

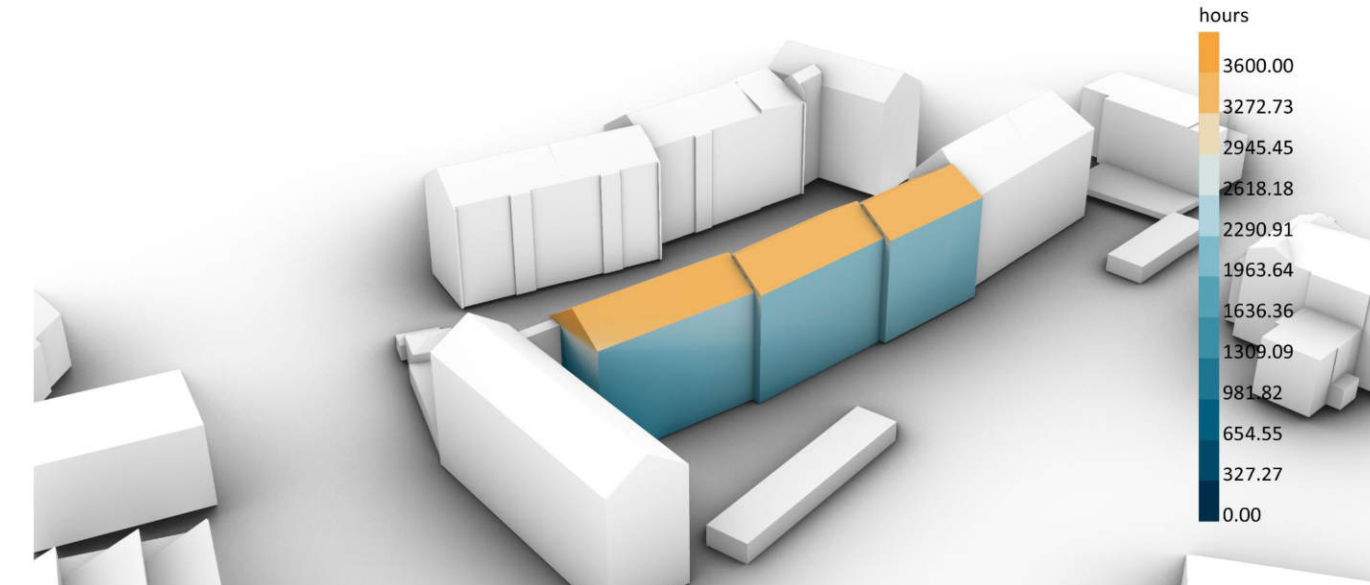
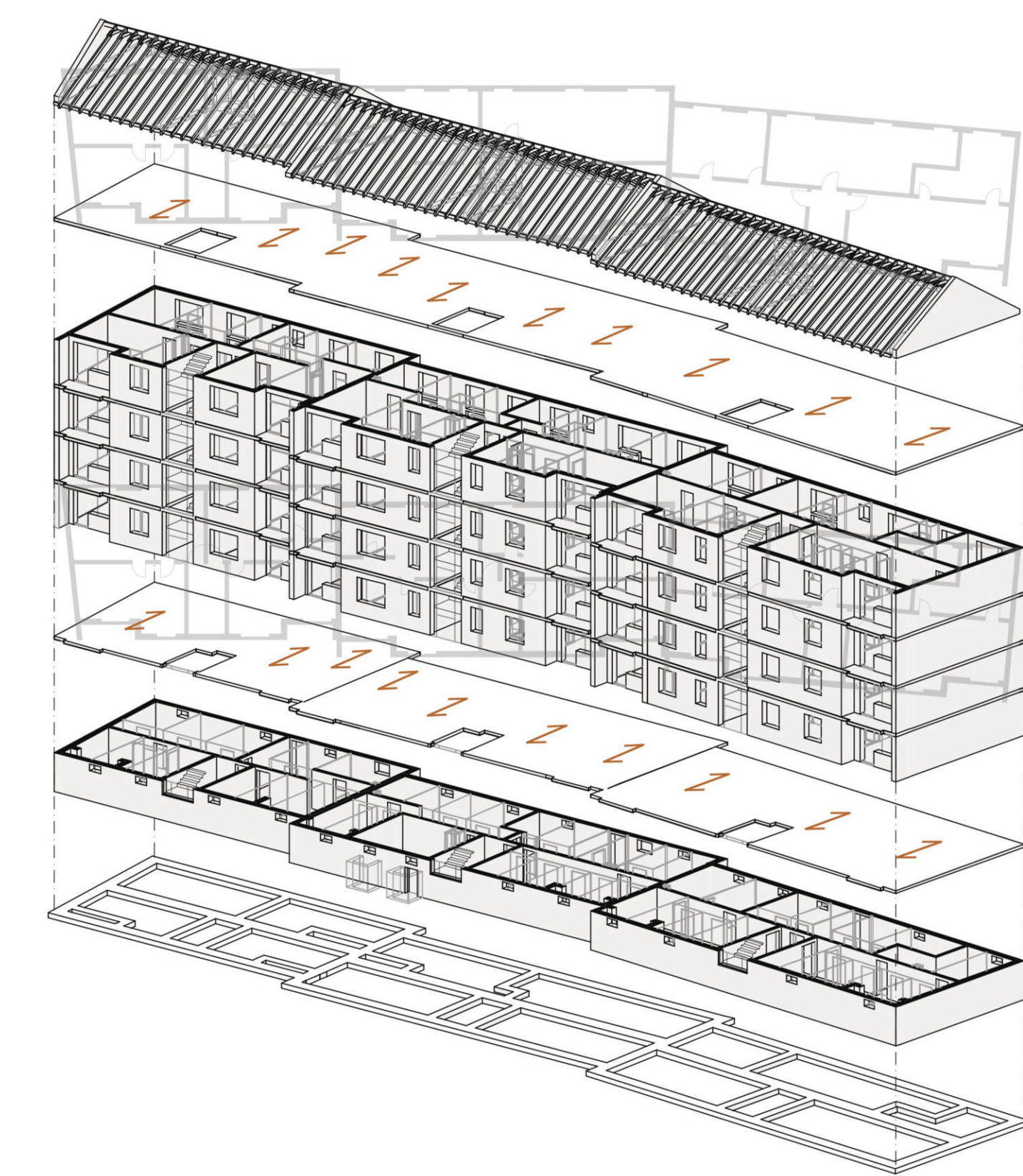
W067

Wohnanlage 067 -
Louis Braille Straße, Augsburg
Prof. Dr.-Ing. Martin Bauer
Prof. Dipl.-Ing. Michael Schmidt

Dominik Amann
Bachelor Thesis
2025

Luftbild M 1:3000

BESTANDSANALYSE



Auswertung direkte Sonnenstunden



Visualisierung Verschattung

Bewertung des Bestandstragwerks

Für das Projekt liegen nur wenige Planunterlagen vor, sodass die Annahmen in dieser Arbeit auf Entwässerungsrundrissen, Strangenschemata und Erkenntnissen aus der Begehung basieren. Insbesondere für die verbauten Materialien fehlt die Dokumentation. Es wird daher von bauzeitlichen tragenden Hochlochziegeln in allen Wänden mit einer Dicke von 24cm und mehr ausgegangen. Bei den Kellervänden ist jedoch umklar, ob diese als Mauerwerk oder Betonstift ausgeführt sind. Die Decken sind vermutlich Stahlbetondecken, die als Zweifelhänger über die innere tragende Wand spannen, das Dach ist als liegender Stuhl ausgeführt.

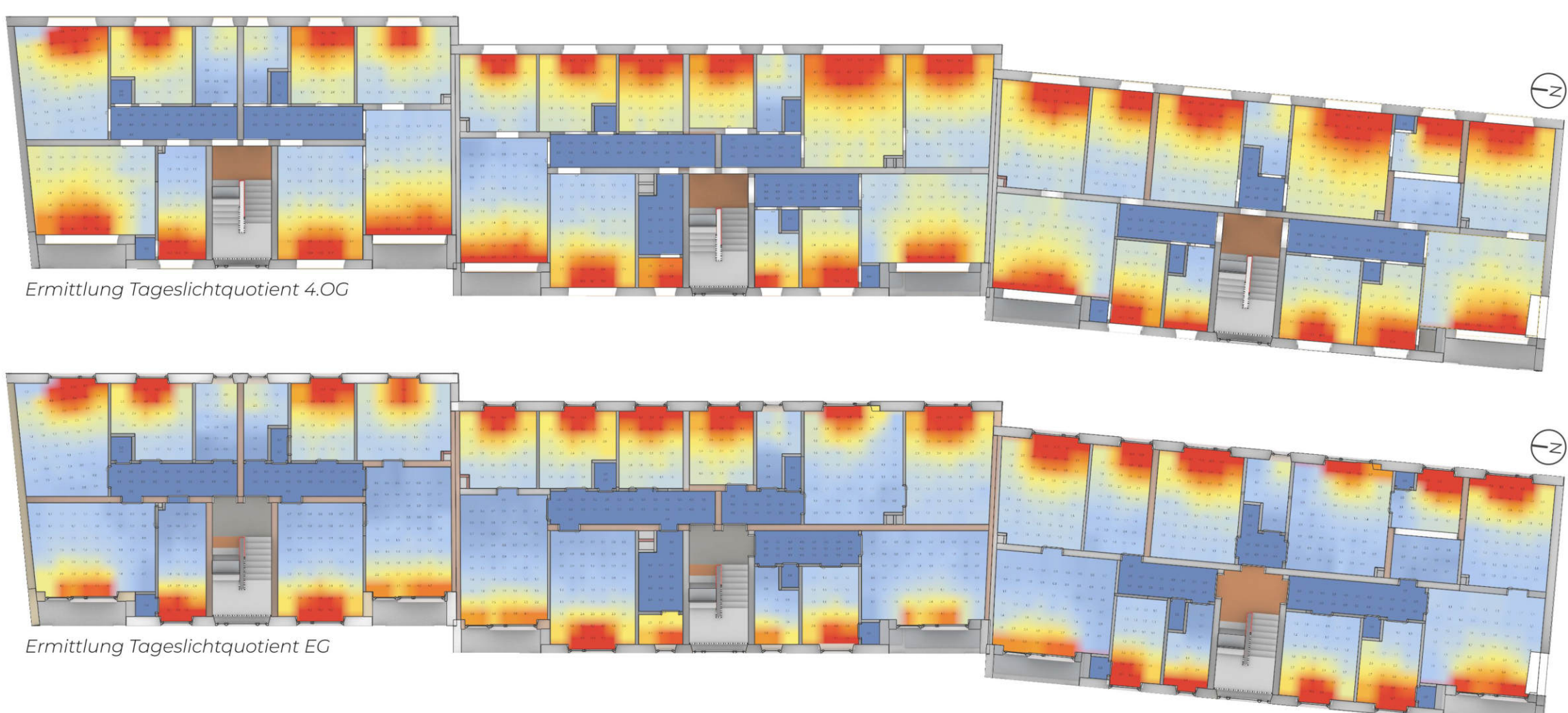
Basierend auf den getroffenen Annahmen wurde eine Lastermittlung im Regelschnitt durchgeführt, die den Ständerdruck und die Ständerlast am Fuß der Kellervände angibt. Für den Fall einer Ausführung aus Ziegeln wurde die derzeitige Auslastung unter Annahme ungunstiger Ziegel- und Mörtelklassen berechnet. Hieraus wird für den Entwurf abgeleitet, dass zusätzliche Lasten auf die mittlere Trennwand vermeiden werden sollten, die Außenwände jedoch noch große Lastreserven aufweisen. Vor der weiteren Planung sollten zusätzlich Bodenuntersuchungen erfolgen, um den zulässigen Sohldruck zu ermitteln.

Energetischer Zustand

Im Bestand gibt es keinen baulichen Wärmeschutz, der U-Wert der typischen Außenwand liegt bei ca. 1,22 W/m²K. Bei den Fenstern handelt es sich um Kunststofffenster mit Zweifelschein Isolierverglasung aus dem Jahr 1998, der U-Wert wird mit 1,9 W/m²K angenommen. In den thermografischen Aufnahmen des Gebäudes lassen sich zudem Schwachstellen bei der Heizwärmeverteilung, in Heizkörpernischen, Fensterstürzen, ausragenden Decken und im Bereich der Kellendecke erkennen, die zu zusätzlichen Transmissionswärmeverlusten sowie gegebenenfalls zu hygienischen Problemen führen.

Direkte Sonneneinstrahlung und Verschattung im Jahresverlauf

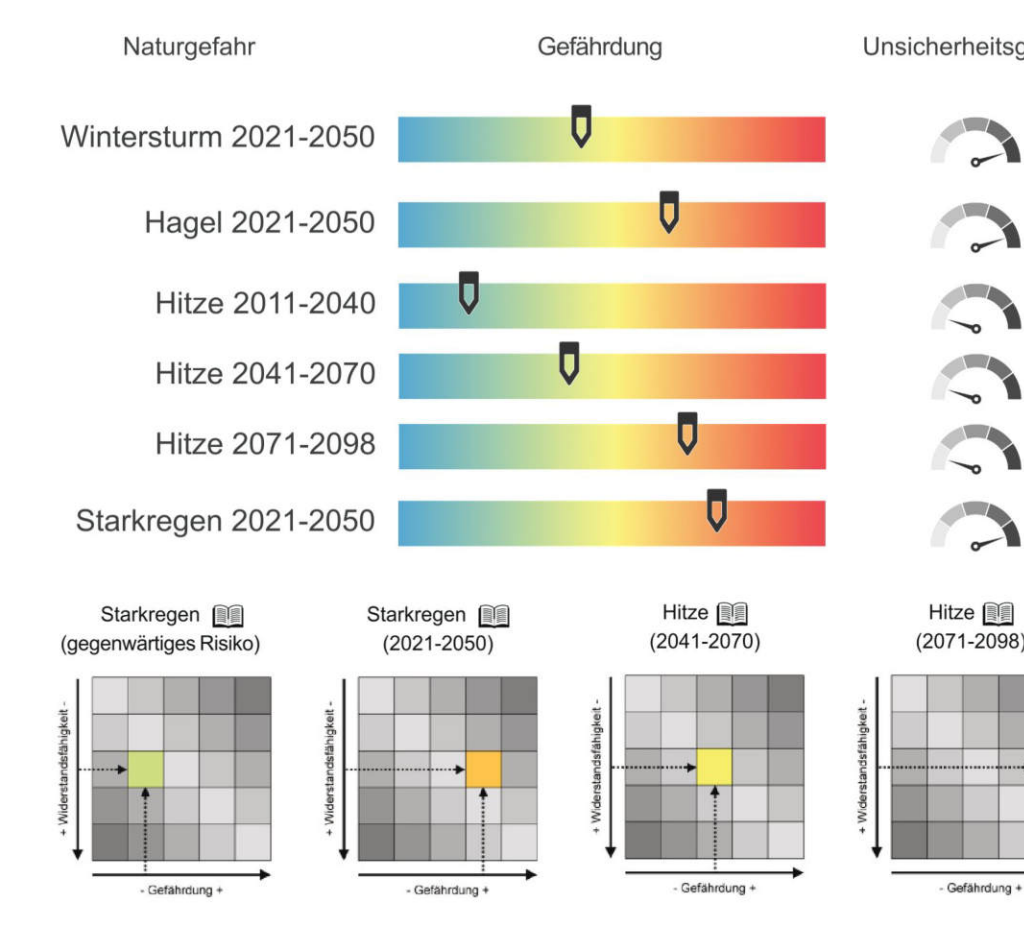
Für ein typisches meteorologisches Jahr wurde die Anzahl direkter Sonnenstunden auf die Gebäude unter Einbezug des baulichen Kontextes ermittelt und dargestellt (Abbildung oben). Für den Einbau lässt sich daraus schließen, dass für die natürliche Belichtung auf der Ostseite das Erdgeschoss im südlichen Teil der Hausnummer 11 maßgeblich ist. Die Westseite der Gebäude durch die gegenüberliegenden Gebäude dagegen gleichmäßig verschattet wird. Die genauen Sonnenstandsverläufe jeweils zur Winter- und Sommerwendekreis sind auf der angelegten Website visualisiert. Hier steht auch die Visualisierung im Endzustand zu Verfügung.



Natürliche Belichtung

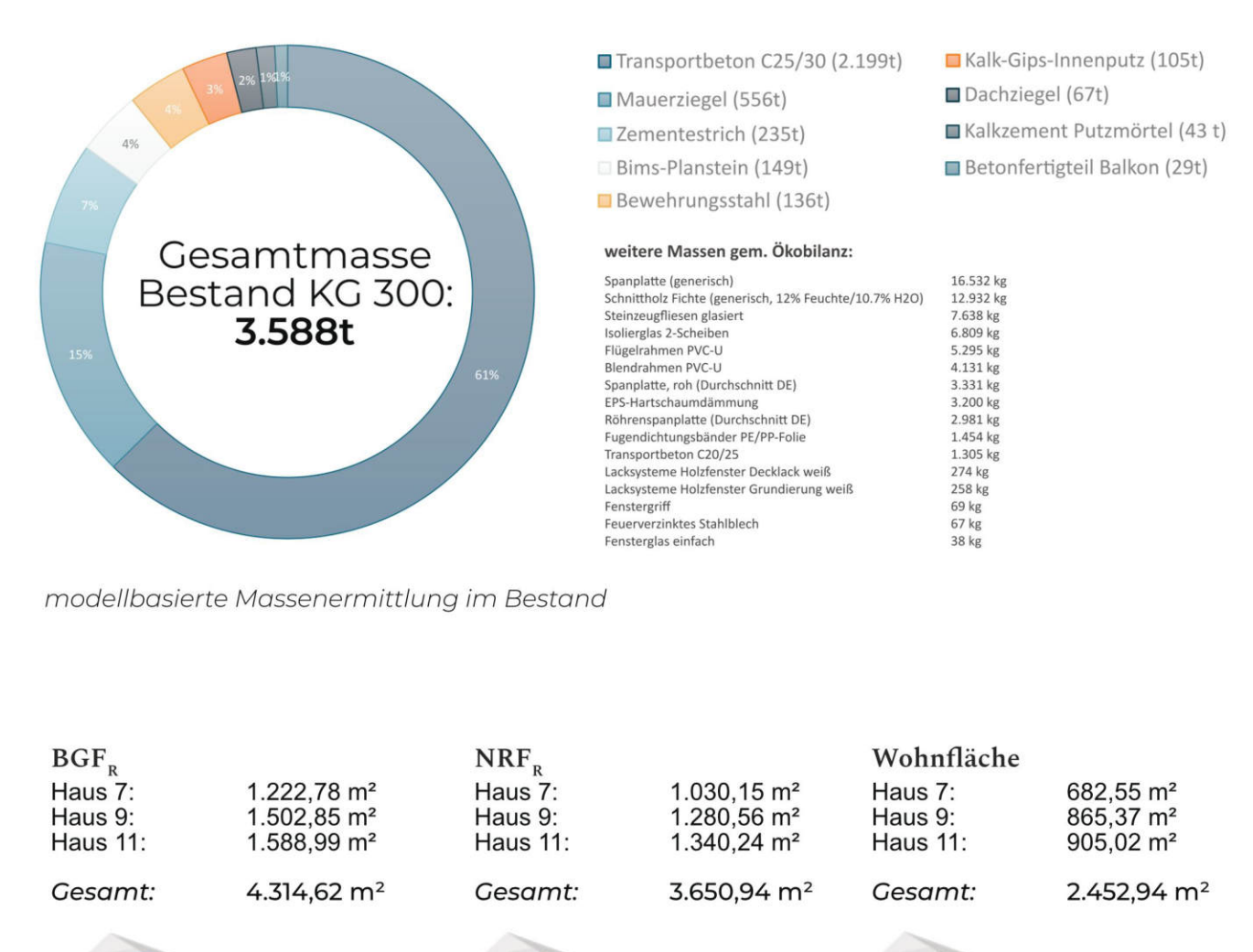
Zur Bewertung der natürlichen Belichtung wurde der Tageslichtquotient der Gebäude jeweils im Erdgeschoss und im 4. Obergeschoss berechnet. Die Berechnung bezieht dabei in Abweichung zur DIN 5034-3 die umgebenden Bäume mit ein, wodurch ein realistischeres Ergebnis erzielt werden soll. Deutlich wird dabei insbesondere der Abfall der Tageslichtquotienten mit der abnehmenden Höhe des Geschosses. Betroffen davon ist vor allem die Ostseite. Dieser Effekt soll im Entwurf besonders berücksichtigt werden.

Berechnungsmodell Tageslichtquotient



Risikobewertung Naturgefahren

Mittels des GEM-Informations- und Risikobewertungssystems lässt sich die Gefahr für Immobilien durch Klima- und Wetterereignisse am Mikrostandort beurteilen. Im oben dargestellten Auszug wird deutlich, dass in Zukunft mit hoher Wahrscheinlichkeit ein erhöhtes Risiko durch Hitze droht. Auch Wintersturm-, Hagel- und Starkregenereignisse stellen eine hohe Gefährdung dar, es herrscht jedoch eine größere Unsicherheit über die Datengrundlage. Für den Entwurf rückt daher eine Verbesserung des Hitzeschutzes und der Starkregenresilienz in den Vordergrund. Zudem soll auf hagelresistente Oberflächen geachtet werden.

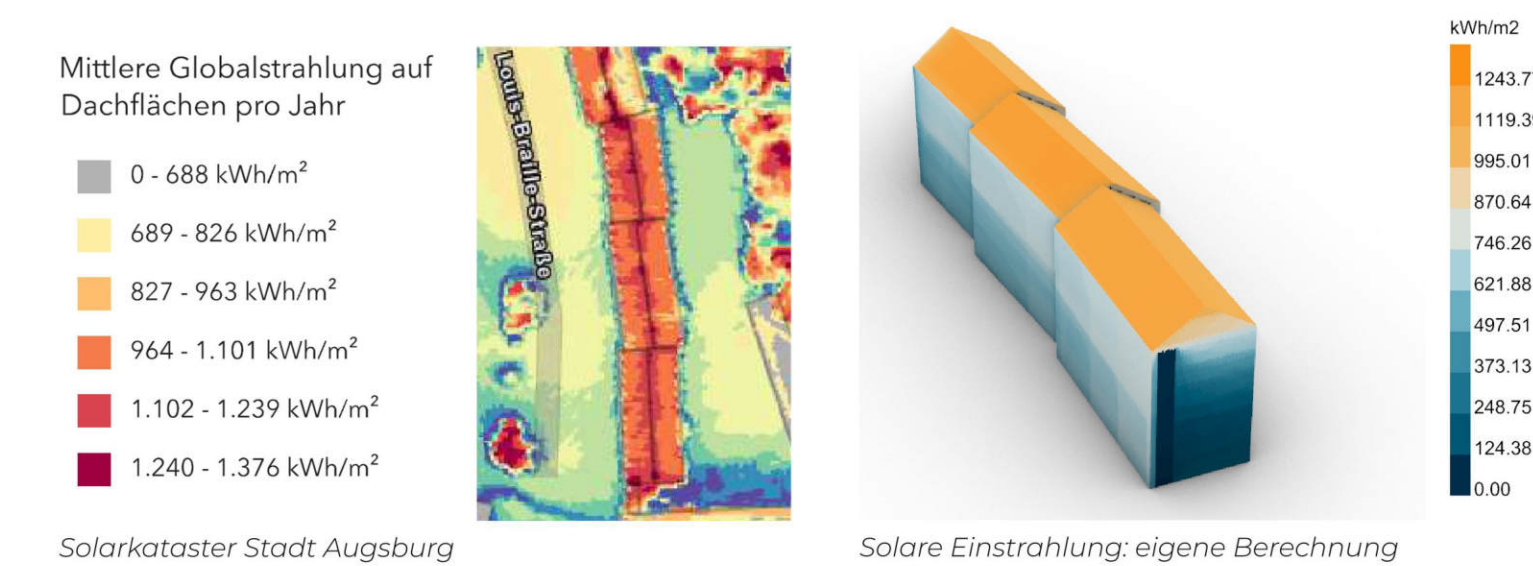


modellbasierte Massenermittlung im Bestand



Modellbasierte Flächenermittlung im Bestand

POTENZIALANALYSE



Solarertrag Stadt Augsburg

Solare Einstrahlung, eigene Berechnung

Solare Energieerzeugung

Zur Bewertung des Potenzials für solare Energieerzeugung wurde eine Berechnung der solaren Einstrahlung auf Basis des typischen meteorologischen Jahrs und unter Einbezug der Umgebungsbebauung vorgenommen. Diese deckt sich mit den Ergebnissen des Solaratlas der Stadt Augsburg, zeigt aber zusätzlich Potenziale an den Fassaden auf. Aufgrund der deutlich geringeren Einstrahlungsleistung auf allen vertikalen Fassaden der Gebäude im Vergleich zur Einstrahlung auf die Dachflächen, werden die Wandflächen als ungeeignet für solare Energieerzeugung eingestuft.

In der Monatsbilanz zeigt sich, dass die Einstrahlungsleistung auf den Dachflächen (796 m²) die in der Energiebilanz des Bestands ermittelten Energiebedarfe bei weitem übersteigen.

Hieraus wird abgeleitet, dass bei der Verwendung von effizienten Kollektoren, wie etwa photovoltaisch-thermischer Kombimodule, auch mit moderaten Energieeinsparmaßnahmen ein bisshierher teils autarkes Gebäudebetrieb ermöglicht werden kann.

Austausch Heizwärmeerzeuger

Auf Anfrage der WBG Augsburg wurde das Szenario eines Austauschs des bisherigen Heizwärmeerzeugers durch eine Wärmepumpe untersucht. Dabei wurden an der weiteren Gebäudetechnik (Trinkwassererzeugung, Heizwärmeverteilung) keine Anpassungen vorgenommen.

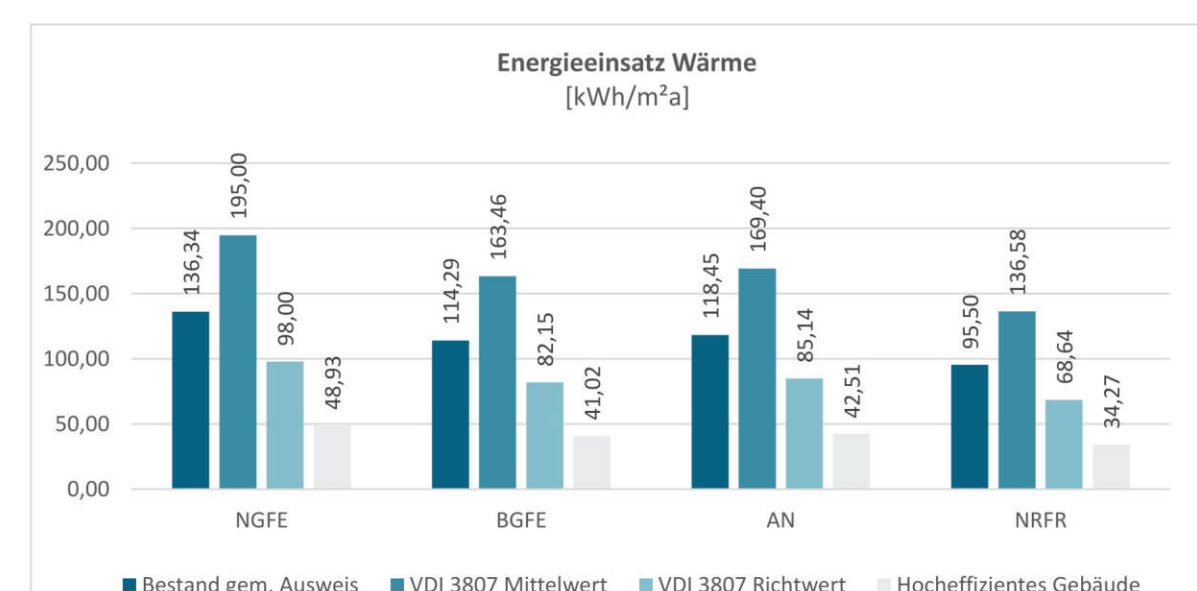
Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass durch den Austausch zwar die Effizienzstufe C erreicht werden kann, die Wärmepumpe jedoch nur sehr geringe Jahresarbeitszahlen und Anlagenlaufzeiten erreichen. Dadurch wird ein hoher Anteil an Strom zur Erzeugung von Heizwärme genutzt.

Aufgrund der hohen Primärenergie- und CO₂-Emissionsfaktoren hat dies zur Folge, dass der Primärenergiebedarf kaum abnimmt, und die CO₂-Emissionen durch den Heizwärmebedarf im Vergleich zum Bestandsfall zunehmen.

Vor diesem Hintergrund wird vom Austausch des Heizwärmeerzeugers ohne weitere zusätzliche Maßnahmen abgeraten.

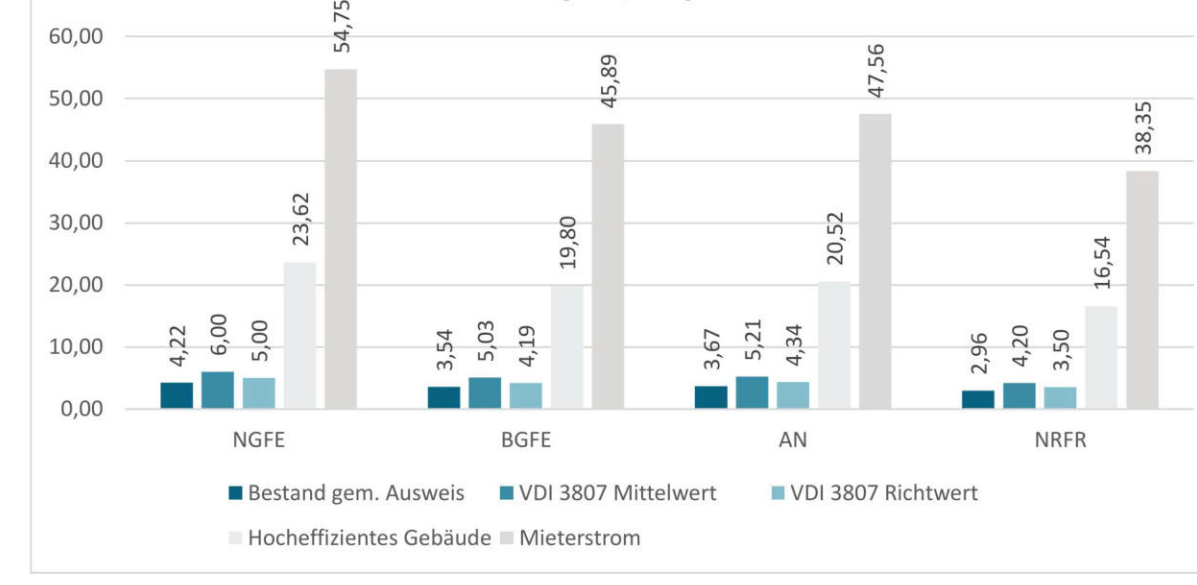
Kennwertbasierte Potenzialschätzung

Zur Erstschätzung des erwarteten Energieeinsatzs wurde eine Potenzialschätzung auf Basis der VDI 3807 sowie des Werks „Energieverbrauchskennwerte“ ermittelt. Hierfür wurde der Richtwert und dem Vergleichswert aus Datenhebungen besonders effizienter Gebäude. Die Potenzialanalyse zeigt, dass die Gebäude im Bestand gem. Energieverbrauchsdaten bereits niedrigere Kennwerte aufweisen, als der Median der in der VDI erhobenen Gebäude. Der Richtwert für eine besonders effiziente Sanierung sieht vor, den Wärmebedarf um weitere ca. 30% zu senken. Für ein besonders effizientes Gebäude wird nur etwa 35% der derzeit verbrauchten Energie zur Wärmeerzeugung eingesetzt.



Die Auswertung des Energieeinsatzes für Strom zeigt, dass die Werte für Bestand, VDI Mittel- und Richtwert nah beieinander liegen. Lediglich der Kennwert hocheffizienter Gebäude weicht deutlich nach oben ab, was damit zusammenhängt, dass in solchen Gebäuden häufig mittels Strom (Wärmepumpe) Heizwärme erzeugt wird.

Zudem zeigt sich, dass der Mieterstrom den größten Anteil des Strombedarfs eines Gebäudes ausmacht. Da dieser abgesehen von der Erzeugungform des Trinkwassers durch Sanierungsmaßnahmen kaum beeinflussbar ist, gilt es, den Mieterstrombedarf in Sanierungsmaßnahmen zu berücksichtigen und idealerweise durch mit gebäudeintern erzeugtem Strom zu decken oder zumindest zu kompensieren.



Erweiterungspotenzial

Um eine skalierbare Aufstockung zu planen wurde die maximale Höhe gem. BayBO ermittelt. Eine Aufstockung ist demnach nur ohne Sondergenehmigung möglich, wenn für das Gebiet ein Mindestabstand von 0,4H gilt.

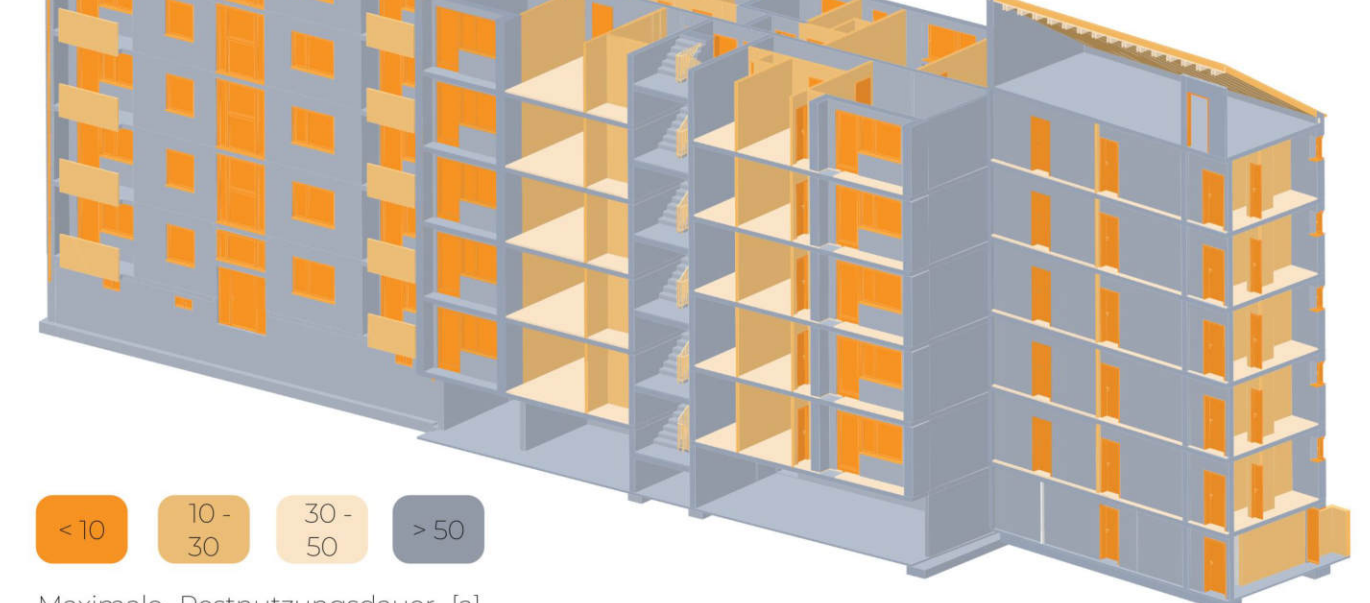
In Gemeinden über 250.000 Einwohnern (Augsburg: ca. 300.000) gilt dies nur für Kerngebiete oder festgelegte urbane Gebiete.

Da für die Liegenschaft kein Bebauungsplan vorliegt wird im Weiteren davon ausgegangen, dass nach 0,4H-Regel aufgestockt werden kann. Es gelten dann die links dargestellten maximalen Gebäudehöhen.

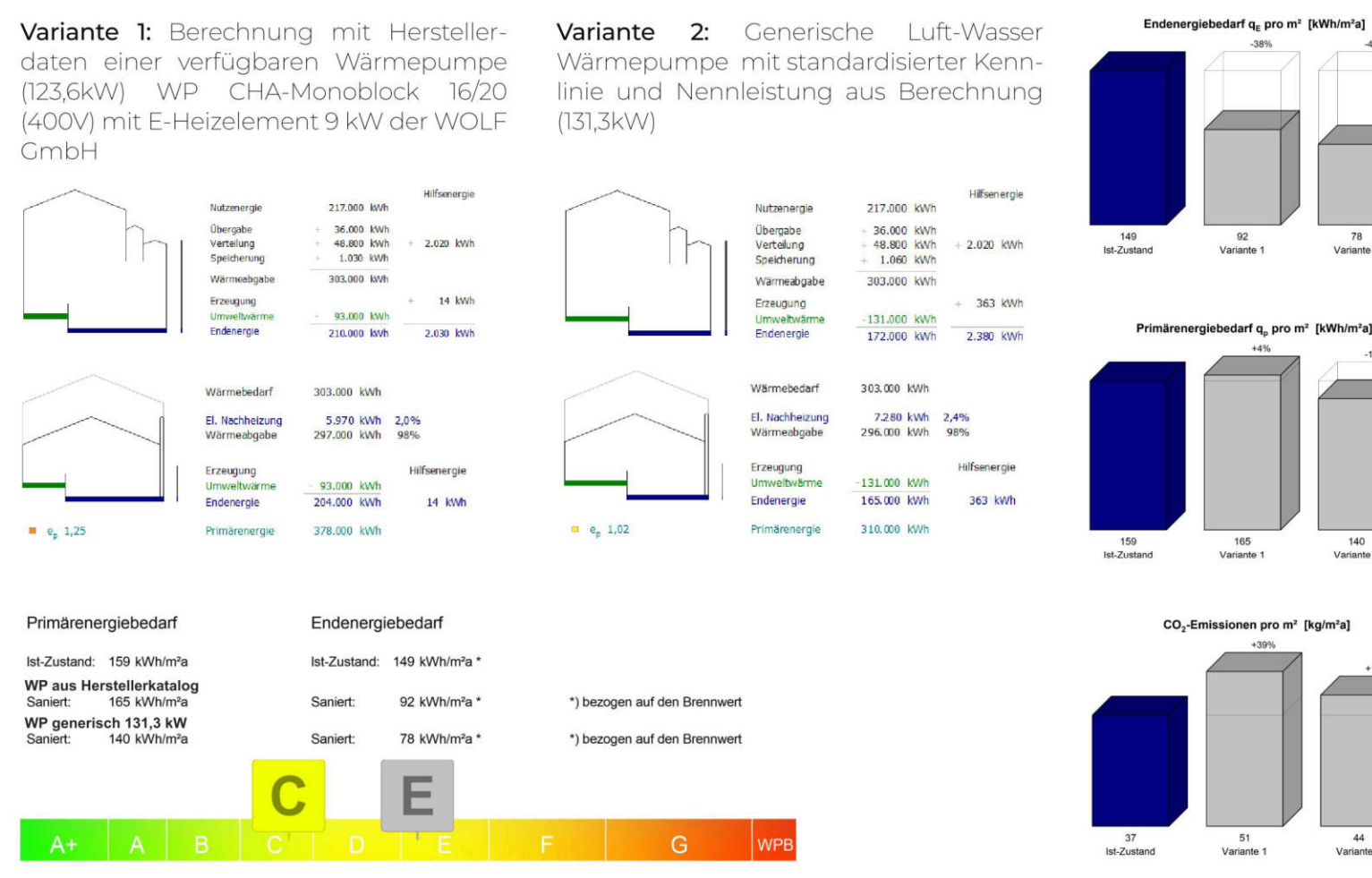
Weiternutzung Bestand

Im Sinne des suffizienten Umgangs mit Ressourcen ist es wichtig, einen größtmöglichen Teil des Bestands zu erhalten. Um zu ermitteln, welche Bauteile hierfür aufgrund der zu erwartenden Nutzungsdauer am Besten geeignet sind, wurde den Bauteilen des digitalen Modells eine maximale Nutzungsdauer zugewiesen, die in Kombination mit dem Einbaupunkt die Restnutzungsdauer errechnet.

Die Datengrundlage hierfür stammt aus der Veröffentlichung „Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen der Kostengruppen 300, 400 und 500 nach DIN 276-1“ des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Jahr 2009.



Visualisierung Restnutzungsdauer am BIM Modell



Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen pro m² Gebäudemasse

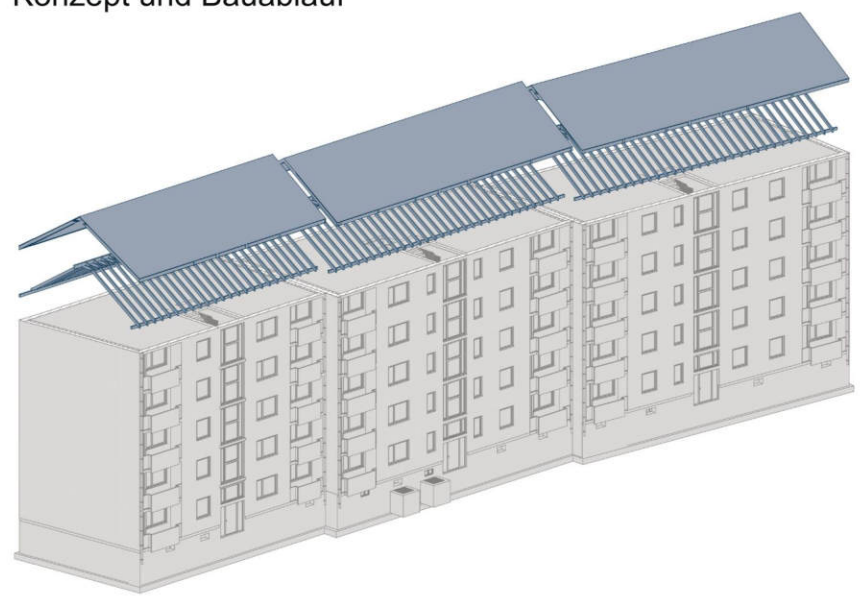


Visualisierung Ankunft Westseite

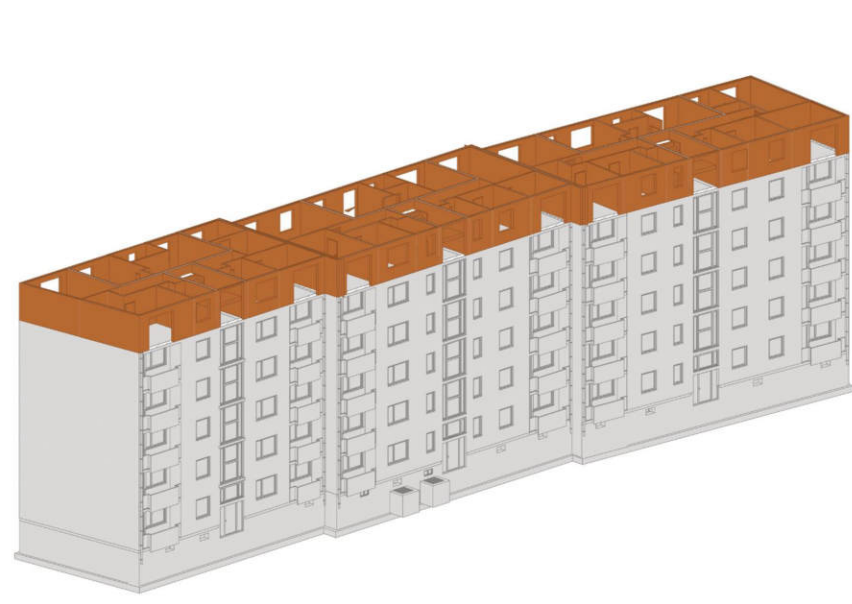


Visualisierung Gebäuderückseite Ost

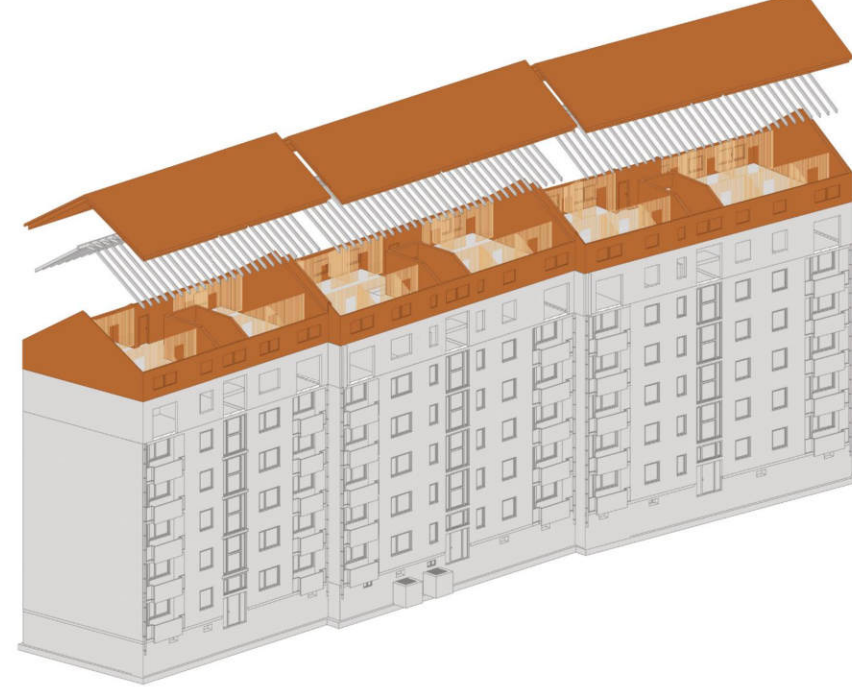
Konzept und Bauablauf



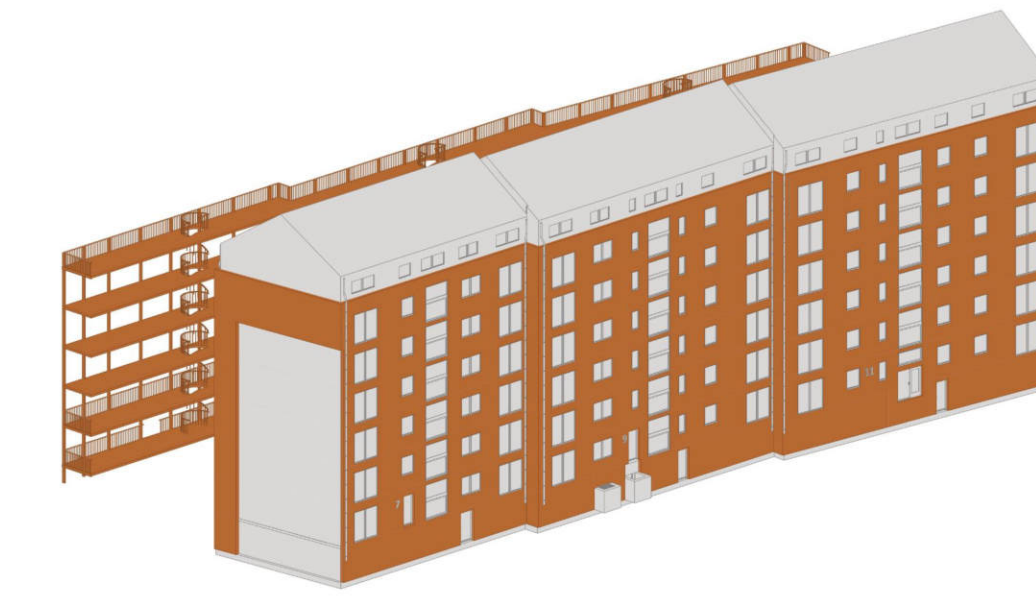
1. Rückbau der Dachkonstruktion
Im ersten Schritt wird das bestehende Dachgeschoss zurückgebaut. Dabei werden die Dämmung der Geschosdecke sowie die tragenden Elemente des Dachstuhl zunächst zwischengelagert, um später wiederverwendet zu werden.



2. Rohbau des neuen 5. Obergeschosses
Anstelle des Dachgeschosses entsteht im zweiten Schritt der Rohbau des 5. Obergeschosses in Holztafelbauweise. Die Dämmung der Bestandsdecke aus Schritt 1 wird daraufhin auf die neue oberste Geschosdecke aufgelegt.



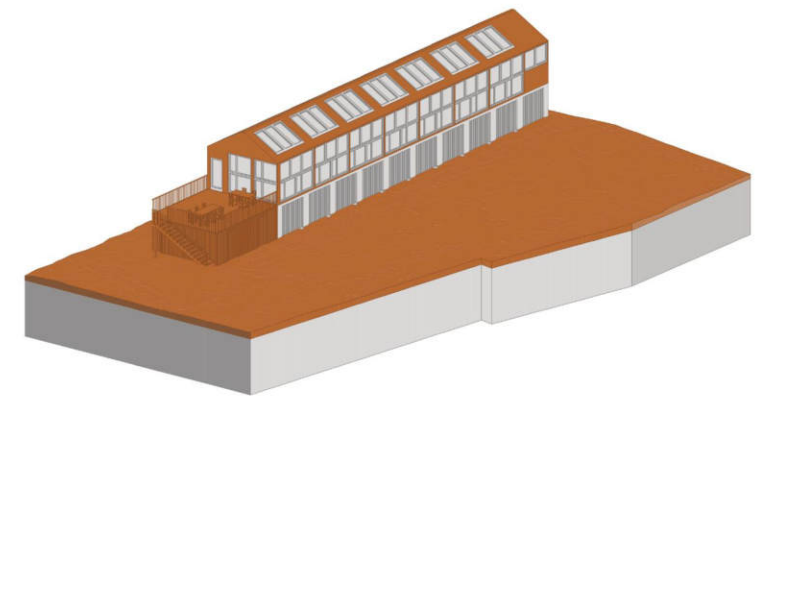
3. Neues Dachgeschoss und Dach
Auf den Rohbau des 5. OG und die neue oberste Geschosdecke wird nun ein neues unbeheiztes Dachgeschoss gebaut. Dieses erhält einen Kniestock und ist zur neuen Fassade leicht zurückversetzt, sodass der alte Dachstuhl mit dem neuen Dachbelag nun wieder aufgerichtet werden kann.



4. Serielle Fassadensanierung
Anschließend wird mithilfe von vorgefertigten Fassadenelementen die thermische Hülle erneuert. Durch den hohen Verfertigungsgrad inkl. Fenster bleiben die Wohnungen währenddessen bewohnbar. Die Balkone werden ebenfalls vorgefertigt und an den neuen Fassadenelementen befestigt. Das 5. Obergeschoss ist nun vollständig und ebenfalls bewohnbar.



5. Umgestaltung der Innenräume
Das neue Wohnkonzept erfordert einige Veränderungen und Erneuerungen im Innenraum. Damit das Gebäude während der Bauzeit bewohnbar bleibt erfolgen die Maßnahmen geschosswise, sodass die Bewohner des gerade bearbeiteten Geschosses ins neue 5. OG ausweichen können.



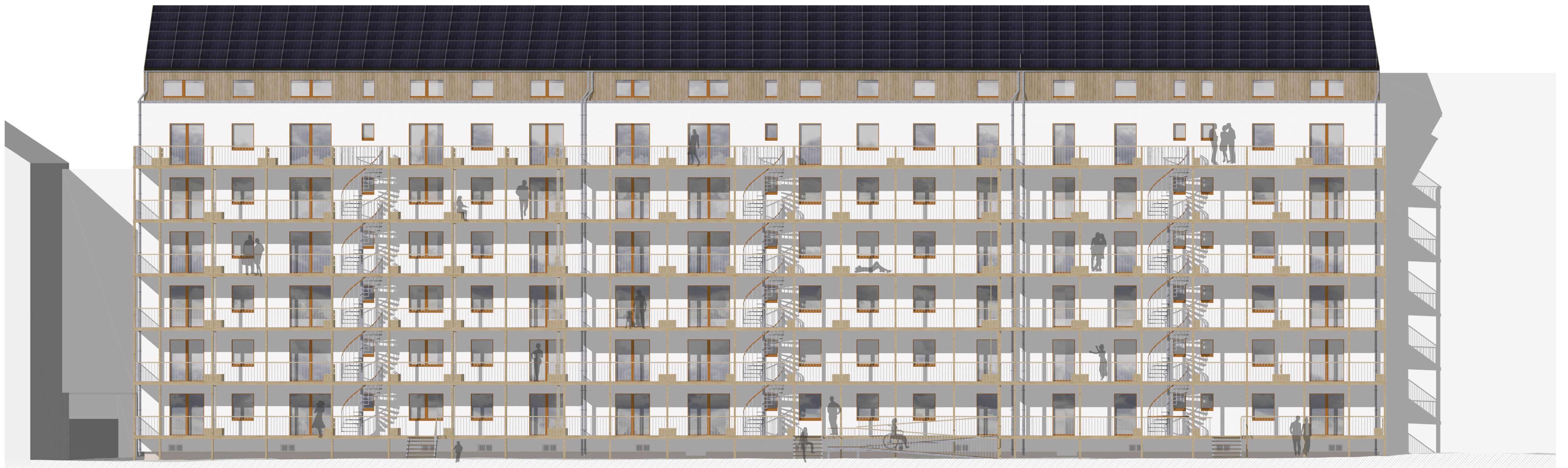
6. Außenraumgestaltung
Währenddessen wird der Außenraum neugestaltet. Highlight ist das aus den ausgebauten Fenstern erstellte Glashaushaus, das auf den Bestandsgaragen entsteht. Während der Arbeiten für den neuen, versickerungsfähigen Bodenbelag werden Erdwärmekollektoren eingebracht.



Grundriss Erdgeschoss M 1:100



Grundriss Kellergeschoss M 1:100



Ansicht Ost M 1:100



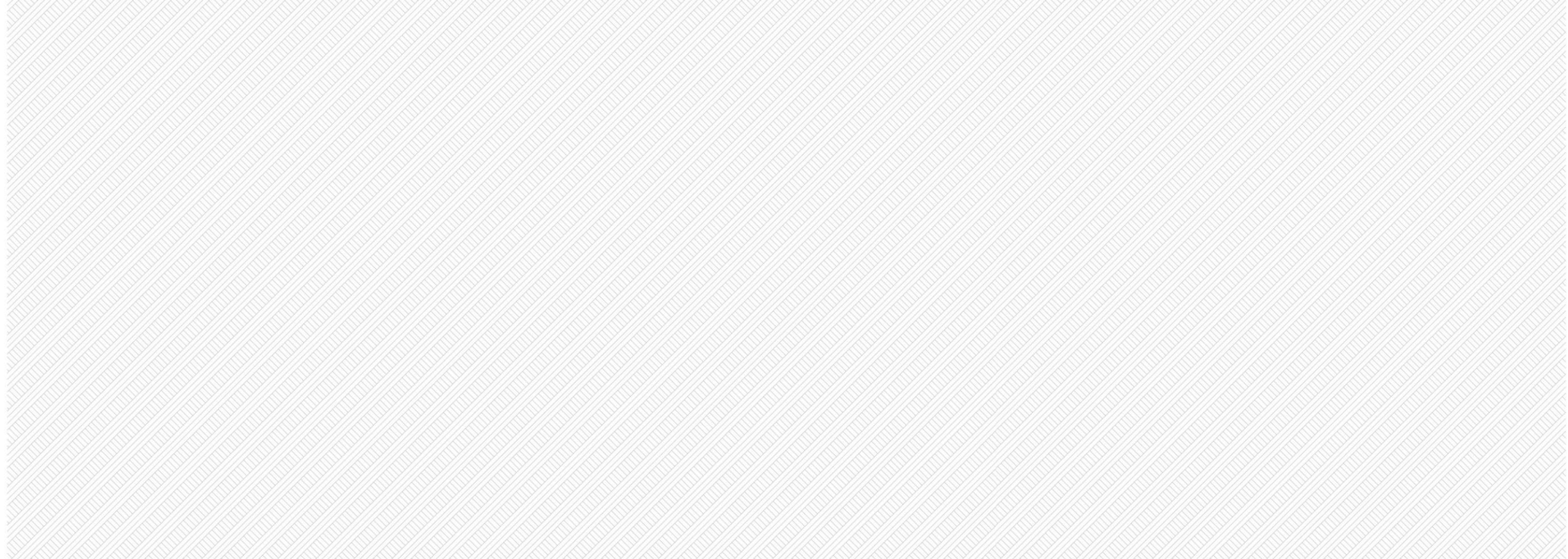
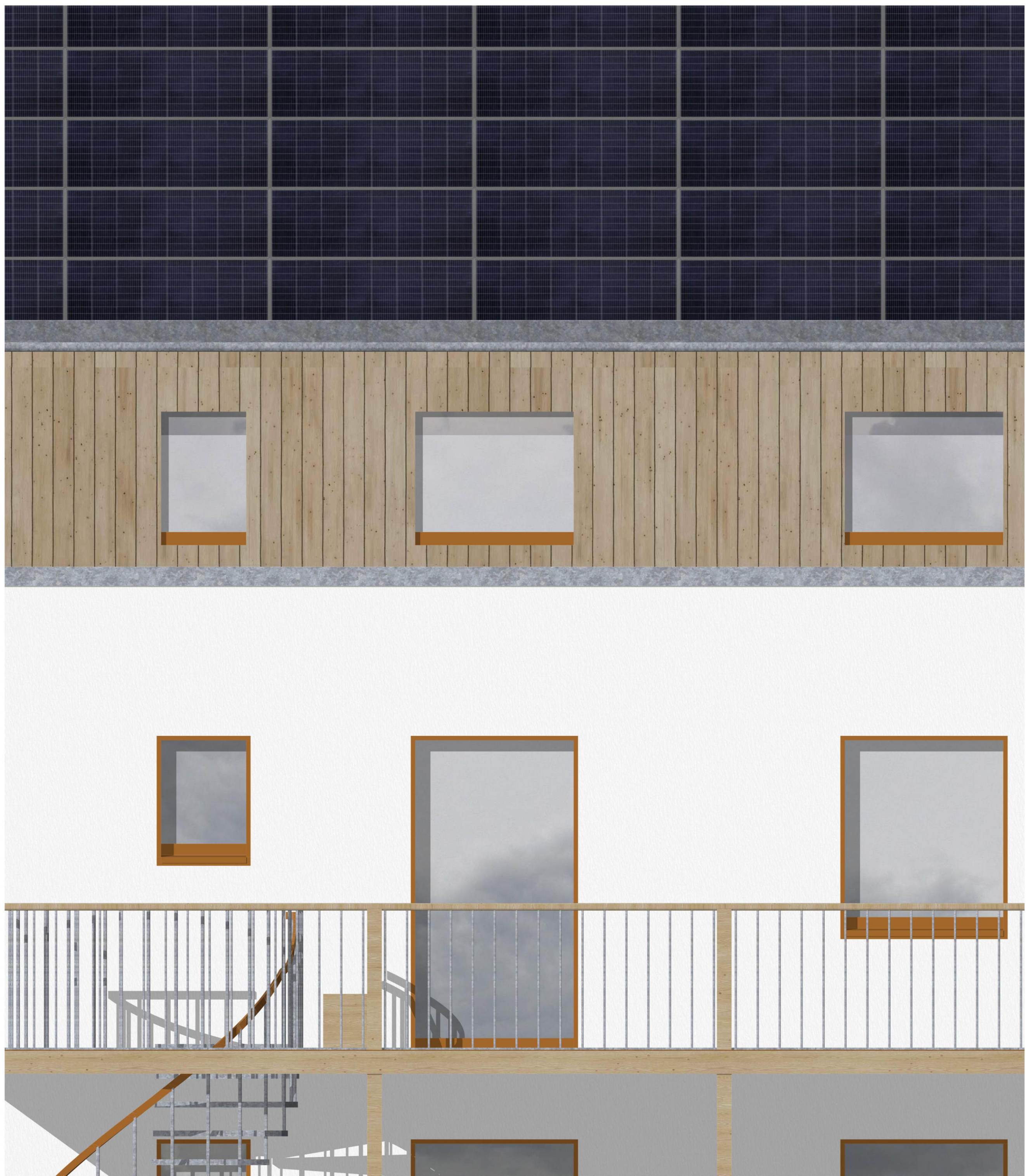
Grundriss Dachgeschoss M 1:100



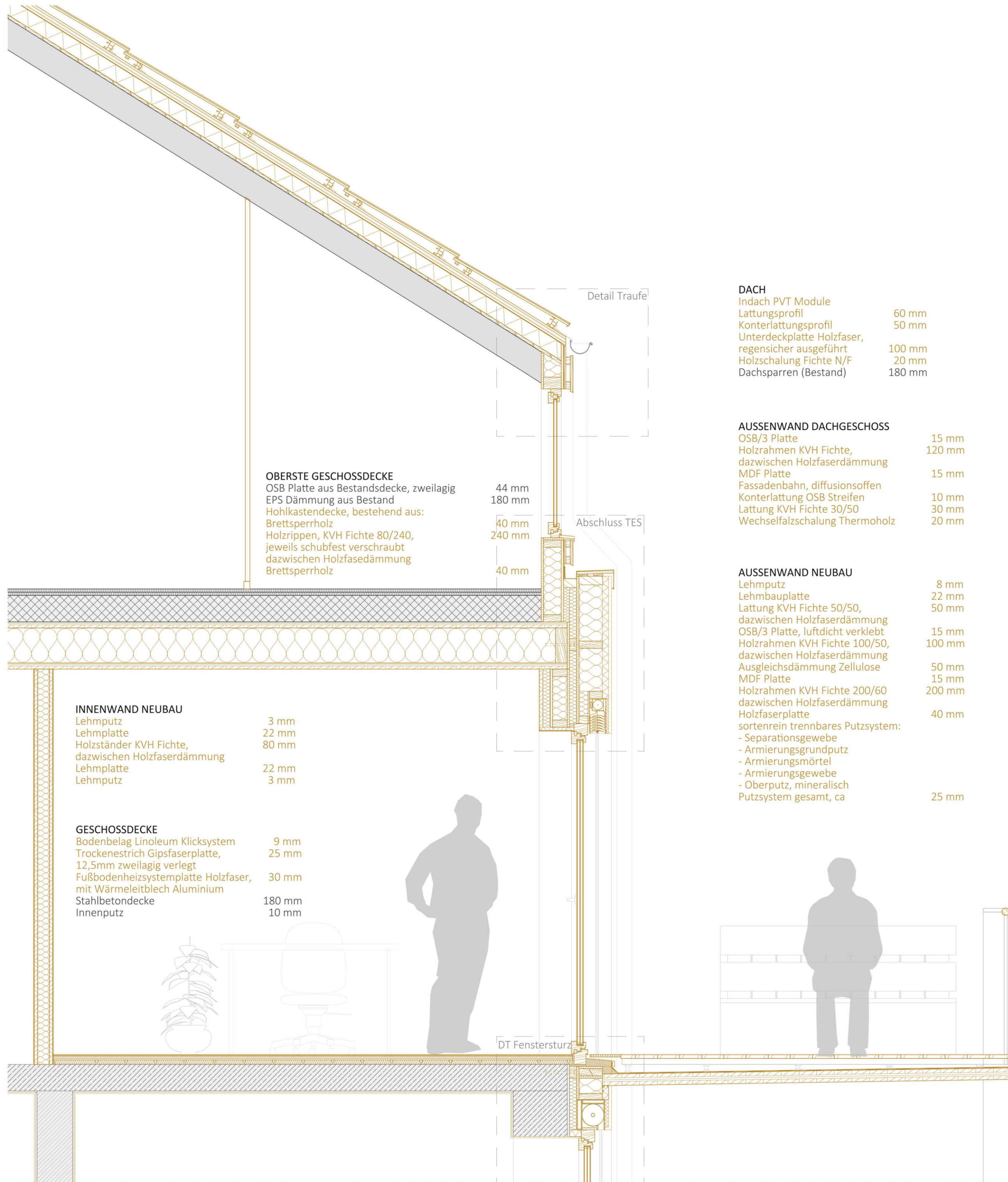
Grundriss 5. Obergeschoss M 1:100



Langschnitt B-B M 1:100



Ansichtsausschnitt M 1:20



DACH
 Dach PVT Module
 Lattungprofil 60 mm
 Konterlattungsprofil 50 mm
 Unterdeckplatte Holzfaser, regensicher ausgeführt 100 mm
 Holzschalung Fichte N/F 20 mm
 Dachsparren (Bestand) 180 mm

AUßENWAND DACHGESCHOSS
 OSB/3 Platte 15 mm
 Holzrahmen KVH Fichte, dazwischen Holzfaserdämmung 120 mm
 MDF Platte 15 mm
 Fassadenbahn, diffusionsdicht 10 mm
 Konterlattung OSB Streifen 30 mm
 Lattung KVH Fichte 30/50 30 mm
 Wechsellüftung Thermoholz 20 mm

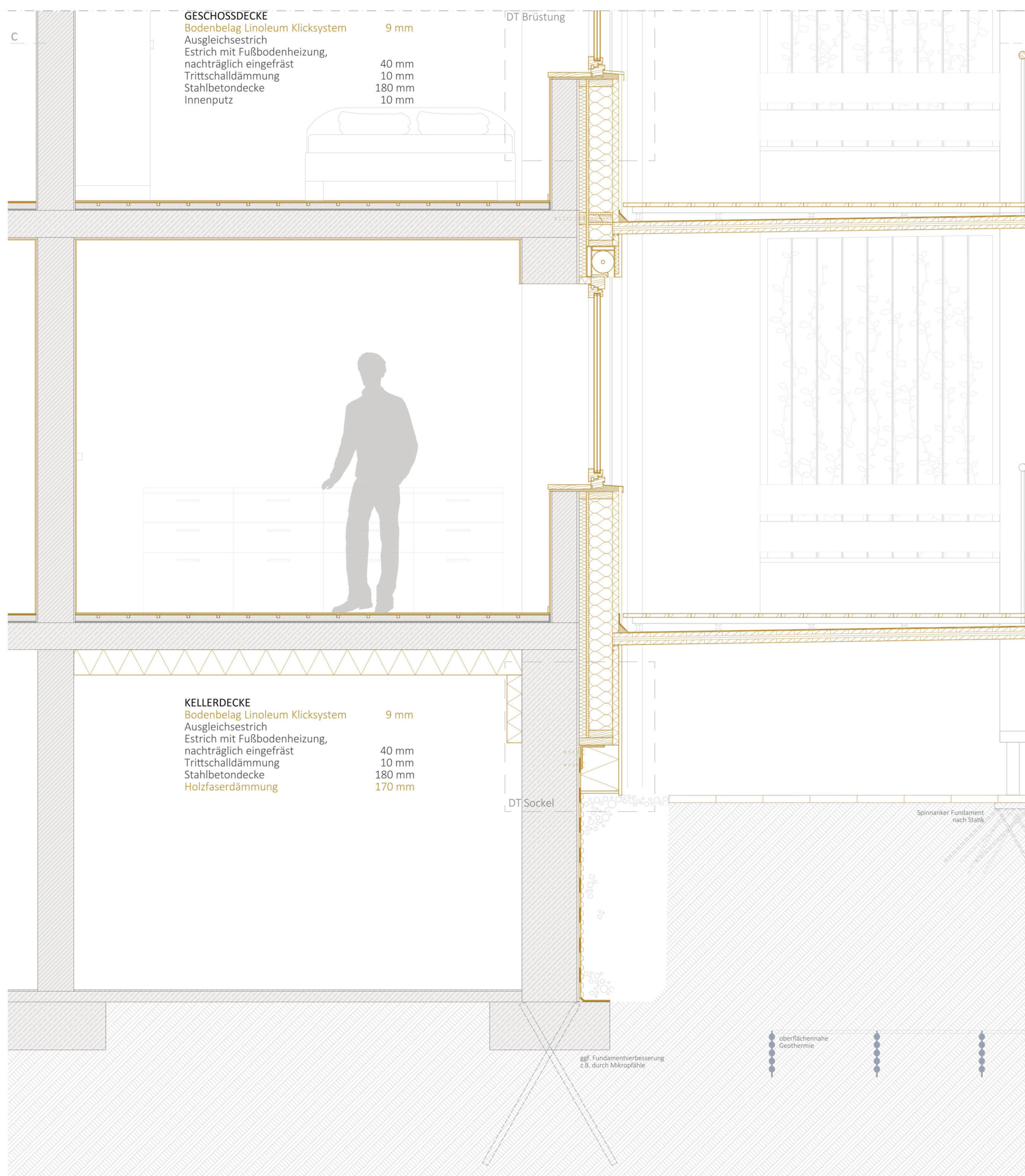
AUßENWAND NEUBAU
 Lehmputz 8 mm
 Lehmputzplatte 22 mm
 Lattung KVH Fichte 50/50, dazwischen Holzfaserdämmung 50 mm
 OSB/3 Platte, luftdicht verklebt 15 mm
 Holzrahmen KVH Fichte 100/50, dazwischen Holzfaserdämmung 100 mm
 Ausgleichsdämmung Zellulose 50 mm
 MDF Platte 15 mm
 Holzrahmen KVH Fichte 200/60, dazwischen Holzfaserdämmung 200 mm
 Holzfasersplatte 40 mm
 sortierrein trennbares Putzsystem:
 - Separationsgewebe
 - Armierungsgrundputz
 - Armierungsmörtel
 - Armierungsgewebe
 - Oberputz, mineralisch
 Putzsystem gesamt, ca 25 mm

OBERSTE GESCHOSSDECKE
 OSB Platte aus Bestandsdecke, zweilagig 44 mm
 EPS Dämmung aus Bestand 180 mm
 Hohlkastendecke, bestehend aus:
 Brettsperrholz 40 mm
 Holzrippen, KVH Fichte 80/240, jeweils schubfest verschraubt dazwischen Holzfaserdämmung 240 mm
 Brettsperrholz 40 mm

INNEWAND NEUBAU
 Lehmputz 3 mm
 Lehmputzplatte 22 mm
 Holzständer KVH Fichte, dazwischen Holzfaserdämmung 80 mm
 Lehmputz 22 mm
 Lehmputz 3 mm

GESCHOSSDECKE
 Bodenbelag Linoleum Klicksystem 9 mm
 Trockenestrich Gipsfaserplatte, 12,5mm zweilagig verlegt 25 mm
 Fußbodenheizungssystemplatte Holzfaser, mit Wärmeleitblech Aluminium 30 mm
 Stahlbetondecke 180 mm
 Innenputz 10 mm

BALKON
 Belag Brettenschalung Thermoholz 25 mm
 Lattung Thermoholz 40 mm
 Nivellierbeton Stahl, verzinkt, punktuell auf Bautenschutzbahn
 Abdichtungsbahn EPDM
 Brettsperrholz nach Statik 80 mm

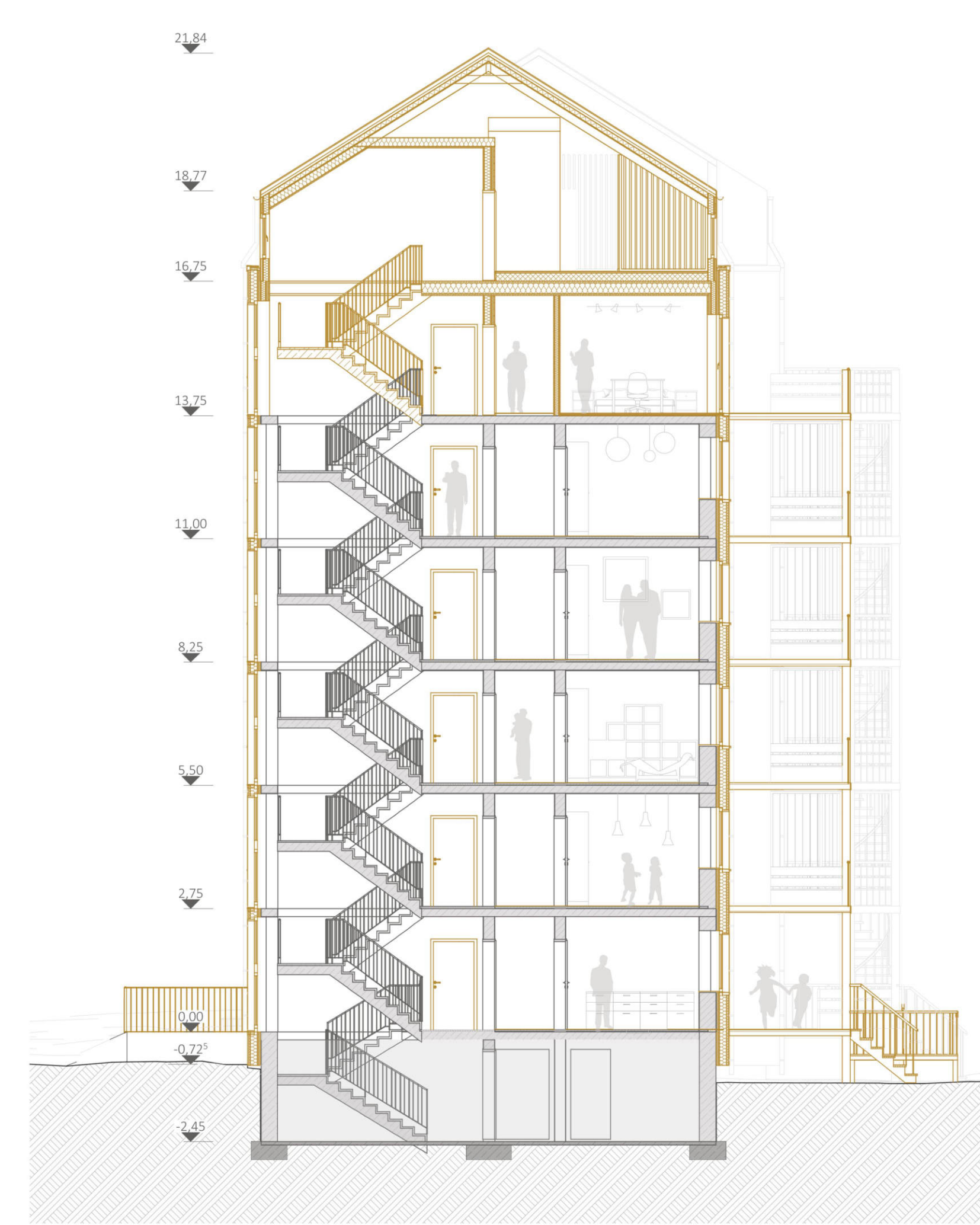


GESCHOSSDECKE
 Bodenbelag Linoleum Klicksystem 9 mm
 Ausgleichsestrich 40 mm
 Estrich mit Fußbodenheizung, nachträglich eingefräst 10 mm
 Trittschalldämmung 180 mm
 Stahlbetondecke 10 mm
 Innenputz 10 mm

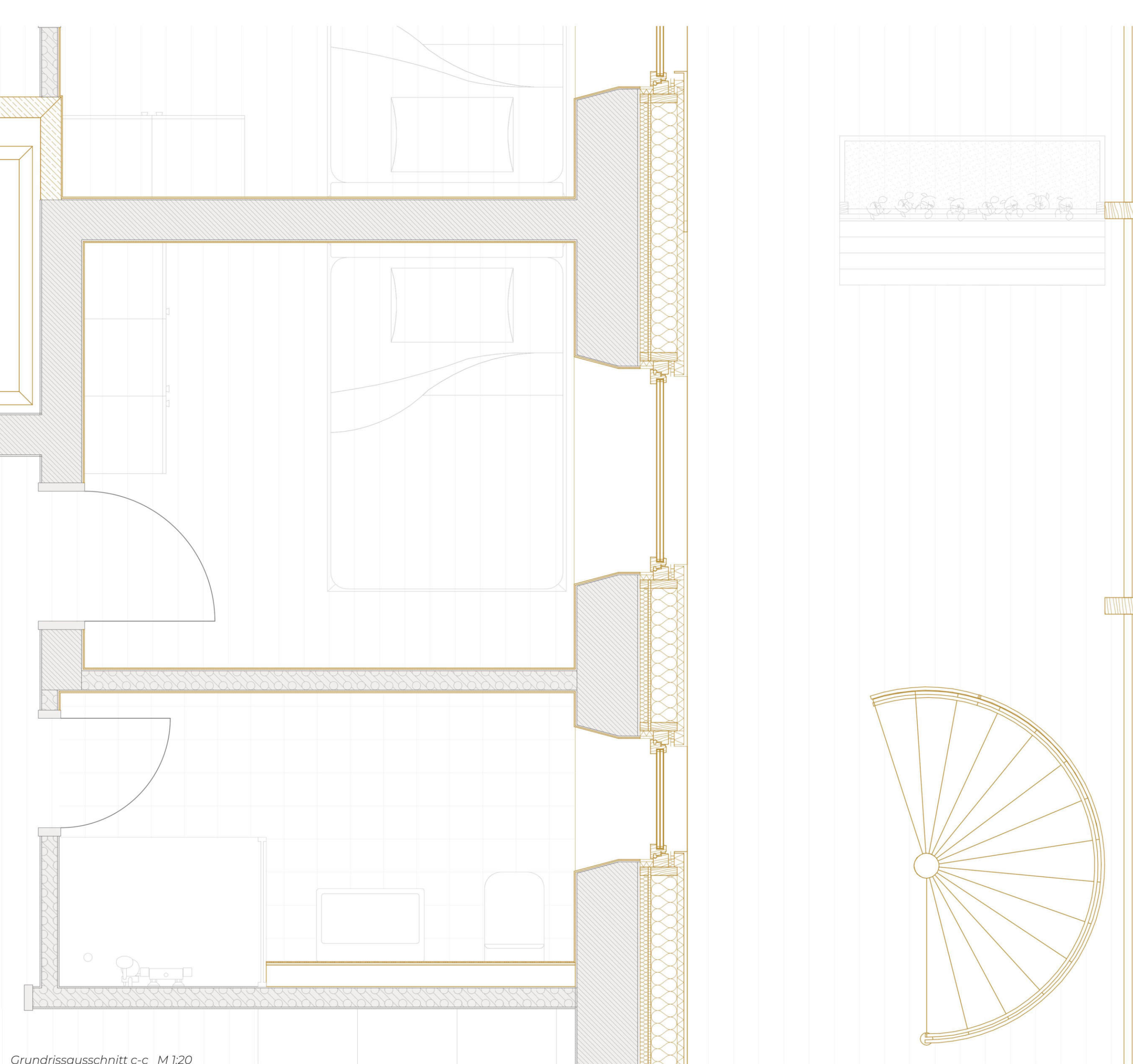
KELLERDECKE
 Bodenbelag Linoleum Klicksystem 9 mm
 Ausgleichsestrich 40 mm
 Estrich mit Fußbodenheizung, nachträglich eingefräst 10 mm
 Trittschalldämmung 180 mm
 Holzfaserdämmung 170 mm

AUßENWAND
 Lehmputz 8 mm
 Innenputz 10 mm
 Hochlochziegel 365 mm
 Außenputz 15 mm
 Ausgleichsdämmung Zellulose 50 mm
 MDF Platte 15 mm
 Holzrahmen KVH Fichte 200/60, dazwischen Holzfaserdämmung 200 mm
 Holzfasersplatte 80 mm
 sortierrein trennbares Putzsystem:
 - Separationsgewebe
 - Armierungsgrundputz
 - Armierungsmörtel
 - Armierungsgewebe
 - Oberputz, mineralisch
 Putzsystem gesamt, ca 25 mm

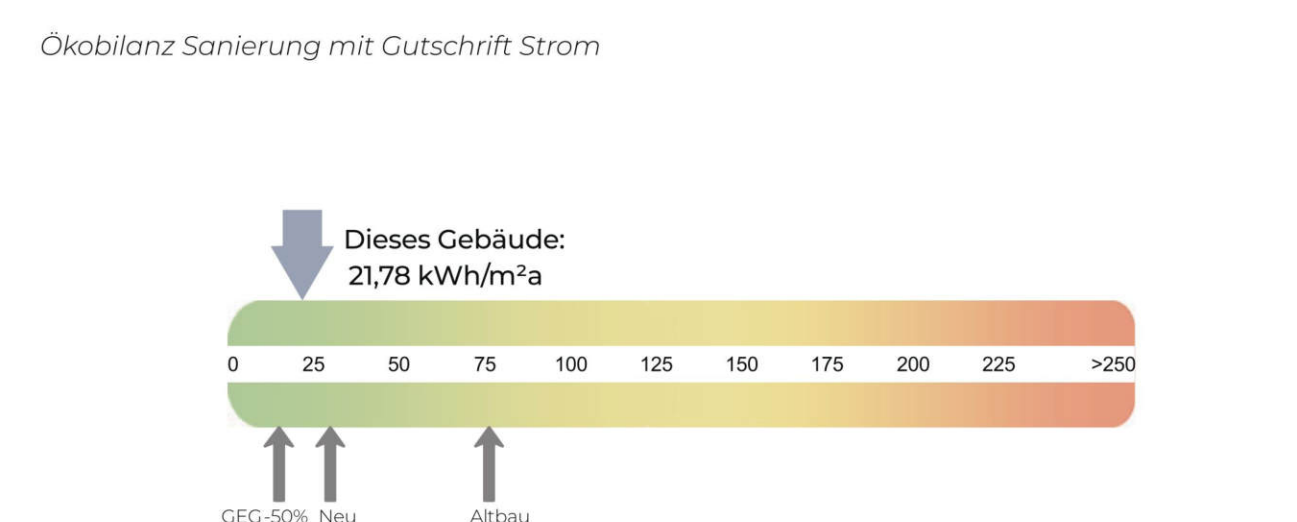
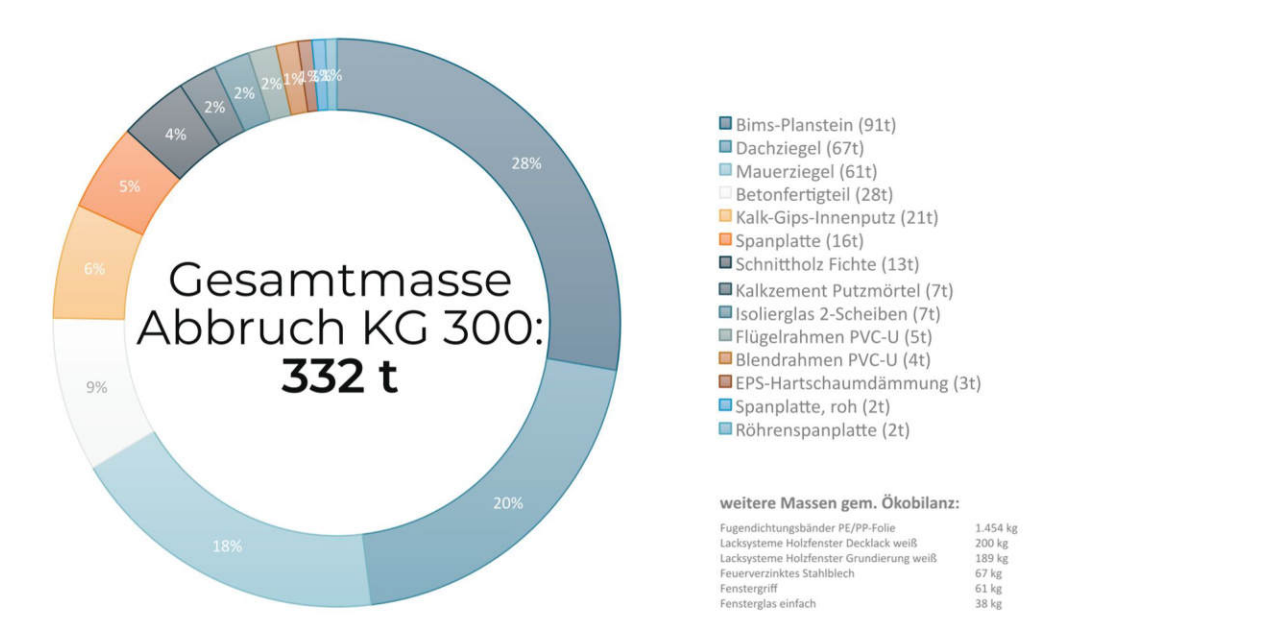
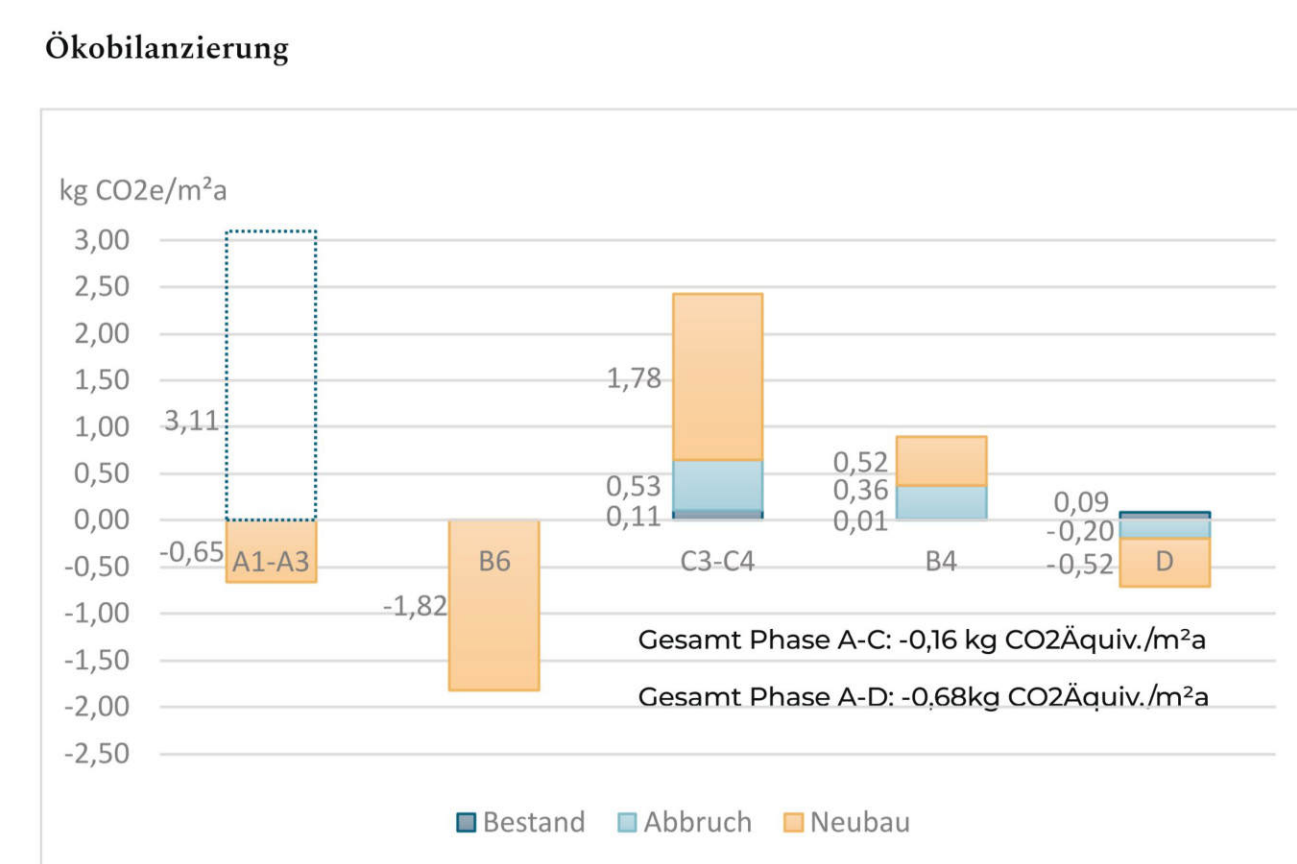
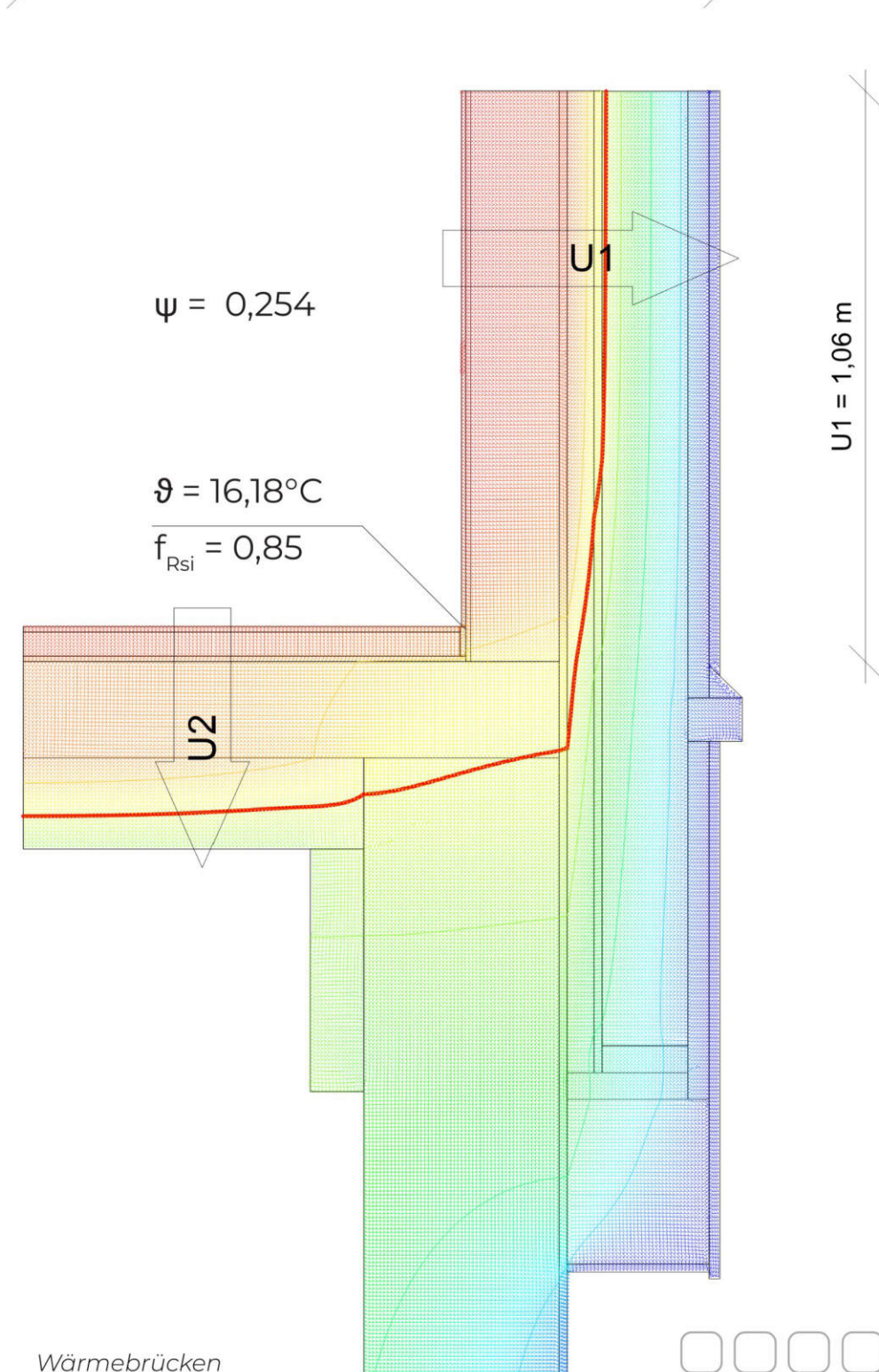
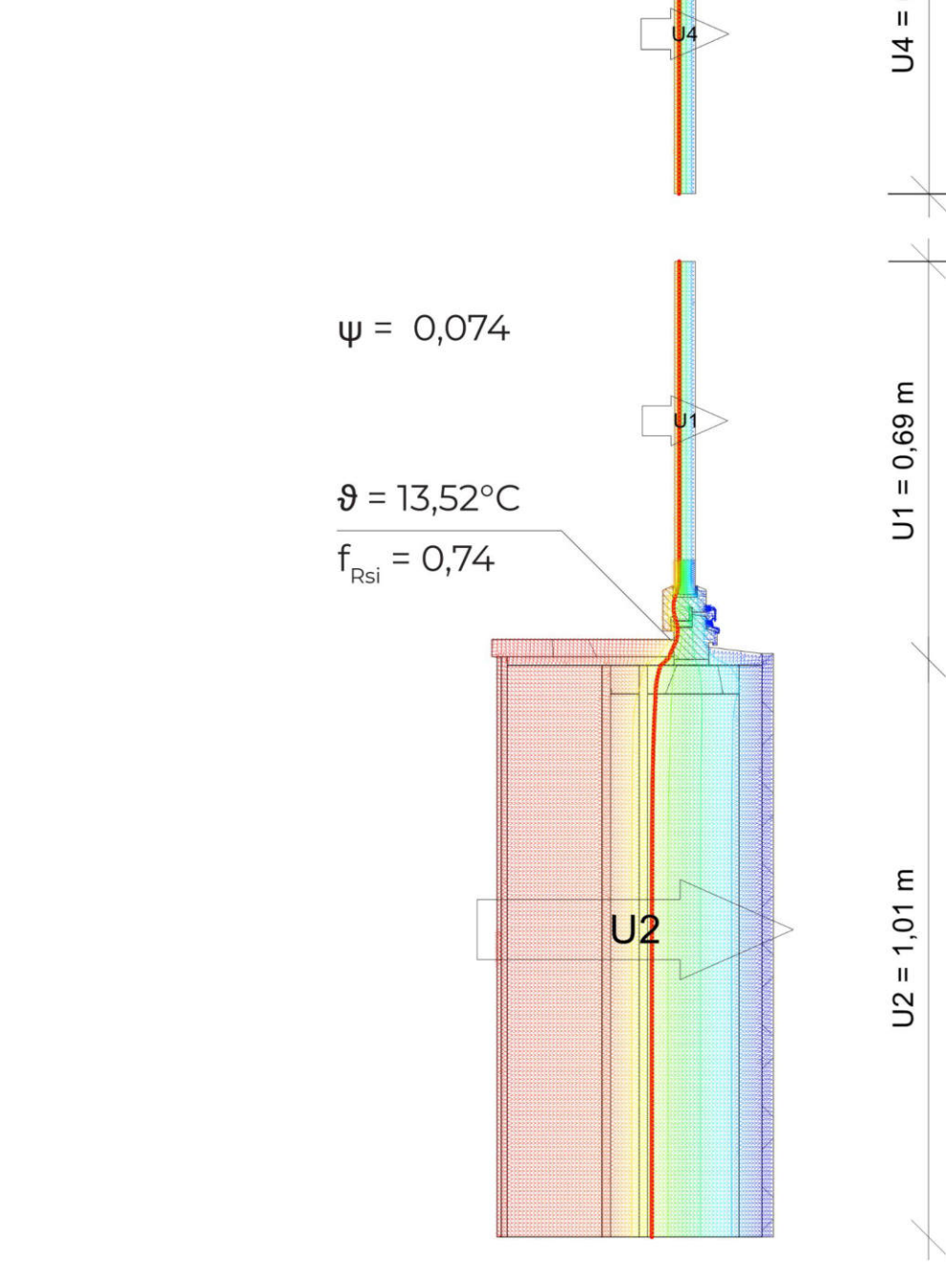
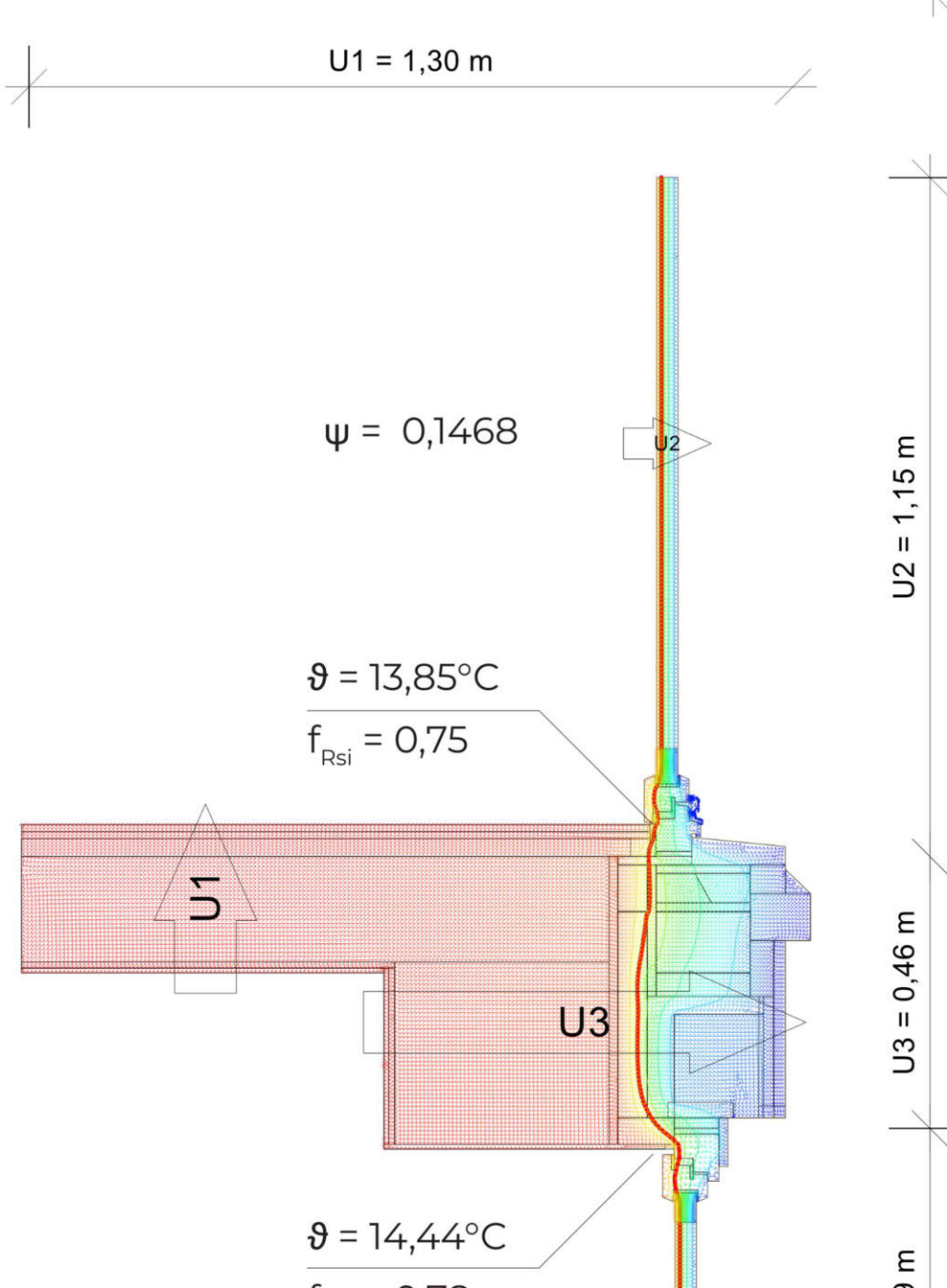
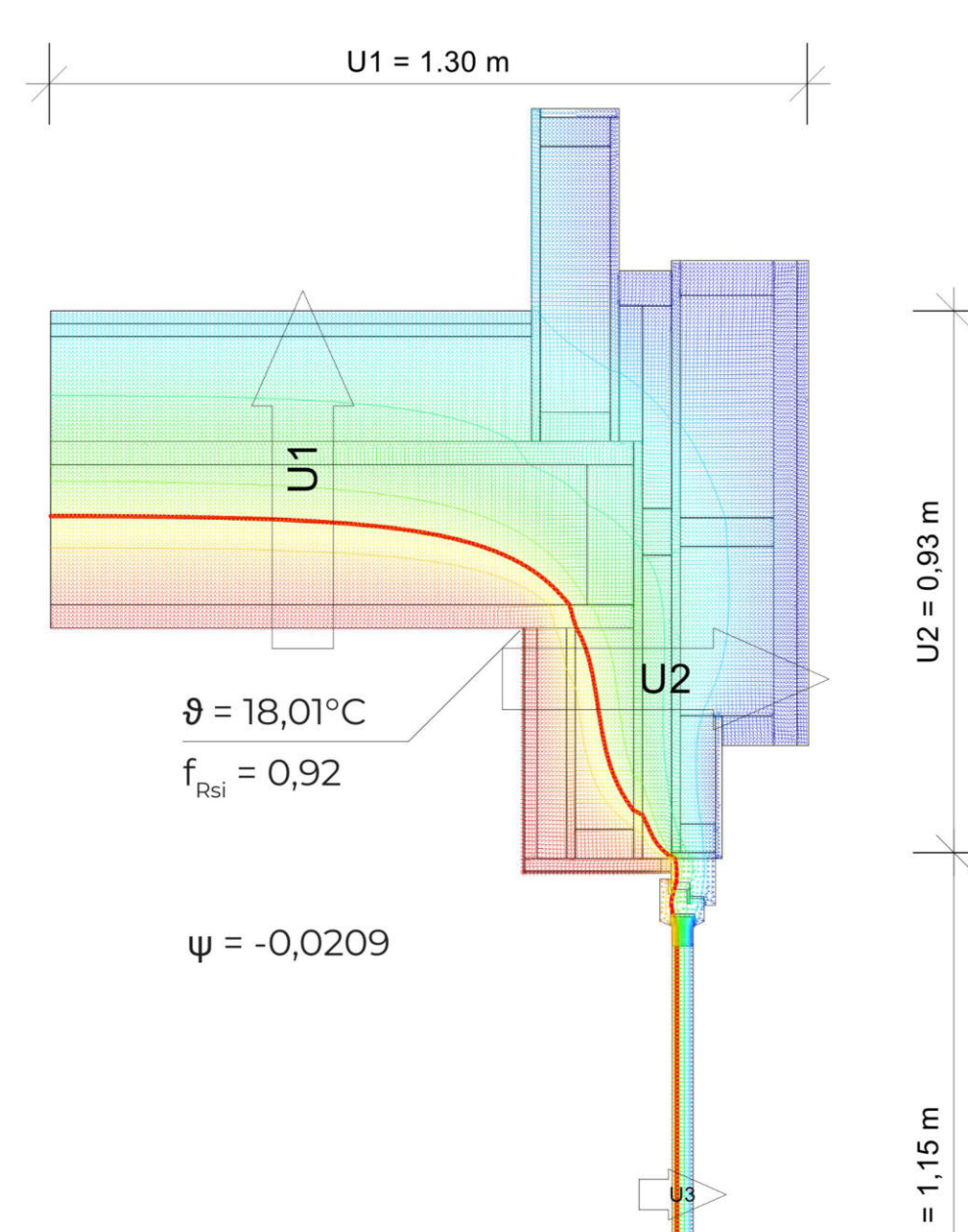
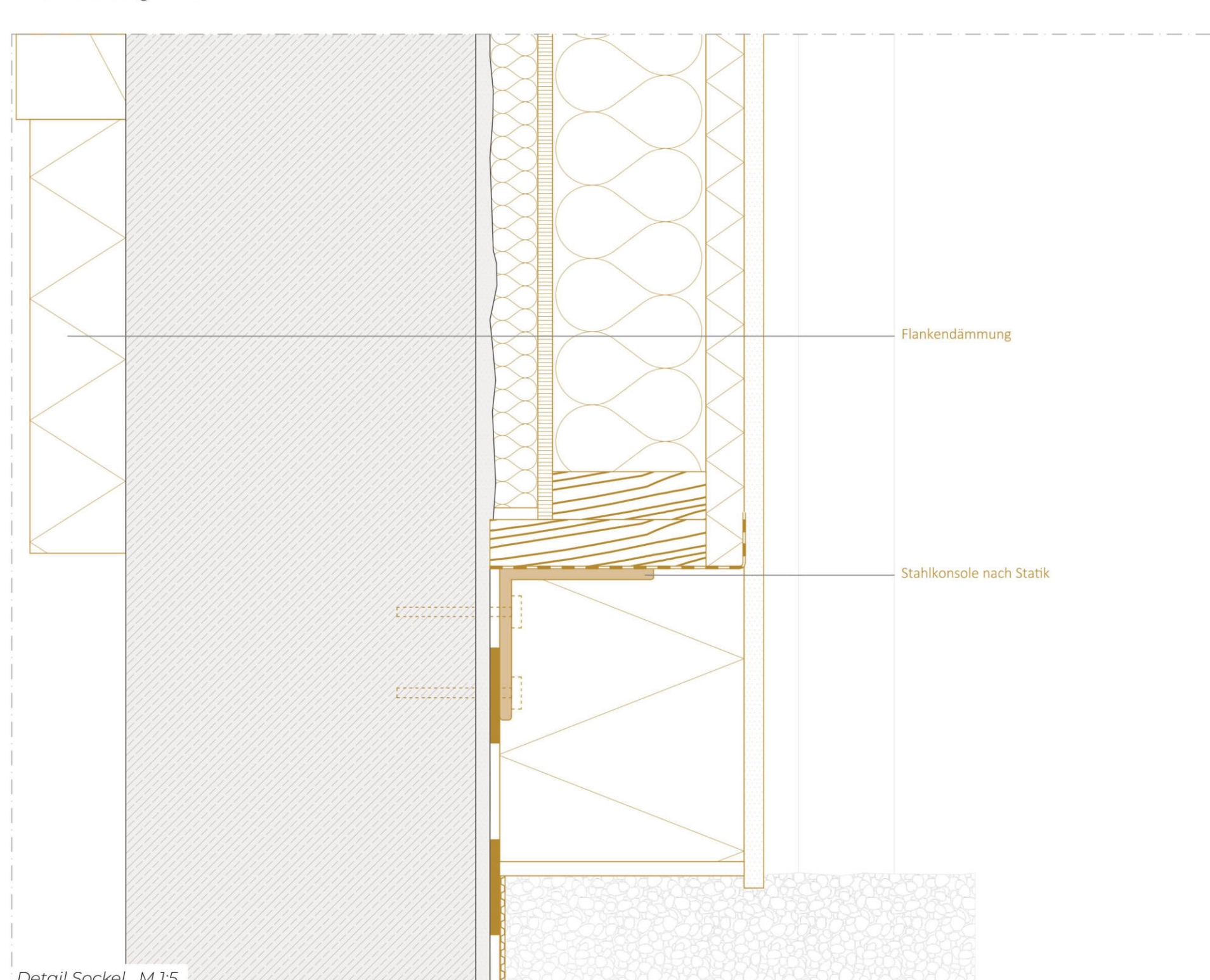
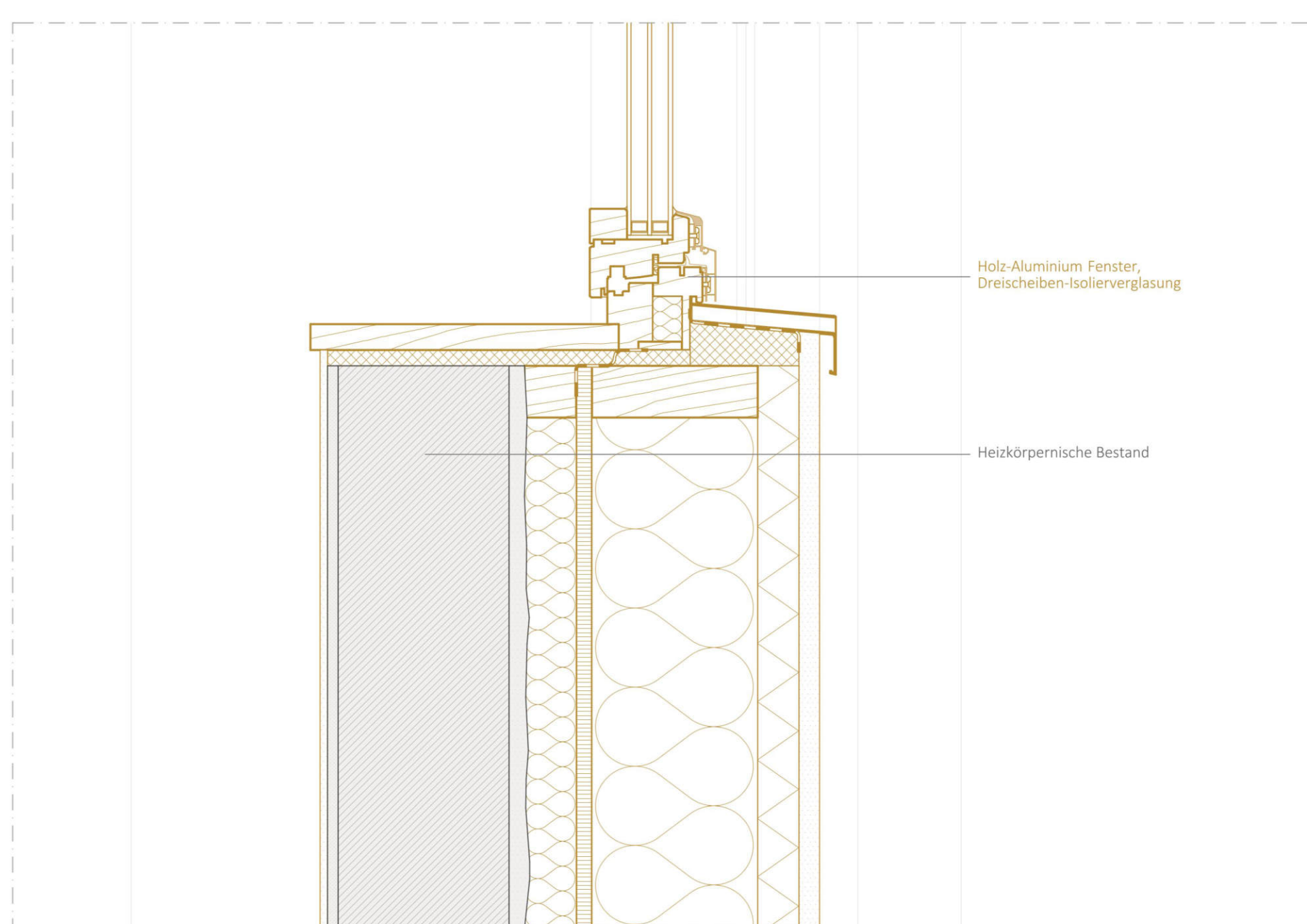
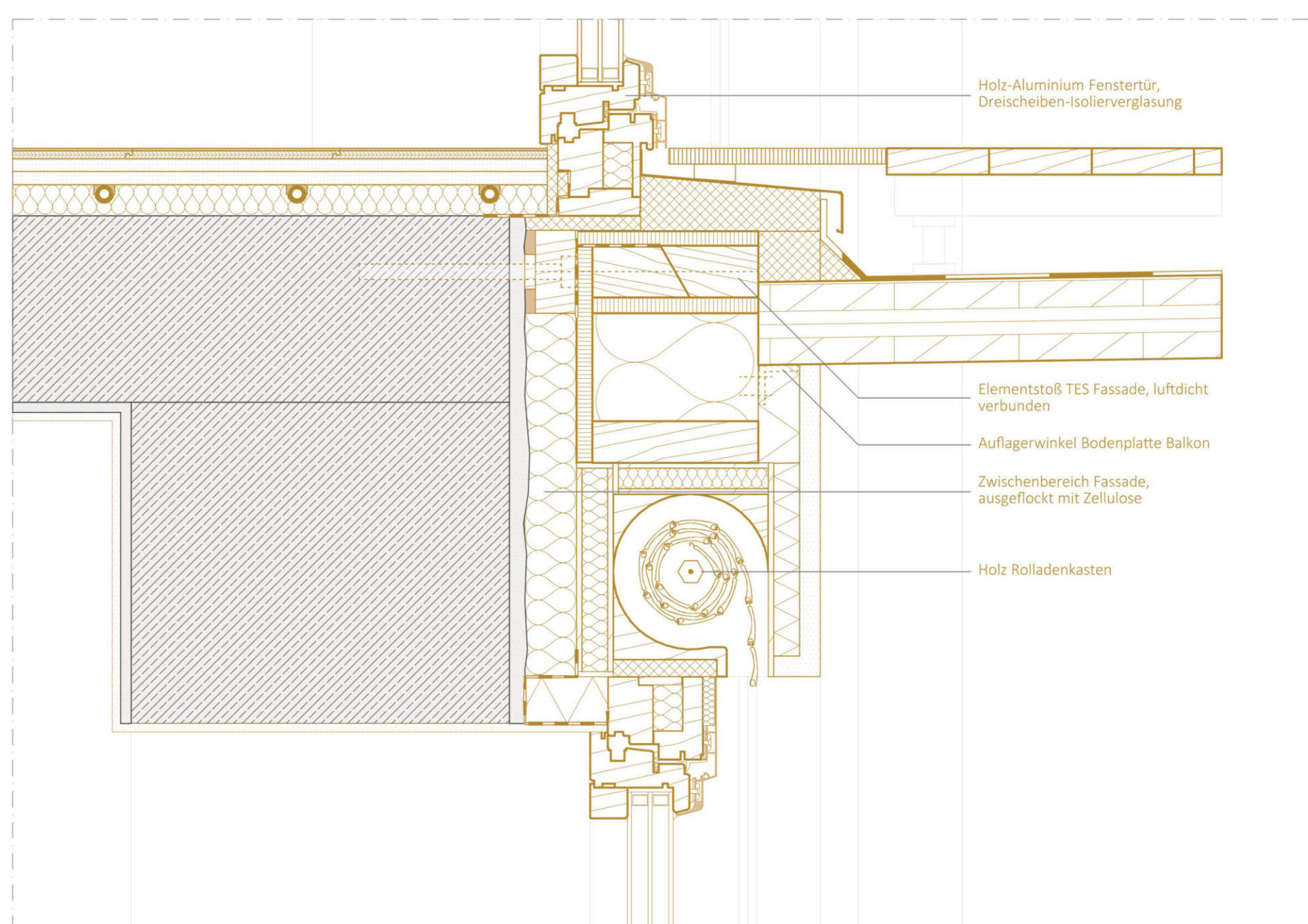
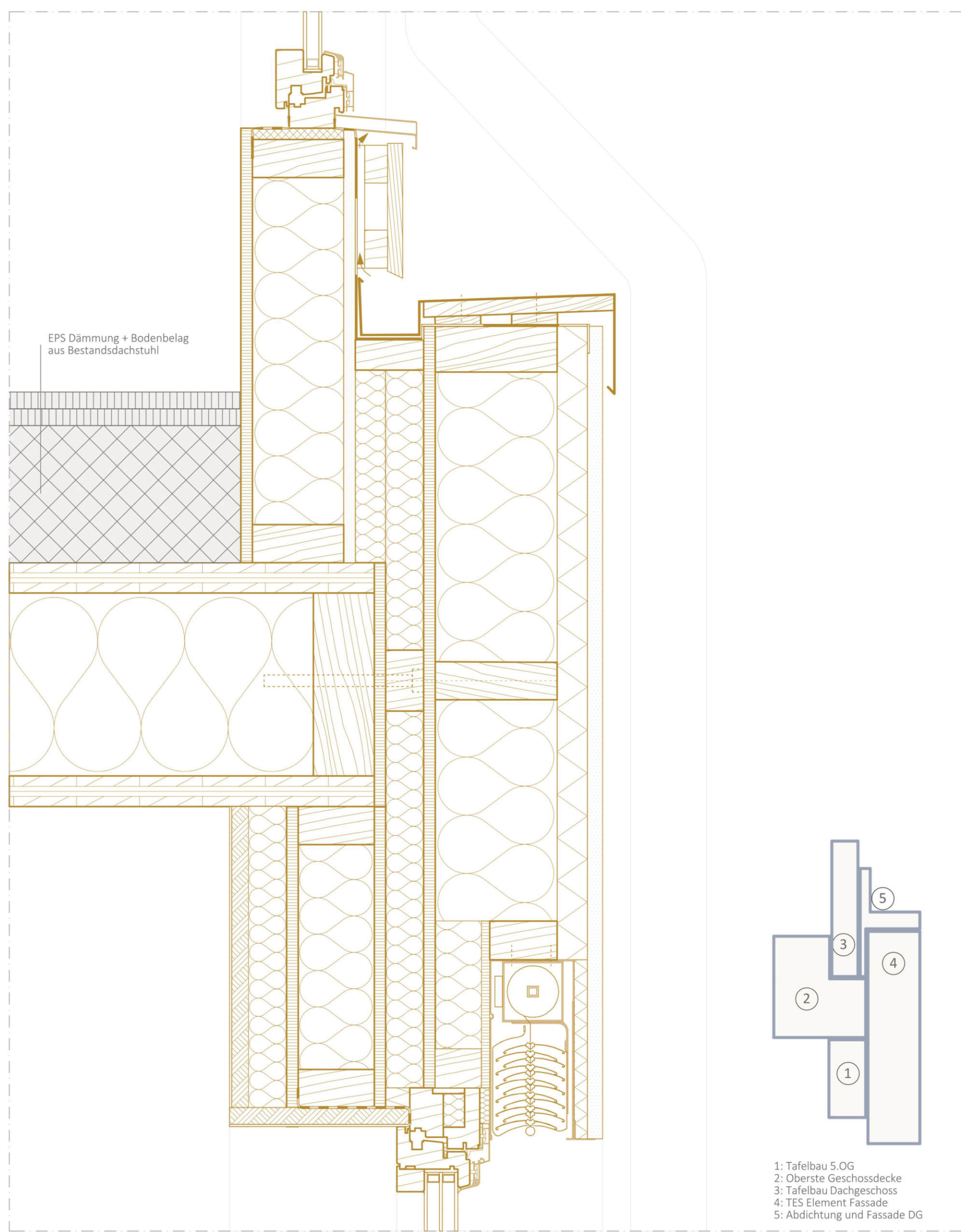
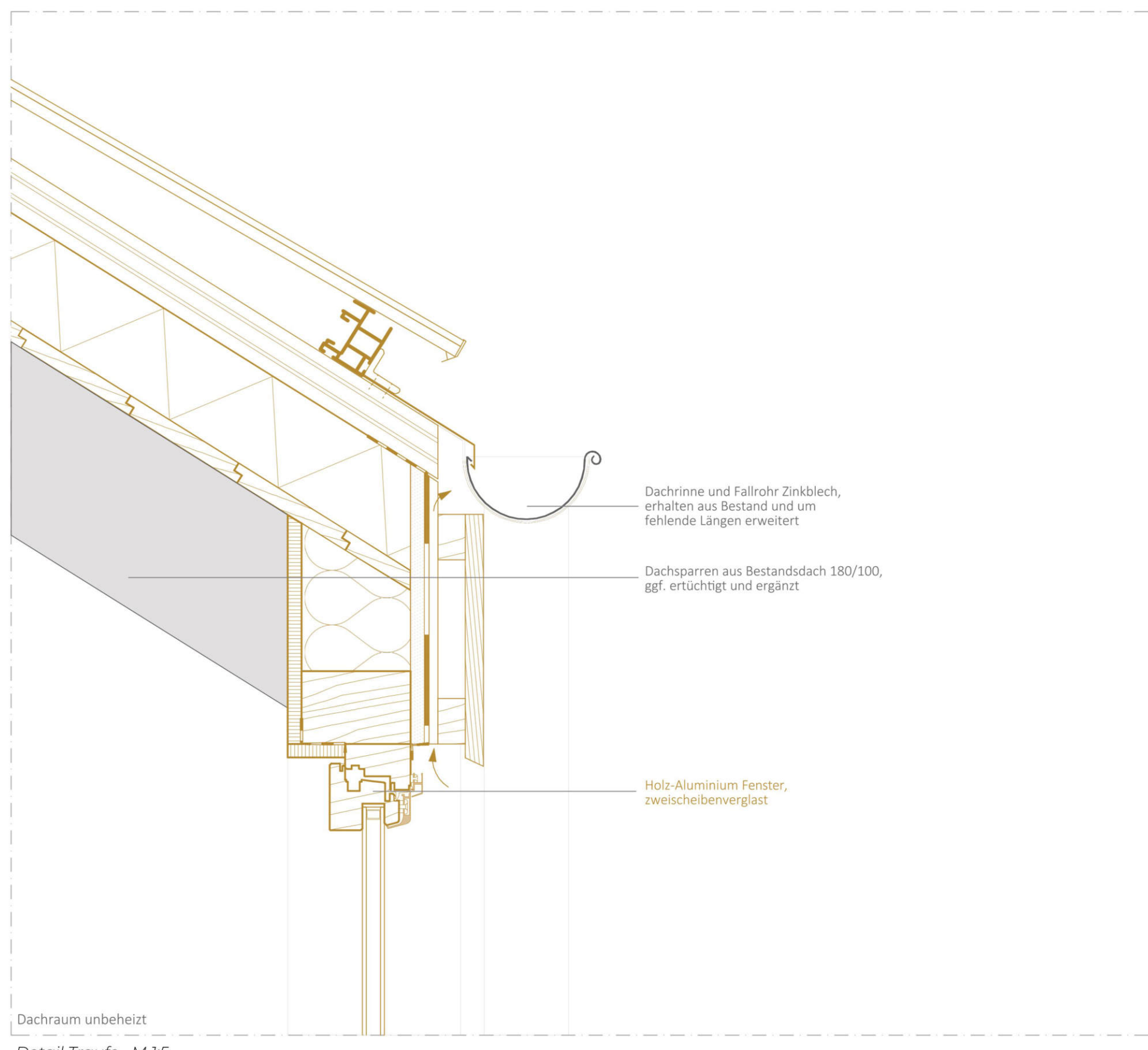
Fassadenschnitt M 1:20



Querschnitt A-A M 1:100



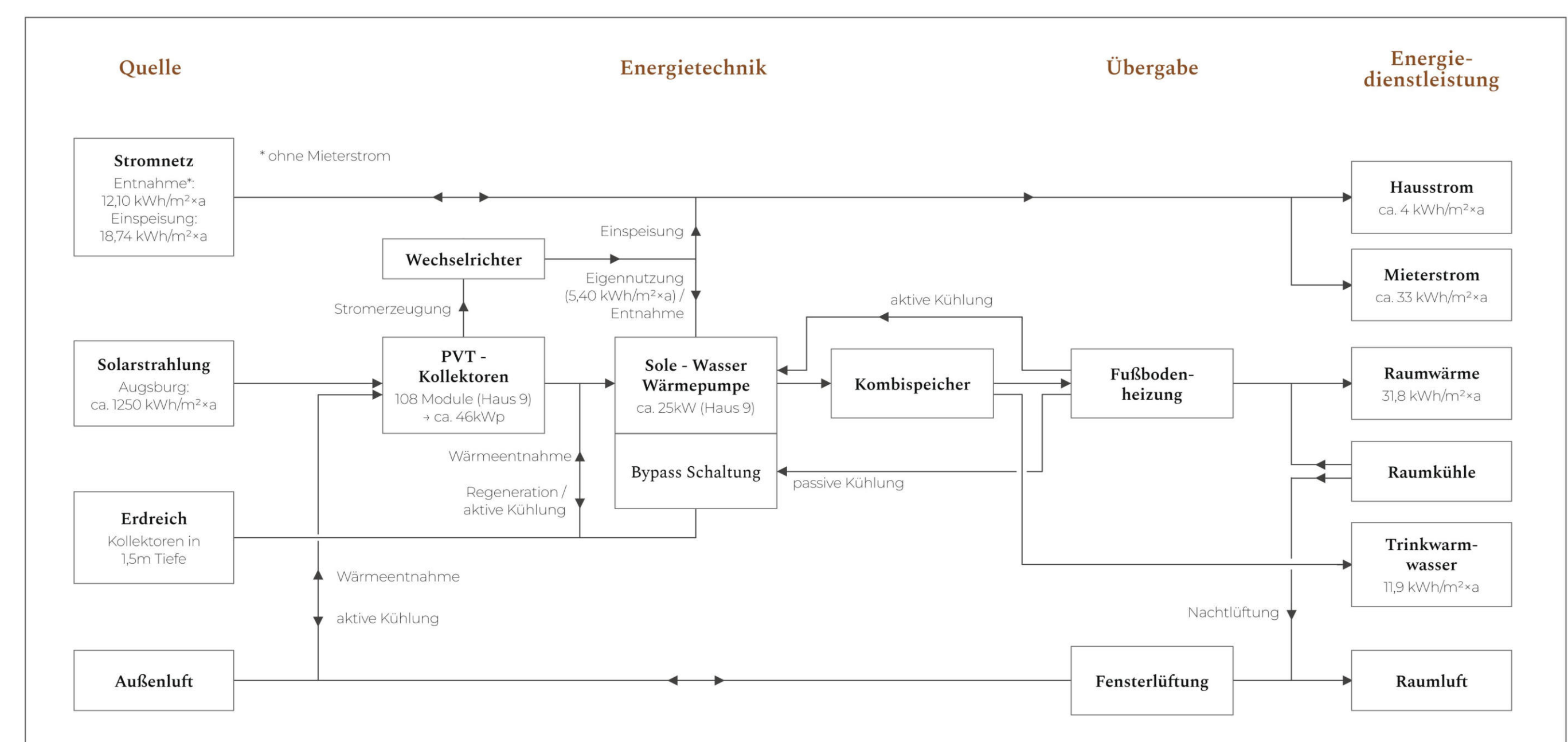
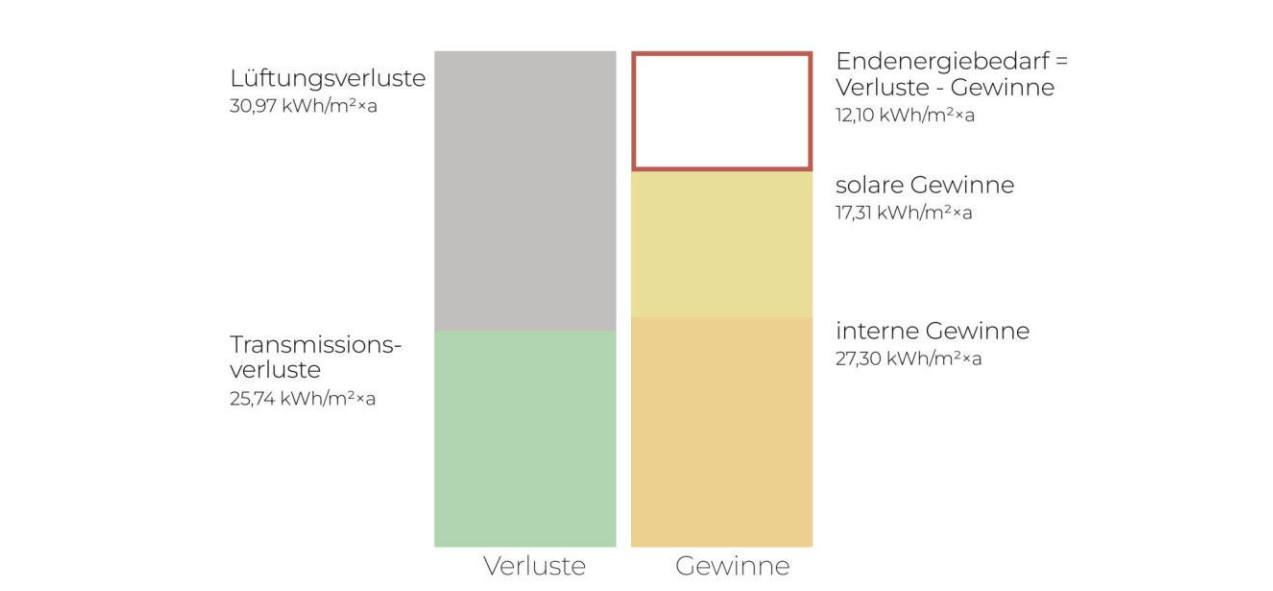
Grundrissausschnitt c-c M 1:20



	ist-Wert	mod. Altbau	GEG-Neubau	GEG-10%	GEG-30%	GEG-50%
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/m²a]	21,78	78,51	30,08	25,58	21,04	15,03
Transmissionskoeffizient k_t [W/m²K]	0,309	0,919	0,501	0,428	0,351	0,251

Ergebnis	Anforderungen WC							
	GEG	BEG Effizienzhaus						
	Bestand	EH 40	EH 55	EH 70	EH 85	Denkmal		
Primärenergiebedarf q_p	21,8	76,5	54,8	21,9	30,1	38,3	46,3	87,4
Transmissionskoeffizient k_t	0,309	0,919	0,501	0,276	0,339	0,243	0,330	

Erreichte energetische Qualität



Klimafolgenanpassung und Energiekonzept

Im Teil „Bestandsanalyse“ wurde dargestellt, dass für den Mikrostandort der Louis Braille Straße zukünftig mit großer Sicherheit mit großen Hitzeerscheinungen zu rechnen ist. Auch an Hagel und Starkregeneignisse gibt es die Gebäude von Morgen anzupassen.

Die Anpassungsmaßnahmen und deren enge Verzahnung mit dem energetischen Konzept dieses Entwurfs werden im folgenden anhand zweier Beispiele dargestellt.

Szenario A: kalte Winternacht mit Hagel oder Starkregen

Bei Hagel ist insbesondere das Dach (1) betroffen. PVT Kollektoren mit einer Hagelwiderstandsklasse von 4 (HW4) sind jedoch auf dem Markt verbreitet. HW4 ist die zweit höchste Klasse Widerstandsklasse und besagt, dass Schäden erst bei Korndurchmessern > 50mm entstehen. Schäden an der Dachhaut werden dadurch minimiert.

Zum Schutz vor Starkregen (2) wird bei der Sanierung die Abdichtung des Kellers erneuert und eine Klebschicht, u.U. mit Drainage vor der Hauswand angeordnet, wodurch Stauwasser am Gebäude vermieden wird. Zudem werden große Teile der zuvor versiegelten Flächen auf der Rückseite (3) entsiegelt, wodurch die Versickerungsfähigkeit auf der Liegenschaft im Sinne des Schwammstadt-Konzepts gesteigert wird.

Im Zuge des Austauschs des Bodenbelags werden in 15m Tiefe Meter tiefe oberflächennahe Geothermiekollektoren (4) eingebracht. Im Szenario der kalten Winternacht eignen diese sich aufgrund der höheren Quelltemperatur besser als Wärmequelle als die Außenluft, an den PVT Kollektoren, wodurch die Anlageneffizienz der Sole-Wasser Wärmepumpe (5) gesteigert wird.

Szenario B: sommerlicher Hitzetag

Bei extremen Hitzeerscheinungen können die geothermischen Kollektoren auch als Wärmeenergie (6) genutzt werden. Reicht die Erdtemperatur dafür aus kann mittels einer Bypass Schaltung passiv gekühlt werden, bei Bedarf lässt sich mittels umkehrbarer Wärmepumpen (7) auch aktiv kühlen. Sowohl für die Heizung, als auch für die Kühlung dienen dabei die in den Bestandstrich eingefassten Fußbodenheizungen (8). Um den Kühlbedarf dennoch möglichst gering zu halten sind weitere Maßnahmen sinnvoll. So kann in 36 der 52 Wohnungen Querlüftung (9) betrieben werden, wodurch insbesondere in kühleren Nächten der Innenraum gekühlt werden kann.

Auf der Ostseite helfen zudem die großen Auskragungen (10) Überhitzung der Innenräume durch solare Einstrahlung zu vermeiden, da gerade bei großen sommerlichen Sonnenstandswinkeln ein großer Teil der Fassade verschattet wird. Verschattung und Verdunkelung bieten auch die Ost- und Westseitig vorgesehene Rollläden und Raflstoren (11).

Zu guter Letzt finden sich auf dem Dach der Gebäude die photovoltaisch und thermisch wirksamen Kombimodulsysteme (PVT) (12). Da extreme Hitzeereignisse zumeist mit hoher solarer Einstrahlung einhergehen, relativiert sich der Aufwand für aktive Kühlmaßnahmen, da dieser mit Hilfe des Spitzenstroms der PVT-Anlage aufgewendet wird. Wärme kann zudem in begrenztem Maße auch über die offene Rückseite des vorgesehenen Modultyps abgegeben werden, wobei jedoch eine Überhitzung der Module vermieden werden sollte. Das Verhältnis von PVT Modulen zu reinen PV Modulen soll mittels Simulation festgelegt werden.

