

**LN 2 - 19.06.2024**

## **SANIERUNGSVORSCHLAG GEOGRAPHISCHES INSTITUT UNIVERSITÄT AUGSBURG**

M 10 Konstruktionsmethodik I SoSe 2024 I Prof. Dr. Ing. Martin Bauer, Prof. Dr. Ing. Gunther Dirk Jacob, Prof. Dr. sc. hum. Timo Schmidt

Bearbeitende: Julian Buttenmüller B.A., Niklas Lorenzen B.Eng., Mona Pfeifer B.A.



*Fotografie Bestandsgebäude von Nordwesten, 27.03.2024, Eigene Aufnahme*

# **INHALT**

GEBÄUDESTECKBRIEF

RÜCKBLICK BESTANDSANALYSE LN 1

ZIELSETZUNG

SANIERUNGSVORSCHLAG LN 2

FAZIT

# GEBÄUDESTECKBRIEF

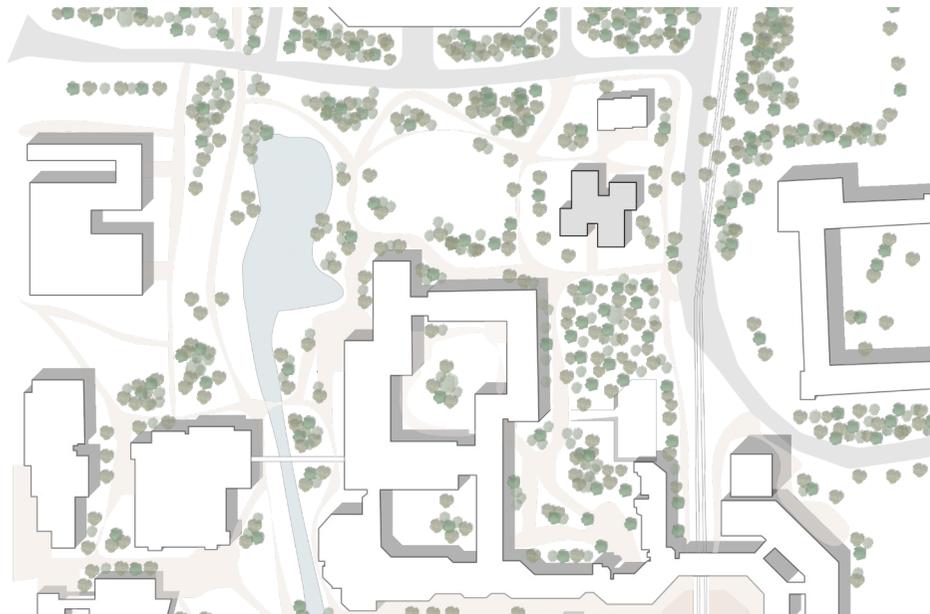
## Bestand

Untersucht wird das Fakultätsgebäude des Geographischen Instituts der Universität Augsburg. Errichtet in den Jahren 1975 bis 1976 durch das Landbauamt, prägt das Gebäude an der Adresse Alten Postweg 118 die Nordostecke des Universitätsgeländes Augsburg. Es symbolisiert den Anfang der baulichen Entwicklungen auf dem Campus. Der architektonische Entwurf zeichnet sich durch eine einzigartige Anordnung aus: Zentral positioniert findet sich ein großes Quadrat, umgeben von vier weiteren Quadraten, die jeweils in einer windmühlenähnlichen Formation leicht versetzt angeordnet sind. Diese Struktur wird an den Ost- und Westflanken durch zusätzliche, kleinere Quadrate bereichert, während

die Hauptzugänge des Gebäudes an den Nord- und Südfronten angelegt sind.

Im Herzen des Erdgeschosses liegt der zentrale Eingangsbereich, welcher direkt zum Empfang und dem Haupttreppenhaus führt. Dieses Geschoss dient als dynamischer Treffpunkt, der neben der Funktion als Eingangshalle auch Räumlichkeiten für öffentliche Veranstaltungen und Besprechungen bereithält und als Ausstellungsbereich genutzt wird. Das Gebäude beherbergt eine Vielzahl von Nutzungsmöglichkeiten, darunter Seminarräume, Büros und verschiedene Nebenräume. Eine Besonderheit ist die Hausmeisterwohnung, die sich ebenfalls im Erdgeschoss befindet.

Die bauliche Struktur basiert auf einem Stahlbetonskelett mit Pendel-



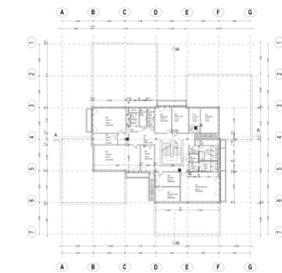
Lageplan Universitätsviertel Augsburg, Eigene Darstellung



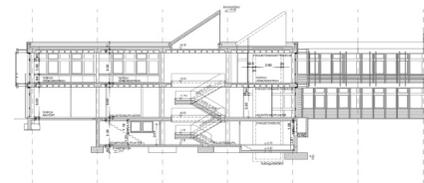
Grundriss OG



Grundriss EG



Grundriss UG



Schnitt B-B

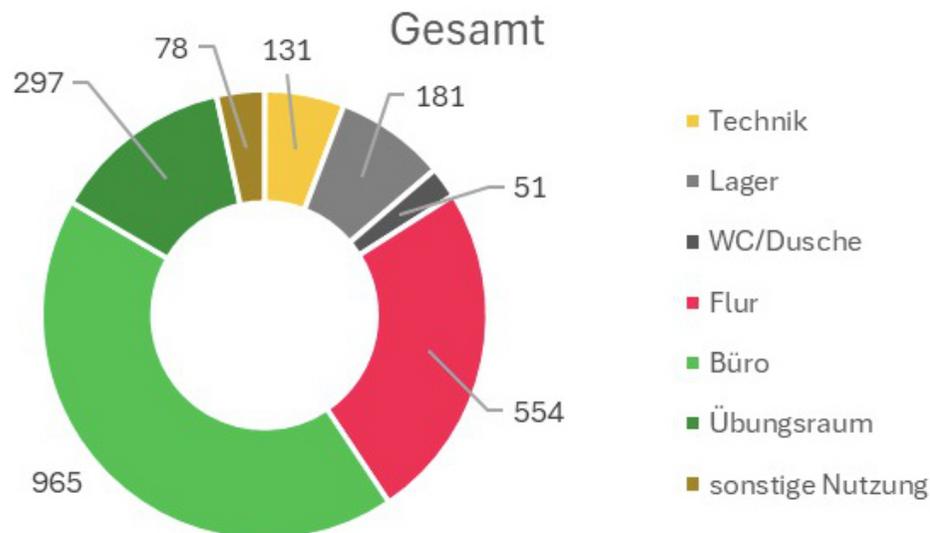
stützen, das ein regelmäßiges Stützenraster von 6,60 x 6,60 Metern aufweist. Das Entwurfsraster von 0,60 x 0,60 Metern erlaubt eine flexible Nutzung und Anpassung der Räumlichkeiten. Für die Stabilität des Gebäudes sorgen Windscheiben, während die optisch freigelegten Stahlbetonkassettendecken dem Innenraum ein charakteristisches Aussehen verleihen. Die Fassade setzt sich aus Holzelementen zusammen, ergänzt durch Stahlroste für die umlaufenden Fluchtbalkone im Obergeschoss und externen Sonnenschutz an den Ost-, Süd- und Westfassaden. Im Inneren finden sich Gipskartonwände, die mit Holz verkleidet sind, und der Bodenbelag variiert zwischen Holzpflaster in den öffentlichen Bereichen und Teppich in den Büro- und Nebenräumen.

Mit einer Gesamtnutzfläche von etwa 2250 Quadratmetern wurde bei der Planung des Gebäudes großer Wert auf die Schaffung gleichwertiger Arbeitsbedingungen und die Förderung von Informationsaustausch und Zusammenarbeit gelegt.

## Flächen und Nutzung

Bei der Planung und Analyse von Gebäuden spielen Normen wie die DIN 277 eine entscheidende Rolle. Sie definiert Schlüsselbegriffe wie die Brutto-Grundfläche (BGF) und die Netto-Grundfläche (NGF). Die NGF umfasst Nutzflächen (NF), Verkehrsflächen (VF) und Technikflächen (TF). Die Gesamt-NGF des Gebäudes beträgt 2256,46 m<sup>2</sup>, verteilt auf Untergeschoss (UG), Erdgeschoss (EG) und Obergeschoss (OG). Im UG sind vor allem Technik- und Lagerflächen (142,96 m<sup>2</sup> für Technik und 131,94 m<sup>2</sup> für Lager), WC/Dusche und Flure untergebracht. Das EG dient als Büro (295,15 m<sup>2</sup>) und Übungsräume (212,64 m<sup>2</sup>), mit Technik- und Lagerflächen. Das OG beherbergt Büro-

flächen (651,55 m<sup>2</sup>) und kleinere Technik- und Lagerflächen. Die Gesamtflächen belaufen sich wie folgt: Die Bruttogrundfläche (BGF) beträgt **2544,27 m<sup>2</sup>**, die Netto-Grundfläche (NGF) liegt bei **2256,46 m<sup>2</sup>**, die Nutzfläche (NF) umfasst 1597,00 m<sup>2</sup>, die Verkehrsfläche (VF) erstreckt sich über 532,14 m<sup>2</sup>, und die Technikfläche (TF) beträgt 127,32 m<sup>2</sup>. Büroflächen machen etwa 42% der NGF aus, Flure etwa 24%, und Technik- und Lagerflächen etwa 20%. Im Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) wird dies durch die Kenngröße Flächen-effizienz berücksichtigt. Diese berechnet sich durch die Division der NF durch die BGF. Das Institutgebäude würde dabei fast den Richtwert von 0,6 % erreichen, was **47 Punkte für die Flächeneffizienz im BNB** bedeutet.



Aufteilung der Flächen



Fotografie Bodenbelag UG



Fotografie Zustand Fassade

## Baulicher Zustand

Der bauliche Zustand des Gebäudes weist signifikante Mängel auf. Die **Fassade ist sowohl optisch als auch energetisch veraltet** und benötigt dringend eine Sanierung, um modernen Standards zu entsprechen.

Kritische Bauteile wie Balkone und Attika zeigen erheblichen Algenbewuchs, der auf unzureichenden Feuchtigkeitsschutz hinweist und potenziell die Bausubstanz gefährdet. Zudem ist die **Fluchtwegeführung über die Balkone nicht nur unzureichend, sondern entspricht auch nicht den aktuellen Sicherheitsvorschriften**. Abgestellte Geräte blockieren zusätzlich die Fluchtbalkone, was das Risiko im Notfall erheblich erhöht. Der **Sonnen-**

**schutz des Gebäudes ist stark beschädigt** und teilweise funktionsunfähig, was nicht nur den Komfort beeinträchtigt, sondern auch die Nutzer in ihrer Arbeit einschränkt. Außerdem ist der **Fußbodenbelag im Untergeschoss teilweise rückgebaut**.

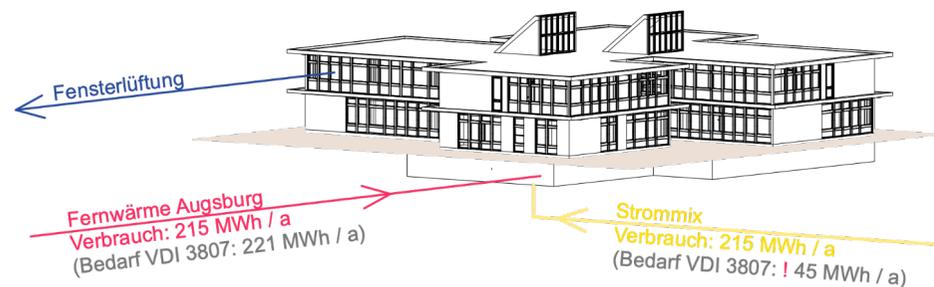
Die Pflastersteine im Außenbereich zeigen ebenfalls deutlichen Instandsetzungsbedarf.

# RÜCKBLICK BESTANDSANALYSE LN 1

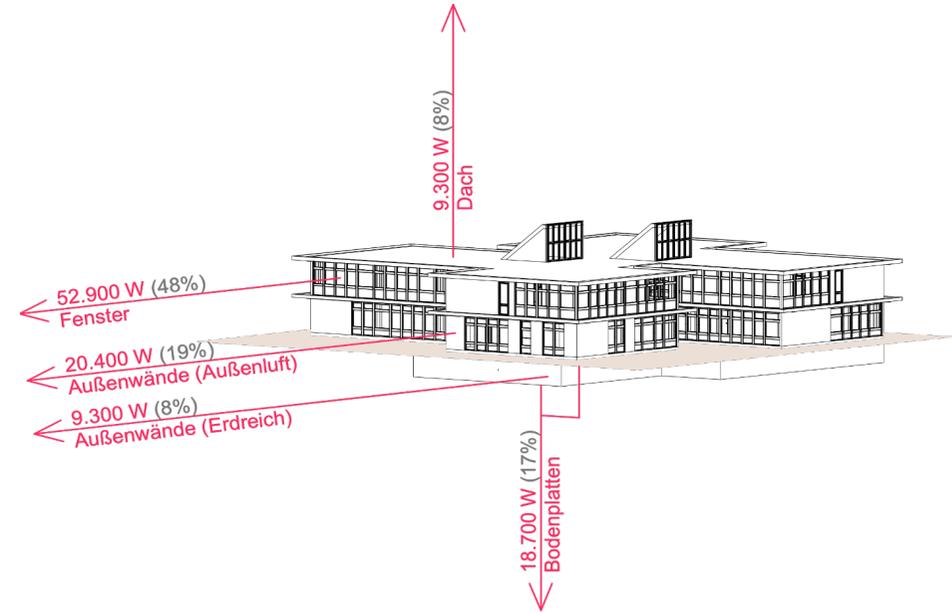
## Energetischer Zustand

Die energetische Bewertung des Dienstgebäudes des Universitätsbauamts Augsburg zeigt signifikante Unterschiede in den U-Werten, welche die Energieeffizienz des Gebäudes beeinflussen. Insbesondere die Dachflächen und Dachaufbauten mit U-Werten von 0,14 W/(m<sup>2</sup>K) und 0,19 W/(m<sup>2</sup>K) weisen eine sehr gute Wärmedämmung auf. Diese Bereiche wurden bereits saniert. Im Gegensatz dazu repräsentieren die Fenster und Dachfenster mit einem U-Wert von 2,60 W/(m<sup>2</sup>K), sowie die Kellerwände gegen Erdreich mit einem U-Wert von 2,22 W/(m<sup>2</sup>K) erhebliche energetische Schwachstellen. Diese Bauteile sind für erhebliche Wärmeverluste verantwortlich und beeinträchtigen die Gesamt-

energieeffizienz des Gebäudes deutlich. Die Fensterbrüstungen und die Pfosten bzw. Rahmenriegel mit U-Werten von 0,42 W/(m<sup>2</sup>K) bzw. 0,55 W/(m<sup>2</sup>K) zeigen zwar eine bessere, aber immer noch verbesserungswürdige Isolationsleistung. Der Energieverbrauch des Gebäudes im Jahr 2022 umfasste 173.000 kWh für Strom und 202.000 kWh für Fernwärme. Dies stellt eine Reduktion gegenüber 2019 dar, wo der Stromverbrauch 188.000 kWh und der Fernwärmeverbrauch 228.000 kWh betrug. Durch die Mittelung der Verbrauchsdaten von 2019 und 2022 ergibt sich ein durchschnittlicher jährlicher Stromverbrauch von 180.500 kWh und ein durchschnittlicher Fernwärmeverbrauch von 215.000 kWh. Eine detaillierte Analyse des Energieverbrauchs pro



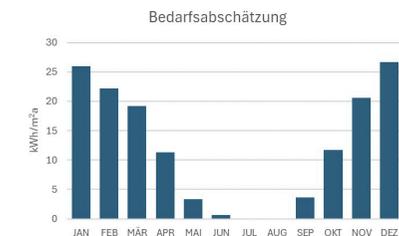
Technische Bestandsanalyse, Eigene Darstellung



Transmissionswärmeverluste, Eigene Darstellung

Quadratmeter ergab einen durchschnittlichen Stromverbrauch von etwa 83 kWh/m<sup>2</sup> und einen Fernwärmeverbrauch von 99 kWh/m<sup>2</sup>. Die VDI-Richtlinie 3807 Blatt 2 dient als Basis für den Vergleich von Energieverbrauchskennwerten, indem sie eine objektive Bewertung der Energieeffizienz ermöglicht. Der Vergleich des realen Verbrauchs mit den VDI-Standardwerten zeigt, dass der Heizenergieverbrauch pro m<sup>2</sup> den Standards entspricht, während der **Stromverbrauch deutlich darüber liegt**. Dieser könnte sich auf den Einsatz von Elektroheizgeräten oder anderen energieintensiven Geräten zurückzuführen. Eine weitere mögliche Erklärung für die Abweichung könnte sein, dass ein weiteres Gebäude auf demselben Stromzähler erfasst wird. Zusätzlich wurde

der Heizbedarf mittels Monatsbilanzverfahren ermittelt, jedoch ergibt sich hier eine deutliche Diskrepanz (99 kWh/m<sup>2</sup> zu 143 kWh/m<sup>2</sup>) in der Betrachtung des Heizbedarfs.



Monatsbilanzverfahren

# BNB-BEWERTUNG

## Soziokulturelle Qualität

**BNB 3.1.1**  
Thermischer Komfort  
Komfort wird mit thermischer Simulation detailliert in LN2 vertieft

**BNB 3.1.3**  
Innenraumlufthygiene  
Bewertung nach BNB folgt in LN2

**BNB 3.1.5** Visueller Komfort  
Aktuell 0 von 100 Punktketen erreicht.

1. DF 15 P / 15 P
2. Nutzbel. tbd / 15 P
3. Sichtver. 5 P / 10 P
4. Blendf. 5 P / 10 P
5. Kunstl. 2 P / 5 P
6. Lichtvert. 3 P / 20 P
7. Farbwied. Tbd/ 15 P

## Prozessqualität

**BNB 5.1.1**  
Projektvorbereitung

## Ökologie

**BNB 1.1.1**  
Treibhausgas  
Gesamtgebäude 10 von 100 Punktketen erreicht.

**BNB 1.2.1**  
Primärenergiebedarf  
Gesamtgebäude 30 von 100 Punktketen erreicht.

1. PEne 6 P / 60 P
2. PEge 4 P / 40 P
3. PEE 20 P / 20 P

## Ökonomie

**BNB 2.1.1**  
Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus wird in LN2 vertieft

## Standortmerkmale

**BNB 6.1.1** Risiken am Mikrostandort

### Legende

- P Quantitativ bewertet  
P Angenommener Wert  
tbd Wird im weiteren Verlauf geklärt

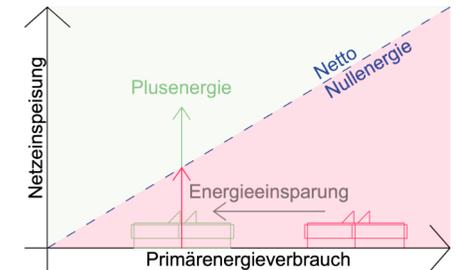
# MACHBARKEITSSTUDIE

## PV-Deckung

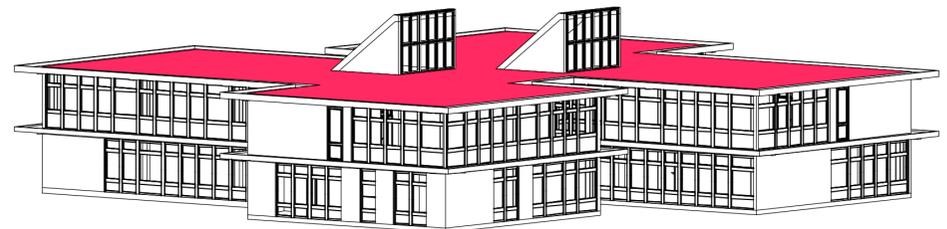
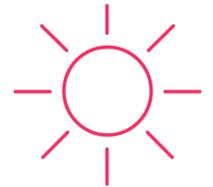
Die Machbarkeitsstudie untersucht das Potenzial der Photovoltaik-Deckung, um den Energiebedarf des Gebäudes mit erneubaren Energien abzudecken. Mit einer nutzbaren Dachfläche von 395 m<sup>2</sup> und einem jährlichen potenziellen Photovoltaik-Ertrag von 86.505 kWh zeigt sich eine Lücke von 2,1-facher Größe zwischen dem aktuellen Stromverbrauch und dem möglichen PV-Ertrag. Dieser steigt unter Berücksichtigung eines äquivalenten Strombedarfs für die Heizenergie um das 3,2-fache. Sodass für die Umsetzung eine PV-Fläche von etwa 1264 m<sup>2</sup> erforderlich wäre, um den gesamten Energiebedarf des Bestandsgebäudes zu decken.

**Strom Bestand: 181 Mwh / a**  
**Strom Wärmepumpe (COP 2,5): 86 Mwh / a**

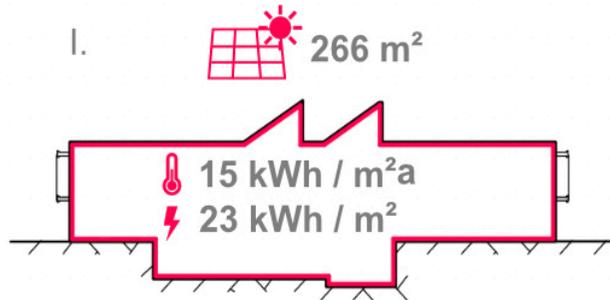
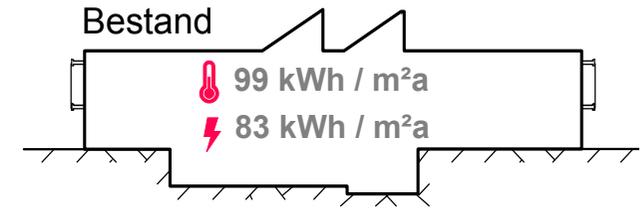
**Gesamt: 267 Mwh / a**  
**-> ca. 1200 m<sup>2</sup> PV- Fläche**



**650 m<sup>2</sup> Dachfläche PV**

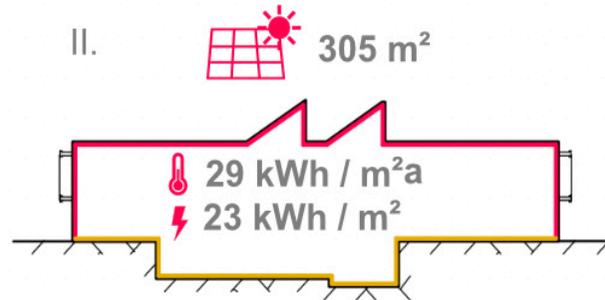


# VARIANTENVERGLEICH



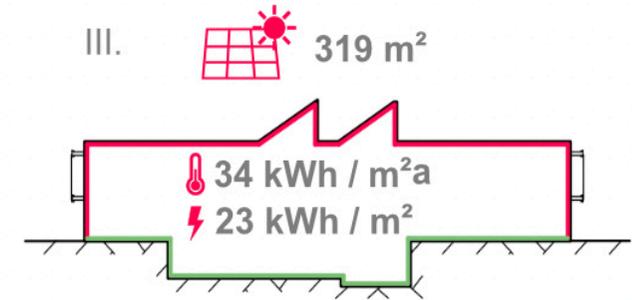
## Alle Bauteile Passivhaus-U-Werte

- + Durchgehende & gleichwertige Hülle
- Dämmung im Erdreich nicht umsetzbar
- Tauwasserausfall bei hoher Innendämmung
- COP 3,5



## Dach & Wand Passivhaus-U-Werte Keller & Bodenpl. verbess. U-Werte

- + Kein Tauwasserausfall
- + Einbau einer Fußbodenheizung
- dürftige U-Werte bei Bauteilen geg. Erdreich
- COP 3,5



## Dach & Wand Passivhaus-U-Wert Keller & Bodenplatte Bestand

- + Kein Tauwasserausfall
- Kein Einbau einer Fußbodenheizung
- Schlechte U-Werte bei Bauteilen g. Erdreich
- COP 3,5

## Sanierung zu einem Plusenergiehaus

Die Entwicklung von Sanierungsvarianten ist entscheidend, um die Diskrepanz zwischen dem aktuellen Energieverbrauch und dem möglichen Ertrag aus PV-Anlagen zu adressieren. Ziel ist es, das Passiv-

hauskonzept auf den Bestand anzuwenden und die thermische Hülle beizubehalten. Neben der Anpassung der U-Werte werden auch Veränderungen in den internen Gewinnen berücksichtigt, was zu einer Verringerung des Strombedarfs führt. Zudem wird ein effizientes Lüftungskonzept integriert sowie Maßnahmen zur Optimierung der Wärmebe-

reitstellung und -übergabe umgesetzt. Eine Variante sieht eine Sanierung aller Bauteile auf Passivhausniveau vor. Jedoch wird deutlich, dass bei den Bauteilen mit Erdkontakt nur mit reduzierten U-Werten gedämmt werden kann. Hierdurch ergeben sich die Varianten 2 (Sanierung auf Passivhausniveau mit Berücksichtigung des Feuchteschutzes) und 3

(Sanierung von Fassade und Dach mit Passivhaus-U-Werten), um die Energieeffizienz gezielt zu steigern.

# MACHBARKEITSSTUDIE

## Learnings

### Visueller Komfort

Austausch Fassade ohne Balkone  
für Blickbezug Bodenebene  
Erhöhte Tageslicht Versorgung  
Sonnenschutz durchsehbar

### Thermischer Komfort

Austausch Fassade ohne Balkone  
für Blickbezug Bodenebene  
Erhöhte Tageslicht Versorgung

### Innenraumlufthygiene

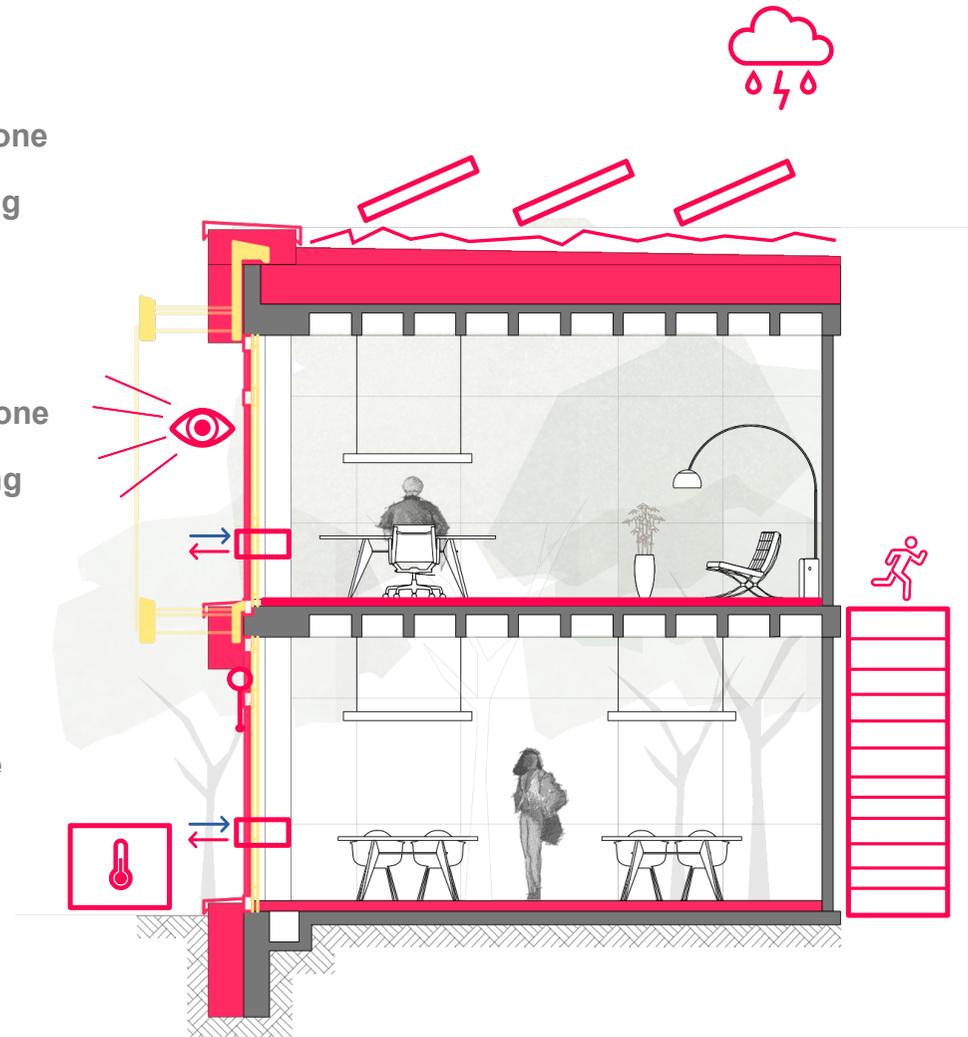
Dichte Hülle -> Lüftungsanlage  
Schadstofffreie Materialien

### Energetischer Zustand

Fensterlüftung mit Verlusten  
-> RLT mit WRG einbauen  
Sanierung der Hülle notwendig  
Fußbodenheizung für Betrieb einer  
WP notwendig  
Balkone sind Wärmebrücken  
> Abbruch der Balkone  
Kompensation PV

### Baulicher Zustand

Sanierungsbedarf der Fassade  
Sanierungsbedarf des Fußbodens (UG)  
Rettungswegekonzept



### Standort

Umgang mit  
Starkwetterereignissen  
erhöhten Temperaturen  
Dachbegrünung  
Wassermanagement  
Lüftungsanlage?

### Flächen & Nutzung

Flächeneffizienz bei 0,59  
-> Steigerungspotential

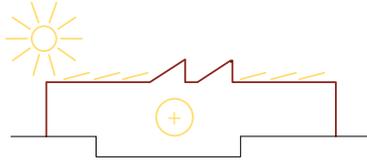
### Winterlicher & Sommerlicher Wärmeschutz

Austausch der Fassade  
Dämmung Boden  
Einbau Fußbodenheizung  
Flexibler Sonnenschutz?

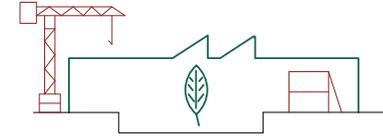
### Lebenszyklus

Verbrauch reduzieren >  
Sanierungsmaßnahmen  
Rohbau GWP > stehen

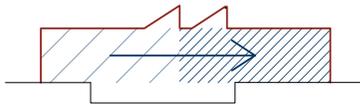
# ZIELSETZUNG



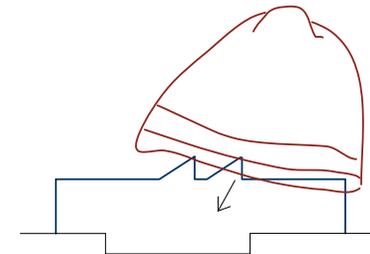
**Sanierung zu einem Plusenergiehaus**



**Nachhaltige Sanierung**



**Steigerung der Flächeneffizienz**

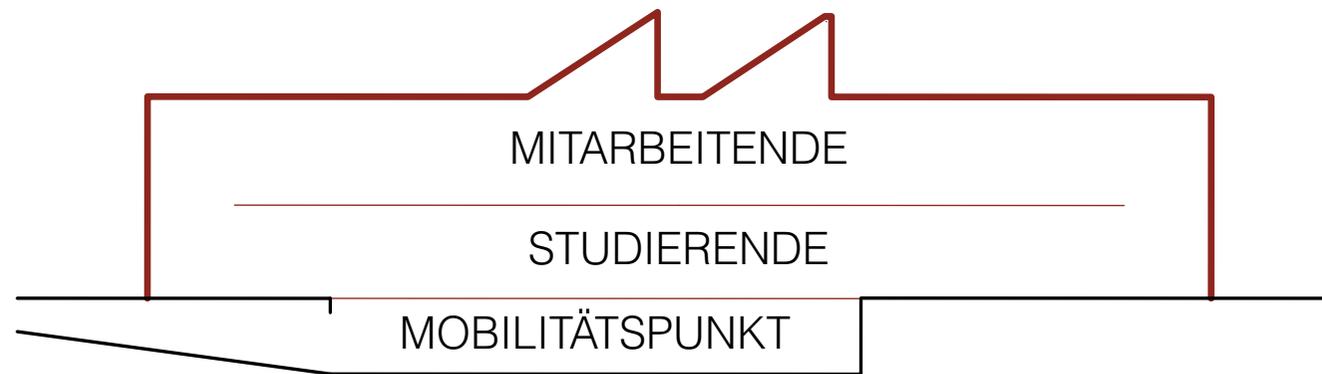


**Nutzerinnenkomfort steigern**



Fotografie Bestandsgebäude Raum 1001 / 02 Übungsraum

# SANIERUNGSVORSCHLAG LN 2



## Entwurfskonzept

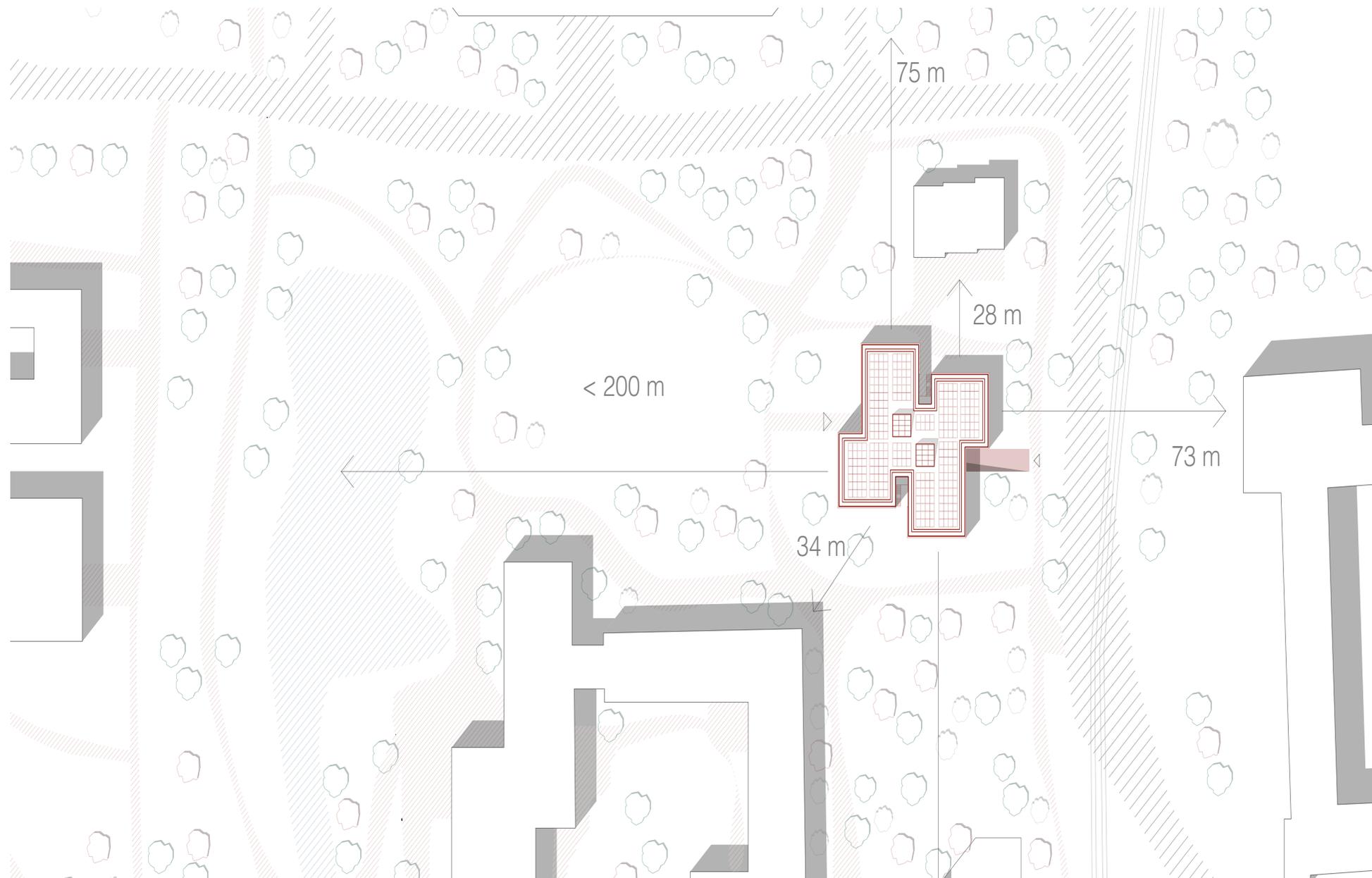
Die geplante Sanierung des Gebäudes sieht eine umfassende Umstrukturierung der Nutzungsebenen vor, um den Anforderungen moderner Arbeits- und Lernwelten gerecht zu werden. Der aktuelle Bestand gliedert sich wie folgt: Im Erdgeschoss

befinden sich Vorlesungsräume und Büros, im Obergeschoss ausschließlich Büros und im Keller, der teilweise innerhalb der thermischen Hülle genutzt wird, jedoch überwiegend als Stauraum dient. Ein zentrales Element der Sanierung ist die Umnutzung des Kellers zu einem modernen Mobilitätspunkt. Desk-Sharing bietet flexible Arbeitsplätze

für alle Mitarbeitenden, mit verschiedenen Arbeitszonen für unterschiedliche Aufgaben. Ähnlich wie in einer Universitätsbibliothek wählen die Nutzer ihren Arbeitsplatz. Das Konzept umfasst Kommunikationsflächen und stille Arbeitsräume. Eine Desk-Sharing-Ratio von 1,2 bedeutet, dass für 78 Mitarbeitende 64 Arbeitsplätze erforderlich sind. Freige-

wordene Flächen werden in Kommunikations-, Fokus- und Erholungsbereiche umgewandelt, die alternative Arbeitsmöglichkeiten bieten.

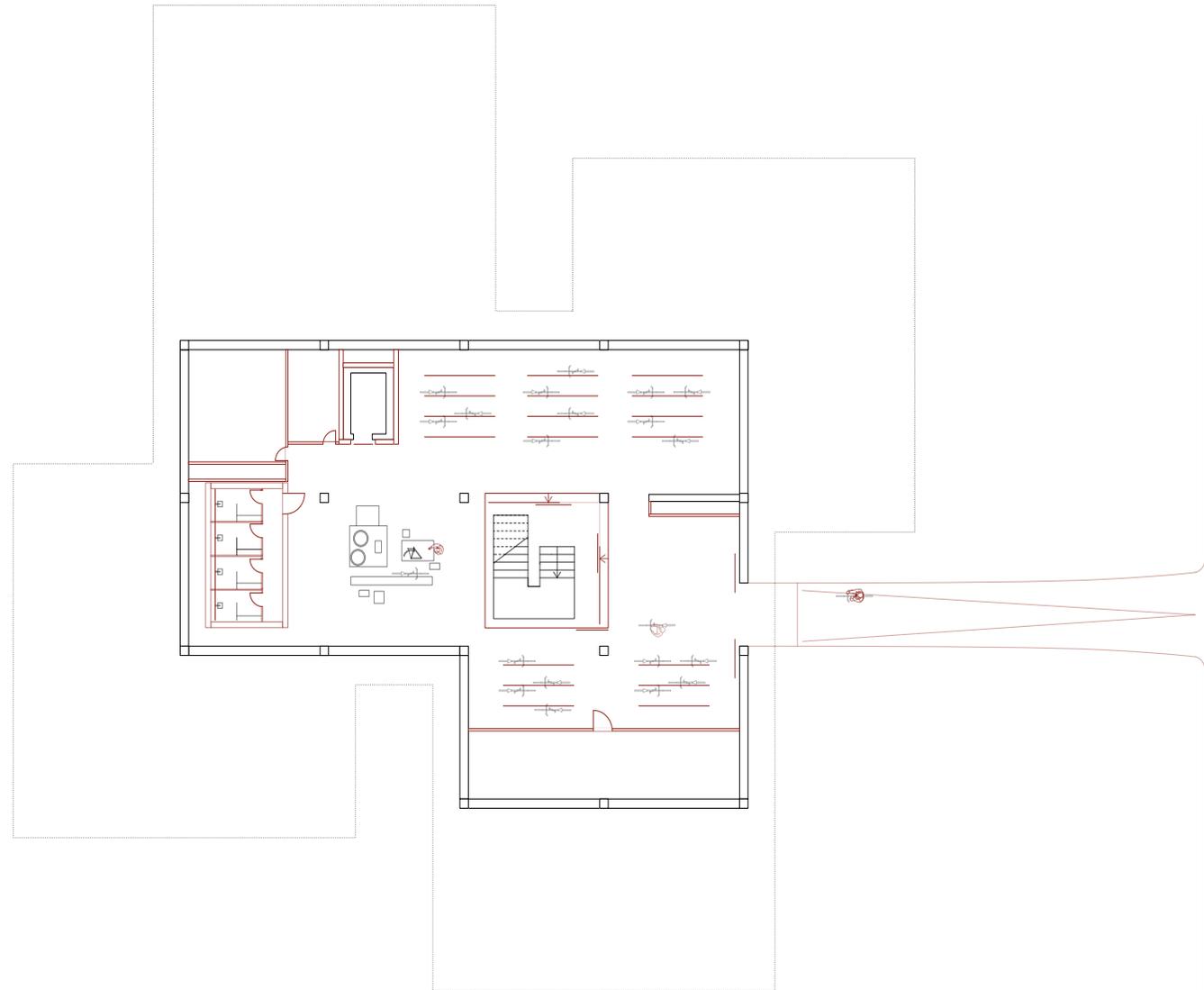
# Lageplan



## GRUNDRISS UG

Der neue Fahrradkeller wird mit Duschen ausgestattet, um den Mitarbeitern die Möglichkeit zu geben, sich nach der Ankunft frisch zu machen. Diese Maßnahme soll Anreize schaffen, alternative Ankunftsarten wie das Fahrradfahren oder Joggen zu wählen. Zusätzlich wird eine Fahrradwerkstatt eingerichtet, die es ermöglicht, Fahrräder vor Ort zu warten und zu reparieren. Durch die attraktive Gestaltung des Ankommensbereichs wird die Motivation, das Fahrrad als tägliches Verkehrsmittel zu nutzen, erheblich gesteigert.

Der Keller befindet sich außerhalb der thermischen Hülle, bis auf die Erschließungselemente. Der Aufzug wird im UG gedämmt. Die Treppe erhält einen Sockel der sie thermisch vom Keller trennt und somit eine durchgehende thermische Hülle bis zum Anschluss im EG ermöglicht.



## Grundriss EG

Das Erdgeschoss wird vollständig den Bedürfnissen der Studierenden angepasst. Der vorhandene Raum wird deutlich erweitert, um mehr Vorlesungsräume sowie zusätzliche Übungsräume zu schaffen. Diese flexiblen Räumlichkeiten ermöglichen es, den unterschiedlichen Anforderungen der Lehrveranstaltungen gerecht zu werden. Eine Mittelzone wird für Events und Veranstaltungen genutzt und der Haupteingang des Gebäudes wird auf die Westseite verlegt, um eine bessere Erreichbarkeit und einen fließenden Zugang zu gewährleisten. Diese Veränderungen tragen dazu bei, das Erdgeschoss zu einem lebendigen und dynamischen Ort des Lernens und Austauschs zu machen.



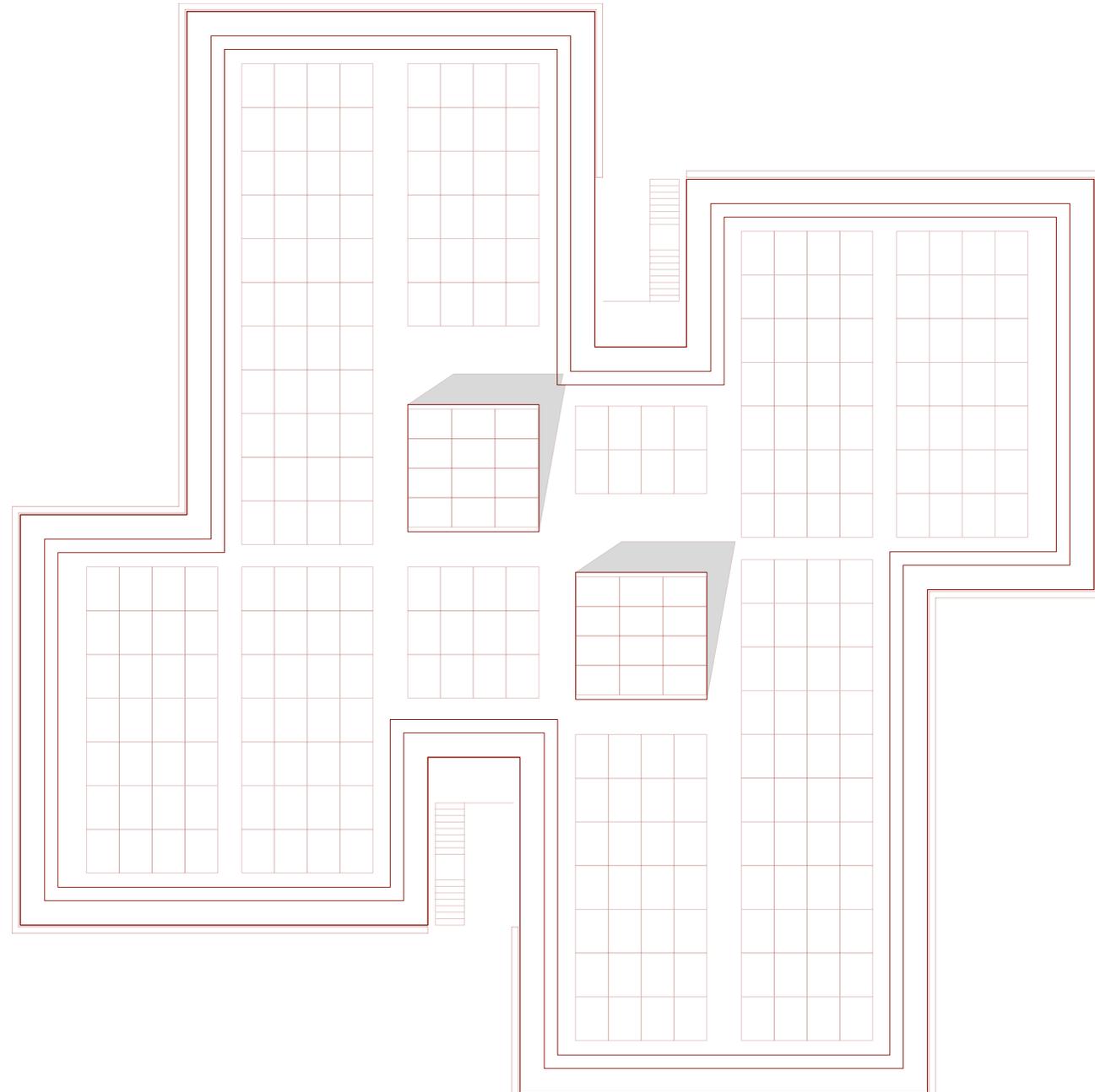


## Dachaufsicht

Auf dem Dach des Gebäudes wird eine bedeutende Photovoltaikanlage installiert. Insgesamt gibt es Platz für 296 PV-Module, jedes mit einer Grundfläche von 2,2 m<sup>2</sup>. Aufgrund ihrer hohen Effizienz wurden monokristalline Module mit einem Wirkungsgrad von 22 % ausgewählt. Ein Reduktionsfaktor von 88 % wird wegen möglicher Verschmutzung berücksichtigt.

Die Module sind in einer Ost-West-Ausrichtung mit einer Neigung von 7,5° installiert. Diese Ausrichtung ermöglicht einen guten Wasserablauf und minimiert die Verschattung, was die optimale Nutzung der Dachfläche gewährleistet. Zusätzlich werden 12 PV-Module auf den Oberlichtern des Daches angebracht, die in einem Winkel von etwa 35° installiert sind. Die Oberlichter wurden vollständig mit PV-Modulen belegt, und es wurde darauf geachtet, dass die Module keine gegenseitige Verschattung verursachen.

Bei der Installation der PV-Module wurde darauf geachtet, Abstände zur Attika und Gänge für die Wartung frei zu halten. Dies stellt sicher, dass Wartungsarbeiten problemlos durchgeführt werden können, ohne die Module zu beeinträchtigen. Durch diese sorgfältige Planung und Platzierung der PV-Module wird das Dach optimal genutzt, um eine maximale Effizienz und Leistung der Photovoltaikanlage zu gewährleisten.

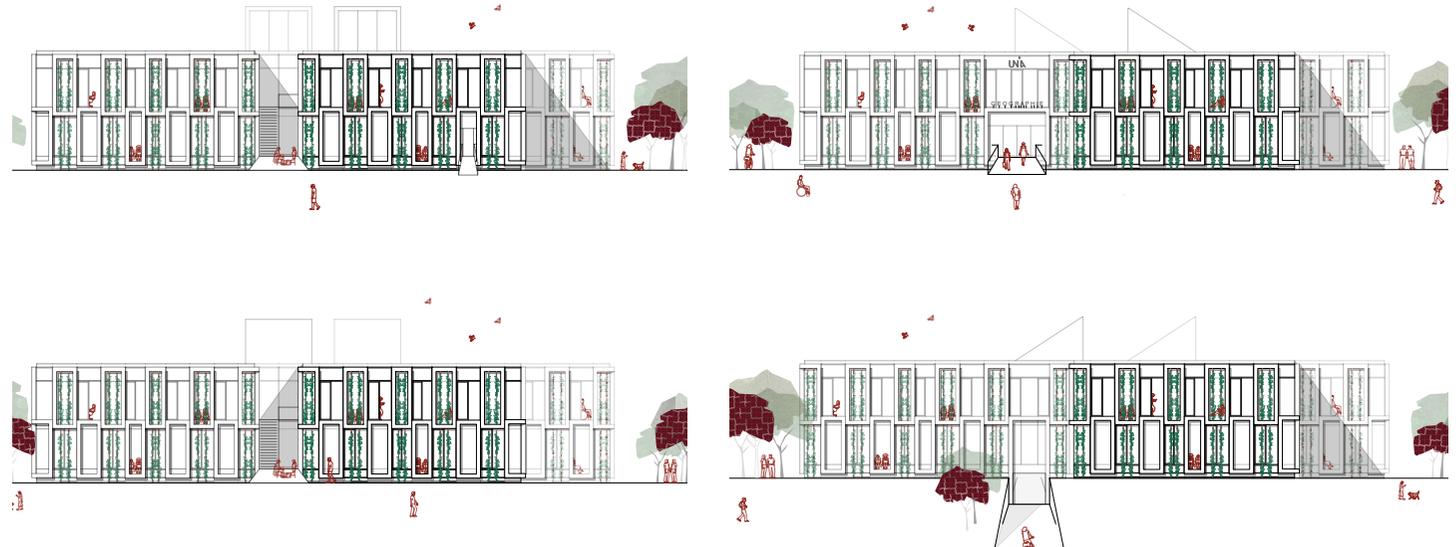


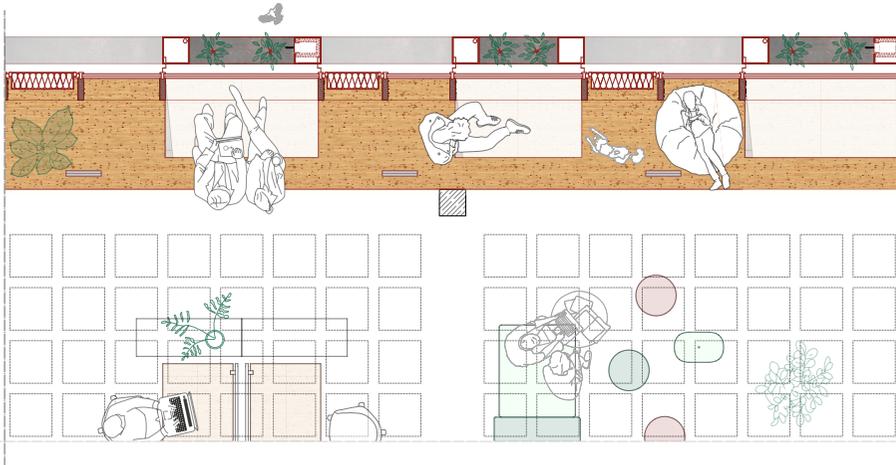
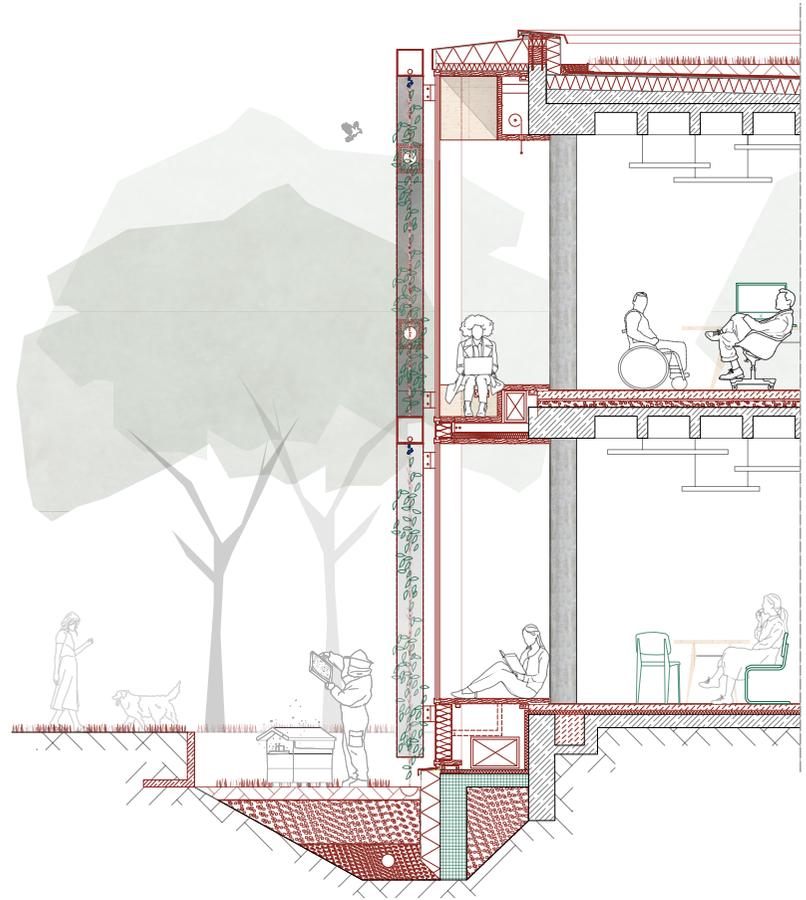
## Fassade

Das Konzept erweitert den Ausblick durch Versprünge nach oben und unten, wodurch die Geschossdecke überwunden wird. Die Fassade wird in die Ebene des ehemaligen Balkons gesetzt, was eine Vertiefung schafft und den Blick sowohl nach unten als auch nach oben erweitert. Entstehende Sitzlandschaften laden zum Besprechen, Arbeiten oder Entspannen ein.

Eine Schwelle zwischen den Stützen verhindert ein versehentliches Eintreten. In die Sitzstufe ist ein Zuluftkanal integriert, der als Quelllüftung dient. Aufgrund des Fassadenversprungs variieren die Fenstergrößen, was zu einem interessanten Fassadenbild führt. Gekantete Rahmen aus recyceltem Kupfer betonen die Sitzfenster und haben 90 Prozent weniger Emissionen als neues Kupfer. Diese Rahmenelemente dienen auch der Begrünung und können begrünte Kordeln, Bewässerungsleitungen und eine Auffangrinne aufnehmen.

Die erweiterten Glaselemente über die Deckenebene hinaus erfordern eine Absenkung des Geländes, was das Gebäude gestalterisch aus dem Erdreich erhebt. Ein barrierefreier Zugang erfolgt über einen kurzen Steg. Lüftungsflügel in Holzoptik sorgen für Nachtlüftung und erhöhen den sommerlichen Wärmeschutz. Im Sockelbereich wird mit Glasschaumschotter aufgefüllt, um das Erdreich zu erwärmen, sofern kein Grundwasser vorhanden ist.



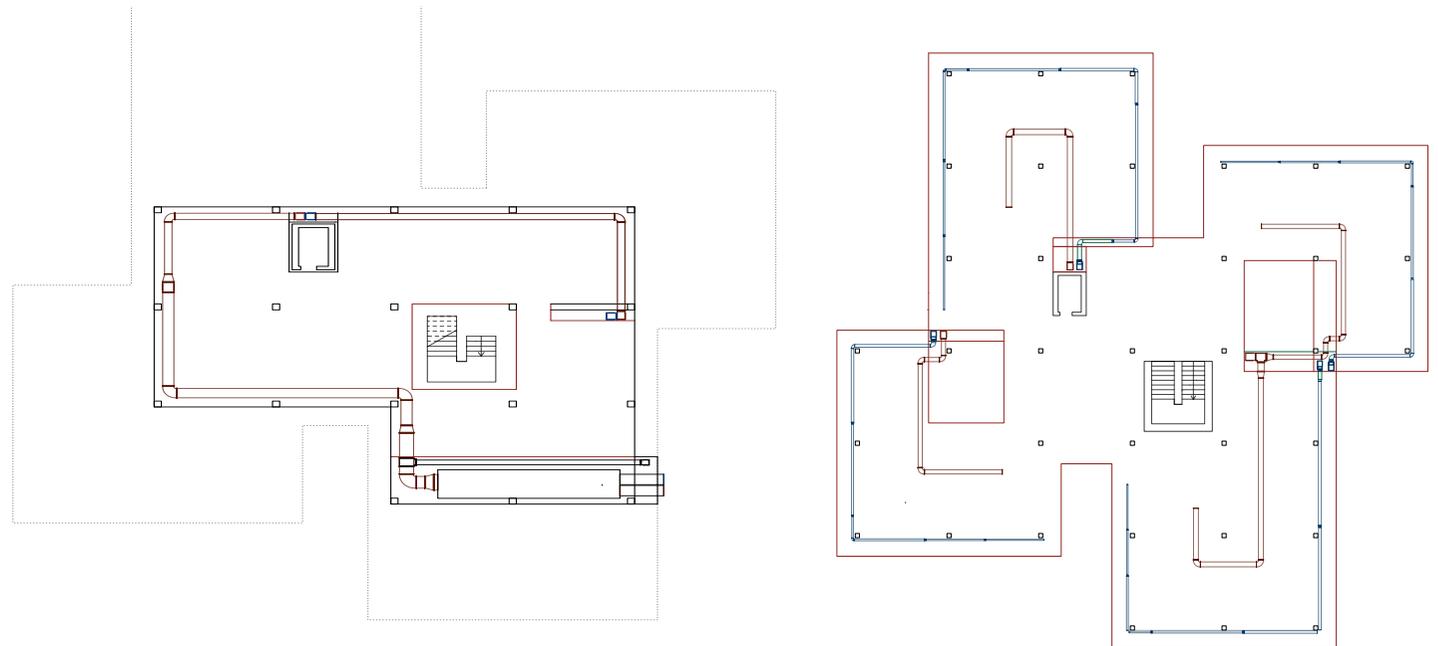
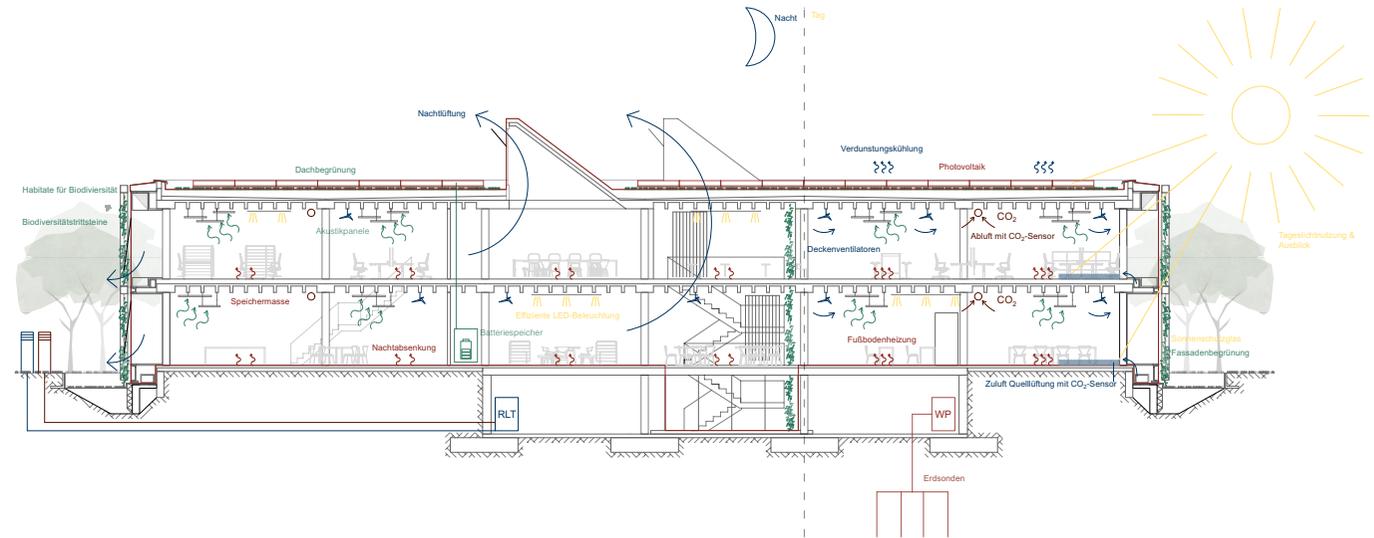


## TECHNIKKONZEPT

Für besonders heiße Tage werden Deckenventilatoren eingesetzt, um die Luftzirkulation zu verbessern und eine angenehme Raumtemperatur zu gewährleisten. Diese Ventilatoren sorgen für eine kühlende Brise, die den Komfort in den Innenräumen erhöht. Zusätzlich wird das Dach durch Verdunstungskühlung mittels Kordeln und einem Gründach unterstützt. Die Kordeln und das Gründach tragen dazu bei, die Hitze von der Gebäudehülle fernzuhalten, indem sie Wasser verdunsten und so die Umgebungstemperatur senken.

Ein weiteres Element des sommerlichen Wärmeschutzes ist der Einsatz von Sonnenschutzglas. Dieses spezielle Glas reduziert die Menge an einfallender Sonnenstrahlung, was die Aufheizung der Innenräume minimiert und so den Einsatz von Klimaanlage verringert.

Die Fassade des Gebäudes wird mit Kupferrahmen versehen, die als Biodiversitätstrittsteine dienen. Diese Rahmen bieten Vögeln und anderen kleinen Tieren Lebensräume und Nistplätze, wodurch die lokale Biodiversität gefördert wird. Diese Maßnahmen tragen nicht nur zur ökologischen Nachhaltigkeit bei, sondern schaffen auch ein angenehmeres und gesünderes Umfeld für die Gebäudenutzer.

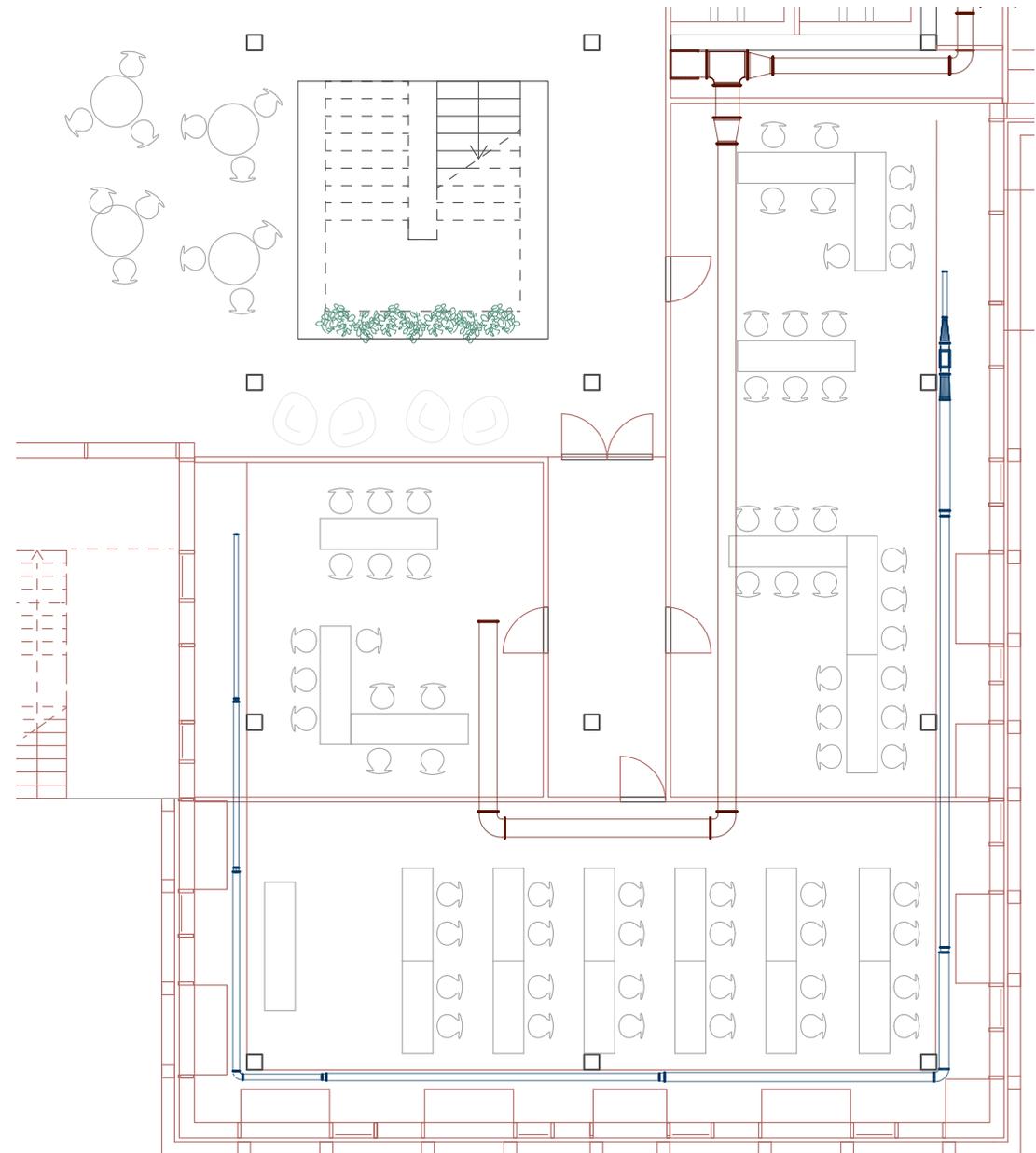


## Lüftungskonzept

Das Lüftungskonzept basiert auf einem zentralen Lüftungssystem, das Luft über eine Außenluftansaugung zuführt. Ein Solewärmetauscher wurde geprüft und zeigte Potenzial zur Verbesserung des sommerlichen Komforts, jedoch gehen die dafür durchgeführten Excel-Berechnungen und Bewertungen in der Simulationssoftware IDA ICE zu tief in die Ausführungsplanung.

Das zentrale Lüftungsgerät, Typ X-CUBE X2, ist für die Innenaufstellung konzipiert und fördert einen Volumenstrom von 10.000 m<sup>3</sup>/h für Zuluft und Abluft. Die Wärmerückgewinnung erfolgt über einen Plattenwärmeübertrager mit einer Rückwärmzahl von 84,8 %. Das Gerät ist mit Filtern nach ISO 16890 und pulverbeschichteten Ventilatoren ausgestattet. Es enthält ein Heizregister mit einer Leistung von 24,3 kW und einen Elektroden-Dampfbefeuchter zur Luftbefeuchtung. Zur Schalldämpfung sind Schalldämpfer installiert.

Die Luftverteilung erfolgt durch Schlitze an der Fassade und in den Sitzstufen, wobei die Luft über einen Ring in der Raummitte abgeführt wird. Dieses flexible System erlaubt variable Raumaufteilungen. In der Zuluftleitung sind Schalldämpfer integriert, um die Schallübertragung zu minimieren. Die Luftgeschwindigkeit beträgt etwa 3 m/s in den Geschossen und 4-5 m/s in den größeren Kanälen. Der Luftvolumenstrom beträgt 30 m<sup>3</sup>/h pro Person und die Lüftung wird nach dem CO<sub>2</sub>-Gehalt im Raum geregelt.

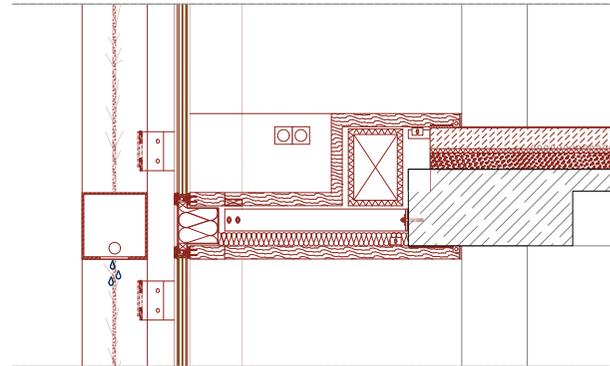


## Konstruktion im Detail

Die Fassadendetails des Gebäudes wurden im Maßstab 1:5 gezeichnet, um eine präzise und umfassende Darstellung der verschiedenen Ebenen und Materialien zu gewährleisten. Das detaillierte Modell zeigt die komplexe Struktur der Fassade, die aus vier Ebenen besteht: der Statikebene, der Funktionsebene mit Dämmschicht, der Wetterschutzebene und der Luftdichtheitsebene.

Die Trennung zwischen Erdgeschoss und Obergeschoss wird durch eine 6 cm dicke, massive Holzschicht realisiert. Diese Schicht erfüllt wichtige Funktionen in Bezug auf Brandschutz und Schallschutz, indem sie eine Barriere bildet, die sowohl Feuer als auch Lärm wirksam eindämmt. Die Verwendung von Holz trägt zudem zur Nachhaltigkeit des Gebäudes bei, indem ein nachwachsender Rohstoff verwendet wird.

Besondere Aufmerksamkeit wurde der nachhaltigen Materialwahl gewidmet. Für die meisten Bereiche der Fassade wurden umweltfreundliche Materialien ausgewählt, um die ökologischen Auswirkungen zu minimieren. Im Sockelbereich musste jedoch auf extrudierten Polystyrolschaum (XPS) zurückgegriffen werden, um die notwendigen Anforderungen an Dämmung und Feuchtigkeitsschutz zu erfüllen. XPS bietet hervorragende Dämmeigenschaften und ist besonders widerstandsfähig gegenüber Feuchtigkeit, was es zur idealen Wahl für diesen sensiblen Bereich macht.

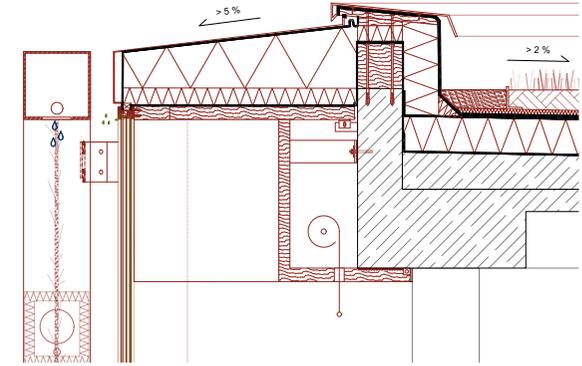


### FASSADENAUFBAU:

PFOSTEN-RIEGELFASSADE	240 mm
RAICO THERM+ H-V	
DREIFACHVERGLASUNG ODER	52 mm
PANEL MIT PUR-DÄMMUNG	180 mm
RAHMENKONSTRUKTION AUS RECYCLINGKUPFER	300 mm
FASSADENBEGRÜNUNG	
BOTANIC HORIZON	

### FÜßBODENAUFBAU OG:

RECYLING TEPPICHBODEN -	5 mm
FA. ZEN STICH	90 mm
TROCKENESTRICH	20 mm
KORKDÄMMPLATTE	80 mm
SCHÜTTUNG CEEMWOOD	350 mm
BETON ARMIIERT 2 %	

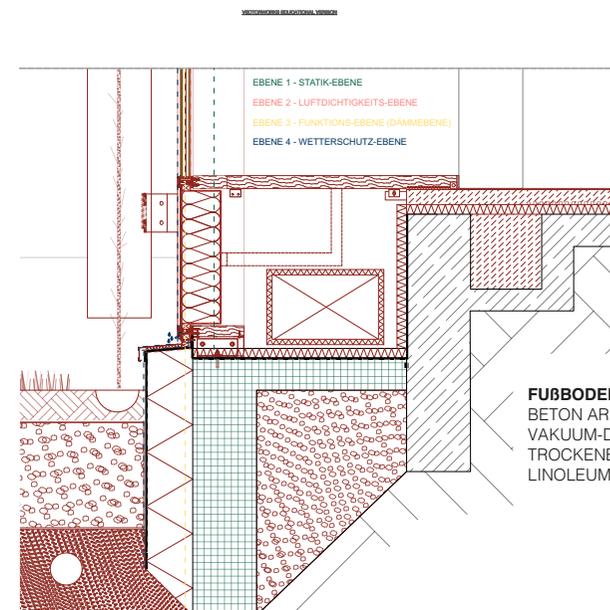


### DACHAUFBAU FASSADE:

KVH	60 mm
DAMPFSPERRE	
BAUDER ECO FF mittel	300 mm
ABDICHTUNGSBAHN	
ALU-KASSETTE	2 mm

### DACHAUFBAU:

BETON ARMIIERT 2 %	240 mm
BAUDER ECO FF	160 mm
DAMPFSPERRE	
ABDICHTUNGSBAHN	
ABDICHTUNGSBAHN	
BAUDER SEEDUM DACH	100 mm



### FÜßBODENAUFBAU EG:

BETON ARMIIERT 2 %	150 mm
VAKUUM-DÄMMUNG	45 mm
TROCKENESTRICH	70 mm
LINOLEUM	5 mm

### GLASAUFBAU:

FLOATGLAS	8 mm
P. 2 REFLEXIONS-BESCHICHTUNG	
ARGONFÜLLUNG	160 mm
FLOATGLAS	4 mm
ARGONFÜLLUNG	160 mm
P. 5 WÄRMESCHUTZ-BESCHICHTUNG	
VSG	2 * 4 mm

### SOCKELAUFBAU:

GLASSCHAUMSCHOTTER	150 mm
BETONFERTIGTEIL	45 mm
mit PERIMETERDÄMMUNG	70 mm
ABDICHTUNGSBAHN	220 mm
VAKUUM-DÄMMUNG	5 mm

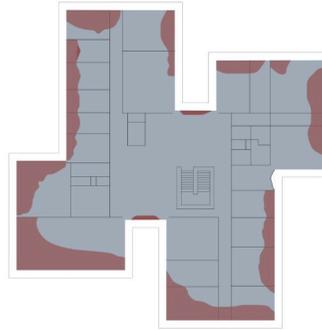
## Tageslicht

Das Bewertungssystem für nachhaltiges Bauen (BNB) des Bundesministeriums für Umwelt umfasst in der Hauptkriteriengruppe Soziokulturelle Qualität das Kriterium Visueller Komfort, das sowohl natürliche Tageslichtnutzung als auch künstliche Beleuchtungssysteme integriert. Ziel ist es, eine hohe Beleuchtungsqualität bei gleichzeitig niedrigem Energiebedarf zu erreichen.

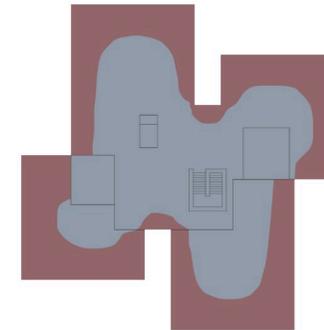
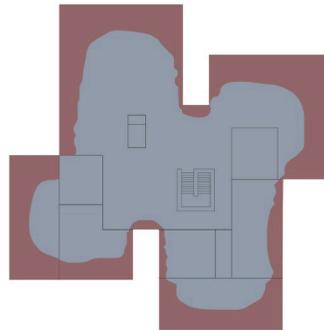
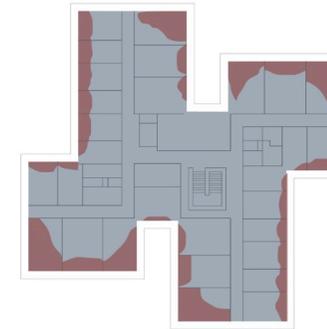
Die Bewertung des visuellen Komforts erfolgt anhand mehrerer Teilkriterien: Tageslichtverfügbarkeit im Gesamtgebäude und an ständigen Arbeitsplätzen, Sichtverbindung nach außen, Blendfreiheit durch Tageslicht und Kunstlicht, Lichtverteilung und Farbwiedergabe. Die DIN 17037 und DIN 5034 dienen als Grundlage zur Bestimmung und Verifizierung dieser Kriterien.

Durch die Sanierung des Gebäudes wurden Maßnahmen wie die Vergrößerung der Fensterflächen und die Anpassung der G-Werte der Fenster umgesetzt. Diese führten zu einer signifikanten Verbesserung der Tageslichtverfügbarkeit und des visuellen Komforts. Der Tageslichtquotient stieg, und die nicht erfüllte Tageslichtverfügbarkeit wurde von 58% auf 37% reduziert. Dies zeigt eine erhebliche Steigerung der Beleuchtungsqualität und der Zufriedenheit der Gebäudenutzer.

EG



OG



500 lux

# Bauteilkatalog

Der Bauteilkatalog stellt die Grundlage für die Bauplanung dar und enthält eine detaillierte Auflistung und Beschreibung der Baumaterialien und Bauteilschichten. Dieser bildete die Grundlage für die folgende Simulation. Der Katalog listet Materialien und ihre Eigenschaften wie Schichtdicke, Wärmeleitfähigkeit und Wärmespeicherefähigkeit auf, die für die Berechnung des U-Werts entscheidend sind. Ein Beispiel zeigt einen Gesamt-U-Wert von 0,15 W/m²K, was eine gute Isolationsfähigkeit anzeigt.

Bauteil: Bodenplatte gegen Erdreich, auch Neue Bodenplatte im Bereich der Fassade (Betonbodenplatte & Dämmung)

Abbildung	Schicht - Nr.	Material	Schichtdicke	Wärmeleitfähigkeit	Dichte	Wärmespeicherefähigkeit	Wärmedurchlasswiderstand
	j	-	$d_j$	$\lambda_j$	$\rho_j$	$c_j$	$R_j$
	-	von Innen nach Außen	-	-	-	-	$d_j / \lambda_j$
	-	-	[m]	[W/m*K]	[kg/m³]	[J/kg*K]	[m²*K/W]
	1	Linoleum	0,005	0,029	1200	1400	0,17
	2	Trockenestrich	0,070	0,000	2000	1000	0,00
	3	Dampfsperre	0,005	160,000	2700	896	0,00
	4	va-Q-vip	0,045	0,007	190	1050	6,43
	5	Stahlbeton armiert 2 %	0,150	2,500	2400	880	0,06
	6		0,000	0,000			0,00
	7		0,000	0,000			0,00
8		0,000	0,000			0,00	
9		0,000	0,000			0,00	
10		0,000	0,000			0,00	

<b>Wärmeschutz</b> $U = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ GEG 2020/23 Bestand*: $U=0,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ sehr gut	<b>Feuchteschutz</b> Kein Tauwasser mangelhaft	<b>Hitzeschutz</b> Bauteil grenzt an Erdreich: TAV und Phase nicht relevant Wärmekapazität innen: 152 kJ/m²K sehr gut	<b>U-Wert</b> = $1 / R_T$ [W/m²*K] <b>0,15</b> $R_{si}$ [m²*K/W] <b>0,17</b> $R_{se}$ [m²*K/W] <b>0,00</b> $R_T = R_{si} + \sum R_i + R_{se}$ [m²*K/W] <b>6,83</b>
Gewicht [kg/m²]:			
Feuchteschutz:			Erfüllt
Schallschutz:			noch zu definieren
Brandschutz:			noch zu definieren

	1 Linoleum 2 Zementestrich (70 mm) 3 Dampfsperre 4 va-Q-vip F (45 mm) 5 Beton armiert (150 mm) 6 Erdreich
--	--

Bauteil: Bodenplatte Kellerbereich

Abbildung	Schicht - Nr.	Material	Schichtdicke	Wärmeleitfähigkeit	Dichte	Wärmespeicherefähigkeit	Wärmedurchlasswiderstand
	j	-	$d_j$	$\lambda_j$	$\rho_j$	$c_j$	$R_j$
	-	von Innen nach Außen	-	-	-	-	$d_j / \lambda_j$
	-	-	[m]	[W/m*K]	[kg/m³]	[J/kg*K]	[m²*K/W]
	1	Linoleum	0,005	0,170	1200	1400	0,03
	2	Trockenestrich	0,070	1,400	2000	1000	0,05
	3	Dampfsperre	0,005	160,000	2700	896	0,00
	4	Kork	0,045	0,050	160	1800	0,90
	5	Beton armiert (2%)	0,300	2,500	2400	880	0,12
	6	BauderECO FF	0,14	0,03	60	2100	5,60
	7		0,00	0,00			0,00
8		0,00	0,00			0,00	
9		0,00	0,00			0,00	
10		0,00	0,00			0,00	

<b>Wärmeschutz</b> $U = 0,14 \text{ w/(m}^2\text{K)}$ GEG 2020/23 Bestand*: $U=0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ sehr gut	<b>Feuchteschutz</b> Kein Tauwasser mangelhaft	<b>Hitzeschutz</b> Temperaturamplitudendämpfung: >100 Phasenverschiebung: nicht relevant Wärmekapazität innen: 688 kJ/m²K sehr gut	<b>U-Wert</b> = $1 / R_T$ [W/m²*K] <b>0,14</b> $R_{si}$ [m²*K/W] <b>0,17</b> $R_{se}$ [m²*K/W] <b>0,04</b> $R_T = R_{si} + \sum R_i + R_{se}$ [m²*K/W] <b>6,91</b>
Gewicht [kg/m²]:			891
Feuchteschutz:			Erfüllt
Schallschutz:			noch zu definieren
Brandschutz:			noch zu definieren

	1 Linoleum 2 Zementestrich (70 mm) 3 Dampfsperre 4 Kork (45 mm) 5 Beton armiert (300 mm) 6 BauderECO FF (140 mm)
--	---

**Bauteil: Opakes Fassadenelement**

Abbildung	Schicht - Nr.	Material	Schichtdicke	Wärmeleitfähigkeit	Dichte	Wärmespeicherfähigkeit	Wärmedurchlasswiderstand
	j	-	$d_j$	$\lambda_j$	$\rho_j$	$c_j$	$R_j$
	-	von Innen nach Außen	-	-	-	-	$d_j / \lambda_j$
	-	-	[m]	[W/m*K]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[J/kg*K]	[m <sup>2</sup> *K/W]
	1	Aluminium Kasette	0,005	160,000	2800	880	0,00
	2	PUR Dämmung WLG 025	0,180	0,024	35	1400	7,50
	3	Aluminium Kasette	0,005	160,000	2800	880	0,00
	4		0,000	0,000			0,00
	5		0,000	0,000			0,00
	6		0,000	0,000			0,00
	7		0,000	0,000			0,00
8		0,000	0,000			0,00	
9		0,000	0,000			0,00	
10		0,000	0,000			0,00	

<b>Wärmeschutz</b> <b>U = 0,13 W/(m²K)</b> GEG 2020/23 Bestand*: U<0,24 W/(m²K) sehr gut	<b>Feuchteschutz</b> Kein Tauwasser sehr gut	<b>Hitzeschutz</b> Temperaturamplitudendämpfung: 9,2 Phasenverschiebung: 8,2 h Wärmekapazität innen: 16,6 kJ/m²K sehr gut	<b>U-Wert = 1 / R<sub>T</sub> [W/m²*K]</b> <b>0,13</b> <b>R<sub>si</sub> [m²*K/W]</b> 0,13 <b>R<sub>se</sub> [m²*K/W]</b> 0,04 <b>R<sub>T</sub> = R<sub>si</sub> + ΣR<sub>i</sub> + R<sub>se</sub> [m²*K/W]</b> 7,67 Gewicht [kg/m²]: Feuchteschutz: <b>Erfüllt</b> Schallschutz: noch zu definieren Brandschutz: noch zu definieren
---	--	---	---

① Aluminium (5 mm)    ② 5.4 Polyurethan-Hartschaum (180 mm)    ③ Aluminium (5 mm)

**Bauteil: Dach**

Abbildung	Schicht - Nr.	Material	Schichtdicke	Wärmeleitfähigkeit	Dichte	Wärmespeicherfähigkeit	Wärmedurchlasswiderstand
	j	-	$d_j$	$\lambda_j$	$\rho_j$	$c_j$	$R_j$
	-	von Innen nach Außen	-	-	-	-	$d_j / \lambda_j$
	-	-	[m]	[W/m*K]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[J/kg*K]	[m <sup>2</sup> *K/W]
	1	Beton armiert (2%)	0,24	2,50	2400	880	0,10
	2	Dampfsperre	0,01	160,00	2700	896	0,00
	3	BauderECO FF	0,16	0,02	28	1400	6,67
	4	EVALASTIC VG	0,002	0,17	1400	1000	0,01
	5	EVALASTIC VG	0,002	0,17	1400	1000	0,01
	6		0,00	0,00			0,00
	7		0,00	0,00			0,00
8		0,00	0,00			0,00	
9		0,00	0,00			0,00	
10		0,00	0,00			0,00	

<b>Wärmeschutz</b> <b>U = 0,14 W/(m²K)</b> GEG 2020/23 Bestand*: U<0,2 W/(m²K) sehr gut	<b>Feuchteschutz</b> Kein Tauwasser sehr gut	<b>Hitzeschutz</b> Temperaturamplitudendämpfung: >100 Phasenverschiebung: nicht relevant Wärmekapazität innen: 512 kJ/m²K sehr gut	<b>U-Wert = 1 / R<sub>T</sub> [W/m²*K]</b> <b>0,14</b> <b>R<sub>si</sub> [m²*K/W]</b> 0,10 <b>R<sub>se</sub> [m²*K/W]</b> 0,04 <b>R<sub>T</sub> = R<sub>si</sub> + ΣR<sub>i</sub> + R<sub>se</sub> [m²*K/W]</b> 6,92 Gewicht [kg/m²]: 612 Feuchteschutz: <b>Erfüllt</b> Schallschutz: noch zu definieren Brandschutz: noch zu definieren
--	--	--	---

① Beton armiert (240 mm)    ② Dampfsperre    ③ BauderECO FF (160 mm)    ④ EVALASTIC VG    ⑤ EVALASTIC VG

Bauteil: Dach Oberlichter

Abbildung	Schicht - Nr.	Material	Schichtdicke	Wärmeleitfähigkeit	Dichte	Wärmespeicherfähigkeit	Wärmedurchlasswiderstand
	j	-	$d_j$	$\lambda_j$	$\rho_j$	$c_j$	$R_j$
	-	von Innen nach Außen	-	-	-	-	$d_j / \lambda_j$
	-	-	[m]	[W/m²K]	[kg/m³]	[J/kg*K]	[m²*K/W]
	1	Beton armiert (2%)	0,14	2,50	2400	880	0,06
	2	Dampfsperre	0,01	160,00	2700	896	0,00
	3	BauderECO FF	0,16	0,02	28	1400	6,67
	4	EVALASTIC VG	0,002	0,17	1400	1000	0,01
	5	EVALASTIC VG	0,002	0,17	1400	1000	0,01
	6		0,00	0,00			0,00
	7		0,00	0,00			0,00
	8		0,00	0,00			0,00
9		0,00	0,00			0,00	
10		0,00	0,00			0,00	

<b>Wärmeschutz</b> $U = 0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ GEG 2020/23 Bestand*: $U < 0,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ sehr gut	<b>Feuchteschutz</b> Kein Tauwasser GEG 2020/23 Bestand*: $U < 0,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ mangelhaft	<b>Hitzeschutz</b> Temperaturamplitudendämpfung: $> 100$ Phasenverschiebung: nicht relevant Wärmekapazität innen: $512 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ sehr gut	<b>U-Wert</b> $= 1 / R_T$ [W/m²*K] <b>0,15</b> $R_{si}$ [m²*K/W] <b>0,10</b> $R_{se}$ [m²*K/W] <b>0,04</b> $R_T = R_{si} + \sum R_j + R_{se}$ [m²*K/W] <b>6,88</b> Gewicht [kg/m²]: Feuchteschutz: <b>Erfüllt</b> Schallschutz: noch zu definieren Brandschutz: noch zu definieren
---	---	---	---

① Beton armiert (240 mm)    ③ BauderECO FF (160 mm)    ⑤ EVALASTIC VG  
 ② Dampfsperre    ④ EVALASTIC VG

Bauteil: IW-Umkleiden-UG

Abbildung	Schicht - Nr.	Material	Schichtdicke	Wärmeleitfähigkeit	Dichte	Wärmespeicherfähigkeit	Wärmedurchlasswiderstand
	j	-	$d_j$	$\lambda_j$	$\rho_j$	$c_j$	$R_j$
	-	von Innen nach Außen	-	-	-	-	$d_j / \lambda_j$
	-	-	[m]	[W/m²K]	[kg/m³]	[J/kg*K]	[m²*K/W]
	1	Dreischichtplatte Fichte	0,02	0,13	470	1600	0,12
	2	Fichte	0,16	0,13	470	1600	1,23
	3	STEICOFloc (91%)	0,16	0,04	50	2100	4,00
	4	Holzfaserdämmplatte	0,06	0,04	160	2100	1,36
	5	Lehmputz	0,02	0,80	1700	1000	0,02
	6		0,00	0,00			0,00
	7		0,00	0,00			0,00
	8		0,00	0,00			0,00
9		0,00	0,00			0,00	
10		0,00	0,00			0,00	

<b>Wärmeschutz</b> $U = 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ GEG 2020/23 Bestand*: $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ sehr gut	<b>Feuchteschutz</b> Trocknungsreserve: $3962 \text{ g/m}^2$ Kein Tauwasser GEG 2020/23 Bestand*: $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ mangelhaft	<b>Hitzeschutz</b> Temperaturamplitudendämpfung: $11$ Phasenverschiebung: $11,7 \text{ h}$ Wärmekapazität innen: $30 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ mangelhaft	<b>U-Wert</b> $= 1 / R_T$ [W/m²*K] <b>0,14</b> $R_{si}$ [m²*K/W] <b>0,13</b> $R_{se}$ [m²*K/W] <b>0,04</b> $R_T = R_{si} + \sum R_j + R_{se}$ [m²*K/W] <b>6,90</b> Gewicht [kg/m²]: <b>55</b> Feuchteschutz: <b>Erfüllt</b> Schallschutz: noch zu definieren Brandschutz: noch zu definieren
--	---	---	---

① Dreischichtplatte Fichte (15 mm)    ③ Holzfaserdämmplatte (60 mm)  
 ② Fichte (160 mm)    ④ Lehmputz (15 mm)

Die Auswahl des Fensterglases ist entscheidend für die Energieeffizienz und den visuellen Komfort eines Gebäudes. Wichtige Faktoren sind der g-Wert, U-Wert, Lichttransmissionsgrad und die Emissionen. Ein TL-Wert von 62% bietet eine gute Balance zwischen Lichtdurchlässigkeit und Energieeffizienz. Niedrige Emissionswerte reduzieren Wärmeverluste und verbessern die Energieeffizienz. Beschichtungen wie COOL-LITE XTREME 70-33 senken die Emissionen weiter. Ein g-Wert von 0,3 verhindert Überhitzung, ideal für sonnenreiche Gebiete. Sonnenschutzverglasungen senken den Wärmeeintrag und reduzieren den Klimatisierungsbedarf. Ein U-Wert von 0,50 zeigt hohe Isolationsfähigkeit und reduziert Wärmeverluste, besonders in kälteren Klimazonen wichtig. Für verschiedene Ausrichtungen des Gebäudes sind unterschiedliche Gläser vorteilhaft. Nordseitige Fenster benötigen weniger Sonnenschutz und profitieren von einem höheren g-Wert, um die begrenzte Sonnenwärme zu nutzen. Durch die richtige Kombination dieser Faktoren kann die Energieeffizienz und der Komfort des Gebäudes optimiert werden.

Bauteil: Pfosten-Riegel-Fassade - Glas OST/WEST/SÜD Obergeschoss

Abbildung	Lichttechnische Werte - Energie Werte						
	Lichttransmissionsgrad TL Außen Reflexion Innen Reflexion Transmission TE Außen Reflexion Innen Reflexion g-Wert	62% 13% 15% 26% 36% 31% 0.3					
	Analog dazu ist das Glas im Erdgeschoss aufgebaut, hierbei wurde darauf geachtet, dass das VSG Glas nun jedoch auf der Außenseite vorhanden ist.						<b>U-Wert</b> <b>0,50</b>
						Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]:	Keine Angabe
						Feuchteschutz:	Keine Angabe
						Schallschutz:	Keine Angabe
						Brandschutz:	Keine Angabe

Bauteil: Pfosten-Riegel-Fassade - Glas Nord Obergeschoss

Abbildung	Lichttechnische Werte - Energie Werte						
	Lichttransmissionsgrad TL Außen Reflexion Innen Reflexion Transmission TE Außen Reflexion Innen Reflexion g-Wert	72% 14% 14% 41% 27% 24% 0.51					
	Analog dazu ist das Glas im Erdgeschoss aufgebaut, hierbei wurde darauf geachtet, dass das VSG Glas nun jedoch auf der Außenseite vorhanden ist.						<b>U-Wert</b> <b>0,50</b>
						Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]:	Keine Angabe
						Feuchteschutz:	Keine Angabe
						Schallschutz:	Keine Angabe
						Brandschutz:	Keine Angabe

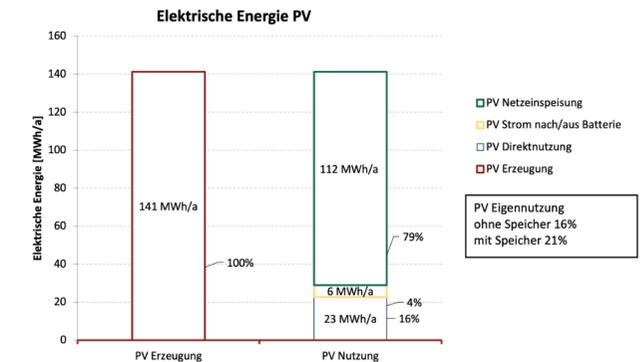
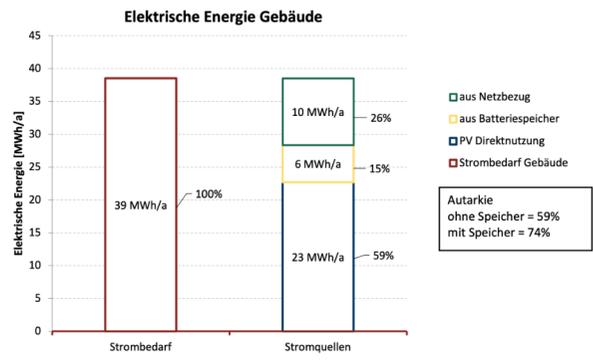
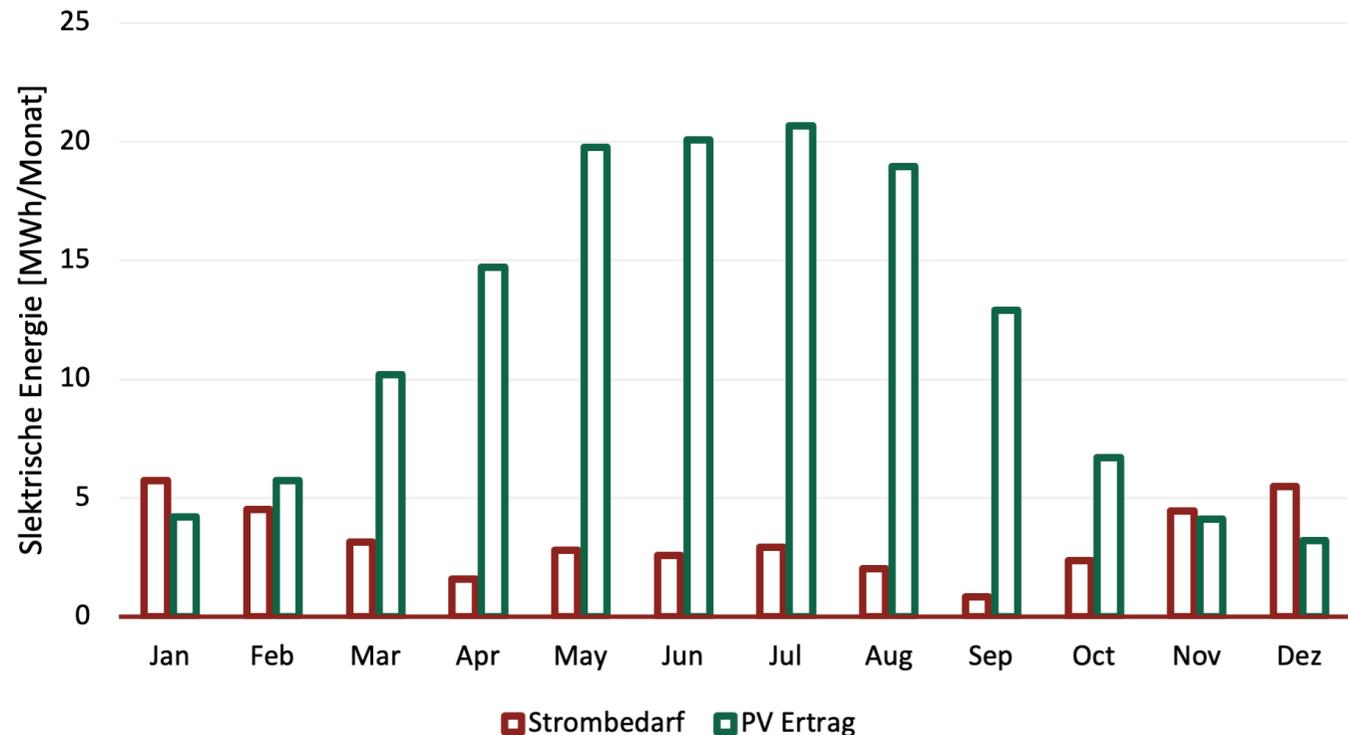
## Bedarf & Deckung

Photovoltaikmodule auf dem Dach erzeugen eine erhebliche Menge an Strom. Monokristalline PV-Module mit einem Wirkungsgrad von 22 % wurden aufgrund ihrer Effizienz ausgewählt. Insgesamt können 296 Module nach Westen, 24 nach Osten und 12 auf den Oberlichtern ausgerichtet werden, was einen geschätzten Gesamtertrag von ca. 149.000 kWh pro Jahr ergibt.

Ein Batteriespeicher erhöht die Effizienz und Autarkie des Energiesystems. Er speichert überschüssigen Strom für späteren Gebrauch, erhöht den Eigenverbrauch, dient als Notstromversorgung und senkt die Energiekosten. Ein Speicher mit 40 kWh Kapazität erreicht einen Autarkiegrad von 74 % und reduziert die Netzabhängigkeit erheblich.

Zusammengefasst ergibt sich ein jährlicher Energieverbrauch von etwa 40.000 kWh, dem ein Stromertrag von etwa 149.000 kWh gegenübersteht. Der Lastgang und der Batteriespeicher ermöglichen eine präzise Analyse der Autarkie des Energiesystems. Dies trägt zur Reduzierung der Energiekosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Überschüssiger Strom kann auf dem Campus verteilt werden, was die gesamte Energieeffizienz des Campus verbessert.

## Monatsbilanz (Strombedarf vs PV Erzeugung)



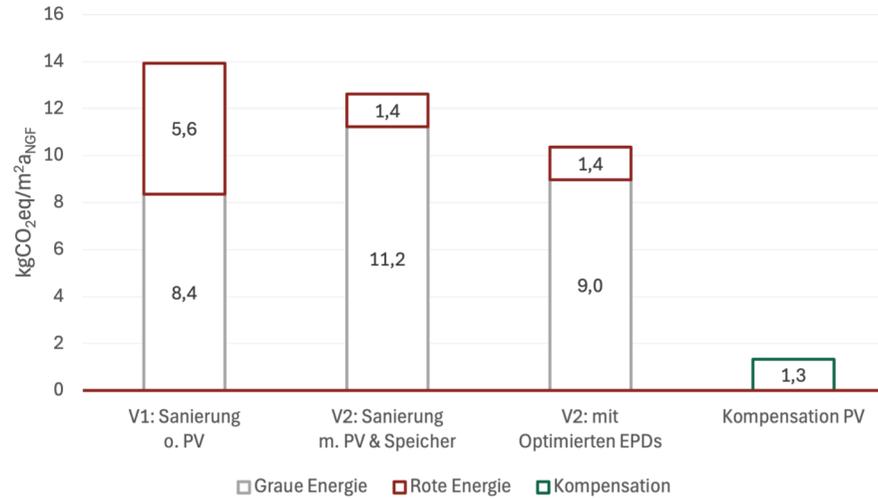
## LCA

Treibhausgaspotential und Gesamtbewertung

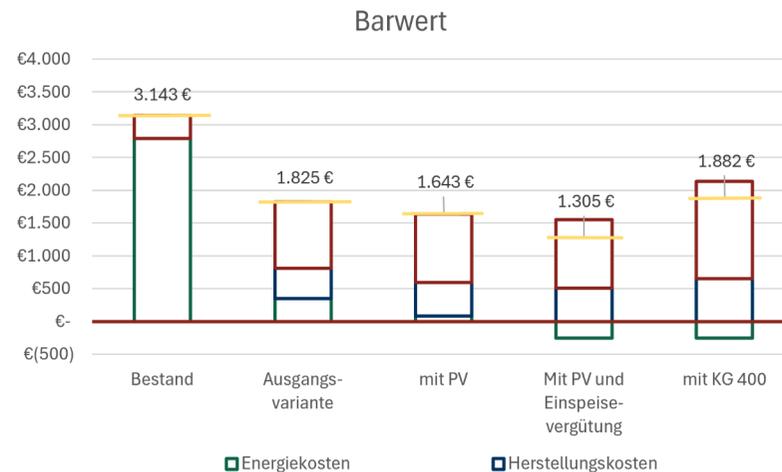
Die Bewertung des Treibhauspotenzials eines Gebäudes gemäß dem Bewertungssystem für nachhaltiges Bauen (BNB) zielt darauf ab, die Emissionen von Treibhausgasen zu reduzieren. Die Bewertung erfolgt in kg CO<sub>2</sub>-Äqu./m<sup>2</sup> NGFa und umfasst die Herstellung, Nutzung und Entsorgung des Gebäudes. Das Ziel ist, unter 30,00 kg CO<sub>2</sub>-Äqu./m<sup>2</sup> NGFa zu bleiben.

Das erste Sanierungsszenario ohne PV erreicht 14,0 kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>a NGF. Mit PV und Speicher sinkt der Wert auf 12,6 kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>a NGF. Die optimierte Sanierung mit EPDs reduziert das Treibhauspotenzial auf 10,4 kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>a NGF. Die Integration von Photovoltaik zur Eigenstromerzeugung und Speicherung verringert die CO<sub>2</sub>-Emissionen weiter, was die Umweltfreundlichkeit deutlich erhöht. Diese Maßnahmen zeigen, dass eine treibhausgasneutrale Sanierung durch den Einsatz von PV möglich ist. Alle Werte liegen deutlich unter dem BNB-Zielwert, was die Effektivität der Maßnahmen zur Reduktion des Treibhauspotenzials bestätigt.

## LCA



## Barwert



## LCC

Die Lebenszykluskosten eines Bauwerks umfassen sämtliche Kosten während der gesamten Lebensdauer, einschließlich Planung, Bau, Betrieb, Wartung und Abriss. Eine gründliche Analyse dieser Kosten ermöglicht eine langfristige wirtschaftliche Bewertung.

Die Berechnung der Lebenszykluskosten erfolgt durch die Barwertmethode, die alle zukünftigen Ausgaben auf den gegenwärtigen Zeitpunkt diskontiert. Für unser Projekt beträgt der Barwert in der Ausgangsvariante 5.395.836 €, mit PV reduziert sich dieser auf 4.853.628 €, und mit PV und Einspeisevergütung weiter auf 4.070.460 €. Dies entspricht einer Ersparnis von etwa 25 %.

Die Integration von Photovoltaikanlagen und Einspeisevergütungen zeigt signifikante Einsparungen bei den Energiekosten und eine Verbesserung der ökonomischen Effizienz. Mit PV reduzieren sich die Energiekosten um etwa 75 %, und die Einspeisevergütung führt sogar zu Einnahmen. Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse die wirtschaftlichen Vorteile der Sanierungs- und PV-Optionen und bieten eine solide Grundlage für fundierte Entscheidungen.



## LN 2

# SANIERUNGSVORSCHLAG GEOGRAPHISCHES INSTITUT UNIVERSITÄT AUGSBURG

M 10 Konstruktionsmethodik I SoSe 2024 | Prof. Dr. Ing. Martin Bauer, Prof. Dr. Ing. Gunther Dirk Jacob, Prof. Dr. sc. hum. Timo Schmidt

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur und Bauwesen

An der Hochschule 1

86161 Augsburg

Bearbeitende:

Julian Buttenmüller B.A.  
[julian.buttenmueller@tha.de](mailto:julian.buttenmueller@tha.de)

Niklas Lorenzen B.Eng.  
[niklas.lorenzen@tha.de](mailto:niklas.lorenzen@tha.de)

Mona Pfeifer B.A.  
[mona-helen.pfeifer@tha.de](mailto:mona-helen.pfeifer@tha.de)

