

ENERGETISCHES
QUARTIERSKONZEPT

FÜR DAS QUARTIER
CHARLOTTENVIERTEL
IN EUTIN

Erstellt von:



AVERDUNG

Averdung Ingenieure & Berater GmbH
Planckstraße 13, 22765 Hamburg
Ansprechpartner:innen:
M. Sc. Enno van der Linde
M. Eng. Lena-Mareike Mierendorff
Dr.-Ing. Helmut Adwiraah



ZEBAU – Zentrum für Energie, Bauen, Architektur und Umwelt
GmbH
Große Elbstraße 146, 22767 Hamburg
Ansprechpartner:innen:
Dipl.-Ing. Nikolas Fink
M.Sc. Amke Oltmanns
M.Sc. Julia Pleuser

Im Auftrag von:



Stadtwerke Eutin GmbH
Holstenstraße 6
Postfach 327
23701 Eutin
Ansprechpartner:
Till Ehlermann

Hamburg, den 25.07.2022

Inhalt

Quick-Tipps zum Lesen	6
Zusammenfassung	7
1 Einführung.....	9
1.1 Zielsetzung und Aufgabenstellung	9
1.2 Das Quartier.....	10
1.3 Methodik	11
2 Bestandsaufnahme Projektgebiet Eutin Charlottenviertel	14
2.1 Gebäudebestand	14
2.1.1 Denkmalschutz	16
2.1.2 Gebietsprägende Typologien.....	17
2.1.3 Gebäudetypologien.....	20
2.1.4 Geschossigkeit.....	21
2.1.5 Baualtersklassen	23
2.1.6 Baulicher und Energetischer Zustand	24
2.2 Sozialstruktur	26
2.3 Planerische Grundlagen	28
2.4 Energieversorgung	31
2.5 Energieverbrauch	31
2.5.1 Stromverbrauch	31
2.5.2 Erdgasverbrauch	32
2.5.3 Heizölverbrauch.....	32
2.6 Mobilität.....	32
2.6.1 Verkehrsinfrastruktur	32
2.6.2 Fuß- und Radverkehr.....	34
2.6.3 Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)	36
2.6.4 Motorisierter Individualverkehr (MIV).....	37
2.6.5 Weitere Mobilitätsangebote	38
2.7 Frei- und Grünflächen.....	39
2.8 Ergebnisse aus der Beteiligung	43
3 Gesamtenergie- und CO ₂ -Bilanz	48
3.1 Bilanzierungsmethodik.....	48
3.2 Berechnungsparameter	50
3.3 Ergebnisse	51
4 Potenzialanalyse.....	54
4.1 Gebäudemodernisierung	54

4.1.1	Zielwerte des Gebäudeenergiebedarfs	54
4.1.2	Leitlinien Gebäudeenergieeffizienz.....	57
4.1.3	Modernisierung Einfamilien- und Reihenhäuser.....	59
4.1.4	Modernisierung Mehrfamilienhäuser	64
4.1.5	Fazit zur energetischen Modernisierung	66
4.2	Nachhaltige Wärmeversorgung	68
4.2.1	Solarthermie.....	68
4.2.2	Geothermie	68
4.2.3	Aerothermie	71
4.2.4	Aquathermie.....	72
4.2.5	Gewerbliche Abwärme.....	74
4.2.6	Biomasse	74
4.2.7	Wasserstoff	75
4.2.8	Zentrale Wärmeversorgung	76
4.2.9	Dezentrale Objektversorgung.....	78
4.3	Stromversorgung	79
4.3.1	Mehrfamilienhäuser	80
4.3.2	Einfamilienhäuser	82
4.3.3	Gewerbliche Anlagen.....	82
4.4	Mobilität.....	84
4.4.1	Fußverkehr.....	84
4.4.2	Radverkehr	87
4.4.3	Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)	89
4.4.4	Elektromobilität	91
4.4.5	Intermodalität	93
5	Umsetzungsvorschläge für das Quartier	101
5.1	Handlungsfeld energetische Gebäudemodernisierung	102
5.1.1	Maßnahmensteckbriefe	103
5.1.2	Kosten und Wirtschaftlichkeitsanalyse	106
5.1.3	Analyse der CO ₂ -Emissionen und End- und Primärenergie.....	114
5.1.4	Hemmnisse und Lösungsansätze	116
5.2	Handlungsfeld nachhaltige Wärmeversorgung.....	119
5.2.1	Maßnahmensteckbriefe	120
5.2.2	Zentrale Leitungsgebundene Wärmeversorgung	125
5.2.3	Dezentrale Objektwärmeversorgung	126
5.2.4	Kosten- und Wirtschaftlichkeitsanalyse	127
5.2.5	Analyse der CO ₂ -Emissionen und Primärenergiefaktoren	136

5.2.6	Hemmnisse und Lösungsansätze	138
5.2.7	Fazit	142
5.3	Handlungsfeld regenerative Stromversorgung	143
5.3.1	Maßnahmensteckbriefe	144
5.3.2	Kosten- und Wirtschaftlichkeitsanalyse	147
5.3.3	Hemmnisse und Lösungsansätze	151
5.4	Handlungsfeld klimafreundliche Mobilität	153
5.4.1	Maßnahmensteckbriefe	154
5.4.2	Kosten- und Wirtschaftlichkeitsanalyse	160
5.4.3	Fördermöglichkeiten	161
5.4.4	Hemmnisse und Lösungsansätze	164
5.5	Handlungsfeld Aktivierung und Vernetzung	166
5.5.1	Maßnahmensteckbriefe	167
5.5.2	Kosten- und Wirtschaftlichkeitsanalyse	171
5.5.3	Hemmnisse und Lösungsansätze	171
5.6	Durch Maßnahmen geplante Energie- und CO ₂ -Einsparungen	172
6	Dekarbonisierungsfahrplan für das Quartier Charlottenviertel	173
6.1	Dekarbonisierung der Wärmeversorgung.....	173
6.2	Dekarbonisierung der Stromversorgung.....	175
6.3	Dekarbonisierung der Mobilität	175
6.4	Dekarbonisierungspfad	177
7	Monitoringkonzept	179
8	Durchführungskonzept.....	181
	Abbildungsverzeichnis	182
	Tabellenverzeichnis	187
	Nicht-öffentlicher Anhang	189
	Karte „Baulicher Zustand Wohngebäude“	189
	Karte „Energetischer Zustand Wohngebäude“	190
	Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 1“: Carl-Maria-von-Weber-Straße 15.....	191
	Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 2“: Charlottenstraße 18	203
	Mustersanierungskonzept Mehrfamilienhaus: Nicoloviusstraße 8-12	214
	Mustersanierungskonzepte: Abkürzungsverzeichnis	226
	Abbildungsverzeichnis Nicht-öffentlicher Anhang	227

QUICK-TIPPS ZUM LESEN

Über die untenstehenden Links geht es ohne Umwege direkt in einige Schlüsselthemen des energetischen Quartierskonzepts:

DIREKTER EINSTIEG IN DIE THEMEN



Welche Wünsche, Ideen und Bedürfnisse hat die Bewohnerschaft im Quartier geäußert?

>> Ergebnisse aus der Beteiligung



Wie viel CO₂-Ausstoß wird im Quartier verursacht?

>> Ergebnisse der CO₂-Bilanz



Welche Potenziale ergeben sich bei der Gebäudemodernisierung von Einfamilien-, Reihen- und Mehrfamilienhäusern im Quartier?

>> Modernisierung Einfamilien- und Reihenhäuser
>> Modernisierung Mehrfamilienhäuser



Welche Maßnahmen sollen umgesetzt werden, um das Quartier in eine klimafreundliche Zukunft zu führen?

>> Umsetzungsvorschläge für das Quartier



Wie wird das Quartier klimaneutral?

>> Dekarbonisierungspfad

ZUSAMMENFASSUNG

Die Erderwärmung schreitet weiter voran und ohne ein konsequentes und entschlossenes Handeln auf allen Ebenen durch unterschiedlichste Akteure kann die Erde den nächsten Generationen nicht in einem biodiversen, klimatisch beherrschbaren und politisch stabilen Zustand übergeben werden. Die Energiewende zum Schutz des Klimas ist dahingehend perspektivlos und schnellstmöglich unter sozialer Verträglichkeit umzusetzen. Dementsprechend, und um die Ziele des Pariser Klimaabkommens einhalten zu können, sind kurzfristig erhebliche Emissionsminderungen erforderlich.

Das energetische Quartierskonzept enthält konkrete Maßnahmenvorschläge zur kurz-, mittel- und langfristigen Emissionsminderung im Quartier „Charlottenviertel“. Die erarbeiteten Maßnahmen bilden die Basis des Sanierungsmanagements, das die Umsetzung der Maßnahmen weiterverfolgt und das Quartier klimafreundlich und CO₂-reduziert gestaltet. Durch die Konzepterstellung wurden zudem die lokalen Akteure vernetzt und für die zukünftige Entwicklung sensibilisiert, so dass der Übergang der theoretischen Konzepterstellung in die praktische Umsetzung des Sanierungsmanagements nahtlos ist. Hieraus können neben dem Projektgebiet auch Impulse für andere Quartiere gewonnen werden.

Die Basis des Konzepts ist eine umfassende Bestandsaufnahme zur Energieversorgung, dem Sanierungsstand der Gebäude und der Mobilitätsinfrastruktur. Die Bilanzierung des End- und Primärenergieverbrauchs und der jährlichen CO₂-Emissionen des Quartiers stellt dabei den Ausgangspunkt der Bewertung dar. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden Möglichkeiten zur Reduktion des Energiebedarfs und zum Einsatz erneuerbarer oder emissionsarmer Technologien dargestellt und bewertet.

Im Bereich der **Nachhaltigen Wärmeversorgung**, wird für das Quartier Charlottenviertel der Aufbau einer quartierseigenen leitungsgebundenen Wärmeversorgung empfohlen. Das bereits bestehende Wärmenetz der Bau- und Siedlungsgenossenschaft Eutin soll dafür erweitert werden, um zusätzlich auch die einzelnen Liegenschaften der Wankendorfer Baugenossenschaft mit erneuerbarer Wärme zu versorgen. Auch ein Anschluss weiterer Gebäude ist anzustreben. Im Quartier gibt es Potenzial für Aufdach-Solarthermieanlagen, Luftwärmepumpen und die Einbindung der geothermischen Wärmenutzung. Das Wärmeversorgungskonzept sieht die kurzfristige Integration von mindestens über 75 % erneuerbarer Wärme vor. Aufgrund des Alters der Heizungsanlagen ist der Aufbau einer neuen Wärmeversorgung zeitnah möglich.

Die energetische Modernisierung des Gebäudebestandes und die damit einhergehende Reduzierung des Energiebedarfes für die Beheizung der Gebäude ist dabei der erste und grundlegende Schritt zur klimafreundlichen Transformation des Quartiers. Erst durch die Senkung des Wärmebedarfes der Gebäude durch eine optimierte Gebäudehülle können auch die angestrebten Anteile erneuerbarer Wärme erreicht werden. Zusätzlich sind einzelne Wärmeversorgungslösungen erst bei einem reduzierten Wärme- und Temperaturniveau wirtschaftlich realisierbar. An den Gebäuden der ansässigen Wohnungsbaugesellschaften und -unternehmen wurden in den letzten Jahren bereits einzelne Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt, allerdings nicht umfassend und nicht in einem ausreichenden Standard, so dass eine Komplettmodernisierung auf einen Effizienzhaus-Standard in den kommenden ein bis zwei Jahrzehnten notwendig wird. Auch im Bereich der Einfamilienhäuser wurden nur vereinzelt Maßnahmen umgesetzt. Die absehbare Entwicklung der CO₂-Bepreisung, die aktuelle Energiepreisentwicklung sowie jüngste energiepolitische Entscheidungen auf nationaler sowie internationaler Ebene erfordert eine Bearbeitung des Gebäudebestandes, um dem Ziel einer stärkeren Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen nachzukommen. Die zur Verfügung stehenden Fördermittel des Bundes und des Landes Schleswig-Holstein tragen entscheidend zur wirtschaftlichen Finanzierbarkeit der Maßnahmen bei. Um die zusätzlichen Investitionskosten der Modernisierungsmaßnahmen zu reduzieren und im Mietwohnungsbau sozialverträgliche Warmmieten auch weiterhin zu gewährleisten, sollten diese durchgeführt werden, wenn Instandhaltungsarbeiten vorgesehen sind („Kopplungs-Prinzip“). Eine beispielhafte Umsetzung sowie Kostenkalkulation bieten im Rahmen dieses Quartierskonzeptes die Mustersanierungskonzepte. Diese sollen

zeigen wie eine energetische Modernisierung im Bestand umgesetzt werden kann und welche Energie-reduktionen sowie Kosten zu erwarten sind.

Maßnahmen zur Umsetzung **klimafreundlicher Mobilität** zielen auf die Vermeidung von unnötigen Wegen durch eine nutzungsgemischte "Stadt der kurzen Wege" und die Verlagerung von Mobilität vom motorisierten Individualverkehr auf den sogenannten "Umweltverbund" aus Fußverkehr, Radverkehr und dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), sowie die Nutzung alternativer Antriebe, wie der Elektromobilität, und der Nutzung von Sharing-Fahrzeugen. Konkret im Quartier bedeutet dies unter anderem, die Fahrradinfrastruktur inklusive sicherer Abstellmöglichkeiten für Bewohner:innen auszubauen, ein Car-sharing-Angebot und Leih-Lastenräder zu etablieren, die Anbindung per ÖPNV zu optimieren und den Anteil an Elektromobilität mittels einer ausreichenden Versorgung mit Ladeinfrastruktur zu steigern. Diese Maßnahmen sollten in ihrer Gesamtheit bewirken, dass der Straßenraum langfristig von parkenden Autos befreit wird und somit das Zufußgehen und Radfahren im Quartier sicherer und attraktiver wird und sich die Verkehrsmittelwahl zugunsten der klimafreundlichen Fortbewegung verlagert.

1 EINFÜHRUNG

1.1 Zielsetzung und Aufgabenstellung

Das im Jahr 2019 beschlossene Klimaschutzprogramm der Bundesregierung setzt fest, dass die Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Jahr 1990 schrittweise gemindert werden sollen – nach damaligem Beschluss bis zum Jahr 2030 um mindestens 55 Prozent, bis zum Jahr 2050 soll die Treibhausgasneutralität erreicht sein. Mit den aktuellen Beschlüssen der Bundesregierung zum Klimaschutzgesetz wurden diese Ziele noch einmal verschärft: Das Gesetz sieht auf dem Weg zur Klimaneutralität zwei Stufen vor: Bis 2030 sollen die CO₂-Emissionen im Vergleich zum Jahr 1990 um 65 Prozent reduziert werden. Bis 2040 sollen sie bereits um 88 Prozent gegenüber dem Vergleichsjahr zurückgegangen sein. Deutschland soll damit bereits bis 2045 klimaneutral werden.

Derzeit sind 14 Prozent der gesamten CO₂-Emissionen in Deutschland (120 Millionen Tonnen) auf den Gebäudesektor zurückzuführen. Im Jahr 2030 sollen in diesem Bereich nur noch 72 Millionen Tonnen CO₂ jährlich emittiert werden. Um dieses Klimaschutz-Ziel für den Sektor Bauen und Wohnen zu erreichen, muss ein Fokus auf kommunaler Ebene auf die energetische Sanierung von Bestandsquartieren und den Ausbau erneuerbarer Energien gelegt werden.

Die Stadt Eutin sowie die Stadtwerke Eutin unterstützen diese klimapolitischen Ziele. Nachdem im Jahr 2016 ein energetisches Quartierskonzept für das Quartier Hochkamp fertiggestellt wurde und anschließend bis 2020 zahlreiche Aktivitäten zur Modernisierung des Quartiers und Beratung der Anwohner:innen durchgeführt wurden, hat die Stadt Eutin den Stadtwerken Eutin den Auftrag erteilt, auch für das Quartier Charlottenviertel ein energetisches Quartierskonzept zu erstellen. Die Herangehensweise der Konzepterstellung orientiert sich an den Förderbedingungen des Programms „Energetische Stadtsanierung“ der KfW sowie an den Erkenntnissen der Forschung zur „Energetischen Stadterneuerung“ des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat (BMI) und des Bundesinstituts für Bau-, Stadt-, und Raumforschung (BBSR) und den entsprechenden Leitlinien.

Im Fokus des Quartierkonzepts „Charlottenviertel“ stehen:

- Die Erfassung des heterogenen Gebäudebestands und die Untersuchung der Modernisierungspotenziale. Dabei wird auf eine möglichst ressourcenschonende Modernisierung von Bestandsgebäuden geachtet, um deren Wert zu erhalten und energieintensiven Neubau zu vermeiden.
- Die Möglichkeiten zur Modernisierung und Erweiterung vorhandener Wärmenetzstrukturen und die Nutzung von neu anzulegenden Nahwärmenetzen wird aufgezeigt und bewertet.
- Vor dem Hintergrund der Dekarbonisierung werden die Potenziale erneuerbarer Energien sowohl für die Wärme- als auch für die Stromversorgung ermittelt und eingeordnet.
- Auf der Ebene der Stromversorgung wird ein besonderer Fokus auf Lösungen zur Quartiersstromversorgung und entsprechende Vermarktungsmodelle gelegt.
- Eine umfassende Betrachtungsweise, die alle Sektoren einschließt, ist für ein ganzheitliches Konzept unerlässlich. Daher werden auch nachhaltige Mobilitätslösungen und entsprechende Angebote beleuchtet.

Das Konzept dient als Planungshilfe für eine an der Gesamteffizienz energetischer Maßnahmen ausgerichtete quartiersbezogene Planung, welche als ideengebende Grundlage für die weitere Prüfung der Maßnahmen und Entwicklungen im Quartier verstanden wird.

1.2 Das Quartier

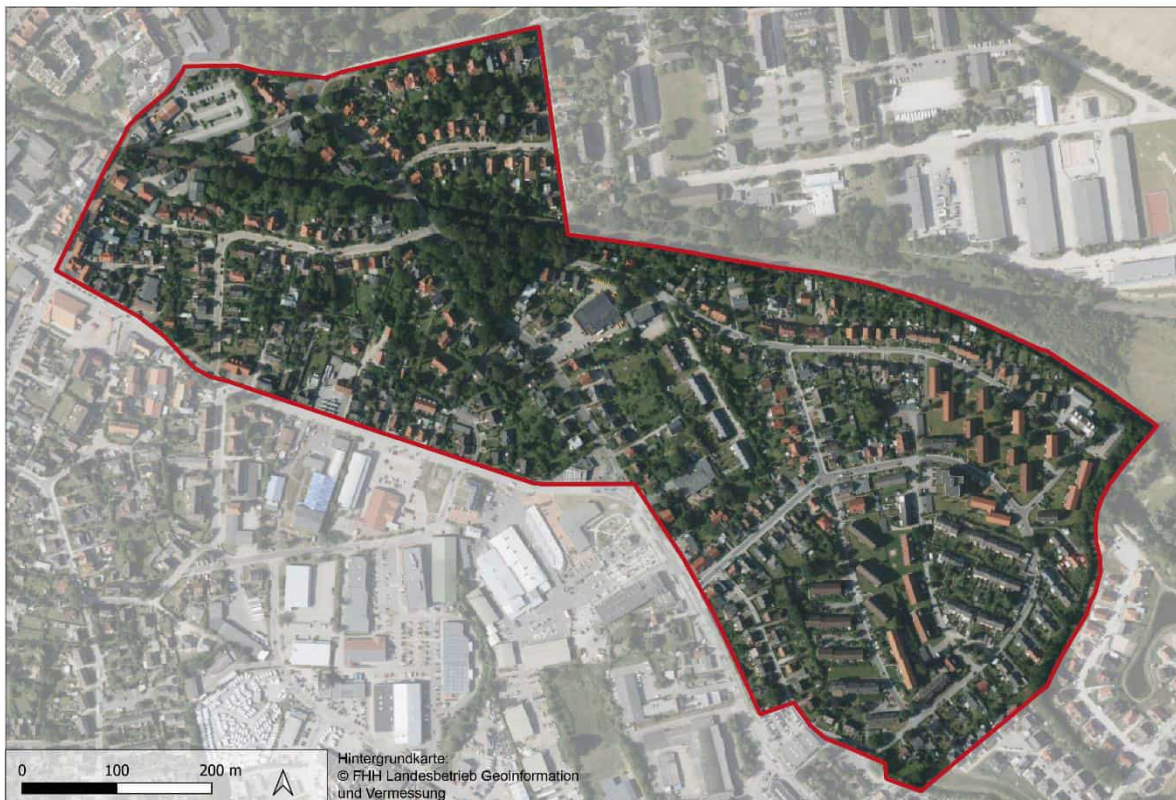


Abbildung 1: Projektgebiet Charlottenviertel

Das Quartier „Charlottenviertel“ erstreckt sich im Südosten des Eutiner Stadtgebiets. Begrenzt wird das Quartier im Norden durch den Schlosspark und die Rettberg-Kaserne an der Oldenburger Landstraße, im Westen durch die Weidestraße, im Südwesten durch die Bürgermeister-Steenbock-Straße, weiterführend die Lübecker Landstraße und im Süden durch die Tischbeinstraße und Ferdinand-Tönnies-Straße, welche an das Neubaugebiet „Heinteichkoppel“ angrenzen. Östlich des „Charlottenviertels“ befindet sich das neu erschlossene Gewerbegebiet der Stadt Eutin.

Im nördlichen und westlichen Bereich des Quartiers befinden sich Ein- und Zweifamilienhäuser aus der Jahrhundertwende ab 1900. Der östliche Bereich wird geprägt durch Ein- und Zweifamilienhäuser sowie Reihenhäuser aus den 50er bis 70er Jahren des 20. Jahrhunderts. Dort sind auch mehrgeschossige Mehrfamilienhäuser gleichen Bauzeitalters der Bau- und Siedlungsgenossenschaft Eutin und der Wandendorfer Baugenossenschaft für Schleswig-Holstein eG zu finden.

Das Quartier „Charlottenviertel“ ist ein fast ausschließliches Wohnquartier mit ca. 40,4 ha Fläche. Als sonstige Flächennutzung finden sich im Charlottenviertel mehrere Gewerbebetriebe und öffentliche Einrichtungen entlang der begrenzenden Straßen Weidestraße, Bürgermeister-Steenbock-Straße und Lübecker Landstraße. Dabei handelt es sich um eine Kindertagesstätte, die Agentur für Arbeit Eutin, ein Restaurant, eine Kfz-Werkstatt sowie mehrere kleine Dienstleistungs- und Einzelhandelsbetriebe.

1.3 Methodik

Konzeptentwicklung

Die Grundlage der Konzeptentwicklung für das Quartierskonzept ist die Bestandsanalyse der Quartierstruktur. Erweitert wird diese durch die in Kapitel 3 aufgeführte Berechnung der Energiebilanz. Daran anschließend lässt sich daraus die Potenzialanalyse für die Bereiche Gebäudebestand, Energie- und Wärmeversorgung und Mobilität ermitteln (Kapitel 4), die wiederum Grundlage für die quartiersspezifischen Maßnahmen in Kapitel 5 ist. Durch den Zusammenfluss der gewonnenen Informationen und Daten aus der Potenzialanalyse und der Maßnahmenentwicklung lassen sich die Szenarien für ein klimafreundliches Quartier ableiten, die Dekarbonisierungspfade der einzelnen Handlungsfelder und den Fahrplan für das Gesamtquartier aufzeigen (Kapitel 6). Die in Kapitel 5 integrierte Einschätzungen zur Wirtschaftlichkeit sowie das Durchführungs- und Monitoringkonzept zeigen in den letzten beiden Kapiteln schlussendlich die Machbarkeit des kompletten Konzeptes auf. Diese grundlegenden Bereiche der Konzeptentwicklung, welche durch die Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit ergänzt werden, werden auch in der Gliederung des Berichts widerspiegelt.

Bestandsaufnahme

Zur Bestandsaufnahme wurden zum Beginn des Prozesses detaillierte Daten (Energieverbrauchsdaten, Informationen zu Heizungsanlagen/Wärmeübergabestationen, Grundlagendaten zu Gebäuden, Stellplätze, etc.) bei den Wohnungsunternehmen/-baugenossenschaften, den Fachämtern der Stadt Eutin und den Energieversorgern abgefragt. Zusätzlich wurden die in ALKIS (Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem) hinterlegten Daten der Stadt Eutin 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, fanden im März und August 2021 zwei Vor-Ort-Begehungen statt. Bei der Erfassung des Gebäudebestandes im Projektgebiet und der Darstellung im Bericht (Kapitel 2.1) wurden zwei Ansätze gewählt, um die Häufigkeiten in bestimmten Kategorien zu charakterisieren. Es wird sowohl nach Gebäudeanzahl als auch nach Netto-Raumfläche unterschieden. Die Unterschiede der beiden Möglichkeiten werden besonders deutlich, wenn viele kleine Gebäude (wie z.B. Garagen) oder große Gewerbeflächen betrachtet werden. Bei vielen kleinen Gebäuden steigt die jeweilige Gebäudeanzahl stark an, während deren Grundfläche ggf. recht klein ausfallen kann. Bei Betrachtung der Netto-Raumfläche zeigt sich, dass einzelne große Gebäude einen großen Anteil an der Gesamtfläche darstellen können und viele kleinere Flächen in dieser Darstellung möglicherweise wenig Beachtung finden.

Öffentlichkeitsarbeit und Beteiligung

Da die Erstellung des energetischen Quartierskonzeptes Interessen unterschiedlicher Einzelakteure betrifft, ist neben der konkreten Konzepterarbeitung die Beteiligung aller Akteure sowie die Transparenz des Projektes besonders wichtig. Ziel dabei ist, die Akzeptanz und Mitwirkungsbereitschaft zu steigern, inhaltlich zu vernetzen, zu informieren und Expertenwissen zu erhalten. Im Kommunikationsplan sind die drei Bausteine Öffentlichkeitsarbeit, Veranstaltungen und Akteursnetzwerk im Verlauf des Projektes dargestellt, die im Folgenden näher erläutert werden.

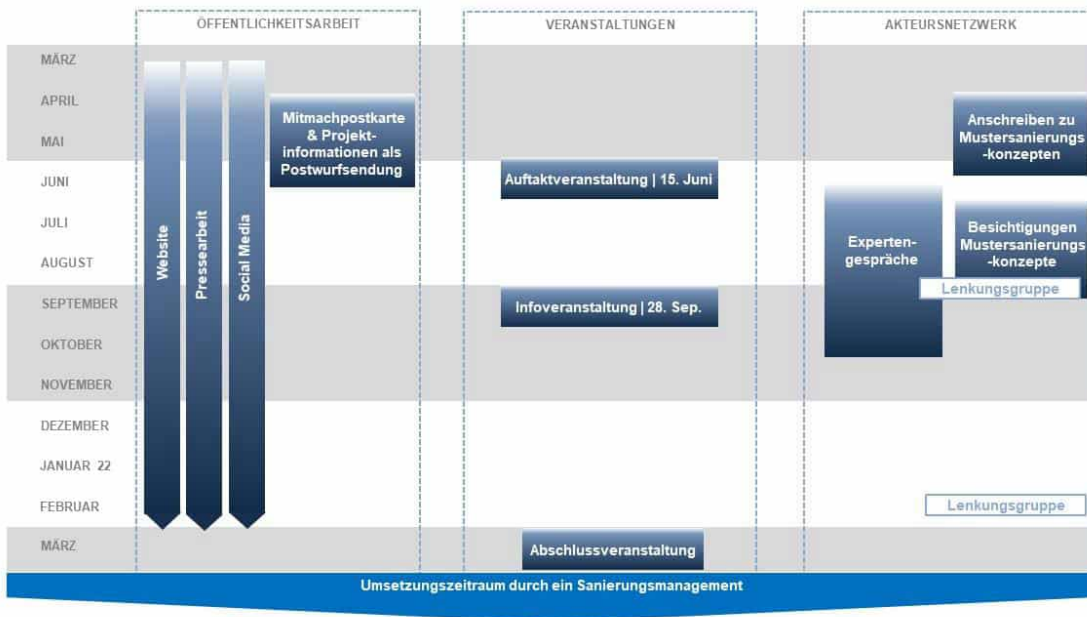


Abbildung 2: Kommunikationsplan (© ZEBAU GmbH)

Als Erstinformation und Auftakt zur Beteiligung der Bewohner:innen wurden im Mai 2021 im gesamten Quartier ein Info-Flyer mit einer Mitmachpostkarte samt einem Anschreiben per Postwurfsendung verteilt. Begleitend dazu wurde auf der Internetseite der Stadtwerke Eutin eine Projektseite „Energetische Quartiersentwicklung“ erstellt, die alle wichtigen Informationen sowie die Möglichkeit zur Anmeldung zur digitalen Auftaktveranstaltung und zum Download des Info-Flyers enthält. Projektbegleitend wurden auch die Facebook- und Instagram-Seite der Stadtwerke Eutin für Veranstaltungsankündigungen und weiteren Informationen zum Quartierskonzept genutzt.



Abbildung 3: Titelseite (l.) und Handlungsfelder-Übersicht (r.) des Info-Flyers (© ZEBAU GmbH)

Die **Auftaktveranstaltung** wurde aufgrund der Kontaktbeschränkungen und Unsicherheiten der COVID-19-Pandemie digital durchgeführt. Interessierte Bürger:innen schalteten sich am 15. Juni 2021 dazu und konnten sich per interaktiver Umfrage sowie einer Diskussionsrunde in die Veranstaltung einbringen und Anregungen für die Quartiersentwicklungen geben. An der Diskussion beteiligten sich nahezu alle Teilnehmer:innen und es wurden zahlreiche konkrete Ideen eingebracht. Die Ergebnisse aus der Auftaktveranstaltung sowie die Rückmeldungen aus der Bewohnerschaft per Mitmachpostkarte sind in Kapitel 2.8 „Ergebnisse aus der Beteiligung“ **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** nachzulesen.

Bei der **Infoveranstaltung** am 28. September 2021 wurde der Fokus auf die Aktivierung zur Gebäudemodernisierung sowie der Vorstellung und Weiterentwicklung erster Maßnahmenansätze für das Sanierungsmanagement gelegt. So wurden zwei Mustersanierungskonzepte, die im Rahmen des Quartierskonzepts für Einfamilienhäuser im Charlottenviertel erstellt wurden, vorgestellt, um Impulse für andere Eigentümer:innen zu setzen. Weiterhin wurden Beratungsangebote des zukünftigen Sanierungsmanagements

vorgelegt. Im Anschluss wurden Maßnahmenansätze für den Bereich klimafreundliche Mobilität zur Diskussion gestellt und mit den Bewohner:innen konkretisiert.

Die **Ergebnispräsentation** fand am 30. Mai 2022 im Energiezentrum der Stadtwerke Eutin statt. Die Ergebnisse und entwickelten Maßnahmen in den Themenfeldern Energieversorgung, Gebäudemodernisierung und Mobilität wurden vorgestellt und mit dem Publikum diskutiert. Weiterhin wurden die zukünftigen Angebote im Rahmen des Sanierungsmanagements für die Anwohnenden vorgestellt und Wünsche und Anregungen für das Sanierungsmanagement aufgenommen.

2 BESTANDSAUFNAHME PROJEKTGEBIET EUTIN CHARLOTTENVIERTEL

2.1 Gebäudebestand

Das Quartier „Charlottenviertel“ erstreckt sich im Südosten der Stadt Eutin, angrenzend an die Südgrenze des Schlossparks. Innerhalb des Quartiers befinden sich 715 Gebäude mit einer Netto-Raumfläche von 198.711 m². Hiervon sind 53 % (nach Anzahl) beheizt, während der Rest unbeheizte Nebengebäude sind. Der Anteil unbeheizter Gebäude stellt nach der Netto-Raumfläche jedoch nur 5,4 % dar. Die Wohngebäude nehmen einen Anteil von 91,1 % der Netto-Raumfläche ein, die restlichen 3,5 % sind Nichtwohngebäude (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht über das Projektgebiet

Fläche des Quartiers	Ca. 40,3 ha	
- bebaute Fläche (Gebäude)	61.883 m ²	15,4 %
Anzahl Gebäude gesamt	715	-
- Anzahl Gebäude (beheizt)	379	-
- Anzahl Gebäude (unbeheizt)	336	-
Anzahl Wohneinheiten (ca.)	950¹	-
Netto-Raumfläche gesamt	198.711 m²	100 %
- Wohngebäude	181.063 m ²	91,1 %
- Nichtwohngebäude	6.865 m ²	3,5 %
- Unbeheizt	10.783 m ²	5,4 %

Der Gebäudebestand ist geprägt von einem hohen Anteil an Wohngebäuden (siehe Abbildung 4). Darüber hinaus sind Nichtwohngebäude unterschiedlicher Nutzungen vorhanden, darunter z.B. eine Kita der Arbeiterwohlfahrt (AWO), die Agentur für Arbeit, die Flüchtlingshilfe sowie das Katastrophenamt Ostholstein, die AWO, das Grone Bildungszentrum Schleswig-Holstein, zwei Tankstellen sowie weitere Gewerbebetriebe und Einzelhandelsgeschäfte.

Betrachtet man die Gebäudenutzung nach Gebäudeanzahl (siehe Abbildung 4) stellen Wohngebäude (50 %) den Großteil dar, gefolgt von Nebengebäuden (43 %). Nichtwohngebäude nehmen nur einen kleinen Anteil (3 %) ein. Analysiert nach Netto-Raumfläche (siehe Abbildung 5: Anteile Gebäudenutzung nach Gebäudeanzahl (l.) und Anteile Gebäudenutzung nach Netto-Raumfläche (r.)) stellen die Wohngebäude einen noch größeren Anteil (83 %) dar, die Nichtwohngebäude haben einen größeren Anteil (7 %) und der Anteil der Nebengebäude reduziert sich (9 %).

¹ Ermittlung anhand der Stromzähler



Abbildung 4: Gebäudenutzung

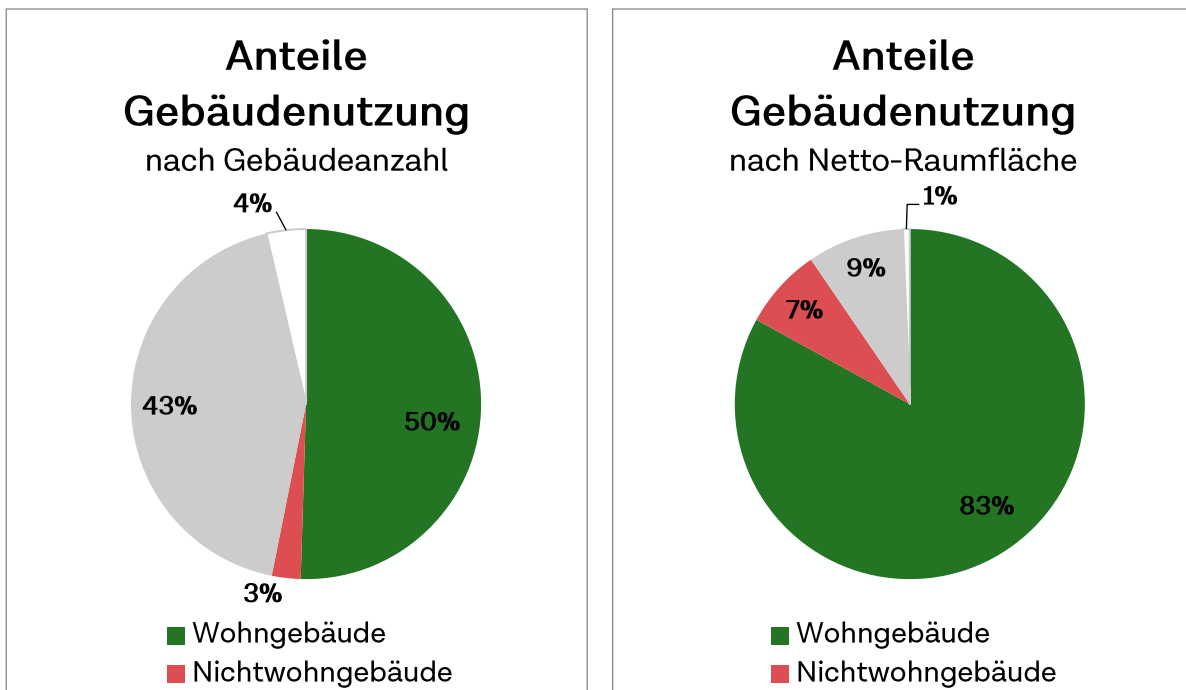


Abbildung 5: Anteile Gebäudenutzung nach Gebäudeanzahl (l.) und Anteile Gebäudenutzung nach Netto-Raumfläche (r.)

2.1.1 Denkmalschutz

Im Quartier gibt es Gebäude, Straßen sowie eine Grünfläche, die unter Denkmalschutz stehen. Die untenstehende Karte zeigt die Flächen beziehungsweise Gebäude, die denkmalgeschützt sind.

In der Vahldiekstraße im Nordwesten des Quartiers steht das Straßenpflaster unter Schutz. Dieses stammt aus dem frühen 20. Jahrhundert und besteht aus einer unregelmäßig verlegten Pflasterung aus farbigen Feldsteinen (Granit). Auch in der Robert-Schade-Straße steht im markierten Bereich das Straßenpflaster unter Denkmalschutz. Die unregelmäßig verlegte Pflasterung aus farbigen Feldsteinen stammt aus den Jahren um 1900.

Unter anderem steht auch der Weberhain (in grün in Abbildung 6) unter Denkmalschutz.

Abschließend stehen mehrere Gebäude in den Straßen Vahldiekstraße, Charlottenstraße, Lübecker Landstraße, Oldenburger Landstraße, Carl-Maria-von-Weber-Straße, Rober-Schade-Straße und im Böhmersweg unter Denkmalschutz (siehe Abbildung 7).



Abbildung 6: Denkmalschutz

Besonders der Denkmalschutz von Gebäuden führt zu Einschränkungen bei den Möglichkeiten der energetischen Modernisierung der Gebäudehülle. Hier müssen Vorgaben vom Landesamt für Denkmalpflege eingehalten werden. Auch bei der Umgestaltung von Straßen zur Verbesserung der Barrierefreiheit oder zur Optimierung der Radwegeinfrastruktur ergeben sich Einschränkungen durch den Denkmalschutz der Straßenzüge. Dies muss bei der Maßnahmenentwicklung beachtet werden.



Abbildung 7: Denkmalschutz im Quartier (Weberhain, Gebäude im Böhmkersweg, Pflasterung in der Vahldieksstraße)

2.1.2 Gebietsprägende Typologien

Die Analyse und Darstellung der gebietsprägenden spezifischen Gebäudetypologien dienen nicht nur zum fundierten Verständnis der Gegebenheiten vor Ort. Sie fungiert auch als Grundlage für die Auswahl der Mustersanierungskonzepte: Diese Konzepte werden unter anderem nach der Häufigkeit der spezifischen Gebäudetypologien ausgewählt. So haben die Mustersanierungskonzepte einen Vorbildcharakter und die Übertragbarkeit auf möglichst viele weitere Gebäude im Projektgebiet ist gegeben.

Die folgenden Übersichten (Tabelle 2 sowie Abbildung 8) zeigen die gebietsprägenden spezifischen Gebäudetypologien. Neben der Beschreibung sind auch Fotos zugeordnet.

Anhand dieser Verteilung und Häufigkeit im Projektgebiet sowie anderen Faktoren wie Datenverfügbarkeit, Interesse der Eigentümer:innen und aktueller Modernisierungsstand der Gebäude wurden folgende Gebäude für die Mustersanierungskonzepte ausgewählt:

- Einfamilienhaus 1 (Spezifische Typologie 1)
- Einfamilienhaus 2 (Spezifische Typologie 3)
- Mehrfamilienhaus (Spezifische Typologie 7)

Alle weiteren Informationen zu den Mustersanierungskonzepten sowie deren Ergebnisse und Modernisierungsvarianten sind im Kapitel 4.1.3 und 4.1.4 zu finden. Diese sollen wie schon erwähnt aufzeigen, welche Modernisierungsoptionen für die jeweiligen Typologien möglich sind und andere Gebäudeeigentümer:innen motivieren, energetische Modernisierungsmaßnahmen einzuleiten und umzusetzen.

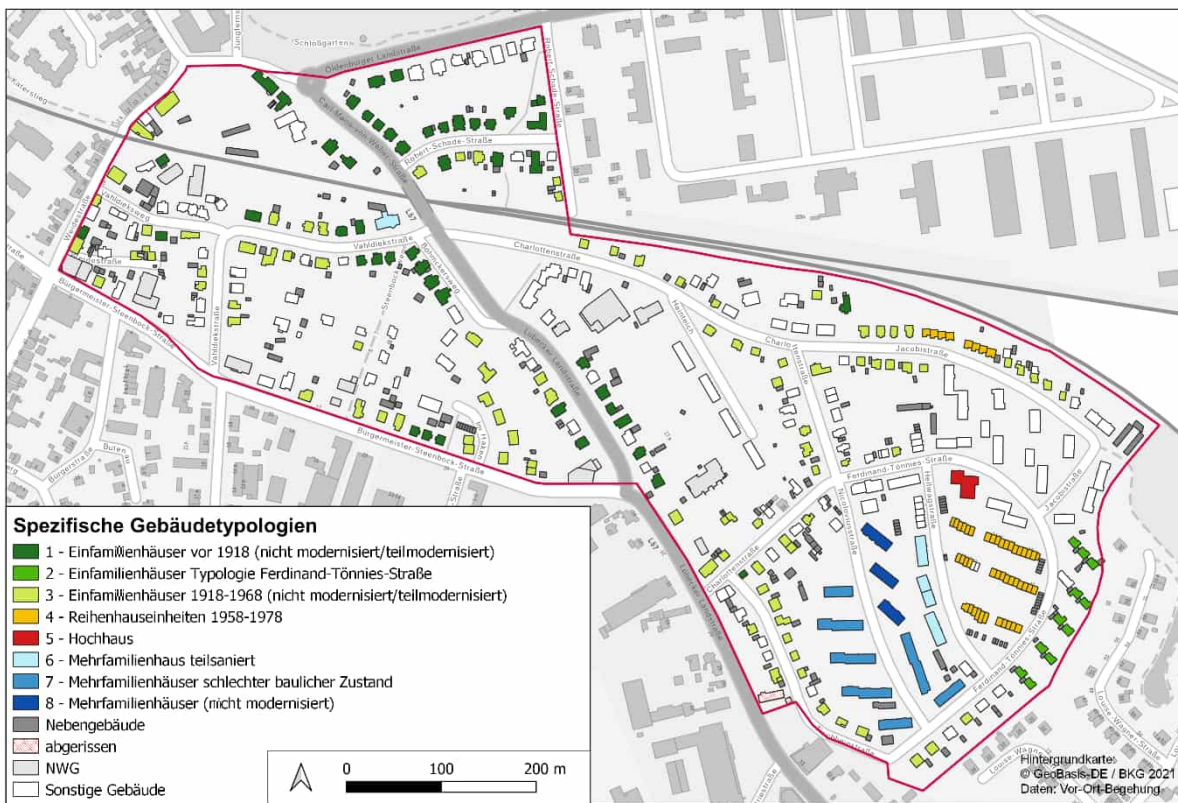


Abbildung 8: Spezifische Gebäudetypologien

Tabelle 2: Übersicht der spezifischen Gebäudetypologien im Gebiet

1		<p>Einfamilienhäuser, Baujahr vor 1918 nicht modernisiert/ teilmodernisiert</p> <p>Untertypologie: Fachwerk</p>
2		<p>Einfamilienhäuser Ty- pologie Ferdinand- Tönnies-Str. nicht modernisiert/ teilmodernisiert</p>

3			<p>Einfamilienhäuser, Baujahr 1918-1968 nicht modernisiert/ teilmodernisiert</p>
4			<p>Reihenhauseinheiten, Baujahr 1958-78 nicht modernisiert/ teilmodernisiert Untertypologien: Ferdinand-Tönnies-Str. Jacobistraße</p>
5			<p>Hochhaus nicht modernisiert</p>
6			<p>Mehrfamilienhaus (Hellwagstraße) Teilmodernisiert (nur Giebelwand)</p>
7			<p>Mehrfamilienhäuser in schlechtem baulichem Zustand teil- bis vollmodernisiert Nicoloviusstraße</p>
8			<p>Mehrfamilienhäuser in gutem baulichem Zu- stand nicht modernisiert Nicoloviusstraße</p>

2.1.3 Gebäudetypologien

Das Projektgebiet umfasst insgesamt 379 beheizte Gebäude, wovon 18 Nichtwohngebäude sind. Bei dieser Betrachtung wurden die unbeheizten Nebengebäude nicht berücksichtigt. (Verteilung von Einfamilien-, Reihen-, Mehrfamilien- und Hochhäusern siehe Abbildung 9).

Die Übersicht der Gebäudetypologien verdeutlicht, dass im Osten des Quartiers durch die Mehrfamilienhäuser und das Hochhaus größere Gebäudestrukturen bestehen als im Westen mit vielen, kleinteiligen Einfamilienhäusern. Nach Gebäudeanzahl stellen Einfamilienhäuser den Schwerpunkt im Quartier dar (56 %), während Reihenhäuser (21 %) und Mehrfamilienhäuser (18 %) sich anteilmäßig anschließen. Zusätzlich befindet sich ein Hochhaus mit acht Geschossen im Osten des Quartiers. Beurteilt man dagegen die Verteilung der Typologien nach Netto-Raumfläche besitzen zwar die Einfamilienhäuser (45 %) weiterhin den größten Anteil im Projektgebiet, jedoch nehmen die Mehrfamilienhäuser (34 %) einen wesentlich höheren Anteil an der Gesamtfläche ein, verglichen mit der Betrachtung nach Gebäudeanzahl. Auch kommt in der Betrachtung der Netto-Raumflächen das Hochhaus zur Geltung mit 4 %.



Abbildung 9: Gebäudetypologien

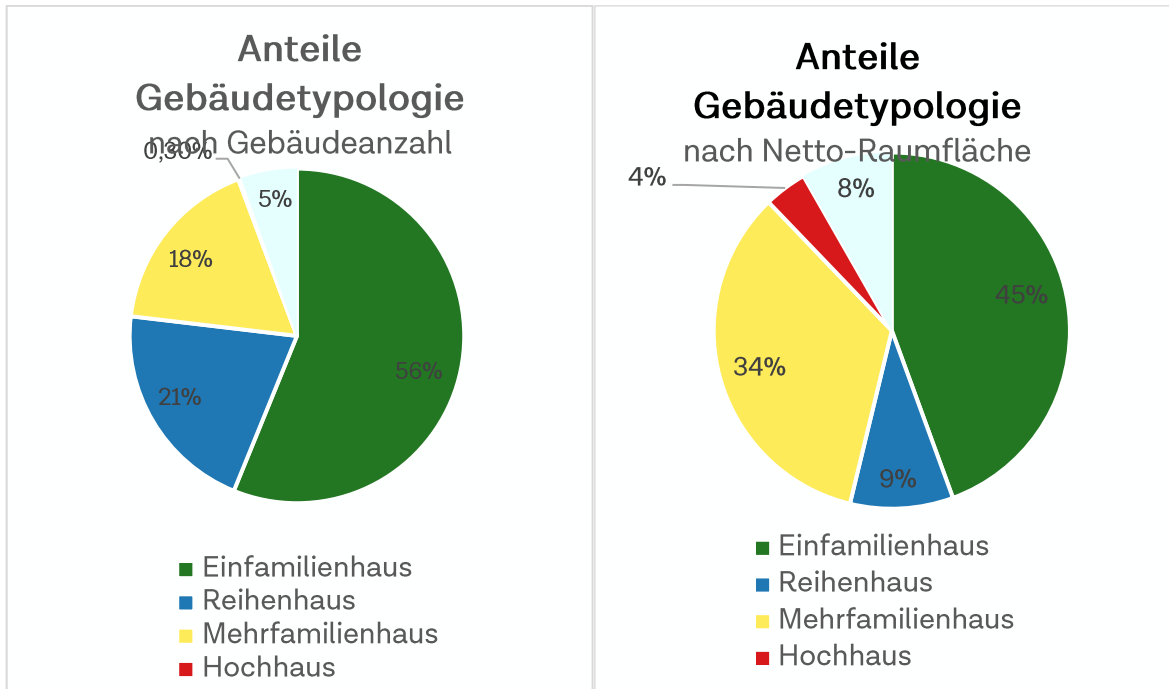


Abbildung 10: Anteile Gebäudetypologie nach Gebäudeanzahl (l.) und nach Netto-Raumfläche (r.)

2.1.4 Geschossigkeit

Mit Blick auf die Geschossigkeit sind im Projektgebiet hauptsächlich Gebäude mit einem, zwei oder drei Geschossen vorzufinden sowie ein Gebäude mit acht Geschossen (siehe Abbildung 11). Auch bezogen auf die Geschossigkeit wird der Unterschied zwischen dem durch ein- oder zweigeschossige Gebäude geprägten Westteil des Quartiers und dem Ostteil, in welchem die dreigeschossigen Mehrfamilienhäuser sowie das Hochhaus zu finden sind, deutlich.

Nach Gebäudeanzahl bilden die Gebäude mit zwei Geschossen den Großteil des Gebäudebestands ab (82 %). Daneben bestehen 31 Gebäude mit drei Geschossen (8 %), 19 Gebäude mit einem Geschoss (5 %) sowie ein Gebäude mit acht Geschossen. Mit einem Anteil von 68 % nehmen die zweigeschossigen Gebäude den größten Anteil nach Netto-Raumfläche ein. Dieser hohe Anteil ist auf die hohe Anzahl an Einfamilienhäusern im Quartier zurückzuführen. Die dreigeschossigen Gebäude nehmen mit 25 % immerhin ein Viertel der Netto-Raumfläche ein. Hierbei handelt es sich vorwiegend um die Mehrfamilienhäuser im Osten des Quartiers.



Abbildung 11: Geschossigkeit

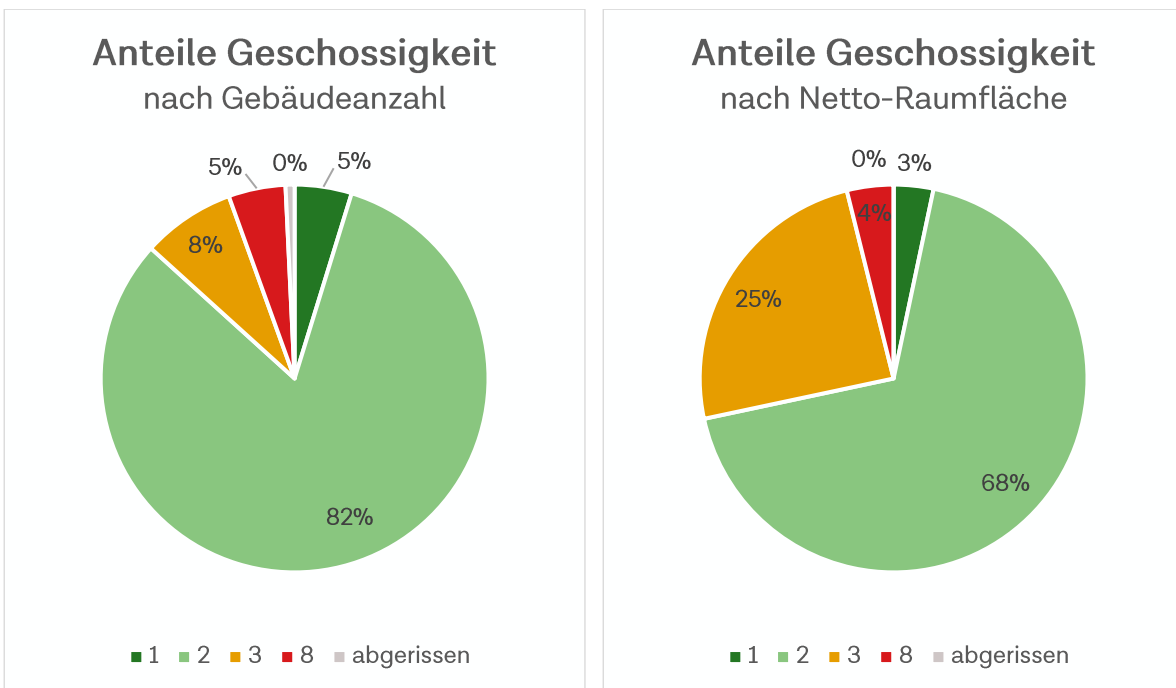


Abbildung 12: Anteile Geschossigkeit nach Gebäudeanzahl (l.) und nach Netto-Raumfläche (r.)

2.1.5 Baualtersklassen

Für die Klassifizierung der Baualtersklassen der Wohngebäude im Quartier wurde die Einstufung der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e. V. in ihrem „Leitfaden für wirtschaftliche und energieeffiziente Sanierungen verschiedener Baualtersklassen“² zugrunde gelegt. Für die Einstufung wurden die vorhandenen ALKIS-Daten ausgewertet sowie im Rahmen einer vor-Ort Begehung eine Baualtersklassen-Kartierung durchgeführt.

Die überwiegende Anzahl der Wohngebäude im Projektgebiet (nach Anzahl sowie auch nach Netto-Raumfläche) ist in den Jahren 1958 bis 1968 (43 %/44 %) errichtet worden. Bei der Betrachtung der Baualtersklassen nach Gebäudeanzahl überwiegen die vor 1958 erbauten Wohngebäude. Insbesondere die Anzahl der Wohngebäude vor 1918 (12 %) und die Wohngebäude aus den Jahren 1918 bis 1949 (13 %) sind im Quartier sehr präsent. Diese Baualtersklassen sind insbesondere im Nordwesten des Quartiers vertreten. Die Verteilung der Baualtersklassen nach Netto-Raumfläche zeigt ein ähnliches Bild.



Abbildung 13: Baualtersklassen

² Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (2012). Leitfaden für wirtschaftliche und energieeffiziente Sanierungen verschiedener Baualtersklassen. *Bauen in Schleswig-Holstein Band 47*.

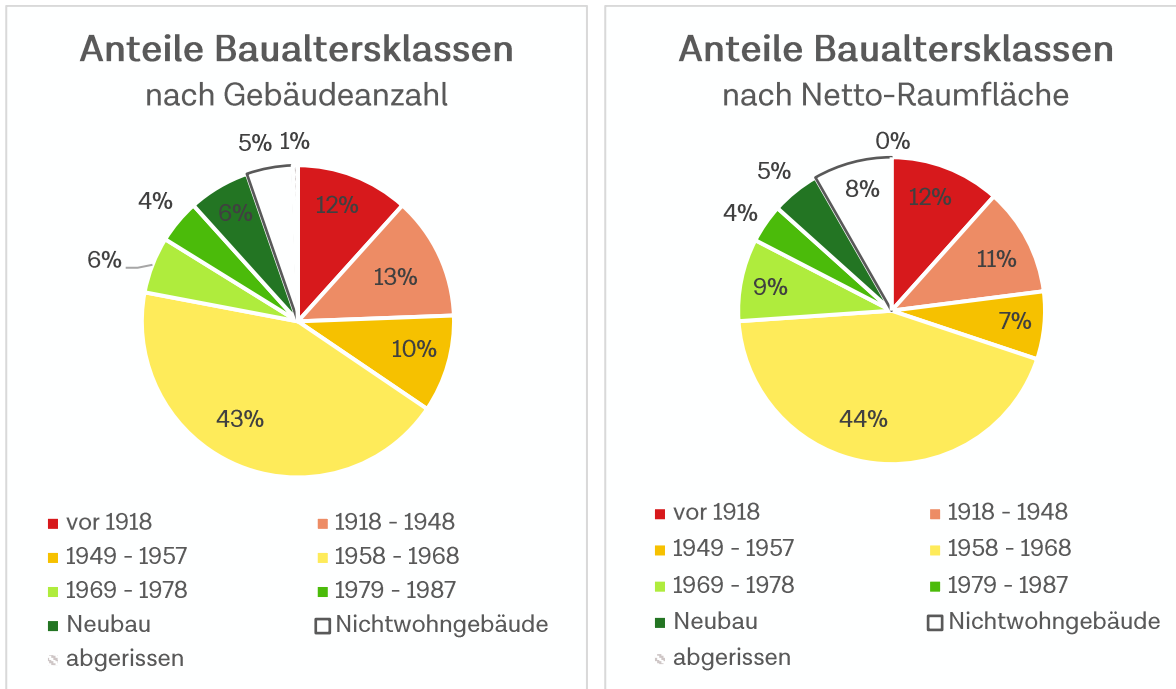


Abbildung 14: Anteile Baualtersklassen nach Gebäudeanzahl (l.) und nach Netto-Raumfläche (r.)

2.1.6 Baulicher und Energetischer Zustand

Für eine Einschätzung des Zustands der bestehenden Wohngebäude wurden diese durch eine Sichtprüfung im Rahmen einer Vor-Ort-Begehungen in Kategorien unterteilt. Dabei wurde nach dem baulichen Sanierungsstand mit möglichem Instandsetzungsbedarf und dem energetischen Modernisierungsstand unterschieden. Die Kartendarstellungen des baulichen sowie energetischen Zustands werden aus Gründen des Persönlichkeitsschutzes der Gebäudeeigentümer:innen nicht in diesem öffentlichen Bericht dargestellt.

Für den baulichen Zustand der Gebäude wurde folgende Bewertung vorgenommen:

Tabelle 3: Kategorien baulicher Zustand

„Neubau“	Das Gebäude ist jüngeren Baujahres, so dass keine Instandsetzungsbedarfe vorliegen.
guter Zustand	Es sind keine Instandsetzungsbedarfe erkennbar.
mittlerer Zustand	Es sind kleinere Instandsetzungsbedarfe erkennbar, wie z.B. <ul style="list-style-type: none"> • Witterungsspuren an Fenstern und Türen • Undichtigkeiten an Dachrinnen/ Fallrohre • kleinere Risse und Putzablösungen an den Fassaden • Vermoosung an Putzflächen
schlechter Zustand	Es sind mehrere der o.g. Instandsetzungsbedarfe oder größere Schäden erkennbar, wie z.B.: <ul style="list-style-type: none"> • korrodierte Balkonplatten • großflächige Risse und Putzablösungen an den Fassaden

Ein überwiegender Teil der Wohngebäude befindet sich in einem guten baulichen Zustand (49 %), während weitere 36 % der Gebäude sich in einem mittleren Zustand befinden (siehe Abbildung 15). Ein Anteil von 5 % der Gebäude ist als Neubau mit einem jeweiligen Baujahr nach 1994 zu kategorisieren. Bei einem Anteil von 6 % ist der bauliche Zustand dagegen als schlecht zu bezeichnen, darunter vereinzelt Einfamilienhäuser sowie Mehrfamilienhäuser.

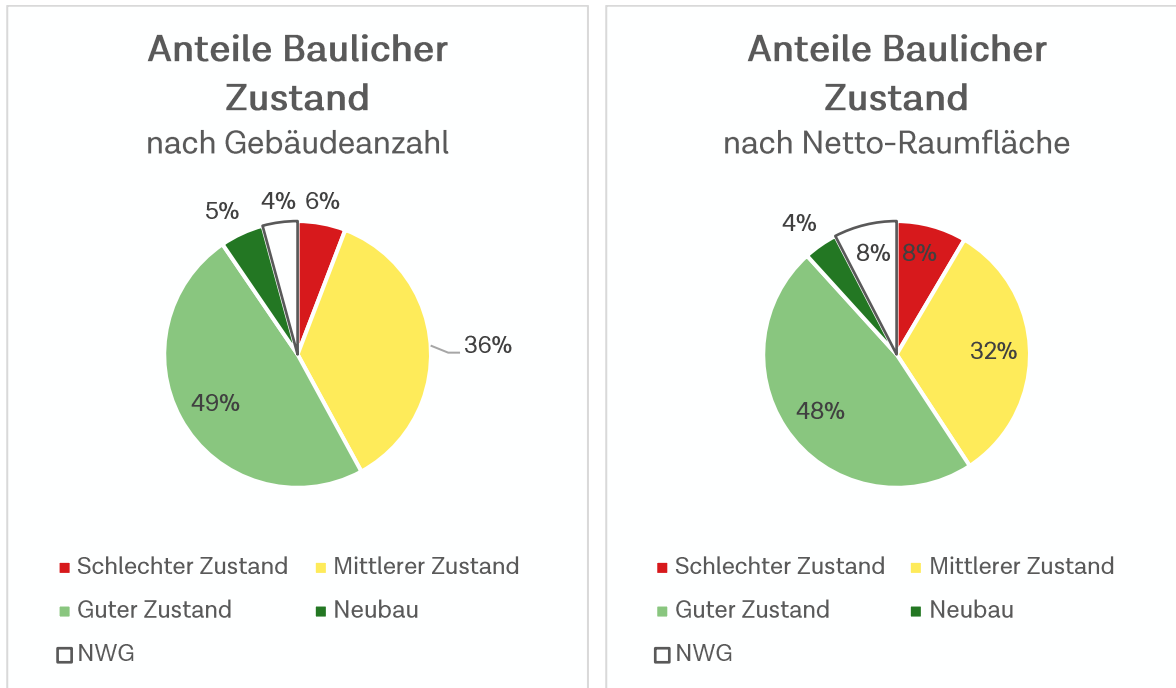


Abbildung 15: Anteile baulicher Zustand nach Gebäudeanzahl (l.) und nach Netto-Raumfläche (r.)

Für den energetischen Modernisierungsstand der Gebäude wurde folgende Bewertung vorgenommen:

Tabelle 4: Kategorien energetischer Modernisierungsstand

„Neubau“	Das Gebäude ist jüngeren Baujahres, so dass ein energetischer Stand zumindest entsprechend der jeweils gültigen Wärmeschutzverordnung / EnEV vorliegt.
Komplettmodernisierung	Komplettmodernisierung inkl. Fassadendämmung (Diese Bewertung beinhaltet noch keine Aussage über eine ggf. aus heutiger Sicht suboptimale Ausführung.)
Teilmodernisierung	Teilmodernisierung, z.B. <ul style="list-style-type: none"> • Dämmung von Giebelseiten • Dachdämmung • Fensteraustausch
Keine Modernisierungsmaßnahmen erkennbar	

Bei der Betrachtung des energetischen Zustands zeigen sich bei einem Großteil der Wohngebäude (52% nach Gebäudeanzahl, 42% nach Netto-Raumfläche) keine von außen erkennbaren Modernisierungsmaßnahmen. Diese fehlenden Modernisierungsmaßnahmen sind teilweise darauf zurückzuführen, dass sich die Wohngebäude im Quartier bereits in einem guten baulichen Zustand befinden. Bei der Verteilung des

energetischen Zustands der Wohngebäude nach Netto-Raumfläche fällt jedoch auf, dass die Kategorie „Komplettmodernisierung“ (27%) stärker und die Kategorie „keine Modernisierung erkennbar“ (42%) geringer vertreten sind. Der hohe Anteil der komplett modernisierten Gebäude (nach Netto-Raumfläche) lässt sich darauf zurückführen, dass es sich bei den hier zugewiesenen Wohngebäuden vorwiegend um Mehrfamilienhäuser handelt. Die nicht modernisierten Gebäuden hingegen sind hauptsächlich Einfamilienhäuser, die nach Netto-Raumfläche einen geringeren Anteil ausmachen als nach Gebäudeanzahl.

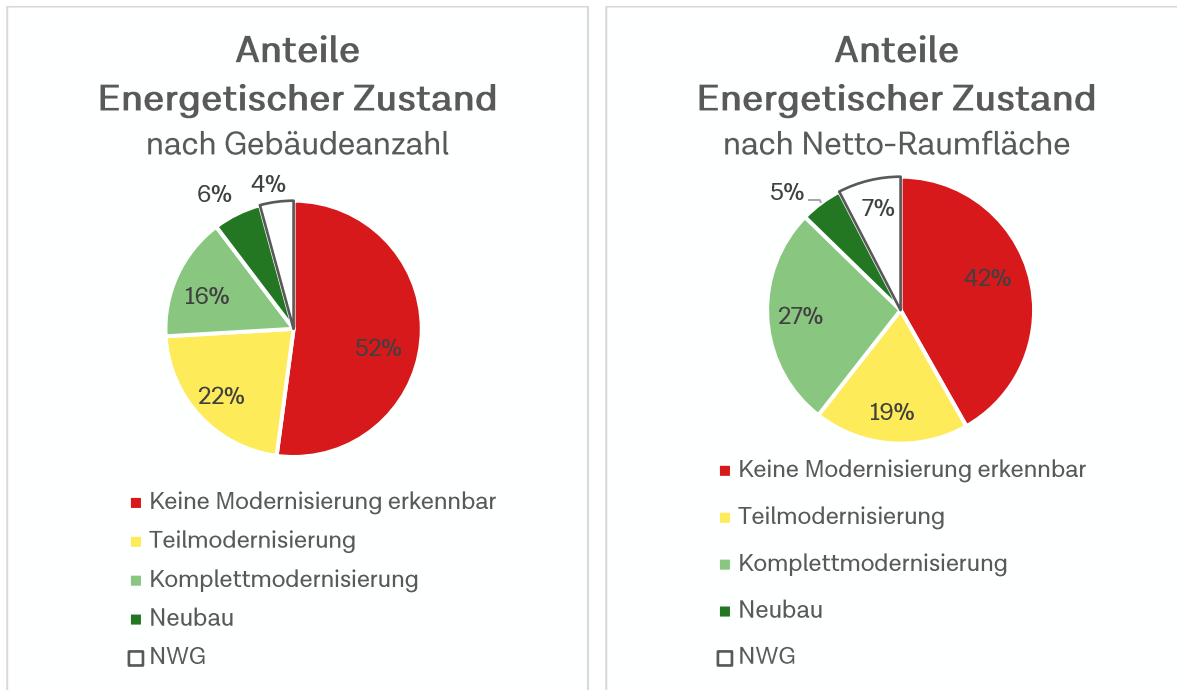


Abbildung 16: Anteile energetischer Zustand nach Gebäudeanzahl (l.) und nach Netto-Raumfläche (r.)

2.2 Sozialstruktur

Zur Einschätzung der sozialen Aspekte, werden im Folgenden sozio-demografische Daten untersucht. Diese liegen nicht für die konkrete Abgrenzung des Projektgebiets vor, sondern auf Ebene der Gesamtstadt Eutin. Dennoch lassen sich Rückschlüsse für die Situation der 1.618 Menschen im Quartier ziehen (Einwohner:innenzahl Stand 10/2021).

Altersstruktur der Bevölkerung

In der Stadt Eutin leben zum Stand vom 31. Dezember 2019 insgesamt 17.704 Einwohner:innen, wobei die Bevölkerungszahl seit 2013 von 16.769 Einwohnern und Einwohnerinnen leicht angestiegen ist. Wie aus Tabelle 5 zu entnehmen liegt der Anteil der unter 18-Jährigen in Eutin knapp über dem Durchschnitt des Landkreises Ostholstein und ist seit 2013 sogar um ca. einen Prozentpunkt angestiegen. Dagegen liegt der Anteil der Bevölkerung im Alter zwischen 18 und 65 Jahren im Durchschnitt des Landkreises Ostholstein. Der Anteil der Menschen im Alter über 65 Jahren fällt etwas geringer aus als im

Landkreis, ist seit 2013 aber auf gleichbleibendem Niveau (Stadt Eutin, 2021³; Stadt Eutin, 2017⁴; Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig Holstein, 2020⁵).

Im Durchschnitt der letzten vier Jahre hat die Stadt Eutin einen positiven Saldo zwischen Zu- und Fortzügen zu verzeichnen. So sind im Mittel 113 Menschen mehr nach Eutin gezogen, als aus der Stadt fortgezogen sind. Damit gliedert sich die Stadt in den grundsätzlichen Zuzugstrend des Landkreises ein.

Tabelle 5: Bevölkerung in der Stadt Eutin (Quelle: Stadtentwicklungsbericht Eutin, Stand 31.12.2019)

	Stadt Eutin	Landkreis Ostholstein
Bevölkerung insgesamt	17.704	200.581
Unter 18-Jährige	2.952 (16,7 %)	14,4 %
18 bis 65-Jährige	10.111 (57,1 %)	57,8 %
65-Jährige und Ältere	4.641 (26,2 %)	27,8 % ⁶
Saldo Zu- und Fortzüge (im Durchschnitt zw. 2016-2019)	+113	+579

Haushalte in Eutin

In Eutin gibt es zum Stand vom 31.12.2019 insgesamt 4.525 Wohngebäude mit jeweils einem Haushalt, wobei die Anzahl seit 2013 um 188 Gebäude/Haushalte angestiegen ist. Auch die Anzahl an Wohnungen stieg seit 2013 von 8.813 auf 9.571 Wohnungen an. In den letzten vier Jahren wurden dabei im Durchschnitt 34 neue Gebäude pro Jahr fertiggestellt.

Tabelle 6: Haushalte in Eutin (Quelle: Stadtentwicklungsbericht Eutin, Stand 31.12.2019)

	Stadt Eutin
Wohngebäude (insgesamt)	4.525
Wohnungen (insgesamt)	9.571
Fertigstellung neuer Wohngebäude (im Durchschnitt zw. 2016-2019)	34

³ Stadt Eutin (2021). Stadtentwicklungsbericht Eutin 2020. http://www.vg-eutin-suesel.de/media/custom/3152_1081_1.PDF?1615466814 (abgerufen am 21.07.2021)

⁴ Stadt Eutin (2017a). Stadtentwicklungsbericht Eutin 2016. http://www.vg-eutin-suesel.de/media/custom/2191_2545_1.PDF?1542806453 (abgerufen am 21.07.2021)

⁵ Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig Holstein (2020). Regionaldaten für Ostholstein. <https://region.statistik-nord.de/detail/00100001000000000000/1/348/> (abgerufen am 21.07.2021)

⁶ Statistikamt Nord (2019). Die Wanderungen in Schleswig-Holstein. https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Statistische_Berichte/bevoelkerung/A_III_1_j_S/A_III_1_j_19_SH.pdf

Beschäftigung und Grundsicherung

Die Sozialstruktur in der Stadt Eutin zeigt auf, dass mit einem Anteil von 56,1 % überdurchschnittlich viele Menschen im Alter zwischen 18 und 65 Jahren sozialversicherungspflichtig sind und ihren Wohnort in Eutin haben. Darüber hinaus lässt sich feststellen, dass deutlich mehr Menschen nach Eutin pendeln, um zu arbeiten, als Menschen aus der Stadt heraus pendeln. Die Zahl an arbeitslosen Personen liegt dagegen etwas über dem Durchschnitt des Landkreises, ist seit dem Jahr 2013 allerdings um knapp 15 % gesunken. Auch die Anzahl der Haushalte, die Wohngeld beziehen ist seit 2013 von 266 auf 165 Haushalte im Jahr 2019 gesunken. Hierdurch ergibt sich eine prozentuale Veränderung von -38 % (Stadt Eutin, 2021; Bundesagentur für Arbeit, 2021⁷).

Tabelle 7: Sozialstruktur in Eutin (Quelle: Stadtentwicklungsbericht Eutin, Stand 31.12.2019)

	Stadt Eutin	Landkreis Ostholstein
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Wohnort (Dez 2019)	5.675 (56,1 %)	52,4 %
Einpendler	5.693	-
Auspendler	3.253	-
Saldo Ein- und Auspendler	+2.440	-
Arbeitslose (Dez 2019)	695 (6,3 %)	5.544 (5,2 %)
Haushalte mit Wohngeld	165	-

2.3 Planerische Grundlagen

In den folgenden Abschnitten werden die Vorgaben aus dem Flächennutzungsplan und den Bebauungsplänen der Stadt Eutin erläutert. Diese Vorgaben bilden den rechtlichen sowie übergeordnet steuernden Rahmen für die zukünftige energetische Quartiersentwicklung.

Flächennutzungsplan

Im Flächennutzungsplan ist der Großteil der Fläche des Projektgebietes als „Wohnbaufläche Bestand“ ausgewiesen. Die Fläche der Anny-Trapp-Kindertagesstätte wird als „Fläche für den Gemeinbedarf“ für „Sozialen Zwecken dienende Gebäude und Einrichtungen“ dargestellt. Ebenso die Fläche im Norden der Weidestraße ist für den Gemeinbedarf ausgewiesen („Öffentliche Verwaltung). Zwischen Charlottenstraße, Heinteich und Lübecker Landstraße befindet sich eine „Gemischte Baufläche Bestand“. Eine weitere „Gemischte Baufläche Bestand“ ist südlich der Bahnanlage entlang der Weidestraße ausgewiesen. Der Carl-Maria-von-Weber-Hain ist als öffentliche Grünfläche „Parkanlage“ mit Spielplatz ausgewiesen. Darüber hinaus wird eine durch das Projektgebiet verlaufende „Bahnanlage“ im Flächennutzungsplan dargestellt.

⁷ Bundesagentur für Arbeit (2021). Arbeitsmarktreport - Länder, Kreise, Regionaldirektionen und Agenturen für Arbeit. https://statistik.arbeitsagentur.de/SiteGlobals/Forms/Suche/Einzelheftsuche_Formular.html;jsessionid=4C1F45957BDD93B5253E8D053EE76061?nn=15024&r_f=sh_Ostholstein&topic_f=amr-amr (abgerufen am 21.07.2021)

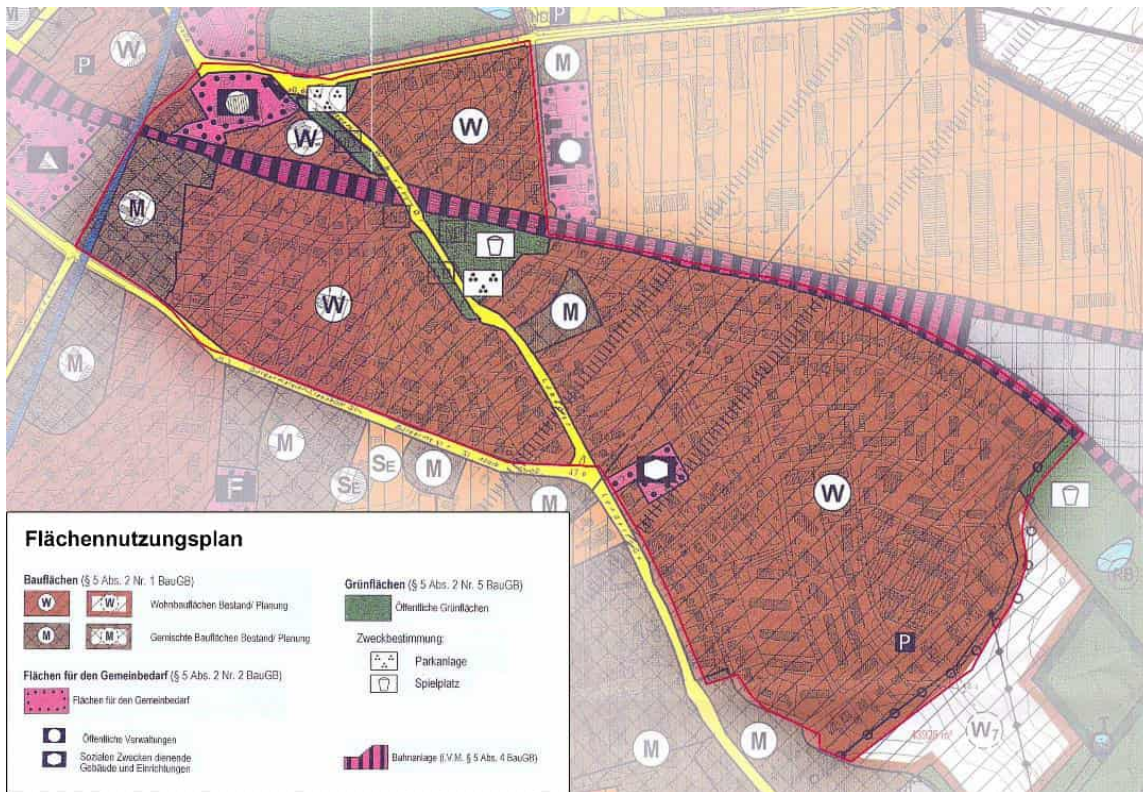


Abbildung 17: Ausschnitt des Flächennutzungsplans der Stadt Eutin. Quelle: Stadt Eutin 2006⁸, Darstellung ZEBU GmbH

Bebauungsplanung

Innerhalb des Projektgebiets sind vier Bebauungspläne gültig. Ein überwiegender Anteil der Fläche ist als allgemeines Wohngebiet oder als Mischgebiet ausgewiesen. Nur vereinzelt sind Flächen als besonderes Wohngebiet oder als Fläche für den Gemeinbedarf ausgewiesen.

Tabelle 8: Bebauungspläne Eutin

Bebauungsplan	Feststellungsjahr	Festsetzungen
Bebauungsplan 14a Stadtkern	1999	1 Baugrundstück für den Gemeinbedarf (Kreisverwaltung), 1 Besonderes Wohngebiet, 2 Allgemeine Wohngebiete
Bebauungsplan 58 Weidestr./Vahldiekstr.	1998	westlich Mischgebiete, östlich Allgemeine Wohngebiete, ein Kulturdenkmal
Bebauungsplan 92 Weidestr./Carl-Maria-von-Weber-Str	2002	1 Baugrundstück für den Gemeinbedarf (Kreisverwaltung), 1 Mischgebiet; ergänzend zu Bebauungsplan 14a
Bebauungsplan 114 Charlottenstr./Heinreich/Lübecker Landstr.	2011	Mischgebiete
Bebauungsplan Nr. 136	-	In Bearbeitung

⁸ Stadt Eutin (2006): Flächennutzungsplan für das gesamte Stadtgebiet. <https://www.b-plan-services.de/bplan-pool/Eutin/Fl%C3%A4chennutzungsplan/474/1009> (Abgerufen am 28.10.2021)

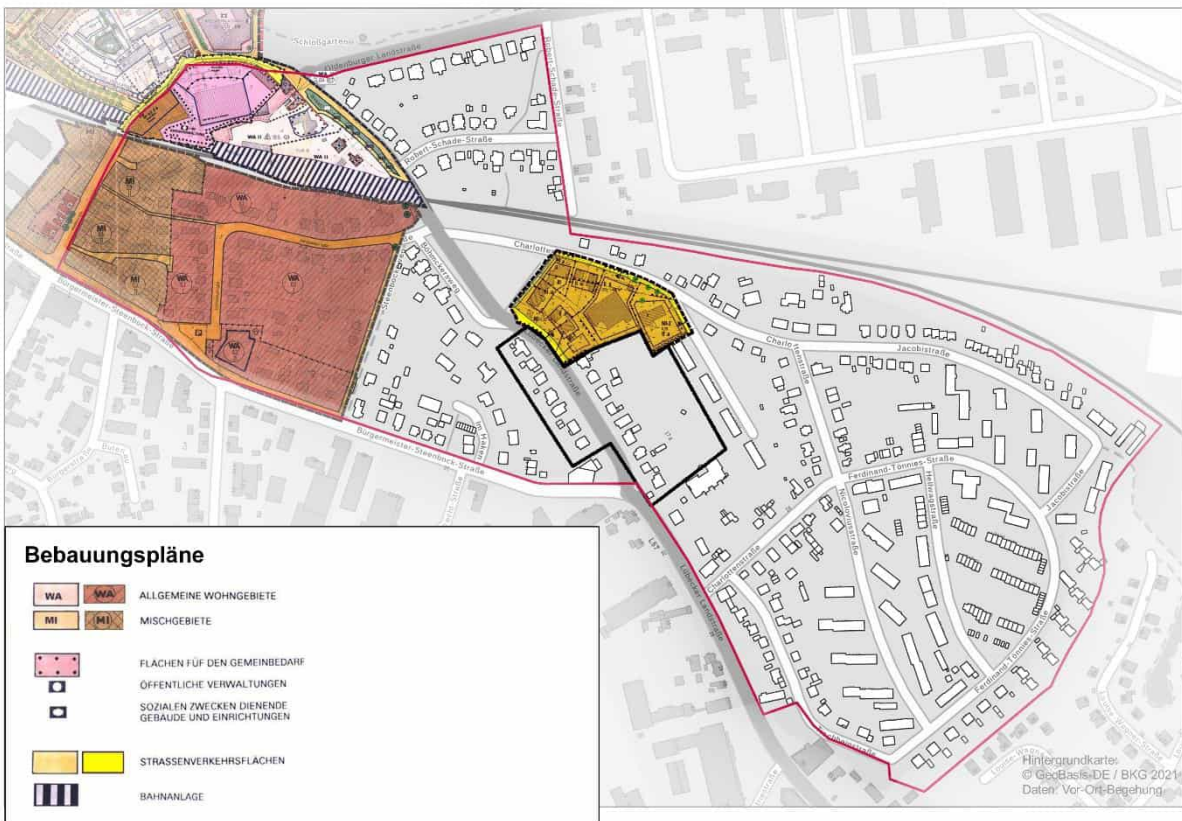


Abbildung 18: Überblick über Bebauungspläne im Quartier. Quelle: Stadt Eutin o.J.⁹, Darstellung ZEBAU GmbH

⁹ Stadt Eutin (o.J.): Bebauungspläne der Stadt Eutin. <https://www.b-plan-services.de/bplanpool/Eutin/karte> (Abgerufen am 25.01.2022)

2.4 Energieversorgung

Es wurde untersucht, welche Energieversorgungsanlagen sich im Projektgebiet befinden.

Die Wärmeversorgung erfolgt zum überwiegenden Teil durch Erdgaskessel. Auch ein beträchtlicher Anteil an Heizöl kommt noch zum Einsatz. Unter Zuhilfenahme von Verbrauchsdaten und eigenen Abschätzungen ist davon auszugehen, dass etwa 38 % der Wärmeversorgung durch Heizölkessel erfolgt und der Rest auf erdgasbetriebene Kessel entfällt.

Auch das Vorhandensein von BHKW wurde analysiert. Aus dem Marktstammdatenregister (MaStR) ist zu entnehmen, dass es für das PLZ-Gebiet 23701 vereinzelt mittelgroße BHKWs gibt, keine dieser Anlagen befindet sich jedoch im Quartier. Es gibt in dem PLZ-Gebiet noch sieben weitere kleinere BHKW-Anlagen mit einer Nennleistung von 5,5 kWel im Privatbesitz. Die Anlagen sind zwischen 2008 und 2020 in Betrieb gegangen. Ob eine der Anlage auch im Quartier steht, ist unklar. Aufgrund der geführten Gespräche wird davon ausgegangen, dass keine der Anlagen innerhalb der Quartiersgrenzen errichtet wurde.

Eine Luftbildanalyse hat gezeigt, dass auf einzelnen Garagendächern Photovoltaik-Anlagen zur Stromerzeugung installiert sind.

Im Ergebnis weist das Quartier die für solche urbanen Gebiete derzeit noch typische Kombination aus erdgas- und heizölbasierter Verbrennung zur Wärmebereitstellung und Netzstrombezug ergänzt um vereinzelte PV-Anlagen zur Deckung des Strombedarfs auf. Damit gibt es erhebliches CO₂-Einsparpotenzial durch den vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien. Insbesondere der hohe Anteil an heizölbasierter Wärmeversorgung bietet einen Ansatzpunkt für Reduktionen, da Heizöl hohe spezifische Emissionen aufweist, die selbst die von Erdgas um rund 40 % übersteigen.

2.5 Energieverbrauch

Zur Bestandsanalyse der Energieverbräuche wurden Daten bei den entsprechenden Energieversorgern abgefragt. Dies umfasst die Energieträger Strom, Gas und Heizöl. Für den Mobilitätssektor wurde keine Energieverbrauch ermittelt, stattdessen kommen Schätzkonzepte zum Einsatz. Die abgefragten Daten werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

2.5.1 Stromverbrauch

Der örtliche Netzbetreiber hat die Stromverbräuche der Jahre 2018 bis 2020 zur Verfügung gestellt. Daraus ergibt sich für das Quartier ein mittlerer Jahresstromverbrauch von 2.225 MWh. 10,9 % (ca. 242 MWh/a) können hierbei dem Gewerbe zugeordnet werden, während die restlichen 89,1 % (ca. 1.983 MWh/a) den Wohngebäuden zugeschrieben werden kann.

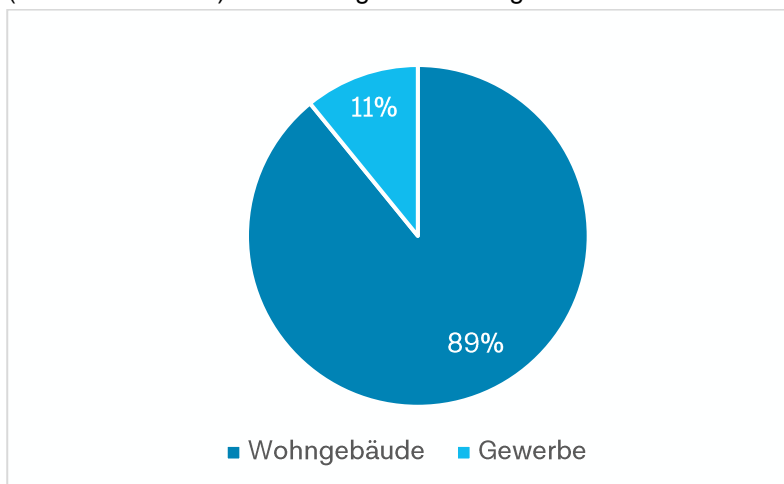


Abbildung 19: Einteilung Stromverbräuche nach Gewerbe und Wohngebäude

Eine Aufteilung des Stromverbrauchs der Wohngebäude in Haushalts- und Heizstrom ist mit den Daten nicht möglich. Es ist weder ein steigender noch abfallender Trend in den Verbrauchszahlen von 2018 bis 2020 ersichtlich, vielmehr ist der Verbrauch über die drei Jahre konstant geblieben.

2.5.2 Erdgasverbrauch

Die Stadtwerke Eutin haben die Erdgasverbräuche der Jahre 2018 bis 2020 zur Verfügung gestellt. Daraus ergibt sich für das Quartier ein mittlerer Jahresstromverbrauch von 8.762 MWh. Eine Aufteilung der Erdgasmenge auf Gewerbe und Haushalte ist mit den vorliegenden Daten nicht möglich.

Es zeigt sich ein über die Jahre 2018 bis 2020 leicht rückläufiger Trend, der möglicherweise einen Hinweis auf in diesem Zeitraum getätigte energetische Sanierungsmaßnahmen gibt.

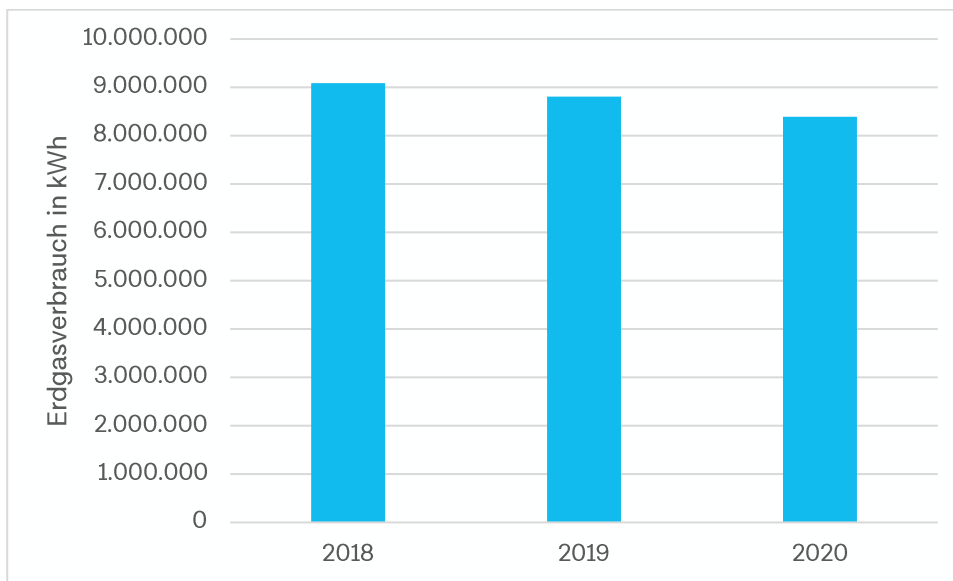


Abbildung 20: Erdgasverbrauch im Quartier in den Jahren 2018 bis 2020

2.5.3 Heizölverbrauch

Der Heizölverbrauch ergibt sich zum einen aus den Verbrauchsdaten der Bau- und Siedlungsgenossenschaft Eutin eG, die für die entsprechenden Liegenschaften im Quartier Verbräuche von 2018 bis 2020 zur Verfügung gestellt haben. Zum anderen gibt es noch zahlreiche Einfamilienhäuser, die keinen Gasverbrauch aufweisen. Für diese würde eine Versorgung über Heizöl angenommen.

In Summe ergeben sich über die Jahre 2018 bis 2020 jährlich mittlere Heizölverbräuche von 5.260 MWh. Hiervon entfällt etwa ein Viertel auf die Realwerte der Bau- und Siedlungsgenossenschaft Eutin. Der restliche Anteil entfällt auf Gebäude ohne Gasanschluss. Analog zum Erdgasverbrauch lässt sich ein leichter Trend hin zu niedrigeren Verbräuchen erkennen.

2.6 Mobilität

Die Analyse des Themenfeldes Mobilität gliedert sich auf in die Bestandsaufnahme der bestehenden Verkehrsinfrastruktur sowie dem Öffentlichen Personennahverkehr, Fuß- und Radverkehr, dem Motorisierten Individualverkehr sowie weiteren Mobilitätsangeboten.

2.6.1 Verkehrsinfrastruktur

Das Untersuchungsgebiet wird durch unterschiedliche Straßentypen geprägt (siehe Abbildung 21). Die Hauptdurchfahrtsstraßen sind die Lübecker Landstraße und die Carl-Maria-von-Weber-Straße (in Verlängerung der Lübecker Landstraße), welche die B76 mit der Innenstadt verbinden. Auf Grundlage einer

Verkehrserhebung von 2013 und 2015 wurde eine durchschnittliche Verkehrsbelegung von 10.000 – 14.000 Kraftfahrzeugen pro 24 Stunden berechnet. Damit gehören die Straßen neben der Bürgermeister-Steenbock-Straße/Elisabethstraße zu den am stärksten befahrenen Straßen in Eutin (Stadt Eutin, 2017)¹⁰. Von der Lübecker Landstraße abgehend erschließen asphaltierte Gemeindestraßen weite Teile des Quartiers nach Westen und Osten. Hinzu kommen vereinzelt Gemeindestraßen mit Kopfsteinpflaster-Untergrund (Vahldiekstraße, Weidestraße, Robert-Schade-Straße) sowie Straßen und Fußwege, die mit Sand bzw. Erde ausgebetet sind (Vahldiekstraße, Steenblockweg, Böhmckersweg, Heinteich). Das Straßenpflaster der Vahldiekstraße und der Robert-Schade-Straße steht unter Denkmalschutz (siehe Kapitel 2.1.1).

Ergänzend werden zwei Bahngleise im Norden des Quartiers zusammengeführt, auf denen Züge zum Bahnhof Eutin fahren. Der Bahnhof Eutin befindet sich westlich in einer Entfernung von 1,5 km zur Mitte des Charlottenviertels.

Die Straßen sowie Fußwege waren zur Zeit der Ortsbegehung im August 2021 teilweise beschädigt und sanierungsbedürftig (z.B. die Einmündung der Charlottenstraße aus der Lübecker Landstraße, Bahnübergang an der Weidestraße, etc.).

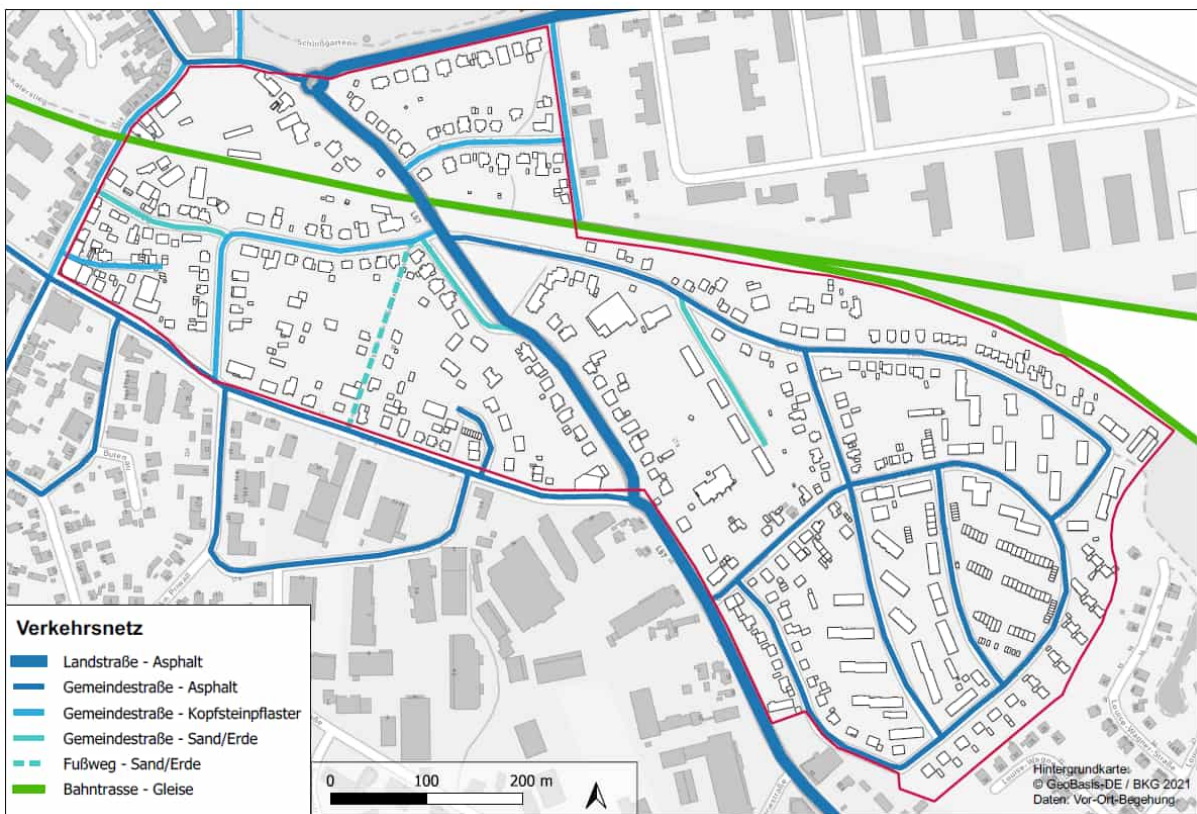


Abbildung 21: Verkehrsnetz aufgegliedert nach Straßentypen

¹⁰ Stadt Eutin (2017b). Radverkehrskonzept Stadt Eutin. Ergebnisbericht. http://www.vg-eutin-suesel.de/media/custom/2191_2339_1.PDF?1523880827 (Abgerufen am 21.07.2021)



Abbildung 22: Verortung der Bodenbeläge der einzelnen Straßen und Wege. (© ZEBAU GmbH)

2.6.2 Fuß- und Radverkehr

Zufußgehen und Radfahren – das ist „aktive Mobilität“, die in der Lage ist, die Gesundheit der Anwohner:innen zu fördern und die Umwelt durch eingesparte Schadstoffemissionen zu schützen. Wo Menschen komfortabel zu Fuß und mit dem Rad unterwegs sein können und attraktive Straßenräume dazu einladen, bieten Städte und Gemeinden eine hohe Lebensqualität.

Voraussetzungen für den Fußverkehr

Neben einer guten Fußwegeinfrastruktur sind vor allem die Angebotsvielfalt mit Gütern des täglichen Bedarfs und eine nutzungsgemischte Stadtstruktur (Wohnen, Arbeit, (Nah-)Versorgung, Dienstleistungen, Freizeit- und Bildung, Erholung) die Grundlage für einen fußgängerfreundlichen Alltag.

Im Projektgebiet sind durch die zentrale Lage in der Stadt gute Voraussetzungen vorhanden, um die viele Ziele des Alltags zu Fuß zu erreichen. Vielfältige Einkaufsmöglichkeiten – vom Supermarkt, Drogeriemarkt, über Discounter bis zum Baumarkt – befinden sich entlang der Elisabethstraße/Bürgermeister-Steenbock-Straße sowie im Nahversorgungszentrum an der Johann-Specht-Straße. Die Eutiner Innenstadt ist für Bewohner:innen aus dem westlichen und nördlichen Bereich des Projektgebiets in 500 bis 800 m zu Fuß erreichbar. Mit dem Schlossgarten und dem großen Eutiner See nördlich des Projektgebiets sind Naherholungsflächen fußläufig erreichbar. Auch der kleine Eutiner See ist vor allem aus dem westlichen Bereich des Projektgebiets mit einem Fußweg von rund 600 bis 1000 m schnell erreicht.

Im Rahmen von Vor-Ort-Begehungen wurde eine erste Einschätzung des Zustandes der Fußwege vorgenommen. Eine Besonderheit sind die Fußwege mit Sandoberfläche im Vahldiekweg, Heinteich und Böhckersweg. Insgesamt sind die Fußwege aufgrund von Unebenheiten und fehlenden Bordsteinabsenkungen an einigen Stellen nicht barrierefrei zugänglich. Eine weitergehende Analyse sollte im Rahmen des Sanierungsmanagements erfolgen (siehe Kapitel 4.4.1).

Radverkehrsinfrastruktur

Im Projektgebiet sind keine Radfahrstreifen oder Radwege vorhanden. Der Radverkehr wird im Mischverkehr mit dem Kraftfahrzeugverkehr auf der Fahrbahn geführt. Positiv kann der Steenbocksweg und ein Abschnitt des Vahldiekswegs genannt werden, bei denen es sich um Fuß- und Radwege abseits des Straßenverkehrs handelt. Derartige Abkürzungen für Fußgänger:innen und Radfahrer:innen verbessern die Durchlässigkeit des Quartiers und unterstützen das Leitbild der Stadt der kurzen Wege.



Abbildung 23: Vahldieksweg (links) Steenbocksweg (rechts). (© ZEBAU GmbH)

Im Eutiner Radverkehrskonzept aus 2017 wurden im Projektgebiet folgende räumliche Defizit- und Konfliktbereiche identifiziert:

- Keine „gesicherte“ Führung für den Radverkehr in der Carl-Maria-von-Weber-Straße/Lübecker Landstraße
- Erhebliche Defizite in der Radführung und Konfliktpotenzial durch Sichteinschränkungen am Knotenpunkt Lübecker Landstraße/ Bürgermeister-Steenbock-Str

Diese Konfliktstellen wurden auch im Rahmen der Bürger:innenbeteiligung während der Konzepterstellung bekräftigt (siehe Kapitel 2.8 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Fahrradabstellanlagen

Um die Verkehrsmittelwahl der Bewohner:innen zugunsten des Radverkehrs zu befördern, sind gut zugängliche und geschützte Abstellmöglichkeiten ein wichtiger Baustein. Die öffentlich zugänglichen Abstellmöglichkeiten für Fahrräder im Quartier wurden in drei Kategorien kartiert: Fahrradbox, Bügel und Bodenbügel (siehe Abbildung 24). Die Sicherheit der Abstellmöglichkeit ist auch in dieser Reihenfolge absteigend zu bewerten. Die Fahrradboxen sind nur mit Zugangsberechtigung erreichbar, an den Bügeln kann das Fahrrad mit Rahmen und Reifen angeschlossen werden und an den Bodenbügeln kann das Fahrrad nur an den Rädern angeschlossen werden. Während der Ortsbegehung wurden hauptsächlich Bodenbügel erfasst. Abschließbare Fahrradhäuser stehen den Mieter:innen der Mehrfamilienhäuser an der Nicoloviusstraße zur Verfügung. Eine detaillierte Bestandsaufnahme der gebäudeintegrierten Fahrradräume bzw. -keller war aufgrund unzureichender Datenlage nicht möglich.

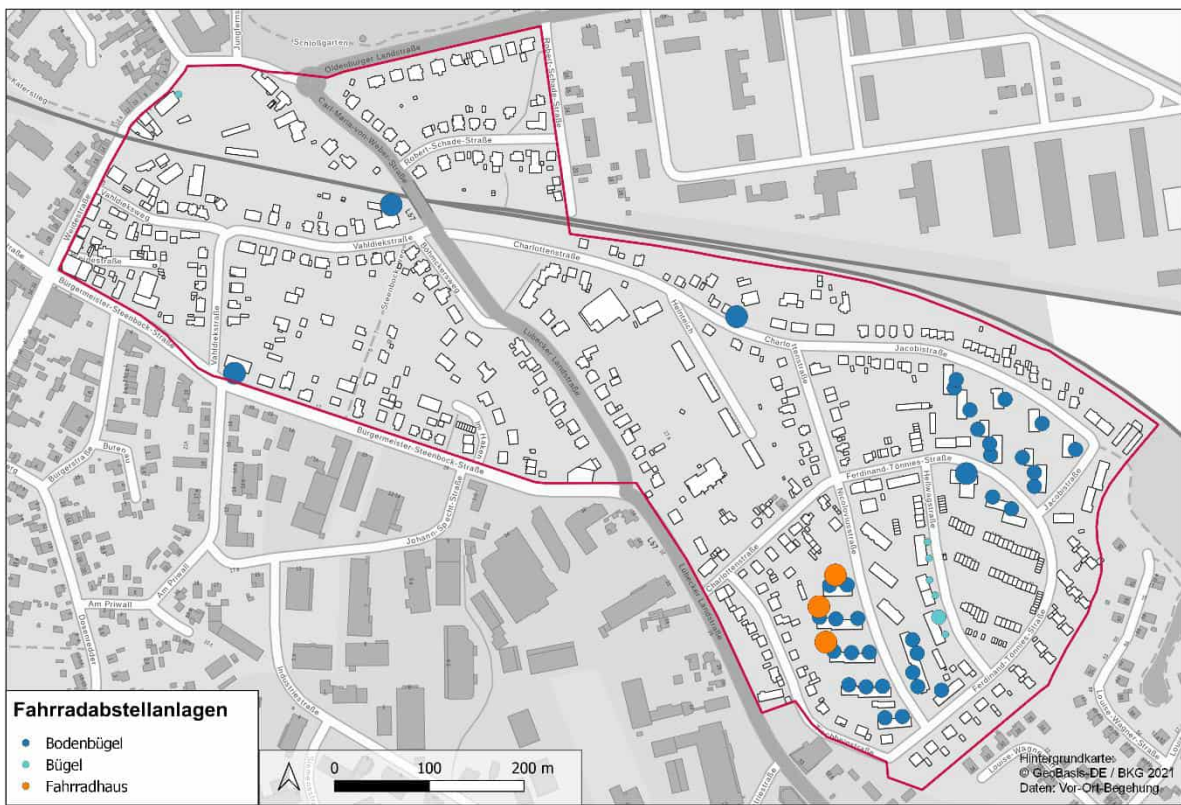


Abbildung 24: Anzahl und Typ an Fahrradabstellanlagen

Neben der Abstellmöglichkeit am eigenen Wohnort sind insbesondere auch Abstellanlagen an Umsteigeorten relevant. Im Rahmen der Umgestaltung und Aufwertung des Bahnhofsvorplatzes in Eutin ist u. a. eine Verbesserung und Erneuerung der Infrastruktur für den Radverkehr umgesetzt worden. Am Bahnhofsgelände sind rund 100 neue Fahrradstellplätze entstanden – darunter auch gesicherte Radabstellanlagen. 60 gesicherte Fahrradboxen können dort jeweils für 4 € im Monat gemietet werden. Die Verträge gelten jeweils für einen Fahrradplatz und werden über ein Jahr geschlossen.

2.6.3 Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)

Das ÖPNV-Angebot besteht aus vier Buslinien, die durch das Gebiet verlaufen (siehe Abbildung 26). Die Buslinie 5504 verbindet das Projektgebiet über sieben Haltestellen mit dem zentralen Busbahnhof und der Innenstadt von Eutin. Darüber hinaus fahren im Regionalverkehr Busse der Linien 5508 (Eutin-Lehnsahn-Oldenburg), 5518 (Eutin-Süsel-Neustadt) und 5960 (Eutin-Pönitz-Ahrensböök) und sind fußläufig über Haltestellen in der Nähe des Charlottenviertels erreichbar (Radius von 400 Metern).

Der Busverkehr in Eutin wird von der Autokraft GmbH als Tochterunternehmen der DB Regio betrieben und umfasst den Busverkehr auf 22 Strecken zwischen Eutin, Malente, Neustadt, Oldenburg, Ahrensböök, Hutzfeld, Bosau, Timmdorf, Süsel, Schönwalde sowie im Stadtverkehr Eutin (DB Regio Bus Nord, 2021)¹¹. Ergänzend werden Anruf-Linien-Fahrten angeboten, die mit einer Buchung spätestens 30 Minuten vor Fahrtantritt in Anspruch genommen werden können. Die Fahrten werden nach dem regulären Liniennahverkehrsplan organisiert und halten an den üblichen Haltestellen.

Die Busse auf der innerstädtischen Linie 5504 fahren von Montag bis Freitag zwischen 8 Uhr und 19 Uhr stündlich und zu den Stoßzeiten zwischen 6 Uhr und 8 Uhr morgens halbstündlich. Samstags fahren

¹¹ DB Regio Bus Nord (2021). Autokraft startet im Verkehrsgebiet Ostholstein-Mitte. <https://www.dbrgiobus-nord.de/regiobusnord/view/ak/angebot/buslinien/verkehrsgebiet-ostholstein-mitte.shtml> (abgerufen am 21.07.2021)

Busse der Linie 5504 zwischen 8 Uhr und 14 Uhr stündlich und ergänzend um 16 Uhr und 18 Uhr als Anruf-Linien-Fahrt. An Sonn- und Feiertagen fährt der Bus zweistündlich zwischen 10 Uhr und 18 Uhr als Anruf-Linien-Fahrt.

Allgemein lässt sich schlussfolgern, dass die Anzahl der Haltestellen sowie die Taktung der regionalen Buslinie ausreichend ist und die fußläufige Anbindung der Bewohner:innen an den innerstädtischen ÖPNV sowie den Regionalverkehr gewährleistet wird. Wie in Abbildung 25 dargestellt, sind die Haltestellen mit einem Einzugsbereich von 400m und einer guten Verteilung im Quartiersgebiet für die Bewohner:innen fußläufig erreichbar.

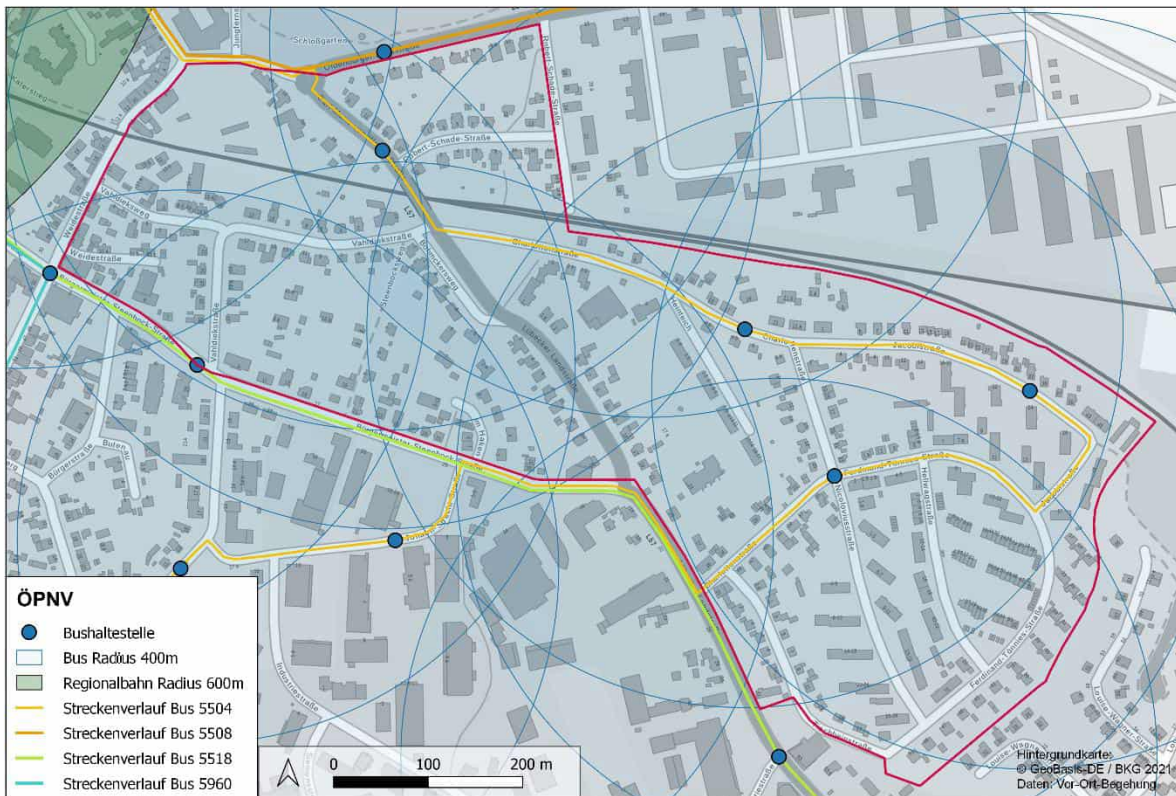


Abbildung 25: ÖPNV Angebot im Projektgebiet

2.6.4 Motorisierter Individualverkehr (MIV)

Stellplätze für PKWs sind im Quartier insbesondere angrenzend an Gewerbestandorte, Gebäude mit Besucherverkehr oder Mehrfamilienhäuser zu finden. Garagen und private Stellplätze sind über das gesamte Quartier verteilt und zumeist an Einfamilienhäuser angebunden. Der größte Parkplatz im Nordwesten an der Weidestraße ist der Parkplatz der Kreisverwaltung, der durch eine Schranke zugangsbeschränkt ist. Öffentlich zugängliche Parkplätze befinden sich an der Lübecker Landstraße mit Zugang zum Fachhandel für Bürobedarf (P&P Eutin) und zum Grone-Bildungszentrum Schleswig-Holstein, bei der Agentur für Arbeit an der Bürgermeister-Steenbock-Straße sowie weiter südlich anliegend an das Autohaus am Bungsberg.



Abbildung 26: Garagen und Parkplätze im Quartier

2.6.5 Weitere Mobilitätsangebote

Bisher befinden sich im Quartier weder Angebote für Free-floating- oder stationäres Carsharing noch andere mobilitätsbezogene Sharing-Angebote, wie z.B. Bike-Sharing.

Derzeit gibt es im Quartier keine Elektro-Ladestationen. Die nächstgelegenen Elektro-Ladestationen mit jeweils max. 22.0 kW Leistung und zwei Ladepunkten werden von den Stadtwerken Eutin betrieben und befinden sich in der Robert-Schade-Str. 22, Jungfernstieg 3a am Amtsgericht, am Segenhörn, Weidestr. 40 auf dem REWE Parkplatz und an der Elisabethstraße am Bahnhof Eutin. Außerdem wurde im Zuge des Neubaus eines LIDL-Discounters südlich des Projektgebietes eine halböffentliche Ladestation mit drei Ladepunkten von 43 bis 50 kW für die Kundschaft errichtet.

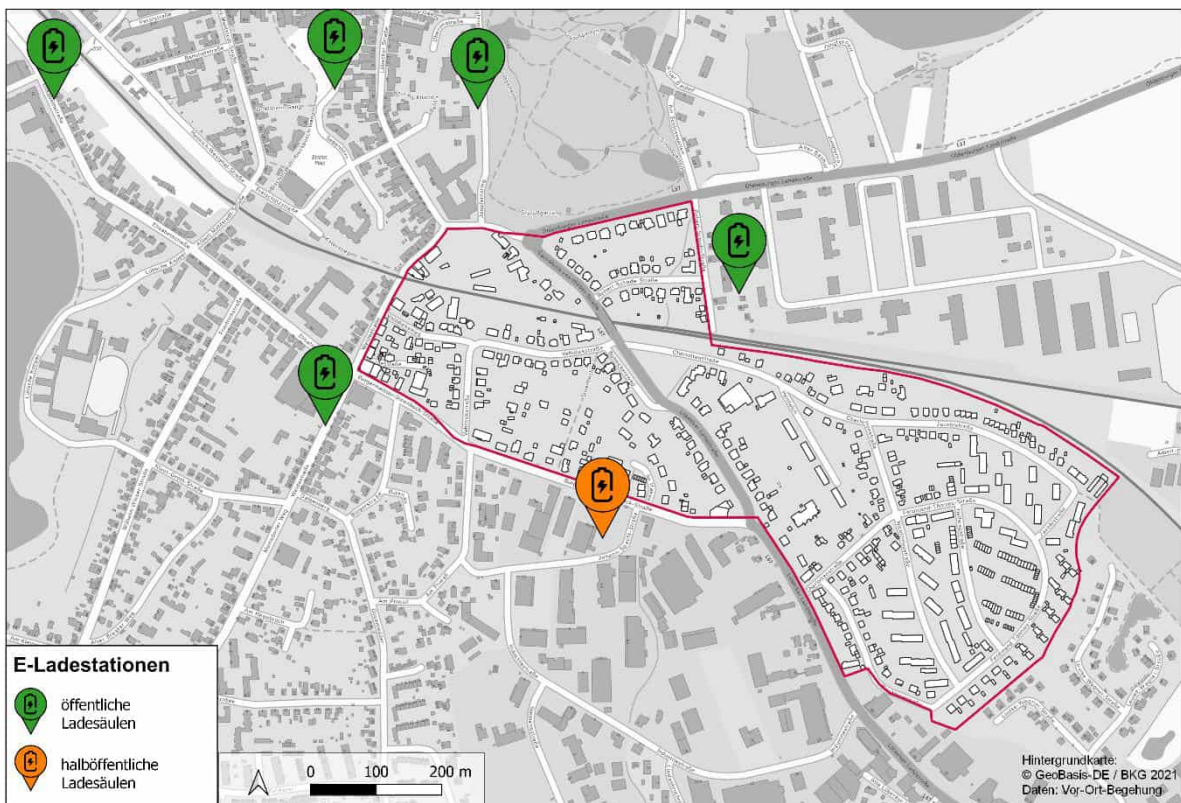


Abbildung 27: E-Ladestationen in der Umgebung des Projektgebiets

2.7 Frei- und Grünflächen

Das Projektgebiet weist mit 1,9 % (7.625 m²) einen geringen Anteil an öffentlicher Grün-, Wald- und Erholungsfläche auf. Inmitten des Quartiers befindet sich die öffentliche Parkanlage Carl-Maria-von-Weber-Hain, die durch einen vielfältigen und dichten Baumbestand geprägt ist und unter Denkmalschutz steht. Hierbei handelt es sich um einen ehemaligen Eichenhain mit Altbaumbestand, einem geschwungenen Wegesystem sowie einer kleinen Schmuckanlage mit Denkmal für Carl Maria von Weber. Der Hain selbst, das Denkmal sowie die Bruchsteinmauer mit Bronzerelief sind im Schutzzumfang beinhaltet. Neben dem Kulturdenkmal befindet sich im Weberhain ein Spielplatz. Zusätzlich steht den Bewohner:innen an der Carl-Maria-von-Weber-Straße eine straßenbegleitende öffentliche Grünfläche zur Verfügung.

Darüber hinaus wird das Quartier von vielzähligen privaten Grünflächen durchzogen, zu denen zum Beispiel private Gärten gehören. Besonderheiten des Quartiers sind die großen Zuschnitte der Flurstücke, wodurch teilweise großzügige private Gärten entstanden sind. Außerdem gibt es mehrere halböffentliche Grünflächen zwischen den Mehrfamilienhäusern im Osten des Quartiers.

Bäume im öffentlichen Straßenraum sind dagegen nur sehr vereinzelt zu finden, zum Beispiel an der Oldenburger Landstraße. Durch die privaten Vorgärten ergibt sich dennoch ein grünes Erscheinungsbild.



Abbildung 28: Carl-Maria-von-Weber-Hain



Abbildung 29: Öffentliche Grünflächen (Darstellung © ZEBAU GmbH)

In unmittelbarer Nähe zum Projektgebiet lassen sich weitere Grünflächen, Freiräume und Naherholungsgebiete finden. Rund 250 Meter südlich des Projektgebiets befindet sich am Lindenbruch ein Waldgebiet sowie eine naturgeprägte Freifläche. Nicht weit entfernt sind auch der Schlossgarten und die Uferbereiche des Großen Eutiner Sees, die im Rahmen der Landesgartenschau 2016 umgestaltet wurden. Durch die Neugestaltung der Promenade und der Stadtbucht am See wurden attraktive Naherholungs- und Freizeitflächen geschaffen. Der Schlossgarten wurde als eines der bedeutendsten Gartendenkmäler in Schleswig-Holstein im Zuge der Landesgartenschau revitalisiert.

Neben den Grünflächen haben die Bewohner:innen des Charlottenviertels Zugang zu qualitativ hochwertigen Wasserflächen in ihrem Umfeld. Der Kleine sowie der Große Eutiner See mit ihren angrenzenden Naherholungs- und Grünflächen liegen nahe dem Projektgebiet.

Stadtklimatische Wirkungen und Potenzialflächen für Grünstrukturen

Aufgrund der Lage am Stadtrand und den angrenzenden Landwirtschafts- und Forstflächen sowie den genannten Wasserflächen ist von einer günstigen stadtklimatischen Ausgangslage im Projektgebiet auszugehen. Frischluft aus Kaltluftentstehungsgebieten sollte in ausreichendem Maße in die Bebauung des Charlottenviertels hineinwirken, sodass kein starker Hitzeinseleffekt zum Tragen kommt. Dies begünstigt auch die Bahntrasse mit begleitendem Grün als potenzielle Kaltluftschneise. Die zentrale Lage des Carl-Maria-von-Weber-Hains mit seinen rund 1,1 ha bewaldeter Grünfläche ist stadtklimatisch ebenfalls wirksam, da die Kühlungswirkung bis zu 300 m in die Umgebung wirken kann (Stiftung Die Grüne Stadt, 2010)¹². Zudem sorgen die privaten Gärten mit vielfältigem Grün dezentral für eine Durchgrünung und Abkühlung des Quartiers. Die geschilderten Effekte beruhen auf theoretischen Annahmen, auf Grundlage von Satellitenbildern, da keine stadtklimatischen Daten vorliegen.

Trotz der anzunehmenden günstigen stadtklimatischen Ausgangslage des Projektgebiets ist aufgrund der Zunahme der Durchschnittstemperaturen sowie Hitzeextremen im Zuge des Klimawandels die Weiterentwicklung eines klimaangepassten Quartiers anzustreben. Hierfür wurden Flächen identifiziert, die ein Potenzial für (Teil-)Entsiegelung oder die Aufwertung von Grünflächen aufweisen, das bei zukünftigen Planungen genutzt werden kann.

Problematisch für das Stadtklima sind versiegelte Flächen, da sie unter anderem zur Bildung von Hitzeinseln sowie zur Verhinderung der natürlichen Versickerung beitragen. Jede versiegelte Fläche kann durch ihre Entsiegelung somit zu einem besseren Stadtklima beitragen. Ebenso kann sich die Aufwertung von Grünflächen positiv auswirken. Reine Rasenflächen ohne zusätzliche Vegetation haben eine geringere positive Wirkung auf Temperaturabkühlung und tragen somit nur eingeschränkt zur Klimaregulierung bei (Gstach, 2016)¹³.

Grünoasen sind nicht nur für das Stadtklima von Vorteil, sondern fungieren auch als ein wichtiger Begegnungs- und Erholungsort für die Bewohner:innen und fördern die körperliche und psychische Gesundheit sowie Identifikation mit der Nachbarschaft.



Abbildung 30: Potenzial zur (Teil-)Entsiegelung und Aufwertung von Grünflächen (Darstellung © ZEBAU GmbH)

- 1 (Teil-)Entsiegelung des Parkplatzes der Kreisverwaltung

¹² Stiftung Die Grüne Stadt (2010): Stadtklimatologie und Grün: Anregungen zur Anpassung an den Klimawandel. <https://www.die-gruene-stadt.de/stadtklimatologie.pdf> (abgerufen am 15.11.2021)

¹³ Gstach, D. (2016) Hitzefrei? Auf der Suche nach der klimaoptimalen Stadtstruktur zwischen Dichte und Durchgrünung. RaumPlanung, Klima und Stadt. 2016, März/April.

- 2 Aufwertung der Grünfläche gegenüber der Agentur für Arbeit (Eigentümer: Stadt Eutin)
- 3 (Teil-)Entsiegelung des Parkplatzes Fachhandels für Bürobedarf
- 4 (Teil-)Entsiegelung des Parkplatzes des Grone Bildungszentrums
- 5 Aufwertung der Grünflächen zwischen den Mehrfamilienhäusern Nicoloviusstraße/Hellwagstraße

Aufwertung von Grünflächen durch den Ökosystemleistungs-Ansatz

Der Ökosystemleistungs-Ansatz kann ein Tool sein, um die Funktionen und den Nutzen von Grünflächen in einem Quartier zu beschreiben. Hierbei beschreiben Ökosystemleistungen (ÖSL) alle direkten und indirekten Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen (Kowarik et. A., 2016)¹⁴. Dies bedeutet wie oben erwähnt, dass mit dem Aufnehmen der ÖSL einer Grünfläche, deren Nutzen (wirtschaftlich, materiell, gesundheitlich, psychisch) für die Bewohner:innen beschrieben werden kann. So kann dieser Nutzen gesteuert und lokal optimiert werden.

Als Basis für die Bereitstellung von ÖSL dient die lokal vorhandene Biodiversität und die Funktionen der bestehenden Ökosysteme. Es gibt drei grundlegende Kategorien der ÖSL: Versorgungsleistungen (z.B. Nahrung, Trinkwasser), Regulierungsleistungen (z.B. lokale Klimaregulation, Bestäubung) und kulturelle ÖSL (z.B. Erholung, Ästhetik). Eine Mischung dieser ÖSL-Kategorien kann nicht nur die Qualität einer Grünfläche aufwerten sondern trägt auch zur Steigerung der Aufenthalts- und Lebensqualität der Bewohner:innen bei.

Ein besonders großes Potenzial für eine Umnutzung und Aufwertung von Grünflächen anhand des Ökosystemleistungs-Ansatzes liegt bei den Rasenflächen zwischen den Mehrfamilienhäusern in der Nicoloviusstraße/Hellwagstraße vor. Die vorhandenen Ökosysteme können nur sehr limitiert ÖSL zur Verfügung stellen (Rasenfläche). Durch eine Aufwertung der Ökosystemfunktionen sowie der Förderung von lokaler Biodiversität können weitaus mehr ÖSL bereitgestellt werden und die Aufenthalts- und Lebensqualität der Nutzer:innen gesteigert werden. Dies kann mehrere Interventionen beinhalten:

- Das Anlegen von **Blühwiesen** steigert nicht nur die Biodiversität, sondern bietet zudem Lebensraum für Insekten und Kleintiere. Außerdem tragen Blühwiesen zur Ästhetik und so zum Wohlbefinden von Anwohner:innen bei.
- Das Angebot von **Mieter:innengärten** kann zum einen die Pflege von Grünanlagen fördern. Zum anderen können so auch ÖSL wie ‚Bereitstellung von Nahrung‘, ‚Umweltbildung‘ und viele weitere umgesetzt werden.
- **Elemente des öffentlichen Raumes** können Grünflächen zudem im Sinne der Nutzung zur Erholung oder des Aufenthaltes optimieren. Dies kann von Spielgeräten bis zu Sitz- und Liegemöbeln vieles beinhalten.
- Die **Integration von Wasser** kann zudem zur Ästhetik beitragen, aber auch zur lokalen Klimaregulation. So können einerseits lokale Wärmeinseln vermieden werden und andererseits durch die Anlage von integrierten Regenwasserauffangbecken lokale Überschwemmungen verhindert werden.

¹⁴ Kowarik et. Al. (2016). Ökosystemleistungen in der Stadt. Naturkapital Deutschland TEEB DE. https://www.ufz.de/export/data/global/190506_TEEB_DE_Broschuere_KF_Bericht3_Stadt_BF.pdf

2.8 Ergebnisse aus der Beteiligung

Um die Bewohnerschaft aus dem Charlottenviertel an der Maßnahmenentwicklung für das energetische Quartierskonzept zu beteiligen, wurden unterschiedliche aufeinander aufbauende Formate gewählt. Im Sinne einer niedrigschwelligen Beteiligung konnten schriftliche Kommentare per Mitmachkarte, die als Postwurfsendung an alle Anwohner:innen im Quartier verteilt wurde, oder per E-Mail an das Projektteam gesendet werden. Weiterhin konnten in der digitalen Auftaktveranstaltung mündlich oder schriftlich über die Chatfunktion Anregungen eingebracht werden. Die aufgenommenen Hinweise wurden durch das Gutachterteam gemeinsam mit der Gebietsanalyse in Maßnahmenvorschläge formuliert, die wiederum bei einer zweiten Veranstaltung im September diskutiert wurden. Mithilfe der Rückmeldung aus der zweiten, öffentlichen Veranstaltung wurden die Maßnahmen für das Sanierungsmanagement finalisiert.

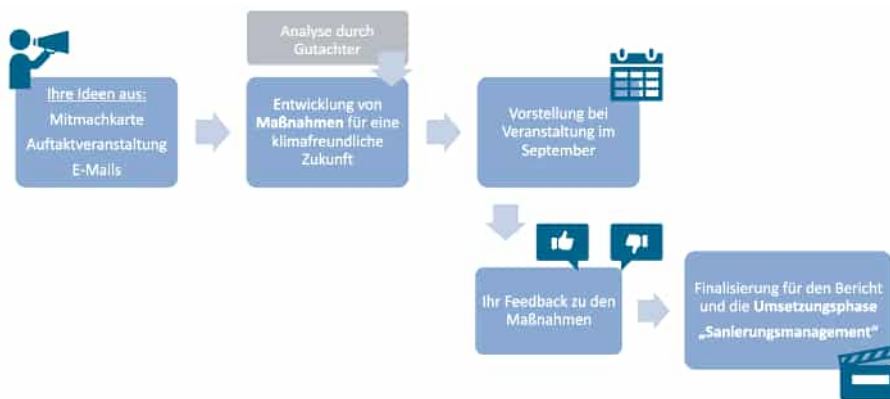


Abbildung 31: Prozessplan der Beteiligung (© ZEBAU GmbH)

Meinungsbild aus den Mitmachkarten

Im Mai 2021 wurde ein Mitmachflyer mit abtrennbarer Postkarte per Postwurfsendung an alle Haushalte im Projektgebiet verteilt. Ziel der Postkarten war es, eine niedrigschwellige Beteiligungsmöglichkeit zu schaffen, um einen Eindruck zu den wichtigsten Anliegen der Bewohner im Bereich Klimaschutz zu gewinnen. Zudem waren die wichtigsten Informationen zum Quartierskonzept auf dem Mitmachflyer zusammengefasst, um die Bürger:innen im betrachteten Quartier zu informieren.

Die Abbildung zeigt zwei Seiten einer Mitmachpostkarte. Die linke Seite ist der Fragebogen mit dem Titel 'Ihre Meinung ist gefragt!' und dem Inhalt:

Was könnte im Energiequartier Charlottenviertel für den Klimaschutz getan werden?

Das mache ich selbst bereits im Energiebereich:

- Bezug von Ökostrom
- Energiesparende Geräte
- Energetische Modernisierung

Was fehlt ihnen, um im Quartier klimafreundlich mobil zu sein?

- Leihräder
- Bessere Busanbindung
- Carsharing / Ridesharing

Die rechte Seite enthält die Kontaktinformationen und die Antwortmöglichkeiten:

- Ich bin am weiteren Verlauf des Projekts interessiert. Bitte nehmen Sie mich in Ihren Info-Mailverteller zur Quartiersentwicklung auf.
- Ich habe Interesse an weitergehendem kostenfreien Beratungsangeboten zum Thema Energie (im Haushalt, für meine Immobilie).

Bitte in Druckbuchstaben gut lesbar ausfüllen:

Vorname: _____ Nachname: _____

E-Mailadresse / Telefon: _____

Ich bin mit der Speicherung meiner Daten zu Informationszwecken zum Projekt einverstanden.

Hinweise: Die Angabe persönlicher Daten ist freiwillig. Die Auswertung Ihrer Anregungen erfolgt anonymisiert. Persönliche Daten werden nur im Zusammenhang mit der Quartiersentwicklung Charlottenviertel bei der Stadtwerke Eutin gespeichert. Sie können auf Wunsch jederzeit mit Hinweis an info@stadtwerke-eutin.de wieder gelöscht werden. Es werden keine Daten an Dritte weitergegeben.

Antwort: Stadtwerke Eutin
Til Ehlermann
Hilfenstraße 6
23713 Eutin

Bitte freistechen – oder bei Ditt in der Hilfenstraße 6 abgeben.

Abbildung 32: Mitmachpostkarte des Info-Flyers (© ZEBAU GmbH)

Die Rückmeldungen der zurückgesendeten Karten werden in den nachfolgenden Abbildungen zusammengefasst. In der Mehrzahl wurden Kommentare zum Thema Mobilität abgegeben, hierbei lag ein Fokus auf der Verbesserung von Carsharing- und Leihrad-Angeboten sowie der Verkehrsberuhigung und der Ausbesserung von Fuß- und Radwegen. Darüber hinaus wurde auch die Begrünung des Quartiers sowie die Reduktion der Lichtverschmutzung genannt.

Was fehlt, um im Quartier klimafreundlich mobil zu sein? (N=10)

Carsharing/Ridesharing	4 Nennungen
Leihräder	2 Nennungen
Busanbindung	1 Nennung

Was könnte im Energiequartier Charlottenviertel für den Klimaschutz getan werden?

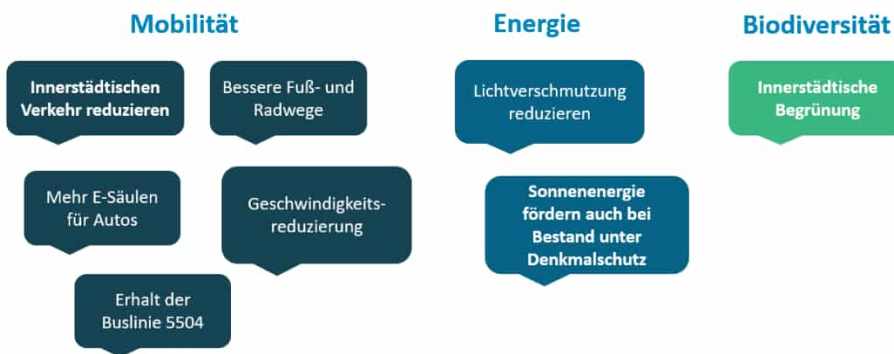


Abbildung 33: Rückmeldungen zur Mitmachkarte - das könnte im Energiequartier Charlottenviertel für den Klimaschutz getan werden (N=10)

Bei eigenen Ansätzen der Haushalte, etwas für den Klimaschutz zu tun, wurde insbesondere die Nutzung energiesparender Geräte erwähnt. Darüber hinaus haben knapp die Hälfte der Personen energetische Sanierungen vornehmen lassen, während ein Drittel der Haushalte bereits Ökostrom bezieht.

Eigene Bestrebungen im Bereich Energie

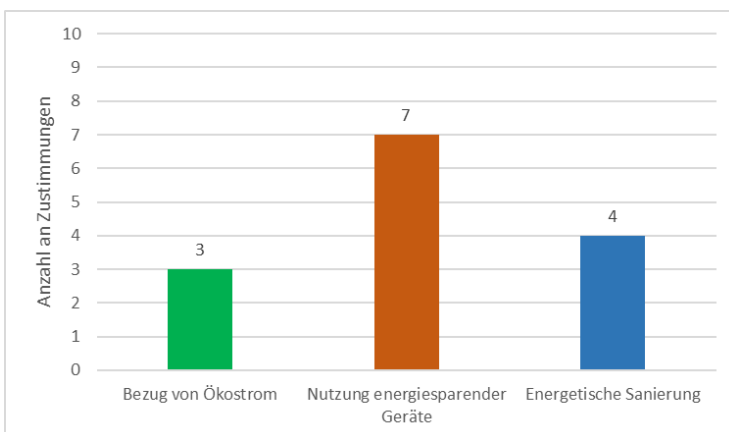


Abbildung 34: Rückmeldungen zur Mitmachkarte - das mache ich selbst im Energiebereich (N=10)

Gemeinsame Ideensammlung bei der Auftaktveranstaltung

In der digitalen Auftaktveranstaltung fand eine rege Diskussion zur zukünftigen Entwicklung des Charlottenviertels statt. Ein Schwerpunkt dabei wurde auf die Verbesserung der klimafreundlichen Mobilitätsinfrastruktur gelegt. Schwerpunkte waren die Verbesserung in der Radverkehrsinfrastruktur und eine Verkehrsberuhigung, um die Fortbewegung per Fuß und Rad zu unterstützen. Zusätzlich wurden konkrete Standorte mit Problemstellen für Fußgänger- und Radfahrer:innen identifiziert, die optimiert werden sollten (siehe Abbildung 35). Weiterhin wurden Carsharing-Angebote und E-Ladesäulen gewünscht.

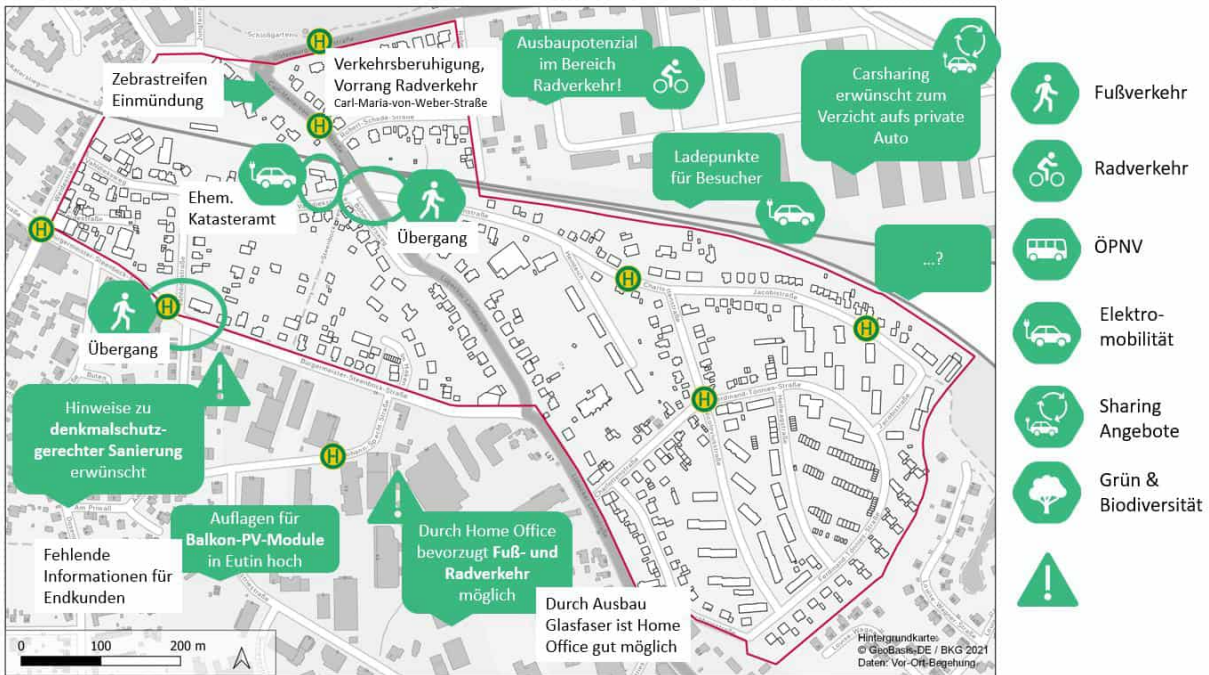


Abbildung 35: Virtuelle „Pinnwand“ für Hinweise zum Quartierskonzept während der Auftaktveranstaltung (© ZEBAU GmbH)

Neben dem Themenbereich Mobilität wurde ein Interesse an weiteren Informationen zu denkmalschutzgerechter energetischer Modernisierung und alternativer Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien geäußert. Wichtig sind den Teilnehmer:innen auch Förderprogramme und Energieberatung im Zusammenhang mit der energetischen Sanierung und die Wärmeversorgung mit unter anderem auch Fernwärmelösungen.

Dafür interessiere ich mich...

Mentimeter



Abbildung 36: Umfrageergebnisse während Auftaktveranstaltung zu Interessenschwerpunkten der Teilnehmer:innen

Hierzu wünsche ich mir mehr Informationen

Mentimeter



Abbildung 37: Freitexteingaben zur Umfrage der Auftaktveranstaltung

Rückmeldung zu Maßnahmenansätzen in Infoveranstaltung

Bei der Online-Infoveranstaltung am 28. September 2021 wurden Maßnahmenvorschläge in den Bereichen Gebäudemodernisierung, Wärmeversorgung, Gewinnung und Nutzung regenerativer Energien sowie im Bereich der klimafreundlichen Mobilität vorgestellt und mit allen Teilnehmenden diskutiert. Für die Teilnehmenden war insbesondere der Bereich Mobilität von großem Interesse. Hierzu fand eine rege Diskussion statt und die vorgeschlagenen Maßnahmen konnten zusammen mit den Bewohner:innen konkretisiert werden.

Das Thema Fuß- und Radverkehr stieß auf großes Interesse. Es wurden zur Optimierung der Querungsmöglichkeiten der Straßen weitere Übergänge benannt, bei welchen Verbesserungsbedarf besteht (siehe Abbildung 38). Hier wurde einmal die Überquerung der Bürgermeister-Steenbock-Straße auf Höhe der Agentur für Arbeit (Nr. 1). Die zweite Überquerung ist die Charlottenstraße nahe der Bahnlinie (Nr. 2). Hier gibt es eine Ampelschaltung, die bedarfsorientiert funktioniert, aber zu punktuell platziert ist und nicht die gesamte Kreuzung bedient. Nummer 3 auf untenstehender Abbildung ist der Kreisverkehr südlich des Schlossparks. Hier bedarf es besserer Kennzeichnungen, z.B. durch Zebrastreifen. Letztlich wurde auch der große Knotenpunkt an der Aral Tankstelle benannt, welcher vor allem für Fuß- und Radverkehr schwierig gestaltet ist. Außerdem wurde in die Diskussion eingebracht, die Carl-Maria-von-Weber-Straße als 30er Zone auszuweisen. So würden einerseits die Fußgängerüberquerungen sicherer als auch der Radverkehr gefördert. Die Strecke zwischen der Aral Tankstelle und dem Kreisverkehr wurde als risikobehaftet eingestuft und ein Handlungsbedarf wurde von allen Teilnehmenden gesehen.

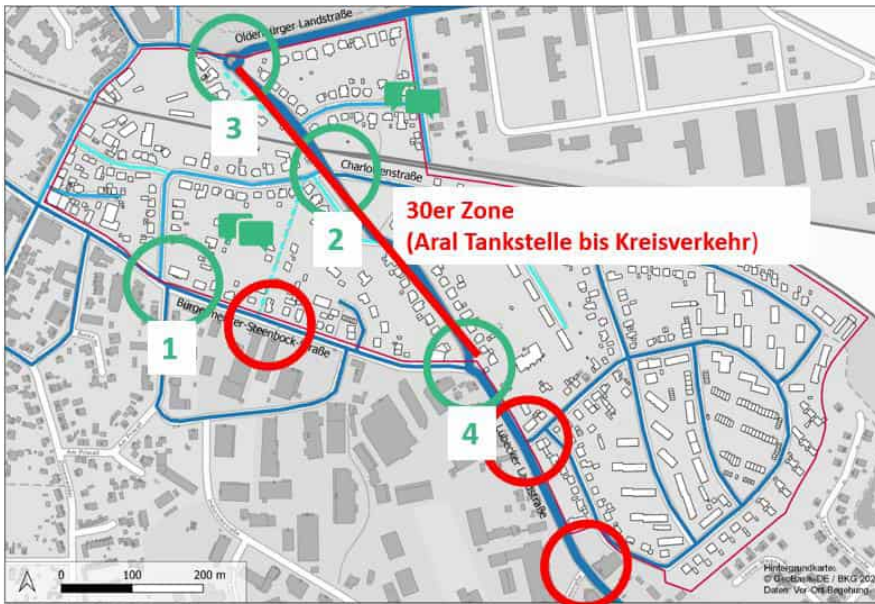


Abbildung 38: Anmerkungen der Teilnehmenden der Info-Veranstaltung

Die Umstrukturierung der Kreuzung ‚Lübecker Straße und Bürgermeister-Steinbock-Straße‘ wurde auch sehr interessiert betrachtet. Die Notwendigkeit einer Optimierung bekam großen Zuspruch und es wurde angemerkt, dass auch der Aspekt Barrierefreiheit zu bedenken sei. Vor allem für den Fuß- und Radverkehr stellt die Kreuzung ein Gefahrenpotential dar.

Des Weiteren wurde der Maßnahmenvorschlag ‚Verkehrsmittel teilen‘ mit den zwei enthaltenen Aspekten ‚Carsharing‘ und ‚Bikesharing‘ befürwortet und auch für einen Standort im Osten des Quartiers plädiert. Auch bei der Diskussion zur Erweiterung der E-Ladeinfrastruktur herrschte eine große Zustimmung bezüglich der Notwendigkeit des Ausbaus.

3 GESAMTENERGIE- UND CO₂-BILANZ

Die Erstellung einer Gesamtenergie- und CO₂-Bilanz dient der Bewertung der aktuellen energetischen Situation im Quartier und der Entwicklung gezielter Maßnahmen zur langfristigen Reduktion der CO₂-Emissionen. Der Energieverbrauch im Quartier setzt sich aus den einzelnen Verbräuchen in den Sektoren Wärme, Strom und Verkehr zusammen. Ziel ist es, die Energiebedarfe und damit einhergehenden CO₂-Emissionen zu bilanzieren, die auch durch entsprechende Maßnahmen innerhalb des Quartiers reduziert werden können.

3.1 Bilanzierungsmethodik

Die CO₂-Emissionen im Quartier wurden nach dem Verursacherprinzip bilanziert. Berücksichtigt wurden die Wärme- und Stromverbräuche, die durch Bewohner:innen und ansässige Firmen und Einrichtungen im Quartier entstehen. Bei der Betrachtung des Verkehrssektors wurden alle Fahrten der Quartiersbewohnenden einbezogen, auch solche außerhalb des Quartiers. Im Gegensatz dazu wurden Fahrten von außerhalb des Quartiers Wohnenden, die ins Quartier kommen oder dieses passieren, nicht mitgezählt. Aufgrund mangelnder Datengrundlage wurden die Verkehrsemissionen des vor- und nachgelagerten Güterverkehrs und des ansässigen Gewerbes nicht mitbilanziert. Aufgrund des niedrigen Anteils gewerblicher Flächen innerhalb des Quartiers sind die daraus resultierenden Abweichungen als gering einzuschätzen.

Mit den zur Verfügung gestellten Verbrauchsdaten und Angaben wurde eine Bilanzierung im Bestand für die Jahre 2018 bis 2020 vorgenommen. Abbildung 39 zeigt eine schematische Darstellung der Bilanzierungsmethodik.

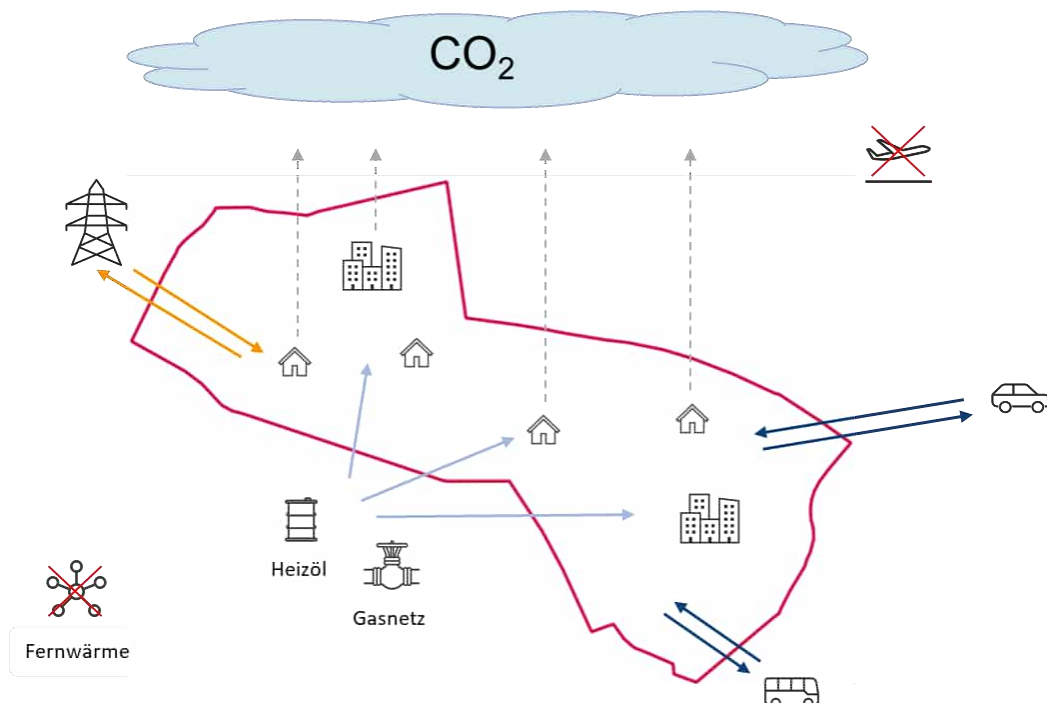


Abbildung 39: Schematische Darstellung der CO₂-Bilanzierung

Zur Bilanzierung des Sektors **Strom** wurde der gesamte Stromverbrauch im Quartier mit dem spezifischen CO₂-Emissionsfaktor des deutschen Strommixes bewertet. Im Quartier wird kein Strom aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erzeugt, einzelne PV-Module wurden bereits auf Garagendächern montiert. Werden aber aufgrund der sehr geringen Anzahl nicht mit in der Bilanzierung berücksichtigt.

Zu Bilanzierung der Emissionen im Sektor **Wärme** wurden die Verbräuche an Heizöl und Erdgas mit den jeweiligen spezifischen Emissionsfaktoren bewertet. Für die Einfamilienhäuser wurde über Gebäudekennwerte und entsprechende Anteile an der Wärmeversorgung ein Heizölverbrauch abgeschätzt.

Die Ermittlung der CO₂-Emissionen im Sektor **Verkehr** erfolgte mit Hilfe des Berechnungstools „Verkehrswenderechner“ von der Agentur für clevere Städte.¹⁵ Für jede deutsche Stadt lässt sich hiermit errechnen, wie viel CO₂ die Einwohner:innen täglich bzw. jährlich emittieren. Dafür werden die täglich zurückgelegten Wege aller Quartiersbewohner:innen pro Verkehrsmittel auf Basis von statistischen Werten ermittelt. Diese werden anschließend mit spezifischen CO₂-Emissionen der einzelnen Verkehrsmittel verrechnet.

Durch Annahmen zum Anteil der Verkehrsemissionen durch Strom, Diesel und Benzin lassen sich entsprechende End- und Primärenergiebedarfe zurück rechnen. Diese Werte liefern eine grobe Einschätzung der tatsächlichen End- und Primärenergiebedarfe im Sektor Verkehr und können von den tatsächlichen Werten leicht abweichen.

Da es weder für das Quartier Charlottenviertel noch für Eutin eine geeignete Verkehrsstudie gibt, wurde für die Charakterisierung des Mobilitätsverhaltens auf statistische Werte aus der Studie „Mobilität in Deutschland 2017“ vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI, 2017) zurückgegriffen.¹⁶

Das Quartier Charlottenviertel wird dort zu dem Raumtyp „ländliche Region – Mittelstadt, städtischer Raum“ gezählt.¹⁷ Die Bewohner:innen dieses Raumtyps legen täglich durchschnittlich etwa 3,1 Wege mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln zurück.

Der Modal-Split gibt Aufschluss darüber, wie häufig welches Verkehrsmittel genutzt wird. Abbildung 39 zeigt den Modal-Split für unterschiedliche Raumtypen.

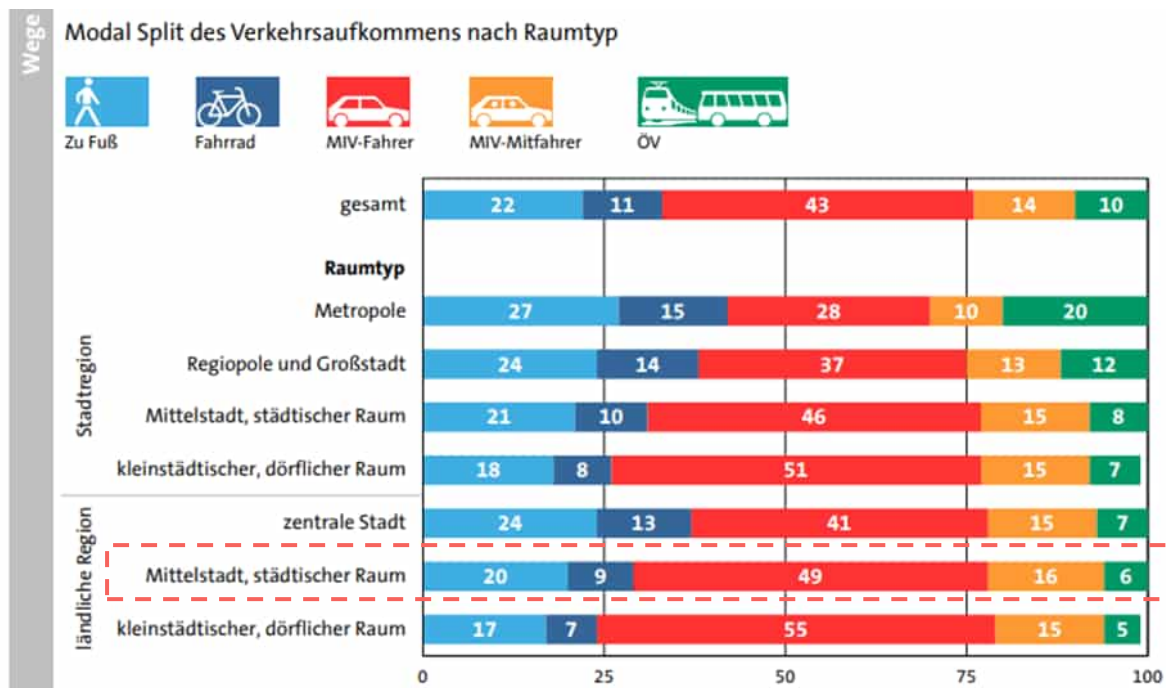


Abbildung 40: Modal-Split nach Raumtyp (MiD 2017¹⁸)

¹⁵ Agentur für clevere Städte (2017). Verkehrswende-Rechner. www.clevere-staedte.de/blog/artikel/verkehrswende-rechner (abgerufen am 25.05.2020)

¹⁶ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2017). Mobilität in Deutschland (MiD).

¹⁷ BMVI (2017). Mobilität in Deutschland (MiD). Ergebnisbericht. Zusammengefasster Regionalstatistischer Raumtyp.

¹⁸ BMVI (2017). Mobilität in Deutschland (MiD). Ergebnisbericht. Modal-Split nach Raumtyp.

Bei der Berechnung der CO₂-Emissionen wurde zudem auch berücksichtigt, dass ein mit dem Auto zurück gelegter Weg deutlich länger ist als eine zu Fuß zurück gelegte Strecke. Durchschnittlich beträgt eine Weglänge für eine Stadt wie Eutin etwa 11,9 km. Die gewichteten Wegelängen je Verkehrsmodi sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** aufgeführt.

Tabelle 9: Wegeanzahl und Wegelänge für den zugehörigen Raumtyp sowie gewichtete Wegelängen der einzelnen Verkehrsmodi¹⁹

Wegeanzahl pro Person und Tag	3,1
Durchschnittliche Wegelänge in km	11,9 km
Gewichtete Wegelänge Fußverkehr	1,4 km
Gewichtete Wegelänge Radverkehr	3,2 km
Gewichtete Wegelänge ÖPNV	21,6 km
Gewichtete Wegelänge MIV (Fahrer:in)	18,5 km
Gewichtete Wegelänge MIV (Mitfahrer:in)	14,9 km

Bedingt durch die räumliche Lage sehr nah am Stadtzentrum und die Sozialstruktur sind der Modal-Split und auch die Wegelängen nicht vollständig auf das Quartier übertragbar. Die Altersstruktur der Bewohner:innen im Quartier lässt beispielsweise vermuten, dass der Anteil des Radverkehrs höher liegt als aufgrund der statistischen Werte angenommen. Entsprechende quartierbezogene Daten sind jedoch nicht vorhanden, weshalb der beschriebene Modal Split zugrunde gelegt wird. Im Sektor Verkehr werden zudem der Lieferverkehr der ansässigen Firmen, Transitverkehr durch andere Bürger:innen und der Flugverkehr der Quartiersbewohner:innen nicht berücksichtigt. Die ermittelten CO₂-Emissionen für die Sektoren Wärme und Strom sind durch die Primärdaten belastbarer.

3.2 Berechnungsparameter

Zur Berechnung der End- und Primärenergiebilanz sowie der CO₂-Emissionen wurden die in folgender Tabelle aufgeführten spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren sowie Primärenergiefaktoren verwendet.

¹⁹ Agentur für clevere Städte (2017). Verkehrswende-Rechner. www.clevere-staedte.de/blog/artikel/verkehrswende-rechner (abgerufen am 25.05.2020)

Tabelle 10: Annahmen zu spezifischen CO₂-Emissions- und Primärenergiefaktoren

	CO ₂ -Emissionsfaktor [g/kWh]	Primärenergiefaktoren [-]
Strommix (DE) (2018-2020)	415	1,8
Strommix (DE) (2020)	366	1,8
Strommix (DE) (2030)	189	-
Strommix (DE) (2045)	19	-
Gas (Hs) / Gas (Hi)	182 / 201	1,1
Heizöl EL (Hs) / Heizöl EL (Hi)	250 / 279	1,1
Biomethan	70	0,5
Pellets	25	0,2
Diesel	246	1,1
Ottokraftstoff	243	1,1
Erneuerbare (Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme)	0	1

3.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Gesamtenergiebilanz von End- und Primärenergieverbrauch für die Sektoren Strom, Wärme und Verkehr sind in Abbildung 41 aufgeführt.

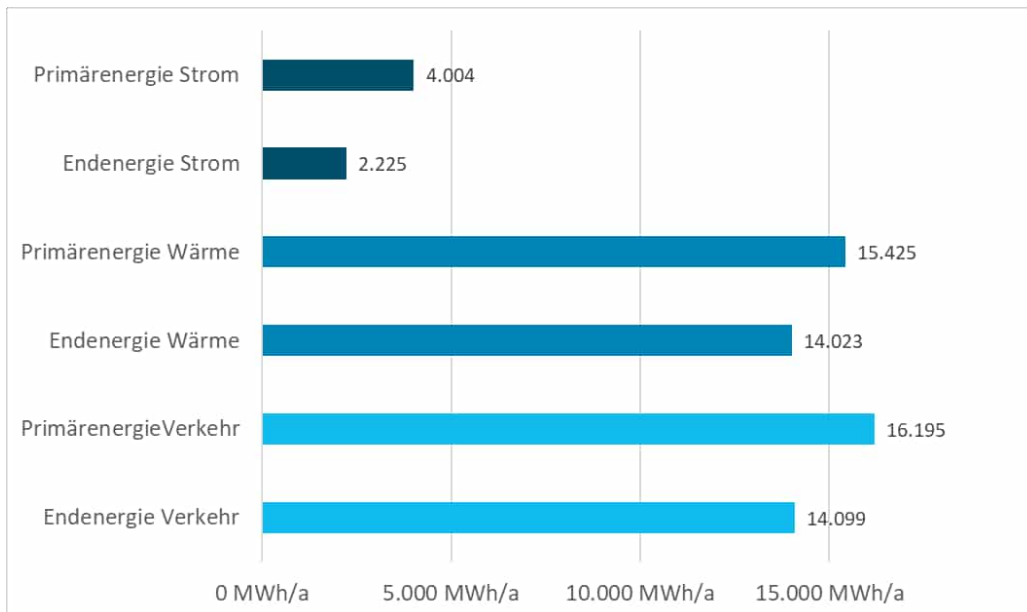


Abbildung 41: End- und Primärenergieverbrauch je Sektor

Den größten Endenergieverbrauch weist im Mittel der Jahre 2018 bis 2020 der Verkehrssektor mit etwa 14,1 GWh pro Jahr auf. Gefolgt wird er vom Sektor Wärme mit einem Endenergieverbrauch von ca. 14,0 GWh pro Jahr. Am wenigsten Endenergie wird für direkte Stromanwendungen benötigt, der Endenergieverbrauch liegt bei ca. 2,2 GWh pro Jahr.

Aufgrund des hohen Primärenergiefaktors von Strom ist die diesem Sektor zugeordnete Primärenergie jedoch deutlich höher. Über alle Energieträger und Sektoren summiert sich der jährliche Endenergieverbrauch im Quartier auf 30,3 GWh, der Primärenergiebedarf liegt bei 35,6 GWh und damit etwa 17,5 % höher.

Die absoluten CO₂-Emissionen des Quartiers lassen durch die in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** aufgeführten spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren berechnen.

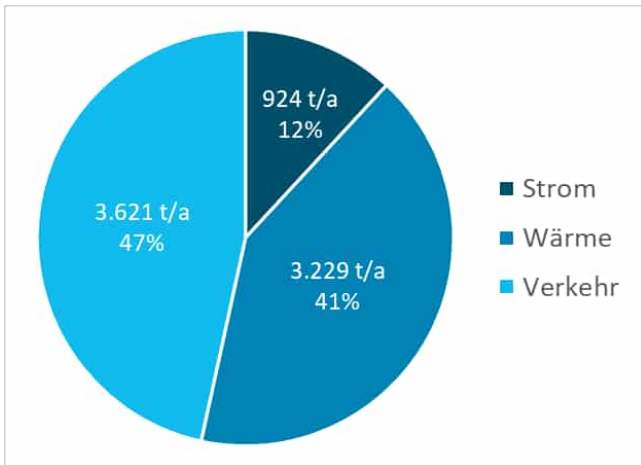


Abbildung 42: CO₂-Emissionen je Sektor und prozentuale Anteile im Mittel für die Jahre 2018-2020

Insgesamt ergeben sich für das Quartier in den Sektoren Strom, Verkehr und Wärme im Schnitt CO₂-Emissionen in Höhe von 7.774 Tonnen pro Jahr. Den größten Anteil dazu trägt mit über 45 % der Sektor Verkehr bei. Auch im Sektor Wärme werden jährlich erhebliche Mengen an CO₂-Emissionen freigesetzt. Unter Annahme einer Einwohner:innenanzahl von 1.618 entsprechen die Gesamtemissionen im Mittel etwa 4,8 tCO₂ pro Kopf und Jahr.

Die Bilanzierung wurde separat für die Jahre 2018, 2019 und 2020 durchgeführt. Diese Bilanzierung kann im Anschluss an das energetische Quartierskonzept gemäß dem Monitoringkonzept fortgeschrieben werden.

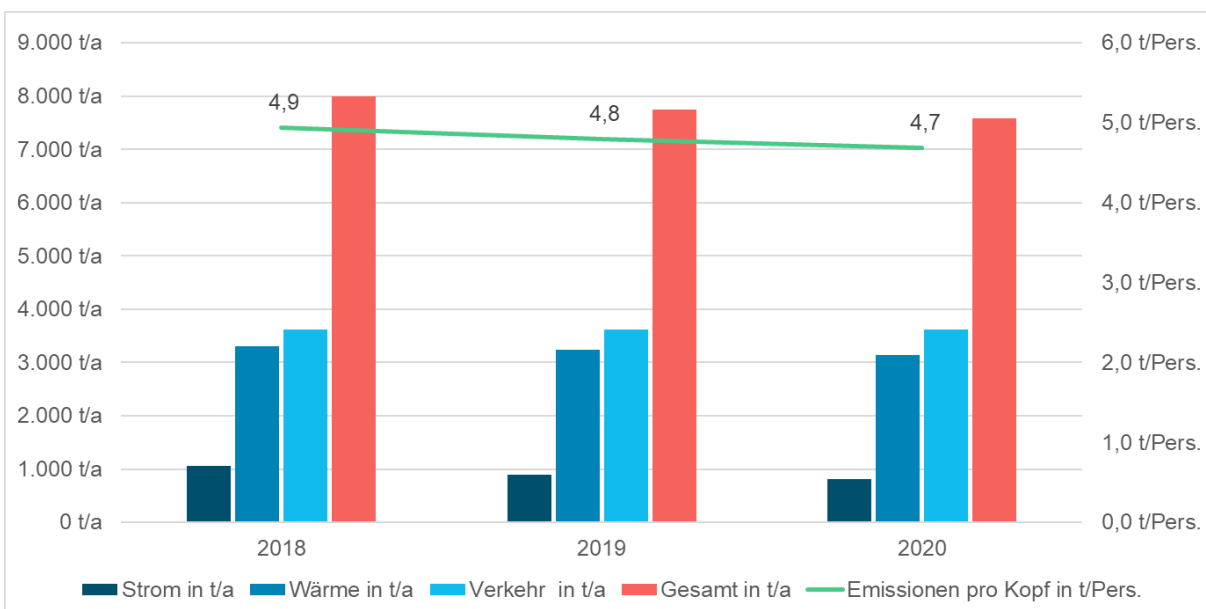


Abbildung 43: CO₂-Emissionen nach Anwendung absolut und pro Kopf

Aus der jahresscharfen Bilanzierung in Abbildung 43 ist abzulesen, dass die Emissionen sowohl im Bereich Wärme als auch im Bereich Strom in den letzten Jahren bereits leicht gesunken sind. Die Reduktion im Stromsektor ist insbesondere auf die Entwicklung der CO₂-Kennziffer des immer grüner werdenden

Bundesdeutschen Strommix zurückzuführen, die Stromverbräuche hingegen sind annähernd konstant geblieben.

Da die betrachteten Jahre klimatisch sehr ähnlich waren, liefert der Rückgang der Energieverbräuche im Wärmesektor hingegen ggf. erste Hinweise auf durchgeführte Modernisierungsmaßnahmen.

Nicht inkludiert in der Bilanz sind CO₂-Emissionen, die durch den täglichen Konsum, die Ernährung, das öffentliche Leben und Flugreisen der Einwohner:innen entstehen. Die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr machen im Bundesdeutschen Durchschnitt nur etwa ein Drittel der gesamten CO₂-Emissionen aus.

Bei einer detaillierten Betrachtung der Emissionen im Sektor Verkehr wird deutlich, dass fast alle Emissionen auf den motorisierten Individualverkehr zurückzuführen sind. Der private PKW-Verkehr daher ist einer der wichtigsten Treiber für die Emissionen im Quartier.

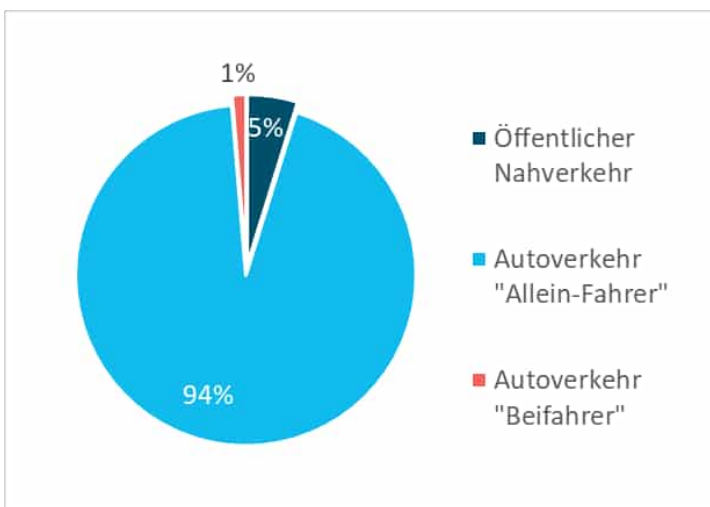


Abbildung 44: Aufteilung der Emissionen im Sektor Verkehr

Basierend auf den weiteren Untersuchungen zur Energiebedarfsentwicklung und möglichen zukünftigen Wärmeversorgungsmaßnahmen sowie den empfohlenen Mobilitätsmaßnahmen werden für das Quartier in Abschnitt 6 ein möglicher Dekarbonisierungspfad und perspektivische Energieeinsparungen für die Jahre 2030 und 2045 aufgezeigt.

4 POTENZIALANALYSE

In der folgenden Potenzialanalyse werden zuerst die Potenziale zur Modernisierung des Gebäudebestandes und der damit einhergehenden Bedarfsreduktionen untersucht. Anschließend werden die Potenziale zur Nutzung Erneuerbarer Wärme eingehend analysiert. Ein weiterer Bestandteil der Potenzialanalyse ist die Ermittlung der Potenziale zur Erzeugung Erneuerbaren Stroms im Quartier. Abschließend werden Mobilitätspotenziale behandelt.

4.1 Gebäudemodernisierung

4.1.1 Zielwerte des Gebäudeenergiebedarfs

Die aktuellen Hitzewellen, Trockenperioden und Überflutungen sowie die neuen Erkenntnisse des Weltklimarates innerhalb des aktualisierten IPCC-Berichts (2021) machen die Notwendigkeit konkreter Maßnahmen für eine klimafreundliche Entwicklung deutlich. Daher hat Deutschland 2021 die nationalen Klimaziele aktualisiert. Ziel ist es, bis 2030 die CO₂-Emissionen um 65 % gegenüber 1990 zu reduzieren und bis 2045 soll die Treibhausgasneutralität verbindlich erreicht werden. Hinzu kommen Aspekte wie steigende Energiepreise und die 2021 eingeführte CO₂-Bepreisung für die Bereiche Wärme und Verkehr.

Hinsichtlich dieser Ziele sowie Entwicklungen kommt dem Gebäudebereich eine wichtige Rolle zu. Entsprechend verfolgt die Bundesregierung das Ziel, bis zum Jahr 2050 einen „nahezu klimaneutralen“ Gebäudebereich zu erreichen. Es wird angestrebt, „dass die Gebäude nur noch einen sehr geringen Energiebedarf aufweisen und der verbleibende Energiebedarf überwiegend durch erneuerbare Energien gedeckt wird“. Eine Prognose der Entwicklung des Gebäudebestands bis 2050 ist angesichts der Ungewissheiten bezüglich der Entwicklung der Rahmenbedingungen mit Unsicherheiten behaftet. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) führt daher aus, dass verschiedene Szenarien und Zielpfade zur Verwirklichung der energie- und klimapolitischen Ziele denkbar sind (BMWi, 2014).

Um dieses Ziel zu erreichen, bis 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu haben, sind verstärkte Anstrengungen in mehrfacher Hinsicht notwendig: eine Minderung des Energieverbrauchs des Gebäudebestands, Effizienzsteigerungen bei der Gebäudetechnik sowie die Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien. Ausgehend von 2008 ergibt sich je nach gewählter Kombination aus Energieeinsparung und EE-Anteil (Erneuerbare Energien-Anteil) ein unterschiedlicher Zielpfad zur Erreichung eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestands bis 2050.

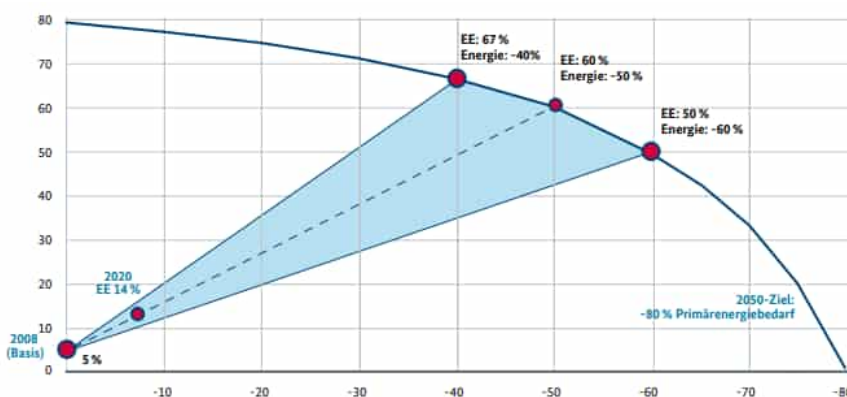


Abbildung 45: (möglicher) Zielkorridor aus Energieeinsparung und Erhöhung des EE-Anteils von 2008 bis 2050 in Prozent (BMWi, 2014)²⁰

²⁰ BMWi, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014). Sanierungsbedarf im Gebäudebestand, Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude.

Beispielsweise läge bei einer Minderung des Endenergieverbrauchs um 50 % der benötigte EE-Anteil im Jahr 2050 bei rund 60 %. Erhöht man den EE-Anteil im Zieljahr auf 67 %, könnte die Energieeinsparung geringer ausfallen (-40 %). Bei einer Minderung des Energieverbrauchs um 60 % würde es ausreichen, den EE-Anteil auf rund 50 % zu steigern (siehe Abbildung 45: (möglicher) Zielkorridor aus Energieeinsparung und Erhöhung des EE-Anteils von 2008 bis 2050 in Prozent (BMWi, 2014)).

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) hat im Vorfeld der Erarbeitung der Energieeffizienzstrategie Gebäude (BMWi, 2015)²¹ ein Forschungskonsortium (Prognos, ifeu und IWU) damit beauftragt, Szenarien für einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand bis 2050 unter Verwendung des heutigen Stands der Technik und unter Berücksichtigung der Potenziale und Restriktionen zu modellieren. Im Ergebnis zeigen die Auswertungen der Gutachter auf, dass eine Minderung des Primärenergiebedarfs im Gebäudebereich um 80 % grundsätzlich mit heutigem Stand der Technik realisierbar wäre.

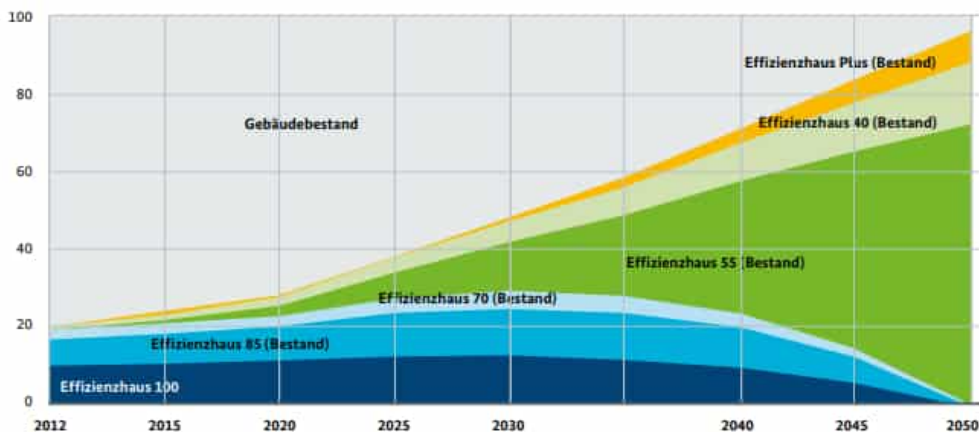


Abbildung 46: Entwicklung des Primärenergiebedarfs bis 2050, dargestellt anhand der heutigen Förderstrukturen der KfW-Programme („Effizienzhäuser“) (BMWi, 2014)²²

Im Zielkorridor zur Erreichung eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestandes spielt neben den erneuerbaren Energien die Energieeinsparung eine tragende Rolle. Bei einer angenommenen Bandbreite zur Minderung des Energieverbrauchs um 40 bis 55 % bedeutet das, dass sich für den Gebäudebestand der Zukunft in etwa die dargestellten Entwicklungen beim Endenergiebedarf ergeben. 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, ergeben sich deutliche Reduzierungen von mindestens etwa -50 % und bis zu -70 %.

Der durchschnittliche spezifische Wärmebedarf der Gebäude im Quartier liegt im Mittel bei 137 kWh/m²a und somit unterhalb des bundesdeutschen Durchschnitts.

Bezogen auf unterschiedliche Energieeinsparpotentiale 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 in den einzelnen Baualtern zur Minderung des Endenergieverbrauchs.

²¹ BMWi, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015). Effizienzstrategie Gebäude, Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand. www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-gebaeude.pdf?__blob=publication-file&v=25 (abgerufen am 27.11.2021)

²² BMWi, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014). Sanierungsbedarf im Gebäudebestand, Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude.

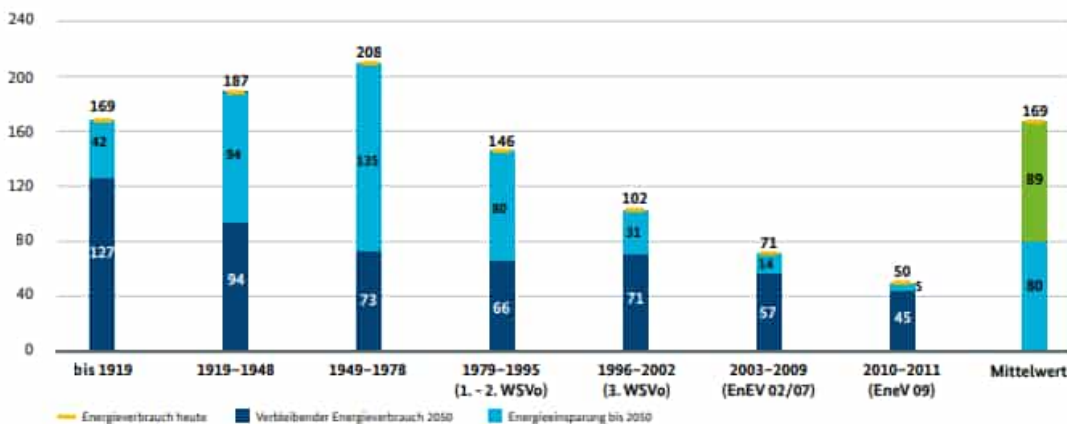


Abbildung 47: Verteilung des flächenbezogenen Endenergieverbrauchs heute und des Einsparpotenzials 2050 (BMWi, 2014)

Insbesondere den Gebäuden von 1949 bis 1978, zu denen auch die Mehrzahl der Gebäude im Quartier gehören (60 % gemessen an der Netto-Raumfläche der Gebäude), werden die größten Einsparpotenziale zugewiesen. Bei dieser Gebäudeklasse wurde ein Einsparpotenzial von 65 % angenommen. Ob dies im Quartier realistisch ist, kann durch die vorgenommenen Mustersanierungskonzepte abgeschätzt werden. Wichtig ist hierbei noch die Unterscheidung von energetisch nicht modernisierten Gebäuden und Gebäuden, die schon teilweise energetisch modernisiert wurden (siehe Kapitel 2.1.6). Die Einsparungen unterscheiden sich hierbei, da der Bestandswert bei den Gebäuden, die eine Teilmodernisierung aufweisen wesentlich geringer ist als bei komplett unmodernisierten Gebäuden aus dieser Zeit.

Die Baualtersklasse 1919-1948 weist auch ein erhebliches Einsparpotenzial auf (50 %). Die Gebäude dieser Kategorie haben einen Anteil von 10 % der gesamten Netto-Raumfläche der Quartiersgebäude. Gebäude von 1978 bis 1995 sind ebenfalls in der Regel umfassend energieeffizient zu sanieren; hier wurde das Einsparpotenzial mit über 55 % angenommen. Diese Baualtersklasse ist jedoch mit nur 4 % der Netto-Raumfläche gering im Quartier vertreten.

Mit der 3. Wärmeschutzverordnung 1995 (WSVo) und spätestens ab der Energieeinsparverordnung (EnEV) sind die Gebäudehüllen der Gebäude ab einem Baualter von 1996 in einem Zustand, der oft keine wirtschaftliche Sanierung ermöglicht. Hier wurden geringere Einsparpotenziale von 30 % (Wärmeschutzverordnung - WSVo 1995), 20 % (EnEV 2002/07) und 10 % (EnEV 2009) angenommen. Diese Baualterskategorien (1996 und jünger) sind auch nur zu einem geringen Anteil im Quartier vorhanden (5 % der Netto-Raumfläche).

In der Summe ergibt sich eine durchschnittliche Reduzierung des Energieverbrauchs des gesamten Gebäudebestands in Deutschland auf 80 kWh/m²a. Vergleicht man diesen Wert mit dem vorher genannten durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarf der Gebäude im Quartier von 137 kWh/m²a erkennt man deutlich den Handlungsbedarf und die vorhandenen Potenziale.

Zur konkreten Überprüfung der Einsparpotenziale im Quartier wurden drei verschiedene Mustersanierungskonzepte erstellt. Diese wurden anhand von verschiedenen Faktoren ausgewählt (z.B. Häufigkeit der Gebäudetypologien, Datenverfügbarkeit, Interesse der Eigentümer:innen, aktueller Modernisierungsstand der Gebäude, etc.) und zusammen mit den Gebäudeeigentümer:innen erarbeitet. Sie sollen aufzeigen, was für eine Energieeinsparung für die jeweiligen Typologien möglich ist und andere Gebäudeeigentümer:innen dazu motivieren energetische Modernisierungsmaßnahmen einzuleiten und umzusetzen. Alle weiteren Informationen zu den Mustersanierungskonzepten sowie deren Ergebnisse und Modernisierungsvarianten sind in folgenden Kapiteln zu finden sowie im Anhang.

4.1.2 Leitlinien Gebäudeenergieeffizienz

Die EU-Kommission hat am 14. Oktober 2020 im Rahmen des „European Green Deal“ ihre Strategie für eine „Renovierungswelle“ zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden in Europa veröffentlicht. Die Renovierungsquote in den nächsten zehn Jahren soll sich mindestens verdoppeln. Die Strategie umfasst als Leitaktionen u. a. strengere Vorschriften, Standards und Informationen in Bezug auf die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, um Renovierungen im öffentlichen und privaten Sektor zu attraktiveren. Darunter fallen auch die schrittweise Einführung verbindlicher Mindestnormen für die Gesamtenergieeffizienz bestehender Gebäude, aktualisierte Vorschriften für Energieeffizienzausweise und eine etwaige Ausweitung der Renovierungsanforderungen für den öffentlichen Sektor. In der Überarbeitung des EPBD (Energy Performance of Buildings Directive), die im Dezember 2021 vorgelegt wurde, sind diese Ziele noch weiter konkretisiert worden. So betreffen die Modernisierungsauflagen maßgeblich die 15% der Gebäude, die innerhalb eines Landes den energetisch schlechtesten Standard aufweisen und damit im Energieausweis der Klasse G zugeordnet sind. Davon müssen alle Nicht-Wohngebäude und öffentlichen Gebäude bis 2027 energetisch so weit aufgewertet werden, dass sie in Klasse F und bis 2030 in Klasse E fallen. Für alle Wohngebäude ist eine entsprechende Modernisierung bis 2030 und 2033 angestrebt. Insgesamt sind davon etwa 30 Mio. Gebäudeteile betroffen, für deren Sanierung der EU-Haushalt 150 Mrd. Euro an Fördermitteln bereithält.

Darüber hinaus wird die Energieeffizienz von Gebäuden in Deutschland seit 1. November 2020 durch das Gebäudeenergiegesetz (GEG) gesetzlich geregelt. Es führt das Energieeinspargesetz, die Energieeinsparverordnung und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz zusammen. Ziel des GEG ist ein möglichst sparsamer Einsatz von Energie in Gebäuden einschließlich einer zunehmenden Nutzung erneuerbarer Energien zur Erzeugung von Wärme, Kälte und Strom für den Gebäudebetrieb (§ 1 Abs. 1). Die Hauptanforderungsgröße für Neubauten ist im GEG der Jahresprimärenergiebedarf im Vergleich zu einem Referenzgebäude gleicher Geometrie und Abmessung und vorgegebenen technischen Eigenschaften. Zusätzlich einzuhalten ist ein vom Gebäudetyp abhängiger Grenzwert für den auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlust. Bei der Modernisierung von Bestandsgebäuden sind Grenzwerte in Relation zum Neubaustandard einzuhalten.

Der öffentlichen Hand soll nach GEG eine Vorbildfunktion zukommen (§ 4). Diesbezüglich steht es in Zusammenhang mit der EU-Gebäuderichtlinie, nach welcher neue Nichtwohngebäude der öffentlichen Hand seit 2019 und alle neuen Gebäude seit 2021 als Niedrigstenergie-Gebäude errichtet werden müssen. Der Niedrigstenergie-Gebäudestandard wird in § 10 bestimmt. Auch hier werden die Anforderungen im Rahmen der Überarbeitung des EPBD steigen, da es vorgesehen ist, dass alle öffentlichen Gebäude ab 2027 emissionsfrei sein müssen. Das GEG geht bisher nicht über das Anforderungsniveau der schon bestehenden Vorschriften hinaus. Allerdings sollen die Anforderungen nach § 9 im Jahr 2023 überprüft und ein Gesetzgebungsvorschlag zu ihrer Weiterentwicklung gemacht werden. Bei diesem ist wiederum die Bezahlbarkeit des Bauens und Wohnens zu beachten (§ 9 Abs. 1 S. 2).

Mit Übernahmen der Geschäfte durch die neue Bundesregierung wurde die geplante Weiterentwicklung des GEG weiter konkretisiert. So sollen Modernisierungen von Bestandsgebäuden ab 2024 dem Effizienzhaus 70 Standard entsprechen und sämtliche Neubauten ab 2025 dem Effizienzhaus 40 gleichen.

Die bisherigen Bundesförderprogramme „Energieeffizient Bauen und Sanieren“ und das „Marktanreizprogramm“ wurden 2021 in die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) überführt. Wenn die Anforderungen der BEG-Förderung erfüllt werden, können zusätzlich weitere finanzielle Förderungen beantragt werden. Diese betreffen bisher die Nutzung von erneuerbaren Energien (EE-Förderung) und die Bonusförderung der NH-Klasse. Bisher gingen Gebäude der Effizienzklasse 55 und 40 und das unabhängig definierte Passivhaus über den gesetzlichen Standard hinaus und konnten über die BEG-Förderung finanziert werden. Die Förderung der Effizienzklasse 55 sollte zum 31.01.2022 planmäßig auslaufen und wurde bereits vorzeitig mit dem gesamten Förderprogramm beendet. Im Kontext des Koalitionsvertrages

wird eine Fortführung erwartet, die lediglich Gebäude nach dem Standard des EH 40 sowie gleichwertigen Ausführungsformen einschließt und insbesondere die Sanierung von Altbauten berücksichtigt. Im Kontext der Anforderungen an die Modernisierung des Gebäudebestands auf EU-Ebene wird sich dies insbesondere auf Gebäude der Energieeffizienzklasse G beziehen.

Sobald die neue Förderrichtlinie ausgearbeitet ist, ist zu erwarten, dass sie im selben Rahmen umgesetzt wird wie bisher. Das heißt, dass Bauleute, deren Projekte die entsprechenden Standards erfüllen, durch Zuschüsse oder zinsverbilligte Darlehen der KfW Bankengruppe unterstützt werden.

Auch wenn die konsequente Umsetzung des EH 40 Standards im Neubau absehbar ist, wurde der Förderstandard Effizienzhaus 55 bisher als guter Kompromiss zwischen Mehrkosten und einzusparenden Energiekosten angesehen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich der Effizienzhaus 55 Standard durch relativ einfache technische Maßnahmen und eine optimierte Planung realisieren lässt. Analysen im Bereich des Wohnungsbaus zeigen Mehrkosten bei Realisierung des Standards Effizienzhaus 55 gegenüber der aktuellen Fassung des GEG von etwa 90 € pro m² Nutzfläche bei einer Bandbreite zwischen knapp 50 €/m² und knapp 160 €/m² (Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., 2017). Die Mehrkosten ließen sich außerdem durch die Nutzung der bestehenden Fördermittel weitestgehend ausgleichen. Wie sich das Verhältnis von Mehrkosten zu Finanzierungsmöglichkeiten mit der neuen BEG-Förderrichtlinie und den neuen Standards entwickeln wird, bleibt abzuwarten.

4.1.3 Modernisierung Einfamilien- und Reihenhäuser

Freistehende Einfamilienhäuser sowie Reihenhäuser stellen einen Großteil der im Quartier vorhandenen Gebäudetypologie dar mit 54 % (nach Netto-Raumfläche). Dies bedeutet sie bieten wertvolle Informationen zum Einsparpotenzial des Gesamtquartiers. Um das Segment der Einfamilienhäuser erfassen zu können, wurden die Eigentümer:innen der Einfamilienhäuser und privaten Reihenhäuser per Direktzusage zu ihrem Interesse an der Erstellung eines Modernisierungskonzept befragt. Nach Abstimmung mit den Gebäudeeigentümern und -eigentümerinnen wurden zwei Mustersanierungskonzepte erstellt. Hierbei handelt es sich um zwei Gebäude, deren Typologie vermehrt im Quartier zu finden ist und so eine Replikation der Modernisierungsmaßnahmen gegeben ist.

Die Spezifikationen der Gebäudehülle sowie Anlagentechnik aus den folgenden Gebäudesteckbriefen wurden bei einer Bestandsaufnahme vor Ort aufgenommen. Bei der Entwicklung der verschiedenen Varianten des Modernisierungskonzeptes wurden die individuellen Rahmenbedingungen und Umstände der Eigentümerinnen und Eigentümer berücksichtigt. Neben den baulichen Maßnahmen wurden zusätzlich unterschiedliche Lösungen der Wärmeversorgung bilanziert. Die detaillierten Bilanzierungsergebnisse finden sich im Anhang.

Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 1“

Das Gebäude stammt aus dem Baujahr 1904 und steht mit den benachbarten fünf Gebäuden unter Denkmalschutz. Folgender Gebäudesteckbrief zeigt die Besonderheiten der Gebäudehülle sowie der Anlagentechnik.

Tabelle 11: Gebäudesteckbrief – Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 1“

Gebäudesteckbrief – Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 1“	
<p>Eigentümer:innen: privat</p> <p>Geschosse: 2 Baujahr: 1904 Wohneinheiten: 1 beheizte Wohnfläche: 230m² beheiztes Volumen: 925 m³ Nutzfläche A_N: 240 m²</p>	
Gebäudehülle	
<ul style="list-style-type: none">▪ Außenwände: 2-schaliges Mauerwerk mit Luftschicht (OG: 35,5cm AW-Stärke, im EG mehr)▪ Eingangstür: Kunststoff mit 2-f V▪ Fenster: 3-f WSV Kunststoff 2015, mit Fensterfalzlüftern▪ Dach: 10cm Aufdachdämmung PIR, Flur auch Zwischensparrendämmung, Spitzboden nicht ausgebaut▪ Keller: Kappendecke mit Stahlträgern, darauf Holzfußboden auf Lagerhölzern	
Anlagentechnik	
<ul style="list-style-type: none">▪ Heizung: Öl-Brennwertkessel▪ Baujahr Wärmeerzeuger: 2006▪ Warmwasser: über Heizung, WW-Speicher vorhanden	

- Pumpen leistungsgeregelt, Leitungen mäßig gedämmt
- Wesentlicher Energieträger: Öl

Tabelle 12: Darstellung Modernisierungsvarianten – Modernisierungskonzept „Einfamilienhaus 1“

Modernisierungsvariante 1 – Einzelmaßnahmen
Maßnahmen Gebäudehülle
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kerndämmung der Außenwände mit 7cm Einblasdämmung WLG 035 ▪ Dämmung der Kellerdecke mit ca. 10cm Einblasdämmung WLG 035 zwischen die Lagerhölzer
Maßnahmen Anlagentechnik
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dämmung der Leitungen, Senkung der Auslegungstemperatur auf 55°C / 45°C, hydraulischer Abgleich, Einbau eines Pufferspeichers ▪ Austausch des Öl-Heizkessels g eine Luft-Wasser-Wärmepumpe mit elektrischem Heizstab ▪ ggf. Ergänzung einer 1,5kW PV-Anlage, in Abstimmung mit dem Denkmalschutz
Modernisierungsvariante 2 – Effizienzhaus 100 EE (Wärmepumpe)
Maßnahmen Gebäudehülle
wie Modernisierungsvariante 1, zusätzlich: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dämmung der Wände + Decke zum Kellerabgang mit 8cm Hartschaumdämmung WLS 023 ▪ Dämmung der Decke über Loggia und Eingangsnische mit 22cm Einblasdämmung WLG 035 ▪ Dämmung des Loggiabodens mit 22cm Einblasdämmung WLG 035 ▪ Dämmung des Erkerdachs mit 20cm Mineralwolle WLS 032 ▪ Austausch der Eingangstür gegen eine neue mit $U=1,3W/m^2K$
Maßnahmen Anlagentechnik
Wie Modernisierungsvariante 1
Modernisierungsvariante 3 – Effizienzhaus 100 EE (Holzpelletkessel)
Maßnahmen Gebäudehülle
wie Modernisierungsvorschlag 2
Maßnahmen Anlagentechnik
Alternativ zu Modernisierungsvorschlag 2: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dämmung der Leitungen, Senkung der Auslegungstemperatur auf 55°C / 45°C ▪ Austausch des Öl-Brennwertkessels gegen einen Holzpelletkessel für Heizung und Warmwasser ▪ Einbau eines Pufferspeichers

In der Übersicht (siehe Tabelle 13) ergeben sich folgende Werte für den jeweiligen spezifischen Heizwärmebedarf, Endenergiebedarf sowie Primärenergiebedarf der Varianten.

Tabelle 13: Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 1“ - Einsparungen

Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 1“			
	Einzelmaßnahmen	Effizienzhaus 100 EE (Wärmepumpe)	Effizienzhaus 100 EE (Holzpellets)
Heizwärmebedarf spezifisch (Bestand)	184 kWh/m²a		
- <i>Einsparung</i>	44 %	49 %	49 %
Heizwärmebedarf spezifisch	102 kWh/m²a	93 kWh/m²a	93 kWh/m²a
Endenergiebedarf spezifisch (Bestand)	227 kWh/m²a		
- <i>Einsparung</i>	76 %**	78 %**	21 %*
Endenergiebedarf spezifisch	54 kWh/m²a	50 kWh/m²a	179 kWh/m²a
Primärenergiebedarf spezifisch (Bestand)	252 kWh/m²		
- <i>Einsparung</i>	62 %	65 %	83 %
Primärenergiebedarf spezifisch	95 kWh/m²a	89 kWh/m²a	42 kWh/m²a

* rechnerisch geringe Endenergieeinsparung durch schlechte Effizienz der Holzpellet-Verbrennung

** rechnerisch hohe Endenergie-Einsparung durch strombetriebene Wärmepumpe

Die Tabelle zeigt die unterschiedlichen Einsparungen, die in den verschiedenen Kategorien (Heizwärmebedarf, Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf) zwischen den Varianten vorliegen. Deutlich zu erkennen ist die Veränderung der höchsten Einsparung von Kategorie zu Kategorie. Im Bereich des Heizwärmebedarfs sind alle Varianten vergleichbar. Die Einsparungen im Endenergieverbrauch sind hingegen bei Variante 1 und 2 deutlich höher als bei Variante 3, bei der rechnerisch eine geringe Endenergieeinsparung vorliegt durch die schlechte Effizienz der Holzpellet-Verbrennung. Gleichzeitig sind die Werte in dieser Kategorie für Variante 1 und 2 rechnerisch hoch durch eine strombetriebene Wärmepumpe. Dafür scheidet Variante 3 bei der Primärenergieeinsparung am besten ab, durch den vergleichsweise guten Primärenergiefaktor des Energieträgers Holz.

Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 2“

Das Gebäude stammt aus dem Baujahr 1951 und wurde an mehreren Bauteilen schon modernisiert. Folgender Gebäudesteckbrief zeigt die Besonderheiten der Gebäudehülle sowie der Anlagentechnik.

Tabelle 14: Gebäudesteckbrief – Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 2“

Gebäudesteckbrief – Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 2“	
<p>Eigentümer:innen: privat</p> <p>Geschosse: 2</p> <p>Baujahr: 1951 / 1960er</p> <p>Wohneinheiten: 1</p> <p>beheizte Wohnfläche: 140 m²</p> <p>beheiztes Volumen: 555 m³</p> <p>Nutzfläche AN: 175 m²</p>	
Gebäudehülle	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Außenwände: massives MW ungedämmt, Anbau massives MW mit Holzfassade & ca. 4cm Dämmung ▪ Eingangstür: Holz 2-f V 1960er ▪ Fenster: teilw. 3-f WSV Kunststoff 2012 (zum Garten), teilw. 2-f V Holz 1970er (zur Straße) ▪ Dach: 2009 Dämmung und neue Deckung, bis Spitzboden ausgebaut, Gaube ungedämmt ▪ Keller: voll unterkellert, unbeheizt, Kappendecke vereinzelt gedämmt (5-10cm), Kelleraußenwand aus Feldsteinen 	
Anlagentechnik	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Heizung: Gas-Brennwertkessel Viessmann Vitodens 333 ▪ Baujahr Wärmeerzeuger: 2017 ▪ Warmwasser: über Heizung, Warmwasserspeicher vorhanden ▪ Leitungen gedämmt ▪ Wesentlicher Energieträger: Gas 	

Tabelle 15: Darstellung Modernisierungsvarianten – Modernisierungskonzept „Einfamilienhaus 2“

Modernisierungsvariante 1 – Solarthermie
Maßnahmen Gebäudehülle
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Maßnahmen
Maßnahmen Anlagentechnik
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Installation von zwei Solarthermie-Röhrenkollektoren zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung (ca. 8m²)²³ ▪ Einbau eines Pufferspeichers, hydraulischer Abgleich

²³ Die Angabe der Kollektorfläche dient nur zur Orientierung. Die genaue Auslegung einer Solarthermieanlage ist eine Planungsleistung im Rahmen der Ausführungsplanung.

Modernisierungsvariante 2 – Effizienzhaus 100	
Maßnahmen Gebäudehülle	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dämmung der verputzten Außenwände mit 16cm Mineralwolle WLS 032 ▪ Dämmung der Außenwände des Anbaus mit 18cm Mineralwolle WLS 032 + Holzfassade ▪ Austausch der älteren Fenster gegen 3-f WSV mit $U_w = 0,90\text{W/m}^2\text{K}$ ▪ Austausch der Hauseingangstür $U=1,3\text{W/m}^2\text{K}$ ▪ Dämmung der Gaube mit 14cm Mineralwolle WLG 035 + 2,5cm Holzfaserunterdeckplatte 042 ▪ Dämmung der Kellerdecke von unten mit 10cm Mineralwollendämmung WLG 035 ▪ Erstellung eines Wärmebrückengleichwertigkeitsnachweises für $U_{WB}=0,05\text{ W/m}^2\text{K}$ 	
Maßnahmen Anlagentechnik	
wie Modernisierungsvariante 1, zusätzlich:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einbau einer dezentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung 	
Modernisierungsvariante 3 – Effizienzhaus 85 EE	
Maßnahmen Gebäudehülle	
wie Modernisierungsvariante 2	
Maßnahmen Anlagentechnik	
wie Modernisierungsvariante 2, zusätzlich:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Austausch des Heizkessels geg. einen Biomassewärmeerzeuger auf Grundlage v. Stückholz 	

In der Übersicht (siehe

Tabelle 16) ergeben sich folgende Werte für den jeweiligen spezifischen Heizwärmebedarf, Endenergiebedarf sowie Primärenergiebedarf der Varianten.

Tabelle 16: Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 2“– Einsparungen

Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 2“			
	Solarthermie	Effizienzhaus 100	Effizienzhaus 85 EE
Heizwärmebedarf spezifisch (Bestand)	154 kWh/m²a		
- <i>Einsparung</i>	0 %	61 %	61 %
Heizwärmebedarf spezifisch	154 kWh/m²a	60 kWh/m²a	60 kWh/m²a
Endenergiebedarf spezifisch (Bestand)	190 kWh/m²a		
- <i>Einsparung</i>	17 %	65 %	43 %*
Endenergiebedarf spezifisch	158 kWh/m²a	67 kWh/m²a	109 kWh/m²a
Primärenergiebedarf spezifisch (Bestand)	212 kWh/m²		
- <i>Einsparung</i>	17 %	63 %	85 %
Primärenergiebedarf spezifisch	177 kWh/m²a	78 kWh/m²a	32 kWh/m²a

* rechnerisch geringe Endenergieeinsparung durch schlechte Effizienz der Holzpellet-Verbrennung

Die Tabelle zeigt die unterschiedlichen Einsparungen, die in den verschiedenen Kategorien (Heizwärmebedarf, Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf) zwischen den Varianten vorliegen. Variante 1 zeigt hierbei die Einsparungen, die sich ergeben würden bei der Installation von zwei Solarthermie-Röhrenkollektoren zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung während die Gebäudehülle nicht modernisiert wird. Diese Solarthermieanlage wird auch in Variante 2 und 3 miteingeplant und durch zusätzliche Maßnahmen an der Gebäudehülle sowie Anlagentechnik ergänzt. Bei Variante 3 wird außerdem ein Biomassewärmeerzeuger mit betrachtet, welcher wie schon erwähnt eine rechnerisch geringe Endenergieeinsparung aufweist durch die schlechte Effizienz der Holzpellet-Verbrennung.

4.1.4 Modernisierung Mehrfamilienhäuser

Wie im Kapitel 2.1.3 der Bestandsaufnahme dargestellt, bilden Mehrfamilienhäuser und das Hochhaus mit insgesamt 38 % der Netto-Raumfläche einen großen Teil der vorhandenen Gebäudetypologie. Damit stellen diese zusammen mit den Einfamilienhäusern sowie Reihenhäuser einen großen Hebel zur Reduzierung des Energiebedarfes im Quartier dar. Gleichzeitig wurde gezeigt, dass sich das Modernisierungsniveau der Geschosswohnungsbauten heterogen darstellt. Für eine Mehrzahl der Gebäude ist deren bisherige Modernisierungstiefe aus heutiger Sicht als suboptimal und zur Erreichung der Ziele des klimaneutralen Gebäudebestandes als unzureichend einzustufen. Außerdem zeigen mehrere Mehrfamilienhäuser einen mittleren bis schlechten baulichen Zustand auf. Um die Potenziale in diesem Segment abbilden zu können, wurde ein Mustersanierungskonzept für ein Mehrfamilienhaus der Wankendorfer Baugenossenschaft erstellt.

Mustersanierungskonzept Mehrfamilienhaus

Das Mehrfamilienhaus ist eines von drei baugleichen Gebäuden in dieser Straße und stammt aus dem Baujahr 1959. Es befindet sich in einem teilsanierten Zustand. Folgender Gebäudesteckbrief zeigt die Besonderheiten der Gebäudehülle sowie der Anlagentechnik.

Tabelle 17: Gebäudesteckbrief – Mustersanierungskonzept Mehrfamilienhaus

Gebäudesteckbrief – Mustersanierungskonzept Mehrfamilienhaus	
<p>Eigentümer: Wankendorfer Baugenossenschaft</p> <p>Geschosse: 3 Baujahr: 1959 Wohneinheiten: 21 beheizte Wohnfläche: 1.100 m² beheiztes Volumen: 4.430 m³ Nutzfläche A_N: 1.420 m²</p>	
Gebäudehülle	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Außenwände: massives MW, gedämmt 1996 mit 10cm WDVS ▪ Eingangstür: Metallrahmentür mit 2-f V, 1996 ▪ Fenster: 2-f V Kunststoff 1996 	

- Dach: unbeheizt, ungedämmt
- Oberste Geschossdecke: massiv, wenig gedämmt (4-5cm unter Estrich)
- Keller: unbeheizt, Kellerdecke ungedämmt

Anlagentechnik

- Heizung: Gas-Brennwertkessel
- Baujahr Wärmeerzeuger: 2021
- Warmwasser: über Heizung, Warmwasserspeicher vorhanden
- Leitungen gedämmt, Pumpen leistungsgeregelt
- Wesentlicher Energieträger: Gas

Diese Spezifikationen der Gebäudehülle sowie Anlagentechnik wurden bei einer Bestandsaufnahme vor Ort aufgenommen. Auch hier wurde vorgegangen wie bei den Einfamilienhäusern.

Tabelle 18: Darstellung Modernisierungsvarianten – Modernisierungskonzept „Mehrfamilienhaus“

Modernisierungsvariante 1 – Einzelmaßnahmen
Maßnahmen Gebäudehülle
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dämmung der obersten Geschossdecke mit 20cm Mineralfaserdämmung WLG 035 ▪ Austausch der Fenster gegen 3-f WSV mit $U_w=0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ ▪ Austausch der Hauseingangstür $U=1,3\text{W/m}^2\text{K}$ ▪ Dämmung der Kellerdecke mit 10cm Mineralfaser-Dämmplatten WLG 035
Maßnahmen Anlagentechnik
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Installation von Solarthermie-Röhrenkollektoren zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung (ca. 66m^2)²⁴ ▪ Einbau eines Pufferspeichers, hydraulischer Abgleich, Senkung der Auslegungstemperatur auf $55^\circ\text{C} / 45^\circ\text{C}$
Modernisierungsvariante 2 – EH 100
Maßnahmen Gebäudehülle
wie Modernisierungsvorschlag 1, zusätzlich: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dämmung der Dachfläche g beheizt mit 18cm Zwischensparrendämmung WLS 032 + 4cm Untersparren-Dämmung WLS 032 ▪ Dämmung TRH-Wände g unbeheizt (DG+UG) mit 12cm Mineralfaser-Dämmplatten WLG 035 ▪ Austausch der Türen gegen unbeheizt (DG+UG) $U=1,3\text{W/m}^2\text{K}$ ▪ Erstellung eines Wärmebrückengleichwertigkeitsnachweises für $U_{WB}=0,04 \text{ W/m}^2\text{K}$
Maßnahmen Anlagentechnik
wie Modernisierungsvorschlag 1
Modernisierungsvariante 3 – EH 70 EE
Maßnahmen Gebäudehülle
wie Modernisierungsvariante 2
Maßnahmen Anlagentechnik
wie Modernisierungsvorschlag 1, zusätzlich: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anschluss an ein Nahwärmenetz (PEF = 0,74, EE-Anteil 77%)

²⁴ Die Angabe der Kollektorfläche dient nur zur Orientierung. Die genaue Auslegung einer Solarthermieanlage ist eine Planungsleistung im Rahmen der Ausführungsplanung.

In der Übersicht (siehe Tabelle 19) ergeben sich folgende Werte für den jeweiligen spezifischen Heizwärmebedarf, Endenergiebedarf sowie Primärenergiebedarf der Varianten.

Tabelle 19: Mustersanierungskonzept Mehrfamilienhaus– Einsparungen

Mustersanierungskonzept Mehrfamilienhaus			
	Einzelmaßnahmen	Effizienzhaus 100	Effizienzhaus 70 EE
Heizwärmebedarf spezifisch (Bestand)	83 kWh/m²a		
- <i>Einsparung</i>	35 %	52 %	52 %
Heizwärmebedarf spezifisch	55 kWh/m²a	40 kWh/m²a	40 kWh/m²a
Endenergiebedarf spezifisch (Bestand)	105 kWh/m²a		
- <i>Einsparung</i>	47 %	58 %	55 %
Endenergiebedarf spezifisch	56 kWh/m²a	44 kWh/m²a	47 kWh/m²a
Primärenergiebedarf spezifisch (Bestand)	116 kWh/m²		
- <i>Einsparung</i>	46 %	58 %	69 %
Primärenergiebedarf spezifisch	62 kWh/m²a	49 kWh/m²a	38 kWh/m²a

Die Tabelle zeigt die unterschiedlichen Einsparungen, die in den verschiedenen Kategorien (Heizwärmebedarf, Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf) zwischen den Varianten vorliegen. Die Einsparungen in den Kategorien ähneln sich stark beim Vergleich der Varianten. Lediglich beim Heizwärmebedarf sieht man, dass Variante 1 geringere Einsparungen erzielt als Variante 2 und 3, da hier die Gebäudehülle weniger umfassend modernisiert wird. Auch im Bereich der Primärenergieeinsparung erkennt man, dass Variante 3 die höchsten Einsparungen erzielt durch den zusätzlichen Anschluss an ein Nahwärmenetz. Der daraus resultierende niedrige Primärenergiefaktor erzielt für diese Variante die vergleichsweise hohen Einsparungen.

4.1.5 Fazit zur energetischen Modernisierung

Die Mustersanierungskonzepte zeigen deutlich die energetischen Einsparpotenziale, die sich aus energetischen Gebäudemodernisierungen im Quartier ergeben. Die nächsten Schritte sollten die Umsetzung und die Übertragung dieser Maßnahmen sowie die Beratung von weiteren Gebäudeeigentümer:innen beinhalten und sind konkret in den Maßnahmensteckbriefen des Handlungsfeldes „energetische Gebäudemodernisierung“ (siehe Kapitel 4.1) zu finden. Die Annahmen für die Einsparung an Heizwärme- und Endenergiebedarfen sind auch Grundlage für die weitergehenden Szenarien und die Auslegung der Varianten der gemeinsamen Wärmeversorgung.

„Modernisierungsanlässe“ sowie weitere Modernisierungsoptionen“ ergeben sich bei anstehenden Instandsetzungsarbeiten wie einer etwaigen Sanierung oder Neueindeckung des Daches, zu deren Anlass eine umfassende Modernisierung mit erweiterter Dämmung in Betracht und durch ein entsprechendes umfassendes Modernisierungsgutachten untersucht und vorprojektiert werden sollte. Generell lässt sich

die Umsetzung von Maßnahmen der Gebäudemodernisierung durch effektive und innovative Ansätze oder die Kombination mit anderen Maßnahmen fördern.

Um die Modernisierung von Gebäuden im Quartier voranzutreiben und den Gebäudebestand bis 2045 klimaneutral zu realisieren, müssen verschiedene Maßnahmen im Bereich der Gebäudemodernisierung umgesetzt werden. Einerseits sollten die empfohlenen Modernisierungsmaßnahmen, die sich aus den Mustersanierungskonzepten ergeben, umgesetzt und auf weitere Gebäude übertragen werden. Andererseits sollte die Information und Beratung von Gebäudeeigentümern und -eigentümerinnen fortgeführt werden, um so die erforderliche Modernisierungsrate zu erreichen und über die Jahre zu halten. Teilweise stehen Gebäude im Quartier unter Denkmalschutz. Hier ergeben sich verschiedene Einschränkungen, wenn es um die energetische Modernisierung der Gebäudehülle geht. Deswegen sollte auch ein Fokus auf die Reduzierung von CO₂-Emissionen sowie die Umsetzung einer möglichst klimafreundlichen Wärmeversorgung gesetzt werden. Nur so kann das Ziel eines ‚nahezu klimaneutralen‘ Gebäudebestands bis 2045 erreicht werden.

4.2 Nachhaltige Wärmeversorgung

Die Potenzialanalyse zur Wärmeversorgung umfasst eine umfangreiche Analyse zur Einbringung von Wärme aus erneuerbaren Energiequellen und Abwärmequellen, die Analyse effizienter fossiler Wärmequellen sowie Potenziale zum Bau und zur Erweiterung von Wärme- und Gebäudenetzen.

Die Gewinnung erneuerbarer Wärme erfordert zumeist einen hohen Bedarf an Fläche. Besonders in bestehenden Quartieren ist daher die Multicodierung von Flächen zielführend, um technische Anwendungen möglichst kompatibel mit anderen Nutzungen in das Gesamtenergiesystem zu integrieren.

4.2.1 Solarthermie

Die Dachflächen im Projektgebiet können einen Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung liefern. Eine Alternative zu einer PV-Nutzung der Dachflächen besteht in der Möglichkeit, die Dachflächen zur Wärmeversorgung durch Solarthermie zu verwenden. Auch eine Kombination von PV- und Solarthermienutzung auf der gleichen Dachfläche oder durch Hybridmodule ist denkbar. Zu beachten ist, dass die höhere Last von solarthermischen Modulen entsprechende Anforderungen an die Statik des Daches stellt.

Solarthermie-Anwendungen eignen sich aufgrund der jahres- und tageszeitlichen Schwankungen 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. Der große Vorteil solcher Anlagen ist, dass sie je nach Kollektortyp Wärme direkt auf sehr hohen Temperaturniveaus von ca. 90 °C bereitstellen und so problemlos in den Vorlauf von Wärmenetzen einspeisen können. Für die Einbindung solarthermischer Wärme 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 weitverbreiteten Flachkollektoren (FK) und den ertragsreicheren 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 im Vergleich zu Flachkollektoren aus.

Dachflächenpotenzial

Das Potenzial zur solaren Wärmeerzeugung wird analog zur potentiellen solaren Stromerzeugung geodatenbasiert bestimmt. Hierfür werden gebäudescharf Parameter wie Dachart, Dachausrichtung und Dachgrundfläche erfasst und mit Kennzahlen von marktüblichen Solarthermiemodulen verrechnet. Bereits belegte oder stark verschattete Dachflächen werden bei der Potenzialermittlung nicht berücksichtigt.

Bezogen auf die nutzbare Solarfläche wird von einem jährlichen Wärmeertrag von 350 kWh/m² ausgegangen. Der gesamt potenzielle solare Wärmeertrag im Projektgebiet beläuft sich demnach auf 1.117 MWh/a, was 8 % des Endenergieverbrauchs im Quartier entspricht.

Freiflächenpotenzial

Das Freiflächenpotenzial im Quartier ist bedingt durch die dichte Bebauung und angrenzenden genutzten Flächen sehr gering. Deshalb wurden Freiflächensolarthermieanlagen als nicht umsetzbar eingestuft und im weiteren Verlauf des Quartierkonzepts nicht weiter betrachtet.

4.2.2 Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie nutzt den Untergrund bis zu einer Tiefe von ca. 400 m und Temperaturen von bis zu 25 °C für das Beheizen und Kühlen von Gebäuden, technischen Anlagen oder Infrastruktureinrichtungen. Hierzu wird die Wärme oder Kühlenergie aus den oberen Erd- und Gesteinsschichten

oder aus dem Grundwasser gewonnen. Neben klassischen Anwendungsformen zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser wird die oberflächennahe Geothermie auch zur Beheizung von Gewächshäusern sowie zur Enteisung von Weichen oder Parkplätzen eingesetzt.

2017 wurde oberflächennahe Geothermie in Deutschland bei über 300.000 Ein- oder Mehrfamilienhäuser, öffentlichen Einrichtungen, Krankenhäusern, Schulen oder Gewerbebetrieben eingesetzt. Jährlich kommen ca. weitere 23.000 oberflächennahe Geothermieanlagen dazu (Quelle: GeoPLASMA-CE). Die Nutzung von derartiger Erdwärme ist daher Stand der Technik und die Erschließung ist überall dort möglich, wo die Bodeneigenschaften und genehmigungsrechtlichen Voraussetzungen es zulassen.

Im Gegensatz dazu bezeichnet Tiefengeothermie die Nutzung von Erdwärme bei einer Tiefe von über 400 m. Sie zeichnet sich gegenüber der oberflächennahen Geothermie vor allem durch deutlich höhere Temperaturen aus und kann damit direkt, d.h. ohne vorherige Anhebung des Temperaturniveaus durch eine Wärmepumpe, zu Heizzwecken genutzt werden. Neben der Nutzung als Wärmequelle kann Tiefengeothermie auch bei der Stromerzeugung zum Einsatz kommen. Da der Ertrag der Tiefengeothermie nicht maßgeblich vom Wetter abhängig ist, weist diese erneuerbare Technologie eine sehr hohe Verfügbarkeit auf. Die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Tiefengeothermie hängt maßgeblich von der Beschaffenheit des Untergrundes ab, welche oftmals in den entsprechenden Tiefenbereichen unbekannt ist. Zur Bestimmung der Beschaffenheit des Untergrundes sind umfangreiche Untersuchungen und kostenintensive Probebohrungen erforderlich. Damit birgt die Erschließung von Tiefengeothermie große wirtschaftliche Risiken und wäre für das vorliegende Quartier überdimensioniert, sodass diese Option im weiteren Verlauf nicht weiter betrachtet wird.

Bei der Nutzung der oberflächennahen Geothermie wird im Allgemeinen in Erdwärmesonden, Erdkollektoren und Grundwasserzirkulationsbrunnen unterschieden. Die Wärmeengewinnung erfolgt mittels Wärmepumpe, die ihren günstigsten Wirkungsgrad bei niedrigen Heizwassertemperaturen hat. Dies bedeutet, dass eine Flächenheizung (wie z.B. Fußbodenheizung) oder zumindest Niedertemperatur-Heizkörper mit niedrigen Vorlauftemperaturen von Vorteil sind. Entsprechende günstige Rahmenbedingungen finden sich eher bei Neubauten, da die nachträgliche Installation von entsprechenden Heizungssystemen aufwendig sein kann. Die Regeneration des Bodens erfolgt auf natürliche Art durch Sonneneinstrahlung sowie Konvektion und den Grundwasserfluss im Erdboden. Im Sommer können Anlagen zur Nutzung oberflächennaher Geothermie zum Kühlen genutzt werden, indem Wärme aus den Gebäuden entzogen und dem Erdreich zugeführt wird. Das Erdreich wird dadurch thermisch regeneriert, sodass ggf. höhere Wärmeentzugsmengen in der Heizperiode möglich werden.

Für das technische oberflächennahe Geothermiepotenzial ist insbesondere die Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes entscheidend. Das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) führt eine Geodatenbank und gibt für das betrachtete Projektgebiet einschließlich der umgebenden Freiflächen über eine Tiefe von 100 m gemittelt eine Wärmeleitfähigkeit von 2,0 - 2,2 W/mK im mittleren und östlichen Teil des Quartiers und von mehr als 2,2 W/mK im westlichen Teil des Quartiers an, wie in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu sehen ist.



Legende

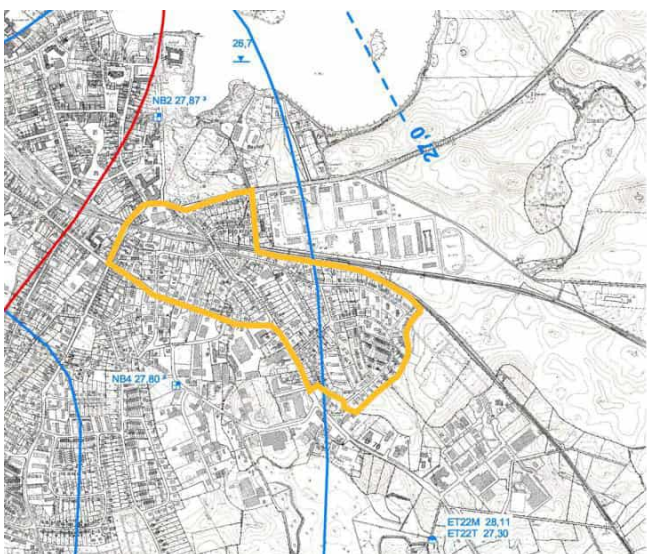
Mittlere Wärmeleitfähigkeit 0-100m

Wärmeleitfähigkeit λ /mK 0-100 m
< 1,6
$\geq 1,6 - 1,8$
$\geq 1,8 - 2,0$
$\geq 2,0 - 2,2$
$\geq 2,2$

Hintergrundbildquelle: Google Satellitenbilder

Abbildung 48: Mittlere Wärmeleitfähigkeit im Projektgebiet bis zu einer Tiefe von 100 m

Besondere Beachtung sollte auch der Genehmigungsfähigkeit von Geothermie geschenkt werden. Hierbei sind unter anderem Trinkwasserschutzzonen und Trinkwasserentnahmestellen zu berücksichtigen. Die folgende Abbildung 49 zeigt das Einzugsgebiet des Grundwasserleiters abgegrenzt in rot und dass davon außerhalb liegenden Quartier Charlottenviertel markiert in gelb.



Legende:

ET14 30,21	Grundwassermessstelle im Grundwasserleiter 1 mit Bezeichnung und Wasserstand in mNN
ET15 28,02	Grundwassermessstelle im Grundwasserleiter 2 mit Bezeichnung und Wasserstand in mNN
Br.11 17,29	Brunnen im Grundwasserleiter 2 mit Bezeichnung und Wasserstand in mNN
17,29 *	Minimaler Tageswasserstand am 03.08.2006
28,90 *	Einzelmessung am 31.07.2006
28,45 *	Einzelmessung am 07.08.2006
29,63 ~	berechnete Werte
k.M.	Keine Messung
28,0	Grundwassergleiche mit Angabe des Wasserstandes in mNN
(red line)	Einzugsgebiet
28,5	Wasserstand von Oberflächengewässern (nach DGK5)
(yellow)	Bereich ohne Grundwasserleiter 2

Abbildung 49: Ausschnitt aus dem Grundwassergleichplan des genutzten Grundwasserleiters 2.

Oberflächennahe Geothermie lässt sich sowohl für eine dezentrale als auch für eine zentrale Wärmebereitstellung nutzen. Im Osten des Quartiers, wo hohe Wärmebedarfe vorhanden sind und bereits ein

bestehendes Wärmenetz verlegt ist, wurden geeignete Flächen für zentrale Sondenfelder identifiziert. Bei den potentiellen Ausbauf lächen handelt es sich um möglichst unbebaute, strauch- und baumfreie und große zusammenhängende Flächen. Diese können der folgenden Abbildung 50 entnommen werden. Nähere Informationen zur zentralen Wärmeversorgung finden sich im Kapitel 4.2.8 zur Untersuchung eines Wärmenetzes im Projektgebiet.



Legende

 Potenzielle Geothermieflächen

Hintergrundbildquelle: Google Satellitenbilder

Abbildung 50: Potenzielle Geothermieflächen für eine zentrale Wärmeversorgung

Das Wärmepotential dieser Flächen beläuft sich auf 1.210 MWh/a bei einer Flächennutzung von ca. 9.000 m². Die Wärmearbeit wird durch den Betrieb von ca. 160 Sonden erreicht. Zusätzlich zu einer zentralen Wärmeversorgung besteht bei sehr vielen Einfamilienhäusern und Doppelhaushälften ein hohes Potential zur Abteufung von etwa ein bis drei Sonden.

4.2.3 Aerothermie

Unter Aerothermie wird die thermische Nutzung der Außenluft als Wärmequelle verstanden. Über ein Rückkühlwerk wird die Außenluft an eine Wärmepumpe geleitet, welche die Wärmeenergie auf das gewünschte Temperaturniveau anhebt. Die Rückkühlwerke werden im Freien in der Nähe des zu versorgenden Gebäudes oder auf dem Dach platziert. Die Leistung ist dabei frei skalierbar, je nachdem, wie viel Platz für das Rückkühlwerk besteht. Die Abbildung 51 zeigt eine Freiflächen-Luftwärmepumpe mit einer Leistung von einem Megawatt in unmittelbarer Nähe zu einer Wohnsiedlung.



Abbildung 51: 1-MW Luftwärmepumpe in Dänemark (Urheber PlanEnergi)

Bestimmt werden kann dieses Wärmepotenzial durch eine Analyse des Wärmelastgangs und der jeweiligen Außentemperatur. Das effizient erschließbare Luft-Wärmepotenzial wird repräsentiert durch den Teil der Wärmearbeit, der bei Außenlufttemperaturen von über 5 °C anfällt. Dies entspricht bei ausreichenden Kapazitäten Rückkühlwerke ca. 45,4 % des jährlichen im Quartier anfallenden Wärmebedarfs. Bei einem Betrieb der Luft-Wärmepumpe bis zu einer minimalen Außenlufttemperatur von 5 °C werden gute Jahresarbeitszahlen erreicht. Bei geringeren Außentemperaturen steigt der benötigte Anteil an elektrischer Energie zur Anhebung der Wärme auf das geforderte Temperaturniveau. Bei einem Betrieb der Luft-Wärmepumpe bis zum Gefrierpunkt könnten bis zu 77,8 % des jährlichen im Quartier bestehenden Wärmebedarf gedeckt werden. Um im Vergleich zur Wärmeversorgung mit Erdgas CO₂-Emissionen einzusparen, sollten Jahresarbeitszahlen von mindestens 3 erreicht werden.

Mögliche Standort für eine Luftwärmepumpe im Quartier sind Flachdächer oder kleiner unbebauten Flächen.

4.2.4 Aquathermie

Aquathermie nutzt die im Wasser enthaltene Wärmeenergie zum Wärmen oder Kühlen. Selbst Wärmequellen mit niedriger Temperatur lassen sich mithilfe von Wärmepumpen effizient nutzen. Unter die nutzbaren Gewässer fallen Oberflächengewässer wie z.B. Seen, Kanäle und Flüsse sowie Abwasser- und Trinkwasserleitungen. Diese Art der Wärmegewinnung eignet sich bei einer nahegelegenen Bezugsquelle für eine dezentrale sowie zentrale Wärmeversorgung.

Oberflächengewässer

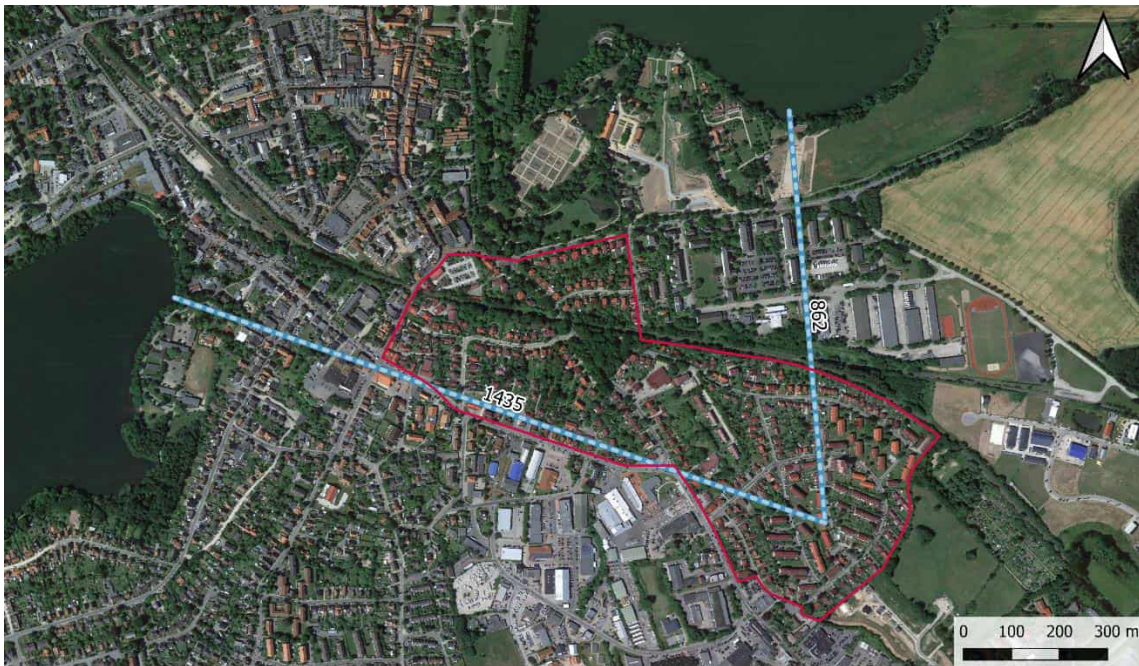
Aufgrund der Lage des kleinen und großen Eutiner Sees im Stadtgebiet wird eine Nutzung dieser Gewässer untersucht. Beide Seen eignen sich hinsichtlich ihrer physikalischen Eigenschaften wie Temperatur und Tiefe zur Wärmegewinnung für das Quartier.

Die thermische Nutzung des Seewassers kann unterschiedlich kategorisiert werden:

- Direct surface water cooling system (DSWC): Das direkte Kühlen mit Oberflächengewässern
- Surface water heat pump system (SWHP): Die indirekte Nutzung von Wärme oder Kälte von Oberflächengewässern durch Wärmepumpen.
- Hybrid surface water heat pump system (HSWHP): In Abhängigkeit der Gewässertemperatur wird das Oberflächenwasser direkt oder indirekt genutzt.

Weiter lässt sich die Nutzung in offene und geschlossene Systeme unterteilen. Bei einem offenen System wird Wasser mit einem Entnahmerohr entnommen und durch ein Rückgaberohr wieder eingelassen. Das geschlossene System beinhaltet einen Wärmetauscher, der im Gewässer installiert wird.

Anhand der nachfolgenden Abbildung 52 wird ersichtlich, dass das Charlottenviertel für die Nutzung der Oberflächengewässer nicht in Frage kommt. Die durch Verbindungsleitungen zu überbrückenden Strecken für eine zentrale Wärmeversorgung sind aus wirtschaftlicher Sicht zu groß für eine Umsetzung. Bei einer dezentralen Versorgung wären die Strecken zwar kürzer, jedoch würde auch der Wärmebedarf sinken und der Skaleneffekt nicht zum Tragen kommen.



Legende
□ Quartiersgrenze
Entfernung
— Gewässer

Hintergrundbildquelle: Google Satellitenbilder

Abbildung 52: Zu überbrückende Strecke bei einer zentrale Wärmeversorgung

Abwasser

Generell ist die Nutzung von Abwasser als Wärmequelle möglich, sofern der Transport- und Reinigungsprozess dadurch nicht beeinträchtigt wird. Für die wirtschaftliche Nutzung können die folgenden Rahmenbedingungen als Orientierung dienen:

- Temperaturniveau Heizsystem: 35 – 55 °C
- Mindestabfluss: 10 l/s
- Kanaldurchmesser: ab DN 400
- Sohlgefälle: ab 1 ‰
- Abwassertemperatur: min. 8 °C

Die Anfrage bei den städtischen Betrieben Eutin sowie die Kanalauswertung hat ergeben, dass die sich im Projektgebiet befindlichen Abwassersysteme die technischen Rahmenbedingungen nicht ausreichend erfüllen. Bei den Abwasserleitungen handelt es sich um verschiedene Rohrtypen mit einem Kanaldurchmesser von DN 200, somit ist der Durchmesser für eine Nutzung nicht geeignet.

4.2.5 Gewerbliche Abwärme

Industrielle bzw. gewerbliche Abwärme ist Wärme, die bei Produktions- oder Kühlprozessen entsteht, innerbetrieblich nicht weiter genutzt wird und an die Umgebung abgegeben wird.

Potenziale industrieller Abwärme in relevanten Mengen und auf einem nutzbaren Temperaturniveau sind im und um das Projektbiet nicht vorhanden. So gibt es beispielsweise keine industriellen Produktionsanlagen in einer entsprechenden Größenordnung. Jedoch kann auch die Nutzung von Abwärme aus Gewerbebetrieben energetisch sinnvoll sein. Häufig sind hier Abwärmeströme auf einem niedrigen Temperaturniveau vorhanden, die für direkte Heizzwecke nur bedingt geeignet sind, jedoch optimal als Wärmequelle für eine Wärmepumpe dienen können.

In der näheren Umgebung des Projektgebiets befinden sich jedoch nur vereinzelte Gewerbe- und Industriebetriebe. Hier konnte kein nutzbares Abwärmepotenzial identifiziert werden.

4.2.6 Biomasse

Höhere Anteile erneuerbarer Energien können durch den zusätzlichen Einsatz regenerativer Brennstoffe erreicht werden. Für Versorgungsvarianten mit einem hundertprozentigen Anteil Erneuerbarer Energien müssen solche Potenziale häufig erschlossen werden. Grundsätzlich stehen diese Potenziale bei ausreichender Verfügbarkeit immer als Option zur Verfügung.

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 das Biomethan, das dann ähnliche Heizwerte wie handelsübliches Erdgas aufweist, ins Erdgasnetz eingespeist und wie Erdgas 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. BHKWs, die mit 100 % Biomethan betrieben werden, erhalten Stromvergütungen nach dem EEG und nicht nach dem KWKG. Die Preise für Biomethan aus nachwachsenden Rohstoffen liegen etwa bei 7,0 ct/kWh₂₅ und sind damit etwa doppelt so hoch wie ein vergleichbarer Erdgastarif.

Der Einsatz von Biomethan verbessert die ökologische Bilanz der Wärmeversorgung, wirkt sich jedoch negativ auf die Wirtschaftlichkeit aus.

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 Nutzungskonkurrenz umstritten. Ab einer Größenordnung von mehreren Megawatt beschränken sich die am Markt üblichen technischen Optionen zudem zumeist auf die Verbrennung von Holzhackschnitzeln. Bei der Verbrennung werden nicht unerhebliche Mengen von Feinstaub emittiert. Zudem entstehen weitere Emissionen beim Transport und der Verarbeitung der Biomasse. Biomasse weist im Vergleich zu anderen erneuerbaren Technologien eine deutlich schlechtere Flächeneffizienz auf und steht in Flächenkonkurrenz zum Anbau von Nahrungsmitteln.

Dennoch sollte Biomasse nicht pauschal als Wärmequelle abgelehnt werden. So lange Biomasse zur Abdeckung der Lastspitzen genutzt wird und nicht im monovalenten Betrieb verwendet wird, ist dieser nachwachsender Rohstoff als Puzzlestück für eine Dekarbonisierungsstrategie zu berücksichtigen.

Neben Holzhackschnitzeln werden Pellets aus verschiedenen Grundmaterialien wie Holz, Stroh, Getreide, etc. verwendet.

25 Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (2021). Branchenbarometer Biomethan 2021.

Für eine nachhaltige Wärmeversorgung ist die Herkunft der Rohstoffe von großer Bedeutung. So sollte beispielsweise bei Pellets darauf geachtet werden, dass diese überwiegend aus regionalen Reststoffen oder Kalamitätsholz (Aufgrund von Sturmschäden, Trockenheit und/oder Schädlingsbefall anfallendes Holz) hergestellt werden. Pellets führen im Vergleich zu Hackschnitzeln insbesondere in kleineren Anlagen zu einem störungsfreieren und emissionsärmeren Betrieb. Mit dem Lieferanten Hanse-Pellet GmbH, der vor allem Sägewerkreststoffe zur Pelletproduktion verwendet, wurde im Rahmen der Konzepterstellung ein Gespräch geführt. Auch weitere potenzielle Pelletlieferanten für das Versorgungsgebiet konnten identifiziert werden.

Da im Quartier eine nicht unerhebliche Menge an Öl zum Heizen verwendet wird und ein zukünftiger Austausch dieser auslaufenden Ölheizkessel und Öltanks unabdingbar ist, wären ausreichende Flächen und Platz für Pelletkessel und Lager verfügbar.

4.2.7 Wasserstoff

Im Hinblick auf die klimaneutrale Wärmeversorgung im Gebäudebestand stellt sich immer wieder die Frage, ob Hauseigentümer:innen perspektivisch nicht statt Erdgas Wasserstoff über das Erdgasnetz beziehen können. Die Fragestellung ist berechtigt, wir möchten jedoch an dieser Stelle dazu klar Stellung beziehen.

Reiner Wasserstoff ist ein farbloses Gas mit der chemischen Formel H_2 und besteht aus zwei Wasserstoff-Atomen. Bezogen auf die Masse besitzt Wasserstoff im Vergleich zu anderen Gasen eine sehr hohe Energiedichte (33,33 kWh/kg). Bezogen auf das Volumen besitzt Wasserstoff jedoch eine äußerst geringe Energiedichte (3,0 kWh/m³)²⁶. Dieser Umstand macht den Transport und insbesondere die lokale Speicherung von Wasserstoff sehr schwierig.

Je nach Ursprung bzw. Herstellungsprozess des Wasserstoffs wird zwischen unterschiedlichen Wasserstoff-Kategorien unterschieden, die durch Farben repräsentiert werden. Diese Unterscheidung ist in der nachfolgenden Tabelle erläutert.

H_2

grauer Wasserstoff

Herstellung vorwiegend aus Erdgas durch Dampfreformierung

Hohe CO₂-Emissionen in die Atmosphäre

H_2

blauer Wasserstoff

Herstellung vorwiegend aus Erdgas durch Dampfreformierung
Abscheidung und Speicherung von CO₂ (Carbon Capture and Storage);
bilanziell CO₂-neutral

H_2

grüner Wasserstoff

Herstellung aus Ökostrom durch Elektrolyse

CO₂-frei

Ausschließlich der grüne Wasserstoff ist CO₂-frei und sollte zukünftig als Substitut für fossile Energieträger eingesetzt werden.

Synthetisch hergestellte Gase aus erneuerbar erzeugtem Strom werden perspektivisch als **Ergänzung** zu effizienteren direkt-erneuerbaren (z.B. Solarthermie) und direkt-elektrischen (z.B. Wärmepumpen) Wärmeerzeugungsanlagen gesehen. Wasserstoff kann ggf. in Verbrennungsanlagen zur Deckung des Spitzenlastanteils eingesetzt werden, sollte jedoch aufgrund der Knappheit und Qualität dieses Brennstoffs sowie der Umwandlungsverluste nicht als Grundlastversorgung vorgesehen werden. Ein Großteil der synthetischen Brennstoffe wird perspektivisch in der Chemieindustrie und teilweise im Verkehrssektor als Substitut gebraucht. Aufgrund dieser Tatsache wird es zu einem großen Wettbewerb um den Energieträger Wasserstoff kommen.

Zudem werden bei der Herstellung synthetischer Gase mittels Elektrolyse große Mengen an erneuerbar hergestelltem Strom benötigt. Bislang geht die Bundesregierung daher davon aus, dass ein Großteil des grünen Wasserstoffs im Ausland produziert und anschließend ins Inland importiert werden muss. Bedingt

²⁶ Zum Vergleich klassische Energiekennwerte von Erdgas: 13,12 kWh/kg und 10,42 kWh/m³

durch die begrenzten Ressourcen erneuerbaren Stroms und den daraus resultierenden hohen Preisen für Wasserstoff wird dieser nur in äußerst geringen Mengen für Wärmeanwendungen in Frage kommen. Auch im Jahr 2050 werden die Herstellungskosten für synthetische Brennstoffe höher sein als die Herstellungskosten für erneuerbaren Strom, da es sich bei Wasserstoff um eine nächste Veredelungsstufe des Stroms handelt. In der Studie „Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe“ von Agora Energiewende und Agora Verkehrswende werden für 2050 im Bereich Nord- und Ostsee unter Annahme der Nutzung von Offshore-Windenergie Kosten für synthetische Brennstoffe in einer Bandbreite von 10-19 ct/kWh prognostiziert.²⁷ Selbst, wenn die Kosten am unteren Ende der angegebenen Spanne erreicht werden, ist der ausschließliche Einsatz von synthetischen Gasen aus betriebswirtschaftlicher Sicht nicht tragbar.

Folgende Tabelle zeigt die prognostizierten Preise für erneuerbar hergestellte synthetische Gase.

Tabelle 20: Kostenentwicklung synthetischer Brennstoffe

Institut	Preis in ct/kWh Hs			2020 zu 2050	Preisdefinition
	2019-2022	2030	2050	-%	
Agora ²⁸	24	19	13	-53 %	Endprodukt ohne Netzentgelte und Vertriebskosten
Greenpeace Energy ²⁹	16,5	12	9	-54 %	Produktionskosten
Prognos AG ³⁰	21	18	14	-65 %	Bereitstellungskosten beim Endverbraucher

Die Bereitstellung von grünem Wasserstoff über das vorhandene Erdgasnetz halten wir als Gutachter:innen für nicht zukunftsfähig und nicht wirtschaftlich. Für die Gebäude im Quartier ist daher eine andere Art der Energieversorgung als über das örtliche Gasnetz erforderlich, um die Energiewende erfolgreich mitzugestalten.

4.2.8 Zentrale Wärmerversorgung

Die leitungsgebundene Wärmeversorgung durch ein gemeinsames Wärmenetz bietet im Vergleich zur dezentralen Objektversorgung gleich mehrere Vorteile:

- Der Effekt der Gleichzeitigkeit führt dazu, dass geringere Gesamtkapazitäten installiert werden müssen
- Skaleneffekte sorgen zudem für eine bessere Wirtschaftlichkeit (wenige große Anlagen im Vergleich zu vielen dezentrale Wärmeerzeugern)
- Möglichkeiten der Diversifizierung der Erzeugungseinheiten und Nutzung von Synergien
- Raumgewinn in Gebäuden durch Ersatz der Erzeugungsanlagen durch eine kleinere Wärmeübergabestation
- Geringere Instandhaltungskosten und wartungsärmerer Betrieb
- Hoher Komfort für Verbraucher

Zudem besteht durch ein Wärmenetz eine größere Hebelwirkung bei der Umstellung hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung.

Folgende Nachteile ergeben sich durch die leitungsgebundene Wärmeversorgung:

- Zusätzliche Investitionen in den Trassenbau
- Baumaßnahmen im öffentlichen Raum
- Zusätzliche Wärmebedarfe durch Wärmetransportverluste

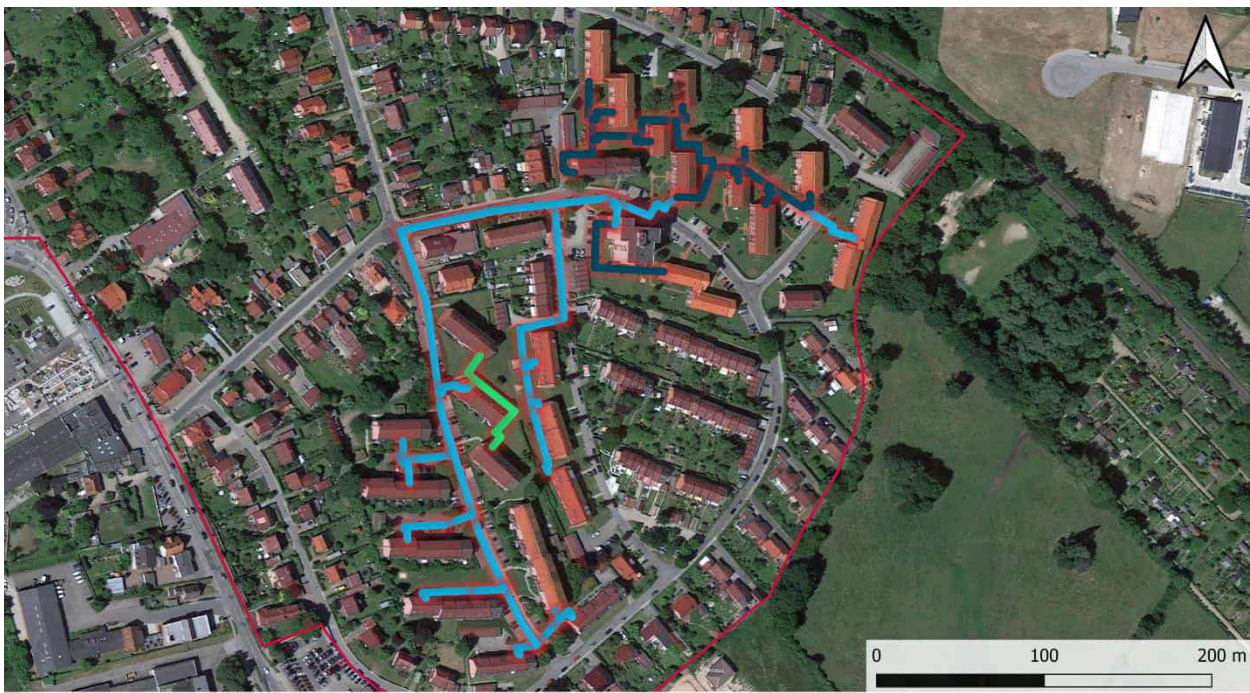
²⁷ Agora Energiewende (2018). Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe.

²⁸ Ebd.

²⁹ Deutscher Bundestag (2020). Kosten der Produktion von grünem Wasserstoff.

³⁰ Ebd.

Im Bereich Charlottenviertel ergibt ein leitungsgebundenes Wärmenetz besonders in den Bereichen der größeren Mehrfamilienhäuser Sinn, die sich im Osten des Quartiers befinden. Diese sind im Eigentum der Bau- und Siedlungsgenossenschaft Eutin eG und der Wankendorfer Baugenossenschaft für Schleswig-Holstein eG. Dort gibt es bereits Netze, zum einen ein größeres ca. 560 Meter langes Netz im Bereich der Bau- und Siedlungsgenossenschaft Eutin, das in Abbildung 53 dunkelblau gekennzeichnet wurde, zum anderen kleinere Versorgungsleitungen weiter südlich die grün abgebildet wurden. Um die beschriebenen Vorteile auszunutzen und zu verstärken, müssten neue Trassenabschnitte insbesondere im Bereich der Wankendorfer Baugenossenschaft für Schleswig-Holstein neu verlegt werden und ein Verbundnetz geschaffen werden. Bei einer pessimistischen Berechnung und Auslegung wäre der neuzubauende Teil des Wärmenetzes (hellblau) ca. 980 Meter lang. Damit hätte das potenzielle Nahwärmenetz eine Gesamtrassenlänge von etwa 1.540 Metern.



Legende

- Quartiersgrenze
- Wärmenetze
- Bestandsleitung
- Verbindungsleitung
- Erweiterung

Hintergrundbildquelle: Google Satellitenbilder

Abbildung 53: Potenzielles Nahwärmenetz

Eine optimistische Berechnung und Auslegung würden das Netz um 260 Meter kürzen und somit den neuzubauenden Teil auf 720 Meter reduzieren.

Der Wärmebedarf der potenziell angeschlossenen Gebäude beläuft sich auf etwas weniger als 3 GWh jährlich.

Die Wärmelinien-dichte (der Wärmeabsatz bezogen auf die gesamte Trassenlänge) liegt bezogen auf die vorher genannten Werte bei etwa 1,9 MWh pro Trassenmeter und damit in einem geeigneten Bereich für eine wirtschaftliche Realisierung des Nahwärmenetzes.

Die zusätzlichen Wärmenetzverluste werden im Bereich von etwa 7,5 % des Wärmeabsatzes erwartet.

Die Wärmeverluste der Wärmeverteilung wurden in die weiteren Betrachtungen einbezogen.

In Abbildung 54 sind exemplarisch der Wärmelastgang und die Jahresdauerlinie für das potenzielle Netzgebiet dargestellt. In die Entwicklung der Lastgänge fließen Informationen zu den Anteilen der

Warmwasser- und Heizwärmebedarfe ein sowie Tagesprofile der Warmwassernutzung der unterschiedlichen Anwendungsfälle, eine stundenscharfe Außenlufttemperatur und eine Heizgrenztemperatur.

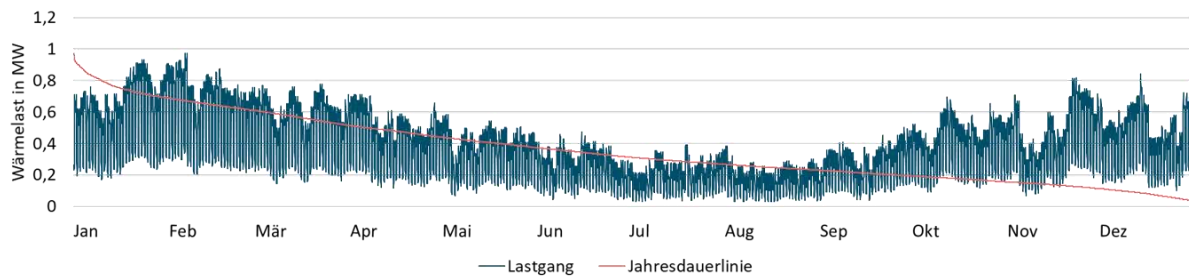


Abbildung 54: Jahreslastgang 2018 und Jahresdauerlinie für das potenzielle Netzerweiterungsgebiet

Es ist davon auszugehen, dass die restlichen Gebäude im Quartier auch zukünftig über eine dezentrale objektorientierte Versorgung mit Wärme versorgt werden.

In Abschnitt 5.2 werden die Maßnahmen zur zentralen und dezentralen Wärmeversorgung im Hinblick auf die wirtschaftliche Machbarkeit, die Einsparpotenziale und mögliche Hemmnisse sowie Lösungssätze untersucht.

4.2.9 Dezentrale Objektversorgung

In den Bereichen des Quartiers, in denen eine zentrale Wärmeversorgung nicht zielführend ist, muss die Wärmeversorgung durch die jeweiligen Eigentümer:innen erfolgen. Hierunter fällt auch der Austausch alter Öl- und Gaskessel.

Das Energiewende- und Klimaschutzgesetz in Schleswig-Holstein schreibt vor, dass bei dem Austausch der Heizungsanlage nach dem 01.07.2022 die neue Anlage einen Mindestanteil von 15 % erneuerbare Wärme erreichen muss. Der erneuerbare Anteil ist durch eine Eigenerklärung nachzuweisen und kann stichprobenartig durch den Bezirksschornsteinfeger kontrolliert werden.

Der Anteil von 15 % erneuerbarer Wärme kann bereits durch die Installation einer Solarthermieanlage erreicht werden. Mit dieser Maßnahme werden zwar die gesetzlichen Mindestanforderungen erfüllt, es kommt jedoch auch zu einem sogenannten Lock-In Effekt. Wird in den nächsten Jahren die Heizungsanlage gegen eine neue ausgetauscht und mit einer Solarthermieanlage kombiniert, dann wird sich in Bezug auf die Wärmeversorgung in dem Gebäude höchstwahrscheinlich bis 2045 oder auch darüber hinaus nichts mehr ändern. Für die Dekarbonisierung des gesamten Wärmesystems ist es dann schon zu spät. Zusätzlich sind Eigentümer:innen und Mieter:innen von der stark ansteigenden CO₂-Bepreisung weiterhin betroffen.

Als Alternative zur Kombination von Gaskessel und Solarthermie sind insbesondere Technologien mit Wärmepumpen wegweisend. Sowohl Umgebungsluft als auch Erdwärme stehen für die Einzelgebäude potenziell als Wärmequelle zur Verfügung. Ist bereits ein Kamin im Gebäude integriert und noch funktionsfähig, kann dieser an besonders kalten Tagen beispielsweise auch mit einer Luft-Wärmepumpe eine gute Kombination darstellen.

4.3 Stromversorgung

Photovoltaik (PV)-Module wandeln Sonneneinstrahlung in elektrischen Strom um. Sowohl eine Nutzung des Stroms für den Eigenbedarf als auch eine Einspeisung ins öffentliche Netz mit EEG-Vergütung oder eine Direktvermarktung vor Ort sind möglich.

Das Potenzial zur solaren Stromerzeugung wird GIS-basiert bestimmt. Anhand der Dachart (Flachdach oder Schrägdach), der Dachgrundfläche, der Dachausrichtung (Ost-West oder Nord-Süd) und möglicher Verschattungsquellen wurde eine Einschätzung für jede freie Dachfläche zur Stromerzeugung mit Hilfe marktüblicher Moduleigenschaften getroffen. Die Überprüfung der Statik ist im Einzelfall zu klären. Im Quartier lassen sich unterschiedliche technische Potenziale zur Gewinnung von Solarstrom identifiziert. Bereits belegte oder stark verschattete Dachflächen wurden bei der Potenzialermittlung nicht berücksichtigt. Abbildung 55 zeigt die solare Eignung der Dachflächen des Quartiers.



Legende

Solardachpotenzial PV	sehr gut geeignet, Schrägdach	ungeeignete Dächer
sehr gut geeignet, Flachdach	gut geeignet, Schrägdach	belegte Dächer
gut geeignet, Flachdach	mit Einschränkungen geeignet	

Hintergrundbildquelle: Google Satellitenbilder

Abbildung 55: Solare Eignung der Dachflächen im Quartier

Das technisch realisierbare Gesamtstrompotenzial beläuft sich im Quartier auf eine Leistung von insgesamt etwa 3,3 MWp, was einem überschlägigen Stromertrag von 2.900 MWh/a entspricht. Damit können bilanziell ca. 130 % des Strombedarfs im Quartier gedeckt werden. Bei der direkten Nutzung des Solarstroms im Quartier läge der tatsächliche Deckungsbeitrag durch den im Quartier erzeugten Solarstrom jedoch deutlich niedriger, bedingt durch die zeitlichen Unterschiede zwischen der Stromerzeugung und der Stromnachfrage. Überschüsse, die über den Tag produziert würden, müssten ins Netz eingespeist werden.

Wie in Abbildung 56 dargestellt entfällt mit einer Leistung von ca. 1.914 kWp über die Hälfte des PV-Potenzials auf Einfamilienhäuser. Den zweitgrößten Anteil machen Mehrfamilienhäuser aus (1.166 kWp), während nur 7 % des Gesamtpotenzials auf Gewerbe und sonstige Gebäude entfallen, da eben solche Gebäude im Quartier kaum existieren.

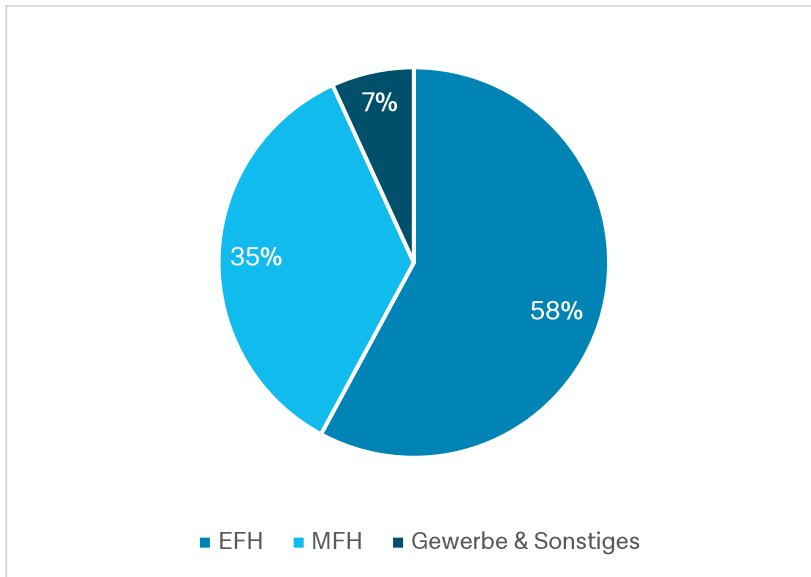


Abbildung 56: PV-Potenzial nach installierbarer Leistung und Installationsort

Je nach Verortung der einzelnen PV-Potenzialflächen, bieten sich unterschiedliche Betreibermodelle an, die in den folgenden Abschnitten diskutiert werden.

4.3.1 Mehrfamilienhäuser

Bei Gebäuden, deren Grundfläche mindestens zu 40 % für Wohnzwecke dient, können sogenannte Mieterstrommodelle aufgebaut werden. Zusätzlich zur gesetzlich geregelten EEG-Vergütung wird für den eingespeisten Strom ein Mieterstromzuschlag gezahlt.

Durch die Novellierung des EEG 2021 hat sich die Berechnung der Höhe des Mieterstroms grundlegend geändert und Mieterstrom ist deutlich attraktiver geworden. Der Mieterstromzuschlag wird anteilig nach den installierten Leistungsanteilen gezahlt.

Tabelle 21: Mieterstromzuschläge nach Leistungsanteilen (ab Inbetriebnahme April 2022)

Leistungsanteil	Mieterstromzuschlag
Bis 10 kWp	3,07 ct/kWh
Bis 40 kWp	2,85 ct/kWh
Bis 100 kWp	1,92 ct/kWh

Für eine PV-Anlage mit 50 kWp wird demnach ein Zuschlag in Höhe von 2,71 ct/kWh gezahlt. Ähnlich wie bei der EEG-Vergütung unterliegt der Mieterstromzuschlag einem atmenden Deckel und wird je nach PV-Zubau zukünftig angepasst. Der gültige Mieterstromzuschlag zum Zeitpunkt der Errichtung der PV-Anlage bleibt über 20 Jahre konstant, genau wie die Einspeisevergütung.

Der Strompreis für die Mieter setzt sich aus einer **Mischkalkulation aus dem Lokalstrom** (vor Ort produzierter Solarstrom) **und dem Netzstrom** (zusätzlich vom Netz bezogener Strom) zusammen. Für den lokal produzierten Solarstrom entfallen einzelnen Kostenbestandteile. Dies sind die Netzentgelte (ca. 7 ct/kWh), netzseitige Umlagen wie die KWKG-Umlage (0,378 ct/kWh) und die Strom-NEV-Umlage (0,437 ct/kWh), die Stromsteuer (2,05 ct/kWh) und Konzessionsabgaben (ca. 2,4 ct/kWh).

Bestandteile der Kosten des Lokalstroms sind die Strombeschaffungs- und Gestehungskosten, Kosten für den Messstellenbetrieb und die Mehrwertsteuer. Da es sich auch beim Mieterstrommodell um eine Stromlieferung Dritter handelt, muss die EEG-Umlage (3,723 ct/kWh) in voller Höhe entrichtet werden.³¹

³¹ Alle in diesem Abschnitt angegebenen Werte sind Stand Februar 2022 für den Standort Eutin.

Für Mieterstrom wurde zudem eine Preisobergrenze festgelegt. Der von den Mietern zu zahlende Strompreis aus der Mischkalkulation darf maximal 90% des in dem jeweiligen Netzgebiet geltenden Grundversorgungstarifs betragen.

Grundsätzlich können mehrere Objekte durch eine PV-Anlage beliefert werden. Bei Mieterstrommodellen ist die Durchleitung von Strom durch das Netz der öffentlichen Versorgung jedoch ausdrücklich verboten. Da im Quartier durch die Wohnungsunternehmen keine Arealnetze verlegt wurden und eine nachträgliche Verlegung als eher unwirtschaftlich eingestuft wird, kann bei einem Mieterstrommodell ausschließlich das jeweilige Gebäude mit PV-Strom versorgt werden. Bei der Nutzung eigener Arealnetze zur Belieferung unterschiedlicher Gebäude mit selbsterzeugtem Strom spricht man von sogenannten Quartiersstromlösungen.

Wird Strom ohne eigene Arealnetze in anderen Gebäuden bilanziell genutzt, handelt es sich nicht um Quartiersstrom, sondern um eine Art der lokalen Direktvermarktung. Da hierbei die Strombelieferung durch Dritte erfolgt und der Strom durch das Netz der allgemeinen Versorgung geliefert wird, sind alle Umlagen und die Netzentgelte in voller Höhe zu entrichten.

Beim Verbraucher und Erzeuger installierte RLM-Zähler (Registrierte Leistungsmessung) geben in einem viertelstündigen Zeitintervall Auskunft über Stromerzeugung und -verbrauch. So kann die bilanziell gelieferte Strommenge eichrechtskonform ermittelt werden.

Insgesamt besteht im Quartier ein technisches PV-Potenzial für Mehrfamilienhäusern mit Mieterstromkonzepten von 1.585 MWh/a. Das wirtschaftliche Potenzial wird in Abschnitt 5.3.2.1 berechnet und ausgewiesen.

Bei Mieterstrommodellen kann zudem zwischen zwei unterschiedlichen Betreibermodellen unterschieden werden.

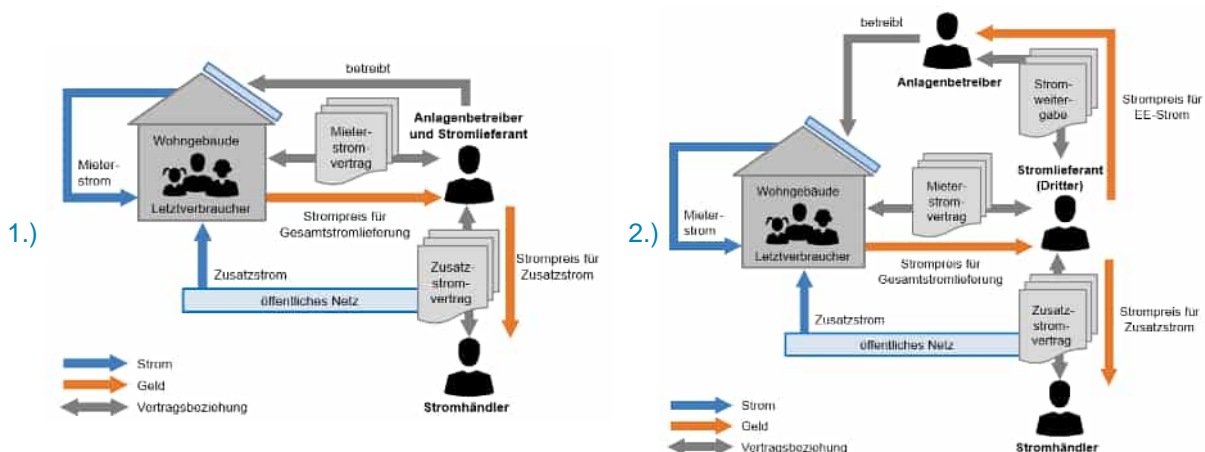


Abbildung 57: Vereinfachte Darstellung der Stromlieferung und der Vertragsbeziehungen 1.) Anlagen-Eigentümer ist Energieversorger (I.), 2. Contractingmodell mit Zwischenhändler (r.)³²

1.) Der Anlagenbetreiber ist gleichzeitig Stromlieferant, er betreibt die PV-Anlage und liefert den gesamten Strom an die Mieter, den zusätzlich benötigten Strom bezieht er von einem Stromhändler. Die Mieter schließen einen Stromvertrag mit ihm ab. (z.B. Naturstrom)

2.) Es besteht keine Personenidentität zwischen dem Anlagenbetreiber und dem Stromlieferanten, der Anlagenbetreiber betreibt die PV-Anlage und verkauft den Strom an den Stromlieferanten, dieser schließt wieder die Mieterstromverträge mit den Mietern zur vollständigen Stromlieferung und einen Zusatzstromvertrag mit einem Stromhändler für die Lieferung der Reststrommenge ab.

Das Wohnungsunternehmen kann dabei gleichzeitig als Stromlieferant und Anlagenbetreiber auftreten oder nur den Anlagenbetrieb der PV-Anlage einem Contractor überlassen oder beide Aufgaben an eine externe Firma abgeben. Durch die Novellierung des Mieterstroms im EEG 2021 dürfte das Interesse unterschiedlicher Anbieter wieder steigen.

Das Hauptgeschäft von Wohnungsunternehmen liegt in der Vermietung von Wohnraum, nach dem Gewerbesteuergesetz können Wohnungsunternehmen für die Vermietungstätigkeit von der Gewerbesteuer

³² Bundesnetzagentur (2021). Mieterstrom. www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Verbraucher/Vertragsarten/Mieterstrom/Mieterstrom_node.html (abgerufen am 26.02.2021)

befreit werden. Durch eine Tätigkeit als Energielieferant, wie im Mieterstrommodell vorgesehen, verloren Wohnungsunternehmen in der Vergangenheit die Befreiung der Gewerbesteuer. Mit der Novellierung des EEGs verlieren Wohnungsunternehmen die steuerlichen Vorteile durch eine „erweiterte Kürzung bei der Gewerbesteuer“ durch die Implementierung von Mieterstrommodellen nicht mehr.

4.3.2 Einfamilienhäuser

Auch die kleineren Dächer der Einfamilienhäuser (EFH) im privaten Besitz eignen sich zur Erzeugung solarer Energie. Im Quartier befinden sich etwa 187 EFH-Dächer mit einer grundsätzlichen Eignung für die Solarstromproduktion. Im Durchschnitt könnten im Quartier auf EFH PV-Anlagen mit einer Anlagengröße von ca. 10 kWp pro Dachfläche errichtet werden.

Neben der eigenen Investition in eine PV-Anlage gibt es auch Möglichkeiten eine PV-Anlage zu mieten. Vorteile bietet die Miete einer Anlage vor allem durch einen geringeren bürokratischen Aufwand und wegfallende Planung, dies übernimmt in der Regel der Vermieter der Anlage. Ein wirtschaftlicher Vorteil wird in der Regel nur durch die Investition in eine eigene Anlage erzielt.

Die Entscheidung für die Investition in eine PV-Anlage oder für die Miete einer Anlage, ggf. mit Batteriespeicher, ist neben der potenziell zur Verfügung stehenden Dachfläche auch abhängig vom Stromverbrauch und der aktuellen Lebenssituation.

Besonders interessant ist die Installation einer PV-Anlage bei einem hohen Stromverbrauch, um möglichst viel selbst produzierten Eigenstrom zu nutzen. Steht in den nächsten Jahren beispielsweise noch eine Dachsanierung an, kann die Anlage direkt mit geplant werden.

Unabhängig davon, ob die Anlage gemietet oder gekauft wird, kann mit einer PV-Anlage auf dem Dach ein Beitrag für die Reduktion der deutschlandweiten Emissionen geleistet werden.

In folgender Tabelle sind im Hinblick auf unterschiedliche Kriterien die Investitionen in eine eigene PV-Anlage und die Miete einer Anlage gegenübergestellt.

	Investition in eine eigene PV-Anlage	Miete einer PV-Anlage
Finanzielle Belastung	Liquiditätsbindung durch Investitionen Renditen möglich	Feste Monatliche Belastung
Organisation und Koordination	Zeitlicher Aufwand bei der Planung, Errichtung und Beantragung von Fördermitteln	Übernahme weitestgehend vom Anbieter
Wartung und Instandsetzung	Zusätzliche Rücklagen erforderlich	Übernahme vom Anbieter
Autarkie	Ist gegeben	Bindung an den Anbieter über einen längeren Zeitraum

Tabelle 22: Gegenüberstellung Kauf versus Miete einer PV-Anlage

4.3.3 Gewerbliche Anlagen

Potenzielle Dachflächen auf gewerblichen Liegenschaften wurden ebenfalls betrachtet.

Besonders hervorzuheben ist hier zum einen das große Gewerbegebäude in der Lübecker Landstraße, das von der Post genutzt wird. Hier können, vorbehaltlich der Statik, etwa 91 kWp installiert werden (siehe Abbildung 58 links). Zum anderen bietet auch das Aladdin-Center in der Bürgermeister-Steenbock-Straße mit ca. 94 kWp ein gutes PV-Potenzial (siehe Abbildung 58 rechts).



Abbildung 58: Gewerbegebäude mit großen PV-Potenziale (Bildquelle: Google Satellite)

Ein etwas kleineres PV-Potenzial weist das Gebäude der Agentur für Arbeit auf mit einer installierbaren Leistung von ca. 21 kWp.

Gerade hinsichtlich steigender Strompreise kann es für Gewerbebetriebe sehr attraktiv sein, eine eigenverbrauchsoptimierte PV-Anlage zu errichten, um den Bezug aus dem öffentlichen Stromnetz zu reduzieren. Gewerbliche Anlagen erreichen üblicherweise auch eine höhere Eigenstromquote.

4.4 Mobilität

Um die Klimaschutzziele im Bereich der Mobilität zu erreichen, muss die Verkehrsmittelwahl sich langfristig ändern – weg vom Motorisierten Individualverkehr (MIV) hinzu zur stärkeren Nutzung des Umweltverbundes (ÖPNV, Fahrrad- und Fußverkehr, ergänzende Sharing-Angebote). Die im Folgenden identifizierten Potenziale konzentrieren sich darauf, eine Änderung der Verkehrsmittelwahl zugunsten des Umweltverbundes für die Bewohner:innen des Quartiers zu erleichtern. Eine Verknüpfung unterschiedlicher Mobilitätsarten und Wegeketten ist hierbei grundsätzlich förderlich, um den Anteil des MIV zu reduzieren.

Im Rahmen der Quartiersentwicklung stehen daher Maßnahmen im Fokus, die in der Lage sind folgende Sektoren zu fördern:

- Fußverkehr
- Radverkehr
- Öffentlicher Personennahverkehrs (ÖPNV)
- alternative Antriebe, besonders der Elektromobilität,
- Intermodalität (Nutzung unterschiedlicher Verkehrsmittel im Verlauf eines Weges)

4.4.1 Fußverkehr

Die Erreichbarkeit der Angebote des täglichen Bedarfs stellt die Grundlage für die Umsetzung des Leitbilds der „Stadt der kurzen Wege“ dar. In einer Stadt der kurzen Wege sind die räumlichen Distanzen zwischen Wohnen, Arbeit, (Nah-)Versorgung, Dienstleistungen, Freizeit- und Bildungsorten durch eine Nutzungsmischung gering. Dadurch wird die Anzahl an Wegen verringert, die Fußgängerfreundlichkeit erhöht und somit der MIV vermieden. Die Bestandsanalyse hat gezeigt, dass das Projektgebiet mit seiner Nähe zu vielen Einkaufs- und Freizeitmöglichkeiten, attraktiv für den Fußverkehr ist.

Damit diese guten Voraussetzungen auch in der Praxis zum Tragen kommen, ist eine gut ausgebaute Fußwegeinfrastruktur essentiell. Die größten Potenziale der Bestandsanalyse sowie der Akteurs- und Bewohner:innenbeteiligung ergeben sich im Bereich der Fußgängerübergänge und der Herstellung von Barrierefreiheit von Wegen im Charlottenviertel.

Barrierefreiheit

Im Aktionsplan Inklusion der Stadt Eutin wird die Barrierefreiheit im Bereich der Mobilität im „Handlungsfeld 4: Mobilität und Barrierefreiheit“ betont. In der Maßnahme 4.14. werden die Mitarbeiter:innen der Stadt angehalten, vermehrt ein Augenmerk auf den Erhalt und die Pflege von Infrastruktur in Bezug auf Barrierefreiheit zu legen und Verbesserungsmaßnahmen voranzutreiben. (Stadt Eutin, 2018)³³ Die Zustandserfassung öffentlicher Gehwege (Maßnahme 4.22) muss jedoch extern erfolgen. Die Nachrüstung von taktilen Leitsystemen soll als Maßnahme 4.211 bei Stadtsanierung bzw. weiterer Straßenausbaumaßnahmen berücksichtigt werden. Auch Bushaltestellen sollen bei Überplanung barrierefrei ausgebaut werden (Maßnahme 4.22).

Um die konkreten Defizite und Problemstellen im Quartier zu dokumentieren, sollte während des Sanierungsmanagements eine Begehung mit sachkundigen Akteur:innen, wie dem Mobilitätsbeirat Eutin durchgeführt werden. Der Mobilitätsbeirat Eutin hat bereits an anderen Standorten anlassbezogen Bestandsbegehungen in Kooperation mit „Die Ostholsteiner“ (Sozial-rehabilitative Dienstleistungen) als Interessensvertretung für Personen mit eingeschränkter Mobilität durchgeführt. Dabei werden Mängellisten erstellt, die im Anschluss an die Stadt weitergegeben werden. In der Zustandserfassung für das Charlottenviertel sollte ein besonderes Augenmerk auf die Barrierefreiheit der Sandwege und die Bahnübergänge gelegt werden.

³³ Stadt Eutin (2018): Aktionsplan Inklusion der Stadt Eutin zur Umsetzung der UN-Behindertenrechtskonvention. <https://www.vg-eutin-suesel.de/Stadt-Eutin/Stadt/ Stadtpolitik/Inklusion/> (zuletzt abgerufen am 29.10.2021)



Abbildung 59: Bahnübergang Weidestraße (links), Bürgersteig Vahldiekstraße (rechts). (© ZEBAU GmbH)



Abbildung 60: Verortung der Problemstellen der Barrierefreiheit. (Darstellung © ZEBAU GmbH)

Fußgängerübergänge

Bei den Veranstaltungen für die Bewohnerschaft des Projektgebietes wurden Standorte genannt, an denen eine Querungshilfe für den Fußgängerverkehr gewünscht ist. Diese Vorschläge sollten während des Sanierungsmanagements mit den zuständigen Stellen der Stadt geprüft werden:



Abbildung 61: Verortung der vorgeschlagenen Querungsstellen. (Darstellung © ZEBAU GmbH)

<p>1 Übergang am Kreisel, Carl-Maria-von-Weber-Straße</p>	<p>2 Übergang Vahldiekstraße ↔ Charlottenstraße</p>	<p>3 Übergang Vahldiekstraße ↔ Am Priwall</p>
		
<p>Erwünschter Zebrastreifen wurde in der Auftakt-Veranstaltung angemerkt</p>	<p>Querungsstelle wurde in der Auftakt-Veranstaltung angemerkt.</p>	<p>Querungsstelle wurde in der Auftakt-Veranstaltung angemerkt</p>
<p>4 Übergang Steenbocksweg ↔ LIDL</p>	<p>5 Übergang Bürgermeister-Steenbock-Straße aus der Charlottenstraße</p>	<p>6 Übergang Bürgermeister-Steenbock-Straße aus der Industriestraße</p>
		
<p>Querungsstelle wurde in der Info-Veranstaltung angemerkt</p>	<p>Querungsstelle wurde in der Info-Veranstaltung angemerkt</p>	<p>Querungsstelle wurde in der Info-Veranstaltung angemerkt</p>

4.4.2 Radverkehr

Die Potenziale zur Stärkung des Radverkehrs wurden für die Gesamtstadt 2017 im Radverkehrskonzept erörtert und mit umzusetzenden Maßnahmen beschlossen. Als Ziel für den Radverkehr wird formuliert, dass der Radverkehrsanteil in Eutin deutlich gesteigert sowie eine hohe Verkehrssicherheit und eine allgemeine Erhöhung der Akzeptanz des Verkehrsmittels Fahrrad erreicht werden soll. Die meisten Wege im motorisierten Verkehr liegen unter 5 km und stellen damit ein grundsätzliches Verlagerungspotenzial hin zum Radverkehr dar. Laut Konzept soll der Radverkehr durch einen Mix aus regulativen Maßnahmen, wie der Öffnung von Einbahnstraßen, und baulichen Maßnahmen, wie der Ertüchtigung und dem Ausbau von Radverkehrsanlagen, gefördert werden. Als Realisierungszeitraum wurde die Zeit bis zum Ende des Jahres 2022 beschlossen (Stadt Eutin, 2017)³⁴.

Bei der Erstellung des Quartierskonzepts wurden die im Radverkehrskonzept identifizierten Mängel und Maßnahmen, die das Charlottenviertel betreffen im Rahmen der Akteur:innen- und Bewohner:innenbeteiligung diskutiert.

Maßnahmen aus dem Radverkehrskonzept

Im Radverkehrskonzept wurde ein Radverkehrsnetz entwickelt, bestehend aus Hauptrouten („Velorouten“), Nebenrouten und übergeordneten Radrouten für den Freizeit- und Tourismusverkehr. Innerhalb des Projektgebiets wurde die Carl-Maria-von-Weber-Straße/Lübecker Landstraße als Hauptroute und die Charlottenstraße als Nebenroute kategorisiert. Die **Haupttrouten** sind die obere Hierarchiestufe im Radverkehrsnetz und bilden die wichtigsten Verkehrsrelationen. Im Verlauf einer Hauptroute sind verschiedene Führungsformen möglich. Dies können Fahrbahnen von Straßen sein, eigenständige Radverkehrsanlagen an verkehrsreichen Straßen oder auch Kfz-freie Wege. **Nebenrouten** stellen wichtige Querverbindungen zwischen den Hauptrouten her, bilden die ergänzende Erschließung für die Hauptwohnquartiere und decken tangentielle Verkehrsrelationen ab.

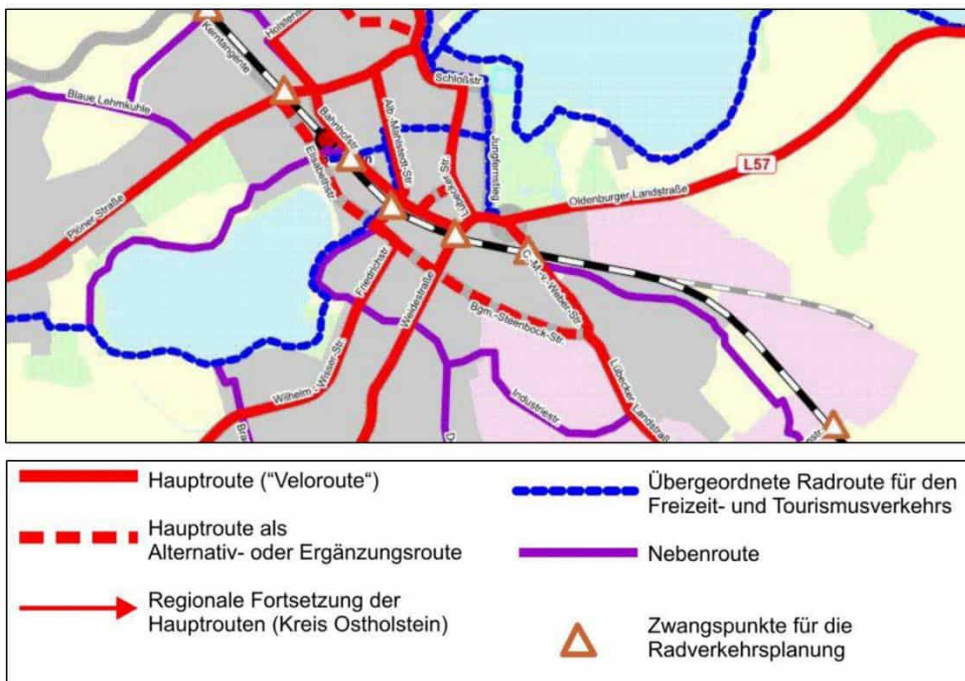


Abbildung 62: Ausschnitt der Planung des Radverkehrsnetzes aus dem Radverkehrskonzept (© urbanus GbR, Planungsgemeinschaft Verkehr PGV-Dargel-Hildebrandt GbR)

Ausbau der Hauptroute Carl-Maria-von-Weber-Straße/Lübecker Landstraße

³⁴ Stadt Eutin (2017): Radverkehrskonzept Stadt Eutin. Ergebnisbericht. https://www.vg-eutin-suesel.de/media/custom/2191_2339_1.PDF?1523880827 (zuletzt abgerufen am 23.08.2021)

Die Carl-Maria-von-Weber-Straße/Lübecker Landstraße ist eine wichtige Verbindung in die Eutiner Innenstadt und in ihrem derzeitigen Ausbaustand nicht als Veloroute geeignet. Radfahrer:innen werden im Mischverkehr bei Tempo 50 geführt. Im Radverkehrskonzept wurden zum Ausbau der Hauptroute alternierende Schutzstreifen zwischen Kreisverkehr und Bürgermeister-Steinbock-Straße und als flankierende Maßnahme Fahrradpiktogramme auf der Gegenseite vorgeschlagen.

Bei der Akteur:innenbeteiligung im Rahmen der Konzepterstellung des energetischen Quartierskonzepts wurden Alternativen zu dieser Planung diskutiert, um eine durchgehende und klare Führung des Radverkehrs zu ermöglichen. Dabei wurde mehrmals die Ausweisung von Tempo 30 für den Straßenabschnitt zwischen Kreisverkehr und Tankstelle genannt. Ob eine Geschwindigkeitsreduzierung und damit der Verzicht auf die Schutzstreifen eine sicherere Variante für den Radverkehr darstellt und umsetzbar ist, muss außerhalb des Quartierskonzeptes bei der Detailplanung der Maßnahme durch die zuständigen Stellen abgewogen werden. Dabei sollten die Erfahrungen aus der Einrichtung von Schutzstreifen an der Bürgermeister-Steinbock-Straße berücksichtigt werden.

Schutzstreifen Bürgermeister-Steinbock-Straße

Die im Radverkehrskonzept vorgesehenen Schutzstreifen an der Bürgermeister-Steinbock-Straße wurden im Sommer 2021 umgesetzt. Diese sind alternierend und somit nicht durchgängig entlang der Straße aufgebracht worden. Es sind die ersten Schutzstreifen, die in Eutin umgesetzt wurden, deshalb ist die Erfahrungen aus dieser Maßnahme besonders wichtig für die Umsetzung und ggf. Optimierung an anderer Stelle in der Stadt. Während der Erstellung des energetischen Quartierskonzepts konnte von den Akteur:innen vor Ort noch keine Bewertung für die Verbesserung der Qualität des Fahrradverkehrs gegeben werden. Während des Sanierungsmanagements sollte daher die Akzeptanz des Schutzstreifens beobachtet werden, um Erkenntnisse daraus gegebenenfalls auf Maßnahmen im Projektgebiet zu übertragen. Die Erfahrungen könnten unter anderem bei einem runden Tisch zum Charlottenviertel ausgetauscht werden (siehe Maßnahme A4 in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).



Abbildung 63: Schutzstreifen Bürgermeister-Steinbock-Straße (© ZEBAU GmbH)

Knotenpunkt Lübecker Landstraße/Bürgermeister-Steinbock-Straße

Die Detailplanung aus dem Radverkehrskonzept wird derzeit durch die Straßenbaubehörde Schleswig-Holstein überplant. Planungsergebnisse liegen noch nicht vor. Die Umsetzung soll in 2024 erfolgen.

Radabstellanlagen im öffentlichen Raum und Wohnumfeld

Ein Baustein zur Förderung des Radverkehrs ist das Fahrradparken. Um eine wachsende Fahrradnutzung zu fördern, sind qualitativ hochwertige Fahrradabstellanlagen unabdingbar. Die einfache Zugänglichkeit von Fahrradabstellanlagen spielt bei der Verkehrsmittelwahl eine bedeutende Rolle. Diese sollten

möglichst sicher und witterungsgeschützt und daher überdacht sein. Für die Nachrüstung von Fahrradabstellanlagen im öffentlichen Raum ist eine weitergehende Bestandsaufnahme der Auslastung einzelner Standorte zu unterschiedlichen Tageszeiten, Wochentagen und Jahreszeiten oder eine Befragung der Bewohner:innen des Quartiers notwendig.

Grundsätzlich gilt es die Stellplätze den jeweiligen Hauseingängen zuzuweisen und im Optimalfall ebenerdig anfahrbar zu gestalten. Was im Bereich des Einfamilienhausbaus problemlos möglich ist, sollte im Geschosswohnungsbau bewusst berücksichtigt werden.

Die weitere Installation von Fahrradabstellanlagen im Umfeld des Geschosswohnungsbaus sollte bedarfsgerecht erfolgen. Die Wohnungsbaugesellschaften orientieren sich an den Wünschen und der Nachfrage der Mieter:innen. In der Bestandsaufnahme wurde an den Hauseingängen der Mehrfamilienhäuser vorwiegend Bodenbügel vorgefunden. Eine niedrigschwellige Maßnahme ist der Ersatz von unsicheren und schadensträchtigen Bodenbügeln durch komfortablere Anlehnbügel. Da diese im Umfeld von einzelnen Wohnanlagen zu finden sind, wären hierfür die entsprechenden Wohnungsbaunternehmen zuständig. Positiv herauszustellen sind hier die Fahrradhäuser an der Nicoloviusstraße, die eine witterungsgeschützte Abstellmöglichkeit für die Mieterschaft darstellen.

Durch die Bestandsaufnahme wurden folgende Orte identifiziert, an denen ein Potenzial für eine Verbesserung der Abstellmöglichkeiten gesehen wird:

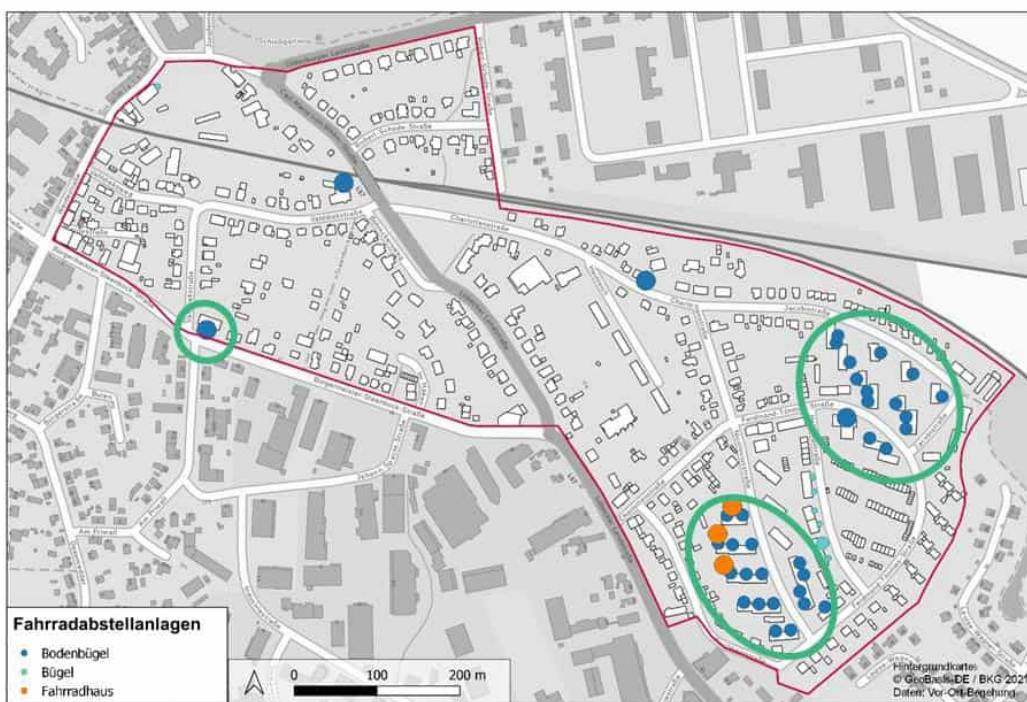


Abbildung 64: Verbesserungspotenziale Radabstellanlagen (Darstellung © ZEBAU GmbH)

4.4.3 Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)

Für die Weiterentwicklung des ÖPNV-Systems in Eutin liegen zwei Konzepte vor:

- ÖPNV-Konzept Eutin, 2013 (VTT Planungsbüro)
- Überprüfung und Überplanung des Stadtbusverkehrs in Eutin, 2021 (plan:mobil)

Im Konzept für den Stadtbusverkehr wurde die Anpassung der Linie 5504 festgelegt. Zentrale Aufgaben der Stadtbuslinien ist die Erschließung der Wohngebiete und eine Verknüpfung mit der Bahn und den

Regionallinien. Die Linienführung der Linie 5504 soll durch eine neue Führung durch die Tischbeinstraße für eine zusätzliche Erschließung im Charlottenviertel sorgen, wodurch zudem ein kritischer Engpass in der Ferdinand-Tönnies-Straße umfahren werden kann (auf der Fahrbahn parkende PKW sorgen hier aktuell für regelmäßige Verspätungen). Außerdem werden im Süden im Gewerbegebiet zwei neue Haltestellen eingerichtet.

In der Bestandsanalyse wurden keine grundlegenden Mängel im ÖPNV-Netz identifiziert. Auch in der Bewohner:innenbeteiligung wurden keine konkreten Mängel gemeldet, es wurde generell eine bessere Busverbindung und der Erhalt der Buslinie 5504 gewünscht.

Linie 5504

Eutin, Bf/ZOB - Industriestraße - Bf/ZOB - Eutin, Stadtgraben



- Aufteilung der bisherigen Linie 5504 in zwei Linien: 5504 im Bereich Charlottenviertel
- Höhere **Erschließungswirkung im Eutiner Südosten**
- **Anbindung zusätzlicher Gewerbestandorte** über die Linienführung und die zusätzlichen Haltestellen in der Siemensstraße
- Einrichtung **zwei neuer Haltestellen**



- Sicherung der **Fahrplanstabilität** im Bereich des Charlottenviertels: Es muss eine Lösung im Konflikt mit dem Parkverkehr gefunden werden



- jährlich ca. 35.000 Fahrplan-km (10% Leistungsreduzierung)

Stadt Eutin | StadtBus Eutin | 17.09.2020



Abbildung 65: Ausschnitt aus der Präsentation zum Stadtbussystem im Mobilitätsbeirat Eutin am 17.09.2020 (© plan:mobil)

Im Zuge der Beteiligung der lokalen Organisationen wurden mit jeweils einem Vertreter des VCD und des Fuß e.V. auch Konfliktstellen zwischen Busverkehr und parkenden Autos thematisiert. Als Alternative zu Parkverbotszonen wurde der Einsatz von kleineren Bussen diskutiert – in Abhängigkeit von den Fahrgastzahlen auf der Linie. Kleinbusse werden bereits für die Anruflinien-Fahrten eingesetzt und wurden auch im ÖPNV-Konzept in Form von Bürgerbussen vorgeschlagen.

Good Practice: Quartiersbusse in Hamburg

Ein Beispiel für den erfolgreichen Einsatz von Kleinbussen sind die Quartiersbusse der HOCHBAHN AG in Hamburg. Diese können auch enge Wohnstraßen passieren und werden unter anderem zur Erprobung neuer Linien eingesetzt. Die Quartiersbusse erschließen Wohnsiedlungen mit engem Straßennetz, die weiter entfernt von der nächsten Schnellbahnstation liegen und damit noch keinen direkten Zugang zum ÖPNV-Netz haben. Hierzu werden elektrisch angetriebene Kleinbusse von in der Regel 8 m Länge eingesetzt mit 22 bis 26 Sitz- bzw. Stehplätzen.



Abbildung 66: Hamburger Quartiersbus
© Hochbahn AG

4.4.4 Elektromobilität

Je höher der Anteil der Elektrofahrzeuge am Kfz-Bestand der Bewohner:innen des Quartiers, desto höher ist der mögliche Klimaschutznutzen. Der notwendige Ladevorgang findet im suburbanen und ländlichen Bereich vorrangig im privaten Bereich über sog. Wallboxen in der eigenen Garage bzw. im Carport statt. Zusätzlich wird auch der Bedarf an öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur steigen. In der Umgebung des Projektgebietes gibt es bereits einige Ladesäulen. Damit der Umstieg auf elektrisch betriebene Fahrzeuge attraktiver und der Ladevorgang komfortabel wird, sollte das Netz weiter ausgebaut werden. Um das Laden auch für Mieter:innen der Mehrfamilienhäuser einfach zu gestalten, sollte vor allem im östlichen Bereich des Projektgebietes die Infrastruktur ausgebaut werden.

Öffentliche Ladeinfrastruktur

Bisher sind keine öffentlichen Ladesäulen innerhalb des Quartiers vorhanden, weshalb von den Stadtwerken Eutin die Installation einer Ladestation in Abstimmung mit Wohnungsgesellschaften angestrebt wird. Für den öffentlichen Raum sollte diese nach Möglichkeit in Kombination mit öffentlichen Gebäuden mit einem höheren Zielverkehr oder an Standorten mit einer hohen Dichte an Mietwohnungen errichtet werden. Potenzielle Standorte, die aufgrund ihrer Zentralität im Quartier oder geeigneten Stellplätzen vorgeschlagen werden, sind:

- 1 Parkplatz der Kreisverwaltung (Stellplätze für Besucher:innen)
- 2 Agentur für Arbeit, Bürgermeister-Steenbock-Straße 9
- 3 Parkplatz der Stadt Eutin an der Carl-Maria-von Weber-Straße 20
- 4 Stellplatz angrenzend an die Zentrale der Bau- u. Siedlungsgenossenschaft Eutin eG, Ferdinand-Tönies-Straße 8

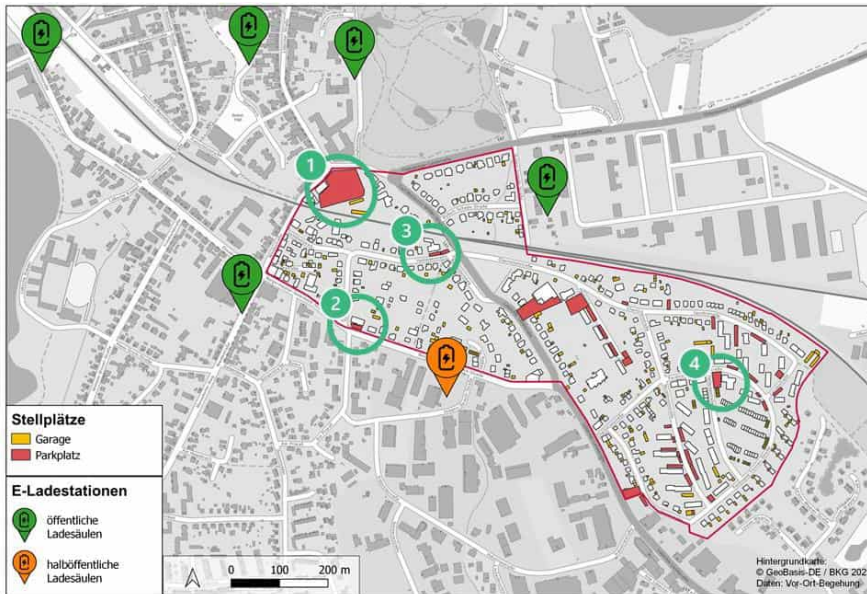


Abbildung 67: Standortvorschläge für öffentliche Ladesäulen (Darstellung © ZEBAU GmbH)

Mieter- und halböffentliche Ladeinfrastruktur

Im Bereich von Wohnquartieren ist davon auszugehen, dass der Großteil des Ladebedarfs zukünftiger Elektrofahrzeuge von den Bewohner:innen und weniger von Besucher:innen ausgeht. Folglich sollten sich zusätzlich Lademöglichkeiten in privaten Stellplatzanlagen befinden.

Herausforderung für die Bereitstellung von Ladeinfrastruktur sind die Investitions- und Betriebskosten und die zumeist langfristig vermieteten und nicht verfügbaren Stellplätze.

Um die Kosten für die Einrichtung und den Betrieb der Ladeinfrastruktur pro Nutzer:in zu reduzieren, werden zurzeit vielerorts Konzepte mit der Einrichtung eines Ladeplatzes für mehrere Nutzer:innen getestet. Da die Ladedauer pro Zyklus ca. 3 Stunden beträgt, besteht die Möglichkeit, mehrere Ladevorgänge nacheinander zu ermöglichen. Eine Benachrichtigung zum Fahrzeugwechsel erfolgt über eine App. Ein Pilotprojekt zum nachbarschaftlichen Laden wurde in Hamburg durchgeführt (siehe Infobox).

Good Practice: Quartiersladen Hamburg

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Electrify Buildings for Electric Vehicles“, kurz ELBE, wurden 2021 in Hamburg drei Ladestationen als „Quartiersladestationen“ realisiert. Mit ELBE fördert die Freie und Hansestadt Hamburg den netzverträglichen Ausbau der Elektromobilität und erprobt innovative Ladekonzepte für den urbanen Raum. Das Konzept richtet sich exklusiv an Anwohner:innen sowie Gewerbetreibende aus den Quartieren und will diesen das Laden in der unmittelbaren Wohn- oder Arbeitsumgebung ermöglichen. Es garantiert mehr Verlass und Komfort beim Laden und ermöglicht auch Autofahrer:innen ohne festen Stellplatz oder eigene Garage den Umstieg auf Elektromobilität.

Die Quartiersladestationen sind im öffentlichen Straßenraum aufgestellt, sind jedoch nur für registrierte Nutzer:innen aus den Quartieren zugänglich. Per App kann die Verfügbarkeit der Ladestation geprüft und reserviert werden. Zur Auswahl stehen Ladezeiträume in drei Kategorien.

- Nachtzeitfenster von 20:00 bis 8:00 Uhr.
(Das Zeitfenster ist als kompletter Block buchbar.)
- Feierabendzeitfenster von 17:00 bis 20:00 Uhr.
(Das Zeitfenster ist als kompletter Block oder auch kürzer buchbar.)
- Tagzeitfenster von 8:00 Uhr bis 17:00 Uhr.
(Intervalle sind für maximal drei Stunden buchbar.)

Zur Einrichtung halb-öffentlicher Ladesäulen bieten sich größere Stellplatzanlagen angrenzend an Mehrfamilienhäuser oder Parkplätze für die Kundschaft von Einzelhandelsbetrieben an.

- 1 Parkplatz der Kreisverwaltung (Stellplätze für Mitarbeitende)
- 2 Kundenparkplatz Fachhandel für Bürobedarf (P&P Eutin)
- 3 Parkplatz des Grone Bildungszentrums
- 4 Stellplätze an Mehrfamilienhäusern in der Nicoloviusstraße
- 5 Stellplätze an Mehrfamilienhäusern an der Ferdinand-Tönnies-Straße

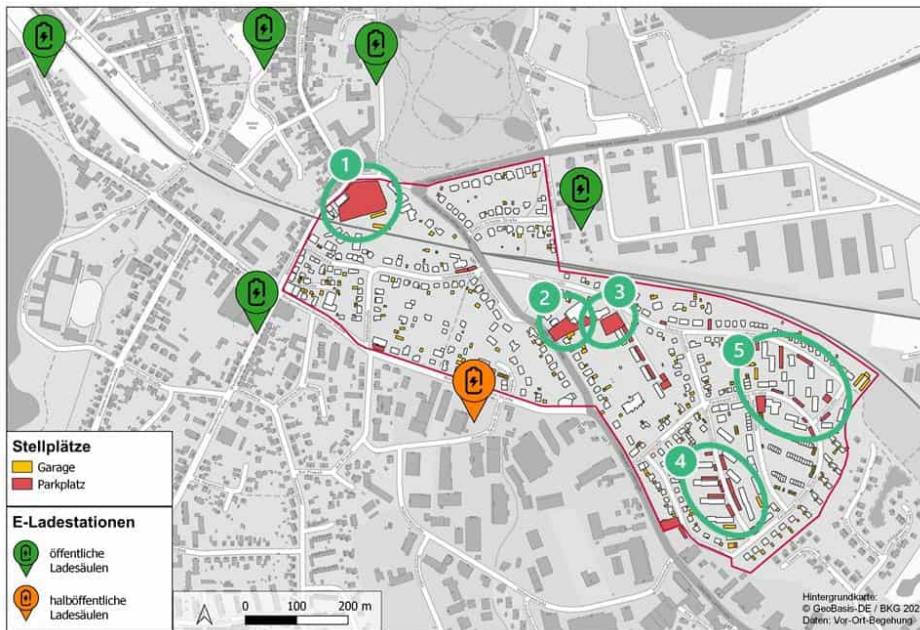


Abbildung 68: Standortvorschläge für halb-öffentliche Ladesäulen (Darstellung © ZEBAU GmbH)

4.4.5 Intermodalität

Für eine effiziente Mobilität, die unterschiedliche Wegelängen oder Transportmöglichkeiten in unterschiedlichen Lebens- und Alltagssituationen sicherstellt, ist die Vernetzung von Mobilitätsangeboten ein naheliegender Lösungsansatz. Der Handlungsspielraum und die Kombinationsmöglichkeiten sind dabei groß: von einem einzelnen stationären Carsharing Auto oder Lastenrad bis zur stadträumlichen Verknüpfung unterschiedlicher Sharing-Angebote an Mobilitätsstationen. Im Folgenden werden unterschiedliche Modelle zur Einführung von Carsharing und Lastenrad vorgestellt, um eine intermodale Verkehrsmittelwahl in Eutin zu ermöglichen. Abschließend wird die Option der Bündelung von Sharing-Angeboten im Rahmen einer Mobilitätsstation vorgestellt.

Carsharing

Das Carsharing stellt neben dem ÖPNV und dem Fuß- und Radverkehr eine weitere Säule des Umweltverbundes dar. Laut einer Statistik des Bundesverbands CarSharing e.V. aus 2021 ist das Carsharing nicht nur ein Phänomen der Großstädte. In 446 Orten mit weniger als 20.000 Einwohner:innen gibt es mittlerweile stationsbasierte Carsharing-Angebote (Bundesverband CarSharing e.V., 2021)³⁵. Der Trend zum „Nutzen statt Besitzen“ kann zu einer Reduzierung des MIV beitragen, da durch ein Carsharing-Angebot z.B. die Anschaffung eines Zweitwagens vermieden werden kann oder die meisten Fahrten per

³⁵ Bundesverband CarSharing e.V. (2021): Aktuelle Zahlen und Fakten zum CarSharing in Deutschland. <https://carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen/aktuelle-zahlen-daten-zum-carsharing-deutschland> (abgerufen am 29.10.2021)

Rad oder ÖPNV geleistet werden können, ohne dass auf ein PKW vollständig verzichtet werden muss. So kann auch der Straßenraum vom ruhenden Verkehr entlastet werden, da Studien den Schluss zulassen, dass ein Car-Sharing Angebot insbesondere die Zahl der Zweitwagen reduziert, die häufig außerhalb des eigenen Grundstücks/ Stellplatzes abgestellt werden müssen.

Betriebsmodelle für ein stationäres Carsharing

Beim stationsgebundenen Carsharing wird eine Fahrzeugflotte (in der Regel unterschiedliche Fahrzeugtypen vom Kleinwagen bis zum Transportfahrzeug) an festgelegten Carsharing-Stationen angeboten. Im Gegensatz zur konventionellen Autovermietung stellt sich die Zugänglichkeit einfacher dar, indem die Fahrzeuge selbständig über eine Buchungsplattform (Website oder Smartphone-App) reserviert und anschließend mit einer Chipkarte geöffnet werden können.

Für den Aufbau eines stationären Carsharings gibt es verschiedene Möglichkeiten, dessen Umsetzung es im Anschluss an die Erstellung des Quartierskonzeptes zu prüfen gilt. Im Folgenden werden drei Betriebsmodelle erläutert: das vereinsbasierte Carsharing, das Carsharing über einen externen Carsharingdienstleister und Carsharing des kommunalen Fuhrparks.

Unabhängig vom Betriebsmodell gibt es Erfolgskriterien für die Einführung eines Carsharing-Angebots:

- Vernetzung mit Organisationen des gesellschaftlichen Lebens
- geeignete Standortwahl mit öffentlich wahrnehmbaren Stellplätzen
- Ansprache von Ankermietern
- politische Unterstützung in der Kommune
- Organisationsarbeit auf vielen Schultern verteilen
- Auslagerung von Aufgaben des Fuhrparkmanagements (Bundesverband CarSharing e.V., 2018)³⁶

Car-Sharing Betriebsmodell: Vereinsbasiertes stationäres Carsharing

Eine bereits etablierte Möglichkeit für stationsgebundenes Carsharing in kleineren Gemeinden ist das „Dörpsmobil“ – ein landesweites Kooperationsprojekt für Carsharing mit Elektromobilität im ländlichen Raum in Schleswig-Holstein. Das Prinzip des Dörpsmobils ist ein vereinsbasierter Betrieb eines Carsharing-Systems.



Betrieb & Buchungssystem

Das Teilen der Fahrzeuge wird über kleine Vereine organisiert. Die Buchung der Autos kann über eine Ansprechperson/- Institution oder über eine App organisiert werden. Neben der Gründung eines Vereins, können auch bestehende Vereinsstrukturen diese Aufgabe übernehmen. Der Verein schließt einen Leasingvertrag für das Dörpsmobil ab.

Initiierung

Voraussetzung für die Einführung eines Dörpsmobils im Charlottenviertel wäre eine aktive Kerngruppe von Interessierten, um eine stabile Grundauslastung für das Fahrzeug (oder perspektivisch mehrere Fahrzeuge) zu sichern. Die Koordinierungsstelle des Dörpsmobils SH steht den Vereinen mit Beratung zur Seite und hilft bei der Initiierung und Vernetzung zwischen den bisher 26 aktiven Dörpsmobil-Vereinen. Im Durchschnitt zählen die Vereine rund 35 Mitglieder:innen und 4 bis 10 regelmäßige Fahrer:innen. Die nächstgelegenen Dörpsmobil-Vereine sind das Dörpsmobil Gettorf e.V. und das Dörpsmobil Schwedeneck e.V..

³⁶ Bundesverband CarSharing e.V. (2018): Leitfaden zur Gründung neuer CarSharing-Angebote. https://carsharing.de/sites/default/files/uploads/arbeitschwerpunkte/leitfaden_neue_cs-angebote_versandversion.pdf (abgerufen am 12.11.2021)

Standort

Der Standort richtet sich häufig nach den Wohnorten der ersten Nutzer:innen. Der Stellplatz benötigt eine Ladesäule, zur Errichtung können Fördergelder beantragt werden.

Finanzierung

Die Fahrzeuge werden über die Nutzer:innen sowie Sponsoren finanziert. Jeder Verein legt selbst fest wie hoch die Fahrzeugmieten sind, um eine Finanzierung sicherzustellen. Ein Rechenbeispiel aus dem Dörpsmobil Verein der Gemeinde Klixbüll:

- Mitgliedsbeitrag pro Monat: 5€,
- Nutzungsgebühren je gebuchte Stunde: 3,50 €
- Bei 90 Stunden Auslastung pro Monat schreibt das Fahrzeug eine schwarze Null.

Eine gute Möglichkeit, eine hohe Auslastung der Fahrzeuge zu gewährleisten, ist die Kooperation mit Betrieben, die die Fahrzeuge als gelegentlichen Ersatz oder Erweiterung ihrer Firmenwagen(-Flotte) nutzen. Diese können ebenfalls als Sponsoren auftreten und durch die Autowerbung sichtbar werden. Potenzielle Betriebe oder Institutionen zur Kooperation im Charlottenviertel oder in der unmittelbaren Umgebung sind: Fachhandel für Bürobedarf (P&P Eutin), Grone Bildungszentrum, Gewerbebetriebe entlang der Bürgermeister-Steenbock-Straße (darunter viele aus der Kfz-Branche), Integrierte Station Holsteinische Schweiz (Robert-Schade-Str. 24), Kreisverwaltung Ostholstein.

Kommunikation

Die Kommunikation über das Angebot wird hauptsächlich ehrenamtlich getragen und geht vom Verein aus. Das geplante Sanierungsmanagement für das Quartier Charlottenviertel kann hier unterstützen und mit weiteren Akteur:innen aus der Stadt vernetzen, um Nutzer:innen und Sponsoren zu akquirieren.

Car-Sharing Betriebsmodell: Stationäres Carsharing über externen Dienstleister

Es gibt eine wachsende Anzahl an kleinen und großen Carsharing-Dienstleistern, die alle Leistungen aus einer Hand anbieten.

Betrieb & Buchungssystem

Der Betrieb und die Buchungssoftware wird im „Komplettpaket“ vom externen Dienstleister geleistet.

Initiierung

Damit Carsharing-Dienstleister an einem neuen Standort Fahrzeuge bereitstellen, an denen Sie noch keinen Kundenstamm haben, können unterschiedliche Partner eine „Entwicklungspartnerschaft“ initiieren. Mit einer Entwicklungspartnerschaft zwischen Carsharing-Dienstleister und Stadt oder Wohnungsgesellschaft kann eine erfolgreiche langfristige Etablierung des Carsharings unterstützt werden.

Standort

Als Standort bieten sich beispielsweise größere Stellplatzanlagen von Wohnungsunternehmen an. So entfällt für den Carsharing-Dienstleister die Mietgebühr des Stellplatzes und die Stadt kann das Angebot über ihre Informationskanäle bei den Einwohner:innen bewerben, um eine Nutzung des Carsharings zu sichern. Bei einer Entwicklungspartnerschaft zwischen Stadt und Carsharing-Dienstleister sind öffentliche Stellplätze, an denen die Fahrzeuge gut einsehbar sind von Vorteil, um die Sichtbarkeit zu erhöhen.

Finanzierung

Die Partner in der „Entwicklungspartnerschaft“ übernimmt innerhalb eines definierten Zeitraumes die Kosten einer anfänglich gegebenenfalls zu geringen Auslastung des Angebotes. Die Höhe der Umsatzgarantie ist hierbei je nach Dienstleister unterschiedlich.

Kommunikation

Um die Auslastung der Fahrzeuge zu gewährleisten und einer großen Nutzer:innengruppe das Angebot zu ermöglichen, ist die Kommunikation von großer Bedeutung. Die Entwicklungspartnerschaft bietet den Vorteil, dass die bestehenden Kommunikationskanäle der Partner vor Ort (Website, Newsletter, schwarze Bretter, Mieterzeitungen) genutzt werden können, um auf das Carsharing aufmerksam zu machen. Eine gute Möglichkeit sind Pressetermine, eine Eröffnungsfeier in Kooperation mit dem Carsharing-Dienstleister, Gutscheine zur Einführung des Angebotes oder die Einbindung von Gutscheinen in Neumieterpakete.

Carsharing in Kombination mit kommunalem Fuhrpark

Eine weitere Möglichkeit eine Carsharing-Station aufzubauen, ist die Bereitstellung von Fahrzeugen aus dem Fahrzeugpool der Gemeinde oder des Kreises zum Carsharing außerhalb der Arbeitszeiten. Dieses Modell sichert eine gute Auslastung des Fahrzeugpools (durch Mitarbeitende der Verwaltung während der Dienstzeiten und Bürger:innen abends und am Wochenende) und reduziert die Kosten im Vergleich zu einem Gemeinde-unabhängigen Carsharing-System. Für die technische Umsetzung kann mit einem Anbieter kooperiert werden, der das nötige Buchungssystem zur Verfügung stellt (z.B. mobilesdorf). Eine Potenzialfläche für die Einführung eines solchen Systems ist der Parkplatz der Kreisverwaltung an der Weidestraße.

Fahrradleih-Systeme

Um die grüne Mobilität im Quartier und ganz Eutin weiter zu fördern, wäre es zudem sinnvoll Systeme zu etablieren, mit denen Fahrräder sowie Lastenräder nach dem Bikesharing-Prinzip einfach ausgeliehen werden können. Dieser Aspekt der klimafreundlichen Mobilität sollte innerhalb eines gesamtstädtischen Konzeptes für die Stadt Eutin umgesetzt werden. Wichtig ist hierbei, dass ein Bikesharing-System nur für die Gesamtstadt relevant und sinnvoll wäre, sodass die Leihräder auch an anderen Standorten (z.B. am Bahnhof oder in der Innenstadt) als den Ausleihstationen in der Nähe des Quartiers abgegeben werden können.

Exkurs: Fahrrad-Leihsysteme

Das „**Call a bike**“-System ist das bundesweite Bikesharing-Angebot der Deutschen Bahn und wird durch die Deutsche Bahn Connect GmbH betrieben. Mit über 13.000 Leihrädern in deutschlandweit 80 Städten und Kommunen ist das System weit verbreitet. Im Norden Deutschlands nutzen bspw. die Freie und Hansestadt Hamburg sowie die Hansestädte Lüneburg und Lübeck das System als stationsgebundenes Bikesharing-Angebot.

Daneben wird im Norden auch das Fahrradleih-System des Anbieters „**Nextbike**“ insbesondere in Kiel, Eckernförde und Umgebung genutzt. Als „Sprottenflotte“ bezeichnet ist es auch ein stationsbasiertes Fahrradleih-Angebot.

Bei beiden Verleihsystemen können neben normalen Alltagsrädern auch Lastenräder in das Portfolio mitaufgenommen werden.

Lastenrad-Leihstation

Als Ergänzung zu herkömmlichen Leihrädern wurde in der Bürgerbeteiligung die Idee eines Lastenrad-Sharings sehr begrüßt (siehe Kapitel 2.9). Daher wäre es sinnvoll ein Lastenrad im Quartier zu etablieren, das an zentraler Stelle zur Verfügung gestellt wird und von der Bewohnerschaft und anderen Einrichtungen zum Transport ausgeliehen werden kann. Somit könnten beispielsweise Einkäufe bei den Nahversorgen entlang der Bgm.-Steenbock-Straße, welche nicht mit dem normalen Fahrrad transportiert werden

können, erledigt werden, oder auch das Gepäck für den KiTa-Ausflug im Lastenrad verstaut werden. Für die kurzen Distanzen in Eutin zum Einkauf in der Innenstadt oder zum Ausflug am See eignet sich ein „Lastenrad auf Zeit“ sehr gut. Für die Einrichtung eines Lastenrad-Verleihs werden im Folgenden zwei Betriebsmodelle vorgestellt. Ob sich eines dieser Modelle im Charlottenviertel umsetzen lässt, sollte im Rahmen des Sanierungsmanagements geprüft werden.

Lastenrad-Sharing Betriebsmodell: Ehrenamtlich organisierter (E-)Lastenrad-Verleih

Beispiele für Lastenräder, die ehrenamtlich organisiert und durch Stiftungen, Kooperationspartner:innen und Förderprogramme finanziert werden, gibt es in Deutschland bereits zahlreiche. Speziell im Charlottenviertel wurde die Idee diskutiert den Lastenrad-Verleih mit der bestehenden Fahrradwerkstatt im ehemaligen Katasteramt (heute Unterkunft für Geflüchtete) in der Carl-Maria-von-Weber-Straße 20 zu verbinden. Das technische Know-How für eine Instandhaltung des Lastenrads wäre somit vorhanden, ebenso wie ein Netzwerk aus Akteur:innen im Bereich der Radverkehrsförderung. Für die Buchung des Rades müsste ein Buchungssystem eingerichtet werden sowie eine Anlaufstelle für die Ausleihe des Rades gefunden werden. Um den Aufwand für die Ausleihe des Rades gering zu halten, kann der Zeitraum für die Ausleihe auf mehrere Tage festgelegt werden. Auf diese Weise können die Nutzer:innen das Lastenrad als alternatives Fortbewegungsmittel im Alltag auch dauerhafter testen. Um eine flexiblere Nutzung des Lastenrades zu ermöglichen, bieten sich kürzere Ausleihzeiträume an, z.B. 4 Stunden-Zeiträume unter der Woche. Ein andere Variante wäre die Bereitstellung von zwei Lastenrädern – eines für kürzere Zeiträume und eines für längere Zeiträume. Dieses Modell setzt jedoch einen höheren Personalaufwand für die Betreuung der Leihvorgänge voraus, was für einen ehrenamtlich organisierten Verleih eine Herausforderung darstellt.

Investitionskosten entstehen vor allem bei der Neuanschaffung des Rades (ab 1.500 €, bei elektrischem Antrieb ab 2.200 €), aber auch laufende Kosten für Ersatzteile, Reparaturen und Versicherung entstehen. Eine exemplarische Aufstellung für die Anschaffungs- und Unterhaltungskosten eines Lastenrades und eines elektrischen Lastenrades stellt der Allgemeine Deutsche Fahrrad-Club e. V. anhand des Projekts „hannah! Lastenräder für Hannover“ zur Verfügung (ADCF, o.J.)³⁷.

Finanzierungshilfen könnten sein: Sachspenden von lokalen Fahrradhändlern, Spenden von Stiftungen für nachhaltige Mobilität, ggf. Finanzmittel aus dem Klimaschutzmanagement Eutin.

Good Practice: Kostenfreie Lastenrad-Verleihsysteme

„Klara“ – Kostenlose Lastenräder für Hamburg - Hamburg

„Klara“ ist ein Projekt des ADFC Hamburg und ermöglicht die kostenlose Nutzung eines Lastenrads. Mittlerweile können zehn Lastenräder an unterschiedlichen Standorten in der Stadt ausgeliehen werden. Die Räder können für ein bis drei Tage oder über ein Wochenende ausgeliehen werden. Das Ganze funktioniert per Buchungssystem über eine zentrale Website. Lokale Ausleihpartner:innen sind Bio-Supermärkte, Fahrradgeschäfte oder Cafés.

„Brucker Lastenrad“ – Fürstfeldbruck, Bayern

2019 wurde in Fürstfeldbruck ein Förderprogramm für die Anschaffung unterschiedlicher Fahrradtypen wie Pedelecs, (E-)Dreiräder oder Elektro-Kleinkrafträder, aber auch Lastenpedelecs, Lastenfahrräder sowie Fahrradanhänger ins Leben gerufen. Um den Umstieg auf ein Lastenfahrrad populärer und das Förderprogramm bekannter zu machen, entstand die Idee, einen Lastenradverleih ins Leben zu rufen. Zwei Lastenpedelecs, mit zwei bzw. drei Rädern, können

³⁷ ADFC (o.J.): Wie hoch sind Anfangs- sowie regelmäßige Kosten für ein Freies Lastenrad? https://dein-lastenrad.de/wiki/Wie_hoch_sind_Anfangs-_sowie_regelm%C3%A4%C3%9Fige_Kosten_f%C3%BCr_ein_Freies_Lastenrad%3F (abgerufen am 31.01.2022)

zentrumsnah – in der Nähe des Rathauses und der Stadtbibliothek – kostenfrei ausgeliehen werden. Bürger:innen sowie Gäste der Stadt können die Räder bis zu drei Tage lang kostenfrei ausleihen und ausgiebig testen. Das Projekt wurde als „Klimaaktive Kommune 2021“ in der Kategorie Klimafreundliche Mobilität ausgezeichnet. Das Preisgeld soll nun in ein digitales Buchungssystem für die Ausleihe investiert werden.

Lastenrad-Sharing Betriebsmodell: Automatisierter Verleih über externen Dienstleister

Um die Nutzung eines (E-)Lastenrades flexibler in den Alltag der Nutzer:innen zu integrieren, bieten sich vollautomatisierte stationsbasierte Verleihsysteme an, die von Dienstleistungs-Unternehmen in einem Full-Service-Paket angeboten werden. Vorteile dieser Systeme sind, dass kein Personal zur Ausleihe vor Ort benötigt wird und die Räder auch für kürzere Zeiträume ausgeliehen werden können. Die Lastenrad-Leihstation wird durch eine Partnerschaft zwischen Sharing-Dienstleister und einer Institution vor Ort initiiert. Der Partner vor Ort sorgt für die Herrichtung der Fläche, den Stromanschluss und übernimmt eine Kostenpauschale. Die Kostenpauschale sichert einen Mindestumsatz und wird durch Nutzungsentgelte zurückgezahlt, sodass bei einer entsprechenden Auslastung der Räder die komplette Kostenpauschale erstattet werden kann. Der Sharing-Dienstleister übernimmt den operativen Betrieb der Räder, stellt die Software für eine Ausleihe via App bereit und übernimmt den Kundenservice.

Als Aufstellfläche für die Lastenräder genügen in etwa 9 m² Fläche für zwei Räder. Die Fläche sollte gut sichtbar und zugänglich im Stadtraum verortet sein und nicht in Innenhöfen platziert werden, um den Zugang vielen Personen zu ermöglichen und die Auslastung der Räder zu maximieren. Die Transportbox der Lastenräder kann als Werbefläche für den Kooperationspartner oder andere Sponsoren genutzt werden.



Abbildung 69: Beispiel für ein stationsbasiertes Ladenrad-Leihsystem der Firma sigo. © ZEBAU GmbH

Mobilitätsstationen als Standorte für intermodale Verknüpfung

Um den Anteil des MIV am Modal Split auf Quartiersebene zu reduzieren, ist es wichtig, den Umstieg auf Leihfahrzeuge zu ermöglichen. Für eine effiziente Mobilität, die unterschiedliche Wegelängen oder Transportmöglichkeiten in unterschiedlichen Lebens- und Alltagssituationen sicherstellt, wird zunehmend auf das Konzept der Mobilitätsstation als Verknüpfungspunkt unterschiedlicher Mobilitätsangebote gesetzt. Mobilitätsstationen machen den multimodalen Verkehr im öffentlichen Raum sichtbar und erleichtern die Nutzung nachhaltiger Verkehrsträger und die Verbindungen zwischen ihnen.

Die Konzeption einer Mobilitätsstation muss auf die Bedürfnisse im Quartier reagieren und kann modular ausgebaut werden. Von einem einzelnen Carsharing-Fahrzeuge über die Bereitstellung von Ladeinfrastruktur, Leihrädern oder eine Paketstation zur Reduzierung des Lieferverkehrs ist vieles möglich. Die zuvor beschriebenen Potenziale zur Einführung von Leih-Lastenrädern und Carsharing-Fahrzeugen können als Ausgangspunkt für eine Mobilitätsstation dienen. Im Folgenden wird eine beispielhafte

Mobilitätsstation mit unterschiedlichen Angeboten dargestellt, die im Sanierungsmanagement auf ihre Eignung im Charlottenviertel geprüft werden sollten.

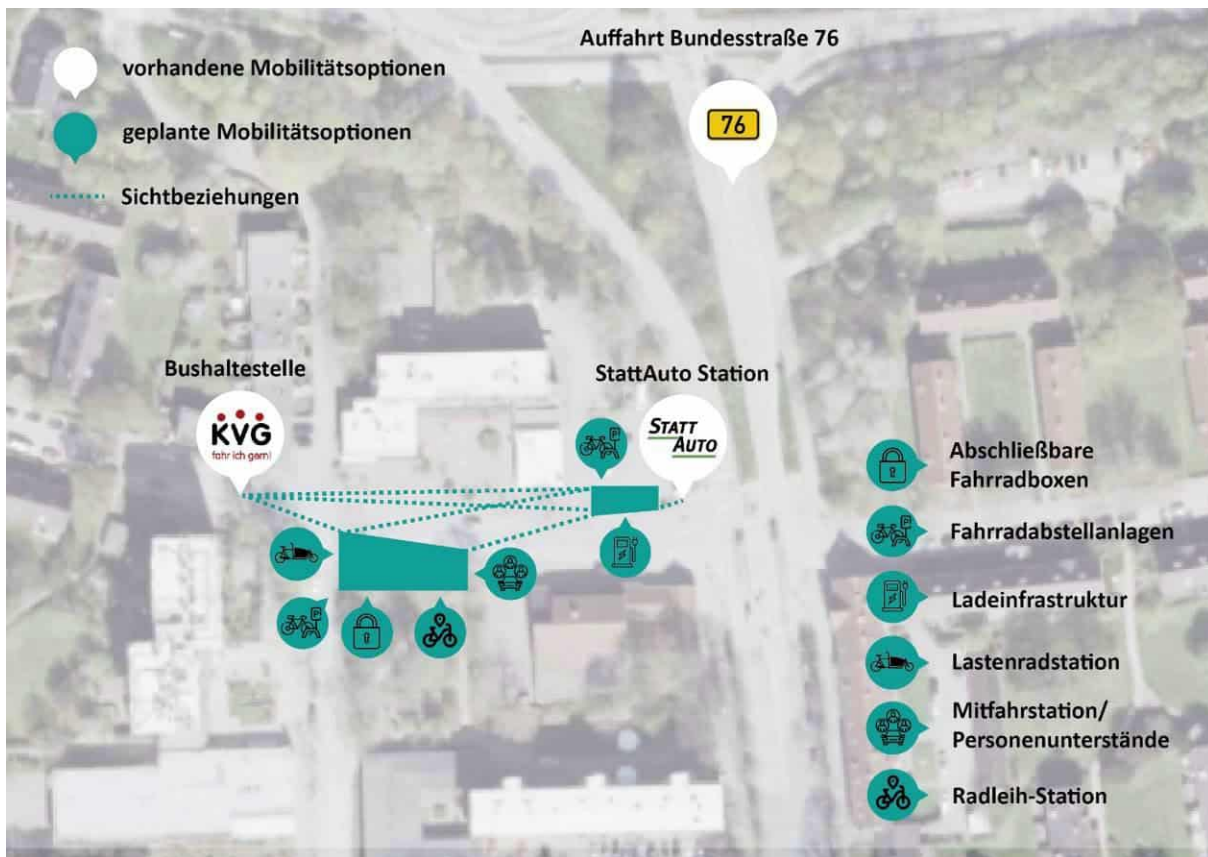


Abbildung 70: Beispiel einer Mobilitätsstation mit gebündelten Dienstleistungen in Sichtbeziehung (© ZEBAU GmbH)

Eine Mobilitätsstation sollte fußläufig erreichbar sein und gut sichtbar im Quartier platziert werden. Außerdem sollte ausreichend Fläche zur Verfügung stehen, um auch einen sukzessiven Ausbau der Station zu ermöglichen. Im Quartierskonzept wurden dafür folgende Standorte als geeignet identifiziert. Diese Eignung steht unter dem Vorbehalt, dass Stellplätze für private Fahrzeuge entfallen würden, um Raum für alternative Mobilitätsangebote zu schaffen.

- 1 Öffentlich zugänglicher Bereich des Parkplatzes der Kreisverwaltung
- 2 Parkplatz der Stadt Eutin an der Carl-Maria-von Weber-Straße 20
- 3 Parkplatz vor der Agentur für Arbeit



Abbildung 71: Potenzielle Standorte für eine Mobilitätsstation (Darstellung © ZEBAU GmbH)

5 UMSETZUNGSVORSCHLÄGE FÜR DAS QUARTIER


Um Zielkonflikte zu vermeiden und Synergien im Bereich der Dekarbonisierung und der Kostenreduzierung zu nutzen, wurden verschiedene Maßnahmen entwickelt, die als Umsetzungsvorschläge in den Handlungsfeldern aufgeführt werden.


Jede einzelne Maßnahme wird im Abschnitt zum jeweiligen Handlungsfeldes tabellarisch aufgelistet und im Steckbrief-Format vorgestellt. Bestandteil des Steckbriefs sind die Kurzbeschreibung der Maßnahme sowie das schrittweise Vorgehen bei der Umsetzung. Des Weiteren werden potenzielle einzubindende Akteur:innen aufgeführt, Zuständigkeiten beschrieben und sowohl das theoretische CO₂-Einsparungspotenzial als auch erste Abschätzungen der anfallenden Kosten genannt. Lösungsvorschläge zu möglicherweise auftretenden Hemmnissen werden ebenfalls erläutert.


In den fünf Handlungsfeldern:


- Wärmebedarfsreduktion durch Gebäudemodernisierung
- Nachhaltige Wärmeversorgung
- Regenerative Stromversorgung
- Klimagerechte Mobilität
- Aktivierung und Vernetzung


wurden folgende Maßnahmen erarbeitet:

Handlungsfeld: Wärmebedarfsreduktion durch Gebäudemodernisierung		
G1	Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Einfamilienhäusern und Reihenhäusern	
G2	Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Mehrfamilienhäusern	
G3	Angebot der kostenfreien Erst-Energieberatung	

Handlungsfeld: Nachhaltige Wärmeversorgung		
W1	LOI zur gemeinsame Wärmeversorgung	
W2	BEW Machbarkeitsstudie bis zur Genehmigungsplanung	
W3	Bau Wärmenetz, Umbau Energiezentrale und Betrieb des Wärmenetzes	
W4	Vollständige Dekarbonisierung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung	
W5	Umstellung der Wärmeversorgung in den dezentral versorgten Gebieten	

Handlungsfeld: Regenerative Stromversorgung		
S1	Mieterstromkonzepte für Mehrfamilienhäuser	
S2	Eigenstromnutzung auf privaten Dachflächen der EFH und DHH	
S3	Eigenstromnutzung auf gewerbliche Dachflächen	

Handlungsfeld: Klimagerechte Mobilität		
M1	Verbesserung der Fußwegeinfrastruktur	
M2	Verbesserung der Radverkehrsinfrastruktur	
M3	Ausbau sicherer und komfortabler Fahrradabstellanlagen	
M4	Einführung von Sharing-Angeboten	
M5	Einrichtung öffentlicher Ladepunkte zur Förderung der E-Mobilität	
M6	Einrichtung nicht-öffentlicher Ladepunkte zur Förderung der E-Mobilität	

Handlungsfeld: Aktivierung und Vernetzung		
A1	Regelmäßiges Quartiers-Update	
A2	Informationsangebote zur Gebäudemodernisierung für Eigenheimbesitzer:innen	
A3	Informationsangebote für mehr Klimaschutz im Alltag	
A4	Runder Tisch Charlottenviertel	


Um die Umsetzung zu erleichtern, wird eine Priorität für jede Maßnahmen definiert. Diese setzt sich aus den folgenden verschiedenen Faktoren zusammen:

- Umsetzbarkeit im zeitlichen Kontext
- Umsetzbarkeit im wirtschaftlichen Kontext
- Verfügbarkeit von Förderprogrammen
- CO₂-Einsparpotenzial
- Wirkung und Einfluss auf das Charlottenviertel


5.1 Handlungsfeld energetische Gebäudemodernisierung

Die energetische Modernisierung des Gebäudebestandes und die damit einhergehende Reduzierung des Energiebedarfes für die Beheizung dieser Gebäude ist der erste und grundlegende Schritt zur klimafreundlichen Transformation des Quartiers. Erst durch die Senkung des Wärmebedarfes können die angestrebten Anteile erneuerbarer Wärme erreicht werden.

Tabelle 23: Maßnahmenübersicht für das Handlungsfeld ‚Wärmebedarfsreduktion durch Gebäudemodernisierung‘

Handlungsfeld: Wärmebedarfsreduktion durch Gebäudemodernisierung		
G1	Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Einfamilienhäusern und Reihenhäusern	
G2	Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Mehrfamilienhäusern	
G3	Angebot der kostenfreien Erst-Energieberatung	

5.1.1 Maßnahmensteckbriefe

<h1>G1</h1>	Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Einfamilienhäusern und Reihenhäusern													
Ziel		Priorität												
Senkung des Wärmebedarfes bei Einfamilienhäusern und Reihenhäusern durch Maßnahmen der energetischen Gebäudemodernisierung		Hoch												
		Zeithorizont												
		Fortlaufend												
Kurzbeschreibung														
<p>Die energetische Modernisierung des Gebäudebestandes und die Umstellung der Wärmeversorgung der Einzelgebäude stellen einen wichtigen Baustein auf dem Weg zum klimafreundlichen Quartier dar. Die Gebäudehülle und die Wärmeversorgung sind dabei integriert zu sehen. Durch die Senkung des Wärmebedarfes durch die energetische Modernisierung kann der Anteil erneuerbarer Wärme (z.B. Solarthermie) gesteigert werden. Dies begünstigt u.a. den Einsatz von Wärmepumpen, die insbesondere bei einem reduzierten Wärme- und Temperaturniveau wirtschaftlich realisierbar sind.</p> <p>Bei den Einfamilienhäusern sowie Reihenhäusern des Quartiers besteht ein weitergehender energetischer Modernisierungsbedarf. Nur ein geringer Teil des Gebäudebestands der Einfamilien- und Reihenhäuser sind bereits modernisiert.</p> <p>Detaillierte Beispielmaßnahmen sind den Mustersanierungskonzepten zu entnehmen.</p>														
Zuständigkeit		Einzubindende Akteur:innen												
<ul style="list-style-type: none"> - Sanierungsmanagement: Initiierung und Direktansprache der Eigentümer:innen - Eigentümer:innen von eigengenutzten Wohnungsbauten: Fördermittelbeantragung, Umsetzung 		<ul style="list-style-type: none"> - IB.SH Schleswig-Holstein - Stadtwerke Eutin zur fachlichen Beratung 												
Erste Handlungsschritte														
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vermittlung von Informationen und Beratungsangeboten durch das Sanierungsmanagement 2. Vorstellung der MSK Eigentümer:innen der bauähnlichen Einfamilienhäuser durch das Sanierungsmanagement </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ol style="list-style-type: none"> 3. Erstellung von Modernisierungskonzepten durch Energieberater:innen 4. Beantragung von Fördermitteln durch Eigentümer:innen 5. Umsetzung der Maßnahmen durch ausführende Unternehmen </td> </tr> </table>			<ol style="list-style-type: none"> 1. Vermittlung von Informationen und Beratungsangeboten durch das Sanierungsmanagement 2. Vorstellung der MSK Eigentümer:innen der bauähnlichen Einfamilienhäuser durch das Sanierungsmanagement 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Erstellung von Modernisierungskonzepten durch Energieberater:innen 4. Beantragung von Fördermitteln durch Eigentümer:innen 5. Umsetzung der Maßnahmen durch ausführende Unternehmen 										
<ol style="list-style-type: none"> 1. Vermittlung von Informationen und Beratungsangeboten durch das Sanierungsmanagement 2. Vorstellung der MSK Eigentümer:innen der bauähnlichen Einfamilienhäuser durch das Sanierungsmanagement 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Erstellung von Modernisierungskonzepten durch Energieberater:innen 4. Beantragung von Fördermitteln durch Eigentümer:innen 5. Umsetzung der Maßnahmen durch ausführende Unternehmen 													
Einsparpotenzial		Erläuterung												
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 30%; text-align: center;">Absolut</th> <th style="width: 40%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Endenergie</td> <td style="text-align: center;">-3.018 MWh/a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Primärenergie</td> <td style="text-align: center;">-3.320 MWh/a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CO₂-Emissionen</td> <td style="text-align: center;">-632 t/a</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Absolut		Endenergie	-3.018 MWh/a		Primärenergie	-3.320 MWh/a		CO ₂ -Emissionen	-632 t/a		
	Absolut													
Endenergie	-3.018 MWh/a													
Primärenergie	-3.320 MWh/a													
CO ₂ -Emissionen	-632 t/a													
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren												
<ul style="list-style-type: none"> - Bundesförderung effiziente Gebäude (ehem. KfW) - Heizen mit Erneuerbaren Energien (Bafa) - zahlreiche Zuschüsse und Darlehen der IB.SH Schleswig-Holstein - weitere 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Umsetzung von Modernisierungsprojekten 2. Eingesparte Endenergie 3. CO₂-Reduzierung 												
Hemmnisse		Lösungsansätze												
Hohe Komplexität des Themas		Nutzung von bestehenden Informations- und Beratungsangeboten												
Fehlende Finanzierung		Nutzung von Fördermitteln												
Vermeintlich fehlende Wirtschaftlichkeit		Nutzung von Fördermitteln												
Fachkräftemangel		Bündelung und gemeinsame Beauftragung der Modernisierung einzelner Akteure												


G2

Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Mehrfamilienhäusern



Ziel		Priorität
Senkung des Wärmebedarfes bei Mehrfamilienhäusern durch Maßnahmen der energetischen Gebäudemodernisierung		Hoch
		Zeithorizont
		Fortlaufend
Kurzbeschreibung		
<p>Die energetische Modernisierung des Gebäudebestandes und die damit einhergehende Reduzierung des Energiebedarfes für die Beheizung dieser Gebäude ist der grundlegende Schritt zur Transformation des Quartiers. Erst durch die Senkung des Wärmebedarfes können die angestrebten Anteile erneuerbarer Wärme erreicht werden. Zusätzlich sind einzelne Wärmeversorgungs-lösungen erst bei einem reduzierten Wärme- und Temperaturniveau wirtschaftlich realisierbar. Wie die Bestandsaufnahme zeigt, wurden an zahlreichen Gebäuden bereits einzelne Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt.</p> <p>In den Fokus der Gebäudemodernisierung genommen werden sollten der bisher unmodernisierte Gebäudebestand und Gebäude, an denen nur Einzelmaßnahmen durchgeführte wurden. Hinzu kommen Gebäude, bei denen Modernisierungsmaßnahmen vor mehr als ca. 15 Jahren durchgeführt wurden. Da die in den letzten Jahren durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen nicht dem Zielstandard Effizienzhaus 55 entsprechen, sind auch für diese Gebäude tlw. bis 2030 weitere Maßnahmen vorzusehen.</p> <p>Detaillierte Maßnahmenpakete sind den Mustersanierungskonzepten zu entnehmen. Bei der weiteren Betrachtung sollten Möglichkeiten der seriellen Sanierungen und die gleichzeitige Aufstockung von Gebäudeteilen geprüft werden.</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen	
<ul style="list-style-type: none"> - Sanierungsmanagement: Initiierung und Direktan-sprache der Eigentümer:innen/ Wohnungsgesell-schaften - Wohnungsunternehmen: Umsetzung 	<ul style="list-style-type: none"> - Wankendorfer Baugenossenschaft für Schles-wig-Holstein eG - Bau- und Siedlungsgenossenschaft Eutin eG - IB.SH Schleswig-Holstein - Stadtwerke Eutin zur fachlichen Beratung 	
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Beschluss zur Umsetzung von kurz- und mittelfristi-gen Modernisierungsprojekten anhand der MSK und eigenen Planungen durch WU 2. Planung der Maßnahmen durch Architektinnen/ Ar-chitekten und Energieplaner:innen 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Beantragung von Fördermitteln durch Woh-nungsunternehmen 4. Umsetzung der Maßnahmen durch ausführende Unternehmen 	
Einsparpotenzial	Absolut	Erläuterung
Endenergie	-2.431 MWh/a	
Primärenergie	-2.674 MWh/a	
CO ₂ -Emissionen	-504 t/a	
Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren	
<ul style="list-style-type: none"> - Bundesförderung effiziente Gebäude (ehem. KfW) - Heizen mit Erneuerbaren Energien (Bafa) - IB.SH Investitionsdarlehen Mietwohnungsbau - IB.SH Soziale Wohnraumförderung für Mietwohnungs-maßnahmen - weitere 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Umsetzung der definierten Projekte möglichst im Standard Effizienzhaus 55 2. Eingesparte Endenergie 3. CO₂-Reduzierung 4. Erstellung eines langfristigen Quartiers-Moderni-sierungsfahrplans 	
Hemmnisse	Lösungsansätze	
Vermieter/Mieter-Dilemma	Kombination von Instandsetzung und energetischer Modernisierung	
Fehlende Finanzierung	Nutzung von Fördermitteln	
Vermeintlich fehlende Wirtschaftlichkeit	Nutzung von Fördermitteln	
Fehlende personelle Ressourcen	„serielle Sanierung“ / Modernisierung „en bloc“	

Fachkräftemangel	„serielle Sanierung“ mit Vorfertigung / Modernisierung „en bloc“
------------------	--

G3	Angebot einer kostenfreien Erst-Energieberatung	
Ziel		Priorität
Senkung des Gebäude-Wärmebedarfs durch Information und Aktivierung von Eigentümer:innen zur energetischen Modernisierung		Hoch
		Zeithorizont
		Mittelfristig
Kurzbeschreibung		
<p>Im Rahmen eines geplanten Sanierungsmanagements sollten folgende Bausteine der kostenfreien Gebäude-Energieberatung angeboten werden: Telefonische Erstberatung, Vor-Ort Begehung zur Gebäudeanalyse und anschließende Kommunikation von Handlungsempfehlungen für die energetische Modernisierung der Immobilie. Zur Gewinnung von Beratungsteilnehmer:innen wird eine proaktive Ansprache im Quartier empfohlen. Bei der Beratung ist darauf Wert zu legen, dass die energetische Modernisierung des Gebäudebestands die Anschlussbedingungen an die zu entwickelnden Wärmenetze erfüllen.</p> <p>Empfohlener Beratungsumfang:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Telefonische Vorbesprechung • Vor-Ort Termin zur Bestandsaufnahme • Beratung, soweit für den Gebäudetyp vorliegend, anhand eines Mustersanierungskonzeptes • Schriftliches Kurzprotokoll inkl. erster Modernisierungsempfehlungen für Beratungsempfänger:in • Beratung zu Förderprogrammen (ggf. Weiterleitung an die IB.SH) • Hinweise zum weiteren Vorgehen <p>Die Erst-Energieberatung beinhaltet keine energetischen Berechnungen. Diese sind vom Gebäudeeigentümer zu finanzieren und werden durch die bestehenden Förderprogramme unterstützt.</p>		
Zuständigkeit		Einzubindende Akteur:innen
<ul style="list-style-type: none"> - Sanierungsmanagement: Initiierung und Direktansprache der Eigentümer/ Wohnungsgesellschaften - Sanierungsmanagement: Umsetzung 		<ul style="list-style-type: none"> - Eigentümer:innen - IB.SH Schleswig-Holstein
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Konzepterstellung der Erst-Energieberatungen durch das Sanierungsmanagement 2. Bewerbung im Quartier durch das Sanierungsmanagement 		<ol style="list-style-type: none"> 3. Durchführung der Erst-Energieberatungen durch das Sanierungsmanagement 4. Dokumentation durch das Sanierungsmanagement
Einsparpotenzial	Absolut	Erläuterung
Endenergie	0 MWh/a	Teilmaßnahme / keine unmittelbare Einsparung
Primärenergie	0 MWh/a	
CO ₂ -Emissionen	0 t/a	
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren
<ul style="list-style-type: none"> - Sanierungsmanagement - ggf. Förderprogramme 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Umgesetzte Erst-Energieberatungen 2. Interesse an den Erst-Energieberatungen
Hemmnisse		Lösungsansätze
Fehlende Resonanz		Bewerbungsmöglichkeiten über diverse Kanäle, Einsatz des „Beratungsmobils“ der Stadtwerke für mehr Sichtbarkeit
Fehlende personelle Ressourcen		Berücksichtigung der Maßnahme in Ausschreibung des Sanierungsmanagements

5.1.3 Kosten und Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die Wirtschaftlichkeit einzelner Modernisierungsmaßnahmen ist abhängig vom individuellen Gebäudebestand, den Eigentumsverhältnissen mit zugehörigen finanziellen Optionen sowie besonders im privaten Gebäudebestand der persönlichen Lebensplanung.

5.1.3.1 Faktoren Wirtschaftlichkeit

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

Grundlegend ist die Wirtschaftlichkeit der Modernisierungskonzepte abhängig von den folgenden Faktoren:

Einsparpotenzial

Die im Rahmen der Mustersanierungskonzepte ermittelten Einsparungspotenziale beziehen sich auf rechnerische Potenziale auf Grundlage von Standard-Nutzungsprofilen mit festen Randbedingungen lt. Gebäudeenergiegesetz (GEG). Ob diese den realen Nutzungsbedingungen entsprechen oder z.B. durch wenig beheizte oder ungenutzte Gebäudeteile, abweichende Personenanzahl oder durch höhere oder geringere Raumtemperaturen abweichen, sollte zu Beginn der Bewertung ermittelt werden. Daher muss bei der Übertragung der Ergebnisse der Mustersanierungskonzepte auf weitere ähnliche Gebäude jeweils der errechnete Bedarf des Gebäudes mit den individuellen realen Verbräuchen abgeglichen werden. Bei höheren Diskrepanzen kann durch eine Veränderung des Nutzungsprofils und der Wahl von „freien Randbedingungen“ eine Angleichung und damit eine realistische Einschätzung erfolgen. Grundsätzlich sollte die Definition des Einsparpotenzials auf Grundlage des prozentualen Einsparpotenzials und nicht der errechneten absoluten Bedarfsreduktion vorgenommen werden.

Baukosten

Für die genaue Ermittlung der Baukosten der energetischen Modernisierungsmaßnahmen ist eine detaillierte Bestandsaufnahme und anschließende individuelle Planung vorzunehmen. Besonders im Bereich der ambitionierten energetischen Standards sind differenzierte Lösungen zur Optimierung der Gebäudehülle möglich und nötig. Entsprechend können Modernisierungskonzepte nur eine erste Kostenannahme unter Nutzung von Flächenwerten, Kostensätzen und pauschalen Auf- und Abschlägen liefern. Wann immer Instandsetzungsarbeiten oder wohnwertverbessernde Maßnahmen geplant sind, sollte versucht werden, diese mit Energieeffizienzmaßnahmen zu kombinieren, um die Investitionskosten zu reduzieren. Generell gilt zu beachten, dass alle angegebenen Baukosten Momentaufnahmen darstellen, da sich die Material- und Personalkosten für Modernisierungen zurzeit temporär stark verändern.

Differenzierung der Gesamtkosten

Voraussetzung für eine verlässliche Berechnung der Wirtschaftlichkeit von baulichen Maßnahmen ist die genaue Differenzierung der anfallenden Gesamtkosten. Dabei gilt es, Kosten für wohnwertverbessernde Maßnahmen, Vollkosten der Sanierung und energiebedingte Mehrkosten zu unterscheiden.

Einmalige Investitionskosten zur Sanierung des Wohngebäudes

Vollkosten der Sanierung	Instandsetzungskosten	Anteilige Kosten für Maßnahmen zur Wiederherstellung des funktionsfähigen Zustands von (technischen) Anlagen, Geräten, Bauelementen und Funktionseinheiten des Gebäudes. Instandsetzung bedeutet oft die Reparatur bzw. den Austausch von Bauteilen. Auch das Verbessern von Bau- und Anlagenteilen auf den Stand der Technik zählt zur Instandsetzung. In der Regel wird mit einer energetischen Sanierung das Gebäude auch instand gesetzt.
	Energieeffizienzbedingte Mehrkosten	Anteilige Kosten zum Erreichen einer Energieeinsparung, die gegenüber einer reinen Instandsetzungsmaßnahme anfallen, das heißt anteilige Kosten für energetisch wirksame Bestandteile und Mehraufwendungen an einem Bauteil.
Kosten wohnwertverbessernder Maßnahmen		Kosten für Maßnahmen wie unter anderem Wohnraumerweiterung (z. B. Dachausbau, Balkonausbau), Modernisierung des Innenausbau (z. B. Badmodernisierung), Erneuerung von Außenanlagen oder nachträglichen Einbau eines zentralen Warmwasser- und Wärmeverteilsystems und von Heizkörpern.

Abbildung 72: Erläuterung zu den Kostenkategorien bei Sanierungen von Gebäuden (BAFA und dena, 2019)³⁸

Als „Vollkosten“ werden alle Instandsetzungskosten einschließlich der Kosten für die energiesparenden Maßnahmen an der Gebäudehülle (Wärmedämmung/Fenster mit allen damit verbundenen Nebenkosten), eventuell erforderlicher zusätzlicher baulicher Aufwand, zusätzlicher Planungsaufwand zur Vermeidung von Wärmebrücken sowie die Kosten der energierelevanten Anlagentechnik (Heizung/Lüftung) bezeichnet. In der Regel wird mit der energetischen Sanierung das Gebäude auch instandgesetzt. Instandsetzungskosten fallen auch an, wenn einzelne Bau- oder Anlagenteile auf den aktuellen Stand der Technik gebracht werden. Der aktuelle Stand der Technik bezieht sich hierbei auf die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG). Die energieeffizienzbedingten Mehrkosten sind die Kosten, die zusätzlich zu einer ohnehin durchgeführten baulichen oder anlagentechnischen Instandsetzungsmaßnahme anfallen. Ist beispielsweise der Putz erneuerungsbedürftig und wird mit der Fassadensanierung eine Dämmung aufgebracht, so zählen die Kosten für die Dämmschicht, inklusive aller Nebenkosten wie Fensterbankerweiterung, eventueller Verlängerung der Dachauskragung etc., zu den energieeffizienzbedingten Mehrkosten.

Kosten, die den Wohnwert einer Immobilie verbessern, fallen zum Beispiel für eine Badsanierung, den Bau eines Fahrradkellers oder die Gestaltung von Außenanlagen an. Diese Maßnahmen werden häufig mit einer energetischen Sanierung kombiniert, haben aber naturgemäß nichts mit der Energieeffizienz eines Gebäudes zu tun und werden damit nicht betrachtet. Hintergrund ist, dass diese Kosten nicht aus den Anforderungen des GEG, sondern aus den Komfortansprüchen der heutigen Zeit entstehen. Zu den wohnwertverbessernden Maßnahmen zählen weiterhin Aus- und Umbauten (Wohnflächenerweiterung), neue Wohnungsgrundrisse, Sanitäreinrichtungen, Eingangsbereiche, Kellereinbauten, Elektroinstallationen innerhalb des Hauses und Ähnliches. Zudem werden Maßnahmen wie der nachträgliche Einbau eines zentralen Warmwasser- und Wärmeverteilsystems und der Einbau von Heizkörpern oder Fußbodenheizungen den wohnwertverbessernden Maßnahmen zugeordnet.

Bei der genauen Abgrenzung zwischen den Kostenarten bestehen oftmals Unsicherheiten bzw. Diskrepanzen bei der Definition von vergleichbaren Ansätzen. Darüber hinaus ist einzubeziehen, dass bei einer

³⁸ Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (2019). Leitfaden Wirtschaftlichkeit.

gewünschten Komplettmodernisierung eines Gebäudes z.B. in Richtung des Zielstandards Effizienzhaus 55 auch Bauteile erneuert und ausgetauscht werden müssen, die das Ende ihrer Nutzungszeit noch nicht erreicht haben, so dass der Restwert dieser Bauteile in die energetischen Mehrkosten einzurechnen ist. Dies setzt eine detaillierte Einzelbewertung einzelner Bauteile voraus, was nur bei weitergehender Planung der Maßnahmen erfolgen kann. Nach Angaben der Deutschen Energieagentur (dena) liegen die energiebedingten Mehrkosten bei einer Sanierung zwischen 30 und 55 Prozent der Vollkosten. Damit wären etwa die Hälfte bis zwei Drittel der Vollkosten einer Sanierung Instandhaltungs- oder Instandsetzungskosten.³⁹

Im Rahmen der Mustersanierungskonzepte wurden die Kostenannahmen nach Instandsetzungs- und energiebedingten Mehrkosten differenziert. Dabei wurden konservative Ansätze für die Instandsetzungskosten gewählt, die unter den Ansätzen der dena-Studie liegen. Eine detaillierte Kostenschätzung kann erst durch eine umfassende Bestandsaufnahme und hinreichende Vorplanung der Modernisierungsmaßnahmen erfolgen.

Energiekostensteigerungen

Weitere relevante Größe sind die zukünftigen Energiepreissteigerungen. Bei den Energiekosten stellte sich bis vor zwei Jahren eine etwa gleichbleibende, teilweise leicht sinkende Tendenz ein. Mit der im Zuge der Corona-Pandemie sinkenden Energienachfrage ergaben sich im Falle des Heizöls im Jahre 2020 sogar stark sinkende Preise. Diese gingen im Jahre 2021 wieder auf ein Niveau vor der Pandemie zurück. Die sich aus derzeitigen weltpolitischen Gründen ergebenden Preisentwicklungen lassen sich kaum vorhersehen.

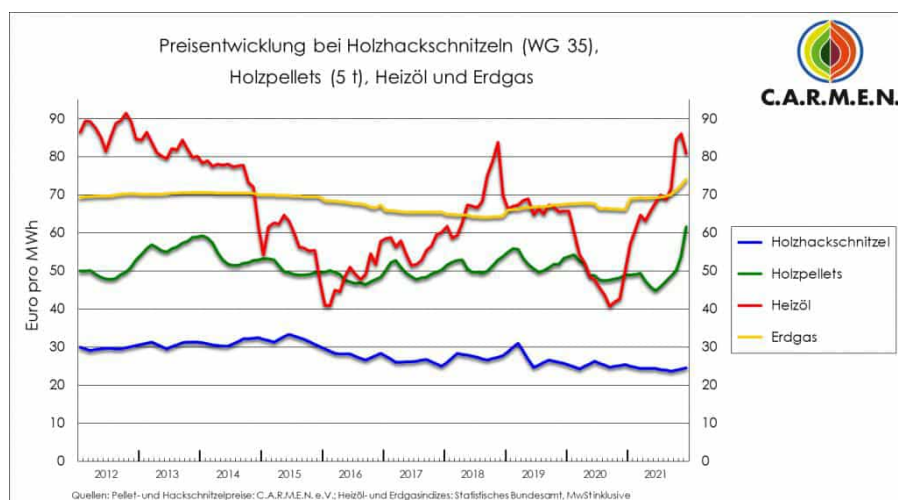


Abbildung 73: Preisentwicklung bei Holzhackschnitteln (WG 35), Holzpellets, Heizöl und Erdgas 2011 bis 2020, (Liniengrafik mit Skala in Eurocent pro kWh) (C.A.R.M.E.N. e.V., o.J.⁴⁰)

Für die zukünftige Energiekostenentwicklung wurden als Annahme für Heizöl sowie Erdgas eine Preissteigerung von 3% pro Jahr prognostiziert. Für den Bezug von Holzpellets wurde eine Preissteigerung von 1,0 %/a und für Haushaltsstrom von 3% pro Jahr angenommen.

CO₂-Bepreisung

Seit 2021 hat die deutsche Bundesregierung mit den nationalen Emissionshandelssystem festgelegt, dass die in Umlaufbringer von CO₂ zukünftig einen Preis pro Tonne CO₂ zahlen müssen. Dies betrifft die

³⁹ dena-Sanierungsstudie. Teil 1: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im

Mietwohnungsbestand. Begleitforschung zum dena-Projekt „Niedrigenergiehaus im Bestand“. Deutsche Energie-Agentur GmbH

⁴⁰ Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V (C.A.R.M.E.N. e.V) (o.J.). Marktpreisvergleich Preisentwicklung bei Heizöl, Erdgas, Holzpellets und Hackschnitteln. www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktpreise-energieholz/marktpreisvergleich/grafiken (geprüft am 23.02.2021)

Rohstoffe Diesel, Benzin und Heizöl und ab 2023 auch Kohle. Neben Tankstellenbetreibern müssen beispielsweise auch Stadtwerke zukünftig die CO₂-Preise zahlen. Die Kosten werden direkt an die Endkunden weitergeben, sodass es zu einer direkten Steigerung des Gaspreises kommt. Die Prognose der CO₂-Preise ist mit einer gewissen Unsicherheit behaftet, jedoch ist klar, dass die Preise steigen müssen, um die Investitionen in erneuerbare Energien anzureizen und somit die Klimaschutzziele zu erfüllen. Zur Orientierung für die CO₂-Preisentwicklung wurde der CO₂-Preissteigerungspfad aus der Prognos-Studie „Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050“⁴¹ verwendet.

	CO ₂ -Preis	Benzin	Diesel	Heizöl	Erdgas
	[Euro/t]	[ct / l]	[ct / l]	[ct / l]	[ct / kWh]
2021	25	6	7	7	0,5
2022	30	7	8	8	0,5
2023	35	8	10	10	0,6
2024	45	11	12	12	0,8
2025	55	13	15	15	1
2026	60*	14	16	16	1,1
2030**	180	43	44	48	3,3
2035**	285	68	70	76	5,2
2040**	346	82	84	92	6,3

*Mittelwert Preiskorridor 55 – 65

**Berechnet auf Basis der Annahmen der BUKEA, Hamburg (Basis Klimaplan und eigene Annahmen)

Abbildung 74: CO₂-Preisprognose bis zum Jahr 2030

In den ersten Jahren bis 2026 schreibt die Bundesregierung den Preis für das in Umlaufbringen der Tonne Kohlenstoff fest vor. Ab 2027 wird das System in einen offenen Markt überführt. Nach der Prognose von Prognos⁴² ist mit einem starken Anstieg des CO₂-Preises bis 2030 zurechnen. Für das Konzept wurde angenommen, dass der CO₂-Preis in Anlehnung an die Studie bis 2030 auf 180 €/tCO₂ steigt. Ab 2030 wird im Konzept mit einem stagnierenden CO₂-Preis gerechnet, damit ergibt sich ein durchschnittlicher CO₂-Preis für die nächsten 20 Jahre von 130 €/tCO₂ und fast eine Verdopplung des durchschnittlichen Erdgaspreis.

Förderung

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. Näheres regeln hierzu die Förderrichtlinien. Im Rahmen der Betrachtungen wurden nur die bestätigt kombinierbaren Fördermittel berücksichtigt. Dies ist eine Momentaufnahme und stellt die Förderlandschaft mit Stand vom Februar 2022 dar.

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

„BEG-Einzelmaßnahmen“	
Fördermittelgeber	BAFA
Förderzeitraum	seit 01.01.2021

⁴¹ Prognos et al. (2020). Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050. Dokumentation von Referenzszenario und Szenario mit Klimaschutzprogramm 2030. Berlin/März 2020. www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/klimagutachten.html

⁴² Prognos (2020). Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050.

Förderinhalte	Förderkredite und Zuschüsse zur Realisierung von Einzelmaßnahmen zur energetischen Sanierung (Einsatz neuer Heizungsanlagen, die Optimierung bestehender Heizungsanlagen, Maßnahmen an der Gebäudehülle und den Einsatz optimierter Anlagentechnik), sofern Effizienzhausstandards nicht erreicht werden.
Förderhöhe	20 % der förderfähigen Ausgaben + 5 % Tilgungszuschusses bei Erstellung eines individuellen Sanierungsfahrplans (Gedeckelt auf 60.000 € pro Wohneinheit)
Antragsberechtigte	Privatpersonen und WEGs, freiberuflich Tätige, Kommunen, Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechtsgemeinnützigkeit Organisationen einschließlich Kirchen, Unternehmen, einschließlich Einzelunternehmer und kommunale Unternehmen, sonstige juristische Personen des Privatrechts, einschließlich Wohnungsbaugenossenschaften
Weitere Informationen	https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html;jsessionid=CE0CC3E15F493B392A5AC8255D0BD7AC.2_cid362

„BEG-Einzelmaßnahmen: Wärmeerzeugung“

Fördermittelgeber	BAFA
Förderzeitraum	seit 01.01.2021
Förderinhalte und Förderhöhen	<ul style="list-style-type: none"> • Gasbrennwert-Heizungen (Renewable Ready) mit 20 % • Gas-Hybridheizungen mit 30 % • Solarthermieanlagen mit 30 % • Wärmeübergabestation eines Netzes mit einem Anteil erneuerbarer Energien von mindestens 25 % mit 30 % • Wärmeübergabestation eines Netzes mit einem Anteil erneuerbarer Energien von mindestens 55 % mit 35 % • Wärmepumpen mit 35 % • Biomasseanlagen mit 35 % (bei besonders emissionsarmen Biomasseanlagen erhöht sich der Zuschuss um 5 Prozentpunkte) • Erneuerbare Energien-Hybridheizungen (EE-Hybride) mit 35 % <p>+ 10 % wenn eine mit dem Brennstoff Öl betriebene Heizung ausgetauscht wird (zu Gas-Hybridheizung, Biomasseheizung, Wärmepumpe, EE-Hybridheizung oder Wärmeübergabestation eines Netzes mit einem Anteil erneuerbarer Energien von mindestens 25 Prozent oder 55 Prozent)</p> <p>+ 5 % wenn individueller Sanierungsfahrplan umgesetzt wird (gedeckelt auf 60.000 € pro Wohneinheit)</p>
Antragsberechtigte	Bauleute
Weitere Informationen	https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Wohngebaeude/Anlagen_zur_Waermeerzeugung/anlagen_zur_waermeerzeugung_node.html

„Wohngebäude – Kredit (261, 262)“

Fördermittelgeber	KfW und BAFA
Förderzeitraum	Seit 01.07.2021
Förderinhalte	Modernisierung von Wohneinheiten zum KfW-Effizienzhaus (Effizienzhaus 40, 40 EE, 40 NH und Effizienzhaus 40 Plus) oder Einzelmaßnahmen
Förderhöhe	Maximal 120.000 € (KfW-EH) oder 60.000 € (Einzelmaßnahmen)

	+ Tilgungszuschuss in Abhängigkeit des erreichten Standards + 5 % Tilgungszuschuss bei Umsetzung der EE-Klasse (s.u.) + 5% Tilgungszuschuss bei Umsetzung innerhalb eines individuellen Sanierungsfahrplans (Gedeckelt auf 60.000 € pro Wohneinheit)
Antragsberechtigte	Bauleute
Weitere Informationen	https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Bundesf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-effiziente-Geb%C3%A4ude-Wohngeb%C3%A4ude-Kredit-(261-262)/

„Wohngebäude – Zuschuss (461)“	
Fördermittelgeber	KfW und BAFA
Förderzeitraum	Seit 01.07.2021
Förderinhalte	Modernisierung von Wohneinheiten zum KfW-Effizienzhaus (Effizienzhaus 40, 40 EE, 40 NH und Effizienzhaus 40 Plus)
Förderhöhe	Maximal 120.000 € (KfW-EH) + Zuschuss in Abhängigkeit des erreichten Standards + 5 % Tilgungszuschusses bei Erstellung eines individuellen Sanierungsfahrplans + weiterer Zuschuss bei Umsetzung der EE-Klasse (Gedeckelt auf 75.000 € pro Wohneinheit)
Antragsberechtigte	Bauleute
Weitere Informationen	https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Bundesf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-effiziente-Geb%C3%A4ude-Wohngeb%C3%A4ude-Zuschuss-(461)/

„Zusatzförderung: Erneuerbare-Energien-Klasse (EE)“	
Fördermittelgeber	KfW und BAFA
Förderzeitraum	
Förderinhalte	Zusätzliche Förderung, wenn 55 % des Wärmebedarfs eines Gebäudes mit erneuerbaren Energien gedeckt wird
Förderhöhe	Erhöhung der Fördermittel für „Wohngebäude – Kredit (261, 262)“ und „Wohngebäude – Zuschuss (461)“ auf 150.000 €
Antragsberechtigte	Bauleute

Energieberatung

„Modul 2: Energieberatung DIN V 18599“	
Fördermittelgeber	KfW und BAFA
Förderzeitraum	
Förderinhalte	Die Energieberatung zur Erstellung eines im Rahmen der BEG förderfähigen energetischen Sanierungskonzepts von Nichtwohngebäuden. Auch Neubauberatungen für Nichtwohngebäude zu einem Effizienzgebäude nach BEG werden gefördert
Förderhöhe	Die Förderhöhe beträgt 80 % des förderfähigen Beratungshonorars, maximal jedoch 8.000 Euro. Die genaue Höhe hängt von der Nettogrundfläche des betreffenden Gebäudes ab: Nettogrundfläche unter 200 m ² : Zuschuss maximal 1.700 Euro; Nettogrundfläche zwischen 200 m ² und 500 m ² : Zuschuss maximal 5.000 Euro; Nettogrundfläche mehr als 500 m ² : Zuschuss maximal 8.000 Euro.
Antragsberechtigte	Nichtwohngebäude

„Zuschuss: Individueller Sanierungsfahrplan“	
Fördermittelgeber	BAFA
Förderzeitraum	Der Individuelle Sanierungsfahrplan ist maximal 15 Jahre gültig. Für Maßnahmen, die außerhalb dieser Frist umgesetzt werden, gibt es keine Extraförderung.
Förderinhalte	Vor-Ort-Beratung der Immobilie und Erstellung eines individuellen Fahrplans zur Gebäudesanierung mit aufeinander abgestimmten Maßnahmenpaketen samt Informationen über die zeitliche Reihenfolge sowie die Höhe der Kosten der jeweiligen Effizienzmaßnahmen.
Förderhöhe	Bei Umsetzung der jeweiligen Maßnahme entsprechend des individuellen Sanierungsfahrplans gibt es einen Extra-(Tilgungs-)Zuschuss in Höhe von 5% .
Antragsberechtigte	Bauleute von Einfamilienhäusern und Mehrfamilienhäusern

Landesförderung IB.SH

„Immo Effizienzhaus“	
Fördermittelgeber	IB.SH
Förderzeitraum	
Förderinhalte	Förderung eines Neubaus oder Neubaukaufs, bei dem die Anforderungen des GEG um mindestens 10% unterschritten werden; Kauf einer bestehenden Immobilie mit Effizienzhaus 100 Standard; Kauf und Modernisierung einer Immobilie auf Effizienzhaus 100 Standard innerhalb eines Jahres
Förderhöhe	40% der Gesamtkosten bis zu 100.000 Euro
Antragsberechtigte	Bauleute
Weitere Informationen	https://www.ib-sh.de/produkt/ibsh-immo-effizienzhaus/

5.1.3.2 Wirtschaftlichkeit Mustersanierungskonzepte

Für die drei Mustersanierungskonzepte wurden detaillierte Wirtschaftlichkeitsberechnungen angefertigt, die die drei Varianten betrachten. Nach Einbeziehung der Investitionskosten, der Instandhaltung, der Förderungen und der Einsparung der Energiekosten errechnet sich am Ende die sogenannte Amortisationszeit der verschiedenen Varianten.

Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 1“

Auf Grundlage der Berechnungen im Kapitel 4.1.3 wurde mit allen zurzeit verfügbaren (Stichtag 28.02.2022) Förderungen folgende Wirtschaftlichkeitsberechnung angefertigt (siehe Tabelle 24). Hierbei zeigt sich, dass Variante 3 sich am schnellsten amortisiert, und zwar in 7 Jahren, verglichen mit 10 und 11 Jahren der beiden anderen Varianten. Es ist zu empfehlen die Gebäudehülle auf den Standard Effizienzhaus 100 zu modernisieren. Alle spezifischen Angaben zu den verschiedenen Modernisierungsvarianten sowie Einsparungen im Bereich des Transmissionswärmeverlusts und weiteren Werten sind dem nicht-öffentlichen Anhang zu entnehmen.

Tabelle 24: Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 1“ - Wirtschaftlichkeit

Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 1“ – Wirtschaftlichkeit			
	Einzelmaßnahmen	Effizienzhaus 100 + Luft-WP	Effizienzhaus 100 + Holzpellets

Investitionskosten brutto	ca. 84.000 €	ca. 106.500 €	ca. 109.000 €
- pro m ² Wohnfläche	ca. 365 €	ca. 465 €	ca. 475 €
Instandhaltungsbedarf	ca. 29.000 €	ca. 34.500 €	ca. 38.500 €
- Anteil	ca. 35 %	ca. 32 %	ca. 35 %
energetische Mehrkosten	ca. 55.000 €	ca. 72.000 €	ca. 70.500 €
Förderungen			
- BEG Baubegleitung	ca. 2.500 €	ca. 5.000 €	ca. 5.000 €
- BEG-Tilgungszuschuss + Wärme	ca. 23.000 €	ca. 28.500 €	ca. 29.500 €
Summe:	ca. 25.500 €	ca. 33.500 €	ca. 34.500 €
- Förderquote	ca. 30 %	ca. 31 %	ca. 31 %
energ. Mehrkosten abzgl. Förderung	ca. 29.500 €	ca. 38.500 €	ca. 36.000 €
Einsparung Energiekosten 30 Jahre	ca. 98.500 €	ca. 112.000 €	ca. 149.000 €
statische Amortisation	ca. 10 Jahre	ca. 11 Jahre	ca. 7 Jahre

Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 2“

Auf Grundlage der Berechnungen aus Kapitel 4.1.3 wurde mit allen zurzeit verfügbaren (Stichtag 28.02.2022) Förderungen folgende Wirtschaftlichkeitsberechnung angefertigt (siehe Tabelle 25). Hierbei zeigt sich, dass sich die Einzelmaßnahme in Variante 1 zeitnah amortisiert. Dies liegt hauptsächlich daran, dass in dieser Variante die Gebäudehülle nicht modernisiert wird. Die weiteren Modernisierungsmaßnahmen haben eine längere Amortisationszeit von 20 bis 30 Jahren. Aufgrund der im Vergleich schnelleren Amortisation sowie des hohen Gebäudeeffizienzstandards wird die Umsetzung der Variante 3 empfohlen. Alle spezifischen Angaben zu den verschiedenen Modernisierungsvarianten sowie Einsparungen im Bereich des Transmissionswärmeverlusts und weiteren Werten sind dem nicht-öffentlichen Anhang zu entnehmen.

Tabelle 25: Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 2“ – Wirtschaftlichkeit

Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 2“ – Wirtschaftlichkeit			
	Solarthermie	Effizienzhaus 100	Effizienzhaus 85 EE
Investitionskosten brutto	ca. 19.000 €	ca. 172.000 €	ca. 188.000 €
- pro m ² Wohnfläche	ca. 100 €	ca. 1.230 €	ca. 1.300 €
Instandhaltungsbedarf	0 €	ca. 34.000 €	ca. 51.000 €
- Anteil	0 %	ca. 20 %	ca. 27 %
energetische Mehrkosten	ca. 19.000 €	ca. 138.000 €	ca. 137.000 €
Förderungen			
- BEG Baubegleitung	ca. 2.500 €	ca. 5.000 €	ca. 5.000 €
- BEG-Tilgungszuschuss + Wärme	ca. 4.500 €	ca. 39.000 €	ca. 55.000 €
Summe:	ca. 7.000 €	ca. 44.000 €	ca. 60.000 €
- Förderquote	ca. 37 %	ca. 26 %	ca. 32 %
energ. Mehrkosten abzgl. Förderung	ca. 12.000 €	ca. 94.000 €	ca. 77.000 €

Einsparung Energiekosten 30 Jahre	ca. 28.000 €	ca. 106.000 €	ca. 102.000 €
statische Amortisation	ca. 14 Jahre	ca. 28 Jahre	ca. 23 Jahre

Mustersanierungskonzept Mehrfamilienhaus

Auf Grundlage der Berechnungen im Kapitel 4.1.4 wurde mit allen zurzeit verfügbaren (Stichtag 28.02.2022) Förderungen folgende Wirtschaftlichkeitsberechnung angefertigt (siehe Tabelle 26). Hierbei zeigt sich deutlich, dass Variante 3 sich am schnellsten amortisiert, und zwar in ca. 13 Jahren, verglichen mit 19 Jahren der Variante 2 und 21 Jahren bei Wahl der ersten Variante. Aufgrund der schnellen Amortisation sowie des hohen Gebäudeeffizienzstandards wird die Umsetzung der Variante 3 empfohlen. Alle spezifischen Angaben zu den verschiedenen Modernisierungsvarianten sowie Einsparungen im Bereich des Transmissionswärmeverlusts und weiteren Werten sind im nicht-öffentlichen Anhang zu finden.

Tabelle 26: Mustersanierungskonzept Mehrfamilienhaus– Wirtschaftlichkeit

Mustersanierungskonzept Mehrfamilienhaus– Wirtschaftlichkeit			
	Einzelmaßnahmen	Effizienzhaus 100	Effizienzhaus 70 EE
Investitionskosten brutto	ca. 631.000 €	ca. 710.000 €	ca. 774.000 €
- pro m ² Wohnfläche	ca. 260 €	ca. 650 €	ca. 700 €
Instandhaltungsbedarf	ca. 271.000 €	ca. 271.000 €	ca. 339.000 €
- Anteil	ca. 43 %	ca. 38 %	ca. 44 %
energetische Mehrkosten	ca. 360.000 €	ca. 439.000 €	ca. 435.000 €
Förderungen			
- BEG Baubegleitung	ca. 5.000 €	ca. 7.000 €	ca. 7.000 €
- BEG-Tilgungszuschuss + Wärme	ca. 131.000 €	ca. 178.000 €	ca. 269.000 €
Summe:	ca. 136.000 €	ca. 185.000 €	ca. 276.000 €
- Förderquote	ca. 22 %	ca. 26 %	ca. 36 %
energ. Mehrkosten abzgl. Förderung	ca. 224.000 €	ca. 254.000 €	ca. 159.000 €
Einsparung Energiekosten 30 Jahre	ca. 335.000 €	ca. 420.000 €	ca. 361.000 €
statische Amortisation	ca. 21 Jahre	ca. 19 Jahre	ca. 13 Jahre

5.1.4 Analyse der CO₂-Emissionen und End- und Primärenergie

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 aus den vorliegenden Daten am wahrscheinlichsten zur Ausführung kommt. Dies ist bei dem Gebäude 'Einfamilienhaus 1 die Variante 2 (Effizienzhaus 100, Wärmepumpe), beim Einfamilienhaus 2 die Variante 3 (Effizienzhaus 85 EE) und beim Mehrfamilienhaus Variante 3 (Effizienzhaus 70 EE).

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:

Tabelle 27: Heizwärmebedarf Bestand [kWh/(m²a)] und Einsparung

	Heizwärmebedarf Bestand	Heizwärmebedarf höchster Standard	Einsparung
Einfamilienhaus 1	184 kWh/m²a	93 kWh/m²a	49 %
Einfamilienhaus 2	154 kWh/m²a	60 kWh/m²a	61 %
Mehrfamilienhaus	83 kWh/m²a	40 kWh/m²a	52 %

Endenergiebedarf

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

Tabelle 28: Endenergiebedarf Bestand [kWh/(m²a)] und Einsparung

	Endenergiebedarf Bestand	Endenergiebedarf höchster Standard	Einsparung
Einfamilienhaus 1	227 kWh/m²a	50 kWh/m²a*	78 %
Einfamilienhaus 2	190 kWh/m²a	109 kWh/m²a**	43 %
Mehrfamilienhaus	105 kWh/m²a	47 kWh/m²a	55 %

*rechnerisch hohe Endenergie-Einsparung durch strombetriebene Wärmepumpe

**rechnerisch geringe Endenergieeinsparung durch schlechte Effizienz der Holzpellet-Verbrennung

Dabei ist zu berücksichtigen, dass:

- die prozentuale Einsparung des Endenergiebedarfes zumeist geringer ist als die Einsparung des Heizwärmebedarfes, da der Energiebedarf zur Warmwasserbereitung nur geringfügig sinkt,
- der Endenergiebedarf bei der Versorgung über eine Wärmepumpe (Einfamilienhaus 1) rechnerisch reduziert ist, da der Strombedarf als Grundlage der Bilanz angesetzt wird und
- der Endenergiebedarf bei einer Wärmeversorgungslösung mit Biomasse-Verbrennung (Einfamilienhaus 2) durch die bilanziell ineffiziente Verbrennung erhöht ist.

Primärenergiebedarf

Für den Primärenergiebedarf ergeben sich folgende Werte:

Tabelle 29: Primärenergiebedarf Bestand [kWh/(m²a)] und Einsparung

	Primärenergiebedarf Bestand	Einsparung	Primärenergiebedarf höchster Standard
Einfamilienhaus 1	252 kWh/m²a	65 %	89 kWh/m²a

Einfamilienhaus 2	212 kWh/m ² a	85 %	32 kWh/m ² a
Mehrfamilienhaus	116 kWh/m ² a	69 %	38 kWh/m ² a

Dabei ist zu berücksichtigen, dass:

- für die Versorgung über eine Wärmepumpe (Einfamilienhaus 1) 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:

Tabelle 30: CO₂-Emissionen Bestand [kg/a] und Einsparung

	CO ₂ -Emissionen Bestand	Einsparung	CO ₂ -Emissionen höchster Standard
Einfamilienhaus 1	17.046 kg/a	61 %	6.631 kg/a
Einfamilienhaus 2	8.333 kg/a	88 %	1.026 kg/a
Mehrfamilienhaus	35.952 kg/a	71 %	10.340 kg/a

Dabei ist zu berücksichtigen, dass:

- die CO₂-Emissionen der Versorgung über eine Wärmepumpe (Einfamilienhaus 1) bilden den aktuellen bundesdeutschen Strommix ab.

5.1.5 Hemmnisse und Lösungsansätze

Es wurden verschiedene Hemmnisse identifiziert und Lösungsansätze erarbeitet. Folgende Aufzählung zeigt die Ergebnisse dieser grundlegenden Analyse. In den einzelnen Maßnahmensteckbriefen sind konkrete Hemmnisse und Lösungsansätze angegeben.

Komplexität des Themas Modernisierung

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. Hierzu zählen besonders die verschiedenen angebotenen Vor-Ort-Beratungen und Checks. Im nächsten Schritt sollten die geförderten Beratungsinstrumente wie zum Beispiel der individuelle Sanierungsfahrplan genutzt werden. Dieses Angebot könnte ebenfalls in eine Kampagne eingebunden und z.B. für eine begrenzte Anzahl von Eigentümerinnen und Eigentümern der Eigenanteil für die Erstellung der Beratungskonzepte durch die öffentliche Hand übernommen werden. Darüber hinaus sollten unterschiedlichste Informations- und Kommunikationsformate entwickelt und umgesetzt werden.

Fehlende Finanzmittel

Obwohl sich die aufgezeigten Modernisierungsmaßnahmen im Vergleich zu den steigenden Energiekosten als wirtschaftlich darstellen, sind zur Finanzierung der Maßnahmen umfangreiche finanzielle Mittel notwendig. Außerdem wird eine notwendige Kreditaufnahme oftmals gescheitert oder es wird durch die Kreditinstitute nicht ausreichend auf die Fördermittel hingewiesen.

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.

Vermieter/Mieter-Dilemma

Das Nutzer:innen-Investor:innen-Dilemma wird häufig im Zusammenhang von politisch gewollten Investitionen in den Umweltschutz bei vermieteten Wohnungen genannt. Durch die Regelungen des § 559 Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB) zur Miethöhe ist es über die Modernisierungsumlage gestattet, Investitionen mit bis zu 8 % der Investitionssumme pro Jahr zeitlich unbegrenzt auf den Mieter bzw. die Mieterin umzulegen. Dieser Zuschlag darf gesetzlich aber nur so lange von Mieter:innen verlangt werden, bis eine ohnehin übliche Mieterhöhung erfolgt, die die ortsübliche Vergleichsmiete nach § 558 BGB (siehe Mietspiegel) nicht übersteigen darf. Eine Investition müsste sich in kurzer Zeit amortisieren, was bei Investitionen im Wohnungsbau in der Regel nicht möglich ist. In diesem Zeitraum hätten auch reguläre Mieterhöhungen erfolgen können, so dass Vermieter:innen, die keine Investitionen tätigen, höhere Einnahmen erzielen. Oft steht einer Mieterhöhung auch einfach die Tatsache im Wege, dass sich eine entsprechende Miete gar nicht am Markt erzielen lässt bzw. aus sozialen Gründen nicht gewollt ist.

In diesen Fällen sollte auf eine weitgehende Kombination von Instandhaltungsmaßnahmen mit energetischen Maßnahmen hingewirkt werden. Auch besteht die Möglichkeit, energetische Maßnahmen mit weitergehenden Maßnahmen der Wohnraumerweiterung (Dachgeschossausbau, Aufstockung) zu verbinden. Letztendlich sollte auf weitere Faktoren der „energetischen Modernisierung“ wie Wertsteigerung der Immobilie für den Investor bzw. die Investorin und Werterhaltung, Zufriedenheit der Mieterschaft und damit Stabilisierung der Nachbarschaft und weniger Fluktuation hingewiesen werden.

Fachkräftemangel und fehlende personelle Ressourcen der Bauwirtschaft

Der Mangel an externen Architektinnen und Architekten sowie Fachplanerinnen und Fachplanern sowie die zurzeit hohe Auftragslage der Bauwirtschaft führen dazu, dass geplante Vorhaben entweder mit einem längeren Zeitablauf oder teilweise gar nicht umgesetzt werden können. Dies spiegelt sich wider in den Erhebungen, dass insgesamt aktuell in Deutschland etwa 150.000 Fachkräfte im Handwerk fehlen. Besonders fehlt es demnach an Handwerkern im Bereich Heizung, Klima und Sanitär.

Der Mangel an Fachkräften ist somit 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.

Steigende Baustoffpreise

Insbesondere im vergangenen Jahr ist es zu größeren Preissteigerungen für verschiedenen Baumaterialien und Bauteilen gekommen. Hierzu zählen beispielsweise die Preise für Bauholz und Baustahl, aber auch für Dämm-Materialien.

Diese Preissteigerungen resultieren aus unterschiedlichen gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen (anspringende Konjunktur nach der Pandemie, Lieferschwierigkeiten durch Transportprobleme), die übergreifend gelöst werden müssen, und Sondereffekten (Bauholz), die sich mittlerweile wieder reduziert haben.

Störungen durch Baumaßnahmen

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.

Nutzungseinschränkungen durch Modernisierungen

Durch einzelne Modernisierungsmaßnahmen, wie der Verglasung von Loggien oder der Flächenminderung durch die Dämmung von Loggienwänden, können sich Nutzungseinschränkungen oder zumindest Änderungen der derzeitigen Nutzungen ergeben. Auch in diesen Fällen sollte frühzeitig über die Maßnahmen informiert und Vorteile (neue Nutzungsmöglichkeiten) herausgestellt werden. Auch kann z.B. eine temporäre pauschale Mietminderung angeboten werden, um die Akzeptanz für die Maßnahmen zu erhöhen.

Erhöhter Wartungsaufwand

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.

Primärenergiefaktor (PEF)

Die Berechnung der PEF von Wärmenetzen erfolgt nach den Berechnungsvorgaben des AGFWs. Die Primärenergieanteile durch den Erdgaseinsatz in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen werden demnach mit der Stromgutschriftmethode auf die erzeugten Strom- und Wärmemengen aufgeteilt. Nach dieser Berechnungslogik wird der Wärme nur ein sehr geringer Anteil an Primärenergie zugeschrieben. Netzvarianten mit besonders hohen KWK-Wärmeanteilen haben bedingt durch diese Vorgehensweise sehr niedrige PEF. Bei der Ermittlung der CO₂-Emissionen wird jedoch mit einer anderen (faireren) Berechnungslogik gerechnet. KWK-Varianten haben demnach im Vergleich mit erneuerbaren Varianten höhere CO₂-Emissionen.


Zum Erreichen der Effizienzhausstandards sind neben tiefen Eingriffen in die Gebäude selbst auch sehr niedrige Primärenergiefaktoren der Wärmeversorgung erforderlich. Die CO₂-Emissionen spielen jedoch eher eine untergeordnete Rolle. Dies führt dazu, dass CO₂-arme Wärmeversorgungslösungen (Wärmepumpen und Solarthermie) im Vergleich zu Varianten mit fossilen KWK-Anlagen mit niedrigen PEF benachteiligt werden. Die Einsparung von CO₂ Emissionen sollte im Vordergrund stehen. Die gesetzlichen Grundlagen (GEG) und in der Grundstruktur die BEG-Förderprogramme beziehen sich jedoch weiterhin auf die Primärenergie.

Im GEG wird eine Überprüfung der Berechnungsvorschrift für 2025 bzw. erneut in 2030 in Aussicht gestellt. Außerdem kann davon ausgegangen werden, dass auch der in die Berechnung einfließende Primärenergiefaktor von Strom sukzessive sinken wird und so in den Szenarien 2030 und 2045 auch mit den vorgeschlagenen Wärmeversorgungsvarianten eine Sanierung als KfW-Effizienzhaus 55 möglich sein wird.


5.2 Handlungsfeld nachhaltige Wärmeversorgung

In dem Handlungsfeld nachhaltige Wärmeversorgung soll aufgezeigt werden mit welchen Maßnahmen die Wärmeversorgung im Quartier langfristig und vollständig dekarbonisiert werden kann. Die folgende Tabelle listet die hierfür ausgewählte Maßnahmen speziell für das Quartier Charlottenviertel auf. Die Herleitung und die wirtschaftliche und ökologische Betrachtung, sowie die Betrachtung möglicher Hemmnisse und Lösungsansätze wird in den folgenden Unterkapiteln dargestellt. Die Zusammenfassung der Ergebnisse findet sich in den Abschnitten der einzelnen Maßnahmensteckbriefe zu diesem Handlungsfeld.

Tabelle 31: Maßnahmenübersicht für das Handlungsfeld ‚nachhaltige Wärmeversorgung‘

Handlungsfeld: Nachhaltige Wärmeversorgung		
W1	LOI zur gemeinsame Wärmeversorgung	
W2	BEW Machbarkeitsstudie bis zur Genehmigungsplanung	
W3	Bau Wärmenetz, Umbau Energiezentrale und Betrieb des Wärmenetzes	
W4	Vollständige Dekarbonisierung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung	
W5	Umstellung der Wärmeversorgung in den dezentral versorgten Gebieten	

5.2.1 Maßnahmensteckbriefe

W1	LOI zur gemeinsamen Wärmeversorgung		
Ziel		Priorität	
Einigung nach einer gemeinsamen und zukunftsorientierten Wärmeversorgung		Hoch	
		Zeithorizont	
		Kurzfristig	
Kurzbeschreibung			
Ein Letter of Intent oder Absichtserklärung ist eine Willenserklärung zweier oder mehrerer Parteien, die das Interesse an Themen oder Verhandlungen bekundet. Insbesondere bei größeren kosten- und zeitintensiven Projekten kann diese Einigung den verschiedenen Parteien die gegenseitige Ernsthaftigkeit und dessen Willen aufzeigen und dieses dokumentarisch festhalten. Auch außenstehenden Personen zeigt ein LOI, dass ein allgemeines Interesse an einer Umsetzung besteht.			
Zuständigkeit		Einzubindende Akteur:innen	
<ul style="list-style-type: none"> - Stadtwerke Eutin - Stadt Eutin 		<ul style="list-style-type: none"> - Wohnungsbaugesellschaften und Genossenschaften - Stadtwerke Eutin 	
Erste Handlungsschritte			
1. Nutzen der identifizierten Akteur:innen aus dem Quartierskonzept		3. Interessensbekundung eines LOI	
2. Weitere Aufrechthaltung der Kontaktknüpfung		4. Unterschreiben eines LOI	
Einsparpotenzial		Absolut	Erläuterung
Endenergie	0	MWh/a	Keine direkten Einsparungen zuzuschreiben.
Primärenergie	0	MWh/a	
CO ₂ -Emissionen	0	t/a	
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren	
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Informativer Austausch und Interessensbekundung der Akteure 2. Unterschriebener LOI der einbezogenen Akteur:innen 	
Hemmnisse		Lösungsansätze	
- Kann als Umsetzungsverpflichtung missverstanden werden -> Aufklärung und Informationsaustausch			

W2

BEW Machbarkeitsstudie bis zur Genehmigungsplanung



Ziel		Priorität
Die Förderung der Machbarkeitsstudie bis zur Genehmigung und Umsetzung einzelner Maßnahmen durch die Bundesförderung effiziente Wärmenetze		Hoch
		Zeithorizont
		Mittelfristig
Kurzbeschreibung		
Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) fördert die Erstellung von Machbarkeitsstudien und Transformationsplänen. Dabei gelten umfangreiche Mindestanforderungen. Diese umfassen beispielsweise Beschränkungen hinsichtlich der Nutzung von Biomasse, Mindestinhalte und potenzielle Entwicklungspfade der zu fördernden Wärmenetze.		
Zuständigkeit		Einzubindende Akteur:innen
<ul style="list-style-type: none">- Wohnungsunternehmen- Wärmenetzbetreiber		<ul style="list-style-type: none">- Wohnungsunternehmen- Stadtwerke Eutin- Wärmenetzbetreiber
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none">1. Vermittlung zwischen potenziellen Netzanschlusnehmenden, ggf. Koordination durch Sanierungsmanagement2. Ausschreibung und Beauftragung der Studie durch die Wohnungsunternehmen, ggf. in Kooperation mit einem Dienstleister3. Durchführung der Machbarkeitsstudie und Planung durch ein Ingenieurbüro		
Einsparpotenzial	Absolut	Erläuterung
Endenergie	0 MWh/a	Keine direkten Einsparungen zuzuschreiben.
Primärenergie	0 MWh/a	
CO ₂ -Emissionen	0 t/a	
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren
<ul style="list-style-type: none">- Förderung von bis zu 50 % der förderfähigen Kosten (max. 600.000 Euro) einer Machbarkeitsstudie bei erneuerbarer und klimaneutraler Wärme von mind. 75 %		<ol style="list-style-type: none">1. Durchführung einer erfolgreichen Machbarkeitsstudie2. Klärung offener Fragestellungen
Hemmnisse und Lösungsansätze		
<ul style="list-style-type: none">- Durch die Gutachter wurden keine Hemmnisse zur Umsetzung der Studie identifiziert.		

W3

Bau bzw. Erweiterung des Wärmenetzes, Umbau Energiezentrale und Betrieb des Wärmenetzes



Ziel		Priorität
Erschließung von großen Abnehmern im Untersuchungsgebiet mit einem Wärmenetz		Hoch
		Zeithorizont
		mittelfristig
Kurzbeschreibung		
<p>Besonders in urbanen Räumen ist die Wärmedichte sehr hoch, sodass eine gemeinsame leitungsgebundene Wärmeversorgung Vorteile bietet. Der Wärmelastgang wird durch auftretende Gleichzeitigkeiten geglättet und die installierte Wärmeleistung kann so reduziert werden. Wärmenetze verfügen zudem über eine große Hebelwirkung bei der Umstellung auf eine nachhaltigere Wärmeversorgung. Im Rahmen des Konzepts wurden unterschiedliche Netzerweiterungsvarianten identifiziert.</p> <p>Die Wärmenetzerweiterung umfasst mit ca. 960 Metern unter anderem die Erschließung der Gebäude der Wandendorfer Baugenossenschaft für Schleswig-Holstein eG.</p> <p>Der Netzausbau sollte bis 2030 durchgeführt werden, so dass dann der überwiegende Teil des Untersuchungsgebiets durch das Wärmenetz versorgt wird.</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen	
<ul style="list-style-type: none">- Wärmenetzbetreiber- Ansässige Wohnungsunternehmen- Wärmelieferanten	<ul style="list-style-type: none">- Sanierungsmanagement- Wohnungsunternehmen- Private Eigentümer mit möglichem Wärmnetzan-schluss	
Erste Handlungsschritte		
1. Gesprächsführung und Einbindung aller Akteure durch das Sanierungsmanagement	2. Kundenakquise durch Wärmenetzbetreiber	3. Planung und Ausführung durch den Wärmenetzbetreiber
Einsparpotenzial		Erläuterung
	Absolut	Beim Anschluss aller identifizierten Gebäude der Variante
Endenergie	-933 MWh/a	
Primärenergie	-1.781 MWh/a	
CO ₂ -Emissionen	-346 t/a	
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren
<ul style="list-style-type: none">- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze- Die Förderlandschaft ist in Zukunft erneut zu prüfen.		<ol style="list-style-type: none">1. Bau des Wärmenetzes2. Positives Feedback seitens zukünftiger Anschlussnehmer3. Hohe Anschlussquoten
Hemmnisse und Lösungsansätze		
<ul style="list-style-type: none">- Hindernisse beim Bau der Trasse -> rechtzeitige und detaillierte Planung sowie Kommunikation		

W4

Vollständige Dekarbonisierung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung



Ziel		Priorität
Senkung der CO ₂ -Emissionen und Integration erneuerbarer Wärme im Bestandswärmenetz		Hoch
		Zeithorizont
		langfristig
Kurzbeschreibung		
<p>Die Bau- und Siedlungsgenossenschaft Eutin ist Eigentümer des Bestandswärmenetz im östlichen Teil des Quartiers. Die Wärmeerzeugung erfolgt durch die Nutzung von älteren Kesseln, die in naher Zukunft ausgetauscht werden müssen. Dieser Umstand wird dazu genutzt, die auf Heizöl basierte Wärmeversorgungstechnologie nachhaltig und zukunftsorientiert auszurichten. Im Rahmen der Entwicklung der Wärmeversorgungslösungen wurden unterschiedliche Varianten für eine nachhaltige und bezahlbare Wärmeversorgung gegenübergestellt und auf der Basis der Ergebnisse Bewertungskriterien für einen möglichen Ausbau und Erweiterung des Wärmenetzbetriebs vorgeschlagen. Zudem wurden im Rahmen des Konzepts mögliche Potenzialflächen zur Einbringung Erneuerbarer Energien im Quartier identifiziert.</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen	
<ul style="list-style-type: none">- Bau und Siedlungsgenossenschaft Eutin- Wärmenetzbetreiber und Wärmelieferanten	<ul style="list-style-type: none">- Ingenieurbüro für die Planung- Bauunternehmen für Durchführung- Weitere Abnehmer am Netz, wie Wohnungsunternehmen	
Erste Handlungsschritte		
1. Ausarbeitung von Vorgabe zur Wärmeversorgung durch die BEW Machbarkeitsstudie (W2)	3. Planung und Umsetzung der neuen Wärmeerzeugungsanlagen durch den zukünftigen Betreiber	
2. Integration von weiteren erneuerbaren Wärmeerzeugern durch den Betreiber		
Einsparpotenzial	Absolut	Erläuterung
Endenergie	-680 MWh/a	Zusätzliche Einsparungen zu W3
Primärenergie	-503 MWh/a	
CO ₂ -Emissionen	-301 t/a	
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren
<ul style="list-style-type: none">- Invest- und Betriebsförderung über die neue BEW-Förderung- Die Förderlandschaft ist in Zukunft erneut zu prüfen		<ol style="list-style-type: none">1. Hohe Anteile erneuerbarer Wärme an der Wärmeerzeugung2. Hohe Anteile verbrennungsfreier Wärme3. CO₂-Emissionsfaktoren
Hemmnisse und Lösungsansätze		
Bedenken bezüglich Versorgungssicherheit durch EE-Wärme -> Redundanz durch Heizkessel		

W5

Umstellung der Wärmeversorgung in den dezentral versorgten Gebieten



Ziel		Priorität
Weitestgehende Reduktion der CO ₂ -Emissionen und Aufbau einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2050		Hoch
		Zeithorizont
		Fortlaufend
Kurzbeschreibung		
<p>Neben der Installation von Solarthermieanlagen zur Deckung des sommerlichen Wärmebedarfs wird vor allem der Einsatz von Wärmepumpen eine wichtige Rolle bei der Dekarbonisierung der dezentralen Wärmeversorgung einnehmen.</p> <p>Besonders für die Einfamilienhäuser im Quartier wird die Umstellung der Wärmeversorgung und der Einsatz von Wärmepumpen in Kombination mit der Maßnahmen G1 empfohlen. Die Reduktion des Wärmebedarfs und die Möglichkeit durch technische Maßnahmen oder den Einbau von Flächenheizungen ermöglicht die Absenkung der Vorlauftemperaturen und verbessert die Effizienz der Wärmepumpen.</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen	
<ul style="list-style-type: none">- Eigentümer und Eigentümergemeinschaften	<ul style="list-style-type: none">- Planungs- / Ingenieurbüro für die Planung- Bauunternehmen für die Durchführung- Sanierungsmanagement für die Bereitstellung eines Informationsangebotes	
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none">1. Inanspruchnahme der Erstberatung durch das Sanierungsmanagement2. Detailplanung und Berechnung der Wirtschaftlichkeit durch Fachplaner	<ol style="list-style-type: none">3. Ggf. Antragsstellung für zinsgünstige KfW-Kredite bei der Hausbank4. Auswahl des Installateurs und Durchführung der Maßnahme	
Einsparpotenzial	Absolut	Erläuterung
Endenergie	-7.612 MWh/a	Einsparung in 2045 nach Umstellung aller dezentralen Wärmeversorgungseinheiten
Primärenergie	-3.320 MWh/a	
CO ₂ -Emissionen	-2.105 t/a	
Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren	
<ul style="list-style-type: none">- Bundesförderung effiziente Gebäude (ehem. KfW)- Die Förderlandschaft ist in Zukunft erneut zu prüfen	<ol style="list-style-type: none">1. Anzahl der angenommenen Beratungsangebote durch das Sanierungsmanagement2. Anzahl der umgesetzten Projekte im Bereich der Einfamilienhäuser	
Hemmnisse und Lösungsansätze		
<ul style="list-style-type: none">- Mangelndes Interesse und Kenntnisse -> Informationsangebote (durch Sanierungsmanagement)- Einigung WEGs -> zeitliche Planung		

5.2.2 Zentrale Leitungsgebundene Wärmeversorgung

Basierend auf den Ergebnissen der Bedarfs- und Potenzialanalyse wurden in Kapitel 4.2.8 Gebiete dargestellt, für die sich perspektivisch eine zentrale Wärmeversorgung über ein Nahwärmenetz realisieren ließe.

Die Wärmeversorgung einer netzbasierten Lösung sollte nach Möglichkeit bereits heute zu großen Teilen durch erneuerbare Anteile bereitgestellt werden.

Basierend auf diesen Erkenntnissen wurden vier zu untersuchende Wärmeversorgungsvarianten konzipiert, die im Folgenden vorgestellt werden.

Variante 1a: Geo-Solare Wärmeversorgung mit BHKW

Der sommerliche Wärmebedarf soll in dieser Variante vornehmlich durch solare Strahlungsenergie mit Hilfe von Solarthermieanlagen bereitgestellt werden. Reicht die Solarenergie nicht mehr aus, dann erzeugt eine große Wärmepumpe in den Übergangszeiten und im Winter die zusätzliche Wärme: Als Wärmequelle für die Wärmepumpe ist ein größeres Erdsondenfeld vorgesehen. Zusätzlich soll ein Blockheizkraftwerk insbesondere im Winter und zur Unterstützung in den Übergangszeiten Wärme bereitstellen, da das Erdwärmepotenzial begrenzt ist. Als Redundanz und Spitzenlastherzeuger ist ein Gaskessel vorgesehen, der Versorgungsanteil des Kessels soll jedoch unter 10% liegen. Ein großer Wärmespeicher kann zudem die Lasten vom Tag in die Abendstunden verschieben und dient zur Optimierung des Taktungsverhaltens von Wärmepumpe und Blockheizkraftwerk.

Variante 1b: Geothermiebasierte Wärmeversorgung mit Pelletkessel

Aufgrund hoher Investitionen in Solarthermieanlagen und der steigenden CO₂-Bepreisung wird die Variante 1a in Variante 1b etwas abgewandelt. Anstelle der Solaranlage und des BHKWs wird ein großer Pelletkessel in die Wärmeversorgung eingebunden. Der Platzbedarf für die Speicherung von Pellets kann in den Gebäuden sichergestellt werden, indem der bisher für Heizöl vorhandene Lagerraum umgestaltet wird. Auch in dieser Variante erfolgt die Bereitstellung der Spitzenlast über einen redundanten Erdgaskessel und ein Wärmespeicher optimiert den Betrieb des Gesamtsystems.

Variante 2a: Geothermie-Luft-Wärmepumpe mit BHKW

Beim Einsatz größerer Wärmepumpen werden immer häufiger unterschiedliche Wärmequellen erschlossen. Mit Hilfe eines zusätzlichen Zwischenkreislaufes kann die Wärmepumpe in Abhängigkeit von äußeren Randbedingungen wie der Außenlufttemperatur zwischen Wärmequellen wechseln. Die Kombination der Wärmequellen Umgebungsluft und Geothermie bietet unterschiedliche Vorteile. Erdwärme kann nicht über das gesamte Jahr mit voller Leistung dem Erdboden entzogen werden, da der Untergrund sonst unterkühlen und im ungünstigsten Fall vereisen könnte. Jährlich können daher nur etwa 1.800 bis 2.400 Volllaststunden erreicht werden. Da die Bodentemperatur relativ konstant ist, kann die Geothermie-Anlage insbesondere an besonders kalten Tagen genutzt werden, wenn in der Außenluft kaum noch Energie steckt. Ein wesentlicher Vorteil in der Kombination der beiden Quellen besteht also in ganzjährig guten Effizienzkennwerten und darin, dass nur eine Wärmepumpe finanziert werden muss, die hohe Laufzeiten aufweist. Zusätzlich werden als Ergänzung ein BHKW und ein Erdgaskessel für die Spitzenlastabdeckung vorgesehen.

Variante 2b: Geothermie-Luft-Wärmepumpe mit Pelletkessel

Analog zu den Varianten 1a und 1b soll die Untersuchung der Variante 2b die Frage klären, ob anstelle eines BHKWs ein Pelletkessel sinnvoller wäre.

Für alle Variante besteht zur Erreichung der Anforderungen der neuen Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze das Ziel, einen Mindestanteil an erneuerbarer Wärme von 75% nicht zu unterschreiten und einen Gaskesselanteil von 10% nicht zu überschreiten. Mit Hilfe des Simulationsprogrammes energyPRO wurden die Energiesysteme für ein Jahr stundenscharf simuliert. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Erzeugunganteil der Unterschiedlichen Wärmeerzeuger in den Versorgungsvarianten.

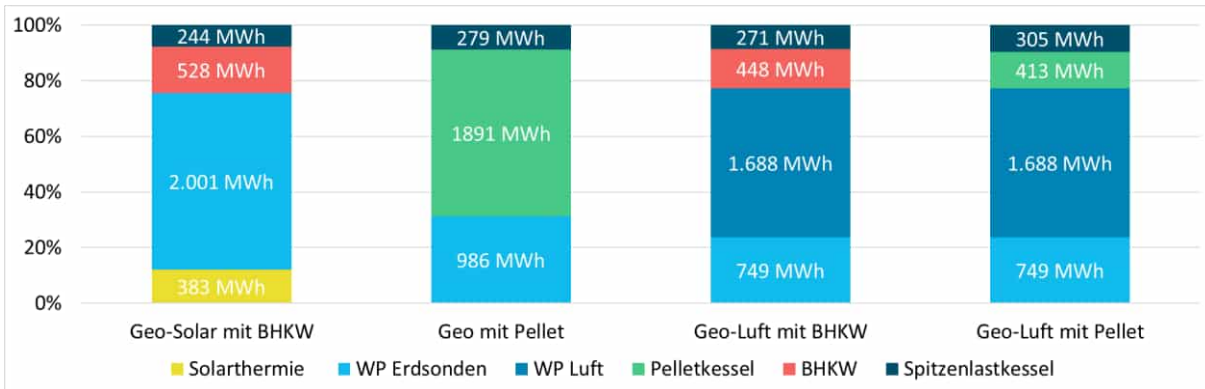


Abbildung 75: Anteile der Erzeuger an der Wärmeversorgung

Basis der Simulation sind die in Abschnitt 4.2.8 entwickelten Wärmebedarfslastgänge. Die einzelnen Komponenten des Energiesystems wurden mit Hilfe des Programms so dimensioniert, dass die erforderlichen erneuerbaren Anteile innerhalb eines Jahres erbracht werden können. Die Gaskessel wurden als redundante Wärmeerzeugungseinheit auf die gesamte Anschlussleistung ausgelegt. Ergebnis der Simulation sind neben den Dimensionen der einzelnen Komponenten (Tabelle 32) auch die jeweiligen Wärmeanteile der einzelnen Erzeuger innerhalb eines Jahres (Abbildung 75). Die Simulationen liefern zudem Werte zu den jährlich zu erwartenden Gas- und Strombedarfen sowie zu den Betriebs- und Vollaststunden.

Tabelle 32: Dimensionierung der Erzeuger in den einzelnen Untersuchungsvarianten

	Variante 1a	Variante 1b	Variante 2a	Variante 2b
Definition	Geo-Solar mit BHKW	Geo mit Pellet	Geo-Luft mit BHKW	Geo-Luft mit Pellet
Wärmepumpe	375 kWth	300 kWth	450 kWth	450 kWth
Erdsonden	184 Stk	91 Stk	69 Stk	69 Stk
Luftkühlerfeld	-	-	330 kWth	330 kWth
Solarthermie	1.000 m ²	-	-	-
BHKW	94 kWel 156 kWth	-	94 kWel 156 kWth	-
Pelletkessel	-	230 kWth	-	120 kWth
Gaskessel	700 kWth	700 kWth	700 kWth	700 kWth
Wärmespeicher	32 m ³	28 m ³	25 m ³	25 m ³

5.2.3 Dezentrale Objektwärmeversorgung

Für die Gebäude, die perspektivisch aus technischen oder wirtschaftlichen vermutlich nicht an eine leitungsgebundene Wärmeversorgung angeschlossen werden, insbesondere sind hier die Einfamilienhäuser zu nennen, wurden unterschiedliche Wärmeversorgungs-lösungen anhand eines Beispielshauses gegenübergestellt.

Diese umfassen:

- Gaskessel (als Referenzsystem)
- Ölkessel (als Referenzsystem)
- Monovalente Luft-Wärmepumpe
- Luft-Wärmepumpe mit einem zusätzlichen Kamin (Bestandskamin)
- Monovalente Geothermie-Wärmepumpe

Neben diesen unterschiedlichen Wärmeversorgungs-lösungen wurde für die Wärmepumpenlösungen auch der Einfluss energetischer Modernisierungen mitbetrachtet. Es wurden somit folgende 8 Systeme gegenübergestellt.

Tabelle 33: Gegenüberstellung der betrachteten Systeme für eine dezentrale Wärmeversorgung

Heizsystem	Sanierungszustand
Ölkessel	Unsaniert
Gaskessel	Unsaniert
Luft-WP	Unsaniert
Luft-WP mit Kamin	Unsaniert
Erd-WP	Unsaniert
Luft-WP	Saniert
Luft-WP mit Kamin	Saniert
Erd-WP	Saniert

Betrachtet wurde exemplarisch ein Einfamilienhaus in der Maria- von Weber Straße. Die energetischen Mehrkosten, die durch eine Modernisierung des Wohnraums anfallen (Annahme sind ca. 60% der Sanierungskosten), werden in die Berechnung der Wirtschaftlichkeit mit einbezogen. Kosten, die im Zuge der Renovierung zur Verbesserung der Räumlichkeiten und damit ohnehin unabhängig von der Energieversorgung anfallen (ca. 40% der Sanierungskosten), fließen nicht in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ein.

Tabelle 34: Spezifikation des betrachteten Einfamilienhauses

Art des Gebäudes	EFH mit Heizwärme- und Warmwasserbedarf
Beheizte Wohnfläche	230 m ²
Jährlicher Wärmebedarf vor Sanierung	51.635 kWh/a
Spezifischer Wärmebedarf	225 kWh/m ²
Jährlicher Wärmebedarf nach Sanierung	29.255 kWh/a
Spezifischer Wärmebedarf	127 kWh/m ²
Energetische Mehrkosten der Sanierung	306 €/m ²

Durch diese Betrachtung soll für unterschiedliche Ausgangssysteme (Gas- oder Ölkessel) die Entwicklung der Wärmekosten bei steigenden CO₂-Preisen und für mögliche Alternativen zur Umstellung der Wärmeversorgung mit und ohne Sanierung aufgezeigt werden.

5.2.4 Kosten- und Wirtschaftlichkeitsanalyse

Um Aussagen zur wirtschaftlichen Umsetzungsfähigkeit der unterschiedlichen zentralen und dezentralen Wärmeversorgungsvarianten treffen zu können, wurden Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchgeführt.

5.2.4.1 Annahmen

Basierend auf Angaben aus Normen und Richtwerten, eigenen Branchenkenntnissen sowie Richtpreisangeboten und in Absprache mit dem Auftraggeber wurden Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsrechnung festgelegt. Grundsätzlich wird bei der Wahl von Annahmen eher von einem konservativen Ansatz ausgegangen, zusätzlich wird ein Puffer für unvorhergesehene Kosten in Höhe von 5 % der Investitionen mit in die Kalkulation einbezogen. Die ermittelten Werte dienen als Grundlage für eine erste Einschätzung. Bei einem höheren Detaillierungsgrad bis hin zur Realisierung können die Kosten aufgrund der Unschärfe der getroffenen Annahmen abweichen.

Aufgrund der aktuellen Preissteigerung fossiler Brennstoffe und der energiepolitischen Lage wurden bei den Annahmen der Energiepreise jeweils zwei Werte berücksichtigt, Preise aus dem Jahr 2021 und dem Jahr 2022. Daraus ergeben sich in der Wirtschaftlichkeitsanalyse starke Abweichungen, die in den folgenden Abschnitten dargestellt werden. Die Werte aus dem Jahr 2022 dienen lediglich als Veranschaulichung.

Tabelle 35: Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsrechnung

Allgemeine Kosten		
Zins für abzuschreibende Investitionen (Mischkalkulation bei 30 % Eigenkapital und 70 % Fremdkapital)		2,5 %
Baunebenkosten (Planung & Genehmigung) als Prozentsatz vom Invest		15 %
Unvorhergesehene Kosten als Prozentsatz vom Invest		5 %
Energiepreise brutto	2021	2022
Strom inkl. EEG-Umlagensenkung ab 2023	23,5 Ct/kWh	42,5 Ct/kWh
Wärmepumpenstrom inkl. EEG-Umlagensenkung ab 2023	18,5 Ct/kWh	26,00 Ct/kWh
Erdgas	3,7 Ct/kWh	10,00 Ct/kWh
CO ₂ -Abgabe im Mittel über 20 Jahre	130 €/tCO ₂	130 €/tCO ₂
Nutzungsdauer sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten % vom Invest in Anlehnung an DIN 2067		
Wärmepumpe	20 a	2,5 %
Erdwärmesonden	40 a	3,0 %
Rückkühlwerk	15 a	1,0 %
Solarthermie	25 a	1,5 %
Blockheizkraftwerk	15 a	3,0 %
Gaskessel	20 a	3,0 %
Wärme-/Pufferspeicher	20 a	2,0 %
Systemintegration / TGA	20 a	2,0 %
Wärmenetz	30 a	0,5 %
Hausübergabestationen	20 a	3,0 %
Energiezentrale (Gebäude)	40 a	0,2 %
Betriebsförderung		
Wärmepumpe (für Netze mit BEW-Förderung)	10 a; max. 90 % der Stromkosten	
Blockheizkraftwerk	16 Ct/kWh _{el} (<50 kW _{el}); max. 30.000 VBH und max. 3.500 h/a	
Investitionen werden nach eigenen Branchenkenntnissen und Richtpreisangeboten geschätzt		

5.2.4.2 Förderprogramme

Energieanlagen können durch eine Vielzahl von Förderinstrumenten bezuschusst werden. Zu unterscheiden sind dabei grundlegend Förderungen, die in Form von Investitionszuschüssen ausgezahlt werden und Förderungen, die im laufenden Betrieb gezahlt werden. Die im Folgenden aufgeführten Förderungen beanspruchen keine Vollständigkeit, sie umfassen jedoch die relevantesten Förderinstrumente für die zukünftige Wärmeversorgung im Quartier. Im Folgenden werden die Investitions- und Betriebsförderprogramme ausführlich erläutert.

Die wichtigsten Fördermittelgeber im Bereich der Investitionsförderung sind die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).

Investitionsförderprogramme

Landesprogramm Wirtschaft - Nachhaltige Wärmeversorgungssysteme

Das ehemalige Programm der IB.SH förderte bis zu 50 % der zuwendungsfähigen Ausgaben und war auf einen Höchstwert von einer Mio. Euro pro Projekt begrenzt. Es wurde aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung sowie aus Landesmitteln finanziert.

Aktuell ist es nicht mehr zu beantragen, jedoch wird aufgrund weiterer Anfragen eine überarbeitete Fortführung diskutiert.

Erneuerbare Energien Premium

Einzelmaßnahmen im Bereich der erneuerbaren Wärmeversorgung lassen sich über das Förderprogramm „Erneuerbare Energien Premium“ von der KfW fördern. Hierbei handelt es sich um Förderkredite mit Tilgungszuschuss von der KfW-Bank. Solarkollektoranlagen mit einer Bruttokollektorfläche über 40 m² und überwiegender Wärmeeinspeisung in ein Wärmenetz werden mit Tilgungszuschüssen bis zu 40% gefördert (KfW, 2020, S. 2-7)⁴³. Auch effiziente Großwärmepumpen für die Wärmebereitstellung für Wärmenetze sind über das Programm förderfähig. Es werden 80 € je kW Wärmeleistung und höchstens 100.000 € je Einzelanlage gefördert. (KfW, 2020, S. 3-8)⁴⁴.

Wärmenetze 4.0

Umfassender ist die Wärmenetze 4.0 Förderung des BAFA. Es handelt sich hierbei um eine Förderung, bei der das Gesamtsystem gefördert wird. Es werden innovative Wärmenetzsysteme der 4. Generation gefördert. Dies können neu gebaute oder entsprechend transformierte bestehende Wärmenetze sein. Im Rahmen der Wärmenetze 4.0 Förderung werden unterschiedliche Anforderungen zur Erfüllung der Richtlinie gefordert (BAFA, 2020, 14ff.)⁴⁵, dies sind z.B.:

- Innovatives Gesamtkonzept (liegt vor, wenn mind. 50 % der jährlich eingespeisten Wärmemenge oder 1,5 GWh/a durch den Einsatz von geothermischen oder solarthermischen Anlagen oder den Einsatz von Wärmepumpen erfolgt),
- Einhaltung der Mindestgröße (mindestens 100 Abnahmestellen oder eine Einspeisung von mindestens 3 GWh/a) und
- Vorlauftemperaturen von maximal 95 °C.

Modul I des Förderprogramms umfasst die Erstellung einer Machbarkeitsstudie, die auch Planungsleistungen bis zur Leistungsphase 4 enthalten kann.

Im Rahmen des Moduls II, das im Anschluss an Modul I die Realisierung fördert, werden grundsätzlich alle Investitionen in Komponenten, die zur Wärmeverteilung, Wärmeerzeugung und -speicherung beitragen, gefördert. Alle förderbaren Komponenten werden mindestens mit einer Basisförderung von 30 % als Investitionszuschuss gefördert.

⁴³ Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) (2020). Merkblatt Erneuerbare Energien „Premium“.

⁴⁴ Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) (2020). Merkblatt Erneuerbare Energien „Premium“.

⁴⁵ Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) (2020). Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0. Modul II: Antragstellung und Verwendungsnachweis.

Die Förderung Wärmenetze 4.0 läuft zeitnah aus und wird dann in die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze überführt. Eine Beantragung von Modul I zur Planung ist bis auf weiteres noch möglich, die Machbarkeitsstudie kann anschließend für die erwartete BEW-Förderung genutzt werden. Zu beachten sind jedoch die höheren Anforderungen der BEW an erneuerbare Wärmeanteile von über 75%.

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze

Abgelöst wird die Wärmenetze 4.0 Förderung durch ein neues Förderkonzept, die „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ (BEW).

Die Eckpunkte der Förderung sind bereits vorgestellt worden. Ein Inkrafttreten der Förderung ist im Januar 2021 geplant gewesen. Die Richtlinie wird derzeit noch ausformuliert und abgestimmt. Die finanzielle Ausstattung des Förderprogramms ist noch nicht abschließend geklärt.

Förderbestandteile BEW		
Machbarkeitsstudien und Transformationspläne		
Einzelmaßnahmenförderung	Systemische Förderung für Maßnahmenpakete	
	Neue Wärmenetze	Bestandsnetze
Erfolgsabhängige Betriebsprämie für EE-Wärmeerzeuger		

Abbildung 76: Förderbestandteile der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze⁴⁶

Das Förderprogramm enthält unterschiedliche Komponenten. Gefördert werden zum Beispiel Machbarkeitsstudien und die Erstellung von Transformationsplänen mit bis zu 60 % der anfallenden Kosten. Auch gefördert werden investive Maßnahmen. Diese werden entweder als Einzelmaßnahmenförderung gewährt oder ähnlich wie bei der Wärmenetze 4.0 Förderung in Form von systemischen Förderungen. Als dritter Pfeiler des Förderkonzepts wird eine Betriebsförderung für Solarthermieanlagen und Großwärmepumpen gewährt, näheres hierzu findet sich im folgenden Abschnitt.

Betriebsförderprogramme

Nach KWKG

Die Höhe der Vergütung für KWK-Anlagen setzt sich aus drei Komponenten zusammen. Erstens dem Strompreis für KWK-Strom, zweitens dem im KWK-Gesetz geregelten Zuschlag und drittens ggf. der Vergütung für vermiedene Netznutzungskosten bei einer dezentralen Einspeisung. Durch die dezentrale Stromproduktion kann der Strom direkt am Ort der Erzeugung genutzt werden, es entfallen lange Streckentransporte zu den Abnehmern. Dies wird dem Betreiber des BHKWs in Form von vermiedenen Netzkosten gutgeschrieben. Je nach Standort der Anlage und Übertragungsnetzbetreiber variieren die vermiedenen Netznutzungskosten. Jedoch wird das Entgelt für eine dezentrale Einspeisung nach §18 StromNEV nicht gewährt, wenn die Stromeinspeisung entweder bereits nach §19 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes oder nach §8a Absatz 1 des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes gefördert wird.

Der Strompreis wird in einem Direktvermarktungsvertrag mit dem Netzbetreiber verhandelt, dieser orientiert sich häufig an dem „üblichen Preis“ für Baseload-Strom der Leipziger Strombörse.

Hocheffiziente BHKWs erhalten nach dem KWKG eine Förderung. Die Förderung gemäß KWKG-Gesetz 2020 sieht wie folgt aus:

⁴⁶ Pehnt (2020). Bundesförderprogramm Effiziente Wärmenetze (BEW). <https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/Pehnt-2020-BEW-AGFW.pdf> (abgerufen am 20.05.2012)

Vergütung für in das Netz eingespeisten Strom

- 16 Cent/kWh bei Leistungen <= 50 kWel
- 6 Cent/kWh für den Leistungsanteil (LA) > 50 kWel und <= 100 kWel
- 5 Cent/kWh für den Leistungsanteil (LA) > 100 kWel und <= 250 kWel

Vergütung für in der Kundenanlage verbrauchten Strom

- 8 Cent/kWh für Leistungen <= 50 kWel
- 3 Cent/kWh für den LA > 50 und <= 100 kWel
- 2 Cent/kWh für den LA > 100 und <= 250 kWel

Die Förderdauer für BHKWs ist für Module bis 50 kWel auf 30.000 Vollbenutzungsstunden begrenzt. Im Vergleich zur Vorgängerversion des KWKG hat sich damit die Anzahl der geförderten Vollbenutzungsstunden halbiert, während sich die Vergütung je Kilowattstunde Strom verdoppelt hat. Die Gesamthöhe der Förderung bleibt damit über die Laufzeit eines BHKW unverändert im Vergleich zur vorherigen Version des KWKG. Für BHKWs bis 50 kWel werden die KWK-Zuschläge im neuen KWKG nun auch in Zeiten negativer Strompreise gezahlt, sodass eine gesonderte Meldung der Betriebsstunden in diesen Zeiträumen zukünftig entfällt.

Auch die pro Jahr maximal geförderten Vollbenutzungsstunden wurden im KWKG 2020 herabgesetzt. Die Zahl der förderfähigen Vollbenutzungsstunden wird bis zum Jahr 2025 schrittweise verringert. Die maximalen Anzahlen an geförderten Vollbenutzungsstunden betragen:

- 5.000 Vbh in den Jahren 2021 und 2022
- 4.000 Vbh in den Jahren 2023 und 2024
- 3.500 Vbh ab dem Jahr 2025

Die Fördersätze sind im Folgenden noch einmal tabellarisch dargestellt.

Tabelle 36: Fördersatz (Einspeisung) in Abhängigkeit von der elektrischen Leistung

Vbh	Fördersatz in Ct/kWh	kWel	Geförderte kWh	Fördersumme in €
30.000	16	50	1.500.000	240.000
30.000	11	100	3.000.000	330.000
30.000	9	150	4.500.000	405.000

Tabelle 37: Fördersatz (Eigenstromnutzung) in Abhängigkeit von der elektrischen Leistung

Vbh	Fördersatz in Ct/kWh	kWel	Geförderte kWh	Fördersumme in €
30.000	8	50	1.500.000	120.000
30.000	5,5	100	3.000.000	165.000
30.000	4,3	150	4.500.000	193.500

Betriebskostenförderung der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Die zeitnah erwartete BEW-Förderung wird auch Betriebsförderungen für Wärmepumpen und Solarthermieranlagen vorsehen.

In Abhängigkeit der Jahresarbeitszahl erhalten Wärmepumpen zusätzlich bis zu 7 Cent Förderung je Kilowattstunde thermischer Energie oder maximal 90 % der Strombezugskosten. Für Solarthermieranlagen steht die Höhe der Förderung noch nicht abschließend fest. Eine Förderung in Höhe von 2 ct/kWh gilt als realistisch.

5.2.4.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der zentralen Varianten

Für die vier untersuchten Varianten liegen die absoluten Investitionen ohne die Berücksichtigung von Fördermitteln für alle Variante in etwa zwischen drei und fünf Millionen Euro. Bei allen Varianten sind insbesondere die Kosten für den Wärmenetzausbau sehr hoch und machen mit etwa 1,6 Mio. € einen Großteil der Investitionen aus. Die Variante Geo-Solar mit BHKW weist im Vergleich zu den anderen Varianten durch die Solarthermieanlage und das besonders große Sondenfeld deutlich höhere Gesamtinvestitionen auf.

Neben den Kosten für das Wärmenetz sind auch die Investitionen ins Erdsondenfeld, in die Wärmepumpen, das BHKW, den Pelletkessel und die Solaranlage hoch. Auf die restlichen Komponenten entfallen geringere Beträge.

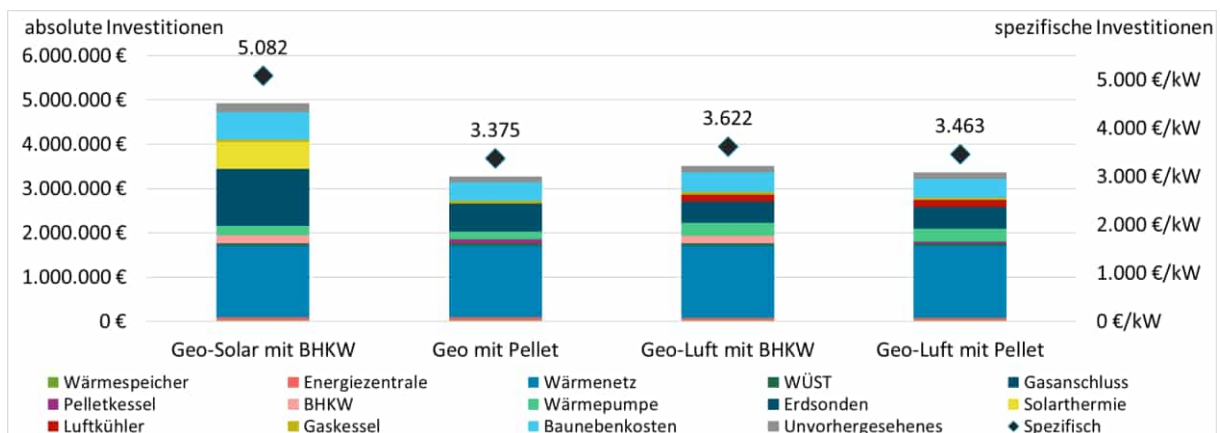


Abbildung 77: absolute und spezifische Investitionen

Für alle Versorgungsvarianten können hohe Investitionszuschüsse erwartet werden. Die Förderquoten der Gesamtsysteme liegen mit 36 bis 38 % auf einem hohen Niveau. Berücksichtigt wurde hier insbesondere die Förderung nach Wärmenetze 4.0 bzw. nach BEW. Neben der Förderung der einzelnen Komponenten lässt sich auch der Ausbau des Wärmenetzes über das Programm fördern.

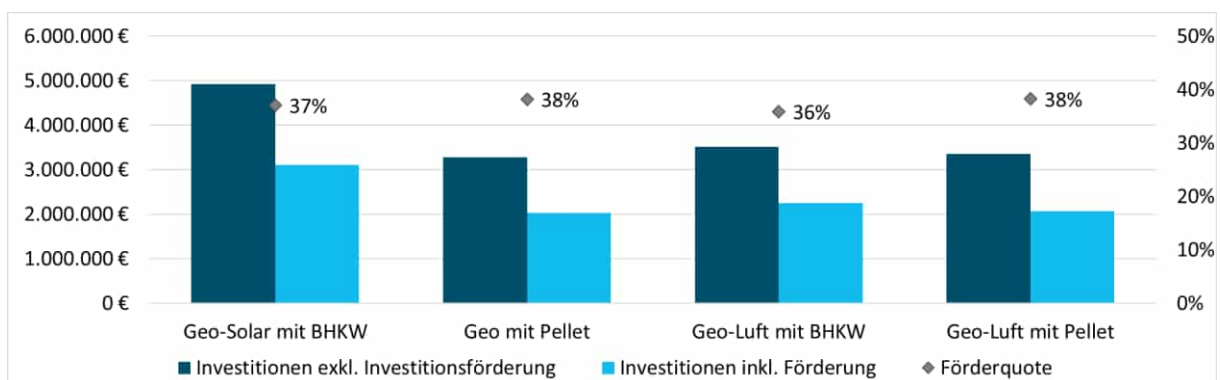


Abbildung 78: Investitionskostenförderung

Durch eine Vollkostenrechnung wurden die jährlichen Kosten, die im Durchschnitt für die nächsten 20 Jahre anfallen, ermittelt. In nachstehender Abbildung sind die jährlichen Kostenanteile nach den folgenden Kategorien aufgeführt:

- Kapitalgebundene Kosten
- Betriebsabhängige Kosten (Wartung/ Instandhaltung)
- Verbrauchsabhängige Kosten (Energiebezugskosten)

- Gutschriften/ Vergütungen durch Stromeinspeisung (KWK-Zuschläge und Börsenstromerlöse)
- Vermiedene Stromkosten (Betriebsförderung von Wärmepumpen)

Die jährlichen Gesamtwärmekosten inkl. Investitions- und Betriebsförderung liegen alle relativ nah beieinander. Die geringsten jährlichen Kosten weisen die Varianten mit Geothermie und Luft als Wärmepumpenquelle auf. In allen Varianten wird auf den Einsatz von Wärmepumpen gesetzt, durch die Betriebsförderung der Wärmepumpe aus der BEW Förderung werden große Teile an Stromkosten vermieden. Die Varianten mit BHKW erzielen zudem zusätzliche Erlöse durch die Einspeisung des KWK-Stroms. Die jährlichen Kostenanteile der Versorgungsvarianten sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

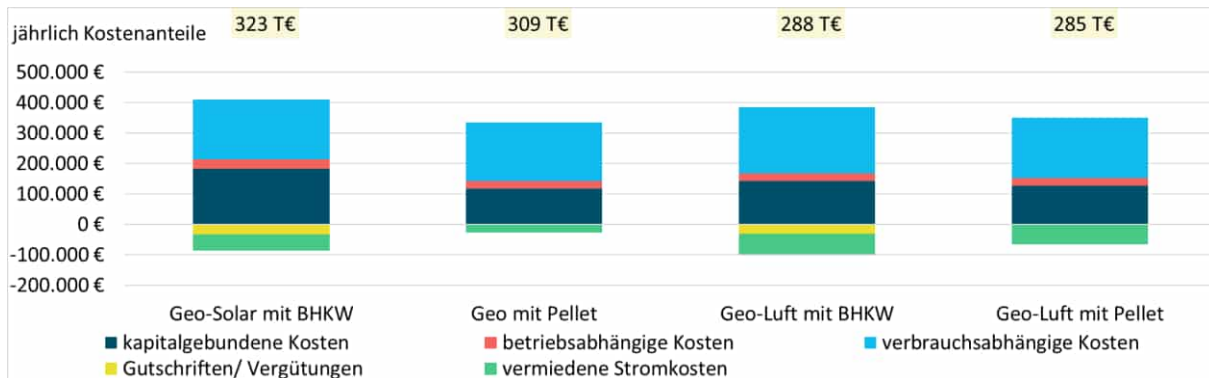


Abbildung 79: Jährliche Kostenanteile

Aufgrund der Preissteigerung haben sich die Gesamtkosten wie in Abbildung 80 entwickelt. Auch hier weist die Variante der Geothermie und Luftwärmepumpe die geringsten jährlichen Kosten auf.

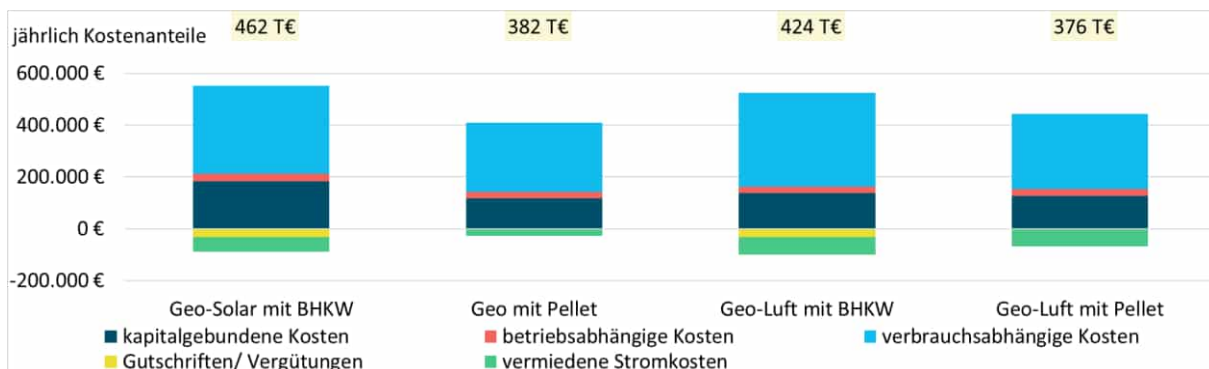


Abbildung 80: Jährliche Kostenanteile inkl. Preissteigerung 2022

Die jährlichen Kosten bezogen auf die Wärmeabsatzmenge in einem Jahr ergeben in einem weiteren Schritt die spezifischen Wärmegestehungskosten (WGK). Diese geben an zu welchem Preis die Wärme durchschnittlich über die nächsten 20 Jahre bereitgestellt werden kann. Sie werden typischerweise in €/MWh oder wie in nachstehender Abbildung in ct/kWh angegeben.

Die rechnerisch ermittelten Wärmegestehungskosten liegen zwischen 9,7 und 11,0 Ct/kWh und zwischen 12,8 und 15,8 Ct/kWh inkl. Preissteigerung 2022.

Die Kosten für die Wärmeverteilung bis zu Liefergrenze sind bereits integriert. Hinzu kommen noch Verwaltungs- und Abrechnungskosten. Aufgegliedert sind die Wärmepreise der Varianten in die kapitalgebundenen Anteile (Capex⁴⁷) und die Kosten und Einnahmen durch den Betrieb (Opex⁴⁸) sowie Ausgaben für das Wärmenetz und die Energiezentrale.

⁴⁷ capital expenditures
⁴⁸ operational expenditure

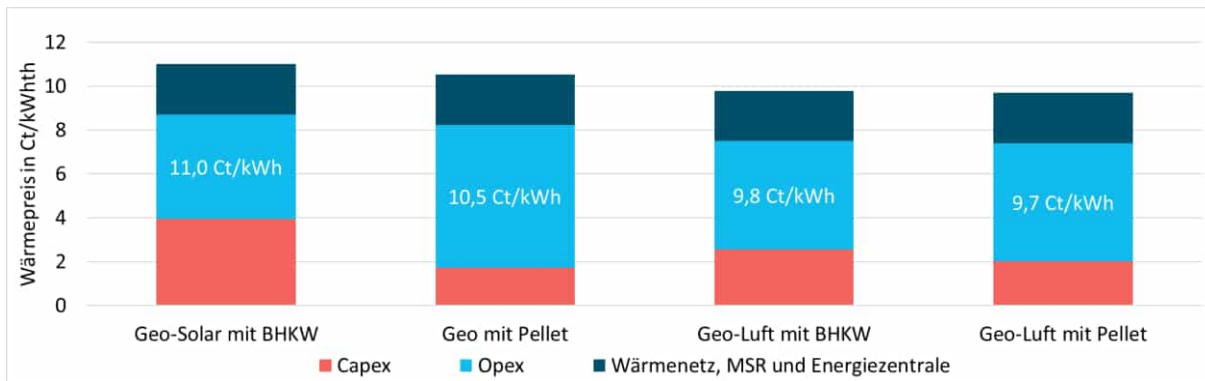


Abbildung 81: Durchschnittliche spezifische kostendeckende Gesamtwärmepreise

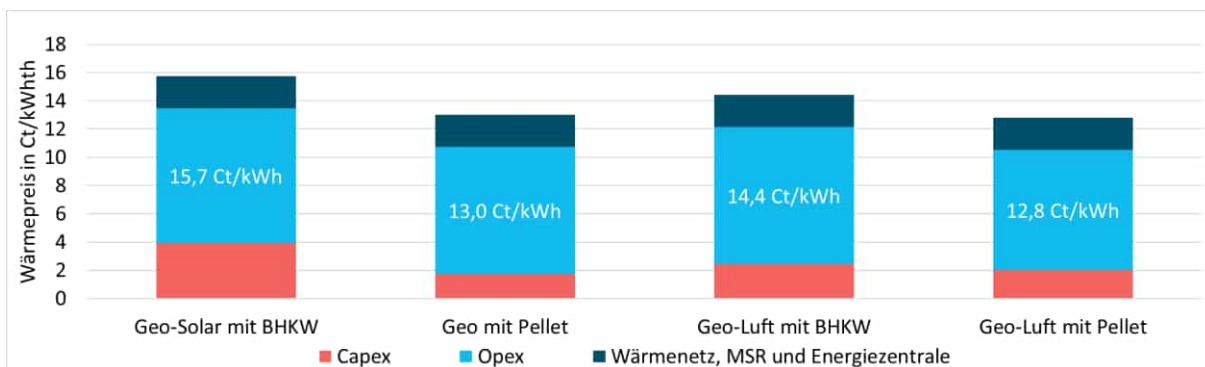


Abbildung 82: Durchschnittliche spezifische kostendeckende Gesamtwärmepreise inkl. Preissteigerung 2022

Trotz der hohen Investitionskosten in den Netzausbau sind die Anteile des Wärmenetzes an den Wärmekosten gering. Die Variante mit Solarthermie stellt sich als teuerste Versorgungslösung dar, wobei die Betriebskosten für diese Variante noch am niedrigsten ausfallen. Bei der Erzeugerkombination aus Geothermie und Pelletkessel fallen insbesondere die Beschaffungskosten für Pellets stark ins Gewicht. Aus wirtschaftlicher Sicht ist daher eine der beiden Varianten mit Geothermie- und Außenluftwärmepumpe zu empfehlen. Die Variante mit BHKW stellt sich hier trotz der KWK-Stromvergütung aufgrund der CO₂-Bepreisung als die marginal teurere Variante dar.

Durch die Preissteigerung verändert sich die oben getätigte Aussage daraufhin, dass aus wirtschaftlicher Sicht eine der beiden Varianten Geothermie- und Außenluftwärmepumpe oder Geothermie mit Pellet zu empfehlen ist.

5.2.4.4 Dezentral

Die jährlichen Wärmekosten inkl. kapitalgebundener Kostenanteile für die Investitionen lagen vor Einführung des CO₂-Preises für das Muster-Einfamilienhaus in etwa bei 5.000 € pro Jahr. Ohne eine energetische Sanierung und eine Umstellung des Heizungssystems würden diese allein durch den steigenden CO₂-Preis auf 7.000 bis 8.000 € jährlich steigen. Um Kostensicherheit zu erlangen, empfehlen wir bei der Umstellung des Heizungssystems nicht nur eine zusätzliche Solarthermie-Anlage zum Erreichen der gesetzlich geforderten 15 % Erneuerbarer Energie, sondern direkt auf ein erneuerbares Wärmesystem umzustellen. Insbesondere Luft- und Erdwärme-Wärmepumpen kommen dafür in Frage, auch die Kombination mit einem bestehenden Holzfeuerungssofen ist denkbar. Ein holzbefuerter Kaminofen kann als Ergänzung zur Wärmepumpe in den Wintermonaten zum Einsatz kommen. Sind die Außentemperaturen besonders niedrig, dann sinken die Effizienzkennwerte von Luft-Wärmepumpen stark ab bis hin zu einem kompletten Heizstabbetrieb bei zweistelligen Minusgraden. Ein Kamin kann hier die Effizienz des Gesamtsystems verbessern und für eine hohe Behaglichkeit der Wärme sorgen. Bei der Variante Luft-Wärme mit Kamin wurde davon ausgegangen, dass der Kamin bereits eingebaut und finanziert wurde,

lediglich die Brennstoff- und Wartungskosten wurden mit einbezogen. In Abbildung 83 sind die mittleren Jahreswärmekosten dargestellt.

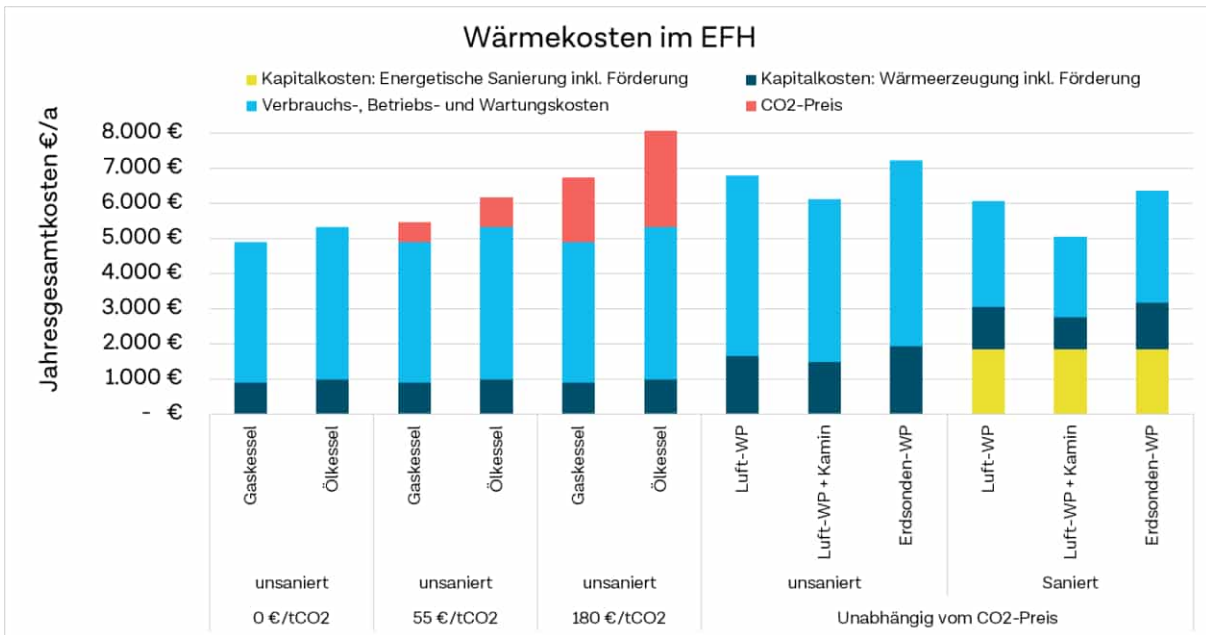


Abbildung 83: Wärmekostenvergleich unterschiedlicher Versorgungsarten im EFH

Wenn die Preissteigerung berücksichtigt wird, kommt es im unsanierten Bereich zu jährlichen Mehrkosten von ca. 2000 € pro Haushalt. Diese wird aus der Abbildung 84 deutlich

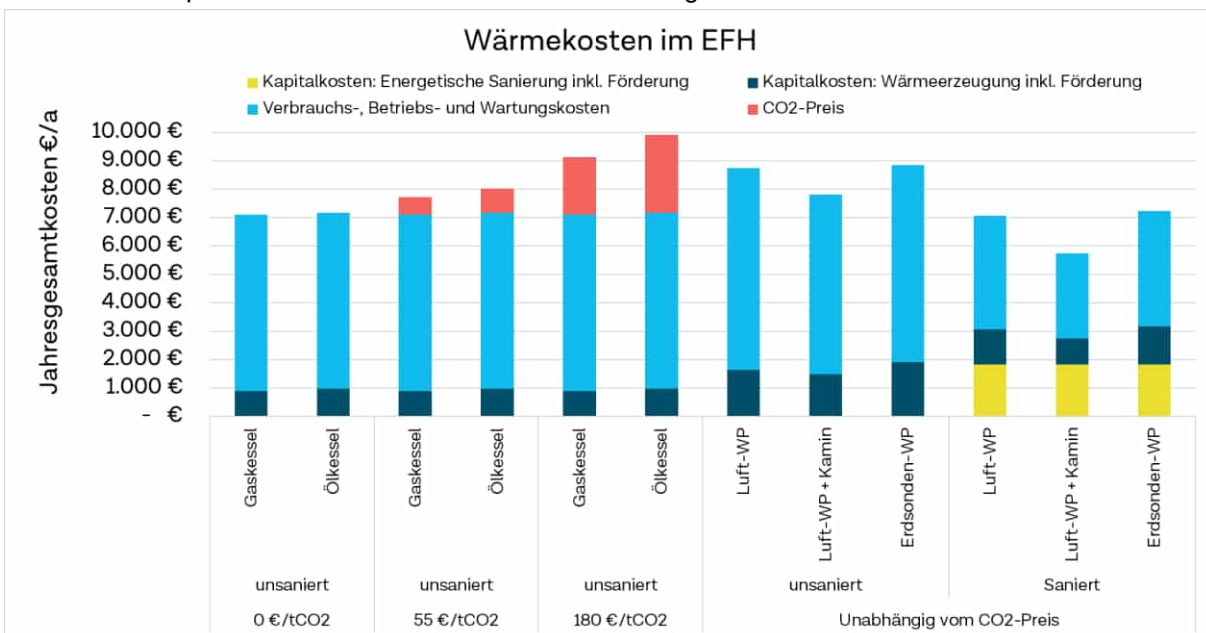


Abbildung 84: Wärmekostenvergleich unterschiedlicher Versorgungsarten im EFH inkl. Preissteigerung 2022

Insbesondere bei der Umstellung auf Wärmepumpen kann durch eine energetische Verbesserung der Gebäudehülle auch die Gesamtsystemeffizienz des Heizungssystem weiter verbessert werden. Zur Vergleichbarkeit wurden auch die Jährlichen Wärmekosten von den Wärmepumpenvarianten bei einem auf Effizienzhaus 100 Standard sanierten Gebäude dargestellt. Sowohl die Betriebs- als auch die Investitionskosten sinken, hinzu kommen jedoch Mehrkosten durch die energetische Gebäudesanierung.

Insgesamt zeigt sich, dass durch eine Sanierung und die Umstellung der Wärmeversorgung die Kosten für die Wärmeversorgung im Vergleich zur rein fossilen Wärmeversorgung perspektivisch gesenkt und langfristig konstant gehalten werden können.

5.2.5 Analyse der CO₂-Emissionen und Primärenergiefaktoren

Zur ökologischen Einordnung der konzipierten Versorgungsvarianten werden die CO₂-Emissionen und die Primärenergiefaktoren der Varianten bestimmt. Als zusätzlicher Indikator dient der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung.

Die Ermittlung der CO₂-Emissionen der Wärmeversorgung erfolgt nach der Finnische Methode, die Primärenergiefaktoren wurden gemäß der Stromgutschriftmethode nach dem Arbeitsblatts FW 309-1 des Energieeffizienzverbandes für Wärme, Kälte und KWK e. V. (AGFW) berechnet.

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass sich sowohl der Primärenergiefaktor für Strom als auch die Berechnungsmethodik in absehbarer Zeit grundlegend ändern kann. Die verwendeten Faktoren finden sich in der folgenden Tabelle.

Tabelle 38: Annahmen zur Nachhaltigkeitsbetrachtung

CO ₂ -Emissionen	
spez. Emissionsfaktor Strom 2021	366 g/kWh
spez. Emissionsfaktor Strom 2030	189 g/kWh
spez. Emissionsfaktor Strom 2045	19 g/kWh
spez. Emissionsfaktor Holzpellets	25 g/kWh
spez. Emissionsfaktor Erdgas Hs	182 g/kWh
Primärenergiefaktoren	
Strom	1,8
Erdgas	1,1
Biomethan	0,5
Holzfestbrennstoffe (Pellets und Hackschnitzel)	0,2
Photovoltaik	0

5.2.5.1 Zentrale Versorgungsvarianten

Alle vier untersuchten Varianten weisen hohe Anteile Erneuerbare Wärme von über 75 % auf. Die Varianten mit Pelletkessel sind bis auf die erdgasbasierte Spitzenlastherzeugung bereits vollständig erneuerbar.

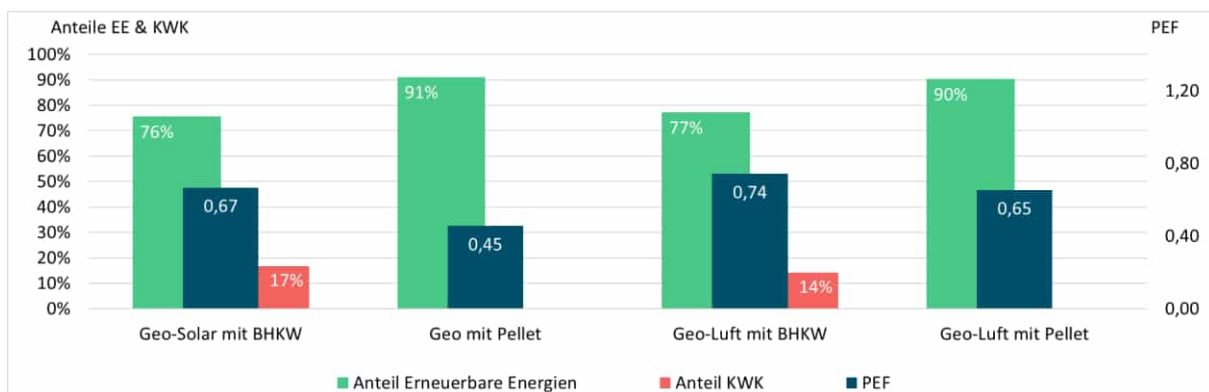


Abbildung 85: Erneuerbare und KWK-Wärmeanteile und Primärenergiefaktoren

Die Primärenergiefaktoren unterscheiden sich zum Teil deutlich. Die Variante mit einem hohen Pelletkessel-Anteil (1b) weist aufgrund der geringen Primärenergiefaktoren für Pellets mit 0,45 den niedrigsten

Primärenergiefaktor auf. Aufgrund der geringen KWK-Anteile (17 % und 14 %) in den Varianten 1a und 2a hat die Stromgutschriftmethode keine großen positiven Auswirkungen auf den Primärenergiefaktor⁴⁹. Durch eine Kombination der Wärmeversorgung mit Photovoltaik-Anlagen kann ein Teil des für die Wärmeversorgung erforderlichen Stromes lokal vor Ort erneuerbar produziert werden. Die erneuerbaren Stromanteile lassen sich bei der Ermittlung der CO₂-Emissionen und auf die Primärenergiefaktoren anrechnen. Die solaren Stromüberschüsse können ins Netz der allgemeinen Versorgung eingespeist oder direkt im Gebäude verwendet werden. Bedarfsunterdeckungen werden weiterhin übers Stromnetz ausgeglichen. Eine weitere Verbesserung der PV-Stromdeckungsanteile kann durch den Einsatz von Stromspeichern erreicht werden.

Es ist jedoch zu beachten, dass beim Einsatz von PV-Strom durch die Vorgaben der BEW-Förderung die Betriebsförderungen von Wärmepumpenanlagen herabgesetzt werden kann, weshalb eine Verbesserung des Primärenergiefaktors durch den Einsatz von PV-Anlagen mit den damit einhergehenden monetären Gewinnen oder Verlusten im Detail zu prüfen ist.

Die CO₂-Emissionen liegen wie in Abbildung 86 dargestellt mit Ausnahme der Variante 1b mit 128 bis 147 gCO₂/kWh_{Wärme} auf einem ähnlichen Niveau. Nach vollständiger Dekarbonisierung des Stromsektors (Wegfall des hellblau und rot dargestellten Emissionsanteils) ergeben sich für fast alle Varianten nahezu identische Emissionskennwerte.

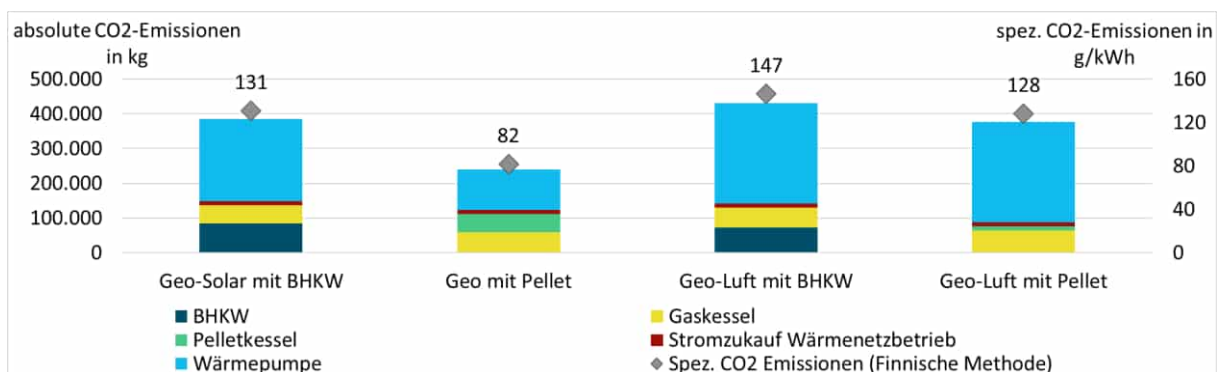


Abbildung 86: Absolute und spezifische CO₂-Emissionen

Um die Dekarbonisierung der Wärmeversorgungsvarianten bis 2045 sicherzustellen ist neben einer übergeordneten Stromwende auch die Umstellung des Spitzenlastkessel auf z.B. Biomethan erforderlich. Durch energetische Sanierung und eine Reduktion des Wärmeabsatzes insbesondere im Winter kann beispielsweise das BHKW nach Ende der Laufzeit von ca. 15 Jahren in den Variante 1a und 2a gegebenenfalls ersatzlos entfallen.

5.2.5.2 Dezentrale Versorgungsvarianten

Die Reduktion der CO₂-Emissionen durch Umstellung der Wärmeversorgung wurde für das in Abschnitt 5.2.3 beschriebene Referenzgebäude und die dort skizzierten Alternativen untersucht.

Durch die Umstellung der Wärmeversorgung im Einfamilienhaus-Bereich können die Emissionen im Vergleich zur Versorgung mit Heizöl selbst ohne energetische Sanierung um 50 % bis 60 % und mit entsprechender Sanierung um bis zu 82 % reduziert werden. Mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien sinken die Emissionen in den nächsten Jahren weiter und reduzieren sich nach erfolgreicher Stromwende auf nahezu null.

Mit jeder erneuerten Heizungsanlage können weitere Emissionsreduktionsziele erreicht werden. Dieser Prozess wird sich über die nächsten zwei Jahrzehnte verteilen. Die Heizungsanlage sollte insbesondere

⁴⁹ Übersteigt der jährliche Gesamtstrombedarf der Anlagentechnik und Hilfsenergie die Nettostromproduktion der KWK-Anlage, wird bilanziell kein Strom aus dem Netz verdrängt. Die saldierte Strommenge aus Bedarf und Erzeugung wird in diesem Fall mit dem Faktor 1,8 verrechnet. Der KWK-Strom wird dann nicht mehr mit dem höheren Verdrängungsstrommix von 2,8 gutgeschrieben.

ausgetauscht werden, wenn sie defekt ist oder eine Lebenszeit von 20 Jahren bereits überschritten wurde. Zusätzliche Photovoltaikanalgen könne insbesondere in Kombinationen mit Warmwasserspeichern die Emissionen weiter reduzieren.

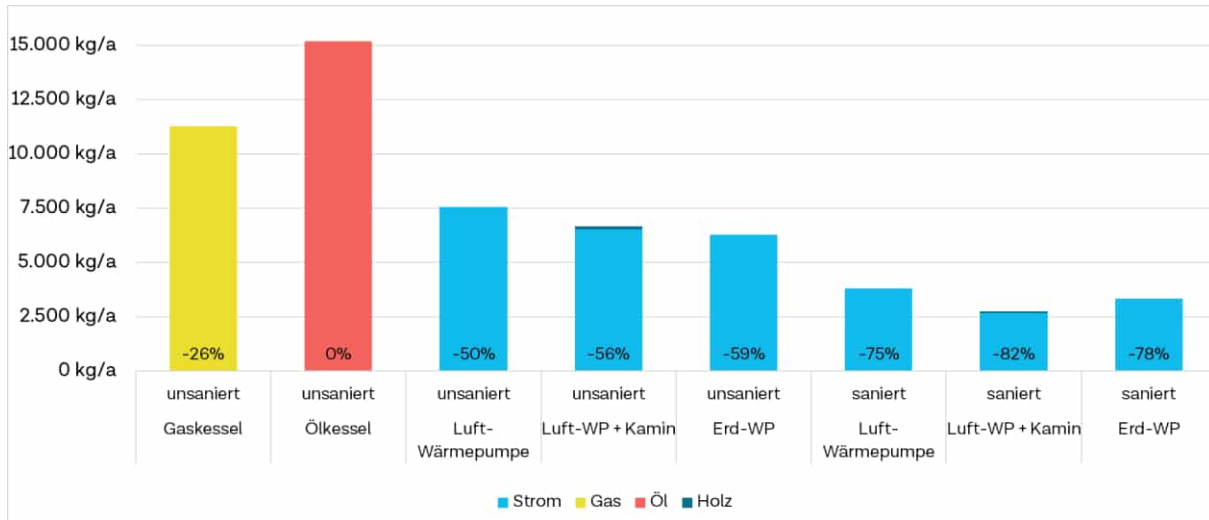


Abbildung 87: CO₂-Einsparungen durch Umstellung der Wärmeversorgung im dezentralen Bereich

5.2.6 Hemmnisse und Lösungsansätze

5.2.6.1 Zentrale Wärmeversorgung

Bereitstellung Pellets im großen Maßstab

Der Betrieb großer Pelletkessel (>1 MW) erfordert größeren logistischen Aufwand. Zum einen ist durch den Pelletumsatz ein größerer Vorrat bzw. größeres Lager von Nöten, um bei Transportschwierigkeiten genügend Brennmaterial vorzuhalten, zum anderen ist die regelmäßige An- und Abfahrt der Transporte zu organisieren und zu planen.

Folgende theoretische Verbrauchswerte lassen sich für die Variante 1b und 2b berechnen:

Variante	Jahresbedarf [t/a]	LKW Lieferungen a 14t
1b	430	30
2b	96	7

Wärmelieferverordnung

Wird beispielsweise der Wärmenetzausbau durch die Vermieter:innen bezuschusst oder ein Baukostenzuschuss gezahlt, kann den Mieter:innen die Wärme günstiger bereitgestellt werden und die Wärmelieferverordnung kann eingehalten.

Dekarbonisierung des deutschen Stromsektors

Eine wesentliche Grundlage für die Erreichung der Klimaschutzziele ist die Reduktion der spezifischen CO₂-Emissionen im eingesetzten Strom auf nahe Null. Der im Dekarbonisierungspfad hinterlegte Wert für den Strom im Jahr 2045 beträgt 19 g/kWh im Vergleich zu über 350 g/kWh heute. Dies betrifft neben dem Stromsektor selbst auch die Sektoren Wärme und Verkehr. Durch den Einsatz von Wärmepumpen und elektrisch betriebener Verkehrsmittel ist auch für diese beiden Sektoren die Dekarbonisierung des Stroms entscheidend. Der Ausbau insbesondere der Windenergie und Photovoltaik im nationalen und europäischen Maßstab ist daher eine unabdingbare Voraussetzung zur Erreichung der Klimaneutralität im

Quartier. Die benötigten erneuerbaren Strommengen können aus dem Quartier heraus nicht vollständig zur Verfügung gestellt werden. Durch die Errichtung von Photovoltaik-Anlagen auf allen geeigneten Dachflächen kann das Quartier jedoch einen eigenen relevanten Beitrag zur Senkung der CO₂-Emissionen im Stromsektor leisten.

Wärmelieferverordnung

Die Wärmelieferverordnung (WärmeLV) regelt unter welchen Bedingungen der Vermieter im laufenden Mietverhältnis die Wärmeversorgung auf einen Wärmelieferanten übertragen kann und wie die Heizkosten im Rahmen der Betriebskosten auf die Mieter umgelegt werden dürfen.

Der Paragraph 556c BGB und die die darauf basierende Wärmelieferverordnung (WärmeLV) gehören zu den größten Hindernissen einer Verdichtung von Wärmenetzen im Gebäudebestand. Bei einer Umstellung von einer vom Vermieter betriebenen Heizung auf eine Wärmelieferung durch Dritte dürfen für den Mieter keine höheren Wärmekosten anfallen als es in den drei vorherigen Jahren der Fall war. Das bedeutet oftmals, dass neben den ggf. höheren Brennstoffkosten, auch die Investitionen für die neue Wärmeversorgung/den Wärmenetzanschluss nicht kompensiert werden können, und damit ein Austausch der alten Heizung nicht vorgenommen wird.

Mieter:innen zahlen im Rahmen der Heizkosten im Allgemeinen nur den für die Wärmeerzeugung notwendigen Brennstoff. Die Nutzung der zentralen Heizungsanlage ist in der Grundmiete zumeist bereits eingerechnet. Bei einer Wärmelieferung müssen die Mieter:innen jedoch über die monatlichen Beiträge auch die Investition in die Heizungsanlage mitfinanzieren.

Ziel der Verordnung besteht darin, die Mieter:innen vor unverhältnismäßigen Wärmekostensteigerungen durch eine Umstellung der Wärmelieferung zu schützen. Aus Sicht der Wärmewende besteht das Grundproblem der WärmeLV in der retrospektiven Ermittlung der Referenzkosten des bestehenden Wärmesystems. Durch diese Regelung droht den Mietenden jedoch im Gegenteil durch die steigenden Brennstoffkosten durch die CO₂-Preiserhöhung zukünftig besonders hohe Wärmekosten und für den Vergleich würden Vergangenheitswerte ohne CO₂-Preis herangezogen werden, die nicht mehr aktuell und schon gar nicht vergleichbar mit den zukünftigen Wärmekosten sind.

Die WärmeLV schreibt vor, dass bei einer Umstellung auf eine gewerbliche Wärmelieferung die Kostenneutralität und eine verbesserte Effizienz der Wärmeversorgung für die Mieter:innen gewährleistet sein muss. Kosten die durch die Umstellung entstehen, dürfen jedoch nicht eingerechnet werden. Häufig ist zudem die Wahrung der Kostenneutralität zu Beginn einer Umstellung schwierig zu erreichen. Eine positive Bewertung der verbesserten Nachhaltigkeit fließt nicht ein.

Eine Lösung besteht beispielsweise darin, dass Vermieter:innen Baukostenzuschüsse in einer bestimmten Höhe bereitstellen, sodass die Warmmietenneutralität für die Mieter:innen gewährleistet ist.

Entwicklung der Förderlandschaft

Die Entwicklung der Förderlandschaft ist aktuell „unklar“, da zurzeit Überarbeitungen von Förderrichtlinien stattfindet.

Hierbei ist es von Vorteil sich regelmäßig über aktuelle Änderungen und Aktualisierungen der Förderlandschaft zu erkundigen.

Entwicklung der Berechnungslogiken

Eine aktuelle Prognose lässt sich nicht klar tätigen. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass Wärmepumpen auch zukünftig zu Biomasseverbrennungsanlagen oder KWK-Anlagen gleichgestellt werden.

Bau der Wärmetrassen

Für das Konzept wurde davon ausgegangen, dass alle Wärmetrassen auf den Grundstücken der Wohnungsunternehmen oder im öffentlichen Raum ohne große Hindernisse verlegt werden können. Um dies zu validieren sind in einem nächsten Schritt Fremdleitungsauskünfte einzuholen und mit den Trassenbauplänen abzugleichen. Durch Fremdleitungen können Engstellen oder Hindernisse erkannt werden. Auch der aktuelle Baumbestand kann eine Herausforderung für den Trassenbau darstellen. Sollte sich herausstellen, dass die Trassen so nicht verlegt werden können, müssen entsprechende Ausweichmöglichkeiten gefunden werden. Für einen erforderlichen Baumschnitt sind mitunter die Jahreszeiten in der Planung und Durchführung zu beachten, bei Fällung eines Baumes werden ggf. Ersatzmaßnahmen erforderlich. Für den Bau von Wärmetrassen im öffentlichen Raum sind Anträge für eine Trassengenehmigung zustellen. Für die Querung fremder Grundstücke müssen mit dem Eigentümer Nutzungsvereinbarungen getroffen werden. Die Aushandlung von Verträgen zu Nutzungsrechten kann mitunter zu starkem juristischem Mehraufwand und Kosten führen.

Verortung der einzelnen Anlagen Komponenten

Um ein großes Nahwärmenetz im Quartier realisieren zu können, bedarf es einer oder auch zwei Energiezentralen wo die Wärme zentral bereitgestellt und verteilt wird. Es bietet sich an bestehende Energiezentralen entsprechend umzubauen und weiter zu nutzen. Abbildung 88 zeigt für die Vorzugsvariante 2a Geo-Luft mit BHKW eine mögliche Verortung der Komponenten im Quartier. Bei Umsetzung der Variante 2b Geo-Luft mit Pellet könnte anstelle des BHKWs ein Pelletkessel installiert und die bestehenden Öllager zur Lagerung von Pellets umfunktioniert werden.

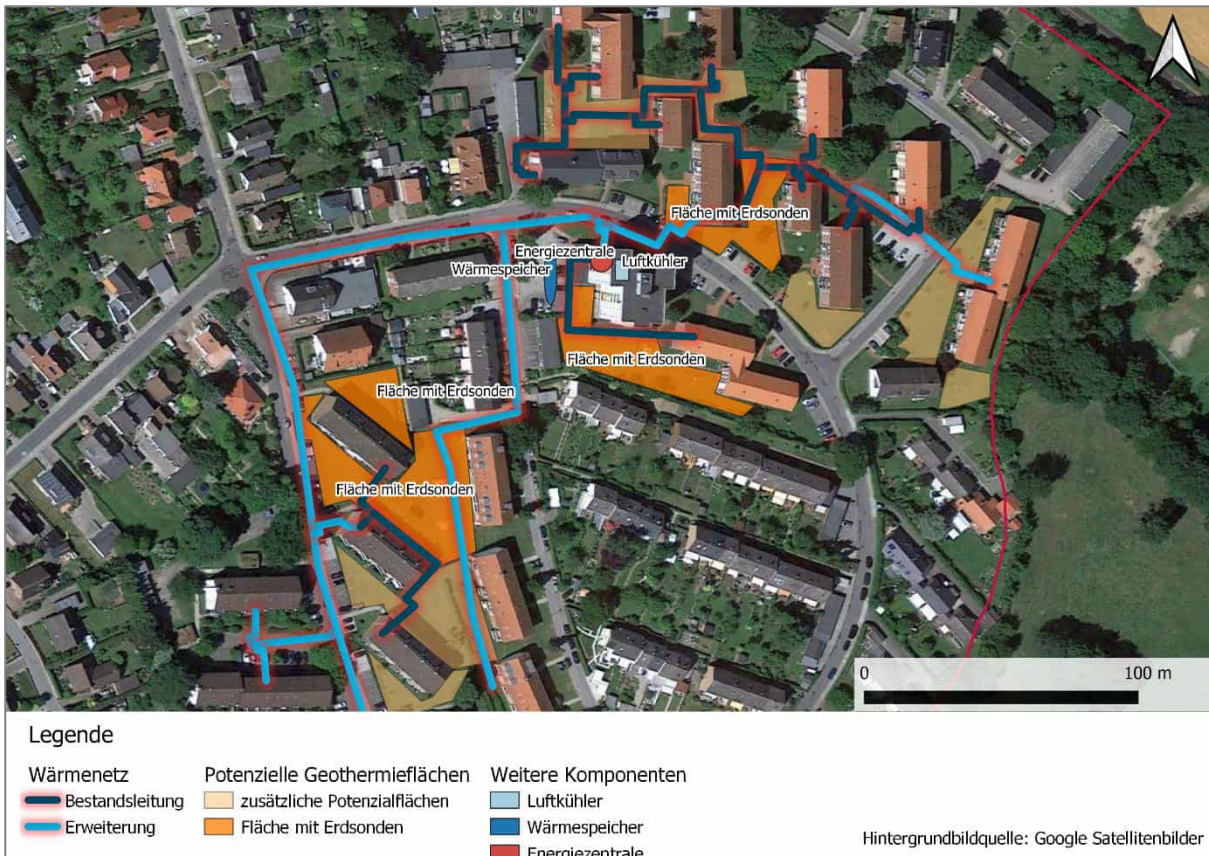


Abbildung 88: Mögliche Verortung der Komponenten bei Umsetzung der Variante 2a

Ob die Verortung auch wie vorgeschlagen umsetzbar ist, ist im weiteren Verlauf zu thematisieren. Es bieten sich unterschiedlichste Möglichkeiten insbesondere für die Einbringung von Erdsonden an. Die Luftkühleranlagen könnten sowohl aus optischen als auch schalltechnischen Vorteilen gut auf dem höchsten Gebäudedach installiert werden. Ein Wärmespeicher kann senkrecht im freien als auch unterhalb der Parkplatzflächen in räumlicher Nähe zur Energiezentrale verortet werden.

5.2.6.2 Dezentrale Wärmeversorgung

Fehlendes Know-How

Lösung: Beratung durch Sanierungsmanagement

Fehlendes Geld

Lösung: Beratung durch Sanierungsmanagement

In Bezug auf Förderungen

5.2.7 Fazit

Im Folgenden wird sowohl für die zentrale Wärmeversorgung als auch für die dezentralen Optionen im Quartier ein Fazit gezogen.

5.2.7.1 Zentrale Wärmeversorgung

Im Vergleich zur dezentralen Wärmeversorgung bietet die Erweiterung des Wärmenetzes eine gute Möglichkeit, die Wärmeversorgung wirtschaftlich zu dekarbonisieren. Basierend auf den zusammengestellten Ergebnissen und Hemmnissen sind die Varianten 2 mit Geothermie-Luft-Wärmepumpe und ergänzendem BHKW oder Pelletkessel zu verfolgen. Beide Varianten bieten neben hohen Anteilen erneuerbarer Wärme und guten CO₂-Kennwerten hohe Fördersummen und vergleichsweise geringe kostendeckende Wärmepreise.

	Var 1a	Var 1b	Var 2a	Var 2b
	Geo-Solar mit BHKW	Geo mit Pellet	Geo-Luft mit BHKW	Geo-Luft mit Pellet
Spez. CO ₂ -Emissionen	131 g/kWh	82 g/kWh	147 g/kWh	128 g/kWh
Anteil EE-Wärme	76%	91%	77%	90%
PEF	0,67	0,45	0,74	0,65
Wärmepreis inkl. Förderung und CO ₂ -Preis	11,0 Ct/kWh	10,5 Ct/kWh	9,6 Ct/kWh	9,7 Ct/kWh
Spez. Investitionen	3.862 €/kW	2.565 €/kW	2.694 €/kW	2.632 €/kW
Förderquote	37%	38%	34%	36%

Abbildung 89: Ergebnisübersicht


5.2.7.2 Dezentrale Wärmeversorgung

Im Bereich der dezentralen Objektversorgung bietet es sich an im Rahmen einer energetischen Gebäudesanierung auch eine zukunftsorientierte Wärmeversorgung einzuplanen. Doch auch ohne eine vollständige Ertüchtigung der Gebäudehülle ist der Einsatz von Wärmepumpentechnologien technisch möglich. Auch ein bestehender Kamin lässt sich gut in das neue Heizsystem integrieren, indem insbesondere im Winter mit Holz zu gefeuert wird. Die Umstellung der eigenen Wärmeversorgung von Gas oder Öl auf Wärmepumpen bietet zudem die Möglichkeit sich von der steigenden CO₂-Bepreisung zu lösen und ggf. durch zukünftig sinkende Strompreise zu profitieren.


5.3 Handlungsfeld regenerative Stromversorgung

Die im Handlungsfeld der regenerativen Stromversorgung genannten Maßnahmen sprechen das ganze Quartier „Charlottenviertel“ an und fokussieren sich auf die Umsetzung einer langfristigen Dekarbonisierung der Stromversorgung.

Tabelle 39: Maßnahmenübersicht für das Handlungsfeld ‚Regenerative Stromversorgung‘

Handlungsfeld: Regenerative Stromversorgung		
S1	Mieterstromkonzepte für Mehrfamilienhäuser	
S2	Eigenstromnutzung auf privaten Dachflächen der EFH und DHH	
S3	Eigenstromnutzung auf gewerbliche Dachflächen	

5.3.1 Maßnahmensteckbriefe

<h1>S1</h1>	<h2>Mieterstromkonzepte für Mehrfamilienhäuser</h2>	
Ziel		Priorität
Ausbau der erneuerbaren und dezentrale Stromerzeugung unter Einbezug der Mieter und Vermieter		Hoch
		Zeithorizont
Fortlaufend		
Kurzbeschreibung		
<p>Bei Mieterstrom produziert der Vermieter oder ein Contractor Strom durch eine PV-Anlage lokal am Haus. Dieser wird ohne eine Netzdurchleitung (Einspeisung in das öffentliche Netz) direkt an die Mieter verkauft und von diesen genutzt. Im Rahmen der Konzepterstellung wurden im Quartier auf mehreren Dächern der Mehrfamilienhäuser gute bis sehr gute Potenziale zur dezentralen und nachhaltigen Stromerzeugung aus Sonnenenergie identifiziert. Bei konkreten Projekten ist festzustellen, ob ein Mieterstromprojekt auch technisch umzusetzen ist. Hierfür werden zunächst die Dächer auf ihre statische und die Elektroinstallation auf ihre technische Eignung hin geprüft. Anhand von Strombedarfen, Lastgängen und der Gebäudenutzung kann die Anlagendimensionierung und die Wirtschaftlichkeitsberechnung detailliert werden. Für alle geeigneten Gebäudedächer sollte eine Detailprüfung erfolgen, hierbei könne Synergien geschaffen werden.</p> <p>Durch die E-Mobilität sind zukünftig höhere Strombedarfe einzukalkulieren, diese wirken sich ggf. positiv auf die mögliche Eigenstromquote aus.</p>		
Zuständigkeit		Einzubindende Akteur:innen
<ul style="list-style-type: none"> - Die örtlichen Wohnungsunternehmen und Mieterstromanbieter 		<ul style="list-style-type: none"> - Initiierung und Erstberatung durch Sanierungsmanagement - Planungsbüro, Installateur - Ggf. Contractor für Durchführung und Energielieferung
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Erstkontakt durch das Sanierungsmanagement anbieten 2. Erstberatung durch die Energielotsen möglich 3. Vorprüfung der technisch-wirtschaftlichen Machbarkeit durch Sanierungsmanagement oder Mieterstromanbieter 4. Auswahl des Mieterstromanbieters durch Wohnungsunternehmen 		<ol style="list-style-type: none"> 5. Akquise der Mieter als Kunden durch Mieterstromanbieter unter Mitwirkung der Wohnungsunternehmen 6. Detailplanung und Wirtschaftlichkeitsberechnung durch Mieterstromanbieter 7. Umsetzung durch einen Installateur
Einsparpotenzial		Erläuterung
	Absolut	Bei Umsetzung von 50 % des im Konzept angegebenen Potenzials
Endenergie	-508 MWh/a	
Primärenergie	-914 MWh/a	
CO ₂ -Emissionen	-371 t/a	
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren
<ul style="list-style-type: none"> - Stromvergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz - Förderkredit von der KfW „Erneuerbare Energien – Standard“ 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Teilnehmenden Wohneinheiten 2. Neu installierte PV-Kapazität 3. Teilnehmende Wohnungsunternehmen
Hemmnisse und Lösungsansätze		
<ul style="list-style-type: none"> - Vertriebsrisiko der Contractoren -> kann durch Einwirken der Wohnungsunternehmen gemindert werden - Ungewissheit bzgl. der Gewerbesteuerfreiheit -> Aufklärung zu den gesetzlichen Änderungen - Zusätzlicher Verwaltungsaufwand -> Outsourcing an einen Mieterstromanbieter 		

S2

Eigenstromnutzung auf privaten Dachflächen der EFH und DHH



Ziel		Priorität
Ausbau der dezentralen und erneuerbaren Stromerzeugung zur Deckung des Eigenstrombedarfs und Aufwertung der Immobilie		Hoch
		Zeithorizont
		Fortlaufend
Kurzbeschreibung		
<p>Im Rahmen der Konzepterstellung wurden technische Potenziale zur dezentralen Erzeugung von erneuerbarem Strom aus PV-Anlagen auf einigen Einfamilienhäusern und Doppelhaushälften identifiziert. Bei Interesse können Eigenheimbesitzer diese Potenziale auf die technische und wirtschaftliche Machbarkeit hin überprüfen lassen. Im Zuge der Elektrifizierung des Wärme- und Verkehrssektors sind auch im privaten Haushalt perspektivisch in Verbindung mit Stromspeichern höhere Eigenstromquoten und wirtschaftlichere Projekte realisierbar.</p> <p>Denkbar ist für Einfamilienhäuser neben der eigenen Investition in eine PV-Anlage auch eine PV-Anlage zum Teil inkl. Stromspeicher zu mieten. Dem Eigenheimbesitzer wird so ohne langfristige Kapitalbindung die Produktion und Nutzung von eigenem Sonnenstrom ermöglicht.</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen	
<ul style="list-style-type: none"> - Eigentümer und Mieter der privaten Einfamilienhäuser und Doppelhaushälften 	<ul style="list-style-type: none"> - Sanierungsmanagement für die Erstberatungsvermittlung - Installateur für die Planung und Montage - Ggf. Anbieter für die Anmietung einer Anlage 	
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Inanspruchnahme der Erstberatung z.B. durch Energielotsen 2. Vorprüfung der technischen Machbarkeit durch Fachplaner 3. Abschätzung des derzeitigen und zukünftigen Eigenstrombedarfs 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Detailplanung und Wirtschaftlichkeitsberechnung 5. und Besichtigung vor Ort durch einen oder mehrere Anbieter 6. Ggf. Antragsstellung für zinsgünstige KfW-Kredite bei der Hausbank 7. Auswahl des Installateurs und Durchführung der Maßnahme, ggf. Sanierung des Daches 	
Einsparpotenzial	Absolut	Erläuterung
Endenergie	-841 MWh/a	Bei Umsetzung von 50 % des im Konzept angegebenen Potenzials
Primärenergie	-1.514 MWh/a	
CO ₂ -Emissionen	-616 t/a	
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren
<ul style="list-style-type: none"> - Stromvergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz - Förderkredit von der KfW „Erneuerbare Energien – Standard“ 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Installierte Gesamt-Leistung an PV-Anlagen unter 10 kWp 2. Anzahl der umgesetzten Projekte im Bereich der Einfamilienhäuser und Doppelhaushälften
Hemmnisse und Lösungsansätze		
<ul style="list-style-type: none"> - Geringe Einspeisevergütung erfordern einen Eigenstrombedarf -> Erhöhung durch smarte Endgeräte oder Lademöglichkeiten (E-Bike oder E-Auto) und Wärmepumpen - Lebensdauer des Daches < 20 Jahre; Angst vor entstehenden Undichtigkeiten bei nachträglicher Installation; Beschädigung Dachhaut -> Installation in Kombination mit einer Gebäudemodernisierung; - Investitionsrisiken -> Miete einer PV-Anlage 		

S3

Eigenstromnutzung auf gewerbliche Dachflächen



Ziel		Priorität
Ausbau der dezentralen und erneuerbaren Stromerzeugung und langfristige Senkung der Stromkosten		Hoch
		Zeithorizont
		Fortlaufend
Kurzbeschreibung		
<p>Dächer gewerblicher Liegenschaften, die nicht für die Bereitstellung von Wärme benötigt werden, bieten aufgrund ihrer großen zusammenhängenden Dachflächen ein technisch sehr gutes Potenzial zur dezentralen Stromerzeugung aus Sonnenenergie. Im Rahmen einer ersten Vorprüfung zur technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit sollte geprüft werden, ob eine große Solaranlage wirtschaftlich realisierbar ist.</p> <p>Neben der Installation einer PV-Anlage bieten besonders die großen zusammenhängenden Dachflächen auch die Möglichkeit für ein PV-Contracting.</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen	
<ul style="list-style-type: none"> - Eigentümer und Mieter der gewerblichen Flächen 	<ul style="list-style-type: none"> - Sanierungsmanagement für die Erstberatungsvermittlung - Ingenieurbüro - Installateur 	
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Unterstützung und Vorprüfung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit 2. Abschätzung des derzeitigen und zukünftigen Eigenstrombedarfs durch Planer 3. Detailplanung und Wirtschaftlichkeitsberechnung durch ein Ingenieurbüro und Besichtigung vor Ort 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Auswahl des Installateurs und Durchführung der Maßnahme, ggf. Sanierung des Daches 	
Einsparpotenzial	Absolut	Erläuterung
Endenergie	-102 MWh/a	Bei Umsetzung einer PV-Anlage auf den identifizierten Dächern
Primärenergie	-183 MWh/a	
CO ₂ -Emissionen	-74 t/a	
Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren	
<ul style="list-style-type: none"> - Stromvergütung nach dem Erneuerbare-Energie-Gesetz - Förderkredit von der KfW „Erneuerbare Energien – Standard“ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Installierte Gesamtleistung PV auf gewerblichen Liegenschaften 2. Anzahl der PV-Anlagen auf gewerblichen Liegenschaften 	
Hemmnisse und Lösungsansätze		
<ul style="list-style-type: none"> - Fehlende Finanzierungsmöglichkeiten -> Information und Aufklärung über Förderkredite 		

5.3.2 Kosten- und Wirtschaftlichkeitsanalyse

Es bestehen unterschiedliche Möglichkeiten zur Integration von Solarstrom im Quartier. Aufgrund der hohen Relevanz im Quartier werden, neben der Analyse der allgemeinen Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanalagen, insbesondere Mieterstrommodelle (Abschnitt 5.3.2.1) und die Wirtschaftlichkeit für Eigenheimbesitzer (Abschnitt 5.3.2.2) näher betrachtet.

Die Gesamtkosten von PV-Anlage setzen sich aus folgenden Punkten zusammen:

- 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 gerade einmal 1 % der Investitionskosten und die Kapitalkosten fallen aufgrund zinsgünstiger Kredite gering aus. Der Preis der PV-Module ist hingegen für etwa die Hälfte der Investitionskosten einer Solarstromanlage verantwortlich.

Seit 2006 fielen bedingt durch Skaleneffekte und weitere technologische Fortschritte die Investitionskosten für die Module erheblich. In Abbildung 90 sind Kostenentwicklungen für Aufdach-PV-Anlagen in Deutschland dargestellt.

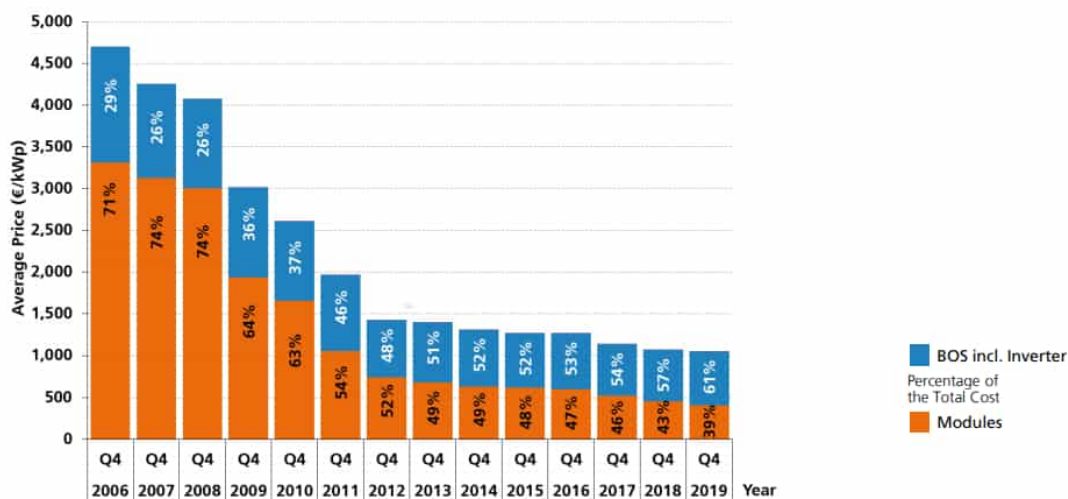


Abbildung 90: Durchschnittliche Kosten für Aufdach-PV-Anlagen in Deutschland und Darstellung der anteiligen Modulkosten für Anlagen im Leistungsbereich von 10 kWp - 100 kWp⁵⁰

Demnach liegen die Kosten pro kWp für Anlagen zwischen 10 und 100 kWp bei etwa 1.100 €/kWp. Für kleine PV-Aufdächanlagen liegen die Gesamtkosten mit etwa 1.300 € pro kWp etwas höher und für sehr kleine Anlage zum Teil auch noch höher bei bis zu 1.800 € pro kWp. Eine schlüsselfertige Anlage im Größenbereich von 8 kWp kostet demnach zwischen 10.400 € und 14.400 €.

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 bis 750 kWp besteht die Pflicht zur Direktvermarktung, wobei die Anlagenbetreiber neben dem Marktwert (abzüglich einer Direktvermarktungsgebühr) die sogenannte Marktprämie erhalten. Grund hierfür ist, dass die Vergütung dem gesetzlich bestimmten anzulegenden Wert entsprechen soll, der die Wirtschaftlichkeit der Anlage gewährleistet. Aufgrund derzeit hoher Strompreise liegt jedoch der Marktwert bereits über der gesetzlich festgelegten Vergütung, in diesem Fall wird keine zusätzliche Marktprämie gewährt. Anlagen mit einer Nennleistung größer 300 kWp erhalten für 50 % des erzeugten Stroms eine EEG-Vergütung, sofern sie nicht freiwillig an einer Ausschreibung teilnehmen. Daher ist für Anlagen dieser Größenordnung eine Eigenverbrauchsquote von mindestens 50 % zu empfehlen. Anlagen ab einer Nennleistung von 750 kWp sind zur Teilnahme an Ausschreibungen verpflichtet, was die Nutzung zur Eigenversorgung ausschließt.

⁵⁰ Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE & PSE Conferences & Consulting GmbH (2020). Photovoltaics Report.

Die Vergütungssätze nehmen sukzessive ab und werden von der Bundesnetzagentur bekannt gegeben. Die Vergütung wird, wie in Tabelle 40 dargestellt, in Abhängigkeit der Leistungsanteile nach der Berechnungslogik aus dem EEG ermittelt.

Leistungsanteil	EEG-Vergütungssatz* *für Anlage die bis April 2022 in Betrieb gehen
bis 10 kWp	6,53 ct/kWh
bis 40 kWp	6,34 ct/kWh
bis 750kWp	4,96 ct/kWh

Tabelle 40: EEG-Vergütungssätze bis 750 kWp nach Leistungsanteilen nach EEG § 48 Abs. 3

Damit ergibt sich eine feste Einspeisevergütung in Höhe von 6,53 ct/kWh für eine 7 kWp Dachanlage und eine Vergütung von 6,10 ct/kWh für eine Aufdachanlage mit einer Größe von 50 kWp⁵¹ für 20 Jahre. In Abhängigkeit der jährlichen Zubauraten sinken die Einspeisevergütungen in den nächste Jahren weiter. Die Vergütungssätze sind innerhalb der letzten Jahre, wie in Abbildung 91 dargestellt, stark gesunken. So wurden zu Beginn des 21. Jahrhundert noch Vergütungen in Höhe von 50 ct/kWh gezahlt.

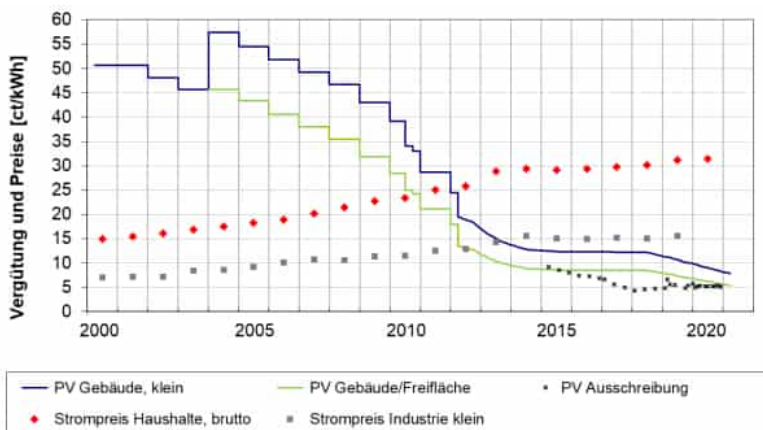


Abbildung 91: Entwicklung der EEG-Vergütung und der Strompreise von 2000-2020⁵²

Die Stromgestehungskosten (Verhältnis aus Gesamtkosten in € und Stromproduktionsmengen in kWh) geben Auskunft darüber zu welchen Preisen Solarstrom erzeugt werden kann. Liegen die Stromgestehungskosten oberhalb der festen Einspeisevergütungen ist die Errichtung einer PV-Anlage zur Volleinsparung nicht wirtschaftlich umsetzbar. Bedingt durch die ebenfalls in Abbildung 91 abgebildete Kostensteigerung des Strompreises für Haushalts- und Industriekunden ist zu erkennen, dass besonders durch eine hohe Eigenstromnutzung die Wirtschaftlichkeit von PV-Projekten positiv beeinflusst wird. In der Regel bestehen sowohl in Wohn- als auch in Gewerbegebäuden Strombedarfe, die zeitgleich mit der Stromproduktion anfallen.

5.3.2.1 Wirtschaftlichkeit von Mieterstrommodellen

Um detaillierte Aussagen zur Wirtschaftlichkeit von Mieterstrommodellen treffen zu können, wurden zwei für das Quartier beispielhafte Objekte näher untersucht. Dabei handelt es sich um einen Zeilenbau mit einer Dachausrichtung nach Nord-Süd und 15 Wohneinheiten und einen kleineren Zeilenbau mit einer Dachausrichtung nach Ost-West und 9 Wohneinheiten. Für den Vergleich der Wohngebäude wurden folgende Annahmen getroffen:

⁵¹ Rechnungslogik: $(6,53 \text{ Ct/kWh} \cdot 10 \text{ kWp} + 6,34 \text{ Ct/kWh} \cdot (40-10) \text{ kWp} + 4,96 \text{ Ct/kWh} \cdot (50-40) \text{ kWp}) / 50 \text{ kWp} = 6,10 \text{ Ct/IWh}$

⁵² Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE (2021). Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland

Kategorie	Einheit	Zeilenbau Nord-Süd	Zeilenbau Ost-West
Wohneinheiten gesamt	Stk.	15	9
Teilnehmende Wohneinheiten	%	75%	75%
Strombedarf pro Wohneinheit	kWh/a	2.000	2.000
Strombedarf teilnehmende WE	kWh/a	Ca. 22.000	Ca. 14.000
Dachfläche (für PV nutzbar)	m ²	221	325
Maximal installierbare PV-Leistung	kWp	42	62

Tabelle 41: Annahmen zur Berechnung des wirtschaftlichen PV-Potenzials nach Gebäudeart

Da zu Beginn der Planung eines Mieterstromprojektes nicht klar ist, wie viele Mieter sich tatsächlich für den Strom vom Dach entscheiden, wurde die wirtschaftliche Optimierung der Anlagengröße für eine Beteiligung von 75 % durchgeführt. Die PV-Anlage wurde so dimensioniert, dass 50 % des Solarstroms direkt im Gebäude verbraucht und 50 % eingespeist werden. In Abbildung 92 ist dargestellt, wie stark die maximal installierbare PV-Anlagenleistung von der wirtschaftlich optimalen PV-Anlagenleistung abweicht.

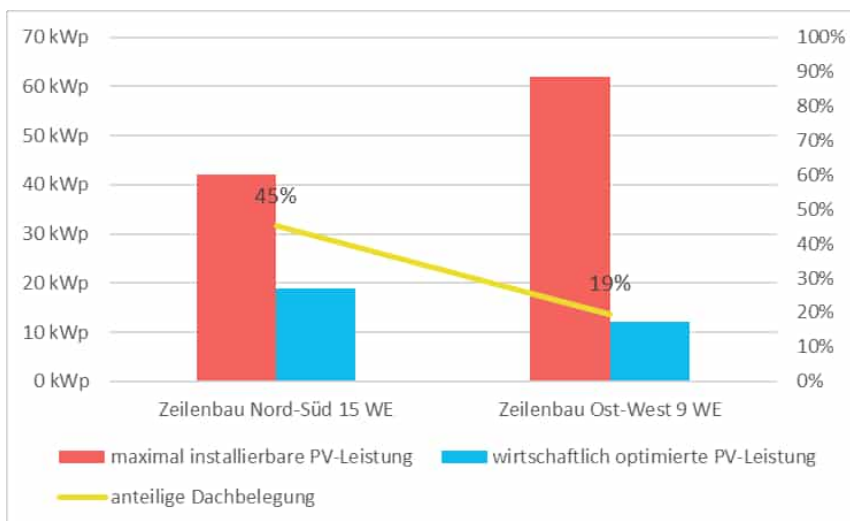


Abbildung 92: Zusammenhang zwischen der maximale PV-leistung und einer wirtschaftlich optimierten PV-Leistung

Alle Dächer, die sich aus statischer Sicht eignen und keine besonderen Verschattungen oder andere Aufbauten aufweisen, eignen sich für die Nutzung von Mieterstrommodellen.

In Abhängigkeit der Mieter:innenbeteiligung, die oft im Vorfeld noch nicht feststeht, amortisiert sich ein solches Mieterstromprojekt unabhängig von der Art des Gebäudes innerhalb von etwa 17 bis 22 Jahren.

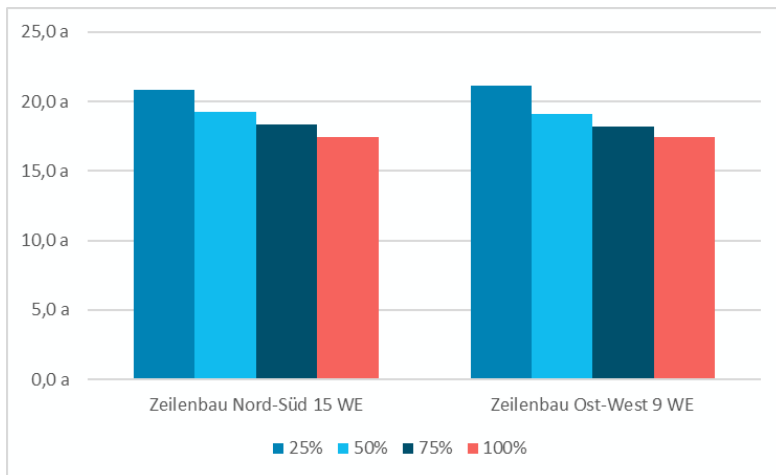


Abbildung 93: Amortisationszeiträume in Abhängigkeit der Beteiligungsquote (25 %-100 %)

Die PV-Anlagenleistungen sollte im Hinblick auf eine zukünftig steigende Stromnachfrage beispielsweise durch Elektromobilität ggf. bereits heute etwas größer ausgelegt werden.

5.3.2.2 Wirtschaftlichkeit bei Einfamilienhäusern

Wie bereits dargestellt wurde, sind durch stark gefallene Modulpreise auch die Gesamtkosten der Anlagen in den letzten Jahren gesunken. Auch Anlagen im Leistungsspektrum von 3 bis 5 kWp können für ca. 1.300 bis 1.800 € je kWp errichtet werden, während sich die Investitionskosten bei Anlagen der Größenordnung 5 bis 10 kWp auf rund 1.000- bis 1.600 € je kWp belaufen. Unter Berücksichtigung der Investitionsausgaben, der Kapital- und Betriebskosten, einer Lebensdauer von 20 Jahren und einem Solarertrag von 880 kWh/kWp, können Stromgestehungskosten zwischen ca. 5,9 und 11,0 Cent je kWh erzielt werden. Unter sehr guten Voraussetzungen können also Stromgestehungskosten erzielt werden, die auf derselben Höhe wie die gesetzlich garantierte EEG-Einspeisevergütung liegen. Da für jede vermiedene Kilowattstunde ca. 30 Cent Strombezugskosten eingespart werden, ist auch bei geringen Eigenverbrauchsquoten ein wirtschaftlicher Betrieb unter nicht optimalen Bedingungen möglich. Dennoch gilt, je höher der Anteil des selbstgenutzten Stroms ist, desto wirtschaftlicher wird die Investition in die eigene Aufdach-PV-Anlage.

Wer nicht in eine eigene PV-Anlage investieren möchte, aber trotzdem ein geeignetes Dach zur Solarstromerzeugung besitzt, kann auch eine PV-Anlage mieten. Diese Form des Anlagenbetriebs funktioniert wie ein Energieliefer-Contracting. Der Contractor, in dem Fall die Firma, welche die PV-Anlage vermietet, übernimmt die Risiken der Investition und Instandhaltung sowie den Betrieb der Anlage. Um eine möglichst hohe Eigenstromquote zu erreichen, ist der Batteriespeicher oft Teil des Angebots. Der Mieter der PV-Anlage zahlt für die Anlage einen monatlichen Grundpreis und pro Kilowattstunde verbrauchten Stroms zusätzlich einen Arbeitspreis. Der nicht vor Ort genutzte Strom wird in ein virtuelles Kraftwerk eingespeist und dem Eigenheimbesitzer gutgeschrieben.

Nach Ende der Laufzeit des Mietverhältnisses kann die PV-Anlage zumeist durch eine geringe Gebühr vom Vermieter übernommen werden. Wie in der untenstehenden Abbildung gezeigt, ist die Kombination aus Grund- und Arbeitspreis durch die Miete einer PV-Anlage aktuell geringfügig teurer als der Bezug durch den Grundversorger oder einen Ökostromtarif.

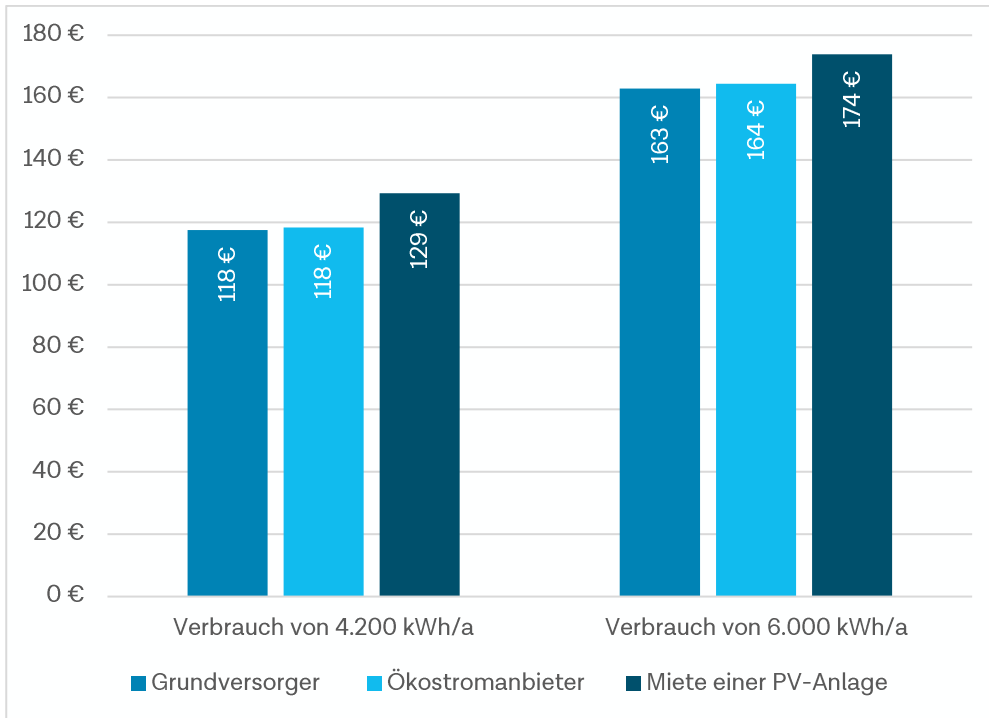


Abbildung 94: Gegenüberstellung der monatlichen Kostenbelastung

5.3.3 Hemmnisse und Lösungsansätze

Im Folgenden wird auf einige potenzielle Hemmnisse bei der Realisierung von PV-Anlagen im Quartier eingegangen.

EEG-Umlage auf Eigenstrom

Die Verteuerung des eigenerzeugten Stroms aus PV-Anlagen durch die anteilig abzuführende EEG-Umlage wirkt sich nachteilig auf die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen aus. Mit der EEG-Novelle 2021 gibt es jetzt jedoch einen Durchbruch. Auf den selbst erzeugten und genutzten Solarstrom entfällt zukünftig für Anlagen bis 30 kWp (bisher 10kWp) die anteilig zu entrichtenden EEG-Umlage. Diese Regelung gilt ebenfalls für Bestandsanlagen und Anlagen, die bereits aus der Förderung herausgefallen sind. Zudem ist die EEG-Umlage für das Jahr 2022 enorm gesunken, eine frühzeitige Abschaffung ist im Gespräch.

Vertriebsrisiko für Mieterstromanbieter

Da jeder Mieter selbst über seine Teilnahme am Mieterstromprojekt entscheidet und einen geschlossenen Stromliefervertrag auch nach ca. einem Jahr wieder kündigen kann, besteht für einen Mieterstromanbieter das vertriebliche Risiko, dass die angenommene oder notwendige Anschlussquote nicht erreicht wird. Hier kommt der Wohnungswirtschaft bzw. dem Vermieter eine wichtige Rolle zu. Durch eine gemeinsame Kommunikation von Mieterstromanbieter und Vermieter können durch die vorhandene Vertrauensbasis Ängste abgebaut werden und so erfahrungsgemäß hohe Anschlussquoten von 70 bis 80 % erreicht.

Komplexität von Mieterstrom

Wie in Abschnitt 4.3.1 kurz ausgeführt gibt es unterschiedliche Mieterstrommodelle. Die Vor- und Nachteile der einzelnen Konzepte sind nur durch eine intensive Auseinandersetzung und unabhängige Beratung zu überblicken. Im Rahmen von Mieterstrom hat der Anbieter zudem Melde-, Nachweis- und Mitteilungsfristen bei unterschiedlichen Behörden einzuhalten.

Die PV-Anlage muss beispielsweise im Marktstammdatenregister durch den Betreiber spätestens einen Monat nach Inbetriebnahme registriert werden. Beim Netzbetreiber ist ein Antrag auf Netzanschluss

zustellen und ebenfalls eine Anmeldung der Anlage vorzunehmen. Zudem bestehen dem Netzbetreiber gegenüber Mitteilungspflichten zur eingespeisten Strommenge. Durch einen geeichten Stromzähler sind die eingespeisten und im Gebäude verbrauchten Strommenge für jedes Jahr zu erfassen. Das Messkonzept und der Messstellenbetrieb werden vor allem in Kombination mit Stromspeichern und in Abhängigkeit der teilnehmenden Wohneinheiten beliebig komplex. Der administrative und bürokratische Aufwand erschwert die Umsetzung von Mieterstrom-Projekten.


5.4 Handlungsfeld klimafreundliche Mobilität

Im Handlungsfeld klimafreundliche Mobilität stehen im Rahmen der Quartiersentwicklung insbesondere folgende Maßnahmenbereiche zur Förderung im Fokus:


- Fußverkehr
- Radverkehr
- Alternative Antriebe, besonders Elektromobilität
- Intermodalität

Die Verbesserung der ÖPNV-Anbindung wurde nicht im Rahmen des energetischen Quartierskonzeptes weitergehend bearbeitet, da diese bereits durch die Überprüfung und Überplanung des Stadtbusverkehrs in Eutin in 2021 bearbeitet wurde.

Tabelle 42: Maßnahmenübersicht für das Handlungsfeld ‚Klimagerechte Mobilität‘

Handlungsfeld: Klimagerechte Mobilität		
M1	Verbesserung der Fußwegeinfrastruktur	
M2	Verbesserung der Radverkehrsinfrastruktur	
M3	Ausbau sicherer und komfortabler Fahrradabstellanlagen	
M4	Einführung von Sharing-Angeboten	
M5	Einrichtung öffentlicher Ladepunkte zur Förderung der E-Mobilität	
M6	Einrichtung nicht-öffentlicher Ladepunkte zur Förderung der E-Mobilität	

5.4.1 Maßnahmensteckbriefe


M1	Verbesserung der Fußwegeinfrastruktur	
Ziel		Priorität
Stärkung des Umweltverbundes durch Optimierung der Fußwegeinfrastruktur		Mittel
		Zeithorizont
		Kurzfristig
Kurzbeschreibung		
<p>Die Grundlage für ein zukunftsfähiges intermodales Mobilitätsverhalten ist eine gut ausgebaute Fußwegeinfrastruktur. Die Mobilität innerhalb von Quartieren bietet aufgrund kurzer Wege großes Potenzial für den überwiegenden Verzicht auf das Kfz.</p> <p>Die Ausgangslage für ein fußgängerfreundliches Quartier ist aufgrund der zahlreichen Angebote des täglichen Bedarfs im Umfeld des Charlottenviertels sehr gut. Bei der Optimierung der Strecken für Fußgänger:innen sollten die Übergangssituationen und die Barrierefreiheit der bestehenden Fußwege fokussiert werden. In der Bürgerbeteiligung wurden dafür bereits Schwachstellen identifiziert und im Rahmen einer Vor-Ort-Begehung durch das Gutachterteam überprüft.</p> <p>Im Rahmen des Sanierungsmanagements wird vorgeschlagen, auf dieser Grundlage eine Begehung in Kooperation mit dem Mobilitätsbeirat und „Die Ostholsteiner“ als Interessensvertretung für Personen mit eingeschränkter Mobilität durchzuführen und die Ergebnisse zur Weiterbearbeitung der Stadt Eutin zu übergeben. Ergänzend könnten auch weitere Bewohner:innen des Quartiers zur Begehung eingeladen werden, um weitere Potenziale für die Optimierung der Fußwege und wichtige Verbindungen zu identifizieren.</p>		
Zuständigkeit		Einzubindende Akteur:innen
<ul style="list-style-type: none"> - Koordinierung der Begehung: Sanierungsmanagement - Umsetzung der Baumaßnahmen: Stadt Eutin, Fachbereich 3 Bauen, Stadtentwicklung und Klimaschutz Fachdienst 3.2, Tiefbau und Grünanlagen 		<ul style="list-style-type: none"> - Mobilitätsbeirat - Die Ostholsteiner - Interessierte Bewohner:innen
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Organisation der Begehung 2. Erstellung Mängelliste und Weitergabe an die Stadt 		<ol style="list-style-type: none"> 3. Nachverfolgung der Bearbeitung der Mängelliste
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren
<ul style="list-style-type: none"> - Finanzierung durch die Infrastrukturmittel des Fachbereiches der Stadt Eutin - Umbaumaßnahmen: Förderprogramm der KfW „Barrierefreie Stadt“ 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Umgesetzte Baumaßnahmen 2. Steigerung des Fußverkehrsanteils am Modal Split
Hemmnisse		Lösungsansätze
Fehlende finanzielle Mittel zur Umsetzung der Verbesserungsmaßnahmen		Inanspruchnahme von Fördermitteln für den Fußverkehr

M2

Verbesserung der Radverkehrsinfrastruktur



Ziel		Priorität
Stärkung des Umweltverbundes durch Optimierung der Radwegeinfrastruktur sowie Umsetzung der Planungen des Eutiner Radverkehrskonzepts		Hoch
		Zeithorizont
		Mittelfristig
Kurzbeschreibung		
<p>Die Maßnahme unterstützt das im Eutiner Radverkehrskonzept formulierte Ziel, den Radverkehrsanteil in Eutin deutlich zu steigern, sowie eine hohe Verkehrssicherheit und eine allgemeine Erhöhung der Akzeptanz des Verkehrsmittels Fahrrad zu erreichen.</p> <p>In das Projektgebiet fallen dabei zwei konkrete Maßnahmen: der Ausbau der Hauptroute Carl-Maria-von-Weber-Straße/Lübecker Landstraße und die Umgestaltung des Knotenpunktes Lübecker Landstraße/Bürgermeister-Steenbock-Straße.</p> <p>Das Sanierungsmanagement sollte den weiteren Verlauf der Detailplanung verfolgen und die Belange der Bewohner:innen des Charlottenviertels kommunizieren, die bei der Konzepterstellung geäußert wurden. Zudem sollten Erfahrungen aus der Umsetzung des Schutzstreifens der Bürgermeister-Steenbock-Straße eingebracht werden. Diese Erfahrungen sollten z.B. beim runden Tisch Charlottenviertel (siehe Maßnahme A4) ausgetauscht werden. Erfolgreiche Umsetzungen sollten im Rahmen des Sanierungsmanagements für die Öffentlichkeitsarbeit genutzt werden.</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen	
<ul style="list-style-type: none"> - Umsetzung der Baumaßnahmen: Stadt Eutin, Fachbereich 3 Bauen, Stadtentwicklung und Klimaschutz Fachdienst 3.2, Tiefbau und Grünanlagen - Verkehrsplanungsbüro - Sanierungsmanagement: Interessen der Bewohnerschaft übermitteln 	<ul style="list-style-type: none"> - Mobilitätsbeirat 	
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Kontaktaufnahme zur zuständigen Stelle 2. Einbringung der Belange aus dem Charlottenviertel durch das Sanierungsmanagement 	<ol style="list-style-type: none"> 3. (kommunikative) Begleitung der Umsetzungsplanung 	
Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren	
<ul style="list-style-type: none"> - Finanzierung durch die Infrastrukturmittel des Fachbereiches der Stadt Eutin - Förderprogramm „Logistik und Mobilität“ der NKI 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einrichtung von Radverkehrsanlagen 2. Langfristig: Steigerung des Radverkehrsanteils am Modal Split 	
Hemmnisse	Lösungsansätze	
Fehlender Platz für Radverkehrsanlagen	alternative Maßnahmen, u.a. Verkehrsberuhigung, Prüfung der Möglichkeit zur Einrichtung von Fahrradstraßen	

M3	Ausbau sicherer und komfortabler Fahrradabstellanlagen	
Ziel		Priorität
Schaffung von sicheren Fahrradabstellanlagen als Grundlage zur Verbesserung der Fahrradinfrastruktur im öffentlichen- und privaten Raum		Mittel
		Zeithorizont
		Mittelfristig
Kurzbeschreibung		
<p>Ausreichende und hochwertige Abstellanlagen können Anreiz schaffen, das Fahrrad als regelmäßiges Fortbewegungsmittel im Alltag einzusetzen und die Nutzung des Kfz zu reduzieren. Radabstellmöglichkeiten sollten in ausreichender Anzahl vorhanden, witterungsgeschützt, sicher und möglichst ebenerdig erreichbar sein. Dabei sollten auch komfortable Abstellmöglichkeiten für Sonderfahrzeuge, wie Lastenräder oder Fahrradanhänger, berücksichtigt werden.</p>		
<p>Die Bestandsaufnahme hat einzelne Lücken bzw. Optimierungsbedarfe im Angebot der Abstellmöglichkeiten identifiziert (siehe Kapitel 4.4.2). Als Maßnahmen werden vorgeschlagen:</p>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ersatz von unsicheren Bodenbügeln durch Anlehnbügel 2. Installation von witterungsgeschützten Fahrradabstellanlagen im Umfeld des Geschosswohnungsbaus 		
<p>An der Nicoloviusstraße zugeordnet zu den Mehrfamilienhäusern stehen gut genutzte und ansprechende, abschließbare Fahrradhäuser, die als Vorbild gelten können. Die Einrichtung neuer Stellplätze kann durch das Sanierungsmanagement in eine Kampagne oder Aktion mit weiteren Angeboten im Bereich Fahrradsicherheit, Registrierung und Reparatur kombiniert und in die Öffentlichkeitsarbeit eingebunden werden.</p>		
Zuständigkeit		Einzubindende Akteur:innen
<ul style="list-style-type: none"> - Sanierungsmanagement: Initiierung - Flächen-/Gebäudeeigentümer: Umsetzung 		<ul style="list-style-type: none"> - Bewohner:innen - Nutzer:innen
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Individuelle Bedarfsermittlung 2. Planung und Umsetzung durch Flächen-/ Gebäudeeigentümer 		<ol style="list-style-type: none"> 3. Begleitung durch Sanierungsmanagement/ Einbindung in „Mobilitäts-Kommunikation“
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren
<ul style="list-style-type: none"> - Ggf. Finanzierung durch monatliche Miete und/ oder geteilte Anfangsinvestition (bei Abstellplatz in Fahrradkleingaragen oder in Fahrradraum gebäudeintegriert) oder Förderung über Programm „Klimaschutz durch Radverkehr“ bei Einbindung in umfassendes Konzept 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Umgesetzte Radabstellanlagen 2. Einbindung in „Mobilitäts-Kommunikation“
Hemmnisse		Lösungsansätze
Verfügbare Flächen/ Flächenkonkurrenz		frühzeitige Berücksichtigung bei Neu- und Umplanungen
Fehlende Investitionsbereitschaft durch Flächen-/Gebäudeeigentümer		Fördergelder, Mieteinnahmen, Teilinvestition durch Nutzer:innen

M4

Einführung von Sharing-Angeboten




Ziel		Priorität
Stärkung des Umweltverbundes und Förderung eines intermodalen Verkehrsverhaltens durch den Ausbau von Sharing Angeboten		Hoch
		Zeithorizont
		Mittelfristig
Kurzbeschreibung		
<p>Carsharing-Angebote und Lastenrad-Leihstationen können zu einer multimodalen Mobilität ohne eigenes Kfz beitragen und bieten den Nutzer:innen für alle Anlässe das passende Fahrzeug. So können Leihfahrzeuge den Zweitwagen ersetzen und durch die Möglichkeit des Ausprobierens das Mobilitätsverhalten der Nutzer:innen verändern. Für die Einführung von Leihangeboten werden in Kapitel 4.4.5 verschiedene Betriebsmodelle vorgestellt. Im nächsten Schritt sollte geprüft werden, welches Betriebsmodell für die Bedarfsituation im Charlottenviertel geeignet ist.</p> <p>Während die Einführung eines Carsharings im gesamtstädtischen Kontext konzipiert werden sollte, könnte die Einrichtung einer Lastenrad-Leihstation auch im Quartierskontext realisiert werden. Die Maßnahme sollte in enger Zusammenarbeit mit dem Klimaschutzmanagement verfolgt werden und weitere Akteur:innen aus dem Quartier einbeziehen.</p>		
Zuständigkeit		Einzubindende Akteur:innen
<ul style="list-style-type: none"> - Sanierungsmanagement: Initiierung - Lokale Partner:innen und Stadt Eutin: ggf. Unterstützung mit Anschubfinanzierung 		<ul style="list-style-type: none"> - Klimaschutzmanagement - Mobilitätsbeirat Eutin
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bedarfsklärung im Quartier 2. Entscheidung für Betriebsmodell 3. Ansprache von Dienstleistungsbetrieben und Partner:innen vor Ort 		<ol style="list-style-type: none"> 4. Einführung der Fahrzeuge 5. Bewerbung des Angebotes durch Sanierungsmanagement in Kooperation mit den Umsetzungspartner:innen
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren
<ul style="list-style-type: none"> - Refinanzierung durch Nutzungsentgelte - ggf. Sachspenden von Eutiner Fahrradläden für das Lastenrad - ggf. Anschubfinanzierung für externe Dienstleister je nach Betriebsmodell 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Anzahl neuer Sharing-Fahrzeuge 2. Nutzungsintensität
Hemmnisse		Lösungsansätze
Fehlende Nutzergruppe / Wirtschaftlichkeit zur Umsetzung des Angebotes		Kommunikationsmaßnahmen (Verteilung von Gutscheinen, Mobilitäts-Nachbarschaftsfest, Bewerbung im Rahmen der Veranstaltungen des Sanierungsmanagements)
Mangelnde Nachfrage und Nutzung		Sichtbarkeit des Fahrzeugs erhöhen, Kommunikationsmaßnahmen
Fehlende Freiflächen		z.B. Umwidmung von Mietparkplätzen nach Kündigung durch Mieter:innen

M5

Einrichtung öffentlicher Ladepunkte zur Förderung der E-Mobilität



Ziel		Priorität
Unterstützung zur Etablierung der Elektromobilität durch öffentliche Ladeinfrastruktur		Hoch
		Zeithorizont
		Kurzfristig
Kurzbeschreibung		
<p>Um den Umstieg auf Elektromobilität insbesondere für Mieter:innen im Quartier zu ermöglichen, ist der Ausbau öffentlicher Ladepunkte erforderlich. Hierfür wurden potenzielle Standorte im Quartier identifiziert, siehe Kapitel 4.4.4. Zur Errichtung wurden durch die Stadtwerke Eutin bereits Fördermittel aus dem Programm „Ladeinfrastruktur vor Ort 2021“ des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) beantragt und bewilligt. Nach einer Überprüfung der Standorte werden hierdurch voraussichtlich eine oder zwei Ladesäulen im Charlottenviertel realisiert werden. Eine räumliche Verknüpfung mit Orten mit erhöhtem Zielverkehr, wie beispielsweise der Agentur für Arbeit oder dem Mietshochhaus im Osten des Quartiers, bietet sich an. Bei der Beteiligung der Anwohnenden in der Info-Veranstaltung wurde ebenfalls angemerkt, dass Angebote im Osten des Quartiers erwünscht sind. Auch in der Bestandsaufnahme der vorhandenen Ladeinfrastruktur wurde ein Mangel im Osten des Projektgebiets festgestellt. Nutzungskonflikte mit Kurzzeitparkenden auf öffentlichen Stellplätzen sind gegenüber der zentralen und sichtbaren Verortung im Quartier abzuwägen.</p>		
Zuständigkeit		Einzubindende Akteur:innen
<ul style="list-style-type: none"> - Stadtwerke Eutin: Prüfung der Standorte, Errichtung und Betrieb der Ladesäulen 		<ul style="list-style-type: none"> - Grundstückseigentümer:innen der Verkehrsflächen
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Prüfung der identifizierten Standorte 2. Errichtung der Ladesäulen 		<ol style="list-style-type: none"> 3. Begleitung durch Sanierungsmanagement / Einbindung in „Mobilitäts-Kommunikation“
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren
<ul style="list-style-type: none"> - Förderprogramm „Ladeinfrastruktur vor Ort 2021“ des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Anzahl der errichteten Ladesäulen 2. Nutzungsintensität 3. Langfristig: Anstieg des Anteils an Elektrofahrzeugen im Quartier
Hemmnisse		Lösungsansätze
Netzkapazitäten reichen an dem Standort nicht aus		
Keine Genehmigung zur Nutzung öffentlicher Stellplätze		Nutzungskonflikte mit Kurzzeitparkenden auf öffentlichen Stellplätzen sind gegenüber der zentralen und sichtbaren Verortung im Quartier abzuwägen

M6	Einrichtung nicht-öffentlicher Ladepunkte zur Förderung der E-Mobilität	
Ziel	Priorität	
Einrichtung nicht-öffentlicher Ladestationen zur Unterstützung der Nutzung von Elektromobilität	Hoch	
	Zeithorizont	
	Mittelfristig	
Kurzbeschreibung		
<p>Neben der öffentlichen Ladeinfrastruktur, sind auch Ladepunkte für geschlossene Nutzergruppen der Wohnungsbauunternehmen zur Stärkung der Elektromobilität zu etablieren. Standorte sind auf den privaten Stellplatzanlagen oder den vermieteten Stellplätzen im öffentlichen Straßenraum denkbar. Ein weiterer Ansatz ist die Installation von Ladeinfrastruktur vom Einzelhandel für Mitarbeiter:innen und Kundschaft.</p> <p>Im Quartier wurden folgende Standorte für nicht-öffentliche Ladepunkte identifiziert: Parkplatz der Kreisverwaltung (Stellplätze für Mitarbeitende), Kundenparkplatz Fachhandel für Bürobedarf (P&P Eutin), Parkplatz des Grone Bildungszentrums, Stellplätze an Mehrfamilienhäusern in der Nicoloviusstraße, Stellplätze an Mehrfamilienhäusern an der Ferdinand-Tönnies-Straße.</p> <p>Um die Installation der Ladepunkte an den empfohlenen Orten zu befördern, bieten die Stadtwerke Eutin im Rahmen des Sanierungsmanagements eine Initialberatung zur Einrichtung von Ladepunkten an. Im ersten Schritt wird diese Beratung den Eigentümer:innen der identifizierten Standorte angeboten. Im nächsten Schritt können dann nach Absprache eine Vor-Ort-Beratung oder eine Erstberatung bei den Stadtwerken vereinbart werden.</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen	
<ul style="list-style-type: none"> - Sanierungsmanagement/Stadtwerke Eutin: Initialberatung - Wohnungsbauunternehmen: Umsetzung - ggf. weitere Akteure wie Grone Bildungszentrum, Kreisverwaltung 	<ul style="list-style-type: none"> - Mieter:innen als potenzielle Nutzer:innen 	
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Initialberatung durch Stadtwerke 2. Ermittlung der Nachfrage bei Mieter:innen 3. Untersuchung der Möglichkeit zur Installation von Ladeinfrastruktur durch Stellplatzeigentümer 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Auswahl eines Betriebsmodells und ggf. Auswahl eines externen Dienstleisters 5. Angebot/Vermarktung an Stellplatzmieter:innen 6. Installation der Ladepunkte 	
Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren	
<ul style="list-style-type: none"> - KfW-Programm „IKK - Nachhaltige Mobilität (267)“ für kommunale Ladeinfrastruktur - KfW-Programm „Ladestationen für Elektrofahrzeuge – Kommunen (439)“ für Ladestationen an Stellplätzen ohne öffentlichen Zugang 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Installation von Ladepunkten 2. Ersatz von privaten Pkw durch E-Fahrzeuge 	
Hemmnisse	Lösungsansätze	
Fehlende finanzielle Ressourcen	Nutzung von Förderprogrammen, Zusammenarbeit mit externen Partner:innen	

5.4.2 Kosten- und Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die Finanzierung von Maßnahmen im Bereich der Mobilitätsinfrastruktur und dem Betrieb von Mobilitätsangeboten betreffen viele unterschiedliche Akteur:innen. Von der Stadt Eutin und den öffentlichen Unternehmen mit der Bereitstellung von Infrastruktur und Angeboten im Rahmen der öffentlichen Aufgaben, über Unternehmen für Mobilitätsdienstleistungen mit wirtschaftlichen Interessen bis zu ehrenamtlichen Organisationen kann Mobilität angeboten und umgesetzt werden. Die Prämisse der Wirtschaftlichkeit stellt sich dabei sehr unterschiedlich dar, ist nur in einzelnen Fällen gegeben und wird hierbei durch entsprechende Geschäfts- und Betriebsmodelle und in Kombination mit Förderprogrammen abgebildet.

Für private Anbieter:innen von Mobilitätsangeboten, wie Carsharing oder den kommerziellen Verleih von Lastenrädern, müssen sich diese zumindest mittel- bis langfristig als wirtschaftlich herausstellen. Hierbei kann jedoch neben möglichen individuellen finanziellen Projektförderungen eine übergeordnete Koordination und eine abgestimmte Kommunikation helfen, Angebote im Quartier zu etablieren:

So ist eine übergeordnete Koordinierung unterschiedlicher Angebote und Anbieter sinnvoll, um Kooperationen aufzubauen und Synergien zu nutzen. Beispielhaft kann die Nutzung eines Carsharing-Angebotes durch eine Institution oder ein Unternehmen zu einer gleichmäßigen Nutzung und Auslastung der Fahrzeuge beitragen.

Auch sollte im Rahmen der Kommunikation des Sanierungsmanagements frühzeitig und kontinuierlich auf diese Angebote verwiesen werden, um diese im Quartier bei potenziellen Nutzer:innengruppen bekannter zu machen und die Wirtschaftlichkeit der Angebote zu gewährleisten. Zusätzlich können frühzeitige Beteiligungsformate den Bedarf erfassen und eine potenzielle Nutzergruppe auch vor dem Beginn des Angebots formen.

Die letztlich **Kosten** der Mobilitätsmaßnahmen erstrecken sich auch auf unterschiedlichste Ausmaße, je nach Maßnahme, Umsetzer und Betreibermodell:

Die Herstellungskosten von Fahrrad-Abstellplätzen sind abhängig von der Lage, der Ausführungsform und der Erforderlichkeit von Flächenbefestigungen und können bei Fahrradbügeln 170 €/ASt. bis 380 €/ASt. betragen. Die Herstellungskosten von Fahrradkleingaragen umfassen etwa 1.900 €/ASt., die innerhalb von Neubauten werden auf etwa 5.800 €/ASt. geschätzt. Örtlich können u.a. durch unterschiedliche Baukostenniveaus und Grundstückspreise dabei auch abweichende Kosten anfallen. Exemplarische Mietpreise für eine Stellplatz bzw. einen Abstellraum für zwei Fahrräder bewegen sich bei 8 € monatlich.

Ein einfaches Lastenfahrrad umfasst Investitionen ab ca. 1.500 €. Wenn zusätzlich eine Elektro-Unterstützung integriert ist, belaufen sich die Kosten auf ca. 2.300 €. Die Unterstützung eines automatisierten Lastenrad-Leihsystems durch die Übernahme des Mindestumsatzes umfasst rund 250 € pro Monat. Bei einer ausreichenden Auslastung der Leihräder kann der Mindestumsatz in voller Höhe zurückgezahlt werden.

Die Einrichtungskosten für Elektro-Ladeinfrastruktur für Autos im öffentlichen Raum unterteilen sich in die Investition in die Hardware, die Aufstellung und Installation vor Ort, den Anschluss an das Stromnetz und die Inbetriebnahme. Entsprechend differieren die Kosten je nach gewünschter Leistung der Hardware, die Baumaßnahmen am Standort und die Entfernung zum nächsten Stromanschluss. Hierbei ist mit Kosten ab ca. 20.000 € zu rechnen, wobei für die Hardware Investitionen ab 6.500 € anfallen. Bei den laufenden Betriebskosten sind auch die Kosten für die Unterhaltung und Wartung der zur Verfügung gestellten Flächen zu beachten.

Die Kosten für die Installation von Ladestationen in Tiefgaragen oder im Eigenheim sind entsprechend niedriger und beginnen ab 500 € für die reine Hardware. Im Durchschnitt fallen im Freien bei zehn Metern Entfernung des Ladesystems zur elektrischen Anlage rund 1.500 bis 2.000 € zusätzliche Kosten an. Zur

frostsicheren Verlegung der Stromversorgung sind Tiefbauarbeiten notwendig. Im besten Fall ist hier bei lockerem Boden mit Kosten zwischen 80 und 100 € pro laufendem Meter zu rechnen.

5.4.3 Fördermöglichkeiten

Mobilitätsangebote, Infrastruktur und alternative Antriebe werden von EU, Bund und dem Land Schleswig-Holstein teilweise gefördert, um das Angebot einer klimafreundlichen und nachhaltigen Mobilität zu stärken und teils hohe Investitionskosten zu mindern. Folgend werden Förderprogramme aufgeführt, die die Maßnahmenumsetzung im Quartier unterstützen können.

Förderprogramme zur Verbesserung der Fuß- und Radinfrastruktur

„IKK - Nachhaltige Mobilität (267)“	
Fördermittelgeber	KFW – Kreditanstalt für Wiederaufbau
Förderzeitraum	Fortlaufend
Förderinhalte	Investitionen in Fuß- und Radwege, Fahrradabstellanlagen, Fußgängerzonen inklusive Sitzmöglichkeiten
Förderhöhe	Bis zu 100% (max. 150 Mio. Euro pro Jahr)
Antragsberechtigte	Kommunale Gebietskörperschaften, deren rechtlich unselbstständige Eigenbetriebe und kommunale Zweckverbände
Weitere Informationen	https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Infrastruktur/F%C3%B6rderprodukte/Nachhaltige-Mobilit%C3%A4t-(267)/

Förderprogramm		Logistik und Mobilität
Fördermittelgeber	NKI – Nationale Klimaschutzinitiative, (BMUV - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit)	
Förderzeitraum	Fortlaufend	
Förderinhalte	bis zu 50% Radwege, Fahrradstraßen, Fahrradzonen, Wegweisung, Signalisierung, frei zugängliche Stellflächen (in Bahnhofsnahe bis zu 70%) und Beleuchtung für Radverkehr, Umgestaltung von Knotenpunkten für mehr Sicherheit bis zu 75% Klima- und Radfreundliche Umgestaltung des Straßenraums, Radverkehrsinfrastruktur und Dienstleistungen bis zu 25% Lastenräder und Anhänger (maximal 2.500 €)	
Förderhöhe	25% bis 90% der förderfähigen Kosten je nach Projekt (für finanzschwache Kommunen gibt es 15% mehr Förderung)	
Antragsberechtigte	Kommunen, Betriebe/Einrichtungen/Unternehmen (mind. 25% kommunal), Externe Dienstleister:innen und Netzwerkmanager:innen, Aufgabenträger des ÖPNV, Unternehmen mit kommunalen Entsorgungsauftrag	
Weitere Informationen	https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderwiki/logistik-mobilitaet	

„IKK - Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung (201)“	
Fördermittelgeber	KFW – Kreditanstalt für Wiederaufbau
Förderzeitraum	Fortlaufend
Förderinhalte	Schaffung von Stellflächen für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben durch Umwidmung von Verkehrsflächen, Umgestaltung und Ausweisung öffentlicher Straßenräume zu autofreien oder autoreduzierten Quartieren

Förderhöhe	Förderkredit ohne Höchstbetrag und Finanzierung zu 100 % möglich, 10 Jahre Zinsbindung und bis zu 30 Jahre Laufzeit, je nach Förderzweck sind 10 bis 40 % Tilgungszuschuss möglich
Antragsberechtigte	Kommunale Gebietskörperschaften deren rechtlich unselbstständige Eigenbetriebe und Gemeindeverbände wie kommunale Zweckverbände
Weitere Informationen	Kommunale Gebietskörperschaften deren rechtlich unselbstständige Eigenbetriebe und Gemeindeverbände wie kommunale Zweckverbände

Klimaschutz durch Radverkehr	
Fördermittelgeber	NKI – Nationale Klimaschutzinitiative, (BMUV - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit)
Förderzeitraum	01. Sep. 2021 bis 31. Okt. 2024
Förderinhalte	Gefördert werden Maßnahmenbündel, also Kombinationen aus unterschiedlichen investiven Einzelmaßnahmen, die in der Summe ein erhöhtes Radverkehrsaufkommen generieren und zum Fahrradfahren animieren. Einzelmaßnahmen sind nicht zuwendungsfähig.
Förderhöhe	Bis zu 75 % der Investitionskosten (für finanzschwache Kommunen bis zu 90%)
Antragsberechtigte	Alle juristischen Personen des öffentlichen und privaten Rechts. Für kommunale Eigenbetriebe ohne eigene Rechtspersönlichkeit ist die jeweilige Kommune antragsberechtigt.
Weitere Informationen	https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/klimaschutz-durch-radverkehr

Aktivregion Holsteinische Schweiz	
Fördermittelgeber	Förderung im Rahmen des Landesprogramms ländlicher Raum (LPLR) Schleswig-Holstein
Förderzeitraum	Fortlaufend
Förderinhalte	Regionale Entwicklungsprojekte für spezifische Kommunen und Regionen
Förderhöhe	Abhängig von Förderprogramm und Region (ca. 50-80 % der Investitionskosten)
Antragsberechtigte	Öffentliche Kommunen, Private ohne Gewinnerzielungsabsicht (Vereine, freie Träger)
Weitere Informationen	http://www.aktivregion-sh.de/fileadmin/download/aktivregion/welche_aktivregionen_gibt_es_/IES/15_IES_Schwentine-Holsteinische_Schweiz.pdf

Förderprogramme zum Ausbau der Ladeinfrastruktur

„IKK - Nachhaltige Mobilität (267)“	
Fördermittelgeber	KFW – Kreditanstalt für Wiederaufbau
Förderzeitraum	Fortlaufend
Förderinhalte	Grüne Verkehrsprojekte wie Fahrradabstellanlagen, Sitzmöglichkeiten, Umnutzung von MIV Flächen (Busspur), E-Ladestationen mit anpassungsfähigen Netzanschlüssen, sowie Investitionen in CO ₂ -neutralen Fuhrpark der Kommune (Fahrräder, Lastenräder, Wasserstoff- und E-PKW, schwere Nutzfahrzeuge) und Smart-Systems zur CO ₂ -Reduktion
Förderhöhe	Bis zu 100% (max. 150 Mio. Euro pro Jahr)

Antragsberechtigte	Kommunale Gebietskörperschaften, deren rechtlich unselbstständige Eigenbetriebe und kommunale Zweckverbände
Weitere Informationen	https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Infrastruktur/F%C3%B6rderprodukte/Nachhaltige-Mobilit%C3%A4t-(267)/

Ladestationen für Elektrofahrzeuge – Kommunen (439)	
Fördermittelgeber	KFW – Kreditanstalt für Wiederaufbau
Förderzeitraum	Fortlaufend
Förderinhalte	Ladepunkte an Stellplätzen, die nur für Beschäftigte der Kommunen zugänglich sind, wenn neue Ladestationen mit max. 22 kW Ladeleistung pro Ladepunkt inkl. Batteriespeicher eingerichtet werden.
Förderhöhe	Bis zu 900 € je Ladepunkt (Mindestzuschussbetrag 9.000 Euro, Mindestanzahl 10 Ladepunkte)
Antragsberechtigte	Kommunen und Landkreise, deren rechtlich unselbstständigen Eigenbetriebe und kommunale Zweckverbände
Weitere Informationen	https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Infrastruktur/F%C3%B6rderprodukte/Nachhaltige-Mobilit%C3%A4tskonzepte-(439)/

Förderprogramme zur Förderung der Intermodalität

Bike+Ride Offensive	
Fördermittelgeber	NKI – Nationale Klimaschutzinitiative, (BMUV - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit)
Förderzeitraum	Bis 31.12.2022
Förderinhalte	Radabstellanlagen an Bahnhöfen
Förderhöhe	70 - 100% der Investitionskosten
Antragsberechtigte	-
Weitere Informationen	https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/bikeride-offensive-2022

Logistik und Mobilität – Mobilitätsstationen	
Fördermittelgeber	NKI – Nationale Klimaschutzinitiative, (BMUV - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit)
Förderzeitraum	Fortlaufend
Förderinhalte	Mobilitätsstationen, die verschiedene Verkehrsmittel des Umweltverbundes miteinander verknüpfen
Förderhöhe	50% der förderfähigen Kosten (65% für finanzschwache Kommunen)
Antragsberechtigte	Kommunen, Betriebe/Einrichtungen/Unternehmen (mind. 25% kommunal), Externe Dienstleister:innen und Netzwerkmanager:innen, Aufgabenträger des ÖPNV, Unternehmen mit kommunalen Entsorgungsauftrag
Weitere Informationen	https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderwiki/logistik-mobilitaet

Förderprogramme zur Barrierefreiheit

Barrierearme Stadt	
Fördermittelgeber	KFW – Kreditanstalt für Wiederaufbau

Förderzeitraum	Fortlaufend
Förderinhalte	Umgestaltung von Verkehrsanlagen und öffentlichen Räumen - darunter Wege zu Gebäuden, Zugänge, Rampen, Türbreiten, Sanitärräume, Bedienelemente und Sportstätten sowie Erschließung von ÖPNV, barrierearme Unter- und Überführungen, digitale Informationsdienste (ÖPNV) und Anpassungen des öffentlichen Raums wie abgesenkte Bürgersteige, Fußwegführung, Stellplätze, Ausgleichsflächen.
Förderhöhe	Bis zu 100% der Investitionskosten (kein Höchstbetrag)
Antragsberechtigte	Kommunale Gebietskörperschaften, deren rechtlich unselbstständigen Eigenbetriebe und Gemeindeverbände wie kommunale Zweckverbände
Weitere Informationen	https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Kommunale-Geb%C3%A4ude/F%C3%B6rderprodukte/Barrierearme-Stadt-Kommunen-(233)/

5.4.4 Hemmnisse und Lösungsansätze

Für die nachhaltige Bereitstellung von Mobilitätsangeboten ist eine übergeordnete Koordinierung sinnvoll, um durch bedarfsgerechte Planung, Kooperationen unterschiedlicher Akteur:innen und die Nutzung von Synergien eine möglichst hohe Nutzungsquote der Angebote zu erzeugen.

Um einer **fehlenden Kommunikation** vorzubeugen, ist für die Umsetzung von Mobilitätsangeboten eine Informations- und Beratungsleistung notwendig, um über die Existenz der Angebote zu informieren und zu Detailfragen der Nutzung zu beraten. Diese Kommunikation sollte daher sowohl durch Kampagnenbausteine und Materialien als auch integriert in die übergeordneten Kanäle und Formate des Sanierungsmanagements, wie Website und Newsletter (siehe Maßnahme A1 Quartiers-Update) erfolgen. Weiterführende Beratungsleistungen sind häufig durch den Kundensupport der jeweiligen Dienstleistungsunternehmen abgedeckt. Viele Anbieter:innen bieten auch an auf Nachbarschaftsfesten o.ä. vor Ort Werbung für die Angebote zu machen und stellen Werbematerialien zur Verfügung.

Fehlende Freiflächen / Gebäudeflächen könnte ein essenzielles Umsetzungshemmnis sein, da Mobilitätsangebote Raum benötigen – entweder im Außenraum für Fahrradabstellplätze, Ladeinfrastruktur oder Stellplätze für Carsharing oder in Gebäuden als Abstellbereiche für E-Bikes, Lastenräder oder Fahrradanhänger oder für Angebote wie Fahrradwerkstätten. Diese Flächenbedarfe sollten bei allen Planungen frühzeitig berücksichtigt werden. Bei bestehenden Stellplätzen kann eine sukzessive Umwidmung von Mietparkplätzen nach Kündigung durch Mieter:innen zu Stellplätzen für E-Autos oder Sharing-Fahrzeugen einen langfristigen Wandel ermöglichen.

Insbesondere eine **mangelnde Wirtschaftlichkeit** sowie **fehlende Betreibermodelle** können zu Hindernissen in der Umsetzung der Maßnahmen führen. Mobilitätsangebote wie Carsharing oder der Betrieb einer Mobilitätsstation müssen sich zumindest mittel- bis langfristig wirtschaftlich darstellen lassen. Ist dies trotz regulärer Fördermittel und einer umfassenden Koordinierung und kommunikativen Unterstützung nicht möglich, so sollte über zielgerichtete Projektförderungen nachgedacht werden, um nachhaltigere Betreibermodelle zu ermöglichen.

Mobilitätsmaßnahmen im Wohnumfeld, wie die Einrichtung von Fahrradabstellmöglichkeiten und die Installation von Ladeinfrastruktur, sind zumeist von den Wohnungsbauunternehmen vorzunehmen. Da diese Kosten oftmals nur zum Teil durch Nutzungsentgelte refinanzierbar sind, kann eine **mangelnde Investitionsbereitschaft** zu Schwierigkeiten bei der Umsetzung führen. Für die Steigerung der Bereitschaft sollte auf etwaige Fördermöglichkeiten hingewiesen werden (siehe Abschnitt 5.4.3). Außerdem

könnte durch entsprechende Information der Mieter:innen die Nachfrage nach Investitionen gesteigert werden.


Ein grundlegender Punkt einer klimafreundlichen Mobilität ist die langfristige Änderung des Mobilitätsverhaltens. Eine Änderung des Mobilitätsverhaltens der Bewohnerschaft und anderer Akteur:innen des Quartiers wird sich jedoch erst mittel- bis langfristig einstellen. Dieses ist für die Erwartungshaltung gegenüber den Resultaten der Maßnahmen zu berücksichtigen. Sofern die Maßnahmen umfassend umgesetzt werden, ist zu erwarten, dass die angebotenen Mobilitätslösungen von den Bewohner:innen und weiteren Nutzergruppen des Quartiers sukzessive angenommen werden und das Mobilitätsverhalten nachhaltig verändern.

5.5 Handlungsfeld Aktivierung und Vernetzung


Für den Umsetzungserfolg der energetischen Quartierssanierung hat die Öffentlichkeitsarbeit und damit die Aktivierung und Vernetzung der Schlüsselakteur:innen im Quartier eine besondere Bedeutung, da eine transparente Klima-Kommunikation und die regelmäßige Information zu Entwicklungen im Projektgebiet essenziell für die Akzeptanz und die Unterstützung der Akteure und Akteurinnen sowie der Bewohner:innen sind. Die zentrale Rolle hierbei übernimmt das Sanierungsmanagement des Quartiers, welches Teil des Programms der "Energetischen Stadtsanierung" nach KfW 432 ist. Das Sanierungsmanagement ist zentraler Ansprechpartner für alle Beteiligten, berät, vermittelt und begleitet die Umsetzung von vorgeschlagenen Maßnahmen des energetischen Quartierskonzeptes.

Die Öffentlichkeitsarbeit kann aufbauend auf die erfolgten Aktivitäten während der Erstellung des Konzepts fortgeführt werden, um eine kontinuierliche Kommunikation zu gewährleisten. Neben der weiteren Presse- und Öffentlichkeitsarbeit sowie der Beteiligung der Bewohner:innen im Quartier mittels Veranstaltungen, Kampagnen oder Aktionen, ist das Sanierungsmanagement für die Vermittlung von Einzelberatungen von Eigentümern und Eigentümerinnen sowie Wohnungseigentümergeinschaften und für die Begleitung, Koordination und Organisation der Maßnahmen des Quartierskonzeptes zuständig.

Tabelle 43: Maßnahmenübersicht für das Handlungsfeld ‚Aktivierung und Vernetzung‘

Handlungsfeld: Aktivierung und Vernetzung		
A1	Regelmäßiges Quartiers-Update	
A2	Informationsangebote zur Gebäudemodernisierung für Eigenheimbesitzer:innen	
A3	Informationsangebote für mehr Klimaschutz im Alltag	
A4	Runder Tisch Charlottenviertel	

5.5.1 Maßnahmensteckbriefe

<h1>A1</h1>	<h2>Regelmäßiges Quartiers-Update</h2>	
Ziel	Priorität	
Bündelung von Neuigkeiten aus dem energetischen Sanierungsmanagement und Aufbau eines kontinuierlichen Kommunikationskanals	Mittel	
	Zeithorizont	
Fortlaufend		
Kurzbeschreibung		
<p>Um die Maßnahmenumsetzung und die Entwicklung im Quartier zu kommunizieren und alle Bewohner:innen zu informieren, sollte die Etablierung eines regelmäßigen Quartiers-Updates realisiert werden. Inhaltlich sollte hier die Umsetzung der Maßnahmen sowie weitere aktuelle Themen im Bereich Klimaschutz in Eutin kommuniziert werden, die für die Bewohner:innen relevant sein können. Das Quartiers-Update kann sowohl digital als auch postalisch verbreitet werden. Für eine digitale Variante besteht ein Verteiler aus den Interessierten der Mitmachkarte und der Teilnehmer:innen der Veranstaltungen, der sukzessive erweitert werden sollte. Ebenso sollten die Quartiers-Updates auf der Webseite zum Charlottenviertel der Stadtwerke Eutin zum Download bereitgestellt werden. Die Möglichkeit zur Anmeldung zum digitalen Quartiers-Update sollte präsent auf der Webseite platziert sein.</p> <p>Mögliche Rubriken für das Quartiers-Update sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neues aus dem Charlottenviertel: <ul style="list-style-type: none"> ○ Berichte über umgesetzte Maßnahmen aus dem Bereich Mobilität ○ Interviews mit Eigentümern und Eigentümerinnen zu energetischen Modernisierungsmaßnahmen (z.B. 3 Fragen an...) • Veranstaltungshinweise: <ul style="list-style-type: none"> ○ Infoveranstaltungen des Sanierungsmanagements ○ Veranstaltungen des Klimaschutzmanagements Eutin ○ Treffen des „Runden Tisches Charlottenviertel“ (siehe Maßnahme A4) • Diverses <ul style="list-style-type: none"> ○ Portraits / Kurzinterviews von Nachbarn und Nachbarinnen aus dem Quartier, die sich für den Klimaschutz engagieren ○ Tipps zum Klimaschutz im Alltag (siehe Maßnahme A3) ○ Hinweise auf Fördermittel z.B. Lastenradförderung, Förderung für E-Ladesäulen 		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen	
- Sanierungsmanagement: Redaktion und Versand	<ul style="list-style-type: none"> - Klimaschutzmanagement Eutin - Wohnungsunternehmen für redaktionelle Beiträge - Multiplikatoren und Multiplikatorinnen vor Ort 	
Erste Handlungsschritte		
1. Festlegung des Formates des Quartiers-Updates 2. Redaktion und Versand des Quartiers-Updates	3. Fortlaufende Erweiterung des E-Mail-Verteilers	
Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren	
- Budget für Öffentlichkeitsarbeit des Sanierungsmanagements	<ul style="list-style-type: none"> 1. Anzahl der erstellten Quartiers-Updates 2. Rückmeldungen durch die Leser 3. Neuanmeldungen für Quartiers-Update 	
Hemmnisse	Lösungsansätze	
Geringe Anzahl an Empfängern und Empfängerinnen einer digitalen Variante	zu Beginn Quartiers-Update als Postwurfsendung mit der Möglichkeit zur Anmeldung des digitalen Newsletters, Hinweis auf die Anmeldung zum Quartiers-Update bei Veranstaltungen	

A2

Informationsangebote zur Gebäudemodernisierung für Eigenheimbesitzer:innen



Ziel	Priorität
Förderung der Bereitschaft zur Gebäudemodernisierung	Hoch
	Zeithorizont
	Fortlaufend
Kurzbeschreibung	
<p>Die Eigenheimbesitzer:innen sollten bei Modernisierungsmaßnahmen sowie beim Energiesparen und der Umstellung der Wärme- und Stromversorgung unterstützt werden. Dazu sollten sowohl Beratungen (siehe Maßnahme G3) als auch Informationsveranstaltungen angeboten werden. Die Ergebnispräsentation des energetischen Quartierskonzeptes wird sogleich als Auftaktveranstaltung für das Sanierungsmanagement fungieren, um den Start in die Umsetzungsphase zu symbolisieren. Zu diesem Anlass sollten auch die zukünftig geplanten Veranstaltungsformate angekündigt werden, um bereits Interessierte dafür zu akquirieren.</p> <p>Bei der Auswahl der Themen für Informationsveranstaltungen kann eine erste Orientierung anhand der Musteranierungskonzepte sowie den Vor-Ort-Beratungen erfolgen, um zu prüfen, welche Fragen im Quartier zum Thema energetische Modernisierung relevant sind. Während der Konzepterstellung wurden folgende Themen aus dem Kreis der Bewohnerschaft genannt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Denkmalschutz und Möglichkeiten der energetischen Modernisierung, dazu: klimaangepasste Vorgartengestaltung im Einklang mit denkmalgeschützten Gebäuden • Aktuelle Förderprogramme für die Gebäudemodernisierung • Umstellung von einer dezentralen zu einer zentralen Wärmeversorgung durch möglichen Anschluss an ein Wärmenetz • Heizungserneuerung unter Einbezug von Fördermitteln <p>Neben Informationsveranstaltungen bieten sich auch „Klima-Spaziergänge“ durchs Quartier an, um die Energiewende erlebbar zu machen. Eindrucksvoll lassen sich beispielsweise die Vorteile von Modernisierungsmaßnahmen bei Thermografierundgängen darstellen.</p>	
Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen
- Sanierungsmanagement: Durchführung und Bewerbung der Informationsveranstaltungen in Zusammenarbeit mit themenspezifischen Partner:innen	- IBSH - Denkmalschutzbehörde - Klimaschutzmanagement Eutin - weitere themenspezifische Experten und Expertinnen
Erste Handlungsschritte	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bewerbung der Beratungs- und Informationsangebote 2. Durchführung der Beratungen und Veranstaltungen 3. Kontaktaufnahme nach einem gewissen Zeitraum nach Beratung, um Fortschritt der Umsetzung der 	vorgeschlagene Maßnahmen zu verfolgen und weitere Hilfestellungen zu geben
Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren
- Budget des Sanierungsmanagements - Kooperation mit themenspezifischen Institutionen für Vorträge	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anzahl der Teilnehmer:innen bei Info-Veranstaltungen 2. Anzahl der Beratungen 3. Langfristig: umgesetzte Modernisierungsmaßnahmen
Hemmnisse	Lösungsansätze
Kein Interesse der Eigenheimbesitzer:innen	Betonung der persönlichen wirtschaftlichen Vorteile der Maßnahmen und der Erhöhung des Wohnkomforts sowie attraktiven Fördermöglichkeiten in der Bewerbung der Veranstaltungen, Vorstellung von umgesetzten Maßnahmen in der Nachbarschaft

A3

Informationsangebote für mehr Klimaschutz im Alltag



Ziel		Priorität	
Sensibilisierung der Bewohnerschaft für Energiesparen und Klimaschutz im Alltag		Mittel	
		Zeithorizont	
		Fortlaufend	
Kurzbeschreibung			
<p>Um Bewohner:innen im Quartier das Thema des Energiesparens und die Facetten des Klimaschutz im Alltag 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, kann das Energiesparen im Quartier vorangetrieben werden. Es können Info-Veranstaltungen zu unterschiedlichen Themen durchgeführt sowie im Quartiers-Update (siehe Maßnahme A1) Tipps und Tricks zum Energiesparen veröffentlicht werden. Die Veranstaltungen sollten möglichst attraktiv, mit interaktiven Elementen (wie die Verlosung von Energiespar-Equipment) oder einem geselligen Beisammensein bei "Kaffee und Kuchen" kombiniert werden. Besonders Angebote vor Ort im Quartier sind vorteilhaft, um einen persönlichen Bezug zu den Themen herzustellen.</p> <p>Um die Motivation zum Energiesparen zu erhöhen und spielerisch zu aktivieren, sind auch Energiespar-Challenges denkbar. Eine Challenge könnte mit einem Workshop zu Beginn zum Thema „Mein ökologischer Fußabdruck“ starten, um Anreize zur Veränderung von Verhaltensweisen zu geben und nach einem festgelegten Zeitraum enden, um die Ergebnisse zu besprechen und Erfahrungen auszutauschen. Tools zur Evaluation der Einsparungen könnte der CO₂-Rechner des Umweltbundesamtes oder konkrete Zählerstände von Strom und Wasser sein. Ähnliche Challenges sind auch im Bereich Mobilität denkbar, um Routinen zu durchbrechen z.B. „Ein Monat ohne Auto“.</p>			
Zuständigkeit		Einzubindende Akteur:innen	
<ul style="list-style-type: none"> - Sanierungsmanagement: Koordinierung und Durchführung der unterschiedlichen Informationsformate in Zusammenarbeit mit themenspezifischen Partner:innen 		<ul style="list-style-type: none"> - Klimaschutzmanagement Eutin - Klimaschutzmanagement Kreis Ostholstein - Verbraucherzentrale SH - IBSH - Denkmalschutzbehörde - weitere themenspezifische Experten und Expertinnen 	
Erste Handlungsschritte			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Formulierung von Veranstaltungskonzept 2. Anfrage von Kooperationspartner:innen für inhaltliche Begleitung der Veranstaltungen 		<ol style="list-style-type: none"> 3. Bewerbung der Veranstaltungen im Quartier 4. Durchführung der Veranstaltungen 	
Finanzierung und Förderung		Erfolgsindikatoren	
<ul style="list-style-type: none"> - Budget des Sanierungsmanagements - Kooperation mit themenspezifischen Institutionen für honorarfreie Vorträge 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Anzahl der Teilnehmer:innen 2. Langfristig: Reduzierung der CO₂-Emissionen durch Energiesparen im Quartier 	
Hemmnisse		Lösungsansätze	
Kein Interesse der Mieter:innen für Klimaschutz und Energiesparen		Nutzung der Kontakte durch die Beteiligung während der Konzepterstellung, Multiplikatoren und Multiplikatorinnen im Quartier gewinnen, Netzwerkarbeit mit Partner:innen vor Ort	

A4

Runder Tisch Charlottenviertel



Ziel		Priorität
Austausch unter den Akteuren und Akteurinnen vor Ort intensivieren und Synergien nutzen		Hoch
		Zeithorizont
		Fortlaufend
Kurzbeschreibung		
<p>Klimaschutz ist ein Querschnittsthema, das ganzheitlich und in Zusammenarbeit vieler Akteure und Akteurinnen vorangetrieben werden muss. Um die Maßnahmen im Quartier in die Umsetzung zu bringen, sollte die Vernetzung der lokal ansässigen Wohnungsunternehmen mit Sanierungsmanagement, Fachabteilungen der Stadt Eutin, ansässigen Betrieben u.a. unterstützt werden. Hierfür wird die Initiierung eines runden Tisches vorgeschlagen, beispielsweise in einem vierteljährlichen Rhythmus. Damit die Maßnahmen auch auf die tatsächlichen Bedürfnisse der Nachbarschaft eingehen, sollten auch Bewohner:innen bei dem runden Tisch willkommen sein und aktiv eingebunden werden. Als Teilnehmer:innen des runden Tisches können zu Beginn die Lenkungsgruppen-Mitglieder sowie aktive Begleiter:innen des Quartierskonzepts während der Konzepterstellung eingeladen werden. Dieser Kreis wird sich je nach Aktualität der Themen erweitert und dynamisch zusammengesetzt. Die Treffen können auch mit Quartiersrundgängen kombiniert werden, um Maßnahmen vor Ort einzuschätzen.</p>		
Zuständigkeit	Einzubindende Akteur:innen	
<ul style="list-style-type: none"> - Sanierungsmanagement: Initiierung und Moderation der Treffen 	<ul style="list-style-type: none"> - Wohnungsunternehmen - AWO - Ansässige Gewerbebetriebe - Interessierte Anwohner:innen 	
Erste Handlungsschritte		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Kick-Off Treffen des runden Tisches initiieren und gemeinsames Vorgehen besprechen 2. Regelmäßige Austauschtreffen zu unterschiedlichen Themen organisieren 		
Finanzierung und Förderung	Erfolgsindikatoren	
<ul style="list-style-type: none"> - Budget des Sanierungsmanagements 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anzahl der Teilnehmer:innen 2. Anzahl gemeinsam angestoßener oder umgesetzter Projekte 	
Hemmnisse	Lösungsansätze	
Mangelnde Bereitschaft oder fehlende Zeit zum Austausch	Gemeinsame Kompromissfindung und Betonung des Mehrwertes durch den Austausch, digitale Treffen zur Zeitersparnis	

5.5.2 Kosten- und Wirtschaftlichkeitsanalyse

Um die verschiedenen Zielgruppen im Quartier bestmöglich zu involvieren, sollte das Handlungsfeld Aktivierung und Vernetzung im Quartier verschiedene Formate umfassen. Die Finanzierung dieser Formate (z.B. Info-Veranstaltungen, Quartiersrundgänge, Newsletter) erfolgt durch Sachmittel der Stelle des Sanierungsmanagements gefördert durch das Programm "Energetische Stadtsanierung" (KfW 432).

In den Maßnahmensteckbriefen werden Bausteine vorgeschlagen, die unterschiedlich kostenintensiv sind, wodurch das Budget gesteuert werden kann (z.B. durch den digitalen Versand eines Newsletters statt eines postalischen). Zusätzlich ermöglichen Kooperationen, beispielsweise mit der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein e.V. und anderen Organisationen, eine verbesserte Kommunikation zum Thema Energiesparen im Quartier. Auch eine Zusammenarbeit mit dem Klimaschutzmanagement der Stadt Eutin und des Kreises Ostholstein kann finanzielle Ressourcen einsparen und es können sich wertvolle Synergien ergeben. Weiterhin ist die Aktivierung von lokalen ehrenamtlichen Organisationen und kleineren nachbarschaftlichen Gruppen förderlich für die Umsetzung von Maßnahmen.

5.5.3 Hemmnisse und Lösungsansätze

Als Umsetzungshemmnis kann insbesondere **mangelndes Interesse** an den Maßnahmen im Quartier und den Informationsangeboten durch die Bewohnerschaft ein Problem darstellen. Hierbei muss auf die zielgruppengerechte Ansprache sowie die themenspezifische Information geachtet werden, um so auch weniger interessierte Bewohner:innen über das Vorhaben zu informieren und auch die persönlichen Vorteile (z.B. Kostenersparnisse im Energiebereich, Erhöhung des Wohnkomforts, Gesundheitsaspekt bei aktiver Mobilität) in den Vordergrund zu rücken. Sinnvoll sind hierbei „Huckepack-Themen“, die vordergründig von größerem Interesse sind (z.B. Einbruchsschutz) und bei denen energetische Modernisierungsmaßnahmen in Kombination vermittelt werden können. Hilfreich sind auch Veranstaltungsformate, die die Wissensvermittlung mit einer kulinarischen Versorgung, Gewinn-Chancen und Unterhaltungs-Elementen verbinden. Die direkte persönliche Ansprache vor Ort, wie es bereits im Quartier Hochkamp in Eutin erprobt wurde, kann ebenfalls über die eigene Betroffenheit der Bewohner:innen aufklären und zum Mitmachen anregen.

Auch kann es, einhergehend mit den Maßnahmen und Neuerungen im Quartier, eine **Ablehnung von Seiten der Bewohner:innen** geben, die sich um eine Mietsteigerung sorgen oder Sorge vor weiteren Veränderungen haben. Hierbei muss auf eine transparente klare Kommunikation geachtet werden, die auch zielgruppen- und themenspezifisch aufklärt und erläutert, Sorgen und Ängste abbaut und Bewohner:innen zur Mitgestaltung des Quartiers anregt. Hilfreich kann ebenfalls sein, persönliche Geschichten aus dem Quartier zu erzählen, um so die Identifikation mit der Quartierssanierung zu stärken. Zum Beispiel umgesetzte Modernisierungsmaßnahmen durch Eigentümer:innen vorstellen lassen, Nutzer:innenberichte neuer E-Ladesäulen oder Sharing-Angebote.

5.6 Durch Maßnahmen geplante Energie- und CO₂-Einsparungen

Die aufgezählten Einsparungen jeder Maßnahme wurden in den entsprechenden Steckbriefen ausgewiesen und in Tabelle 44 aufsummiert.

Tabelle 44: Einsparungseffekte der vorgeschlagenen Maßnahmen

	Jährliche Einsparungen
Endenergie	10.676 MWh/a
Primärenergie	8.215 MWh/a
CO₂-Emissionen	3.813 t/a

Die rein statische Aufsummierung der End- und Primärenergie-, sowie CO₂-Einsparungen hat in einem zunehmend dynamischen Energiesektor nur eine begrenzte Aussagekraft. Einsparungen durch Gebäudemodernisierungen und Umstellung der Wärmeversorgung beeinflussen sich gegenseitig. Eine Bilanzierung unter veränderten Rahmenbedingungen für unterschiedliche Stützjahre, wie im Dekarbonisierungspfad dargestellt, erlaubt Aussagen zur tatsächlichen Entwicklung der CO₂-Emissionen im Quartier

6 DEKARBONISIERUNGSFAHRPLAN FÜR DAS QUARTIER CHARLOTTENVIERTEL

Im März 2021 hat das Bundesverfassungsgericht als Antwort auf die Klimaklagen von Umweltschützern ein klares Urteil gefällt – Klimaschutz ist ein Grundrecht. Die Klimaziele der Bundesregierung sind nicht ausreichend und die Zwischenziele nicht ausreichend definiert. Dieses Urteil ist historisch und erkennt zum ersten Mal das Recht der jüngeren und zukünftigen Generationen im Hinblick auf Klimafragen an. Bisher hat die Bundesregierung nur verschärfte Klimaziele verabschiedet, aber noch keine konkreten Vorschläge zur Erreichung dieser Ziele gemacht. Die nächsten zwei Legislaturperioden sind dahingehend wegweisend.

Im Folgenden wird aufgezeigt, wie das Quartier in den einzelnen Sektoren Wärme, Strom und Mobilität durch einen Dekarbonisierungspfad die Klimaziele der Bundesregierung umsetzen und damit zur Zielerreichung beitragen kann.

6.1 Dekarbonisierung der Wärmeversorgung

Die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung besteht aus zwei Hauptbestandteilen: der Gebäudemodernisierung zur Senkung des Wärmebedarfs und der Umstellung der Wärmeversorgung weg von fossilen Energien hin zu erneuerbarer Wärme. In den folgenden Abschnitten sind diese Aspekte dargestellt.

Einsparpotenziale aus der Gebäudemodernisierung

Die Szenarien-Entwicklungen der Endenergiebedarfe setzt die Bestandsanalyse voraus. Dies bedeutet, dass zuerst der Bestandszustand der Endenergieverbräuche ermittelt werden muss. Für die Entwicklung der Szenarien der zukünftigen Wärmebedarfsentwicklung wurden den jeweiligen Einzelgebäuden datenbankgestützt und unter Berücksichtigung der in der GIS-Erfassung zugewiesenen Attribute ein jeweiliger Endenergiebedarf sowie unter Anwendung der spezifischen Primärenergie- und Emissionsfaktoren jeweilige Primärenergiebedarfe und CO₂-Emissionswerte zugewiesen. Für die Abbildung der Bestandssituation dienten als Grundlage vorhandene Verbrauchswerte in unterschiedlicher Detaillierung:

- Verbrauchswerte des Gasnetzes
- Verbrauchsausweise unterschiedlicher Gebäude und Eigentümer:innen

Für Gebäude, zu denen keine konkreten Verbrauchswerte vorliegen, wurden Kennwerte vergleichbarer Gebäudetypologien angenommen. Die Vergleichswerte der spezifischen Wärmebedarfe im Bestand wurden auf Grundlage des Leitfadens zur Gebäudetypologie in Schleswig-Holstein der ARGE⁵³ ermittelt. In diesem Dokument werden die Gebäude anhand ihrer Altersklasse sowie ihres Modernisierungsstandes in Kategorien eingeteilt und diesen Kategorien werden spezifische Wärmebedarfe zugeordnet. Anhand der Ergebnisse der Mustersanierungskonzepte wurden diese verifiziert und angepasst.

Die im Jahr 2021 aktuellen Hitzewellen, Trockenperioden und Überflutungen sowie die neuen Erkenntnisse des Weltklimarates innerhalb des aktualisierten IPCC-Berichts (2021) machen die Notwendigkeit konkreter Maßnahmen für eine klimafreundliche Entwicklung deutlich. Daher hat Deutschland 2021 die nationalen Klimaziele aktualisiert. Ziel ist es, bis 2030 die CO₂-Emissionen um 65 % gegenüber 1990 zu reduzieren und bis 2045 soll die Treibhausgasneutralität verbindlich erreicht werden.

Für die zukünftige Entwicklung der Wärmebedarfe wurden deshalb zwei Szenarien entwickelt, die die Entwicklung bis zum Jahr 2030 und bis zum Jahr 2045 betrachten. Um die spezifischen Endenergiebedarfe zu bestimmen, wurden die Ergebnisse der Mustersanierungskonzepte auf typologisch gleiche oder ähnliche Gebäude übertragen. Außerdem wurde erneut der Leitfaden zur Gebäudetypologie in

⁵³ Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (2012). Gebäudetypologie Schleswig-Holstein. *Bauen in Schleswig-Holstein Band 47*.

Schleswig-Holstein herangezogen. Darin werden Modernisierungsvarianten angegeben, welche als Vergleichswerte für die zukünftige Entwicklung der spezifischen Wärmebedarfe dienen. Die zeitliche Staffelung der Modernisierungen wurde anhand des Baualters, des Modernisierungsstandes, des baulichen Zustands und individueller Aspekte, die in bilateralen Gesprächen aufgekommen sind, festgemacht. Bis 2030 ist demnach wahrscheinlich, dass alle nicht modernisierten Gebäude aus den Baujahren bis 1968 modernisiert werden. Die spezifischen Wärmebedarfe sowie die Einsparpotentiale sind hier besonders hoch. Außerdem ist bei diesen Gebäuden bis 2030 ein Bewohner:innenwechsel zu erwarten, welcher oft zu der Chance der energetischen Modernisierung führt. Bis 2030 wird so eine Modernisierungsrate von 34 % erreicht. Mit der beschriebenen Rate kann bis 2030 etwa 18 % der Endenergie eingespart werden.

Für das Szenario bis 2045 ist von einer maximalen Einsparung durch Gebäudemodernisierung auszugehen. So wird angenommen, dass bis 2045 alle restlichen Gebäude energetisch modernisiert werden. Ausnahmen bilden einige Nichtwohngebäude sowie Neubauten, deren spezifischer Wärmebedarf schon zukunftsfähig ist. So kommt das Quartier bis 2045 auf eine Modernisierungsrate von 84 %. Dies setzt, gemessen an der Netto-Raumfläche, eine jährliche Modernisierungsrate von 3 bis 4 % voraus. Mit dieser Rate kann bis 2045 etwa 40 % Endenergie eingespart werden.

Für den Teil des Quartiers, der perspektivisch über ein Nahwärmenetz mit Wärme versorgt werden kann (siehe Abschnitt 4.2.8), reduzieren sich die Bedarfe voraussichtlich wie in Abbildung 95 aufgezeigt.

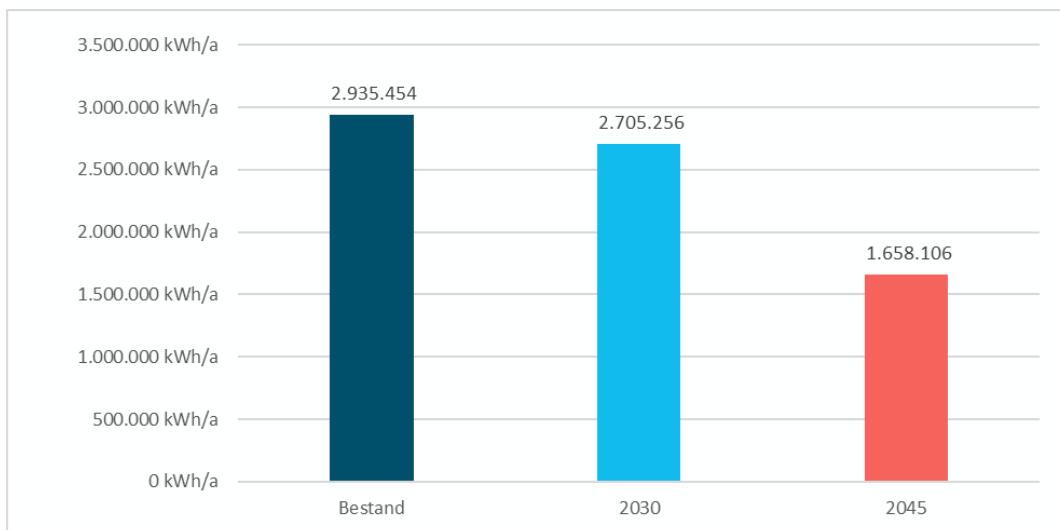


Abbildung 95: Voraussichtliche Entwicklung des Wärmebedarfs für das Nahwärmenetz

Der Wärmebedarf der potenziell am Wärmenetz angeschlossenen Gebäude beläuft sich im Bestand auf etwas weniger als 3 GWh jährlich. Die Untersuchung zu den Gebäudemodernisierungspotenzialen zeigt, dass die allermeisten Gebäude voraussichtlich erst zwischen 2030 und 2045 saniert werden. Bis 2045 ist mit einer Reduktion des Wärmeabsatzes um mehr als 40 % zu rechnen. Es ist davon auszugehen, dass die Wärmebedarfe zur Warmwasserbereitung weitestgehend konstant bleiben, sodass sich die Wärmebedarfskurven über das Jahr glätten.

Einsparpotenziale aus der Umstellung der Wärmeversorgung

Zusätzlich ergeben sich Emissionseinsparungen durch die Umstellung der fossilen Wärmebereitstellung auf eine erneuerbare Wärmeversorgung. Für einen Teil des Quartiers wurden mögliche Wärmeversorgungsvarianten aufgezeigt, die aufgrund der hohen erneuerbaren Anteile einen entscheidenden Beitrag zur Dekarbonisierung leisten. In Kombination mit den hier aufgezeigten Sanierungspotenzialen kann die leitungsgebundene Wärmeversorgung perspektivisch auch mit 100 % erneuerbarer Wärme gespeist werden. Für die Entwicklung eines Dekarbonisierungsfahrplans wurde angenommen, dass die leitungsgebundene Wärmeversorgung spätestens 2030 erfolgt ist. In dem dezentral mit Wärme versorgten Teil des Quartiers wird es sich bei der Umstellung der Wärmeversorgung um einen fortlaufenden Prozess handeln. Ziel muss es jedoch sein, bis 2045 auch die letzte Gas- und Ölheizung im Quartier auszutauschen. Für die Entwicklung des Fahrplans wurde angenommen, dass alle bestehenden Ölkessel bis 2030 gegen eine Luft-Wasser-Wärmepumpe ausgetauscht werden und bis 2045 auch alle Gasthermen ausgetauscht werden.

6.2 Dekarbonisierung der Stromversorgung

Anders als in den Sektoren Verkehr und Wärme werden für den Stromsektor keine Einsparungen im Bereich des Endenergieeinsatzes erwartet. Trotz verbesserter Energieeffizienz elektrischer Geräte steigt meist auch in gleichem Maße der Energieverbrauch, bedingt durch die Anzahl der elektronischen Geräte in den Haushalten oder des Nutzerverhaltens. Dies ist einerseits auf Rebound-Effekte und andererseits auf die Digitalisierung zurückzuführen. Zusätzliche Strombedarfe, die durch die Elektrifizierung der Wärmeversorgung oder der Mobilität entstehen, werden in den jeweiligen Sektoren berücksichtigt und bilanziert.

Die Gebäude im Quartier sind alle an das öffentliche Stromnetz angeschlossen und beziehen Strom der allgemeinen Versorgung. Zur Ermittlung der CO₂-Emissionen im Bestand wurde der mittlere Stromemissionsfaktor des deutschen Strommixes von 415 g/kWh (2018-2020) verwendet. Der deutsche Stromemissionsfaktor wird sich in den nächsten Jahren durch den Ausbau der Erneuerbaren weiter reduzieren. Die Annahmen wurden analog zu **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** getroffen.

Im Quartier errichtete Photovoltaik-Anlagen tragen langfristig dazu bei, den CO₂-Emissionsfaktor des Strommixes weiter zu reduzieren. Zur Darstellung der Dekarbonisierung der Stromversorgung im Quartier dürfen diese Anlage jedoch nicht doppelt miteinbezogen werden.

6.3 Dekarbonisierung der Mobilität

Wie in der Gesamtenergie- und CO₂-Bilanz aufgezeigt, trägt der Verkehr sehr wesentlich zu den Emissionen des Quartiers bei. Innerhalb des Sektors ist ein Großteil der Emissionen auf den motorisierten Individualverkehr zurückzuführen. Die zukünftige Entwicklung der Emissionen wird maßgeblich von den gewählten Verkehrsmitteln oder auch Modi und den damit jeweils zusammenhängenden Emissionsfaktoren bestimmt. In einzelnen Quartieren kann sich durch gezielte Mobilitätsanpassungsmaßnahmen der Modal-Split, also die Verteilung auf die einzelnen Verkehrsmittel, verändern. Welche Maßnahmen sich für das Quartier Eutin Charlottenviertel im Einzelnen eignen wurde in den Maßnahmensteckbriefen skizziert.

In vielen Bereichen ist das Quartier jedoch abhängig von übergeordneten Entwicklungen. Zum Beispiel werden Emissionsreduktionen durch eine Anpassung der spezifischen Flottenverbrauchswerte eines Automobilherstellers erhofft. Ab 2021 müssen neuzugelassenen Pkws laut EU-Richtlinie im Schnitt einen CO₂-Ausstoß von unter 95 gCO₂/km aufweisen. Für die folgenden Jahre wird eine weitere Verschärfung der Werte benannt.⁵⁴ Auch durch den verstärkten Einsatz alternativer Antriebe und den steigenden Anteil

⁵⁴ Europäischen Union (2019). Verordnung (EU) 2019/631 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. April 2019 zur Festsetzung von CO₂-Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 443/2009 und (EU) Nr. 510/2011.

Erneuerbarer Energien im Strommix sind Reduktionen zu erwarten. Hier kann durch den Ausbau der Ladeinfrastruktur zumindest der Rahmen geschaffen werden, um von diesen Entwicklungen zu profitieren.

Bis 2030 wird deutschlandweit damit gerechnet, dass etwa 30 % des motorisierten Verkehrs bereits elektrisch angetrieben wird.⁵⁵ Die Durchdringung des Markts mit E-Fahrzeugen für den motorisierten Individualverkehr wird sich wahrscheinlich nicht linear über die nächsten Jahrzehnte entwickeln. Es ist davon auszugehen, dass es spätestens zu 2040 einen sprunghaften Anstieg des Anteils der E-Fahrzeuge am Markt geben wird und von den restlichen Autos die überwiegende Mehrheit der Fahrzeuge auch den im vorherigen Absatz genannten Emissionskennwerten entspricht. Bis 2045 rechnen wir für die Entwicklung der CO₂-Bilanz damit, dass alle privaten PKWs elektrisch betrieben werden.

Basierend auf dem Modal-Split des Quartiers im Bestand (siehe Abschnitt 3.1) wurde für das Quartier eine mögliche Entwicklung des Modal-Splits für 2030 und 2045 skizziert.

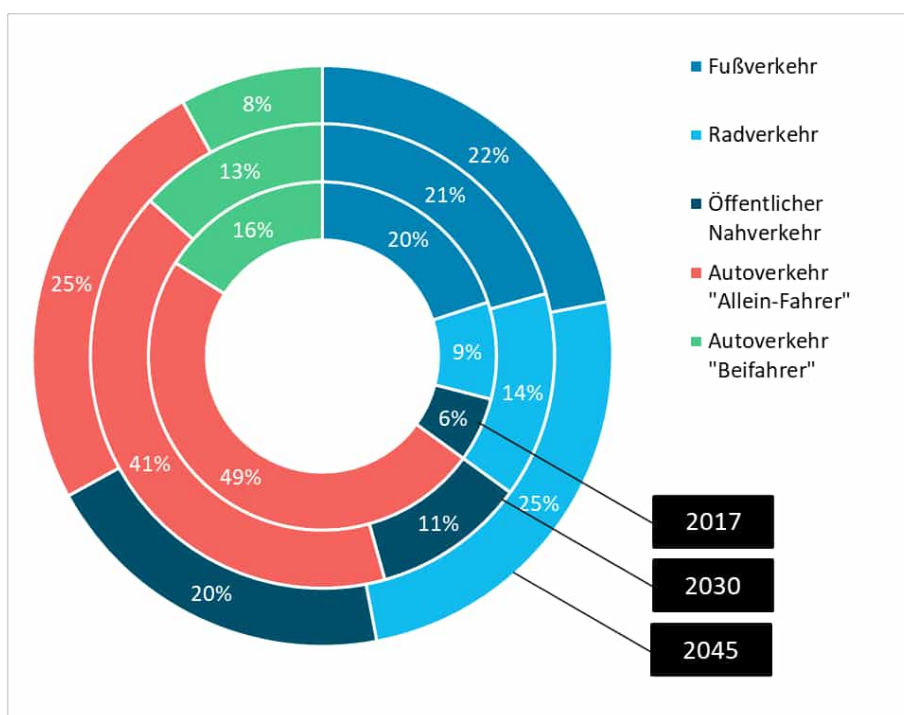


Abbildung 96: Modal-Split von 2017 und Entwicklung des Modal-Splits (nach MID, 2017⁵⁶, eigene Darstellung)

Insbesondere der Radverkehrsanteil sollte auf 14 % im Jahr 2030 und auf bis zu 25 % im Jahr 2045 erhöht werden. Das Quartier liegt sehr zentral, sodass viele Einkaufsmöglichkeiten und Freizeitaktivitäten mit dem Fahrrad erreicht werden können. Der Fußverkehrsanteil kann sich auch in Zukunft nur leicht steigern, indem für einzelne kleinere Strecken das Auto stehen gelassen wird. Eine große Herausforderung wird jedoch darin bestehen, den motorisierten Individualverkehr perspektivisch zu halbieren und die Nutzung des ÖPNVs fast zu verdreifachen. Mit einem Anteil von ca. 33 % wird auch in 2045 noch jede dritte Strecke mit dem gemeinsam oder allein genutzten PKW zurückgelegt werden.

Durch die getroffenen Annahmen zur Veränderung des Modal-Splits und die Durchdringung von E-Fahrzeugen sowie neue Grenzwerte für Neuwagen reduzieren sich die CO₂-Emissionen im Quartier für die Jahre 2030 und 2045 erheblich.

⁵⁵ Prognos und Öko-Institut e.V. (2021). Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann.

⁵⁶ MID (Mobilität in Deutschland) (2017). Ergebnisbericht. Modal Split des Verkehrsaufkommens nach Raumtyp.

6.4 Dekarbonisierungspfad

Die Kombination der im Konzept vorgeschlagenen Maßnahmen ermöglicht es in Verbindung mit übergeordneten Maßnahmen, wie der nahezu vollständigen Dekarbonisierung der Stromerzeugung in Deutschland bis 2045, die Klimaziele weitestgehend zu erreichen. Eine sinnvolle zeitliche Abfolge der Maßnahmen zur Dekarbonisierung des Quartiers ist im Durchführungskonzept in Abschnitt 0 detailliert aufgeführt. In folgender Abbildung wird ein möglicher Dekarbonisierungspfad für die Sektoren Strom, Wärme und Verkehr aufgezeigt.

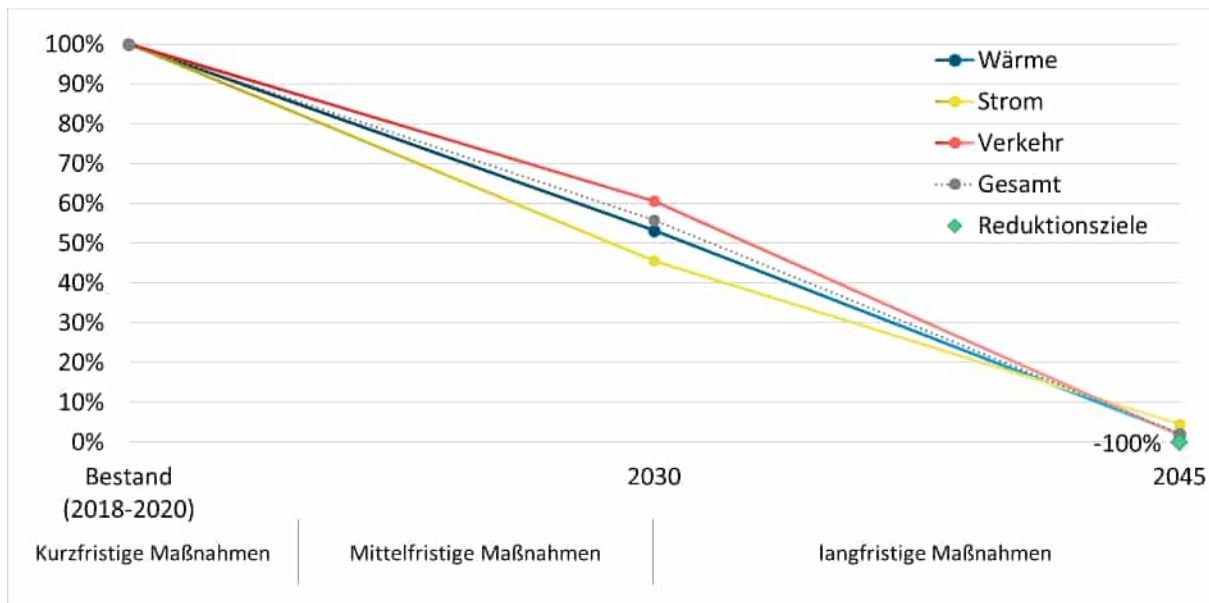


Abbildung 97: Dekarbonisierungsfahrplan bis 2045

Die stärkste Dekarbonisierung bis 2030 ist im Stromsektor zu erwarten. Die Sektoren Wärme und Verkehr werden erst etwas nachgelagert dekarbonisiert, was aufgrund der Elektrifizierung in den beiden Sektoren auch nur stimmig ist.

Während der Stromsektor stark vom bundesweiten Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung und vom Kohleausstieg profitiert, sind es in der Wärmeversorgung überwiegend konkrete Maßnahmen im Quartier, die zur Reduktion der CO₂-Emissionen führen.

Die erzielbaren CO₂-Einsparungen wurden für zwei unterschiedliche Stützjahre berechnet. Die Reduktionskurve ist im Sektor Strom bis 2030 deutlich steiler, wohingegen insbesondere die Emissionsreduktionen im Verkehrsbereich erst nach 2030 erreicht werden. Insgesamt können bei Umsetzung aller Maßnahmen gegenüber dem Bestand ca. 98 % der Emissionen eingespart werden.

Das Ziel der Klimaneutralität der Bundesregierung bis 2045 wird damit knapp verfehlt, dies ist jedoch auf die Restemissionen im Stromsektor zurückzuführen. Gelingt es zu 2045 100 % erneuerbar produzierten Strom bereitzustellen, können die Ziele erreicht werden.

Tabelle 45: Übersicht zur prognostizierten Entwicklung der CO₂-Emissionen des Quartiers

	Bestand (2018-2020)	2030	2045
Wärme (tCO ₂ /a)	3.229	1.718	67
Strom (tCO ₂ /a)	924	420	42
Verkehr (tCO ₂ /a)	3.621	2.193	65
Gesamt (tCO₂/a)	7.774	4.331	174
Pro Kopf (tCO ₂ /a)	4,8	2,7	0,1
Einsparung im Vergleich zum Bestand	-0 %	-44 %	-98 %

7 MONITORINGKONZEPT

Das Monitoringkonzept soll dazu dienen, die Entwicklung der CO₂-Emissionen über die nächsten Jahre zu bewerten und ggf. erste Emissionsreduktionen durch im Quartier umgesetzte Maßnahmen oder übergeordnete Entwicklungen darstellen zu können. Hierzu wurde ein Exceltool erstellt, das dem Auftraggeber mit Abschluss des Quartierskonzepts übergeben wurde. Im Rahmen des anschließenden Sanierungsmanagements kann das Tool weiter genutzt werden.

Alle Daten aus der Bilanzierung für die Jahre 2018, 2019 und 2020 sind bereits im Excel-Tool interlegt.

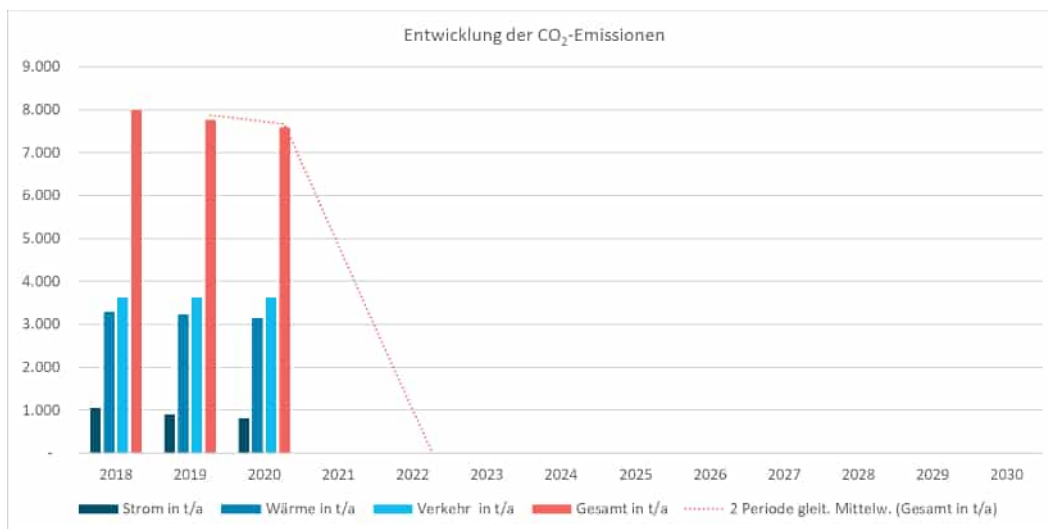


Abbildung 98: Monitoring-Grafik zur Darstellung der Entwicklung der CO₂-Emissionen

Die dort implementierte CO₂-Bilanzierung folgt der in Abschnitt 2.9 ausführlich dargestellten Bilanzierungsmethodik. Die folgende Grafik veranschaulicht die zu erfassenden Daten und Ergebnisse.

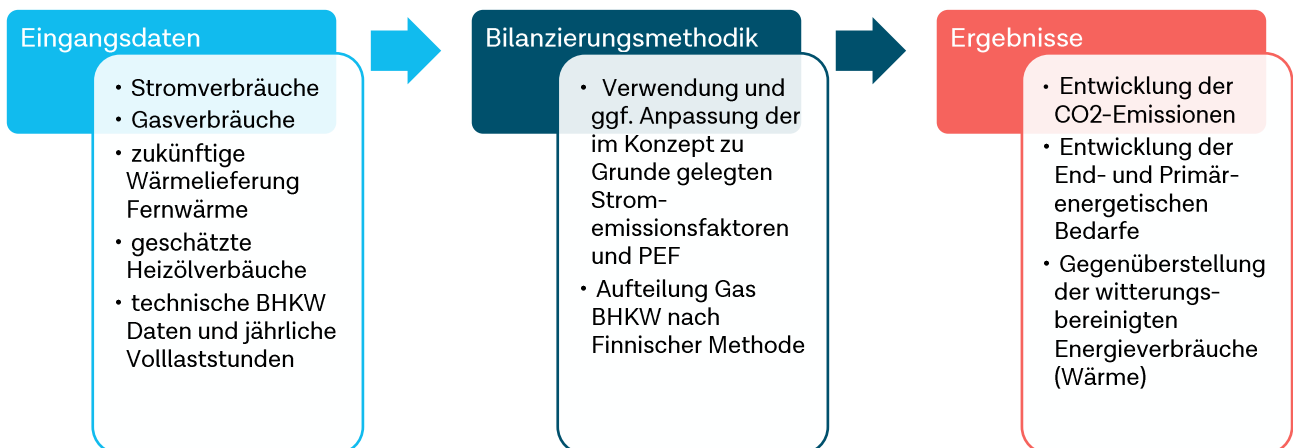


Abbildung 99: Grafische Darstellung des quantitativen Monitorings

Die Fortschreibung der CO₂-Bilanzierung sollte jährlich oder jedes zweite Jahr erfolgen. Die jeweiligen Kontaktdaten der Ansprechpartner:innen sind in dem Excel-Tool auf der letzten Seite hinterlegt. Abzufragen sind neben den Gasverbräuchen zukünftig auch die Wärmeabsätze beim Wärmenetzbetreiber und die Heizölverbräuche der Wohnungsunternehmen. Wenn energetische Sanierungen im Quartier durchgeführt werden, können die Schätzungen zu den Heizölverbräuchen der Einfamilienhäuser aktualisiert werden.

Primärenergiefaktoren					CO ₂ -Faktoren					Gasverbräuche				Heizverbräuche		Stromverbräuche				Fernwärmeverbräuche		Witterungscharakteristika			
Jahr	Gas	Heizöl	Strom	Fernwärme	Jahr	Gas	Heizöl	Strom	Fernwärme	Jahr	Gas	Fernwärme	Fo. Strom	Jahr	Menge in kWh	Jahr	Menge in kWh	Fo. Wärme	Fo. Strom	Jahr	Menge in kWh	Jahr	Menge in kWh	Jahr	Klimaklassifizierung
2015	1,1	1,1	1,6	1	2015	201	270	522	0	2015	0	-	0	2015	0	2015	0	0	0	2015	0	2015	0	2015	162
2016	1,1	1,1	1,6	1	2016	201	270	486	0	2016	0	-	0	2016	0	2016	0	0	0	2016	0	2016	0	2016	164
2017	1,1	1,1	1,6	1	2017	201	270	441	0	2017	0	-	0	2017	0	2017	0	0	0	2017	0	2017	0	2017	161
2018	1,1	1,1	1,6	1	2018	201	270	406	0	2018	0	-	0	2018	0	2018	0	0	0	2018	0	2018	0	2018	163
2019	1,1	1,1	1,6	1	2019	201	270	369	0	2019	0	-	0	2019	0	2019	0	0	0	2019	0	2019	0	2019	165
2020	1,1	1,1	1,6	1	2020	201	270	332	0	2020	0	-	0	2020	0	2020	0	0	0	2020	0	2020	0	2020	167
2021	1,1	1,1	1,6	1	2021	201	270	295	0	2021	0	-	0	2021	0	2021	0	0	0	2021	0	2021	0	2021	169
2022	1,1	1,1	1,6	1	2022	201	270	258	0	2022	0	-	0	2022	0	2022	0	0	0	2022	0	2022	0	2022	171
2023	1,1	1,1	1,6	1	2023	201	270	221	0	2023	0	-	0	2023	0	2023	0	0	0	2023	0	2023	0	2023	173
2024	1,1	1,1	1,6	1	2024	201	270	184	0	2024	0	-	0	2024	0	2024	0	0	0	2024	0	2024	0	2024	175
2025	1,1	1,1	1,6	1	2025	201	270	147	0	2025	0	-	0	2025	0	2025	0	0	0	2025	0	2025	0	2025	177
2026	1,1	1,1	1,6	1	2026	201	270	110	0	2026	0	-	0	2026	0	2026	0	0	0	2026	0	2026	0	2026	179
2027	1,1	1,1	1,6	1	2027	201	270	73	0	2027	0	-	0	2027	0	2027	0	0	0	2027	0	2027	0	2027	181
2028	1,1	1,1	1,6	1	2028	201	270	36	0	2028	0	-	0	2028	0	2028	0	0	0	2028	0	2028	0	2028	183
2029	1,1	1,1	1,6	1	2029	201	270	0	0	2029	0	-	0	2029	0	2029	0	0	0	2029	0	2029	0	2029	185
2030	1,1	1,1	1,6	1	2030	201	270	0	0	2030	0	-	0	2030	0	2030	0	0	0	2030	0	2030	0	2030	187

Abbildung 100: Übersichtsmaske mit Darstellung der Berechnungsfaktoren und Energieverbräuche

Ergeben sich im Laufe der nächsten Jahre Änderungen bei den zukünftigen spezifischen Emissionswerten oder Primärenergiefaktoren für Strom, Fernwärme oder eine quartierseigene Wärmeversorgung sind diese Werte im Monitoring anzupassen.

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.

8 DURCHFÜHRUNGSKONZEPT

Das Durchführungskonzept stellt die Gesamtheit der entwickelten Maßnahmen sowie die zeitliche Perspektive der Umsetzung dar. Für die ersten drei Jahre, in denen das Sanierungsmanagement die Umsetzung unterstützt, sind detaillierte Zeiträume dargestellt als in den späteren Jahren bis 2045. Die Darstellung gibt einen Überblick und kann zur Erfolgskontrolle oder zur Anpassung der zeitlichen Planung als Grundlage verwendet werden. Dabei sind die Umsetzungszeiträume von vielen externen Faktoren und Akteur:innen abhängig und nur als erste Orientierung zu verstehen. Einige Umsetzungshemmnisse sind unter den jeweiligen Handlungsfeldern in Kapitel 5 dargestellt.

Durchführungskonzept für das Quartier Charlottenviertel

Maßnahme	2022			2023				2024				2025		2030	2035	2040	2045
	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2-4				
Wärmebedarfsreduktion durch Gebäudemodernisierung																	
G1 Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Einfamilienhäusern und Reihenhäusern																	
G2 Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Mehrfamilienhäusern																	
G3 Angebot der kostenfreien Erst-Energieberatung																	
Einsatz regenerativer Energien in der Stromversorgung																	
S1 Mieterstromkonzepte für Mehrfamilienhäuser																	
S2 Eigenstromnutzung auf privaten Dachflächen der EFH und DHH																	
S3 Eigenstromnutzung auf gewerbliche Dachflächen																	
Ausbau einer energieeffizienten Wärmeversorgung																	
W1 LOI zur gemeinsame Wärmeversorgung																	
W2 BEW Machbarkeitsstudie bis zur Genehmigungsplanung																	
W3 Bauwärmenetz, Umbau Energiezentrale und Betrieb des Wärmenetzes																	
W4 Vollständige Dekarbonisierung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung																	
W5 Umstellung der Wärmeversorgung in den dezentral versorgten Gebieten																	
Klimagerechte Mobilität																	
M1 Verbesserung der Fußwegeinfrastruktur																	
M2 Verbesserung der Radverkehrsinfrastruktur																	
M3 Ausbau sicherer und komfortabler Fahrradabstellanlagen																	
M4 Einführung von Sharing-Angeboten																	
M5 Einrichtung öffentlicher Ladepunkte zur Förderung der E-Mobilität																	
M6 Einrichtung nicht-öffentlicher Ladepunkte zur Förderung der E-Mobilität																	
Aktivierung und Vernetzung																	
A1 Regelmäßiges Quartiers-Update																	
A2 Informationsangebote zur Gebäudemodernisierung für Eigenheimbesitzer:innen																	
A3 Informationsangebote für mehr Klimaschutz im Alltag																	
A4 Runder Tisch Charlottenviertel																	

Abbildung 101: Durchführungskonzept mit zeitlicher Einordnung der vorgeschlagenen Maßnahmen

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Projektgebiet Charlottenviertel.....	10
Abbildung 2: Kommunikationsplan (© ZEBAU GmbH)	12
Abbildung 3: Titelseite (l.) und Handlungsfelder-Übersicht (r.) des Info-Flyers (© ZEBAU GmbH)	12
Abbildung 4: Gebäudenutzung.....	15
Abbildung 5: Anteile Gebäudenutzung nach Gebäudeanzahl (l.) und Anteile Gebäudenutzung nach Netto-Raumfläche (r.).....	15
Abbildung 6: Denkmalschutz.....	16
Abbildung 7: Denkmalschutz im Quartier (Weberhain, Gebäude im Böhmkersweg, Pflasterung in der Vahldieksstraße).....	17
Abbildung 8: Spezifische Gebäudetypologien	18
Abbildung 9: Gebäudetypologien	20
Abbildung 10: Anteile Gebäudetypologie nach Gebäudeanzahl (l.) und nach Netto-Raumfläche (r.).....	21
Abbildung 11: Geschossigkeit.....	22
Abbildung 12: Anteile Geschossigkeit nach Gebäudeanzahl (l.) und nach Netto-Raumfläche (r.)	22
Abbildung 13: Baualtersklassen	23
Abbildung 14: Anteile Baualtersklassen nach Gebäudeanzahl (l.) und nach Netto-Raumfläche (r.)	24
Abbildung 15: Anteile baulicher Zustand nach Gebäudeanzahl (l.) und nach Netto-Raumfläche (r.).....	25
Abbildung 16: Anteile energetischer Zustand nach Gebäudeanzahl (l.) und nach Netto- Raumfläche (r.)	26
Abbildung 17: Ausschnitt des Flächennutzungsplans der Stadt Eutin. Quelle: Stadt Eutin 2006, Darstellung ZEBAU GmbH.....	29
Abbildung 18: Überblick über Bebauungspläne im Quartier. Quelle: Stadt Eutin o.J., Darstellung ZEBAU GmbH	30
Abbildung 19: Einteilung Stromverbräuche nach Gewerbe und Wohngebäude.....	31

Abbildung 20: Erdgasverbrauch im Quartier in den Jahren 2018 bis 2020	32
Abbildung 21: Verkehrsnetz aufgegliedert nach Straßentypen	33
Abbildung 22: Verortung der Bodenbeläge der einzelnen Straßen und Wege. (© ZEBAU GmbH)	34
Abbildung 23: Vahldieksweg (links) Steenbocksweg (rechts). (© ZEBAU GmbH)	35
Abbildung 24: Anzahl und Typ an Fahrradabstellanlagen	36
Abbildung 25: ÖPNV Angebot im Projektgebiet	37
Abbildung 26: Garagen und Parkplätze im Quartier	38
Abbildung 27: E-Ladestationen in der Umgebung des Projektgebiets	39
Abbildung 28: Carl-Maria-von-Weber-Hain.....	40
Abbildung 29: Öffentliche Grünflächen (Darstellung © ZEBAU GmbH)	40
Abbildung 30: Potenzial zur (Teil-)Entsiegelung und Aufwertung von Grünflächen (Darstellung © ZEBAU GmbH)	41
Abbildung 31: Prozessplan der Beteiligung (© ZEBAU GmbH)	43
Abbildung 32: Mitmachpostkarte des Info-Flyers (© ZEBAU GmbH).....	43
Abbildung 33: Rückmeldungen zur Mitmachkarte - das könnte im Energiequartier Charlottenviertel für den Klimaschutz getan werden (N=10).....	44
Abbildung 34: Rückmeldungen zur Mitmachkarte - das mache ich selbst im Energiebereich (N=10)	44
Abbildung 35: Virtuelle „Pinnwand“ für Hinweise zum Quartierskonzept während der Auftaktveranstaltung (© ZEBAU GmbH)	45
Abbildung 36: Umfrageergebnisse während Auftaktveranstaltung zu Interessenschwerpunkten der Teilnehmer:innen	45
Abbildung 37: Freitexteingaben zur Umfrage der Auftaktveranstaltung	46
Abbildung 38: Anmerkungen der Teilnehmenden der Info-Veranstaltung.....	47
Abbildung 39: Schematische Darstellung der CO ₂ -Bilanzierung.....	48
Abbildung 40: Modal-Split nach Raumtyp (MID 2017)	49
Abbildung 41: End- und Primärenergieverbrauch je Sektor.....	51

Abbildung 42: CO ₂ -Emissionen je Sektor und prozentuale Anteile im Mittel für die Jahre 2018-2020.....	52
Abbildung 43: CO ₂ -Emissionen nach Anwendung absolut und pro Kopf	52
Abbildung 44: Aufteilung der Emissionen im Sektor Verkehr.....	53
Abbildung 45: (möglicher) Zielkorridor aus Energieeinsparung und Erhöhung des EE-Anteils von 2008 bis 2050 in Prozent (BMW, 2014).....	54
Abbildung 46: Entwicklung des Primärenergiebedarfs bis 2050, dargestellt anhand der heutigen Förderstrukturen der KfW-Programme („Effizienzhäuser“) (BMW, 2014).....	55
Abbildung 47: Verteilung des flächenbezogenen Endenergieverbrauchs heute und des Einsparpotenzials 2050 (BMW, 2014)	56
Abbildung 48: Mittlere Wärmeleitfähigkeit im Projektgebiet bis zu einer Tiefe von 100 m.....	70
Abbildung 49: Ausschnitt aus dem Grundwassergleichplan des genutzten Grundwasserleiters 2.	70
Abbildung 50: Potentielle Geothermieflächen für eine zentrale Wärmeversorgung	71
Abbildung 51: 1-MW Luftwärmepumpe in Dänemark (Urheber PlanEnergi).....	72
Abbildung 52: Zu überbrückende Strecke bei einer zentrale Wärmeversorgung	73
Abbildung 53: Potenzielles Nahwärmenetz	77
Abbildung 54: Jahreslastgang 2018 und Jahresdauerlinie für das potenzielle Netzerweiterungsgebiet	78
Abbildung 55: Solare Eignung der Dachflächen im Quartier.....	79
Abbildung 56: PV-Potenzial nach installierbarer Leistung und Installationsort.....	80
Abbildung 57: Vereinfachte Darstellung der Stromlieferung und der Vertragsbeziehungen 1.) Anlagen-Eigentümer ist Energieversorger (l.), 2. Contractingmodell mit Zwischenhändler (r.)..	81
Abbildung 58: Gewerbegebäude mit großen PV-Potenziale (Bildquelle: Google Satellite)	83
Abbildung 59: Bahnübergang Weidestraße (links), Bürgersteig Vahldiekstraße (rechts). (© ZEBAU GmbH)	85
Abbildung 60: Verortung der Problemstellen der Barrierefreiheit. (Darstellung © ZEBAU GmbH)	85
Abbildung 61: Verortung der vorgeschlagenen Querungsstellen. (Darstellung © ZEBAU GmbH)	86

Abbildung 62: Ausschnitt der Planung des Radverkehrsnetzes aus dem Radverkehrskonzept (© urbanus GbR, Planungsgemeinschaft Verkehr PGV-Dargel-Hildebrandt GbR).....	87
Abbildung 63: Schutzstreifen Bürgermeister-Steenbock-Straße (© ZEBAU GmbH).....	88
Abbildung 64: Verbesserungspotenziale Radabstellanlagen (Darstellung © ZEBAU GmbH) ...	89
Abbildung 65: Ausschnitt aus der Präsentation zum Stadtbussystem im Mobilitätsbeirat Eutin am 17.09.2020 (© plan:mobil).....	90
Abbildung 66: Hamburger Quartiersbus © Hochbahn AG	91
Abbildung 67: Standortvorschläge für öffentliche Ladesäulen (Darstellung © ZEBAU GmbH) .	92
Abbildung 68: Standortvorschläge für halb-öffentliche Ladesäulen (Darstellung © ZEBAU GmbH)	93
Abbildung 69: Beispiel für ein stationsbasiertes Ladenrad-Leihsystem der Firma sigo. (© ZEBAU GmbH).....	98
Abbildung 70: Beispiel einer Mobilitätsstation mit gebündelten Dienstleistungen in Sichtbeziehung (© ZEBAU GmbH).....	99
Abbildung 71: Potenzielle Standorte für eine Mobilitätsstation (Darstellung © ZEBAU GmbH)100	
Abbildung 72: Erläuterung zu den Kostenkategorien bei Sanierungen von Gebäuden (BAFA und dena, 2019).....	107
Abbildung 73: Preisentwicklung bei Holzhackschnitzeln (WG 35), Holzpellets, Heizöl und Erdgas 2011 bis 2020, (Liniengrafik mit Skala in Eurocent pro kWh) (C.A.R.M.E.N. e.V., o.J.)	108
Abbildung 74: CO ₂ -Preisprognose bis zum Jahr 2030.....	109
Abbildung 75: Anteile der Erzeuger an der Wärmeversorgung.....	126
Abbildung 76: Förderbestandteile der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze	130
Abbildung 77: absolute und spezifische Investitionen	132
Abbildung 78: Investitionskostenförderung.....	132
Abbildung 79: Jährliche Kostenanteile	133
Abbildung 80: Jährliche Kostenanteile inkl. Preissteigerung 2022.....	133
Abbildung 81: Durchschnittliche spezifische kostendeckende Gesamtwärmepreise	134
Abbildung 82: Durchschnittliche spezifische kostendeckende Gesamtwärmepreise inkl. Preissteigerung 2022	134
Abbildung 83: Wärmekostenvergleich unterschiedlicher Versorgungsarten im EFH.....	135

Abbildung 84: Wärmekostenvergleich unterschiedlicher Versorgungsarten im EFH inkl. Preissteigerung 2022	135
Abbildung 85: Erneuerbare und KWK-Wärmeanteile und Primärenergiefaktoren.....	136
Abbildung 86: Absolute und spezifische CO ₂ -Emissionen.....	137
Abbildung 87: CO ₂ -Einsparungen durch Umstellung der Wärmeversorgung im dezentralen Bereich	138
Abbildung 88: Mögliche Verortung der Komponenten bei Umsetzung der Variante 2a.....	141
Abbildung 89: Ergebnisübersicht.....	142
Abbildung 90: Durchschnittliche Kosten für Aufdach-PV-Anlagen in Deutschland und Darstellung der anteiligen Modulkosten für Anlagen im Leistungsbereich von 10 kWp - 100 kWp	147
Abbildung 91: Entwicklung der EEG-Vergütung und der Strompreise von 2000-2020.....	148
Abbildung 92: Zusammenhang zwischen der maximale PV-leistung und einer wirtschaftlich optimierten PV-Leistung.....	149
Abbildung 93: Amortisationszeiträume in Abhängigkeit der Beteiligungsquote (25 %-100 %) .	150
Abbildung 94: Gegenüberstellung der monatlichen Kostenbelastung.....	151
Abbildung 95: Voraussichtliche Entwicklung des Wärmebedarfs für das Nahwärmenetz	174
Abbildung 96: Modal-Split von 2017 und Entwicklung des Modal-Splits (nach MID, 2017, eigene Darstellung)	176
Abbildung 97: Dekarbonisierungsfahrplan bis 2045	177
Abbildung 98: Monitoring-Grafik zur Darstellung der Entwicklung der CO ₂ -Emissionen	179
Abbildung 99: Grafische Darstellung des quantitativen Monitorings	179
Abbildung 100: Übersichtsmaske mit Darstellung der Berechnungsfaktoren und Energieverbräuche.....	180
Abbildung 101: Durchführungskonzept mit zeitlicher Einordnung der vorgeschlagenen Maßnahmen.....	181
Abbildung 102: Baulicher Zustand Wohngebäude.....	189
Abbildung 103: Energetischer Zustand Wohngebäude	190

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Übersicht über das Projektgebiet.....	14
Tabelle 2: Übersicht der spezifischen Gebäudetypologien im Gebiet.....	18
Tabelle 3: Kategorien baulicher Zustand.....	24
Tabelle 4: Kategorien energetischer Modernisierungsstand.....	25
Tabelle 5: Bevölkerung in der Stadt Eutin (Quelle: Stadtentwicklungsbericht Eutin, Stand 31.12.2019).....	27
Tabelle 6: Haushalte in Eutin (Quelle: Stadtentwicklungsbericht Eutin, Stand 31.12.2019).....	27
Tabelle 7: Sozialstruktur in Eutin (Quelle: Stadtentwicklungsbericht Eutin, Stand 31.12.2019).	28
Tabelle 8: Bebauungspläne Eutin	29
Tabelle 9: Wegezähl und Wegelänge für den zugehörigen Raumtyp sowie gewichtete Wegelängen der einzelnen Verkehrsmodi.....	50
Tabelle 10: Annahmen zu spezifischen CO ₂ -Emissions- und Primärenergiefaktoren	51
Tabelle 11: Gebäudesteckbrief – Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 1“	59
Tabelle 12: Darstellung Modernisierungsvarianten – Modernisierungskonzept „Einfamilienhaus 1“	60
Tabelle 13: Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 1“ - Einsparungen.....	61
Tabelle 14: Gebäudesteckbrief – Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 2“	62
Tabelle 15: Darstellung Modernisierungsvarianten – Modernisierungskonzept „Einfamilienhaus 2“	62
Tabelle 16: Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 2“ – Einsparungen.....	63
Tabelle 17: Gebäudesteckbrief – Mustersanierungskonzept Mehrfamilienhaus	64
Tabelle 18: Darstellung Modernisierungsvarianten – Modernisierungskonzept „Mehrfamilienhaus“	65
Tabelle 19: Mustersanierungskonzept Mehrfamilienhaus– Einsparungen	66
Tabelle 20: Kostenentwicklung synthetischer Brennstoffe.....	76
Tabelle 21: Mieterstromzuschläge nach Leistungsanteilen (ab Inbetriebnahme April 2022).....	80
Tabelle 22: Gegenüberstellung Kauf versus Miete einer PV-Anlage	82

Tabelle 23: Maßnahmenübersicht für das Handlungsfeld ‚Wärmebedarfsreduktion durch Gebäudemodernisierung‘	102
Tabelle 24: Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 1“- Wirtschaftlichkeit	112
Tabelle 25: Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 2“– Wirtschaftlichkeit	113
Tabelle 26: Mustersanierungskonzept Mehrfamilienhaus– Wirtschaftlichkeit	114
Tabelle 27: Heizwärmebedarf Bestand [kWh/(m ² a)] und Einsparung	115
Tabelle 28: Endenergiebedarf Bestand [kWh/(m ² a)] und Einsparung	115
Tabelle 29: Primärenergiebedarf Bestand [kWh/(m ² a)] und Einsparung	115
Tabelle 30: CO ₂ -Emissionen Bestand [kg/a] und Einsparung	116
Tabelle 31: Maßnahmenübersicht für das Handlungsfeld ‚nachhaltige Wärmeversorgung‘	119
Tabelle 32: Dimensionierung der Erzeuger in den einzelnen Untersuchungsvarianten	126
Tabelle 33: Gegenüberstellung der betrachteten Systeme für eine dezentrale Wärmeversorgung	127
Tabelle 34: Spezifikation des betrachteten Einfamilienhauses	127
Tabelle 35: Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsrechnung	128
Tabelle 36: Fördersatz (Einspeisung) in Abhängigkeit von der elektrischen Leistung	131
Tabelle 37: Fördersatz (Eigenstromnutzung) in Abhängigkeit von der elektrischen Leistung ..	131
Tabelle 38: Annahmen zur Nachhaltigkeitsbetrachtung	136
Tabelle 39: Maßnahmenübersicht für das Handlungsfeld ‚Regenerative Stromversorgung‘	143
Tabelle 40: EEG-Vergütungssätze bis 750 kWp nach Leistungsanteilen nach EEG § 48 Abs. 3	148
Tabelle 41: Annahmen zur Berechnung des wirtschaftlichen PV-Potenzials nach Gebäudeart	149
Tabelle 42: Maßnahmenübersicht für das Handlungsfeld ‚Klimagerechte Mobilität‘	153
Tabelle 43: Maßnahmenübersicht für das Handlungsfeld ‚Aktivierung und Vernetzung‘	166
Tabelle 44: Einsparungseffekte der vorgeschlagenen Maßnahmen	172
Tabelle 45: Übersicht zur prognostizierten Entwicklung der CO ₂ -Emissionen des Quartiers ..	178

NICHT-ÖFFENTLICHER ANHANG

Karte „Baulicher Zustand Wohngebäude“



Abbildung 102: Baulicher Zustand Wohngebäude

Karte „Energetischer Zustand Wohngebäude“



Abbildung 103: Energetischer Zustand Wohngebäude

Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 1“: Carl-Maria-von-Weber-Straße 15

Carl-Maria-von-Weber-Straße 15, Eutin

Eigentümer:innen: privat

Geschosse: 2

Baujahr: 1904

Wohneinheiten: 1

beheizte Wohnfläche: 230m²

beheiztes Volumen: 925 m³

Nutzfläche AN: 240 m²



Gebäudehülle

- Außenwände: 2-schaliges Mauerwerk mit Luftschicht (OG: 35,5cm AW-Stärke, im EG mehr)
- Eingangstür: Kunststoff mit 2-f V
- Fenster: 3-f WSV Kunststoff 2015, mit Fensterfalzlüftern
- Dach: 10cm Aufdachdämmung PIR, im Flur auch Zwischensparrendämmung, Spitzboden nicht ausgebaut
- Keller: Kappendecke mit Stahlträgern, darauf Holzfußboden auf Lagerhölzern

Anlagentechnik

- Heizung: Öl-Brennwertkessel
- Baujahr Wärmeerzeuger: 2006
- Warmwasser: über Heizung, WW-Speicher vorhanden
- Pumpen leistungsgeregelt, Leitungen mäßig gedämmt
- Wesentlicher Energieträger: Öl

Notizen:

- Verbrauch: 3.800-4.000l Heizöl, 41.000-43.000kWh, Strom: 3.600kWh/a, 5 Personen
- Keller feucht, alter Wintergarten Holzkonstruktion mit 1-f V, Ensembleschutz (Denkmalschutz)
- Empfehlungen:
 - Kerndämmung der Außenwände

- Kelleraußenwanddämmung (evtl. ebenfalls Luftschicht vorhanden?)
- Heizung erneuern / ergänzen, Leitungen/Pumpen dämmen

Gesamtbewertung

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 252 kWh/m²a

Ist-Zustand: 227 kWh/m²a

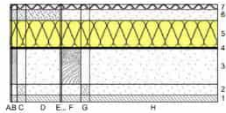
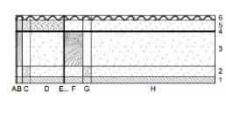
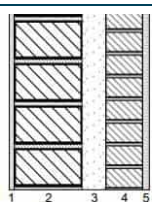
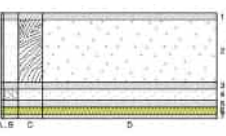
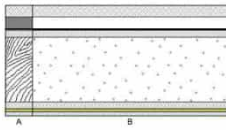

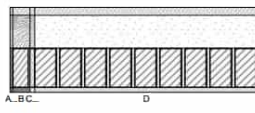


GEG- und BEG-Anforderungen

Ergebnis			Anforderungen WG							
			GEG		BEG-Effizienzhaus					
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH85	EH100	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m ² a	252,2	□ 129,2	92,3	□ 36,9	□ 50,8	□ 64,6	□ 78,5	□ 92,3	□ 147,7
Transmissionswärmeverlust H_T	W/m ² K	0,906	□ 0,560	0,376	□ 0,207	□ 0,263	□ 0,320	□ 0,376	□ 0,433	

Vergleich Bedarf - Verbrauch

Endenergiebedarf (berechnet)	Endenergieverbrauch (gemessen)	Abweichung
227 kWh/m ² a	175 kWh/m ² a	+30 %

Bauteilaufbauten - Bestand		
	Aufbau	U-Wert
Dach 	2,0 cm Dachziegel Dachlattung 10 cm PIR-Hartschaum WLS 023 13 cm Sparren + Luft 4,0 cm Unterkonstruktion + Luft 2,5 cm Gipskarton	0,20 W/m²K
Erkerdach 	2,0 cm Dachziegel Dachlattung 13 cm Sparren / Luft 4,0 cm Unterkonstruktion + Luft 2,5 cm Gipskarton	2,07 W/m²K
Außenwand 	1,5 cm Putz 20 cm Kalksandstein 7,0 cm Luft 11 cm Mauerwerk 2,0 cm Putz	1,32 W/m²K
Decke ü. Loggia / Eingang 	2,4 cm Holzdielen 22 cm Holzbalken / Luft 2,4 cm Holzschalung 4,0 cm Unterkonstruktion 2,4 cm Holzschalung 4,0 cm Putz auf Putzträgermatte	0,69 W/m²K
Loggiaboden 	4,0 cm Plattenbelag 4,0 cm Schüttung 0,5 cm Abdichtung 2,4 cm Holzschalung 22 cm Holzbalken / Luft 2,4 cm Holzschalung 2,5 cm Putz auf Strohmatten	0,90 W/m²K
Fenster	3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Kunststoffrahmen	0,95 W/m²K
Wand Kellerabgang 	5,0 cm Holzkonstruktion	1,55 W/m²K
Kellerdecke 	2,4 cm Holzdielen 10 cm Lagerhölzer / Luft 12 cm Mauerwerk / Stahlträger 1,5 cm Putz / Stahlträger	1,06 W/m²K

Modernisierungsvariante 1 – Einzelmaßnahmen

Maßnahmen Gebäudehülle

- Kerndämmung der Außenwände mit 7cm Einblasdämmung WLG 035
- Dämmung der Kellerdecke mit ca. 10cm Einblasdämmung WLG 035 zwischen die Lagerhölzer

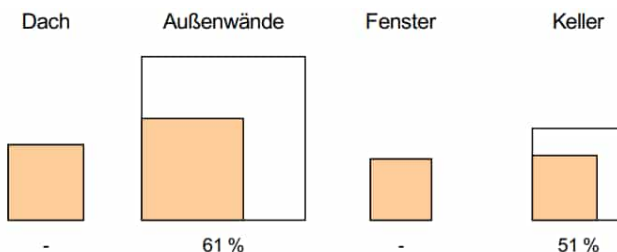
Maßnahmen Anlagentechnik

- Dämmung der Leitungen, Senkung der Auslegungstemperatur auf 55°C / 45°C, hydraulischer Abgleich, Einbau eines Pufferspeichers
- Austausch des Öl-Heizkessels gegen eine Luft-Wasser-Wärmepumpe mit elektrischem Heizstab
- ggf. Ergänzung einer 1,5kW PV-Anlage, in Abstimmung mit dem Denkmalschutz

Wärmeverluste

Wärmeverluste der einzelnen Gebäudeteile für den aktuellen Zustand und nach Umsetzung der Sanierungs-Empfehlungen.

Verluste werden reduziert um



Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 76 %

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 252 kWh/m²a
Saniert: 95 kWh/m²a

Ist-Zustand: 227 kWh/m²a
Saniert: 54 kWh/m²a

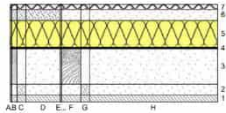
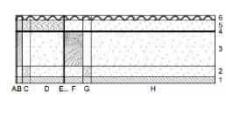
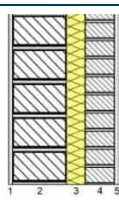
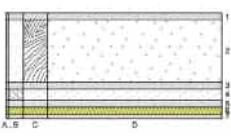
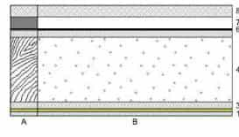

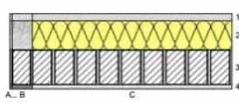


Ergebnis	Anforderungen WG									
	Einheit	Ist-Wert	GEG		BEG-Effizienzhaus					
Bestand			REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH85	EH100	Denkmal	
Primärenergiebedarf Q _p	kWh/m ² a	88,3	129,2	92,3	36,9	50,8	64,6	78,5	92,3	147,7
Transmissionswärmeverlust H _t	W/m ² K	0,479	0,560	0,376	0,207	0,263	0,320	0,376	0,433	

Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
PV-Strom	1065	3,3
Wärmepumpen	20174	62,2

Anforderung EE-Klasse erfüllt (mindestens 55 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).

Summe Deckungsgrad: 65,5%

Bauteilaufbauten – V1 - Einzelmaßnahmen		
	Aufbau	U-Wert
Dach 	2,0 cm Dachziegel Dachlattung 10 cm PIR-Hartschaum WLS 023 13 cm Sparren + Luft 4,0 cm Unterkonstruktion + Luft 2,5 cm Gipskarton	0,20 W/m²K
Erkerdach 	2,0 cm Dachziegel Dachlattung 13 cm Sparren / Luft 4,0 cm Unterkonstruktion + Luft 2,5 cm Gipskarton	2,07 W/m²K
Außenwand 	1,5 cm Putz 20 cm Kalksandstein 7,0 cm Dämmung WLG 035 11 cm Mauerwerk 2,0 cm Putz	1,32 W/m²K 0,39 W/m²K
Decke ü. Loggia / Eingang 	2,4 cm Holzdielen 22 cm Holzbalken / Luft 2,4 cm Holzschalung 4,0 cm Unterkonstruktion 2,4 cm Holzschalung 4,0 cm Putz auf Putzträgermatte	0,69 W/m²K
Loggiaboden 	4,0 cm Plattenbelag 4,0 cm Schüttung 0,5 cm Abdichtung 2,4 cm Holzschalung 22 cm Holzbalken / Luft 2,4 cm Holzschalung 2,5 cm Putz auf Strohmatte	0,90 W/m²K
Fenster	3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Kunststoffrahmen	0,95 W/m²K
Wand Kellerabgang 	5,0 cm Holzkonstruktion	1,55 W/m²K
Kellerdecke 	2,4 cm Holzdielen 10 cm Lagerhölzer / Dämmung 035 12 cm Mauerwerk / Stahlträger 1,5 cm Putz / Stahlträger	1,06 W/m²K 0,33 W/m²K

Modernisierungsvariante 2 – Effizienzhaus 100 EE (Wärmepumpe)

Maßnahmen Gebäudehülle

- Kerndämmung der Außenwände mit 7cm Einblasdämmung WLG 035
- Dämmung der Kellerdecke mit ca. 10cm Einblasdämmung WLG 035 zwischen Lagerhölzer
- Dämmung der Wände + Decke zum Kellerabgang mit 8cm Hartschaumdämmung WLS 023
- Dämmung der Decke über Loggia und Eingangsnische mit 22cm Einblasdämmung WLG 035
- Dämmung des Loggiabodens mit 22cm Einblasdämmung WLG 035
- Dämmung des Erkerdachs mit 20cm Mineralwolle WLS 032
- Austausch der Eingangstür gegen eine neue mit $U=1,3\text{W/m}^2\text{K}$

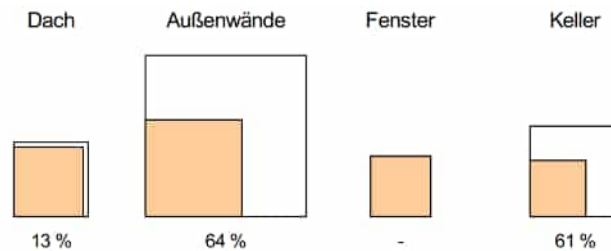
Maßnahmen Anlagentechnik

- Dämmung der Leitungen, Senkung der Auslegungstemperatur auf $55^\circ\text{C} / 45^\circ\text{C}$, hydraulischer Abgleich, Einbau eines Pufferspeichers
- Austausch des Öl-Heizkessels g eine Luft-Wasser-Wärmepumpe mit elektrischem Heizstab
- ggf. Ergänzung einer 1,5 kW PV-Anlage, in Abstimmung mit dem Denkmalschutz

Wärmeverluste

Wärmeverluste der einzelnen Gebäudeteile für den aktuellen Zustand und nach Umsetzung der Sanierungs-Empfehlungen.

Verluste werden reduziert um



Gesamtbewertung

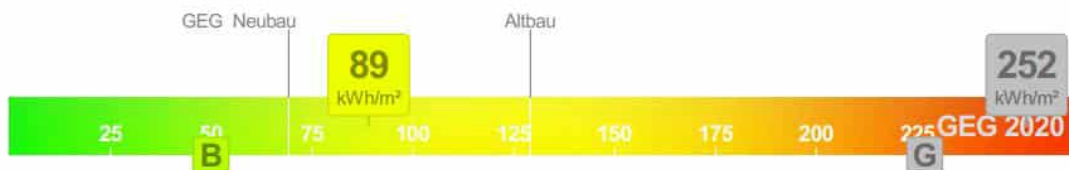
Brennstoff-Einsparung: 78 %

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 252 kWh/m²a
Saniert: 89 kWh/m²a

Ist-Zustand: 227 kWh/m²a
Saniert: 50 kWh/m²a



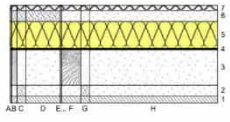
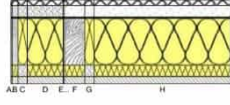
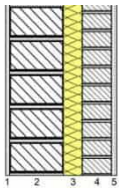
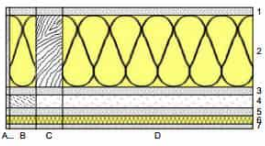
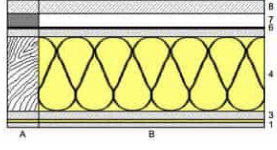
Ergebnis			Anforderungen WG							
			GEG		BEG-Effizienzhaus					
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH85	EH100	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m ² a	82,0	129,2	92,3	36,9	50,8	64,8	78,5	92,3	147,7
Transmissionswärmeverlust H_t	W/m ² K	0,432	0,560	0,376	0,207	0,263	0,320	0,376	0,433	

Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
PV-Strom	1065	3,5
Wärmepumpen	18853	62,2

Anforderung EE-Klasse erfüllt (mindestens 55 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).

Summe Deckungsgrad: 65,8%

Bauteilaufbauten – V2 - Effizienzhaus 100 EE (Wärmepumpe)

	Aufbau	U-Wert
Dach 	2,0 cm Dachziegel Dachlattung 10 cm PIR-Hartschaum WLS 023 13 cm Sparren + Luft 4,0 cm Unterkonstruktion + Luft 2,5 cm Gipskarton	0,20 W/m²K
Erkerdach 	2,0 cm Dachziegel Dachlattung 16 cm Sparren / Dämmung WLS 032 4,0 cm UK + Dämmung WLS 032 2,5 cm Gipskarton	2,07 W/m²K 0,19 W/m²K
Außenwand 	1,5 cm Putz 20 cm Kalksandstein 7,0 cm Dämmung WLG 035 11 cm Mauerwerk 2,0 cm Putz	1,32 W/m²K 0,39 W/m²K
Decke ü. Loggia / Eingang 	2,4 cm Holzdielen 22 cm Holzbalken / Dämmung 035 2,4 cm Holzschalung 4,0 cm Unterkonstruktion 2,4 cm Holzschalung 4,0 cm Putz auf Putzträgermatte	0,69 W/m²K 0,17 W/m²K
Loggiaboden 	4,0 cm Plattenbelag 4,0 cm Schüttung 0,5 cm Abdichtung 2,4 cm Holzschalung 22 cm Holzbalken / Dämmung 035 2,4 cm Holzschalung 2,5 cm Putz auf Strohmatte	0,90 W/m²K 0,17 W/m²K
Fenster	3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Kunststoffrahmen	0,95 W/m²K

Wand Kellerabgang 	5,0 cm Holzkonstruktion 8,0 cm Dämmung WLS 023	1,55 W/m²K 0,24 W/m²K
Kellerdecke 	2,4 cm Holzdielen 10 cm Lagerhölzer / Dämmung 035 12 cm Mauerwerk / Stahlträger 1,5 cm Putz / Stahlträger	1,06 W/m²K 0,33 W/m²K

Modernisierungsvariante 3 – Effizienzhaus 100 EE (Holzpelletkessel)

Maßnahmen Gebäudehülle

- wie Modernisierungsvorschlag 2

Maßnahmen Anlagentechnik

- Alternativ zu Modernisierungsvorschlag 2:
- Dämmung der Leitungen, Senkung der Auslegungstemperatur auf 55°C / 45°C
- Austausch des Öl-Brennwertkessels gegen einen Holzpelletkessel für Heizung und Warmwasser
- Einbau eines Pufferspeichers

Wärmeverluste


Wärmeverluste der einzelnen Gebäudeteile für den aktuellen Zustand und nach Umsetzung der Sanierungs-Empfehlungen.

Teil	Dach	Außenwände	Fenster	Keller
Verluste werden reduziert um	13 %	64 %	-	61 %

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 21 %

Bedarf	Ist-Zustand	Saniert
Primärenergiebedarf	252 kWh/m²a	42 kWh/m²a
Endenergiebedarf	227 kWh/m²a	179 kWh/m²a



Ergebnis			Anforderungen WG							
			GEG		BEG-Effizienzhaus					
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH85	EH100	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m ² a	42,3	✓ 129,2	92,3	□ 36,9	✓ 50,8	✓ 64,6	✓ 78,5	✓ 92,3	✓ 147,7
Transmissionswärmeverlust H_T	W/m ² K	0,432	✓ 0,560	0,376	□ 0,207	□ 0,263	□ 0,320	□ 0,376	✓ 0,433	

Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
feste Biomasse	30433	100,0

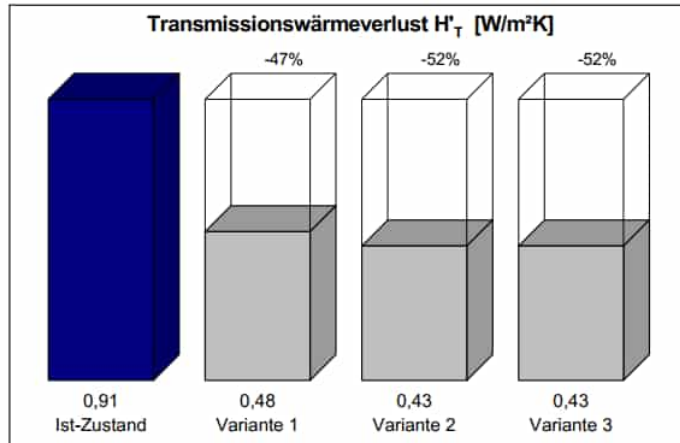
Anforderung EE-Klasse erfüllt (mindestens 55 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).
 Summe Deckungsgrad: 100,0%

Wirtschaftlichkeit			
	Einzelmaßnahmen	Effizienzhaus 100 + Luft-WP	Effizienzhaus 100 + Holzpellets
Investitionskosten brutto	ca. 84.000 €	ca. 106.500 €	ca. 109.000 €
- pro m ² Wohnfläche	ca. 365 €	ca. 465 €	ca. 475 €
Instandhaltungsbedarf	ca. 29.000 €	ca. 34.500 €	ca. 38.500 €
- Anteil	ca. 35 %	ca. 32 %	ca. 35 %
energetische Mehrkosten	ca. 55.000 €	ca. 72.000 €	ca. 70.500 €
Förderungen			
- BEG Baubegleitung	ca. 2.500 €	ca. 5.000 €	ca. 5.000 €
- BEG-Tilgungszuschuss + Wärme	ca. 23.000 €	ca. 28.500 €	ca. 29.500 €
Summe:	ca. 25.500 €	ca. 33.500 €	ca. 34.500 €
- Förderquote	ca. 30 %	ca. 31 %	ca. 31 %
energ. Mehrkosten abzgl. Förderung	ca. 29.500 €	ca. 38.500 €	ca. 36.000 €
Einsparung Energiekosten 30 Jahre	ca. 98.500 €	ca. 112.000 €	ca. 149.000 €
statische Amortisation	ca. 10 Jahre	ca. 11 Jahre	ca. 7 Jahre

Zusammenfassung der Ergebnisse

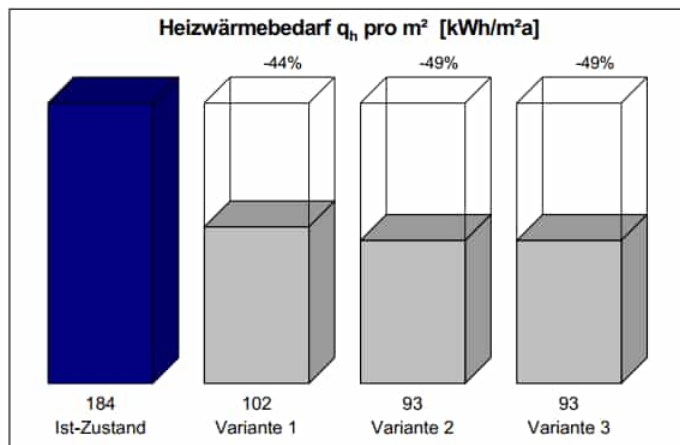
Transmissionswärmeverlust H'_T :

Ist-Zustand
 Var.1 - Einzelmaßnahmen
 Var.2 - EH 100 EE - Wärmepumpe
 Var.3 - EH 100 EE - Holzpelletkessel



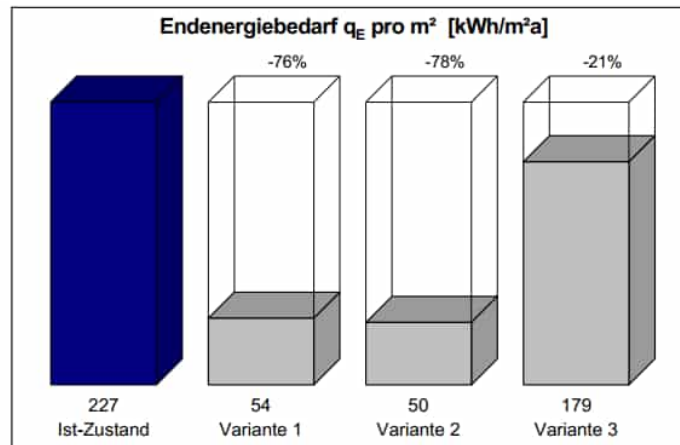
Heizwärmebedarf q_h pro m²:

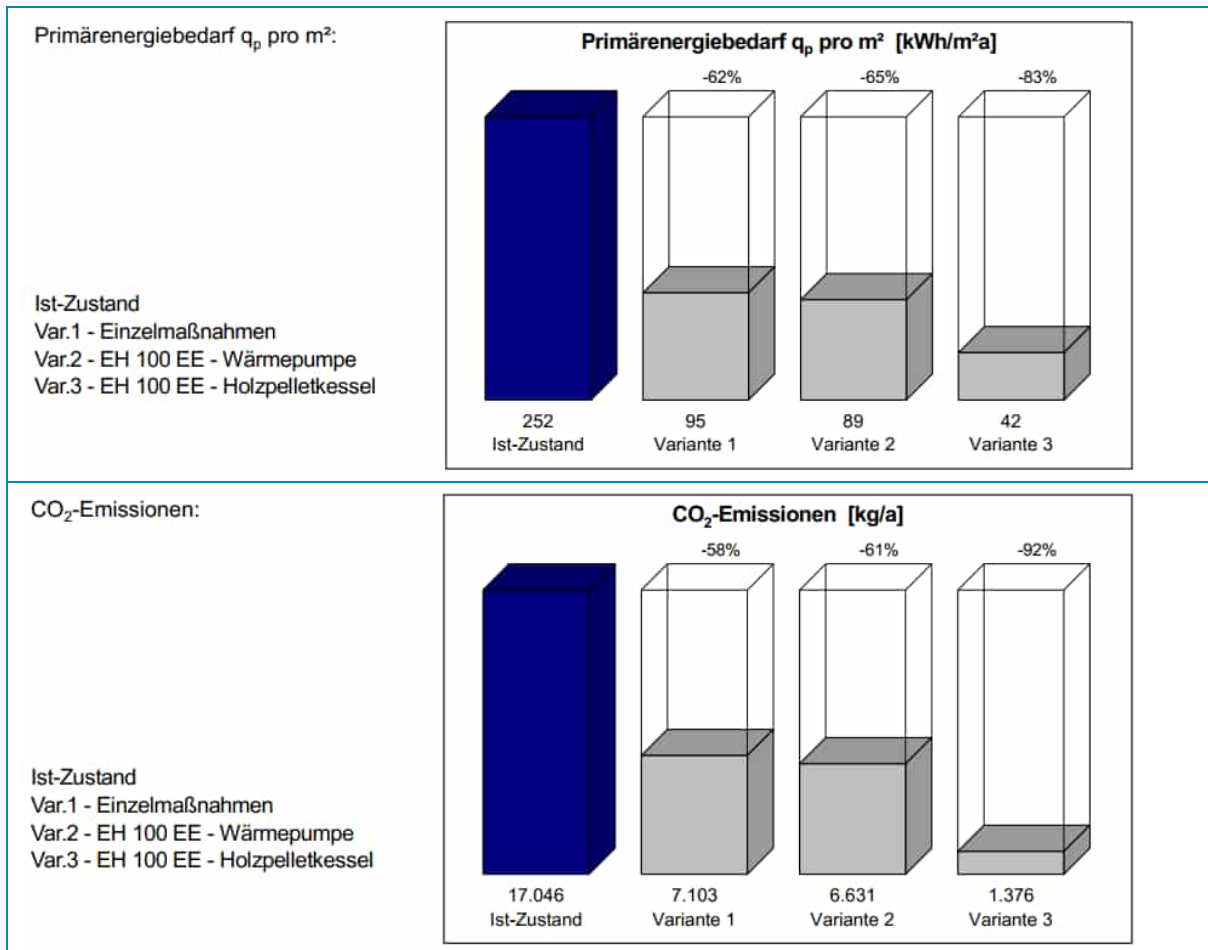
Ist-Zustand
 Var.1 - Einzelmaßnahmen
 Var.2 - EH 100 EE - Wärmepumpe
 Var.3 - EH 100 EE - Holzpelletkessel



Endenergiebedarf q_E pro m²:

Ist-Zustand
 Var.1 - Einzelmaßnahmen
 Var.2 - EH 100 EE - Wärmepumpe
 Var.3 - EH 100 EE - Holzpelletkessel





Fazit / Diskussionspunkte

Modernisierungsvariante 1 – Einzelmaßnahmen

Sanierungszeitraum: bis ca. 2026

Der Öl-Brennwertkessel aus dem Jahr 2006 ist aktuell noch voll funktionsfähig. Wenn dessen technische Lebensdauer erreicht wird (in den kommenden 5 Jahren) oder wenn ein Austausch aus anderen Gründen erforderlich wird, sollte dieser gegen einen Wärmeerzeuger auf Basis erneuerbarer Energien ausgetauscht werden. Es wird der Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe mit elektrischer Nachheizung für sehr kalte Tage empfohlen. Im Zuge des Heizungstauschs sollte das gesamte Heizsystem optimiert werden. Dazu gehört die vollständige Dämmung der Verteilungen, die Absenkung der Auslegungstemperatur auf 55°C / 45°C, sowie die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs. In Abstimmung mit dem Denkmalschutz könnte eine kleine Photovoltaik-Anlage auf der hinteren südöstlichen Dachfläche installiert werden, um einen Teil des Wärmepumpenstroms zu decken. Darüber hinaus wird empfohlen, die zweischaligen Außenwände mit einer Einblasdämmung zu dämmen, sowie die Luftschicht zwischen den Lagerhölzern in der Kellerdecke mit einer Einblasdämmung auszufüllen. Die vorgeschlagenen Maßnahmen erzielen bereits große Energieeinsparungen, reichen jedoch noch nicht für eine BEG-Effizienzhaus Förderung aus.

Diskussionspunkte:

- **Kellerdeckendämmung:** Die Kellerdeckendämmung mittels Einblasdämmung zwischen die Lagerhölzer erreicht keinen förderfähigen U-Wert für BEG Einzelmaßnahmen. Da eine Wärmepumpe jedoch für einen effizienten Betrieb eine möglichst gut gedämmte Gebäudehülle benötigt, wird die Kellerdeckendämmung im Zusammenhang mit dem Heizungstausch empfohlen.
- **Dämmstoffdicke:** Die Dicke der Luftschicht im zweischaligen Mauerwerk, sowie in der Kellerdecke muss vor Ausführung genauer untersucht werden. Für die Berechnung wurden für das Baualter typische Werte angenommen.

- **Photovoltaik:** Ob die Installation einer Photovoltaik-Anlage mit dem Denkmalschutz vereinbar ist, muss mit der zuständigen Denkmalschutzbehörde abgestimmt werden.

Modernisierungsvariante 2 – Effizienzhaus 100 EE (Wärmepumpe)

Sanierungszeitraum: bis ca. 2026

Um eine Effizienzhausstufe zu erreichen ist über die in Variante 1 genannten Maßnahmen hinaus auch die Dämmung kleinerer aber bislang kaum gedämmter Bauteile notwendig. Dazu gehören die Wände zum unbeheizten Kellerabgang, die Treppe über dem Kellerabgang (als oberer Abschluss des Kellerabgangs), der Loggiaboden und die Decke über der Loggia sowie der Eingangsnische. Außerdem sollte das Dachstück über dem Erker zusätzlich gedämmt werden. Die Anlagentechnik bleibt gegenüber der Variante 1 unverändert. Mit diesen zusätzlichen Maßnahmen kann die Effizienzhausstufe 100 in der Erneuerbare-Energien-Klasse erreicht werden.

Diskussionspunkte:

- Eine schrittweise Modernisierung verursacht u.U. doppelte Kosten (z.B. Gerüstkosten, Baustelleneinrichtung)
- EE-Klasse: Die EE-Klasse kann nur gefördert werden, wenn der entsprechende Wärmeerzeuger im Zuge der Sanierung zum Effizienzhaus erstmalig eingebaut wird. Ob die EE-Klasse wirklich erreicht wird, hängt außerdem von der Effizienz der tatsächlich eingebauten Wärmepumpe ab. Die konkrete Auswahl und Auslegung bedarf einer detaillierten Fachplanung.

Modernisierungsvariante 3 – Effizienzhaus 100 EE (Holzpellets)

Sanierungszeitraum: bis ca. 2026

Alternativ zur Variante 1 und 2, kann die Öl-Heizung auch gegen einen Holzpelletkessel ausgetauscht werden. Auch mit einem Holzpelletkessel kann das Effizienzhaus 100 in der Erneuerbare-Energien-Klasse erreicht werden. Die hierfür nötigen Maßnahmen an der Gebäudehülle entsprechen der Variante 2.

Diskussionspunkte:

- **Holzpelletkessel:** Für die Nutzung eines Holzpelletkessels werden ausreichende Lagerflächen für die Holzpellets benötigt. Denkbar wären beispielsweise diejenigen Flächen, die aktuell durch die Öltanks belegt sind.
- Eine schrittweise Modernisierung verursacht u.U. doppelte Kosten (z.B. Gerüstkosten, Baustelleneinrichtung)
- EE-Klasse: Die EE-Klasse kann nur gefördert werden, wenn der entsprechende Wärmeerzeuger im Zuge der Sanierung zum Effizienzhaus erstmalig eingebaut wird.

Mustersanierungskonzept „Einfamilienhaus 2“: Charlottenstraße 18

Charlottenstraße 18, Eutin

Eigentümer:innen: privat

Geschosse: 2

Baujahr: 1951 / 1960er

Wohneinheiten: 1

beheizte Wohnfläche: 140 m²

beheiztes Volumen: 555 m³

Nutzfläche AN: 175 m²



Gebäudehülle

- Außenwände: massives MW ungedämmt, Anbau massives MW mit Holzfassade & ca. 4cm Dämmung
- Eingangstür: Holz 2-f V 1960er
- Fenster: teilw. 3-f WSV Kunststoff 2012 (zum Garten), teilw. 2-f V Holz 1970er (zur Straße)
- Dach: 2009 Dämmung und neue Deckung, bis Spitzboden ausgebaut, Gaube ungedämmt
- Keller: voll unterkellert, unbeheizt, Kappendecke vereinzelt gedämmt (5-10cm), Kelleraußenwand aus Feldsteinen

Anlagentechnik

- Heizung: Gas-Brennwertkessel Viessmann Vitodens 333
- Baujahr Wärmeerzeuger: 2017
- Warmwasser: über Heizung, Warmwasserspeicher vorhanden
- Leitungen gedämmt
- Wesentlicher Energieträger: Gas

Notizen:

- Verbrauch: 195 kWh/m²a (aus Energiebedarfsausweis, keine Verbrauchsdaten vorhanden)
- Anbau 1988
- wollen in den nächsten Jahren viel machen u.a. Heizung weg vom Gas, Fenster, PV
- Empfehlungen:
 - ältere Fenster austauschen
 - Außenwände dämmen

- Heizungsergänzung mit Solarthermie + wassergeführtem Kamin oder Luft-Wasser-Wärmepumpe + PV

Gesamtbewertung

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 212 kWh/m²a

Ist-Zustand: 190 kWh/m²a



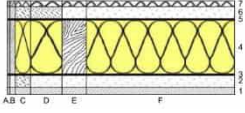
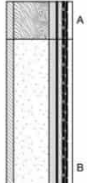
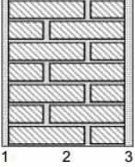
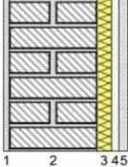

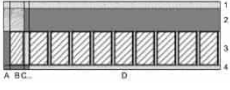
GEG- und BEG-Anforderungen

Ergebnis			Anforderungen WG							
			GEG		BEG-Effizienzhaus					
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH85	EH100	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m ² a	212,1	117,4	83,8	33,5	46,1	58,7	71,3	83,8	134,1
Transmissionswärmeverlust H_T	W/m ² K	0,837	0,560	0,373	0,205	0,261	0,317	0,373	0,429	

Vergleich Bedarf - Verbrauch

Endenergiebedarf (berechnet)	Endenergieverbrauch (gemessen)	Abweichung
190 kWh/m ² a	-	

¹ keine Verbrauchsdaten vorhanden, da erst kürzlich die Eigentümer:innen gewechselt haben. Angabe im Energiebedarfsausweis: 195 kWh/m²a

Bauteilaufbauten - Bestand		
	Aufbau	U-Wert
Dach 	2,0 cm Dachziegel Dachlattung + Konterlattung 18 cm Sparren / Dämmung 035 4,0 cm Unterkonstruktion / Luft 2,4 cm Holzschalung	0,23 W/m²K
Gaubenfront / -wangen 	2,5 cm Gipskartonplatten 12 cm Holzbalken / Luft 2,4 cm Holzschalung 0,5 cm Abdichtung 5,0 cm Schindeln + UK	1,43 W/m²K
Außenwand Putz 	1,5 cm Putz 28 cm Mauerwerk 2,0 cm Außenputz	1,44 W/m²K
Außenwand Anbau 	1,5 cm Putz 24 cm Mauerwerk 4,0 cm Holz / Dämmung WLG 040 2,0 cm Holz / Hinterlüftung 2,4 cm Holzfassade	0,62 W/m²K
Fenster neu	3-fach Wärmeschutzverglasung Kunststoffrahmen BJ 2012	1,30 W/m²K
Fenster alt	2-fach Verglasung Holzrahmen BJ 1970er	2,75 W/m²K
Eingangstür	Holz mit 2-fach Verglasung BJ ca. 1960er	3,50 W/m²K
Wand zum Kellerab- ana 	1,5 cm Putz 11,5 cm Mauerwerk 1,5 cm Putz	1,88 W/m²K
EG-Fußboden 	2,4 cm Holzdielen 8,0 cm Lagerhölzer / Schüttung 12 cm Stahlträger / Mauerwerk 1,5 cm Stahlträger / Putz	0,78 W/m²K

Modernisierungsvariante 1 – Solarthermie

Maßnahmen Gebäudehülle

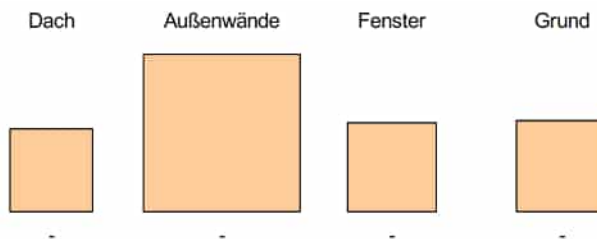
- Keine Maßnahmen

Maßnahmen Anlagentechnik

- Installation von zwei Solarthermie-Röhrenkollektoren zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung (ca. 8m²)⁵⁷
- Einbau eines Pufferspeichers, hydraulischer Abgleich

Wärmeverluste

Wärmeverluste der einzelnen Gebäudeteile für den aktuellen Zustand und nach Umsetzung der Sanierungs-Empfehlungen.



Verluste werden reduziert um

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 17 %

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 212 kWh/m²a
Saniert: 177 kWh/m²a

Ist-Zustand: 190 kWh/m²a
Saniert: 158 kWh/m²a



Ergebnis			Anforderungen WG							
			GEG		BEG-Effizienzhaus					
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH85	EH100	Denkmal
Primärenergiebedarf Q _p	kWh/m ² a	176,8	117,4	83,8	33,5	46,1	58,7	71,3	83,8	134,1
Transmissionswärmeverlust H _T	W/m ² K	0,837	0,560	0,373	0,205	0,261	0,317	0,373	0,429	

Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
Solarthermie	5990	17,8

Anforderung EE-Klasse nicht erfüllt (mindestens 55 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).

Summe Deckungsgrad: 17,8%

⁵⁷ Die Angabe der Kollektorfläche dient nur zur Orientierung. Die genaue Auslegung einer Solarthermieanlage ist eine Planungsleistung im Rahmen der Ausführungsplanung.
eQK Eutin Charlottenviertel

Modernisierungsvariante 2 – Effizienzhaus 100

Maßnahmen Gebäudehülle

- Dämmung der verputzten Außenwände mit 16cm Mineralwolle WLS 032
- Dämmung der Außenwände des Anbaus mit 18cm Mineralwolle WLS 032 + Holzfassade
- Austausch der älteren Fenster gegen 3-f WSV mit $U_w = 0,90\text{W/m}^2\text{K}$
- Austausch der Hauseingangstür $U=1,3\text{W/m}^2\text{K}$
- Dämmung der Gaube mit 14cm Mineralwolle WLG 035 + 2,5cm Holzfaserunterdeckplatte 042
- Dämmung der Kellerdecke von unten mit 10cm Mineralwollendämmung WLG 035
- Erstellung eines Wärmebrückengleichwertigkeitsnachweises für $U_{WB}=0,05\text{ W/m}^2\text{K}$

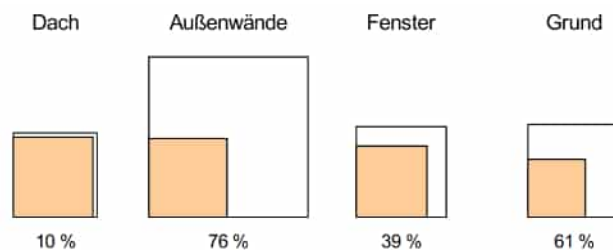
Maßnahmen Anlagentechnik

- Installation von zwei Solarthermie-Röhrenkollektoren zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung (ca. 8m^2)
- Einbau eines Pufferspeichers, hydraulischer Abgleich
- Einbau einer dezentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Wärmeverluste

Wärmeverluste der einzelnen Gebäudeteile für den aktuellen Zustand und nach Umsetzung der Sanierungs-Empfehlungen.

Verluste werden reduziert um



Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 65 %

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: $212\text{ kWh/m}^2\text{a}$
Saniert: $78\text{ kWh/m}^2\text{a}$

Ist-Zustand: $190\text{ kWh/m}^2\text{a}$
Saniert: $67\text{ kWh/m}^2\text{a}$

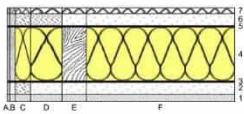
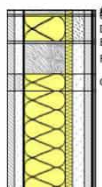
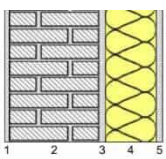
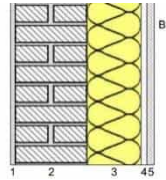



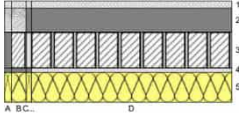
Ergebnis			Anforderungen WG							
			GEG		BEG-Effizienzhaus					
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH85	EH100	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	$\text{kWh/m}^2\text{a}$	78,4	✓ 117,4	83,8	□ 33,5	□ 46,1	□ 58,7	□ 71,3	✓ 83,8	✓ 134,1
Transmissionswärmeverlust H_T	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,333	✓ 0,560	0,373	□ 0,205	□ 0,261	□ 0,317	✓ 0,373	✓ 0,429	

Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
Solarthermie	4054	28,4

Anforderung EE-Klasse nicht erfüllt (mindestens 55 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).

Summe Deckungsgrad: 28,4%

Bauteilaufbauten – V2 – Effizienzhaus 100		
	Aufbau	U-Wert
Dach 	2,0 cm Dachziegel Dachlattung + Konterlattung 18 cm Sparren / Dämmung 035 4,0 cm Unterkonstruktion / Luft 2,4 cm Holzschalung	0,23 W/m²K
Gaubeufront / -wangen 	2,5 cm Gipskartonplatten 14 cm Holzbalken / Dämmung 035 4,0 cm HF-Unterdeckplatte 2,4 cm Holzschalung 0,5 cm Abdichtung 1,0 cm Schindeln	1,43 W/m²K 0,24 W/m²K
Außenwand Putz 	1,5 cm Putz 28 cm Mauerwerk 2,0 cm Außenputz 16 cm Dämmung WLS 032 2,0 cm Außenputz	1,44 W/m²K 0,18 W/m²K
Außenwand Anbau 	1,5 cm Putz 24 cm Mauerwerk 18,0 cm Holz / Dämmung WLS 032 2,0 cm Holz / Hinterlüftung 2,4 cm Holzfassade	0,62 W/m²K 0,19 W/m²K
Fenster neu	3-fach Wärmeschutzverglasung Kunststoffrahmen BJ 2012	1,30 W/m²K
Fenster alt	3-fach Wärmeschutzverglasung Kunststoffrahmen	2,75 W/m²K 0,90 W/m²K
Eingangstür	Außentür neu	3,50 W/m²K 1,30 W/m²K
Wand zum Kellerab- gang 	1,5 cm Putz 11,5 cm Mauerwerk 1,5 cm Putz	1,88 W/m²K

EG-Fußboden 	2,4 cm Holzdielen	0,78 W/m²K 0,24 W/m²K
	8,0 cm Lagerhölzer / Schüttung	
12 cm Stahlträger / Mauerwerk		
1,5 cm Stahlträger / Putz		
10 cm Dämmung WLG 035		

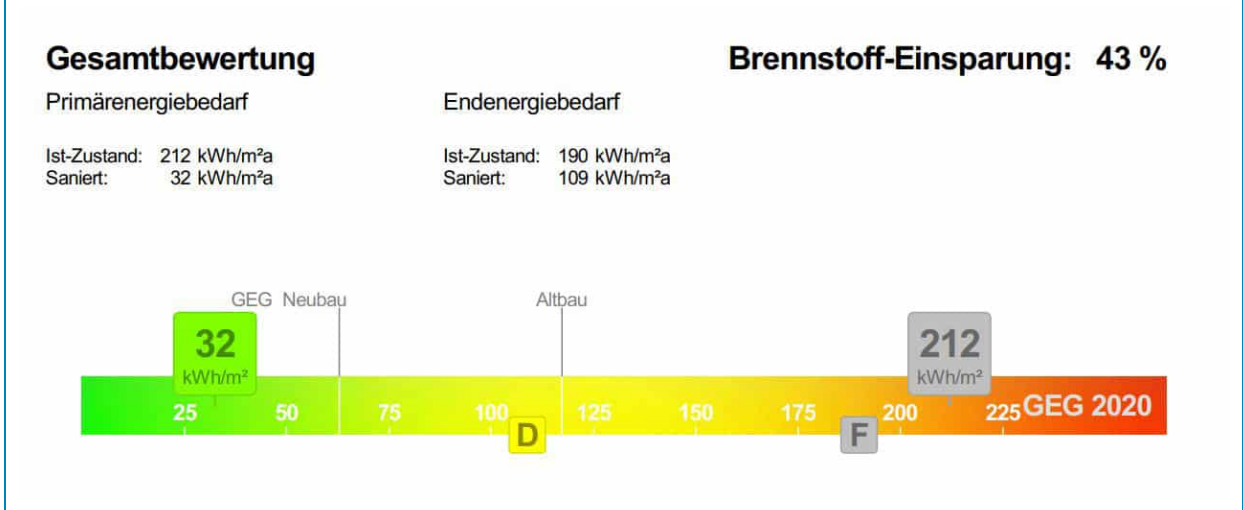
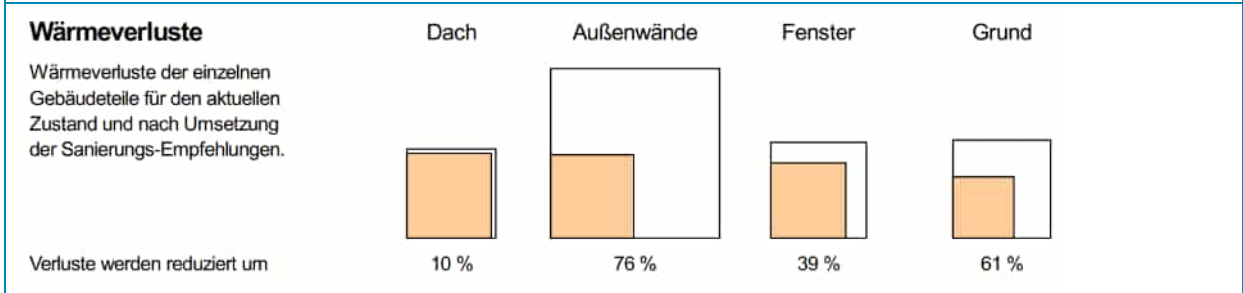
Modernisierungsvariante 3 – Effizienzhaus 85 EE

Maßnahmen Gebäudehülle

- wie Modernisierungsvariante 2

Maßnahmen Anlagentechnik

- Installation von zwei Solarthermie-Röhrenkollektoren zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung (ca. 8m²)
- Einbau eines Pufferspeichers, hydraulischer Abgleich
- Einbau einer dezentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Austausch des Heizkessels geg. einen Biomassewärmeerzeuger auf Grundlage v. Stückholz



Ergebnis			Anforderungen WG							
			GEG		BEG-Effizienzhaus					
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH85	EH100	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m²a	32,5	✓ 117,4	83,8	✓ 33,5	✓ 46,1	✓ 58,7	✓ 71,3	✓ 83,8	✓ 134,1
Transmissionswärmeverlust H_T	W/m²K	0,333	✓ 0,560	0,373	□ 0,205	□ 0,261	□ 0,317	✓ 0,373	✓ 0,429	

Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
Solarthermie	4065	28,3
feste Biomasse	10313	61,0

Anforderung EE-Klasse erfüllt (mindestens 55 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).

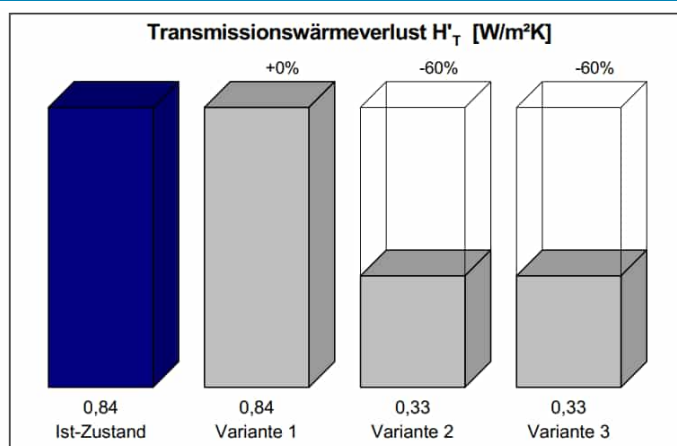
Summe Deckungsgrad: 89,3%

Wirtschaftlichkeit			
	Solarthermie	Effizienzhaus 100	Effizienzhaus 85 EE
Investitionskosten brutto	ca. 19.000 €	ca. 172.000 €	ca. 188.000 €
- pro m ² Wohnfläche	ca. 100 €	ca. 1.230 €	ca. 1.300 €
Instandhaltungsbedarf	0 €	ca. 34.000 €	ca. 51.000 €
- Anteil	0 %	ca. 20 %	ca. 27 %
energetische Mehrkosten	ca. 19.000 €	ca. 138.000 €	ca. 137.000 €
Förderungen			
- BEG Baubegleitung	ca. 2.500 €	ca. 5.000 €	ca. 5.000 €
- BEG-Tilgungszuschuss + Wärme	ca. 4.500 €	ca. 39.000 €	ca. 55.000 €
Summe:	ca. 7.000 €	ca. 44.000 €	ca. 60.000 €
- Förderquote	ca. 37 %	ca. 26 %	ca. 32 %
energ. Mehrkosten abzgl. Förderung	ca. 12.000 €	ca. 94.000 €	ca. 77.000 €
Einsparung Energiekosten 30 Jahre	ca. 28.000 €	ca. 106.000 €	ca. 102.000 €
statische Amortisation	ca. 14 Jahre	ca. 28 Jahre	ca. 23 Jahre

Zusammenfassung der Ergebnisse

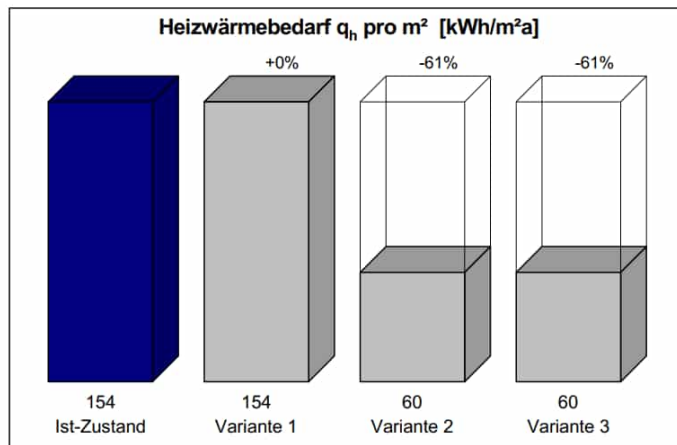
Transmissionswärmeverlust H_T' :

Ist-Zustand
 Var.1 - V1_Solarthermie
 Var.2 - V2_EH 100
 Var.3 - V3_EH 85 EE



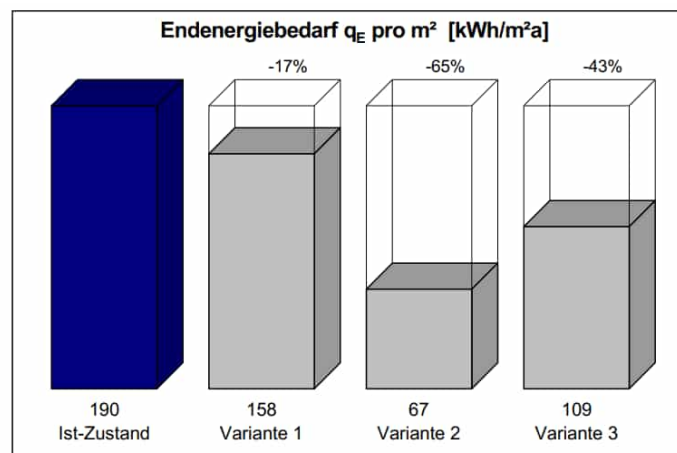
Heizwärmebedarf q_h pro m^2 :

Ist-Zustand
 Var.1 - V1_Solarthermie
 Var.2 - V2_EH 100
 Var.3 - V3_EH 85 EE



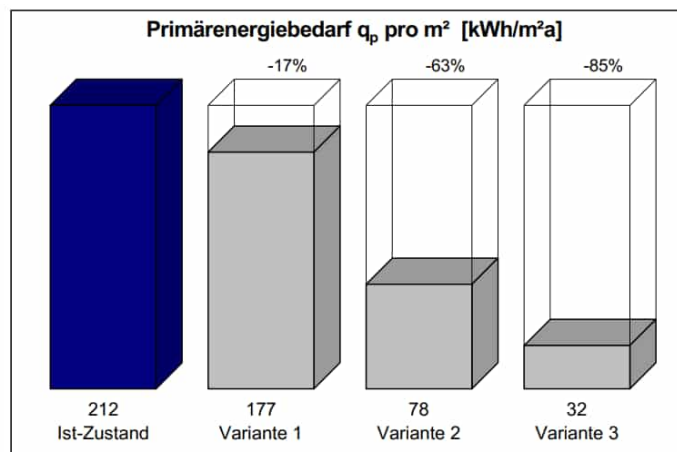
Endenergiebedarf q_E pro m^2 :

Ist-Zustand
 Var.1 - V1_Solarthermie
 Var.2 - V2_EH 100
 Var.3 - V3_EH 85 EE



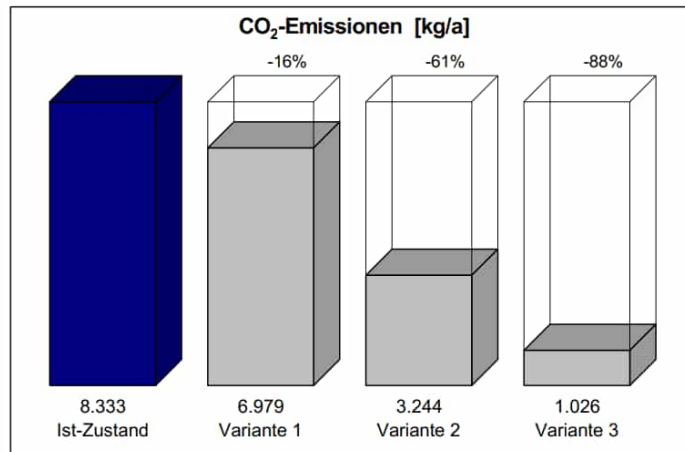
Primärenergiebedarf q_p pro m^2 :

Ist-Zustand
 Var.1 - V1_Solarthermie
 Var.2 - V2_EH 100
 Var.3 - V3_EH 85 EE



CO₂-Emissionen:

Ist-Zustand
 Var.1 - V1_Solarthermie
 Var.2 - V2_EH 100
 Var.3 - V3_EH 85 EE



Fazit / Diskussionspunkte

Modernisierungsvariante 1 – Solarthermie

Sanierungszeitraum: bis 2022

Die Eigentümer:innen möchten langfristig ihre Heizung komplett auf erneuerbare Energien umstellen. Da der aktuelle Gasbrennwertkessel erst im Jahr 2017 erneuert wurde, wird als erste Maßnahme die Installation einer Solarthermie-Anlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung empfohlen. Diese Maßnahme führt bereits zu einer Brennstoffeinsparung von 17% und erreicht einen erneuerbare-Energien-Anteil von rund 18%. Für die Gebäudehülle werden in der ersten Variante keine Maßnahmen vorgeschlagen.

Diskussionspunkte:

- **Heizung:** Der Gas-Brennwertkessel ist erst knapp 4 Jahre alt. Ein Austausch zum jetzigen Zeitpunkt, um auf regenerative Energien umzustellen, ist aus ökologischer und wirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll.

Modernisierungsvariante 2 – EH 100

Sanierungszeitraum: bis 2026

Die größten Wärmeverluste werden aktuell durch die kaum gedämmten Außenwände verursacht und die älteren Fenster haben ihre technische Lebensdauer bereits erreicht. Dies sollte als Anlass für eine umfangreiche energetische Modernisierung der Gebäudehülle genommen werden, um doppelte Baukosten zu vermeiden. Es wird empfohlen, die Außenwände zu dämmen und die älteren Fenster aus den 1970er Jahren, sowie die Haustür auszutauschen. Außerdem sollten die Gaube und die Kellerdecke gedämmt werden. Um die wärmeschutztechnische Qualität der Gebäudehülle nachzuweisen und die Energiebilanz zu verbessern, wird empfohlen einen Wärmebrückengleichwertigkeitsnachweis zu erstellen. Da das Gebäude durch die Maßnahmen luftdichter wird, wird außerdem der Einbau einer dezentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung empfohlen. Damit werden die Lüftungswärmeverluste verringert und der Mindestluftwechsel unabhängig vom Nutzerverhalten sichergestellt. Dies hilft Feuchteproblemen vorzubeugen. Die Anlagentechnik bleibt gegenüber der Variante 1 unverändert. Mit diesen Maßnahmen kann die Effizienzhaus 100 Stufe erreicht werden.

Diskussionspunkte:

- Eine schrittweise Modernisierung verursacht u.U. doppelte Kosten (z.B. Gerüstkosten, Baustelleneinrichtung)

Modernisierungsvariante 3 – EH 85 EE

Sanierungszeitraum: 2030er Jahre

Der aktuelle Gas-Brennwertkessel wurde erst im Jahr 2017 erneuert. Ein zeitnaher Austausch wäre daher unwirtschaftlich und unökologisch. Die komplette Umstellung des Heizungssystems auf erneuerbare Energien wird daher erst für die 2030er Jahre empfohlen. Hierfür bietet sich ein wassergeführter Kamin für Heizung und

Warmwasserbereitung an, ergänzt durch die bereits zuvor eingebaute Solarthermieanlage. Mit dieser abschließenden Maßnahme kann die Effizienzhaus 85 Stufe in der EE-Klasse erreicht werden.

Diskussionspunkte:

- **Heizung:** Der richtige Zeitpunkt zum Austausch des Brennwertkessels sollte gut abgewogen werden. Auf der einen Seite ist die Umstellung der Heizung von Gas auf einen erneuerbaren Energieträger sinnvoll und erstrebenswert. Auf der anderen Seite steht die Graue Energie, also die Energie, die bereits für die Rohstoffgewinnung, Herstellung und den Transport des aktuellen Heizkessels eingesetzt wurde.
- **EE-Klasse:** Die EE-Klasse kann nur gefördert werden, wenn der entsprechende Wärmeerzeuger im Zuge der Sanierung zum Effizienzhaus erstmalig eingebaut wird.

Mustersanierungskonzept Mehrfamilienhaus: Nicoloviusstraße 8-12

Nicoloviusstraße 8-12, Eutin

Eigentümer: Wankendorfer Baugenossenschaft

Geschosse: 3
Baujahr: 1959
Wohneinheiten: 21
beheizte Wohnfläche: 1.100 m²
beheiztes Volumen: 4.430 m³
Nutzfläche A_N: 1.420 m²



Gebäudehülle

- Außenwände: massives MW, gedämmt 1996 mit 10cm WDVS
- Eingangstür: Metallrahmentür mit 2-f V, 1996
- Fenster: 2-f V Kunststoff 1996
- Dach: unbeheizt, ungedämmt
- Oberste Geschossdecke: massiv, wenig gedämmt (4-5cm unter Estrich)
- Keller: unbeheizt, Kellerdecke ungedämmt

Anlagentechnik

- Heizung: Gas-Brennwertkessel
- Baujahr Wärmeerzeuger: 2021
- Warmwasser: über Heizung, Warmwasserspeicher vorhanden
- Leitungen gedämmt, Pumpen leistungsgeregelt
- Wesentlicher Energieträger: Gas

Notizen:

- Verbrauch: 96 kWh/m²a
- umfangreiche Modernisierung 1996, Heizungstausch 2021

Gesamtbewertung

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 116 kWh/m²a

Ist-Zustand: 105 kWh/m²a



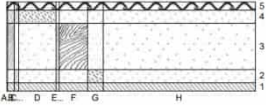
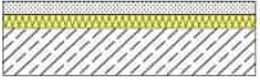
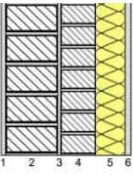

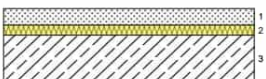
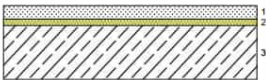
GEG- und BEG-Anforderungen

Ergebnis			Anforderungen WG							
			GEG		BEG-Effizienzhaus					
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH85	EH100	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m ² a	115,7	76,1	54,4	21,8	29,9	38,1	46,2	54,4	87,0
Transmissionswärmeverlust H_T	W/m ² K	0,806	0,700	0,394	0,217	0,276	0,335	0,394	0,453	

Vergleich Bedarf - Verbrauch

Endenergiebedarf (berechnet)	Endenergieverbrauch (gemessen)	Abweichung
105 kWh/m ² a	96 kWh/m ² a	+9%

¹ durchschnittlicher Energieverbrauch 2018-2020 aus Angaben der Wankendorfer, klimabereinigt

Bauteilaufbauten - Bestand		
	Aufbau	U-Wert
Dach 	2,5 cm Dachpfannen 4,0 cm Dachlattung / Luft 14 cm Sparren / Luft 4,0 cm UK / Luft 2,5 cm GK-Platten	1,95 W/m²K
Oberste Geschossdecke 	4,0 cm Estrich 4,0 cm Dämmung WLG 040 14 cm Betondecke	0,78 W/m²K
Außenwand 	1,5 cm Putz 17,5 cm Mauerwerk 1,0 cm Normalmörtel 11,5 cm Mauerwerk 10 cm Dämmung WLG 040 2,0 cm Putz	0,32 W/m²K
TRH-Wand geg. unbeheizt 	1,5 cm Putz 24-30 cm Mauerwerk 1,5 cm Putz	1,41 – 1,24 W/m²K
Fenster	2-fach Isolierverglasung Kunststoffrahmen BJ 1996	2,43 W/m²K
Eingangstür	Metallrahmentür mit 2-fach Isolierverglasung BJ 1996	2,70 W/m²K
Kellerdecke 	5,0 cm Zementestrich 3,0 cm Dämmung 14 cm Betondecke	0,84 W/m²K
Kellersohle (TRH) 	4,0 cm Estrich 2,0 cm Dämmung WLG 040 16 cm Betonsohle	1,30 W/m²K

Modernisierungsvariante 1 – Einzelmaßnahmen

Maßnahmen Gebäudehülle

- Dämmung der obersten Geschossdecke mit 20cm Mineralfaserdämmung WLG 035
- Austausch der Fenster gegen 3-f VSW mit $U_w=0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Austausch der Hauseingangstür $U=1,3\text{W/m}^2\text{K}$
- Dämmung der Kellerdecke mit 10cm Mineralfaser-Dämmplatten WLG 035

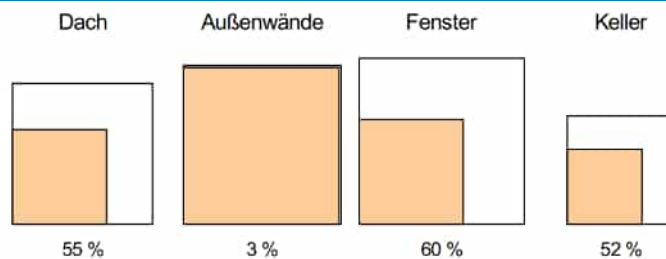
Maßnahmen Anlagentechnik

- Installation von Solarthermie-Röhrenkollektoren zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung (ca. 66m²)⁵⁸
- Einbau eines Pufferspeichers, hydraulischer Abgleich, Senkung der Auslegungstemperatur auf 55°C / 45°C

Wärmeverluste

Wärmeverluste der einzelnen Gebäudeteile für den aktuellen Zustand und nach Umsetzung der Sanierungs-Empfehlungen.

Verluste werden reduziert um



Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 47 %

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 116 kWh/m²a
Saniert: 62 kWh/m²a

Ist-Zustand: 105 kWh/m²a
Saniert: 56 kWh/m²a



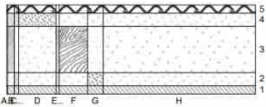
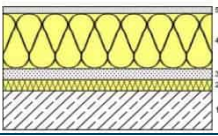
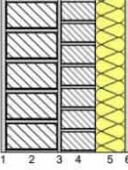

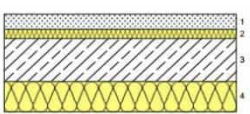
Ergebnis			Anforderungen WG							
			GEG		BEG-Effizienzhaus					
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH85	EH100	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m ² a	62,3	✓ 76,1	54,4	□ 21,8	□ 29,9	□ 38,1	□ 46,2	□ 54,4	✓ 87,0
Transmissionswärmeverlust H_T	W/m ² K	0,475	✓ 0,700	0,394	□ 0,217	□ 0,276	□ 0,335	□ 0,394	□ 0,453	

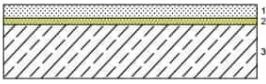
⁵⁸ Die Angabe der Kollektorfläche dient nur zur Orientierung. Die genaue Auslegung einer Solarthermieanlage ist eine Planungsleistung im Rahmen der Ausführungsplanung.
eQK Eutin Charlottenviertel

Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
Solarthermie	29429	26,3

Anforderung EE-Klasse nicht erfüllt (mindestens 55 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).

Summe Deckungsgrad: 26,3%

Bauteilaufbauten – V1 - Einzelmaßnahmen		
	Aufbau	U-Wert
Dach 	2,5 cm Dachpfannen 4,0 cm Dachlattung / Luft 14 cm Sparren / Luft 4,0 cm UK / Luft 2,5 cm GK-Platten	1,95 W/m²K
Oberste Geschossdecke 	2,4 cm OSB-Platte 20 cm Dämmung WLG 035 4,0 cm Estrich 4,0 cm Dämmung WLG 040 14 cm Betondecke	0,78 W/m²K 0,14 W/m²K
Außenwand 	1,5 cm Putz 17,5 cm Mauerwerk 1,0 cm Normalmörtel 11,5 cm Mauerwerk 10 cm Dämmung WLG 040 2,0 cm Putz	0,32 W/m²K
TRH-Wand geg. unbeheizt 	1,5 cm Putz 24-30 cm Mauerwerk 1,5 cm Putz	1,41 – 1,24 W/m²K
Fenster	3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Kunststoffrahmen	2,43 W/m²K 0,90 W/m²K
Eingangstür	Außentür neu	2,70 W/m²K 1,30 W/m²K
Kellerdecke 	5,0 cm Zementestrich 3,0 cm Dämmung 14 cm Betondecke 10 cm Dämmung WLG 035	0,84 W/m²K 0,25 W/m²K

Kellersohle (TRH) 	4,0 cm Estrich 2,0 cm Dämmung WLG 040 16 cm Betonsohle	1,30 W/m²K
---	--	-------------------

Modernisierungsvariante 2 – EH 100

Maßnahmen Gebäudehülle

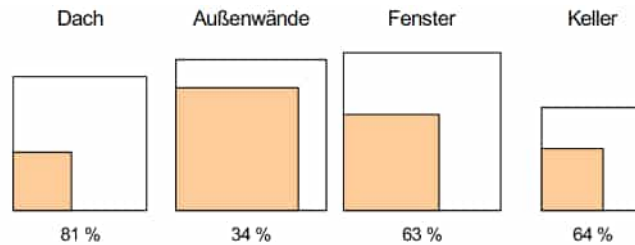
- Dämmung der obersten Geschossdecke mit 20cm Mineralfaserdämmung WLG 035
- Austausch der Fenster gegen 3-f WSV mit $U_w=0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Austausch der Hauseingangstür $U=1,3\text{W/m}^2\text{K}$
- Dämmung der Kellerdecke mit 10cm Mineralfaser-Dämmplatten WLG 035
- Dämmung der Dachfläche g beheizt mit 18cm Zwischensparrendämmung WLS 032 + 4cm Untersparren-Dämmung WLS 032
- Dämmung TRH-Wände g unbeheizt (DG+UG) mit 12cm Mineralfaser-Dämmplatten WLG 035
- Austausch der Türen gegen unbeheizt (DG+UG) $U=1,3\text{W/m}^2\text{K}$
- Erstellung eines Wärmebrückengleichwertigkeitsnachweises für $U_{WB}=0,04 \text{ W/m}^2\text{K}$

Maßnahmen Anlagentechnik

- Installation von Solarthermie-Röhrenkollektoren zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung (ca. 66m²)
- Einbau eines Pufferspeichers, hydraulischer Abgleich, Senkung der Auslegungstemperatur auf 55°C / 45°C

Wärmeverluste

Wärmeverluste der einzelnen Gebäudeteile für den aktuellen Zustand und nach Umsetzung der Sanierungs-Empfehlungen.



Verluste werden reduziert um

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 58 %

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 116 kWh/m²a
Saniert: 49 kWh/m²a

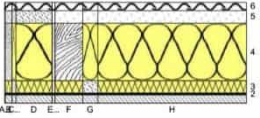
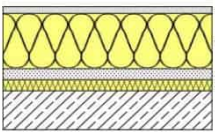
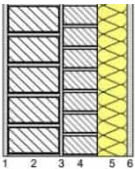
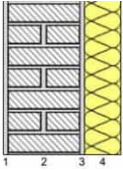
Ist-Zustand: 105 kWh/m²a
Saniert: 44 kWh/m²a



Ergebnis			Anforderungen WG							
			GEG		BEG-Effizienzhaus					
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH85	EH100	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m²a	48,8	✓ 76,1	54,4	□ 21,8	□ 29,9	□ 38,1	□ 46,2	✓ 54,4	✓ 87,0
Transmissionswärmeverlust H_T	W/m²K	0,332	✓ 0,700	0,394	□ 0,217	□ 0,276	✓ 0,335	✓ 0,394	✓ 0,453	

Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
Solarthermie	27353	30,0

Anforderung EE-Klasse nicht erfüllt (mindestens 55 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).
 Summe Deckungsgrad: 30,0%

Bauteilaufbauten – V2 – EH 100		
	Aufbau	U-Wert
Dach 	2,5 cm Dachpfannen 4,0 cm Dachlattung / Luft 18 cm Sparren / Dämmung WLS 032 4,0 cm UK / Dämmung WLS 032 Dampfbremse 2,5 cm GK-Platten	1,95 W/m²K 0,18 W/m²K
Oberste Geschossdecke 	2,4 cm OSB-Platte 20 cm Dämmung WLG 035 4,0 cm Estrich 4,0 cm Dämmung WLG 040 14 cm Betondecke	0,78 W/m²K 0,14 W/m²K
Außenwand 	1,5 cm Putz 17,5 cm Mauerwerk 1,0 cm Normalmörtel 11,5 cm Mauerwerk 10 cm Dämmung WLG 040 2,0 cm Putz	0,32 W/m²K
TRH-Wand geg. unbeheizt 	1,5 cm Putz 24-30 cm Mauerwerk 1,5 cm Putz 12 cm Dämmung WLG 035	1,41 – 1,24 W/m²K 0,24 W/m²K
Fenster	3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Kunststoffrahmen	2,43 W/m²K 0,90 W/m²K
Eingangstür	Außentür neu	2,70 W/m²K 1,30 W/m²K

<p>Kellerdecke</p> 	<p>5,0 cm Zementestrich 3,0 cm Dämmung 14 cm Betondecke 10 cm Dämmung WLG 035</p>	<p>0,84 W/m²K 0,25 W/m²K</p>
<p>Kellersohle (TRH)</p> 	<p>4,0 cm Estrich 2,0 cm Dämmung WLG 040 16 cm Betonsohle</p>	<p>1,30 W/m²K</p>

Modernisierungsvariante 3 – EH 70 EE

Maßnahmen Gebäudehülle

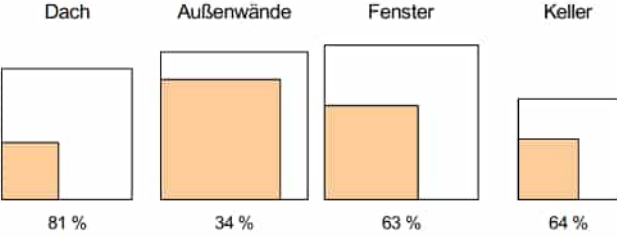
- Wie Modernisierungsvariante 2

Maßnahmen Anlagentechnik

- Installation von Solarthermie-Röhrenkollektoren zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung (ca. 66m²)⁵⁹
- Einbau eines Pufferspeichers, hydraulischer Abgleich, Senkung der Auslegungstemperatur auf 55°C / 45°C
- Anschluss an ein Nahwärmenetz (PEF = 0,74, EE-Anteil 77%)

Wärmeverluste

Wärmeverluste der einzelnen Gebäudeteile für den aktuellen Zustand und nach Umsetzung der Sanierungs-Empfehlungen.



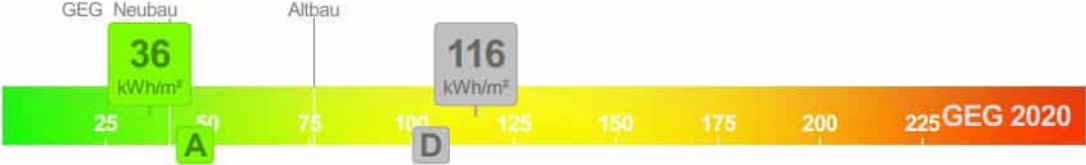
Verluste werden reduziert um

Teil	Reduzierung
Dach	81 %
Außenwände	34 %
Fenster	63 %
Keller	64 %

Gesamtbewertung **Brennstoff-Einsparung: 55 %**

Primärenergiebedarf Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 116 kWh/m²a Ist-Zustand: 105 kWh/m²a
Saniert: 36 kWh/m²a Saniert: 47 kWh/m²a



⁵⁹ Die Angabe der Kollektorfläche dient nur zur Orientierung. Die genaue Auslegung einer Solarthermieanlage ist eine Planungsleistung im Rahmen der Ausführungsplanung.
eQK Eutin Charlottenviertel

Ergebnis			Anforderungen WG							
			GEG		BEG-Effizienzhaus					
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH85	EH100	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m ² a	35,8	<input checked="" type="checkbox"/> 76,1	54,4	<input type="checkbox"/> 21,8	<input type="checkbox"/> 29,9	<input checked="" type="checkbox"/> 38,1	<input checked="" type="checkbox"/> 46,2	<input checked="" type="checkbox"/> 54,4	<input checked="" type="checkbox"/> 87,0
Transmissionswärmeverlust H_T	W/m ² K	0,332	<input checked="" type="checkbox"/> 0,700	0,394	<input type="checkbox"/> 0,217	<input type="checkbox"/> 0,276	<input checked="" type="checkbox"/> 0,335	<input checked="" type="checkbox"/> 0,394	<input checked="" type="checkbox"/> 0,453	

Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
Solarthermie	27353	30,0
Fernwärme	49066	53,9

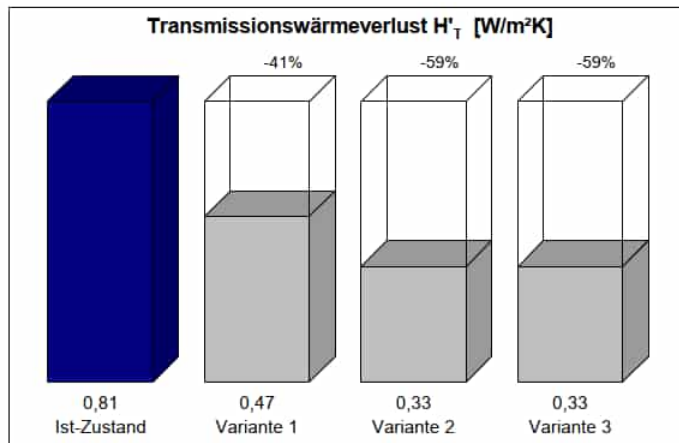
Anforderung EE-Klasse erfüllt (mindestens 55 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien). Summe Deckungsgrad: 83,9%

Wirtschaftlichkeit			
	Einzelmaßnahmen	Effizienzhaus 100	Effizienzhaus 70 EE
Investitionskosten brutto	ca. 631.000 €	ca. 710.000 €	ca. 774.000 €
- pro m ² Wohnfläche	ca. 260 €	ca. 650 €	ca. 700 €
Instandhaltungsbedarf	ca. 271.000 €	ca. 271.000 €	ca. 339.000 €
- Anteil	ca. 43 %	ca. 38 %	ca. 44 %
energetische Mehrkosten	ca. 360.000 €	ca. 439.000 €	ca. 435.000 €
Förderungen			
- BEG Baubegleitung	ca. 5.000 €	ca. 7.000 €	ca. 7.000 €
- BEG-Tilgungszuschuss + Wärme	ca. 131.000 €	ca. 178.000 €	ca. 269.000 €
Summe:	ca. 136.000 €	ca. 185.000 €	ca. 276.000 €
- Förderquote	ca. 22 %	ca. 26 %	ca. 36 %
energ. Mehrkosten abzgl. Förderung	ca. 224.000 €	ca. 254.000 €	ca. 159.000 €
Einsparung Energiekosten 30 Jahre	ca. 335.000 €	ca. 420.000 €	ca. 361.000 €
statische Amortisation			

Zusammenfassung der Ergebnisse

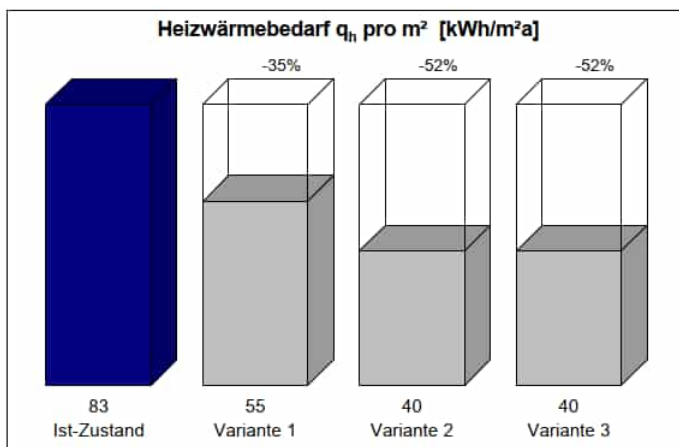
Transmissionswärmeverlust H'_T :

Ist-Zustand
 Var.1 - Einzelmaßnahmen
 Var.2 - EH 100
 Var.3 - EH 70



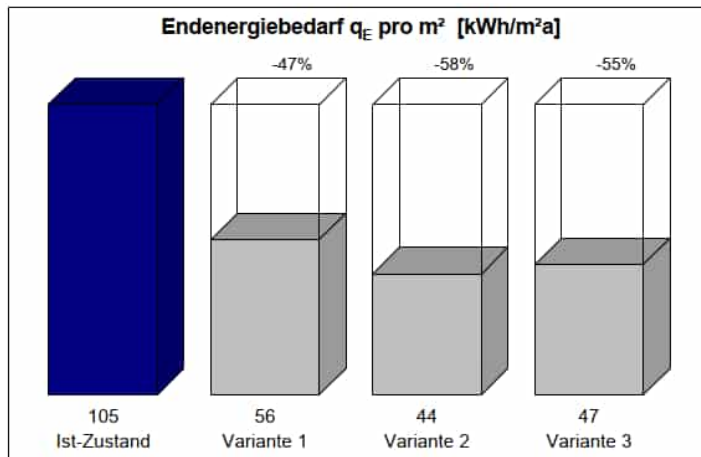
Heizwärmebedarf q_h pro m²:

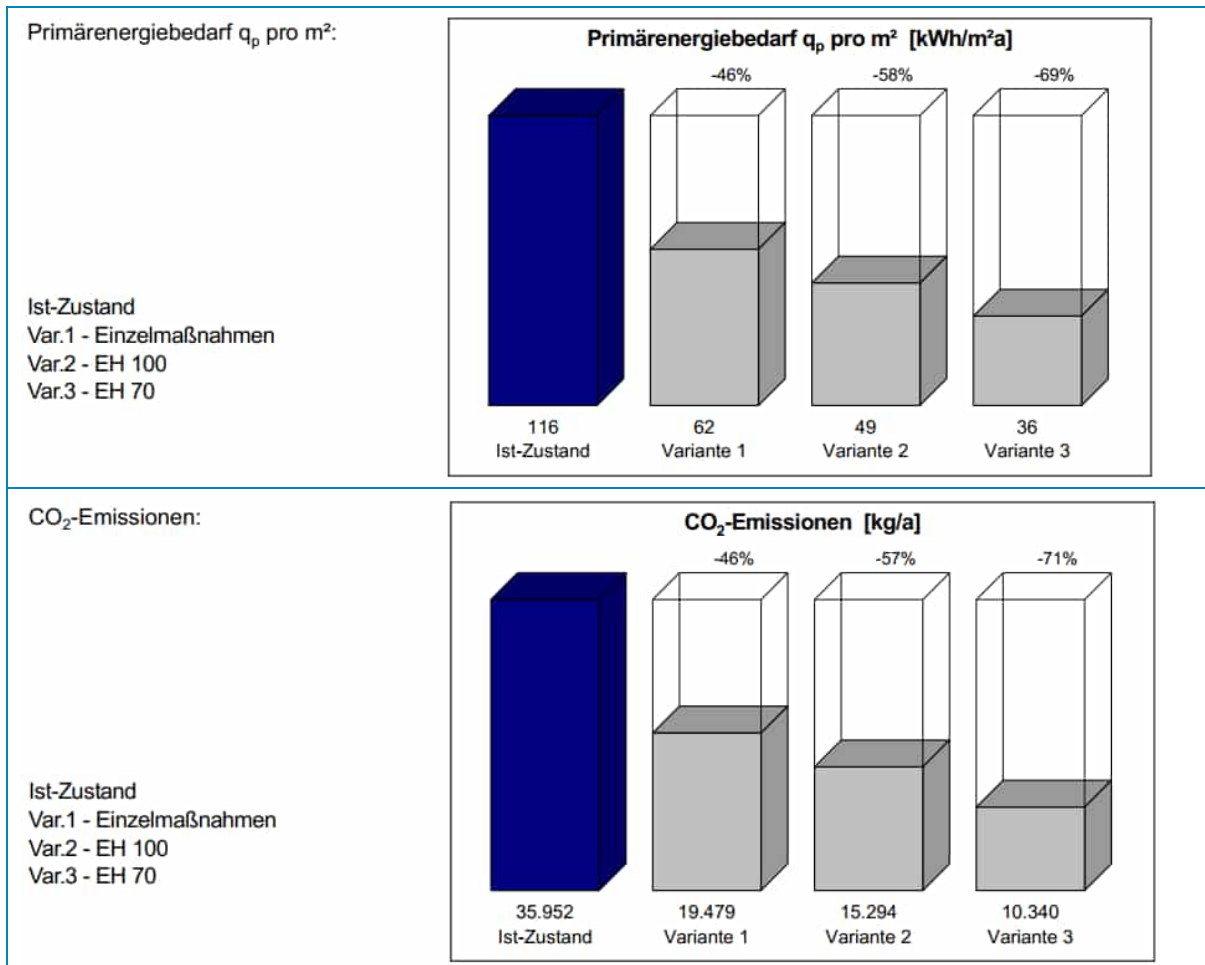
Ist-Zustand
 Var.1 - Einzelmaßnahmen
 Var.2 - EH 100
 Var.3 - EH 70



Endenergiebedarf q_E pro m²:

Ist-Zustand
 Var.1 - Einzelmaßnahmen
 Var.2 - EH 100
 Var.3 - EH 70





Fazit / Diskussionspunkte	
Modernisierungsvariante 1 – Einzelmaßnahmen	
Sanierungszeitraum: bis 2026	
<p>Das Mehrfamilienhaus in der Nicoloviusstraße 8 – 12 wurde im Jahr 1996 umfassend energetisch saniert. Die Fenster erreichen dennoch in den kommenden Jahren ihre technische Lebensdauer und sollten dann erneuert werden. Dies sollte als Anlass genommen werden, weitere energetische Maßnahmen mit hohem Energie-Einsparpotenzial zu realisieren. Dazu gehört die Dämmung der obersten Geschossdecke, die Dämmung der Kellerdecke, sowie der Austausch der Hauseingangstüren. Der Gas-Brennwertkessel wurde erst kürzlich (2021) neu eingebaut. Um den Bedarf an fossilen Energieträgern weiter zu senken und die Unabhängigkeit von Energiepreisschwankungen zu erhöhen, wird empfohlen eine Solarthermie-Anlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung auf der südlichen Dachfläche zu installieren. Hiermit kann bereits gut ein Viertel des Wärmebedarfs mit Sonnenenergie gedeckt werden. Gleichzeitig sollte das gesamte Heizsystem weiter optimiert werden, etwa durch die Absenkung der Auslegungstemperatur und einen hydraulischen Abgleich. Außerdem sollte ein Pufferspeicher eingebaut werden. Die vorgeschlagenen Maßnahmen erzielen bereits hohe Energieeinsparungen und sind als Einzelmaßnahmen förderfähig.</p>	
<p>Diskussionspunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Heizung: Der Gas-Brennwertkessel wurde erst im Jahr 2021 neu eingebaut. Ein Austausch zum jetzigen Zeitpunkt, um auf regenerative Energien umzustellen, ist aus ökologischer und wirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll. ▪ Kostenangaben: Aufgrund der aktuellen Preisentwicklungen im Baubereich können die angegebenen Investitionskosten, Stand III. Quartal 2021, nur als grobe Orientierung verstanden werden. 	
Modernisierungsvariante 2 – EH 100	

Sanierungszeitraum: bis 2026
Um eine Effizienzhausstufe 100 zu erreichen, ist über die oben genannten Maßnahmen hinaus auch die Dämmung der Treppenhäuser gegen den unbeheizten Keller und das unbeheizte Dach notwendig. Im Zuge dessen sollten auch die Treppenhautüren gegen unbeheizt ausgetauscht werden, sowie die Dachfläche im Bereich der Treppenhäuser gedämmt werden. Um die Qualität der thermischen Hülle nachweisen und in der Energiebilanz berücksichtigen zu können, sollte außerdem ein Wärmebrückengleichwertigkeitsnachweis erstellt werden. Zusammen mit den in Variante 1 genannten Maßnahmen kann so die förderfähige Effizienzhausstufe 100 erreicht werden.
Diskussionspunkte: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eine schrittweise Modernisierung verursacht u.U. doppelte Kosten (z.B. Gerüstkosten, Baustelleneinrichtung)
Modernisierungsvariante 3 – EH 70 EE
Sanierungszeitraum: ab 2036
Da der Gas-Brennwertkessel erst im Jahr 2021 erneuert wurde, wäre ein zeitnahe Austausch unwirtschaftlich und unökologisch. Da es jedoch Überlegungen gibt, zukünftig ein Wärmenetz im Einzugsbereich der Nicoloviusstraße zu realisieren, ist es empfehlenswert das Gebäude langfristig an dieses Wärmenetz anzuschließen. Als Anlass für den Wärmenetzanschluss kann das Erreichen der technischen Lebensdauer des aktuellen Heizkessels genommen werden oder wenn ein Austausch aus technischen Gründen notwendig wird. Abhängig von den energetischen Kenndaten des künftigen Wärmenetzes kann die Effizienzhaus 70 Stufe in der EE-Klasse erreicht werden, ohne dass über die in Variante 1 und 2 aufgezählten Maßnahmen an der Gebäudehülle hinaus, weitere Dämmmaßnahmen notwendig sind.
Diskussionspunkte: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Heizung: Die Effizienzhaus-70-Stufe kann nur erreicht werden, wenn das Nahwärmenetz einen Primärenergiefaktor $< 0,78$ erzielt. Ob darüber hinaus die EE-Klasse erreicht werden kann, hängt vom erneuerbaren Energienanteil der leitungsgebundenen Wärme ab.

Mustersanierungskonzepte: Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	
1-f V, 2-f V, 3-f V	einfach Verglasung, zweifach Verglasung, dreifach Verglasung
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BJ	Baujahr
EE (-Klasse, -Anteil)	Erneuerbare-Energien-Klasse, Erneuerbare-Energien-Anteil
EH 100 / 85 / 70 / ...	Effizienzhaus 100 / 85 / 70 / ... (nach BEG)
g / geg.	gegen (z.B. unbeheizt)
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GK-Platten	Gipskarton-Platten
MW	Mauerwerk
PEF	Primärenergiefaktor
REF	Referenzgebäude
TRH	Treppenhaus
UK	Unterkonstruktion
U_w	U-Wert des gesamten Fensters, inkl. Rahmen und Glas
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient
WDVS	Wärmedämm-Verbundsystem
WLG / WLS	Wärmeleitgruppe / Wärmeleitstufe
WSV	Wärmeschutzverglasung

ABBILDUNGSVERZEICHNIS NICHT-ÖFFENTLICHER ANHANG