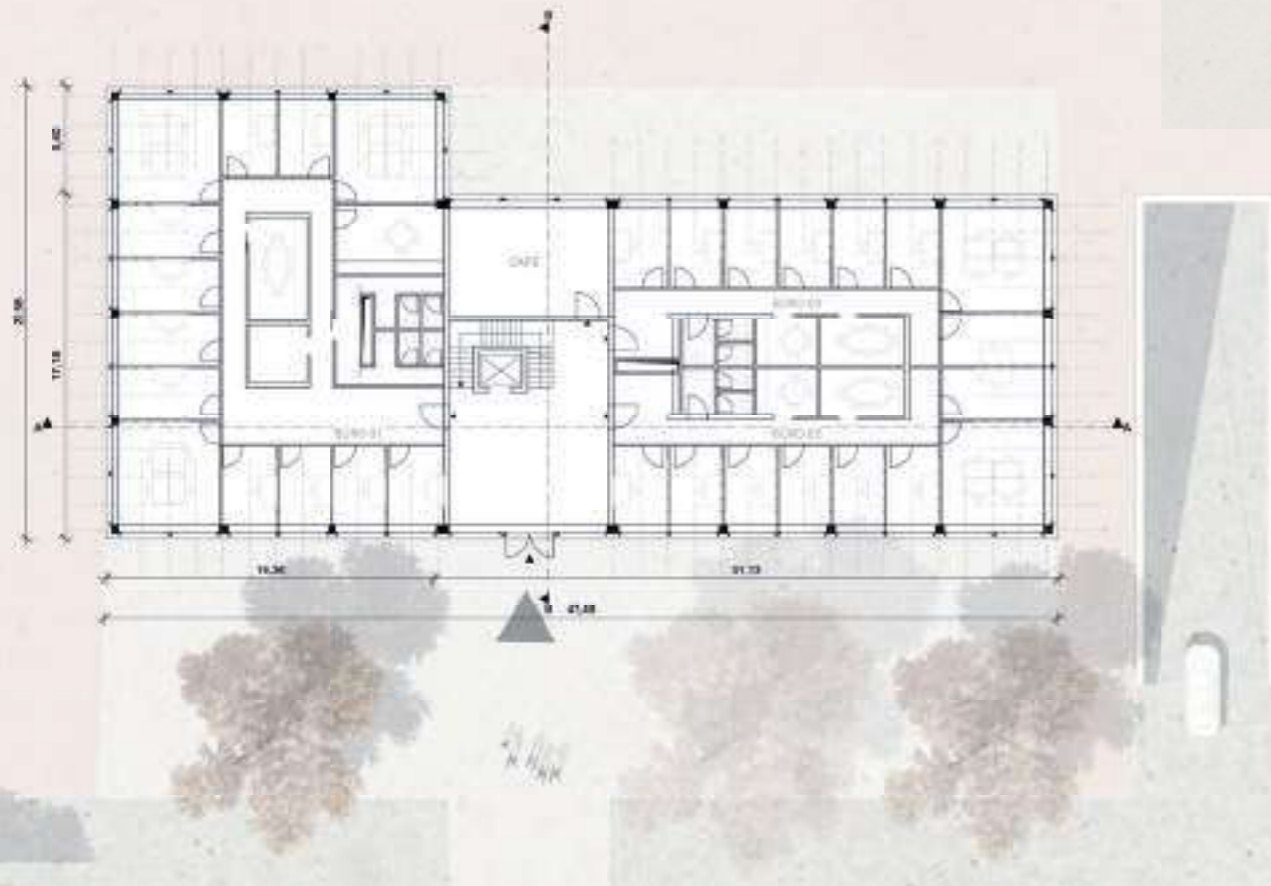
Grundriss TG M 1:200



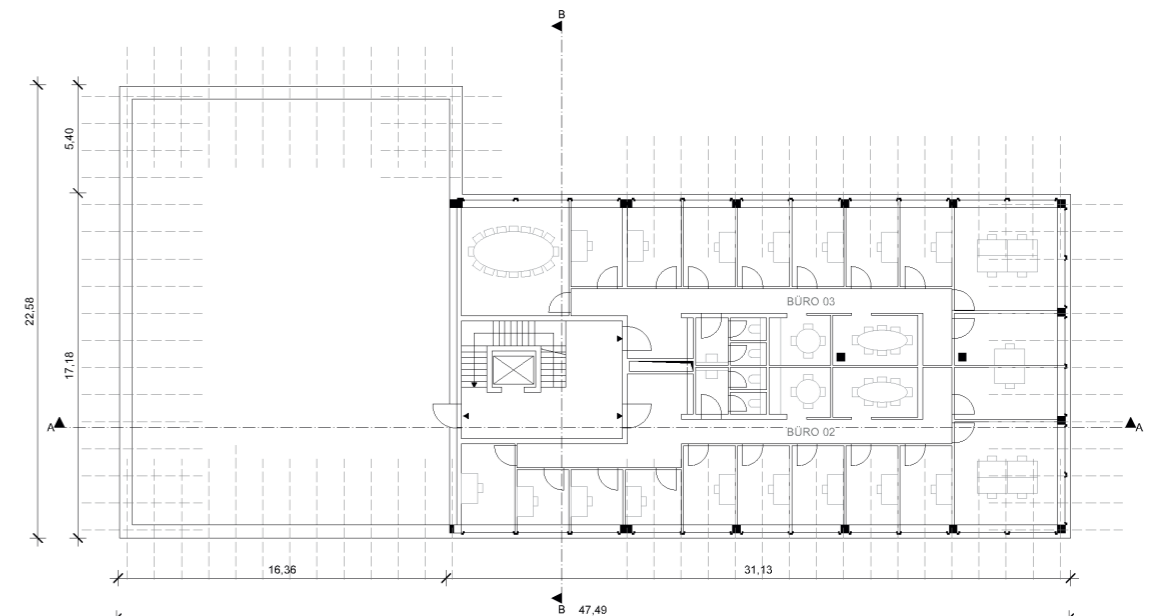
Grundriss 1.OG M 1:200



Grundriss 2.-3.OG M 1:200



Grundriss EG M 1:200

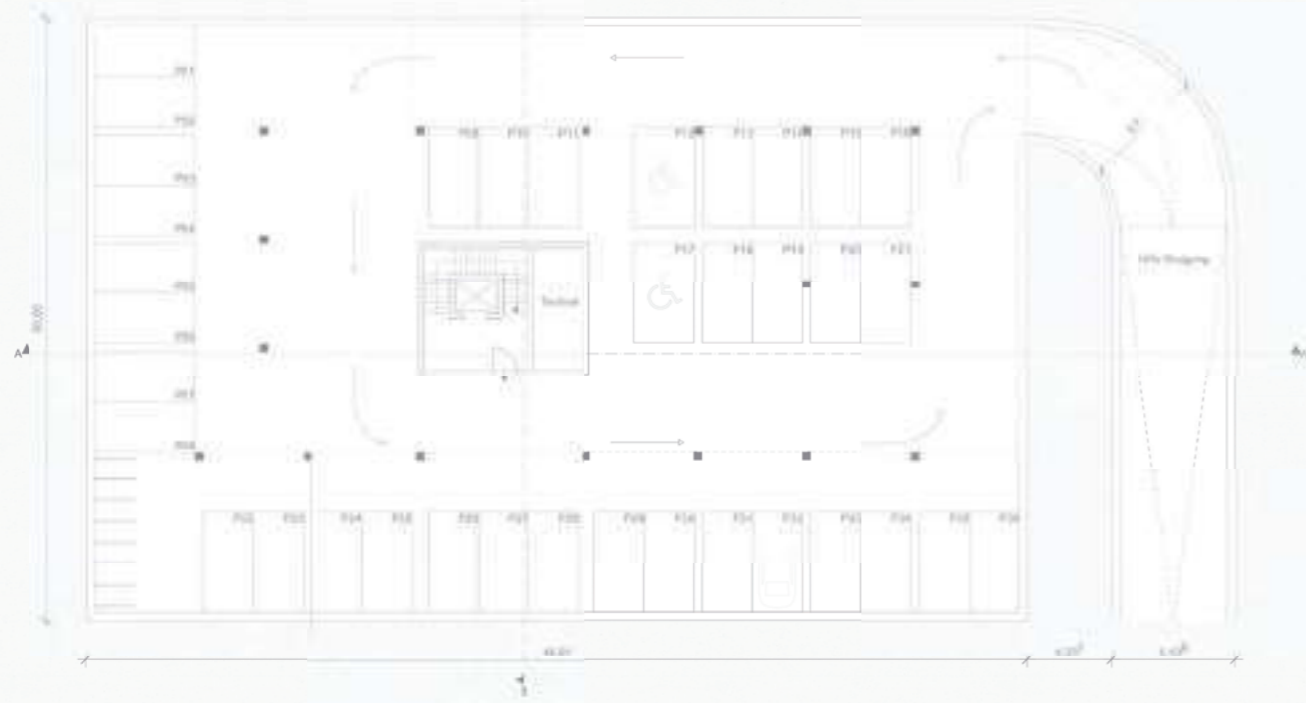


Grundriss 4.-5.OG M 1:200

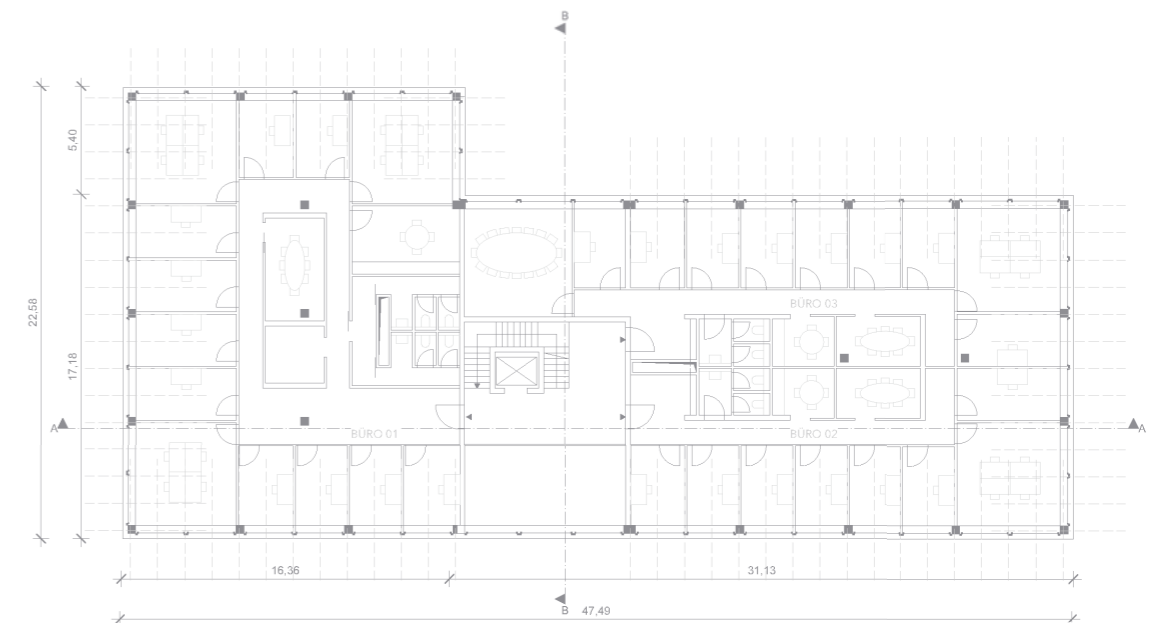
verkleinert

ENTWURFSGRUNDLAGE

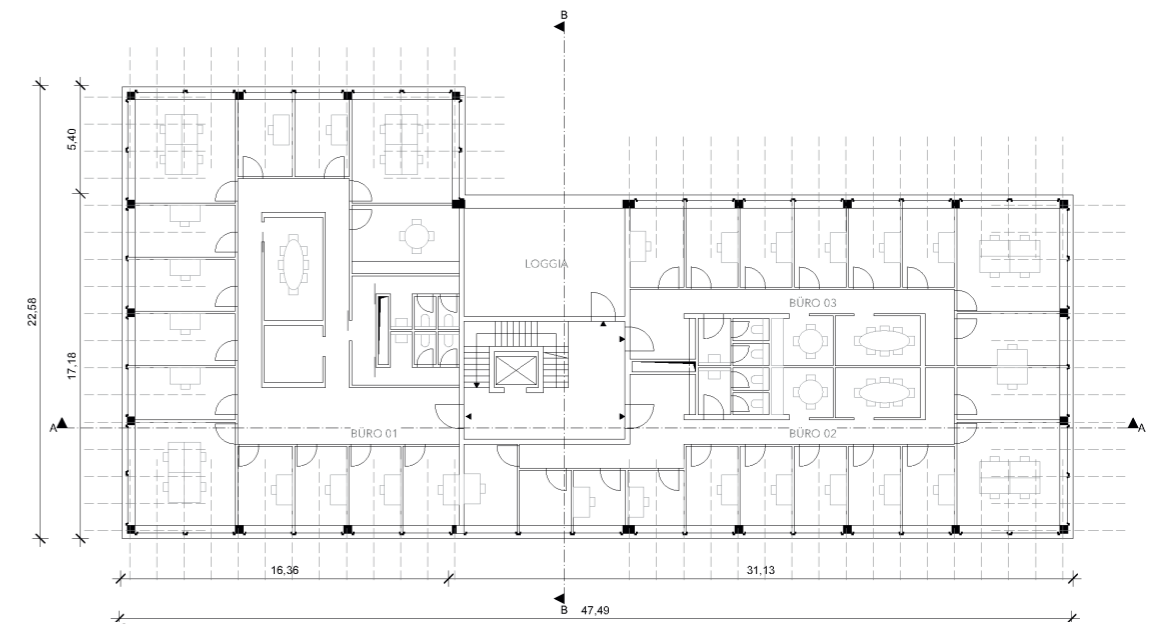
VERTIEFUNGEN M 1:50 ...



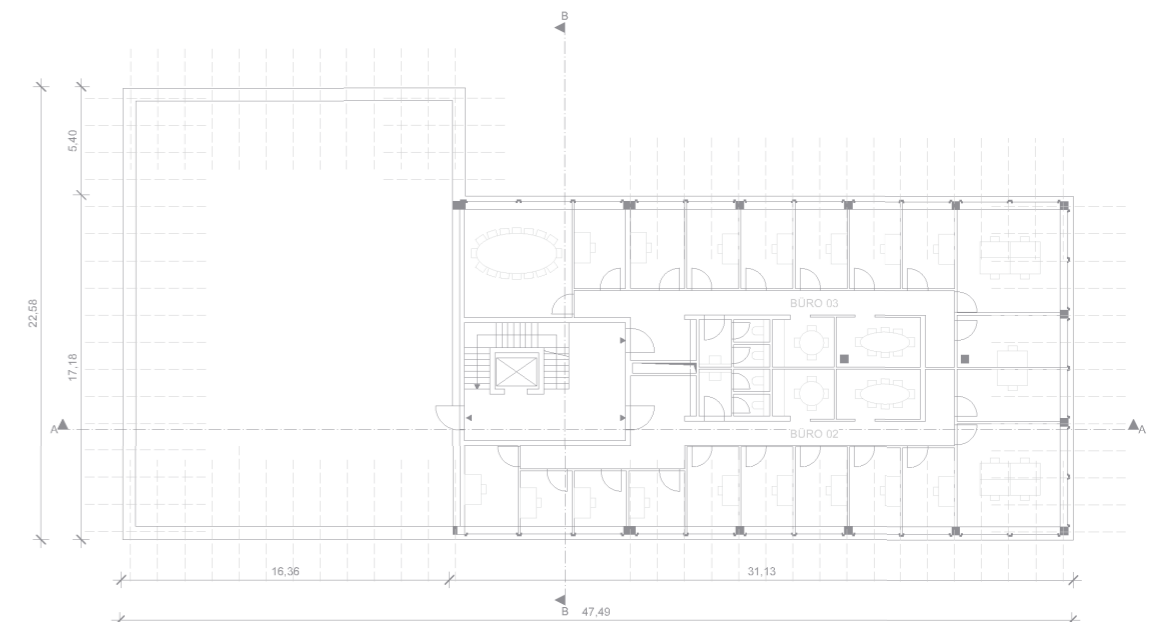
Grundriss TG M 1:200



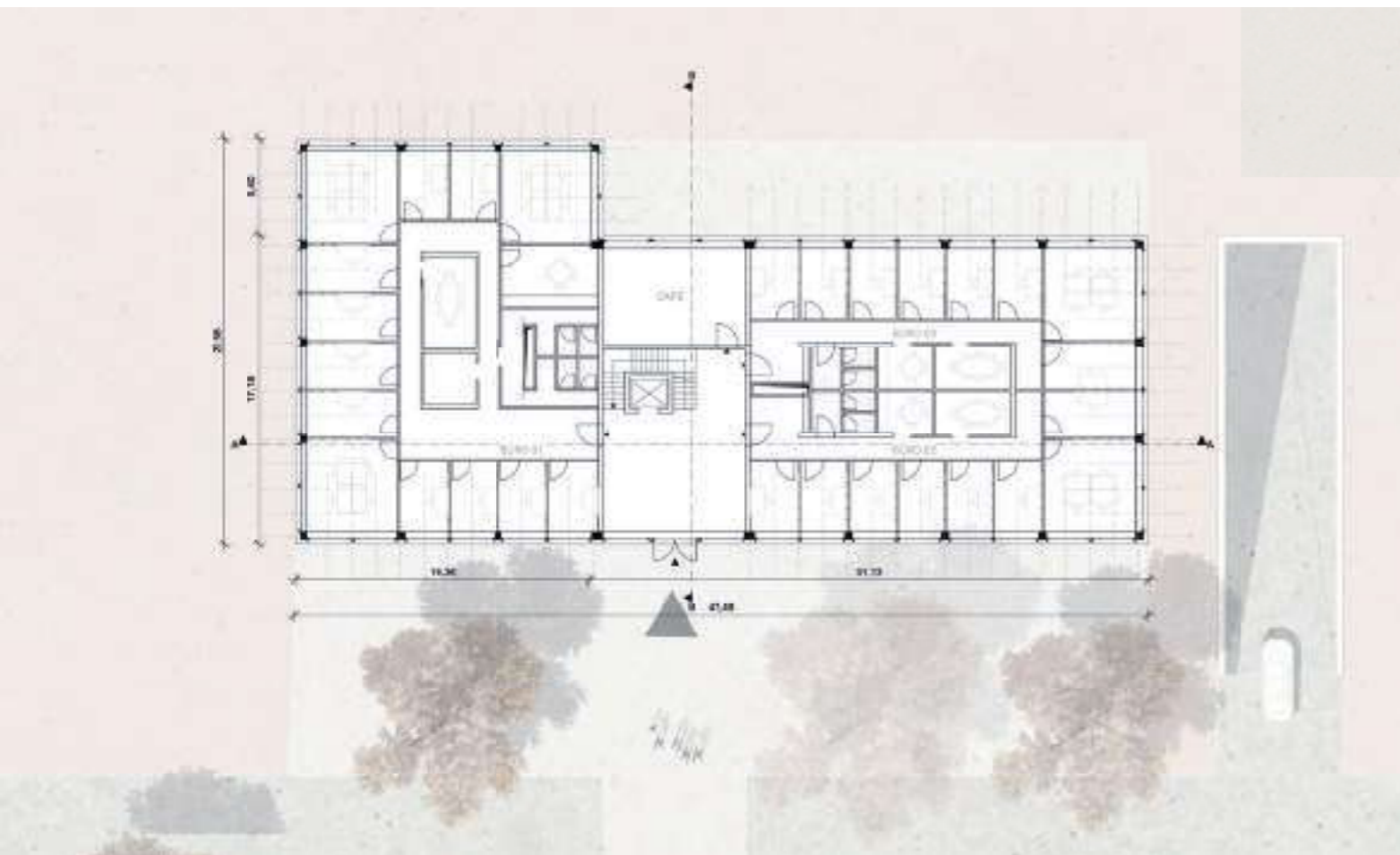
Grundriss 1.OG M 1:200



Grundriss 2.-3.OG M 1:200

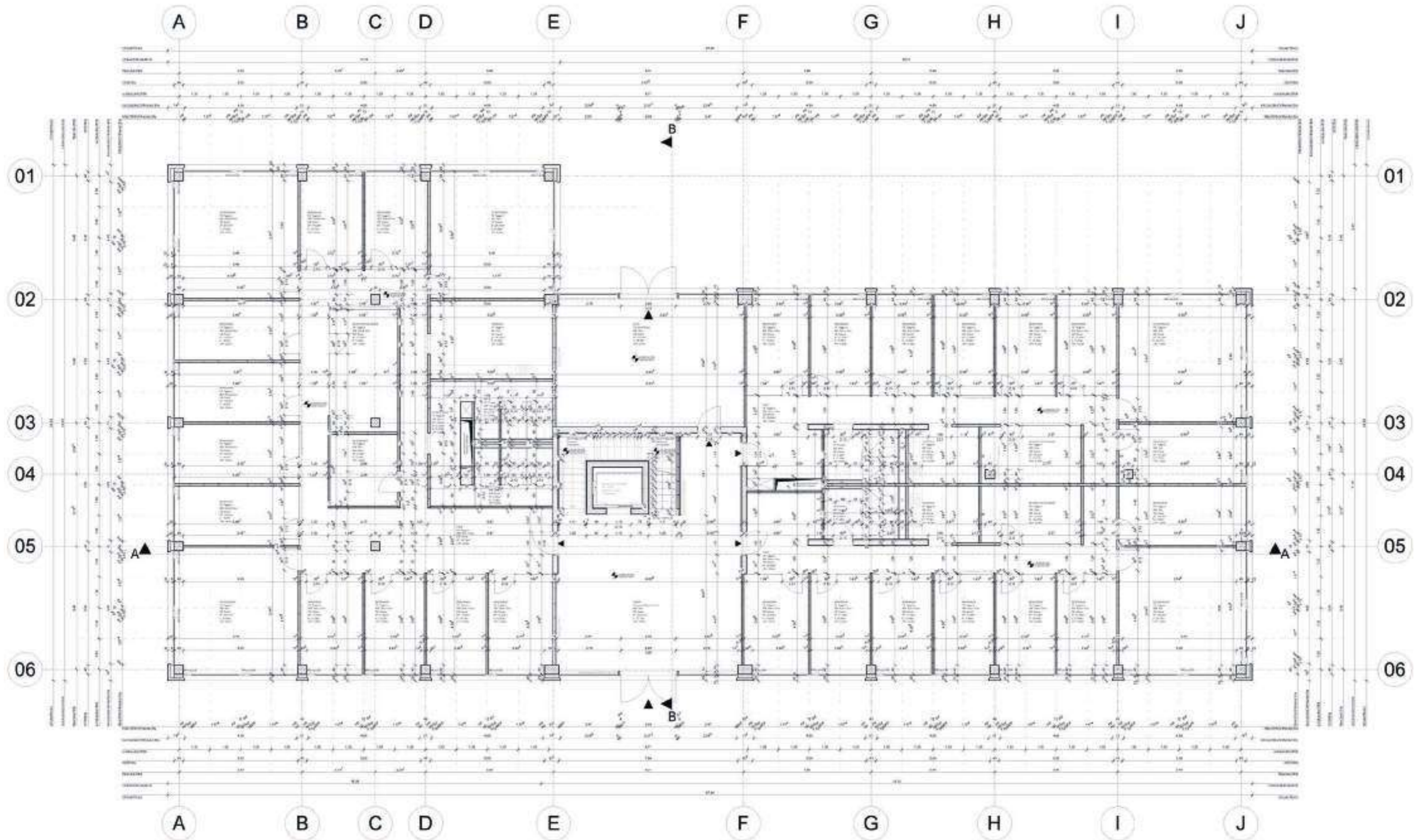


Grundriss 4.-5.OG M 1:200

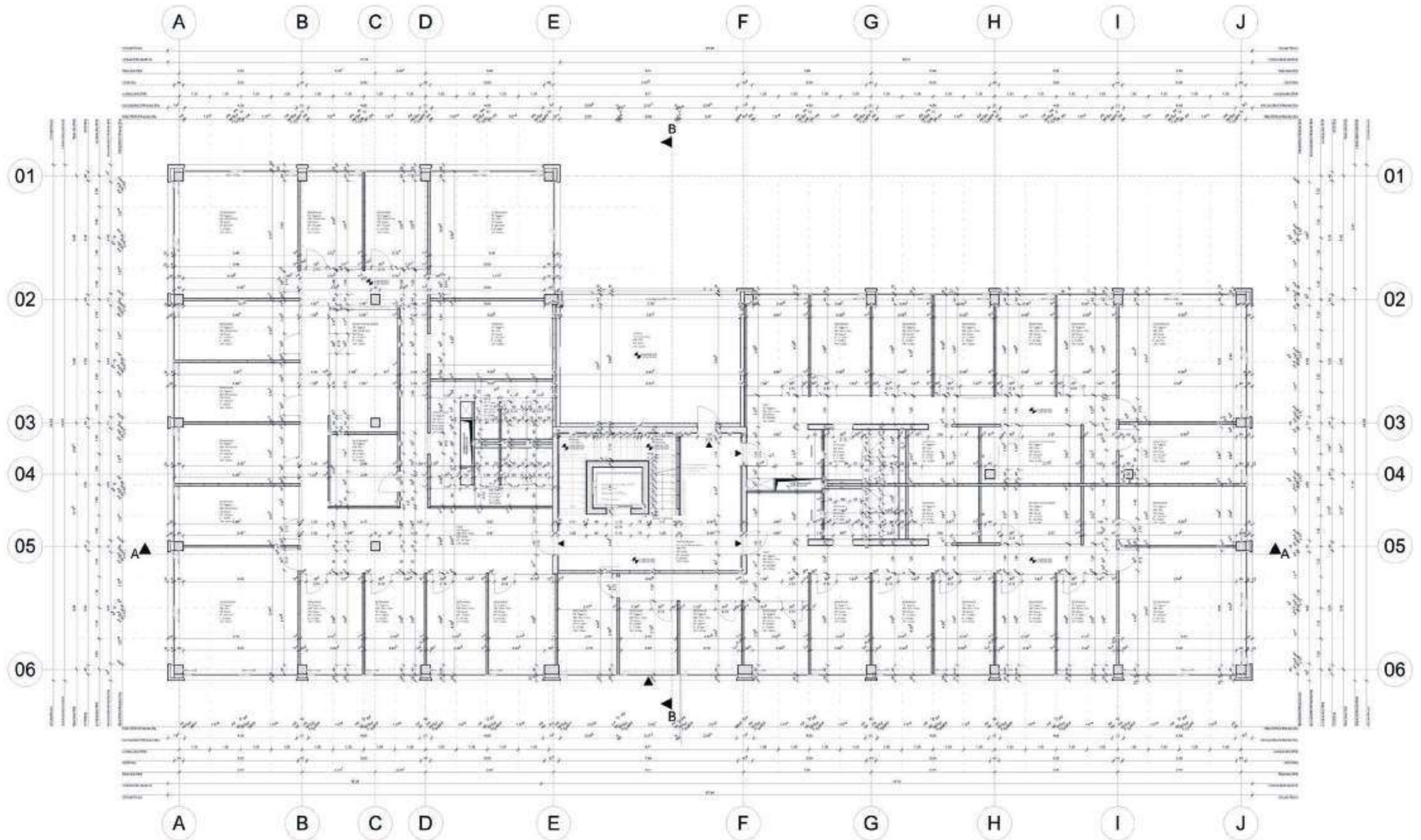


Grundriss EG M 1:200

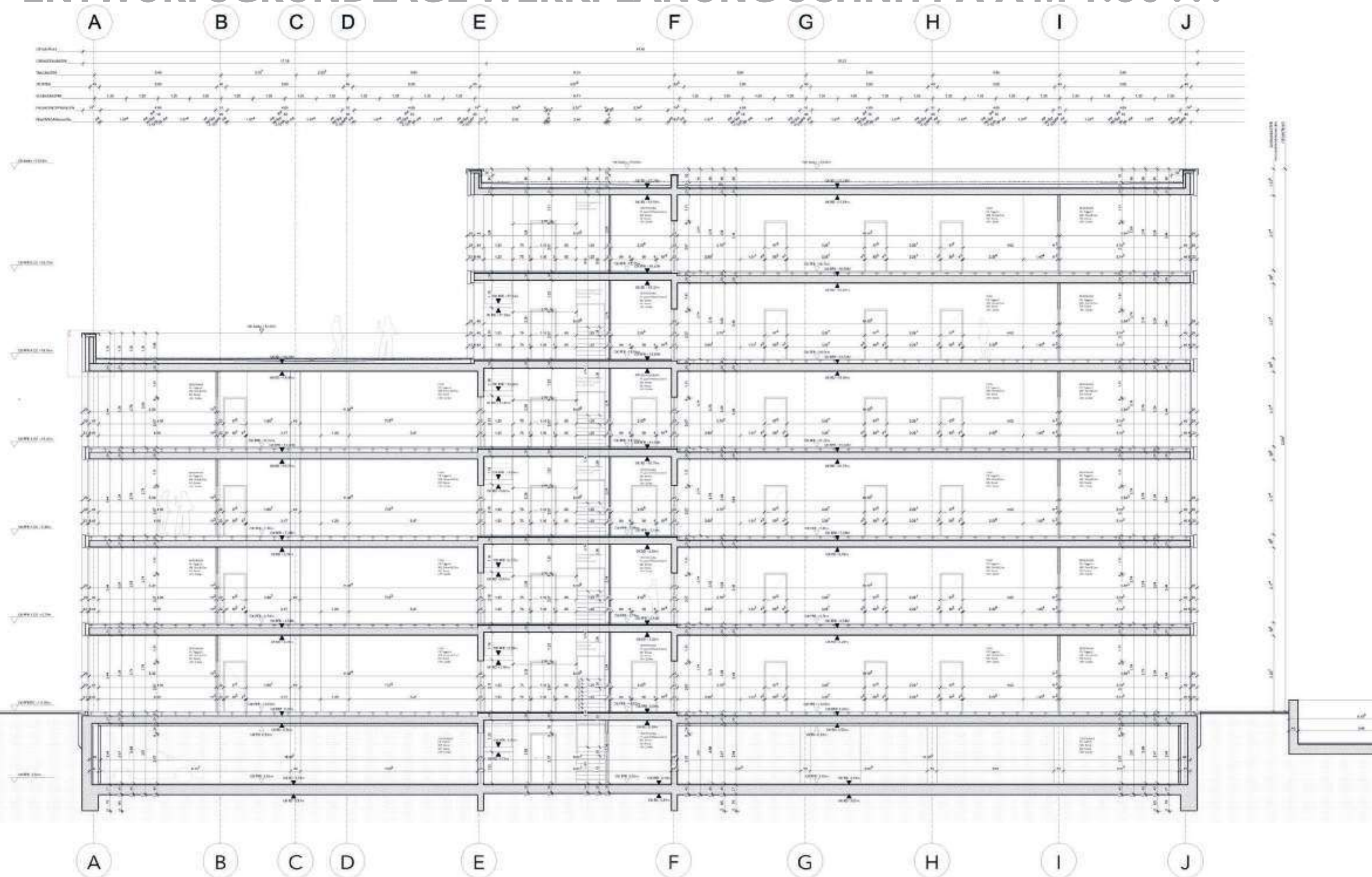
ENTWURFSGRUNDLAGE WERKPLANUNG GRUNDRISSE EG M 1:50 ...



ENTWURFSGRUNDLAGE WERKPLANUNG GRUNDRISS RG M 1:50 ...

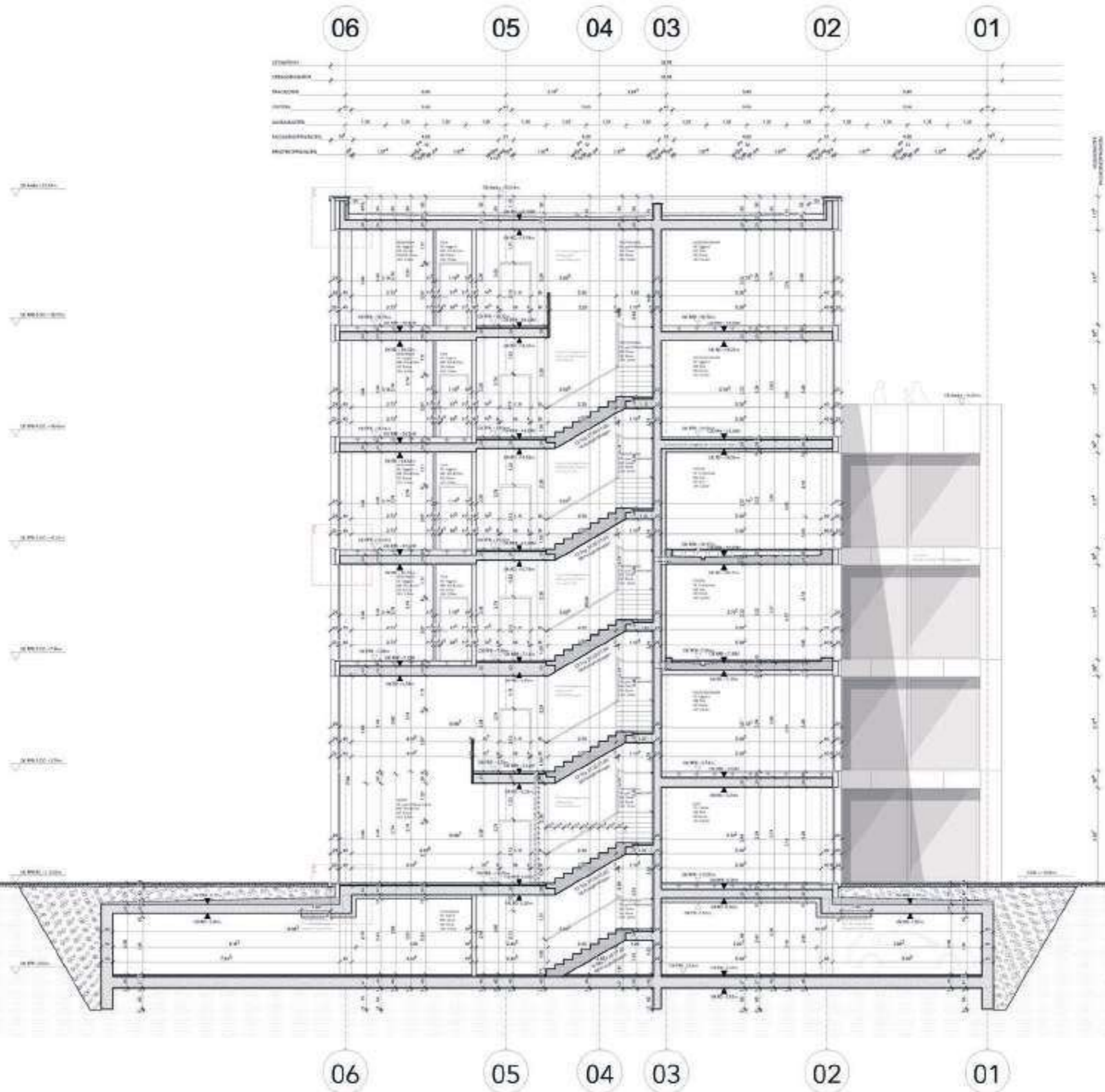


ENTWURFSGRUNDLAGE WERKPLANUNG SCHNITT A-A M 1:50 ...



verkleinert

ENTWURFSGRUNDLAGE WERKPLANUNG SCHNITT B-B M 1:50 ...



MEIN THEMA . . .

**DIE NACHHALTIGE
OPTIMIERUNG EINES
BÜROGEBÄUDES**

ZIELE UND RICHTLINIEN

ZIELE . . .

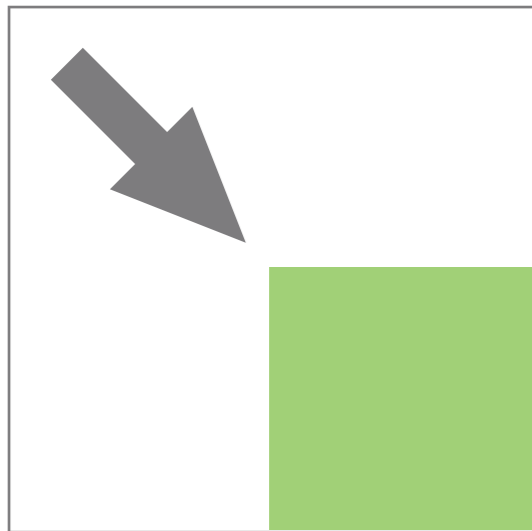
SUFFIZIENZ

KONSISTENZ

EFFIZIENZ

ZIELE ...

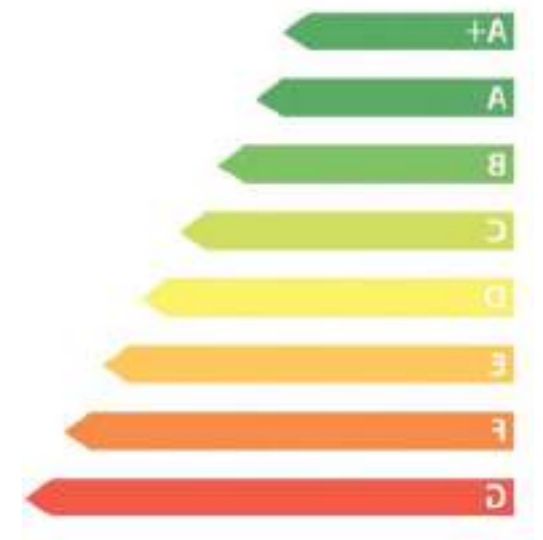
WENIGER



KREISLAUF



BESSER



ZIELE . . .



ZIELE . . .



RICHTLINIEN ...

Effizienzhaus Standards

Effizienzgebäude - Vorgaben für Nichtwohnhäuser (nach KfW)

Zusammensetzung

01. Primärenergiebedarf

Energieverbrauch im Gebäude

02. Transmissionswärmeverluste

Wärmeverluste über Wände, Türen, Dach und Boden

Effizienzgebäude-Stufen & KfW-Förderung bei Neubau

Ich beachte an dieser Stelle lediglich den Neubau, da in meinem Fall kein zu sanierender Bestand vorliegt

Gefördert wird die Effizienzgebäudestufe 40 mit der Nachhaltigkeitsklasse

Stand 21.04.2022

-> bis zu 30 Mio. € Förderkredit

-> bis zu 6,75 Mio. € Tilgungszuschuss/-nachlass, keine Rückzahlung erforderlich

-> Zusätzliche Förderung für Nachhaltigkeitszertifizierung

Fördermittel für Effizienzgebäudestufe 40 mit Erneuerbare-Energie-Klasse sind komplett ausgeschöpft

Effizienzgebäudestufen 0-100

Effizienzgebäude 100 erfüllt zu 100% die Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG)

-> Entspricht so den allgemeinen Mindestanforderungen

Ein Bsp. Das Effizienzhaus 40 verbraucht nur 40% der Energie des Effizienzgebäudes 100 und spart somit 60% ein. Zusätzlich hat es geringere Wärmeverluste

-> Dasselbe Prinzip gilt für die Effizienzgebäude-Stufen 55, 70 usw.

Anforderungen

Wichtig sind hier die Bereiche Dämmung, Heizung und Lüftung

- Gleichmäßig über die Gebäudehülle verteilte Dämmung (um Heizverluste zu vermeiden)
- Anlagentechnik muss erneuerbare Energien beinhalten, z.B. Wärmepumpe/solarthermische Anlage
- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (aus warmer Abluft wird neue Heizwärme gewonnen)

Zusätzlich wichtige Klassen

01. Erneuerbare-Energie-Klasse

Gebäude wird zu mind. 55% mit erneuerbaren Energien beheizt

02. Nachhaltigkeitsklasse

Gebäude staatlich zertifiziert mit „Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude“

bei Bürogebäuden nur über DGNB oder BNB Zertifizierung

-> 02. wird verpflichtend, um Neubauförderung beantragen zu können

Zusätzliche Förderungen

- Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien (z.B. Einbau Photovoltaikanlage)
- Brennstoffzellensysteme (bis zu 28.200€ je Brennstoffzelle)
- Ladestationen für Elektrofahrzeuge (Zuschuss von bis zu 900€ pro Ladepunkt)

FAZIT ...

Eine Zertifizierung mit dem staatlichen QNG (Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude) ist im Rahmen der Bachelorthesis unrealistisch. Der Antrag auf Fördergelder ist somit mit dem Ergebnis der mir möglichen Ausarbeitung nicht möglich. Diese ist bei Bauantragstellung und Ausführungsplanung aber auch noch nicht dringend notwendig.

Die Anforderungen für ein Effizienzgebäude 40 bieten einen guten Leitfaden, um ein energieeffizientes und nachhaltiges Gebäude zu planen.

BUNDESFÖRDERUNG FÜR EFFIZIENTE GEBÄUDE

Nichtwohngedäude – Kredit

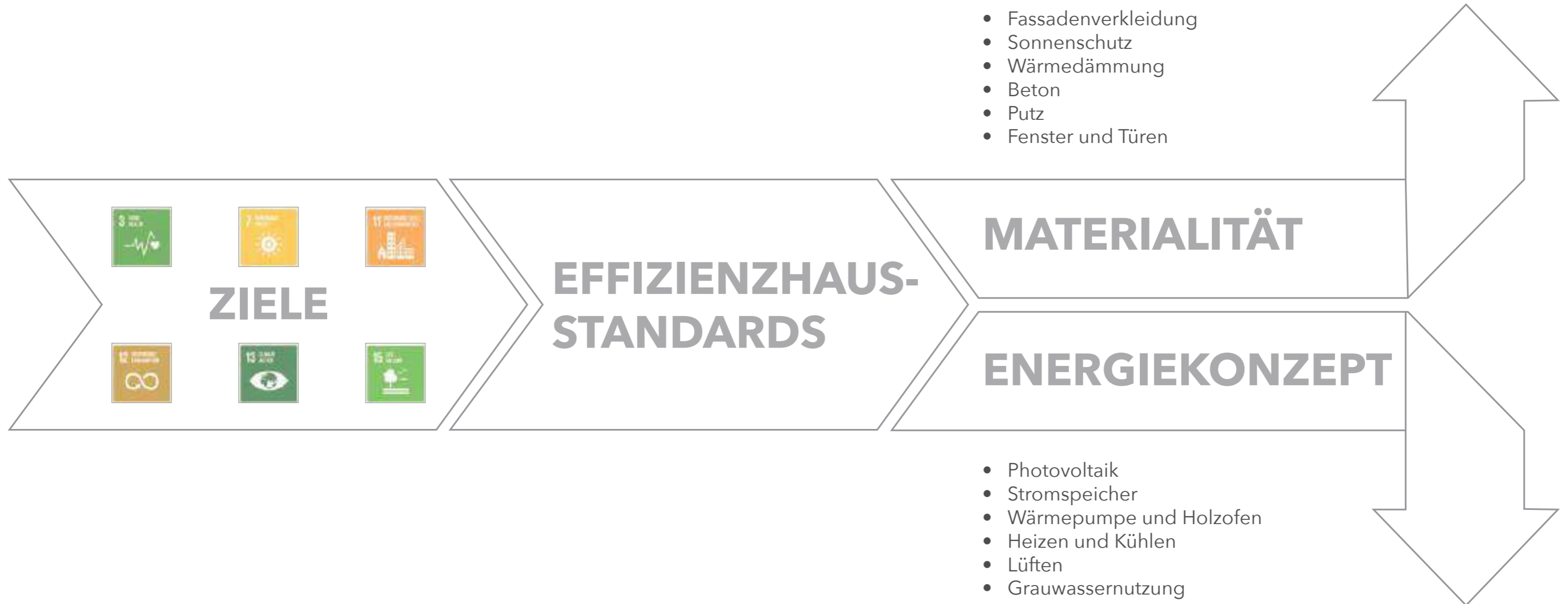
Gebäude energieeffizient bauen und sanieren

KREDIT 263

Das Wichtigste in Kürze

- Förderkredit ab 2,19 % effektiver Jahreszins für Sanierung und Neubau
- Bis zu 30 Mio. Euro Kredit für Effizienzgebäude
- Bis zu 15 Mio. Euro Kredit für Einzelmaßnahmen
- Weniger zurückzahlen: zwischen 12,5 % und 50 % Tilgungszuschuss
- Zusätzliche Förderung möglich, z. B. für Stauebegünstigung und Nachhaltigkeitszertifizierung

KONZEPT ...



KONZEPT ...

Die Grundlage...

... ist ein Entwurf für ein Bürogebäude mit vorgehängter Betonfassade. Mein Ziel ist es, dieses Gebäude möglichst energieeffizient zu gestalten.

Die Materialität

Auswahl der Baustoffe nach verschiedenen ökologischen Kriterien.

- Primärenergiebedarf
- Treibhauspotenzial
- Versäuerung
- Energieeffizienz (Wärmeleitfähigkeit)
- Lebensdauer
- Recyclbarkeit und Entsorgung
- Gesundheitliche Auswirkungen

Kombination altbewährter Naturmaterialien mit innovativen Produkten.

Einen Ausgleich für die versiegelte Fläche bietet die intensive Dachbegrünung auf dem Hauptdach.

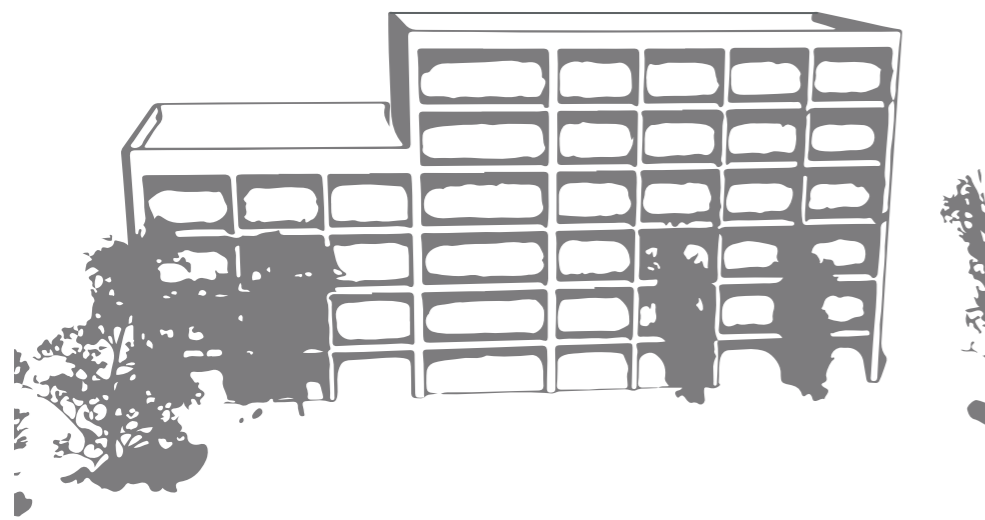
Das Energiekonzept

Ziel ist die Versorgung des Bürogebäudes mit erneuerbaren Energien und Bauteile mit einem möglichst geringen Wärmeleitfähigkeit, um Energieverluste zu minimieren.

Die PV-Anlage auf dem Dach liefert Strom für den Büroverbrauch. Der überschüssige Strom wird für eine Wärmepumpe genutzt, über die Kühlen, Heizen und Lüften möglich sind. Ein Holz-Pelletofen dient zum Heizen in den Wintermonaten, wo die PV-Erträge sehr gering sind.

Um Energieverluste über die Außenhülle möglichst gering zu halten, richten sich die Aufbauten der einzelnen Bauteile nach den Effizienzhaus 40 Standards und den dazugehörigen U-Werten.

Aufgrund zunehmender Wasserknappheit wird auch das Regenwasser in einer Zisterne aufgefangen und sowohl für die Bewässerung der intensiven Dachbegrünung als auch für die Toilettenspülung im Gebäude verwendet.



MATERIAL

WAHL

NACHHALTIGE FASSADE ... REFERENZOBJEKTE

Hotelerweiterung Öschberghof in Donaueschingen...

... AllmannWappner Architekten
Realisiert 2019

Deutscher Fassadenpreis für vorgehängte hinterlüftete Fassaden
2020

Preis für Beispielhaftes Bauen im Schwarzwald-Baar-Kreis

Lanserhof am Tegernsee...

... ingenhoven architects gmbh
Realisiert 2014

Sporthalle am Ebenberg in Landau...

... Swillus Architekten Werder (Havel), Kirchspitz Architekten, Kaiserslautern und

pg-1 architekten, Kaiserslautern
Realisiert 2015

Holzbaupreis Rheinland-Pfalz 2018



<https://www.dach-holzbau.de/imgs/1/6/0/4/5/5/0/da8221858c1a8b05.jpeg> 21.06.2022



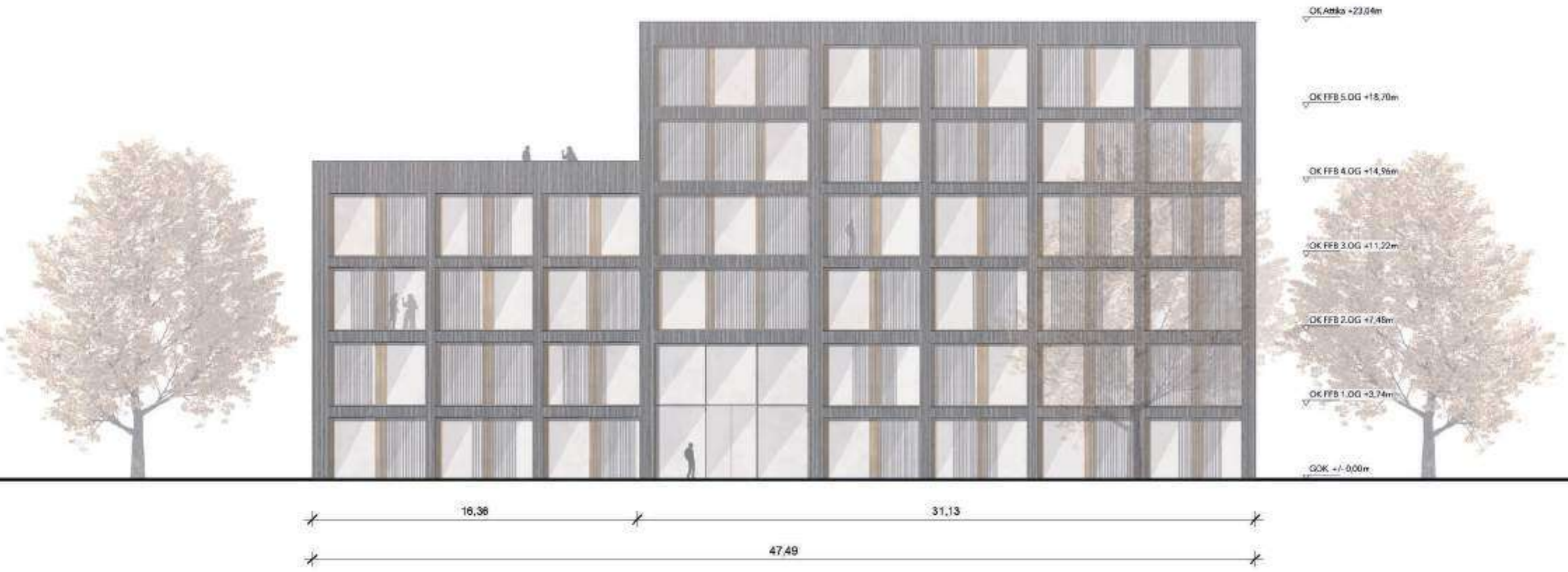
<https://i.pinimg.com/originals/db/b4/0e/dbb40e0e29e17d0999f8fb407f8a2b8a.jpg> 21.06.2022



<https://i.pinimg.com/originals/65/da/62/65da6217b235a5a24384e176d389684c.jpg> 21.06.2022

NACHHALTIGE FASSADE ...

ANSICHT SÜD M 1:200



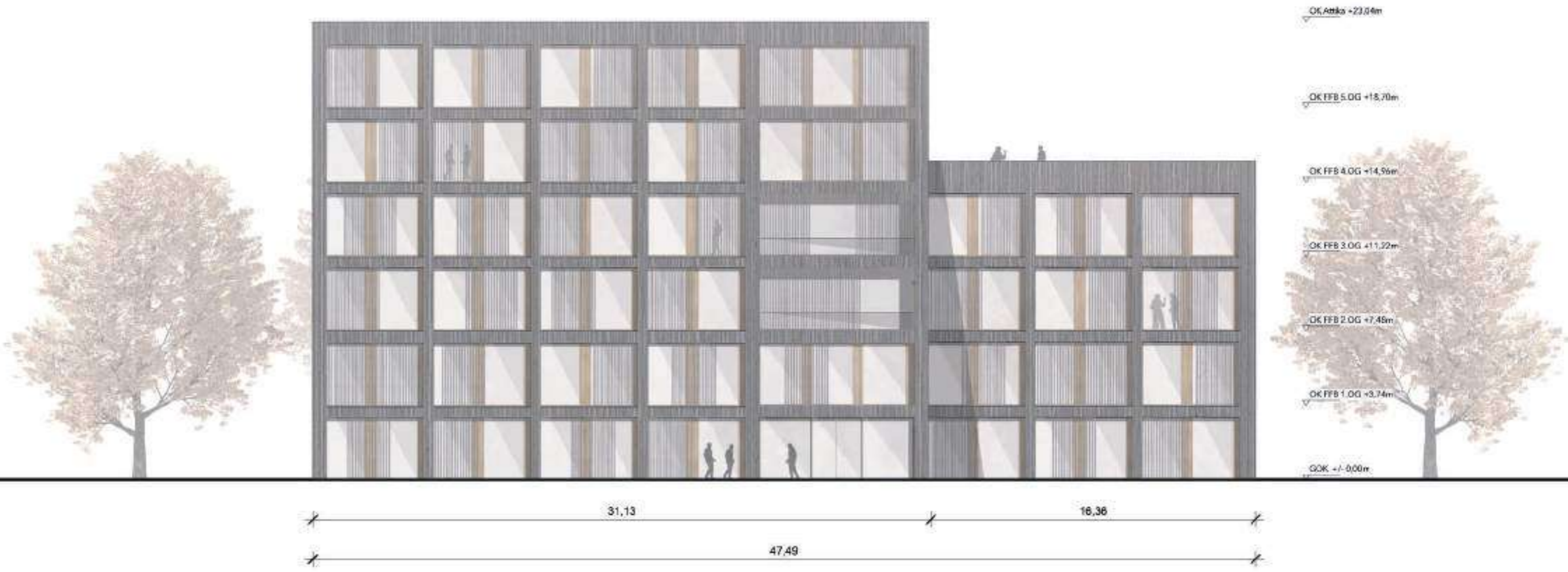
NACHHALTIGE FASSADE ...

ANSICHT WEST M 1:200



NACHHALTIGE FASSADE ...

ANSICHT NORD M 1:200



NACHHALTIGE FASSADE ...

ANSICHT OST M 1:200



FASSADENVERKLEIDUNG ...

Kriterien...	Glasfaserbeton..	Holz...
Produkt	Rieder Concrete Skin Salt'n'pepper polarwhite ferroplus 13mm	Lärche unbehandelt 13mm
Primärenergiebedarf	74.25 kWh/m ²	2 kWh/m ²
Treibhauspotenzial	21,60 kgCO ₂ eq/m ²	-9 kgCO ₂ eq/m ²
Versäuerung	0,051 kgCO ₂ eq/m ²	0,005 kgCO ₂ eq/m ²
Wärmeleitfähigkeit	k.A.	0,13 W/(mK)
Lebensdauer Hier genannte Zahlen sind nur Richtwerte, durch Standort, Witterung und weitere äußere Faktoren können diese stark voneinander abweichen.	Gilt als sehr Witterungsbeständig und dadurch langlebig. mind. 50 Jahre ca. 1,7 mal so lange wie Holz	Natürliche Veränderung durch Witterung. Z.B. Vergrauung. mind. 30 Jahre Ca. 0,6 mal so lang wie Rieder Concrete Skin
Recyclbarkeit / Entsorgung	Kann in geschredderter Form als Baufüllmaterial im Damm- und Wegebau verwendet werden Ablagerung auf Baurestmassen- und Massenabfalldeponien	recyclbar

Fazit

Für den Glasfaserbeton von Rieder spricht auf den ersten Blick eine deutlich längere Lebenszeit. Ca 1,7 mal so lang wie die Holzfassade. Wenn man beide Nutzungsdauern anhand des Faktors 1,7 miteinander ins Verhältnis setzt sieht man das die Umweltproduktaten von Holz immernoch deutlich energieeffizienter sind.

<https://www.rieder.cc/de/architektur/material/>

https://www.rieder.cc/wp-content/uploads/2017/07/EPD_RSE_2012111_D.pdf 21.06.2022

https://www.ubakus.de/u-wert-rechner/?c=2&M0=2025140&M1=81756116&M2=8175616&M3=6589i0.5&M4=4482714&M5=44827135&M6=99i13&T_j=20&RH_j=50&Te=-5&RH_e=80&outside=0&bt=0&rvso=1&unorm=kfw40&cq=3042513&name=Wandaufbau%20k6%20effizienzhaus%2040%20Standard%20holz&fz=18&am=0_10.5_5_NaN_10_10_lw_0_c_a 21.06.2022



<https://www.rieder.cc/wp-content/uploads/2019/06/datenblatt-textur-saltnpepper.pdf> 21.06.2022



Vectorworksbibliothek (Holz-Schalung (Arrow Boards 004) BF)

SONNENSCHUTZ ...



Alt

Neu



SONNENSCHUTZ . . .

Kriterien...

Textilscreen ...

Holzschiebeläden mit rotierbaren Lamellen ...

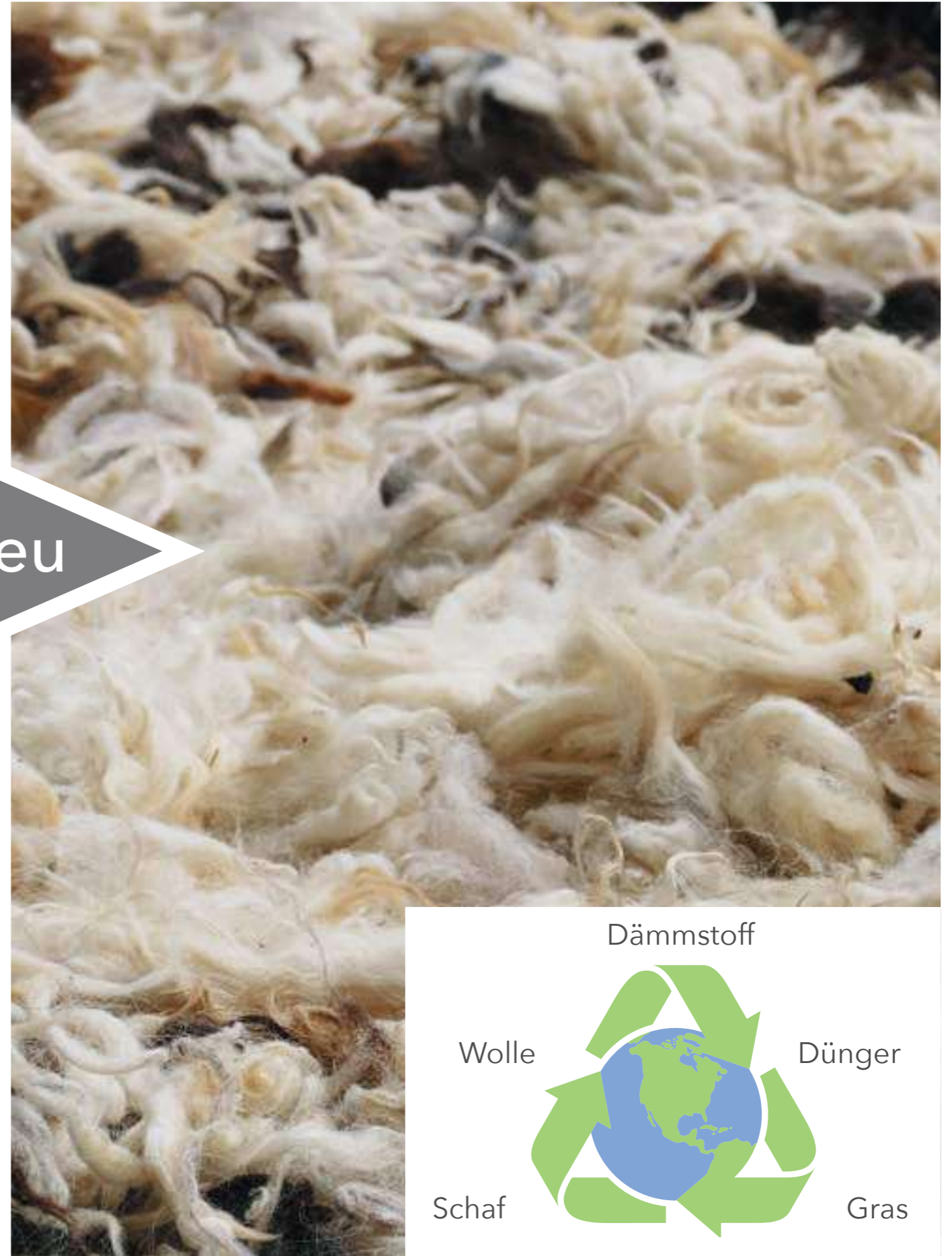
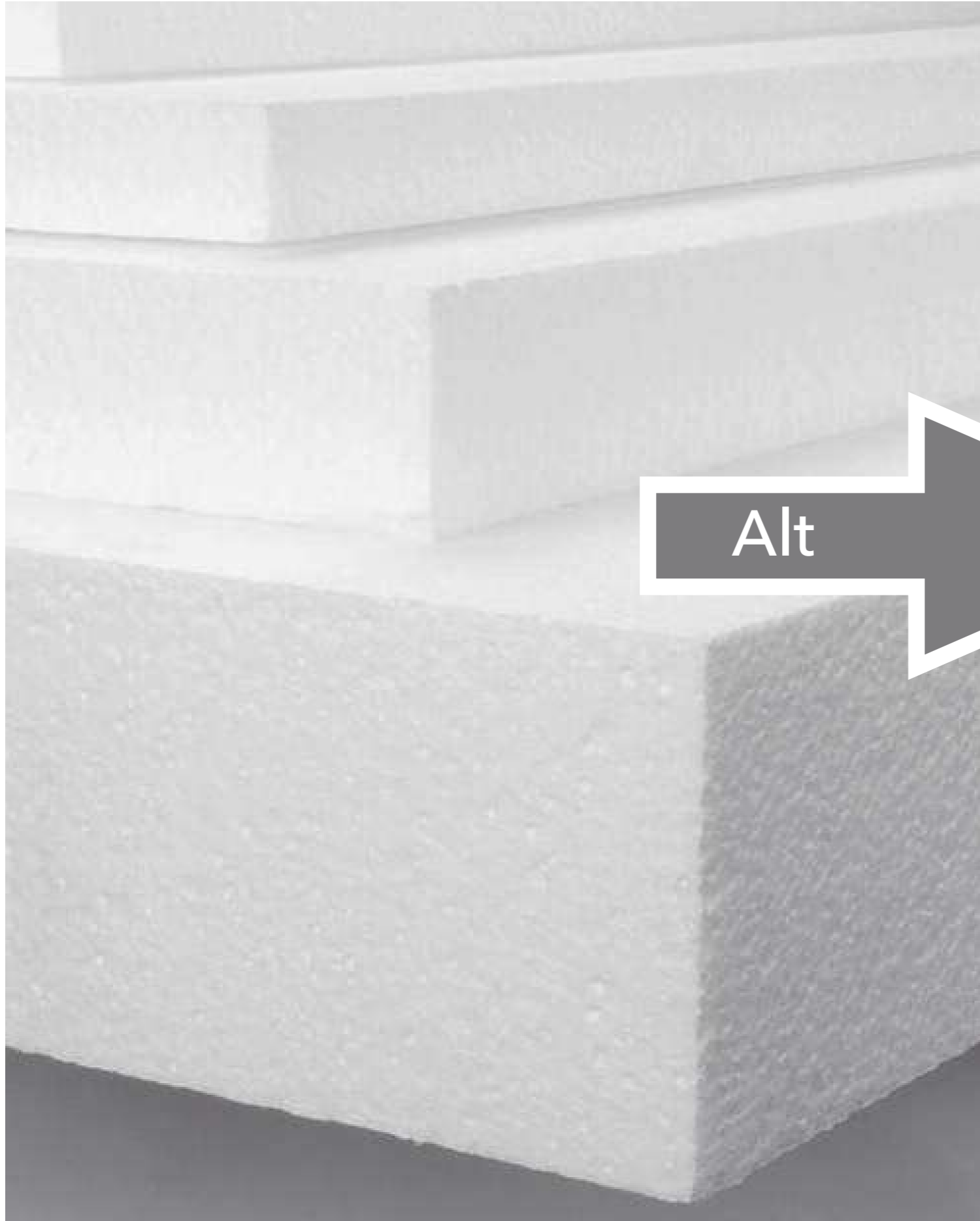
Produkt	ROMA zipSCREEN.2 (Basis QUADRO)	Alurahmen mit Lärchenholzlamellen
Gegenüberstellung	<ul style="list-style-type: none">• Alurahmen, Glasfaserkunststoffgewebe mit PVC beschichtet• Mit der Auswahl der Gewebestruktur und der Farbe wird einmalig der Sichtschutz- und Verdunklungsgrad festgelegt, lediglich anpassbar durch das hoch- und runterfahren des Screens (motorisiert)• UV-Schutz• Nicht recycelbar• Pflegeleicht, abwaschbar	<ul style="list-style-type: none">• Aluminium, Eichenholz• Individuelle Steuerung des Sichtschutzes und der Verdunklung, jederzeit steuerbar per Motor• UV-Schutz• 100% recycelbar Die Elemente können in Ihre Einzelteile zerlegt werden und weiterverwendet/ recycelt werden, daraus resultiert auch eine hohe Reparierbarkeit bei Schäden

Fazit

Das nicht recycelbare Kunststoffmischgewebe wird durch den nachwachsenden Rohstoff Holz ersetzt. Zusätzlich bekommt der Nutzer eine höhere Möglichkeit, den Sonnenschutz den eigenen Bedürfnissen anzupassen.

Allerdings ist Holz deutlich wartungsaufwendiger als Kunststoff. Lärchenholz gilt jedoch als besonders witterungsbeständige Holzart.

FASSADENDÄMMUNG ...



FASSADENDÄMMUNG . . .

Kriterien...	EPS-Hartschaumplatten..	Schafwolle...
Produkt	Hartschaumplatten EPS 220mm	Isolena Dämmplatte 240mm
Primärenergiebedarf	77 kWh/m ²	35 kWh/m ²
Treibhauspotenzial	19 kgCO ₂ eq/m ²	3 kgCO ₂ eq/m ²
Versäuerung	0,041 kgCO ₂ eq/m ²	0,025 kgCO ₂ eq/m ²
Wärmeleitfähigkeit	0,35 W/(mK)	0,35 W/(mK)
Brandverhalten	E nach DIN EN 13501-1 B1 nach DIN 4102-1	D-s2, d0; CH: RF3 B2 nach DIN 4102-1
Lebensdauer	Gilt als unverrottbar, mit einer Wasseraufnahmefähigkeit von ca. 5% ist es sehr feuchtebeständig. Bei der Verarbeitung sollte jedoch darauf geachtet werden, dass das Material keinem Sonnenlicht ausgesetzt ist. UV-Strahlen vergilben die Oberfläche und das Material wird spröde.	Verwendung eines Abfallproduktes, gibt dem Produkt einen neuen Nutzen und somit „ein weiteres Leben“. Wenn die Wolle so verbaut ist, dass sie weitestgehend trocken bleibt und keinem direktem Sonnenlicht ausgesetzt ist, bleibt diese sehr beständig.
Recyclbarkeit / Entsorgung	Recycling zu neuen Dämmstoffen ist möglich, jedoch nur mit unverschmutzten Dämmplatten ohne Klebereste o.Ä. Verschmutzte Platten gelten als gemischte Bauabfälle. Meist wird jedoch alles verbrannt.	Nicht recycelbar, laut Hersteller jedoch zu 100% biologisch abbaubar und weiterverwendbar zum Düngen

Weitere Fakten zu Schafwolle

- Unterstützung der Landwirtschaft
 - » Nachwachsender Rohstoff: Schafe müssen 1-2 mal pro Jahr geschoren werden. Dabei fallen jährlich ca. 7kg Rohwolle pro Schaf an.
 - » Regionale Schafwolle endet heute durch niedrige Nachfrage der Textilindustrie oft als Abfallprodukt, da sich der „Vermarktungsaufwand“ durch geringe Preise für den Produzenten kaum lohnt.
 - » Fisolan Dämmwolle kommt zu 100% aus der Schweiz - Unterstützung der regionalen Schafhaltung, die zur Erhaltung der Kulturlandschaft beiträgt.

<https://www.baunetzwissen.de/daemmstoffe/fachwissen/daemmstoffe/schafwolle-152192> 21.06.2022
https://www.ubakus.de/u-wert-rechner/?c=2&M0=2025140&M1=81756122&M2=47041122&M3=6589i0.5&M4=44827i4&M5=44827i35&M6=99i13&M7=66116122&T_i=20&RH_i=50&Te=-5&RH_e=80&outside=0&bt=0&unorm=kfw40&cq=3042513&name=Wandaufbau%20k6%20effizienzhaus%2040%20Standard%20holz&fz=18&am=0_10.5_5_NaN_10_10_lw_0_c_a 22.06.2022
<http://www.architekt-riebler.at/energieeffizienz/waermedaemmungen/schafwolle> 22.06.2022
<https://www.isolena.com/de/schafwolldaemmung-premium/> 07.07.2022

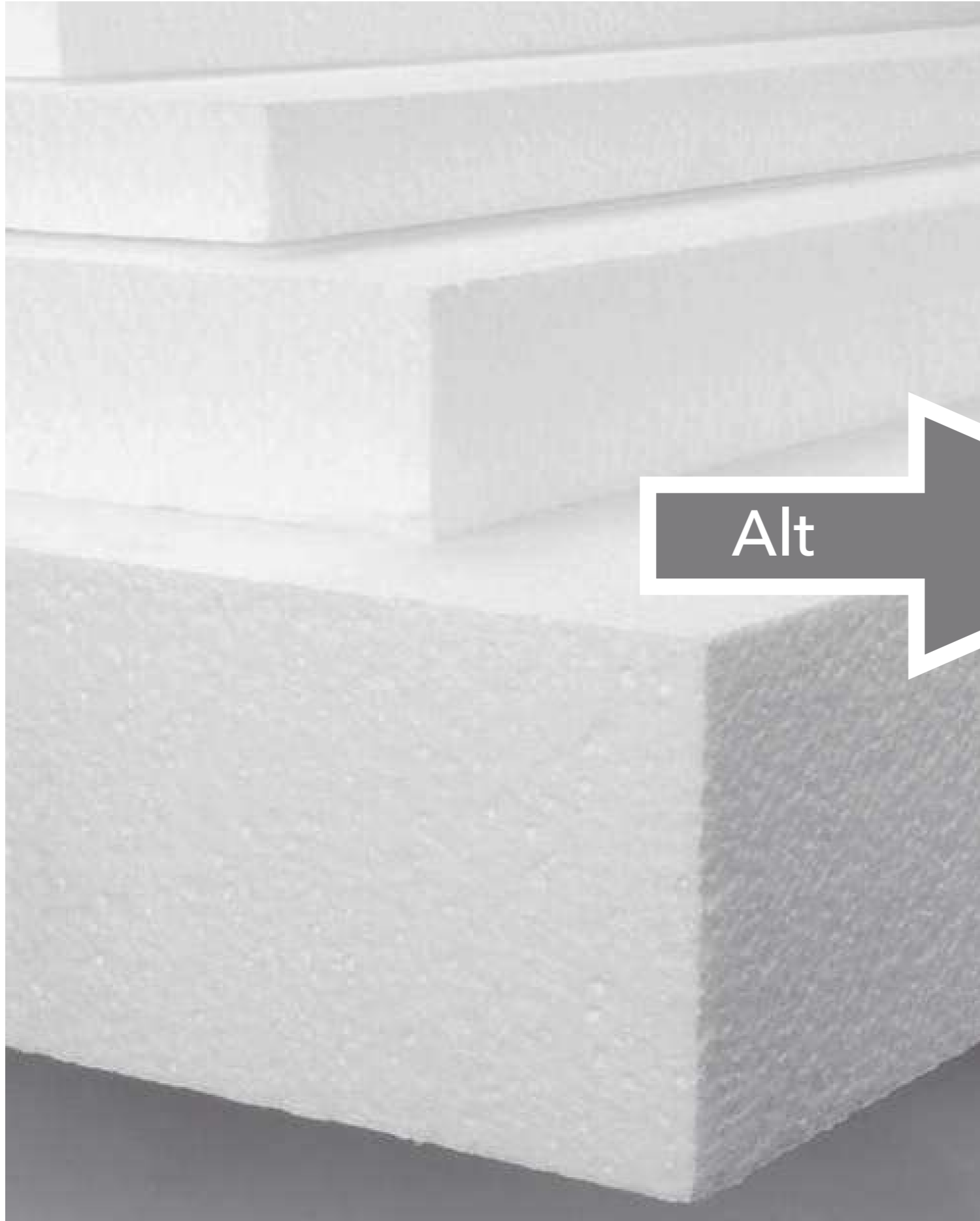
- Sehr gute Wärmeleitfähigkeit für ein Naturprodukt mit $\lambda_B=0,036$ W/mK
 - » Vergleichsweise sind Holzdämmstoffplatten Steicoflex 036, GUTEX Thermoflex mit einer Wärmeleitfähigkeit von je $\lambda_B=0,038$ W/mK mit sehr hoher Wärmeleitfähigkeit immer noch knapp höher, auch die am meisten verwendeten EPS Hartschaumplatten mit $\lambda_B=0,035$ W/mK liegt in einer ähnlichen Größenordnung.
 - » Chemisch hergestellte Dämmungen aus Erdöl können hingegen deutlich niedrigere Wärmeleitfähigkeiten aufweisen.
- Ähnliche Preiskategorie wie Holzdämmstoffplatten, jedoch deutlich teurer als industriell hergestellte Dämmung (aufgrund der aktuell starken Preisschwankungen werde ich auf Kosten nicht genauer eingehen)
- Schädlingsanfällig: lässt sich durch Mottenschutz und Borsalz-lösungen behandeln, diese Mittel haben allerdings einen negativen Einfluss auf die Umwelt. Isolena wird komplett ohne diese synthetischen Mittel gefertigt.

Fazit

Die Verwertung des Abfallproduktes spart Ressourcen und trägt zur Schafhaltung zum Erhalt der Kulturlandschaft bei. Außerdem sorgen natürliche Materialien für ein angenehmes Raumklima, jedoch entstehen Mehrkosten.

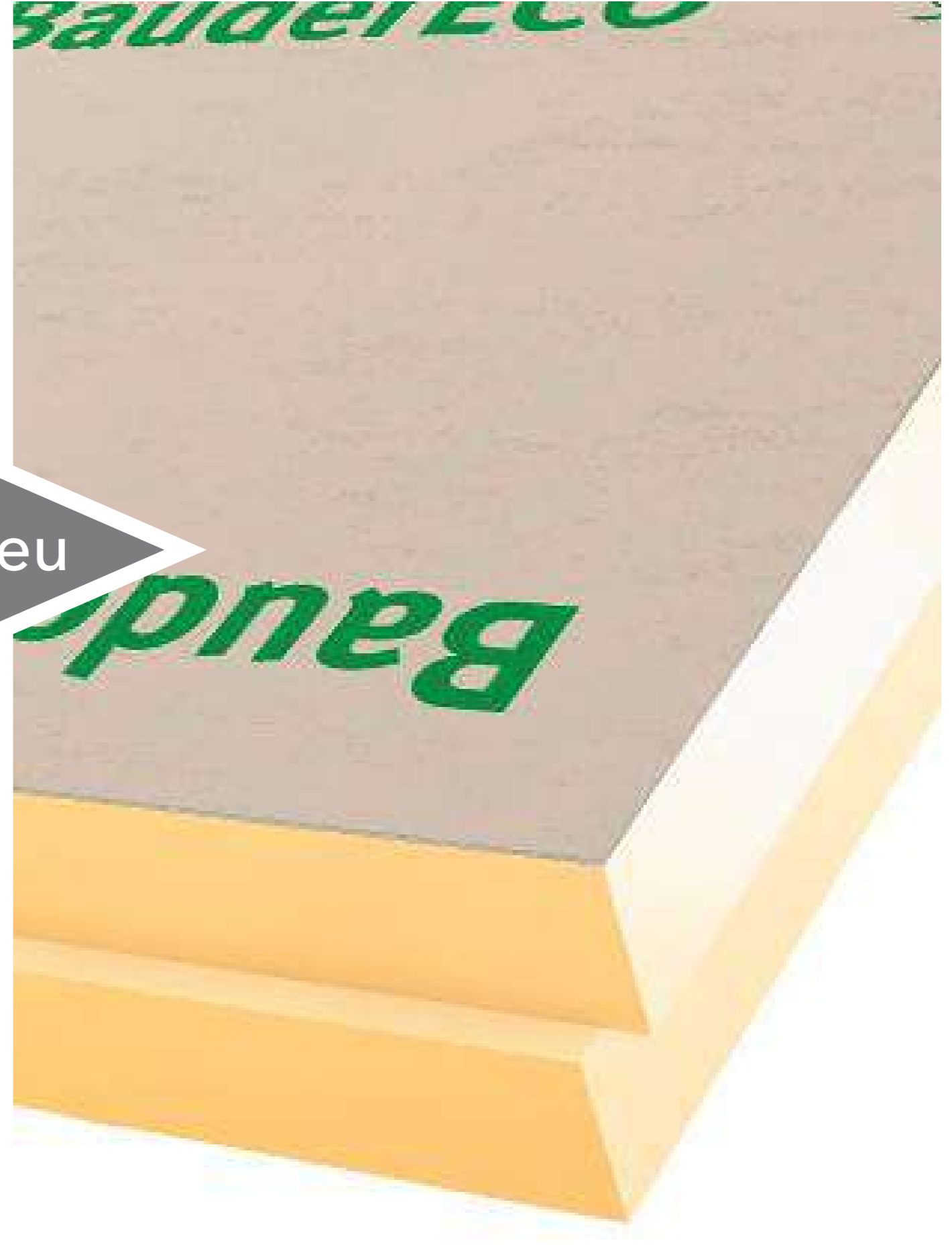


FLACHDACHDÄMMUNG ...



Alt

Neu

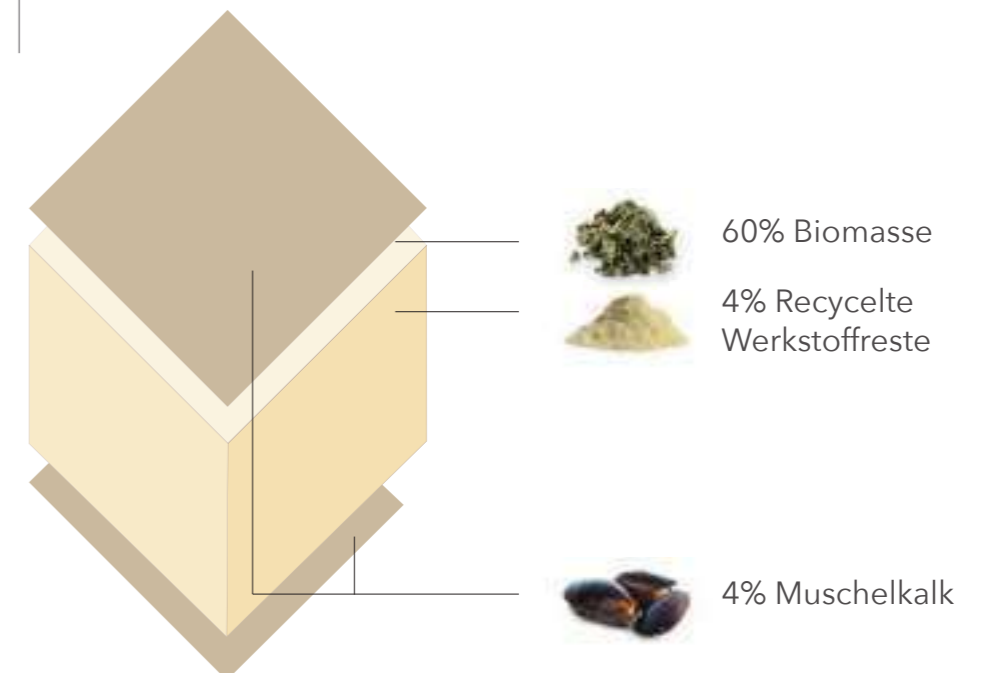


FLACHDACHDÄMMUNG ...

Kriterien...	EPS Hartschaumplatten...	Polyisocyanurat-Hartschaum Alternative...
Produkt	Hartschaumplatten EPS 220mm	BauderECO FF 240mm
Primärenergiebedarf	77 kWh/m ²	<ul style="list-style-type: none"> Vorteil der PIR-Dämmung ist eine hervorragende Wärmeleitfähigkeit (0,023 - 0,029 W/(mK)). Herkömmliche PIR-Dämmplatten werden meist auf Basis von Erdöl hergestellt und haben so einen hohen Bedarf an endlichen Ressourcen.
Treibhauspotenzial	19 kgCO ₂ eq/m ²	Eine Alternative zum herkömmlichen Produkt ist Bauder ECO FF: <ul style="list-style-type: none"> Zusammensetzung: 60% Biomasse; 4% Recycling-Rohstoffe (Sägespäne, Fräsabfälle), 4% Muschelkalk (Abfall Lebensmittelindustrie) - siehe Abb. Restliche 22% der Materialien werden nirgendwo explizit aufgelistet, vermutlich basiert dieser Teil weiterhin auf Erdöl
Versäuerung	0,041 kgCO ₂ eq/m ²	
Wärmeleitfähigkeit	0,35 W/(mK)	0,24 W/(mK)
Brandverhalten	E nach DIN EN 13501-1 B1 nach DIN 4102-1	E nach DIN EN 13501-1 B2 nach DIN 4102-1
Lebensdauer	Gilt als unverrottbar, mit einer Wasseraufnahmefähigkeit von ca. 5% ist es sehr feuchtebeständig. Bei der Verarbeitung sollte jedoch darauf geachtet werden, dass das Material keinem Sonnenlicht ausgesetzt ist. UV-Strahlen vergilben die Oberfläche und das Material wird spröde.	Gilt als Witterungsfest und hat eine gute chemische Beständigkeit, dadurch ergibt sich eine lange Nutzungsdauer.
Recyclbarkeit / Entsorgung	Recycling zu neuen Dämmstoffe ist möglich, jedoch nur mit nicht verschmutzten Dämmplatten ohne Klebereste o.Ä. Verschmutzte Platten gelten als gemischte Bauabfälle. Meist wird jedoch alles verbrannt.	Recyclbar, Entsorgung über Hausmüll möglich

Fazit

Die Verwendung der BauderECO FF ermöglicht einen möglichst geringen Flachdachaufbau und gleichzeitig wird der Verbrauch von Erdöl reduziert, jedoch nicht komplett ersetzt.



FAZIT DÄMMUNG . . .

Fakten zum Brandschutz...

Es gibt mittlerweile viele verschiedene nachhaltige Dämmstoffe auf dem Markt.

Überzeugend sind sehr gute Wärmeleitfähigkeiten bei vielen Produkten, aber auch die Möglichkeit, Ressourcen einzusparen.

Allerdings gibt es einen großen Nachteil: den Brandschutz. Der hier vorgestellte Bürogebäudeentwurf entspricht der Gebäudeklasse 5 (§2 HBO: sonstige Gebäude mit Ausnahme von Sonderbauten OKF \leq 22m). Als Anforderung für die Dämmung gilt hier die Brandschutzklasse B1 schwer entflammbar nach DIN 4102-1.

Bei meiner Recherche bin ich leider auf kein einziges nachhaltig hergestelltes Produkt gestoßen, das diese Voraussetzung erfüllt. Die allermeisten ökologischen Dämmstoffe entsprechen der Brandschutzklasse B2 normal entflammbar nach DIN 4102-1. Somit eignen Sie sich sehr gut für Gebäude der Gebäudeklasse 1-3, jedoch nicht für größere Projekte.

Produktalternative...

Eine in der Herstellung nicht besonders nachhaltige Alternative auf Basis von Phenolharz sind Resol-Hartschaumplatten. Diese haben eine ausgezeichnete Wärmeleitfähigkeit (λ 0,022 - 0,025 W/(mK)). Das Produkt Sto-Resol-Dämmplatte entspricht Eurobrandklasse C-s2, d0 nach EN 13501-1, fällt nach DIN 4102-1 in den Bereich B1 schwer entflammbar und spricht somit den Anforderungen für das hier entworfene Bürogebäude. Der Vorteil dieses Materials ist, dass durch die sehr geringe Wärmeleitfähigkeit Wand- und Dachaufbauten auf ein Minimum reduziert werden können und somit lässt sich Material einsparen.

Allerdings ist umstritten, ob die Dämmplatten gesundheitsschädlich sind. Gerade beim Bearbeiten können giftige Gase austreten.

Vergleichswerte:

Der Primärenergiebedarf liegt bei 61,44 MJ/kg (=17,1 kWh/kg) und das Treibhauspotential bei 2,124 kg CO₂-Äqv./kg. Somit ist der Primärenergiebedarf mehr als viermal und das Treibhauspotential sogar acht mal höher als bei Schafwolle.

Weiteres Vorgehen...

Ich habe mich im Rahmen dieser Ausarbeitung bewusst dazu entschieden weiterhin mit Schafwolle und BauderEco FF zu arbeiten. Da ich den Schwerpunkt der Thesis darauf gesetzt habe, Alternativen aufzuzeigen, die das Bauen der Zukunft durch ihren Grundgedanken verbessern können. Wenn diesen Produkten jetzt mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird, wird die Nachfrage steigen. Somit wird die weitere Forschung zur Optimierung der Produkte unterstützt und mit ein bisschen Glück wird es mehr Möglichkeiten geben, den Nachhaltigkeitsgedanken auch in größeren Gebäuden umzusetzen.

BETONDECKEN ...



Alt

Neu



BETONDECKEN ...

Kriterien...	Ortbetondecke...	Ortbetondecke mit Kunststoff-Hohlkörpern...
Produkt	Ortbeton 300mm	Ortbeton 300mm mit Kunststoff-Hohlkörpern Cobiax SL
Primärenergiebedarf	83 kWh/m ²	<ul style="list-style-type: none"> • Gesamtersparnis 32% • Betoneinsparung 96 l/m²
Treibhauspotenzial	59 kgCO ₂ eq/m ²	<ul style="list-style-type: none"> • Lastreduzierung 240 kg/m • CO₂-Reduzierung 0,020 t/m² <ul style="list-style-type: none"> » Treibhauspotential liegt bei 39 kgCO₂eq/m²
Versäuerung	0,0864 kgCO ₂ eq/m ²	<ul style="list-style-type: none"> • Hohlraumhöhe 10 - 26 cm • Unterstützungshöhe 12 - 28 cm
Wärmeleitfähigkeit	2,0 W/(mK)	<ul style="list-style-type: none"> • Bandbreite der Deckenstärke 22 - 56 cm • Hohlraummodule bestehen zu 100% aus recyceltem Kunststoff
Brandverhalten	A1 nach DIN 4102-1	A1 nach DIN 4102-1
Lebensdauer	Ca. 80 Jahre -> hierbei handelt es sich lediglich um die durchschnittliche Erhaltungsdauer. Beispiel: Das Pantheon in Rom wurde aus einem Beton ähnlichen Baustoff erbaut und steht seit über 1000 Jahren. Natürlich gibt es aber auch Gebäude, die schon nach sehr kurzer Zeit abgerissen werden.	Ca. 80 Jahre -> hier gilt dasselbe Prinzip wie bei normalem Beton
Recyclbarkeit / Entsorgung	Reiner Beton gilt als Bauschutt. Produktrecycling: Teilweise können Bauteile im ganzen ausgebaut werden und an anderen Stellen wieder eingebaut werden. Ausgebaute Betonplatten können beim Bau von Deichen, Bus- und Straßenbahnhaltstellen in Form von Betonpflaster oder Betonplatten wieder eingesetzt werden.	Sondermüll bzw. Trennung; anschließend gilt der Beton als Bauschutt. Materialrecycling: Trennung der einzelnen Materialien und Zerkleinerung des Betons mit einem Brecheisen. Kann mit dem richtigen Mischverhältnis wieder zu sogenanntem Recyclingbeton verarbeitet werden. Dieser besitzt nahezu die selben Eigenschaften wie normaler Beton.

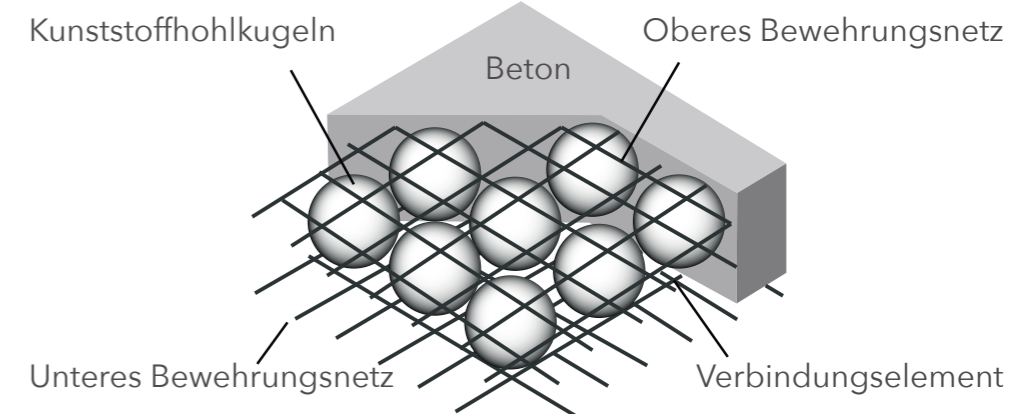
Weitere Fakten zu Ortbeton mit Kunststoff-Hohlkörpern

Herstellung

01. Bau einer Betonschalung
02. Einsetzen der Hohlraummodule
03. Beton gießen

Fazit

Der Einsatz von Hohlraummodulen ermöglicht die Schonung von Ressourcen durch die Reduzierung von Beton. Zusätzlich reduziert sich das Gewicht, der Primärenergiebedarf und das Treibhauspotenzial der einzelnen Bauteile. Jedoch entsteht ein zusätzlicher Aufwand beim Recycling/ der Entsorgung, um die verschiedenen Produkte wieder zu trennen. Allgemein ist Beton aufgrund seiner hohen erwarteten Nutzungsdauer auf lange Sicht ein nachhaltiges Material, da sich Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial mit der Zeit amortisieren.



https://www.dbz.de/artikel/dbz_Kugelsicher_875623.html 23.06.2022
<https://www.cobiax.com/de/de/produkte/cobiax-sl/> 23.06.2022
https://www.ubakus.de/u-wert-rechner/?c=2&M0=10130&M1=2868i3&M2=35516i3.5&M3=18321i125&M4=3285i125&M5=34382i5.2&M6=142999i3.5&M7=6946110&M8=658911&M9=8834i20&T_i=20&RH_j=50&Te=-5&RH_e=80&outside=0&bt=3,sun&unorm=kfw40&cq=3009849&name=Dachaufbau%20k6%20effizienzhaus%2040%20Standard&fz=18&am=0_10.5_5_NaN_10_10_lw_0_c_a 21.06.2022
<https://www.beton.org/wissen/nachhaltigkeit/betonrecycling/> 23.06.2022

PUTZ ...



Alt

Neu



PUTZ . . .

Kriterien...	Gipsputz...	Lehmputz...
Produkt	HASIT 110 Haftputz 15mm	Lehmputz 15mm
Primärenergiebedarf	10 kWh/m ²	8 kWh/m ²
Treibhauspotenzial	2 kgCO ₂ eq/m ²	4 kgCO ₂ eq/m ²
Versäuerung	0,003 kgCO ₂ eq/m ²	0,005 kgCO ₂ eq/m ²
Wärmeleitfähigkeit	0,35 W/(mK)	0,24 W/(mK)

Weitere Fakten zu Lehmputz

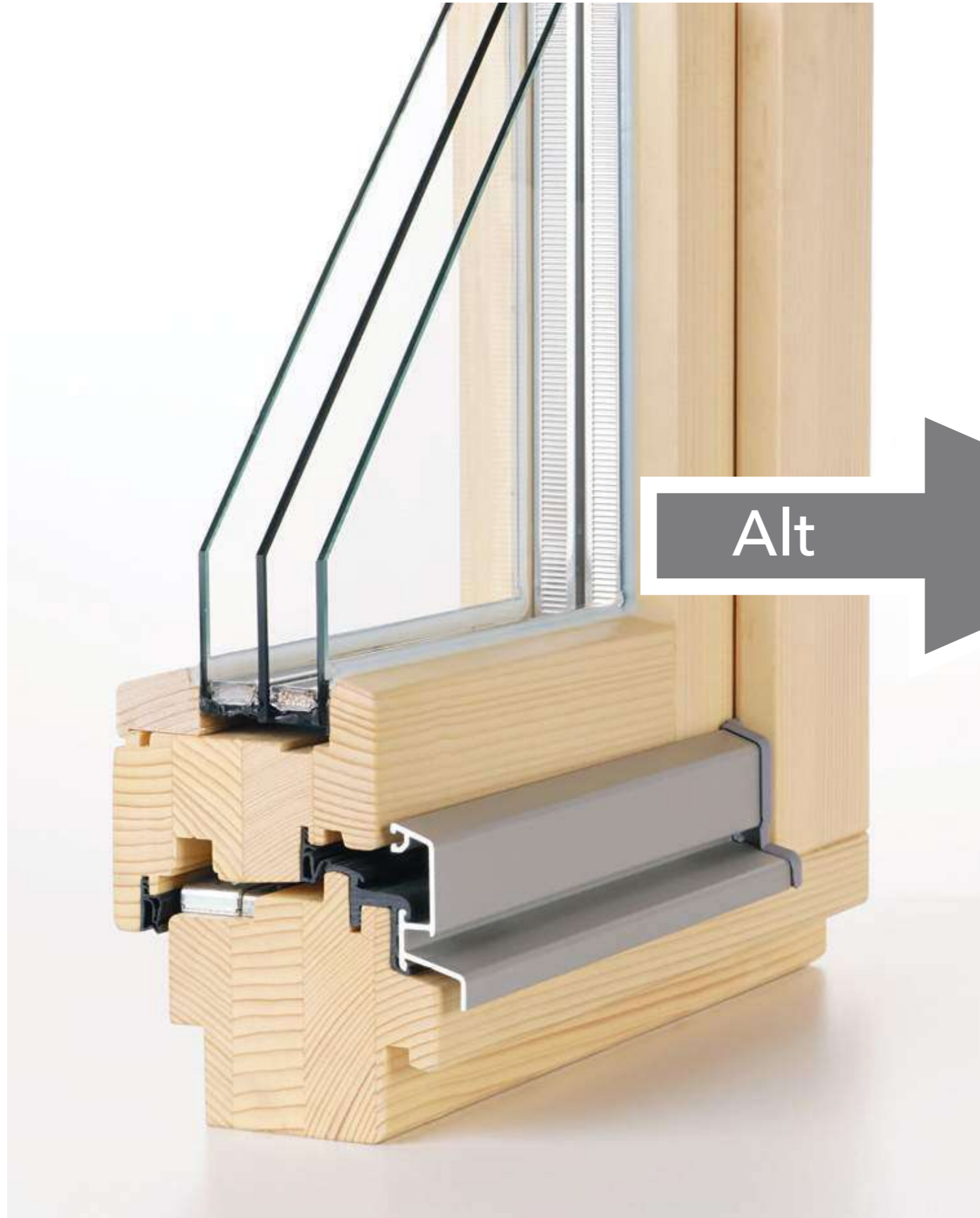
- Wirkt feuchtigkeitsregulierend
- Absorbiert Schadstoffe
- Keine künstlichen Zusatzstoffe

Gipsputz hat im Gegensatz zu Lehmputz keine feuchtigkeits- bzw. schimmelregulierenden Eigenschaften.

Fazit

Lehmputz sorgt durch seine Eigenschaften auf natürliche Weise für ein angenehmes Raumklima.

FENSTER UND TÜREN ...



Alt

Neu



FENSTER UND TÜREN ...



<https://fensterbauer-finder.de/files/pexels-photo-68724.jpeg> 01.07.2022



https://content.cdn.bauen.de/bauen-de/media/Ratgeber/Ausbauen/Fenster/Fensterrahmen/Fensterrahmen_Holz_AdobeStock_makis7.jpg?v=1622122451 01.07.2022

Holzfenster dreifach verglast...

Herkömmliche Dreifachverglasung

- Wärmeleitfähigkeit: 0,7 W/(mK) kWh/m²
- Materialersparnis
- Guter Schallschutz
- 100% recycelbar, Glas kann wieder eingeschmolzen werden und zu neuen Fineoscheiben verwendet werden

Holzfenster Vakuum verglast...

Fineo12 Vakuum Verglasung 11,7mm

- Wärmeleitfähigkeit: 0,7 W/(mK) kWh/m²
- Materialersparnis
- Guter Schallschutz
- 100% recycelbar, Glas kann wieder eingeschmolzen werden und zu neuen Fineoscheiben verwendet werden

Holzrahmen Fichte...

- Dauerhaftigkeitsklasse 4-5 nicht dauerhaft
- Herkunft: heimisches Holz -> geringer CO₂- Ausstoß durch kurze Transportwege
- Nachhaltigkeitszertifizierungen: PEFC, FSC

Holzrahmen Eukalyptus Globulus...

- Dauerhaftigkeitsklasse 1-2 sehr dauerhaft, diese Werte gelten in der Regel meist bei Tropenhölzern, die durch weite Transportwege hohe CO₂ Emissionen verursachen
- Herkunft: Galizien, Nordwesten in Spanien
- Nachhaltigkeitszertifizierungen: PEFC, FSC
- Hohe Einbruchssicherheit

Holzfenster Allgemein

- Holz ist ein nachwachsender Rohstoff
- Positive Auswirkung auf Raumklima
- Möglichkeit zur Sanierung, somit muss im Fall einer Beschädigung nicht das ganze Fenster ausgetauscht werden.
- Möglichkeit zur KfW-Förderung
- Hohe Preise
- Wartungsaufwendig

Fazit

Vakuumglas bietet die Möglichkeit eine geringe Wärmeleitfähigkeit zu erzielen und gleichzeitig Ressourcen zu schonen, indem Material gespart wird.

Bei der Verarbeitung von Holz werden im Verhältnis zur Herstellung von Kunststoff- und Aluminiumrahmen wenig Treibhausgase ausgestoßen. Stattdessen speichert Holz sogar im verbauten Zustand weiterhin CO₂ und trägt somit aktiv zum Klimaschutz bei.

Eukalyptus Globulus weist einen Robustheitsgrad auf, den meist nur Tropenhölzer besitzen, der Import aus Nordspanien ist jedoch mit deutlich kürzeren Transportwegen verbunden. Regionale Hölzer mit noch kürzeren Wegen entsprechen meist einer Dauerhaftigkeitsklasse, die für eine sehr kurze Lebensdauer des Fensters sprechen würde.

Holzfenster können durch Ihre Reparierbarkeit sehr langlebig sein, sind dabei in der Anschaffung allerdings sehr teuer und auch wartungsaufwendig in der Erhaltung.

https://www.ubakus.de/u-wert-rechner/?c=2&M0=10130&M1=2868i3&M2=35516i3.5&M3=183211i125&M4=3285i125&M5=34382i5.2&M6=142999i3.5&M7=6946i10&M8=6589i11&M9=8834i20&T_i=20&RH_j=50&Te=-5&RH_e=80&outside=0&bt=3,sun&unorm=kfw40&cq=3009849&name=Dachaufbau%20k6%20effizienzhaus%2040%20Standard&fz=18&am=0_10.5_5_NaN_10_10_lw_0_c_a 21.06.2022

<https://www.fineoglass.eu/de/solutions/neubau/> 01.07.2022

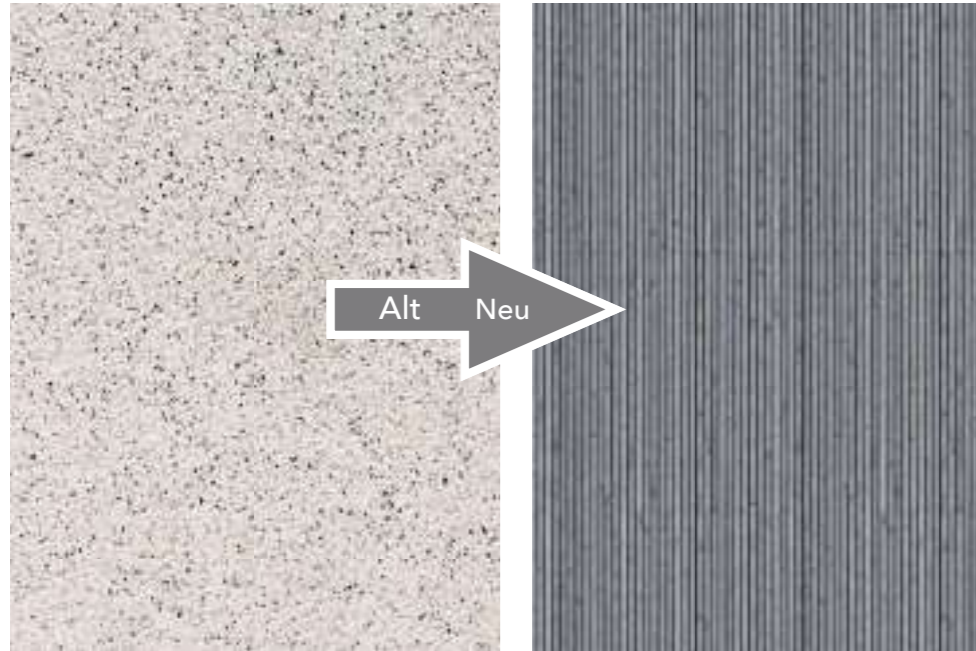
<https://www.fenster-im-baudenkmal.de/nachhaltige-holzarten-fuer-holzfenster-im-ueberblick> 22.06.2022

<https://www.haus.de/bauen/holzfenster-27399> 01.07.2022

MATERIALWAHL ZUSAMMENFASSUNG...

Vorgehängte Fassade

Rieder Concrete Skin Salt'n'pepper polarwhite ferroplus -> Lärche unbehandel



<https://www.rieder.cc/wp-content/uploads/2019/06/datenblatt-textur-saltnpepper.pdf> 21.06.2022
Vectorworksbibliothek (Holz-Schalung (Arroway Boards 004) BF

Sonnenschutz

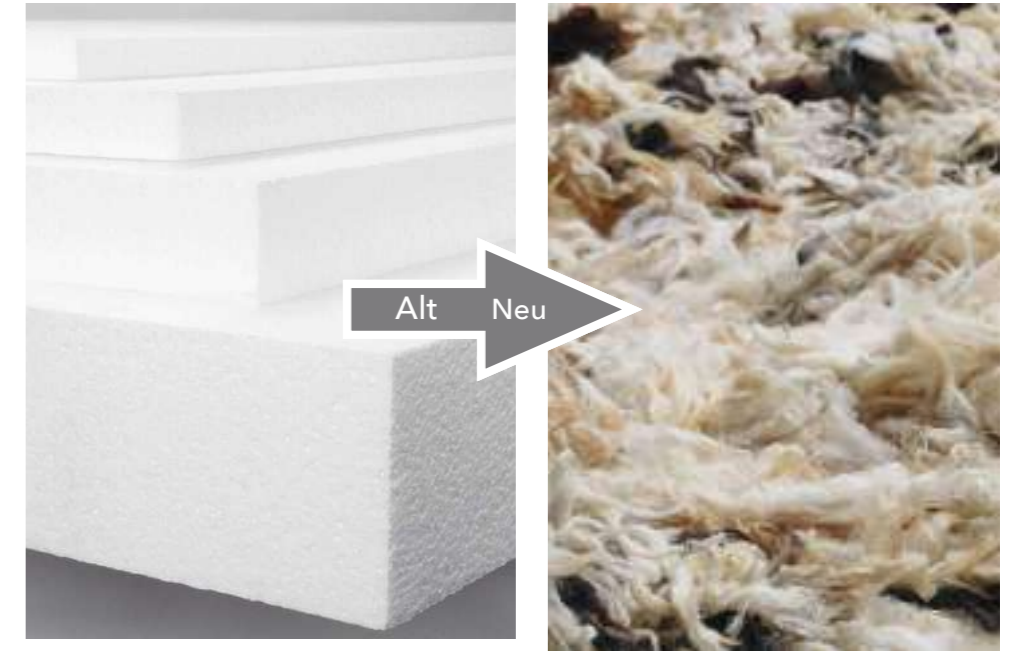
Sonnenscreen Roma -> vertikale Holzelemente als Schiebeelemente (elektrisch)



https://www.roma.de/file/format/8464/header/0cc4c1/roma-vorbautextilscreens-header_%2813394%29.png 21.06.2022
<https://i.pinimg.com/originals/db/b4/0e/dbb40e0e29e17d0999f8fb407f8a2b8a.jpg> 21.06.2022

Wärmedämmung

EPS-Hartschaumplatten; Steinwolle -> Dächer: Bauder PIR 2% und BauderECO FF, Wand: Schafwolle, Trittschall: Kork



<http://i.ebayimg.com/images/i/221526297757-0-1/s-l1000.jpg> 21.06.2022
<https://www.hausjournal.net/wp-content/uploads/schafwolle-waschen.jpg> 21.06.2022

Beton

Beton -> Leichtbeton



<https://image.jimcdn.com/app/cms/image/transf/dimension=1070x10000:format=jpg/path/sb06a-38460b7e1dca/image/i296514f5ec53f815/version/1571838957/image.jpg> 22.06.2022
<https://www.baunetzwissen.de/imgs/2/1/4/7/5/1/2/Unbenannt-3-0175a458491e8238.jpg> 23.06.2022

Putz

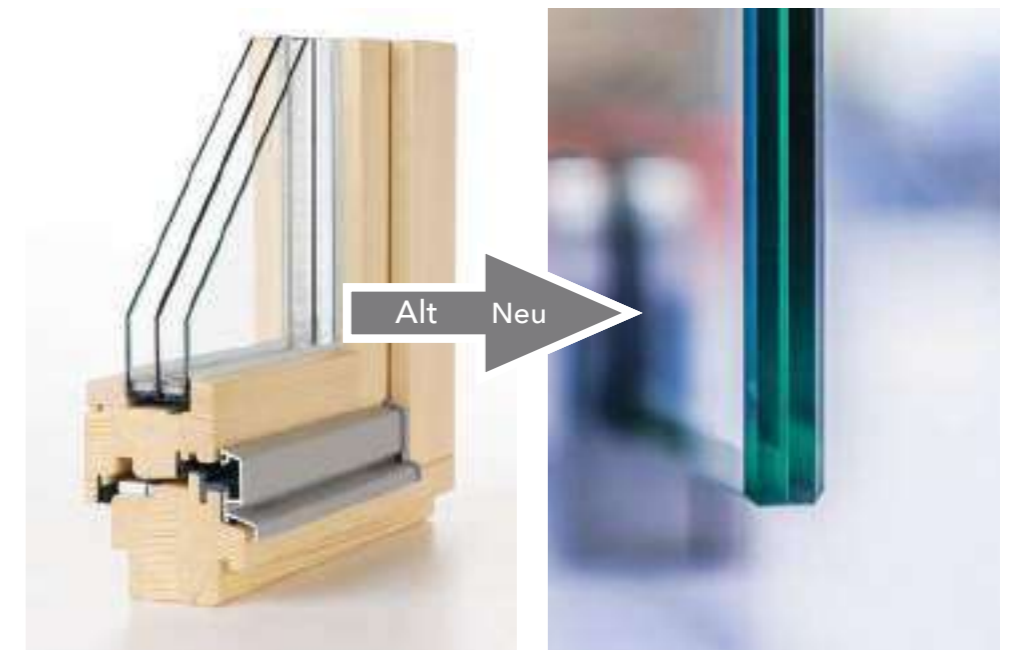
Gipsputz, mineralischer Putz -> Lehmputz



<https://images.musterhaus.net/app/uploads/putz.jpg> 21.06.2022
https://www.klausbeil.de/images/product_images/popup_images/Lehmputz%20Venezia-glatt_394_2.jpg 21.06.2022

Fenster und Türen

Behandelte Holzrahmen -> Schüco Fenstersystem AWS 90.SI+



https://hegerl.de/fileadmin/user_upload/images/Produktion/Fensterprofile/Holzfenster-Hegerl-IV92.jpg 21.06.2022
<https://www.fassadenfachzeitung.com/wp-content/uploads/2021/05/vakuumglas-fineo-heritage-02-768x573.jpg> 21.06.2022

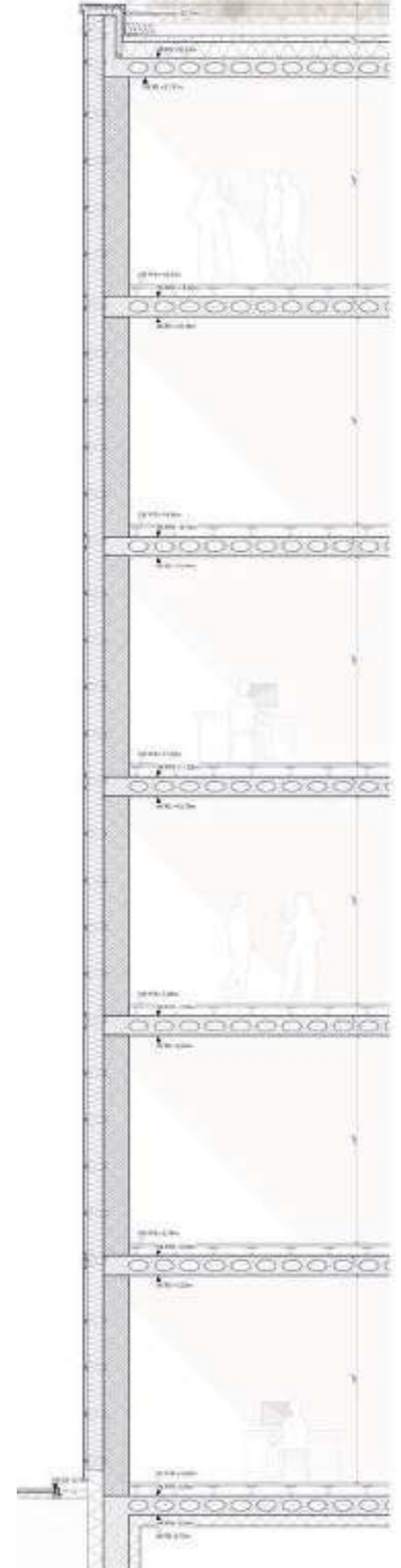
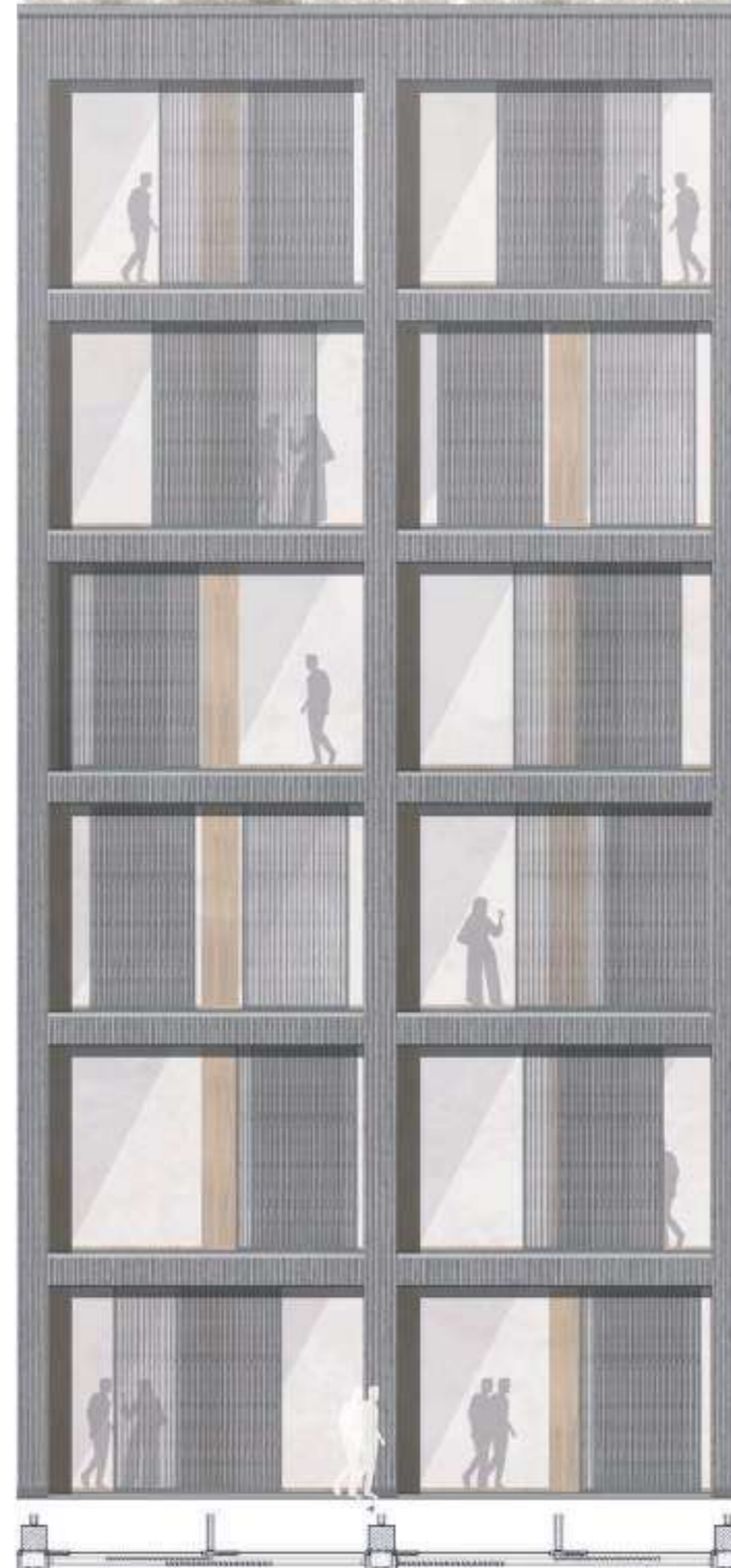
DETAILS

M 1:20

FASSADENSCHNITT C-C M 1:20 verkleinert . . .

Teilansicht Ost

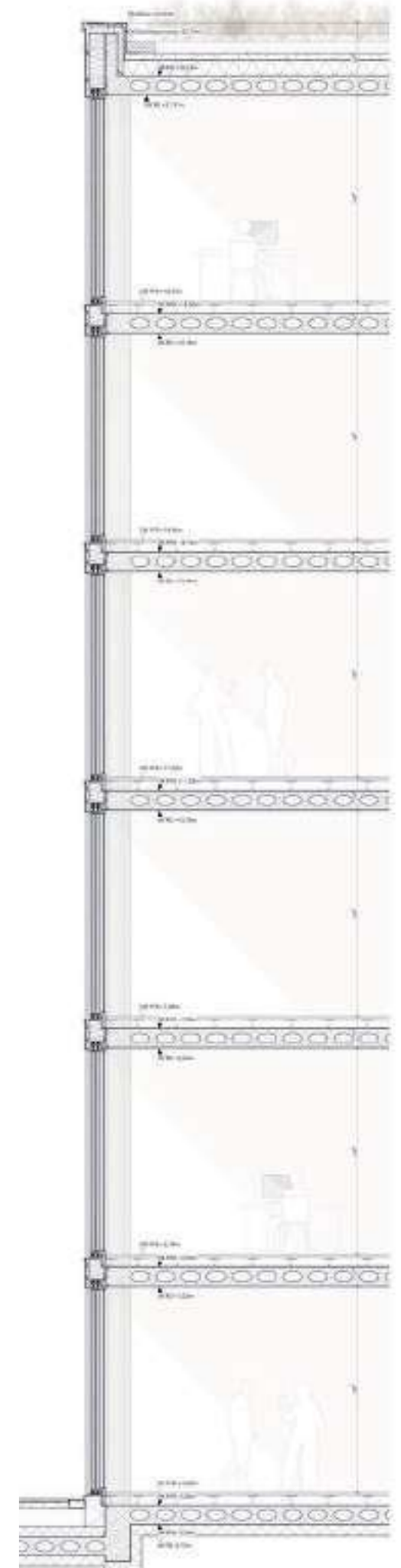
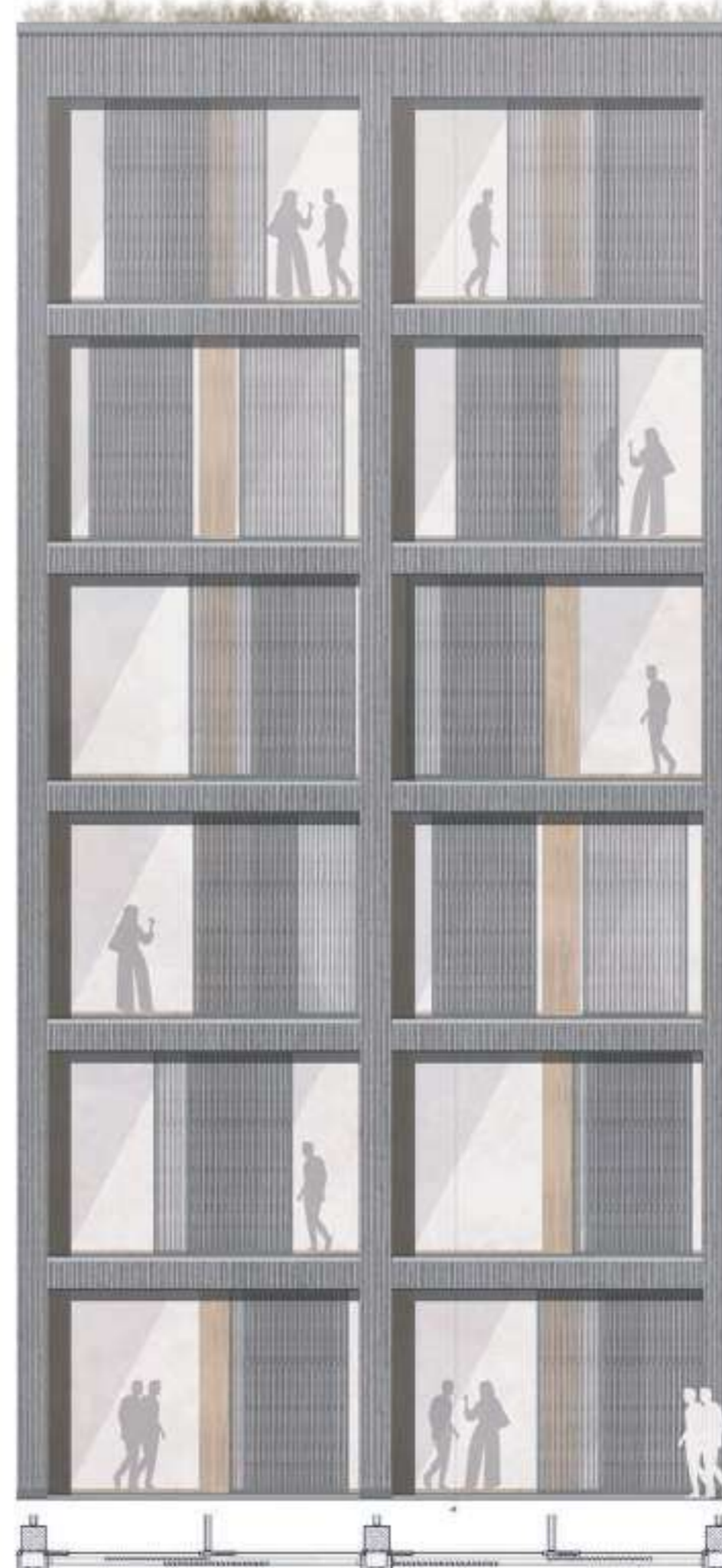
c-c



FASSADENSCHNITT D-D M 1:20 verkleinert . . .

Teilansicht Nord

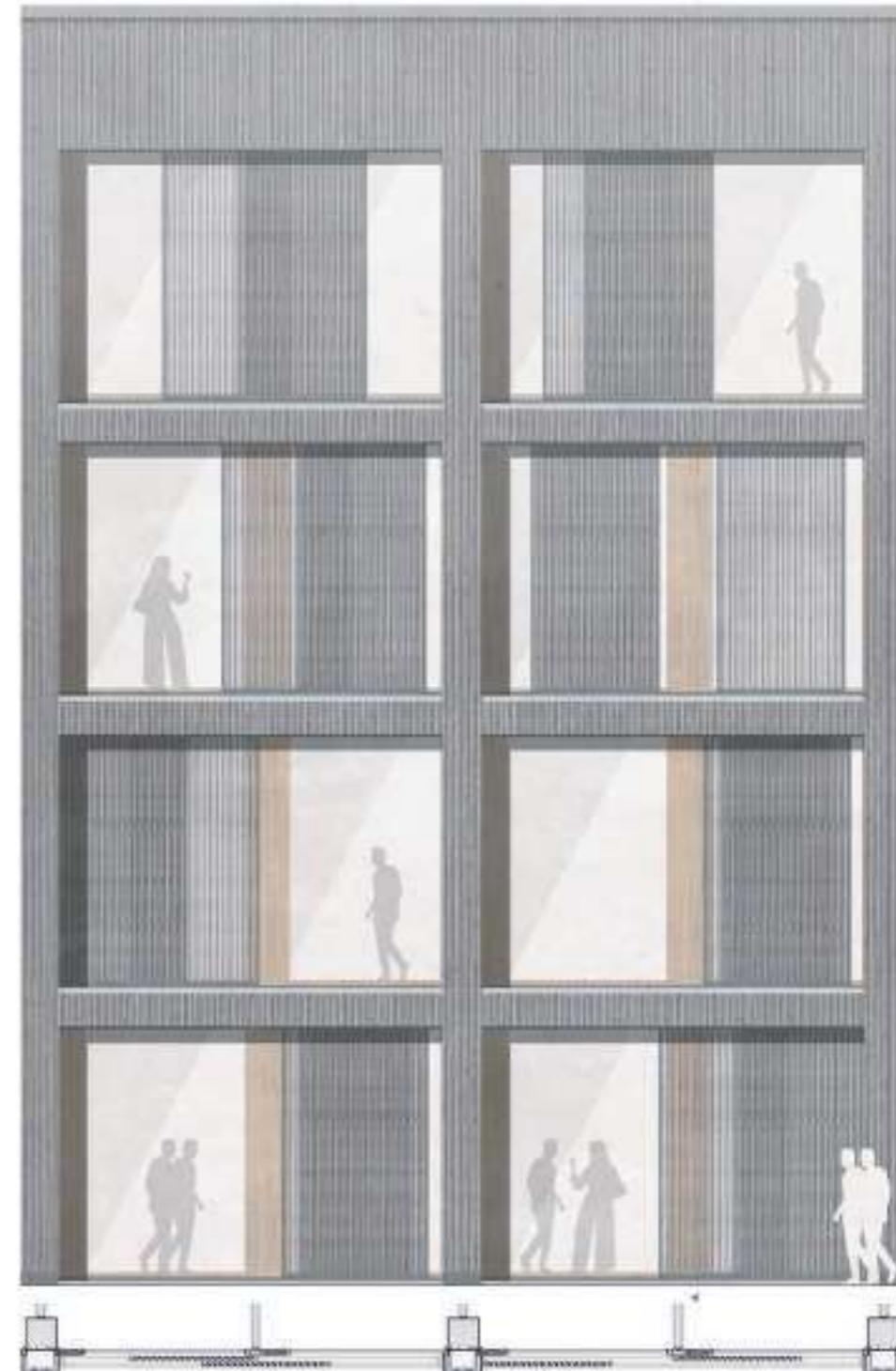
D-D

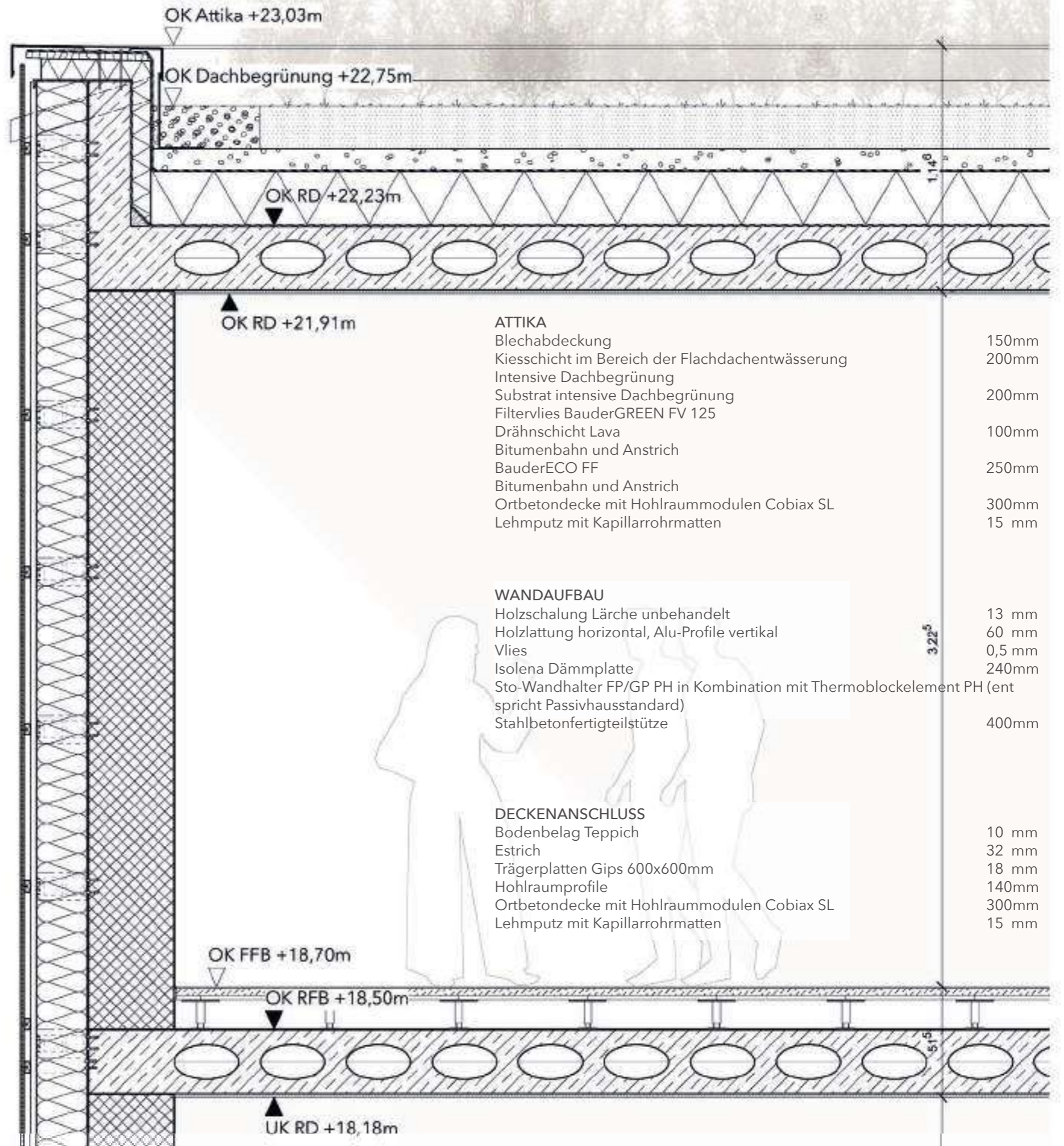


FASSADENSCHNITT E-E M 1:20 verkleinert . . .

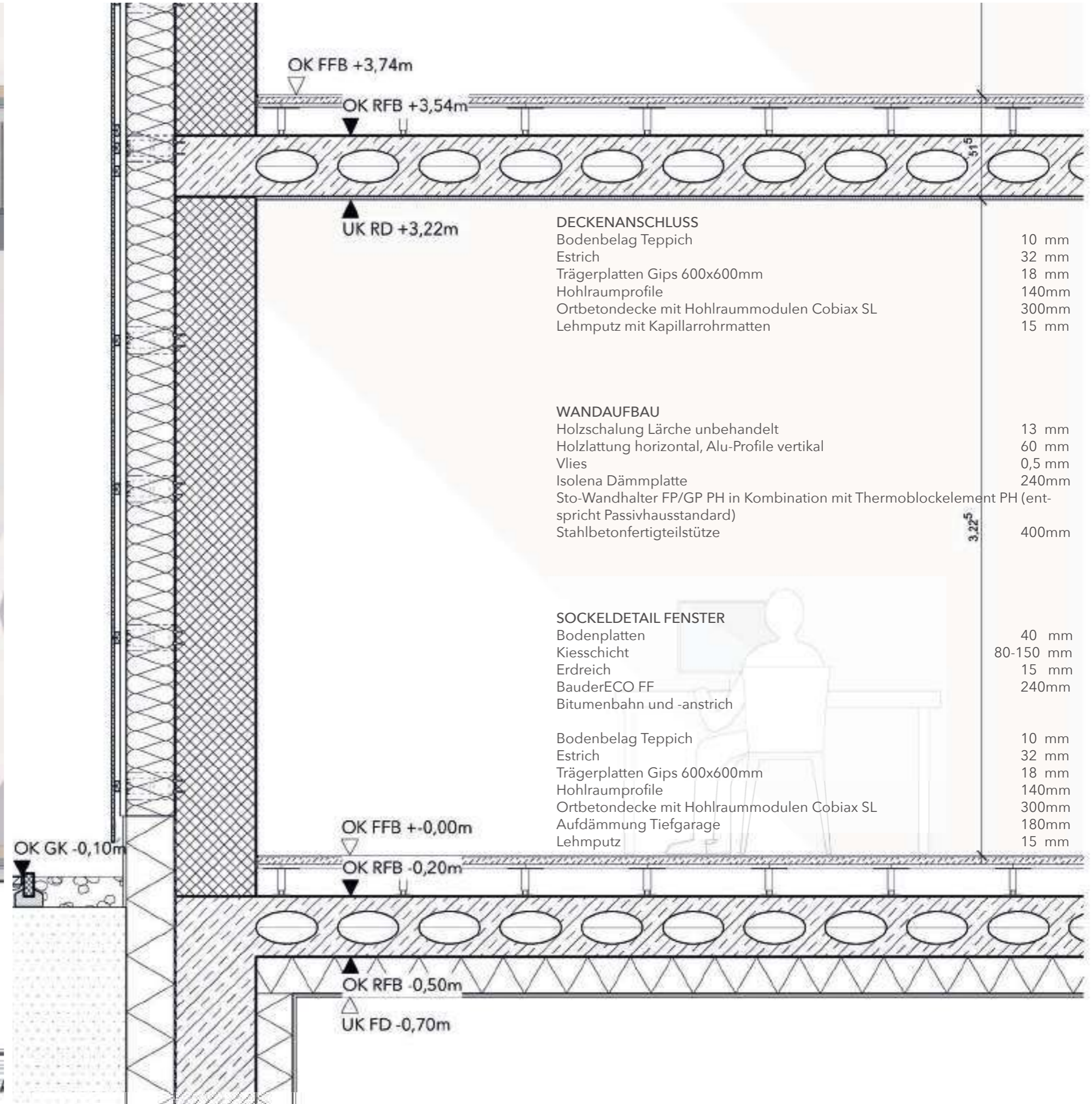
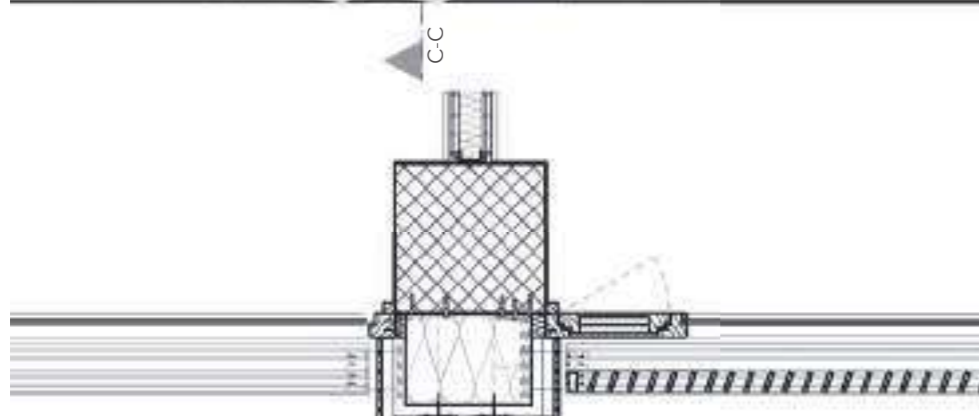
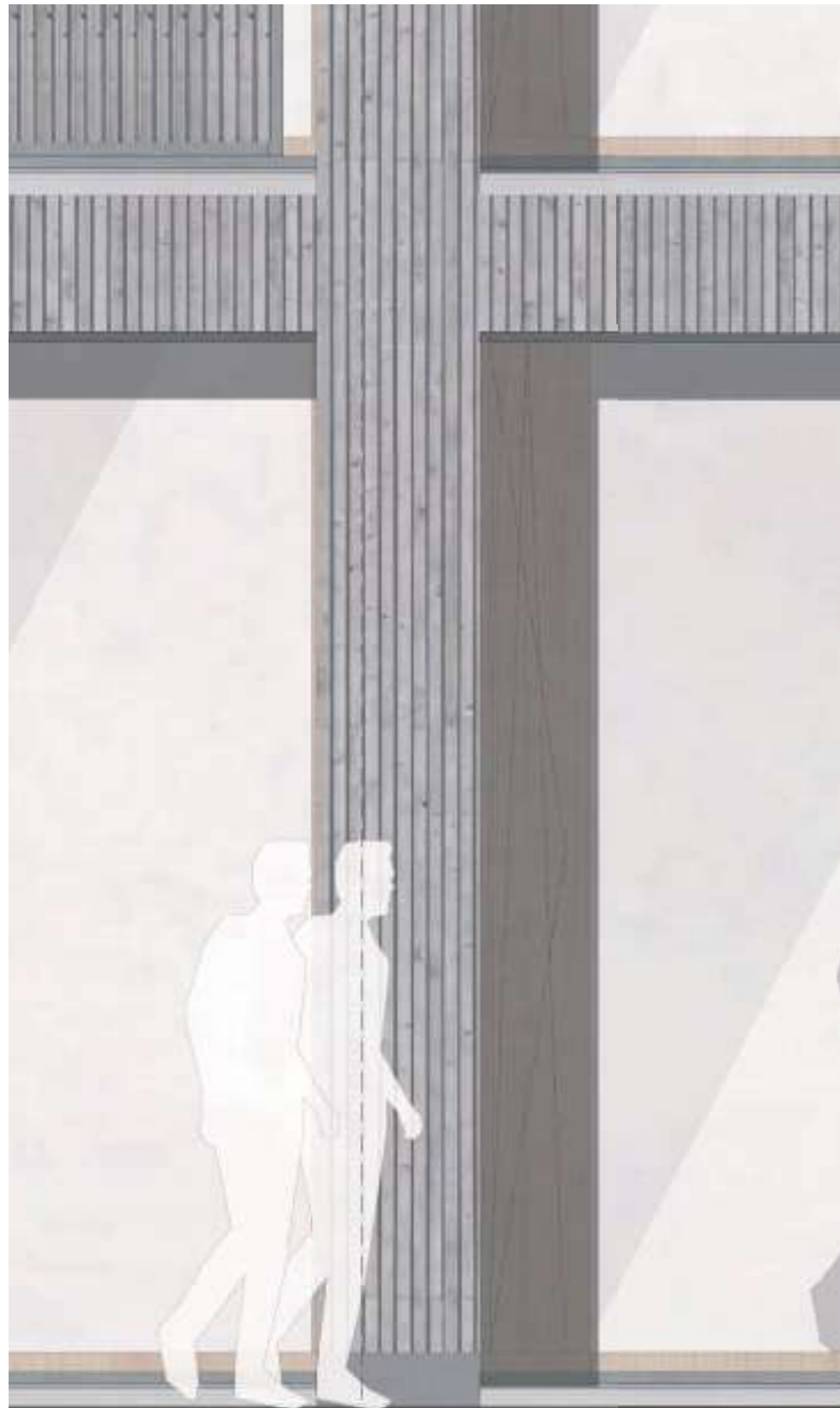
Teilansicht West

E-E

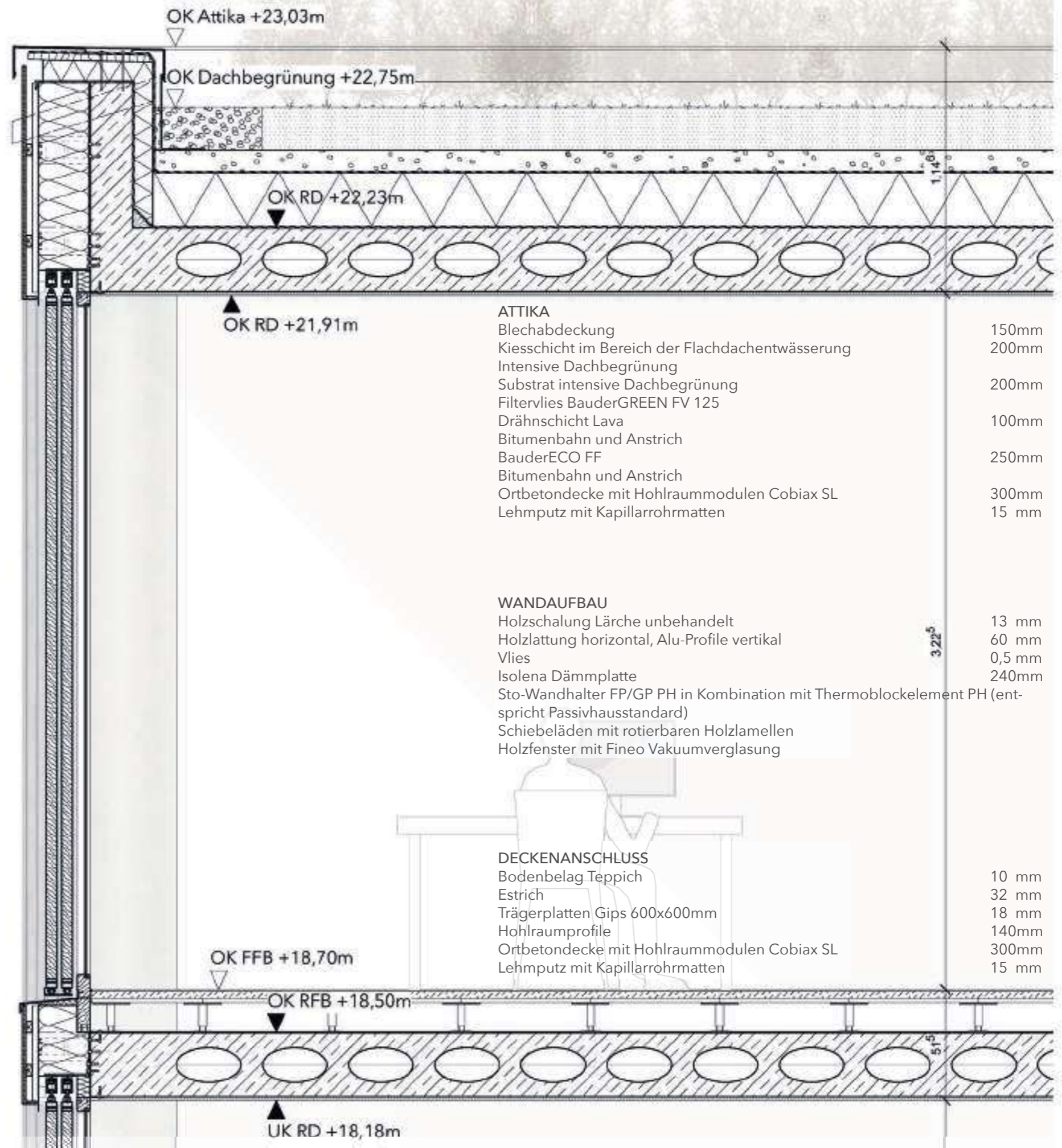




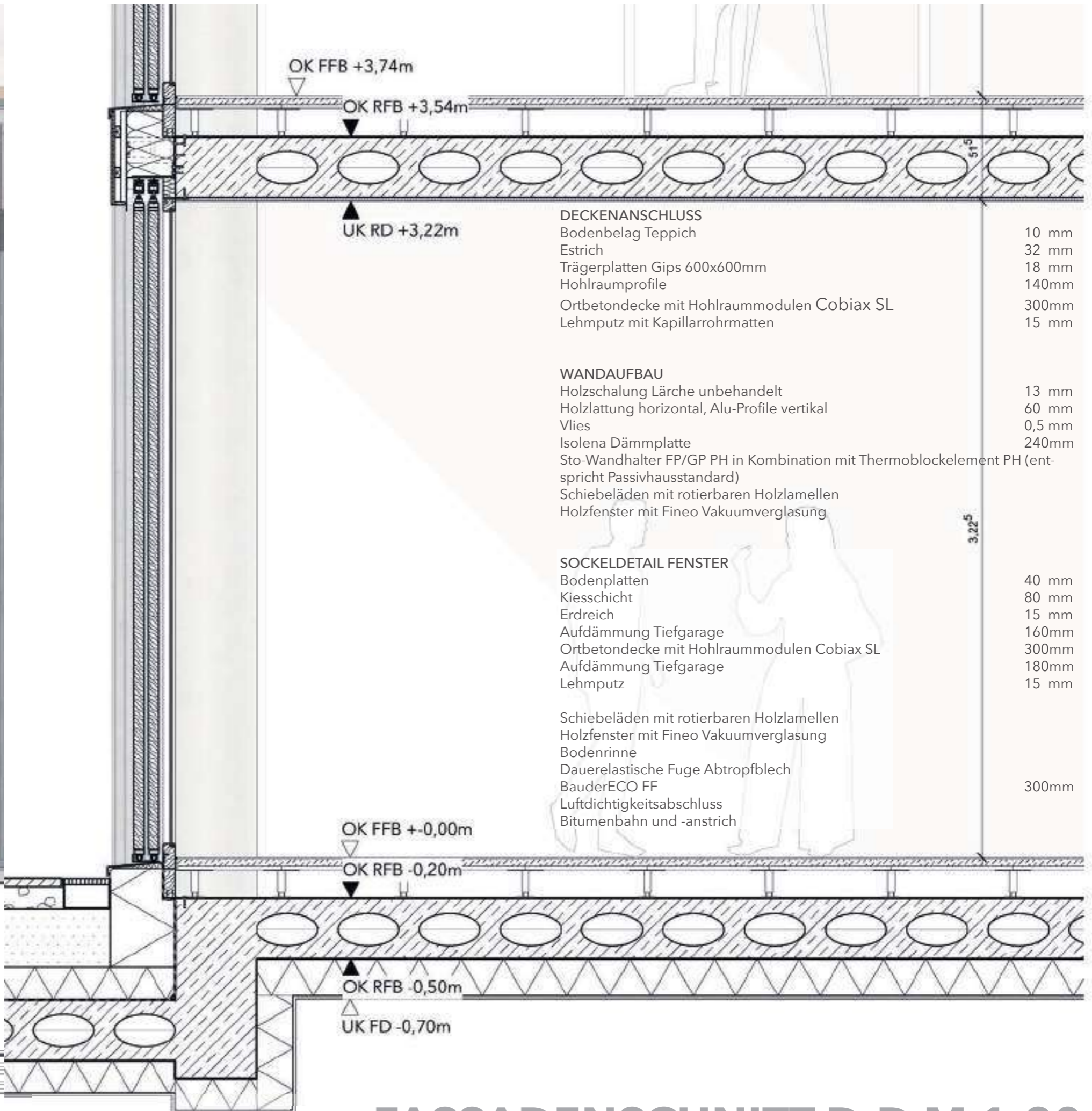
... FASSADENSCHNITT C-C M 1:20



... FASSADENSCHNITT C-C M 1:20



... FASSADENSCHNITT D-D M 1:20



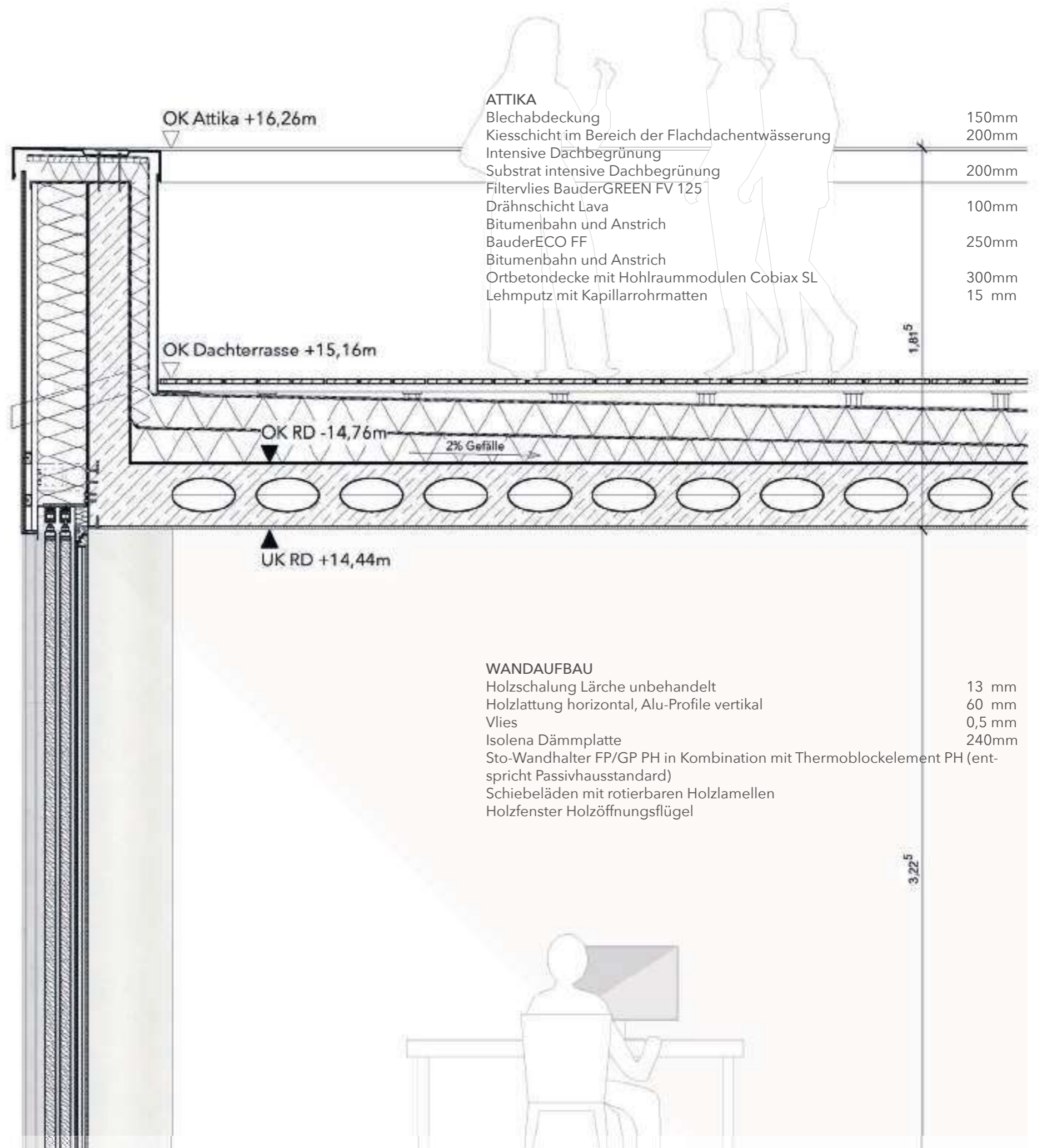
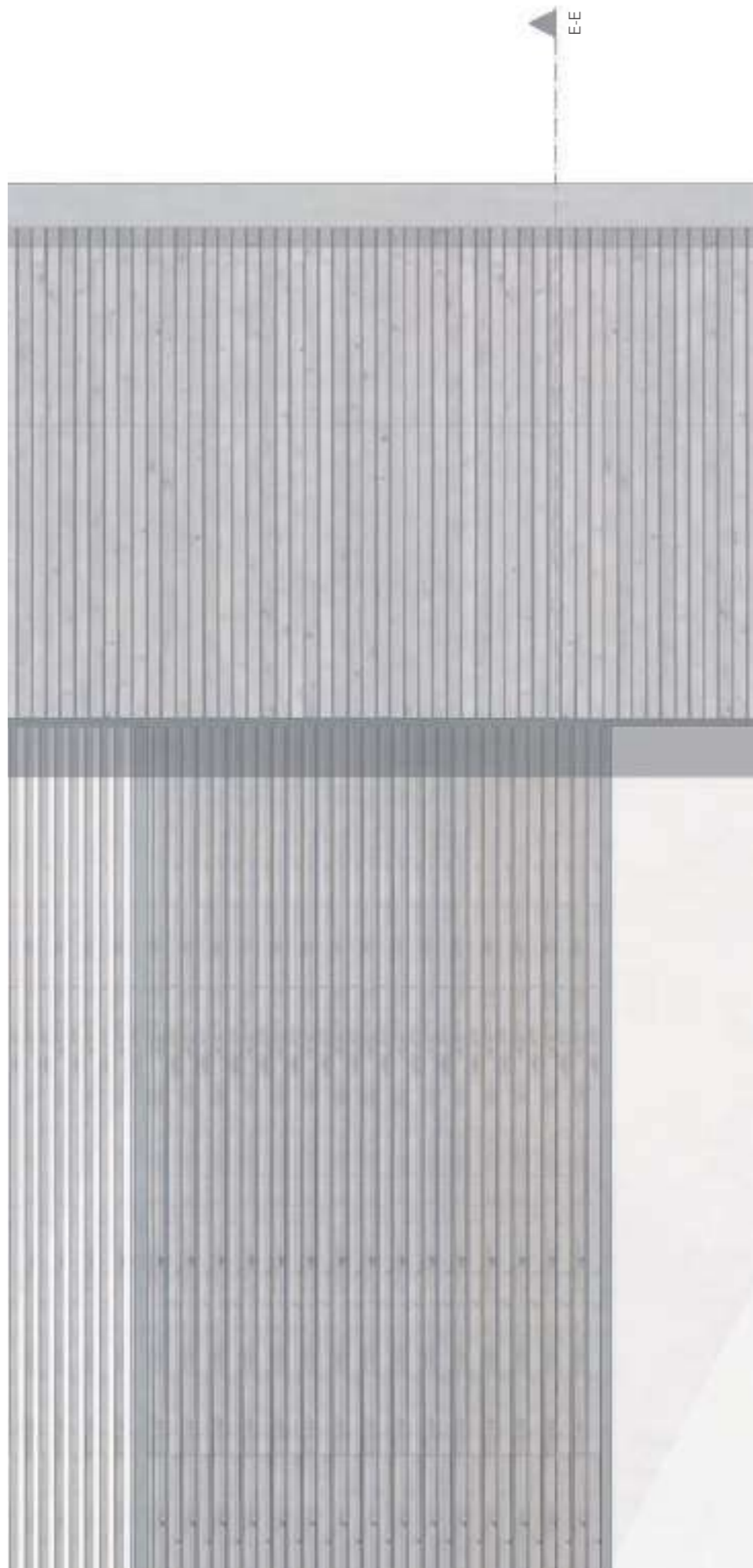
DECKENANSCHLUSS
 Bodenbelag Teppich 10 mm
 Estrich 32 mm
 Trägerplatten Gips 600x600mm 18 mm
 Hohlraumprofile 140mm
 Ortbetondecke mit Hohlraummodulen Cobiax SL 300mm
 Lehmputz mit Kapillarrohrratten 15 mm

WANDAUFBAU
 Holzschalung Lärche unbehandelt 13 mm
 Holzlattung horizontal, Alu-Profile vertikal 60 mm
 Vlies 0,5 mm
 Isolena Dämmplatte 240mm
 Sto-Wandhalter FP/GP PH in Kombination mit Thermoblockelement PH (entspricht Passivhausstandard)
 Schiebeläden mit rotierbaren Holzlamellen
 Holzfenster mit Fineo Vakuumverglasung

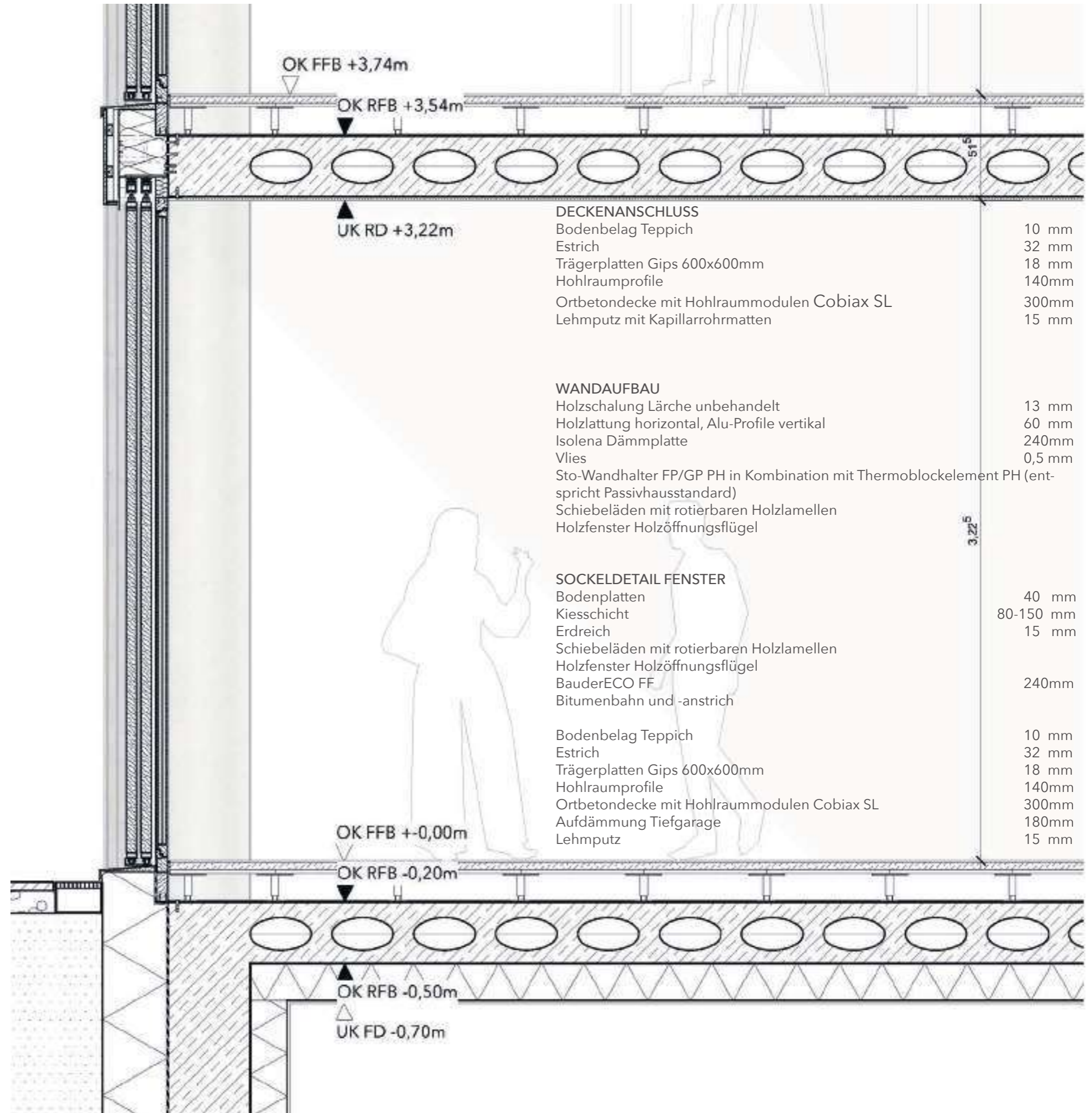
SOCKELDETAIL FENSTER
 Bodenplatten 40 mm
 Kiesschicht 80 mm
 Erdreich 15 mm
 Aufdämmung Tiefgarage 160mm
 Ortbetondecke mit Hohlraummodulen Cobiax SL 300mm
 Aufdämmung Tiefgarage 180mm
 Lehmputz 15 mm

Schiebeläden mit rotierbaren Holzlamellen
 Holzfenster mit Fineo Vakuumverglasung
 Bodenrinne
 Dauerelastische Fuge Abtropfblech
 BauderECO FF 300mm
 Luftdichtigkeitsabschluss
 Bitumenbahn und -anstrich

... FASSADENSCHNITT D-D M 1:20



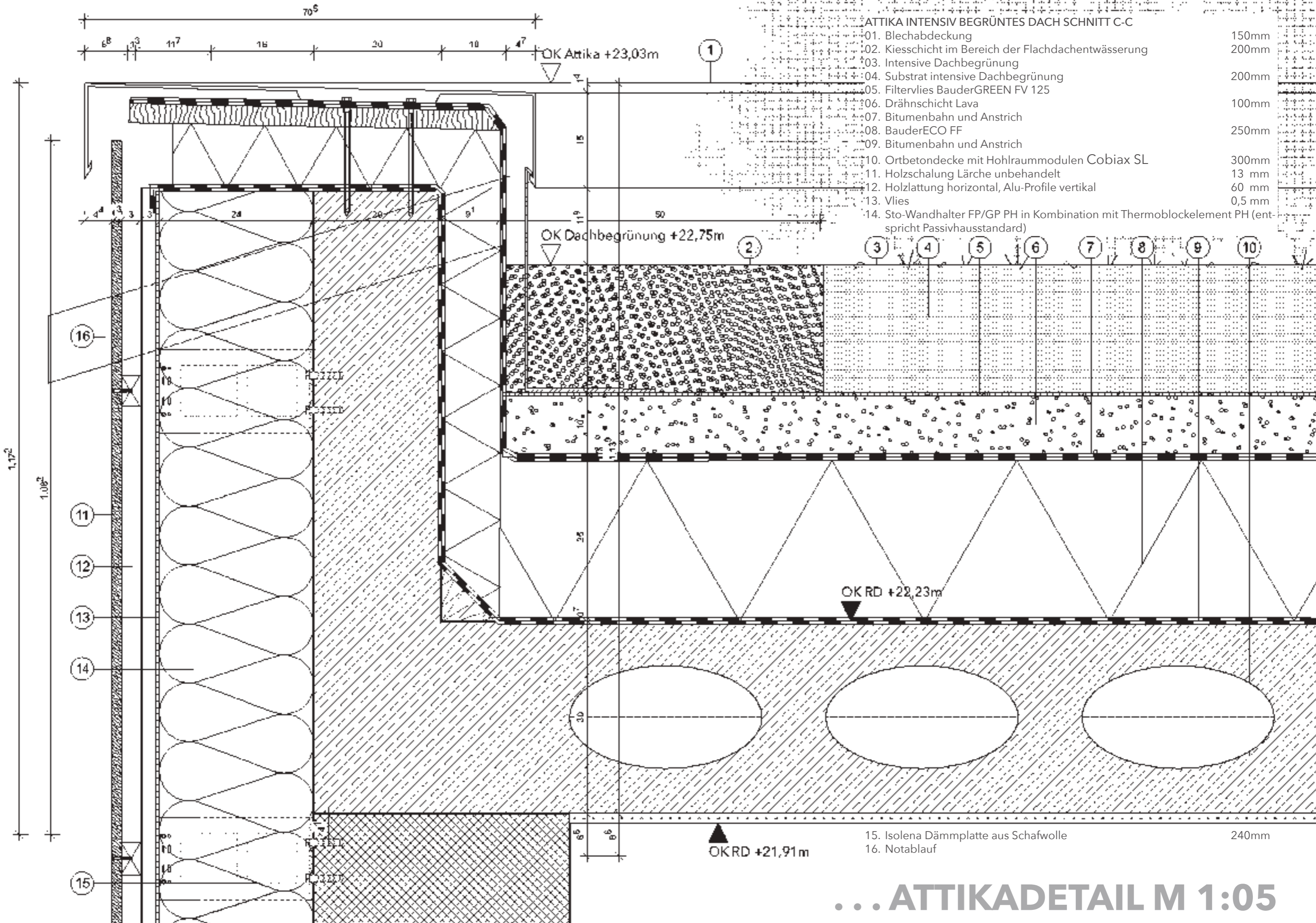
... FASSADENSCHNITT E-E M 1:20



... FASSADENSCHNITT E-E M 1:20

DETAILS

M 1:05



ATTIKA INTENSIV BEGRÜNTES DACH SCHNITT C-C

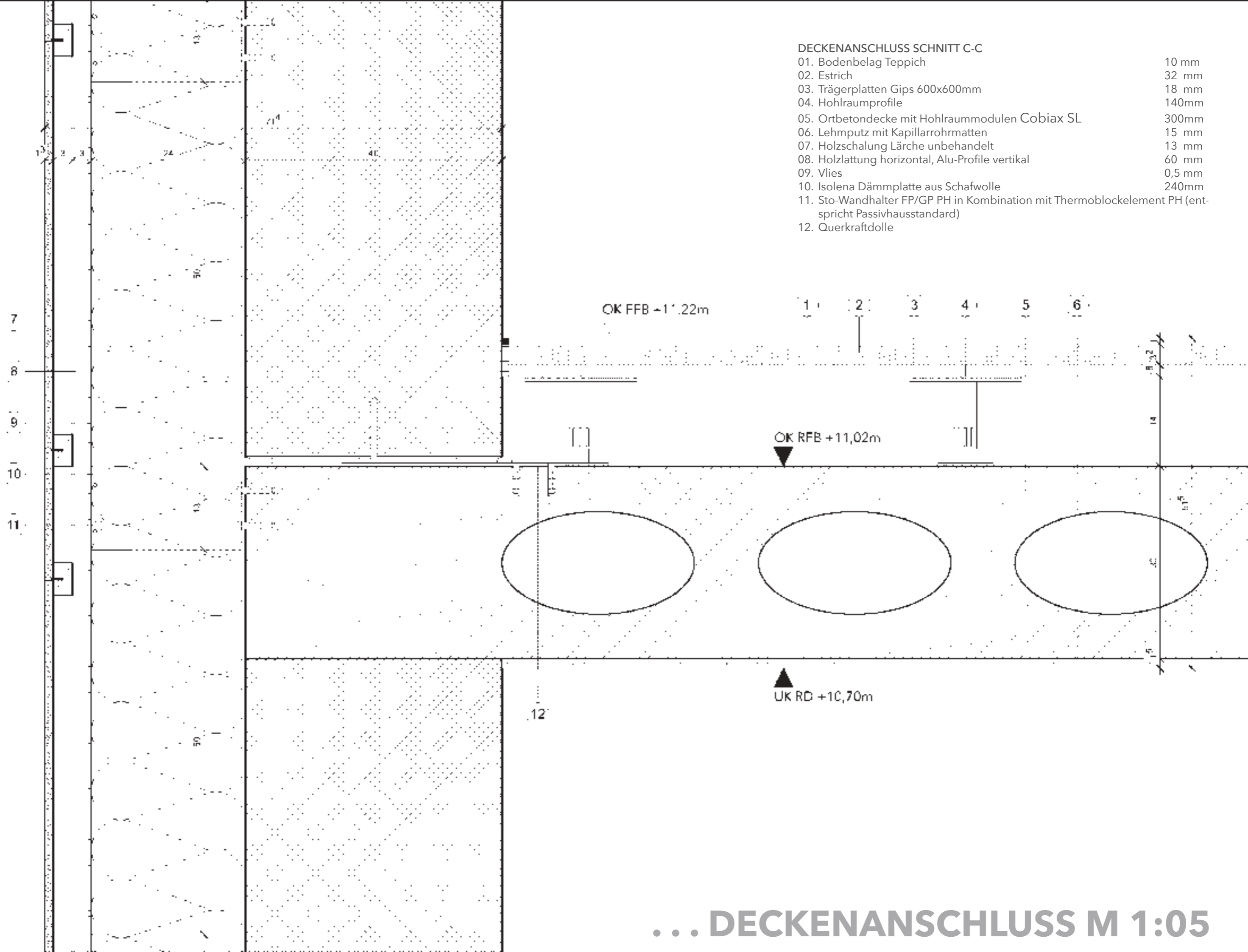
- 01. Blechabdeckung 150mm
- 02. Kiesschicht im Bereich der Flachdachentwässerung 200mm
- 03. Intensive Dachbegrünung
- 04. Substrat intensive Dachbegrünung 200mm
- 05. Filtervlies BauderGREEN FV 125
- 06. Dränschicht Lava 100mm
- 07. Bitumenbahn und Anstrich
- 08. BauderECO FF 250mm
- 09. Bitumenbahn und Anstrich
- 10. Ortbetondecke mit Hohlraummodulen Cobiax SL 300mm
- 11. Holzschalung Lärche unbehandelt 13 mm
- 12. Holzlattung horizontal, Alu-Profile vertikal 60 mm
- 13. Vlies 0,5 mm
- 14. Sto-Wandhalter FP/GP PH in Kombination mit Thermoblockelement PH (entspricht Passivhausstandard)

- 15. Isolena Dämmplatte aus Schafwolle 240mm
- 16. Notablauf

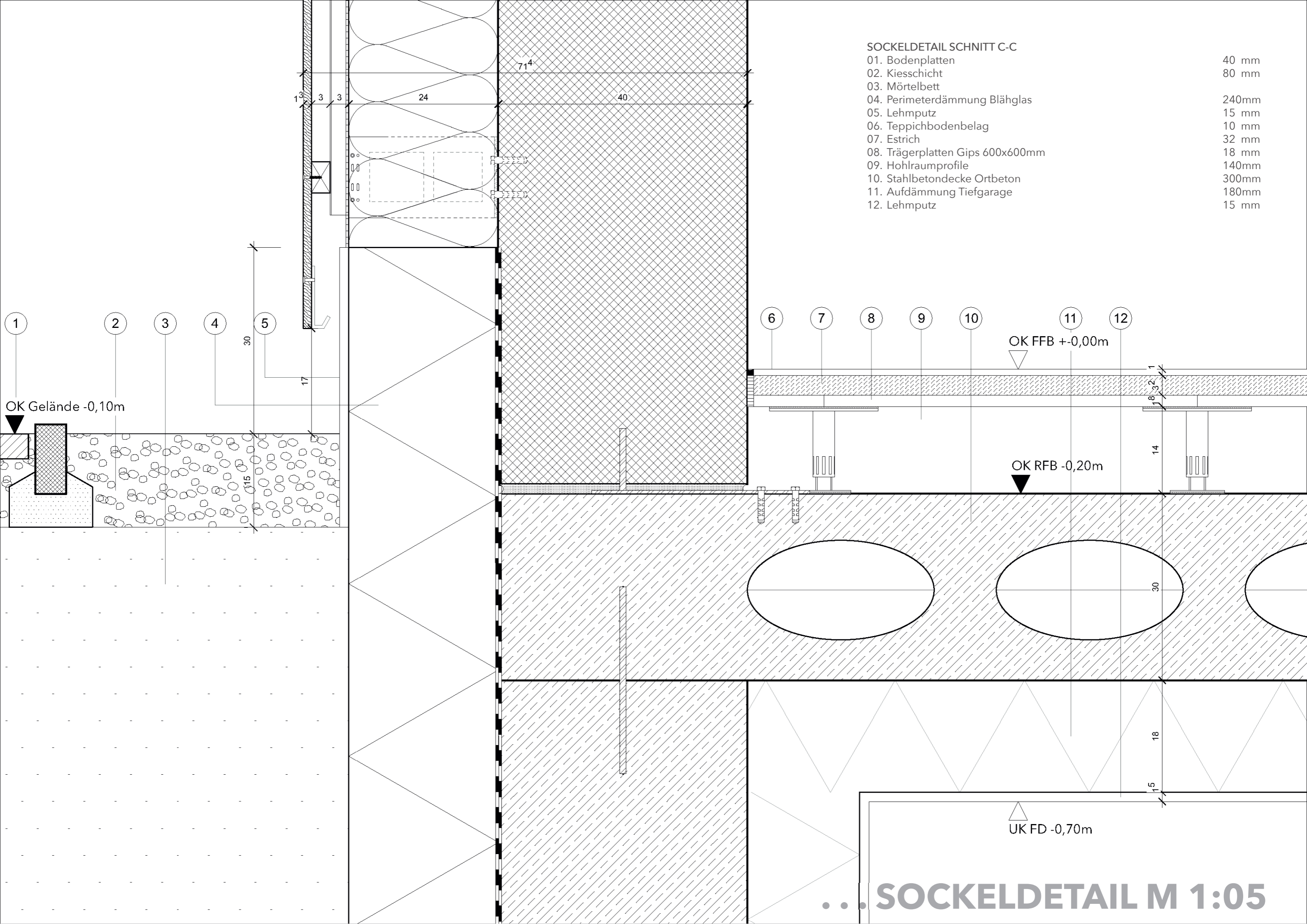
... ATTIKADETAIL M 1:05

DECKENANSCHLUSS SCHNITT C-C

- | | |
|--|--------|
| 01. Bodenbelag Teppich | 10 mm |
| 02. Estrich | 32 mm |
| 03. Trägerplatten Gips 600x600mm | 18 mm |
| 04. Hohlraumprofile | 140mm |
| 05. Ortbetondecke mit Hohlraummodulen Cobiax SL | 300mm |
| 06. Lehmputz mit Kapillarrohrmatten | 15 mm |
| 07. Holzschalung Lärche unbehandelt | 13 mm |
| 08. Holzlattung horizontal, Alu-Profile vertikal | 60 mm |
| 09. Vlies | 0,5 mm |
| 10. Isolena Dämmplatte aus Schafwolle | 240mm |
| 11. Sto-Wandhalter FP/GP PH in Kombination mit Thermoblockelement PH (entspricht Passivhausstandard) | |
| 12. Querkraftdolle | |

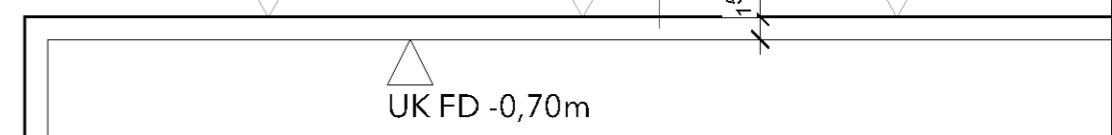
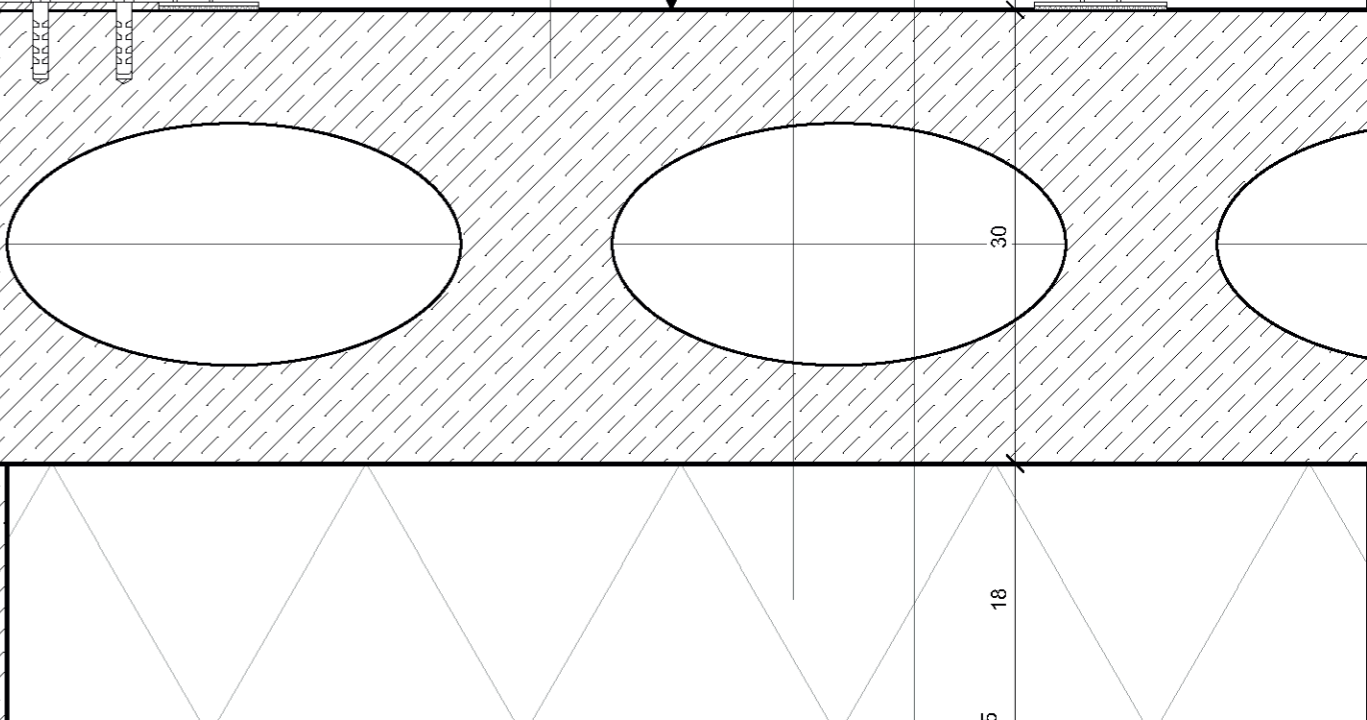
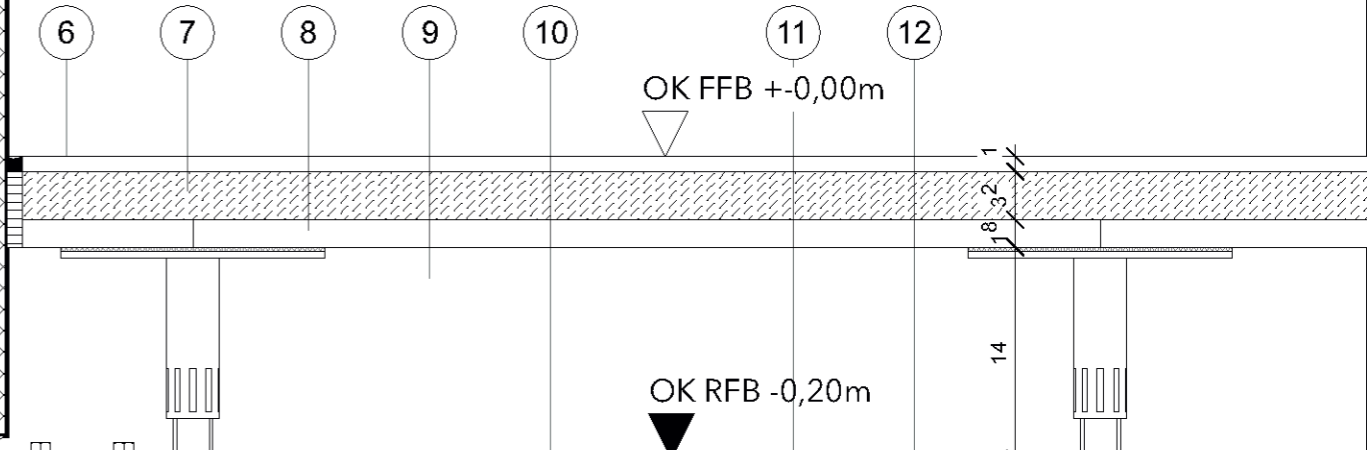
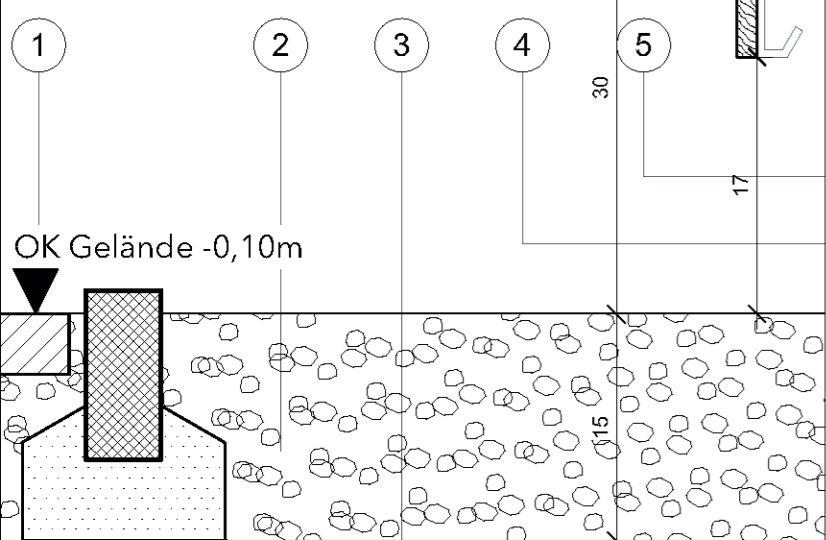


... DECKENANSCHLUSS M 1:05

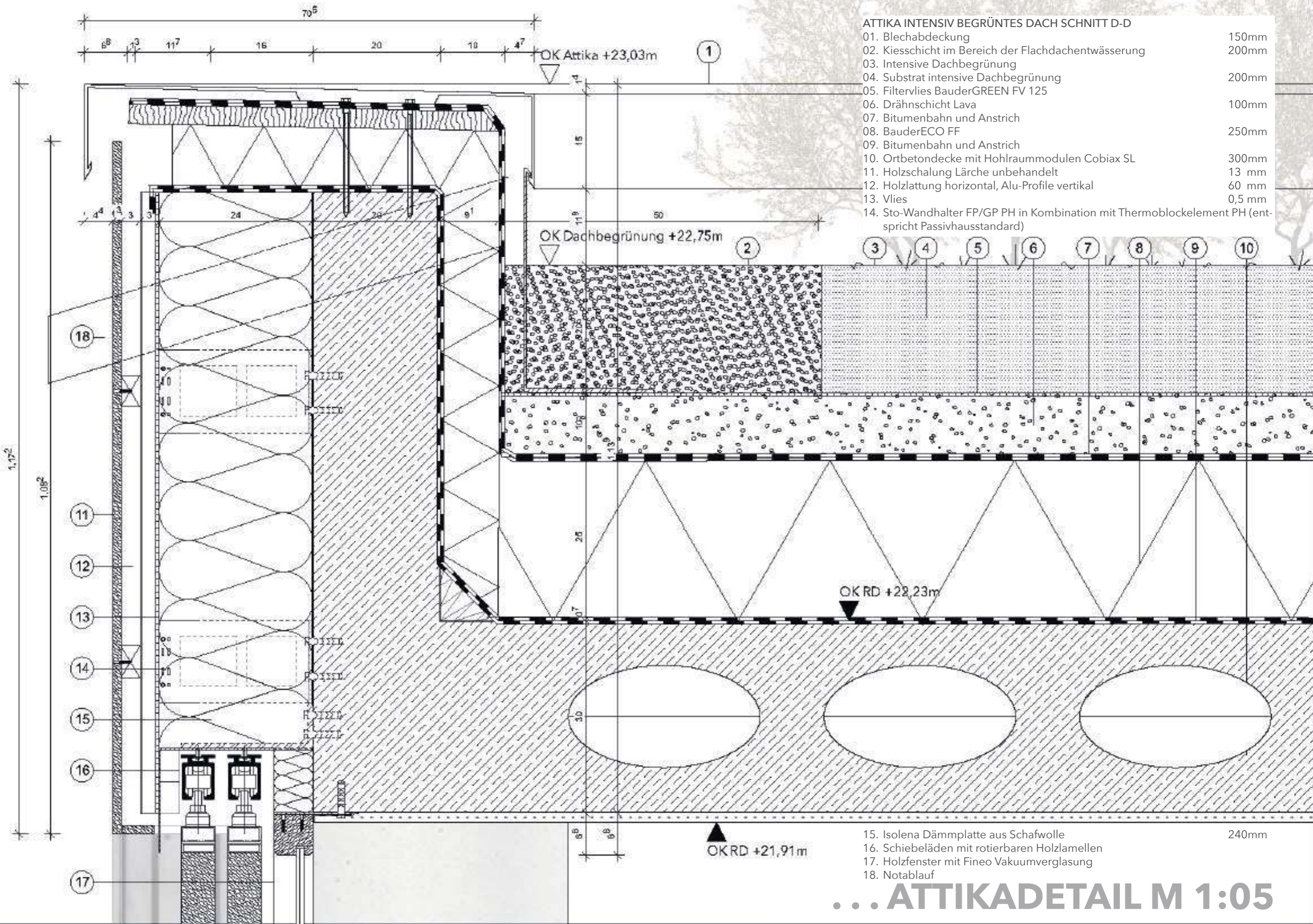


SOCKELDETAIL SCHNITT C-C

- | | |
|----------------------------------|-------|
| 01. Bodenplatten | 40 mm |
| 02. Kiesschicht | 80 mm |
| 03. Mörtelbett | |
| 04. Perimeterdämmung Blähglas | 240mm |
| 05. Lehmputz | 15 mm |
| 06. Teppichbodenbelag | 10 mm |
| 07. Estrich | 32 mm |
| 08. Trägerplatten Gips 600x600mm | 18 mm |
| 09. Hohlraumprofile | 140mm |
| 10. Stahlbetondecke Ortbeton | 300mm |
| 11. Aufdämmung Tiefgarage | 180mm |
| 12. Lehmputz | 15 mm |



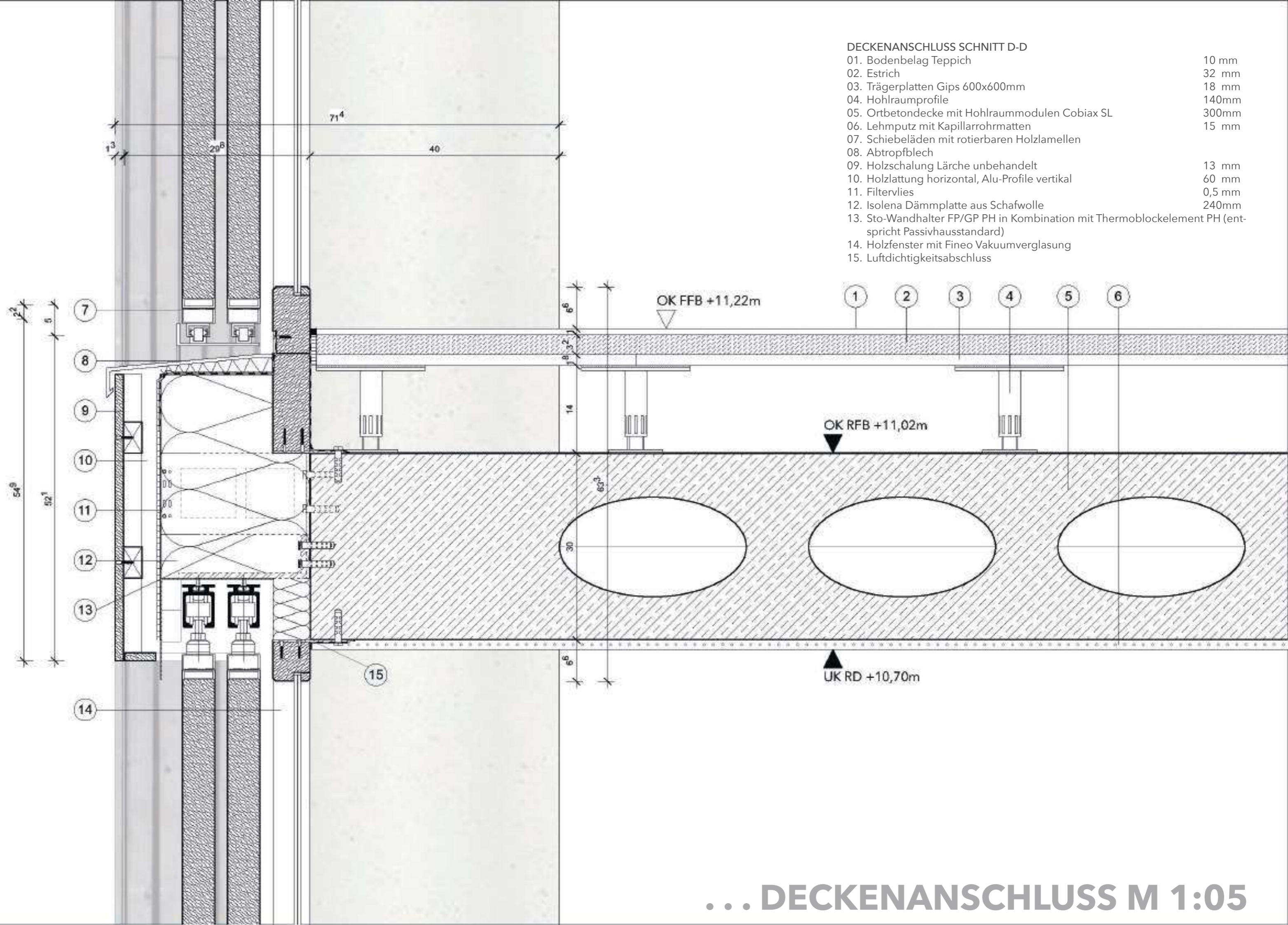
... SOCKELDETAIL M 1:05



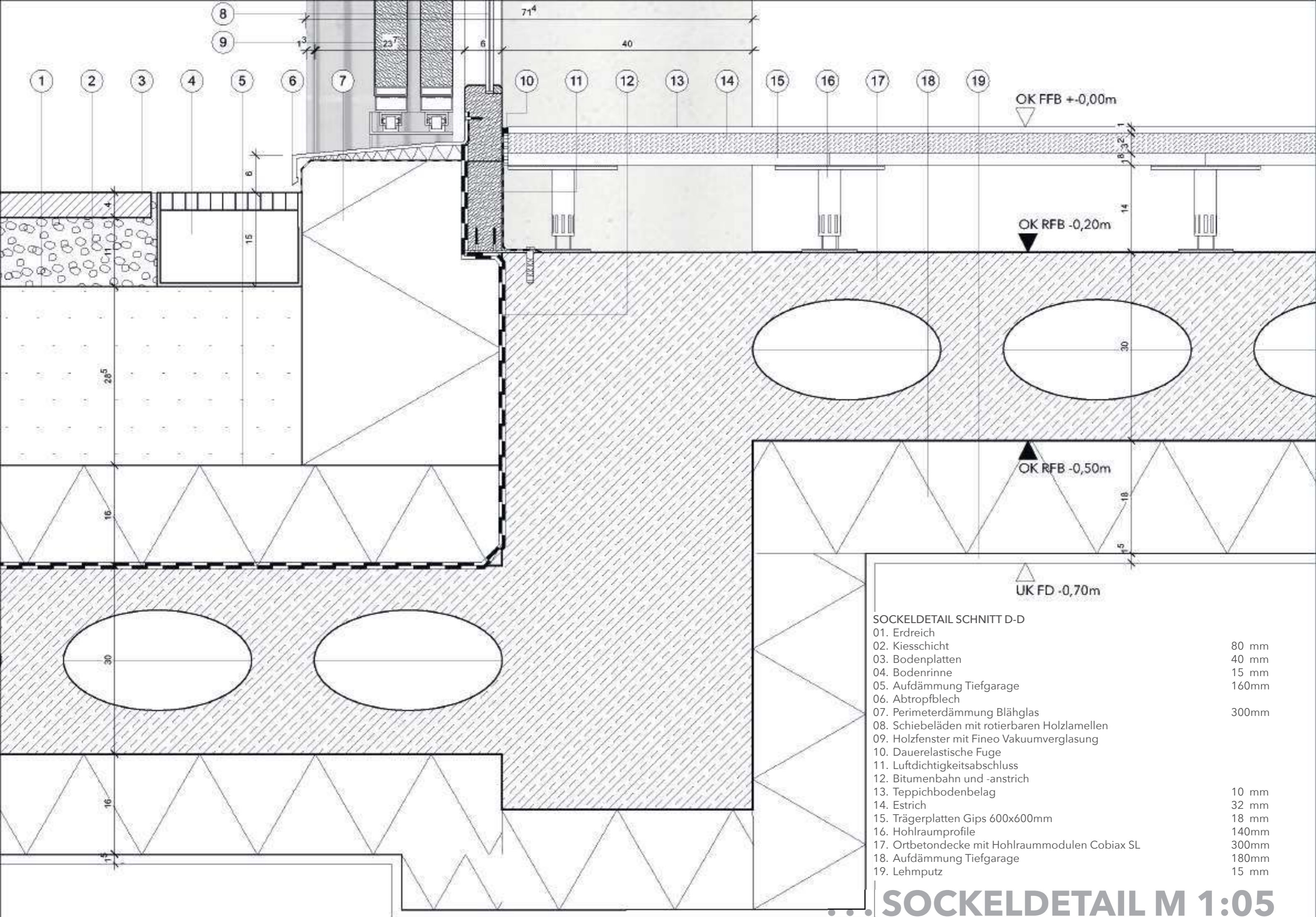
... ATTIKADETAIL M 1:05

DECKENANSCHLUSS SCHNITT D-D

- | | |
|--|--------|
| 01. Bodenbelag Teppich | 10 mm |
| 02. Estrich | 32 mm |
| 03. Trägerplatten Gips 600x600mm | 18 mm |
| 04. Hohlraumprofile | 140mm |
| 05. Ortbetondecke mit Hohlraummodulen Cobiax SL | 300mm |
| 06. Lehmputz mit Kapillarrohrmatten | 15 mm |
| 07. Schiebeläden mit rotierbaren Holzlamellen | |
| 08. Abtropfblech | |
| 09. Holzschalung Lärche unbehandelt | 13 mm |
| 10. Holzlattung horizontal, Alu-Profile vertikal | 60 mm |
| 11. Filtervlies | 0,5 mm |
| 12. Isolena Dämmplatte aus Schafwolle | 240mm |
| 13. Sto-Wandhalter FP/GP PH in Kombination mit Thermoblockelement PH (entspricht Passivhausstandard) | |
| 14. Holzfenster mit Fineo Vakuumverglasung | |
| 15. Luftdichtigkeitsabschluss | |



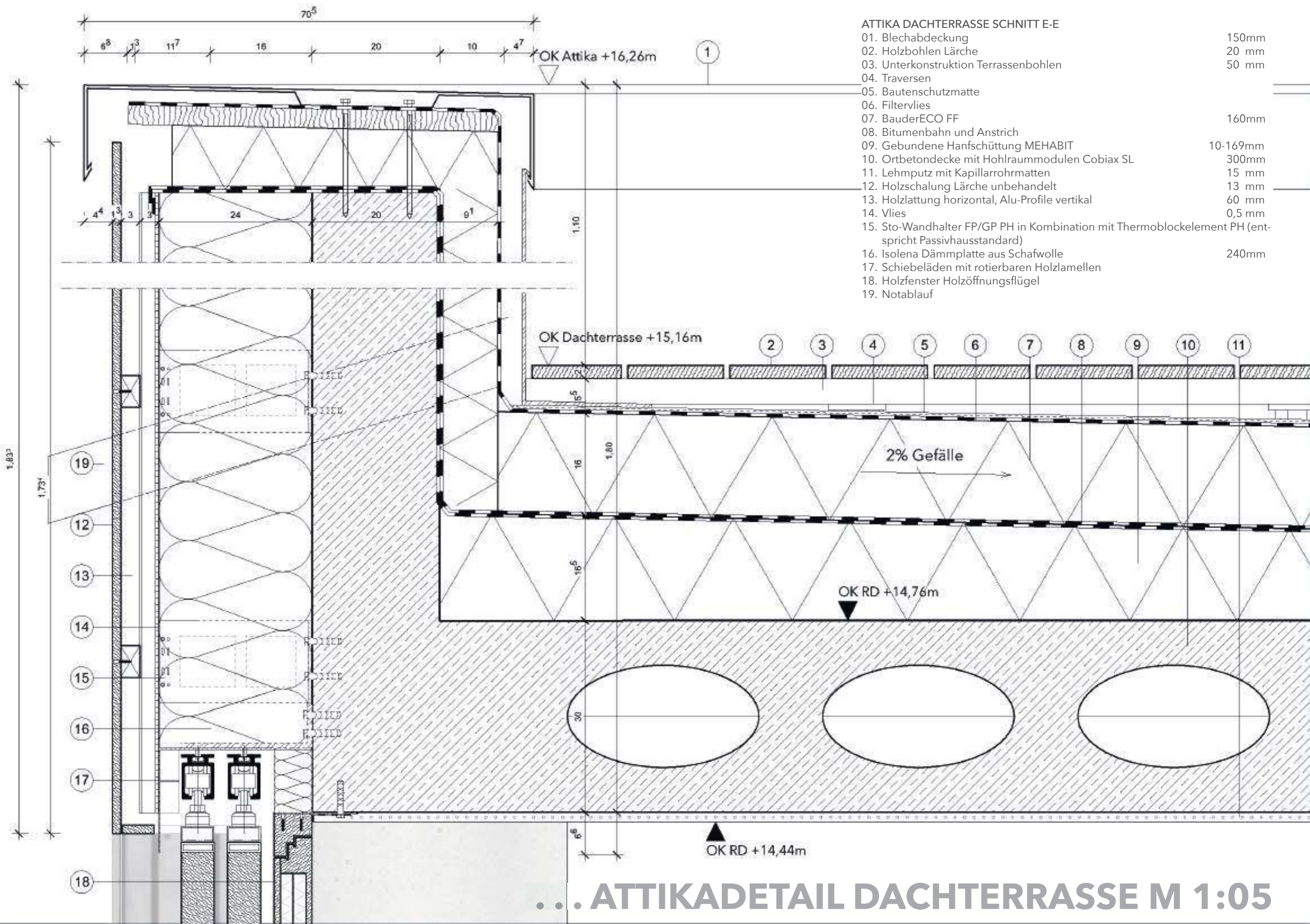
... DECKENANSCHLUSS M 1:05



SOCKELDETAIL SCHNITT D-D

- | | |
|---|-------|
| 01. Erdreich | 80 mm |
| 02. Kiesschicht | 40 mm |
| 03. Bodenplatten | 15 mm |
| 04. Bodenrinne | 160mm |
| 05. Aufdämmung Tiefgarage | 300mm |
| 06. Abtropfblech | |
| 07. Perimeterdämmung Blähglas | 300mm |
| 08. Schiebeläden mit rotierbaren Holzlamellen | |
| 09. Holzfenster mit Fineo Vakuumverglasung | |
| 10. Dauerelastische Fuge | |
| 11. Luftdichtigkeitsabschluss | |
| 12. Bitumenbahn und -anstrich | |
| 13. Teppichbodenbelag | 10 mm |
| 14. Estrich | 32 mm |
| 15. Trägerplatten Gips 600x600mm | 18 mm |
| 16. Hohlraumprofile | 140mm |
| 17. Ortbetondecke mit Hohlraummodulen Cobiax SL | 300mm |
| 18. Aufdämmung Tiefgarage | 180mm |
| 19. Lehmputz | 15 mm |

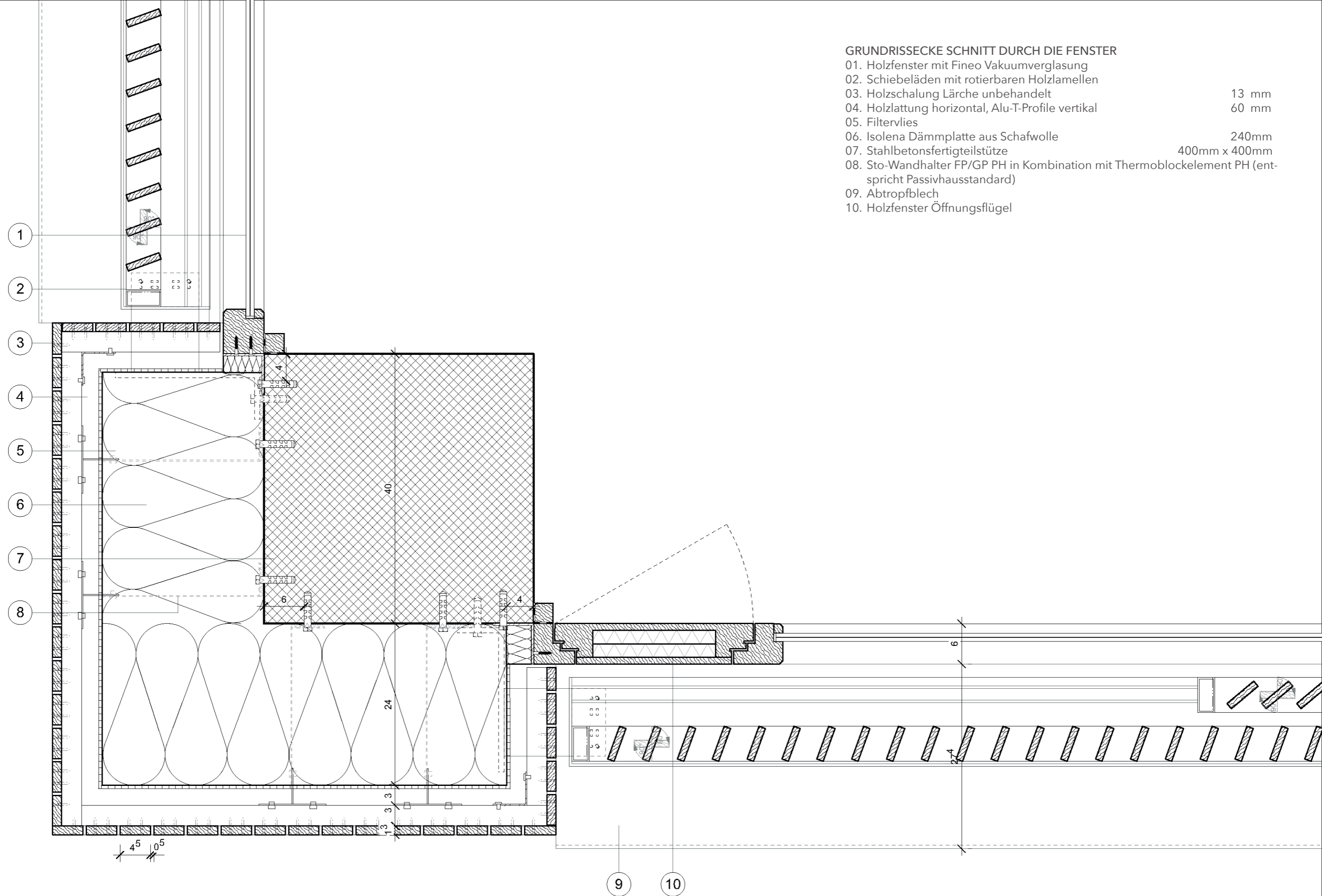
... SOCKELDETAIL M 1:05



... ATTIKADETAIL DACHTERRASSE M 1:05

GRUNDRISSSECKE SCHNITT DURCH DIE FENSTER

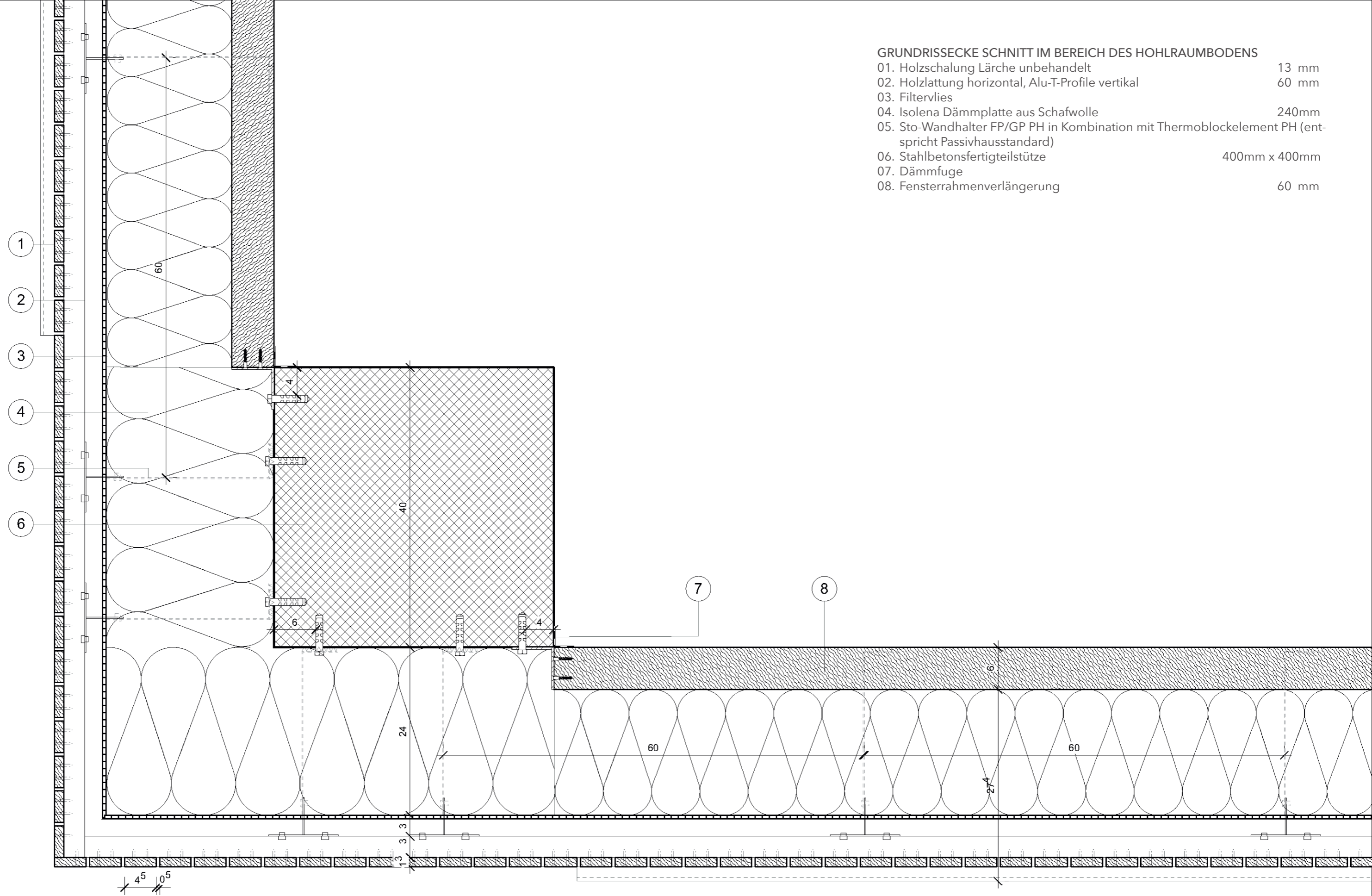
- 01. Holzfenster mit Fineo Vakuumverglasung
- 02. Schiebeläden mit rotierbaren Holzlamellen
- 03. Holzschalung Lärche unbehandelt 13 mm
- 04. Holzlattung horizontal, Alu-T-Profile vertikal 60 mm
- 05. Filtervlies
- 06. Isolena Dämmplatte aus Schafwolle 240mm
- 07. Stahlbetonsfertigteilstütze 400mm x 400mm
- 08. Sto-Wandhalter FP/GP PH in Kombination mit Thermoblockelement PH (entspricht Passivhausstandard)
- 09. Abtropfblech
- 10. Holzfenster Öffnungsflügel



... GRUNDRISSSECKE FENSTERANSCHLÜSSE M 1:05

GRUNDRISSECKE SCHNITT IM BEREICH DES HOHLRAUMBODENS

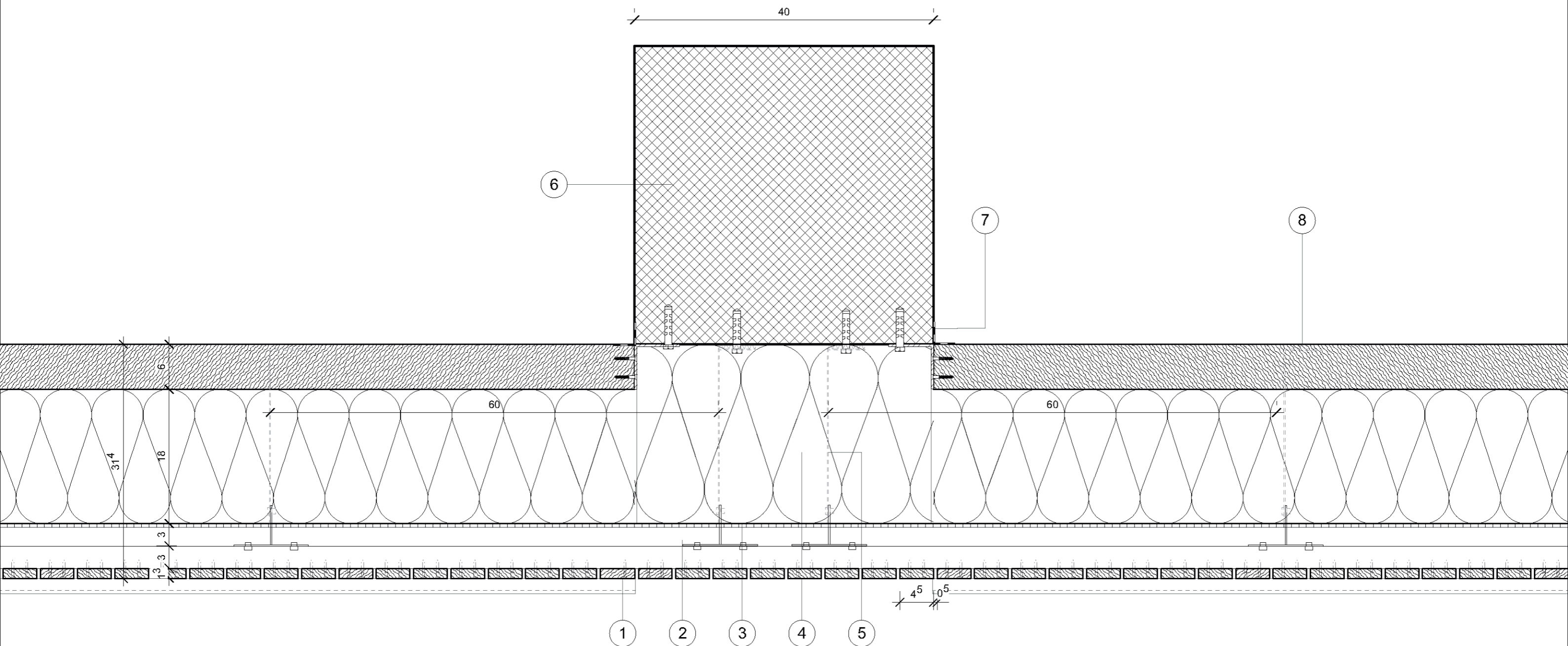
- | | |
|--|---------------|
| 01. Holzschalung Lärche unbehandelt | 13 mm |
| 02. Holzlattung horizontal, Alu-T-Profile vertikal | 60 mm |
| 03. Filtervlies | |
| 04. Isolena Dämmplatte aus Schafwolle | 240mm |
| 05. Sto-Wandhalter FP/GP PH in Kombination mit Thermoblockelement PH (entspricht Passivhausstandard) | |
| 06. Stahlbetonsfertigteilstütze | 400mm x 400mm |
| 07. Dämmfuge | |
| 08. Fensterrahmenverlängerung | 60 mm |



... GRUNDRISSECKE M 1:05

GRUNDRISSDETAIL SCHNITT IM BEREICH DES HOHLRAUMBODENS

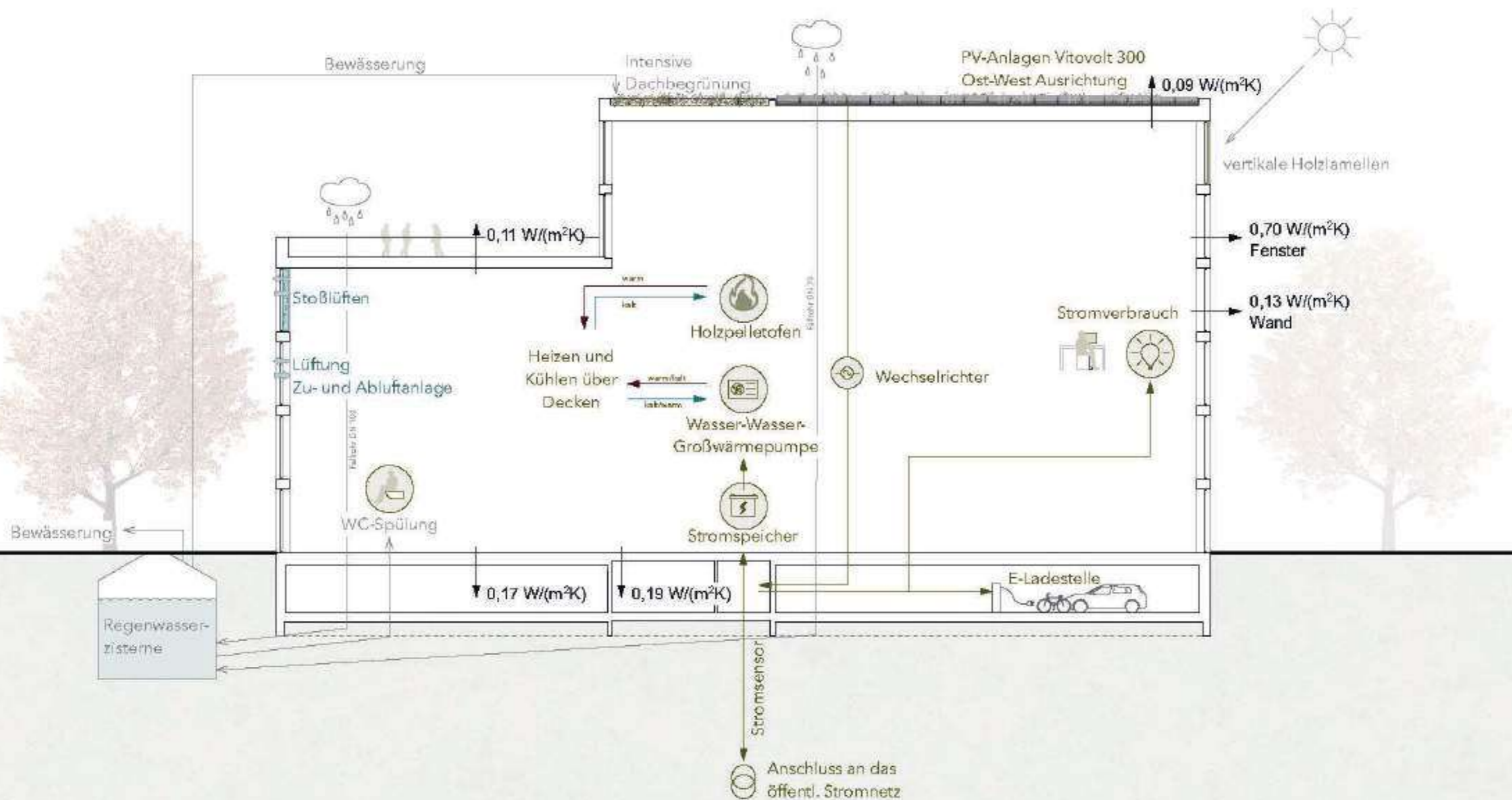
- | | |
|--|---------------|
| 01. Holzschalung Lärche unbehandelt | 13 mm |
| 02. Holzlattung horizontal, Alu-T-Profile vertikal | 60 mm |
| 03. Filtervlies | |
| 04. Isolena Dämmplatte aus Schafwolle | 240mm |
| 05. Sto-Wandhalter FP/GP PH in Kombination mit Thermoblockelement PH (entspricht Passivhausstandard) | |
| 06. Stahlbetonsfertigteilstütze | 400mm x 400mm |
| 07. Dämmfuge | |
| 08. Fensterrahmenverlängerung | 60 mm |



... GRUNDRISSDETAIL M 1:05

ENERGIE KONZEPT

ENERGIEKONZEPT ...



■ U-Werte der einzelnen Bauteile
■ Regenwasserverwertung

■ Lüftung
■ Elektrizität

■ Heizen/Kühlen

PV-ANLAGE . . .



PV-ANLAGE ...

Unterkonstruktion

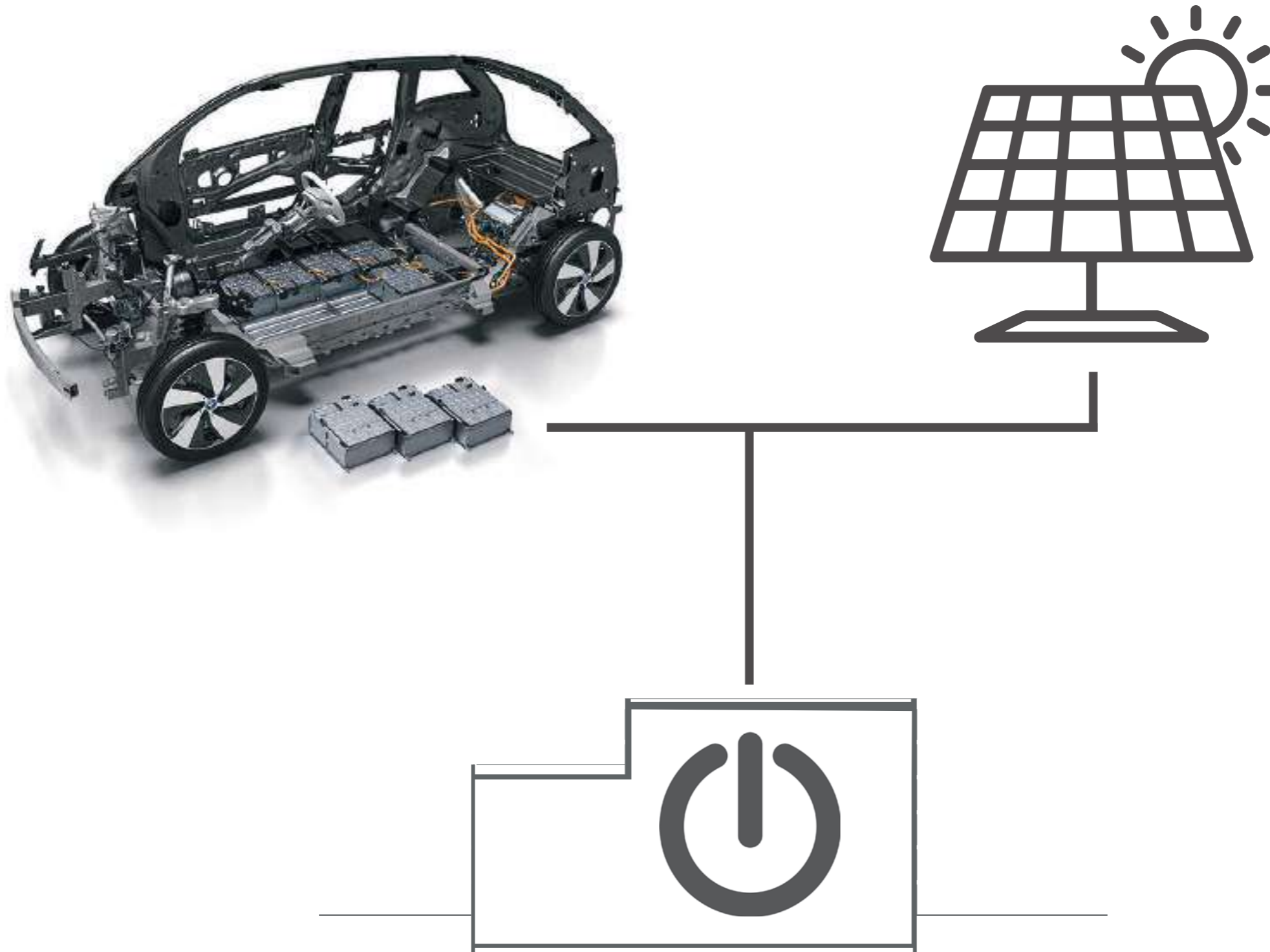
- Unterkonstruktion Flachdach für Vitovolt 300 Viessmann
- Ausrichtung nach Osten und Westen
- Neigungswinkel 10 %

PV-Module

- Vitovolt 300 Typ M405WE Viessmann
- Nennleistung von 405 W_p



STROMSPEICHER...



STROMSPEICHER . . .

BMW Batteriemodule

Der Hersteller LionSmart bietet in Kooperation BMW Batteriemodule für individuelle Stromspeicherlösungen an. So können je nach Bedarf unterschiedlich viele Module miteinander kombiniert werden und in diesem Fall als Speicher für den Strom genutzt werden, der durch die PV-Anlage auf dem Dach gewonnen wird.

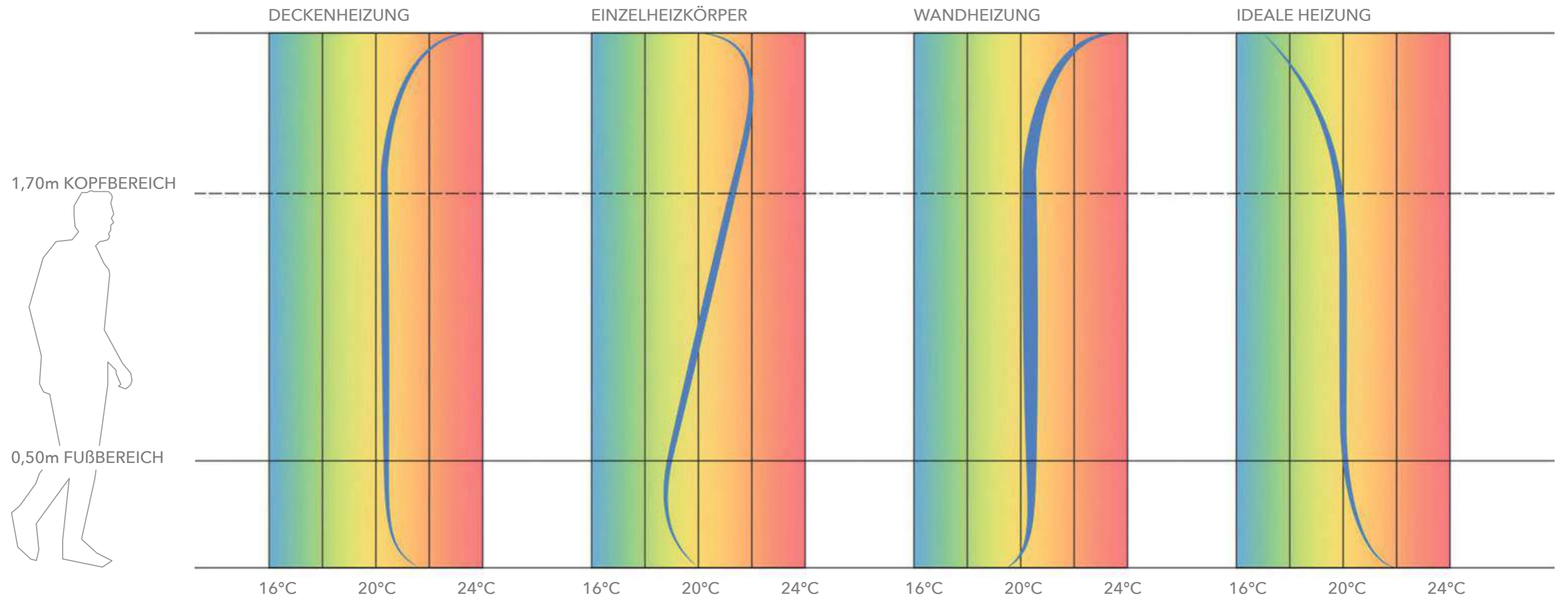
Ladestation Tiefgarage

Zusätzlich lassen sich die E-Ladestationen in der Tiefgarage als temporärer Stromspeicher nutzen. Tagsüber arbeiten voraussichtlich die meisten Menschen im Gebäude. Durch die gleichzeitig parkenden Autos wird der Stromspeicher also genau zu den Arbeitszeiten vergrößert. Gleichzeitig wird in diesem Zeitraum durch die Sonneneinstrahlung auch der meiste Strom über die PV-Anlage gewonnen.

Anschluss an das öffentliche Stromnetz

An Tagen mit besonders hohem Stromverbrauch oder wenn die Erträge der PV-Anlage in den Wintermonaten gering sind, wird zusätzlicher Strom aus dem öffentlichen Stromnetz genutzt. Um auch hier einen Beitrag zum Klimawandel zu leisten, kann an dieser Stelle ein Stromanbieter gewählt werden, der sogenannten „Ökostrom“ anbietet. Sprich dessen Energie aus erneuerbaren Energiequellen stammt.

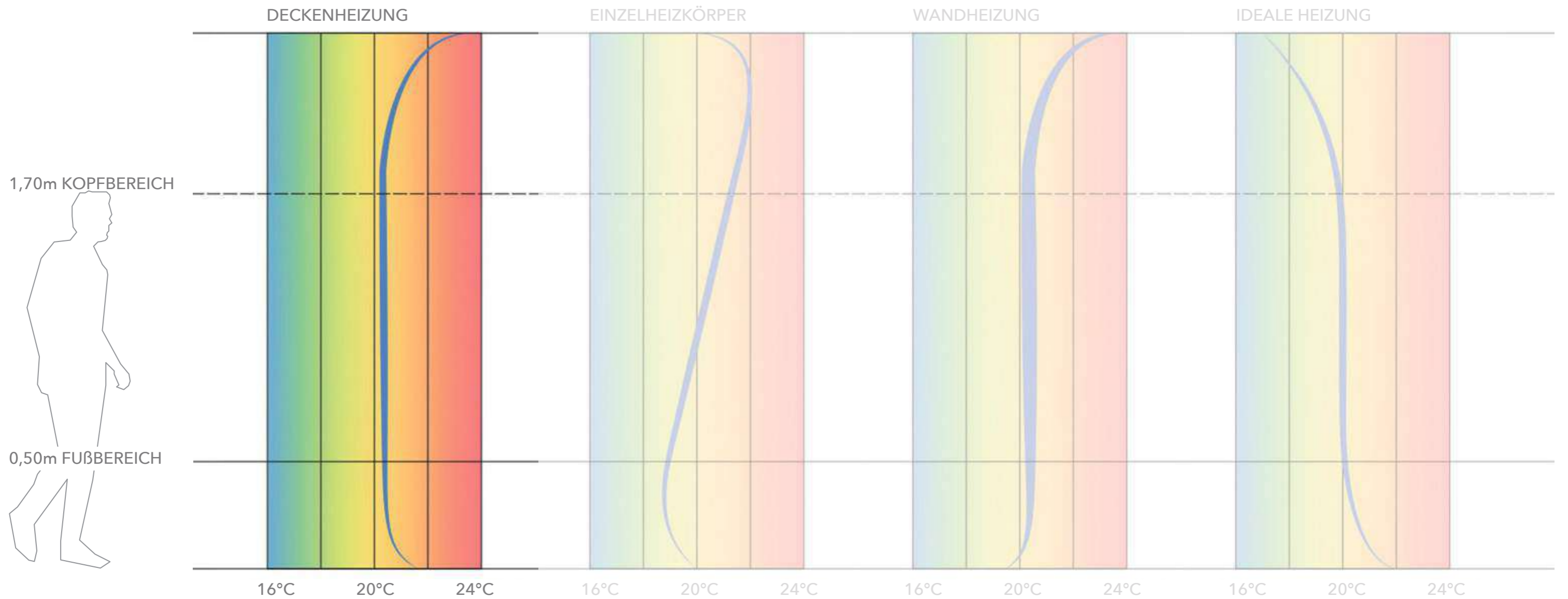
KÜHLEN UND HEIZEN ...



KÜHLEN UND HEIZEN ...

Heiz- und Kühldecken mit Kapillarrohrmatten

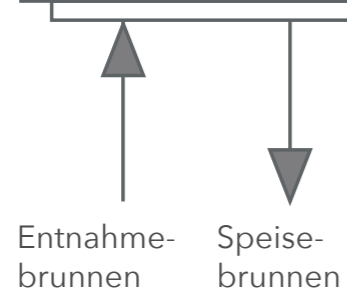
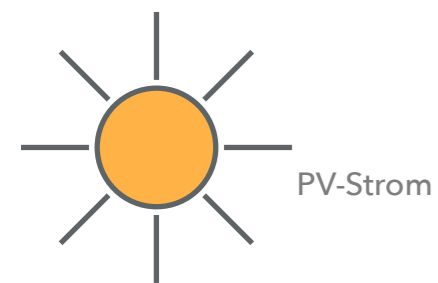
- Kapillarrohrmatte Typ K.S15
- Integriert in Deckenputz
- Sammelrohre je 20x2mm
- Kapillarrohre 3,35x0,5mm



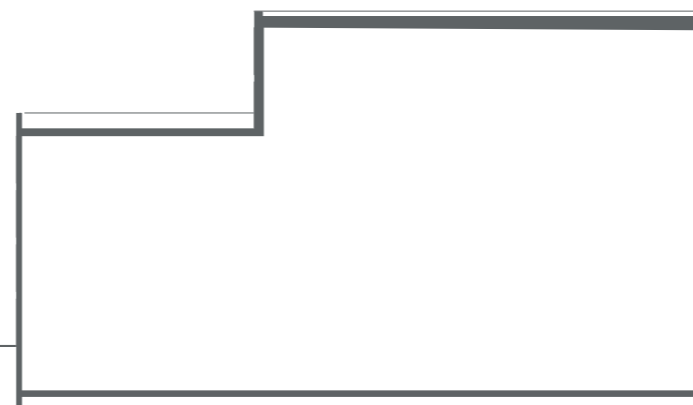
KÜHLEN UND HEIZEN ...

Wasser-Wasser-Wärmepumpe - Brunnenthermie VITOCAL 300-G PRO

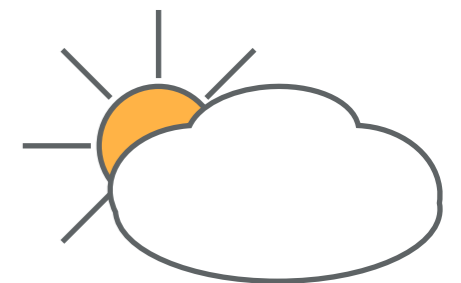
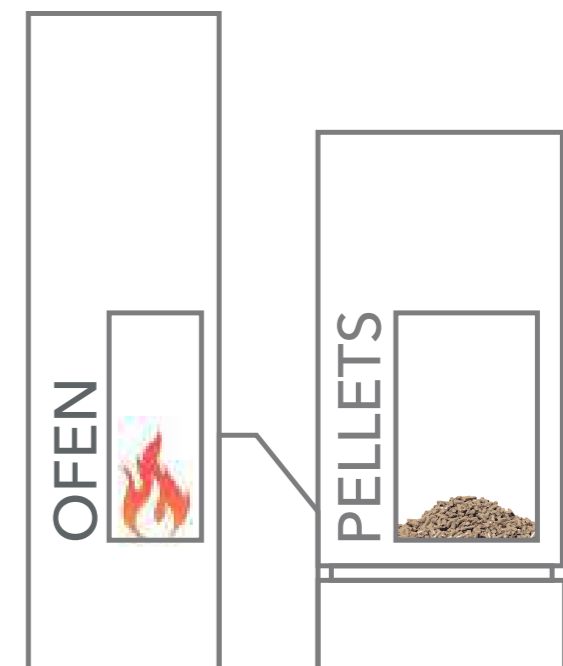
- Auswahl aufgrund hoher Nennleistung und Leistungszahl
- Nennleistung im Wasser-Wasser Betrieb mit Sole Zwischenschaltung liegt bei 107,2 bis 283,0 kW
- Leistungszahl 5,64 bis 5,78 (bei Geothermie ca 4,5)
- 2 Brunnen notwendig: ein Entnahme und ein Speisungsbrunnen
- Filter können durch Algen verschmutzt und verstopft werden. Das Gerät hat einen Zwischentauscher, um das Hauptgerät vor Verunreinigungen zu schützen und somit den Wartungsaufwand zu reduzieren.
- Betrieben durch Strom, der mit der PV-Anlage gewonnen wird.



Heizen und Kühlen



Heizen



Holzpellet Heizung ETA ePE-K 100 bis 240 kW

- Heizen zu solar schwachen Zeiten (besonders im Winter)
- Reduzierung des Stromverbrauchs aus dem öffentlichen Netz (Energie aus fossilen Brennstoffen und Kernbrennstoffen)
- Kombination mit Co₂ Filter

DACHENTWÄSSERUNG ...

Dachfläche 01:

$r_{(5,5)}$ in Frankfurt am Main = 339 l/s x ha
 $r_{(5,100)}$ in Frankfurt am Main = 630 l/s x ha
 C intensive Dachbegrünung = 0,2
 A = 530 m²

Regenabfluss (Q) = Bemessungsregenspende ($r_{(5,5)}$) x Abflusswert (C) x wirksame Dachfläche (A) : 1.000
 $Q_1 = 339 \text{ l/s} \times \text{ha} \times 0,2 \times 530 \text{ m}^2 : 10.000 = 3,593 \text{ l/s}$
 $Q_2 = 630 \text{ l/s} \times \text{ha} \times 0,2 \times 530 \text{ m}^2 : 10.000 = 6,678 \text{ l/s}$

Gullyanzahl mit Gully DN 100 nach DIN 1986-100
 = Q : Mindestabfluss Gully = 3,593 l/s : 4,5 l/s = 0,798
 => 1 Gully mit Nennweite 100 mm

Fallrohr nach DIN EN 12056-3 (2001)
 => benötigte Abflussleistung bei einem Gully von 3,593 l/s
 3,593 l/s < 4,1 l/s = Fallrohr DN 70

Notentwässerung:
 Regenabfluss (Q) = $\{r_{(5,100)} - (r_{(5,5)} \times C)\} \times (A : 10.000)$
 $Q_{\text{NOT}} = (630 - (339 \times 0,2)) (\text{l/s} \times \text{ha}) \times (530 \text{ m}^2 : 10.000) = 29,797 \text{ l/s}$

Dachfläche 02:

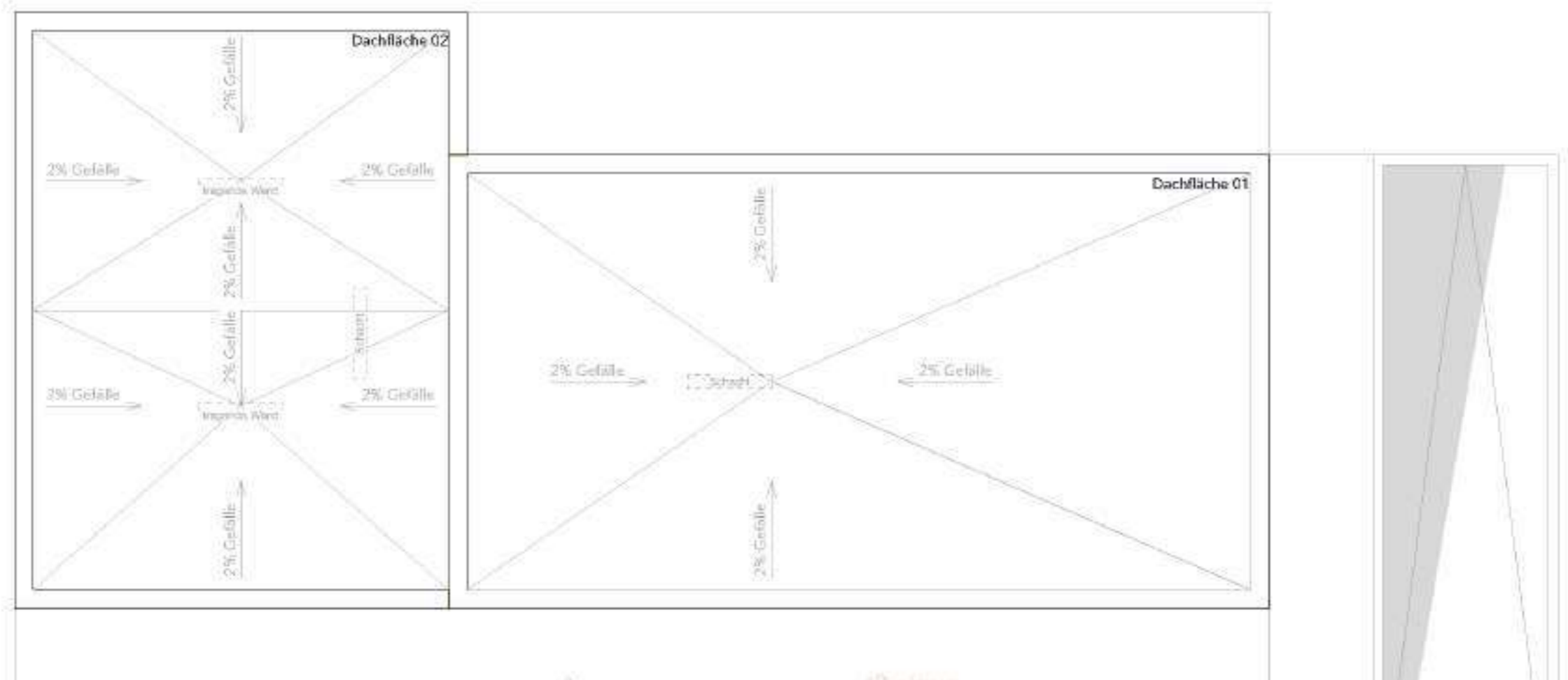
$r_{(5,5)}$ in Frankfurt am Main = 339 l/s x ha
 $r_{(5,100)}$ in Frankfurt am Main = 630 l/s x ha
 C intensive Dachbegrünung = 1,0
 A = 373 m²

Regenabfluss (Q) = Bemessungsregenspende ($r_{(5,5)}$) x Abflusswert (C) x wirksame Dachfläche (A) : 1.000
 $Q_1 = 339 \text{ l/s} \times \text{ha} \times 1,0 \times 373 \text{ m}^2 : 10.000 = 12,645 \text{ l/s}$
 $Q_2 = 630 \text{ l/s} \times \text{ha} \times 1,0 \times 373 \text{ m}^2 : 10.000 = 23,449 \text{ l/s}$

Gullyanzahl mit Gully DN 125 nach DIN 1986-100
 = Q : Mindestabfluss Gully = 12,645 l/s : 7,0 l/s = 1,81
 => 2 Gullys mit Nennweite 125 mm

Fallrohr nach DIN EN 12056-3 (2001)
 => benötigte Abflussleistung bei 2 Gullys von je 6,323 l/s (12,645 l/s : 2 = 6,323 l/s)
 6,323 < 10,7 l/s = Fallrohr DN 100

Notentwässerung:
 Regenabfluss (Q) = $\{r_{(5,100)} - (r_{(5,5)} \times C)\} \times (A : 10.000)$
 $Q_{\text{NOT}} = (630 - (339 \times 1,0)) (\text{l/s} \times \text{ha}) \times (373 \text{ m}^2 : 10.000) = 8,840 \text{ l/s}$



GEGENÜBER STELLUNG

AUßENWAND

AUFBAU

GEGENÜBERSTELLUNG WÄRMESCHUTZ...

Ursprünglicher Entwurf

Wärmeschutz

$U = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Neubau KfW 40*: $U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

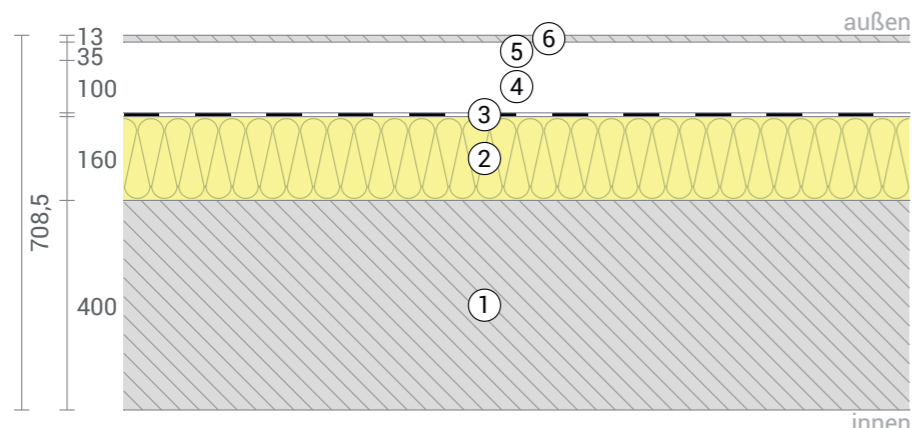


Feuchteschutz

Kein Tauwasser

Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100
Phasenverschiebung: nicht relevant
Wärmekapazität innen: 1033 kJ/m²K



- ① Stahlbeton (400 mm)
- ② EPS 035 (160 mm)
- ③ Filtervlies
- ④ Installationsebene (100 mm)
- ⑤ Installationsebene (35 mm)
- ⑥ Beton (13 mm)

Energetisch optimierter Entwurf

Wärmeschutz

$U = 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Neubau KfW 40*: $U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

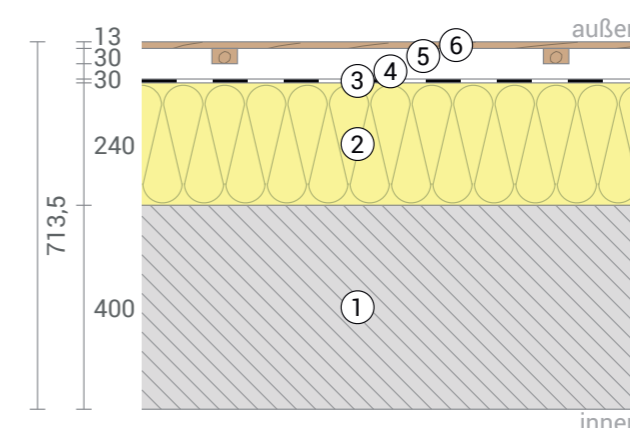


Feuchteschutz

Trocknungsreserve: 1412 g/m²a
Kein Tauwasser

Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100
Phasenverschiebung: nicht relevant
Wärmekapazität innen: 1055 kJ/m²K



- ① Stahlbeton (400 mm)
- ② Isolena (240 mm)
- ③ Filtervlies
- ④ Installationsebene (30 mm)
- ⑤ Installationsebene (30 mm)
- ⑥ Lärche (13 mm)

U-Wertberechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)				0,130
1	Stahlbeton	40,00	1,800	0,222
2	EPS 035	16,00	0,035	4,571
3	Filtervlies	0,05	1,000	0,001
4	Installationsebene	10,00	0,556	0,180
5	Installationsebene	3,50	0,194	0,180
6	Beton	1,30	2,000	0,007
Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)				0,040

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Direkter Übergang zur Außenluft

Wärmedurchlasswiderstände von ruhenden Luftschichten wurden wie folgt berechnet:

Schicht 4: Dicke 10 cm, Breite ∞ , DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung horizontal

Schicht 5: Dicke 3.5 cm, Breite ∞ , DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung horizontal

Wärmedurchgangswiderstand $R_{tot} = 5,331 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{tot} = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wertberechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)				0,130
1	Stahlbeton	40,00	1,800	0,222
2	Isolena	24,00	0,035	6,857
3	Filtervlies	0,05	1,000	0,001
4	Installationsebene	3,00	0,167	0,180
5	Installationsebene	3,00	0,167	0,180
6	Lärche	1,30	0,130	0,100
Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)				0,040

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Direkter Übergang zur Außenluft

Wärmedurchlasswiderstände von ruhenden Luftschichten wurden wie folgt berechnet:

Schicht 4: Dicke 3 cm, Breite ∞ , DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung horizontal

Schicht 5.1: Dicke 3 cm, Breite 60 cm, DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung horizontal

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{tot,upper} = 7,714 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{tot,lower} = 7,713 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

Prüfe Anwendbarkeit: $R_{tot,upper} / R_{tot,lower} = 1,000$ (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand $R_{tot} = (R_{tot,upper} + R_{tot,lower})/2 = 7,713 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 0,0051%

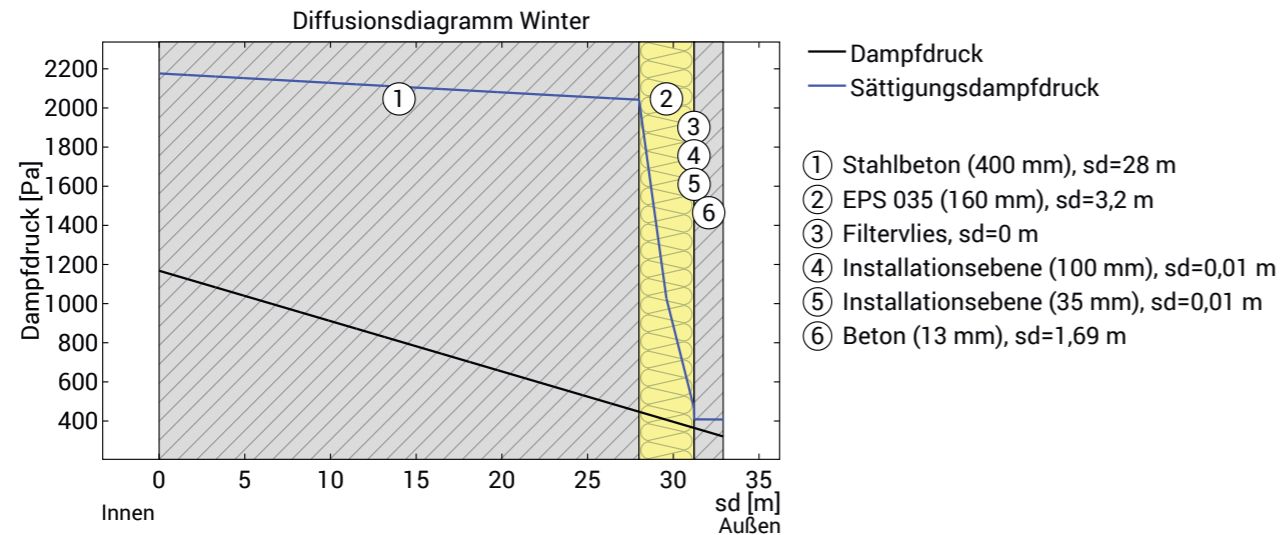
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{tot} = 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

GEGENÜBERSTELLUNG DIFFUSION ...

Ursprünglicher Entwurf

Tauperiode (Winter)

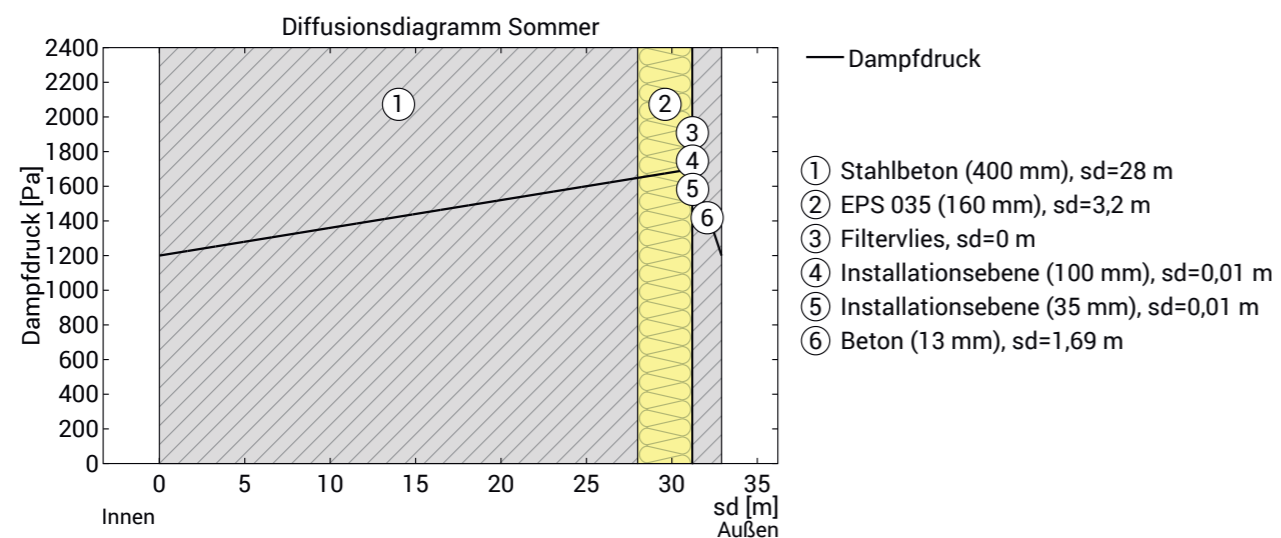
Randbedingungen	
Dampfdruck innen bei 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit	$p_i = 1168 \text{ Pa}$
Dampfdruck außen bei -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit	$p_e = 321 \text{ Pa}$
Dauer Tauperiode (90 Tage)	$t_c = 7776000 \text{ s}$
Wasserdampf-Diffusionsleitkoeffizient in ruhender Luft	$\delta_0 = 2.0E-10 \text{ kg}/(\text{m}^*\text{s}*\text{Pa})$
sd-Wert (gesamtes Bauteil)	$s_{de} = 32,91 \text{ m}$



Unter den angenommenen Bedingungen ist der untersuchte Querschnitt frei von Tauwasserbildung im Bauteilinneren.

Verdunstungsperiode (Sommer)

Randbedingungen	
Dampfdruck innen	$p_i = 1200 \text{ Pa}$
Dampfdruck außen	$p_e = 1200 \text{ Pa}$
Sättigungsdampfdruck in der Tauwasserebene	$p_s = 1700 \text{ Pa}$
Dauer Verdunstungsperiode (90 Tage)	$t_{ev} = 7776000 \text{ s}$
sd-Werte bleiben unverändert.	



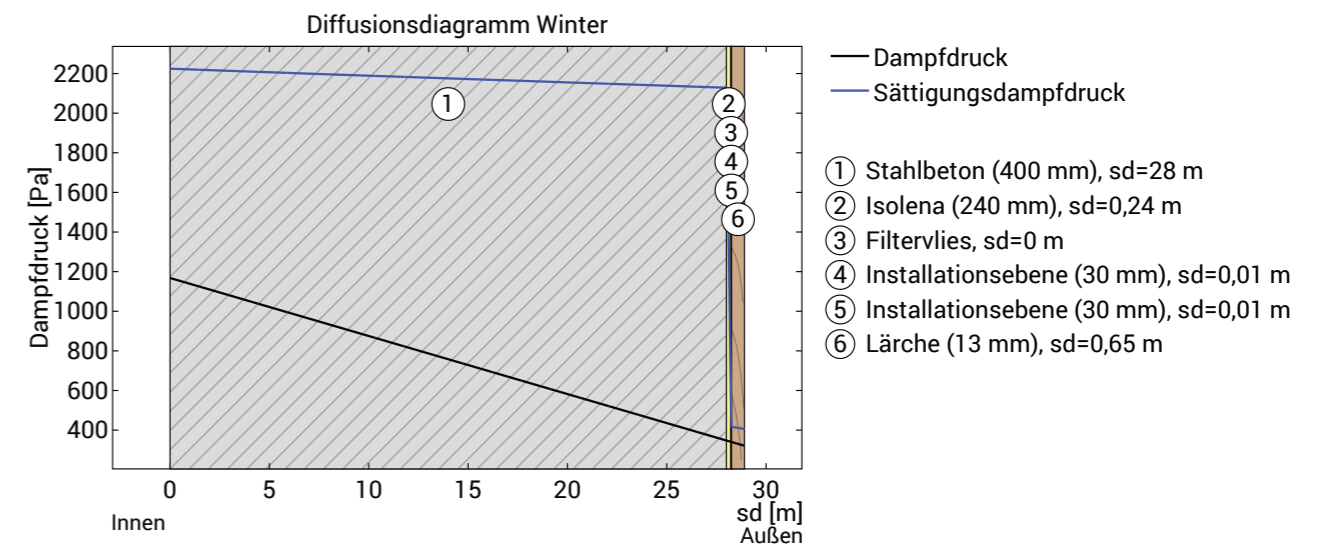
Alle Daten und Berechnungen von U-Bakus.de

Gegenüberstellung Wandaufbau Ursprünglicher Entwurf - energetisch optimierter Entwurf

Energetisch optimierter Entwurf

Tauperiode (Winter)

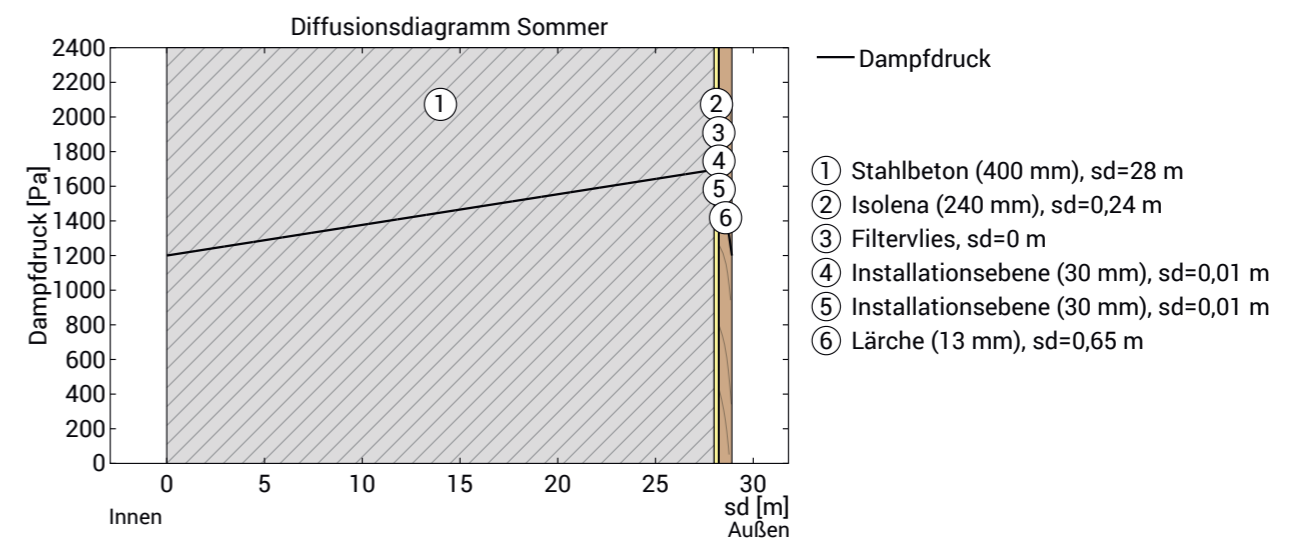
Randbedingungen	
Dampfdruck innen bei 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit	$p_i = 1168 \text{ Pa}$
Dampfdruck außen bei -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit	$p_e = 321 \text{ Pa}$
Dauer Tauperiode (90 Tage)	$t_c = 7776000 \text{ s}$
Wasserdampf-Diffusionsleitkoeffizient in ruhender Luft	$\delta_0 = 2.0E-10 \text{ kg}/(\text{m}^*\text{s}*\text{Pa})$
sd-Wert (gesamtes Bauteil)	$s_{de} = 28,91 \text{ m}$



Unter den angenommenen Bedingungen ist der untersuchte Querschnitt frei von Tauwasserbildung im Bauteilinneren.

Verdunstungsperiode (Sommer)

Randbedingungen	
Dampfdruck innen	$p_i = 1200 \text{ Pa}$
Dampfdruck außen	$p_e = 1200 \text{ Pa}$
Sättigungsdampfdruck in der Tauwasserebene	$p_s = 1700 \text{ Pa}$
Dauer Verdunstungsperiode (90 Tage)	$t_{ev} = 7776000 \text{ s}$
sd-Werte bleiben unverändert.	



Erstellt mit der Version für Studium und Lehre

GEGENÜBERSTELLUNG KLIMASCHUTZ ...

Ökobilanz ursprünglicher Entwurf

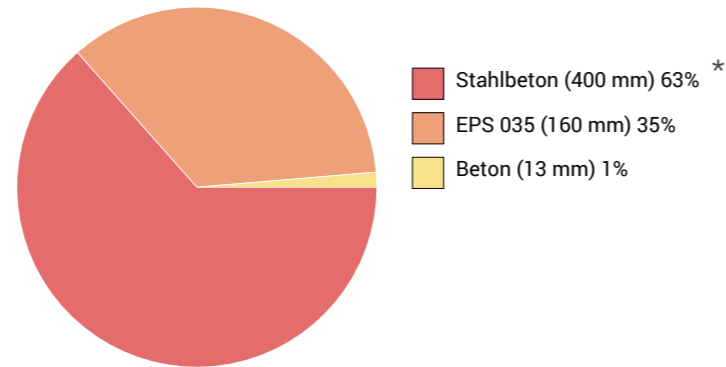
Wärmeverlust: 15 kWh/m² pro Heizperiode



Primärenergie (nicht erneuerbar): >301 kWh/m²



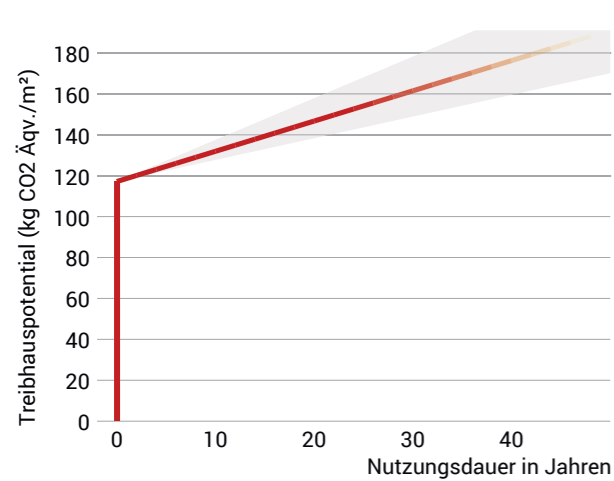
Treibhauspotential: 117 (?) kg CO₂ Äqv./m²



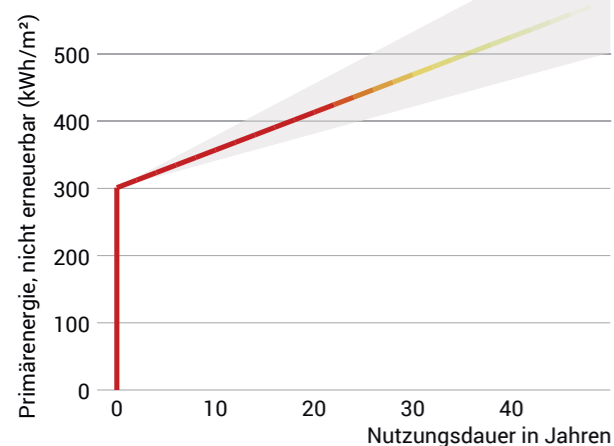
Zusammensetzung des Treibhauspotentials der Herstellung:



Achtung: Mindestens eine Schicht konnte nicht berücksichtigt werden, weil deren Primärenergieinhalt und/oder Treibhauspotential unbekannt ist.



Der hohe Stahlbetonanteil führt aufgrund des hohen Energieaufwandes im Herstellungsprozess zu einem hohen Treibhauspotenzial und Primärenergiebedarf. In den hier abgebildeten Rechnungen und Grafiken wird der Stahlbeton durchlaufend als Wandstärke von 400mm betrachtet. Die Grundrisse des Entwurfs zeigen, dass es sich hier lediglich um Stahlbetonstützen (400 x 400 mm) handelt. Somit ist der Stahlbetonanteil insgesamt geringer, als es sich hier vermuten lässt. Daraus resultiert für die Gesamtbetrachtung der Fassade eine Reduzierung des ausgestoßenen Treibhausgases und der Primärenergie.



Allgemein ist Beton aufgrund seiner hohen erwarteten Nutzungsdauer auf lange Sicht ein nachhaltiges Material. Da sich Primärenergiebedarf und Treibhauspotential mit der Zeit amortisieren.

Gegenüberstellung Wandaufbau Ursprünglicher Entwurf - energetisch optimierter Entwurf

Ökobilanz energetisch optimierter Entwurf

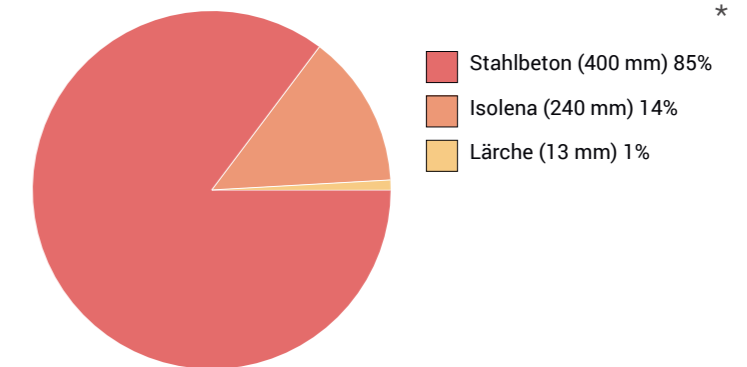
Wärmeverlust: 10 kWh/m² pro Heizperiode



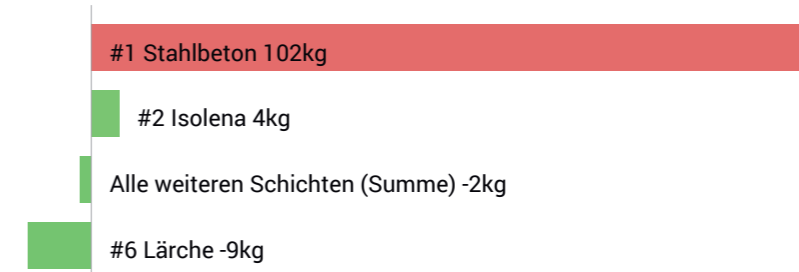
Primärenergie (nicht erneuerbar): >225 kWh/m²



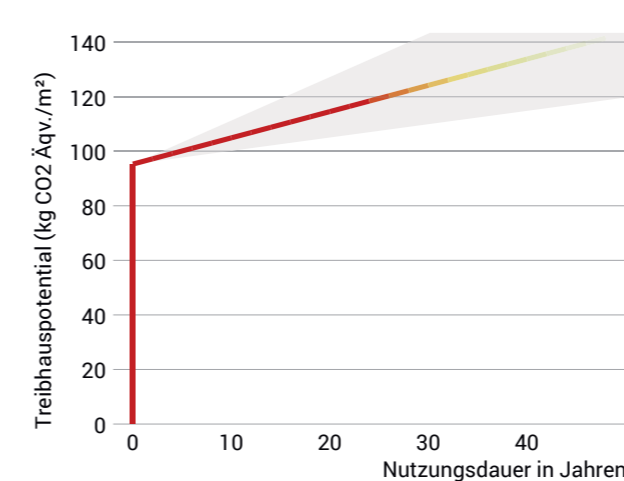
Treibhauspotential: 95 (?) kg CO₂ Äqv./m²



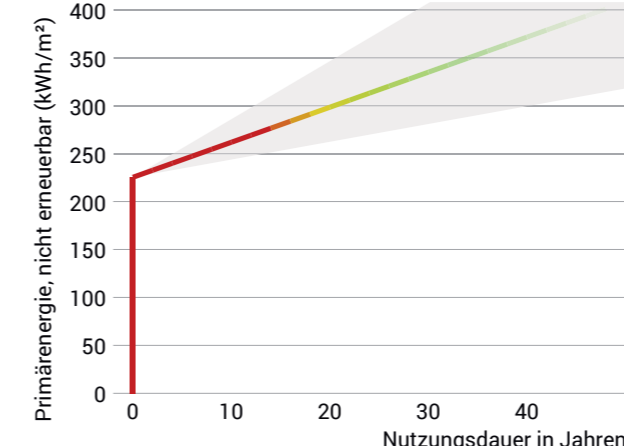
Zusammensetzung des Treibhauspotentials der Herstellung:



Achtung: Mindestens eine Schicht konnte nicht berücksichtigt werden, weil deren Primärenergieinhalt und/oder Treibhauspotential unbekannt ist.



Der hohe Stahlbetonanteil führt aufgrund des hohen Energieaufwandes im Herstellungsprozess zu einem hohen Treibhauspotenzial und Primärenergiebedarf. In den hier abgebildeten Rechnungen und Grafiken wird der Stahlbeton durchlaufend als Wandstärke von 400mm betrachtet. Die Grundrisse des Entwurfs zeigen, dass es sich hier lediglich um Stahlbetonstützen (400 x 400 mm) handelt. Somit ist der Stahlbetonanteil insgesamt geringer, als es sich hier vermuten lässt. Daraus resultiert für die Gesamtbetrachtung der Fassade eine Reduzierung des ausgestoßenen Treibhausgases und der Primärenergie.



Allgemein ist Beton aufgrund seiner hohen erwarteten Nutzungsdauer auf lange Sicht ein nachhaltiges Material. Da sich Primärenergiebedarf und Treibhauspotential mit der Zeit amortisieren.

DACH AUFBAU

IM BEREICH DER INTENSIVEN DACHBEGRÜNUNG

GEGENÜBERSTELLUNG WÄRMESCHUTZ...

Ursprünglicher Entwurf

Wärmeschutz

$U = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Neubau KfW 40*: $U < 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



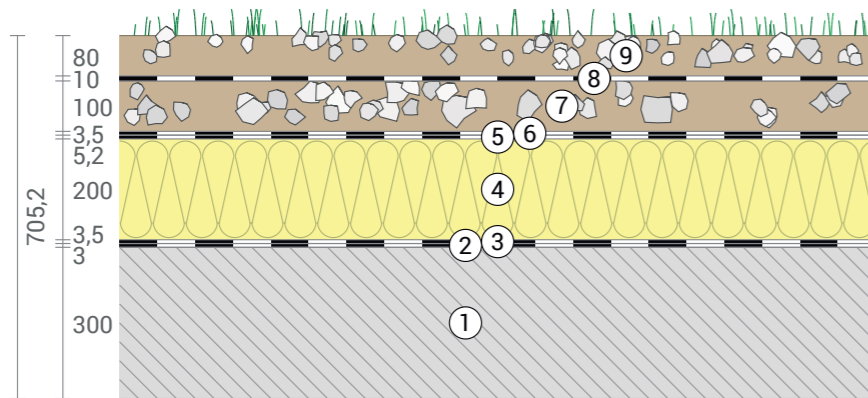
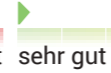
Feuchteschutz

Kein Tauwasser



Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100
Phasenverschiebung: nicht relevant
Wärmekapazität innen: 669 kJ/m²K



- ① Beton (300 mm)
- ② Bitumenanstrich
- ③ Bauder Super AL-E
- ④ EPS 035 (200 mm)
- ⑤ BauderSMARAGD
- ⑥ BauderGREEN FSM 600
- ⑦ Lava 2/8 mm für Dachbegrünung (100 mm)
- ⑧ Filtervlies BauderGREEN FV 125
- ⑨ Extensive Begrünung verdichtet (80 mm)

Energetisch optimierter Entwurf

Wärmeschutz

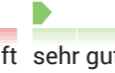
$U = 0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Neubau KfW 40*: $U < 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



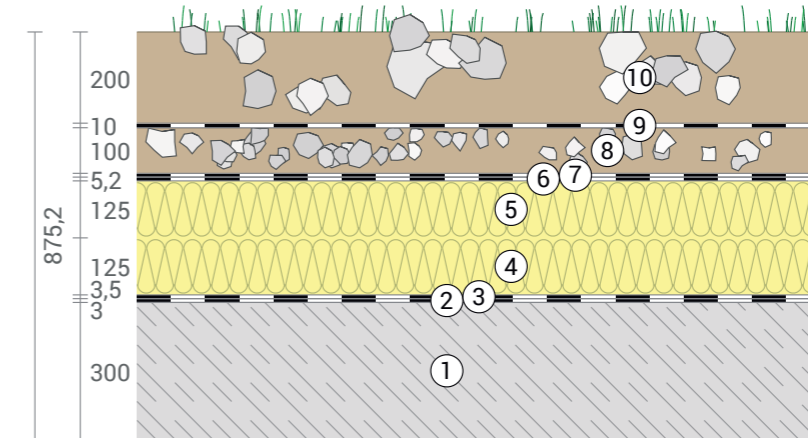
Feuchteschutz

Kein Tauwasser



Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100
Phasenverschiebung: nicht relevant
Wärmekapazität innen: 722 kJ/m²K



- ① Beton mit Hohlräummodulen (300 mm)
- ② Bitumenanstrich
- ③ Bauder Super AL-E
- ④ BauderECO FF (125 mm)
- ⑤ BauderECO FF (125 mm)
- ⑥ BauderSMARAGD
- ⑦ BauderGREEN FSM 600
- ⑧ Lava 2/8 mm für Dachbegrünung (100 mm)
- ⑨ Filtervlies BauderGREEN FV 125
- ⑩ Intensive Begrünung verdichtet (200 mm)

U-Wertberechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)				
1	Beton	30,00	2,000	0,150
2	Bitumenanstrich (Schwarzanstrich)	0,30	0,170	0,018
3	Bauder Super AL-E	0,35	0,170	0,021
4	EPS 035	20,00	0,035	5,714
5	BauderSMARAGD	0,52	0,170	0,031
6	BauderGREEN FSM 600	0,35	0,170	0,021
7	Lava 2/8 mm für Dachbegrünung	10,00	1,400	0,071
8	Filtervlies BauderGREEN FV 125	1,00	1,000	0,010
9	Extensive Begrünung verdichtet	8,00	1,400	0,057
Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)				
				0,040

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung aufwärts

Rse: Wärmestromrichtung aufwärts, außen: Direkter Übergang zur Außenluft

Wärmedurchgangswiderstand $R_{tot} = 6,232 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{tot} = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wertberechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)				
1	Beton mit Hohlräummodulen	30,00	2,000	0,150
2	Bitumenanstrich (Schwarzanstrich)	0,30	0,170	0,018
3	Bauder Super AL-E	0,35	0,170	0,021
4	BauderECO FF	12,50	0,024	5,208
5	BauderECO FF	12,50	0,024	5,208
6	BauderSMARAGD	0,52	0,170	0,031
7	BauderGREEN FSM 600	0,35	0,170	0,021
8	Lava 2/8 mm für Dachbegrünung	10,00	1,400	0,071
9	Filtervlies BauderGREEN FV 125	1,00	1,000	0,010
10	Intensive Begrünung verdichtet	20,00	1,400	0,143
Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)				
				0,040

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung aufwärts

Rse: Wärmestromrichtung aufwärts, außen: Direkter Übergang zur Außenluft

Wärmedurchgangswiderstand $R_{tot} = 11,02 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{tot} = 0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

GEGENÜBERSTELLUNG KLIMASCHUTZ ...

Ökobilanz ursprünglicher Entwurf

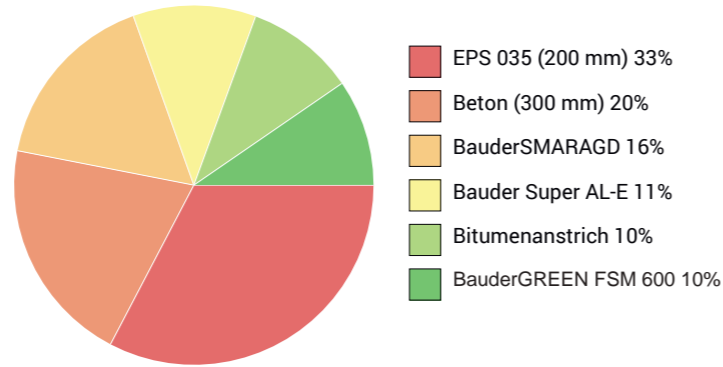
Wärmeverlust: 12 kWh/m² pro Heizperiode



Primärenergie (nicht erneuerbar): >407 kWh/m²



Treibhauspotential: 90 (?) kg CO₂ Äqv./m²



Ökobilanz energetisch optimierter Entwurf

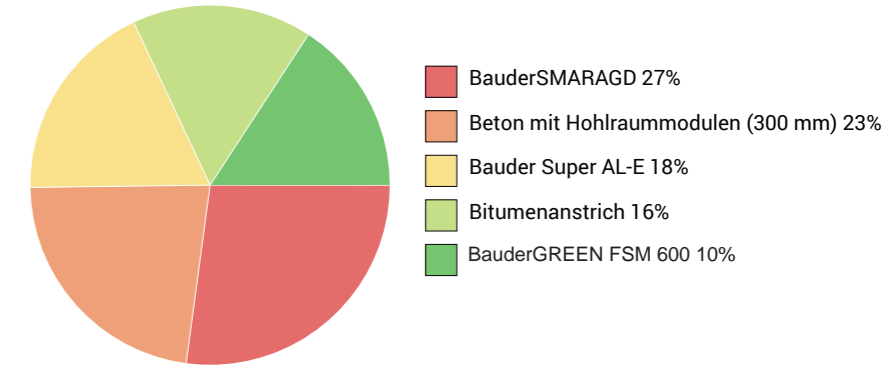
Wärmeverlust: 11 kWh/m² pro Heizperiode



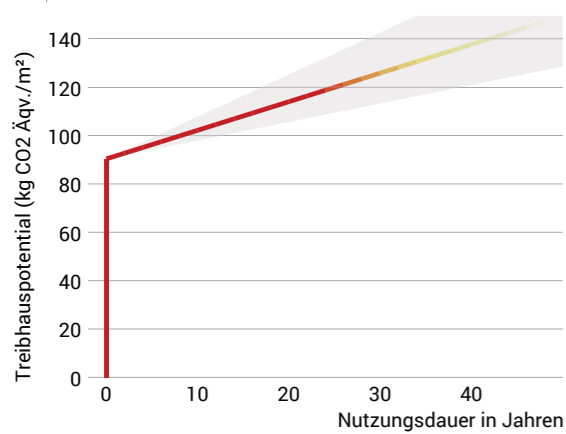
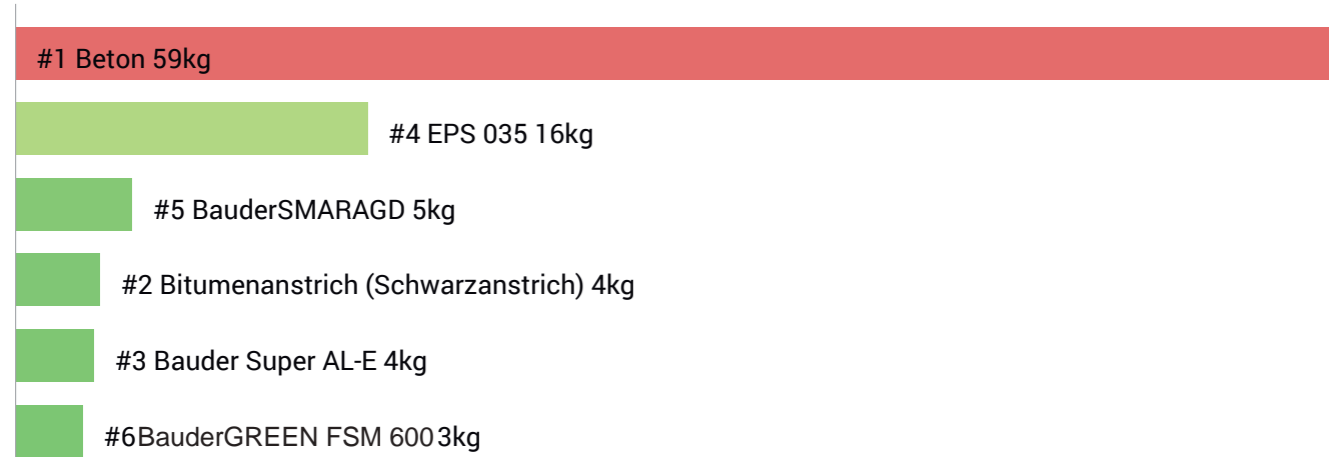
Primärenergie (nicht erneuerbar): >229 kWh/m²



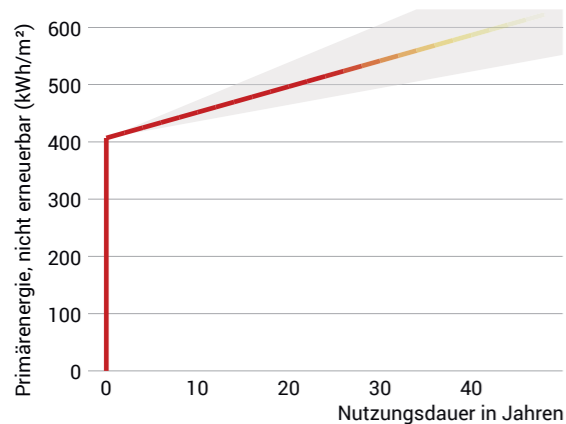
Treibhauspotential: 96 (?) kg CO₂ Äqv./m²



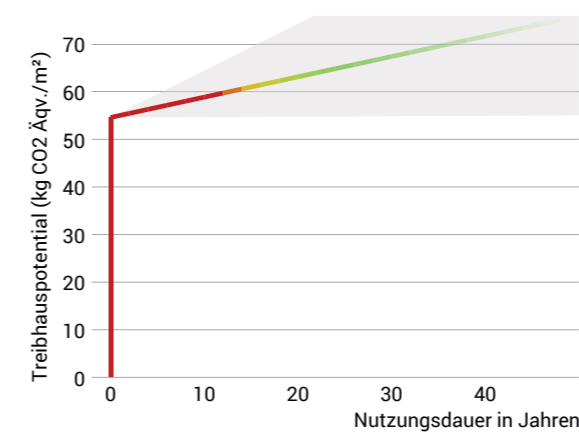
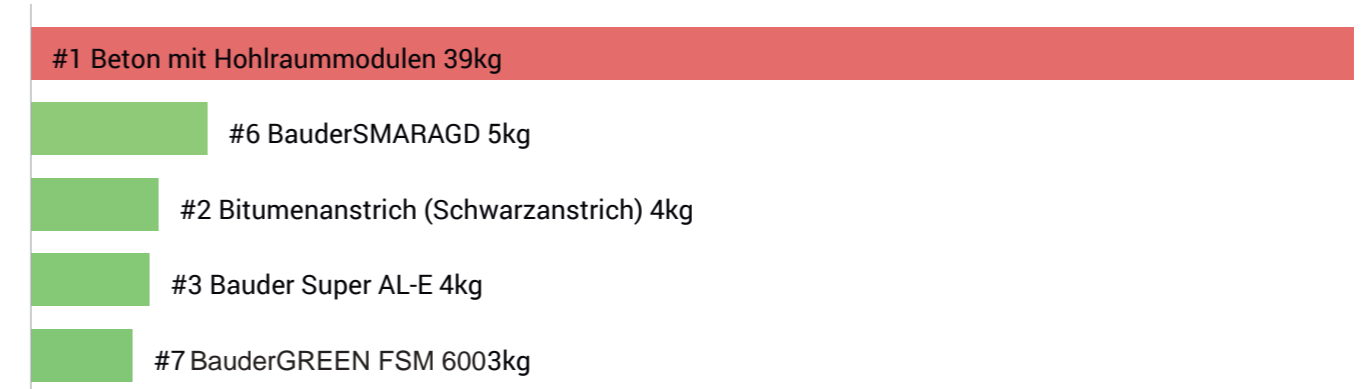
Zusammensetzung des Treibhauspotentials der Herstellung:



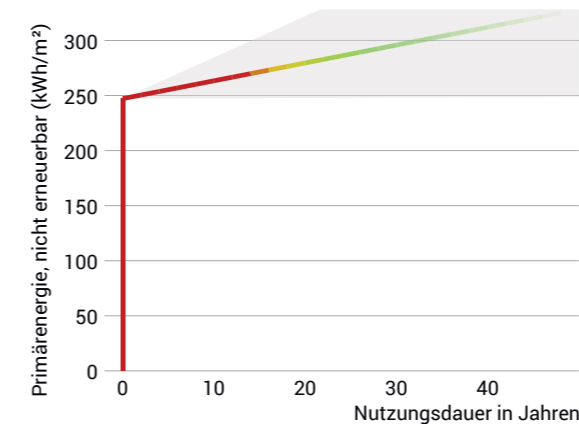
Allgemein ist Beton aufgrund seiner hohen erwarteten Nutzungsdauer auf lange Sicht ein nachhaltiges Material. Da sich Primärenergiebedarf und Treibhauspotential mit der Zeit amortisieren.



Zusammensetzung des Treibhauspotentials der Herstellung:



Allgemein ist Beton aufgrund seiner hohen erwarteten Nutzungsdauer auf lange Sicht ein nachhaltiges Material. Da sich Primärenergiebedarf und Treibhauspotential mit der Zeit amortisieren.



DACH AUFBAU

IM BEREICH DER DACHTERRASSE

GEGENÜBERSTELLUNG WÄRMESCHUTZ...

Ursprünglicher Entwurf

Wärmeschutz

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

Neubau KfW 40*: $U < 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

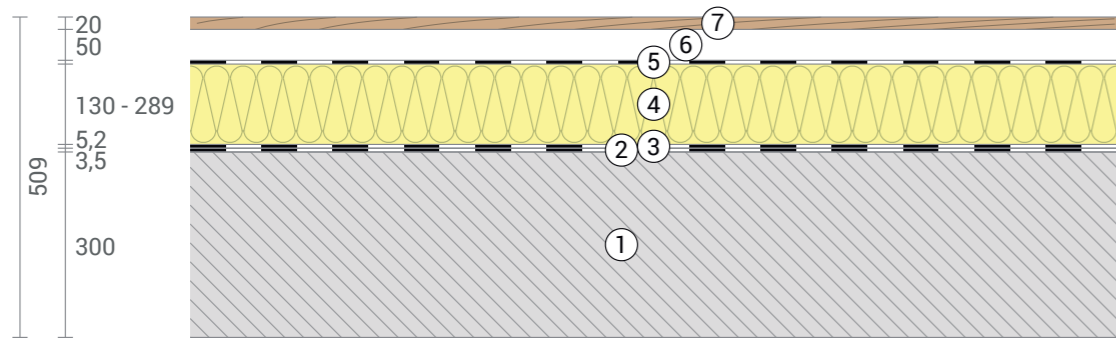


Feuchteschutz

Trocknungsreserve: $1426 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$
Kein Tauwasser

Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100
Phasenverschiebung: nicht relevant
Wärmekapazität innen: $653 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



- ① Beton (300 mm)
- ② BauderTEC KSA DUO 35
- ③ BauderSMARAGD
- ④ EPS 035 (130 - 289 mm)
- ⑤ Filtervlies
- ⑥ Installationsebene (50 mm)
- ⑦ Profilholz (20 mm)

Energetisch optimierter Entwurf

Wärmeschutz

$U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Neubau KfW 40*: $U < 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

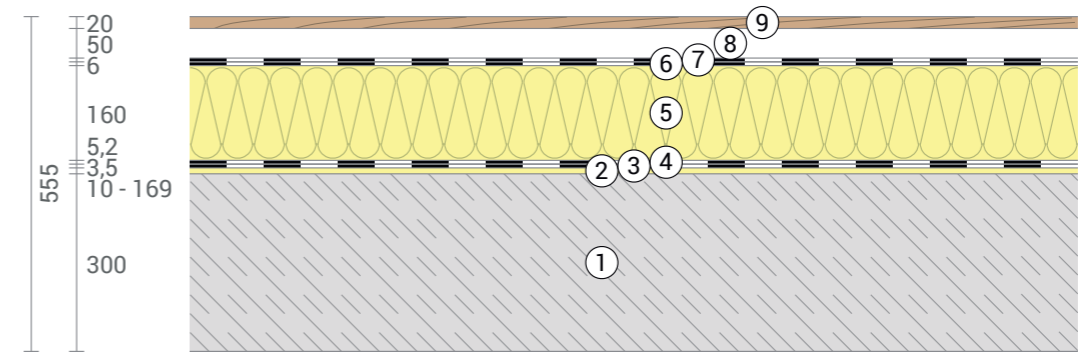


Feuchteschutz

Trocknungsreserve: $1403 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$
Kein Tauwasser

Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100
Phasenverschiebung: nicht relevant
Wärmekapazität innen: $714 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



- ① Beton mit Hohlraummodulen (300 mm)
- ② LLS 400 (10 - 169 mm)
- ③ BauderTEC KSA DUO 35
- ④ BauderSMARAGD
- ⑤ BauderECO FF (160 mm)
- ⑥ Filtervlies
- ⑦ Bautenschutzmatte Kraitec Top
- ⑧ Installationsebene (50 mm)
- ⑨ Profilholz (20 mm)

U-Wertberechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)				
1	Beton	30,00	2,000	0,150
2	BauderTEC KSA DUO 35	0,35	0,170	0,021
3	BauderSMARAGD	0,52	0,170	0,031
4	EPS 035	13 - 28,9	0,035	3,714
5	Filtervlies	0,03	1,000	0,000
6	Installationsebene	5,00	0,313	0,160
7	Profilholz (Fichte/Tanne)	2,00	0,140	0,143
Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)				0,040

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung aufwärts

Rse: Wärmestromrichtung aufwärts, außen: Direkter Übergang zur Außenluft

Wärmedurchlasswiderstände von ruhenden Luftschichten wurden wie folgt berechnet:

Schicht 6: Dicke 5 cm, Breite ∞ , DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung aufwärts

Wärmedurchgangswiderstand $R_{tot} = 4,359 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Berücksichtige Gefälledämmung in Schicht 4 (Dreieck, dickste Stelle am Scheitel, gemäß Anhang E):

Mit: $d_2=159 \text{ mm}$; $R_2 = 4,543 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 2/R_2 * [(1+R_1/R_2) * \ln(1+R_2/R_1) - 1] = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wertberechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)				
1	Beton mit Hohlraummodulen	30,00	2,000	0,150
2	LLS 400	1 - 16,9	0,080	0,125
3	BauderTEC KSA DUO 35	0,35	0,170	0,021
4	BauderSMARAGD	0,52	0,170	0,031
5	BauderECO FF	16,00	0,024	6,667
6	Filtervlies	0,03	1,000	0,000
7	Bautenschutzmatte Kraitec Top	0,60	0,170	0,035
8	Installationsebene	5,00	0,313	0,160
9	Profilholz (Fichte/Tanne)	2,00	0,140	0,143
Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)				0,040

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung aufwärts

Rse: Wärmestromrichtung aufwärts, außen: Direkter Übergang zur Außenluft

Wärmedurchlasswiderstände von ruhenden Luftschichten wurden wie folgt berechnet:

Schicht 8: Dicke 5 cm, Breite ∞ , DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung aufwärts

Wärmedurchgangswiderstand $R_{tot} = 7,471 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Berücksichtige Gefälledämmung in Schicht 2 (Dreieck, dünnste Stelle am Scheitel, gemäß Anhang E):

Mit: $d_2=159 \text{ mm}$; $R_2 = 1,988 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 2/R_2 * [1 - R_1/R_2 * \ln(1+R_2/R_1)] = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

GEGENÜBERSTELLUNG KLIMASCHUTZ ...

Ökobilanz ursprünglicher Entwurf

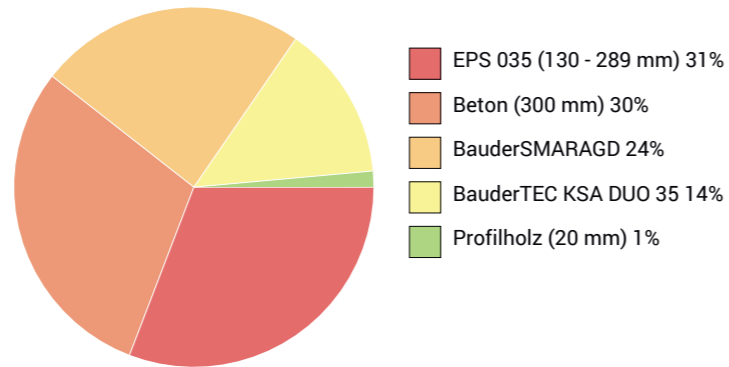
Wärmeverlust: 14 kWh/m² pro Heizperiode



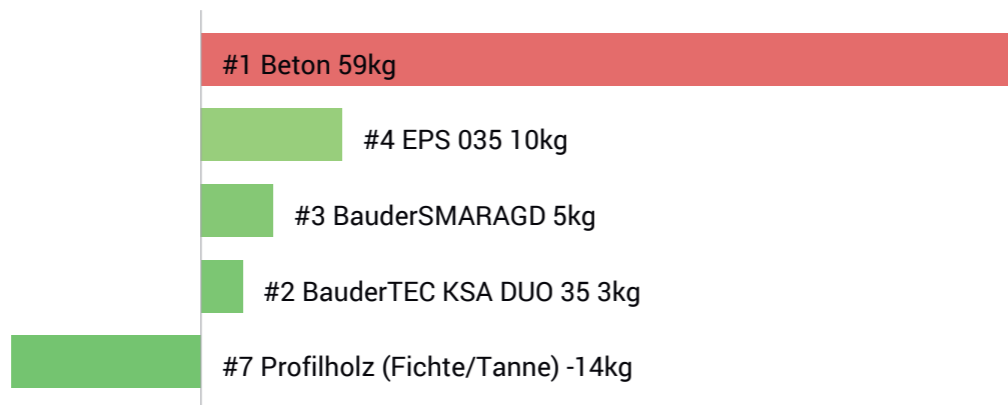
Primärenergie (nicht erneuerbar): >279 kWh/m²



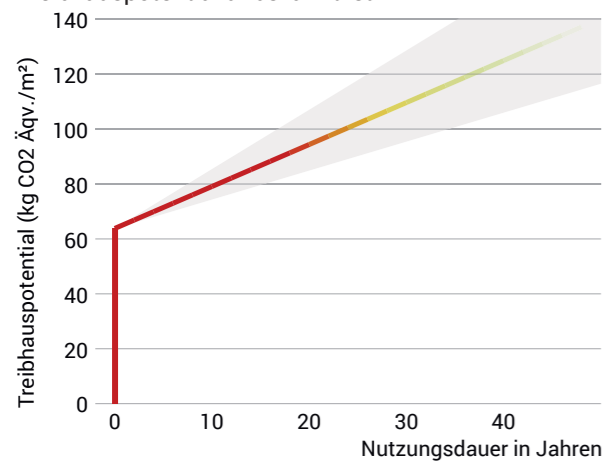
Treibhauspotential: 64 (?) kg CO₂ Äqv./m²



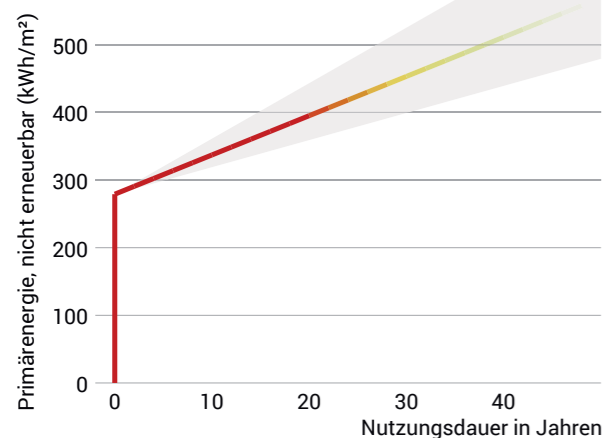
Zusammensetzung des Treibhauspotentials der Herstellung:



Achtung: Mindestens eine Schicht konnte nicht berücksichtigt werden, weil deren Primärenergieinhalt und/oder Treibhauspotential unbekannt ist.



Allgemein ist Beton aufgrund seiner hohen erwarteten Nutzungsdauer auf lange Sicht ein nachhaltiges Material. Da sich Primärenergiebedarf und Treibhauspotential mit der Zeit amortisieren.



Ökobilanz energetisch optimierter Entwurf

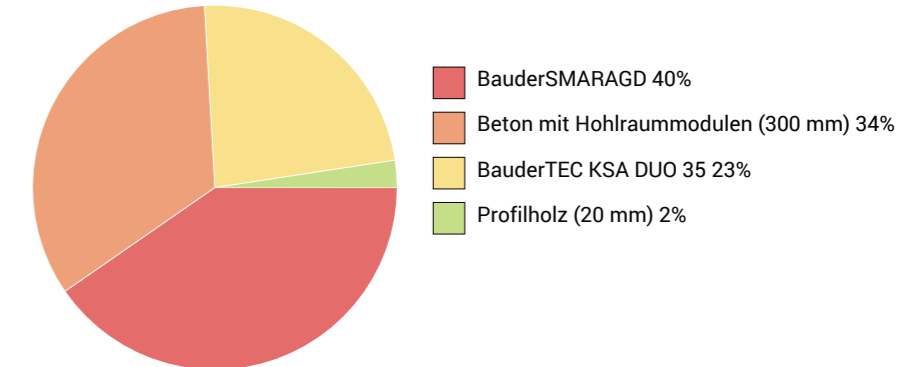
Wärmeverlust: 9 kWh/m² pro Heizperiode



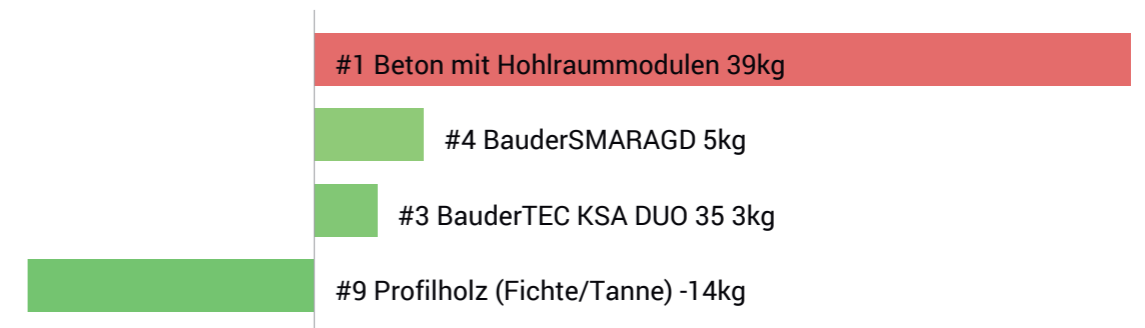
Primärenergie (nicht erneuerbar): >166 kWh/m²



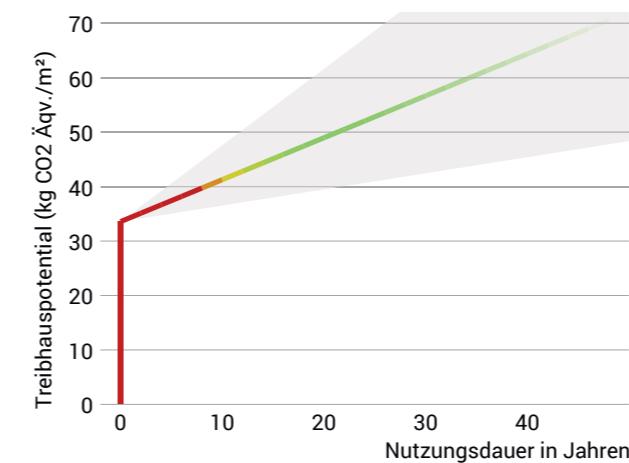
Treibhauspotential: 34 (?) kg CO₂ Äqv./m²



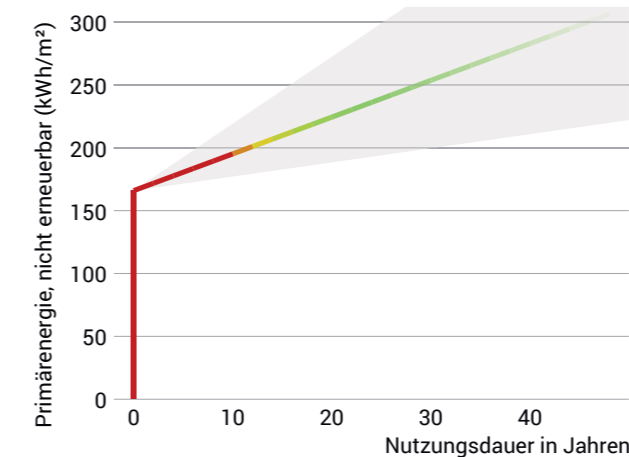
Zusammensetzung des Treibhauspotentials der Herstellung:



Achtung: Mindestens eine Schicht konnte nicht berücksichtigt werden, weil deren Primärenergieinhalt und/oder Treibhauspotential unbekannt ist.



Allgemein ist Beton aufgrund seiner hohen erwarteten Nutzungsdauer auf lange Sicht ein nachhaltiges Material. Da sich Primärenergiebedarf und Treibhauspotential mit der Zeit amortisieren.



BODEN AUFBAU

ÜBER UNGEDÄMMTER TIEFGARAGE

GEGENÜBERSTELLUNG WÄRMESCHUTZ...

Ursprünglicher Entwurf

Wärmeschutz

$U = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

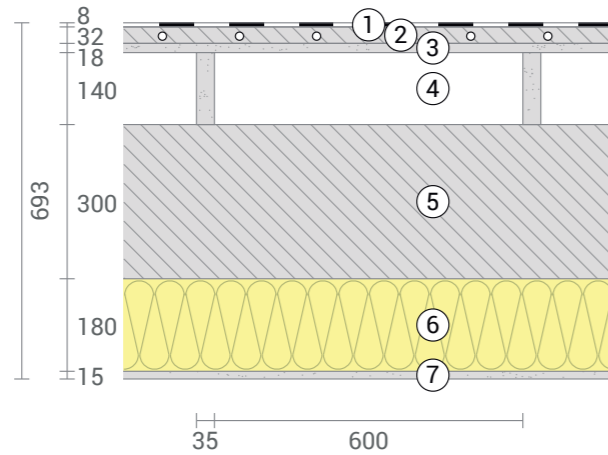
Neubau KfW 40*: $U < 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Feuchteschutz

Kein Tauwasser

Temperaturamplitudendämpfung: >100
Phasenverschiebung: nicht relevant
Wärmekapazität innen: 1054 kJ/m²K



- ① Teppichboden
- ② Zementestrich (32 mm)
- ③ Gipsfaserplatte (18 mm)
- ④ Installationsebene (140 mm)
- ⑤ Beton (300 mm)
- ⑥ EPS 035 (180 mm)
- ⑦ Mineralischer Edelputz (15 mm)

Energetisch optimierter Entwurf

Wärmeschutz

$U = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

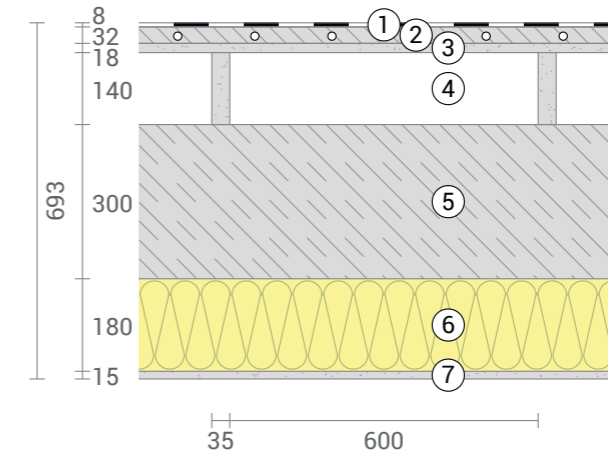
Neubau KfW 40*: $U < 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Feuchteschutz

Kein Tauwasser

Temperaturamplitudendämpfung: >100
Phasenverschiebung: nicht relevant
Wärmekapazität innen: 1098 kJ/m²K



- ① Teppichboden
- ② Zementestrich (32 mm)
- ③ Gipsfaserplatte (18 mm)
- ④ Installationsebene (140 mm)
- ⑤ Beton mit Hohlraummodulen (300 mm)
- ⑥ Fisolan Dämmplatte (180 mm)
- ⑦ Levita Lehmunterputz UP2 (15 mm)

U-Wertberechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)				
1	Teppichboden	0,80	0,060	0,133
2	Zementestrich	3,20	1,400	0,023
3	Gipsfaserplatte	1,80	0,350	0,051
4	Installationsebene	14,00	0,665	0,211
	Edelstahl V2A (5,5%)	14,00	15,000	0,009
5	Beton	30,00	2,000	0,150
6	EPS 035	18,00	0,035	5,143
7	Mineralischer Edelputz	1,50	0,700	0,021
Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)				
				0,100

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung aufwärts

Rse: Wärmestromrichtung abwärts, außen: Nicht beheizter Raum

Wärmedurchlasswiderstände von ruhenden Luftschichten wurden wie folgt berechnet:

Schicht 4.1: Dicke 14 cm, Breite 60 cm, DIN EN ISO 6946 Anhang D.4, Wärmestromrichtung abwärts, Temperatur ca. 18°C, Emissionsgrad der Oberflächen: 0,9 und 0,97

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot,upper}} = 5,921 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot,lower}} = 5,818 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

Prüfe Anwendbarkeit: $R_{\text{tot,upper}} / R_{\text{tot,lower}} = 1,018$ (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot,upper}} + R_{\text{tot,lower}})/2 = 5,870 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 0,88%

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Alle Daten und Berechnungen von U-Bakus.de

Gegenüberstellung Dachaufbau Ursprünglicher Entwurf - energetisch optimierter Entwurf

U-Wertberechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)				
1	Teppichboden	0,80	0,060	0,133
2	Zementestrich	3,20	1,400	0,023
3	Gipsfaserplatte	1,80	0,350	0,051
4	Installationsebene	14,00	0,627	0,223
	Edelstahl V2A (5,5%)	14,00	15,000	0,009
5	Beton mit Hohlraummodulen	30,00	2,000	0,150
6	Fisolan Dämmplatte	18,00	0,036	5,000
7	Levita Lehmunterputz UP2	1,50	1,100	0,014
Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)				
				0,100

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung aufwärts

Rse: Wärmestromrichtung abwärts, außen: Nicht beheizter Raum

Wärmedurchlasswiderstände von ruhenden Luftschichten wurden wie folgt berechnet:

Schicht 4.1: Dicke 14 cm, Breite 60 cm, DIN EN ISO 6946 Anhang D.4, Wärmestromrichtung abwärts, Temperatur ca. 18°C, Emissionsgrad der Oberflächen: 0,9

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot,upper}} = 5,782 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot,lower}} = 5,670 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

Prüfe Anwendbarkeit: $R_{\text{tot,upper}} / R_{\text{tot,lower}} = 1,020$ (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot,upper}} + R_{\text{tot,lower}})/2 = 5,726 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 0,98%

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

FAZIT ...



FAZIT . . .

Der Gedanke der Nachhaltigkeit ist grundlegend für das Bauen der Zukunft. Ich glaube den meisten ist bewusst, dass wir den folgenden Generationen und auch uns selbst mit einem rein ökonomisch betrachteten Immobilienmarkt keinen Gefallen tun.

In dieser Arbeit habe ich verschiedene Alternativen für Baustoffe, aber auch für mehr Energieeffizienz herausgesucht und nach verschiedenen Kriterien analysiert bzw. mit herkömmlichen Produkten gegenüber gestellt.

Mein Fazit daraus ist: es gibt mittlerweile eine große Auswahl an Baumaterialien und Technologien, die das allgemeine Interesse widerspiegeln, einen Beitrag zum Klimawandel zu leisten. Die Produk-

te sind definitiv ökologisch wertvoller als herkömmliche Produkte, aber oft teurer, wartungsaufwendiger und gerade bei größeren Projekten problematisch in Ihrer Brennbarkeit.

Die nächsten Jahre wird sich sicherlich noch einiges in der Forschung tun und es werden mehr innovative Produkte auf den Markt kommen, die sowohl das ökologische als auch das energieeffiziente Bauen erleichtern werden.

Allerdings ist und bleibt die nachhaltigste Möglichkeit, den bereits existierenden Bestand so lange wie möglich zu erhalten und sich auf kreative Lösungen zur Umnutzung einzulassen. Auf diese Weise werden die meisten Ressourcen eingespart.