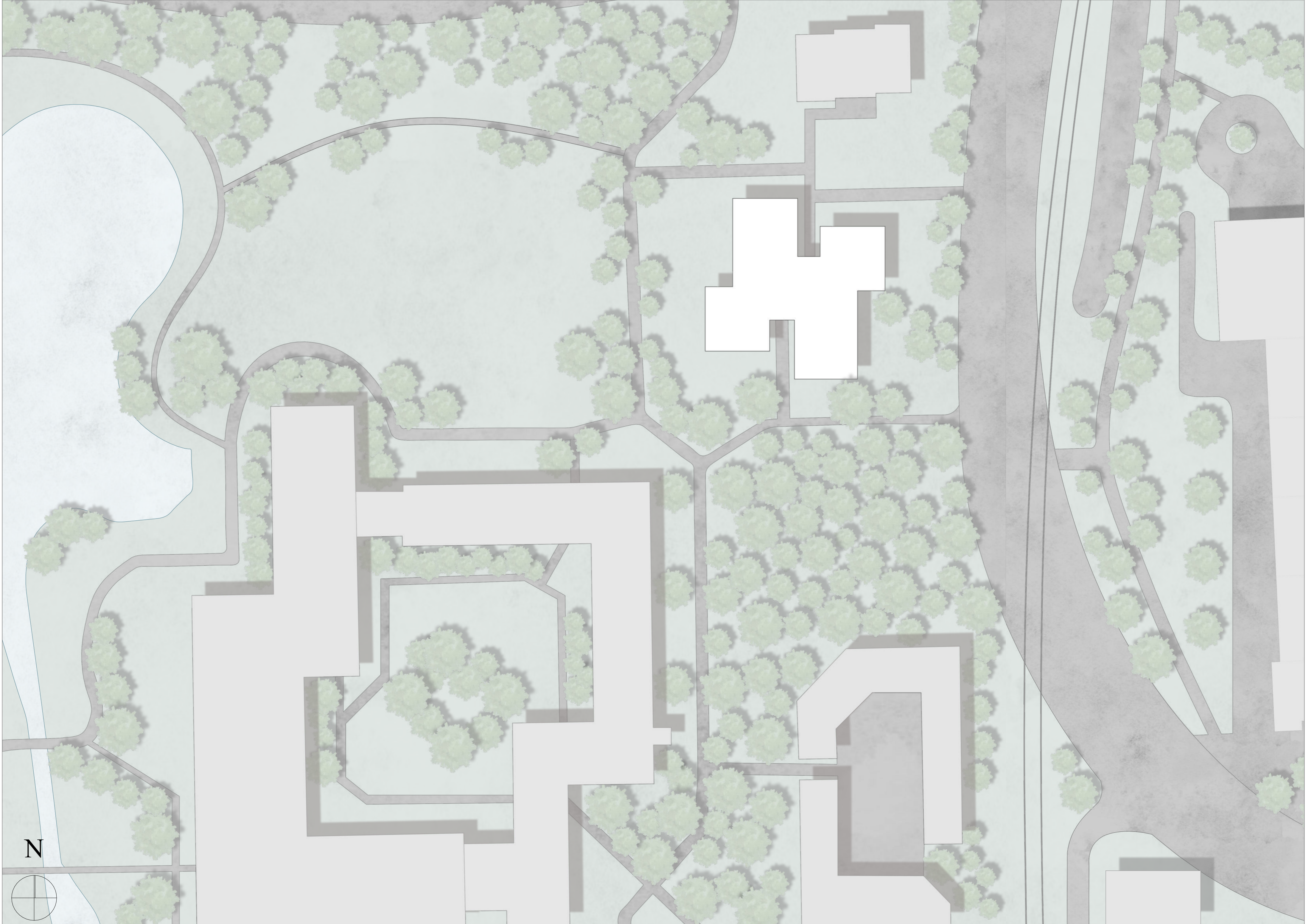




**ENERGETISCHE SANIERUNG UND TREIBHAUSGASNEUTRALITÄT**  
**INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE**  
**UNIVERSITÄT AUGSBURG**

Energieeffizienz Design - Modul M10 - Konstruktionsmethodik - Sommersemester 2024 - Saskia Bäurle, Julia Wawretschka

LAGEPLAN - M 1:500





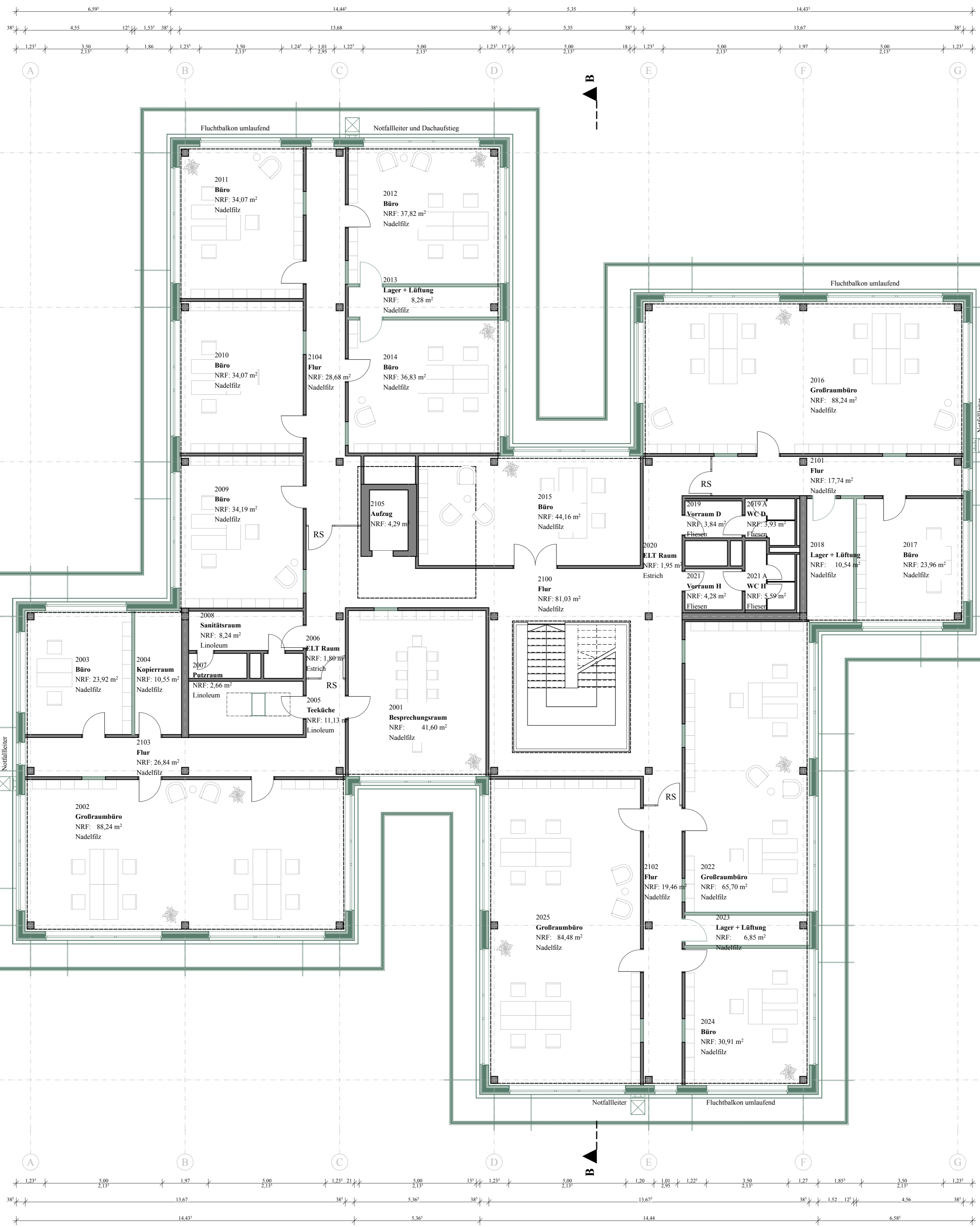


GRUNDRISS EG - M 1:100

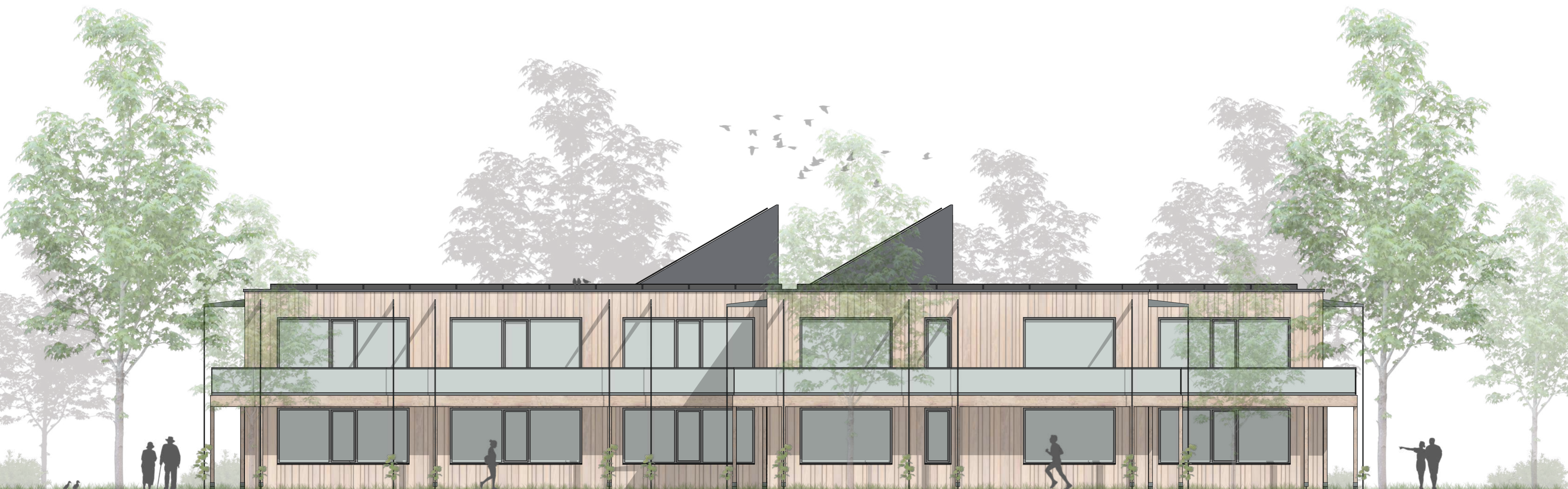


ANSICHT NORD - M 1:100



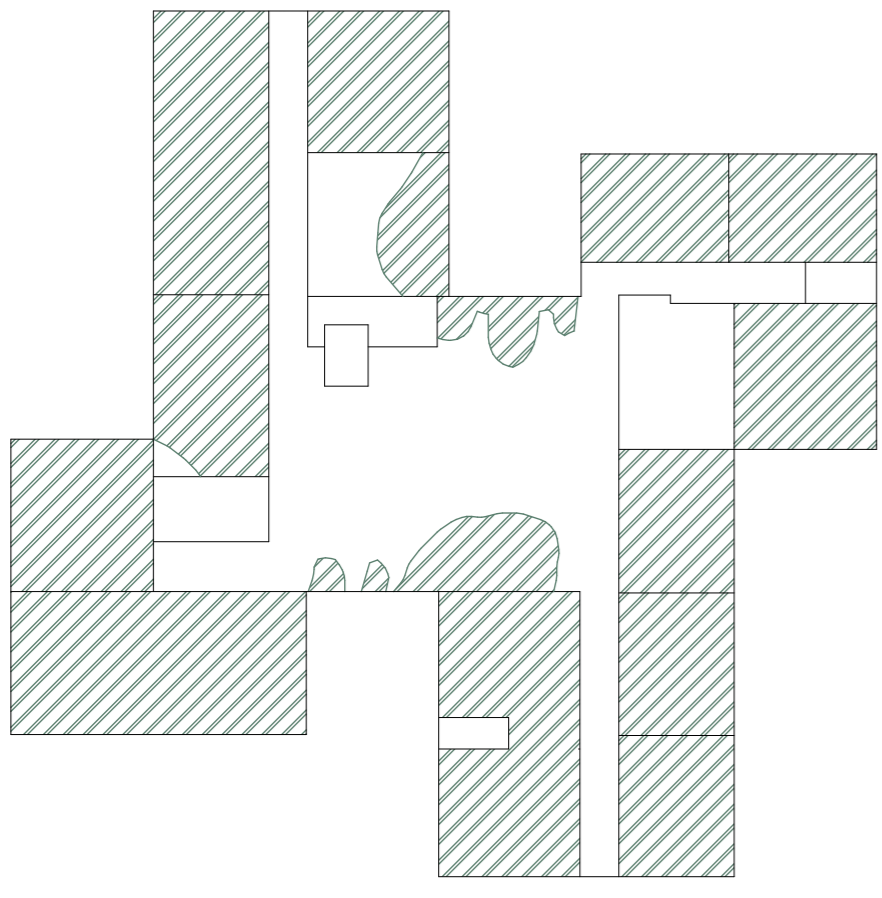


GRUNDRISS OG - M 1:100

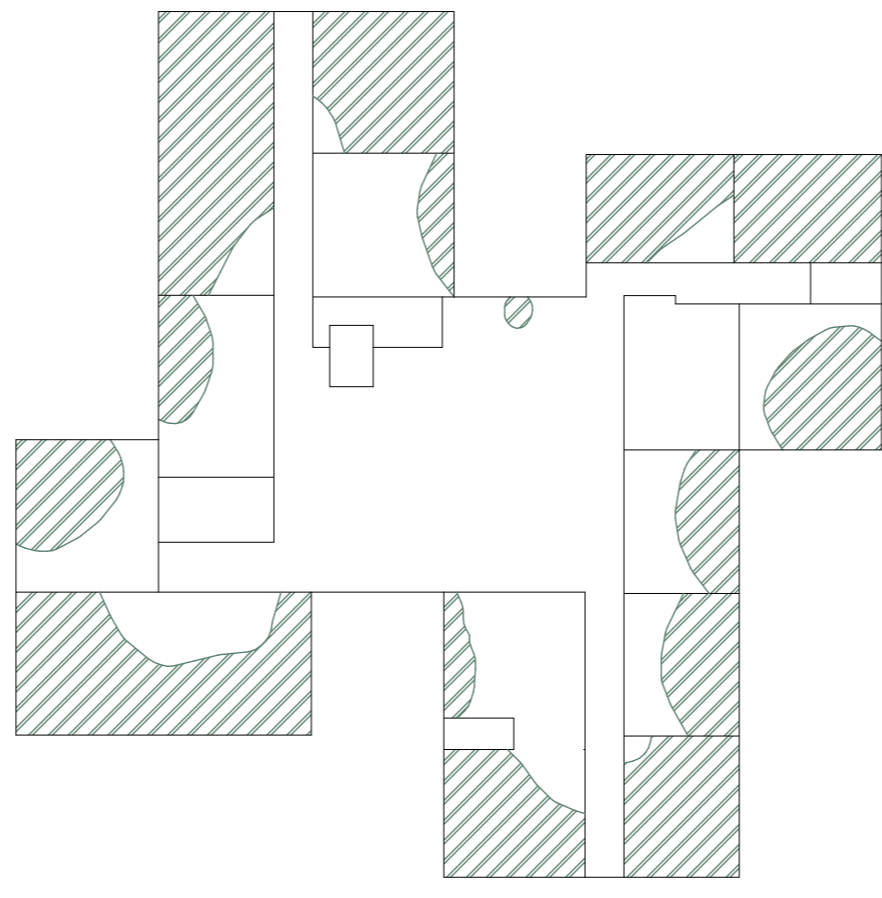


ANSICHT OST - M 1:100

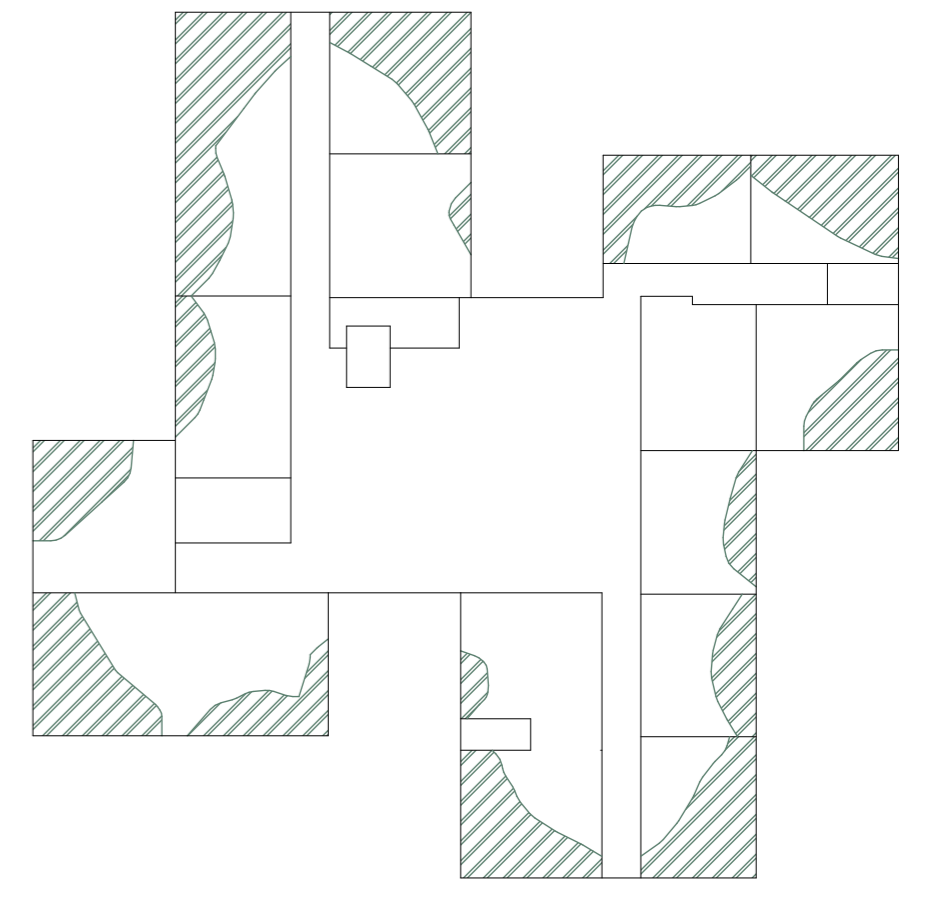




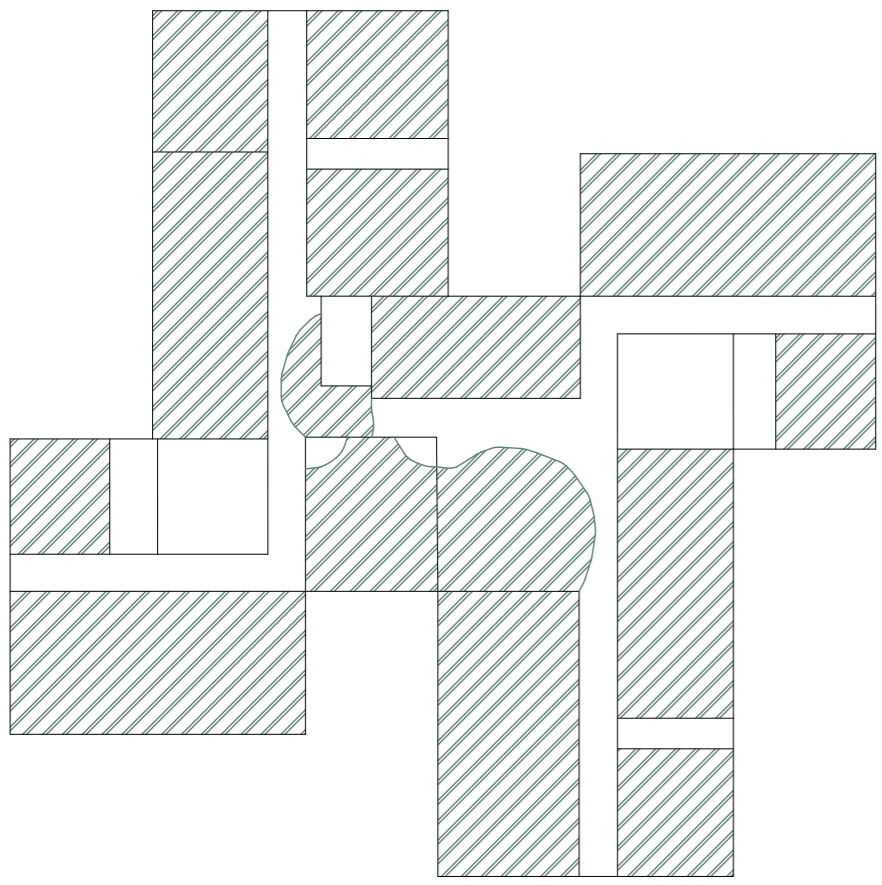
Schema EG - 100 lx - ohne Maßstab



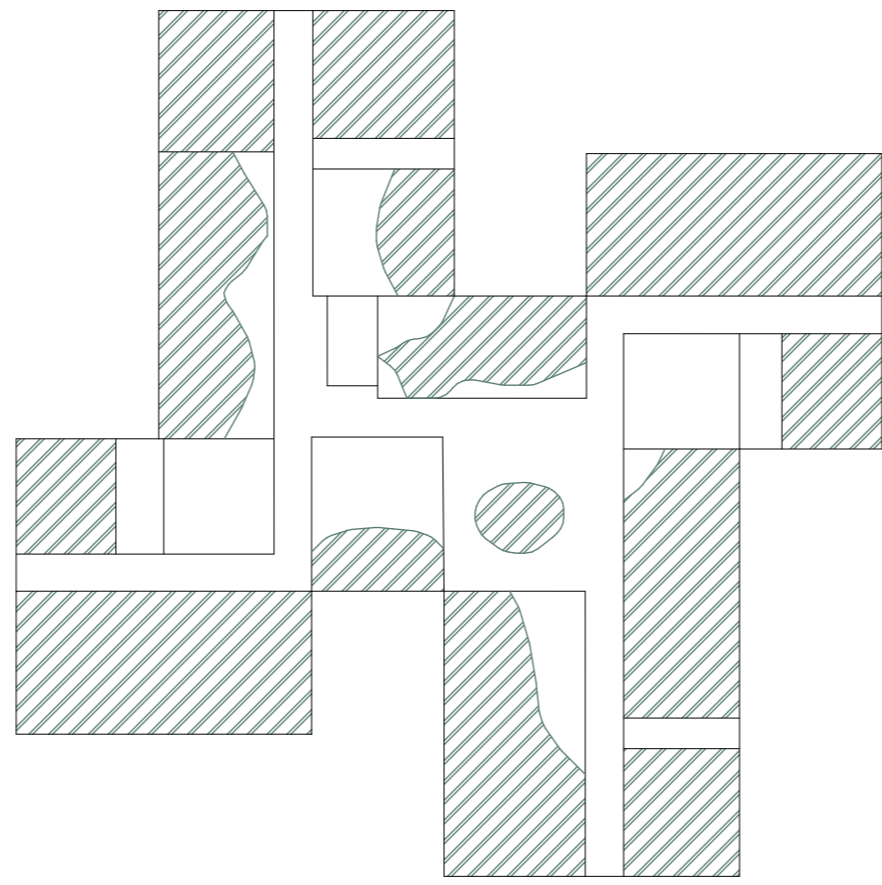
Schema EG - 300 lx - ohne Maßstab



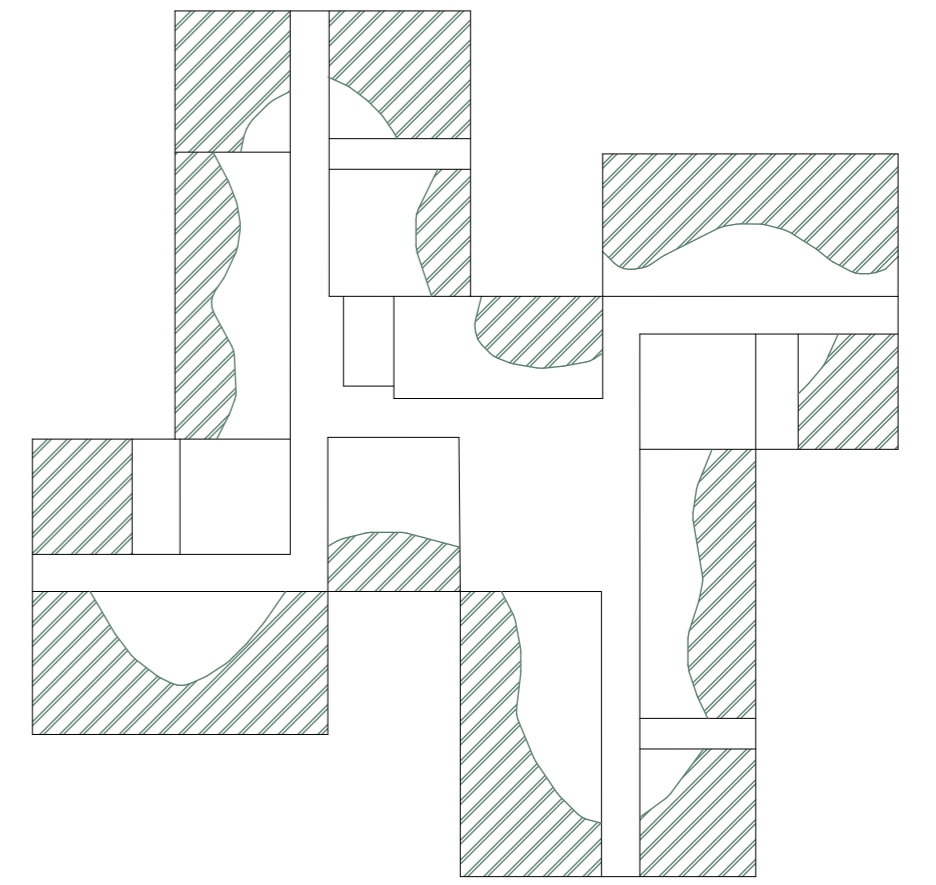
Schema EG - 500 lx - ohne Maßstab



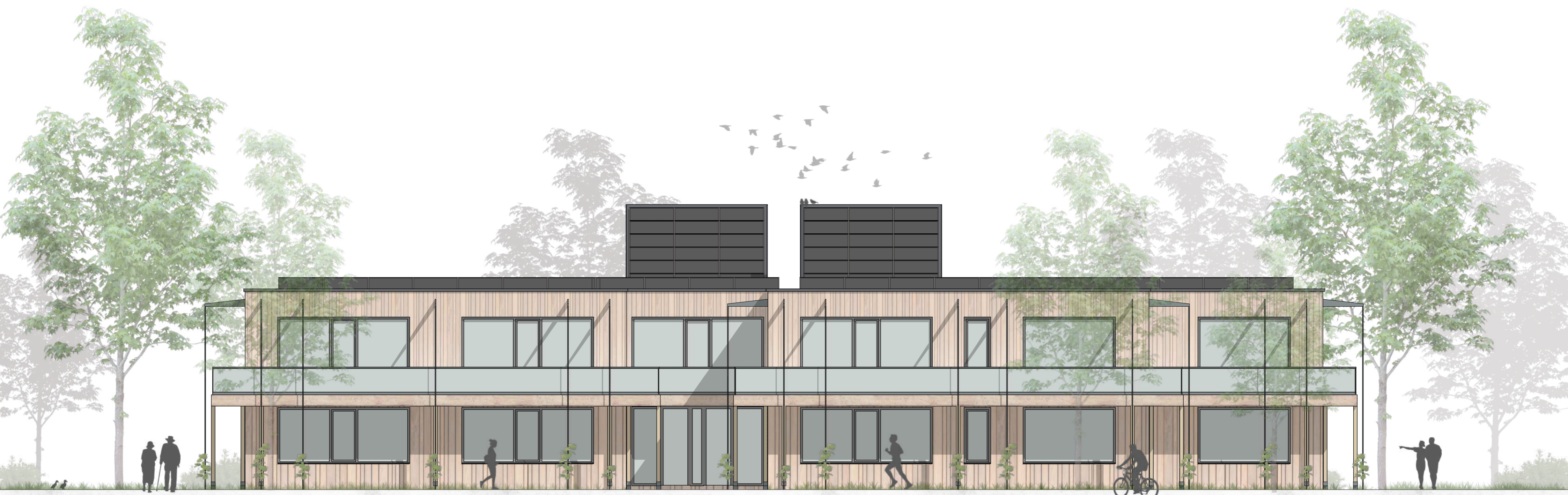
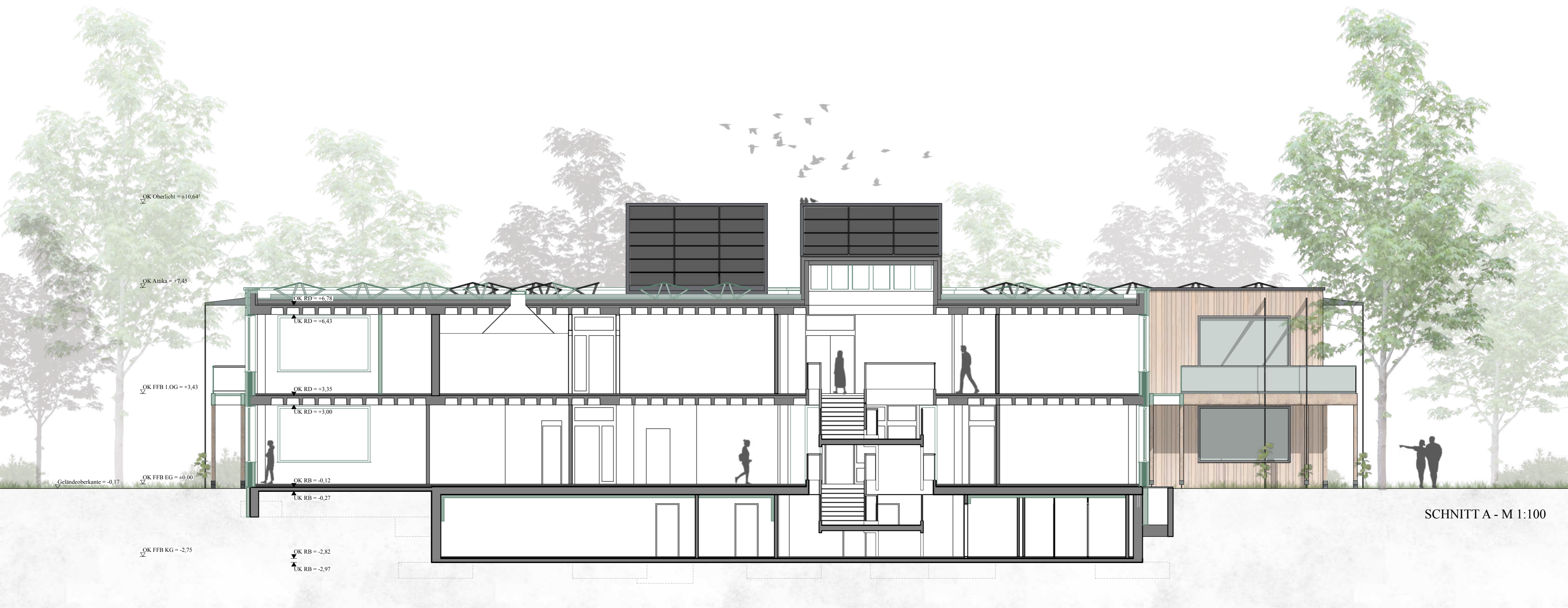
Schema OG - 100 lx - ohne Maßstab



Schema OG - 300 lx - ohne Maßstab



Schema OG - 500 lx - ohne Maßstab

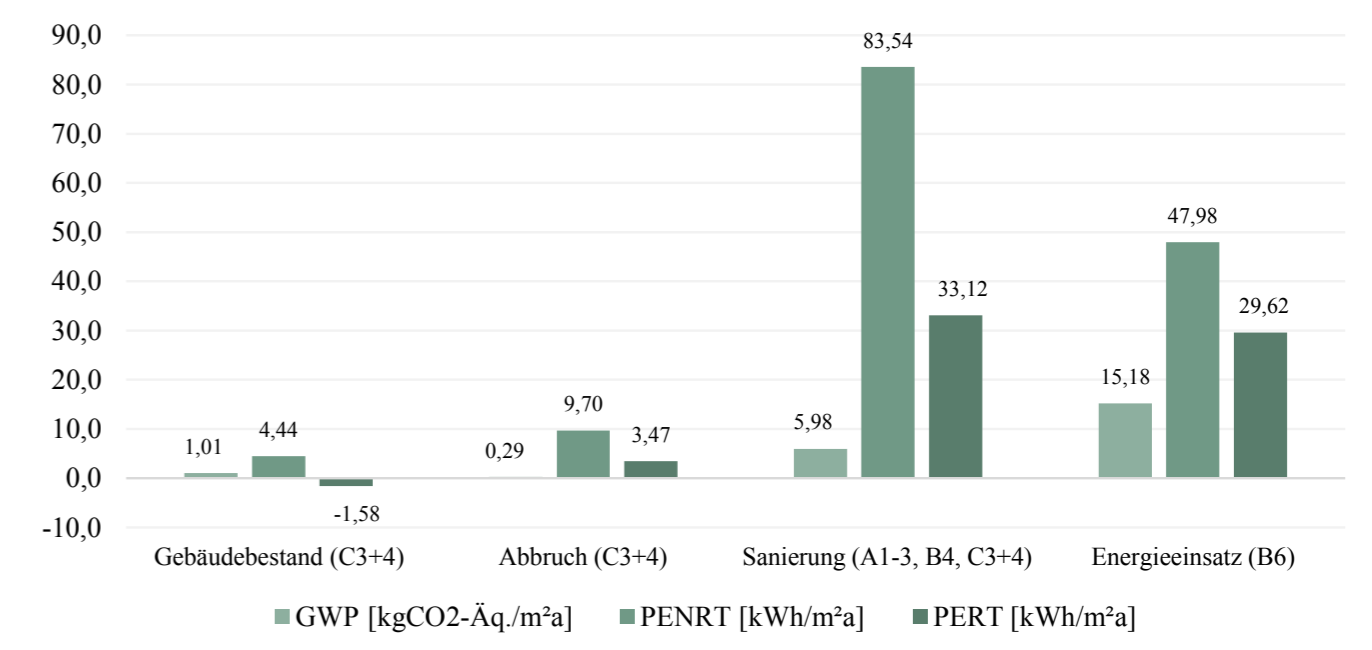
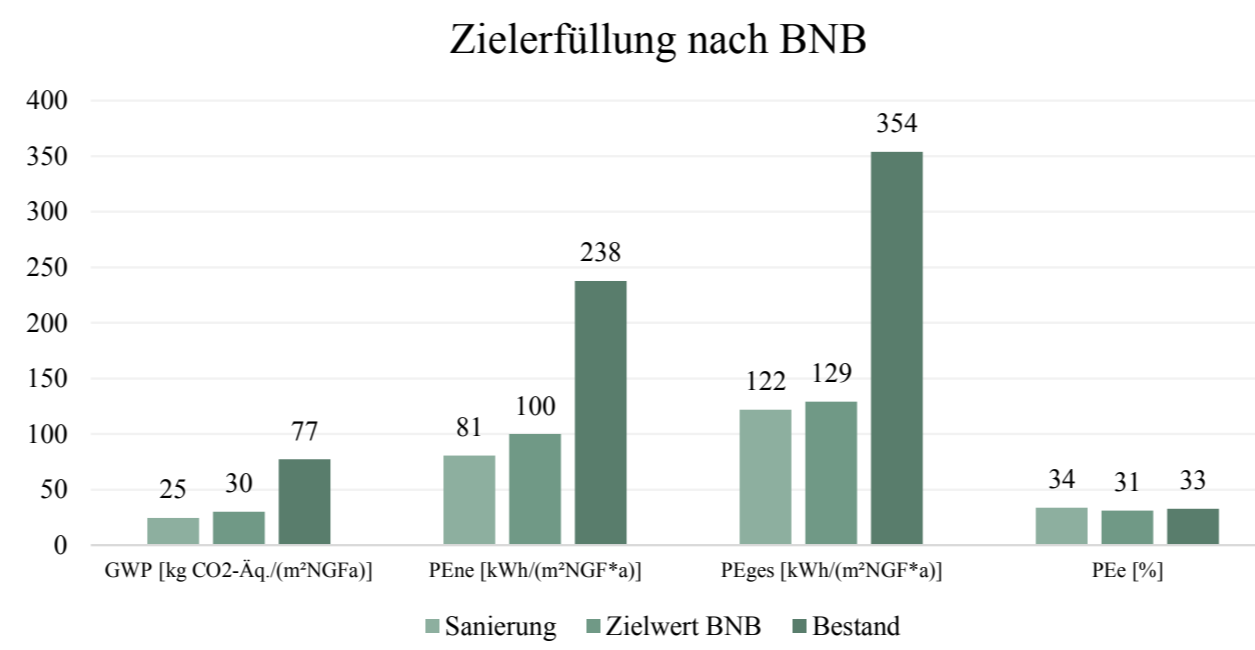




Ziel: Erreichen der Treibhausgasneutralität durch eine energetische Sanierung

Maßnahme zur Reduktion der Umweltauswirkungen: Reduktion des Heizwärme- und Strombedarfs

	GWP [kgCO <sub>2</sub> -Äq./ (m <sup>2</sup> *a)]	PENRT [kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	PERT [kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	PEges [kWh/(m <sup>2</sup> *a)]
Konstruktion	4,04	13,57	6,29	19,87
Energieträger	3,80	13,56	3,43	16,99
20 %- Aufschlag*	9,40	32,56	11,67	44,23
Nutzung	15,18	47,98	29,62	77,60
<b>Summe</b>	<b>24,58</b>	<b>80,54</b>	<b>41,29</b>	<b>121,83</b>



Bei der Betrachtung der Nachhaltigkeit werden neben den Emissionen bedingt durch die Konstruktion auch die Emissionen betrachtet, die durch den Gebäudebetrieb entstehen. Da es sich bei diesem Gebäude um ein bisher unsaniertes Bestandsgebäude handelt, fallen die Emissionen bezogen auf die Konstruktion kaum ins Gewicht. Ausschlaggebend sind die nutzungsbezogenen Emissionen.

Es ergibt sich ein Global-Warming-Potential des Bestandes von 77 kg CO<sub>2</sub>-Äq./m<sup>2</sup>\*a. Um diesen Wert zu reduzieren, ist eine energetische Sanierung notwendig. Somit werden die Emissionen während des Gebäudebetriebs auf ein Minimum reduziert.

Die Tabelle zeigt die Aufschlüsselung der Umweltauswirkungen des Treibhausgaspotentials GWP, des nicht erneuerbaren (PENRT) sowie des erneuerbaren Primärenergiebedarfs (PERT) und des Gesamtprimärenergiebedarf (PEges). Dabei werden diese Werte differenziert betrachtet hinsichtlich der Konstruktion, des Energieträgers sowie der Nutzung. Auch in der sanierten Betrachtung wird deutlich, dass bei der Nutzung des Gebäudes mehr Emissionen anfallen, als durch die neue Konstruktion. Da es sich bei der Berechnung der Ökobilanz um das vereinfachte Verfahren handelt, wird ein 20%-Aufschlag auf die Konstruktion für beispielsweise Leitungsführungen und Beleuchtungen, vorgenommen.

Anforderungsniveau BNB:

GWP: ≤ 30 kg CO<sub>2</sub>-Äq/m<sup>2</sup>\*a  
 PENRT: ≤ 100 kWh/m<sup>2</sup>\*a  
 PEges: ≤ 129 kWh/m<sup>2</sup>\*a  
 Anteil PERT: ≥ 31%

Ergebnisse Ökobilanz

25 kg CO<sub>2</sub>-Äq/m<sup>2</sup>\*a  
 81 kWh/m<sup>2</sup>\*a  
 122 kWh/m<sup>2</sup>\*a  
 34 %

Werden die Ergebnisse der Umweltwirkung, des Primärenergiebedarfs sowie der Ressourceninanspruchnahme des Bestandes mit jenen der Sanierung verglichen und mit der 100%-igen Zielerfüllung nach dem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) in Beziehung gesetzt, so wird deutlich, dass das Bestandsgebäude aktuell deutlich über die Zielwerte hinaus geht. Lediglich der Gesamtprimärenergiebedarf befindet sich 2% oberhalb des definierten Zielwertes.

Anhand der angestrebten Sanierungsmaßnahmen können die definierten Zielwerte des BNB eingehalten werden. Folglich kann das sanierte Gebäude als treibhausgasneutral nach dem BNB-Standard bezeichnet werden.

Gebäude Nutzungsdauer: 50 a

Nettogrundfläche: 2299 m<sup>2</sup>

In diesem Diagramm werden die Auswirkungen GWP, PENERT und PERT differenziert nach dem erhaltenen Gebäudebestand, dem Abbruch, der Sanierung und dem Energieeinsatz betrachtet. Da es sich bei dem Gebäude um einen Bestandsbau handelt, wird bei der Ökobilanz die Lebenszyklusphasen Herstellung und Nutzung nicht betrachtet. Lediglich das End-of-Life, der Rückbau und die Abfallbehandlung, werden dabei betrachtet.

Die Lebenszyklusphasen werden in der DIN EN 15978 definiert und in Informationsmodule unterteilt. Dabei stellt das Modul A die Herstellung, das Modul B die Nutzung / den Betrieb dar und das Modul C den Rückbau und die Abfallbehandlung.

Beim Abbruch werden all jene Bauteile und Baustoffe zusammengefasst, die im Rahmen der Sanierung entfallen. Die Sanierung beinhaltet somit sämtliche Bauteile, die in das Gebäude neu eingebaut werden, wodurch der gesamte Lebenszyklus betrachtet wird. Unter dem Energieeinsatz B6 wird der Umwelteinsatz, die Ressourceninanspruchnahme sowie der Primärenergiebedarf verstanden, der für den Gebäudebetrieb (die Beheizung, die Stromnutzung etc) benötigt wird.

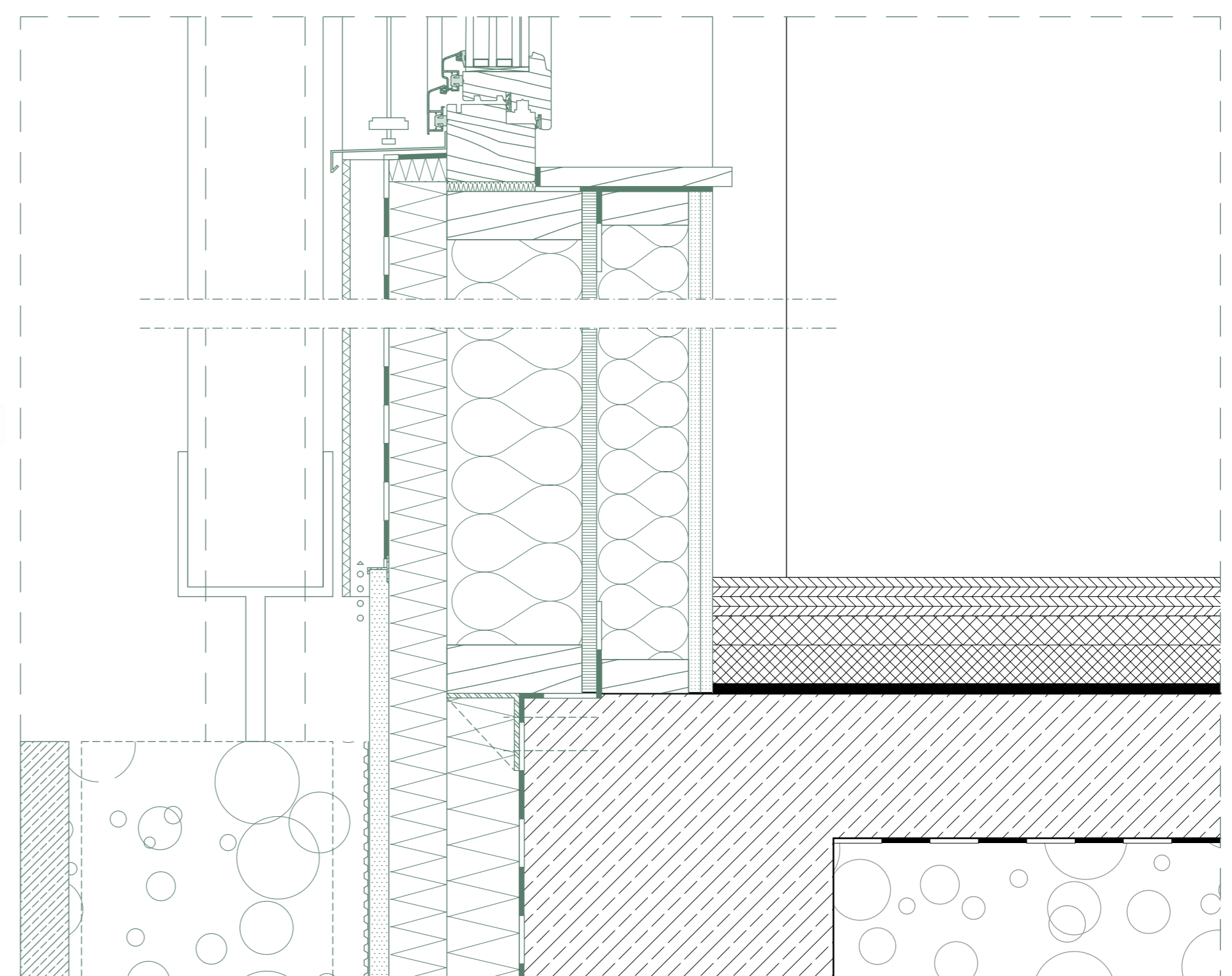
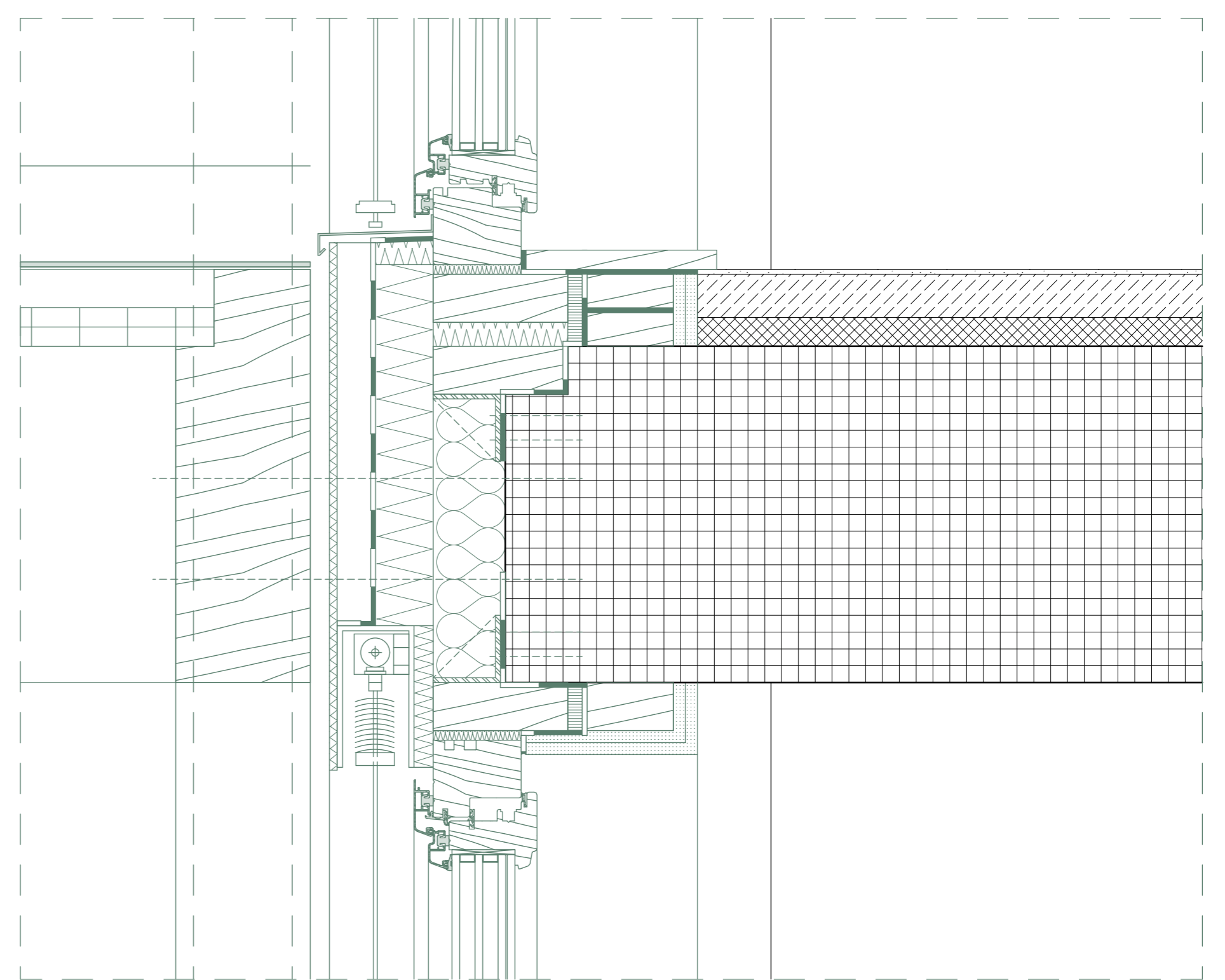
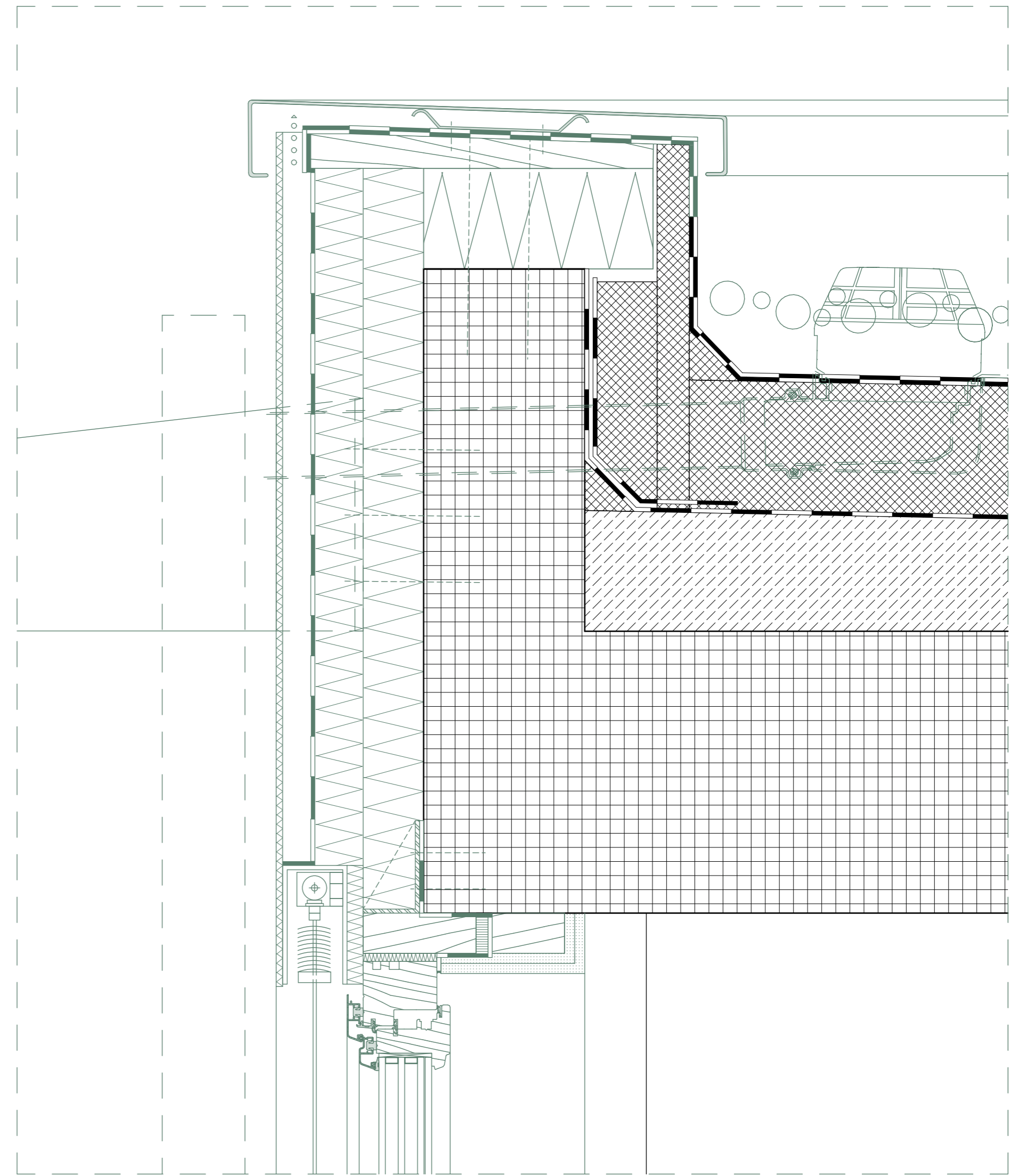
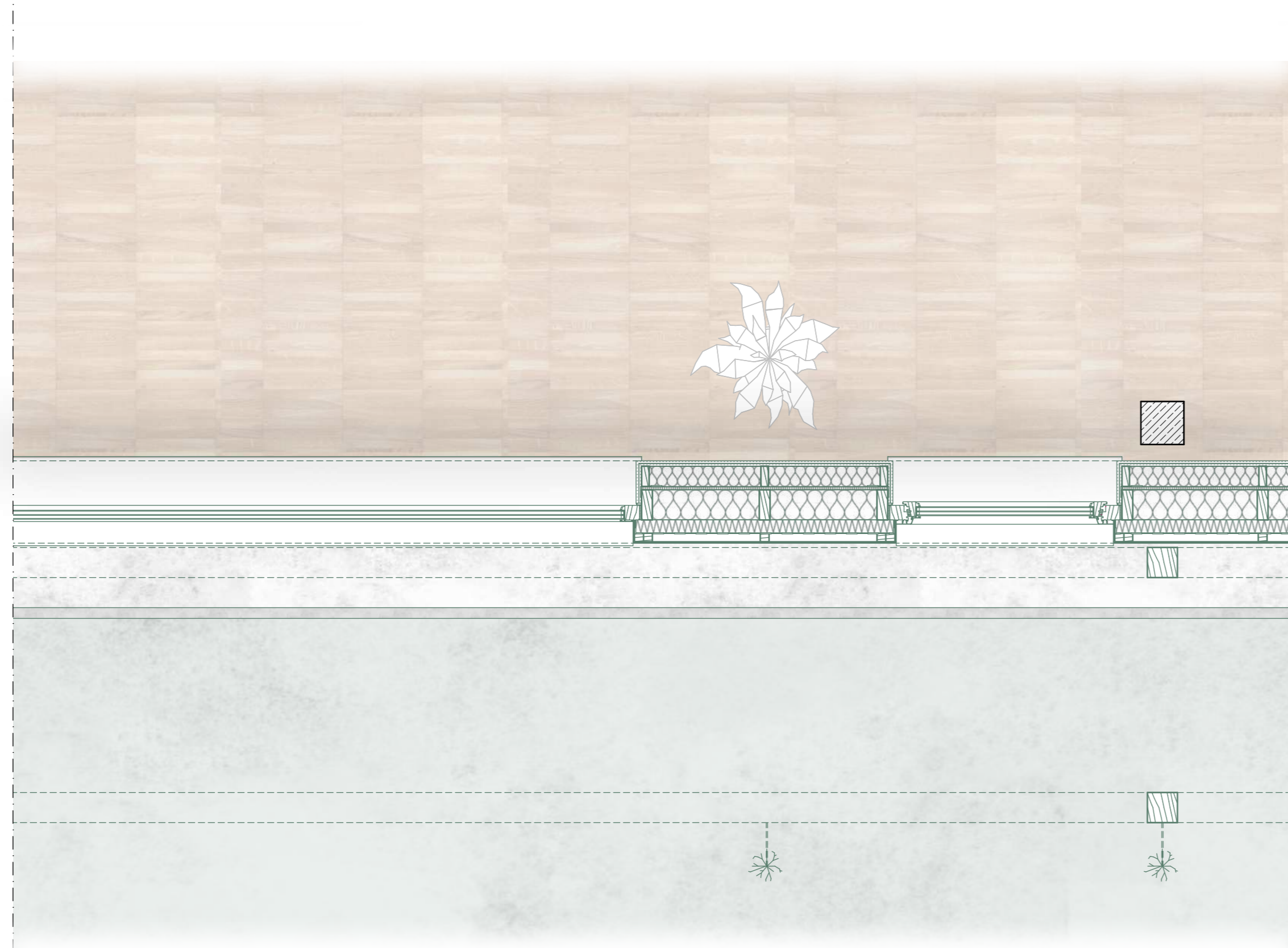


SCHNITT B - M 1:100



ANSICHT WEST - M 1:100





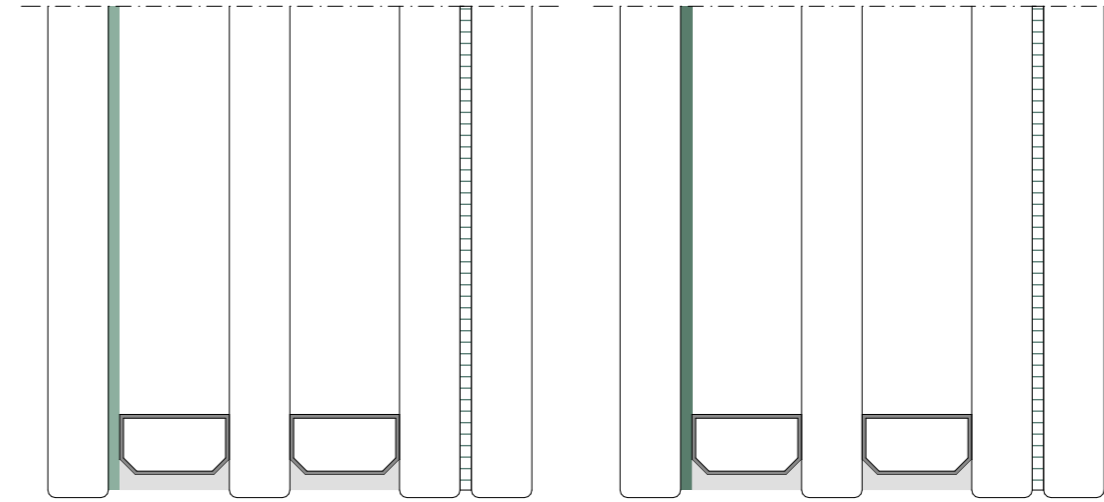


Anforderungen Fassade: Steigerung der Energieeffizienz des Gebäudes, Verbesserung des thermischen und visuellen Komforts und Einhalten des sommerlichen Wärmeschutzes zur Gewährleistung der Behaglichkeit und des Komforts.

Es wird eine neue Holzständerwand konzipiert, welche im Werk vorgefertigt wird und als fertiges Element zur Baustelle transportiert wird. Somit verkürzt sich deutlich die Bauzeit, da innerhalb kurzer Zeit die bestehende Fassade inklusive der Fenster rückgebaut und die neue Außenwand aufgestellt und befestigt wird. Ziel dieser Maßnahme ist die Reduktion des zeitlichen Eingriffs in den Betriebsablauf.

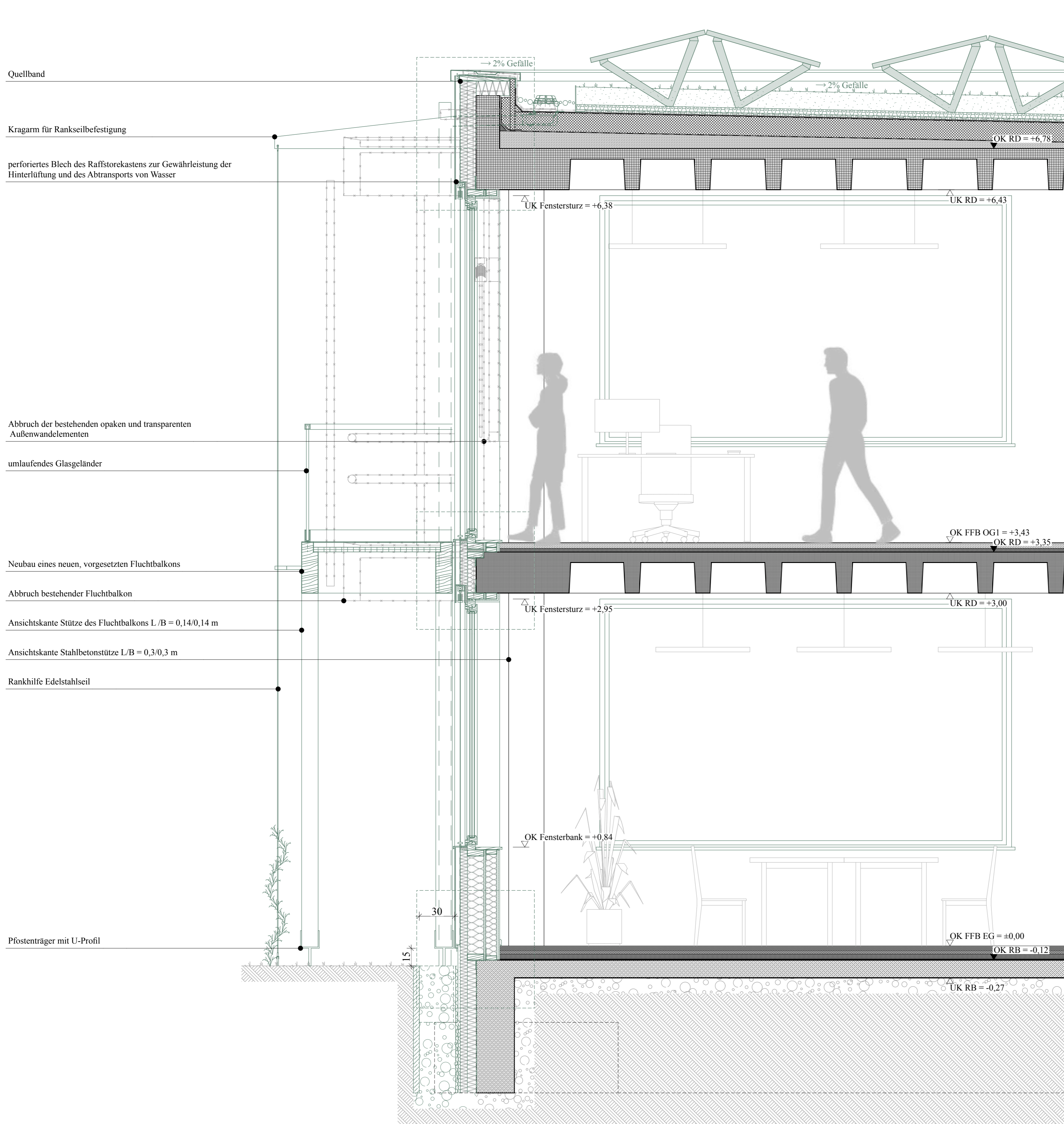
**AUFBAU GLAS (SÜD):**  
von außen nach innen:

Verglasung	8	mm
Wärmeschutzbeschichtung		
Scheibenzwischenraum (Füllung: Argon)	16	mm
Verglasung	8	mm
Scheibenzwischenraum (Füllung: Argon)	16	mm
Verglasung als Verbundsicherheitsglas	8	mm /
PVB Folie	0,38	mm /
Verglasung	8	mm
Lichttransmissionsgrad $T_L$ :	53	%
solarer Energieeintrag g-Wert:	0,31	
U-Wert Verglasung Ug-Wert:	0,8	W/m <sup>2</sup> *K



**AUFBAU GLAS (OST/WEST/NORD):**  
von außen nach innen:

Verglasung	8	mm
Beschichtung		
Scheibenzwischenraum (Füllung: Argon)	16	mm
Verglasung	8	mm
Scheibenzwischenraum (Füllung: Argon)	16	mm
Verglasung als Verbundsicherheitsglas	8	mm /
PVB Folie	0,38	mm /
Verglasung	8	mm
Lichttransmissionsgrad $T_L$ :	71	%
solarer Energieeintrag g-Wert:	0,59	
U-Wert Verglasung Ug-Wert:	0,8	W/m <sup>2</sup> *K



**AUFBAU DACH:**

extensive Begrünung	
Substratschicht	d = 0,15 m
Filtervlies	
Schutz-Drain-Wasserspeicherbahn mit Durchwurzelungsschutz	d = 0,06 m
Abdichtung, 2-lagig, bituminös	
PUR-Dämmung	d = 0,16 m
Abdichtung, 1-lagig, bituminös	
Gefällestrich	d = 0,15 m - 0,05 m
Betonkassetendecke	d = 0,25 m

**VERSCHATTUNG:**

Aluminium-Raffstore außenliegend; raumweise elektrisch gesteuert; schienengeführt

**TRANSPARENTE AUBENWANDELEMENTE:**

teilweise Festverglasung, teilweise Öffnungsflügel Holz-Aluminium-Fenster; 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit VSG im Innenraum; im Süden: Glasaufbau inklusive Wärmeschutzbeschichtung

**AUFBAU DECKE:**

Nadelfilz	d = 0,005 m
Anhydritestrich	d = 0,045 m
Trittschalldämmung, expand. Kork	d = 0,050 m
Betonkassetendecke	d = 0,250 m

**AUFBAU AUBENWAND:**

Rockpanel	d = 0,008 m
Hinterlüftung	d = 0,040 m
Winddichtung	
Holzweichfaserdämmung	d = 0,060 m
Holzrahmenkonstruktion	d = 0,140 m
Zellulosedämmung	d = 0,140 m
OSB-Platte	d = 0,015 m
Installationsebene - Holzkonstruktion	d = 0,095 m
Installationsebene - Dämmung	d = 0,095 m
Gipsfaserplatte, doppellagig	d = 0,025 m

**AUFBAU BODEN:**

Nadelfilz	d = 0,005 m
Anhydritestrich	d = 0,045 m
Trittschalldämmung, expand. Kork	d = 0,060 m
Pappisolation, 2-lagig	d = 0,010 m
Stahlbetondeckplatte	d = 0,150 m
PVC-Folie	

**LEBENSZYKLUSKOSTEN**

Ziel: Wirtschaftlichkeit und Realisierbarkeit mit einer Kostenbetrachtung bezogen auf die entwickelten konstruktiven Maßnahmen

Betrachtete Kosten: alle neu entwickelten konstruktiven Maßnahmen (KG 300) nach DIN 276 sowie nutzungsbezogene Kosten

Neben der Ausarbeitung des Sanierungsvorschlags und der dazugehörigen Ermittlung der Umweltauswirkungen, werden weiterhin die Lebenszykluskosten der geplanten Maßnahmen berechnet. Dabei wird der Fokus auf die konstruktiven Elemente der Kostengruppe 300 gelegt. Das bedeutet, dass die Kosten der KG 400, der Technik, nicht betrachtet werden. Weiterhin wird auch der konstruktive Bestand nicht bilanziert, sondern lediglich die Kosten, welche durch die neu entwickelten konstruktiven Maßnahmen entstehen.

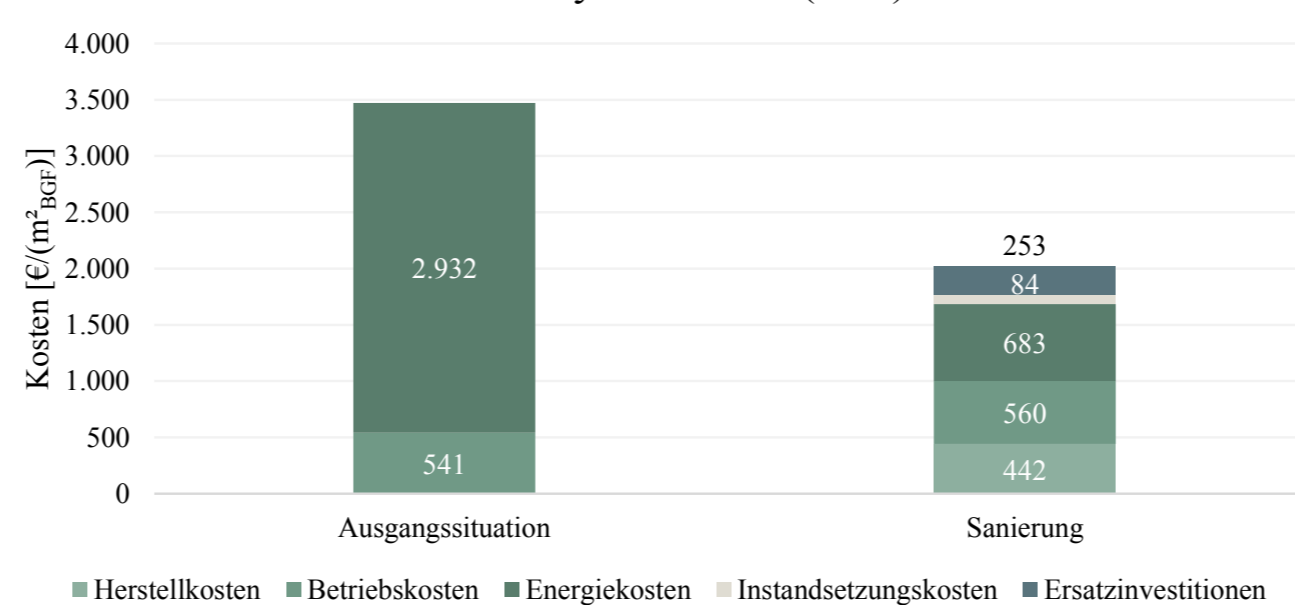
Betrachtet man die Lebenszykluskosten auf 50 Jahre, so ergibt sich für das Bestandsgebäude ein Betrag von 3.473 €/m<sup>2</sup> BGF. Diese Kosten beziehen sich dabei allerdings nur auf die Betriebs- und Energiekosten.

Wird nun die Sanierung betrachtet und somit umfassend die Abrisskosten der bestehenden Außenwand, die Herstellkosten für die neue Außenwand inkl. Verglasung und Verschattung, die Betriebskosten, Energiekosten, Instandsetzungskosten sowie Ersatzinvestitionen, ergeben sich Lebenszykluskosten von 2.022 €/m<sup>2</sup> BGF. Somit wird deutlich, dass durch eine energetische Sanierung des Gebäudes nicht nur die Umweltauswirkungen deutlich minimiert, sondern auch die Lebenszykluskosten bezogen auf 50 Jahre reduziert werden.

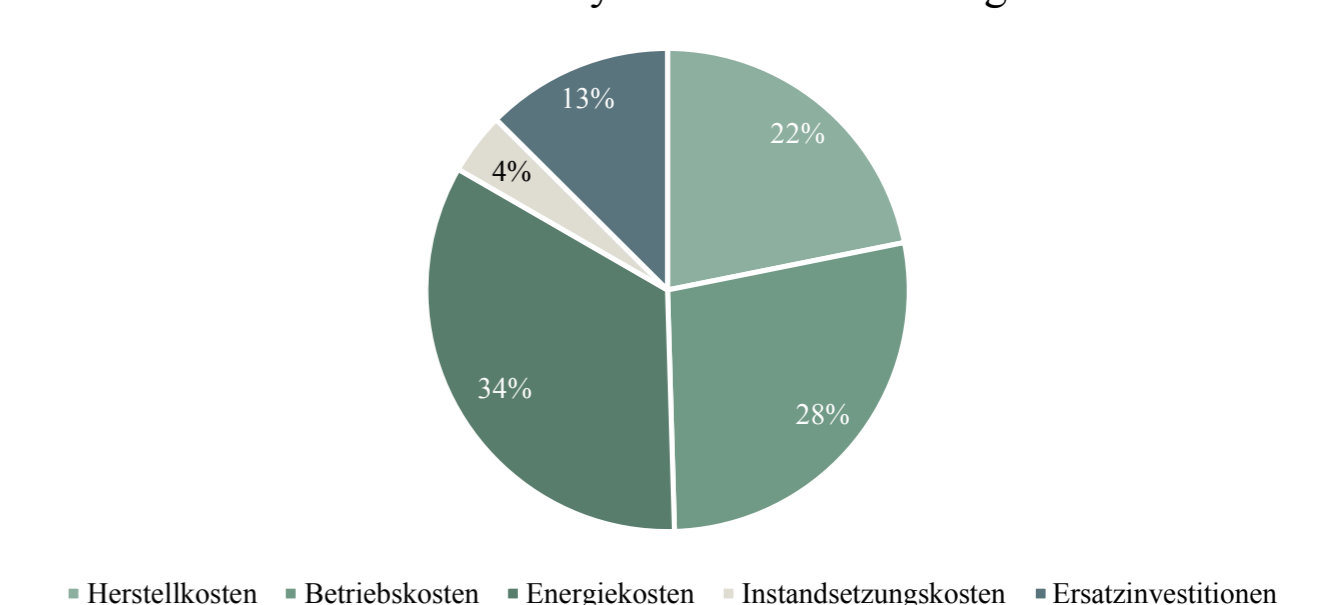
Werden die Lebenszykluskosten des Sanierungsvorschlags nun differenziert betrachtet, ergibt sich eine prozentuale Aufteilung der Kosten. Dabei besitzen weiterhin die Energiekosten den größten Anteil mit 34%. Dicht gefolgt von den Betriebskosten mit 28%. Zu diesen Betriebskosten zählen unter anderem die Wartung der Bauteile, die Abwasserentsorgung sowie die Reinigung und die Pflege von dem Gebäude.

Die Herstellkosten belaufen sich dabei auf einen Anteil von 22% der gesamten Kosten. Das zeigt, dass der Einbau der neuen Außenwand inkl. Fensterlelemente lediglich etwa 1/4 der Lebenszykluskosten bedingen. Die Ersatzinvestitionen bedingen 13% der Kosten. Darunter werden alle Elemente zusammengefasst, die eine Lebensdauer von weniger als 50 Jahren aufweisen und somit am Lebensende ausgetauscht werden.

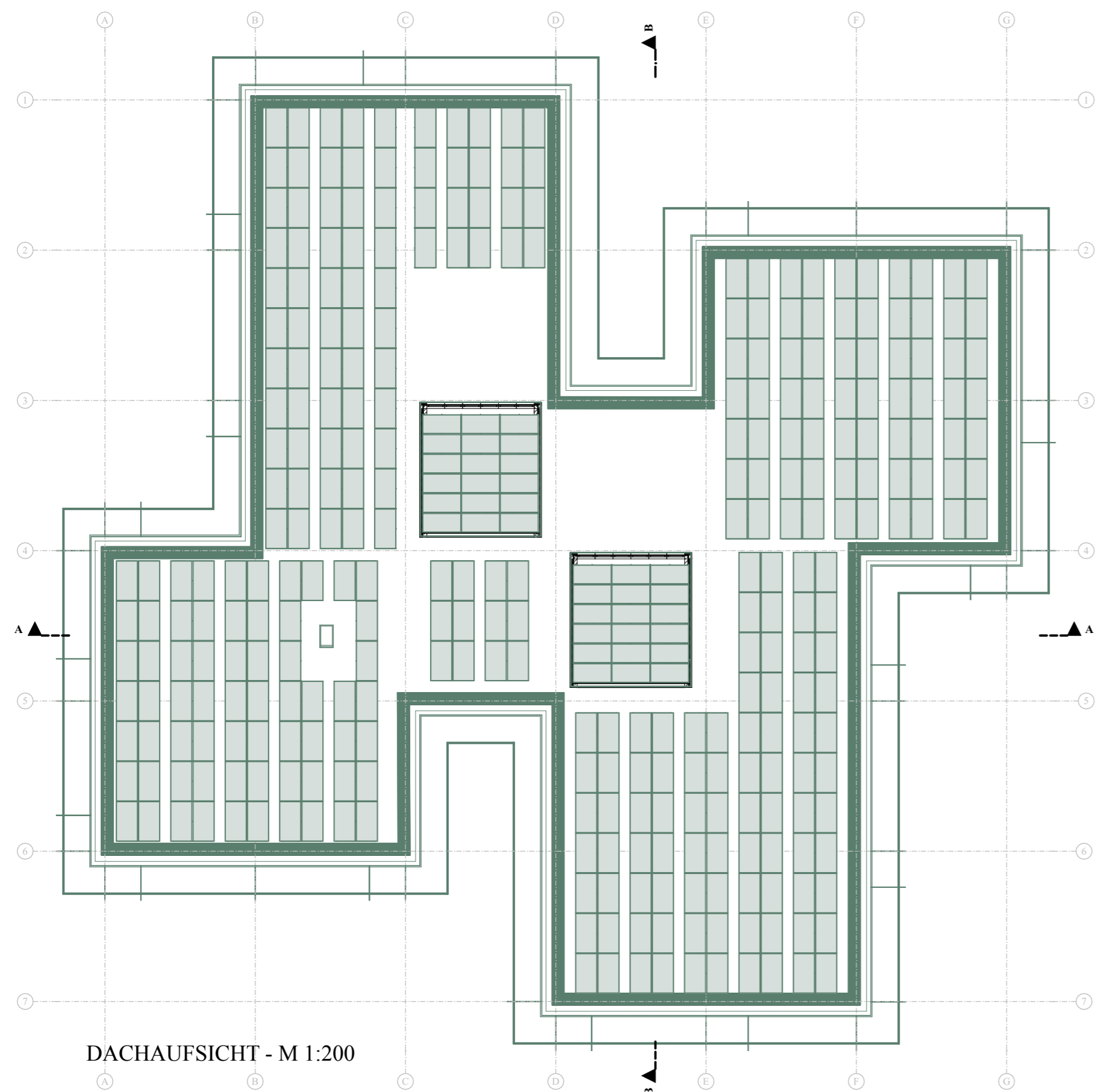
Lebenszykluskosten (50 a)



Anteil Lebenszykluskosten Sanierung







DACHAUFSICHT - M 1:200

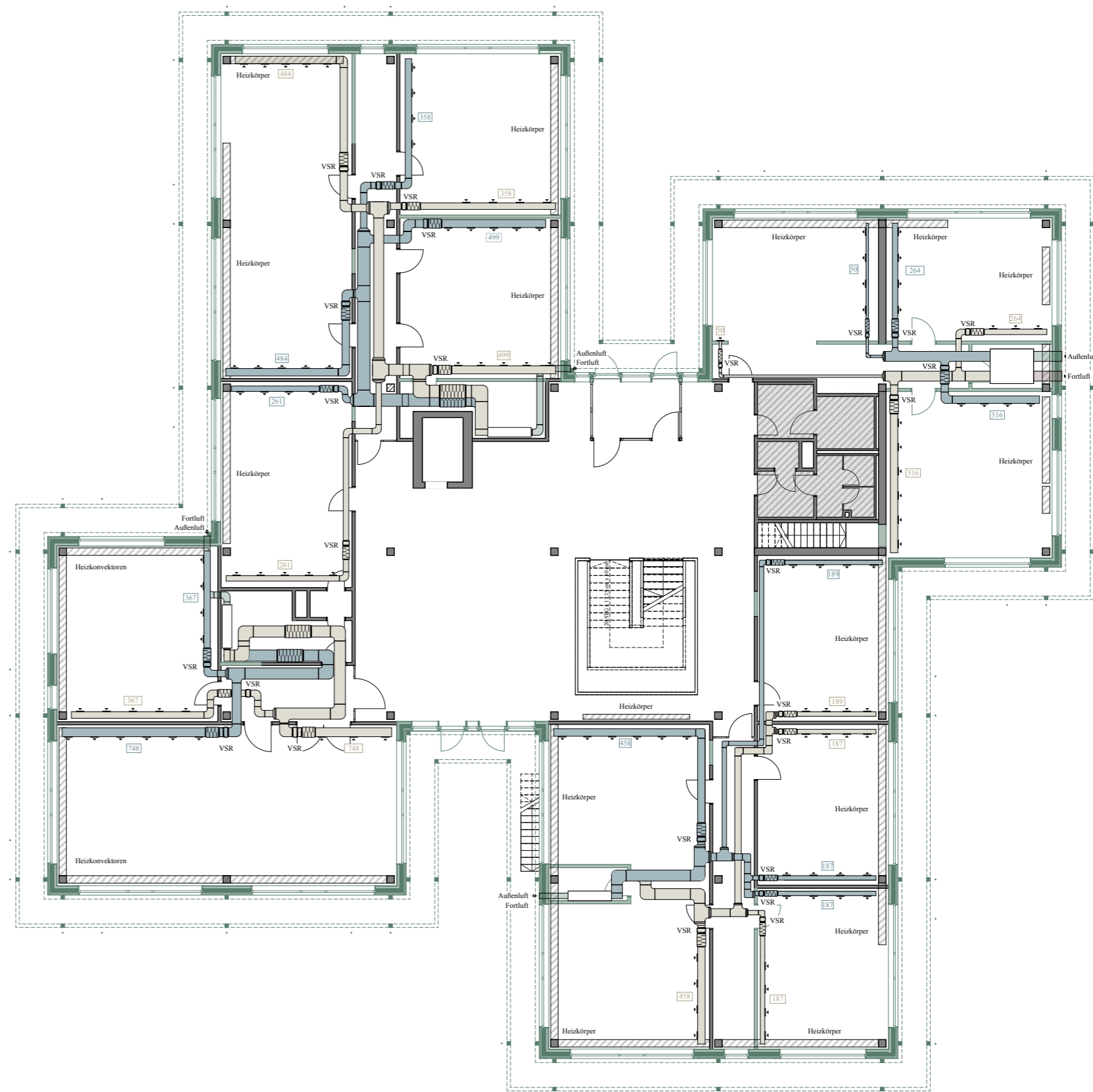
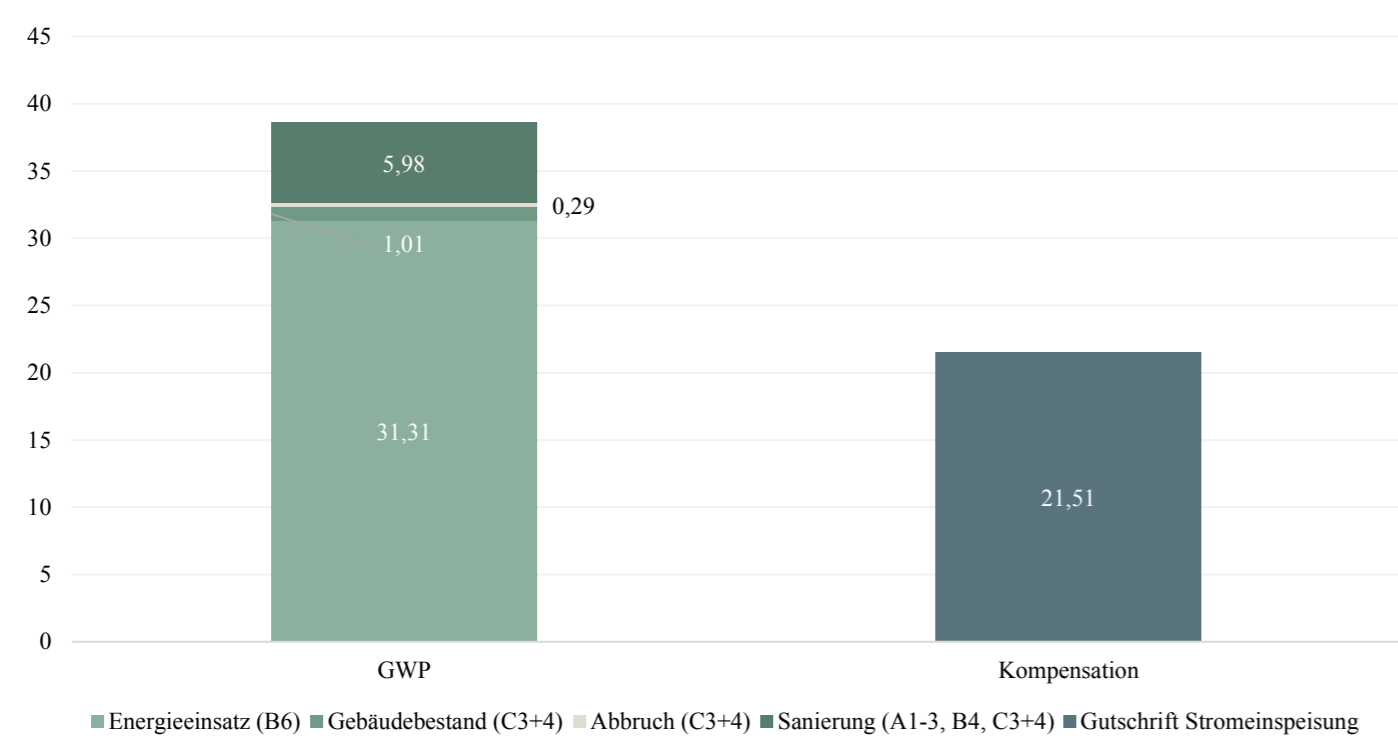
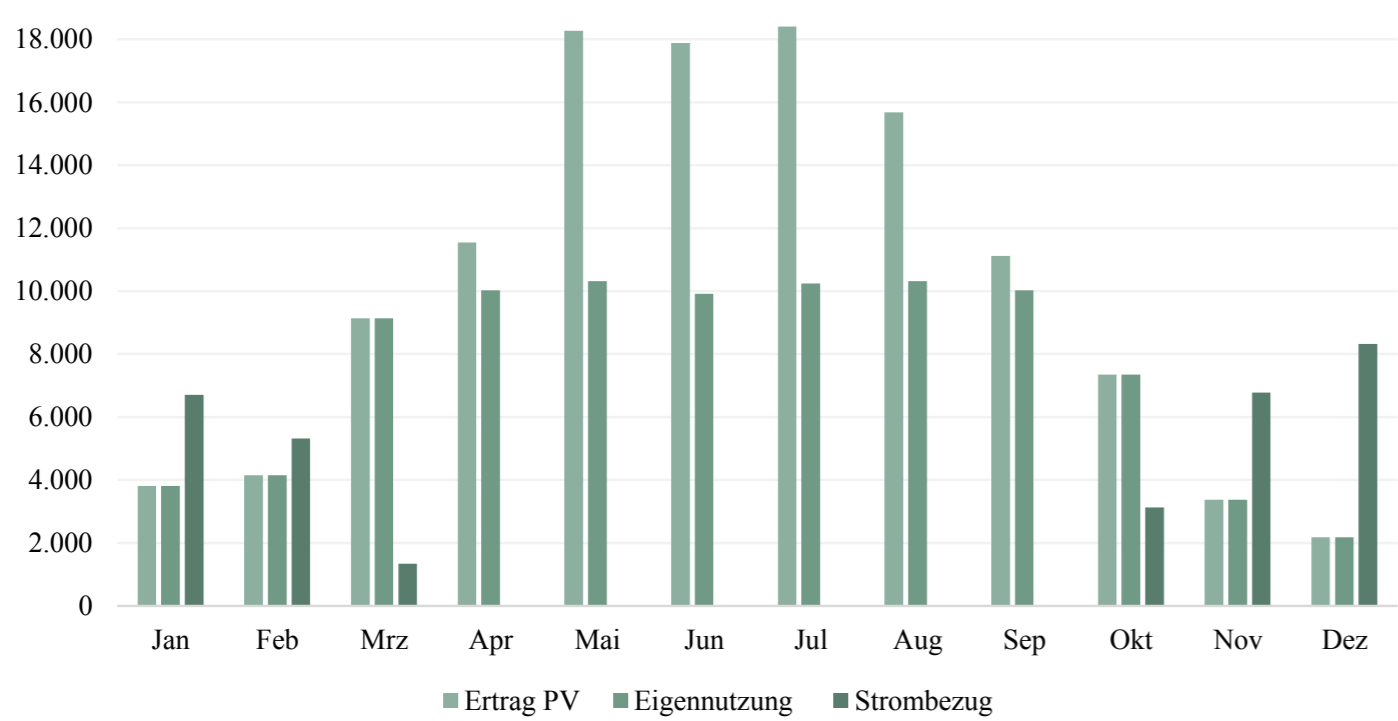
PV - ANLAGE

Anzahl PV Module: 345      PV-Fläche: 689 m<sup>2</sup>      Leistung: 122.905 kWh

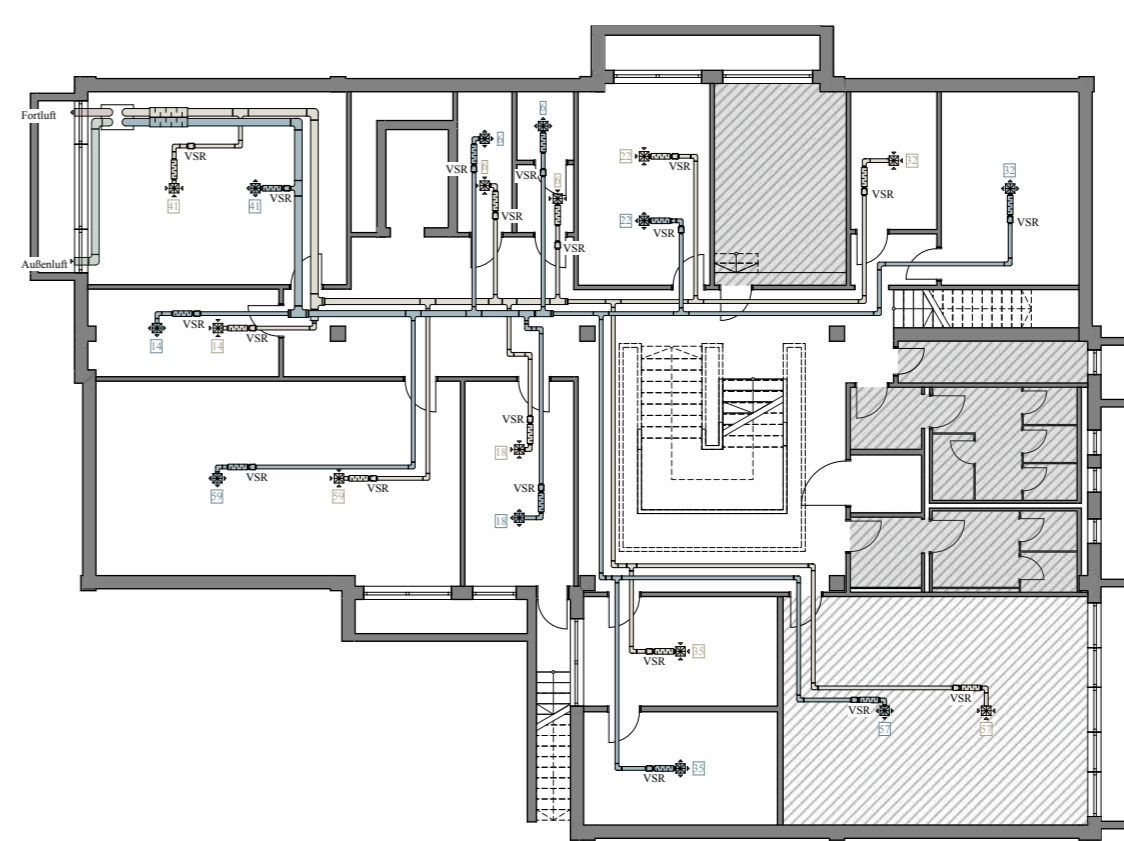
Die Dachaufsicht im Maßstab 1:200 zeigt die Anordnung der PV-Module. Die Module werden mit einem Winkel von 15° aufgeständert und hauptsächlich nach Osten und Westen geneigt. Die Oberlichter werden auch mit PV-Modulen versehen, diese sind somit nach Süden ausgerichtet.

Mit dieser vollflächigen Belegung des Dachs können pro Jahr 21,51 kg CO<sub>2</sub>-Äq. eingespart werden. Mit dieser Kompensation wird die 100%-Zielanforderung nach BNB zur Treibhausgasneutralität eingehalten.

In den Sommermonaten wird deutlich mehr Eigenstrom produziert, als benötigt wird. In den Wintermonaten ist genau das Gegenteil der Fall. Daher wird ein Langzeit- sowie ein Tagesspeicher empfohlen, um Plusenergie zu erreichen.



GRUNDRISSE EG MIT TECHNIKKONZEPT - M 1:200



GRUNDRISSE UG MIT TECHNIKKONZEPT - M 1:200

Legende

- Zuluft
- Abluft
- Außenluft
- Fortluft
- Volumenstromregler
- best. Heizkörper/ Konvektoren ca. Bereich (Austausch der Heizkörper zu Niedertemperaturheizkörper)
- Best. Lüftungsanlage Zu- & Abluft

TECHNIKKONZEPT

Der Grundriss EG und UG im Maßstab 1:200 zeigen das Technikkonzept. Dabei wird vor allem auf die Lüftungsplanung näher eingegangen. Das erste Obergeschoss ist hierbei nicht aufgeführt, jedoch verhält sich diese Lüftungsplanung analog wie der des Erdgeschosses. Sowohl das Erdgeschoss als auch das Obergeschoss werden vom offenen, zentralen Erschließungskern brandschutztechnisch abgekapselt. Somit weißt jeder Gebäudeflügel einen eigenen Brandabschnitt auf. Um vertikale Verteilungen sowie die Notwendigkeit von Brandschutzklappen zu umgehen, werden mehrere kleine Lüftungsanlagen pro Brandabschnitt geplant.

Indem weniger Volumenstrom aus einer zentralen Anlage befördert werden muss, können die Leitungsquerschnitte entsprechend verkleinert werden. Das hat zur Folge, dass die Raumhöhe nur bedingt und in einem geringen Maße reduziert wird.

Im Kellergeschoss wird lediglich ein Gerät eingeplant, das alle Räumlichkeiten versorgt. Da diese Räume von ihrer Nutzung bedingt geringe Volumenströme benötigen, fallen hierbei die Querschnitte geringer aus, wodurch nur ein Lüftungsgerät benötigt wird.

Die Lüftungsanlage stellt dabei die größte Änderung in dem Technikkonzept dar. Die Fernwärmeübergabestation bleibt erhalten, da diese noch jung ist und erst vor wenigen Jahren verbaut wurde.

Weiterhin bleiben auch die Rohrleitungen für die Heizkörper erhalten unter der Annahme, dass diese Leitungen intakt sind und keinen Austausch bedürfen. Allerdings werden die bestehenden Heizkörper durch Niedertemperatur-Heizkörper ersetzt.

LUFTUNG

- Lüftung über dezentrale Lüftungsanlagen mit einer Wärmerückgewinnung von 85 %
- es wird pro Brandabschnitt eine dezentrale Lüftungsanlage geplant
- durch den Einsatz einer Lüftungsanlage werden die Lüftungswärmeverluste deutlich reduziert

VERGLASUNG

- neue Verglasung inklusive Rahmen, um die Effizienz und den Komfort zu steigern
- 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit VSG im Innenraum
- im Süden: Wärmeschutzbeschichtung, um den Sonneneintrag zu minimieren
- außenliegender Sonnenschutz in Form von Raffstores

OPAKE AUBENWAND

- thermische Optimierung der opaken Außenwandelemente
- Austausch der bestehenden Außenwand durch eine effizientere Variante

GRÜNDACH

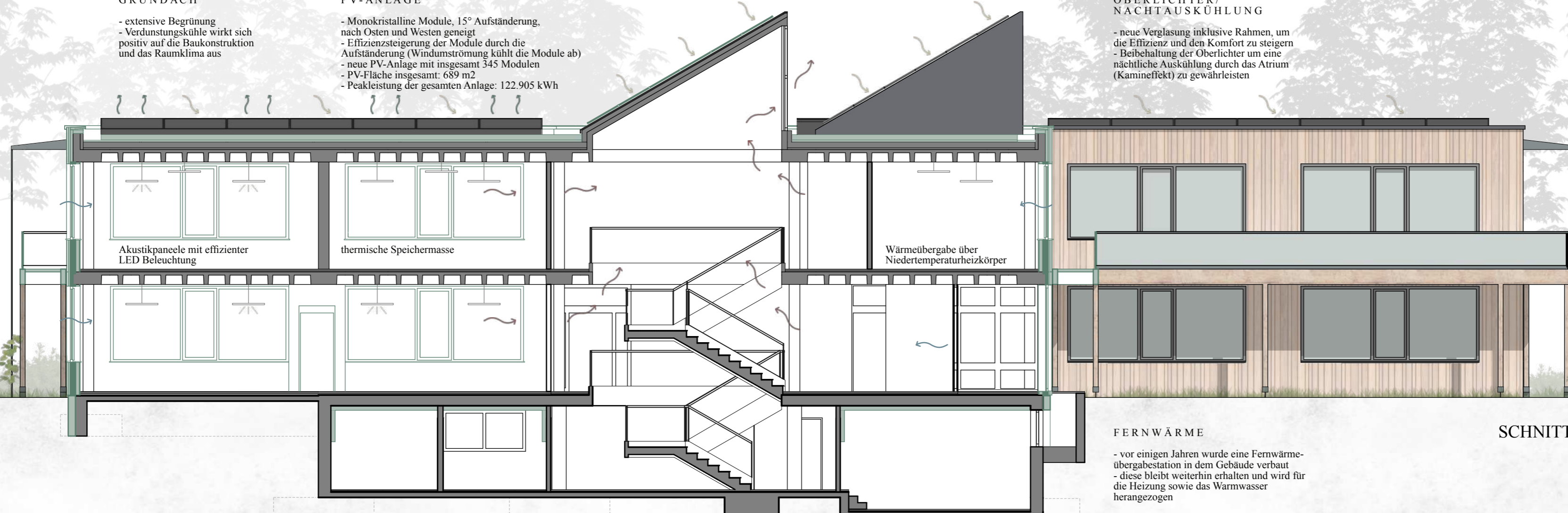
- extensive Begrünung
- Verdunstungskühle wirkt sich positiv auf die Baukonstruktion und das Raumklima aus

PV-ANLAGE

- Monokristalline Module, 15° Aufstellung, nach Osten und Westen geneigt
- Effizienzsteigerung der Module durch die Aufstellung (Windströmung kühlt die Module ab)
- neue PV-Anlage mit insgesamt 345 Modulen
- PV-Fläche insgesamt: 689 m<sup>2</sup>
- Peakleistung der gesamten Anlage: 122.905 kWh

OBERLICHTER/ NACHTAUSKÜHLUNG

- neue Verglasung inklusive Rahmen, um die Effizienz und den Komfort zu steigern
- Beibehaltung der Oberlichter um eine nützliche Ausleuchtung durch das Atrium (Kamineffekt) zu gewährleisten



FERNWÄRME

- vor einigen Jahren wurde eine Fernwärmeübergabestation in dem Gebäude verbaut
- diese bleibt weiterhin erhalten und wird für die Heizung sowie das Warmwasser herangezogen

SCHNITT B TECHNIKKONZEPT - M 1:100