

Integriertes Quartierskonzept für energetische Sanierungsmaßnahmen für die Gemeinde West-Bargum

Endbericht Juni 2024

Erstellt durch ew-con GmbH

Gemäß KfW-Programm 432

Im Auftrag der Gemeinde Bargum

Amt Mittleres  Nordfriesland

vertreten durch das Amt Mittleres Nordfriesland



In Kooperation mit Real Energie

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	6
Gender-Aspekte	7
Checkliste KfW energetische Stadtsanierung	8
1. Ausgangslage Ziele und Auftrag	9
1.1 Politischer Rahmen	9
1.2 Ziele und Auftrag, Fördermittelgeber	9
1.3 Handlungsfelder	10
1.4 Aufbau des Konzepts und methodische Herangehensweise	11
1.4.1 Struktur des Quartierskonzeptes	11
1.4.2 Methodische Herangehensweise	12
1.4.3 Einbindung der Akteure	12
2. Zusammenfassung der Ergebnisse	13
3. Überblick über die Förderkulisse	14
3.1 Förderungen von integrierten/ ganzheitlichen Ansätzen	15
3.2 Förderung für Gebäudesanierung	15
3.3 Förderung für Wärmenetze und Netzanschluss	16
3.4 Förderung für Wärme/Kälte-Erzeugungsanlagen	17
3.5 Förderung für regenerative Stromerzeugung	18
3.6 Förderung für Mobilitätsangebote	19
4. Das Quartier	20
4.1 Räumliche Lage und Funktionen	21
4.2 Motivation	22
4.3 Soziodemographische Daten	22
5. Bestandsaufnahme	25
5.1 Gebäudebestand	25
5.2 Wärmeversorgungsbestand	29
5.3 Stromverbrauch und Erzeugung	31
5.4 Mobilität	32
5.5 Energie- und CO ₂ -Bilanz des Quartiers	33
5.6 Zusammenfassung Bestandsaufnahme	34
6. Energie- und CO ₂ -Minderungspotenziale durch Gebäudesanierung	36

6.1	Gebäudesanierungspotenzial – Vorgehensweise, Rahmenbedingungen	36
6.2	Mustersanierungsberatungen - Energieberatung vor Ort	36
6.2.1	Mustersanierungskonzept Gebäude A	37
6.2.2	Mustersanierungskonzept Gebäude B	38
6.2.3	Zusammenfassende Ergebnisse der Mustersanierungskonzepte	39
6.3	Einsparpotential und Sanierungsrate	40
6.4	Zukünftiger Wärmebedarf im Quartier	43
6.4.1	Fokus energetische Sanierung	43
6.4.2	Fokus Nutzerverhalten und Optimierung des Bestands	44
6.4.3	Gesamtbetrachtung des künftigen Wärmebedarfs	44
7.	Wärmeversorgungsoptionen	45
7.1	Allgemeine Einführung	45
7.2	Berechnungsgrundlagen	45
7.3	Zentrale Versorgungsoptionen	46
7.3.1	Erzeugungsanlagen	47
7.3.2	Wärmenetz	48
7.3.3	Thermische Speicher	49
7.3.4	Wartung und Instandhaltung	49
7.3.5	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen (Sensitivitätsanalysen)	50
7.4	Dezentrale Versorgungsoptionen	53
7.4.1	Erzeugungsanlagen	53
7.4.2	Wartung und Instandhaltung	54
7.4.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen (Sensitivitätsanalysen)	54
7.5	Vergleich zentraler und dezentraler Versorgungsoptionen	58
7.5.1	Allgemeine Aspekte	58
7.5.2	Energie und CO2-Bilanzen	58
7.5.3	Kosten	60
7.6	Zusammenfassung	61
8.	Strom	63
8.1	Stromverbrauch	63
8.2	Stromerzeugung	63
9.	Mobilität	64
9.1	Potenziale	64
9.2	Multioptionale Mobilität und ÖPNV	65

9.3	Gestaltung des Autoverkehrs und E-Mobilität	65
9.4	Sharing-Angebote	66
9.5	Zusammenfassung	67
10.	Umsetzungshemmnisse und Möglichkeiten zu ihrer Überwindung	68
10.1	Gebäudesanierung	69
10.2	Wärmeversorgung	69
10.3	Stromversorgung	70
10.4.	Mobilität	71
11.	Öffentlichkeitsarbeit	72
11.1	Bürgerbeteiligung	72
11.2	Informationsveranstaltungen	72
11.3	Fragebogen und Flyer	73
11.4	Lenkungsgruppe	73
12.	Maßnahmensteckbriefe und Empfehlungen	74
12.1	Energetische Gebäudesanierung	75
12.2	Nutzerverhalten und Bestandsoptimierung	76
12.3	Wärmeversorgung	77
12.4	Stromversorgung	80
12.5	Mobilität	82
13.	Controlling-Konzept	83
14.	Ausblick	84
15.	Anhang	85
15.1	Fragebogen	85
15.2	Mustersanierungskonzepte	94
15.2.1	Gebäude A	94
15.2.2	Gebäude B	100
15.3	KfW Erfassungsbogen zur Berechnung der CO ₂ -Einsparung. Fehler! Textmarke nicht definiert.	

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Förderprogramme Gebäudesanierung – Wohngebäude	15
Abbildung 2: Förderprogramme Wärmenetze.....	17
Abbildung 3: Förderprogramme Wärme / Kälte-Erzeugungsanlagen	17
Abbildung 4: Förderprogramme regenerative Stromerzeugung.....	18
Abbildung 5: Förderprogramme Mobilität.....	19
Abbildung 6: Karte mit überregionalem Zusammenhang.....	20
Abbildung 7: Regionaler Zusammenhang West Bargum	21
Abbildung 8: Lage des Quartiers Bargum West (rot umrandet).....	21
Abbildung 9: Karte Raumstruktur [Quelle Regionalplan 2023-07]	23
Abbildung 10: Haushaltsdurchschnittsalter.....	25
Abbildung 11: Baualtersklassen und prozentuale Verteilung in Bargum West.....	26
Abbildung 12: Energieeffizienzklassen nach GEG	26
Abbildung 13: Zuordnung der Baualtersklassen	27
Abbildung 14: Energieeffizienzklassen im Gebäudebestand	27
Abbildung 15: Zuordnung Gebäudealtersklasse zu Effizienzklasse	28
Abbildung 16: Tabellarische Darstellung Gebäudealter je Effizienzklasse	28
Abbildung 17: Alter der Heizungen im Bestand	29
Abbildung 18: Feuerstätten Daten Bezirksschornsteinfeger	29
Abbildung 19: Energieträger laut Fragebogenergebnissen	30
Abbildung 20: Benötigte Wärmemenge und CO ₂	33
Abbildung 21: Stromverbrauch und CO ₂	33
Abbildung 22: Tabellarische Darstellung Emissionen PKW Verkehr	34
Abbildung 23: CO ₂ -Emissionen im Bestand Quartier Bargum-West.....	35
Abbildung 24: Sanierungsfahrplan Mustergebäude A, Bj. 1983.....	37
Abbildung 25: Sanierungsfahrplan Mustergebäude B, Bj. 1830	38
Abbildung 26: Einsparpotentiale durch Einzelmaßnahmen	41
Abbildung 27: Zukünftiger Wärmebedarf im Quartier	44
Abbildung 28: Emissions- und Primärenergiefaktoren nach KfW	46
Abbildung 29: Abschätzung Netzbaukosten	51
Abbildung 30: Sensitivitäten Netzbaukosten.....	51
Abbildung 31: Szenarien Übersicht zentrale Wärme	52
Abbildung 32: Vergleich Wärme Vollkosten Dezentral.....	55
Abbildung 33: Sensitivitäten Wärme Vollkosten Dezentral	56
Abbildung 34: Szenarien Dezentrale Wärmeversorgung	57
Abbildung 35: Modell zur Gestaltung öffentlicher Mobilität im ländlichen Raum.....	64
Abbildung 36: Lebenszyklusemissionen verschiedener Antriebsvarianten	65
Abbildung 37: Tabellarischer Vergleich Antriebsartenszenarien	66

Abkürzungsverzeichnis

SI-Einheiten und allgemeinsprachliche Abkürzungen sind nicht erläutert.

a	Jahr
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft
DEHSt	Deutsche Emissionshandelsstelle im Umweltbundesamt
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
dena	Deutsche Energie-Agentur GmbH
DN Nennweite	(„Diamètre Nominal“)
EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-EnergienGesetz)
EFH	Einfamilienhaus
el	elektrische (Leistung oder Arbeit)
E M N	EnergieManufaktur Nord Partnergesellschaft
EnEv	Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung)
EWKG	Gesetz zur Energiewende und zum Klimaschutz in Schleswig-Holstein (Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein)
h	Stunde
IB.SH	Investitionsbank Schleswig-Holstein
k. A.	keine Angaben verfügbar / gemacht
KEA	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KWK	Kraft Wärme Kopplung (Verbrennungsmotor + Nutzung der Abwärme)
MELUND	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein

nZEB	Niedrigstenergiegebäude („nearly zero-energy buildings“)
o. J.	ohne Jahresangabe
p.a.	pro Jahr
PV	Photovoltaik
rd.	rund, circa, etwa
REAL	Name der Arbeitsgemeinschaft (Reinstein, EW-CON, Acontax, Litschke & Gemeinwohlgennossenschaft Nord)
R-Wert	Wärmedurchgangswiderstand („resistance“)
ST	Solarthermie
th	thermische (Leistung oder Arbeit)
Tr.m	Trassenmeter
TZ	Tilgungszuschuss (zusätzlich zum zinsgünstigen Kredit bei KfWProgrammen werden Tilgungen in bestimmter Höhe erlassen)
UBA	Umweltbundesamt
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient („unit of heat transfer“)
V2H	vehicle to home (Nutzung des Fahrzeugspeichers im Haushalt)
WE	Wohneinheit
WLG	Wärmeleitfähigkeitsgruppe
WW	Warmwasser
ZFH	Zweifamilienhaus

Gender-Aspekte

Die Autoren des vorliegenden Berichtes sind sich dessen bewusst, dass es verschiedene Geschlechter gibt. Aus Gründen der sprachlichen Vereinfachung und Lesbarkeit wird im Bericht in der Regel die männliche Form der Begriffe verwendet. Damit sind stets immer alle Geschlechter gemeint und angesprochen. Dies stellt seitens der Autoren keinerlei Wertung dar.

Checkliste KfW energetische Stadtsanierung

Aspekt	Kapitel / Seite
Betrachtung der für das Quartier maßgeblichen Energieverbrauchssektoren (insbes. komm. Einrichtungen, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie, private Haushalte) (Ausgangsanalyse)	4 / 20 ff 5 / 25 ff
Beachtung von Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepten, integrierten Stadtteilentwicklungskonzepten oder wohnwirtschaftlichen Konzepten bzw. von integrierten Konzepten auf Quartiersebene	4.2, 4.3 / 22 ff 6 / 36 ff
Beachtung der baukulturellen Zielstellungen unter besonderer Berücksichtigung von Denkmälern, erhaltenswerter Bausubstanz und Stadtbildqualität	4.1 / 21
Aussagen zu Energieeffizienzpotenzialen und deren Realisierung im Bereich der quartiersbezogenen Mobilität	5.4 / 32 ff 9 / 63 ff
Identifikation von alternativen, effizienten und gegebenenfalls erneuerbaren lokalen oder regionalen Energieversorgungsoptionen und deren Energieeinspar- und Klimaschutzpotenziale für das Quartier	7 / 45 ff 8 / 63 ff
Bestandsaufnahme von Grünflächen, Retentionsflächen, Beachtung von naturschutzfachlichen Zielstellungen und der vorhandenen natürlichen Kühlungsfunktion der Böden	4.1 / 21
Gesamtenergiebilanz des Quartiers (Vergleich Ausgangspunkt und Zielaussage)	5.5 / 33 ff
Bezugnahme auf Klimaschutzziele der Bundesregierung und energetische Zielsetzungen auf kommunaler Ebene	1 / 9 ff 12 / 75 ff
konkreter Maßnahmenkatalog unter Berücksichtigung quartiersbezogener Wechselwirkungen	12 / 75 ff
Analyse möglicher Umsetzungshemmnisse und deren Überwindungsmöglichkeiten	10 / 68 ff
Aussagen zu Kosten, Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Investitionsmaßnahmen	7 / 45 ff
Einbeziehung betroffener Akteure bzw. Öffentlichkeit in die Aktionspläne/Handlungskonzepte	11 / 74 ff 12 / 75 ff
Maßnahmen zur organisatorischen Umsetzung des Sanierungskonzepts (Zeitplan, Prioritätensetzung, Mobilisierung der Akteure und Verantwortlichkeiten)	12 / 75 ff
Maßnahmen der Erfolgskontrolle und zum Monitoring	13 / 84 f

1. Ausgangslage Ziele und Auftrag

1.1 Politischer Rahmen

Die mit dem Pariser Klimaabkommen beschlossene Begrenzung der Überhitzung des Planeten auf maximal 1,5°C über das globale Mittel ist die zentrale Herausforderung der Weltgemeinschaft für den Fortbestand menschlicher Zivilisation wie wir sie kennen. Alle grundlegenden Fakten zum Klimawandel und zu den Lösungen für wirksamen Klimaschutz sind bekannt. Einen Vorgeschmack der Auswirkungen der Erdüberhitzung sind in den Dürren, Bränden und Flutkatastrophen zu beobachten, die wir derzeit täglich in den Nachrichten sehen.

Die Dringlichkeit erfordert die Optimierung von Entscheidungs-, Planungs- und Genehmigungsprozessen sowie die maximale Einbeziehung der Bevölkerung. Nur durch eine gemeinsame Kraftanstrengung können die erforderlichen Maßnahmen ergriffen und umgesetzt werden.

Auf Grundlage des Urteils des Bundesverfassungsgerichts zum Klimaschutz vom 29.4.2021 und den aktuellen Erklärungen der Bundesregierung sollen deshalb Erneuerbare Energie und Klimaschutz prioritär behandelt werden und als überragendes öffentliches Interesse gesetzlich verankert werden.

Die Umstellung der Wärmeversorgung auf Erneuerbare Energien kombiniert mit einem passenden Gebäudesanierungsmanagement und Anreizen zu einem nachhaltigen Nutzerverhalten stellen sehr bedeutende Hebel zur CO₂-Reduzierung dar. Viele unterschiedliche Akteure sind in den anstehenden Transformationsprozess einzubinden und daher auch Bestandteil dieser Ausarbeitung.

1.2 Ziele und Auftrag, Fördermittelgeber

Die Erstellung des vorliegenden integrierten Quartierskonzeptes wird durch das KfW Programm 432 ¹ „Energetische Stadtsanierung - Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager“ maßgeblich unterstützt. Die geförderten integrierten Quartierskonzepte haben das Ziel, unter Beachtung städtebaulicher, denkmalpflegerischer, baukultureller, wohnungswirtschaftlicher, demografischer und sozialer Aspekte die Energieeinsparpotenziale auf Gebäude- und Quartiersebene darzustellen, entsprechende Strategien und Maßnahmen zu entwickeln und zu bewerten.

¹ [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-\(432\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-(432)/)

Die Umsetzung erfolgt im Anschluss an die Konzepterstellung und wird - sofern beantragt - durch ein Sanierungsmanagement und / oder weitere Fördermodule unterstützt.

Die KfW und die Investitionsbank Schleswig-Holstein (IB.SH) bezuschussen die Kosten für die Erstellung eines integrierten Quartierskonzepts.

1.3 Handlungsfelder

Das integrierte Quartierskonzept betrachtet und verknüpft verschiedene Handlungsfelder der energetischen Stadtsanierung und der nachhaltigen Quartiersentwicklung. Im Hinblick auf die energetische Stadtsanierung wurden im vorliegenden Quartierskonzept folgende Handlungsfelder betrachtet:

- die Unterstützung einer energieeffizienten Wärme- und Stromversorgung der Gebäude im Quartier,
- die energetische Sanierung des Gebäudebestandes,
- die Produktion und die Nutzung lokaler, Erneuerbarer Energien,
- eine quartiersverträgliche und umweltschonende Mobilität und
- ein klimabewusstes Verbraucherverhalten der Bürger.

Weitere Handlungsfelder, die im Rahmen des Quartierskonzeptes direkt mit den zuvor genannten verknüpft werden konnten, sind:

- die Steigerung der Attraktivität der Wohngebäude und des Wohnumfeldes (im Falle einer Sanierung),
- die Steigerung der Attraktivität im Quartier durch einen intensiven zwischenmenschlichen Austausch, gegenseitige Hilfe und sozialer Austausch im Kontext mit der Transformation im Bereich „Wärme“ und „Sanierung“,
- die Erhöhung der Unabhängigkeit von internationalen Rohstoffmärkten sowie fremdbestimmten Preiseinflüssen,
- die Reduktion fossil erzeugter Mobilität,
- die Verbesserung einer umweltverträglichen Nahmobilität,
- die Einsparung von Emissionen (Umwelt- und Klimaschutz) durch die Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen sowie durch die Nutzung alternativer, umweltfreundlicher Mobilitätsangebote,
- die barrierearme Gestaltung der Freiräume bzw. der Straßenräume im Quartier und die damit verbundene Schaffung von Verweilmöglichkeiten (Freiraumgestaltung, Schaffung von Räumen zur Begegnung, etc.),
- Maßnahmen zur Bildungsunterstützung, Förderung der Achtsamkeit und Biodiversität.

1.4 Aufbau des Konzepts und methodische Herangehensweise

Der Aufbau des integrierten Quartierskonzeptes ist im Wesentlichen durch die Erfordernisse der definierten Rahmenbedingungen des KfW Programms 432 vorgegeben. Den Autoren ist es ein Anliegen, die Dinge möglichst knapp „auf den Punkt“ zu bringen und stets die Machbarkeit und Lösungsorientierung im Fokus zu behalten. Durch die Bearbeitung im Rahmen einer interdisziplinären Arbeitsgemeinschaft wird dem gewünschten integrierten Charakter Rechnung getragen.

1.4.1 Struktur des Quartierskonzeptes

Die Struktur orientiert sich an der logischen Entwicklung von Inhalten und Themen. Da für die Umsetzung eines kapitalintensiven Projektes die Fördermöglichkeiten eine besondere Bedeutung besitzen, haben die Autoren entschieden diesem Themenbereich gleich zu Beginn eine besondere Aufmerksamkeit einzuräumen. Im Folgenden wird das Quartier Bargum Ortsteil West mit seinen Spezifika dargestellt. Um ein Maximum an Primärdaten des Quartiers verfügbar zu haben, wurde über einen Fragebogen eine repräsentative Bestandsaufnahme ermittelt. Auf dieser Grundlage wurde der zukünftige Wärmebedarf berechnet, der mögliche Einsparpotentiale durch energetische Sanierungen berücksichtigt. Zur Deckung der erforderlichen Wärmebedarfe wurden verschiedene Versorgungs- und Erzeugungsoptionen betrachtet und bewertet. Durch die anschließende Einbeziehung der Sektoren Strom und Verkehr bilden die Betrachtungen dieser Ausarbeitung ein integriertes Quartierskonzept. Die einer möglichen Realisierung entgegenstehenden Hemmnisse wurden identifiziert und Handlungsoptionen in Hinblick auf deren Überwindung erarbeitet. Intensive persönliche Kommunikation, Durchführung von öffentlichen Informationsveranstaltungen, Gremienarbeit mit Gemeinderat und Lenkungsgruppe; Presseartikel, Newsletter sind Zeugnis des hohen Stellenwerts der Öffentlichkeitsarbeit. Im Anschluss daran geben wir Anregungen zur Kontrolle künftiger CO₂-Einsparungen, auf dieser Ausarbeitung basierender Maßnahmen. Zur Erleichterung der Umsetzbarkeit erarbeiteter Maßnahmenempfehlungen sind abschließend Steckbriefe erstellt worden. Ein Ausblick eröffnet die Perspektive auf das weitere Vorgehen und schließt das Quartierskonzept ab.

1.4.2 Methodische Herangehensweise

Das integrierte Quartierskonzept nutzt drei Betrachtungsebenen, die Quartiers-, die Gebäude- sowie die Mobilitätsebene.

In einem ersten Schritt wurden für die Analyse relevante Daten (Verbrauchsdaten Strom, Fernwärme, Gas, etc.) erhoben und Informationen zu Gebäudetypologien gesammelt. Dazu wurde ein Fragebogen entwickelt und über verschiedene Medien den Eigentümern der Gebäude im Quartier zugestellt (dieser ist im Anhang dieser Ausarbeitung beigefügt). Die Maße und die Gebäude-Kubaturen wurden mit Hilfe der Fragebögen und durch Begehungen im Quartier erhoben. Die Auswertung erfolgte unter Berücksichtigung der DSGVO in anonymisierter Form. Für die Betrachtung der im Quartier vorhandenen Ein- und Mehrfamilienhäuser wurden aussagekräftige Modellhäuser ausgewählt, welche die vor Ort typischen Merkmale und energetischen Herausforderungen aufweisen. Ziel des Ansatzes ist es, den energetischen Ist-Zustand für jeden Gebäudetyp aufzubereiten und verständlich darzustellen. Basierend hierauf wurden mögliche Einsparpotenziale aufgezeigt, so dass die Eigentümer eine solide Entscheidungsgrundlage für individuelle energetische Sanierungsoptionen erhalten.

1.4.3 Einbindung der Akteure

Gerade die Einbindung aller Akteure ist im Hinblick auf die Realisierung der CO₂-Minderungspotentiale von zentraler Bedeutung. Daher wurde ein Schwerpunkt auf Öffentlichkeitsarbeit und Einbindung/Aktivierung der interessierten Parteien gelegt. Dies wurde vor allem durch Berichterstattungen in entsprechenden Amtsblättern, vier zentralen Informationsveranstaltungen vor Ort, Gremienarbeit (mit Bürgern, Verbänden, Gemeindevertretern und Gewerbetrieben), Fragebogenaktionen, Tür zu Tür Gesprächen und weiteren Aktionen realisiert. Die Umsetzungsorientierung kam insbesondere dadurch zum Ausdruck, dass die Autoren alle für die Ausführung erforderlichen Akteure von Beginn an in die Konzepterstellung eingebunden haben.

2. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die beauftragte Beratungsgesellschaft konnte im Rahmen der Erarbeitung des integrierten Quartierskonzeptes eine hohe Anzahl an Bewohnern erreichen und am Bearbeitungsprozess teilhaben lassen. Dies ist von besonderer Bedeutung, da die Auswertungen die Schlüsselrolle des eigenen Verhaltens für eine künftige Optimierung der im Quartier verursachten CO₂-Emissionen mehr als verdeutlichen. Es konnten 72 Fragebögen ausgewertet werden, die unter anderem Auskunft über Baualter der Gebäude, im Einsatz befindliche Heizungssysteme, soziodemographische Daten, individuelle Verbrauchsdaten, Informationen zu Mobilitätsthemen geben. Der Rücklauf entspricht ca. 42 % der 170 beheizten Gebäude, was im Vergleich zu anderen Quartierskonzepten eine überdurchschnittlich hohe Quote bedeutet. Diese solide Realfaktenlage im Quartier ermöglichte den Autoren die Studie ohne Rückgriff auf allgemeine statistische Daten erstellen zu können.

In Bezug auf energetische Gebäudesanierung ergab die Untersuchung, dass die Autoren von einer Sanierungsrate von ca. 1,7 % p.a. ausgehen. Allerdings ist der Einfluss, den Wärmebedarf mittels Verhaltensänderung sowie Durchführung eines hydraulischen Abgleichs und Optimierung der Heizungssteuerung zu senken, um den Faktor 5 größer. Aufklärung spielt demnach für eine Senkung der Emissionen eine entscheidende Rolle.

Eine zentrale Großwärmepumpe, betrieben mit emissionsfreiem Strom aus der Region, stellt für die Autoren die sowohl ökonomisch als auch ökologisch optimale Handlungsempfehlung dar. Zur Erhöhung der Realisierungschancen spielt die derzeit vorhandene Förderkulisse eine entscheidende Rolle. Durch diese Maßnahme sind im Vergleich zum Status quo 75 % CO₂-Einsparungen realisierbar.

Zur Überwindung der wesentlichen Umsetzungshemmnisse empfehlen die Autoren einen starken Fokus auf die frühzeitige vertrauensfördernde Einbindung der lokalen Akteure und Bürger. Dies dient der Identifikation, Akzeptanz und wahrscheinlichen Realisierung der in dieser Studie beschriebenen Maßnahmenempfehlungen.

3. Überblick über die Förderkulisse

Transformationsprozesse in den Bereichen Wärme- und Stromerzeugung, Energieverteilung sowie Mobilität, stellen äußerst kostenintensive Vorhaben dar. Abgeleitet aus der politischen Aufgabe, derartige Prozesse beschleunigt umzusetzen, bestehen umfangreiche Fördermöglichkeiten. Bedingt durch die komplexe föderale Struktur der Bundesrepublik Deutschland gibt es keine übergeordnete Orientierung über die verfügbaren Förderinstrumente. Die dynamische Entwicklung der Förderkulisse gepaart mit zeitlich begrenzt verfügbaren Fördermitteln macht es für Entscheider vor Ort oft nahezu unmöglich, den Überblick zu behalten.

Konkret handelt es sich um folgende Fördermittelgeber:

auf Bundesebene:

- BAFA
- KfW

auf Landesebene:

- IB.SH
- Verbraucherzentralen

auf Kreisebene

- Landkreis Nordfriesland
- Kommunalrichtlinie²

Die anschließende Betrachtung gliedert sich entlang der relevanten Maßnahmenfelder. Diese stellt eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt der Konzepterstellung dar und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Den Autoren ist es wichtig, die für eine mögliche Umsetzung bestimmenden Förderungen zu erfassen.

² <https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie>

3.1 Förderungen von integrierten/ ganzheitlichen Ansätzen

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) fördert die Erstellung integrierter Quartierskonzepte zur energetischen Sanierung (sowie den Einsatz eines Sanierungsmanagements) 117 mit dem Programm „Zuschuss 432 Energetische Stadtsanierung“ 118. Die KfW leistet einen Zuschuss von 65 % der förderfähigen Kosten. Weitere 20 % werden vom Bundesland (aus Mitteln der EU und des Landes) und ggf. von anderen beteiligten Akteuren übernommen; der Eigenanteil der Kommunen liegt somit maximal bei 15 %, wenn nicht noch andere Zuschüsse hinzukommen.

3.2 Förderung für Gebäudesanierung

Für Wohngebäude stellt sowohl die KfW als auch die BAFA Kredite und Fördermittel zur Verfügung.

Fördermittelgeber	Maßnahme/Förderziel	Zuschuss / Tilgung	Fördermax. betrag
KfW Programm 261, 262³	Haus und Wohnung energieeffizient sanieren	5 – 45 %	150.000 €
KfW Programme 358, 359⁴	Einzelmaßnahmen Ergänzungskredit	Zinsvergünstigung	120.000 € je Wohneinheit
KfW Programm WPB	worst performing building ⁵	10 %	

Abbildung 1: Förderprogramme Gebäudesanierung – Wohngebäude

Die BAFA veröffentlicht ein Merkblatt mit einem aktuellen Überblick aller relevanten Leistungen. ⁶

Für Nichtwohngebäude stellt sich die aktuelle Fördersituation bezüglich der Gebäudehülle wie folgt dar⁷:

³ [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Foerderprodukte/Bundesfoerderung-fuer-effiziente-Gebaeude-Wohngebaeude-Kredit-\(261-262\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Foerderprodukte/Bundesfoerderung-fuer-effiziente-Gebaeude-Wohngebaeude-Kredit-(261-262)/)

⁴ [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Foerderprodukte/Einzelmaßnahmen-Ergänzungskredit-Wohngebäude-\(358-359\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Foerderprodukte/Einzelmaßnahmen-Ergänzungskredit-Wohngebäude-(358-359)/)

⁵ [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-fuer-effiziente-Gebaeude/Worst-Performing-Building-\(WPB\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-fuer-effiziente-Gebaeude/Worst-Performing-Building-(WPB)/)

⁶ https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/beg_infoblatt_foerderfaehige_kosten.pdf?blob=publicationFile&v=7

Gefördert werden Einzelmaßnahmen an Bestandsgebäuden, die zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes an der Gebäudehülle, wie beispielsweise Fenster oder Türen sowie Dämmung der Außenwände oder des Daches, beitragen.

Das förderfähige Mindestinvestitionsvolumen liegt bei 300 Euro brutto. Der Fördersatz beträgt 15 % der förderfähigen Ausgaben.

Die förderfähigen Kosten für energetische Sanierungsmaßnahmen sind gedeckelt auf jährlich 500 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche.

3.3 Förderung für Wärmenetze und Netzanschluss

Für den Aufbau von Wärmenetzen gibt es unterschiedliche Förderungen. Die jeweiligen Fördermöglichkeiten sind wie immer von einzelnen Faktoren abhängig. Die nachfolgende Auflistung soll an dieser Stelle Orientierung darüber geben.

Fördermittelgeber	Förder- / Kreditprogramm	Zuschuss / Tilgung	Fördermax. betrag
BAFA	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)⁸		
	Neubau und Dekarbonisierung (Modul 1) (Transformationspläne und Machbarkeitsstudie HOAI LP 1-4)	50 %	2 Mio. € pro Antrag
	Neubau und Dekarbonisierung (Modul 2) (systemische Förderung für Neubau und Bestandsnetze)	40 %	100 Mio. € pro Antrag
	Neubau und Dekarbonisierung (Modul 3) (Einzelmaßnahmen)	40 %	100 Mio. € pro Antrag
	Neubau und Dekarbonisierung (Modul 4) (Betriebskosten)	40 %	100 Mio. € pro Antrag
	Effizienz im Bereich der Strom- und Wärmeerzeugung		
	Wärme- und Kältenetze nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz ⁹ , mindestens 75 % KWK-Wärme aus Erneuerbaren Energien	40 %	20 Mio. € pro Antrag

7

https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Nichtwohngebaeude/Gebaeudehuell_e/gebaeudehuelle_node.html

8

https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html

9

https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Kraft_Waerme_Kopplung/Waerme_Kaeltenetze/waerme_kaeltenetze_node.html

	Bundeshförderung für effiziente Gebäude (BEG)¹⁰		
	Anschluss an ein Wärmenetz (=Übergabestation)	bis zu 70 %	30.000 €
Land Schleswig-Holstein	Landesprogramm Klimaschutz für Bürgerinnen und Bürger¹¹		
	Übergabestation/ Anschlussarbeiten	max. 50 % und	bis max. 500 €

Abbildung 2: Förderprogramme Wärmenetze

Die aktuell vorhandene Förderlandschaft im Kontext mit Wärmenetzen deckt den gesamten Lebenszyklus (inkl. erster Plan- und Machbarkeitsstudien bis hin zur Optimierung bestehender Netze sowie Betrieb) ab.

3.4 Förderung für Wärme/Kälte-Erzeugungsanlagen

Fördermittelgeber	Förder- / Kreditprogramm	Zuschuss / Tilgung	Fördermax. betrag
BAFA BEG EM	Bundeshförderung für effiziente Gebäude (BEG)¹²		
	Einbau von erneuerbaren Heizungen und Optimierungen der Bestandsanlage	30 bis 70 %	30.000 € für Heizungstausch Bis 60.000 € für weitere Effizienzmaßnahmen
KfW 458	Heizungsförderung für Privatpersonen – Wohngebäude¹³		
	Kauf und Einbau einer neuen klimafreundlichen Heizung	bis zu 70 %	30.000 €

Abbildung 3: Förderprogramme Wärme / Kälte-Erzeugungsanlagen

¹⁰

https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Wohngebaeude/Anlagen_zur_Waermeerzeugung/anlagen_zur_waermeerzeugung_node.html

¹¹ https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/themen/umwelt-naturschutz/klimaschutz/klimaschutz_node.html

¹² https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/effiziente_gebaeude_node.html

¹³ [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Foerderprodukte/Heizungsforderung-fur-Privatpersonen-Wohngebäude-\(458\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Foerderprodukte/Heizungsforderung-fur-Privatpersonen-Wohngebäude-(458)/)

3.5 Förderung für regenerative Stromerzeugung

Fördermittelgeber	Förder- / Kreditprogramm	Zuschuss / Tilgung	Fördermax. betrag
Bundeshaushalt	Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)		
	für die eingespeisten Überschüsse aus Eigenverbrauchsanlagen (PV) – Anlagengröße < 10 kWp	8,11 Ct/kWh	über 20 Jahre
	für die eingespeisten Strommengen aus Volleinspeiseanlagen (PV) < 30 kWp Anlagengröße < 10 kWp	12,87 Ct/kWh	
Land Schleswig-Holstein	Landesprogramm Klimaschutz für Bürgerinnen und Bürger¹⁴		
	Balkonkraftwerke 250 bis 600 W	max. 50 % und	bis max. 200 €
	Batteriespeicher >2 kWh, mind. 3 - 30 kWp installierte Leistung	max. 50 % und	bis max. 750 €

Abbildung 4: Förderprogramme regenerative Stromerzeugung

Weitere Einspeisevergütungen siehe jeweils aktuelle Tarife bei der Bundesnetzagentur.

¹⁴ https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/themen/umwelt-naturschutz/klimaschutz/klimaschutz_node.html

3.6 Förderung für Mobilitätsangebote

Eine Übersicht der Förderungen für Ladeanschlüsse Elektromobilität gibt die Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur.¹⁵

Fördermittelgeber	Förder- / Kreditprogramm	Zuschuss / Tilgung	Fördermax. betrag
KfW	Elektromobilität	Investitions-kredit	50 Mio. € bis zu 100 % der Investitions-summe für 2,9 % p.a.
BMWK	Errichtung und Erweiterung von Mobilitätsstationen (von ÖPNV bis E-Bikes und Sharing Mobility) ¹⁶	Zuschuss 50 % (finanzschwache Kommunen 65 %)	
Land Schleswig-Holstein Landesprogramm Klimaschutz für Bürgerinnen und Bürger ¹⁷	Ladestationen für E-Mobile	max. 50 % und	bis max. 500 €

Abbildung 5: Förderprogramme Mobilität

¹⁵ <https://nationale-leitstelle.de/foerdern/>

¹⁶ https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/ma%C3%9Fnahme_n-zur-foerderung-klimafreundlicher-mobilitaet/errichtung%20von%20Mobilit%C3%A4tsstationen

¹⁷ https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/themen/umwelt-naturschutz/klimaschutz/klimaschutz_node.html

4. Das Quartier

Die Gemeinde Bargum liegt an der B5 im Landkreis Nordfriesland, im Bundesland Schleswig-Holstein in der Nähe von Flensburg und Husum. Der Ortsteil Bargum West entspricht dem in Abbildung 8 dargestellten, rot umrandeten Bereich. Das Gebiet der Gemeinde Bargum umfasst insgesamt ca. 17,29 km² Fläche und enthält neben landwirtschaftlichen- auch einige Gewerbebetriebe. Um eine statistische Auswertung durchführen zu können, muss eine Grundgesamtheit festgelegt werden. Die dafür zur Verfügung stehenden Zahlen stellen sich wie folgt dar:

	Einwohner	Häuser
Zählung Gebäude anhand Plan		170
Flyer an Briefkästen		200
Schornsteinfeger Heizanlagen ohne WP		133
Amt	379	220

Aus der vorhandenen Bandbreite von Angaben definieren die Autoren eine für diesen Bericht zugrundeliegende Grundgesamtheit. Diese liegt bei 170 beheizten Wohngebäuden¹⁸. Im Quartier leben laut Amt insgesamt etwa 379 Einwohner. Diese Zahlen werden für die Auswertung der Fragebögen und die Erstellung der Berechnungen angewandt.

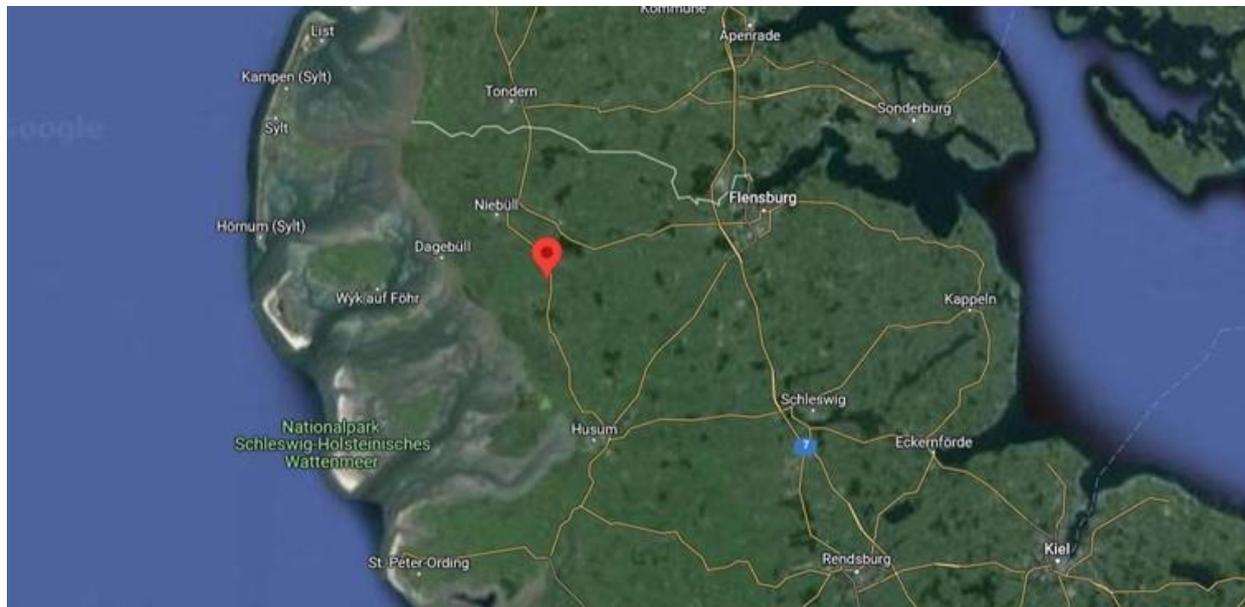


Abbildung 6: Karte mit überregionalem Zusammenhang

¹⁸ Nicht alle Gebäude sind Wohngebäude, es werden vom Schornsteinfeger 133 fossile Heizungen gezählt. In den 72 ausgefüllten Fragebögen sind 18 Wärmepumpen vermerkt. Unter der Annahme, dass etwa 42 % der Haushalte einen Fragebogen abgegeben haben, und dies repräsentativ ist, sehen die Autoren eine Gesamtzahl von 170 beheizten Wohngebäuden als realistisch und plausibel an.

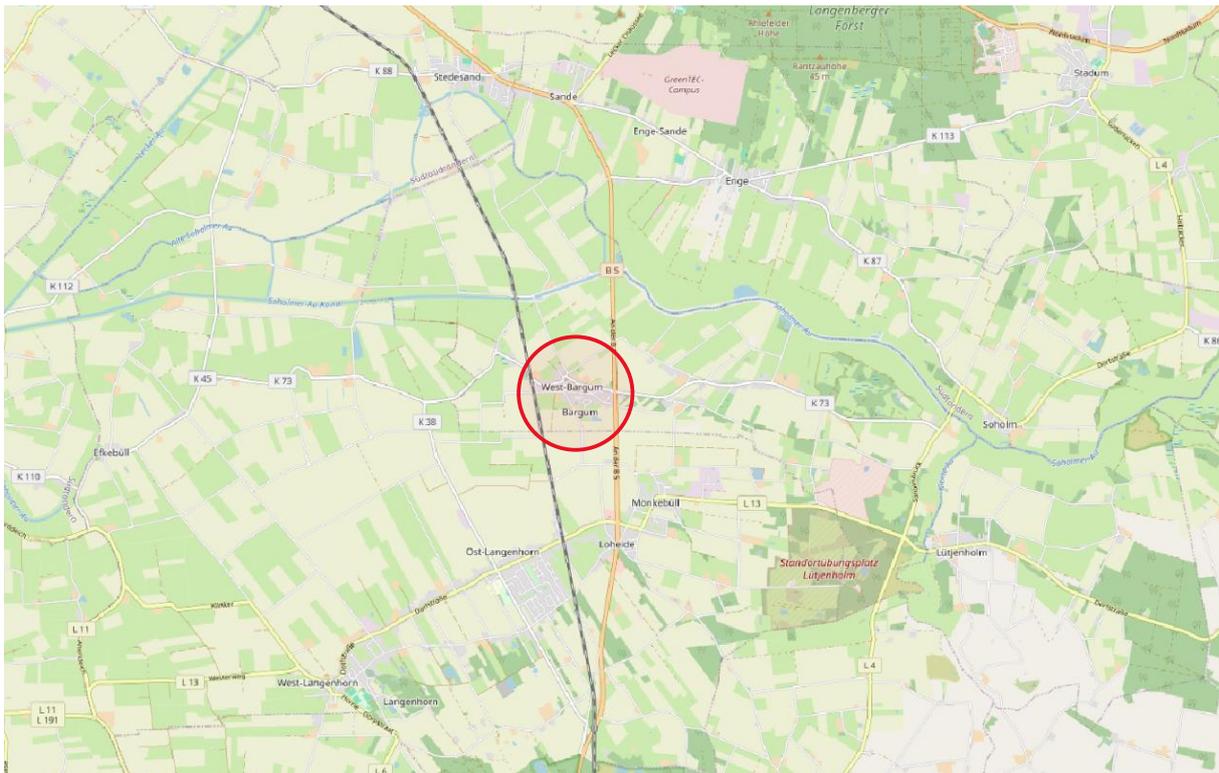


Abbildung 7: Regionaler Zusammenhang West Bargum

4.1 Räumliche Lage und Funktionen

Das zu betrachtende Quartier ist rot umrandet, der Ortsteil West-Bargum liegt westlich der Bundesstraße B5.



Abbildung 8: Lage des Quartiers Bargum West (rot umrandet)

Im Quartier sind einige historische Bauten und denkmalschutzrelevante Themen zu beachten. Der bestehende alte Dorfkern ist intakt und bleibt als solcher erhalten. Das Quartier ist geprägt von freistehenden Häusern auf größeren Grundstücken mit Gartenflächen, die im Sommer für ein kühles und humides Mikroklima sorgen. Der geringe Anteil an versiegelter Fläche führt zu einem guten natürlichen Regenwassermanagement.

4.2 Motivation

Im Sinne des Klimaschutzes strebt die Gemeinde Bargum an, die Wärme- und Stromversorgung ihrer Bürger und ihrer Liegenschaften auf Basis von Erneuerbaren Energien sicherzustellen. Hierbei soll insbesondere berücksichtigt werden welche Erneuerbaren Energien bereits vorhanden und in der Zukunft geplant sind, um diese in einer zentralen Wärmeversorgung einzubinden. Nachhaltige Mobilitätsangebote sollen ebenfalls im Zuge der Betrachtung untersucht werden.

Im Rahmen des energetischen Sanierungskonzepts werden technische Varianten leitungsgebundener zentraler und dezentraler Wärmeversorgung auch unter Berücksichtigung der Versorgungsstruktur der privaten Gebäude inklusive abgängiger Heizungsanlagen betrachtet.

Dabei soll auch die Möglichkeit sogenannter nicht- und geringinvestiver Maßnahmen mit hohem Wirkungsgrad, also Maßnahmen zur Verbesserung der Energienutzung in Gebäuden, organisatorische Maßnahmen und Energiemanagement dargestellt und bewertet werden. Ziel soll es sein, durch diese Maßnahmen schnell die ersten Energie- und CO₂-Einspareffekte zu erreichen.

4.3 Soziodemographische Daten

In Schleswig-Holstein lebten Ende 2021 2.922.000 Menschen, davon fast 1.045.000 in den vier Kreisen im Umland von Hamburg und etwa 633.000 in vier kreisfreien Städten. Das Land hat in den letzten zehn Jahren rund 120.000 Einwohnerinnen und Einwohner hinzubekommen, mehr als die Hälfte davon im Umland von Hamburg.

Im Durchschnitt sind die Schleswig-Holsteinerinnen und Schleswig-Holsteiner derzeit fast 46 Jahre alt. Rund 18 Prozent sind unter 20, etwa 58 Prozent im Alter von 20 bis unter 65 Jahren und circa 23 Prozent 65 Jahre und älter. In den nächsten Jahren wird es immer mehr alte und weniger junge Menschen im Land geben.

Der demografische Wandel führt außerdem dazu, dass die Einwohnerzahlen etwa ab dem Jahr 2025 nicht in allen Kreisen und kreisfreien Städten weiter steigen werden. Nur für die Kreise Pinneberg, Herzogtum Lauenburg, Segeberg und Stormarn im

Die Umfrage im Quartier Bargum-West kam bezüglich der demografischen Situation zu folgenden Ergebnissen:

- laut Amt Mittleres Nordfriesland wohnen etwa 380 Personen im Quartier
- dieser Wert konnte durch die Befragung durch eine Abweichung kleiner 3 % gut plausibilisiert werden
- das Gesamtdurchschnittsalter über alle Haushalte beträgt in Bargum West 52,3 Jahre, der Bundesdurchschnitt liegt bei 44,7 Jahren und der Landesdurchschnitt bei 46 Jahren.
- die prozentuale Verteilung über alle Haushalte sieht wie folgt aus:

	Bargum	Bundesdurchschnitt
Familien	31 %	29 %
Singles	20 %	42 %
Zweipersonenhaushalte	48 %	29 %

Die Autoren sehen im Haushaltsdurchschnittsalter ein wesentliches Kriterium für die Beurteilung einer energetischen Optimierung der Bestandsimmobilien. Daher wurden folgende Eingruppierungen vorgenommen:

Gruppe 1: junge Familien oder junge Paare

Gruppe 2: Familien, Paare oder Einzelhaushalte im Erwerbsalter

Gruppe 3: Seniorenhaushalte (Einzelpersonen oder Paare)

Das Alter der Bewohner hat grundsätzlich Einfluss auf die individuelle Umsetzung energetischer Sanierungsmaßnahmen. Unter der Annahme, dass die jeweilige Immobilie perspektivisch langfristig genutzt wird, rentieren sich energetische Investitionen insbesondere für die Gruppen 1 und 2. Dieser Zusammenhang wird in den Kapiteln 5.1 und Kapitel 6 dargestellt.

Die nachfolgende Grafik stellt die Ergebnisse der ausgewerteten Fragebögen dar.

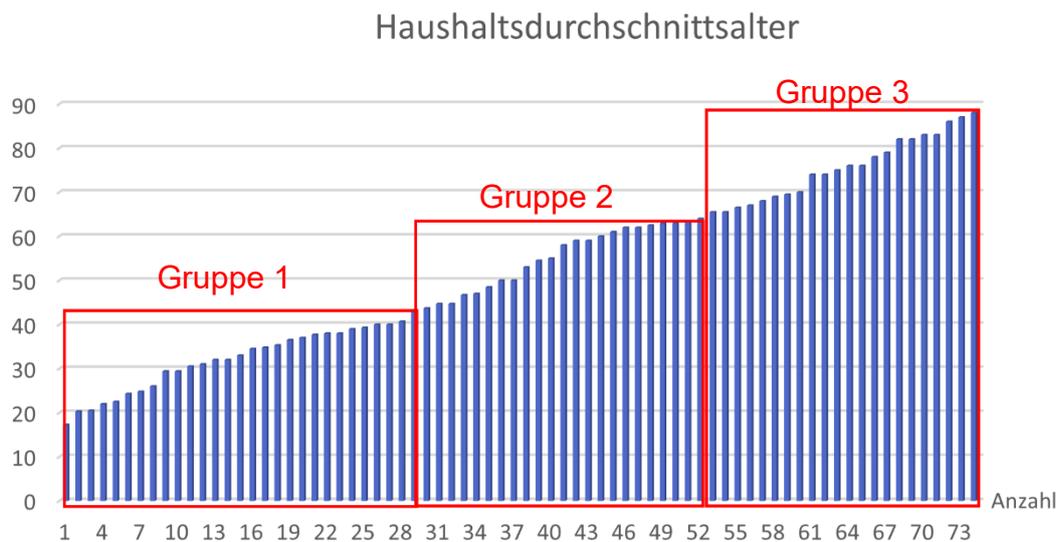


Abbildung 10: Haushaltsdurchschnittsalter

5. Bestandsaufnahme

Im Zuge der Konzepterarbeitung wurde eine umfangreiche Fragebogenaktion durchgeführt. Der Fragebogen ist dem Bericht als Anlage beigefügt.

Die ca. 200 Haushalte im Quartier teilen sich auf etwa 170 Gebäude auf. Mit dem Rücklauf von 72 Fragebögen absolut konnte somit eine Antwortquote von 42 % erreicht werden. Im Vergleich mit anderen öffentlich zugänglichen Quartierskonzepten ist dieser Wert als hoch zu klassifizieren. Gerade hierdurch wird gewährleistet, dass die erhaltenen Daten repräsentativen Charakter haben und somit hohen wissenschaftlichen Anforderungen genügen. Diese Quote konnte dank hohen zeitlichen und persönlichen Einsatzes generiert werden.

5.1 Gebäudebestand

Im Quartier Bargum West existieren laut der Auswertung des Bezirksschornsteinfegers 133 fossile Wärmeerzeugungsanlagen für Gebäude. Der überwiegende Teil bezieht sich auf Wohngebäude. Etwa 10 % der Gebäude werden gewerblich genutzt. Einzig das Feuerwehrgeräte- und Gemeindehaus im Ortsteil stellen eine öffentliche Liegenschaft dar. Im Quartier befindet sich zusätzlich eine Kirche.

Die Altersklassen der bestehenden Gebäude teilen sich wie folgt auf:

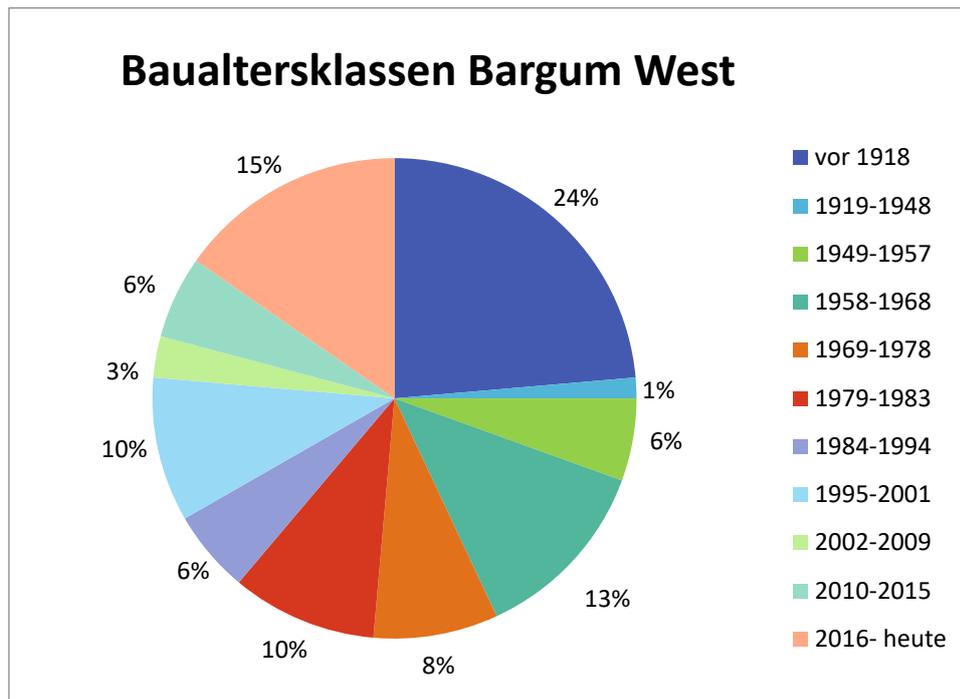


Abbildung 11: Baualtersklassen und prozentuale Verteilung in Bargum West

Die folgende Tabelle stellt die Gebäudeeffizienzklassen nach dem Gebäudeenergiegesetz dar.

Energieeffizienzklasse	kWh/m ² p.a.	Gebäudetypus
A+	0-30	Neubauten mit höchstem Energiestandard z.B. Passivhaus, KfW 40
A	30-50	Neubauten, Niedrigenergiehäuser, KfW 55
B	50-75	normale Neubauten
C	75-100	Mindestanforderung Neubau
D	100-130	gut sanierte Altbauten
E	130-160	mittel sanierte Altbauten
F	160-200	sanierte Altbauten
G	200-250	teilweise sanierte Altbauten
H	über 250	unsanierte Gebäude

Abbildung 12: Energieeffizienzklassen nach GEG²¹

Die Baualtersklassen werden von alt nach neu sortiert. Klasse A sind Gebäude vor 1870. Zum Zwecke der Übersichtlichkeit haben sich die Autoren entschieden, diese Kategorie unter B mit einzufassen.

²¹ <https://lxgesetze.de/geg/AL-10>

Baujahr	Baualtersklasse
vor 1918	B
1919-1948	C
1949-1957	D
1958-1968	E
1969-1978	F
1979-1983	G
1984-1994	H
1995-2001	I
2002-2009	J
2010-2015	K
2016- heute	L

Abbildung 13: Zuordnung der Baualtersklassen

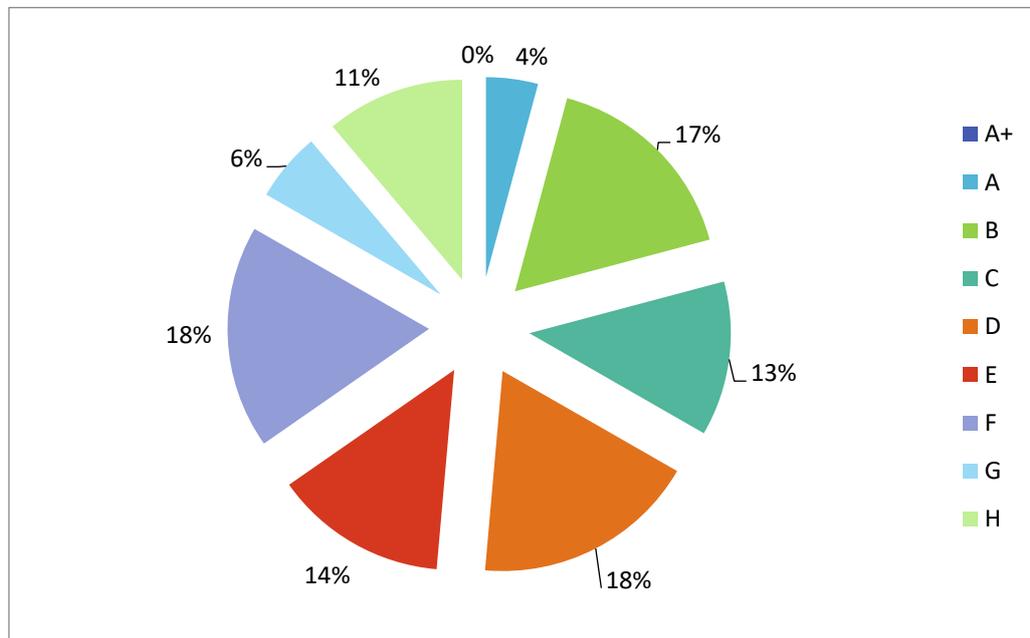


Abbildung 14: Energieeffizienzklassen im Gebäudebestand

Aus obiger Abbildung ist folgendes ersichtlich:

- lediglich 21 % der Gebäude erfüllen Effizienzstandards für Neubauten oder besser (A+, A und B)
- die Mindestanforderungen an Neubauten (A+ bis C) werden von insgesamt 34 % erreicht
- sanierte Altbauten (D und E) machen 32 % aus
- 35 % der Gebäude (F, G und H) weisen große Sanierungspotentiale auf

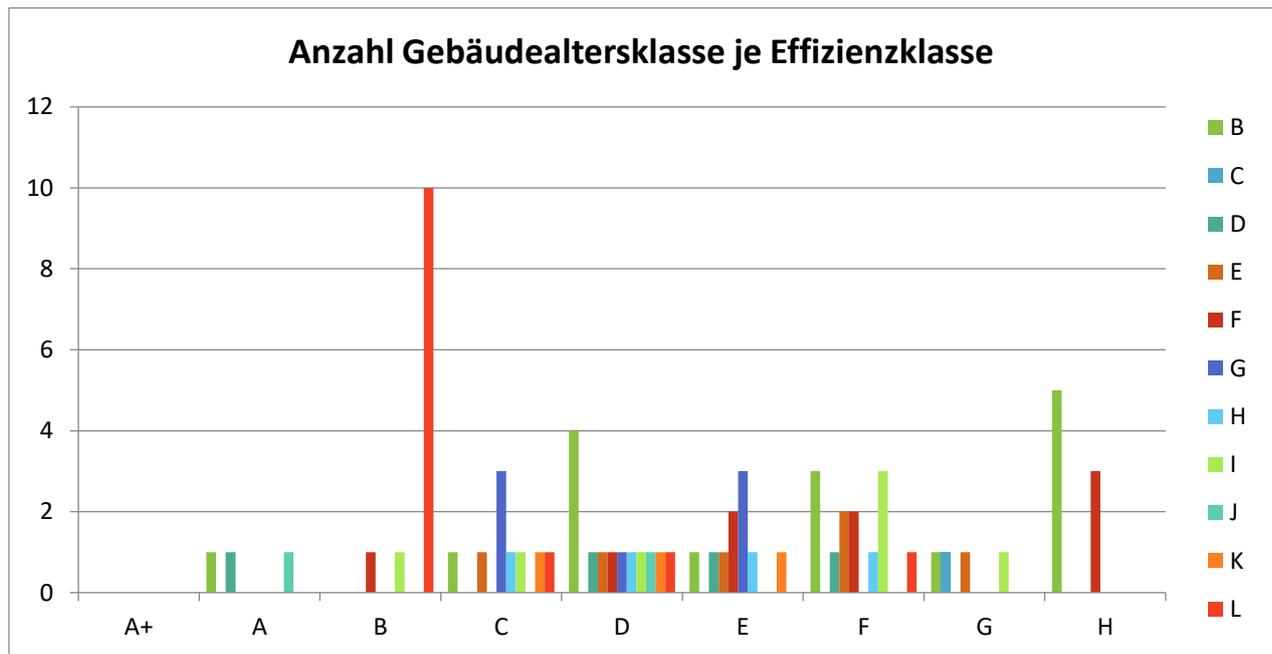


Abbildung 15: Zuordnung Gebäudealtersklasse zu Effizienzklasse

Energieeffizienzklasse	kWh/m ² (jährlich)	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A+	0-30											
A	30-50	1		1						1		
B	50-75					1			1			10
C	75-100	1			1		3	1	1		1	1
D	100-130	4		1	1	1	1	1	1	1	1	1
E	130-160	1		1	1	2	3	1			1	
F	160-200	3		1	2	2		1	3			1
G	200-250	1	1		1				1			
H	über 250	5				3						

Abbildung 16: Tabellarische Darstellung Gebäudealter je Effizienzklasse

Die obigen beiden Abbildungen veranschaulichen, dass selbst jüngere Baualtersklassen nicht per se energieeffizient sind. Dies geht u.a. aus der Effizienzklasse F hervor, die in fast allen Baualtersklassen vertreten ist. Ergo ist das individuelle Nutzerverhalten entscheidend zur Erreichung hoher Energieeffizienzwerte. Vollständigkeitshalber wird darauf hingewiesen, dass ausschließlich Wohngebäude betrachtet wurden.

Weitere Analysen über den Zusammenhang von Durchschnittsalter der Bewohner und Sanierungszustand des Gebäudes finden in Kapitel 6 statt.

5.2 Wärmeversorgungsbestand

Aus den Fragebogenrückläufern sind 72 Antworten für die Auswertung geeignet. Das Heizungsalter haben 69 der Haushalte angegeben. Das Heizungsalter ist in Tabelle 16 abgebildet. Etwa die Hälfte der Heizungen sind älter als 15 Jahre.

Heizungsalter in Jahren	Anzahl	%
unter 5 Jahre	14	20%
5-14 Jahre	22	32%
über 15 Jahre	33	48%
Gesamt	69	100%

Abbildung 17: Alter der Heizungen im Bestand

5.2.1 Zentral

Es besteht kein Wärmenetz, somit sind alle Wärmeversorgungsanlagen im Bestand dezentral.

5.2.2 Dezentral

Als Datenbasis werden die 73 auswertbaren Fragebögen sowie die Feuerstätten Daten des Bezirksschornsteinfegers zu Grunde gelegt.

Feuerstätten Daten des Schornsteinfegers:

Primärenergie	Anzahl	Prozent	installierte Gesamtleistung [kW]	durchschnittliche Leistung [kW]
Erdgas	57	43%	1099,80	19
Heizöl	69	52%	1715,70	25
Flüssiggas	5	4%	102,30	20
Feststoff	2	2%	49,00	25

Total 133 2966,80

Abbildung 18: Feuerstätten Daten Bezirksschornsteinfeger

Würden die Schornsteinfeger-Daten zugrunde gelegt, würde sich folgendes Bild ergeben: Multipliziert man die o.g. installierte Gesamtleistung mit 1.800

Vollbenutzungsstunden²², errechnet sich ein Gesamtwärmebedarf p.a. von 5.785 MWh für die oben genannten 133 Heizungen. Übertragen auf das betrachtete Quartier bedeutet dies für 170 beheizte Gebäude einen Gesamtwärmebedarf von 6.826 MWh pro Jahr. In dieser Betrachtung sind Wärmepumpen nicht berücksichtigt.

Es gilt anzumerken, dass auf dieser Datenbasis über die angemessene Dimensionierung der vorhandenen Anlagen keinerlei Aussage getroffen werden kann. Zusätzlich sind beim Schornsteinfeger sämtliche elektrischen Heizungssysteme nicht erfasst, da ihm diese Daten nicht vorliegen.

Allgemein lässt sich sagen, dass die Mehrzahl der Heizanlagen erheblich überdimensioniert werden. In Anbetracht dieser Datenmängel halten die Autoren die Daten aus der Fragebogenauswertung für aussagekräftiger, weil repräsentativer.

Daten aus Fragebogenumfrage:

Primärenergie	Anzahl	Prozent	jährlicher Wärmeverbrauch [kWh]
Heizöl	28	39 %	776.007
Erdgas	27	38 %	601.549
Pellet-/Holzofen	1	1 %	48.600
Wärmepumpe	16	22 %	260.827
Total	72	100 %	1.686.983

Abbildung 19: Energieträger laut Fragebogenergebnissen

Aus der Praxis stellen die Autoren fest, dass die Fragebögen überdurchschnittlich häufig von älteren Personen ausgefüllt wurden.

Da den Autoren von 42 % aller Anlagen Daten gemeldet wurden (72 von 170), werden die Verbrauchsdaten auf den gesamten Bestand hochskaliert²³.

Auf Basis dieses Vorgehens errechnet sich der jährliche dezentral zu erzeugende Gesamtwärmebedarf aus den Fragebogendaten für das Quartier auf ca. 3.983 MWh.

Laut Statistischem Bundesamt verbrauchte ein Haushalt in der Bundesrepublik im Jahre 2020 durchschnittlich 17.644 kWh Wohnenergie²⁴ (Heizen und Warmwasser).

Zur Plausibilisierung müssen die Ergebnisse der eigenen Erhebung über den Fragebogen mit den statistischen Daten in Bezug gesetzt werden: 3.983 MWh zu 2.982 MWh. Die Abweichung beträgt absolut etwa 1.000 MWh oder 25 % in Bezug auf den oberen Wert. Damit ist die Abweichung signifikant, sie ist jedoch nach Ansicht der Autoren wie folgt zu erklären:

- Im Quartier ist der Gebäudebestand älter und geringer saniert als im Bundesdurchschnitt.

²² Vgl. VDI 2067

²³ Es wird darauf hingewiesen, dass für eine Extrapolation der Daten wie folgt vorgegangen wurde: Der Wärmebedarf der 72 Wohngebäude berechnet (= 1.686.983 kWh) und auf 100 % (= 170 Gebäude) skaliert.

²⁴ https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/12/PD22_542_85.html

- Im ländlichen Raum sind die Gebäude größer als im Durchschnitt.
- Großer Einfluss des Verbraucherverhaltens im Betrieb
- Fehlender hydraulischer Abgleich
- Fehlende Anpassung der Heizleistung nach Sanierungsmaßnahmen

Der für das Quartier angesetzte Bruttowärmebedarf, der aktuell pro Jahr dezentral erzeugt wird, beträgt somit ca. 4.000 MWh.

Dies entspricht bei 170 beheizten Gebäuden einem Bruttowärmebedarf von 23.529 kWh die pro Jahr dem Gebäude zugeführt werden. Im Vergleich dazu liegt der Bundesdurchschnitt mit 17.644 kWh pro Jahr und Gebäude um ca. 25 % niedriger.

5.3 Stromverbrauch und Erzeugung

Das Quartier ist an das Verteilnetz des Netzbetreibers SH Netz angeschlossen und wird darüber versorgt. Da den Autoren vom Netzbetreiber keine Stromverbrauchswerte vorliegen, werden die Verbrauchsdaten, die sich aus den Auswertungen der Fragebögen ergeben als Basis verwendet und auf das gesamte Quartier hochskaliert.

Von 72 erhaltenen Fragebögen, wiesen 68 Rückmeldungen die erforderlichen Daten zum Stromverbrauch auf. Demnach beträgt der Durchschnittstromverbrauch etwa 3.900 kWh pro Jahr und Gebäude. Der Gesamtstromverbrauch im Quartier liegt damit bei ca. 663.000 kWh pro Jahr.

Erzeugungsseitig spielen die vorhandenen Photovoltaikanlagen die entscheidende Rolle. Aus den Fragebögen geht hervor, dass 28 % aller Hausdächer bereits mit einer PV-Anlage ausgestattet sind. Die Auswertung stellt sich wie folgt dar:

- 19 der Gebäude haben bereits PV auf ihren Dächern
- dies entspricht 28 % oder absolut 48 Gebäude auf das Quartier hocherrechnet
- das Ausbaupotenzial ist demnach 72 %, unter der Annahme, dass jedes Dach geeignet ist (unter Einsatz des aktuellen Standes der Technik)
- dies sind 122 Gebäude, die noch mit einer PV-Anlage ausgestattet werden können

Davon ausgehend, dass die durchschnittliche PV-Anlagengröße bei etwa 10 kWp liegt, wird eine bestehende Erzeugungsleistung für das Gesamtquartier von 480 kWp angenommen.

Unter der Annahme, dass auf den verfügbaren Dachflächen der Gebäude PV-Anlagen in der Größe von ca. 10 kWp installiert werden können, ergibt sich ein zusätzliches PV-Potenzial von rund 1,22 MWp. In Nordfriesland beträgt die erzeugte Durchschnittsleistung pro installiertem kWp etwa 950 kWh pro Jahr. Folglich ist das zusätzliche jährliche Erzeugungspotenzial ca. 1.159.000 kWh.

Im Ergebnis ist festzuhalten, dass die verfügbaren und ungenutzten Dachflächen ausreichen, um im Quartier rein bilanziell eine 100 % Stromversorgung allein durch PV zu erreichen.

Im Zuge der Elektrifizierung der Sektoren Verkehr und Wärme ist mit einem steigenden Stromverbrauch zu rechnen, der in dem Fall zum Teil von diesem Potenzial abgedeckt werden kann.

5.4 Mobilität

Das betrachtete Quartier befindet sich im ländlichen Raum. Der öffentliche Verkehrsträger Regional SH verbindet über ein recht dichtes Netz an Busverbindungen im 60-Minuten-Takt die Dörfer untereinander mit dem Regionalzentrum Flensburg, Niebüll und Husum. Zusätzlich verfügt das Quartier über einen Rufbus.

Gleichwohl stellt der private Individualverkehr die wesentliche Mobilitätssäule dar. Kurzstrecken werden oftmals zu Fuß und per Fahrrad zurückgelegt. Längere Distanzen ab 5 km werden in der Regel mit dem PKW gefahren.

Die Auswertung der Fragebögen ergibt eine PKW-Dichte von etwa 1,8 Fahrzeugen pro Haushalt und liegt damit über dem Bundesdurchschnitt von 1,6 Fahrzeugen pro Haushalt²⁵.

Immerhin 7 % der befragten Haushalte gaben an, ein Elektrofahrzeug zu besitzen. Unabhängig von der Fahrzeug-Antriebsart ist festzuhalten, dass PKWs laut Bundesverkehrsministerium²⁶ durchschnittlich 23 Stunden pro Tag ungenutzt parken. Demzufolge sind 96 % dieser Mobilitätsoption ungenutzt und stellen ein entsprechendes Optimierungspotenzial dar. Lokale Angebote für Car-Sharing existieren derzeit nicht im Quartier. Lauf Fragebogen können sich 28 % der Haushalte vorstellen, ein Car-Sharing Angebot künftig in Anspruch zu nehmen.

²⁵ KfW Research Verkehrswende in Deutschland (2022) https://www.kfw.de/%C3%9Cber-die-KfW/Newsroom/Aktuelles/Pressemitteilungen-Details_688320.html

²⁶ S.5 Ergebnisbericht Mobilität in Deutschland des BMVDI 2018

5.5 Energie- und CO₂-Bilanz des Quartiers

Die Energie- und CO₂-Bilanz im Quartier für die zu betrachtenden Sektoren stellt sich wie folgt dar:

Wärmeversorgung

Die im Quartier dezentral benötigte Wärmemenge beläuft sich auf 4 GWh_{th}.

Status quo Wärme²⁷:

Energieträger	Öl	Gas	Pellet/Holz	Wärmep.
CO₂ Emissionen p.a. in t	532	401	0,2	272
Prozentualer Anteil an Emissionen	44 %	33 %	0,01 %	23 %
erforderliche Primärenergie in MWh	1.716	1.672	8	487 ²⁸
CO₂-Emissionen Wärme p.a.	1.206 t CO₂			

Abbildung 20: Benötigte Wärmemenge und CO₂

Stromverbrauch und –erzeugung

28 % der Wohngebäude verfügen über eine PV-Anlage. Diese sind in der Regel ohne Batteriespeicher, daher nehmen die Autoren einen Eigenverbrauchsanteil von 20 % im Mittel an.

Status quo: Die folgende Tabelle stellt eine Auswertung der Daten aus dem Fragebogen dar.

	Stromverbrauch	Erneuerbar	Strommix
Insgesamt MWh	663	232	928
CO ₂ -Ausstoss in t		0	935
CO₂-Emissionen Strom p.a.	935 t CO₂		

Abbildung 21: Stromverbrauch und CO₂

²⁷ Detaillierte Berechnung vgl. Kapitel 7.2.3

²⁸ Annahme für die mittlere Arbeitszahl der Wärmepumpen auf Basis der Auswertung der Fragebogen: COP 3,1

Mobilität

Anzahl Fahrzeuge	302
Durchschnittliche Fahrleistung	23.000 km ²⁹
Elektrisch PKW	12
Durchschnittsverbrauch E-Mobile	17 kWh / 100 km
Gesamtverbrauch E-Mobile p.a.	47 MWh
Emissionen Strommix (PEf)	1,8
Emissionsfaktor	0,560
Emissionen Elektromobile p.a.	47 t CO₂
Benzin/ Diesel betriebene PKW	290
Durchschnittsverbrauch PKW	7,5 l / 100km ³⁰
Arbeit pro Liter	8,96 kWh
Gesamtverbrauch Verbrenner p.a.	4.482 MWh
Primärenergiefaktor Öl/Gas	1,1
Emissionsfaktor Öl/Gas	0,31
Emissionen Benzin/Diesel PKW	1.479 t CO₂
Emissionen Mobilität p.a.	1.526 t CO₂
Einwohner im Quartier	380
CO₂-Ausstoß für Mobilität pro Kopf p.a.	4,02 t

Abbildung 22: Tabellarische Darstellung Emissionen PKW Verkehr

5.6 Zusammenfassung Bestandsaufnahme

Im Rahmen der Bestandsaufnahme wurden die drei Sektoren Wärme, Strom und Mobilität im Zusammenhang mit dem Gebäudebestand betrachtet. Durch die hohe Rücklaufquote der Befragung von über 42 % basieren die zuvor dargestellten Ergebnisse auf einer soliden Datengrundlage. Das Durchschnittsalter der im Quartier wohnenden Personen liegt etwa 8 Jahre über dem Bundesdurchschnitt. Demnach handelt es sich eher um seniore Menschen. Das regionale Einkommenscluster ist wesentlich durch die Bereiche Handwerk, Landwirtschaft und Tourismus geprägt. Aus der Beobachtung der Autoren wird geschlossen, dass nur wenige Haushalte in der finanziellen Lage sind, energetische Sanierungsmaßnahmen umfänglich umsetzen zu können.

²⁹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und Digitales 2018

³⁰ Durchschnittswert gebildet aus 35% Diesel- und 65% Benzinfahrzeuge und einem Verbrauch von 7l/100km für Diesel und 7,7l/100km für Benzinmotoren gemäß Kraftfahrtbundesamt.

Aus der vorherigen Bestandaufnahme ergibt sich im Quartier Bargum-West ein CO₂-Ausstoss von insgesamt 3.667 Tonnen pro Jahr. Die prozentuale Aufteilung wird in der folgenden Abbildung dargestellt.

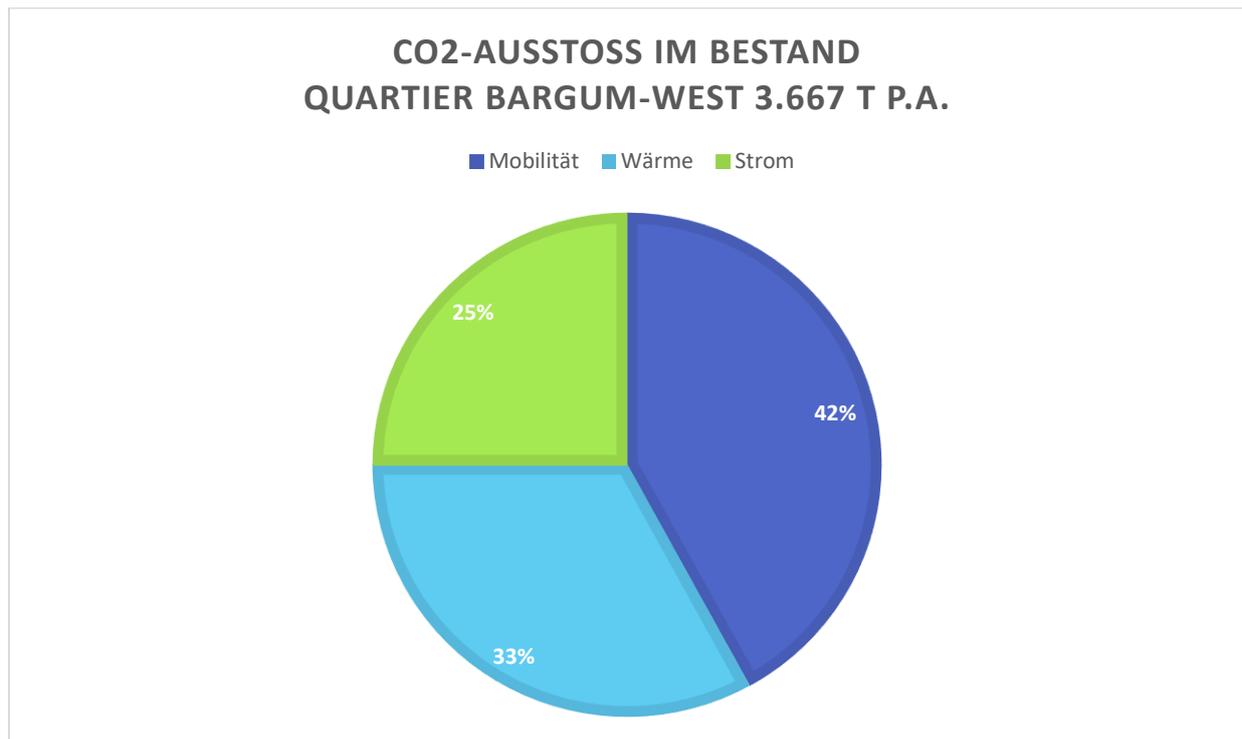


Abbildung 23: CO₂-Emissionen im Bestand Quartier Bargum-West

Prozentual fallen die CO₂-Emissionen aus dem Verkehrssektor in Bargum-West um etwa 10 Prozentpunkte höher aus als in vergleichbaren Quartieren der Region. Dies lässt sich einerseits aus der höheren Anzahl an bereits installierten Wärmepumpen erklären, andererseits aus der hohen Fahrzeugdichte im Quartier. Der Verkehrssektor hat demnach ein erhebliches Einsparungspotenzial.

6. Energie- und CO₂-Minderungspotenziale durch Gebäudesanierung

6.1 Gebäudesanierungspotenzial – Vorgehensweise, Rahmenbedingungen

Die Auswertungen der Fragebögen in Kapitel 5 zeigen, dass Effizienz nahezu unabhängig von Gebäudealter und –art ist. Die analytische Betrachtung offenbart einen zwingenden Zusammenhang zwischen Nutzerverhalten und Energiebedarf. Folglich müssen Sanierungs- von Aufklärungs-, Informations- und Motivationsmaßnahmen flankiert werden.

6.2 Mustersanierungsberatungen - Energieberatung vor Ort

Im Zuge dieses Berichts fanden umfängliche Beratungsgespräche mit Hauseigentümern vor Ort und im Rahmen der öffentlichen Informationsveranstaltungen statt. Mit den vier Versammlungen und der Fragebogenabfrage erhielten alle interessierten Hauseigentümer Beratungsangebote durch einen qualifizierten Energieberater. Bisher konnten 10 aufsuchende Beratungen dank dieses Quartierskonzeptes durchgeführt werden. Weitere Beratungen sind terminiert und werden den Teilnehmern der Abfrage auch weiterhin angeboten.

Im Folgenden sind zwei beispielhafte Auszüge solcher Sanierungsfahrpläne dargestellt. Personenbezogene Daten wurden entfernt. Die nachfolgend beschriebenen Mustersanierungskonzepte wurden im zu betrachtenden Quartier erstellt. Die vollständigen Sanierungsfahrpläne werden im Anhang zur Verfügung gestellt.

6.2.1 Mustersanierungskonzept Gebäude A

Der individuelle Sanierungsfahrplan für dieses Gebäude aus dem Baujahr 1983 gliedert sich in 2 Maßnahmenpakete. Die Hauptinhalte des jeweiligen Pakets sind aus Abbildung 24 ersichtlich.

Paket 1: Kellerdecke und oberste Geschossdecke isolieren, Hydraulischer Abgleich

Paket 2: Neue Heizung (Wärmepumpe), Warmwasseraufbereitung, Lüftung und Heizungsoptimierung Außenwand, Fenster, Türen und Heizungsoptimierung



Abbildung 24: Sanierungsfahrplan Mustergebäude A, Bj. 1983

Bei Umsetzung aller Maßnahmen kann der aktuelle Endenergiebedarf von 168 kWh/(m² a) auf bis zu 34 kWh/(m² a) um 80 % reduziert werden.

6.2.2 Mustersanierungskonzept Gebäude B

Die untere Abbildung zeigt den individuellen Sanierungsfahrplan eines Gebäudes aus dem Baujahr 1830. Er gliedert sich in 3 Maßnahmenpakete, die Hauptinhalte des jeweiligen Pakets sind aus Abbildung 25 ersichtlich.

Paket 1: Dämmung der Außenwände, Fenster und Türen sowie eine Heizungsoptimierung durch Pumpentausch und Hydraulischen Abgleich.

Paket 2: Dach, oberste Geschossdecke isolieren und Heizungsoptimierung

Paket 3: Gebäudesohle, neue Heizung (Wärmepumpe), Warmwasseraufbereitung und Lüftung



Abbildung 25: Sanierungsfahrplan Mustergebäude B, Bj. 1830

Bei Umsetzung aller Maßnahmen kann der aktuelle Endenergieverbrauch von 30.150 kWh/a auf bis zu 3.100 kWh/a reduziert werden.

6.2.3 Zusammenfassende Ergebnisse der Mustersanierungskonzepte

Um die volle Einsparung an CO₂-Emissionen ermöglichen zu können, sind sowohl technische als auch soziale Maßnahmen notwendig. Aus der Analyse der Fragebogen hat sich deutlich ergeben, wie wichtig das Nutzerverhalten für die Effizienz des Gebäudes ist.

Die wichtigsten technischen Maßnahmen sind:

- Einsparung
 - Dämmungsmaßnahmen
 - Austausch der Fenster und Türen
 - energetische Verbesserung der Innenbeleuchtung (LED)
- Effizienz
 - Ertüchtigung der Anlagentechnik (Heizung, Kessel, Pumpen, ...)
 - bessere Regelung und Steuerung
 - Einführung eines Energiemanagements
- Eigenerzeugung von Energie
 - Solarthermie (für Warmwasser und Heizungsunterstützung)
 - Photovoltaik mit Batteriespeicher (für Wärmepumpe + Verbrauchsstrom)
 - Sektorübergreifende Integration: Mobilität + Haus (V2H)
- Einsatz von lokalen, nachwachsenden Rohstoffen
 - Baumaterialien
 - thermische Verwertung (Holz, Pellets etc.)

Die wichtigsten sozialen Maßnahmen sind:

- Nutzerverhalten
 - nur genutzte Räume beheizen
 - Reduzierung der Raumtemperatur (1 °C weniger erspart ca. 5 % Heizenergie)
 - Energetisch optimiertes Lüften
- Information und sozialer Austausch
 - Erhöhung des technischen Verständnisses
 - Wissen vermitteln
 - Austausch über energetische Zusammenhänge schaffen
 - Sanierung und Effizienzsteigerung als sozial attraktives Themengebiet etablieren

Geeignete Zeitpunkte für eine umfassende energetische Sanierung sind Eigentümerwechsel, Nutzungsänderung des Gebäudes oder Umbau / Ausbau der Immobilie.

6.3 Einsparpotential und Sanierungsrate

Unter Anbetracht der Nutzungsdauer eines Wohngebäudes gehen die Autoren davon aus, dass bei einem hohen Durchschnittsalter der Bewohner die Motivation zur energetischen Sanierung geringer ausfällt. Dieser Umstand ist im untersuchten Quartier in der Regel zu beobachten gewesen und wird daher für die Autoren als gesicherte Annahme gewertet. Das öffentliche Interesse an Informationsveranstaltungen zeigt indes, dass insbesondere ältere Jahrgänge sich mit dem Thema energetische Sanierung stärker auseinandersetzen als jüngere Jahrgänge. Dies mag mit der verfügbaren Zeit zusammenhängen, führt allerdings in der Praxis dazu, dass man gerade die im Vollerwerb lebenden Haushalte nur schwer erreicht. Kurioserweise profitieren gerade die jüngeren Bewohner aufgrund der längeren Nutzungsdauer überdurchschnittlich von Investitionen in energetische Sanierungsmaßnahmen. Dies erfordert, dass gezielte Ansprache in Kombination mit Informationsangeboten, ausgerichtet auf die Gruppe der Vollerwerbstätigen, von entscheidender Bedeutung zur Erreichung einer hohen Sanierungsrate ist.

Das folgende konkrete Beispiel im Quartier Bargum-West führt vor Augen, dass durch geringe Maßnahmen respektable Einsparungspotentiale gehoben werden können³¹:

Ein Gebäude der Baualtersklasse F (1969-1978) mit 120 m² Wohnfläche erreichte durch den Einbau einer neuen Heizung und den Austausch der Fenster (beides vor 13 Jahren) einen Sprung in der Effizienzklasse von G auf B. Allein diese Maßnahmen bewirkten einen Verbrauch von 64 kWh/m² anstelle von ca. 240 kWh/m² ³² und Jahr, was einer Reduzierung von etwa 73 % entspricht.

Das Quartier weist auf Basis der Fragebogenergebnisse einen sehr hohen Bestand an selbstgenutzten Eigentumsimmobilien auf, lediglich 10-15 % befinden sich in Vermietung. Daraus leiten die Autoren ab, dass grundsätzlich eine hohe Sanierungsquote erreichbar scheint.

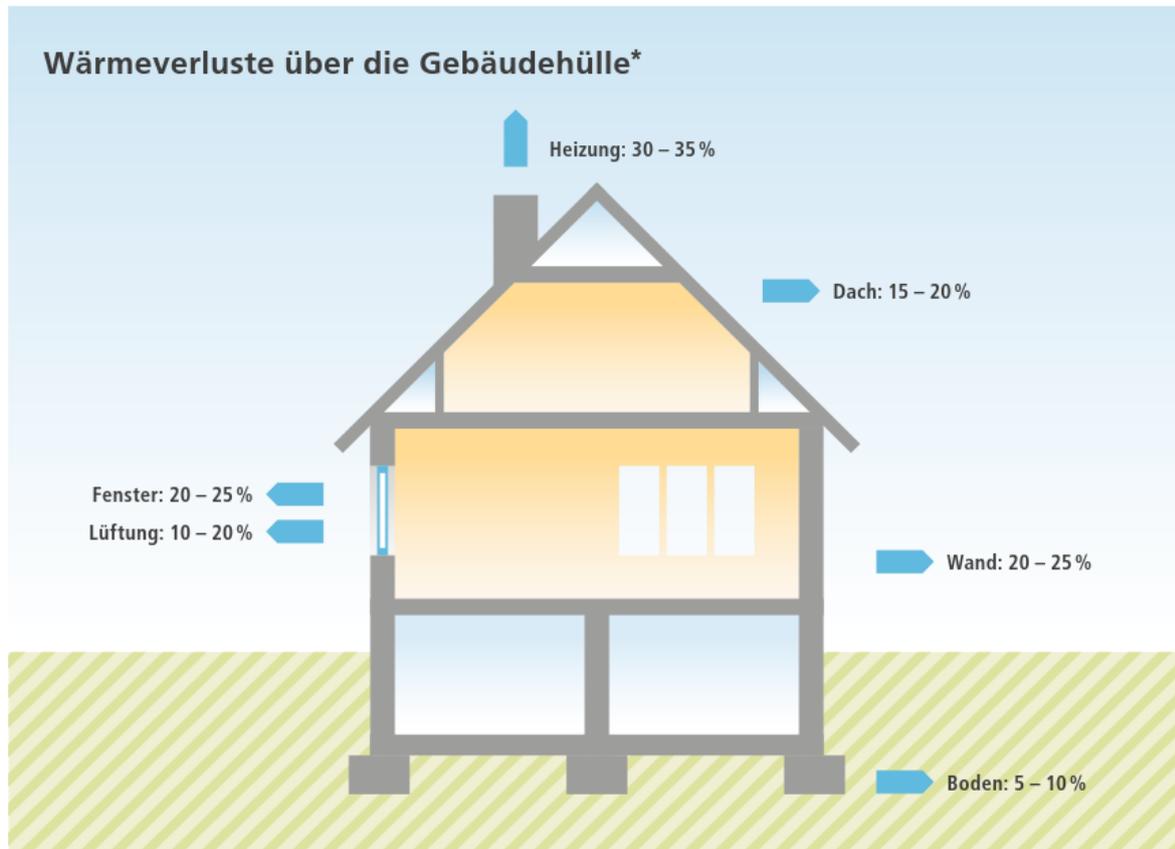
In Kapitel 4.3 (soziodemographische Daten) beschreiben die Autoren, dass das Quartier in einer Entwicklungsachse Schleswig-Holsteins liegt und daher von einer positiven Bevölkerungsentwicklung ausgegangen werden kann. Dadurch ist davon auszugehen, dass der Gebäudebestand weitestgehend weiter genutzt und mit der Zeit energetisch saniert wird. Dies erfolgt vor allem durch den natürlichen Generationswechsel und geringen Zuzug.

Zur Erhöhung der natürlichen Sanierungsrate sind weitere Maßnahmen in Richtung Kommunikation und Aufklärung erforderlich. Insbesondere das Vorhandensein einer

³¹ Datengrundlage = Fragebogenerhebung im Rahmen des Quartierskonzepts Bargum-West

³² Vergleichswert eines unsanierten Gebäudes, gleicher Baualtersklasse und Gebäudeart sowie vergleichbarer Wohnfläche.

bereits gegründeten Gemeinwohngenossenschaft in der Nachbargemeinde Langenhorn kann für diesen Prozess positive Auswirkungen hervorbringen.



* Beispiel entspricht einem freistehenden Einfamilienhauses mit Baujahr vor 1984

Abbildung 26: Einsparpotentiale durch Einzelmaßnahmen³³

Im Jahr 2019 betrug die bundesdurchschnittliche energetische Sanierungsrate knapp 1 %. Selbst diese Rate wird aktuell im Quartier nach Beurteilung der Autoren nicht erreicht.

Die Bundesregierung plant eine Sanierungsrate von mindestens 2 % zu erreichen.

Der überdurchschnittliche Altersdurchschnitt dürfte in den nächsten Jahren zu einem erhöhten künftigen Besitzerwechsel führen und ermöglicht damit die Chance, eine höhere Quote an energetischer Sanierung zu erreichen.

³³ Vgl. Broschüre „Energetische Gebäudesanierung 12.2023, Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen GmbH

Etwa die Hälfte der Gebäude ist vor 1978 gebaut. Die Gebäudeeffizienzklassen E bis H betragen ebenfalls 50 %. Daraus folgern die Autoren, dass im Quartier ein erhebliches Sanierungspotenzial zu heben ist.

Den Bedarf, besonders ineffiziente Gebäude energetisch zu ertüchtigen, hat die KfW erkannt und in 2022 ein neues Förderprogramm „Worst Performing Building (WPB)³⁴ ins Leben gerufen.

Die Autoren erachten daher eine jährliche Sanierungsrate von etwa 1,7 % zum heutigen Zeitpunkt als realistisch³⁵.

³⁴ Vgl. [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-f%C3%BCr-effiziente-Geb%C3%A4ude/Worst-Performing-Building-\(WPB\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-f%C3%BCr-effiziente-Geb%C3%A4ude/Worst-Performing-Building-(WPB)/)

³⁵ Siehe Kap.6.4.1

6.4 Zukünftiger Wärmebedarf im Quartier

6.4.1 Fokus energetische Sanierung

Die aktuelle soziodemografische Struktur im Quartier, lässt nach Ansicht der Autoren den Schluss zu, dass es eine überdurchschnittlich hohe Sanierungsrate geben wird. Aufgrund der im hohen Alter allein in un- bzw. geringsanierten Gebäuden lebenden Bewohnern, ist davon auszugehen, dass bei einem Besitzerwechsel eine energetische Sanierung durchgeführt wird.

In Abbildung 10 ist die aktuelle soziodemografische Struktur (Durchschnittsalter pro Haushalt) im Quartier dargestellt. Auf Basis der Fragebogenauswertung und unter der Annahme einer durchschnittlichen Lebenserwartung von 77-83 Jahren, ist mit folgenden Veränderungen zu rechnen:

- bereits heute sind 7 von 72 Haushalten über der statistischen Lebenserwartung (entspricht ca. 10 %)
- in den kommenden 10 Jahren werden weitere 20 Haushalte hinzukommen (erneut ca. 28 %)
- folglich wird es in den nächsten 10-15 Jahren zu einem Generationenwechsel bei den Besitzern bei bis zu 38 % der Gebäude kommen
- dies sind zwischen 2,5 – 3,8 % der Gebäude pro Jahr

Die Autoren sind der Ansicht, dass jedes dieser „38 %“ Gebäude in irgendeiner Form energetisch ertüchtigt wird und folgende Annahmen als Durchschnitt realistisch sind:

- etwa 50 % der Gebäude werden grundlegend energetisch saniert, was zu einer Verringerung des Wärmebedarfs um etwa 50 % führen wird
- die restlichen 50 % erreichen mittels Einzelmaßnahmen Einsparungen von etwa 25 %

damit sinkt der Wärmebedarf der hier betrachteten Gebäude um 37,5 %.

Für die restlichen 62 % des Gebäudebestands gehen die Autoren von einer durchschnittlichen jährlichen Sanierungsrate von 0,8 % aus. Es wird erwartet, dass durchschnittliche Einsparungen in Höhe von 37,5 % auch hier erreichbar sind.

Für den Gesamtgebäudebestand im betrachteten Quartier ergibt sich somit eine durchschnittliche Sanierungsrate von 1,7 % p.a. mit Einsparungen in Höhe von etwa 37,5 % im Wärmesektor.

Wie in Kap. 5.5 dargestellt, belaufen sich die CO₂-Emissionen aus der Wärmeerzeugung auf 1.206 t. Unter Berücksichtigung der oben hergeleiteten Einsparung durch energetische Sanierung sind CO₂-Einsparungen in Höhe von 7,7 t p.a. realistisch.

6.4.2 Fokus Nutzerverhalten und Optimierung des Bestands

Das Nutzerverhalten stellt einen großen Einflussfaktor für den Energieverbrauch dar. Auf Grundlage von Erfahrungswerten des beteiligten Energieberaters lassen sich ca. 15 % des aktuellen Wärmebedarfes ohne weitere technische Maßnahmen allein durch effizientere Nutzung, richtiges Lüften etc. einsparen.

Grundsätzlich besteht durch die Optimierung von Steuerung und Regelung und die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs ein weiteres Einsparpotenzial von im Mittel 7,5 %.

Die Autoren gehen davon aus, dass durch entsprechende Kommunikation und Wissensvermittlung pro Jahr etwa 10 % der Haushalte zu einem sparsameren Verhalten angeregt werden können. In etwa dem gleichen Umfang dürfte es zur Optimierung von Steuerung, Regelung und der Durchführung des hydraulischen Abgleichs kommen.

Dies führt zu einer jährlichen Reduzierung des Wärmebedarfs im Quartier von etwa 2,25 %.

6.4.3 Gesamtbetrachtung des künftigen Wärmebedarfs

Die Betrachtung umfasst 170 Wohngebäude.

(alle Werte in MWh _{th} p.a.)	2024	2035	2045
Wärmebedarf im jeweiligen Jahr	4.400	3.188	2.378
Reduzierung durch Sanierung p.a.	0,6375 %		
Reduzierung durch Verhalten + Optimierung p.a.	2,25 %		

Abbildung 27: Zukünftiger Wärmebedarf im Quartier

In den kommenden 20 Jahren ist von folgender Reduzierung des jährlichen Wärmebedarfs auszugehen:

- Energetische Sanierung
 - Jährliche Sanierungsrate 1,7 %
 - Effizienzgewinne durch Sanierung 37,5 %
 - Effektive Reduktion des Wärmebedarfs 0,6375 % pro Jahr
- Nutzerverhalten und Optimierung
 - Effektive Reduktion des Wärmebedarfes 2,25 % jährlich

Diese beiden Effekte summieren sich auf 2,8875 % per annum, somit über 20 Jahre auf 54 %.

Dieser erhebliche Rückgang ist bei künftigen Wärmeplanungen zu berücksichtigen.

Sollte die Gemeinde künftig im betrachteten Quartier Neubauflächen ausweisen, werden diese energetisch einen derart geringen Wärmebedarf haben, dass dieser in der Gesamtbetrachtung nicht ins Gewicht fällt.

7. Wärmeversorgungsoptionen

In diesem Kapitel werden die Wärmeversorgungsoptionen betrachtet, die von den Autoren in einem relevanten zeitlichen Realisierungskontext als umsetzbar eingestuft werden. Es findet folglich im Gegensatz zu anderen öffentlich zugänglichen Quartierskonzepten keine Abhandlung über den allgemeinen Stand der Technik statt.

7.1 Allgemeine Einführung

Für eine realistische Betrachtung sind sogenannte Systemwirkungsgrade relevant. Für die Vergleichbarkeit zentraler und dezentraler Wärmeversorgung ist die am definierten Übergabepunkt gelieferte Wärmemenge ausschlaggebend. Für eine zentral erzeugte Wärmeversorgung bedeutet dies, dass die Wärmemenge am Wärmetauscher des Endkunden betrachtet wird. Gleiches gilt beispielsweise für dezentral erzeugte Wärme mittels Wärmepumpe, auch hier sind alle Wirkungsgradverluste bis zum Übergabepunkt zu berücksichtigen.

7.2 Berechnungsgrundlagen

Zur Berechnung der Energie- und CO₂-Bilanz werden die Primärenergiefaktoren der KfW-Bank angewendet. Folgende Abbildung stellt die Übersicht der verwendeten Werte dar.

Kategorie	Energieträger	Emissionsfaktor (kg CO ₂ -Äquivalent pro kWh)	Primärenergiefaktoren (nicht erneuerbarer Anteil)
Fossile Brennstoffe	Heizöl	0,310	1,1
	Erdgas	0,240	1,1
	Flüssiggas	0,270	1,1
	Steinkohle	0,400	1,1
	Braunkohle	0,430	1,2
Biogene Brennstoffe	Biogas	0,140	1,1
	Bioöl	0,210	1,1
	Holz	0,020	0,2
Strom	Strom (netzbezogen)	0,560	1,8
	Erneuerbarer Strom lokal (Im Quartier erzeugter Strom aus Photovoltaik oder Windkraft)	0	0
	Verdrängungsstrommix	0,860	2,8
Wärme, Kälte	Erneuerbare Wärme (Erdwärme, Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme)	0	0
	Erdkälte, Umgebungskälte	0	0
	Abwärme aus Prozessen	0,040	0
Nah-/Fernwärme bis 400 kW	Nah-/Fernwärme aus fossilen Brennstoffen, mind. 70 % aus KWK	0,180	0,7
	Nah-/Fernwärme aus erneuerbaren Brennstoffen, mind. 70 % aus KWK	0,040	0,2
	Nah-/Fernwärme aus fossilen Brennstoffen, ohne KWK	0,300	1,3
	Nah-/Fernwärme aus erneuerbaren Brennstoffen, ohne KWK	0,060	0,2
Nah-/Fernwärme größer 400 kW	Nah-/Fernwärme individuell	individuelle Berechnung (siehe unten) unter Berücksichtigung der Vorgaben gemäß § 22 Absatz 2 bis 4 GEG	
Sonstiges	sonstige Energieträger	Ansatz individueller Faktoren (siehe unten)	

Abbildung 28: Emissions- und Primärenergiefaktoren nach KfW³⁶

7.3 Zentrale Versorgungsoptionen

Im folgenden Kapitel werden die, von den Autoren als für das Quartier relevant eingestuft technischen Lösungen für zentrale Wärmeversorgung betrachtet.

³⁶ Quelle: KfW - Stand: 10/2021, Programm 432, Formularnummer: 600 000 4832, S 12

7.3.1 Erzeugungsanlagen

Großwärmepumpe

Großwärmepumpen arbeiten nach dem gleichen Grundprinzip wie alle Wärmepumpen. Ein Kältemittel wird in einem geschlossenen Kreislauf verdichtet, verdampft, entspannt und anschließend wieder verflüssigt. Über diesen Prozess kann thermische Energie konzentriert und sehr effizient zur Wärmeerzeugung genutzt werden. Für hohe Wirkungsgrade ist effizient nutzbare Umgebungswärme erforderlich (z.B. Erd- und Abwärme). Zusätzlich benötigt man für den eingangs beschriebenen Prozess elektrische Energie für die Pumpen.

Je nach eingesetztem Kältemittel und Technologie der Großwärmepumpe sind sehr hohe Temperaturen (bis zu 130°C) durch eine Kaskadierung verschiedener Anlagen möglich.

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) auf Biogasbasis

Die Kraft-Wärme-Kopplung zeichnet sich durch die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme aus. Im Fall der Nutzung von Biogas als Brennstoff, wird in einem Verbrennungsmotor Gas in Kraft (Rotationsenergie über Dynamo anschließend in elektrische Energie) und Wärme (in Form von Abwärme) gewandelt. Damit sind Wirkungsgrade zwischen 85 und 90 % möglich. Biogas wird durch lokal verfügbare Biomasse (Mais, Grasschnitt und Gülle) mittels Fermentierungsprozessen erzeugt. Hierdurch verringert sich die Abhängigkeit externer Rohstofflieferanten (z.B. russisches Öl und Gas).

Aufgrund des veränderten Energiesystems, hin zu einem CO₂-freien Erzeugungspark, ist Flexibilität eine der wichtigsten Eigenschaften von Einzelkomponenten. In der Folge werden Biogasanlagen, die bisher stromgeführt betrieben wurden, zu einem flexiblen wärmegeführten Betrieb umgebaut.

KWK + Großwärmepumpe

Die Kombination von KWK und Großwärmepumpe verbindet die Vorteile beider Prozesse und ermöglicht die zusätzliche Erzeugung weiterer thermischer Energie. Dies bedeutet, die mögliche Nutzung der vorhandenen thermischen Restwärme im Abgas einer KWK-Anlage durch einen nachgelagerten Großwärmepumpenprozess. In dieser Kombination ist darauf hinzuweisen, dass die Wärmepumpe parallel zur KWK-Anlage betrieben wird und damit eine geringe Flexibilität aufweist. Um die Flexibilität solcher Anlagenkombinationen zu erhöhen, können thermische und elektrische Speicher eingesetzt werden. Diese erhöhen sowohl die Kosten als auch die Komplexität der Anlagen.

Pyrolyse

Im Gegensatz zu Verbrennungsvorgängen bietet die Pyrolyse eine Alternative, da hier bei vergleichsweise niedrigen Temperaturen CO₂ gebunden wird. Bspw. wird

Knickholz als Eingangsmaterial thermisch verarbeitet. Bei etwa 500 °C und bei geringem Sauerstoffgehalt wird das Holz reduziert und bindet CO₂. Im Ergebnis gewinnt man als Produkt sogenannte Pflanzenkohle. Das dabei entstandene Gas wird in einem nachgelagerten Verbrennungsprozess thermisch genutzt, um den Prozess am Laufen zu halten als auch, um zusätzlich gewonnene thermische Energie anderen Nutzungsmöglichkeiten zuzuführen. Dies kann beispielsweise die Verwendung in einem Nahwärmenetz sein. In Schleswig-Holstein sind erste Anlagen erfolgreich in Betrieb.

Holzhackschnitzelkessel

Zerkleinertes trockenes Holz wird in einem Feuerraum verbrannt. Der prinzipielle Vorgang gliedert sich in drei Phasen: Trocknung (der Restfeuchtigkeit von ca. 20%), Entgasung und Oxidation.

Eine Hackschnitzel-Heizungsanlage besteht in der Regel aus folgenden Anlagenkomponenten:

- Brennstofflager/-silo mit Befüll-Vorrichtung und Austragungssystem,
- Brennstoffförderung zur Feuerung,
- Hackschnitzelfeuerung/-heizkessel,
- Wärmeabgabesystem, Brauchwasserspeicher und ggf. Pufferspeicher,
- Abgasanlage (Schornstein und ggf. sekundäre Rauchgasreinigung),
- Ascheaustragssystem.

Für die Bewertung der Nachhaltigkeit ist die Beschaffung des Brennstoffs von großer Bedeutung. Handelt es sich vornehmlich um Schad-, Rest- oder Abfallholz aus der Region kann die Anlage eine sinnvolle Ergänzung in der Wärmeversorgung darstellen.

Elektrolyseur (Abwärmenutzung)

Im Zuge der Gewinnung von Wasserstoff in einem Elektrolyseur entsteht je nach eingesetzter Technologie nutzbare Prozesswärme im Bereich von 100-850 °C. Mittels eines Wärmetauschers lässt sich dieses thermische Potential beispielsweise in einem Nahwärmenetz verwenden. Bei entsprechend hohen Anlagenbetriebszeiten (Volllaststunden p.a.) ist dies eine interessante Ergänzung für die Deckung des Wärmebedarfs.

7.3.2 Wärmenetz

Wenn eine Vielzahl von Gebäuden in einem Quartier oder einer Siedlung mit Wärme versorgt werden sollen, geschieht dies am effizientesten über ein Wärmenetz - also über eine leitungsgebundene Wärmeversorgung. Grundsätzlich wird die Wirtschaftlichkeit eines solchen Netzes durch die Anschlussquote, Leitungslänge und Abnahmemenge bestimmt. Als Charakterisierung der Wirtschaftlichkeit gilt die

sogenannte Wärmeliniendichte angegeben in gelieferte Wärmemenge pro Trassenmeter und Jahr (kWh / (m x a)).

Der Netzaufbau gliedert sich in Hauptverteilung, Unterverteilung und Hausanschlüsse. In der Praxis gibt es mehrere Rohr-/Verlege-Systeme die sich in Materialart, Isolierung und Verlegeweise differenzieren. Eine detaillierte und vertiefende Betrachtung wirtschaftlicher und technischer Aspekte ist für diesen Bericht nicht vorgesehen.

Unter Berücksichtigung der quartierspezifischen Gegebenheiten einer ländlichen Struktur stellt die zu erwartende Wärmelinien dichte eine Herausforderung für die Realisierung dar und ist daher für jedes Projekt individuell zu bewerten.

7.3.3 Thermische Speicher

Generell dienen Speicher dazu, lokal verfügbare regenerative volatile Energiequellen Dargebots unabhängig nutzbar zu machen. Thermische Speicher können unerwünschte Tageslastspitzen ausgleichen bzw. reduzieren und unabhängig von der Wärmeerzeugungsart beladen werden. Damit kann ein großer Teil des Wärmebedarfs mit Erneuerbaren Energien aus unterschiedlichen Quellen gedeckt werden.

Die Planung von thermischen Speichern für Quartiere gliedert sich in drei verschiedene Speicherkonzepte:

1. sensible (Wärmespeicherung durch Temperaturveränderung des Speichermediums),
2. latente (Wärmespeicherung hauptsächlich durch die Nutzung von Phasenwechsel (von fest zu flüssig) des Speichermediums) und
3. thermochemische Wärmespeicher (Wärmespeicherung in Form einer reversiblen thermo-chemischen Reaktion)

Des Weiteren ist der Nutzungsbereich (Wärme- und Kälteversorgung sowie Kopplung mit unterschiedlichen Wärmenetzsystemen), die Lokalisierung der Speicher (zentral, dezentral bzw. gebäudeintegriert) und die Dauer (Lang- und Kurzzeitwärmespeicherung) als technische Aspekte zu berücksichtigen.³⁷

7.3.4 Wartung und Instandhaltung

³⁷ Vgl. Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2021) „dena-Studie, Thermische Energiespeicher für Quartiere, Überblick zu Rahmenbedingungen, Marktsituation und Technologieoptionen für Planung, Beratung und politische Entscheidungen im Gebäudesektor“

Unabhängig von der Technologiewahl sind derartige Systeme fortlaufend zu warten und in Stand zu halten. Entsprechende Kosten sind in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit einzubeziehen. Unter Berücksichtigung eines zu erwartenden fortwährenden Fachkräftemangels sind wenig personalintensive Systeme zu bevorzugen. Durch eine Professionalisierung der Wartung in einem Nahwärmenetz ist gegenüber privaten dezentralen Wärmeherzeugungsanlagen von einer höheren Anlagenverfügbarkeit auszugehen.

7.3.5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen (Sensitivitätsanalysen)

Da die gesamtwirtschaftliche Bewertung von verschiedenen Parametern abhängt, führen die Autoren sogenannte Sensitivitätsanalysen der Vollkosten für die Wärmeherzeugung durch. An dieser Stelle werden nur zentrale Wärmeversorgungsoptionen verglichen, Kapitalkosten finden keine Berücksichtigung³⁸. Für die Betrachtung wird eine wirtschaftliche Variante aus Großwärmepumpen zugrunde gelegt. Der für die Umsetzung einer Nahwärme geeignete Bereich im Quartier hat heute einen Wärmebedarf von 4,0 GWh_{th}. Bei einer Anschlussquote von 80 % ergibt sich ein Wärmebedarf von 3,2 GWh_{th}. Für die Verteilung dieser Wärmemenge ist eine Netzlänge von etwa 5 km als realistisch anzunehmen.

Betrachtung der Variation verschiedener Parameter:

- Netzbaukosten
- Netznutzungsdauer
- Anschlussquote
- Preis Wärmeherzeugung (bspw. bedingt durch unterschiedliche Erzeugungsarten, Betriebskosten, CO₂-Abgabe etc.)
- Systemwirkungsgrad (inkl. Verluste im Verteilnetz) (10 %, 15 %, 20 %)
- Förderkulisse (40 % - 0 %)
- Wärmetauscher-Kosten kundenseitig

	Netzbaukosten		
	(inkl. Hausanschluss netzseitig) –		
Netzkosten in € pro m	400	600	800
Netzbaukosten	2.000.000 €	3.000.000 €	4.000.000 €
Netzbaukosten / Abschreibung p.a.	100.000 €	150.000 €	200.000 €
Erzeugungskosten inkl. Netzverluste p.a.	422.400 €		

³⁸ Die nicht erfolgte Berücksichtigung der Kapitalkosten (Zinsen) basiert darauf, dass die Schwankungsbreite künftiger Finanzierungskosten schwer einschätzbar ist. Aus diesem Grund wurden die Kapitalkosten weder bei zentralen noch dezentralen Versorgungsoptionen berücksichtigt. Hierdurch wird eine Vergleichbarkeit der Varianten gewährleistet.

Personal-, Betriebs- und Wartungskosten p.a.	50.000 €		
Wärmevollkosten pro kWh	0,143 €	0,159 €	0,174 €
Rahmenbedingungen:			
Länge in m	5.000		
Erzeugungsleistung in kWh	3.200.000		
Erzeugungsvollkosten in €/kWh	0,08		
Netzverluste	20 %		
Netznutzungsdauer in Jahren:	20		

Abbildung 29: Abschätzung Netzbaukosten

<u>Einzelsensitivitäten:</u>	Wärmevollkosten pro kWh		
Netznutzungsdauer: 25 Jahre	-0,006 €	-0,009 €	-0,011 €
Netznutzungsdauer: 30 Jahre	-0,011 €	-0,017 €	-0,023 €
Netznutzungsdauer: 35 Jahre	-0,017 €	-0,026 €	-0,034 €
Länge (Anschlussquote +20 %) entspricht 4000 m (-20 %)	-0,006 €	-0,009 €	-0,013 €
Länge (Anschlussquote -20 %) entspricht 6000 m (+20 %)	0,006 €	0,009 €	0,013 €
Erzeugungskosten -15 % = 0,068 € / kWh	-0,014 €	-0,014 €	-0,014 €
Erzeugungskosten +15 % = 0,092 € / kWh	0,014 €	0,014 €	0,014 €
Förderung Netzbau (20 % der Netzbaukosten)	-0,006€	-0,009 €	-0,013 €
Förderung Netzbau (40 % der Netzbaukosten)	-0,013 €	-0,019 €	-0,025 €
Anschlusskosten + Wärmetauscher: 19.000 € (inkl. Förderung i.H.v. 70 %, 50 %, 30 %)	5.700 €	9.500 €	13.300 €
Implikation auf Wärmekosten in 20 Jahren pro Hausanschluss bei 22.000 kWh p.a.	0,013 €	0,022 €	0,030 €

Abbildung 30: Sensitivitäten Netzbaukosten

Die Autoren legen die Annahme zu Grunde, dass die oben genannte Förderhöhe durch die sogenannte Wirtschaftlichkeitslücke gerechtfertigt werden kann.

Folgende plausible Szenarien wurden betrachtet:

Um eine möglichst robuste Planung zu gewährleisten sind unterschiedliche zukünftige Entwicklungen zu berücksichtigen. Die Autoren haben drei unterschiedliche Szenarien entwickelt, die sowohl in der zentralen als auch in der dezentralen Vollkostenbetrachtung vergleichbare Ergebnisse ermöglichen.

Szenario: pessimistisch - Wärmevervollkosten 23,1 Ct / kWh

- geringe Anschlussquote
- geringe Nutzungsdauer
- hohe Netzbaukosten
- hohe Erzeugungskosten
- keine Förderung
- hohe Anschlusskosten

Szenario: realistisch - Wärmevervollkosten 15,9 Ct / kWh

- mittlere Anschlussquote
- mittlere Nutzungsdauer
- mittlere Netzbaukosten
- mittlere Erzeugungskosten
- mittlere Förderung
- mittlere Anschlusskosten

Szenario: optimistisch - Wärmevervollkosten 12,1 Ct / kWh

- hohe Anschlussquote
- hohe Nutzungsdauer
- mittlere Netzbaukosten
- geringe Erzeugungskosten
- hohe Förderung
- geringe Anschlusskosten

	pessimistisch	realistisch	optimistisch
Anschlussquote	-20 %	+/- 0 %	+20 %
Nutzungsdauer	20 Jahre	25 Jahre	35 Jahre
Netzbaukosten	800 € /m	600 € /m	600 € /m
Erzeugungskosten	9,2 Ct / kWh	8 Ct / kWh	6,8 Ct / kWh
Förderung Netzbau	0 %	20 %	40 %
Förderung Umrüstung	30 %	50 %	70 %
Wärmetauscher und Anschlusskosten kundenseitig	13.300 €	8.500 €	5.700 €
Wärmevervollkosten³⁹	23,1 Ct / kWh	15,9 Ct / kWh	12,1 Ct / kWh

Abbildung 31: Szenarien Übersicht zentrale Wärme

³⁹ In obiger Betrachtung sind erforderliche Kapitalkosten nicht berücksichtigt. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist dennoch gegeben, da die Autoren diesen Parameter sowohl bei der zentralen als auch bei der dezentralen Variante gleichermaßen exkludieren.

7.4 Dezentrale Versorgungsoptionen

Die aktuelle Bestandssituation im Quartier kennzeichnet sich dadurch, dass es kein Nahwärmenetz gibt. Alle bestehenden Liegenschaften werden mittels dezentraler Wärmeerzeugungsanlagen versorgt. Um die unterschiedlichen Varianten zu vergleichen, skizzieren die Autoren in diesem Kapitel die im Einsatz befindlichen dezentralen Versorgungsoptionen.

7.4.1 Erzeugungsanlagen

Derzeit werden nach Auswertung der Fragebögen die nachfolgenden Heizungsarten genutzt:

Ölheizung

In einem Brennraum wird fossiles Heizöl verbrannt und die dabei entstehende Wärme an das Heizungssystem abgegeben. Eine Brennstoffbevorratung ist erforderlich.

Gasheizung

Erforderlich ist ein Gasanschluss oder eine lokale Gasbevorratung. Analog zur Ölheizung wird der Brennstoff in einem Brennraum verbrannt um anschließend die Wärme zur Heizung zu nutzen.

Holzpelletkessel / Holzhackschnitzelkessel

Als Brennmaterial finden Holzpellets oder Holzhackschnitzel Verwendung. Zur Beurteilung der Umweltfreundlichkeit ist zwingend die Art und Weise der Pelletherstellung/ Hackschnitzelherstellung sowie der erforderlichen Logistik bis zum Endverbraucher zu berücksichtigen. Die trockenen Holzpellets/ Hackschnitzel werden in einer Brennkammer in thermische Energie umgewandelt und ans Heizungssystem abgegeben.

Wärmepumpe

Bei der Wärmepumpe wird thermische Energie aus der Umwelt (Luft, Erdreich, Wasser) entzogen, die über elektrische Kompression eines verwendeten Kältemittels auf ein nutzbares Niveau verdichtet wird. Erforderlich sind Umweltwärme und elektrischer Strom.

Heizungsunterstützende Systeme:

Solarthermie nutzt die Sonnenstrahlung, um üblicherweise Brauchwasser zu erwärmen und somit in den sonnenreichen Monaten eine Verwendung von fossilen Energieträgern zu vermeiden.

Holzöfen (Grundöfen) sind im betrachteten Quartier seit jeher im Einsatz. Oftmals wird hierzu lokal das erforderliche Brennholz direkt aus den umgebenden Wäldern in Privatbesitz erwirtschaftet.

Infrarotheizung setzt elektrischen Strom in Strahlung um, die lediglich die Oberflächen der Gegenstände in der Umgebung aufheizt. Durch diese gleichmäßig erzeugte Wärme ähnelt diese Form der Heizung der natürlichen Sonnenstrahlung. Die Heizkörper können als Flächenheizungen in Spiegeln, Bildern und Verkleidungen untergebracht werden.

7.4.2 Wartung und Instandhaltung

Jedes Heizungssystem erfordert Wartung und Pflege. Bei dezentralen Anlagen obliegt die alleinige Verantwortung hierfür beim Anlagenbetreiber (in der Regel Eigentümer der Immobilie). Je nach verwendetem Brennstoff und Anlagentechnologie variieren diese im Umfang der Wartungsintervalle und somit der daraus resultierenden Kosten.

7.4.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen (Sensitivitätsanalysen)

Da die gesamtwirtschaftliche Bewertung von verschiedenen Parametern abhängt, führen die Autoren auch für den dezentralen Versorgungsweg sogenannte Sensitivitätsanalysen der Vollkosten für die Wärmeabgabe durch.

An dieser Stelle werden nur dezentrale Wärmeversorgungsoptionen miteinander verglichen, Kapitalkosten finden keine Berücksichtigung⁴⁰. Alle dargestellte Preise sind Netto-Preise ohne Mehrwertsteuer.

Ab dem Jahr 2025 müssen neue dezentrale Heizungsanlagen einen Erneuerbaren Energien Anteil von mindestens 65 % vorweisen. Altanlagen genießen Bestandsschutz. An dieser Stelle sei bereits auf die wirtschaftlichen Implikationen der CO₂-Bepreisung verwiesen, die fossile Heizsysteme mit weiter steigenden Mehrkosten belasten wird.

⁴⁰ Die nicht erfolgte Berücksichtigung der Kapitalkosten (Zinsen) basiert darauf, dass die Schwankungsbreite künftiger Finanzierungskosten schwer einschätzbar ist. Aus diesem Grund wurden die Kapitalkosten weder bei zentralen noch dezentralen Versorgungsoptionen berücksichtigt. Hierdurch wird eine Vergleichbarkeit der Varianten gewährleistet.

Betrachtung der Variation verschiedener Parameter:

- Investitionskosten
- Brennstoffkosten
- CO₂ Abgaben
- Anlagennutzungsdauer
- Wartung- und Instandhaltung

	Ölheizung	Gasheizung	Wärmepumpe
	Wärmevollkosten pro kWh	Wärmevollkosten pro kWh	Wärmevollkosten pro kWh
Heizung mit unten genannten Rahmenbedingungen	0,235 €	0,181 €	0,186 €
Rahmenbedingungen			
Wärmebedarf im Haus p.a. in kWh	18.000,00	18.000,00	18.000,00
Installierte Heizleistung in kW	12	12	12
Brennstoffkosten Öl pro Liter, Gas pro kWh, Strom pro kWh (Stand Feb. 2024)	0,920 €	0,077 €	0,324 €
Wirkungsgrad der Heizung	65%	65%	99%
Heizwert in kWh pro Liter Heizöl, pro m ³ Gas, COP der Wärmepumpe	9,80	9,80	3,1
Brennstoffbedarf p.a. in Liter und kWh (für Gas und Wärmep.)	2.826	27.692	5.865
Brennstoffkosten p.a.	3.177 €	2.619 €	2.326 €
CO ₂ Emission in Tonnen p.a. (gemäß KfW Berechnung)	11,54	8,94	7,30
CO ₂ Abgaben p.a. (45 €/Tonne in 2024)	519 €	402 €	0 € ⁴¹
Investitionskosten Heizung 12 kW inkl. Installation, ohne Finanzierungskosten (netto)	18.531,9 €	8.375 €	24.350 €
Nutzungsdauer Jahre	20	20	20
Investitionsabschreibung p.a.	926,6 €	519 €	1.217 €
Wartung- und Instandhaltung p.a. (inkl. Schornsteinfeger)	275 €	275 €	225 €

Abbildung 32: Vergleich Wärme Vollkosten Dezentral

⁴¹ Nach dem Brennstoff-Emissionshandels Gesetz (BEHG) sind Wärmepumpen seit 2021 von der CO₂-Abgabe befreit.

<u>Einzel sensitivitäten:</u>	Differenzbetrag für Wärme Vollkosten in € / kWh		
	Öl	Gas	Wärmepumpe
Nutzungsdauer: 25 Jahre	-0,010 €	-0,006 €	-0,014 €
Nutzungsdauer: 30 Jahre	-0,017 €	-0,010 €	-0,023 €
Investitionskosten: + 10 %	0,004 €	0,002 €	0,006 €
Investitionskosten: + 20 %	0,008 €	0,004 €	0,011 €
Brennstoffkosten: + 10 %	0,014 €	0,012 €	0,011 €
Brennstoffkosten: + 20 %	0,029 €	0,024 €	0,021 €
Brennstoffkosten: + 30 %	0,043 €	0,036 €	0,032 €
Brennstoffkosten: + 100 % (Preisschock)	0,144 €	0,119 €	0,106 €
Wartungskosten: +20 %	0,003 €	0,003 €	0,002 €
Wartungskosten: +40 %	0,005 €	0,005 €	0,004 €
CO2 Abgaben: 55 € / Tonne in 2026 (Mindestziel)	0,029 €	0,022 €	0,000 €
CO2 Abgaben: 70 € / Tonne in 20xx (ab 2027 free floating)	0,037 €	0,028 €	0,000 €

Abbildung 33: Sensitivitäten Wärme Vollkosten Dezentral

Analog zur im Kap. 7.1.6 betrachteten zentralen Versorgungsvariante wurden für die dezentrale Wärmeversorgung folgende unten definierte Szenarien entwickelt:

Wärme Vollkosten	Ölheizung	Gasheizung	Wärmepumpe
Szenario: pessimistisch -mittlere Nutzungsdauer (20 Jahre) -hohe Investitionskosten -Förderung (30% nur WP) ⁴² -hohe Brennstoffkosten -hohe Wartungskosten -hohe CO ₂ -Abgabe	0,308 €	0,239 €	0,212 €
Szenario: realistisch -mittlere Nutzungsdauer (20 Jahre) -mittlere Investitionskosten -Förderung (50% nur WP) -mittlere Brennstoffkosten -mittlere Wartungskosten -hohe CO ₂ -Abgabe (ab 2027)	0,285 €	0,221 €	0,179 €
Szenario: optimistisch -hohe Nutzungsdauer (25 Jahre) -geringe Investitionskosten -Förderung (70% nur WP) -geringe Brennstoffkosten -geringe Wartungskosten -mittlere CO ₂ -Abgabe (ab 2027)	0,244 €	0,193 €	0,155 €

Abbildung 34: Szenarien Dezentrale Wärmeversorgung

Aus obiger Darstellung ist ersichtlich, dass die Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpentechnologie auf den ersten Blick am günstigsten erscheint. Da jedoch die Kapitalkosten nicht berücksichtigt wurden und gerade die Wärmepumpe den höchsten Investitionsbedarf besitzt, kann sich ein hoher Zinssatz negativ auf die obigen Zahlen auswirken (ca. 3 Ct/ kWh bei 3,5 % Zins p.a.). Der Kapitalkosteneffekt ist bei geringer investiven Lösungen (Gas und Öl) entsprechend schwächer ausgeprägt (ca. 1 Ct/kWh bei 3,5 % Zins p.a.). Im Ausgleich dazu werden Wärmepumpen mit Investitionszuschüssen zwischen 30 und 70 % gefördert, während fossile Heizanlagen nicht mehr gefördert werden.

Aufgrund getroffener politischer Entscheidungen werden sich in absehbarer Zeit die CO₂-Abgabe und die Quote eines verbindlich vorgeschriebenen Anteils an Erneuerbaren Energien belastend auf die fossilen Heizungssysteme auswirken. In der Vollkostenbetrachtung wurde dieser Effekt mit etwa 1 – 1,5 Ct/ kWh errechnet.

⁴² Der Gesetzgeber fördert keine fossilen Heizungen mehr, daher erhalten nur die Wärmepumpen eine Förderung.

7.5 Vergleich zentraler und dezentraler Versorgungsoptionen

7.5.1 Allgemeine Aspekte

Individuelle Heizungslösungen erfordern grundsätzlich einen höheren Platzbedarf innerhalb und gegebenenfalls auch außerhalb des Gebäudes. Dies führt zu Mehrkosten bei Einzelsystemen. Darüber hinaus resultiert aus einer örtlichen Brennstoffbevorratung ein erhöhtes Gefährdungspotential (Brandlast und folglich Versicherungskosten). Service und Wartungsthemen obliegen bei dezentralen Lösungen ausschließlich dem Anlagenbesitzer. Unter Berücksichtigung eines wahrscheinlich fortwährenden Fachkräftemangels, weisen zentrale Versorgungsoptionen in diesem Aspekt deutliche Vorzüge auf (Verhältnis Facharbeiterstunde / gewarteter kWh_{th}). Sollte im Zuge energetischer Gebäudesanierungsmaßnahmen der Wärmebedarf sinken, so weisen dezentrale Heizungssysteme wenig Flexibilität der Heizleistungsanpassung auf (der Wirkungsgrad des Heizungssystems sinkt). Zudem ist klar, dass Förderprogramme nur eine begrenzte Laufzeit besitzen.

Im betrachteten Quartier existiert aktuell keinerlei zentrale Wärmeerzeugung. Unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte ist eine Versorgung mit Wärme aus einer Großwärmepumpe eine Variante hoher Realisierungswahrscheinlichkeit. Daher wird dieses Szenario in der weiteren Betrachtung als Basis der zentralen Wärmeversorgung eingesetzt.

7.5.2 Energie und CO₂-Bilanzen

Zur Beurteilung der unterschiedlichen Wärmeerzeugungsarten in Bezug auf verursachte Emissionen benötigt man anerkannte Kennzahlen.

Die Autoren orientieren sich dabei an den von der KfW Bank verwendeten Werte, zur Kategorisierung der Emissionen verschiedener Energieträger (siehe Kap. 7.2).

Betrachtet wird im Folgenden der aktuelle, dezentral versorgte Status quo im Quartier Bargum-West im Vergleich mit einer zentralen Versorgungsoption unter der Annahme einer Anschlussquote von 80 %. Als dezentral erzeugte Wärmemenge pro Jahr wird der ermittelte Wert von ca. 3.200 MWh zugrunde gelegt (siehe Kap. 5.2).

Primärenergie- und Emissionsfaktoren der folgenden Berechnung werden erneut aus der bereits zitierten KfW Tabelle verwendet.

Status quo dezentral erzeugte Wärme:

Energieträger	Öl	Gas	Pellet	Wärmep.
Emissionen im Quartier in t p.a.	1.206			
CO₂ Emissionen p.a. in t	531,96	401,28	0,20	272,47
Prozentualer Anteil	44 %	33 %	0,01 %	23 %
Emissionen im Quartier in 20 Jahren in t	24.118			
CO₂ Emissionen in 20 Jahren in t	10.640	8.026	3,2	5.449
erforderliche Primärenergie in kWh	1.716.000	1.672.000	8.000	486.553 ⁴³
Rahmenbedingungen				
Dezentral benötigter Bruttowärmebedarf⁴⁴ im Quartier in kWh	4.000.000			
Wärmebedarf im Quartier in kWh	1.560.000	1.520.000	40.000	880.000
Prozentualer Anteil der jeweiligen Versorgung	39 %	38 %	1 %	22 %
Primärenergiefaktor	1,1	1,1	0,2	1,62 ⁴⁵
Emissionsfaktor (kg CO ₂ pro kWh)	0,31	0,24	0,02	0,56

Unter der Annahme einer Anschlussquote von 80 % an eine Großwärmepumpe, die mit CO₂-freiem Strom aus einer regionalen Windkraftanlage betrieben wird, stellt sich die CO₂-Bilanz wie folgt dar:

Rahmenbedingungen	
Bruttowärmebedarf im Quartier in kWh	4.000.000
Wärmeerzeugung mittels Nahwärme in kWh	3.200.000
Strombedarf für Wärmepumpe (inkl. Wärmenetzverluste 20 %) in kWh	1.092.150
Davon Anteil Strombedarf netzbezogen (5 % p.a.) in kWh	54.608
Primärenergiefaktor	1,8
Primärenergie in kWh	98.294,4

⁴³ Annahme für die mittlere Arbeitszahl der Wärmepumpen auf Basis der Auswertung der Fragebogen: COP 2,93

⁴⁴ Mit Bruttowärmebedarf wird der erforderliche Energiebedarf vor Berücksichtigung von Wirkungsgradverlusten in einzelnen Heizsystemen bezeichnet.

⁴⁵ Unter Berücksichtigung der im Quartier installierten PV-Anlagen in Kombination mit Wärmepumpe schätzen die Autoren den Anteil von erneuerbarem Strom in der Wärmeerzeugung auf 10 %. Somit verringert sich der Primärenergiefaktor von 1,8 auf 1,62.

Emissionsfaktor	0,56
Emissionen t p.a.	55
Emissionen der verbleibenden 20 % dezentrale Wärme t p.a.	241
Gesamtemissionen (80 % Nahwärme plus 20 % verbliebene dezentrale Versorgung)	296
Gesamtemissionen über 20 Jahre in t	5.920

Für einen wissenschaftlich fundierten Vergleich der Erzeugungsoptionen zentral vs. dezentral sind die Emissionen, die aus einer 80 % zentralen Erzeugung resultieren dem zuvor berechneten dezentralen Energiemix in gleicher Höhe (80 %) des Wärmebedarfs gegenüberzustellen. Dies entspricht der Annahme, dass 20 % des Bedarfs weiterhin dezentral erzeugt wird.

Gesamtemission	100 % dezentral	80 % zentral + 20 % dezentral
Emissionen über 20 Jahre in t	24.118	5.920
Reduktion		-18.198 t entspricht 75 %

Aus einer Anschlussquote von 80 % der Gebäude an ein Nahwärmenetz resultieren CO₂-Einsparungen von ca. 75 % im Vergleich zum Istzustand. Dies entspricht einer CO₂-Reduktion um 18.198 Tonnen in 20 Jahren Betriebszeit.

7.5.3 Kosten

Kostenvergleich

Im wirtschaftlichen Vergleich der beiden Versorgungsoptionen findet die Berücksichtigung von Kapitalkosten aus bereits in Kap. 7.4 genannten Gründen nicht statt. Zum Vergleich werden die jeweiligen Werte aus den realistischen Szenarien herangezogen. Die Gemeinkosten für den Betrieb einer zentralen Wärmeversorgung sind nachfolgend mit 10 % der Erlöse berücksichtigt.

	Nahwärmenetz
Anschlussquote 80 %	+/- 0 %
Netzlänge	5 km
Netzverluste	20 %
Nutzungsdauer	25 Jahre
Netzbaukosten	600 € /m
Erzeugungskosten	8 Ct / kWh
Förderung Netz	20 %

Gemeinkosten	10 % der Erlöse
Anschlusskosten	8.000 €
Wärmetauscher	11.000 €
Förderung Haushalt	50 %
Wärmevollkosten	15,9 Ct / kWh

Wärmevollkosten	Ölheizung	Gasheizung	Wärmepumpe
Szenario: realistisch -mittlere Nutzungsdauer -mittlere Investitionskosten -mittlere Brennstoffkosten -mittlere Wartungskosten -hohe CO ₂ -Abgabe (ab 2027)	0,285 €	0,221 €	0,179 €
Prozentuale Verteilung ⁴⁶	39 %	38 %	22 %
Über alle Wärmeerzeugungsarten gemittelter Wärmevollkostenpreis	23,7 Ct / kWh		

Aus dieser Betrachtung ergibt sich ein ökonomischer Vorteil für den Wechsel auf eine Nahwärmeversorgung von jedwedem dezentralen Heizungssystem. Die Individuallösung ist ca. 7,8 Ct/ kWh teurer, dies entspricht ca. 50 % gegenüber den Wärmevollkosten einer zentralen Wärmeversorgung.

7.6 Zusammenfassung

Die zentrale Versorgung ist gegenüber einer dezentralen unter Berücksichtigung aller Bewertungsparameter stets vorteilhaft. Die CO₂-Emissionen können über die zentrale Versorgung im Nahwärmenetz somit um 75 % reduziert werden.

Auch unter wirtschaftlichen Aspekten ist eine zentrale Versorgung empfehlenswert, da diese für jede andere betrachtete Erzeugungsart günstiger ist. Für West-Bargum ist eine Großwärmepumpe gespeist aus regionalem Windstrom ein präferiertes Lösungsszenario.

⁴⁶ Im Quartier bestehen 1 % Holzheizungen. Diese werden hier nicht weiter betrachtet, da keine Daten zu Vollkosten vorliegen.

Vorteile der zentralen Heizung in Bezug auf Service, Wartung, Verfügbarkeit, reduzierten Raumbedarf etc. runden diese positive Bewertung zusätzlich ab.

Sollte es zu keiner zentralen Wärmeversorgung im Quartier kommen, bleiben mittelfristig Holz, Biomasse und Wärmepumpe, gegebenenfalls noch Brennstoffzelle als Wärmequelle.

Hinsichtlich der hierdurch verursachten Emissionen besteht eine erhebliche Bandbreite, da maßgeblich der deutsche Strommix (nach KfW Emissionstabelle) mit seinen spezifischen CO₂-Emissionen bestimmend ist und sich somit negativ auf die Wärmepumpentechnologie auswirkt. Erst wenn die Transformation der deutschen Stromerzeugung hin zu 100 % Erneuerbaren Energien gelingt, können die Emissionsvorteile der Wärmepumpe ihre Wirkung entfalten.



	Nahwärmenetz
Anschlussquote	80 %
Netzlänge	+/- 0 %
Netzverluste	5 km
Nutzungsdauer	20 %
Netzbaukosten	25 Jahre
Erzeugungskosten	600 € / m
Förderung Netz	8 Ct / kWh
Gemeinkosten	20 %
Anschlusskosten	10 % der Erlöse
Wärmetauscher	8.000 €
Förderung Haushalt	11.000 €
Wärmevollkosten	50 %
	16,2 Ct / kWh

Suchraum (roter Kreis) für eine zentrale Nahwärme Erzeugung und Parameter für eine beispielhafte Netzauslegung zur Errechnung indikativer Vollkosten als Anhaltspunkt für weitere Entscheidungen:

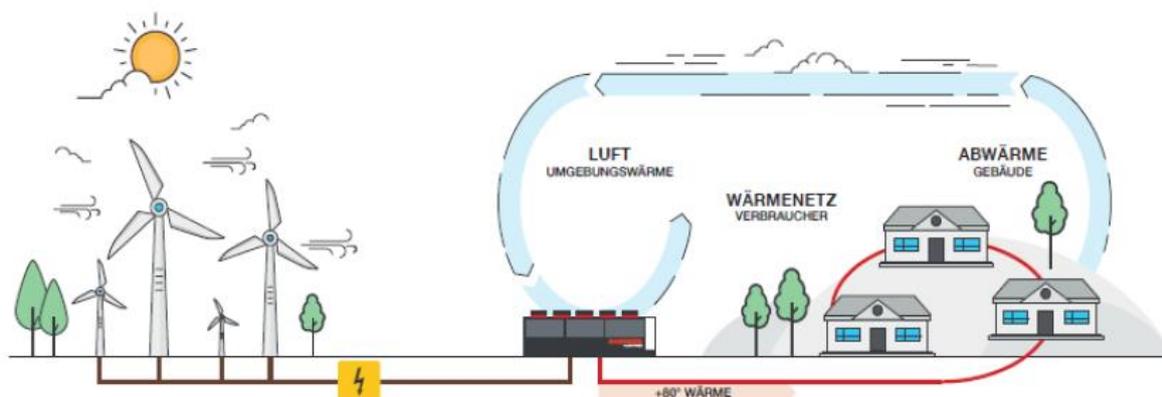


Abbildung 35: Funktionsschema Großwärmepumpe

8. Strom

Die Autoren betrachten in diesem Kapitel die Verbrauchsdaten sowie die Stromerzeugungsdaten und weisen auf mögliche Potenziale der weiteren Erzeugung und Nutzung hin.

8.1 Stromverbrauch

In den rund 200 Haushalten in Bargum-West leben etwa 380 Personen. Aus den Daten der Fragebogenerhebung ergibt sich ein Stromverbrauch von 663 MWh (siehe Kap. 5.3).

Es sind noch Potenziale zur Stromeinsparung und Effizienzsteigerung ungenutzt. Dies gilt für die ortsansässigen Betriebe sowie für die Privathaushalte.

Aus der Erhebung geht hervor, dass etwa 28 % der Haushalte eine eigene Photovoltaikanlage auf dem Dach betreiben und Strom aus diesen Anlagen verbrauchen.

8.2 Stromerzeugung

Im betrachteten Quartier sind neben den bereits bestehenden privaten PV-Anlagen mit einer Erzeugungsleistung von ca. 480 kWp keine weiteren Stromerzeugungsanlagen installiert. Für die Einschätzung des Potenzials zur zusätzlichen Stromerzeugung auf den Hausdächern wird angenommen, dass Gebäude, die noch keine Solaranlagen haben mit einer Anlage von 10 kW belegt werden. Dies bedeutet, dass 122 PV-Anlagen mit einer Leistung von ca. 10 kW über das Jahr 950 kWh erzeugen können. Somit ergibt sich hier ein Erzeugungspotenzial von rund 1,16 GWh (vgl. Kap. 5.3). Neuanlagen werden meist mit einem Batteriespeicher gebaut, hierdurch erhöht sich der Eigenverbrauchsanteil von etwa 20 % deutlich auf über 75 %.

In der Gemarkung Bargum-West gibt es aktuelle Planungen zur Errichtung mehrerer Windkraftanlagen. Hierzu liegt noch keine verbindliche Landesplanung vor, somit ist noch kein Realisierungszeitraum benennbar.

9. Mobilität

Das Quartier befindet sich im ländlichen Raum Schleswig-Holsteins. Es liegt an einer der zentralen Entwicklungsachsen der Region, die sich entlang der Bundesstraße B5 erstreckt. Somit ist der motorisierte Individualverkehr die tragende Säule der Mobilität. Der Regionalbahnhof der Nachbargemeinde Langenhorn bindet die Region an die Regionalzentren Husum und Niebüll an.

9.1 Potenziale

Eine Studie der Fraunhofer IAO „Mobilität neu denken“ weist ein auf das Quartier übertragbares Modell mit vier Kernbereichen auf.

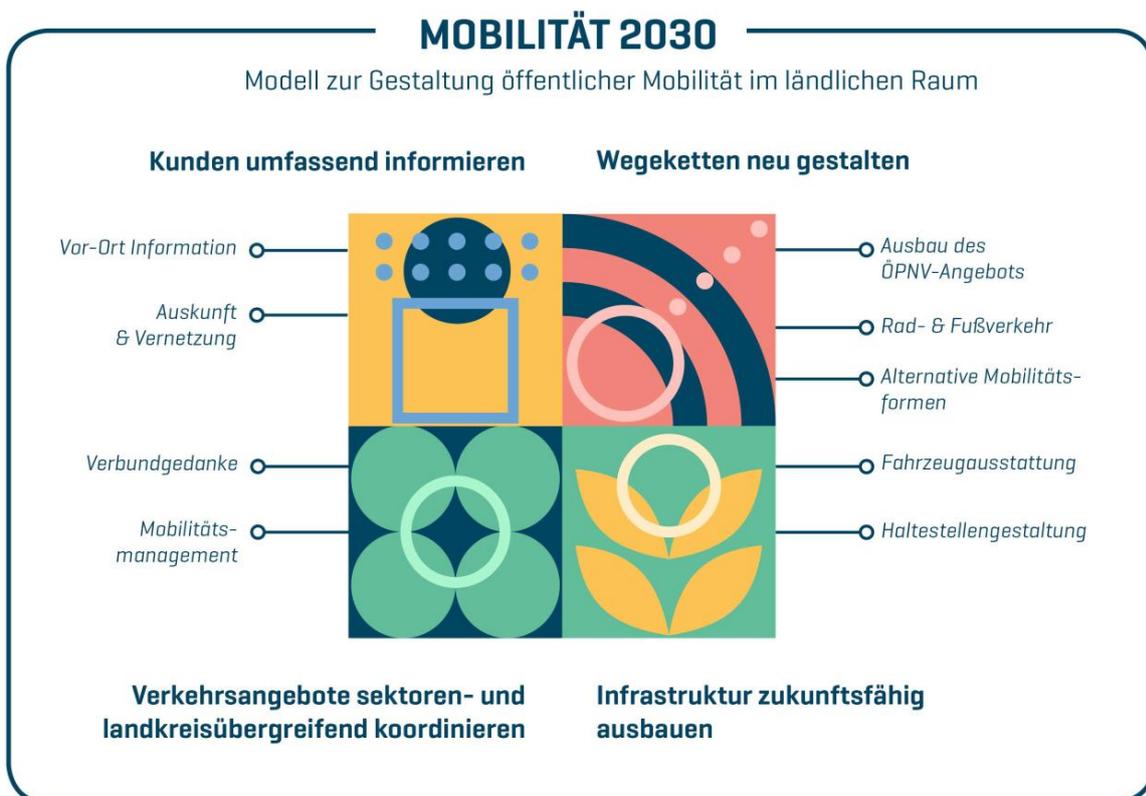


Abbildung 36: Modell zur Gestaltung öffentlicher Mobilität im ländlichen Raum⁴⁷

Veränderungen im Mobilitätsverhalten sind längerfristige Prozesse, die viel Kommunikationsarbeit erfordern.

⁴⁷ Vgl. Ergebnisbericht Fraunhofer IAO: Mobilität neu denken 2021, S.9

9.2 Multioptionale Mobilität und ÖPNV

Im Quartier sind bereits vielfältige Mobilitätsoptionen verfügbar. Unter Berücksichtigung der Ausarbeitungen von Fraunhofer IOA sehen die Autoren noch Potenziale zur CO₂-Reduktion durch:

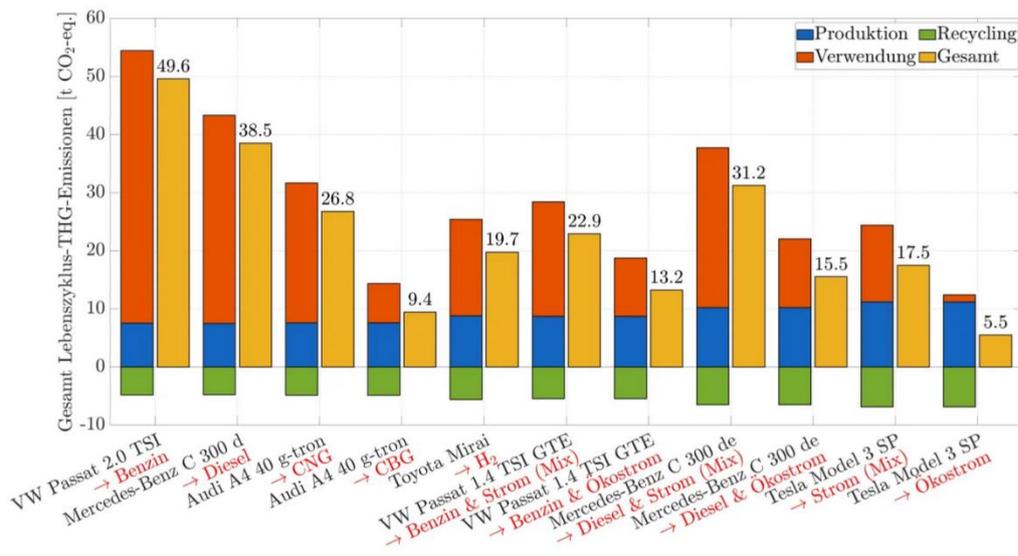
- Öffentliche Informationsveranstaltungen
- Verbesserung des Angebotes
- Ausbau der ÖPNV-Infrastruktur

9.3 Gestaltung des Autoverkehrs und E-Mobilität

Die Auswertung der Fragebögen ergibt eine PKW-Dichte von etwa 1,8 Fahrzeugen pro Haushalt. Das entspricht einer Gesamtzahl von 302 Fahrzeugen, davon etwa 12 mit elektrischem Antrieb.

Demnach besitzen bereits etwa 7 % der Haushalte ein Elektrofahrzeug. In Kombination mit einer PV-Anlage und Wallbox lassen sich somit Strecken mittlerer Weite emissionslos gestalten. Mit dem Ausbau der öffentlichen und privaten Ladeinfrastruktur entwickelt sich auch der Bestand an E-Mobilen positiv.

Die Lebenszyklusemissionen Fahrzeuge verschiedener Antriebsvarianten stellen sich wie folgt dar:



© Johannes Buberger, M.Sc. / Dipl. Ing. (TUM)

Abbildung 37: Lebenszyklusemissionen verschiedener Antriebsvarianten⁴⁸

⁴⁸ Vgl. Total CO₂-equivalent life-cycle emissions from commercially available passenger cars, Buberger et al. 2022

Laut den Autoren Buberger, Kersten et al. sind Lebenszyklusemissionseinsparungen zwischen 73 % und 89 % möglich, wenn entsprechende Fahrzeuge künftig unter Nutzung emissionsfreien Stroms an Stelle von fossilen Brennstoffen betrieben werden.

Folgende Szenarien werden betrachtet:

	2024	2030	2045
Anzahl Fahrzeuge	302	302	302
davon elektrisch	12	151 (50 %)	227 (75 %)
Gesamtemissionen p.a. (Strommix KfW: 1008 g/kWh)	1.526 t CO ₂	1.391 t CO ₂	1.290 t CO ₂
Einsparung im Vergleich zu 2024		135 t CO ₂	236 t CO ₂
Veränderung		-9 %	-15,5 %
Gesamtemissionen p.a. (Strommix UBA 2022 ⁴⁹ : 498 g/kWh)	1.502 t CO ₂	1.090 t CO ₂	837 t CO ₂
Einsparung im Vergleich zu 2024		412 t CO ₂	665 t CO ₂
Veränderung		-27 %	-44 %

Abbildung 38: Tabellarischer Vergleich Antriebsartenszenarien

Grundlage der obigen Berechnungen (s. Kapitel 5.4)

Aus Abbildung 38 geht hervor, dass mit der Zunahme elektrisch betriebener Fahrzeuge eine CO₂-Minderung bewirkt werden kann. Je nach Berechnungsgrundlage (es variieren die Emissionen des Strommixes gemäß KfW gegenüber der UBA Betrachtung des Strommix 2022) resultieren Einsparungen in 2030 zwischen 9 und 27 % bzw. in 2045 zwischen 15,5 und 44 %.

9.4 Sharing-Angebote

Aktuell gibt es kein Car-Sharing Angebot. Nach dem Ergebnisbericht Mobilität in Deutschland des BMVDI (siehe Kap. 5.4) stehen PKWs durchschnittlich 23 Stunden pro Tag. Dieses Optimierungspotenzial kann durch Fahrgemeinschaften und Car-Sharing Angebote erschlossen werden.

⁴⁹ Vgl. UBA Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2022 (Mai 2023), S.8

Die Autoren nehmen an, dass durch ein attraktives Car-Sharing Angebot etwa 15 % der Bestandsfahrzeuge verdrängt werden könnten. Dies entspräche 45 Fahrzeugen, die durch 8-10 Car-Sharing Fahrzeuge ersetzt würden. Hierdurch würde sich die fahrzeugspezifische Nutzungsdauer dieser PKWs von etwa 4 % auf ca. 16 % erhöhen.

Unter dieser Annahme könnten etwa 35 Fahrzeuge eingespart werden. Als Vergleichsgrundlage betrachten wir einen VW Passat, der Produktionsemissionen von 7.500 kg CO₂ verursacht. Damit lässt sich eine Einsparung von ca. 263 t CO₂ realisieren. Bei einer Nutzungsdauer von 15 Jahren entspricht dies jährlichen Einsparungen von 17,5 t CO₂.

9.5 Zusammenfassung

Eine Veränderung des Mobilitätsverhaltens kann durch eine nachhaltige Informations- und Kommunikationsarbeit erfolgreich erwirkt werden.

Bei einer Elektrifizierung des Fahrzeugbestands von 50 % werden CO₂-Einsparungen zwischen 135 und 412 t pro Jahr erwartet. Steigt dieser Anteil auf 75 % an, so nehmen die Einsparungen bis 2045 auf 236 bis 665 t pro Jahr zu.

In Verbindung mit Sharing-Angeboten und dem Ausbau des ÖPNV sind auch im Verkehr erhebliche CO₂-Einsparungen möglich. Insbesondere die immer noch geringe Nutzungszeit eines Fahrzeuges pro Tag bietet ein großes Optimierungspotenzial.

Würden sich 4 Parteien ein Auto künftig teilen, resultieren hieraus für das betrachtete Quartier Einsparungen in Höhe von ca. 17 t p.a. Da jeder Haushalt durchschnittlich 1,3 Fahrzeuge zur Verfügung hat, sind die Autoren der Ansicht, dass hier ein mittelfristig erschließbares Potenzial vorhanden ist.

Die größte Hebelwirkung resultiert aus dem Wechsel der Motorisierungsart der Fahrzeuge (vgl. Abbildung 30).

10. Umsetzungshemmnisse

In diesem Kapitel werden die Hemmnisse bei der Etablierung und Umsetzung der gesteckten Ziele erörtert. Wie in den vorangestellten Kapiteln bereits angesprochen, bestehen unterschiedliche Hemmnisse, die sowohl im direktem aber insbesondere auch im nicht-direkten Einflussbereich der Kommune liegen. Allesamt haben einen entscheidenden Einfluss auf den Umsetzungserfolg der hier im integrierten Quartierskonzept diskutierten Klimaschutzmaßnahmen. Diese Hemmnisse sollen unter technischen, finanziellen und organisatorischen Gesichtspunkten betrachtet werden.

Als ein grundlegender Faktor für Hemmnisse ist die komplexe föderale Struktur der Bundesrepublik Deutschland zu nennen. Dadurch gibt es keine übergeordnete Orientierung über alle verfügbaren Förderinstrumente. Die dynamische Entwicklung der Förderkulisse gepaart mit zeitlich begrenzt verfügbaren Fördermitteln macht es für Entscheider vor Ort nahezu unmöglich den Überblick zu behalten.

Ein weiterer grundlegender Faktor ist die Komplexität des Energiesystems. Es besteht aus vielen miteinander verbundenen Teilsystemen. Dabei sind technische, soziale und ökonomische Aspekte gleichermaßen zu betrachten. Das für die Dekarbonisierung des Energiesystems erforderliche Spezialwissen ist zudem noch wenig verbreitet. Dadurch wird der Kreis der möglichen Akteure zusätzlich eingeschränkt.

Aus den soziodemographischen Gegebenheiten resultieren:

- eine Verschärfung des Fachkräftemangels und ein
- abnehmendes Interesse an energetischen Sanierungen.

Unter Berücksichtigung einer gesetzlich geforderten kommunalen Wärme- und Kälte Planung empfehlen die Autoren, die erforderliche Kompetenz für eine erfolgreiche Transformation möglichst zeitnah einzubeziehen. In den kommenden Jahren sind alle Kommunen verpflichtet diese Planungen zu beauftragen. Ohnehin schon knappe Planungskapazitäten werden mit einer steigenden Nachfrage konfrontiert.

Sinnvoll erscheint den Autoren die Differenzierung der Hemmnisse für die nachfolgenden Themengebiete: Gebäudesanierung, Wärmeversorgung, Strom und Mobilität.

10.1 Gebäudesanierung

Mit 42 % des bestehenden CO₂-Ausstoßes im betrachteten Quartier, stellt die Wärmebereitstellung den größten Anteil dar (siehe Kap. 5.6).

Hemmnisse im Kontext mit der Gebäudesanierung sind im Wesentlichen:

- Fachkräftemangel
- Hohe Kosten
- Komplexität der Thematik
- Mangelnde Kenntnis der Gebäudeeigentümer
- Mangelnde intrinsische Motivation
- Gestreute Fehlinformation

Die Autoren sehen folgende Möglichkeiten, diesen Hemmnissen zu begegnen:

- Aufwertung der erforderlichen Gewerke wie z.B. Planung, Beratung und handwerkliche Umsetzung
 - Diese Aufwertung ist sowohl ökonomisch als auch von der sozialen und gesellschaftlichen Wertigkeit erforderlich
 - Beispielsweise durch Kampagnen der Kammern, Fachverbände und Ministerien
- Vereinfachung der Förderverfahren
- Standardisierung, Automatisierung und Digitalisierung der Prozesse
- Kontinuierliche Informations- und Beratungsangeboten
- Kontinuierliche Fortführung des von der Bundesregierung eingeschlagenen CO₂-Reduktions-Pfades wie sie in den Gesetzen EnEF, GEG und EEG bereits verankert sind.

10.2 Wärmeversorgung

Optimierungen im Bereich Wärmeversorgung lassen sich in zwei Hauptbereiche unterteilen:

- Dekarbonisierung der dezentralen Wärmeversorgungsanlagen
- Angebotsschaffung einer CO₂-freien zentralen Wärmeversorgung

Hemmnisse im Kontext mit solch einer energetisch optimierten Wärmeversorgung sind im Wesentlichen:

- Fachkräftemangel (Handwerk, Beratung und Ingenieursleistung)
- Komplexität der Thematik + mangelnde Kenntnis interessierter Parteien
- Verfügbarkeit erforderlicher Anlagen (bspw. Lieferzeit Wärmepumpen)
- Finanzierung der Infrastruktur (zentrale Wärmeversorgung)
- lange Genehmigungsdauern für Förderanträge

- Komplexität der Förderlandschaft

Die Autoren sehen folgende Möglichkeiten, diesen Hemmnissen zu begegnen:

- frühzeitiger Beginn eines gewerkeübergreifenden integrierten Planungsprozesses
- Vereinfachung der Förderverfahren
- frühzeitige Analyse der technischen, genehmigungsrechtlichen und wirtschaftlichen Machbarkeit (Businessplan)
- Standardisierung, Automatisierung, Optimierung, Harmonisierung und Digitalisierung von Prozessabläufen und Vorgängen, um dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken
- kontinuierliche Informations- und Beratungsangebote
- Vernetzung mit lokalen Akteuren und Unternehmen

10.3 Stromversorgung

Optimierungen bei der Stromversorgung lassen sich in zwei Blöcke unterteilen:

- Stromerzeugung für den Eigenbedarf/ Arealnetz/ Mieterstrom
- Strombezug aus dem öffentlichen Netz

Hemmnisse im Kontext für diese Bereiche sind im Wesentlichen:

- Verfügbarkeit von Dachflächen
- Finanzierung
- Transparenz über den eigenen Energiebedarf und auch –verbrauch (Energiemanagement, Smart Meter, ...)
- Fachkräftemangel (Handwerk, Beratung und Ingenieursleistung)
- lange Genehmigungs dauern für Netzplanung/ Netzanschluss
- mit Unsicherheiten behaftete gesetzliche Grundlage (noch wenige Anwendungsfälle, da Gesetze erst 2023 in Kraft getreten sind)
- Mangel Akteure zu finden, die entsprechende Verantwortlichkeiten als EVU bereit sind zu übernehmen (für Mieterstrommodelle und Arealnetze)

Die Autoren sehen folgende Möglichkeiten, diesen Hemmnissen zu begegnen:

- Expertise aufbauen
- juristische Beratung in Anspruch nehmen (Energerecht)
- frühzeitige Analyse der technischen, genehmigungsrechtlichen und wirtschaftlichen Machbarkeit (Businessplan)
- kontinuierliche Informations- und Beratungsangebote
- Vernetzung mit lokalen Akteuren und Unternehmen

10.4. Mobilität

Im Bereich Mobilität geht es im Wesentlichen um folgende Kernelemente:

- Reduzierung gefahrene Kilometer
- Fuel-Switch
- Sharing Angebote

Hemmnisse im Kontext für diese Bereiche sind im Wesentlichen:

- Herausforderung das gewohnte Mobilitätsverhalten zu verändern
- Insbesondere für mittleres und höheres Alter, Herausforderung Prestigegedanke ablegen zu können (Identifikation mit Auto, ...)
- Mangel an Sharing-Angeboten
- Zunehmend weite Wege im ländlichen Raum zur Erledigung der täglichen Bedürfnisse (Arzt, Behördengänge, Post, Lebensmittel, Konsumartikel...)
- Mangel an Infrastruktur (ÖPNV, Ladeinfrastruktur, Fahrradwege)

Die Autoren sehen folgende Möglichkeiten, diesen Hemmnissen zu begegnen:

- kontinuierliche Informations- und Beratungsangebote
- ggf. Angebot an ehrenamtlichen Mobilitätsmitfahrgelegenheiten schaffen
- Bündelung von Einkäufen oder Einkaufstouren untereinander
- Vernetzung mit lokalen Akteuren und Unternehmen, um ggf. vorhandene Fahrzeugflottenbestände in ein Car-Sharing Angebot zu überführen
- Gemeinde kümmert sich um die Darbietung und Sicherstellung einer ausreichend lokal verfügbaren Daseinsgrundversorgung

11. Öffentlichkeitsarbeit

Ein sehr zentraler Aspekt im integrierten Quartierskonzept Bargum-West ist die Öffentlichkeitsarbeit.

„Die Öffentlichkeit“ besteht aus:

- Bewohner des Quartiers
- Inhaber von Immobilien und Liegenschaften (auch öffentliche Liegenschaften)
- Unternehmer

Öffentlichkeitsarbeit bedeutet Bewusstsein schaffen und vertiefen, damit eine ganzheitliche Optimierung der energetischen Ausgangslage erreicht wird.

Dies kann zur positiven Veränderung eigener Verhaltensweisen oder zu Synergieeffekten führen (z.B. Nutzung eines e-Car Sharing Angebotes). Ergänzend zeichnet sich eine gute Öffentlichkeitsarbeit in diesem Kontext durch ein qualitativ hochwertiges Informations- und Beratungsangebot aus.

11.1 Bürgerbeteiligung

In bilateralen Gesprächen und den durchgeführten öffentlichen Veranstaltungen stellten die Autoren dieser Studie fest, dass viele Menschen sich mit Themen Energieverbrauch, Kostenexplosion (Schlagwort: Angriffskrieg Ukraine), Abhängigkeiten von Energieimporten bereits befasst haben. Ein großes Hemmnis stellen nicht oder nur teils vorhandene finanzielle Mittel dar. Hinzu kommt eine Unsicherheit in Bereichen der Förderlandschaft und was dies konkret für die individuellen Möglichkeiten bedeutet.

11.2 Informationsveranstaltungen

ew-con und Partner führten im Rahmen des integrierten Quartierskonzeptes vier öffentliche Informations- und Diskussionsveranstaltungen durch. Es nahmen zwischen 20 und 30 Personen diese Angebote wahr.

Thematisch wurden folgende Schwerpunkte behandelt: Wärmeerzeugungsoptionen und deren Vor- und Nachteile (zentral vs. dezentral), die Bedeutung der Gebäudesanierung, die Rolle des eigenen Verhaltens, Mobilitätsbedarfe und Möglichkeiten diese durch ÖPNV sowie eCar Sharing Angebote zu decken.

11.3 Fragebogen und Flyer

Um auch insbesondere die Mitbürger zu erreichen, die altersbedingt keinerlei digitalen Zugang haben, wurde das digitale Angebot durch ein entsprechendes analoges Marketing ergänzt. Im Quartier Bargum-West wurden zwei Mal alle Bewohner per Posteinwurf gebeten den Fragebogen (siehe Anlage) auszufüllen. Des Weiteren wurde über die Bearbeitung des integrierten Quartierskonzeptes informiert und auf die Informationsveranstaltungen hingewiesen / hierzu eingeladen.

Von den 200 Haushalten im Quartier konnte ein Rücklauf von 73 absolut und somit von 42 % erreicht werden. Im Vergleich mit anderen öffentlich zugänglichen Quartierskonzepten ist dieser Wert als hoch zu einzustufen. Gerade hierdurch wird gewährleistet, dass die erhaltenen Daten repräsentativen Charakter haben und somit hohen wissenschaftlichen Anforderungen genügen. Diese Quote konnte dank des hohen zeitlichen und persönlichen Einsatzes des Autorenteam und deren Unterstützern generiert werden.

Gerade durch diese intensive und langanhaltende Kommunikation wurde eine substanzielle Auseinandersetzung der Bürger mit dem integrierten Quartierskonzept erreicht. Den Autoren ist bekannt, dass seit Beginn und über die Bearbeitungsdauer hinweg die betrachteten Themenfelder zum „Ortsgesprächsthema“ wurden. Dies ist nach Ansicht der Autoren ein bedeutsamer Baustein für die Akzeptanz und spätere Umsetzbarkeit der identifizierten Maßnahmen. So konnten diese komplexen Themenfelder einen hohen Vertrauheitswert erlangen, der für alle weiteren Schritte sicherlich eine bedeutende positive Rolle spielen wird.

11.4 Lenkungsgruppe

Die Lenkungsgruppe ist das Gremium der Gemeinde, das die Arbeit des Quartierskonzeptes steuert und mit dem alle maßgeblichen Abstimmungen über den Ablauf der Arbeiten erfolgen. Zudem erfolgt durch die Mitglieder der Lenkungsgruppe auch eine Kommunikation der Arbeit des Quartierskonzeptes in die Bevölkerung bzw. die verschiedenen in der Kommune relevanten Gruppen. Insofern ist die Lenkungsgruppe auch mit Blick auf die Öffentlichkeitsarbeit relevant.

Über den Projektverlauf fanden zwei zentrale Abstimmungsrunden mit der Lenkungsgruppe statt, was dem Umfang des Projektberichts angemessen ist.

Die Arbeit der Lenkungsgruppe verlief ausgesprochen konstruktiv und war durch einen hohen Grad an Übereinstimmung und eine klare Ausrichtung der Beteiligten an den Interessen der Bürger des Quartiers geprägt.

12. Maßnahmensteckbriefe und Empfehlungen

Konkrete Empfehlungen werden in sogenannten Maßnahmensteckbriefen formuliert. Diese orientieren sich an den auf die kommunale Ebene heruntergebrochenen Zielparametern der politischen Leitziele der Bundesregierung, ausgehend von der Erreichung der Pariser Klimaschutzziele. Thematisch orientieren sich die Autoren an der Gliederung dieser Studie mit folgenden Schwerpunkten:

- energetische Gebäudesanierung
- Wärmeversorgung
- Stromerzeugung und Verbrauch
- Mobilität
- Bildung, Information und Sensibilisierung

Die Autoren weisen darauf hin, dass die Verstetigung der Klimaschutzmaßnahmen in der Verantwortung der Kommune liegt. Es wurde dem Lenkungskreis empfohlen, geeignete Akteure in eine langfristige Arbeitsgruppe einzubinden, die sich für die Umsetzung der einzelnen Maßnahmen einsetzt und verantwortlich zeigt.

12.1 Energetische Gebäudesanierung

Maßnahme 01	
Beschreibung der Maßnahme	Priorisierung
Energetische Ertüchtigung der Gebäudehüllen im Baubestand. (Diese Maßnahme sollte nach Möglichkeit direkt begonnen werden, um Einsparpotenziale bereits vor der Umsetzung des Nahwärmenetzes berücksichtigen zu können.)	Hoch.
Maßnahmenziele	Zeitplan
Reduzierung des Wärmebedarfs durch geringere Wärmeverluste und dadurch CO ₂ -Einsparungen i.H.v. 7,7 t pro Jahr ⁵⁰ .	kurz-, mittel- und langfristig
Controlling Parameter	
Sanierungsrate von jährlich 1,7 % der Gebäude im Quartier mit mindestens 37,5 % Wärmeverbrauchsreduzierung zum Status quo 2023.	
Akteure, Ressourcen und Verantwortlichkeiten	
Immobilienbesitzer Energieberater Fördermittelgeber Handwerker Bauamt (falls Genehmigungen erforderlich sind) Gemeinwohlgemeinschaft zur Durchführung von Informationsveranstaltungen + Beratungen	

⁵⁰ Herleitung siehe Kap. 6.4.1

12.2 Nutzerverhalten und Bestandsoptimierung

Maßnahme 02	
Nutzerverhalten und Bestandsoptimierung	Priorisierung
Information, Kommunikation und Wissensvermittlung Sensibilisierung	Hoch
Maßnahmenziele	Zeitplan
Reduktion der Emission angepasstes Nutzerverhalten Optimierung von Steuerung/Regelung Hydraulischer Abgleich	kurz-, mittel- und langfristig
Controlling Parameter	
Anzahl Energieberatungen, öffentliche Informationsveranstaltungen Erfassung erfolgter Einsparung	
Akteure, Ressourcen und Verantwortlichkeiten	
Immobilienbesitzer Energieberater Fördermittelgeber Handwerker Gemeinwohlgemeinschaft zur Durchführung von Informationsveranstaltungen + Beratungen	

12.3 Wärmeversorgung

Maßnahme 03	
Beschreibung der Maßnahme	Priorisierung
Planung, Aufbau und Betrieb eines Nahwärmenetzes unter Nutzung bereits lokal verfügbarer Infrastruktur und handelnder Akteure.	Hoch
Maßnahmenziele	Zeitplan
Dekarbonisierung der Wärmeversorgung durch eine zentrale Nahwärmelösung	Kurz- und mittelfristig.
Controlling Parameter	
Inbetriebnahmezeitpunkt (Ziel für das erste Netz: 2027) Anschlußquote > 80 % Fördermittelquote > 20 % CO ₂ -Reduzierung > 75 %	
Akteure, Ressourcen und Verantwortlichkeiten	
Immobilienbesitzer Betreiber für Wärmeerzeugungsanlagen Amt mittleres Nordfriesland, Landratsamt und Gemeindevertretung für Genehmigungen Energieberater Tief- und Rohrleitungsbau Ingenieurbüros und Planer Heizungsbauer und Anlagenbauer Fördermittelgeber und Finanzierungspartner Betreibergesellschaft (z.B. Gemeinwohlgemeinschaft Nord als bereits existierende Gesellschaft)	

Maßnahme 04	
Beschreibung der Maßnahmen	Priorisierung
Ansiedelung weiterer CO ₂ -neutraler Wärmeerzeugungsquellen	Hoch.
Maßnahmenziele	Zeitplan
Diversifizierung und Sicherung erforderlicher Wärmeerzeugungskapazitäten	Kurz- und mittelfristig.
Controlling Parameter	
Identifikation von möglichen Technologien → 2025 Ansprache relevanter Akteure und ganzheitliche Prüfung der Machbarkeit → 2026 Umsetzung ab 2027	
Akteure, Ressourcen und Verantwortlichkeiten	
Ingenieurbüro und Planer Energieberater Anlagenbauer Fördermittelgeber und Finanzierungspartner Grundstückseigentümer Gemeinde und Amt mittleres Nordfriesland für etwaige Genehmigungen Verteilnetzbetreiber SH Netz	

Maßnahme 05	
Beschreibung der Maßnahmen	Priorisierung
Beratung, Planung und Umsetzungsbegleitung der Einzelmaßnahmen.	Hoch.
Maßnahmenziele	Zeitplan
Dekarbonisierung der dezentralen Heizungsanlagen, die nicht von einer zentralen Nahwärmelösung erfasst werden	Kurz- und mittelfristig.
Controlling Parameter	
Identifikation und Ansprache der betroffenen Haushalte 2025 Dekarbonisierung von 80 % dieser betroffenen Haushalte bis 2035	
Akteure, Ressourcen und Verantwortlichkeiten	
Immobilienbesitzer Energieberater Heizungsbauer Fördermittelgeber und Finanzierungspartner	

12.4 Stromversorgung

Maßnahme 06	
Beschreibung der Maßnahme	Priorisierung
Planung, Aufbau und Betrieb individueller PV-Dachanlagen (nach Möglichkeit mit einem Energiespeicher)	Hoch.
Maßnahmenziele	Zeitplan
Aktivierung und Nutzung vorhandener Dachflächen zur lokalen Stromversorgung	Kurz- und mittelfristig.
Controlling Parameter	
Quote installierter PV-Systeme: 28 % in 2024 70 % in 2035 100 % in 2045	
Akteure, Ressourcen und Verantwortlichkeiten	
Immobilienbesitzer SH Netz Solarteure Fördermittelgeber und Finanzierungspartner Betreiber, falls Dachflächen vom Immobilienbesitzer nicht selbst genutzt werden (ggf. Gemeinwohlgemeinschaft Nord)	

Maßnahme 07	
Beschreibung der Maßnahme	Priorisierung
Planung, Aufbau und Betrieb von Bürgerenergieanlagen (Wind- und PV-Anlagen)	Hoch.
Maßnahmenziele	Zeitplan
Erhöhung der lokalen Stromerzeugung und Maximierung der örtlichen Wertschöpfung	Kurz- und mittelfristig.
Controlling Parameter	
Entwicklung der Erzeugungsleistung in Bezug zum lokalen Verbrauch. Ziel: Mindestens 100 % in 2045	
Akteure, Ressourcen und Verantwortlichkeiten	
Landbesitzer SH Netz Planer, Projektierer Fördermittelgeber und Finanzierungspartner Betreiber	

12.5 Mobilität

Maßnahme 08	
Beschreibung der Maßnahme	Priorisierung
Planung, Aufbau und Betrieb eines lokalen eCar Sharing Angebots.	Mittel.
Maßnahmenziele	Zeitplan
Aktivierung und Nutzung vorhandener Fahrzeugflottenbestände Fuelswitch im Fahrzeugbestand (hin zu elektrisch) Erhöhung der Nutzungszeiten pro Fahrzeug	Kurz- und mittelfristig.
Controlling Parameter	
Anzahl elektrifizierte Fahrzeuge im Vergleich zu 2024 Businesscase Berechnung abschließen: 2025 Start eines eCar Sharing Angebots 2026	
Akteure, Ressourcen und Verantwortlichkeiten	
Gewerbetreibende Betreibergesellschaft (ggf. Gemeinwohlgemeinschaft Nord) Nutzer die entsprechende Mobilitätsbedarfe haben	

13. Controlling-Konzept

Im vorangegangenen Kapitel wurden acht spezifische Maßnahmenpakete identifiziert und beschrieben. Für jeden einzelnen Maßnahmensteckbrief sind konkrete Controlling-Parameter benannt. Diese sollen eine transparente Überprüfung des Fortschritts sicherstellen.

Die Autoren empfehlen, in einem Rhythmus von fünf Jahren Fortschrittserhebungen mittels Befragung (analog dem Vorgehen in dieser Ausarbeitung) durchzuführen. Daraus ist ein aussagekräftiges Energie- und CO₂-Monitoring möglich.

Die Gemeindevertretung in Zusammenarbeit mit dem künftigen Arbeitskreis stellen eine kontinuierliche Dokumentation der Arbeiten im Kontext mit den betrachteten Maßnahmen und Empfehlungen sicher.

14. Ausblick

Den Autoren ist es wichtig, dass durch die Studie entwickelte Momentum für die zeitnahe Umsetzung der identifizierten Aktionen zu nutzen.

Die Chancen einer Umsetzung werden als realistisch eingeschätzt, da sich bereits eine kritische Anzahl an lokal erforderlichen Akteuren und Bürgern gefunden haben.

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Aspekte wird die Realisierung berechneter CO₂-Minderungspotenziale im betrachteten Quartier als hoch bewertet. Es wurden bereits zahlreiche Gespräche mit Großwärmepumpenherstellern und auch Nahwärmenetzbetreibern in der Region und Dänemark geführt, die ein vielversprechendes Bild hinsichtlich der künftigen Entwicklung zeichnen.

Insgesamt bietet dieses skizzierte Vorgehen bei günstigem Verlauf ein tragfähiges Dekarbonisierungs-Konzept für den ländlichen Raum. Gerade die dünn besiedelten Regionen in der Fläche stehen vor größeren Herausforderungen beim Aufbau von Nahwärmeinfrastrukturen. Dies liegt insbesondere in der geringen Bevölkerungsdichte begründet (geringer Wärmebedarf bei gleichzeitig längeren Strecken) und führt zu höheren spezifischen Nahwärmekosten. Positiv ist jedoch anzumerken, dass im ländlichen Raum die erforderlichen Flächen zur Erzeugung von Strom und nachwachsenden Energieträgern zur Verfügung stehen.

Die Region Nordfriesland hat traditionell eine große Offenheit und eine positive Entwicklung im Einsatz regenerativer Energien genommen. Im näheren Umkreis befinden sich bereits zahlreiche Nahwärmenetze, die mittels Erneuerbaren Energien eine sichere und verlässliche Wärmeversorgung leisten. Daher bewerten die Autoren die Umsetzungschancen von Maßnahmen mit merklicher CO₂-Einsparung im Quartier Bargum-West positiv.

15. Anhang

15.1 Fragebogen

Persönliche Angaben	⌵ ⋮
Beschreibung (optional)	
Name *	
Kurzantwort-Text	
Vorname *	
Kurzantwort-Text	
Straße *	
Kurzantwort-Text	
Hausnummer *	
Kurzantwort-Text	
Ort *	
eMail Adresse *	
Kurzantwort-Text	
Telefonnummer *	
Kurzantwort-Text	
Eigentümer der Wohnung/ des Hauses/ des Gebäudes *	
<input type="radio"/> ja	
<input type="radio"/> nein	

Informationen zum Gebäude bzw. der Wohnung

Beschreibung (optional)

Gebäudeart *

- Einfamilienhaus (freistehend oder Doppelhaus)
- Mehrfamilienhaus mit mehreren Wohnungen
- Wohnung in einem Mehrfamilienhaus
- Gewerbeimmobilie/ Betriebsgebäude/ o.ä.

Baujahr *

- vor 1918
- 1919-1948
- 1949-1957
- 1958-1968
- 1969-1978
- 1979-1983
- 1984-1994
- 1995-2001
- 2002-2009
- 2010-2015
- 2016- heute

Wohnfläche/ Nutzfläche in m² *

Integriertes Quartierskonzept West-Bargum

Informationen zur Wärmeerzeugung (Heizung)

Beschreibung (optional)

Wie alt ist die Heizung ca. ? *

⋮

Kurzantwort-Text

Art der Wärmeerzeugung *

- Gas (flüssig oder Ergas)
- Öl
- Pelletkessel
- Holzofen
- Erdkollektor
- Wärmepumpe
- Nahwärme
- Sonstiges (z.B. BHKW)

Falls noch zusätzlich zu Gas, Öl, Wärmepumpe ... wesentlich mit Holz geheizt wird, geben Sie bitte die ca. Raummeter Holzmenge pro Jahr an.

Kurzantwort-Text

Verbrauch Heizenergie *

2020

(Liter Heizöl / m³ oder kWh Erdgas, kg Flüssiggas, kWh Heizstrom, Raummeter Holz, kg Pellets)

Kurzantwort-Text

Verbrauch Heizenergie *

2021

(Liter Heizöl / m³ oder kWh Erdgas, kg Flüssiggas, kWh Heizstrom, Raummeter Holz, kg Pellets)

Kurzantwort-Text

Verbrauch Heizenergie *

2022

(Liter Heizöl / m³ oder kWh Erdgas, kg Flüssiggas, kWh Heizstrom, Raummeter Holz, kg Pellets)

Kurzantwort-Text

Gibt es eine funktionierende Solarthermie die eingebunden ist? *

- ja
- nein

Wenn es preislich attraktiv ist, interessiert Sie ein Anschluss an ein Nahwärmenetz? *

- ja
- nein

Sanierungsstand des Gebäudes

Beschreibung (optional)

Wie alt sind die Fenster? *

Kurzantwort-Text

Sind diese mehrfach verglast (2-fach? 3-fach?) *

- 1-fach verglast
- 2-fach verglast
- 3-fach verglast
- teils-teils

Wie alt ist das Dach ca. ? *

Kurzantwort-Text

Ist das Dach gedämmt? *

Integriertes Quartierskonzept West-Bargum

Ist das Dach gedämmt? *

- ja
- nein
- ist mir nicht bekannt
-

Ist die Sole/ das Fundament gedämmt? *

- ja
- nein
- ist mir nicht bekannt
-

Gibt es Interesse an einer energetischen Beratung, durch einen qualifizierten Energieberater, zur Reduzierung der Wärmeverluste?

- ja
- nein
-

Planen Sie in den kommenden 5 Jahren die Immobilien energetisch zu optimieren? *

- ja
- nein

Angaben zu den Bewohnern

Beschreibung (optional)

Wie viele Personen leben in der Wohneinheit? *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- >5

Wie alt sind die einzelnen Bewohner? *

Kurzantwort-Text

Erwarten Sie in den kommenden 5 Jahren eine Veränderung der Bewohnerzahl? *

- es werden vermutlich mehr
- es werden vermutlich weniger
- es dürfte dabei bleiben

Stromverbrauch, Photovoltaik und Mobilität

Wie hoch war Ihr Stromverbrauch in 2020 (in kWh) ? *

Meine Antwort _____

Wie hoch war Ihr Stromverbrauch in 2021 (in kWh) ? *

Meine Antwort _____

Wie hoch war Ihr Stromverbrauch in 2022 (in kWh) ? *

Meine Antwort _____

Haben Sie bereits eine Photovoltaikanlage? *

- ja
- nein
- falls nein, ich bin daran interessiert mir künftig eine zu installieren
- falls nein & bei Interesse: die Gemeinwohngenossenschaft darf mit mir Kontakt aufnehmen.

Wie viele Fahrzeuge gibt es im Haushalt? *

- 1
- 2
- 3 und mehr

Haben Sie bereits in eMobil (Auto)? *

- ja
- nein

Haben Sie vor künftig ein eMobil bzw. ein weiteres zu kaufen? *

- ja
- nein
- eventuell

Sind Sie an einem eCar-Sharing Angebot interessiert und würden das bei fairen Preisen nutzen? *

(zur Information: die Gemeinwohlgennossenschaft plant entsprechende Angebote künftig bei ausreichendem Interesse zu machen)

- ja
- nein
- vielleicht

Vielen Dank!



Wir möchten uns ganz herzlich für die Teilnahme an der Umfrage bedanken.

Im Anschluss werten wir alles aus und werden Sie über die Ergebnisse und alles weitere informieren.

Feedback oder allg. Anmerkungen zum Fragebogen

Kurzantwort-Text

15.2 Mustersanierungskonzepte

15.2.1 Gebäude A

**ENERGIEBERATER**

Über:energie Nord
Torsten Litschke
Heie-Juuler-Wäi 1
25920 Risum-Lindholm

EIGENTÜMER

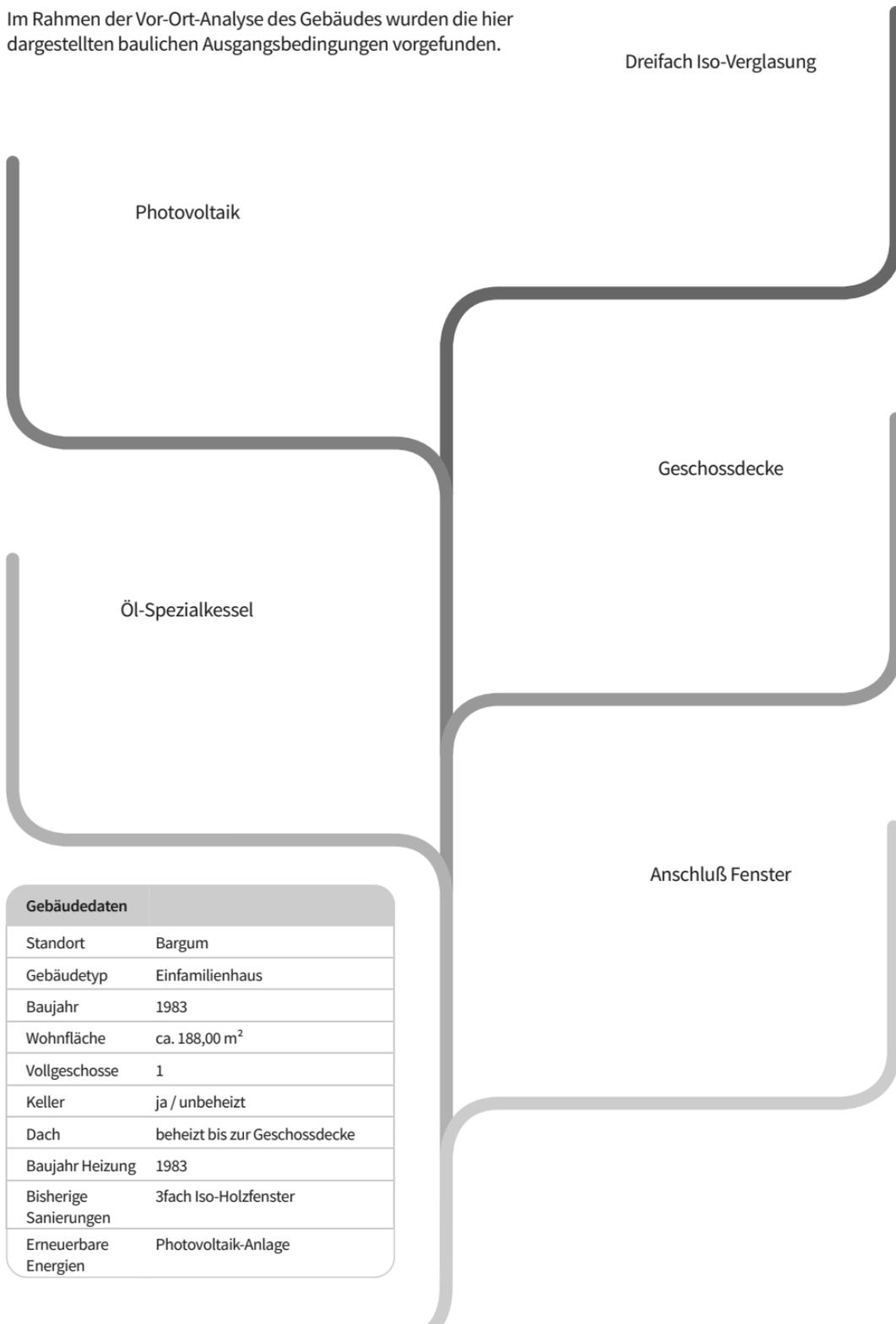
25842 Bargum

HAUS

Beraternr. (BAFA): 227628

IHR HAUS HEUTE

Im Rahmen der Vor-Ort-Analyse des Gebäudes wurden die hier dargestellten baulichen Ausgangsbedingungen vorgefunden.



ENERGETISCHER ZUSTAND

ÜBERBLICK ZUM ISTZUSTAND UND SANIERUNGSBEDARF IHRES HAUSES:

Skala zur Energieeffizienz:



Wände*

**inkl. Kellerwände*

Dach*

**oberer Gebäudeabschluss*

Lüftung

Fenster*

**inkl. Dachfenster*



Warmwasser

Boden*

**unterer Gebäudeabschluss*

Heizung

Wärmeverteilung*

**inklusive Speicherung und Übergabe*

IHR INDIVIDUELLER NUTZEREINFLUSS

Durch Ihr Verhalten beeinflussen Sie den Energieverbrauch und das Raumklima maßgeblich.

Einflüsse	Ihre Gewohnheiten
Raumtemperatur	18,5 °C, bei Anwesenheit 21 °C
Anwesenheit	Ganztägig
Art der Raumnutzung	Räume im Dachgeschoss derzeit wenig genutzt
Warmwasser	tägliches Duschen
Lüftungsverhalten	Lüften durch Fensterkippen
Berechneter Endenergiebedarf	38.225 kWh/a - berechnet unter Standardrandbedingungen nach EnEV
Ermittelter Endenergieverbrauch	32.973 kWh/a - mittlerer Verbrauch der letzten 3 Jahre
Fazit	Ihr Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser liegt circa 14 % unter dem berechneten Energiebedarf des Gebäudes. Grund dafür ist der Unterschied zwischen den angesetzten Standardrandbedingungen für die Berechnung und Ihrem individuellen Nutzerverhalten.

NUTZUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR SIE

Eine sofortige Energieeinsparung können Sie durch ein bewusstes Nutzerverhalten erreichen.

- Lüften Sie in den kalten Jahreszeiten lieber nur mit kurzen Stoßlüftungen. Wenn Ihre Fenster länger in der Kippstellung sind, steigen Ihre Heizkosten und es besteht die Gefahr, dass sich an den Fensterstürzen Schimmel bildet.
- Beim Lüften sollten Sie die Thermostatventile am Heizkörper zudrehen. Die einströmende kalte Außenluft bewirkt sonst, dass sich das Ventil selbstständig öffnet und unnötig Wärme nach außen dringt.
- Achten Sie beim Stoßlüften auf die Innentüren. Wenn Sie beispielsweise morgens die Schlafräume lüften, können die Innentüren geöffnet bleiben. Der Luftwechsel wird dann wesentlich größer, vor allem bei weit geöffneten Fenstern. Wenn Sie hingegen Bad und Küche wegen kurzzeitiger hoher Luftfeuchtigkeit lüften, sollten die Innentüren geschlossen bleiben.
- Heizkörper nicht durch Vorhänge oder Verkleidungen verdecken oder mit Möbeln zustellen.
- Eine Absenkung der Raumtemperatur bei Abwesenheit und innerhalb der Nachtstunden hilft beim Energiesparen. Moderne Heizsysteme verfügen über eine Zeitsteuerung, an der Tag- und Nachtzeiten eingestellt werden können. Achten Sie jedoch auf eine nur geringe Absenkung der Temperatur, damit sich die Wände nicht zu stark abkühlen, denn kalte Wandflächen haben großen Einfluss auf die Behaglichkeit.

IHRE NÄCHSTEN SCHRITTE

SO STARTEN SIE IHRE SANIERUNG

- Bereiten Sie auf der Grundlage Ihres Sanierungsfahrplans die jeweiligen Sanierungsschritte gut vor. Im Teil „Umsetzungshilfe für Ihre Maßnahmen“ finden Sie Erläuterungen und Hinweise zu jeder empfohlenen Effizienzmaßnahme. Bei einigen Maßnahmen finden Sie die Empfehlung für eine genauere Analyse eines Bauteils oder sogar für eine umfassende gebäudetechnische Analyse. Beauftragen Sie dafür vor der Ausführung von Maßnahmen entsprechende Fachplaner. Ich berate Sie gerne dabei.
- Es gibt verschiedene bundesweite und regionale Förderprogramme. Gerne unterstütze ich Sie bei der Beantragung von Fördermitteln. Für die Beantragung von KfW-Förderung ist die Einbindung eines gelisteten Energieeffizienz-Experten zwingend erforderlich.
- Sprechen Sie bei Bedarf mit ihrer Hausbank über ein günstiges Finanzierungsdarlehen. Eine für das Bankgespräch hilfreiche Übersicht finden Sie in der Umsetzungshilfe auf der Seite „Informationen für die Hausbank“.
- Um den richtigen Handwerksbetrieb auszuwählen, sollten Sie für alle Bauleistungen mehrere Angebote einholen und vergleichen. Die Angebote sollten die geplanten Maßnahmen sowie Menge, Fabrikat und Merkmale des Baumaterials enthalten. Dabei sollten Sie den Firmen die exakte Materialstärke und -qualität mitteilen. Konkrete Angaben dazu finden Sie in Ihrer Umsetzungshilfe. Je detaillierter die Angebote sind, desto besser kann man ihre Qualität beurteilen und die richtige Entscheidung treffen. Gute Handwerksbetriebe können ihr Know-how durch Referenzen belegen.
- Schließen Sie mit der Firma Ihrer Wahl einen Bauvertrag ab. Im Bauvertrag werden die konkreten Leistungen beschrieben, ein Zeitplan mit verbindlichen Abnahmeterminen festgelegt, Zahlungsfristen und Mängelansprüche geregelt. Auch Fristen aus bewilligten Förderungen sollten dabei erfasst werden.
- Ich unterstütze Sie gerne bei der Baubegleitung. Diese wird in vielen Fällen gefördert: Die KfW übernimmt 50 % der Kosten, maximal 4.000 Euro. Bei der Baubegleitung wird die Baustelle mehrmals kontrolliert und der Baufortschritt dokumentiert. Damit kann eine qualitativ gute Ausführung sichergestellt werden.
- Der Abschluss der Arbeiten sollte in einem Abnahmeprotokoll festgehalten werden. Darin werden die auftragsgemäße Umsetzung und eventuelle Fehler fixiert.

EINBINDUNG WEITERER PLANER UND SACHVERSTÄNDIGER

Der vorliegende Sanierungsfahrplan ist das Ergebnis Ihrer Energieberatung und ersetzt keine Ausführungsplanung. Bevor die Bauarbeiten zur Umsetzung der Maßnahmen beginnen, sollten Sie die Bauteile auf Schäden und Nutzbarkeit kontrollieren lassen. Hierfür empfehle ich Ihnen die Einbindung von:

- Architekt, Planung Umbaumaßnahmen
- Energiesachverständiger



ISTZUSTAND

Energiekosten heute:	2.200 €/a
Energiekosten zukünftig:	3.700 €/a
CO ₂ -Emissionen*:	52 kg/(m ² a)
Endenergiebedarf:	168 kWh/(m ² a)
Primärenergiebedarf:	187 kWh/(m ² a)

- Dach
- Keller
- Heizungsoptimierung

- Heizung
- Warmwasser

IHR HAUS IN DER ZUKUNFT

Energiekosten zukünftig:	2.250 €/a
CO ₂ -Emissionen*:	22 kg/(m ² a)
Endenergiebedarf:	34 kWh/(m ² a)
Primärenergiebedarf:	61 kWh/(m ² a)

Investitionskosten**	38.597 €
davon Instandhaltung	17.734 €
Förderung***	15.450 €

📍 Heute
27.10.2020

📍 Ziel
voraussichtlich
2021 - 2022

* Quelle: Umweltbundesamt, Stand: 30.12.1999. Die CO₂-Emissionsfaktoren für die Energieträger finden Sie in der Umsetzungshilfe unter „Technische Dokumentation“.
 ** Die angegebenen Investitionskosten beruhen auf einem Kostenüberschlag zum Zeitpunkt der Erstellung des Sanierungsfahrplans.
 *** Förderbeträge zum Zeitpunkt der Erstellung des Sanierungsfahrplans; Aktuelle Fördermöglichkeiten bitte zum Zeitpunkt der Umsetzung prüfen.

15.2.2 Gebäude B



Umsetzungshilfe für meine Maßnahmen

Energieberater
über:energie Nord
Nils Wicke
Beraternummer: 245945
Vorgangsnr. (BAFA):

Gebäudeadresse
25842Bargum

Maßnahmenpaket 1

Das bringt Ihnen dieses Maßnahmenpaket

- ✓ Brennstoffersparnis
- ✓ Ressourcenschonung
- ✓ Steigerung des Wohnkomforts
- ✓ Minimierung von Zugerscheinungen
- ✓ Sommerlicher Wärmeschutz
- ✓ Reduzierung der Energiekosten



Ihre Maßnahmen in der Übersicht

Komponenten/ Maßnahmen	Ausführung	Bewertung der Komponenten	
		vorher	nachher
Wand: Außenwand	- Außenwand - Dämmen der Fassade von außen		→
Fenster: Fenster und Türen	- Austausch der Fenster und Türen		→
Heizungsoptimierung*	- Hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage.		→
Weitere Aspekte der Sanierung			
Luftdichtheit ⁴	IST → verbessert	Wärmebrücken ⁴	IST → verbessert
zusätzliche Vorteile			
Energiekennwerte			
Flächenbezogener Primärenergiebedarf	174 kWh/(m²a)		
erwarteter Endenergieverbrauch	21.800 kWh/a		
Äquivalente CO ₂ -Emissionen	38 kg/(m²a)		
Investitionskosten¹	davon Sowieso-Kosten	Förderung²	Energiekosten³
33.989 €	20.431 €	6.798 €	3.850 €

^{1,2,3} Weitere Hinweise zu den Kosten entnehmen Sie der Fahrplanseite oder der Kostendarstellung.

⁴ Details zu wiederkehrenden Maßnahmen finden Sie auf der Seite „Allgemeine Informationen zur Qualitätssicherung“

Maßnahmenpaket 2

Das bringt Ihnen dieses Maßnahmenpaket

- ✓ Brennstoffersparnis
- ✓ Ressourcenschonung
- ✓ Steigerung des Wohnkomforts
- ✓ Minimierung von Zugerscheinungen
- ✓ Sommerlicher Wärmeschutz
- ✓ Reduzierung der Energiekosten



Ihre Maßnahmen in der Übersicht

Komponenten/ Maßnahmen	Ausführung	Bewertung der Komponenten	
		vorher	nachher
Dach: Dach und oberste Geschossdecke	- Dämmen des Daches - Dämmen der obersten Geschossdecke		→
Heizungsoptimierung*	- Hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage.		→
Weitere Aspekte der Sanierung			
Luftdichtheit ⁴	IST → verbessert	Wärmebrücken ⁴	IST → verbessert
zusätzliche Vorteile			
Energiekennwerte			
Flächenbezogener Primärenergiebedarf	150 kWh/(m ² a)		
erwarteter Endenergieverbrauch	19.700 kWh/a		
Äquivalente CO ₂ -Emissionen	33 kg/(m ² a)		
Investitionskosten¹	davon Sowieso-Kosten	Förderung²	Energiekosten³
61.195 €	25.009 €	12.000 €	3.500 €

^{1,2,3} Weitere Hinweise zu den Kosten entnehmen Sie der Fahrplenseite oder der Kostendarstellung.

⁴ Details zu wiederkehrenden Maßnahmen finden Sie auf der Seite „Allgemeine Informationen zur Qualitätssicherung“

Maßnahmenpaket 3

Das bringt Ihnen dieses Maßnahmenpaket

- ✓ Brennstoffersparnis
- ✓ Ressourcenschonung
- ✓ Steigerung des Wohnkomforts
- ✓ Weniger Fußkälte
- ✓ Senkung der Systemtemperaturen
- ✓ Reduzierung der Energiekosten



Ihre Maßnahmen in der Übersicht

Komponenten/ Maßnahmen	Ausführung	Bewertung der Komponenten	
		vorher	nachher
Boden/Kellerdecke: Gebäudesohle	- Dämmen des Fußbodens - Einbau einer Fußbodenheizung in Nassverlegung		→
Heizung: Heizung	- Austausch der Heizungsanlage		→
Warmwasser: Warmwasser	- Erneuerung der Warmwassererzeugung		→
Lüftung: Lüftung	- Lüftungsanlage		→
Heizungsoptimierung*	- Hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage.		→
Weitere Aspekte der Sanierung			
Luftdichtheit ⁴	IST → verbessert	Wärmebrücken ⁴	IST → verbessert
zusätzliche Vorteile			
Energiekennwerte			
Flächenbezogener Primärenergiebedarf	34 kWh/(m ² a)		
erwarteter Endenergieverbrauch	3.100 kWh/a		
Äquivalente CO ₂ -Emissionen	10 kg/(m ² a)		
Investitionskosten¹	davon Sowieso-Kosten	Förderung²	Energiekosten³
70.365 €	21.017 €	14.423 €	1.150 €

^{1,2,3} Weitere Hinweise zu den Kosten entnehmen Sie der Fahrplanseite oder der Kostendarstellung.

⁴ Details zu wiederkehrenden Maßnahmen finden Sie auf der Seite „Allgemeine Informationen zur Qualitätssicherung“

www.realenergie24.de



Verantwortlicher Ansprechpartner:

ew-con GmbH
Große Straße 73
24937 Flensburg
Lars Waldmann
waldmann@ew-con.de