

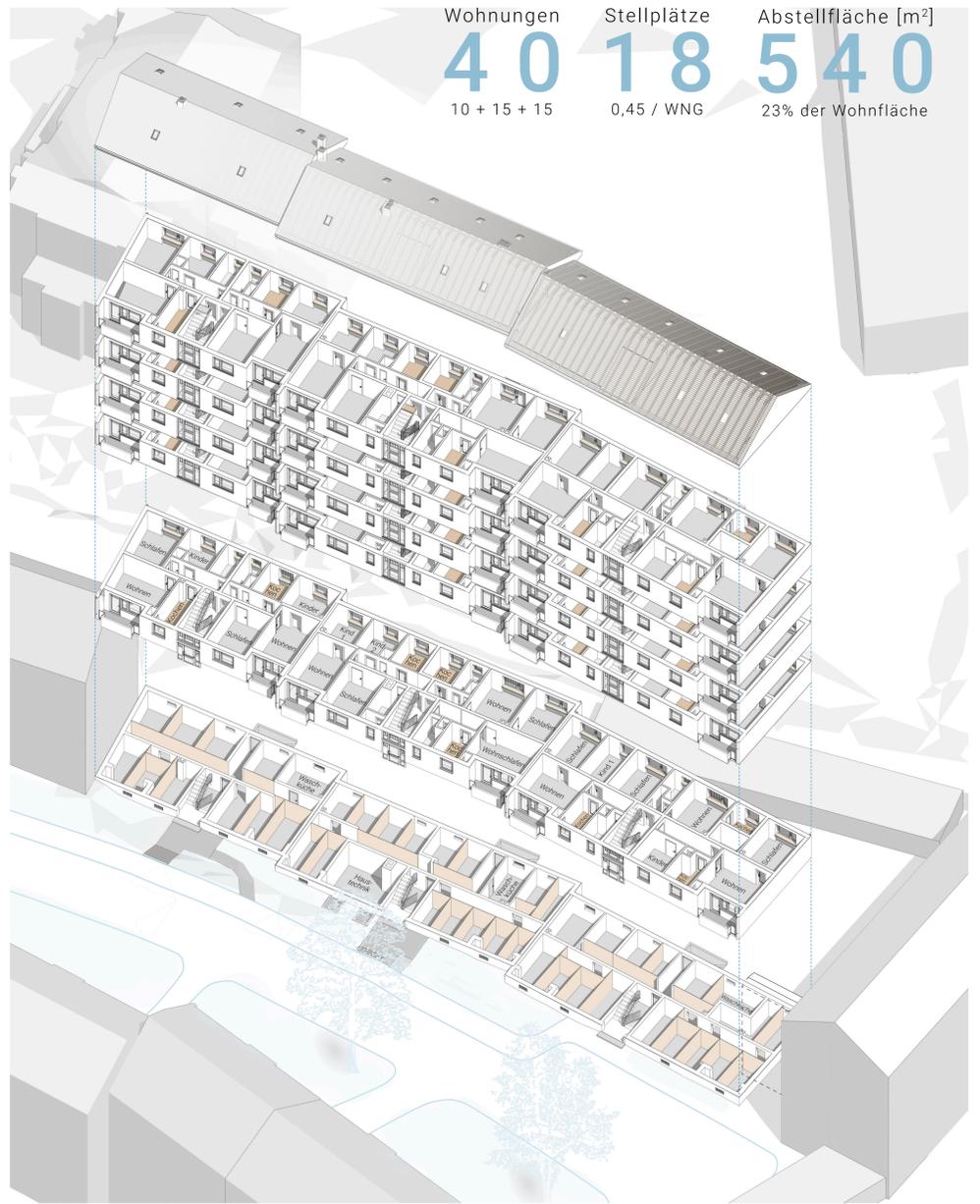
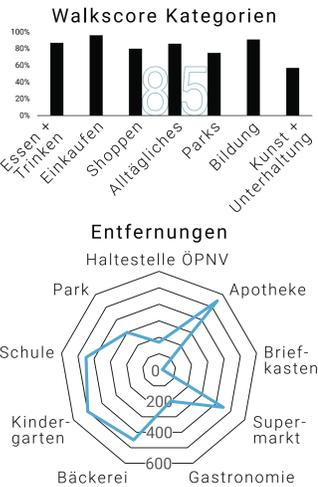
Grundriss M 1:100

# MEHRWERT

W067 - Sanierung in der Kreislaufwirtschaft und Treibhausgasneutralität  
 NILS TENZER WS 24 / 25 E2D  
 BACHELORARBEIT



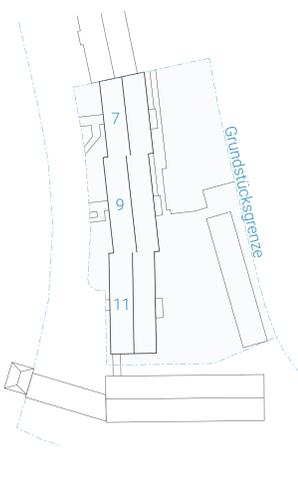
Schwarzplan M 1:5000



Explosionszeichnung



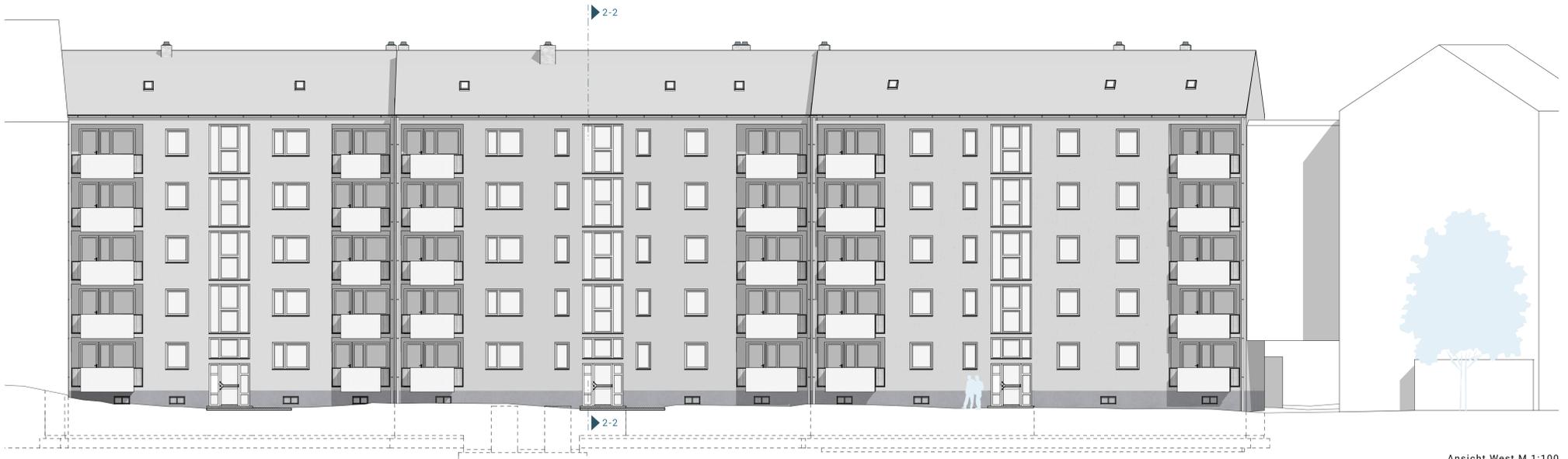
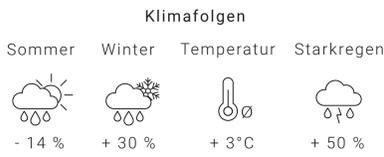
Lageplan M 1:1000



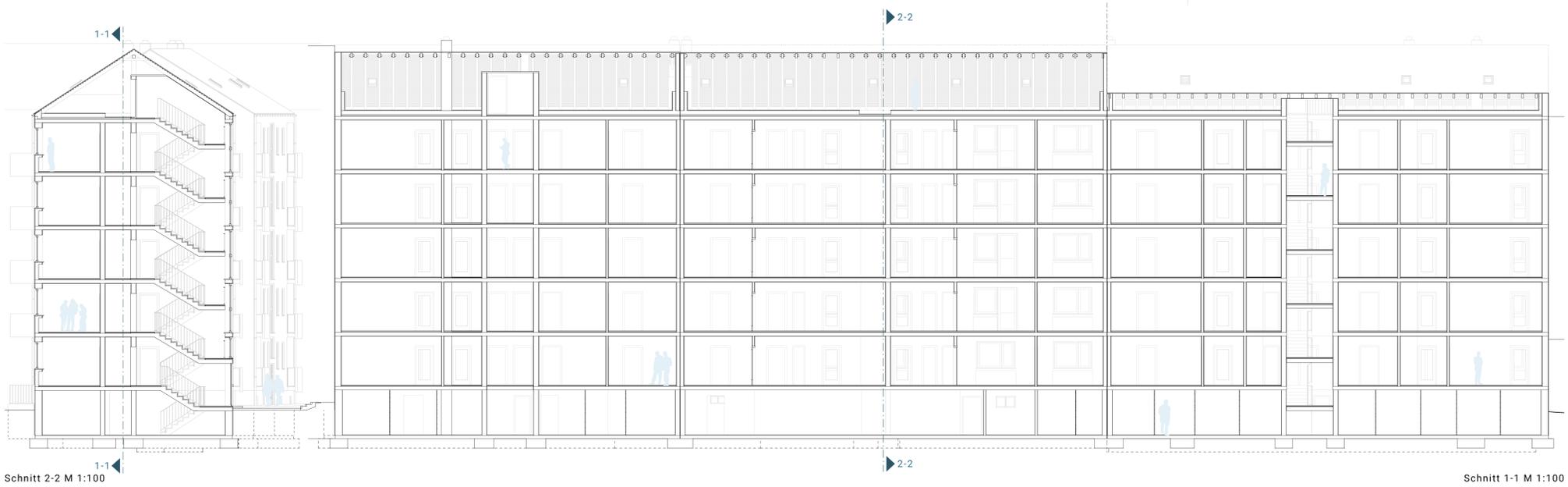
Übersichtsplan M 1:500

SWOT-Analyse	
Mobilitätsangebot	un gepflegtes Umfeld
Fußläufigkeit	lückenlose Bebauung
ruhiges Wohnen	keine soz. Mischung
Grünflächennutzung	Wertverlust von Gebäuden
Gemeinschaft stärken	Klimafolgen
Verkehrsberuhigung	gesellschaftl. Disparitäten

SWOT-Analyse

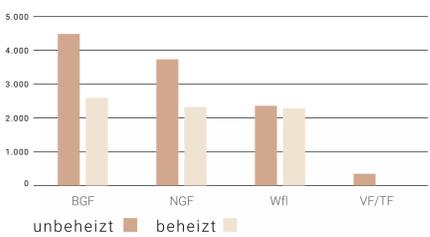


Ansicht West M 1:100

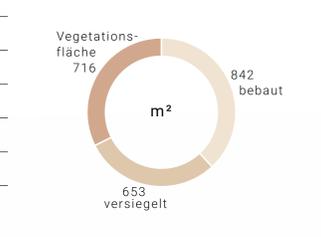


Schnitt 2-2 M 1:100 Schnitt 1-1 M 1:100

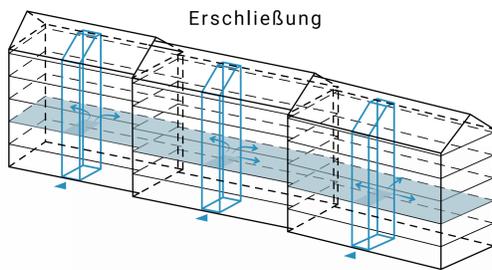
### Flächenverteilung Gebäude



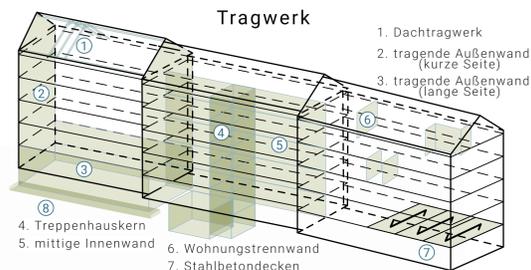
### Flächenverteilung Grundstück



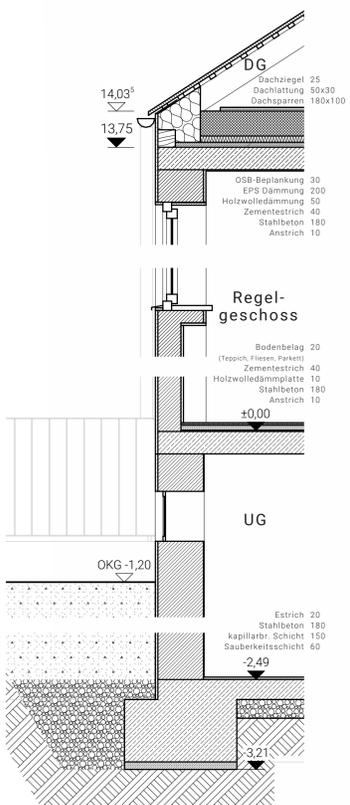
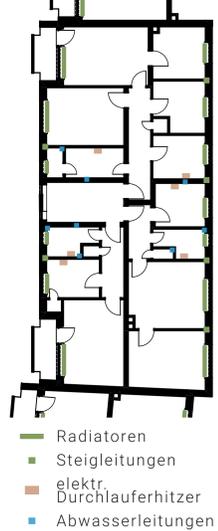
### Erschließung



### Tragwerk

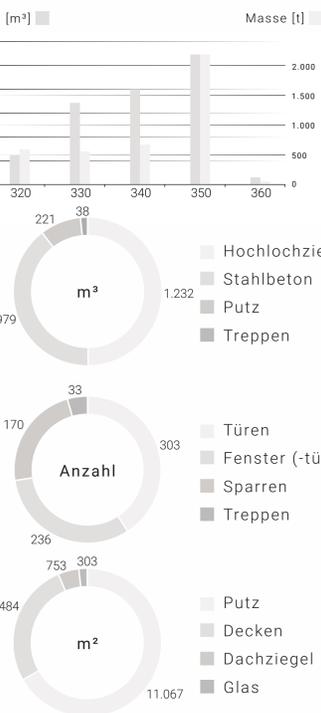


### Gebäudetechnik



## MATERIAL

### Material je Kostengruppe



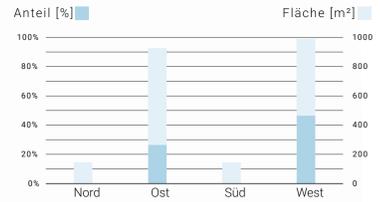
### Restlebensdauer (nach BBSR)



Bauteil	Jahre
Dachziegel	16
Mineralwolle	13
Dachöffnung	6
Dachkonstruktion	36
OSB	16
EPS	13
Parkett	6
Estrich	36
Kunststein	4
Fliesen	6
Estrich	36
Geschossdecken	86
Verglasung	3
Fenster-rähmen	13
Geländer	16
Innentreppen	56
Innentüren	6
Außenwände	16
Putz AW	-4
nichttr. IW	16
trag. IW	86
Putz IW	16
Eingangstüren	13
Kellertüren	6
Bodenplatte	56
Fundamente	86

## ENERGIE

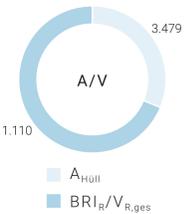
### Fassade / Fenster



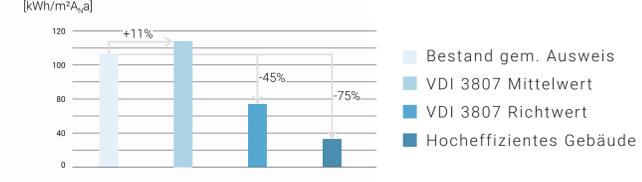
### Verbrauch



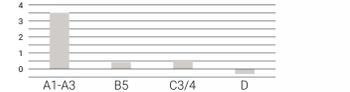
### Verhältnis



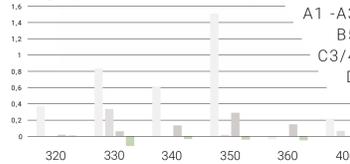
### Energieeinsatz Wärme (Potenzial)



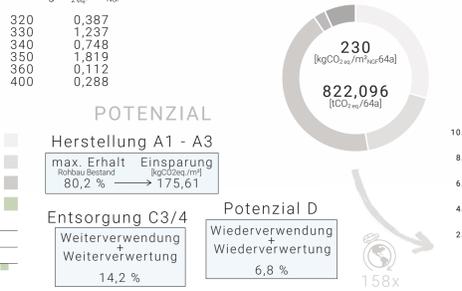
### LCA gesamt



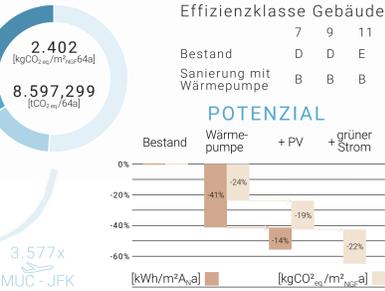
### LCA je Kostengruppe



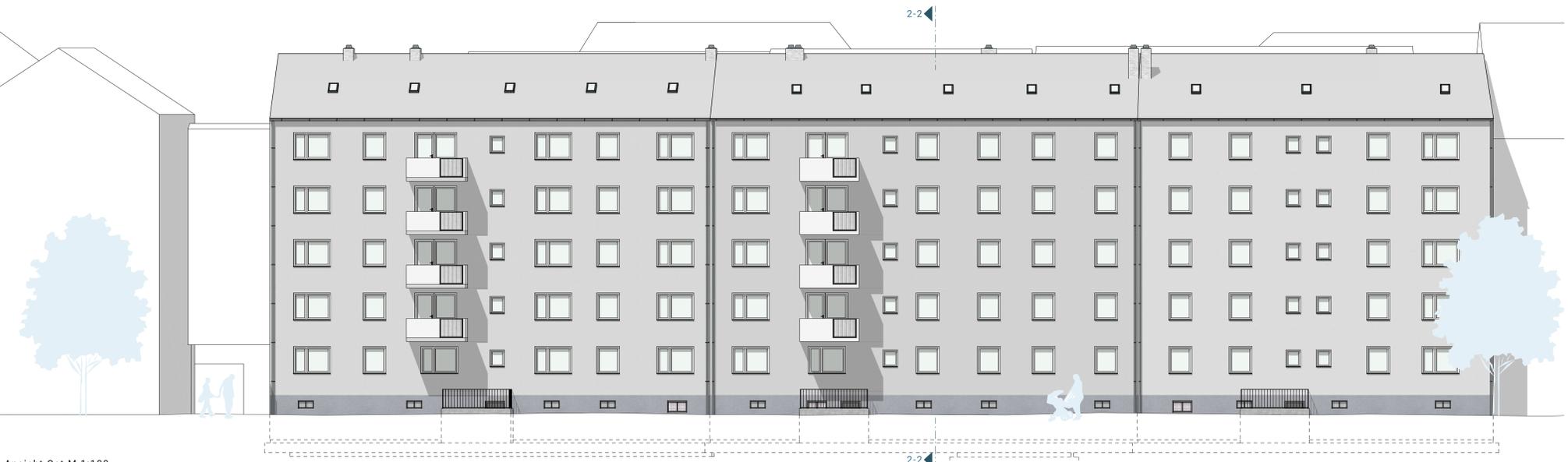
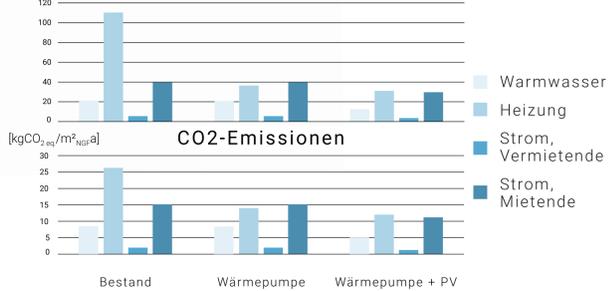
## BAUKONSTRUKTION



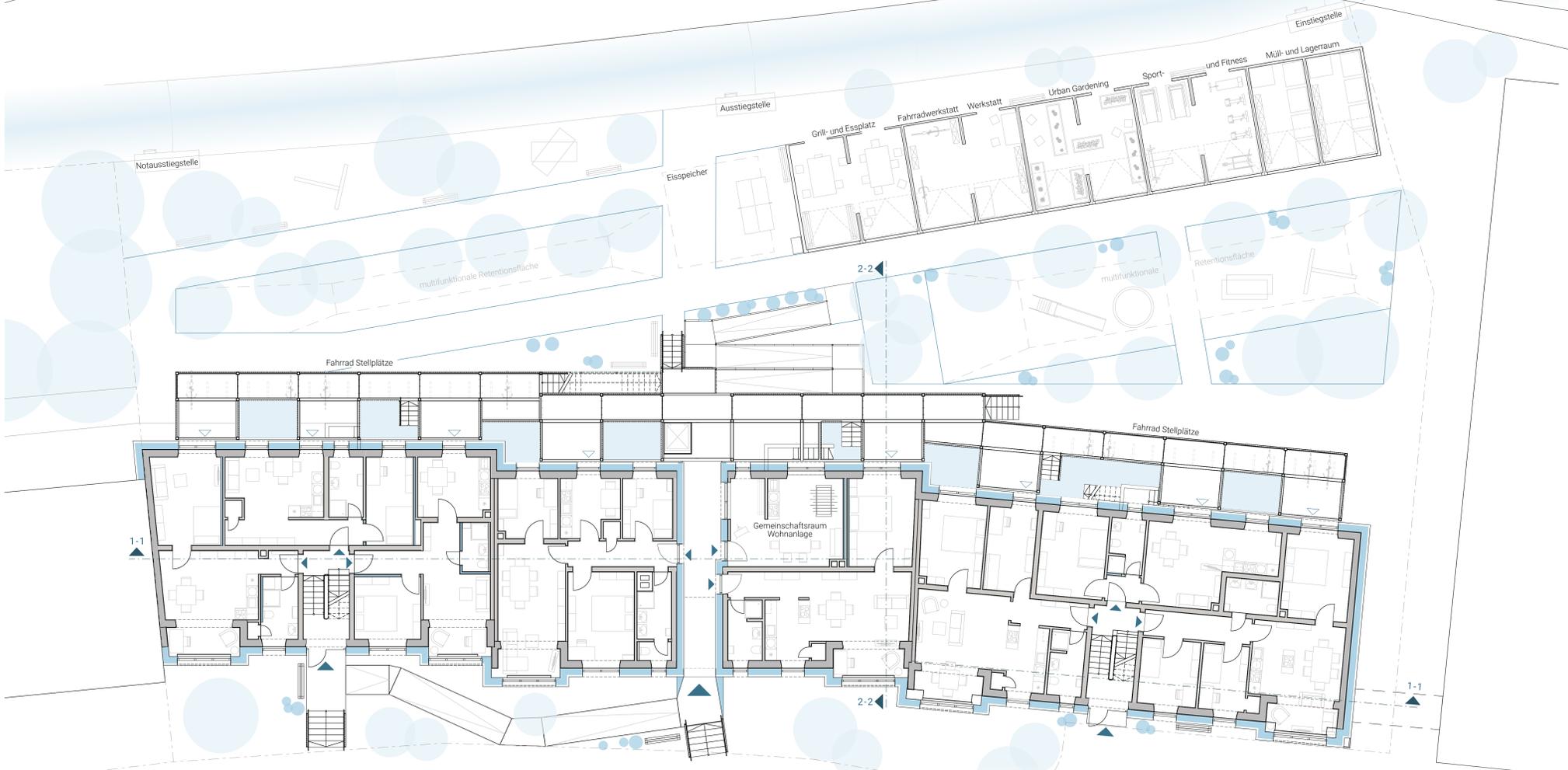
## BETRIEB



## Energiebilanz



Ansicht Ost M 1:100 2-2



Grundriss Erdgeschoss M 1:100



Ansicht Ost M 1:100

Reduzierung Belastung  
Kanalisation

Dachbegrünung

429 m<sup>2</sup> PVT-Fläche

Solarthermie & Photovoltaik

transparente PV als  
Überdachung

neue Balkonfläche auf  
Erhalt rückversetzte Loggien

+ 1.136 m<sup>2</sup> Wohnfläche

+ 340 m<sup>2</sup> private Balkonfläche

Farbkonzept

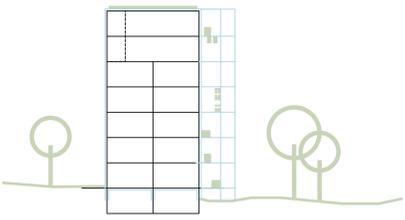
Haus 7 Haus 9 Haus 11



neue Grundrisskonzepte im Bestand

Erhalt 2/3 Treppenhäuser,  
mittleres Treppenhaus wird Wohnfläche

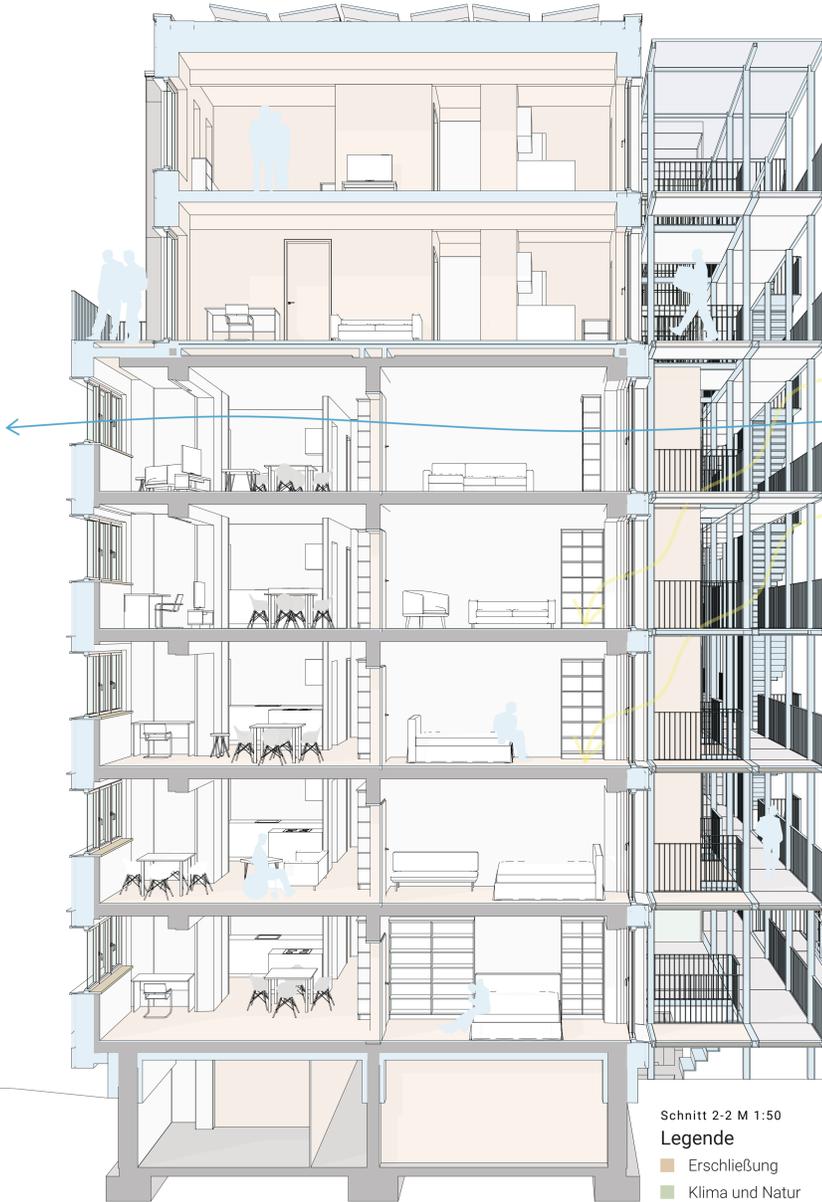
Begrünung



Barrierefreier Zugang von Straßenseite

Neugestaltung Vorgarten

Haustechnik bleibt im Keller



individuelle Begrünung der Balkone

Wohnungen mit Ost-West Bezug

durchgängig barrierefreie Erschließung

+ 16 % Fensterfläche in der Bestandsfassade

rückseitige vertikale Erschließung  
mit Aufzug und Treppe

Verbindung Straße und Hof durch Gang

Gemeinschaftsraum im EG

Erhalt der Kellerabgänge

Ergänzung Moss Cement im Sockelbereich

Entsiegelung der übrigen Pflasterflächen

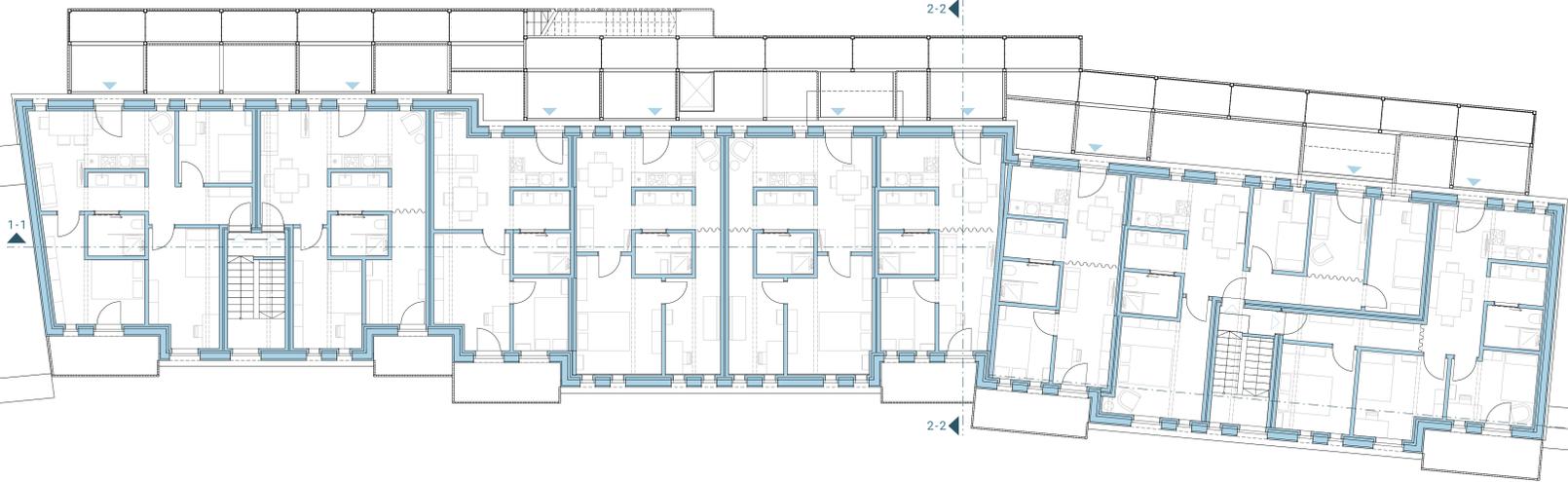
Schnitt 2-2 M 1:50

Legende

- Modernisierung
- Erschließung
- Klima und Natur
- Bestand
- Energie

Öffnungen Keller erhalten, da  
Waschküchen

Neue Aufteilung der Kellerräume,  
da Entfall Dachboden



Grundriss Aufstockung (5.OG) M 1:100

Wohnungsverteilung

Wohnungsmix der Wohnbaugruppe  
Augsburg eingehalten

17x 55 m <sup>2</sup>	2 Zimmer
15x 50 m <sup>2</sup>	2 Zimmer
9x 75 m <sup>2</sup>	3 Zimmer
7x 90 m <sup>2</sup>	4 Zimmer
10x 65 m <sup>2</sup>	3 Zimmer

4 Wohnungen sind rollstuhlgerecht geplant!

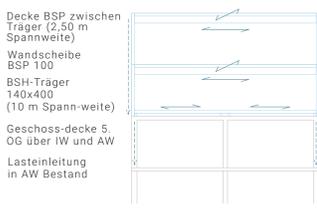
Rastersystem

Modulares Holzbauraster 625 mm

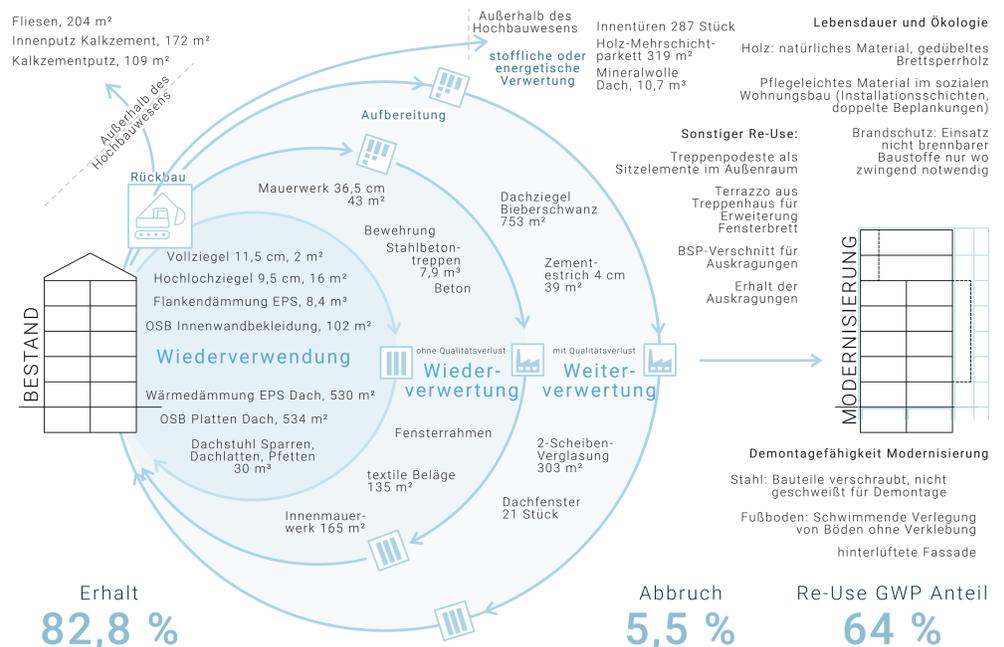


Tragwerk

Lastabtrag über Außenwände

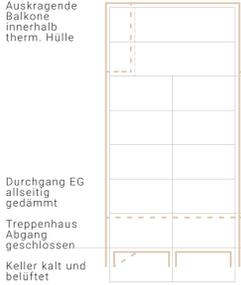


Ressourcenkreislauf



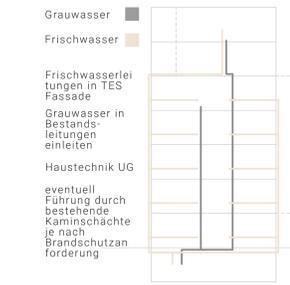
thermische Hülle

Auskragende Balkone  
innerhalb therm. Hülle



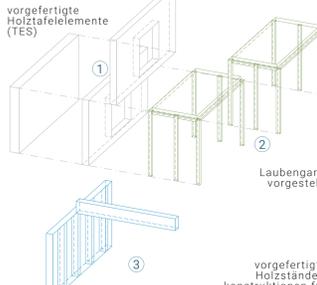
Leitungsführung

Grauwasser, Frischwasser



Vorfertigung / Bauablauf

EG - 4. OG vorgefertigte Holztafellemente (TES)



Durchgang EG allseitig gedämmt  
Treppenhaus Abgang geschlossen  
Keller kalt und belüftet

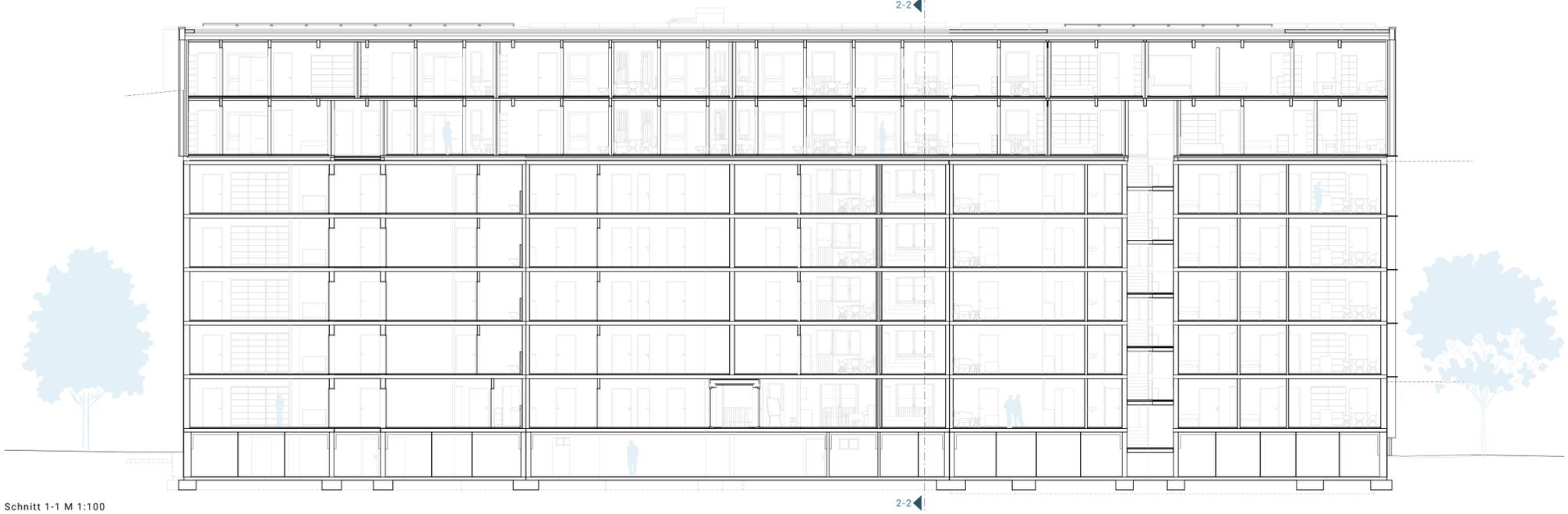
eventuell Führung durch bestehende Kaminschächte je nach Brandschutzanforderung

Laubengang vorgestellt  
vorgefertigte Holzständerkonstruktionen für Aufstockung

Demontagefähigkeit Modernisierung  
Stahl: Bauteile verschraubt, nicht geschweißt für Demontage  
Fußböden: Schwimmende Verlegung von Böden ohne Verklebung hinterlüftete Fassade

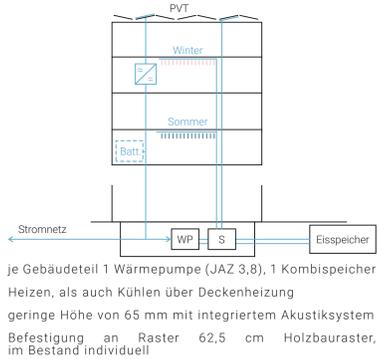
Sonstiger Re-Use:  
Treppenpodeste als Sitzelemente im Außenraum  
Terrazzo aus Treppenhaus für Erweiterung  
Fensterbrett BSP-Verschnitt für Auskragungen  
Erhaltung der Auskragungen

Lebensdauer und Ökologie  
Holz: natürliches Material, gedübeltes Brettsperrholz  
Pflegeleichtes Material im sozialen Wohnungsbau (Installationsschichten, doppelte Beplankungen)  
Brandschutz: Einsatz nicht brennbarer Baustoffe nur wo zwingend notwendig

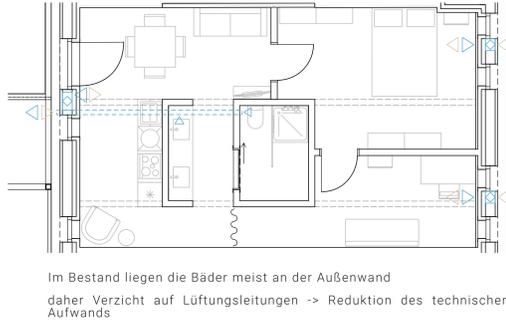
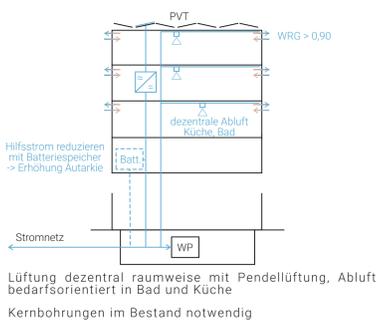


Schnitt 1-1 M 1:100

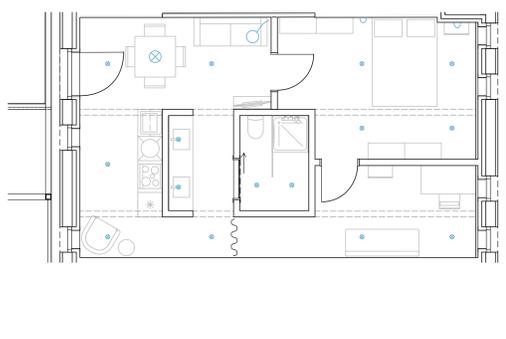
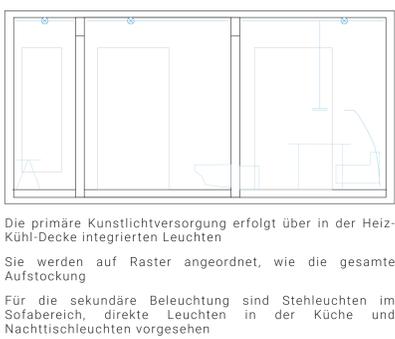
## Heizungs- und Kühlkonzept



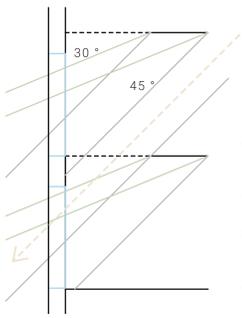
## Lüftungskonzept



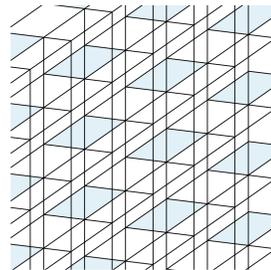
## Kunstlichtkonzept



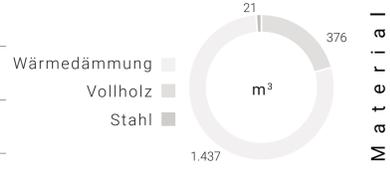
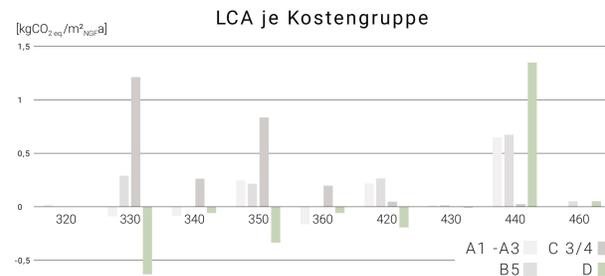
## Tageslichtkonzept



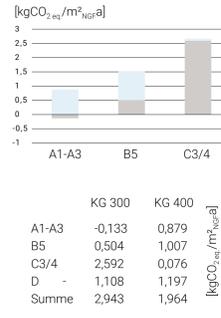
Durch die neue Fassade wächst die Laibungstiefe, dafür werden die Fenster nach unten vergrößert.  
Regelmäßige Aussparungen im Laubengang lassen das Tageslicht näher an die Fassade. Es entsteht ein vertikaler Licht- und Luftraum.  
Horizontale Blickachsen sind durch die Stützen nicht gestört.  
Der Laubengang dient als bauliche Verschattung im Sommer und erlaubt infolge dessen die Nutzung an warmen Tagen



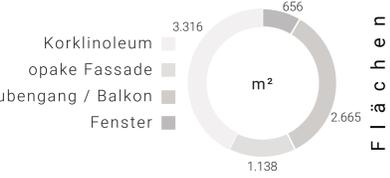
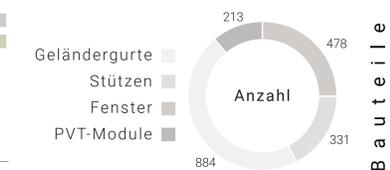
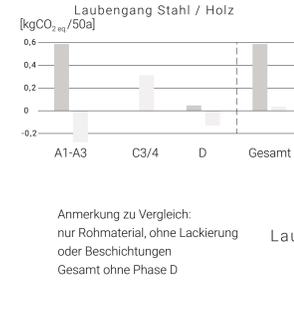
## MATERIAL



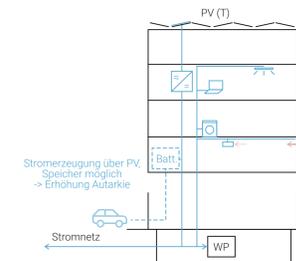
## LCA gesamt



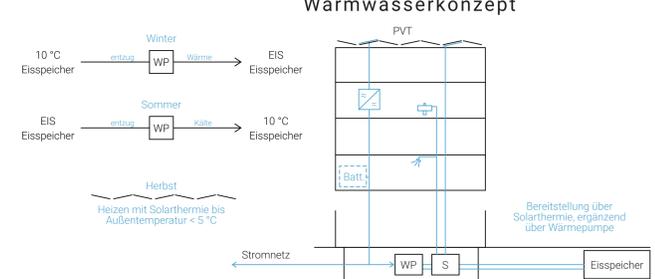
## Vergleich



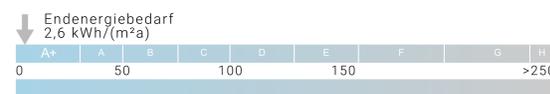
## Stromkonzept



## ENERGIE



PV Fläche 416 m²  
installierte Leistung 91,59 kW  
Ertrag AC 92.504 kWh



GEG-Werte	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
spez. Transmissionswärmeverlust $H_T$ [W/(m²K)]	0,281	0,630	44,60
spez. Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]	3,77	32,69	11,53 (zulässig)

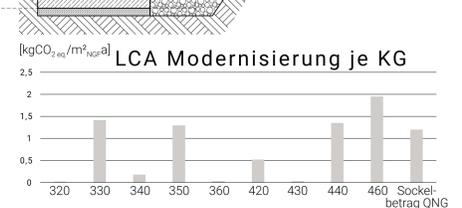
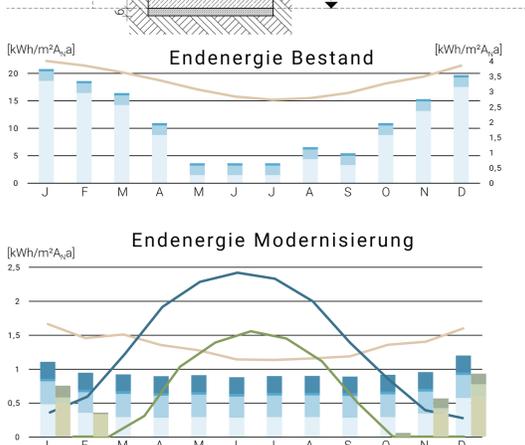
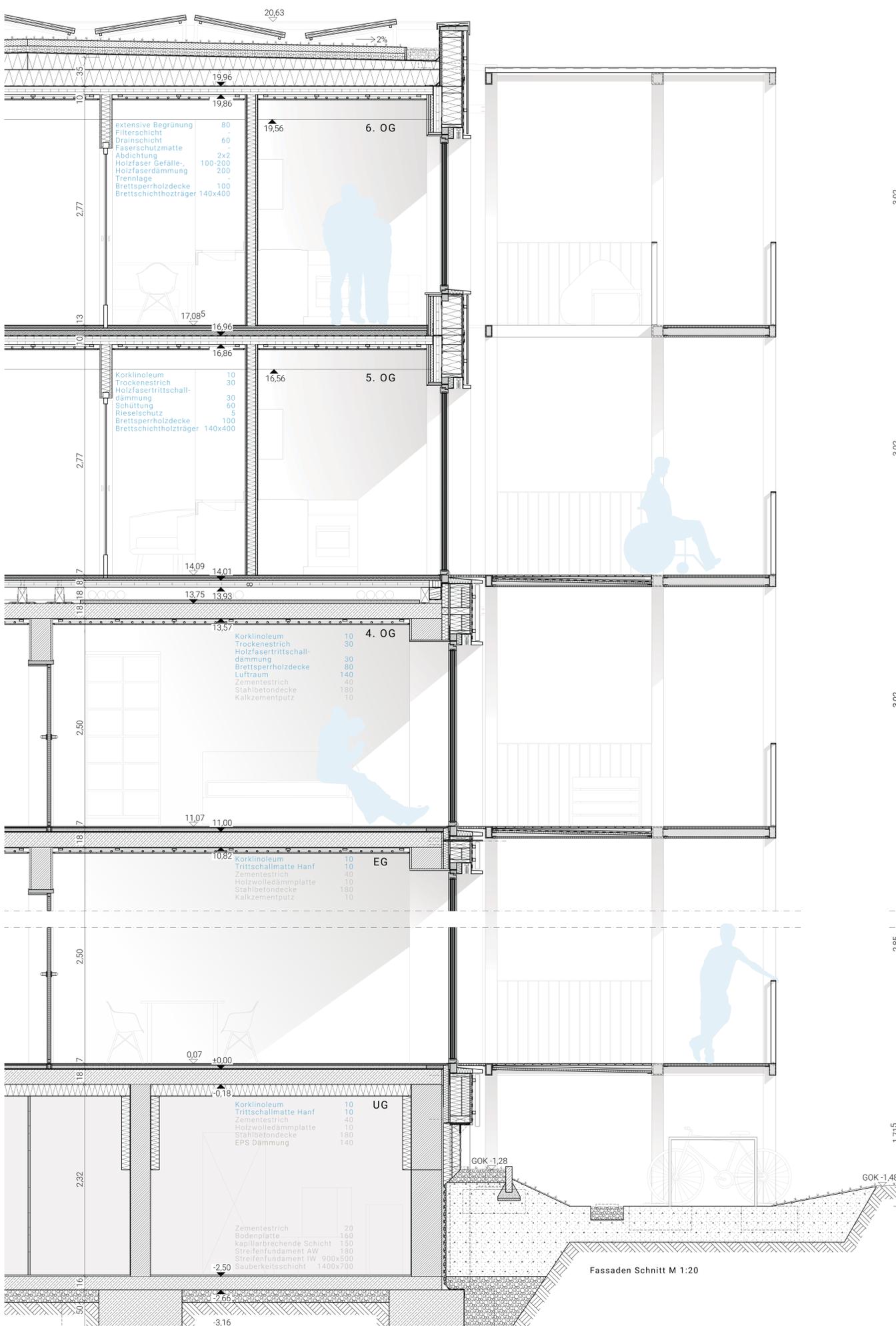
## Verbrauch



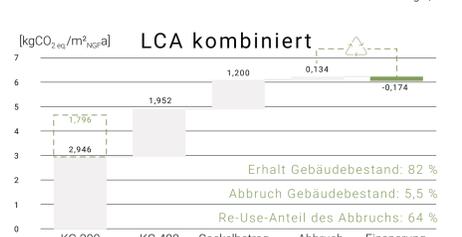
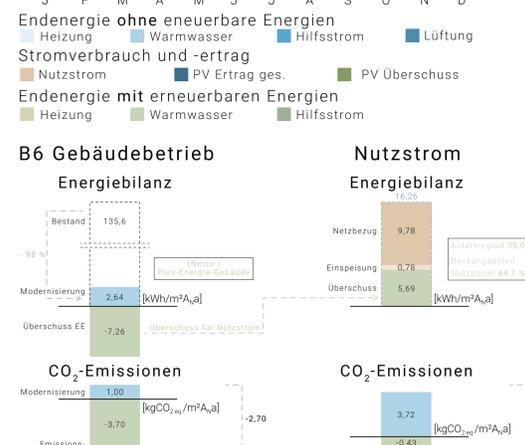
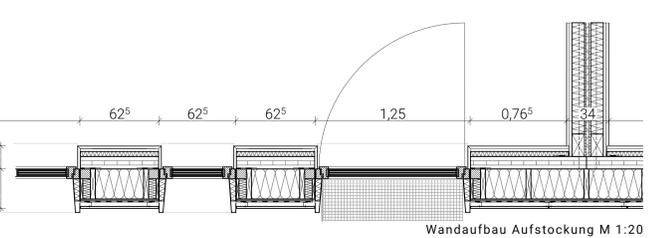
Ansicht West M 1:100



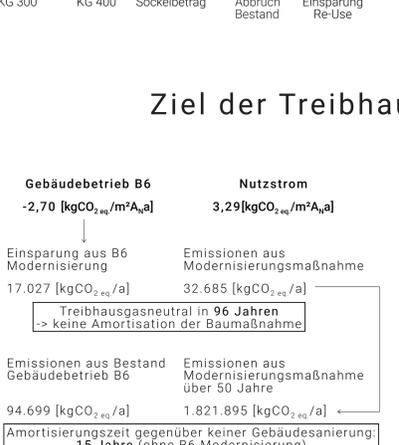
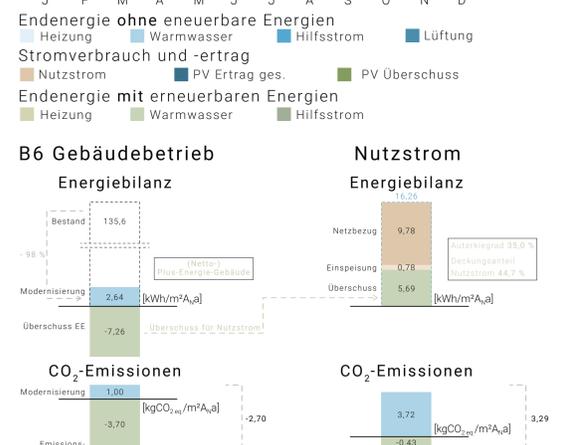
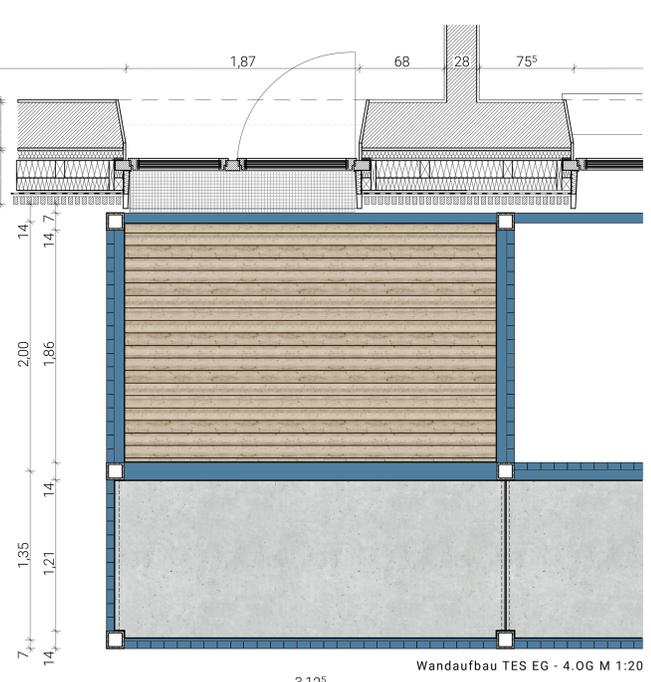
2-2



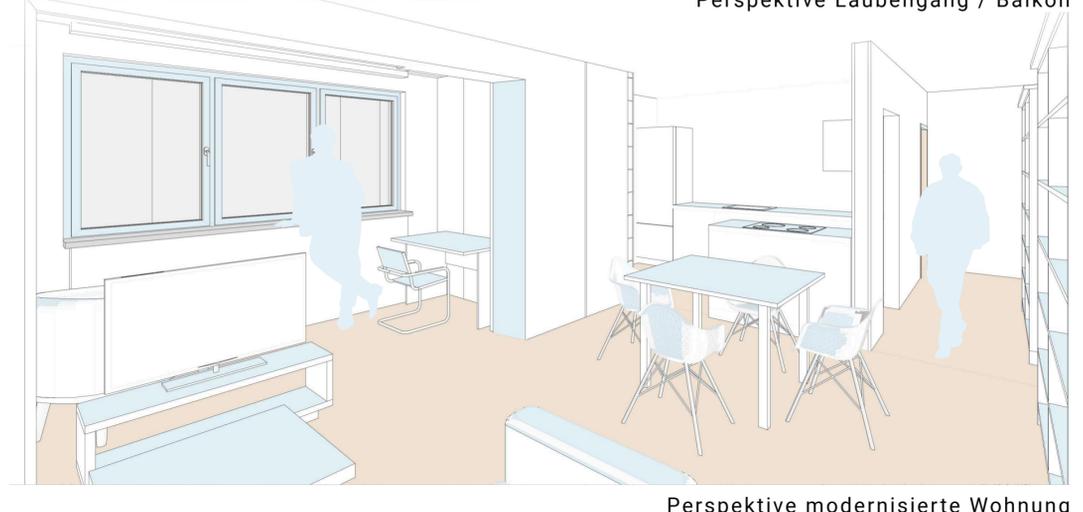
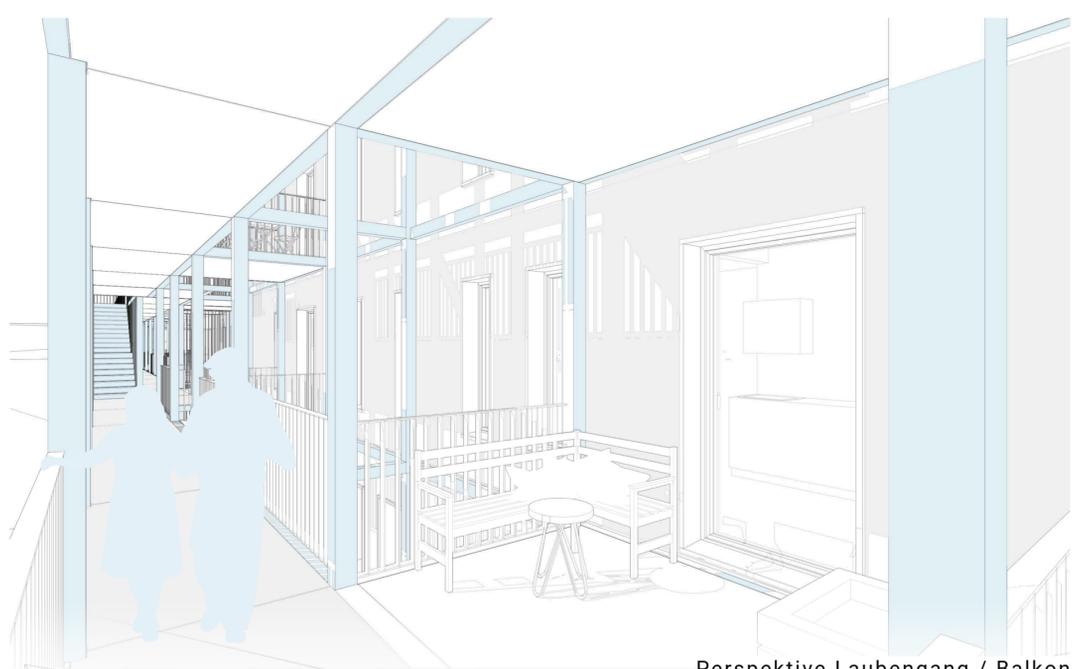
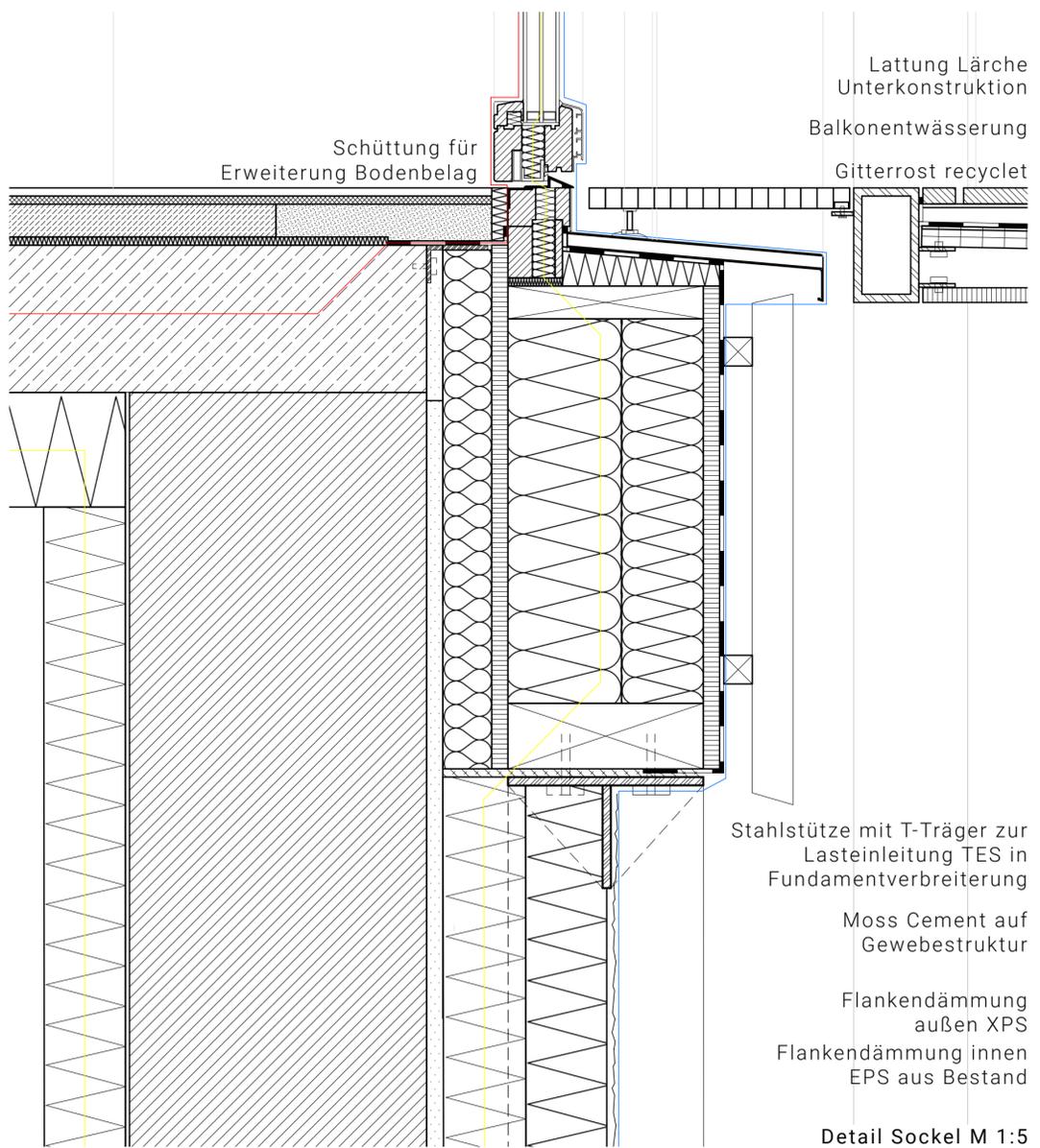
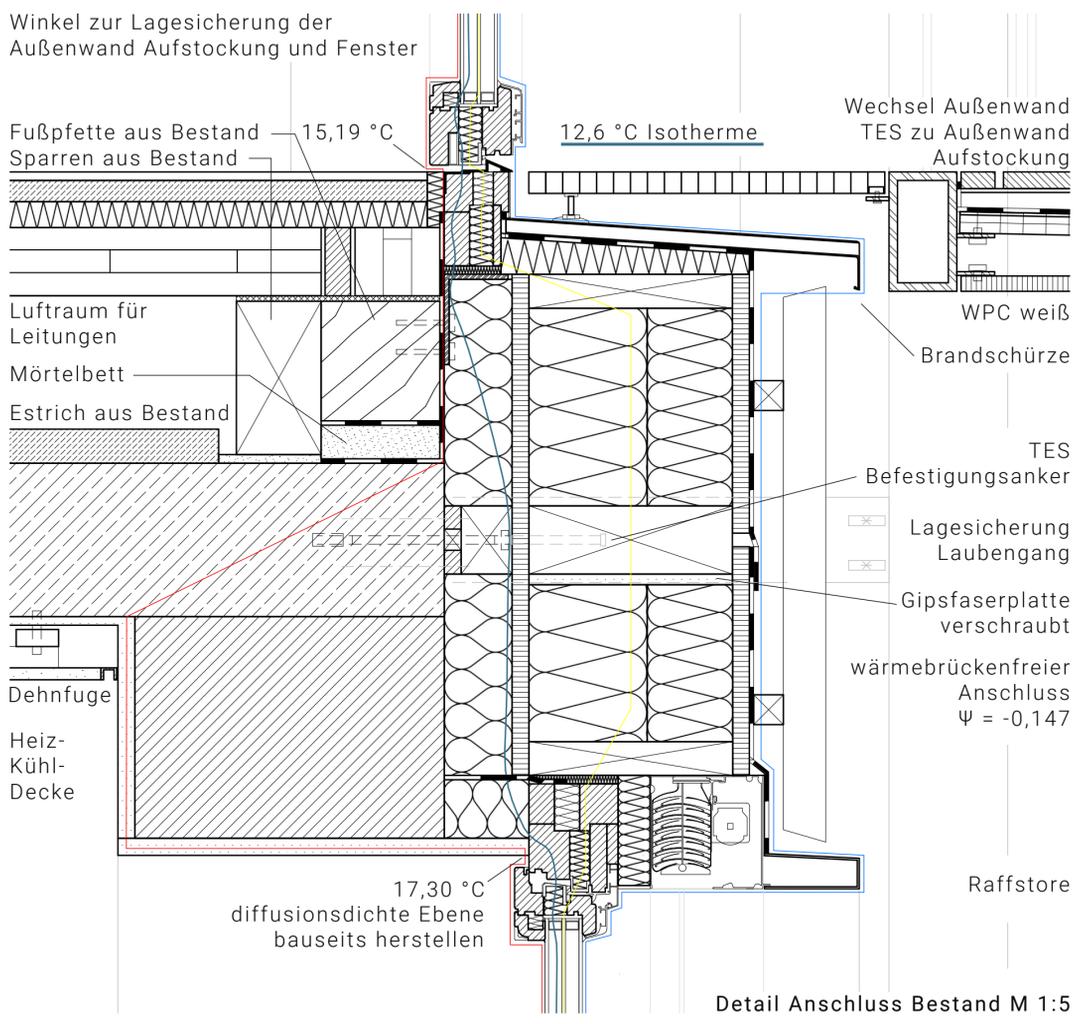
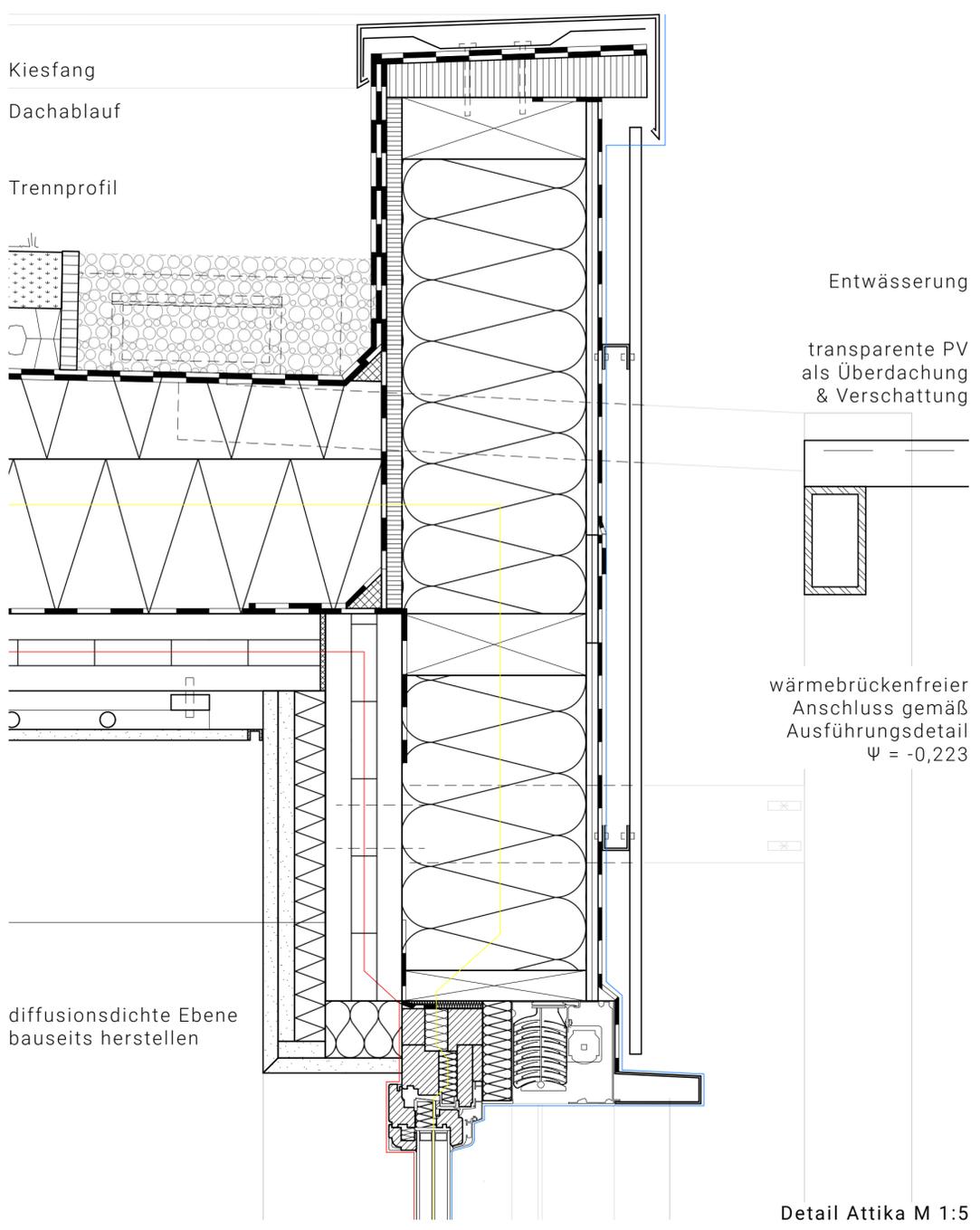
Lehmputz fein	3
Lehmbauplatte 2-lagig	40
Installationsebene Mineralwolle	40
Brettsperholz gedübelt	100
Holz-Stiegholzer	20
Wärmedämmung Zellulosefaser	240
MDF-Platte	20
Fassadenbahn diffusionsoffen	30/50
Aluminium Unterkonstruktion	30/50
Aluminium-Verbundplatte mattsilber	13



Kalkzement Innenputz	20
Hochlochziegel	365
Kalkzementputz Außenputz	20
Ausgleichsebene Mineralwolle	60
OSB-Platte	20
Gefach Holzweichfaserdämmung B1 / Vollholz	140, 100
MDF-Platte	20
Fassadenbahn UV-beständig, diffusionsoffen	30/50
Unterkonstruktion Holzlattung / Hinterlüftung	30/50
Lattung Lärche vorgegraut	35/60



- ✓ hohe Einsparung des Endenergiebedarfs
- ✓ treibhausgasneutraler Betrieb
- ✓ hoher Erhalt des Gebäudebestands
- ✓ Reduzierung des Abbruchs durch Wiederverwendung





WERT

- ✓ hohe Einsparung des Endenergiebedarfs
- ✓ treibhausgasneutraler Betrieb
- ✓ hoher Erhalt des Gebäudebestands
- ✓ Reduzierung des Abbruchs durch Wiederverwendung
- ✓ 62 statt 40 Wohnungen +1.100 m<sup>2</sup> Wohnfläche

Nils Tenzer  
WS 24 / 25 E2D

Bachelorarbeit

W067 - Sanierung in der Kreislaufwirtschaft und Treibhausgasneutralität

BIM Modell  
e x p e r i e n c e  
über BIMx App



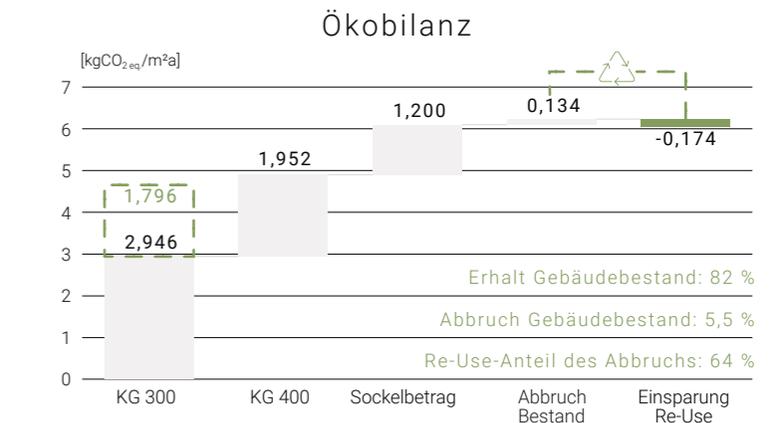
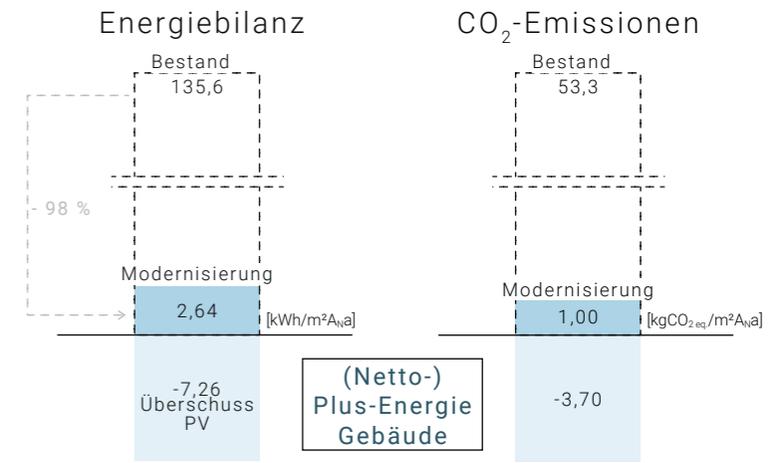
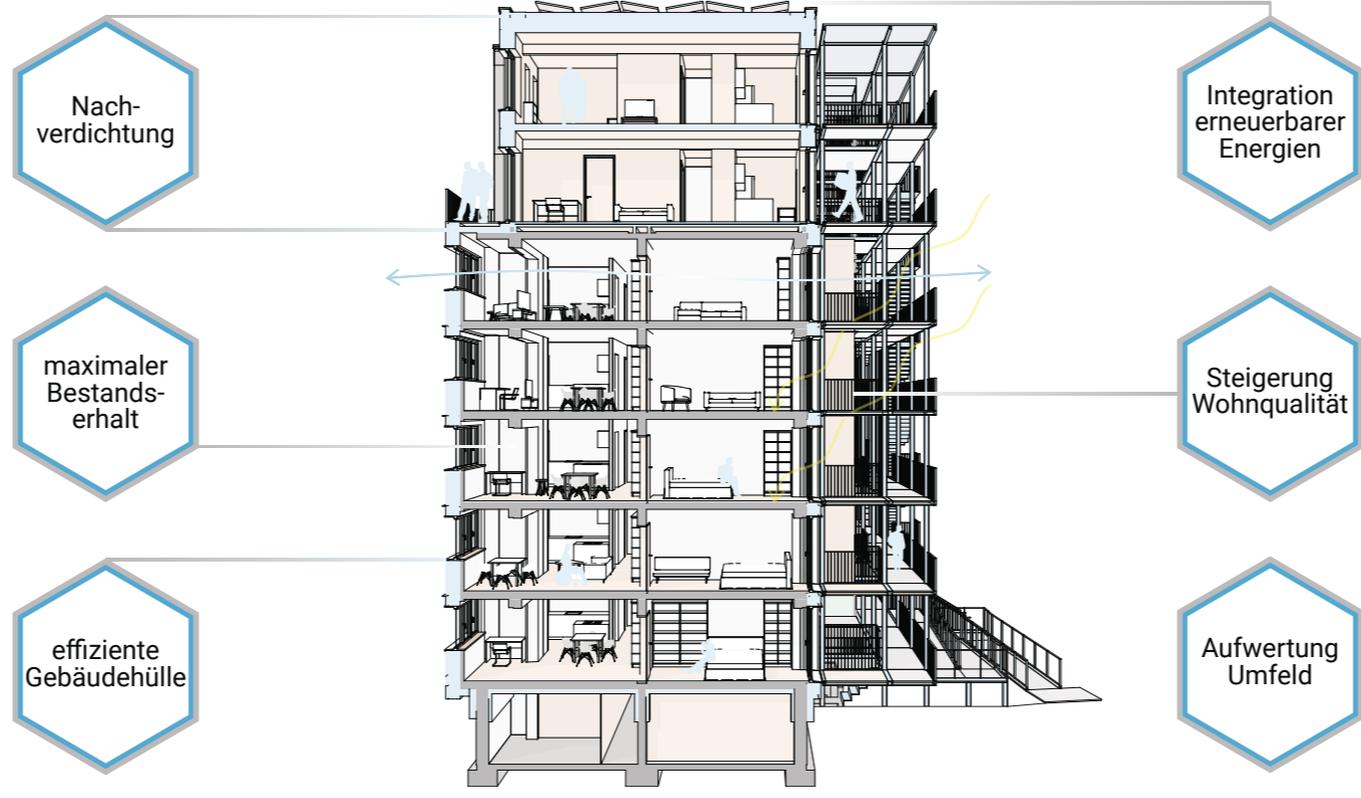
MEHR

# BESTAND

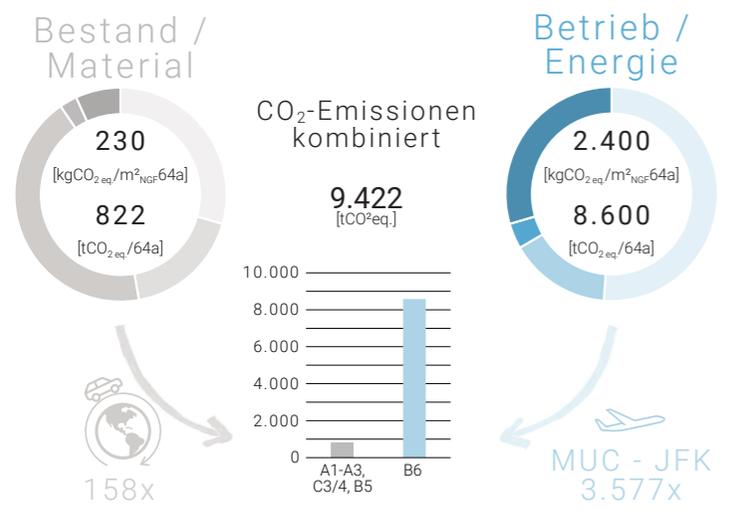
# ZIELE

# MODERNISIERUNG

- stärken: Mobilitätsangebot, Fußläufigkeit, ruhiges Wohnen
- schwächen: ungepflegtes Umfeld, lückenlose Bebauung, keine soz. Mischung
- chancen: Grünflächennutzung, Gemeinschaft stärken, Verkehrsberuhigung
- risiken: Wertverlust des Gebäudes, Klimafolgen, gesellschaftl. Disparitäten



Mauerwerk 1.232 m<sup>3</sup>    Türen 303    Fenster 236    Stahlbeton 980 m<sup>3</sup>



40,79 [kgCO<sub>2</sub>eq./m<sup>2</sup>a] BESTAND-MODERNISIERUNG Vergleich 3,40 [kgCO<sub>2</sub>eq./m<sup>2</sup>a] GlobalWarmingPotential

Die Emissionen der Modernisierung amortisieren sich in 96 Jahren, gegenüber keiner Sanierung jedoch schon in 15 Jahren!



# DETAILLIERTER BERICHT BACHELOR THESIS

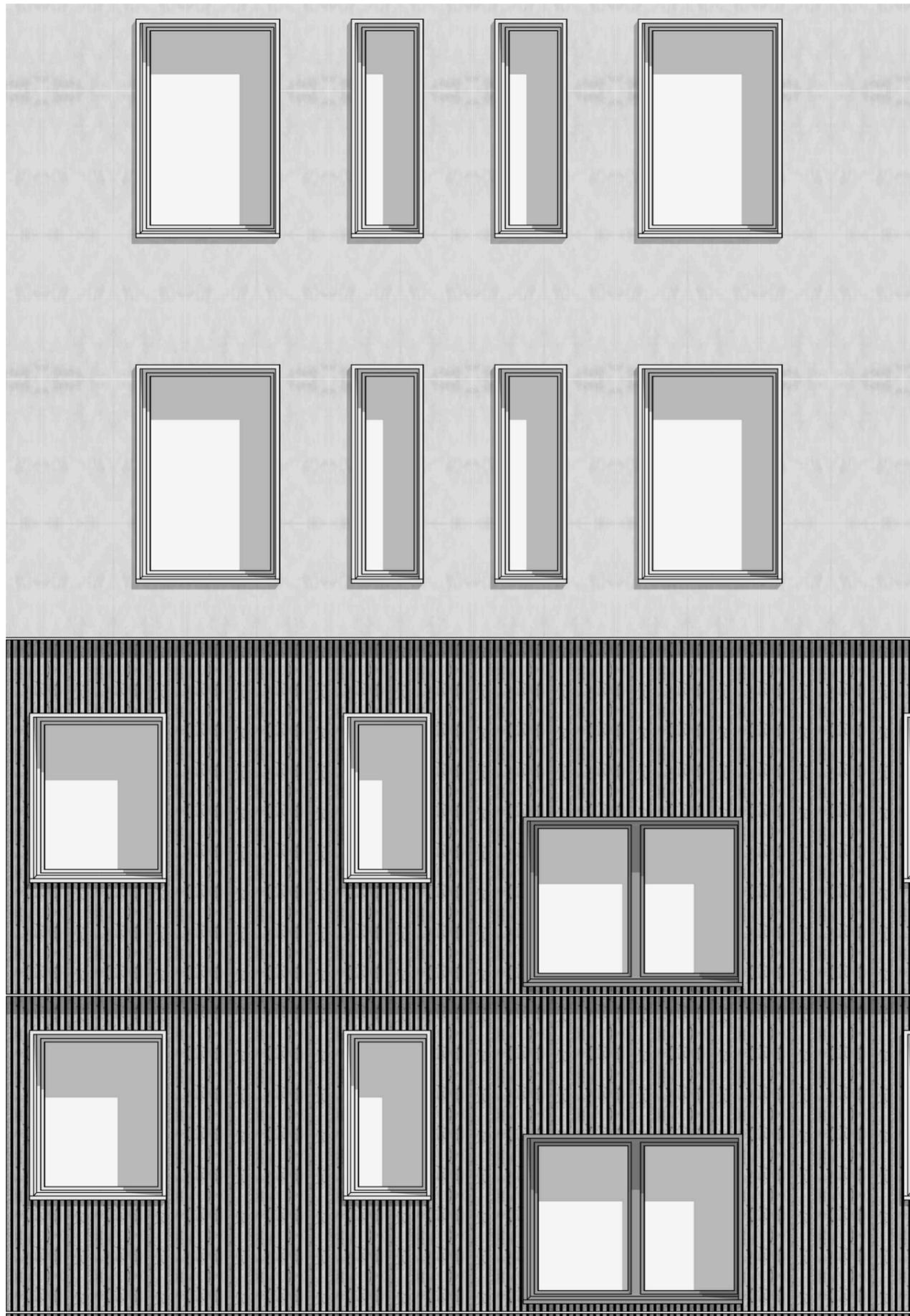
W067 Sanierung in der Kreislaufwirtschaft  
und Treibhausgasneutralität

---

ANALYSEN      DOKUMENTATIONEN  
ANHÄNGE      BERECHNUNGEN

---





## INHALTSVERZEICHNIS

1. ZIEL DER ARBEIT	4
1.1 übergeordnete Ziele	
1.2 kommunale Ziele	
1.3 Projektziele	
2. Grundlagen	9
2.1 Gebäudebeschreibung	
2.2 Lage und Umgebung	11
2.3 Standortanalyse	15
3. Bestandsanalyse	18
3.1 Bestandsinformationen	
3.2 Materialien	20
3.3 gebäudetechnik	
3.4 Energie	27
3.5 Ökobilanz	31
4. Sanierungskonzept -und Entwurf	33
5. Ergänzung zum Plan	34
5.1 Umfeld, Erschließung und Flächen	
5.2 Material	35
5.3 Energie	39
5.4 Fazit und Auswertung	43
6. Anhang	45

# 1. ZIELE DER ARBEIT

## 1.1 Übergeordnete Ziele

Auf internationaler Ebene hat das 2015 beschlossene Pariser Klimaabkommen die Teilnehmerstaaten verpflichtet, die Erderwärmung auf unter zwei Grad Celsius, idealerweise auf 1,5 Grad Celsius, zu begrenzen. Hierzu sollen die globalen Treibhausgasemissionen bis zur zweiten Jahrhunderthälfte auf null reduziert werden, wobei unvermeidbare Emissionen ausgeglichen werden dürfen.

Der European Green Deal, am 11. Dezember 2019 von der Europäischen Kommission vorgestellt, zielt darauf ab, die Netto-Treibhausgasemissionen der EU bis 2050 auf null zu senken. Alle 27 Mitgliedsstaaten verpflichteten sich, die EU bis dahin klimaneutral zu machen, und vereinbarten als Ziel eine Emissionsreduktion um mindestens 55% bis 2030 und bis 2050 um 80-95% im Vergleich zu 1990. (Diekmann et al., 2018, S. 16-17)

National wurde 2021 ein ambitionierteres Ziel beschlossen: Minus 65% bis 2030 und minus 88% bis 2045. Des Weiteren wurden die einzelnen Sektoren verschärft, darunter auch der Gebäudesektor, der in Deutschland für etwa 30% der CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich ist, wovon dreiviertel für die Nutzung und den Gebäudebetrieb anfallen. (BMWK & UBA, 2023)

Bei der Sanierung und Modernisierung von Gebäuden besteht ein hoher Bedarf, denn „nur rund 20% der vor 1979 errichteten Altbauten verfügen über eine nachträglich gedämmte Fassade“ (Umwelt Bundesamt, 2019, S. 41). Das wiederum entspricht 64,7% des gesamten Gebäudebestands (Mai 2022) (Statistisches Bundesamt, 2022). Von Bayerns Bestandswohngebäuden sind immer noch 37,8% unsaniert und 49,8% teilsaniert (Umwelt Bundesamt, 2019, S. 76).

Um die festgelegte Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen, müssen etwa 35% der unsanierten Gebäude auf KfW-70/-55 Standard saniert werden, was mit einer Steigerung der Sanierungsrate von rund 1% auf mindestens 2% einhergeht. Zu beachten ist, dass die Sanierungsrate auf Grund von Personalkapazitäten nicht über 2,5% ansteigen wird und für die Zielerreichung nicht alle Gebäude saniert werden können, sodass diese Defizite über eine klimaneutrale Energiebereitstellung gelöst werden müssen. (Luderer et al., 2021, S. 99).

Am 1. Januar 2023 trat die erste Novelle des Bayerischen Klimaschutzgesetzes (BayKlimaG) in Kraft, mit der der Bayerische Landtag die Klimaziele verschärfte. Der Freistaat soll nun bis 2040 klimaneutral sein, statt wie zuvor bis 2050. Bis 2030 ist eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 65 Prozent pro Kopf im Vergleich zu 1990 vorgesehen, statt wie bisher um 55 Prozent.

## 1.2 Kommunale Ziele

### 1.2.1 Blue City Augsburg

Die klimamitigativen und -anpassenden Maßnahmen der Stadt Augsburg werden im Juli 2022 beschlossenen „Blue-City Klimaschutzprogramm“ gebündelt. Unter diesem Namen trägt die Stadt den Klimaschutz in die Öffentlichkeit, der als gesamtgesellschaftliche Aufgabe wahrgenommen werden soll, um den Menschen in der Stadt und der Region eine nachhaltige Zukunft zu sichern.

Die Stadt Augsburg setzte sich zum Ziel, „ab dem 01.01.2021 ein verbleibendes CO<sub>2</sub>-Emissionsbudget von 9,7 Millionen Tonnen einzuhalten. Dieses Ziel ist als Beitrag der Stadt Augsburg zu verstehen, die Erderwär-



Abb. 1 - Blue-City Augsburg  
Quelle: Klimaschutzprogramm  
Broschüre WEB

mung mit einer 2/3-Wahrscheinlichkeit auf 1,5-Grad zu begrenzen; Augsburg steht dabei entsprechend der Einwohnerzahl im Vergleich zur Weltbevölkerung das im IPCC-Sonderbericht ab 2018 ermittelte weltweite Restvolumen zur Verfügung“ (Ralf Bendel, 2023).

In einer von der Stadt Augsburg beauftragten Studie aus dem Jahr 2021 ist herausgekommen, dass „der Augsburger Wärmebedarf [...] aktuell nur zu etwa 16,5 Prozent über Fernwärme abgedeckt [wird], die über die Nutzung von Biomasse und Abfall auch erneuerbare Energien einspeist. Den größten Anteil an der Wärmeversorgung hat Erdgas mit ca. 73,5 Prozent. Für das Ziel des CO<sub>2</sub>-Budgets von 9,7 Mt wäre ein sehr schneller Umbau der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien innerhalb von 10 Jahren in Kombination mit sehr hohen Energieeinsparungen notwendig.“ (Stadt Augsburg: Umweltamt, 2021, S. 6)

Wie bereits erwähnt, soll es oberste Priorität des Gebäudesektors sein, die Verbräuche der Bestandsgebäude zu senken. In den Veröffentlichungen der Stadt Augsburg wird oft von einer quartiersorientierten Sanierung gesprochen, welche bisher nicht weiter ausgearbeitet wurde (Stand 12/2024). Zu Einzelmaßnahmen gibt es keine konkreten Pläne der Stadtverwaltung.

Die Stadt Augsburg macht den Eindruck, engagiert auf die festgelegten Ziele hinarbeiten, verfolgt eine möglichst integrale Herangehensweise und plädiert, dass Klimaschutz für alle zur Selbstverständlichkeit werden müsse.

### 1.2.2 Wohnbaugruppe Augsburg

Seit der Gründung der Gesellschaft 1927 versorgt das städtische Wohnungsunternehmen die Bewohnenden mit Wohnraum. Heute sind es mehr als 10.000 Wohnungen, in denen etwa 21.000 Menschen leben. Die Wohnbaugruppe ist Gründungsmitglied bei der Initiative Wohnen.2050, ist Mitglied im Klimabeirat der Stadt, ist aktiv im Blue-City Klimaschutzprogramm und setzt auf Verbindungen zur Technischen Hochschule Augsburg.

Seit Mitte der 1990er Jahre verfolgen sie eine hohe Modernisierungstätigkeit, vor allem bei den größten Kosten- und Emissionstreibenden Faktoren von Warmwasser und Heizung, womit der „CO<sub>2</sub>-Ausstoß über den gesamten Bestand der Wohnbaugruppe um rund 80% reduziert werden [konnte]“ (Wohnbaugruppe Augsburg, 2023, S. 35).

Als Ziel wird ein klimaneutraler Gebäudebestand bis 2040 angestrebt, der vorrangig mit Heizungsumbauten und dem Anschluss an das Fernwärmenetz der Stadtwerke Augsburg (swa) erfolgen soll. Außerdem sollen die Fassaden, die Keller- und obersten Geschossdecken gedämmt, die Fenster ausgetauscht und Wärmepumpen eingebaut werden. Dies führt auch zur Einsparung der Nebenkosten, womit die ökonomische Belastung der Mietenden sinkt.

Aus dem Geschäftsbericht des Jahres 2023 ist ersichtlich, dass die Wohnbaugruppe Augsburg hinsichtlich der Emissionseinsparung auf einem guten Weg ist, der die Klimaziele für den Gebäudesektor in Deutschland deutlich unterschreitet (vgl. Abb. 2). Interessant ist auch, wie groß der bereits erwähnte



Abb. 2 - äquivalente CO<sub>2</sub>-Einsparung seit 1990  
Quelle: Wohnbaugruppe Augsburg, 2023, S. 16

Fernwärmeanteil am zukünftigen Gebäudebestand werden soll (siehe Abb. 3 und 4). Damit wird die Verantwortung den Fernwärmebetreibenden zugeteilt, was allerdings dem städtischen Interesse der quartiersorientierten Versorgung entspricht.

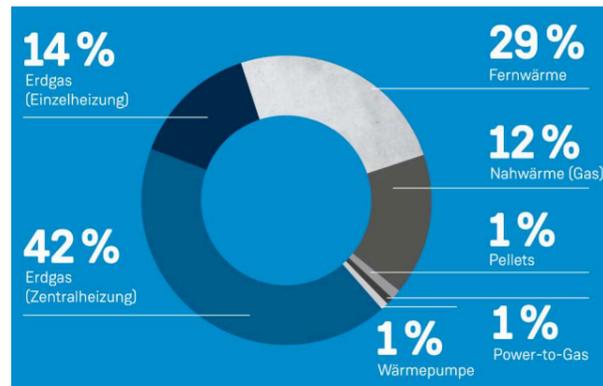


Abb. 3 - Heizarten im Wohnungsbestand 2023 (Wohnbaugruppe Augsburg)  
Quelle: Wohnbaugruppe Augsburg, 2023, S. 18

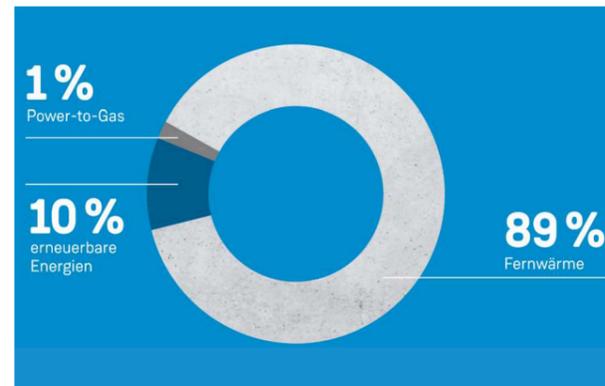


Abb. 4 - Heizarten im Wohnungsbestand - Ziel bis 2040 (Wohnbaugruppe Augsburg)  
Quelle: Wohnbaugruppe Augsburg, 2023, S. 18

Für die Erfüllung der Vorgaben von den EU-Richtlinien und der eigenen Ziele bedarf es hoher wirtschaftlicher Investitionen, die „ohne zusätzliche Fördermittel jedoch keinesfalls zu schaffen [sind]“ (Wohnbaugruppe Augsburg, 2023, S. 17). Aus diesem Grund ist es wichtig, die Finanzierbarkeit von Sanierungen sicherzustellen und mithilfe des Aufstellens<sup>AV</sup> von Sanierungsfahrplänen rationale Entscheidungen zu treffen, um den Zielen des kommunalen Klimaschutzes gerecht zu werden.

## 1.3 Projektziele

### 1.3.1 Allgemein

Bauen im Bestand ist das Thema dieser Bachelorarbeit im Studiengang 'Energieeffizientes Planen und Bauen' (E2D). Dabei werden alle wesentlichen Inhalte des bisherigen Studiums an einem typischen Bestandsgebäude angewendet. Ich habe mich für das Thema entschieden, weil das Bauen im Bestand meiner Meinung nach zu den komplexesten und umfangreichsten Projektaufgaben zählt und das Potenzial zur Bewältigung der Klimakrise im Gebäudesektor am Größten ist. Zusätzlicher Flächenverbrauch wird verhindert, graue Energie der Baukonstruktion eingespart, bau- und soziokulturelle Identitäten bewahrt und Infrastrukturen müssen nicht neu aufgebaut werden. Außerdem spielen aktuelle Fragestellungen hinsichtlich der Kreislaufwirtschaft, der Klimafolgenanpassung, der Umweltwirkungen, der Inklusion und der innerstädtischen Nachverdichtung eine entscheidende Rolle bei Bestandsprojekten. Darüber hinaus sollen möglichst viele Daten und Berechnungen aus einem BIM-basierten Modell generiert werden.

### 1.3.2 Aufgabenvorstellung

Bei dem zu bearbeitenden Bestandsgebäude handelt es sich um eine Wohnanlage der Wohnbaugruppe Augsburg, welche aus drei Wohngebäuden besteht. Für dieses Gebäudeensemble sind die Potenziale und Maßnahmen einer Sanierung bzw. Modernisierung herauszuarbeiten, die notwendig sind, um das Gebäude in Zukunft unter Klimafolgenanpassung klimaneutral zu betreiben. Es ist ausdrücklich erwünscht, neue Konzepte, unter dem Grundsatz der Reduktion des Aufwandes für Technik, zu erarbeiten und die Liegenschaft möglichst hoch zu verdichten. Ferner sollen die Grundrisse an zeitgemäße Wohnverhältnisse angepasst werden und die Stellplatzfrage im Zusammenhang mit Nachhaltigkeitsas-

pekten im städtischen Kontext untersucht werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass es sich bei der Wohnanlage um sozial geförderten Wohnraum handelt. Der soziale Wohnungsbau ist in Deutschland grundsätzlich so organisiert, dass alle für die Vermietenden anfallen Kosten auf die Mietenden umgelegt werden, Gewinne nur im moderaten Rahmen erwirtschaftet werden dürfen und daraus die geringere Miete resultiert. Die Vermietenden dürfen nicht mehr verlangen, als die laufenden Aufwendungen je Finanzierungsobjekt gemäß §§18-30 II. Berechnungsverordnung. Fördermittel, zinsgünstige Darlehen und Bezuschussungen sind dazu da, die Investitionen für Vermietende zu erleichtern, als auch die Mieten - im Sinne der Mietunterstützung bei Übernahme der Kosten der Unterkunft (KdU) durch die Stadt Augsburg - über die Belegungsbindung gering zu halten.

Prinzipiell wird eine möglichst effiziente Sanierung im Sinne der Suffizienz verfolgt, womit möglichst nachhaltige Kosten anfallen. Deshalb wird versucht, ausschließlich Maßnahmen zu planen, die vielfältigen Mehrwert für die Wohnanlage und die Bewohnenden bringen. Die Berücksichtigung der beschriebenen Aspekte soll jedoch nicht zu Lasten von Visionen und neuen Ideen werden. Auf Grund anderer Prioritäten des Projekts kann die Wirtschaftlichkeit und deren Berechnungen nicht behandelt werden.

### 1.3.3 Strategie

Die Vorgehensweise wurde so gewählt, dass ein ganzheitliche Bearbeitung der Aufgabe gewährleistet wird und alle spezifischen Aspekte des energieeffizienten und nachhaltigen Bauens berücksichtigt werden können:

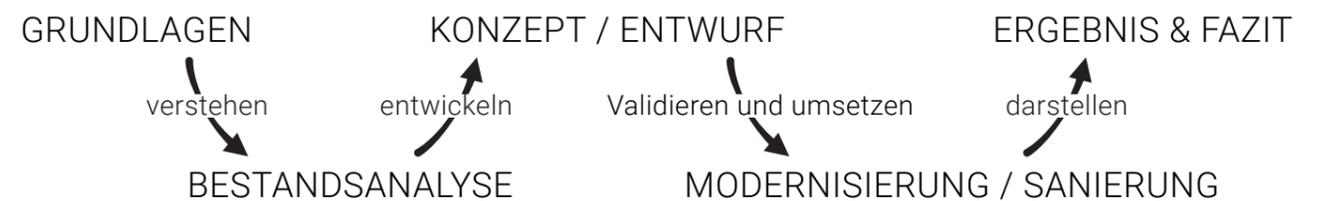


Abb. 5 - Projektstrategie  
Quelle: eigene Darstellung

## 2. GRUNDLAGEN

### 2.1 Gebäudebeschreibung



Abb. 6 - Blick vom Hinterhof  
Quelle: eigene Aufnahme

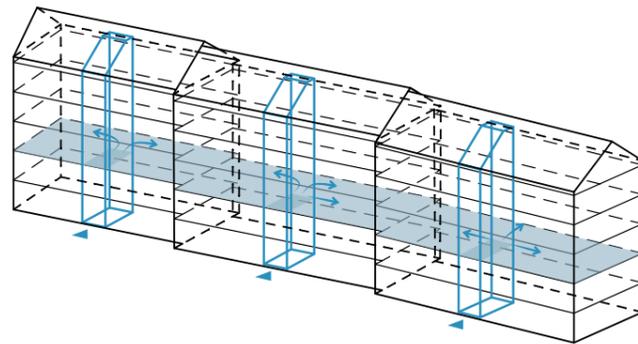


Abb. 7 - Blick in Hinterhof  
Quelle: eigene Aufnahme

Gebäudebezeichnung	W067 Wohnanlage
Nutzungstyp	Wohnen
Adresse	Louis-Braille-Straße 7, 9, 11, 86153 Augsburg
Stadtteil	Am Schäfflerbach
Baujahr	1961, unsaniert
Anzahl Wohnungen ges.	40
BGF ges.	4.489,39 m <sup>2</sup>
NGF ges.	3:734,82 m <sup>2</sup>
Energieverbrauch ges. (Ø 2015 - 2017)	135,61 kWh/m <sup>2</sup> A <sub>N</sub>

Tab. 1 - Gebäudedaten

1961 errichtet, verfügen die Gebäude über eine Erdgas Heizung und sind vollständig unsaniert. Im Haus 7 befinden sich 10 Wohnungen, in den beiden anderen jeweils 15 Stück, die über zentrale Treppenhäuser von der Straße aus erschlossen werden. Das Erdgeschoss sitzt etwa einen Meter über dem Gelände, weshalb Keller und Erdgeschoss nur über außenliegende im Hinterhof befindliche Treppen erreichbar sind.



Das Gebäude steht nicht unter Denkmalschutz und es wurden keine nennenswerten Sanierungen oder Umbauten vorgenommen. Im Hinterhof, der über eine Durchfahrt neben dem letzten Gebäudeteil zugänglich ist, befinden sich 10 Garagenstellplätze in Form aneinander gereihter Einzelgaragen und weitere offene Parkplätze, die Sammelstelle der Müllentsorgung und Grasflächen mit Wäscheaufhangvorrichtungen. Dahinter fließt der Flichtelbach, welcher aber von der Anlage nicht betretbar ist.

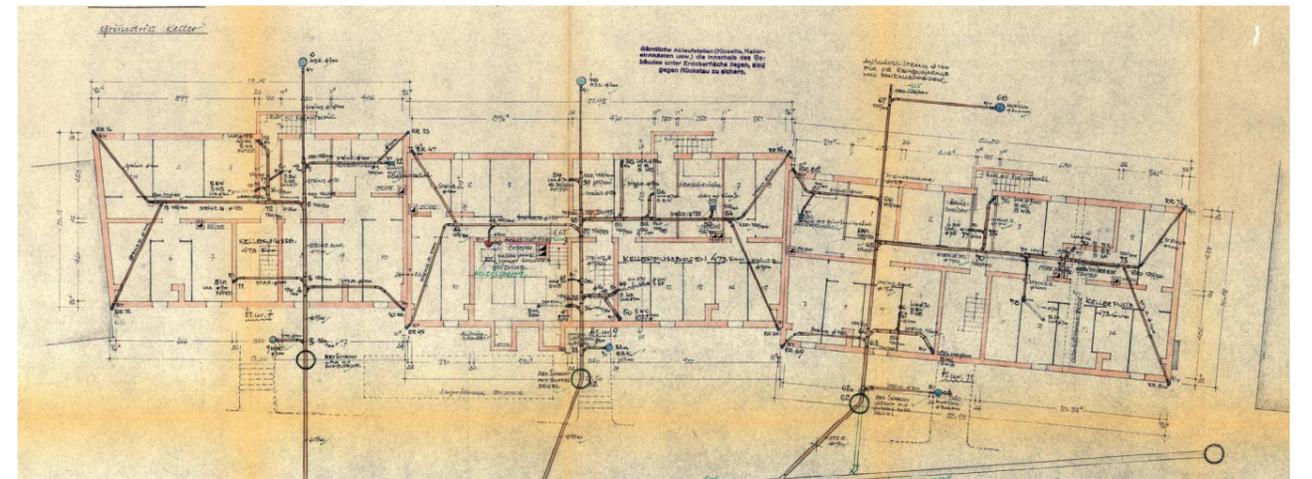
Die Gebäude verfügen jeweils über 5 Vollgeschosse, einen Keller und einen Dachraum, wobei letztere nicht dem Wohnzwecke dienen. Im Keller befinden sich Abstellräume für die Mietenden und die Haus-

technik, welche sich hauptsächlich im Haus 9 befindet und von dort die Wohnanlage versorgt. Die Dachräume dienen ebenfalls als Abstellflächen und als Trockenraum.

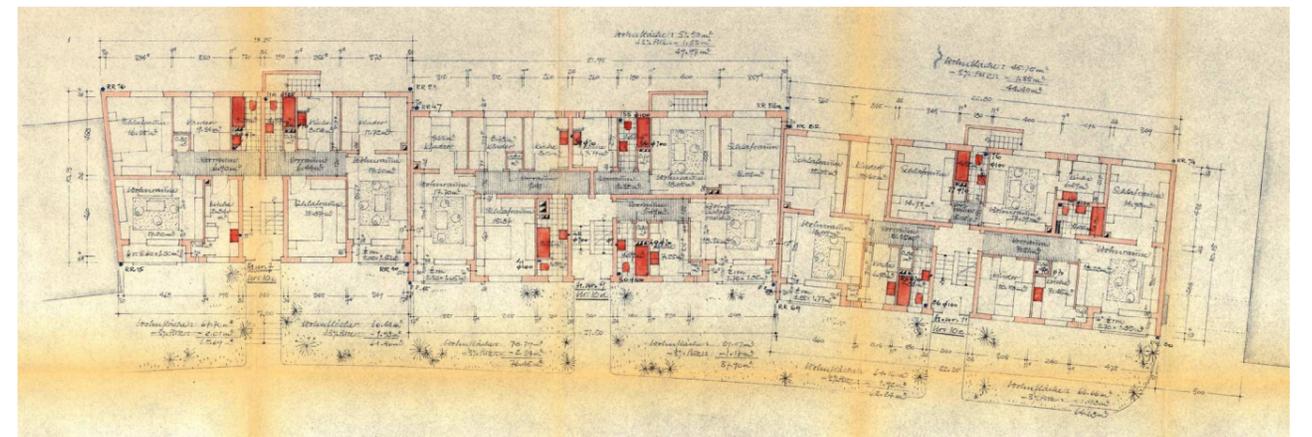
#### 2.1.1 Bestandspläne

Die Plangrundlagen sind beim vorliegenden Objekt befriedigend. Einige wichtige Maße, die Grundrisse KG, EG und 1.- 4. OG sind vorhanden. Jedoch sind die Pläne in erster Linie Leitungspläne für die technische Gebäudeausrüstung (TGA), weshalb aus den Schnitten nur die Geschosshöhen abgelesen werden können. Ansichten gibt es keine. Im Folgenden werden die Bestandspläne mit neuen Plänen aus dem BIM-Modell ergänzt.

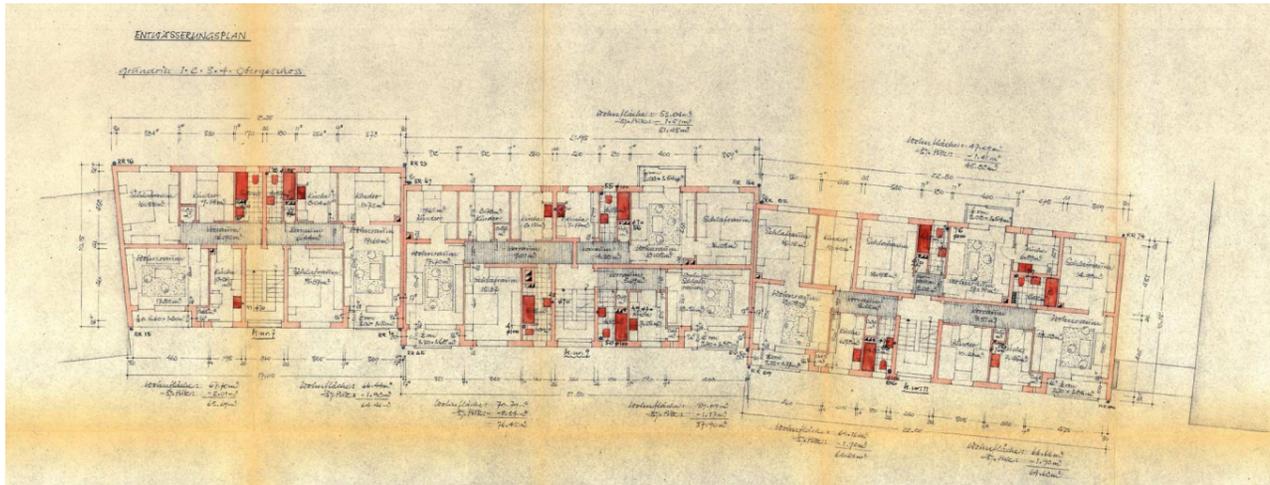
#### 2.1.2 Grundrisse



Untergeschoss Grundriss

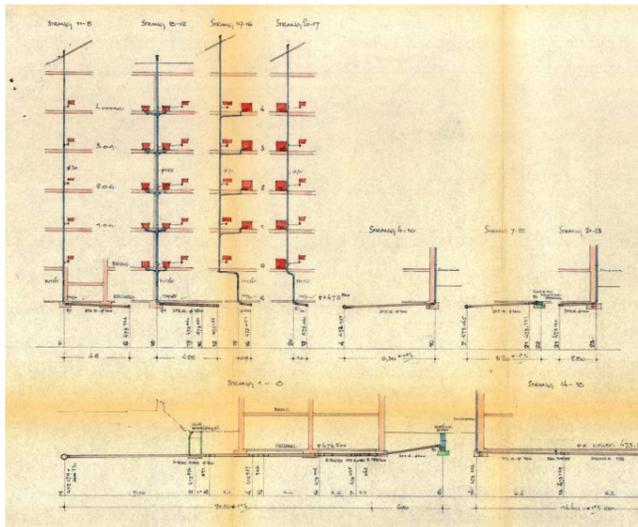


Erdgeschoss Grundriss

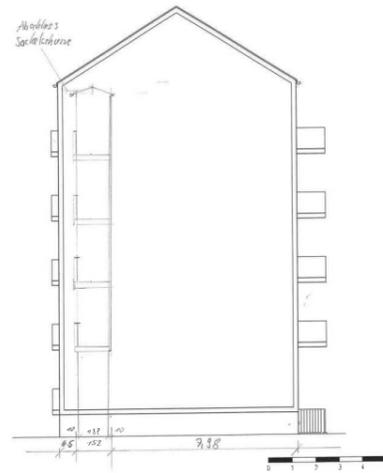


- 4. OG Grundriss

### 2.1.3 Schnitte / Ansichten

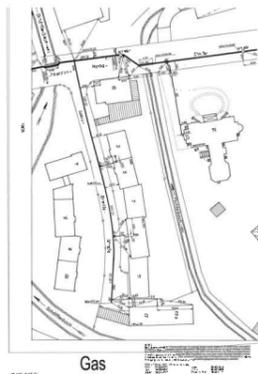


Schnitt Haus 7, Ansicht Südgiebel



### 2.1.4 Sonstige Pläne

Spartenpläne für Gas, Wasser und Strom sind vorhanden. Dabei wird die Wohnanlage nur bei Haus 9 mit Gas versorgt, während Wasser und Strom je Gebäudeteil Zugang bekommt.



Gas



Wasser



Strom

## 2.2 Lage und Umgebung



Abb. XX - Schwarzplan mit Umgebung, M 1:10.000  
Quelle: eigene Darstellung

Gebäude      10 min Radius Fuß      10 min Radius Fahrrad

Das Gebäude befindet sich nordöstlich des Stadtzentrums, das in etwas mehr als 10 min fußläufig erreichbar ist (1,1 km). In dem Gebiet sind in erster Linie Wohngebäude und Gewerbe angesiedelt.

**Infrastruktur:** In der nahen Umgebung (Jakoberstraße und Lechhauser Str.) sind unzählige Einrichtungen des täglichen Bedarfs, wie Einkaufsgeschäfte, gastronomische Betriebe und Apotheken kurzer Distanz erreichbar. Die Anbindung an den öffentlichen Nahverkehr erfolgt über eine Trambahn und mehrere Buslinien (170 m), die das Areal

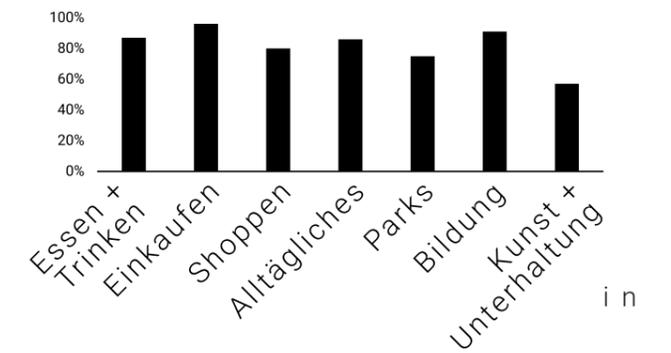


Abb. XX - Walkscore Kategorien  
Quelle: eigene Darstellung

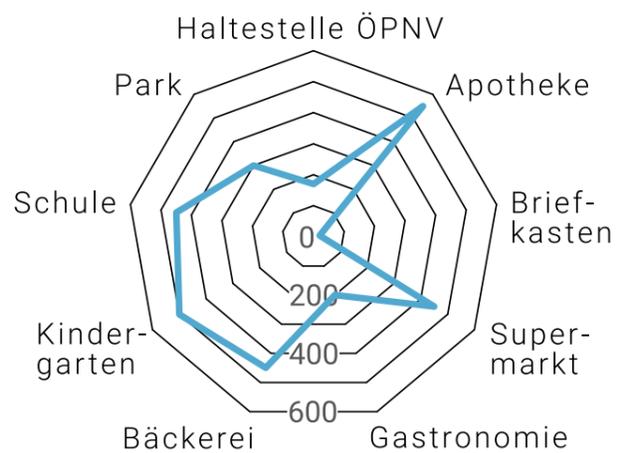


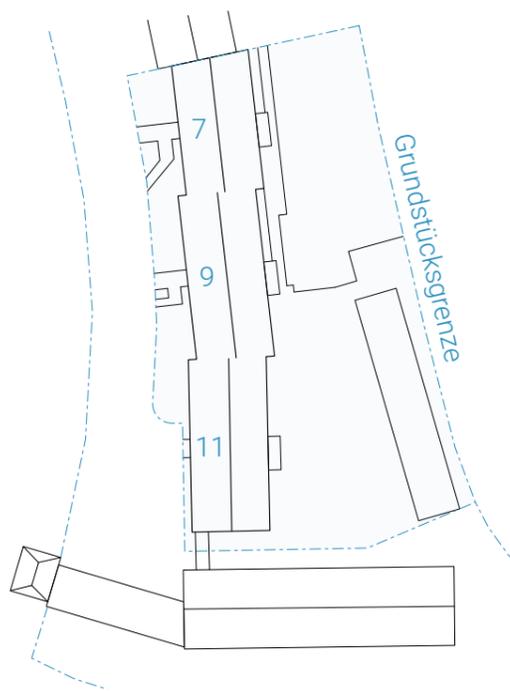
Abb. XX - Entfernungen [m] zu umgebenden Einrichtungen

mit dem Stadtzentrum und anderen Stadtteilen wie Lechhausen verbinden. Außerdem befindet sich an der Mündung der kurzen Louis-Braille-Straße zur größeren Johannes-Haag-Straße ein Carsharing-Angebot der Stadtwerke Augsburg mit einer Kapazität von etwa 25 Fahrzeugen. Somit ist die Ausgangslage für eine klimafreundliche Mobilität sehr gut.

**Bildungseinrichtungen:** In naher Umgebung befinden sich mehrere Grundschulen, die sehr gut erreichbar sind. Der nächste Kindergarten ist etwa 500 m entfernt und ebenfalls sicher und fußläufig erreichbar.

**Grün- und Erholungsflächen:** Der Grüngürtel „Jakoberwall“ bietet Möglichkeiten für Spaziergänge und sportliche Aktivitäten, genau so der östlich gelegene Lech. Zudem sind diese mit dem Fahrrad und zu Fuß gut erschließbar. Zahlreiche Spielplätze und Parkeinrichtungen sind ebenfalls schnell erreichbar.

Insgesamt bietet die Louis-Braille-Straße eine gute Lebensqualität durch ihre zentrale Lage, vielfältige Infrastruktur und Nähe zu Grünflächen. Der **Walkscore von 85** ist damit gerechtfertigt und realistisch.



## 2.2.1 Lageplan



Abb. XX - Lageplan, M 1:2000  
Quelle: eigene Darstellung

Die Louis-Braille-Straße zweigt in Richtung Süden von der Johannes-Haag-Straße auf eine Art von Halbinsel ab, die von dem Fichtelbach und dem Schöfflerbach umgeben ist. Die Straße ist nach Süden leicht abfällig, um welche die Wohngebäude im Zeilenbau angeordnet sind und erschlossen werden. Die Wohnhäuser weisen 4 bis 5 Vollgeschosse auf, sind zu ähnlichen Zeiten erbaut worden und besitzen Satteldächer. Neben einem Parkplatz am rechten Eingang der Straße, befinden sich einige aneinander gereihte Einzelgaragen auf den Grundstücken. Auf der westlichen Straßenseite parken Fahrzeuge und im Süden befindet sich eine Wendemöglichkeit. Alle Gebäude sind von vielen Grünflächen (Gras und Stauden) sowie von teils mehr als gebäudehohen Bäumen umgeben.

## 2.2.2 Abstandsflächen

Für das Gebiet, in dem das Gebäude steht, liegt kein Bebauungsplan vor, weshalb für die Ermittlung der Abstandsflächen die Grundstücksgrenzen bzw. die Mitten der Verkehrs- und Wasserflächen verwendet werden.

Die hellgrünen Linien zeigen auf der Ostseite den 3 m Abstand zum Bach und zur Grundstücksgrenze sowie im Westen die Mitte der Straße an.



Aktuell gilt gemäß der BayBO Art. 6 Abs. 5a Satz 1 die Abstandsregel 0,4 H oder mindestens 3 m für das vorliegende Areal, da Augsburg zwar eine Stadt mit mehr als 250.000 Einwohnenden ist, es sich aber

um ein festgesetztes urbanes Gebiet handelt. Aktuell wird im Baureferat, als auch im Bauausschuss der Stadt erneut über die generelle Herabsetzung der Abstandsregeln auf 0,4 H diskutiert und über Ausnahmen in bestimmten Quartieren oder Stadtvierteln nachgedacht.

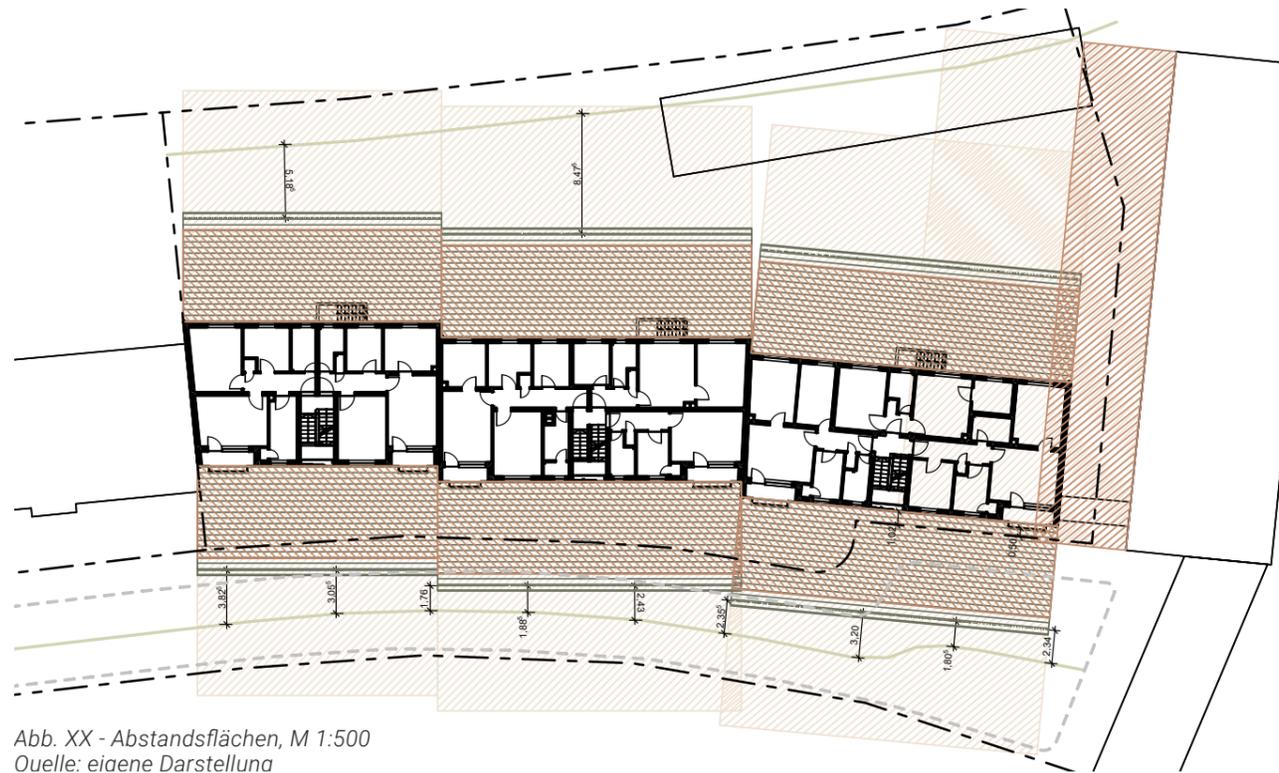


Abb. XX - Abstandsflächen, M 1:500  
Quelle: eiaene Darstellung

Anhand der blau markierten Flächen ist ersichtlich, dass die Aufstockung eines Vollgeschosses die 0,4 H Regel mit viel Puffer einhalten würde. Dabei zeigt die blaue (bemaßte) Linie die Aufstockung mit Flachdach und die blaue Fläche mit Satteldach. Eine Erweiterung der Gebäudebreite ist bis maximal ca. 1.78 m bei Haus 9 im Rahmen der 0,4 H Regel zulässig (mit Flachdach). Bei Haus 11 sind die Maßnahmen durch die nah am Gebäude liegende Grundstücksgrenze stark begrenzt.

### 2.2.3 Umgebungslärm

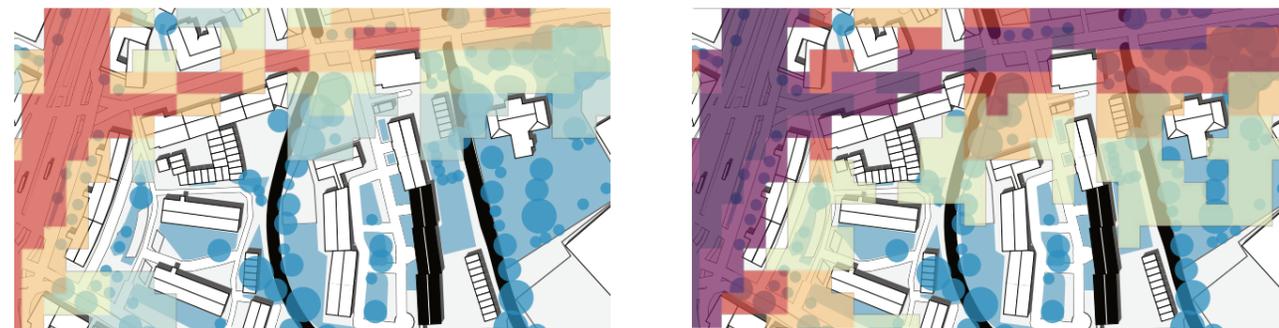


Abb. XX - Lärmkarte L NIGHT 2022  
Quelle: Umweltatlas Bayern

Abb. XX - Lärmkarte L DEN 2022  
Quelle: Umweltatlas Bayern

Legende

- ab 50 bis 54 dB(A)
- ab 55 bis 59 dB(A)
- ab 60 bis 64 dB(A)
- ab 65 bis 69 dB(A)
- ab 70 bis 74 dB(A)
- ab 75 dB(A)

Der auf das Grundstück eintreffende Umgebungslärm wird mit Hilfe von Lärmkarten aus der letzten Aktualisierung im Jahr 2022 analysiert. LDen beschreibt den Zeitraum von 6 - 22 Uhr und LNight von 22

- 6 Uhr. Gemäß des Lärmaktionsplans der Stadt Augsburg sind die aktuellen Grenzen für lärmsenkende Maßnahmen die Lärm-Auslösewerte. Diese beziffern sich auf LDEN > 67 dB(A) und LNight > 57 dB(A) und werden bei Betrachtung der Lärmkarten für das Grundstück sowohl bei Nacht, als auch bei Tag nicht erreicht (Umweltamt Augsburg, 2024, S. 11).

Lärm, welcher bis in die Nähe des Grundstücks, ausgehend von Trambahnen oder Gewerbegebieten reicht, ist nicht vorhanden. Infolgedessen kann bei einer Modernisierung auf in höherem Maße schalldämmende Fenster verzichtet werden. Zudem absorbiert im Sommer die begrünte Umgebung den Lärm noch besser.

### 2.2.4 Weitere Standortanalysen

Quelle: Umweltatlas Bayern

**Baugrund:** Der Boden besteht aus bindigen Lockergesteinen wechselnd mit nichtbindigen Lockergesteinen. Die Gesteinsausbildung ist oft kleinräumig, wechselhaft und wasserempfindlich. Staunässe ist möglich und außerdem ist der Boden oft frost- und setzungsempfindlich. Die Tragfähigkeit ist im mittleren bis teils hohen Bereich anzusetzen. Ein Bodengutachten muss bei erheblichem Umgriff durchgeführt werden.

**Erstinschätzung für oberflächennahe Entzugssysteme am Standort:** Erdwärmesonden sind in diesem Gebiet nicht möglich, jedoch kommen Erdwärmekollektoren sowie Grundwasserwärmepumpen auf dem Grundstück in Frage, da das Grundstück außerhalb eines Wasserschutzgebietes liegt. In jedem Fall ist eine Detailuntersuchung vor Ort erforderlich.

## 2.3 Standortanalyse

### 2.3.1 Klima und Wetter

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Ø. Temperatur (°C)	0.1	0.6	4.7	9.3	13.5	17.1	18.8	18.5	14.3	9.9	4.5	1.2
Min. Temperatur (°C)	-2.8	-3.1	0.1	4	8.6	12.2	14	13.8	10.1	6.1	1.5	-1.5
Max. Temperatur (°C)	3.3	4.8	9.4	14.3	18.2	21.6	23.3	23.2	18.7	14.1	7.9	4.1
Niederschlag (mm)	69	59	76	76	115	117	118	106	88	73	73	76
Luftfeuchtigkeit (%)	79%	77%	72%	67%	70%	69%	68%	69%	75%	79%	84%	81%
Regentage (Tg.)	9	8	10	10	11	11	11	10	10	9	8	10
Sonnenstd. (Std.)	3.9	4.7	6.4	8.6	9.4	10.8	11.0	9.9	7.0	5.3	4.0	4.0

Abb. XX - Klimabelle Augsburg  
Quelle: Augsburg Klimabelle & Klimadiagramm für Augsburg + Wetter, o. J.

Augsburg liegt in der warmgemäßigten immerfeuchten Klimazone (Das Klima in Augsburg, 2011).

Die Durchschnittstemperatur beträgt 9,4 °C, wobei die Temperaturextreme in den Jahreszeiten weniger stark ausgeprägt sind und die Niederschläge ganzjährig vor allem von atlantischen Tiefdruckgebieten kommen. (Klima Augsburg: Temperatur, Klimabelle & Klimadiagramm für Augsburg + Wetter, o. J.)

Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt 1046 mm. Durch den Klimawandel nehmen Sommer- und Heiße Tage statistisch zu, während die jährlichen Eistage weniger werden. Bei den Frosttagen ergibt sich kein klarer Trend.

Die Sturmtage haben zwischen 1971 und 2019 signifikant abgenommen, während die mittlere Windgeschwindigkeit einen leichten Anstieg hat. Der Deutsche Wetterdienst bewertet die Aussagen allerdings

als unsicher. Es ist zu beachten, dass die Häufigkeit von Gewittern und konvektiven Niederschlagsereignissen durch den Klimawandel tendenziell zunimmt und Winde mit Schadenspotenzial mikro- und mesoskalig auftreten können. (siehe Bericht KASA Augsburg).

### 2.3.2 Risikobewertung und Folgen für Klimaanpassungsmaßnahmen

In Folge des Klimawandels ist es von hoher Relevanz, die zu erwartenden Klimafolgen zu erkennen und den Handlungsbedarf für Gebäudebesitzende und Kommunen zu prüfen.

**Hitze:** Die Jahresmitteltemperatur im Landkreis Augsburg wird bei einem zusätzlichen Strahlungsantrieb von 8,5 W/m<sup>2</sup> gegenüber der Referenzperiode von 1971-2000 um etwa 3,0 °C zunehmen (Klimatool der Zukunft | BayKIS, o. J.). Dies verursacht erhebliche gesundheitliche Beeinträchtigungen und somit eine große Gefahr für die Bevölkerung. Es besteht daher ein großes Potenzial für die Gebäude, mit einem guten sommerlichen Wärmeschutz im Gebäudeumfeld und im Gebäudeinneren für eine Reduzierung der Hitzeeinwirkung zu sorgen (Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel, o. J.).

Des Weiteren ist neben dem Ansteigen der Mitteltemperatur mit einer Zunahme der Anzahl von heißen Tagen (T >30 °C) zu rechnen. Die Augsburger Stadtklimaanalyse zeigt, dass die humanbioklimatische Situation tagsüber günstig ist, was an der umgebenden Vegetation und den zwei kühlenden Gewässern liegt, die den Komplex umfließen (Stadt Augsburg, o. J.). Im unmittelbaren Umfeld des Straßenzugs wurde die klimatische Situation sowohl tagsüber, als auch nachts als ungünstig bewertet. Solche städtische Temperatur-Hotspots können zu einer fehlenden nächtlichen Abkühlung beitragen und Tropennächte begünstigen, was für Bewohnende eine starke Belastung darstellen kann.

**Niederschlag:** Die Messungen des Niederschlags zeigen in Augsburg große Unterschiede zwischen den jeweiligen Jahren auf. Ein langfristiger und signifikanter Trend wurde nicht festgestellt [4], jedoch wird durch den Klimawandel eine Winterregenzunahme (bis 30 %) und eine Sommerregenabnahme (bis 14 %) prognostiziert. (Klimatool der Zukunft | BayKIS, o. J.)

Für den Gebäudeschutz besonders relevant sind Extremereignisse. In Augsburg sind geologische Risiken fast auszuschließen, während hydrologischen Ereignissen mit Überflutungen und Hagel eine besondere Relevanz zukommt. Bei hydrologischen Extremereignissen muss zwischen fluvialen (Fließgewässer) und pluvialen (Sturzfluten aus Starkregen) unterschieden werden.

**Hochwasser:** Die Hochwassergefährdung kann für verschiedene statistische Häufigkeiten ermittelt werden. Im Jahr 2019 wurde die Gefährdung in Bayern gemäß der EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (2007/60/EG) ermittelt. Die Richtlinie konzentriert sich allerdings nur auf Gebiete mit potenziell signifikantem Hochwasserrisiko. In diesem Fall auf den Lech. Kleinere Gewässer, wie beispielsweise die städtischen Bäche, sind nicht Teil der Analyse. Bei fluvialem Hochwasser sind die den Gebäudekomplex umgebenden Gewässer nicht berücksichtigt, weshalb diese einer komplexen hydrologischen Analyse unterzogen werden müssten. Der Komplex wird bei einem extremen Hochwasser des Lechs (entspricht HQ200) überflutet (Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten in Deutschland (Status aktuell), o. J.)

**Starkregen:** Pluviale Extremereignisse sind statistisch schwierig wiederzugeben, da sie häufig mit lokalen Gewitterzellen auftreten und von Bodenmessstationen nur unzureichend erfasst werden. Seit der flächendeckenden Radarmessung im Jahr 2001 können auch kleinste Starkregenereignisse deutschlandweit erfasst werden. Der CatRaRE-Datensatz des DWD stellt Daten zu Ereignissen zur Verfügung, welche die Meldestufe drei überschreiten. Im Messzeitraum bis 31.12.2023 gab es in der Stadt Augsburg 60 Starkregenereignisse dieser Art (siehe Hochwassergefahrenkarten). Im Landkreis Augsburg

wird die Anzahl an Starkregentagen (>25 mm) bei einem zusätzlichen Strahlungsantrieb von 8,5 W/m<sup>2</sup> gegenüber der Referenzperiode von 1971-2000 um mehr als 50 Prozent zunehmen (siehe Klimatool der Zukunft). Dieser Wert ist mit einer hohen Unsicherheit behaftet (GIS-Immorisk, o. J.).

**Fazit:** Besonders relevant für die Louis-Braille-Straße sind die hydrologischen Gefahren. Während eine fluviale Gefährdung primär vom Lech ausgeht und Vorwarnzeiten dafür sehr hoch sind, sind Maßnahmen primär am Ufer vorgenommen werden, sind pluviale Starkregenereignisse die aktuell größte Gefahr. Konvektive Niederschläge entstehen vor allem in den Sommermonaten. Dabei können die Böden häufig wenig Wasser aufnehmen und Kanalsysteme können die Wassermengen oft nicht aufnehmen. Infolgedessen entstehen oberirdische Wasseransammlungen, die über kleinste Gewässer ihrem Verlauf bzw. Gefälle entlang abfließen. In diesem Fall können die beiden Bäche um den Gebäudekomplex zur Gefahr werden, da sie durch das geringe Gefälle die Wassermassen nur langsam abführen könnten.

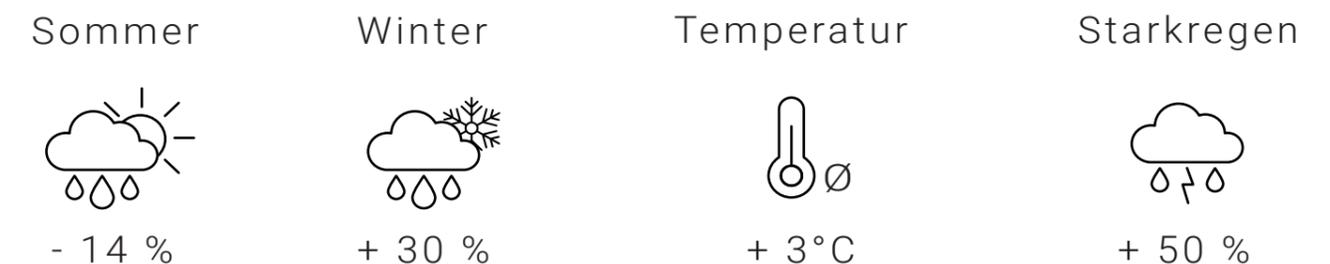
**Mögliche Maßnahmen** können sein:

Hitze: Entsiegelung der Straße, da hier die Situation nachts, als auch tagsüber als ungünstig bewertet wird

Hochwasser: keine

Starkregen: Durch die halbgeschossige Erhöhung des EG sind die Wohnungen nicht gefährdet. Der Keller kann aber voll laufen. Daher die neue TGA nicht dort einbauen, sondern bestenfalls Technikraum in oberen Geschossen vorhalten. Ansonsten Fenster und Türen wasserdicht verschließbar machen.

**Fazit:**



### 3. BESTANDSANALYSE

#### 3.1 Bestandsinformationen

##### 3.1.1 Gebäudedaten



Haus 7 hat 10 Wohnungen, die Häuser 9 und 11 jeweils 15 Stück. Vermutlich wohnen in der Wohnanlage durchschnittlich zwei Personen pro Haushalt, also insgesamt etwa 80 Menschen. Der Stellplatzschlüssel über fest vorgesehene Parkplätze auf dem Grundstück beläuft sich auf 0,45 je Wohneinheit. Da an der Straße weitere Parkplätze zur Verfügung stehen, gilt die im geförderten Wohnungsbau einzuhaltende Zahl von 0,5 Stellplätzen je Wohnung als erfüllt.

Aktuell sind lediglich etwa 10 Fahrradstellplätze vorhanden, obwohl gemäß der Stellplatzsatzung – StPIS – BSV 22/08019 vom 29.09.2022 der Stadt Augsburg 1 Stellplatz je 25 m² Wohnfläche - also etwa 94 Stück - vorgesehen sein sollten. Dafür stehen die Abstellflächen im Gebäude, welche 23% der zur Verfügung stehenden Wohnfläche entsprechen, für die Bewohnenden zur Verfügung. In der Branche sind etwa 5-10% der Wohnfläche an Abstellfläche üblich. Damit kann die Zahl der Fahrradstellplätze realtiviert werden, wobei die in den Wohnungen befindlichen Abstellräume in der Gesamtfläche von 540 m² integriert sind.

##### Grundstück

Grundstücksfläche gesamt	2.211	m²
bebaut	842	m²
versiegelt	653	m²
Vegetationsfläche	716	m²

Etwa ein Drittel der Grundstücksfläche ist durch die Wohnanlage und die Garagenstellplätze bebaut. Ein weiteres Drittel ist auf Grund der gepflasterten Eingänge, der Wege um das Gebäude und zu den Kellertreppen im Hinterhof, der Zufahrt in den Hinterhof, sowie der Park-, Müllsammel- und Rangierflächen im Hinterhof versiegelt. Die restliche Fläche bilden die Grünflächen vor den Häusern und im Hinterhof.



#### 3.1.2 Flächen

	m²		m²
BGF <sub>R</sub>	4.329,41	BGF <sub>e</sub>	2.598,00
BGF <sub>S</sub>	156,98		
BGF <sub>ges</sub>	4.486,39		

Die Brutto-Grund-Fläche (BGF) nach DIN 277 definiert sich über „die Gesamtheit der Grundflächen aller Geschosse oder eines Teilbereichs des Bauwerks, der sich in Netto-Raumfläche und Konstruktions-Grundfläche [KGF] gliedert“ (DIN, 2021, S. 4). R beschreibt dabei den Regelfall, also die normale allseitige Raumumschließung der Flächen der Netton-Raumfläche. Der Sonderfall S bezieht Balkone, Terrassen und Loggien, als auch Außentreppen mit ein.

	m²		m²
NRF/NGF	3.734,82	NRF <sub>e</sub> /NGF <sub>e</sub>	2.324,95
NGF <sub>R</sub>	3.578,94		

Seit der Novellierung der DIN 277 im Jahr 2016 ersetzt die Netto-Raumfläche die Netto-Grundfläche, welche aber nach wie vor über alle nutzbaren Flächen eines Gebäudes definiert wird. Sie berechnet sich über die BGF und die KGF. Die beheizte Fläche ist um deutlich kleiner, da das Untergeschoss und der Dachraum, sowie die Treppenhäuser nicht beheizt sind.

	m³		m³
BRI <sub>R</sub> /V <sub>R,ges</sub>	11.110,122	BRI <sub>e</sub> /V <sub>e</sub>	8.174,68
BRI <sub>S</sub> /V <sub>S,ges</sub>	420,054		
BRI <sub>ges</sub>	11.530,176		

Der Brutto-Rauminhalt (BRI) gemäß DIN 277 beschreibt die „Gesamtheit der Rauminhalte eines Bauwerks oder eines Geschosses, das sich in Netto-Rauminhalt (NRI) und Konstruktions-Rauminhalt (KRI) gliedert“ (DIN, 2021, S. 4). Damit ist das Gesamtvolumen des Gebäudes von der Bodenplatte, über die Außenwände bis ins Dach abgebildet. Der BRI wird oft als Mengen- und Bezugseinheit für die Ermittlung der Kosten nach DIN 276 herangezogen.

	m²		m²	
Wfl	2.402,86	Wfl <sub>e</sub>	2.324,92	ges
	670,01		649,12	Haus 7
	848,38		820,46	Haus 9
	884,47		855,34	Haus 11
	m² (m. Türkorrektur)		m² (m. Türkorrektur)	
	2.363,21		2.285,27	ges
	659,06		638,17	Haus 7
	833,98		806,06	Haus 9
	870,17		841,04	Haus 11

Die Wohnfläche kann entweder mit der Wohnflächenverordnung (WoFIV) oder basierend auf der DIN 277 berechnet werden. Im sozialen Wohnungsbau ist die Verwendung der WoFIV verpflichtend. Außerdem ist sie im Projekt wichtig, da die Wohnbaugruppe Augsburg einen Wohnungsmix vorgibt, um die Wohnungen optimal zu vermieten und um den zeitgemäßen Wohnungsgrößen gerecht zu werden. So sieht der Wohnungsmix im Bestand aus:

Anzahl Zimmer	Belegung	Maximale Wohnfläche	Soll (Vorgabe Bauherr)	Ist (Planung Architekt)
1	1	40 m <sup>2</sup>	5%	12,5%
2	1	50 m <sup>2</sup>	20%	12,5%
	2	55 m <sup>2</sup>	25%	12,5%
3	2	65 m <sup>2</sup>	20%	12,5%
	3 oder 4	75 m <sup>2</sup>	20%	37,5%
4	4	90 m <sup>2</sup>	10%	12,5%
5	5	105 m <sup>2</sup>	0%	0,0%
Summe			100%	100%
davon R-Wohnungen			5%	0%

In der Spalte „Ist (Planung Architekt)“ sind die im Bestand vorhandenen prozentualen Anteile der verschiedenen Wohnungsgrößen aufgeführt. Es ist zu erkennen, dass es viele größere Wohnungen gibt und es zu wenige 1- oder 2-Zimmer Wohnungen gibt, um dem Wohnungsmix zu entsprechen.

Im folgenden wurden die Flächen der Wohnungen aus dem BIM-Modell ausgegeben und gliedern sich in der Wohnanlage wie folgt:

#### Flächenberechnung Wfl BIM Modell Ergebnisse [m<sup>2</sup>]

Wohnung	7.1	7.2	9.1	9.2	9.3	11.1	11.2	11.3
1-4. OG	68,92	67,49	79,56	53,47	40,01	64,77	48,03	67,60
EG				51,80			46,36	
je Gebäude/ Stockwerk*	136,41		173,04			180,39		
SUMME			490					

\*Werte von einzelnen Wohnungsflächen wurden mit Türkorrektur verrechnet

## 3.2 Materialien

### 3.2.1 Bestandsbericht mit Gebäudehülle und Tragwerk

**Keller:** Die Kelleraußenwände bestehen in der Regel aus 36,5 cm (30 cm: kurze Gebäudeseite) dickem Mauerwerk, vermutlich bestehend aus Hochlochziegel. Eine heute gängige Abdichtung in Form von Anstrichen oder wasserundurchlässigen Bahnen ist sehr wahrscheinlich nicht vorhanden. Von innen sind die Außenwände mit Farbe angestrichen. Die Außenwände, sowie die 24 cm starken tragenden bzw. wohnungstrennenden Wände stehen mittig auf den Streifenfundamenten. Die Bodenplatte ist etwas dünner (16 cm) als die Geschossdecken und mit einem dünnen Estrich vor Abnutzung geschützt. Das gesamte Untergeschoss ist unbeheizt, da sich dort nur Waschküchen, Abstellräume und in Haus 7 die Haustechnik befinden.

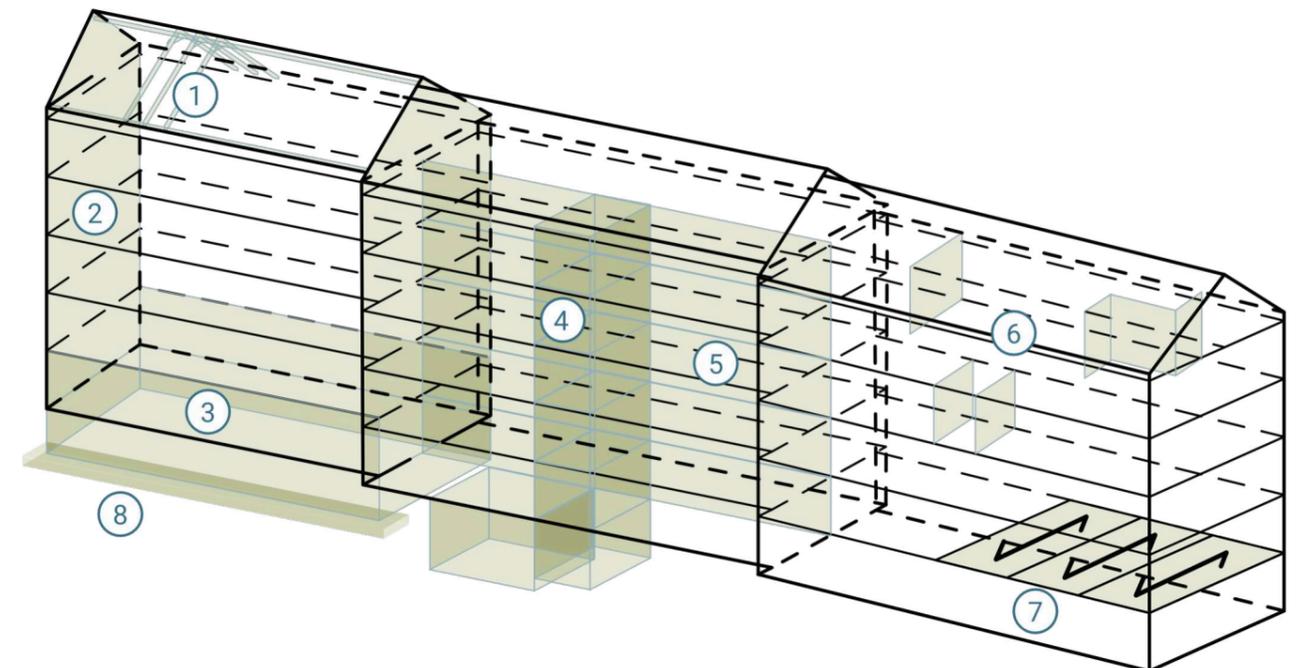
**Außenwände:** Die Wände bestehen wie im Keller aus ungedämmtem Hochlochziegel-Mauerwerk in verschiedenen Dicken. Diese sind beidseitig mit einem zementhaltigen Putz bekleidet, vermutlich Kalkzementputz. Die Gebäudetrennung besteht aus jeweils zwei 17,5 cm breiten Wänden mit kleiner Fuge. Der Putz weist an vielen Stellen Risse auf, der Zustand des Mauerwerks kann nicht beurteilt werden und sollte geprüft werden.

**Fenster / Verglasung:** Das Gebäude verfügt ausschließlich über zweifach verglaste Kunststoff-Fenster, deren energetische Qualität mit einem U-Wert gemäß Wärmeschutznachweis von etwa 1,8 W/(m<sup>2</sup>K) dem Stand der Technik des Produktionsjahres von 1998 entspricht. Der Mindestluftwechsel wird über die Fenster sichergestellt. Sie befinden sich in einem guten, gebrauchten Zustand, wobei die thermische Qualität der Fenster über die Zeit abgenommen haben sollte. An manchen Fenster wurden nachträglich außenliegende Rolladenkästen von Mietenden installiert.

**oberste Geschossdecke / Dach:** Im Gegensatz zur Kellerdecke sind die obersten Geschossdecken, sowie die Flanken der Gebäudetrenn- bzw. außenwände der kurzen Gebäudeseiten nachträglich gedämmt worden. Der Schicht-Aufbau der Decke muss vor Ort begutachtet werden, lässt sich aber auf Grund der Höhendifferenzen abschätzen. Auf der 18 cm dicken Stahlbetondecke war vermutlich ebenfalls ein Estrich aufgebracht, darauf eine Holzwoledämmplatte in Verbindung mit einer EPS-Dämmung und abschließend ein Verbund aus OSB-Platten zur Begehbarkeit des für Abstellräume und zum Wäschetrocknen nutzbaren Dachraums. Zwischen den Sparren der Dachkonstruktion im Bereich der Fußpfette wurde mit Mineralwolle verfüllt.

**Tragwerk:** Das in massivbauweise errichtete Gebäude trägt die Lasten über die tragenden Mauerwerks-wände ab. Zunächst verteilt die als Sparrendach errichtete Dachkonstruktion die veränderlichen Schnee- und Windlasten, sowie die statischen Lasten aus dem Eigengewicht über die Fußpfetten auf die Stahlbetondecken bzw. die Außenwände der langen Gebäudeseiten. Dabei nimmt die Decke die Zugkräfte im Kräfteverlauf auf, die Zugbalken in Firstlage tun dies kaum, sondern tragen die Firstpfette. (1)

Die Giebelwände bzw. Außenwände der kurzen Gebäudeseiten dienen der Gebäudeaussteifung. Fraglich ist, ob diese auch die Geschossdecken mittragen, da zum einen keine Durchdringungen an der Fassade zu erkennen sind und diese sonst einseitig längs der Tragrichtung eingespannt wären (2). Die



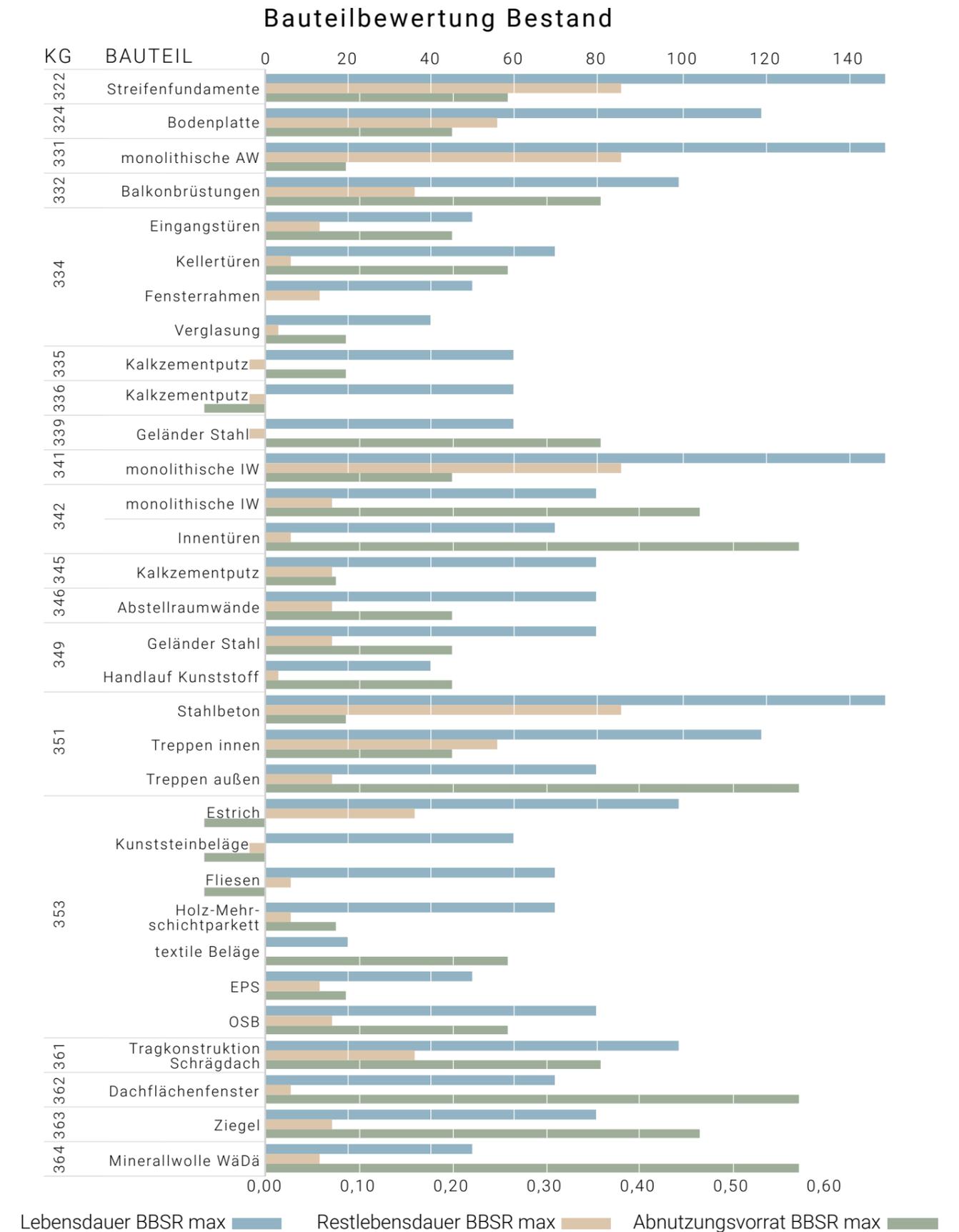
anderen Außenwände haben dieselbe Funktion, dienen aber in jedem Fall als Auflager und zum Abtrag der Lasten aus den Geschossdecken. (3)

Die Innenwände, welche Wohnungen untereinander abtrennen und somit auch die Treppenhauswände sind 24 cm dick. Sie dienen zwar der Annahme nach auch als Auflager der Geschossdecken, jedoch nur sekundär und demnach vorwiegend zum Schallschutz (4). Jeweils eine Wand verläuft im Gebäude mittig und parallel zur langen Seite (5), die anderen verbinden teilweise je nach Grundrissaufteilung der Wohnungen diese mittige Wand mit der Außenwand (6).

Die Geschossdecken spannen über die kurze Seite des Gebäudes. Die Balkone, als auch die Treppenpodeste wurden vermutlich durchgängig betoniert. (7)

Alle Wände, die mindestens 24 cm breit sind, tragen die Lasten über Streifenfundamente in den Erdboden ab (8).

### 3.2.2 Lebensdauer und tatsächlicher Abnutzungsvorrat





### 3.2.4 Demontierbarkeit, Kreislauffähigkeit, Post-Use

Im Sinne des ressourcenschonenden und suffizienten Bauens ist es von enormer Wichtigkeit, Abfälle zu reduzieren, in dem eine Nutzung nach der Lebensdauer für die Materialien vorgesehen ist. Im Rahmen der Vorbereitung auf die Bachelorarbeit haben meine Kommilitonen und ich jeweils ein Bauteil aus der Wohnanlage untersucht. Dabei ging es um die Kreislaufwirtschaft der KG 300 + 400. Die Ergebnisse dieser Analysen befindet sich im Anhang (Kreislaufwirtschaftliche Analyse, Zusammenfassung der Studentischen Arbeiten), bedarf aber noch genauerer Aufarbeitung.

Mit dem Ziel, den Bestand so gut wie möglich zu erhalten, wird vorab der Rückbau reduziert. Bei der detaillierten Betrachtung der Modernisierung werden die Materialien in Kreisläufe eingeteilt.

### 3.2.5 Potenziale

Auf Grund der geringen Abnutzungsvorräte der Bauteile ist das Potenzial der Bauteile, welche im Bestand erhalten werden können, sehr groß, da diese vollständig im Materialkreislauf verbleiben. Nach Berechnung der LCA im Bestand konnten folgenden Ergebnisse kommuniziert werden:

#### Herstellung A1 - A3

max. Erhalt Rohbau Bestand 80,2 %  
Einsparung [kgCO2eq./m²] → 175,61

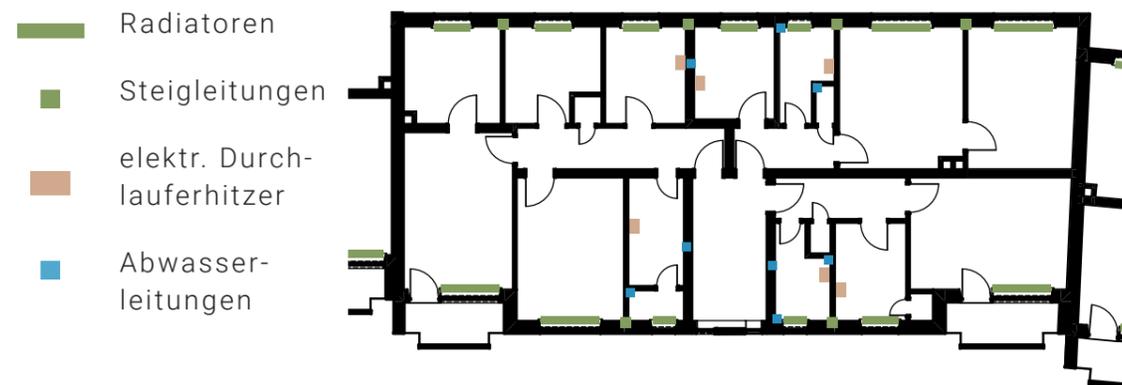
#### Potenzial D

Wiederverwendung + Wiederverwertung  
6,8 %

#### Entsorgung C3/4

Weiterverwendung + Weiterverwertung  
14,2 %

### 3.3 Gebäudetechnik



Die Gebäudetechnik wurde im Bestand bei einer Vor-Ort Begehung mit Thermografie Kamera und anhand der Pläne ermittelt.

Heizung: Die vertikale Verteilung erfolgt über Steigleitungen. Horizontal wird im Keller verteilt

Warmwasser: die abnehmerspezifischen elektrischen Durchlauferhitzer versorgen die Bestandswohnungen mit Trinkwarmwasser.

### 3.4 Energie

#### 3.4.1 Energiebilanz

Um die Energiebilanz des Bestandsgebäudes zu ermitteln, werden zunächst die Verbrauchskennwerte aus den Energieausweisen dokumentiert:

Flächen:	§19 EnEV (Energieausweis)		GEG2020	WoFIV		NGF <sub>e</sub>	BGF <sub>e</sub>
	Wfl <sub>e</sub>	NGF <sub>R</sub> /NRF <sub>R</sub>	A <sub>N</sub>	A <sub>wohn</sub>			
	2.285,27	3.578,94	2.731,20	2.615,90	2.363,21	2.324,95	2.598,00
mit Energieausweise							
N				7	9	11	ges
N :BIM Flächen x1,2 (EnEV)				760,8	964,8	1.005,6	
				765,8	967,3	1.009,2	
Art				Erdgas	Erdgas	Erdgas	
Effizienzklasse						E	
Wärme, ges				129,9	117,6	135,6	
				15.216	19.296	20.112	
Wärme, Heizung				81.447	91.763	113.258	
Strom				3.804	4.824	5.028	
Anteil Wärme gesamt				36,2	41,5	49,9	127,7

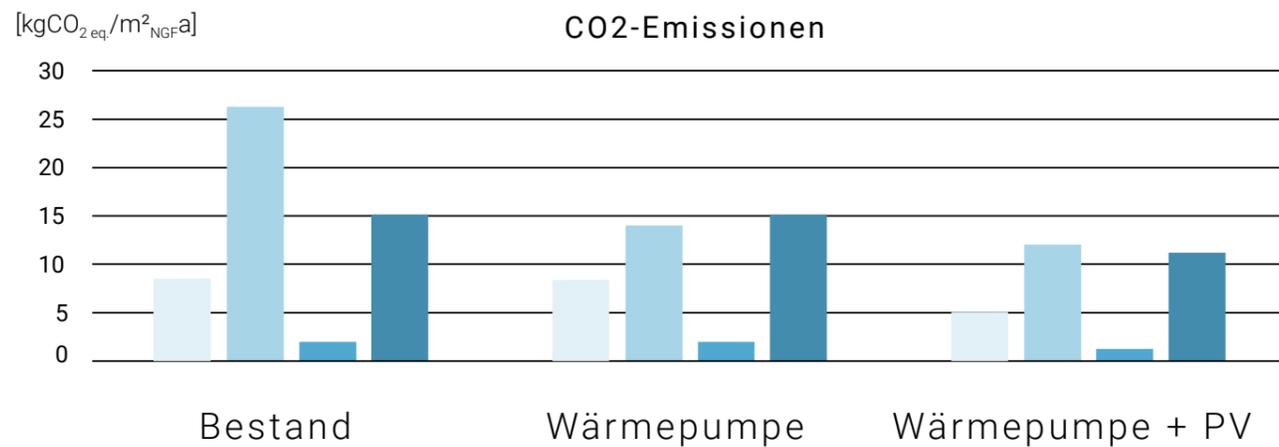
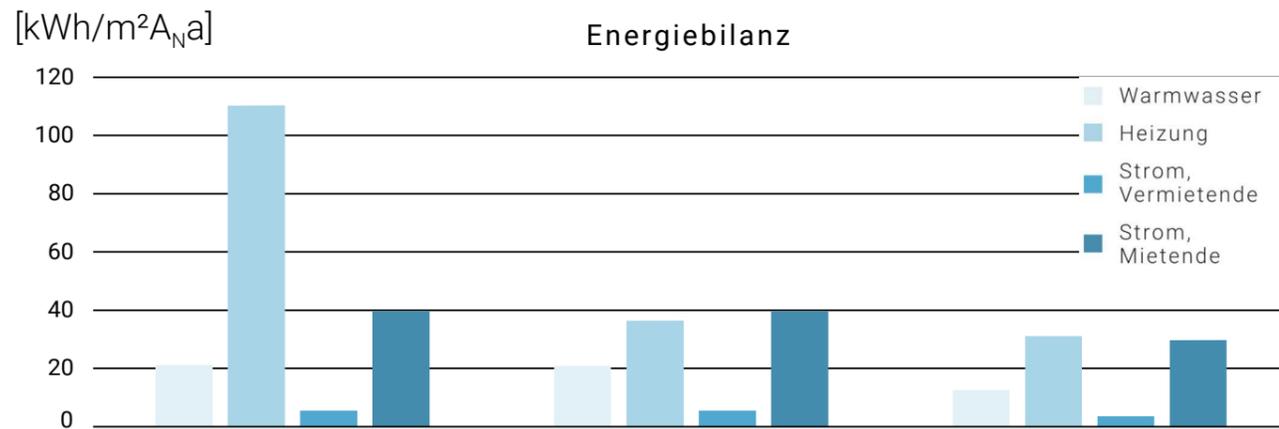
Bezugsfläche ist die Gebäudenutzfläche A<sub>n</sub> nach §19 EnEV, also wurde für den Energieausweis im Bestand die Wohnfläche nach Wohnflächenverordnung mit dem Faktor 1,2 multipliziert, um die Gebäudenutzfläche A<sub>n</sub> zu berechnen. Für die neue Berechnung des Heizenergiebedarfs wird A<sub>n</sub> gemäß des GEG aus V<sub>e</sub> x 0,32/m berechnet.

Gebäudeenergieverbrauchswerte aus vorhandenem Energieausweis

Haus 7							Endenergie	Primärenergie
H <sub>s</sub>	Faktor	H <sub>i</sub>	WW	kWh		N	N	
2015	85.866	0,901	77.357	15.216	92.573	121,7	133,8	
2016	94.094	0,901	84.769	15.216	99.985	131,4	144,6	
2017	91.260	0,901	82.216	15.216	97.432	128,1	140,9	
Haus 9							Endenergie	Primärenergie
H <sub>s</sub>	Faktor	H <sub>i</sub>	WW	kWh		N	N	
2015	94.669	0,901	85.288	19.296	104.584	108,4	119,2	
2016	103.948	0,901	93.647	19.296	112.943	117,1	128,8	
2017	106.703	0,901	96.129	19.296	115.425	119,6	131,6	
Haus 11							Endenergie	Primärenergie
H <sub>s</sub>	Faktor	H <sub>i</sub>	WW	kWh		N	N	
2015	120.090	0,901	108.189	20.112	128.301	127,6	140,3	
2016	131.008	0,901	118.026	20.112	138.138	137,4	151,1	
2017	124.761	0,901	112.397	20.112	132.509	131,8	144,9	

Daraus ergeben sich folgende Energieverbrauchskennwerte:

Energiekennwerte	Energieeinsatz für den Betrieb (Phase B6)							
	absolut p.a.	bezogen [kWh/m² a]						
Energieeinsatz für den Betrieb (Phase B6) -Verbrauch gemäß Ausweis		Wfl <sub>e</sub>	NGF /NRF	A <sub>N</sub>	A <sub>N</sub>	A <sub>wohn</sub>	e	e
Wärme, ges	348.648 kWh	152,56	97,42	127,65	133,28	147,53	149,96	134,20
Wärme, Heizung	54.624 kWh	23,90	15,26	20,00	20,88	23,11	23,49	21,03
	13.656 kWh	5,98	3,82	5,00	5,22	5,78	5,87	5,26
Mieterstrom Schätzung	104.300 kWh	45,64	29,14	38,19	39,87	44,13	44,86	40,15



### 3.4.2 Potenzialschätzung im Kontext des Referenzgebäudebestands

Ausgehend von den Kennwerten des Energieverbrauchs resultieren die Potenziale im Kontext des Referenzgebäudebestands. Es wird dabei das Bestandsgebäude mit dem Mittelwert und dem Richtwert der VDI 3807, als auch mit den Energieverbrauchskennwerten hocheffizienter Gebäude verglichen:

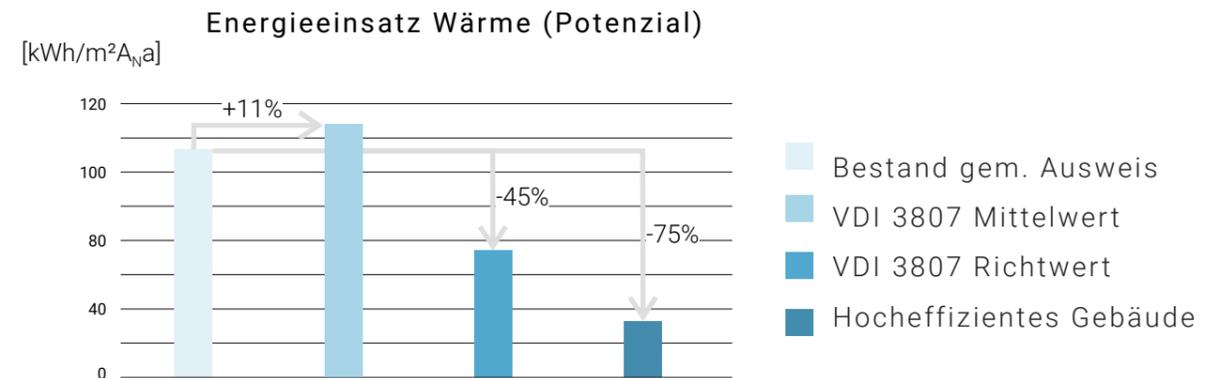
	VDI3807 Kennwert Mittelwert		An	NRF(R)
Wärme Kennwerte , Verbrauch geschätzt	387.567 kWh	166,70	149,18	148,2
Strom Kennwerte , Verbrauch geschätzt	11.816 kWh	5,08	4,55	4,5
Potenzial VDI3807 Kennwert Richtwert				
Wärme Kennwerte , Verbrauch geschätzt	193.783 kWh	83,35	74,59	74,1
Strom Kennwerte , Verbrauch geschätzt	9.453 kWh	4,07	3,64	3,6
Strom Mieter geschätzt				
Strom Kennwerte , Verbrauch geschätzt	54.200 kWh	23,31	20,86	20,7
Potenzial Energieverbrauchskennwerte hocheffizienter Gebäude(Zeile)				
Wärme Kennwerte , Verbrauch geschätzt	85.734 kWh	36,88	33,00	32,8
Strom Kennwerte , Verbrauch geschätzt	36.372 kWh	15,64	14,00	13,9
Strom Mieter geschätzt				
Strom Kennwerte , Verbrauch geschätzt	54.200 kWh	23,31	20,86	20,7

Der Wärmebedarf kann für ein vergleichbares Gebäude um 75% verbessert werden.

### 3.4.3 Berechnung, Zeitprofile und Verbrauchswerte

Um das Potenzial des Bestands zu berechnen, wurde auf Basis der Energieverbräuche mit dem Simulationstool Polysun zunächst der Austausch des Wärmeerzeugers von Gastherme auf Wärmepumpe bilanziert. Im nächsten Schritt wurde eine Photovoltaikanlage auf dem Bestandsdach ausgelegt und mit der Wärmepumpe simuliert. Außerdem wurden die Warmwasser- und Stromverbräuche in Lastprofile des Wohnungsbaus transponiert, um den tatsächlichen dynamischen Deckungsanteil der Wärmepumpe zu bestimmen.

Das Ergebnis der Berechnung sieht wie folgt aus:



### 3.4.4 Effizienzklasse Sanierung mit Wärmepumpe

#### GESAMT mit WP

	absolut p.a.	bezogen [kWh/m² a]						
		Wfl <sub>e</sub>	NGF <sub>R</sub> /NRF <sub>R</sub>	A <sub>N</sub> ENEC	A <sub>N</sub> GEG	A <sub>wohn</sub>	e	e
Wärme, WW	54.624 kWh	23,90	15,26	20,00	20,88	23,11	23,49	21,03
Strom, Heizung	96.535 kWh	42,24	26,97	35,35	36,90	40,85	41,52	37,16
Strom, Vermieter	13.656 kWh	5,98	3,82	5,00	5,22	5,78	5,87	5,26
<b>SUMME</b>	<b>164.815 kWh</b>							
Mieterstrom Schätzung	104.300 kWh	45,64	29,14	38,19	39,87	44,13	44,86	40,15

Die Umweltwirkungspotenziale durch Wechsel des Wärmeerzeugers wurde mit folgenden Emissionsfaktoren berechnet:

Umweltauswirkung GWP<sub>100,total</sub> für den Betrieb (Phase B6)

#### Emissionsfaktoren

Strom Verdrängungsstrommix gemäß QNGAnhang 3.1.1 Anlage 3 S. 11  
0,550 [kg CO<sub>2</sub>eq./kWh]

Strommix 2023 Deutschland  
0,380 [kg CO<sub>2</sub>eq./kWh] (GEG2020)

Wärme 0,24 [kg CO<sub>2</sub>eq./kWh]  
Gas 1,0000 [kg CO<sub>2</sub>eq./kWh]  
Sonstige E.Träger

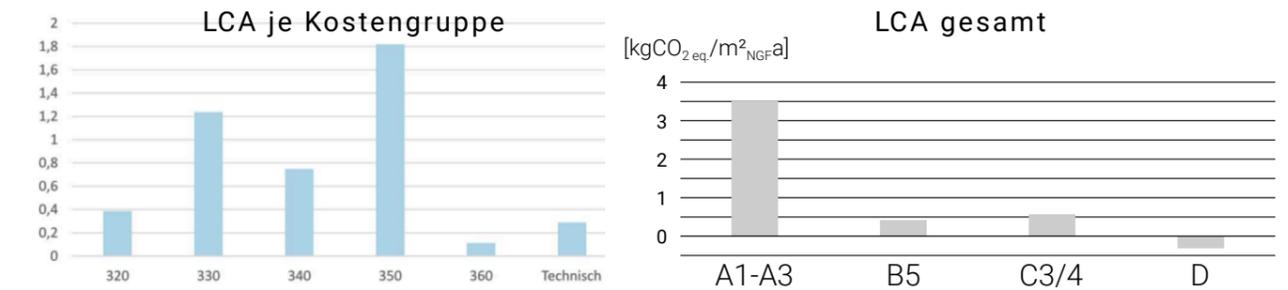
Aus der Einsparung ergibt sich die Effizienzklasse B (unteres Ende), gerechnet mit einem COP = 3,0 der Wärmepumpe. Wenn man nun folgende Grafik betrachtet, ist ersichtlich, dass die Wärmepumpe zwar den Endenergiebedarf minimiert, auf Grund der höheren Stromverbäuche erst ihren Vorteil zur Geltung machen kann, wenn die Gebäudehülle verbessert wird.



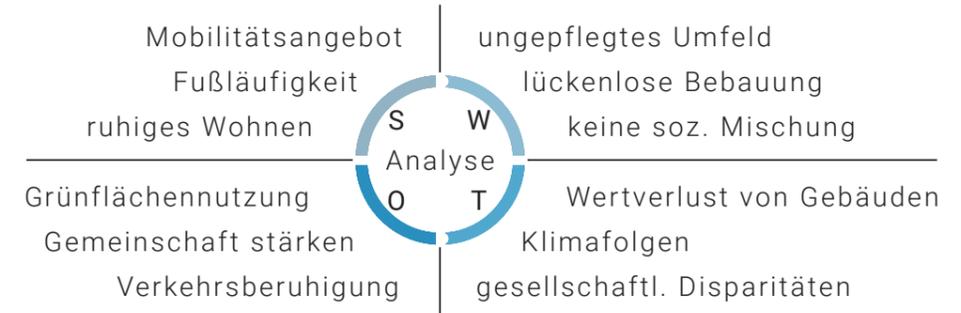
### 3.5 Ökobilanz

#### 3.5.1 LCA Bestand

Zur Vereinfachung wird in dieser Arbeit nur das GWP der Umweltwirkungspotenziale (UWPs) berechnet.



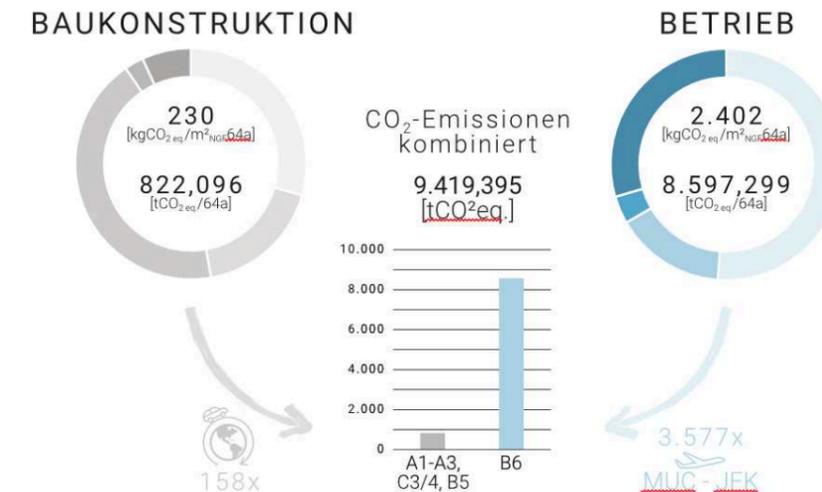
#### 3.6 Bestandsbewertung SWOT-Analyse



Umfeld:

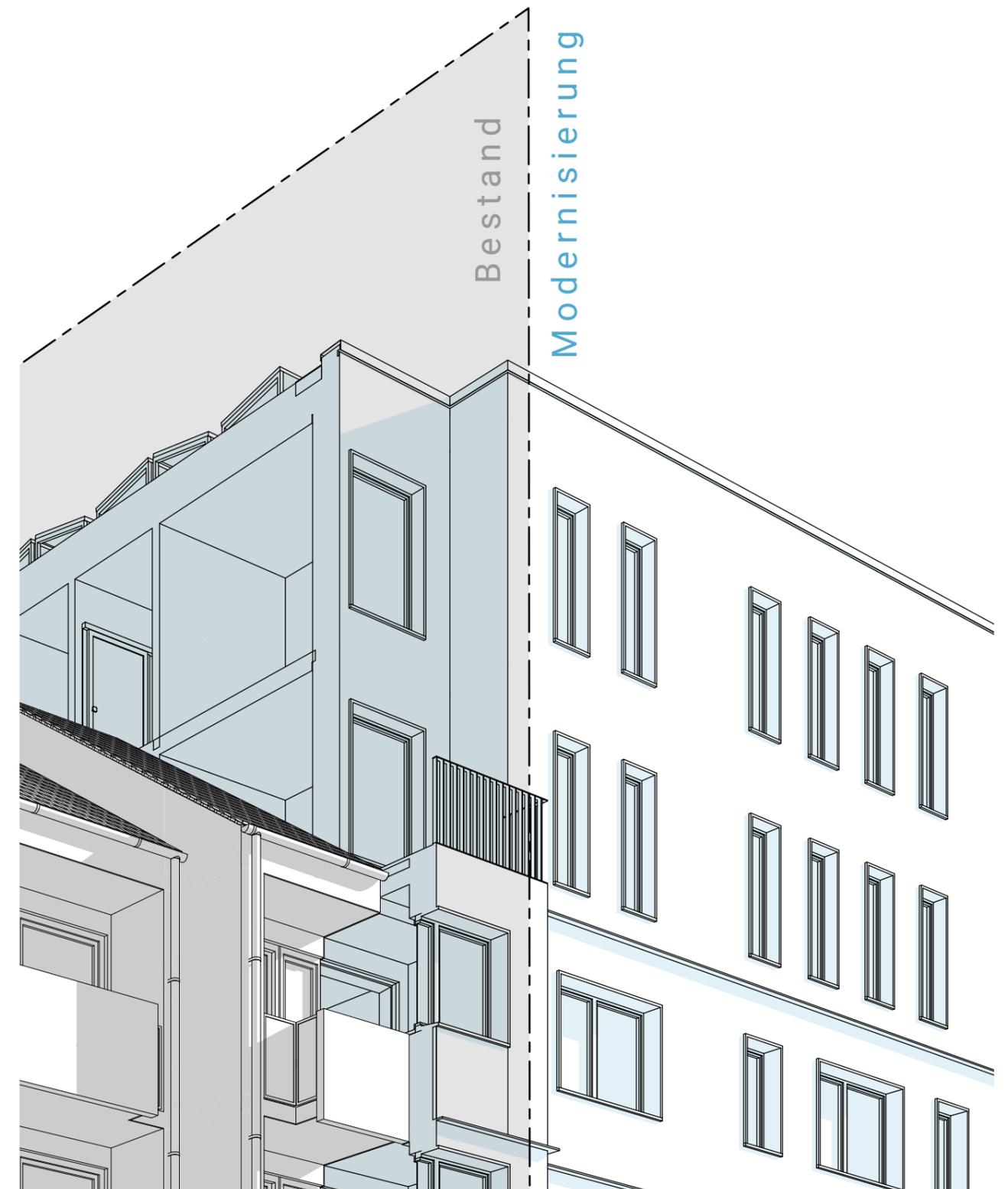
#### 3.7 Bestandsfazit

- Das bestehende Gebäude weist aus ökobilanzieller, energiebilanzieller und materieller Sicht ein hohes Potenzial auf.
- Durch viele Versätze und Drehung von Haus 11 macht es anspruchsvoll, seriell zu sanieren
- Nachverdichtung möglich



## 4. SANIERUNGSKONZEPT UND -ENTWURF

Siehe Plan ab Seite 3

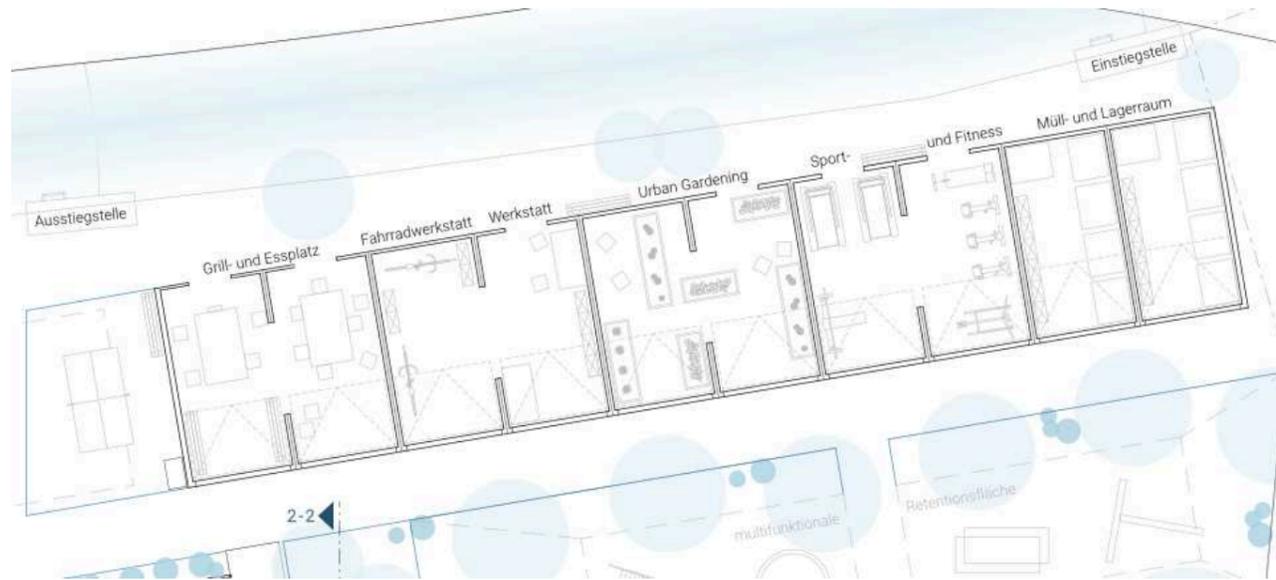


## 4. ERGÄNZUNGEN ZUM PLAN

### 4.1 Umfeld, Erschließung und Flächen

#### 4.1.1 Umfeld

Das Gebäudeumfeld soll auf dem Grundstück selbst erheblich aufgewertet werden. Zunächst werden die gepflasterten und asphaltierten Flächen entsiegelt und durch einen Retentions- oder Klimastein ersetzt, der eine gute Wasseraufnahme- und Durchlässigkeit bei gleichzeitig hoher Traglast gewährleistet. Des Weiteren sind im Hinterhof zwei große, abgesenkte Retentionsflächen vorgesehen, welche die Starkregenereignisse weiter abschwächen, als Naherholungsflächen und als naturnaher Raum dienen sollen.



Die 10 Einzelgaragen sind für eine Umnutzung vorgesehen, welche partizipativ mit den Bewohnenden erfolgt. Die beschriebenen Nutzungen dienen als Vorschlag, um die Gemeinschaft und den Austausch zu stärken.

#### 4.1.2 Erschließung

Bei der Modernisierungsmaßnahme bleiben die Treppenhäuser in den Gebäuden 7 und 11 bestehen, während das mittlere Treppenhaus entfernt wird, sodass im Erdgeschoss der Durchgang in den Hinterhof eröffnet wird. Mit barrierefreien Rampen auf beiden Gebäudeseiten und den Laubengängen in Kombination mit einem Aufzug ist die gesamte Wohnanlage umgerüstet.

Primär sollen die Wohnungen den Häusern 7 und 11 über die bestehenden Treppenhäuser erschlossen werden.

#### 4.1.3 Flächen

Die Wohnungen entsprechen +/- 5% dem vorgegebenen Wohnungsmix der Wohnbaugruppe Augsburg:

Soll (Vorgabe)	Ist (Planung)
5%	6%
20%	24%
25%	27%
20%	16%
20%	15%
10%	11%
0%	0%
100%	100%

#### Wohnungsverteilung

Wohnungsmix der Wohnbaugruppe Augsburg eingehalten

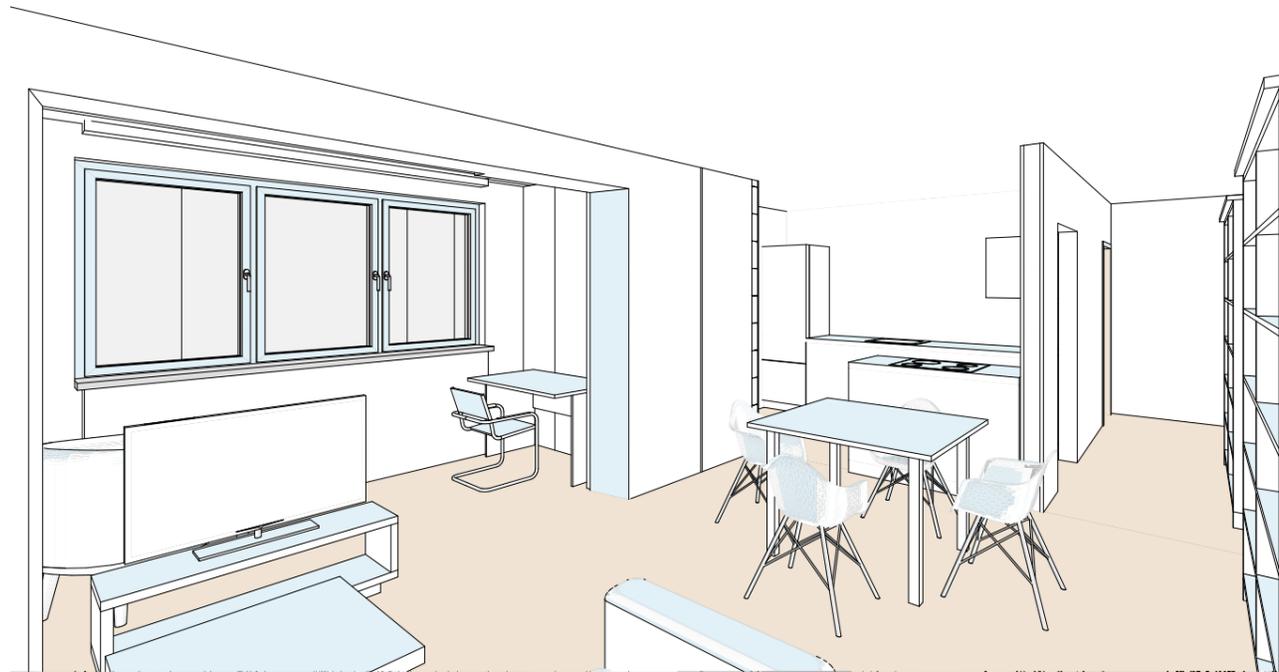
17x 55 m <sup>2</sup>	2 Zimmer
15x 50 m <sup>2</sup>	2 Zimmer
9x 75 m <sup>2</sup>	3 Zimmer
7x 90 m <sup>2</sup>	4 Zimmer
10x 65 m <sup>2</sup>	3 Zimmer

4x 40 m<sup>2</sup> 1 Zi.  
4 Wohnungen sind rollstuhlgerecht geplant!

### 4.2 Material

#### 4.2.1 look & feel





### 4.2.2 Brandschutz

Erster bzw. zweiter baulicher Fluchtweg ist für die Wohnungen in den Gebäuden 7 und 11 das innenliegende Treppenhaus und die außenliegende Treppe am Laubengang, welche über diesen sicher erreicht wird. In den übrigen Wohnungen gilt das selbe, wobei der zweite Fluchtweg über die Anleitung der Feuerwehr stattfindet.

Der Brandüberschlag über die Fassade wird mit den Brandschürzen auf Höhe der Geschossdecken zwischen den Stößen der TES-Elemente verhindert. Außerdem ist die Tragkonstruktion der Wand gekapselt und die Dämmung aus nichtbrennbaren Materialien (hier: Mineralwolle).

Aus dem Grund, dass der Laubengang teilweise als baulicher Fluchtweg dient, muss dieser aus nicht brennbaren Materialien bestehen oder einen entsprechenden brandschutztechnischen Nachweis erfüllen.

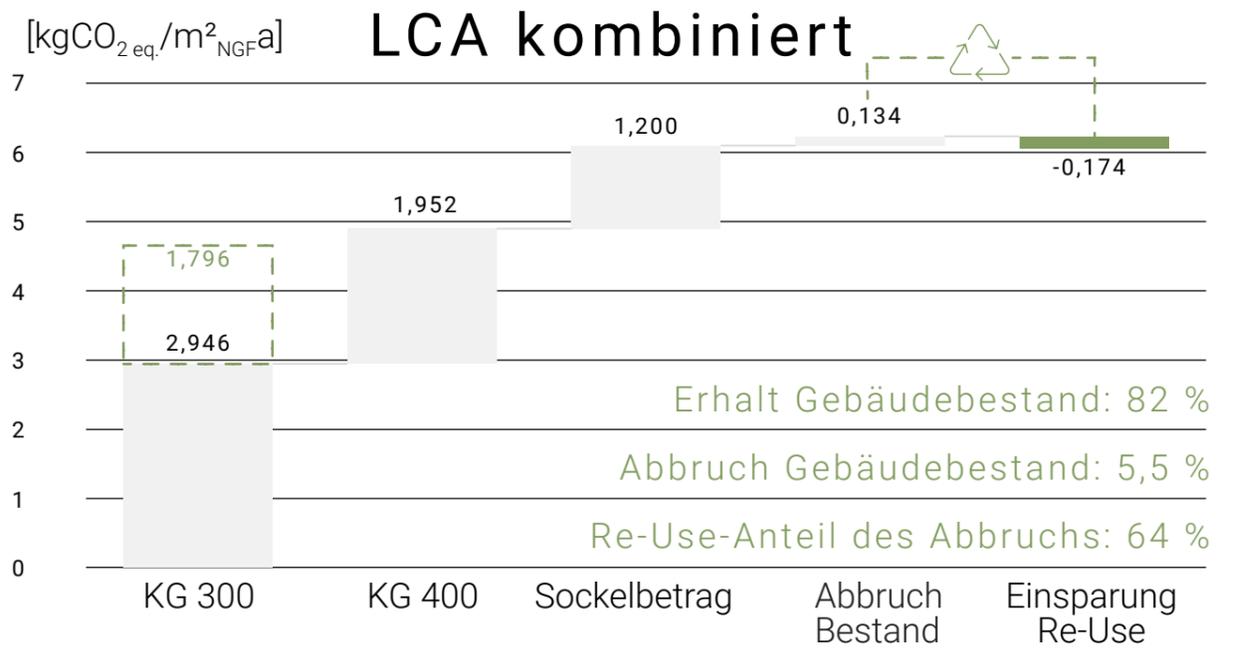
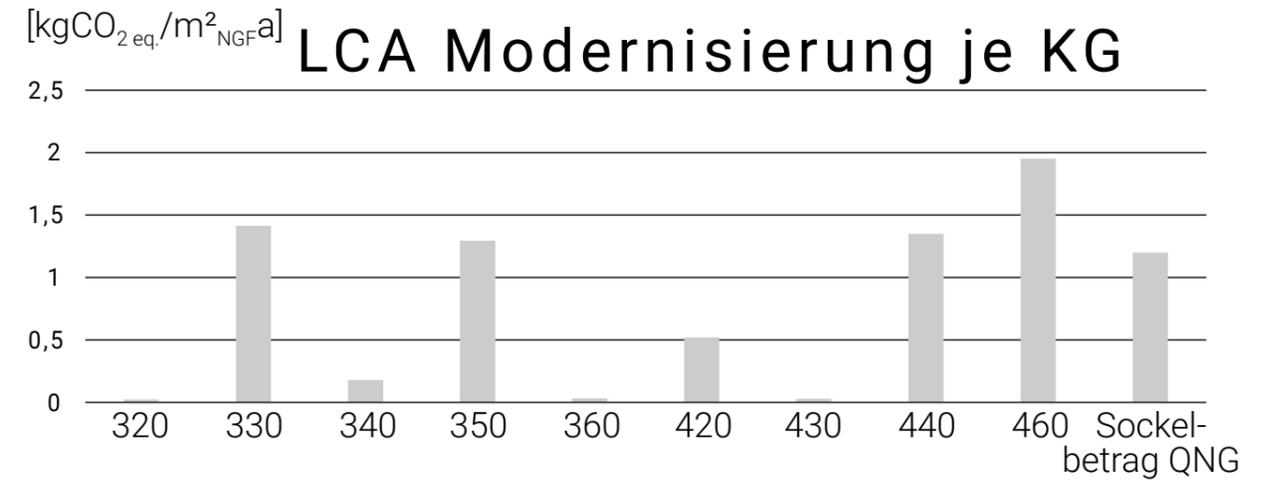
### 4.2.3 Ressourcen in der Modernisierungsmaßnahme

Mengenermittlung der Materialien aus BIM Modell nach Kostengruppe (DIN 276):

KG	Modernisierung	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	Stück
322	Streifenfundamente			25,86
	Einzelfundamente			
	Fundament Außenbereich (je)	0,49	0,15	63
331		1.593,36	685,14	
	AW Aufst	641,69	312,50	
	Attika Dach	103,39	37,22	
332	EG Gangwand	41,69	14,59	
333	Außenstützen	1.255,66	6,58	478
334				
	Eingangstüren 2,01*2,135			2
	Kellertüre			3
	Fenstertüre 1,91*2,33			17
	Fenstertüre 1,19*2,33			32
	Fenster 1,19*1,455			50
	Fenster 0,76*1,455			30
	Fenster 1,76*1,355			8
	Fenster 1,91*1,455			32
	Fenster 2,75*1,355			30
	Fenstertüre 1,25*2,33			24
	Fenster 1,25*1,885			21
	Fenster 0,625*1,885			82
335	XPS Spritzwasserbereich		11,09	
336				
	Flankendämmung innen	284,75	28,48	
	KG Treppenhaus WäDä	22,96	6,20	
342				
	Bad Installationswand	35,83	3,58	
	Bestand			
	Schall-Entkoppl. Bestand	226,37	22,64	
	Aufstockung			
	Wohnungstrennwand	373,26	130,64	
	Wohnungstrennwand einfach	73,68	12,89	
	Raumtrennwand	326,80	50,33	
	Badwand	534,99	81,32	
	Badwand einfach	62,13	5,90	
344				
	Innentüren Bestand 1,01*2,01			87
	Innentüren 0,96*2,01			80
	Innentüren 0,76*2,01			45
	Innentüren 0,615*2,01			25
	Innentüre Badschiebetür 1,01*2,01			18
351				
	BSP Bestand/Aufst	558,11	44,65	
	BSP Aufst	578,43	57,84	
	BSP Treppenhaus	33,32	3,33	
			11,19	
	Außentreppe 6x lang, je 2 Podeste			6
	Träger 140*140	762,82	4,27	334
	Träger 80*140	767,04	3,38	254
	Träger 60*80	213,89	0,48	167
	BFT Boden	8,55	0,86	
352	Deckenbeläge	2.249,64	22,50	
	Linoleum Bestand	2.249,64	22,50	
	Fliesen Bestand	204,28	4,09	
	Gang Bodenbelag	20,02	1,40	
		565,44	70,68	
		500,65	35,05	
	Bodenbelag Bad Aufst	71,36	5,00	
	Balkonbeläge	369,85	7,40	68
	Faserzementplatte	603,75	24,15	155

353 Deckenbekleidungen	EPSKellerdecke Dä	534,63	74,85	
	Gang Decke	35,29	12,35	
	Bekleidung unten	923,72	18,47	217
359 Sonstiges	Brandschürze	335,90	6,72	
	Gesamtlänge (m)	1.039,09		
	Gesamthöhe (m)	447,15		
	Geländerstäbe		5,22	8.698
	Gurte		1,25	884
361 Dachkonstruktionen	BSPDach	544,22	54,42	
			11,19	
363 Dachbeläge	Flachdach	600,60	312,31	
420	(PV) T	428,66		
	Sole-Wasser-Wärmepumpe			3
423 Raumheizflächen		1700		
429 Sonstiges	Pufferspeicher			3
431 Lüftungsanlagen	Lüftungsgeräte dez. mit WRG			70
442	PV (T)	428,66		213
		146,54		

#### 4.2.4 LCA



	kgCO <sub>2</sub> e2/m <sup>2</sup> NGFa
320	0,023106839
330	1,413720617
340	0,180574926
350	1,295580155
360	0,032786505
420	0,5199
430	0,0310339
440	1,349123189
460	0,0517
	1,2
SUMME	6,097464793
absolut kgCO <sub>2</sub> eq/a	32.685,42

## 4.3 Energie

### 4.3.1 Plusenergie DIN 18599 Bilanz

Energiebilanz:

	Energie		Emissionen	
	kWh/a absolut	kWh/m <sup>2</sup> A <sub>N</sub> a spezifisch (AN Bestand)	kgCO <sub>2</sub> eq./a absolut	kgCO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup> a spezifisch (AN Bestand)
Modernisierung	1.889,82	0,35	726,53	0,14
Wärme, Heizung	9.334,49	1,74	3.544,36	0,66
Lüftung	2.931,29	0,55	1.113,89	0,21
Mieterstrom	52.437,33	9,78	39.634,00	1,98

ohne PV Überschuss

Energiebilanz	Energie		Emissionen	
	kWh/a absolut	kWh/m <sup>2</sup> ANa spezifisch (AN Bestand)	kgCO <sub>2</sub> eq./a absolut	kgCO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup> a spezifisch (AN Bestand)
Modernisierung	1889,82	0,35	726,53	0,13
Wärme, Heizung	9334,49	1,74	3544,36	0,66
Lüftung	2931,29	0,55	10633,86	1,98
Mieterstrom	52437,33	9,78	33121,74	6,18

mit PV Überschuss

Energiebilanz	Energie		Emissionen	
	kWh/a absolut	kWh/m <sup>2</sup> ANa spezifisch (AN Bestand)	kgCO <sub>2</sub> eq./a absolut	kgCO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup> a spezifisch (AN Bestand)
Modernisierung	1889,82	0,35	726,53	0,14
Wärme, Heizung	9334,49	1,74	3544,36	0,66
Lüftung	2931,29	0,55	5384,77	1,00
Mieterstrom	19924,95	3,72	17615,01	3,29

### 4.3.2 Sommerlicher Wärmeschutz

SEK 0,020

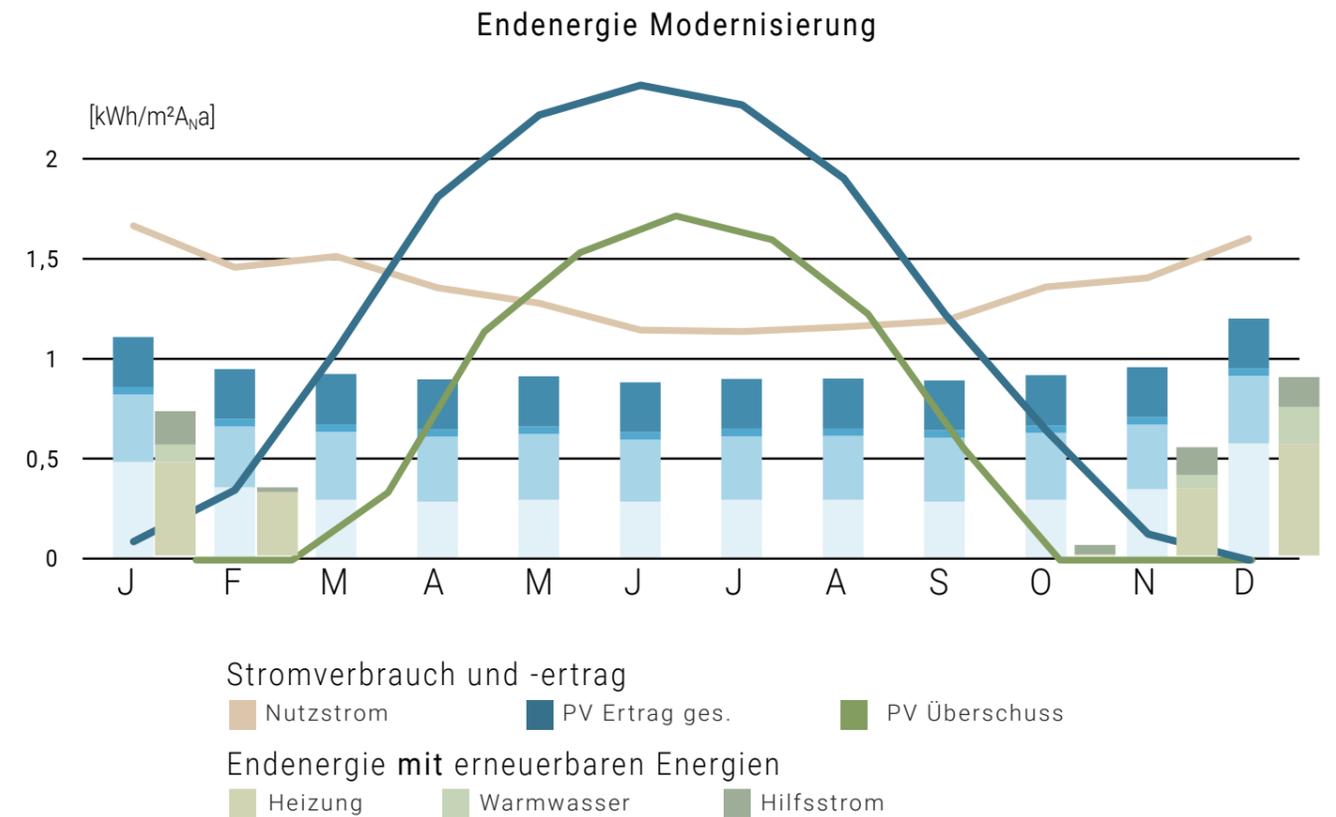
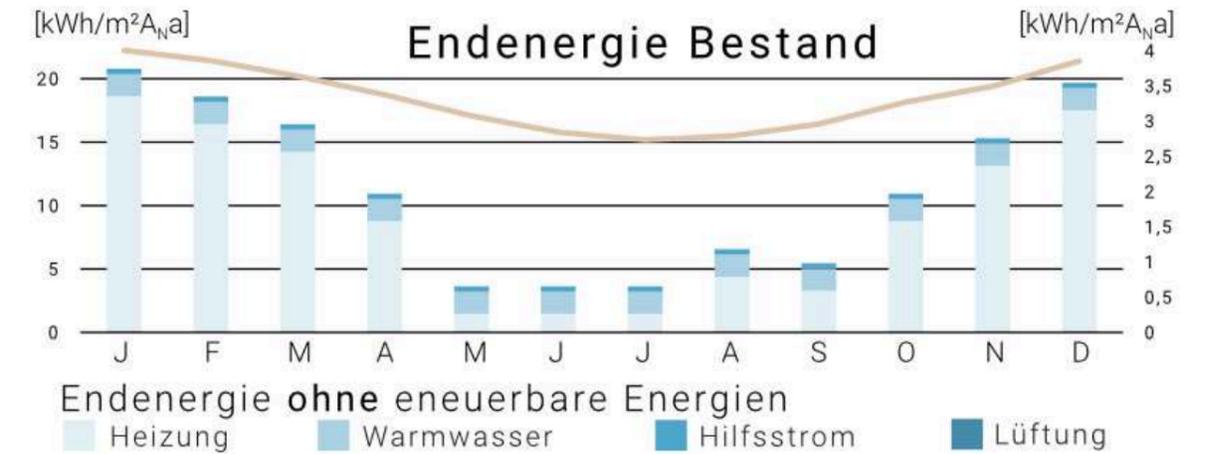
S\_Zul 0,148586521

Anforderungen erfüllt

### 4.3.3 Stromerzeugung und -verbrauch

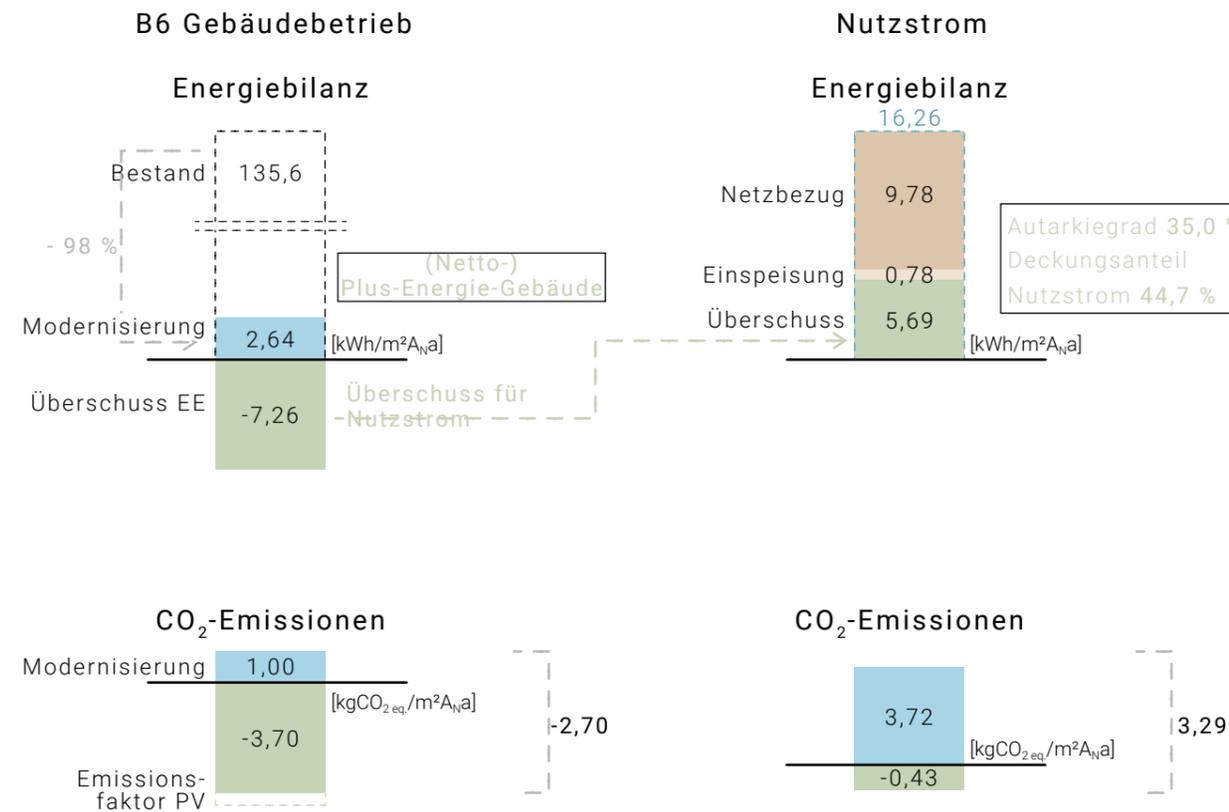
Übernahme Endenergieverbrauch aus der Energiebilanz des Bestandsgebäudes. Nutzerstrom liegt deutlich unterhalb der Endenergie für Heizung und Warmwasser.

Die blauen Säulen stellen die Bilanz ohne PV-Bezug dar. Abzüglich PV sinkt also der Endenergieverbrauch deutlich und der PV-Überschuss sinkt um die Differenz des Verbrauchs.



Bei Betrachtung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wird zunächst der Überschuss monatsweise vom Verbrauch abgerechnet, sodass der Endenergiebedarf nach vollständiger Verrechnung negativ ist und das Gebäude über die Jahresbilanz (Netto) ein Plus-Energie-Gebäude für den Betrieb darstellt.

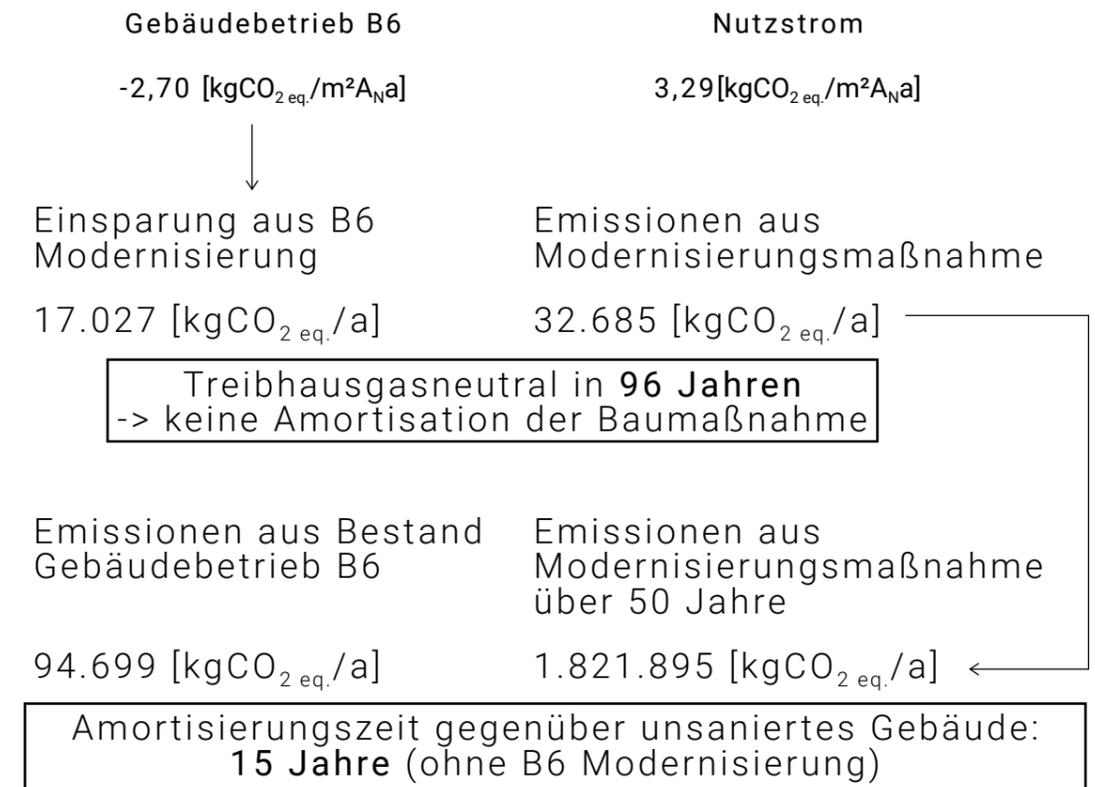
Dieser Überschuss kann nun zum Teil den Nutzstrom decken, wodurch eine Deckungsanteil von 44,7% erreicht wird, bei einem Autarkiegrad von 35 %.



## 4.4 Fazit und Auswertung

Ein Treibhausgasneutraler Betrieb ist bilanziell über das Jahr möglich, bildet aber auf Grund der statischen Berechnung nicht die Realität ab. Dennoch ist die Verbesserung des Gebäudes um fast 100% ein sehr guter Wert. Der Nutzstrom wurde extra betrachtet, kann aber auch in die Bilanz einbezogen werden. Dann findet aber kein klimaneutraler Betrieb mehr statt.

Um die Emissionen der Modernisierung abzuschreiben, wird der Überschuss mit den Emissionen aus der Gebäudekonstruktion KG 300+400 verrechnet. Mit dem Betrieb lässt sich das Gebäude nicht innerhalb von 50 Jahren abschreiben. Vergleicht man es stattdessen aber mit dem unsanierten Zustand des Gebäudes, so amortisiert sich das Gebäude nach etwa 15 Jahren.



## Literaturverzeichnis

- BMWK & UBA. (2023). *Energieeffizienz in Zahlen 2022*.  
Bundes-Klimaschutzgesetz (2019).  
*CatRaRE Ereigniskataloge–Dashboard (v2024.01, Open)*. (o. J.). Abgerufen 24. Januar 2025, von <https://wetterdienst.maps.arcgis.com/apps/dashboards/a490b2b390044ff0a8b8b4c51aa24c60>  
*CO2\_Minderungsziele\_Augsburg\_2023\_Klimaneutrale\_Stadtverwaltung.pdf*. (o. J.). Abgerufen 2. Dezember 2024, von [https://www.augsburg.de/fileadmin/user\\_upload/umwelt\\_soziales/umwelt/umweltschutz/klimaschutzberichte/download/CO2\\_Minderungsziele\\_Augsburg\\_2023\\_Klimaneutrale\\_Stadtverwaltung.pdf](https://www.augsburg.de/fileadmin/user_upload/umwelt_soziales/umwelt/umweltschutz/klimaschutzberichte/download/CO2_Minderungsziele_Augsburg_2023_Klimaneutrale_Stadtverwaltung.pdf)  
*Das Klima in Augsburg*. (2011).  
Diekelmann, P., Deutsches Institut für Urbanistik, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, & Klima-Bündnis Europäischer Städte mit den Indigenen Völkern der Regenwälder zum Erhalt der Erdatmosphäre (Hrsg.). (2018). *Klimaschutz in Kommunen: Praxisleitfaden* (3., aktualisierte und erweiterte Auflage). Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH.  
DIN. (2021). *DIN 277:2021-08*. Beuth Verlag.  
*GIS-Immorisk*. (o. J.). Abgerufen 24. Januar 2025, von <https://www.gisimmorisknaturgefahren.de/immorisk.html>  
*Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten in Deutschland (Status aktuell)*. (o. J.). Abgerufen 24. Januar 2025, von [https://geportal.bafg.de/karten/HWRM\\_Aktuell/](https://geportal.bafg.de/karten/HWRM_Aktuell/)  
*Klima Augsburg: Temperatur, Klimatablelle & Klimadiagramm für Augsburg + Wetter*. (o. J.). Abgerufen 24. Januar 2025, von <https://de.climate-data.org/europa/deutschland/bayern/augsburg-6190/>  
*Klimatool der Zukunft | BayKIS*. (o. J.). Abgerufen 24. Januar 2025, von <https://klimainformationssystem.bayern.de/klimatool/klima-der-zukunft>  
Luderer, G., Kost, C., & Sörgel, D. (2021). *Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045—Szenarien und Pfade im Modellvergleich*. 359 pages. <https://doi.org/10.48485/PIK.2021.006>  
*Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel*. (o. J.).  
Ralf Bendel. (2023). *CO2-Minderungsziele der Stadt Augsburg*. Umweltamt Augsburg, Abteilung Klimaschutz.  
*Stadt Augsburg*. (o. J.). Abgerufen 24. Januar 2025, von <https://www.augsburg.de/umwelt-soziales/umwelt/stadtklima/stadtklimaanalyse-fuer-augsburg>  
Stadt Augsburg: Umweltamt. (2021). *Klimaschutz Augsburg 2030* (S. 15) [Studie]. Thüringer Institut für Klimaschutz und Nachhaltigkeit GmbH.  
Statistisches Bundesamt. (2022, Mai). *Statistik Verteilung der Wohnungen 2022*. Zensus Datenbank.  
Statistisches Bundesamt. (2024, Juli). *Anzahl Wohngebäude 1995–2023*. Zensus Datenbank.  
Umwelt Bundesamt. (2019). *Wohnen und Sanieren—Empirische Wohngebäudedaten seit 2002*.  
Umweltamt Augsburg. (2024). *Lärmaktionsplan 4.Stufe Augsburg* (S. 60). Stadt Augsburg, Referat 2.  
Wohnbaugruppe Augsburg. (2023). *Geschäftsbericht 2023* [Geschäftsbericht].

## ANHANG

1. 3D-Modelle: natives Format, IFC-Formate
2. Energiebilanz Berichte
3. LCA Berichte
4. Excel Berechnungen Gesamtdatei