

Integriertes Quartierskonzept KfW432

„Quartier Eisbuckel“

Endbericht



Regensburg, 20.10.2023

Inkrafttreten Fassung Förderprogramm: 24.12.2019

Zuschuss-Nr.: 11739042

KfW-GP-Nr.: 00057584

Auftraggeber: Stadt Regensburg
Altes Rathaus
Rathausplatz 1
93047 Regensburg



Bauherr: Baugenossenschaft Margaretenau
Lindenstraße 21
93049 Regensburg



Auftragnehmer: LUXGREEN Climadesign GmbH
Kumpfmühler Straße 3
93047 Regensburg
+49 941 463 71 72 0
www.luxgreen.de



Verfasser: LUXGREEN Climadesign GmbH

Projektnummer: 2209

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	5
Einleitung	7
1. Ausgangssituation und Rahmenbedingungen	8
1.1. Baukulturelle Zielsetzung und historischer Hintergrund	10
1.2. Nationale Klimaschutzziele und kommunale Zielsetzungen.....	13
1.3. Lokale Rahmenbedingungen.....	18
1.4. Energieverbrauchssektoren	20
1.4.1. Wohnen	20
1.4.2. Gewerbe	22
1.5. Gesamtenergiebilanz Bestand.....	23
2. Mobilität und Grünflächen	24
2.1. Anforderungen.....	25
2.2. Umsetzungsoptionen Mobilitätskonzept	25
2.3. Energieeffizienzpotenziale Mobilität	26
2.4. Realisierung der quartiersbezogenen Mobilität.....	28
2.5. Umstrukturierung der Bestandsaufnahme Grün- und Retentionsflächen.....	30
3. Potenzialanalyse und Energiebilanz	32
3.1. Photovoltaik	32
3.2. Umweltwärme, Wärmenetze und Abwärme	34
3.2.1. Solarthermie	34
3.2.2. PVT.....	37
3.2.3. Oberflächennahe Geothermie	39
3.2.4. Luftwärme	44
3.2.5. Abwasserwärme	45
3.2.6. Grundwasserwärme	47
3.2.7. Biomasse.....	48
3.2.8. Nahwärme.....	49
3.2.9. Industrielle Abwärme	51
3.3. Gesamtübersicht Potentiale.....	52

4. Maßnahmenkatalog	54
4.1. Handlungskonzepte	54
4.2. Öffentlichkeitsarbeit	55
4.3. Ausgestaltungskonzept	62
4.3.1. Bauliche Situation im Bestand	63
4.3.2. Ausgestaltung der Maßnahmen	64
4.3.3. Aussage zu Kosten, Wirtschaftlichkeit und Machbarkeit	69
4.4. Versorgungskonzepte und Energetische Versorgung der Wohnungen	73
4.4.1. Variante 1 – Wärmepumpe + BHKW + Gaskessel	76
4.4.2. Variante 2 – Gaskessel	77
4.4.3. Variante 3 – Pelletkessel + Gaskessel	78
4.4.4. Variantenvergleich und Wirtschaftlichkeitsabschätzung	79
4.5. Hemmnisanalyse	81
4.5.1. Denkmalschutz	81
4.5.2. Genehmigungsrechtliche Einschränkungen	81
4.5.3. Förderung und Finanzierung	82
4.6. Aussagen zur Erfolgskontrolle und zum Monitoring	82
5. Zusammenfassende Erläuterung	84
5.1. Gesamtenergiebilanz	84
5.2. Energieeinsparpotential	84
5.3. Zeitplan	85
Tabellenverzeichnis	86
Abbildungsverzeichnis	87
6. Literaturverzeichnis	90
Anhangsverzeichnis	96

Abkürzungsverzeichnis

BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
COP	Coefficient of Performance
DIN	Deutsches Institut für Normung
GEG	Gebäudeenergiegesetz
IKK	Investitionskredit Kommunen
IKU	Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen
iSFP	Individuelle Sanierungsfahrplan
KFW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KFZ	Kraftfahrzeug
LWP	Luftwärmepumpe
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PLK	Prinz-Leopold-Kaserne
PV	Photovoltaik
PVT	Photovoltaik-Thermovoltaik
SDGs	Sustainable Development Goals
U-Wert	Unit of heat-transmission
VGL	vergleiche

Einheiten:

%	Prozent
/a	pro Jahr
/h	pro Stunde
/s	pro Sekunde
€	Euro
°	Grad
°C	Grad Celsius
ca.	circa
CO ₂	Kohlendioxid
ct	Cent
dB bzw. dB(A)	Dezibel bzw. Schalldruckpegel
K	Kelvin
kg*CO ₂ /a	Kilogramm Kohlendioxid-Äquivalenten pro Jahr

km	Kilometer
kWh	Kilo-Watt-Stunden
kWp	Kilo-Watt-Peak
l	Liter
m	Meter
m ²	Quadratmeter
MWh	Mega-Watt-Stunden
Stk.	Stück
tCO ₂ /a	Tonne Kohlendioxid pro Jahr
V	Volumen
W	Watt
W/(m ² K)	Watt pro Quadratmeter und Kelvin
Wp	Watt-Peak

Einleitung

Integrierte Quartierskonzepte sind ein wichtiger Baustein für eine nachhaltige und zukunftsweisende Stadtentwicklung. Dabei geht es darum, Wohnquartiere und Stadtteile so zu planen und zu gestalten, dass sie den Bedürfnissen und Anforderungen der Bewohnerinnen und Bewohner gerecht werden und gleichzeitig ökologisch und sozial verträglich sind. Integrierte Quartierskonzepte berücksichtigen dabei nicht nur die bauliche Gestaltung, sondern auch Aspekte wie Mobilität, Energieversorgung, Freiraumgestaltung und soziale Infrastruktur. Ziel ist es, lebenswerte Quartiere zu entwickeln, die die individuellen Bedürfnisse der Bewohnerinnen und Bewohner berücksichtigen und gleichzeitig einen Beitrag zum Erreichen der globalen Nachhaltigkeitsziele leisten. Diese Konzepte sind somit ein wichtiges Instrument, um Stadtteile und Quartiere sowohl sozial als auch wirtschaftlich und kulturell zu stärken. Parallel wird eine nachhaltige Entwicklung in verschiedensten gesellschaftlichen Schichten gefördert, adäquate grundlegende Rahmenbedingungen vorausgesetzt.

Die Entwicklung integrierter Quartierskonzepte begann in Deutschland bereits Ende des 20. Jahrhunderts. Seitdem haben es sich viele Städte und Gemeinden zur Aufgabe gemacht, eigene Konzepte zu entwickeln und umzusetzen. Im Jahr 2012 wurde das Programm "Soziale Stadt" aufgelegt, das den Prozess der Quartiersentwicklung durch gezielte Förderungen unterstützt [1]. Die Umsetzung von integrierten Quartierskonzepten basiert auf einer engen Zusammenarbeit aller relevanten Akteure vor Ort. Dazu gehören Bewohnerinnen und Bewohner, Vereine und Verbände, lokale Unternehmen, die Stadtverwaltung sowie soziale Träger und Bildungseinrichtungen. Gemeinsam sollen sie ein umfassendes Konzept erarbeiten, das auf die Bedürfnisse des Quartiers zugeschnitten ist.

Dieser Bericht beschreibt im Detail ein integriertes Quartierskonzept für ein Wohnquartier in Regensburg und schafft gleichzeitig die Grundlage für die energetische Ertüchtigung der Gebäude und für die lokale regenerative Energieerzeugung und -versorgung.

1. Ausgangssituation und Rahmenbedingungen

Das genossenschaftliche Wohnquartier Eisbuckel befindet sich im südlichen Teil von Regensburg, im Stadtteil Kumpfmühl. Der Bahnhof und das Stadtzentrum befinden sich in unmittelbarer Nähe und auch die Universität sowie die Ostbayerische Hochschule sind innerhalb von 15 Minuten zu Fuß erreichbar

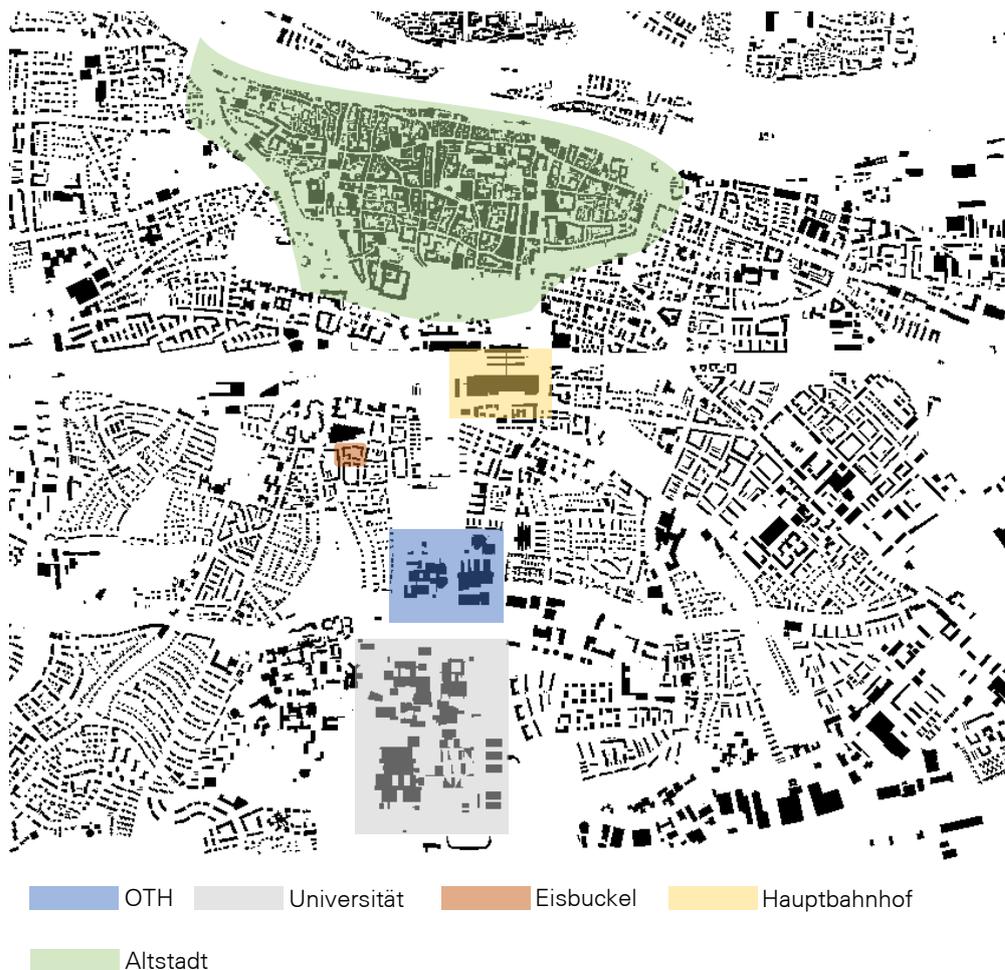


Abbildung 1: Schwarzplan der Stadt Regensburg, rot markiert: Das Quartier Eisbuckel
Eigene Darstellung nach: [48]

(siehe Abbildung 1).

Das Eisbuckel-Quartier besteht aus 12 mehrstöckigen Wohngebäuden, die eine Gesamtwohnfläche von rund 5000 m² und eine Fläche für eine Gastwirtschaft von 210 m² aufweisen. Die Gebäude liegen in den Straßen Schuegrafstraße (10a, 12, 12a), Frauendorferstraße (2, 4, 6), Gutenbergstraße (1b, 1c, 3, 3a) und Fikentscherstraße (1, 3). Die Blockrandbebauung formt einen Innenhof, der allen Bewohnern zugänglich ist (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Quartiersübersicht [51]

Derzeit befinden sich 78 Wohnungen im konstruktiven Urzustand, wobei durch die Baugenossenschaft Margaretenau eG in Auftrag gegebene Instandsetzungsarbeiten bereits durchgeführt wurden. Dabei sind die Fenster der Gebäude erneuert worden. Welche Heizsysteme in den Wohnungen eingesetzt werden und auch die entsprechenden Energiequellen werden in Kapitel 4.2 erörtert.

Eine Analyse der Ausgangssituation dient als Grundlage für die Entwicklung gezielter Maßnahmen und Strategien, um das Quartier energetisch zukunftsfähig zu gestalten und zudem auch die Lebensqualität der Bewohnerinnen und Bewohner zu verbessern. Datenerhebung und -darstellung sollen zu einem guten Verständnis der Gegebenheiten beitragen.

Zu Beginn der Entwicklung des Quartierskonzepts ist weiterhin eine bauliche Bestandsaufnahme durchgeführt worden, um einen Überblick über die Grün- und Freiflächen sowie die äußere Gebäudehülle zu erhalten. Dazu sind die Bestandspläne mit den realen Gebäudekomplexen verglichen und bauliche Abweichungen dokumentiert worden. Im Anhang sind die Pläne und Anmerkungen aus der Bestandsaufnahme zu finden (siehe Anhang ¹).

In den folgenden Unterkapiteln werden die Ausgangssituation des Quartiers, die nationalen Klimaschutzziele und die kommunalen Zielsetzungen sowie ausschlaggebende Rahmenbedingungen und letztlich die baukulturelle Zielsetzung näher erläutert.

¹ Bestandspläne Quartier

1.1. Baukulturelle Zielsetzung und historischer Hintergrund

Die Wohnanlage liegt im Stadtteil Kumpfmühl und wird Quartier Eisbuckel genannt. Die Errichtung des Viertels fand zwischen 1910 und 1925 statt und begann am Fuße des Galgenbergs (siehe Abbildung 3 und Abbildung 4). Der Name Galgenberg stammt aus dem Mittelalter, als dieser Ort noch für Hinrichtungen genutzt wurde. Der Name sollte der Abschreckung dienen [2]. Das Quartier Eisbuckel entstand aufgrund der Initiative der Königlich Bayerischen Staatseisenbahnen und der Deutschen Reichsbahn [3]. Es bleibt jedoch die Frage offen, wie das Quartier zu seinem Namen "Eisbuckel" kam. Nachdem der Galgenberg im Jahr 1803 von Erzherzog Carl von Dalberg und anderen Kurfürsten als Hinrichtungsstätte abgeschafft worden war, verwandelte er sich in ein Brauerei-

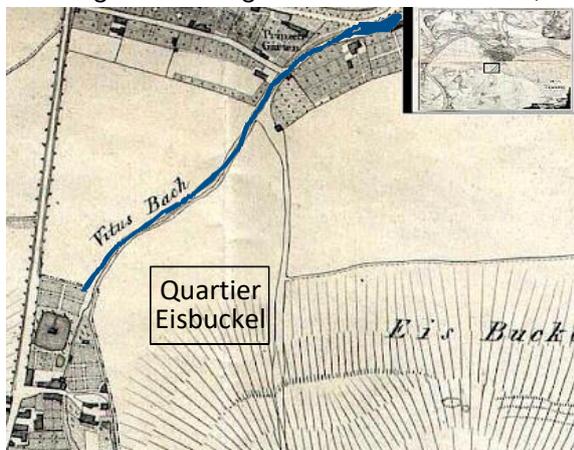


Abbildung 3: Der Vitusbach [49]



Abbildung 4: Das Bergen von Eisparren [50]

viertel [2]. Die Brauereien in der Innenstadt von Regensburg bevorzugten den Eisbuckel als Lagerplatz für ihre Bierkeller. Laut dem Buch "Es ist eine Gnade, hier zu leben" der Baugenossenschaft Margaretenau [3] wurden dazu Eisbarren aus dem nahe gelegenen Vitusbach gesägt und anschließend in senkrechten Schächten gelagert. Ursprünglich wurde das Bier bis zum Ende des Sommers in Kellern kühl gelagert. Später wurde es in den Kellern ausgeschenkt. Dadurch entstand die Idee, das Bier auch in Gaststätten und Wirtschaften im Galgenbergviertel anzubieten. Das zog viele Brauereien an, die ihren Standort von der Innenstadt zum Galgenberg verlagerten, [3]. Noch heute kann man viele Spuren dieser Zeit erkennen, wie zum Beispiel die alte Mälzerei in der Nähe des Eisbuckels. Die ursprüngliche Braustätte bietet heutzutage Platz für kulturelle Auführungen und musikalische Veranstaltungen.

Die Wirtschaft „Eisbuckel“ am südwestlichen Eck des Quartiers (siehe Abbildung 6) liegt im Herzen des Stadtteils Kumpfmühl und feierte bereits 2010 ihr 100-jähriges Bestehen. Das zunächst „aus sozialer Fürsorge“ errichtete Lokal bot lange Zeit ein zweites Wohnzimmer für die Familienväter des Quartiers.

„Heute bilden die Gäste hier eine bunte Mischung aus alten Eisenbahnern, Angestellten und Beamten, Hochschulprofessoren und Studenten.“ [4]. Besonders charakteristisch macht die Wirtschaft das Gebäude in der sie sich befindet. Ein imposantes Walmdach sowie attraktive Rundbogenfenster verleihen der Gaststätte viel Charme. Zur Schuegrafstraße hin befindet sich zudem noch ein Biergarten, welcher in den Sommermonaten viel Platz für die Gäste der Wirtschaft bietet.

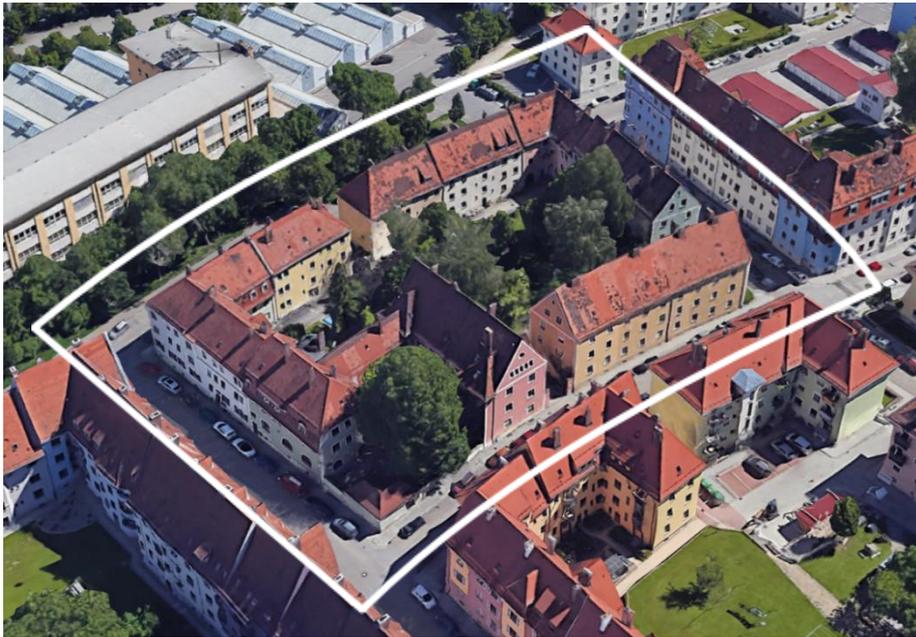


Abbildung 5: Das Quartier Eisbuckel (weiß eingerahmt) in südlicher Ansicht [51]

Wie in Abbildung 5 zu erkennen ist, weist das Quartier verschiedene Dachformen auf, darunter Satteldächer, Walmdächer und vereinzelt Mansarddächer. Nahezu alle Gebäude verfügen über Gauben, Schornsteine und mehrere kleine Dachfenster. Rundbogenfenster, Loggien und ein Eckturm im Innenhof der Fikentscherstraße 3 zählen ebenfalls zu den architektonischen Merkmalen (siehe nachfolgende Abbildungen). Es wird angestrebt, den historischen und architektonischen Wert des Quartiers vollständig zu erhalten und vor Verfall, Veränderungen oder Zerstörung zu bewahren. Unter anderem sollen die Gauben sowie der Eckturm bei der Fikentscherstraße 3 erhalten bleiben. Welche Eigenschaften den Bewohnern besonders am Herzen liegen, wurde mittels Umfrage (siehe Kapitel 4.2) erfasst. Ein markantes Merkmal des Eisbuckel Quartiers bildet die gleichnamige Gastwirtschaft „Eisbuckel“ die seit mehr als 20 Jahren von Pächterin Susanne Gleich betrieben wird und dem Viertel mit ihrem Biergarten eine einzigartige Atmosphäre verleiht. Das Viertel verfügt über drei Durchfahrten zum Innenbereich. Diese ermöglichen einen Zugang zum Innenhof mit dem Fahrrad, dem Auto oder zu Fuß. Ein primäres Ziel ist es, die Fassaden und Gebäudestruktur bei der geplanten Sanierung weitestgehend zu erhalten, um auch das Stadtbild dieses alten Stadtviertels in Kumpfmühl zu erhalten.



Abbildung 6: Die Gaststätte "Eisbuckel" mit Biergarten, Vorderansicht der Schuegrafstraße (Eigene Abbildung)



Abbildung 8: Eckturnm, Ansicht vom Innenhof des Quartiers (Eigene Abbildung)



Abbildung 7: Gaststätte "Eisbuckel" Straßenansicht der Fikentscherstraße (Eigene Abbildung)

1.2. Nationale Klimaschutzziele und kommunale Zielsetzungen

KfW432 – Energetische Stadtsanierung

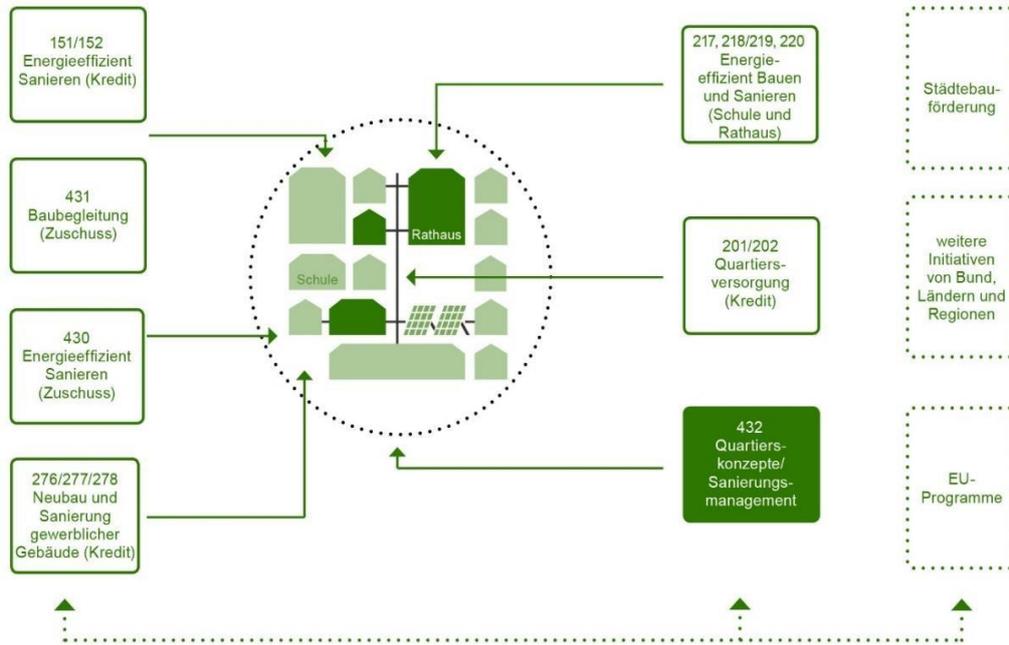


Abbildung 9: Übersicht Rahmenbedingungen [5]

Das Programm KfW 432, auch bekannt als "Energetische Stadtsanierung - Klimaschutz und Klimaanpassung im Quartier", ist ein Förderprogramm, das mehrere Aspekte der energetischen Sanierung von Gebäuden und Energieversorgungssystemen umfasst. Das Ziel ist es, den Ausbau erneuerbarer Energien zu fördern und gleichzeitig ökonomische und soziale Anforderungen zu berücksichtigen. Das Programm unterstützt die Entwicklung eines energetischen Quartierkonzepts durch einen Zuschuss zu den dafür anfallenden Kosten und kann ein Sanierungsmanagement von drei bis fünf Jahren unterstützen [5].

Im Detail können bis zu 75 % der förderfähigen Kosten für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanagement von der KfW bezuschusst werden. Die restlichen Kosten werden durch Eigenanteile und/oder weitere Unterstützung, z.B. von der Kommune, Stadt, Land, finanziert. Die Gesamtförderung darf jedoch nicht mehr als 95 % betragen [5]. Abbildung 10 zeigt die Anzahl der Förderzusagen für Quartierskonzepte und Sanierungsmanagement in Deutschland im Jahr 2018.

**KfW-Programm 432 "Energetische Stadtsanierung" -
Zusagen in den Kommunen bis 31.12.2018**



Abbildung 10: Förderzusagen in Deutschland 2018 [5]

Es fällt auf, dass Bayern im Vergleich zu anderen Bundesländern wie Baden-Württemberg wenig energetische Quartierskonzepte umsetzt. Eine mögliche Erklärung könnte darin liegen, dass Bayern weitere eigene Förderprogramme, wie z.B. Energienutzungspläne und Energieeinsparkonzepte hat.

Zusätzlich gibt es eine kurze Erwähnung von anderen Fördermöglichkeiten, die auf dem Zuschussprogramm 432 aufbauen, wie die Quartiersversorgung IKK 201/IKU 202 (siehe Abbildung 9). Diese Kredite sind für Gemeindeverbände bzw. gemeinnützige Unternehmen oder Organisationen gedacht, um die Energieeffizienz zu verbessern [5].

Agenda 2030

Die UN-Mitgliedsstaaten haben im Jahr 2016 die Agenda 2030 beschlossen, welche 17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung enthält. Das Ziel Nr. 11 bezieht sich auf nachhaltige Städte und Gemeinden und beinhaltet unter anderem die Verbesserung der integrativen und nachhaltigen Urbanisierung, den Zugang zu erschwinglichem Wohnraum und nachhaltigen Verkehrssystemen sowie die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke. Bis zum Jahr 2030 soll der Endenergieverbrauch für Personenverkehr um 15 bis 20 % gesenkt werden und der Anteil der Bevölkerung, die von hohen Wohnkosten belastet sind, auf 13 % reduziert werden [6].



Abbildung 11: Die 17 Ziele der Agenda 2030 (Bundesregierung, 2023)

European Green Deal

Im Jahr 2019 wurde von der Europäischen Kommission der "European Green Deal" vorgestellt, der ein weiteres wichtiges Konzept darstellt. Das Ziel besteht darin, die Netto-Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030, um mindestens 55 % zu reduzieren und bis 2050 das Energiesystem der EU vollständig zu dekarbonisieren. Der Green Deal bildet somit einen zentralen Bestandteil der europäischen Klimapolitik [7]. Darüber hinaus soll mit dem Green Deal eine sichere und bezahlbare Energieversorgung gewährleistet werden, die Gesamtenergieeffizienz der Gebäude verbessert und ein Energiesektor auf Basis erneuerbarer Energiequellen geschaffen werden.

Auf europäischer Ebene wurden auch weitere Maßnahmen ergriffen. Durch eine Sanierungswelle soll ab dem Jahr 2020 die energetische Renovierungsrate in den darauffolgenden zehn Jahren verdoppelt werden. Dabei wird der Fokus auf die Bekämpfung der Energiearmut, die am schlechtesten funktionierenden Gebäude, öffentliche Gebäude und soziale Infrastrukturen sowie die Dekarbonisierung von Heizung und Kühlung gelegt [8]. Es wurden auch weitere Programme wie die „BUILD UP-Initiative“ oder das Projekt „4RinEU“ ins Leben gerufen.

Leipzig Charta

In der nationalen Stadtentwicklungspolitik spielt die neue Leipzig Charta eine wichtige Rolle, die auf den bereits im Jahr 2007 formulierten Grundsätzen aufbaut und als Leitdokument für die Nationale Stadtentwicklung dient. Ihr Ziel ist es, eine gerechte, grüne und produktive Stadt zu schaffen, die auf den Prinzipien guter urbaner Governance basiert. Diese umfassen die Gemeinwohlorientierung, den integrierten Ansatz, die Beteiligung und Koproduktion, die Mehrebenenkooperation und den ortsbezogenen Ansatz. Dabei werden die drei Ebenen des Quartiers, der Gesamtstadt und der Stadtregion betrachtet [9].

Klimaschutzgesetz und Klimaschutzplan

In Deutschland sind das Klimaschutzgesetz von 2021 und der Klimaschutzplan 2050 von zentraler Bedeutung für die Energiewende. Letzterer sieht eine Treibhausgas-neutralität bis 2050 sowie sektorspezifische Reduzierungen von CO₂-Emissionen zwischen 30 und 60 % vor [10]. Im Bereich der Energiewirtschaft ist das Ziel eine schrittweise Abkehr von der Verbrennung fossiler Energieträger hin zu einer Stromerzeugung mit nahezu vollständig erneuerbarer Energie. Für den Gebäudesektor bedeutet das eine Reduktion an Treibhausgasemissionen um 62 % im Vergleich zu 1990 und eine Senkung des Primärenergiebedarfs um 80 % gegenüber 2008 [10]. Hier sollen Anreize für energieeffizientere Bestands- oder Neubauten mit der Vergabe von Fördermitteln geschaffen werden.

Stadt Regensburg (Regensburg-Plan 2040)

In der Stadt Regensburg wird beim Thema "orientierte und integrierte Stadtentwicklung" ebenfalls an der neuen Leipzig-Charta von 2020 orientiert. Das Ziel ist eine gerechte, produktive und grüne Stadt auf Quartier-, Gesamtstadt- und Stadtregionsebene. Die Stadt strebt an, bis 2035 gesamtstädtisch klimaneutral zu sein und eine langfristig tragfähige wirtschaftliche Basis sicherzustellen, um den sozialen Zusammenhalt der Stadtgesellschaft zu fördern. Diese Ziele wurden in dem "Green Deal Regensburg" genauer definiert:

- Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 65 % gegenüber dem Jahr 1990
- Klimaneutralität der Stadtverwaltung bis 2030
- Klimaneutralität für alle städtischen Töchter sowie für die Gesamtstadt für das Jahr 2035 [11] Die Stadt Regensburg hat den "Regensburg-Plan 2040" als eigenen Stadtentwicklungsplan erstellt. Angesichts des stetigen Bevölkerungswachstums stellt die Entwicklung von Siedlungen und Quartieren eine besondere Herausforderung dar. Quartiere spielen dabei eine Schlüsselrolle in der Stadtentwicklung. Die künftige Entwicklung erfordert die Schaffung qualitativ hochwertiger öffentlicher Räume sowie funktioneller und gestalterischer Vielfalt. Bei Nachverdichtungen

müssen ortsspezifische und qualitativ hochwertige Lösungen gefunden werden, um angemessene Lebensbedingungen für alle Generationen zu gewährleisten und den individuellen Charakter von Quartieren zu bewahren. Es ist auch wichtig, wichtige Freiräume und Grünstrukturen zu erhalten oder zu ergänzen [11].

Im Stadtentwicklungskonzept "Regensburg-Plan 2040" ist weiterhin die Sicherung ausreichender Grünversorgung für Naherholung ein wichtiger Punkt. Es wird angestrebt, pro Einwohner 20 m² Grün- und Freifläche zu erhalten. Dafür wird der Erhalt und Ausbau von Innenhofbegrünungen, auch innerhalb des Quartiers Eisbuckel, als unerlässlich angesehen. Zukünftig wird bei neuen Bauprojekten die Dach- und Fassadenbegrünung verbindlich vorgeschrieben, sofern dies technisch und stadtgestalterisch möglich ist. [11].

1.3. Lokale Rahmenbedingungen

Die momentane Einwohnerzahl von 170.000 Personen in der Stadt Regensburg wird voraussichtlich bis zum Jahr 2040 um 5.000 Bewohner auf 175.000 ansteigen wie in Abbildung 12 ersichtlich ist [11]. Auch der Landkreis Regensburg erwartet in den nächsten 17 Jahren einen Zuwachs um 8.000 Personen.

Aus dem prognostizierten Bevölkerungszuwachs, zusammen mit den Faktoren

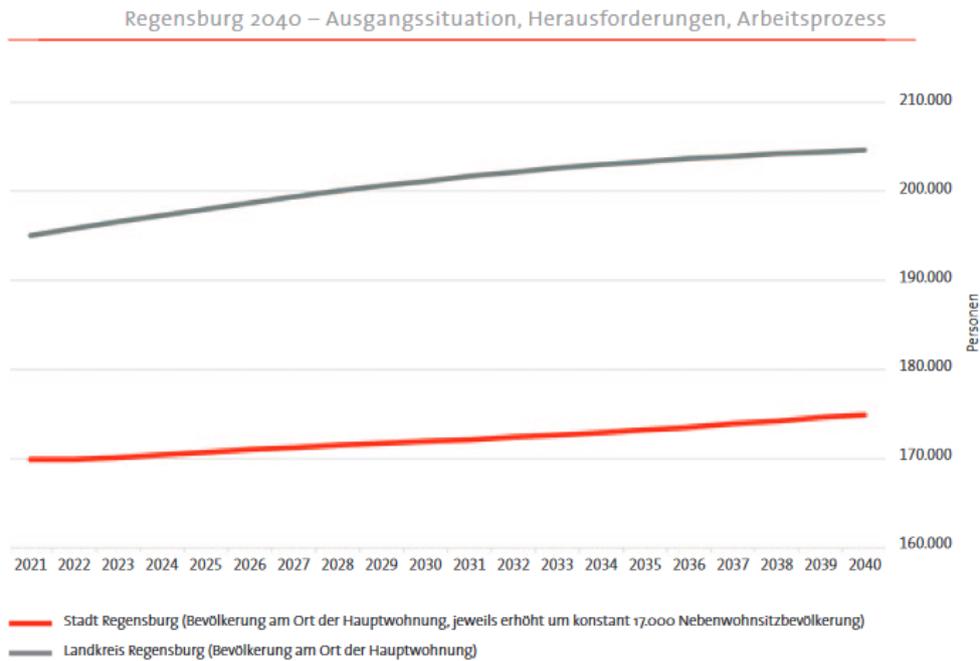


Abbildung 12: Bevölkerungsvorausberechnung für Stadt und Landkreis Regensburg [11]

des Auflockerungsbedarfs des Wohnraums der bereits ansässigen Bevölkerung und des Ersatzbedarfs, ergibt sich voraussichtlich ein zusätzlicher Bedarf von etwa 22.000 Wohnungen in den nächsten 17 Jahren. [11]. In der Vergangenheit hat sich die Stadtentwicklung hauptsächlich innerhalb der Stadtgrenzen vollzogen, indem großflächige Liegenschaften mit militärischer, industrieller und Bahnnutzung konvertiert wurden. Da diese Flächen mittlerweile fast vollständig erschöpft sind, ist es notwendig, die bestehende Innerstadtbereiche zu verdichten. Dies muss jedoch behutsam geschehen, indem vorhandene Strukturen berücksichtigt und die lokale Bevölkerung einbezogen wird.

In Regensburg wurden zwei wesentliche Entwicklungsachsen identifiziert: eine Dienstleistungsachse, die im Wesentlichen in Nord-Süd-Richtung verläuft, und eine Freizeit- und Entwicklungsachse, die in Ost-West-Richtung verläuft, siehe nachfolgende Abbildung.

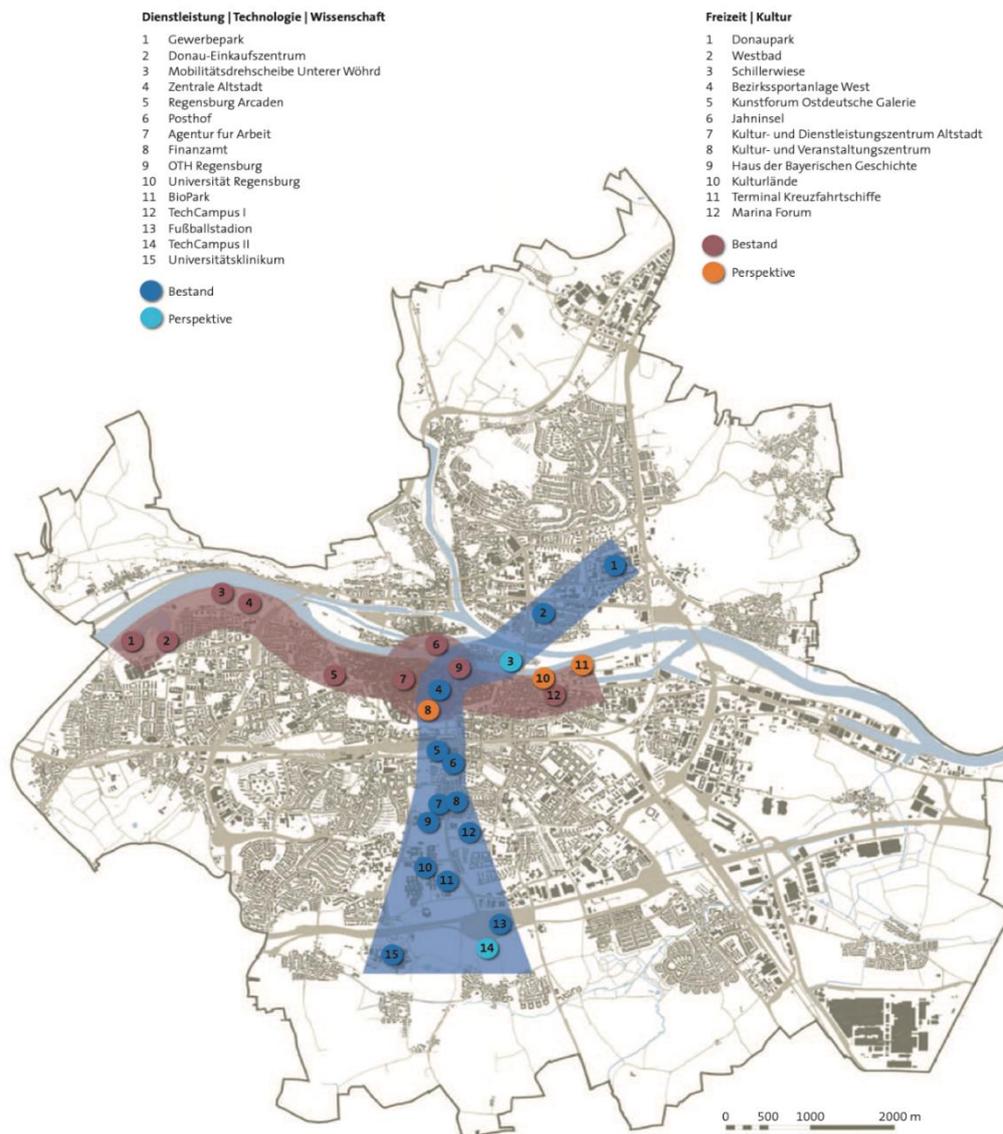


Abbildung 13: Entwicklungsachsen Regensburg. Roter Kreis: Das Quartier Eisbuckel (Stadt Regensburg, Planungs- und Baureferat Amt für Stadtentwicklung, August 2022)

Das Quartier Eisbuckel liegt in unmittelbarer Nähe zur Dienstleistungsachse, die zukünftig zu einer Technologie- und Wirtschaftsachse umgewandelt werden soll. Außerdem befindet es sich in der Nähe der geplanten dritten Entwicklungsachse, auf der eine Straßenbahn geplant ist. Insbesondere entlang dieser neuen Straßenbahnlinie, die entlang der neuen Dienstleistungsachse verläuft, sollen die Bereiche verdichtet werden, um ihre Funktionalität weiter zu verbessern. Das Vorhaben wird auch Auswirkungen auf das Quartier Eisbuckel haben.

Neben der besseren Anbindung an die Straßenbahn wird das Quartier in Zukunft auch eine verbesserte Anbindung an das Hauptwegenetz haben. Obwohl der Zugang dazu bereits vorhanden ist, wird das Radwegenetz in den kommenden Jahren weiter ausgebaut und besser vernetzt werden, um ein nahtloses Hauptverkehrsnetz zu schaffen. Dies wird die Attraktivität des Quartiers Eisbuckel für aktuelle und zukünftige Bewohner, die gerne und oft das Fahrrad benutzen, deutlich erhöhen. Das Konzept unterstützt auch das Ziel der "15-

Minuten-Stadt", bei dem alle Alltagswege wie zum Beispiel zur Nahversorgung oder zu Dienstleistungseinrichtungen innerhalb von 15 Minuten mit dem Fahrrad oder zu Fuß zurückgelegt werden können. Dies macht das Quartier zukünftig noch lebenswerter und wird insbesondere älteren Bewohnern zugutekommen, die weniger mobil sind.

Obwohl der Innenhofbereich des Quartiers bereits begrünt ist, gibt es laut Kapitel 2.5 noch Potenzial für eine bessere Nutzung. Im Regensburg-Plan 2040 liegt der Fokus bei Sanierungen besonders auf Quartieren, da die Belange des Klimaschutzes Priorität haben. Eine konsequente Umsetzung der Belange Klimaschutz und Klimaresilienz in der Bauleitplanung sowie die Entwicklung einer umfassenden Klimaanpassungsstrategie sind gefordert. Zukünftig spielen andere Faktoren wie Erzeugungsanlagen, Energiespeicher und Netzinfrastruktur eine wichtigere Rolle bei der Planung und Umsetzung neuer Projekte als bisher. Es ist geplant, den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergiebedarf der Stadt Regensburg bis zum Jahr 2035 schrittweise auf 100 % zu erhöhen [11]. Aufgrund dieser Vorgaben und der städtischen Vorreiterrolle ist es unerlässlich, die Energieversorgung des Quartiers Eisbuckel fortlaufend zu modernisieren, insbesondere im Bereich Heizen und effiziente Energienutzung. Es besteht ein großes Potenzial, um einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, die politischen Zielsetzungen zu unterstützen und die Bewohner vor einem drastischen Anstieg der Energiekosten zu bewahren.

1.4. Energieverbrauchssektoren

Für die Abschätzung des vorhandenen Energieverbrauchs der Bestandsgebäude wird eine energetische Simulation unter den aus der Bestandsaufnahme hervorgehenden Parametern durchgeführt [12]. Die resultierenden Energiemengen dienen der Entwicklung von Sanierungsmaßnahmen sowie der späteren Konzeptionierung eines Energieversorgungssystems. Unterschieden wird dabei in die am Standort vorhandenen Energieverbrauchssektoren Wohnen und Gewerbe.

1.4.1. Wohnen

Die 12 Gebäude der Blockrandbebauung weisen eine Gebäudegrundfläche von 2.368 m² auf. Bei den jeweils dreigeschossigen Wohnbauten resultiert eine Gebäudenutzfläche von 4.985 m². Die beheizte Brutto-Grundfläche wird durch das beheizte Gebäudevolumen V_g ermittelt. Dabei wird das Volumen V_g mit dem Faktor 0,32 multipliziert. Das Ergebnis der beheizten Brutto-Grundfläche beträgt rund 6.580 m². Diese Fläche entspricht der Summe aller Grundflächen eines Gebäudes, die beheizt bzw. klimatisiert werden.

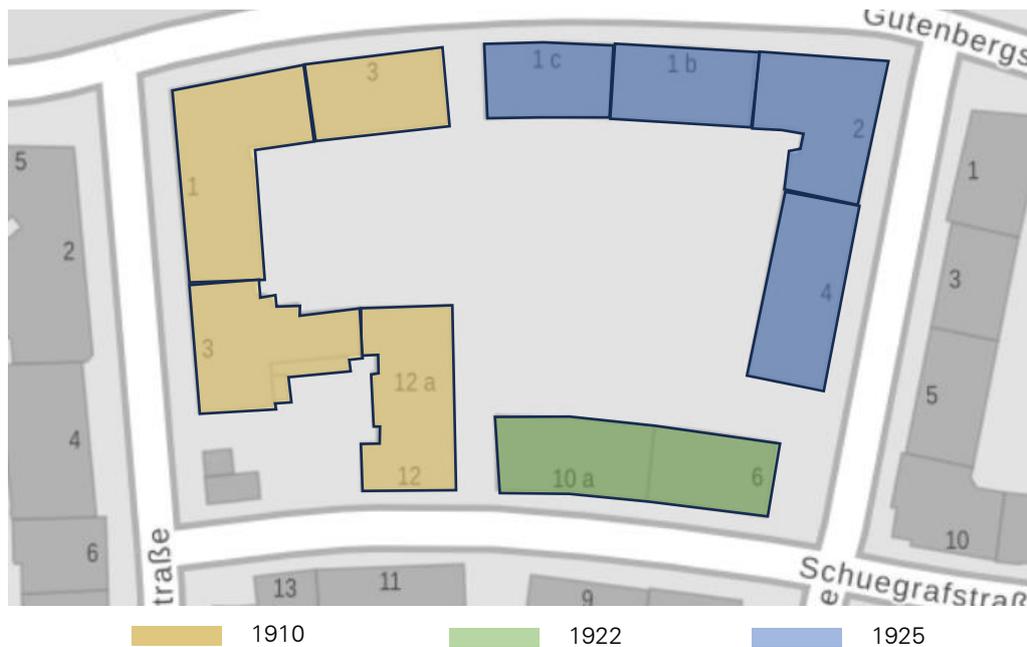


Abbildung 14: Baujahre der Quartiersgebäude. Eigene Abbildung nach [34]

Nutzenergie (Wärme)

Die Nutzenergie ist die Menge an Wärmeenergie, die benötigt wird, um eine angemessene Raumtemperatur aufrechtzuerhalten und den Warmwasserbedarf unter Berücksichtigung von Wärmeverteilverlusten zu decken. Sie ist abhängig von Faktoren wie dem Gebäudetyp, der Gebäudehülle oder dem lokalen Klima. Der Wärmebedarf, welcher Trinkwarmwasser inkludiert und somit die Nutzenergie darstellt, beträgt für alle Gebäude 1.253 MWh/a. Im Bestand wird in dem Quartier Heizstrom und Erdgas verwendet, was das Wärmeversorgungssystem bestimmt und somit die Anlagenaufwandszahl beeinflusst.

Endenergie (Wärme)

Endenergie ist die Energie, die beim Verbraucher ankommt und für verschiedene Zwecke wie Beleuchtung, Heizung, Kühlung, Transport oder industrielle Prozesse verwendet wird. Sie ist die Form von Energie, die unmittelbar für den eigentlichen Nutzen oder Verbrauch zur Verfügung steht. Beim Verbraucher kann die Energie weiter umgewandelt werden. Dabei spielt der Energieträger eine wichtige Rolle.

Die Umrechnung auf den Endwärmebedarf erfolgt mit der Ermittlung der Anlagenaufwandszahl des Wärmeversorgungssystems nach DIN/TS 18599-12:2021-04. Es werden dabei sinnvolle Durchschnittswerte marktüblicher Anlagen, abhängig des Energieträgers, verwendet. In Summe beträgt der Endwärmebedarf Erdgas für das gesamte Quartier 1.127 MWh/a, bezogen auf die beheizte Brutto-Grundfläche

Primärenergie (Wärme)

Der Primärenergiefaktor ist ein Maß für den Ressourcenverbrauch und die Umweltauswirkungen bei der Erzeugung von Endenergie. Der Primärenergiefaktor berücksichtigt den gesamten Energiefluss vom Primärenergieträger bis zur Endnutzung und bezieht sich auf den gesamten Lebenszyklus der Energieerzeugung, einschließlich der Gewinnung, Umwandlung, Transport und Verteilung. Im Bestand werden Erdgas und Heizstrom als Energieträger genutzt. Erdgas hat einen Primärenergiefaktor von 1,1 [13]. Auf die beheizte Brutto-Grundfläche bezogen ergibt das für Erdgas 1.378 MWh/a.

Endenergie (Strom)

Der Endstromverbrauch ist die tatsächliche Menge an elektrischer Energie, die von den Verbrauchern genutzt wird, inklusive der Verluste, die bei der Stromverteilung anfallen. Die Verteilverluste sind abhängig von mehreren Faktoren wie den Kabeldurchmessern oder den Wirkungsgraden der Transformatoren und Schaltanlagen. Im vorliegenden Quartier beläuft sich der Endenergieverbrauch für Strom auf 143 MWh/a.

Primärenergie (Strom)

Verrechnet man den Endstromverbrauch mit den entsprechenden Faktoren für Netzbezug resultiert der Primärstrombedarf, welcher wie beim Primärwärmebedarf, die Verluste bei der Erzeugung, Umwandlung und Transport inkludiert. Ausschlaggebend für den Verbrauch ist bei Wohngebäuden primär die Anzahl der Bewohner. Da im Bestandsquartier kein Strom selbst erzeugt wird und somit alles aus dem deutschen Stromnetz bezogen werden muss, wird dabei ein Primärenergiefaktor von 1,8 angesetzt [13]. Der Primärstromverbrauch liegt dadurch bei 257 MWh/a für alle 12 Gebäude.

1.4.2. Gewerbe

In dem Quartier befindet sich in der Fikentscherstraße 3 zudem die Gastwirtschaft „Eisbuckel“. Diese verfügt über eine Grundfläche von 210 m². Dies macht einen %ualen Anteil von ca. 4,2 % aus. Die Gastwirtschaft erstreckt sich vom Kellergeschoss bis zum 1. Obergeschoss. Wobei sich im 1. Obergeschoss die Wohnung der Wirtschaft befindet.

Die Gastwirtschaft wird mittels Erdgas und Netzstrom energetisch versorgt. Angesichts der geringen Energieverbräuche bezogen auf die Fläche der Versorgungseinheit wird der Bedarf des Gewerbes in der nachfolgenden Konzeptionierung als vernachlässigbar für die Versorgung des gesamten Quartiers eingestuft. Perspektivisch ist zudem von keiner wachsenden Relevanz der Gastwirtschaft hinsichtlich der Energiebedarfe auszugehen.

1.5. Gesamtenergiebilanz Bestand

Nachfolgende Tabelle 1 stellt die Berechnungsergebnisse aus dem vorherigen Kapitel zusammengefasst dar. Diese Energiekennwerte bilden die Bestandssituation ab und dienen als Referenzszenario für spätere Maßnahmenvorschläge, siehe Kapitel 4.

	Wärme	Strom Bewohner + Energiesystem
Primärenergie	1.378 MWh/a.	257 MWh/a
Endenergie	1.127 MWh/a	143 MWh/a
Nutzenergie	1.014 MWh/a	143 MWh/a

Tabelle 1: Gesamtenergiebilanz Bestand

2. Mobilität und Grünflächen

Mobilitätskonzepte sind strategische Ansätze zur Gestaltung einer nachhaltigen und effizienten Mobilität in Städten und Regionen. Sie zielen darauf ab, die individuelle und öffentliche Fortbewegung zu organisieren und zu optimieren, damit die Bedürfnisse der Menschen erfüllt und gleichzeitig die negativen Auswirkungen auf die Umwelt, die Lebensqualität und die Verkehrsstaue minimiert werden. Ein ganzheitliches Mobilitätskonzept berücksichtigt verschiedene Verkehrsträger wie Fußgänger, Fahrräder, öffentliche Verkehrsmittel, Carsharing, Elektrofahrzeuge und den Individualverkehr. Mobilitätskonzepte können auf unterschiedlichen Ebenen umgesetzt werden, sei es auf Quartiers-, Stadt- oder Landesebene. Sie erfordern eine enge Zusammenarbeit verschiedener Akteure, um gemeinsam nachhaltige und zukunftsfähige Lösungen zu entwickeln. Sie tragen zur Reduzierung von Emissionen, zur Verbesserung der Luftqualität, zur Entlastung des Straßenverkehrs und zur Förderung einer aktiven und gesunden Lebensweise bei.

An das Quartier Eisbuckel unmittelbar angrenzend existieren etwa 51 öffentliche Stellplätze für Autos. Für Car- oder Bikesharing muss aktuell auf öffentliche Anbieter zurückgegriffen werden mit meist sehr ungünstigen Standorten für die Bewohner des Quartiers. Konkrete Fahrradstellplätze vor den Wohneinheiten existieren ebenfalls nicht. Aktuell werden Fahrräder an Geländern oder Hauswänden abgestellt. Die Anbindung an den ÖPNV ist jedoch sehr gut. Mehrere hochfrequent angefahrene Bushaltestellen befinden sich innerhalb eines 300 m Radius, was einer Gehzeit von unter 5 Minuten entspricht (vgl. Abbil-



Abbildung 15: ÖPNV-Anbindungen in der Nähe des Quartiers Eisbuckel (blaue Icons) [51] dung 15).

2.1. Anforderungen

Für die Bestandswohnbauten müssen keine Stellplätze nachgewiesen werden. Da das Quartier allerdings im Zuge der Sanierung auf mindestens 108 Wohnungen nachverdichtet werden soll, entstehen ca. 30 neue Einheiten. Für den Neubau von 30 neuen Wohnungen muss pro Wohneinheit mit einer Wohnfläche bis 85 m² 1 Kfz-Stellplatz und 1,5 Fahrradstellplätze errichtet werden. [14]. Das bedeutet insgesamt 30 Stellplätze für Autos und 45 Stellplätze für Fahrräder. Diese Stellplätze müssen auf dem Gelände des Eisbuckels nachgewiesen werden.

Durch das Vorlegen eines schlüssigen Mobilitätskonzepts, die Nähe zu einem leistungsfähigen ÖNVP und der Nutzung von Mietertickets kann die Anzahl der nachzuweisenden Stellplätze um maximal 40 % verringert werden [14]. Damit sind nur noch 18 neue Stellplätze nachzuweisen. Die restlichen zwölf können substituiert werden.

Für die Sharing-Angebote sieht die Stellplatzsatzung folgenden Schlüssel, dargestellt in Tabelle 2, vor:

E-Carsharing	E-Lastenradsharing	E-Bikesharing
1 E-Carsharing-Fahrzeug ersetzt 5 Kfz-Stellplätze	2 E-Lastenräder ersetzen 1 Kfz-Stellplatz	5 E-Bikes ersetzen 1 Kfz-Stellplatz

Tabelle 2: Substituierungsschlüssel der Stellplatzsatzung der Stadt Regensburg

Im Innenhof des Quartiers ist der Platz knapp. Mit Hilfe von Sharing Angeboten, müssen die verbliebenen Flächen möglichst effizient genutzt werden. Da laut Umfrage (siehe Kapitel 4.2) die Nutzung eines Carsharing-Angebotes 37 % der Bewohner annehmen würden, sollen zwei Fahrzeuge für die Reduzierung der Parkplätze sorgen.

2.2. Umsetzungsoptionen Mobilitätskonzept

Eingangs ist bereits das Mieterticket erwähnt worden. Dabei gibt es drei gängige Arten von Mietertickets, die umgesetzt werden können. Diese wären ein obligatorisches, ein freiwilliges oder ein geteiltes Mieterticket. Das obligatorische Ticket ist Teil des Mietverhältnisses. Jeder Mieter erhält ein ÖPNV-Ticket automatisch, meist eins je Haushalt. Die Baugenossenschaft finanziert dies vollständig aus den Mieteinnahmen. Bei einer Umsetzung auf freiwilliger Basis tritt die Baugenossenschaft als Großkunde auf und erhält für ÖPNV-Jahreskarten einen Großkundenrabatt. Mieter können bei Interesse diese Jahreskarte mit dem zusätzlichen Preisvorteil des Großkundenrabatts erwerben. Bei dem geteilten Ticket erwirbt die Baugenossenschaft übertragbare ÖPNV-Jahreskarten. Dieses stellt das Unternehmen zur Verfügung und ein definierter Kreis von Bewohnern kann das Ticket nutzen. Bei dieser Variante ist es allerdings

unerlässlich eine Regelung zu Dauer und Häufigkeit der Nutzung einzuführen, um eine gerechte Verwendung zu gewährleisten.

In einigen deutschen Städten wie Bielefeld, Bochum oder München sind solche Konzepte in vergleichbaren Mobilitätskonzepten bereits umgesetzt worden. [15] Je nach Prozentualem Nutzungsanteil der Mieter, kann beginnend bei 60 % eine Reduzierung um 6 % der Stellplätze erfolgen, bis hin zu 10 % bei einer Nutzung von 100 %. Letzteres ist für die Berechnung angenommen worden. [14] In welcher Form das Mieterticket schließlich angewendet werden soll ist in der weiteren Planungsphase zu ermitteln.

Um das vorgesehene E-Bikesharing zu organisieren und eine faire sowie möglichst effiziente Auslastung zu gewährleisten, kann auf eine App zurückgegriffen werden. Einige Entwickler bieten ganzheitliche Systeme an. Zwei beispielhafte Systeme wären die „QuartiersAPP“ des Anbieters urbaniQ oder die „Quartiers-App“ von Frank und Frieda. Über die Möglichkeit der Implementierung einer Buchungsfunktion für den quartierseigenen Fahrradbestand bieten diese Apps unter anderem Funktionen wie den Zugang zu Informationen aus dem Wohnumfeld, eine Leih- und Verleihbörse oder Zugang zu einem geschlossenen sozialen Netzwerk [16], [17].

Im näheren Umkreis des Quartiers befinden sich mehrere Bushaltestellen. Um die Nutzung des ÖPNV für die Mieter attraktiver zu gestalten, wird eine Anbringung von Bildschirmen zur Anzeige der ÖPNV-Abfahrtszeiten vorgeschlagen. Diese wäre auf der Innenseite jeden Treppenhauses, neben der Haustür anzubringen. Dadurch hätte ausnahmslos jeder Bewohner Zugang zu den Anzeigen, unabhängig davon, wo sich der Ausgang der Gebäude befindet. Es könnte damit bereits beim Verlassen der Gebäude entschieden werden, welche Haltestelle sich am besten eignet und zudem auch Zeitersparnisse mit sich bringen.

2.3. Energieeffizienzpotenziale Mobilität

Durch die Vorlage eines Mobilitätskonzeptes für den Neubau von neuen Wohneinheiten mit zusätzlicher Nutzung von Mietertickets, verringert sich die Anzahl der zu errichtenden Stellplätze von 30 Stück auf 18 Stück. Die reine Kfz-Substituierung durch E-Bikes und E-Lastenräder verhindert den Bau von mehr Stellplätzen als notwendigerweise nachweisbar sind. Demnach wird die Errichtung von neun Parkplätzen und somit der Baustoffeinsatz von Beton und der unter anderem dafür notwendige Zement verhindert. Dies bringt Einsparungen an CO₂-Emissionen mit sich. Pro nicht errichteten Stellplatz wird die einmalige Emission von ca. 5,06 t CO₂ verhindert, was für die Verhinderung des Baus von zehn Parkplätzen, Gesamteinsparungen von einmalig ca. 50,6 t CO₂ bedeutet [15]. Bezüglich der Einsparungen des verringerten Mobilitätsverhaltens sind ebenfalls eigene Berechnungen durchgeführt worden, welche die Potenziale des individuellen Quartierskonzepts, unter Berücksichtigung der städtischen

Vorgaben, wiedergeben. Die Berechnung basiert auf der Annahme, dass ein PKW im Jahr durchschnittlich 13.323 km zurückgelegt [18]. Dabei hat ein PKW einen durchschnittlichen Treibhausgasausstoß pro zurückgelegtem Personenkilometer von 162 g/Pkm [19]. Bei 30 Fahrzeugen ergibt das eine Jährliche Emission von 64.750 kg*CO₂/a. Wird aufgrund des bereits erläuterten Mobilitätskonzeptes die Anzahl der Kraftfahrzeuge auf 18 Stück reduziert, resultiert ein Treibhausgasausstoß von nun mehr 38.850 kg*CO₂/a. Die Einsparungen belaufen sich dieser Rechnung zufolge auf 25.900 kg*CO₂/a. Zur bestimmung der Reduzierung an Primär- und Endenergie hinsichtlich des Mobilitätssektors wird ein durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch (Diesel) der Fahrzeuge von 7l/100km, ein CO₂-Emissionsfaktor von 0,266 tCO₂/MWh sowie ein Primärenergiefaktor von 1,1 angenommen [20]. Nachfolgende Tabelle 3 zeigt das theoretische Energieeinsparpotential durch die Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen zum Mobilitätskonzept.

	Mit Mobilitätskonzept	Ohne Mobilitätskonzept	Einsparung
Erforderliche Stellplätze	30 Stk.	18 Stk.	12 Stk.
Primärenergiebedarf (Diesel)	257 MWh/a	150 MWh/a	107 MWh/a
Endenergiebedarf (Diesel)	234 MWh/a	136 MWh/a	102 MWh/a
CO ₂ -Emissionen durch Fahrleistung	62 tCO ₂ /a	36 tCO ₂ /a	26 tCO ₂ /a

Tabelle 3: Energieeinsparpotential für nachzuweisende Parkplätze, Mobilität

2.4. Realisierung der quartiersbezogenen Mobilität

Die Anordnung der 18 zu errichtenden Stellplätze ist in Abbildung 16 schematisch dargestellt. Da der Innenhof nur sehr wenig Platz bietet, werden 6 Parkplätze südlich der großen Grünfläche, entlang der Stirnseite der Fraundorferstraße 4 angeordnet. Da das Gelände im Innenhof nach Norden hin stark abschüssig ist, die Grünfläche aber weitestgehend bestehen bleiben soll, bietet die dort entstehende Höhendifferenz die Möglichkeit die verbliebenen 12 normalen Parkplätze, durch eine Carport-Errichtung unter dem nördlichen Teil der Grünfläche, wo auch die beiden E-Carsharing-Fahrzeuge (blau markiert) Platz



Abbildung 16: Mögliche Anordnung der zu erstellenden Parkflächen mit Anzahl der Parkflächen (grüne Felder) (Eigene Darstellung)

finden sollen.

Eine kostengünstige Alternative und benutzerfreundliche Variante der Ladestationen wird in Abbildung 17 gezeigt. Eine Überdachung der Fahrradstellplätze könnte außerdem vor Verwitterung schützen.



Abbildung 17: Möglichkeit der Ladestationen für E-Bikes

Um die neun Stellplätze zu ersetzen, könnten somit auch vier E-Lastenräder und zwanzig E-Bikes mit einem Abstellsystem, wie in vorheriger Abbildung dargestellt, im Quartier vorbereitet werden. Diese könnten im ganzen Quartier verteilt positioniert werden. Eine schematische Darstellung erfolgt in Abbildung



Abbildung 18: Anordnung der zu erstellenden E-Bike- und E-Lastenradstellplätze (grüne Felder) (Eigene 18).

Die verschiedenen Meinungen und Bedürfnisse der Nutzer und Bewohner des Quartiers müssen bei der Planung ebenfalls berücksichtigt werden, wie in Kapitel 4.2 beschrieben wird. Erholungs- und Freizeitgebiete gewinnen bei Bewohnern jeden Alters an Bedeutung. Bei der Recherche nach kreativen Lösungen für Fahrradstellplätze sind weitere Ideen in Betracht gezogen worden, darunter die OCTILOCK Outdoor Fahrradgaragen, wie in Abbildung 19 und Abbildung 20 dargestellt.

Die Outdoor Fahrradgaragen OCTILOCK sind eine attraktive Option für das Quartier, da sie auf einer Grundfläche von 9 m² Platz für 17 Fahrräder bieten und individuell gestaltet werden können. Eine Möglichkeit wäre, zwei solcher



Abbildung 19: Fahrradgarage [45]



Abbildung 20: Aufhängung der Fahrräder [45]

Hütten mit den Abmessungen 3,2 × 3,2 × 3,2 m auf einer der Rasenflächen neben dem Spielplatz oder den Wäscheleinen zu platzieren.



Abbildung 21: Bike Tower [21]

Ein weiteres Konzept das viel Platz für Fahrräder bietet, sind Bike Towers. Ein Beispiel dafür ist der E-Bike Tower T72 am Bahnhof in Meckenbeuren, der vom Architekturbüro MAP Architekten entworfen und gebaut wurde (siehe Abbildung 21). Im Jahr 2011 wurde der E-Bike Tower T72 am Bahnhof in Meckenbeuren errichtet und bietet Platz für insgesamt 64 Fahrräder [21]. Der Turm ist sozusagen ein Parkhaus, allerdings nicht für Autos, sondern ausschließlich für Fahrräder konzipiert. Das Architekturbüro MAP Architekten hatte die Idee, den steigenden Bedarf an E-Bikes mit einer Parkmöglichkeit inklusive Lademöglichkeit zu bedienen [21].

2.5. Umstrukturierung der Bestandsaufnahme Grün- und Retentionsflächen

Das umfassende Quartierskonzept beinhaltet eine ganzheitliche und nachhaltige Betrachtung von verschiedenen Bereichen wie Wohnen, Arbeiten, Freizeit, Verkehr und Umwelt. Innerhalb dieses Konzepts wird ein besonderer Fokus auf

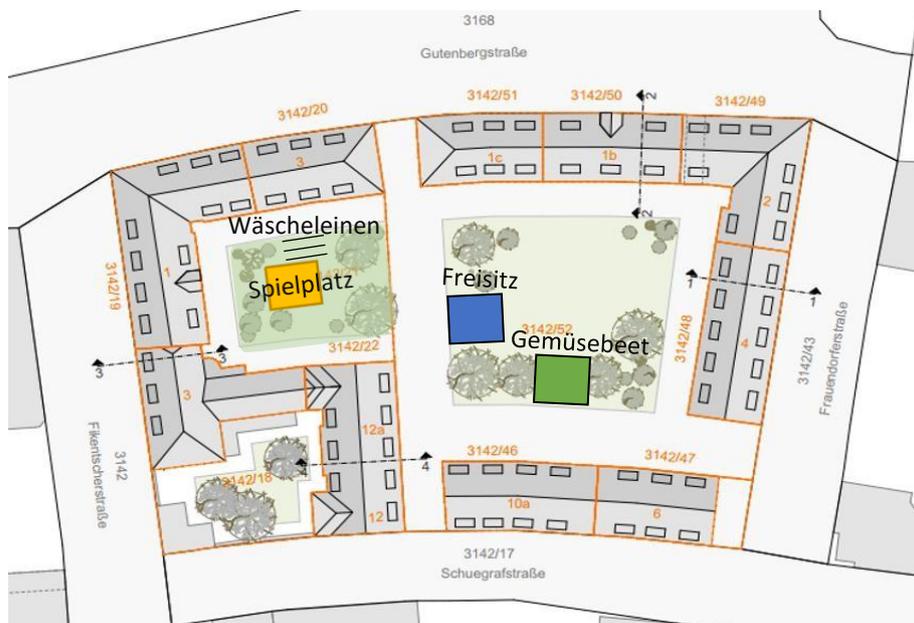


Abbildung 22: Sanierung der Bäume und Rasenflächen

die Grün- und Freiflächen gelegt und es werden Alternativen für deren Neugestaltung erarbeitet. Die Grün- und Freiflächen im Innenhof des Quartiers bestehen hauptsächlich aus zwei mittelgroßen Grünflächen von etwa 950 m₂ mit Sträuchern und unter anderem mittelgroßen bis großen Birken und Fichten, (vgl. Abbildung 22), sowie Abstandsgrünflächen zum Gehweg rund um die Gebäude. Des Weiteren gibt es den Biergarten der Gaststätte "Eisbuckel" mit einer Kiesfläche von etwa 200 m₂. Weiterhin sind Durchfahrten zum Innenhof vorhanden.

Während der Bestandsaufnahme im Quartier konnte festgestellt werden, dass im östlichen Teil des Areals eine große Grünfläche mit veralteten Wäscheleinen existiert (siehe Abbildung 22). Die Rasenfläche soll zukünftig durch eine Umstrukturierung für die Anwohner attraktiver gestaltet werden, um Platz für Begegnungen und Erholung zu schaffen. Geschehen soll das durch die Anbringung eines Freisitzes mit Grill- und Sitzmöglichkeit. Außerdem soll die Nutzung der Wäscheleinen nicht aufgegeben, sondern durch eine ausziehbare Wäscheleine platzsparend ersetzt werden. Zusätzlich kann ein Gemeinschaftsgarten in Form eines Gemüsebeetes als Ort der Begegnung dienen und den Innenhof aufwerten. Diese Maßnahme soll auch dazu beitragen die soziale Gemeinschaft im Quartier zu stärken. Ein weiteres Vorhaben betrifft den bereits vorhandenen, jedoch stark abgenutzten Spielplatz im westlichen Teil des Innenhofs. Eine Erneuerung der Anlage könnte dazu beitragen, dass das Quartier weiterhin für junge Familien attraktiv bleibt. Außerdem könnte die Attraktivität des Bereichs rund um die Grünfläche durch die Schaffung von mehr Fahrradstellplätzen, sowohl für private Fahrräder als auch für gemeinschaftliche Lastenräder, erhöht werden.

3. Potenzialanalyse und Energiebilanz

Bei der Sanierung alter Bestandsbauten bestehen teils große Potenziale Energie einzusparen und somit die Umweltbelastung durch geringere CO₂-Emissionen zu reduzieren. Bevor eine effizientere Energieversorgung geplant wird, ist es allerdings nötig, alle möglichen lokalen wie regionalen Optionen mit einer ersten Potenzialanalyse zu untersuchen. Daraus können anschließend wichtige Folgerungen für den weiteren Planungsprozess bezüglich Sinnhaftigkeit und Ergiebigkeit getroffen werden.

3.1. Photovoltaik

Photovoltaik ist eine Technologie zur Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie. Dabei wird das Licht der Sonne von Halbleitermaterialien wie Silizium absorbiert und dadurch freie Ladungsträger erzeugt. Diese Ladungsträger werden durch ein elektrisches Feld innerhalb des Materials getrennt und an den Kontakten der PV-Zelle gesammelt, um eine Gleichstromspannung zu erzeugen. Mehrere PV-Zellen können in einem Modul zusammengefasst werden, um höhere Spannungen und Ströme zu erzeugen.

Die Vorteile von PV sind die einfache Installation, die geringe Wartung und die lange Lebensdauer von etwa 25 Jahren oder mehr. Die Technologie ist umweltfreundlich und emittiert während des Betriebs keine klimaschädlichen Gase. Die Nachteile von PV sind der geringe Wirkungsgrad, der von der Intensität und Dauer der Sonneneinstrahlung abhängt, sowie der Bedarf an seltenen und teuren Rohstoffen wie Silizium und Seltenerdmetallen.

Zur Bestimmung des am Standort vorhandenen PV-Potentials wird auf eine Energieplanungs-Software zurückgegriffen, über die mittels Georeferenzierter Gebäudedaten energetisch-relevante Informationen ermittelt werden können und Energiebilanzen im erforderlichen detaillierungsgrad generiert werden [12]. Das Quartier Eisbuckel verfügt hauptsächlich über Satteldächer. Diese eignen sich mit einer Neigung von 47 ° sehr gut für die Anbringung von PV-Modulen, beispielsweise durch ein Aufdach-Montagesystem. Dabei werden die Module mit einem Schienensystem direkt auf dem Dach angebracht und haben dessen gleichen Neigungswinkel. Es kann nicht die gesamte in Abbildung 23 dargestellte Fläche genutzt werden, weshalb für eine realistische Potenzialermittlung zunächst die ausrichtungsspezifische Dachfläche ermittelt worden ist. Bei eigenen Messungen ist für die Nord-Süd-Ausrichtung jeweils eine Fläche von 807,2 m² ermittelt worden. Für die Ost-West-Ausrichtung beträgt diese jeweils 695,9 m². Die nördliche Ausrichtung wurde vernachlässigt. Diese ausrichtungsspezifische Fläche ist allerdings nicht vollumfänglich nutzbar. Durch die Nachverdichtung werden neue Gauben und Fensteröffnungen entstehen. Zudem befinden sich auf dem Dach Schornsteine und Entlüftungsrohre, welche die

Anbringung von Modulen an diesen Stellen nicht möglich macht. Deshalb sind Prozentuale Belegungsflächen angenommen worden, basierend auf Erfahrungswerten von bereits durchgeführten Projekten. Diese liegt bei 40 % für eine Süd-Ausrichtung und bei 30 % für eine Ost-West-Ausrichtung. Die unterschiedliche Belegungsfläche kommt daher, dass im Planungsvorgang der Nachverdichtung der Dachflächen bei südlicher Ausrichtung versucht wird, eine maximal mögliche Freifläche für die Installation von PV-Modulen zu erhalten. Durch eine andere Anordnung oder Änderung der Größe von neuen Gauben kann dies erreicht werden. Die gesamte, für PV nutzbare Dachfläche beträgt diesen Annahmen entsprechend voraussichtlich 740 m². Dies entspricht einer Peakleistung von 163 kWp für alle drei Ausrichtungen. In Deutschland liegt der durchschnittliche Stromertrag zwischen 800 kWh/a und 1.200 kWh/a pro installiertem kWp [22] [24]. Bei dieser Berechnung sind spezifische Werte, abhängig von der Dachausrichtung gewählt worden. Erfahrungswerte und Standortbedingungen führen zur Annahme, dass für eine Ost-West-Ausrichtung 1.000 kWh/a und für eine Südausrichtung 1.100 kWh/a pro installiertem kWp erzeugt wird. Multipliziert mit den bereits errechneten Peak Leistungen kann mit der

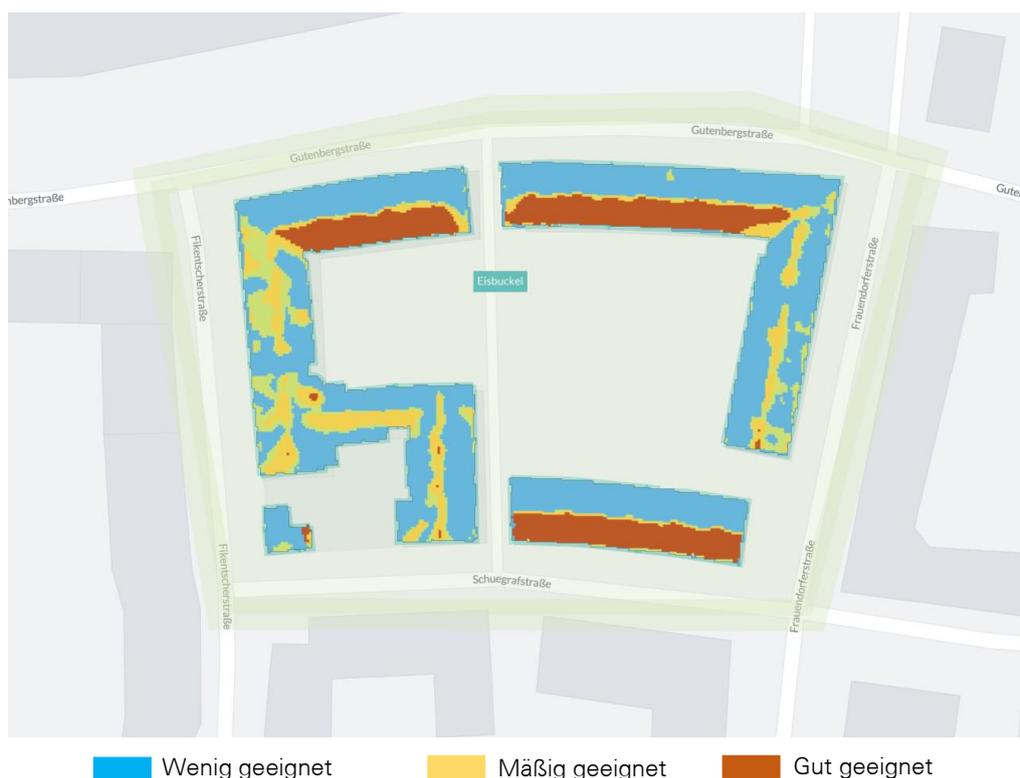


Abbildung 23: Potenzial Photovoltaik [12]

Südfäche 71 MWh/a und mit den Ost- und Westflächen 92 MWh/a erzeugt werden. Zusammen ergibt das 168 MWh/a.

Die Dachflächen des Quartiers Eisbuckel eignen sich sehr gut für den Einsatz von Photovoltaikanlagen. Das Potenzial ist sehr groß und sollte unbedingt genutzt und im weiteren Planungsprozess konkretisiert werden. Eine

Gegenüberstellung mit dem Photovoltaikpotenzial des Photovoltaik-Thermovoltaik-Moduls (PVT-Module) erfolgt in Kapitel 3.2.2.

Durch die Umsetzung von Photovoltaik-Anlagen kann circa 30 % des innerhalb des Quartiers anfallenden Strombedarfs lokal gedeckt werden. Daraus resultiert eine Energieeinsparung, die sich aus dem Vergleich einer vollständigen Stromversorgung aus dem Netz mit einem Mix aus Netzbezug und lokal erzeugtem Strom berechnen lässt. Dabei werden die im Umfang der Untersuchungen berechneten Strombedarfe mit den entsprechenden Primärenergiefaktoren (1,8 für Netzbezug, 0 für Eigenerzeugung gemäß GEG [13]) nach Umsetzung der PV-Anlage verrechnet. Nachfolgende Tabelle 4 stellt die Berechnungsergebnisse des Einsparpotentials durch Photovoltaik dar.

	ohne PV	Variante 1	Einsparung
Strombedarf Quartier	411 MWh/a	411 MWh/a	-
Eigendeckung Strom	0 MWh/a	125 MWh/a	-
Endenergiebedarf (Netzbezug)	411 MWh/a	294 MWh/a	117 MWh/a
Primärenergiebedarf	740 MWh/a	529 MWh/a	211 MWh/a
Emissionen	148 tCO ₂ /a	106 tCO ₂ /a	42 tCO ₂ /a

Tabelle 4: Energieeinsparpotential aus Photovoltaik

Der Strombedarf des Energiesystems bei Variante 1 ist am höchsten, deswegen wurde sie auch für die Ermittlung des Eigennutzungsgrads der Photovoltaikanlage herangezogen. Die Versorgung von BHKW-Strom wurde hier nicht berücksichtigt.

3.2. Umweltwärme, Wärmenetze und Abwärme

3.2.1. Solarthermie

Solarthermie ist eine Technologie, die die Energie der Sonne nutzt, um Wärme zu erzeugen. Die Wärme wird in der Regel genutzt, um Wasser zu erhitzen, das dann für verschiedene Anwendungen genutzt werden kann, wie zum Beispiel zum Heizen von Gebäuden oder zur Trinkwarmwasserbereitung. Solarthermieanlagen wie auch PV-Anlagen können entweder als Freiflächenanlagen aufgestellt oder auf dem Dach von Gebäuden installiert werden. Letzteres ist für das Quartier relevant.

Es gibt verschiedene Arten von Solarthermieanlagen, die je nach Anwendung und Standort ausgewählt werden. Die einfachste Art von Solarthermieanlagen

sind Flachkollektoren, die auf dem Dach von Gebäuden installiert werden und Sonnenenergie absorbieren, um Wasser zu erwärmen. Die Absorberfläche besteht in der Regel aus einer schwarzen Beschichtung, die Sonnenenergie absorbiert und in Wärme umwandelt. Über Rohre fließt ein Wärmeträgermedium, das die Wärme aufnimmt und an einen Wärmetauscher abgibt. Eine Alternative dazu sind Vakuumröhrenkollektoren. Diese sind eine effizientere Art von Kollektoren, da sie Sonnenenergie auch bei schlechten Witterungsbedingungen aufnehmen können. Ein Röhrenkollektor besteht aus evakuierten Glasröhren. Jede Röhre enthält eine Absorberflüssigkeit, die Sonnenenergie aufnimmt und die Wärme zum Verbraucher abführen lässt. Aufgrund des Vakuums zwischen den Röhren wird der Wärmeverlust minimiert und eine gute Isolierung erreicht. Ein großer Vorteil von Solarthermie ist, dass es eine erneuerbare Energiequelle ist, die während dem Betrieb keine CO₂-Emissionen verursacht. Eine gut konzipierte Solarthermieanlage kann eine hohe Effizienz erreichen und dennoch relativ wartungsarm sein, was die Betriebskosten niedrig hält. Die Effizienz von Solarthermieanlagen wird durch den Standort, die Ausrichtung der Kollektoren und die Witterungsbedingungen beeinflusst.



Abbildung 24: Potenzial Solarthermie [12]

Das Solarthermiepotenzial ist in Abbildung 24 dargestellt. Zu erkennen ist, dass anders als bei Nutzung mit Photovoltaik, bei südlicher Ausrichtung mehr Potenzial vorhanden ist. Wie auch bei Photovoltaikanlagen in Kapitel 3.1, wird die Nordfläche des Daches vernachlässigt. Das Vorgehen zur Ermittlung der nutzbaren Dachfläche verläuft analog zu den Berechnungen bezüglich der Photovoltaikanlage. Die gesamte nutzbare Dachfläche beträgt demzufolge auch hier 740 m². Als Modell ist der Flachkollektor CFK-1 des Herstellers WOLF ausgewählt

worden. Die Fläche eines Moduls beträgt 2,3 m². [23] Die Kollektor-Jahresleistung liegt bei 996 kWh/Kollektor mit einer Durchflussmenge von 90 l/h [23]. Auf allen Dachflächen können folglich 320 Module mit einem Neigungswinkel von 47 ° angebracht werden.

Um eine dynamische Auflösung der Potenziale unter Berücksichtigung hydraulischer Wechselwirkungen im Jahresverlauf zu erhalten ist eine Berechnung mit dem Simulationsprogramm Polysun durchgeführt worden [24]. Dabei wurden die jeweiligen Module sowie deren Ausrichtung modelliert und deren gesamte Durchflussmenge des Wärmeträgermediums erfasst. Als Abnehmer wurde vereinfacht eine ideale Wärmesenke implementiert. Weiterhin wurde für das gesamte Jahr ein Vorlauf von 45 °C und Rücklauf von 35 °C mit einer Temperaturspreizung von 10 K angenommen. Die Annahme resultiert für eine primäre Nutzung zur Erzeugung von Heizwärme. Bei real verbauten Systemen mit diesem Temperaturniveau kann in den Sommermonaten, wenn ein hoher Wärmeüberschuss entsteht und keine Heizwärme bezogen wird, ebenfalls die Trinkwarmwasserversorgung abgedeckt werden. Dazu wird der Volumenstrom und somit auch der Ertrag verringert, wodurch allerdings die Vor- und Rücklauftemperatur auf ein höheres, brauchbares Niveau steigt (ca. 70 °C). In den Wintermonaten, wenn die erzeugte Wärme zum Heizen benötigt wird, kann mittels zusätzlich verbauter Frischwasserstationen die Vorlauftemperatur angehoben werden, um auch dann eine Trinkwarmwasserversorgung zu gewährleisten. Die Simulation mit der soeben beschriebenen Vor- und Rücklauftemperatur für Heizen ergibt folgende Werte:

	Süd	West	Ost
Energieertrag	139.210 kWh/a	62.076 kWh/a	69.935 kWh/a
Summe	271.222 kWh/a		

Tabelle 5: Energiemengen der Solarthermiemodule hinsichtlich der Ausrichtung (Heizen)

Es zeigt sich, dass die erzeugte Wärmemenge der südlichen Dachfläche durchgehend höher ist als die der anderen beiden Ausrichtungen. Die maximalen Werte werden erwartungsgemäß in den Sommermonaten erreicht. Diese Wärmeenergie potentiell kann für die Heiz- und Warmwasserbedarfe der Haushalte genutzt werden. Da durch die Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien mittels Wärmepumpen zukünftig mehr elektrische Energie für deren Versorgung (sowie für die Versorgung der Haushalte) erforderlich sein wird, wird auf die Umsetzung von Solarthermischen Systemen in der weiteren Konzeptionierung verzichtet. Die vorhandenen Dachflächen sollten vorrangig für die Erzeugung von Strom mittels PV-Modulen genutzt werden.

3.2.2. PVT

Photovoltaik-Thermovoltaik-Module (PVT-Module) sind hybride Module, die so-

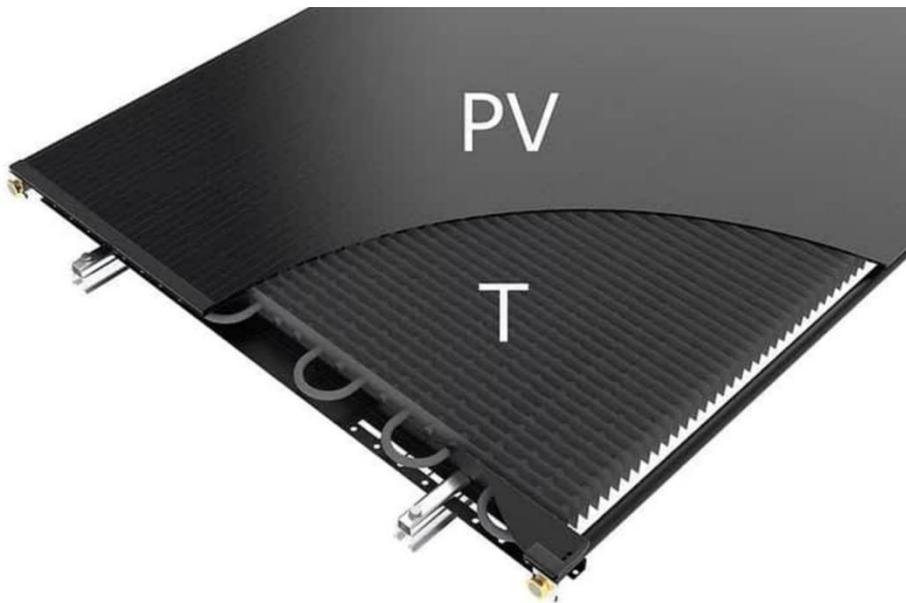


Abbildung 25: Aufbau eines PVT-Moduls (Triple Solar BV, 2023)

wohl Strom als auch Wärme bereitstellen können. Im Gegensatz zu herkömmlichen PV-Modulen wandeln PVT-Module nicht nur das Sonnenlicht in elektrischen Strom um, sondern nutzen auch die Wärme aus den PV-Modulen und der sie umgebenden Luft.

Bei PVT-Anwendungen kann unterschieden werden in Module zur direkten Nutzung der Wärme und die, die als Wärmequelle für eine Wärmepumpe dienen. Die für direkte Nutzung ausgelegten ähneln in ihrem Aufbau den solarthermischen Kollektoren, indem sie rückseitig gedämmt werden, um Wärmeverluste an die Umgebung zu vermeiden. Bei direkter Sonneneinstrahlung können damit hohe Soletemperaturen erreicht werden. Die für die Nutzung als Wärmequelle für eine Sole/Wasser-Wärmepumpe ausgelegten PVT-Module sind ungedämmt und können somit auch Wärme aus der Umgebungsluft aufnehmen. Damit können sie auch ohne direkte Sonneneinstrahlung Wärme bereitstellen. Ein Produktbeispiel ist in Abbildung 25: Aufbau eines PVT-Moduls (Triple Solar BV, 2023) dargestellt.

Im Folgenden wird nur die Nutzung von PVT-Modulen in Verbindung mit einer Sole/Wasser-Wärmepumpe behandelt. Damit kann fast das ganze Jahr Wärme bereitgestellt werden, wobei die minimale Soletemperatur der Wärmepumpe die Nutzung bei zu geringen Außentemperaturen begrenzt. Von Vorteil ist, dass durch den Entzug von Wärme hinter dem PV-Modul dieses gekühlt wird. Damit steigt der Wirkungsgrad bei der Stromproduktion, sodass mit einem Mehrtrag von zwischen 5 % und 10 % gerechnet werden kann. [25]

Die Ermittlung der nutzbaren Dachflächen ist analog zum Vorgehen bei PV- und Solarthermie-Modulen. Das für die Berechnung ausgewählte Modell ist das Sunmaxx-PX1 des Herstellers sunmaxx. Die thermische Leistung ist mit 1.522 W bei einer Durchflussmenge von 50 l/h bis 150 l/h angegeben. Da der Hersteller hier einen Bereich definiert, ist für die Berechnung die maximale Durchflussmenge angenommen worden. Die nominelle elektrische Leistung entspricht 395 Wp. Mit einer Modulfläche von 1,99 m² können auf der nutzbaren Dachfläche von 740 m² maximal 371 Einheiten installiert werden [25].

Strom

Die nominelle Leistung multipliziert mit der ausrichtungsspezifischen Anzahl an Modulen ergibt die mögliche Peakleistung. Für eine südliche Ausrichtung ergibt das 207,9 kWp, für die westliche und östliche Ausrichtung jeweils 41,3 kWp. Es wird auch hier ein Ertrag pro installiertem kWp von 1.100 kWh für die südliche und 1.000 kWh für die östliche und westliche Dachfläche angesetzt. Insgesamt kann mit den Modulen von sunmaxx eine elektrische Energiemenge von 311 MWh/a erzeugt werden.

Wärme

Der thermische Ertrag ist für das Modul Sunmaxx-PX1 bereits vom Hersteller in Abhängigkeit des Neigungswinkels, der Rücklauftemperatur und der Ausrichtung angegeben. Um dabei ein realistisches Ergebnis zu erhalten, sind die Ertragswerte entsprechend der monatsüblichen Rücklauftemperaturen ausgewählt worden. Für die Wintermonate Dezember bis März wird die Rücklauftemperatur mit 0 °C angenommen. In der Übergangszeit April, Mai, Oktober und November liegt sie bei 5 °C und in den Sommermonaten Juni bis September bei 10 °C. Der Hersteller gibt für jede geographische Ausrichtung nur einen Neigungswinkel an. Dieser ist für die südliche Ausrichtung 30 ° und die ost-westliche Ausrichtung 20 °. Da die Dachneigung mit 47 ° deutlich steiler ist, ist davon auszugehen, dass der im Folgenden aufgeführte Ertrag in der Realität höher ausfallen. Begründet wird das damit, dass besonders in den Wintermonaten bei niedrigerem Sonnenstand die Strahlungsintensität auf das Modul bei einem steileren Neigungswinkel höher ist.

Monat	Süd	West	Ost
Energiemenge	27.058 kWh/a	15.445 kWh/a	15.525 kWh/a
Summe	58.029 kWh/a		

Tabelle 6: Monatlich thermisch erzeugte Energiemenge der PVT-Module bezüglich der Ausrichtung. Eigene Darstellung nach [26]

Die PVT-Module liefern als Wärmequelle eine Vorlauftemperatur, die abhängig von solarer Einstrahlung und Umgebungstemperatur ist. Diese wird über die meiste Zeit des Jahres zwischen 0 °C und 10 °C liegen, so wie es bei der Potenzialermittlung berücksichtigt wurde, weshalb hierbei der Einsatz einer Wärmepumpe notwendig ist, um das Temperaturniveau zu erhöhen.

Aufgrund nicht vorhandener Referenzen kann keine zuverlässige Aussage zur praktischen Nutzbarkeit von PVT-Anlagen getroffen werden. Es besteht das Risiko, dass diese Anlagen nicht die beschriebenen Energiemengen erzeugen können oder der Wartungs- und Reparaturaufwand während des Betriebs unverhältnismäßig hoch ist. Die Einbindung von PVT-Modulen wird dementsprechend im weiteren Konzeptionierungsverlauf nicht berücksichtigt.

3.2.3. Oberflächennahe Geothermie

Geothermie ist eine erneuerbare Energiequelle, die das Potenzial hat, eine nachhaltige und emissionsarme Wärmeversorgung zu ermöglichen. Ein großer Vorteil der Geothermie ist ihre kontinuierliche Verfügbarkeit und die weitgehende Unabhängigkeit von Witterungseinflüssen. Sie bietet eine konstante Energiequelle und kann als Grundlastversorgung dienen. Die Nutzung der Geothermie ist jedoch von den geologischen Gegebenheiten vor Ort abhängig. Nicht überall sind die Bedingungen für die wirtschaftliche Nutzung der Geothermie gegeben. Daher sind sorgfältige geologische Untersuchungen und Standortbewertungen erforderlich, um das Potenzial und die Rentabilität von geothermischen Projekten zu ermitteln. Es gibt verschiedene Prinzipien dem Boden Wärme zu entziehen. Diese kann mittels Erdwärmesonden, Flächenkollektoren oder Grundwasserwärmepumpen geschehen. Im Folgenden werden die Potenziale dieser drei Entzugsarten betrachtet und bewertet.

Erdwärmesonden

Erdwärmesonden sind eine Möglichkeit, um Gebäude mit erneuerbarer Energie zu beheizen und zu kühlen. Sie nutzen die konstante Temperatur des Erdreichs in einer Tiefe von etwa 10 bis 100 Metern. Dazu werden Löcher in den Boden gebohrt, in die Rohre eingeführt werden. Durch diese Rohre wird ein Wärmeträgermittel gepumpt, welches die Wärmeenergie aus dem Erdreich aufnimmt und zur Wärmepumpe im Gebäude transportiert. Dort wird die Energie genutzt, um das Gebäude zu beheizen oder im Sommer zur Kühlung zu verwenden. Die Effizienz von Erdwärmesonden hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie der Art des Bodens, der Tiefe der Bohrungen und der Leistung der Wärmepumpe. In der Regel können sie eine effiziente und kostengünstige Möglichkeit zur Wärmeversorgung von Gebäuden sein, insbesondere in Kombination mit anderen erneuerbaren Energiequellen wie Photovoltaik.

Erdwärmesonden haben auch einige ökologische Vorteile, da sie im Gegensatz zu fossilen Brennstoffen keine Treibhausgase produzieren und keine Luftverschmutzung verursachen. Allerdings sind die Bohrungen für die Sonden aufwändig und können Umweltauswirkungen haben, insbesondere wenn sie nicht ordnungsgemäß durchgeführt werden. Daher sollten sie nur von qualifizierten Fachleuten geplant und durchgeführt werden. Die technische Umsetzbarkeit von Erdwärmesonden muss in fortschreitenden Planungsphasen durch eine

geologische Einschätzung geprüft werden, da durch zu hohe Bohrtiefenbeschränkungen oder wasserrechtliche Bestimmungen die Umsetzung unwirtschaftlich sein kann.

Bei Erdwärmesonden sowie bei Brunnensystemen besteht eine Bohrtiefenbeschränkung auf Grund des in der Kumpfmühler Gegend vorherrschenden Grundwasserstockwerks bestehend aus überdecktem Malm. Trinkwasser- und Heilquellwasserschutzgebiete sind nicht vorhanden. Da aus technischen Gründen keine passive Kühlung des Bodens zur Regeneration stattfindet ist zu beurteilen, ob der Energieentzug aus Erdgekoppelten Wärmepumpensystemen natürlich kompensiert werden kann. Fachgerecht ausgelegte Erdwärmekollektoren haben in der Regel jedoch keine negativen Auswirkungen auf die Vegetation und verursachen keine dauerhafte Absenkung der Wärmequelle. Es kann lediglich zu geringfügigen Verzögerungen des Pflanzenwachstums zu Beginn der Vegetationsperiode kommen [27].

Nach einer individuellen Standortauskunft des Bayerischen Landesamtes für Umwelt ist der Einsatz von Erdwärmesonden für den oberflächennahen Bereich im Quartier Eisbuckel nicht möglich. In dem relevanten Gebiet des Quartiers bestehen geologisch und hydrogeologische oder wasserwirtschaftliche Risiken, was Bohrungen solcher Art riskant und unattraktiv macht. Daher ist dies keine geeignete Energieversorgungsoption und kann kategorisch ausgeschlossen werden.

Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren sind eine Art von Wärmetauschern, die bei der Gewinnung von erneuerbarer Energie aus der Erde oder dem Grundwasser eingesetzt werden. Sie bestehen aus Rohren, die in der Regel aus Kunststoff, Kupfer oder Edelstahl gefertigt sind. Die Kollektoren werden im Boden oder im Grundwasser installiert und dienen als Schnittstelle zwischen der Wärmequelle und einer Wärmepumpe.

Die Funktionsweise von Erdwärmekollektoren beruht auf dem Prinzip des Wärmeaustausches. Die Kollektoren nehmen die Wärme aus dem Boden oder dem Grundwasser auf und leiten sie an die Wärmepumpe. Dabei wird die Wärme mittels eines Wärmeträgermediums durch die Rohre transportiert. Die Wärmepumpe erhöht dann die Temperatur des Mediums und gibt die Wärme an das Heizsystem des Gebäudes ab. Erdwärmekollektoren sind eine effektive Methode zur Nutzung von erneuerbarer Energie, da die Temperatur des Bodens konstant bleibt und somit eine kontinuierliche Wärmeversorgung gewährleistet ist. Zudem sind diese Kollektoren im Vergleich zu anderen Wärmetauschern relativ kostengünstig und haben eine lange Lebensdauer. Die oberflächennahen Erdschichten werden hauptsächlich durch die Sonneneinstrahlung und versickerndem Regenwasser zu einem Energiespeicher. Dementsprechend kann sich der Speicher nur füllen, wenn die genutzte Fläche nicht überbaut wird. Um

darüberliegende Vegetation nicht zu beeinträchtigen, müssen die Kollektorkreise in ausreichender Tiefe verlegt werden (1,20 – 1,40 m) [28].

Die Verwendung von Erdwärmekollektoren ist laut einer ersten Aussage des bayerischen Landesamtes für Umwelt grundsätzlich möglich [29]. Allerdings sind noch keine Daten bezüglich der Bodenbeschaffenheit oder Bodenart in den ersten 1,5 m verfügbar. Dazu ist eine Detailuntersuchung vor Ort erforderlich, um genauere Aussagen über das Potenzial vor Ort treffen zu können.



Abbildung 26: Fläche der Grünflächen im Innenhof

Die beiden im Innenhof der Blockrandbebauung zur Verfügung stehenden Bereiche weisen eine Fläche von etwa 333 m² und 860 m² auf. Das wären zusammen maximal 1.093 m² nutzbare Fläche. Die Wärmeleitfähigkeit des Bodens im Quartier Eisbuckel liegt zwischen 1,8 und 2,2 W/(m²*K) [30]. Um daraus die spezifische Entzugsleistung des Bodens zu errechnen, benötigt es umfangreichere Betrachtungen, da dieser Wert von einer Vielzahl von Faktoren abhängig ist. Darunter die Feuchte des Bodens, der Bodenbeschaffenheit und der Bodendichte. Um diese Werte vorläufig zu bestimmen, wird ein ortsnahes Projekt zum Vergleich herangezogen, in dem bereits Bodengutachten durchgeführt wurden. Dort herrschen vermutlich ähnliche, lokale Bodenbeschaffenheiten sowie dieselbe Wärmeleitfähigkeit wie im Eisbuckel (vgl. Abbildung 27) vor. Die dort berechnete Entzugsleistung wurde auf 20 W/m² geschätzt [28].



Abbildung 27: Bodenwärmeleitfähigkeit im Quartier Eisbuckel und der Prinz-Leopold-Kaserne

Weiterhin gibt es zwei Systeme, die sich für oberflächennahe Geothermie eignen. Flächen- und Korbkollektoren. Zunächst werden Flächenkollektoren betrachtet. Diese ist eine häufig verwendete Technologie zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie. Bei dieser Methode werden Kunststoffrohre mäanderförmig in der Erde verlegt. Die Kollektoren werden üblicherweise in einer Tiefe zwischen 1 - 2 m vergraben. Durch die Verlegung der Rohrschleifen in der Erde erfolgt ein Wärmeaustausch zwischen dem Boden und dem darin zirkulierenden Wärmeträgermedium. Besonders im Winter absorbieren die Flächenkollektoren die natürliche Erdwärme und leiten sie über das Trägermedium in die Wärmepumpe eines Gebäudes. Dort wird die niedrige Temperatur des Wärmeträgers mithilfe der Wärmepumpe auf ein höheres Niveau gebracht, um damit das Gebäude beheizen zu können.

Die Flächenkollektoren können dem Boden, wie in dem bereits erwähnten Bodengutachten errechnet, schätzungsweise 20 W/m² entziehen [28]. Bei einer Nutzung der gesamten Grünfläche mit insgesamt 1.093 m² ergibt das eine mögliche Entzugsleistung von ca. 23,9 kW.

Erdwärmekörbe, auch Erdregister genannt, sind eine Möglichkeit, um Erdwärme als Energiequelle zu nutzen. Sie werden in der Regel bei Neubauten oder bei der Renovierung von Gebäuden eingesetzt. Die Funktionsweise von Erdwärmekörben basiert auf der Tatsache, dass die Temperatur im Boden auch in größeren Tiefen konstant ist. Die Erdwärmekörbe bestehen aus einer Reihe von vertikalen Rohren, die in einer bestimmten Tiefe im Boden vergraben sind. Durch diese Rohre fließt eine Flüssigkeit, meist Wasser oder eine Wasser-Frostschutzmittel-Mischung, die die Wärme aus dem Erdreich aufnimmt und zur Wärmepumpe im Gebäude transportiert. Erdwärmekörbe haben im Vergleich zu anderen Wärmepumpensystemen den Vorteil, dass sie auch bei begrenztem Platzangebot eingesetzt werden können, da sie in den Boden vergraben werden. Außerdem sind sie relativ einfach zu installieren und erfordern im Allgemeinen nur geringe Wartungskosten. Ein Nachteil ist jedoch, dass sie aufgrund der begrenzten Fläche im Boden möglicherweise nicht ausreichend Wärme für größere Gebäude liefern können. Zudem können die Kosten für die Installation höher sein als bei anderen Systemen wie Flächenkollektoren.

Bei der Bestimmung des Potentials ist das Modell Erdwärmekorb MAXI der Firma BetaTherm verwendet worden. Für die Positionierung der Wärmekörbe ist ein Abstand von 7 m von Korbmitte zu Korbmitte einzuhalten. [31] Ein Korb deckt somit eine radiale Fläche von 38,4 m² ab. Bei einer Kantenlänge von etwa 22 m*15 m für die kleine und 34 m*25 m für die große Fläche, können bei einer idealen Belegung insgesamt 18 Wärmekörbe installiert werden. Ein Korb kann dem Boden bis zu 2 kW Leistung entziehen. [31] Auf einen Quadratmeter gerechnet ergibt das 52 W/m². Dem Boden kann jedoch nur bis zu 20 W/m² entzogen werden. Bezogen auf die gesamte Fläche, die ein Erdwärmekorb abdeckt, ist das eine maximale Leistung von 768 W für eine Einheit. Bei der idealen Belegung mit 18 Körben entsteht ein Potenzial von ca. 13,8 kW.

Bei der Berechnung der beiden Wärmeentzugsvarianten ist eine optimale Nutzung der gesamten Grünflächen angenommen worden. Die entspricht jedoch nicht der realistisch nutzbaren Fläche. Auf den Flächen befindet sich ein teils alter Baumbestand sowie eine Vielzahl an Sträucher und Büschen. Diese sollen erhalten bleiben. Weiterhin sollen die vorhandenen Grünflächen im Umfang der Sanierung mit Parkflächen, Wärmeerzeugern und einer Energiezentrale versehen werden. Angesichts der geringen Entzugsleistungen aufgrund geringer Freiflächen ist es daher fraglich, ob eine Umsetzung solch eines Systems sinnvoll und vertretbar ist. Im Weiteren Planungsverlauf wird die Nutzung oberflächennaher Geothermie demzufolge ausgeschlossen.

3.2.4. Luftwärme

Eine attraktive Nutzungsmöglichkeit von Umweltwärme stellt die Luft dar. Die hohe Ergiebigkeit, hohe Volllaststunden sowie die einfache Erschließbarkeit machen Luftwärmepumpen zur unkompliziertesten Form der regenerativen Wärmeerzeugung und sind daher optimal geeignet zur Abdeckung von Grundlasten. Zur Umsetzung sind keine aufwendigen Untersuchungen notwendig. Entscheidend ist jedoch die Akzeptanz der Anwohner bzw. die entstehenden

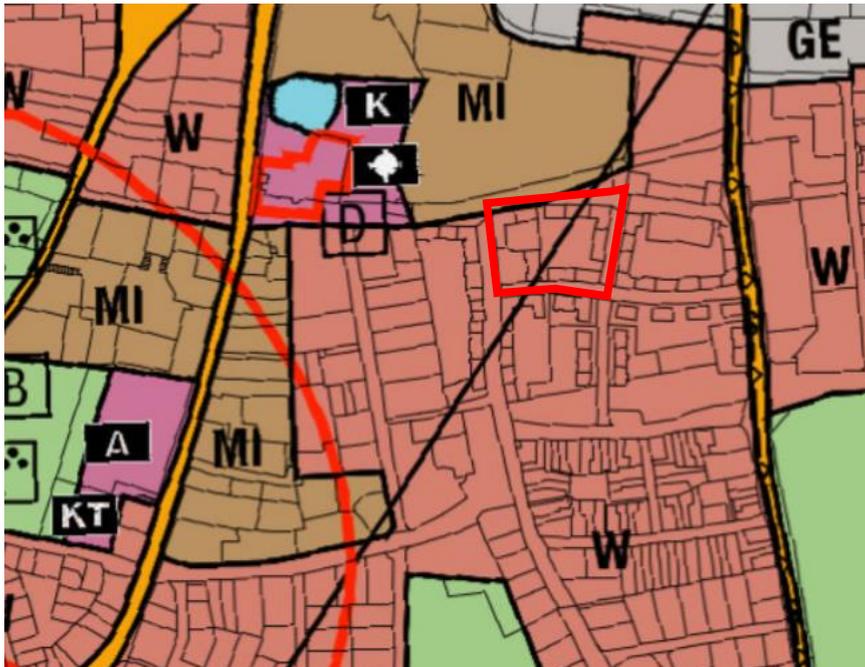


Abbildung 28: Auszug Flächennutzungsplan Regensburg

Schallemissionen.

Wie in Abbildung 28 dargestellt handelt es sich bei dem Untersuchungsgebiet ein allgemeines Wohngebiet. Die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm schreibt Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden vor. Die Grenze liegt für ein Wohngebiet am Tag bei 55 dB(A) und nachts bei 40 dB(A). Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten. Es ist davon auszugehen, dass im Quartier Eisbuckel ausreichende Abstände zur Platzierung von Luft-Wärmepumpen im Innenhof vorhanden sind, jedoch sollte bei der detaillierteren Planung ein schalltechnisches Gutachten erstellt werden, welches die Umsetzbarkeit abschließend bestätigt.

3.2.5. Abwasserwärme

Abwasserwärme ist eine erneuerbare Energiequelle, die noch nicht so weit verbreitet ist wie andere Methoden der Wärmeerzeugung. Bei der Nutzung von Abwasserwärme werden Wärmetauscher eingesetzt, um die Wärmeenergie aus dem Abwasser zu extrahieren. Das Abwasser fließt auf der Primärseite des Wärmeübertragers, während ein Wärmeträgermedium, wie Wasser oder Sole, auf der Sekundärseite des Wärmeübertragers strömt. Dabei findet ein Wärmeaustausch statt, bei dem die Wärmeenergie des Abwassers auf das Wärmeträgermedium übertragen wird. Das erwärmte Wärmeträgermedium kann dann als Quelle für eine Wärmepumpe zur Versorgung von Heizkreisläufen oder zur Erzeugung von Warmwasser verwendet werden. Das Abwasser bietet dabei eine recht konstante Quelltemperatur für die Wärmepumpe, die die Temperatur auf ein nutzbares Niveau anhebt. Abwasserwärme ist besonders effektiv in Städten, in denen es viele Abwasserquellen gibt. Die Temperatur des Abwassers ist zwar niedriger als bei anderen Methoden der Wärmeerzeugung, aber sie bleibt das ganze Jahr über relativ konstant.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten des Wärmeentzugs. Das erste Verfahren funktioniert mittels Entnahmeschacht. Das Abwasser wird direkt aus dem Kanal geleitet und in einer integrierten Schachtsiebanlage von groben Bestandteilen getrennt. Die Abscheidungen werden direkt in den Kanal zurückgeführt. Das aufgereinigte Abwasser wird im Gegenstrom über die Rohrbündel im Abwasserwärmeübertrager geleitet und gibt dabei Wärme an die darin strömende Sole ab. Die Soleleitung verbindet die in der Nähe der Entnahmestelle gelegenen Wärmeübertrager mit der Sole-Wasser-Wärmepumpe in der Energiezentrale. In dessen Verdampfer wird der Sole Wärme entzogen wonach sie zurück zum Abwasserwärmeübertrager strömt. Die Soleleitung kann aufgrund des Temperaturniveaus, das sich nur geringfügig von dem des umgebenden Erdreichs unterscheidet, ungedämmt ausgeführt werden.

Bei dem zweiten Verfahren werden Inliner in Form von Rinnen in den Kanal angebracht. Dadurch ergibt sich eine geringfügige Beeinträchtigung des Kanalquerschnitts von unter 3 %. Das darüber strömende Abwasser erwärmt die metallische Rinne, welche die Wärme an die angebrachte Verrohrung überträgt und diese mit der darin zirkulierenden Sole abführt. In einer im Quartier verbauten Sole-Wasser-Wärmepumpe kann Heizwärme für das gesamte Quartier erzeugt werden.

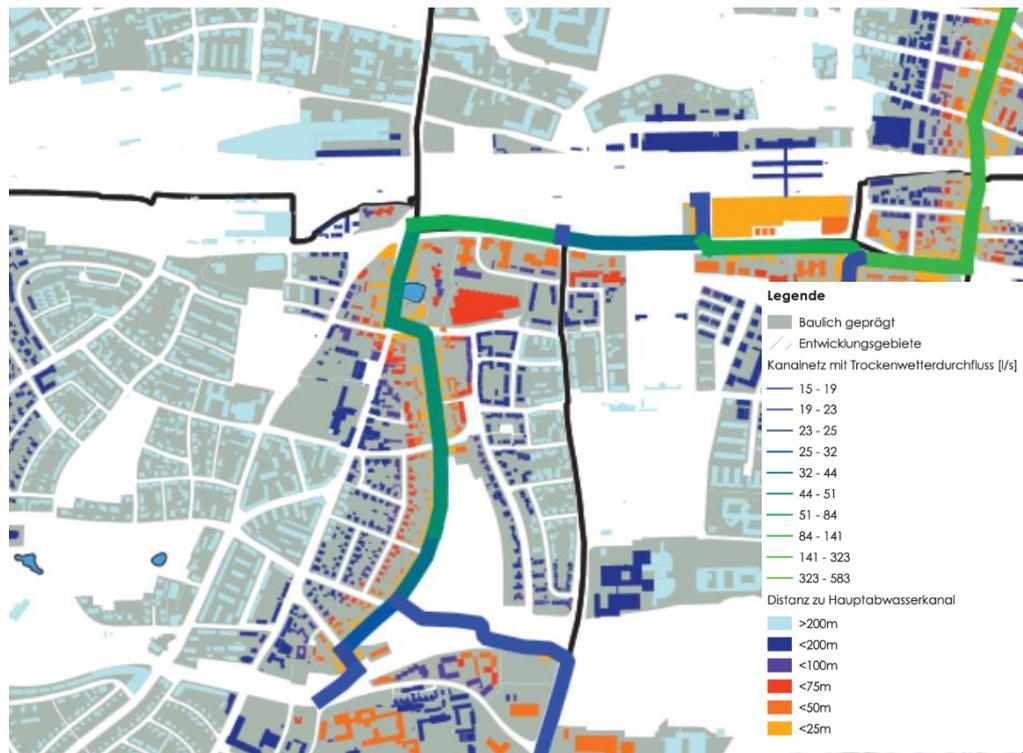


Abbildung 29: Wärmenutzung aus Abwasser [32]

Das Quartier befindet sich in einem Abstand von unter 200 m zum Hauptwasserkanal, was eine Nutzung dessen grundsätzlich ermöglicht (vgl. Abbildung 29: Wärmenutzung aus Abwasser). Damit das Potenzial eingeordnet werden kann ist eine einfache Berechnung angestellt worden, um die theoretisch mögliche Entzugsleistung zu ermitteln:

$$\bar{Q}_{WaA} = \rho \cdot c_p \cdot \bar{V}_{TW} \cdot \Delta T$$

Formel 1: Berechnung des Potenzials der Abwassernutzung

Entzugsleistung	\bar{Q}_{WaA} [W]
Dichte	$\rho = 1000$ [kg/m ³]
Wärmekapazität	$c_p = 4,2$ [kJ/(kg*K)]
Abkühlung des Abwassers um	$\Delta T = 3$ [K]
Trockenwetterdurchfluss	\bar{V}_{TW} [l/s]

Der Trockenwetterdurchfluss \bar{V}_{TW} kann in Abbildung 29 abgelesen werden und beträgt 44 – 51 l/s [32]. Für die Berechnungen wird eine Durchflussmenge von 50 l/s angenommen. Es resultiert eine theoretische Entzugsleistung von 630 kW. Diese Quellenleistung entspricht einem theoretischen Wert und kann in der Realität niedriger ausfallen, würde aber ausreichen, um sie für die Wärmeversorgung des Quartiers zu nutzen. Um genauere Berechnungen anstellen zu können sind Monitoring-Maßnahmen über den genauen Trockenwetterdurchfluss in Auftrag zu geben.

Um die Berechnung dennoch zu validieren ist ein Vergleich mit einer detaillierten, bereits für den Neubau auf dem Gelände der ehemaligen Prinz-Leopold-Kaserne durchgeführten Potenzialanalyse verglichen worden. Die Voraussetzungen vor Ort sind mit denen im Eisbuckel vergleichbar. Dort ist ebenfalls ein Temperaturentzug von 3 K bei einem Trockenwetterdurchfluss von 50 l/s angenommen worden, womit die thermische Soll-Leistung des Wärmetauschers 350 kW beträgt [33]. Dies entspricht der Leistung, welche der Wärmetauscher aus dem Abwasser des Kanals entziehen kann. Um diese Leistung dem Abwasser zu entziehen, sind Inline-Module im Kanal zu verlegen, an die die Wärme an ein Zwischenmedium für den Wärmepumpenkreislauf übertragen werden kann. Bei der Auslegung ist eine Gesamtlänge der zu installierenden Module von 276 m ermittelt worden [33]. Eigene Messungen haben ergeben, dass diese Länge theoretisch zur Verfügung stehen würde. Auch bei diesem Wärmeerzeugungssystem ist eine Wärmepumpe notwendig, um das Temperaturniveau der dem Abwasser entzogenen Wärme auf ein nutzbares Niveau anzuheben. Eine Wärmepumpe mit dem COP von 4 liefert schließlich eine Heizleistung von 467 kW [33]. Dieser Wert ist geringer als die zuvor berechnete theoretische Entzugsleistung von 630 kW. Der Grund dafür ist, dass die erste Rechnung stark vereinfacht und idealisiert ist und dadurch eine höhere theoretische Leistung resultiert, als es in Realität der Fall ist.

Es ist festzustellen, dass die Nutzung von Abwasserwärme ein großes Potenzial darstellt und eine mögliche Energieversorgungsoption für den Eisbuckel darstellt. Aufgrund des hohen Aufwands der Erschließung angesichts der relativ geringen Energiebedarfe des Quartiers wird die Versorgung mittels Abwasserwärme jedoch in der weiteren Konzeptionierung nicht weiter verfolgt.

3.2.6. Grundwasserwärme

Grundwasserwärmepumpen nutzen das Grundwasser als Wärmequelle. Das Grundwasser ist eine erneuerbare Energiequelle und bietet eine konstante Temperatur, die unabhängig von der Jahreszeit oder der Witterung ist. Dabei wird dem Grundwasser durch eine Brunnenanlage Wärme entzogen, welche dann in einem Wärmetauscher auf die benötigte Temperatur für die Heizung oder Warmwasseraufbereitung gebracht wird. Der entnommene Energiebetrag wird durch eine Wärmepumpe erhöht und dann dem Heizkreislauf des Gebäudes zugeführt. Der Rücklauf des Kältemittels wird dann wieder in den Wärmetauscher geleitet und gibt dabei seine Wärme an das Grundwasser ab. Da Grundwasserwärmepumpen sehr effizient arbeiten, sind sie eine umweltfreundliche und kostengünstige Alternative zu herkömmlichen Heizsystemen. Allerdings erfordert die Installation eine geeignete geologische Situation und eine Genehmigung durch die zuständigen Behörden.

Dieses System ist aufgrund der guten Wärmespeicherkapazität und der ganzjährig relativ konstanten Temperaturen des Grundwassers prinzipiell eine gute Option zur Wärmeversorgung, jedoch sind andere Nutzungsformen der Erdwärme bei Quartieren dieser Art und Größe in der Regel vorteilhafter, hauptsächlich aufgrund des stets vorhandenen Fündigkeitsrisikos, welches bei Bohrburgen in Festgesteinen besteht.

Für Grundwassersysteme wird vor entsprechenden Maßnahmen generell die Einhaltung von Wasserschutzgebieten geprüft und ein geologisches Gutachten erstellt, um festzustellen, ob der erforderliche Volumenstrom erreicht werden kann. Eine erste Standortauskunft des Bayerischen Landesamtes für Umwelt zeigt, dass aufgrund des Grundwasserschutzes und der wiederum geologischen und hydrogeologischen oder wirtschaftlich kritischen Einstufung eine (tiefere) Bohrung voraussichtlich nicht erlaubt ist. Ein solches System wäre somit nicht möglich. Zudem sind Probebohrungen kein Erfolgsgarant und mit einem hohen Kostenaufwand verbunden. Dieser Ansatz wird deshalb nicht weiterverfolgt.

3.2.7. Biomasse

Neben der Nutzung von Umweltwärme als erneuerbare Energie im Wärmenetz wäre am Standort theoretisch auch die Nutzung von Biomasse denkbar. Beispielsweise können große Teile der Endenergie über einen Grundlastkessel mit einem Biomasse-Wärmeerzeuger abgefahren und die Leistungsspitzen über elektrische Spitzenlasterzeuger bedient werden. Dadurch werden teure Leistungsreserven für den Biomasse-Wärmeerzeuger, zum Beispiel in Form eines Pelletkessels, vermieden. Die Kombination von Pelletkessel und elektrischen Heizsystemen stellt eine ökologisch sinnvolle und wirtschaftlich leistungsfähige Möglichkeit dar. Für solch ein Heizsystem müssen Schornsteine und eine Platzvorhaltung für die Erzeuger, Lager und Wärmespeicher in der Planung berücksichtigt werden.

Aus folgenden Gründen wurde die Umsetzung von Biomasse-Systemen in der Konzeptionierung ausgeschlossen: geringe Platzeffizienz, hohe Feinstaubbelastungen, hohe Wartungskosten, Negativeinschätzungen von Behörden und Ministerien, hohe Abhängigkeit von Marktpreientwicklung und Verfügbarkeit und geringe Optimierungsmöglichkeit (Sektorenkopplung, Speichersysteme).

3.2.8. Nahwärme

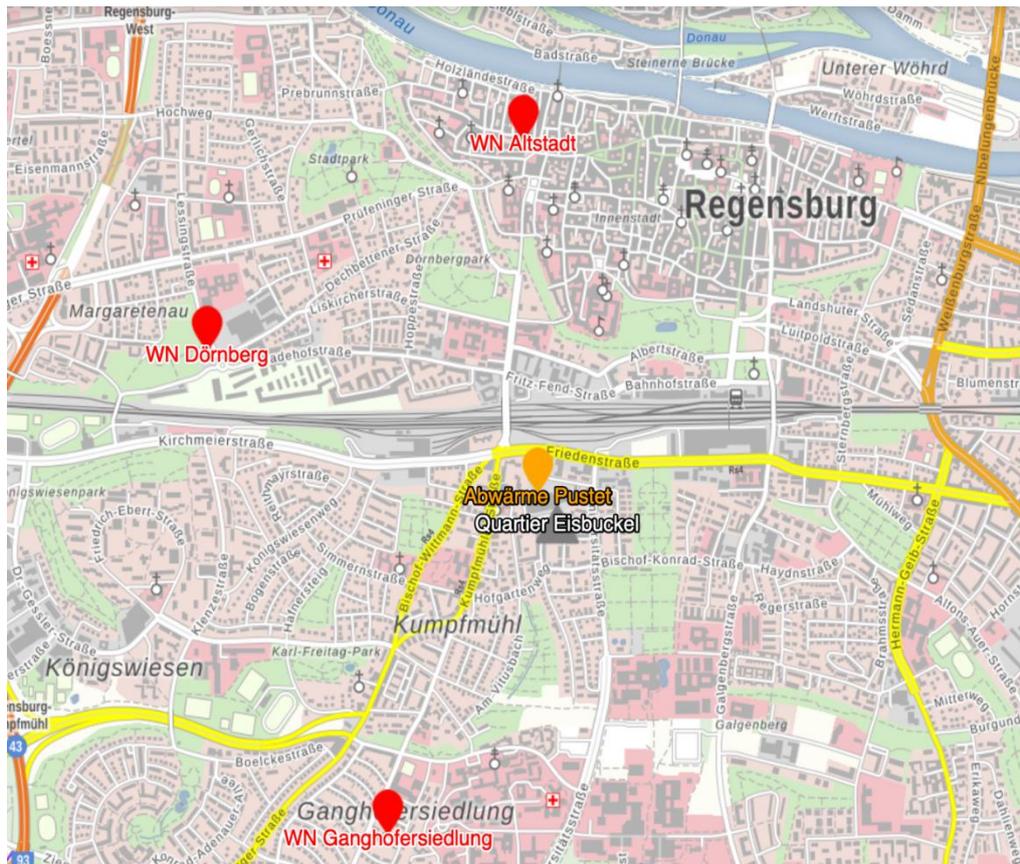


Abbildung 30: Lage der potenziellen Wärmenetze (WN) und der Abwärmequelle [52]

In einem Radius zwischen 1,2 bis 1,4 km um das Quartier sind mit dem Energie-Atlas des Geoportals Bayern drei Nahwärmenetze identifiziert worden (siehe Abbildung 30) [34]. Die Energieträger unterscheiden sich zwischen Erdgas, Geothermie und Biogas. Alle drei Wärmenetze werden von dem örtlichen Energieversorger REWAG betrieben.

Für eine Potenzialanalyse muss zunächst die grundsätzliche Eignung des Quartiers festgestellt werden. Dazu wird die Wärmebezugsdichte berechnet. Diese ist ein Maß dafür, ob der jährliche Wärmebezug aller Gebäude einer Zone in Relation zur Grundstücksfläche für einen Anschluss an ein Wärmenetz grundsätzlich geeignet ist. Bei der Berechnung wird der Wärmebezug nach der Sanierung mit 390,63 MWh/a in Relation zur nachverdichteten Gebäudenutzfläche von 7.174 m² gesetzt [12]. Der Quotient daraus beträgt 54,45 kWh/m²*a. Eine Wärmebezugsdichte zwischen 50 – 70 kWh/m²*a ist bedingt geeignet. [35] Folglich ist Nahwärme zunächst eine potenzielle Energieversorgungsoption für den Eisbuckel.

Aus dem Energieatlas sowie der Internetseite des Energieversorgers REWAG geht hervor, dass eine Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes in der Ganghofersiedlung nicht vorgesehen, bzw. dies bei dem Netz im Quartier

Dörnberg lediglich in eine Quartiersabgewandte Richtung vorgesehen ist. Damit kann ein Anschluss an diese beiden Wärmenetze kategorisch ausgeschlossen werden. Dennoch werden diese der Vollständigkeit halber mit betrachtet. Im Folgenden wird jedes Wärmenetz kurz beschrieben und die Eignung für einen Anschluss überprüft. Dazu wird die Anschlussdichte berechnet. Dabei wird der Wärmebezug des sanierten und nachverdichteten Quartiers in Relation zur Trassenlänge gesetzt. [12] Das Ergebnis ist ein Indikator dafür, ob ein Wärmenetz wirtschaftlich betrieben werden kann. Damit dies der Fall ist, sollte die Wärmebezugsdichte im Endausbau größer 2.000 kWh/m*a sein. [35] Bei niedrigeren Werten gilt der Anschluss an das entsprechende Netz als nicht attraktiv.

Wärmenetz Dörnberg

Das im Westenviertel gelegene Wärmenetz wird mit Erdgas betrieben. Es verfügt über eine Wärmeleistung von 9.500 kW mit einem Anteil erneuerbarer Energie von 59 %. [36]. Es versorgt hauptsächlich das Neubauquartier Dörnberg sowie eine Schule und ein Wohnhaus.

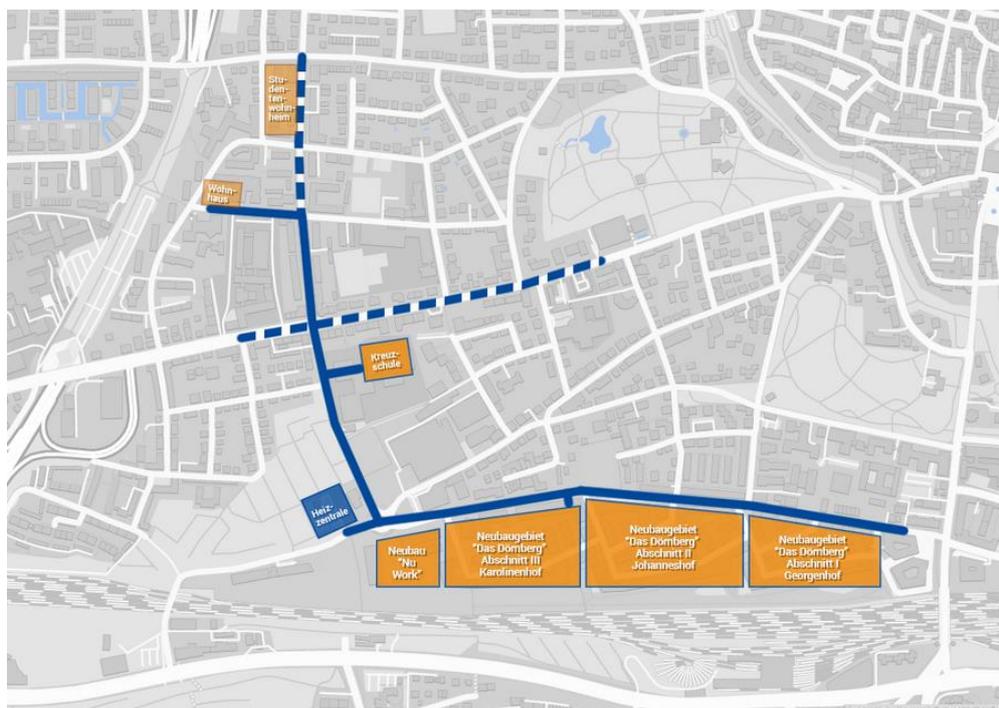


Abbildung 31: Darstellung des nächstgelegenen Nahwärmenetzes im Quartier Dörnberg [36]

In Abbildung 31 ist mit der blauen Fläche die Energiezentrale zu erkennen. Die orangen Flächen zeigen die bereits an das Wärmenetz angeschlossenen Gebäude. Der Trassenverlauf ist mit blauen Linien dargestellt. Wie in Abbildung 31 anhand der blau gestrichelten Linien, sowie der hellorangenen Flächen zu erkennen ist, ist eine Erweiterung des Netzes möglich und bereits vorgesehen. Der weitere Ausbau soll allerdings in nördliche Richtung erfolgen, womit das südlich gelegene Quartier Eisbuckel ungeeignet ist. Um die Anschlusseignung des Quartiers auch rechnerisch zu bewerten, ist die Anschlussdichte berechnet

worden. Bei einem realen Trassenverlauf, beginnend an dem südöstlichen Ende des Wärmenetzes, müssen isolierte Rohrleitungen mit einer Länge von etwa 770 m verlegt werden. Wird der Wärmebezug nach Fertigstellung der Sanierung durch die Länge dividiert, resultiert eine Anschlussdichte von 501,45 kWh/m*a. Dieser Wert ist deutlich unter der Attraktivitätsgrenze, wobei dies lediglich die Erweiterung des Bestandsnetzes berücksichtigt. Bezogen auf die gesamte Länge, von der Energiezentrale bis hin zum Quartier, beträgt die Trassenlänge etwa 1,82 km. Die Wärmebezugsdichte sinkt dabei auf nun mehr 212,15 kWh/m*a. Es ist festzustellen, dass ein Anschluss an dieses Wärmenetz keineswegs sinnvoll ist.

Wärmenetz Ganghofersiedlung

Dieses potenzielle Wärmenetz befindet sich im Stadtteil Kumpfmühl in der sogenannten Ganghofersiedlung. Das südlich des Eisbuckels gelegene Netz wird von der REWAG mittels Geothermie betrieben [30]. Die Vorlauftemperatur beträgt bis zu 50 °C [30]. Ein möglicher Trassenverlauf entlang der Hauptverkehrsstraße, was eine möglichst direkte Option darstellt, beträgt 1,48 km. Zwar ist die mit Rohrleitungen zu überbrückende Distanz zum Quartier geringer als bei dem zuvor beschriebenen Wärmenetz in der Altstadt, dennoch ist auch hier die Anschlussdichte zu gering. Mit 236,88 kWh/m*a ist dieses Wärmenetz für ein Anschluss auch hier nicht geeignet.

Wärmenetz Altstadt

Dieses Wärmenetz befindet sich im nordwestlichen Teil der Altstadt (vgl. Abbildung 30). Der Energieträger des Netzes ist Biomethan und verfügt über eine Vorlauftemperatur von 85 °C. [30] Betrieben wird dies vom regionalen Energieversorger REWAG. Die Distanz zum Quartier Eisbuckel beträgt Luftlinie 1,33 km. Ein realer Trassenverlauf hätte allerdings eine Länge von 1,63 km. Grund dafür ist die Lage in der verwinkelten Altstadt, die einen direkten Verlauf der Rohrleitung in Richtung des Quartiers teilweise nicht möglich macht. Für diese Trassenlänge wird eine Wärmebezugsdichte von 236,88 kWh/m*a berechnet. Dieser Wert ist deutlich zu gering und ein Anschluss an dieses Wärmenetz ist somit nicht sinnvoll.

3.2.9. Industrielle Abwärme

Neben der Analyse vorhandener Wärmenetze ist das Potenzial von Industrieller Abwärme im näheren Umkreis des Quartiers untersucht worden. Die Druckerei des Regensburger Verlags Pustet in direkter Nachbarschaft zum Quartier hat sich dabei als einzige industrielle Wärmequelle herausgestellt. Um dessen Abwärmepotenzial einordnen und bewerten zu können ist eine mündliche Auskunft des zuständigen Technikers eingeholt worden. In der Druckerei werden zwei Druckmaschinen betrieben. Diese beziehen unter Vollast eine Leistung

von insgesamt 74 kW und erzeugen Abwärme mit einem Temperaturniveau von 45 °C [37]. Diese Wärme könnte für Heizzwecke genutzt werden. Besonders die unmittelbare Nähe zum Quartier macht dieses Potenzial sehr interessant. Allerdings hängt der Betrieb der beiden Druckmaschinen von der Auftragslage der Druckerei ab und ist somit nicht konstant. Dieser unregelmäßige Betrieb bietet keine ausreichende Zuverlässigkeit, um dies in die Wärmeversorgung eines ganzen Quartiers einzubinden. Auch perspektivisch betrachtet stellt die Druckerei keine sichere Wärmequelle dar, da im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung auch das Verlagswesen stark unter Druck steht. Dies stellt die Zukunftsfähigkeit der Druckerei in Frage, weshalb diese Option als keine gute und verlässliche Energieversorgungsoption betrachtet wird.

3.3. Gesamtübersicht Potentiale

Nachfolgende Tabelle 7 fasst die Ergebnisse der Potentialerhebung hinsichtlich der voraussichtlich erzielbaren Energiemengen und der Umsetzbarkeit des jeweiligen Potentials zusammen. Es gilt zu erwähnen, dass es sich bei den dargestellten Daten um Vorabschätzungen unter den beschriebenen Annahmen handelt. Diese sind demzufolge lediglich als grobe Richtwerte zu verstehen, die als Grundlage für die vorläufige Planung dienen. Vor der detaillierteren Planung sind die Potentiale tiefer zu prüfen.

Technik		Umsetzbarkeit	Voraussichtliche Energiemenge/Leistung	
Nahwärme & Abwärme	Wärmenetz Dörnberg	-	-	
	Wärmenetz Ganghofersiedlung	-	-	
	Wärmenetz Altstadt	-	-	
	Druckerei Pustet	+	74 kW	
Geothermie	Erdwärmesonden	-	-	
	Grundwasserbrunnen	-	-	
	Erdwärmekollektoren	-	-	
Abwasserwärme	Entnahmeschacht (Bypass)	+	467 kW	
	Inline-System	+	467 kW	
Solarenergie	Photovoltaik	+	163 MWh/a	
	Solarthermie	+	271 MWh/a	
	Photovoltaik-Thermovoltaik		Wärme	Strom

		+	58 MWh/a	311 MWh/a
--	--	---	----------	-----------

Tabelle 7: Gesamtübersicht Potentiale

4. Maßnahmenkatalog

4.1. Handlungskonzepte

Dieses Konzept zielt darauf ab, ein lebenswertes und attraktives Wohnumfeld zu schaffen, das den Bedürfnissen und Anforderungen der Bewohner entspricht und gleichzeitig den Herausforderungen der Zukunft begegnet. Im Folgenden wird auf die Vorbereitung der Nutzerbefragung des Quartiers eingegangen. Als Einleitung in die Umfrage, sollte kurz geklärt werden, warum eine Befragung überhaupt stattfinden soll. In der Planung ist es besonders wichtig, die Wünsche und Anregungen der Mieter miteinzubeziehen. Dies bietet nicht nur ein besseres Verhältnis zwischen Fachplaner und Bewohner, sondern kann auch wichtige Details in die Planung miteinbringen. Um diesen Gedanken etwas zu veranschaulichen, kann auf Kapitel 2.5 verwiesen werden, denn dort wird über eine mögliche Umgestaltung der Grünflächen und des Spielplatzes berichtet. Wiederum ist den Bewohnern wichtig, ihre Meinung und Interessen zu äußern, um dazu beizutragen, dass ihre Anliegen berücksichtigt werden. Es ist auch wichtig, dass die Befragung fair und transparent durchgeführt wird und dass die Ergebnisse verwendet werden, um positive Veränderungen für die Gemeinschaft zu bewirken. Somit ist das Ziel einer Bewohnerumfrage, Informationen über die Zufriedenheit der Bewohner mit ihrem Wohnumfeld und ihren Lebensbedingungen zu sammeln sowie ihre Meinungen und Vorschläge zu Themen wie öffentlicher Raum, Sicherheit, Freizeitmöglichkeiten, etc. zu erfahren.

Bevor die Fragen im Detail ausgearbeitet werden, muss sich im Vorhinein Gedanken gemacht werden, wie man die Nutzer durch passende Fragen in die Planung miteinbezieht. Zum einen ist schon in Kapitel 2.5 festgestellt worden, dass Fragen zu den Grün- und Freiflächen im Innenhof benötigt werden. Des Weiteren sind aber auch Fragen zur allgemeinen Wohnungssituation wichtig. Denn nur so kann der Planer erfahren, ob das Gebäude zum Beispiel sehr hellhörig ist oder wie die Anregungen zur Sanierung der Wohnungen sich bewerten lassen. Außerdem gibt eine solche Umfrage auch Ergebnisse zur Heizungssituation und dem Lüftungsverhalten der Mieter wieder. Des Weiteren sind allgemeine Daten zu den Bewohnern selbst von Relevanz. Dadurch können die Bedürfnisse der jungen und alten Generationen herausgefiltert und auch wichtige Themen wie zum Beispiel die Barrierefreiheit analysiert werden. Außerdem muss neben der Sammlung an Fragen auch sichergestellt werden, dass die Bewohner alle relevanten Informationen erhalten, um ihre Motivation zur Teilnahme an der Befragung zu steigern.

Die Umfragen wurden aufgrund der zuvor beschriebenen Herausforderungen von Luxgreen während des Planungsprozesses formuliert. Alle Fragen wurden

mit der Baugenossenschaft Margaretenuau abgestimmt und anschließend an die Bewohner verteilt.

4.2. Öffentlichkeitsarbeit

Die Mieterbefragung behandelt Themen wie Wohnstruktur, Energiekosten, Bausubstanz und Sanierungsmaßnahmen sowohl für die einzelnen Wohnungen als auch für das gesamte Quartier Eisbuckel. Es beteiligten sich 25 von 78 Haushalte, was einer Rücklaufquote von 32 % entspricht.

Das durchschnittliche Alter der Nutzer lag gemäß Aussagen der Baugenossenschaft Margaretenuau bei 53 Jahren, wobei die Spanne von 5 Jahre bis 80 Jahre reichte. Die Teilnehmer der Umfrage waren durchschnittlich 50 Jahre alt. In der nachfolgenden Abbildung Abbildung 32, die die Altersverteilung in Regensburg 2020 darstellt, wird deutlich, dass sich das Alter der Bewohner im Eisbuckel grundsätzlich gut mit der Statistik der Altersstruktur der gesamten Stadt deckt [38].

Im Hinblick auf die steigende Altersstruktur der Bevölkerung, sollte dementsprechend bei der energetischen Sanierung auch auf Bedürfnisse von Senioren

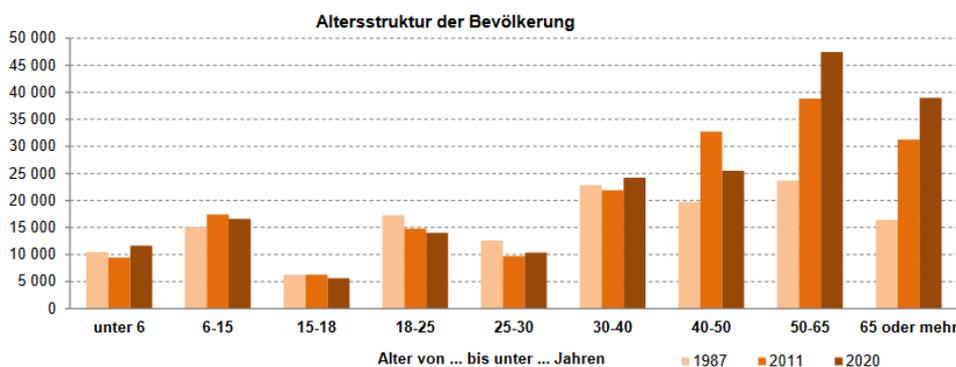


Abbildung 32: Altersstruktur in Regensburg 2020 (Dunkelrot markiert) [38]

geachtet werden.

Von den Befragten stimmten 16 % (4 von 25) für eine Änderung der Raumaufteilung. Von diesen 16 % wiederum bevorzugten 75 % die Variante die Zimmer zu vergrößern, anstatt die Raumaufteilung kleiner zu gestalten. In Bezug auf die Frage, ob die Wohnungen als familiengerecht empfunden werden, bejahten dies 52 % der Teilnehmer.

Ebenso ergab die Befragung, dass 84 % der Teilnehmer ihre Kellerabteile regelmäßig nutzen. Hinsichtlich von Schimmelbefall und Feuchte in den Kellern gaben 60 % (15 von 25) der Nutzer an, betroffen zu sein, während 40 % dies verneinten. In Bezug auf Schimmelbefall in den Wohnungen gaben 64 % der Nutzer an (16 von 25), dass sie gar keinen Schimmel haben, während 36 % (9 von 25) von stellenweisem Schimmel berichteten. Dabei gaben 56 % der befragten an, undichte Fenster oder Türen in ihrer Wohnung zu haben, was im

Zusammenhang damit stehen könnte, dass von den befragten Wohneinheiten lediglich bei 8 % (2 von 25) neue Kunststofffenster eingebaut wurden.

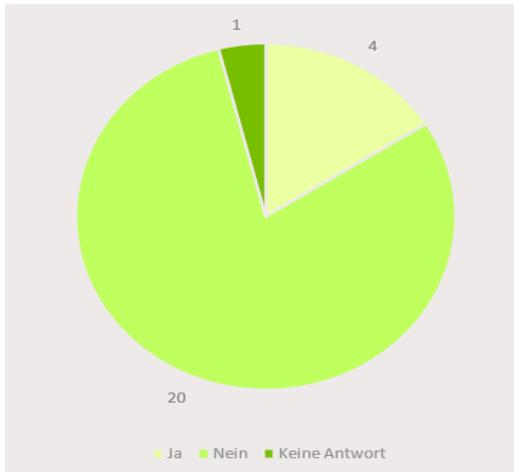


Abbildung 34: Begrüßen einer Grundrissänderung

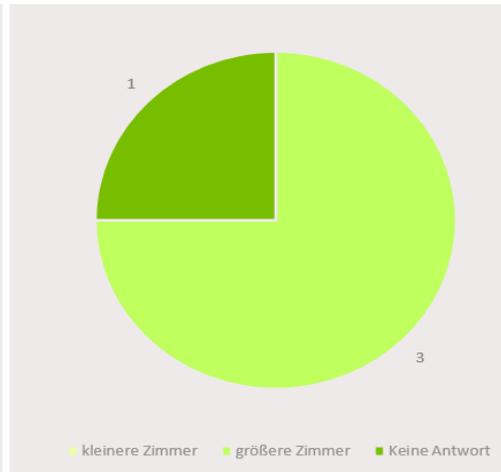


Abbildung 33: Veränderung der Raumaufteilung



Abbildung 35: Schimmelbefall und Feuchteproblematik in den Kellern

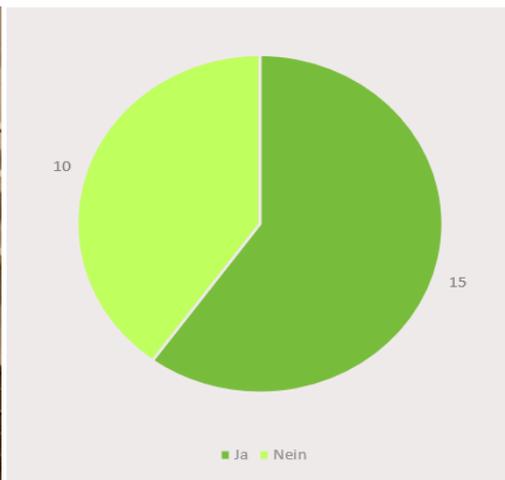


Abbildung 36: Schimmel-/Feuchteproblematik im Keller

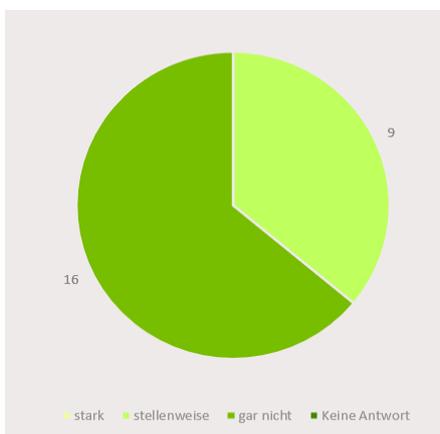


Abbildung 38: Schimmel-/Feuchteproblematik in der Wohnung

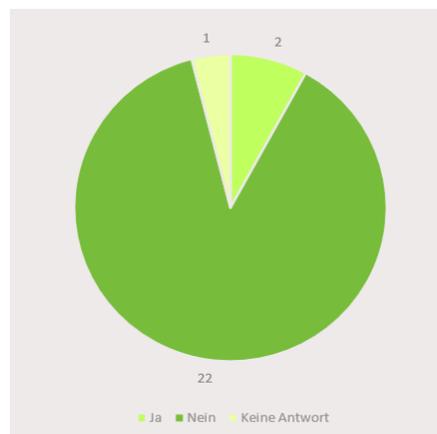


Abbildung 37: Einbau neuer Kunststofffenster

Um Erkenntnisse über die Behaglichkeit der Wohnungen zu erhalten, wurden Fragen zur Fußboden- und Außenwandtemperatur wie auch zum Lüftungsverhalten der Bewohner gestellt. Hierbei zeigte sich, dass der Fußboden in 36 % (9 von 25) der Wohnungen und vor allem die Außenwand in 64 % (16 von 25) der Wohnungen als "kalt" empfunden wird. Zudem gaben 40 % (10 von 25) der Nutzer an, dass Räume zum Dachstuhl im Winter als kalt empfunden werden. Dies könnte auf die ungedämmten Dachstühle bzw. obersten Geschossdecken und nicht gedämmte Kellerdecke im Quartier Eisbuckel zurückzuführen sein. Im Zusammenhang dazu gaben 76 % der Befragten an, dass ein Ausbau des Dachgeschosses für sie keinen Nachteil darstellt. Die Umfrage ergab außerdem, dass 96 % (24 von 25) der Bewohner in regelmäßigen Abständen lüften, während die übrigen 4 % keine Auskunft über ihr Lüftungsverhalten gaben.

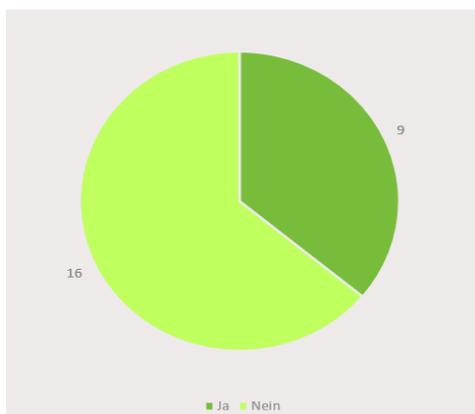


Abbildung 41: Fußboden zu kalt

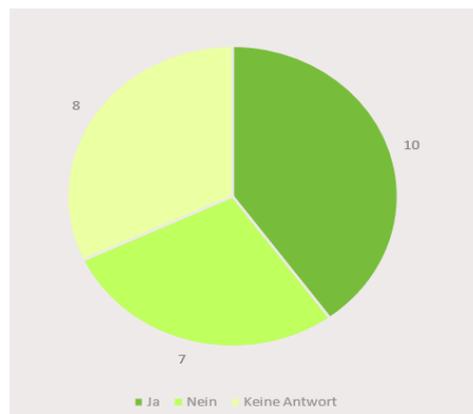


Abbildung 42: Dachstuhl zu kalt

In Bezug auf die Schalldämmung des Gebäudes empfinden 88 % der Befragten

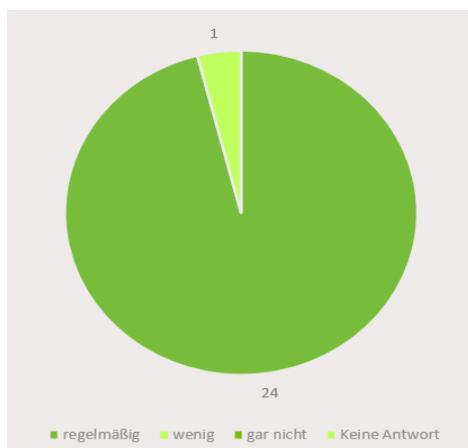


Abbildung 40: Lüftungsverhalten

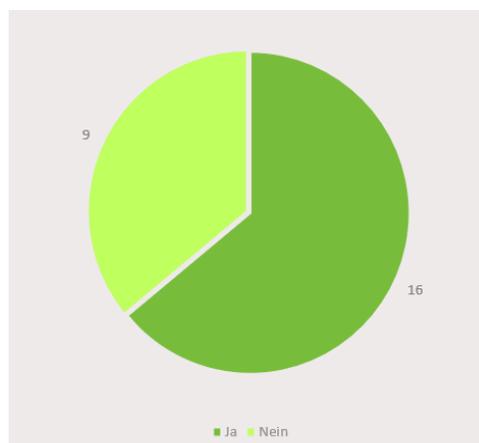


Abbildung 39: Außenwand zu kalt

ihre Wohnung als „stark“ bis „stellenweise“ hellhörig. Die nächste Abbildung 43 zeigt, dass dabei 64 % der Befragten die Trittschallgeräusche von Mietern über

ihnen "stark" (5 von 25) oder "stellenweise" (11 von 25) hören. Dies verdeutlicht das Potenzial für Trittschalldämmungen. Zudem gaben 48 % der Befragten an, das Treppenhaus als laut zu empfinden.

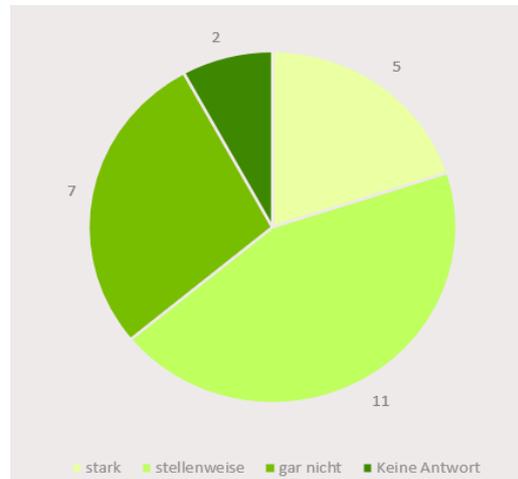


Abbildung 43: Wahrgenommene Lautstärke des Trittschalls

Gemäß Angaben der Nutzer 56 % der Wohnungen im Quartier Eisbuckel mit Einzelöfen für Gasheizung ausgestattet sein. Darüber hinaus gaben 7 Befragte an, Strom als Hauptenergiequelle zu verwenden, wobei diese meist in Kombination mit Gas erwähnt wurde.

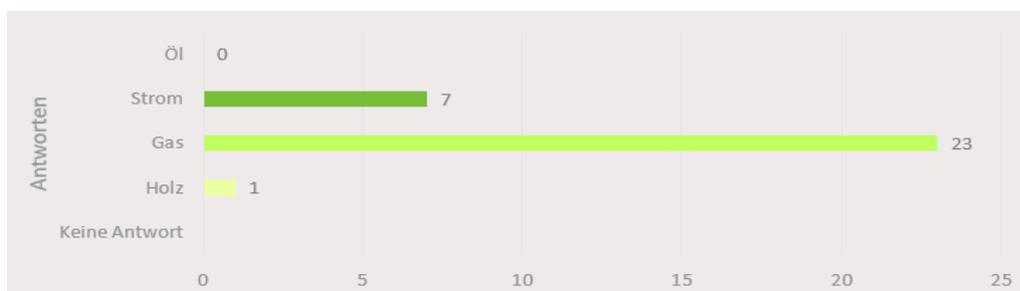


Abbildung 44: Verwendete Energieträger

Aufgrund des hohen Anteils von reinen Gasnutzern ist ihre Verbrauchskostenauswertung von großer Bedeutung für das "Integrierte Quartierskonzept". Daher wurde eine Analyse der durchschnittlichen Verbrauchskosten erstellt, um eine Aussage über die typischen Verbrauchskosten eines durchschnittlichen Bewohners im Quartier Eisbuckel treffen zu können. Von 25 Befragten gaben 14 Haushalte Auskunft über Ihre monatlichen Verbrauchskosten, woraus ein durchschnittlicher Kostenwert von 94,57 € für Gas und 73,46 € für Strom

ermittelt wurde. Zudem betrug der jährliche Energieverbrauch in Gas im Durchschnitt 8.088,1 kWh, wohingegen der Stromverbrauch im Schnitt bei 2.469,5 kWh lag. Dementsprechend lässt sich ein durchschnittlicher Gaspreis von 14 ct/kWh und ein durchschnittlicher Strompreis von 36 ct/kWh im Quartier Eisbuckel errechnen. Die Umfrage ergab, dass 44 % der Bewohner bereits in energetische Maßnahmen investiert haben. Dabei wurden häufig die Verbesserung der Dämmeigenschaften des Fußbodens durch Erneuern der Beläge und Dämmschichten und Maßnahmen zur Optimierung der Heizungen genannt. Von den Bewohnern des Eisbuckels gaben 100 % der Befragten an, mit Strom anstelle von Gas zu Kochen.

In Bezug auf die geplanten Bau- und Versorgungsmaßnahmen wurde den Nutzern der Wohnungen die Frage gestellt, wie sie zu einer möglichen Zentralversorgung für die Heizung stehen. Dabei waren 80 % (20 von 25) für diese Variante. Ein ähnlicher Trend wurde bei der möglichen Verwendung von Solar- und Photovoltaikanlagen beobachtet, da sich 100 % der Befragten vorstellen konnten, diese Technik an den historischen Gebäuden im Quartier Eisbuckel einzusetzen. Die Installation einer Wärmepumpe im Innenhof des Quartiers konnten sich dabei 68 % der Befragten vorstellen.

In Bezug auf Einsparungen beim Strompreis durch Mieterstrom gaben 80 % (20 von 25) an, dass sie bei einer Ersparnis von 10 bis 20 % im Vergleich zum aktuellen Vergleichstarif zum selbstproduzierten Strom des Quartiers Eisbuckel wechseln würden.

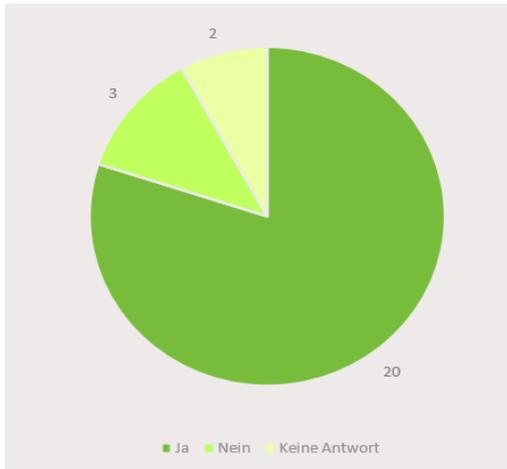


Abbildung 48: Zustimmung einer Zentralheizung

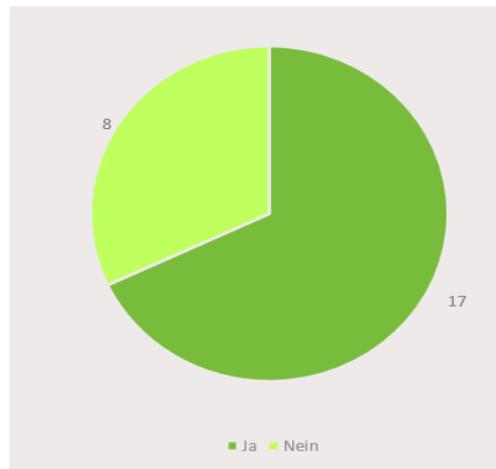


Abbildung 47: Zustimmung Wärmepumpe

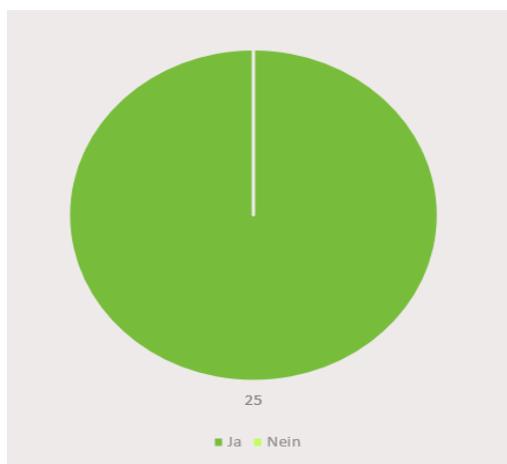


Abbildung 45: Zustimmung einer PV-/Solaranlage

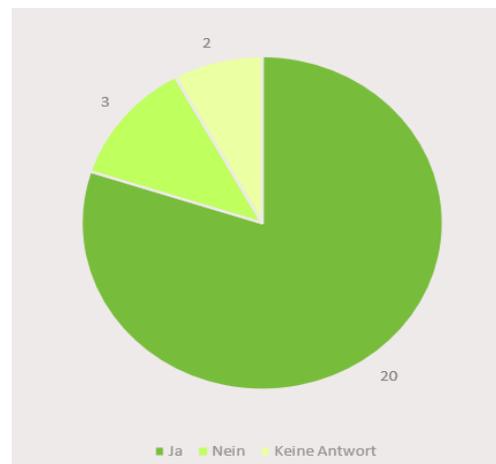


Abbildung 46: Interesse an Mieterstrom

Zudem wurden die Bewohner nach ihrer Meinung zur Gestaltung der Grünflächen befragt. Hier gaben 64 % der Befragten an, dass ein Freisitz, Grillflächen oder Möglichkeiten für Fitness-Aktivitäten die Grünflächen aufwerten würden. Auch Hochbeete, offene oder überdachte Sitzflächen und Spielplätze für Kinder wurden häufig genannt. Zudem ist die hohe Nachfrage der Bewohner an überdachten Fahrradstellplätzen erwähnenswert. Dieser Themenbereich wird im Kapitel 2 ausführlicher behandelt. 56 % der Bewohner gaben an, dass ihnen ein Balkon sehr wichtig wäre, jedoch können sich 32 % auch einen gemeinschaftlichen Freisitz im Innenhof anstelle eines eigenen Balkons vorstellen.

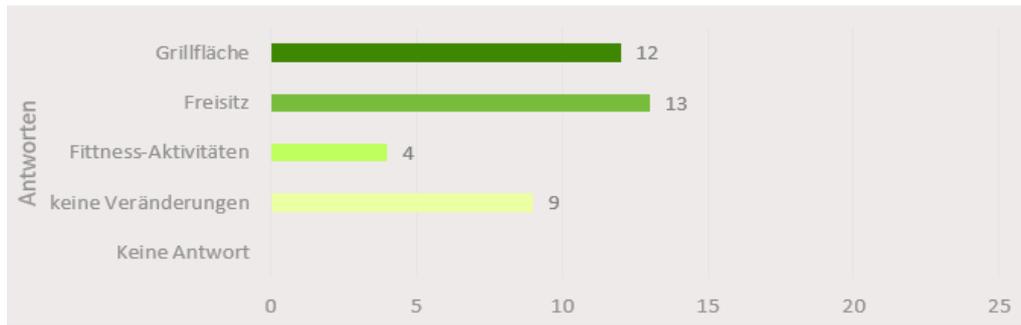


Abbildung 51: Potenzielle Nutzung der Grünfläche

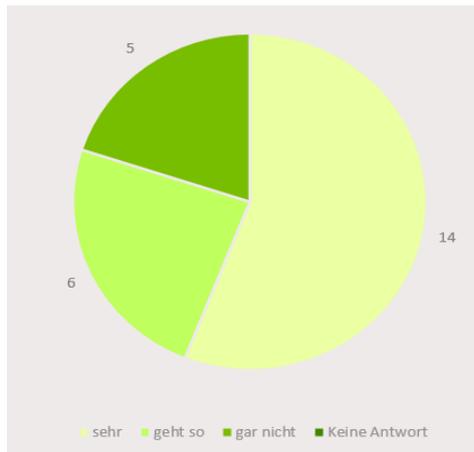


Abbildung 50: Wichtigkeit eines Balkons

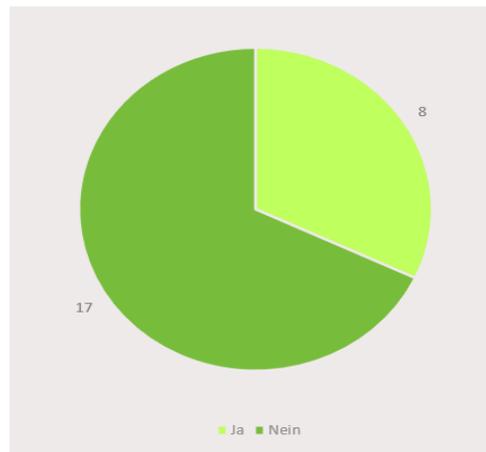


Abbildung 49: Gemeinschaftlicher Freisitz alternativ zum Balkon

Neben den Grünflächen war die Frage, ob Nutzer sich Ladestationen für E-Bikes auf den Freiflächen vorstellen könnten. Dabei ergab die Umfrage, dass 80 % der Bewohner dafür und 16 % gegen diesen Vorschlag stimmten. Außerdem war für die Planung der Parkplätze interessant zu wissen, wie viele Bewohner ein Auto besitzen. Dabei ergab die Umfrage, dass 48% der Bewohner derzeit ein Auto besitzen und 38 % der Bewohner des Quartiers Eisbuckel Car bzw. Bike-Sharing als positiv empfinden würden. 2 von 25 Nutzern würden nur Bike-Sharing nutzen und 13 von 25 Befragten sind von beiden Optionen nicht überzeugt. Von den Befragten Nutzern planen 64 % innerhalb der nächsten 15 Jahre auf ein E-Auto umzusteigen. Auf die Frage, ob die Mieter im Zuge der steigenden Nachfrage nach E-Mobilität ihre Wallbox mit den Nachbarn teilen würden, stimmten 44% dafür, wohingegen 4 von 25 Befragten auf eine eigene Ladestation bestehen.

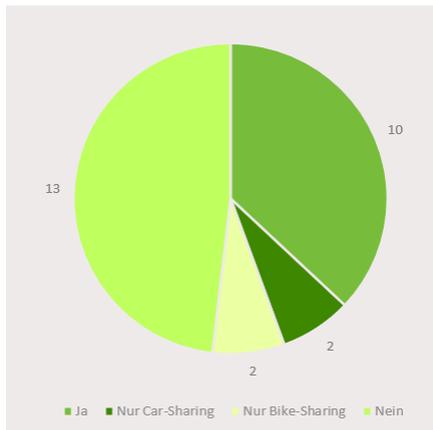


Abbildung 54: E-Bike/Car-Sharing

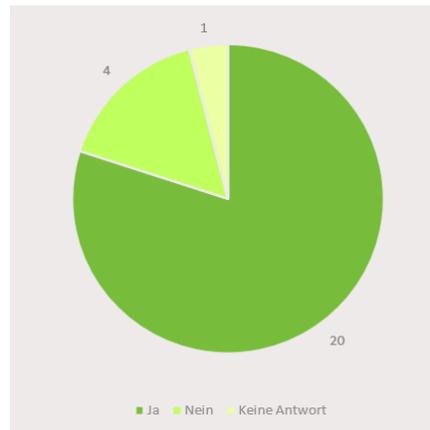


Abbildung 53: Installation einer E-Bike Ladestation im Innenhof

Abschließend wurden auch Bedenken hinsichtlich der energetischen Stadtsanierung thematisiert. 44 % der Befragten gaben an, Bedenken zu haben. Bei der offenen Frage nach den Befürchtungen bezüglich der energetischen Stadtsanierung wurden am häufigsten höhere Kosten und Umzüge bzw. Auszüge genannt. Auch die Sorge über weniger vorhandene Parkplätze und höhere Lärmbelastung während der Bauphase wurden geäußert.

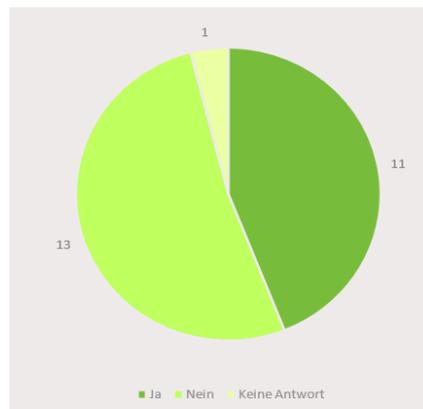


Abbildung 52: Bedenken wegen energetischer Sanierung

4.3. Ausgestaltungskonzept

Der Erfolg einer energieeffizienten Stadtsanierung lässt sich hauptsächlich anhand der umgesetzten Maßnahmen zur Energie- und CO₂-Einsparung messen. Bevor die in dieser Broschüre präsentierten Quartierskonzepte näher erläutert werden, stellt sich die zentrale Frage, ob der Abriss und Neubau von Wohngebäuden am gleichen Standort als Ersatz für bestehende Gebäude eine sinnvolle Option für die Sanierung ist. Diese Frage kann nicht pauschal beantwortet werden, da viele Aspekte in jedem Einzelfall berücksichtigt werden müssen. Die Analyse der relevanten Standortparameter ist ein wesentlicher Faktor für eine individuelle Lösung. Folgende Kriterien werden zur Bewertung herangezogen.

Im Allgemeinen leistet die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden einen wertvollen Beitrag zur Reduzierung von Treibhausgasen und hat daher einen hohen Stellenwert in der Klimaschutzpolitik der Bundesregierung. Im Vergleich zu unsanierten Gebäuden aus der Zeit vor 1960 weisen Neubauten einen etwa fünf- bis siebenmal geringeren Energieverbrauch auf [39]. Es ist jedoch zu beachten, dass die Herstellung von Baumaterialien und Anlagentechnik für ein Passiv- oder Niedrigenergiehaus unter Umständen mehr Herstellungsenergie und Umweltbelastung verursachen kann, als während des gesamten Lebenszyklus an Heizenergie benötigt wird [40].

Angesichts weiter steigender Energiepreise könnte der signifikant höhere Energieverbrauch älterer Gebäude dazu führen, dass unsanierte Gebäude, insbesondere in Innenstadtlagen, an Attraktivität verlieren und es zu leerstehenden Gebäuden aufgrund von Nebenkosten kommt. Daher ist es zukünftig von entscheidender Bedeutung, insbesondere in diesen städtischen Gebieten den Prozess der energetischen Sanierung voranzutreiben, um eine effiziente Modernisierung auch im Hinblick auf bezahlbaren Wohnraum zu gewährleisten.

4.3.1. Bauliche Situation im Bestand

Wie bereits im Gliederungspunkt Energieverbrauchssektoren erläutert, beträgt der Endenergiebedarf für Raumwärme und Trinkwarmwasser im Bestand 1.114 MWh/a. Dabei sind den alten Bestandshäusern baujahrspezifische U-Werte für Bauteile der thermischen Gebäudehülle zugeordnet worden. Der U-Wert gibt den Wärmedurchgangskoeffizienten an, welcher ein Maß für den Wärmedurchgang durch einen Festkörper ist. Er gibt also die flächenspezifischen Wärmeverluste einzelner Bauteile der Gebäudehülle an. Exemplarisch sind in Tabelle 8 die U-Werte eines Gebäudes des Quartiers aus dem Jahr 1910 aufgeführt.

Thermische Gebäudehülle	U-Werte $U < W/(m_2K)$
Außenwand: Ca. 40 cm Ziegel- oder Bruchsteinmauerwerk	$\leq 2,2 W/(m_2K)$
Fenster: Einfach- oder doppelverglastes Holzfenster	$\leq 3,0 - 5,0 W/(m_2K)$
Dach: Holkonstruktion (unbeheiztes Dachgeschoss)	$\leq 1,4 W/(m_2K)$

Tabelle 8: U-Werte zum Baujahr 1930

Um mit einer Sanierung ein förderfähiges Gebäude zu erhalten, müssen die Anforderungen der Bundesförderung für effiziente Gebäude, eingehalten werden. Diese sind anspruchsvoller als die Werte, die im GEG definiert wurden (vgl. Tabelle 10). Da eine förderfähige Sanierung grundsätzlich sinnvoll ist,

werden die U-Werte des BEG-Standards berücksichtigt. Damit ergibt sich für die 78 Bestandswohnungen ein Endenergiebedarf von 831 MWh/a.

Im Folgenden werden verschiedene Möglichkeiten aufgeführt, um den geforderten Gebäudestandard zu erreichen. Es handelt sich hierbei lediglich um Vorschläge für bauliche Maßnahmen, die je nach Beschaffenheit des Gebäudes variieren können und den Mindestanforderungen gemäß Tabelle 10 und dem Infoblatt zu den förderfähigen Maßnahmen und Leistungen der Bundesförderung für effiziente Gebäude [6] entsprechen:

- Austausch der Fenster durch Drei-Scheibenverglasung
- Wärmeschutz durch Dämmung der Außenwände gegen Außenluft/Erdbreich
- Dämmung des Daches
- Erneuerung von Haus- und Kellertüren
- Austausch der Anlagentechnik
- Austausch oder Neueinbau einer Lüftungsanlage
- Durchführung eines hydraulischen Abgleichs der Heizungsanlage
- Einbau von sommerlichem Wärmeschutz wie Rollläden

4.3.2. Ausgestaltung der Maßnahmen

Bauliche Sanierungsmaßnahmen

Es gibt verschiedene Kriterien, die als Grundlage für die Bewertung und Entscheidung über potenzielle Maßnahmen zur energetischen Sanierung von Gebäuden und Stadtvierteln verwendet werden. Dazu gehören Begriffe wie Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit. Es wird oft angenommen, dass eine Kombination dieser Kriterien nicht möglich ist. Es gibt jedoch mehrere Beispiele, die diese These widerlegen, wie zum Beispiel der Einsatz von Photovoltaik, der nicht nur aktiv CO₂-Emissionen vermeidet, sondern auch innerhalb weniger Jahre Rentabilität erzielen kann. Eine präzise Beschreibung des Nachhaltigkeitsbegriffs ist, wenn eine Maßnahme sowohl eine hohe Dauerhaftigkeit als auch einen geringen Footprint in Bezug auf graue Energie und Emissionen aufweist. Die Dauerhaftigkeit einer Maßnahme ist ein entscheidendes Merkmal, um sie sowohl wirtschaftlich als auch nachhaltig darzustellen. Es ist wichtig, beispielsweise eine Fassade so zu verbessern, dass sie eine lange Lebensdauer hat, wobei die Aspekte der Bauphysik eine große Rolle spielen. Eine Maßnahme mit höheren Investitionen, aber nachhaltigen Materialien, kann sich in der Gesamtbilanz trotzdem als wirtschaftlicher erweisen als eine Maßnahme mit energieintensiven Materialien, aber niedrigerem Anfangsinvestment. Eine kurzfristige Betrachtung von finanziellen Aufwendungen für energetische Maßnahmen sollte in keinem Bereich oder keiner Branche die Basis für die Bewertung der Zukunft sein.

Dämmung der Außenwand

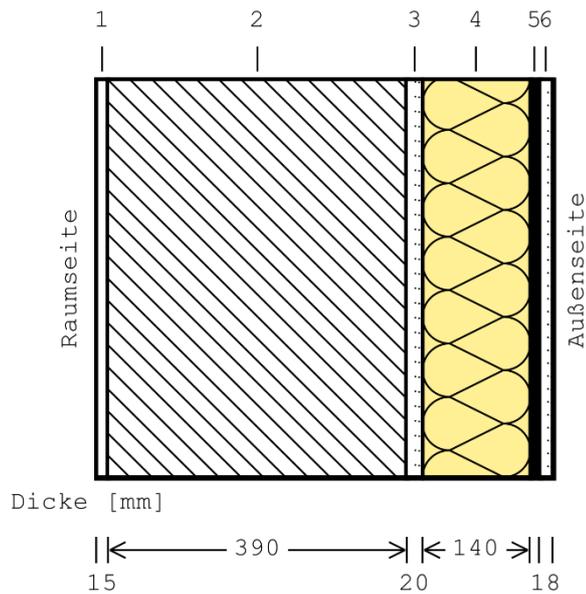


Abbildung 55: Außenwand Bestand + Maßnahme: 140 mm Mineralwoll-Dämmung

Der größte Anteil der wärmeübertragenden Fläche entfällt mit 40 % auf die Außenwanddämmung. Diese Zahl basiert auf exemplarischen Berechnungen des Anteils der Außenwanddämmung an der gesamten Hüllfläche im Eisbuckelviertel. Dem Flächenanteil der Außenwand kommt daher hinsichtlich der Energiebilanz des Quartiers eine hohe Bedeutung zu. Im Laufe der Planung wurde Mineralwoll als Dämmmaterial ausgewählt. Mineralwoll-Dämmung zeichnet sich durch hohe Beständigkeit und eine daraus resultierende lange Lebensdauer sowie positive Eigenschaften im Wärmeschutz aus. Mit einer Dämmstoffdicke von 14 cm erreicht man U-Werte von etwa $0,213 \text{ W/m}^2\text{K}$, die den heutigen Wärmeschutzanforderungen entsprechen. Die physikalischen Eigenschaften der Außenwand werden durch die Verwendung von Mineralwoll-Dämmstoffen nicht negativ beeinflusst. In bestimmten Winterbedingungen kann die Luftfeuchtigkeit der Raumluft innerhalb des Bauteils kondensieren und zu unerwünschter Feuchtigkeit (Tauwasser) führen. Die Menge an Tauwasser gibt an, wie viel Tauwasser innerhalb von 90 Tagen unter den gegebenen Klimabedingungen zu erwarten ist und liegt je nach Bauteil bei $0,5 \text{ kg/m}^2$ bis 1 kg/m^2 . Der Außenwandaufbau weist einen Tauwasserausfall von $0,29 \text{ kg/m}^2$ auf, sodass der Schutz der Gebäudesubstanz in diesem Bereich gewährleistet ist.

Dämmung oberste Geschossdecke

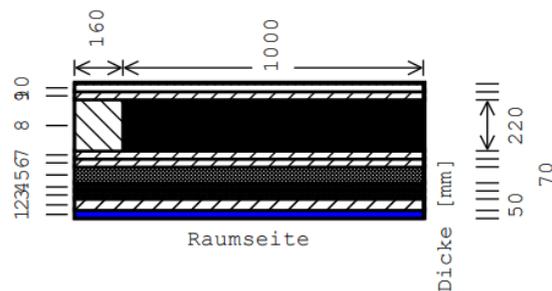


Abbildung 56: Decke nach oben zum beheizten DG + Maßnahme: 50 mm Calciumsulfat-Estrich + EPS 032

Die Bedeutung der Dämmung der obersten Geschossdecke ist insgesamt geringer, da die Dachgeschosse entweder bereits zu Wohnraum umgebaut wurden oder Dachgeschossausbauten vorliegen. Aufgrund seiner direkten Anbindung an ausschließlich beheizte Geschosse oben und unten kann dieses Bauteil in den energetischen Berechnungen vernachlässigt werden, da es keine wärmetechnische Auswirkung auf das äußere Hüllvolumen hat. Es wird jedoch empfohlen, für die Schalldämmung eine 12 mm dicke Trittschalldämmung aus EPS auf der Zwischendecke im Bestand anzubringen, gefolgt von 50 mm Estrich und einem Bodenbelag aus Linoleum oder Vinyl.

Dämmung Decke Kellergeschoss

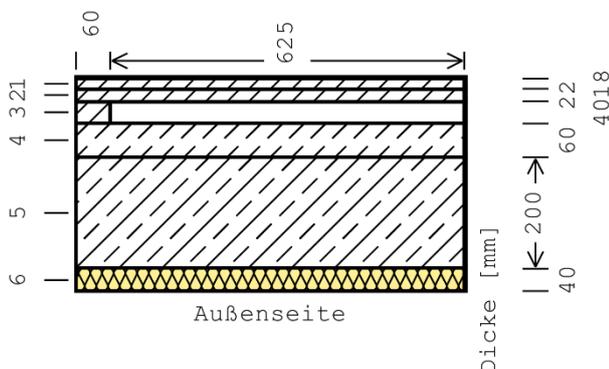


Abbildung 57: Kellerdecke gegen unbeheizt Bestand + Maßnahme: 40 mm Kellerdeckenplatte 035

Die Dämmung der Kellerdecken ist von äußeren Witterungsverhältnissen unbeeinflusst, bringt jedoch eigene Herausforderungen mit sich. Bei der Planung ist besonders auf die Anforderungen an die Konstruktion zu achten, da die Montage über Kopf erfolgt und die Dämmung ordnungsgemäß an allen Wänden angeschlossen werden muss. Zudem stellen Innen- und Außenwände lineare Wärmebrücken dar, daher muss der gewählte Dämmstoff neben der Anpassung an das Bauwerk auch in Bezug auf Wärmebrücken und deren Auswirkungen leistungsfähig sein. Eine mögliche Vorgehensweise ist die Verstärkung der bestehenden Kellerdecke von unten mit 6 cm Kellerdeckendämmung. Darüber hinaus ist auf der Kellerdecke, neben einer Aufbetonschicht, der gleiche Aufbau

aus Trittschalldämmung, Estrich und Bodenbelag wie bei der obersten Geschossdecke vorzunehmen, wie zuvor erwähnt. Es ist auch wichtig, robuste Dämmplatten im Kellerbereich bzw. in den Kellerräumen anzubringen, wo deckennahe Leitungen montiert werden müssen, um eine Beschädigung der Kellerdeckendämmung zu verhindern und nachträgliche, aufwendige Montagearbeiten zu vermeiden.

Es ist zu beachten, dass dieser Aufbau auf der Planung eines Referenzgebäudes basiert und für andere Gebäude individuell untersucht werden muss, um festzustellen, welche Dämmstoffstärke möglich ist, um vorgegebene Geschosshöhen oder erforderliche Höhen im Bereich von Fluchtwegen einzuhalten.

Dämmung der Dachhaut

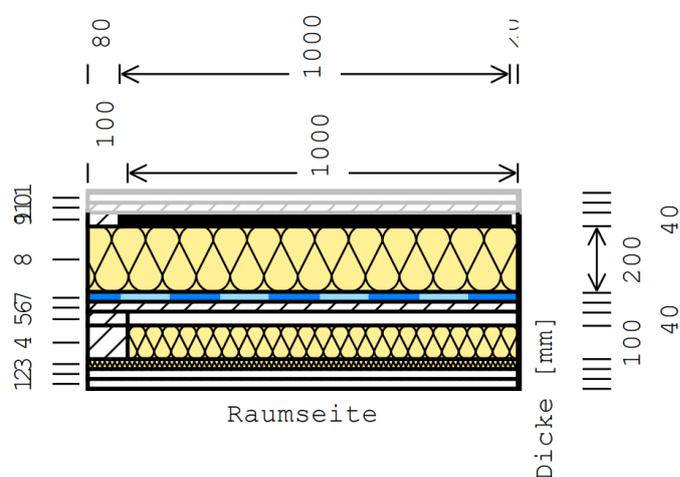


Abbildung 58: Dach gegen beheizt Bestand+ Maßnahme: 100 mm Zwischensparren-/ 200 mm Aufdachdämmung 035

Aufgrund von Mängeln im Feucht- und Wärmeschutz gemäß DIN 4108-3 weisen bestehende Dachkonstruktionen im Quartier Defizite auf. Aus diesem Grund wird eine Variante vorgeschlagen, die den aktuellen Anforderungen an die Dachhaut gerecht wird. Für die Dämmung wird eine Mineraldämmung empfohlen, die den bauphysikalischen Belastungen standhält und sich in Sanierungsmaßnahmen im Wohnungsbau bewährt hat. Mit den verwendeten Materialien erreicht die Dachkonstruktion einen U-Wert von ca. 0,103 W/m²K, wodurch das Dachgeschoss effektiv vor äußeren thermischen Einflüssen geschützt wird.

Wohnraumlüftung

Um den Anforderungen der DIN 1946-6 für den Feuchteschutz gerecht zu werden, sind Lüftungstechnische Maßnahmen erforderlich, wenn der Luftvolumenstrom pro Nutzungseinheit größer ist als der Luftvolumenstrom durch Infiltration pro Wohneinheit. Um diese Anforderungen zu erfüllen, wird empfohlen, für sanierte Gebäude eine bedarfsgeführte zentrale Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung einzuplanen. Frische Luft gelangt über dezentrale

Nachströmöffnungen in die Fensterleibungen ins Gebäude, während verbrauchte oder feuchte Luft in Küche und Badezimmer über Abluftventile abgesaugt und nach außen geleitet wird. Es wird überprüft, ob am Ende der geplanten dezentralen Abluftanlage, der Abluftvolumenstrom durch einen Wärmetauscher geleitet werden kann, um anschließend die darin vorhandene Abwärme in das Versorgungssystem des Gebäudes mit einzubinden.

Energetische Versorgung der Wohnungen

Es wurde nach einer Möglichkeit gesucht, den Anschluss der bestehenden Wohneinheiten an das neue Heizsystem möglichst schnell und ohne große Beeinträchtigung der Bewohner auch während des bewohnten Zustands zu ermöglichen.

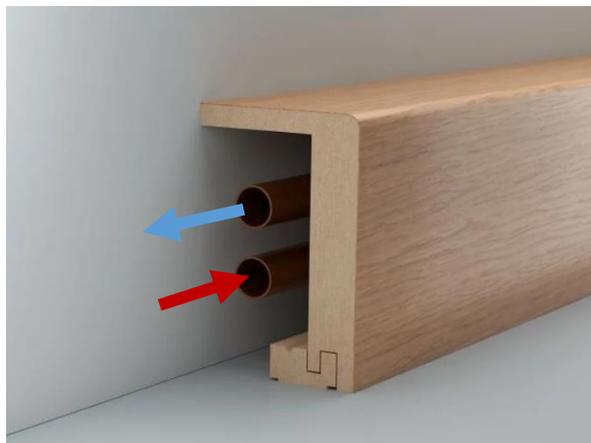


Abbildung 59: Sockelinstallation und schematischer Grundriss Heizung

Dabei hat sich gezeigt, dass die vertikale Erschließung über die Außenwände, bestehende Kamine, Schächte und übereinanderliegende Nebenräume erfolgen kann. Die horizontale Verteilung der Energie erfolgt dann durch Heizungsrohre, die in Fußbodensockelleisten verlegt werden. Wie in Abbildung 59 dargestellt, kann dieses Installationssystem entlang der Außenwände aufgebaut werden, ohne kritische Kreuzungen. Dieses Verfahren kann insbesondere bei Gebäuden mit Holzbalkendecken von Vorteil sein. Durch die Nutzung der Leitungen als Sockelheizung kann die Abwärme der Leitungen den Temperaturverlauf der in die Außenwand eingebundenen Holzbalkendecken positiv beeinflussen. Die Erfahrung aus vergangenen Projekten zeigt, dass die Mehrheit der Bewohner ein effizientes Heizsystem befürwortet und die Beeinträchtigungen durch die Installationsarbeiten für die Leitungen im Sockelbereich als akzeptabel angesehen werden. Diese positive Rückmeldung der Bewohner macht es möglich, die Erneuerung des Heizsystems unabhängig von der Sanierung der Gebäude zu betrachten. So können, die in Kapitel 4.4 beschriebenen Energieerzeugungs- und Versorgungskonzepte auch in größeren Strukturen auf das Quartier übertragen werden und das unabhängig vom jeweiligen Umsetzungsstatus der Gebäudemaßnahmen.

4.3.3. Aussage zu Kosten, Wirtschaftlichkeit und Machbarkeit

Die Grundrisse im Eisbuckelviertel bestehen größtenteils aus 3-Zimmer-Wohnungen, was typisch für Nachkriegsbauten ist. Damals wurde vor allem Wohnraum für Familien mit stabilem Einkommen und langfristigen Lebensplanungen geschaffen. Jedoch haben gestiegene Qualitätsansprüche und ordnungsrechtliche Anforderungen wie Energieeffizienz und Barrierefreiheit zu Preissteigerungen bei Modernisierungsmaßnahmen und bezahlbarem Wohnraum insgesamt geführt. Aufgrund einer Split-Level-Erschließung fehlt es den meisten Gebäuden im Eisbuckelviertel an Barrierefreiheit. Im Allgemeinen ist eine energetische Sanierung ohne generationsgerechten Umbau kostengünstiger als ein vergleichbarer Neubau. Eine vollständige Modernisierung mit generationsgerechtem Umbau, um barrierefreien Wohnraum zu schaffen, stellt jedoch gemäß der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen eine rund 30 % höhere Kostenspanne im Vergleich zu einer reinen energetischen Sanierung dar [41]. Hinsichtlich der Zukunftsfähigkeit und Klimafreundlichkeit sollte ersichtlich sein, dass eine Modernisierung ein hohes Einsparpotenzial an CO₂-Emissionen bietet. Die „graue Energie“, welche bei der Rohstoffgewinnung, der Herstellung, dem Transport, der Lagerung und dem Verkauf verbraucht wird, ist bei einer energetischen Sanierung wesentlich geringer als bei einem Neubau, da hier die Gebäudestruktur im Wesentlichen erhalten werden kann und somit weniger Material zum Einsatz kommt. Ein bestehendes Haus zu nutzen, entlastet folglich das Klima und Altbauten werden durch die Modernisierung wieder attraktiv. Der Ausbau von Dachgeschossen, resultiert außerdem nicht in einem größeren Flächenverbrauch. Insofern können die Grünflächen am Eisbuckel weiterhin als klimaschonende Ausgleichsflächen dienen. Die Frage, ob bestehende Bausubstanz modernisiert oder sinnvollerweise durch Neubauten ersetzt werden sollte, lässt sich nicht pauschal beantworten. Es sind Abwägungen im Einzelfall zu treffen, die die jeweils unterschiedlichen relevanten Aspekte berücksichtigen. Eine nachhaltige Entwicklung des Eisbuckels kann nur erzielt werden, wenn entsprechend dem „Drei Säulen Prinzip“ eine gleichberechtigte Umsetzung von umweltbezogenen, wirtschaftlichen und sozialen Zielen erreicht wird.

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) bietet Kredite mit Tilgungszuschüssen für (sanierte) Gebäude mit Effizienzhausstandart. Dazu gilt das Effizienzhaus 100 als Referenzgebäude und entspricht mit seinen U-Werten den GEG-Mindestanforderungen. Zudem gibt es noch weitere Abstufungen, welche sich durch den Primärenergiebedarf und dem Transmissionswärmeverlust definieren. So hat die niedrigste Abstufung, das Effizienzhaus 40, nur noch 40 % des Primärenergiebedarfs und nur noch 55 % des Transmissionswärmeverlustes des Referenzgebäudes und somit auch den Höchsten Tilgungszuschuss mit 20 % des maximalen Kreditbetrages. Der Tilgungszuschuss kann bei der

Einstufung in die die „Erneuerbaren-Energien-Klasse“ nochmals um 5 % erhöht werden. Dies ist der Fall, wenn im Zuge der Sanierung zum Effizienzhaus eine neue Heizungsanlage auf Basis erneuerbarer Energien eingebaut und damit mindestens 65 % des Energiebedarfs des Gebäudes gedeckt wird.

Bei der Auslegung der Anlagentechnik muss beachtet werden, dass einige Technologien nicht verwendet werden dürfen, da sonst keine Förderung möglich ist und der jeweilige KfW-Standard nicht erreicht werden kann. Beispiele für nicht erlaubte Anlagentechnik sind Heizungsanlagen mit Wärmeerzeugern aus fossilen Brennstoffen wie Öl oder Kamine, Kachelöfen usw. [6].

Fällt das zu sanierende Gebäude hinsichtlich des energetischen Sanierungszustandes unter die schlechtesten 25 % der Gebäude in Deutschland und ist somit ein Worst-Performing-Building (WPB), kann zusätzlich ein Extra-(Tilgungs-)Zuschuss von 10 % beantragt werden, wenn das Gebäude nach der Sanierung mindestens einen Effizienzhausstandard 70 erreicht. Kombiniert werden kann der Bonus noch mit der Nachhaltigkeits-Klasse (NH-Klasse) und der seriellen Sanierung. Letzteres bezieht sich auf eine Sanierung, durchgeführt mit modular vorgefertigten Elementen, und beträgt 15 % der Kosten, die in die Sanierung investiert wurden und wird als Tilgungszuschuss oder direkt ausgezahlter Zuschuss gutgeschrieben. Das sanierte Gebäude muss anschließend den Effizienzhausstandard 55 oder 40 vorweisen. Zu beachten ist, dass der Bonus des WPB in Kombination mit dem Bonus der seriellen Sanierung zusammen auf einen Höchstwert von insgesamt 20 % begrenzt ist.

Ein weiteres Förderprogramm ist die „Bundesförderung für energieeffiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen“ (BEG EM). Dabei werden, wie der Name schon andeutet, Einzelmaßnahmen bezuschusst. Dabei gilt, dass der U-Wert der einzelnen sanierten Bauteile nicht nur den Mindestanforderungen des GEG entsprechen muss, sondern eigene, höhere Anforderungen der BEG zu erfüllen sind. Bei der Sanierung an der Gebäudehülle werden 15 % der Einzelmaßnahmen bezuschusst. Bei Vorlegen eines gültigen iSFPs wird der Zuschuss um 5 % auf maximal 20 % erhöht. Die Fachplanung und Baubegleitung werden mit 50 % unterstützt. Es gibt zudem noch Zuschüsse für Maßnahmen an der Anlagentechnik, Heizungstechnik und Heizungsoptimierung.

Das konstruktive Sanierungspotenzial zur Senkung des Heizwärmebedarfs von aktuell 831 MWh/a ist abhängig vom Ist-Zustand der Gebäude. Jedem Bauteil wird dabei ein U-Wert zugeordnet.

Aus der Bausubstanz des zu beplanenden Quartiers, ergibt sich ein Sanierungspotenzial von 60 % für das gesamte Quartier. Das entspricht einem Heizwärmebedarf im sanierten Zustand von 337 MWh/a. Die Einsparungen belaufen sich bei der Endenergie auf 494 MWh/a und bei der Primärenergie auf 543 MWh/a. Die CO₂-Einsparungen belaufen sich somit auf 110 tCO₂/a. Da das Quartier durch den Ausbau des ungenutzten Dachraums auf 108

Wohneinheiten nachverdichtet werden soll, resultiert ein größerer Wärmebedarf nach Durchführung der Sanierung. Demnach hat eine Wohneinheit einen spezifische Wärmebedarf von 49 kWh/a*m². Für 30 neue Wohneinheiten, mit einer durchschnittlichen beheizten Brutto-Grundfläche von 63 m² ergibt sich ein zusätzlicher Wärmebedarf von 93 MWh/a.

	Bestand	Saniert	Einsparung
Primärenergiebedarf	914 MWh/a	371 MWh/a	543 MWh/a
Endenergiebedarf	831 MWh/a	337 MWh/a	494 MWh/a
CO2-Emissionen	185 tCO2/a	75 tCO2/a	110 tCO2/a

Tabelle 9: Übersicht der Bedarfe und Einsparungspotenziale im Bestands- und sanierten Zustand

Bauteil	Maximaler U-Wert in W/(m ² K) nach GEG	Maximaler U-Wert in W/(m ² K) nach BEG
Außenwand, Geschossdecke gegen Außenluft	$U \leq 0,28$	$U \leq 0,20$
Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	$U \leq 0,35$	$U \leq 0,25$
Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	$U \leq 0,20$	$U \leq 0,14$
Fenster, Fenstertüren	$U_w \leq 1,3$	$U_w \leq 0,95$
Dachflächenfenster	$U_w \leq 1,4$	$U_w \leq 1,0$
Außentüren, Türen gegen unbeheizte Räume	$U \leq 1,8$	$U \leq 1,3$
Wärmebrückenzuschlag	$\Delta U_{WB} \leq 0,05$	$\Delta U_{WB} \leq 0,05$

Tabelle 10: U-Werte gemäß GEG und BEG, [41], [42]

Im nächsten Abschnitt werden zunächst die Mindestanforderungen aufgeführt, die erfüllt werden müssen, um den gewünschten KfW-Standard zu erreichen. Es werden verschiedene Sanierungsoptionen aufgelistet, wobei die KfW-70-Variante als eine mögliche Option zur Auswahl steht. Zur besseren Vergleichbarkeit wird auch die KfW-55-Variante aufgeführt. Die Zielsetzung ist es, den signifikanten Unterschied der U-Werte zwischen Bestands- und Sanierungszustand hervorzuheben, wobei der Bestand eine große Menge an Wärmeenergie durch die Gebäudehülle nach außen abgibt. Bevor die KfW 55 und 70 Standards genauer erläutert werden, werden in Tabelle 10 die Anforderungen für Einzelmaßnahmen von KfW-Effizienzhäusern untersucht, die bestimmte Anforderungen zum Förderzuschuss für die Umsetzung einer Bestandsanierung vorgibt. Die genauen Wärmedurchgangskoeffizienten des sanierten Zustands können durch Simulationsprogramme wie ZUB Helena bestimmt werden. Das KfW-Effizienzhaus 55 ist ein Gebäudestandard, der spezifische Anforderungen des

Gebäudeenergiegesetzes (GEG) erfüllen muss. Dies bedeutet, dass ein solches Haus im Jahr 45 % weniger Primärenergie verbraucht als vom GEG vorgeschrieben. Der Begriff "Primärenergie" bezieht sich auf den Verbrauch fossiler Brennstoffe. Zudem darf der Wert des Transmissionsverlustes, also der Wärmeverlust durch die Gebäudehülle, nicht höher als 70 % im Vergleich zu einem Referenzgebäude sein [42]. Das KfW-Effizienzhaus 70 erfüllt ebenfalls bestimmte Anforderungen des GEG und benötigt im Jahr 30 % weniger Primärenergie als vom GEG vorgeschrieben. Der Transmissionsverlust darf bei einem Referenzgebäude nicht höher als 85 % sein [42]. Im Folgenden werden verschiedene Möglichkeiten aufgeführt, um den geforderten Gebäudestandard zu erreichen. Es handelt sich hierbei lediglich um Vorschläge für bauliche Maßnahmen, die je nach Beschaffenheit des Gebäudes variieren können und den Mindestanforderungen und dem Infoblatt zu den förderfähigen Maßnahmen und Leistungen der Bundesförderung für effiziente Gebäude [6]. Ein Quartierskonzept, das auf eine ganzheitliche Betrachtung und Berücksichtigung der Bedürfnisse und Interessen der Bewohner, Wirtschaft und des öffentlichen Lebens vor Ort setzt, ist ein zukunftsorientierter Ansatz für die städtebauliche und soziale Entwicklung von Stadtteilen und Quartieren. Die Entwicklung eines solchen Konzepts erfordert eine enge Zusammenarbeit und Kooperation verschiedener Projektbeteiligten im Quartier sowie eine frühzeitige Integration der Bewohner, um eine nachhaltige und lebenswerte Quartiersentwicklung zu erreichen, die langfristig allen Akteurinnen zugutekommt. Deswegen wird angesichts der aktuellen Wohnraumdefizite auch der Ausbau von Dachgeschossen in Betracht gezogen, um mehr Wohnraum zu schaffen. Bei der Auslegung der Anlagentechnik muss beachtet werden, dass einige Technologien nicht verwendet werden dürfen, da sonst keine Förderung möglich ist und der jeweilige KfW-Standard nicht erreicht werden kann. Beispiele für nicht erlaubte Anlagentechnik sind Heizungsanlagen mit Wärmeerzeugern aus fossilen Brennstoffen wie Öl oder Kamine, Kachelöfen usw. [6]. Die Nutzung von alternativen Energiequellen und die Optimierung des Energiebedarfs birgt ein großes Einsparpotenzial und wird zur Verbesserung der CO₂-Bilanz beitragen. Ein möglicher Ausblick für die Anlagentechnik ist die Nutzung von Nah- oder Fernwärmenetzen. Diese Netze werden in Städten und Gemeinden eingesetzt, um Gebäude und andere Anlagen zentral mit Wärme zu versorgen. Dadurch können mehrere Gebäude gleichzeitig versorgt werden. Die Häuser werden von der Heizzentrale zu einer Hausübergabestation mit Leitungen, die mit heißem Wasser befüllt sind, angefahren [43]. Durch Wärmenetze mit erneuerbaren Energiequellen kann ein sicherer und zukunftsorientierter Transport von Wärme erfolgen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Wärmenetze eine effiziente und umweltfreundliche Alternative zu Einzelheizungen.

4.4. Versorgungskonzepte und Energetische Versorgung der Wohnungen

Die nachfolgenden Versorgungsvarianten wurden auf Grundlage einer späteren Förderfähigkeit durch die „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“, kurz (BEW) gewählt. Dabei stellen Variante 1 und 3 eine Option dar, die im wesentlichen mit dem Bauherrn abgestimmt sind und verglichen werden können. Variante 2 dient lediglich als Referenzszenario, für den Fall der Weiterversorgung



Abbildung 60: Energiezentrale und Wärmeverteilnetz Quartier

durch Gas.

Die Versorgung aller drei Varianten erfolgt über eine zentralen Energiezentrale (EZ), wird anschließend über ein Wärmeverteilnetz in die jeweiligen Unterzentralen (UZ) geleitet, wo die Wärme Schlussendlich an die Abnehmer übergeben wird. Der Aufwand die Wärmebereitstellung über ein Verteilnetz ist ein wesentlicher Bestandteil der Gesamtinvestitionskosten und wird für alle drei Varianten gleich angenommen, siehe Kapitel 4.4.4.

Bauliche Maßnahmen

Die Installation der Luft-Wärmepumpen erfolgt in der geplanten Energiezentrale. Dadurch verringern wir die Schallimmissionen im Quartier auf ein Minimum, welches Akzeptanz unter den Bewohnern finden wird.

Außerdem müssen für das Heizsystem zwei bestehende Schornsteine für die Abgasableitung des Gasspitzenlastkessel und des BHKWs saniert werden. Für Feuerstätten mit einer Leistung von insgesamt mehr als 100 kW, in unserem Fall 290 kW, beziehungsweise für Feuerstätten mit festen Brennstoffen von insgesamt nicht mehr als 50 kW sind besondere Anforderungen bezüglich des

Aufstellraums zu erfüllen. Hier darf keine anderweitige Nutzung vorliegen. Des Weiteren dürfen keine Öffnungen zu anderen Räumen bestehen. Ausgenommen sind hier dicht- und selbstschließende Türen. Um eine ausreichende Luftversorgung zu garantieren, muss für eine Öffnung in der Größe von $150 \text{ cm}_\perp + 2 \text{ cm}_\text{/kW}$ gesorgt werden.

Versorgung (Anschluss Wohnungen)

Die Installation der Steigleitungen kann bei diesem System in den stillgelegten Schornsteinen erfolgen. Die horizontale Verteilung der Wärmeenergie zu den einzelnen Räumen in den jeweiligen Wohnungen kann mit Hilfe der Sockelinstallation ausgeführt werden.

Betrieb und Versorgung der Anlage

Der Stromverbrauch einer Wärmepumpe hängt von der Abstimmung zwischen Heizungsanlage und Wärmepumpe sowie von der Gebäudedämmung und dem vorhandenen Heizungssystem ab. Je höher die Leistungs- und Jahresarbeitszahl, desto effizienter wird der Strom zur Gewinnung der Wärmeenergie eingesetzt. Bei einem Stromausfall wäre die Ausfallsicherheit für dieses System nicht gegeben.

Es besteht kaum ein Ausfallrisiko bei einem Gas-Brennwertkessel. Entscheidend für den Verbrennungsprozess ist eine sichere Luftzufuhr. Das ermöglicht einen störungsfreien Betrieb der Anlage.

Ein Ausfallrisiko bei einem Pelletkessel besteht darin, dass die Pellets durch unsachgemäße Lagerung einen zu hohen Feuchtigkeitsgrad besitzen beziehungsweise Schimmel entstehen kann. Dieses Risiko wird durch geregelte Kellerlüftung und der thermischen Feuchtigkeitssperre minimiert. Die Ausfallsicherheit bezüglich Brennstoffmangel (hier Pellets) kann bei diesem System durch den Gasspitzenlastkessel gewährleistet werden. Bei einem Stromausfall wäre die Ausfallsicherheit nicht gegeben.

Wartung der Anlage

Wärmepumpen sind im Gegensatz zu verbrennungsbasierten Heizsystemen wartungsarm (jährlich 2,5 % der Erstinvestitionskosten). Bei einer Luft-Wasser-Wärmepumpe sorgt die angesaugte Umgebungsluft für eine erhebliche Verschmutzung der Filter, diese müssen geprüft und bei Bedarf gereinigt werden. Ein weiterer Bestandteil der Wartung ist die Prüfung der elektrischen Installation, d.h. die Erdung sowie alle Stecker und Kontakte müssen auf ihre Richtigkeit untersucht werden. Außerdem muss der Kondensatablauf im Rahmen der Wartung überprüft und von Verunreinigungen befreit werden.

Der Wartungsaufwand des Gas-Spitzenlastkessels beläuft sich auf 3 % der jährlichen Erstinvestitionskosten. Der verbaute Gasspitzenlastkessel muss einmal

im Jahr durch Wartung überprüft werden. Dazu kommt noch die Reinigung des Kamins durch einen Schornsteinfeger.

Der Wartungsaufwand des Pelletkessels beläuft sich auf 8 % der jährlichen Erstinvestitionskosten. Eine Pelletheizung ist mit einem erhöhten Wartungsaufwand verbunden. Hier sind die einmal jährliche Wartung durch einen Fachmann und die zweimal im Jahr stattfindende Reinigung und die einmal jährliche Messung durch den Schornsteinfeger zu erwähnen. Die Reinigung der Brennkammer und des Aschebehälters kann in Eigenregie erfolgen. Dieser Aufwand kann durch die Verwendung von hochwertigen Pellets minimiert werden. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Reinigung des Brennstofflagers, die mindestens alle 2 Jahre durchgeführt werden sollte, um Verunreinigungen und Schimmelbildung zu vermeiden. Der verbaute Gasspitzenlastkessel muss einmal im Jahr durch Wartung überprüft werden. Dazu kommt noch die Reinigung des Kamins durch einen Schornsteinfeger.

Entsorgung

Bei der Wärmepumpe werden keine Abfallstoffe produziert. Das Anfallende Kondensat kann je nach Leistung im Erdboden versickern oder in den Kanal ohne weitere Vorbehandlung eingeleitet werden.

Die Entsorgung des Kondensats des Gas-Spitzenlastkessels wird ebenfalls über das Gebäudeabwasser erfolgen. Die Kondensationströpfchen transportieren einen Teil der umweltbelastenden Verbrennungsabfälle ab. Deswegen schreibt das Umweltamt den Einbau einer Neutralisationsanlage ab einer bestimmten Leistung vor.

Bei kleineren Pelletanlagen fällt meistens nur Rostasche an, welche dem Hausmüll hinzugefügt werden kann. Eine Möglichkeit wäre, die entstehende Rostasche als Dünger zu verwenden, hier sind aber die Grenzwerte für Schwermetall zu beachten (Grenzwerte Düngemittel VO). Die Entsorgung der Abgase erfolgt über die bestehenden Kamine.

4.4.1. Variante 1 – Wärmepumpe + BHKW + Gaskessel

Die Installation einer Luftwärmepumpe (LWP) in ein Hochtemperaturnetz erscheint auf den ersten Blick nicht besonders zielführend. In diesem Fall wird allerdings eine LWP mit mehrstufigem Verdampfer verwendet. Dadurch ist es möglich, Wassertemperaturen bis zu 55°C bei gleichbleibender Effizienz (COP) zu erzeugen. Auch die Kombination mit einem Gasspitzenlastkessel hilft den COP der Wärmepumpe zu erhöhen, da die besonders kalten Temperaturen der Außenluft über den Gaskessel abgefahren werden. Weiterhin können dadurch teure Leistungsreserven für die LWP vermieden werden. Das System für das Quartier auf eine Heizlast von ca. 290 kW ausgelegt, dabei werden 100 kW von der LWP, 38 kW über ein BHKW und 200 kW über den Gasspitzenlastkessel bereitgestellt. Im Jahresmittel ergibt sich daraus ein Deckungsanteil der bereitgestellten Wärme durch die LWP von mehr als 82%.

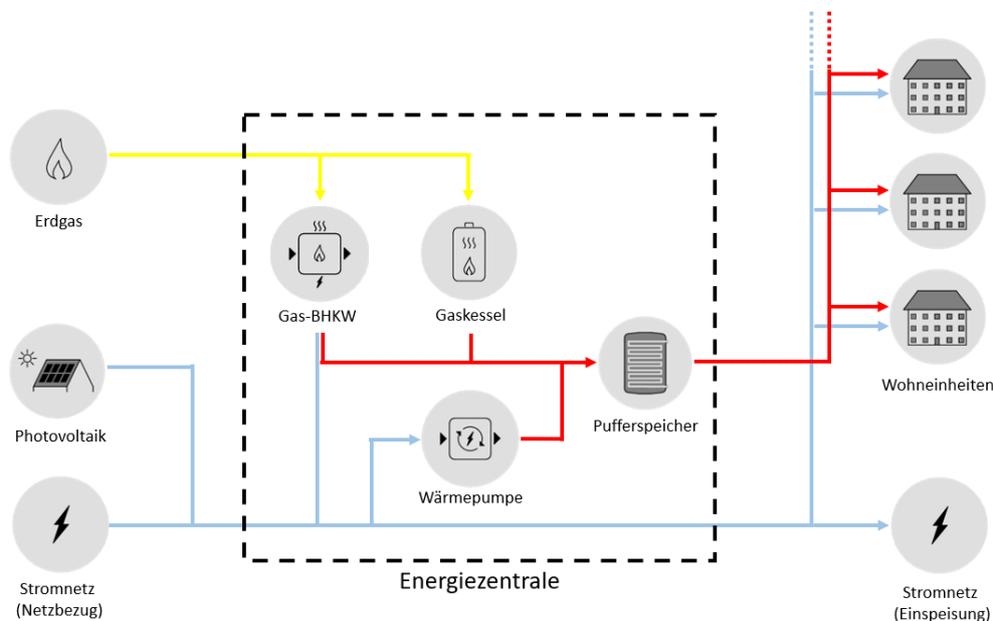


Abbildung 61: Funktionsschema (Wärme & Strom), Variante 1

Die Kombination einer Wärmepumpe mit einer PV- Anlage ist eine sinnvolle Variante, besonders wenn so wie in unserem Fall der PV- Strom von mehreren Dachanlagen in einem Kundennetz auf die Verbraucher, wie z.B. die LWP, verteilt wird. Allein die unterschiedlichen Ausrichtungen der PV- Anlagen und die damit verbundene zeitlich versetzte Stromerzeugung führt zu einer höheren Eigenverbrauchsquote. Durch eine für dieses Heizsystem programmierte Steuerung wird die Kommunikation zwischen Stromerzeugung und Stromaufnahme der Wärmepumpe verbessert. Dadurch steigt der günstige PV- Stromanteil im Heizsystem und die Betriebskosten sinken.

Energieeinspar- und Klimaschutzpotential

In nachfolgender Tabelle 11 wird das theoretische Energie- und Emissionseinsparpotential der Variante 1 dargestellt. Grundlage für die Berechnungen sind die in Kapitel 1.4 ermittelten Energiebedarfe des Bestands und die aus der konzeptionierten Energieversorgung resultierenden Energiebedarfe nach Sanierung. Dabei werden die der Wärmeversorgung entsprechenden CO₂- und Primärenergiefaktoren gemäß BAFA und GEG herangezogen [20] [13]. Es gilt zu erwähnen, dass die berechneten Werte auf Annahmen und Erfahrungswerten basieren, sie sind dementsprechend lediglich als grobe Richtwerte zu verstehen.

	Variante 2 (Referenz)	Variante 1	Einsparung
Primärenergiebedarf	1040 MWh/a	588 MWh/a	452 MWh/a
Endenergiebedarf	810 MWh/a	376 MWh/a	434 MWh/a
CO ₂ -Emissionen	224 tCO ₂ /a	119 tCO ₂ /a	105 tCO ₂ /a

hen.

4.4.2. Variante 2 – Gaskessel

Variante 2 dient *Tabelle 11: Energieeinsparpotential Energieversorgungsvariante 1* als Referenz zu Variante 1 und 3. Sie versorgt, wie auch die beiden anderen den sanierten Zustand der Gebäude. Anhand der CO₂-Einsparungen soll aber ersichtlich werden, wie das konventionelle System gegenüber dem Einsatz von

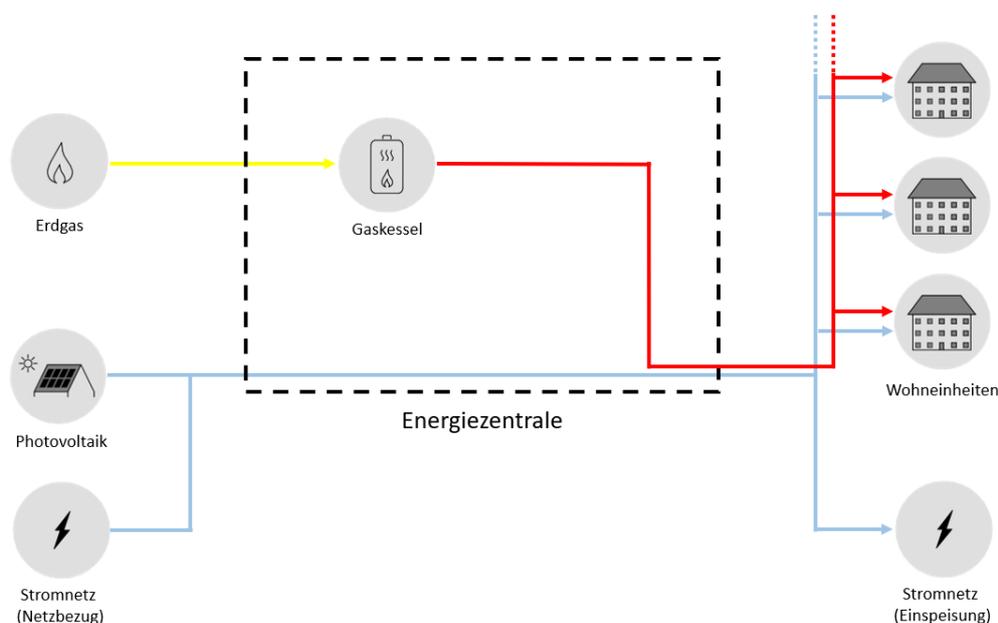


Abbildung 62: Funktionsschema (Wärme & Strom), Variante 2

regenerativen Wärmeerzeugern abschneidet. Hierbei deckt der Gas-Brennwertkessel die Spitzenlasten von 290 kW gänzlich ab.

Die installierte PV-Anlage in Kombination mit dem Kundenstromnetz senkt den Primärenergiebedarf der Gesamtanlage erheblich und leistet einen wertvollen Beitrag zur Dämpfung der Kostensteigerung.

Energieeinspar- und Klimaschutzpotential

Die theoretische Energie- und Emissionseinsparpotential der Variante 2 müssen nicht dargestellt werden, da die Variante 2 ohnehin als Referenzvariante gewählt wurde.

4.4.3. Variante 3 – Pelletkessel + Gaskessel

Die energetische Kombination von Pelletkessel und Gas-brennwertkessel stellt eine ökologisch sinnvolle und wirtschaftlich leistungsfähige Möglichkeit dar. So können große Teile der Energie über einen Grundlastkessel mit einem Biomasse-Wärmeerzeuger abgefahren, und nur die Leistungsspitzen über einen Gas-Brennwertkessel abgedeckt werden. Dadurch werden teure Leistungsreserven für den Pelletkessel vermieden. Dabei werden 110 kW über ein Pelletkessel und 104 kW über den Gas-Spitzenlastkessel bereitgestellt. Im Jahresmittel ergibt sich daraus ein Deckungsanteil der bereitgestellten Wärme durch den Pelletkessel von mehr als 95%.

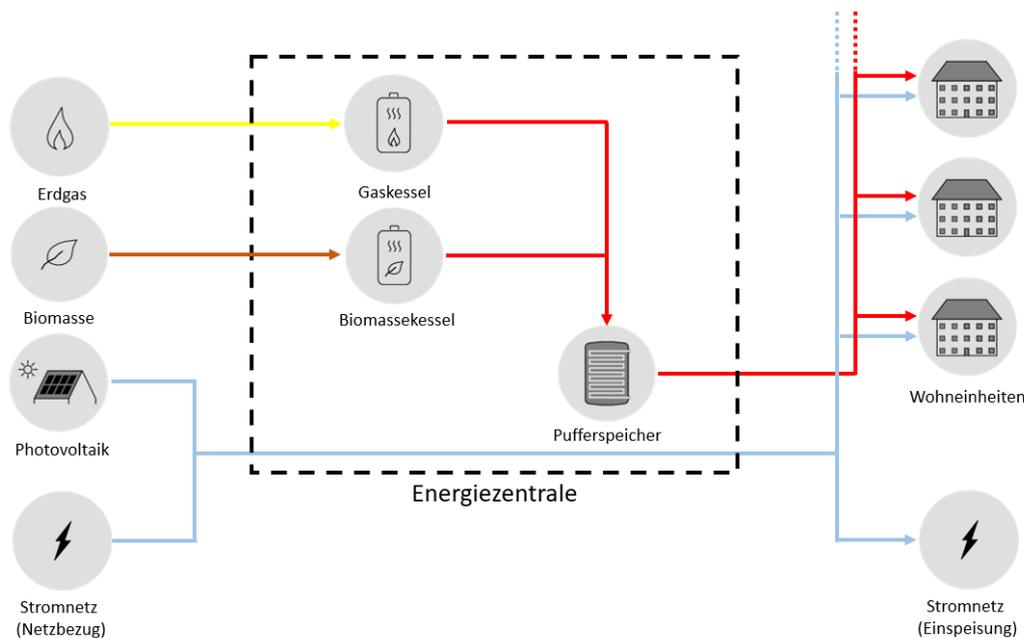


Abbildung 63: Funktionsschema (Wärme & Strom), Variante 3

Die installierte PV-Anlage in Kombination mit dem Kundenstromnetz senkt den Primärenergiebedarf der Gesamtanlage erheblich und leistet einen wertvollen Beitrag zur Dämpfung der Kostensteigerung.

Energieeinspar- und Klimaschutzpotential

In nachfolgender Tabelle 12 wird das theoretische Energie- und Emissionseinsparpotential der Variante 3 dargestellt. Grundlage für die Berechnungen sind die in Kapitel 1.4 ermittelten Energiebedarfe des Bestands und die aus der konzeptionierten Energieversorgung resultierenden Energiebedarfe nach Sanierung. Dabei werden die der Wärmeversorgung entsprechenden CO₂- und Primärenergiefaktoren gemäß BAFA und GEG herangezogen [20] [13]. Es gilt zu erwähnen, dass die berechneten Werte auf Annahmen und Erfahrungswerten basieren, sie sind dementsprechend lediglich als grobe Richtwerte zu verstehen.

	Variante 2 (Referenz)	Variante 3	Einsparung
Primärenergiebedarf	1040 MWh/a	514 MWh/a	526 MWh/a
Endenergiebedarf	810 MWh/a	810 MWh/a	0 MWh/a
CO ₂ -Emissionen	224 tCO ₂ /a	101 tCO ₂ /a	123 tCO ₂ /a

Tabelle 12: Energieeinsparpotential Energieversorgungsvariante 3

4.4.4. Variantenvergleich und Wirtschaftlichkeitsabschätzung

Allen drei Varianten aus den zuvor beschriebenen Kapiteln haben folgende Grob- Energie- bzw. Investitionskosten (Nettokosten) als Grundlage:

Annahme	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Einheit
Durchschnittlicher Gaspreis	15,4	15,4	15,4	ct/kWh
Durchschnittlicher Strompreis	32,2	32,2	32,2	ct/kWh
Durchschnittlicher Pelletspreis	8	8	8	ct/kWh
KG 300 Baukonstruktion	120.000	50.000	120.000	€
KG 400 Technische Anlagen	589.884	553.490	436.380	€
Planung Wärmenetz	120.000	120.000	120.000	€
Summe:	829.884	723.490	676.380	€

Tabelle 13: Energie- bzw. Investitionskosten des Energiesystems

Hierbei versorgen alle drei Varianten denselben Zustand nach dem Umbau des Quartiers. In den nachfolgenden Tabelle 14 und Tabelle 15 werden die angenommenen Daten abgebildet, welche für das Versorgungskonzept als Grundlage dienen.

Wärme	Jahressumme (MWh)	Jahreshöchstwert (kW)
Wärmebedarf aller Gebäude	483	284
davon Raumwärme	337	253
davon Trinkwarmwasser	146	41
Wärmebezug aller Gebäude	483	284
Wärmeverluste des Verteilnetzes	54	---
Wärmeeinspeisung an Energiezentrale	537	290

Tabelle 14: Energie-/ Leistungsbedarf Quartier Wärme

Strom	Jahressumme (MWh)	Jahreshöchstwert (kW)
Strombedarf aller Gebäude	312	76
davon Nutzerstrom	240	61
davon Elektromobilität	72	26
Strombezug aller Gebäude	312	76
Pumparbeit	5	---
Stromlast an Energiezentrale	318	78

Tabelle 15: Energie-/ Leistungsbedarf Quartier Strom

Anschließend wurde durch Simulation der Energiesysteme der nötige Aufwand ermittelt, um den Verbrauch des Quartiers zu decken. In Abbildung 64 wurden der zeitliche Verlauf des Kapitalwertes je Variante abgebildet.

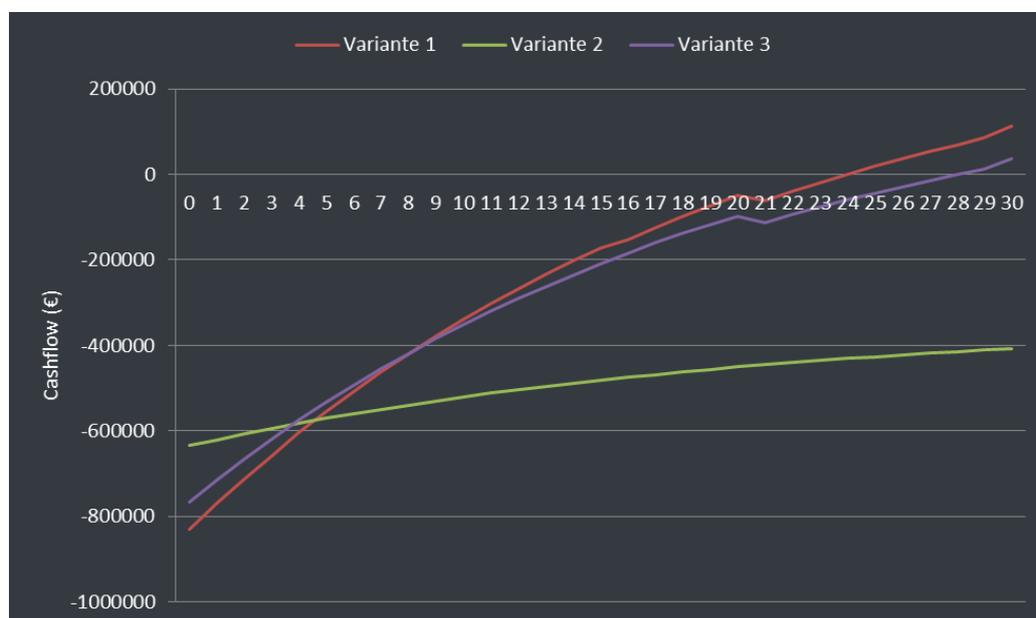


Abbildung 64: Kapitalwert der Varianten (Betrachtungszeitraum 30 Jahre)

Die größten Investitionskosten hat Variante 1. Die höchsten Betriebskosten (Brennstoff Erdgas) hat Variante 2. Am schnellsten amortisiert sich Variante 1. Durch den Einsatz von Umweltwärme (Luft Wärmepumpe), ist hier der geringste Endenergiebedarf und damit die geringsten Betriebskosten des Energiesystems zu vermerken. Daraus ist zu schlussfolgern, dass Variante 1 die wirtschaftlichste Variante darstellt.

4.5. Hemmnisanalyse

Eine Hemmnisanalyse ist ein wichtiger Schritt bei der Planung und Umsetzung eines Projekts, da sie dazu beitragen kann, mögliche Hindernisse frühzeitig zu erkennen und entsprechende Lösungen zu finden. Im Rahmen einer Projektplanung kann es viele unterschiedliche Hindernisse geben, die den Erfolg des Projekts gefährden können.

4.5.1. Denkmalschutz

Das Eisbuckel-Quartier ist kein denkmalgeschütztes Ensemble, was zunächst einmal weniger Auflagen für eine energetische Sanierung bedeutet. Trotzdem soll das Erscheinungsbild von besonders städtebaulich relevanten Strukturen erhalten bleiben. Seit dem 01.07.2023 gelten darüber hinaus Änderungen im Denkmalschutzgesetz, die besagen, dass „bei Einzeldenkmälern auf vom öffentlichen Raum aus einsehbaren Flächen denkmalverträgliche PV-Anlagen, die mit dem Erscheinungsbild des Denkmals im Einzelfall denkmalfachlich vereinbar (z. B. Solarziegel, Solarfolien, in die Dachfläche integrierte Anlagen etc.) und ohne nachteilige Auswirkungen auf die Substanz sind, ebenfalls regelmäßig erlaubnisfähig sein sollen“.

4.5.2. Genehmigungsrechtliche Einschränkungen

Das Konzept muss hinsichtlich der rechtliche Genehmigungsfähigkeit geprüft werden. Folgende Aspekte spielen dabei im Quartier eine wesentliche Rolle:

- **Das Immissionsschutzrecht** ist ein wesentlicher Bestandteil des Umweltrechts. Es dient dem Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen und soll der Entstehung schädlicher Einwirkungen vorbeugen. Da der Leistungsgrenzwert für Gas bei größer 20 Megawatt liegt, erwarten wir in diesem Punkt keine weiteren Auflagen oder Verzögerungen durch ein Verfahren.
- **Dienstbarkeiten** benötigt man für die Verlegung oder Aufstellung von Gas-, Wasser-, Abwasser- und Stromleitungen bzw. Trafohäuser durch den Versorger, auf fremden Grundstücken. Diese Zustimmung wird grundbuchrechtlich durch ein so genanntes Leitungsrecht herbeigeführt, kann aber auch über einen Gestattungsvertrag erteilt werden. Dieses berechtigt Versorgungs- oder Telekommunikationsunternehmen zum Betreten des Grundstücks, um Leitungen zu verlegen, zu unterhalten und zu beseitigen. Diese Rechte bzw. Verträge werden im Zuge späterer Planungsphasen zwischen den betroffenen Parteien abgeschlossen.
- **Ein Schallgutachten**, muss in Hinblick auf mögliche neue Schallquellen im und um das Quartier herum vorabgeschätzt werden. Wegen dem geringen Umweltwärmepotential im Quartier muss auf die Luft-Wärmepumpentechnik zurückgegriffen werden, welche bekanntlich Immissionen hervorruft.

Diese werden durch unterschiedliche Maßnahmen minimiert (Innenaufstellung, Schalldämmung, Nachtabsenkung). Anschließend wird eine schalltechnische Abschätzung durchgeführt, welche Aussage über die Genehmigungsfähigkeit geben soll.

4.5.3. Förderung und Finanzierung

Bevor Maßnahmen umgesetzt werden, müssen diese wirtschaftlich untersucht werden. Auf der Grundlage von Daten aus ersten Angeboten und Anfragen bei Herstellern und in Abstimmung mit den interdisziplinären Schnittstellen soll eine vertiefte Kostenermittlung in Form einer Kostenschätzung sowie eine Bestimmung der Lebenszykluskosten erfolgen, um Risiken bei der Finanzierung unter der Berücksichtigung der förderfähigen Aufwendungen anfallende Unkosten zu minimieren.

4.6. Aussagen zur Erfolgskontrolle und zum Monitoring

Um aus den Erfahrungen vorheriger Bau- oder Sanierungsmaßnahmen nachhaltig zu lernen und Know-how zu generieren, kann die Erfolgskontrolle als geeignetes Instrument dienen. Dabei können geplante und tatsächliche Kennzahlen wie Energieverbrauchswerte verglichen werden (Soll-Ist-Abgleich), und bauliche Maßnahmen können evaluiert und reflektiert werden. Es wird empfohlen, auf Basis von digitalen Messeinheiten wie Stromzählern, die in allen Wohnungen im Rahmen eines Kundenstrommodells installiert sind, regelmäßige Auswertungen zu den in den Immobilien benötigten Energien durchzuführen. Ebenso ist der Einsatz von digitalen Wärmemengenzählern in allen Wohneinheiten zu empfehlen, um valide Erkenntnisse für die weitere energetische Entwicklung der Siedlung zu sammeln. Durch die Auswertung der Verbrauchsdaten kann ein Soll-Ist-Vergleich für das erste Heizenergiecluster durchgeführt werden, und die gewonnenen Erkenntnisse können idealerweise in die Planung weiterer Heizenergiecluster einfließen.

Durch ein Online-Monitoring in den Energiezentralen können Energieverbräuche transparent und in Echtzeit verfolgt werden. Dies ermöglicht Betreibern und Bewohnern, Energieeinsparpotenziale zu identifizieren und den Anlagenbetrieb auf Basis von aktuellen Systemzuständen und differenzierten Energieströmen, wie z.B. Netzstrom, PV-Strom, BHKW-Strom und Einspeiseprofile, zu optimieren. Insbesondere im Hinblick auf die Optimierung des Eigenstromanteils und den Ausbau von Stromnetzen mit Speichereinheiten kann diese Auswertung hilfreich sein. Um eine Vergleichsbasis zu schaffen, sollten alle gemessenen Verbräuche auf die Energieflächeneinheit, die als Berechnungsgrundlage dient, und auf die Anzahl der Bewohner umgerechnet werden.

Es wird auch empfohlen, ein Sanierungsmanagement hinzuzuziehen, das von der KfW finanziell unterstützt wird und den Bauablauf der Haupthandlungslinien definiert und begleitet. Dadurch können die einzelnen Schritte der Quartierssanierung koordiniert und überprüft werden. Für die angestrebten Effizienzhäuser ist eine fachliche Beratung und Begleitung in Bezug auf Dämmmaßnahmen und Wärmebrücken unerlässlich. Darüber hinaus erfordert die Entwicklung des Energiesystems eine ganzheitliche Herangehensweise, bei der nicht nur Energieerzeugung und -verteilung sowie Energieflüsse optimiert werden, sondern auch soziale Fragen im Zusammenhang mit der energetischen Quartiersentwicklung berücksichtigt werden. Dies ist ein wesentlicher Baustein, um die Akzeptanz aller Beteiligten sicherzustellen. Schließlich ist für die Ausarbeitung der städtebaulichen Neuordnung in Form von Neubauten eine umfassende Herangehensweise erforderlich, da diese sowohl bei der Errichtung als auch im Betrieb einen entscheidenden Einfluss auf die weitere energetische und gesellschaftliche Entwicklung des Eisbuckel Quartiers haben.

5. Zusammenfassende Erläuterung

5.1. Gesamtenergiebilanz

In nachfolgender Tabelle 16 werden Berechnungsergebnisse der bevorzugten Variante 1 im Umfang dieser Untersuchungen zusammengefasst. Es gilt zu erwähnen, dass diese Ergebnisse auf vorläufigen Annahmen nach derzeitigem Informationsstand und Erfahrungswerten basiert. Sie sind dementsprechend lediglich als grobe Richtwerte zu verstehen. Bei Änderung der Rahmenbedingungen müssen diese Kennwerte neu bewertet werden.

Verbrauch		Variante 1 – WP, BHKW, Gaskessel
Wärme	Heizen	376 MWh/a
	Warmwasser	161 MWh/a
	Summe	537 MWh/a
Strom	Wärmepumpe	94 MWh/a
	Haushalt	245 MWh/a
	Elektromobilität	72 MWh/a
	Summe	411 MWh/a
	Erzeugung	Variante 1 – WP, BHKW, Gaskessel
	Photovoltaik	163 MWh/a
	BHKW	33 MWh/a
	Summe	196 MWh/a

Tabelle 16: Gesamtenergiebilanz Variante 1

5.2. Energieeinsparpotential

Nachfolgend werden die Einsparpotentiale der relevanten Verbrauchssektoren aufgeführt, die im Umfang dieses Berichts untersucht wurden.

Einsparungssektor	Primärenergie	Endenergie	Emissionen
Mobilitätsbereich	107 MWh/a	102 MWh/a	26 tCO ₂ /a
Energetische Gebäudesanierung	543 MWh/a	494 MWh/a	110 tCO ₂ /a
Quartiersversorgung: Strom und Wärme	452 MWh/a	434 MWh/a	105 tCO ₂ /a

Tabelle 17: Energieeinsparpotential aller Maßnahmen

Durch die energetische Gebäudesanierung lässt sich demnach am meisten CO₂ einsparen. Nah gefolgt von der Quartiersversorgung und durch das Mobilitätskonzept (E-Carsharing) circa 11 % des gesamten Einsparpotentials.

5.3. Zeitplan

In nachfolgender Abbildung 65 wird der zeitliche Ablauf der Umbaumaßnahmen im Quartier beschrieben. (siehe Anhang Zeitplan)

PROJEKT ZEIT	2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029							
	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal				
QW 422 - Quartierskonzept	Erfassung																															
Sanierung Wohngebäude	25 Wohneinheiten werden pro Jahr fertiggestellt und für den Anschluss an das Wärmenetz vorbereitet																															
Ausarbeitung Wärmenetz (BEM M2)					Antrag/Erstellung																											
Energiekonzept					Planung				Genehmigung				Ausarbeitung				Umsetzung															
Energiekonzept TSA					Planung				Ausarbeitung				Umsetzung				Umsetzung Gaskessel/BMW															
Energiekonzept Erhellung/Erwärmung EE					Planung				Ausarbeitung				Umsetzung																			
Umweltenergie					Planung				Ausarbeitung				Umsetzung																			
Wärmenetzleitungs					Planung				Ausarbeitung				Umsetzung																			
Übergabe Gebäude					Planung				Ausarbeitung				Umsetzung																			

Abbildung 65: Umsetzungsfahrplan Sanierung Wohngebäude und Wärmenetz

Nachdem das Quartierskonzept abgeschlossen ist, folgt eine Machbarkeitsstudie bzgl. der Energieversorgung. Als Grundlage wird die hier favorisierte Variante 1 dienen. 2024 soll bereits mit den ersten Sanierungsschritten begonnen werden. Angestrebtes Ziel des Bauherrn sind 25 Wohneinheiten, die pro Jahr bezugsfertig gemacht werden sollen. Sobald die Energieversorgung des Gebäudes umgesetzt wurde, können die bereits fertig sanierten Gebäudeteile an das Versorgungssystem angeschlossen werden. Spätestens 2030 wird das Quartier Eisbuckel der Baugenossenschaft Margaretenau zu einem Großteil mit erneuerbaren Energien versorgt werden können.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gesamtenergiebilanz Bestand.....	23
Tabelle 2: Substituierungsschlüssel der Stellplatzsatzung der Stadt Regensburg	25
Tabelle 3: Energieeinsparpotential für nachzuweisende Parkplätze, Mobilität.....	27
Tabelle 4: Energieeinsparpotential aus Photovoltaik.....	34
Tabelle 5: Energiemengen der Solarthermiemodule hinsichtlich der Ausrichtung (Heizen)	36
Tabelle 6: Monatlich thermisch erzeugte Energiemenge der PVT-Module bezüglich der Ausrichtung. Eigene Darstellung nach [26]	38
Tabelle 7: Gesamtübersicht Potentiale	53
Tabelle 8: U-Werte zum Baujahr 1930	63
Tabelle 9: Übersicht de Bedarfe und Einsparungspotenziale im Bestands- und sanierten Zustand.....	71
Tabelle 10: U-Werte gemäß GEG und BEG, [41], [42]	71
Tabelle 11: Energieeinsparpotential Energieversorgungsvariante 1	77
Tabelle 12: Energieeinsparpotential Energieversorgungsvariante 3	79
Tabelle 13: Energie- bzw. Investitionskosten des Energiesystems	79
Tabelle 14: Energie-/ Leistungsbedarf Quartier Wärme.....	80
Tabelle 15: Energie-/ Leistungsbedarf Quartier Strom.....	80
Tabelle 16: Gesamtenergiebilanz Variante 1	84
Tabelle 17: Energieeinsparpotential aller Maßnahmen	84

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schwarzplan der Stadt Regensburg. rot markiert: Das Quartier Eisbuckel	8
Abbildung 2: Quartiersübersicht [51]	9
Abbildung 3: Der Vitusbach [49]	10
Abbildung 4: Das Bergen von Eissparren [50]	10
Abbildung 5: Das Quartier Eisbuckel (weiß eingerahmt) in südlicher Ansicht [51]	11
Abbildung 6: Die Gaststätte "Eisbuckel" mit Biergarten, Vorderansicht der Schuegrafstraße (Eigene Abbildung)	12
Abbildung 7: Gaststätte "Eisbuckel" Straßenansicht der Fikentscherstraße (Eigene Abbildung)	12
Abbildung 8: Eckturm, Ansicht vom Innenhof des Quartiers (Eigene Abbildung)	12
Abbildung 9: Übersicht Rahmenbedingungen [5]	13
Abbildung 10: Förderzusagen in Deutschland 2018 [5]	14
Abbildung 11: Die 17 Ziele der Agenda 2030 (Bundesregierung, 2023)	15
Abbildung 12: Bevölkerungsvorausberechnung für Stadt und Landkreis Regensburg [11]	18
Abbildung 13: Entwicklungsachsen Regensburg. Roter Kreis: Das Quartier Eisbuckel (Stadt Regensburg, Planungs- und Baureferat Amt für Stadtentwicklung, August 2022)	19
Abbildung 14: Baujahre der Quartiersgebäude. Eigene Abbildung nach [34]	21
Abbildung 15: ÖPNV-Anbindungen in der Nähe des Quartiers Eisbuckel (blaue Icons) [51]	24
Abbildung 16: Mögliche Anordnung der zu erstellenden Parkflächen mit Anzahl der Parkflächen (grüne Felder) (Eigene Darstellung)	28
Abbildung 17: Möglichkeit der Ladestationen für E- Bikes.....	28
Abbildung 18: Anordnung der zu erstellenden E-Bike- und E- Lastenradstellplätze (grüne Felder) (Eigene Darstellung) ()nach [55]	29
Abbildung 19: Fahrradgarage [45]	29
Abbildung 20: Aufhängung der Fahrräder [45]	29
Abbildung 21: Bike Tower [21]	30
Abbildung 22: Sanierung der Bäume und Rasenflächen.....	30
Abbildung 23: Potenzial Photovoltaik [12]	33
Abbildung 24: Potenzial Solarthermie [12]	35

Abbildung 25: Aufbau eines PVT-Moduls (Triple Solar BV, 2023)	37
Abbildung 26: Fläche der Grünflächen im Innenhof	41
Abbildung 27: Bodenwärmeleitfähigkeit im Quartier Eisbuckel und der Prinz-Leopold-Kaserne	42
Abbildung 28: Auszug Flächennutzungsplan Regensburg	44
Abbildung 29: Wärmenutzung aus Abwasser [32]	46
Abbildung 30: Lage der potenziellen Wärmenetze (WN) und der Abwärmequelle [52]	49
Abbildung 31: Darstellung des nächstgelegenen Nahwärmenetzes im Quartier Dörnberg [36]	50
Abbildung 32: Altersstruktur in Regensburg 2020 (Dunkelrot markiert) [38]	55
Abbildung 34: Veränderung der Raumaufteilung	56
Abbildung 33: Begrüßen einer Grundrissänderung	56
Abbildung 35: Schimmelbefall und Feuchteproblematik in den Kellern	56
Abbildung 36: Schimmel-/Feuchteproblematik im Keller	56
Abbildung 39: Einbau neuer Kunststofffenster	56
Abbildung 40: Schimmel-/Feuchteproblematik in der Wohnung	56
Abbildung 42: Außenwand zu kalt	57
Abbildung 43: Lüftungsverhalten	57
Abbildung 37: Fußboden zu kalt	57
Abbildung 38: Dachstuhl zu kalt	57
Abbildung 41: Wahrgenommene Lautstärke des Trittschalls	58
Abbildung 44: Verwendete Energieträger	58
Abbildung 45: Zustimmung einer PV-/Solaranlage	60
Abbildung 46: Interesse an Mieterstrom	60
Abbildung 47: Zustimmung Wärmepumpe	60
Abbildung 48: Zustimmung einer Zentralheizung	60
Abbildung 49: Gemeinschaftlicher Freisitz alternativ zum Balkon	61
Abbildung 50: Wichtigkeit eines Balkons	61
Abbildung 51: Potenzielle Nutzung der Grünfläche	61
Abbildung 52: Bedenken wegen energetischer Sanierung	62
Abbildung 53: Installation einer E-Bike Ladestation im Innenhof	62
Abbildung 54: E-Bike/Car-Sharing	62
Abbildung 55: Außenwand Bestand +Maßnahme: 140 mm Mineralfaser Dämmung	65

Abbildung 56: Decke nach oben zum beheizten DG + Maßnahme: 50 mm Calciumsulfat-Estrich + EPS 032 66	
Abbildung 57: Kellerdecke gegen unbeheizt Bestand + Maßnahme: 40 mm Kellerdeckenplatte 035	66
Abbildung 58: Dach gegen beheizt Bestand+ Maßnahme: 100 mm Zwischensparren-/ 200 mm Aufdachdämmung 035	67
Abbildung 59: Sockelinstallation und schematischer Grundriss Heizung.....	68
Abbildung 60: Energiezentrale und Wärmeverteilnetz Quartier	73
Abbildung 61: Funktionsschema (Wärme & Strom), Variante 1	76
Abbildung 62: Funktionsschema (Wärme & Strom), Variante 2	77
Abbildung 63: Funktionsschema (Wärme & Strom), Variante 3	78
Abbildung 64: Kapitalwert der Varianten (Betrachtungszeitraum 30 Jahre).....	80
Abbildung 65: Umsetzungsfahrplan Sanierung Wohngebäude und Wärmenetz	85

6. Literaturverzeichnis

- [1] BBSR, „Integrierte Ansätze in der räumlichen Planung - das Programm soziale Stadt,“ 2015. [Online]. Available: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/izr/2015/3/Inhalt/dl-eltges-kocks.pdf?__blob=publicationFile&v=1.
- [2] Stadt Regensburg, „Galgenberg,“ 2019. [Online]. Available: <https://www.regensburg.de/regensburg-507/merkwuerdig/stadtteile/galgenberg>.
- [3] Baugenossenschaft Margaretenau, Es ist eine Gnade hier zu leben., 2018.
- [4] Baugenossenschaft Margaretenau eG, "Es ist eine Gnade, hier zu leben" - 100 Jahre Baugenossenschaft Margaretenau 1918-2018, Regensburg: Baugenossenschaft Margaretenau eG, 2018.
- [5] Energetische Stadtsanierung, „Porgramme der KfW,“ 6 Juli 2023. [Online]. Available: <https://www.energetische-stadtsanierung.info/energetische-stadtsanierung/programmekfw/>.
- [6] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, „Bundesförderung für effiziente Gebäude - Infoblatt zu den förderfähigen Maßnahmen und Leistungen,“ 2023. [Online]. Available: [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-\(Inlandsf%C3%B6rderung\)/PDF-Dokumente/6000004863_Infoblatt_BEG_F%C3%B6rderf%C3%A4hige_Ma%C3%9Fnahmen.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000004863_Infoblatt_BEG_F%C3%B6rderf%C3%A4hige_Ma%C3%9Fnahmen.pdf).
- [7] Europäische Kommission, „Europäische Kommission - Energie und Grüner Deal,“ 2023. [Online]. Available: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/energy-and-green-deal_de. [Zugriff am 12 Januar 2023].
- [8] Europäische Kommission, „Europäische Kommission - Energie,“ 2023. [Online]. Available: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_de. [Zugriff am 12 Januar 2023].

- [9] Bundesministerium des Inneren und für Heimat, „Bundesministerium des Inneren und für Heimat,“ 30 November 2020. [Online]. Available: https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/wohnen/neue-leipzig-charta-2020.pdf;jsessionid=FF77CC2B2F8B28CF69A7CABF14321E86.2_cid322?__blob=publicationFile&v=2. [Zugriff am 12 Januar 2023].
- [10] „Bayerisches Landesamt für Umwelt,“ 2023. [Online]. Available: https://www.umweltpakt.bayern.de/energie_klima/fachwissen/339/klimaschutz-energieeffizienz-ueberblick-politischer-ziele-massnahmen. [Zugriff am 12 Januar 2023].
- [11] Stadt Regensburg, Planungs- und Baureferat Amt für Stadtentwicklung, Regensburg-Plan 2040, Regensburg: Schmidl & Rotaplan Druck GmbH, Regensburg, August 2022.
- [12] nPro , „nPro Energiesystem,“ 31 August 2023. [Online]. Available: <https://acad.npro.energy/energy-hub>.
- [13] Bundesrepublik Deutschland, Vertreten durch den Bundesminister der Justiz, „Anlage 4 GEG - Einzelnorm,“ 29 Mai 2023. [Online]. Available: https://www.gesetze-im-internet.de/geg/anlage_4.html.
- [14] Stadt Regensburg, „Satzung der Stadt Regensburg zur Herstellung und Ablösung von Stellplätzen für Kraftfahrzeuge und Fahrräder (Stellplatzsatzung - StS),“ 2023.
- [15] Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr, „Endbericht Mobilitätskonzepte in neuen Wohnquartieren,“ 2022.
- [16] urbanIQ GmbH, „Die QuartiersAPP - Kollaborationssoftware und Corporate-Social-Intranet,“ 30 Mai 2023. [Online]. Available: <https://urban-iq.de/quartiers-app/> .
- [17] FRANK Beteiligungsgesellschaft mbH, „Quartiers-App Frank und Frieda,“ 30 Mai 2023. [Online]. Available: <https://www.frankundfrieda.de/quartiers-app/>.
- [18] Kraftfahrt-Bundesamt, „Kraftfahrt-Bundesamt - Inländerfahrleistung,“ 23 Juni 2021. [Online]. Available: https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk_inlaenderfahrleistung/2020/2020_vk_kurzbericht.html.

- [19] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, „Emissionsdaten Umweltbundesamt,“ 7 Februar 2023. [Online]. Available: https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr/emissionsdaten#verkehrsmittelvergleich_personenverkehr_tabelle .
- [20] BAFA, „Infoblatt CO2 Faktoren,“ 08 2023. [Online]. Available: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/eew_in_foblatt_co2_faktoren_2022.pdf?__blob=publicationFile&v=2.
- [21] Freie Architekten Müller, Arndt, Partner., „Freie Architekten Müller, Arndt, Partner.,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.map-architekten.de/projekte/wohnhaus-sm-1/>.
- [22] E.ON Energie Deutschland GmbH, „Durchschnittliche Photovoltaik-Leistung & PV-Erträge in Deutschland | EON,“ 29 Mai 2023. [Online]. Available: <https://www.eon.de/de/pk/solar/kwp-bedeutung-umrechnung.html>.
- [23] WOLF GmbH, „WOLF Solartechnik Flach- / Vakuum-Röhrenkollektor CFK-1,“ Juli 2021. [Online]. Available: <https://www.wolf.eu/de-de/professional/produkte-shk/solarsysteme/flachkollektor-cfk-1>.
- [24] Vela Solaris AG, „Polysun - Simuöations-Software für Energiesysteme,“ 30 Mai 2023. [Online]. Available: <https://www.velasolaris.com/software/> .
- [25] Sunmaxx PVT GmbH, „Sunmaxx PX-1 Premium PVT-Modul,“ April 2023. [Online]. Available: www.Sunmaxx-pvt.com.
- [26] Sunmaxx PVT GmbH, „Referenzertrag PVT-Modul Sunmaxx-PX1“.
- [27] Bundesamt Wärmepumpe e.V., 2022. [Online]. Available: <https://www.waermepumpe.de/>.
- [28] tewag, „Ersteinschätzung Erdwärmenutzung in der Prinz Leopold Kaserne für Luxgreen Climadesign,“ 2020.
- [29] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Standortauskunft Erdwärmekollektoren,“ 2023. [Online]. Available: www.lfu.bayern.de.
- [30] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, „Energie-Atlas Bayern - Kartenteil,“ 29 Mai 2023. [Online]. Available: https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?topic=energie_gesamt&lang=de&bgLayer=luftbild_labels&E=725967.34&N=54

32686.43&zoom=10.260867542039685&layers=f0f2f93c-ab15-4ca4-b447-17d947b5ff56,10a6776f-da70-4c61-93d7-9733570f781c.

- [31] BetaTherm GmbH & Co. KG, „BetaTherm Erdwärmekorb - Technische Daten,“ 29 Mai 2023. [Online]. Available: <https://www.betatherm.de/erdwaermekoerbe/>.
- [32] Tft GmbH, „Energienutzungsplan Regensburg - Potenzialgebiete Wärmenutzung aus Abwasser“.
- [33] UHRIG Energie GmbH, „Auslegung THERM-LINER für Prinz Leopold Kaserne,“ Geisingen, 2021.
- [34] Bayerisches Staatsministerium der Finanzen und für Heimat, „Bayern Atlas,“ 2023. [Online]. Available: <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/?topic=ba&lang=de&bgLayer=atkis&catalogNodes=11&E=726718.87&N=5433114.39&zoom=10&layers=10a6776f-da70-4c61-93d7-9733570f781c>.
- [35] S. T. A. J. J. K. T. Nussbaumer, Planungshandbuch Fernwärme, 2021.
- [36] REWAG Regensburger Energie- und Wasserversorgung AG & Co KG, „Innerer Westen / Dörnberg - REWAG,“ 6 Juli 2023. [Online]. Available: <https://www.rewag.de/produkte-dienstleistungen/waerme/nahwaerme/innerer-westen-doernberg>.
- [37] S. Plank, Interviewee, [Interview]. 30 März 2023.
- [38] Bayerisches Landesamt für Statistik, „Landkreis Regensburg 09375,“ Februar 2022. [Online]. Available: https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/statistik_kommunal/2021/09375.pdf.
- [39] Ebd, S. 56.
- [40] Hüttmann Matthias, „Graue Energie. Abreißen oder sanieren? Ökologisch bauen und renovieren,“ 2018. [Online]. Available: https://www.bund-bawue.de/fileadmin/bawue/Dokumente/Themen/Klima_und_Energie/OEkologisch_Bauen_und_Renovieren_2018_Graue_Energie._Abreissen_oder_sanieren.pdf.
- [41] Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (ARGE e.V.), Wohnungsbau in Deutschland - 2011. Modernisierung oder Bestandersatz, Kiel, 2011.

- [42] KfW, „Die Effizienzhaus-Stufen für bestehende Immobilien und Baudenkmale,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehen-de-Immobilie/Energieeffizient-sanieren/Das-Effizienzhaus/> .
- [43] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, 26 01 2023. [Online]. Available: https://www.energieatlas.bayern.de/thema_energie/waermenetze.
- [44] VelopA, 2023. [Online]. Available: <https://www.velopa.de/produkte/fahrradparken/e-ladestationen-und-parkbuegel/fourchetplus-fahrradstaender-mit-ladestation-fuer-e-bikes/>.
- [45] ROTARK GmbH, „OCTILOCK Outdoor,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.rotark.de/fahrradgaragen/octilock-outdoor-fahrradgarage>.
- [46] DSGVO, „Datenschutz - Grundverordnung (DSVGO),“ 2023. [Online]. Available: <https://dsgvo-gesetz.de/>.
- [47] AXITEC Energy GmbH & Co. KG, „AXIpremium X HC BLK 320-345 Wp,“ [Online]. Available: www.axitecsolar.com.
- [48] T. Bilhöfer, „swzpln.de Schwarzplan - Generator,“ 29 Mai 2023. [Online]. Available: <https://swzpln.de/>.
- [49] „Regensburger Tagebuch,“ 6 Juli 2023. [Online]. Available: <https://www.regensburger-tagebuch.de/2014/04/erkundet-das-regensburg-aus-1829.html>.
- [50] „Nordbayern.de,“ 6 Juli 2023. [Online]. Available: <https://images.nordbayern.de/image/contentid/policy:1.2608211:1496712754/341%204370750.jpg?f=1%3A1&h=1400&m=FIT&w=1400&%24p%24f%24h%24m%24w=365%20%20b09d>.
- [51] Google Ireland Limited, „Google Earth,“ 6 Juli 2023. [Online]. Available: <https://earth.google.com/web/@49.00739303,12.09092175,356.99613947a,842.33598399d,35y,0.00000001h,0t,0r>.
- [52] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, „Energie-Atlas,“ 6 Juli 2023. [Online]. Available: <https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=677751,5422939&z=7&l=atkis&t=energie>.

- [53] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM),“ 30 Dezember 2022. [Online]. Available: <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/FAQ/FAQ-Uebersicht/Richtlinien/bundesfoerderung-fuer-effiziente-gebäude-beg.html>.
- [54] Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch den Bundesminister der Justiz, „Anlage 1 GEG - Einzelnorm,“ 29 Mai 2023. [Online]. Available: https://www.gesetze-im-internet.de/geg/anlage_1.html.
- [55] Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst, „Änderungen im Denkmalschutz,“ 2023.

Anhangsverzeichnis

PläneBestandsauf-	
nahme.....	97-
110	
Übersicht	Quar-
tier.....	
...111	
Umsetzungsfahrplan	Sanierung
Wohngebäude	und
Wärme-	
netz.....	112

Pläne Bestandsaufnahme **Gutenbergstraße 3 und 3a**



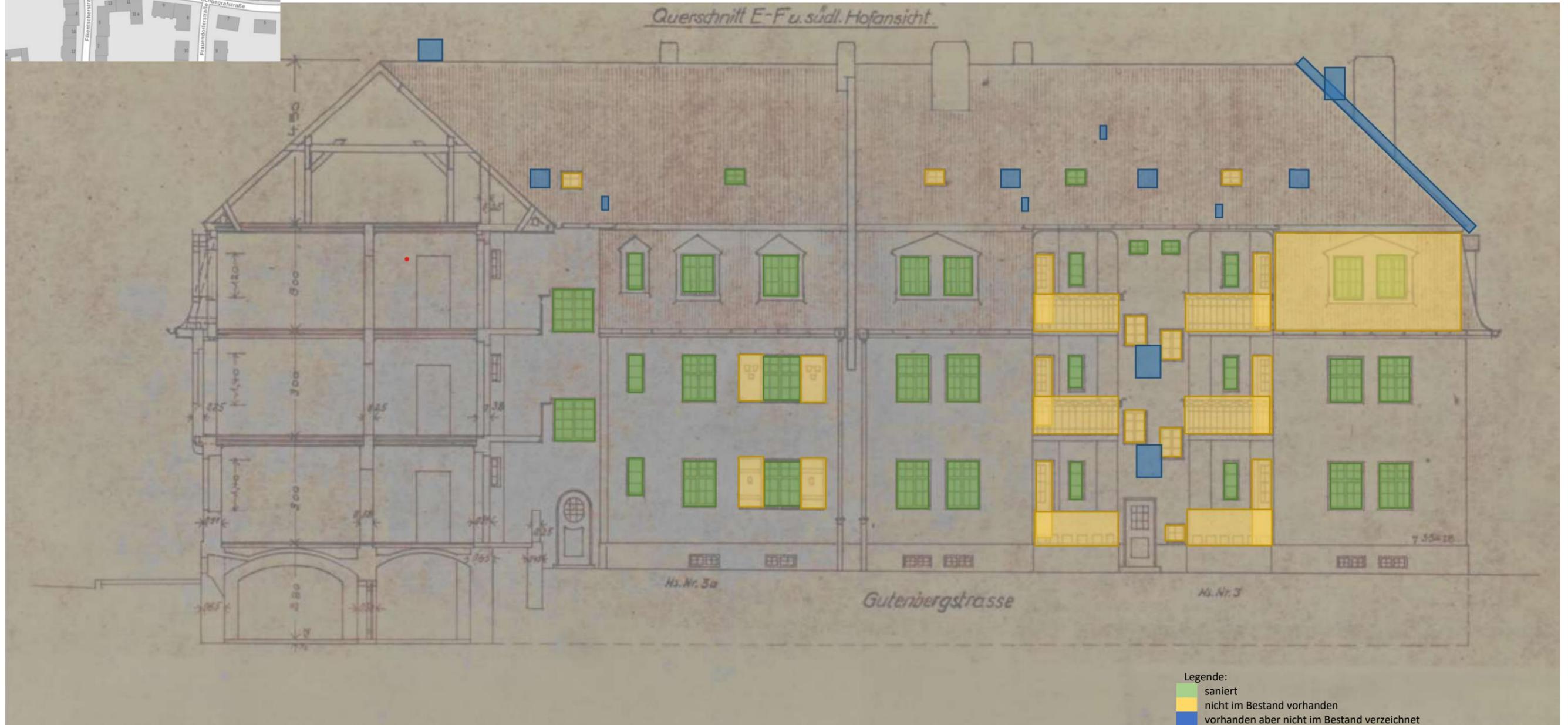
Tag	Blatt	Bundesbahndirektion Regensburg	Deutsche Bundesbahn
gezeichnet		Regensburg, den	
geprüft			
Maßstab	1:100		Hwr
Regensburg, Eisbuckel Wohngebäude - Baublock B Ansicht			Ausgabe vom
			B Entwurf Nr.
			Erstellt durch

Ansicht gegen die Gutenbergstraße.



- Legende:
- saniert
 - nicht im Bestand vorhanden
 - vorhanden aber nicht im Bestand verzeichnet

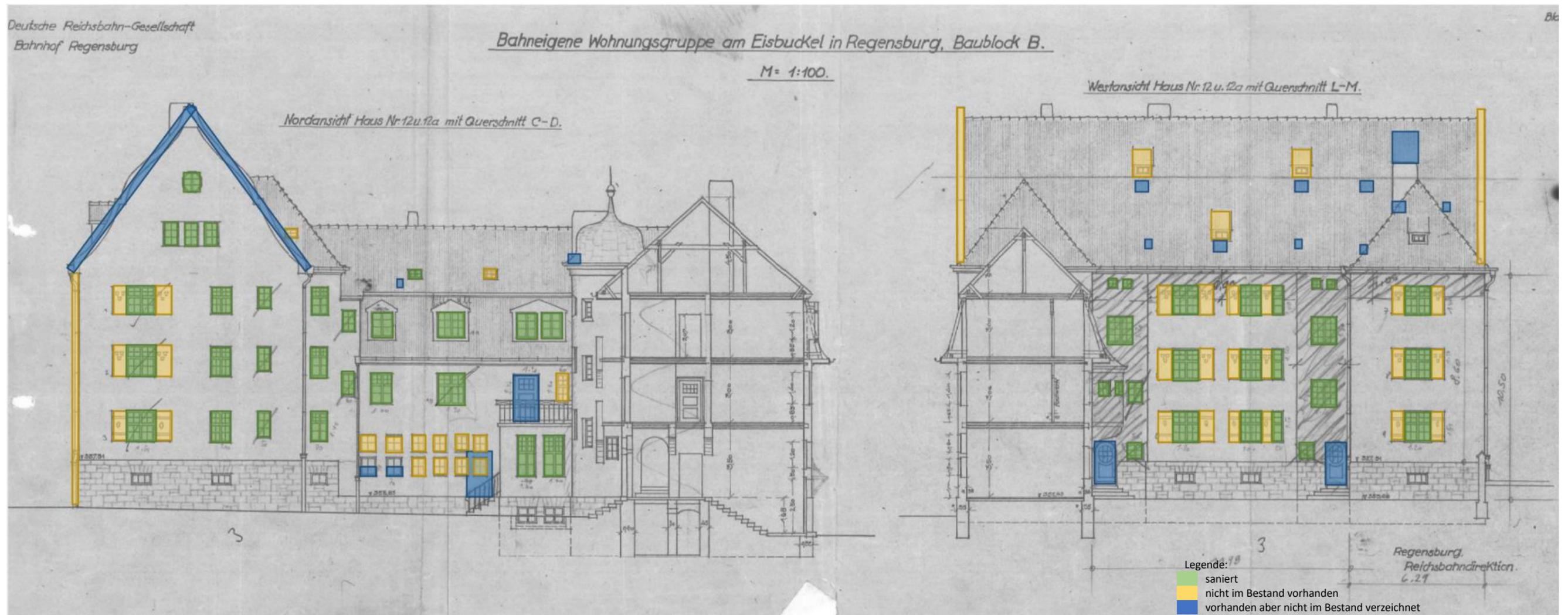
Pläne Bestandsaufnahme **Gutenbergstraße 3 und 3a**



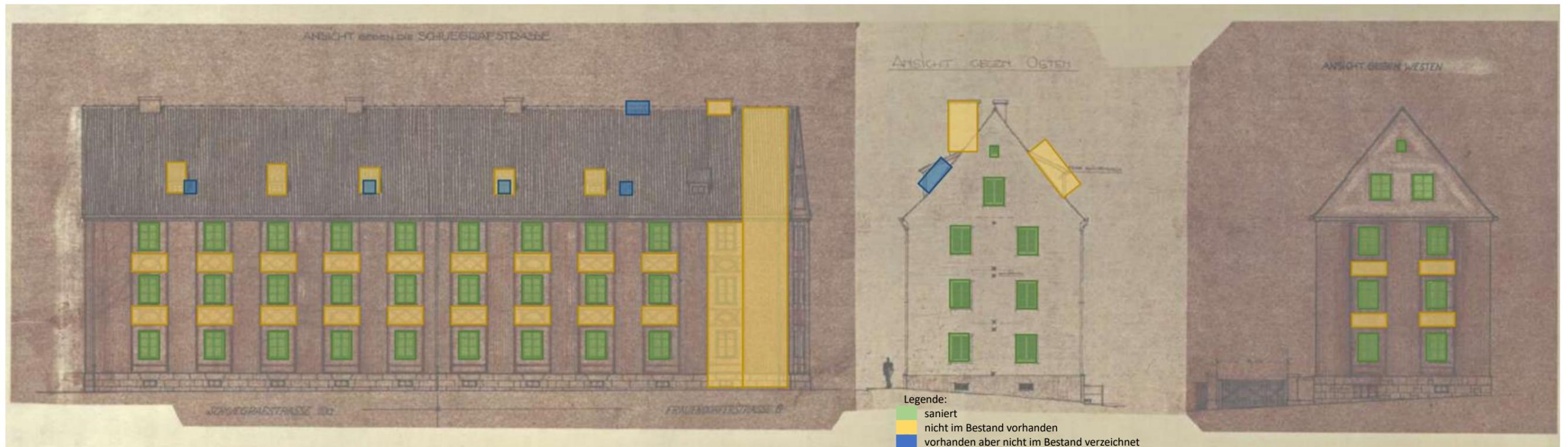
Pläne Bestandsaufnahme Schuegrafstraße 12, 12a und Gutenbergstraße 3



Pläne Bestandsaufnahme **Schuegrafstraße 12, 12a**



Pläne Bestandsaufnahme **Schuegrafstraße 10a und Frauendorferstraße 6**



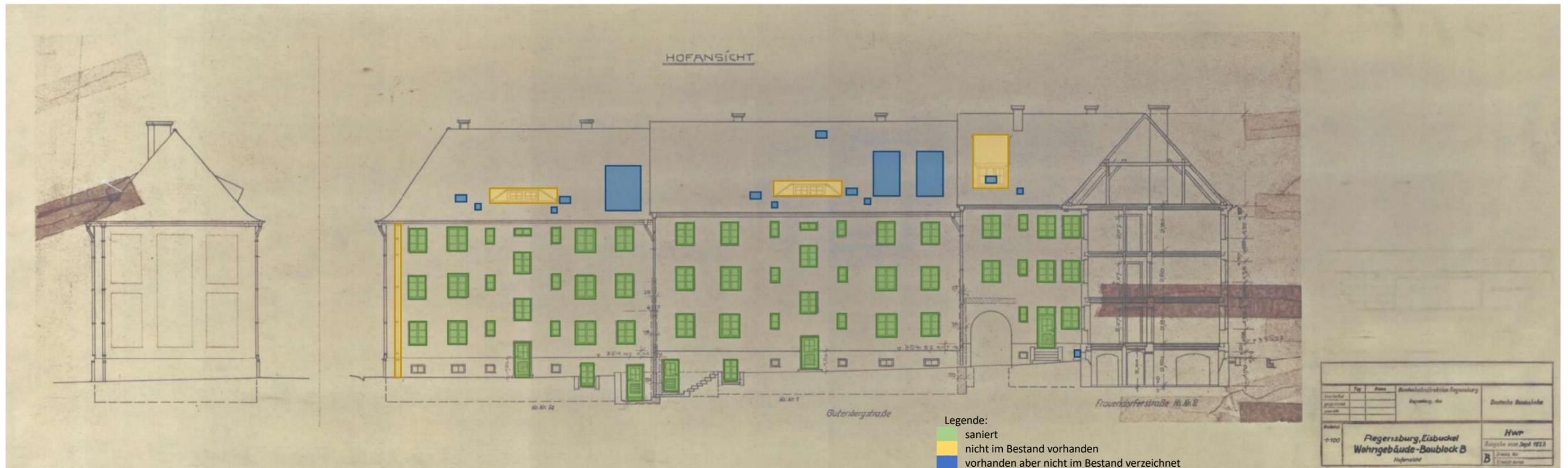
Pläne Bestandsaufnahme **Fikentscherstraße 3 Schuegrafstraße 12a**



Pläne Bestandsaufnahme **Frauendorferstraße 2 und 4**



Pläne Bestandsaufnahme **Frauendorferstraße 2 und 4**



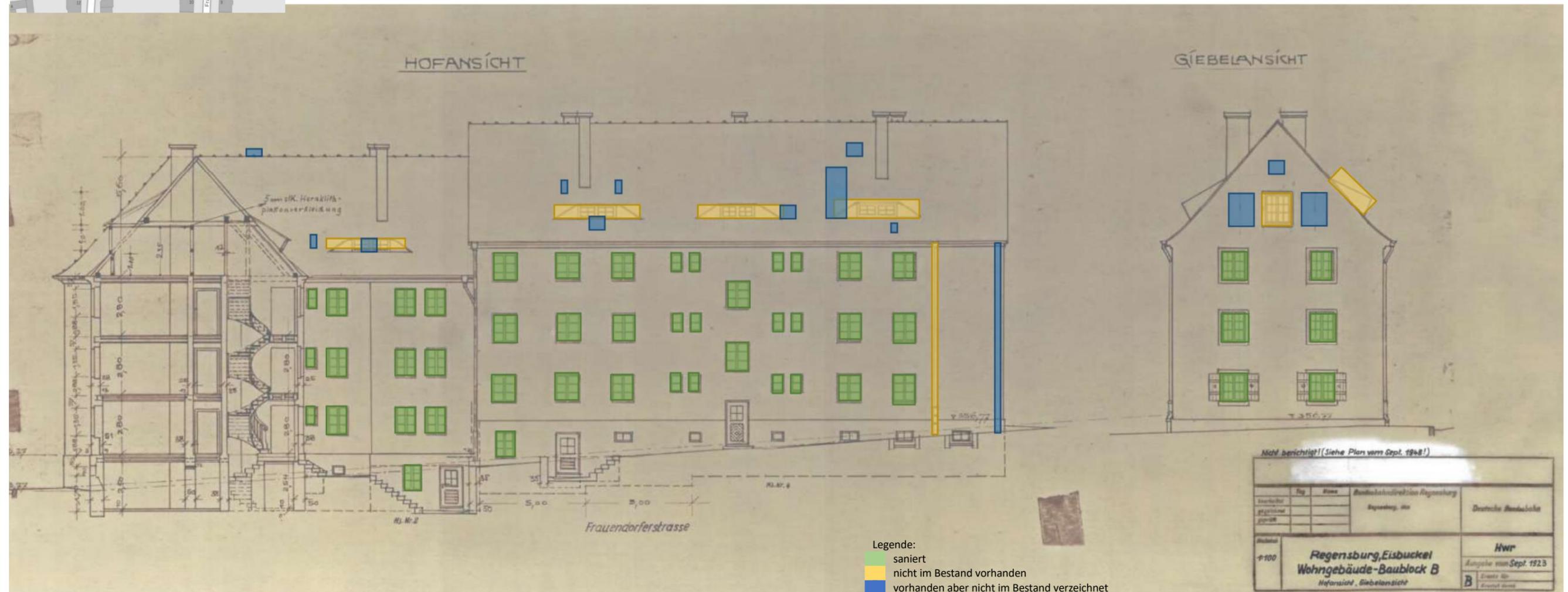
Pläne Bestandsaufnahme **Frauendorferstraße 2 und 4**



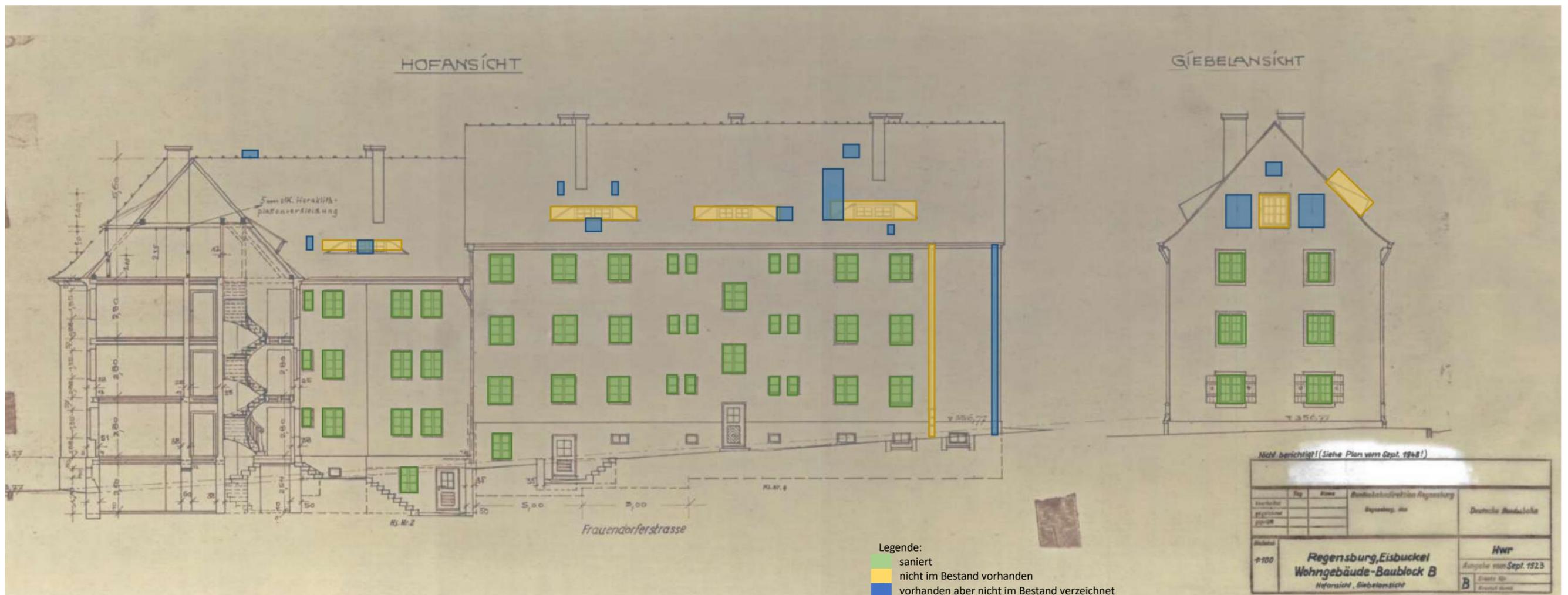
Pläne Bestandsaufnahme **Frauendorferstraße 2 und 4**



Pläne Bestandsaufnahme **Frauendorferstraße 2 und 4**



Pläne Bestandsaufnahme **Frauendorferstraße 2 und 4**



Legende:
■ saniert
■ nicht im Bestand vorhanden
■ vorhanden aber nicht im Bestand verzeichnet

Nicht berichtet! (Siehe Plan vom Sept. 1918!)

Objekt	Nr.	Blatt	Bauaufsichtsamt Regensburg	Deutsche Bauwerke
Regensburg			Regensburg, Nr.	
Regensburg, Eisbuckel Wohngebäude-Baubleck B			Hwr Ausgabe vom Sept. 1923	
Hofansicht, Giebelansicht			Blatt Nr. Blatt Nr.	

Pläne Bestandsaufnahme **Gutenbergstraße 1, 1a und Frauendorferstraße 2**

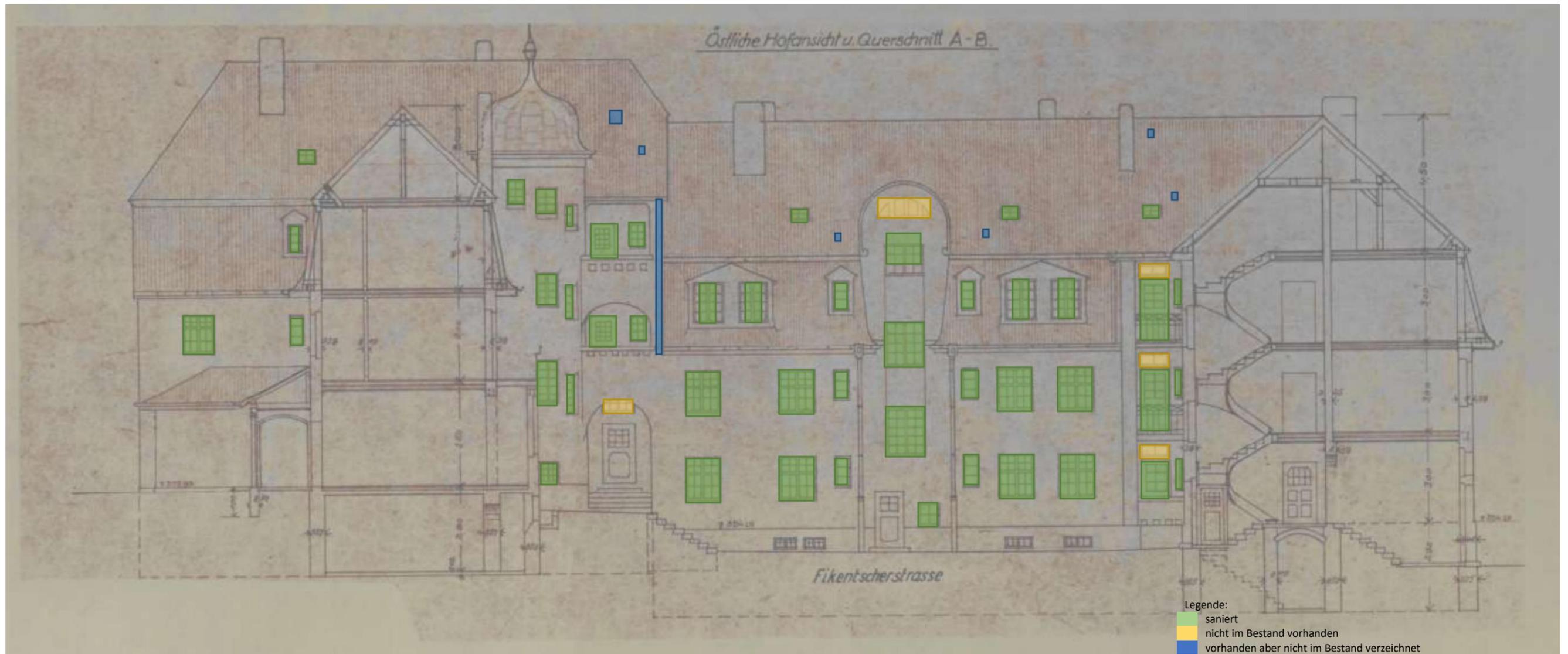


Legende:
■ saniert
■ nicht im Bestand vorhanden
■ vorhanden aber nicht im Bestand verzeichnet

Nicht berichtigt! (Siehe Plan v. Sept. 1948)

Datum	Tag	Stund	Bauzustand/Anmerkung	Profil/Anmerkung
			Regensburg, Nr.	Profil/Anmerkung
<p>Regensburg, Eisbuckel Wohngebäude - Baublock B Straßenansicht</p>			<p>HWR Anlage vom Sept. 1923 B</p>	

Pläne Bestandsaufnahme **Fikentscherstraße 1 und 3**



Übersicht Quartier



PLANUNG		 Climadesign GmbH		Kumpfmühler Straße 3, 93047 Regensburg		
PROJEKTNR. 2208		BEARB/ GEZ wis	ERSTELLT	STAND 25.09.2023	PLOTDATUM 25.09.2023	PLANNR. 0000
Quartier BG Margaretenau - Eisbuckel Übersicht Quartier						MASSTAB 1:300
				Telefon: Tel. 0941 / 462 947 0 info@luxgreen.de		

Umsetzungsfahrplan Sanierung Wohngebäude und Wärmenetz

PROJEKT ZEIT	2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029
	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	1. Quartal
KFW 432 - Quartierskonzept	Erstellung																								
Sanierung Wohngebäude					25 Wohneinheiten werden pro Jahr kernsaniert und für den Anschluss an das Wärmenetz vorbereitet																				
Ausarbeitung Wärmenetz (BEW M2)					Antrag/ Bewilligung																				
Energiezentrale						Planung	Genehmigung	Ausschreibung	Umsetzung																
Energiezentrale TGA							Planung	Ausschreibung					Umsetzung Gaskessel/BHKW												
Energiezentrale Erschließung/Stromanlagen EZ							Planung	Ausschreibung				Umsetzung													
Umweltenergie							Planung		Ausschreibung		Umsetzung														
Wärmeverteilnetz							Planung	Ausschreibung			Umsetzung														
Übergabe Gebäude							Planung	Ausschreibung		Umsetzung															