

**ENERGETISCHES
QUARTIERSKONZEPT**

**GÜSTROW
SÜD**

Im Auftrag von:



Stadtwerke Güstrow GmbH
Zum Hohen Rad 48
18273 Güstrow
Ansprechpartner:
Stefan Höpner

Erstellt von:



Megawatt Ingenieurgesellschaft mbH
Planckstraße 13, 22765 Hamburg
Ansprechpartner:
Dipl.-Phys. Jörg Wittich | M.Sc. Emil Ollier | M.Sc. Maren Henniges



ZEBAU
Zentrum für Energie, Bauen, Architektur und Umwelt GmbH
Große Elbstraße 146, 22767 Hamburg
Ansprechpartner:innen:
M.Sc. Lisa Hauswald | M.Sc. Julia Pleuser | B.Sc. Dennis Wölbart

Bearbeitet im Zeitraum Mai 2023 bis Mai 2024

Stand: 17.06.2024

Inhalt

Quick-Tipps zum Lesen	5
Kurzzusammenfassung	6
1 Einführung.....	7
1.1 Zielsetzung und Aufgabenstellung	7
1.2 Das Quartier.....	8
1.3 Methodik	9
2 Grundlagen.....	11
2.1 Planerische Vorgaben	11
2.1.1 Flächennutzungsplan.....	11
2.1.2 Bauleitplanung	12
2.1.3 Baukultur/ Denkmalschutz	13
2.2 Sozialstruktur	13
2.2.1 Altersstruktur der Bevölkerung	13
2.2.2 Analyse Sozialstruktur: Altersgerechtes Wohnen und Wohnungstauschbörsen	14
2.2.3 Integration	15
3 Beteiligung und Öffentlichkeitsarbeit.....	18
3.1 Kommunikation mit Bewohner:innen	20
3.2 Kommunikation mit Akteuren.....	23
4 Energie- und CO₂-Bilanz	25
4.1 Bilanzierungsmethodik.....	25
4.2 Berechnungsparameter	25
4.3 Energieversorgungsstruktur.....	26
4.3.1 Wärmeversorgung	26
4.3.2 Stromversorgung	31
4.4 Energieverbrauch	32
4.4.1 Wärme	33
4.4.2 Strom	37
4.4.3 Verkehr	38
4.5 Ergebnisse der Energie- und CO ₂ -Bilanz im Bestand	39
4.5.1 Wärme	39
4.5.2 Strom	41
4.5.3 Verkehr	41
4.5.4 Gesamtbilanz	41
5 Bestands- und Potenzialanalyse.....	47
5.1 Gebäudebestand	48
5.1.1 Bestand und technisches Potenzial ‚Gebäudemodernisierung‘	48

5.1.2	Wirtschaftlichkeit ‚Gebäudemodernisierung‘	68
5.1.3	Energie- und CO ₂ -Einsparungen ‚Gebäudemodernisierung‘	71
5.1.4	Hemmnisse und Lösungsansätze ‚Gebäudemodernisierung‘	74
5.1.5	Maßnahmen im Bereich der Gebäudemodernisierung	75
5.2	Nachhaltige Wärmeversorgung	76
5.2.1	Bestand und technisches Potenzial ‚Nachhaltige Wärmeversorgung‘	76
5.2.2	Nachhaltige Wärmeversorgungsvarianten	106
5.2.3	Wirtschaftlichkeit ‚Nachhaltige Wärmeversorgung‘	120
5.2.4	Energie- und CO ₂ -Einsparungen ‚Nachhaltige Wärmeversorgung‘	129
5.2.5	Hemmnisse und Lösungsansätze ‚Nachhaltige Wärmeversorgung‘	135
5.2.6	Maßnahmen im Bereich der nachhaltigen Wärmeversorgung	136
5.3	Regenerative Stromversorgung	137
5.3.1	Technisches Potenzial der regenerativen Stromversorgung	137
5.3.2	Wirtschaftlichkeit ‚Regenerative Stromversorgung‘	142
5.3.3	Energie- und CO ₂ -Einsparungen ‚Regenerative Stromversorgung‘	149
5.3.4	Hemmnisse und Lösungsansätze ‚Regenerative Stromversorgung‘	151
5.3.5	Maßnahmen im Bereich der Stromversorgung	152
5.4	Klimagerechte Mobilität	153
5.4.1	Bestand und technisches Potenzial ‚Klimagerechte Mobilität‘	153
5.4.2	Wirtschaftlichkeit ‚Klimagerechte Mobilität‘	168
5.4.3	Energie- und CO ₂ -Einsparungen ‚Klimagerechte Mobilität‘	170
5.4.4	Hemmnisse und Lösungsansätze ‚Klimagerechte Mobilität‘	172
5.4.5	Maßnahmen im Bereich ‚Klimagerechte Mobilität‘	173
6	Maßnahmenkatalog	174
6.1	Handlungsfeld Q: Allgemeine Quartiersentwicklung	175
6.2	Handlungsfeld G: Gebäudemodernisierung	177
6.3	Handlungsfeld W: Nachhaltige Wärmeversorgung	182
6.4	Handlungsfeld S: Regenerative Stromversorgung	192
6.5	Handlungsfeld M: Klimagerechte Mobilität	197
7	Umsetzungskonzept	203
7.1	Zeitplan der Umsetzung	204
7.2	Monitoring	205
8	Zusammenfassung – Dekarbonisierung des Quartiers	206

QUICK-TIPPS ZUM LESEN



Wie viel CO₂-Ausstoß wird aktuell im Quartier verursacht?

>> Gesamtbilanz: Seite 41



Welches Potenzial hat die Sanierung von Einfamilien-, Reihen- und Mehrfamilienhäusern im Quartier?

>> Ergebnisse Mustersanierungskonzepte: Seite 61



Wie wird zukünftig Fernwärme erzeugt?

>> Fernwärme: Seite 106



In welche Straßen sollte die Fernwärme ausgebaut werden?

>> Potenzial zur Wärmenetzerweiterung: Seite 78



Wie kann zukünftig abseits der Fernwärme geheizt werden?

>> Dezentrale Wärmeversorgung: Seite 114



Was muss konkret getan werden, damit das Quartier klimaneutral wird?

>> Maßnahmenkatalog: Seite 174



Wie wird das Quartier treibhausgasneutral?

>> Zusammenfassung – Dekarbonisierung des Quartiers: Seite 206



Wie geht es weiter?

>> Umsetzungskonzept: Seite 203

Kurzzusammenfassung

Für die Südstadt von Güstrow wurde untersucht, wie das Ziel der Klimaneutralität 2040 erreicht werden kann. Dafür wurde für das Referenzjahr 2022 eine Treibhausgas-Bilanz in CO₂-Äquivalenten inkl. Vorketten für die Sektoren Wärme, Strom und Verkehr erstellt.

In den Handlungsfeldern Gebäude, Wärme, Strom und Verkehr wurden alle denkbaren Potenziale, um Energie- und Treibhausgase einzusparen, technisch und wirtschaftlich geprüft. Für mögliche Hemmnisse wurden Lösungsansätze aufgezeigt. Im Ergebnis wurden für jedes Handlungsfeld Maßnahmen identifiziert, die wesentlich zur Zielerreichung beitragen können. Für jede Maßnahme wurden Zuständigkeit, Zeithorizont und Priorität festgelegt.

Die wirksamsten Bausteine, um im Quartier klimaneutral zu werden, sind:

- Gebäude energetisch sanieren, insbesondere (kommunale) Nichtwohngebäude und Mehrfamilienhäuser (siehe Untersuchungsgegenstand Mustersanierungskonzepte und Maßnahmen G1-G3)
- Fernwärme-Erzeugung umstellen auf Tiefengeothermie oder Luftwärme (W1)
- Fernwärme-Netz ausbauen und Verluste senken (W3, W5)
- Austausch der dezentralen Gas- und Ölheizungen durch Wärmepumpen (W7)
- Photovoltaik auf möglichst vielen Dächern installieren (S3-S5)
- Carsharing und Lastenradverleih etablieren (M5)
- Ladestationen für Elektroautos errichten (M6)
- Radwege ausbauen (M2)

Werden alle Maßnahmen umgesetzt (und entwickeln sich Stromerzeugung und Vorgaben für den Verkehr auf nationaler Ebene wie angenommen), so reduzieren sich rechnerisch die Treibhausgas-Emissionen im Quartier bis 2040 auf 6 % der Emissionen des Referenzjahrs. Restemissionen verbleiben durch alte Verbrenner-PKW im Verkehr, durch Restemissionen im Bundesstrommix sowie durch Biomethan-Spitzenlastkessel für die Fernwärme.

Viele der Maßnahmen liegen klar bei einer verantwortlichen Stelle wie den Stadtwerken, den Wohnungsunternehmen oder der Kommune. Einige Maßnahmen lassen sich aber weniger klar zuordnen und sollten regelmäßig nachgehalten werden, damit sie bei den beteiligten Akteuren präsent bleiben. Das KfW-Förderprogramm *Energetische Stadtsanierung* sah dafür eine Stelle *Sanierungsmanagement* vor, die befristet finanziert wurde. Diese Förderung wurde Anfang 2024 eingestellt. Es bedarf daher zusätzlichen Engagements innerhalb der Stadtverwaltung, der Politik und der Bürgerschaft, um die Südstadt von Güstrow sicher zur Klimaneutralität zu führen.

1 Einführung

1.1 Zielsetzung und Aufgabenstellung

Deutsche Klimaschutzziele

Das im Jahr 2019 beschlossene Klimaschutzprogramm der Bundesregierung setzt fest, dass die CO₂-Emissionen im Vergleich zum Jahr 1990 schrittweise gemindert werden sollen – nach den aktuellen Beschlüssen der Bundesregierung zum Klimaschutzgesetz sind zwei Stufen auf dem Weg zur ‚Treibhausgasneutralität‘ vorgesehen: Bis 2030 sollen die CO₂-Emissionen im Vergleich zum Jahr 1990 um 65 % reduziert werden. Bis 2040 sollen sie bereits um 88 % gegenüber dem Vergleichsjahr zurückgegangen sein. Deutschland soll nach den derzeitigen Beschlüssen bis 2045 treibhausgasneutral werden.

Im Jahr 2021 machte der gebäuderelevante Endenergieverbrauch 36 % vom gesamten Endenergieverbrauch in Deutschland aus. Zudem summierten sich die gebäuderelevanten CO₂-Emissionen (anhand des Nachfrageprinzips ermittelt) im selben Jahr auf insgesamt rund 192 Mio. Tonnen CO₂. Dies entsprach rund 31 % der gesamten verbrennungsbedingten CO₂-Emissionen zur Energiewandlung (BMWK, 2023)¹. Um die Klimaschutzziele für den Sektor Bauen und Wohnen zu erreichen, muss der Fokus auf kommunaler Ebene auf die energetische Modernisierung von Bestandsquartieren und den Ausbau erneuerbarer Energien gelegt werden.

Klimaschutz in Mecklenburg-Vorpommern und Güstrow

Im Juni 2022 gab es in Mecklenburg-Vorpommern den Auftakt des Klimaschutzgesetzes für das Land. Wesentliche Inhalte sind die Gestaltung der Klimaneutralität des Landes bis 2040 und die klimaneutrale Landesverwaltung bis 2030. Bis März 2023 wurde die Öffentlichkeit mithilfe von Veranstaltungen und einer Onlineplattform zu den einzelnen Sektoren beteiligt. Die Auswertung befindet sich gerade in Arbeit.

Güstrow selbst hat kein Klimaschutzkonzept, macht sich aber nun mit dem energetischen Quartierskonzept für die Südstadt auf den Weg.

Quartier „Güstrow-Süd“

Das Quartier „Güstrow-Süd“ wurde durch die Stadtwerke Güstrow zusammen mit der Stadt Güstrow für ein energetisches Quartierskonzept ausgewählt. Die genauen Grenzen für die folgende Betrachtung wurden in der ersten Bearbeitungsphase zwischen Megawatt, ZEBAL und den Stadtwerken Güstrow abgestimmt. Weniger dicht besiedelte Gebiete und reine Einfamilienhaussiedlungen wurden dabei ausgeklammert, um in der Bearbeitung mehr Fokus auf die potenziellen Eignungsgebiete für den Wärmenetzausbau legen zu können.

¹ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) Herausgeber (2023): Energieeffizienz in Zahlen. Entwicklungen und Trends in Deutschland 2022. https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=7 (aufgerufen am 06.03.2024)

1.2 Das Quartier

Das betrachtete Quartier (vergleiche Abbildung 1) erstreckt sich entlang der Goldberger Straße und umfasst den Bereich der Fachhochschule für öffentliche Verwaltung, Polizei und Rechtspflege im Westen. Im Süden reicht das Projektgebiet bis zur *Schule am Insee* und der *Anne-Frank-Schule*. Nicht enthalten sind das Neubaugebiet *Inseeblick/Alte Gärtnerei* im Südosten, das durch Einfamilienhäuser geprägte Quartier *Bauhof* im Süden sowie die Kleingartenkolonie westlich der Goldberger Straße. In Richtung Innenstadt erstreckt sich das Quartier bis zur Grenze des Schlossgartens, wobei die Einfamilienhäuser *Zu den Domwiesen* im Nordwesten nicht enthalten sind. Im Norden liegen die Gebäude *Am Werder* im Betrachtungsgebiet, die dahinter liegende Kleingartenkolonie nicht. Nach Osten ist das Quartier begrenzt durch *Plauer Straße*, *Gutower Straße* und *Magdalenenluster Weg*; das Quartier zwischen diesen Straßen ist erneut durch Einfamilienhäuser geprägt und wurde deshalb ausgeklammert. Die Reihenhäuser in der *Seestraße* bilden den östlichsten Punkt des Quartiers. Die Siedlungen *Heidberg* und *Klueß* weit außerhalb des Kerngebiets der Südstadt wurden nicht mit betrachtet.

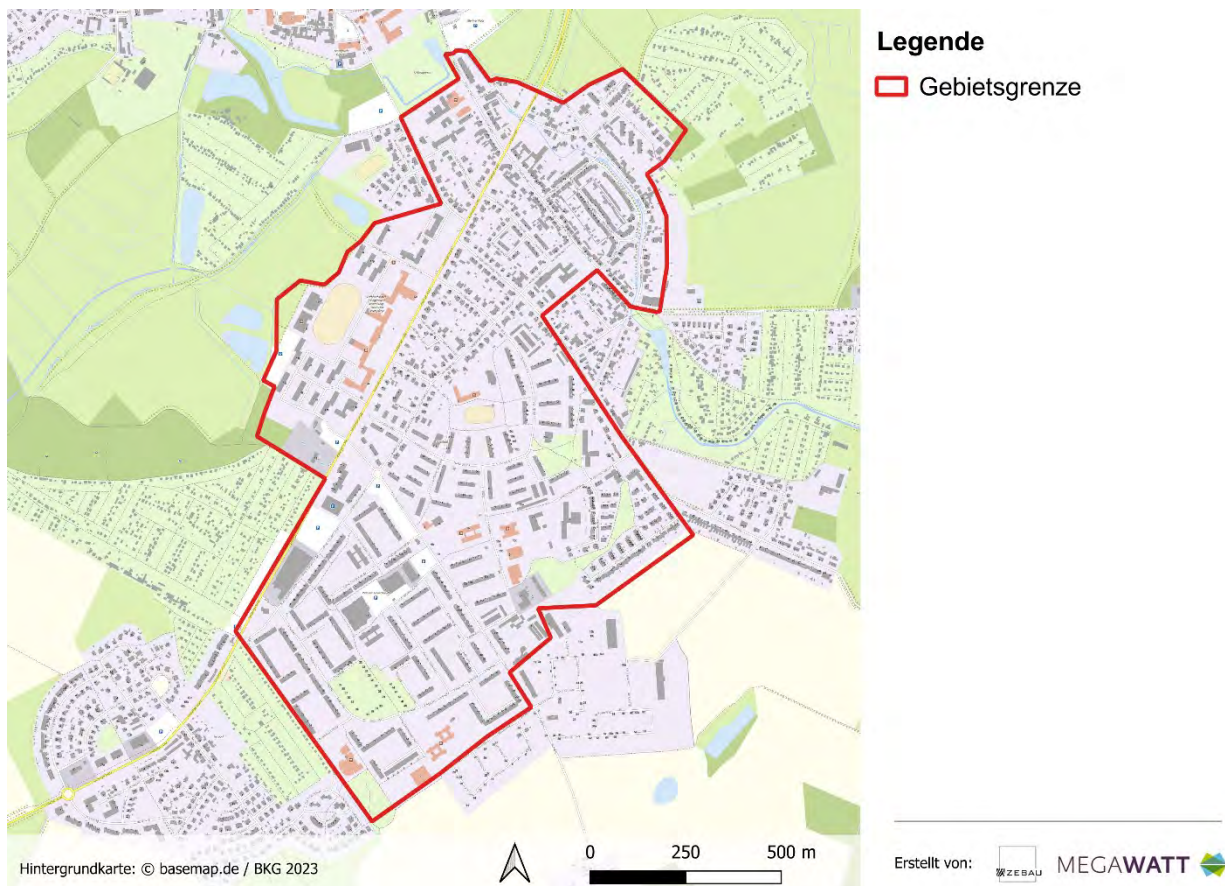


Abbildung 1: Projektgebiet Güstrow

Das Quartier erstreckt sich über eine Gesamtfläche von etwa 139,7 Hektar. Von dieser Fläche sind ca. 17 % durch Gebäude belegt, was einer Fläche von 241.370 Quadratmetern entspricht. Insgesamt umfasst das Quartier 1067 Gebäude, davon sind 642 beheizt und 425 unbeheizt. Die geschätzte Anzahl der Wohneinheiten beläuft sich auf ca. 4827, wobei 4662 Einheiten belegt und 165 Einheiten davon unbelegt sind. Die

Netto-Raumfläche der beheizten Gebäude, beträgt ca. 567.595 Quadratmeter, wovon knapp 60% auf Wohngebäude entfallen (siehe Tabelle 1).

Der nördliche Teil des Quartiers ist mit einem Gasnetz erschlossen, im südlichen Teil des Quartiers liegt das Fernwärmenetz der Stadtwerke Güstrow, gespeist vom Heizkraftwerk BHKW Süd in der Clara-Zetkin-Straße.

Tabelle 1: Übersicht über das Projektgebiet

Fläche des Quartiers	ca. 139,7 ha	100 %
- bebaute Fläche (Gebäude)	241.370 m ²	17 %
Anzahl Gebäude gesamt	1067	100 %
- Anzahl Gebäude (beheizt)	642	60 %
- Anzahl Gebäude (unbeheizt)	425	40 %
Anzahl Wohneinheiten (ca.)	ca. 4827	100 %
- Anzahl WE belegt	4662	97 %
- Anzahl WE unbelegt	165	3 %
Netto-Raumfläche beheizt	567.990 m²	100%
- Wohngebäude	334.301 m ²	59 %
- Nichtwohngebäude	201.285 m ²	35 %
- n.a.	32.404 m ²	6 %

1.3 Methodik

Bestandsaufnahme

Die Grundlage der Konzeptentwicklung für das Quartierskonzept ist die Bestandsanalyse der Quartierstruktur. Erweitert wird diese durch die in Kapitel 4 aufgeführte Berechnung der Energiebilanz. Zur Bestandsaufnahme wurden zu Beginn des Prozesses detaillierte Daten (Energieverbrauchsdaten, Kennzahlen und Lastprofile zu Wärmeerzeugern, Grundlagendaten zu Gebäuden, Stellplätze, etc.) bei den Wohnungsunternehmen/-baugenossenschaften, den Fachämtern der Stadt Güstrow und den Stadtwerken als Energieversorger abgefragt. Zusätzlich wurden die in ALKIS (Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem) hinterlegten Daten der Stadt Güstrow genutzt, um den Bestand der Gebäude abzubilden. Um die Datenlage durch weitere Daten zur Analyse des Gebäudebestandes, wie die Geschosshöhen und den Sanierungsstand zu erweitern, und auch den Zustand im Bereich Mobilität und Verkehrsinfrastruktur zu erfassen, fand Ende Juli 2023 eine Vor-Ort-Begehung statt. Daten zu dezentralen Ölheizungen und Holzöfen wurden versucht über die Schornsteinfeger abzufragen, mangels Kooperation des Schornsteinfegerverbands wurden die Daten dazu aber letztendlich abgeschätzt.

Konzeptentwicklung

Für jedes der vier Handlungsfelder Gebäude, Wärme, Strom und Mobilität wurde das im Quartier vorhandene technische Potenzial zur Einsparung von Treibhausgasen intensiv untersucht. Das Vorgehen war für jedes Handlungsfeld unterschiedlich: Im Bereich Gebäude wurden Mustersanierungskonzepte für die gängigsten Mehrfamilienhäuser erstellt. Im Bereich Wärme wurden lokal verfügbare Wärmequellen aus erneuerbaren Energien geprüft und zu Versorgungsvarianten zusammengestellt. Im Bereich Strom wurden die Dächer im Quartier auf die Eignung zur solaren Nutzung untersucht und Szenarien zur Umsetzung entwickelt. Im Bereich Mobilität wurden verschiedene Ansätze für Fuß-, Rad-, Bus- und Autoverkehr untersucht und daraus auf die Bevölkerungsstruktur des Quartiers zugeschnittene Maßnahmen entwickelt. In allen Handlungsfeldern wurden die Potenziale wirtschaftlich ausgewertet und deren Hebelwirkung zur künftigen Energie- und CO₂-Einsparung beziffert. Hemmnisse und Lösungsansätze wurden einzeln diskutiert (alles siehe Abschnitt 5 *Bestands- und Potenzialanalyse*).

Als einseitige Steckbriefe zusammengefasst finden sich die vorgeschlagenen Maßnahmen in Abschnitt 6 *Maßnahmenkatalog*, ergänzt um die Zuständigkeit, erste Handlungsschritte und eine Priorität. Als Zeitplan für die kommenden Jahre dargestellt, ergeben die Maßnahmen das in Abschnitt 7 gezeigte *Umsetzungskonzept*, kombiniert mit Angaben zum Monitoring durch die fortschreibbare CO₂-Bilanz. Abschnitt 8 *Zusammenfassung – Dekarbonisierung des Quartiers* spannt den Bogen zur möglichen Zielerreichung der Klimaneutralität 2040.

Kommunikation und Akteursnetzwerk

Da die Erstellung des energetischen Quartierskonzeptes Interessen unterschiedlicher Einzelpersonen, Unternehmen und Organisationen betrifft, war neben der konkreten Konzepterarbeitung die Beteiligung aller Akteure sowie die Transparenz des Projektes besonders wichtig. Ziel dabei war, die Akzeptanz und Mitwirkungsbereitschaft zu steigern, die Akteure inhaltlich zu vernetzen, zu informieren und lokales Expertenwissen zu erhalten.

Die einzelnen Bausteine rund um Außenkommunikation und den Aufbau eines Akteursnetzwerks sind in Kapitel 3.2 *Kommunikation mit Akteuren* näher erläutert.

2 Grundlagen

2.1 Planerische Vorgaben

2.1.1 Flächennutzungsplan

Der für das Quartier relevante Flächennutzungsplan², datiert Mai 2018, gibt detaillierte Aufschlüsselungen über die unterschiedlichen Nutzungen im Gebiet. Im südlichen Teil des Quartiers, südlich der Clara-Zetkin-Straße gelegen, sind hauptsächlich „Wohnbauflächen (W)“ ausgewiesen. Hier haben Mehrfamilienhäuser und Einfamilienhäuser Raum gefunden.

Eine weitere bedeutsame Zone ist die „gemischte Baufläche (M)“, die sich von der südlichen Grenze des Quartiers, der Anne-Frank-Schule, bis zur östlichen Quartiersgrenze, der Goldberger Straße, erstreckt. Hier sind Einrichtungen des Gesundheitswesens und soziale Dienstleistungen angesiedelt, die der Gemeinschaft zur Verfügung stehen. Außerdem sind Supermärkte für den täglichen Bedarf in diesem Bereich angesiedelt, was eine optimale Grundversorgung für die Bewohner:innen sicherstellt.

² Güstrow. (2018). *Flächennutzungsplan der Stadt Güstrow*. Güstrow: Stadtentwicklungsamt, Abteilung Stadtplanung.

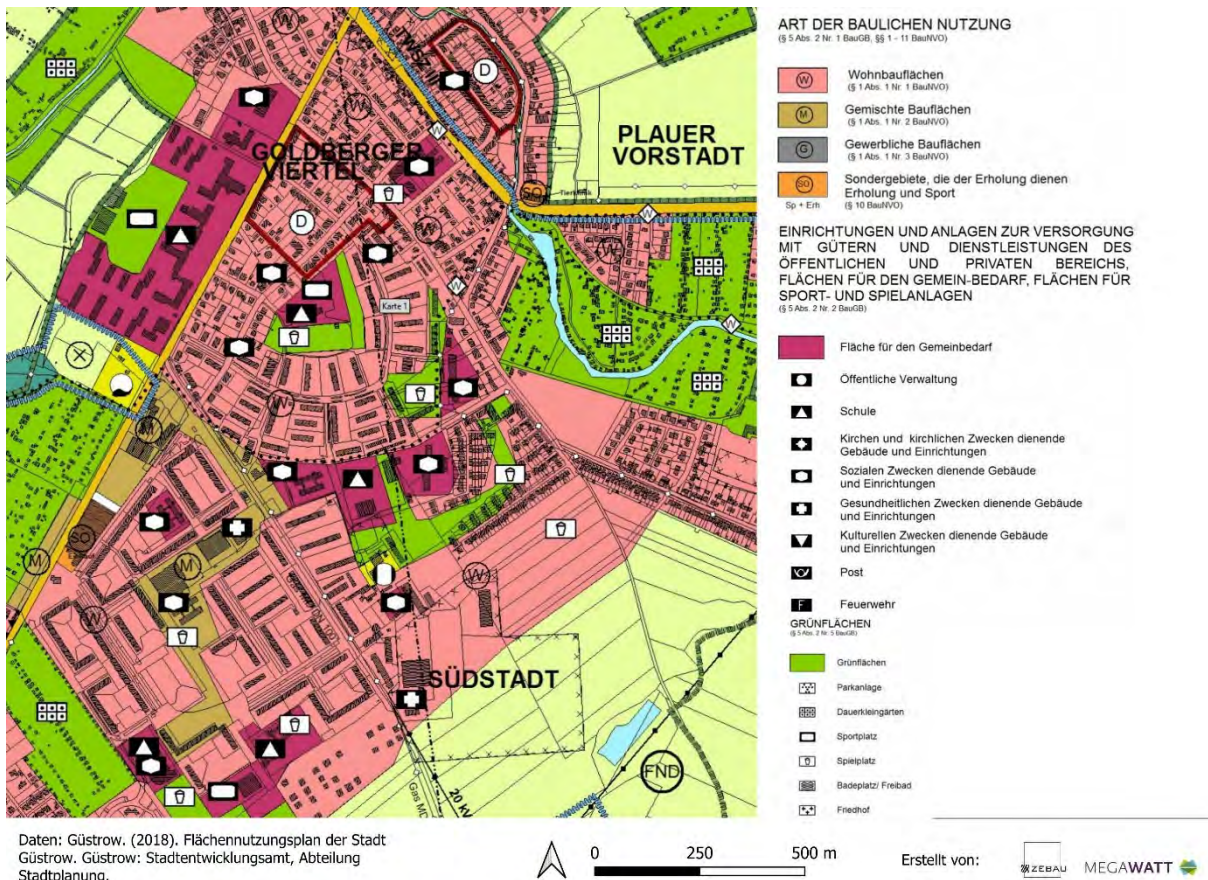


Abbildung 2: Flächennutzungsplan Ausschnitt Quartiersgebiet

2.1.2 Bauleitplanung

In und um das Projektgebiet liegen sechs Bebauungspläne mit den Nummern 38, 47, 68, 97, 82 und 92 vor³, die teilweise rechtswirksam und unbebaut, teilweise bebaut und teilweise noch nicht rechtswirksam sind.

Der Bebauungsplan Nr. 68 ist zum Beispiel in Kraft getreten und auch bebaut und beschreibt ein Gebiet am südlichen Zipfel des Quartiersgebiets direkt hinter der Projektgebietsgrenze. Ziel in diesem Gebiet war die geordnete Entwicklung eines 3,8 ha großen Wohngebiets auf einer ehemaligen Gewerbebrache, vorwiegend für freistehende Einfamilienhäuser. Der Bebauungsplan Nr. 92 "Alte Gärtnerei" in Güstrow hingegen ist seit Juni 2019 rechtswirksam, jedoch noch nicht erschlossen und bebaut und schließt an den Bebauungsplan Nr. 68 an. Er umfasst sowohl nachhaltige als auch weniger nachhaltige Entwicklungsmaßnahmen im Kontext der energetischen Quartiersentwicklung. Die Satzung berücksichtigt zum Beispiel die strikte Ausweisung als reines Wohngebiet mit begrenzter Grundflächenzahl und maximaler Bauhöhe. Besonderes positives Augenmerk liegt auf dem Schutz von Natur und Landschaft durch die Entwicklung von Feldgehölzen. Örtliche Bauvorschriften sehen jedoch vor, dass pro Wohneinheit zwei PKW-Stellplätze bereitzustellen sind. Diese Maßnahme soll einen Beitrag zu einem lebenswerten und nachhaltigen Quartier

³ Güstrow. (o.J.). *Übersicht über die Bebauungsplanung* [PDF-Dokument]. Abgerufen am 10. Oktober 2023, von https://www.guestrow.de/fileadmin/downloads/bebauungsplanung/BP_Uebersicht.pdf

leisten, kann jedoch falsche Anreize für den Mobilitätssektor setzen. Der Bebauungsplan Nr. 98 schließt direkt an Nr. 92 an, beschreibt den 2. Bauabschnitt der „Alten Gärtnerei“ und weist ähnliche Festsetzungen auf.

2.1.3 Baukultur/ Denkmalschutz

Die Hochschule für öffentliche Verwaltung, Polizei und Rechtspflege des Landes Mecklenburg-Vorpommern befindet sich im östlichen Teil des Projektgebietes und steht unter Denkmalschutz.⁴ Die Hochschule stellt unter anderem in zwei Gebäudeblöcken ca. 450 Wohnheimplätze zur Verfügung.⁵ Zudem ist die Siedlung Am Mühlenbach unter Denkmalschutz (Hausnummern: 1-18). Hier befinden sich Wohnblocks. Des Weiteren stehen ca. 6 weitere Einzelgebäude unter Denkmalschutz. Das bedeutet, dass weite Teile des Projektgebietes keinen Einschränkungen in Bezug auf Denkmalschutz unterliegen. Dies vereinfacht die energetische Modernisierung, aber auch die Nutzung erneuerbarer Energien zur Strom- und Wärmeerzeugung.

2.2 Sozialstruktur

2.2.1 Altersstruktur der Bevölkerung

Die demographische Entwicklung des Quartiers Güstrow Süd tendiert laut Monitoring Stadtentwicklung (2021) zu einer älter werdenden Bevölkerungsstruktur. Dieser Trend scheint gegenwärtig einzig durch die Ankunft von Migrant:innen oder Asylsuchender leicht gehemmt zu werden. Laut Monitoringbericht wuchs der Anteil 2020 auf 9,1% in der Südstadt an.⁶ Zu betonen ist die sukzessive Zunahme von Senior:innen ab 65 Jahren bei gleichzeitiger Abnahme der Einwohner:innen im Haupterwerbsalter. In „[...] der Südstadt [sind] überdurchschnittliche Bevölkerungsanteile der Kinder, Jugendlichen sowie der Senioren kennzeichnend. Der Anteil der Personen im Haupterwerbsalter war hingegen unterdurchschnittlich.“⁷

Fast ein Drittel der Bewohner:innen im Quartier ist bereits 65 Jahre oder älter (Abbildung 3). Dies stellt sowohl eine Herausforderung für die Amortisation energetischer Gebäudemodernisierungen in privaten Haushalten als auch für die direkte Erreichbarkeit und Kommunikation mit dieser Altersgruppe dar.

⁴ Landkreis Rostock. Bauamt. (2021). *Denkmalliste Landkreis Rostock*. Online verfügbar unter: https://www.landkreis-rostock.de/de/zustaendigkeit-bauamt/leistung/223/wohnort/11/zustaendigestellen/47/denkmalverzeichnis_denkmalliste_landkreis_rostock.html.

⁵ FH Güstrow. (o.J.). *Wohnen*. Abgerufen am 10. Oktober 2023, von <https://www.fh-guestrow.de/hochschule/campus-und-einrichtungen/wohnen>.

⁶ Güstrow. (2021). *Barlachstadt Güstrow Monitoring Stadtentwicklung für das Stadumbaugebiet Südschreibung Fortschreibung zum Stichtag* (S. 10). Rostock: BIG STÄDTEBAU GmbH, Regionalbüro Güstrow.

⁷ Güstrow. (2021). *Barlachstadt Güstrow Monitoring Stadtentwicklung für das Stadumbaugebiet Südschreibung Fortschreibung zum Stichtag* (S. 13). Rostock: BIG STÄDTEBAU GmbH, Regionalbüro Güstrow.

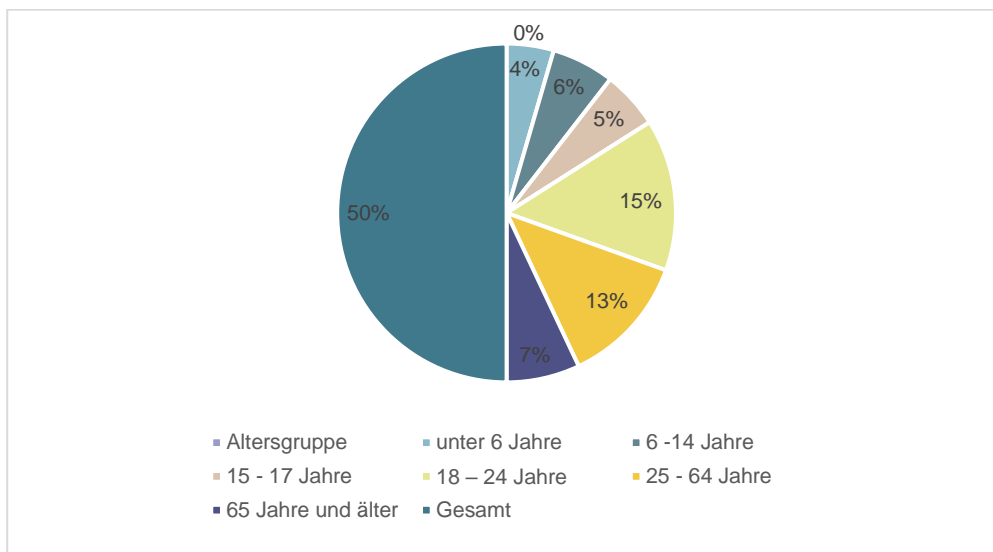


Abbildung 3: Demographische Altersversverteilung der Bewohner:innen

2.2.2 Analyse Sozialstruktur: Altersgerechtes Wohnen und Wohnungstauschbörsen

In den letzten Jahren wurde in Deutschland eine zunehmende Steigerung des Flächenbedarfs pro Person beobachtet, was die Bemühungen zur Reduktion des Raumwärmebedarfs pro Person beeinträchtigt. Viele Menschen halten auch im Alter und nach dem Auszug der Kinder an großen Wohnungen bzw. Häusern fest. Die steigenden Mietpreise bei Verkleinerung der Wohnung sowie der organisatorische Aufwand eines Umzugs sind häufige Hindernisse. In diesem Kontext wurden Ansätze entwickelt, die Suffizienz in die Stadtentwicklung zu integrieren, um ökologische Auswirkungen durch steigende Flächeninanspruchnahme zu reduzieren und soziale Gerechtigkeit zu fördern. Zu diesen Ansätzen gehören die Umnutzung von Leerstand, Wohnungstausch und gemeinschaftliches, generationenübergreifendes Wohnen.

Bewohner:innen in der Südstadt stehen lt. Monitoringbericht⁸ insgesamt 80 Wohneinheiten für betreutes Wohnen sowie 52 altersgerechte Wohneinheiten zur Verfügung. Diese Wohnmöglichkeiten verteilen sich auf verschiedene Einrichtungen, darunter zwei Betreutes-Wohnen-Einrichtungen in der Ringstraße mit 15 Wohneinheiten und in der August-Bebel-Straße mit 26 Wohneinheiten. Zudem gibt es eine Wohnanlage für ältere Menschen mit 24 altersgerechten Wohneinheiten in der Straße der DSF. Im Zeitraum 2011/2012 wurde die ehemalige Pestalozzi-Schule im Tolstoiweg zu 28 altersgerechten Wohneinheiten umgebaut. Im Jahr 2014 wurde außerdem eine Einrichtung des betreuten Wohnens durch die AWO mit 39 Wohneinheiten errichtet. Die demographische Entwicklung des Quartiers kann zukünftig den Bedarf des altersgerechten Wohnens erhöhen.

⁸ Güstrow. (2021). *Barlachstadt Güstrow Monitoring Stadtentwicklung für das Stadtumbaugebiet Südschreibung Fortschreibung zum Stichtag* (S. 41). Rostock: BIG STÄDTEBAU GmbH, Regionalbüro Güstrow.

Good Practice: Suffizienzmaßnahmen im Wohnungssektor

Wohnungstauschbörse: Wiener Wohnen

In Wien haben Hauptmieter:innen die Möglichkeit, bei einem bestehenden Mietverhältnis von mindestens fünf Jahren die eigene Wohnung mit anderen interessierten Hauptmieter:innen zu tauschen. Dies ist im selben Gemeindegebiet möglich. Zudem wird darauf geachtet, dass die Wohnungen entsprechend der Anzahl der Personen im Haushalt bedarfsgerecht sind. Durch eine schriftliche Tauschgenehmigung werden die jeweiligen Mietverträge mit allen Rechten und Pflichten übernommen.

Wohnungsgutscheine

Um dem Problem zunehmendem Wohnraum mangels bei gleichzeitig steigendem Wohnraum pro Kopf zu begegnen, schlägt das Institut für Sozioökonomie der Universität Duisburg-Essen die Einführung von Wohnungsgutscheinen vor. Dabei werden an jede Person beispielsweise Gutscheine für je 30m² Wohnraum ausgegeben. Wohnraumbesitzer werden zeitgleich dazu verpflichtet, für 50-80% des Wohnraums Gutscheine an die Stadt einzureichen, um somit die bedarfsgerechte Vergabe der Wohnung zu belegen. Ein Zwei-Personen-Haushalt sollte dadurch mit zwei Gutscheinen in einer rund 60m² großen Wohnung leben.⁹

Klimafreundliches Lokstedt

Im Rahmen des Projektes „Klimafreundliches Lokstedt“ wurde der Ansatz von Mehrgenerationenhäusern untersucht. Dabei wurde u.a. das Potenzial zur besseren Auslastung von Bestandsgebäuden geprüft, um den Nutzungsdruck auf Freiflächen zu verringern. In diesem Kontext wurden Mehrgenerationenhäuser als besondere Möglichkeit wahrgenommen, um kaum ausgelastete Wohnflächen im Besitz älterer Menschen zu beleben und so den Neubaubedarf zu verringern. Die wesentliche Erkenntnis war, dass zur Umsetzung tiefgehende Beratungs- und Vernetzungsangeboten aus neutraler Hand notwendig wären, um Interessierte aufzuklären und zu motivieren. Kommunale Netzwerke und Partnerschaften könnten dabei unterstützen, um Träger:innen für derartige Projekte zu finden.

2.2.3 Integration

Wie dem Monitoringbericht zu entnehmen ist, hat der Anteil von Migrant:innen in der Güstrower Südstadt seit 2014 sukzessiv zugenommen.¹⁰ Im Kontext der demographischen Entwicklung ist nicht davon auszugehen, dass der Zuzug bzw. der Anteil von Migrant:innen im Projektgebiet abnimmt. Vor diesem Hintergrund ist es wichtig Informationen zum Beispiel über die Einsparungen durch energieeffizientes Heizen in verschiedenen Sprachen verfügbar und leicht verständlich zu gestalten, sodass auch Gruppen, die sonst schwer zu erreichen sind, am Klimaschutz teilhaben können.

2.3 Nahversorgung im Quartier

Die Güter des alltäglichen Bedarfs im nahen Umkreis des Wohnortes zu haben, unterstützt eine klimafreundlichere Fortbewegung, da durch kurze Wege oftmals auch der private PKW stehengelassen wird. Das stadtplanerische Konzept der "Stadt der kurzen Wege" strebt an, die räumlichen Entfernungen

⁹ Bohnenberger (2020): Can 'Sufficiency' reconcile social and environmental goals? A Q-methodological analysis of German housing policy. *Journal of Housing and the Built Environment* 36.

¹⁰ Güstrow. (2021). *Barlachstadt Güstrow Monitoring Stadtentwicklung für das Stadtumbaugebiet Südschreibung Fortschreibung zum Stichtag** (S. 10). Rostock: BIG STÄDTEBAU GmbH, Regionalbüro Güstrow.

zwischen Wohnort, Arbeitsplatz, Nahversorgung, Dienstleistungen, Kultur-, Freizeit- und Bildungseinrichtungen zu minimieren. Dank dieser kurzen Wege können wichtige Ziele im täglichen Leben bequem zu Fuß, mit dem Fahrrad oder den öffentlichen Verkehrsmitteln erreicht werden. In der Analyse wird die Fußgängerzugänglichkeit dabei auf maximal 750 Meter begrenzt.

Durch die Umsetzung einer "Stadt der kurzen Wege" kann auch eine verstärkte Nutzungsmischung in den Quartieren erreicht werden, was sich positiv auf die Lebensqualität und die ökologische Bilanz der Wohngebiete auswirken kann. Zudem gewinnt dieses Konzept an Bedeutung im Hinblick auf die demografische Entwicklung im Quartier. Gerade in Güstrow Süd mit einer älteren Bevölkerungsstruktur, können weniger mobile Bewohner:innen von einem erweiterten Angebot an Nahversorgungseinrichtungen profitieren und sich länger selbstständig versorgen.

Die Nahversorgungsangebote für den täglichen Bedarf sind in Abbildung 4 dargestellt.

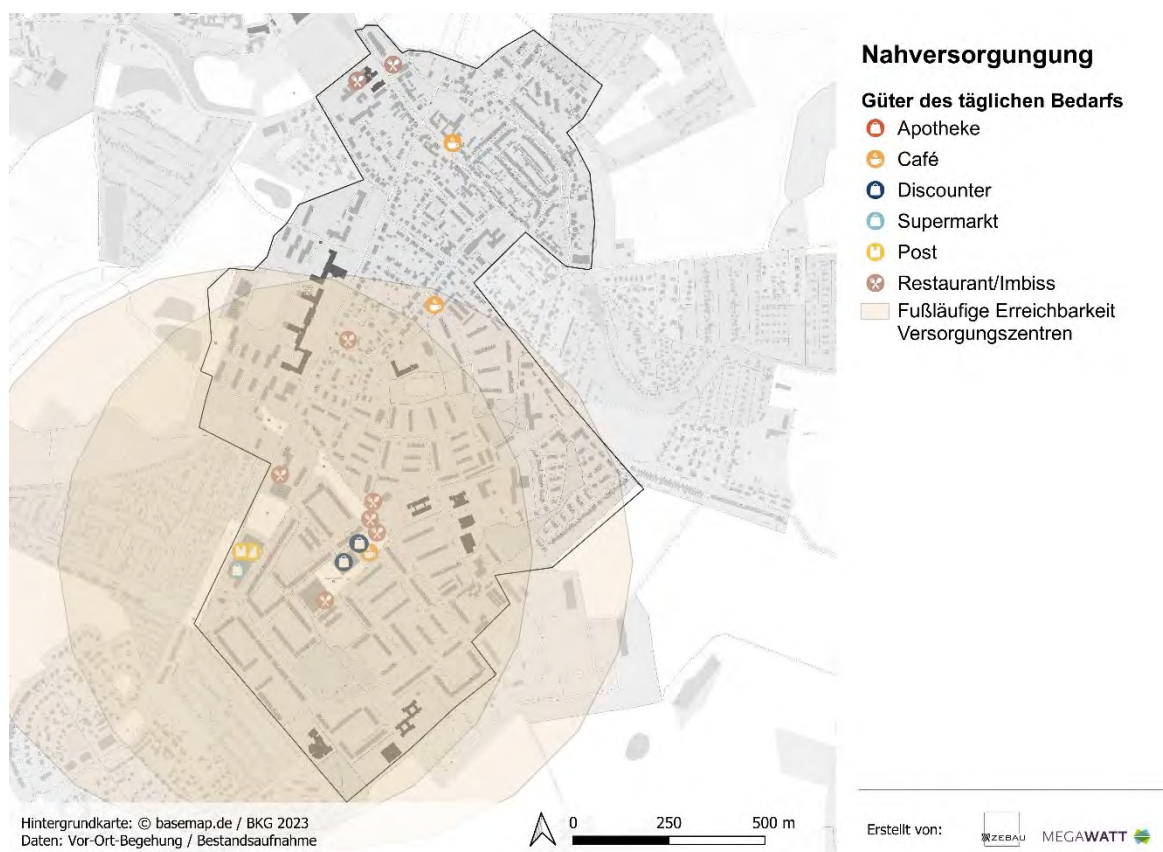


Abbildung 4: Übersicht an Nahversorgungsangeboten im Quartier: Güter des täglichen Bedarfs

Durch die begrenzten Einkaufsmöglichkeiten im Quartiersgebiet Güstrow Süd ergeben sich einige Herausforderungen für die Bewohner:innen. Weder Apotheken noch Supermärkte sind innerhalb der Quartiersgrenzen zahlreich vorhanden, die nächstgelegenen Optionen befinden sich an der südlichen Quartiersgrenze z.B. im Einkaufszentrum zwischen der Goldberger Straße und Friedrich-Engels-Straße sowie nördlich am Ausgangspunkt der Quartiersgrenze in Richtung Stadtkern. Lediglich Bäckereien stellen eine Ausnahme dar, die in ausreichender Anzahl vorhanden sind.

Die begrenzte Verfügbarkeit von Apotheken und Supermärkten innerhalb des Quartiers stellt eine Einschränkung für die Bewohner:innen dar. Diese müssen teils größere Entfernungen zurücklegen, um selbst kleinere alltägliche Einkäufe zu erledigen. Körperlich beeinträchtigten Menschen ist es in Anbetracht der Wegestrecken nicht möglich auf das Auto für tägliche Einkäufe zu verzichten.

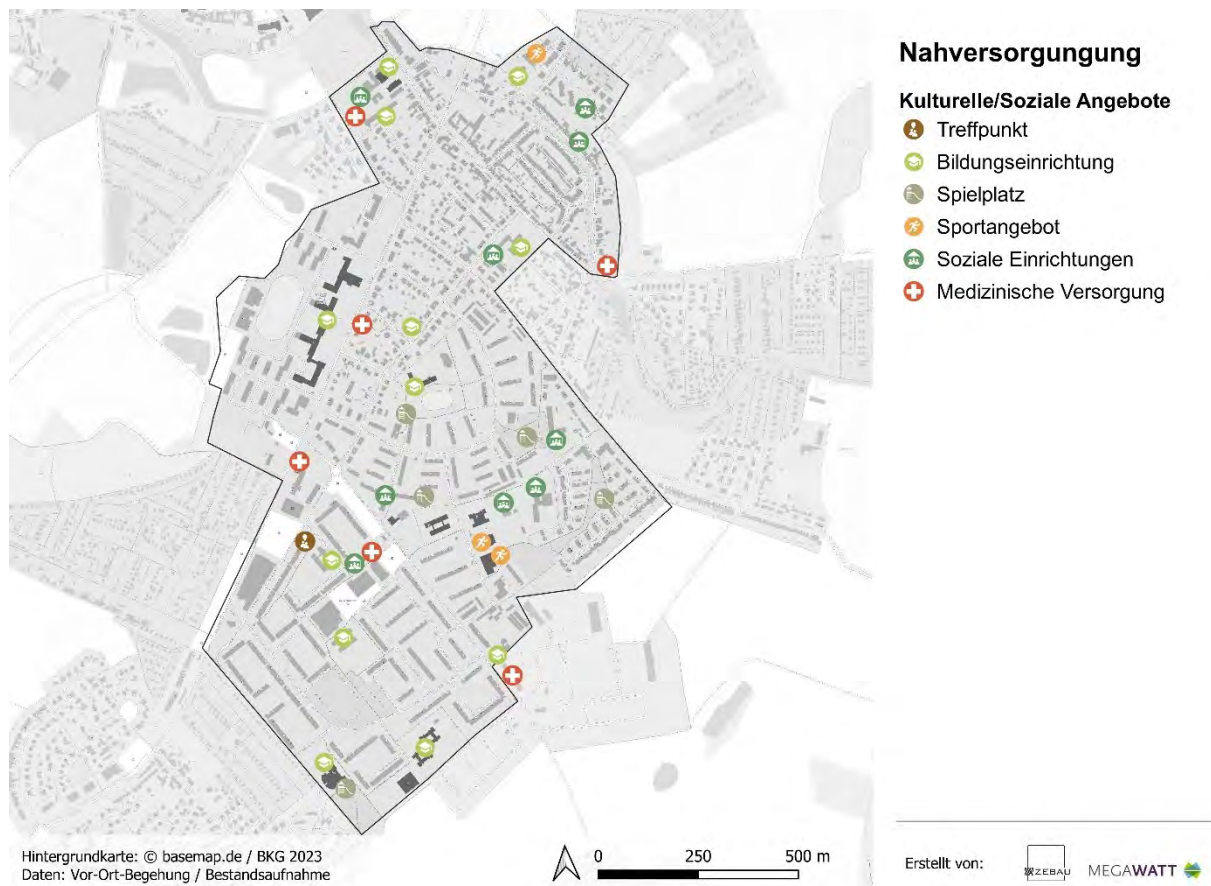


Abbildung 5: Übersicht an Nahversorgungsangeboten im Quartier: Kulturelle und soziale Angebote

Weiterhin wurde die Nahversorgung in Bezug auf soziale und kulturelle Angebote sowie Freizeitangebote im Quartiersumfeld erweitert betrachtet (Abbildung 5). Die medizinische Versorgung mit Haus-, Fach-, Zahn- und Tierärzt:innen ist im Quartier gegeben und verteilt sich über das gesamte Gebiet. Die Standorte der Hausärzt:innen befinden sich recht mittig im Quartier im Umfeld der Clara-Zetkin-Straße. Auch soziale Einrichtungen wie das Seniorenpflegeheim, Betreutes Wohnen und die Tagespflege der AWO, die Diakonie und die Tafel befinden sich im Projektgebiet.

In Bezug auf Spiel und Sport finden sich fünf Spielplätze, eine Skateanlage, eine Sportanlage der DRK und Sportanlagen an den Schulen über das Quartier verteilt. Insbesondere im mittleren Bereich des Quartiers finden sich diese Angebote, während der nördliche Bereich des Quartiers wenige solche Freizeitangebote bereithält.

Bildungsangebote, wie Kitas und Schulen, finden sich auch über das gesamte Quartier verteilt wieder. So ist die Anne-Frank-Schule, die Schule am Insee, die Freie Schule Güstrow, die ecolea Internationale Schule Güstrow und die Fachhochschule für öffentliche Verwaltung, Polizei und Rechtspflege im Projektgebiet angesiedelt.

Die Mobilität im Quartier und die Nahversorgungsangebote stehen in engem Kontakt, weshalb auch eine klimafreundliche Fortbewegung stark von den vorhandenen Angeboten abhängt. Da es im Quartier Bereiche gibt, die weniger gut mit Angeboten des täglichen Bedarfs ausgestattet sind, könnte einerseits die Verbesserung und der Ausbau von klimafreundlicheren Mobilitätsangeboten oder andererseits der Ausbau und die Abdeckung der Nahversorgungsangebote Potenziale für die Nahmobilität bieten.

2.4 Grün- und Freiflächen

Generell ist das Projektgebiet stark durchgrünt. Der grüne Charakter des Quartiers bildet sich dabei besonders durch halböffentliche Grünflächen entlang der Mehrfamilienhäuser sowie die ausschließlich privat genutzten Gärten der Einfamilienhausbereiche.

Angrenzend zum Quartier befinden sich an der Goldberger Straße im Südwesten des Quartiers sowie nordöstlich des Quartiers am Mühlenbach Kleingartenanlagen, rund um das Quartier verteilt weitere Grün- und Freiflächen sowie der nahe gelegene Insensee. All diese blau-grünen Aspekte tragen zur Lebensqualität und Luftqualität bei und sorgen für ein angenehmes Mikroklima im Quartier, in dem Kaltluft produziert und in das Quartier transportiert wird.

Zusätzlich gibt es im Quartier mehrere alte und jüngere Stadt- und Straßenbäume, die in heißen Sommermonaten Schatten spenden und durch als kühlende Orte auch den Fuß- und Radverkehr befördern können.

Als weiterer Grünaspekt gibt es seit 2018 im Quartier den Interkulturellen Garten in der Werner-Seelenbinder-Straße, als Treffpunkt der Begegnung, des Gärtners, und der interkulturellen Verbindung.



Abbildung 6: Interkultureller Garten Güstrow und weitere Grünflächen im Quartier (© ZEBALU GmbH)

Da Grünstrukturen und Freiflächen maßgeblich mitverantwortlich für das Mikroklima im Quartier und die Intensität sommerlicher Hitzetage, das Regenwassermanagement vor dem Hintergrund extremer Starkregenereignisse sowie die Artenvielfalt sind, ist es wichtig auch innerhalb des Energetischen Quartierskonzeptes die Qualität und Quantität der vorhandenen Strukturen zu erhalten und entsprechend auch bei baulichen Maßnahmen z.B. im Rahmen von Gebäudemodernisierungen oder dem Ausbau von Fernwärme wieder herzustellen.

3 Beteiligung und Öffentlichkeitsarbeit

Um alle Personen in den Prozess der Quartiersentwicklung einzubeziehen, die Akzeptanz und Mitwirkungsbereitschaft zu steigern, inhaltlich zu vernetzen, zu informieren und lokales Expertenwissen einzuholen, wurde für das Quartierskonzept ein Kommunikationsplan mit unterschiedlichen Formaten zur Beteiligung der Bewohnerschaft sowie der Akteure entwickelt.

Die verschiedenen Kommunikationswege bestehend aus Öffentlichkeitsarbeit, Anwohnerbeteiligung, Fach- austausche und Lenkungsgruppe werden in Abbildung 7 dargestellt sowie folgend erläutert.

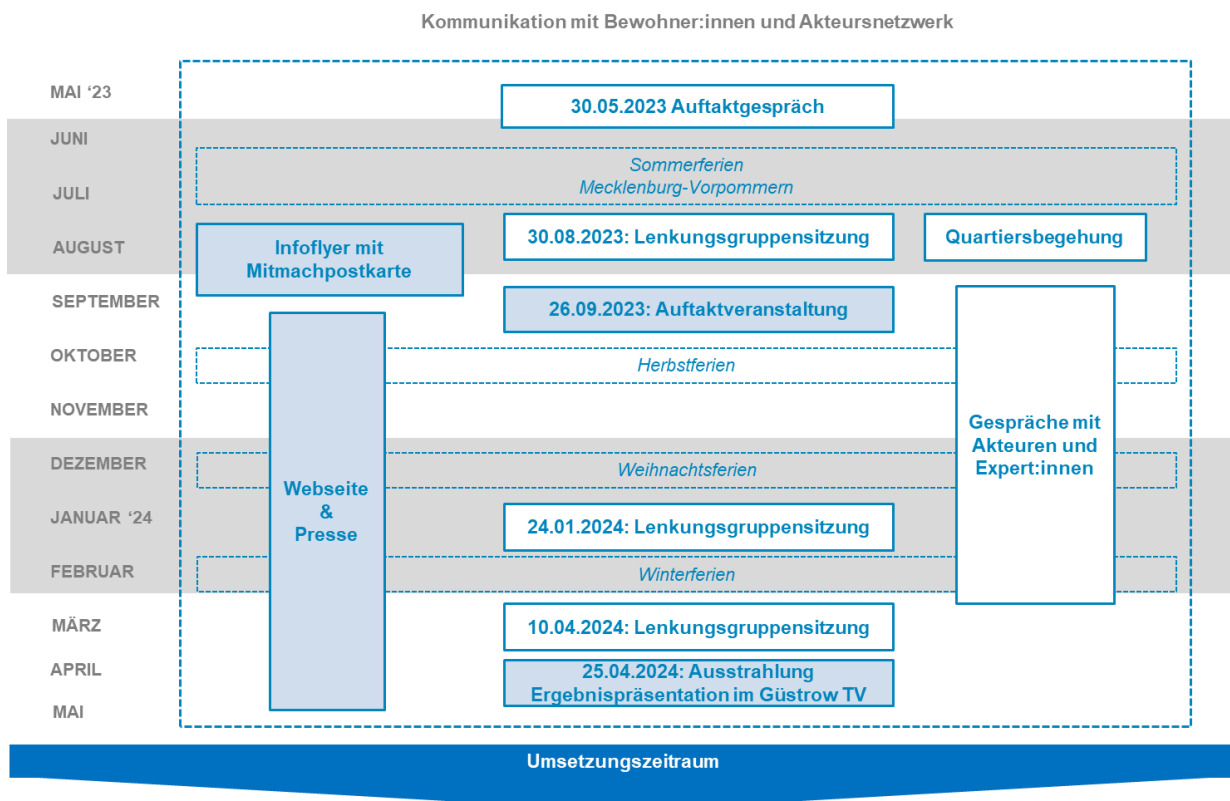


Abbildung 7: Kommunikationsplan des EQK Güstrow

Die aufgenommenen Hinweise aus Beteiligung und Expert:innengesprächen wurden daraufhin durch das Projektteam auf Grundlage der Bestandsaufnahme in der Potenzialanalyse als Entwicklungspotenziale formuliert und mittels Rücksprache mit der Lenkungsgruppe in einen Maßnahmenkatalog für das Quartier gegossen.

3.1 Kommunikation mit Bewohner:innen

Infolyer mit Mitmachkarten

Als Erstinformation und Auftakt zur Beteiligung der Bewohner:innen wurde im September 2023 im gesamten Quartier ein Info-Flyer mit einer Mitmachpostkarte mittels Postwurf innerhalb der *“Thema: Das Güstrowjournal”* verteilt. Verteilgebiet war der Großraum Güstrow Süd.

Durch das händische Ausfüllen der Mitmachpostkarte sowie der digitalen Beteiligungsoption, konnten die Anwohnenden vom Projekt erfahren und die Möglichkeit erhalten, sich aktiv in die Konzepterstellung einzubringen.

Weiterhin bot der Flyer die Möglichkeit sich in einen Info-Mailverteiler eintragen zu lassen, über den Informationen zum Verlauf des Projekts geteilt wurden. Außerdem konnten die Bewohner:innen ihr Interesse an einer kostenfreien Erst-Energieberatung bekunden.



Abbildung 8: Titelseite (l.), Quartiers-Übersicht (m.), Handlungsfelder (r.) des Info-Flyers

Insgesamt haben sieben Bewohner:innen des Quartiers ihre Anregungen und Wünsche im Rahmen der Mitmachpostkarte mitgeteilt. Im Folgenden werden die Hinweise der beteiligten Personen in Tabelle 2 dargestellt. Insbesondere der Fokus und das Interesse im Bereich der Energie und speziell der Wärmeversorgung war auffällig. Dabei ist anzumerken, dass bei solchen Beteiligungsangeboten ein gewisses

Engagement Voraussetzung ist und keine zusätzliche Aktivierung beinhaltet. Eine zusätzliche Aktivierung der Bewohnerschaft würde sich für den Umsetzungszeitraum anbieten.

Tabelle 2: Ergebnisse aus den Mitmachpostkarten

Was könnte im Quartier in der Güstrower Südstadt noch für den Klimaschutz getan werden?	
Wärme	Erweiterung der Fernwärme Versorgung bis in das angrenzende Gebiet "Bauhof Süd"
	Anschluss an Fernwärmeversorgung über klimaneutral betriebenes Heizkraftwerk
	Stadtwerke sollen ein verlässlicher Partner in der Fernwärmeversorgung werden
	Angebot von Luftwärmeversorgung/Erdwärmeversorgung (kleine Blockheizkraftwerke für bestimmte Bereiche)
Gebäude	Ausreichende und ökologische Dämmung der Wohn- und Geschäftshäuser
	Anpassung der Häuser auf das aktuelle Klima
Energie	Stadtwerke sollen beginnen gemeinsam mit dem kommunalen Partner in erneuerbare Energien zu investieren
	Bürgerbeteiligung
	Energieversorgung durch Photovoltaik
	PV-Anlagen auf allen möglichen Dächern
	Standorte für Windräder prüfen
	Anreize für Sparsamkeit schaffen (nicht bei Einsparung, stattdessen Grundpreise
	Energiefreundliche Straßenbeleuchtung (LED)
Mobilität	Ausbau von Elektro-Ladestationen

Webseite und Pressearbeit

Begleitend zu den Infolyern wurde auf der Internetseite der Stadtwerke Güstrow über das Projekt informiert. Unter www.stadtwerke-guestrow.de/quartiersentwicklung sind alle wichtigen Informationen und Neuigkeiten zum Projekt sowie Veranstaltungstermine zu finden.

Gleichzeitig wurde der Prozess der Quartiersentwicklung auch mittels Pressearbeit ergänzt und in den örtlichen Zeitungen zu Veranstaltungen eingeladen sowie über das Projekt informiert.

„Es geht um Klimaschutz und -neutralität“

Stefan Höpner im Interview: Stadtwerke planen Modernisierung in den Quartieren in der Güstrower Südstadt

Toni Cebulla

Eine ökologische Aufwertung der Güstrower Südstadtquartiere steht auf der Agenda der Stadtwerke Güstrow. Dazu wollen sie mit allen Akteuren vor Ort die Möglichkeiten ausloten und die Bürger dabei in die Planung einbeziehen, damit alle etwas von einer energetischen Sanierung haben. Im Interview beantwortet Stefan Höpner die wichtigsten Fragen dazu.

Welche Quartiere und Viertel werden konkret besprochen? Wie stelle ich fest, ob ich darin wohne und angesprochen bin?
Zunächst geht es um das Goldberger Viertel rund um die Plauer und die Goldberger Straße, vorwiegend um den „alten“ Gebäudebestand. Welche Gebäude im Quartier liegen, ist der Karte zu entnehmen.

Welches Ziel verfolgt das Projekt hinsichtlich der Energiewende?

Es geht um Klimaschutz und -neutralität in Güstrow. Denn eine der größten Herausforderungen auf dem Weg zur klimafreundlichen Stadt ist die Ener-

giehende und insbesondere der Wärmeverbrauch unserer Wohngebäude. Durch den Fokus auf ein ganzes Viertel, anstelle eines einzelnen Gebäudes, kann gemeinsam an Lösungen gearbeitet werden, die auch wirtschaftlicher umsetzbar sind.

Was erwartet mich dabei? Bin ich als einzelner Haushalt im Projekt zu energetischem Umbau verpflichtet?

Zunächst erfolgt die Ermittlung klimafreundlicher Potenziale in den Bereichen Gebäudemodernisierung, Wärme- und Stromversorgung sowie der Mobilität. Um diese Potenziale zu nutzen, werden Maßnahmen und Lösungsvorschläge erarbeitet. Zum energetischen Modernisieren des eigenen Gebäudes wird jedoch niemand verpflichtet: Anwohner können aber einen Einblick in die Einsparpotentiale am eigenen Gebäude erhalten, um CO₂-Emissionen zu reduzieren und Energiekosten zu senken.

Welche Veränderungen will das Projekt ganz konkret für den Einzelnen erzielen?

Im Quartierskonzept wollen wir mit den Bewohnern und



Stefan Höpner, Leiter des Stab Geschäftsleitung bei den Stadtwerken, informiert über die Planungen im Quartier. Foto: Sabrina Käfer

den Akteuren vor Ort ins Gespräch kommen und uns gemeinsam den folgenden Fragen widmen: Welche Lösungen gibt es für eine umweltfreundliche Wärmeversorgung im Quartier? Wie kann der Gebäudebestand klimafreundlich modernisiert werden? Welche Potenziale bieten erneuerbare Energien für die Versorgung im

Quartier? Wie können Ausgangsbedingungen für nachhaltige Mobilitätsangebote geschaffen werden?

In welchem Zeitraum soll das Projekt umgesetzt werden?

Das Quartierskonzept wird innerhalb rund eines Jahres bearbeitet. Im Sommer 2024 sollen die Ergebnisse für die Güst-

rower Südstadtquartiere vorliegen sein und das Konzept fertiggestellt. Danach erst geht es an die praktische Umsetzung der Maßnahmen.

Kommen dann Kosten oder Verpflichtungen auf mich zu?

Im Rahmen des Konzeptes kommen weder Kosten noch Verpflichtungen auf die Bewohner zu. Innerhalb des Quartierskonzeptes bieten wir hingegen Eigenheimbesitzer aus dem Projektgebiet eine der kostenfreien Erst-Energieberatungen vor Ort an ihrem Gebäude mit ersten Informationen rund um Modernisierung und Fördermittel an. Wer Interesse hat, kann sich unter [gwestrow@zebau.de](mailto:guestrow@zebau.de) anmelden – die Anzahl ist begrenzt.

Wo kann ich mich informieren, wenn ich mich für das Thema interessiere?

Wir laden alle interessierten Anwohner zur Auftakt-Veranstaltung am 26. September ab 18 Uhr in die Fachhochschule Güstrow ein. Dort werden das Projekt und die Arbeitsschritte vorgestellt. Es werden in einer Beteiligungsphase Wünsche, Anregungen und Ideen für eine nachhaltige Entwicklung der

Südstadt aufgenommen. Die Lokalexpertise der Bewohner vor Ort hilft dem Gutachter auch, die Potenziale spezifischer auf das Gebiet zu konkretisieren und Bedarfe mitzudenken.

Woher bekomme ich Informationen, wenn ich bei dem Termin nicht anwesend sein kann?

Man kann sich für einen Info-Mailverteiler anmelden, und bekommt dann Informationen zum weiteren Verlauf des Projektes per Mail zugesandt. Zu finden ist die Anmeldung auf der Webseite der Stadtwerke Güstrow unter www.stadtwerke.guestrow.de/quartiersentwicklung.

Termin

Die Auftaktveranstaltung

„Quartiersanierung in der Südstadt“
Dienstag, 26. September 2023, 18 bis 20 Uhr, in der Fachhochschule für öffentliche Verwaltung, Polizei und Rechtspflege, Lehrgebäude 1 / Raum 026, Goldberger Straße 12-13, 18273 Güstrow

Abbildung 9: Presseartikel in der SVZ vom 16.09.2023 (Quelle: Stadtwerke Güstrow & Güstrower Anzeiger / Lokales, Seite 9)

Auftaktveranstaltung

Die Auftaktveranstaltung fand am 26. September 2023 in Präsenz in der Fachhochschule für öffentliche Verwaltung, Polizei und Rechtspflege des Landes Mecklenburg-Vorpommern statt und informierte die ca. 20 Teilnehmenden über den Ablauf und das Vorhaben des energetischen Quartierskonzeptes und ermöglichte es in einer Beteiligungs- und Diskussionsrunde Anregungen zu geben (siehe Abbildung 10 und Tabelle 3).

Die Diskussion drehte sich ausschließlich um die Energie- und Wärmeversorgung im Quartier, mit Schwerpunkt auf der Fernwärme. Insbesondere Eigentümer:innen von Gebäuden im Quartier, die sich Orientierung zur zukünftigen Wärmeversorgung ihrer Immobilie wünschen, beteiligten sich an der Diskussion. Sie wünschten sich einerseits Informationen über Ausbaupläne der Fernwärme in einzelnen Straßen, sowie andererseits Unterstützung bei der Umstellung auf erneuerbare Energien in dezentral versorgten Bereichen. Zusätzlich bestand sowohl über die Anschlussgebühren als auch für die Varianten eines Anschluss- und Benutzungsgebots Aufklärungsbedarf.

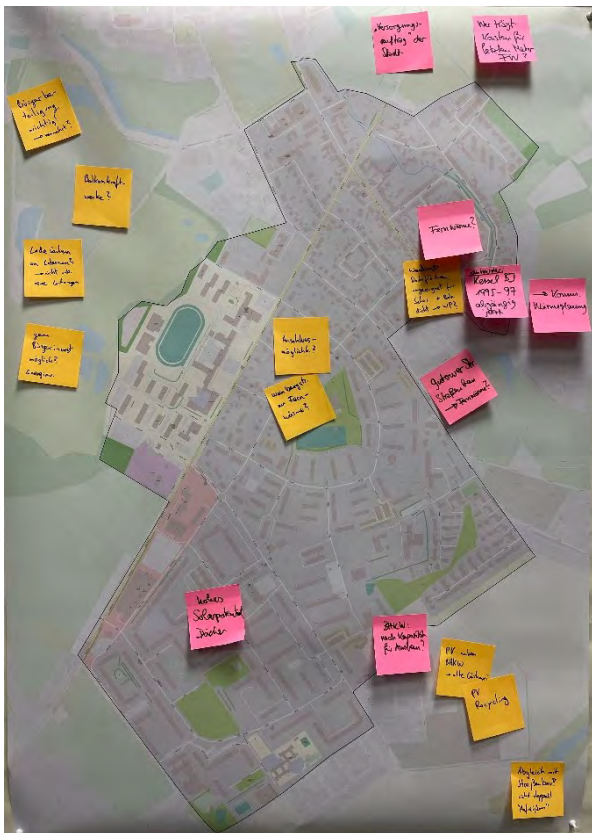


Abbildung 10: Hinweise und Wünsche für das Quartier aus der Auftaktveranstaltung (Quelle: ZEBALU GmbH)

Fragen, Wünsche und Anmerkungen aus der Auftaktveranstaltung	
Wärme	Wo wird ein Wärmenetz gelegt?
	Wo muss man sich dezentral kümmern?
	Wie viel wird ein Netzanschluss kosten?
	Kann man BHKW nachhaltig ersetzen?
	Wunsch: Wärmenetz in das Viertel nordöstlich der Plauer Straße, Weinbergerstraße und Stichstraßen
Strom	Hohes Dachflächenpotenzial im Süden nutzen
	Balkonkraftwerke: Hürden bei Vermieter:innen abbauen
	Gemeinsamer Bürgerinvest möglich
Mobilität	Ladesäulen an Laternen

Tabelle 3: Fragen und Anmerkungen aus der Auftaktveranstaltung

Ergebnis-Präsentation

Die Präsentation der Ergebnisse wurde am 25. April 2024 via Güstrow TV aufgezeichnet und am 29. April 2024 auf GüstrowTV ausgestrahlt. Anhand des digitalen Mediums und der Verbreitung der Ergebnisse in dem lokalen Fernsehsender, konnte ein Format gewählt werden, welches es den Bürger:innen und Interessierten ermöglichte unabhängig von Zeit und Ort sich zu informieren und welches auch noch einmal zu einem späteren Zeitpunkt (in der Mediathek) herangezogen werden kann.

Auf diese Weise sollten mehr Personen angesprochen und informiert werden können, als es in einer Veranstaltung vor Ort ggf. möglich sein könnte.

Über die Ausstrahlung der Ergebnisse wurde im Rahmen einer Pressemitteilung informiert.

3.2 Kommunikation mit Akteuren

Neben der Einbindung der Bewohner:innen, ist der Austausch und die Beteiligung von Akteuren aus den Bereichen der Energieversorgung, der Mobilität, der Wohnungsunternehmen, der Stadtentwicklung sowie weiterer Fachbereiche aus der Verwaltung und der Politik für die Quartiersentwicklung relevant, um ein zukunftsfähiges Konzept zu erarbeiten. Entsprechend wurde ein reger Austausch mit Akteuren aus diesen

Bereichen in Form von Einzelgesprächen sowie innerhalb der Lenkungsgruppensitzungen geführt und das Konzept nach und nach weiterentwickelt.

Die Lenkungsgruppe diente als zentrales Steuerungsgremium für die Konzepterstellung zur energetischen Quartiersentwicklung. In der Lenkungsgruppe waren Vertreter:innen der Verwaltung, der Stadtwerke sowie der ansässigen Wohnungsunternehmen vertreten. Im Verlauf der Erarbeitung des Konzeptes haben so insgesamt drei Sitzungen digital stattgefunden:

- 30.08.2023: Lenkungsgruppensitzung #1:
Vorstellung des Quartierskonzeptes, Präsentation der Bestandsaufnahme und Hinweise und Anregungen für die Erstellung des Konzeptes von den Teilnehmenden
- 24.01.2024: Lenkungsgruppensitzung #2:
Vorstellung der Mustersanierungskonzepte und Sachstand Wärmenetz
- 10.04.2024: Lenkungsgruppensitzung #3:
Vorstellung der Ergebnisse des Konzeptes, die Wärmenetzvarianten sowie den Maßnahmenplans

4 Energie- und CO₂-Bilanz

Die Erstellung einer Gesamtenergie- und Treibhausgas-Bilanz (THG) dient der Bewertung der aktuellen energetischen Situation im Quartier und der Entwicklung gezielter Maßnahmen zur langfristigen Reduktion der THG-Emissionen. Der Energieverbrauch im Quartier setzt sich aus den einzelnen Verbräuchen in den Sektoren Wärme, Strom und Verkehr zusammen. Ziel dieser Bilanzierung ist es, die Energiebedarfe und die damit einhergehenden THG-Emissionen zu bilanzieren, um eine Grundlage für Modernisierungsmaßnahmen der Energieversorgung zu erstellen und diese hinsichtlich ihrer ökologischen Vorteile bewerten zu können.

4.1 Bilanzierungsmethodik

Die CO₂-Emissionen sowie der Primärenergiebedarf im Quartier werden nach der Bilanzierungs-Systematik Kommunal (BISKO) bilanziert. Der BISKO-Standard wurde 2014 von Personen aus der kommunalen Praxis unter wissenschaftlicher Beratung entwickelt, 2019 aktualisiert und hat sich als Stand der Technik für die Treibhausgas-Bilanzierung in Kommunen etabliert. Ziel des BISKO-Standards ist eine einheitliche Bilanzierungsmethodik für Kommunen und damit eine bessere Vergleichbarkeit von kommunalen Energie- und Treibhausgasbilanzen. Als Bilanzierungsprinzip wird nach dem BISKO-Standard das Territorialprinzip verfolgt. Im Bereich des Strom- und Ferwärmeverbrauchs wird der Ansatz der Verbraucherbilanz angewendet. Damit weicht der BISKO-Standard von dem klassischen Ansatz der Quellenbilanz bzw. des Emissionskatasters ab. Im Unterschied zur Quellenbilanz werden die Emissionen in Folge der Eigenbedarfe und Verluste im Umwandlungsbereich den verursachenden Endverbrauchssektoren zugeordnet und nicht separat ausgewiesen. Weiterhin werden bei den THG-Emissionen auch die Vorketten der Energiebereitstellung sowie weitere Treibhausgase (Lachgas und Methan) in CO₂-Äquivalenten berücksichtigt. Graue Energie wird jedoch nicht berücksichtigt.

4.2 Berechnungsparameter

Als Ergebnis dieses Kapitels sollen die resultierenden CO₂-Emissionen sowie der bestehende Bedarf an Primärenergie im Untersuchungsgebiet ermittelt werden. Hierbei hat die Wahl der THG-Emissionsfaktoren einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse der THG-Bilanz. Wie bereits beschrieben, werden in den Emissionsfaktoren nach der BISKO-Methodik sowohl die äquivalenten Emissionen weiterer Treibhausgase, welche durch die Energieumwandlung freigesetzt werden, sowie Vorketten berücksichtigt. Die angesetzten Werte für die spezifischen CO₂-Emissionen der Brennstoffe entsprechen den Werten des Arbeitsblatt AGFW FW 309. Die Primärenergiefaktoren wurden dem novellierten Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2024 entnommen. Die nachfolgende Tabelle stellt die zur Berechnung der THG-Emissionen und Primärenergie verwendeten Faktoren zusammenfassend dar.

Tabelle 4: Spezifische Emissionsfaktoren in CO₂-Äquivalenten mit Vorketten und Primärenergiefaktoren der betrachteten Energieträger

Energieträger	Spez. Emissionsfaktor f_{THG} [g _{CO2} /kWh]	Primärenergiefaktor f_P [-]
Heizöl	310	1,1
Erdgas	240	1,1
Biomethan	140	0,5
Diesel	327	1,1
Ottokraftstoff	322	1,1
Deutscher Strommix	560	1,8
Erneuerbare Energien (Geothermie, Solarstrahlung, Umgebungswärme, Wind)	0	0

Eine Besonderheit bei der Bilanzierung von CO₂-Emissionen bzw. der Primärenergie sind Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), genauer: die Blockheizkraftwerke (BHKW) im Quartier, welche gleichzeitig elektrische und thermische Energie bereitstellen. Nach dem BSKO-Standard wird bei der Allokation von Koppelprodukten die exergetische Methode (Carnot-Methode) angewandt. Hierbei wird sowohl die Quantität als auch die Qualität der erzeugten Energie berücksichtigt. Zur Aufteilung der entstehenden CO₂-Emissionen in den KWK-Anlagen werden sog. Allokationsfaktoren benötigt. Die Berechnung dieser Allokationsfaktoren nach der Carnot-Methode wird analog zu Abschnitt 7.2.3.1 des Arbeitsblatt AGFW FW 309 Teil 6 durchgeführt. Für das Jahr 2022 beträgt der Allokationsfaktor der KWK-Wärme im Quartier $a_T = 0,19$ und der Allokationsfaktor des Stroms $a_S = 0,81$. Da die Allokationsfaktoren von der durchschnittlichen Luftaußentemperatur sowie der mittleren Temperatur aus Vor- und Rücklauf abhängen, sind die berechneten Faktoren ausschließlich für das betrachtete Jahr 2022 gültig.

4.3 Energieversorgungsstruktur

Im folgenden Abschnitt wird auf die Art und den Zustand der aktuellen Wärme- und Stromversorgung im Untersuchungsgebiet eingegangen.

4.3.1 Wärmeversorgung

Grundsätzlich erfolgt die Wärmeversorgung im Quartier zentral über das Fernwärmenetz bzw. dezentral in den Gebäuden mit einem Anschluss an das zentrale Gasnetz oder vollständig dezentral ohne Netzanschluss. Abbildung 11 stellt die Art der Wärmeversorgung für sämtliche Gebäude im Untersuchungsgebiet dar. Es ist ersichtlich, dass aktuell vornehmlich die großen Wärmeverbraucher an das Fernwärmenetz angeschlossen sind. Hierzu zählt unter anderem die Fachhochschule für öffentliche Verwaltung, Polizei und Rechtspflege, das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG), die Einkaufszentren an der Friedrich-Engels-Straße sowie am Platz der Freundschaft sowie ein Großteil der Mehrfamilienhäuser im Projektgebiet. Allgemein versorgt das Wärmenetz vornehmlich die Gebäude in der südlichen Hälfte des Quartiers, während die Gebäude im nördlichen Teil des Projektgebiets größtenteils durch das Gasnetz

versorgt werden. Im Gegensatz zum südlichen Teil des Untersuchungsgebiets ist die Bebauung im Norden durch Einfamilienhäuser geprägt. Gebäude, welche weder über einen Wärmenetz- noch einen Gasnetzanschluss verfügen und somit vollständig dezentral versorgt werden, machen lediglich einen geringen Teil des Gebäudebestands aus. Aufgrund des Baualters der Gebäude wird angenommen, dass die vollständig dezentrale Wärmeversorgung der entsprechenden Häuser mithilfe von dezentralen Ölkesseln realisiert wird.

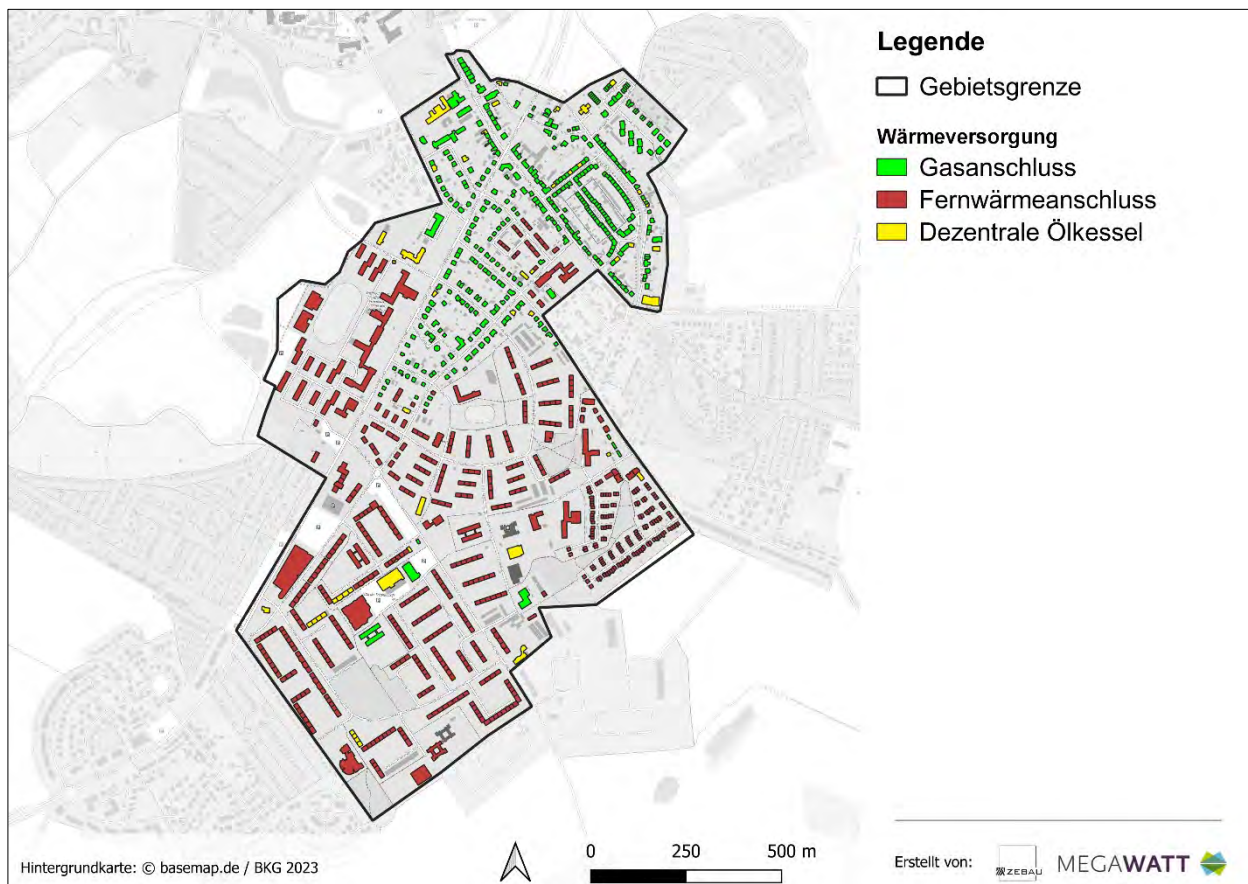


Abbildung 11: Wärmeversorgungsarten im Untersuchungsgebiet

In den nachfolgenden Abschnitten wird detaillierter auf die unterschiedlichen Versorgungsarten in der Güstrower Südstadt eingegangen.

4.3.1.1 Zentrale Wärmeversorgung mittels Fernwärmenetz

Die Stadtwerke Güstrow betreiben aktuell ein Bestandswärmenetz im Untersuchungsgebiet. Das Netz wird vollständig durch die Energiezentrale „BHKW Güstrow Süd“ in der Clara-Zetkin-Straße 17 gespeist. Die Energiezentrale gliedert sich in zwei Blockheizkraftwerke (BHKW), drei Heizkesselanlagen und drei Wärmespeicher. Die beiden BHKW werden vollständig mit bilanziellem Biomethan befeuert und haben eine thermische Leistung von je 2,3 MW_{th} und eine elektrische Leistung von je 1,8 MW_{el}. Die drei Heizkesselanlagen haben eine thermische Leistung von je 9 MW, welche jedoch technisch auf je 6,4 MW begrenzt

wurde. Die bestehenden Kesselanlagen können bivalent sowohl mit Erdgas als auch mit Heizöl befeuert werden. Die drei Wärmespeicher der Energiezentrale haben ein Volumen von jeweils 120 m^3 .

Das Bestandsnetz erstreckt sich im Norden bis zur *Voßstraße* Ecke *Baumschulenweg*, im Osten bis zur Ecke *Seestraße* und *Am Sportplatz*, im Süden bis zur Straße *Inselseeblick* über die Grenzen des Untersuchungsgebiets hinaus und im Westen bis zur *Goldberger Straße*. Die Trassenlänge der Fernwärmenetzes beträgt insgesamt rund 15.100 m . Ein Großteil der Rohrleitungen des Netzes wurden bereits saniert und durch Kunststoffmantelrohre (KMR) der Dämmserie 2 ausgetauscht. Lediglich rund $1.530 \text{ m}_{\text{Trasse}}$ bzw. ca. 10 % der Rohrleitungen sind noch alte Stahlrohre in Haubenkanälen, welche aktuell durch die Stadtwerke mit einer Rate von ca. $400 \text{ m}_{\text{Trasse}}/\text{a}$ durch KMR ersetzt werden. Somit ist davon auszugehen, dass die Sanierung des Fernwärmenetzes Ende 2027 abgeschlossen ist. Die nachfolgende Abbildung stellt den Verlauf des Wärmenetzes im Quartier, an das Netz angeschlossene Gebäude sowie den Standort der Energiezentrale dar.

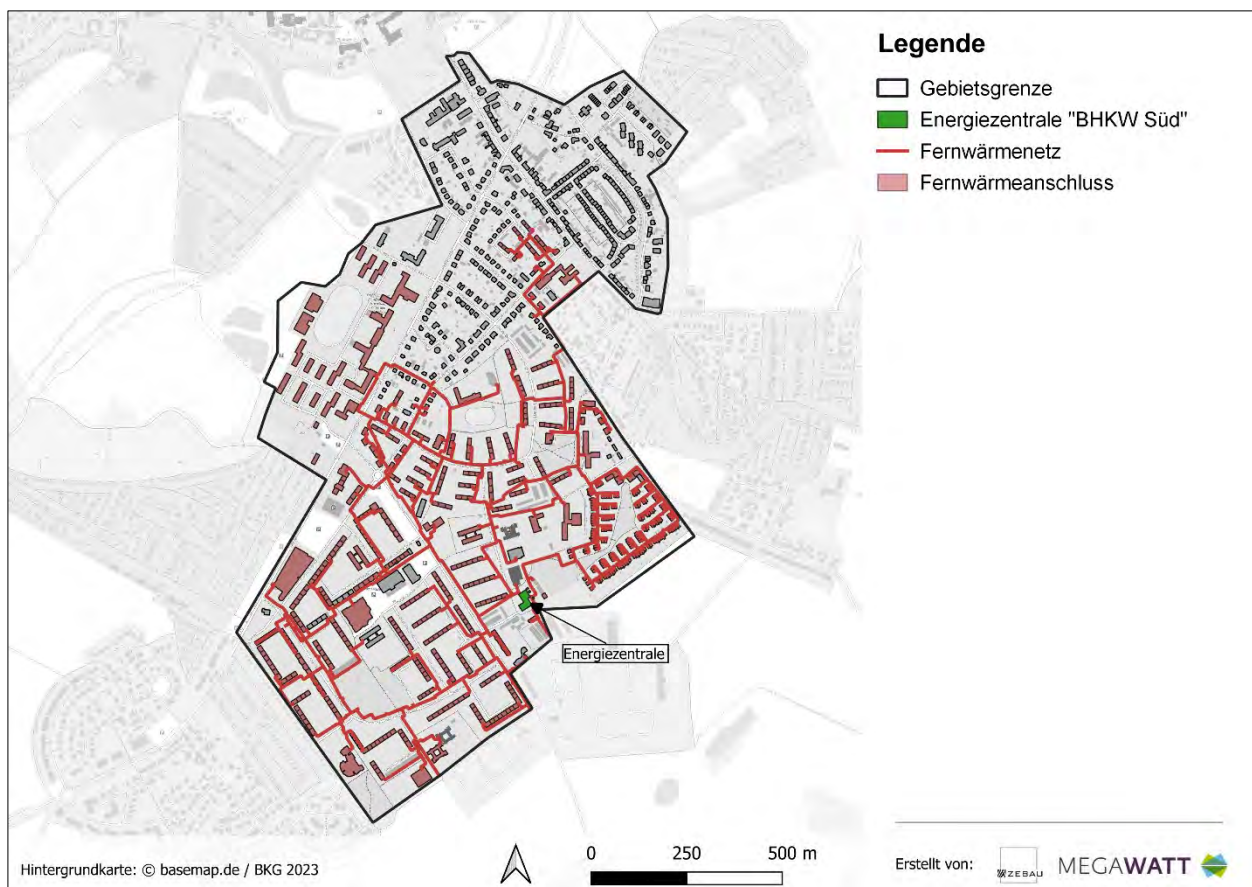


Abbildung 12: Verlauf des Wärmenetzes und Standort der Energiezentrale

Die Versorgung der Güstrower Südstadt mit Fernwärme begann im Jahr 1992. Im Jahr 2022 wurden etwa 70 % des Wärmebedarfs im Untersuchungsgebiet durch das Fernwärmenetz bereitgestellt. Damit stellt die Dekarbonisierung des Fernwärmenetzes die wichtigste Stellschraube zum Erreichen des Ziels einer klimaneutralen Wärmeversorgung in Güstrow bis 2040 dar.

4.3.1.2 Dezentrale Wärmeversorgung mittels zentralem Gasnetz

Neben der Wärmeversorgung über das bestehende Wärmenetz stellt die Versorgung mithilfe des Gasnetzes eine weitere wichtige Art der Wärmebereitstellung in der Südstadt dar. Hierbei beziehen die an das Gasnetz angeschlossenen Gebäude Erdgas aus dem Netz und nutzen dieses als Brennstoff für den Betrieb der dezentralen Gaskessel. Für die Gaskessel im Quartier wird ein mittlerer Nutzungsgrad von 80 % angenommen. Während der Wirkungsgrad das Verhältnis aus zugeführter Energie zu umgewandelter nutzbarer Energie im optimalen Betriebspunkt beschreibt, drückt der Nutzungsgrad dieses Verhältnis über einen längeren Zeitraum des Anlagenbetriebs, in welchem verschiedene Betriebspunkte durchlaufen werden, aus. Damit stellt der Nutzungsgrad eine bessere Kenngröße zur Beschreibung des tatsächlichen Anlagenverhaltens dar. Wie bereits beschrieben, beziehen vornehmlich die Gebäude im nördlichen Teil des Projektgebietes Erdgas aus dem Netz zur Wärmeerzeugung. Hierbei handelt es sich vornehmlich um Einfamilienhäuser, jedoch sind auch größere Verbraucher, wie beispielsweise die internationale Schule an der Plauer Straße sowie einige Mehrfamilienhäuser an das Gasnetz angeschlossen. Abbildung 13 stellt den Verlauf des Gasnetzes sowie die angeschlossenen Gebäude im Projektgebiet dar. Die Gasbefeuerten Wärmeerzeuger in den Gebäuden stellen einen Anteil von rund 25 % des gesamten Wärmebedarf zur Verfügung.

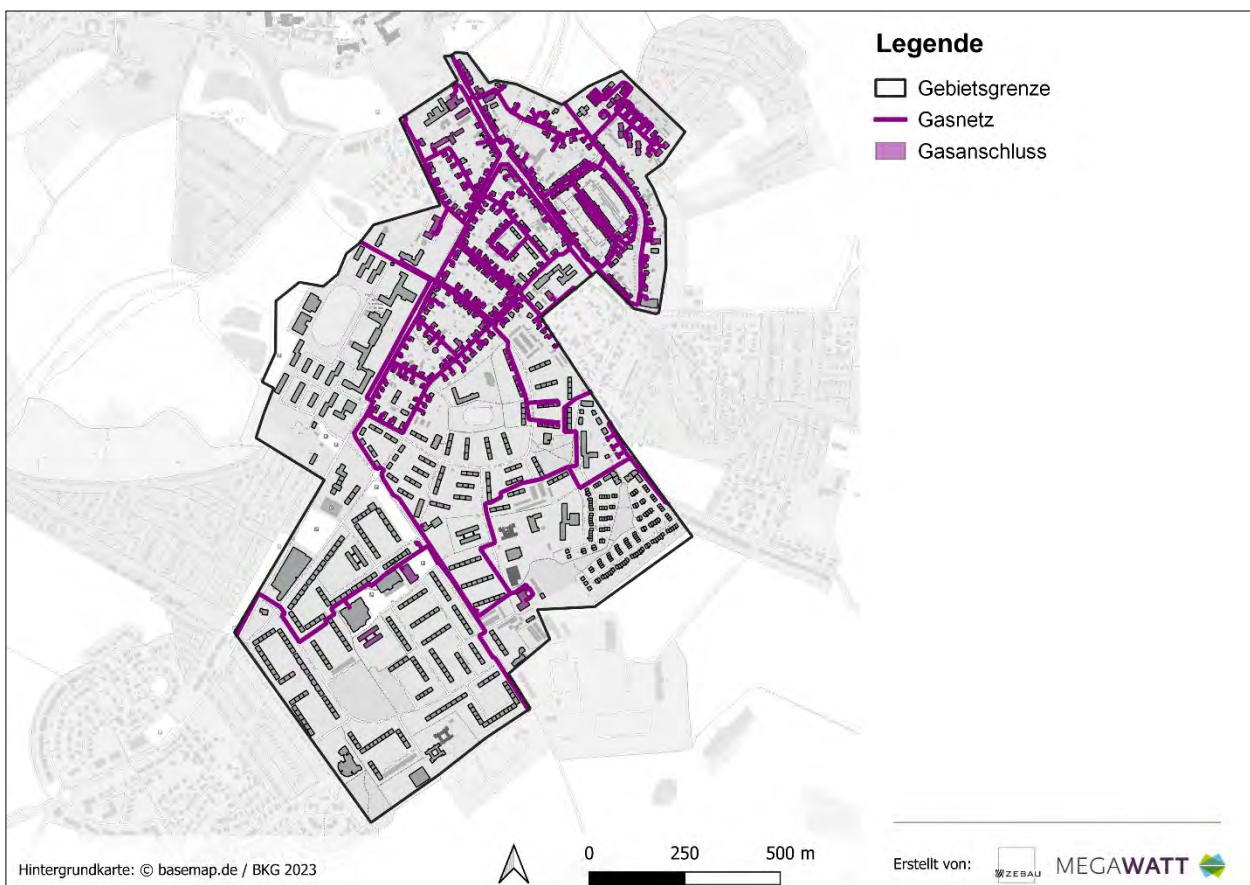


Abbildung 13: Verlauf des Gasnetzes im Quartier

4.3.1.3 Netzunabhängige Wärmeversorgung

Den kleinsten Anteil am Wärmebedarf des gesamten Quartiers haben die Gebäude, welche weder einen Fernwärme- noch einen Gasnetzanschluss besitzen. Die Wärmeversorgung dieser Gebäude wird vollständig dezentral realisiert, sprich der Brennstoff wird nicht über ein zentrales Netz bereitgestellt und die Energieumwandlungsanlagen sind dezentral in den jeweiligen Gebäuden installiert. Grundsätzlich sind verschiedene Umwandlungstechnologien (Heizkessel, Wärmepumpen) bzw. Brennstoffe (Heizöl, feste Biomasse, ...) vorstellbar. Aufgrund des Baualters der Gebäude wird in erster Näherung angenommen, dass alle Gebäude ohne Gas- und Fernwärmenetzanschluss mithilfe von dezentralen Heizölkesseln beheizt werden. Für die Ölkessel wird ebenfalls ein Nutzungsgrad von rund 80 % angenommen. Der Wärmebedarf der vollständig dezentral versorgten Gebäude beträgt etwa 5 % des gesamten Wärmebedarfs in der Güstrower Südstadt. Die nachfolgende Abbildung stellt die Gebäude dar, welche mit Ölkesseln beheizt werden.

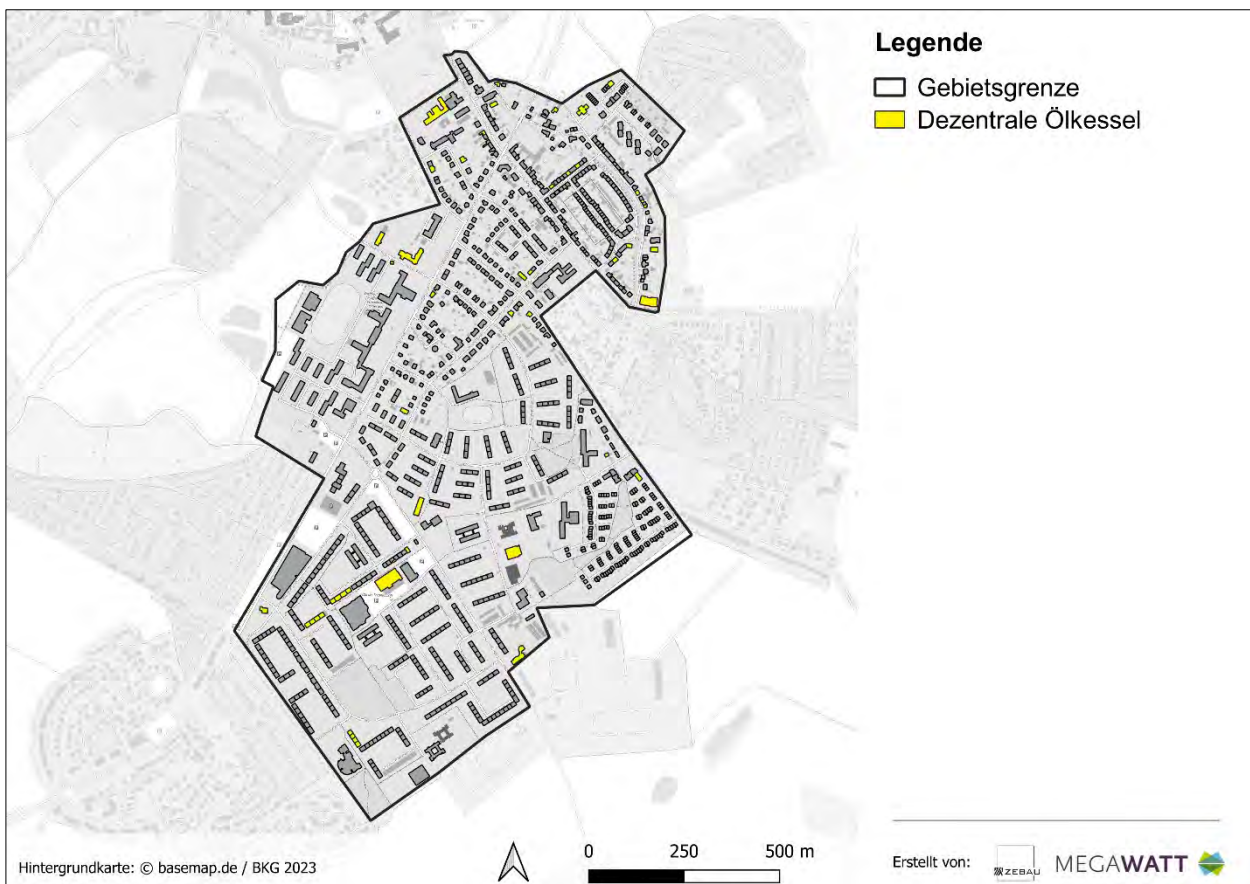


Abbildung 14: Gebäude mit dezentralen Ölkesseln im Quartier

4.3.1.4 Zusammenfassung Wärmeversorgung

Zusammenfassend hat die Bestandsaufnahme der Wärmeversorgung im Quartier ergeben, dass diese durch das Fernwärmenetz mit 70 %-Anteil am gesamten Wärmebedarf dominiert wird. Dezentrale Gaskessel in den Gebäuden werden über ein zentrales Gasnetz im Projektgebiet gespeist und erzeugen rund 25

% der benötigten Wärme im Untersuchungsgebiet. Für Gebäude, welche weder einen Anschluss an das Wärmenetz noch an das Gasnetz besitzen, wurde eine Versorgung mittels Ölkesseln angenommen. Damit haben Ölkessel einen Anteil in Höhe von ca. 5 % an der gesamten Wärmeversorgung.

Das Fernwärmenetz in der Südstadt wird aktuell durch zwei BHKW und drei Heizkessel gespeist. Die BHKW werden mit bilanziellem Biomethan betrieben, während die Heizkessel sowohl mit Erdgas als auch mit Heizöl befeuert werden können. Mit dem Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 muss der Erdgas- und Heizölbedarf vollständig substituiert werden. Zusätzlich sollte der Anteil an Wärme, welche durch die Verbrennung von bilanziellem Biomethan erzeugt wird, ebenfalls stark reduziert werden.

4.3.2 Stromversorgung

Folgend wird die aktuelle Versorgungsstruktur der Stromversorgung im Quartier beschrieben. Sämtliche Gebäude im Quartier sind an das zentrale Stromnetz angebunden. Innerhalb des Untersuchungsgebiets speisen die BHKW der Energiezentrale sowie zahlreiche dezentrale PV-Anlagen Überschussstrom in das Stromnetz ein. Im Jahr 2022 haben die BHKW des Fernwärmenetzes rund 19.486 MWh Nettostrom bereitgestellt, sprich die produzierte Strommenge abzüglich des Eigenstrombedarfs in der Energiezentrale. Die dezentralen PV-Anlagen auf den Dächern der Gebäude im Quartier haben im Jahr 2022 rund 322,3 MWh Überschussstrom in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Abbildung 15 stellt die Gebäude im Quartier dar, welche bereits PV-Anlagen auf den Dächern installiert haben.

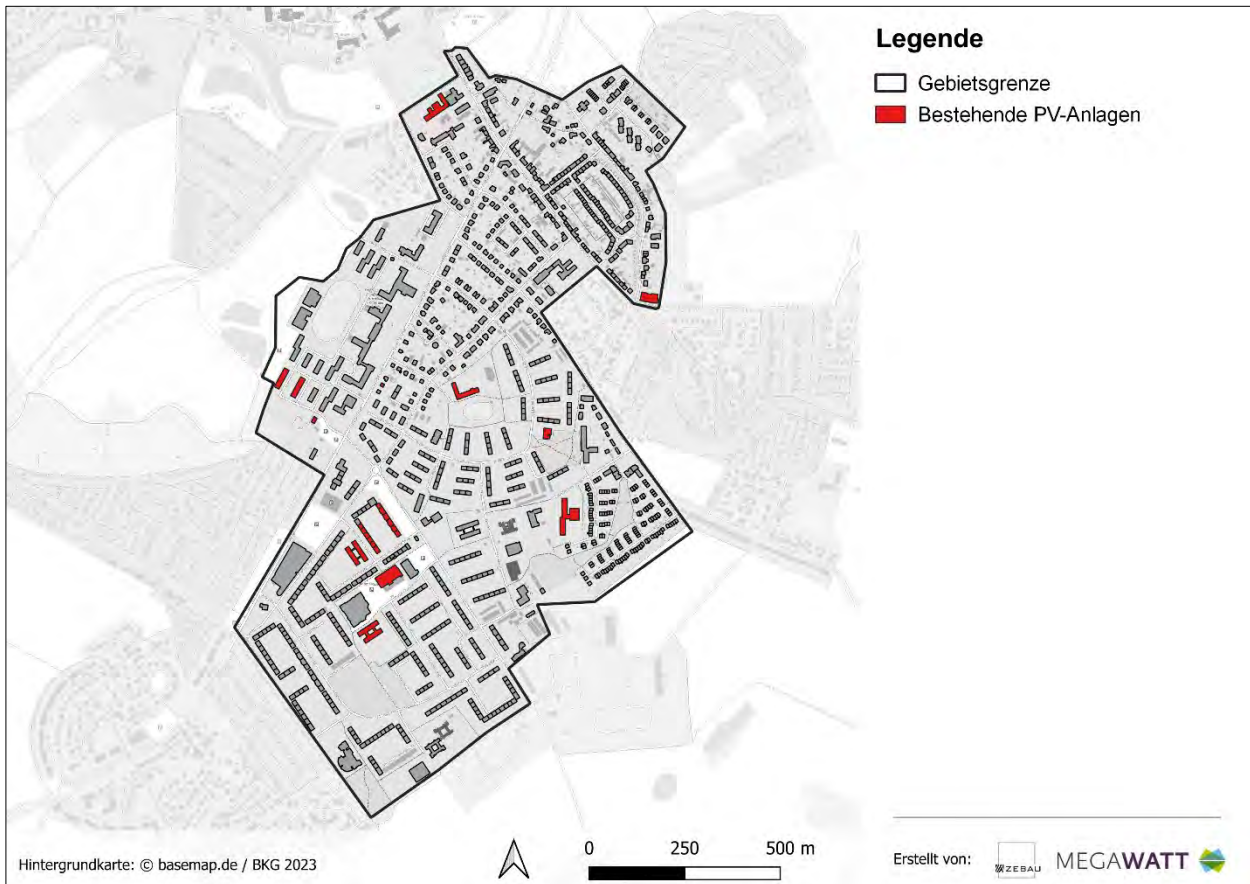


Abbildung 15: Darstellung der bestehenden PV-Anlagen im Quartier

4.4 Energieverbrauch

Der Energieverbrauch im betrachteten Quartier der Güstrower Südstadt setzt sich aus dem Verbrauch in den Sektoren Wärme, Strom und Verkehr zusammen. Berücksichtigt wurden sämtliche Wärme- und Strombedarfe, die durch Bewohner, ansässige Firmen und Einrichtungen im betrachteten Quartier entstehen. Zur Ermittlung der resultierenden CO₂-Emissionen im Verkehrssektor werden anhand statistischer Werte sämtliche Fahrten der Quartiersbewohner:innen summiert, auch solche außerhalb des Quartiers. Fahrten von außerhalb des Quartiers Wohnenden, die in das Quartier fahren bzw. hindurchfahren, werden in der Bilanzierung nicht berücksichtigt. Aufgrund mangelnder Datengrundlage werden die Emissionen des vor- und nachgelagerten Güterverkehrs des ansässigen Gewerbes nicht mitbilanziert.

Die Energieverbrauchsdaten für Strom, Gas und Fernwärme wurden für die Jahre 2020 bis 2022 durch die Stadtwerke Güstrow zu Verfügung gestellt. Da die Jahre 2020 und 2021 stark durch die weltweite Coronapandemie beeinflusst wurden, wurden die Daten dieser Jahre als nicht repräsentativ gewertet. Aus diesem Grund wird sich im Rahmen der vorliegenden Untersuchung lediglich auf die zur Verfügung gestellten Daten für das Jahr 2022 bezogen, welche die Grundlage für die nachfolgende Bilanzierung darstellen.

4.4.1 Wärme

Die Verbrauchsdaten des Wärmebedarfs liegen gebäudescharf vor und wurden in einem datenbankgestützten System aufgenommen und können somit räumlich innerhalb des Quartiers dargestellt werden. Die räumliche Verteilung des Wärmebedarfs basierend auf den Verbrauchswerten für Fernwärme, Gas und Heizöl sind zum Schutz der Daten der Anwohner:innen in der Heat Map in Abbildung 16 nur räumlich grob aufgelöst dargestellt. Es ist ersichtlich, dass der höchste Wärmebedarf im Bereich der Mehrfamilienhäuser und Einkaufszentren zwischen der Friedrich-Engels-Straße und der Ringstraße auftritt. Generell zeigt sich, dass die Gebäude südwestlich der Clara-Zetkin-Straße einen hohen Wärmebedarf haben. Weitere Bedarfsschwerpunkte zeigen sich rund um die Freie Schule Güstrow, die Fachhochschule sowie dem Bereich zwischen der Plauer Straße und der Straße „Am Mühlbach“.

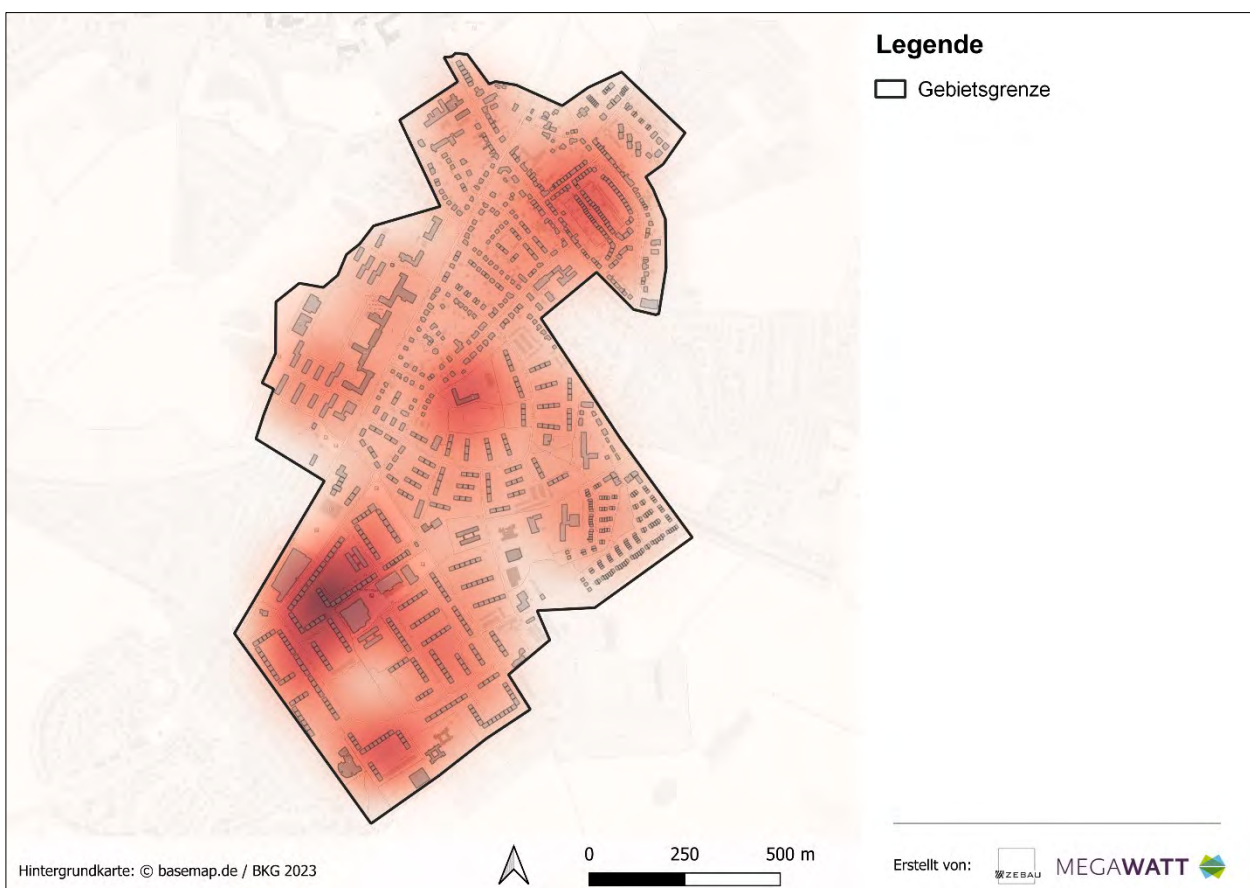


Abbildung 16: Heat Map des Wärmebedarfs 2022 im Quartier

Wie bereits in Abschnitt 4.3.1 erläutert, wird die Wärmeversorgung im Quartier maßgeblich durch das bestehende Fernwärmenetz realisiert. Die Energiezentrale des Fernwärmenetzes in der Südstadt stellt jährlich rund 40.473 MWh thermische Energie bereit. Abzüglich der Wärmenetzverluste von etwa 18,4 % bzw. 7.443 MWh beträgt der Fernwärmeverbrauch der Kunden jährlich ca. 33.030 MWh. Damit hat die Fernwärme einen Anteil von etwa 70 % am Gesamtwärmebedarf im Quartier. Die beiden Bestands-BHKW der Energiezentrale werden wärmegeführt betrieben und beziehen jährlich etwa 52.668 MWh bilanzielles Biomethan und erzeugen rund 25.672 MWh thermische Energie. Die bivalenten Kessel (Gas/Öl) beziehen

jährlich 17.502 MWh Erdgas und rund 84 MWh Heizöl. Die Kessel der Energiezentrale stellen damit rund 14.801 MWh Wärme pro Jahr bereit.

Die restlichen Gebäude im Quartier sind überwiegend an das zentrale Gasnetz angeschlossen und werden durch dezentrale Gaskessel versorgt. Insgesamt werden etwa 25 % des jährlichen Wärmebedarfs im Quartier bzw. 12.301 MWh_{th} durch dezentrale Gaskessel erzeugt. Mit dem angenommenen mittleren Nutzungsgrad der Kessel von 80 % beträgt der resultierende Gasverbrauch rund 15.376 MWh.

Der übrige Wärmebedarf im Quartier in Höhe von rund 2.610 MWh bzw. 5 % des jährlichen Wärmebedarfs wird entsprechend der oben getroffenen Annahme durch dezentrale Heizkessel bereitgestellt, die mit Heizöl betrieben werden. Der jährliche Bedarf an Heizöl beläuft sich damit rechnerisch auf 3.262 MWh. Der Wärmeverbrauch der Gebäude, für die eine Beheizung mit Ölkesseln angenommen wurde, ist abgeschätzt. Hierzu wurden die Gebäude im Quartier, für welche Verbrauchsdaten vorliegen, mit den Gebäuden ohne Verbrauchsdaten abgeglichen. Die spezifischen Verbrauchsdaten (kWh_{th}/(m²·a)) wurden dann für die Gebäude ohne Verbrauchsdaten übernommen. Hierbei wurde darauf geachtet, dass die Nutzung sowie das Baujahr und der energetische Zustand der Gebäude möglichst übereinstimmen. Für Gebäude, für die keine zufriedenstellende Übereinstimmung gefunden werden konnte, wurde der Wärmebedarf anhand der Publikation „Vergleichswerte für den Energieverbrauch von Nichtwohngebäuden¹¹“ des Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung aus dem Jahr 2019 abgeschätzt.

Abbildung 17 stellt die Anteile der einzelnen Brennstoffe im Quartier am Gesamtbrennstoffbedarf dar. Zunächst fällt auf, dass die gesamte Wärme im Projektgebiet mithilfe von Verbrennungsprozessen erzeugt wird. Weiterhin zeigt sich, dass das bilanzielle Biomethan der BHKW den höchsten Anteil am Brennstoffbedarf hat, gefolgt vom Erdgas für die zentralen und dezentralen Kessel. Heizöl hat lediglich einen geringen Anteil am Brennstoffbedarf im Quartier.

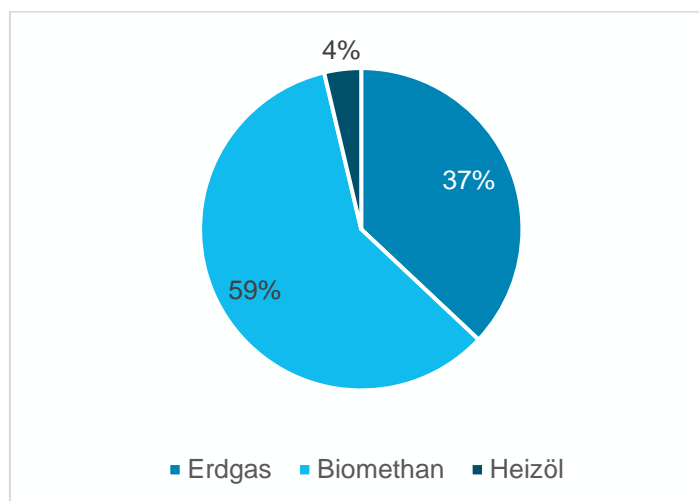


Abbildung 17: Anteile der Brennstoffe bezogen auf den Heizwert zur Wärmeversorgung des Quartiers

¹¹ Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2019), Vergleichswerte für den Energieverbrauch von Nichtwohngebäuden

Die nachfolgende Tabelle stellt zusammengefasst die bereitgestellte Wärme sowie den Anteil am Gesamtwärmebedarf der unterschiedlichen Versorgungsarten dar. Die Verluste des Wärmenetzes sind hierbei nicht berücksichtigt.

Tabelle 5: Zusammenfassung der Wärmeversorgungsarten im Quartier

Art der Wärmeversorgung	Wärmeabsatz [MWh/a]	Anteil am Gesamtwärmebedarf [%]
Fernwärmenetz	30.030	70 %
Gasnetz inkl. dezentraler Gaskessel	12.301	25 %
Dezentrale Heizölkessel	2.610	5 %

Der gesamte Nutzwärmebedarf in der Güstrower Südstadt beträgt rund 47.941 MWh/a. Werden die Netzverluste der Fernwärme dem Bedarf im Quartier zugerechnet, so beträgt der gesamte Wärmeverbrauch rund 55.384 MWh/a. Die nachfolgende Abbildung stellt die Aufteilung der Wärmebedarfe auf Wohn- und Nichtwohngebäude sowie den Anteil der Wärmenetzverluste dar. Es zeigt sich, dass der Gebäudebestand im Quartier durch sowie der resultierende Wärmebedarf durch Wohngebäude dominiert wird. Weiterhin haben die Wärmeverluste im Netz mit 13 % einen signifikanten Anteil am Wärmeverbrauch des Quartiers. Dieser Umstand zeigt eindrücklich die Notwendigkeit zur Verringerung der Netzverluste auf dem Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung im Quartier.

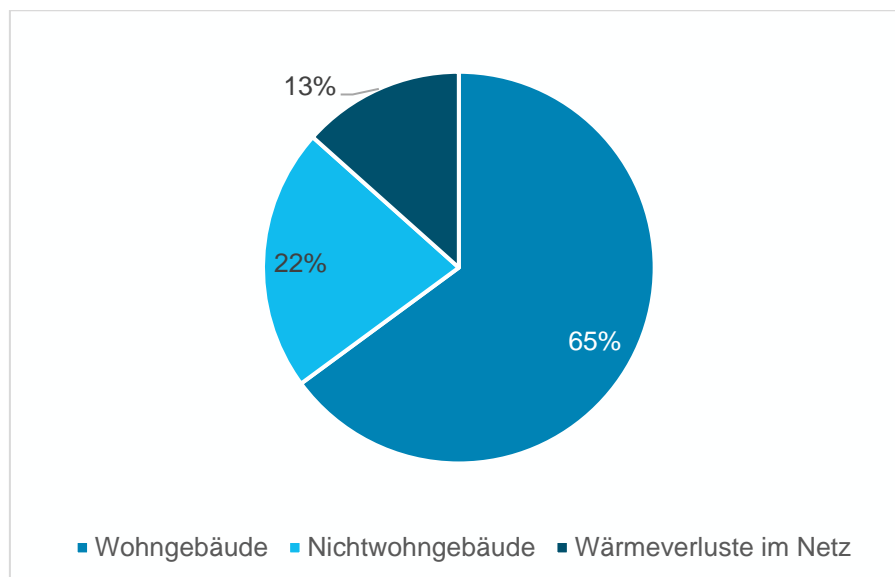


Abbildung 18: Anteile von Wohn- und Nichtwohngebäuden sowie Netzverlusten der Fernwärme am Gesamtwärmebedarf (Fernwärme/Gas/Öl) im Quartier

Für die Fernwärmeproduktion in der Energiezentrale *BHKW Süd* liegt das Erzeugerprofil für 2022 vor, siehe Abbildung 19. Es zeigt sich ein typisches Lastprofil, mit hohen Wärmebedarfen in den Wintermonaten, welche maßgeblich durch den Heizwärmebedarf im Quartier bestimmt werden. In den Sommermonaten

reduziert sich der Wärmebedarf stark und wird nun maßgeblich durch den Trinkwarmwasserbedarf der Gebäude bestimmt. Ein Prozesswärmebedarf fällt im Quartier nicht an.

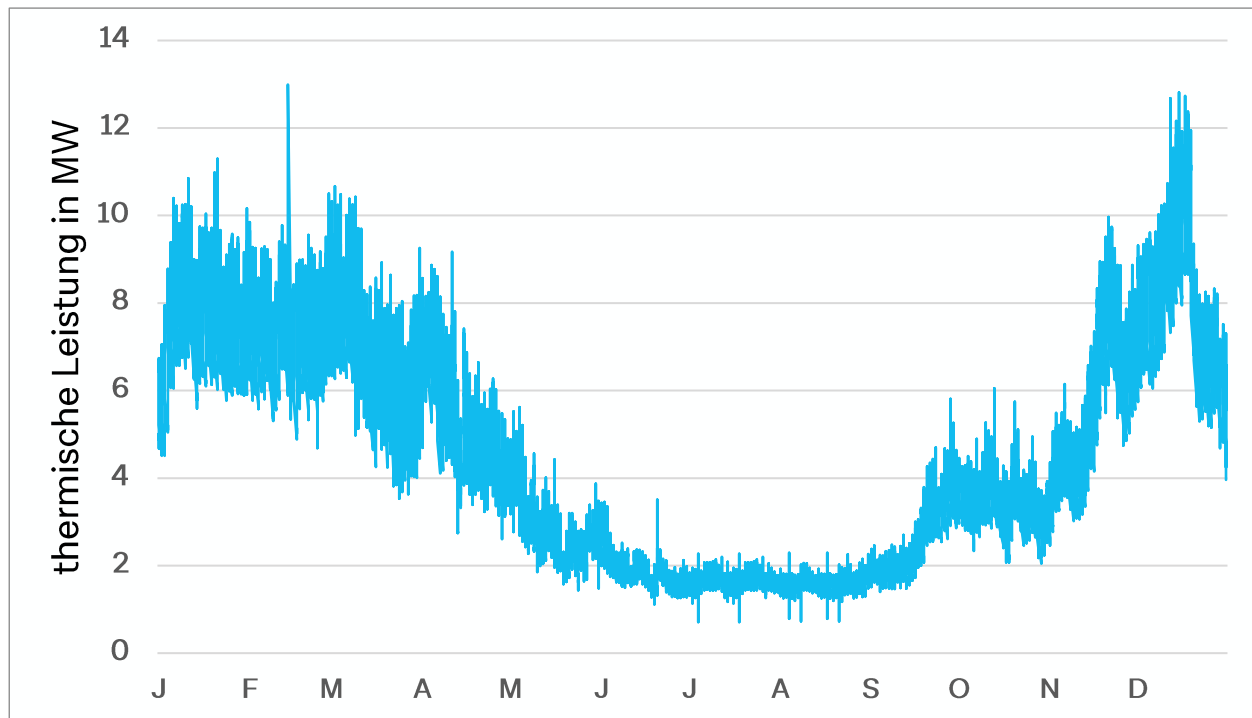


Abbildung 19: Erzeugerzeitreihe der Fernwärme 2022

Die geordnete Jahresdauerlinie ist ein gebräuchliches Diagramm zur Darstellung wie viele Stunden im Jahr eine bestimmte Wärmeleistung angefragt wird, dargestellt in Abbildung 20. Ein Jahr hat 8760 Stunden, sofern es sich nicht um ein Schaltjahr handelt. Der linke Wert der Jahresdauerlinie auf der y-Achse zeigt die Spitzenlast, also den höchsten bestehenden Wärmebedarf, häufig am kältesten Tag des Jahres. Die gesamte Fläche unter der Jahresdauerlinie zeigt die Summe der produzierten Wärme, also die gesamte in das Netz eingespeiste Wärmemenge. Im Wärmenetz der Güstrower Südstadt beträgt die Spitzenlast rund 13 MW. Die Lastspitzen oberhalb von 8 MW thermischer Leistung fallen jedoch lediglich 1.374 Stunden im Jahr an und machen rund 4 % der gesamten Fernwärmeproduktion aus. Auf den annähernd linearen Bereich der Mittellast zwischen 2 und 8 MW entfallen rund 55 % des Wärmebedarfs. Die Grundlast zwischen 0 und 2 MW thermischer Leistung ist für etwa 41 % der gesamten Fernwärmeproduktion verantwortlich.

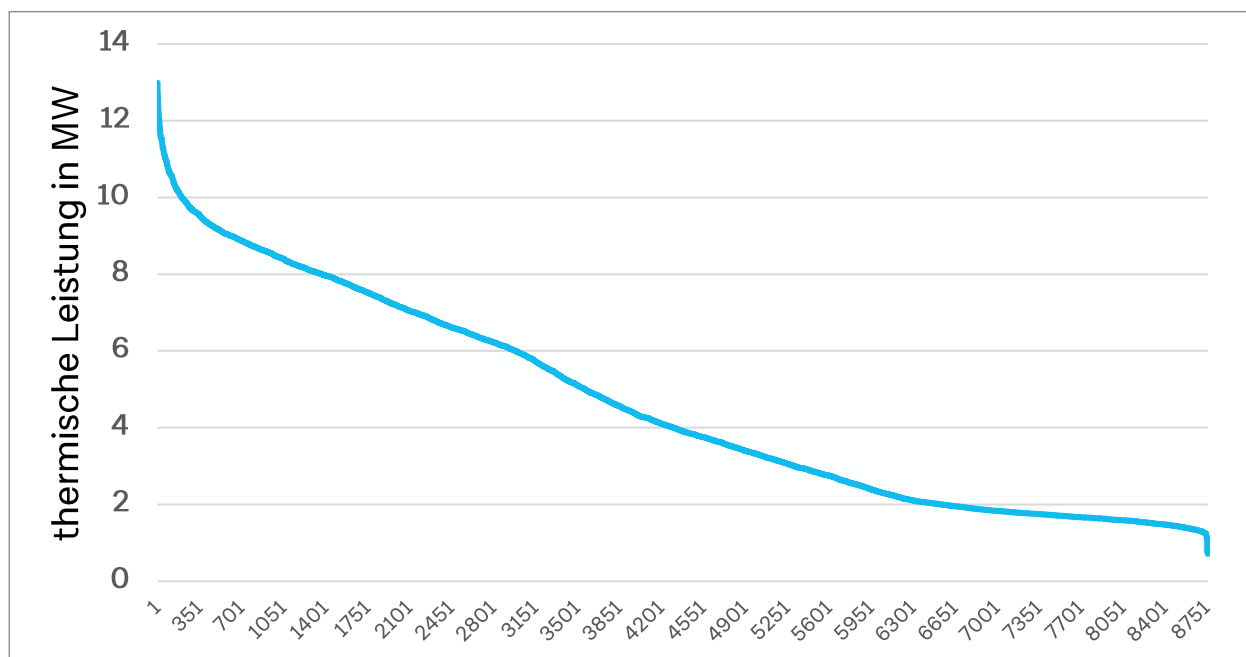


Abbildung 20: Geordnete Jahresdauerlinie der Fernwärmeproduktion

Damit ist die Bestandsaufnahme der Wärmeversorgung abgeschlossen. In der nachfolgenden Tabelle sind die wesentlichen Ergebnisse dieses Abschnitts zusammengefasst.

Tabelle 6: Ergebnisse der Bestandsaufnahme für die Wärmeversorgung

	Wärmeerzeugung [MWh/a]	Wärmeerzeugung inkl. Verluste [MWh/a]
Fernwärmenetz	33.030	40.473
Gasnetz inkl. dezentraler Gaskessel		12.301
Dezentrale Heizölkessel		2.610
Gesamtes Quartier	47.941	55.384

4.4.2 Strom

Wie bereits beschrieben, beziehen sämtliche Gebäude im Quartier ihren Strom aus dem öffentlichen Stromnetz. Neben dem Kraftwerkspark in Deutschland speisen im Quartier ebenfalls die beiden BHKW in der Energiezentrale sowie die dezentralen PV-Anlagen auf den Dächern der Gebäude in das öffentliche Stromnetz ein.

Der gesamte Strombedarf im Quartier beläuft sich im Jahr 2022 auf rund 15.760 MWh. Damit kann der gesamte Strombedarf im Quartier *bilanziell* durch die beiden BHKW bereitgestellt werden. Aufgrund des

stark reduzierten Betriebs der BHKW in den Sommermonaten fehlt jedoch die Gleichzeitigkeit zwischen Erzeugung und Bedarf. In der nachfolgenden Tabelle sind die Strombedarfe und -erzeugungen im Quartier zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 7: Zusammenfassung der Strombedarfe und -erzeugungen im Quartier

	Strombedarf bzw. -erzeugung [MWh/a]
Blickheizkraftwerke (<i>Erzeugung</i>)	19.486
Dezentrale PV-Anlagen (<i>Erzeugung</i>)	322
Strombedarf im Quartier	15.760

Abbildung 21 stellt den Anteil der Wohn- und Nichtwohngebäude am Gesamtstrombedarf im Quartier dar. Im Gegensatz zum Wärmebedarf ist auffällig, dass die Anteile der Nutzungsformen am Strombedarf im Vergleich zum Wärmebedarf ausgeglichener sind. Das kann unter anderem durch den höheren Strombedarf von Gewerbebetrieben im Vergleich zu privaten Haushalten begründet werden.

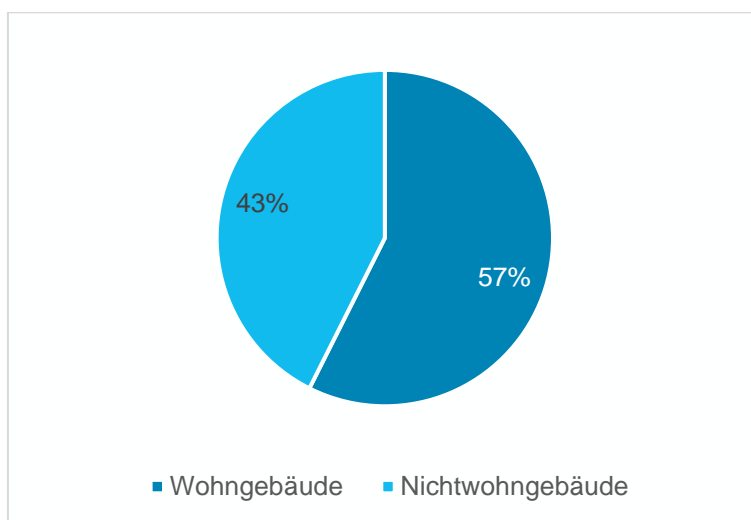


Abbildung 21: Anteile von Wohn- und Nichtwohngebäuden am Gesamtstrombedarf im Quartier

4.4.3 Verkehr

Zur Ermittlung der Energiebedarfe und der CO₂-Emissionen im Sektor Verkehr wurde der Verkehrswendechner¹² der *Agentur für clevere Städte UG* verwendet. Anhand statistischer Werte zum Verkehr in deutschen Städten lässt sich so abhängig von der Stadtgröße errechnen, wie viel CO₂ durch den Verkehr ausgestoßen wird. Wie bereits erläutert werden für den Sektor Verkehr die täglichen Wege sämtlicher

¹² Agentur für Clevere Städte (2017), CO₂-Verkehrswende-Rechner (URL: <https://clevere-staedte.de/blog/artikel/verkehrswendechner>)

Bewohner:innen des Quartiers berücksichtigt. Nicht berücksichtigt wurde beispielsweise der Lieferverkehr der ansässigen Firmen oder Transitverkehr.

Vereinfachend nutzt der Verkehrswende-Rechner bundesweite Durchschnittswerte für die Mobilität, welche auf der Studie „Mobilität in Deutschland 2017¹³“ vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) basieren. Grundsätzlich wird zwischen unterschiedlichen Verkehrsmitteln unterschieden, sind neben dem Rad- und Fußverkehr, der öffentliche Nahverkehr und der motorisierte Individualverkehr (MIV), sowie die Kategorie *Mitfahrer:innen* des MIV.

Der Modal Split, wie in Tabelle 8 dargestellt, gibt die Verteilung des Transportaufkommens auf verschiedene Verkehrsmittel (Modi) an. Für das Quartier wurde anhand der Stadtgröße Güstrows der folgende Modal Split für das Bezugsjahr 2022 errechnet:

Tabelle 8: Modal Split Güstrow

Anteil in %	Fußverkehr	Radverkehr	MIV-Fahrer:innen	MIV-Mitfahrer:innen	Öffentlicher Nahverkehr
Güstrow	22,6	12,4	43,1	16	5,9

Der Rechner legt in Abhängigkeit der Stadtzugehörigkeit, im vorliegenden Fall Güstrow mit etwa 30.441 Einwohnern, eine Gesamtwegeanzahl pro Person und Tag und eine durchschnittliche Wegelänge der einzelnen Verkehrsmittel fest.

So legt eine Person in Güstrow im Schnitt 3,5 Wege pro Tag zurück. Die durchschnittlichen Weglängen sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 9: Weglänge nach Verkehrsmittel in Güstrow

Weglänge in km	Fußverkehr	Radverkehr	MIV-Fahrer:innen	MIV-Mitfahrer:innen	Öffentlicher Nahverkehr
Güstrow	1,32	3,02	17,28	13,88	20,11

4.5 Ergebnisse der Energie- und CO₂-Bilanz im Bestand

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Energie- und CO₂-Bilanzierung dargestellt und ausgewertet. Wie bereits beschrieben, wird sowohl für die äquivalenten CO₂-Emissionen als auch für die Primärenergiefaktoren der BSKO-Standard angewendet.

4.5.1 Wärme

Wie bereits in den vorangegangenen Abschnitten beschrieben, werden zur Wärmeversorgung im Quartier die Brennstoffe Biomethan, Erdgas und Heizöl eingesetzt. Zur Ermittlung der resultierenden CO₂-Emissionen aus der Wärmeerzeugung werden zunächst die resultierenden Emissionen der Fernwärme bestimmt.

¹³ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017), Mobilität in Deutschland – MiD Ergebnisbericht

Insgesamt wurden im Jahr 2022 rund 40.473 MWh thermische Energie in der Energiezentrale des Fernwärmenetzes erzeugt. Dabei werden in den drei bivalenten Kesseln insgesamt rund 17.502 MWh Erdgas und 84 MWh Heizöl eingesetzt. Durch Verrechnung mit den spez. CO₂-Faktoren aus Tabelle 4 (Seite 26) ergeben sich die Emissionen der drei Heizkessel zu insgesamt 4.226,6 t_{CO2}/a. Die beiden BHKW verbrennen jährlich rund 52.668 MWh bilanzielles Biomethan. Im Gegensatz zu den Heizkesseln arbeiten BHKW nach dem Kraft-Wärme-Kopplungs (KWK) Prinzip. Das bedeutet, dass die BHKW sowohl Strom als auch Wärme bereitstellen. Durch die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme müssen die entstehenden Emissionen für die beiden Produkte aufgeteilt werden. Nach dem BSKO-Standard werden hierfür die Allokationsfaktoren nach der Carnot-Methode herangezogen. Diese ergeben sich, wie bereits in Abschnitt 4.2 beschrieben zu $a_T = 0,19$ für den Allokationsfaktor der KWK-Wärme im Quartier bzw. zu $a_S = 0,81$ für den Allokationsfaktor des Stroms. Durch Multiplikation des Biomethanbedarfs und des Allokationsfaktors der KWK-Wärme (a_T) sowie des spezifischen Emissionsfaktors für Biomethan ergeben sich äquivalente CO₂-Emissionen in Höhe von rund 1.387,9 t_{CO2}/a. Somit werden durch die Fernwärmeversorgung im Quartier jährlich etwa 5.614,5 t_{CO2}/a emittiert. Dies entspricht einem spezifischen CO₂-Faktor der Fernwärme in Höhe von etwa 169,98 g_{CO2}/kWh_{Nutzwärme}. Der Wert bezieht sich dabei auf die Nutzwärme, sprich auf die Wärmemenge, welche tatsächlich bei den Verbrauchern im Netz ankommt.

Die dezentralen Gaskessel haben einen Erdgasbedarf in Höhe von ca. 15.376 MWh und damit CO₂-Emissionen in Höhe von 3.690,3 t_{CO2}/a zur Folge.

Die geringsten Emissionen werden, aufgrund des geringen Bedarfs, von der dezentralen Verbrennung des Heizöls im Quartier hervorgerufen. Der Heizölbedarf zur vollständig dezentralen Wärmeversorgung der Gebäude beträgt rund 3.262 MWh und hat damit äquivalente Emissionen in Höhe von etwa 1.011,4 t_{CO2}/a.

Damit ergeben sich für das Jahr 2022 äquivalente CO₂-Emissionen für die Wärmeversorgung der Gästrower Südstadt in Höhe von rund **10.316,2 t_{CO2}/a**. Abbildung 22 stellt den Anteil der Energieträger an den Emissionen dar. Im Brennstoff Gas sind lediglich die Erdgasbezüge der dezentralen Heizkessel berücksichtigt. Der Brennstoffbedarf der Fernwärme umfasst den Gas- und Heizölbedarf der BHKW und Kessel in der Energiezentrale. Es ist ersichtlich, dass die Fernwärmeproduktion die höchsten Emissionen zur Folge hat, jedoch fällt auch auf, dass der Anteil an den Emissionen mit 54 % im Vergleich zum Anteil an der bereitgestellten Wärmemenge von 70 % vergleichsweise gering ist. Dies ist dem Einsatz von Biomethan sowie der gekoppelten Strom- und Wärmeproduktion der BHKW geschuldet.

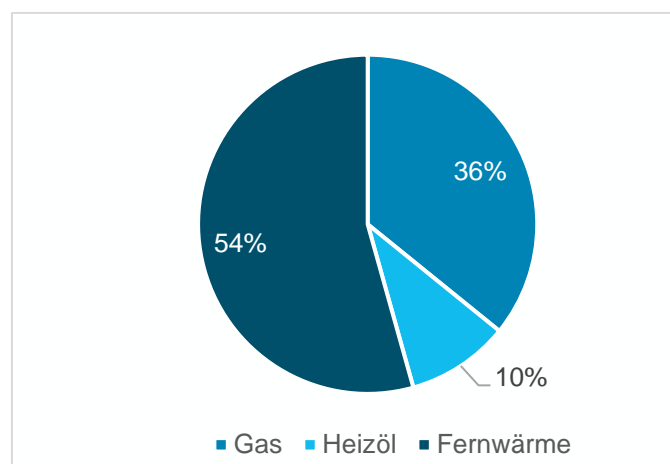


Abbildung 22: Anteil der Energieträger an den Gesamtemissionen, die 2022 auf die Wärmeversorgung im Quartier zurückzuführen sind. Gas bezieht sich dabei nur auf dezentrale Heizungen.

4.5.2 Strom

Zur Bilanzierung der Emissionen im Sektor Strom, wurde der gesamten Stromverbrauch im Quartier mit dem CO₂-Emissionsfaktor des deutschen Strommixes nach Tabelle 4 verrechnet. Damit belaufen sich die äquivalenten CO₂-Emissionen für die netzbezogene Strommenge im Quartier in Höhe von rund 15.760 MWh/a auf ca. **8.826 t_{CO2}/a**. Wie bereits beschrieben, speisen auch die BHKW sowie die dezentralen PV-Anlagen überschüssigen Strom in das Stromnetz ein. Die BHKW haben im Jahr 2022 rund 19.486 MWh Nettostrom und die PV-Anlagen ca. 322,3 MWh Überschussstrom in das Netz eingespeist. Die Stromproduktion der BHKW und PV-Anlagen wird in der Bilanzierung nicht berücksichtigt, da diese Anlagen bereits im deutschen Strommix enthalten sind. Damit würde eine Berücksichtigung dieser Anlagen zur einer Doppelbilanzierung führen. Weiterhin muss auch der Eigenverbrauch des PV-Stroms nicht bilanziert werden, da sowohl der spezifische Emissionsfaktor als auch der Primärenergiefaktor des PV-Stroms null ist.

4.5.3 Verkehr

Für die einzelnen Verkehrsmittel sind spezifische CO₂-Emissionen in der Einheit CO₂-Emissionen pro Personenkilometer (g_{CO2}/Pkm) hinterlegt und zur besseren Nachvollziehbarkeit in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Hieraus lassen sich dann anschließend die CO₂-Emissionen des Quartiers berechnen, indem die gesamten CO₂-Emissionen des Verkehrs für die Stadt Güstrow mit der Einwohnerzahl des betrachteten Quartiers verrechnet werden.

Tabelle 10: Spezifische CO₂-Emissionen der einzelnen Verkehrsmittel

Verkehrsmittel		Fußverkehr	Radverkehr	MIV-Fahrer	MIV-Mitfahrer	Öffentlicher Nahverkehr
Spez. Emissionen [g _{CO2} /Pkm]		0	0	204,6	11,0	73,3
Anteil der Energieträger	Strom	-	-	5 %	5 %	40 %
	Diesel	-	-	30 %	30 %	60 %
	Benzin	-	-	65 %	65 %	0 %

Mit Hilfe des Verkehrswende-Rechners ergeben sich für die Güstrower Südstadt mit etwa 8.000 Einwohnern und unter den beschriebenen Annahmen im Bereich Verkehr jährliche CO₂-Emissionen in Höhe von etwa **16.710 t_{CO2}/a**.

4.5.4 Gesamtbilanz

Nachfolgend wird, aufbauend auf der Bilanz für die einzelnen Sektoren Wärme, Strom und Verkehr die Gesamtbilanz im untersuchten Quartier aufgestellt. Hier werden neben den Emissionen und dem Endenergiebedarf auch die Primärenergiebedarfe ausgewiesen. Die Primärenergie weist neben der Endenergie auch die Verluste, die durch den Abbau, Umwandlung und Transport des Energieträgers entstanden sind mit aus. Die verwendeten Emissionsfaktoren sowie Primärenergiefaktoren der im Quartier verwendeten Energieträger sind in Tabelle 4 zusammenfassend aufgeführt. Die Primärenergiebedarfe werden analog

zu den CO₂-Emissionen durch Multiplikation der bezogenen Brennstoff- bzw. Energiemenge mit dem entsprechenden Primärenergiefaktor bestimmt. Für die Fernwärme ergibt sich der Primärenergiefaktor analog zum spezifischen CO₂-Faktor der Fernwärme, durch Anwendung der Carnot-Methode für die KWK-Anlagen. Der resultierende Primärenergiefaktor für die Fernwärme ergibt sich zu rund 0,74. Damit beträgt der Primärenergiebedarf der Fernwärme etwa 24.302 MWh. Die dezentralen Heizkessel haben einen Primärenergiebedarf von rund 16.914 MWh/a. Der Primärenergiebedarf der dezentralen Heizkessel beläuft sich auf ca. 3.589 MWh/a. Damit ergibt sich ein Primärenergiebedarf der Wärmeversorgung im Quartier in Höhe von rund **44.805 MWh/a**.

Für den Stromsektor ergibt sich ein jährlicher Primärenergiebedarf in Höhe von rund **28.369 MWh/a**. Wie bereits in Abschnitt 4.5.2 beschrieben, werden die Stromeinspeisungen im Quartier durch die BHKW und die PV-Anlagen hier nicht berücksichtigt, da diese bereits in dem Primärenergiefaktor des deutschen Strommixes beinhaltet sind.

Zur Bestimmung des Primärenergiebedarf im Sektor Verkehr muss zunächst der Primärenergiefaktor der unterschiedlichen Verkehrsmittel bestimmt werden. Hierzu müssen Annahmen bezüglich der Anteile der bezogenen Energieträger für die einzelnen Verkehrsmittel getroffen werden. Durch Verrechnung dieser Anteile mit den Primärenergiefaktoren der Energieträger aus Tabelle 4 ergeben sich die Primärenergiefaktoren der jeweiligen Verkehrsmittel. Die nachfolgende Tabelle stellt die entsprechenden Anteile der Energieträger und die resultierenden Primärenergiefaktoren dar.

Tabelle 11: Anteile der Energieträger und Primärenergiefaktoren der einzelnen Verkehrsmittel

Verkehrsmittel		Fußverkehr	Radverkehr	MIV-Fahrer	MIV-Mitfahrer	Öffentlicher Nahverkehr
Primärenergiefaktor		0	0	1,14	1,14	1,38
Anteil der Energieträger	Strom	-	-	5 %	5 %	40 %
	Diesel	-	-	30 %	30 %	60 %
	Benzin	-	-	65 %	65 %	0 %

Für den Sektor Verkehr folgt ein Primärenergiebedarf für das untersuchte Quartier mit etwa 8.000 Einwohnern in Höhe von rund **56.200 MWh/a**.

Damit wurden die Werte für die Endenergie, Primärenergie und CO₂-Emissionen für das gesamte Quartier bestimmt und bilanziert. Die nachfolgende Tabelle stellt die Ergebnisse dieser Bilanzierung zusammenfassend dar. Während der Endenergiebedarf in den Sektoren Strom und Verkehr der netzbezogenen Strommenge bzw. der bezogenen Brennstoffe im Mobilitätssektor entspricht, können im Wärmesektor nicht einfach die bezogenen Brennstoffe aufsummiert werden, da in der Energiezentrale des Fernwärmenetzes zwei BHKWs betrieben werden, welche sowohl Strom als auch Wärme bereitstellen. Folglich muss die durch die KWK-Anlagen bezogene Brennstoffmenge entsprechend der Produkte der BHKW aufgeteilt werden. Analog zur Primärenergie und den CO₂-Emissionen im Wärmesektor geschieht dies anhand der Allokationsfaktoren aus Abschnitt 4.2. Für die übrigen Wärmeerzeuger im Quartier, welche ausschließlich Wärme zur Verfügung stellen, kann der Brennstoffbedarf addiert werden, um die Endenergie zu berechnen.

Tabelle 12: Ergebnisse der Gesamtenergiebilanz im Bestand

	Wärme	Strom	Verkehr	Gesamt
Endenergie [MWh]	46.139	15.760	49.055	110.955
Primärenergie [MWh]	44.805	28.369	56.200	129.373
CO₂-Emissionen [tCO ₂]	10.316	8.826	16.710	35.852

Abbildung 23 stellt die End- und Primärenergiebedarfe für die Sektoren Wärme, Strom und Verkehr für das Quartier im Jahr 2022 abschließend grafisch dar.

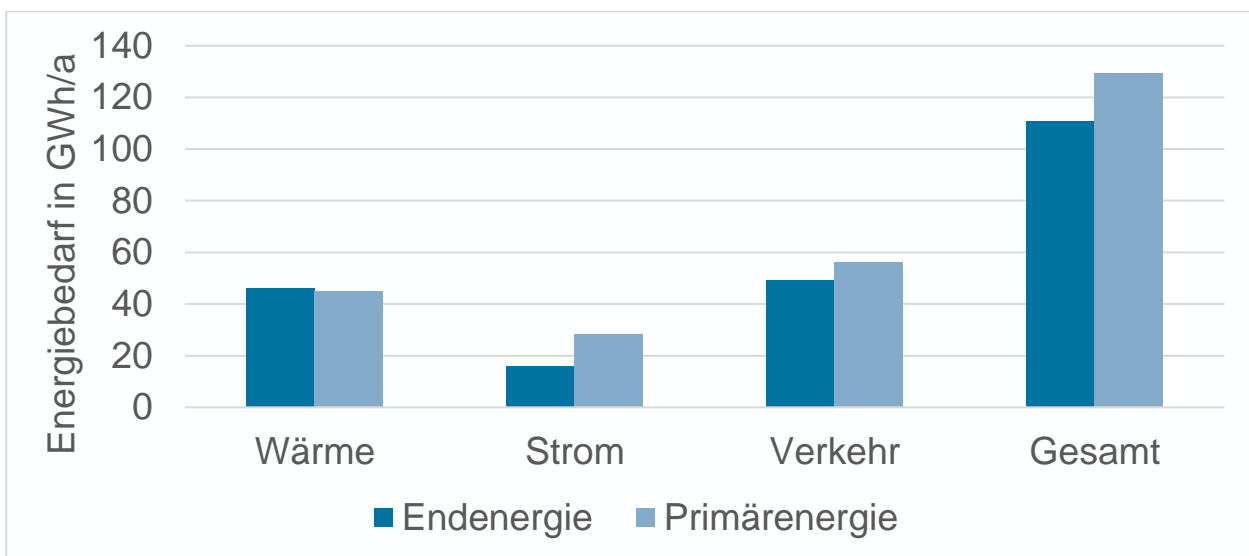


Abbildung 23: Ergebnisse der Energiebilanz für das Jahr 2022

Mit rund 51,7 GWh/a weist der Sektor Wärme die größten Endenergiebedarfe aller drei Sektoren für das Quartier auf. Gefolgt wird er vom Sektor Verkehr mit etwa 49 GWh/a. Der kleinste Endenergiebedarf mit etwa 15,8 GWh/a besteht im Stromsektor. Aufgrund des schlechten Primärenergiefaktors für Strom verdoppeln sich die Bedarfe aus primärenergetischer Sicht fast. Auch im Bereich Verkehr erhöhen sich die Primärenergiebedarfe zu den Endenergiebedarfen um etwa 15 %. Lediglich die Primärenergiebedarfe für die Wärmeversorgung sinken im Vergleich zu den Endenergiebedarfen.

Die gute primärenergetische Darstellung der Wärmebereitstellung wird dadurch bedingt, dass etwa 70 % des Wärmebedarfs über das Wärmenetz abgedeckt wird und daher mit dem Primärenergiefaktor des Wärmenetzes von 0,74 veranschlagt wird, welcher durch die BHKW geprägt ist. Die übrigen 30 % des dezentral gedeckten Wärmebedarfs wird durch die Verwendung von Gas und Heizöl mit einem niedrigen Primärenergiefaktor von 1,1 multipliziert. Dadurch ergibt sich ein Primärenergiefaktor unter Eins für die gesamte Wärmeversorgung, wodurch der Endenergiebedarf über dem Primärenergiebedarf liegt.

Durch den Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen wird in Deutschland in absehbarer Zeit der Primärenergiefaktor für Strom weiter sinken. Dadurch reduzieren sich zukünftig in Güstrow die

Primärenergiebedarfe für den netzbezogenen Strom, ohne dass Einsparmaßnahmen im Quartier durchgeführt werden müssen.

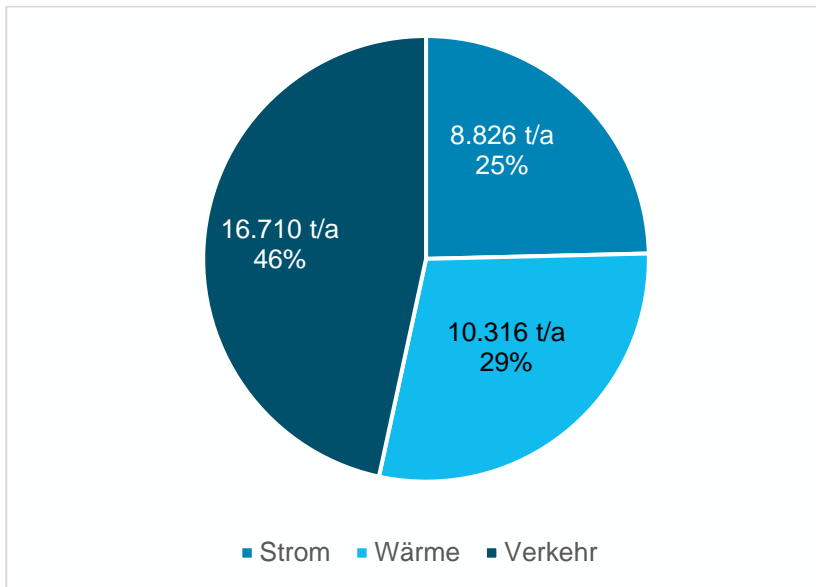


Abbildung 24: CO₂-Emissionen je Sektor und prozentuale Anteile für das Jahr 2022

Insgesamt ergeben sich für das Quartier in den Sektoren Strom, Verkehr und Wärme nach Tabelle 12 CO₂-Emissionen in Höhe von **35.852 t_{CO2}/a**. Den größten Anteil dazu trägt mit 47 % der Sektor Verkehr bei. Auch im Sektor Wärme und Strom werden jährlich erhebliche Mengen an CO₂-Emissionen freigesetzt. Diese haben einen Anteil von etwa 29 % (Wärme) bzw. 25 % (Strom) an der Gesamtemission. Unter der Annahme einer Einwohneranzahl von 8.000 entsprechen die Gesamtemissionen etwa einem jährlichen Emissionsanteil pro Kopf von **4,5 t_{CO2}/Person**.

Die Bilanzierung wurde für das Jahr 2022 durchgeführt. Die Jahre 2020 und 2021 wurden aufgrund der Coronapandemie und den resultierenden Auswirkungen auf die Energiebilanz nicht berücksichtigt, da hieraus keine Aussagen für die kommenden Jahre abgeleitet werden können. Diese Bilanzierung kann im Anschluss an das energetische Quartierskonzept gemäß dem Monitoringkonzept in Kapitel 7.2 fortgeschrieben werden.

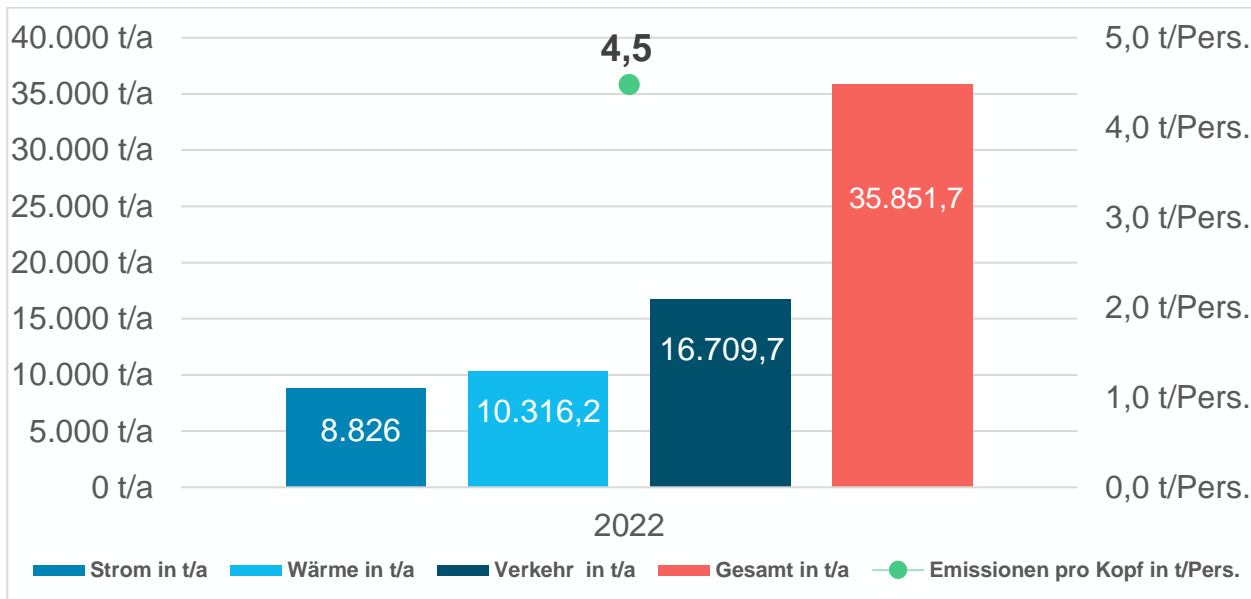


Abbildung 25: CO₂-Emissionen nach Anwendung absolut und pro Kopf in Tonnen pro Jahr

Aus der Bilanzierung für das Jahr 2022 in Abbildung 25 sind das Verhältnis der CO₂-Emissionen der einzelnen Sektoren, sowie die resultierenden pro Kopf Emissionen für die Einwohner der Güstrower Südstadt abzulesen.

Nicht inkludiert in der Bilanz sind CO₂-Emissionen, die durch den täglichen Konsum, die Ernährung, das öffentliche Leben sowie Flugreisen der Einwohner entstehen. Die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr machen im deutschen Durchschnitt des individuellen pro Kopf-Verbrauchs allerdings nur etwas mehr als ein Drittel der gesamten CO₂-Emissionen aus. In Güstrow sind die Anteile für die Sektoren Verkehr und Strom höher als die deutschen Durchschnittswerte. Der Emissionsanteil im Sektor Wärme ist aufgrund des hohen Anteils, welcher durch das Wärmenetz versorgt wird, geringer als im Bundesdurchschnitt. Die Erfassung der übrigen Bereiche (Konsum, Ernährung etc.) ist im Rahmen der Bilanzierungsmethodik für Quartierskonzepte nicht umzusetzen und auch nicht sinnvoll, da sie außerhalb der direkten Einflussmöglichkeit der Gemeinde liegen. Für die Ermittlung der individuellen pro-Kopf-Emissionen empfiehlt sich der CO₂-Rechner des Umweltbundesamtes.

Zum Vergleich und der besseren Einordnung sind in Abbildung 26 Angaben der durchschnittlichen Emissionen pro Kopf (deutschlandweit) und der Emissionen für die drei genannten Sektoren in Prozent angegeben. Deutschlandweit werden im Durchschnitt 11,63 t_{CO2} pro Kopf und Jahr emittiert, inklusive Emissionen aus Konsum, Ernährung, Flugreisen und öffentlichen Aktivitäten. Im deutschen Mittel entsprechen die Emissionen in den drei hier betrachteten Sektoren zusammen **4,15 t_{CO2}** pro Kopf und Jahr. Damit liegt Güstrow bezogen auf Wärme, Strom und Verkehr im Vergleich etwas oberhalb des deutschen Durchschnitts. Wie bereits beschrieben, liegen die Sektoren Verkehr (ländlich, viel motorisierter Individualverkehr) und Strom (Altersstruktur: viele 1- bis 2-Personen-Haushalte) über dem Bundesdurchschnitt und der Wärmesektor (viele sanierte MFH mit Fernwärme) etwas darunter.

Basierend auf den weiteren Untersuchungen zur Energiebedarfsentwicklung und möglichen zukünftigen Wärmeversorgungsmaßnahmen sowie den empfohlenen Mobilitätsmaßnahmen werden für das Quartier im Rahmen der vorgeschlagenen Maßnahmen in Kapitel 6 die möglichen Energie- und CO₂-Einsparungen für die Zukunft beziffert und dargestellt.



Abbildung 26: Treibhausgasquellen im Leben eines Durchschnittsbürgers in Tonnen (Quelle: Bundesumweltministerium¹⁴)

¹⁴ Bundesumweltministerium in einem Artikel des NDR aus dem Jahr 2019, URL: [https://www.ndr.de/ratgeber/klimawandel/CO2-Ausstoss-in-Deutschland-Sektoren,kohlendioxid146.html](https://www.ndr.de/ratgeber/klimawandel/CO2-Ausstoss-in-Deutschland-Sektoren,kohlendiooxid146.html)

5 Bestands- und Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse verfolgt das Ziel umsetzungsorientierte Maßnahmen in den unterschiedlichen Handlungsfeldern zu identifizieren und möglichst detailliert zu untersuchen.

Als Basis der Potenzialanalyse dient die Bestandsaufnahme, um das theoretisch mögliche Potenzial zu identifizieren. In einem zweiten Schritt wird das theoretische Potenzial mit den technischen Voraussetzungen am Standort abgeglichen. Die Schnittmenge bildet das technisch umsetzbare Potenzial. Dieses wird anschließend auf die wirtschaftliche und rechtliche Umsetzbarkeit hin geprüft. Gemeinsam mit den Akteur:innen vor Ort, durch welche die Maßnahmen auch final in die Umsetzung gebracht werden, wird in Beteiligungsprozessen das allgemein akzeptierte Potenzial erörtert. Der Maßnahmenkatalog in Kapitel 6 führt die umsetzungsorientierten Maßnahmen mit ersten Handlungsschritten, Verantwortlichkeiten und Emissionseinsparpotenzialen auf.

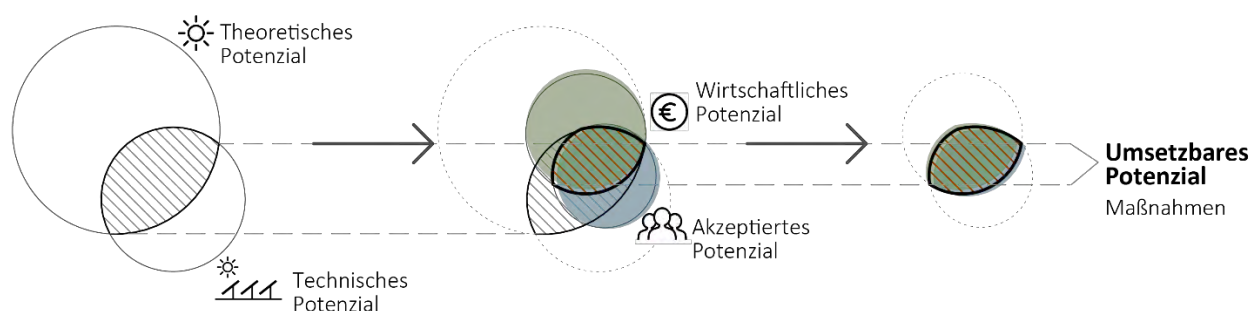


Abbildung 27: Herangehensweise der Bestands- und Potenzialanalyse

Strukturiert nach den Handlungsfeldern des Quartierskonzepts wird im Folgenden die Bestands- und Potenzialanalyse dargestellt:

Handlungsfelder	
G	<i>Gebäudemodernisierung</i>
W	<i>Nachhaltige Wärmeversorgung</i>
S	<i>Regenerative Stromversorgung</i>
M	<i>Klimagerechte Mobilität</i>

5.1 Gebäudebestand

5.1.1 Bestand und technisches Potenzial ‚Gebäudemodernisierung‘

5.1.1.1 Gebäudenutzung

Der Gebäudebestand im Quartiersgebiet setzt sich hauptsächlich aus Wohngebäuden zusammen (siehe Abbildung 29), die etwa 66% der Gesamt-Netto-Raumfläche ausmachen. Sie stellen etwa 83% der Gesamtanzahl aller Gebäude im Quartier dar. Die Gebäude für Gewerbe und Dienstleistungen finden sich mehrheitlich im Südteil des ausgewiesenen Quartiers (siehe Abbildung 28).

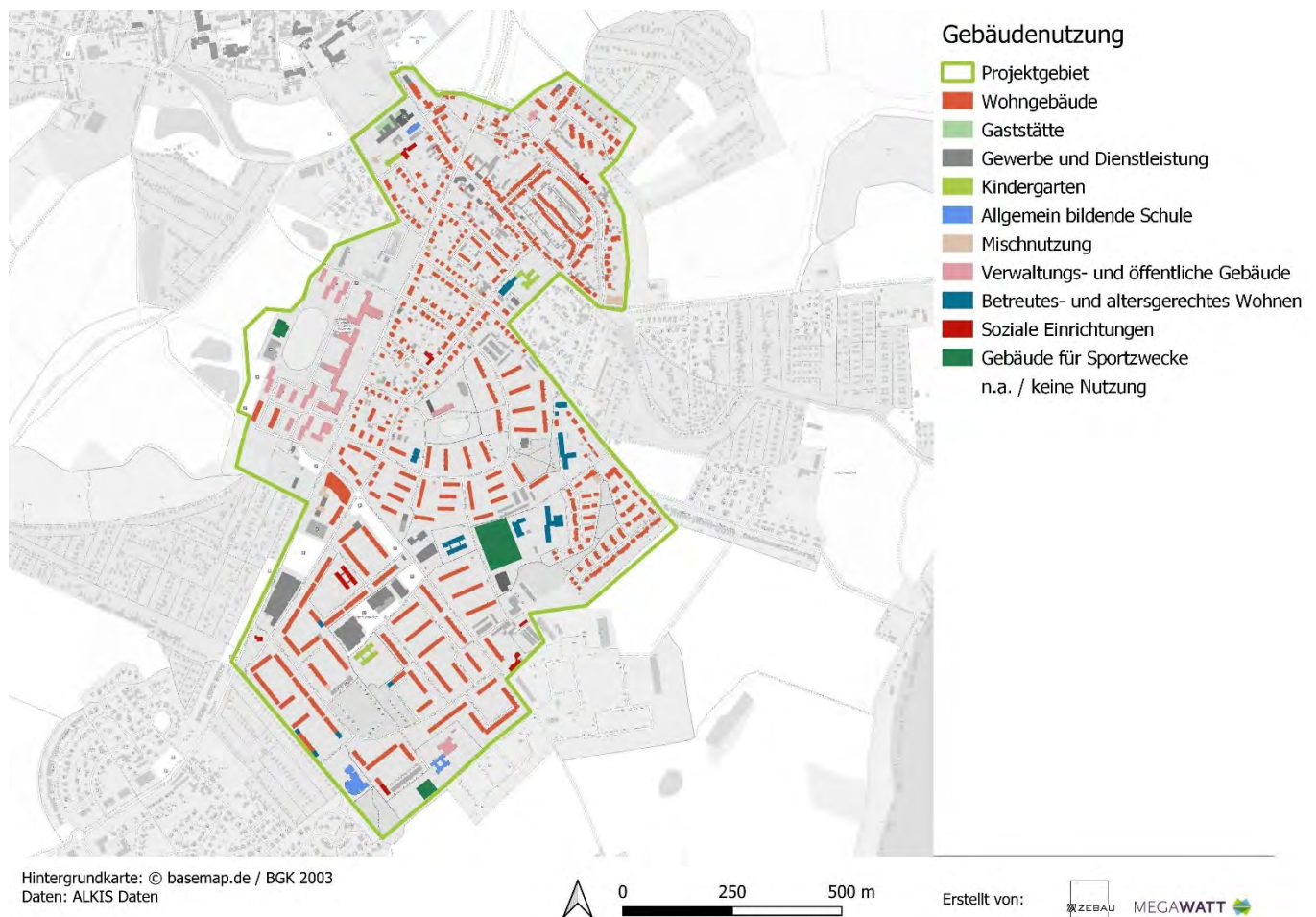
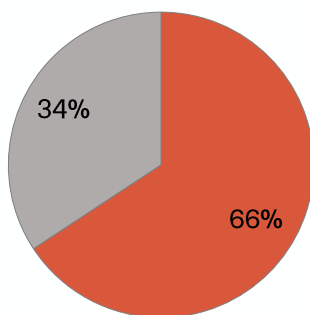


Abbildung 28: Karte Gebäudenutzung im Quartier

Die Gebäudenutzung der Nichtwohngebäude (NWG) verteilt sich nach Netto-Raumfläche mit ca. 36% auf Verwaltungs- und öffentliche Gebäude, hauptsächlich der Fachhochschule für öffentliche Verwaltung, Polizei und Rechtspflege. Die unklare Gebäudenutzung ist laut Datensatz maßgeblich auf eine Halle im Tolstoiweg 15 zurückzuführen. Im Quartier gibt es fünf Kindergärten und zwei Schulen, nämlich die Freie-Schule-Güstrow und die Anne-Frank-Schule, jeweils mit dazugehörigen Sportanlagen. Circa 7% der Netto-Raumfläche der NWG entfällt auf Bildungseinrichtungen.

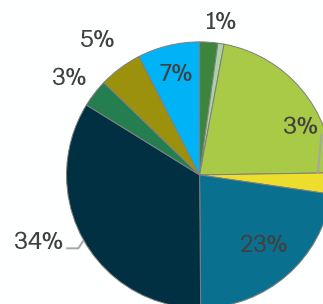
Das Quartier hat einen hohen Anteil an Wohnnutzung, jedoch befinden sich viele wichtige Nichtwohnnutzungen im Projektgebiet oder angrenzend. Dies bedeutet einerseits, dass es eine gute Nahversorgung gibt (siehe Kapitel 2.3) und andererseits, dass durch die Durchmischung der Nutzungen das Quartier lebendig und lebenswert wird.

Gebäudenutzung nach Netto-Raumfläche



■ Wohngebäude ■ Nichtwohngebäude

Gebäudenutzung NWG nach Netto-Raumfläche



■ Schule
■ Gaststätte
■ Handel
■ Gewerbe und Dienstleistungen

Abbildung 29: Diagramme Gebäudenutzung

5.1.1.2 Gebäudetypologie

Die Karte und die Diagramme zur Gebäudetypologie zeigen den großen Anteil der Mehrfamilienhäuser im Projektgebiet: ca. 50%. Insbesondere im südlichen Bereich dominieren vorwiegend Mehrfamilienhäuser, während sich vereinzelt auch Nichtwohngebäude finden. Im westlichen Quartiersbereich sind besonders viele Nichtwohngebäude zu finden, was auf die Hochschule in diesem Bereich zurückzuführen ist.

Der Norden des Quartiers zeichnet sich durch eine vielfältige Gebäudetypologie aus, darunter Reihenhäuser, Einfamilienhäuser sowie einzelne Mehrfamilienhäuser.

Die Karte sowie die Diagramme zeigen eine generelle Homogenität im Quartier. Es gibt drei verschiedene Grundgebäudetypen im Wohnbereich: Mehrfamilienhaus, Reihenhäuser und Atriumhaus. Diese sind im Projektgebiet gebündelt vorzufinden wie zum Beispiel die Mehrfamilienhäuser im Süden des Quartiers. Zusammen mit den Baualtersklassen sowie den baulichen und energetischen Zuständen bilden die Gebäudetypologien die Grundlage für eine Einschätzung der Übertragbarkeiten von energetischen Modernisierungen und Modernisierungskonzepten im Quartier.

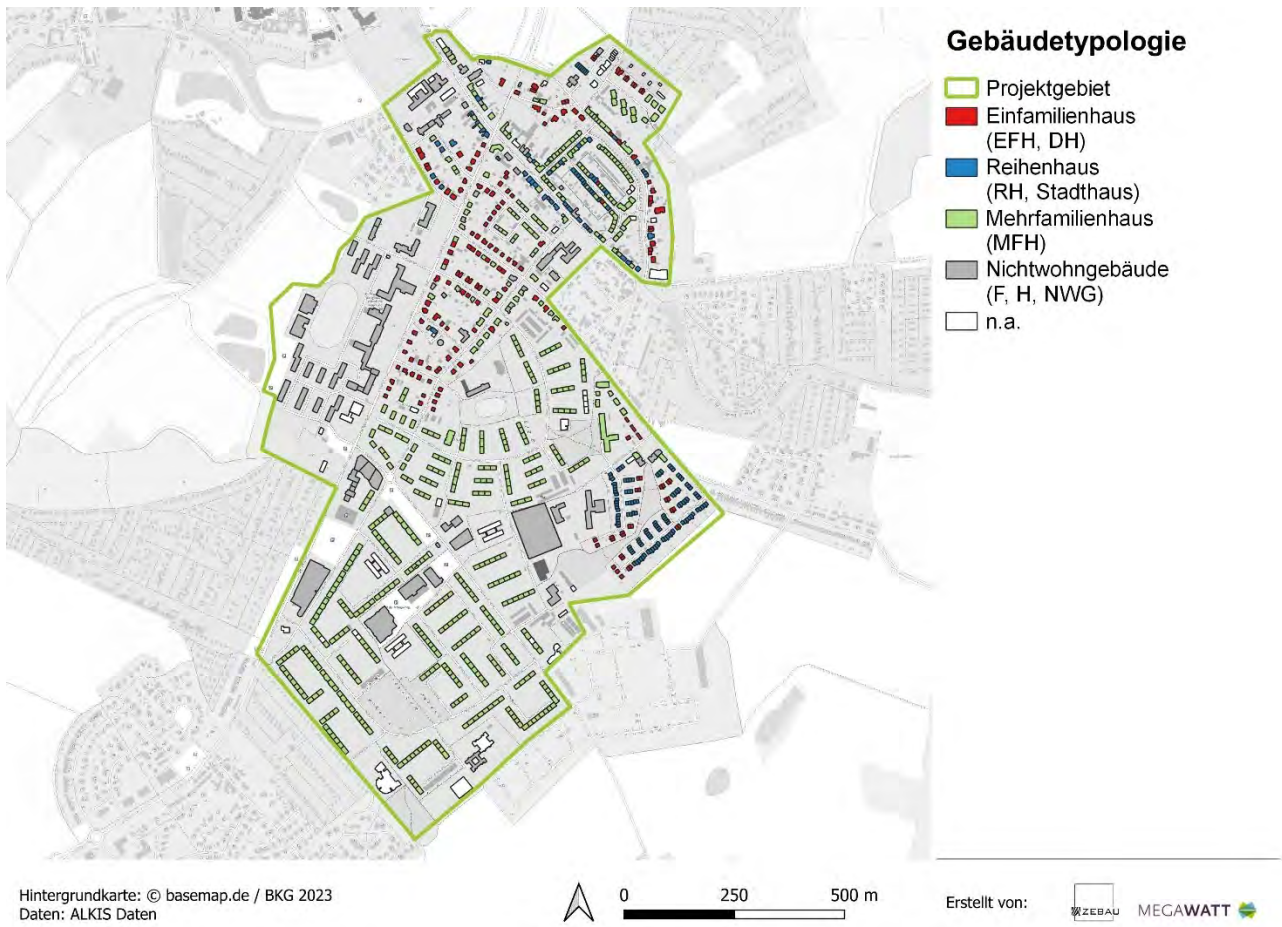
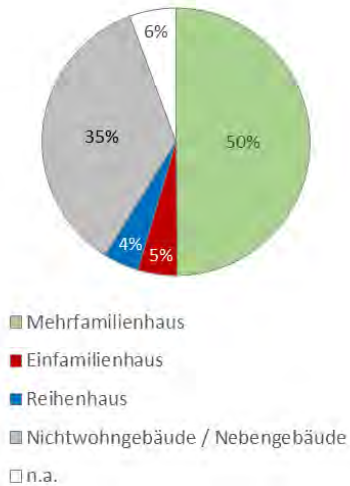


Abbildung 30: Karte Gebäudetypologie im Quartier

Gebäudetypologie
nach Netto-Raumfläche



Gebäudetypologie
nach Gebäudeanzahl

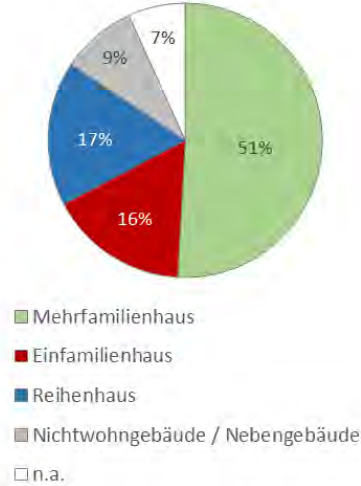


Abbildung 31: Diagramme Gebäudetypologie

5.1.1.3 Geschossigkeit

Die Geschossigkeit, die Abstände zwischen den Gebäuden und deren Ausrichtung spielen eine Rolle bei der Wahrnehmung eines Viertels, sowohl für Fußgänger:innen, Radfahrer:innen als auch Autofahrer:innen. Im südlichen Teil des Quartiers haben die Gebäude der Wohnungsunternehmen Allgemeinen Wohnungsbaugenossenschaft Güstrow (AWG) und Wohnungsgesellschaft Güstrow (WGG) typischerweise 4 bis 5 Geschosse. Im nördlichen Bereich hingegen findet man überwiegend Gebäude mit einer Geschossanzahl von maximal 3. Die meisten privaten Objekte sind dabei auf 2 oder 3 Geschosse begrenzt.

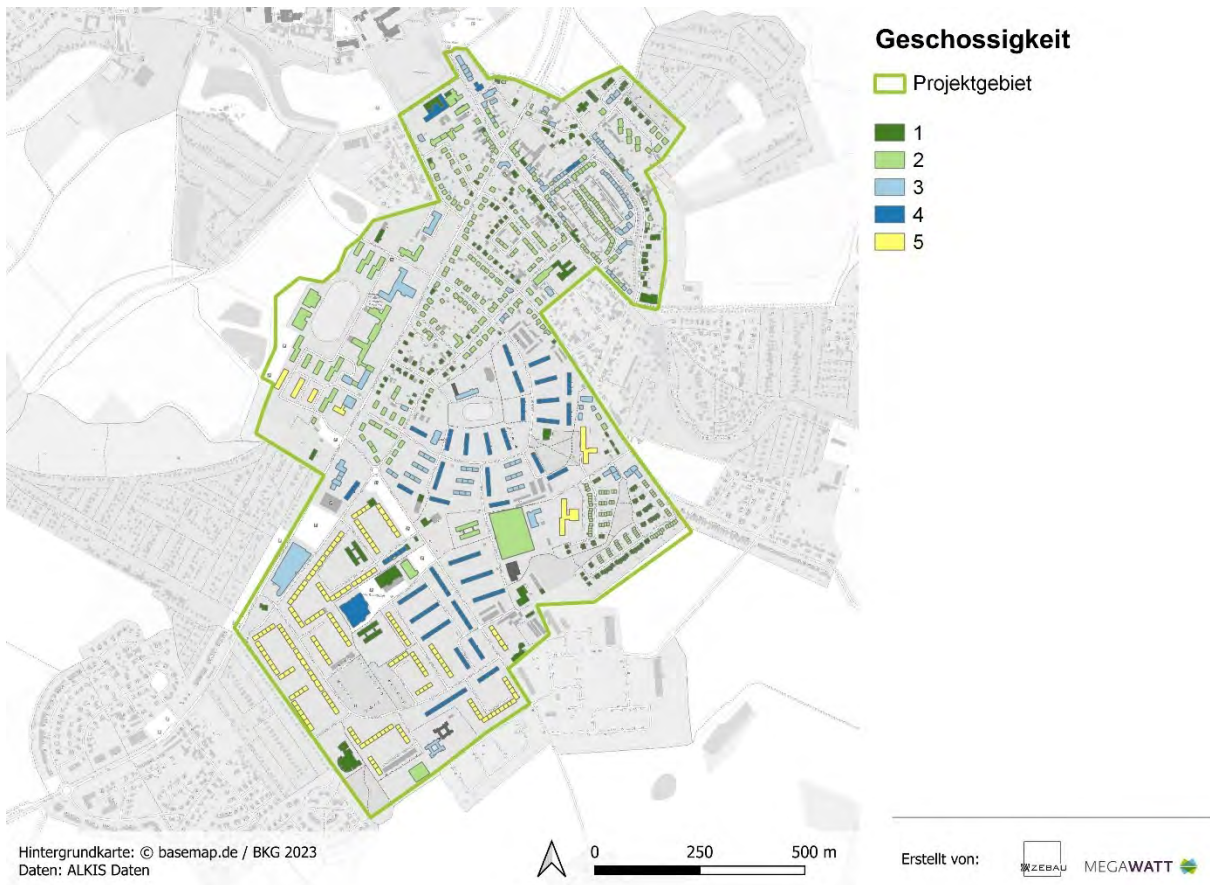


Abbildung 32: Karte Geschossigkeit im Quartier

5.1.1.4 Eigentumsstruktur

Im Projektgebiet Güstrow-Süd lässt sich die Eigentumsstruktur in Wohnungsunternehmen der AWG, der WGG und dem rein privaten oder öffentlichen Besitz klassifizieren.

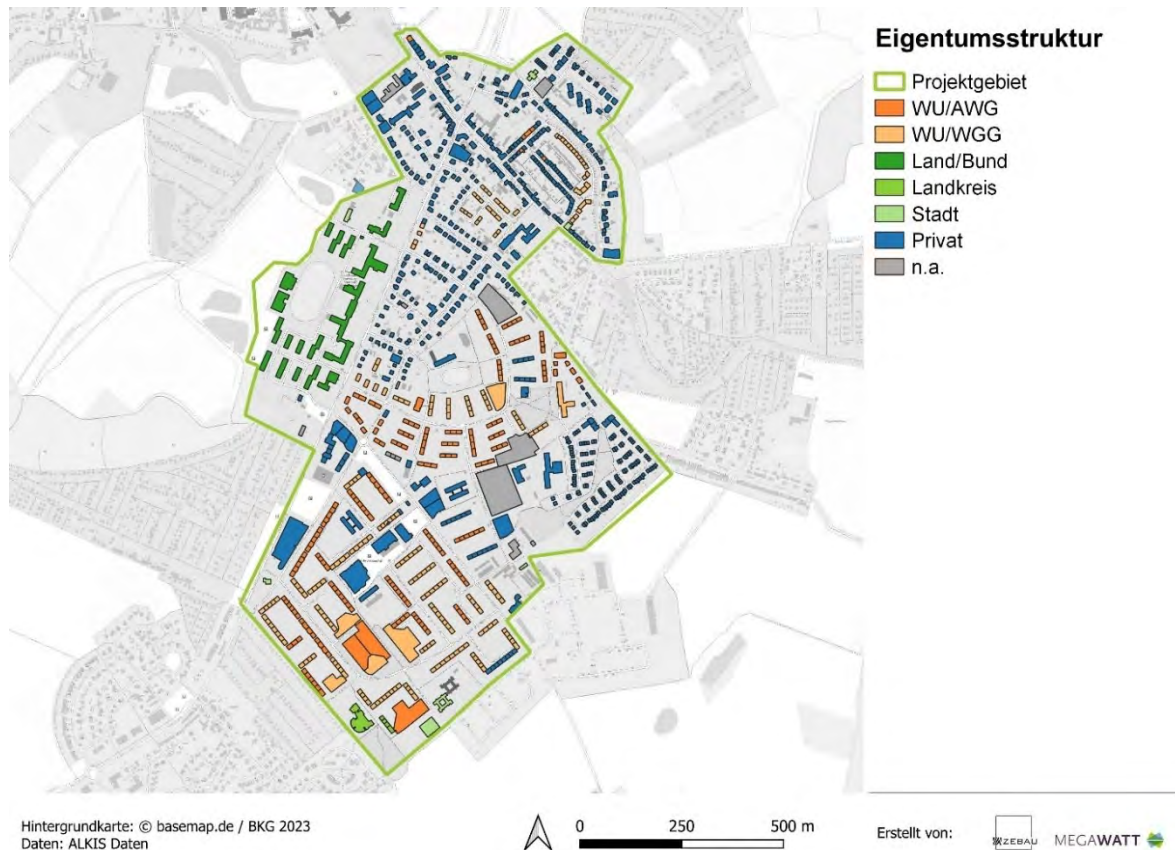


Abbildung 33: Karte Eigentumsstruktur im Quartier

Der Bestand im öffentlichen Besitz, insgesamt ca. 11% nach Netto-Raumfläche, konzentriert sich hauptsächlich auf das Gebiet der Fachhochschule für öffentliche Verwaltung, Polizei und Rechtspflege im westlichen Teil des Projektgebiets entlang der Goldberger Straße. Weitere Objekte der öffentlichen Hand sind die Kindertagesstätte Regenbogen, die Bildungseinrichtungen Anne-Frank-Schule sowie die Schule am Inselfee im südlichen Teil des Projektgebiets und die Diakonie Güstrow. Die Gebäude der Wohnungsunternehmen AWG (ca. 22% der Netto-Raumfläche) und WGG (ca. 23% der Netto-Raumfläche) befinden sich mehrheitlich im südlichen Abschnitt des Projektgebiets. Die privaten Eigentümer:innen stellen mit 43% der Netto-Raumfläche einen signifikanten Anteil am Gesamtgebäudebestand dar. Im Zuge von Modernisierungsmaßnahmen am vorhandenen Gebäudebestand ist eine umfassende Ansprache aller Eigentümer:innen und Wohnungsgesellschaften erforderlich.

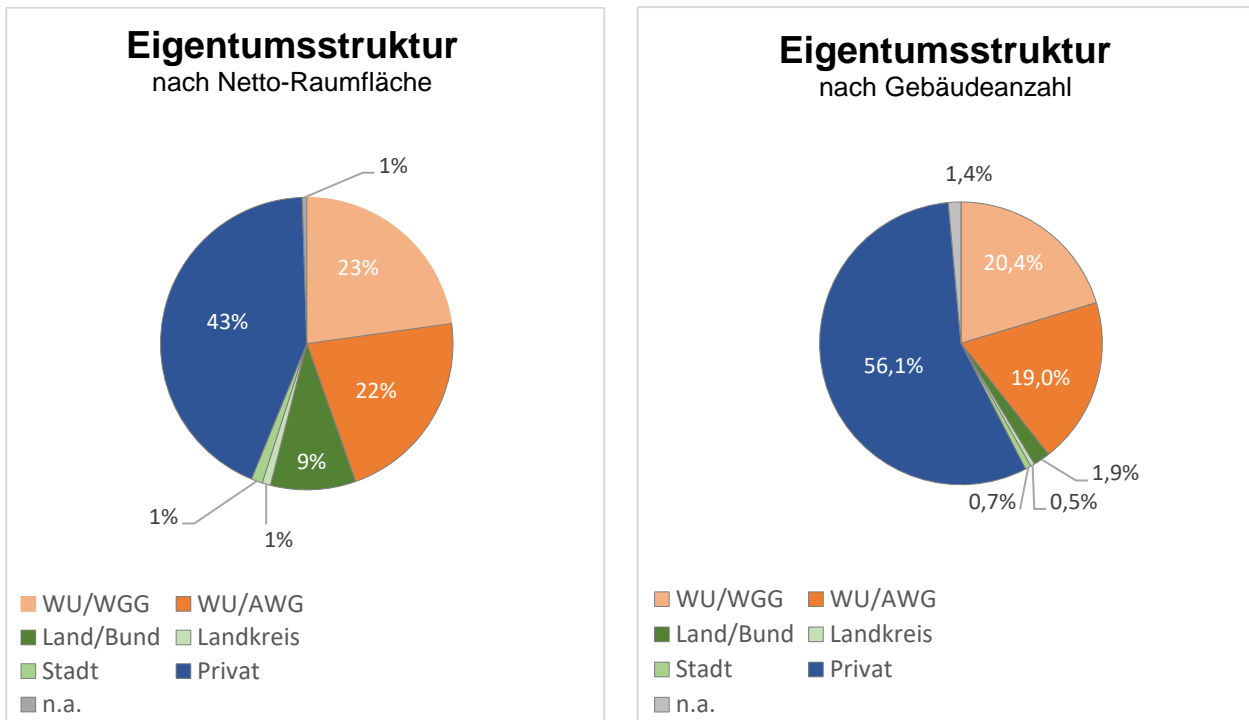


Abbildung 34: Diagramme Eigentumsstruktur

Um den Erfolg energetischer Maßnahmen im Quartier zu gewährleisten, ist es unabdingbar, auch die kleinteilige Gruppe der privaten Eigentümer:innen zielgerichtet anzusprechen. Diese finden sich im nördlichen Teil des Quartiers, davon ausgehend trichterförmig zwischen Goldberger- und Weinbergstraße sowie ein weiteres kleines Cluster von Mehrfamilienhäusern (MFH) im östlichen Quartiersteil.

Die kleine Anzahl von zwei Akteuren im Bereich der Wohnungsunternehmen ermöglicht möglicherweise Synergieeffekte für die Gebäudemodernisierung. Diese kann auch über die Betrachtung des Gebäudebestands hinausgehen, beispielsweise im Mobilitätssektor. Eine nähere Auseinandersetzung zum Themenfeld Mobilität findet sich in Kapitel 5.4.

5.1.1.5 Baualtersklassen

Die Gebäude im Quartier sind in Abschnitten in sehr ähnlichen Baualtersklassen entstanden. So wurde der gesamte Mehrfamilienhausbestand im Zentrum des Quartiers zwischen 1958 – 1968 erbaut (Abbildung 36). Im Norden stammen die Gebäude vorwiegend aus der Baualtersklasse 1919 – 1948 und 1949 – 1957, mit dem Gebäudekomplex der Polizeischule stellen sie die ältesten Gebäude im Quartier dar. Im Süden des Quartiers sind Gebäude der Klasse 1969 – 1978 und 1979 – 1987 die überwiegende Mehrheit bei den Wohngebäuden. Das Wohngebiet an der östlichen Projektgebietsgrenze ist vorwiegend in die Baualtersklasse 1988 – 1996 einzuordnen.

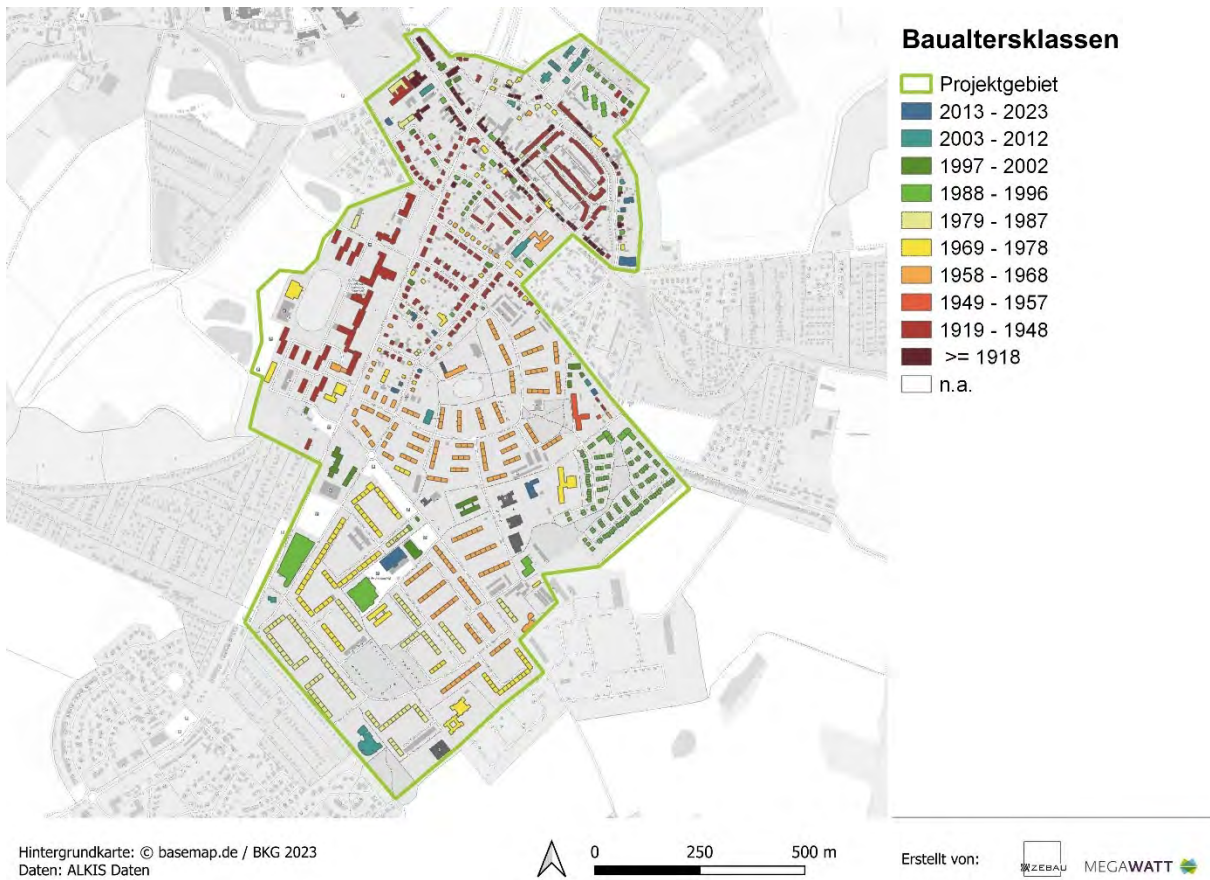


Abbildung 35: Karte Baualtersklassen im Quartier

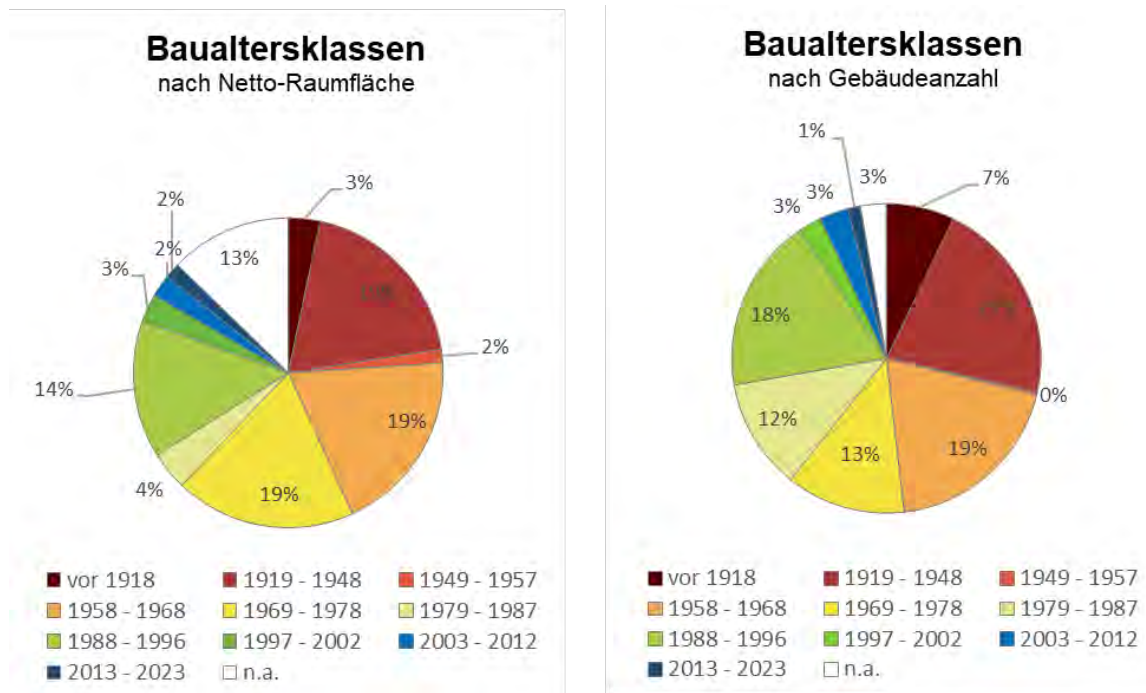


Abbildung 36: Diagramme Baualtersklassen

5.1.1.6 Baulicher und energetischer Zustand

Im Zuge einer Vor-Ort-Begehung wurden die Wohngebäude einer visuellen Prüfung unterzogen, um ihren aktuellen energetischen bzw. baulichen Zustand grob einzuschätzen. Diese Einschätzung des Gebäudebestands kann die Einschätzungen der zukünftigen Entwicklungen im Bereich der Gebäudemodernisierungen im Quartier konkretisieren. Bei der Vor-Ort-Begehung wurden die folgenden Kategorien berücksichtigt:

Energetischer Zustand

- **Guter Energetischer Zustand:** ein guter energetischer Zustand liegt vor, wenn entweder eine umfassende Komplettmodernisierung ersichtlich ist, einschließlich Fassadendämmung, oder das Gebäude neueren Baujahres ist und der energetische Standard den aktuellen Vorschriften entspricht. Diese Beurteilung beinhaltet noch keine Aussage über eine ggf. suboptimale Ausführung aus heutiger Sicht
- **Gemischter Zustand:** Die restlichen Gebäude weisen entweder nur eine Teilmodernisierung auf oder befinden sich in einem nicht modernisierten energetischen Zustand

Generell sind im Quartier zahlreiche baugleiche Gebäude aus vergleichbaren Bauzeiten mit identischen Modernisierungsständen vorhanden. Circa 38 % der Gebäude konnten nach Nettoraumfläche und Gebäudeanzahl als in einem guten energetischen Zustand befunden werden (siehe Abbildung 37). Dies bedeutet, dass viele Gebäude in den nächsten Jahren nicht modernisiert werden müssen.

Baulicher Zustand

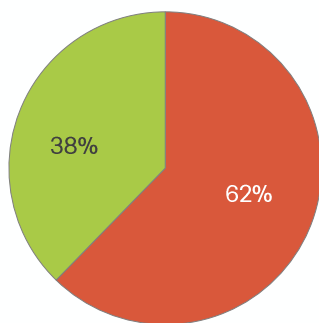
- **Schlechter baulicher Zustand:** es sind mehrere Instandsetzungsbedarfe (z.B. Witterungsspuren an Fenstern/Türen, Risse und Putzablösungen an den Fassaden, Vermoosung an Putzflächen)

oder größere Schäden (z.B. korrodierte Balkonplatten, großflächige Schäden an der Fassade) erkennbar

- Gemischter Zustand: Alle restlichen Gebäude weisen einen gemischten baulichen Zustand auf, es sind jedoch keine dringenden Instandsetzungsbedarfe erkennbar

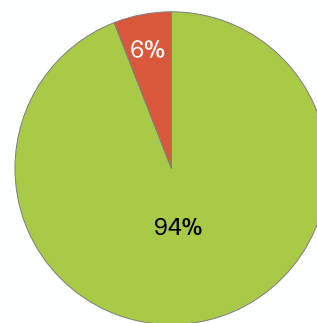
Um eine umfassende Analyse der Gebäude und eine fundierte Dekarbonisierung des Gebäudebestands sowie der Wärmeversorgung zu ermöglichen, werden die Daten zum energetischen Zustand mit Informationen zum baulichen Zustand ergänzt. Hier sind insbesondere einige Mehrfamilienhäuser im südlichen Quartiersteil zu nennen, welche sich laut Sichtprüfung in einem schlechten baulichen Zustand befinden. Insgesamt wurden bei ca. 6% der Gebäude (basierend auf der Nettoraumfläche) ein schlechter baulicher Zustand festgestellt. Im Kontext der Datenlage ist dabei zu bedenken das die Klassifizierung von Gebäuden unter einen gemischten Zustand keinen guten oder sehr guten baulichen Zustand impliziert. (siehe Abbildung 37). Das Zusammenführen von Instandhaltung und energetischer Modernisierung stellt somit ein Potenzial im Quartier dar.

Energetischer Zustand nach Netto-Raumfläche



- gemischter energetischer Zustand
- guter energetischer Zustand

Baulicher Zustand nach Netto-Raumfläche



- gemischter baulicher Zustand
- schlechter baulicher Zustand

Abbildung 37: Diagramme Baulicher und Energetischer Zustand

5.1.1.7 Zielwerte des Gebäudeenergiebedarfs

Hinsichtlich der Erreichung der Klimaschutzziele in den Bereichen Verkehr, Strom und Wärme kommt dem Gebäudebereich eine wichtige Rolle zu. Es wird angestrebt, dass die Gebäude nur noch einen sehr geringen Energiebedarf aufweisen und der verbleibende Energiebedarf überwiegend durch erneuerbare Energien gedeckt werden kann. Eine Prognose der Entwicklung des Gebäudebestands in den kommenden Jahren ist angesichts der Ungewissheiten bezüglich der Entwicklung der gesetzlichen und geopolitischen Rahmenbedingungen mit Unsicherheiten behaftet. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) führte in einer Studie aus dem Jahr 2014 aus, dass verschiedene Szenarien und Zielpfade zur

Verwirklichung der energie- und klimapolitischen Ziele denkbar sind (BMWi, 2014)¹⁵. Im Jahr 2014 war das bundesdeutsche Klimaschutzziel der Klimaneutralität noch mit dem Jahr 2050 verknüpft, welches 2021 mit der Änderung des Klimaschutzgesetzes auf 2045 verschärft wurde.

Für die Reduktion der Primärenergie des Gebäudesektors ist das Zusammenspiel von Energieeinsparung und des Anteils von Erneuerbaren Energien (EE-Anteil) entscheidend. Diese zwei Aspekte stehen in einer engen Wechselwirkung zueinander. Je höher die Energieeinsparung ausfällt, desto niedriger kann der EE-Anteil sein, um die nötige Primärenergiereduktion zu erreichen. Gleiches gilt andersherum, je höher der EE-Anteil, desto niedriger kann die Energieeinsparung sein. Das BMWi hat im Vorfeld der Erarbeitung der Energieeffizienzstrategie Gebäude (BMWi, 2015)¹⁶ ein Forschungskonsortium (Prognos, ifeu und IWU) damit beauftragt, Szenarien für einen nahezu treibhausgasneutralen Gebäudebestand bis 2050 unter Verwendung des aktuellen (2015) Stands der Technik und unter Berücksichtigung der Potenziale und Restriktionen zu modellieren. Gegenüber dem durchschnittlichen spezifischen Endenergieverbrauch für Wärme, der für Heizung und Warmwasser in Haushalten bei rund 169 Kilowattstunden pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr (kWh/m²a) liegt, sind deutliche Einsparungen notwendig, um die Klimaziele zu erreichen bei einem angemessenen Anteil an erneuerbaren Energien.

- Der durchschnittliche spezifische Wärmebedarf der Gebäude im Quartier liegt im Mittel bei 103 kWh/m²a und somit unterhalb des bundesdeutschen Durchschnitts. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass ein Großteil der Gebäude im Süden des Quartiers bereits modernisiert sind. Das bedeutet einerseits, dass der Gebäudebestand schon relativ gute durchschnittliche Energiekennwerte aufweist und zum anderen, dass somit das Potenzial zur Energieeinsparung durch Modernisierungsmaßnahmen limitiert ist.

Bezogen auf unterschiedliche Energieeinsparpotenziale in Abhängigkeit des Baualters von Gebäuden und unter der Annahme, dass insgesamt etwa eine Halbierung des Energieverbrauchs des gesamten Gebäudebestands realistisch erscheint, ergeben sich die dargestellten Potenziale (siehe Abbildung 38) in den einzelnen Baualtersklassen zur Minderung des Endenergieverbrauchs.

¹⁵ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2014): Sanierungsbedarf im Gebäudebestand. Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude.

¹⁶ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2015): Effizienzstrategie Gebäude. Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand. Online: www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-gebaeude.pdf?__blob=publicationFile&v=25 abgerufen am 27.11.2020

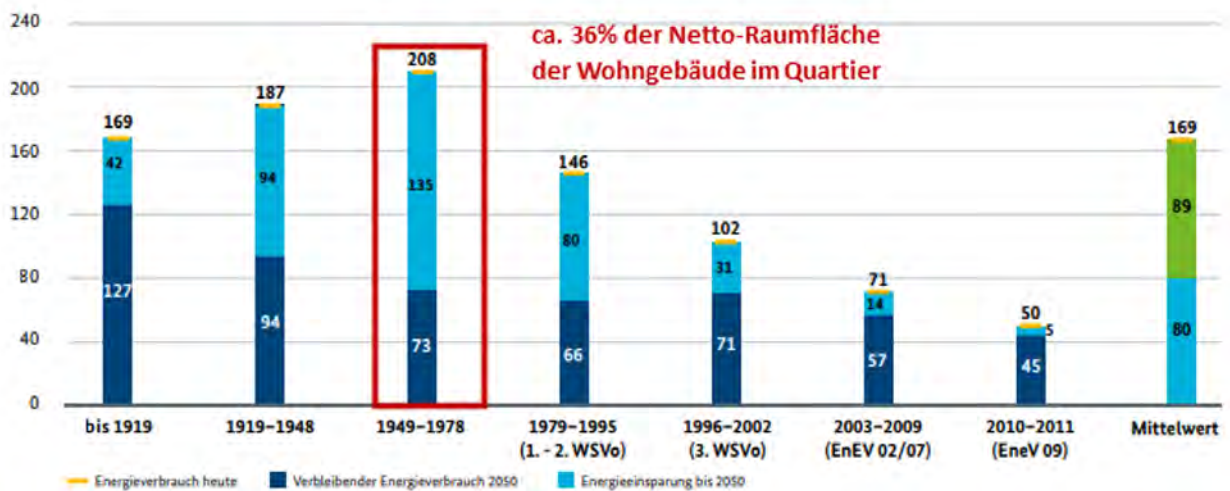


Abbildung 38: Verteilung des flächenbezogenen Endenergieverbrauchs [kWh/m²a] 2014 und des zukünftigen Einsparpotenzials (Quelle: BMWi, 2014)

Insbesondere den Gebäuden von 1949 bis 1978, zu denen auch ein großer Anteil der Gebäude im Quartier gehören (36 % gemessen an der Netto-Raumfläche der Gebäude), werden die größten Einsparpotenziale zugewiesen. Bei dieser Gebäudeklasse wurde ein Einsparpotenzial von 65 % erarbeitet. Ob dies im Quartier realistisch ist, kann durch die vorgenommenen Mustersanierungskonzepte (siehe Kapitel 5.1.1.8) abgeschätzt werden. Wichtig ist hierbei noch die Unterscheidung von energetisch nicht modernisierten Gebäuden zu Gebäuden, die schon teilweise energetisch modernisiert wurden. Das Einsparpotenzial unterscheidet sich hierbei, da der Bestandswert bei den Gebäuden, die eine Teilmodernisierung aufweisen wesentlich geringer ist als bei komplett unmodernisierten Gebäuden aus dieser Zeit.

In der Summe sollte sich eine Reduzierung des Energieverbrauchs des gesamten Gebäudebestands in Deutschland auf durchschnittlich 80 kWh/m²a ergeben. Vergleicht man diesen Wert mit dem vorher genannten durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarf der Gebäude im Quartier von 103 kWh/m²a wird deutlich, dass es trotz der hohen Modernisierungsrate ein Einsparpotenzial innerhalb des Gebäudebestands des Quartiers gibt.

Exkurs: Gründe für eine energetische Gebäudemodernisierung

Eine energetische Modernisierung ist sinnvoll aus mehreren Gründen. Erstens trägt sie aktiv zum **Klimaschutz** bei, indem der Energieverbrauch und somit die CO₂-Emissionen reduziert werden. Durch den Einsatz energieeffizienter Technologien wie Dämmung, effizienter Heiz- und Kühlsysteme sowie erneuerbarer Energien kann der ökologische Fußabdruck der Immobilie erheblich verbessert werden.

Zweitens bietet eine energetische Modernisierung langfristige **wirtschaftliche Vorteile**. Durch den geringeren Energieverbrauch sinken die Betriebskosten erheblich, was zu einer nachhaltigen Senkung der Energiekosten führt. Zudem können staatliche Förderprogramme und steuerliche Anreize die Investitionskosten reduzieren und die Wirtschaftlichkeit weiter verbessern.

Darüber hinaus erhöht eine energetische Modernisierung die **Energiesicherheit**, da der Einsatz erneuerbarer Energien die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen verringert. Durch die Nutzung von

Sonnenenergie, Windkraft oder Geothermie kann eine Immobilie unabhängiger und langfristig energieautark werden.

Des Weiteren führt eine energetische Modernisierung zu einem **Werterhalt und einer Wertsteigerung** der Immobilie. Eine energetisch optimierte Immobilie ist attraktiver auf dem Markt und erzielt in der Regel einen höheren Verkaufs- oder Vermietungswert.

Zuletzt steigert eine energetische Modernisierung den **Wohnkomfort** und das Wohlbefinden der Bewohner, was ebenfalls den Wert der Immobilie erhöht sowie die Lebensqualität der Bewohner:innen verbessert.

5.1.1.8 Ergebnisse Mustersanierungskonzepte

Die Typologie ‚Mehrfamilienhaus‘ stellt im Quartier 50 % der beheizten Netto-Raumfläche dar im Gegensatz zu 4 und 5 % der Reihen- und Einfamilienhäuser. Um das Segment der Mehrfamilienhäuser erfassen zu können wurden innerhalb der ersten Lenkungsgruppensitzung die zwei ansässigen Wohnungsunternehmen AWG und WGG angesprochen und zu ihrem Interesse an einem Mustersanierungskonzept befragt. Zur konkreten Überprüfung der Einsparpotenziale im Quartier wurde jeweils ein Gebäude der AWG und WGG ausgewählt und so wurden zwei Mustersanierungskonzepte erstellt. Diese wurden im Januar 2024 fertiggestellt und in der zweiten Lenkungsgruppensitzung den Wohnungsunternehmen und anderen Akteuren präsentiert. Im Folgenden werden die Ergebnisse zusammengefasst vorgestellt, die ausführlichen Berichte befinden sich im nicht-öffentlichen Anhang.

1 | Mustersanierungskonzept AWG

Das fünfgeschossige Mehrfamilienhaus in der Ringstraße 88-91 in Güstrow wurde 1981 in Plattenbauweise errichtet und ist eines der letzten unsanierten Wohnhäuser in der Siedung. Am gesamten Gebäude besteht erhöhter Instandhaltungsbedarf.

Steckbrief – MFH Ringstraße 88-91

Geschosse: 5
 Baujahr: 1981
 Wohneinheiten: 60
 Nutzfläche A_N (nach GEG): 3.385 m²



Gebäudehülle

- Außenwände: Plattenbauwand aus Beton, vmtl. mit geringfügiger Kerndämmung, eine Giebelwand bereits mit WDVS nachträglich gedämmt
- Eingangstür: Metallrahmentür mit 2-fach Isolierverglasung
- Fenster: überwiegend 2-fach V Kunststofffenster BJ 2000, vereinzelt Original-Holzverbundfenster, Balkenelemente vereinzelt 2-fach Wärmeschutzverglasung jüngeren Baujahres
- Dach: Flachdach massiv, als Kaltdach vmtl. mit geringfügiger Dämmung
- Keller: unbeheizt, Kellerdecke ungedämmt

Anlagentechnik

- Heizung: Fernwärmeübergabestation
- Baujahr Wärmeerzeuger: 1993
- Warmwasser: über Fernwärme
- Wesentlicher Energieträger: Fernwärme (Kraft-Wärme-Kopplung, fossil, PEF=0,24)

Am gesamten Gebäude besteht erhöhter Modernisierungsbedarf. Die Außenwände sind überwiegend unsaniert, stellenweise blättert die Farbe ab. Die Fenster wurden zuletzt um das Jahr 2000 erneuert. Es ist nicht bekannt, ob das Flachdach in der Vergangenheit modernisiert wurde.

Es wird empfohlen das Gebäude im Zuge einer Vollmodernisierung umfangreich energetisch zu sanieren. Die drei vorgeschlagenen Maßnahmenpakete stellen 3 mögliche energetische Zielstandards dar, für die unterschiedliche Fördermittel in Anspruch genommen werden können.

Maßnahmenpaket 1 – Fassade, Dach, Lüftung

Es wird empfohlen die Außenwände zu dämmen. Im Zusammenhang damit sollten auch alle Hauseingänge und Fenster, die älter als Baujahr 2009 sind, ausgetauscht werden, sowie das Flachdach gedämmt werden. Außerdem wird empfohlen das Heizungssystem im Rahmen der Modernisierung zu optimieren. Dazu gehört unter anderem die Absenkung der Auslegungstemperaturen, der Einbau neuer Heizkörperventile und die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs. Mit dem Einbau neuer Fenster erhöht sich die Luftdichtheit des Gebäudes und alle Wohnungen verfügen über innenliegende Bäder. Es wird daher empfohlen eine zentrale Abluftanlage zu installieren und in den neuen Fenstern Außenluftdurchlässe vorzusehen. Damit kann der Mindestluftwechsel zum Schutz vor Tauwasserausfall und Schimmelpilzbildung unabhängig vom individuellen Nutzerverhalten sichergestellt werden.

Maßnahmen Gebäudehülle
<ul style="list-style-type: none">▪ Dämmung des Flachdachs mit 24 cm Mineralfaserdämmung WLG 035▪ Dämmung der Außenwand mit 12 cm Mineralfaserdämmung WLS 032▪ Dämmung der Loggiawände mit 12 cm Resol-Hartschaumdämmung WLS 022▪ Austausch aller Fenster älter als 2009 gegen 3-fach verglaste Wärmeschutzfenster $U_w=0,90$ W/m^2K▪ Austausch der Eingangstüren gegen neue mit $U=1,30$ W/m^2K
Maßnahmen Anlagentechnik
<ul style="list-style-type: none">• Installation einer zentralen Abluftanlage für Küchen und Bäder + Einbau von passiven Fensterfalzlüftern in alle Fenster• Heizungsoptimierung: Absenkung der Auslegungstemperaturen auf $55^{\circ}C/45^{\circ}C$, Austausch der Heizkörperventile gegen PI-Regler mit Optimierung, Durchführung eines hydraulischen Abgleichs

Maßnahmenpaket 2 – Effizienzhaus 85

Um weitere Energieeinsparungen zu erzielen, wird empfohlen zusätzlich zu den in Maßnahmenpaket 1 aufgeführten Maßnahmen die Kellerdecke zu dämmen. Damit werden die Wärmeverluste über die Gebäudehülle weiter reduziert und die Treibhausgasemissionen sinken. Außerdem wird die Effizienzhaus 85 Stufe erreicht, die es ermöglicht, einen zinsvergünstigten Kredit mit Tilgungszuschuss über die KfW-Bank in Anspruch zu nehmen.

Maßnahmen Gebäudehülle
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alle Maßnahmen aus Maßnahmenpaket 1 + zusätzlich: ▪ Dämmung der Kellerdecke mit 10cm Dämmplatten WLG 035
Maßnahmen Anlagentechnik
<ul style="list-style-type: none"> • Alle Maßnahmen aus Maßnahmenpaket 1

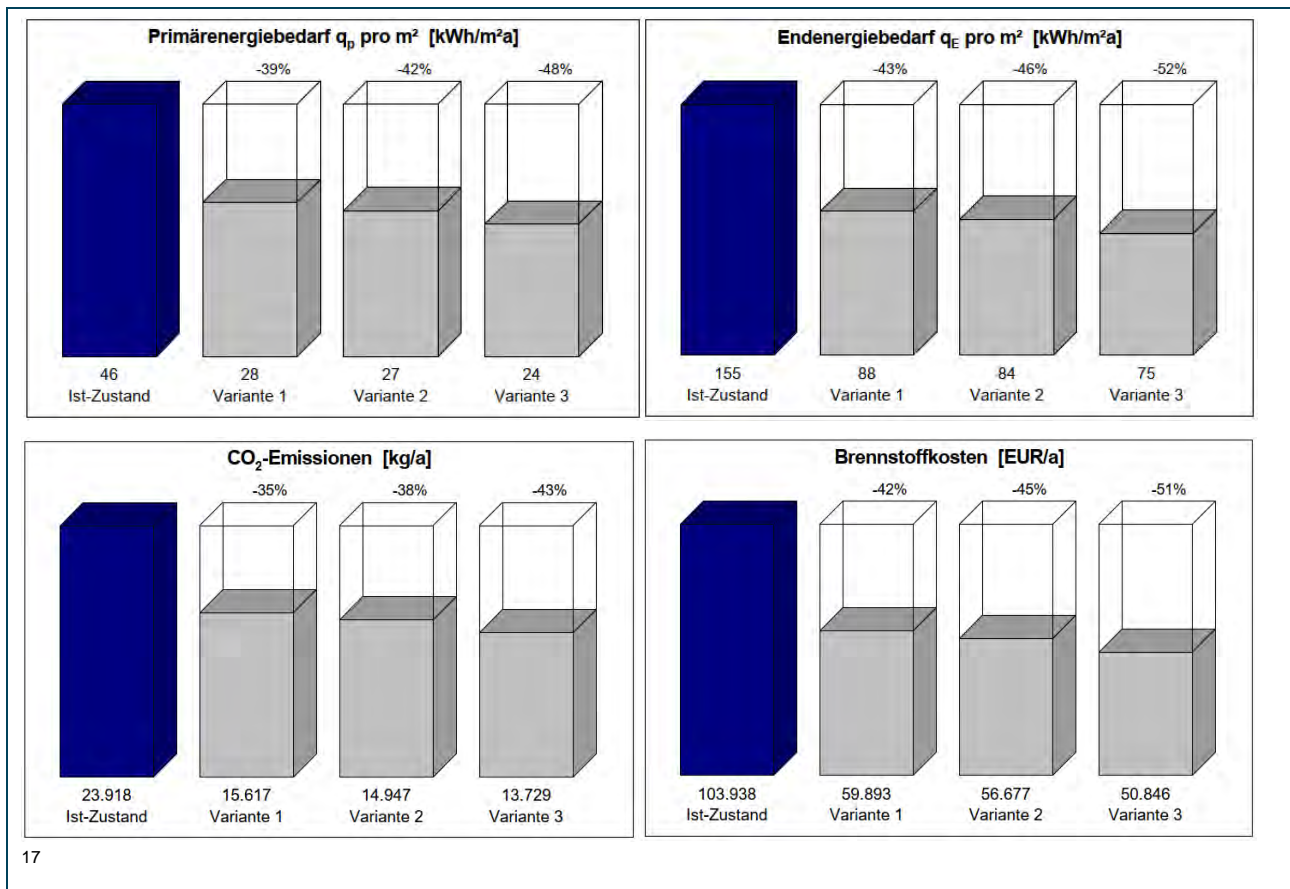
Maßnahmenpaket 3 – Effizienzhaus 70

Werden über die in Maßnahmen aus Paket 1 und 2 hinaus einige zusätzliche Maßnahmen ergriffen, kann sogar die Effizienzhaus 70 Stufe erreicht werden, die als der maximal mögliche und sinnvoll umsetzbare Standard für das vorliegende Gebäude angesehen wird. Hierfür müssen zusätzlich Treppenhauskerne im Keller gegen den unbeheizten Bereich, sowie gegen das Erdreich gedämmt werden und die Innentüren des Treppenhauses gegen den Keller ausgetauscht werden. Außerdem ist bei der Außenwanddämmung eine 2cm stärkere Dämmung (14cm statt 12cm) vorzusehen. Darüber hinaus sollte im Rahmen der Planung ein Wärmebrückengleichwertigkeitsnachweis erstellt werden.

Maßnahmen Gebäudehülle
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alle Maßnahmen aus Maßnahmenpaket 1 + 2 + zusätzlich: ▪ Dämmung der Außenwand mit 14cm Mineralfaserdämmung WLS 032 (statt 12cm) ▪ Dämmung der TRH-Innenwände gegen unbeheizt (UG) mit 14cm Dämmplatten WLG 035 ▪ Austausch der TRH-Innentüren im Keller (gegen unbeheizt) gegen neue mit $U=1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ ▪ Dämmung der TRH-Außenwand gegen Erdreich mit 12cm XPS-Hartschaum WLG 030 ▪ Erstellung Wärmebrückengleichwertigkeitsnachweis für verbesserten Wärmebrückenzuschlag von $U_{WB} = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$
Maßnahmen Anlagentechnik
<ul style="list-style-type: none"> • Alle Maßnahmen aus Maßnahmenpaket 1

Variantenvergleich

Um die Varianten direkt miteinander zu vergleichen, wurden die jeweiligen Auswirkungen auf den Primärenergiebedarf, den Endenergiebedarf, die CO₂-Emissionen sowie die Auswirkungen auf die Brennstoffkosten dargestellt. Die folgenden Diagramme zeigen jeweils den Ist-Zustand sowie die Einsparungen, die gegenüber dem Ist-Zustand erzielt werden können mit den jeweiligen Modernisierungspaketen.



Fazit

Alle drei Maßnahmenpakete stellen umfangreiche energetische Modernisierungen dar und erzielen hohe Einsparungen an Energie und Treibhausgasemissionen. Wir empfehlen die Umsetzung des **Maßnahmenpakets 3** mit dem ein **Effizienzhaus 70** Standard erreicht werden kann. Dieses stellt sich in der Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen (Energieeinsparung) am vorteilhaftesten dar und nutzt die verfügbaren Fördermittel optimal aus. Darüber hinaus werden die höchsten Energie- und CO₂-Einsparungen erzielt.

¹⁷ bezogen auf den berechneten Bedarf

2 | Mustersanierungskonzept WGG

Das dreigeschossige Mehrfamilienhaus Am Mühlbach 15-16/ Werderstraße 16 in Güstrow wurde 1928 errichtet und steht unter Denkmalschutz. Um das Jahr 2000 wurden umfangreiche Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt und das Dachgeschoss ausgebaut und gedämmt.

Steckbrief – MFH Am Mühlbach 15-16/ Werderstraße 16	
<p>Geschosse: 3 Baujahr: 1928 Wohneinheiten: 19 Nutzfläche A_N (nach GEG): 1.820 m²</p>	
Gebäudehülle	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Außenwände: zweischaliges Mauerwerk, denkmalgeschützte Klinkerfassade ▪ Eingangstüren: Massivholz ▪ Fenster: 2-fach Verglasung Kunststofffenster BJ 2000 ▪ Dach: Walmdach, Dachgeschoss 2000 ausgebaut und gedämmt, Dachterrassen 2022 saniert ▪ Keller: unbeheizt, Kellerdecke 2000 gedämmt 	
Anlagentechnik	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Heizung: Gas-Etagenheizungen ▪ Baujahr Wärmeerzeuger: 1992-2021 ▪ Warmwasser: über Etagenheizungen ▪ Wesentlicher Energieträger: Gas 	

Das Gebäude ist in einem gepflegten Zustand und wird aktuell über dezentrale Gas-Etagenheizungen mit Wärme versorgt. Im Jahr 2000 wurden im Zuge einer umfangreichen Modernisierung unter anderem die Fenster erneuert, das Dach ausgebaut und die Kellerdecke gedämmt. Das größte energetische Optimierungspotenzial liegt in der Erneuerung der Heizung. Auch an der Gebäudehülle gibt es aus energetischer Sicht ein Optimierungspotenzial, das jedoch aufgrund des Denkmalschutzes begrenzt ist.

Maßnahmenpaket 1a - Fernwärmeanschluss

Das Wohnhaus wird aktuell durch Gas-Etagenheizungen mit Wärme versorgt. Die Baujahre liegen zwischen 1992 und 2021, wobei die Mehrheit der Gasthermen aus dem Jahr 2001 stammen.

Die wohnungszentrale Wärmeversorgung in Kombination mit dem Denkmalschutz des Gebäudes gestalten eine Einbindung erneuerbarer Energien nach den aktuellen gesetzlichen Vorgaben als schwierig. Daher wird empfohlen, die Wärmeversorgung zu zentralisieren. Falls das Fernwärmenetz in die anliegende

Straße erweitert wird, bietet sich der Anschluss an das Fernwärmenetz an. Dies hat den Vorteil, dass die Investitionskosten für die Umstellung und den Anschluss, sowie die Wartungskosten vergleichsweise gering ausfallen. Das Fernwärmenetz der Stadtwerke Güstrow nutzt außerdem schon heute einen hohen Anteil erneuerbarer Energien (Biomethan). Nachteilig wäre, dass sich die Energiepreise nach aktuellem Stand für die Mieter:innen deutlich erhöhen würden.

Maßnahmen Gebäudehülle
-
Maßnahmen Anlagentechnik
<ul style="list-style-type: none"> • Umstellung auf ein zentrales Heizungssystem und Anschluss an das Wärmenetz der Stadtwerke Güstrow (Primärenergiefaktor 0,28) • Zentralisierung der Warmwasserbereitung z.B. über Wohnungsstationen • Heizungsoptimierung: Durchführung eines hydraulischen Abgleichs

Maßnahmenpaket 1b – Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Gas-Spitzenlastkessel

Als Alternative zum Fernwärmeanschluss, ist auch die Errichtung einer eigenen Energiezentrale möglich, die mehrere Gebäude der Wohnungsgesellschaft versorgt. Auch hierfür ist zunächst die Zentralisierung der bestehenden Wärmeversorgung notwendig. Es wird empfohlen eine Luft-Wasser-Wärmepumpe als Grundlastversorger, sowie einen Gas-Brennwertkessel für Spitzenlasten vorzusehen. Um die Trinkwasserhygiene zu gewährleisten, können Wohnungsstationen vorgesehen werden.

Maßnahmen Gebäudehülle
-
Maßnahmen Anlagentechnik
<ul style="list-style-type: none"> • Umstellung auf ein zentrales Heizungssystem und Errichtung eines Gebäude- oder Nahwärmenetzes mit Luft-Wasser-Wärmepumpe (Grundlast) und Gas-Brennwertkessel als Spitzenlastkessel • Zentralisierung der Warmwasserbereitung z.B. über Wohnungsstationen • Heizungsoptimierung: Durchführung eines hydraulischen Abgleichs

Maßnahmenpaket 2 – Gebäudehülle

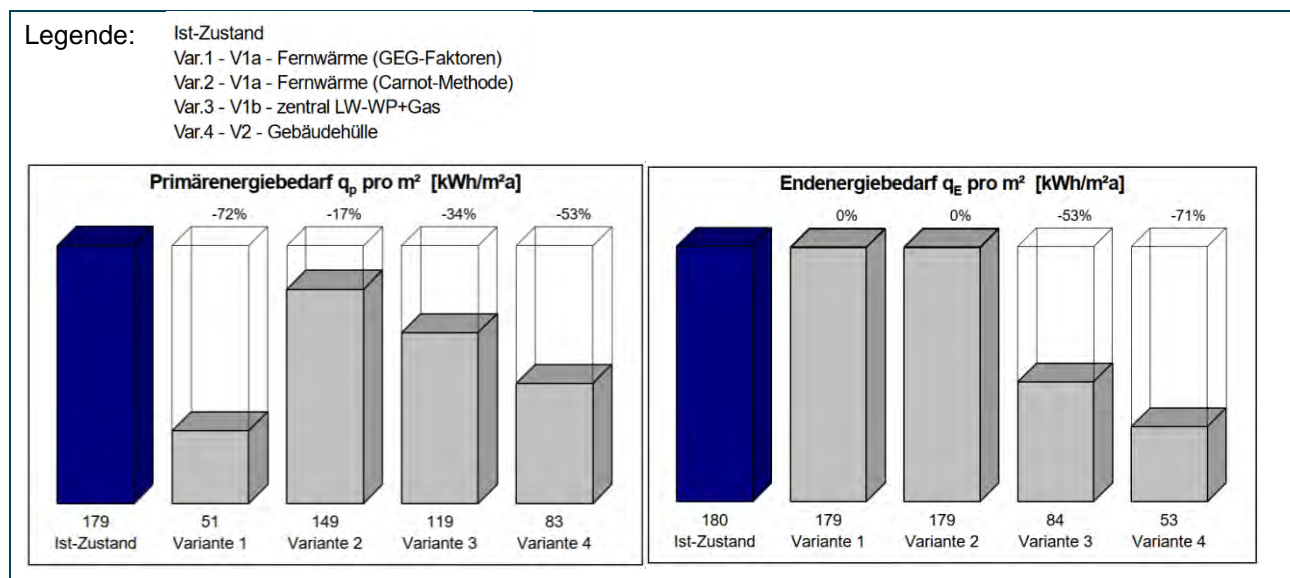
Das Gebäude wurde zuletzt im Jahr 2000 umfangreich denkmalgerecht modernisiert. An einigen Fensterscheiben zeigen sich jedoch bereits Verfärbungen und es wird von Schimmel in Wohnräumen und Bädern berichtet. Daher wird empfohlen die Fenster im Zuge von Instandhaltungsarbeiten zu erneuern. Eine Dämmung der Außenwände von außen ist aus Denkmalschutzgründen nicht möglich. Daher sollte eine Innendämmung erwägt werden. Eine Innendämmung stellt jedoch einen sehr komplexen Eingriff in die Bauphysik eines Gebäudes dar und bedarf einer detaillierten fachkundigen Bestandsanalyse, Planung und Ausführung. Die Ergänzung der Dämmung auf der obersten Geschossdecke stellt ein geringinvestives Optimierungspotenzial dar.

Maßnahmen Gebäudehülle
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ergänzung der Dämmung auf der obersten Geschossdecke mit 10cm Mineralwolle WLG 035 ▪ Austausch der Fenster gegen denkmalgerechte 2-fach Wärmeschutzfenster mit $U_w = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ ▪ Dämmung der Außenwände von innen mit 5cm Calciumsilikatplatten WLG 070
Maßnahmen Anlagentechnik
<ul style="list-style-type: none"> • Alle Maßnahmen aus Maßnahmenpaket 1b

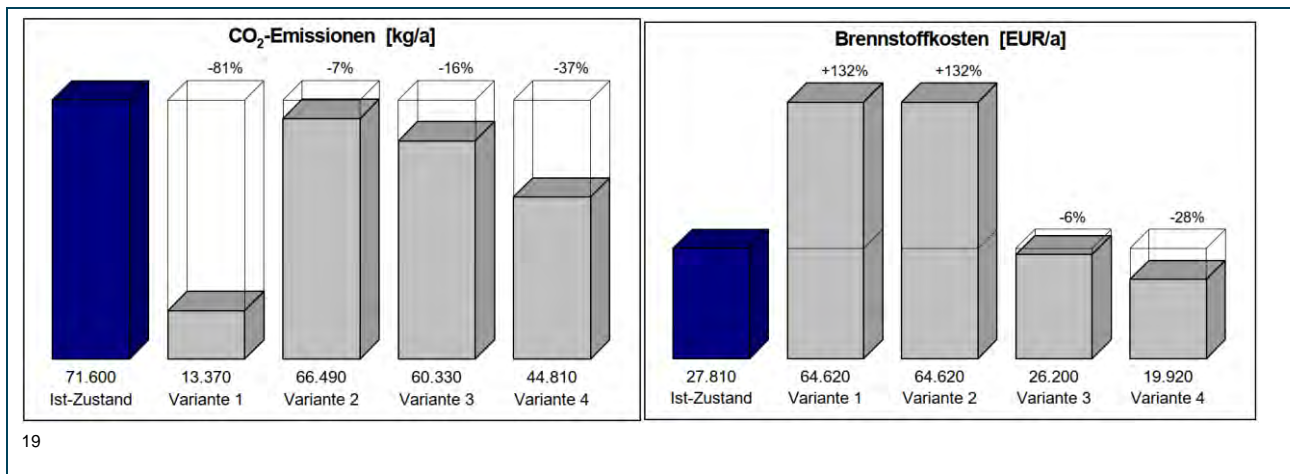
Variantenvergleich

Um die Varianten direkt miteinander zu vergleichen, wurden die jeweiligen Auswirkungen auf den Primärenergiebedarf, den Endenergiebedarf, die CO₂-Emissionen sowie die Auswirkungen auf die Brennstoffkosten dargestellt. Die folgenden Diagramme zeigen jeweils den Ist-Zustand der sowie die Einsparungen, die gegenüber dem Ist-Zustand erzielt werden können mit den jeweiligen Modernisierungspaketen.

Da es verschiedene Methoden gibt, um den CO₂-Emissionsfaktor und den Primärenergiefaktor der Fernwärme zu berechnen, sind für das Maßnahmenpaket 1a jeweils zwei Balken dargestellt. Rechtlich maßgeblich und damit für Förderprogramme relevant ist die Ermittlung laut Gebäudeenergiegesetz (GEG), auf die auch die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) verweist (Balken 1 – „Fernwärme (GEG-Faktoren)“). Die Carnot-Methode ist aus wissenschaftlich-technischer Sicht jedoch exakter und erlaubt eine bessere Vergleichbarkeit der Primärenergie- und Emissionsfaktoren mit anderen Technologien zur Wärmeerzeugung (Balken 2 – „Fernwärme – (Carnot-Methode)“).¹⁸



¹⁸ Nach GEG werden bei Wärmeerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung die Emissionen und Primärenergie weit überwiegend der Stromerzeugung zugeordnet und damit scheinbar emissionsfreie Wärme dargestellt (Stromgutschriftmethode). Diese Regelung ist historisch gewachsen und entspricht nicht mehr dem Stand der Wissenschaft. Die Studie *Produktbilanzierung für grüne Fernwärme* (Hamburg Institut im Auftrag des BDEW, 2022) empfiehlt die Carnot-Methode, die in DIN-EN 15316-4-5: 2017-09 beschrieben wird und sich nach AGFW-Arbeitsblatt FW 309-6 berechnen lässt. Anders als die Stromgutschriftmethode erlaubt die Carnot-Methode eine bessere Vergleichbarkeit der Primärenergie- und Emissionsfaktoren mit anderen Technologien zur Wärmeerzeugung.



Fazit

Da sich erneuerbare Energien nur schwer in das dezentrale Heizungssystem einbinden lassen, wird empfohlen in den kommenden Jahren das Maßnahmenpaket 1b umzusetzen. Dieses beinhaltet die Zentralisierung des Heizungs- und Warmwassersystems und die Einrichtung eines Gebäudenetzes mit Luft-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit einem Gas-Spitzenlastkessel.

Ein Teil der Fensterscheiben sind verfärbt und es wurde von Schimmel in Wohnräumen und Bädern berichtet. Daher wird empfohlen perspektivisch auch das Maßnahmenpaket 2 zur Verbesserung der Gebäudehülle umzusetzen.

5.1.2 Wirtschaftlichkeit ‚Gebäudemodernisierung‘

Die mit den Mustersanierungskonzepten untersuchten Modernisierungsmaßnahmen wurden auf die individuelle Situation des jeweiligen Objektes angepasst. Bei einem Vergleich mit ähnlichen Gebäuden und einer Übertragbarkeit der Ergebnisse können die Mustersanierungskonzepte erste Annahmen liefern. Für jedes Gebäude sollte jedoch zudem eine individuelle Untersuchung erfolgen.

Grundlegend ist die Wirtschaftlichkeit der Modernisierungskonzepte abhängig von folgenden Faktoren:

- Energieeinsparpotenzial
- Baukosten
- Differenzierung der Gesamtkosten (Instandsetzungskosten, Energieeffizienzbedingte Mehrkosten, Kosten wohnwertverbessernder Maßnahmen)
- Energiekostensteigerungen
- CO₂-Bepreisung
- Förderung (mehr Informationen siehe Kapitel 5.1.2.2)
- Zinskonditionen

Zusätzlich zur rein wirtschaftlichen Betrachtung spielen auch andere Faktoren eine Rolle, wenn es um die Entscheidung für eine energetische Modernisierung geht (siehe Infobox in Kapitel 5.1.1.7).

¹⁹ bezogen auf den berechneten Bedarf

5.1.2.1 Untersuchungsgegenstand Mustersanierungskonzepte

Auf Grundlage der Berechnungen aus Kapitel 5.1.1.8 „Ergebnisse Mustersanierungskonzepte“ wurde mit den zum Zeitpunkt der Erstellung verfügbaren Förderungen folgende Wirtschaftlichkeitsberechnung angefertigt.

1 | Mustersanierungskonzept AWG

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der einzelnen Maßnahmenpakete zeigt, dass alle Maßnahmen wirtschaftlich sind. Ein Grund hierfür sind die hohen Einsparpotenziale durch erhöhten Instandhaltungsbedarf, sowie die vergleichsweise hohen Energiekosten der Fernwärme.

Wirtschaftlichkeit²⁰			
	MP 1	MP 2	MP 4
	Fassade, Dach, Lüftung	Effizienzhaus 85	Effizienzhaus 70
Investitionskosten brutto	ca. 1.189.900 €	ca. 1.255.400 €	ca. 1.303.500 €
- pro m ² Nutzfläche	ca. 352 €	ca. 371 €	ca. 385 €
Instandhaltungsbedarf	ca. 865.000 €	ca. 865.000 €	ca. 865.000 €
- Anteil	ca. 73 %	ca. 69 %	ca. 66 %
energetische Mehrkosten	ca. 324.900 €	ca. 390.400 €	ca. 438.500 €
mögliche BEG-Förderung²¹			
- BEG EM Hülle	ca. 178.500 €	-	-
- BEG WG Zuschuss	-	ca. 62.800 €	ca. 130.400 €
Summe:	ca. 178.500 €	ca. 62.800 €	ca. 130.400 €
- Förderquote	ca. 15 %	ca. 5 %	ca. 10 %
energ. Mehrkosten abzgl. Förderung	ca. 146.400 €	ca. 327.600 €	ca. 308.100 €
- Finanzierungskosten	ca. 69.000 €	ca. 50.300 €	ca. 47.300 €
Einsparung Energiekosten über 30 Jahre²²	ca. 1.888.000 €	ca. 2.026.000 €	ca. 2.276.000 €
Amortisation	< 10 Jahre	< 10 Jahre	< 10 Jahre

²⁰ **Parameter der Wirtschaftlichkeit:** Betrachtungszeitraum: 30 Jahre, Teuerungsrate: 3%, Zinssatz: 4% bzw. 1,4% für den zinsvergünstigten KfW-Kredit für Effizienzhäuser; Energiepreise: Gas: 9,2 ct/kWh, Fernwärme: 19,7 ct/kWh, Kostenstand: 4. Quartal 2023

²¹ nach den Konditionen zum Zeitpunkt der Erstellung des Konzepts, 01/2024

²² verbrauchsbezogen

2 | Mustersanierungskonzept WGG

Beim zweiten Mustersanierungskonzept stellt sich die Wirtschaftlichkeit etwas schwieriger dar. Da mit dem Anschluss an das Fernwärmenetz die Energiekosten ansteigen, lässt sich für das Maßnahmenpaket 1a keine Amortisation berechnen. Bei den Maßnahmenpaketen 1b und 2 stehen relativ hohe Investitionskosten mäßigen Energiekosteneinsparungen gegenüber. Aus rein wirtschaftlicher Sicht rechnen sich die Maßnahmenpakete nicht, bzw. erst sehr spät.

Es ist jedoch zu beachten, dass Modernisierungsmaßnahmen nicht allein aus wirtschaftlicher Perspektive zu bewerten sind, sondern auch zum Erhalt der Bausubstanz, zum Werterhalt oder sogar zur Wertsteigerung von Immobilien, zur Steigerung der Behaglichkeit und zur Versorgungssicherheit in der Zukunft beitragen (siehe Infobox in Kapitel 5.1.1.7).

Wirtschaftlichkeit ²³			
	MP 1a Fernwärmeanschluss	MP 1b Wärmepumpe + Gas	MP 2 Gebäudehülle
Investitionskosten brutto	ca. 106.400 €	ca. 190.400 €	ca. 621.300 €
- pro m ² Nutzfläche	ca. 58 €	ca. 105 €	ca. 341 €
Instandhaltungsbedarf	ca. 106.400 €	ca. 106.400 €	ca. 280.000 €
- Anteil	ca. 100 %	ca. 56 %	ca. 45 %
energetische Mehrkosten	ca. 0 €	ca. 84.000 €	ca. 341.300 €
mögliche BEG-Förderung ²⁴			
- BEG EM Hülle	-	-	ca. 26.800 €
- BEG EM Heizung	ca. 31.900 €	ca. 57.100 €	ca. 57.100 €
Summe:	ca. 31.900 €	ca. 57.100 €	ca. 83.900 €
- Förderquote	ca. 30 %	ca. 30 %	ca. 14 %
energ. Mehrkosten abzgl. Förderung	-	ca. 26.900 €	ca. 257.400 €
- Finanzierungskosten	-	ca. 12.700 €	ca. 121.400 €
Einsparung Energiekosten über 30 Jahre²⁵	keine Einsparung	ca. 44.100 €	ca. 216.000 €
Amortisation	amortisiert sich nicht	ca. 27 Jahre	> 30 Jahre

²³ **Parameter der Wirtschaftlichkeit:** Betrachtungszeitraum: 30 Jahre, Teuerungsrate: 3%, Zinssatz: 4%, Energiepreise: Gas: 9,2 ct/kWh, Strom 25 ct/kWh, Fernwärme: 19,7 ct/kWh, Kostenstand: 4. Quartal 2023

²⁴ nach den Konditionen zum Zeitpunkt der Erstellung des Konzepts, 01/2024

²⁵ verbrauchsbezogen

5.1.2.2 Förderprogramme

Für die Finanzierung von energetischen Maßnahmen werden zurzeit sowohl auf Bundes- als auf Landesebene zahlreiche Förderprogramme angeboten. Diese differieren zum Teil nach Antragssteller. Grundtendenz ist allerdings, dass für das Erreichen guter Effizienzhausstandards besonders hohe Fördersummen zur Verfügung stehen. Diese sind zu großen Teilen kumulierbar bzw. kombinierbar. Zudem wird unterschieden zwischen Tilgungszuschüssen und vergünstigten Krediten.

Näheres regeln hierzu die Förderrichtlinien. Dies ist eine Momentaufnahme und stellt die Förderlandschaft mit Stand vom Januar 2024 dar.

Finanzierungs- und Förderprogramme auf Bundesebene:

- BEG-Einzelmaßnahmen
- BEG-Einzelmaßnahmen: Wärmeerzeugung
- BEG-Wohngebäude
- BEG Nichtwohngebäude
- Wohngebäude – Kredit (KfW 261, 262)
- Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude
- Modul 2: Energieberatung DIN V 18599 (Nichtwohngebäude)

Finanzierungs- und Förderprogramme auf Landesebene:

- Modernisierung (Darlehen) von Wohnung im Bestand (Landesförderinstitut)
- Förderung der energetischen Modernisierung von Wohnraum (Zuschuss) (Landesförderinstitut)

5.1.3 Energie- und CO₂-Einsparungen ‚Gebäudemodernisierung‘

Mit der Szenarien-Entwicklung der Energiebedarfe wurde die zukünftige Wärmebedarfsentwicklung prognostiziert. Mit dem Ergebnis, dass sich bis 2040 bis zu 13% Energie einsparen lassen durch die Modernisierung der Gebäude im Quartier. Die Annahme der Szenarien-Entwicklung sind in Kapitel 5.2.1.1 beschrieben. Diese betrachtet das gesamte Quartier auf einer höheren Flughöhe. Für Einzelgebäude wurden sogenannte Mustersanierungskonzepte erstellt (siehe Kapitel 5.1.1.8). Im Folgenden werden die spezifischen Einsparungen dieser zwei detaillierten Berechnungen dargestellt.

Wie durch die Mustersanierungskonzepte ermittelt, sind sowohl die aktuellen Verbrauchs- und Emissionswerte sowie die zukünftigen Reduktionen individuell abhängig vom Einzelgebäude und der Energieversorgung. Folgende Tabellen zeigen die Heizwärmebedarfe, Endenergiebedarfe, Primärenergiebedarfe und CO₂-Emissionen sowie die jeweiligen Einsparungen durch die Modernisierungsvarianten der Mustersanierungskonzepte. Es wird jeweils der Vergleich zwischen Bestand und dem Standard, der am meisten Energie einsparen würde und gleichzeitig wirtschaftlich darstellbar ist, aufgeführt. Dies ist beim Mustersanierungskonzept (MSK) 1 die Variante 3 (Effizienzhaus 70) sowie beim MSK 2 die Variante 2 (Wärmepumpe + Gas + Gebäudehülle).

Heizwärmebedarf

Für den im Rahmen der Modernisierungsmaßnahmen der Gebäudehülle relevanten Heizwärmebedarf ergeben sich für jeweils im Vergleich zwischen Bestand und den oben benannten Standards folgende Werte:

	Heizwärmebedarf Bestand	Heizwärmebedarf gewählte Variante	Einsparung
Mustersanierungskonzept 1	90 kWh/m ² a	29 kWh/m ² a	68 %
Mustersanierungskonzept 2	120 kWh/m ² a	85 kWh/m ² a	29 %

Endenergiebedarf

Für den für die Potenzialabschätzung für das Gesamtquartier relevanten Endenergiebedarf ergeben sich folgende Werte:

	Endenergiebedarf Bestand	Endenergiebedarf gewählte Variante	Einsparung
Mustersanierungskonzept 1	155 kWh/m ² a	75 kWh/m ² a	52 %
Mustersanierungskonzept 2	180 kWh/m ² a	53 kWh/m ² a	71 %

Dabei ist zu berücksichtigen, dass:

- der Endenergiebedarf bei der Versorgung über eine Wärmepumpe rechnerisch gegenüber der Nutzenergie aus Heizwärmebedarf und Warmwasserbedarf reduziert ist, da der Strombedarf als Grundlage der Bilanz angesetzt wird. Eine Wärmepumpe produziert mit 1 kWh Strom als Antrieb etwa 3-4 kWh Wärme aus der Umwelt.

Primärenergiebedarf

Für den Primärenergiebedarf ergeben sich folgende Werte:

	Primärenergiebedarf Bestand	Primärenergiebedarf gewählte Variante	Einsparung
Mustersanierungskonzept 1	46 kWh/m ² a	24 kWh/m ² a	48 %
Mustersanierungskonzept 2	179 kWh/m ² a	83 kWh/m ² a	53 %

Dabei ist zu berücksichtigen, dass:

- für die Versorgung über das Fernwärmenetz (MSK 1) der rechtlich gültige Primärenergiefaktor nach GEG angesetzt wurde²⁶.
- für die Versorgung über eine Wärmepumpe (MSK 2) der aktuelle Primärenergiefaktor für Strom angenommen wurde. Dieser wird sich in den kommenden Jahren durch die Änderung des bundesdeutschen Strommixes weiter verbessern.

CO₂-Emissionen

Für die CO₂-Emissionen ergeben sich folgende Werte:

	CO ₂ -Emissionen Bestand	CO ₂ -Emissionen gewählte Variante	Einsparung
Mustersanierungskonzept 1	23.920 kg/a	13.730 kg/a	43 %
Mustersanierungskonzept 2	71.600 kg/a	44.810 kg/a	37 %

Dabei ist zu berücksichtigen, dass:

- für die Versorgung über das Fernwärmenetz (MSK 1) der CO₂-Emissionsfaktor angesetzt wurden, der nach der Stromgutschriftmethode ermittelt wurde²⁷.
- die CO₂-Emissionen der Versorgung über eine Wärmepumpe (MSK 2) bilden den aktuellen bundesdeutschen Strommix ab.

²⁶ Nach GEG werden bei Wärmeerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung die Emissionen und Primärenergie weit überwiegend der Stromerzeugung zugeordnet und damit scheinbar emissionsfreie Wärme dargestellt (Stromgutschriftmethode). Diese Regelung ist historisch gewachsen und die rechtlich maßgebliche Methode. Sie entspricht jedoch nicht mehr dem Stand der Wissenschaft.

²⁷ Wie 22

5.1.4 Hemmnisse und Lösungsansätze ‚Gebäudemodernisierung‘

Gebäudemodernisierung	
Hemmnis	Lösungsansatz
Besonders für Eigenheimbesitzer:innen ist die Komplexität der unterschiedlichen möglichen Maßnahmen zur Energieeinsparung und die Technikvielfalt der Energieversorgung , deren Nutzen und Effekt und die konkret damit verbundenen Fördermöglichkeiten schwer zu durchdringen.	Um hierbei eine bessere Informations- und Entscheidungsbasis zu schaffen, sollte auf die bestehenden Beratungsangebote und -instrumente hingewiesen werden. Dafür sollten unterschiedlichste Informations- und Kommunikationsformate entwickelt und umgesetzt werden.
Obwohl sich die aufgezeigten Modernisierungsmaßnahmen im Vergleich zu den steigenden Energiekosten als wirtschaftlich darstellen, sind zur Finanzierung der Maßnahmen umfangreiche finanzielle Mittel notwendig.	Um diese Barriere zu überwinden, sollte umfangreich und zielgerichtet über die bestehenden Fördermöglichkeiten informiert und bei der Beantragung der Fördermittel unterstützt werden. Dies kann auch in Kooperation mit lokalen Finanzinstituten und Baufinanzierern geschehen.
Der Mangel an externen Architekt:innen sowie Fachplaner:innen sowie die zurzeit hohe Auftragslage der Bauwirtschaft führen dazu, dass geplante Vorhaben entweder mit einem längeren Zeitablauf oder teilweise gar nicht umgesetzt werden können.	Der Mangel an Fachkräften ist ein gesamtgesellschaftliches Problem und wird auf verschiedenen Ebenen durch die Kammern, die ausbildenden Betriebe und Unterstützung von politischer Seite bearbeitet. Eine gewisse Reduzierung des Aufwandes kann sich in diesem Fall durch serielle Modernisierungen ergeben.
Insbesondere im vergangenen Jahr ist es zu größeren Preissteigerungen bzw. -schwankungen für verschiedene Baumaterialien und Bauteile gekommen.	Diese Preissteigerungen resultieren aus unterschiedlichen gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen, die übergreifend gelöst werden müssen, und Sondereffekten (Bauholz), die sich mittlerweile wieder reduziert haben.
Energetische Maßnahmen sind mit Baumaßnahmen verbunden, die mit Beeinträchtigungen der Nutzungsmöglichkeiten der Wohnungen während der Bauzeit einhergehen.	In diesen Fällen sollte frühzeitig durch schriftliche Mieterinformationen oder Mieterversammlungen über die Maßnahmen informiert und Vorteile dieser betont werden. Neben den langfristig geringeren Energiekosten spielen auch die Themen der verbesserten Behaglichkeit eine Rolle. Außerdem sollte der damit einhergehende Beitrag zum Klimaschutz herausgearbeitet werden.
Durch den Einbau von einzelnen baulichen und technischen Elementen kann sich ein erhöhter Wartungsaufwand ergeben. So müssen dreifach verglaste Fenster wegen ihres höheren Gewichtes öfter nachgestellt werden als zweifach verglaste Fenster.	Der Aspekt des höheren Wartungsaufwands ist bei der Auswahl der energetischen Maßnahmen zu berücksichtigen, um möglichst wartungsärmere Lösungen zu finden. Bei einer detaillierten Lebenszykluskostenanalyse ist dieser Mehraufwand zu berücksichtigen.

5.1.5 Maßnahmen im Bereich der Gebäudemodernisierung

Handlungsfeld: Gebäudemodernisierung	
G1	Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Reihen-/Einfamilienhäusern
G2	Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Mehrfamilienhäusern
G3	Untersuchung von energetischen Modernisierungspotenzialen an Nichtwohngebäuden, insb. kommunalen Gebäude
G4	Förderung von niedrigschwelligem Beratungsangebot zur energetischen Modernisierung

5.2 Nachhaltige Wärmeversorgung

Im Folgenden werden die technisch machbaren Potenziale zur Entwicklung einer nachhaltigen lokalen und erneuerbaren Wärmeversorgung im Detail dargestellt. Die einzelnen Gebäude im Quartier können entweder über das Wärmenetz im Quartier mit erneuerbarer Wärme versorgt werden oder sich jeweils einzeln und unabhängig voneinander mit dezentralen Wärmeversorgungseinheiten versorgen. Im Folgenden werden daher die Potenziale sowohl für eine netzgebundene Lösung als auch für dezentrale Versorgungsvarianten erörtert. Neben den Potenzialen zur Entwicklung des Wärmeabsatzgebietes wird außerdem aufgezeigt, welche erneuerbaren Potenziale erschlossen und wie diese effizient eingebunden werden können. Weiterhin wird das Potenzial zur Absenkung der Vorlauftemperatur im Wärmenetz untersucht. Die Einbindung regenerativer Energiequellen ist zumeist an einen hohen Flächenbedarf gebunden. In Bestandsquartieren ist die Identifizierung von Potenzialen für erneuerbare Wärme aufgrund bestehender Strukturen und heterogenen Eigentumsverhältnisse zum Teil stark eingeschränkt. Vereinzelt sind Anwendungen nicht durchführbar oder mit einem erheblichen Mehraufwand verbunden. Ziel soll es daher sein, Potenziale zu identifizieren, welche sowohl technisch als auch wirtschaftlich sinnvoll umsetzbar sind.

5.2.1 Bestand und technisches Potenzial „Nachhaltige Wärmeversorgung“

Nachfolgend wird detaillierter auf die zukünftigen Randbedingungen sowie die technischen Potenziale einer nachhaltigen Wärmeversorgung in der Güstrower Südstadt eingegangen. Zudem erfolgt eine Bewertung der Umsetzbarkeit der untersuchten Potenziale. Hiermit werden sinnvolle erneuerbare Energiepotenziale identifiziert und anschließend in dem Abschnitt 5.2.1.4 vertiefend behandelt und ausgeführt. Eine ausführliche Beschreibung der aktuellen Wärmeversorgung im Quartier sowie der Wärmebedarfe ist in den Abschnitten 4.3 und 4.4 dargestellt. Zusammengefasst gibt es im Quartier drei unterschiedliche Arten der Wärmeversorgung. Der größte Anteil des Wärmebedarfs wird über das bestehende Fernwärmenetz im Quartier bereitgestellt. Das Netz wird mithilfe von zwei Biomethan-BHKW und drei bivalenten Heizkesseln, welche wahlweise mit Erdgas oder Heizöl befeuert werden, gespeist. Etwa ein Viertel des Wärmebedarfs wird mit Hilfe von dezentralen Erdgaskesseln in den Gebäuden bereitgestellt. Die Gebäude beziehen hierbei den Brennstoff aus dem zentralen Gasnetz im Projektgebiet. Weiterhin werden etwa 5 % des Wärmebedarfs durch dezentrale Heizölkessel in den Gebäuden erzeugt.

5.2.1.1 Entwicklung des Wärmeabsatzes im Quartier

Eine Vielzahl von Faktoren haben Einfluss auf den Wärmebedarf im Quartier. Zunächst sind hier die äußeren Faktoren, wie beispielsweise die Außentemperatur, die Windverhältnisse oder die solare Einstrahlung, welche nicht direkt beeinflusst werden können, zu nennen. Weiterhin haben auch verbraucher-spezifische Faktoren, wie das Lüftungsverhalten sowie die inneren Wärmequellen (technische Geräte, Anzahl an Personen etc.) Einfluss auf den resultierenden Wärmebedarf im Quartier. Darüber hinaus haben auch bauliche und städtebauliche Faktoren einen signifikanten Einfluss auf die Entwicklung des Wärmebedarfs. Hier sind vornehmlich die Verdichtung im Quartier, sprich die Nutzung freistehender Flächen (z.B. Innenhöfe) für die Errichtung neuer Gebäude bzw. den Ausbau bestehender Gebäude, als auch die energetische Sanierung bestehender Gebäude zu nennen.

Für die Güstrower Südstadt wird zunächst die Annahme getroffen, dass zukünftig keine nennenswerte städtebauliche Verdichtung stattfinden wird.

Die Szenarien-Entwicklung der Energiebedarfe basiert auf der Bestands- und Potenzialanalyse aus Abschnitt 5.1. Zunächst wurden die Bestandswerte des Endenergieverbrauchs pro Gebäude basierend auf

den Gas-, Öl- und Fernwärmeverbräuchen für das Jahr 2022 ermittelt. Für die Entwicklung der Szenarien der zukünftigen Wärmebedarfsentwicklung wurde den jeweiligen Einzelgebäuden datenbankgestützt ein jeweiliger zukünftiger Endenergiebedarf nach Modernisierung zugewiesen. Zur Bestimmung der spezifischen zukünftigen Endenergiebedarfe, wurden die Ergebnisse der Mustersanierungskonzepte auf typologisch gleiche oder ähnliche Gebäude übertragen. Außerdem wurde der Leitfaden zur Gebäudetypologie in Schleswig-Holstein der ARGE²⁸ herangezogen. Darin werden Modernisierungsvarianten angegeben, welche als Vergleichswerte für die zukünftige Entwicklung der spezifischen Wärmebedarfe dienen. Für Gebäude, zu denen keine konkreten Verbrauchswerte vorliegen, wurden Werte vergleichbarer Gebäudetypologien angenommen.

Für die zukünftige Entwicklung der Wärmebedarfe wurden zwei unterschiedliche Stützjahre dargestellt, da nur ein Teil der Gebäude bereits zu 2030 modernisiert ist und andere erst zu 2040 abschließend modernisiert sein werden. Die zeitliche Staffelung der Modernisierungen wurde anhand des Baualters, des Modernisierungsstandes, des baulichen Zustands und individuellen Aspekten, die in bilateralen Gesprächen festgestellt wurden, festgemacht.

Bis 2030 wird im Bereich des kleinteiligen Gebäudebestands (Einfamilienhäuser) eine Modernisierungsrate von 1,3% (Netto-Raumfläche) pro Jahr angenommen basierend auf Annahmen des Energiewende- und Klimaschutzgesetzes Schleswig-Holstein²⁹ und der Machbarkeitsstudie aus Hamburg³⁰. Es wird vorgesehen, dass alle Gebäude, für die ein Mustersanierungskonzept erstellt wurde, modernisiert sein werden. Außerdem wurde angenommen, dass alle Gebäude in schlechtem baulichem Zustand sowie alle Gebäude mit dem Baujahr vor 1940 modernisiert sein werden. Zusätzlich zu der so erreichten Modernisierungsrate, wird angenommen, dass alle Gebäude der Wohnungsunternehmen, die bisher unmodernisiert waren, modernisiert werden. So sind dann insgesamt bis 2030 bereits 24% der Netto-Raumfläche im Quartier modernisiert. Betrachtet man nur die Wärmebedarfsreduktion, die durch die Modernisierung der Gebäudehülle entsteht, liegt man bei 10%.

Es wird weitergehend angenommen, dass bis 2040 eine Modernisierungsrate von 1,7% pro Jahr entsteht³¹. Um diese Rate zu erreichen, wird angenommen, dass die Gebäude bis zum Baujahr 1977 modernisiert werden. So sind dann bis zum Jahr 2040 31% der Netto-Raumfläche modernisiert und rund **13% Wärmebedarf eingespart**, bei ausschließlicher Betrachtung der Gebäudemodernisierung.

Der spezifische Wärmebedarf (ohne Berücksichtigung der Wärmeverluste im Fernwärmenetz) im Quartier liegt im Bestand bei 110 kWh/m²a und sinkt bis 2040 auf 91 kWh/m²a. Dieser Wert befindet sich im Zielkorridor der deutschen Bundesziele.

Hierdurch kann der Wärmebedarf im Quartier exklusive der Netzverluste bis zum Jahr 2040 von rund 48.000 MWh/a auf ca. 41.600 MWh/a um etwa **13 %** gegenüber dem Jahr 2022 reduziert werden. Die nachfolgende Abbildung stellt die Reduktion des Wärmebedarfs durch die angenommenen Modernisierungsmaßnahmen grafisch dar. Die dargestellten Wärmebedarfe sowie deren Reduktion verstehen sich exklusive der Verluste im Wärmenetz.

²⁸ Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (2012): Gebäudetypologie Schleswig-Holstein. Bauen in Schleswig-Holstein Band 47.

²⁹ Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung. (2021). Energiewende und Klimaschutz in SH – Ziele, Maßnahmen und Monitoring

³⁰ BSW. (2022). Machbarkeitsstudie zur Erreichung der Klimaschutzziele im Bereich der Wohngebäude in Hamburg aus Präsentation Landespressekonferenz

³¹ BSW. (2022). Machbarkeitsstudie zur Erreichung der Klimaschutzziele im Bereich der Wohngebäude in Hamburg aus Präsentation Landespressekonferenz

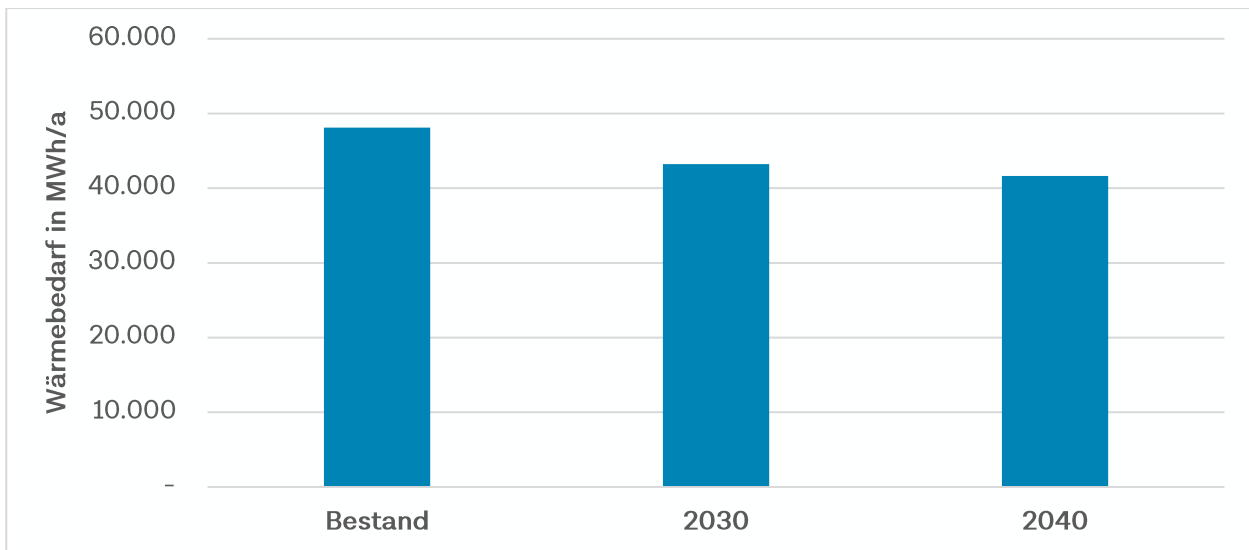


Abbildung 39: Reduktion des Wärmebedarfs (ohne Verluste im Wärmenetz) durch Gebäudemodernisierung bis zu Jahr 2040

5.2.1.2 Potenzial zur Wärmenetzerweiterung

Mit dem Ziel einer vollständigen Dekarbonisierung der Wärmeversorgung im Quartier bis 2040 ist die Erweiterung des bestehenden Fernwärmenetzes eine sinnvolle Maßnahme. Wärmenetze haben den Vorteil, dass die räumliche Bindung zwischen den Wärmequellen bzw. Umwandlungstechnologien und den Verbrauchern aufgehoben wird. Hierdurch lassen sich regenerative Wärmequellen einbinden, welche dezentral weniger effizient oder gar nicht genutzt werden könnten. So können Wärmequellen erschlossen werden, welche sich aufgrund von einem mangelnden Platzangebot, zu hoher (fixer) Kosten oder durch andere Restriktionen wie beispielsweise dem Schallschutz nicht als dezentrale Lösungen anbieten.

Die Erweiterung bzw. der Neubau von Wärmenetzen hat hohe Kosten zur Folge, sodass die Erschließung neuer Versorgungsgebiete erst ab einem gewissen Wärmeabsatz sinnvoll ist. Neben den Materialkosten für die Rohrleitungen sind auch die Straßenbaukosten für die Erdarbeiten und Flächenwiederherstellung große Kostentreiber. Ohne Anschlusszwang an die neu errichteten Netzabschnitte hängt die Wirtschaftlichkeit der Netzerweiterung ebenfalls im hohen Maße von der Anschlussquote an das Wärmenetz ab. Für eine Einschätzung der Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzausbaus bietet sich die Wärmelinien-dichte (WLD) als Kennzahl an. Die Wärmelinien-dichte beschreibt den jährlichen Wärmeabsatz pro Trassenmeter des potenziellen Netzausbaus in $\text{MWh}_{\text{th}}/(\text{m}_{\text{Trasse}} \cdot \text{a})$. Abbildung 40 stellt die Wärmelinien-dichten für den möglichen Netzausbau im Quartier dar. Der Wärmebedarf zur Berechnung der Wärmelinien-dichte berücksichtigt bereits die reduzierten Bedarfe infolge der Gebäudemodernisierung bis 2040. Zur Berechnung der dargestellten WLD wurde zunächst eine Anschlussquote von 100 % angenommen. Weiterhin wurde die WLD lediglich unter Berücksichtigung der Haupttrasse und ohne die Kosten für die Hausanschlussleitungen bestimmt. Die dargestellte WLD dient zur ersten Einschätzung eines potenziellen Netzausbaus. In den weiteren Planungsphasen sollten die getroffenen Annahmen konkretisiert und die WLD neu berechnet werden. Da die Aufteilung der Kosten der Hausanschlussleitungen zwischen Stadtwerken und Kunden stark von den wirtschaftlichen und politischen Randbedingungen abhängt und damit deren zukünftiger Kostenanteil schwer kalkuliert werden kann, wurden die Hausanschlussleitungen nicht für die Wirtschaftlichkeit des Netzausbaus berücksichtigt.

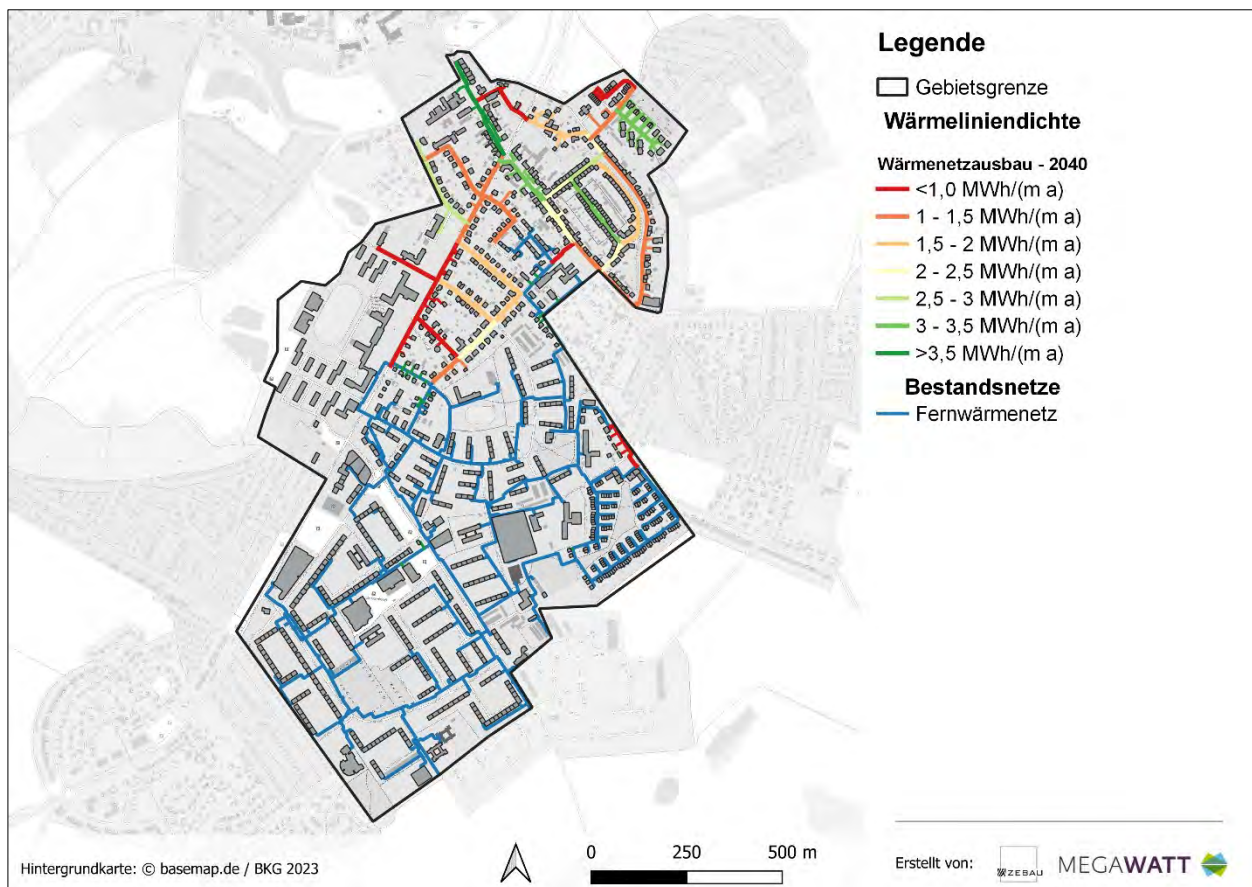


Abbildung 40: Wärmelinienichte pro Straßenabschnitt für einen Fernwärme-Netzausbau im Quartier, bei 100 % Anschlussquote, Trassenmeter ohne Berücksichtigung der Hausanschlussleitungen

Es zeigt sich, dass ein Ausbau des Wärmenetzes lediglich in manchen Bereichen im Quartier, mit hoher WLD, wirtschaftlich sinnvoll ist. Um eine weitere Abgrenzung zu treffen, wurde eine mittlere Anschlussquote von 60 % angesetzt, um den potenziellen Netzausbau realitätsnäher bewerten zu können³². Hierdurch fällt eine Vielzahl von Straßen unter die kritische Grenze der WLD von $1 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{a} \cdot \text{m}_{\text{Trasse}})$, ab welcher ein Netzausbau in der Regel nicht mehr wirtschaftlich ist. Im Ergebnis konnte eine Netzerweiterung für die folgenden Straßen als wirtschaftlich sinnvoll identifiziert werden:

- *Am Mühlbach* via *Gutower Straße*, *Plauer Straße* (Abschnitt), *Werderstraße* (Abschnitt)
- *Werderstraße*
- *Am Werder* via *Kastanienstraße*, *Lindengarten*
- *Falkenflucht*
- *Plauer Straße* nördlich der Ecke *Falkenflucht*

³² Für den Straßenzug *Am Mühlbach* wurde eine Anschlussquote von 100 % angenommen, da hier eine homogene Eigentümerstruktur vorherrscht, und bereits eine Absichtserklärung des Wohnungsunternehmens zum Anschluss an die Fernwärme besteht.

Wirtschaftlich grenzwertig, aber technisch als Ringschluss bereits in Planung ist die *Weinbergstraße*. Die nachfolgende Abbildung stellt diesen potenziellen Wärmenetzausbau zu Übersicht grafisch dar. Die dargestellte Netzerweiterung hat eine Trassenlänge von insgesamt 2.234 m_{Trasse}. Für **Darstellung des empfohlenen Netzausbaus im zeitlichen Ablauf siehe Seite 186** bei der zugehörigen Maßnahme.

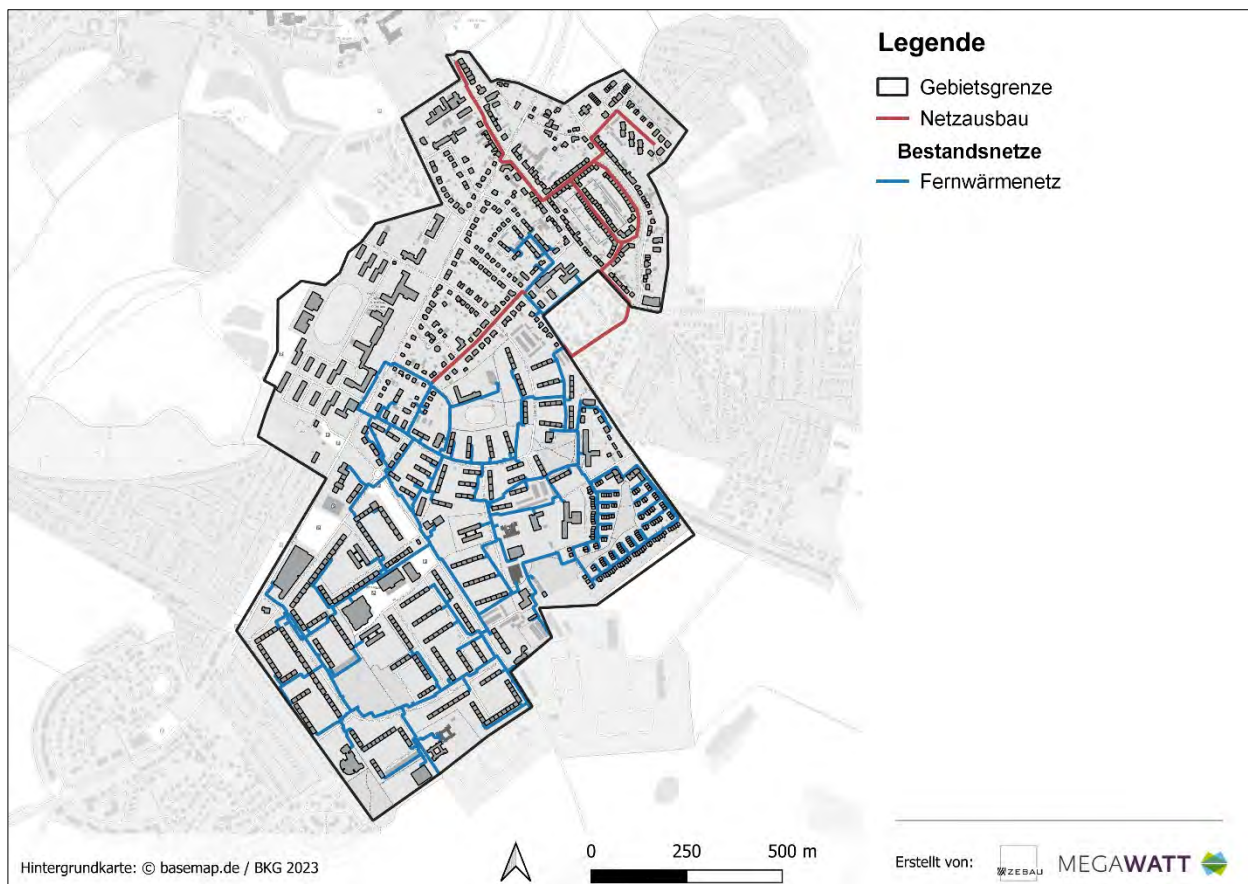


Abbildung 41: Wirtschaftlich und technisch sinnvoller Netzausbau bis 2040 ausgehend von der Wärmelinienichte

Insgesamt ergibt sich eine mittlere Wärmelinienichte von 1,6 MWh_{th}/(a·m_{Trasse}) für den dargestellten Netzausbau. Der zusätzliche Wärmeabsatz im Netz beträgt 3.583,65 MWh/a unter den oben genannten Annahmen zur Anschlussquote. Für die Netzerweiterung werden Wärmeverluste in Höhe von 10 % des Wärmeabsatzes angenommen. Damit wird eine zusätzliche Wärmeproduktion in Höhe von rund 3.942 MWh/a für den Netzausbau benötigt.

Wie bereits beschrieben, wurden die Straßen aufgrund einer hohen Wärmelinienichte für einen zukünftigen Netzausbau identifiziert. Einzig die Straßen *Weinbergstraße* und *Gutower Straße* wurden aufgrund technischer Notwendigkeiten ausgewählt. Der Ringschluss über die *Weinbergstraße* ist nötig, damit genügend Netzkapazitäten bestehen, um den zusätzlichen Wärmebedarf durch den Netzausbau zu bereitstellen. Der Anschluss der *Plauer Straße* über die *Gutower Straße* wurde gewählt, da die Netzdimensionierung entlang der *Weinbergstraße* und der *Bölkower Straße* nicht die nötige Dimension aufweist. Zusätzlich führt ein vertikaler Versatz zwischen der *Bölkower Straße* und der *Plauer Straße* dazu, dass eine Anbindeleitung hier nur erschwert verlegt werden kann.

Damit wurde ein sinnvoller Netzausbau für das Wärmenetz im Quartier ermittelt. Zusätzlich sollte in der zeitlichen Reihenfolge des Ausbaus berücksichtigt werden, in welchen Straßen die Oberflächen in naher Vergangenheit bereits saniert wurden bzw. für welche Straßen eine Sanierung in näherer Zukunft ansteht oder sinnvoll ist. Hierauf wird in Kapitel 6 näher eingegangen und konkrete Maßnahmen vorgestellt.

5.2.1.3 Absenkung der Wärmenetztemperaturen

Im Zuge einer nachhaltigen Wärmeversorgung des Quartiers bietet die Absenkung der Temperaturen im Netz weitreichende Vorteile, welche nachfolgend dargelegt werden. Wie bereits in Abschnitt 4.4 beschrieben, hat das Wärmenetz aktuell Verluste in Höhe von etwa 18,4 % der eingespeisten Wärmemenge. Dies wird einerseits durch unzureichende Dämmung der Rohre, jedoch in hohem Maße auch durch hohe Temperaturen im Netz bedingt. Folglich führt eine Verringerung der Netztemperaturen zu einer Reduzierung der Netzverluste. Im Jahr 2022 lag die maximale Vorlauftemperatur im Netz bei 103,3 °C und die mittlere Vorlauftemperatur bei 91,5 °C. Die Absenkung der Vorlauftemperatur hat den maßgeblichen Vorteil, dass regenerative Wärmequellen effizienter in das Versorgungssystem eingebunden werden können. Da Umweltwärmequellen meist ein vergleichsweise geringes Temperaturniveau aufweisen, führt die Reduzierung der Vorlauftemperatur dazu, dass weniger Energie benötigt wird, um die Umweltwärme auf das zur Wärmeversorgung benötigte Temperaturniveau anzuheben. So steigt beispielsweise die Effizienz von Wärmepumpen mit einer Verringerung des benötigten Temperaturhubs. Zusammenfassend führt die Absenkung der Netztemperaturen somit sowohl zur Minderung der Netzverluste als auch zu einer besseren Integration von regenerativen Wärmequellen sowie zu einer effizienteren Arbeitsweise der Wärmeerzeuger.

Bei einer Absenkung der Netztemperaturen müssen verschiedene Randbedingungen bzw. Anforderungen eingehalten werden. Da die Wärme aus dem Netz auch zur Trinkwarmwasserbereitstellung genutzt wird, muss sichergestellt werden, dass bei den Abnehmern ein ausreichendes Temperaturniveau vorherrscht, um das Trinkwarmwasser zum Schutz vor Legionellen auf mindestens 60 °C zu erhitzen. Hierbei gilt es zu berücksichtigen, dass die Wärmeübertrager der Hausübergabestationen eine gewisse Grädigkeit haben und aufgrund von Wärmeverlusten im Netz die Temperatur bei den Verbrauchern geringer ist, als am Einspeisepunkt. Damit sollte die Vorlauftemperatur im Netz in den Sommermonaten, in denen die Wärme überwiegend zur Trinkwarmwasserbereitstellung genutzt wird, mindestens 70 °C betragen. Weiterhin stellt die Dimensionierung des Bestandsnetzes eine Restriktion bezüglich der Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf dar. Die übertragbare Wärmeleistung im Netz ist direkt proportional sowohl zum Volumenstrom als auch zu der Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf. Folglich kann die von den Abnehmern angeforderte Wärmeleistung sowohl durch den Volumenstrom als auch durch die Temperaturdifferenz eingestellt werden. Da mit einem höheren Durchfluss in den Leitungen auch der Druckverlust im Netz und damit die Betriebskosten überproportional ansteigen, ist eine Steigerung des Mengendurchsatzes zur Reduzierung der Temperaturdifferenz im Netz nur bedingt sinnvoll. Das bestehende Wärmenetz im Quartier ist für eine Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf von 30 K ausgelegt (90/60 °C, VL/RL). Diese Temperaturdifferenz sollte möglichst nicht unterschritten werden, damit sich der Strombedarf der Netzumwälzpumpen weiterhin in einem wirtschaftlichen Rahmen bewegt. Umgekehrt ist eine Erhöhung der Temperaturdifferenz zur Reduktion des Strombedarfs der Netzumwälzpumpen bei gleichzeitiger Absenkung der Vorlauftemperatur ebenfalls nur bedingt möglich, da die Wärmeübertragung von den Heizkörpern zum Raum bei einer festen Heizkörperfläche maßgeblich von der Temperaturdifferenz zwischen dem Heizkörper und der Raumtemperatur abhängt. Wird die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf nun bei bereits reduzierter Vorlauftemperatur vergrößert, so sinkt die Rücklauftemperatur im schlimmsten Fall so weit ab, dass durch die resultierende geringere mittlere Heizkörpertemperatur nicht mehr genug Wärmeleistung von den Heizkörpern an den Raum abgegeben werden kann. Folglich sollte die

Vorlauftemperatur im Netz nicht zu weit reduziert werden. Gleichzeitig ist auch eine Erhöhung der Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf bei einer Reduktion der Vorlauftemperatur nicht zu empfehlen.

Im Ergebnis wird eine gleitende Vorlauftemperatur im Netz zwischen 85 °C und 70 °C sowie eine Rücklauftemperatur zwischen 55 °C und 50 °C empfohlen. Die gewählten Netztemperaturen bieten den Vorteil, dass erneuerbare Wärmequellen einfacher und effizienter in das Versorgungssystem integriert werden können. Zusätzlich sind die Temperaturniveaus ausreichend, um der Legionellenbildung im Trinkwarmwasser vorzubeugen. Die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf beträgt bei geringen Außentemperaturen und daraus resultierenden hohen Heizwärmebedarfen 30 K und sinkt ab auf 20 K bei hohen Außentemperaturen mit sehr geringen bzw. keinen Heizwärmebedarfen. Der Wärmebedarf im Quartier wird dann maßgeblich durch den Trinkwarmwasserbedarf bestimmt. Hierdurch kann der benötigte Mengendurchsatz im Netz ganzjährig in einem wirtschaftlichen Rahmen gehalten werden und durch die zusätzliche Minderung der Vorlauftemperatur mit steigender Außentemperatur eine effizientere Einbindung von Umweltwärmequellen ermöglicht werden. Abbildung 42 stellt die Netztemperaturen in Abhängigkeit der Außentemperatur dar.

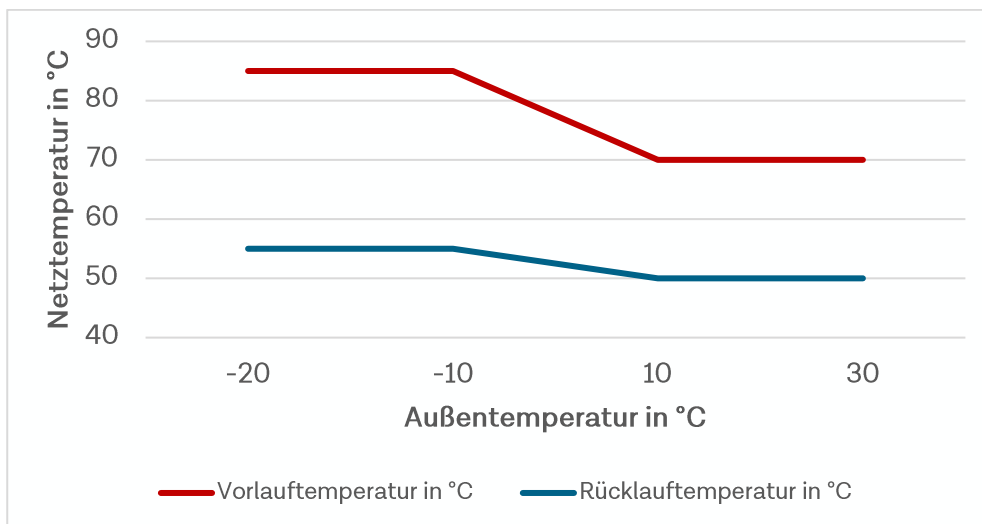


Abbildung 42: Darstellung der Netztemperaturen in Abhängigkeit der Außentemperatur

5.2.1.4 Erneuerbare Wärmequellen

Im folgenden Abschnitt werden die regenerativen Wärmequellen, welche im und um das untersuchte Quartier existieren vorgestellt und bestehende Potenziale quantifiziert. Weiterhin wird auf die technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit der Potenziale eingegangen.

Die Erschließung erneuerbarer Wärmequellen bzw. die Installation regenerativer Umwandlungstechnologien hat häufig einen höheren Flächenbedarf als konventionelle Energietechniken. Für die Erschließung erneuerbarer Energiequellen zur Speisung des Fernwärmenetzes im Quartier steht voraussichtlich eine Erschließungsfläche von etwa 20.900 m² zur Verfügung, welche sich unmittelbar an die bestehende Energiezentrale anschließt. Zusätzlich steht das Areal der derzeitigen Energiezentrale zur Verfügung, um Quellen zu erschließen bzw. Umwandlungstechnologien zu installieren. Abbildung 43 stellt die Lage und Form der voraussichtlich verfügbaren Erschließungsfläche dar.

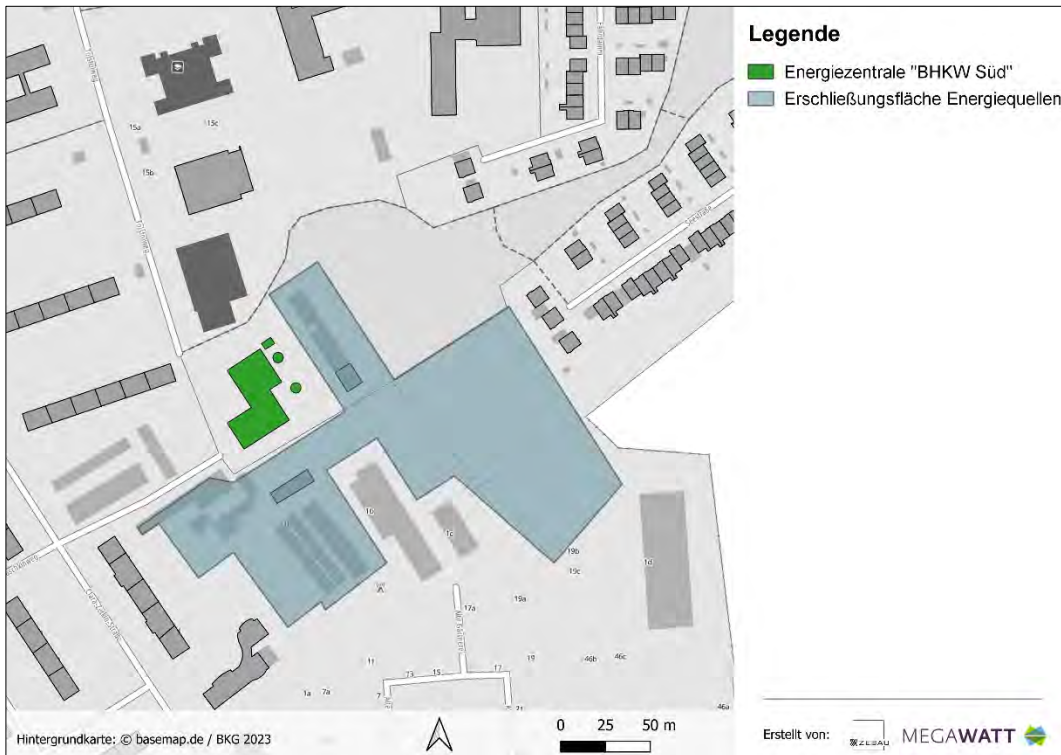


Abbildung 43: voraussichtlich verfügbare Erschließungsfläche für regenerative Energiequellen und Umwandlungs-
technologien

Exkurs: Wärmepumpe

Die Wärmepumpe funktioniert wie ein umgedrehter Kühlschrank, der Kühlschrank entzieht dem Innenraum Wärme und gibt diese an die Umgebung ab. Eine Wärmepumpe entzieht der Umwelt Wärme und gibt diese als Heizenergie wieder ab. Durch den Einsatz elektrischer Wärmepumpen ist es möglich Umweltwärmequellen auf einem niedrigen thermischen Niveau zu nutzen und diese mit Hilfe von Strom auf ein energetisch höheres Temperaturniveau anzuheben. Als Maß für die Effizienz einer Wärmepumpe wird die Leistungszahl bzw. der COP herangezogen. Die Leistungszahl gibt das Verhältnis von abgegebener Wärmeleistung zur eingesetzten elektrischen Leistung für Wärmepumpen an. Für einen typischen COP von 4 beispielsweise kann Wärme im Verhältnis von ca. 4:1 (Thermische Energie : elektrischer Energie) bereitgestellt werden. Generell stehen unterschiedliche Umweltwärmequellen (Erdreich, Wasser, Luft oder Abwasser) zu Verfügung. Von Vorteil sind Wärmequellen, die im Jahresverlauf gleichbleibende Temperaturen auf einem möglichst hohen Temperaturniveau aufweisen. Für einen effizienten Betrieb sind möglichst niedrige Vorlauftemperaturen der Heizung oder des Wärmenetzes anzustreben. Die Wärmeabgabe einer Wärmepumpe erhöht sich zusätzlich zur nutzbaren Umweltwärme noch um die eingesetzte elektrische Energie, da diese in thermische Energie umgewandelt wird.

Wärmepumpen können in Form von Großwärmepumpe (>200 kW) ins Wärmeerzeugungssystem von Wärmenetzen integriert werden und Anteile der Wärmeerzeugung übernehmen. Auch für Gebäude, die nicht an einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung angeschlossen sind, können kleine Wärmepumpen die benötigte Heizenergie allein (monovalent) oder gemeinsam mit einem weiteren Erzeuger (bivalent) bereitstellen. Ob für Einfamilienhäuser oder große Nah- und Fernwärmenetze, die Wärmepumpe wird perspektivisch einen Großteil der in Deutschland benötigten Wärme bereitstellen.

Aerothermie

Luft ist ein besonders gut verfügbares und dadurch leicht und günstig zu erschließendes Potenzial. Ein Nachteil von Außenluft als Wärmequelle ist die geringe Temperatur zu Zeitpunkten des höchsten Wärmebedarfs. Weiterhin unterliegt die Außenlufttemperatur starken Schwankungen im Jahres- als auch im Tagesverlauf. Dies erschwert die optimierte Auslegung der Anlagentechnik für einen bestimmten Betriebspunkt. Darüber hinaus verursachen die Rückkühler der Luftwärmepumpen, welche den Luftvolumenstrom durch den Verdampfer der Wärmepumpen erzeugen, zusätzliche Schallemissionen. Dies kann vor allem in dicht bebauten Wohngebieten dazu führen, dass die erlaubten Grenzwerte der Schallpegel überschritten werden. Hierdurch ist die Installation der Wärmepumpe entweder nicht genehmigungsfähig oder es müssen teils kostspielige Schallschutzmaßnahmen durchgeführt werden, um die Grenzwerte einzuhalten.

Moderne Luftwärmepumpen haben meist eine minimale Betriebstemperatur von -15 bis -20°C und können somit in unseren Breitengraden annähernd ganzjährig Wärme bereitstellen. Somit könnten Luftwärmepumpen theoretisch den gesamten Wärmebedarf im Quartier bereitstellen. Dies ist jedoch aus unterschiedlichen Gründen nicht praktikabel bzw. wirtschaftlich. Je höher die Nennleistung der Wärmepumpen ist, desto höher sind auch die Schallemissionen, wodurch meist Schallschutzmaßnahmen notwendig werden, welche hohe Kosten verursachen. Weiterhin würde eine Auslegung der Wärmepumpe anhand der Spitzenlast des Wärmebedarfs hohe Investitionskosten zur Folge haben und dazu führen, dass die Wärmepumpe einen Großteil des Jahres lediglich in Teillast läuft und häufig moduliert, was die Technik schneller altern lässt und so zusätzlichen Wartungsaufwand bedeutet. Eine sinnvoll dimensionierte Wärmepumpe sollte eine möglichst hohe Anzahl an Volllaststunden pro Jahr aufweisen.

Weiterhin sinkt der COP von Luftwärmepumpen mit der Außentemperatur, wodurch die Wärme zu Zeitpunkten geringer Außentemperaturen lediglich ineffizienter bereitgestellt werden kann. Zusätzlich besteht ab einer Außentemperatur von etwa 5 °C die Gefahr des Eisansatzes am Verdampfer der Wärmepumpe. Die Eisschicht verschlechtert den Wärmeübergang signifikant, weshalb die Wärmeübertrager der Luftwärmepumpen abgetaut werden müssen. Der Abtauzyklus hat einen zusätzlichen Energiebedarf zur Folge und führt dazu, dass die Wärmepumpe während der Abtauung keine Nutzwärme bereitstellen kann. Dies verschlechtert die Effizienz der Luftwärmepumpen bei geringen Außentemperaturen zusätzlich.

Aus den dargestellten Gründen ist die vollständige Wärmeversorgung mittels Luftwärmepumpen meist nicht wirtschaftlich. Trotzdem stellen Luftwärmepumpen eine kostengünstige und effiziente Wärmeversorgungslösung dar und werden häufig kombiniert mit zusätzlichen Spitzenlastzeugern eingesetzt.

Als Potenzialfläche für die Aufstellung von Luftrückkühlern, welche die Umweltwärme der Luft nutzbar machen, stehen die Dachflächen der aktuellen Energiezentrale sowie die designierten Flächen für die Erschließung von Energiequellen rund um die Energiezentrale bereit (vgl. Abbildung 43). Insbesondere die Fläche direkt östlich der Energiezentrale bietet sich an, da dort installierte Rückkühler in allen Richtungen 70 bis 80 m Abstand zu den nächsten Wohngebäuden hätten.

Für eine Luftwärmepumpe mit 1 MW_{th} Leistung wie in Abbildung 44 gezeigt, werden etwa 150 m² an Aufstellfläche für die Rückkühler benötigt.



Abbildung 44: 1 MW_{th} Luftwärmepumpe in Dänemark (Urheber PlanEnergi)

Für den dezentralen Einsatz kleinerer dezentraler Luftwärmepumpen, wie beispielsweise bei den EFH sind die Potenzialflächen im Einzelnen zu lokalisieren. Die jeweiligen Anforderungen an den Schallschutz sind abzustimmen und zu beachten.

Zusammenfassend werden Luftwärmepumpen sowohl als Baustein zur Versorgung der Fernwärme als auch für die dezentrale Versorgung von Gebäuden insbesondere in locker bebauten Gebieten empfohlen und für die Wärmeversorgungsvarianten in Abschnitt 5.2.2 (Seite 106 ff) weitergehend betrachtet.

Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie bietet ein weiteres erneuerbares Potenzial zur Wärmebereitstellung. Hierbei ist grundsätzlich zwischen Erdsonden und Erdkollektoren zu unterscheiden.

Erdwärmesonden

Zur Nutzung der thermischen Potenziale im Erdreich können Erdwärmesonden (EWS) eingesetzt werden. In den EWS zirkuliert ein Wärmeträgermedium (meist ein Wasser-Glykol-Gemisch), welches dem Erdreich Wärme entzieht. Erdsonden werden vertikal bis maximal 400 Meter tief, meist jedoch bis zu einer Tiefe von etwa 100 m in den Erdboden eingebracht. Für Bohrungen mit einer Tiefe von über 100 m wird zusätzlich zur wasserrechtlichen ebenfalls eine bergrechtliche Genehmigung nach §127 BBergG benötigt. Die Flächen oberhalb der EWS stehen nach Errichtung der Anlage einer weiteren, beliebigen Nutzung zur Verfügung und können auch überbaut werden. Lediglich der Zugang zu Kontrollschächten muss ermöglicht werden. Das geothermische Potenzial im Quartier wurde mithilfe der zur Verfügung stehenden Freiflächen innerhalb der Güstrower Südstadt sowie angrenzend an die Quartiersgrenzen ermittelt. Weiterhin wurden dem Kartenportal Umwelt Mecklenburg-Vorpommern³³ des LUNG Daten zur Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes entnommen. Für eine Bohrtiefe von 100 m ergibt sich im Quartier eine mittlere Wärmeleitfähigkeit im Erdreich von etwa 2,38 W/(m K) sowie eine volumetrische Wärmekapazität von ca. 2,41 MJ/(m³ K). Diese Werte ergeben sich als Mittelwert der zur Verfügung stehenden Daten aus dem Landesbohrdatenspeicher im Quartier. Anschließend wurde der mögliche Wärmeentzug aus dem Erdreich über einen Zeitraum von 50 Jahren mittels des Simulationsprogramms Energy Earth Designer (EED) simuliert. Um eine Unterkühlung oder gar ein Einfrieren des Erdreichs über den angesetzten Betrachtungszeitraum von 50 Jahren zu vermeiden, wurde der Sondenabstand nach der Richtlinie VDI 4640 „Thermische Nutzung des Untergrundes“ zu 6 m und die minimale Fluid-Mitteltemperatur der Sonden zu 1,5 °C festgelegt. Damit wird sichergestellt, dass es auch nach 50 Jahren nicht zur Vereisung des Untergrundes kommt. Damit dem Erdreich über die gesamte Lebensdauer der Erdwärmesonde Wärme entzogen werden kann, muss stetig thermische Energie nachgeführt werden. Dies geschieht einerseits auf natürliche Weise durch radioaktive Zerfallsprozesse im Erdreich sowie in geringerem Maße auch durch solare Einstrahlung auf der Erdoberfläche. Außerdem strömt Wärme aus dem umliegenden Erdreich ins Sondenfeld, insbesondere im Zentrum großer Sondenfelder ist die so nachgeführte Wärmemenge aber klein. All diese Prozesse werden als natürliche Regeneration bezeichnet. Ferner besteht auch die Möglichkeit zur aktiven Regeneration des Erdreichs. Hierbei wird thermische Energie in den Sommermonaten aktiv in den Untergrund eingebracht, indem Wärme an die Sole, welche durch die Erdwärmesonden zirkuliert, übergeben wird und durch die Sonden in das Erdreich eingebracht wird. Die hierzu benötigte Wärme kann beispielsweise aus Solarthermieanlagen oder der Außenluft, mithilfe von Rückkühlern, sowie aus der Gebäudekühlung entnommen werden. Bei der aktiven Regeneration fungiert das Erdreich als eine Art saisonaler Wärmespeicher und hat zur Folge, dass dem Untergrund im Winter mehr Wärme entzogen werden kann.

In Abbildung 45 sind die theoretischen Flächenpotenziale im Quartier dargestellt. Das theoretische Flächenpotenzial beträgt rund 606.000 m². Für Potenzialflächen innerhalb des Projektgebiets wird angenommen, dass die verfügbaren Flächen aufgrund von Baumbewuchs um 20 % reduziert werden. Damit beläuft sich die Fläche im Quartier auf rund 235.000 m². Die verfügbaren Flächen außerhalb des betrachteten Quartiers weisen keinen Baumbewuchs auf und stehen damit zu 100 % bzw. mit 371.000 m² für die Einbringung von Erdwärmesonden zur Verfügung.

³³ Kartenportal Umwelt Mecklenburg-Vorpommern – „Wärmeleitfähigkeit 0 bis 100 m“ (Zugriff Dezember 2023; URL: <https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/>); Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie

Zur Ermittlung des geothermischen Potenzials im Quartier wurden Sondenfelder für einzelne Potenzialflächen mit unterschiedlicher Größe in Earth Energy Designer (EED) simuliert, um die gegenseitige Beeinflussung der Sonden in unterschiedlich großen Sondenfeldern zu berücksichtigen. Anschließend wurde der Mittelwert der spezifische Wärmemenge pro Fläche aus den Simulationsergebnissen bestimmt und mit den übrigen Potenzialflächen verrechnet. Bei der Simulation wurde keine aktive Regeneration berücksichtigt und die minimale Fluid-Mitteltemperatur nach 50 Jahren zu 1,5 °C gesetzt. Damit wird die maximale Wärmemenge, welche dem Erdreich ohne aktive Regeneration entzogen werden kann, ermittelt.

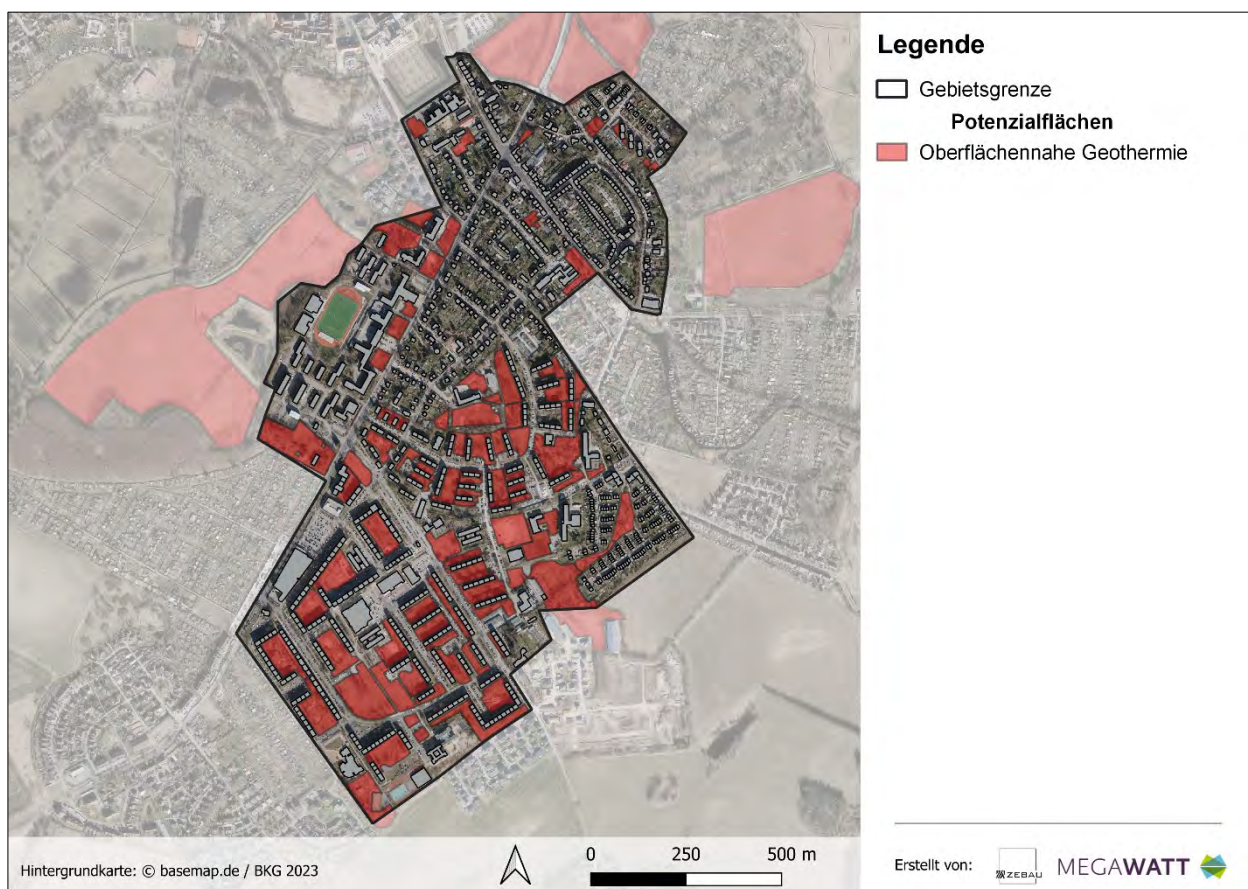


Abbildung 45: Potenzialflächen für oberflächennahe Geothermie

Es ergibt sich eine spezifische Wärmemenge pro Potenzialfläche in Höhe von rund 43 kWh/(m²·a). Somit beträgt das geothermische Potenzial für die in Abbildung 45 dargestellten Flächen insgesamt rund **26.030 MWh/a**. Unter der Annahme, dass die thermische Energie aus dem Erdreich mithilfe von Wärmepumpen nutzbar gemacht wird, ergibt sich eine Wärmemenge in Höhe von rund **34.705 MWh/a**, welche durch die Wärmepumpen bereitgestellt würde. Hierbei wurde ein COP von 4 für die Sole/Wasser-Wärmepumpen angenommen. Damit kann durch oberflächennahe Geothermie rund 72 % des aktuellen Wärmebedarfs des gesamten Quartiers ohne Netzverluste bzw. 63 % des Wärmebedarfs inklusive Netzverluste bereitgestellt werden. Durch Reduktion des Wärmebedarfs bis 2040 infolge von energetischen Sanierungsmaßnahmen im Quartier könnte die oberflächennahe Geothermie im Jahr 2040 sogar rund 82 % des Wärmebedarfs exklusive der Netzverluste bereitstellen. In der Theorie zeigt sich somit, dass ein signifikanter Anteil des Wärmebedarfs im Quartier mithilfe von Erdwärmesonden bereitgestellt werden kann.

Im Vergleich zu der Nutzung der Außenluft als Wärmequelle hat die thermische Erschließung des Erdreichs mithilfe von Erdwärmesonden den Vorteil, dass die resultierenden Schallemissionen des Wärmeentzugs sehr gering sind. Zusätzlich kann die Fläche oberhalb der Sonden weiterhin nahezu beliebig genutzt werden, die Erdsonden sind räumlich nicht sichtbar und die Temperatur im Erdreich ist im Jahresverlauf annähernd konstant.

Die größten Potenzialflächen innerhalb der Quartiersgrenzen liegen im Bereich der MFH im südlichen Teil. Dort sind alle Häuser bereits an die Fernwärme angeschlossen, so dass die dezentrale Versorgung mittels Geothermie nicht sinnvoll wäre. Eine Speisung des Fernwärmenetzes über mehrere Punkte, welche im Quartier verteilt sind, ist zwar technisch möglich, bietet sich jedoch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht an. Zunächst sind die Investitionskosten für die benötigte Anzahl an einzelnen Bohrungen sehr hoch und weiterhin würde die Netzeinspeisung an unterschiedlichen Punkten neben hydraulischen Herausforderungen voraussichtlich auch dazu führen, dass die Bestandsleitungen des Wärmenetzes teilweise über- bzw. unterdimensioniert sind, was wahlweise zu hohen Betriebskosten oder zu hohen Investitionskosten infolge der Verlegung neuer Leitungen führen würde. Für eine zentrale Speisung des Fernwärmenetzes mithilfe eines großen Sondenfelds stehen keine ausreichenden, zusammenhängenden Flächen im direkten Umfeld der Energiezentrale zur Verfügung. **Damit ist die Wärmeversorgung der großen Verbraucher bzw. des Wärmenetzes mithilfe von Erdwärmesonden wirtschaftlich nicht zu empfehlen. Für die kleineren Gebäude im nördlichen Teil des Projektgebiets, welche auch zukünftig nicht an das Wärmenetz angeschlossen werden, bietet sich die Installation von Erdwärmesonden zur dezentralen und regenerativen Wärmeversorgung jedoch an** und wird im Abschnitt 5.2.2.2 *Dezentrale Wärmeversorgung* (Seite 114) weiter untersucht.

Risiko von Geothermie-Bohrungen

In Regionen mit Gips- oder Anhydritschichten besteht das Risiko, dass durch Bohrungen eine wasserführende Schicht mit einer Gips- oder Anhydritschicht verbunden wird, welche aufquillt wodurch sich der Boden hebt, wie es 2007 im baden-württembergischen Staufen im Breisgau bei einer Gipskeuperschicht geschah. Dort war bei einer Bohrung für oberflächennahe Geothermie die Abdichtung zwischen Erdsonde und Bohrlochwand missglückt. Um vergleichbare Fälle zu vermeiden, ist in Regionen mit ähnlicher Bodenbeschaffenheit inzwischen eine Bohrtiefenbegrenzung auf den Gipsspiegel die Regel³⁴, ab 2014 wurde darüber hinaus in Baden-Württemberg im Rahmen der Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden eine verschuldensunabhängige Versicherung für Geothermiebohrungen Voraussetzung für eine Bohrerlaubnis. Vergleichbare Fälle in Nordostdeutschland sind nicht bekannt.

Erdwärmekollektoren

Eine Alternative zu Erdwärmesonden bilden Erdkollektoren. Bei dieser Technologie werden die Rohre oder Schläuche mit dem Wärmeträgermedium mäanderrförmig unter der Frostgrenze in etwa 1 bis 3 m Tiefe verlegt. Erdkollektoren sind verglichen mit Erdsonden zwar leistungsspezifisch kostengünstiger, benötigen jedoch auch deutlich mehr Fläche für die gleiche Leistung. Die natürliche Regeneration der Erdkollektorfelder erfolgt vornehmlich durch Sonneneinstrahlung und Regen. Damit besteht die Anforderung, dass die Flächen der Kollektorfelder nicht versiegelt bzw. bebaut werden dürfen.

Das geothermisch nutzbare Potenzial durch Erdkollektoren wurde mit Hilfe einer Auswertung zu den nutzbaren Flächen und den spezifischen Entzugswerten abgeschätzt. Nach der Richtlinie VDI 4640 sind für Erdwärmekollektoren bei den vorherrschenden Bodenverhältnissen und 1.800 Betriebsstunden

³⁴ Als Kartenansicht für Baden-Württemberg abrufbar im Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG): <https://isong.lgrb-bw.de/>

Wärmeentzugsleistung von etwa 21 W/m² bzw. eine Entzugsenergie von 37 kWh/(m²·a) zu erwarten. Damit ist die spezifische Entzugsleistung von Erdkollektoren geringer als für Erdwärmesonden. Dies führt zu einer energetisch ineffizienteren Nutzung der verfügbaren Flächen im Projektgebiet.

Für die Einbringung von Erdwärmekollektoren im Quartier ergibt sich dieselbe Fläche, wie für die Erdwärmesonden (vgl. Abbildung 45), da alle identifizierten Potenzialflächen unbebaut sind. Weiterhin werden die Annahmen bezüglich Baumbewuchs im Quartier analog zu den Annahmen für die Erdwärmesonden getroffen. Insgesamt beläuft sich die verfügbare Fläche im Quartier somit auf rund 606.000 m². So ergibt sich ein rechnerisches Wärmepotenzial durch Erdkollektoren in Höhe von 22.400 MWh/a. Mithilfe einer nachgeschalteten Wärmepumpe mit einem COP von 4 können etwa 29.900 MWh/a Wärme auf dem benötigten Temperaturniveau bereitgestellt werden. Damit kann durch Erdwärmekollektoren rund 62 % des aktuellen Wärmebedarfs ohne Netzverluste bzw. 54 % des Wärmebedarfs inklusive Netzverluste bereitgestellt werden. Infolge der angesetzten Reduktion des Wärmebedarfs durch energetischen Sanierungsmaßnahmen im Quartier können die Kollektorfelder rund 71 % des Wärmebedarfs exklusive der Netzverluste im Jahr 2040 bereitstellen.

Für die Erdwärmekollektoren ergeben sich dieselben Herausforderungen im Hinblick auf die Speisung des Fernwärmenetzes bzw. der Versorgung von großen Abnehmern wie bei den Erdwärmesonden. **Damit lassen sich die Kollektoren ebenfalls am sinnvollsten für die kleineren Wohngebäude im nördlichen Teil des Projektgebietes ohne Fernwärmenetzanbindung einsetzen.** Im Vergleich zu Erdwärmesonden, welche einen sehr geringen Flächenbedarf haben, kann die Installation von Erdwärmekollektoren auf dem Grundstück der betreffenden Einfamilienhäuser aufgrund eines zu geringen Flächenangebotes ein Hemmnis darstellen. Mit überschlägig 50 W/m kann eine Erdwärmesonde mit 100 m Tiefe dem Untergrund bis zu 5 kW thermische Leistung entziehen. Für dieselbe Leistung würden die Erdwärmekollektoren eine Fläche von etwa 240 m² benötigen. Zusätzlich darf diese Fläche nicht versiegelt oder bebaut sein, und keinen Pflanzenbewuchs aufweisen. Hierdurch sind Erdwärmesonden trotz etwas höherer Investitionskosten für die Erschließung der Wärmequelle für Bestandsgebäude meist vorzuziehen.

Bei den Potenzialen durch Erdsonden und Erdkollektoren ist zudem zu berücksichtigen, dass nicht beide Potenziale zeitgleich in vollem Umfang genutzt werden können.

Tiefengeothermie

Unter Tiefengeothermie werden Systeme zusammengefasst, welche die thermische Energie aus dem Erdinneren über Bohrungen in Tiefen von mehr als 400 m bis zu 5.000 m erschließen. In Mitteleuropa geht man grundsätzlich von einer Temperaturerhöhung von rund 3,5 K pro 100³⁵ m Tiefe aus, wobei die lokale Variation groß ist. Grundsätzlich kann zwischen hydrothermalen Systemen (Nutzung des im Untergrund vorhandenen *Wassers* z.B. Aquifere) und petrothermalen Systemen (Nutzung der im *Gestein* gespeicherten Energie z.B. tiefe Erdwärmesonden) unterschieden werden.

In Abhängigkeit der erzielbaren Temperaturen spricht man von heißem (>100 °C), warmem (60-100 °C) oder thermalem (>20 °C) Wasser. Je nach Temperaturniveau kann die Wärme direkt für Fernwärmezwecke genutzt werden oder muss mithilfe einer nachgeschalteten Wärmepumpe auf das benötigte Temperaturniveau angehoben werden.

In der Regel werden – anders als bei der oberflächennahen Geothermie – offene Systeme eingesetzt, d.h. eine wasserführende Schicht wird angebohrt. Hydrothermale Systeme nutzen das Wasser aus tiefen Grundwasserleitern (Aquiferen). Hierfür sind Injektionsbohrungen und Förderbohrungen in einem Abstand

³⁵ Geothermie Neubrandenburg GmbH (2024) – Geologische Kenntnisstandanalyse für den Standort Güstrow

von etwa einem Kilometer erforderlich, um einen thermischen Kurzschluss zwischen den Bohrungen zu vermeiden, wobei mit schräg verlaufenden Bohrlöchern trotzdem ein Bohrplatz für beide Bohrungen ausreichen kann. Das salzhaltige warme Wasser aus dem Aquifer wird über die Förderbohrung zu Tage gefördert. Dem Wasser wird die Wärme mit Hilfe von Wärmetauschern entzogen, anschließend wird es über die Injektionsbohrung in denselben Aquifer zurückgeleitet. Zusammen stellen eine Förder- und Injektionsbohrung eine sogenannte geothermische Dublette dar. Ob sich ein Aquifer eignet, entscheiden im Wesentlichen die Durchlässigkeit (Permeabilität), die vorherrschenden Temperaturen und die Ergiebigkeit bzw. die zu erzielende Förderrate.

Bei tiefen Erdwärmesonden handelt es sich dagegen um geschlossene Systeme. Die Sonden werden vertikal bis zu Tiefen von ca. 3.000 m eingebracht. In ihnen zirkuliert ein Wärmeträgermedium, auf das die Wärme aus dem umliegenden Gestein übertragen wird. Die Sonden sind als Doppelrohrsystem ausgeführt. Das kalte Fluid wird langsam im äußeren Rohr nach unten geführt und erwärmt. Das aufgeheizte Fluid wird im isolierten inneren Rohr wieder nach oben zurückgeführt. Dieses System ist nicht auf Grundwasserleiter angewiesen. Aufgrund der hohen Investitionskosten bietet es sich an, bereits vorhandene Tiefenbohrungen z.B. aus der Erdöl- oder Erdgaserkundung zu nutzen.

Parallel zu dem vorliegenden Quartierkonzept wurde durch die Firma *Geothermie Neubrandenburg GmbH (GTN)* ein Gutachten „Geologische Kenntnisstandanalyse für den Standort Güstrow“ durchgeführt, welches überwiegend Daten vorhandener Bohrungen im weiteren Umkreis von Güstrow auswertet. Nachfolgend werden die Ergebnisse dieses Gutachtens zur Bewertung des Potenzials der Tiefengeothermie für die Wärmeversorgung in der Güstrower Südstadt herangezogen. Für eine ausführliche Beschreibung des Vorgehens bei der geologischen Kenntnisstandanalyse wird auf den Bericht der Firma GTN vom 07.03.2024 verwiesen.

Das Gutachten konnte zwei hydrothermale Nutzhorizonte im Untersuchungsgebiet identifizieren, welche hinsichtlich der erwartbaren Wärmepotenziale untersucht wurden:

- Lias-Sandsteine (Hettang), Unter-Jura
- Rhätkeuper-Sandsteine – Obere Exter-Formation (früher: Contorta-Schichten)

Die Teufe der beiden Nutzungshorizonte beträgt 1.145 m für das Hettang und 1.180 m für den Rhätkeuper, wobei aufgrund der Datenlage im Projektgebiet mit einem Teufenfehler von ± 120 m zu rechnen ist. Die Verbreitung und Teufenlage des Hettang sowie des Rhätkeupers können laut des Gutachtens als relativ gesichert angesehen werden. Die nachfolgende Tabelle stellt die wichtigsten Parameter für die Bewertung und den Vergleich der beiden Nutzungshorizonte dar. Hierbei ist anzumerken, dass die dargestellten Werte durch GTN konservativ angenommen wurden.

Tabelle 13: Relevante Parameter der betrachteten Nutzhorizonte

Parameter	Hettang (Unter-Jura, Lias)	Rhätkeuper (Obere Exter-Formation)
Teufe [m]	1.145	1.180
Porosität [%]	25	30
Permeabilität [mD]	750	1000
Schichttemperatur [°C]	49	51
Injektionstemperatur [°C]	20	20
Wärmekapazität _{Fluid} [kJ/(kg·K)]	3,59	3,57
Förder-/Injektionsrate [m ³ /h]	72	186
Salinität [g/l]	120	125
Fluiddichte [kg/m ³]	1.069	1.072

Aus Tabelle 13 wird ersichtlich, dass der Rhätkeuper aufgrund einer höheren Porosität und Permeabilität sowie einer geringfügig höheren Schichttemperatur auch ein höheres Wärmepotenzial bietet. Mithilfe der dargestellten Parameter kann die maximal entnehmbare Wärmeleistung der Nutzhorizonte bestimmt werden. Hierzu werden die Wärmeverluste in der Förderbohrung bis zur Oberfläche mit einer resultierenden Temperaturminderung von 2 K gegenüber der jeweiligen Schichttemperatur angenommen. Für das Hettang ergibt sich eine geothermische Entzugsleistung von 2,07 MW und für den Rhätkeuper in Höhe von 5,73 MW. Das signifikant höhere Wärmepotenzial des Rhätkeupers wird maßgeblich durch die höhere Förderraten bedingt. Damit kann aus dem Vergleich beider hydrothormaler Lagerstätten eindeutig eine Erschließung des Rhätkeupers empfohlen werden. Einzig die geringfügig höhere Bohrtiefe stellt sich im Gegensatz zum Hettang als nachteilig dar, ist jedoch vor dem Hintergrund des knapp dreifachen Wärmepotenzials des Rhätkeupers vernachlässigbar. Damit ist das Rhätkeuper Reservoir aufgrund des höheren Wärmepotenzials sowohl ökologisch als auch ökonomisch zu bevorzugen.

Unter den Annahmen, dass die maximale Wärmeleistung im geothermischen Reservoir ganzjährig zur Verfügung steht und einer nachgeschalteten Wärmepumpe mit einem COP von 4 können aus dem Rhätkeuper Reservoir mit nachgeschalteter Wärmepumpe maximal **66.974 MWh/a** Wärme auf dem benötigten Temperaturniveau bereitgestellt werden. Diese Wärmemenge entspricht etwa 121 % des Wärmebedarfs im gesamten Quartier im Jahr 2022. Damit kann aktuell und in Zukunft das gesamte Projektgebiet bilanziell durch eine Bohrungsdublette mit nachgeschalteter Wärmepumpe versorgt werden. Praktisch müssten hierfür jedoch unverhältnismäßig groß dimensionierte Wärmespeicher vorgesehen werden, da die Nennleistung der Wärmepumpe etwa 7,65 MW_{th} beträgt und somit auftretenden Bedarfe oberhalb der Nennleistung der Wärmepumpe durch die Speicher bereitgestellt werden müssten. Die hierzu benötigte Dimensionierung der Wärmespeicher würde sich jedoch als nicht wirtschaftlich darstellen. Folglich ist eine Kombination aus der Tiefengeothermiebohrung inkl. Wärmepumpe, Pufferspeichern und *Spitzenlastzeugern* empfehlenswert. Im Ergebnis zeigt sich, dass eine einzige geothermische Dublette ausreichend ist, um das betrachtete Quartier mit Wärme zu versorgen. Abbildung 46 stellt ein stark vereinfachtes Schema einer

Tiefengeothermiebohrung dar. Mithilfe der Förderbohrung wird warmes Thermalwasser aus dem Aquifer entzogen und durch eine Förderpumpe an die Oberfläche befördert. Aufgrund der hohen Salinität des Wassers bietet sich anschließend die Übergabe der geothermischen Wärme mittels eines Wärmeübertragers an einen Zwischenkreislauf an, um zusätzlichen Wartungsaufwand der Wärmepumpe zu vermeiden. Die nachgeschaltete Wärmepumpe bezieht dann die thermische Inputleistung aus des Zwischenkreislauf und hebt die Temperatur auf das benötigte Niveau zur Versorgung des Quartiers an. Das abgekühlte Thermalwasser wird über die Injektionsbohrung und die Injektionspumpe wieder in das hydrothermale Reservoir zurückgeleitet. Dem Gutachten der Firma GTN³⁶ zur Folge hat die Förderpumpe einen Leistungsbedarf von 213 kW_{el} und die Injektionspumpe einen Bedarf von rund 81 kW_{el}. Entsprechend darf der Strombedarf der Förder- und Injektionspumpen in der ökonomischen und ökologischen Bewertung der Tiefengeothermie nicht vernachlässigt werden.

Zusammenfassend stellt sich die Tiefengeothermie als aussichtsreiches Potenzial für die zukünftige regenerative Wärmeversorgung im Quartier dar und ist damit Teil der weiteren Betrachtung.

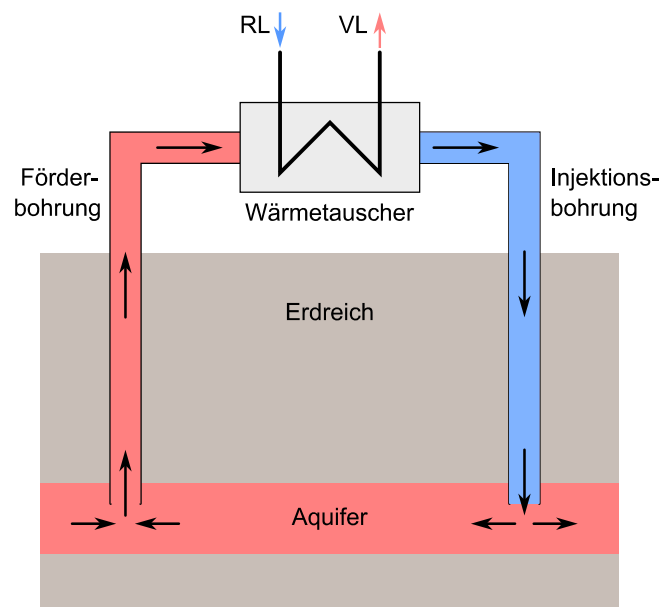


Abbildung 46: Prinzipskizze einer geothermischen Dublette (eigene Darstellung)

Thermische Seewassernutzung

Gewässer wie Meer-, Fluss oder Seewasser können als regenerative Wärmequelle für Wärmepumpen genutzt werden. Dabei wird im Gewässer entweder ein Wärmetauscher verbaut, der die Wärme entzieht oder eine Entzugsleitung verbaut, die Wasser entnimmt und bis zu einem Wärmetauscher an Land fördert. In beiden Fällen wird das Wasser in einem geschlossenen System abgekühlt und die entzogene Wärme

³⁶ Geothermie Neubrandenburg GmbH (2024) – Geologische Kenntnisstandanalyse für den Standort Güstrow

an ein Kältemittel abgeben, welches verdampft und in der Wärmepumpe zu nutzbarer Wärme zur Versorgung des Quartiers angehoben wird.

Bei der Ausführung der Wärmepumpe und der zugehörigen Komponenten wie Wärmetauscher ist darauf zu achten, dass das Wasser vor der Nutzung zur Wärmeversorgung gefiltert werden muss, um zu vermeiden, dass Lebewesen oder Pflanzen in die Anlagentechnik geraten. Außerdem sollten Wärmetauscher selbstreinigend ausgeführt werden, um ein Zusetzen der wärmeübertragenden Flächen zu vermeiden, damit die Leistungsfähigkeit langfristig erhalten bleibt. Diese Vorkehrungen führen zu höheren spezifischen Kosten der Wärmepumpe im Vergleich zu einer Luftwärmepumpe.

Als Gewässer für die thermische Seewassernutzung im Quartier bietet sich der Insensee, welche in südöstlicher Richtung an das Untersuchungsgebiet anschließt, an. Der See hat eine Fläche von rund 3,9 Mio. m² und ein Volumen von rund 15 Mio. m³. Der Insensee wird durch die Schöninsel in einen Nord- und Südteil unterteilt³⁷. Der südwestliche Teil im Gutower Moor ist nur über zwei seichte und enge Durchflüsse mit dem nördlichen Teil verbunden. Der See wird über einen Zufluss im Südteil des Sees gespeist und fließt im Nordteil über den Mühlbach in die Nebel ab. Abbildung 47 stellt den Insensee inklusive der Wassertiefe dar.

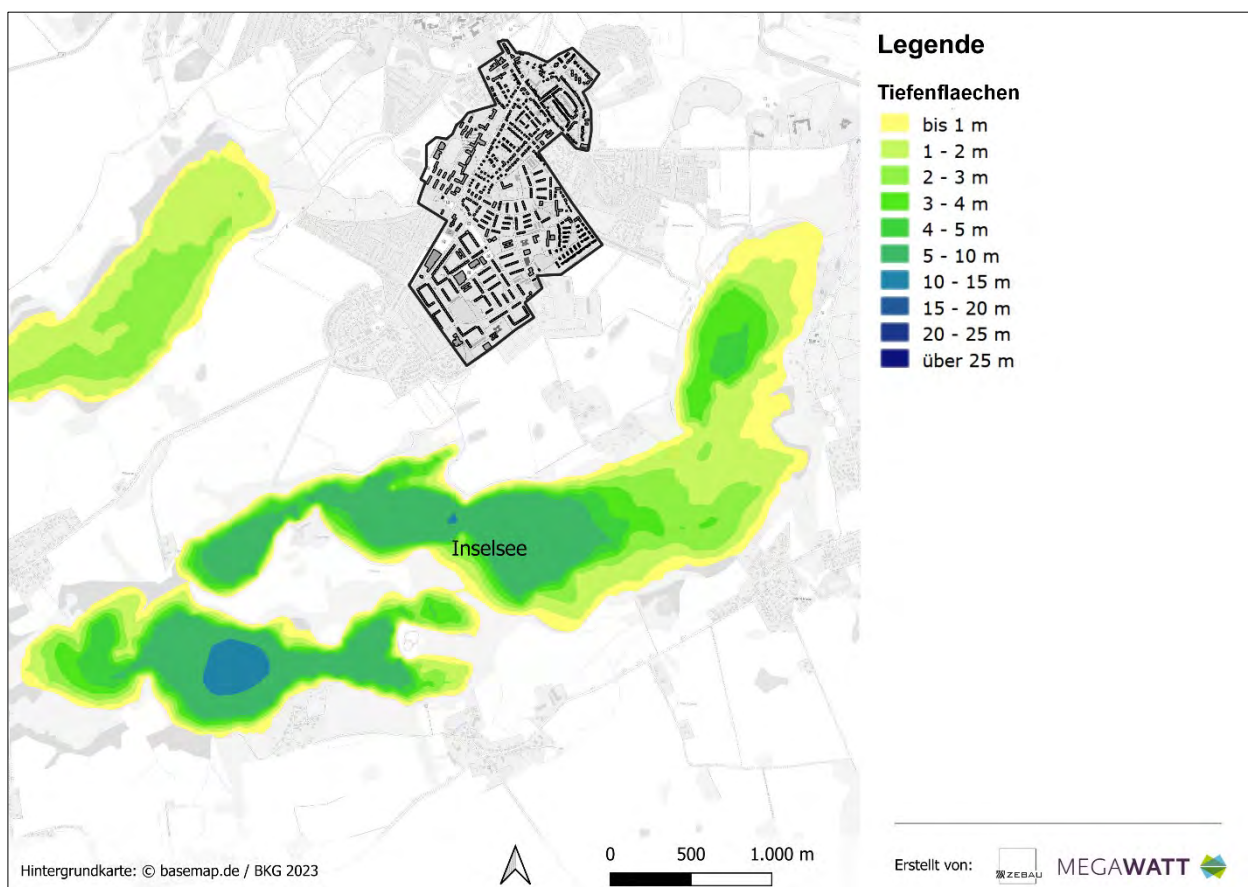


Abbildung 47: Insensee inklusive der Tiefenflächen (Quelle: Kartenportal Umwelt Mecklenburg-Vorpommern³⁸, LUNG)

³⁷ Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V, WMS-Layer MV Gewässer, Standgewässer (abgerufen 1/2024)

³⁸ Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V, WMS-Layer MV Gewässer, Standgewässer (abgerufen 1/2024)

Der nördliche Teil des Insees hat eine maximale Wassertiefe von 10,4 m und ein Wasservolumen von rund 8,4 Mio. m³. Der Teil südlich der Schöninsel hat eine maximale Wassertiefe von 14,8 m und ein Volumen von 6,7 Mio m³. Mit einem sehr geringen mittleren Zufluss von etwa 0,04 m³/s kann der Insee als Standgewässer kategorisiert werden. Dies wirkt sich nachteilig auf die thermische Nutzung des Insees aus, da die hohen Wasseraustauschzeiten dazu führen, dass die maximal entnehmbare Wärmemenge infolge der geforderten Grenzwerte für die Gewässerabkühlung vergleichsweise schnell erreicht wird. Neben dem verfügbaren Wasservolumen, der Wasseraustauschzeit und dem Grenzwert der Abkühlung des Gewässers haben die Wassertemperaturen einen erheblichen Einfluss auf das Verfügbare thermische Potenzial des Insees. Innerhalb des Insees gibt es keine öffentlichen Messstellen, welche die Wassertemperatur ganzjährig aufzeichnen. Aus diesem Grund werden für die Potenzialanalyse vereinfachend die Wassertemperaturen aus der Messtelle „Güstrow Nebel – 04437.0“ herangezogen. Die Temperaturdaten für das Jahr 2022 wurden auf Nachfrage durch das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) zur Verfügung gestellt und sind in Abbildung 48 dargestellt. Die minimale Wassertemperatur beträgt 6,6 °C und wurde im Februar 2022 erreicht. Im September wurde die maximale Wassertemperatur von 13,1 °C gemessen. Unter der Annahme, dass die dargestellten Temperaturen für den Insee gelten, besteht somit keine Gefahr der Vereisung des Gewässers in den Wintermonaten.

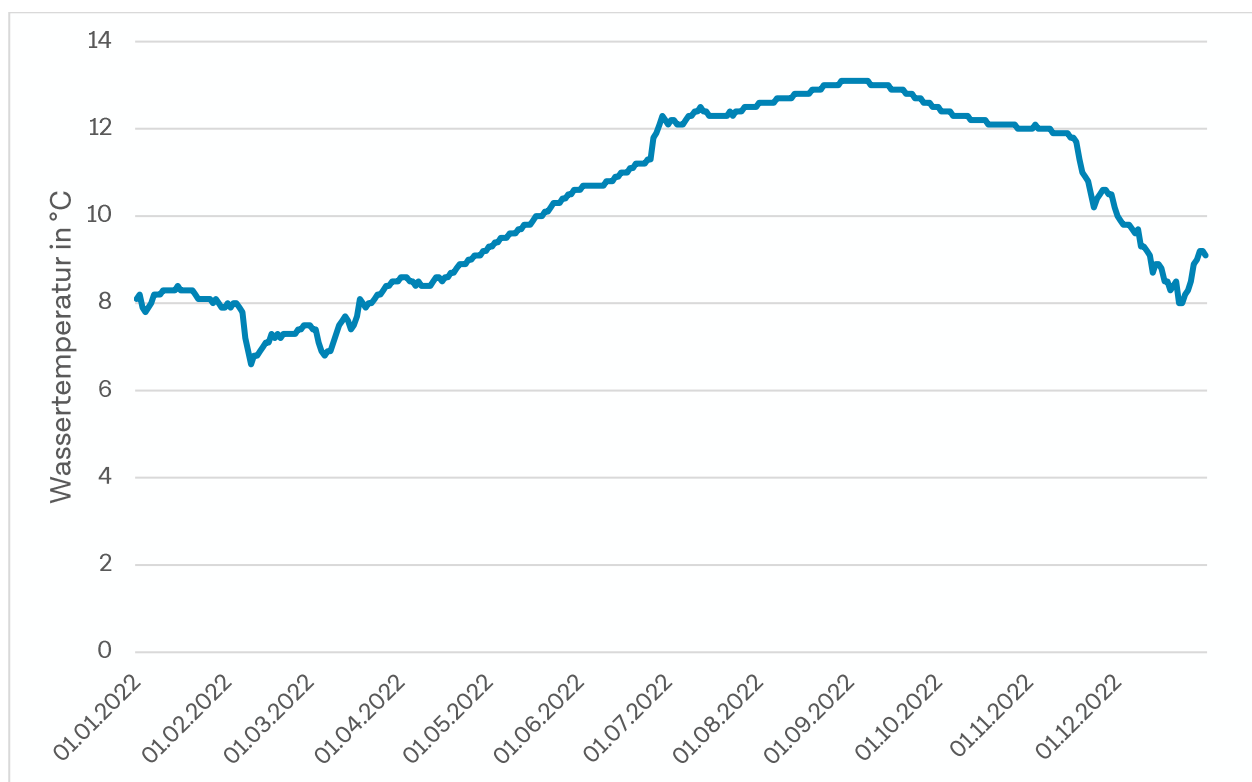


Abbildung 48: Wassertemperatur an der Messtelle Güstrow - Nebel im Jahr 2022

Zur ersten Abschätzung des thermisch nutzbaren Potenzials des Insees wird die zulässige Abkühlung des Gewässers benötigt. Hierzu gibt es in Deutschland aktuell keine allgemein gültigen Richtlinien. Aus diesem Grund wird zunächst die Bodenseerichtlinie zur überschlägigen Potenzialbewertung

herangezogen. Im Jahr wurde 2005 die Bodenseerichtlinie erlassen, welche Themen wie Abwasser, Wassergefährdende Stoffe oder Schifffahrt regelt. Seit 2014 sind in Kapitel 5 der Richtlinie die Rahmenbedingungen für die Thermische Nutzung des Bodensees festgelegt. Dabei gilt, dass eine Entnahme zwischen 0 und 40 m und eine Rückgabe zwischen 20 bis 40 m Tiefe erfolgen muss. Dabei darf die Rückgabe höchstens 20 °C beim Kühlen mittels Bodenseewasser betragen. Des Weiteren ist eine Mischungszone definiert mit 20 auf 20 Meter horizontal und 10 Meter vertikaler Ausdehnung definiert, in deren Zentrum die Wasserrückgabe stattfindet. Außerhalb dieser Mischzone muss die Temperaturdifferenz im Vergleich zwischen Wärmezug und ungestörtem Zustand kleiner 1 Kelvin entsprechen. Weiterhin sind Anlagen mit einer Leistung kleiner 200 kW zu vermeiden und es ist darauf zu achten von Trinkwasserentnahmestellen einen Abstand je nach Anlagengröße von 500 bis 1000 m zu halten. Die thermische Seewassernutzung ist nur über einen Zwischenkreislauf erlaubt, sodass eine Kontaminierung des Seewassers mit dem Kältemittel der Wärmepumpe in jedem Fall vermieden wird.

Für das untersuchte Quartier wurde das thermische Potenzial des Inlensees anhand der geltenden Regeln der Bodenseerichtlinien ermittelt. Die Entnahme und Rückgabe sind im Bereich der Badestelle am Inlensee im Nordteil des Sees vorgesehen (vgl. Abbildung 49). Dieser Bereich wurde ausgewählt, da hier die geringste Entfernung zur Energiezentrale des Fernwärmenetzes besteht, wodurch die Seethermie einfacher in die bestehende Infrastruktur integriert werden kann. Aufgrund der vorhandenen Tiefe im Inlensee kann die Rückgabe des abgekühlten Wassers nicht, wie in der Bodenseerichtlinie gefordert, in einer Tiefe zwischen 20 und 40 m erfolgen. Um Verwirbelungen des Seegrunds durch die Einleitung zu vermeiden, wird die Einleittiefe auf etwa 6-8 m für die vorherrschende Seetiefe von etwa 8-10 m vorgesehen. Weiterhin sollte die Strömungsgeschwindigkeit der Wasserentnahme bzw. -einleitung einen Maximalwert von 10 cm/s möglichst nicht überschreiten, um den Lebensraum der Pflanzen und Tiere im See nicht zu beeinträchtigen. Um diesen Grenzwert einzuhalten können beispielsweise Diffusorrohre vorgesehen werden, welche die Strömungsgeschwindigkeit verringern. Weitere Restriktionen sind in einer Einzelfallprüfung zu untersuchen.

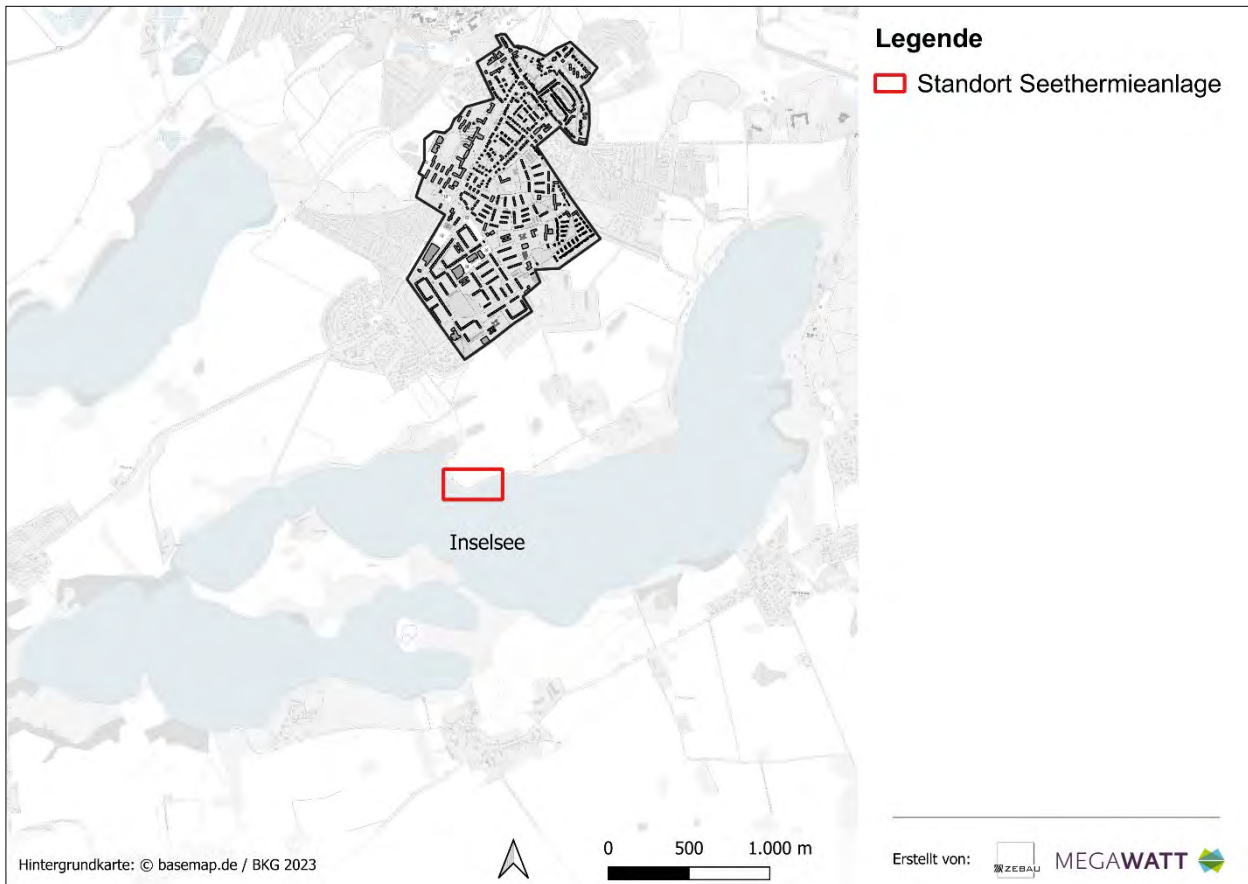


Abbildung 49: Potenzieller Standort der Seethermieanlage

Für die thermische Nutzung des Insensees wird ein offenes System vorgesehen. Hierbei wird dem Insensee durch eine Entnahmeleitung Wasser entnommen, welches durch einen primärseitigen Wärmeübertrager geleitet wird und Wärme an den nachgeschalteten Wärmepumpenprozess abgibt. Das abgekühlte Seewasser wird anschließend wieder in den Insensee zurückgeleitet. Die entnommene Wärme aus dem Insensee wird für den Betrieb einer Wärmepumpe genutzt, welche das Temperaturniveau anhebt und anschließend das Fernwärmenetz in der Güstrower Südstadt speist. Die nachfolgende Abbildung stellt diesen Prozess schematisch dar. Offene Systeme haben den Vorteil, dass sie wirtschaftlicher sind, da eine geringere Wärmeübertragende Fläche benötigt wird. Zusätzlich wird durch den Zwischenkreislauf verhindert, dass Kältemittel im Fall einer Leckage mit dem Seewasser in Berührung kommt und dass sich Ablagerungen im Verdampfer der Wärmepumpe ansammeln. Ein geschlossenes System, in welchem die Wärmeübertrager direkt im Gewässer installiert werden, bietet sich für den Insensee nicht an, die Fließgeschwindigkeit zu gering ist, um ausreichend Wärme zu übertragen.

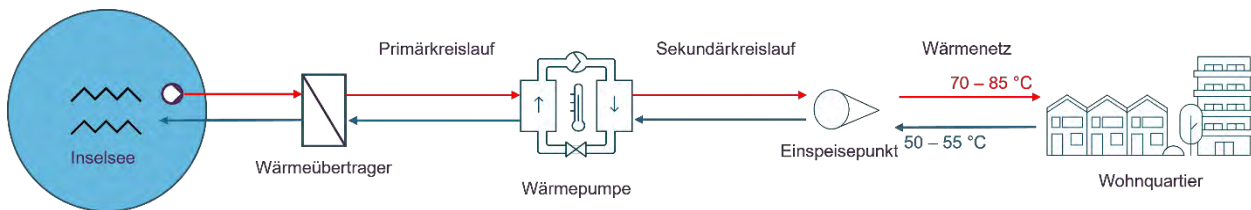


Abbildung 50: Schematische Darstellung eines offenen Systems zur thermischen Nutzung von Oberflächengewässern

Zur Abschätzung des maximal bestehenden Potenzials wird nun angenommen, dass das gesamte Wasservolumen des Nordteils des Inselsees innerhalb eines Jahres um 1 K abgekühlt wird. Das Potenzial wird lediglich für den Nordteil des Inselsees ermittelt, da dieser vom Südteil des Sees gespeist wird und davon ausgegangen wurde, dass kein thermischer Ausgleich zwischen den beiden Seesegmenten stattfindet. Wird nun weiterhin von einer mittleren Fließgeschwindigkeit im See von $0,04 \text{ m}^3/\text{s}$ ausgegangen, so werden ohne Berücksichtigung anderer Einflüsse jährlich rund 15 % des Wasservolumens im nördlichen Teil des Inselsees ausgetauscht. Inklusiv des Wasseraustauschs können dem Inselsee damit rund 11.226 MWh/a thermische Energie entnommen werden. Eine nachgeschaltete Wärmepumpe mit einem COP von 4 kann somit unter den getroffenen Annahmen eine maximale Wärmemenge von etwa 14.970 MWh/a in das Netz einspeisen. Dies entspricht etwa 27 % des Wärmebedarfs im Quartier für das Jahr 2022. Für eine Temperaturspreizung zwischen Wasserentnahme und -einleitung von 3 K innerhalb der Mischzone würde ein Entnahme- bzw. Einleitungsvolumenstrom in Höhe von $102,5 \text{ l/s}$ anfallen. Die tatsächlich erreichbare Entzugsleistung wird geringer sein, da wegen des geringen Durchflusses davon auszugehen ist, dass sich die Temperaturänderung nur langsam im See ausbreitet. Abhängig davon, welche Grenzwerte für die lokale Abkühlung durch die untere Wasserbehörde festgelegt werden, kann das tatsächlich nutzbare Potenzial entsprechend geringer sein. Um die Durchmischung des Seewassers im Jahresverlauf und damit die lokalen Temperaturen abzuschätzen, wird eine Modellierung des Seewassers bei gleichzeitigem Wärmeentzug empfohlen. Nach Rücksprache mit dem staatlichen Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg bestehen aus Sicht der Behörde keine grundsätzlichen Bedenken gegen die thermische Nutzung des Inselsees. Es ist jedoch möglich, dass im weiteren Genehmigungsverfahren ein hydrologisches Gutachten von der Behörde gefordert wird. Zusammenfassen muss beachtet werden, dass das ermittelte thermische Potenzial mit Hilfe einer Vielzahl von vereinfachenden Annahmen und der Vernachlässigung von weiteren Einflüssen, wie beispielsweise dem Wärmeeintrag durch die solare Einstrahlung, berechnet wurde. Es bietet sich daher eine detailliertere Betrachtung des thermischen Potenzials im Inselsee an, sofern dieser zukünftig thermisch genutzt werden soll.

Unter Berücksichtigung des zur Verfügung stehenden Wärmepotenzials und der resultierenden hohen Kosten für eine Einbindung des Inselsees in die zukünftige Wärmeversorgung des Quartiers lässt sich die Nutzung von Seethermie in Güstrow wirtschaftlich nicht rechtfertigen. Speziell die Anbindeleitung mit einer Trassenlänge von etwa 1,5 km von der Energiezentrale des Fernwärmenetzes zur Seethermieanlage verursacht in Anbetracht des Wärmepotenzials unverhältnismäßig hohe Kosten. Wahlweise kann die Wärmepumpe in der Energiezentrale oder direkt am Seeufer errichtet werden. Sofern die Wärmepumpe in der Energiezentrale vorgesehen wird, können ungedämmte PE-Rohre verlegt werden. Hier ergibt sich jedoch der Nachteil, dass diese aufgrund der geringen Temperaturspreizung sehr groß dimensioniert werden müssen. Sofern die Wärmepumpe direkt am Seeufer installiert wird, können die Rohrdimensionen der Anbindeleitung deutlich reduziert werden, jedoch müssen dann kostspieligere gedämmte Rohre verlegt werden sowie ein Anschluss an das Stromnetz mit ausreichend Kapazität vorgesehen werden. Zusätzlich gestaltet sich auch Anlagentechnik (Seewasserentnahme, Zwischenkreislauf und

Wärmepumpe) sowie die benötigte Regelmäßige Reinigung der Entnahmevorrichtung finanziell sehr aufwendig. Im Gegensatz zur Nutzung der Außenluft als Wärmequelle bietet die Seethermie den Vorteil, dass die Wassertemperatur in tieferen Schichten im Winter deutlich höhere Temperaturen aufweisen als die Außenluft. Analog zur Geothermie bietet dies den Vorteil, dass die Wärmepumpe in der Heizperiode effizienter betrieben werden kann. Die Einsparungen in den Betriebskosten rechtfertigen im Vorliegenden Fall jedoch voraussichtlich nicht die deutlich höheren Kosten zum Erschließen der Wärmequelle.

Umwelt- und Naturschutz

Der nördliche Insensee ist seit 1996 als Landschaftsschutzgebiet L 49 *Insensee und Heidberge* geschützt. Schutzzweck ist der Erhalt der Schönheit und Eigenart der Landschaft. Die Unterschutzstellung dient der Sicherung der Erholungseignung des Gebietes als Grundlage für Fremdenverkehr und Tourismus. Handlungen, die den Gebietscharakter verändern können oder dem Schutzzweck zuwiderlaufen, sind in diesen Gebieten untersagt.³⁹ Der gesamte See liegt in einem Wasserschutzgebiet Zone III B, einer Schutzstufe mit geringen Auflagen.

Der südliche Insensee ist seit 1993 als Naturschutzgebiet N 261 *Gutower Moor und Schöninsel* strenger geschützt, wird hier aber nicht weiter betrachtet, da der Durchfluss von Südwest nach Nordost erfolgt, Veränderungen am nordwestlichen Insensee also voraussichtlich keine Auswirkungen auf den südöstlichen Insensee haben würden.

Abwasserwärme

Die Rückgewinnung der Wärme aus Abwassersystemen ist durch eine stetige Weiterentwicklung der Technik häufig eine wirtschaftlich attraktive Form der Wärmegewinnung. Die Wärme aus Abwasser kann genutzt werden, um kleinere Wohngebiete oder auch ganze Quartiere anteilig mit Wärme zu versorgen. Im Gegensatz zur Wärme aus geothermischen oder solarthermischen Anlagen kann die Wärme aus dem Abwasser über das gesamte Jahr genutzt werden. Diese Wärmequelle kann auf zwei unterschiedliche Arten erschlossen werden. Zum einen durch direkt am oder im Abwasser integriertem Wärmetauscher und zum anderen mit Hilfe von Bypass-Wärmetauschern. In Bestandssiedlungen lassen sich ab einem Durchmesser von etwa DN 1000 Wärmeübertrager gut in die Siele einbringen. Für Neubauleitungen ist die Installation von Wärmetauschern auch in Abwasserleitungen mit einem geringeren Nenndurchmesser möglich. Bei den Bypass-Wärmetauschern wird ein Teil des Abwassers zum Wärmeentzug umgeleitet. Besonders bei den im Kanal integrierten Wärmetauschern bietet sich eine Erschließung der Abwasserwärme vor allem in Verbindung mit einer Gebietsneuerschließung oder Kanalsanierung an. So werden Investitionskosten und Betriebsstörungen möglichst reduziert. Im Verhältnis zu Umweltwärmequellen, wie Erdreich oder Außenluft, weist Abwasser im Jahresverlauf ein höheres Temperaturniveau zwischen 12 - 15°C auf. Für die Entzugsleistung von einem Megawatt werden Kanalwärmetauscher von fast 400 m benötigt. Die ausgekoppelte Abwasserwärme wird mithilfe von Wärmepumpen auf das benötigte Temperaturniveau zur Wärmeversorgung des Quartiers angehoben.

Die Leitungspläne des Abwassernetzes im Quartier wurden durch den städtischen Abwasserbetrieb Güstrow zur Verfügung gestellt. Aus den Plänen geht hervor, dass im betrachteten Gebiet keine Abwasserleitungen mit einer Nennweite DN 1000 existieren, welche sich für den nachträglichen Einbau von Rinnenwärmetauschern anbieten würden. Einzig in der Plauer Straße ist ein Mischwasserkanal mit einer Nennweite DN 1000 vorhanden, welcher die Nachrüstung eines Wärmeübertragers technisch erlaubt. Praktisch

³⁹ Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg: Managementplan für das FFH-Gebiet Insensee Güstrow (2017)

wird die thermische Nutzung dieses Kanals jedoch durch eine hohe Sediment- und Schlammablagerung bei Regenwetter erschwert. Weiterhin liegt der Trockenwetterabfluss des Mischkanals bei etwa 10 % Teilfüllung, wodurch die entnehmbare thermische Leistung zu gering für einen wirtschaftlichen Betrieb ist.

Allgemein tritt im gesamten Quartier der für Wärmetauscher benötigte Mindestdurchfluss in den Kanälen in Höhe von 10 – 15 l/s lediglich in den Tagesstunden auf und erreicht den geforderten Wert in den Nachtstunden nicht. Weiterhin lässt nach Aussage der Abwasserbetriebe Güstrow der aktuelle bauliche Zustand sowie die Hydraulik im Quartier einen Einbau von Wärmeübertragern in den Bestandsleitungen nicht zu. Die für die Nutzung von Abwasserwärme infrage kommenden Neubau-Leitungsabschnitte im Quartier haben Leitungstiefen von über 5 Metern und befinden sich unterhalb von Verkehrsflächen. Lediglich ein Neubau-Leitungsabschnitt in der Wallensteinstraße bietet mit einer Überdeckung von etwa 2 m die Möglichkeit für die Installation eines Wärmetauschers zur Nutzung der Abwasserwärme im Zuge der nächsten Sanierungsarbeiten. Der betreffende Schmutzwasserkanal hat einen Nenndurchmesser von DN 400 und einen erwarteten Durchfluss von ca. 12 l/s. Es ist jedoch davon auszugehen, dass im Umkreis des Leitungsabschnittes mittelfristig kein Wärmeabsatzpotenzial zu erwarten ist, da hier im Jahr 2013 zwei Mini-BHKW in Betrieb gegangen sind. Es wird jedoch empfohlen, diesen Umstand zum Zeitpunkt der nächsten Sanierungsarbeiten erneut zu prüfen und ggf. zu reevaluieren.

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass zum aktuellen Zeitpunkt eine wirtschaftlich sinnvolle Nutzung von Abwasserwärme im Quartier nicht möglich ist. Aus diesem Grund wurde auf die weitere Betrachtung von Abwasserwärmenutzung im Rahmen der vorliegenden Untersuchung verzichtet.

Solarthermie

Exkurs: Solarthermie

Bei der Solarthermie handelt es sich um eine ausgereifte Technologie, bei der die Energie der Sonne für die Erwärmung von Trink- und Heizungswasser genutzt wird.

Solarthermie-Anwendungen dienen durch die jahres- und tageszeitliche Schwankung der Sonneneinstrahlung nur in einem zeitlich begrenzten Rahmen zur Bereitstellung von Wärme. Durch den Einsatz von Pufferspeichern können Solarthermieanlagen solare Wärme in den Sommermonaten aber durchaus auch nachts zur Verfügung stellen. Solarthermieanlagen haben den großen Vorteil, dass sie je nach Kollektortyp Wärme direkt auf sehr hohen Temperaturniveaus von ca. 90°C bereitstellen und so problemlos in den Vorlauf der Wärmenetze einspeisen können. Für die Einbindung solarthermischer Wärme in Wärmenetze ist die geographische Nähe zum Einspeisepunkt ein wichtiges Kriterium, so kann auf lange Verbindungsleitungen oder Umbaumaßnahmen an den Wärmeübergabestationen verzichtet werden.

Grundsätzlich ist bei Solarthermieanlagen zwischen weit verbreiteten Flachkollektoren (FK) und den ertragreicheren Vakuumröhrenkollektoren (VKR) zu unterscheiden. Bei einer Temperaturdifferenz von 80°C zwischen der mittleren Kollektortemperatur und der Umgebungstemperatur weisen Flachkollektoren spezifische Kollektorleistungen von ca. 350 kWh/m² Bruttokollektorfläche auf. Die Leistungen von Vakuumröhrenkollektoren sind mit ca. 500 kWh/m² deutlich höher und daher für Gebiete mit sehr geringem Flächenpotenzial von Vorteil. Röhrenkollektoren zeichnen sich jedoch durch etwa 30% höhere Investitionskosten als Flachkollektoren aus.

Aufdachpotenzial

Für die Ermittlung der Aufdachpotenziale im Quartier erfolgte eine Auswertung der Dachflächen mit Hilfe einem Programm zur Georeferenzierung. Für jedes Dach im Quartier wurde ermittelt um welche Dachart (Schräg- und Flachdach) es sich handelt und welche Ausrichtung die Dächer haben. Diese Auswertung ist notwendig, um die für die Installation von Solarthermieanlagen sinnvolle Fläche zu ermitteln. So bietet sich beispielsweise bei einem Gebäude mit Schrägdach und einer Orientierung der Dachhälften Richtung Süden und Norden lediglich die Südhälfte der Dachfläche für eine Installation von Solarthermieanlagen an. Zusätzlich wurde die Eignung der Dächer hinsichtlich der verfügbaren Flächen für die Installation von solarthermischen Anlagen bewertet. Die Dacheignung der Gebäude bestimmt sich anhand der verfügbaren Fläche, welche zur Installation von solarthermischen Anlagen zur Verfügung steht. So schränken Aufbauten auf den Dächern, wie beispielsweise Schornsteine oder Dachgauben, oder Verschattung durch Bäume oder benachbarte Gebäude die verfügbare Fläche ein. Abbildung 51 stellt die Dacheignung der Gebäude im Quartier dar.

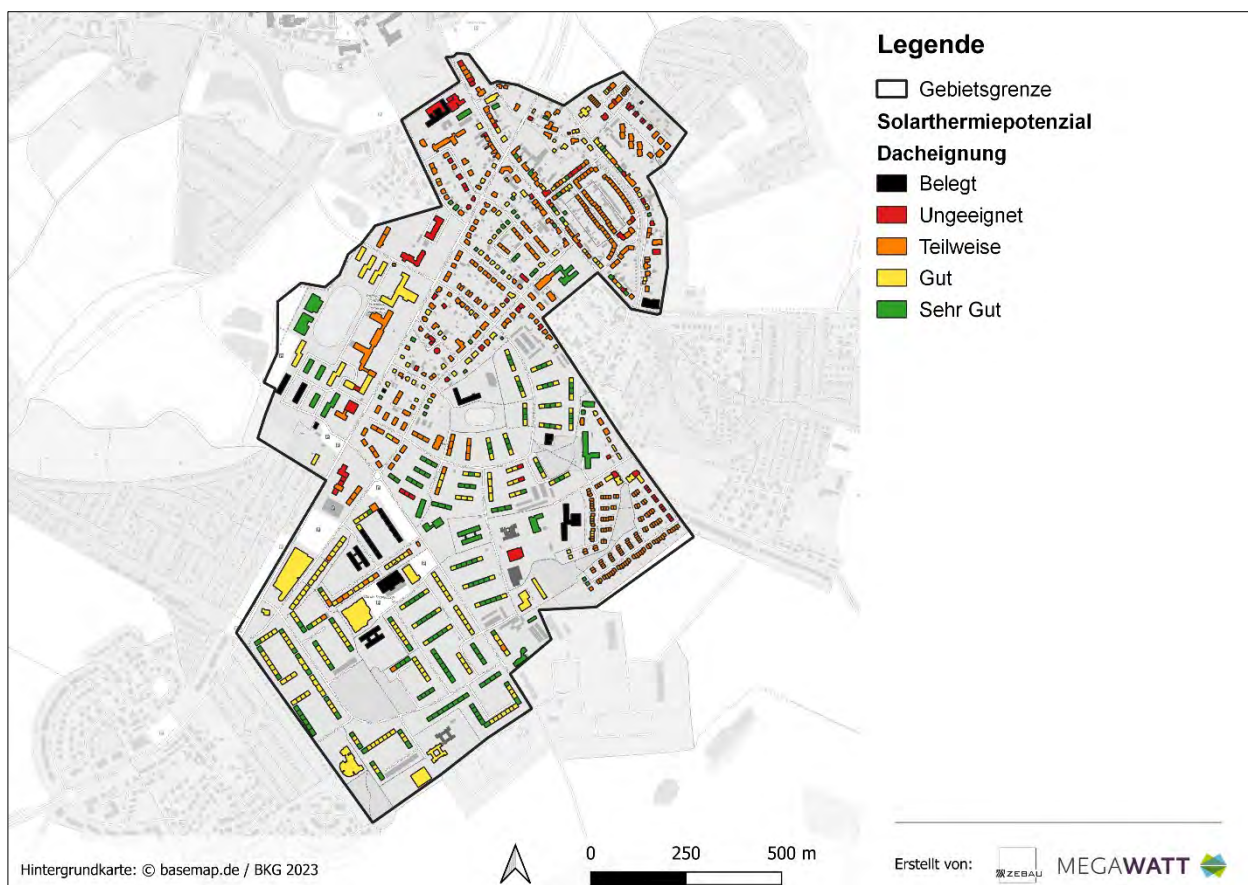


Abbildung 51: Darstellung der Dacheignung für die Installation von Solarthermieanlagen im Quartier

Im südlichen Teil des Projektgebiets befinden sich viele Gebäude mit einer gut bzw. sehr gut geeigneten Dachfläche. Die Gebäude sind größtenteils im Besitz von Wohnungsbauunternehmen. Das gesamte Dachflächenpotenzial für die Errichtung von Solarthermieanlagen beträgt im Quartier etwa 87.665 m². Das technisch realisierbare solarthermische Potenzial beträgt für einen spezifischen Ertrag in Höhe von 350 kWh/a

etwa **30.683 MWh/a**. Hierbei handelt es sich um das technische Potenzial. Ob ggf. eine statische Ertüchtigung einzelner Dächer erforderlich wird, ist nicht bekannt. Rechnerisch kann mit dem theoretischen Potenzial etwa 55 % des gesamten jährlichen Wärmebedarfs inkl. Netzverluste gedeckt werden. Bezogen ausschließlich auf den sommerlichen Wärmebedarf entspricht dies mehr als 100% des Wärmebedarfs. Abbildung 52 stellt das solarthermische Potenzial in Abhängigkeit der Eigentumsverhältnisse im Quartier dar. Es wird ersichtlich, dass die Wohnungsunternehmen vor den Privateigentümern den höchsten Anteil am technischen Potenzial halten.

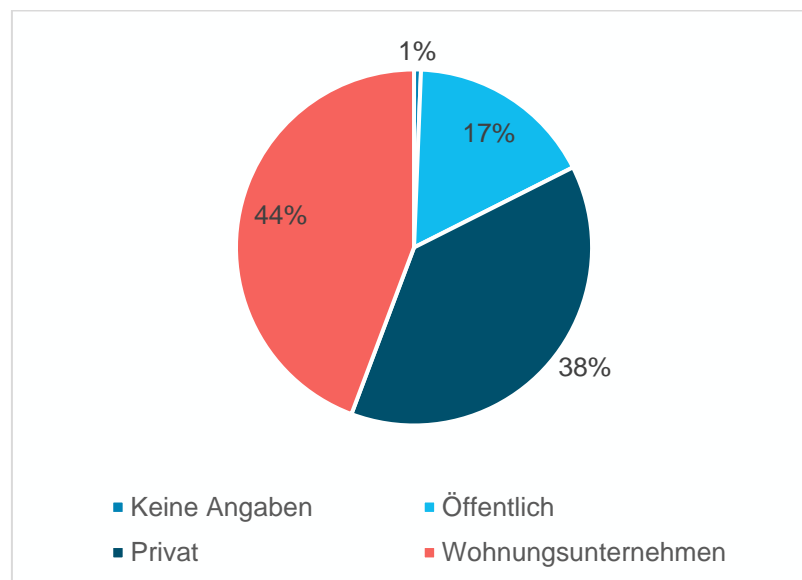


Abbildung 52: Verfügbare Dachflächen bzw. Solarthermisches Potenzial im Quartier, aufgeteilt nach Eigentumsverhältnissen

Bezieht man ausschließlich die ‚sehr gut‘ und ‚gut‘ geeigneten Dachflächen mit ein, dann ergibt sich ein solarthermisches Potenzial in Höhe von rund **26.123 MWh/a**. Dies entspricht etwa 85 % des technischen Potenzials. Wird nun erneut die Aufteilung des Potenzials nach den Eigentumsverhältnissen betrachtet (vgl. Abbildung 53), so fällt auf, dass der Anteil der Wohnungsunternehmen und öffentlichen Gebäude etwas steigt, während der Anteil der Privateigentümer:innen sinkt. Die Wohnungsunternehmen im Quartier sind hier nahezu für die Hälfte des solarthermischen Potenzials verantwortlich und stellen damit eine wichtige Stellschraube dar.

Für die Einspeisung der Wärme in eine leitungsgebundene Wärmeversorgung eignen sich besonders die Dachflächen, die räumlich gesehen nah am Einspeisepunkt des Wärmenetzes liegen. Hierdurch ist sichergestellt, dass die Leitungen ausreichend dimensioniert sind, um die Wärme der Solarthermieanlagen zu verteilen. Weiterhin ist anzumerken, dass es sich bei der Potenzialabschätzung lediglich um eine rein bilanzielle jährliche Berechnung handelt. Somit kann das ermittelte Potenzial nur bei Integration eines saisonalen Wärmespeichers umgesetzt werden. Wird der Wärmebedarfsdeckungsanteil für das ganze Jahr in stündlicher Auflösung ermittelt, sinkt der Deckungsanteil, da die zeitliche Verfügbarkeit des Solarangebots und der Wärmebedarf zum Teil auseinanderfallen. Für einen möglichst hohen Eigenverbrauch der solarthermischen Wärme sollten Pufferspeicher in den Gebäuden errichtet werden, um eine zeitliche Entkopplung zwischen Bedarf und Erzeugung zu ermöglichen.

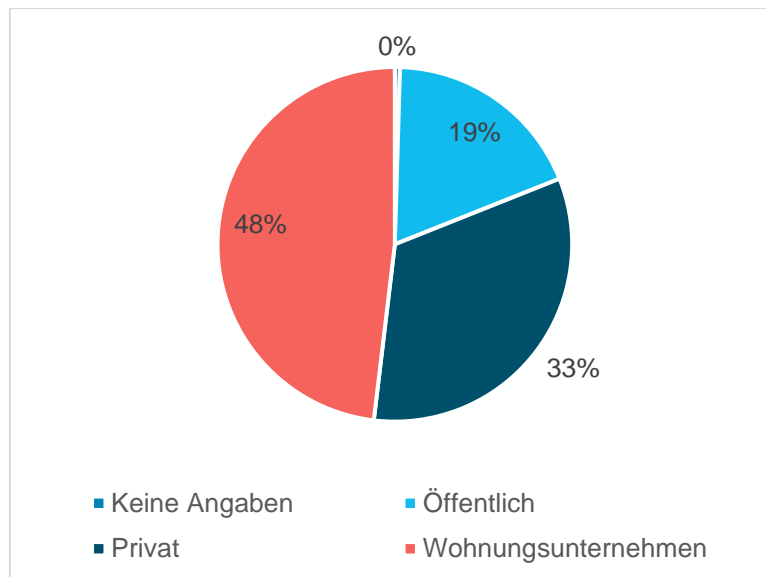


Abbildung 53: Solarthermisches Potenzial für „sehr gut“ und „gut“ geeignete Dachflächen im Quartier, aufgeteilt nach Eigentumsverhältnissen

Freiflächenpotenzial

Neben der Nutzung von Aufdachanlagen bieten sich besonders Freiflächenanlagen zur großflächigen Anwendung von Solarthermieanlagen an. Eine optimale Ausrichtung der Kollektorflächen und geringere Montagekosten führen dazu, dass die Wärmegegostehungskosten im Vergleich zu Dachanlagen deutlich sinken. Nahezu Quadratische Flächen haben zudem den Vorteil, dass durch eine optimierte hydraulische Verschaltung zwischen den einzelnen Modulen weniger Strömungsverluste auftreten.

Außerhalb des Quartiers stehen dieselben Freiflächen, wie für die oberflächennahe Geothermie zur Verfügung (vgl. Abbildung 45). Insgesamt beläuft sich das Freiflächenpotenzial außerhalb des Quartiers auf rund 371.000 m² und bietet die Möglichkeit zur Multikodierung bzw. Mehrfachnutzung der Flächen beispielsweise für oberflächennahe Geothermie und ein Solarkollektorfeld. Der theoretische Wärmeertrag für Flachkollektoren, welche auf den Freiflächen außerhalb des Quartiers installiert werden können, beläuft sich auf rund 129.900 MWh/a. Damit könnten theoretisch 235 % des Wärmebedarfs im Quartier bereitgestellt werden. Jedoch besteht die Herausforderung, dass die meisten Potenzialflächen weit vom Einspeisepunkt des Wärmenetzes entfernt sind und somit eine Neudimensionierung der Leitungen im Netz nötig wäre, um die Wärme der Solarkollektoren zu nutzen. Zusätzlich würden sehr große saisonale Speicher benötigt. Folglich ist die Errichtung großer Kollektorfelder auf den Freiflächen außerhalb des Quartiers aus wirtschaftlicher Sicht nicht zu empfehlen.

Zusammenfassend ist Solarthermie – ähnlich wie oberflächennahe Geothermie – technisch nicht gut als zentral nutzbares Potenzial für die Fernwärme geeignet. Für dezentral versorgte Gebäude ist die Nutzung denkbar, kann wirtschaftlich aber nur schwer mit Photovoltaik konkurrieren und ist deshalb nur in Einzelfällen sinnvoll.

Regenerative Brennstoffe

Höhere Anteile erneuerbarer Energien können durch den zusätzlichen Einsatz regenerativer Brennstoffe erreicht werden. Für Versorgungsvarianten mit einem hundertprozentigen Anteil erneuerbarer Energien sind solche Potenziale zu erschließen. Grundsätzlich sind diese Potenziale bei ausreichender Verfügbarkeit des Rohstoffs völlig unabhängig von den Gegebenheiten im Quartier vorhanden.

Biomethan

Bei Biomethan handelt es sich um ein auf Erdgasqualität aufbereitetes Biogas. Biogas enthält im Gegensatz zu Erdgas geringere Mengen an Methan und weist unterschiedliche Verunreinigungen auf. Nach einer entsprechenden Aufbereitung kann dieses ins Erdgasnetz eingespeist und wie Erdgas mit den gleichen Heizwerten verwendet werden. Eine deutschlandweite Massenbilanzierung stellt sicher, dass nur die Menge an Biomethan verkauft wird, die auch tatsächlich hergestellt wurde. Ähnlich wie beim Bezug von Ökostrom erfolgt die Belieferung mit Biomethan nur bilanziell, da es über das Erdgasnetz bezogen wird.

Eingesetzt werden kann Biomethan beispielsweise in Gaskesseln oder Blockheizkraftwerken. BHKW die mit 100% Biomethan betrieben werden, erhalten Stromvergütungen nach dem EEG und nicht nach dem KWKG.

Die Preise für das Biomethan, welches aktuell durch die Stadtwerke bezogen wird, beläuft sich auf etwa 7,5 Ct/kWh (Hs). Der Fixpreis-Vertrag für den Biomethanbezug hat allerdings eine begrenzte Laufzeit und läuft 2033 aus. Die Preise für Biomethan aus nachwachsenden Rohstoffen sind durch Nachfrage und Angebot an den Erdgaspreis gekoppelt, die Nachfrage nach Biomethan ist bereits heute vorhanden und wird voraussichtlich in Zukunft stark ansteigen. Aktuell ist die Nachfrage nach Biomethan so hoch, dass zum Teil kein zertifiziertes Biomethan auf dem Markt erworben werden kann.

Der Einsatz von Biomethan verbessert die ökologische Bilanz der Wärmeversorgung, wirkt sich jedoch allgemein negativ auf die Wirtschaftlichkeit aus. Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist der Betrieb von KWK-Anlagen mit Biomethan nur durch eine Vergütung des KWK-Stroms nach dem EEG dem Betrieb mit Erdgas vorzuziehen. Ökologisch gesehen ist die Verbrennung von Biomethan deutlich emissionsärmer als Erdgas, aber nicht emissionsfrei.

Zusammenfassend ist Biomethan – sofern am Markt verfügbar – schon heute eine Option zur emissionsarmen Wärmeerzeugung und wird entsprechend bereits von den Stadtwerken genutzt. Es kann ein Baustein zur Wärmeerzeugung im Quartier sein, die benötigte Menge sollte aber durch die Kombination mit anderen Technologien begrenzt werden.

Feste Biomasse

Alternativ zu Biomethan kann auch feste Biomasse zum Einsatz kommen. Die Wärmeversorgung ganzer Quartiere mit fester Biomasse ist aufgrund der Wertigkeit des Brennstoffes und der Flächennutzungskonkurrenz umstritten. Der Einsatz fester Biomasse beschränkt sich in den Größenordnungen von mehreren Megawatt zumeist auf die Verbrennung von Holzhackschnitzeln. Eine ökologisch vertretbare Variante der Holznutzung ist die Verbrennung von Rest- und Altholz, das bereits einen Lebenszyklus als Baustoff hinter sich hat. Da diese Hölzer häufig behandelt oder beschichtet sind, ist eine aufwändige und teure Abgasreinigung notwendig. Unabhängig vom Zustand des Holzes werden bei jeder Verbrennung nicht unerhebliche Mengen von Feinstaub emittiert, so dass entsprechende Filter vorgesehen werden müssen. Zudem entstehen weitere CO₂-Emissionen beim Transport und der Verarbeitung der Biomasse. Große Lagerflächen müssen vor Ort vorgehalten werden. In Einzelfällen, z.B. bei Vorliegen eines lokalen Potenzials mit Abfällen aus holzverarbeitender Industrie, kann die energetische Nutzung sinnvoll sein; in der Regel überwiegen

die oben genannten Nachteile. **Daher wird das Potenzial fester Biomasse im weiteren Verlauf der Untersuchung nicht weiter betrachtet.**

Synthetisches Gas

Synthetisch hergestellte Gase aus erneuerbar erzeugtem Strom werden zukünftig als Ergänzung zu effizienteren direkt-erneuerbaren (z.B. Solarthermie) und elektrischen (z.B. Wärmepumpen) Wärmeerzeugungsanlagen gesehen. Sie können in Verbrennungsanlagen zur Deckung des Spitzenlastanteils eingesetzt werden, sollten jedoch nicht zur Grundlastversorgung genutzt werden. Schließlich wird ein Großteil der synthetischen Brennstoffe perspektivisch im Chemieindustriellen- und teilweise im Verkehrssektor als Substitut gebraucht, da man hier auf die hohen Verbrennungstemperaturen bzw. die hohe Energiedichte angewiesen ist.

Auch im Jahr 2040 werden synthetische Brennstoffe teurer sein als Strom, der direkt zur Wärmeerzeugung eingesetzt wird. Der Einsatz synthetischer Gase bzw. E-Fuels für die Wärmebereitstellung im Haushalts- und GHD-Sektor ist damit lediglich sinnvoll, sofern der zur Brennstoffherstellung benötigte Strom als Überschussstrom aus volatilen regenerativen Energieumwandlungsanlagen zur Verfügung steht. Um eine nachhaltige Spitzenlasterzeugung über synthetische Brennstoffe bereitstellen zu können, muss also die erneuerbare Stromversorgung weiter ausgebaut werden. In der Studie „Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe“ von Agora Energiewende und Agora Verkehrswende werden für 2050 im Bereich Nord- und Ostsee mit Nutzung von Offshore-Windenergie Kosten für synthetische Brennstoffe in einer Bandbreite von 10-19 Ct/kWh angegeben⁴⁰. **Stand heute stehen diese Brennstoffe noch nicht ausreichend zur Verfügung und das zukünftige Potenzial ist weitgehend unklar. Daher werden sie im Folgenden nicht als Bestandteil der Wärmeversorgung betrachtet.**

Wasserstoff

Wasserstoff ist ein farbloses Gas mit einer sehr hohen massenspezifischen Energiedichte, dafür aber einer sehr geringen volumenspezifischen Energiedichte. Je nach Gewinnungsart wird Wasserstoff in u.a. folgenden Typen klassifiziert:

- **Grauer Wasserstoff:** Herstellung aus Erdgas und Wasser über eine Dampfreformierung
- **Blauer Wasserstoff:** Herstellung aus Erdgas und Wasser über eine Dampfreformierung mit anschließender CO₂-Abscheidung und Speicherung (Carbon Capture and Storage, CCS); bilanziell CO₂-neutral
- **Grüner Wasserstoff:** Herstellung aus Ökostrom über Elektrolyse; CO₂-neutral

Wasserstoff und potenzielle Folgeprodukte aus erneuerbarem Strom werden zukünftig als Ergänzung zu effizienteren direkt-erneuerbaren (z.B. Solarthermie) und elektrischen (z.B. Wärmepumpen) Wärmeerzeugungsanlagen gesehen. Sie können auch in Verbrennungsanlagen eingesetzt werden, um somit z.B. eine Spitzenlastabdeckung zu erreichen. Ein Einsatz zur Grundlastversorgung ist aufgrund der geringeren Effizienz nicht sinnvoll. Neben Anwendungen zur Wärmeerzeugung und als Speichertechnologie für Überschussstrom aus volatilen regenerativen Umwandlungstechnologien besteht vor allem in der Industrie eine hohe Nachfrage nach Wasserstoff, welcher in Zukunft über erneuerbaren Strom erzeugt werden muss. Dieser Bedarf bezieht sich sowohl auf die direkte stoffliche Nutzung als auch auf die Erzeugung von Prozesswärme. Bedingt durch die begrenzten Ressourcen erneuerbaren Stroms und den daraus resultierenden hohen Preisen für Wasserstoff, wird dieser voraussichtlich nur in Sonderfällen für Wärmeanwendungen

⁴⁰ Agora Energiewende (2018). Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe

in Frage kommen und vornehmlich der Industrie vorbehalten sein. In dieser Einschätzung sind sich verschiedene führende Forschungseinrichtungen einig.

Neben den Kosten gibt es auch einige technische Schwierigkeiten beim Umgang mit Wasserstoff. Das Hauptproblem stellt die hohe Flüchtigkeit und die sehr geringe Dichte von Wasserstoff dar. So kann Wasserstoff, nur im sehr geringen Maße ins bestehende Gasnetz eingespeist werden, da sonst zu hohe Verluste auftreten würden. Auch eine Speicherung von Wasserstoff stellt Probleme dar, da es nur unter extrem hohen Drücken (300 – 700 bar) oder in flüssiger Form (-252 °C) mit einer sinnvollen Energiedichte gespeichert werden kann, was wiederum einen hohen Energiebedarf und damit Energieverlust bedeutet.

Es wird deutlich, dass Wasserstoff weder aus technischer noch aus wirtschaftlicher Sicht in naher Zukunft in großem Maßstab zur Wärmeversorgung von Quartieren eingesetzt wird. Eine Spitzenlastversorgung mit einem hocheffizienten H₂-Kessel mag jedoch zukünftig dazu beitragen, die Wärmeversorgung in den kältesten Stunden im Jahr aufrecht zu erhalten.

Für Güstrow hat Wasserstoff möglicherweise deshalb eine zukünftige Bedeutung, weil das Umspannwerk nördlich der Stadt aktuell als möglicher Standort für einen Großelektrolyseur im Gespräch ist. Die von Rostock kommende Ferngasleitung soll in den kommenden Jahren auf Wasserstoff umgerüstet werden, und könnte dann den nahe Güstrow aus Strom erzeugten Wasserstoff aufnehmen. Für die nördlichen Stadtteile könnte daher zukünftig Wasserstoff lokal zur Verfügung stehen. Zur Gebäudeheizung ist es allerdings stets um ein Vielfaches effizienter und damit wirtschaftlicher, Strom mittels einer Wärmepumpe in Wärme umzuwandeln, als Strom mittels Elektrolyse in Wasserstoff umzuwandeln und ihn anschließend wieder zur Wärmeerzeugung zu verbrennen. Nur in Hochtemperaturprozessen (z.B. industrieller Metallverarbeitung) ist Wasserstoff der Wärmeerzeugung durch Wärmepumpen überlegen.

Wahrscheinlicher wird die Nutzung der Abwärme eines möglichen Elektrolyseurs zur künftigen Wärmeversorgung der angrenzenden Quartiere in Güstrow beitragen können. Dabei handelt es sich aber nicht um die Nutzung von Wasserstoff, sondern um die Nutzung eines industriellen Abwärmeprozesses. Für die hier betrachtete Südstadt wird Wasserstoff nach heutigem Kenntnisstand für die Gebäudewärme auf absehbare Zeit keine Rolle spielen.

5.2.1.5 Thermische Speicher

Besonders die Verbindung von elektrisch betriebenen Wärmeerzeugern mit Photovoltaikanlagen oder solarthermisch erzeugte Wärme bedarf einer Speicherung von den sonnenreichen Stunden am Tag in die Abend- und Nachtstunden. Eine Speicherung über mehrere Tage hinweg in die weniger sonnenreichen Tage sollte ebenfalls ermöglicht werden. Hierzu werden sogenannte Pufferspeicher eingesetzt. Der Einsatz von Saisonspeichern, welche eine deutlich höhere Speicherdauer als klassische Pufferspeicher aufweisen, wird für das Quartier als nicht sinnvoll eingestuft. Zum einen besteht für diese Speicher ein enormer Platzbedarf und zum anderen reichen die Flächenpotenziale zur Installation von Photovoltaikanlagen nicht aus, um ausreichend Wärme zur saisonalen Speicherung zu erzeugen.

Klassische Wärmespeicher stellen jedoch eine Schlüsseltechnologie für den Wärmesektor dar und sind gleichzeitig eine wichtige Komponente für die Kopplung der Sektoren Strom und Wärme. Sie flexibilisieren den Einsatz von stromerzeugenden und stromverbrauchenden Systemkomponenten. Wärmepumpen und Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen wird der am Strommarkt orientierte Einsatz ermöglicht. Wärmepumpen stellen Wärme bereit, wenn besonders viel erneuerbare Erzeuger ins Netz einspeisen und der Stromüberschuss so genutzt und das Netz entlastet werden kann. Bei akutem Strombedarf im Netz können KWK-Anlagen das Netz durch eine Einspeisung von Strom im gekoppelten Erzeugungsprozess stützen. Eine weitere Möglichkeit durch Wärmespeicher die Sektoren zu koppeln, bietet die Technologie Power-to-Heat,

dabei wird durch in den Wärmespeicher integrierte Heizstäbe die elektrische Energie unmittelbar in Wärme umgewandelt und das Stromnetz bei hoher Einspeisung erneuerbarer Energien entlastet. Aufgrund dieser systemrelevanten Vorteile sollten thermische Speicher ausreichend groß dimensioniert werden. Aktuell verfügt die Energiezentrale des Fernwärmenetzes bereits über drei Pufferspeicher mit einem Volumen von jeweils 120 m³. Im weiteren Verlauf der Untersuchung wird mittels einer energietechnischen Simulation geprüft, ob die Speicher auch für die zukünftige Wärmeversorgung des Quartiers ausreichend dimensioniert sind.

Bei Warmwasserspeichern entstehen in der Regel genehmigungsrechtlich keine Probleme, der Bau großer überirdischer Wärmespeicher bedeutet jedoch einen nicht unerheblichen Eingriff in das Landschaftsbild. Der Aufstellort von Speichern sollte, wie dies auch aktuell der Fall ist, in räumlicher Nähe zur Wärmezeugung und dem Einspeisepunkt gewählt werden.

5.2.2 Nachhaltige Wärmeversorgungsvarianten

In den nachfolgenden Abschnitten werden die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung entwickelten Wärmeversorgungsvarianten für das Quartier dargestellt. Hierzu wird die Wärmeversorgung im Quartier jeweils für die zentrale Versorgung der Gebäude über das Fernwärmenetz sowie für die dezentrale Versorgung der Gebäude ohne Fernwärmenetzanschluss getrennt betrachtet.

5.2.2.1 Fernwärme

Im Folgenden werden die betrachteten Versorgungsvarianten für das zukünftige Fernwärmenetz dargestellt. Die Varianten wurden im Hinblick auf die aktuelle ökologische und politische Lage entwickelt. Darüber hinaus soll dem Ziel der Klimaneutralität für Mecklenburg-Vorpommern Rechnung getragen werden. Als Zieljahr für die vollständige Treibhausgasneutralität ist hier das Jahr 2040 festgelegt.

Aus der Gegenüberstellung der verfügbaren Potenziale im Quartier (vgl. Abschnitt 5.2.1.4) und der Wärmebedarfe sowie unter Berücksichtigung der rechtlichen Anforderungen resultieren insgesamt vier sinnvolle Versorgungsvarianten. Wie bereits beschrieben, werden Solarthermieanlagen aufgrund der hohen zeitlichen Diskrepanz zwischen dem Solarangebot und dem Wärmebedarf und aktuell noch relativ hohen Investitionskosten und Flächenbedarfen nicht in das Erzeugerkonzept einbezogen. Selbes gilt für die Potenziale der oberflächennahen Geothermie, der thermischen Nutzung des Abwassers sowie der thermischen Seewassernutzung. Auch diese Potenziale wurden auf Basis der Potenzialanalyse für die zukünftige Speisung des Fernwärmenetzes als nicht sinnvoll identifiziert.

Für sämtliche untersuchte Versorgungsvarianten wird angenommen, dass das bestehende Versorgungsnetz bis zum Jahr 2040 entsprechend Abschnitt 5.2.1.2 ausgebaut wird. Der empfohlene Netzausbau umfasst die Straßen „Weinbergstraße“, „Gutower Straße“, „Plauer Straße“, „Werderstraße“, „Am Mühlenbach“, „Falkenflucht“, „Lindengarten“ und „Am Werder“ (vgl. Abbildung 41). Weiterhin wurde angenommen, dass die Gebäude wie in Abschnitt 5.2.1.1 beschrieben, modernisiert werden und sich der Wärmebedarf entsprechend verringert. Die Vor- und Rücklauftemperaturen im Wärmenetz sind gleitend und entsprechen dem in Abschnitt 5.2.1.3 dargestellten Tempverlauf. Der resultierende jährliche Wärmebedarf der zentral versorgten Gebäude (inkl. Netzverluste) ergibt sich für das Jahr 2040 zu etwa 40.000 MWh/a und wird für sämtliche Versorgungsvarianten angesetzt. Die jeweiligen Varianten wurden mithilfe des Simulationsprogramms EnergyPro technoökonomisch simuliert und entsprechend ausgelegt.

Nachfolgend werden die einzelnen Versorgungsvarianten erläutert und dargestellt.

Variante 1: Tiefengeothermie und Spitzenlastkessel

In Variante 1 wird die zentrale Wärmeversorgung im Quartier mithilfe einer geothermischen Dublette und Heizkesseln zur Bereitstellung der Spitzenlast untersucht. Für die Tiefengeothermiebohrung wird das hydrothermale Reservoir im Rhätkeuper mit einer Teufe von 1.180 m erschlossen. Die Entzugstemperatur an der Oberfläche wird mit 49 °C angenommen. Mit einer minimalen Injektionstemperatur von 20 °C und einer Förderrate von rund 186 m³/h ergibt sich ein geothermisches Wärmepotenzial von etwa 5,73 MW_{th} (vgl. Abschnitt 5.2.1.4). Wie bereits beschrieben, wird davon ausgegangen, dass dieses Potenzial ganzjährig ohne Degressionseffekt zur Verfügung steht. Die entnommene geothermische Wärme wird anschließend mithilfe einer Wärmepumpe auf das benötigte Temperaturniveau zur Einspeisung ins Netz angehoben. Die Nennleistung der Wärmepumpe beträgt 7,6 MW_{th} bei einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 4. Neben der Wärmequelle (Tiefengeothermie) wird die Wärmepumpe mit Strom aus dem öffentlichen Netz betrieben. Zusätzlich benötigen auch die Förder- und Injektionspumpen der Tiefengeothermiebohrungen Strom für den Betrieb. Die Spitzenlast im Wärmenetz beläuft sich auf 12,8 MW und kann somit nicht vollständig durch die Wärmepumpe bereitgestellt werden. Aus diesem Grund werden insgesamt drei Spitzenlastkessel mit einer thermischen Leistung von jeweils 4,3 MW vorgesehen. Damit dienen die Kessel sowohl als Spitzenlastherzeuger als auch als Redundanzsystem zur Absicherung der Versorgung. Die Gaskessel werden vollständig mit Biomethan betrieben und haben einen Nutzungsgrad von 90 %. Im Sinne eines möglichst hohen Anteils der Tiefengeothermie an der Wärmeversorgung sowie zur Ermöglichung einer strommarktdienlichen Betriebsweise der Wärmepumpe werden insgesamt drei Pufferspeicher mit einem Volumen von jeweils 120 m³ vorgesehen. Die Simulation des Energiesystems hat gezeigt, dass eine größere Dimensionierung der Speicher nicht wirtschaftlich ist. Dies entspricht der Anzahl und dem Volumen der aktuell verbauten Speicher in der Energiezentrale. Weiterhin ermöglichen die Speicher eine Steigerung der Eigenverbrauchsquote für den Fall, dass zukünftig PV-Strom zum Betrieb der Wärmepumpe und der Förder- und Injektionspumpen genutzt werden soll.

Abbildung 54 zeigt die stark vereinfachte Darstellung der ersten zentralen Versorgungsvariante.

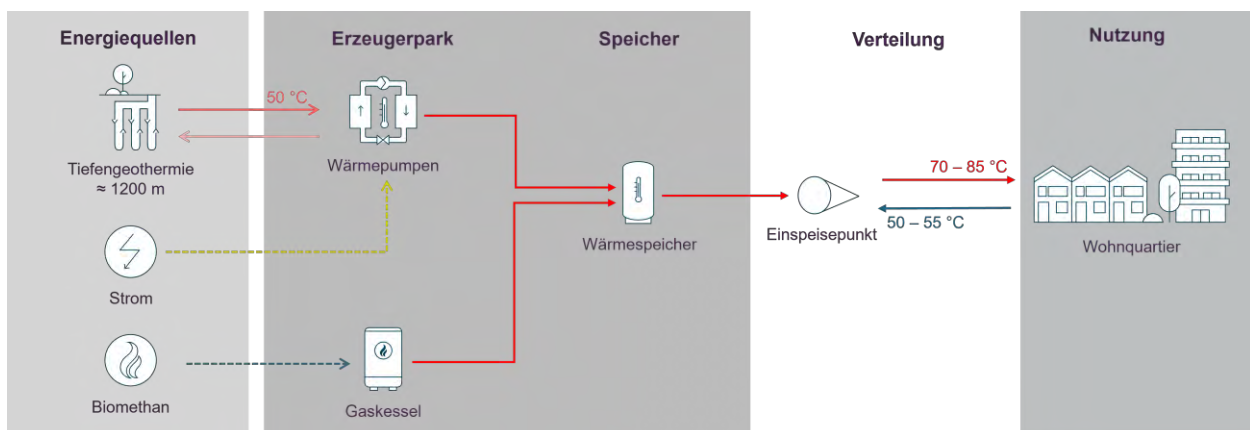


Abbildung 54: Schematische Darstellung Variante 1

Die Simulation des Energiesystems in Variante 1 hat ergeben, dass insgesamt 96 % des Wärmebedarfs im Fernwärmenetz durch die geothermische Wärmepumpe bereitgestellt werden kann. Demzufolge werden lediglich 4 % des jährlichen Wärmebedarfs durch die biomethanbefeuerten Spitzenlastkessel bereitgestellt. Abbildung 55 stellt das Erzeugungsprofil in Variante 1 dar. Es wird ersichtlich, dass die Gaskessel ausschließlich in den Wintermonaten zu Zeitpunkten mit hohem Wärmebedarf zur Bereitstellung der

Spitzenlast eingesetzt werden. Die Wärmepumpe wird hingegen ganzjährig zur Bereitstellung der Grund- und Mittellast im Quartier betrieben.

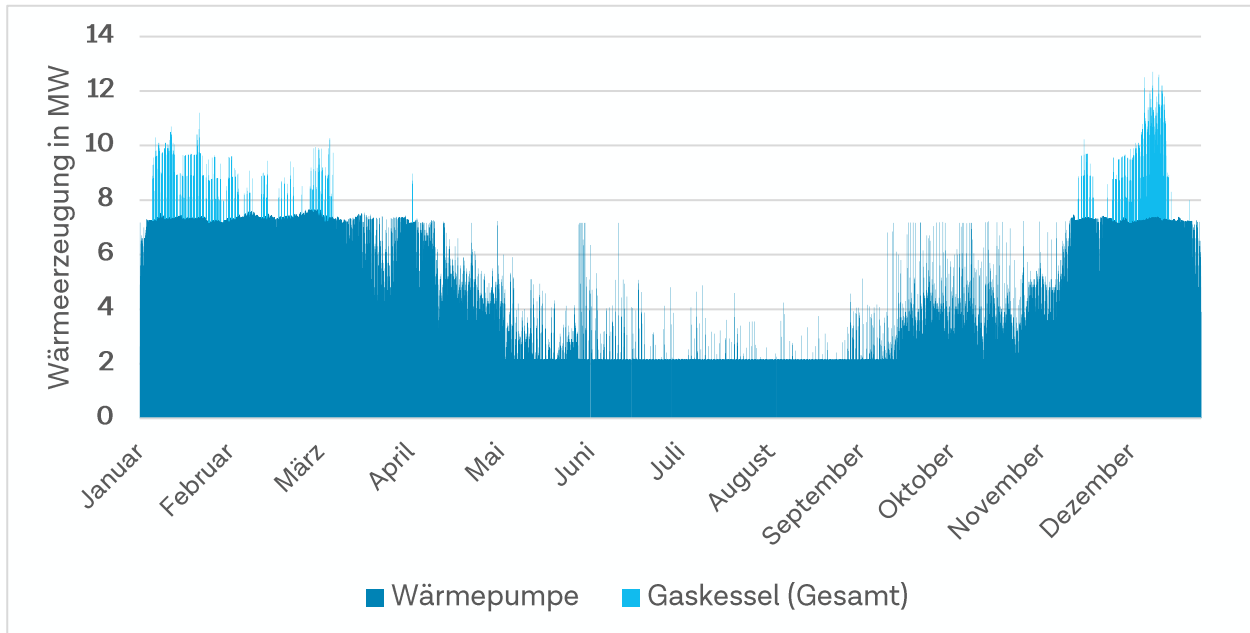


Abbildung 55: Erzeugerlastprofil Variante 1

Variante 2: Luftwärmepumpen und Spitzenlastkessel

In Variante 2 wurde die Speisung des Wärmenetzes mithilfe von Luftwärmepumpen als primäre Erzeuger betrachtet. Analog zur Versorgungsvariante 1 werden auch hier Heizkessel zur Bereitstellung der Spitzenlast vorgesehen. Insgesamt werden vier Luftwärmepumpen mit einer Nennleistung von jeweils $2,14 \text{ MW}_{\text{th}}$ und einer JAZ von etwa 2,7 vorgesehen. In der Jahresarbeitszahl wurde bereits berücksichtigt, dass unterhalb von $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ Außentemperatur eine Abtauung des Verdampfers durch eine Bypass-Schaltung notwendig ist. Die Luftwärmepumpen können im Bereich zwischen $-15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ und $35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ Außentemperatur betrieben werden. Die Rückkühler der Wärmepumpen benötigen eine Fläche von etwa 1.300 m^2 und sind auf der Erschließungsfläche neben der Energiezentrale *BHKW Süd* vorgesehen (vgl. Abbildung 43 auf S. 83). Da die benötigte Fläche klein im Verhältnis zur verfügbaren Fläche ist, können die Rückkühler zentral platziert werden (direkt östlich der Energiezentrale) und so in allen Richtungen Abstände von 70 bis 80 m zu den nächsten Wohngebäuden eingehalten werden. Trotzdem sind bei der Planung geeignete Maßnahmen zur Minimierung der Schallemissionen zu berücksichtigen, das betrifft insbesondere Überlegungen zur Drehzahlbegrenzung tags/nachts und einer dadurch ggf. nötigen größeren Rückkühlfläche sowie bauliche Maßnahmen.

Im Vergleich zur geothermischen Wärmepumpe fällt auf, dass die JAZ der Luftwärmepumpen deutlich geringer ist. Dies liegt an der geringeren und deutlich variablen Temperatur der Wärmequelle. Hierdurch steigt der Strombedarf und damit die bedarfsgebundenen Kosten der Luftwärmepumpen im Vergleich zur geothermischen Wärmepumpe. Demgegenüber stehen im Falle der Tiefengeothermie jedoch deutlich höhere Kosten zur Erschließung der Wärmequelle.

Analog zu Variante 1 sind drei Spitzenlastkessel, welche mit Biomethan befeuert werden, vorgesehen. Die Kessel werden auch hier als Redundanzsystem mit einer thermischen Leistung von jeweils $4,3 \text{ MW}_{\text{th}}$ und einem Nutzungsgrad von 90 % ausgelegt. Auch in Variante 2 hat sich gezeigt, dass die drei vorhandenen Pufferspeicher der Energiezentrale mit einem Volumen von jeweils 120 m^3 ausreichend dimensioniert sind. Somit sind auch in Variante 2 die drei Bestandsspeicher vorgesehen. Abbildung 56 stellt zusammenfassend die schematische Darstellung der zweiten Versorgungsvariante dar.

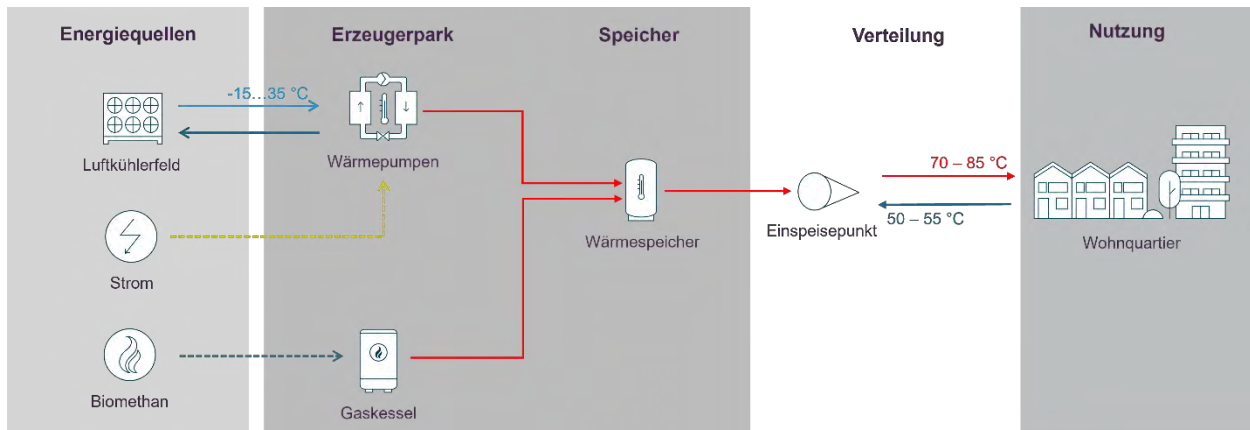


Abbildung 56: Schematische Darstellung Variante 2

In Abbildung 57 ist das Erzeugerprofil der zweiten Versorgungsvariante dargestellt, welches anhand der Simulationsergebnisse erzeugt wurde. Analog zur Tiefengeothermievariante zeigt sich auch hier, dass die Luftwärmepumpen den maßgeblichen Anteil der Wärme bereitstellen und lediglich in den Wintermonaten zu Zeitpunkten mit hohem Bedarf durch die Spitzenlastkessel unterstützt werden. In Vergleich zu Variante 1 fällt jedoch auf, dass die Spitzenlastkessel häufiger eingesetzt werden. Dies wirkt auf den ersten Blick kontraintuitiv, da die Luftwärmepumpen eine höhere Nennleistung als die geothermische Wärmepumpe haben. Die Nennleistung der Luftwärmepumpen gilt jedoch lediglich für einen bestimmten Betriebspunkt, welcher hier bei 0 °C Quellentemperatur und 70 °C Vorlauftemperatur im Netz (A0/W70) liegt. Dieser Betriebspunkt wird jedoch in den Wintermonaten durch höhere Vorlauftemperatur sowie geringere Außentemperatur unterschritten, wodurch sich auch die Nennleistung der Wärmepumpen verringert. Hinzu kommt, dass bei geringen Außentemperaturen das regelmäßige Abtauen der Rückkühler nötig wird, was die Betriebszeit und damit die bereitgestellte Wärme der Wärmepumpe zusätzlich reduziert. Konkret werden in Variante 2 rund 91 % des jährlichen Wärmebedarf durch die Luftwärmepumpen und 9 % durch die Spitzenlastkessel bereitgestellt.

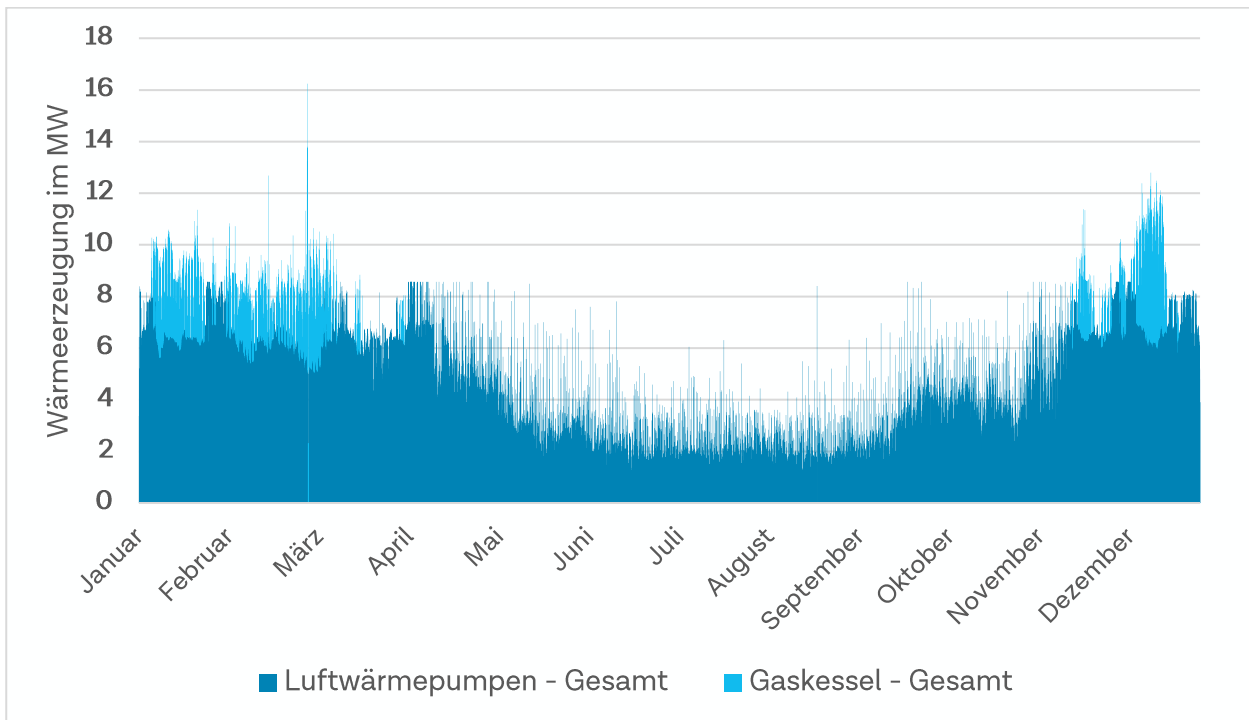


Abbildung 57: Erzeugerlastprofil Variante 2

Variante 3: Innovative Kraft-Wärme-Kopplung (iKWK)

In der dritten Versorgungsvariante wurde ein Energiesystem betrachtet, welches den Anforderungen des Förderprogramms für innovative Kraft-Wärme-Kopplungs-Systeme (iKWK-Systeme) genügt. Entsprechend der iKWK-Förderung kann der eingespeiste Strom aus den KWK-Anlagen mit einem Zuschlag von bis zu 12 Cent/kWh vergütet werden. Die tatsächliche Zuschlagshöhe wird im Rahmen von Ausschreibungen ermittelt. Im Sinne der Förderrichtlinie besteht ein iKWK System aus:

- einer neuen oder modernisierten KWK-Anlage
- einem innovativen, erneuerbaren Wärmeerzeuger, der so dimensioniert ist, dass er mindestens 30 % der Referenzwärme in einem Kalenderjahr bereitstellen kann
- einer gemeinsamen Steuerung
- einem gemeinsamen Wärmenetz
- einem elektrischen Wärmeerzeuger, der so viel Wärme bereitstellen kann, wie aus dem KWK-Prozess entsteht

Als KWK-Anlage werden die beiden Bestands-BHKW in der Energiezentrale vorgesehen. Die BHKW haben eine thermische Leistung von jeweils 2,3 MW_{th} und eine elektrische Leistung von jeweils 1,8 MW_{el}. Der innovative, erneuerbare Wärmeerzeuger wird durch eine Luftwärmepumpe mit einer thermischen Nennleistung von 1,55 MW_{th} und einer JAZ von 3 dargestellt. Da der erneuerbare Wärmeerzeuger hier lediglich als Unterstützung für die BHKW vorgesehen ist, wurden aufgrund der geringen Erschließungskosten Rückkühler als Wärmequelle ausgewählt. Die Anforderung einer gemeinsamen Steuerung der Anlagen und eines gemeinsamen Wärmenetzes sind in dieser Betrachtung ebenfalls erfüllt. Als elektrische Wärmeerzeuger werden drei elektrische Heizkessel mit einem Wirkungsgrad von 100 % vorgesehen. Die Heizkessel

haben eine Nennleistung von jeweils 4,3 MW und übertreffen damit die Anforderungen der Förderrichtlinie, da sie analog zu den vorangegangenen Varianten zusätzlich als Redundanzsystem ausgelegt werden. Die Simulation des Energiesystems hat auch hier ergeben, dass die drei Bestandsspeicher ausreichend dimensioniert sind. Somit sind auch in Variante 3 die drei Bestandsspeicher mit einem Volumen von jeweils 120 m³ vorgesehen. Abbildung 58 stellt eine schematische Übersicht der dritten Versorgungsvariante dar.

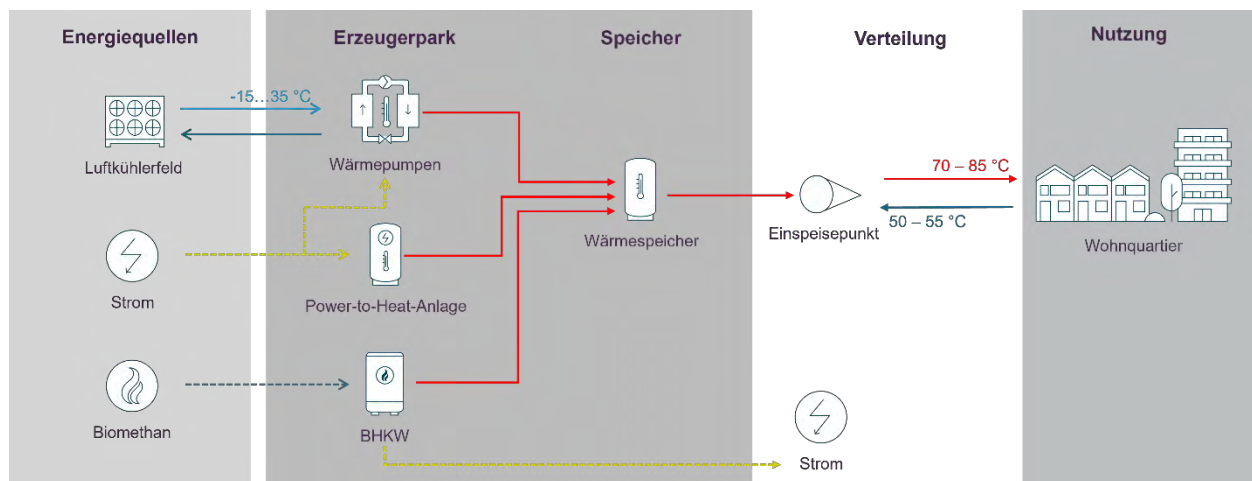


Abbildung 58: Schematische Darstellung Variante 3

Die Ergebnisse der technoökonomischen Simulation sind in Abbildung 59 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass die Luftwärmepumpe annähernd das gesamte Jahr zur Bereitstellung der Grundlast betrieben wird. Weiterhin zeigt sich auch hier, dass die thermische Leistung der Luftwärmepumpe in den Wintermonaten geringer ist als in den Sommermonaten. Dies hat wie bereits in Variante 2 den Hintergrund, dass die Nennleistung der Wärmepumpen ausschließlich für den Betriebspunkt A0/W70 gilt und die thermische Leistung der Wärmepumpe zusätzlich durch den Abtauzyklus bei geringen Außentemperaturen beschränkt wird. Die BHKW werden vornehmlich in den Wintermonaten und zur Übergangszeit zur Bereitstellung der Grund- und Mittellast eingesetzt. Wie bereits beschrieben, kann der KWK-Strom im Sinne der iKWK-Förderung mit bis zu 12 Cent/kWh bezuschusst werden. Die elektrisch betriebenen Spitzenlastkessel werden vornehmlich in den Wintermonaten zu Zeitpunkten mit hohem Wärmebedarf eingesetzt. Insgesamt werden im Jahresmittel 55 % des Wärmebedarfs durch die BHKW, 30 % durch die Luftwärmepumpe und 15 % durch die elektrischen Kessel bereitgestellt.

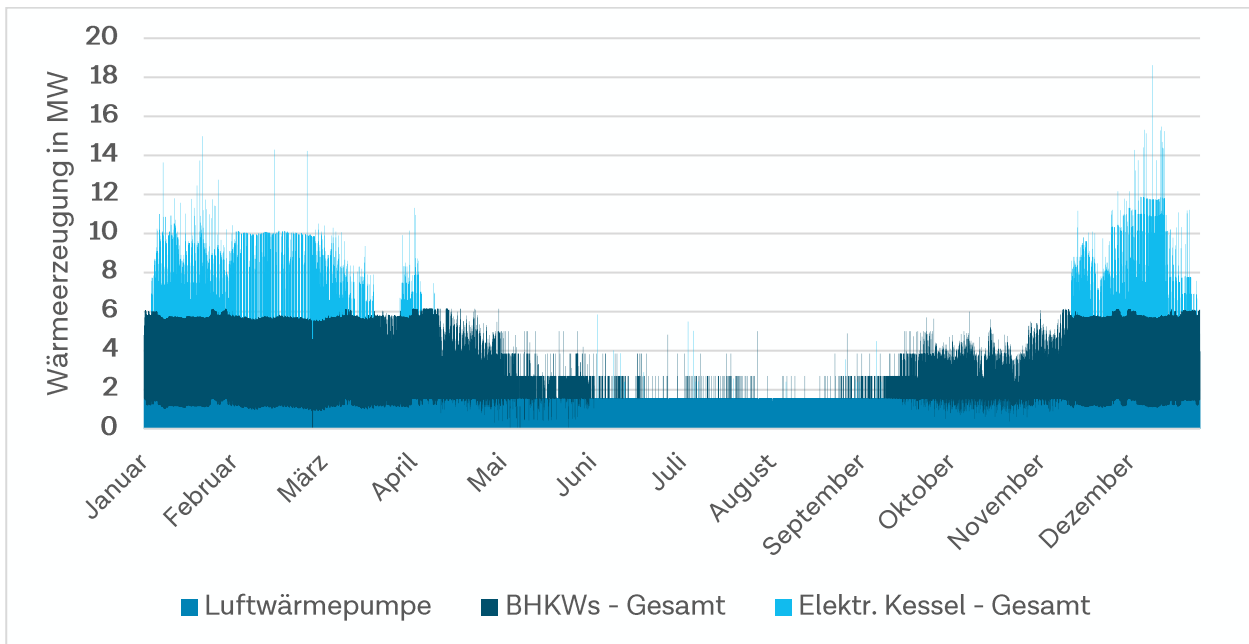


Abbildung 59: Erzeugerlastprofil Variante 3

Variante 4: Kraft-Wärme-Kopplung und Spitzenlastkessel

Der Erzeugerpark in Variante 4 ist identisch zu den bestehenden Erzeugern in der aktuellen Energiezentrale des Fernwärmenetzes. Variante 4 unterscheidet sich von der aktuellen Versorgung lediglich dadurch, dass nun auch die drei Spitzenlastkessel vollständig mit Biomethan betrieben werden und entsprechend der Spitzenlast im Netz als Redundanzsystem ausgelegt sind. Damit bleibt die Dimensionierung der beiden BHKW mit jeweils 2,3 MW thermischer Leistung und jeweils 1,8 MW elektrischer Leistung bestehen. Die drei Spitzenlastkessel haben nun eine thermische Leistung von jeweils 4,3 MW und einen Nutzungsgrad von 90 %. Analog zu den vorangegangenen Varianten hat sich auch hier gezeigt, dass die Dimensionierung der drei Pufferspeicher mit jeweils 120 m³ Volumen ausreichend ist. Somit sind auch in Variante 4 die drei Bestandsspeicher zur Zwischenspeicherung der Wärme vorgesehen. Abbildung 60 stellt die vierte Versorgungsvariante schematisch dar.

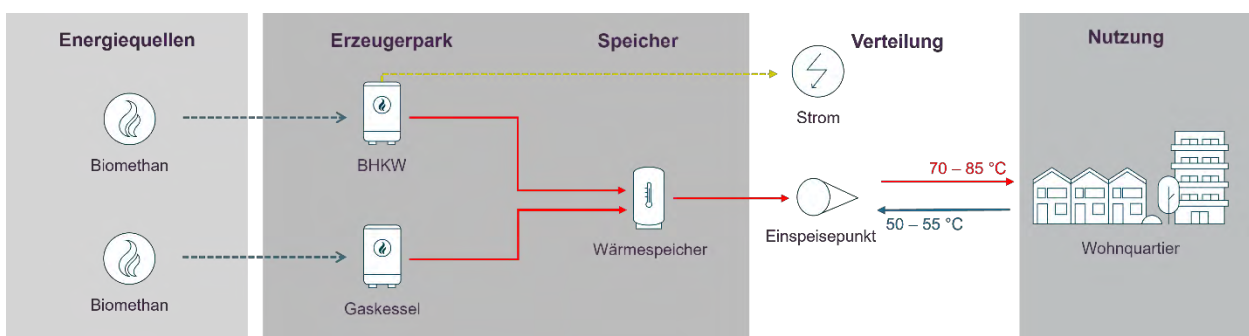


Abbildung 60: Schematische Darstellung Variante 4

In Abbildung 61 sind die Simulationsergebnisse der vierten Versorgungsvariante dargestellt. Die beiden BHKW werden ganzjährig zur Bereitstellung der Grund- und Mittellast betrieben. Innerhalb der Heizperiode werden die KWK-Anlagen durch die Spitzenlastkessel unterstützt. Insgesamt stellen die BHKW rund 75 % des Wärmebedarfs bereit. Folglich werden die restlichen 25 % des Bedarfs durch die Spitzenlastkessel bereitgestellt.

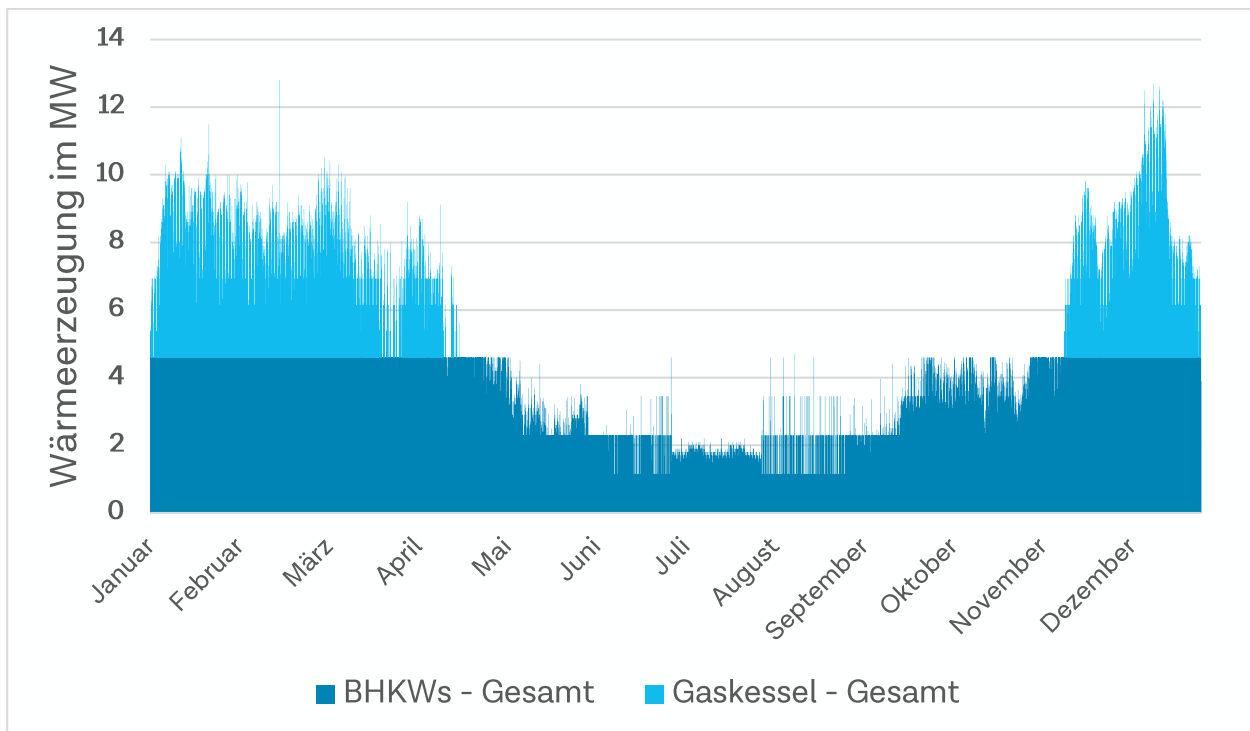


Abbildung 61: Erzeugerlastprofil Variante 4

Zusammenfassung der zentralen Versorgungsvarianten

Insgesamt wurden vier unterschiedliche Versorgungsvarianten zur zukünftigen Speisung des Wärmenetzes im Quartier vorgestellt und untersucht. Die Varianten unterscheiden sich hinsichtlich der genutzten Wärmequellen und den eingesetzten Wärmeerzeuger. In Variante 1 und 2 werden Umweltwärmequellen mithilfe von elektrisch betriebenen Wärmepumpen auf das benötigte Temperaturniveau zur Einspeisung in das Wärmenetz angehoben. Lediglich die Spitzenlastkessel werden mit Biomethan befeuert. Im Gegensatz hierzu beruht die Wärmeversorgung in den Varianten 3 und 4 maßgeblich auf der Verbrennung von Biomethan in den Blockheizkraftwerken. Während in Variante 4 auch die Spitzenlasterzeuger mit Biomethan betrieben werden, unterstützen in Variante 3 elektrisch betriebene Wärmeerzeuger die BHKW.

Die **Emissionen** aus der Verbrennung von Biomethan werden zukünftig nicht geringer; der deutsche Strommix hingegen soll vollständig dekarbonisiert werden. Damit werden sich die Versorgungsvarianten, welche einen Großteil der Wärme mit strombetriebenen Anlagen erzeugen, in Zukunft voraussichtlich als ökologisch vorteilhafter darstellen. Eine Möglichkeit, auch die Verbrennungsprozesse zukünftig vollständig zu dekarbonisieren, ist der Einsatz von grünem Wasserstoff als Brennstoff. Grundsätzlich können alle hier betrachteten Anlagen, die mit Biomethan betrieben werden, auch auf Wasserstoff umgerüstet werden. Wie

bereits in Abschnitt 5.2.1.4 beschrieben, ist aktuell jedoch davon auszugehen, dass grüner Wasserstoff zukünftig mit Priorität für mobile Anwendungen (E-Fuels) und Hochtemperaturprozesse benötigt wird, für die keine Alternative verfügbar ist. Für die Gebäudeheizung dagegen gibt es mit Wärmepumpen eine Alternative, die zudem nach heutiger Einschätzung anhaltend wirtschaftlicher sein wird.

Die nachfolgende Tabelle stellt zusammenfassend die untersuchten Versorgungsvarianten dar.

Tabelle 14: Bausteine der untersuchten Wärmeversorgungsvarianten

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Tiefengeothermie mit Wärmepumpe	X	O	O	O
Luftwärmepumpe	O	X	X	O
BHKW (Biomethan)	O	O	X	X
Spitzenlastkessel (Biomethan)	X	X	O	X
Spitzenlastkessel (elektrisch)	O	O	X	O
Pufferspeicher	X	X	X	X
Netztemperaturen VL/RL in °C	70-85 / 50-55	70-85 / 50-55	70-85 / 50-55	70-85 / 50-55

5.2.2.2 Dezentrale Wärmeversorgung

Für die Gebäude, bei denen ein Anschluss an ein lokales Wärmenetz perspektivisch nicht möglich bzw. sinnvoll ist, muss die Wärmeversorgung dezentral, also in jedem einzelnen Gebäude, umgestellt werden. Wie bereits beschrieben, wird der Teil des Quartiers, welcher auch zukünftig nicht an das zentrale Wärmenetz angeschlossen wird, maßgeblich durch Einfamilienhäuser, Doppelhäuser und Reihenhäuser geprägt. Je nach Gebäudetyp und Grundstück ergeben sich unterschiedliche Herausforderungen bezüglich einer nachhaltigen, wirtschaftlichen und zukunftsfähigen dezentralen Wärmeversorgung. Im Bereich der Reihenhäuser stellt die Integration von Wärmepumpen eine Herausforderung dar. Häufig ist kein freier Zugang zu den Gärten gegeben, um dort nachträglich eine Erdwärmesonde zu errichten. Zusätzlich kann der geringe Abstand der Gebäude dazu führen, dass die Installation einer Luftwärmepumpe zu einer Überschreitung der zulässigen Schallemissionsgrenzwerte führt. Um die Grenzwerte einzuhalten, bedarf es dann ggf. kostspieliger Maßnahmen zur Schallreduktion. Auf den Grundstücken der Einfamilienhäuser und Doppelhaushälften hingegen ist in der Regel ausreichend Platz entweder eine Erdwärmesonde nachträglich in den Boden einzubringen oder eine Luft-Wärmepumpe im Garten oder Vorgarten zu platzieren. Bei Mehrfamilienhäusern reicht die zur Verfügung stehende Fläche meist nicht aus, um nachträglich Erdwärmesonden im nötigen Umfang einzubringen. Hier muss vorzugsweise auf Luftwärmepumpen gesetzt werden. Es ist jedoch auch möglich, mit weniger Sondenbohrungen auszukommen, wenn die Erdwärmesonden im Sommer aktiv regeneriert werden (Solarthermie oder Rückkühler) oder tiefere Bohrungen gesetzt

werden. Bei Erdwärmesonden mit einer Tiefe über 100 m muss jedoch die Genehmigungsfähigkeit genauer geprüft werden.

Für die Integration von Pellets oder Holz hackschnitzeln bieten die meisten Heizungsräume nicht ausreichend Platz für ein Brennstofflager, da die Energiedichte von Holz rund zehn Mal geringer ist als von Heizöl. Eine Umstellung der Gaskessel auf bilanzielles Biomethan ist aktuell möglich, unklar ist jedoch, ob es auch zukünftig ausreichend Angebot auf dem Markt gibt und mit welchen Preisen zu rechnen ist.

Aus diesem Grund wird nachfolgend lediglich die dezentrale Versorgung mittels **oberflächennaher Geothermie** oder **Luftwärmepumpen** betrachtet. Zusätzlich wird in sämtlichen Gebäuden, welche dezentral versorgt werden, eine **Power-to-Heat** Anlage, welche entsprechend der erwarteten Spitzenbedarfe im Gebäude dimensioniert wird, sowie ein **Pufferspeicher** vorgesehen. Wir wählen Power-to-Heat als Spitzenlasterzeuger, da langfristig mit einem Rückbau der Gasverteilnetze zu rechnen ist, und Gaskessel entsprechend nicht als zukunftssichere Variante gelten können. Gleichzeitig wird mit fortschreitender Dekarbonisierung der deutschen Stromerzeugung die Ökobilanz von Strom laufend besser, während die Emissionen eines Gaskessels auch zukünftig hoch bleiben werden. Durch die Kombination des Power-to-Heat Moduls mit einem passend ausgelegten Pufferspeicher lassen sich die elektrischen Lastspitzen so weit reduzieren, dass bestehende Hausanschlüsse an das Stromnetz in der Regel ausreichen sollten. Es wird jedoch empfohlen, die bestehenden Kapazitäten im Stromnetz zu überprüfen und bei Bedarf zu erhöhen.

Die Wärmewende kann insbesondere im Bereich der dezentralen Versorgung nur mit einer Kopplung zum Stromsektor durch elektrisch betriebene Wärmeerzeuger flächendeckend umgesetzt werden. Folglich muss das Stromnetz langfristig auf die nötigen Kapazitäten ausgebaut werden.

Schon seit Jahren hält sich das Gerücht, Wärmepumpen könnten im Bestand nicht eingebaut werden und funktionieren nur in Verbindung mit Fußbodenheizungen. Die langjährige Feldstudie „WPsmart im Bestand: Wärmepumpenfeldtest – Fokus Bestandsgebäude und smarter Betrieb“ vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE⁴¹ zeigt, dass Wärmepumpen sogar sehr gut im Gebäudebestand integrierbar sind. Besonders kleine Temperaturspreizungen zwischen Wärmequelle und Heizungswassertemperaturen sorgen zwar für eine besonders gute Effizienz, aber auch die Effizienzen von Wärmepumpen, die im Bestand eingebaut wurden, sind stetig gestiegen. Im Mittel werden im Bestand mittlerweile JAZ von rund 3 für Luftwärmepumpen und von etwa 4 für Erdwärmepumpen erzielt. Das bedeutet durch den Einsatz von 100 % Strom werden bis zu 300 % bzw. 400 % an nutzbarer Wärme für das Gebäude bereitgestellt. Dies liegt zum einen an der technischen Weiterentwicklung der Produkte und zum anderen auch an geschulterem Fachpersonal. Die Feldstudie zeigt auf, dass nicht die gesamte Heizungsverteilung im Gebäude zu erneuern ist, sondern der Austausch einzelner Heizungskörper in unterversorgten Räumen und der hydraulische Abgleich des Systems ausreicht.

Bei besonders alten und schwach gedämmten Gebäuden, die beispielsweise noch vor 1978, also vor der ersten Wärmeschutzverordnung gebaut wurden, kann es vorkommen, dass die Heizlast im Winter zu groß wird, um die Räume mit einer Wärmepumpe ausreichend zu erwärmen. In diesen besonderen Fällen kann ein zusätzlicher Kessel in einem hybriden System unterstützen oder eine Wärmepumpe als alleiniger Wärmeerzeuger nur in Verbindung mit einer Gebäudesanierung eingebaut werden.

Für die wirtschaftliche Betrachtung der unterschiedlichen dezentralen Versorgungskonzepte wurde ein beispielhaftes Gebäude betrachtet. Der Wärmebedarf dieses Gebäudes entspricht dem Mittelwert aller Gebäude ohne Fernwärmeanschluss im Quartier. Insgesamt haben die dezentral versorgten Gebäude im Quartier im Jahr 2040 einen kumulierten Wärmebedarf in Höhe von rund 6.050 MWh/a. Dabei beträgt der mittlere jährliche Wärmebedarf pro Gebäude etwa 13.260 kWh/a, wobei die mittlere Nettoraumfläche der

⁴¹ Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/wpsmart-im-bestand.html

Gebäude 136,6 m² beträgt. Unter der Annahme, dass etwa 12,5 kWh/m² auf den Trinkwarmwasserbedarf im Gebäude anfallen, ergibt sich ein **mittlerer Heizwärmebedarf von 11.553 kWh/a** und ein **mittlerer Trinkwarmwasserbedarf von 1.707 kWh/a** für die dezentral versorgten Gebäude. Zur Berechnung der mittleren Spitzenlast des Heizwärmebedarfs wird eine typische Heizgrenztemperatur von 15 °C mittlere Tagesaußentemperatur angenommen. Damit kann die Gradtagzahl in Güstrow zu 1.553,7 K·d bestimmt werden. Für die Gebäude im Quartier wird eine Innenraumtemperatur von 20 °C angesetzt. Die Norm-Auslegungstemperatur in Güstrow beträgt -12 °C. Unter diesen Rahmenbedingungen ergibt sich eine mittlere Spitzenlast der Heizwärme von **9,9 kW**. Für das beispielhafte Gebäude wurden alle Wärmeerzeuger entsprechend der Spitzenlast ausgelegt. Folglich haben beide Anlagen (Wärmepumpe + Power-to-Heat) eine thermische Nennleistung von 9,9 kW und bilden damit eine redundante Versorgung ab. Ein Pufferspeicher mit einem Volumen von 500 l ermöglicht einen strommarktdienlichen Betrieb der Anlagen und erhöht den Anteil der Wärmepumpe an der Wärmeerzeugung. Die Wirtschaftlichkeit der dezentralen Wärmeversorgung wird anhand des betrachteten Beispielgebäudes für sämtliche Gebäude mit dezentraler Wärmeversorgung hochgerechnet (vgl. Abschnitt 0). Hierzu wurde die Annahme getroffen, dass von den Gebäuden ohne Wärmenetzanschluss zukünftig **80 % mit Luftwärmepumpen** und **20 % mit Geothermie**, d.h. Sole-Wärmepumpen inkl. Erdwärmesonden dezentral versorgt werden. Die JAZ der Luftwärmepumpen wird zu 3 und die JAZ der Sole-Wärmepumpen wird zu 4 angenommen. Die dezentralen Luftwärmepumpen stellen 90 % und die Sole-Wärmepumpen 95 % des Gebäudebedarfs bereit. Der restliche Bedarf wird über die elektrischen Spitzenlastkessel bereitgestellt. Die selben Annahmen gelten für die Berechnung der ökologischen Kennzahlen für die dezentrale Versorgung.

Luft-Wärmepumpe

Für die Integration einer Luft-Wärmepumpe muss ein geeigneter **Aufstellort für einen Luftkühler** gefunden werden. Die Luftkühler werden zur Gewinnung der Wärme aus der Außenluft eingesetzt und sind im Freien in der Nähe des zu versorgenden Gebäudes oder auf dem Dach platziert. Eine Luft-Wasser-Wärmepumpe kann als Monoblock oder als Split-Variante gebaut werden. Bei einer Split-Variante werden der Luftkühler und die Wärmepumpe räumlich voneinander getrennt errichtet. Es ist möglich Luft-Wasser-Wärmepumpen bei Außenlufttemperaturen von bis zu -15 °C zu betreiben. Luft-Wasser-Wärmepumpen werden meist im bivalenten Betrieb gemeinsam mit einem weiteren Wärmeerzeuger betrieben. Bei besonders niedrigen Temperaturen unterstützt dann ein meist bereits integrierter elektrischer Heizstab (Power-to-Heat).



Abbildung 62: Luft-Wasser-Wärmepumpe als Monoblock(l.)⁴², oder als Splitgerät (Luftkühler m. und r.)⁴³

Um den Aufstellort für den Luftkühler passend zu wählen, sind – neben der Anbindeleitung – die **Schallemissionen des im Luftkühler verbauten Ventilators** entscheidend. Bei der Berechnung der Schallemissionen ist zwischen Schalleistungs- und Schalldruckpegel zu unterscheiden. Der Schalleistungspegel gibt an, wie groß der Schallpegel direkt an der Geräuschquelle ist. Allerdings nimmt der Schall mit zunehmendem Abstand ab. Der Schalldruckpegel gibt an, wie hoch die Lärmbelastung aus einem gewissen Abstand zur Geräuschquelle ist. Der Schalleistungspegel der Quelle ist unabhängig vom Raum, während der Schalldruckpegel von der Entfernung von der Geräuschquelle und den Eigenschaften des Raums abhängig ist. Dazu gehören Faktoren wie die Größe des Raums und wie stark die Oberflächen im Raum Schall reflektieren oder absorbieren. Die Bestimmung des Schalleistungspegels hilft verschiedene Geräte vergleichen zu können, ohne die Umgebung genau zu kennen, in der sie getestet wurden, oder die Entfernung, in der Messungen durchgeführt wurden. Mithilfe des bekannten Schalleistungspegels kann der Schalldruckpegel berechnet werden. Für die Beschreibung der Schallwahrnehmung von Menschen und die Festlegung der gesetzlichen Grenzwerte wird der Schalldruckpegel genutzt.

Im Bundesimmissionsschutzgesetz in der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA-Lärm⁴⁴ sind zulässige Schalldruckpegel für verschiedene städtische Gebiete vorgegeben. Im reinen Wohngebiet beträgt der zulässige Schalldruckpegel 50 dB tagsüber und 35 dB nachts. Als Nachtruhe gilt die Zeit von 22.00 Uhr bis 6.00 Uhr. In Abbildung 63 sind die zulässigen Schalldruckpegel für verschiedene Gebiete aufgeführt.

Bei modernen Luft-Wasser-Wärmepumpen ist zwischen einem Tag- und einem Nachtbetrieb zu unterscheiden. Der Schallrechner⁴⁵ vom Bundesverband Wärmepumpe e.V. ermöglicht die Beurteilung der Schallemissionen von Luft-Wasser-Wärmepumpen nach TA-Lärm im Tagbetrieb zu Zeiten erhöhter Empfindlichkeit und während der Nacht. Als Grundlage für die Schallberechnung dienen Herstellerangaben.

⁴² Bildquelle: Heizungsbau Manger GmbH & Co. KG

⁴³ Bildquelle: ROHN & Co. GmbH

⁴⁴ Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) (1998). www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwwbund_26081998_IG19980826.htm

⁴⁵ Schallrechner. Bundesverband Wärmepumpe e.V. www.waermepumpe.de/schallrechner/






			
	Im reinen Wohngebiet	Im allgemeinen Wohngebiet	Mischgebiet (Wohngebiet & Gewerbe)
 Tagsüber	50 dB	55 dB	60 dB
 22:00 - 06:00	35 dB	40 dB	45 dB

Abbildung 63: Zulässige Schalldruckpegel⁴⁶

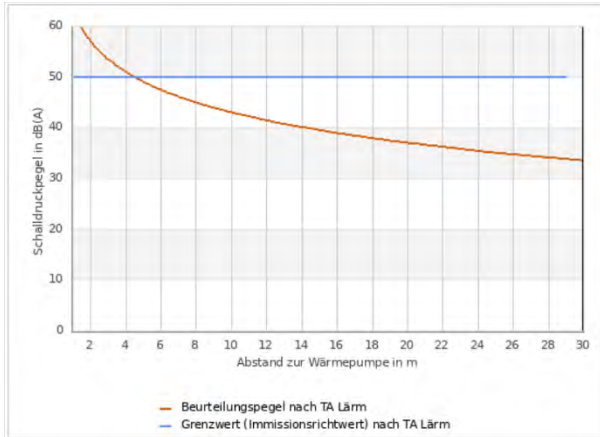
In Abbildung 64 ist die Beurteilung des Schalldruckpegels einer Luft-Wasser-Wärmepumpe für das betrachtete Beispielgebäude aufgeführt. Bei der Berechnung handelt es sich um eine Außenaufstellung an einer Wand mit dem Abstand bis zu 3 m von der Wand. Wird die Wärmepumpe nicht an der Wand, sondern frei aufgestellt, reduziert sich der Schalldruckpegel. Wird die Wärmepumpe in einer Ecke oder zwischen zwei Wänden oder unter einem Vordach installiert, vergrößert sich der Schalldruckpegel. Es ist ersichtlich, dass sowohl tagsüber als auch in der Nacht ein **Abstand von mindestens 5 m** zwischen dem Luftkühler und dem Empfänger (Nachbargrundstück, Schlafzimmerfenster) benötigt wird, um die Immissionsrichtwerte gemäß der TA-Lärm einzuhalten. Der Nachtbetrieb bedeutet in der Regel eine reduzierte Drehzahl des Ventilators mit verminderter Leistung der Wärmepumpe, wodurch die Lautstärke abnimmt, gleichzeitig gilt nachts aber ein niedrigerer Grenzwert, so dass im Ergebnis etwa der gleiche Abstand nötig ist. Kann der o.g. Abstand auf einem schmalen Grundstück nicht eingehalten werden, muss ein Aufstellort in größerer Entfernung zu einer Wand gewählt werden, oder zusätzliche Schallschutzmaßnahmen ergriffen werden, beispielsweise Schallschutzhauben oder Schwingungsdämpfer. Diese Maßnahmen verursachen allerdings höhere Investitionskosten. Eine gute Orientierung dazu bietet der *Leitfaden Schall* des Bundesverband Wärmepumpe e.V.⁴⁷

⁴⁶ GeVestor Financial Publishing Group. Lärmbelästigung: Wissenswertes für Vermieter & Mieter. www.gevestor.de/finanzwissen/immobilien/vermieten-abrechnen/laermbelaestigung-501825.html

⁴⁷ Leitfaden Schall (2010), Bundesverband Wärmepumpe e.V. (Hrsg.), PDF, 24 Seiten: https://www.waermepumpe.de/uploads/media/BWP10032_LeitfadenSchall_Bildschirmversion.pdf

Tagbetrieb

Beurteilungspegel (Lr): 33,5 dB(A)



Nachtbetrieb (mit Schallreduzierung)

Beurteilungspegel (Lr): 19,5 dB(A)

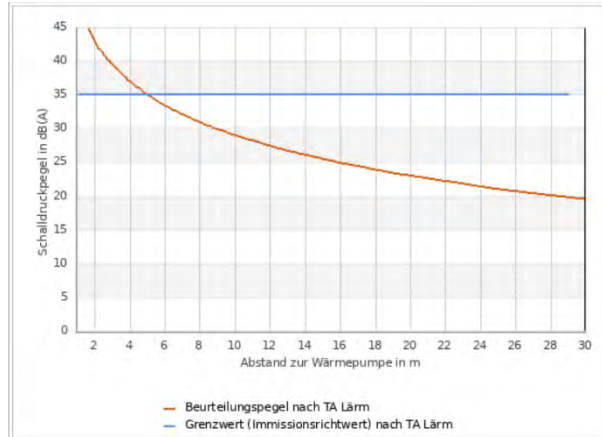


Abbildung 64: Schalldruckpegel-Verlauf beim Tagbetrieb und Nachtbetrieb einer Luft-Wasser-Wärmepumpe für das betrachtete Beispielgebäude (Quelle: Schallrechner⁴⁸ vom Bundesverband Wärmepumpe e.V.)

Durch die logarithmische Skala weist das Rechnen mit Schallpegeln Besonderheiten auf. Bei der Einwirkung mehrerer gleicher Schallquellen dürfen die Pegel in Dezibel nicht addiert werden. Die Pegel müssen zuerst in physikalische Schalldrücke zurückgeführt werden, die dann summiert werden können. Durch die anschließende Logarithmierung ergibt sich nur eine geringfügige Zunahme des resultierenden Schallpegels. Werden beispielsweise die gleichen Luft-Wasser-Wärmepumpen mit einem Schalleistungspegel von 52 dB(A) für fünf Reihenhäuser nebeneinander auf einer Seite des Hauses montiert und gleichzeitig betrieben, ergibt sich ein Summenpegel in Höhe von ca. 59 dB(A). Solche Schallzunahme ist für die Menschen bereits deutlich wahrnehmbar, wird aber nicht als zwei- oder fünfmal lauter empfunden. Erst eine Zunahme um 10 dB empfinden Menschen im Allgemeinen als doppelt so laut.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass häufig Bedenken in Hinblick auf Schallemissionen von Luft-Wärmepumpen geäußert werden. Bei neuen Anlagen und einer fachgerechten Installation und der Wahl eines passenden Standortes halten neue, effiziente Anlagen die gesetzlichen Rahmenbedingungen für den Schalldruckpegel von 50 dB(A) problemlos ein.

Folgende weitere Punkte können zusätzlich zur Schallreduktion beitragen:

- Keine Sichtverbindung vom Ventilator zu Fenstern
- Installation auf einem extra Sockel
- Kein Nachtbetrieb durch einen ausreichend dimensionierten Wärmespeicher
- Wärmepumpe eher großzügig dimensionieren, damit der Lüfter nicht regelmäßig auf voller Leistung laufen muss
- Installation von Schallschutzhauben

⁴⁸ Schallrechner. Bundesverband Wärmepumpe e.V. www.waermepumpe.de/schallrechner/

Oberflächennahe Geothermie

Für die Integration einer Erdwärmesonde müssen die geologischen Voraussetzungen erfüllt sein und ein passender Ort für die Bohrungen identifiziert werden. Wie in Kapitel 5.2.1.4 bereits erläutert, eignet sich das Gebiet grundsätzlich zur Gewinnung von Wärme aus dem Erdboden.

Für das beispielhaft betrachtete Gebäude sind zwei Sonden erforderlich. Beide Sonden müssen in einem Abstand von mindestens 6 m zueinander eingebracht werden. Bei einer Erdwärmeentnahme darf den benachbarten Grundstücken keine Erdwärme entzogen werden. Zur Vereinfachung wird davon ausgegangen, dass bei Anlagen kleiner 30 kW die Wärmeentnahme auf dem Grundstück verbleibt, wenn ein Abstand von 5 m zwischen Erdwärmesonde und den Grundstücksgrenzen eingehalten wird. Im Leitfaden zur geothermischen Nutzung des oberflächennahen Untergrundes vom Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern von 2015 steht folgendes: „*Wegen der [...] Mindestabstände zwischen benachbarten Sonden ergibt sich auch ein erforderlicher Mindestabstand zur Grundstücksgrenze. Dieser beträgt bei einer Einzelsonde 5 m. Für Sondengruppen oder -feldern sind die Abstände zu vergrößern*“. Für einen klassischen Garten in einem Reihemittelhaus mit 6 m Breite und 10 m Länge ist die Einhaltung dieser Abstände kaum möglich und nur mit Einverständniserklärung des Nachbarn umsetzbar. Zu berücksichtigen ist auch, dass aus technischen Gründen ein Abstand von 2 m zum Gebäude ebenfalls erforderlich ist. Grenzt das Grundstück an eine Straße oder Bürgersteig, so gelten in der Regel keine Abstandsregelungen. Bestehende Versorgungsleitungen (Gas- und Stromanschluss, Kanalisation) müssen aber berücksichtigt werden und entsprechende Abstände sind einzuhalten.

Es zeigt sich also, dass **Anforderungen an die Grundstücksgröße** erfüllt sein müssen, damit Erdwärmesonden eingebracht werden können. Da dies nicht bei allen Gebäuden der Fall ist, wurde angenommen, dass lediglich 20 % der Gebäude ohne Fernwärmenetzanschluss zukünftig oberflächennahe Geothermie als Wärmequelle nutzen werden. Wie bereits beschrieben, ist aufgrund des hohen Flächenbedarfs für ein Sondenfeld die Nutzung von oberflächennaher Geothermie **für Mehrfamilienhäuser meist auszuschließen**. Es besteht jedoch die Möglichkeit aktiver Regeneration oder der Einbringung tieferer Sonden. Hier ist jedoch keine pauschale Aussage möglich und es wird eine Einzelfallprüfung empfohlen.

5.2.3 Wirtschaftlichkeit ‚Nachhaltige Wärmeversorgung‘

5.2.3.1 Förderprogramme

Die **Bundförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)** ist ein Förderprogramm für den Neubau von Wärmenetzen mit hohen Anteilen erneuerbaren Energien sowie für die Dekarbonisierung von bestehenden Netzen. Sie hat zum 15.09.2022 die Richtlinie Wärmenetzsysteme 4.0 abgelöst. Wesentlicher Bestandteil ist neben der Investitionsförderung auch die Betriebsförderung von Wärmepumpen.

Die BEW ist derzeit mit einem Fördervolumen von insgesamt drei Milliarden Euro ausgestattet und ist Teil des *Klimaschutzprogramms 2030* der Bundesregierung. Sie soll dazu beitragen, die CO₂-Emissionen im Gebäudesektor zu reduzieren und den Ausbau erneuerbarer Energien zu fördern. Das Programm soll besonders den Ausbau von hocheffizienten Wärmenetzen in Deutschland zu fördern und somit einen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele zu leisten.

Die Förderung umfasst dabei sowohl die Investitionskosten für den Bau oder die Sanierung von Wärmenetzen als auch die Kosten für die Anbindung von Gebäuden an ein Wärmenetz. Zudem werden auch Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Wärmenetzen, wie z.B. der Einsatz von hocheffizienten Wärmeübergabestationen, und Erzeugungsanlagen gefördert. Der Fördersatz beträgt 40 %.

KWKG

Das Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) regelt die Förderung von KWK-Strom, Wärmenetzen und -Speichern die vorrangig aus KWK-Anlagen gespeist werden. Neben der Zuschussförderungen für Netze und Speicher in Höhe von 40 % ist die Zahlung des KWK-Zuschlags auf eingespeisten Strom das wesentliche Förderinstrument. Für große Anlagen ab 1 MW wird die Förderhöhe seit 2017 in Form von Ausschreibungen ermittelt. Eine besondere Ausschreibungsform bezieht sich auf iKWK-Systeme.

BEG

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) ist ein Förderprogramm für Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich. Das Programm ist 2021 gestartet und löst die historisch gewachsene Vielzahl der früheren Förderprogramme im Gebäudebereich ab.

Der Heizungsaustausch, z.B. der Einbau einer Wärmepumpe, wird in der Basisförderung mit 30 % der Investitionsausgaben gefördert. Beim Einbau einer Wärmepumpe mit natürlichem Kältemittel oder der Nutzung einer effizienten Wärmequelle wie Geothermie gibt es einen Effizienzbonus in Höhe von 5 % der Investitionsausgaben. Zudem gibt es einen einkommensabhängigen Bonus für Haushaltseinkommen bis 40.000 EUR, bei dem der Fördersatz um weitere 30 % steigt. Für den Austausch einer funktionsfähigen Heizungsanlage, die älter als 20 Jahre ist, gibt es weitere 20 % Bonus. Insgesamt ist die Förderhöhe auf 70 % der förderfähigen Investitionskosten sowie 30.000 EUR anrechenbare Kosten gedeckelt.

5.2.3.2 Vollkostenrechnung Fernwärme

Für die wirtschaftliche Bewertung der zuvor aufgeführten Varianten wurde eine Vollkostenrechnung nach VDI 2067 durchgeführt. Das Ergebnis sind durchschnittliche netto Wärmegestehungskosten für einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren. Der Berechnung zu Grunde liegen Annahmen aus der folgenden Tabelle. Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind als Richtwerte zu verstehen, da sie auf einer Vielzahl von Annahmen basieren.

Tabelle 15: Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Wirtschaftlichkeitsparameter	Annahme
Strommix (Mittlerer Nettopreis exkl. EEG-Umlage)	22,7 Cent/kWh
Wärmepumpen-Stromtarif (Mittlerer Nettopreis exkl. Umlagen)	15,3 Cent/kWh
Biomethan (Nettopreis exkl. CO ₂ -Bepreisung)	9,0 Cent/kWh
Betrachtungszeitraum	20 a
Zins für abzuschreibende Investitionen	2 %
Baunebenkosten	20 %
Puffer für Unvorhergesehenes	10 %

Tabelle 16: Komponentenspezifische Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Anlagen	Abschreibungsdauer	Instandsetzung und Wartung	Spezifische Investitionskosten
Wärmepumpen	20 a	2,5 %	230 – 630 €/kW _{th}
Rückkühlwerk	20 a	3,5 %	375 €/kW
Wärmespeicher	20 a	2,0 %	1.200 €/m ³
Wärmenetz	40 a	1,0 %	1.000 €/m
Mess-, Steuer- und Re- gelungstechnik	15 a	3,0 %	5 % der Investitionskosten
Tiefengeothermie	50 a	3,0 %	20.000.000 € (pauschal)
Biomethankessel	20 a	4,0 %	63 €/kW

Wärmenetz

Die benötigten Energieanlagen wurden mithilfe der Simulation vordimensioniert. Je nach Anlagengröße variieren die spezifischen Kosten pro Anlagenteil. Mit Hilfe der spezifischen Investitionskosten und weiteren Richtpreisangeboten aus konkreten Planungsprojekten wurden die folgenden absoluten Investitionen ermittelt und in Abbildung 65 dargestellt.

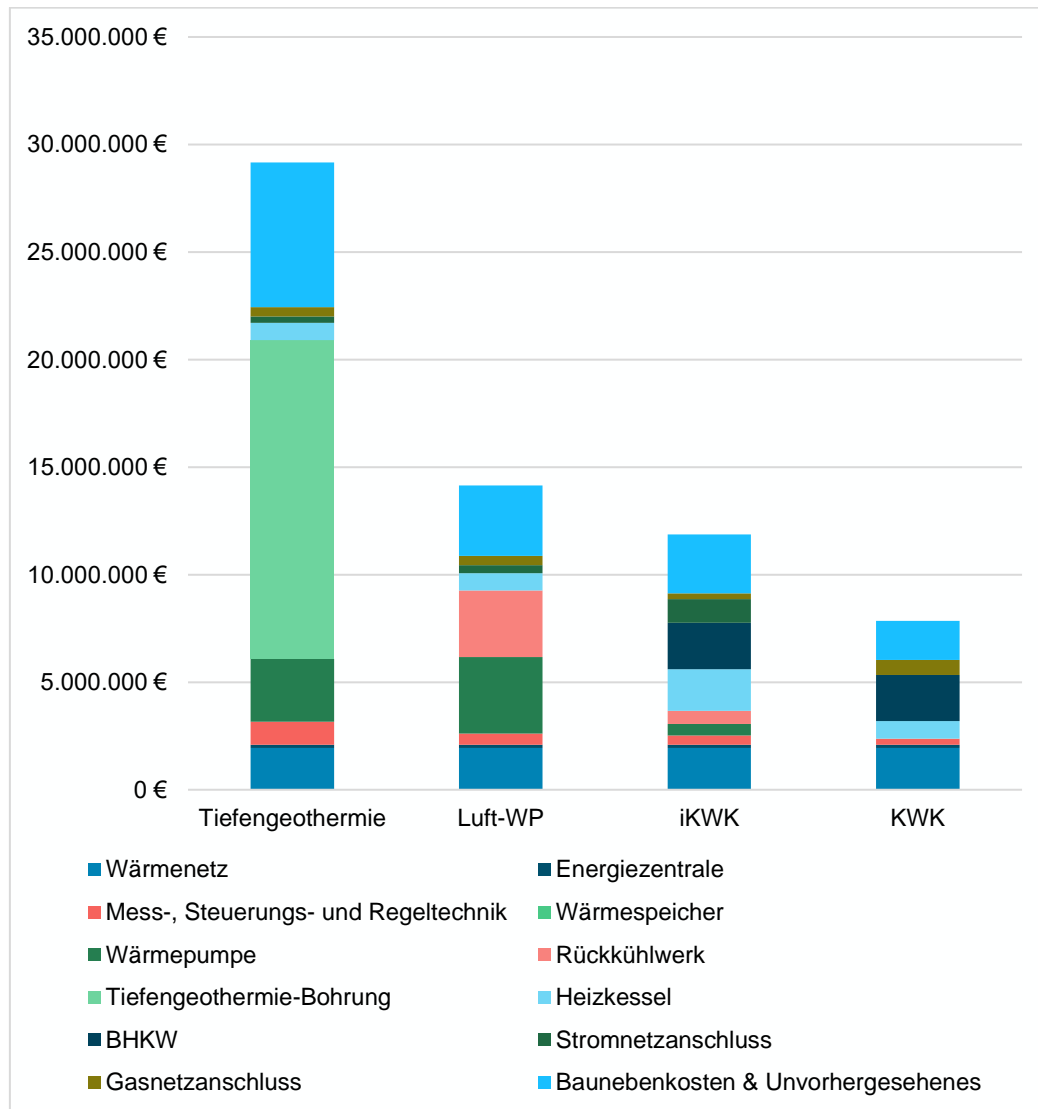


Abbildung 65: Investitionskosten der Fernwärme-Erzeugungsvarianten

Mit rund 29 Mio. EUR weist die Variante mit Tiefengeothermie die höchsten Investitionskosten auf, demgegenüber betragen die Investitionskosten der KWK-Variante nur knapp 8 Mio. EUR.

Unter Berücksichtigung der Fördermöglichkeiten ergeben sich die in Abbildung 66 dargestellten Investitionskosten. Für die Varianten Tiefengeothermie und Luftwärmepumpen ist dabei die Investitionskostenförderung nach BEW angenommen worden, die iKWK-Variante enthält keine Investitionskostenförderung und für die KWK-Variante wird für den Netzausbau eine Förderung nach KWKG angenommen.

So ergeben sich Förderquoten zwischen 37 % und 0 % (siehe rechte y-Achse).

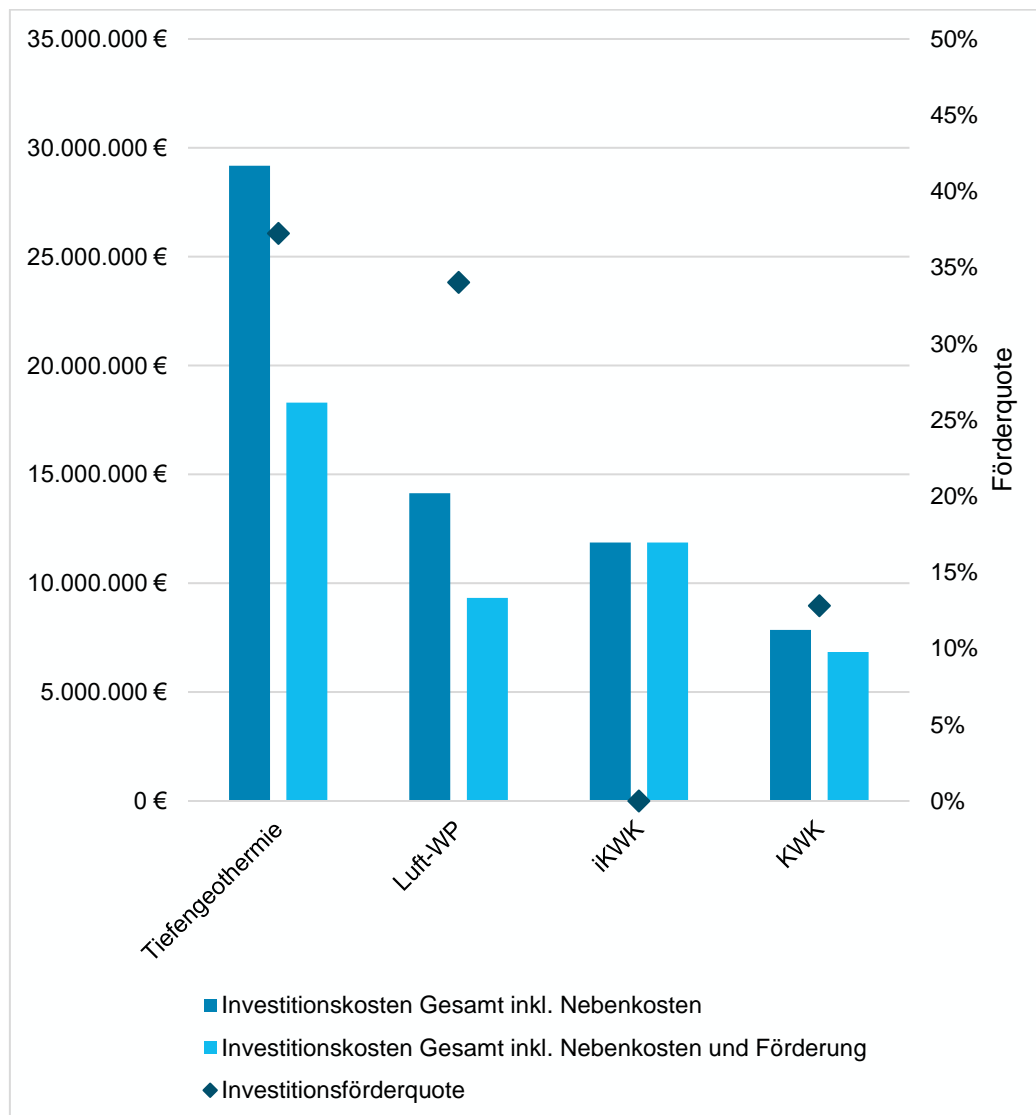


Abbildung 66: Investitionskosten der Fernwärme-Erzeugungsvarianten mit und ohne Förderung

Die Gesamtwärmekosten setzen sich aus den kapitalgebundenen, den betriebsgebundenen und den bedarfsgebundenen Kosten zusammen. Die kapitalgebundenen Kosten spiegeln die einmaligen Investitionskosten wider, die mithilfe der Annuitätsmethode als jährliche Abschreibungen dargestellt werden. Die betriebsgebundenen Kosten enthalten Zahlungen für Wartung, Instandhaltung und Reparaturen, während die bedarfsgebundenen Kosten die Brennstoffkosten umfassen.

In Abbildung 67 sind die jährlichen Gesamtwärmekosten für jede Versorgungsvariante dargestellt. Bei den jährlichen Verbrauchskosten der Wärmepumpen in den Varianten Tiefengeothermie und Luftwärmepumpe wurden die BEW-Betriebsförderungen für den Wärmepumpenbetrieb berücksichtigt, für die beiden Varianten iKWK und KWK wurden die Stromerlöse einkalkuliert. Bei den aufgeführten Gesamtwärmekosten ist noch keine Rendite eines potenziellen Wärmenetzbetreibers berücksichtigt. Es handelt sich ausschließlich um die Kosten zur Wärmeerzeugung und -verteilung.

Abbildung 67 verdeutlicht, dass bei allen vier Varianten die bedarfsgebundenen Kosten die dominierende Kostengruppe sind. Somit hängen die Wärmegestehungskosten stark von den Brennstoffkosten ab. Diese Abhängigkeit ist bei den Varianten iKWK und KWK besonders stark ausgeprägt, bei denen der Biomethanpreis großen Einfluss auf die Wärmekosten hat. Ein zukünftiger Biomethanpreis ist derzeit schwer abzuschätzen. Aufgrund der gesetzlichen Anforderungen für die Wärmeerzeugung ist spätestens 2029 mit einer deutlich erhöhten Nachfrage nach Biomethan zu rechnen⁴⁹.

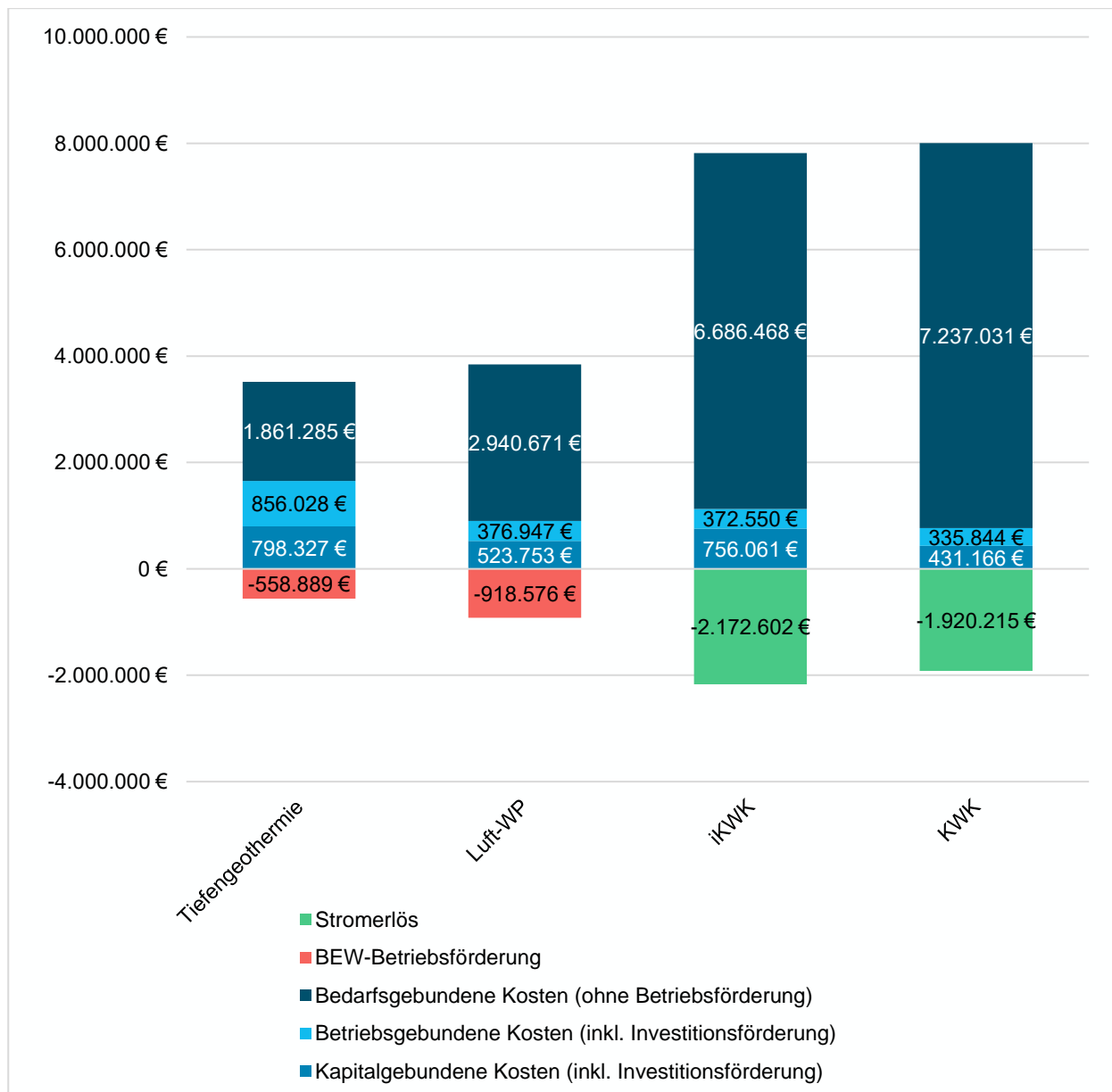


Abbildung 67: Jährliche Gesamtwärmekosten der Fernwärme-Erzeugungsvarianten inklusive Förderung

⁴⁹ Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2023): *Branchenbarometer Biomethan 2023* https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publicationen/PDFs/2023/ANALYSE_Branchenbarometer_Biomethan_2023.pdf

Die Restwerte der Varianten nach der Betrachtungsdauer von 20 Jahren sind in Abbildung 68 dargestellt.

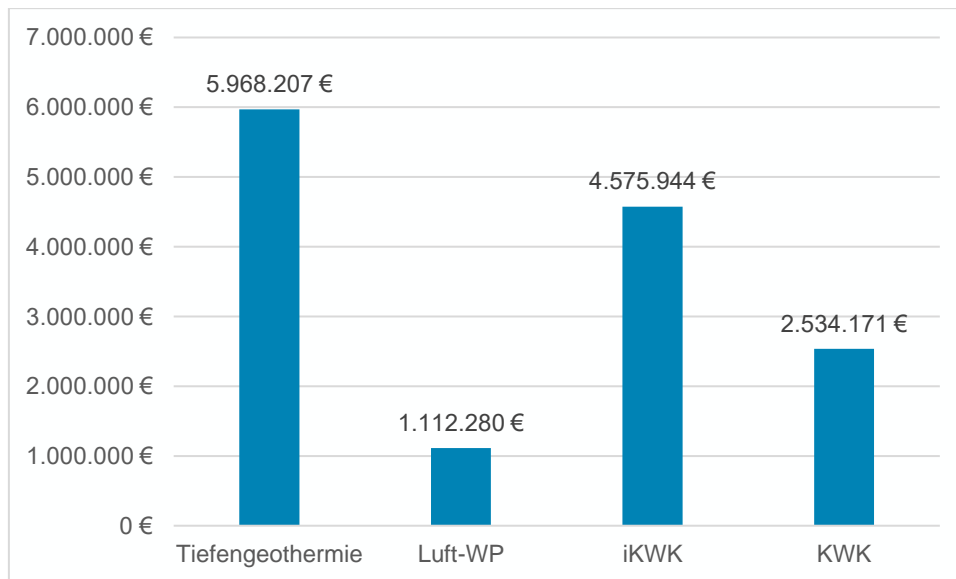


Abbildung 68: Rechnerische Restwerte der Fernwärme-Erzeugungsanlagen nach dem Betrachtungszeitraum für die Wärmegestehungskosten, also nach 20 Jahren

In Abbildung 69 sind die netto-Wärmegestehungskosten für jede Variante dargestellt. In der Variante mit Tiefengeothermie liegen die spezifischen Wärmekosten bei 9,0 Ct/kWh. In der zweiten Variante mit Luft-Wärmepumpe sinken die Kosten leicht auf 8,9 Ct/kWh. Für iKWK betragen die Kosten 17,2 Ct/kWh und für die KWK-Variante 18,5 Ct/kWh. Ausschlaggebend bei diesen beiden Varianten sind die bereits zuvor benannten Annahmen für die Brennstoffkosten für Biomethan.

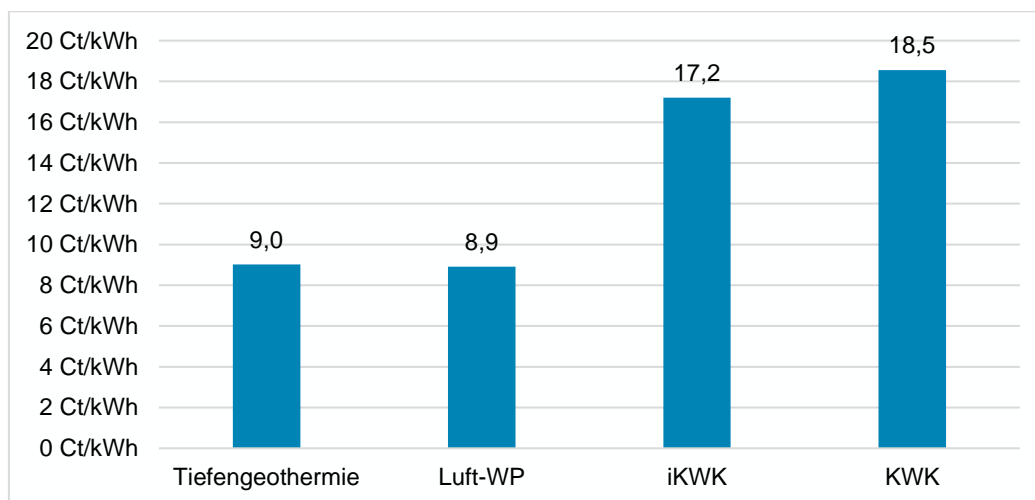


Abbildung 69: Wärmegestehungskosten der Fernwärme-Versorgungsvarianten, netto. Enthalten sind kapitalgebundene Kosten (insb. Investitionen), betriebsgebundene Kosten (insb. Wartung) und bedarfsgebundene Kosten (insb. Strom und Brennstoff) über 20 Jahre, wobei nach 20 Jahren ein Restwert der Anlagen verbleiben kann (siehe oben).

5.2.3.3 Dezentrale Wärmeversorgung

Nachfolgend wird die Wirtschaftlichkeit der dezentralen Wärmeversorgung anhand eines Beispielshauses mit einem Wärmebedarf von 13,2 MWh/a und einer Leistung von 9,9 kW dargestellt. Die Investitionskosten für eine Versorgung mit Luft-Wärmepumpe betragen rund 14 TEUR, die Versorgung mit Sole-Wärmepumpe und Erdwärmesonde sind mit knapp 27 TEUR fast doppelt so hoch.

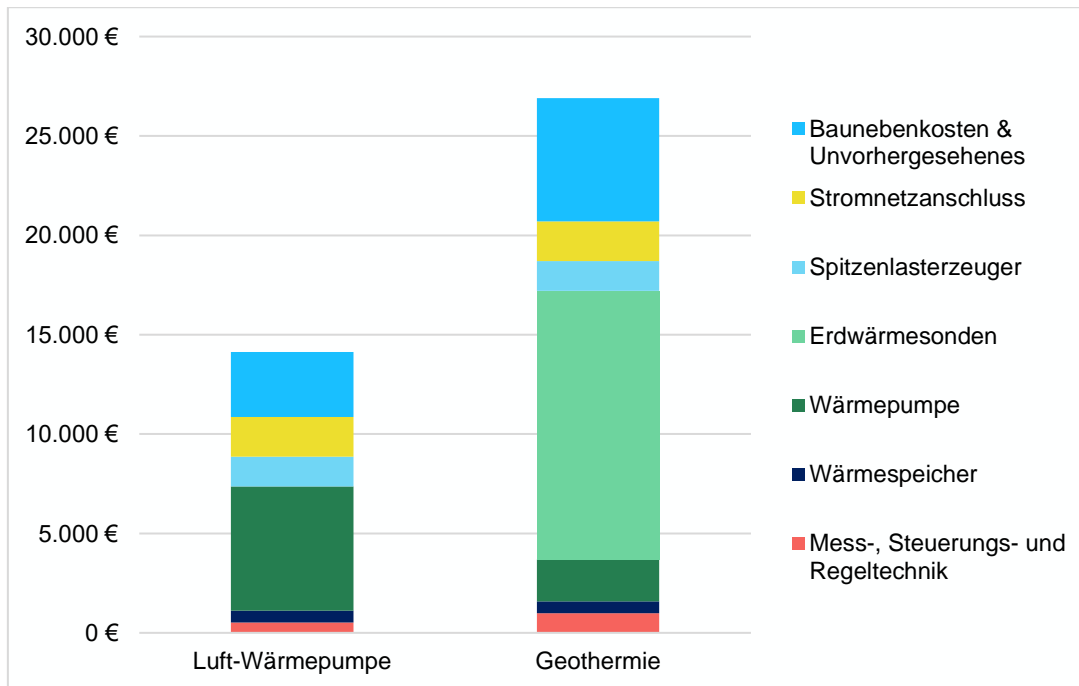


Abbildung 70: Investitionskosten für die **dezentrale** Wärmeversorgung

Unter Annahme einer Förderung nach der BEG und einem Fördersatz der förderfähigen Komponenten von 35 % ergeben sich die in Abbildung 71 dargestellten Investitionskosten nach Förderung.

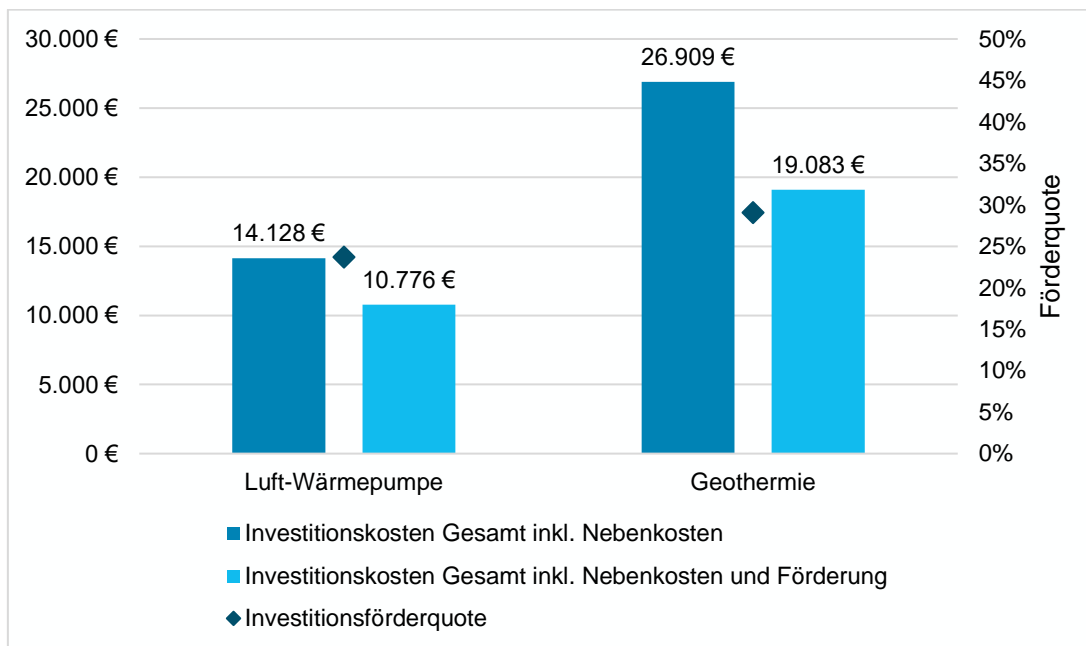


Abbildung 71: Investitionskosten nach Mindestförderung für die **dezentrale** Wärmeversorgung. Höhere Förderquoten sind möglich.

Die Aufteilung der jährlichen Wärmekosten nach Kostenarten ist Abbildung 72 zu entnehmen. Für die Variante mit Erdwärmesonden fallen aufgrund des effizienteren Betriebs der Wärmepumpe geringere bedarfsgebundene Kosten an, gleichzeitig sind aber sowohl die kapitalgebundenen als auch die betriebsgebundenen Kosten aufgrund der Erdwärmesonde höher.

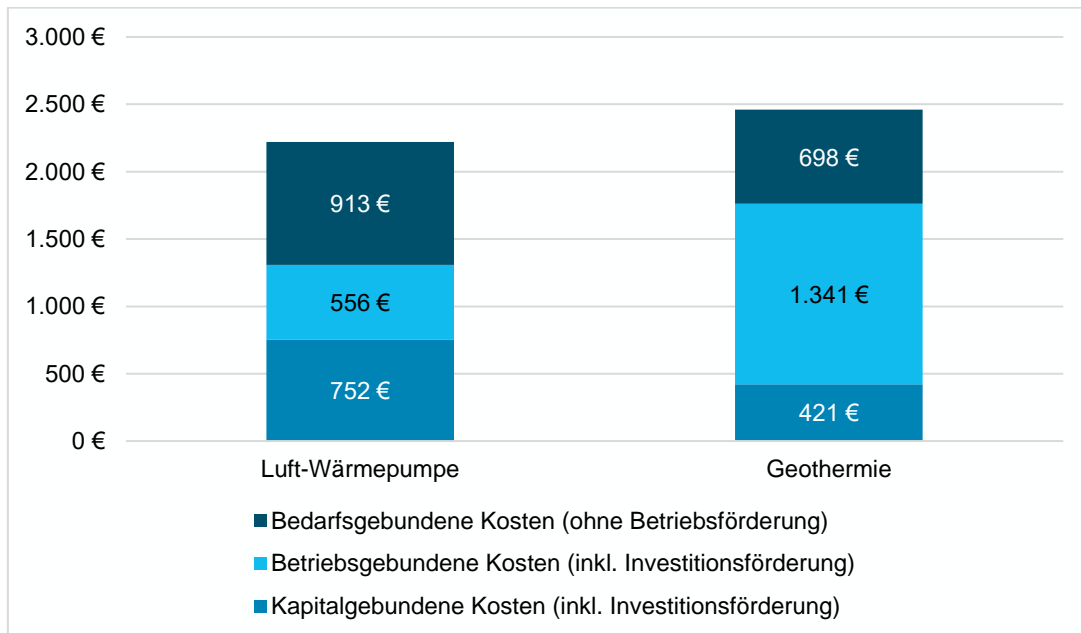


Abbildung 72: Aufteilung der Jahreswärmekosten für die **dezentrale** Wärmeversorgung, netto. Enthalten sind kapitalgebundene Kosten (inbs. Investitionen), betriebsgebundene Kosten (inbs. Wartung) und bedarfsgebundene Kosten (inbs. Strom und Brennstoff) über 20 Jahre, wobei die Erdsonden mit einer angenommenen Lebensdauer von 50 Jahren in der Zeit nur anteilig abgeschrieben werden.

Aus den Jahreswärmekosten ergeben sich **Wärmegestehungskosten von 15,9 Ct/kWh für die Versorgung mit Luft-Wärmepumpe und 19,1 Ct/kWh für die Variante mit Erdwärmesonde**. Nach BEG ist, abhängig vom Haushaltseinkommen und Alter der bisherigen Heizungsanlage, eine Investitionsförderquote bis zu 70 % möglich. Werden diese 70 % angesetzt, reduzieren sich die Wärmegestehungskosten auf 14,2 Ct/kWh für die Variante Luft-Wärmepumpe bzw. 16,6 Ct/kWh für die Variante Erdwärmesonden.

5.2.4 Energie- und CO₂-Einsparungen „Nachhaltige Wärmeversorgung“

Im Folgenden werden die Einsparpotenziale der Primärenergie und CO₂-Emissionen durch die nachhaltige Wärmeversorgung im Quartier beziffert. Die dargestellten Einsparpotenziale beziehen sich auf die Reduktion des Wärmebedarfs infolge der **Gebäudemodernisierung** nach Abschnitt 5.2.1.1, der **Umstellung der Wärmeversorgung** auf nachhaltige Quellen nach Abschnitt 5.2.2 und auf die **Dekarbonisierung des deutschen Strommixes** entsprechend des Klimaschutzprogramms der Bundesregierung und des Landes Mecklenburg-Vorpommern nach Tabelle 17.

Die möglichen Energie- und CO₂-Einsparungen werden nachfolgend sowohl für die zentrale Versorgung durch das Wärmenetz als auch für die dezentrale Wärmeversorgung der Einzelgebäude bestimmt und erläutert.

Wärmenetz

Durch die kontinuierliche Dekarbonisierung des Stroms in Deutschland sind die aufgezeigten Wärmeversorgungssysteme auf Basis von Wärmepumpen im Vergleich zukünftig besonders ökologisch.

Mit vollständiger Dekarbonisierung des Stroms wird auch die Wärmversorgung im Quartier weitestgehend emissionsfrei. In Abbildung 73 sind die jährlichen CO₂-Emissionen für die Varianten der zentralen

Wärmeversorgung aufgeführt. Das im Jahr 2019 beschlossene Klimaschutzprogramm der Bundesregierung setzt fest, dass die CO₂-Emissionen im Vergleich zum Jahr 1990 schrittweise gemindert werden sollen – nach den aktuellen Beschlüssen der Bundesregierung zum Klimaschutzgesetz sind zwei Stufen auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität vorgesehen: Bis 2030 sollen die CO₂-Emissionen im Vergleich zum Jahr 1990 um 65 % reduziert werden. Bis 2040 sollen sie bereits um 88 % gegenüber dem Vergleichsjahr zurückgegangen sein. Als Berechnungsbasis werden die spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren des netzbezogenen Stroms für das Jahr 2030 und 2040 aus der Veröffentlichung des AGFW *Empfehlungen zur Erstellung eines Transformationsplanes nach BEW*⁵⁰ zu 260 g_{CO2}/kWh für das Jahr 2030 bzw. zu 30 g_{CO2}/kWh für das Jahr 2040 angenommen. Die Primärenergiefaktoren für netzbezogenen Strom werden ebenfalls aus der AGFW-Veröffentlichung⁵⁰ übernommen. Für das Jahr 2030 wird der Primärenergiefaktor des deutschen Strommixes zu 0,8 und für das Jahr 2040 zu 0,1 angenommen. Die dargelegten Faktoren für das Jahr 2040 entsprechen den Faktoren für das Jahr 2045 aus der AGFW-Veröffentlichung. Diese Annahme wird getroffen, da Mecklenburg-Vorpommern bereits bis 2040, fünf Jahr vor der gesamten Bundesrepublik, die gesetzten Klimaziele erreichen möchte. Folglich wird davon ausgegangen, dass in Mecklenburg-Vorpommern bilanziell bereits in 2040 der Stromverbrauch des Bundeslands vollständig aus erneuerbaren Energien bereitgestellt wird. Damit gelten für Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2040 bereits die Werte, welche in der Bundesrepublik für das Jahr 2045 prognostiziert werden.

Der Emissionsfaktor sowie der Primärenergiefaktor für Biomethan werden als konstant betrachtet (vgl. Tabelle 4). Die nachfolgende Tabelle stellt zusammenfassend die verwendeten Faktoren für Strom und Biomethan dar.

Tabelle 17: Angenommene Emissionsfaktoren und Primärenergiefaktoren 2030/2040 für Strom und Biomethan

Energieträger	Spez. Emissionsfaktor 2030 f_{THG} [g _{CO2} /kWh]	Primärenergiefaktor 2030 f_P [-]	Spez. Emissionsfaktor 2040 f_{THG} [g _{CO2} /kWh]	Primärenergiefaktor 2040 f_P [-]
Netzbezogener Strom	260	0,8	30	0,1
Biomethan	140	0,5	140	0,5

In Abbildung 73 sind die jährlichen CO₂-Emissionen für die Varianten der zentralen Wärmeversorgung aufgeführt. Der Einfluss der bundesweiten Dekarbonisierung des Stromsektors wird im Vergleich der Zahlen von 2030 und 2040 deutlich sichtbar.

⁵⁰ AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. (2023): Empfehlungen zur Erstellung eines Transformationsplanes nach BEW

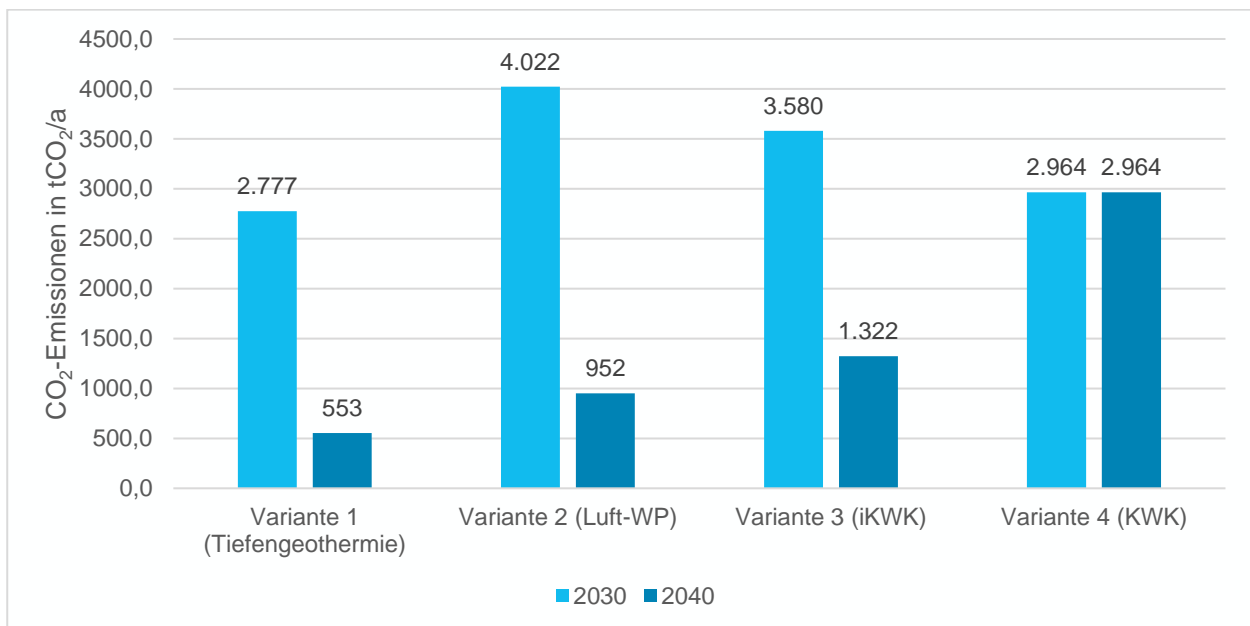


Abbildung 73: Jährliche CO₂-Emissionen der untersuchten Fernwärme-Versorgungsvarianten für die Jahre 2030 und 2040 unter Berücksichtigung der erwarteten Gebäudemodernisierung und der Dekarbonisierung des Strommarktes

Der Einfluss der Dekarbonisierung des Stromsektors wird deutlich sichtbar: Während im Jahr 2030 noch die Variante 2 mit strombetriebenen Wärmeerzeugern die höchsten CO₂-Emissionen zur Folge hat, zeichnet sich im Jahr 2040 ein gegensätzliches Bild ab. Hier hat nun Variante 4 die höchsten Emissionen zur Folge. Dies hat den Hintergrund, dass der spezifische Emissionsfaktor von Biomethan im Jahr 2030 noch nahezu halb so hoch ist, wie der Emissionsfaktor des netzbezogenen Stroms. Während die Emissionen des Biomethans konstant bleiben, sinken die Emissionen für netzbezogenen Strom infolge der Dekarbonisierung des Stromsektors bis 2040 so weit, dass sie nun lediglich etwa 20 % der spezifischen Emissionen des Biomethans betragen. Hierdurch liegen die äquivalenten CO₂-Emissionen von Variante 4 im Jahr 2030 noch lediglich leicht oberhalb der Emissionen aus Variante 1 und im Jahr 2040 deutlich oberhalb der Emissionen sämtlicher Varianten. Variante 1 hat in den Jahren 2030 als auch 2040 die geringsten Emissionen der betrachteten Varianten. Dies zeigt eindrücklich die Energieeffizienz der Wärmebereitstellung in Variante 1. Trotz des deutlich höheren Emissionsfaktors des deutschen Strommix im Vergleich zu Biomethan im Jahr 2030 liegen die resultierenden Emissionen unterhalb von Variante 4, welche ausschließlich Biomethan zur Wärmebereitstellung nutzt. Aufgrund des hohen Strombedarfs in Variante 2 hat die Wärmeversorgung mit Luftwärmepumpen und Biomethan-Spitzenlastkesseln im Jahr 2030 die höchsten Emissionen zur Folge.

Im Jahr 2040 bleiben die Emissionen in Variante 4 im Vergleich zu 2030 konstant. Durch die geringen spezifischen Emissionsfaktoren des deutschen Strommixes im Jahr 2040 stellen sich nun die Varianten, welche primär strombetriebene Wärmeerzeuger (Wärmepumpen) einsetzen als deutlich ökologischer dar. Die Emissionen von Variante 2 liegen in 2040 rund 72 % über den Emissionen aus Variante 1. Auch hier lässt sich die energieeffiziente Wärmebereitstellung durch Tiefengeothermie als Ursache für den signifikanten Unterschied ausmachen. Sowohl die geringere JAZ der Luftwärmepumpe als auch der höhere Wärmeanteil, welcher in Variante 2 über die Spitzenlastkessel bereitgestellt wird, lässt sich als Ursache identifizieren. **Zusammenfassend stellt sich Variante 1 (Tiefengeothermie) sowohl 2030 als auch 2040 als ökologisch vorteilhafteste Wärmeversorgungsvariante dar.**

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Entwicklung der Primärenergiefaktoren. Der Primärenergiefaktor für Netzstrom wird im Jahr 2030 zu 0,8 und im Jahr 2040 zu 0,1 angenommen und liegt damit unterhalb des Faktors von Biomethan mit 1,1. Auch hier hat Variante 1 sowohl im Jahr 2030 als auch im Jahr 2040 den besten Wert, d.h. den geringsten Primärenergiebedarf. Variante 2 hat analog zu den CO₂-Emissionen im Jahr 2030 den höchsten und im Jahr 2040 den zweitniedrigsten Bedarf an Primärenergie. Für Variante 4 zeigt sich erneut ein gleichbleibender Wert für die Stützjahre 2030 und 2040. In Variante 3 können analog zu den CO₂-Emissionen aufgrund des Strombedarfs für die Luftwärmepumpe und die Spitzenlastzeuger signifikante Minderungen des Primärenergiebedarfs erreicht werden. Variante 2 hat jedoch die höchste Reduktion zur Folge. Dies zeigt, dass Variante 2 den höchsten Strombedarf der betrachteten Varianten hat und somit, dass Luftwärmepumpen deutlich ineffizienter in der Wärmebereitstellung sind als erdgekoppelte Wärmepumpen. Abbildung 74 zeigt die Entwicklung der Primärenergiefaktoren der Versorgungsvarianten. Wie bereits beschrieben, stellt sich auch hier Variante 1 erneut als vorteilhafteste Variante dar.

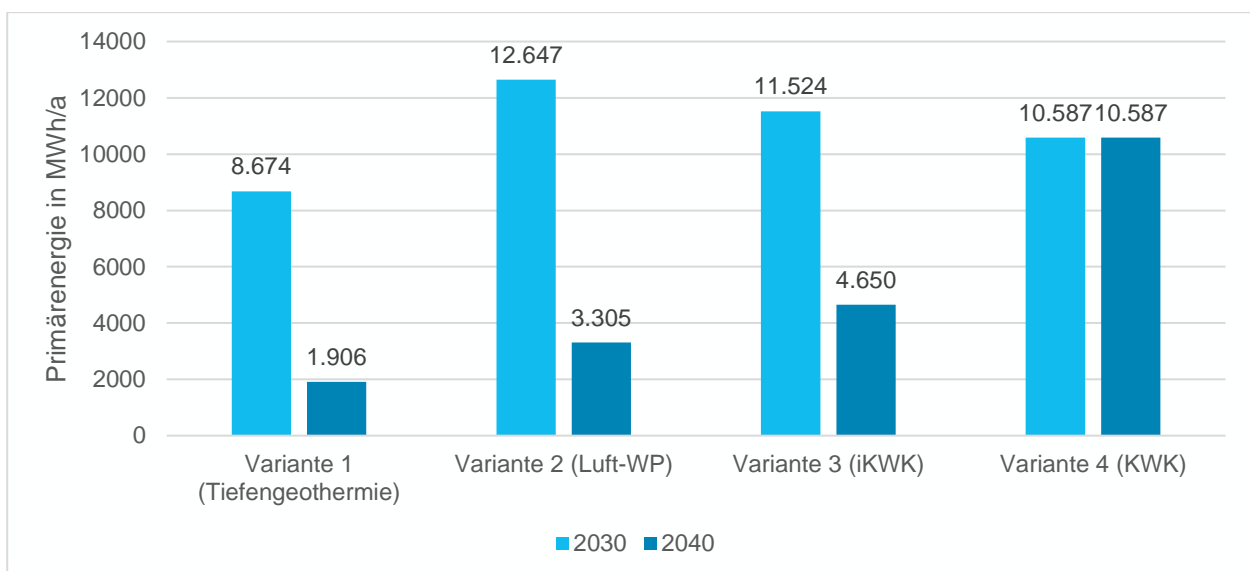


Abbildung 74: Primärenergiefaktoren der untersuchten Fernwärme-Versorgungsvarianten für die Jahre 2030 und 2040 unter Berücksichtigung der erwarteten Gebäudemodernisierung und der Dekarbonisierung des Strommarktes

Zusammenfassend hat sich in den oben gezeigten Darstellungen der Einfluss der Dekarbonisierung des deutschen Strommixes auf die untersuchten Versorgungsvarianten gezeigt. Weiterhin wurde ersichtlich, dass durch die Sektorenkopplung Wärme/Strom nur bei gleichzeitiger Dekarbonisierung des Stromsektors die Wärmewende gelingen kann. Hingegen führt der Einsatz von Biomethan zu verbleibenden Restemissionen, welche nur reduziert werden können, indem die Verbrennung von Biomethan langfristig durch einen alternativen Prozess wie Power-to-Heat ersetzt wird.

Einzelgebäude

Durch den sukzessiven Austausch der abgängigen Heizungsanlagen in Einzelgebäuden, die auch perspektivisch nicht an eine zentrale Wärmenetzversorgung angeschlossen werden, können in den nächsten Jahrzehnten viele CO₂-Emissionen in Güstrow eingespart werden. In den Gebäuden, in denen parallel zu einem Heizungstausch auch energetische Modernisierungen durchgeführt werden, sinken die Heizenergiebedarfe zusätzlich. In diesen Gebäuden sind dementsprechend auch noch höhere End- und

Primärenergieeinsparungen im Betrieb möglich. Durch den Rohstoffbedarf bei einer Komplettanierung fällt auch sogenannte graue Energie an, die im Rahmen dieses Konzepts aber nicht bilanziert wird.

Die Emissionen durch den Einsatz von Wärmepumpen und elektrischen Spitzenlastzeugern sinken mit dem Ausbau der erneuerbaren Stromversorgung bis zum Jahr 2040 deutlich. Beim Einsatz von Erdsonden als Wärmequelle für Wärmepumpen wird der eingesetzte Strom effizienter genutzt und es entstehen somit geringere CO₂-Emissionen als beim Einsatz von Luft-Wärmepumpen. Die restlichen Emissionen im Jahr 2040 lassen sich durch den Einsatz von lokal erzeugtem PV-Strom noch weiter reduzieren. Ziel ist es, bis 2040 alle Gas- und Ölheizungen möglichst gegen Wärmepumpensysteme auszutauschen. Mit den bereits beschriebenen Annahmen, dass 80 % der dezentral versorgten Gebäude zukünftig mit Luftwärmepumpen und die übrigen 20 % mit Sole-Wärmepumpen inkl. Erdwärmesonden versorgt werden, lassen sich die resultierenden Emissionen sowie der Primärenergiebedarf der dezentralen Wärmeversorgung im Quartier für die Jahre 2030 und 2040 bestimmen. Weiterhin wurde angenommen, dass die elektrischen Spitzenlastzeuger in den Gebäuden mit Luftwärmepumpen 10 % und in den Gebäuden mit Sole-Wärmepumpen 5 % des Wärmebedarf bereitstellen. Die JAZ der Luftwärmepumpen wird mit 3 und die JAZ der Sole-Wärmepumpen mit 4 angenommen.

Abbildung 75 stellt den Primärenergiebedarf sowie die äquivalenten CO₂-Emissionen der dezentralen Wärmeversorgung im Quartier dar. Da sämtliche dezentralen Wärmeversorger elektrisch betrieben werden, entwickeln sich der Primärenergiebedarf sowie die CO₂-Emissionen proportional zum deutschen Strommix. Durch dessen fortschreitende Dekarbonisierung und zunehmende Sektorenkopplung Wärme/Strom können die Emissionen der dezentralen Wärmeversorgung im Quartier folglich signifikant reduziert werden.

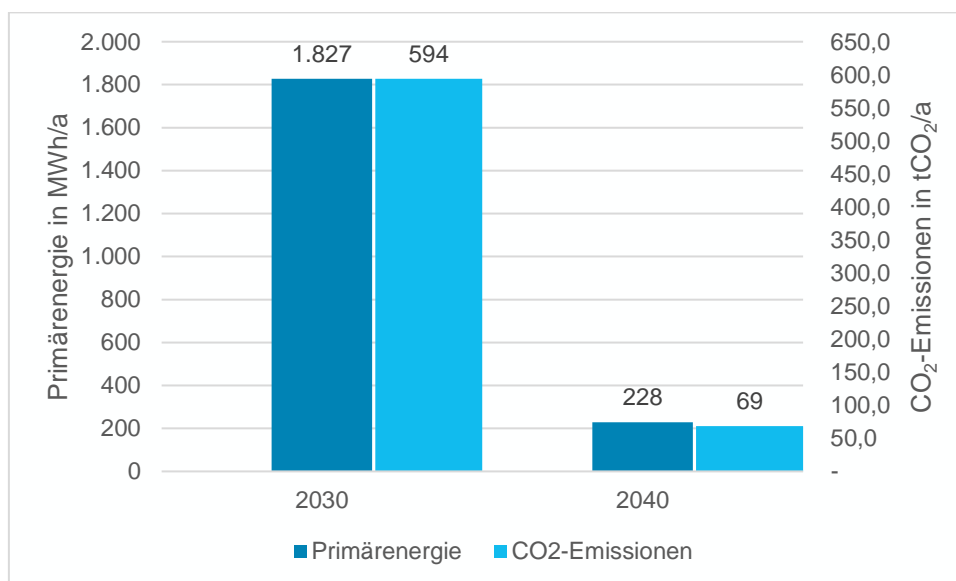


Abbildung 75: Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen der **dezentralen** Wärmeversorgung für die Jahre 2030 und 2040 unter Berücksichtigung der erwarteten Gebäudemodernisierung und der Dekarbonisierung des Strommarktes

Zusammenfassung der Einsparpotenziale

In den vorangegangenen Abschnitten wurden die Primärenergiebedarfe und äquivalenten CO₂-Emissionen für unterschiedliche Varianten der zukünftigen Wärmeversorgung im Quartier für das Zieljahr 2040 und das Stützjahr 2030 bestimmt und dargestellt. Die prognostizierten Primärenergiebedarfe und CO₂-Emissionen für die Jahre 2030 und 2040 wurden unter Einbezug der prognostizierten Gebäudemodernisierung bis 2040 (vgl. Abschnitt 5.2.1.1) sowie der angenommenen Dekarbonisierung des deutschen Strommix bis 2040 (vgl. Tabelle 17) bestimmt. Weiterhin wurden die vorgestellten zentralen und dezentralen Wärmeversorgungsvarianten betrachtet.

Im Ergebnis liegen die CO₂-Emissionen für die Wärmeversorgung des gesamten Quartiers (zentral und dezentral) abhängig von der Fernwärme-Versorgungsvariante für das Jahr 2040 zwischen 622 t_{CO2}/a und 3.033 t_{CO2}/a. Die entsprechenden Primärenergiebedarfe im Jahr 2040 liegen zwischen 2.125 MWh/a und 10.815 MWh/a. Sowohl bei Betrachtung der äquivalenten CO₂-Emissionen als auch der Primärenergiebedarfe hat sich die Wärmeversorgung der Fernwärme mit Tiefengeothermie (Variante 1) mit Abstand als vorteilhafteste Variante herausgestellt. Unter Einbezug der dezentralen Wärmeversorgung ergeben sich mit Fernwärme aus Tiefengeothermie im Jahr 2030 CO₂-Emissionen in Höhe von 3.371 t_{CO2}/a und ein Primärenergiebedarf von 10.501 MWh/a. Für das Jahr 2040 ergeben sich CO₂-Emissionen von etwa **622 t_{CO2}/a** und ein Primärenergiebedarf von **2.125 MWh/a**. Der Primärenergiebedarf und die CO₂-Emissionen der Bestandswärmeversorgung im Jahr 2022 wurden in Abschnitt 4.5.4 zu 44.805 MWh/a und 10.316 t_{CO2}/a bestimmt.

Damit ergeben sich bei Umstellung der Fernwärme auf Tiefengeothermie und Umstellung aller dezentralen Heizungen auf Wärmepumpen Einsparungen im Primärenergiebedarf von 95 % oder 42.680 MWh/a und Einsparungen der CO₂-Emissionen von 94 % oder 9.695 t_{CO2}/a. Wie oben beschrieben sind darin bereits die Annahmen zum niedrigeren Heizwärmebedarf durch Gebäudesanierung im Quartier enthalten. Es kann somit eindrücklich gezeigt werden, welche Energie- und CO₂-Einsparungen durch die beschriebene Gebäudesanierung sowie die Umstellung der Wärmeversorgung auf primär strombetriebene Erzeuger mit Nutzung von Umweltwärmequellen möglich sind. Hierbei hat auch die bundesweite Dekarbonisierung des deutschen Strommixes einen erheblichen Einfluss auf die signifikante Reduktion des Primärenergiebedarfs und der CO₂-Emissionen.

5.2.5 Hemmnisse und Lösungsansätze ‚Nachhaltige Wärmeversorgung‘

Nachhaltige Wärmeversorgung	
Hemmnis	Lösungsansatz
Hohe Anschlusskosten schrecken Gebäudeeigentümer:innen davon ab, ihr Haus an die Fernwärme anzuschließen	In Beratungsangeboten (W4) die Investitionen von FW-Anschluss und dezentraler Versorgung aus erneuerbaren Energien gegenüberstellen. Falls nicht konkurrenzfähig: anteilige Anschlusskosten der Kunden reduzieren und langfristig über höhere Anschlussquote wieder erwirtschaften.
Aktuell hohe Fernwärmepreise schrecken Gebäudeeigentümer:innen davon ab, ihr Haus an die Fernwärme anzuschließen	Fernwärmepreise in der Südstadt vom Gaspreisindex entkoppeln , da die Biomethan-Lieferverträge ohnehin langfristige Preise garantieren
Mangelnde Koordination von Fernwärme-Netzausbau (Stadtwerke) und Straßensanierung (Stadt) macht den Netzausbau unwirtschaftlich	Möglichst schnell einen kommunalen Wärmeplan erstellen, damit Planungssicherheit über Netzausbaugebiete und Gebiete zur dezentralen Versorgung besteht
Haushalt der Stadtwerke wird durch andere Maßnahmen wie den Bau von Schnelladesäulen an der Bundesstraße so stark belastet, dass Investitionen in das Fernwärme verschoben werden.	Einbindung der politischen Entscheidungsträger zur Priorisierung oder zur Entscheidung über zusätzliche Haushaltsmittel
Dezentrale Wärmeversorgung mit Erdwärmesonden bei MFH nicht möglich aus Platzmangel für Erdsonden	Weniger, dafür tiefer Bohrungen setzen (Genehmigung nach Bergrecht beachten), aktive Regeneration des Erdreichs über Solarthermie
Schallentwicklung von Luft-Wärmepumpen verhindert deren Einbau zur dezentralen Wärmeversorgung	Optionen laut <i>Leitfaden Schall</i> des Bundesverband Wärmepumpe beachten ⁵¹ , alternativ Erdsonden als Wärmequelle nutzen. In dichter bebauten Gebieten ein Micronetz für mehrere Gebäude prüfen mit Rückkühlern an unkritischem Standort

⁵¹ Leitfaden Schall (2023), herausgegeben vom Bundesverband Wärmepumpe e.V., abrufbar unter <https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/funktion-waermequellen/luft/>

5.2.6 Maßnahmen im Bereich der nachhaltigen Wärmeversorgung

Handlungsfeld: Nachhaltige Wärmeversorgung	
W1	Wärmeerzeugung der Fernwärme dekarbonisieren
W2	Flächen für Rückkühler/Bohrplatz/PV sichern
W3	Fernwärmenetz erweitern
W4	Gebäudeeigentümer:innen im Netzausbaubereich informieren, zukünftige Fernwärmenutzung vereinbaren
W5	Netzverluste der Fernwärme senken
W6	Beratungsangebot zum Heizungstausch für Gebäudeeigentümer:innen
W7	Heizungen durch Wärmepumpen ersetzen in dezentral versorgten Gebieten

5.3 Regenerative Stromversorgung

5.3.1 Technisches Potenzial der regenerativen Stromversorgung

Zur Abschätzung des Potenzials zur solaren Stromerzeugung dient eine Dachflächenanalyse der Luftbildaufnahmen. Anhand der Dachart (Flachdach oder Schrägdach), der Dachgrundfläche, der Dachausrichtung (Ost-West oder Nord-Süd) und möglicher Verschattungsquellen (z.B. Bäume oder andere Gebäude) sowie Dachaufbauten (z.B. Dachgaube) wurde eine Einschätzung für jede freie Dachfläche zur Stromerzeugung getroffen. Die Dachstatik wurde im Rahmen dieser Untersuchung nicht geprüft; bei konkreten Umsetzungsabsichten ist sie deren Eignung im Einzelfall abzuklären.

Im Quartier lassen sich unterschiedliche technische Potenziale zur Gewinnung von Solarstrom identifizieren. Bereits belegte oder stark verschattete Dachflächen wurden bei der Potenzialermittlung nicht berücksichtigt. Die entsprechenden Dachflächen sind in Abbildung 76 als *Belegt* gekennzeichnet. Insgesamt wurden im Jahr 2022 rund 322 MWh überschüssiger PV-Strom von den einzelnen Gebäuden im Quartier in das öffentliche Stromnetz eingespeist.

Die Auswertung der Dacheignungsanalyse ist in Abbildung 76 dargestellt.

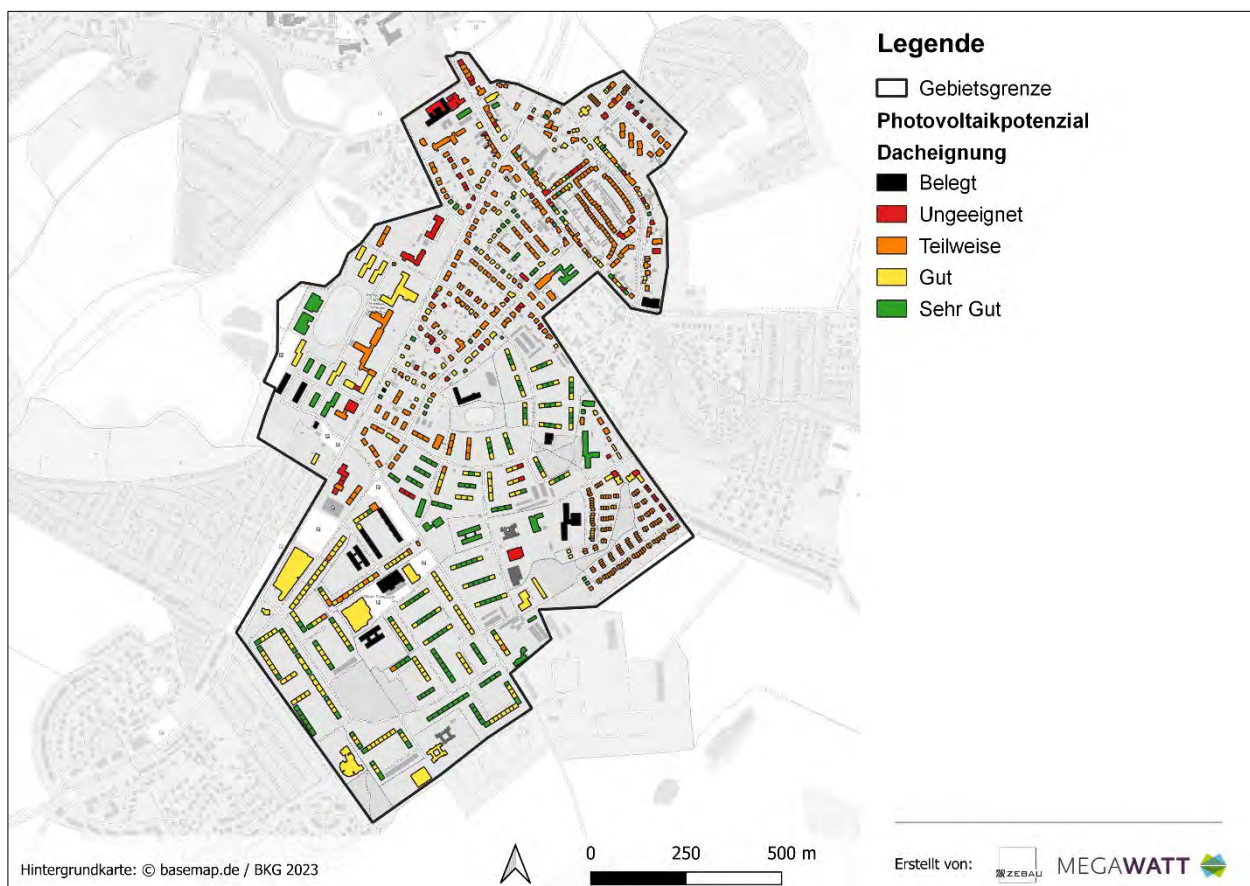


Abbildung 76: Eignung der Dächer für PV-Anlagen, begrenzt durch Ausrichtung, Aufbauten und Verschattung

Analog zu den verfügbaren Dachflächen zur Installation von Solarthermiekollektoren (vgl. Abschnitt Solarthermie ab Seite 99) stehen für die Installation von Photovoltaikanlagen ebenfalls 87.665 m² Dachfläche zur Verfügung. Hierbei ist bereits die Fläche abgezogen, welche sich aufgrund von Verschattungen, Dachaufbauten oder einer unvorteilhaften Dachausrichtung nicht zur Installation von PV-Modulen eignet. Die Aufteilung der verfügbaren Fläche anhand der Eigentümerstrukturen im Quartier kann Abbildung 52 entnommen werden.

Bei einer Belegung sämtlicher verfügbarer Dachflächen mit dezentralen PV-Anlagen kann technisch eine maximale Peak-Leistung von **13,1 MW_p** im Quartier installiert werden. Unter Berücksichtigung der Ausrichtung der zur Verfügung stehenden Dachflächen könnte damit jährlich eine Strommenge von rund **13.200 MWh/a** durch die PV-Anlagen im Quartier bereitgestellt werden. Dies entspricht 84 % des jährlichen Strombedarfs im Quartier. Diese Betrachtung ist rein bilanziell. Durch die zeitliche Diskrepanz zwischen Erzeugung und Bedarf würden saisonale Stromspeicher benötigt, um den gesamten PV-Ertrag der Anlagen lokal zu nutzen. Praktisch wird der tatsächliche Deckungsbeitrag des PV-Stroms am Strombedarf im Quartier daher deutlich geringer ausfallen. Durch die zunehmende Elektrifizierung des Wärmesektors ist davon auszugehen, dass der Strombedarf im Quartier zukünftig steigen wird. Dieser Umstand hat wiederum einen positiven Effekt auf die Eigenverbrauchsquote des PV-Stroms im Quartier. Abbildung 77 stellt die erwartete Stromerzeugung der PV-Anlagen verteilt auf die Eigentümer:innen der Gebäude dar. Es wird ersichtlich, dass die Gebäude im Eigentum der Wohnungsunternehmen sowie privater Eigentümer:innen mit jeweils 41 % den höchsten Anteil am PV-Potenzial haben.

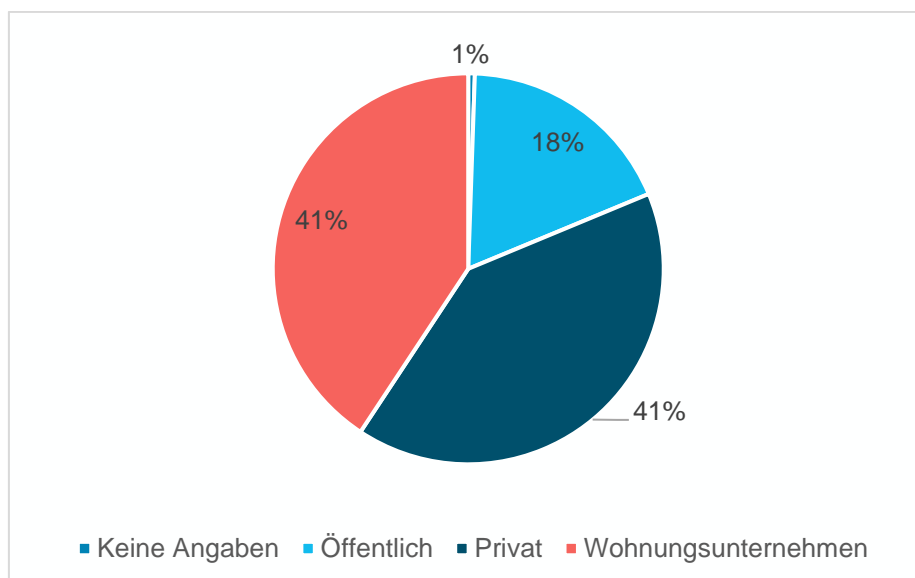


Abbildung 77: Technisches Potenzial für Stromerzeugung durch Dach-PV-Anlagen im Quartier in Abhängigkeit der Eigentumsverhältnisse (gerechnet in MWh/a). Der Anteil *Privat* enthält auch Dächer von Gewerbeimmobilien.

Je nach Gebäudetyp der einzelnen PV-Potenzialflächen (siehe Abbildung 78), ob auf Mehrfamilienhäusern, Einfamilienhäusern oder kommunalen Liegenschaften, bieten sich je nach Strombedarf unterschiedliche Betreibermodelle an. Diese werden im Folgenden erläutert.

Aus Abbildung 78 wird deutlich, dass die Dächer der Mehrfamilienhäuser im Quartier den größten Anteil am verfügbaren PV-Potenzial haben. Ein Großteil der MFH ist im Besitz der beiden Wohnungsunternehmen WGG und AWG. Mit einem Anteil von etwa 22 % des gesamten Dach-PV-Potenzials im Quartier

haben die Nichtwohngebäude (NWG) einen weiteren signifikanten Anteil am Potenzial der regenerativen Stromerzeugung. Die Nichtwohngebäude werden maßgeblich durch Gebäude im öffentlichen Besitz (vornehmlich Fachhochschule sowie Schulen und Kitas) sowie durch Gewerbegebäude (vornehmlich Einkaufszentren und Einzelhandelsgeschäfte an der Friedrich-Engels-Straße sowie dem Platz der Freundschaft) geprägt.

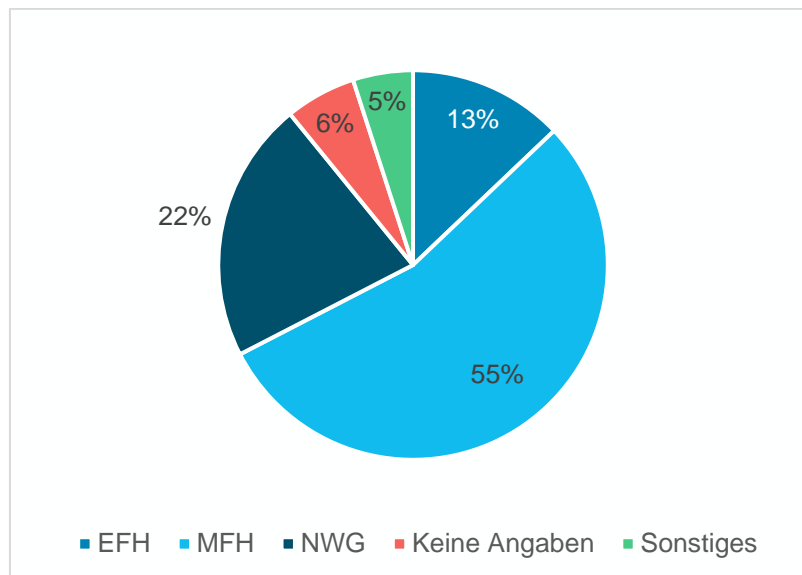


Abbildung 78: Prozentualer Anteil des Dach-PV-Potenzials im Quartier nach Gebäudeart (NWG: Nichtwohngebäude)

Mehrfamilienhäuser

Die Dachflächen der Mehrfamilienhäuser weisen häufig gute bis sehr gute Bedingungen zur Belegung mit Photovoltaikmodulen auf. Das typische Nutzer:innenverhalten von Haushalten bietet optimale Bedingungen für eine eigenstromoptimierte Photovoltaikanlage. Insbesondere die Vorteile einer Ost-West Ausrichtung kommen hier zur Geltung, da so über den Tag eine gleichmäßigere Erzeugung von PV-Strom zur Verfügung steht.

Aufgrund der hohen Anzahl an Abnehmern in den Mehrfamilienhäusern können die Anlagen so ausgelegt werden, dass ein Großteil des erzeugten PV-Stroms direkt vor Ort selbst genutzt werden kann. Um dies zu erreichen, werden die Anlagen auf den Eigenverbrauch optimiert, dabei werden die Anlagen häufig kleiner dimensioniert als das maximale Dachflächenpotenzial. Hierdurch können auch die Investitionskosten reduziert werden. Grundsätzlich gilt: je höher die installierte Leistung im Verhältnis zum Strombedarf ist, desto niedriger ist der Eigenverbrauchsanteil des produzierten Stroms, gleichzeitig sinkt aber auch der Netzbezug und der Autarkiegrad steigt. Die zu erzielenden Leistungen der Anlagen variieren in Abhängigkeit der Dachflächen und der Neigungen. Bei der Auslegung der PV-Anlagen ist zu empfehlen, eine genaue Analyse des im Haus verbrauchten Stroms durchzuführen, um die Auslegung der Anlage darauf anzupassen.

Für eine detaillierte Planung der technischen Umsetzung sind Begehungen vor Ort erforderlich. Neben der Prüfung der Dachstatik sind die Räumlichkeiten zur Unterbringung eines Wechselrichters und der Messtechnik zu untersuchen. Vorhandene Schaltschränke sollten noch zu belegende Anschlüsse vorweisen können, die für die Photovoltaikanlagen genutzt werden dürfen. Alternativ ist eine Nachrüstung im Einzelfall nach fachmännischer Prüfung notwendig.

Um von den Vorteilen der geplanten *gemeinschaftlichen Gebäudeversorgung* zu profitieren, müssen darüber hinaus die Stromzähler der Mietparteien durch digitale Zähler ersetzt werden und ein *Smart Meter Gateway* installiert werden, das die digitalen Zähler mit dem Zähler der PV-Anlage synchronisiert.

Balkonkraftwerke

Ein Balkonkraftwerk ist eine Photovoltaikanlage für den eigenen Balkon und wird an der Brüstung des Balkons befestigt. Die Installation einer PV-Anlage an einem Süd-Balkon ist daher insbesondere für Mieter:innen interessant. Im südlichen Teil des Quartiers, welcher durch Mehrfamilienhäuser geprägt ist, sind jedoch nur wenige Balkone nach Süden ausgerichtet oder aus anderen Gründen nicht geeignet. Ein besonders großes Potenzial zur Umsetzung besteht daher nicht.

Die installierte Leistung von Balkonkraftwerken ist aktuell auf maximal 600 Wp und damit ca. 2-3 Module begrenzt, eine Erhöhung auf 800 Wp ist durch den Gesetzgeber in 2024 geplant. Um die Installation zu erleichtern, wurde im Mai 2023 von der Bundesregierung die Photovoltaik-Strategie entwickelt, in der u.a. die Nutzung von Schukosteckern als *Energiesteckvorrichtung* vorgesehen wird und rückwärtsdrehende Zähler vorübergehend geduldet werden.

Bei Installation eines Balkonkraftwerks besteht das primäre Ziel, den PV-Strom zeitgleich zum Verbrauch in der jeweiligen Wohnung zu nutzen, aufgrund der zeitlichen Verschiebung zwischen Solarstromerzeugung und Stromverbrauch ist dies jedoch nur in geringem Ausmaß möglich. Nicht verbrauchter Strom wird ohne Vergütung ins Stromnetz eingespeist. Bei einer Wohnung mit hohem nicht vermeidbarem Stromverbrauch am Tag und insbesondere im Sommer mit einem geeigneten Südbalkon kann die Installation eines Balkonkraftwerks eine wirtschaftlich sinnvolle Ergänzung zu anderen Energiesparmaßnahmen sein. In den meisten Fällen fallen die Stromerzeugung und der Stromverbrauch jedoch zu stark auseinander, sodass ausschließlich Standby-Verluste technischer Geräte in der Wohnung teilweise kompensiert werden können. Zusätzlich kann der Strombedarf des Kühlschranks teilweise durch den erzeugten PV-Strom bereitgestellt werden.

(Fachhoch-)Schulen und Sporthallen

Schulen und vor allem Sporthallen stellen ein großes Potenzial für Photovoltaik-Anlagen dar. Durch die großen Dachflächen und vergleichsweise niedrigen Strombedarfe stellt die Volleinspeisung des PV-Stroms meist ein sinnvolles Betreibermodell dar.

Im Quartier bietet vor allem die Fachhochschule ein großes PV-Potenzial. Hier ist jedoch die Genehmigungsfähigkeit für die Installation von PV-Anlagen aufgrund von Denkmalschutz zu prüfen. Zusätzlich bieten sich auch die Freie Schule Güstrow, die Schule am Inselfsee, die Anne-Frank-Schule sowie die Kita *Sonnenkinder* und *Südlichter* zur Installation von PV-Anlagen an. Das Hauptgebäude der freien Schule Güstrow ist bereits mit Photovoltaik-Modulen belegt. Selbes gilt für das Wohnheim 10 und 11 der Fachhochschule. Zukünftig bietet sich hier auch die Installation von PV-Modulen für die übrigen Wohnheimgebäude in Ost-West Aufstellung an.

Einkaufszentren und Einzelhandel

Das Einkaufszentrum sowie die beiden Einzelhandelsgeschäfte am Platz der Freundschaft bieten ein gutes PV-Potenzial mit großen verfügbaren Dachflächen. Selbes gilt für das Einkaufszentrum am der Friedrich-Engels-Straße. Einkaufszentren bzw. Einzelhandelsgeschäfte haben vornehmlich tagsüber und durch den zusätzlichen Kühlbedarf vor allem im Sommer einen hohen Strombedarf. Damit besteht eine gute Gleichzeitigkeit zwischen PV-Ertrag und Strombedarf, was zu hohen Eigenverbrauchsquoten des PV-Stroms führt. Zusätzlich bieten die Flachdächer der betreffenden Gebäude die Möglichkeit die PV-Module optimal auszurichten. Folglich ist **die Installation von PV-Anlagen auf den Dächern der Einkaufszentren und**

Supermärkte sehr zu empfehlen. Einer der beiden Supermärkte am Platz der Freundschaft hat bereits die verfügbare Dachfläche vollständig mit PV-Modulen belegt.

Einfamilienhäuser

Der nördliche Teil des Quartiers ist durch Einfamilienhäuser, Reihenhäuser und Doppelhaushälften geprägt. Für einige Gebäude besteht ein sinnvolles Potenzial zur Integration von kleineren Solaranlagen auf den Gebäudedächern. Eine Anlage zur eigenen Stromerzeugung ist vor allem dann rentabel, wenn der Strombedarf vergleichsweise hoch ausfällt und nicht durch andere Maßnahmen reduziert werden kann, die Wärmeversorgung bereits auf elektrische Wärmepumpen umgestellt wurde oder vor Ort eine E-Ladesäule genutzt wird.

Mit der Installation der PV-Anlagen kann insbesondere die Unabhängigkeit von steigenden Energiepreisen verbessert und die Höhe der Stromrechnung reduziert werden. Eine vollständige Unabhängigkeit vom Netzversorger ist jedoch nur schwer zu erreichen.

Zentraler Photovoltaik-Park

Wie bereits beschrieben, bestehen im Umfeld der Energiezentrale Potenzialflächen für die Installation regenerativer Umwandlungstechnologien (vgl. Abbildung 43). Die verfügbare Gesamtfläche beträgt rund 20.900 m². Die Installation von PV-Anlagen auf der Erschließungsfläche bietet vor allem in den vorgestellten Wärmeversorgungsvarianten 1 bis 3 den Vorteil, dass der erzeugte PV-Strom zum Betrieb der elektrischen Wärmeerzeuger sowie zum Betrieb der Umwälzpumpen im Netz und der Förder- und Injektionspumpe der Tiefengeothermiebohrungen genutzt werden kann. Dies ist sowohl ökonomisch als auch ökologisch sinnvoll. Bei der betrachteten Wärmeversorgungsvariante 4 würde der erzeugte PV-Strom nahezu vollständig (abzüglich der Umwälzpumpen im Wärmenetz) eingespeist, da hier keine elektrischen Wärmeerzeuger eingesetzt werden. Hier ist davon auszugehen, dass sich die Installation von PV-Anlagen aufgrund der geringen Eigenverbrauchsquote als wirtschaftlich weniger sinnvoll darstellt.

Die Kombination aus PV mit Großwärmepumpen und den vorhandenen 360 m³ Wärmespeichern der Fernwärme besteht eine kostengünstige Möglichkeit zur Zwischenspeicherung von überschüssigem PV-Strom durch Umwandlung des Stroms in Wärme. Damit könnte die Eigenverbrauchsquote nochmal gesteigert werden.

Abhängig von der untersuchten Wärmeversorgungsvariante kann nicht die gesamte Erschließungsfläche für die Installation von PV-Anlagen genutzt werden, da die Errichtung der und Erschließung der regenerativen Wärmeerzeuger und -quellen ebenfalls einen Platzbedarf hat. So müssen beispielsweise in Variante 2 Rückkühler für die Luftwärmepumpe oder in Variante 1 Pumpstationen und Wärmeübertrager der Tiefengeothermiebohrung vorgesehen werden. Tabelle 18 stellt die verfügbare Fläche, die Erzeugerdaten der PV-Anlagen sowie die resultierende Eigenverbrauchsquote für die untersuchten Varianten dar. Durch Verschattung und benötigten Platzbedarf für Installations- und Wartungsflächen wurde generell angenommen, dass maximal 80 % der Erschließungsfläche (16.741 m²) mit PV-Modulen belegt werden können. Für die Solarmodule wurde eine Fläche von je 1,6 m² (1,6 m x 1,0 m; HxB), eine aufgeständerte Süd-Ausrichtung mit 30° Neigungswinkel und ein Abstand der Modulreihen von 2,5 m angenommen. Die spezifische Peak-Leistung der Module wurde mit 0,19 kW_p/m² angenommen. Ferner wurde die verfügbare Erschließungsfläche vereinfachend als quadratisch angenommen.

Tabelle 18: Freiflächen-PV um die Energiezentrale der Fernwärme: Erzeugerdaten in Abhängigkeit der Fernwärme-Wärmeversorgungsvarianten

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Verfügbare Fläche [m ²]	15.741	15.455	16.441	16.741
Peak-Leistung [kW _p]	1.178	1.169	1.246	1.255
Stromertrag [MWh/a]	1.519	1.507	1.606	1.618
Eigenverbrauchsquote [%]	89	81	70	10

Es wird ersichtlich, dass die Eigenverbrauchsquote mit dem Strombedarf der entsprechenden Wärmeversorgungsvariante steigt. In Variante 4 werden keine elektrisch betriebenen Wärmeerzeuger eingesetzt, wodurch der zur Verfügung stehende PV-Strom lediglich für den Betrieb der Umwälzpumpen im Netz eingesetzt werden kann. Der Strombedarf der Umwälzpumpen im Wärmenetz wurde mit 1 % der eingespeisten Wärmemenge abgeschätzt. Allgemein zeigt sich, dass die Eigenverbrauchsquoten in den Varianten 1 – 3 sehr gute Werte erreichen und der PV-Park folglich gut für den Strombedarf der Energiezentrale ausgelegt ist.

5.3.2 Wirtschaftlichkeit „Regenerative Stromversorgung“

Wie zuvor beschrieben, bestehen mehrere Potenziale zur Integration von Solarstrom im Quartier.

Im Folgenden wird die Wirtschaftlichkeit für einige dieser Potenziale beschrieben. Die detailliertere ökonomische Betrachtung wurde lediglich für die Gebäudegruppen, welche eine hohe **Umsetzungswahrscheinlichkeit** für die zukünftige Belegung der Dachflächen mit Photovoltaik haben, durchgeführt. Dafür wurde zunächst die erwartbare Eigenverbrauchsquote bewertet. Die Eigenverbrauchsquote (EVQ) beschreibt den Anteil des PV-Stromertrags, welcher durch die Gebäude selbst genutzt wird. Je höher die EVQ ist, desto wirtschaftlicher können die PV-Anlagen betrieben werden.

Wie bereits in Tabelle 18 dargestellt, kann der Strom aus dem PV-Park um die Energiezentrale der Fernwärme im Falle einer Wärmeversorgung mit Tiefengeothermie (Variante 1) zu etwa 89 % selbst genutzt werden. Aus dieser hohen EVQ resultiert eine kurze Amortisationszeit der PV-Anlagen sowie ökologische Vorteile. Folglich ist der **PV-Park um die Energiezentrale der Fernwärme** Teil der detaillierten wirtschaftlichen Betrachtung.

Aus Abbildung 76 wird ersichtlich, dass der überwiegende Teil der Mehrfamilienhäuser im Besitz der Wohnungsunternehmen eine gute bis sehr gute Dacheignung für Photovoltaik aufweisen. Aufgrund des im Verhältnis zur Dachfläche hohen Strombedarfs von Mehrfamilienhäusern sowie der demografischen Situation im Quartier mit einer älteren Bevölkerungsstruktur, welche zur Folge hat, dass der Strombedarf in den Wohngebäuden tagsüber höher ist, wird die EVQ der Gebäude der Wohnungsunternehmen zu 60 % angenommen. Durch das hohe PV-Potenzial und die vergleichsweise hohe EVQ für die Wohngebäude werden auch die **Gebäude der Wohnungsunternehmen** im Folgenden detaillierter betrachtet.

Die EVQ der öffentlichen Gebäude im Quartier wird zu 30 % angenommen und ist damit vergleichsweise gering. Das PV-Potenzial der öffentlichen Gebäude wird maßgeblich durch die Fachschule für öffentliche Verwaltung, Polizei und Rechtspflege bestimmt. Aufgrund von denkmalschutzrechtlichen Bedenken ist jedoch unklar, ob PV-Module auf den Dächern der Fachhochschule installiert werden dürfen. Aus diesem Grund ist die Fachhochschule nicht Teil der nachfolgenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Da öffentliche

Gebäude jedoch eine starke Signalwirkung und Vorbildfunktion haben, werden **die öffentlichen Gebäude mit Ausnahme der Fachhochschule**, trotz der vergleichsweise geringen EVQ weiter betrachtet.

Neben dem Dachflächenpotenzial der Wohnungsunternehmen haben die Gebäude im privaten Besitz das höchste Potenzial im Quartier. Die Gebäude im privaten Besitz sind vornehmlich der Gruppe der Einfamilienhäuser zuzuordnen. Bei einem Blick auf Abbildung 76 wird ersichtlich, dass die Einfamilienhäuser im Quartier zumeist keine gute Dacheignung für Photovoltaikanlagen besitzen. Ferner ist auch die typische Eigenverbrauchsquote von Einfamilienhäusern mit 30 % vergleichsweise gering. Dies kann unter Umständen zu einer hohen Amortisationsdauer führen. Weiterhin hat die heterogene Eigentümerstruktur der Gebäude im Privatbesitz zur Folge, dass verallgemeinerte Aussagen bzgl. der Umsetzungswahrscheinlichkeit nicht möglich sind. Für eine valide Bewertung der Eignung der Einfamilienhäuser für PV-Anlagen ist folglich eine Einzeluntersuchung notwendig. Aus diesem Grund können im Rahmen dieser Untersuchung keine pauschalen Aussagen über die Eignung der Einfamilienhäuser getroffen werden. Somit sind die Gebäude im privaten Eigentum nicht Bestandteil der nachfolgenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Um dennoch darzustellen, dass die Installation von PV-Anlagen durchaus auch für Einfamilienhäuser sinnvoll sein kann, wird in Abschnitt 5.3.2.6 **beispielhaft ein EFH im Quartier** mit sehr guter Dacheignung betrachtet.

Neben den Einfamilienhäusern befinden sich auch einige Gebäude aus dem Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung im Quartier in privaten Besitz. Die größten Potenziale haben hierbei die beiden Einkaufszentren an der Friedrich-Engels-Straße und dem Platz der Freundschaft, die beiden Supermärkte am Platz der Freundschaft, die AWO Kindertagesstätte „Kinderland“, das AWO Seniorenpflegeheim am Magdalenenluster Weg und das Hotel am Schlosspark. Hierbei sind allerdings die Gebäude der Kindertagesstätte, des Seniorenpflegeheims, eines Supermarktes am Platz der Freundschaft sowie des Hotels am Schlosspark bereits mit PV-Anlagen belegt. Aus diesem Grund werden im GHD-Sektor lediglich **die beiden Einkaufszentren sowie der Supermarkt** am Platz der Freundschaft im Quartier detaillierter betrachtet. Für diese Gebäude wird eine Eigenverbrauchsquote von 80 % angenommen, da der Strombedarf der Gebäude im Verhältnis zur verfügbaren Dachfläche sehr hoch ist und vornehmlich tagsüber, bei hoher solarer Einstrahlung, Strom benötigt wird. Weiterhin fällt in den Kaufhäusern im Sommer zur Zeit des höchsten PV-Ertrags auch ein Kühlbedarf an, welche elektrisch bereitgestellt werden muss. Damit kann von einer hohen EVQ ausgegangen werden.

Die Einbindung von zusätzlichen Batteriespeichern zur Steigerung der Eigenverbrauchsquote wurde nicht berücksichtigt, da Batteriespeicher sehr kostspielig sind und selten zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit dezentraler PV-Anlagen beitragen.

Zusammenfassend wurde dargelegt, für welche Gebäudegruppen im Folgenden eine detailliertere Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt wird. **Eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird daher durchgeführt für den PV-Park um die Energiezentrale der Fernwärme, für die Gebäude im Besitz der Wohnungsunternehmen, für Gebäude im öffentlichen Besitz mit Ausnahme der Fachhochschule sowie für zwei Einkaufszentren und einen Supermarkt. Weiterhin wird exemplarisch ein Einfamilienhaus betrachtet.**

5.3.2.1 Allgemeine Wirtschaftlichkeit

Die Gesamtkosten von PV-Anlagen setzen sich zusammen aus den Kostenanteilen für:

- Anschaffungsinvestitionen (inkl. Installation der Anlage)
- Kapitalkosten für die Finanzierung (Eigenkapitalrendite, Zinsen, Laufzeiten)
- Betriebskosten während der Nutzungszeit (Versicherung, Wartung, Reparatur)
- Rückbaukosten

Die jährlichen Betriebskosten einer PV-Anlage betragen nur ca. 1 % der Investitionskosten. Der Preis der PV-Module ist hingegen für etwa die Hälfte der Investitionskosten einer Solarstromanlage verantwortlich.

In den letzten 15 Jahren sanken, bedingt durch Skaleneffekte und weitere technologische Fortschritte, die Investitionskosten für Module erheblich. Aufgrund der Coronapandemie und der damit verbundenen Materialknappheit im Halbleiterbereich wurde dieser Abwärtstrend in den Jahren 2020 und 2021 zeitweise unterbrochen.

Die Kosten pro kWp für Aufdachanlagen liegen im Leistungsbereich zwischen 10 und 100 kWp bei etwa 1.200 €/kWp. Für kleine PV-Aufdachanlagen liegen die Gesamtkosten etwas höher bei etwa 1.300 €/kWp und bei sehr kleinen Anlagen zum Teil bei bis zu 1.800 €/kWp. Eine schlüsselfertige Anlage im Größenbereich von 8 kWp kostet demnach zwischen 10.400 € und 14.400 €. Mit steigender Nachfrage nach Energieautarkie im Zuge des russischen Angriffskrieges gegen die Ukraine und mit den steigenden Börsenpreisen von Strom, sind zuletzt die Modul- und insbesondere die Installationskosten angestiegen. Kleinere Anlagen im Reihenhaus- und Einfamilienhausbereich wurden damit weniger wirtschaftlich. Auch die gestiegenen Kapitalkosten für Kredite führen dazu, dass die Kosten zuletzt wieder leicht gestiegen sind. Grundsätzlich zeigt die Technologie jedoch langfristig deutlich fallende Preise.

Solaranlagen erhalten bis zu einer Nennleistung von 100 kWp eine feste Einspeisevergütung nach dem Erneuerbaren Energien Gesetz (EEG). Für Anlagen mit einer Nennleistung von 100-1.000 kWp besteht die Pflicht zur Direktvermarktung und neue Anlagen mit einer Nennleistung ab 1.000 kWp sind zur Teilnahme an Ausschreibungen verpflichtet und dürfen nicht zur Eigenversorgung beitragen. Die Einspeisevergütung für kleine Dachanlagen, die ab Juni 2025 in Betrieb genommen werden, betragen in Abhängigkeit der Anlagengröße bis zu 8,34 ct/kWh für 20 Jahre. Die Vergütung wird, wie in Tabelle 19 dargestellt, in Abhängigkeit der installierten Leistung ermittelt.

Tabelle 19: EEG-Vergütungssätze für eingespeisten PV-Strom bis 100 kWp Anlagengröße

Leistungsanteil	EEG-Vergütungssatz* <small>*Für Anlagen, die ab Juni 2025 in Betrieb gehen</small>
Bis 10 kWp	8,34 ct/kWh
Bis 40 kWp	7,29 ct/kWh
Bis 100 kWp	6,02 ct/kWh

Seit Anfang 2023 kam das Vergütungsmodell der Volleinspeisung hinzu. Bei diesem Vergütungsmodell entscheidet sich der/die Betreiber:in der PV-Anlage einmal im Jahr, ob der gesamte Strom, ohne jegliche Eigennutzung, in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden soll. Im Gegensatz dazu wird bei der Überschusseinspeisung nur der Strom vergütet, der nicht im eigenen Gebäude genutzt werden kann und als Überschuss in das öffentliche Netz gespeist wird. Ziel der Bundesregierung ist es, durch eine Anhebung der Vergütungssätze die Volleinspeisemodelle wieder wirtschaftlich attraktiv zu machen und Dachpotenziale vollständig zu erschließen.

Eine weitere Möglichkeit ist die Direktvermarktung, in der Betreiber:innen selbst den Strom vermarkten und einen Zuschuss abhängig vom aktuellen Marktpreis erhalten, um so wiederum eine verlässliche Einspeisevergütung zu erzielen.

Welches Betriebsmodell für eine PV-Anlage wirtschaftlich ist, hängt sowohl von den Kosten zur Stromerzeugung als auch von den Strombedarfsmengen und dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme ab. Grundsätzlich ist zwischen Anlagen zur Eigenstromoptimierung und Volleinspeiseanlagen zu unterscheiden. Die Strom-

gestehungskosten (Verhältnis aus Gesamtkosten in € und Stromproduktionsmengen in kWh) geben Auskunft darüber, zu welchen Preisen Solarstrom erzeugt werden kann.

Tabelle 20: Anzulegende Werte und Zuschläge für PV-Volleinspeiseanlagen bei Direktvermarktung ab Juni 2025

	Anzulegender Wert	Zuschuss Volleinspeisung	Gesamtvergütung Volleinspeisung
Bis 10 kWp	8,34	4,65	12,99
Bis 40 kWp	7,29	3,68	10,97
Bis 100 kWp	6,02	4,95	10,97
Bis 400 kWp	6,02	3,11	9,13
Bis 1.000 kWp	6,02	1,84	7,86

Häufig liegen die Stromgestehungskosten deutlich unterhalb der Netzbezugskosten. Jede Kilowattstunde, die selbst produziert und genutzt wird (Eigenverbrauch), ist damit günstiger als die vom Stromnetzbetreiber bezogenen Kilowattstunde. Meist liegt jedoch die Einspeisevergütung für Überschusseinspeisung deutlich unterhalb der Stromgestehungskosten (Überschusseinspeisung). Dieser Effekt führt dazu, dass eher kleine eigenverbrauchsoptimierte Anlagen installiert werden.

Im Bereich der kommunalen Liegenschaften sinken aufgrund der Anlagengröße (beispielsweise bei Schulen oder Sporthallen) die Stromgestehungskosten, sodass auch Projekte zur Volleinspeisung wirtschaftlich attraktiv oder zumindest kostendeckend umgesetzt werden können. Und das bei Ausschöpfung des maximalen PV-Potenzials

5.3.2.2 PV-Park um die Energiezentrale der Fernwärme

In Tabelle 21 ist eine überschlägige Betrachtung der Wirtschaftlichkeit der Freiflächenanlage zu sehen. Aufgrund der im Vergleich zu Aufdachanlagen geringen Investitionskosten und der hohen Eigenverbrauchsquote amortisiert sich die Anlage in weniger als sechs Jahren. Hierbei wurde für den Netzstrom sogar der niedrige Wärmepumpentarif angesetzt. Bei höheren Stromkosten würde sich die Amortisationsdauer entsprechend verkürzen.

Tabelle 21: Wirtschaftliche Betrachtung des PV-Parks um die Energiezentrale der Fernwärme

Installierte Leistung	1.178,4	kW
Stromerzeugung	1.531	MWh
Eigenverbrauch (89 %)	1.350	MWh
Netzeinspeisung	181	MWh
spez. Kosten PV-Anlage Freifläche	1.000	EUR/kWp
Kosten PV	1.178.400	EUR
Einspeisevergütung (Annahme Direktvermarktung)	70	EUR/MWh
Stromtarif	153	EUR/MWh
Betriebskosten (1 % p.a.)	-11.784	EUR/a
jährliche Einnahmen Einspeisung	12.639	EUR/a
Einsparung durch Eigenverbrauch	206.582	EUR/a
SUMME Kosten/Einnahmen	207.437	EUR/a
Amortisationszeit	5,68	a

5.3.2.3 Mehrfamilienhäuser der AWG und WGG

Bis 2024 war das Modell des sogenannten **Mieterstroms** die einzige Option, wie PV-Anlagen in Mehrfamilienhäusern für die Bewohner:innen einen Vorteil durch Eigenstromnutzung bringen konnten. Mit der zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Berichts geplanten Verabschiedung des Solarpaket 1 der Bundesregierung ist ein neues und voraussichtlich besser handhabbares Modell vorgesehen: die **gemeinschaftliche Gebäudeversorgung**. Voraussetzung für die lokale Nutzung des Stroms, für die keine Netzentgelte und Umlagen fällig werden, sind digitale Zähler bei allen Abnehmern, die sich beteiligen möchten, ein entsprechendes Gegenstück am Einspeisepunkt der PV-Anlage sowie ein Smart Meter Gateway zur Synchronisation. Im 15-Minuten-Takt sollen dann Erzeugung und Verbrauch abgeglichen werden, so dass der lokal erzeugte Strom in dieser Viertelstunden-Bilanz anteilig auf die Abnehmer aufgeteilt wird. Für den übrigen Strombezug aus dem Netz schließt jede Mietpartei wie bisher einen eigenen Stromvertrag bei einem beliebigen Anbieter ab. Wird mehr Strom erzeugt als lokal benötigt, wird er wie bei jeder PV-Anlage ins Netz eingespeist und dem Betreiber entsprechend vergütet. Der Betrieb der PV-Anlage kann von den Gebäudeeigentümer:innen auch auf Dritte übertragen werden.

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nehmen wir als Quote der Eigenstromnutzung in großen MFH 60 % an, da die Dachfläche im Verhältnis zur Anzahl der Bewohner:innen im Mittel kleiner ist als bei den meisten EFH, und da wir davon ausgehen, dass die im Mittel älteren Bewohner:innen tagsüber eher zuhause sind und damit den PV-Strom direkt nutzen können. Im Ergebnis zeigt sich eine mittlere Amortisationszeit von unter 7 Jahren für Dach-PV auf den MFH von AWG und WGG im Quartier.

Tabelle 22: Wirtschaftliche Betrachtung von Dach-PV auf den Mehrfamilienhäusern der WGG und AWG im Quartier

Installierte Leistung (Summe)	5309,3	kW
Stromerzeugung	5.382	MWh
Eigenverbrauch (60 %)	3.229	MWh
Netzeinspeisung PV	2.153	MWh
spez. Kosten PV-Anlage	1.200	EUR/kWp
Kosten PV	6.371.134	EUR
Einspeisevergütung (IBN 1.6.2025)	81	EUR/MWh
Stromtarif	250	EUR/MWh
Betriebskosten (1 % p.a.)	-63.711	EUR/a
jährliche Einnahmen Einspeisung	174.382	EUR/a
Einsparung durch Eigenverbrauch	807.324	EUR/a
SUMME Kosten/Einnahmen	917.995	EUR/a
Amortisationszeit	6,94	a

5.3.2.4 Öffentliche Gebäude

In Tabelle 23 ist die überschlägige Kalkulation der Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen auf den Dächern von öffentlichen Gebäuden dargestellt. Die Potenziale wurden hierbei in Summe betrachtet. Tatsächlich ist die installierte Leistung auf 18 Dächer verteilt, die Fachhochschule wurde wie oben erläutert ausgeklammert. Unter den getroffenen Annahmen amortisieren sich die PV-Anlagen in unter zehn Jahren.

Tabelle 23: Wirtschaftliche Betrachtung von Dach-PV auf allen öffentlichen Gebäude im Quartier außer der Fachhochschule

Installierte Leistung (Summe)	513,9	kW
PV Erzeugung	534	MWh
Eigenverbrauch (30 %)	160	MWh
Netzeinspeisung PV	374	MWh
spez. Kosten PV-Anlage	1.200	EUR/kWp
Kosten PV	616.629	EUR
Einspeisevergütung (IBN 1.6.2025)	76,6	EUR/MWh
Stromtarif	250	EUR/MWh
Betriebskosten (1 % p.a.)	-6.166	EUR/a
jährliche Einnahmen Einspeisung	28.611	EUR/a
Einsparung durch Eigenverbrauch	40.019	EUR/a
SUMME Kosten/Einnahmen	62.463	EUR/a
Amortisationszeit	9,87	a

Allgemein hängt die Wirtschaftlichkeit bei einer Überschusseinspeisung stark von der Differenz zwischen Strombezugskosten (Kosten zu denen Strom eingekauft werden kann) und Stromgestehungskosten (Kosten zu denen Strom selbst produziert werden kann) ab. Da die Stromgestehungskosten primär abhängig von den Investitionskosten sind, ändern sich diese über die Jahre kaum. Der Strompreis hingegen ist sehr

volatil und ändert sich regelmäßig. Sollte der Strompreis in der Zukunft sinken, verlängert sich automatisch die Amortisationszeit der Anlage und umgekehrt.

5.3.2.5 Gewerbe, Handel und Dienstleistung

In Tabelle 24 ist die überschlägige Kalkulation der Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen auf den Dächern von Gewerbe, Handel und Dienstleistung dargestellt. Die Potenziale wurden hierbei in Summe betrachtet. Tatsächlich ist die installierte Leistung auf drei Dächer verteilt. Durch den angenommenen hohen Anteil an Eigenverbrauch ist die PV-Anlage besonders wirtschaftlich und amortisiert sich innerhalb von unter sechs Jahren.

Tabelle 24: Wirtschaftliche Betrachtung von Dach-PV auf ausgewählten gewerblich genutzten Gebäuden (vgl. Abschnitt 5.3.2.1 ab S. 143)

Installierte Leistung (Summe)	606,8	kW
PV Erzeugung	652	MWh
Eigenverbrauch (80 %)	522	MWh
Netzeinspeisung PV	130	MWh
spez. Kosten PV-Anlage	1.200	EUR/kWp
Kosten PV	728.160	EUR
Einspeisevergütung (IBN 1.6.2025)	67,3	EUR/MWh
Stromtarif	250	EUR/MWh
Betriebskosten (1 % p.a.)	-7.282	EUR/a
jährliche Einnahmen Einspeisung	8.780	EUR/a
Einsparung durch Eigenverbrauch	130.460	EUR/a
SUMME Kosten/Einnahmen	131.958	EUR/a
Amortisationszeit	5,52	a

5.3.2.6 Einfamilienhäuser zur Eigenstromnutzung

Bei Einfamilienhäusern ist die Wirtschaftlichkeit der Anlagen besonders stark von den jeweiligen Strombedarfen abhängig. Eine pauschale Aussage zur Wirtschaftlichkeit ist daher schwierig. Dargestellt wird in der nachfolgenden Tabelle die Wirtschaftlichkeit für ein einzelnes Einfamilienhaus mit sehr guter Dacheignung, wobei 30 % des Solarstroms direkt genutzt und 70 % in das Netz eingespeist werden. Unter den getroffenen Annahmen amortisiert sich die Anlage in rund zehn Jahren und damit immer noch deutlich innerhalb der technischen Nutzungsdauer einer PV-Anlage von rund 20 Jahren.

Tabelle 25: Wirtschaftliche Betrachtung Aufdach-PV Einfamilienhaus

Installierte Leistung	12,8	kW
PV Erzeugung	13	MWh
Eigenverbrauch (30 %)	4	MWh
Netzeinspeisung PV	9	MWh
spez. Kosten PV-Anlage	1.200	EUR/kWp
Kosten PV	15.301	EUR
Einspeisevergütung (IBN 1.6.2025)	81,1	EUR/MWh
Stromtarif	250	EUR/MWh
Betriebskosten (1 % p.a.)	-153	EUR/a
jährliche Einnahmen Einspeisung	721	EUR/a
Einsparung durch Eigenverbrauch	953	EUR/a
SUMME Kosten/Einnahmen	1.521	EUR/a
Amortisationszeit	10,06	a

5.3.3 Energie- und CO₂-Einsparungen „Regenerative Stromversorgung“

Durch jede Kilowattstunde lokal produzierten PV-Stroms lassen sich, im Vergleich zum deutschen Strommix, CO₂-Emissionen vermeiden. Hierbei ist zu unterscheiden, ob der durch die PV-Anlagen erzeugte Strom selbst verbraucht wird, oder ob der Strom in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird. Sofern der PV-Strom innerhalb der Gebäude selbst verbraucht wird, ergeben sich die Einsparungen im Hinblick auf die resultierenden CO₂-Emissionen bzw. den Primärenergiebedarf entsprechend der Faktoren des deutschen Strommixes. Für die Einspeisung von PV-Strom in das öffentliche Stromnetz können die Faktoren für den Verdrängungsstrommix zur Berechnung der Energie- und CO₂-Einsparungen angesetzt werden. Im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ist die bevorzugte Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Quellen in das deutsche Stromnetz geregelt. Hierdurch muss weniger Strom aus fossilen Quellen bereitgestellt werden. Der Verdrängungsstrommix beschreibt, dass eingespeister Strom aus erneuerbaren Quellen zunächst die ökologisch schlechtesten Anlagen aus dem Strommix verdrängt. Damit liegen die anrechenbaren Faktoren für den Verdrängungsstrommix über den Faktoren des allgemeinen deutschen Strommixes. Wie bereits in Abschnitt 4.5.2 erläutert, wird der eingespeiste Strom aus PV-Anlagen in der Berechnung der Energie- und CO₂-Einsparungen jedoch nicht berücksichtigt, da dieser bereits in den Faktoren des gesamten deutschen Strommixes enthalten ist. Folglich würde die Bilanzierung des eingespeisten PV-Strom mithilfe des Verdrängungsstrommixes zu einer Doppelbilanzierung führen.

Zur Berechnung der Energie- und CO₂-Einsparungen wird somit lediglich der Anteil an PV-Strom, welcher selbst verbraucht wird, bilanziert. Die Annahmen bezüglich der Eigenverbrauchsquoten der betrachteten Gebäudegruppen wurden in Abschnitt 5.3.2 dargelegt und werden hier zu Berechnung der Einsparungen herangezogen. Mit den angenommenen Quoten können **5.261 MWh/a** Strom aus PV-Anlagen im Quartier durch die Energiezentrale des Fernwärmenetzes, die Einkaufszentren sowie den Supermarkt, die Gebäude der Wohnungsunternehmen und die öffentlichen Gebäude (ohne FH) lokal genutzt werden. Wie bereits beschrieben, hängen die möglichen Energie- und CO₂-Einsparungen ausschließlich von dem spezifischen Emissionsfaktor sowie dem Primärenergiefaktor des deutschen Strommixes ab. Folglich werden die möglichen Einsparungen durch Eigennutzung des erzeugten PV-Stroms mit der zunehmenden Dekarbonisierung des deutschen Strommixes zunehmend geringer. Während im Jahr 2030 noch rund **1.368 t_{CO2}/a** durch

die Eigenstromnutzung der beschriebenen Gebäudegruppen eingespart werden können, liegt die Einsparung im Jahr 2040 aufgrund der vorangeschrittenen Dekarbonisierung des Stromsektors lediglich bei **158 t_{CO2}/a**. Hieraus sollte jedoch nicht der Rückschluss getroffen werden, dass der Ausbau dezentraler PV-Anlagen zukünftig ökologisch weniger sinnvoll wird und damit schon heute unattraktiv ist, sondern umgekehrt: dass eine möglichst kurzfristige Umsetzung den größten Hebel zur Einsparung von CO₂-Emissionen bewirkt. Wie bereits beschrieben, ist der eingespeiste PV-Strom bereits in den Faktoren des deutschen Strommix berücksichtigt und durch die Eigennutzung von PV-Strom wird der Strombedarf, welcher durch zentrale Umwandlungstechnologien bereitgestellt werden muss, verringert. Damit sind die dezentralen PV-Anlagen ein wichtiger Teil der Energiewende bzw. der Dekarbonisierung des Stromsektors. Zusätzlich hat die wirtschaftliche Auswertung gezeigt, dass die Amortisationsdauern der Anlagen meist unterhalb von 10 Jahren liegen und die Anlagen somit anschließend gewinnbringend betrieben werden können. **Damit ist der Ausbau dezentraler PV-Anlagen sowohl ökologisch als auch ökonomisch zu empfehlen.**

Analog zu den Einsparungen im Bereich der CO₂-Emissionen ergeben sich die Minderungen des Primärenergiebedarfs auch ausschließlich in Abhängigkeit der Primärenergiefaktoren des deutschen Strommixes. Folglich verringern sich die möglichen Einsparpotenziale auch hier mit der zunehmenden Dekarbonisierung des Stromsektors. Im Jahr 2030 können **4.209 MWh/a** und im Jahr 2040 **526 MWh/a** Primärenergie durch die Eigennutzung von PV-Strom eingespart werden.

Wie bereits beschrieben, wurde die Belegung der Dachflächen von Wohngebäuden im Privatbesitz (überwiegend Einfamilienhäuser) im Quartier vornehmlich aufgrund der geringen Eigenverbrauchsquote und der überwiegend dürtigen Eignung der Dachflächen wirtschaftlich nicht vertiefend betrachtet. Sofern jedoch auch diese Dachflächen vollständig mit PV-Anlagen belegt werden, würde sich ein Stromertrag in Höhe von rund **4.840 MWh/a** ergeben. Die durchschnittliche Eigenverbrauchsquote wird zu 30 % angenommen, da es sich bei den Gebäuden vornehmlich um Einfamilienhäuser handelt. Damit sind theoretisch weitere Einsparungen von CO₂-Emissionen in Höhe von **378 t_{CO2}/a** im Jahr 2030 und **44 t_{CO2}/a** im Jahr 2040 möglich. Die Einsparungen der Primärenergie belaufen sich auf rund **1.162 MWh/a** im Jahr 2030 und **145 MWh/a** im Jahr 2040.

Die nachfolgende Tabelle stellt die möglichen Einsparungen der Gebäudegruppen für das Jahr 2040 zusammenfassen dar.

Tabelle 26: Energie und CO₂-Einsparungen durch den Ausbau dezentraler PV-Anlagen im Quartier für das Jahr 2040 unter Berücksichtigung der Dekarbonisierung des Stromsektors

	Einsparung der CO ₂ -Emissionen in t _{CO2} /a	Einsparung der Primärenergie in MWh/a
Energiezentrale der Fernwärme	41	135
GHD	16	52
Wohnungsunternehmen	97	323
Öffentliche Gebäude	5	16
Gebäude im Privatbesitz	44	145
Gesamt	203	671

Zusammenfassend wurde erörtert, dass die möglichen Energie- und CO₂-Einsparungen durch die Installation dezentraler PV-Anlagen im Quartier mit der zunehmenden Dekarbonisierung des Strommarktes abnehmen. Jedoch ist darauf hinzuweisen, dass dezentrale Photovoltaikanlagen einen unerlässlichen

Baustein der Energiewende bzw. der Dekarbonisierung des Stromsektors darstellen. Weiterhin wurde gezeigt, dass dezentrale PV-Systeme im Quartier sowohl ökologisch als auch ökonomisch gewinnbringend eingesetzt werden können.

5.3.4 Hemmnisse und Lösungsansätze ‚Regenerative Stromversorgung‘

Regenerative Stromversorgung	
Hemmnis	Lösungsansatz
Bei dem Bau einer Photovoltaik-Anlage auf Gebäudedächern ist immer die Statik zu beachten. Gerade bei großen Dächern und der Errichtung von großen Anlagen, muss die Dachstatik zunächst geprüft und ggf. durch Sanierungen verbessert werden.	Durch die professionelle Prüfung der Dachstatik kann eine Einschätzung gegeben werden, wieviel Gewicht durch die Photovoltaikanlage auf das Dach gebracht werden kann. Sollte eine Sanierung notwendig sein, können Synergieeffekte zur energetischen Gebäudesanierung ausgenutzt werden.
In Einzelfällen kann der Denkmalschutz die Installation von Dach-PV erschweren oder verhindern	Prinzipiell ist Dach-PV auch auf Baudenkmalern möglich. Voraussetzung ist, dass der Eingriff reversibel ist, und dass die Module nur schwer sichtbar sind. Gelungene Beispiele zeigt die Stiftung Denkmalschutz auf ihrer Webseite ⁵² . Da Planung und Installation immer komplexer sind als bei normalen Gebäuden, gilt es Aufwand und Nutzen abzuwägen . Gerade bei großen Gebäuden oder Gebäudekomplexen (Fachhochschule) kann sich der Aufwand aber lohnen.
In Mehrfamilienhäusern ist die Eigenstromnutzung komplex (Mieterstrom) und schwer planbar	Die mit dem Solarpaket 1 geplante gemeinschaftliche Gebäudeversorgung soll diese Lücke schließen und die Eigenstromnutzung auf MFH für alle Beteiligten attraktiver machen. Voraussetzung dafür sind digitale Stromzähler bei allen Mietern, die PV-Strom beziehen wollen.
Durch die niedrige Einspeisevergütung wird sich eine PV-Anlage möglicherweise erst nach vielen Jahren amortisieren .	Tatsächlich sind die Subventionen auf die Einspeisevergütung schrittweise gesenkt worden. Parallel dazu sind aber auch die Modulpreise und damit die Investitionskosten deutlich gesunken. Die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage sollte im Einzelfall geprüft werden und hängt davon ab, wie sich das Dach eignet (Ausrichtung, Verschattung, Fläche) und wie hoch die Eigenstromnutzung ist (Lastprofil). Beratungsangebote können Aufklärungsarbeit leisten.

⁵² <https://www.denkmalschutz.de/ueber-uns/die-deutsche-stiftung-denkmalschutz/nachhaltigkeit/solaranlagen-auf-denkmalen.html>

5.3.5 Maßnahmen im Bereich der Stromversorgung

Handlungsfeld: Stromversorgung	
S1	Prüfung und Ausbau des Stromnetzes für Wärmeerzeugung und E-Fahrzeuge
S2	Zentralen PV-Park um das BHKW Süd errichten
S3	Nutzung der PV-Dachpotenziale von Wohnungsunternehmen
S4	Beratungsangebote und Installation von PV-Anlagen auf Einzelhäusern
S5	Nutzung der PV-Dachpotenziale öffentlicher Gebäude

5.4 Klimagerechte Mobilität

Klimagerechte Mobilität spielt nicht nur bei der Einsparung von Treibhausgasen eine zentrale Rolle. Eine Verlagerung hin zu nachhaltigen Verkehrsträgern und insbesondere dem Umweltverbund bestehend aus Fuß- und Radverkehr sowie Öffentlichem Personennahverkehr (ÖPNV) wirkt sich gleichzeitig positiv auf Luftqualität, Lärminderung, Freiraum- und Lebensqualität aus.

Im Rahmen des Quartierskonzeptes wird eine kleinräumige Betrachtung auf Quartiersebene vorgenommen, die einen besonderen Fokus auf die aktive Mobilität und Nahmobilität legt. Hierzu wird zunächst der Ist-Zustand erfasst und Potenziale und Maßnahmen für die Verbesserung der Verkehrssituation anhand der Themen Öffentlicher Personennahverkehr, Fuß- und Radverkehr, Motorisierter Individualverkehr sowie weiteren alternativen Mobilitätsangeboten ermittelt.

5.4.1 Bestand und technisches Potenzial ‚Klimagerechte Mobilität‘

5.4.1.1 Verkehrsinfrastruktur

Das Projektgebiet wird durch die Landstraße Goldberger Straße durchzogen, welche sich in Nord-Süd-Richtung erstreckt. Im Norden des Projektgebiets durchkreuzt die Gemeindestraße Plauer Straße das Gebiet in Ost-West-Richtung. Die Straßen sind Teil des Vorrangnetzes der Stadt und bilden für das Projektgebiet die Haupteerschließungsstraßen. Daneben gibt es mehrere Gemeindestraßen, die sowohl asphaltiert als auch gepflastert sind. Auf beiden Haupteerschließungsstraßen gilt ein Tempolimit von 50 km/h, mit Ausnahmen für LKWs in den Abendstunden.

Um Schleichverkehre in das angrenzende Wohngebiet des Goldberger Viertels und der Südstadt aufgrund der stark belasteten Goldberger Straße zu entlasten, wurde das Wohngebiet in den 90ern mit einer Tempo 30 Zone ausgestattet. Da das noch nicht die benötigte Verkehrsreduzierung erzeugte wurden weitere verkehrsberuhigende Maßnahmen umgesetzt und in 2015 ein Verkehrskonzept für das Goldberger Viertel⁵³ erarbeitet.

Auch innerhalb des Integrierten Stadtentwicklungskonzeptes (ISEK) der Barlachstadt Güstrow⁵⁴ aus 2015 wird die Verkehrssituation des Projektgebietes insbesondere im südlichen Goldberger Viertel als hoch belastet beschrieben. Zudem zeigt das ISEK eine notwendige Sanierung einiger Straßen im Projektgebiet auf. Auch Maßnahmen zur Lärminderung für die Straßen des Vorrangnetzes im Projektgebiet, Goldberger Straße und Plauer Straße, wurden im ISEK ermittelt und bereits teilweise umgesetzt.

Eine Auswertung der Unfallorte und Frequenz liefert Hinweise auf die Funktionalität der Mobilitätsinfrastruktur und kann kritische Stellen im Verkehrsnetz mit Handlungsdrang identifizieren. Die Unfallauswertung erfolgt durch die „Statistischen Ämter des Bundes und der Länder“⁵⁵ ab 2020 in Güstrow, welche nur Unfälle mit Personenschaden, die durch die Polizei dokumentiert wurden, sammelt. Die Dunkelziffer liegt daher ggf. höher.

⁵³ Barlachstadt Güstrow (2015). Verkehrskonzept „Goldberger Viertel“. Online: www.questrow.de/fileadmin/downloads/bauen-wohnen-umwelt/Verkehrskonzept-Goldberger_Viertel.pdf (zuletzt gesichtet am 04.01.2024)

⁵⁴ Barlachstadt Güstrow (2015). Integriertes Stadtentwicklungskonzept. 2. Fortschreibung. Online: www.questrow.de/fileadmin/downloads/stadtentwicklung/ISEK_2015_27_02_2015_Abgabefassung_reduziert.pdf (zuletzt gesichtet am 04.01.2024)

⁵⁵ Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2024). Unfallatlas Deutschland. Online: <https://unfallatlas.statistikportal.de/> (zuletzt gesichtet am 04.01.2024)

Insgesamt liegt die Unfallrate im Quartier zwischen 10 (2020) und 21 (2022) Unfällen pro Jahr. Unfälle mit Fahrradbeteiligung stellen einen hohen Anteil dar, in 2022 waren über 50% der Unfälle im Projektgebiet mit Fahrradbeteiligung. Der Anteil der Beteiligung mit Fußgänger:innen liegt bei rund 20 %.

Kritische Stellen im Projektgebiet beherbergt insbesondere die Goldberger Straße, der Großteil der Unfälle im Quartier fanden hier statt.

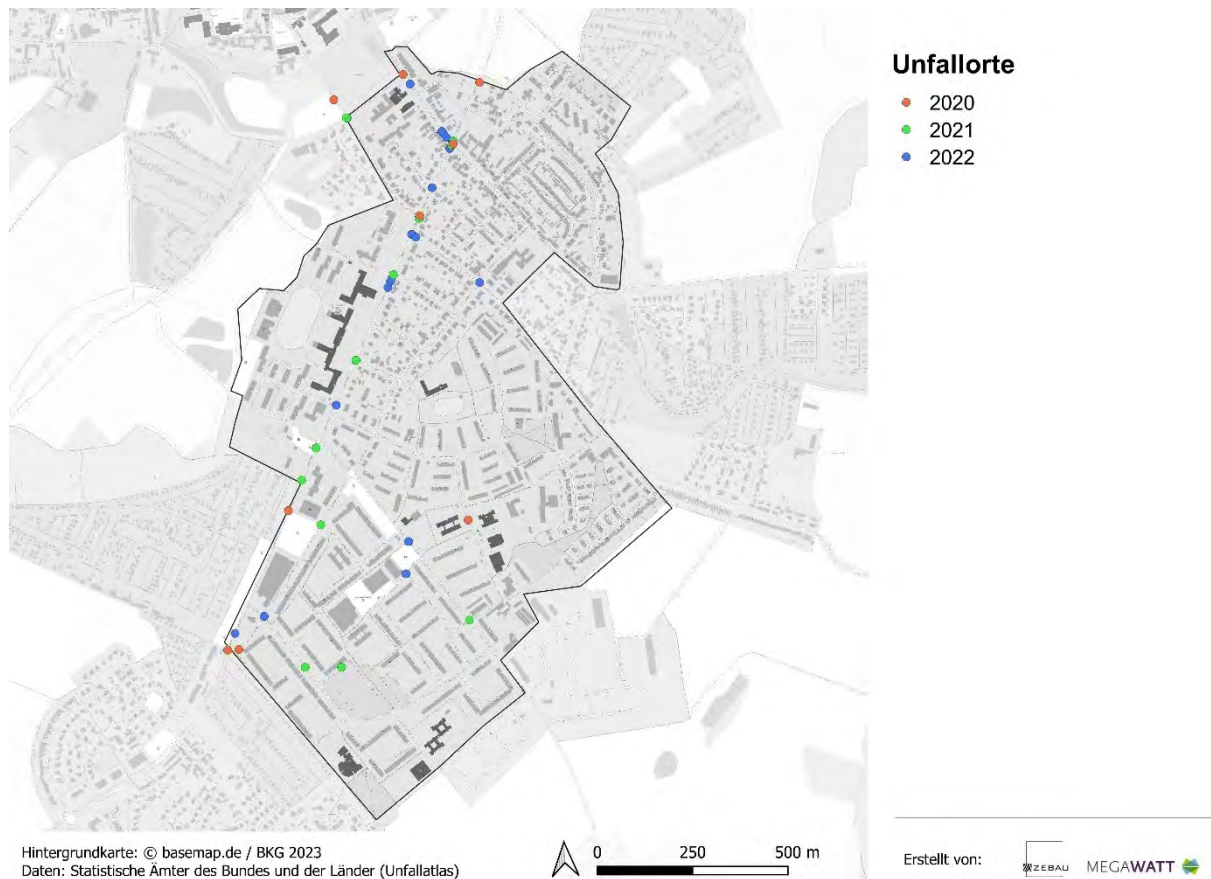


Abbildung 79: Unfallorte im Quartier für die Jahre 2020, 2021 und 2022 (Quelle: Unfallatlas)

5.4.1.2 Fußverkehr

Das Projektgebiet umfasst einen weitläufigen Bereich im Süden Güstrows mit den Vierteln Südstadt, Plauer Viertel und Goldberger Viertel. Vom nördlichen Punkt des Projektgebiet bis zum südlichsten Teil sind es via Luftlinie ca. 1,8 km Distanz. Zusätzlich mit der Wegführung der Fußwege ist es somit eine weite Strecke durch das Quartier, weshalb nicht alle Wege durch den Fußverkehr zu absolvieren sind. Die Nahversorgungssituation sowie die kulturellen und sozialen Angebote zeigen dieses Verhältnis bereits. Die Fußwege vor Ort werden insbesondere als Bildungswege, Freizeitwege sowie im südlicheren Bereich auch als Wege zu Gütern des täglichen Bedarfs genutzt.

Da der Fußverkehr die klimafreundlichste Fortbewegungsmöglichkeit darstellt, sollte für die Reduktion der CO₂-Emissionen im Bereich der Mobilität auch der Fußverkehr gestärkt werden.

Voraussetzungen für einen sicheren Fußverkehr und die Stärkung der fußläufigen Erreichbarkeiten ist dabei eine gut ausgebaute Fußwegeinfrastruktur, welche den Bedürfnissen der Bürger:innen entspricht und für alle sicher gestaltet ist. Eine gut ausgebaute Fußwegeinfrastruktur sollte dabei insbesondere

barrierefreie Wege beinhalten, welche in allen Bereichen eine ebene Oberfläche vorweist und breit genug ist, dass keine Bewegungskonflikte mit entgegenkommenden Verkehrsteilnehmer:innen entstehen.

Im Quartier sind der Großteil der Fußwege barrierefrei, nur vereinzelt finden sich Unebenheiten durch Baumwurzeln oder auch Gehwegschäden. Um den Fußverkehr zu stärken, bietet es sich an im Zuge von Straßensanierungen auch Gehwege mit Verbesserungspotenzial auszubessern.

In diesem Sinne ist die Barlachstadt gemeinsam mit den Abwasserbetrieben und den Stadtwerken Güstrow bereits dabei die sanierungswürdigen Straßen in der Stadt anhand eines Maßnahmenplans zu verbessern und in diesem Zuge auch Gehwege zu erneuern.

Da das Quartier einen hohen Anteil an Kindern und älteren Bewohner:innen aufweist, ist es zudem essentiell insbesondere auf die entsprechenden Bedarfe dieser Personengruppen einzugehen. Im Fußverkehr erschweren geringe Gehwegbreiten, fehlende Bordsteinabsenkungen, kurze Ampelschaltungen, fehlende Sitzgelegenheiten und eine zu hohe Verkehrsdichte eine barrierearme Mobilität. Menschen höheren Alters haben beispielsweise besonderen Bedarf an ebenen Fußwegen mit geringen Hürden, so können Unebenheiten im Boden oder hohe Bordsteine bei der Nutzung von Gehhilfen zum Hindernis werden. Auch die Verteilung von Sitzmöglichkeiten ist relevant speziell für diese Zielgruppe und die weiten Distanzen im Quartier. Entsprechend sollten Problemstellen für körperlich beeinträchtigte Personen sowie weitere Sitzgelegenheiten geprüft und behoben werden. Auch weitere Personengruppen wie z.B. Eltern mit Kinderwagen oder andere in ihrer Mobilität eingeschränkte Personen können von Maßnahmen zum Abbau von umweltbedingten Barrieren profitieren.

Daneben gilt es für den Fußverkehr und die Verknüpfung mit dem ÖPNV zusätzlich zu prüfen, ob es genügend sichere Querungsstellen entlang der Goldberger Straße gibt. Da die Goldberger Straße eine vielbefahrene und weitläufige Straße mit Tempo 50 ist, sollte eine einfache und sichere Querung dieser Straße für den Fußverkehr an vielen Stellen vorhanden sein und die Distanzen zwischen den Lichtsignalanlagen gering ausfallen, um Abkürzungen und damit einhergehende Unfälle zu vermeiden. Insbesondere im Umfeld der Haltestelle Voßstraße könnte eine Querung hilfreich sein, um die Wohngebiete auf beiden Seiten der Goldberger Straße den einfachen Zugang zum ÖPNV zu ermöglichen. Gleiches gilt für die Haltestelle FHS Goldberger Straße. Hier sollte eine Querungsstelle direkt an der Haltestelle geprüft werden, um auch Schulen (insbesondere die Freie Schule Güstrow) mit der Haltestelle zu verknüpfen und den Schüler:innen ein sicheres Überqueren der Goldberger Straße zu ermöglichen.

Zusätzlich zu den barrierefreien Wegen stellt auch das sichere Abstellen von Gehhilfen ein relevantes Thema dar, welches insbesondere im Bereich der Mehrfamilienhäuser mitgedacht werden sollte. Das sichere und komfortable Abstellen von Gehhilfen unterstützt die Mobilität im Alter und verbessert gleichzeitig die Lebensqualität durch die Möglichkeit sich im Quartier bewegen zu können und lange Zeit in den bekannte vier Wänden wohnen zu bleiben.

Im Rahmen des Fußverkehrs ist auch der Bestand an Grünstrukturen relevant, um Schatten zu spenden und an Hitzetagen abzukühlen. Das Gebiet weist durch die vorhandenen halböffentlichen Grünflächen an den Mehrfamilienhäusern, Straßenbäume, Straßenbegleitgrün, privaten Gärten sowie dem interkulturellen Gemeinschaftsgarten an der Werner-Seelenbinderstraße einen sehr grünen Charakter auf. Durch die Versorgung mit weitläufigen Grünstrukturen und Bäumen entlang der Wege, können die klimawandelbedingten heißeren Sommer und Hitzeperioden stadtklimatisch abgemildert werden. Die Vegetation im Quartier produziert Kaltluft, welche das Mikroklima lokal abkühlen kann, zudem verbessern die Grünstrukturen die Luftqualität, puffern Lärm ab und tragen grundsätzlich zu Gesundheit und Lebensqualität bei. Die Straßenbäume entlang der Wege spenden zusätzlich Schatten im Sommer. Gerade für Kinder und ältere Bewohner:innen sind diese Effekte wichtig und im Rahmen von heißer werdenden Sommern im Sinne von Klimaanpassungsmaßnahmen zu pflegen und schützen.



Abbildung 80: Eindrücke aus dem Quartier zur Fußverkehrsinfrastruktur (Quelle: ZEBAU GmbH)

Potenziale zur Optimierung des Fußverkehrs ergeben sich im Quartier insbesondere, indem fortlaufend barrierefreie Wege hergestellt, Querungen entlang der Goldberger Straße geprüft, weitere Sitzgelegenheiten installiert und die Mobilität im Alter unterstützt wird.

5.4.1.3 Radverkehr

Im Quartier gibt es unterschiedliche Ausführungen von Radverkehrswegen. An der Goldberger Straße / Liebnitzstraße und Plauer Straße / Plauer Chaussee finden sich Radwege als getrennte Rad- und Gehwege mit unterschiedlich stark ausgeprägter visueller Unterscheidung.

An der Goldberger Straße führen diese Radwege beidseitig der Straße entlang. Bis zur Höhe der Clara-Zetkin-Straße, woraufhin der getrennte Radweg einseitig Richtung Süden verläuft. An der Plauer Straße führt ein solcher getrennter Rad- und Gehweg beidseitig in Richtung Stadtkern, stadtauswärts gibt es einen einseitigen getrennten Radweg. Auch rund um das Einkaufszentrum in der Südstadt befindet sich ein Radweg.

Zudem gibt es noch eine neu installierte Fahrradstraße in Richtung Stadtkern, welche im Schwarzen Weg liegt, bis zur Goldberger Straße führt und explizit für die Nutzung von Radfahrenden ausgelegt ist. Die Weiterführung von dort aus erfolgt via Lichtsignalanlage in das Goldberger Viertel hinein.

Daneben wird der Radverkehr überwiegend im Mischverkehr mit dem Kraftfahrzeugverkehr auf der Fahrbahn geführt. Aufgrund der Geschwindigkeitsbegrenzung von 30km/h in der Südstadt und im Goldberger Viertel ist diese Regelung möglich.

Hindernisse und kritische Stellen für den Radverkehr ergeben sich z.B. aus Nutzungskonkurrenzen der unterschiedlichen Verkehrsteilnehmer:innen, durch Hindernisse auf Radwegen sowie durch schlechte Einsehbarkeit von Einmündungen und Straßen. Im Quartier finden sich solche Hindernisse beispielsweise entlang der Goldberger Straße. Hier gibt es alte Stadtbäume, die inmitten des Radwegs liegen und Radfahrende zum Ausweichen auf den Gehweg drängen, sodass es zu einer Nutzungskonkurrenz zwischen Fußgänger:innen und Radfahrenden führen kann.

Zusätzlich kann der ruhende Verkehr im Mischverkehr zu einem Gefahrenpotenzial für Radfahrende werden, wenn dadurch die Straße weniger gut einsehbar ist.



Abbildung 81: Eindrücke zur Radverkehrsinfrastruktur im Quartier: Tempo30 Zone mit Radverkehr im Mischverkehr (links), getrennter Rad- und Gehweg an der Goldberger Straße (Quelle: ZEBAU GmbH)

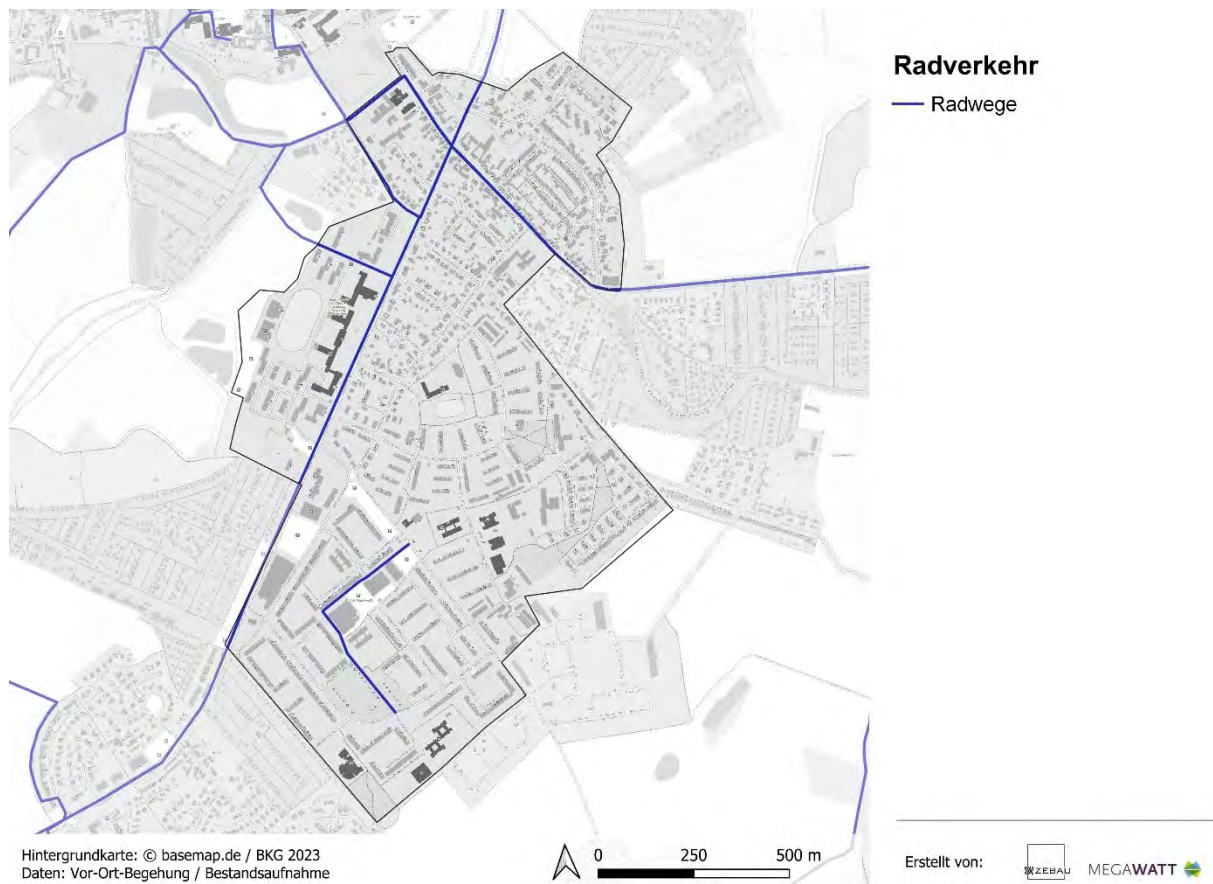


Abbildung 82: Radwegenetz im Quartier

Neben den Radverkehrswegen ist auch das Abstellen der Fahrräder an sicheren Fahrradabstellanlagen wichtig zur Stärkung des Radverkehrs. So können komfortable und sichere Fahrradabstellanlagen am Quell- und Zielort einen erheblichen Einfluss auf die Nutzung des Verkehrsmittels ausmachen. Im Quartier finden sich unterschiedliche Varianten an Fahrradabstellanlagen: Anlehnbügel und Bodenbügel (siehe Abbildung 83). Dabei sind die Anlehnbügel sicherer als Bodenbügel, an denen man meistens nur das Vorderrad anschließen kann. Zusätzlich gibt es an den meisten der Mehrfamilienhäuser auch Kellerabteile für Fahrräder, um die Räder sicher und geschützt abstellen zu können.



Abbildung 83: Fahrradabstellanlagen im Quartier: Anlehnbügel (links), Bodenbügel (rechts) (Quelle: ZEBAU GmbH)

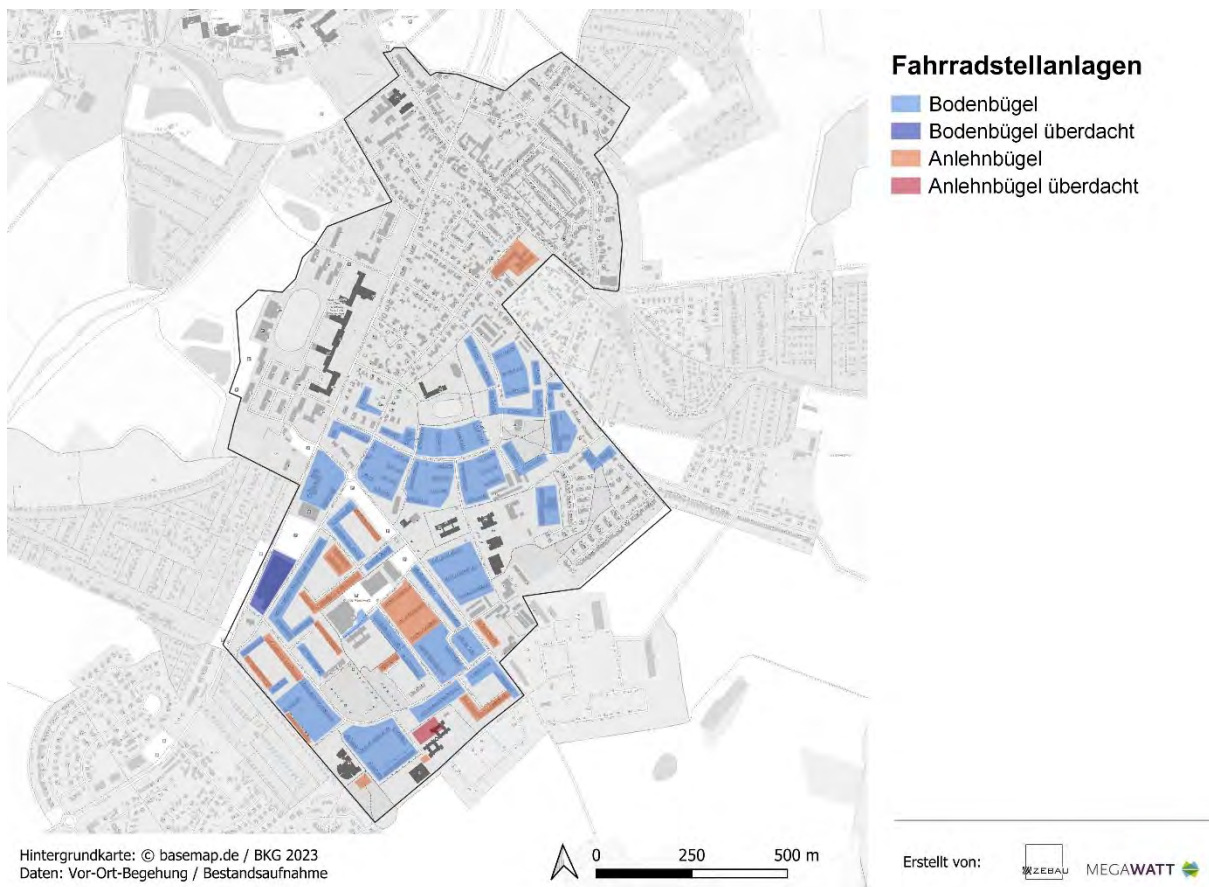


Abbildung 84: Verteilung der Fahrradabstellanlagen im Quartier

Um einen höheren Anteil des Radverkehrs bei der Verkehrsmittelwahl zu erzielen und die aktive Nahmobilität zu fördern, gilt es den Radverkehr komfortabel und sicher und den Umstieg auf das Rad so einfach wie möglich zu gestalten.

Für das Quartier bietet sich daher eine Reduktion des ruhenden Verkehrs im Straßenraum an, um Gefahrenstellen für Radfahrende zu reduzieren. Zusätzlich sollten die vorhandenen Radwege gepflegt und auf deren Sichtbarkeit und Breite überprüft werden, sodass ausreichend Platz für Radfahrende und Fußgänger:innen an getrennten Rad- und Gehwegen besteht und die Markierungen ggf. baulich nachgebessert werden in Form von Markierungen, Einfärbungen oder Piktogrammen. Da der Mischverkehr in Tempo30 Zonen keine Möglichkeit für gesonderte Radwege bietet, könnten hier Schutzstreifen die Sicherheit für Radfahrende erhöhen. Kritische Stellen, welche häufiger Unfallort für Radfahrende darstellen, könnten durch zusätzliche Hinweisschilder an Aufmerksamkeit gewinnen.

Da im Quartier mehrere Schulen ansässig sind, ist Mobilität auch im Kontext der Schulwegsicherheit ein Thema, welches sowohl für Rad fahrende und zu Fuß gehende Schüler:innen wichtig ist und einer Prüfung bedarf. Hierfür könnten gemeinsam mit Schülervorteiler:innen, Elternvertreter:innen, der Stadtverwaltung, der Schulleitung sowie der Polizei eine Bestandsaufnahme möglicher kritischer Punkte aufgenommen werden, um letztlich bereits im Kindes- oder Jugendalter an eine klimafreundliche Mobilität heranzuführen.

Um dem privaten PKW das Fahrrad vorzuziehen, ist es zudem hilfreich eine optimale Wegeführung mit Vorrang für die Radfahrende zu erzeugen. So könnte ein weiteres Potenzial in einer Erweiterung der

neugebauten Fahrradstraße in Richtung Inselsee liegen. Mit einem geeigneten Fahrbahnbelag und der Visualisierung der Fahrradstraße, kann eine solche Erweiterung vom Stadtkern bis ins Quartier und darüber hinaus zum Inselsee sowohl touristische Freizeitradler:innen anziehen als auch Quartiersbewohner:innen motivieren diese Zielorte mittels Rad zu erreichen. Damit das bestmöglich angenommen und auch dem Autoverkehr vorgezogen wird, sollte eine Installation einer komfortableren Straßenüberquerung an der Goldberger Straße, welche die Wegezeit noch verkürzt, geprüft werden (z.B. eine Mittelinsel mit Fahrradvorrang, falls dies die Straßensituation der hochfrequentierten Goldberger Straße zu lässt).

Somit liegt das größte Potenzial im Ausbau und der Optimierung der Radwegeinfrastruktur.

Des Weiteren ist die Förderung von sicheren und komfortablen Fahrradabstellmöglichkeiten ein wichtiger Baustein zur Stärkung des Radverkehrsanteils. In der Bestandsanalyse zeigte sich, dass es bereits einige Fahrradabstellanlagen in Form von Boden- und Anlehnbügel und Fahrradkellern an den Mehrfamilienhäusern gibt. Um den älter werdenden Mieter:innen eine einfache und komfortable Abstellmöglichkeit für Fahrrad und/oder Gehhilfe anzubieten, ist es sinnvoll Anlehnbügel direkt an den Hauseingängen sowie überdachte und abschließbare Anlagen in kurzer, fußläufiger Entfernung zu installieren. Die Fahrradkeller bieten bereits einen guten Schutz der Räder, allerdings könnte die Nutzung für Senior:innen zukünftig schwieriger werden aufgrund von schwerer werdenden Elektro-Fahrrädern.

Fahrradhäuser und Fahrradboxen z.B. auf umgenutzten Parkplatzflächen, können hier Abhilfe leisten und sind die sichersten Fahrradabstellanlagen. Sofern keine barrierefrei zugänglichen Kellerräume zur Verfügung stehen, werden Fahrradhäuser als Standard für Fahrradabstellanlagen an Mehrfamilienhäuser empfohlen. Insbesondere bei anstehenden Sanierungs- oder Modernisierungsarbeiten an Gebäuden oder geplanten Wohnumfeldarbeiten, sollte die Realisierung von Fahrradhäusern mitgeplant werden. Dabei sollten auch die zunehmenden Ansprüche an Lademöglichkeiten für E-Bikes sowie Platz für Lastenräder oder Kinderanhänger berücksichtigt werden.

Die Abstellanlagen sollten in ausreichender Zahl für die Anwohner:innen als auch für Besucher:innen zur Verfügung stehen.

Um dieses Potenzial zu heben, sollten sowohl die Stadt Güstrow für die Schulstandorte als auch die Wohnungsunternehmen und die Fachhochschule Maßnahmen zur Verbesserung vorsehen.

Good Practice: Barrierefreie Fahrradhäuser bei Gebäudemodernisierung



In Wentorf bei Hamburg wurden bei der Modernisierung der Gebäude der Neuen Lübecker Norddeutschen Baugenossenschaft eG neue Fahrradhäuser wohnungsnah und barrierefrei erreichbar installiert. Die neuen Fahrradhäuser bieten sichere, überdachte und komfortable Abstellmöglichkeiten für die Fahrräder und Fahrradanhänger der Mieter:innen.

(Quelle: ZEBAU GmbH)

5.4.1.4 Öffentlicher Personen-Nahverkehr (ÖPNV)

Der öffentliche Personennahverkehr im Quartier wird über den Busverkehr bedient. Eine Erschließung über den Bahnverkehr besteht nicht. Die nächste Bahn-Station befindet sich mit dem Güstrower Bahnhof vom Norden des Projektgebietes in rund 3km Entfernung (Luftlinie).

Innerhalb des Gebiets liegen elf Bushaltestellen und einige weitere Haltestellen angrenzend an das Quartier im erweiterten Betrachtungsrahmen (Abbildung 85). Die Stadtbuslinien fahren sowohl zwischen dem KMG Klinikum im Norden Güstrows und dem Bauhof im Süden (201, 202), als auch bis zur Ringstraße (205). Zusätzlich fährt die Buslinie 250 und 252 vom Bahnhof aus in Richtung Osten und passiert im Gebiet die Haltestelle Plauer Straße. Ergänzend dazu fährt die Linie 210 als Schulbus. Dabei fahren alle Linien immer auch über den Bahnhof Güstrow, sodass die Abdeckung zum Bahnhof mit jedem Bus erfolgt. Ergänzend gibt es noch weitere Regiobuslinien, welche durch das Quartier fahren und dieses an die umliegenden Gemeinden anbindet.

Die Abfahrtszeiten stadteinwärts sind von 04:28 (201) bzw. 05:33 (202) bis 22:13 (201) bzw. 18:30 Uhr (ab Ringstraße) und fahren im 30 Minuten Takt werktags. Am Wochenende gibt es leichte Abweichungen, so fährt die 202 nicht und die 201 ab 07:08 Uhr im 30 Minuten Takt. Die Buslinien 201 und 202 fahren sehr regelmäßig, die weiteren Buslinien haben unregelmäßigere Taktzeiten.

Die Bushaltestellen liegen im gesamten Projektgebiet innerhalb eines 400 m Radius, was einer Fußwegzeit von durchschnittlich etwa 7 Minuten entspricht und eine gute Erschließung widerspiegelt⁵⁶.



Abbildung 85: ÖPNV-Erreichbarkeit im Projektgebiet Güstrow Süd

⁵⁶ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2010). „Empfehlungen für Planung und Betrieb des öffentlichen Personennahverkehrs“

Die ÖPNV-Abdeckung des Quartiers ist mit den vorhandenen Haltestellen und den regelmäßigen Taktzeiten als gut zu bewerten. Allerdings sind nicht alle Haltestellen barrierefrei und komfortabel ausgebaut, so dass die Wartenden oft ungeschützt vor dem Wetter und teilweise ohne Sitzbank auf den Bus warten müssen. Besonders für ältere Personengruppen sowie an Hitze- oder Regentagen kann das zu Belastungen führen.

Nach dem Personenbeförderungsgesetz (PBefG) war bis zum 01. Januar 2022 eine vollständige Barrierefreiheit der Haltestellen zu erreichen. Aufgrund des dadurch entstehenden Investitionsbedarfs stand die Stadt vor großen Herausforderungen, weshalb bislang noch nicht alle Haltestellen barrierefrei ausgebaut werden konnten. Gleichzeitig verfolgt die Barlachstadt Güstrow jedoch gemeinsam mit der Regionalbus Rostock GmbH das Ziel den ÖPNV kundenfreundlich und attraktiv zu gestalten und die Haltestellen zu optimieren. Um dabei alle Güstrower Haltestellen, die Finanzierung und die Auslastung im Blick zu behalten, wurde 2021 ein umfangreiches Haltestellenkonzept⁵⁷ erarbeitet, welches schrittweise nach Priorität die Haltestellen an barrierefreie Standards angleichen soll. Die Haltestellen im Stadtgebiet wurden daher auf Grundlage der Nutzer:innen und des Standortes in eine der drei Kategorien eingestuft: Mindestausstattung (Kategorie 1), Standardausstattung (Kategorie 2), Erweiterte Ausstattung (Kategorie 3).

Die Mindestausstattung beinhaltet:

- befestigte Wartefläche (Bewegungsraum für Rollstuhlfahrer:innen, Bodenindikatoren für sehbehinderte Menschen, barrierefreie Wartefläche, Sonderborde 18 cm Einstiegshöhe)
- Haltestellenbeleuchtung, wenn Voraussetzungen gegeben
- Mast/Aushangkästen

In der Standardausstattung werden zusätzlich Sitzgelegenheiten und Abfallbehälter erforderlich. In der erweiterten Ausstattung gibt es zudem einen Fahrgastunterstand. Je nach Notwendigkeit kann zudem noch weitere Ausstattung, wie Fahrradabstellanlagen oder eine digitale Anzeigetafel, nach Einzelfallentscheidung ergänzt werden.

Einige Haltestellen im Quartier sind bereits entsprechend der Kategorisierungen ausgestattet, wie die Werner-Seelenbinder-Straße, die Ringstraße (stadteinwärts) sowie ganz aktuell auch die Plauer Straße (beide Richtungen). Weitere Haltestellen sollen entsprechend ihrer Priorität, welche sich besonders an den Fahrgastzahlen und Sondersituationen orientiert, angepasst und ausgebaut werden.

⁵⁷ Barlachstadt Güstrow (2021). Haltestellenkonzept der Barlachstadt Güstrow.



Abbildung 86: Barrierefrei ausgebaute Haltestelle „Plauer Straße“ (stadteinwärts) mit Fahrgastunterstand und Sitzmöglichkeit, Sonderborde, Bodenindikatoren, Fahrplanaushang, Abfalleimer sowie zusätzlicher digitaler Anzeigetafel (Quelle: ZEBAU GmbH)

Mit Blick auf aktuelle Trendbetrachtungen zeigt sich, dass die Altersgruppe der jungen Erwachsenen einen rückläufigen PKW-Besitz aufweisen. Dieser Trend ist in größeren Städten ausgeprägter als auf dem Land, dennoch sollte dieser Trend auch für den ÖPNV-Verkehr genutzt werden, da diese Altersgruppe meist viele Wege pro Tag für Ausbildungs-, Berufs- und Freizeitverkehr, auch zu Abend- und Nachtzeiten, zurücklegt. Daneben zeigt sich, dass die bevölkerungsstarke Altersgruppe der über 60-Jährigen eine hohe PKW-Affinität vorweist und sich der ÖPNV für diese Altersgruppe auf eine barrierefreie, komfortable Nutzung einstellen muss, welche sich vorwiegend um Strecken des Freizeitverkehrs drehen.⁵⁸

In Güstrow ist die Stadtverwaltung und rebus Regionalbus Rostock GmbH bereits aktiv in der Umsetzung den ÖPNV attraktiv zu gestalten und älteren Personengruppen den Zugang zum Nahverkehr zu erleichtern. Gemeinsam mit der Polizei bietet rebus daher ein Mobilitätstraining für Rollstuhlfahrer:innen und Rollatornutzer:innen an. Das Mobilitätstraining zielt darauf ab Hemmschwellen bei der Nutzung der Busse abzubauen und sicheres Ein- und Aussteigen zu üben.

Auch ein Senienticket „Mobil60-Ticket“ für Menschen über 60 Jahre sowie ein vergünstigtes Mieterticket für Mietende der AWG und WGG gibt es im Verkehrsverbund, welche allerdings durch das günstigere Deutschlandticket 2023 abgelöst wurden. Zusätzlich gibt es speziell in Mecklenburg-Vorpommern eine weitere Unterstützung für ÖPNV-Nutzende Senior:innen durch das Land. Personen über 65 Jahre können demnach für 29 Euro das Deutschlandticket erwerben und den Nahverkehr in der ganzen Bundesrepublik nutzen.

Die Potenziale im Bereich des ÖPNV beziehen sich im Quartier darauf, das Busfahren attraktiver zu gestalten und auch vulnerablen Personengruppen zu ermöglichen. Hierfür sollten die Haltestellen daher weiterhin barrierefrei ausgebaut werden sowie ergänzende Angebote für ältere Nutzergruppen etabliert werden. Ergänzende Angebote für die Mobilität im Alter könnten Unterstützungsangebote, Informations- sowie Kommunikationsmaßnahmen sein. Hierbei könnten die Nahverkehrsbetreiber auch gemeinsam mit den

⁵⁸ Mathias Schmechtig NahverkehrsConsult, plan:mobil und KCW GmbH für Hanse- und Universitätsstadt Rostock und Landkreis Rostock (2023). Gemeinsamer Nahverkehrsplan Teil A - Hanse- und Universitätsstadt Rostock und Landkreis Rostock. Online: https://www.unser-nahverkehr.de/fileadmin/user_upload/downloads/NVP_HRO_LRO_Teil_A.pdf (zuletzt gesichtet 08.01.2024)

Wohnungsunternehmen agieren und Informationsbroschüren, Termine zu Mobilitätstrainings und die Tarifkonditionen gebündelt an die Mieter:innen im entsprechenden Alter herausgeben. Auch ein Mobilitätspunkt, an dem man sich zu Angeboten und Abfahrtszeiten persönlich beraten lassen kann, könnte die Zielgruppe beim Umstieg auf den ÖPNV unterstützen.

Good Practice: Sicher mobil im Alter



Der Deutsche Verkehrssicherheitsrat (DVR) hat das Programm „sicher mobil“ für die Generation 65+ entwickelt, welches durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur gefördert wird. Hier werden in Seminaren Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt, die dabei helfen, möglichst lange und sicher im Straßenverkehr mobil zu bleiben.

Von ÖPNV-Nutzung über die Mobilität als Fahrradfahrende und Fußgänger:innen bis hin zur Sicherheit als PKW-Fahrer:in wird in den Seminaren über Herausforderungen und Möglichkeiten informiert.



(Quelle: DVR e.V.)

5.4.1.5 Inter- und Multimodalität

Inter- und Multimodalität sind wichtige Strategien auf dem Weg zu einer emissionsarmen Mobilität. Unter multimodalem Verkehr versteht man die Nutzung verschiedener Verkehrsmittel für unterschiedliche Wege, wobei individuelle Kriterien bei der Auswahl des jeweils passenden Verkehrsmittels eine Rolle spielen. Im Gegensatz dazu konzentriert sich intermodaler Verkehr darauf, verschiedene Verkehrsmittel so zu kombinieren, dass eine optimale Lösung aus individueller Sicht erreicht wird. Dies kann beispielsweise bedeuten, dass man den Abschnitt von der Wohnung zur Bahnhaltestelle mit dem eigenen Fahrrad zurücklegt und nach dem Ausstieg aus dem Zug auf ein öffentliches Fahrradverleihsystem umsteigt, um den letzten Teil der Strecke zurückzulegen. Diese „Mixed Mobility“ gilt als eine der allgemeinen Trends der Mobilitätsentwicklung und wird daher auch im Nahverkehrsplan der Hanse- und Universitätsstadt Rostock und des Landkreises Rostock thematisiert⁵⁹.

In Güstrow und im Quartier Güstrow Süd sind keine Bikesharing-, Lastenrad-Ausleihsysteme oder Carsharing-Modelle vorhanden. Die Vernetzung unterschiedlicher Mobilitätsarten fokussiert sich daher derzeit auf den ÖPNV, das eigene Fahrrad, den Fußverkehr sowie ggf. die Verknüpfung vom privaten PKW mit der Bahn am Güstrower Bahnhof. Am Bahnhof Güstrow gibt es bereits eine sichere und komfortable Alternative für die Verknüpfung von Bahn und Fahrrad: Dort findet sich eine überdachte Fahrradabstellanlage, die für weiterentfernte Ziele als Bike+Ride-Anlage genutzt werden kann.

Angebote, wie Carsharing und Bikesharing, können die Dominanz des motorisierten Individualverkehrs reduzieren, Alternativen zum eignen Auto schaffen, Pendelwege attraktiver gestalten und die Emissionen von Teilen der täglichen Wege begrenzen.

⁵⁹ Ebd.

Insbesondere ein Angebot eines Carsharing-Autos sowie auch eines Lastenleihrads könnten das Quartier in Zukunft im Bereich der Mobilität positiv beeinflussen.

Ein Lastenradleihrad an Orten der Mehrfamilienhäuser kann den Binnenverkehr verbessern, indem es unter anderem die Möglichkeit bietet, auch größere Besorgungen ohne privaten PKW zu erledigen. So können auch größere Gegenstände oder der Großeinkauf transportiert werden. Speziell an den Mehrfamilienhäusern im Quartier würde sich ein solcher Verkehrsversuch in Zukunft lohnen. Um die Bewohner:innen darüber aufzuklären und die Möglichkeiten, die sich dadurch bieten aufzuzeigen, sollte ein solches Projekt von einer intensiven Kommunikation ergänzt werden. Auch für ältere Personen könnte die Nutzung hilfreich sein, besonders, wenn es sich um ein elektrisch-unterstütztes Lastenrad handelt.

Carsharing-Angebote können auch in eher ländlich geprägten Regionen funktionieren und den Bedarf eines Zweitwagens reduzieren und damit den ruhenden Verkehr entlasten. Wie auch Lastenradleihstationen sind Carsharing Standorte besonders an den dicht besiedelten Bereichen des Quartiers sinnvoll, in den Bereichen mit Mehrfamilienhäusern.

Für eine Platzierung des Angebots im Projektgebiet ist vor allem eine ausreichende Anzahl an Nutzer:innen ausschlaggebend, um die Auslastung der Fahrzeuge zu gewährleisten und die Wirtschaftlichkeit sicherzustellen. Auch hier ist daher eine intensive Kommunikation notwendig. Grundsätzlich könnte Carsharing dann jedoch einen großen Mehrwert für das Quartier bieten: Der ruhende Verkehr verringert sich und trotzdem haben die Bewohner:innen jederzeit die Möglichkeit auf ein PKW zurückzugreifen.

Die Nutzung eines stationsbasierten Carsharings auf einer der Parkplatzflächen der Wohnungsunternehmen könnte getestet werden. Ein Carsharing-Anbieter in umliegenden Städten in Mecklenburg-Vorpommern ist beispielsweise Flinkster (Deutsche Bahn). Daneben können aber auch die Stadtwerke Güstrow vor dem Hintergrund der E-Mobilität ein Carsharing etablieren.

Good Practice: Carsharing der Stadtwerke Wismar / Hansestadt Wismar



Nach einem Pilotprojekt mit einem begrenzten Nutzerkreis zum Thema Carsharing hat die Stadtwerke Wismar GmbH ein Carsharing-Angebot für alle Interessierten gestartet. Mit dem Carsharing bauen die Stadtwerke ihr Angebot im Bereich E-Mobilität aus und unterstützen die Mobilität im ländlichen Raum. Das von den Stadtwerken durchgeführte viermonatige Pilotprojekt zeigte, dass es eine rege Nachfrage für Carsharing in Wismar gibt. Zudem lieferte das Pilotprojekt wichtige Erkenntnisse zu den Erwartungshaltungen der Nutzer:innen, zur Funktionalität der Technik und zum Betreuungsaufwand. Aufgrund der positiven Erfahrungen wurde das Angebot für alle Interessierten geöffnet und nach einigen Anpassungen neu gestartet.

(Quelle: Stadtwerke Wismar / Sylvia Bartsch)

5.4.1.6 Motorisierter Individualverkehr (MIV)

In Bezug auf Mobilitätsarten und Verkehrsmittelwahl ist das Quartier vom motorisierten Individualverkehr (MIV) geprägt und stark autozentriert. In allen Bereichen des Projektgebietes und speziell in der Südstadt, finden sich Flächen für den ruhenden Verkehr in Form von Garagenhöfen, Parkplatzflächen und straßenbegleitenden Stellplätzen. Der Großteil der Parkplätze sind vermietete Stellplätze von den Wohnungsunternehmen. An manchen Orten finden sich dadurch auch keine Möglichkeiten für externe Besucher:innen einen Parkplatz zu finden.

Im Goldberger Viertel wurde innerhalb des Verkehrskonzeptes für das Viertel zudem ermittelt, dass dort auch einige PKW mit der FH als Zielort geparkt werden. Entsprechend verlagern sich die PKW der FH-Besucher:innen auch in die umgrenzenden Wohngebiete hinein.

Der motorisierte Individualverkehr stellt auf Grund seiner negativen Auswirkungen auf das Klima, die Luftqualität sowie die Freiraum- und Lebensqualität kein Potenzial für eine klimagerechte Mobilität dar. Um den Anteil des MIVs an der Verkehrsmittelwahl langfristig zu senken, gilt es die anderen klimafreundlichen Mobilitätsarten zu stärken und das Angebot auszubauen. Zusätzlich bieten Maßnahmen wie eine Verkehrsreduzierung oder -beruhigung Potenzial, die anderen Mobilitätsarten wie den Fuß- oder Radverkehr auch sicherer zu gestalten und so den Umstieg zu beflügeln.



Abbildung 87: Parkplätze im Quartier (Quelle: ZEBAU GmbH)

Eine weitere Variante sich mit dem MIV klimafreundlicher fortzubewegen, da Emissionen reduziert werden, ist die Elektromobilität. In der gesamten Barlachstadt Güstrow gibt es bislang nur eine geringe Anzahl an öffentlichen Ladepunkte. Im Quartier selbst finden sich zwei öffentliche Punkte an der Quartiersgrenze im Norden.

Allerdings nimmt laut Zulassungszahlen des Kraftfahrt-Bundesamts des Jahres 2022 die Elektromobilität an Fahrt auf: Bereits mehr als jeder fünfte Neuwagen verfügt über einen rein elektrischen Antrieb. In den folgenden Jahren wird dieser Anteil noch weiterwachsen. Um dem Hochlauf der Elektromobilität gerecht zu werden, muss insbesondere die erforderliche Ladeinfrastruktur im öffentlichen und privaten Raum durch die Stadtwerke gemeinsam mit den Wohnungsunternehmen und der Stadt geschaffen werden, damit kein Stau vor der Ladesäule entsteht und das Stromnetz vor Überlastungen geschützt ist.

Mit Hilfe des von der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH) herausgegebenen StandortTOOLS lässt sich eine Prognose des zusätzlichen Bedarfs an öffentlicher Ladeinfrastruktur für die Jahre 2023 und 2030 erstellen. Die Bedarfe werden auf Grundlage der vorhandenen Verkehrsinfrastruktur sowie des Fahrzeug- und Ladeinfrastrukturbestands berechnet und berücksichtigen zudem Daten über das Mobilitätsverhalten der Nutzer:innen. Das StandortTOOL⁶⁰ für Güstrow zeigt bei einem Anteil von 60% privaten Ladevorgängen flächendeckend einen hohen Bedarf an zusätzlicher öffentlicher Ladeinfrastruktur.

Entsprechend sollte die bestehende öffentliche Ladeinfrastruktur in Zukunft bedarfsgerecht und proaktiv ausgebaut werden, derzeit ist ein Ausbauplan von vier Ladepunkten pro Jahr für die Stadt Güstrow vorgesehen.

Gleichzeitig findet sich in Güstrow einer der 200 neuen Standorte für einen Schnellladepark, welche sich zu einem Deutschlandnetz zusammenfügen. Der genaue Standort ist bislang noch nicht geklärt. Der potenzielle Bereich umfasst große Teile Güstrows. Insgesamt sind für den Standort zwischen vier und acht Schnellladepunkte möglich.

⁶⁰ NOW GmbH (2024). StandortTOOL. Online: www.standorttool.de/strom/ladebedarfe/ (zuletzt gesichtet am 05.01.2024)

Die Potenziale für eine klimafreundlichere Mobilität, die sich für den MIV in Güstrow ergeben, beziehen sich vor allem auf die Reduzierung des ruhenden Verkehrs durch die Etablierung klimafreundlicher Mobilitätsalternativen (wie Car- und Lastenrad-Sharing) und die Stärkung des Umweltverbundes. Zusätzlich sollte der Ausbau der Elektromobilität auf öffentlichen und halböffentlichen Parkplätzen höchste Priorität haben.

Anteilig könnten einige der bislang vermieteten Stellplatzflächen der Wohnungsunternehmen umgenutzt werden und mittels barrierefreier Fahrradhäuser den Fahrradverkehr stärken oder auch in Kooperation der Wohnungsunternehmen mit den Stadtwerken Güstrow als E-Ladestationen den Bewohner:innen im Quartier zur Verfügung gestellt werden.

Zudem können kommunikative, partizipative Formate ein Umdenken im Quartier etablieren und klimafreundliche Mobilitätsarten stärken. Denkbar sind hierbei die Teilnahme an Mobilitätskampagnen wie dem bundesweiten „Stadtradeln“ zur Förderung des Radverkehrs, dem internationalen „Parking Day“ im September, um die Flächeninanspruchnahme und Umnutzungsmöglichkeit von Parkplatzflächen zu demonstrieren, oder die europäische Mobilitätswoche im September.

Auch unabhängig von Kampagnen kann die Umsetzung eines Mobilitätstages mit Möglichkeiten zur Information und Ausprobieren von klimafreundlichen Angeboten Spaß machen und ein Umdenken fördern.

5.4.2 Wirtschaftlichkeit ‚Klimagerechte Mobilität‘

Für die Finanzierung von Maßnahmen zur Förderung eines klimafreundlichen sowie inter- und multimodalen Verkehrsverhaltens werden zurzeit sowohl auf Bundes- als auf Landesebene Förderprogramme angeboten.

Die oftmals hauptsächlich für den KFZ-Verkehr ausgelegte Verkehrsinfrastruktur sukzessive gerechter zu verteilen und der aktiven Mobilität in Wohnquartieren mehr Flächen zuzuordnen, sollte in Synergie mit geplanten Straßenumbaumaßnahmen und städtischen Entwicklungsgebieten sukzessive umgesetzt werden.

Um die Kosten und den Aufwand zur **Optimierung der Gehwege oder zum Ausbau der Radwege** gering zu halten, sollten Maßnahmen gebündelt werden. Die Straßenausbauplanung der Stadt sollte daher weitere Maßnahmen wie eine Realisierung eines Wärmenetzes oder Breitbandausbaus mit Maßnahmen zur Verbesserung der Fuß- und Radwegeinfrastruktur kombinieren und in Form von „Huckepack“-Maßnahmen umsetzen. Gleichzeitig können hierbei Förderprogramme sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene genutzt werden. Die Sanierung von Gehwegen und das Absenken von Bordsteinen kann zudem eine Maßnahme zur **Förderung der Barrierefreiheit** sein, sodass Fördermittel aus diesem Bereich in Anspruch genommen werden können.

Die **Herstellungskosten von Fahrrad-Abstellplätzen** sind abhängig von der Lage, der Ausführungsform und der Erforderlichkeit von Flächenbefestigungen und können bei Fahrradbügel 170 €/Fahrrad-Abstellplatz bis 380 €/Fahrrad-Abstellplatz betragen. Die Herstellungskosten von Fahrradkleingaragen umfassen etwa 1.900 €/Fahrrad-Abstellplatz bis zu 5.800 €/Fahrrad-Abstellplatz. Örtlich können u.a. durch unterschiedliche Baukostenniveaus und Grundstückspreise dabei auch abweichende Kosten anfallen. Zur Umsetzung finden sich Fördermittel auf regionaler und bundesweiter Ebene.

Die Umsetzung von **Maßnahmen im Bereich des ÖPNVs** obliegt der rebus Regionalbus Rostock GmbH sowie der Barlachstadt Güstrow, wenn es um die Haltestellen geht. Zur Verbesserung des ÖPNVs in ländlichen Bereichen stehen mehrere Förderprogramme in Mecklenburg-Vorpommern zur Verfügung.

Öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge sind mit bis zu 60 % der zuwendungsfähigen Gesamtausgaben, maximal 2.500 € (Normal-Ladepunkte), 10.000 € (DC-Schnell-Ladepunkte), bzw. 20.000 € (DC-Schnell-Ladepunkte mit mehr als 100 Kilowatt) pro Ladepunkt förderfähig. Auch der Netzanschluss an das Nieder- und Mittelspannungsnetz kann mit 60 % der zuwendungsfähigen Gesamtausgaben und maximal 10.000 €, bzw. 100.000 € gefördert werden.

Für Anbieter:innen von Mobilitätsangeboten, wie **Carsharing oder dem kommerziellen Verleih von Lastenrädern**, müssen sich diese zumindest mittel- bis langfristig als wirtschaftlich herausstellen. Hierbei kann jedoch neben möglichen individuellen finanziellen Projektförderungen eine übergeordnete Koordinierung und eine abgestimmte Kommunikation helfen, Angebote im Quartier zu etablieren. Eine übergeordnete Koordinierung unterschiedlicher Angebote und Anbieter:innen kann sinnvoll sein, um Kooperationen aufzubauen und Synergien zu nutzen, und die frühzeitige und kontinuierliche Kommunikation der Angebote kann helfen, um diese in der Bewohnerschaft und anderen potenziellen Nutzergruppen bekannter zu machen und die Wirtschaftlichkeit der Angebote zu gewährleisten.

Nach Umfragen von „Dörpsmobil“ zu den Anschaffungs- und Unterhaltungskosten von Carsharing-Angeboten in ländlichen Bereichen, liegen Kosten für das Leasing eines E-Autos zwischen 2.000 und 4.000€/Jahr, 660 bis 1.210 €/Jahr für Versicherung und 800€/Jahr für den Strom sowie weitere einmalige sowie jährliche Kosten für u.a. Wartung, Software, Webseite, App, etc.⁶¹

Die Investitionskosten für ein Lastenrad variieren je nachdem, ob ein einfaches Lastenrad oder eines mit E-Antrieb genutzt werden soll. Kosten für die Anschaffung belaufen sich auf 1.500 € bis ca. 5.000 €. Dazu kommen Kosten zur Herrichtung des Stellplatzes, der witterungsgeschützt sein sollte, für Wartungs-/Reparaturarbeiten sowie für die Öffentlichkeitsarbeit.

Neben den Förderungen nach Verkehrsmittelart gibt es auch die Möglichkeit ein **„Fokuskonzept Mobilität“** erstellen zu lassen. Das Förderprogramm der sog. „Kommunalrichtlinie“ der Nationalen Klimaschutzinitiative kann zur Erstellung von umsetzungsorientierten Konzepten zu den genannten Themen herangezogen werden.

Finanzierungs- und Förderprogramme auf Bundesebene:

- IKK - Nachhaltige Mobilität (KfW 267)
- IKK - Investitionskredit Kommunen (KfW 208)
- NKI - Kommunalrichtlinie: Maßnahmen zur Förderung klimafreundlicher Mobilität
- NKI - Klimaschutz durch Radverkehr
- BALM - Förderinitiative Fußverkehr
- BALM - Radnetz Deutschland
- BMVI - Sonderprogramm „Stadt und Land“
- BMVI - Förderprogramme Radverkehr (investive und nicht-investive Maßnahmen/Modelvorhaben)
- BMDV - Finanzhilfen für Radschnellwege
- BMDV - Öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland

⁶¹ Akademie für die Ländlichen Räume Schleswig-Holsteins e.V. Dörpsmobil SH. Kalkulationshilfe_Kosten.xlsx. Online: www.do-erpsmobil-sh.de/downloads (abgerufen am 01.03.2024)

Finanzierungs- und Förderprogramme auf Landes- und regionaler Ebene:

- Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für Investitionen zur Verbesserung des Schienenpersonennahverkehrs z.B. B+R-Anlagen, P+R-Plätze, Fahrgastinformations- und Vertriebssysteme, Maßnahmen zur Herstellung oder Verbesserung einer barrierefreien Infrastruktur
- Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für alternative Bedienungsformen im ÖPNV im Land Mecklenburg-Vorpommern
- Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung von Rufbusverkehren im öffentlichen Personennahverkehr
- Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung von Taktbusverkehren im öffentlichen Personennahverkehr
- Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für Verkehrskooperationen im ÖPNV im Land Mecklenburg-Vorpommern
- Richtlinie über für die Gewährung von Zuwendungen für Investitionen in die Radverkehrsinfrastruktur
- Kommunale Straßenbauförderrichtlinie – KommStrabauFöRL M-V

Weitere Instrumente:

- Förderung für die Verbesserung der Mobilität in ländlichen Räumen
- Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE)
- LEADER

5.4.3 Energie- und CO₂-Einsparungen ‚Klimagerechte Mobilität‘

Die CO₂-Einsparungen im Bereich der Mobilität sind maßgeblich von der Ausgestaltung und Intensität der Maßnahmen in diesem Bereich abhängig und zeigen sich durch vermiedene Wege per konventionellem MIV. Grundsätzlich sollen die Emissionen somit in diesem Bereich durch eine Verschiebung des Modal Splits, also der Verteilung der Verkehrsmittelwahl, erreicht werden. Hierbei ist eine Verschiebung weg vom MIV hin zum Umweltverbund - bestehend aus Fuß- und Radverkehr sowie ÖPNV - anzustreben.

Als grundsätzlicher Trend in Bezug auf die Verkehrsmittelwahl ist ein leichter Anstieg im Fahrradverkehr wahrzunehmen, welcher auch durch die erbrachte Fahrleistung (längere Strecken) sichtbar wird. Dieser wird sich womöglich auch zukünftig abzeichnen und sollte entsprechend durch verstärkte Angebote weiter unterstützt werden.⁶²

Weitere Mobilitätstrends zeigen sich in Bezug auf verschiedene Bevölkerungsgruppen: Bei Senior:innen wächst weiterhin die PKW-Mobilität, während jüngere Personen eine höhere ÖPNV-Affinität aufweisen, als in Vorjahren. Besonders in großen Städten wird eine weitere Orientierung hin zur Multi- und Intermodalität erwartet.⁶³

Zusätzlich zu der Verkehrsmittelwahl an sich ist auch die Nutzung von alternativen Kraftstoffen essentiell für den Anteil an CO₂-Emissionen im Quartier. Innerhalb des MIV geht man von einer starken Steigerung

⁶² Mathias Schmechtig NahverkehrsConsult, plan:mobil und KCW GmbH für Hanse- und Universitätsstadt Rostock und Landkreis Rostock (2023). Gemeinsamer Nahverkehrsplan Teil A - Hanse- und Universitätsstadt Rostock und Landkreis Rostock. Online: https://www.unser-nahverkehr.de/fileadmin/user_upload/downloads/NVP_HRO_LRO_Teil_A.pdf (zuletzt gesichtet 08.01.2024)

⁶³ Ebd.

des Anteils an E-Mobilität aus, zusätzlich müssen ab 2021 neuzugelassene PKWs laut EU-Richtlinie im Schnitt einen CO₂-Ausstoß von unter 95 g CO₂/km aufweisen.

Für den ÖPNV ist Güstrow entsprechend der EU-weiten „Clean Vehicle Directive“, dem Gesetz zur Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge, weit fortgeschritten, sodass die Vorgabe bereits früher erfüllt sein wird. So werden ab 2025 in Güstrow überwiegend emissionsarme, wasserstoffbetriebene Busse auf den Straßen unterwegs sein⁶⁴.

⁶⁴ Gespräch mit rebus Regionalbus Rostock GmbH am 26.02.2024

5.4.4 Hemmnisse und Lösungsansätze ‚Klimagerechte Mobilität‘

Klimagerechte Mobilität	
Hemmnis	Lösungsansatz
Fußverkehr	
Die jährliche Sanierungsleistung kann aufgrund der räumlichen Dichte (Erhalt von Zugängen und Rettungswegen, Umleitungserfordernisse, etc.), der Ressourcen (Personal, Finanzmittel und Kapazität der Baufirmen), sowie der Abstimmungsbedarfe mit den Leitungs- und Medienträgern nicht beliebig ausgeweitet werden.	Koordinationsgespräche bei den ausführenden Stellen, um die Maßnahmenbündelung zu unterstützen, insbesondere im Zusammenhang mit einem potenziellen Wärmenetzausbau und anderen Arbeiten an der Mobilitätsinfrastruktur.
Fehlende finanzielle Mittel zur Umsetzung der Verbesserungsmaßnahmen.	Beantragung von Fördermitteln und Maßnahmenbündelung, um Kosten zu senken
Radverkehr	
Fehlende Flächen für Radverkehrsanlagen durch geringe Straßenbreiten.	Prüfung alternativer Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs, u.a. Verkehrsberuhigung, Reduzierung des straßenbegleitenden Parkens
Fehlende finanzielle Mittel zur Umsetzung der Verbesserungsmaßnahmen und fehlende Investitionsbereitschaft durch Flächen-/Gebäudeeigentümer:innen	Beantragung von Fördermitteln, Maßnahmenbündelung, um Kosten zu senken, Sammelbestellungen der Radabstellanlagen
ÖPNV	
Fehlende Mittel zur Finanzierung des Haltestellenausbaus	Inanspruchnahme von Fördermitteln
Mangelnde Nachfrage	Kommunikationsmaßnahmen, um ausgebautes Angebot bekannt zu machen z.B. Aktionswochen mit niedrigen Ticketpreisen oder kostenfreien Fahrten, Plakatkampagnen, digitale Anzeigen auf lokalen Seiten oder Ticketbuchungssystemen, Kostenlose Tages- oder Wochentickets in „Neumieterpaketen“.
Motorisierter Individualverkehr	
Geringe Auslastung stationsgebundenen Carsharings oder Lastenrad-Angebote durch private Nutzer:innen	Sicherstellung der Auslastung durch Ankermieter:innen , die das Fahrzeug nutzen. Zusätzliche Bewerbung z.B. Gutschein-Aktion, Mobilitäts-Nachbarschaftsfest, Bewerbung im Rahmen von Quartiers-Veranstaltungen, Neumieterpaket. Sichtbarkeit des Fahrzeugs erhöhen.
Fehlende Flächen für Lastenrad-Leihstation und Sharing-Fahrzeuge.	u.a. Umwidmung von Mietparkplätzen nach Kündigung durch Mieter:innen, Umnutzung von Stellflächen im öffentlichen Raum, Umnutzung von Abstandsgrünflächen zwischen Mehrfamilienhäusern

5.4.5 Maßnahmen im Bereich ‚Klimagerechte Mobilität‘

Handlungsfeld: Klimagerechte Mobilität	
M1	Ausbau der Fußwege und Herstellung von Barrierefreiheit
M2	Ausbau und Optimierung der Radverkehrsinfrastruktur
M3	Ausbau von Angeboten für Mobilität im Alter
M4	Verbesserung der ÖPNV-Haltestellen
M5	Reduktion des motorisierten Individualverkehrs
M6	Ausbau von E-Ladestationen

6 Maßnahmenkatalog

Der folgende Maßnahmenkatalog enthält umsetzungsorientierte Maßnahmen, die aus der Bestands- und Potenzialanalyse hervorgegangen sind. In jedem Maßnahmensteckbrief sind die Maßnahmennummer und der Titel der Maßnahme, aufgelistet. Für jede Maßnahme wird zudem ein kurzes prägnantes „Ziel“, das durch die Umsetzung der Maßnahme erreicht werden soll und eine „Kurzbeschreibung“ mit ggf. erforderlichen Verweisen innerhalb des Dokumentes aufgeführt. In der „Priorität“ wird der Maßnahme eine Relevanz in der Einteilung hoch, mittel, niedrig in Bezug auf die zu erreichenden Klimaziele zugewiesen. Die Einteilung wurde anhand der Einschätzung der Gutachter:innen vorgenommen.

In der Kategorie „Zeithorizont“ wird zwischen kurz-, mittel- und langfristig umzusetzenden, sowie fortlaufenden Maßnahmen unterschieden. Diese Kategorie bezieht sich auf den Zeitpunkt der Umsetzung.

- **Kurzfristig:** innerhalb der nächsten 3 Jahre
- **Mittelfristig:** innerhalb der nächsten 3 bis 10 Jahre
- **Langfristig:** innerhalb der nächsten 10 bis 30 Jahre
- **Fortlaufend:** unmittelbar beginnend und während der nächsten 30 Jahre

Die Kategorie „erste Handlungsschritte“ gibt Aufschluss über die ersten und auch weiteren Schritte zur erfolgreichen Umsetzung der Maßnahme. Neben der Beantwortung der Frage was zu tun ist, wird wenn möglich auch ein passender Akteur benannt. Für jede Maßnahme wurden die möglichen „Einsparpotenziale“ im Hinblick auf die End- und Primärenergie, sowie Einsparungen zu CO₂-Emissionen berechnet, insofern dies möglich und sinnvoll ist.

Für jede Maßnahme wurden Hinweise zur „Finanzierung und Förderung“ gegeben. Für das Monitoring zum Umsetzungsstand der einzelnen Maßnahmen wurden „Erfolgsindikatoren“ definiert, welche jährlich evaluiert und ausgewertet werden können.

Die Handlungsfelder des Quartierskonzeptes spiegeln sich im Maßnahmenkatalog wie folgt wider:

Handlungsfelder	
Q	Allgemeine Quartiersentwicklung (ab Seite 175)
G	Gebäudemodernisierung (ab Seite 178)
W	Nachhaltige Wärmeversorgung (ab Seite 183)
S	Regenerative Stromversorgung (ab Seite 192)
M	Klimagerechte Mobilität (ab Seite 197)

6.1 Handlungsfeld Q: Allgemeine Quartiersentwicklung

Q1 Öffentlichkeitsarbeit zu klimafreundlicher Wärme, Gebäudemodernisierung, Klimaschutz im Alltag	
Übergeordnetes Ziel	Priorität
Verbesserte Energieeffizienz und Reduzierung der CO ₂ -Emissionen im Quartier durch Energiesparen und klimafreundliches Verhalten	Mittel
	Umsetzung
	kurzfristig
Kurzbeschreibung	
<p>Um Bewohner:innen im Quartier das Thema der energetischen Modernisierung, dem Heizungstausch, den Entwicklungen rund um die Wärmeversorgung und die Facetten des Klimaschutzes im Alltag noch ein Stück näherzubringen, sind verschiedene Bausteine der Öffentlichkeitsarbeit zu kombinieren. Durch die gezielte Ansprache der Bewohner:innen und dem Aufzeigen, dass auch kleine Maßnahmen und Veränderungen etwas bewirken, können Klimaschutz-Maßnahmen vorangetrieben werden.</p> <p>Ein regelmäßiger Newsletter und eine Webseite mit weiterführenden Beratungsinformationen sind hierbei denkbar, um die Bewohner:innen konkret mit Informationen sowie auch Neuigkeiten zu versorgen.</p> <p>Auch ein zentraler Infopunkt in Güstrow könnte hilfreich sein, um über die Themen zu informieren.</p>	
Umsetzung	Maßnahme
Kurzfristig	<u>Newsletter</u> für die Bewohner:innen einrichten
Kurzfristig	<u>Zentrale digitale Anlaufstelle</u> (Webseite, App) einrichten und Informationen zu Beratung und Förderung sowie Neuigkeiten zur Quartiersentwicklung sowie zum Klimaschutz bereitstellen
Kurzfristig	<u>Infopunkt</u> zur Information und Beratung
Zuständigkeit	
- Barlachstadt Güstrow: Initiierung, Umsetzung	
Einzubindende Akteure	
<ul style="list-style-type: none"> - Stadtwerke Güstrow - Verbraucherzentrale - Haus und Grund - Weitere thematisch eingebundene Akteure 	
Erste Handlungsschritte	
1. Erarbeitung eines übergeordneten Konzepts für die Öffentlichkeitsarbeit	3. Abstimmung der Verantwortlichkeiten für Bausteine der Öffentlichkeit
2. Ggf. Beantragung und Einrichtung eines Klimashutzmanagements	4. Ausführung der Bausteine
Finanzierung und Förderung	
<ul style="list-style-type: none"> - Haushaltsmittel der Stadt - Zukünftig ggf. Sanierungsmanagement 	
Erfolgsindikatoren	
<ul style="list-style-type: none"> 1. Anzahl und Aktualität an Informationsangeboten 2. Zahl der Empfänger:innen bzw. Seitenbesuche 	

Q2 Quartiers-Sonderveranstaltungen und klimafreundliche Kampagnen

Übergeordnetes Ziel		Priorität	Mittel
Klimaschutz in Güstrow sichtbar machen, zu klimafreundlichem Handeln aktivieren und Wissensaustausch mit Bewohner- und Bürger:innen		Umsetzung	Kurz-/mittelfristig
Maßnahmen			
<p>Um den Klimaschutz und die Themen der Quartiersentwicklung in die Breite zu tragen und die Kommunikation zu stärken, sollten interaktive Veranstaltungen in die Öffentlichkeitsarbeit aufgenommen werden, insbesondere da Menschen am meisten lernen, wenn sie es selbst erleben. So können Aktivitäten der Quartiersentwicklung persönlich im Quartier kommuniziert und Rückmeldungen von den Bewohner:innen eingeholt werden, es können auf Rundgängen die aktuellen Entwicklungen gemeinsam mit den Fachexpert:innen begangen werden, ein Mobilitätsfest kann die Nutzung des öffentlichen Raums sichtbar machen oder bei gemeinsamen Aktionen Umweltbildung betrieben werden.</p> <p>Hierbei sollten Formate entwickelt und Synergien genutzt werden, indem man sich an bestehende Strukturen angliedert und bspw. städtische Feste als Anlass nimmt oder gemeinsam mit den vor Ort aktiven Initiativen Aktionen anbietet.</p>			
Umsetzung	Maßnahme		
Kurzfristig	Teilnahme an bundesweiten Kampagnen, wie <u>Stadttradeln</u> oder <u>europäische Mobilitätswoche</u>		
Kurzfristig	<u>Mobilitätsfest</u>		
Mittelfristig	<u>Aktivitäten und Aktionen zu Umsetzungsfortschritten</u> initiieren bspw. Rundgang zum Thema erneuerbare Energien im Quartier oder gläserne Baustelle im Rahmen von Wärmenetz Vorbereitungen		
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
- Barlachstadt Güstrow: Koordinierung, Initiierung		<ul style="list-style-type: none"> - Stadtwerke Güstrow - Wohnungsbaugenossenschaften - Initiativen 	
Erste Handlungsschritte			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Erarbeitung eines Veranstaltungsprogramms angelehnt an die Entwicklungen im Quartier 2. Ausarbeitung der einzelnen Veranstaltungskonzepte oder Anmeldung zu Kampagnen 		<ol style="list-style-type: none"> 3. Koordinierung mit weiteren Aktivitäten und Akteure 4. Bewerbung und Durchführung der Veranstaltungen und Kampagnen 	
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren	
<ul style="list-style-type: none"> - Sponsoring - Haushaltsmittel der Stadt - Zukünftig ggf. Sanierungsmanagement 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Durchgeführte, regelmäßige Veranstaltungen 2. Teilnehmende bei Veranstaltungen 	

6.2 Handlungsfeld G: Gebäudemodernisierung

Handlungsfeld: Gebäudemodernisierung	
G1	Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Reihenhäusern/Einfamilienhäusern
G2	Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Mehrfamilienhäusern
G3	Untersuchung von energetischen Modernisierungspotenzialen an Nichtwohngebäuden, insb. kommunalen Gebäude
G4	Förderung von niedrigschwelligem Beratungsangebot zur energetischen Modernisierung

G1 Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Reihenhäusern/Einfamilienhäusern

Übergeordnetes Ziel Senkung des Wärmebedarfes bei Reihenhäusern/privaten Wohngebäuden durch Maßnahmen der energetischen Gebäudemodernisierung	Priorität	Mittel
	Umsetzung	Fortlaufend
Kurzbeschreibung		
<p>Die energetische Modernisierung des Gebäudebestandes und die Umstellung der Wärmeversorgung der Einzelgebäude stellen wichtige Bausteine auf dem Weg zu einem klimafreundlichen Quartier dar.</p> <p>Die Gebäudehülle und die Wärmeversorgung sind dabei als System zu sehen. Durch die Senkung des Wärmebedarfes kann der Anteil erneuerbarer Wärme (z.B. Solarthermie) gesteigert werden. Bei einer Versorgung durch Wärmepumpen sind diese besonders bei einem reduzierten Wärme- und Temperaturniveau wirtschaftlich realisierbar.</p> <p>Die Einfamilien- und Reihenhäuser machen im Quartier zusammen 9% der Netto-Raumfläche aus. Ein Großteil davon wurde noch nicht umfassend modernisiert und bietet so ein Energieeinsparpotenzial. Die Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen sollte immer in Verbindung mit der Umstellung der Wärmeversorgung gesehen werden, vor allem da im Quartier Güstrow Süd die Einfamilienhäuser alle einzeln versorgt werden und eine Dekarbonisierung dezentral umzusetzen wäre. Überlegung zu Wärmenetzen sind Kapitel 0 zu entnehmen.</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteure	
<ul style="list-style-type: none"> - Barlachstadt Güstrow Abteilung Stadtplanung: Initiierung und evtl. Direktansprache der Eigentümer:innen - Eigentümer:innen von Wohngebäuden: Fördermittelbeantragung, Umsetzung Maßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> - Landesförderinstitut Mecklenburg-Vorpommern - Verbraucherzentrale, Beratungsstelle Güstrow - Eigentümer:innen 	
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Vermittlung von Informationen und Beratungsangeboten durch Barlachstadt Güstrow Abteilung Stadtplanung 2. Energie-, Fördermittel- und Energieversorgungsberatung durch z.B. die Verbraucherzentrale 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Auswahl an umzusetzenden Maßnahmen 4. Beantragung von Fördermitteln 5. Umsetzung der Maßnahmen durch ausführende Unternehmen 	
Einsparpotenzial	Erläuterung	
Gebäudebestand insgesamt: bis 2040 sind 13% Energieeinsparpotenzial durch Gebäudemodernisierung (G1 und G2 gemeinsam) realistisch (mehr möglich bei höheren Sanierungsraten)	Der sinkende Wärmebedarf wurde in der Auslegung der Fernwärme-Versorgungsvarianten berücksichtigt	
Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren	
<ul style="list-style-type: none"> - BEG-Effizienzhausförderung (KfW) - BEG-Einzelmaßnahmen (Bafa) - Heizungsförderung für Unternehmen, Kommunen und Privatpersonen (KfW) - Förderungen des Landesförderinstituts Mecklenburg-Vorpommern - Weitere siehe Kapitel 5.1.2.2 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Umgesetzte Modernisierungsprojekte 2. Eingesparte Endenergie 3. CO₂-Reduzierung 	

G2 Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Mehrfamilienhäusern

Übergeordnetes Ziel	Priorität	Hoch
Senkung des Wärmebedarfes bei Mehrfamilienhäusern durch Maßnahmen der energetischen Gebäudemodernisierung	Umsetzung	Fortlaufend
Kurzbeschreibung		
<p>Die energetische Modernisierung des Gebäudebestandes und die damit einhergehende Reduzierung des Energiebedarfes für die Beheizung der Mehrfamilienhäuser ist ein grundlegender Schritt zur Transformation des Quartiers. Erst durch die Senkung des Wärmebedarfes können die angestrebten Anteile erneuerbarer Wärme vollständig erreicht werden. Zusätzlich sind einzelne Wärmeversorgungslösungen erst bei einem reduzierten Wärme- und Temperaturniveau wirtschaftlich realisierbar.</p> <p>Die Mehrfamilienhäuser im Quartier Güstrow Süd machen nach Netto-Raumfläche 50% des Quartiers aus. Aufgrund ihrer Typologie können bei einer Modernisierung zahlreiche Menschen auf einmal von mehr Wohnkomfort und geringeren Energiekosten profitieren.</p> <p>Wie die Bestandsaufnahme zeigt, wurden an einigen Gebäude Komplettmodernisierungen durchgeführt. Im gesamten Quartier ca. 38% der Netto-Raumfläche. Hiervon entfällt ein Großteil auf die Mehrfamilienhäuser der Wohnungsunternehmen AWG und WGG. Für eine nächste Phase der Gebäudemodernisierung sollte daher der bisher unmodernisierte Gebäudebestand oder Gebäude, an denen bisher Einzelmaßnahmen durchgeführt wurden, fokussiert werden (Energieeinsparpotenzial siehe Mustersanierungskonzepte).</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteure	
<ul style="list-style-type: none"> - Barlachstadt Güstrow Abteilung Stadtplanung: anlassbezogen Initiierung und Direktansprache der Eigentümer:innen (WEG/Wohnungsunternehmen) - Eigentümer:innen (WEG/Wohnungsunternehmen): Umsetzung Maßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> - Wohnungsbaugesellschaften AWG und WGG - Landesförderinstitut Mecklenburg-Vorpommern - Verbraucherzentrale, Beratungsstelle Güstrow - Private Eigentümer:innen bzw. Wohnungseigentümergeinschaften (WEG) 	
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Beschluss zur Umsetzung von kurz- und mittelfristigen Modernisierungsprojekten anhand eigener Planungen (Eigentümer:innen) 2. Planung der Maßnahmen durch Architekt:innen und Energieplaner:innen 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Beantragung von Fördermitteln durch ausführende Eigentümer:innen 4. Umsetzung der Maßnahmen durch ausführende Unternehmen 	
Einsparpotenzial	Erläuterung	
Gebäudebestand insgesamt: bis 2040 sind 13% Energieeinsparpotenzial durch Gebäudemodernisierung (G1 und G2 gemeinsam) realistisch (mehr möglich bei höheren Sanierungsraten)	Der sinkende Wärmebedarf wurde in der Auslegung der Fernwärme-Versorgungsvarianten berücksichtigt	
Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren	
<ul style="list-style-type: none"> - BEG-Effizienzhausförderung (KfW) - BEG-Einzelmaßnahmen (BAFA) - Heizungsförderung für Unternehmen, Kommunen und Privatpersonen (KfW) - Förderungen des Landesförderinstituts Mecklenburg-Vorpommern - Weitere siehe Kapitel 5.1.2.2 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Umgesetzte Projekte 2. Eingesparte Endenergie 3. CO₂-Reduzierung 4. Erstellung eines langfristigen detaillierten Quartiers-Modernisierungsplans 	

G3 Untersuchung von energ. Modernisierungspotenzialen an Nichtwohngebäuden, insb. kommunalen Gebäude

Übergeordnetes Ziel		Priorität	Hoch
Senkung des Wärmebedarfes bei Nichtwohngebäuden durch Identifizierung und Umsetzung von Maßnahmen der energetischen Gebäudemodernisierung		Umsetzung	Kurzfristig
Kurzbeschreibung			
<p>Die energetische Modernisierung des Gebäudebestandes und die damit einhergehende Reduzierung des Energiebedarfes für die Beheizung dieser Gebäude ist auch im Bereich der Nichtwohngebäude ein grundlegender Schritt zur Transformation des Quartiers. Dabei entspricht der Wärmebedarf von Nichtwohngebäuden zumeist nicht dem von Wohnungsbauten. Die Raumtemperatur ist stark abhängig von der Nutzung der Gebäude. Außerdem besteht bei vielen Nutzungen ein zusätzlicher Kühlbedarf für einzelne Nutzungsbereiche oder Nutzungsperioden. Insbesondere die kommunalen Gebäude sollten als Vorbilder modernisiert werden, um zum einen zu zeigen, dass die Stadt auch bei sich selbst ansetzt und zum anderen, weil solche Projekte Strahlkraft haben und andere Eigentümer:innen zu einer Modernisierung inspirieren können.</p> <p>Mit 34% der Netto-Raumfläche nehmen die Nichtwohngebäude im Quartier eine prägnante Rolle ein. Hier gehört ein Großteil der Gebäude zur Fachhochschule für öffentliche Verwaltung, Polizei und Rechtspflege. Jedoch machen die Schulen und Kindertagesstätten auch einen großen Teil aus. Im Bereich der kommunalen Gebäude wäre ein übergeordnetes Energiemanagement hilfreich, um die Modernisierung der Gebäude systematisch umzusetzen und die Effekte der Maßnahmen zu erfassen.</p>			
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
<ul style="list-style-type: none"> - Barlachstadt Güstrow Abteilung Stadtplanung: anlassbezogen Initiierung/Direktansprache der Eigentümer:innen - Eigentümer:innen bzw. Stadt: Umsetzung 		<ul style="list-style-type: none"> - Landesförderinstitut Mecklenburg-Vorpommern - Verbraucherzentrale, Beratungsstelle Güstrow - Stadtwerke Güstrow - Energieberater:innen - Barlachstadt Güstrow Abteilung Stadtplanung 	
Erste Handlungsschritte			
Private Nichtwohngebäude: <ol style="list-style-type: none"> 1. Organisation von Informationsangeboten durch Barlachstadt Güstrow Abteilung Stadtplanung 2. Vermittlung von weitergehenden Informations- und Beratungsangeboten z.B. das LFI-MV 3. Unterstützung durch Aktivitäten zur Vernetzung zwischen Eigentümer:innen 		Kommunale Gebäude: <ol style="list-style-type: none"> 1. Planung/Umsetzung erster Maßnahmen 2. Einrichtung eines Energiemanagements 3. Optimierung des Energiecontrollings und Etablierung jährlicher Energieberichte 4. Entwicklung eines Sanierungsfahrplans für alle Liegenschaften mit dem Ziel der Klimaneutralität 	
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren	
Private Nichtwohngebäude: <ul style="list-style-type: none"> - BEG-Effizienzhausförderung (KfW) - BEG-Einzelmaßnahmen (Bafa) - Heizungsförderung für Unternehmen (KfW) - Modul 2: Energieberatung DIN V 18599 Kommunale Gebäude zusätzlich: <ul style="list-style-type: none"> - KfW: Kommunen – Kredit und Zuschuss - NKI: Einrichtung eines Energiemanagements - Landesprogramme des LFI-MV 		Private Nichtwohngebäude: <ol style="list-style-type: none"> 1. Umgesetzte Projekte 2. Eingesparte Endenergie 3. CO₂-Reduzierung Kommunale Gebäude zusätzlich: <ol style="list-style-type: none"> 1. Einrichtung eines Energiemanagements 2. Erster jährlicher Energiebericht 3. Sanierungsfahrpläne für alle Liegenschaften 	

G4 Förderung von niedrigschwelligem Beratungsangebot zur energetischen Modernisierung

Übergeordnetes Ziel	Priorität	Mittel
	Umsetzung	Kurzfristig
<p>Senkung des Wärmebedarfs durch Information und Akquise von Eigentümer:innen zur energetischen Modernisierung</p>		
Kurzbeschreibung		
<p>Die energetische Modernisierung der Gebäudehülle sowie der Anlagentechnik kann ein teures Unterfangen sein. Um eine sinnvolle Amortisation der Maßnahmen zu erreichen, ist das Verhältnis von Energieeinsparung (und so Kosteneinsparung) und notwendiger Investition wichtig. Bei umfangreichen Maßnahmen an der Gebäudehülle lässt sich zwar viel Energie einsparen, es sind jedoch auch grundlegende Eingriffe notwendig.</p> <p>Die Komplexität des Themas kann ein Hemmnis für die Umsetzung von Modernisierungsmaßnahmen sein. Daher sollten niedrigschwellige Beratungsangebote gefördert werden und die Bewerbung bestehender Angebote vorangetrieben werden. Hierzu können zum Beispiel die Beratungsangebote der Verbraucherzentrale beworben werden oder eigene/an die Stadt geknüpfte Angebote erstellt werden.</p> <p>Insbesondere sollten sogenannte „minimal invasive Maßnahmen“ unterstützt werden. Sie fokussieren sich auf Eingriffe, die die Nutzung des Gebäudes nicht einschränken und schnell durchzuführen sind. So lassen sich Investitionskosten und nach Umsetzung Energie einsparen. Folgende Maßnahmen zählen in diese Kategorie:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nachrüsten von Heizungsventilen für einen automatischen hydraulischen Abgleich ➤ Einbau einer automatisch geregelten Hocheffizienzpumpe ➤ Einbau smarter Heizungsthermometer ➤ Sanierung defekter und fehlender Rohrisolierung ➤ Hydraulischer Abgleich <p>Die zu erzielenden Energieeinsparungen sowie Investitionskosten hängen stark vom Bestand und der auszuführenden Variante ab. Die Förderung dieser Maßnahmen kann zu einer schnellen Umsetzung und so zu einer kurzfristigen Energieeinsparung führen.</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteure	
<ul style="list-style-type: none"> - Barlachstadt Güstrow Abteilung Stadtplanung: anlassbezogen Initiierung und Direktansprache der Eigentümer:innen/Wohnungsgesellschaften, Koordination Umsetzung der Beratung - Evtl. Verbraucherzentrale: Durchführung von Beratungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Eigentümer:innen - Landesförderinstitut Mecklenburg-Vorpommern - Verbraucherzentrale, Beratungsstelle Güstrow - Weitere Energieberater:innen - Barlachstadt Güstrow Abteilung Stadtplanung 	
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Evtl. Erstellung Infomaterial zu minimalinvasiven Maßnahmen 2. Bewerbung von Material und Angeboten im Quartier 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Unterstützung bei der Umsetzung der Maßnahmen 4. Dokumentation 	
Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren	
<ul style="list-style-type: none"> - ggf. Förderprogramme der Verbraucherzentrale - BEG-Förderung (ehem. KfW) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Umgesetzte minimalinvasiven Maßnahmen 2. Evtl. Erstelltes Infomaterial 3. Evtl. durchgeführte Beratungen im Quartier 4. Eingesparte Endenergie 5. CO₂-Reduzierung 	

6.3 Handlungsfeld W: Nachhaltige Wärmeversorgung

W1 Wärmeezeugung der Fernwärme dekarbonisieren

Übergeordnetes Ziel		Priorität	hoch
Klimaneutralität 2040		Umsetzung	mittelfristig
Kurzbeschreibung			
<p>Im Jahr 2022 wurden etwa 70 % des Wärmebedarfs im Untersuchungsgebiet durch das Fernwärmenetz bereitgestellt. Damit stellt die Dekarbonisierung des Fernwärmenetzes die wichtigste Stellschraube dar, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung in Güstrow bis 2040 zu erreichen.</p> <p>Von den untersuchten Versorgungsvarianten für das zukünftige Fernwärmenetz liegen Tiefengeothermie und Luft-Großwärmepumpe von den Wärmegestellungskosten in ct/kWh praktisch gleichauf. Die Tiefengeothermie hat durch einen geringeren Anteil Spitzenlasterzeuger eine etwas bessere CO₂-Bilanz im Jahr 2040. Die Luft-Großwärmepumpe hat geringere Investitionskosten und unterliegt nicht dem Fündigkeitsrisiko der Tiefengeothermie. Beide Varianten werden zur weiteren Untersuchung in einer detaillierten Machbarkeitsstudie empfohlen.</p> <p>Varianten, welche die vorhandene BHKW langfristig zu integrieren versuchen, haben deutlich höhere Wärmegestellungskosten und zusätzlich eine deutlich schlechtere CO₂-Bilanz bezogen auf das Zieljahr 2040.</p> <p>Technische Details siehe Abschnitt 5.2.2.1 (insb. S. 110 ff.). Wirtschaftliche Details in Abschnitt 5.2.3.2 (S. 121).</p> <p>Im Zug der Dekarbonisierung der Fernwärme ist eine Absenkung der Netztemperatur wie in Abschnitt 5.2.1.3 (S. 81) beschrieben vorgesehen, was positive Auswirkung auf die Netzverluste haben wird (vgl. W5).</p>			
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
Stadtwerke Güstrow		<ul style="list-style-type: none"> - Stadt Güstrow (pol. Zielsetzung, Finanzierung) - Ingenieurbüro für die Fachplanung - ggf. Ingenieurbüro für Tiefengeothermie - Bauunternehmen, ggf. Bohrunternehmen 	
Erste Handlungsschritte			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fördermittelantrag der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) Modul 1: Transformationsplan 2. Ausschreibung der Planungsleistung (BEW-Transformationsplan) 3. Transformationsplan erstellen nach BEW (HOAI Leistungsphase 1-4) mit den hier skizzierten Varianten, ggf. inkl. seismischen Untersuchungen zur Tiefengeothermie 4. Fördermittelantrag für BEW Modul 2: Umsetzung 			
Einsparpotenzial (Variante Tiefengeoth.)			Erläuterung
	2030	2040	
Endenergie	34.459	34.459	MWh/a
Primärenergie	36.031	42.876	MWh/a
CO ₂ -Emissionen	2.806	5.055	t/a
			Angaben für Variante Tiefengeothermie mit etwas besseren ökologischen Kennzahlen als Luft-Großwärmepumpe durch geringeren Anteil Spitzenlasterzeuger. Weitere Reduktion mit S2 möglich. Der Unterschied von 2030 zu 2040 ist allein der Dekarbonisierung des deutschen Strommixes geschuldet.
Finanzierung und Förderung			Erfolgsindikatoren
rund 18 Mio. € Investition inkl. 40% BEW-Förderung.			CO ₂ -Emissionen der Fernwärme 2040 im Vergleich zu 2022

W2 Flächen für Rückkühler/Bohrplatz sichern

Übergeordnetes Ziel		Priorität	mittel
Dekarbonisierung der Fernwärme		Umsetzung	kurzfristig
Kurzbeschreibung			
<p>Für die in W1 beschriebenen Maßnahmen werden zusätzliche Flächen um die Energiezentrale der Fernwärme (bisläng <i>BHKW Süd</i>) benötigt. Das betrifft insbesondere die Versorgungsvarianten mit Luft-Wärmepumpen, aber auch die Versorgungsvariante mit Tiefengeothermie.</p> <p>Zwischen der Stadt Güstrow und den Stadtwerken gibt es bereits eine informelle Absprache über voraussichtlich verfügbare Flächen, die den hier betrachteten Versorgungsvarianten zugrunde liegt. Diese sollte möglichst bald fest vereinbart und im Flächennutzungsplan als Versorgungsflächen niedergeschrieben werden, damit Klarheit für die weiteren Planungsphasen besteht.</p> <p>Die Nutzung der verbleibenden Fläche nach Abzug des Flächenbedarfs für Rückkühler/Bohrplatz kann außerdem für Freiflächen-Photovoltaik genutzt werden, siehe Maßnahme S2.</p>			
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
Stadtwerke Güstrow		Barlachstadt Güstrow, Abteilung Stadtplanung	
Erste Handlungsschritte			
Mit dem Stadtplanungsamt den Zeitplan und mögliche Hindernisse klären			
Einsparpotenzial		Erläuterung	
Endenergie	-	MWh/a	Einsparpotenzial durch die Dekarbonisierung der Fernwärme ist in W1 beziffert
Primärenergie	-	MWh/a	
CO ₂ -Emissionen	-	t/a	
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren	
		Keine Verzögerung von W1 durch fehlende Flächen	

W3 Fernwärmenetz erweitern

Übergeordnetes Ziel	Priorität	mittel	
Wärmeerzeugung im Quartier dekarbonisieren (zusammen mit W1)	Umsetzung	mittel- bis langfristig	
Kurzbeschreibung			
<p>Die Dekarbonisierung zentral erzeugter Wärme ist durch die Stadt Güstrow mit Hilfe der Stadtwerke leichter zu steuern, als das bei dezentralen Wärmeerzeugern der Fall ist. Darum sollte das Fernwärmenetz überall dort erweitert werden, wo ein wirtschaftlicher Betrieb für den jeweiligen Straßenzug zu erwarten ist und die technischen Voraussetzungen des vorgelagerten Netzes dies erlauben bzw. mit vertretbarem Aufwand darauf angepasst werden können. In Abschnitt 5.2.1.2 <i>Potenzial zur Wärmenetzerweiterung</i> wird eine Abschätzung zu o.g. Kriterien getroffen. Die Kriterien gelten als erfüllt für</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Am Mühlbach, mit Anschlussleitung via Gutower Straße, Plauer Straße und Werderstraße (kurzfristig) 2. Werderstraße (mittelfristig) 3. Am Werder, ausgehend von Am Mühlbach via Kastanienstraße, Lindengarten (mittelfristig) 4. Falkenflucht und Plauer Straße zwischen Ecke Falkenflucht und Schlossgarten, ausgehend von der Werderstraße (nur langfristig, da Leitungen und Belag in der Falkenflucht erst kürzlich saniert wurden) <p>Eine Netzerweiterung in der Weinbergstraße wird wirtschaftlich nur bedingt empfohlen, ist technisch aber als Ringschluss sinnvoll und durch die Stadtwerke bereits geplant. In Summe über alle o.g. Ausbaustufen wird das Netz damit um 2.234 m auf 17.329 m Wärmetrasse erweitert. Siehe auch Abbildung 88: <i>Zeitplan Wärmenetzausbau</i> auf Seite 186.</p>			
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
Stadtwerke Güstrow		Stadt Güstrow, Abteilung Stadtplanung Gebäudeeigentümer:innen im Ausbaubereich (siehe W4) Planungsbüro, Bauunternehmen	
Erste Handlungsschritte			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Zeitplan aufstellen 2. Gebäudeeigentümer:innen im Ausbaubereich informieren und LOI vereinbaren, siehe W4 3. Planung wegen überlappender Fördermittel zusammen mit W1 durchführen, siehe Handlungsschritte dort 			
Einsparpotenzial			Erläuterung
	2030	2040	
Endenergie	1.629	6.532	MWh/a
Primärenergie	1.985	9.264	MWh/a
CO ₂ -Emissionen	391	1.995	t/a
			Vergleich Fernwärme 2030/2040 mit Tiefengeothermie (inkl. Netz- und Umwandlungsverluste) vs. Versorgung mit Gas 2022 (beides ohne Gebäudesanierung). Für 2030 sind nur die kurzfristigen Ausbauziele berücksichtigt. Die Gutower Straße liegt außerhalb des Betrachtungsgebiets und wurde hier nicht berücksichtigt.
Finanzierung und Förderung			Erfolgsindikatoren
BEW-Förderung für Planung und Umsetzung. Richtwert Trassenbau Stand 2023: 1.000 €/m			In den o.g. Straßen ist Fernwärme in allen Gebäuden verfügbar (Hausanschluss vorausgesetzt)

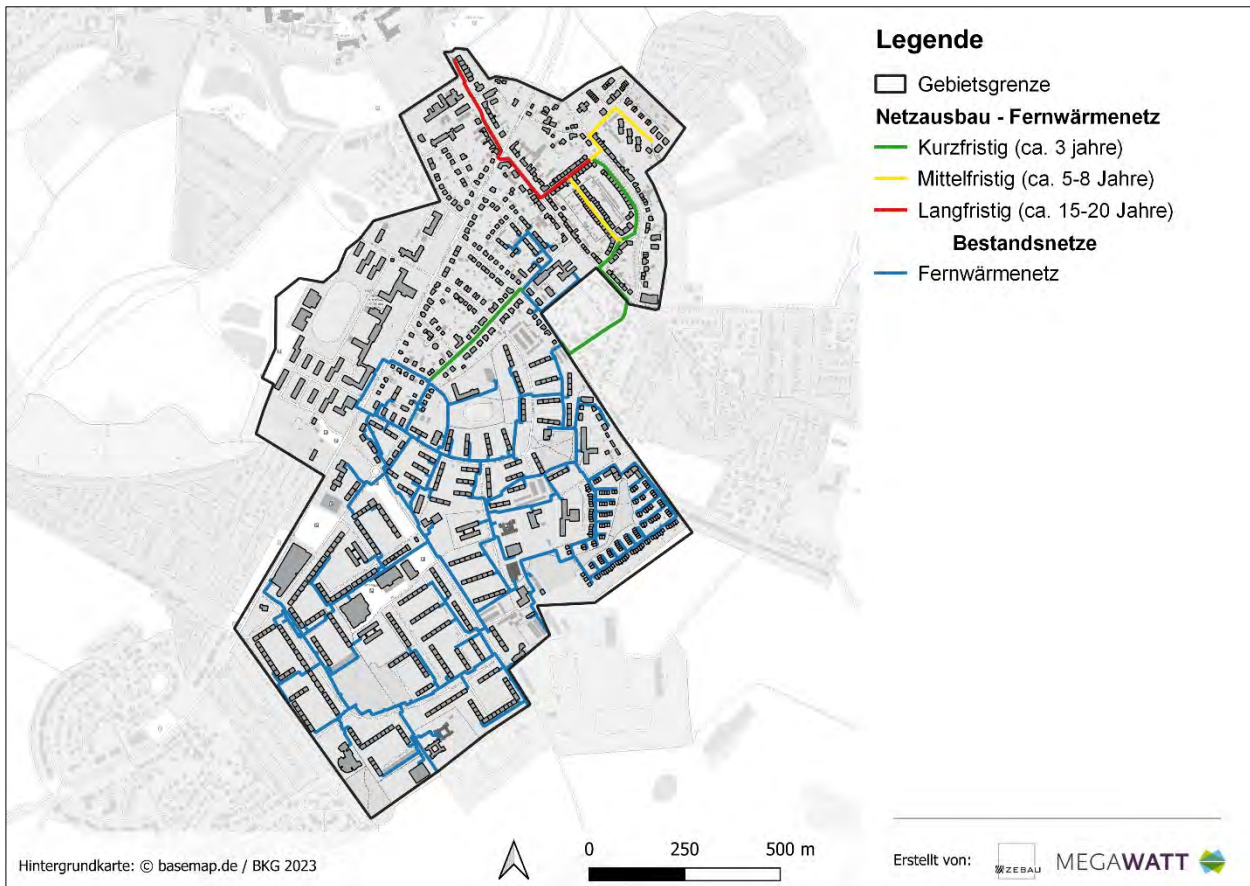


Abbildung 88: Zeitplan Wärmenetzausbau

W4 Gebäudeeigentümer:innen im Netzausbaubereich informieren, künftige Fernwärmenutzung vereinbaren

Übergeordnetes Ziel	Priorität	niedrig
Hohe Anschlussquote im Fernwärme-Ausbaubereich sicherstellen	Umsetzung	kurzfristig
Kurzbeschreibung		
<p>Die kurz- bis mittelfristige Anschlussquote im Netzausbaubereich ist davon abhängig, wie gut Gebäudeeigentümer:innen einen erforderlichen Heizungsaustausch mit dem Zeitplan des Fernwärme-Netzausbaus koordinieren können. Je genauer sie wissen, wann und zu welchen Konditionen ein Anschluss an das Wärmenetz verfügbar sein wird, desto besser können sie ihre Planung darauf abstimmen und desto wahrscheinlicher wird ein Anschluss. Sobald der Zeitplan feststeht, ist daher eine Informationskampagne für die Gebäudeeigentümer:innen ein wichtiger Schritt zum wirtschaftlich erfolgreichen Netzausbau.</p> <p>Mit einer Interessensbekundung durch einen letter of intent (LOI) kann die Absicht zum Anschluss an das Netz festgehalten werden, was die Planungssicherheit für die Stadtwerke erhöht, insbesondere bei Ankerkunden wie der WGG Am Mühlbach. Dadurch kann die Planung detaillierter stattfinden und genauere Informationen zu den zukünftigen Ausbaustufen, Netzgebieten und Wärmeabsatzpreisen erarbeitet werden, wodurch wiederum mehr Informationen an potenzielle Kund:innen als Ausgangsinformationen für die Interessensbekundung kommuniziert werden können. Die Informationskampagne und Interessensbekundung dient also der weiteren Planungssicherheit sowohl für die Stadtwerke als Wärmenetzbetreiber als auch für die potenziellen Kund:innen.</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteure	
Stadtwerke Güstrow	Gebäudeeigentümer:innen im Ausbaubereich Lokale Presse	
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Zeitplan für den Netzausbau aufstellen (W3) 2. Voraussichtliche Konditionen zum Anschluss an die Fernwärme festlegen 3. Informationskampagne im Netzausbaubereich starten 		
Einsparpotenzial	Erläuterung	
Nicht direkt bezifferbar.	Eine hohe Fernwärme-Anschlussquote senkt bei gleichzeitiger Umsetzung von W1 (Fernwärme dekarbonisieren) die Emissionen im Quartier schneller und für die Stadt leichter steuerbar, als das mit der schrittweisen Umstellung von dezentralen Gaskesseln auf auf Wärmepumpen voraussichtlich der Fall wäre.	
Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren	
	Die Anschlussquote im Fernwärme-Ausbaubereich liegt 2040 bei 60% oder mehr	

W5 Netzverluste der Fernwärme senken

Übergeordnetes Ziel Primärenergie einsparen	Priorität	hoch	
	Umsetzung	kurzfristig	
Kurzbeschreibung			
<p>Die Wärmeverluste im Fernwärmenetz der Südstadt im Jahr 2022 betragen 18,4 %. Dieser Wert liegt deutlich über dem Wert eines modernen Netzes von rund 10 % im Jahresmittel.</p> <p>Die Stadtwerke haben bereits Maßnahmen zur Verbesserung unternommen:</p> <p>(1) Jährlich wurden zuletzt rund 400 m Trasse alter Bauart (Stahlrohr in Haubenkanal) durch moderne KMR-Rohre der Dämmserie 2 ersetzt. Diese Anstrengung darf nicht nachlassen oder zugunsten anderer Investitionen verschoben werden. Stand 7/2023 waren noch 1.529 m Trasse alter Bauart verlegt, was 10,1 % des Bestandsnetzes entspricht, vgl. Abbildung 89. Zur Heizsaison 2027/28 sollte diese Maßnahme abgeschlossen sein.</p> <p>(2) Luftbildaufnahmen per Drohne mit Infrarotkamera zur Lokalisierung von Wärmelecks wurden zuletzt 2019 durchgeführt, der Befund war unauffällig.</p> <p>Trotz dieser Anstrengungen blieb eine Leckage in der Ringstraße 2023 lange unbemerkt. Ein verbessertes Monitoring der Betriebswerte wird daher empfohlen, insbesondere den mit den KMR-Rohren bereits verlegten Leckwarndraht auszulesen.</p> <p>Gleichzeitig sollte für die verbleibenden Verluste eingegrenzt werden, wie viel anteilig dazu die Wärmetrasse, die Hausstationen und die Verteilung in den Gebäuden beitragen. Dafür wird eine Effizienzprüfung empfohlen: Ein Jahr lang werden monatlich alle Betriebswerte von Wärme-Erzeugung, -Einspeisung, -Übergabe und -Abnahme erfasst (ggf. Abgrenzung: nur Hausstationen mit hohem Verbrauch einbeziehen). So können Auffälligkeiten aufgedeckt und behoben werden sowie Erkenntnisse für den zukünftigen Betrieb und die Wartung gezogen werden. Der letzte Teil der einzusparenden Wärmeverluste wird durch die Absenkung der Netztemperatur im Rahmen von W1 erreicht werden.</p>			
Zuständigkeit	Einzubindende Akteure		
Stadtwerke Güstrow	Wohnungsunternehmen (WGG/AWG) zur Abgrenzung der Verluste in Hausstationen		
Erste Handlungsschritte			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Kontinuierlich alte Leitungen (Haubenkanäle) durch moderne Kunststoffmantelrohre ersetzen 2. Monitoring der Betriebswerte verbessern 3. Effizienzprüfung 			
Einsparpotenzial	Erläuterung		
	2030	2040	
Endenergie	980	980	MWh/a
Primärenergie	736	162	MWh/a
CO ₂ -Emissionen	236	47	tco ₂ /a
<p>Sinken die Netzverluste von 18,4 auf 10 %, sinkt der Energiebedarf um den angegebenen Wert. Die Werte gelten für die Versorgungsvariante Tiefengeothermie (W1) in 2040.</p> <p>Der Unterschied von 2030 zu 2040 ist allein der Dekarbonisierung des deutschen Strommixes geschuldet.</p>			

Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren
Finanziert sich mittelfristig aus der eingesparten Primärenergie	Netzverlust als Differenz zwischen eingespeister und abgenommener Wärme sinkt kontinuierlich und erreicht spätestens 2040 10%

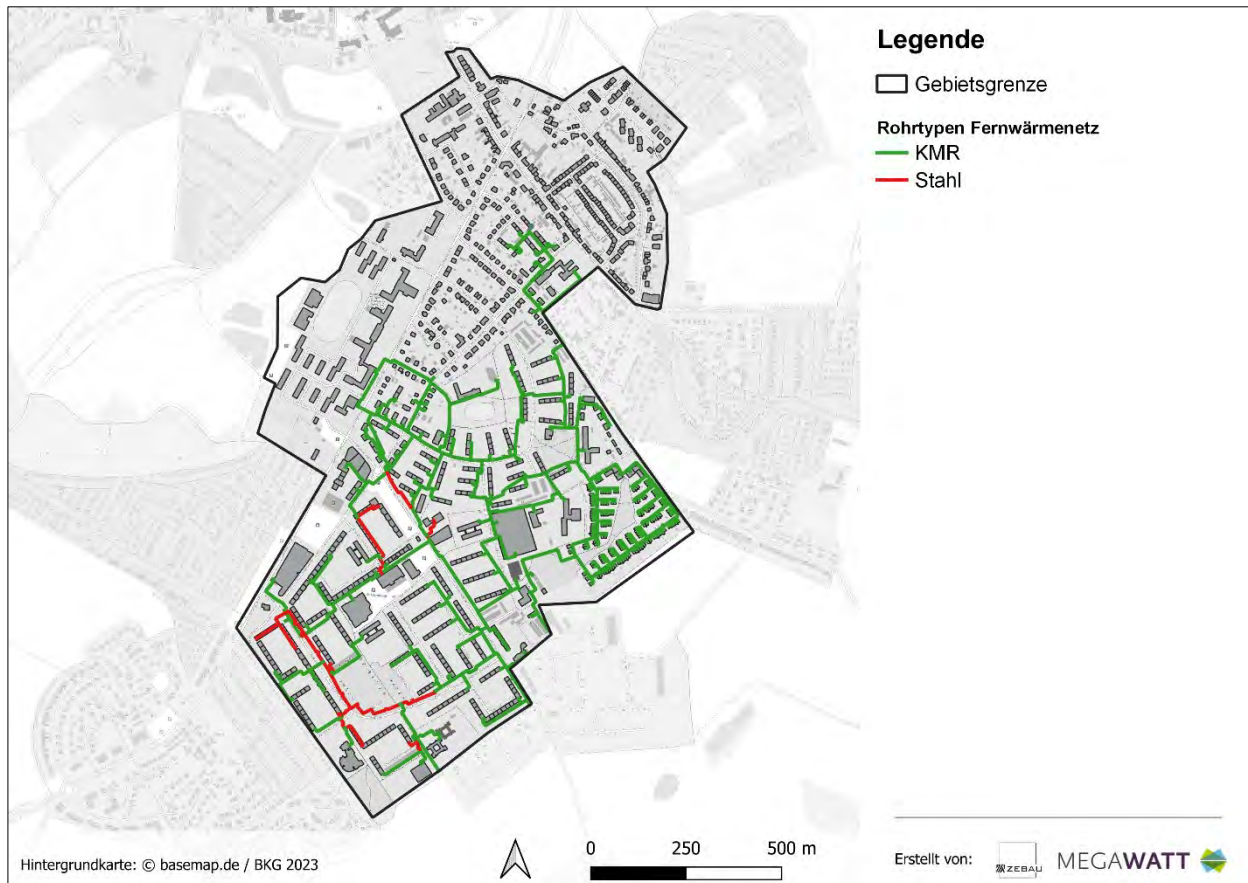


Abbildung 89: Rohrtypen im Fernwärmenetz

W6 Beratungsangebot zum Heizungstausch für Gebäudeeigentümer:innen

Übergeordnetes Ziel		Priorität	niedrig
Dezentrale Gebäudeheizungen dekarbonisieren		Umsetzung	kurzfristig
Kurzbeschreibung			
<p>In den Bereichen des Quartiers, für die ein Netzausbau (W3) nicht in Frage kommt, muss die Wärmeversorgung von Gas- und Ölkesseln auf erneuerbare Energien umgestellt werden. Genauso wie in den Fernwärme-Ausbaugebieten ist auch hier die Information der Gebäudeeigentümer:innen (wie W4) wichtig, damit sie nicht irrtümlich davon ausgehen, dass Fernwärme in ihre Straße verlegt wird und in diesem Glauben den anstehenden Heizungstausch hinauszögern (Informationskampagne).</p>			
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
Barlachstadt Güstrow		Gebäudeeigentümer:innen Verbraucherzentrale Lokale Presse	
Erste Handlungsschritte			
<ol style="list-style-type: none"> Beratungsangebot etablieren Informationskampagne über Nicht-Anschluss an die Fernwärme, Beratung und Fördermittel 			
Einsparpotenzial		Erläuterung	
Endenergie	- MWh/a	Siehe W7	
Primärenergie	- MWh/a		
CO ₂ -Emissionen	- t/a		
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren	
Stadt Güstrow		Anzahl der wahrgenommenen Beratungen	

W7 Heizungen durch Wärmepumpen ersetzen in dezentral versorgten Gebieten

Übergeordnetes Ziel		Priorität	hoch
Dezentrale Gebäudeheizungen dekarbonisieren		Umsetzung	fortlaufend
Kurzbeschreibung			
<p>In den Bereichen des Quartiers, für die ein Netzausbau (W3) nicht in Frage kommt, muss die Wärmeversorgung von Gas- und Ölkesseln auf erneuerbare Energien umgestellt werden.</p> <p>Durch die verschärfte Nutzungspflicht von Erneuerbaren Energien beim Austausch oder dem nachträglichen Einbau einer Heizungsanlage sind Eigentümer:innen und Eigentümergemeinschaften bereits aktuell dazu verpflichtet, mindestens 65 % des jährlichen Wärmeenergiebedarfs durch erneuerbare Energien zu decken. Dieser Umstand wird dazu beitragen, dass auch die Wärmeversorgung in den dezentral mit Wärme versorgten Bereichen nach und nach umgestellt wird. Vor allem der Einsatz von Wärmepumpen wird eine wichtige Rolle bei der Dekarbonisierung der dezentralen Wärmeversorgung einnehmen. Als Spitzenlastherzeuger sollte Power-to-Heat die erste Wahl sein, wobei die verfügbaren Reserven im Stromnetz berücksichtigt werden müssen (Stadtwerke).</p> <p>Die Umstellung der Wärmeversorgung und der Einsatz von Wärmepumpen in Kombination mit der Maßnahme G1 wird empfohlen. Verbesserte Dämmung und der Einbau von Flächenheizungen ermöglicht die Absenkung der Vorlauftemperaturen und verbessert die Effizienz der Wärmepumpen.</p> <p>Zwei mögliche Versorgungsvarianten wurden für ein Beispielgebäude untersucht: (1) Luft-Wärmepumpe + Power-to-Heat sowie (2) Erd-Wärmepumpe + Power-to-Heat. Der qualitative und wirtschaftliche Vergleich ist in den Abschnitten 5.2.2.2 und 0 ab Seite 114 ausgeführt</p>			
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
Gebäudeeigentümer:innen		Energieberater:innen, Handwerksbetriebe Stadtwerke als Stromnetzbetreiber	
Erste Handlungsschritte			
<ol style="list-style-type: none"> Beratung durch Stadt/Verbraucherzentrale (W6) oder Energieberater in Anspruch nehmen, Empfehlung zur Versorgungsvariante und zur Kombination mit der Sanierung der Gebäudehülle (G1) erhalten Angebote durch das Fachhandwerk einholen Fördermittel beantragen und Finanzierung sichern 			
Einsparpotenzial			Erläuterung
	2030	2040	
Endenergie	3.650	6.928	MWh/a
Primärenergie	7.804	10.618	MWh/a
CO ₂ -Emissionen	820	2.412	t/a
<p>Stand 2022 fällt 30% des Nutzwärmebedarfs im Quartier in dezentral versorgten Gebäuden an. Bei Netzausbau nach Maßnahme W3 und einer entsprechenden Anschlussquote von 100% sind es 2030 noch etwa 27 % und 2040 noch etwa 17 %.</p> <p>Annahme: linear fortschreitende Elektrifizierung der dezentralen Heizungen, bis 2040 100 % erreicht sind.</p>			
Finanzierung und Förderung			Erfolgsindikatoren
BEG Einzelmaßnahmen			Gasabsatz in der Südstadt sinkt (Ziel 2040: Null) Feuerungsstätten laut Schornsteinfegern gehen zurück (Ziel 2040: Null)

6.4 Handlungsfeld S: Regenerative Stromversorgung

S1 Prüfung und Ausbau des Stromnetzes für Wärme- erzeugung und E-Fahrzeuge		
Übergeordnetes Ziel Dezentrale Gebäudeheizungen dekarbonisieren	Priorität	mittel
	Umsetzung	langfristig
Kurzbeschreibung		
<p>Wie in Maßnahme W7 und Abschnitt 5.2.2.2 beschrieben, müssen die dezentralen Heizungen von Gas und Öl auf elektrische Wärmeerzeuger umgestellt werden. Die Energiemenge, die bislang durch das Gasnetz transportiert wurde, muss zukünftig also – dank der Effizienz von Wärmepumpen immerhin nur anteilig – durch das Stromnetz transportiert werden. Insbesondere an kalten Wintertagen, wenn in vielen Häusern parallel direktelektrische Wärmeerzeuger (Power-to-Heat) in Betrieb sind, ist mit einer höheren Belastung des Stromnetzes als bisher zu rechnen.</p> <p>Gleichzeitig ist mit einem stetig zunehmenden Bedarf an Ladepunkten für E-Fahrzeuge zu rechnen. Daher ist eine vorausschauenden Planung des Stromnetzausbaus für die Stadtwerke als Stromnetzbetreiber angebracht. Die dafür nötigen Zahlen müssen abgeschätzt werden: Wärmebedarf (und Sanierungsrate), Austauschrate der Heizungen, Anschlussrate von E-Ladesäulen, Lastprofile von Heizungen und Ladepunkten, Leistung und Auslastung der Stromtrassen, Leistung und Auslastung der Trafostationen.</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteure	
Stadtwerke Güstrow	Barlachstadt Güstrow, Abteilung Stadtplanung Ggf. Fachbüro (für Szenarioentwicklung)	
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Straßenweise die Leistungsreserve beziffern 2. Leistungsreserve der vorgelagerten Trafostationen beziffern 3. Szenario für den zukünftigen Strombedarf aufstellen (E-Ladepunkte und Wärmeerzeuger) 4. Zeitplan für den Ausbau aufstellen 		
Einsparpotenzial	Erläuterung	
Endenergie - MWh/a	Nur indirekt über die Umsetzung angrenzender Maßnahmen	
Primärenergie - MWh/a		
CO ₂ -Emissionen - t/a		
Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren	
	Ungebremste Elektrifizierung von Gebäudeheizung und Mobilität.	

S2 Zentralen PV-Park um das BHKW Süd errichten

Übergeordnetes Ziel	Priorität	mittel	
Wärmeerzeugung im Quartier dekarbonisieren (zusammen mit W1)	Umsetzung	kurzfristig	
Kurzbeschreibung			
<p>Die in Maßnahme W2 beschriebenen Flächen werden nur zu einem kleinen Teil durch den Bohrplatz bzw. die Rückkühler belegt. Der übrige Bereich sollte vollständig für Freiflächen-PV genutzt werden, was rund 1,2 MWp installierbarer Leistung entspricht. Tabelle 18 auf Seite 142 listet die voraussichtlich nutzbaren Flächen und die Eigenverbrauchsquote des erzeugten Stroms auf. Alle Wärmepumpen-basierten Varianten weisen eine hohe Eigenverbrauchsquote auf, bei Tiefengeothermie ist sie mit 89 % am höchsten. Das heißt in diesem Fall wird im Jahresmittel nur 11 % des lokal mit PV erzeugten Stroms ins Stromnetz eingespeist, der Rest wird in der Energiezentrale verbraucht und verbessert die in W1 bezifferten Einsparpotenziale der Fernwärme noch weiter. Da langfristig auch der deutschlandweite Strommix klimaneutral erzeugt werden wird, ist diese Maßnahme am wirksamsten, wenn sie kurzfristig umgesetzt wird und die Emissionen bis zu diesem Zeitpunkt reduziert.</p>			
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
Stadtwerke Güstrow		Wenn W2 abgeschlossen: keine = einfache Umsetzung	
Erste Handlungsschritte			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Flächen sichern (W2) 2. Fachplanung durchführen (ggf. ausschreiben) 3. Beschaffung und Errichtung ausschreiben 			
Einsparpotenzial			Erläuterung
	2030	2040	
Endenergie	1.350	1.350	MWh/a
Primärenergie	1.080	135	MWh/a
CO ₂ -Emissionen	351	41	t/a
Finanzierung und Förderung			Erfolgsindikatoren
<p>Durch Einsparungen mittels Eigenverbrauch amortisiert sich die Anlage in unter 6 Jahren, vgl. Tabelle 21 auf Seite 146</p> <p>EEG Einspeisevergütung</p>			<p>(1) Freifläche ist mit PV belegt, (2) Kennzahl für spezifische CO₂-Emissionen der Fernwärme verbessert sich kurzfristig (nach der bundesweiten Dekarbonisierung des Strommixes nicht mehr messbar)</p>

S3 Nutzung der PV-Dachpotenziale von Wohnungsunternehmen

Übergeordnetes Ziel		Priorität	hoch
Dekarbonisierung des Stromsektors im Quartier		Umsetzung	kurzfristig
Kurzbeschreibung			
<p>In den bisher ungenutzten Dachflächen der MFH von AWG und WGG verbirgt sich 41 % des Dach-PV-Potenzials im Quartier. In Leistung beziffert sind das rund 5,3 MWp. Durch die geringe Anzahl an beteiligten Akteuren ist das Potenzial leicht und damit vergleichsweise kurzfristig erschließbar.</p> <p>Im Tabelle 22 auf Seite 146 wurde die Amortisationszeit auf unter 7 Jahre abgeschätzt, die zugrunde liegenden Annahmen sind dort aufgeführt.</p> <p>Da die Wohnungsunternehmen im Sinne ihrer Mitglieder wirtschaften, sollte die mögliche Eigenstromnutzung aus den Dach-PV-Anlagen ein wichtiges Argument zur Umsetzung sein. Die mit dem Solarpaket 1 geplante gemeinschaftliche Gebäudeversorgung erlaubt mit digitalen Zählern den Abgleich von Erzeugung und Verbrauch im Viertelstundentakt. Damit wird der lokal erzeugte Strom für die Mieter:innen ohne netzbezogene Gebühren und Umlagen für einen günstigen Preis verfügbar.</p>			
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
AWG, WGG		Handwerksbetriebe zur Installation Stromnetzbetreiber für Zählertausch	
Erste Handlungsschritte			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Je Wohnungsunternehmen ein Ziel setzen: wann sollen alle nutzbaren Dächer mit PV belegt sein? 2. Zeitplan zur schrittweisen Umsetzung aufstellen 3. ggf. eine zeitlich befristete Stelle zur Planung und Koordination besetzen 			
Einsparpotenzial			Erläuterung
	2030	2040	
Endenergie	3.229	3.229	MWh/a
Primärenergie	2.583	323	MWh/a
CO ₂ -Emissionen	840	97	t/a
			Die Endenergieeinsparung ergibt sich aus dem vermiedenen Netzstrombezug durch Eigenstromnutzung Die Zahlen für 2030 setzen voraus, dass auf allen geeigneten Dächern der Wohnungsunternehmen bis 2030 PV-Anlagen installiert wurden.
Finanzierung und Förderung			Erfolgsindikatoren
Amortisation innerhalb von 7 Jahren EEG Einspeisevergütung			Quote der mit PV belegten Dächer in der Südstadt von AWG und WGG steigt jährlich kontinuierlich an.

S4 Beratungsangebote und Installation von PV-Anlagen auf Einzelhäusern

Übergeordnetes Ziel		Priorität	hoch
Dekarbonisierung des Stromsektors im Quartier		Umsetzung	mittelfristig
Kurzbeschreibung			
<p>Dächer von Gebäuden im Quartier, die weder von AWG oder WGG, noch von Gewerbebetrieben oder der öffentlichen Hand gehalten werden, weisen ein PV-Potenzial von 5,3 MWp auf, was 41 % der nutzbaren Dachfläche im Quartier entspricht. Dabei handelt es sich überwiegend um EFH oder kleinere MFH in privatem Besitz. Die Dächer dieser Gebäude sind unterschiedlich gut für die PV-Nutzung geeignet, wie in Abbildung 76 auf Seite 137 zu sehen ist. Mindestens auf den gut oder sehr gut geeigneten Dächern wird die Installation von PV-Anlagen empfohlen.</p> <p>Mit diesem Quartierskonzept liegen der Stadt die nötigen Daten vor, um einzelne Gebäudeeigentümer:innen gezielt anzusprechen, sie auf das vorliegende Potenzial hinzuweisen und eine Beratung für die Umsetzung anzubieten. Eine Kooperation mit lokalen Handwerksbetrieben und Energieberatern ist denkbar.</p> <p>Die eigentliche Umsetzung liegt in der Hand der Gebäudeeigentümer:innen.</p>			
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
Umsetzung: Gebäudeeigentümer:innen Beratung: Stadt Güstrow		Handwerksbetriebe zur Installation	
Erste Handlungsschritte			
<ol style="list-style-type: none"> Beratungsangebot etablieren Gebäudeeigentümer:innen gezielt ansprechen 			
Einsparpotenzial			Erläuterung
	2030	2040	
Endenergie	1.452	1.452	MWh/a
Primärenergie	1.160	145	MWh/a
CO ₂ -Emissionen	381	44	t/a
			Die Endenergieeinsparung ergibt sich aus dem vermiedenen Netzstrombezug durch Eigenstromnutzung
Finanzierung und Förderung			Erfolgsindikatoren
EEG Einspeisevergütung und Eigenstromnutzung			Jährlich steigender Anteil an Dächern privater EFH/MFH im Quartier, die mit PV belegt sind.

S5 Nutzung der PV-Dachpotenziale öffentlicher Gebäude

Übergeordnetes Ziel		Priorität	hoch										
Dekarbonisierung des Stromsektors im Quartier		Umsetzung	kurzfristig										
Kurzbeschreibung													
<p>Die Dächer der öffentlichen Gebäude im Quartier bringen das Potenzial für rund 2,4 MWp PV-Leistung auf. Der Löwenanteil von 1,87 MWp entfällt auf die Dachflächen der Fachhochschule und des LUNG, wobei Einschränkungen durch den Denkmalschutz die Erschließung des dortigen Potenzials erschweren. Die übrigen rund 500 kWp können aber kurzfristig umgesetzt werden.</p> <p>In Tabelle 23 auf Seite 146 wurde für eine angenommene Eigenverbrauchsquote von 30 % die Amortisationszeit der Anlagen auf im Mittel 10 Jahre abgeschätzt.</p> <p>Die größten öffentlichen Dachflächen im Quartier mit hoher PV-Eignung sind:</p>													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Leistung</th> <th>Gebäude</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>207 kWp</td> <td>Turnhalle Werner-Seelenbinder-Straße</td> </tr> <tr> <td>134 kWp</td> <td>Anne-Frank-Schule</td> </tr> <tr> <td>53 kWp</td> <td>Schule am Insensee</td> </tr> <tr> <td>26 kWp</td> <td>Kindergarten Kastanienstraße</td> </tr> </tbody> </table>				Leistung	Gebäude	207 kWp	Turnhalle Werner-Seelenbinder-Straße	134 kWp	Anne-Frank-Schule	53 kWp	Schule am Insensee	26 kWp	Kindergarten Kastanienstraße
Leistung	Gebäude												
207 kWp	Turnhalle Werner-Seelenbinder-Straße												
134 kWp	Anne-Frank-Schule												
53 kWp	Schule am Insensee												
26 kWp	Kindergarten Kastanienstraße												
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure											
<p>Schulen: Landkreis Rostock, Amt für Service- und Gebäudemanagement</p> <p>FH: Fachhochschule / Land M-V</p>		<p>Handwerksbetriebe zur Installation</p> <p>FH: Untere Denkmalschutzbehörde Rostock</p>											
Erste Handlungsschritte													
<ol style="list-style-type: none"> 1. Prioritäten festlegen: Welche Dächer sind am einfachsten zu erschließen? 2. Fachbetriebe beauftragen 													
Einsparpotenzial			Erläuterung										
	2030	2040											
Endenergie	160	160	MWh/a										
Primärenergie	128	16	MWh/a										
CO ₂ -Emissionen	43	5	t/a										
<p>Zahlen gelten für vollständige Erschließung der öffentlichen Dächer im Quartier mit Ausnahme der Fachhochschule/LUNG (unwahrscheinliche Umsetzung wegen Denkmalschutz).</p> <p>Die Endenergieeinsparung ergibt sich aus dem vermiedenen Netzstrombezug durch Eigenstromnutzung</p>													
Finanzierung und Förderung			Erfolgsindikatoren										
Amortisation durch Eigenstromnutzung und Einspeisung nach knapp 10 Jahren			Alle nutzbaren Dächer öffentlicher Gebäude im Quartier sind mit PV belegt										

6.5 Handlungsfeld M: Klimagerechte Mobilität

M1 Ausbau der Fußwege und Herstellung von Barrierefreiheit

Übergeordnetes Ziel	Priorität	Mittel
Stärkung des Umweltverbundes durch gezielte Verbesserung der Fußwegeinfrastruktur	Umsetzung	Kurz-/ Mittelfristig
Maßnahmen		
<p>Für ein zukunftsfähiges intermodales Mobilitätsverhalten, welches verschiedene Verkehrsmittel miteinander verknüpft, ist eine gut ausgebaute Infrastruktur Grundlage. Daher sollten sicher gestaltete Fußwege die Bewohner:innen innerhalb des Quartiers zum Zufußgehen einladen, sodass auch weitere Strecken ohne Verkehrsmittel zurückgelegt werden können.</p> <p>Durch die Schaffung von Abkürzungen können Anreize zum Zufußgehen geschaffen werden. So gewinnt der Fußverkehr gegenüber dem Autoverkehr auf kurzen Strecken an Attraktivität.</p> <p>Insbesondere jedoch die Barrierefreiheit (vor allem vor dem demografischen Hintergrund) und die Sicherheit der Wege (speziell auf Bildungswegen) stärkt den Fußverkehr. Hierfür sollten Unebenheiten reduziert, Bordsteine abgesenkt, die Breite der Fußwege angepasst, Konfliktstellen mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen reduziert oder auch taktile Elemente integriert werden.</p> <p>Mögliche Ansatzpunkte für die Verbesserung der Fußwegeinfrastruktur:</p>		
Umsetzung	Maßnahme	Verortung
Kurz-/Mittelfristig	Weitere sichere <u>Querungsmöglichkeiten</u>	Goldberger Straße
Kurz-/Mittelfristig	<u>Abkürzungen</u> durch Fußwegeverbindungen	Im ganzen Quartier
Fortlaufend	<u>Barrierefreier Ausbau</u> der Fußwege	Im ganzen Quartier
Zuständigkeit	Einzubindende Akteure	
- Barlachstadt Güstrow Abteilung Stadtplanung: Prüfung und Umsetzung von baulichen Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Ordnungsamt Barlachstadt Güstrow - Landkreis Hansestadt Rostock - Bewohner:innen 	
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Detaillierte Bestandsaufnahme 2. Rücksprache/Synergien ermitteln mit weiteren Themen: Verkehrsentwicklung, Straßenausbauplanung 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Beteiligung der Bewohner:innen zu besonderem Bedarf 4. Initiierung von Maßnahmen und Umsetzung 	
Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren	
<ul style="list-style-type: none"> - Haushaltsmittel der Stadt - Fördermittel des Bundes 	<ul style="list-style-type: none"> - Sanierte Gehwege - Vorhandene, sichere Querungsstellen - Abkürzungen in Richtung Nahversorger/Schulen - Langfristig: Erhöhung des Fußverkehrs-Anteils 	

M2 Ausbau und Optimierung der Radverkehrsinfrastruktur

Übergeordnetes Ziel		Priorität	Hoch
Stärkung des Umweltverbundes durch gezielte Verbesserung der Radverkehrsinfrastruktur		Umsetzung	Mittelfristig / fortlaufend
Maßnahmen			
<p>Um den Anteil an Radfahrenden innerhalb Güstrows und entsprechend die Radfahr-Quote am Modal Split zu erhöhen, bedarf es einer ausgebauten und optimierten Radverkehrsinfrastruktur, welche Konfliktstellen für Radfahrende minimiert, und die Sicherheit und das komfortable Fahren erhöht.</p> <p>Im Quartier können Maßnahmen für den Ausbau eines Radwegenetzes, Maßnahmen zur Reduktion von Konfliktstellen sowie der Ausbau von sicheren öffentlichen und halböffentlichen Abstellanlagen initiiert werden. Hierbei sollten jederzeit die übergeordneten städtebaulichen Entwicklungen berücksichtigt und der Blick auch auf die angrenzenden Stadtviertel gelegt werden.</p> <p>Mögliche Ansatzpunkte für die Verbesserung der Radverkehrsinfrastruktur:</p>			
Umsetzung	Maßnahme	Verortung	
Kurzfristig	Ausbau von <u>sicheren Fahrradabstellanlagen</u> (Anlehnbügel, Fahrradgaragen, Fahrradhäuser)	Mehrfamilienhaus-Bereiche in der Südstadt, an den Bildungseinrichtungen, an Nahversorgungseinrichtungen	
Kurz-/Mittelfristig	Prüfung und Reduktion von <u>Konfliktstellen</u>	u.a. Goldberger Straße	
Mittelfristig	Ausbau der <u>Radwege</u> und Prüfung von Installation von <u>Schutzstreifen</u>	Gesamtes Quartier	
Mittelfristig	Erweiterung der <u>Fahrradstraße</u>	Schwarzer Weg in Richtung Inselfsee	
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
<ul style="list-style-type: none"> - Barlachstadt Güstrow Abteilung Stadtplanung / Flächeneigentümer: Prüfung und Umsetzung von baulichen Maßnahmen - Barlachstadt Güstrow Ordnungsamt: Prüfung 		<ul style="list-style-type: none"> - Kreis Hansestadt Rostock - Wohnungsbaugenossenschaften - Bildungseinrichtungen - Bewohner:innen 	
Erste Handlungsschritte			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Synergien ermitteln mit weiteren Themen: Verkehrsentwicklung, Straßenausbauplanung 2. Prüfung der Maßnahmen und Detailplanung 		<ol style="list-style-type: none"> 3. Ggf. Einwerben von Fördermitteln 4. Initiierung von Maßnahmen und Umsetzung 	
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren	
<ul style="list-style-type: none"> - Haushaltsmittel der Barlachstadt Güstrow - Bundes- und landesweite Förderprogramme 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausgebaute Radwege 2. Sichere Schutzstreifen mit erhöhtem Anteil an Radfahrer:innen 3. Umgesetzte Fahrradabstellmöglichkeiten 4. Ersetzte Bodenbügel 5. Langfristig: Erhöhung des Radverkehrs-Anteils am Modal Split 	

M3 Ausbau von Angeboten für Mobilität im Alter

Übergeordnetes Ziel		Priorität	Mittel
Ausbau der Angebote für eine seniorenfreundliche Mobilität		Umsetzung	Kurzfristig
Maßnahmen			
<p>Da das Quartier eine ältere Bevölkerungsstruktur aufweist und der Trend dorthin geht, dass auch ältere Menschen insbesondere den PKW für die Mobilität nutzen, sollten Mobilitätsangebote ausgebaut werden, welche eine klimafreundliche Mobilität unterstützen und Barrieren im ÖPNV und Rad- und Fußverkehr reduzieren.</p> <p>Angebote betreffen kommunikative und unterstützende Formate, um Barrieren der Digitalisierung oder in der Nutzung abzubauen, sowie bauliche Maßnahmen um wohnortnahe, sichere Abstellmöglichkeit von Gehhilfen oder E-Fahrrädern zu etablieren.</p> <p>Mögliche Ansatzpunkte in Güstrow:</p>			
Umsetzung	Maßnahme	Verortung	
Kurzfristig	Prüfung Anzahl der <u>Sitzgelegenheiten</u> im Quartier	Gesamtes Quartier	
Kurzfristig	<u>Unterstützungs- und Informationsangebote</u> bzgl. Nutzung des ÖPNVs (ergänzend zu vorhandenem ÖPNV-Mobilitätstraining)	Gesamte Stadt	
Kurzfristig	Öffentlichkeitsarbeit in <u>Mietermagazinen</u>	Gesamte Stadt	
Mittelfristig	Sichere <u>Abstellanlagen für Gehhilfen</u>	An Mehrfamilienhäusern	
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
<ul style="list-style-type: none"> - Barlachstadt Güstrow Abteilung Stadtplanung: Prüfung und Umsetzung Sitzgelegenheiten - Wohnungsgenossenschaften: Öffentlichkeitsarbeit, Unterstützungsangebote und Abstellanlagen - Rebus Regionalbus Rostock GmbH: Unterstützungsangebote 		<ul style="list-style-type: none"> - Seniorenbeirat 	
Erste Handlungsschritte			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Austausch mit dem Seniorenbeirat 2. Erarbeitung von kurzfristigen, konkreten Maßnahmen 		<ol style="list-style-type: none"> 3. Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung der klimafreundlichen Mobilität im Alter 	
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren	
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Verbesserung der Mobilität im Alter 2. Abbau von Barrieren 3. Langfristig: Reduktion des MIV-Anteils am Modal Split 	

M4 Verbesserung der ÖPNV-Haltestellen

Übergeordnetes Ziel Verbesserung und Barrierefreiheit der ÖPNV-Haltestellen	Priorität	Mittel
	Umsetzung	Kurzfristig
Maßnahmen		
<p>Um die Mobilität der Bewohner:innen zu verbessern und klimafreundlich zu gestalten, sind ÖPNV-Angebote mit einer ausreichenden Taktung, einer engen Verzahnung mit weiteren Linien und einem dichten Haltestellennetz sowie einer barrierefreien Erreichbarkeit der Haltestellen erforderlich.</p> <p>Das Quartier in Güstrow verfügt bereits über eine hohe Taktung, sodass ein regelmäßiger Bus-Verkehr in großen Teilen des Quartiers erreicht wird. Der barrierefreie Ausbau der Haltestellen sollte jedoch weitergehend entsprechend des Güstrower Haltestellenkonzepts vorangetrieben werden, sodass auch mobilitätseingeschränkte Personen einen einfachen Zugang zum ÖPNV erfahren können.</p> <p>Mögliche Ansatzpunkte für den ÖPNV:</p>		
Umsetzung	Maßnahme	Verortung
Kurzfristig	Erhöhung der <u>Barrierefreiheit der Haltestellen</u> im Quartier durch Überdachungen, Sitzmöglichkeiten oder taktile Elemente	Gesamtes Quartier
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure
- Barlachstadt Güstrow Abteilung Stadtplanung: Prüfung und Umsetzung		- Rebus Regionalbus Rostock GmbH
Erste Handlungsschritte		
1. Ggf. Einwerben von Fördermitteln zur barrierefreien Gestaltung der Haltestellen		2. Umsetzung von Maßnahmen zur Barrierefreiheit
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren
- Mittel des Kreises und des Landes		1. Anzahl barrierefreier Haltestellen 2. Langfristig: Erhöhung des ÖPNV-Anteils am Modal Split

M5 Reduktion des motorisierten Individualverkehrs

Übergeordnetes Ziel Reduktion des MIV durch klimafreundliche Alternativen zum privaten PKW durch Sharing-Angebote und Veränderung des Parkraums	Priorität	Hoch
	Umsetzung	Mittelfristig / fortlaufend

Maßnahmen

Um die Mobilität im Quartier klimafreundlich zu beeinflussen, gilt es das Angebot an klimafreundlichen Angeboten zu erweitern und zu verbessern. Hier können Sharing-Angebote eingesetzt werden, die zu einer multimodalen Mobilität ohne eigenes Kfz führen oder die Anschaffung eines Zweitwagens reduzieren. Carsharing-Fahrzeuge oder auch Lastenräder können dabei zur gelegentlichen Nutzung für Ausflüge oder den Transport größerer Gegenstände genutzt werden, für die in anderen Fällen ein eigener PKW benötigt werden würde.

In Güstrow gibt es bislang keine Sharing-Angebote, daher könnte der testweise Versuch Aufschluss über die Nachfrage bieten. Hier müsste mittels intensiver Kommunikation unterstützt werden.

Vorteil des Sharing-Konzeptes ist die Möglichkeit des Ausprobierens, es können Barrieren abgebaut und zu einer Veränderung des Mobilitätsverhaltens beigetragen werden.

Neben den Sharing-Systemen sollte auch geprüft werden, inwiefern Stellplätze umgenutzt werden können, um bspw. mittels einer Fahrradgarage oder eines E-Ladepunktes andere klimafreundlichere Mobilitätsarten zu fördern.

Umsetzung	Maßnahme	Verortung
Kurzfristig	<u>Pilotprojekt Carsharing</u>	Gesamte Stadt, bspw. am Bahnhof
Kurzfristig	<u>Umnutzung von Stellplätzen</u> für andere Mobilitätsangebote	Gesamtes Quartier, bspw. an Mehrfamilienhäusern
Mittelfristig	Errichtung einer bleibenden <u>Carsharing-Station</u>	Gesamte Stadt, bspw. am Bahnhof
Mittelfristig	Errichtung eines <u>Lastenrad-Verleihs</u>	Gesamte Stadt, bspw. an den Mehrfamilienhäusern

Zuständigkeit	Einzubindende Akteure
<ul style="list-style-type: none"> - Barlachstadt Güstrow Abteilung Stadtplanung: Prüfung und Umsetzung - Stadtwerke Güstrow 	<ul style="list-style-type: none"> - Wohnungsbaugenossenschaften - Weitere Initiativen, Gewerbetreibende, Kirche, etc.

Erste Handlungsschritte

1. Erstellung eines Konzepts und Austausch mit Initiativen und Gewerbetreibenden (Finden von Mitstreiter:innen und Befürworter:innen)	3. Akquise von Nutzergruppen durch Kommunikation
2. Identifikation geeigneter Flächen	4. Einwerben von Fördermitteln/Sponsoren
	5. Umsetzung und Begleitung der Maßnahmen

Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren
<ul style="list-style-type: none"> - Anschubfinanzierung durch Sponsoring - Refinanzierung durch Nutzer:innen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Etablierung Carsharing in Güstrow 2. Einrichtung eines Lastenrad-Verleihs 3. Umnutzung von Stellplätzen für andere Mobilitätsarten 4. Anzahl der Nutzer:innen 5. Langfristig: Reduktion des MIVs im Modal Split

M6 Ausbau von E-Ladestationen

Übergeordnetes Ziel		Priorität	Hoch
Förderung klimafreundlicher Mobilität durch den Ausbau von öffentlicher und halböffentlicher E-Ladeinfrastruktur		Umsetzung	fortlaufend
Maßnahmen			
<p>Bereits mehr als jeder fünfte Neuwagen verfügt über einen rein elektrischen Antrieb. In den folgenden Jahren wird dieser Anteil noch weiterwachsen. Damit der prognostizierte Hochlauf der Elektromobilität stattfinden kann, sollte neben privaten Lademöglichkeiten eine ausgebaut halböffentliche Ladeinfrastruktur an den Mehrfamilienhäusern sowie eine öffentliche Ladeinfrastruktur vorhanden sein, da insgesamt zukünftig von einem Anteil von mindestens 15 % „Straßenladern“ auszugehen ist.</p> <p>Da sich derzeit in Güstrow wenige öffentliche Ladesäulen befinden, sollte ein Konzept zur weiteren Verortung von Ladepunkten erarbeitet werden und möglichst auch Kooperationen mit den Wohnungsunternehmen gefunden werden, um sich auf die zukünftige Nachfrage vorzubereiten.</p>			
Umsetzung	Maßnahme	Verortung	
Mittelfristig	Einrichtung weiterer <u>E-Ladepunkte</u> für Elektroautos	Gesamtes Quartier	
Zuständigkeit		Einzubindende Akteure	
<ul style="list-style-type: none"> - Stadtwerke Güstrow: Initiierung und Umsetzung - Ggf. weitere Dienstleister für den Ausbau 		<ul style="list-style-type: none"> - Barlachstadt Güstrow Abteilung Stadtplanung - Wohnungsbaugenossenschaften - Unternehmen 	
Erste Handlungsschritte			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Konkretisierte Bedarfsabschätzung im Quartier 2. Standortermittlung zum Aufbau von Ladepunkten 3. Kontaktaufnahme zu Flächeneigentümer:innen 4. Kooperation mit Wohnungsbaugenossenschaften an Stellplätzen entlang der Mehrfamilienhäuser 		<ol style="list-style-type: none"> 5. Umsetzung durch die Stadtwerke 6. Kommunikation und Information für halb-öffentliche Ladepunkte 	
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren	
<ul style="list-style-type: none"> - Stadtwerke Güstrow - Refinanzierung durch Nutzungsentgelte - Fördermittel des Bundes 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Installierte Elektroladeinfrastruktur 2. Nutzungsintensität 	

7 Umsetzungskonzept

Während der Bearbeitung dieses Quartierskonzept wurde die Förderung nach KfW-Programm 432 eingestellt. Dadurch wird eine geförderte Personalstelle auf Seite der Stadt, die sich zeitlich befristet um die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen kümmert, nicht verfügbar sein.

Für das gesamte Gebiet der Stadt Güstrow steht die kommunale Wärmeplanung an. In diesem Rahmen ist es wahrscheinlich, dass Themen der Wärmeversorgung aufgegriffen und weiter bearbeitet werden. Die Erkenntnisse und Maßnahmen der übrigen Themenfelder müssen in der vorhandenen Struktur der Stadtverwaltung integriert und bearbeitet werden.

7.1 Zeitplan der Umsetzung

Jede Maßnahme hat einen groben Zeitplan. Eine Übersicht aller Maßnahmen mit Zeitplan und Priorität ist in Tabelle 27 dargestellt. Sie kann als Leitfaden für die Umsetzung des Quartierskonzepts dienen.

Tabelle 27: Maßnahmen nach Handlungsfeld, bis 2027 in Jahresschritten, dann ab 2030 in 5-Jahres-Schritten.
Legende: hohe Priorität, Zeitskala: ■ Kurzfristig / ■ Mittelfristig / ■ Langfristig / ■ Fortlaufend

	2024	2025	2026	2027	2030	2035	2040
Energetische Gebäudemodernisierung							
G1 Modernisierung Reihenhäuser/Einfamilienhäuser							
G2 Modernisierung Mehrfamilienhäuser							
G3 Untersuchung Nichtwohngebäude							
G4 Beratungsangebot energetische Modernisierung							
Nachhaltige Wärmeversorgung							
W1 Fernwärme dekarbonisieren							
W2 Flächen für Rückkühler/Bohrplatz/PV sichern							
W3 Fernwärmenetz stufenweise erweitern							
W4 Zeitplan Netzausbau verteilen, LOI vereinbaren							
W5 Netzverluste der Fernwärme senken							
W6 Beratungsangebot zum Heizungstausch							
W7 Wärmepumpen für dezentrale Heizungen							
Regenerative Stromversorgung							
S1 Prüfung/Ausbau Stromnetz für Wärmeversorgung							
S2 zentralen PV-Park um das BHKW Süd errichten							
S3 PV auf Dächer von WGG und AWG							
S4 PV auf Einzelgebäude, mit Beratungsangebot							
S5 PV auf öffentliche Dächer							
Klimagerechte Mobilität							
M1 Ausbau der Fußwege und Barrierefreiheit							
M2 Ausbau/Optimierung Radverkehrsinfrastruktur							
M3 Ausbau von Angeboten für Mobilität im Alter							
M4 Verbesserung der ÖPNV-Haltestellen							
M5 Reduktion des motorisierten Individualverkehrs							
M6 Ausbau von E-Ladestationen							
Allgemeine Quartiersentwicklung							
Q1 Öffentlichkeitsarbeit Klimaschutz/Energiewende							
Q2 Veranstaltungen und Kampagnen							

7.2 Monitoring

Mit Hilfe des Monitoringkonzeptes können erste Erfolge aus der Umsetzung der im Quartierskonzept entwickelten Maßnahmen verfolgt werden. Das übergeordnete Ziel dient der Erfassung der Entwicklung der CO₂-Emissionen in einem fest definierten Bereich, wie beispielsweise der räumlichen Ausdehnung des betrachteten Quartiers. Das Klimaschutz-/Sanierungsmanagement kann so erste Erfolge im Hinblick auf den Klimaschutz und der Umsetzung des Quartierskonzeptes ableiten.

Um die Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen für das Quartier im Rahmen eines quantitativen fortlaufenden Prozesses zu erfassen und Veränderungen monitoren zu können, wurde eine Bilanzierung im Excel-Format entwickelt. Die dort implementierte CO₂-Bilanzierung folgt der in Abschnitt 4.1 ausführlich dargestellten Bilanzierungsmethodik. Die folgende Grafik veranschaulicht die zu erfassenden Daten und Ergebnisse. Die Fortführung der CO₂-Bilanzierung sollte jahresscharf erfolgen.

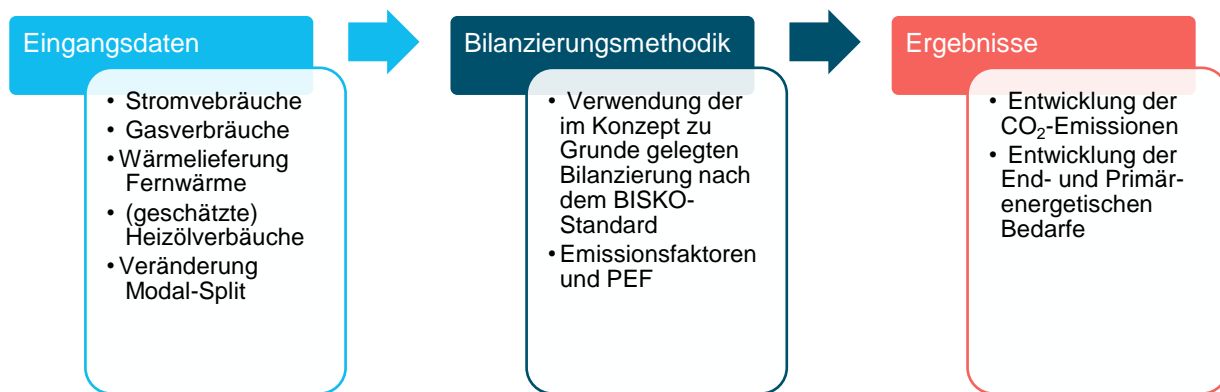


Abbildung 90: Grafische Darstellung des quantitativen Monitorings

Neben dem Monitoring der Energieverbräuche sollte zusätzlich der Umsetzungsfortschritt der einzelnen Maßnahmen, durch die in den jeweiligen Maßnahmensteckbriefen aufgelisteten Erfolgsindikatoren überprüft werden, da nicht alle Maßnahmen zu einer direkten Reduktion der Treibhausgasemissionen beitragen. Das Excel-basierte Tool zum quantitativen Monitoring wurde dem Auftraggeber mit Fertigstellung des Quartierskonzeptes zur Weiterführung übergeben.

Neben dem quantitativen Monitoring sollte ein regelmäßiger, ggf. halbjährlicher Report des Umsetzungsfortschrittes an die Stadtverwaltung erfolgen. Bei Bedarf kann hierbei durch die Stadtverwaltung nachgesteuert werden. Inwiefern das Monitoring durch ein Sanierungsmanagement oder durch das Klimaschutzmanagement erfolgt, muss derzeit noch geklärt werden. Die Umsetzung der Maßnahmen sollte jedoch in jedem Fall durch ein Monitoring begleitet und damit vorangetrieben werden.

8 Zusammenfassung – Dekarbonisierung des Quartiers

Abschließend stellt sich die Frage, ob das Quartier innerhalb der nächsten zwei Jahrzehnte ausreichend Emissionen einsparen kann, um im Einklang mit den lokalen, den nationalen und den internationalen Klimazielen zu stehen.

In einer global verknüpften Welt muss dabei ein einzelnes Quartier immer im Gesamtkontext betrachtet werden. Veränderte Rahmenbedingungen wie der Ausstieg aus den fossilen Energien zur Stromerzeugung in Deutschland oder die europaweite Einführung von Flottengrenzwerten für PKW sind zwei Beispiele für externe Faktoren, die kaum innerhalb des Quartiers beeinflussbar sind.

Strom

Die Dekarbonisierung des Stromsektors muss bis 2040 deutschlandweit gelingen. Wir gehen im Einklang mit der aktuellen Studienlage davon aus, dass im Bundesstrommix 2040 noch CO₂-Emissionen in Höhe von 30 g/kWh anfallen werden (2030 noch 260 g/kWh).

Mit der Umsetzung der oben beschriebenen Maßnahmen für PV-Anlagen im Quartier kann Güstrow seinen Teil dazu beitragen, die bundesweiten Emissionen aus der Stromerzeugung zu minimieren sowie lokal durch einen hohen Anteil Eigenstromnutzung aus PV die Menge aus dem Netz bezogenen Stroms deutlich zu reduzieren. Insbesondere die Dächer der **Mehrfamilienhäuser** von AWG und WGG bieten dabei ein beträchtliches und leicht erschließbares Potenzial. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Berichts berät der Bundestag über das Solarpaket 1, das im Rahmen der *gemeinschaftlichen Gebäudeversorgung* ein attraktives Modell zur Eigenstromversorgung in Mehrfamilienhäusern vorsieht und das kompliziertere Mieterstrom-Modell ablösen soll. Der Einsatz von **PV-Strom für die Fernwärme** ist in diesem Handlungsfeld die einfachste Maßnahme mit großer Hebelwirkung dank einer erwarteten Quote der Eigenstromnutzung von 89 %. Damit die Dächer **privater Wohngebäude** verstärkt für PV genutzt werden, bedarf es weiterer Anstrengungen der Stadt zur Aufklärung und Beratung.

Wärme und Gebäude

Die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung basiert auf zwei Säulen. Zum einen der Gebäudemodernisierung zur Senkung des Wärmeenergiebedarfs und zum anderen der Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien. Beide Säulen sind eng miteinander verflochten, sodass reduzierte Emissionen oft nicht eindeutig einem der beiden Handlungsfelder zugerechnet werden können.

Durch **Gebäudemodernisierung** im Quartier lässt sich der Wärmebedarf bis 2040 voraussichtlich um **13 %** senken. Dieser Wert wird beeinflusst und begrenzt von Faktoren wie schon durchgeführten Modernisierungen im Quartier, Denkmalschutz sowie vorhandenen Baualtersklassen.

Für die Südstadt von Güstrow liegt damit der größte Hebel zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung im Einflussbereich der Stadtwerke, deren **Fernwärmeversorgung** Stand 2022 rund 70 % des Wärmebedarfs im Quartier deckt. Wenn es gelingt, die Wärmeerzeugung der Fernwärme durch Tiefengeothermie oder Luftwärmepumpen weitgehend zu elektrifizieren, ist der wichtigste Schritt getan. Ergänzt um Netzausbau, die Senkung der Netzverluste und eine hohe Eigenstromnutzung aus Freiflächen-PV neben der Heizzentrale ergibt sich die Zukunftsvision einer **grünen Fernwärme**. Die Wirtschaftlichkeitsrechnung hat gezeigt, dass diese Schritte zwar mit beträchtlichen Investitionen verbunden sind, langfristig aber günstigere Wärmegestehungskosten bedeuten, als wenn an den heute eingesetzten BHKW festgehalten würde.

Die Kombination aus Gebäudesanierung, Umstellung und Ausbau der Fernwärme sowie Wärmepumpen für dezentral versorgte Gebäude ergibt eine Emissionsminderung im Quartier von 94 % bis 2040 (vgl. Abbildung 91). In diesem Wert sind die Effekte der Maßnahmen W1, W3, W4, W7 sowie G1 und G2 enthalten.

Die Restemissionen im Modell des Wärmesektors haben dabei zwei Gründe: (1) Wir nehmen an, dass der Bundes-Strommixes 2040 noch nicht vollständig dekarbonisiert sein wird (siehe oben). (2) Die Versorgungsvarianten der Fernwärme sehen Spitzenlastkessel auf Basis von Biomethan vor. Langfristig ist eine Ablösung dieser Kessel durch Elektrokessel (Power-to-Heat) denkbar, setzt aber vorgelagert ein leistungsfähiges Stromnetz voraus.

Verkehr

Die Dekarbonisierung des Verkehrs in der Güstrower Südstadt ist am schwersten planbar. Insbesondere im Verkehrssektor bedarf es jedoch an klimafreundlichen Alternativangeboten, um die private PKW-Nutzung zu reduzieren und die Mobilitätswende zu bestärken.

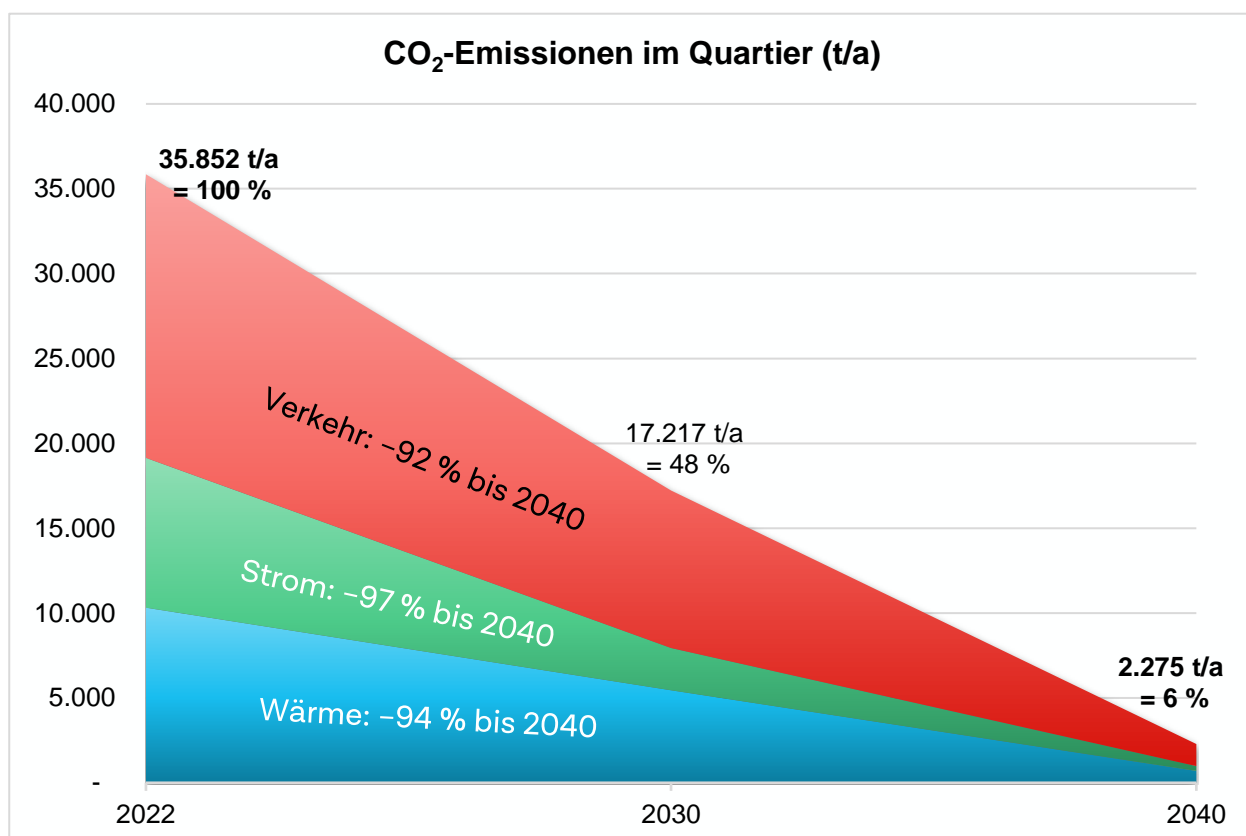


Abbildung 91: Dekarbonisierungspfad 2022 bis 2040 für die Umsetzung der Maßnahmen G1/2, W1/3/5/7, S2/3/4/5 sowie unter den Annahmen zur spezifischen Emission des deutschen Strommixes 2030/2040 (vgl. Tabelle 17 auf S. 130). Emissionen sind in CO₂-Äquivalenten mit Vorketten angegeben.

Wie in den Maßnahmen beschrieben, lassen sich auf Quartiersebene **Anreize** dafür setzen, das Auto öfter stehen zu lassen. Gerade im ländlichen Raum ist aber davon auszugehen, dass auch 2040 der motorisierte Individualverkehr eine wichtige Rolle spielen wird, daher wird dessen **Elektrifizierung** eine wichtige Rolle beigemessen. Zumindest im innerstädtischen Bereich sollten Fahrrad, Bus und Fußweg aber als die besseren Optionen wahrgenommen werden, was mit gezielten Mitteln der Stadtplanung erreichbar ist.

Das **ÖPNV**-Angebot im Quartier ist bereits auf einem hohen Niveau. Um alle Haltestellen barrierefrei zu gestalten, muss das vorhandene Haltestellenkonzept konsequent umgesetzt werden. Ebenfalls positiv zu werten sind die Planungen von Rebus, die Busflotte ab 2025 überwiegend auf Wasserstoff umzustellen. Für die zukünftige CO₂-Bilanz muss die Erzeugung des hier verbrauchten Wasserstoffs mit berücksichtigt werden.

Um die Entwicklung der Emissionen im Verkehrssektor für 2040 abzuschätzen, wurden Annahmen zur Verkehrsmittelwahl (dem Modal Split) im Quartier getroffen. Diese basieren auf dem bisherigen Verkehrsverhalten sowie auf erwarteten nationalen Maßnahmen, um den Umweltverbund aus Fuß-, Rad- und Öffentlichem Nahverkehr zu verstärken.

	Fußverkehr	Radverkehr	ÖPNV	Auto allein	Auto Mitfahrer
Annahme 2022	23 %	12 %	6 %	43 %	16 %
Annahme 2040	25 %	20 %	10 %	34 %	11 %

Damit, sowie mit Annahmen zur Elektrifizierung des Kraftverkehrs und zur weiteren Reduktion von Emissionen zukünftiger Verbrennerfahrzeuge, ergibt sich für den Verkehrssektor eine Emissionsminderung von 92 % bis 2040 (vgl. Abbildung 91). Die verbleibenden Emissionen stammen von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, die im Modell für 2040 noch angenommenen werden⁶⁵, sowie zu einem kleineren Teil durch Restemissionen im Bundesstrommix, die damit auch den Elektrofahrzeugen zugeschrieben werden müssen.

Die Emissionen in der Güstrower Südstadt lassen sich bis 2040 drastisch reduzieren, wenn die Maßnahmen in allen Handlungsfeldern konsequent umgesetzt werden. Voraussetzung dafür sind nationale Anstrengungen zur Dekarbonisierung des Stromsektors und des Verkehrs.

⁶⁵ Mit einem Anteil von 15 % im Verhältnis zur Gesamtzahl an zugelassenen Fahrzeugen

Abkürzungsverzeichnis

2-f V	zweifach Verglasung
a	Jahr
AGFW	AGFW / Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.
AWG	Allgemeine WohnungsbauGenossenschaft Güstrow - Parchim und Umgebung eG
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
BJ	Baujahr
BISKO	Bilanzierungs-Systematik Kommunal
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (ab 2021)
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (bis 2021)
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
COP	Coefficient of Performance
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
EQK	energetisches Quartierskonzept
EWS	Erdwärmesonden
GEG	Gebäude-Energie-Gesetz
GWh	Gigawattstunde
ha	Hektar
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
iKWK	innovative Kraft-Wärme-Kopplung (Förderprogramm)
ISEK	Integriertes Stadtentwicklungskonzept
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt
JAZ	Jahresarbeitszahl
KfW	KfW-Bankengruppe
KMR	Kunststoffmantelrohr
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
kWh/m ² a	Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kWp	Kilowattpeak

LUNG	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie
MFH	Mehrfamilienhaus
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MSK	Mustersanierungskonzept
MW	Megawatt
MW _{th}	Megawatt (thermisch)
MW _{el}	Megawatt (elektrisch)
MWh	Megawattstunden
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
NWG	Nichtwohngebäude
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PEF	Primärenergiefaktor
Pkm	Personenkilometer
PV	Photovoltaik
Rebus	Regionalbus Rostock GmbH
RH	Reihenhaus
RL	Rücklauf
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (Verwaltungsvorschrift)
THG	Treibhausgas
TRH	Treppenhaus
VL	Vorlauf
WDVS	Wärmedamm-Verbundsystem
WEG	Wohnungseigentümerge nossenschaft
WGG	Wohnungsgesellschaft Güstrow (WGG) GmbH
WLD	Wärmeliniendichte
WLG/WLS	Wärmeleitgruppe / Wärmeleitstufe
WP	Wärmepumpe
ZEBAU	Zentrum für Energie, Bauen, Architektur und Umwelt GmbH