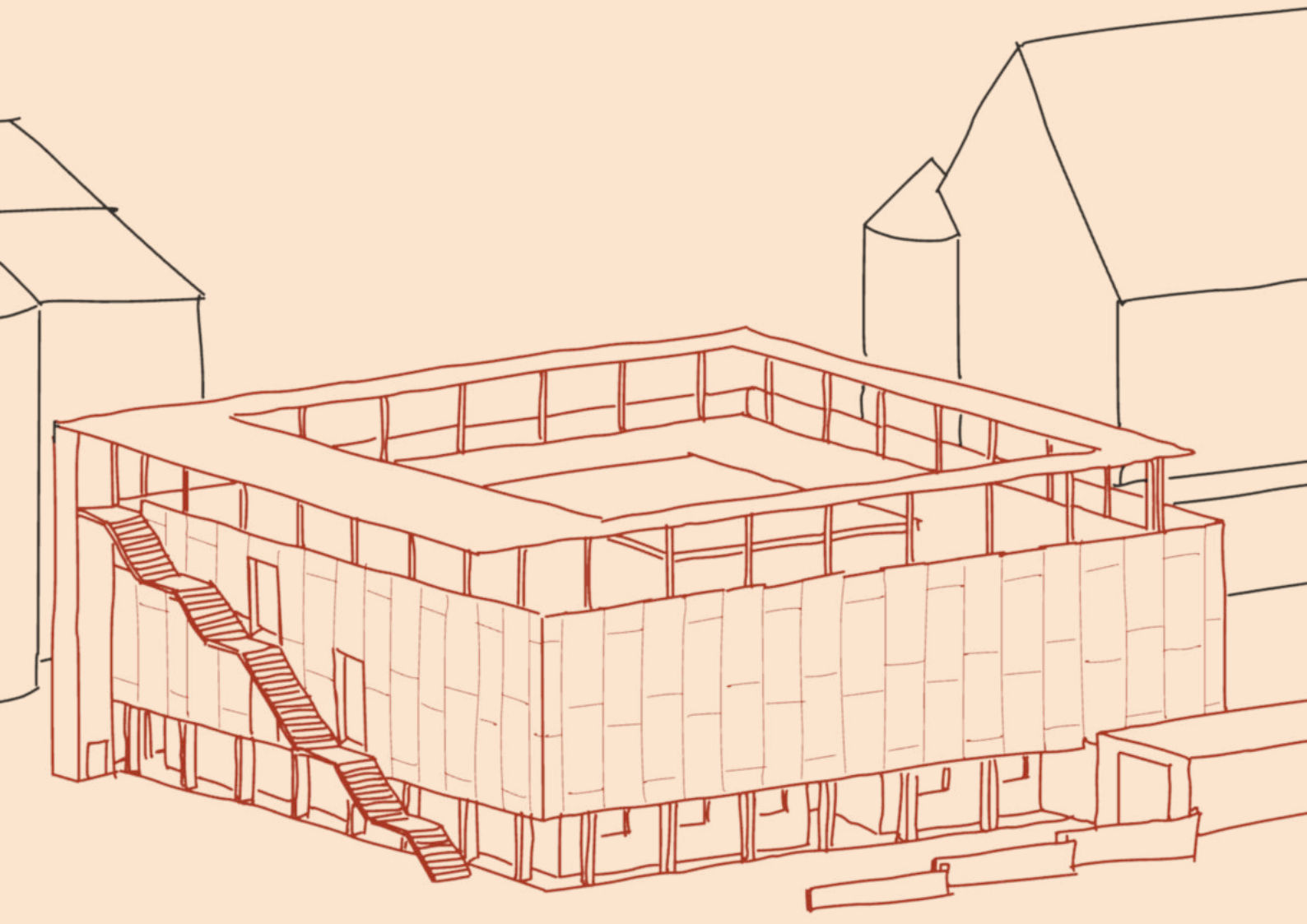
LICHTBLICK

Offen denken, nachhaltig handeln, gemeinsam nutzen

Sanierung des Amts für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

THA - EED - KM - SoSe25
Vera Kohler
Nico Reichl
Alisa Rehm

Projektbetreuende:
Prof. Dr.-Ing. Martin Bauer
Prof. Dr.-Ing. Timo Schmidt
Prof. Dr. Gunther Dirk Jacob



1

Allgemeines **1**
- 1.1 Allgemeine Informationen 3
- 1.2 Anbindung 5
- 1.3 Naturgefahren 6
- 1.4 Anforderungen an Bauteile 7
- 1.5 Anforderungen an die Innenraumqualität 8
- 1.6 Anforderungen an den Arbeitsplatz 11

2

Bestandsanalyse **13**
- 2.1 Begehung vor Ort 15
- 2.2 Bedarfsplanung 19
- 2.3 Abstandsflächen 25
- 2.4 Denkmalrechtliche Situation 26
- 2.5 Tragwerk 27
- 2.6 Brandschutz 30
- 2.7 Heizsystem 33
- 2.8 Energieverbrauchswerte 37
- 2.9 Potentialschätzung 38
- 2.10 Umweltwirkung 39
- 2.11 Belichtung 43
- 2.12 Bestandsbeteilung 45

3

Sanierungskonzepte **63**
- 3.1 Nutzungen 66
- 3.2 Thermische Hülle 67
- 3.3 Kosten 77
- 3.4 Wärmeerzeuger und -übergabesysteme 79
- 3.5 Belüftung 83

4

Vorentwurf **85**
- 4.1 Konzept 87
- 4.2 Kosten Vorentwurf 89
- 4.3 Nutzungen 93
- 4.4 Büroformen und -konzepte 95
- 4.5 Raumbildendes Treppenelement im Atrium 101
- 4.6 Fassade und Belichtung 103

5 Sanierungsfahrplan

Sanierungsfahrplan **109**

Entwurf/Konstruktion **111**
- 5.1 Belegungskonzept 111
- 5.2 Thermische Hülle und Abdichtungskonzept 117
- 5.3 Fassadenkonstruktion 119
- 5.4 Anschlussdetails 121
- 5.5 Scheibenaufbau der Verglasungen 125
- 5.6 Verschattung der Fassade - Smart Glas 133
- 5.7 Glasdach des Atriums 137
- 5.8 Überdachung der Dachterrasse 139

Energie **143**
- 5.9 Heiz- und Kühlkonzept 143
- 5.10 Multifunktionale Deckensegel 145
- 5.11 Lüftungskonzept 147
- 5.12 Behaglichkeit 149
- 5.13 Energiebilanzierung 153
- 5.14 Integration transparenter PV im Glasdach des Atriums 157
- 5.15 Abschätzung Stromerzeugung 159

Kosten **163**
- 5.16 Kostenschätzung 163
- 5.17 Investitionskosten 164
- 5.17 Gebäudebezogende Kosten im Lebenszyklus (BNB) 169
- 5.18 Amortisation 171

Ökobilanz **173**
- 5.19 Ökobilanz nach BNB 173
- 5.20 Optimierte EPDs 177
- 5.21 Kompensation 178

Anhang **179**
- Bauteilkatalog 179
- Energiesimulation 193

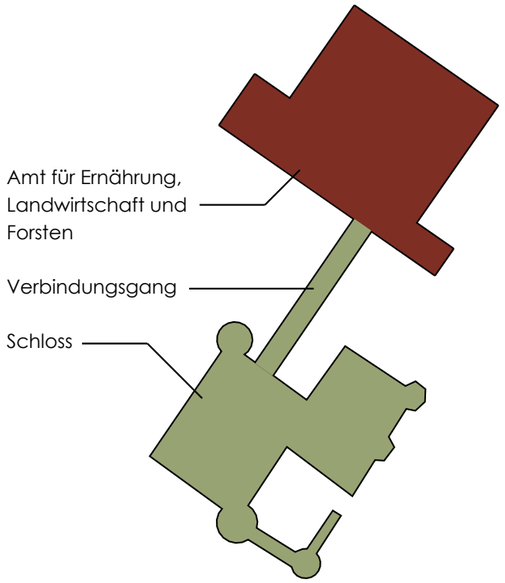
1

Allgemeines

1.1 Allgemeine Informationen 3
1.2 Anbindung 5
1.3 Naturgefahren 6
1.4 Anforderungen an Bauteile 7
1.5 Anforderungen an die Innenraumqualität 8
1.6 Anforderungen an den Arbeitsplatz 11

1.1 Allgemeine Informationen

Das Verwaltungsgebäude in zentraler Lage Wertingens – direkt neben dem Schloss – wurde 1968 errichtet und ist seit über 55 Jahren in Betrieb. Nach zwischenzeitlichem privaten Eigentum gehört es heute wieder der Stadt. Als öffentliches Gebäude mit Geschichte und Potenzial steht es nun im Fokus einer zukunftsorientierten Sanierung.



Landrat-Anton-Rauch-Platz 2, 86637 Wertingen

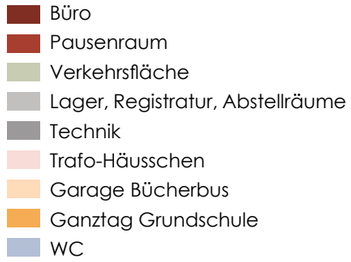
Baujahr: 1968

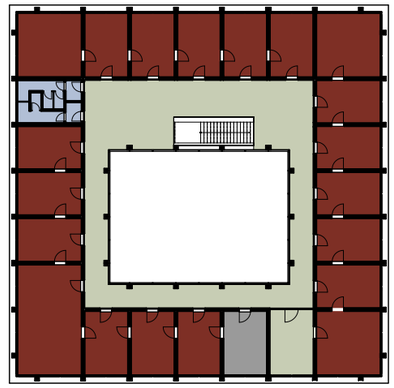
Besitzer: Sadt Wertingen

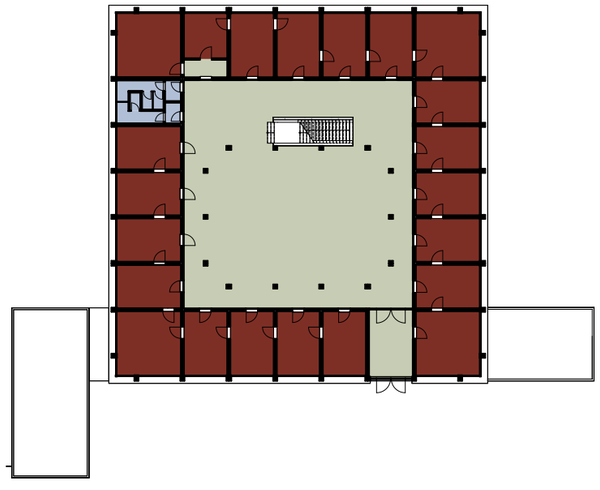
Grundstücksgröße: ca. 4.200 m²

3 Geschosse inkl. Keller
Hauptgebäude: 30 x 30 x 11 m

Landesamt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten







1.2 Anbindung

Das Grundstück liegt im Stadtgebiet von Wertingen und ist gut in das regionale Verkehrsnetz eingebunden. Zwei Bushaltestellen befinden sich in unmittelbarer Nähe und sind bequem zu Fuß erreichbar. Von dort bestehen regelmäßige Busverbindungen nach Augsburg, Meitingen, Biberbach und Mertingen. Die Fahrzeit in die Augsburger Innenstadt beträgt mit dem öffentlichen Nahverkehr rund eine Stunde.

Es ist kein Bahnhof vorhanden. Für zusätzliche Flexibilität steht direkt am Standort eine Car-Sharing-Station zur Verfügung.

Die Fahrtzeit nach Augsburg beträgt mit dem Auto etwa 40 Minuten. Auf dem Grundstück sind ausreichend Parkmöglichkeiten vorhanden, um dem Bedarf gerecht zu werden.[1]

H Bushaltestelle
Car-Sharing

[1] Augsburger Verkehrs- und Tarifverbund GmbH

1.3 Naturgefahren

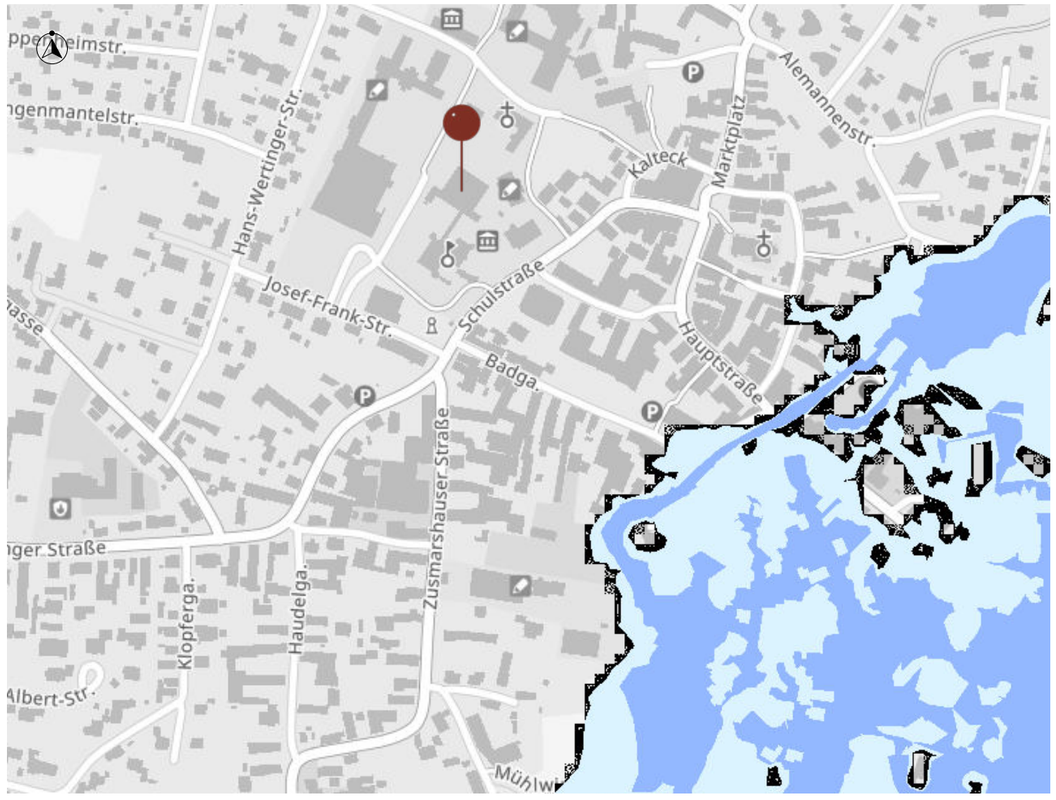
Für das Landesamt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten wurde im Rahmen einer standortspezifischen Analyse potenzielle Naturgefahren bewertet. Die Auswertung zeigt, dass insbesondere Starkregenereignisse, Hagel und künftig vermehrte Hitzetage zu den relevanten Risiken zählen. Diese Gefährdungen treten laut Prognosen mit steigender Häufigkeit und Intensität auf und gelten damit als besonders wahrscheinlich und bedeutsam für die Gebäudenutzung und -sicherheit.

Auch Winterstürme und Schneelasten sind typische Gefährdungen in der Region, wenngleich deren Eintritt weniger häufig ist. Das Risiko durch Waldbrand, Erdbeben oder Blitzschlag wird hingegen als vergleichsweise gering eingeschätzt. Mit Hochwasser ist am Standort nicht zu rechnen.

Die Erkenntnisse aus dieser Bewertung sollen in die Planung einbezogen werden, um das Gebäude widerstandsfähig zu gestalten.[2]

Hochwassergefahrenflächen HQ100
Hochwassergefahrenflächen HQextrem[3]

[2] Standortsteckbrief Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
[3] Hochwasserdaten: Bayern Atlas



1.4 Anforderungen an Bauteile

Für Bestandsgebäude bestehen gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) keine verpflichtenden Anforderungen an den Endenergiebedarf. Vorgaben betreffen ausschließlich die baulichen Mindestanforderungen an einzelne Bauteile, wenn im Rahmen einer Sanierung Eingriffe vorgenommen werden. Soll ein Gebäude jedoch gefördert werden, gelten zusätzliche Anforderungen.

Für Sanierungen gibt das GEG Grenzwerte für die U-Werte der Bauteile vor. Darüber hinaus werden Anforderungen an Bauteilgruppen gestellt. Das ermöglicht Flexibilität in der Planung, da nicht jedes einzelne Bauteil exakt einem Grenzwert entsprechen muss, sondern die energetische Qualität im Zusammenspiel mehrerer Komponenten betrachtet werden kann.

Bauteil	Position	Nach GEG
Opak	Bodenplatte gegen Erdreich	0,35
	Wand gegen Außenluft	0,24
	Wand gegen unbeheizt	0,35
	Dach	0,2
	Tür	1,8
	Tor	1,8
Transparent	Fenster	1,3

Maximale U-Werte für Sanierungen in kWh/m²a[1]

Bauteilgruppe	GEG[1]		BEG[2]		Passivhaus[3]
	Raum-Temperatur ≥ 19 °C	Raum-Temperatur 12 - 19 °C	Raum-Temperatur ≥ 19 °C	Raum-Temperatur 12 - 19 °C	
Opake Bauteile	0,28	0,50	0,18	0,24	0,15
Transparente Bauteile	1,50	2,80	1,00	1,3	0,80
Vorhangfassade	1,50	3,00	1,00	1,3	0,80
Lichtband	2,5	3,60	1,00	2,00	0,80

Maximale mittler U-Werte in kWh/m²a der Bauteilgruppen

Quellen:
[1]Gebäudeenergiegesetz vom 8.08.2020 (BGBl. I S. 1728), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16.10.2023 (BGBl. 2023 I Nr. 271), Online verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/geg/__48.html
[2]Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Hg.) (2023): Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude. Einzelmaßnahmen (BEG EM)
[3]Passivhaus Institut (Hg.): Qualitätsanforderungen an Passivhäuser. Online verfügbar unter https://passiv.de/de/02_informationen/02_qualitaetsanforderungen/02_qualitaetsanforderungen.htm (zuletzt aufgerufen am 18.05.2025)

1.5 Anforderungen an die Innenraumqualität

Die in der DIN EN 16798-1 angegebenen Standardauslegungswerte für operative Innentemperatur und relative Raumluftfeuchte dienen primär als Planungsgrundlagen für Gebäude mit raumlufttechnischen Anlagen. In Gebäuden ohne solche technischen Einrichtungen – wie etwa bei natürlicher Belüftung – stellen die Werte keine verpflichtenden Anforderungen dar, können jedoch als Orientierung für ein behagliches und gesundheitlich zuträgliches Raumklima herangezogen werden. Abweich-ungen über längere Zeiträume, insbesondere während extremer Außenklimasituationen, können das Wohlbefinden beeinträchtigen und sollten bei der Bewertung der Raumklimasituation berücksichtigt werden.

Innenraumtemperatur

Die Anforderungen an die Innenraumtemperaturen ergeben sich aus der DIN EN 16798-1 sowie der Arbeitsstättenrichtlinie (ASR). Für Neubauten und sanierte Bestandsgebäude wird gemäß DIN 16798-1 die Kategorie II als Planungsgrundlage empfohlen. Daraus ergibt sich ein empfohlener Temperaturbereich von **20 °C bis 26 °C** zur Gewährleistung thermischer Behaglichkeit.

Die ASR differenziert zusätzlich nach Körperhaltung und Tätigkeit. Für die im Büro typischerweise ausgeführte leichte Arbeit im Sitzen gilt ein Mindestwert von **20 °C** als Anforderung an die Raumtemperatur in Arbeitsräumen.

Diese Vorgaben bilden die Grundlage für die Bewertung des thermischen Komforts im Rahmen der Simulation. Werden die festgelegten Raumtemperaturen nicht eingehalten, sind je nach Abweichung geeignete Maßnahmen zu treffen. Bei zu niedrigen oder zu hohen (> 30 °C) Temperaturen sind technische, organisatorische oder personenbezogene Schutzmaßnahmen erforderlich.

Quellen:
- DIN EN 16798-1, 2022-03: Energetische Bewertung von Gebäuden – Lüftung von Gebäuden
- Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.5 (Ausgabe: Juni 2010, zuletzt geändert GMBl 2022, S. 198)

Gebäude-/Raumtyp	Kategorie	Operative Temperatur, °C	
		Mindestwert für Heizung (Winterperiode)	Höchstwert für Kühlung (Sommerperiode)
Büros und ähnlich genutzte Räume ~ 1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0
	IV	18,0	28,0

Standardauslegungswerte der operativen Innentemperatur DIN EN 16798-1, 2022-03

Raumluftfeuchte

Die DIN EN 16798-1 stellt Richtwerte für die Auslegung der relativen Luftfeuchte in Innenräumen zur Verfügung, insbesondere wenn Befeuchtungs- oder Entfeuchtungsanlagen eingesetzt werden. Diese Werte dienen als Planungsgrundlage, sind jedoch nicht verbindlich, sondern als Empfehlungen zu verstehen.

Ergänzend konkretisiert die ASR A3.6 die Anforderungen an ein gesundheitlich zuträgliches Raumklima in Arbeitsräumen. Ziel ist es, Belastungen durch Schadstoffe, übermäßige Feuchtigkeit oder Hitze zu vermeiden.

Eine aktive Luftbefeuchtung ist laut ASR in der Regel nicht erforderlich, da sie häufig hygienische Risiken mit sich bringt. Vorrangig ist sicherzustellen, dass die Luftqualität durch geeignete Lüftung gewährleistet wird. Die Empfehlungen zielen darauf ab, ein angenehmes, hygienisch unbedenkliches Raumklima zu schaffen und Bauschäden sowie Einschränkungen in der Nutzung zu vermeiden.

Quellen:
- DIN EN 16798-1, 2022-03: Energetische Bewertung von Gebäuden – Lüftung von Gebäuden
- Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.6 (Ausgabe: Januar 2012, zuletzt geändert GMBl 2018, S. 474)

Gebäude-/Raumtyp	Kategorie	Auslegungswert der relativen Luftfeuchte in %	
		für Entfeuchtung	für Befeuchtung
Räume, deren Feuchtekriterien durch menschliche Nutzung bestimmt werden.	I	50	30
	II	60	25
	III	70	20

empfohlene Auslegungskriterien für die Luftfeuchte
DIN EN 16798-1, 2022-03

CO_2-Konzentration der Raumluft

Die CO_2-Konzentration gilt als maßgeblicher Indikator für die Luftqualität in Arbeitsräumen.
Laut ASR gelten, die aufgeführten Orientierungswerte. Diese Schwellenwerte dienen der Bewertung der Luftqualität im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung. Ziel ist eine gesundheitlich zuträgliche Atemluft für alle anwesenden Personen.

< 1000 ppm
Keine Maßnahmen erforderlich

1000–2000 ppm
Lüftungsverhalten prüfen und ggf. verbessern (z. B. Luftwechsel erhöhen)

> 2000 ppm
Weitergehende Maßnahmen notwendig (z. B. Personenanzahl reduzieren)

Quellen:
- Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.6 (Ausgabe: Januar 2012, zuletzt geändert GMBl 2018, S. 474)

Tageslichtversorgung, Beleuchtung und Sichtverbindungen

Tageslicht nach DIN EN 17037

Die DIN EN 17037 empfiehlt, die Tageslichtversorgung über den sogenannten Tageslichtquotienten (DQ) zu bewerten. Dieser beschreibt das Verhältnis der Beleuchtungsstärke im Innenraum zur gleichzeitigen Außenbeleuchtungsstärke unter bedecktem Himmel.
Für Büronutzung gilt ein empfohlener **Mindest-DQ** von **2%** im Nutzungsbereich. Zusätzlich soll dieser Wert auf mindestens **50% der Raumfläche** erreicht werden, um eine gleichmäßige Versorgung sicherzustellen.

Ergänzende Anforderungen nach ASR

Die Technische Regel ASR A3.4 konkretisiert die Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung und ergänzt die DIN um praxisnahe Anforderungen:

Ausreichendes Tageslicht
Anforderung gibt als erfüllt, wenn ein Kriterium erfüllt wird:
- **DQ** am Arbeitsplatz **> 2 %** (bei Dachoberlichtern **> 4 %**)
- **Verhältnis** von lichtdurchlässiger Fenster-/Tür-/Wand- bzw. Oberlichtfläche zur Raumgrundfläche von mindestens **1:10** (bei Rohbaumaße ca. 1:8)

Tageslichteinfallsflächen
Tageslicht soll vorrangig über vertikale Fensterflächen eingebracht werden. Reicht dies nicht aus, können auch Oberlichter oder Lichtkuppeln verwendet werden, wobei diese alleine keine ausreichende Sichtverbindung nach außen bieten.

Sichtverbindung nach außen
Arbeitsräume müssen eine Sichtverbindung ins Freie haben – bspw. durch Fenster oder transparente Fassadenbereiche. Dies dient der Orientierung, dem Kontakt zur Außenwelt und dem psychischen Wohlbefinden.

Blendfreiheit
Der Tageslichteinfall darf nicht zu störender Blendung führen – insbesondere an Bildschirmarbeitsplätzen. Geeignete Sonnenschutz- oder Blendschutzsysteme sind vorzusehen.

Künstliche Beleuchtung
Reicht das Tageslicht zur Erfüllung der Beleuchtungsanforderungen nicht aus, ist eine künstliche Beleuchtung vorzusehen. Für Büroarbeitsplätze gilt eine Mindestbeleuchtungsstärke von 500 Lux. Diese muss gleichmäßig, blendfrei und mit geeigneter Lichtfarbe ausgeführt sein.

Verkehrsflächen allg.	50 lx
Treppen, Aufzüge	100 lx
Teeküchen, Pausenräume	200 lx
Toiletten	200 lx
Büro - Schreiben, Lesen, Datenverarbeitung	500 lx

Mindestbeleuchtungsstärke für best. Bereiche
ASR A3.4, Anhang 3

Quellen:
- DIN EN 17037:2022-05: Tageslicht in Gebäuden
- Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.4 (Ausgabe: Mai 2023)

1.6 Anforderungen an den Arbeitsplatz

Raumabmessungen und Bewegungsflächen gemäß ASR A1.2

Die Technische Regel ASR A1.2 konkretisiert die Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung hinsichtlich der Abmessungen von Arbeitsräumen und den erforderlichen Bewegungsflächen am Arbeitsplatz.

Für die Grundfläche von Arbeitsräumen gilt:

- Der **erste Arbeitsplatz** muss mind. **8 m²** betragen.
- Für jeden **weiteren Arbeitsplatz** sind mindestens **6 m²** zusätzlich einzuplanen.

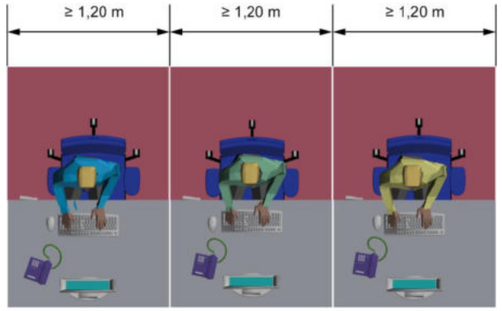
Die Bewegungsfläche für Beschäftigte am Arbeitsplatz ist getrennt von Verkehrswegen oder Fluchtwegen zu betrachten:

- Die **Mindestfläche** für die persönliche Bewegungsfreiheit beträgt **1,5 m²**.
- **Tiefe** und **Breite** müssen jeweils **mind. 1,0 m** betragen – unabhängig davon, ob die Tätigkeit im Sitzen oder Stehen erfolgt.
- Bei nebeneinander liegenden Arbeitsplätzen muss die **Bewegungsfläche** zwischen ihnen **mind. 1,2 m** breit sein.

Bewegungsflächen dürfen sich nicht überlagern mit:

- Verkehrswegen oder Fluchtwegen,
- den Bewegungsflächen benachbarter Arbeitsplätze,

Ziel dieser Vorgaben ist es, die Sicherheit, Zugänglichkeit und Ergonomie am Arbeitsplatz zu gewährleisten sowie reibungslose Arbeitsabläufe zu ermöglichen..



Breite der Bewegungsfläche für nebeneinander angeordnete Arbeitsplätze mit sitzender oder stehender Körperhaltung, ASR A1.2, Abb. 5

Mindesttiefe der Bewegungsfläche im Sitzen und Stehen, ASR A1.2, Abb. 2 und 3

Quellen:
- Arbeitsstättenrichtlinie ASR A1.2 (Ausgabe: September 2013, zuletzt geändert GMBl 2022, S. 241)

Verkehrsflächen

Die ASR A1.8 legt Anforderungen an die Gestaltung und Dimensionierung von Verkehrswegen in Arbeitsstätten fest. Ziel ist es, sichere und barrierefreie Bewegungsflächen für Beschäftigte und ggf. Besucher zu gewährleisten.

Lichte Mindestbreiten und Türen

Für Verkehrswege und Türen gelten je nach Nutzung (z. B. durch Personen oder Transportmittel) lichte Mindestbreiten. Diese Maße stellen sicher, dass Arbeitsplätze sicher und ohne Einschränkungen zugänglich sind.

Lichte Höhe

Die lichte Höhe über Verkehrswegen muss mindestens 2,00 m betragen. Wird diese Höhe unterschritten (z. B. durch Unterzüge oder Bauteile), sind Maßnahmen zum Schutz erforderlich – etwa durch sichtbare Markierungen oder Polsterungen.

Treppen

Treppen, die als Teil von Verkehrswegen dienen, unterliegen folgenden Anforderungen:

- Sie müssen trittsicher und gleichmäßig gestaltet sein.
- Ab einer Treppenhöhe von 5 Steigungen ist ein Zwischenpodest vorzusehen, wenn sich die Nutzung auf unterschiedliche Ebenen verteilt.
- Bei Absturzhöhen über 1,00 m ist ein Geländer mit einer Höhe von mindestens 1,00 m vorgeschrieben.
- Handläufe müssen beidseitig angebracht werden, wenn die Treppe mehr als 4 Stufen hat oder als Fluchtweg dient. Sie sollen gut greifbar und durchgehend geführt sein.

	A	B	C
Nr.	Verkehrsweg	Lichte Mindestbreiten von Durchgängen und **Türen** im Verlauf von Verkehrswegen (in m)	Lichte Mindestbreiten von **Verkehrswegen** (in m)
	Anzahl der Personen		
1	bis 5	0,80*)	0,90
2	bis 20	0,90	1,00
3	bis 50	0,90	1,20
4	bis 100	1,00	1,20
5	bis 200	1,05	1,20
6	bis 300	1,65	1,80
7	bis 400	2,25	2,40
	Abweichend für **Verkehrswege zu besonderen Bereichen**		Lichte Mindestbreiten (in m)
8	Gänge zu persönlich zugewiesenen Arbeitsplätzen, Hilfstreppen		0,60
9	Gänge zur Instandhaltung, Gänge zu Betriebseinrichtungen ohne Begegnungsverkehr		0,60
14	Türen von Toilettenzellen und von Toilettenräumen mit-nur einer Toilette entsprechend ASR A4.1 „Sanitärräume“		0,55

Lichte Mindestbreiten der Wege für den Fußgängerverkehr ASR A1.8, Tab. 2 (Ausschnitt)

Quellen:
- Arbeitsstättenrichtlinie ASR A1.8 (Ausgabe: März 2022, zuletzt geändert GMBl 2024, S. 412 (v. 17.06.2024))

2

Bestandsanalyse

2.1	Begehung vor Ort	15
2.2	Bedarfsplanung	19
2.3	Abstandsflächen	25
2.4	Denkmalrechtliche Situation	26
2.5	Tragwerk	27
2.6	Brandschutz	30
2.7	Heizsystem	33
2.8	Energieverbrauchswerte	37
2.9	Potentialschätzung	38
2.10	Umweltwirkung	39
2.11	Belichtung	43
2.12	Bestandsbeuteilung	45

2.1 Begehung vor Ort

Im Rahmen eines Gesprächs mit dem Bürgermeister der Stadt Wertingen wurde über die zukünftige Nutzung des derzeitigen Verwaltungsbaus sowie über mögliche bauliche Maßnahmen gesprochen. Dabei wurden sowohl konkrete Planungen als auch verschiedene Nutzungsideen diskutiert, die teilweise bereits im Raum stehen oder perspektivisch sinnvoll erscheinen.

Weitere Gesprächspartner*innen: Gebäudeverwalter und Hausmeister der Stadt Wertingen, Leiter des Amts für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und eine Mitarbeiterin

Ausgangslage

Das Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen soll in ein neues Verwaltungsgebäude umziehen, das nach dem geplanten Abriss des Sparkassengebäudes (Schulstraße 9, 86637 Wertingen) entstehen soll.

Die **Kreisfahrbücherei**, die bislang im Untergeschoss untergebracht war, ist Anfang 2025 ausgezogen (neuer Ort in der Stadtmitte, ehem. Müller-Filiale). Die entsprechenden Räume wurden bereits saniert und werden nun pilotweise für die Ganztagsbetreuung der nahegelegenen Grundschule genutzt. Der Bücherbus verbleibt weiterhin in der bestehenden Garage.

Bauliche und planerische Rahmenbedingungen

Der Bürgermeister sieht grundsätzlich die Möglichkeit, das bestehende Gebäude aufzustocken, um zusätzlichen Raum für neue Nutzungen zu schaffen. Gleichzeitig weist er jedoch darauf hin, dass es in Wertingen insgesamt einen hohen **Leerstand** gibt, der bei der weiteren Planung berücksichtigt werden sollte.

Um die finanzielle Belastung für die Stadt zu verteilen, strebt er eine **abschnittsweise Sanierung** an. Die Kostenvorstellung liegt bei rund zwei Millionen Euro, verteilt auf einen Zeitraum von drei Jahren.

Ein Rückbau des bestehenden **Verbindungsgangs** zum Schloss wird befürwortet. Der Gang wird derzeit kaum genutzt und dient lediglich als Lager- und Ausstellungsfläche für historische Feuerwehrgeräte.

Zudem stellt er eine energetische Schwachstelle in Form einer Wärmebrücke dar. Ein zentrales Anliegen des Bürgermeisters ist die Herstellung der Barrierefreiheit im Bestandsgebäude. Positiv hervorgehoben wurde außerdem die erhöhte Lage des Gebäudes, die es unempfindlich gegenüber Hochwasserereignissen macht.

Mögliche Nachnutzungen des Gebäudes

Wohnungen:

- ▷ Abwanderung junger Menschen
- ▷ Bedarf an kleinen (40 - 50 m²) Ein-bis Zweizimmerwohnungen

Mehrgenerationenhaus (ASB):

- ▷ Nutzung durch den Arbeiter-Samariter-Bund

Kantine:

- ▷ Für umliegende Schulen
- ▷ Bedarf durch den Ausbau der Ganztagsangebote
- ▷ Bisher gibt es nur eine kleine Kantine am Gymnasium

Städtische Verwaltung:

- ▷ Für ca. 50 Mitarbeitende
- ▷ Die aktuellen Büro-räume im Schloss sind nicht barrierefrei und baulich ungeeignet

Neues Jugendhaus:

- ▷ Ersatz für die bisherige, angemietete Immobilie

Grundschule:

- ▷ Fere-Straße 2
- ▷ Zusätzliche Klassenzimmer
- ▷ Räumlichkeiten für Ganztagsbetreuung

Volkshochschule VHS:

- ▷ Kursräume
- ▷ Verwaltungs-bereiche

Informationen vom Hausmeister

Der Hausmeister beschreibt das Gebäude als weitgehend im Originalzustand. Die Fenster stammen noch aus dem Baujahr, Ersatzteile seien dafür nicht mehr erhältlich. Lediglich das Dach wurde aufgrund früherer Undichtigkeiten saniert. Die Beheizung erfolgt vollständig elektrisch: In den Räumen ist eine Fußbodenheizung vorhanden, die über in den Estrich eingegossene Heizleitungen betrieben wird. Zusätzlich sind Fensterbank-heizungen installiert. Die Wärme wird über Nachtspeicheröfen zugeführt, welche über drei Einstellungsstufen verfügen.

Die Elektroinstallationen – einschließlich der Heizleitungen – sind größtenteils im ursprünglichen Zustand und höchst-wahrscheinlich weder erneuert noch gedämmt worden. Auch die Beleuchtung ist veraltet: Lediglich etwa 5% der Leuchtmittel wurden durch LED ersetzt, der Großteil besteht weiterhin aus klassischen Leuchtstoffröhren.

Das gesamte Gebäude wird mit Strom beheizt. Der Hausmeister nannte einen jährlichen Stromverbrauch von etwa 250.000 kWh, was mit den Angaben im Energieausweis für die Jahre 2005 bis 2007 übereinstimmt.

Als Sonnenschutz sind außenliegende Jalousien mit Handkurbelbedienung vorhanden. Davon sind 8 von 40 kaputt. Innenliegend ist ein Blendschutz vorhanden.

Informationen von Mitarbeitenden

Ein Angestellter berichten über Zuglufterscheinungen, vor allem im Winter – insbesondere dort, wo Fensterdichtungen fehlen oder beschädigt sind. Während von außen keine nennenswerte Lärmbelastung wahrgenommen wird, sind jedoch Telefongespräche aus angrenzenden Räumen deutlich hörbar.

Im Sommer wird es in den südlich ausgerichteten Räumen sehr heiß. Die Steuerung der Nachtspeicheröfen bereitet teilweise Probleme: Es kommt regelmäßig vor, dass es morgens unangenehm warm ist, während die Raumtemperatur insgesamt selten als passend empfunden wird – häufig sei es entweder zu warm oder zu kalt.
Einige Fenster lassen sich nicht mehr richtig schließen, da entweder der Schließmechanismus defekt ist oder die Fensterflügel verzogen sind. Zudem sind

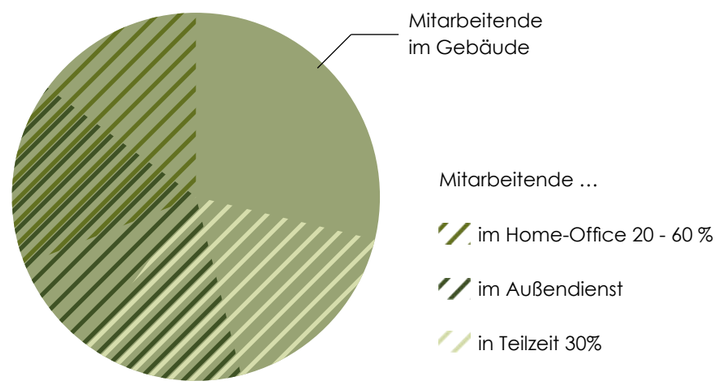
8 von 40 Jalousien defekt, was den sommerlichen Wärmeschutz zusätzlich beeinträchtigt. Für das Alter des Gebäudes ist der Zustand besser als zunächst angenommen.

Über die Beschriftung der Räume vor Ort konnten wir die Gesamtzahl der Mitarbeitenden auf ca. 60 Personen schätzen.

Hinsichtlich der Nutzung von Home-office besteht unter den Mitarbeit-enden keine einheitliche Meinung; der Anteil wird auf 20 bis 60 % geschätzt. Eine Mitarbeiterin gibt an, dass ein Großteil der Belegschaft regelmäßig im Außendienst tätig ist. Etwa 30 % der Beschäftigten arbeiten in Teilzeit.

Bei der Besichtigung entstand der Eindruck einer sehr geringen Auslast-ung der Arbeitsplätze. Die Raumaus-wertung zeigt, dass überwiegend Einzelbüros vorhanden sind. Besucher-*innen waren während der Begehung nicht anzutreffen.

Obwohl die Kernabeitszeit von 8:30 bis 16:30 festgesetzt ist, ist davon auszugehen das die tatsächliche Personenanzahl aufgrund von Home-Office, Außendienst und Teilzeit in der Regel deutlich unter 60 Personen liegt.



2.2 Bedarfsplanung

Im Rahmen der Projektarbeit erfolgte zunächst eine umfassende Auseinandersetzung mit dem Bestandsgebäude. In einem ersten Schritt wurde dabei eine **Bedarfsplanung angelehnt an die DIN 18205**[1] vorgenommen, um eine strukturierte, nachvollziehbare und methodisch fundierte Grundlage für die weitere Planung der Sanierung zu schaffen. Die Bedarfsplanung dient dazu, die Ausgangssituation sowie die potenziellen Anforderungen an das Gebäude systematisch zu erfassen und zu bewerten, ohne sich dabei bereits auf eine konkrete Lösung festzulegen.

Allgemeines zur Bedarfsanalyse nach DIN 18205

Die Anwendung der DIN 18205 bietet den Vorteil, dass sie einen einheitlichen und anerkannten Rahmen für die Ermittlung und Dokumentation von Anforderungen schafft. So können die Bedürfnisse aller Beteiligten – wie Nutzer, Bauherr oder Betreiber – klar, nachvollziehbar und zielgerichtet in den weiteren Planungsprozess eingebracht werden.

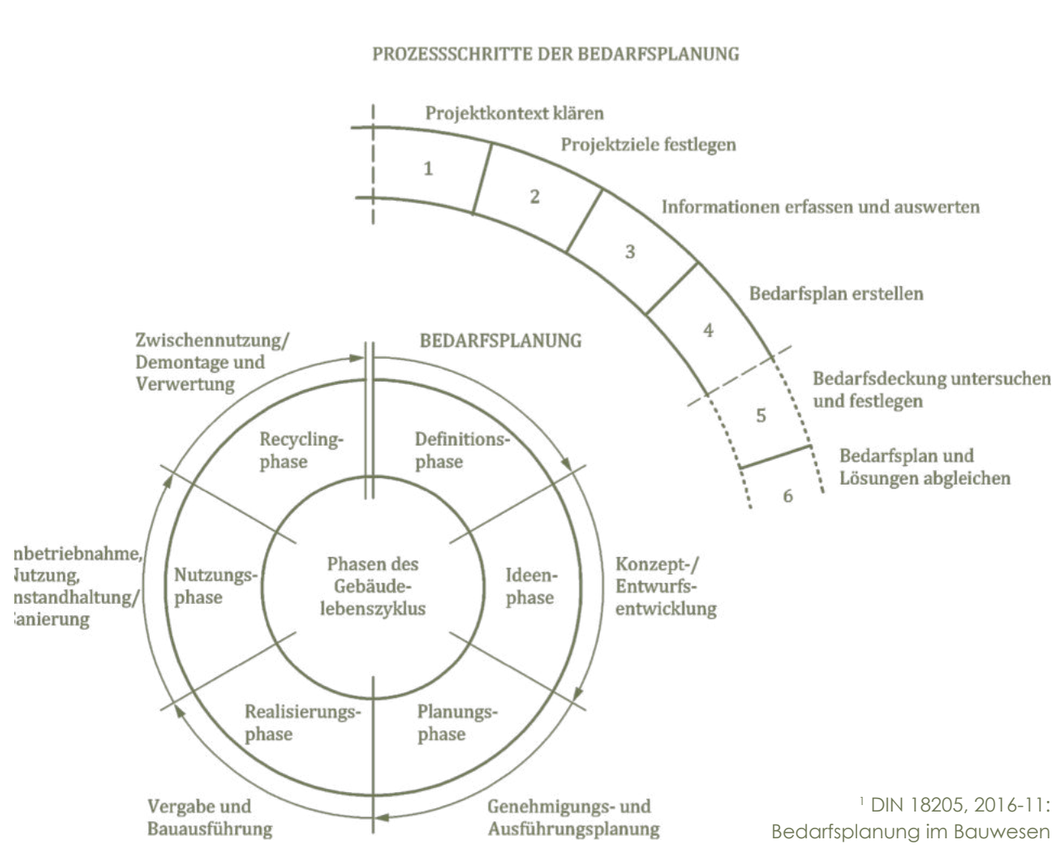
Die Bedarfsplanung selbst ist ein ergebnisoffener und iterativer Prozess, der mit dem Projektverlauf weiterentwickelt wird. Ziel ist es, die Ziele und Anforderungen frühzeitig und systematisch zu erfassen, ohne sich dabei auf eine bestimmte bauliche Lösung festzulegen. Sie kann nicht nur zur baulichen Umsetzung führen, sondern auch organisatorische oder betriebliche Anpassungen aufzeigen.

Der daraus entstehende Bedarfsplan bildet die Grundlage für die weitere Projektentwicklung, etwa für Machbarkeitsstudien, Architektenwettbewerbe oder Planungsverträge. Zudem dient er über den gesamten Projektverlauf hinweg als Maßstab zur Qualitätssicherung und zur Bewertung technischer, planerischer und organisatorischer Lösungen.

Anwendung der DIN 18205 am Bestandsobjekt

Im Rahmen der Bedarfsplanung wurden die ersten drei Checklisten der DIN 18205 systematisch durchgearbeitet. Dabei wurde zunächst der Projektkontext analysiert (Checkliste 1), die potenziellen Anforderungen der zukünftigen Nutzer sowie funktionale und technische Zielsetzungen erfasst (Checkliste 2) und anschließend alle verfügbaren Informationen zum Ist-Zustand des Gebäudes sowie qualitative und quantitative Bedarfsangaben aufgenommen und ausgewertet (Checkliste 3).

Die vierte Checkliste der Norm stellt keine neue Datenerhebung dar, sondern dient der strukturierten Zusammenführung und Verdichtung der zuvor erhobenen Informationen. Sie fasst die wesentlichen Erkenntnisse zu Nutzerbedarfen, funktionalen Anforderungen und Rahmenbedingungen zusammen und bildet so die Grundlage für die weitere Konzeptentwicklung, Variantenuntersuchung oder auch eine anschließende Nutzwertanalyse.



[1] DIN 18205, 2016-11: Bedarfsplanung im Bauwesen

Projektkontext klären (nach Checkliste 1 der DIN 18205:2016-11)

Nr.	Kriterium	
1	**Projekt erfassen**	
1.1	Bezeichnung	▷ Sanierung des Gebäudes des Amts für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen- Wertingen im Rahmen einer Studienarbeit
1.2	Bedarfsauslösende Gründe	▷ Betriebs- und Nutzungskosten (Sehr hohe Energiekosten) ▷ Technische Mängel/Substanz (beschädigte und veraltete Bauteile: Fenster, Jalousien, Keine Ersatzteile mehr für Fenster) ▷ Nutzungsprobleme / Raumqualität (Schlechter Komfort : Innentemperatur zu heiß oder zu kalt, Zugluft; Ungenutzte Fläche des Atriums) ▷ Organisatorische Veränderung (Möglicher Umzug des Amts für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen- Wertingen in einen geplanten, nahegelegenen Neubau)
1.3	Finanzrahmen	▷ 2 Mio (Bürgermeister)
1.4	Zeitrahmen	▷ 3 Jahre (Kosten sollen über diesen Zeitraum aufgeteilt werden) (Bürgermeister)
2.	**Bedarfsträger verstehen**	
2.1	Vision	▷ Gebäude zukunftsgerichtet gestalten
2.2	Strategische Ziele	▷ Umsetzung nachhaltiger und flexibler Nutzungskonzepte ▷ Nutzung vorhandener Gebäudestrukturen (Atrium), ▷ Förderung von Inklusion und Klimaschutz durch barrierefreie und emissionsarme/n Bauweise/Gebäudebetrieb
2.3	Entwicklungsziele	▷ Die bauliche und technische Entwicklung des Gebäudes soll durch eine Sanierung der Gebäudehülle, den Austausch veralteter Heizsysteme sowie durch die Integration regenerativer Energien (Photovoltaik) vorangetrieben werden. Zudem sind Maßnahmen zur Barrierefreiheit (z. B. Aufzug) und zur funktionalen Neugestaltung (z. B. Anpassung des Grundrisses) vorgesehen.
3	**Bedarfplanung vorbereiten**	
3.1	Wesentliche Beteiligte	▷ Studierende des EED, THA (Vera Kohler, Nico Reichl, Alisa Rehm) ▷ Betreuende Proffessoren der THA (Prof. Dr.-Ing. Martin Bauer, Prof. Dr. Timo Schmidt, Prof. Dr.-Ing. Gunther Dirk Jacob)
3.2	Weitere Beteiligte	▷ Bürgermeister Willy Lehmeier (Bürgermeister Wertingen) ▷ Dr. Reinhard Bader (Leiter des Amts für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen- Wertingen) ▷ Herr Rückstatter
3.3	Organsiation	▷ / (Studienarbeit)
3.4	Verfahren der Kommunikation	▷ / (Studienarbeit)
3.5	Termin- und Zeitkontrolle	▷ 19.03.2025: Ausgabe der Aufgabenstellung der Studienarbeit, Erhalten von Erstinformationen und Bestandsplänen zum Projekt ▷ 26.03.2025: Begehung des Bestandsgebäudes und Gespräch mit Bauherr ▷ 07.05.2025: Jour Fix mit Bauherr ▷ 25.06.2025: Vorstellen der ausgearbeiteten Sanierungslösung und Studien-Endabgabe

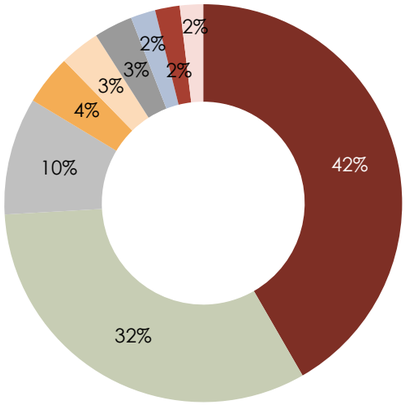
Projektziele festlegen (nach Checkliste 2 der DIN 18205:2016-11)

Nr.	Teilziele	
1	**Funktionale und technische Ziele**	
1.1	Gewährleistung der Funktionalität	▷ Sicherstellung der Barrierefreiheit durch Einbau eines Aufzugs ▷ Flexible und flächeneffiziente Raumnutzung durch Umgestaltung des Grundrisses ▷ Wiederbelebung ungenutzter Flächen wie dem zentralen Atrium ▷ Ziel: Optimale Flächennutzung pro Person (z. B. durch Mehrfachnutzung gemeinsamer Bereiche) ▷ Berücksichtigung standortspezifischer Risiken (Wintersturm, Hitze, Starkregen)
1.2	Sicherstellung der Qualität der technischen Ausführung	▷ Modernisierung der Heiztechnik: Erneuerung der bestehenden Elektrofußbodenheizung, Nachtspeicheröfen und Fensterbankheizungen durch ein effizientes, zukunftsfähiges Heizsystem ▷ Umstellung der Beleuchtung: Ersatz der bestehenden Leuchtstoffröhren durch moderne, energiesparende LED-Beleuchtung ▷ Brandschutzmaßnahmen: Prüfung und Integration eines zeitgemäßen Brandschutzkonzepts, insbesondere im Hinblick auf eine mögliche Nutzungsänderung (z. B. Aufbrechen der Einzelbüro-Struktur) und die aktuelle Fluchtsituation (nur eine Treppe, ansonsten Flucht über Leitern) ▷ Verbesserung des thermischen Komforts durch hochwertige Fenster und Dämmung ▷ Verbesserung von Schallschutz (V.a. zwischen den Räumen) und Belichtung ▷ Einsatz langlebiger, wartungsfreundlicher und standardisierter technischer System
2.	**Soziokulturelle und gestalterische Ziele**	
2.1	Sicherstellung von Gesundheit, Behaglichketi und Nutzerzufriedenheit	▷ Verbesserung des thermischen Komforts durch moderne Heiz-/ Kühlsysteme ▷ Verbesserung der Luftqualität und Zugluftreduktion
2.2	Sicherung der Gestaltungsqualität	▷ Erhalt und Aufwertung des Gebäudes im städtebaulichen Kontext ▷ Verbesserung der Innenraumgestaltung für zeitgemäße Nutzung
3	**Ökonomische und zeitliche Ziele**	
3.1	Optimierung der Lebenszykluskosten	▷ Reduzierung der Betriebskosten durch energieeffiziente Sanierung
3.2	Berücksichtigung des Immobilienwertes im Lebenszyklus	▷ Erhalt und Aufwertung des Gebäudes als öffentliches Eigentum ▷ Verbesserung der Markt- und Nutzungsfähigkeit
3.3	Sicherheit im Hinblick auf zeitliche Abläufe und geplante Veränderungen	▷ Umsetzung innerhalb des geplanten Zeitraums von 3 Jahren ▷ Flexibilität bei späteren Nutzungsanpassungen berücksichtigen
4	**Ökologische Ziele**	
4.1	Schutz der natürlichen Ressourcen	▷ Reduzierung des Energieverbrauchs durch gedämmte Gebäudehülle und Heizung ▷ Installation einer Photovoltaikanlage zur Nutzung erneuerbarer Energien
4.2	Schutz des Ökosystems	▷ Vermeidung emissionsintensiver Materialien bei der Sanierung ▷ Verbesserung der CO_2-Bilanz im laufenden Betrieb (Ziel: Treibhausgasneutralität)

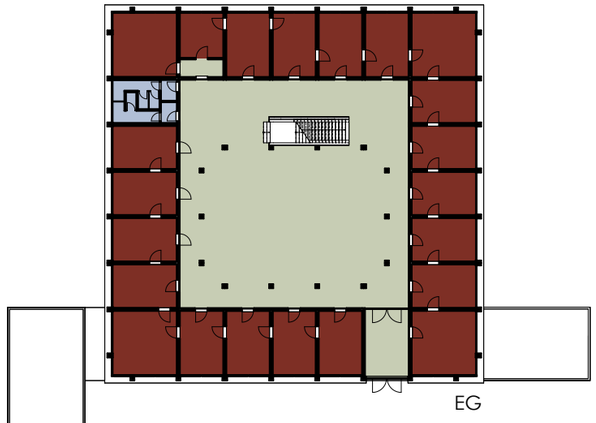
Informationen erfassen und auswerten (nach Checkliste 3 der DIN 18205:2016-11)

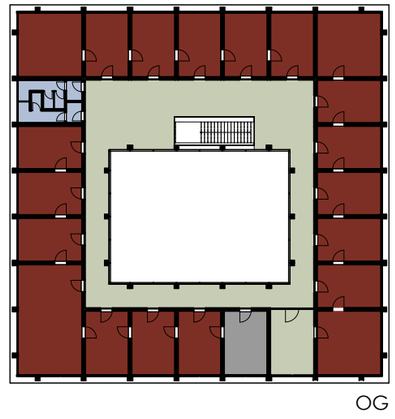
Nr.	Kriterium	
1	**Fakten sammeln und analysieren**	
1.1	Struktur/Organisation	▷ Verwaltungsgebäude des AELF (hauptsächlich Einzelbüros mit Verbindungstüren) ▷ Räume im UG (süd-westl.) für Ganztagsbetreuung (Grundschule) ▷ Garage im Süd-Westen für Bücherbus ▷ Leerstehendes Trafohäuschen im Süd-Osten angebaut ▷ Zugehöriger Parkplatz im Nord–Osten ▷ Nutzeranzahl ca. 60 ▷ Geringe Auslastung
1.2	Räumliche Situation	▷ Raumaufteilung nach Nutzungen siehe Grundrisse und Nutzungsanteil siehe Diagramm ▷ Gebäude zentral in Wertingen, direkt neben Wertinger Schloss ▷ Hochwassersicher durch erhöhte Lage ▷ Erschließung von außen im Nord-Osten über UG und über Verbindungsgang vom Wertinger Schloss im Süd-Westen ▷ Innere Erschließung über innenliegendes, zentrales Atrium ▷ Kleine Räume angegleidert um Atrium ▷ 3 Geschosse (UG, EG, OG), Grundfläche ca. 30m x 30m ▷ NGF gesamt 2.261 m², davon beheizt 1.996 m² ▷ BGF 2.681 m², davon beheizt 2.390 m² ▷ Grundstück ca. 4.250 m²
2.	**Qualitative Bedarfsangaben aufnahemn und analysieren**	
2.1	Prozesse und Arbeitsweisen	▷ Abhhängig von Nachnutzung
2.2	Funktionale Beziehungen	▷ Abhhängig von Nachnutzung
2.3	Spezifische Bedarfsanforderungen	▷ Barrierefreiheit ▷ Gute thermische Gebäudehülle (Reduktion der Wärmeverluste, Zugluft) ▷ Erhöhung des Komforts (Zugluft, Innenraumtemperatur, Schallschutz) ▷ Behebung der Steuerungsprobleme Heizung (durch mögl. Austausch der Heizung) ▷ Je nach Nachnutzung: Erhöhung des Schallschutz zwischen den Räumen ▷ Reduktion der hohe thermische Belastung im Sommer (som. Wärmeschutz) besonders in südl. (Eck-)Räumen ▷ Austausch der veralteten Elektroinstallation und Beleuchtung ▷ Senkung der Stromkosten
3	**Quantitative Bedarfsangaben erfassen und analysieren**	
3.1	Nutzeinheiten	▷ Abhhängig von Nachnutzung ▷ Nur bekannt: Stadtverwaltung (ca. 50 MA),
3.2	Flächenkennwerte	▷ Abhhängig von Nachnutzung ▷ Evtl. Kennwerte für verschiedene Nutzungen ergänzen
3.3	Raumgrößen	▷ Räume sollen nutzungsflexibel geplant werden, da Nutzung noch nicht festgelegt ist ▷ Anpassung an verschiedene Szenarien (Mehrfachnutzung möglich)
3.4	Kostenkennwert	▷ Abhhängig von Nachnutzung ▷ Evtl. Kennwerte für verschiedene Nutzungen ergänzen (Gesamtbudget: ca. 2 Mio. € über 3 Jahre)

Aufteilung der NGF des Bestands nach Nutzung



Bezeichnung	Fläche
Büro	914 m²
Verkehrsfläche	711 m²
Lager, Registratur, Abstellraum	209 m²
Grundschule Ganztag	89 m²
Garage	72 m²
Technik	69 m²
WC	44 m²
Pausenraum	44 m²
Trafo	41 m²





Grundrisse im Maßstab 1:500

2.3 Abstandsflächen

Für die Sanierung des Gebäudes soll auch die Möglichkeit der Nachverdichtung in Form einer Aufstockung untersucht werden, um mehr Nutzfläche vermieten und somit die Sanierung finanzieren zu können.
Ein großes Problem hierbei ist die Einhaltung der geforderten Abstandsflächen.

Wertingen hat eine Einwohnerzahl von 5.412[1] (Stand Dezember 2023), weshalb die Tiefe der **Abstandsflächen** nach BayBo Art. 6 Abs. 5[2] **0,4 H,** jedoch **mindestends 3 m** betragen muss.

Es wurde **kein Bebauungsplan** für dieses Grundstück gefunden, weshalb davon ausgegenagen wird, dass es keinen gibt, jedoch muss dies bei einer Planung nochmals genauer geprüft werden, da der Plan möglicherweise nur in Papierform vorliegt und somit digital nicht auffindbar ist.

Die nördlichen Abstandsflächen werden nicht detailliert betrachtet, da dort aufgrund eines breiten Streifens öffentlicher Verkehrs-, Grün- und Wasserflächen keine Probleme auftreten.

Alle Abstandsflächen des Bestandsgebäudes liegen auf dem Grundstück.

Die Aufstockung eines ganzen weiteren Geschosses ist nicht möglich, da dann die Abstandsfläche im Nord-Westen auf das angrenzende Grundstück fallen würde. Eine Teilaufstockung im Süden. Osten und Westen wäre jedoch denkbar.

[1] https://www.wertingen.de/stadtteile/ (zuletzt aufgerufen am 20.04.2007)
[2] Bayrische Bauordnung, Art 6 Abstandsflächen, Abstände (Fassung vom 14.08.2007)

2.4 Denkmalrechtliche Situation

Das Bestandsgebäude selbst steht nicht unter Denkmalschutz, befindet sich jedoch in unmittelbarer Nähe zum denkmalgeschützten Wertinger Schloss, dem heutigen Rathaus. Darüber hinaus liegt ein Teilbereich des Grundstücks im Südosten innerhalb einer als Bodendenkmal ausgewiesenen Fläche.

Konkret handelt es sich um archäologisch relevante Bereiche, die unter dem Schutz des Bayerischen Denkmalschutzgesetzes stehen. Die angrenzenden bzw. überlagernden Bodendenkmäler sind in der Denkmalliste wie folgt beschrieben:

- ▷ Mittelalterliche und frühneuzeitliche Befunde im Bereich der Altstadt von Wertingen
- ▷ Mittelalterliche und frühneuzeitliche Stadtbefestigung von Wertingen

Diese Schutzstellungen deuten auf mögliche archäologische Funde hin, z. B. Reste von Mauern, Fundamenten oder Schichten mit kulturhistorischer Bedeutung.

Bei tiefgreifenden baulichen Eingriffen, wie etwa dem Erstellen neuer Fundamente, Leitungsgräben oder Erdarbeiten, besteht die Pflicht zur denkmalrechtlichen Abstimmung mit dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege (BLfD) oder der Unteren Denkmalschutzbehörde.

Es kann die Durchführung archäologischer Voruntersuchungen oder baubegleitender Grabungen erforderlich werden.

Verzögerungen und zusätzliche Kosten durch Sicherungsmaßnahmen oder Dokumentationspflichten sind möglich und müssen frühzeitig eingeplant werden.

Eine enge Abstimmung mit der Denkmalpflege im Vorfeld wird empfohlen, um Genehmigungen rechtzeitig zu erhalten und die Planung entsprechend anzupassen.

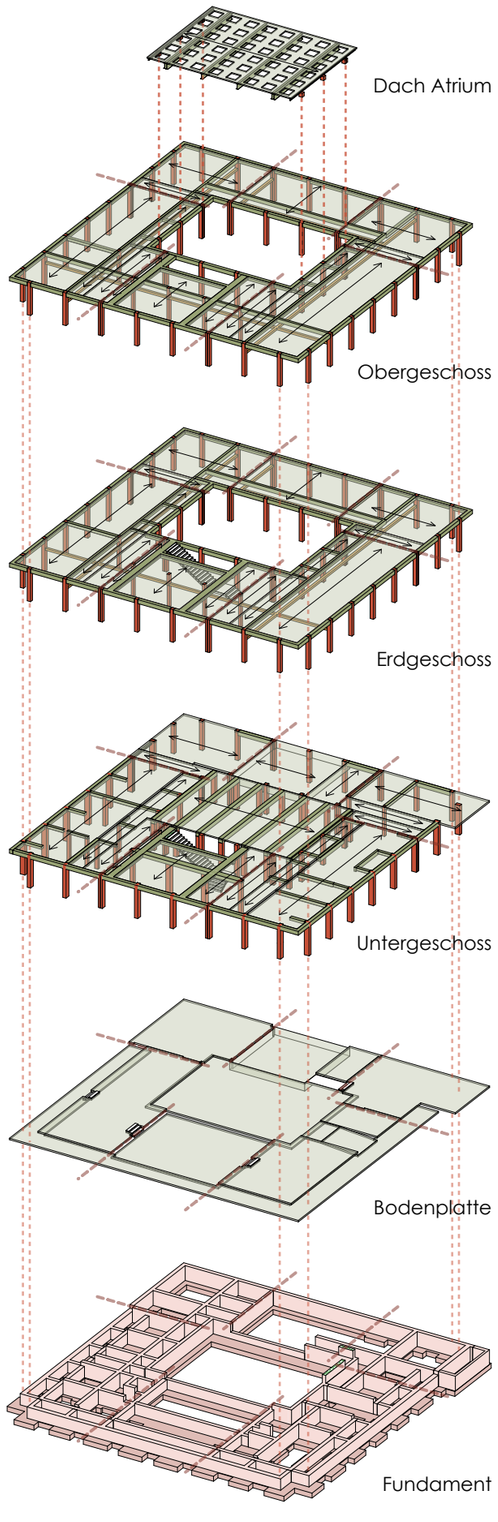
https://atlas.bayern.de/?c=623904,5380093&z=17&r=0&l=vt_grau,d0e7d4ea-62d8-46a0-a54a-09654530beed,6f5a389c-4ef3-4b5a-9916-475fd5c5962b&t=ba (zuletzt aufgerufen am 20.04.2007)

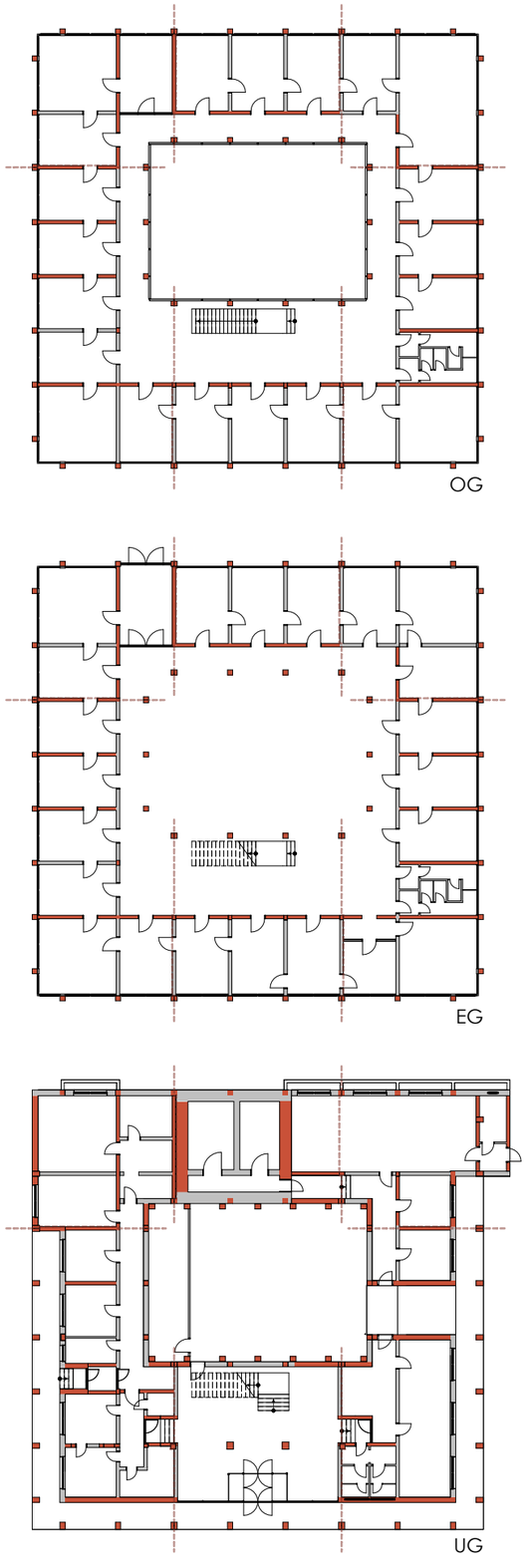
2.5 Tragwerk

Bei der Analyse des Tragwerks zeigte sich, dass die tatsächliche Ausführung nicht in allen Punkten mit den Planunterlagen übereinstimmt.
Insbesondere die Lage und Dimensionierung einzelner Träger weichen teilweise von den statischen Plänen ab. Daher wurde bei der Bestandsaufnahme eine Kombination aus Beobachtungen vor Ort sowie der Auswertung vorhandener Planunterlagen und statischer Angaben vorgenommen, um ein möglichst realistisches Bild des Tragwerks zu erhalten.

Das Gebäude verfügt über ein hybrides Tragwerk, das aus einer Kombination von **Stahlbetonstützen** sowie tragenden Innenwänden aus Ziegelmauerwerk besteht. Während im äußeren Bereich ein typisches Stützen-**Unterzug**-System zur Anwendung kommt, übernehmen im Inneren des Gebäudes — insbesondere entlang der Flure und im Atriumbereich — **tragende Mauerwerkswände** teilweise die Funktion der vertikalen Lastabtragung.

Das Tragwerk wird durch **sechs Bewegungsfugen** in voneinander getrennte Abschnitte unterteilt. Diese Dehnfugen dienen dem spannungsfreien Verhalten des Gebäudes bei Temperatur- oder Setzungsbewegungen.





Die Spannrichtungen der **Decken** sind nicht einheitlich, sondern passen sich dem Raster der Stützen und tragenden Wände an. Daraus ergibt sich eine differenzierte Lastabtragung in verschiedenen Gebäudeteilen.

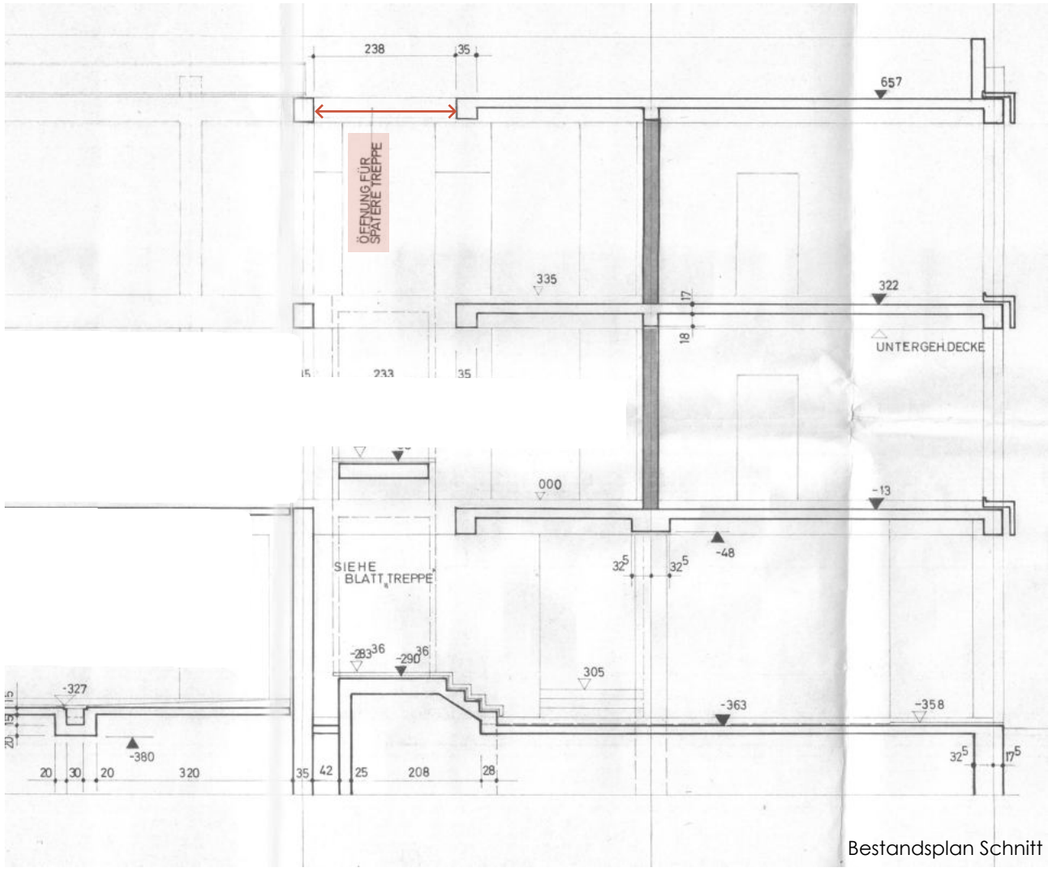
Die im Atriumbereich sichtbaren, jedoch in den Planunterlagen nicht erkennbaren, **durchgehenden Betonstürze** oberhalb der Türöffnungen werden vermutlich nicht ausschließlich als einfache Türstürze eingesetzt.
Aufgrund ihrer durchgängigen Ausbildung über mehrere Wandfelder ist anzunehmen, dass sie zusätzlich eine stabilisierende Funktion übernehmen. Es liegt nahe, dass diese Elemente auch zur horizontalen Aussteifung des Mauerwerks dienen und eine Lagesicherung der tragenden Ziegelwände ermöglichen. Darüber hinaus könnten sie dazu beitragen, Lasten über Öffnungen hinweg gleichmäßig zu verteilen und die einzelnen Wandabschnitte konstruktiv miteinander zu verbinden.

- Tragende Stützen / Wände (Ziegel, im UG teils Beton)
- Nicht-tragende Wände
- Träger (Beton, Stahl)
- Durchgehender Türsturz
- Decken
- Fundament
- Bewegungsfuge

Für verlässliche Aussagen zur Tragstruktur und zur Bewertung einer möglichen Umnutzung oder Aufstockung sind jedoch detailliertere Untersuchungen vor Ort erforderlich, z. B. durch Bauteilöffnungen, Materialprüfungen oder Sondierungen.

Es wird die Annahme getroffen, dass das Tragwerk überdimensioniert sein könnte. Diese Annahme basiert auf dem Umstand, dass in den Plänen eine Öffnung in der Decke über dem obersten Geschoss (über dem Treppenraum) mit dem Vermerk „Öffnung für spätere Treppe“ eingezeichnet ist. Daraus lässt sich schließen, dass eine mögliche spätere Aufstockung des Gebäudes statisch bereits mitgedacht wurde.

In diesem Zusammenhang ist auch die Fundamentierung mit Verbindungsbalken relevant. Ob diese konstruktiv tatsächlich vorhanden sind und eine zusätzliche Lastaufnahme im Aufstockungsfall ermöglichen, muss im Zuge weiterer Untersuchungen überprüft werden.



Bestandsplan Schnitt

Gebäudeklasse (GK)

Das Gebäude besitzt eine Höhe von ca. 7,00 m von OK Arkadengang bis OKF (Oberkante Fußboden).
Je nachdem, ob die zwei niedrigen Stufen zum Arkadengang berücksichtigt werden, kann die Einstufung variieren:

- **Ohne Berücksichtigung der Stufen:**
  - Gebäudeklasse 3 (OKF ≤ 7 m)
- **Mit Berücksichtigung der Stufen:**
  - OKF liegt über 7 m, in Kombination mit einer Nutzungseinheit > 400 m²
  - Gebäudeklasse 5 gemäß BayBO Art. 2 (3)

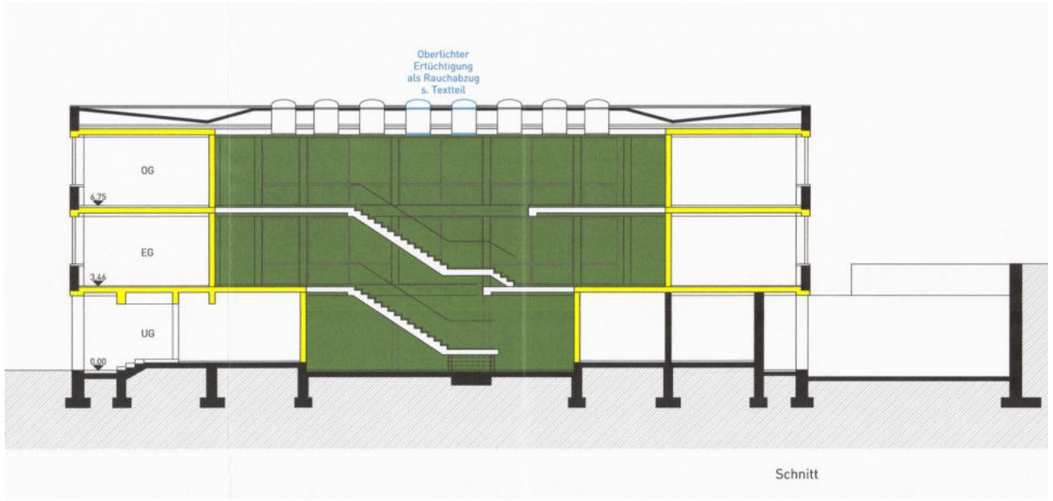
Da die Wände des notwendigen Treppenraums im Brandschutzkonzept (2015) nur feuerhemmend ausgeführt wurden, wird davon ausgegangen, dass das Gebäude der GK 3 zugeordnet werden kann.

Aktuelles Brandschutzkonzept

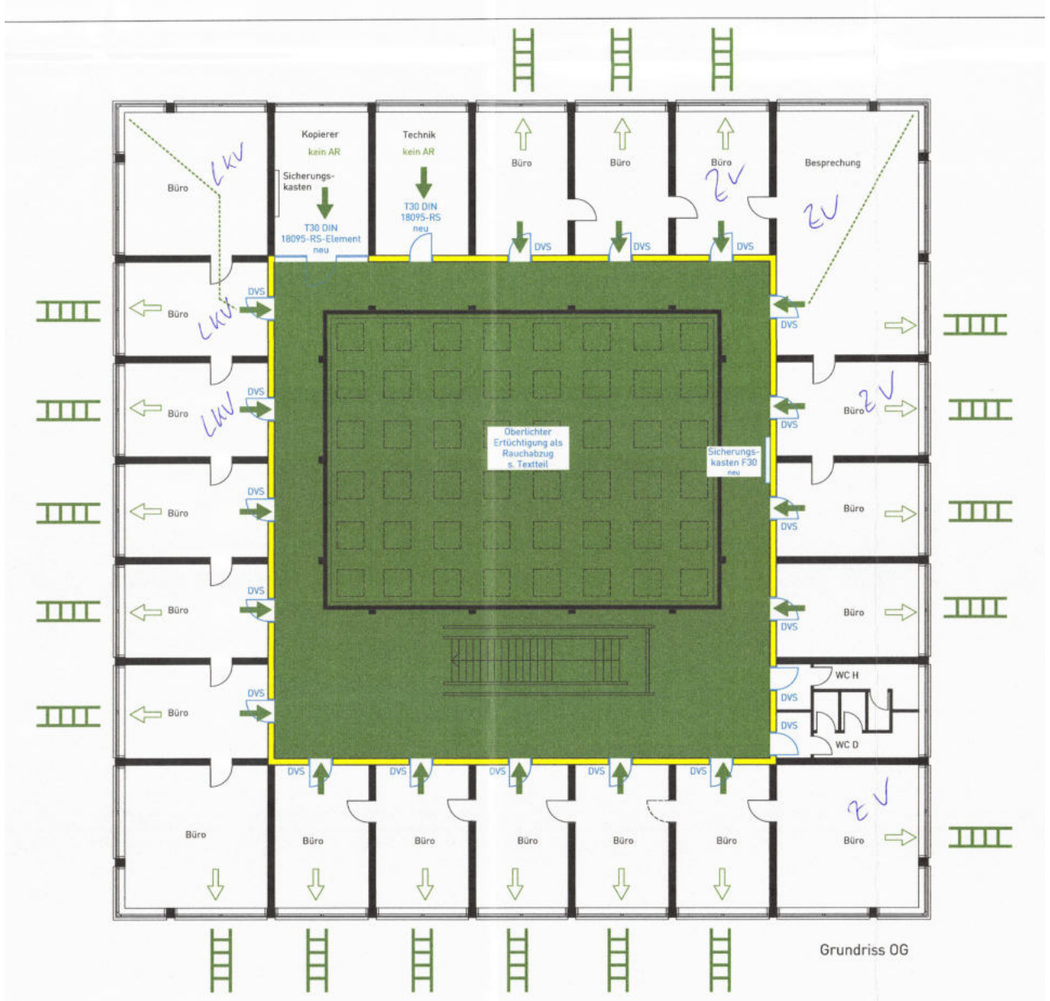
Aus dem Brandschutznachweis (2015) können folgende Informationen entnommen werden:

- **Erster Rettungsweg**:
  Über notwendige Treppe im Atrium (= notwendiger Treppenraum)
- **Zweiter Rettungsweg**:
  Durch anleiterbare Stelle mit tragbarer Leiter der Feuerwehr
- **Ausführung der Bauteile**:
  Da das Atrium und der Eingangsbereich im UG ein notwendiger Treppenraum ist, haben die angrenzenden Bauteile brandschutztechnische Anforderungen:
  - Wände: feuerhemmend (F30)
  - Türen: T30 Feuerschutztür (dvs, dicht- und selbstschließend)
  - Fenster: F30 Brandschutzverglasung
  - Oberlichter: teils mit Rauchabzugsfunktion
- Geschossdecken und Träger zwischen Büros: feuerhemmend (F30)

Aktueller Brandschutzplan siehe nächste Seite.



Schnitt



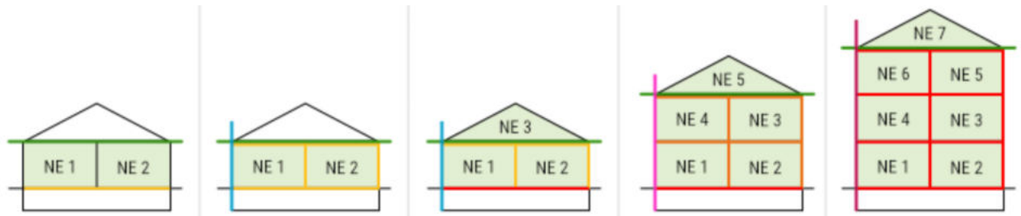
Grundriss OG

Anforderungen gemäß BayBO

Für dieses Gebäude gelten folgende Anforderungen der Bayerischen Bauordnung (Abschnitt V)[1]:

- Rettungswege (Art. 31):
  - Zwei voneinander unabhängige Rettungswege
  - Erster muss eine notwendige Treppe sein
- Notwendiger Treppenraum (Art. 33): Jede notwendige Treppe muss zur Sicherung der Rettungswege in einem eigenen. Durchgehenden Treppenraum liegen
- Von jeder Stelle eines Aufenthaltsraum muss mind. 1 Ausweg in ein notwendiges Treppenhaus/ins Freie max. 35 m entfernt sein (Art. 33)
- Notwendige Treppenräume (Art. 33):
  - Eigenständig mit direktem Ausgang ins Freie
  - Vollwandige, dicht- & selbstschließende Abschlüsse zu Räumen
  - Müssen belüftet und entraucht werden können
  - Wände:
    GK 5: Brandwände
    GK 3: feuerhemmend
- Brandabschnitte:
  - bei Nutzungseinheiten > 400 m²: Abtrennung durch feuerbeständige Decken

GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5
OKF ≤ 7 m	**OKF ≤ 7 m**	**OKF ≤ 7 m**	**OKF ≤ 13 m**	**OKF ≤ 13 m**
NE gesamt max. 400 m²	NE gesamt max. 400 m²	NE-Größe unbegenzt	NE jeweils max. 400 m²	NE-Größe unbegenzt
Max. 2 NE	Max. 2 NE	NE unbegrenzt	NE unbegrenzt	NE unbegrenzt



NE = Nutzungseinheit
F30 feuerhemmend
F60 hochfeuerhemmend
F90 feuerbeständig
OKF = Oberkante Fußboden des höchstgelegenen Geschosses
von innen nach außen F30 feuerhemmend und von außen nach innen F90 feuerbeständig
Wand unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung F60 hochfeuerhemmend
Brandwand unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung F90-A feuerbeständig

https://www.bauprofessor.de/gebaeudeklassen/(zuletzt aufgerufen am 13.04.2025)

[1] BayBO, Abschnitt V, https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayBO-G3_5 (zuletzt aufgerufen am 13.04.2025)

[2] BayBO Art. 2, https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayBO-2 (zuletzt aufgerufen am 13.04.2025)

2.7 Heizsystem

Das Bestandsgebäude wird durch eine Kombination von drei elektrischen Heizsystemen geheizt.

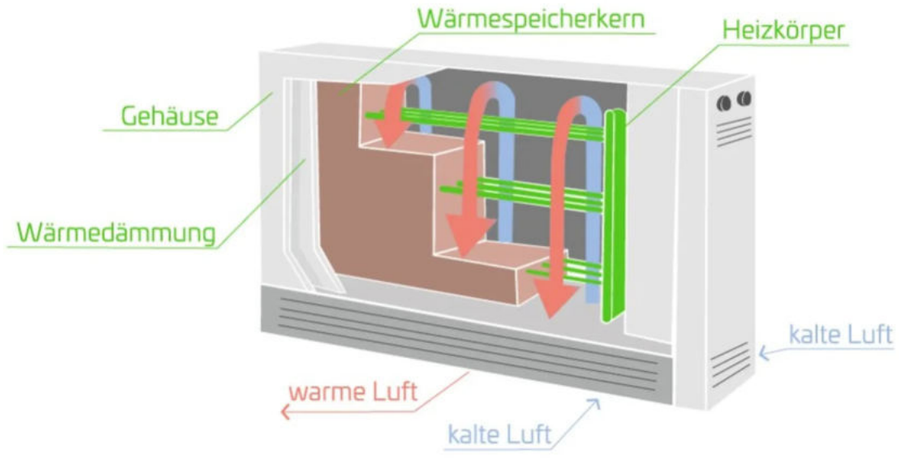
- ▷ Nachtspeicheröfen des Herstellers Dimplex (3-stufig regelbar)
- ▷ Fußbodenheizung (elektrisch)
- ▷ Fensterbankheizung (elektrisch)

Nachtspeicheröfen/-heizung

Nachtspeicherheizungen – oft auch als Nachtspeicheröfen bezeichnet – gehören zu den dezentralen elektrischen Heizsystemen. Sie nutzen Strom, der hauptsächlich nachts zugeführt wird, um interne Heizelemente zu erwärmen. Die dabei entstehende Wärme wird in einem Speichermedium, meist aus Schamottstein, gespeichert und bei Bedarf – insbesondere tagsüber – langsam an die Raumluft abgegeben. Ist die gespeicherte Energie verbraucht, muss das Gerät erneut aufgeladen werden.

Bei vorhergesagtem mildem Wetter lässt sich die Ladeleistung der Heizung reduzieren. Wird hingegen mit sinkenden Temperaturen gerechnet, sollte die Speicherkapazität entsprechend erhöht werden, um ausreichend Wärme für den kommenden Tag vorzuhalten. Die Nachtspeicheröfen im betrachteten Bestandsgebäude sind laut Hausmeister 3-stufig regelbar.

In den 1950er und 60er Jahren wurden Nachtspeicheröfen gezielt gefördert, um überschüssigen Nachtstrom aus Kohle- und Ölkraftwerken sinnvoll zu nutzen. Dieser Strom konnte mangels Speichermöglichkeiten sonst nicht verwendet werden. Mit dem Niedertarif wurden Haushalte durch günstigere Strompreise motiviert, Strom vor allem nachts zu verbrauchen. An sehr kalten Wintertagen ist tagsüber eine erneute Aufladung der Öfen mit teurerem Tagesstrom nötig.[1]



Funktionsweise von Nachtspeicheröfen/-heizungen[2]

Die Nachtspeicheröfen waren im Untergeschoss teils in den Gängen und den Räumen angeordnet. In den oberen Geschossen nur in den Büroräumen, jedoch nicht in jedem. Die genaue Anzahl und Verteilung der Heizungen ist unbekannt, da bei der Begehung nicht alle Räume besichtigt werden konnten.

Nachtspeicheröfen

Da das Gebäude vermutlich um 1968 erbaut wurde – also vor dem Verbot asbesthaltiger Dämmstoffe im Jahr 1976 – ist das Vorhandensein von Asbest in den Nachtspeicheröfen nicht auszuschließen. Da zudem davon ausgegangen werden kann, dass die Geräte seitdem nicht erneuert wurden, ist die Wahrscheinlichkeit erhöht.

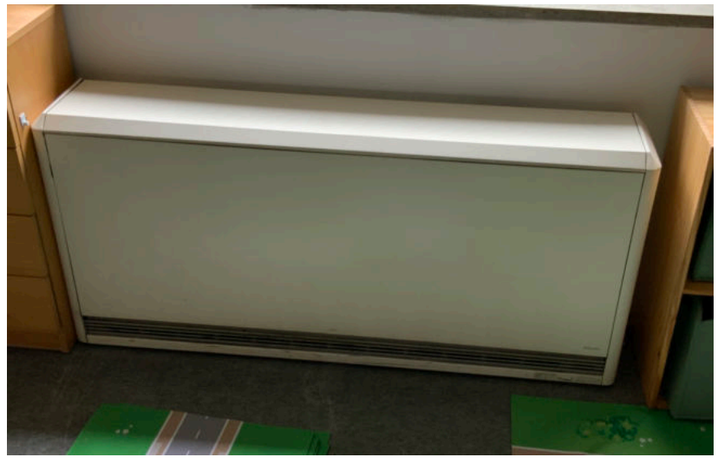
Um sicher feststellen zu können, ob Asbest enthalten ist, muss das genaue Modell der Öfen ermittelt werden.[3]

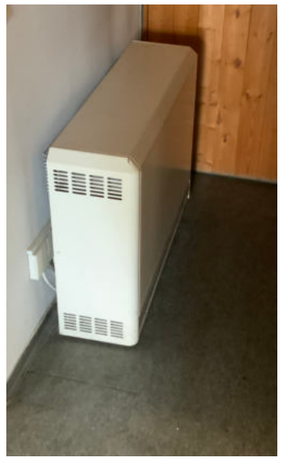
Fensterbankheizung

Die elektrischen Heizleisten sind an der Fassade direkt unter den Fenstern der Büros angebracht und dienen vor allem dazu, Kaltluftabfall vom Fenster und somit Zuglufterscheinungen zu verhindern.

Fußbodenheizung

Laut Aussage des Hausmeisters sind in sämtlichen Räumen sowie in den Verkehrsflächen elektrische Fußbodenheizungen vorhanden. Diese bestehen nach seinen Angaben aus in den Estrich eingebetteten Heizkabeln. Es ist davon auszugehen, dass die Heizleistung überwiegend nachts – während der günstigeren Niedertarifzeiten – erfolgt. Dabei wird der Estrich aufgeheizt, speichert die Wärme und gibt sie im Laufe des Tages kontinuierlich an die Raumluft ab. Dies würde auch die Beobachtung eines Mitarbeiters erklären, der angibt, dass es morgens teilweise unangenehm warm sei.





Nachtspeicheröfen im Untergeschoss, Foto links: in einem Raum, Foto rechts: im Flur

Steuerung

Der Niederspannungsraum befindet sich im nordwestlichen Kellerbereich des Gebäudes. Er beherbergt die zentrale Steuer- und Verteilanlage der elektrische Beheizung des Gebäudes. Die Anlage besteht aus mehreren Schaltschrankfeldern, unter anderem mit Lasttrenn- und Drehwahlschaltern, Stromzählern und Zeitschaltmodulen.

Die Schaltanlage gliedert sich dabei wie folgt:

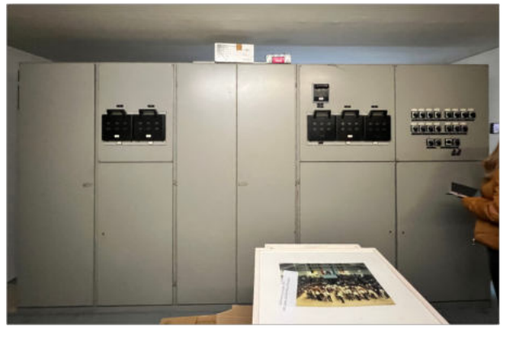
- **Linke Schrankhälfte**:
  Vermutlich Hauptstromversorgung mit Einspeisung durch das Energieversorgungsunternehmen (EVU), eventuell ausgestattet mit NH-Sicherungen oder einem Hauptschalter.
- **Mittlerer Teil**:
  Enthält große schwarze Lasttrennschalter von Siemens (gekennzeichnet nach VDE 0660), die einzelne Heizstromkreise zu- oder abschalten.
- **Rechter Teil**:
  Besteht aus Drehwahlschaltern, die einer feineren Unterverteilung dienen. Sie sind mit Raumnummern beschriftet und ermöglichen das gezielte Steuern einzelner Nachtspeicheröfen oder Heizgruppen.
- **Zählertafel** (separat):
  Erfasst den Stromverbrauch, sowohl über ältere Ferraris-Zähler als auch über digitale Messeinrichtungen.

Die **Lasttrennschalter**, überwiegend von Siemens, dienen der gezielten Zuschaltung einzelner Heizstromkreise, beispielsweise für Gruppen von Nachtspeicheröfen. Über die beschrifteten Drehwahlschalter lassen sich einzelne Räume oder Raumgruppen direkt ansteuern. Die angeschlossenen Heizsysteme – wie Nachtspeicheröfen, Fensterbankheizungen und elektrische Fußbodenheizungen – werden so zentral gesteuert.

Die Anlage ist vermutlich mit einem **Tarifsteuerungssystem** verbunden, das den Strombezug zeitlich regelt, sodass der Heizstrom hauptsächlich während der Niedertarifzeiten freigegeben wird. Eine Speicherung von elektrischer Energie findet in der Schaltanlage selbst nicht statt – die Wärme wird direkt in den Endgeräten gespeichert (z. B. im Estrich oder in den Speicherkernen der Nachtspeichergeräte).

Die Schaltgeräte wurden nach der damals gültigen Norm VDE 0660 (Bestimmungen für Niederspannungsschaltgeräte) ausgeführt. Da sämtliche verbauten Schaltgeräte von Siemens stammen, ist zudem anzunehmen, dass auch der Schaltschrank selbst ein Siemens-Fabrikat ist und gemäß den zum Zeitpunkt der Errichtung geltenden VDE-Bestimmungen aufgebaut wurde.)

Der Niederspannungsraum stellt somit die zentrale Schaltstelle für die zeit- und raumbezogene Steuerung der Heizstromversorgung dar. [4]



oben: Fensterbankheizung in einem Büroraum im EG, Fotos über und unter der Ebene des Tisches

links mitte: Stromzählertafel im Niederspannungsraum in der nord-westlichen Ecke des Kellergeschosses

rechts mitte: Wandmontiertes Raumthermostat der Marke Dimplex zur temperaturabhängigen Steuerung der elektrischen Fensterbrettheizung

links unten: Schaltschrank als zentrale Steuer- und Verteilanlage für die elektrische Beheizung des Gebäudes im Niederspannungsraum in der nord-westlichen Ecke des Kellergeschosses

rechts unten: Wandmontiertes Raumthermostat der Marke Dimplex zur temperaturabhängigen Steuerung der elektrischen Fußbodenheizung

[1] https://www.swd-ag.de/magazin/wohnen/nachtspeicherheizung/ (Aufgerufen am 29.03.2025)

[2] https://www.swd-ag.de/magazin/wohnen/nachtspeicherheizung/ (Aufgerufen am 29.03.2025)

[3] https://www.dimplex.eu/de-de/asbestdatenbank (Aufgerufen am 20.03.2025) und https://www.armco.org.uk/asbestos-survey-news/storage-heaters-that-contain-asbestos/ (Aufgerufen am 20.03.2025)

[4] https://www.dinmedia.de/de/norm/din-vde-0660-1/2452266/ (Aufgerufen am 30.03.2025)

2.8 Energieverbrauchswerte

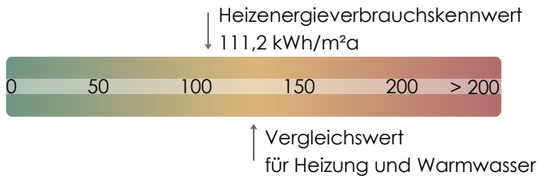
Vom Bestandsgebäude liegen zwei Energieausweise vor, einer bezieht sich auf Energieverbräuche (gemessen) und einer auf den Energiebedarf (berechnet).

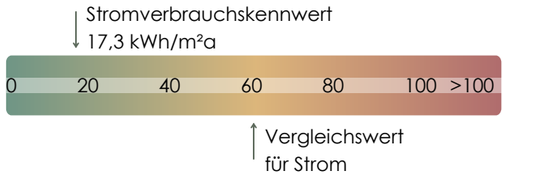
Der angegebene Energieverbrauch deckt sich mit den Aussagen des Hausmeisters zu aktuellen Verbräuchen.

Die Werte der Heizenergie in den beiden Ausweisen unterscheiden sich stark voneinander, der Heizenergiebedarf ist mehr als doppelt so hoch wie der gemessene Energieverbrauch. Um aussagekräftige und realitätsnahe Einschätzungen zum Gebäude treffen zu können und die Energiemengen mit Kennwerten auf Basis gemessener Verbräuche vergleichen zu können, werden die weiteren Betrachtungen auf die Energieverbrauchskennwerte bezogen.

Das Gebäude wird vollständig durch elektrische Heizsysteme beheizt, bestehend aus Fensterbankheizungen, Nachtspeicheröfen und elektrischer Fußbodenheizung. Für den Vergleich mit den Heizenergiekennwerten der VDI 3807-Richtlinie wird angenommen, dass die eingesetzte elektrische Energie vollständig in Wärme umgesetzt wird (Wirkungsgrad ≈ 1:1), sodass die Stromverbräuche der Heizung direkt mit den Wärmeverbrauchswerten vergleichbar sind. [2]

Energieausweis basiert auf	**Verbrauch**[1]	**Bedarf**
Ausgestellt am	18.03.2009	15.01.2009
Bezugsfläche NGF [m²]	2012,9	3013,0
Heizenergie [kWh/m²a]	**111,2**	241,7
Strom [kWh/m²a]	**17,3**	12,5





[1] gemittelt über 3 Jahre (2005 - 2007)
[2] https://www.energie-experten.org/heizung/elektroheizung/heizen-mit-strom/stromheizung (Aufgerufen am 29.03.2025)
[3] (Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse m.b.H. (2015). Energieverbrauchskenn-werten von hocheffizienten Gebäuden, Seite 41)
[4] https://echtsolar.de/photovoltaik-flachdach/ (Aufgerufen am 29.03.2025)
[5] https://www.techmaster.de/2019/10/26/ertrag-einer-photovoltaikanlage-was-bedeutet-kwh-pro-kwp/ (Aufgerufen am 29.03.2025)
[6] https://www.energieinstitut.net/de/system/files/0903_final_dienstleistungsgebaude_20120530.pdf (Aufgerufen am 08.04.2025)

2.9 Potentialschätzung

Damit das Gebäude (im Betrieb) klimaneutral werden kann, muss der Wärmebedarf durch erneuerbare Energien gedeckt werden.

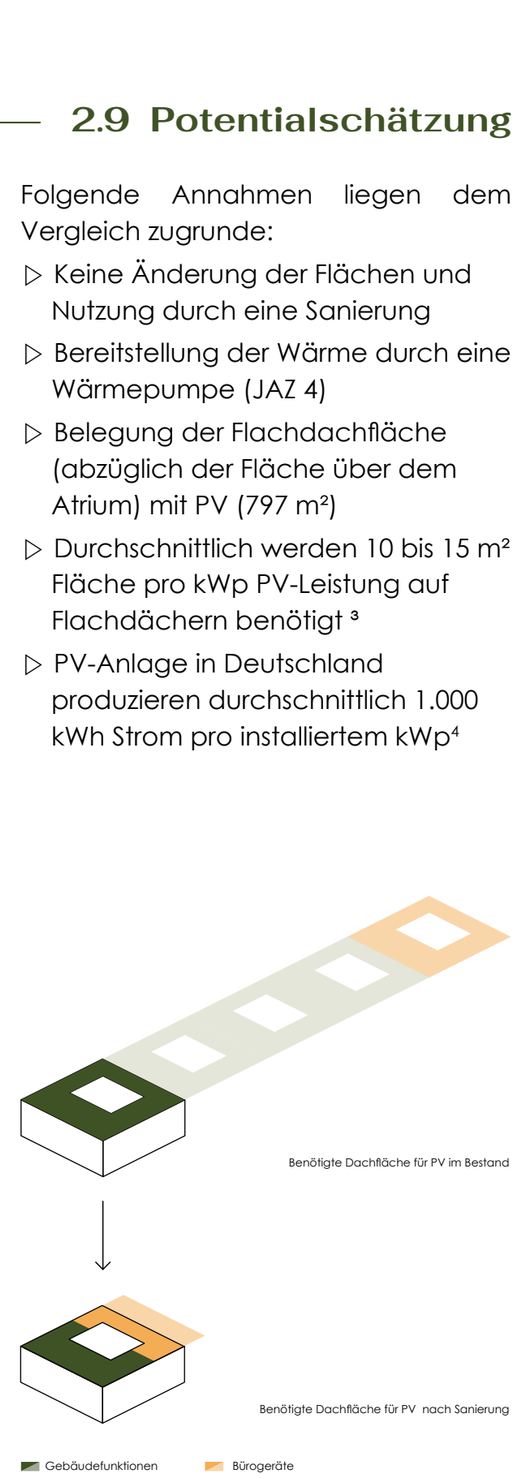
Um dies überhaupt erreichen zu können, muss der Gebäudewärmeverbrauch reduziert werden. Ziel der Sanierung ist es, die Qualität eines energetisch hocheffizienten Büro- und Verwaltungsgebäudes zu erreichen, wodurch der Endenergiebedarf laut Kennwerten um 82% gesenkt werden könnte [3].

Um zu verdeutlichen, wie wichtig es ist, zuerst den Endenergieverbrauch zu minimieren, wurde jeweils (Bestand und Sanierung auf Passivhausniveau) der Anteil an der Dachfläche ermittelt, die benötigt würde um den Energiebedarf durch PV-Strom zu decken.

Energiekennwert 15 kWh/m²$_{NGF}$a
Heizwärme [3]
Anforderung an NWG im Passivhausstandard

Stromverbrauchs-kennwert [3] 15 kWh/m²$_{BGF}$a
hocheffizienter Büro- und Verwaltungsgebäude (Lüftung, Klimatisierung, Beleuchtung, ohne EDV Anlagen)

Stromverbauch 30 kWh/m²$_{NGF}$a
Bürogeräte [6] 16 kWh/m²$_{NGF}$a
Mittelwert und unteres Quartil (effiziente Bürogeräte)



	Gebäude		**Bürogeräte**	
	Bestand	**Sanierung**	**Mittelwert**	**effizient**
Stromverbrauch insg.	258.662 kWh/a	47.088 kWh/a	59.890 kWh/a	3.1941 kWh/a
Benötigte Flachdachfläche	3.233 m²	598 m²	749 m²	399 m²
Anteil an Dachfläche des Bestands	406%	74%	94%	50%

Folgende Annahmen liegen dem Vergleich zugrunde:

- Keine Änderung der Flächen und Nutzung durch eine Sanierung
- Bereitstellung der Wärme durch eine Wärmepumpe (JAZ 4)
- Belegung der Flachdachfläche (abzüglich der Fläche über dem Atrium) mit PV (797 m²)
- Durchschnittlich werden 10 bis 15 m² Fläche pro kWp PV-Leistung auf Flachdächern benötigt [3]
- PV-Anlage in Deutschland produzieren durchschnittlich 1.000 kWh Strom pro installiertem kWp[4]

2.10 Umweltwirkung

Die Ermittlung des Global Warming Potentials GWP des Bestandsgebäudes – differenziert nach Nutzungsphase (Energieverbrauch) und Bausubstanz (Materialien/Bauteile) – dient als wichtige Grundlage für die Bewertung möglicher Sanierungsstrategien sowie der Umweltwirkungen über den Lebenszyklus.

Ein wesentlicher Aspekt besteht darin, bereits im Bestand gebundene „graue Emissionen“ (aus Herstellung und Errichtung der Bauteile) zu erfassen. Dies ermöglicht es, im Sanierungsfall den Anteil an verbleibender bzw. fortgenutzter Bausubstanz quantitativ zu bewerten – und damit auch den Klimavorteil der Weiternutzung gegenüber einem Neubau klar darzustellen.
Gleichzeitig erlaubt die Bilanzierung der betriebsbedingten Emissionen aus dem Energieverbrauch eine fundierte Einordnung in Bezug auf die Anforderungen des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB) für Bürogebäude.

Die GWP-Werte des Bestands liefern damit bereits vor der Sanierung eine belastbare Referenz für die Zielerreichung in den Kriterien des BNB – insbesondere in „Ökobilanz“ (1.1.1).[1]

Lebenswegphasen	A 1-3			A 4-5		B 1-7							C 1-4				D	
	Herstellungsphase			Errichtungsphase		Nutzungsphase							Ende des Lebenszyklus				Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenze	
	Rohstoffbeschaffung	Transport	Produktion	Transport	Errichtung / Einbau	Nutzung	Instandhaltung	Instandsetzung	Austausch	Modernisierung	Energieverbrauch im Betrieb	Wasserverbrauch im Betrieb	Rückbau/ Abriss	Transport	Abfallverwertung	Entsorgung		Potential für Wiederverwertung, Rückgewinnung und Recycling
Module gemäß DIN EN 15978	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
Deklarierte Module	x	x	x				(x)		(x)		x	(x)			x	x	x	

Tabelle 2: Lebenswegphasenund -module nach DIN EN 15978

In die Ökobilanz eingehende Module: Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB), Büro- und Verwaltungsgebäude Komplettmodernisierung, Bilanzierungsregeln für die Erstellung von Ökobilanzen

Bewertung des GWPs im Betrieb

Im BNB-System kennzeichnen die Stufen Z (Zielwert), R (Referenzwert) und G (Grenzwert) die Bewertungsmaßstäbe für das Treibhauspotenzial (GWP). Der Zielwert (Z) steht für besonders klimafreundliche Gebäude mit ≤ 24 kg CO_2-Äqu./(m²a), während der Referenzwert (R) die mittlere Zielerfüllung bei 37 kg CO_2-Äqu./(m²a) markiert. Ab einem GWP von ≥ 66 kg CO_2-Äqu./(m²a) wird nur noch der Grenzwert (G) erreicht. Zwischenwerte werden linear interpoliert.

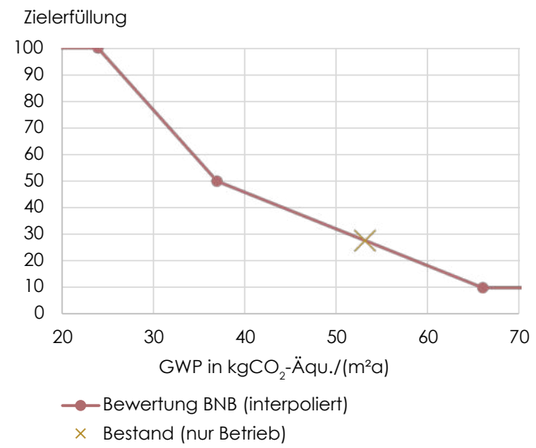
Mit einem GWP von 53,15 kg CO_2-Äqu./(m²a) erreicht das Bestandsgebäude nach BNB eine Bewertung von lediglich ca. 27,7 Punkten – allein basierend auf dem Energieverbrauch im Betrieb.

Damit liegt der Wert deutlich über dem Zielwert von ≤ 24 kg CO_2-Äqu./(m²·a), der für eine maximale Bewertung von 100 Punkten erforderlich wäre.

Da in dieser Betrachtung die baukonstruktiven Emissionen (graue Energie) noch nicht berücksichtigt sind, ist bereits jetzt klar: Das Bestandsgebäude verfehlt das Klimaziel allein durch den Betrieb – die Bauteile verschlechtern die Bilanz zusätzlich.
Vor dem Hintergrund des angestrebten Ziels eines klimaneutralen Gebäudes ist somit eine deutliche Reduktion der betrieblichen Emissionen zwingend erforderlich – z. B. durch energetische Sanierung, Effizienzmaßnahmen und den Einsatz erneuerbarer Energien.

Anforderungsniveau²

Z: 100 ≤ 24 kg CO_2-Äqu/m^2_{NGF}a
R: 50 = 37 kg CO_2-Äqu/m^2_{NGF}a
G: 10 ≥ 66 kg CO_2-Äqu/m^2_{NGF}a



[1] https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/steckbriefe/verwaltungsgebaeude/bestand___komplettmassnahme/v_2017/BNB_BK2017_111.pdf (Aufgerufen am 31.03.2025)
[2] Bewertungsmaßstab Treibhausgaspotential (GWP) für Büro- und Verwaltungsgebäude, Modul Komplettmodernisierung vgl.[1]

Bewertung des GWPs der Konstruktion

Das gesamte Gebäude wurde in einem BIM Model (erstellt mit Autodesk Revit) digital abgebildet. Alle Bauteile wurden modelliert und dienten als Grundlage für eine exakte Flächen- und Massenermittlung über automatisch generierte Bauteillisten. Für jedes einzelne Bauteil wurde anschließend eine spezifische Umweltproduktdeklaration (Environmental Product Declaration – EPD) erstellt. Berücksichtigt wurden hier die Lebenszyklusphasen A1 - A3 (Herstellung), B4 (Erneuerung) und C3 - C4 (Entsorgung). Das Recyclingpotential D1 wird separat aufgelistet und nicht mit summiert.
Die Ökobilanz konzentrierte sich auf die Bauteile der Kostengruppen 320 (Gründung), 330 (Außenwände), 340 (Innenwände), 350 (Decken) und 360 (Dach). Die ermittelten EPD-Daten wurden in einer Excel-Auswertung mit den zugehörigen Mengen verknüpft und bilden so die Grundlage für eine transparente und vergleichbare Bilanzierung des Bestands.

Gesamtemissionen:

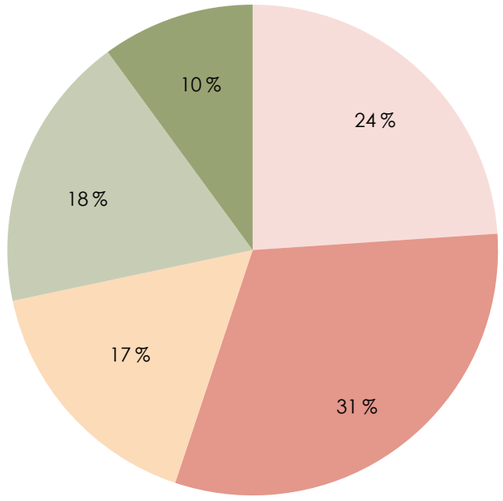
spezifisch 9,16 kg CO_2-Äqu/m^2_{NGF}a
absolut 914 t CO_2-Äqu

KG	Bezeichnung	A1 - A3	B4	C3 - C4	D1	A1 - C4
320	**Gründung**	2,15	0,00	0,04	0,08	**2,19**
322	Flachgründungen	1,61	0,00	0,03	0,06	1,64
324	Unterböden und Bodenplatten	0,54	0,00	0,01	0,02	0,55
330	**Außenwände**	1,82	0,95	0,09	-0,27	**2,85**
331	Tragende AW	0,60	0,00	0,01	0,01	0,61
332	Nichtragende AW	0,12	0,00	0,00	-0,01	0,12
333	Außenstützen	0,17	0,00	0,00	0,01	0,18
334	Außentüren und -fenster	0,90	0,95	0,07	-0,27	1,92
335	Außenwandbekleidungen, außen	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03
340	**Innenwände**	1,38	0,00	0,14	-0,06	**1,52**
341	Tragende Innenwände	1,04	0,00	0,03	-0,06	1,07
342	Nichttragende Innenwände	0,04	0,00	0,01	0,00	0,04
343	Innenstützen	0,08	0,00	0,00	0,00	0,08
344	Innentüren und -fenster	0,05	0,00	0,09	-0,07	0,14
345	Innenwandbekleidungen	0,05	0,00	0,01	0,06	0,06
349	Innenwände, sonstiges	0,12	0,00	0,00	0,00	0,12
350	**Decken**	1,08	0,12	0,47	-0,13	**1,67**
351	Deckenkonstruktionen	1,08	0,00	0,02	0,02	1,10
352	Deckenbeläge	0,29	0,12	0,04	-0,04	0,46
353	Deckenbekleidungen	-0,29	0,00	0,41	-0,11	0,12
359	Decken, sonstiges	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
360	**Dach**	0,56	0,07	0,28	-0,24	**0,92**
361	Dachkonstruktionen	0,35	0,00	0,27	-0,07	0,62
362	Dachfenster, Dachöffnungen	0,06	0,07	0,01	-0,02	0,15
363	Dachbeläge	0,15	0,00	0,00	-0,16	0,15
	Summe	**6,99**	**1,14**	**1,02**	-0,63	**9,16**

Umweltwirkungen Kennwertbezogen in kg CO_2-Äqu/m^2_{NGF}a

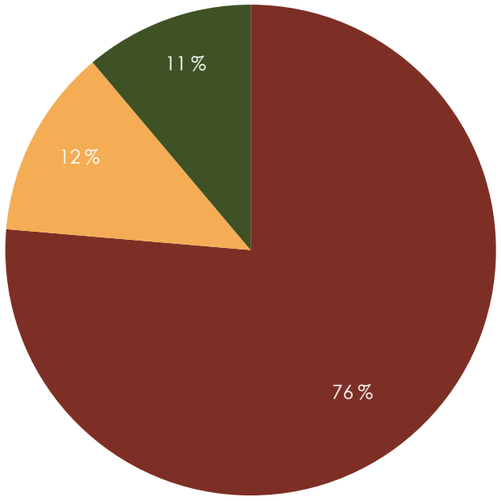
In der Auswertung zeigen sich besonders die Außenwände, die Gründung und die Innenwände als zentrale Emissionstreiber. Sie bestehen aus emissionsintensiven Materialien wie Stahlbeton, Klinker und Elementfassaden. Auch die Gründung – vollständig in Stahlbeton ausgeführt – trägt wesentlich zur Gesamtbilanz bei. Die Innenwände, teils massiv, teils in Trockenbauweise, ergänzen dieses Bild. Diese drei Bauteilgruppen machen 72 % der Emissionen aus.

Der weiterer Großteil der Emissionen entsteht in der Herstellungsphase der Bauteile, also während Gewinnung, Produktion und Transport der eingesetzten Materialien. Diese Phase macht den mit Abstand größten Anteil an der Gesamtbilanz aus. Erneuerung und Entsorgung fallen im Vergleich deutlich geringer ins Gewicht. Sie tragen zwar ebenfalls zur Umweltbelastung bei, bleiben aber aufgrund längerer Nutzungszyklen und geringerer Eingriffe deutlich unterhalb der Herstellung. Die Zahlen verdeutlichen, dass bereits in der Materialwahl und der Entscheidung für den Erhalt bestehender Bauteile ein zentrales Einsparpotenzial liegt.



Anteile der Umweltwirkungen nach Kostengruppen

24 % 320 Gründung
31 % 330 Außenwände
17 % 340 Innenwände
18 % 350 Decken
10 % 360 Dach



Anteile der Umweltwirkungen nach Lebenszyklusphasen

76 % A1 - A3 Herstellung
12 % B4 Erneuerung
11 % C3 - C4 Entsorgung

Ungenauigkeiten durch Rundungsfehler

2.11 Belichtung

Eine ausreichende Versorgung mit Tageslicht ist essenziell für das Wohlbefinden, die Gesundheit und die Leistungsfähigkeit von Personen in Arbeitsräumen. Natürliches Licht unterstützt den menschlichen Biorhythmus, fördert die Konzentration und kann den Bedarf an künstlicher Beleuchtung erheblich senken. Aus diesen Gründen ist Tageslicht nicht nur ein gestalterisches Element, sondern auch ein wichtiger Bestandteil des Arbeitsschutzes.

Die Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.4 in Kombination mit der DIN EN 17037 bildet die Grundlage für die Bewertung der Tageslichtqualität in Innenräumen. Zur Überprüfung im Bestand wird eine Tageslichtsimulation durchgeführt, die die Lichtverhältnisse im Verhältnis zur äußeren Beleuchtungsstärke analysiert und Optimierungspotenziale aufzeigt. Die Bewertung erfolgt dabei auf einer Messebene in 0,8 m Höhe, was der üblichen Tisch- bzw. Nutzungshöhe entspricht.

Simuliert wurden die Aufenthalts- bzw. Büroräume im Untergeschoss (UG) und Erdgeschoss (EG). Da das EG und das Obergeschoss (OG) baugleich sind, wurde stellvertretend das EG untersucht – insbesondere, weil es durch die umgebende Bebauung und externe Verschattungen die ungünstigere Lichtsituation der beiden Ebenen darstellt.

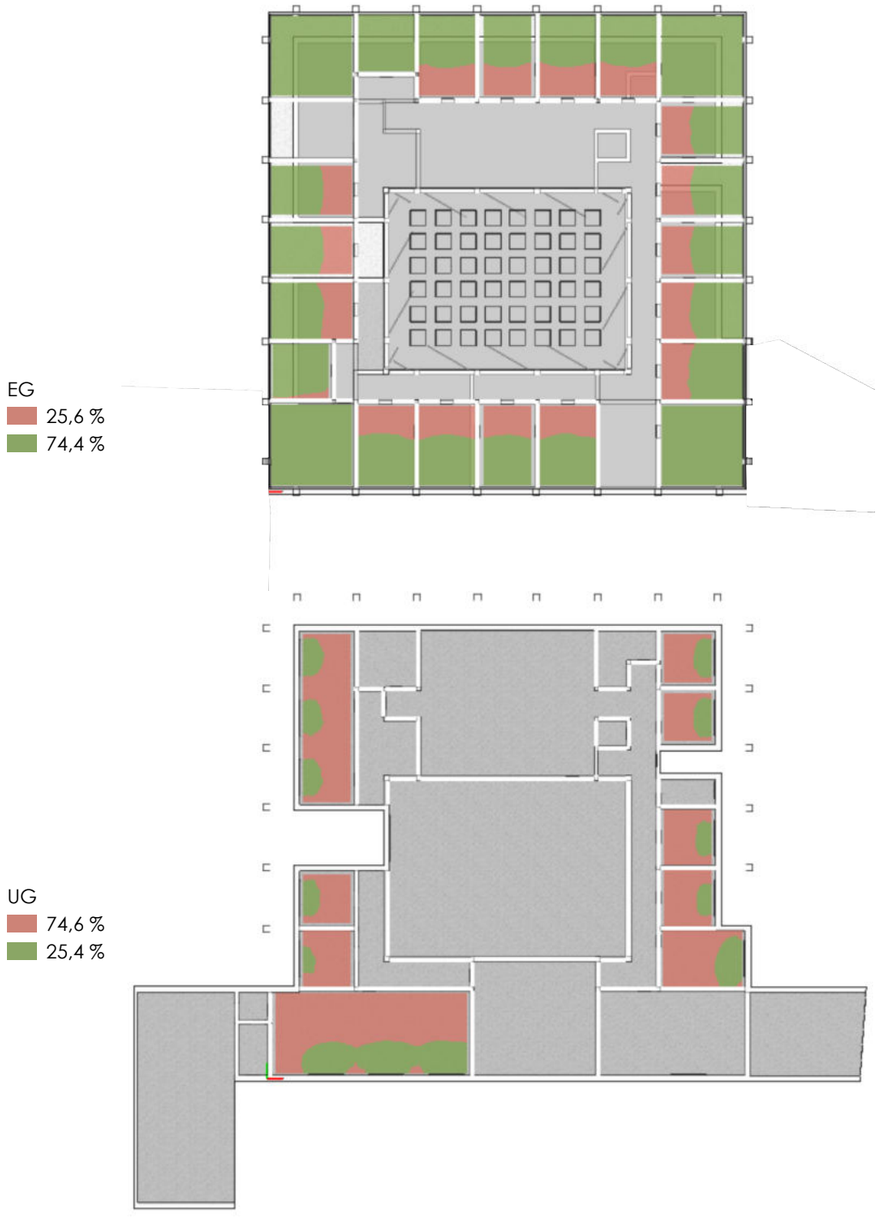
Anforderungen an aus der ASR:

- ▷ Der Tageslichtquotient am Arbeitsplatz sollte über 2 % liegen.[1]
- ▷ Die Beleuchtungsstärke in Arbeitsräumen sollte mindestens 500 lx betragen.[2]

Um überprüfen zu können, ob die Anforderungen an die Beleuchtungsstärke durch Tageslicht erfüllt werden, wird im Rahmen einer Tageslichtsimulation der Innenraumwert der Beleuchtungsstärke ins Verhältnis zur äußeren diffusen Beleuchtungsstärke am jeweiligen Standort gesetzt. Aus diesem Verhältnis ergibt sich der sogenannte Tageslichtquotient.

Für Standorte in Deutschland wird als mittlere äußere diffuse Beleuchtungsstärke unter bedecktem Himmel ein Richtwert von 13.900 lx angenommen.[3] Daraus ergibt sich, dass für das Erreichen einer Beleuchtungsstärke von mindestens 500 Lux im Innenraum ein Tageslichtquotient von mindestens 3,6% erforderlich ist. Dieser Wert sollte in mindestens 50 % der Fläche von Büroräumen erreicht werden, um eine gleichmäßige und ausreichende Tageslichtversorgung sicherzustellen.

Die Räume im Erd- und Obergeschoss werden ausreichend mit Tageslicht versorgt. Im Untergeschoss hingegen ist eine zusätzliche künstliche Beleuchtung erforderlich, um die Anforderungen an die Beleuchtungsstärke zu erfüllen.



1 ASR A3.4 Beleuchtung und Sichtverbindung, 5.1
² ASR A3.4, Anhang 3 Zeile 4.2
³ DIN EN 17037 Tageslicht in Gebäuden, Tabelle A.3 Werte von D für Tageslichtöffnungen mit einer Beleuchtungsstärke von mehr als 100 lx, 300 lx, 500 lx oder 750 lx für einen Anteil der Tageslichtstunden $F_{time,\%}$ = 50 % für 33 Hauptstädte nationaler CEN-Mitglieder

2.12 Bestandsbeuteilung

Die Untersuchung des Gebäudes zeigt, dass das Tragwerk – einschließlich Fundamenten, Decken und tragenden Wänden – in einem guten Zustand ist und weiter genutzt werden kann.

Die Gebäudehülle entspricht hingegen nicht mehr dem aktuellen energetischen Standard. Fassadenelemente, Fenster und Jalousien weisen altersbedingte Mängel auf und müssen saniert oder ersetzt werden. Eine energetische Ertüchtigung ist erforderlich, um heutigen Anforderungen an Effizienz und Komfort zu entsprechen.

Auch die technische Ausstattung ist veraltet:
Heizsysteme wie Stromheizkörper und Fußbodenheizung sind nicht mehr zeitgemäß und sollten vollständig erneuert werden.[1]

Bauteil	*Restlebensdauer*	*wird ausgetauscht*
Fundamente	43 Jahre	
Bodenplatte	43 Jahre	
Außenstützen	13 Jahre	
Betonverkleidung Fassade	23 Jahre	Prüfung
Fassade Erd- und Obergeschoss	- 7 Jahre	x
Außenwände Untergeschoss	33 Jahre	
Decke Arkade	23 Jahre	
Decke Tiefgarage	43 Jahre	
Dach	43 Jahre	
Dachabdeckung	- 4 Jahre	x
Lichtkuppeln	- 32 Jahre	x
Innenwände	63 Jahre	
Geschossdecke	43 Jahre	
Bodenbelag	13 Jahre	
Innenstützen	63 Jahre	
Jalousien	- 32 Jahre	x
Fußbodenheizung	- 32 Jahre	x
Stromheizkörper	- 27 Jahre	x

Bewertungsskala Abnutzungsvorrat[2]:

1,0 neu
0,9 gebraucht (voll funktionsfähig)
0,8 leicht schadhaft (funktionsfähig)
0,5 mittel schadhaft (funktionsfähig)
0,2 stark schadhaft
0,0 irreparabel

[1] Bewertung der Bauteile mit Hilfe von Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen der Kostengruppen 300, 400 und 500 nach DIN 276-1 Entwurf der BBSR-Endfassung vom 20.10.2009
[2] J. Schröder, Zustandsbewertung grosser Gebäudebestände, Systembeschrieb, 1992 und IP BAU, Alterungsverhaltten von Bauteilen und Unterhaltskosten, 1994

Fundamente

Kostengruppe	322 Einzel- und Streifenfundament - Beton, Stahlbeton
Funktion	Tragwerk
Lebensdauer	Min 80 | Mittel 100 | Max 150
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	43 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,9
Austausch	**nein**

Bodenplatte

Kostengruppe	324 Unterböden und Bodenplatte - Bodenplatte
Funktion	Tragwerk
Lebensdauer	Min 80 | Mittel 100 | Max 120
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	43 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,9
Austausch	**nein**

Erläuterung

Zum Lastabtrag wurden Einzel und Streifenfundamente verbaut. Das bestehende Tragwerk stammt aus der Erbauungszeit. Die Bodenplatte und die Fundamente sind nicht einsehbar und können somit nicht detailliert beurteilt werden. Es wird davon ausgegangen, dass keine größeren Mängel vorliegen.

Außenstützen

Kostengruppe	333 Außenstützen - Beton
Funktion	Tragwerk
Lebensdauer	Min 60 | Mittel 70 | Max 80
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	13 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,5
Austausch	**weitergehende Untersuchung**

Erläuterung

Die Fußpunkte der Stützen sind offensichtlich durch die jahrelange Belastung aus Frost und Witterung in Verbindung mit dem winterlichen Einsatz von Streusalz angegriffen. Es werden betontechnologische Untersuchungen (Karbonatisierung etc.) empfohlen. Aus den Ergebnisse können notwendigen Maßnahmen abgeleitet werden.

Betonverkleidung Fassade

Kostengruppe	335 Außenwandbekleidung außen - Vorsatzschale, Sichtbeton
Funktion	Gebäudehülle
Lebensdauer	Min 40 | Mittel 80 | Max 100
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	23 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,8
Austausch	**nein**

Erläuterung

Die Betonverkleidung der Fassade befindet sich insgesamt in einem guten Zustand. Es sind lediglich oberflächliche, witterungsbedingte Verschmutzungen und Verfärbungen erkennbar, die jedoch keinen Einfluss auf die Funktion oder Standsicherheit haben. Die Restnutzungsdauer ist als ausreichend einzustufen, ein Austausch ist derzeit nicht erforderlich.

Fassade Erd- und Obergeschoss

Kostengruppe	324 Außentüren und -fenster -Aluminium
Funktion	Gebäudehülle
Lebensdauer	Min 40 | Mittel 50 | Max 60
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	- 7 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,5
Austausch	**ja**

Erläuterung

Die Fassade der Hauptgeschosse besteht aus thermisch nicht getrennten Aluminiumprofilen mit Zweifachverglasung bzw. gedämmten Paneel-Füllungen. Die Konstruktion entspricht nicht mehr dem heutigen energetischen Standard. Die Deckenränder sind mit Sichtbetonfertigteilen verkleidet, was zusammen mit den außenliegenden Betonstützen und umlaufenden Unterzügen zu ausgeprägten Wärmebrücken führt.

Auf der Innenseite verlaufen Brüstungskanäle mit umfangreicher Elektroinstallation (Stark- und Schwachstrom), die bei einem Fassadenaustausch voraussichtlich ebenfalls erneuert werden müssen. Die Fenster weisen teils fehlende oder beschädigte Dichtungen auf. Auch wenn die mechanische Grundsubstanz stellenweise noch brauchbar erscheint, ist die Lebensdauer sowohl technisch als auch energetisch als abgelaufen zu bewerten.

Außenwänder Untergeschoss

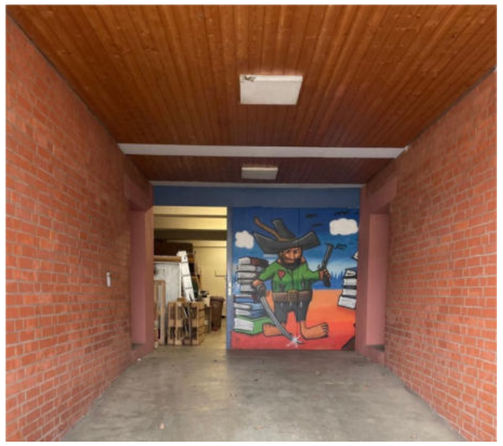
Kostengruppe	331 Tragende Außenwände - monolithischer Wandaufbau, Hochlochziegel
Funktion	Gebäudehülle
Lebensdauer	Min 50 | Mittel 90 | Max 150
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	33 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,8
Austausch	**nein**

Erläuterung

Die Außenwände im Untergeschoss bestehen aus ungedämmtem Ziegelmauerwerk aus der Erbauungszeit. Die Bauteile befinden sich optisch und strukturell in überwiegend stabilem Zustand. Lokal sind kleinere Schadstellen sowie stark verwitterte oder beschädigte Fugenbereiche erkennbar, insbesondere an den Dehnfugen. Die energetische Qualität der Konstruktion ist unzureichend. Eine außenliegende Dämmung wird zur Verbesserung des Wärmeschutzes dringend empfohlen. Die Restnutzungsdauer der tragenden Struktur ist gegeben, der Abnutzungsvorrat hinsichtlich energetischer Anforderungen jedoch als unzureichend zu bewerten.

Decke Arkade

Kostengruppe	351 Deckenkonstruktion - Balkonkonstruktion auskragend, Stahlbeton, bekleidet
Funktion	Gebäudehülle, Tragwerk
Lebensdauer	Min 60 | Mittel 80 | Max 100
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	23 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,9
Austausch	**nein**



Erläuterung

Die Decke im Bereich der Arkaden ist mit einer Holzverschalung verkleidet. Eine Öffnung ist nicht erfolgt. Die Dämmung kann nicht beurteilt werden. Die Konstruktion stammt aus der Erbauungszeit, somit werden schlechte Dämmqualitäten dieses Bereichs vorausgesetzt. Eine zusätzliche Dämmung ist notwendig.

Decke Tiefgarage

Kostengruppe	351 Deckenkonstruktion - Geschossdecken, massive Konstruktion, Vollbetondecke bekleidet oder innen
Funktion	Gebäudehülle, Tragwerk
Lebensdauer	Min 80 | Mittel 100 | Max 150
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	43 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,9
Austausch	**nein**

Erläuterung

Die bestehende Decke über der Tiefgarage stammt aus der Erbauungszeit und scheint nicht gedämmt zu sein. Aktuell wird die Garage als Lager genutzt. Eine Möglichkeit ist, den Raum mit in die thermische Hülle zu ziehen. Anderenfalls wäre eine Dämmung der Decke einfach umsetzbar.

Dach

Kostengruppe	361 Dachkonstruktion - Flachdachkonstruktion, massive Konstruktion, Vollbetondecke, bekleidet oder innen
Funktion	Tragwerk
Lebensdauer	Min 80 | Mittel 100 | Max 120
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	43 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,9
Austausch	**nein**

Erläuterung

Die oberste Geschossdecke ist eine Betondecke mit einer Dämmung aus Holzwolle-Leichtbauplatten mit einem Styroporkern, entsprechend dem damaligen Baustandard.
Die vorhandene Tragkonstruktion bietet voraussichtlich ausreichende Lastreserven für eine zusätzliche Dämmung sowie die Installation einer Photovoltaikanlage.

Dachabdeckung

Kostengruppe	363 Dachbeläge - Deckschicht außen, Metallabdeckungen, Zink
Funktion	Gebäudehülle
Lebensdauer	Min 25 | Mittel 40 | Max 50
Einbaujahr	1983
Restlebensdauer	- 4 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,2
Austausch	**ja**

Erläuterung

Das Dach ist als hinterlüftete Stehfalzdeckung aus Stahl oder Zink ausgeführt und wurde zuletzt vor ca. 43 Jahren saniert. Vor etwa 20 Jahren kam es zu Undichtigkeiten im Bereich der mittig angeordneten Entwässerungsrinnen, die provisorisch durch Kunstharzabdichtungen instandgesetzt wurden. Der aktuelle Zustand zeigt zahlreiche Reparaturstellen sowie altersbedingte Abnutzungen. Die vorhandenen Undichtigkeiten und die zunehmende Materialermüdung lassen auf eine technisch überalterte Dachhaut schließen. Eine umfassende Sanierung ist erforderlich.
Der Abnutzungsvorrat der Dachdeckung ist nicht mehr ausreichend, die Restnutzungsdauer erreicht.

Lichtkuppeln

Kostengruppe	362 Dachfenster, Dachöffnungen, Überdachungen - Lichtkuppeln
Funktion	Gebäudehülle
Lebensdauer	Min 20 | Mittel 25 | Max 30
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	- 32 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,8
Austausch	**ja**

Erläuterung

Das Atrium des Gebäudes wird über 48 Lichtkuppeln belichtet. Im Zuge der Brandschutzsanierung wurden 8 Kuppeln durch RWA-Anlagen ersetzt. Die übrigen stammen aus der Erbauungszeit.

Innenwände

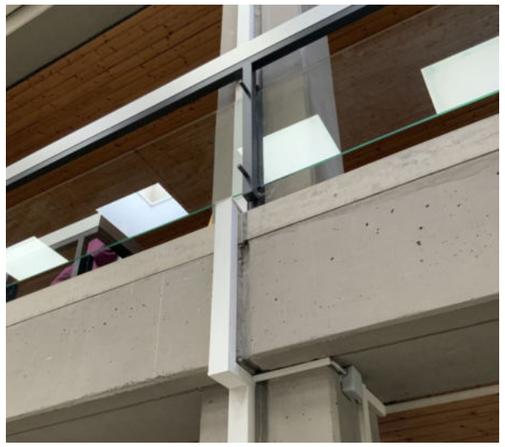
Kostengruppe	341 Tragende Innenwände - Massivbauweise, Hochlochziegel
Funktion	Tragwerk
Lebensdauer	Min 100 | Mittel 120 | Max 150
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	63 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,8
Austausch	**nein**

Erläuterung

Die Innenwände aus massiven Ziegel- und Betonkonstruktionen in verputzter Form bzw. im Atrium mit Sichtziegeln verkleidet. Anforderungen an Schallschutz werden nicht erfüllt. Ggf. müssen sie diesbezüglich nachgerüstet werden.

Geschossdecke

Kostengruppe	351 Deckenkonstruktionen - Geschossdecken, massive Konstruktion, Vollbetondecke, bekleidet oder innen
Funktion	Tragwerk
Lebensdauer	Min 80 | Mittel 100 | Max 150
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	43 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,9
Austausch	**nein**



Erläuterung

Die Geschossdecken bestehen aus Stahlbeton mit einer Plattenstärke von ca. 17 cm. Der sichtbare Zustand ist insgesamt gut, es sind keine relevanten Schäden oder Verformungen erkennbar. Tragverhalten und Gebrauchstauglichkeit erscheinen weiterhin gegeben. Der Abnutzungsvorrat ist ausreichend, die Restnutzungsdauer der Decken kann als hoch eingeschätzt werden. Aktuell besteht kein Sanierungsbedarf.

Bodenbelag

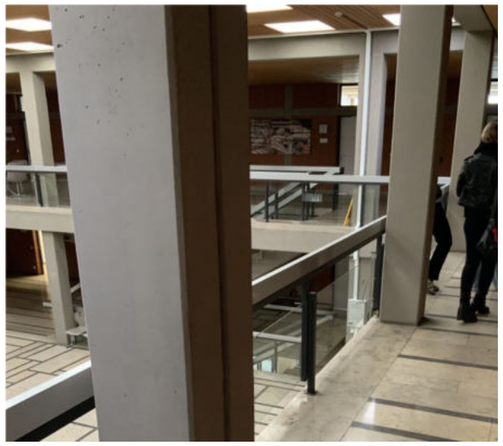
Kostengruppe	352 Deckenbeläge - Fugenlose Bodenbeläge, Kunstharz, Quarz und Terrazzo
Funktion	
Lebensdauer	Min 40 | Mittel 70 | Max 100
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	13 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,8
Austausch	**nein**

Erläuterung

Der Bodenbelag besteht vermutlich aus Terrazzo oder großformatigen Natursteinplatten mit dunklen Einlegern. Der Belag ist vollflächig verlegt und optisch prägend für den Innenraum. Insgesamt zeigt sich ein guter baulicher Zustand mit nur oberflächlichen Verschmutzungen und Nutzungsspuren, insbesondere in Rand- und Laufbereichen. Teilweise war die Fußleiste kaputt. Die Belagsflächen sind intakt, es bestehen keine gravierenden Schäden oder Stolperstellen. Der Abnutzungsvorrat ist ausreichend, eine Reinigung oder punktuelle Pflege wäre jedoch zur optischen Aufwertung empfehlenswert.

Innenstützen

Kostengruppe	343 Innenstützen - Beton
Funktion	Tragwerk
Lebensdauer	Min 100 | Mittel 120 | Max 1500
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	63 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,9
Austausch	**nein**



Erläuterung

Die tragenden Innenstützen bestehen aus Stahlbeton und befinden sich in einem guten baulichen Zustand. Es sind keine sichtbaren Schäden, Risse oder Bewehrungskorrosion erkennbar. Die Oberflächen wirken weitgehend intakt und gepflegt. Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit sind uneingeschränkt gegeben. Der Abnutzungsvorrat ist ausreichend, die Restnutzungsdauer als hoch einzuschätzen.

Jalousien

Kostengruppe	338 Sonnenschutz - Sonnenschutz, außen, beweglich, Kunststoff
Funktion	Sonnenschutz
Lebensdauer	Min 20 | Mittel 25 | Max 30
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	- 32 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,5
Austausch	**ja**

Erläuterung

Die außenliegenden Jalousien dienen dem Sonnenschutz und sind in die Fassadengliederung integriert. Derzeit sind etwa 8 von 40 Anlagen (entspricht ca. 20%) defekt und nicht mehr funktionsfähig. Die übrigen Jalousien zeigen teils Gebrauchsspuren und Alterserscheinungen. Der Gesamtzustand ist als eingeschränkt funktionsfähig zu bewerten. Eine Instandsetzung oder vollständige Erneuerung ist im Zuge einer Fassadensanierung sinnvoll und empfehlenswert. Der Abnutzungsvorrat ist teilweise ausgeschöpft.

Fußbodenheizung

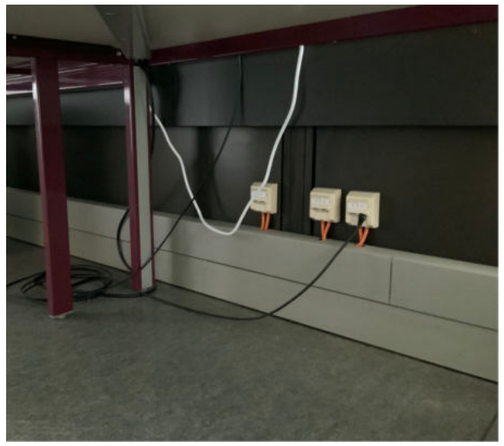
Kostengruppe	423 Raumheizflächen - Flächenheizung, Fußbodenheizung im Fließestrich
Funktion	Wärmeübergabe
Lebensdauer	Min 20 | Mittel 25 | Max 35
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	- 32 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,5
Austausch	**ja**

Erläuterung

Die elektrische Fußbodenheizung ist grundsätzlich noch funktionsfähig, weist jedoch eine nicht mehr bedarfsgerechte Regelbarkeit auf. Nutzer berichten von einer häufig zu hohen Raumtemperatur. Die Technik stammt vermutlich aus der Erbauungszeit bzw. einer frühen Nachrüstung. Aufgrund des Alters ist die Restnutzungsdauer als aufgebraucht einzustufen. Eine Erneuerung oder ein vollständiger Austausch im Zuge einer energetischen Sanierung ist zu empfehlen.

Stromheizkörper

Kostengruppe	423 Raumheizflächen - freie Heizflächen, Radiatoren
Funktion	Sonnenschutz
Lebensdauer	Min 20 | Mittel 30 | Max 40
Einbaujahr	1968
Restlebensdauer	- 27 Jahre
Abnutzungsvorrat	0,5
Austausch	**ja**



Erläuterung

Die elektrischen Heizkörper im Bereich der Fenster dienen primär der Vermeidung von Kaltluftabfall entlang der Glasflächen. Technisch handelt es sich um ein veraltetes System, das auf eine ungedämmte oder schwach gedämmte Gebäudehülle ausgelegt ist. Die Geräte sind noch teilweise funktionsfähig, jedoch ist die Restnutzungsdauer erreicht, der Abnutzungsvorrat aufgebraucht. Im Zuge einer energetischen Fassadensanierung ist von einem Entfall der Notwendigkeit dieser Heizkörper auszugehen, sodass ein Rückbau technisch und energetisch sinnvoll wäre.

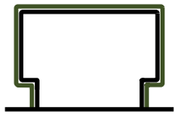
3

Sanierungskonzepte

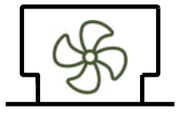
3.1	Nutzungen	66
3.2	Thermische Hülle	67
3.3	Kosten	77
3.4	Wärmeerzeuger und -übergabesysteme	79
3.5	Belüftung	83

Nutzung

Heizung



Thermische Hülle



Lüftung

Folgende Aspekte wurden berücksichtigt

Hintergrund der Bewertung

Im Rahmen einer ganzheitlichen Sanierungsplanung wurde ein systematischer Variantenvergleich in Form einer Nutzwertanalyse durchgeführt, um die technisch, wirtschaftlich und energetisch sinnvollste Sanierungsstrategie für das Bestandsgebäude zu identifizieren. Ausgangspunkt für den Vergleich war die Klärung der zukünftigen Nutzung des Gebäudes. Dabei wurden wesentliche Maßnahmenbereiche – insbesondere konstruktive Eingriffe, Heizungssysteme und Lüftungskonzepte – jeweils nach standardisierten Bewertungskriterien untersucht und in übersichtlichen Matrixvergleichen gegenübergestellt.

Ziel dieses Vergleichs war es, unterschiedliche technische Optionen transparent zu bewerten, sowohl im Hinblick auf Investitionskosten, Betriebskosten, Energieeffizienz, Komfort sowie Umsetzbarkeit im Bestand. Auf Basis dieser Matrixauswertung sollen die jeweils besten Einzelvarianten identifiziert und anschließend zu einer abgestimmten Gesamtlösung kombiniert werden, um eine optimale Sanierungsvariante für das Gebäude zu entwickeln.

Wohnungen und Mehrgenerationenhaus

Die tiefen Grundrisse lassen sich nur schwer in gut belichtete Wohneinheiten mit funktionierenden Grundrissen unterteilen, wie sie für eine zeitgemäße Wohnnutzung erforderlich wären. Insbesondere die notwendige Installation zahlreicher zusätzlicher Sanitäreinheiten sowie die umfangreiche Neuverlegung von Ver- und Entsorgungsleitungen würde die bestehenden konstruktiven und technischen Systeme stark beanspruchen.

Kantine

Die Einrichtung einer Kantine wurde geprüft, aber aufgrund hoher technischer Anforderungen verworfen. Insbesondere der Brandschutz bei großer Personenzahl sowie die aufwendige Lüftungstechnik in der Küche hätten erhebliche bauliche Eingriffe erfordert. Zudem ist die Nutzung wenig flexibel und erschwert spätere Umnutzungen.

Büro

Die Nutzung als Büro bietet sich aufgrund des bestehenden Bedarfs der städtischen Verwaltung besonders an. Größere, offen gestaltete Räume ermöglichen flexible Arbeitsplatzkonzepte mit höherer Auslastung und lassen sich bei Bedarf unkompliziert umnutzen. Im Vergleich zu anderen Nutzungen, wie etwa einer Kantine, sind die technischen Anforderungen deutlich geringer und lassen sich gut in den Bestand integrieren.

Jugendhaus, Grundschule oder VHS

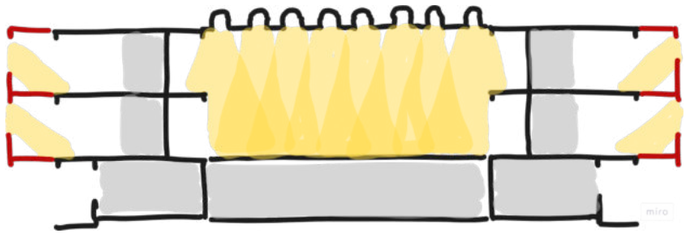
Eine Nutzung durch Jugendhaus, Grundschule oder VHS ist problemlos möglich. Die offenen Büroräume bieten ausreichend Platz für Unterricht und Treffpunkte, die technischen Anforderungen ähneln denen eines Büros. Eine spätere Umnutzung ist mit geringem Aufwand umsetzbar.

3.2 Thermische Hülle

Es wurden verschiedene Sanierungs- und Umbaumaßnahmen der thermischen Hülle systematisch untersucht und bewertet. Grundlage der Bewertung bildet eine eigens entwickelte Bewertungsmatrix, die sich inhaltlich an den Kriterien der **Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen** (DGNB) orientiert. Die Gewichtung der einzelnen Kriterien wurde eigenständig, basierend auf den spezifischen Projektanforderungen angepasst.

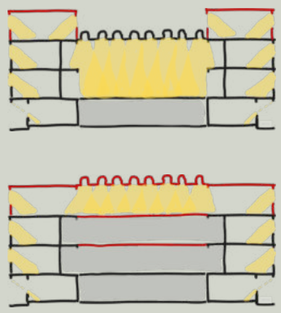
Einzelne Kriterien, wie etwa die Ressourceninanspruchnahme und das Abfallaufkommen (ENV2), die Qualität der Planung (PRO1), die Qualität der Bauausführung (PRO2) sowie die Standortqualität (SITE1), wurden bewusst aus der Bewertung ausgeschlossen, da sie sich primär auf den Gesamtstandort beziehen und für den Vergleich der Einzelmaßnahmen nicht relevant sind.

Veränderungen im Innenraum, wie das Einsetzen einer Decke im Bereich des Atriums, die Erweiterung des Erdgeschosses in das Atrium oder die Erschließung des Atriums bis in das Untergeschoss wurden in den Maßnahmenbeschreibungen nicht weiter betrachtet, da sie keinen direkten Einfluss auf die energetische Hülle des Gebäudes haben.



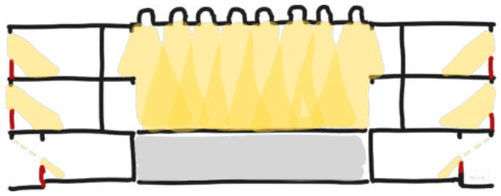
Am besten hat die Variante **„B3 - Austausch + Erweiterung“** mit 74,2 % abgeschnitten. Die Kombination aus Verbesserung der Gebäudehülle und maßvoller Flächenerweiterung stellt die nachhaltigste und wirtschaftlich sinnvollste Variante im Rahmen der Gesamtbetrachtung dar.

So bietet diese Lösung eine ausgewogene Lösung, die sowohl energetische als auch funktionale und städtebauliche Qualitäten miteinander verbindet.

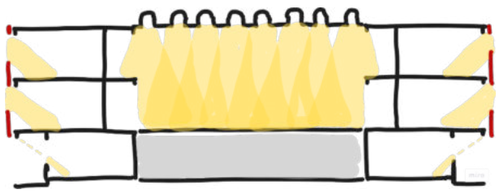


Eine Aufstockung würde zwar die Nutzfläche deutlich erhöhen, ist jedoch angesichts leerstehender Gebäude in der Stadt derzeit nicht erforderlich. Zudem ist sie mit hohen Kosten verbunden, die das begrenzte Budget der Stadt übersteigen würden. Daher wurde die Varianten aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen. vgl. S. 71

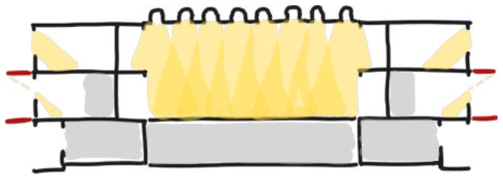
Die **Öffnung des Atriums** zu einem Innenhof erreicht in der Bewertung 71,8 %. Positiv hier ist die gesteigerte Innenraumqualität. Gleichzeitig wird aber die Nutzfläche reduziert und die zusätzliche Fassadenfläche führt zu einem hohen Kostenaufwand.



Der bloße **Austausch der Fassade** stellt die kostengünstigste Variante dar. Allerdings lassen sich dabei die Wärmebrücken der außenliegenden Tragstruktur nicht wirksam reduzieren. In der Bewertung werden daher lediglich 71,2% erreicht.



Durch den **Versatz der Fassade** vor die Tragstruktur können Wärmebrücken deutlich reduziert werden. Konstruktiv ist diese Variante etwas anspruchsvoller und erreicht in der Bewertung 72,60 %.



Die Installation von Fluchtbalkonen löst zwar brandschutztechnische Anforderungen und schafft Außenbereiche, führt jedoch zu starker Verschattung und geringerer Innenraumqualität. Die Variante erreicht 70,6%.

Themenfeld	Kriteriengruppe	Kriterienbezeichnung	Gewichtung
Ökoligische Qualität (ENV)	Wirkung auf globale und lokale Umewelt (ENV1)	ENV1.1 Ökobilanz des Gebäudes	9,0%
		ENV1.2 Risiken für die lokale Umwelt	4,0%
		ENV1.3 Verantwortungsbewusste Ressourcengewinnung	3,0%
Ökonomische Qualität (ECO)	Lebenszykluskosten (ECO1)	ECO1.1 Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	9,0%
	Wertentwicklung (ECO2)	ECO2.1 Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit	8,0%
		ECO2.2 Marktfähigkeit	4,0%
Soziokulturelle und funktionale Qualität (SOC)	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit (SOC1)	SOC1.1 Thermischer Komfort	4,0%
		SOC1.2 Innenraumluftqualität	4,0%
		SOC1.3 Akustischer Komfort	4,0%
		SOC1.4 Visueller Komfort	4,0%
		SOC1.5 Einflussnahme des Nutzers	4,0%
		SOC1.6 Aufenthaltsqualitäten innen und außen	4,0%
		SOC1.7 Sicherheit	3,0%
	Funktionalität (SOC2)	SOC2.1 Barrierefreiheit	7,0%
Technische Qualität (TEC)	Qualität der teschnische Ausführung (TEC1)	TEC1.2 Schallschutz	4,0%
		TEC1.3 Qualität der Gebäudehülle	7,0%
		TEC1.4 Einsatz und Integration von Gebäudetechnik	2,0%
		TEC1.5 Reinigungsfreundlichkeit des Gebäudes	3,0%
		TEC1.6 Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit	5,0%
		TEC1.7 Imissionsschutz	3,0%
		TEC3.1 Mobilitätsinfrastruktur	5,0%
Bewertung			100,0%

A - Innenfassade	B - Außenfassade				C - Aufstockung	
A3 - Atrium öffnen	B1 - Austausch Fassade	B2 - Austausch + Versatz	**B3 - Austausch + Erweiterung**	B4 - Fluchtbalkon	C1 - Ganzes Geschoss	C2 - Ringaufstockung
3	3	3	3	3	1	2
3	4	3	2	4	1	2
3	3	3	3	4	1	2
3	4	3	2	4	1	2
4	4	4	4	5	3	4
5	4	4	5	3	5	5
5	4	4	4	3	5	5
5	4	4	4	3	5	5
3	4	4	4	2	5	5
5	4	4	4	3	5	5
5	3	4	4	3	5	5
5	4	4	4	2	2	3
4	4	4	4	5	4	4
3	3	3	3	3	4	4
3	3	4	4	2	5	5
2	3	4	5	3	5	5
4	3	4	5	5	5	5
4	3	4	5	4	5	5
4	4	4	4	5	3	3
2	4	4	4	3	5	5
3	3	3	4	5	3	3
71,80%	71,20%	72,60%	**74,20%**	70,60%	68,40%	75,80%

Legende 1 sehr schlecht 2 schlecht 3 mittel 4 gut 5 sehr gut

A3 – Atrium öffnen

Das Öffnen des Daches über dem Atrium stellt eine gezielte Maßnahme dar, um die räumliche Qualität und Aufenthaltsatmosphäre im Gebäude signifikant zu verbessern. Die Bewertungen zeigen, dass dieser Eingriff nicht nur architektonisch, sondern auch funktional und nutzerbezogen überzeugt.

Besonders stark schneidet die Maßnahme in den Bereichen thermischer Komfort, visuelle Qualität und Innenraumluft ab. Durch den verbesserten Tageslichteinfall und die verbesserte natürliche Belüftung entstehen offenere, freundlichere und gesündere Innenräume, die das Wohlbefinden der Nutzer deutlich steigern. Auch aus soziokultureller Perspektive wird das Atrium als zentrale Begegnungszone gestärkt, was die Aufenthaltsqualität und Nutzerzufriedenheit nachhaltig fördert.

Wirtschaftlich punktet die Maßnahme durch hohe Flexibilität im Nutzungskonzept und eine gute Prognose in Bezug auf die langfristige Wertentwicklung. Die Öffnung schafft neue räumliche Möglichkeiten und unterstützt eine zukunftsorientierte Gebäudestrategie.

Im ökologischen und technischen Bereich zeigt sich ein differenziertes Bild: Während positive Beiträge zum Raumklima sichtbar werden, bringen die baulichen Veränderungen potenziell erhöhte Anforderungen an Materialeinsatz, Schallschutz oder Wartungsfreundlichkeit mit sich. Diese Aspekte sind jedoch vor dem Hintergrund der deutlich spürbaren Verbesserungen im Alltagsgebrauch sorgfältig abwägbar.

In der Gesamtschau ist das Öffnen des Atriums eine qualitativ hochwertige Sanierungsmaßnahme mit starker Wirkung auf Nutzungsqualität, architektonischen Ausdruck und langfristige Gebäudewertigkeit. Sie setzt ein klares Zeichen für ein modernes, offenes und nutzerzentriertes Gebäudekonzept.

B1 – Austausch Fassade

Der Austausch der Elementfassade innerhalb der bestehenden Tragstruktur stellt eine zurückhaltende, aber wirkungsvolle Sanierungsmaßnahme dar. Sie verbessert den baulichen und energetischen Zustand des Gebäudes deutlich, ohne die Grundstruktur zu verändern – ein Vorteil in Bezug auf Aufwand, Kosten und Bauzeit.

Ökonomisch überzeugt die Maßnahme durch gute Bewertungen bei den Lebenszykluskosten und in der Werterhaltung. Die technische Modernisierung der Gebäudehülle steigert den Marktwert und schafft Planungssicherheit für die Zukunft.

Auch in Bezug auf den Nutzerkomfort zeigt die Maßnahme solide Ergebnisse. Verbesserungen bei Innenraumklima, Tageslichtnutzung und visueller Qualität tragen zur Steigerung der Aufenthaltsqualität bei, auch wenn der Effekt im Vergleich zu raumöffnenden Maßnahmen etwas geringer ausfällt.

Einschränkungen zeigen sich im Bereich der ökologischen Qualität. Da die Fassadenlage beibehalten wird, bleiben konstruktionsbedingte Wärmebrücken bestehen. Diese wirken sich negativ auf die energetische Effizienz aus und begrenzen das ökologische Potenzial der Maßnahme.

Technisch bietet die Lösung dennoch ein hohes Maß an Ausführungssicherheit und Integrationsfähigkeit. Schwächen bestehen vereinzelt bei Schallschutz und Wartungsfreundlichkeit, die durch die bestehende Geometrie vorgegeben sind.

Insgesamt handelt es sich um eine wirtschaftlich vernünftige und technisch robuste Maßnahme mit spürbarem Nutzen für Gebäudesubstanz und Nutzerkomfort – bei gleichzeitig begrenzten ökologischen Verbesserungen.

B2 - Austausch + Versatz

Bei dieser Maßnahme wird die neue Elementfassade nicht innerhalb, sondern vor die bestehende Stützen gesetzt. Durch diese veränderte Anordnung werden konstruktive Wärmebrücken deutlich reduziert – ein wesentlicher Vorteil sowohl für die energetische Bilanz als auch für die Bauphysik des Gebäudes.

In ökologischer Hinsicht zeigt die Maßnahme entsprechend sehr gute Bewertungen. Die verbesserte Dämmwirkung und der geringere Energieverlust tragen maßgeblich zur Nachhaltigkeit und zur Reduktion von Betriebskosten bei. Damit wird das Gebäude zukunftsfähiger und erfüllt höhere energetische Standards.

Auch aus ökonomischer Perspektive erzielt die Lösung starke Ergebnisse. Die Investition in eine vor die Stützen gesetzte Fassade wirkt sich positiv auf die langfristige Wertentwicklung aus und stärkt die Wettbewerbsfähigkeit des Gebäudes. Durch die verbesserte energetische Performance werden zudem Folgekosten reduziert.

Im Bereich der soziokulturellen und funktionalen Qualität bietet die neue Fassadenstruktur klare Vorteile: Nutzer profitieren von verbessertem thermischen Komfort, optimierter Innenraumluft und hochwertigerer Tageslichtversorgung. Zudem schafft die neue Fassade gestalterischen Spielraum und verbessert die Aufenthaltsqualität.

Technisch ist die Maßnahme anspruchsvoller als ein bloßer Austausch in der bestehenden Lage. Dennoch zeigt sie insgesamt robuste Ergebnisse bei wichtigen Kriterien wie Dichtheit, Schallschutz und Wartungsfreundlichkeit.

Insgesamt stellt die vor die Stützen verlagerte Fassade eine zukunftsweisende Maßnahme dar, die ökologische, ökonomische und funktionale Vorteile geschickt miteinander verbindet und einen wesentlichen Beitrag zur nachhaltigen Erneuerung des Gebäudes leistet.

B3 - Austausch + Erweiterung

Hier wird die neue Elementfassade nicht nur erneuert, sondern etwa einen Meter nach außen verschoben. Durch das Vorziehen der Fassade wird zusätzliche Nutzfläche (NUF) im Gebäudeinneren geschaffen – ein wesentlicher funktionaler und wirtschaftlicher Vorteil.

Ökonomisch erzielt die Maßnahme herausragende Bewertungen. Die Vergrößerung der vermietbaren Fläche steigert unmittelbar die Ertragskraft des Gebäudes und verbessert dessen Marktposition. Auch langfristig wird die Wertentwicklung positiv beeinflusst, da die Flächeneffizienz ein zunehmend entscheidender Faktor im Immobilienmarkt ist.

Im Bereich der ökologischen Qualität schneidet die Maßnahme ebenfalls gut ab. Durch die neue Fassadenkonstruktion werden konstruktive Wärmebrücken weitgehend vermieden, was die energetische Bilanz verbessert und Betriebskosten reduziert. Gleichzeitig entsteht ein modernes Fassadenbild, das den Nachhaltigkeitsanspruch architektonisch sichtbar macht.

Aus Sicht der soziokulturellen und funktionalen Qualität profitieren die Nutzer gleich mehrfach: Neben einer verbesserten Tageslichtversorgung und einem gesteigerten thermischen Komfort bietet der Zugewinn an Fläche flexiblere und großzügigere Nutzungsmöglichkeiten. Dies stärkt sowohl die Aufenthaltsqualität als auch die langfristige Nutzungsvielfalt.

Technisch ist das Vorziehen der Fassade eine komplexere Maßnahme, die höhere Anforderungen an Konstruktion und Ausführung stellt. Dennoch zeigt sich eine hohe bauliche Qualität, insbesondere im Hinblick auf Dichtheit, Schallschutz und Wartungsfreundlichkeit.

Insgesamt bietet das Vorziehen der Fassade eine umfassende Aufwertung des Gebäudes. Es kombiniert eine Steigerung der Flächeneffizienz mit energetischen Verbesserungen und erhöhter Nutzerfreundlichkeit – und stellt damit eine besonders zukunftsfähige Sanierungsstrategie dar.

B4 - Fluchtbalkon

Zur Verbesserung des baulichen Brandschutzes wird ein zusätzlicher Fluchtbalkon an der Fassade angebracht. Der Balkon bleibt sichtbar und verändert damit bewusst das äußere Erscheinungsbild des Gebäudes.

Funktional erzielt die Maßnahme sehr gute Ergebnisse: Sie vereinfacht Flucht- und Rettungswege erheblich und erhöht die Sicherheit für die Gebäudenutzer. Gleichzeitig werden aufwendige brandschutztechnische Anpassungen im Inneren vermieden.
Ökonomisch ist die Maßnahme effizient und wirkt sich positiv auf die Betriebssicherheit aus, auch wenn die Steigerung des Gebäudewerts im Vergleich zu flächen- oder energetischen Optimierungen moderat bleibt.

Ökologische Auswirkungen sind gering, da die Maßnahme keine wesentlichen Änderungen am Energiebedarf bewirkt.

Soziokulturell wird die erhöhte Sicherheit positiv wahrgenommen, während die sichtbare Anbringung des Balkons die Fassadengestaltung beeinflusst – je nach Entwurfsqualität kann dies als funktionale Ergänzung oder gestalterische Herausforderung wirken.

Technisch überzeugt der Fluchtbalkon durch einfache Integration und geringe Wartungsanforderungen.

Insgesamt bietet der offene Fluchtbalkon eine pragmatische und wirksame Lösung zur Erhöhung der Sicherheit, verbunden mit einer bewussten architektonischen Setzung.

C1 - Ganzes Geschoss

Die Erweiterung des Gebäudes durch ein zusätzliches Geschoss erschließt neue räumliche und wirtschaftliche Potenziale. Die bestehende Dachfläche und das Atrium werden überbaut, um die Flächennutzung zu optimieren. Ökonomisch zählt die Aufstockung zu den effektivsten Maßnahmen: Sie steigert Mietpotenzial, Flexibilität und den langfristigen Gebäudewert deutlich. Sie stellt eine nachhaltige Nachverdichtung dar, da sie zusätzliche Flächen schafft, ohne neue Grundstücke zu versiegeln.

Auch ökologisch bringt die Maßnahme Vorteile: Die bestehende Infrastruktur wird effizient genutzt, und das neue Geschoss kann energetisch auf aktuelle Standards ausgelegt werden. Soziokulturell entstehen neue Nutzungsmöglichkeiten und eine Aufwertung des Gebäudes, allerdings verändert die Überbauung des Atriums auch die ursprüngliche Raumqualität. Aspekte wie Tageslicht und Aufenthaltsqualität müssen daher sorgfältig berücksichtigt werden.

Technisch ist die Maßnahme herausfordernd. Eingriffe in die Tragstruktur sowie Anpassungen bei Brandschutz und Haustechnik sind notwendig, bieten aber zugleich die Chance, die Gebäudetechnik umfassend zu modernisieren. Insgesamt bietet die Aufstockung hohes Entwicklungspotenzial – vorausgesetzt, die Umsetzung erfolgt mit hoher planerischer Qualität.

C2 - Ringaufstockung

Durch die Aufstockung um ein zusätzliches Geschoss wird das Gebäude erweitert, ohne das bestehende Atrium zu überbauen. So entsteht neuer Raum, während die Offenheit und Qualität des Atriums erhalten bleiben – ein wichtiges architektonisches Merkmal mit positiver Wirkung auf die Attraktivität des Gebäudes.

Ökonomisch stärkt die Maßnahme Mietpotenziale, Nutzungsspielräume und den langfristigen Gebäudewert. Ökologisch werden bestehende Flächen und Infrastrukturen effizient genutzt, ohne neue Flächen zu versiegeln. Das zusätzliche Geschoss kann energetisch auf aktuelle Standards ausgelegt werden, was die Gesamtbilanz verbessert.

Auch soziokulturell ist der Erhalt des Atriums von Vorteil: Tageslicht, Aufenthaltsqualität und Nutzerzufriedenheit bleiben gewährleistet. Technisch sind Eingriffe in Tragstruktur, Brandschutz und Haustechnik erforderlich, eröffnen jedoch zugleich Potenziale für eine umfassende Modernisierung. Insgesamt verbindet die Maßnahme Flächengewinn und Werterhöhung mit dem Erhalt architektonischer Qualitäten – eine zukunftsfähige Strategie für den Bestand.

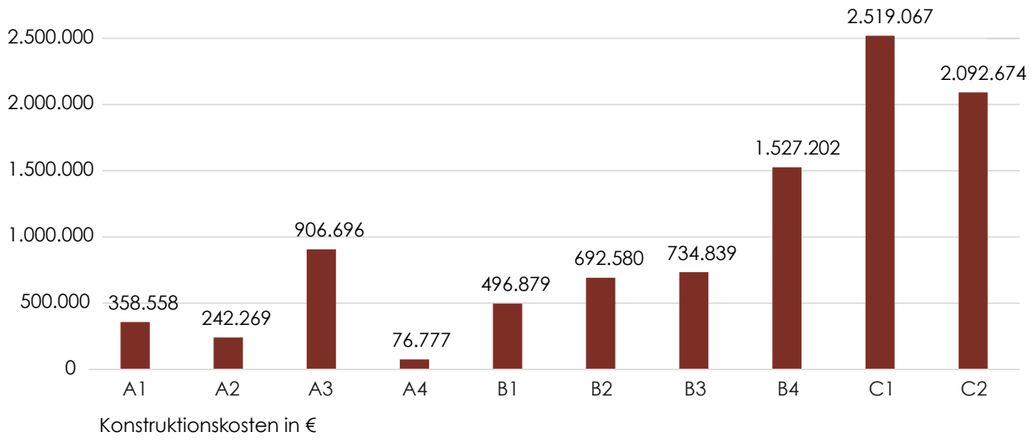
3.3 Kosten

Zur Vorbereitung der Sanierungsentscheidung wurde eine Grobkostenschätzung für verschiedene Maßnahmenvarianten (A1 bis E2) erstellt. Im Fokus standen dabei sowohl die Investitions- als auch die Betriebskosten. Die Konstruktionskosten wurden zunächst in einer Kostenbilanz nach Kostengruppen (KG) gegliedert. Auf dieser Grundlage erfolgte die Ermittlung spezifischer Kennwerte, die unter anderem aus dem BKI (Baukosteninformationszentrum) sowie aus weiteren geeigneten Quellen abgeleitet wurden. Das Ergebnis dieser Berechnung wurde zur besseren Vergleichbarkeit zusätzlich auf die Bruttogrundfläche (m^2_{BGF}) heruntergerechnet.

Ergänzend zu den Baukosten wurden auch die Betriebskosten betrachtet. Diese setzen sich aus dem Heizenergiebedarf, sowie dem Stromverbrauch für Beleuchtung und Geräte zusammen.

Der Heizenergiebedarf pro Maßnahme wurde mithilfe des etablierten LEG-Verfahrens berechnet. Grundlage der Berechnung ist die Annahme, dass im Sanierungsfall mit einer Wärmepumpe (JAZ 4) geheizt wird. Die Berechnung der Kosten für Beleuchtung und Geräte erfolgt über Kennwerte. Auf Basis dieser umfassenden Betrachtung konnte für jede Maßnahmenvariante der voraussichtliche Amortisationszeitraum berechnet werden.

Kennwert Beleuchtung [1]	10 kWh/m^2_{NGF}a
Stromverbauch Bürogeräte [2]	16 kWh/m^2_{NGF}a
Stromkosten[3] für Nichthaushalte	0,3233 €/kWh



	Maßnahme	Konstruktionskosten		Betriebskosten		Amortisations-zeitraum
		€	€ / m^2_{BGF} a	€ / a	€ / m^2_{BGF} a	a
A1	**Decke in Atrium**	358.558	133,74	40.168	14,98	5,71
A2	**Atrium bis in Kellergeschoss**	242.269	90,37	38.773	14,46	3,77
A3	**Atrium öffnen**	906.696	351,30	38.930	15,08	14,15
A4	**Vergößerung EG**	76.777	28,64	39.475	14,72	7,25
B1	**Austausch Fassade**	496.879	185,33	27.317	10,19	6,57
B2	**Austausch + Versatz**	692.580	251,57	24.828	9,02	8,86
B3	**Austausch + Erweiterung**	734.839	250,88	25.048	8,55	9,43
B4	**Fluchtbalkone**	1.527.202	554,74	24.828	9,02	19,54
C1	**Aufstockung - ganz**	2.519.067	691,67	48.982	13,45	46,64
C2	**Ringaufstockung**	2.092.674	590,82	48.951	13,82	38,73

Kostenübersicht

In der Bewertung der Ergebnisse fielen die Varianten B4, C1 und C2 durch deutlich erhöhte Konstruktionskosten auf, die das vorab definierte Budget überschreiten. Die damit verbundenen Aufstockungen wurden daher aus dem Entscheidungsprozess ausgeschlossen. B4 bleibt zunächst im Vergleich, erfordert jedoch eine vertiefte Prüfung hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Einsparpotenzial.

A1, A2 und A4 erscheinen zunächst aufgrund niedriger Konstruktionskosten attraktiv. Die Maßnahmen vergrößern jedoch lediglich die Bezugsfläche durch Eingriffe im Innenraum und führen langfristig zu höheren Betriebskosten – ein nachhaltiger wirtschaftlicher Effekt bleibt aus.

A3 stellt einen Sonderfall dar: Trotz hoher Baukosten liegt der Energieverbrauch über dem Durchschnitt. Grund dafür ist ein ungünstiges AV-Verhältnis mit negativen Auswirkungen auf die thermische Qualität der Hülle.

Positiv hervorzuheben sind B1 bis B3: Sie kombinieren moderate Investitionskosten mit deutlich geringeren Betriebskosten. C1 fällt hingegen durch wärmebrückenbedingte Verluste negativ auf. C2 und C3 gelten daher als wirtschaftlich und energetisch besonders vorteilhaft – und bilden die Favoriten für die weitere Betrachtung.

[1] Leitfaden Elektrische Energie im Hochbau, Institut für Wohnen und Umwelt, Juli 2000, S. 29
[2] https://www.energieinstitut.net/de/system/files/0903_final_dienstleistungsgebaude_20120530.pdf (Aufgerufen am 08.04.2025)
[3] https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Preise/Erdgas-Strom-DurchschnittsPreise/_inhalt.html#421258
BKI Kosten Altbau 2024/2025
Sirados Baudaten
BBSR Baukostenindex

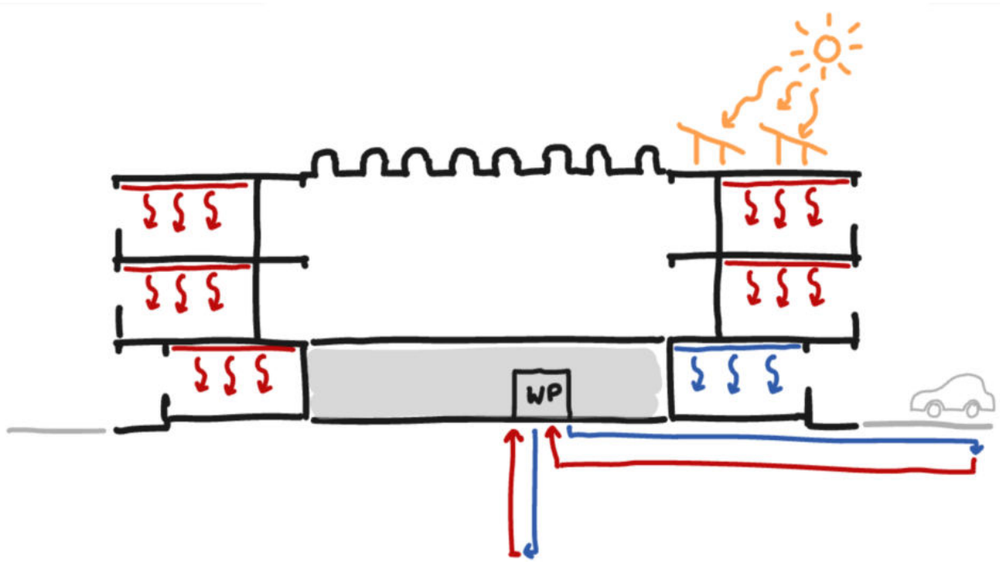
3.4 Wärmeerzeuger und -übergabesysteme

Im Rahmen der Sanierungsplanung wurde eine detaillierte Bewertung verschiedener Heizsystemkombinationen durchgeführt. Diese umfasst sowohl Wärmeerzeuger als auch die dazugehörigen Wärmeübergabesysteme. Ziel war es, unter Berücksichtigung technischer, energetischer und wirtschaftlicher Kriterien die für das Gebäude geeignetste Lösung zu identifizieren.

Der Anschluss an ein Fernwärmenetz ist nicht möglich, da es in Wertingen derzeit keines gibt. Die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen und Erdwärmesonden ist möglich, muss im Einzelfall jedoch durch die Fachbehörde geprüft werden[1].

Die Bewertungsmatrix basiert auf gewichteten Einzelkriterien, darunter u. a.:

- **Wirtschaftliche Aspekte**: Investitionskosten, Betriebskosten
- **Energieeffizienz**: CO_2-Ausstoß, Jahresarbeitszahl (JAZ), Kombinierbarkeit mit PV
- **Gebäudeeignung**: Platzbedarf, Integrationsfähigkeit in den Bestand, Steuerbarkeit
- **Komfort**: Kühlmöglichkeit, Behaglichkeit durch das Übergabesystem



Am besten bewertet wurden Systeme auf Basis von Wärmepumpen in Kombination mit Deckensegel, insbesondere:

- **Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Deckensegel** (89 %)
- **Wasser-Wasser-Wärmepumpe mit Deckensegel** (87 %)

Diese Systeme überzeugen durch hohe Effizienz (JAZ > 4), geringe Betriebskosten, gute Kombinierbarkeit mit PV und hervorragende Komfortwerte, auch in Bezug auf Kühloptionen.

Die ebenfalls gut bewerteten Stromdirektsysteme mit PV (80 %) sind vor allem im Bestand interessant, da sie bestehende elektrische Fußbodenheizungen weiter nutzen können – bei gleichzeitig hoher Steuerbarkeit und emissionsfreiem Betrieb durch PV-Strom.

Konventionelle Systeme wie Öl- oder Gasbrennwertgeräte erreichen lediglich 53–55 %, vor allem wegen hoher CO_2-Emissionen, beschränkter Zukunftsfähigkeit und fehlender Kühloption. Auch biomassebasierte Systeme (Pellets, Hackschnitzel) schneiden aufgrund von Platzbedarf und Integrationsaufwand deutlich schlechter ab. Eine Hackschnitzelheizung ist für das betrachtete Gebäude nicht sinnvoll, da sich solche Systeme erst ab einem Wärmebedarf von ca. 25.000 kWh/Jahr[2] lohnen und das sanierter Bestandsgebäude darunter liegen wird.

Luft-Luft-Wärmepumpen (Splitgeräte) zeigen ebenfalls gute Ergebnisse (83 %), insbesondere in Bezug auf Steuerbarkeit, PV-Kopplung und Komfort – und sind im Bestand ohne wassergeführte Heizkreise eine realistische und wirtschaftliche Lösung.

[1] https://atlas.bayern.de/?c=623475,5379938&z=15&r=0&l=vt_standard,ba74aa58-1ab9-4d29-b808-36eec8934ce4,5c7ca750-739d-4d0c-a81d-0e1a1c597c94&l_o=1,0.46,0.39&t=ba (zuletzt aufgerufen am 25.04.2025)

[2] https://www.energieheld.de/heizung/holzheizung/hackschnitzelheizung (zuletzt aufgerufen am 20.04.2007)

Wärmerzeuger	Gewich-tung	Gas-Brennwert	Öl-Brennwert	Luft-Wasser-WP	Luft-Wasser-WP	Luft-Wasser-WP	Sole-Wasser-WP	Sole-Wasser-WP
Wärmeübergabesystem		**Heizkörper**	**Heizkörper**	**Fußboden-heizung**	**Wand-/Decken-heizung (Putz)**	**Decken-segel**	**Fußboden-heizung**	**Wand-/Decken-heizung (Putz)**
Kombi mit PV mögich	6%	2	2	5	5	5	5	5
Investitionskosten Wärmeerzeuger	10%	5	4	4	4	4	3	3
Betriebskosten	14%	3	4	5	5	5	5	5
CO2-Ausstoß im Betrieb	10%	2	1	5	5	5	5	5
Effizienz (COP/JAZ)	10%	2	2	4	4	4	5	5
Lebensdauer Wärmeerzeuger	7%	[2] 3	[2] 3	[3] 3	[3] 3	[3] 3	[4] 4	[4] 4
Platzbedarf Wärmeerzeuger	7%	3	2	[3] 3	[3] 3	[3] 3	[4] 4	[4] 4
Kühlmöglichkeit	10%	[10] 1	[10] 1	[10] 3	[10] 4	[10] 5	[10] 3	[10] 4
Kosten Wärmeübergabe-system & Intrgration in Bestand	10%	[11] 4	[12] 4	[13] 2	[13] 3	[13] 3	[13] 2	[13] 3
Behaglichkeit	8%	2	2	4	5	5	4	5
Steuerbarkeit	8%	3	3	4	4	5	4	4
Bewertung	100%	55%	53%	77%	83%	86%	80%	86%

Sole-Wasser-WP	Wasser-Wasser-WP	Wasser-Wasser-WP	Wasser-Wasser-WP	Pellet-kessel	Hack-schnitzel	Blockheizkraft-werk (BHKW)	Strom-heizung	Luft-Luft-WP (Splitgerät)
Decken-segel	**Fußboden-heizung**	**Wand-/Decken-heizung (Putz)**	**Decken-segel**	**Heizkörper**	**Heizkörper**	**Heizkörper**	**E-Fußboden-heizung**	**Luft**
5	5	5	5	2	2	2	5	5
3	2	2	2	1	1	3	5	3
5	5	5	5	3	3	3	4	5
5	5	5	5	4	4	2	4	5
5	5	5	5	2	2	2	3	4
[4] 4	[5] 4	[5] 4	[5] 4	[6] 3	[7] 5	[8] 2	5	[9] 3
[4] 4	[5] 4	[5] 4	[5] 4	[6] 1	[7] 1	2	5	[9] 4
[10] 5	[10] 3	[10] 4	[10] 5	[10] 1	[10] 1	[10] 1	[10] 1	[10] 4
[13] 3	[13] 2	[13] 3	[13] 3	[14] 4	[15] 4	[16] 4	5	[17] 5
5	4	5	5	2	2	2	4	2
5	4	4	5	3	3	3	4	5
89%	78%	84%	**87%**	48%	51%	48%	80%	83%

Legende 1 sehr schlecht 2 schlecht 3 mittel 4 gut 5 sehr gut

Quellen (alle zuletzt aufgerufen am 18.04.2007) zur Bewertung der Heizsysteme, die neben eigenem Fachwissen zur Einzelbewertung der Heizsysteme verwendet wurden:

[2] https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/heizung/heizungsarten-im-vergleich/
[3] https://www.buderus.de/de/waermepumpe/luftwaermepumpe/kosten
[4] https://www.buderus.de/de/waermepumpe/sole-wasser-waermepumpe
[5] https://www.bosch-homecomfort.com/de/de/wohngebaeude/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/grundwasserwaermepumpe/
[6] https://www.thermondo.de/info/rat/erneuerbare-energie/kosten-pelletheizung/
[7] https://www.kwb.net/de-de/heizwissen/kosten-nutzen/kosten-einer-hackschnitzelheizung/#c25291
[8] https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/blockheizkraftwerk-kraft-waerme-kopplung/blockheizkraftwerk-kosten/
[9] https://www.bosch-homecomfort.com/de/de/wohngebaeude/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/luft-luft-waermepumpe/
[10] https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/eew_infoblatt_co2_faktoren_2024.pdf?__blob=publicationFile&v=4
[11] https://www.enpal.de/waermepumpe/wirkungsgrad-gasheizung
[12] https://raiffeisen-rhv.de/energie/sonstiges/oel-brennwertheizung.html
[13] https://www.bosch-homecomfort.com/de/de/wohngebaeude/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/jahresarbeitszahl-waermepumpe/
[14] https://depv.de/nginx-ada-assets/47652d27-31f0-44bc-9ec1-b0d2459f52e2
[15] https://www.heizung.de/holzheizung/hackschnitzelheizung.html
[16] https://www.heizung.de/bhkw/wissen/wirkungsgrad-im-bhkw-vergleich.html
[17] https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/waermepumpe/luft-luft-waermepumpe/
[18] https://www.heizung.de/finanzielles/wissen/neue-heizkoerper-kosten-und-foerdermittel.html
[19] https://renewa.de/sanierung/gewerke/heizung/fussbodenheizung#:~:text=40%20bis%2080%20Euro%20pro
[20] https://www.enbw.com/blog/wohnen/modernisieren-und-bauen/deckenheizung-wenn-die-waerme-von-oben-kommt/#welche-arten-von-deckenheizungen-gibt-es
[21] https://www.klimatechniker.net/magazin/kuehldecke-einbauen-20152633

3.5 Belüftung

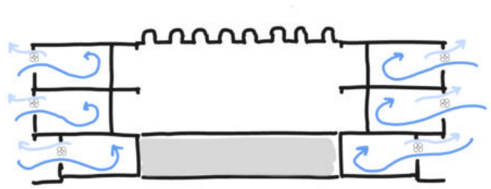
Im Rahmen des energetischen Gesamtkonzepts wurde **für das bereits hüllsanierte Bestandsgebäude** ein Variantenvergleich unterschiedlicher Lüftungssysteme durchgeführt. Ziel war es, jene Lüftungslösung zu identifizieren, die unter technischen, wirtschaftlichen und komfortbezogenen Gesichtspunkten am besten mit dem Gebäude kompatibel ist.

Die Bewertung erfolgte anhand folgender gewichteter Kriterien:

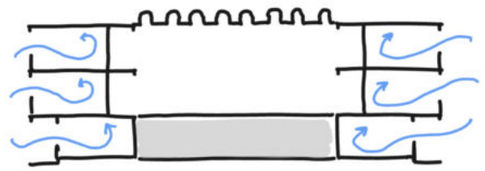
- **Investitionskosten** und **Betriebskosten** (inkl. Strom): beurteilen Wirtschaftlichkeit im Kurz- und Langfristzeitraum.
- **Höhe der möglichen Wärmerückgewinnung** (WRG): beeinflusst direkt den verbleibenden Heizwärmebedarf.
- **Integration in den Bestand**: spiegelt Aufwand und Eingriffe bei der Nachrüstung wider.
- **Raumkomfort**: berücksichtigt Luftqualität, Zugfreiheit, CO_2-Niveau und Schallschutz.
- **Möglichkeit zur Nachtlüftung**: wichtig für sommerlichen Wärmeschutz in Kombination mit natürlicher Lüftung.

Lüftungsart	Gewichtung	natürliche Fensterlüftung	Zentrale Lüftungs-anlage raumweise	Zentrale Lüftungsanlage mit Überstromzone (Atrium)	Dezentrale Raumlüftung
Investitionskosten	15%	5	2	3	3
Betriebskosten (incl. Strom)	18%	5	2	3	3
Höhe der möglichen WRG	24%	1	5	5	4
Integration in Bestand	18%	5	1	2	5
Raumkomfort	15%	2	5	4	5
Möglichkeit zur Nachtlüftung	10%	3	3	5	3
Bewertung	100%	68%	62%	73%	**78%**

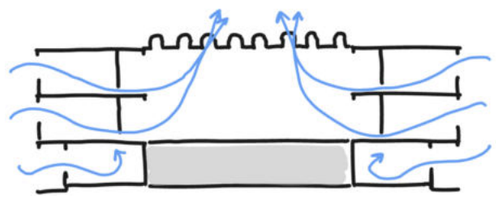
Legende 1 sehr schlecht 2 schlecht 3 mittel 4 gut 5 sehr gut



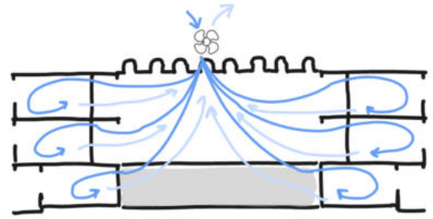
Die Bewertung zeigt, dass die **dezentrale Raumlüftung** mit **78%** die höchste Gesamtpunktzahl erreicht. Sie bietet einen guten Kompromiss aus Effizienz, Komfort, Flexibilität und vertretbarem Aufwand, insbesondere in einem Bestand, bei dem flächendeckende Kanalnetze nicht oder nur schwer realisierbar sind.



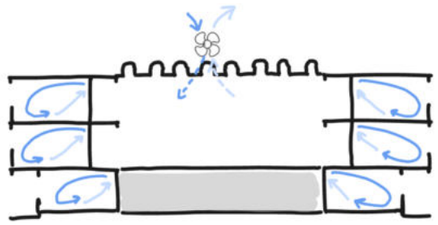
Die **natürliche Fensterlüftung** erreicht zwar in Kostenaspekten Bestwerte, schneidet jedoch aufgrund fehlender Wärmerückgewinnung und eingeschränktem Raumkomfort schlechter ab (68%).



Die natürliche Nachtlüftung nutzt physikalische Effekte wie Thermik und Winddruck, um nachts kühle Außenluft durch das Gebäude strömen zu lassen und so die am Tag gespeicherte



Auch die **zentrale Lüftungsanlage** mit dem Atrium als **Überströmzone** erzielt mit 73% ein gutes Ergebnis – insbesondere durch hohe Wärmerückgewinnung bei gleichzeitig reduzierter technischer Komplexität.



Am niedrigsten bewertet wurde die **raumweise zentrale Lüftung** (62%), vor allem aufgrund ihres hohen Platzbedarfs, Eingriffs in die Bestandsstruktur und der geringen Integrationsfähigkeit bei Sanierungen.

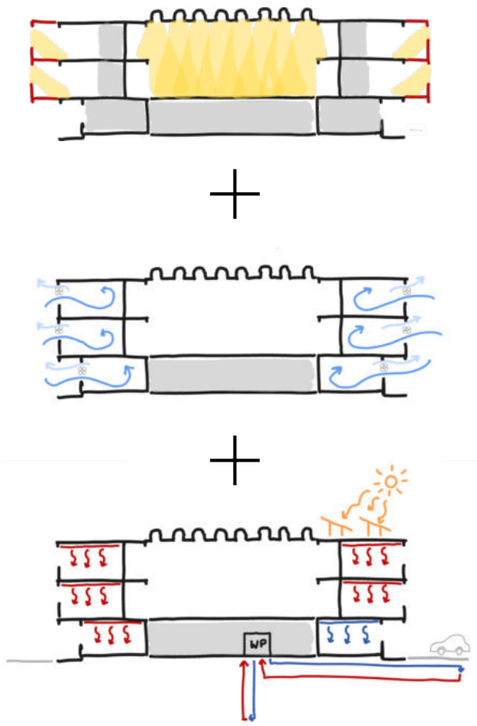
Wärme abzuführen. Besonders wirksam ist dieser Effekt bei Höhenunterschieden zwischen Zu- und Abluftöffnungen, da der sogenannte Kamineffekt entsteht. Im vorliegenden Gebäude bieten sich hierfür vor allem die Oberlichter im Atrium als effektive Abluftöffnungen an, über die warme Luft auf natürliche Weise entweichen kann.

4

Vorentwurf

4.1 Konzept 87
4.2 Kosten Vorentwurf 89
4.3 Nutzungen 93
4.4 Büroformen und -konzepte 95
4.5 Raumbildendes Treppenelement im Atrium 101
4.6 Fassade und Belichtung 103

Kombination der Ergebnisse der Nutzwertanalysen



Im Rahmen des Vorentwurfs wurden die Ergebnisse der vorangegangenen Nutzwertanalysen systematisch zusammengeführt, um eine ganzheitlich optimierte Sanierungslösung für das Bestandsgebäude zu entwickeln. Dabei wurden die jeweils bestbewerteten Varianten der einzelnen Maßnahmenbereiche miteinander kombiniert: Für die thermische Hülle wurde das Konzept des **Herausschieben der Fassade** übernommen. Als **Belüftungssystem** wurde eine **raumweise dezentrale** Lösung gewählt, die flexibel an unterschiedliche Raumnutzungen angepasst werden kann. Ergänzt wird dies durch ein effizientes Heiz- und Kühlsystem mittels **Sole-Wärmepumpe** in Verbindung mit thermisch aktivierten **Deckenheiz- und Kühlsegeln**.

Nutzung des Atriums

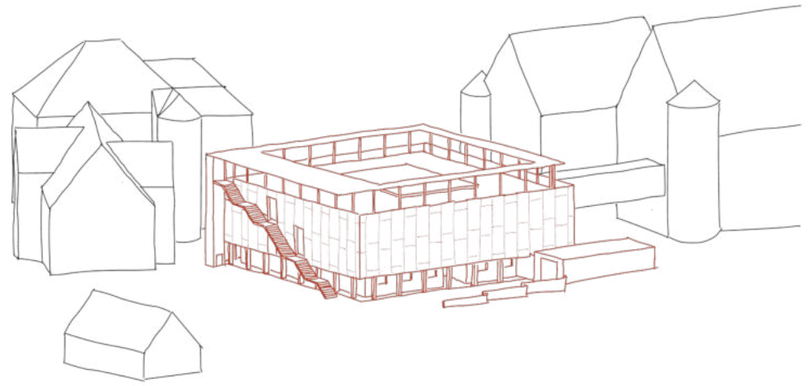
Ein zentrales Gestaltungselement des Entwurfs ist die Umnutzung des bestehenden Atriums. Aktuell stellt dieses aufgrund seiner Funktion als einziger baulicher Rettungsweg hohe brandschutztechnische Anforderungen an zulässige Brandlasten, was eine sinnvolle Nutzung verhindert. Gleichzeitig bietet das Atrium mit seiner großzügigen Fläche und natürlicher Belichtung durch Oberlichter ein h**ohes räumliches Potenzial**, das bislang ungenutzt bleibt. Um das Atrium künftig vollständig als **multifunktionale Zone** nutzen zu können, wurde entschieden, es **vom Status des notwendigen Treppenraums zu entkoppeln**. Dafür ist ein neuer baulicher Rettungsweg erforderlich.

Der Hauptzugang im Untergeschoss soll erhalten bleiben und erschließt die Nutzungseinheiten im UG sowie die im EG/OG. Die interne Treppe im Atrium zwischen EG und OG wird zurückgebaut, da die vertikale Verbindung durch ein raumbildendes, **gestaffeltes Treppenelement** – bestehend aus Plattformen und Sitzstufen – ersetzt wird, das neben der Erschließung auch als Arbeits-, Aufenthalts- und Kommunikationszone dient.

Neue Treppe - Brandschutz

Da eine Integration eines neuen Treppenhauses innerhalb des Bestandes aufgrund der baulichen Struktur sowie im Hinblick auf Barrierefreiheit (Einbau eines Aufzugs) nur mit großem Aufwand möglich wäre, wurde ein außenliegendes Treppenhaus gewählt. Dieses ist als geradlinige „**Himmelsleiter**“ an der Nordostseite (Hauptzugangsseite) des Gebäudes geplant. Es verläuft vertikal entlang der Fassade und wird von einen außenliegenden Aufzug gerahmt, der alle Geschosse sowie die geplante Dachterrasse erschließt.

Die bisherigen Rettungswege über anleiterbare Fenster im EG und OG bleiben prinzipiell erhalten, müssen jedoch hinsichtlich der künftig höheren Personenauslastung sowie der entfallenden Einzelbürostruktur kritisch geprüft werden. Um auch die brandschutztechnische Erschließung der südlichen Gebäudeseite sowie des Dachs sicherzustellen, wird das Treppenhaus an der Nordseite spiegelbildlich auf die Südseite übertragen. Dabei wird die Dachfläche des bestehenden Verbindungsgangs als Podest und Ausgang des OGs genutzt



Dachterrasse

Für die neu geplante Dachnutzung ist eine ringförmige **Überdachung** vorgesehen, die sowohl **Verschattung** bei sommerlicher Hitze als auch Wetterschutz bei leichtem Regen bietet. Auf den darüberliegenden Dachflächen ist eine **Photovoltaik**-anlage vorgesehen. Die Dachterrasse selbst ragt über den Fassadenrand hinaus und bildet damit einen geschützten Überhang über der außenliegenden Himmelsleiter.

Grundrissgestaltung

Die Grundrissgestaltung folgt dem Prinzip des maximalen **Erhalts der vorhandenen Tragstruktur**. Alle tragenden Wände bleiben erhalten; nichttragende Wände wurden teilweise zurückgebaut, um einen **offenen, flexibel bespielbaren Grundriss** zu ermöglichen. In der weiteren Ausarbeitung ist die statische Aussteifung der durch Bewegungsfugen getrennten Gebäudeteile zu analysieren – gegebenenfalls müssen punktuell neue Wandelemente eingefügt werden.

4.2 Kosten Vorentwurf

Die Kostenanalyse basiert auf dem ausgearbeiteten Sanierungsvorschlag, der aus der favorisierten Maßnahme C3 des Variantenvergleichs zur thermischen Hülle hervorgeht. Die Kalkulation folgt der Grobkostenschätzung der Varianten und wurde gezielt um zentrale Punkte erweitert.

Ergänzend wurden die Kosten für die technischen Anlagen berücksichtigt – insbesondere für die fassadenintegrierte, dezentrale Lüftung sowie die geplante Raumklimatisierung über Deckensegel. Beide Systeme wurden den jeweiligen Kostengruppen zugeordnet und auf Basis verlässlicher Kennwerte kalkuliert.

Ein zusätzlicher Variantenvergleich mit und ohne Photovoltaikanlage bewertet die Auswirkungen auf Investitions-, Betriebskosten und Amortisationszeitraum. Diese erweiterte Betrachtung ermöglicht eine realistische Einschätzung des Potenzials von Maßnahme C3.

Das raumbildende Treppenelement im Atrium ist in der Kostenschätzung nicht enthalten.

Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser vertieften Betrachtung hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz analysiert.

Bewertung der Kosten

Die Investitionskosten liegen bei der Variante mit PV-Anlage um rund 15 €/m² BGF höher als ohne – bezogen auf die Gesamtfläche ergibt sich dadurch ein Mehrinvest von etwa 40.000 €. Dieser Anstieg ist nachvollziehbar durch die zusätzlichen Komponenten und bleibt im Verhältnis zur gesamten Sanierungssumme im vertretbaren Rahmen.

Dem gegenüber stehen spürbare Einsparungen bei den Betriebskosten: Die PV-Variante senkt die laufenden Ausgaben um rund 4 €/m² BGF im Jahr, was langfristig eine erhebliche Reduktion bedeutet. Hauptursache dafür ist der hohe Eigenverbrauchsanteil des erzeugten PV-Stroms, der direkt für die Versorgung von Lüftung, Beleuchtung und Bürogeräten genutzt wird. Die PV-Anlage selbst erzeugt jährlich rund 34.124 kWh auf einer 137 m² großen überbauten Dachfläche, was eine effiziente Nutzung des Bestandsdachs ermöglicht.

Die Betriebskostenanalyse basiert auf anerkannten Kennwerten: Für die Beleuchtung wurde mit 10 kWh/m²*a gerechnet, basierend auf Daten des Instituts für Wohnen und Umwelt. Der Strombedarf für Bürogeräte wurde mit 16 kWh/m²*a angesetzt – ein konservativer Wert, der dem unteren Quartil bestehender Bürogebäude entspricht und somit vorsichtige Annahmen trifft.

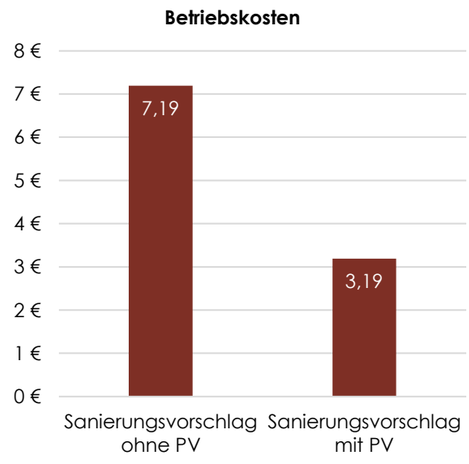
Amortisationsbetrachtung

Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Sanierung wurde eine Amortisationsrechnung durchgeführt, bei der die Investitionskosten der Sanierungsmaßnahme den jeweils kumulierten Betriebskosten gegenübergestellt wurden. Berücksichtigt wurden ausschließlich Stromkosten, da das Gebäude ausschließlich elektrisch versorgt wird. Die Betrachtung erfolgte dabei in drei Varianten:

- **Variante 1: Ohne Preissteigerung**
- **Variante 2: Mit Strompreisprognose der Bundesregierung**
- **Variante 3: Mit Preissteigerung anhand der Vergangenheit**

In jeder Variante wurden betrachtet:

- **der Bestand**
- **die Sanierung ohne PV** und
- **die Sanierung mit PV**.



Bestimmung des Strompreises

Zur Vereinheitlichung der Vergleichsrechnung wurde für alle Varianten der gleiche initiale Strompreis von Nicht-Haushalten (32,3 ct/kWh[1]) angenommen. Anschließend wurden die prognostizierten Entwicklungen (von der Bundesregierung[2] (flache Steigung) und anhand der vergangenen Entwicklung[2] (stärkerer Anstieg)) für Strompreisen für Haushalte (keine Prognosen für Nicht-Haushalte auffindbar) jeweils auf diesen gemeinsamen Ausgangswert übertragen.

Anstatt die relativen prozentualen Steigerungen zu verwenden, wurde die absolute jährliche Preisänderung (z. B. in ct/kWh pro Jahr) aus den jeweiligen Prognosen entnommen und auf den fixen Anfangspreis aufsummiert. Dadurch ergibt sich eine gleichbleibende Steigung der Preisentwicklung – entsprechend der jeweiligen Quelle – jedoch auf einem vereinheitlichten Preisniveau. So wurde sichergestellt, dass die Entwicklungstrends realistisch abgebildet, aber unabhängig vom absoluten Ausgangspreis der Prognosen vergleichbar gemacht werden konnten.

Die Betrachtung der Stromkosten im Bestand und nach der Sanierung startet im Jahr 2026, wodurch die vereinfachende (jedoch unrealistische)) Annahme getroffen wird, dass das die Sanierung bis Anfang 2026 fertiggestellt wird.

1. Variante: Ohne Preissteigerung

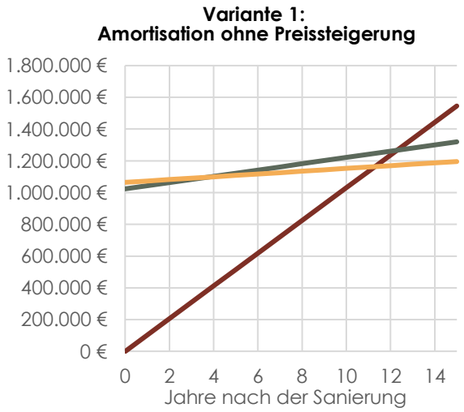
Wird ein konstantes Strompreisniveau angenommen, zeigt sich eine Amortisation der Sanierung im 12. Jahr nach Umsetzung. Ab diesem Zeitpunkt übersteigen die Betriebskosten des unsanierten Bestands die Summe aus Investitionskosten und Betriebskosten der Sanierung. Die Version mit Photovoltaik schneidet dabei um ein Jahr besser ab.

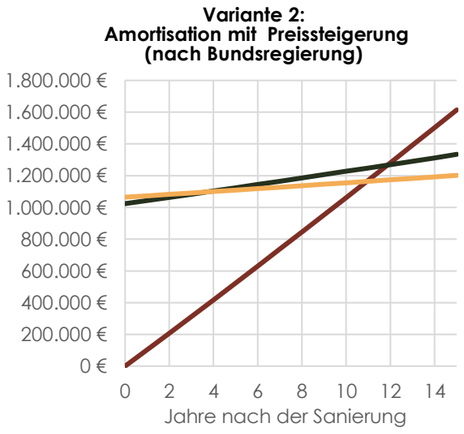
2. Variante: Mit Preissteigerung laut Bundesregierung

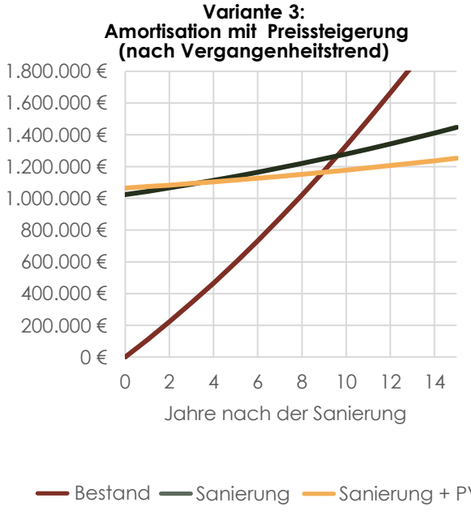
Unter Annahme einer moderaten Preissteigerung gemäß aktueller Prognosen der Bundesregierung erfolgt die Amortisation in den gleichen Jahren wie in Variante 1 (ohne Strompreissteigerung).

3. Variante: Mit Preissteigerung (Vergangenheitstrend)

Bei Annahme einer stärkeren Preissteigerung auf Basis vergangener Strompreisentwicklungen amortisiert sich die Sanierung bereits im 10. Jahr, bei der Variante mit PV wieder ein Jahr früher. Auch hier zeigt sich, dass insbesondere bei steigenden Strompreisen die Investition in energieeffiziente Maßnahmen deutlich schneller wirtschaftlich wird.







Fazit

In allen betrachteten Varianten zeigt sich, dass sich die Sanierung langfristig rechnet – selbst ohne Berücksichtigung von Preissteigerungen. Bereits nach 10 bis 12 Jahren sind die Mehrkosten durch reduzierte Betriebskosten ausgeglichen. Je schneller die Energiepreise steigen, desto schneller ist die Amortisation. Die Investition trägt somit nicht nur zur Reduzierung der Betriebskosten bei, sondern bietet auch finanzielle Planungssicherheit und schützt langfristig vor Energiepreis-risiken.

Zur vertieften Betrachtung wurde für Variante 1 (ohne Berücksichtigung der Preissteigerung) ergänzend die Bar-wertmethode angewendet (Verzugs-zins 3%), wodurch sich der Amortisationszeitraum leicht nach hinten verschiebt – um etwa drei Jahre. Dennoch bleibt auch unter wirtschaftlich konservativen Annahmen die Variante mit PV die effizienteste und nachhaltigste Lösung. Sie verbindet moderate Mehrkosten mit erheblichen Einsparungen und energetischen Vorteilen – und ist damit klar zu favorisieren.

[1] Strompreis für Nicht-Haushalte mit einem jährlichen Stromverbrauch von 20 bis 500 MWh/a (Destatis, Strompreise für Nicht-Haushalte, Jahr 2024, 2. Halbjahr, Durchschnittspreise inkl.Steuern, Abgaben, Umlagen, 20 bis unter 500 Mwh (online zuletzt aufgerufen am)

[2] https://www.stromvermittlung.de/strompreisentwicklung-deutschland (zuletzt aufgerufen am 05.05.2025)

BKI Kosten Altbau 2024/2025

Sirados Baudaten

Baupreise NRW

BBSR Baukostenindex

Drees & Sommer Kennwerte

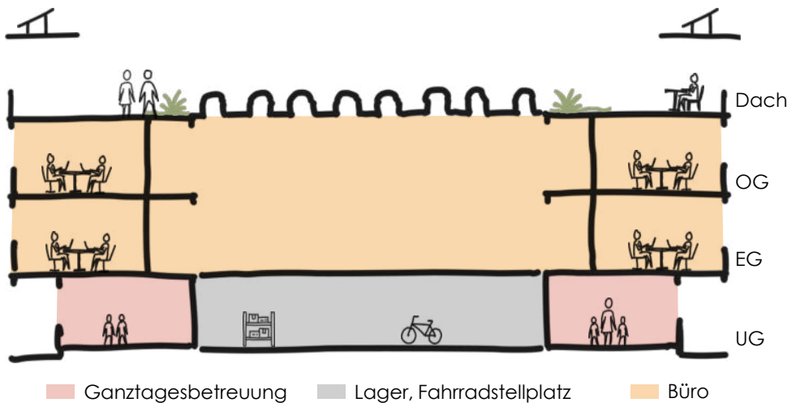
4.3 Nutzungen

Das sanierte Gebäude vereint unterschiedliche Nutzungen unter einem Dach und bietet vielseitige, flexibel nutzbare Räume für Bildung, Verwaltung und Öffentlichkeit.

Im Untergeschoss befinden sich Räumlichkeiten für die **Ganztages-betreuung**, die bereits teilweise umgebaut wurden und künftig von den umliegenden Schulen genutzt werden können. Die bestehende Garage des Bücherbusses bleibt erhalten. Zudem ist vorgesehen, die Tiefgarage unter dem Atrium teilweise als Lagerfläche sowie als gesicherten Fahrradabstellbereich zu nutzen.

In Erd- und Obergeschoss sind **Büroflächen (Mulitspace)** in einem offenen, flexibel teilbaren Grundriss organisiert. Diese Flächen können je nach Bedarf sowohl als klassische Büroräume genutzt als auch für Bildungszwecke – etwa für Volkshoch-schulangebote oder Schulungsräume – zur Verfügung gestellt werden.

Auf dem Dach befindet sich eine großzügige, teilweise überdachte **Dachterrasse**, die als Aufenthalts- oder Arbeitsbereich genutzt werden kann. Die Überdachung schützt vor Witterung und Überhitzung im Sommer. Ein Teil der Fläche ist als Dachbegrünung vorge-sehen, um zur städtischen Kühlung beizutragen und einen ökologischen Mehrwert durch Förderung der Biodiversität zu schaffen. Auf der Dachüberdachung ist zudem die Installation einer Photovoltaikanlage zur regenerativen Stromerzeugung geplant.



4.4 Büroformen und -konzepte

Die Gestaltung von Büroflächen spielt eine zentrale Rolle bei der Unterstützung von Arbeitsprozessen, Kommunikation, Konzentration und dem Wohlbefinden der Mitarbeitenden. Dabei wird oft zwischen Büroformen und Bürokonzepten unterschieden, auch wenn die Begriffe in der Praxis teilweise vermischt werden.

Büroformen beschreiben in erster Linie die **physische Raumaufteilung** innerhalb eines Büros – also wie Arbeitsplätze räumlich angeordnet sind (z. B. Einzel-, Gruppen- oder Großraumbüro). Sie betreffen vor allem die Struktur des Raumes und haben direkten Einfluss auf Faktoren wie Flächeneffizienz, Kommunikation und Privatsphäre.

Bürokonzepte (auch Raumstrategien oder Arbeitskonzepte genannt) gehen einen Schritt weiter: Sie beschreiben die **Art und Weise, wie Räume genutzt werden**, unabhängig von der reinen baulichen Form. Dabei spielen Flexibilität, Tätigkeitsorientierung, Mobilität und Unternehmenskultur eine zentrale Rolle. Beispiele hierfür sind Activity-Based Working oder Desk Sharing.

Ein modernes Büro besteht in der Regel nicht nur aus einer Büroform, sondern integriert mehrere Konzepte in einem abgestimmten Gesamtsystem. Ziel dieses Kapitels ist es, die wichtigsten Büroformen und Bürokonzepte vorzustellen und deren Eignung, Vorteile und Herausforderungen im Kontext heutiger Arbeitsanforderungen zu bewerten.

Eine Übersicht der verschiedenen Büroformen und Bürokonzepte mit Beschreibung sowie Vor- und Nachteilen folgt auf den nächsten Seiten.

- https://karrierebibel.de/bueroformen/ (zuletzt aufgerufen am 04.05.2025)
- https://www.zeitblueten.com/news/bueroarten-vorteile-nachteile/ (zuletzt aufgerufen am 04.05.2025)
- https://iba.online/knowledge/raeume-planen/bueroformen/ (zuletzt aufgerufen am 04.05.2025)
- https://www.ibp.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder-produkte/biophilic-design-im-office-der-zukunft.html (zuletzt aufgerufen am 04.05.2025)
- https://www.wirsindraum.de/wissen/activity-based-working-abw-buerokonzept-der-zukunft (zuletzt aufgerufen am 04.05.2025)
- https://www.bsk.de/newsroom/activity-based-working/(zuletzt aufgerufen am 04.05.2025)

Integration verschiedener Büroformen im Entwurf

Im Rahmen des Entwurfs wurde bewusst darauf geachtet, eine möglichst große Bandbreite an Büroformen zu integrieren, um den unterschiedlichen Bedürfnissen der zukünftigen Nutzer gerecht zu werden. Ziel war es, ein flexibles Arbeitsumfeld zu schaffen, das sowohl Rückzugsmöglichkeiten für konzentriertes Arbeiten als auch offene Bereiche für Teamarbeit und informellen Austausch bietet.

Durch die Kombination aus Einzel- und Mehrpersonenbüros, offene Gruppenarbeitsplätze sowie alternativ möblierten Zonen – beispielsweise mit Sofas oder Sitzsäcken – wurden verschiedene Raumtypen gezielt nebeneinander geplant. So entsteht ein vielseitiger Nutzungsmix, der individuelle Arbeitsweisen ebenso unterstützt wie kollaborative Prozesse. Die Nutzer sollen die Möglichkeit haben, je nach Aufgabe, Persönlichkeit oder Tagesform die für sie passende Arbeitsumgebung zu wählen.

Dieser Ansatz entspricht den Prinzipien des Activity-Based Working (ABW), bei dem keine festen Arbeitsplätze vorgesehen sind, sondern Mitarbeitende je nach Tätigkeit zwischen verschiedenen Arbeitsumgebungen wählen können. Ergänzend dazu wurde der Entwurf so ausgelegt, dass auch Desk Sharing oder die Einbindung von Homeoffice-Strukturen problemlos möglich ist – falls dies vom späteren Nutzer oder Mieter gewünscht wird.

Darüber hinaus soll im weiteren Ausarbeitungsprozess gezielt auf Biophilic Design geachtet werden. Durch Elemente wie Pflanzen, natürliche Materialien oder gezielte Tageslichtführung kann nicht nur das Raumklima verbessert, sondern auch das psychische Wohlbefinden der Nutzer gestärkt werden. Ziel ist es, eine angenehme, lebendige Arbeitsumgebung zu schaffen, die Konzentration und Kreativität gleichermaßen fördert.

Büroformen

Einzelbüro

Kurzbeschreibung
Separater Raum für eine Person, der ungestörtes Arbeiten ermöglicht.

Einsatzbereich
Für Tätigkeiten mit hohem Konzentrationsbedarf, z. B. Forschung, Management

Vorteile	***Nachteile***
+ Hohe Konzentration und Privatsphäre	– Kaum spontaner Austausch
+ Individuelle Gestaltung möglich	– Höherer Flächenbedarf
+ Geringe Ablenkung und Lärm	– Mögliche Isolation

Mehrpersonenbüro

Kurzbeschreibung
Raum für 2–4 Personen, oft für Mitarbeitende mit ähnlichen Aufgaben.

Einsatzbereich
Für Tätigkeiten mit hohem Konzentrationsbedarf, z. B. Forschung, Management

Vorteile	***Nachteile***
+ Fördert Teamkommunikation	– Akustische Störungen
+ Raum- und kosteneffizienter als Einzelbüros	– Weniger Privatsphäre
	– Konfliktpotenzial bei Arbeitsstilen
+ Einfachere Vertretung und Abstimmung	

Gruppenbüro

Kurzbeschreibung
Büro für 5–20 Personen, meist team- oder projektbezogen genutzt.

Einsatzbereich
Für Tätigkeiten mit hohem Konzentrationsbedarf, z. B. Forschung, Management

Vorteile	***Nachteile***
+ Effizienter Informationsaustausch	– Lautstärke und Ablenkung
+ Gutes Teamgefühl	– Begrenzte Rückzugsmöglichkeiten
+ Flexible Nutzung	– Erschwerte Konzentration

Großraumbüro

Kurzbeschreibung
Offener Raum mit vielen Arbeitsplätzen ohne feste Trennwände

Einsatzbereich
Service- oder Verwaltungseinheiten mit standardisierten Abläufen

Vorteile	***Nachteile***
+ Flächeneffizienz	– Hoher Lärmpegel
+ Ermöglicht Kommunikation und kurze Wege	– Geringe Privatsphäre
	– Erhöhtes Stress- und Krankheitsrisiko
+ Flexibel anpassbar	

Kombibüro

Kurzbeschreibung
Mischung aus Einzelbüros und gemeinschaftlich genutzten Zonen (z. B. Besprechungsräume).

Einsatzbereich
Wissensarbeit, Beratung, Forschung

Vorteile	***Nachteile***
+ Balance zwischen Ruhe und Austausch	– Erhöhter Planungsaufwand
+ Vielfältige Nutzungsmöglichkeiten	– Höherer Flächenbedarf
+ Akustische Vorteile durch Trennung	– Komplexere Infrastruktur

Raumstrategien und Bürokonzepte

Desk Sharing

(Non-territoriales Büro)

Kurzbeschreibung
Keine festen Arbeitsplätze, Mitarbeitende wählen täglich einen freien Platz.

Einsatzbereich
Unternehmen mit hoher Homeoffice-Quote oder Projektarbeit

Vorteile
+ Flächen- und Kosteneinsparung
+ Fördert Mobilität und Flexibilität
+ Anpassung an hybrides Arbeiten

Nachteile
– Fehlende persönliche Gestaltung
– Möglicher Kampf um Plätze
– Zusätzlicher Organisationsaufwand

Open Space

Kurzbeschreibung
offen zonierter Arbeitsraum mit unterschiedlichen Funktionsbereichen.

Einsatzbereich
Agile Organisationen, moderne Unternehmenszentralen

Vorteile
+ Fördert offene Kommunikation
+ Flexibel gestaltbar
+ Raum für verschiedene Arbeitsstile

Nachteile
– Hohe Anforderungen an Akustik und Zonierung
– Mögliche Reizüberflutung
– Nutzungsregeln erforderlich

Mulitspace

Kurzbeschreibung
Büro mit klar definierten Zonen für Konzentration, Zusammenarbeit, Regeneration usw.

Einsatzbereich
Projektorientierte, moderne Unternehmen mit wechselnden Anforderungen

Vorteile
+ Optimale Unterstützung verschiedener Tätigkeiten
+ Flexibilität und Attraktivität für Mitarbeitende
+ Hohe Aufenthaltsqualität

Nachteile
– Hoher Planungs- und Investitionsaufwand
– Nicht für alle Unternehmen geeignet

Biophilic Design

Kurzbeschreibung
Gestaltung mit Naturbezug: Pflanzen, Tageslicht, natürliche Materialien.

Einsatzbereich
Gesundheitsorientierte Unternehmen, kreative Branchen

Vorteile
+ Steigert Wohlbefinden und Produktivität
+ Reduziert Stress
+ Fördert Kreativität

Nachteile
– Pflegeaufwand (z. B. Pflanzen)
– Erfordert durchdachtes Gesamtkonzept

Activity-Based Working (ABW)

Kurzbeschreibung
Mitarbeitende wählen ihren Arbeitsplatz entsprechend der Aufgabe (z. B. Fokusraum, Meetingzone).

Einsatzbereich
Wissensarbeit, dynamische Projektarbeit

Vorteile
+ Fördert Selbstbestimmung und Effektivität
+ Optimale Nutzung des Raumes
+ Anpassung an unterschiedliche Bedürfnisse

Nachteile
– Hohe Selbstverantwortung notwendig
– Verwirrung bei unklaren Regeln

Co-Working Space

Kurzbeschreibung
Geteilte Arbeitsumgebung für unterschiedliche Personen/Firmen mit flexibler Buchung.

Einsatzbereich
Start-ups, Freelancer, temporäre Projektteams

Vorteile
+ Kostengünstig für kleine Teams oder Selbstständige
+ Austausch und Networking
+ Hohe Flexibilität

Nachteile
– Geringe Kontrolle über Umfeld
– Wenig Privatsphäre

Homeoffice / Remote Work

Kurzbeschreibung
Arbeiten von zu Hause oder einem beliebigen anderen Ort außerhalb des klassischen Büros.

Einsatzbereich
Tätigkeiten mit hohem Anteil an Bildschirmarbeit, selbstständige Projektarbeit, hybride Arbeitsmodelle

Vorteile
+ Zeit- und Kostenersparnis durch Wegfall des Arbeitswegs
+ Höhere Flexibilität und bessere Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben
+ Konzentration auf Einzelaufgaben oft besser möglich

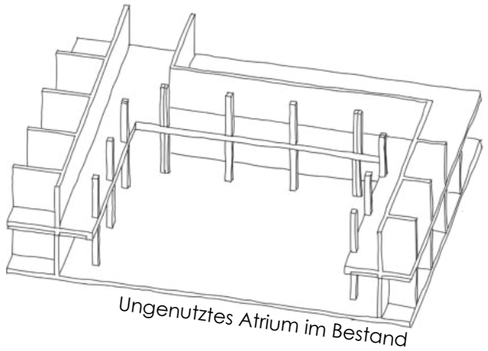
Nachteile
– Erschwerte Kommunikation und Teamarbeit
– Gefahr der sozialen Isolation
– Hohe Anforderungen an Selbstorganisation und technische Ausstattung

4.5 Raumbildendes Treppenelement im Atrium

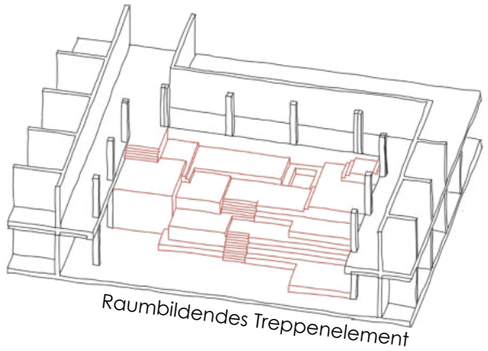
Das zentrale Atrium des Gebäudes ist derzeit weitgehend ungenutzt, da es als notwendiger Treppenraum ausgewiesen ist und somit hohen brandschutztechnischen Anforderungen unterliegt – insbesondere in Bezug auf zulässige Brandlasten. Durch die geplante Sanierung und die Verlagerung der vertikalen Erschließung nach außen entfällt diese Einschränkung: Das Atrium wird künftig nicht mehr als baulicher Rettungsweg benötigt und kann somit vollständig als nutzbarer Innenraum aktiviert werden.

Aufgrund seiner zentralen Lage im Gebäude, seiner Funktion als Schnittstelle zwischen Erd- und Obergeschoss sowie der natürlichen Belichtung durch Oberlichter bietet das Atrium hervorragende räumliche Qualitäten. Es eignet sich ideal als Kommunikations- und Begegnungszone und bildet künftig den verbindenden Mittelpunkt für alle angrenzenden Nutzungsbereiche.

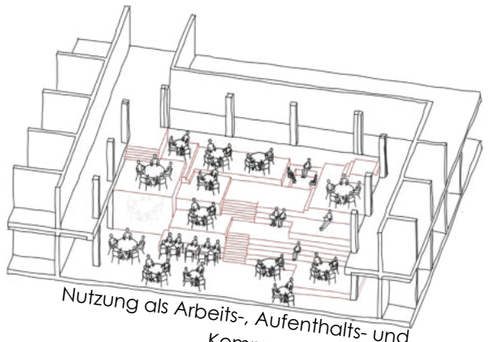
Im Mittelpunkt der Neugestaltung steht ein raumbildendes, gestaffeltes Treppenelement, das als **zentrales Erschließungs- und Gestaltungselement** konzipiert ist. Es verbindet das Erdgeschoss mit dem Obergeschoss über eine Abfolge von unterschiedlich hohen Plattformen. Auf der rechten Seite ist eine großzügige **Sitzstufen**anlage integriert, die Aufenthaltsqualität schafft und unterschiedliche Nutzungen zulässt – etwa informelle Treffen, Präsentationen (auch Filme) oder Vorträge.



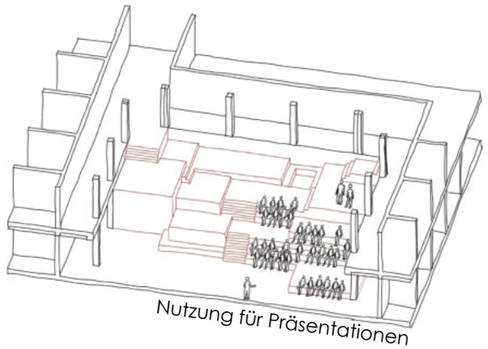
Ungenutztes Atrium im Bestand



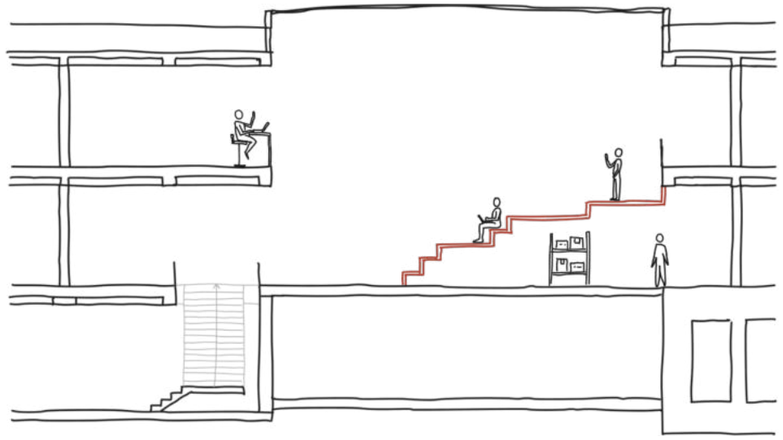
Raumbildendes Treppenelement



Nutzung als Arbeits-, Aufenthalts- und Kommunikationszone



Nutzung für Präsentationen

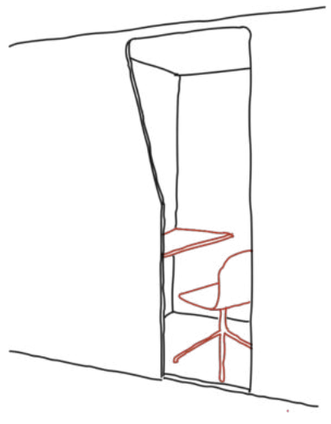


Schnitt durch das Atrium mit neuem Treppenelement

Der Körper des Treppenelements ist **multifunktional** gestaltet: Unter den erhöhten Podesten entstehen zusätzliche, sinnvoll nutzbare Flächen, beispielsweise als **Lagerfläche**. In das Volumen sind darüber hinaus ein verglaster **Besprechungsraum** im vorderen Bereich, eine zentrale Druckerzone sowie mehrere **Telefonzellen** integriert. Letztere bieten Rückzugsorte für Online-Meetings, ungestörte Gespräche oder konzentriertes Arbeiten. Diese Einbauten machen das Element zu weit mehr als einer bloßen Treppe – es wird zum **Raum im Raum**.

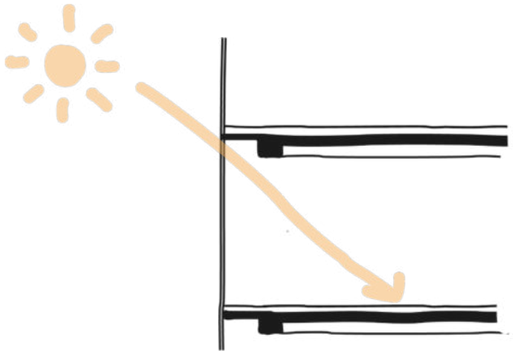
Das neu gestaltete Atrium wird zur einzigen inneren Verbindung zwischen Erd- und Obergeschoss, da die bestehende Treppe zurückgebaut wird. Dadurch entsteht nicht nur eine klare, zentrale Erschließung, sondern auch ein **Ort der Begegnung**, der die beiden Geschosse visuell und funktional miteinander verschmelzen lässt. Gleichzeitig entstehen neue Sichtbeziehungen und räumliche Verknüpfungen, die die Aufenthaltsqualität und Orientierung im Gebäude deutlich verbessern.

Mit direkter Nähe zur Küche im Erdgeschoss eignet sich das Atrium auch ideal als Aufenthalts- und **Pausenbereich**. Insgesamt entsteht ein multifunktionaler Raum, der Arbeiten, Austauschen, Begegnen und Verweilen miteinander vereint – und damit zum neuen **Herzstück des Gebäudes** wird.

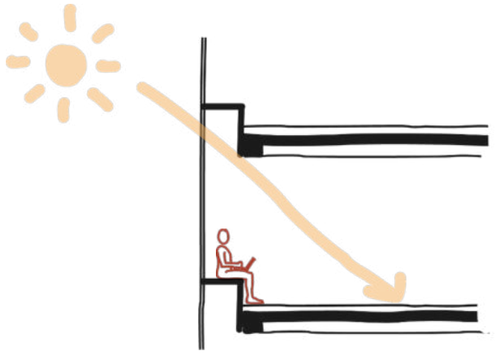


Ttelefonzelle integriert in Treppenelement

4.6 Fassade und Belichtung



Sonneneinstrahlung bei gerader Geschossdecke



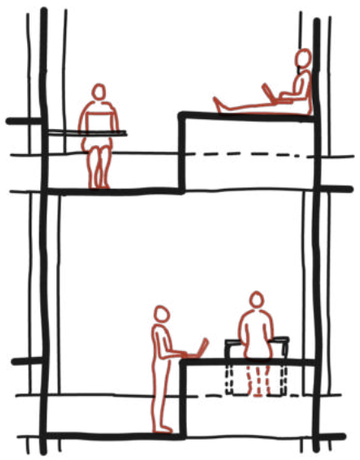
Sonneneinstrahlung bei erhöhter Geschossdecke

Die Erweiterung der Fassade durch das Versetzen der Geschossdecke eröffnet neben funktionalen auch gestalterische Möglichkeiten. Durch das Hochsetzen einzelner Fassadenabschnitte entstehen im Innenraum Sitznischen als flexibel nutzbare Arbeitsbereiche mit direktem Bezug zum Außenraum.

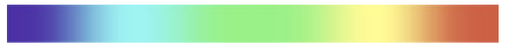
In Bereichen, in denen die Geschossdecke abgesenkt wird, ergeben sich neue Nutzungsszenarien: Hier bieten sich attraktive Ausblicke nach außen, etwa von einem Stehtisch oder einem ausziehbaren Arbeitstisch aus.

Die Kombination aus angehobenen und abgesenkten Bereichen führt zu einer abwechslungsreichen Fassadengestaltung mit räumlicher Tiefe und einem differenzierten Innenraum. Zusätzlich entstehen Restflächen ober- und unterhalb der Fensteröffnungen, die gezielt für dezentrale Lüftungseinheiten genutzt werden. So wird die technische Infrastruktur unauffällig integriert.

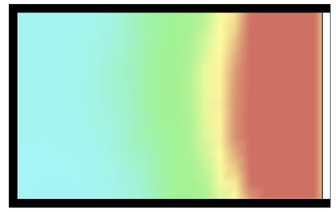
Fassadengestaltung außen und innen



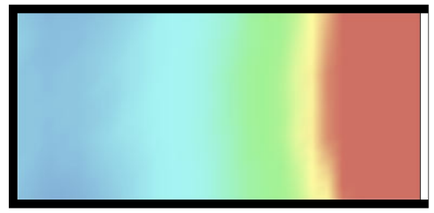
Tageslichtquotient



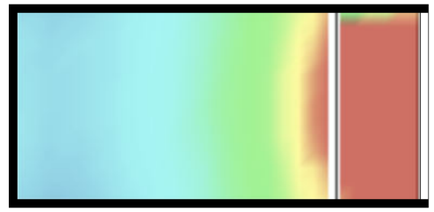
Im **Bestand** werden die Büroräume sehr gut mit Tageslicht versorgt.



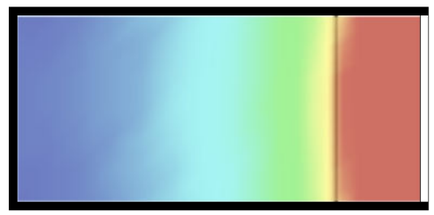
Durch das **Vorziehen der Geschossdecke** und Fassade entsteht ein länglicherer Raum. So bei gleicher Raumhöhe wird so der hintere Bereicht nicht mehr so gut mit Tageslicht versorgt.



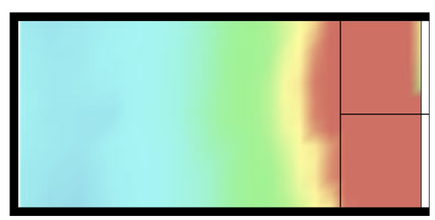
Durch das **Anheben der neuen Geschossdecke** um 50 cm entsteht im unteren Raum ein höheres Fensterelement. Dadurch verbessert sich der Tageslichteintrag insgesamt, und auch der hintere Bereich des Raums wird besser belichtet.



Durch das **Absenken der neuen Geschossdecke** um 50 cm an der Fassade zeigt sich, dass das Fensterelement tiefer sitzt und somit weniger Tageslicht in den hinteren Bereich des Raumes gelangt.



Das **Teilweise Versetzen der Geschossdecke** bedeutet, dass eine Hälfte angehoben und die andere abgesenkt wird. Das Hochsetzen der halben Fassade reicht aus, um den gesamten Raum gut mit Tageslicht zu versorgen.



Sanierungsfahrplan

5

Sanierungsfahrplan **109**

Entwurf/Konstruktion **111**

5.1 Belegungskonzept 111
5.2 Thermische Hülle und Abdichtungskonzept 117
5.3 Fassadenkonstruktion 119
5.4 Anschlussdetails 121
5.5 Scheibenaufbau der Verglasungen 125
5.6 Verschattung der Fassade - Smart Glas 133
5.7 Glasdach des Atriums 137
5.8 Überdachung der Dachterrasse 139

Energie **143**

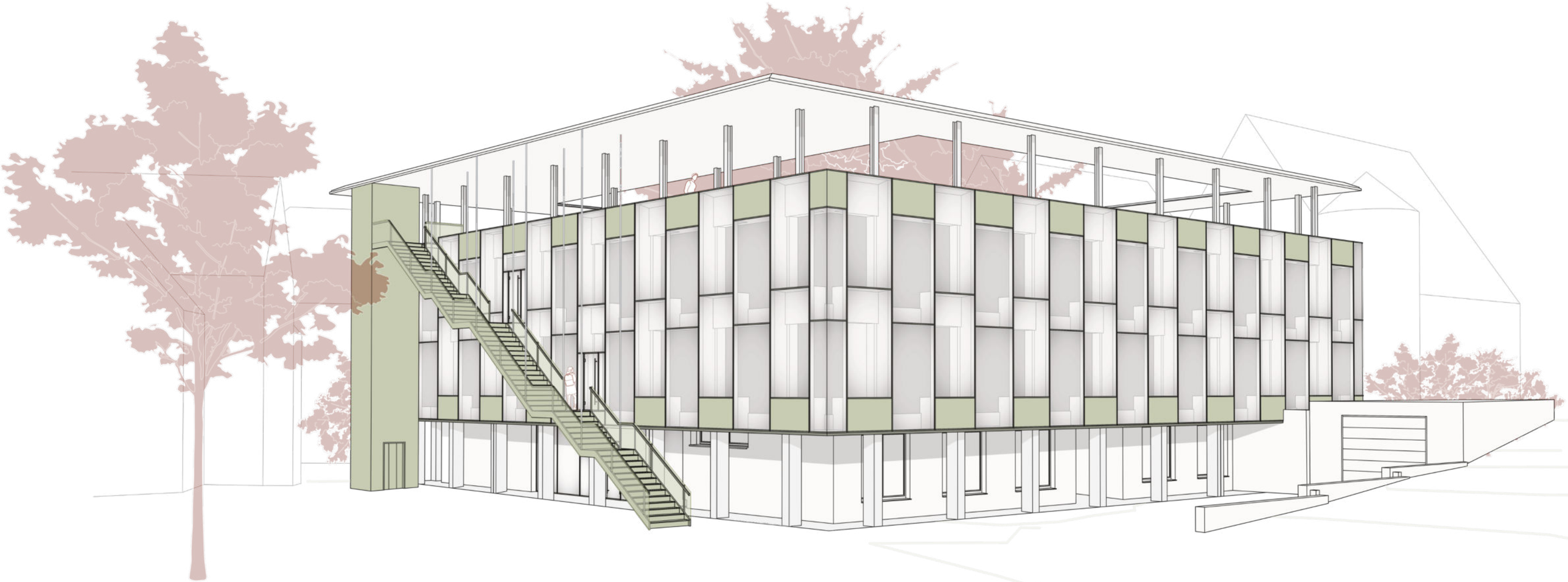
5.9 Heiz- und Kühlkonzept 143
5.10 Multifunktionale Deckensegel 145
5.11 Lüftungskonzept 147
5.12 Behaglichkeit 149
5.13 Energiebilanzierung 153
5.14 Integration transparenter PV im Glasdach des Atriums 157
5.15 Abschätzung Stromerzeugung 159

Kosten **163**

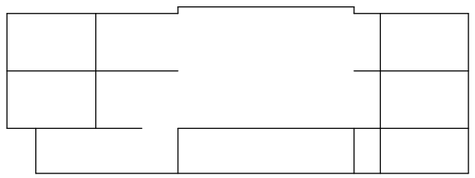
5.16 Kostenschätzung 163
5.17 Investitionskosten 164
5.17 Gebäudebezogende Kosten im Lebenszyklus (BNB) 169
5.18 Amortisation 171

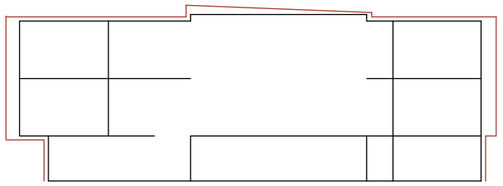
Umweltwirkungen **173**

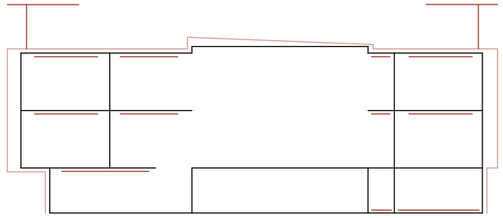
5.19 Ökobilanz nach BNB 173
5.20 Optimierte EPDs 177
5.21 Kompensation 178

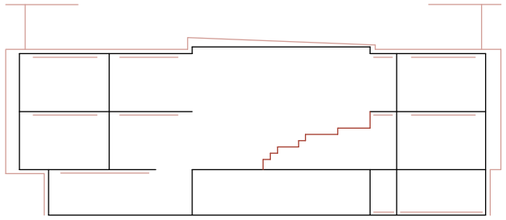


Sanierungsfahrplan







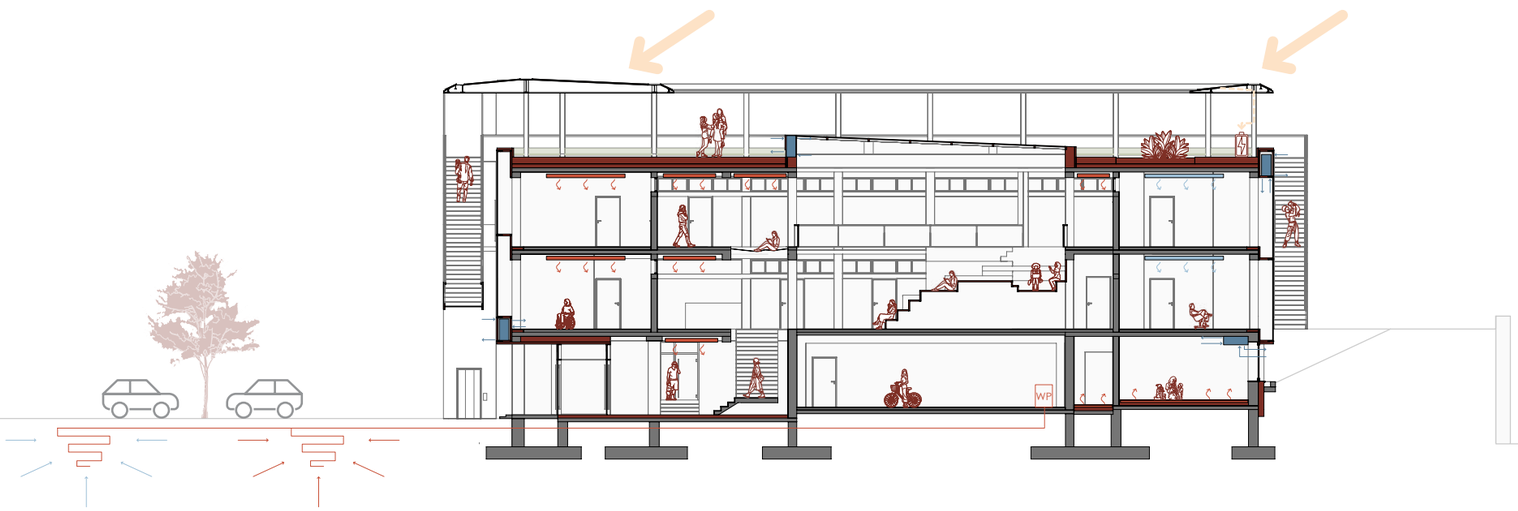


Bestandsanalyse
Die Entwicklung des Sanierungskonzepts erfolgt auf Grundlage einer umfassenden Bestandsanalyse und eines sorgfältigen Variantenvergleichs. Dabei wurden die vorhandene tragende Baukonstruktion, die strukturellen Gegebenheiten sowie die Anforderungen des aktuellen Brandschutzrechts eingehend geprüft und in die Planung integriert. Ebenso fanden die Vorstellungen des Bürgermeisters zur zukünftigen Nutzung des Gebäudes besondere Berücksichtigung, um ein funktionales und zugleich zukunftsfähiges Nutzungskonzept zu gewährleisten.

Gebäudehülle
Die thermische Hülle des Gebäudes wurde im Zuge der Sanierung überarbeitet und durch eine kompaktere Bauform energetisch optimiert. Die U-Werte der Außenbauteile orientieren sich am Passivhausstandard und sorgen für einen hohen Wärmeschutz. Bestehende Bauteile wurden nachträglich gedämmt, um den energetischen Anforderungen gerecht zu werden. Die Fassade integriert eine mechanische Lüftung, bietet durch Sitznischen Aufenthaltsqualität und sorgt mit optimierter Tageslichtführung für hohen Nutzerkomfort.

Gebäudetechnik
Die Gebäudetechnik wird umfassend modernisiert: Eine Wärmepumpe ersetzt das bestehende Heizsystem, die Wärmeverteilung erfolgt effizient über Deckensegel und Fußbodenheizung. Ergänzt wird das Konzept durch dezentrale Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung, die eine bedarfsgerechte Frischluftzufuhr mit minimalen Wärmeverlusten ermöglichen. Zusätzlich wurden Photovoltaikflächen auf einer zusätzlicher Übderdachung auf dem Dach als auch an Teilen der Fassade integriert, um einen Teil des Energiebedarfs direkt vor Ort regenerativ zu decken.

Nutzungskonzept
Das optimierte Nutzungskonzept aktiviert das Atrium als zentralen Treffpunkt durch ein prägnantes, raumbildendes Treppenelement. Ein optimiertes Arbeitskonzept schafft differenzierte Bereiche für ruhiges Arbeiten, Besprechungen und informellen Austausch. Durch die Einführung von Desk-Sharing in Kombination mit einer geregelten Homeoffice-Planung lässt sich die Bürofläche besser auslasten, wodurch mehr Mitarbeitende effizient und bedarfsgerecht im Büro arbeiten können. Das Untergeschoss wird durch eine neue Nutzung aktiviert.

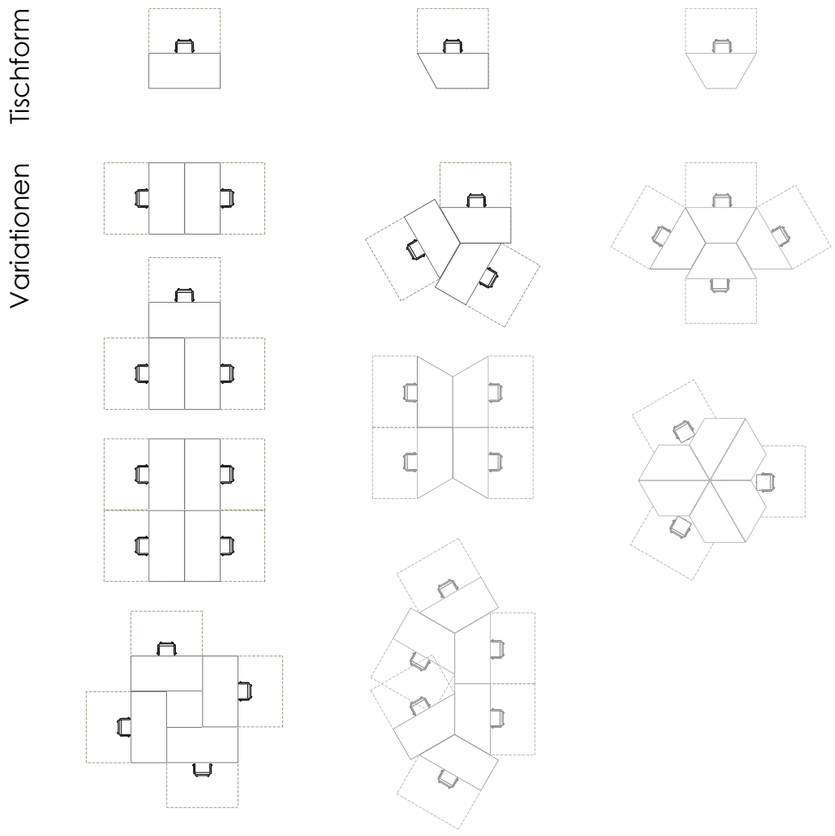


5.1 Belegungskonzept

Tischform

Um bei Bedarf eine höhere Belegungsdichte zu ermöglichen, wurden verschiedene Tischformen hinsichtlich ihrer Kompatibilität mit dem vorgegebenen Raster (lichte Raumtiefe 3,50 m) untersucht. Neben dem klassischen rechteckigen Tisch wurden Varianten mit einer oder zwei abgeschrägten Kanten getestet. Auf L-förmige Schreibtische wurde bewusst verzichtet – durch den fortschreitenden digitalen Wandel ist eine großflächige Arbeitsfläche nicht mehr erforderlich.
Das Ergebnis: Die klassische rechteckige Tischform lässt sich im Raster am effizientesten einsetzen. Sie erlaubt eine flexible Anordnung in Zwei- bis Vierergruppen und bietet damit eine hohe Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Nutzungsbedarfe. Für mehr visuelle Offenheit und bessere Sichtbeziehungen kommt ergänzend eine Dreierkombination mit einer abgeschrägten Ecke zum Einsatz.

Darüber hinaus sind sämtliche Tische höhenverstellbar gestaltet, um den Anforderungen an eine ergonomische Arbeitsumgebung gerecht zu werden. So wird dynamisches Arbeiten im Sitzen und Stehen ermöglicht, was sich positiv auf Gesundheit, Konzentration und langfristige Arbeitszufriedenheit auswirkt.



Maximale Belegung

Im ersten Schritt wurde die maximale Belegung auf Basis eines konventionellen Bürokonzepts ermittelt – dabei erhält jede Person einen eigenen Arbeitsplatz. Grundlage hierfür sind die Flächenanforderungen aus der ASR.

Anfoderungen aus der ASR:

- ▷ mindestens 8 m² für den ersten und 6 m² für jeden weiteren Arbeitsplatz.
- ▷ Mindestens 1,5 m² Bewegungsfläche pro Arbeitsplatz, mindestens 1 m Tiefe.

	Fläche [m²]	Arbeitsplätze
Einzelbüro	21,88	3
Eckbüro	38,98	6

Die Eckbüros am Aufzug haben eine erhöhte Verkehrfläche, und werden nur mit 4 Arbeitsplätzen dimensioniert.

Zusätzlich wird ein großer und drei kleine bzw. mittlere Besprechungsräume, ein Empfang und eine Teeküche eingeplant. So ergibt sich eine maximale Belegung von 119 Mitarbeitenden für das Gebäude.

Jede Person verfügt dabei über einen festen Arbeitsplatz, wobei maximal drei Personen pro Büro untergebracht werden. Das Atrium wird in diesem Szenario nicht als Arbeitsraum genutzt – aufgrund fehlender Rückzugsorte und informeller Besprechungszonen bietet es keine ausreichende Aufenthaltsqualität oder Möglichkeiten für gemeinsames und kommunikatives Arbeiten.

Erdgeschoss, maximale Belegung

Obergeschoss, maximale Belegung

Neues Arbeitskonzept

Die COVID-19-Pandemie hat die Arbeitswelt nachhaltig verändert: Das Prinzip „New Work“, geprägt von Flexibilität, Selbstbestimmung und digitaler Kooperation, hat enorm an Bedeutung gewonnen. Mitarbeitende fordern zunehmend mobile Arbeit, Homeoffice und flache Hierarchien

Unternehmen reagieren mit innovativen Arbeitsplatzkonzepten – weg vom klassischen Großraumbüro, hin zu kleineren Zwei- und Dreierbüros, offenen Gruppenbereichen, Meetingzonen und sozialen Treffpunkten im Gebäude .

Unser Entwurf für die Broschüre spiegelt diesen Wandel wider:

- **Konzentration in kleinen Büros** – Zwei- bis Drei-Personen-Zellen bieten Rückzug und Ruhe für fokussiertes Arbeiten.

- **Teamarbeit und Austausch** – Gruppenbüros fördern kollaboratives Arbeiten in moderaten Teamgrößen.

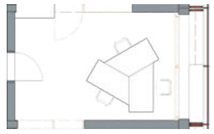
- **Treffpunkte und Flexzonen** – Informelle Zonen mit hohem Aufenthaltswert bieten Raum für Kontakte, kreativen Austausch oder kurze Meetings.

Dieses Konzept unterstützt die Bedürfnisse moderner Arbeitswelten, in denen konzentriertes Arbeiten und spontane Kommunikation gleichermaßen stattfinden. So entsteht eine ausgewogene Bürostruktur, die den Prinzipien von New Work gerecht wird, die Produktivität steigert und die Arbeitgeberattraktivität erhöht .

Quellen:
https://www.planradar.com/de/buero-der-zukunft/
https://www.timeoutapp.de/post/new-work-das-arbeitsmodell-der-zukunft

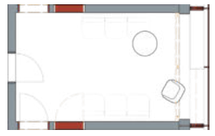
Arbeitszonen

Gemeinsames Arbeiten:
Bereiche mit zwei bis vier Tischen ermöglichen gemeinsames Arbeiten an einem Projekt.

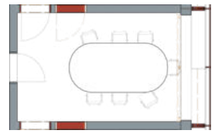


Konzentriertes Arbeiten:
Räume mit zwei Arbeitsplätzen ermöglichen ruhiges und konzentriertes Arbeiten.

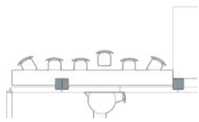
Treffen:
Bereiche mit Sitzgelegenheiten schaffen den Raum für informelle Gespräche und kurzen Austausch.



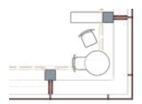
Besprechen:
Besprechungszonen unterschiedlicher Größe ermöglichen Besprechungen, wie auch gemeinsames Arbeiten.



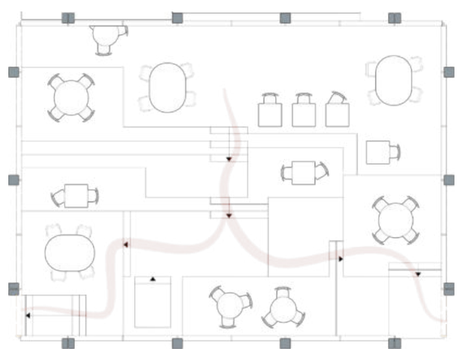
Stehtische:
Für kurze Aufgaben eignen sich die Stetische im Obergeschoss mit Blick auf das Atrium.



Fassade:
Die Sitzbereiche in der Fassade sind abwechslungsreiche Orte zum Arbeiten und Treffen



Atrium:
Das Atrium bietet sowohl eingebaute Telefonzellen und Besprechungszonen, als auch Tische und Sitzstufen zum Arbeiten und Treffen. Hier entsteht das Herzstück des neuen Büros, der zentrale Treffpunkt.



Optimiertes Raumprogramm und Belegung

Basierend auf der veränderten Arbeitswelt und den optimierten Arbeitszonen haben wir ein integriertes Arbeitskonzept mit **Wochenstruktur** entwickelt, das sowohl konzentriertes Arbeiten als auch Austausch gezielt unterstützt. Montag und Freitag dienen – je nach individueller Planung – als Homeoffice-Tage oder ermöglichen bei geringerer Büroauslastung fokussiertes Arbeiten am eigenen Schreibtisch. Außentermine werden bewusst auf Montag und Donnerstag gebündelt, um die Anwesenheit im Büro effizient zu gestalten. Dienstag und Mittwoch sind als zentrale Präsenztage vorgesehen: Alle Mitarbeitenden sind vor Ort, Besprechungen finden gebündelt statt und das Atrium wird aktiv als lebendiger Treffpunkt genutzt.

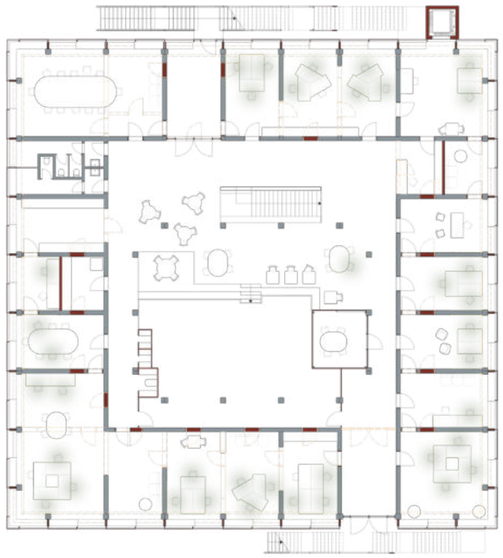
Die **Desk-Sharing-Rate** liegt im vorliegenden Konzept bei 1:1,7, also 88 feste Arbeitsplätze für 150 Mitarbeitende. Diese vergleichsweise hohe Quote ist vor dem Hintergrund der flexiblen und hybriden Arbeitsweise sowie der architektonischen Zonierung gut vertretbar. Zusätzlich zu den fest zugeordneten Schreibtischen stehen im gesamten Gebäude zahlreiche alternative Arbeitsorte zur Verfügung – etwa an Gruppentischen, in der Fassade oder im Atrium, das gezielt als Treffpunkt und Raum für spontanen Austausch gestaltet wurde. Da diese Plätze in der quantitativen Belegung nicht mitgerechnet sind, lässt sich die hohe Desk-Sharing-Rate funktional abbilden und trägt gleichzeitig zur effizienten Nutzung der Fläche bei.

	Montag	**Dienstag**	**Mittwoch**	**Donnerstag**	**Freitag**
Konzentriertes Arbeiten	x			x	x
Teamarbeit		x	x		
Besprechung		x	x		
Außer-Haus-Termin	x			x	
Home-Office	x				x
Gleitzeit					x
Belegungsdichte					

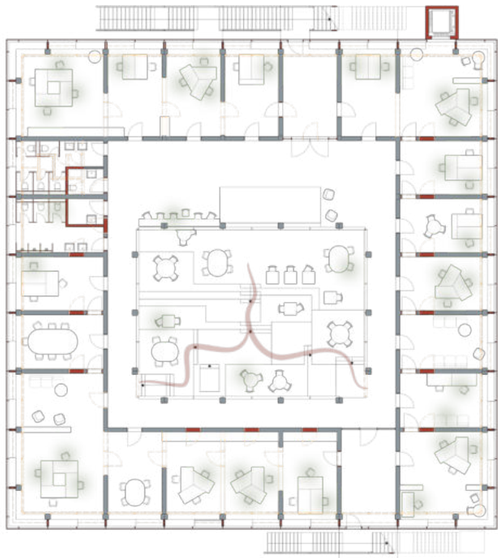
Wochenplan Belegungsdichte gering hoch

		Bestand	**Maximal**	**Optimal**
Mitarbeitende		60	119	150
Konzentriertes Arbeiten		60	119	88
Desk-Share-Rate		**1**	**1**	**1,7**
Flexibel	Atrium			45
	Fassade*			30
Arbeitsplätze gesamt		**60**	**119**	**163**
Besprechung	klein			7
	mittel/groß		3	3

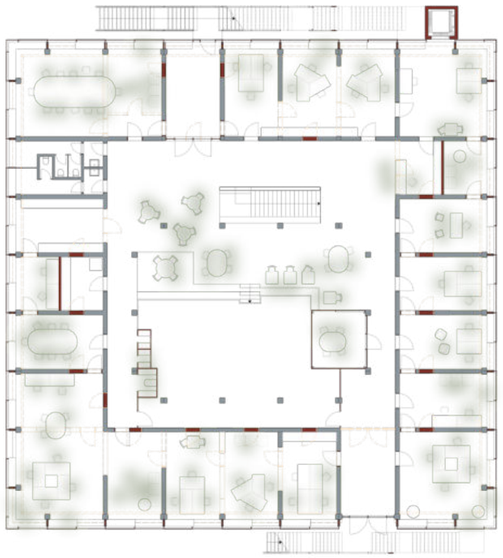
Mitarbeitende und Desk-Share im Überblick
* Fassadenplätze zu 50 % berücksichtigt



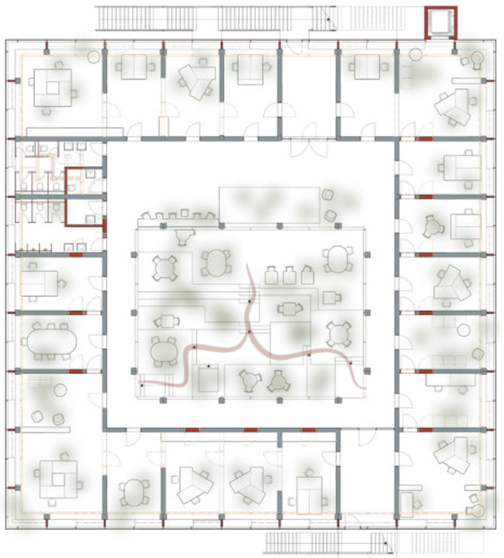
EG | Montag



OG | Montag



EG | Dienstag



OG | Dienstag

5.2 Thermische Hülle und Abdichtungskonzept

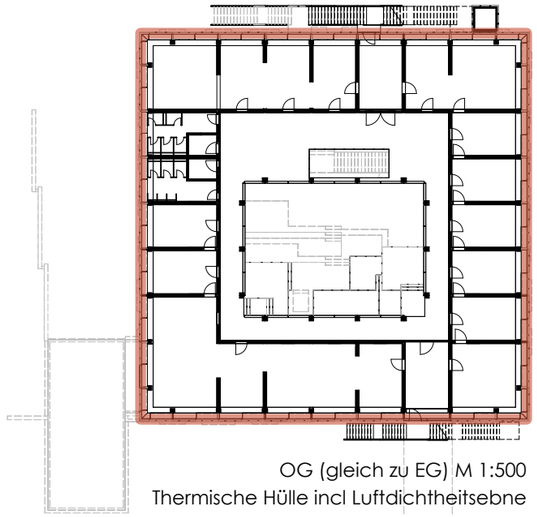
Die thermische Hülle des Gebäudes wird im Zuge der Sanierung neu definiert und optimiert, wobei neben energetischen Aspekten auch wirtschaftliche Überlegungen eine Rolle spielen. Grundsätzlich wird angenommen, dass die **Stahlbetonbauteile luftdicht** sind, die Bewegungsfugen und müssen luftdicht überbrückt werden. Falls sonstige Risse im Beton vorhanden sind, müssen Dampfbremsen aufgebracht werden.

Innenräume

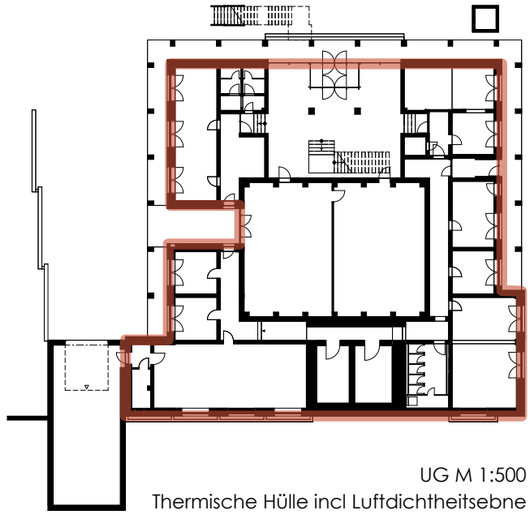
Der Fußbodenaufbau Im KG des Bestands wird entfernt um dämmen und **gegen aufsteigende Feuchte** abdichten zu können. Für die Abdichtung im Innenraum wird eine lose verlegte, rückbaubare Folie eingesetzt.

Außen- und Innenwände

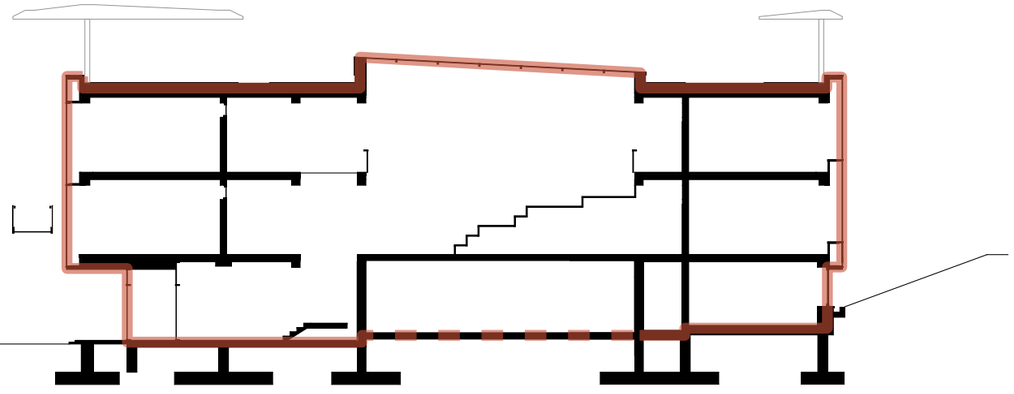
Zur **Abdichtung gegen aufsteigende Feuchte** wird bei den Außen- und Innenwänden des Untergeschosses das **Injektionsverfahren** angewendet. Die erdberührten Außenwände des Kellers erhalten zusätzlich eine äußere Abdichtung mit klassischen Abdichtungsbahnen.



OG (gleich zu EG) M 1:500
Thermische Hülle incl Luftdichtheitsebne



UG M 1:500
Thermische Hülle incl Luftdichtheitsebne



Thermische Hülle incl Luftdichtheitsebne

Raum unter dem Atrium

Der ehemals als Tiefgarage genutzte Raum (im Bestand als Lager genutzt) wird künftig als Fahrradkeller und Lagerraum verwendet. Obwohl unbeheizt, wird dieser Raum in die thermische Hülle des Gebäudes aufgenommen. Diese Entscheidung basiert auf der Überlegung, dass eine Dämmung der sämtlicher Umfassungsflächen (Decke, Wände) wegen der Deckenstützen und -träger wesentlich aufwändiger wäre. Durch den Verzicht auf diese Maßnahmen lassen sich sowohl Material- als auch Arbeitskosten signifikant reduzieren.

Eine Dämmung des Bodens ist nicht vorgesehen. Aufgrund der angrenzenden Nutzung als Verkehrsfläche und der nur geringen erwarteten Wärmeverluste zum Erdreich wird dieser Bereich als thermischer Puffer zwischen den beheizten Nutzräumen und dem unbeheizten Lagerraum angesehen.

Um das Eindringen von Bodenfeuchte zu verhindern, wird der Kellerboden mit einer Flüssigkunststoffabdichtung mit Vlieseinlage versehen. Der große Vorteil dieser Lösung liegt in ihrer geringen Aufbauhöhe von nur etwa 3 mm. Dadurch ist es möglich, die bestehende Rampe ohne Anpassung weiter zu nutzen. Gleichzeitig fungiert der getrocknete Kunststoffbelag auch als fertiger Nutzbelag, wodurch ein zusätzlicher Fußbodenaufbau entfällt.

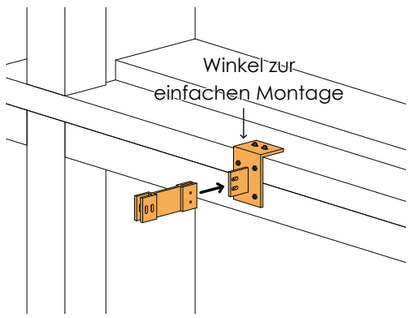
Lüftungskonzept

Da der Raum in die thermische Hülle eingebunden ist, ist nicht mit einer Unterschreitung des Taupunkts an den Bauteiloberflächen zu rechnen. Die Gefahr von Feuchteschäden entsteht vielmehr durch die Nutzung: Insbesondere durch das Einbringen von Feuchtigkeit über nasse Fahrräder oder durch geöffnete Türen kann sich die Luftfeuchtigkeit im Raum erhöhen. Um einer dauerhaften Durchfeuchtung und damit der Bildung von Schimmel vorzubeugen, wird eine bedarfsorientierte, feuchtegeführte Lüftung vorgesehen.

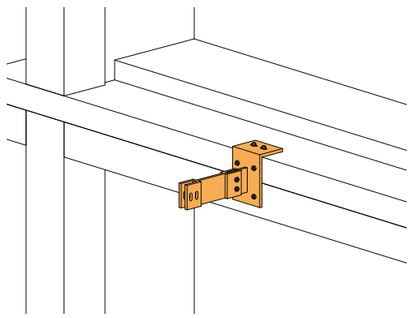
Im Vergleich zu einer aktiven Entfeuchtungsanlage ist diese Lösung deutlich energieeffizienter, wartungsärmer und kostengünstiger, da lediglich bei kritischen Raumluftverhältnissen gelüftet wird. Die Steuerung erfolgt in Abhängigkeit von relativer Luftfeuchtigkeit und Außentemperatur, um ein unkontrolliertes Einbringen feuchter Außenluft zu vermeiden. Auf diese Weise wird das Raumklima dauerhaft stabil gehalten und die Bausubstanz geschützt – bei gleichzeitig geringem technischen Aufwand.

Quellen:
- https://www.dime-fluessigkunststoffe.de (zuletzt aufgerufen am 30.05.2025)
- https://www.taupunkt-lueftung.de/unsere-produkte-entfeuchten-raeume-automatisch-und-effektiv/kellerlueftung-gegen-nasse-waende-und-feuchte-keller/ (zuletzt aufgerufen am 30.05.2025)

5.3 Fassadenkonstruktion



Befestigung eines Teils der Konsole,
Höhenverstellbar durch Unterleplättchen



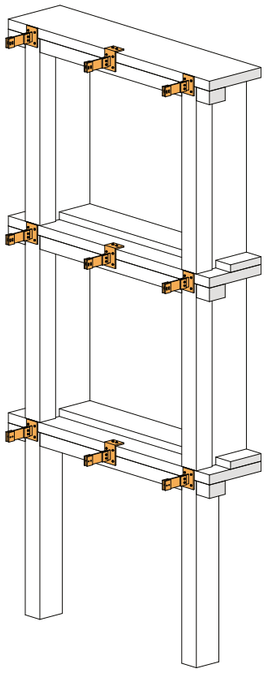
Befestigung des 2. Teils der Konsole,
horizontal justierbar durch Langlächer

Die Pfosten-Riegel-Fassade wird vor dem Bestandsgebäude positioniert, um zusätzliche Nutzfläche zu schaffen. Der dadurch entstehende Zwischenraum wird durch modulare, vorgefertigte Kästen aus Stahl ausgefüllt, die aus Quadrathohlprofilen gefertigt und mit Holz verkleidet sind.

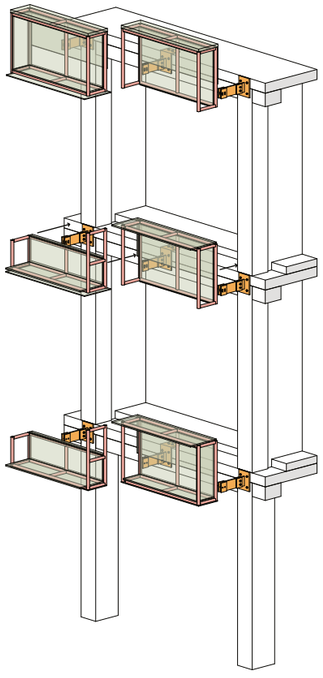
Da beim Bestand mit Maßtoleranzen zu rechnen ist, ist eine horizontale und vertikale Justierbarkeit der Konsolen essenziell.

Die Kästen werden mit Abstand zur Bestandsfassade direkt an den Konsolen befestigt, was deren geometrische Ausführung vorgibt.

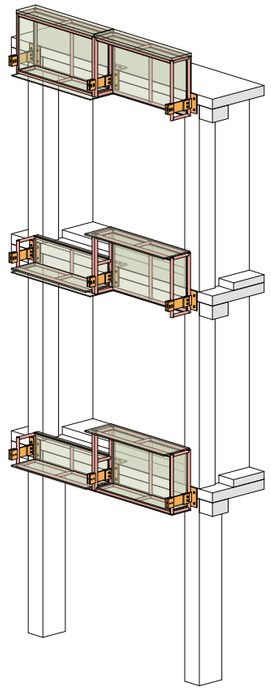
Die Pfosten der Pfosten-Riegel-Fassade verlaufen geschossübergreifend über zwei Ebenen und sind am unteren Ende fixiert. Die daraus resultierende zusätzliche Last wird über einen schräg verlaufenden Zugstab aufgenommen, der in die neu hergestellte Wandkonstruktion integriert ist und in die Stahlbetondecke des Obergeschosses verankert wird.



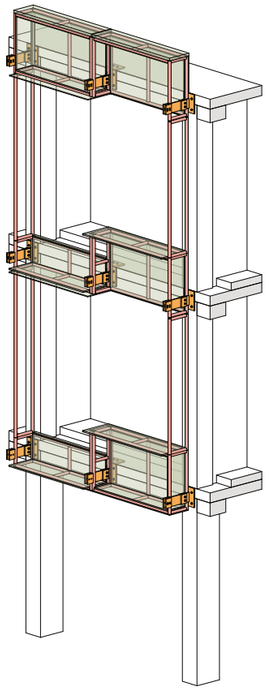
1 Anbringung aller Konsolen am Bestand



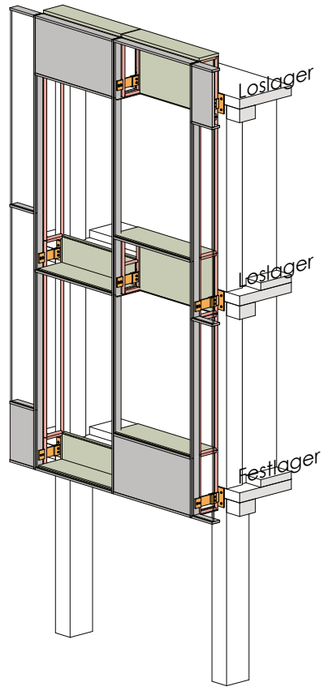
2 Vorgefertigte, modulare Stahl-Kästen aus Quadratprofilen



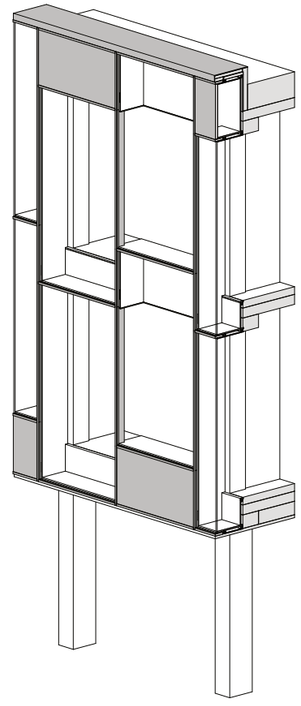
3 Befestigen der vorgefertigen Kästen an den Konsolen



4 Befestigen des Rahmens der Seitenwände



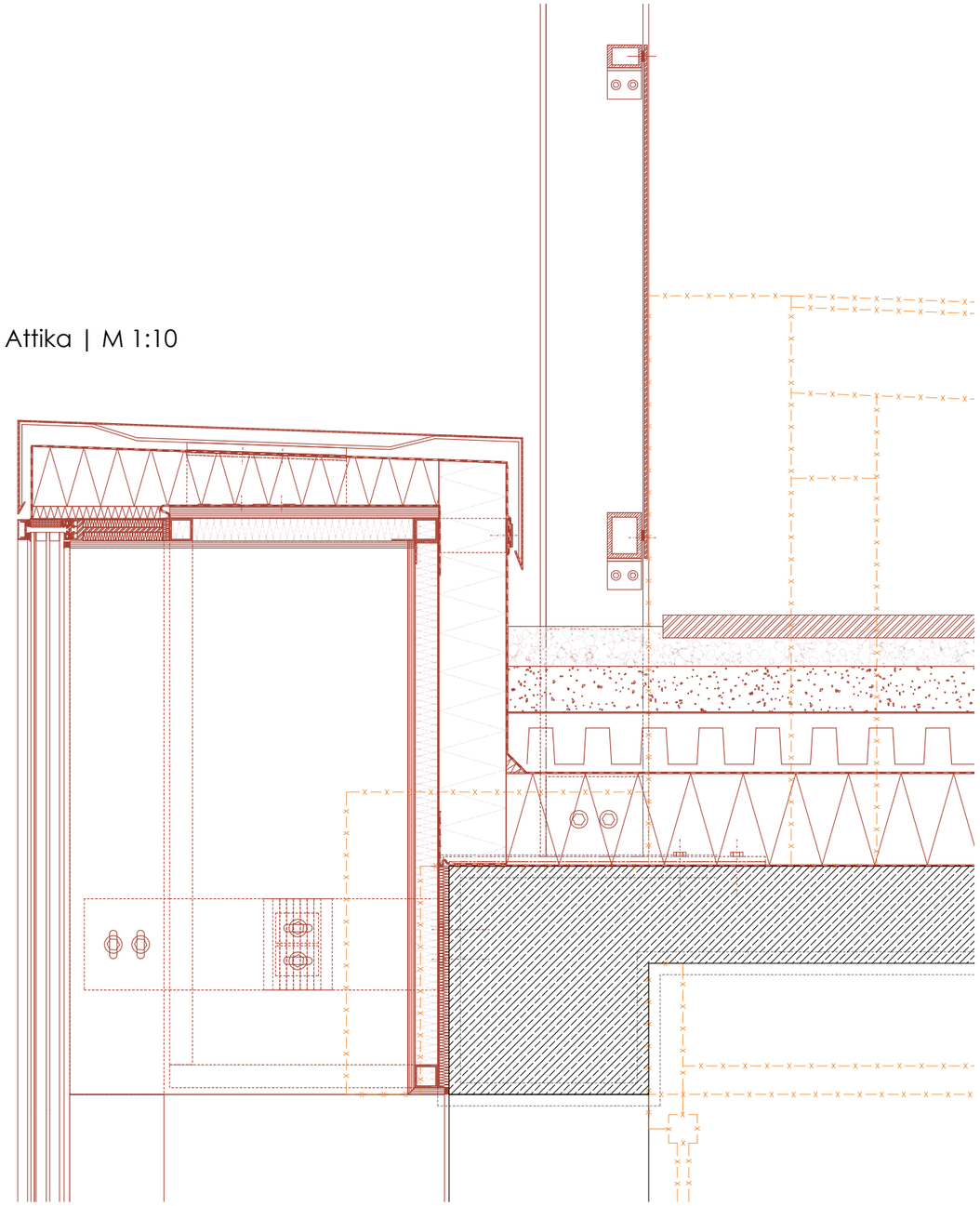
5 Befestigen der Pfosten-Riegel Fassade



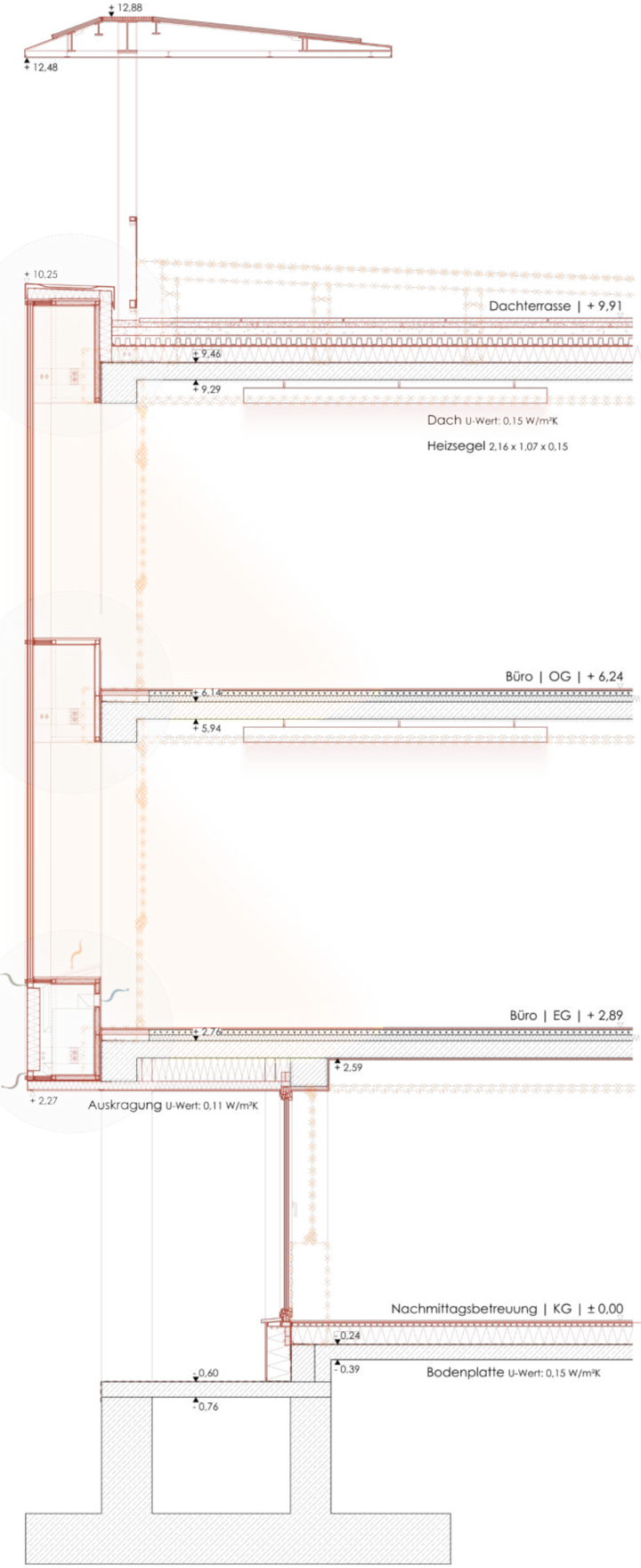
6 Verkleiden der restlichen freiliegenden Stahl-Konstruktion

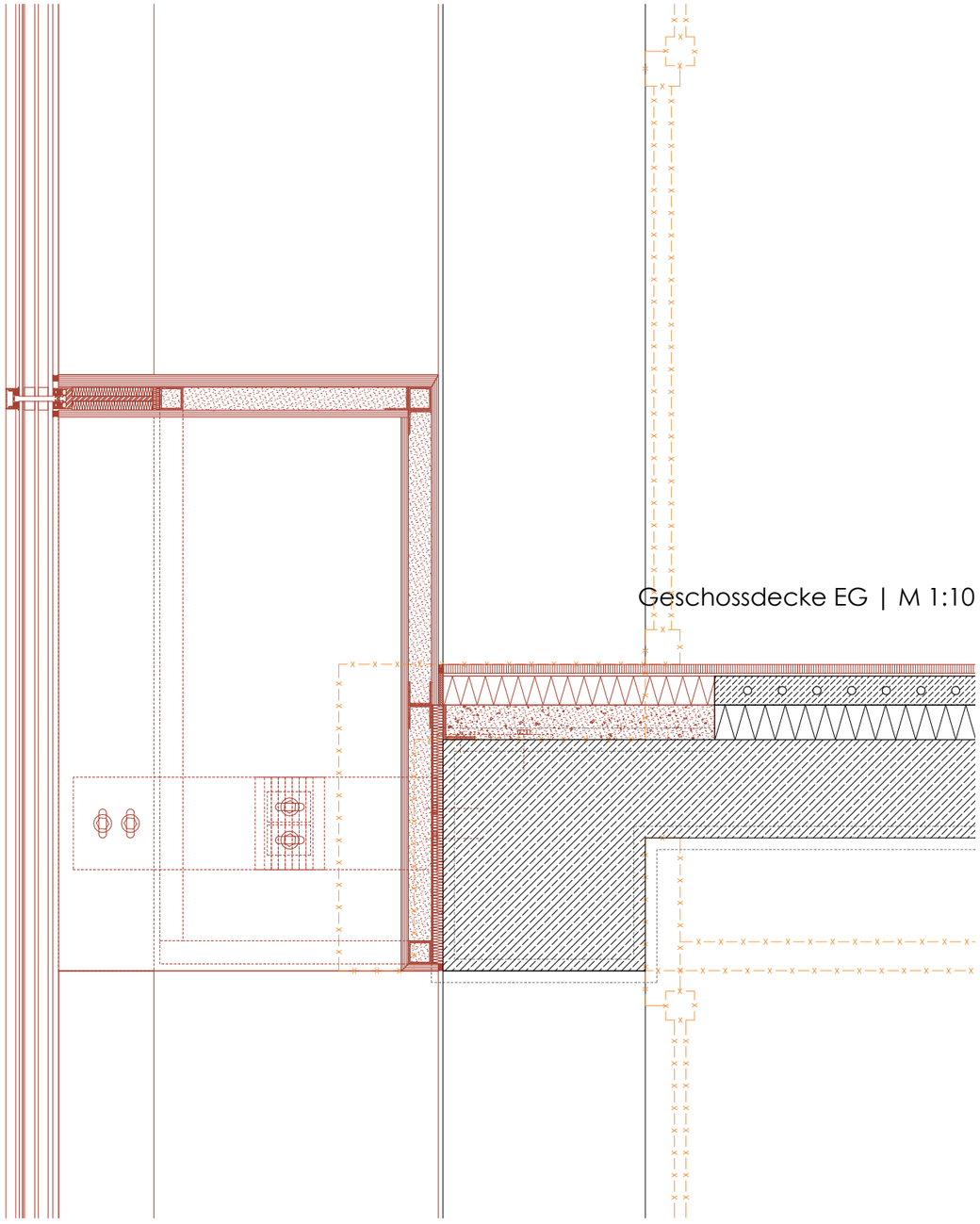
5.4 Anschlussdetails

Attika | M 1:10

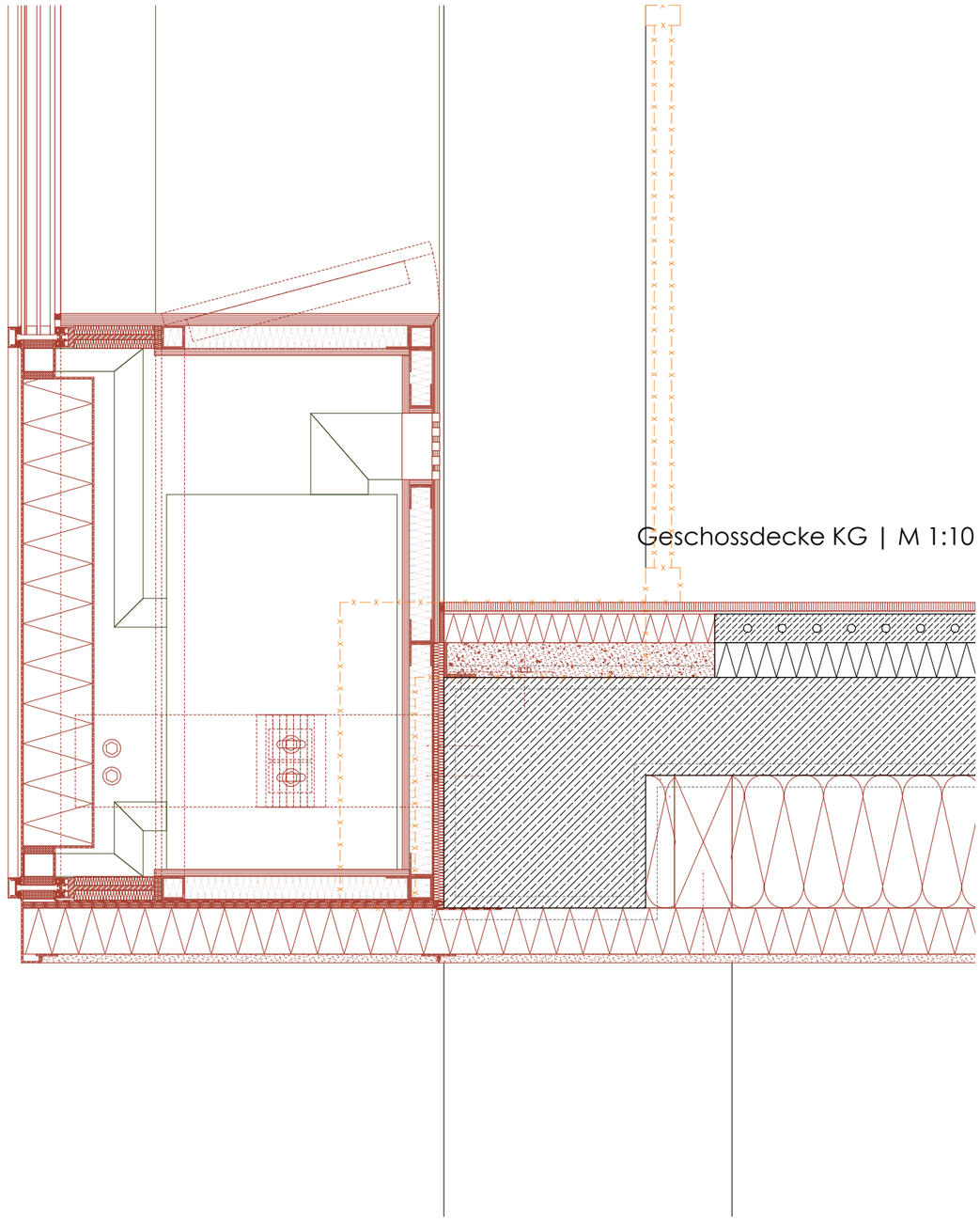


Detaillierte Angaben zu den Bauteilen im Anhang.





Geschossdecke EG | M 1:10



Geschossdecke KG | M 1:10

5.5 Scheibenaufbau der Verglasungen

Für die Auswahl der Glasarten im Rahmen der Fassaden- und Dachverglasung werden die Anforderungen der Normenreihe DIN 18008 „Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln“ zugrunde gelegt. Die Norm unterscheidet grundsätzlich zwischen Horizontal- und Vertikalverglasungen, abhängig von der Neigung:

- ▷ **Horizontalverglasung: Neigung >10°**
- ▷ **Vertikalverglasung: Neigung ≤10°**

Beim Gebäude handelt es sich bei den Fassadenelementen um Vertikalverglasung, beim geplanten Glasdach über dem Atrium um eine geneigte bzw. ggf. flach geneigte Überkopfverglasung, welche gemäß Norm als Horizontalverglasung eingestuft wird. Abhängig von Einbauart und -höhe gelten für die verwendbaren Glasarten unterschiedliche Anforderungen.

Zur langfristigen Sicherstellung der Standsicherheit ist ein ausreichender Glaseinstand vorzusehen. Wenn keine abweichenden Angaben vorliegen, ist ein **Mindestglaseinstand von 10 mm** einzuhalten.

Abkürzungen

MIG	Mehrscheiben-Isolierverglasung
VSG	Verbundsicherheitsglas
VG	Verbundglas
FG	Floatglas
ESG	Einscheibensicherheitsglas (thermisch gehärtetes Glas)
ESG-H	Heißgelagertes ESG (heat-soak-test)
ESG-HF	ESG-H mit Fremdüberwachung
TVG	Teilvorgespanntes Glas
SZR	Scheibenzwischenraum
PVB-Folie	Polyvinylbutyral-Folie

ESG-H

Bei der Herstellung von ESG aus Kalk-Natron-Silikatglas kann es zu Nickelsulfid-einschlüssen kommen, die in seltenen Fällen sogenannte Spontanbrüche verursachen. Um dieses Risiko zu reduzieren, wird das Glas einem zusätzlichen Heißlagerungstest unterzogen, wie in DIN EN 14179-1 und -2 beschrieben. Das so geprüfte Produkt wird als ESG-H bezeichnet.

Quellen:

- DIN 18008-1:2020-05: Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen
- DIN 18008-2:2020-05: Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen

Zwischenschichten in VSG- PVB und SentryGlas

Verbundsicherheitsglas (VSG) besteht aus mindestens zwei Glasscheiben, die durch eine zähelastische Folie verbunden sind. Die Wahl der Zwischenschicht beeinflusst maßgeblich die Sicherheits-, Trag- und Witterungseigenschaften der Verglasung. Überwiegend kommen zwei Arten von Zwischenschichten zum Einsatz:

- ▷ **Polyvinylbutyral** (PVB) und
- ▷ **SentryGlas** (SG bzw. SGP).

PVB ist die gängigste Folienart und wird standardmäßig in vielen Anwendungen eingesetzt. Sie bietet gute Haftung, Elastizität und Stoßfestigkeit. PVB eignet sich besonders für Innenanwendungen oder Bereiche mit moderaten statischen Anforderungen.

SentryGlas von Kuraray hingegen ist eine hochfeste, steifere Zwischenschicht mit signifikanten Vorteilen: Sie weist eine rund **100-fach höhere Steifigkeit** und eine **5-fach höhere Reißfestigkeit** im Vergleich zu PVB auf. Dadurch bietet sie nicht nur erhöhte Resttragfähigkeit im Bruchfall, sondern erlaubt auch dünnere Glasaufbauten bei gleichbleibender Sicherheit. In der Praxis bedeutet das: Die **Glasdicke kann um ein Drittel reduziert werden** – was Gewicht spart und filigranere Konstruktionen ermöglicht.

Seit der Erweiterung der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) ist SentryGlas zudem vollständig mit den Anforderungen der neuen DIN 18008 kompatibel – auch für absturzsichernde Verglasungen, Überkopfverglasungen und begehbare Verglasungen. Damit lässt sich das Material rechtskonform in allen relevanten Anwendungen einsetzen, ohne auf Sondernachweise angewiesen zu sein.

SentryGlas überzeugt darüber hinaus durch geringere Wasseraufnahme, hohe UV-Beständigkeit und eine besonders klare Optik, was es auch für Anwendungen mit hohen Anforderungen an Transparenz und Ästhetik interessant macht.

Quellen (alle zuletzt aufgerufen am 22.05.2025):

- https://www.baunetzwissen.de/glossar/s/sgp-folie-2509519
- https://www.glaswelt.de/glas/vsg-ohne-pvb-folie-duenn-und-stark
- https://www.trosifol.com/de/anwendungen-produkte/produkte/sentryglas
- https://www.glasstec.de/de/Media_News/Verbund-Sicherheitsglas_mit_SentryGlas%C2%AE_Zwischenlage_von_Kuraray_mit_erweiterter_DIBt-Zulassung_G%C3%BCltigkeit_jetzt_auch_entsprechend_neuer_DIN_18008_,Glas_im_Bauwesen%E2%80%98
- https://www.trosifol.com/de/tools-und-ressourcen/was-ist-verbundsicherheitsglas

Anforderungen and die Überkopfverglasung

Für das geplante Glasdach (Überkopfverglasung) gelten gemäß **DIN 18008-2** folgende wesentliche **Anforderungen**, um die Resttragfähigkeit sicherzustellen:

- **Ausschluss von Drahtglas**
  Drahtglas wird in diesem Fall nicht berücksichtigt, da es gemäß DIN 18008-2 nur für Verglasungen mit einer maximalen Stützweite von 0,7 m zulässig ist. Da im geplanten Glasdach größere Einzelscheiben vorgesehen sind, scheidet diese Option aus.
- **Lagerung**
  Die Verglasung muss mindestens an zwei gegenüberliegenden Rändern gelagert sein. Bei einer Stützweite über 1,2 m ist eine allseitige Lagerung erforderlich.
- **Glasart**
  Zugelassen ist ausschließlich **VSG**. Die **Einzelgläser** dürfen auch aus **TVG** bestehen. Bohrungen zur Befestigung von Klemmleisten sind bei TVG zulässig. Die Verglasung muss zudem die **resttragfähigen Eigenschaften gemäß DIN 18008-1, Anhang B.2** erfüllen.
- **Zwischenlage**
  Die Zwischenfolie muss eine Nenndicke von **mindestens 0,76 mm** aufweisen. Nur bei allseitiger Lagerung und einer maximalen Stützweite von ≤0,8 m darf auch eine dünnere Folie mit 0,38 mm verwendet werden.

Für das geplante Glasdach des Atriums wird ein Aufbau gemäß DIN 18008-2, Anhang B (resttragfähige Überkopfverglasungen) gewählt. Um auf einen zusätzlichen versuchstechnischen Nachweis der Resttragfähigkeit verzichten zu können, werden die Bedingungen des Anhangs B.2 der DIN 18008-1 eingehalten.

Demnach gilt der Glasaufbau als nachgewiesen, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Einsatz von VSG nach DIN EN 14449
- Die eingesetzte Zwischenschicht besteht aus **PVB-Folie**, die nach DIN EN 12600 mindestens die Klasse 1(B)1 und nach DIN EN 356 mindestens P1A erreicht.
- Die Lagerung der Scheiben erfolgt entsprechend den konstruktiven Vorgaben (z. B. allseitige Lagerung bei Stützweiten > 1,2 m).
- Emaillierte Glasoberflächen von ESG oder TVG nur zulässig, wenn sie zur PVB-Folie orientiert sind.

Quellen:
- DIN 18008-2:2020-05: Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen

Da das Glasdach des Atriums **zu Reinigungs- und Wartungszwecken begehbar** ausgeführt werden soll, sind zusätzlich zu DIN 18008-2 auch die **Anforderungen** der **DIN 18008-6** einzuhalten.

Bauprodukte

- Es gelten die Vorgaben der DIN 18008-2.
- Drahtglas ist ausgeschlossen.
- Das oberste Glas bei Isolierverglasung muss als ESG oder VSG ausgeführt sein.

Nutzung

- Die Verglasung darf nur von einer Person zu Wartungszwecken betreten werden.
- Schwere Gegenstände (> 4 kg) dürfen nicht direkt auf der Glasfläche transportiert werden (Ausnahme: max. 10 l Wassereimer).
- Vorsicht bei mitgeführten Werkzeugen zur Vermeidung von Beschädigungen.

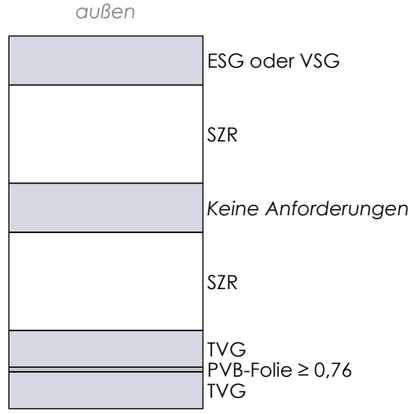
Tragfähigkeit

- Die Konstruktion muss zusätzlich zu den Standardlasten eine Einzellast von 1,5 kN auf 10 × 10 cm aufnehmen (nach DIN 4426).
- Eine Überlagerung mit Wind- oder Schneelast ist meist nicht erforderlich, außer bei Nutzung auch bei Schneelast.

Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit

- Nachweis wahlweise über Bauteilversuch (Anhang A) oder Rechnung (Anhang B).
- Alternativ kann eine durchsturzsichere Unterkonstruktion verwendet werden – deren Tragfähigkeit ist nachzuweisen.

Quellen:
- DIN 18008-6:2018-02: Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichere Verglasungen

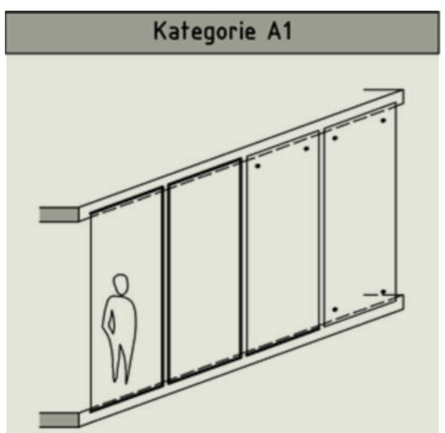


Anforderungen an Glasaufbau des Atriumdachs nach DIN 18008-2 und -6

Anforderung an die Vertikalverglasung

Für die absturzsichernde Vertikalverglasung der Fassade wird die Normenreihe **DIN 18008** „Glas im Bauwesen“ herangezogen, insbesondere der **Teil 4**, der sich mit Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen befasst. Da die geplante Verglasung der Fassade neben ihrer bauphysikalischen Funktion auch als Umwehrung dient, ist dieser Teil der Norm verbindlich anzuwenden.

Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine an drei Seiten linienförmig gelagerte Fassadenverglasung, die somit der **Kategorie A1** nach DIN 18008-4 zugeordnet wird. Glaselemente dieser Kategorie müssen nach DIN 18008-2 bzw. 18008-3 bemessen werden und sind für den Aufprall von Personen und die Abtragung horizontaler Nutzlasten (z. B. Anlehnlasten) auszulegen.



DIN 18008-4:2024-12, Ausschnitt von Bild 1

Allgemeinn gelten die folgenden Anforderungen:

- ▷ Mindestens ein Einfachglas eines MIG muss aus VSG bestehen.
- ▷ Für die stoßzugewandte Seite (Angriffsseite) von MIG darf nur VSG, ESG oder VG aus ESG verwendet werden.
- ▷ MIG mit ESG auf der Angriffsseite düfen unmittelbar hinter dieser Scheibe grob brechende Glasarten (z.B. FG, TVG) enthalten, wenn beim Pendelschlagversuch kein Glasbruch der angriffsseitigen ESG-Scheibe auftritt.
- ▷ Die Glasdicken der Einzelscheiben in VSG dürfen sich maximal im Faktor 1,7 unterscheiden.

Die Scheibenauswahl erfolgt auf Basis der **Tabelle B.1**, in der Konstruktionen mit versuchstechnisch nachgewiesener Stoßsicherheit in Abhängigkeit von Verglasungsmaßen, Lagerung, Typ und Kategorie die Glasdicken, Glasarten und Foliendicken abgegenben sind. Folgende Anforderungen gelten.

- ▷ Der Glaseinstand bei allseitiger Lagerung muss ≥ 12 mm betragen.
- ▷ Der SZR von Isolierverglasungen muss ≥ 12 mm & ≤ 20 mm sein.

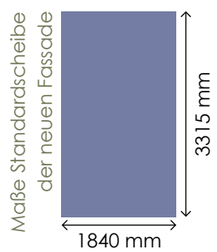
Quellen:
- DIN 18008-4:2024-12: Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen

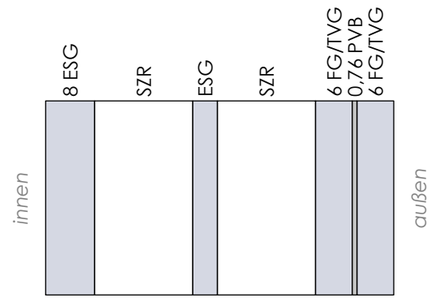
[1]https://www.sageglass.com/sites/default/files/sageglass_datasheet_climatop_42.1ec-12-4-12-4_classic_de_0.pdf (zuletzt aufgerufen am 22.05.2025)

Tabelle B.1 — Linienförmig gelagerte Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit

Kategorie	Typ	Linienlager	Breite mm min.	Breite mm max.	Höhe mm min.	Höhe mm max.	Glasaufbau von Angriff- nach Absturzseite	Zeile
A1	MIG	Allseitig	500	1 300	1 000	2 500	8 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	1[1]
			1 000	2 000	500	1 300	8 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	2[1]
			900	2 000	1 000	3 000	8 ESG/SZR/5 FG/0,76 PVB/5 FG	3[1]
			1 000	2 500	900	2 000	8 ESG/SZR/5 FG/0,76 PVB/5 FG	4[1]
			1 100	1 500	2 100	2 500	5 FG/0,76 PVB/5 FG/SZR/8 ESG	5
			2 100	2 500	1 100	1 500	5 FG/0,76 PVB/5 FG/SZR/8 ESG	6
			900	2 500	1 000	4 000	8 ESG/SZR/6 FG/0,76 PVB/6 FG	7[1]
			1 000	4 000	900	2 500	8 ESG/SZR/6 FG/0,76 PVB/6 FG	8[1]
			300	500	1 000	4 000	4 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	9[1]
			300	500	1 000	4 000	4 FG/0,76 PVB/4 FG/SZR/4 ESG	10
	Einfach	Allseitig	500	1 200	1 000	2 000	6 FG/0,76 PVB/6 FG	11
			500	2 000	1 000	1 200	6 FG/0,76 PVB/6 FG	12
			500	1 500	1 000	2 500	8 FG/0,76 PVB/8 FG	13
			500	2 500	1 000	1 500	8 FG/0,76 PVB/8 FG	14
			1 000	2 100	1 000	3 000	10 FG/0,76 PVB/10 FG	15
			1 000	3 000	1 000	2 100	10 FG/0,76 PVB/10 FG	16
			300	500	500	3 000	6 FG/0,76 PVB/6 FG	17

DIN 18008-4:2024-12, Tabelle B.1
Anstelle von VSG aus FG darf auch VSG aus TVG verwendet werden
[1]Bei Ergänzung um eine/mehrere ESG-Scheiben im SZR ohne weitere Prüfung als ausreichend stoßsicherangesehen





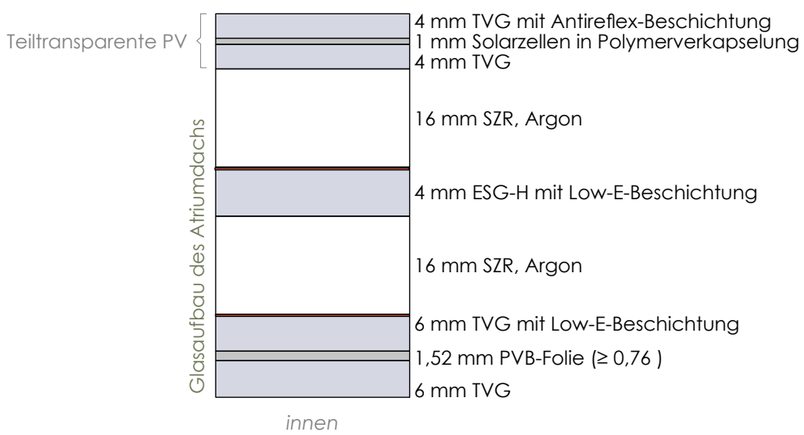
Anforderungen an Glasaufbau der vertikalen PR-Fassade nach DIN 18008-4

Glasaufbau des Atriumdachs

Da im **Glasdach PV-Zellen** integriert werden sollen, muss auch der Glasaufbau angepasst werden. Beim Aufbau wurde das Produkt „Vision 36M glass“ des Herstellers SOLARWATT als Orientierung genommen, da dem Pruduktdatenblatt Informationen zur PV-Zellengröße angegeben ist und dies für eine spätere PV-Berechnung hilfreich ist.

Für die untere Scheibe der Überkopfverglasung schreibt die DIN 18008-2 eine Ausführung als VSG mit einer PVB-Zwischenschicht von mindestens 0,76 mm vor. In der aktuellen Planung wird dieser Wert nicht nur eingehalten, sondern bewusst überschritten: Um die Resttragfähigkeit und Durchsturzsicherheit bei größeren Scheibenformaten zu erhöhen, wird eine **PVB-Folie** mit **1,52 mm** verwendet. Diese verstärkte Zwischenschicht entspricht dem heutigen Stand der Technik und erhöht die Sicherheitsreserven gegenüber dem Normminimum.

Quellen:
- https://www.solarwatt.de/canto/download/66ghkhos856nv6s7bsdqde0861 (zuletzt aufgerufen am 18.05.2025)



Mit dem Programm WinSLT wurden für den dargestellten Glasaufbau des Atriumsdachs – bei einer PV-Teiltransparenz von 30% – die Kenndaten g-Wert, Lichttransmission und U-Wert ermittelt.

Transparenzgrad PV	T_L	g	U_g W/m²K
30 %	0,54	0,37	0,5

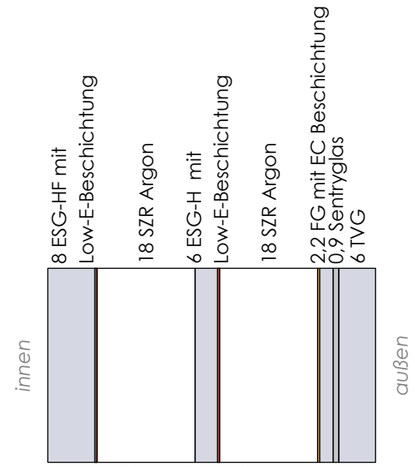
Glaswerte der PR-Fassade

Glasaufbau der Fassade

Für die Fassade wird ein 3-fach-Isolierglas mit elektrochromer Steuerung vorgesehen, wobei SageGlass als Sonnenschutzverglasung zum Einsatz kommt. Die besondere Herausforderung besteht darin, die Systemvorgaben des Herstellers mit den Anforderungen der DIN 18008 an absturzsichernde Verglasungen (Kategorie A1) zu vereinen.

Laut DIN 18008-4 wird für absturzsichernde MIG ein Aufbau mit einer äußeren VSG aus zwei gleich starken, mindestens 6 mm dicken FG- oder TVG-Scheiben mit 0,76 mm PVB-Zwischenschicht gefordert. Beim System von SageGlass ist jedoch werkseitig ein VSG-Aufbau aus TVG außen und **2,2 mm elektrochrom beschichtetem FG** innen vorgesehen, verbunden mit einer **0,9 mm SentryGlas-Zwischenschicht**. Da keine Dicke für die TVG-Scheibe angegeben ist, wird die Dicke aus der DIN (6 mm) übernommen. Dieser Aufbau der VSG erfüllt zwar nicht die DIN-Anforderung hinsichtlich der maximalen Dickenabweichung (Faktor 1,7), bietet durch die höhere Steifigkeit und Festigkeit der SentryGlas-Folie jedoch einen deutlich verbesserten Rückhalt im Bruchfall.

Ein solcher Aufbau ist nach Norm nicht ohne Weiteres zulässig. Daher ist in diesem Fall ein Nachweis durch **Pendelschlagversuch** gemäß DIN EN 12600 sowie die Beantragung einer **„Zustimmung im Einzelfall“** (ZiE) erforderlich. In Nordamerika wird ein Aufbau mit innenliegendem 8 mm ESG bereits als absturzsicher anerkannt, was für die grundsätzliche Machbarkeit spricht. Dennoch muss die endgültige Abstimmung mit dem Hersteller und den zuständigen Behörden erfolgen.



Glasaufbau der PR-Fassade

Die Werte des g-Werts und der Lichttransmission wurden vom Hersteller übernommen, der U-Wert wurde mithilfe von WinSLT angeschätzt.

Tönungsstufe	T_L	g	U_g W/m²K
Hell	54 %	0,36	0,47
Leicht	16 %	0,09	
Mittel	5 %	0,05	
Dunkel	< 1%	0,03	

Glaswerte der PR-Fassade

Quellen:
- DIN 18008-4:2024-12: Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen
- https://www.sageglass.com/sites/default/files/sageglass_datasheet_climatop_42.1ec-12-4-12-4_classic_de_0.pdf (zuletzt aufgerufen am 22.05.2025)

5.6 Verschattung der Fassade - Smart Glas

Bestandssituation Verschattung

Im derzeitigen Bestand sind außenliegende Jalousien mit manueller Handkurbelbedienung verbaut. Von insgesamt 40 Anlagen sind 8 defekt, was auf eine hohe Störanfälligkeit und einen hohen Wartungsaufwand hinweist.

Zusätzlich ist ein innenliegender Blendschutz vorhanden, der jedoch keinen effektiven Hitzeschutz bietet. Diese Situation verdeutlicht den Bedarf an einer langlebigen, wartungsarmen und wirkungsvollen Verschattungslösung.

Smart Glas[9]

ogenanntes smartes Glas oder intelligente Verglasung bezeichnet moderne Glastechnologien, die sich je nach Lichtverhältnissen, Temperatur oder manueller Steuerung in ihrer Transparenz verändern können. Dadurch übernimmt das Glas selbst die Funktion eines Sicht-, Blend- oder Wärmeschutzes, ohne dass mechanische Elemente wie Jalousien oder Rollläden notwendig sind.
Es gibt verschiedene technische Umsetzungen – etwa durch elektrochrome oder flüssigkristallbasierte Systeme. Im folgenden Abschnitt werden diese Technologien einander sowie klassischen Verschattungslösungen gegenübergestellt.

Nachteile

- **Höhere Anschaffungskosten**
  Im Vergleich zu konventionellen Verschattungen zunächst teurer
- **Elektrischer Anschluss notwendig**
  Integration in die Gebäudesteuerung und Stromversorgung erforderlich
- **Lichttransmissionswerte** im klaren Zustand geringer als bei normalem Isolierglas

Vorteile

- **Wartungsfrei**
  Keine beweglichen Bauteile, keine mechanische Wartung notwendig
- **Ästhetik**
  Klare, durchgängige Fassadenoptik ohne außen- oder innenliegende Verschattungselemente
- **Intelligente Steuerung**
  Dynamische Anpassung an Licht- und Wärmeeintrag – Zonenweise tönbar
- **Reduzierter Kühlbedarf**
  Schutz vor sommerlicher Überhitzung reduziert Energiebedarf für Klimatisierung
- **Erhöhter Nutzerkomfort**
  Blendfreiheit bei gleichzeitigem Erhalt der Sicht nach außen
- **Geringes Gewicht**
  Im Vergleich zu Verschattung im Scheibenzwischenraum oder mit außenliegenden Elementen ist das System leichter – besonders vorteilhaft bei auskragenden Fassadenelementen
- **Geringere CO2-Bilanz** im Vergleich zu mechanischen Außenjalousien

Elektrochromes Glas[1,2,10]

Funktion und Aufbau

Elektrochromes Glas ist ein intelligentes Verglasungssystem, das seine Lichtdurchlässigkeit per geringer elektrischer Spannung reguliert. Die Steuerung kann automatisch über Sensoren, manuell oder über die Gebäudeleittechnik erfolgen.

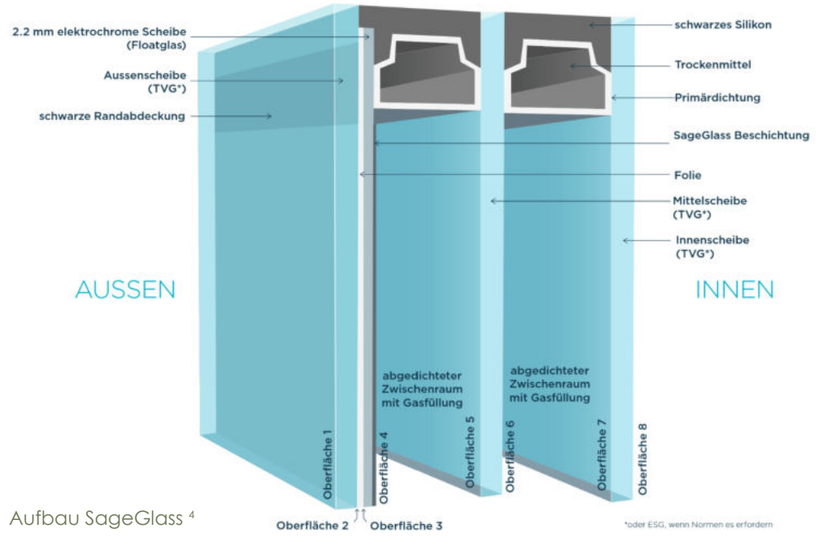
Eine dünne Glasscheibe wird dafür mit fünf keramischen Schichten beschichtet. Durch das Anlegen einer Spannung wandern Lithiumionen zwischen den Schichten – so entsteht eine stufenlose Tönung mit bis zu acht Abstufungen. Durch Umkehr der Polarität wird das Glas wieder klar.

Tönungsstufe	Lichttransmission	Energiedurchlassgrad g-Wert	Ug-Wert ($W/m^2 \times K$)
Hell	54 %	0,36	0,6
Leicht	16 %	0,09	0,6
Mittel	5 %	0,05	0,6
Dunkel	< 1 %	0,03	0,6

Werte auf der Grundlage des Dreifachisolierglases SageGlass Classic berechnet[1]

SageGlass bietet mit „LightZone“ die Möglichkeit, mehrere Tönungszonen innerhalb eines Glaselements separat zu steuern – z. B. oben stark getönt zum Sonnenschutz, unten klar für den Ausblick. Die Variante „Harmony“ sorgt dabei für fließende Übergänge zwischen den Zonen und verbessert so die gestalterische Wirkung. „RealTone“ ermöglicht zudem eine besonders farbtreue Durchsicht.

Tönungsverlauf mit SageGlass Harmony[3]



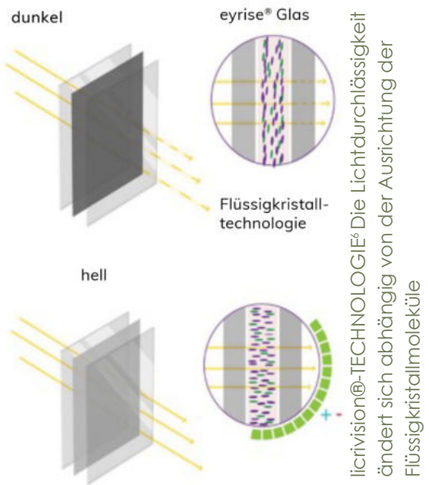
Aufbau SageGlass [4]

Flüssigkristalltechnologie (Liquid Crystal Technology, LC)[5,6,7,8]

Funktion und Aufbau

Die Technologie basiert auf einer Flüssigkristallmischung, die zwischen zwei Glasscheiben mit einer Beschichtung aus einem transparenten leitfähigen Oxid eingebettet ist. Durch das Anlegen einer elektrischen Spannung orientieren sich die Kristalle so, dass sich die Lichtdurchlässigkeit innerhalb weniger Sekunden verändert. Wenn kein Strom angelegt ist, ist das Glas verdunkelt. Die Steuerung erfolgt digital: automatisch über Sensoren oder manuell über die Gebäudeautomation. Die Verglasung bleibt dabei streuungsfrei und durchsichtig,

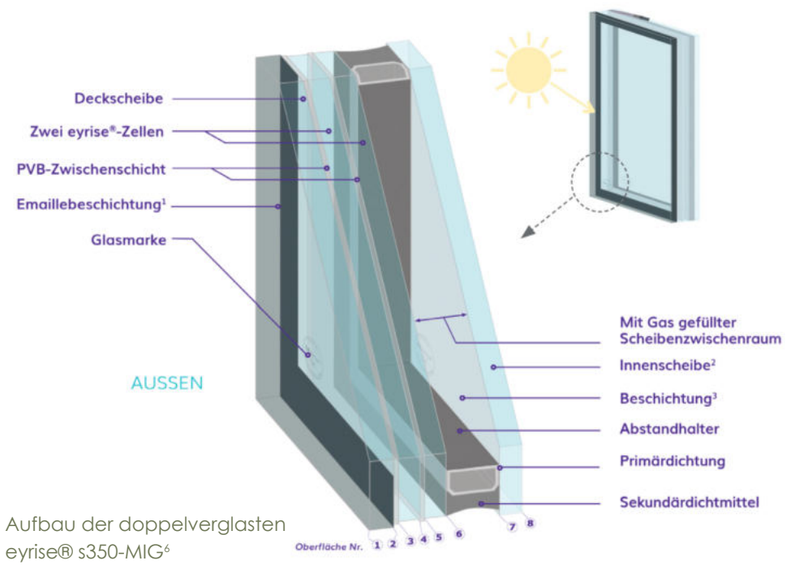
Das Glas eyrise® s350 des Herstellers eyrsie (ein Tochterunternehmen von Merck KgaA) hat eine Leistungsaufnahme vom 1 W/m².



licrivision®-TECHNOLOGIE[6] Die Lichtdurchlässigkeit ändert sich abhängig von der Ausrichtung der Flüssigkristallmoleküle

eyrise® Flüssigkristall-mischung	Lichttransmissionsgrad tL		Energiedurchlassgrad g		Wärmeübergangskoeffizient Ug	Farbwiedergabeindex R_a	
	Hell (%)	Dunkel (%)	Hell	Dunkel	U-Wert (W/m²K)	Hell	Dunkel
Flüssigkristallmischung C	45	12	0,29	0,12	0,6	91	86
Flüssigkristallmischung D	40	8	0,26	0,10	0,6	91	88
Flüssigkristallmischung E	34	4	0,23	0,07	0,6	90	87

Technische Daten eyrise ® s350 (3-fach-Verglasung) [5]



Aufbau der doppelverglasten eyrise® s350-MIG[6]

Fazit – Entscheidung für elektrochromes Glas-

Nach Abwägung der verschiedenen Eigenschaften fiel die Wahl auf elektrochromees Glas (SageGlass). Ausschlaggebend waren vor allem die hohe Energieeffizienz durch einen sehr niedrigen g-Wert (trotz höherer Lichttransmission), die geringe Stromaufnahme im Betrieb sowie die erweiterten Steuerungsoptionen wie zonale Tönung und stufenlose Übergänge. Dadurch kann gezielt auf Licht- und Wärmeeintrag reagiert werden – bei gleichzeitig hohem Nutzerkomfort und gleichbleibender Durchsicht.

Die Wartungsfreiheit sowie die klare, einheitliche Fassadenansicht ohne zusätzliche Bauteile unterstreichen den architektonischen Anspruch unseres Projekts. Auch die Tatsache, dass bei einem Stromausfall die zuletzt eingestellte Tönung bestehen bleibt, stellt einen zusätzlichen, wenn auch sekundären Vorteil gegenüber stromabhängigen LC-Systemen dar.

Kriterium	Elektrochrom (SageGlass)	LC/PDLC (eyrise® s350)[5]
Zustand ohne Stromversorgung	klar[1]	Getönt
Stromverbrauch	280 m² Glas im Betrieb < als typisches Internetmodem zu Hause[12] Verdunklung von 150 m² Glas an 4 h/d < 60-Watt-Glühbirne[11]	Leistungsaufnahme 1 W/m²
Tönung und Steuerung	4 Stufen, Tönungszonen (LightZone), Tönungsverläufe (Harmony)[10]	stufenlose Tönung, keine Verläufe
Schaltzeit	5–15 Min (ahängig von: Glasgröße, Temperatur, Sonnenstand)[13]	< 1 Sekunde
Sonnenschutz (min. g-Wert)	0,03[1]	0,12 - 0,07
Max Lichttransmission	54 %[1]	45% - 34%
Farbneutralität bei Tönung	ja, mit RealTone[2]	ja

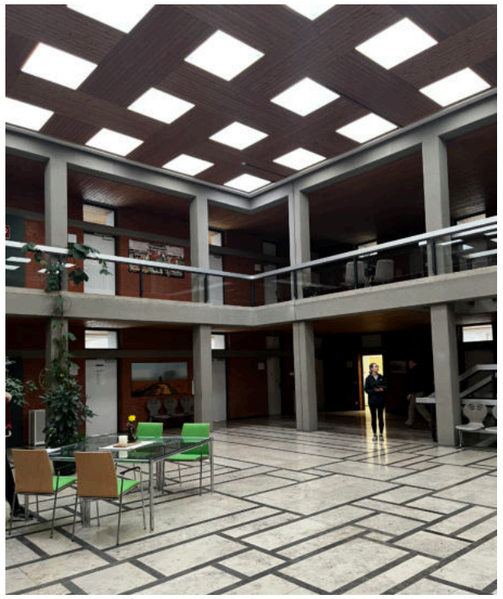
Vergleich von 3-Scheibenverglasung (elektrochromen Glas und Flüssigkristalltechnologie

Quellen: (alle zuletzt aufgerufen am 21.05.2025)
[1]https://www.sageglass.com/sites/default/files/2022-05/mkt-325.0_germany_brochure_de_a4_.pdf
[2]https://www.sageglass.com/sites/default/files/2025-01/MKT-398_RealTone_Brochure_DE.pdf
[3]https://www.sageglass.com/de/intelligentes-glas/sageglass-harmony
[4]https://www.paneldoorsolutions.de/wp-content/uploads/SCS-120.5-IGU-CutSheet_DE.pdf
[5]https://www.eyrise.com/wp-content/uploads/2024/03/eyrise-s350-Product-Brochure_DE-1.pdf
[6]https://www.eyrise.com/wp-content/uploads/2024/03/000_C2_eyrise-s350-Product-Description_DE.pdf
[7]https://www.glastroesch.com/fileadmin/user_upload/Produkte/Fenster-und_Fassadenglas/Schaltbares_Isolierglas/eyrise_s350_brochure_Merck_DE_web.pdf
[8]https://www.innoptec.com/de/flussigkristalle-intelligentes-glas
[9]https://www.fensterversand.com/info/verglasung/intelligentes-glas.php
[10]https://www.sageglass.com/sites/default/files/2024-12/MKT-375.2_HarmonyBrochure_DE.pdf
[11]https://specials.schueco.com/sun_shading_systems/web2/blob/28820108/ec58ef8d0e0e8a7586687f000d8e8a5f/sage-glass-file-data.pdf
[12]https://www.sageglass.com/de/faqs?utm_source=PANTHEON_STRIPPED&page=2
[13]https://www.sageglass.com/sites/default/files/sageglass_datasheet_climatop_42.1ec-12-4-12-4_classic_de_0.pdf

5.7 Glasdach des Atriums

Bestandssituation

Derzeit verfügt das Atrium über 48 Lichtkuppeln mit jeweils 1 × 1 m Fläche, die in der Decke integriert sind. Diese bieten nur begrenzten Tageslichteinfall und schränken den Ausblick in den Himmel ein.

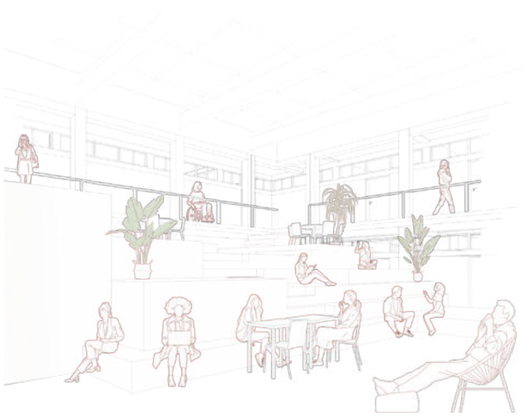


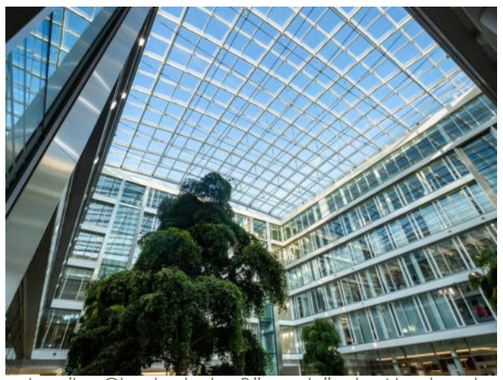
Zielsetzung

Im Zuge der geplanten Umnutzung des Atriums soll der Raum aufgewertet und intensiver genutzt werden. Ein durchgängiges Glasdach soll mehr Tageslicht einbringen, den Blick nach oben öffnen und die Aufenthaltsqualität deutlich steigern.

Ausführung

Die vorhandenen Stahlträger (IPE 550) der Atriumdecke sollen zur Lastabtragung des neuen Glasdachs weiterverwendet werden. Das Dach wird als flach geneigtes Pultdach ausgebildet, dessen Geometrie sich harmonisch in den Bestand einfügt. Der First liegt auf der Nordseite, um einen optimalen Tageslichteinfall zu gewährleisten.





Lamilux Glasdach des Bürogebäudes Newton der TÜV Süd Gruppe in München[3]

Gewähltes System: LAMILUX Glasdach PR60[1]

Für die Umsetzung wurde das Glasdach PR60 des Herstellers LAMILUX ausgewählt. Dieses System basiert auf einem thermisch getrennten Pfosten-Riegel-Aufbau mit einer Ansichtsbreite von 60 mm und ermöglicht nahezu freie Formgebung zwischen 2° und 75° Neigung.

Aufbau Glasdach PR60[1]

Optimiertes Dichtungs- und Entwässerungssystem

Das PR60 verfügt über ein mehrstufiges, stoßfreies Dichtungssystem mit integrierter Sekundärentwässerung. Dies gewährleistet eine effiziente Belüftung der Glasfalze sowie eine kontrollierte Ableitung von Wasser und Kondensat, wodurch das Risiko von Kondensatbildung minimiert wird.

Verglasungsvarianten

Das gewählte System erlaubt verschiedene Verglasungsvarianten, darunter hocheffiziente Wärmeschutzverglasungen, Lichtlenkende oder lichtstreuende Verglasungen sowie Sonnenschutz- und Schallschutzverglasungen. Der gewählte Glasaufbau wurde mit WinSLT bestimmt.

Sonnenschutz/Verschattung

Da scheibenintegrierte PV eingesetzt werden soll, wird keine sonstige Verschattungsvorrichtung benötigt um eine Überhitzung des Atriums zu verhindern.

Energieeffizienz

Das Glasdach PR60 weist hervorragende energetische Eigenschaften auf:

- ▷ Wärmedurchgangskoeffizient der Pfosten und Riegel (Um/t) von 1,3 bis 0,72 W/(m²K), abhängig von der Glasstärke
- ▷ Oberflächentemperaturfaktor f_{RSi} von 0,66 bis 0,83, abhängig von der Glasstärke
- ▷ Komplett thermisch getrennte Konstruktion mit optimierten Isothermenverläufen

Es ist auch eine Umweltproduktdeklaration vorhanden.

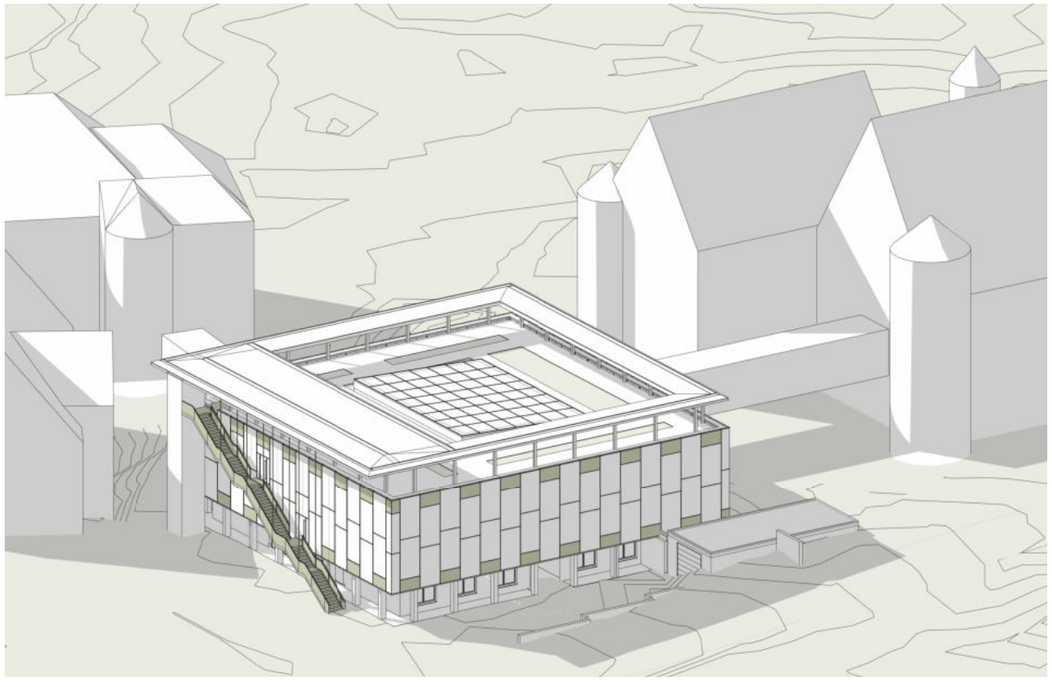
Quellen:
[1] https://www.lamilux.de/tageslichtsysteme/produkte/glasdach/glasdach-pr60.html (zuletzt aufgerufen am 18.05.2025)
[3] https://www.haustec.de/gebaeudehuelle/fensterbauelemente/lamilux-950-quadratmeter-glasdach-buerogebaeude-des-tuev-sued
[4] https://www.glastec.com/files/content/DE/02_PDF/de-Produkte/de-1-Sonnenschutz%20&%20Sichtschutz%20im%20Isolierglas/Bauphysikalische%20u%20technische%20Werte%20ISO-Roll%20vertikal.pdf (zuletzt aufgerufen am 18.05.2025)

5.8 Überdachung der Dachterrasse

Allgemeine Zielsetzung und Rahmenbedingungen

Die geplante Überdachung der Dachterrasse soll als leichter, ringförmiger Baukörper ausgeführt werden, um die klare Formensprache des Bestands zu erhalten und sich gestalterisch dem benachbarten Schloss unterzuordnen. Die Konstruktion übernimmt dabei mehrere Funktionen: Sie soll Schatten spenden und Schutz vor Witterung bieten, insbesondere angesichts künftig zunehmender sommerlicher Hitzeperioden. Gleichzeitig dient sie als Trägerfläche für Photovoltaikmodule.

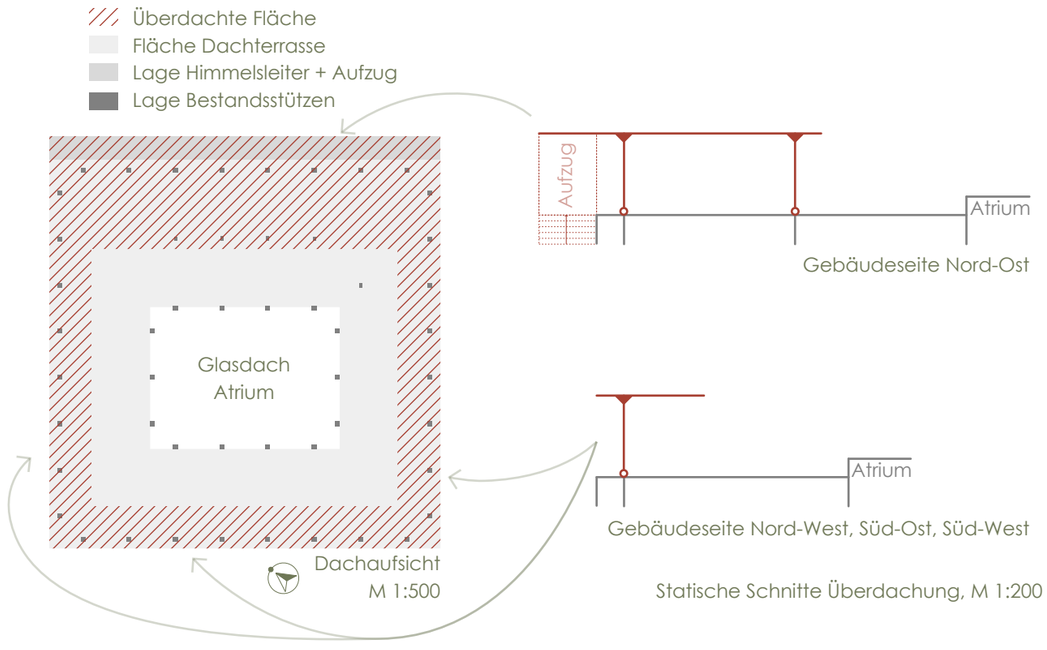
Die Überdachung wird nicht über die gesamte Dachfläche geführt, um das zentrale Glasdach des Atriums nicht zu verschatten und offene, begrünte Außenbereiche auf der Terrasse zu erhalten. Daraus ergibt sich ein ringförmiger Grundriss mit einer zentralen Öffnung. Die Lastabtragung kann daher ausschließlich über die im Bestand vorhandenen Stahlbetonstützen am Rand erfolgen – zuätzliche Stützen, die nur auf der Betondecke stehen, werden aus statischen Gründen ausgeschlossen.



Funktion und Ausbildung des Trägerrosts

Zur Lastabtragung und Realisierung der geringen Aufbauhöhe wurde ein orthogonaler Trägerrost gewählt. Dieser besteht aus sich rechtwinklig kreuzenden Trägern, die biege- und torsionssteif miteinander verbunden sind. Das System ermöglicht eine gleichmäßige Verteilung der Lasten in zwei Richtungen und bietet eine hohe Flexibilität bei der Stützenanordnung – ein großer Vorteil bei der festen Vorgabe der Bestandsstützen.

Insbesondere bei gleich großen Spannweiten in beiden Richtungen ergibt sich ein ausgeglichenes Lastverhalten. Größere Spannweitenunterschiede führen hingegen zu einer stärkeren Belastung in Richtung der kürzeren Träger, was bei der Planung der Rasterstruktur berücksichtigt wurde. Ein zusätzlicher Vorteil des Trägerrosts liegt in der geringen Konstruktionshöhe, die sich positiv auf das leichte Erscheinungsbild des Dachs auswirkt.



Quellen:
- Bauen mit Stahl: Grundlagen, Details, Beispiele (DETAIL Praxis), 2006, Seite 41, https://issuu.com/detail-magazine/docs/978-3-920034-16-4_bk_de_bauen_m_sta/11 (zuletzt aufgerufen am 22.05.2025)

Ausführung der Überdachung

Die **Stützen** bestehen aus HEA 200-Stahlprofilen. Aufgrund der statischen Gegebenheiten können sie nicht biegesteif am **Fußpunkt** angeschlossen werden. Daher ist ein **gelenkiger Anschluss** am unteren Ende vorgesehen. Zur Sicherstellung der Aussteifung erfolgt die **biegesteife Verbindung** der Stützen mit dem Trägerrost am oberen Ende. Der Trägerrost selbst wird aus Transportgründen in mehreren **Segmente vorgefertigt**, die vor Ort biegesteif miteinander verbunden.

Der Dachrand wird ist möglichst dünn ausgeführt um eine optische Leichtigkeit zu erreichen.

Für die Bekleidung der **Dachunterseite** wurde ein „**Water Ripple Sheet**“ gewählt. Das Material **reflektiert** das Tageslicht, wodurch der Bereich unter dem Dach heller wirkt. Dies verhindert eine visuelle Absenkung der Raumhöhe und unterstützt das **offene, luftige Raumgefühl auf der Dachterrasse**. Ein weiterer Vorteil liegt in der Oberflächenstruktur: Durch die leichte Verzerrung der Spiegelung werden Personen und Bewegungen zwar wahrgenommen, aber nicht scharf abgebildet. Das schafft ein Gefühl von Privatsphäre, da sich Nutzer nicht direkt gespiegelt oder beobachtet fühlen – ein Aspekt, der gerade in halböffentlichen Aufenthaltsbereichen zur **Aufenthaltsqualität** beiträgt.

Da die **PV-Module** zugleich den **Dachbelag** bilden, müssen die Fugen wasser- und UV-beständig ausgeführt werden. Zur Reinigung und Wartung der PV-Anlage werden **Wartungsstege** über der Stützenebene vorgesehen. Diese bestehen aus Gitterrosten, die in integrierten Rinnen liegen. Die Entwässerung der Rinnen erfolgt über Regenfallrohre, die unauffällig zwischen den Flanschen der Stahlstützen geführt werden.

Die neue **Außentreppe** auf der **Nordseite** des Gebäudes wird an dem Trägerrost der Überdachung **abgehängt**, um eine leichte und schwebende Wirkung zu erzielen.

https://colormetals.com/wp-content/uploads/2023/03/WR-02-4.webp

5.9 Heiz- und Kühlkonzept

Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdwärmekollektoren

Als zentrale Komponente der Energieversorgung wird eine Sole-Wasser-Wärmepumpe eingesetzt, die sowohl zur Heizung im Winter als auch zur Kühlung im Sommer dient. Die Wärme bzw. Kälte wird über Erdwärmekörbe dem Erdreich entzogen bzw. abgeführt. Dieses System nutzt regenerative Umweltenergie, arbeitet effizient und emissionsarm und bietet ganzjährig eine zuverlässige Versorgung.

Erdkörbe[1]:

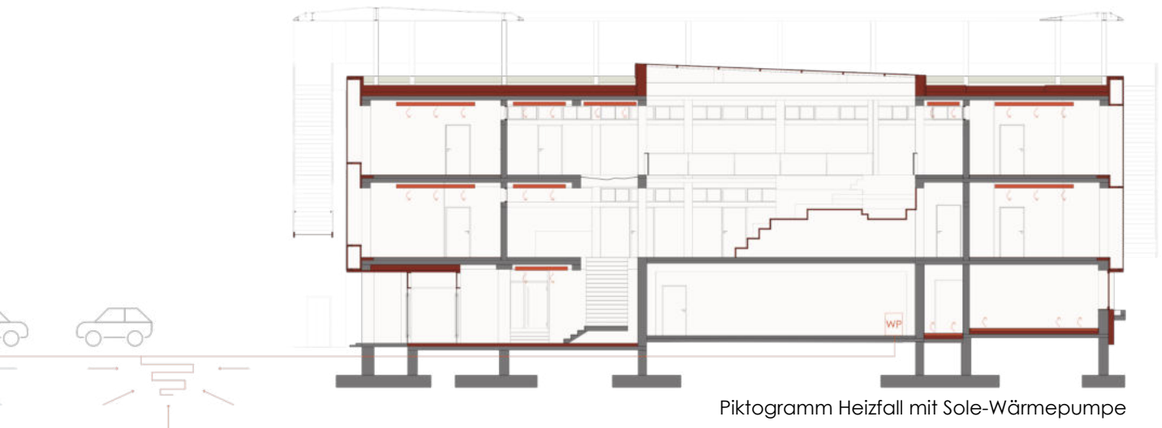
Spezifische Leistung	1,8 kW/Korb
Anzahl Körbe	17
Abstände	7 x 7 m²
Flächenbedarf	833 m²

Gerade im Hinblick auf steigende Temperaturen durch den Klimawandel und zunehmende Hitzetage in urbanen Räumen gewinnt die Möglichkeit zur passiven Kühlung durch die Wärmepumpe zunehmend an Bedeutung. Besonders in den Bürobereichen trägt dies erheblich zu einem dauerhaft angenehmen Raumklima und somit zur Nutzerzufriedenheit und Produktivität bei.

In Kombination mit einer Photovoltaikanlage am Gebäude und Flächenheizungen entsteht durch die Nutzung der Wärmepumpe ein effizientes, zukunftsfähiges und klimafreundliches Heiz- und Kühlsystem.

Heizlast

Mithilfe der IDA ICE-Simulation wurde eine spezifische Heizlast von ca. 20 W/m² ermittelt. Die ausgewählten Deckensegel des Herstellers Interpanel[1] verfügen über eine mittlere Heizleistung von 150 W/m². Daraus ergibt sich, dass für ein Einzelbüro im Bestandsgebäude (Bereich zwischen zwei Stützen) drei Deckensegel erforderlich sind, um den Heizbedarf abzudecken. Insgesamt werden für die Büroräume 214 Segel und für das Atrium 113 Segel benötigt. Diese lassen sich problemlos an der Decke montieren, ohne dass die gesamte Deckenfläche belegt werden muss.[2]



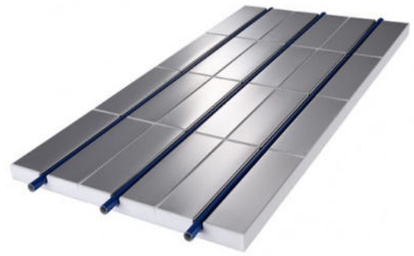
Piktogramm Heizfall mit Sole-Wärmepumpe

Fußbodenheizung und Heiz- und Kühlsegel

Im **Untergeschoss** erfolgt die Temperierung überwiegend über eine **Fußbodenheizung im Trockensystem**. Diese Bauweise erlaubt die Kombination aus Dämmung und Wärmeübergabe bei geringer Aufbauhöhe – ein entscheidender Vorteil zur Erhaltung der maximalen lichten Raumhöhe. Als Dämmmaterial wurde EPS gewählt, da es gegenüber Holzfaserdämmstoffen eine geringere Wärmeleitfähigkeit aufweist und somit ein niedrigerer Bodenaufbau möglich ist.

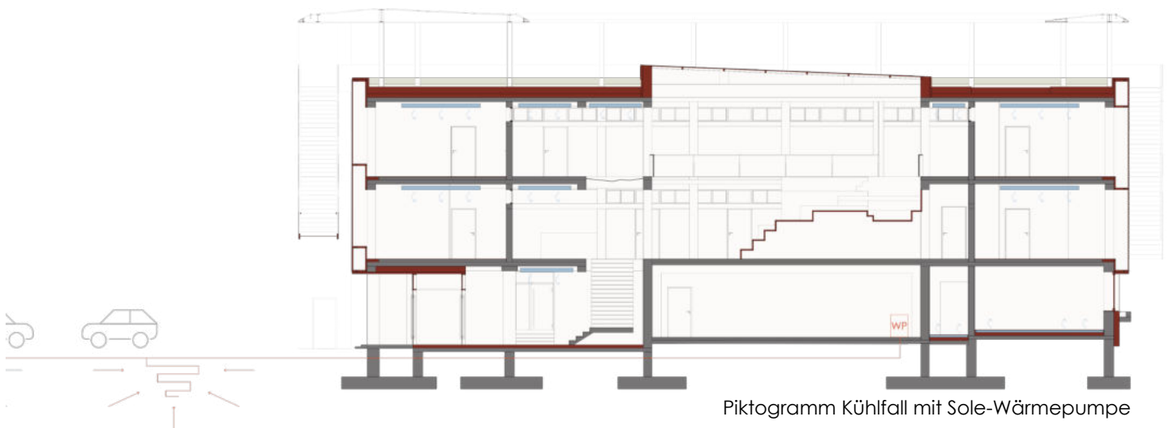
Im **Eingangsbereich des UG** kommen eine **Heiz- und Kühlsegel** zum Einsatz. Dort steht zwar eine hohe Raumhöhe zur Verfügung, der Fußbodenaufbau ist jedoch aufgrund des gewünschten nahtlosen Übergangs zum Außenraum stark begrenzt. Die Segel ermöglichen dennoch eine effiziente Temperierung bei gleichzeitig verbesserter Dämmung im Bodenaufbau.

In den darüberliegenden Geschossen (**EG** und **OG**) werden **Heiz- und Kühlsegel** eingesetzt. Dies ermöglicht, den bestehenden Bodenaufbau weitgehend zu erhalten – lediglich der Bodenbelag (ehemals Linoleum) wird durch Parkett ersetzt, Flächen mit Natursteinfliesen bleiben unverändert. Auf zusätzliche Einbauten im Boden wird bewusst verzichtet, um Eingriffe in die vorhandene Substanz zu minimieren.



Trockenbau-Fußbodenheizung
CompactFloor IDEAL BASIC EPS
Quelle: https://www.compact-floor.com/de/produkte/flaechenheizung/ideal-basic-eps-30/ (zuletzt aufgerufen am 30.05.2025)

[1] https://www.betatherm.de/wp-content/uploads/2023/09/Datenblatt_BetaTherm-Erdwaermekorb_2023-04.pdf (zuletzt aufgerufen am 16.06.2025)
[2] https://www.interpanel.com/produkt/klimaleuchte/(zuletzt aufgerufen am 30.05.2025)



Piktogramm Kühlfall mit Sole-Wärmepumpe

5.10 Multifunktionale Deckensegel

Multifunktionalität

Die eingesetzte Klimaleuchte vereint Heizen, Kühlen, Licht und Akustik in einem einzigen, deckenmontierten Bauteil. Dies spart Platz und Installationsaufwand – besonders vorteilhaft in der Bestandssanierung. Da keine zusätzlichen Heizkörper oder abgehängte Kühlsysteme notwendig sind, bleibt der Raum flexibel nutzbar. Durch die ganzheitliche Integration der Funktionen wird nicht nur der gestalterische Anspruch erfüllt, sondern auch das Wohlbefinden und die Produktivität der Nutzer gesteigert.

Heizen/Kühlen

Die Klimaleuchte nutzt die Vorteile von Deckenstrahlungsheizung und -kühlung: Es entsteht ein behagliches Raumklima ohne Zugluft oder Staubaufwirbelung. Die Decke bleibt weitgehend frei, was eine gleichmäßige Temperaturverteilung unterstützt. Durch die offene Anordnung der Segel kann die thermische Speichermasse der Betondecke aktiviert werden – ein entscheidender Vorteil zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung und zur Energieeinsparung.

Licht

Die ausgewählten Deckensegel verfügen über eine integrierte Direktbeleuchtung, jedoch nicht über eine flächige Hinterleuchtung. Um eine gleichmäßige und atmosphärische Ausleuchtung zu erreichen, wird zusätzlich eine hinterleuchtete Lösung vorgesehen. Ergänzend werden an den Arbeitsplätzen individuell einstellbare Steh- oder Tischleuchten eingesetzt, die eine bedarfsgerechte Lichtanpassung ermöglichen. Das Beleuchtungskonzept stellt sicher, dass die normativen Anforderungen – wie eine Beleuchtungsstärke von 500 Lux gemäß DIN EN 12464-1 und ASR – eingehalten werden. Gleichzeitig trägt es zur Schaffung einer angenehmen Lichtatmosphäre bei, die Komfort, visuelle Ergonomie und Produktivität fördert.

Akustik

Die Segeloberflächen sind akustisch wirksam und verbessern die Raumakustik durch Schallabsorption. In offenen oder kombinierten Büroberei-chen ist eine gute Raumakustik essenziell für konzentriertes Arbeiten, Kommunikation und das allgemeine Wohlbefinden. Die Reduktion von Nachhallzeiten trägt zur Stressreduktion bei und unterstützt eine produktive Arbeitsumgebung.

Quellen und Bildquelle:
- https://www.interpanel.com/produkt/klimaleuchte/(zuletzt aufgerufen am 30.05.2025)

5.11 Lüftungskonzept

Die Entscheidung für ein dezentrales Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung basiert auf einer Vielzahl funktionaler und wirtschaftlicher Vorteile. Besonders im Bestandsbau ermöglicht es eine einfache und flexible Nachrüstung, da keine aufwendige Leitungsführung oder zentrale Technikräume erforderlich sind. Die Geräte werden raumweise installiert und können individuell gesteuert werden, wodurch eine bedarfsorientierte Belüftung und hohe Nutzerzufriedenheit erreicht wird.

Dank integrierter Wärmerückgewinnung ist die dezentrale Lösung energieeffizient, reduziert Heizkosten und trägt zur Einhaltung energetischer Standards bei. Gleichzeitig ist sie kostengünstiger in der Anschaffung und Installation als zentrale Systeme, insbesondere bei kleineren oder strukturell komplexen Gebäuden. Die wartungsfreundliche Zugänglichkeit der einzelnen Geräte erleichtert zudem den Betrieb im Alltag.

Lüftung im UG

Im Untergeschoss wurde zunächst ein fensterintegriertes, dezentrales Lüftungssystem mit Zu- und Abluft sowie Wärmerückgewinnung in Erwägung gezogen. Diese Lösung überzeugte durch die einfache Montage im Rahmen der Fenstersanierung sowie die unauffällige Integration, da kein sichtbares Innenraumgerät erforderlich wäre. Letztlich wurde diese Variante jedoch verworfen, da die maximale Wärmerückgewinnung bei etwa 80%[1] liegt und somit hinter anderen Systemen zurückbleibt.

Stattdessen fiel die Entscheidung auf raumweise installierte dezentrale Lüftungsgeräte zur Deckenmontage, die eine Wärmerückgewinnung von über 90% ermöglichen. Diese Lösung eignet sich im UG besonders gut, da jeder Raum über Außenwandflächen verfügt, an denen die Geräte effizient platziert werden können. So wird eine energieeffiziente, komfortable und zonengerechte Belüftung erreicht, ohne dass aufwendige Leitungsführungen notwendig sind.

Geräteauswahl

Um das optimale Lüftungsgerät für die Einzelräume zu finden wurden verschiedene Geräte bzgl. Größe, möglicher Lüftvolumenstrom und wärmerückgewinnungsgrad miteinander verglichen. Die Entscheidung fiel auf das Gerät KL170-XV von KL Lufttechnik.

Gerätenamen	KL170-XV
Hersteller	KL Lufttechnik
Wärmetauscher	Gegenstrom
Volumenstrom	40 m³/h bis **162 m³/h**
Wärmerückgewinnung	**91 %**
HxBxT	883 x 500 x 260 mm
Gewicht	11 kg
SFP Wert	0,25 Wh/m³
Ventilatoren	EC-Radialventilatoren
Filter	G4 Abluft- und F7 Zuluftfilter

EG/OG: Räume um das Atrium

In den Obergeschossen sind die Nutzräume ringförmig um das Atrium angeordnet. Hier werden die dezentralen Lüftungsgeräte unauffällig in die Fassadenstruktur integriert, genauer gesagt in die opaken Paneele der Pfosten-Riegel-Fassade. Vorbild für diese Lösung war die i-modul Fassade[2] die von den Architekten GATERMANN+ SCHOSSIG in Zusammenarbeit mit den Firmen Schüco und Trox für das Capricornhaus Düsseldorf entwickelt wurde.

Im Erdgeschoss befinden sich die Geräte unter einer Sitzbank in der Fassadenbrüstung, während sie im Obergeschoss auf Deckenniveau angebracht sind. Pro Stützenraster ist ein Gerät vorgesehen, was in etwa der ursprünglichen Raumaufteilung im Bestand entspricht. Selbst in Bereichen mit geöffnetem Grundriss wird an diesem Rastermaß festgehalten, um eine zukünftige Flexibilität der Raumnutzung zu ermöglichen – etwa bei einer Rückkehr zu kleineren Büroeinheiten.

Atrium

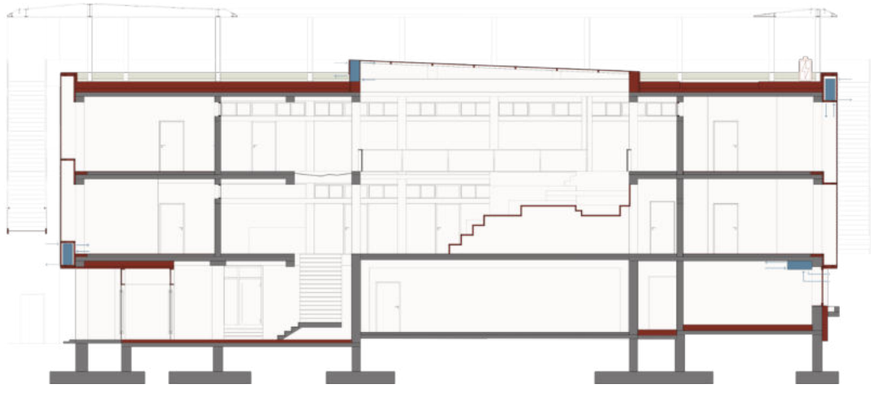
Auch das Atrium wird dezentral belüftet: Die Lüftungsgeräte sind in die umlaufende Aufkantung des Glasdachs integriert. Sie übernehmen nicht nur die Frischluftversorgung des Atriums, sondern liefern auch die Zuluft für die angrenzenden WC-Bereiche. Dort wird ausschließlich Abluft über die Fassade abgeführt, um Geruchseintrag in das zentrale Atrium zu vermeiden.

Quellen:

[1] Prospekt Schüco VentoTherm Twist - https://www.schueco.com/de/architekten/produkte/lueftungssysteme/²lueftung/ventotherm-twist (zuletzt aufgerufen am 30.05.2025)

[2] https://www.supergelb-architekten.de/projekt/i-modul-fassade (zuletzt aufgerufen am 30.05.2025)

[3] https://www.kl-lufttechnik.at/KL170-XV/Datenblatt_KL170XV_022023.pdf (zuletzt aufgerufen am 30.05.2025)



Piktogramm dezentrale Lüftung

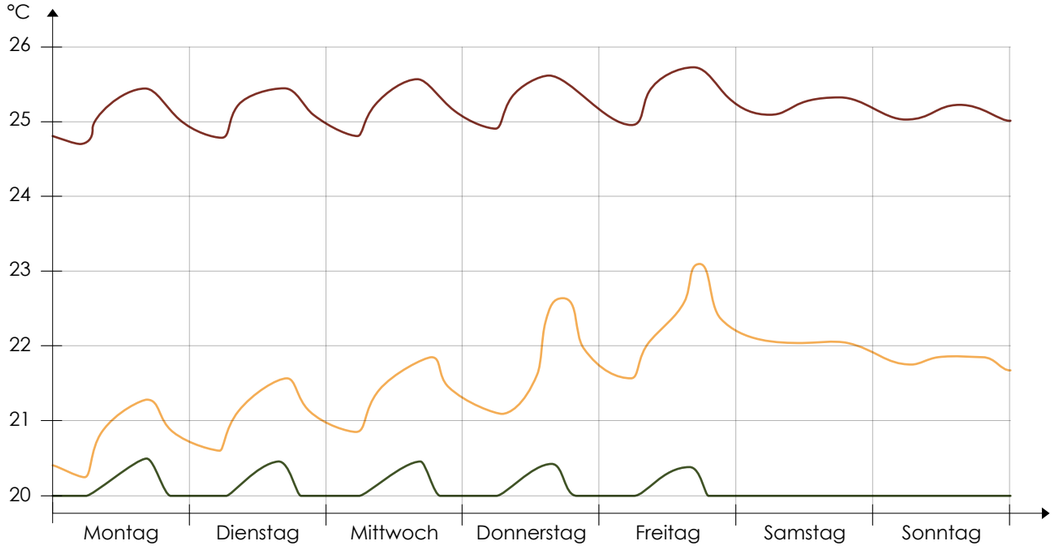
5.12 Behaglichkeit

Innenraumtemperatur

Die thermischen Bedingungen in den Büroräumen wurden anhand einer dynamischen Gebäudesimulation mit IDA ICE überprüft. Grundlage war eine exemplarische Bürozone im Erdgeschoss, deren Temperaturverlauf über jeweils eine charakteristische Winter-, Übergangs- und Sommerwoche hinweg ausgewertet wurde.

Über den Tagesverlauf zeigt sich eine ausgeprägte Dynamik in den Raumtemperaturen: Während der Nutzungszeiten steigen die Werte infolge interner Wärmelasten durch Personen und Technik an. In allen untersuchten Wochen verbleiben die Temperaturen dennoch durchgehend im geforderten Komfort-bereich von 20 bis 26 °C (vgl. Kap. 5.1).

Die Ergebnisse bestätigen die ausreichende Dimensionierung von Heiz- und Kühlleistung. Auch der Sonnenschutz über schaltbares Glas zeigt seine Wirkung – in der Sommerwoche werden Temperaturspitzen wirkungsvoll reduziert, ohne dass es zu Überhitzung kommt. Das Zusammenspiel aus haustechnischer Ausstattung und baulichen Maßnahmen gewährleistet ganzjährig stabile thermische Verhältnisse bei gleichzeitig minimalem Energieeinsatz.



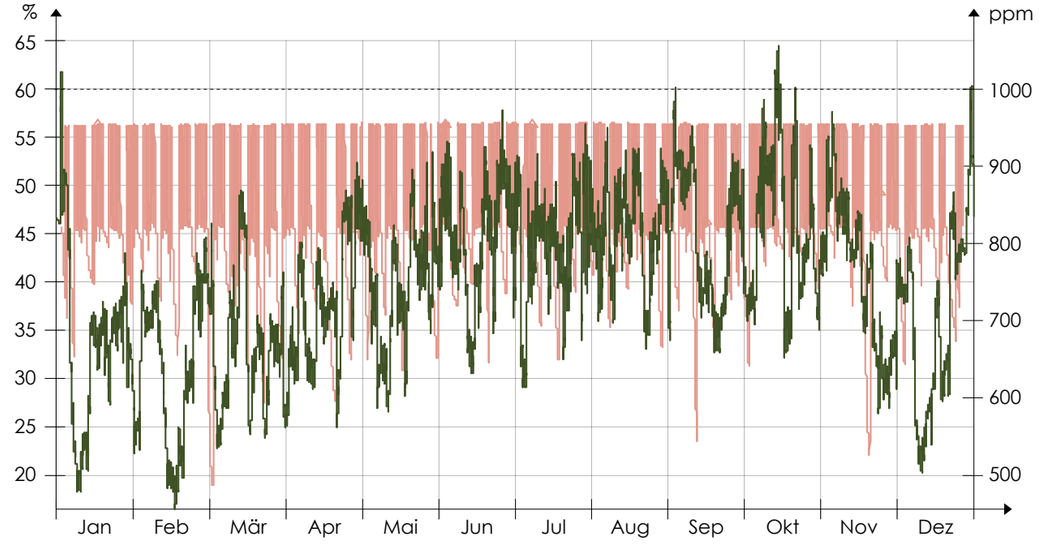
Innenraumtemperaturen im Ergeschoss-Büro im Sommer, Frühling und Winter [°C]

Luftqualität: Luftfeuchtigkeit und CO_2-Konzentration

Die Qualität der Innenraumluft wurde im Rahmen der Simulation anhand der relativen Luftfeuchtigkeit und der CO_2-Konzentration bewertet. Beide Parameter bleiben durchgängig im zulässigen Bereich. Die **relative Luftfeuchtigkeit** liegt konstant innerhalb der geforderten Spanne von 20 bis 65 %. Saisonale Schwankungen sind erkennbar: In den Wintermonaten sinken die Werte tendenziell ab, während im Sommer eine erhöhte Feuchtigkeit messbar ist – beides entspricht dem zu erwartenden Verhalten.

Auch hinsichtlich der **CO_2-Konzentration** werden die Anforderungen erfüllt. Der Schwellenwert von 1000 ppm wird zu keiner Zeit überschritten. Grundlage hierfür ist die bedarfsgeführte Regelung der Lüftungsanlage: Sensoren erfassen die Luftqualität in Echtzeit und passen die Frischluftzufuhr automatisch an die tatsächliche Belegung an.

Dieses System gewährleistet eine dauerhaft gute Luftqualität bei gleichzeitig effizientem Energieeinsatz.

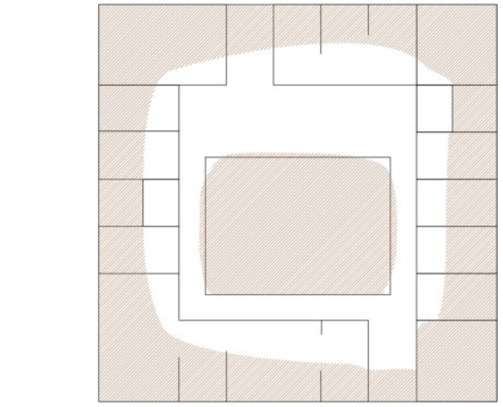


Tageslichtversorgung

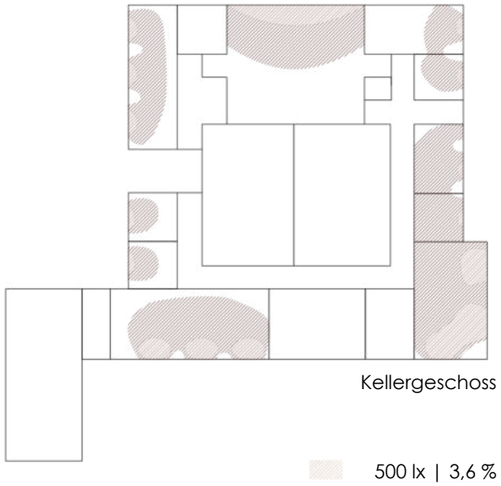
Die Versorgung mit natürlichem Licht wurde anhand des Tageslichtquotienten in IDA ICE simuliert und ausgewertet.

In den Bürobereichen des **Obergeschosses** liegt der Wert flächendeckend oberhalb des relevanten Grenzwerts von 3,6 %, was einer Beleuchtungsstärke von rund 500 lx entspricht. Damit wird die Anforderung an dauerhafte Arbeitsplätze klar erfüllt. Die Arbeitsplätze im Atrium profitieren von der großzügigen Öffnung der Dachfläche.

Im **Untergeschoss**, in der Kindertagesstätte beherbergt, fällt die Tageslichtversorgung weniger günstig aus. Grund hierfür ist die bauliche Auskragung des Erweiterungsbaus, die zu einer höheren Verschattung führt. Dennoch erreichen die Aufenthalts- und Gruppenräume überwiegend Tageslichtquotienten von mindestens 0,8 %, was der Anforderung für eine Grundbeleuchtung mit 100 lx entspricht. Einzelne Zonen überschreiten zudem die Marke von 2,1 % (300 lx), wodurch auch hier eine angemessene Belichtung für den vorgesehenen Nutzungszweck sichergestellt ist. Um das vorhandene Tageslicht bestmöglich zu nutzen, wird bei der Innenraumgestaltung auf helle Oberflächen und eine reflexionsfreundliche Materialwahl geachtet.



Obergeschoss



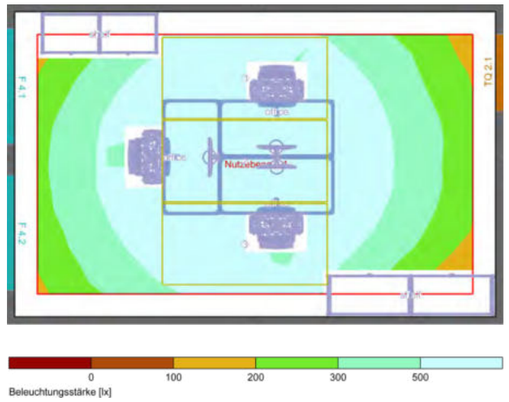
Kellergeschoss

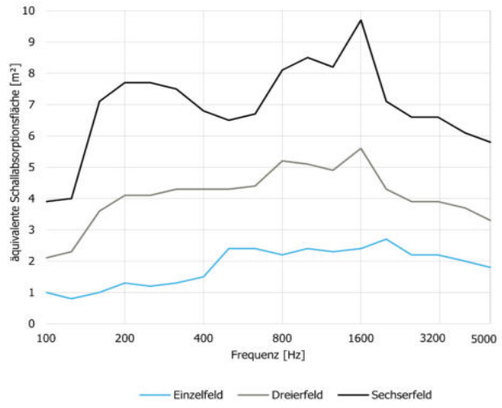
500 lx | 3,6 %

300 lx | 2,1 %

100 lx | 0,8 %

Beleuchtung und Akustik





In den Bürogeschossen kommen multifunktionale Heiz- und Kühlsegel zum Einsatz, die neben der thermischen auch die akustische und visuelle Qualität der Räume verbessern. Die sogenannten Klimaleuchten vereinen Kühl- bzw. Heizfunktion, integrierte Beleuchtung und Schallschutz in einem Bauteil.

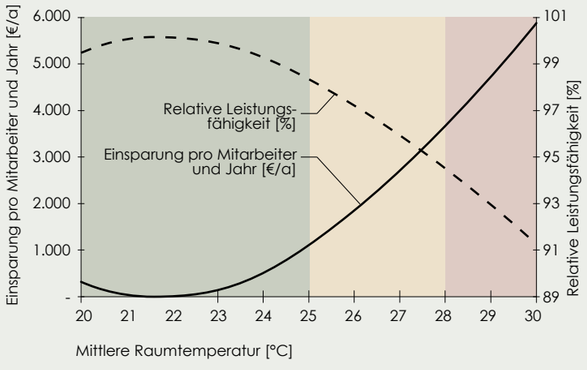
Eine einzelne Leuchte erfüllt die Anforderungen der ASR hinsichtlich der Beleuchtungsstärke und kann bis zu fünf Arbeitsplätze normgerecht mit 500 lx ausleuchten.

Gleichzeitig tragen die Elemente zur akustischen Optimierung bei: Der in die Segel integrierte Schallschutz reduziert störende Reflexionen und verbessert die Sprachverständlichkeit.

Quelle:
https://www.interpanel.com/produkt/klimaleuchte/

Thermische Behaglichkeit und Produktivität

Ein angenehmes Raumklima wirkt sich nicht nur positiv auf das Wohlbefinden aus, sondern auch auf die Leistungsfähigkeit der Mitarbeitenden.



5.13 Energiebilanzierung

Bestand: Validierung der Simulation

Für die energetische Bewertung wurde das Bestandsgebäude zunächst in IDA ICE modelliert. Mit der dynamischen Gebäudesimulation können die Energiebedarfswerte detailliert ermittelt werden. Parallel dazu erfolgte eine statische Berechnung nach dem LEG-Verfahren, um die Ergebnisse mit einem etablierten Verfahren zu validieren.

Methode	Heizenergie [kWh/m²a]
LEG	119,2
IDA ICE	109,5

Der Vergleich der beiden Methoden zeigt eine Abweichung von lediglich 11%, was die Plausibilität und Belastbarkeit des Simulationsmodells bestätigt. Auf dieser Grundlage wurde das Modell angepasst und bildet nun die energetische Ausgangsbasis für den weiterentwickelten Sanierungsfahrplan.

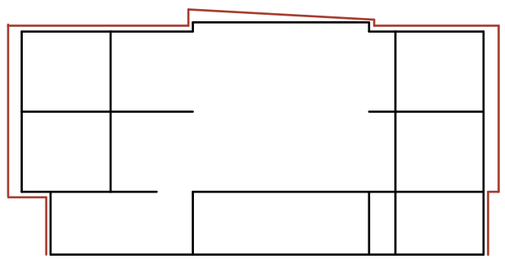
Die Sanierungsvarianten selbst wurden nicht erneut mit dem LEG-Verfahren geprüft, da dieses für hocheffiziente Gebäude nicht ausreichend differenziert und zu verfälschten Ergebnissen führen kann. Die weitere Bewertung erfolgte daher ausschließlich mit dem detaillierten dynamischen Simulationsmodell.

Thermische Hülle

Als erster Schritt des Sanierungsfahrplans ist die Sanierung der thermischen Hülle. Alle Bauteile werden nach Passivhaus-Standard saniert, das heisst, der U-Wert orientiert sich am Wert von 0,15 W/m²K. Die exakten Aufbauten und U-Werte sind im Bauteilkatalog (Anhang) dargestellt.

In der Fassade werden **schaltbare Gläser** für den Sonnenschutz geplant. Diese lassen sich in IDA ICE nicht so wie mit WIN SLT berechnet eingeben. Als Lösung werden normale Gläser mit den entsprechenen Kennwerten und einem zusätzlichen Sonnenschutz, der dem reduzierten g-Wert der Verglasung entspricht, simuliert.

Das semi transparente **Glasdach** mit PV Zellen wurde wie folgt simuliert: Die opake Fläche wird als Dach mit entsprechenen U-Wert eingegeben. Der transparente Anteil wird als einfache Fenster hinzugefügt.

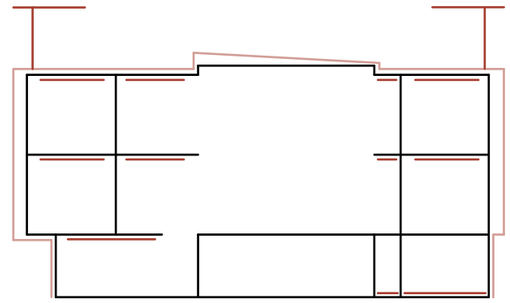


Gebäudetechnik

Im nächsten Schritt wird auch die Gebäudetchnik angepasst. Die Wärmepumpe heizt und kühlt das Gebäude. In der Bestandssimulation wird mit Nachtabsenkung bilanziert. Das führt zu sehr hohen Heizleistungen in den Morgenstunden. Die dafür ausgelegten Wärmeüberträger sind dann den restlichen Tag bei dem hoch effizienten Gebäude überdimensioniert. Die Soll Temperatur für Nachts wird auf 20 °C angepasst.

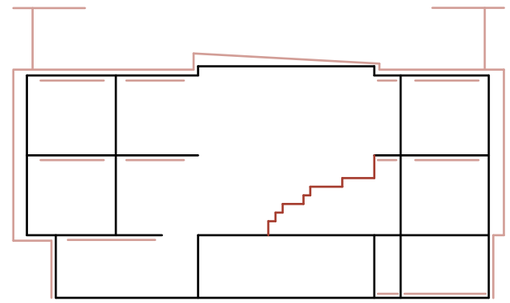
Zur Vereinfachung wird mit einem zentralen **Lüftungsgerät** gerechnet, welches den gleichen Wärmerückgewinnungsgrad, wie das ausgewählte dezentrale Element hat.

Die **Wärmeübergabe** erfolgt über Heiz- bzw. Kühldecken, die in den Büroräumen installiert sind. Im Kellergeschoss erfolgt die Übergabe über eine Fußbodenheizung. Sie werden mit einer Heizleistung von 20 W/m² ausgelegt.

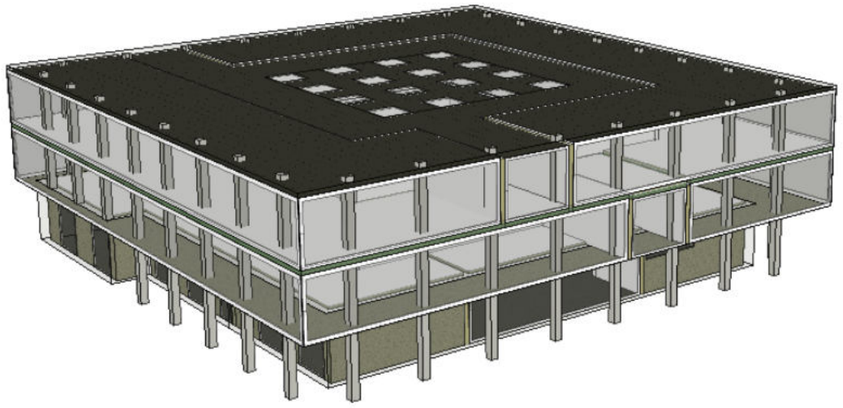


Interne Gewinne

Die internen Gewinne durch Geräte, Beleuchtung und Personen wird der Planung angepasst. Die Mitarbeitenden werden gleichmäßig auf das Gebäude verteilt. Zu den Betriebszeiten wird mit einer durchschnittlichen Belegung von 80 % gerechnet.



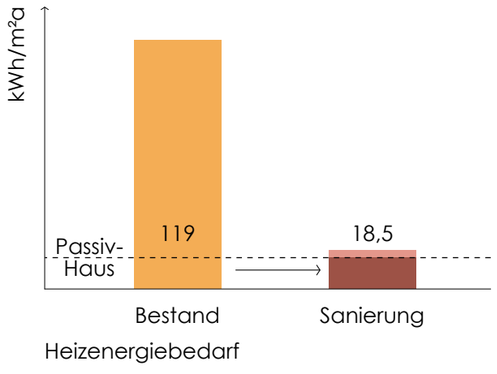
Ergebnis der Bilanzierung



Die energetische Sanierung führt zu einer Reduktion des Heizenergiebedarfs des Gebäudes um rund 84,5 %.

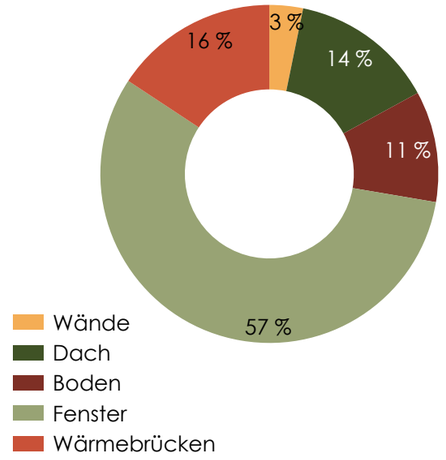
Dieses Ergebnis zeigt, dass das Gebäude durch die Sanierung nahe an den Passivhausstandard herangeführt werden konnte. Der Passivhausstandard liegt in der Regel bei einem Heizwärmebedarf von maximal 15 kWh/m²a.

Aufgrund der sehr großen Fensterflächen, konnte dieser Grenz-wert nicht vollständig erreicht werden. Dennoch zeigt die Bilanz, dass durch eine hochwertige Gebäudehülle, moderne Anlagentechnik und ein abgestimmtes Gesamtkonzept ein sehr hoher energetischer Standard erzielt wurde – mit nur geringen Einbußen bei der architektonischen Qualität oder der Tageslichtversorgung.

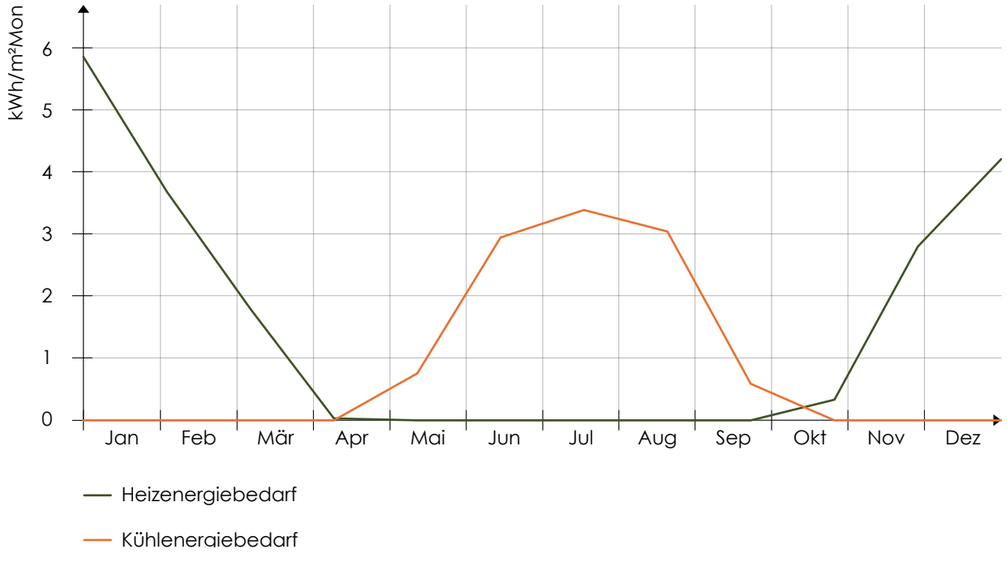


Beim Vergleich der Transmissionswärmeverluste zeigt sich, dass die Fenster mit 57 % den größten Anteil ausmachen – was aufgrund der großzügigen Verglasung und des Atriums zu erwarten war. Trotz effizienter 3-fach-Verglasung bleiben die Verluste bei den großen Fensterflächen überdurchschnittlich.

Die Monatsbilanzen für Heiz- und Kühlenergie sowie der Gesamtstromverbrauch zeigen, dass alle Energieströme – Heizen, Kühlen, Lüften und Nutzerstrom – rein elektrisch abgedeckt werden. Die Versorgung erfolgt vollständig über eine Wärmepumpe, ergänzt durch Photovoltaik. Weitere Details zur Stromerzeugung, Nutzung und Speicherung folgen in den nächsten Kapiteln.



Nutzung	Strombedarf [kWh/a]	[kWh/m²a]
Kunstlicht	2.398	1,1
Geräte	12.028	5,3
Kühlen	8.019	3,2
Lüftung	236	0,1
Heizen	41.800	18,5
Strom gesamt	**65.482**	**29,0**

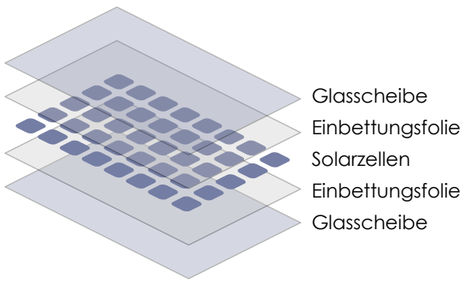


5.14 Integration transparenter PV im Glasdach des Atriums

Im Rahmen der energetischen und architektonischen Aufwertung des Gebäudes soll das Glasdach des zentralen Atriums nicht nur für die Tageslichtversorgung genutzt werden, sondern zugleich auch zur Stromerzeugung beitragen. Hierzu ist die Integration transparenter Photovoltaikmodule vorgesehen, die Lichtdurchlässigkeit und Energiegewinnung in einem Bauteil vereinen.

Aufbau und Funktionsweise

Transparente Solarmodule bestehen in der Regel aus einem Glas-Glas-Verbund, in den Photovoltaikzellen laminiert sind. Die Module lassen Tageslicht durch definierte Zwischenräume zwischen den Zellen oder durch semitransparente Zellmaterialien hindurch. Die Lichtdurchlässigkeit kann je nach Zelltyp und Anordnung angepasst werden, sodass sowohl der gewünschte Helligkeitsgrad als auch eine gewisse Verschattung realisiert werden können.



Aufbau transparenter Glas-Glas-Solarmodule (eigne Darstellung)

Arten transparenter PV-Module

Je nach technologischem Aufbau lassen sich folgende Varianten unterscheiden:

- **Teiltransparente Siliziummodule**
  Klassische Zellen mit Abstand verlegt – besonders langlebig und effizient.
- **Dünnschichtmodule**
  Dünn aufgetragenes Zellmaterial – geringer Wirkungsgrad, aber hohe Gestaltungsfreiheit.
- **Organische PV (OPV)**
  Leichte, flexible Module mit semitransparenter Oberfläche – derzeit noch in Entwicklung.

Es gibt zwei Ausführungsvarianten der teiltransparenten Siliziummodule:

- **Glas-Glas-Module**
  - Aufbau: Glasschicht auf Vorder- und Rückseite
  - besonders robust, langlebig und witterungsbeständig
  - Geeignet v. a. für anspruchsvolle Anwendungen wie Überkopfverglasungen, Fassaden oder integrierte PV-Lösungen
- **Glas-Folie-Module**
  - Aufbau: Glasscheibe vorne und Kunststofffolie hinten.
  - leichter und günstiger
  - empfindlicher gegenüber Feuchtigkeit und mechanischem Stress → geringere Lebensdauer

Gewählt werden teiltransparente Glas-Glas-Siliziummodule für das Glasdach.

Vorteile im Einsatz für das Atrium

Die Integration transparenter Photovoltaikmodule in das Glasdach des Atriums bietet verschiedene funktionale und gestalterische Potenziale:

- **Doppelte Funktionalität**
  Mehrfachnutzung der Dachfläche für Tageslichteinfall und Stromproduktion
- **Nachhaltiger Energiebeitrag**
  Nutzung der ohnehin vorhandenen Dachfläche zur Eigenstromversorgung
- **Reduzierte Wärmeeinstrahlung**
  Die Teilverschattung durch die Zellen kann die thermische Belastung im Sommer reduzieren und damit den Klimakomfort verbessern
- **Gefiltertes Lichtspiel**
  Je nach Zellraster entsteht ein wechselndes Schattenspiel, das den Raum strukturiert und visuell aufwertet
- **Gestalterischer Potential**
  Die sichtbare Zellstruktur bietet eine architektonische Gestaltungsmöglichkeit, die sich bewusst vom homogenen Glasdach abhebt und einen technischen, modernen Charakter vermittelt

Einschränkungen und Planungsaspekte

Transparente PV-Module weisen gegenüber herkömmlichen, opaken PV-Modulen einen **etwas geringeren Wirkungsgrad** auf (ca. 10–15% statt 18–22%). Zudem sind die Herstellungs- und Einbaukosten höher, da neben der elektrischen auch die bauphysikalische Funktion (z. B. Tragfähigkeit, Entwässerung, Witterungsschutz) gewährleistet sein muss. Wichtig ist außerdem eine **genaue Abstimmung der Lichtdurchlässigkeit**, damit der gewünschte Tageslichteffekt nicht zu stark reduziert wird.

Bildquelle:https://solar-constructions.com/wordpress/transparente-solarmodule/ (zuletzt aufgerufen am 17.05.2025)

Quellen:
- https://senec.com/de/magazin/transparente-solarmodule#definition (zuletzt aufgerufen am 17.05.2025)
- https://www.energie-experten.org/erneuerbare-energien/photovoltaik/solarmodule/transparente-solarmodule (zuletzt aufgerufen am 17.05.2025)
- https://www.solarenergie.de/solarmodule/arten/gebaeudeintegrierte-photovoltaik/transparente-solarmodule (zuletzt aufgerufen am 17.05.2025)
- https://www.solarenergie.de/solarmodule/arten/glas-folie-solarmodule (zuletzt aufgerufen am 17.05.2025)

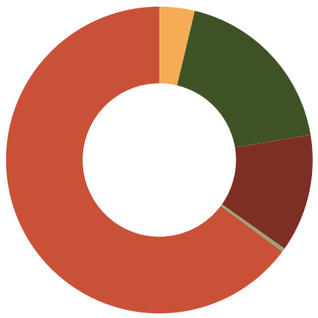
5.15 Abschätzung Stromerzeugung

Strombedarf

Die Ermittlung des elektrischen Energiebedarfs erfolgte auf Basis einer dynamischen Simulation mit IDA ICE. Dabei wurden alle relevanten Einflussfaktoren berücksichtigt – von den eingesetzten Baukonstruktionen über die Gebäudetechnik bis hin zu Nutzerverhalten und klimatischen Randbedingungen.

Da das gesamte Gebäude über eine Wärmepumpe konditioniert wird, erfolgt die Deckung des Heiz- und Kühlbedarfs vollständig elektrisch. Mit einem Anteil von rund 64% stellt das Heizen den größten Einzelposten im Stromverbrauch dar. Die weiteren Stromanteile entfallen auf Lüftung, Beleuchtung und weitere technische Verbraucher.

Nutzung	Strombedarf [kWh/a]	[kWh/m²a]
Kunstlicht	2.398	1,1
Geräte	12.028	5,3
Kühlen	8.019	3,2
Lüftung	236	0,1
Heizen	41.800	18,5
Strom gesamt	**65.482**	**29,0**



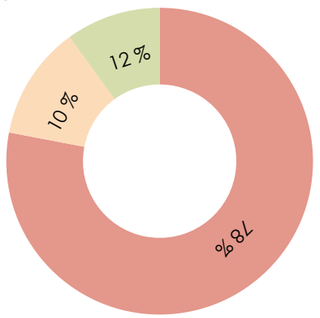
Anteile am Strombedarf

Stromerzeugung: Photovoltaik

Zur Eigenstromversorgung wird am Gebäude ein differenziertes Photovoltaikkonzept umgesetzt. Dabei werden unterschiedliche Bauteilflächen gezielt genutzt, um architektonische und energetische Qualitäten zu verbinden.

Auf der Dachterrasse sind flächig Glas-Glas-Module in die Überdachung integriert. Die Module folgen der Form der Dachkonstruktion mit unterschiedlichen, überwiegend flachen Neigungen. Diese Lösung ermöglicht eine hohe Energieausbeute bei gleichzeitiger Nutzung einer Fläche, die andernfalls ungenutzt geblieben wäre.

Auch im Bereich des verglasten Atriums wird Photovoltaik funktional eingebunden. Rund 70% der Glasfläche sind mit integrierten PV-Zellen versehen, wodurch ein effektiver Sonnenschutz erreicht und eine potenzielle sommerliche Überhitzung reduziert wird. Die Verschattung ist somit nicht nur passiv wirksam, sondern erzeugt aktiv Strom.

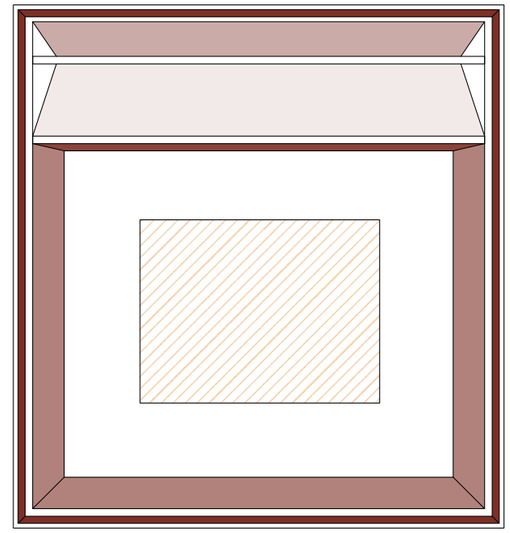


Nutzung	Ertrag [kWh/a]
Dach	66.153
Fassade	10.187
Glasdach	8.942
Strom gesamt	**85.284**

Anteile an der Stromerzeugung

Zusätzlich werden an der Fassade opake Flächen mit gefärbten PV-Modulen bestückt. Diese Elemente erfüllen sowohl gestalterische als auch energetische Funktionen und tragen zur Gesamtbilanz bei.

Aufgrund der komplexen Geometrie mit vielfältigen Neigungen und Orientierungen wurden die Erträge nicht pauschal berechnet, sondern einzeln simuliert und anschließend manuell bilanziert. Die differenzierte Erfassung erfolgte in Excel und gewährleistet eine realistische Einschätzung der Stromerträge für jede einzelne PV-Fläche.



Dachaufsicht mit PV-Flächen und Neigungen

25,5 ° 24,9 ° 6,0 ° 5,3 ° 2,6 ° Glasdach

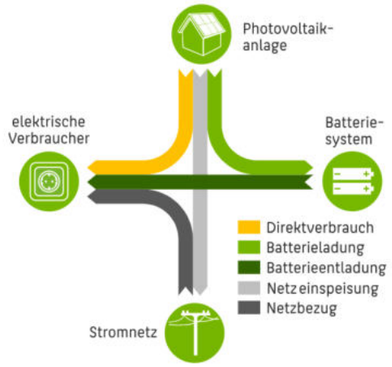
	Neigung	Orientierung				Fläche [m²], jeweils	η*
		Nord	Ost	Süd	West		
Dach	25,5 °	x	x	x	x	18	0,16
	24,9 °			x		16	
	6,0 °	x	x		x	57	
	5,3 °	x				64	
	2,6 °			x		126	
Fassade	90 °		x	x	x	27	
Glasdach	2,6 °			x		119	0,10

Übersicht der PV-Flächen mit Orientierung und Neigung
* Gesamtwirkungsgrad der Anlage

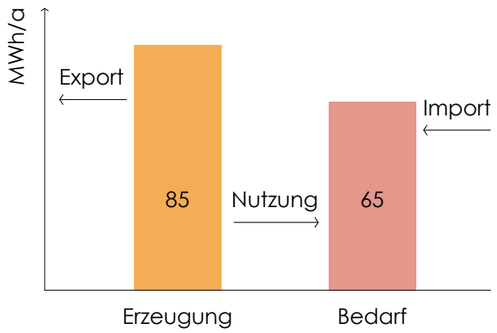
Strombilanz

Die jährliche Stromerzeugung durch die Photovoltaikanlagen übersteigt den elektrischen Energiebedarf des Gebäudes. Da Erzeugung und Bedarf zeitlich auseinanderfallen – mit Überschüssen im Sommer und höheren Verbräuchen im Winter – kann ein Teil der Energie nicht direkt genutzt werden.

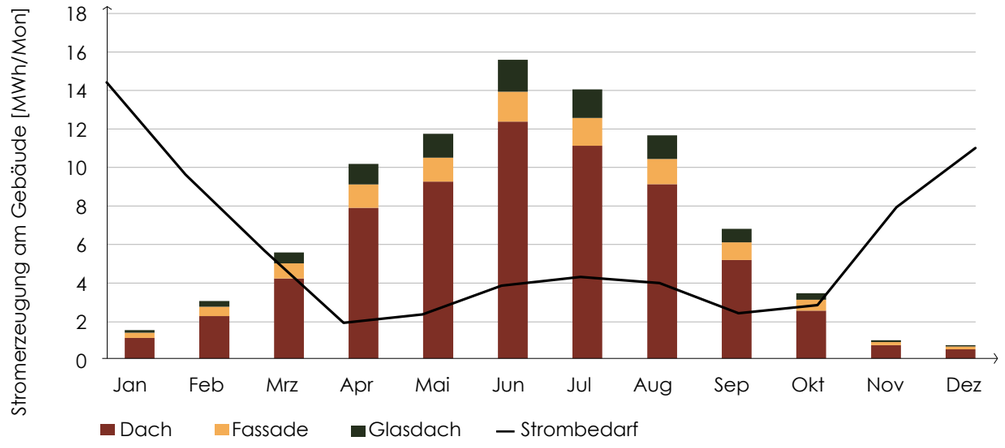
Daraus ergibt sich die Notwendigkeit eines Stromspeichers, der es ermöglicht, überschüssige Energie zwischenzulagern und zeitversetzt bereitzustellen. So wird eine zeitliche Entkopplung von Erzeugung und Nutzung erreicht – ein entscheidender Schritt hin zu einer ganzjährig optimierten Eigenstromversorgung und höherer Unabhängigkeit vom Netzbezug.

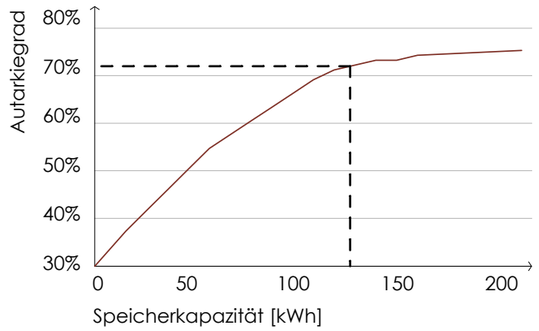


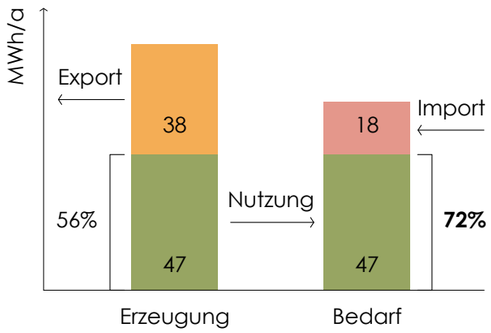
https://solar.htw-berlin.de/rechner/unabhaengigkeitsrechner/



Strom-Jahresbilanz







Strom-Jahresbilanz mit 130 kWh Speicher

72 %

Autarkiegrad

Quellen:
[1]https://solar.htw-berlin.de/rechner/unabhaengigkeitsrechner/ (zuletzt aufgerufen am 19.06.2025)
[2] https://shopcdnpro.grainajz.com/category/2639/1828/1cae0d1097d28b910e6f99226ea36f69/GSL%20AIO%20BESS%20MOBILE%20solar%20home%20system%20GSL-BESS-50K80%2C100%2C120%2C130.pdf (zuletzt aufgerufen am 19.06.2025)

Stromspeicher

Um den Eigenverbrauchsanteil der erzeugten PV-Energie zu erhöhen, wurde die Integration eines Stromspeichers untersucht. Mithilfe des Unabhängigkeitsrechners der HTW Berlin erfolgte ein Vergleich verschiedener Speichergrößen hinsichtlich ihres Einflusses auf Autarkiegrad und Eigenverbrauch. Dabei zeigte sich, dass insbesondere bei kleineren Speichern eine deutliche Steigerung der Effizienz durch Aufstockung möglich ist. Ab einer Kapazität von etwa 130 kWh verläuft die Kurve jedoch zunehmend flach – ein größerer Speicher würde nur noch geringe Mehrwerte bei deutlich höheren Investitionskosten bieten.[1]

Zur Optimierung des Verhältnisses zwischen Investition und energetischem Nutzen wurde ein Speicher mit 130 kWh gewählt. Dieses Modell ermöglicht die Nutzung von rund 56 % der erzeugten PV-Energie direkt im Gebäude. Der berechnete Autarkiegrad liegt damit bei 72 % des gesamten Strombedarfs.

Mit erwartbaren Abmessungen von etwa 1400 × 1100 × 1650 mm (B×T×H) lässt sich der Speicher gut in die Haustechnikfläche integrieren[2]. Er leistet einen wesentlichen Beitrag zur Versorgungssicherheit, erhöht die Unabhängigkeit vom Stromnetz und verbessert die Wirtschaftlichkeit der gesamten PV-Anlage.

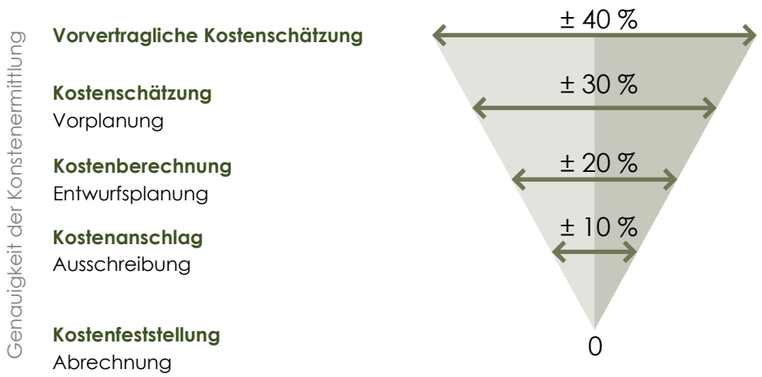
5.16 Kostenschätzung

Im Rahmen dieser Studienarbeit wurde eine orientierende **Kostenschätzung** für die Sanierung eines Bestandsgebäudes vorgenommen. Die Kosten wurden auf Grundlage der **Kostengruppen 300 und 400 der DIN 276** strukturiert, wobei keine vollständige Vorplanung im Sinne der Leistungsphase 2 (Vorplanung) nach HOAI vorliegt. Vielmehr orientiert sich die Kostenermittlung methodisch an der DIN 276, um eine nachvollziehbare und vergleichbare Gliederung der Investitionskosten zu ermöglichen.

Die Kostenberechnung erfolgte mithilfe des digitalen Tools DBD-BIM, welches eine modellbasierte Zuordnung von Bauteilen zu Kostenelementen erlaubt. Dabei wurde mit typischen Konstruktions- und Ausführungsstandards gearbeitet, die dem angenommenen Sanierungskonzept entsprechen. Eine detaillierte Mengenermittlung oder belastbare Ausschreibungsplanung war nicht Teil des Bearbeitungsumfangs.

In Bezug auf den Detaillierungsgrad entspricht die Schätzung formal der Stufe einer Kostenschätzung, wie sie in der DIN 276 beschrieben ist. Daher ist eine **Kostenunsicherheit von ±30%** als angemessen anzunehmen. Diese Unsicherheit ist insbesondere bei Bestandsprojekten zu berücksichtigen, da vorhandene Bauteile, deren Zustand oder Schadstoffbelastung nur eingeschränkt bekannt sind.

Die ermittelten Werte stellen ausschließlich bauwerksbezogene Investitionskosten dar. Eine gesonderte Erfassung der Kostengruppe 700 (Baune-benkosten) – etwa für Planungs-, Genehmigungs- oder Gutachterleistungen – wurde nicht vorgenommen und ist folglich nicht Bestandteil der hier dargestellten Gesamtkosten.



Quellen:
- https://www.bauprofessor.de/kostenschaetzung-nach-din-276/ (zuletzt aufgerufen am 12.06.2025)
- https://de.wikipedia.org/wiki/Kostenberechnung (zuletzt aufgerufen am 12.06.2025)

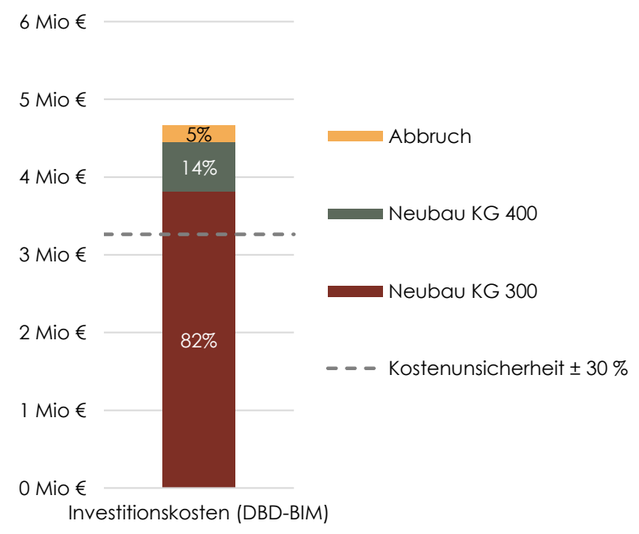
5.17 Investitionskosten

Die vorliegende Kostenberechnung der Investitionskosten wurde mithilfe des **DBD-BIM Plug-ins in Autodesk Revit** durchgeführt. Grundlage war ein modellbasiertes Vorgehen, bei dem die Bauteile gemäß dem Planungsstand mit aktuellen Baupreisdaten verknüpft wurden. Als **Preisregion** wurde **Dillingen an der Donau (Landkreis), Stand Mai 2025** ausgewählt, Baustellenallgemeinkosten wurden mit berücksichtigt.

Die Abrissmengen bestehender Konstruktionen wurden dabei näherungsweise über die Flächendifferenz der Bauteile vor und nach der Sanierung bestimmt. Für die detaillierte Eingabewerte wurden, soweit erforderlich, zusätzliche Informationen mithilfe von ChatGPT ergänzt. Wo konkrete Planungsangaben noch fehlten, erfolgte eine sinnvolle Annahme auf Basis technischer Standards und üblicher Baupraxis.

Diese Methode ermöglicht eine belastbare und nachvollziehbare Kostenschätzung im Rahmen der frühen Leistungsphasen.

Investitionskosten der Sanierung
4,66 Mio €
2.065 €/$m^2_{NGF_E}$



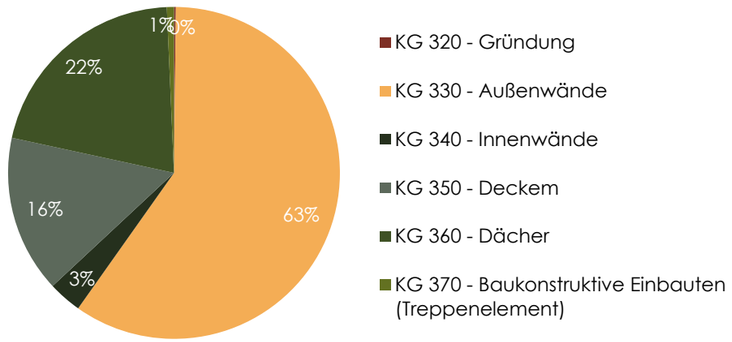
Pfosten-Riegel-Fassade EG/OG

Der Kostenanteil der Außenwände an den Gesamtkosten der KG 300 ist der höchste, da dort die neue Pfostenriegel-Fassade des EG oder OGs zugeordnet ist. Die Pfostenriegel-Fassade macht **55 % der Kosten der KG 300** aus, der Zuschlag für das **elektrochrome Glas macht insgesamt 16% davon aus**, ersetzt aber auch sonstige Verschattungsbauteile.

PV-Anlagen + Speicher

Die ***PV-Anlagen*** (Überdachung der Dachterrasse und Fassade) ***incl. Wechselricher und Speicher*** machen nur ***5 %*** der Gesamtinvestitionskosten des Neubaus (KG 300 + 400) aus. Den größten Anteil haben davon die PV-Module selbst, der Speicher alleine macht nur 2 % der 5 % aus

Kostenanteile an KG 300 Neubau



Anmerkungen zur Eingabe in DBD-BIM:

- **Vereinfachungen** getroffen, da da sie nur einen sehr geringen Kosteneinteil hätten
  - Keine Berücksichtigung von
    - Farbschichten
    - Kleine Bauteile, wie Fensterbänke, Türschwellen
    - Anteil Flachdachränder
    - Anteil Flachdachabläufe
    - Regenfallrohre
    - Untergrund reinigen (neue Bauteile werden meist auf Bestandsbauteilen, von denen Teile abgebrochen wurden errichtet, Annahme, dass nach dem Abbruch der Untergrund soweit sauber ist)
    - Anschlüsse Bauteile
    - Detailaufbauten (z.B. Attika)
    - Abdichtung der Kellerwände gegen aufsteigende Feuchte (Injektionsverfahren)
- **Schadstoffe**
  - Annahme, dass Bestandsbauteile nicht schadstoffbelastet sind zbd der Abfalll nicht gefährlich ist
- **Dachterrasse Belag**
  - Problem bei der Eingabe Splittschicht (= Bettung) unter dem Plattenbelag des begehbaren Dachs, da nur max 3 cm Dicke eingebbar ist
  - Lsg: Keine Eingabe der Dicke der Bettung, Splittschicht als eigene Schicht angegeben
- **Fußleisten**
  - Benötigte Länge abgeschätzt: Ermittelt über Verhältnis von Wandlänge (ohne Fassaden-fläche, mit Abminderungsfaktor 0,75, da die Zellen teils geöffnet wurden) und Raumfläche eines Zellenbüros
- **EPS** (Neopor® F 5 PRO)
  - Bemessungswert Wärmeleitfähigkeitdes herausgesuchten Produkts (0,32 W/mK) konnte nicht eingegeben werden,
  - Niedrigste Eingabemöglichkeit 0, 36 W/mK gewählt
- **Holzfaserdämmstoff** (STEICOflex 036)
  - Bemessungswert Wärmeleitfähigkeit des herausgesuchten Produkts (0,38 W/mK) konnte nicht eingegeben werden
  - Nähste Eingabemöglichkeit 0,39 W/mK gewählt
- **Wärmeleitschicht Fußbodenheizung** (CompactFloor PRO 12)
  - Faserzementplatte nicht auswählbar
  - Eingabe als Gipsfaserplatte
- **Glasaufbau Pfosten-Riegel-Fassade**
  - VSG Außenscheibe nich eingebbar wie geplant, keine SerentyGlas Folie
  - Eingabe als VSG aus FG mit einer Gesamtnenndicke 8 mm und 1,52 mm Folie

- **Vereinfachungen** getroffen, da da sie nur einen sehr geringen Kosteneinteil hätten
  - Keine Berücksichtigung von
    - Farbschichten
    - Kleine Bauteile, wie Fensterbänke, Türschwellen
    - Anteil Flachdachränder
    - Anteil Flachdachabläufe
    - Regenfallrohre
    - Untergrund reinigen (neue Bauteile werden meist auf Bestandsbauteilen, von denen Teile abgebrochen wurden errichtet, Annahme, dass nach dem Abbruch der Untergrund soweit sauber ist)
    - Anschlüsse Bauteile
    - Detailaufbauten (z.B. Attika)
    - Abdichtung der Kellerwände gegen aufsteigende Feuchte (Injektionsverfahren)

- **Schadstoffe**
  - Annahme, dass Bestandsbauteile nicht schadstoffbelastet sind zbd der Abfalll nicht gefährlich ist

- **Dachterrasse Belag**
  - Problem bei der Eingabe Splittschicht (= Bettung) unter dem Plattenbelag des begehbaren Dachs, da nur max 3 cm Dicke eingebbar ist
  - Lsg: Keine Eingabe der Dicke der Bettung, Splittschicht als eigene Schicht angegeben

- **Fußleisten**
  - Benötigte Länge abgeschätzt: Ermittelt über Verhältnis von Wandlänge (ohne Fassaden-fläche, mit Abminderungsfaktor 0,75, da die Zellen teils geöffnet wurden) und Raumfläche eines Zellenbüros

- **EPS** (Neopor® F 5 PRO)
  - Bemessungswert Wärmeleitfähigkeitdes herausgesuchten Produkts (0,32 W/mK) konnte nicht eingegeben werden,
  - Niedrigste Eingabemöglichkeit 0, 36 W/mK gewählt

- **Holzfaserdämmstoff** (STEICOflex 036)
  - Bemessungswert Wärmeleitfähigkeit des herausgesuchten Produkts (0,38 W/mK) konnte nicht eingegeben werden
  - Nähste Eingabemöglichkeit 0,39 W/mK gewählt

- **Wärmeleitschicht Fußbodenheizung** (CompactFloor PRO 12)
  - Faserzementplatte nicht auswählbar
  - Eingabe als Gipsfaserplatte

- **Glasaufbau Pfosten-Riegel-Fassade**
  - VSG Außenscheibe nich eingebbar wie geplant, keine SerentyGlas Folie
  - Eingabe als VSG aus FG mit einer Gesamtnenndicke 8 mm und 1,52 mm Folie

- **Opake Paneele Pfosten-Riegel-Fassade**
  - Geringsten, auswählbaren U-Wert 1 W/mK genommen

- **Bestandsfenster Fassade EG/OG (Abriss)**
  - Keine Eingabe von 6 -teiligem Fenster mit 4 Vertglasungsfüllungen und 2 opaken Füllungen eingebbar
  - Opakte Bereiche in Masseanteil Metalle berücksichtigt, Dämmung in Paneel fehlt jedoch

- **Bestandsglasfassaden (Abriss)**
  - Vereinfachte Eingabe der Bestandsglasfassaden/-wänden als Fenstertürelemente

- **Innentüren**
  - Bestandstüren sollen - wenn erforderlich - ausgebaut, versetzt und wiedereingebaut werden, weshalb nur die Lohnkosten für den Wiedereinbau angesetzt wurden.

- **Flüssigkunstoffabdichtung**
  - Abdichtung des Raums unter dem Atrium als Abdichtung von Dächern bepreist, da Abdichtungen von Innenräume kein Flüssigkunstoff auswählbar

- **342_Neu_Trennwand**
  - Wandaufbau konnte nicht so eingegeben werden wie geplant (Breite Ständer, Lehmschüttung)
  - möglichst ähnlicher Aufbau wurde gewählt

- **342_Neu_Trennwand_Fassade**
  - Gefachfüllung Lehmschüttung konnte nicht eingegeben werden
  - Eingabe als Holzfasern

- **Pfosten-Riegel-Fassaden**
  - Keine Berücksichtigung der Konsolen zur Befestigung
  - Nur eine Größe der Einzelverglasungen eingebbar → Anzahl Verglasungen so ausgewählt, dass die Glasfläche am besten stimmt

- **Erweiterung der Geschossdecke an der PR-Fassade**
  - Stahlbauteile der Konstruktion der „Kästen“ als Träger und Stützen eingegeben
  - Aufbauten der Verschalung der „Kisten“ soweit möglich als Wand und Decke eingegeben

- **Sanitäreinrichtungen**
  - Zur Vereinfachung wurde nicht zwischen barrierefreien Objekten und anderen unterschieden
  - Trennwände der Wcs wurden nicht berücksichtgt, da keine sinnvolle Eingabemöglichketi gefunden wurde

- **Aufzug**
  - Eingabe als „Aufzugsanlagen nach TGA-KO“, da bei der dateilliertern Eingabemöglichkeit als „Aufzüge“ kein Preis berechnet wurde

5.17 Gebäudebezogende Kosten im Lebenszyklus (BNB)

Die Bewertung der Lebenszykluskosten erfolgt **in Anlehung an das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB)** auf Grundlage des Steckbriefs BNB_BK 2.1.1 „Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus“. Es wurde der **Zielerfüllungsgrad** bestimmt.

Herstellungskosten

Der Kostenkennwert wird auf ein einheitliches **Referenzjahr** zurückgeführt, um eine vergleichbare Bewertung unterschiedlicher Projekte zu ermöglichen. Als Basisjahr dient hierfür das **4. Quartal 2014**.
Zur Rückrechnung werden die mithilfe von BDB-BIM berechneten Kosten mithilfe des Baupreisindex auf den Stand von 2014 umgerechnet. Als aktueller Baupreisindex wurde das I. Quartal 2025 verwendet, da kein neuerer Wert vorhanden war[1].
Bei der Bewertung nur die Neubaukosten berücksichtigt – Kostenanteile für **Rückbau werden nicht eingerechnet**.

Ersatzinvestitionen

Das BNB schreibt vor, dass die Kosten für die Ersatzinvestition nach Ablauf der rechnerischen / oder vom Hersteller bescheinigten Nutzungsdauer anzusetzen sind. Da im Rahmen des Studienprojekts die Planungstiefe und Bearbeitszeit begrenzt war, wurden zur Vereinfach-ung die die Höhe der Herstellkosten (KG 300 + 400) als Ersatzinvestitionskosten ange-nommen und ab dem 25 Jahr der Barwertberechnung gleichmäßig aufgeteilt.

Baunutzungsdauern

In den Lebenszykluskosten werden sowohl der Reinigungsaufwand als als auch der Instandhaltungsauwand von Bauteilen berücksichtig.

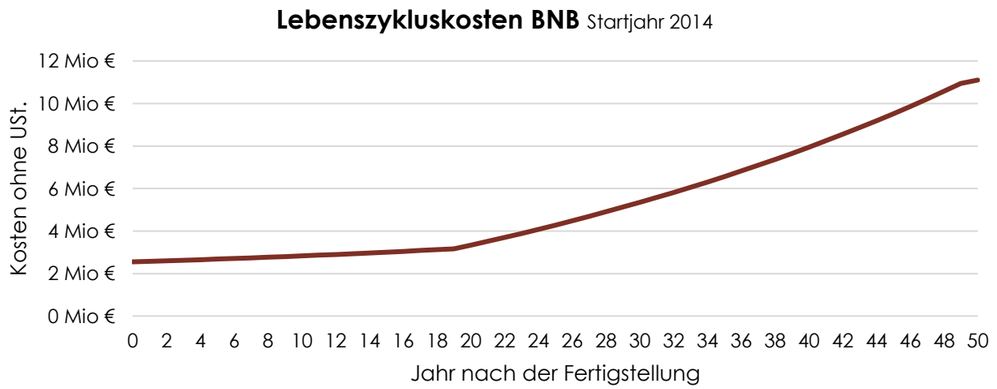
Energie- und Medienpreise

Die Energiekosten wurden mit den vorgegebenen Energiepreisen im Steckbrief berechnet. Der Strombedarf des Geäudes abzüglich dem selbstgenutzten PV-Strom wurde mithilfe einer Simulation in IDA ICE bestimmt. Eine Einspeisevergütung (EEG) wurde für 20 Jahre berücksichtigt [2] [3].
Die Höhe des Trinkwassers wurde mithilfe des Richtwerts der VDI 3807 Blatt 2 [4] bestimmt und als Abwassermenge wurde die Trinwassermenge angenommen.

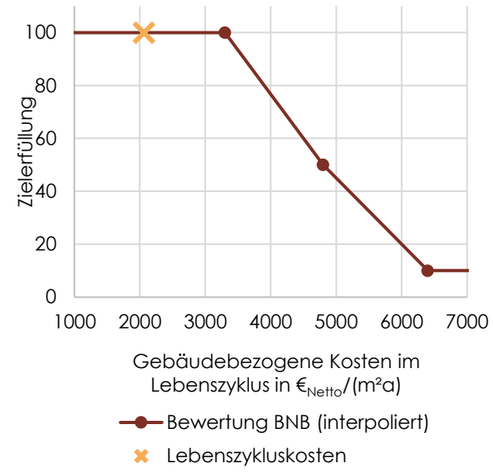
Barwertmethode

Für die Berechnung der Lebenszykluskosten werden im Steckbreif Preissteigerungsraten und ein Diskontierungszinssatz vorgegeben. Es wird die Barwertmethode angewendet. Dabei werden die im Lebenszyklus anfallenden Kosten entsprechend ihres zeitlichen Auftretens abgezinst und dann aufaddiert. Der auf diesem Weg gebildete Summenwert, welcher als Barwert bezeichnet wird, wird auf die **Bruttogrundfläche** bezogen. Als BGF werden alle Geschossflächen (ungeheizt und beheizt) inklusive der Dachterrasse angesetzt.

	Baupreisindex ohne Ust.		**Herstellkosten (€/m²$_{BGF}$)**		
	Quartal	Index	gesamt	KG 300	KG 400
Berechnete Kosten 2025	I 2025	134,5	1.191	1.021	170
Herstellkosten BNB	VI 2014	77,2	**684**	**586**	**98**



Die berechneten Labenszykluskosten betragen **1.831 €/m²$_{BGF}$**. Es wird ein **Zielerfüllungsgrad von 100** erreicht somit die höchste Bewertung nach dem BNB Steckbrief. In einer weiteren Bearbeitung müsste der Wert jedoch noch validiert und möglicher-weise angepasst werden, da die Berechnung der Höhe der Ersatz-investitionen angenommen nur stark vereinfacht wurde



Quellen:
[1] Destatis: Baupreisindex Bürogebäude - Bauleistungen am Bauwerk
[2] https://ennergy.de/aktuelle-photovoltaik-einspeisevergutungen-2025/ (zuletzt aufgerufen am 15.06.2025)
[3] https://www.nuernberg.de/internet/solarinitiative/ue20pvanlagen.html (zuletzt aufgerufen am 15.06.2025)
[4] VDI 3807 Blatt 2: 2014-11:Verbrauchskennwerte für Gebäude - Verbrauchskennwerte für Heizenergie, Strom und Wasser, Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure (VDI)
- https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/BNB_Steckbriefe_Buero_Neubau/v_BK2017/BNB_BK_211aktualisiert.pdf (zuletzt aufgerufen am 12.06.2025)

5.18 Amortisation

Da sich die Vorgaben zur Bewertung der Lebenszykluskosten im Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) auf die Kosten- und Preisbasis des Jahres 2014 beziehen, ist ein direkter Vergleich mit den aktuellen Betriebskosten des Bestandsgebäudes nicht möglich. Um dennoch eine wirtschaftliche Bewertung der geplanten Sanierung zu ermöglichen, wurde eine Amortisationsbetrachtung durchgeführt.
Dazu wurden mehrere Szenarien hinsichtlich der Strompreisentwicklung analysiert:

- ▷ Keine Strompreissteigerung
- ▷ Strompreissteigerung gemäß Prognosen der Bundesregierung
- ▷ Strompreissteigerung basierend auf den Durchschnittswerten der vergangenen Jahre

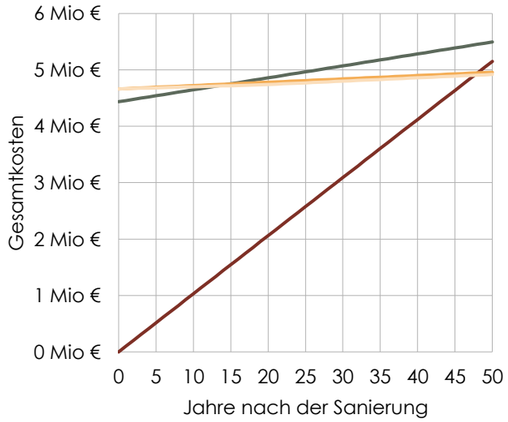
In jedem dieser Szenarien wurden vier Varianten verglichen:

- ▷ **Bestand (unsaniert)**
- ▷ **Sanierung ohne PV-Anlage**
- ▷ **Sanierung mit PV-Anlage (Eigenverbrauch)**
- ▷ **Sanierung mit PV-Anlage und Einspeisevergütung**

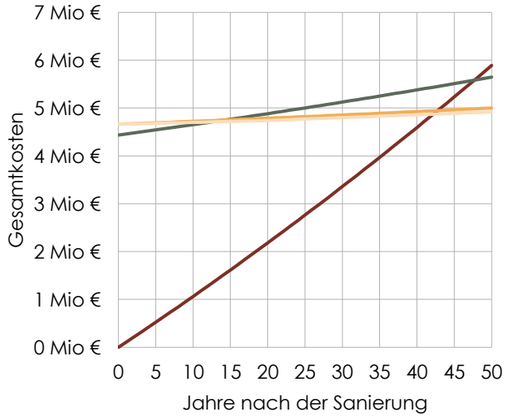
Die Betrachtung fokussierte sich ausschließlich auf Investitionskosten und Energiekosten (Strom). Ersatzinvestitionen, Reinigung und Instandhaltung wurden in der Kalkulation nicht berücksichtigt.

Quellen:
- https://www.stromvermittlung.de/strompreisentwicklung-deutschland (zuletzt aufgerufen am 05.06.2025)
- Destatis: Stompreis für Nicht-Haushalte, 2024, 2. Halbjahr, unter 20 MWh

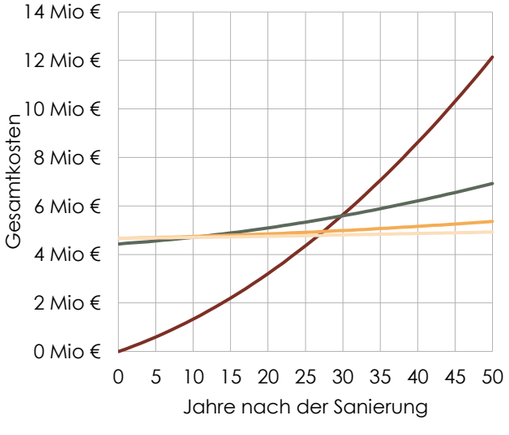
Amortisation ohne Preissteigerung



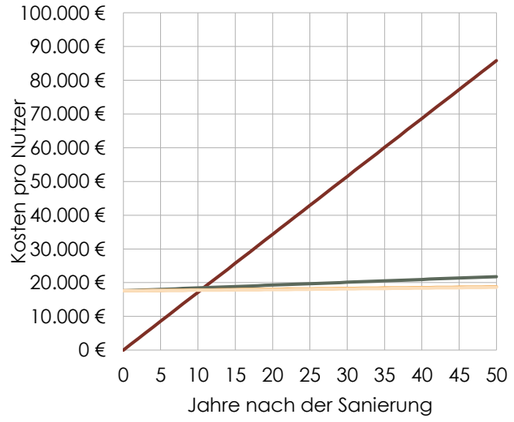
Amortisation mit Preissteigerung (Prognose Bundsregierung)



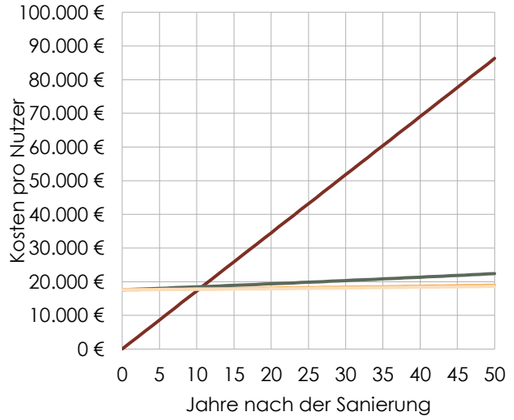
Amortisation mit Preissteigerung (Prognose anhand der Vergangenheit)



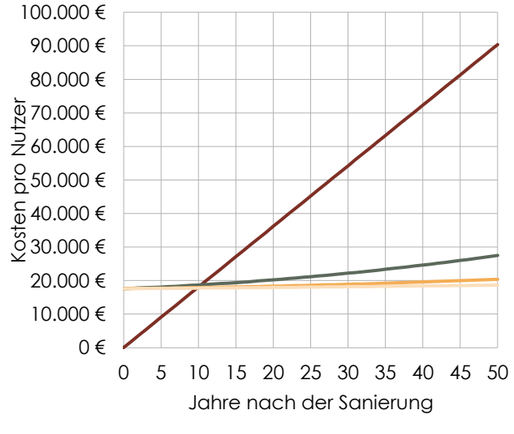
Amortisation ohne Preissteigerung



Amortisation mit Preissteigerung (Prognose Bundsregierung)



Amortisation mit Preissteigerung (Prognose anhand der Vergangenheit)



Die Ergebnisse zeigen, dass sich die energetische Sanierung je nach Annahme zur Strompreisentwicklung **nach 27 Jahren** (bei historischer Preissteigerung) **bis 47 Jahren** (bei konstan-tem Strompreis) **amortisiert.** Die **PV-Anlage** selbst **amortisiert** sich bereits nach **etwa 10 Jahren.** Danach reduziert sie die laufenden Energiekosten so deutlich, dass eine Sanierung ohne PV-Anlage langfristig sogar teurer ist als mit PV-Anlage.

Die relativ langen Zeiträume bis zur der Armortisation relativieren sich jedoch, wenn man berücksichtigt, dass die Sanierung eine **höhere Nutzerdichte** (Büro: 163, KiTa: 89) ermöglicht – also mehr Arbeitsplätze im gleichen Gebäude geschaffen werden. Aus diesem Grund wurde die **Amortisation auch bezogen auf die Anzahl der Nutzer** berechnet. In dieser Variante ergibt sich eine Amortisationszeit von nur **9 Jahren**.

Diese nutzerbezogene Betrachtung ist besonders sinnvoll, da sie die wirtschaftliche Effizienz pro Arbeitsplatz widerspiegelt und damit eine realistischere Bewertung der Investition im Kontext des Gebäudebetriebs erlaubt – insbesondere bei Gebäuden mit hoher Personalauslastung. Gleichzeitig zeigt die Amortisationsrechnung auf, ab wann sich die Investition in die energetische Qualität und technische Ausstattung tatsächlich wirtschaftlich trägt, was über die BNB-Systematik hinaus einen entscheidenden Beitrag zur ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbewertung liefert.

5.19 Ökobilanz nach BNB

Die Ökobilanzierung erfolgte gemäß den Anforderungen des BNB-Steckbriefs zur Bewertung der ökologischen Qualität, gegliedert nach den Kostengruppen der 3. Ebene nach DIN 276. Berechnungsgrundlage bildeten generische Datensätze aus der Ökobaudat, die mit eLCA zusammengestellt werden, als auch produktspezifische EPDs der Hersteller.

Die Massenermittlung erfolgte modellbasiert auf Grundlage des BIM-Modells. Die Emissionswerte (GWP) wurden mit der beheizten Nettogrundfläche verrechnet und auf eine Nutzungsdauer von 50 Jahren normiert. Das Ergebnis wird in kgCO_2-Äqu./m²a angegeben und bildet die Grundlage für die Bewertung nach BNB. Der Energieverbrauch im Betrieb wird vollständig durch die am Gebäude erzeugte Photovoltaik gedeckt werden kann, wodurch er mit Null in die Bilanz einfließt

EPDs

Für bestimmte Bauteile wie Heizsegel, dezentrale Lüftungsgeräte, die Pfosten-Riegel-Fassade sowie das elektrochrome, schaltbare Glas standen keine generischen Datensätze zur Verfügung. Daher wurden für diese Komponenten ausschließlich produktspezifische Umweltproduktdeklaration (EPDs) herangezogen.

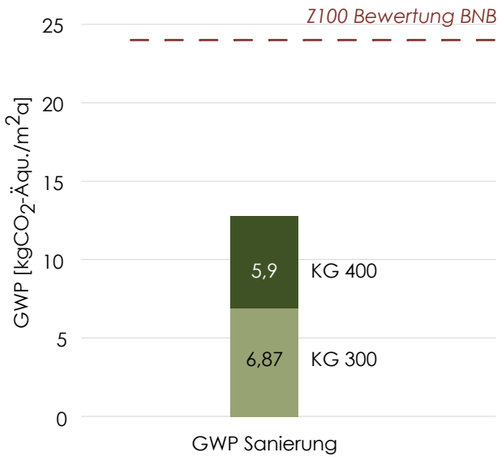
Sockelzuschlag

Für die technische Gebäudeausstattung (KG 400) wurden ausschließlich die Hauptanlagen bilanziert. Rohrleitungen und weitere technische Komponenten konnten aufgrund des Planungsstands nicht berücksichtigt werden. Zur pauschalen Abdeckung dieser nicht erfassten Anteile wurde ein zusätzlicher **Sockelzuschlag von 20 %** angesetzt. Dieser orientiert sich am pauschalen Ansatz des QNG und ist im BNB so nicht vorgesehen. Ausgehend von einem GWP der KG 400 von 4,91 kg CO_2-Äqu./m²a ergibt sich ein bereinigter Wert von **5,90 kg CO_2-Äqu./m²a**.

Bewertung nach BNB

Ziel war die Einhaltung des anspruchsvollen Standards Z100, der ein maximales Treibhauspotenzial (GWP) von 24 kg CO_2-Äqu./m² über den Bilanzzeitraum von 50 Jahre zulässt. Mit einem ermittelten Gesamtwert von 12,77 kg CO_2-Äqu./m²a liegt das Projekt deutlich unter der maximalen Zielerfüllung.

Der niedrige GWP-Wert ist vor allem auf den Erhalt und die Weiternutzung großer Teile der Bestandskonstruktion zurückzuführen. Für diese Bauteile entfallen die Emissionen der Vorketten (Phasen A1–A3), was die Gesamtbilanz deutlich entlastet.



GWP Bewertung mit BNB

B6 (Energieverbrauch im Betrieb) ist Null, da der Verbrauch (vereinfacht auf Jahreswerte) komplett mit PV gedeckt werden kann

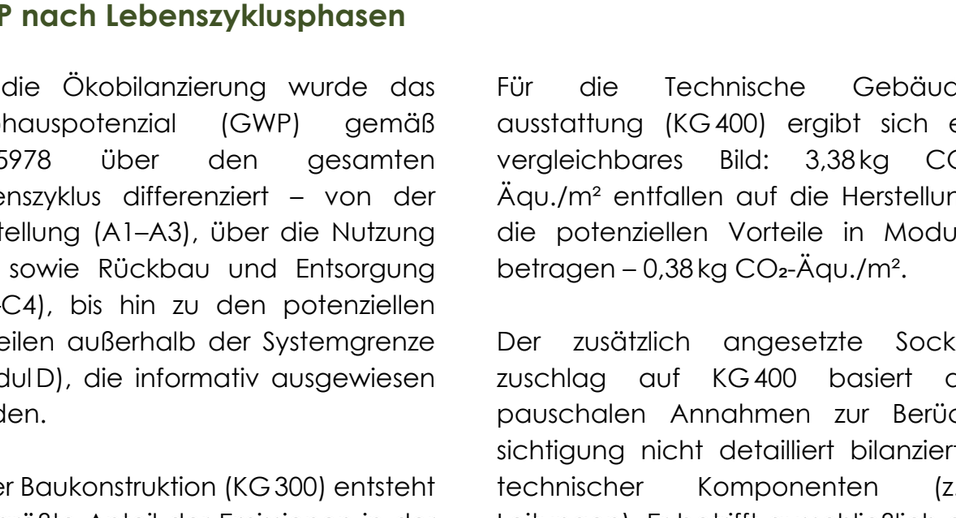
GWP nach Lebenszyklusphasen

Für die Ökobilanzierung wurde das Treibhauspotenzial (GWP) gemäß EN 15978 über den gesamten Lebenszyklus differenziert – von der Herstellung (A1–A3), über die Nutzung (B4) sowie Rückbau und Entsorgung (C3–C4), bis hin zu den potenziellen Vorteilen außerhalb der Systemgrenze (Modul D), die informativ ausgewiesen werden.

In der Baukonstruktion (KG 300) entsteht der größte Anteil der Emissionen in der Herstellungsphase mit 4,63 kg CO_2-Äqu./m², gefolgt von der Nutzungsphase (B4) mit 0,76 kg und der Entsorgung (C3–C4) mit 1,48 kg. Die potenziellen Vorteile aus Modul D liegen bei – 2,38 kg CO_2-Äqu./m², werden jedoch nicht in die Bewertung einbezogen.

Für die Technische Gebäudeausstattung (KG 400) ergibt sich ein vergleichbares Bild: 3,38 kg CO_2-Äqu./m² entfallen auf die Herstellung, die potenziellen Vorteile in Modul D betragen – 0,38 kg CO_2-Äqu./m².

Der zusätzlich angesetzte Sockelzuschlag auf KG 400 basiert auf pauschalen Annahmen zur Berücksichtigung nicht detailliert bilanzierter technischer Komponenten (z. B. Leitungen). Er betrifft ausschließlich die Phasen A bis C und wurde mit 20 % der Emissionen aus KG 400 angesetzt.

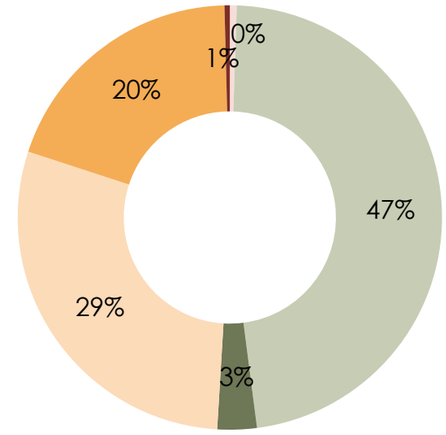


GWP nach Lebenszyklusphasen

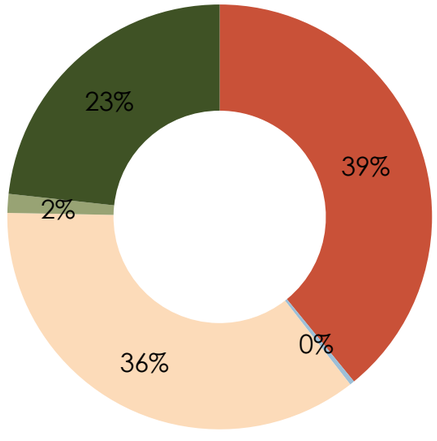
GWP nach Kostengruppen

Die Gliederung der Treibhausgasemissionen gemäß DIN 276 ermöglicht eine differenzierte Analyse der baulichen und technischen Beiträge zum Gesamt-GWP.

Im Bereich der Baukonstruktion (KG 300) entfallen rund 47 % der Emissionen auf die Außenwände mit 3,26 kg CO_2-Äqu./m², gefolgt von den Decken mit 2,00 kg (29 %) und dem Sockel-Dach-Bereich mit 1,34 kg (20 %). Geringere Beiträge leisten die Innenwände (0,21 kg) und die Gründungen (0,04 kg), die in diesem Projekt keine relevante Rolle spielen.



Auch bei der Technischen Gebäudeausstattung (KG 400) zeigen sich klare Schwerpunkte: Die Wärmeversorgungsanlagen (KG 420) verursachen mit 2,31 kg CO_2-Äqu./m² rund 51 % der Emissionen, gefolgt von den Starkstromanlagen (KG 440) mit 2,12 kg (47 %). Lufttechnische Anlagen (KG 430) und Förderanlagen (KG 460) machen mit jeweils unter 2 % nur einen geringen Anteil aus.

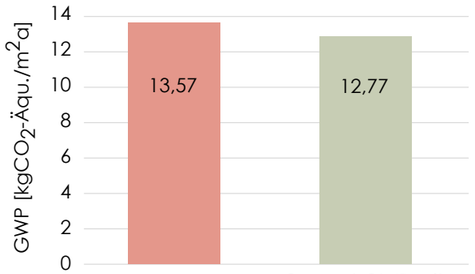


5.20 Optimierte EPDs

Ziel des Variantenvergleichs war es, die Umweltauswirkungen der eingesetzten Baumaterialien im Rahmen der Sanierung zu minimieren. Im Fokus stand die Reduktion des Global Warming Potentials (GWP) durch die gezielte Auswahl von Produkten mit optimierten Umweltproduktdeklarationen (EPDs).

Für zentrale Bauteile wurde das GWP unterschiedlicher Materialvarianten analysiert und verglichen. Am Beispiel des eingesetzten Stahls wurde der Einfluss des Materialursprungs auf das Gesamt-GWP untersucht. Hierzu wurden die Umweltauswirkungen konventionellen Stahls mit denen von Recyclingstahl gegenübergestellt. Grundlage waren belastbare EPDs, die in die Bilanzierung einflossen.

Der Einsatz von Recyclingstahl anstelle konventionellen Stahls senkte das Gesamt-GWP von 13,57 auf 12,77 kg CO_2-Äqu./m², was einer Reduktion von rund **6 %** entspricht. Dieser Unterschied zeigt das erhebliche Einsparpotenzial durch die Wahl emissionsärmerer Materialien und bestätigt die Wirksamkeit einer konsequent nachhaltigkeitsorientierten Materialauswahl.

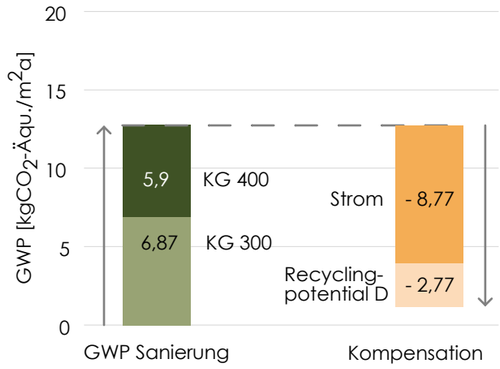


Quelle: https://epd-online.com/PublishedEpd/Download?id=16736

5.21 Kompensation

Ziel dieser erweiterten Betrachtung war es, das tatsächliche Treibhausgaspotenzial der Sanierung über den regulären Bilanzrahmen hinaus zu bewerten und mögliche Kompensationsmechanismen einzubeziehen.

Ausgangspunkt war das GWP der Sanierung für die Kostengruppen 300 und 400 mit **12,77 kg CO_2-Äqu./m²a**. Zur Gegenrechnung wurden zwei wesentliche **Kompensationspotenziale** betrachtet: Erstens der überschüssige Strom aus der am Gebäude installierten **Photovoltaikanlage**, der nicht im Eigenverbrauch genutzt, sondern ins Netz eingespeist wird. Dieser Stromüberschuss beträgt 19 MWh pro Jahr, was einem Kompensationspotenzial von 8,77 kg CO_2-Äqu./m²a entspricht. Zweitens wurde das **Recyclingpotenzial** der eingesetzten Bauteile (Modul D) mit weiteren 2,77 kg CO_2-Äqu./m²a berücksichtigt. Beide Werte basieren auf anerkannten Rechenansätzen, sind jedoch außerhalb des offiziellen Bilanzrahmens nach BNB.



Kompensation: Betrachtung außerhalb des Bilanzrahmens

B6 (Energieverbrauch im Betrieb) ist Null, da der Verbrauch (vereinfacht auf Jahreswerte) komplett mit PV gedeckt werden kann

In der erweiterten Bilanz ergibt sich durch die genannten Kompensationen eine potenzielle **Reduktion des GWP um rund 90 %**. Damit nähert sich die Sanierung bilanziell der Treibhausgasneutralität an. Diese Form der Gegenrechnung wird zwar in Nachhaltigkeitszertifikaten wie dem BNB nicht anerkannt, stellt jedoch für die interne Bewertung der ökologischen Qualität der Sanierung einen relevanten Indikator dar.

Bauteilkatalog

Legende

Abgebrochene Schichten
Neue Schichten
Bestand - Annahmen
Bestand - Schichten aus Plänen/Fotos/Berichten bekannt

Flachdach - Gründach U = 0,15 W/m²K

Schicht	Dicke d [m]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]	Wärmedurchlasswiderstand R [m²K/W]	*Anmerkung, Produkt*
R_{se}			0,04	
Retentiondach				*BauderGREEN Retention Drossel Schwamm*
Vegetationssubstrat für Intensivbegrünungen	0,12			*BauderGREEN Substrate IM*
Filterflies	0,001			*BauderGREEN FV 125*
Mineraldrän, Schüttstoff-Dränage	0,08			*BauderGREEN MD*
Richtungsfrei verlegbares Retentionselement	0,04			*BauderGREEN RE 40 mit Mineraldrän L*
Faserschutzmatte	0,004			*BauderGREEN FSM 600*
Abdichtung EPDM (wurzelfest)	0,002			*lose verlegt*
Dämmung - EPS	016	0,024	6,67	*BauderECO F*
Zinkblech	0,01			
Holzschalung	0,02			
Luft	variiert			
Unterkonstruktion Holz				
Holzwolle-Leichtbauplatte mit Styropor Kern	0,10	0,03		*Vergleichsprodukt: HERATEKTA C-3 032*
Beton	0,17	2,3	0,07	*Beton - armiert (mit 1 % Stahl)*
Luft	0,18			
Abgehängte Decke - Holz	0,02			
R_{si}			0,10	
Gesamtdicke	0,58 m		U =	0,145 W/m²K

Quellen (zuletzt aufgerufen am 24.05.2025):
- https://www.bauder.de/fileadmin/bauder.de/DOWNLOADS/PRINT/Broschueren/Flachdach/FD_Gruendach/0157BR_0922_DE-FD_Retentionsdach.pdf
- https://www.bauder.de/de/bauder-gruendach/produkte/substrate/baudergreen-substrat-im.html
- https://www.bauder.de/fileadmin/bauder.de/DOWNLOADS/PDB/Flachdach/Gruendach/Schutzschicht/BauderGREEN_FV_125_-_Produktdatenblatt_74230100_-_1222_-_DE.pdf
- https://www.bauder.de/de/bauder-gruendach/produkte/draen-und-wasserspeicherelemente/baudergreen-md-bs.html
- https://www.bauder.de/de/bauder-gruendach/produkte/draen-und-wasserspeicherelemente/baudergreen-re-40.html
- https://www.bauder.de/de/bauder-gruendach/produkte/schutz-und-trennlagen/baudergreen-fsm-600.html
- https://construction.saargummi.com/de/produkte/anwendung/dachabdichtung?overlayURL=/de/produkte/anwendung/dachabdichtung/novoproof%C2%AE-da-k
- https://www.bauder.de/de/bauder-flachdach/produkte/waermedaemmung/baudereco/baudereco-f.html
- https://knauf.com/api/download-center/v1/assets/c8925719-d7b1-4820-b5f7-bdbb6fc5246f?download=true&country=de
- DIN EN ISO 10456:2010-05

Flachdach - begehbar U = 0,15 W/m²K

Schicht	Dicke d [m]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]	Wärmedurchlasswiderstand R [m²K/W]	*Anmerkung, Produkt*
R_{se}			0,04	
Retentiondach begehbar				BauderGREEN Drossel begehbar, Terrassengartendach öffentlich
Plattenbelag	0,12			
Splitt	0,001			
Tragschicht	0,08			Schotter 0/32
Filterflies	0,04			BauderGREEN FV 300
Regenwasserrückhalte-Element				BauderGREEN RWR 100
Faserschutzmatte	0,004			BauderGREEN FSM 600
Abdichtung EPDM (wurzelfest)	0,002			*lose verlegt*
Dämmung - EPS	016	0,024	6,67	*BauderECO F*
Zinkblech	0,01			
Holzschalung	0,02			
Luft	variiert			
Unterkonstruktion Holz				
Holzwolle-Leichtbauplatte mit Styropor Kern	0,10	0,03		*Vergleichsprodukt: HERATEKTA C-3 032*
Beton	0,17	2,3	0,07	*Beton - armiert (mit 1 % Stahl)*
Luft	0,18			
Abgehängte Decke - Holz	0,02			
R_{si}			0,10	
Gesamtdicke	0,61 m		U =	0,145W/m²K

Quellen (zuletzt aufgerufen am 24.05.2025):
- https://www.bauder.de/fileadmin/bauder.de/DOWNLOADS/PRINT/Broschueren/Flachdach/FD_Gruendach/0157BR_0922_DE-FD_Retentionsdach.pdf
- https://www.bauder.de/de/bauder-gruendach/produkte/filtervliese/baudergreen-fv-300.html
- https://www.bauder.de/de/bauder-gruendach/produkte/retentionselemente/baudergreen-rwr-100.html
- https://www.bauder.de/de/bauder-gruendach/produkte/schutz-und-trennlagen/baudergreen-fsm-600.html
- https://construction.saargummi.com/de/produkte/anwendung/dachabdichtung?overlayURL=/de/produkte/anwendung/dachabdichtung/novoproof%C2%AE-da-k
- https://www.bauder.de/de/bauder-flachdach/produkte/waermedaemmung/baudereco/baudereco-f.html
- https://knauf.com/api/download-center/v1/assets/c8925719-d7b1-4820-b5f7-bdbb6fc5246f?download=true&country=de
- DIN EN ISO 10456:2010-05

Glasdach Atrium U = xx W/m²K

Schicht	Anteil [%]	U-Wert [W/m²K]	*Anmerkung, Produkt*
Verglasung	93	0,5	Glasaufbau mit WinSLT berechnet
Rahmen (Pfosten, Riegel)	7	0,79	LAMILUX Glasdach PR60 Passivhaus
		U = 0,52 W/m²K	

Quellen (zuletzt aufgerufen am 08.06.2025):
- https://www.lamilux.de/tageslichtsysteme/loesungen/energieeffizienz-und-passivhaus/glasdach-passivhausstandard.html

Ziegelwand KG U = 0,14 W/m²K

Schicht	Dicke d [m]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]	Wärmedurchlasswiderstand R [m²K/W]	*Anmerkung, Produkt*
R_{se}			0,04	
Anstrich	0,004			*STEICOsecure Color F IR*
Oberputz	0,003	1,00	0,003	*STEICOsecure Render M, Putzmörtel Kalkzement*
Grundierung	0,001			*STEICOsecure Base Coat*
Mineralischer Armierungsmörtel				
2. Schicht Mörtel	0,006	1,00	0,006	*STEICOsecure Base, Putzmörtel Kalkzement*
Armierungsgewebe				*STEICOsecure Mesh F*
1. Schicht Mörtel	0,006	1,00	0,006	*STEICOsecure Base, Putzmörtel Kalkzement*
Dämmung Holzfaser - Putzträgerplatte	0,06	0,04	1,395	*STEICOuniversal dry*
Gefachdämmung	0,18			
Flexible Holzfaserdämmung			4,737	*STEICOflex 036. zusammengerückte 24cm Dämmung*
Holz				
Ziegel	0,365	0,45	0,811	*Hochlochziegel HLzA und HLzB, Rohdichte 1000 kg/m³, Normalmörtel*
Putz innen	0,004	0,40	0,038	*Gipsputz, ist luftdichte Ebene*
Anstrich	0,004			*Annahme: saugfähige Dispersionsfarbe*
Anstrich, Lehmfarbe	0,004			*Kreidezeit Lehmfarbe*
R_{si}			0,13	
Gesamtdicke 0,26 m		U =	0,140 W/m²K	

Quellen (zuletzt aufgerufen am 26.05.2025):
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-putzsystem/steicosecure-color-f
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-putzsystem/steicosecure-render-m-r
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-putzsystem/steicosecure-base
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-zubehoer/steicosecure-mesh
- https://www.steico.com/de/produkte/daemmung/daemmsysteme-dach/unterdeckplatten/steicouniversal-dry
- https://www.steico.com/de/produkte/daemmung/gefachdaemmung/flexible-daemmmatten/steicoflex-036
- DIN 4108-4:2017-03
- DIN EN ISO 10456:2010-05
  https://www.kreidezeit.de/produkt/lehmfarbe/

Ziegelwand KG Sockel U = 0,12 W/m²K

Schicht	Dicke d [m]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]	Wärmedurchlasswiderstand R [m²K/W]	*Anmerkung, Produkt*
R_{se}			0,04	
Anstrich	0,004			*STEICOsecure Color F IR*
Oberputz	0,003	1,00	0,003	*STEICOsecure Render M, Putzmörtel Kalkzement*
Grundierung	0,001			*STEICOsecure Base Coat*
Mineralischer Armierungsmörtel				
2. Schicht Mörtel	0,006	1,00	0,006	*STEICOsecure Base, Putzmörtel Kalkzement*
Armierungsgewebe				*STEICOsecure Mesh F*
1. Schicht Mörtel	0,006	1,00	0,006	*STEICOsecure Base, Putzmörtel Kalkzement*
EPS	0,24	0,03	7,50	*Neopor® F 5 PRO - Dämmplatten mit Neopor® Plus BMB*
Klebespachtel	0,003			
Flüssigkunststoffabdichtung				
Ziegel	0,365	0,45	0,811	*Hochlochziegel HLzA und HLzB, Rohdichte 1000 kg/m³, Normalmörtel*
Putz innen	0,004	0,40	0,038	*Gipsputz, ist luftdichte Ebene*
Anstrich	0,004			*Annahme: saugfähige Dispersionsfarbe*
Anstrich, Lehmfarbe	0,004			*Kreidezeit Lehmfarbe*
R_{si}			0,13	
Gesamtdicke 0,26 m		U =	0,117 W/m²K	

Quellen (zuletzt aufgerufen am 26.05.2025):
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-putzsystem/steicosecure-color-f
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-putzsystem/steicosecure-render-m-r
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-putzsystem/steicosecure-base
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-zubehoer/steicosecure-mesh
- https://neopor.de/portal/streamer?fid=1224271&style=BASF_2016_red
- https://www.kbt-meis.de/boden-aus-fluessigkunststoff-von-kbt-meis-der-optimale-boden-fuer-zahlreiche-einsatzbereiche/
- https://www.steico.com/de/produkte/daemmung/gefachdaemmung/flexible-daemmmatten/steicoflex-036
- DIN 4108-4:2017-03
- DIN EN ISO 10456:2010-05
  https://www.kreidezeit.de/produkt/lehmfarbe/

Betonwand KG gegen Erdreich U = 0,14 W/m²K

Schicht	Dicke d [m]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]	Wärmedurchlasswiderstand R [m²K/W]	*Anmerkung, Produkt*
R_{se}			0,00	
Schutz-/Dränplatte	0,008			Noppenbahn
Dämmug EPS	0,22		3,875	Neopor® F 5 PRO - Dämmplatten mit Neopor® Plus BMB
EPDM-Abdichtung	0,003			RESITRIX® SK W Full Bond selbstklebende Abdichtungsbahn
Grundierung				
Stahlbeton	0,40	2,3	0,811	Beton - armiert (mit 1 % Stahl)
Putz innen	0,004	0,40	0,038	*Gipsputz*
Anstrich	0,015			*Annahme: saugfähige Dispersionsfarbe*
Anstrich, Lehmfarbe	0,004			*Kreidezeit Lehmfarbe*
R_{si}			0,13	
Gesamtdicke	0,65 m		U =	0,139 W/m²K

Quellen (zuletzt aufgerufen am 26.05.2025):
- DIN EN ISO 10456:2010-05
- https://www.ccm-europe.com/de/epdm/resitrix/abdichtungsbahnen/resitrix-sk-w-full-bond
- https://neopor.de/portal/streamer?fid=1224271&style=BASF_2016_red
- https://www.doerken.com/de/de/delta-ms
- https://www.kreidezeit.de/produkt/lehmfarbe/

Wand Aufkantung Glasdach Atrium - gegen Gründach U = 0,09 W/m²K

Schicht	Dicke d [m]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]	Wärmedurchlasswiderstand R [m²K/W]	*Anmerkung, Produkt*
R_{se}			0,13	
Dämmung EPS	0,060	0,03	1,875	*Neopor® F 5 PRO - Dämmplatten mit Neopor® Plus BMB*
Holzwerkstoffplatte	0,022	0,13	0,169	*OSB SWISS KRONO*
Zwischenraum				
Bestandsstützen				
Betonstützen	0,035			
Gefachdämmung				
Einblasdämmung Zellulose	0,328	0,04	8,410	*ISOCELL Zellulosefaser Einblasdämmung*
Stahlstützen für Glasdach				
Holzwerkstoffplatte, OSB, dampfdicht verklebt	0,022	0,13	0,169	*OSB SWISS KRONO*
Lehmputz				
Anstrich, Lehmfarbe				*Kreidezeit Lehmfarbe*
R_{si}			0,13	
Gesamtdicke	0,79 m		U =	0,09 W/m²K

Quellen (zuletzt aufgerufen am 26.05.2025):
- https://neopor.de/portal/streamer?fid=1224271&style=BASF_2016_red
- https://www.swisskrono.com/de-de/produkte/holzwerkstoffe/swiss-krono-osb/#/
- https://www.isocell.com/de-de/produkte/produkt/zellulose
- https://www.kreidezeit.de/produkt/lehmfarbe/

Wand Aufkantung Glasdach Atrium - gegen Außenluft U = 0,09 W/m²K

Schicht	Dicke d [m]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]	Wärmedurchlasswiderstand R [m²K/W]	*Anmerkung, Produkt*
R_{se}			0,13	
Metallverkleidung				
Hinterlüftungsebene	0,002			
Metallprofile	0,03			
Dämmung EPS	0,060	0,03	1,875	*Neopor® F 5 PRO - Dämmplatten mit Neopor® Plus BMB*
Holzwerkstoffplatte	0,022	0,13	0,169	*OSB SWISS KRONO*
Zwischenraum				
Bestandsstützen				
Betonstützen	0,035			
Gefachdämmung				
Einblasdämmung Zellulose	0,328	0,04	8,410	*ISOCELL Zellulosefaser Einblasdämmung*
Stahlstützen für Glasdach				
Holzwerkstoffplatte, OSB, dampfdicht verklebt	0,022	0,13	0,169	*OSB SWISS KRONO*
Lehmputz				
Anstrich, Lehmfarbe				*Kreidezeit Lehmfarbe*
R_{si}			0,13	
Gesamtdicke	0,82 m		U =	0,092 W/m²K

Quellen (zuletzt aufgerufen am 26.05.2025):
- https://neopor.de/portal/streamer?fid=1224271&style=BASF_2016_red
- https://www.swisskrono.com/de-de/produkte/holzwerkstoffe/swiss-krono-osb/#/
- https://www.isocell.com/de-de/produkte/produkt/zellulose
- https://www.kreidezeit.de/produkt/lehmfarbe/

Fenster UG U = 0,5 W/m²K

Pfosten-Riegel-Fassade EG/OG U = 0,62 W/m²K

Schicht	Anteil [%]	U-Wert [W/m²K]	*Anmerkung, Produkt*
Verglasung	84	0,47	*Glasaufbau mit WinSLT berechnet*
Opake Elemente	11	1,6	
Rahmen (Pfosten, Riegel)	4	0,88	*Schüco FWS 50.SI*
		U =	0,616 W/m²K

Quellen (zuletzt aufgerufen am 26.05.2025):
- https://database.passivehouse.com/de/components/details/curtain_wall_system/schuco-international-kg-schuco-fws-50si-0739cw03

Decke nach unten - Fliesen WC EG U = 0,11 W/m²K

Schicht	Dicke d [m]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]	Wärmedurchlasswiderstand R [m²K/W]	*Anmerkung, Produkt*
R_{si}			0,17	
Fußbodenaufbau	0,13			
Fliesen	0,015	1,3	0,012	*Platten - Keramik/Porzellan*
Mörtelbett	0,005	1,00	0,05	*Putze und Mörtel - Zement, Sand*
Zementestrich incl. E-Fußbodenheizung Bitumenpapier/-bahn	0,05	1,4	0,036	*Zement-Estrich*
Dämmung EPS	0,06	0,052	1,154	*Expandierter Polystyrolschaum (EPS) nach DIN EN 13163a - Nennwert 0,05*
Stahlbeton	0,17	2,5	0,074	*Beton armiert 2% Stahl*
Gefachgämmung flexible Holzfaser-dämmung Holz	0,23	0,038	6,053	*STEICOflex 036. zusammengerückte 24cm Dämmung*
Dämmung Holzfaser - Putzträgerplatte Mineralischer Armierungsmörtel	0,060	0,045	1,333	*STEICOuniversal dry*
1. Schicht Mörtel	0,006	1,00	0,006	*STEICOsecure Base, Putzmörtel Kalkzement*
Armierungsgewebe				*STEICOsecure Mesh F*
2. Schicht Mörtel	0,006	1,00	0,006	*STEICOsecure Base, Putzmörtel Kalkzement*
Grundierung	0,001			*STEICOsecure Base Coat*
Oberputz	0,003	1,00	0,003	*STEICOsecure Render M, Putzmörtel Kalkzement*
Anstich	0,004			*STEICOsecure Color F IR*
R_{se}			0,04	
Gesamtdicke 0,61 m			U = 0,113 W/m²K	

Quellen (zuletzt aufgerufen am 29.05.2025):
- DIN EN ISO 10456:2010-04
- DIN 4108-4:2017-03
- https://www.steico.com/de/produkte/daemmung/gefachdaemmung/flexible-daemmmatten/steicoflex-036
- https://www.steico.com/de/produkte/daemmung/daemmsysteme-dach/unterdeckplatten/steicouniversal-dry
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-putzsystem/steicosecure-base
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-zubehoer/steicosecure-mesh
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-putzsystem/steicosecure-render-m-r
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-putzsystem/steicosecure-color-f

Decke nach unten - Parkett EG U = 0,11 W/m²K

Schicht	Dicke d [m]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]	Wärmedurchlasswiderstand R [m²K/W]	*Anmerkung, Produkt*
R_{si}			0,17	
Fußbodenaufbau	0,13			
Parkett	0,015	1,3	0,012	*Nutzholz, Rohdichte 500*
Ausgleich, Trittschalldämmung	0,005	0,07	0,05	*STEICOunderfloor/STEICO EcoSilent*
Linoleum	0,003			*Fußbodenbeläge - Linoleum*
Klebstoff	0,002			
Spachtelmasse	0,015			*Putze und Mörtel - Zement, Sand*
Zementestrich incl. E-Fußbodenheizung Bitumenpapier/-bahn	0,05	1,4	0,036	*Zement-Estrich*
Dämmung EPS	0,06	0,052	1,154	*Expandierter Polystyrolschaum (EPS) nach DIN EN 13163a - Nennwert 0,05*
Stahlbeton	0,17	2,5	0,074	*Beton armiert 2% Stahl*
Gefachgämmung flexible Holzfaser-dämmung Holz	0,23	0,038	6,053	*STEICOflex 036. zusammengerückte 24cm Dämmung*
Dämmung Holzfaser - Putzträgerplatte Mineralischer Armierungsmörtel	0,060	0,045	1,333	*STEICOuniversal dry*
1. Schicht Mörtel	0,006	1,00	0,006	*STEICOsecure Base, Putzmörtel Kalkzement*
Armierungsgewebe				*STEICOsecure Mesh F*
2. Schicht Mörtel	0,006	1,00	0,006	*STEICOsecure Base, Putzmörtel Kalkzement*
Grundierung	0,001			*STEICOsecure Base Coat*
Oberputz	0,003	1,00	0,003	*STEICOsecure Render M, Putzmörtel Kalkzement*
Anstich	0,004			*STEICOsecure Color F IR*
R_{se}			0,04	
Gesamtdicke 0,61 m			U = 0,110 W/m²K	

Quellen (zuletzt aufgerufen am 26.05.2025):
- https://www.steico.com/de/produkte/daemmung/verlegeunterlagen/trittschalldaemmung/steicoecosilent
- DIN EN ISO 10456:2010-04
- DIN 4108-4:2017-03
- https://www.steico.com/de/produkte/daemmung/gefachdaemmung/flexible-daemmmatten/steicoflex-036
- https://www.steico.com/de/produkte/daemmung/daemmsysteme-dach/unterdeckplatten/steicouniversal-dry
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-putzsystem/steicosecure-base
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-zubehoer/steicosecure-mesh
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-putzsystem/steicosecure-render-m-r
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-putzsystem/steicosecure-color-f

Decke nach unten - Deckenrandbereich U = 0,36 W/m²K

Schicht	Dicke d [m]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]	Wärmedurchlasswiderstand R [m²K/W]	*Anmerkung, Produkt*
R_{si}			0,17	
Fußbodenaufbau	0,13			
Parkett	0,015	1,3	0,115	*Nutzholz, Rohdichte 500*
Ausgleich, Trittschalldämmung	0,005	0,07	0,071	*STEICOunderfloor/STEICO EcoSilent*
Dämmung	0,06	0,045	0,214	*STEICOuniversal dry*
Ausgleichsschicht - Schüttung	0,05	0,08	0,625	*CEMWOOD CW2000 - DIE STARKE*
Stahlbeton	0,40	2,5	0,16	*Beton armiert 2% Stahl*
Gefachgämmung flexible Holzfaser-dämmung Holz	0,23	0,038	6,053	*STEICOflex 036. zusammengerückte 24cm Dämmung*
Dämmung Holzfaser - Putzträgerplatte	0,060	0,045	1,333	*STEICOuniversal dry*
Mineralischer Armierungsmörtel				
1. Schicht Mörtel	0,006	1,00	0,006	*STEICOsecure Base, Putzmörtel Kalkzement*
Armierungsgewebe				*STEICOsecure Mesh F*
2. Schicht Mörtel	0,006	1,00	0,006	*STEICOsecure Base, Putzmörtel Kalkzement*
Grundierung	0,001			*STEICOsecure Base Coat*
Oberputz	0,003	1,00	0,003	*STEICOsecure Render M, Putzmörtel Kalkzement*
Anstich	0,004			*STEICOsecure Color F IR*
R_{se}			0,04	
Gesamtdicke 0,61 m		U =	0,364 W/m²K	

Quellen (zuletzt aufgerufen am 29.05.2025):
- https://www.steico.com/de/produkte/daemmung/verlegeunterlagen/trittschalldaemmung/steicoecosilent
- https://www.naturanum.de/media/pdf/5e/e4/05/Datenblatt-CW2000.pdf
- DIN EN ISO 10456:2010-04
- DIN 4108-4:2017-03
- https://www.steico.com/de/produkte/daemmung/gefachdaemmung/flexible-daemmmatten/steicoflex-036
- https://www.steico.com/de/produkte/daemmung/daemmsysteme-dach/unterdeckplatten/steicouniversal-dry
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-putzsystem/steicosecure-base
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-zubehoer/steicosecure-mesh
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-putzsystem/steicosecure-render-m-r
- https://www.steico.com/de/produkte/wdvs/steicosecure-putzsystem/steicosecure-color-f

Bodenplatte Eingang UG U = 0,29 W/m²K

Schicht	Dicke d [m]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]	Wärmedurchlasswiderstand R [m²K/W]	*Anmerkung, Produkt*
R_{si}			0,17	
Fußbodenaufbau				
Bestandsfliesen	0,015	1,3	0,115	*Bestandsfliesen wiederverwenden*
Mörtelbett	0,003	1,0	0,003	*CompactFloor PRO 12*
PE-Folie				
EPS	0,10	0,032	3,125	Neopor® F 5 PRO - Dämmplatten mit Neopor® Plus BMB
Ausgleichsschicht - Schüttung	0,01	0,08	0,125	CEMWOOD CW2000 - DIE STARKE
Abdichtung gegen aufsteigende Feuchte + Dampfbremse	0,002			
Fubodebaufbau Bestand				
Fliesen	0,015			
Mörtelbett	0,002			
Stahlbeton	0,15	2,3	0,065	*Beton armiert 1% Stahl*
R_{se}			0,00	
Gesamtdicke 0,28 m		U =	0,286 W/m²K	

Quellen (zuletzt aufgerufen am 29.05.2025):
- https://neopor.de/portal/streamer?fid=1224271&style=BASF_2016_red
- https://www.naturanum.de/media/pdf/5e/e4/05/Datenblatt-CW2000.pdf
- DIN EN ISO 10456:2010-04
- DIN 4108-4:2017-03

Bodenplatte Parkett UG höher U = 0,15 W/m²K

Schicht	Dicke d [m]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]	Wärmedurchlasswiderstand R [m²K/W]	*Anmerkung, Produkt*
R_{si}			0,17	
Fußbodenaufbau				
Parkett	0,015	1,3	0,115	*Nutzholz, Rohdichte 500*
Wärmeleitschicht	0,012	0,07	0,048	*CompactFloor PRO 12*
Fußbodenheizung trocken Leitblech Alu 0,3 mm EPS + Rohre	0,03	0,035	0,857	*CompactFloor IDEAL BASIC EPS*
Dämmung EPS	0,18	0,032	5,625	*Neopor® F 5 PRO - Dämmplatten mit Neopor® Plus BMB*
Abdichtung gegen aufsteigende Feuchte + Dampfbremse	0,002			
Fubodebaufbau Bestand				
Linoleum	0,003			*Fußbodenbeläge - Linoleum*
Klebstoff	0,002			
Spachtelmasse	0,015			*Putze und Mörtel - Zement, Sand*
Zementestrich incl. E-Fußbodenheizung	0,05			*Zement-Estrich*
Stahlbeton	0,15	2,3	0,065	*Beton armiert 1% Stahl*
R_{se}			0,00	
Gesamtdicke	0,39 m		U =	0,145 W/m²K

Quellen (zuletzt aufgerufen am 26.05.2025):
- https://www.compact-floor.com/de/produkte/waermeleitschichten/compactfloor-pro-12/.
- https://new.compact-floor.com/media/pdf/41/17/8a/prospekt_cf_basic-eps_012019_DE.pdf
- https://neopor.de/portal/streamer?fid=1224271&style=BASF_2016_red
- DIN EN ISO 10456:2010-04
- DIN 4108-4:2017-03

Bodenplatte WC UG höher U = 0,15 W/m²K

Schicht	Dicke d [m]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]	Wärmedurchlasswiderstand R [m²K/W]	*Anmerkung, Produkt*
R_{si}			0,17	
Fußbodenaufbau				
Fliesen	0,015	1,3	0,115	*Nutzholz, Rohdichte 500*
Dümmbettmörtel	0,005	1,0	0,005	Putze und Mörtel - Zement, Sand
Wärmeleitschicht	0,012	0,07	0,048	*CompactFloor PRO 12*
Fußbodenheizung trocken Leitblech Alu 0,3 mm EPS + Rohre	0,03	0,035	0,857	*CompactFloor IDEAL BASIC EPS*
Dämmung EPS	0,18	0,032	5,625	*Neopor® F 5 PRO - Dämmplatten mit Neopor® Plus BMB*
Abdichtung gegen aufsteigende Feuchte + Dampfbremse	0,002			
Fubodebaufbau Bestand				
Fliesen	0,015			
Mörtelbett	0,002			
Zementestrich incl. E-Fußbodenheizung	0,05			*Zement-Estrich*
Stahlbeton	0,15	2,3	0,065	*Beton armiert 1% Stahl*
R_{se}			0,00	
Gesamtdicke	0,39 m		U =	0,147 W/m²K

Quellen (zuletzt aufgerufen am 26.05.2025):
- https://www.compact-floor.com/de/produkte/waermeleitschichten/compactfloor-pro-12/.
- https://new.compact-floor.com/media/pdf/41/17/8a/prospekt_cf_basic-eps_012019_DE.pdf
- https://neopor.de/portal/streamer?fid=1224271&style=BASF_2016_red
- DIN EN ISO 10456:2010-04
- DIN 4108-4:2017-03

Decke - Fliesen WC OG

Schicht	Dicke d [m]	*Anmerkung, Produkt*
Fußbodenaufbau	0,13	
Fliesen	0,015	
Mörtelbett	0,005	Abbruch und Neuverlegung des Bodenbelags, da die WCs umgestaltet werden
Fliesen	0,015	
Mörtelbett	0,005	
Zementestrich incl. E-Fußbodenheizung Bitumenpapier/-bahn	0,05	
Dämmung EPS	0,06	
Stahlbeton	0,17	
Gesamtdicke	0,30 m	

Quellen:
- DIN EN ISO 10456:2010-04
  DIN 4108-4:2017-03

Fassaenkiste Boden/Deckel - Neu

Schicht	Dicke d [m]	*Anmerkung, Produkt*
Sperrholzplatte	0,021	
Gefach	0,04	
Lehmschüttung Stahl, Quadratrohr		
Sperrholzplatte	0,012	
Gesamtdicke	0,07 m	

Ziegelwand zu Atrium

Schicht	Dicke d [m]	*Anmerkung, Produkt*
Heller Anstrich, Kalkschlämme	0,008	VeMura Kalkschlämme | Streichputz
Grundierung	0,22	VeMura Mineral-Grundierung
Ziegel	0,40	
Putz	0,015	
Anstrich	0,004	*Annahme: saugfähige Dispersionsfarbe*
Anstrich, Lehmfarbe	0,004	*Kreidezeit Lehmfarbe*
Gesamtdicke	0,27 m	

Quellen (zuletzt aufgerufen am 27.05.2025):
- https://www.vemura.de/product/17348854/kalkschlaemme-streichputz
- https://www.vemura.de/product/18462399/mineral-grundierung
- https://www.kreidezeit.de/produkt/lehmfarbe/

Trennwand - Neu

Schicht	Dicke d [m]	*Anmerkung, Produkt*
Lehmputz	0,005	
Lehmbauplatte	0,022	ClayTec Lehmbauplatte D22 solar
Gefach	0,10	
Lehmschüttung Holz		
Lehmbauplatte	0,022	ClayTec Lehmbauplatte D22 solar
Lehmputz	0,005	
Gesamtdicke	0,15 m	

Quellen (zuletzt aufgerufen am 06.06.2025):
- https://claytec.de/produkt/lehm-trockenbau/claytec-lehmbauplatte-d22-solar/

Fassaenkiste Seite/Trennwand zw. PR und Bestandsstütze - Neu

Schicht	Dicke d [m]	*Anmerkung, Produkt*
Sperrholzplatte	0,012	
Gefach	0,04	
Lehmbauplatte Stahl, Quadratrohr		
Zwischenraum (Konsole)	0,02	
Lehmschüttung		
Gefach	0,04	
Lehmbauplatte Stahl, Quadratrohr		
Sperrholzplatte	0,012	
Gesamtdicke	0,05 m	

EQUA
SIMULATION TECHNOLOGY GROUP

Bericht Eingabedaten

Projekt		Gebäude	
		Bodenflächen im Modell	2471.8 m²
Kunde		Volumen des Modells	9003.6 m³
Erstellt von	Vera Kohler	Modellflächen mit Erdreichkontakt	926.2 m²
Ort	Neuburg (Ger-Afb)	Modell-Hüllfläche	3775.6 m²
Klimadatei	DEU_NEUBURG-DONAU_108530(IW2)	Fenster/Hüllflächen	25.0 %
Fall	KM_AELF_0612_FINAL02	Durchschnittlicher U-Wert	0.3228 W/(m² K)
Simuliert	14.06.2025 12:22:17	Hüllfläche pro Volumeneinheit	0.4193 m²/m³

Windabhängige Infiltration 1251.203 l/s at 50.000 Pa

Gebäudehülle	Fläche [m²]	U [W/(K m²)]	U*A [W/K]	% von total
Wände gegen Umgebung	301.45	0.14	41.41	3.40
KM_Wand_Keller_erdberührt_saniert1	114.27	0.13	14.81	1.22
KM_Wand_Keller_saniert	187.18	0.14	26.60	2.18
Wände gegen Erdreich	136.71	0.13	17.16	1.41
KM_Wand_Keller_erdberührt_saniert1	136.71	0.13	17.16	1.41
Dach	1176.85	0.18	213.85	17.55
KM_Dach_saniert_Dachfenster_opak	93.77	0.54	50.85	4.17
KM_Dach_saniert	1083.07	0.15	163.00	13.37
Boden gegen Erdreich	926.19	0.10	94.08	7.72
KM_Bodenplatte_saniert	926.19	0.10	94.08	7.72
Boden gegen Umgebung	288.92	0.12	36.00	2.95
KM_Boden_nachunten_saniert	288.92	0.12	36.00	2.95
Fenster	945.44	0.66	627.48	51.49
KM_Fenster Dach	47.89	0.65	31.13	2.55
KM_Pfosten_Riegel_Argon18	794.40	0.67	528.27	43.35
KM_Fenster UG	103.15	0.66	68.08	5.59
Türen	0.00	0.00	0.00	0.00
Wärmebrücken			188.78	15.49
Gesamt	3775.56	0.32	1218.76	100.00

Wärmebrücken	Fläche oder Länge	Durchschn. Wärmeleitfähigkeit	Total [W/K]
Außenwand / Innenplatte	363.82 m	0.000 W/(mK)	0.000
Außenwand / Innenwand	80.75 m	0.000 W/(mK)	0.000
Außenwand / Außenwand	51.36 m	0.000 W/(mK)	0.000
Einfassung Außenfenster	863.90 m	0.000 W/(mK)	0.000
Einfassung Außentür	0.00 m	0.000 W/(K m)	0.000
Dach/ Außenwand	160.78 m	0.000 W/(mK)	0.000
Außenplatte / Außenwand	270.22 m	0.000 W/(mK)	0.000
Balkonplatte / Außenwand	0.00 m	0.000 W/(K m)	0.000
Außenboden/ Innenwand	14.76 m	0.000 W/(mK)	0.000
Dach/ Innenwand	200.36 m	0.000 W/(mK)	0.000
Außenwand / Außenwand, einspringende Ecke	7.55 m	0.000 W/(mK)	0.000
Dach/ Außenwand, einspringende Ecke	5.58 m	0.000 W/(mK)	0.000
Außenplatte / Außenwand, einspringende Ecke	97.88 m	0.000 W/(mK)	0.000
Total Gebäudehülle	3775.56 m²	0.050 W/(m²K)	188.778
Zusätzliche Verluste	-	-	0.001
Summe	-	-	188.779

Fenster	Fläche [m²]	U Glas [W/(K m²)]	U Rahmen [W/(K m²)]	U Total [W/(K m²)]	U*A [W/K]	Gesamtenergiedurchlassgrad g
NE	234.90	0.51	1.63	0.66	156.02	0.39
SE	236.66	0.50	1.63	0.66	157.20	0.39
SW	197.82	0.50	1.60	0.67	131.55	0.36
NW	228.16	0.50	1.62	0.66	151.59	0.38
R	47.89	0.50	2.00	0.65	31.13	0.37
Gesamt	945.44	0.50	1.63	0.66	627.48	0.38

Lüftungsgerät	Druckhöhe Zuluft/Abluft [Pa/Pa]	Wirkungsgrad VentilatorZuluft/Abluft [-/-]	SFP System [kW/(m³/s)]	Wärmetauscher Temp.verhältnis/min. Ablufttemp.[-/C]
Standard Lüftungsgerät	150.00/150.00	0.60/0.60	0.25/0.25	0.91/1.00

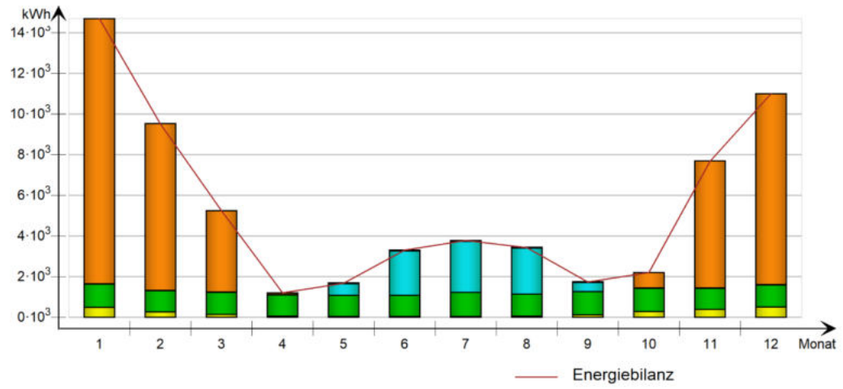
Bed. Warmw.	l/Person und Tag	Personenanzahl	Total, [l/s]
	0.000	202.637	0.000

EQUA SIMULATION TECHNOLOGY GROUP		Bericht gehandelteEnergie	
Projekt		Gebäude	
		Bodenflächen im Modell	2471.8 m2
Kunde		Volumen des Modells	9003.6 m3
Erstellt von	Vera Kohler	Modellflächen mit Erdreichkontakt	926.2 m2
Ort	Neuburg (Ger-Afb)	Modell-Hüllfläche	3775.6 m2
Klimadatei	DEU_NEUBURG-DONAU_108530(IW2)	Fenster/Hüllflächen	25.0 %
Fall	KM_AELF_0612_FINAL02	DurchschnittlicherU-Wert	0.3228 W/(m2 K)
Simuliert	14.06.2025 12:22:17	Hüllfläche pro Volumeneinheit	0.4193 m2/m3

innerhalb der Bewertungsgrenze Elektrizität

Genutzt/produziert

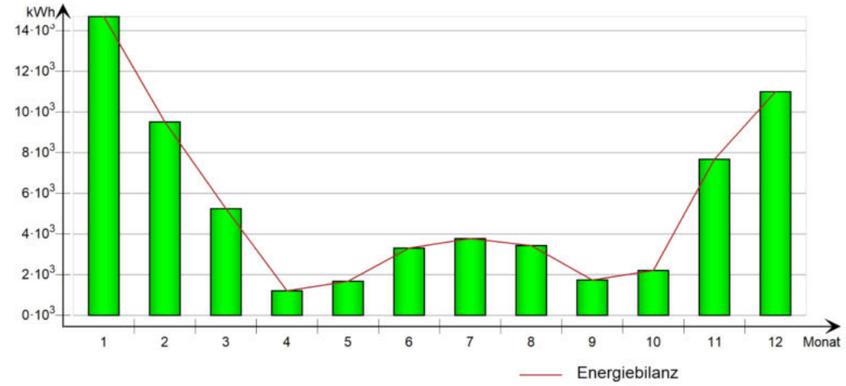
		Gesamt		Spitzenlast	
		kWh	kWh/m2	kW	Time
	Kunstlicht	2397.5	1.0	4.522	05 Dez 16:41
	Geräte	13027.9	5.3	4.703	10 Nov 09:30
	Kühlen Strom	8019.2	3.2	14.62	05 Aug 09:03
	Hilfsenergie (Ventilatoren, Pumpen, etc.)	235.9	0.1	0.0954	06 Jun 13:25
	Elektrische Heizung	41800.1	16.9	46.21	24 Nov 00:37
	Gesamt Genutzt	65480.6	26.5		
	Elektrizität Bilanz innerhalb der Bewertungsgrenze	65480.6	26.5		



innerhalb der Bewertungsgrenze Elektrizität

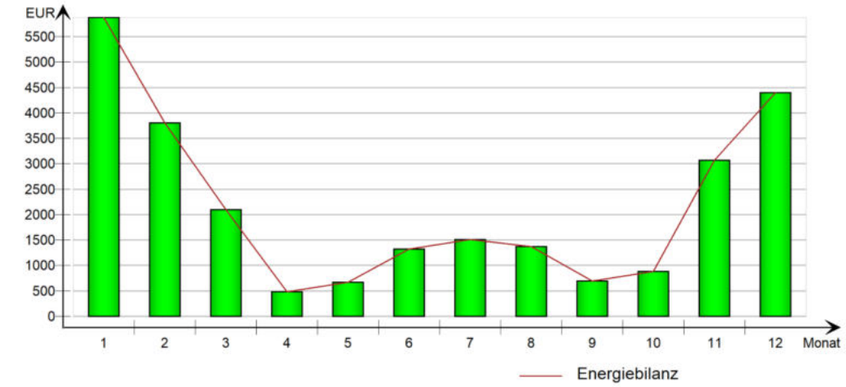
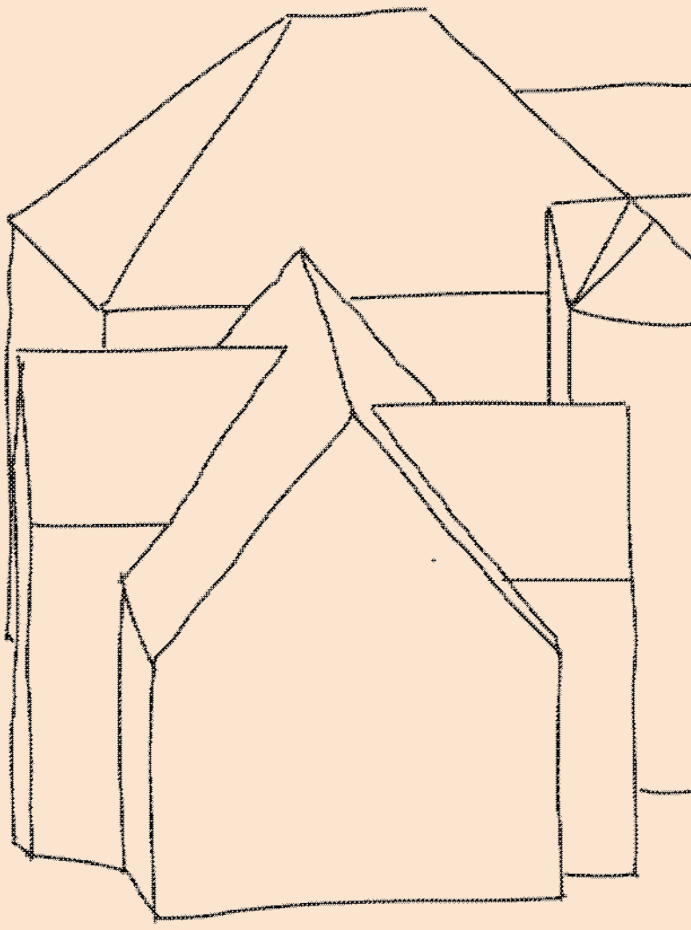
Gehandelt

		Von --> Nach	Gesamt		Spitzenlast	
			kWh	kWh/m2	kW	Time
	Eingekauft (Strom)	Energieversorger--> innerhalb der Bewertungsgrenze	65482.1	26.5	55.24	07 Jan 08:20
	Gesamt eingekauft Elektrizität innerhalb der Bewertungsgrenze		65482.1	26.5		
	Elektrizität Bilanz innerhalb der Bewertungsgrenze		65482.1	26.5		



innerhalb der Bewertungsgrenze Kosten

		Gesamt	
		Euro (EUR)	Euro (EUR) /m2
	Eingekauft (Strom) Trader 'innerhalb der Bewertungsgrenze' Kaufen Trader 'Energieversorger' Verkaufen	26192.8	10.6
	GesamtElektrizität innerhalb der Bewertungsgrenze	26192.8	10.6
	GesamtBilanz innerhalb der Bewertungsgrenze	26192.8	10.6



IDA Indoor Climate and Energy
Version: 5.1
Lizenz: IDA40:ICE51XL:ED149/O1S7P (Hochschullizenz)