

BERICHT ÜBER INGENIEUR- UND BERATUNGSLEISTUNGEN

Berichtsumfang

ENERGETISCHES QUARTIERSKONZEPT VOGELSANG-GRÜNHOLZ

Auftraggeber

AMT SCHLEI-OSTSEE (FÜR DIE GEMEINDE DAMP)

Holm 13
24340 Eckernförde

Auftragnehmer

IPP ESN POWER ENGINEERING GMBH

Rendsburger Landstraße 196 - 198
24113 Kiel

in Kooperation mit

FRANK ECOZWEI GMBH

Schwedendamm 16
24143 Kiel

Ansprechpartner

JÜRGEN MEEREIS
Tel.: +49 431 64959-844
E-Mail: j.meereis@ipp-esn.de

Kiel, den 20. Juli 2023

Auftraggeber: Amt Schlei-Ostsee (für die Gemeinde Damp)
Holm 13
24340 Eckernförde

**Ansprech-
partnerin:** Catriona Lenk, Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde

Auftragnehmer: IPP ESN Power Engineering GmbH
Rendsburger Landstraße 196-198
24113 Kiel
Bearbeitung:
Jerry Becker B.Eng., Torge Lorenzen M.Eng., Dipl.-Phys. Jürgen Meereis

**In Kooperation
mit:** FRANK Ecozwei GmbH
Schwedendamm 16
24143 Kiel
Bearbeitung:
Noah Schöning M.Sc., Stephan Silber B.Sc.

Stand: Endfassung, Stand 20. Juli 2023
Redaktionsschluss für die im Bericht verwendeten Daten, Betrachtungen
und Berechnungen war, sofern nicht im Einzelnen Abweichendes angege-
ben ist, Januar 2023.

Förderhinweis: Das Projekt Energetische Stadtsanierung im Quartier „Vogelsang-Grünholz“
wird gefördert aus Mitteln des Bundes im Rahmen des KfW-Programms 432
„Energetische Stadtsanierung“ sowie ergänzend über die IB.SH aus Mitteln
des Landes Schleswig-Holstein.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Verkehr, Bau
und Stadtentwicklung



aufgrund eines Beschlusses des
Deutschen Bundestages

INHALTSVERZEICHNIS

1	Tabellenverzeichnis.....	6
2	Abbildungsverzeichnis.....	8
3	Abkürzungsverzeichnis.....	11
4	Gender-Aspekte	13
5	Zusammenfassung.....	14
5.1	zentrale Ergebnisse	14
5.2	Checkliste KfW energetische Stadtsanierung.....	18
5.3	Energie- und CO ₂ -Bilanz - Verwendungsnachweis KfW energetische Stadtsanierung	18
6	Ausgangslage und Auftrag	20
7	Bestandsaufnahme.....	22
7.1	Räumliche Lage und Funktionen des Quartiers.....	22
7.2	Bevölkerung, Baufertigstellungen.....	23
7.3	Gebäude- und Heizungsbestand.....	23
7.3.1	Wohnbebauung	24
7.3.2	Sanierungsrate	26
7.3.3	Heizungen im Bestand.....	28
7.3.4	Fragebögen private Wohngebäude.....	31
7.3.5	Öffentliche Liegenschaften.....	33
7.4	Energie- und CO ₂ -Bilanz des Quartiers.....	33
7.5	Zusammenfassung Bestandsaufnahme	37
8	Energie- und CO ₂ -Minderungspotenziale durch Gebäudesanierung.....	38
8.1	Gebäudesanierungspotenzial - Vorgehensweise, Rahmenbedingungen.....	38
8.1.1	Wohngebäude Kredit 261 und Zuschuss 461.....	38
8.1.2	BAFA Förderung.....	40
8.2	Mustersanierungsberatungen - Energieberatung vor Ort.....	40
8.2.1	Sanierungsempfehlungen öffentliche Gebäude.....	41
8.2.2	Mustersanierungskonzept 1	52
8.2.3	Mustersanierungskonzept 2	62
8.2.4	Mustersanierungskonzept 3	71
8.2.5	Zusammenfassende Ergebnisse der Mustersanierungskonzepte	81
9	Versorgungsoptionen und -szenarien	83
9.1	Zentrale Versorgungsoptionen	83

9.1.1	Technische Versorgungslösungen	84
9.1.2	Entwurf Wärmenetz	87
9.1.3	Energiewirtschaftliche Ansätze	89
9.1.4	Zentrale Wärmeversorgung ohne Sanierung.....	90
9.1.5	Zentrale Wärmeversorgung mit Gebäudesanierung.....	96
9.1.6	CO ₂ -Bilanz und Primärenergiefaktor	99
9.2	Betreiberkonzepte.....	102
9.3	Dezentrale Versorgungsoptionen.....	104
9.4	Vergleich zentraler und dezentraler Versorgungsoptionen.....	105
9.5	Sensitivitätsanalyse	107
9.6	Zusammenfassung Wärmeerzeugung	111
10	Mobilität.....	113
10.1	Carsharing	113
10.2	Mitfahrbank und Mitfahrapp	114
10.3	Mobilitätsstation	115
10.4	Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge	115
10.5	Projekt „Smile 24“: Schlei-Mobilität - innovativ, ländlich, emissionsfrei.....	120
11	Klimaanpassung.....	121
11.1	Gewässerunterhalt im Quartier	121
11.1.1	Gräben.....	121
11.1.2	Verrohrungen.....	122
12	Umsetzungshemmnisse und Möglichkeiten zu ihrer Überwindung	123
12.1	Gebäudesanierung	123
12.2	Leitungsgebundene Wärmeversorgung	124
12.2.1	Technische Herausforderungen.....	124
12.2.2	Rechtliche und organisatorische Herausforderungen.....	124
12.2.3	Wirtschaftliche Herausforderungen	124
12.3	Mobilität	125
12.4	Klimaanpassung	125
13	Öffentlichkeitsarbeit.....	126
13.1	Lenkungsgruppe	126
13.2	Allgemeine Öffentlichkeit.....	126
14	Controlling-Konzept.....	129
14.1	Energie- und CO ₂ -Bilanz.....	129

14.2 Bewertungsindikatoren..... 129
 14.3 Dokumentation..... 130
 15 Maßnahmenkatalog und Empfehlungen für das Sanierungsmanagement 131
 16 Literaturverzeichnis 133

1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 5-1: Abgleich der Berichtsinhalte mit den Anforderungen der KfW.....	18
Tabelle 5-2: Bestätigung Einspareffekte.....	19
Tabelle 7-1: Auswertung der Fragebogenaktion.....	33
Tabelle 7-2: Heizenergiebedarf im Quartier im Jahr 2022	35
Tabelle 7-3: CO ₂ -Emissionsfaktoren und Primärenergiefaktoren verschiedener Energieträger	35
Tabelle 7-4: Jährliche Wärme-, Endenergie-, CO ₂ - und Primärenergiebilanz für das Quartier Vogelsang - Grünholz.....	36
Tabelle 8-1: Förderübersicht der BEG-Varianten (Stand Juni 2023).....	39
Tabelle 8-2: Sanierungsempfehlungen Amtsgebäude	43
Tabelle 8-3: Sanierungsempfehlungen Feuerwehrgerätehaus	46
Tabelle 8-4: Sanierungsempfehlungen Haus des Gastes.....	47
Tabelle 8-5: Sanierungsempfehlungen Kindergarten.....	50
Tabelle 8-6: Sanierungsempfehlungen Treffpunkt Dampf.....	52
Tabelle 8-7: Bauteile IST-Zustand, MSK 1	54
Tabelle 8-8: Übersicht Sanierungsvarianten, MSK 1	57
Tabelle 8-9: Variantenvergleich MSK 1	58
Tabelle 8-10: Kostenschätzung Sanierungsvarianten, MSK 1	61
Tabelle 8-11: Bauteile IST-Zustand, MSK 2	64
Tabelle 8-12: Übersicht Sanierungsvarianten Gebäude MSK 2.....	67
Tabelle 8-13: Variantenvergleich MSK 2	67
Tabelle 8-14: Kostenschätzung Sanierungsvarianten MSK 2	70
Tabelle 8-15: Bauteile IST-Zustand, MSK 3	73
Tabelle 8-16: Übersicht Sanierungsvarianten MSK 3	76
Tabelle 8-17: Variantenvergleich, MSK 3	77
Tabelle 8-18: Kostenschätzung MSK 3	80
Tabelle 9-1: Energiewirtschaftliche Ansätze	90
Tabelle 9-2: Anlagendimensionierung und Energiebilanzen der zentralen Wärmeversorgung.....	92
Tabelle 9-3: Investitionen der zentralen Wärmeversorgung.....	94
Tabelle 9-4: Wärmegestehungskosten der zentralen Wärmeversorgung	96
Tabelle 9-5: Anlagendimensionierung und Energiebilanz Sanierungsvariante 1.....	98
Tabelle 9-6: Wärmegestehungskosten Sanierungsvariante 1	99
Tabelle 9-7: Emissionsfaktoren und jährliche CO ₂ -Emissionen der zentralen Wärmeversorgung.....	100
Tabelle 9-8: Jährliche CO ₂ -Emissionen des Gesamtquartiers	100
Tabelle 9-9: Primärenergiebedarf der zentralen Wärmeversorgung	101

Tabelle 9-10: Übersicht über mögliche Betreibermodelle	102
Tabelle 9-11: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	104
Tabelle 9-12: Eingangsparemeter der Sensitivitätsanalyse	107
Tabelle 9-13: Legende der Diagramme zur Sensitivitätsanalyse	107
Tabelle 14-1: Mögliche Indikatoren zum Controlling der Umsetzung des Quartierskonzeptes	130
Tabelle 15-1: Maßnahmenkatalog für Umsetzungen u. a. im Rahmen des Sanierungsmanagements	131

2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 5-1: Vergleich von Nahwärme mit dezentralen Versorgungsoptionen - durchschnittliche Brennstoff- und Stromkosten 1. Halbjahr 2022 und Mehrkosten im 2. Halbjahr 2022..... 15

Abbildung 6-1: Endenergieverbrauch in Deutschland 2020 nach Strom, Wärme und Verkehr (Agentur für Erneuerbare Energien, o. J.) 20

Abbildung 6-2: Erneuerbare Energien - Anteile in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr (UBA, 2022) 20

Abbildung 7-1: Lage der Gemeinde Damp im Kreis Rendsburg-Eckernförde (Schwochow, 2023)..... 22

Abbildung 7-2: Das Quartier Vogelsang-Grünholz im Westen der Gemeinde Damp, eigene Abbildung, Daten: (Google Maps, 2023) 23

Abbildung 7-3: Wohngebäudetypen in Damp (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2023)..... 24

Abbildung 7-4: Baualtersklassen Gemeinde Damp (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, o. J.)..... 25

Abbildung 7-5: Grobe Verteilung der Gebäude des Quartiers nach Baujahren, eigene Erhebung 26

Abbildung 7-6: Baualtersklassen Siedlungen im Quartier, eigene Erhebung. Daten: (Google Maps, 2023) 26

Abbildung 7-7: Entwicklung Wärmebedarf durch Gebäudesanierung (Prognose) 28

Abbildung 7-8: Anzahl und Leistung der Öl- und Gaskessel nach Baujahr 29

Abbildung 7-9: Verteilung nach Anzahl und Leistung aller Feuerstätten..... 30

Abbildung 7-10: Anzahl und Alter der Gaskessel 30

Abbildung 7-11: Anzahl und Alter der Ölkessel 30

Abbildung 7-12: Fragebogen..... 32

Abbildung 7-13: Vorgehensweise zur Erstellung der Wärmeatlases..... 34

Abbildung 7-14: Wärmeatlas des Quartiers..... 34

Abbildung 7-15: Aufteilung Heizwärmebedarf nach Energieträgern..... 35

Abbildung 7-16: Entwicklung der spezifischen Emissionen des deutschen Strommixes..... 36

Abbildung 8-1: Amtsgebäude, Foto: FRANK 42

Abbildung 8-2: Steckbrief Amtsgebäude 43

Abbildung 8-3: Abbildung 8 3: Feuerwehrgerätehaus, Foto: FRANK..... 44

Abbildung 8-4: Steckbrief Feuerwehrgerätehaus..... 45

Abbildung 8-5: Haus des Gastes, Foto: FRANK..... 46

Abbildung 8-6: Steckbrief Haus des Gastes 47

Abbildung 8-7: Kindertagesstätte, Foto: FRANK 48

Abbildung 8-8: Steckbrief Kindergarten 49

Abbildung 8-9: Treffpunkt Damp, Foto: FRANK..... 50

Abbildung 8-10: Steckbrief Treffpunkt Damp.....	51
Abbildung 8-11: MSK 1 Vorderansicht, Foto: FRANK.....	52
Abbildung 8-12: 3D Modellierung MSK 1, erstellt durch FRANK mit dem Programm Hottgenroth	53
Abbildung 8-13: Thermische Gebäudehülle MSK 1, v. l. n. r. KG, EG, 1. OG, DG.....	54
Abbildung 8-14: Energetische Verluste und Gewinne IST-Zustand, MSK 1	55
Abbildung 8-15: Energetische Verluste IST-Zustand, MSK 1	55
Abbildung 8-16: Gesamtbewertung IST-Zustand, MSK 1	56
Abbildung 8-17: Gebäudehülle, Anlagentechnik, Umweltwirkung, MSK 1	56
Abbildung 8-18: Bewertung Variante 1, MSK 1	58
Abbildung 8-19: Bewertung Variante 2, MSK 1	59
Abbildung 8-20: Bewertung Variante 3a, MSK 1	60
Abbildung 8-21: Bewertung Variante 3b, MSK 1	60
Abbildung 8-22: Rentabilität der Varianten nach 40 Jahren, MSK 1	62
Abbildung 8-23: MSK 2, Vorderansicht, Foto: FRANK.....	62
Abbildung 8-24: 3D Modellierung MSK 2, erstellt durch FRANK mit dem Programm Hottgenroth	63
Abbildung 8-25: Thermische Gebäudehülle, v. l. n. r. DG, EG.....	63
Abbildung 8-26: Energetische Verluste und Gewinne IST-Zustand, MSK 2.....	64
Abbildung 8-27: Energetische Verluste IST-Zustand, MSK 2	65
Abbildung 8-28: Gesamtbewertung IST-Zustand, MSK 2	65
Abbildung 8-29: Gebäudehülle, Anlagentechnik, Umweltwirkung IST-Zustand, MSK 2.....	66
Abbildung 8-30: Bewertung Variante 1, MSK 2	68
Abbildung 8-31: Bewertung Variante 2, MSK 2	68
Abbildung 8-32: Bewertung Variante 3a, MSK 2	69
Abbildung 8-33: Bewertung Variante 3b, MSK 2	70
Abbildung 8-34: Rentabilität der Maßnahmen nach 40 Jahren, MSK 2.....	71
Abbildung 8-35: MSK 3, Vorderansicht, Foto: FRANK.....	72
Abbildung 8-36: 3D Modellierung, erstellt durch FRANK mit dem Programm Hottgenroth.....	72
Abbildung 8-37: Thermische Gebäudehülle MSK 3, v. l. n. r. DG, EG, OG, KG.....	73
Abbildung 8-38: Energetische Verluste und Gewinne IST-Zustand, MSK 3.....	74
Abbildung 8-39: Energetische Verluste IST-Zustand, MSK 3	74
Abbildung 8-40: Gesamtbewertung IST-Zustand, MSK 3	75
Abbildung 8-41: Gebäudehülle, Anlagentechnik, Umweltwirkung IST-Zustand, MSK 3.....	75
Abbildung 8-42: Bewertung Variante 1, MSK 3	77
Abbildung 8-43: Bewertung Variante 2, MSK 3	78
Abbildung 8-44: Bewertung Variante 3a, MSK 3	79
Abbildung 8-45: Bewertung Variante 3b, MSK 3	79

Abbildung 8-46: Rentabilität der Maßnahmen nach 40 Jahren, MSK 3.....	80
Abbildung 9-1: Mögliche Lage einer Heizzentrale (Google LLC, 2022).....	84
Abbildung 9-2: Windvorranggebiete (schraffierte Flächen) im Umfeld des Quartiers (Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein, o. J.)	86
Abbildung 9-3: Mögliche Trassenführung zur Versorgung des Gesamtquartiers (Google LLC, 2022)	88
Abbildung 9-4: Netzverluste und Wärmelinienichte der Netzvariante bei 80 % Anschlussquote.....	89
Abbildung 9-5 Vergleich der günstigsten zentralen Versorgungslösung mit dezentralen Versorgungsoptionen für ein EFH mit einem jährlichen Wärmebedarf von 20 MWh - durchschnittliche Brennstoff- / Stromkosten 1. Halbjahr 2022 und Mehrkosten 2. Halbjahr 2022.....	105
Abbildung 9-6 Wärmekosten bei Preissteigerungsraten für Strom.....	108
Abbildung 9-7: Wärmekosten bei Preissteigerungsraten für Erdgas.....	108
Abbildung 9-8: Wärmekosten bei Preissteigerungsraten für Holzpellets.....	109
Abbildung 9-9: Wärmekosten bei Preissteigerungsraten für Hackschnitzel	110
Abbildung 9-10: Wärmekosten in Abhängigkeit der Anschlussquoten	111
Abbildung 10-1: Dörpsmobil an E-Ladesäule, ZOB mit Fahrradbügel, Mitfahrbank.....	113
Abbildung 10-2: Suchräume für Ultraschnellladeparks des Deutschlandnetzes (NOW, o. J.)..	117
Abbildung 10-3: Pendlerstatistik Damp - akkumulierte Zahlen nach Entfernung.....	118
Abbildung 11-1: Entwässerungsgräben in Vogelsang-Grünholz (Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein, o. J.)	122
Abbildung 12-1: Endenergieverbrauch Raumwärme 2018 in Deutschland	123
Abbildung 13-1: Impressionen von den öffentlichen Veranstaltungen	126
Abbildung 13-2: Rückmeldungen zum Interesse am Wärmenetz am Ende der Projektphase.....	127

3 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

SI-Einheiten und allgemeinsprachliche Abkürzungen sind nicht erläutert.

a	Jahr
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
Bj	Baujahr
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMWE	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
C.A.R.M.E.N.	Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V.
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DZ	dezentrale Versorgung
EE	erneuerbare Energien / Energieträger
EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz)
EK.SH	Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH
el	elektrische (Leistung oder Arbeit)
EM	Einzelmaßnahme(n)
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EWKG	Gesetz zur Energiewende und zum Klimaschutz in Schleswig-Holstein (Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein)
EWP	Erdwärmepumpe
fp	Primärenergiefaktor
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GH	Gasheizung
GQ	Gesamtquartier
h	Stunde
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HSH	Hackschnitzelheizung
IB.SH	Investitionsbank Schleswig-Holstein
IfEU	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH
iSFP	individueller Sanierungsfahrplan
IPP ESN	IPP ESN Power Engineering GmbH
k. A.	keine Angaben verfügbar / gemacht
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau

LIS	Ladeinfrastruktur
LWP	Luft-Wasser-Wärmepumpe
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MSK	Mustersanierungskonzept
MWVATT	Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein
NOW	NOW GmbH – Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellen
NWG	Nichtwohngebäude
OEK	Ortskernentwicklungskonzept
OG	Obergeschoss
ÖPNV	öffentlicher Personennahverkehr
o. J.	ohne Jahresangabe
PH	Pelletheizung
PV	Photovoltaik
QE	Endenergiebedarf
Qp	Primärenergiebedarf
SH-Netz	Schleswig-Holstein Netz AG
ST	Solarthermie
T€	1000 Euro
th	thermische (Leistung oder Arbeit)
Tr.m	Trassenmeter
TZ	Tilgungszuschuss (zusätzlich zum zinsgünstigen Kredit bei KfW-Programmen werden Tilgungen in bestimmter Höhe erlassen)
UBA	Umweltbundesamt
Ud	Wärmedurchgangskoeffizient Tür (Door)
Uw	Wärmedurchgangskoeffizient Fenster (Window)
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient („unit of heat transfer“)
WDVS	Wärmedämm-Verbundsystem
WE	Wohneinheit
WLG	Wärmeleitfähigkeitsgruppe
WG	Wohngebäude
Z	Zentrale Versorgung (Wärmenetz)
ZOB	Zentraler Omnibusbahnhof

4 GENDER-ASPEKTE

Die Autor*innen des vorliegenden Berichtes sind sich dessen bewusst, dass es verschiedene Geschlechter gibt. Aus Gründen der sprachlichen Vereinfachung wird im Bericht in der Regel das männliche Geschlecht verwendet. Damit ist seitens der Autoren keinerlei inhaltliche Bewertung verbunden.

5 ZUSAMMENFASSUNG

5.1 ZENTRALE ERGEBNISSE

Das Energetische Quartierskonzept für den Ortsteil Vogelsang-Grünholz der Gemeinde Damp befasste sich zum einen mit Sanierungsmöglichkeiten bestehender Gebäude, wodurch sich der Wärmebedarf reduzieren lässt. Zum anderen wurde untersucht, wie sich der verbleibende Wärmebedarf möglichst klimaverträglich, wirtschaftlich und unter Nutzung lokaler Wertschöpfung decken lässt. Ergänzend wurden Mobilitätsfragen und Klimaanpassung behandelt.

Drei exemplarische Mustersanierungsberatungen für quartierstypische Wohnhäuser machten deutlich, dass bei Nutzung der heute verfügbaren Fördermittel Maßnahmen zur energetisch optimierten **Gebäudesanierung** in vielen Fällen rentabel sind - vor allem, wenn ohnehin Sanierungsmaßnahmen wie z. B. neue Dacheindeckungen anstehen. Standards heutiger Neubauten können bei Sanierungen von Bestandsgebäuden jedoch in aller Regel nicht (oder nur unter Einsatz von auch unter energetischen Gesichtspunkten unverhältnismäßigen Mitteln) erreicht werden. Eine fortgesetzte Information der Hauseigentümer im Quartier, z. B. im Rahmen eines sich an das Quartierskonzept anschließenden Sanierungsmanagements,¹ könnte helfen, die entsprechenden Potenziale zu heben, denn es zeigt sich immer wieder, dass technische Möglichkeiten und Förderungen nur sehr bedingt bekannt sind.

Da im Bestand die Sanierungsmöglichkeiten sowohl aufgrund der Kosten als auch mit Blick auf die für Sanierungsmaßnahmen benötigte „graue Energie“ begrenzt sind,² erfordert Klimaneutralität, die **Wärmeversorgung** der Gebäude auf erneuerbare Energieträger oder die Nutzung von Abwärme umzustellen. Für die Versorgung des Quartiers wurden zunächst verschiedenste Optionen *qualitativ* untersucht. Als unter technischen und wirtschaftlichen Aspekten grundsätzlich realisierbar erwiesen sich Holzhackschnitzelkessel und Wärmepumpen.

Ein Lieferant von Wärme aus Holzhackschnitzeln könnte Gut Grünholz sein, das die Holzhackschnitzel auf eigenen, regionalen Flächen gewinnen kann und ohnehin den Aufbau eines lokalen Wärmenetzes zur Eigenversorgung plant. Daraus resultieren Synergiepotenziale mit einer Versorgung des Quartiers Vogelsang-Grünholz.

Eine Alternative wäre die Nutzung von Großwärmepumpen. Ideal wäre die Stromversorgung über eine Direktleitung zu einem Windpark, der auf einer nahe dem Quartier gelegenen Windvorrangfläche errichtet werden könnte. Ebenso könnten lokale Photovoltaik-Anlagen genutzt werden, für deren Errichtung derzeit eine Weißflächenkartierung in Arbeit ist - wegen der stark komplementären Erzeugungslastgänge idealerweise sogar in Kombination mit Wind. Bei beiden ist im Moment aber noch nicht konkret absehbar, wann und von wem sie errichtet werden.

Die Nutzung von Solarthermie wurde im Rahmen der qualitativen Prüfung von der Lenkungsgruppe zunächst verworfen, weil auf dem Gemeindegebiet in der Nähe des Quartiers keine geeigneten Flächen gesehen wurden. Von Gut Grünholz wurde jedoch später darauf verwiesen,

¹ Während im ca. einjährigen Quartierskonzept die konzeptionellen Möglichkeiten von Gebäudesanierungen, Wärmeversorgung etc. aufgezeigt werden, begleitet das ca. dreijährige Sanierungsmanagement die anschließende Umsetzung.

² „Graue Energie“ bezeichnet die Energie, die für den Bau und ggf. nachträgliche Sanierungsmaßnahmen, wie etwa Wärmedämmung, aufgewendet werden muss und quasi in den Baustoffen enthalten ist.

dass man Eigentümer geeignet gelegener Flächen im Bereich der Nachbargemeinde Thumbby ebenso wie in Dampf sei. Für den Fall der Belieferung des Quartiers von Gut Grünholz aus bestehe grundsätzlich die Bereitschaft, auch Solarthermie in die Wärmeversorgung mit einzubinden. Diese Option konnte nicht mehr im Rahmen der Rechnungen berücksichtigt werden. Da Solarthermie, anders als Biomasse (Holzhackschnitzel), keine begrenzten Ressourcen beansprucht und im Betrieb komplett emissionsfrei ist, sollte diese Möglichkeit auf jeden Fall weiterverfolgt werden. Im Rahmen eines Sanierungsmanagements könnten die Option konkretisiert und die bisherigen Rechnungen entsprechend erweitert werden. Möglicherweise werden sich etwas erhöhte anfängliche Kosten ergeben, dafür weist die so erzeugte Wärme aber über die kommenden 20 bis 30 Jahre eine extrem hohe Preisstabilität auf. Anfängliche Mehrkosten wären quasi eine Versicherung gegen zukünftige Preissteigerungen.

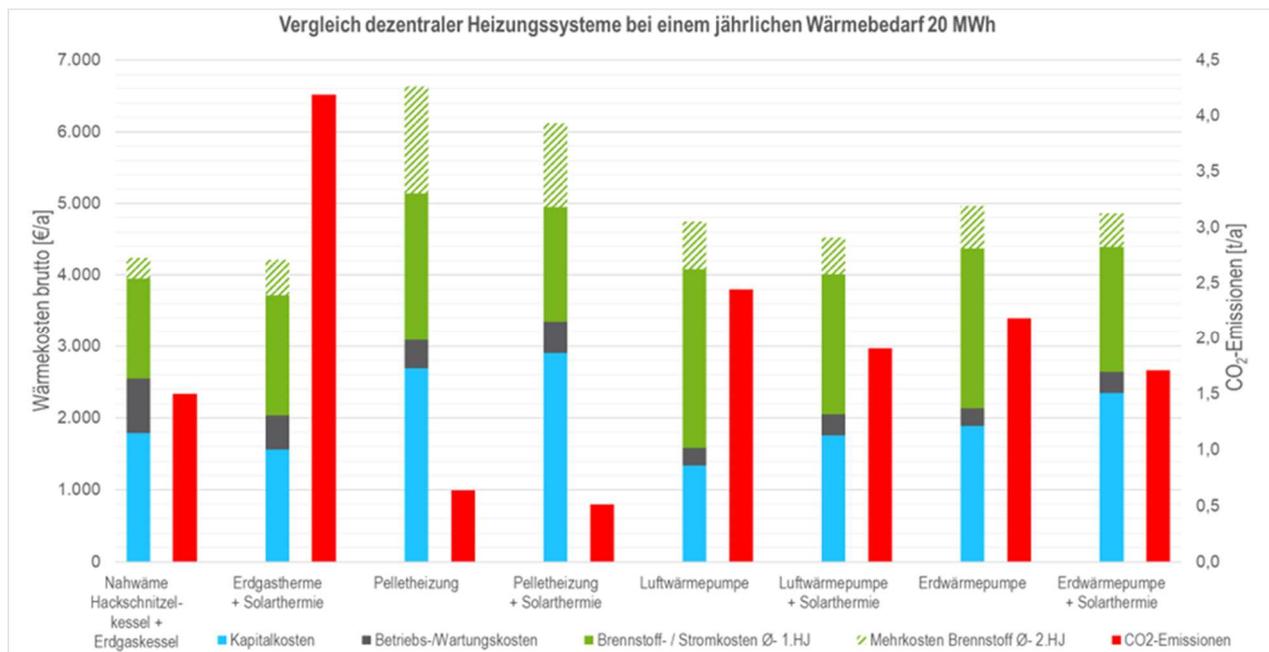


Abbildung 5-1: Vergleich von Nahwärme mit dezentralen Versorgungsoptionen - durchschnittliche Brennstoff- und Stromkosten 1. Halbjahr 2022 und Mehrkosten im 2. Halbjahr 2022

Im Rahmen *detaillierter Wirtschaftlichkeitsberechnungen* für die qualitativ ausgewählten Varianten zeigte sich, dass für eine zentrale Wärmeversorgung und ohne die Berücksichtigung von Solarthermie die Versorgung mit Holzhackschnitzeln, ergänzt zunächst um einen Erdgaskessel zur Abdeckung von Spitzenlasten, die wirtschaftlichste Variante darstellen könnte. Berechnungen von Kosten sind in einer konzeptionellen Phase, wie sie im energetischen Quartierskonzept gegeben ist, stets mit Unsicherheiten von typischerweise 20 bis 30 % verbunden. Dies gilt in besonderem Maße angesichts der aktuellen Schwankungen sowohl der Energiepreise als auch der Baukosten. Zudem mussten, da bisher noch keine Betreiber möglicher lokaler Windparks oder Photovoltaik-Freiflächenanlagen vorhanden sind, Annahmen zu den Strombezugskosten für Wärmepumpen gemacht werden, die erst in Gesprächen mit einem Betreiber verifiziert werden können. Daher sollte diese Option bis zu einer abschließenden Entscheidung über die anfängliche Versorgung des Wärmenetzes weiter mit verfolgt werden. Ggf. ist ja auch zu einem späteren Zeitpunkt der teilweise Ersatz der Holzhackschnitzel durch Wärmepumpen, die aus lokalen Stromquellen gespeist werden, möglich.

Somit wurde zunächst davon ausgegangen, dass das Wärmenetz durch Holzhackschnitzel in Verbindung mit einem Erdgas-Spitzenlastkessel versorgt wird. Diese zentrale Versorgung wurde dann mit dezentralen (hausweisen) Versorgungsoptionen verglichen, exemplarisch anhand eines Wärmeabnehmers mit einem Jahresbedarf von 20 MWh, was eine typische Größenordnung für Einfamilienhäuser des Quartiers darstellt. Dabei wurden folgende dezentrale Optionen betrachtet:

- Erdgastherme mit ergänzendem Einsatz einer dezentralen Solarthermie-Anlage, so dass die aktuell in Schleswig-Holstein geltenden Anforderungen des EWKG an den Anteil erneuerbarer Energieträger eingehalten werden. Die derzeit zur Diskussion stehende bundesweite Vorgabe, zukünftig mindestens 65 % der Wärme aus erneuerbaren Energieträgern zu gewinnen, wird so jedoch nicht erfüllt.
- Pelletheizung, Luftwärmepumpen und Erdwärmepumpen, jeweils mit und ohne Solarthermie.

Es wurden jeweils Vollkosten betrachtet, d. h. Investitions- und Kapitalkosten (beim Wärmenetz einschließlich Hausanschlusskosten), Energiebezug, Wartungs- / Reparaturkosten etc. Um die Auswirkungen der aktuell sehr hohen Schwankungen von Energiepreisen zu verdeutlichen, wurden diese Varianten einmal mit den durchschnittlichen Energiekosten des ersten Halbjahres 2022 berechnet, und dann mit den durchschnittlichen Energiekosten des zweiten Halbjahres 2022 (vgl. Abbildung 5-1).

Bei den Preisen des 1. Halbjahres 2022 war die Versorgung über eine Erdgastherme mit Solarthermie noch die günstigste Variante, gefolgt von der Nahwärme aus dem Wärmenetz. Wärmepumpen und insbesondere Pelletheizungen waren teurer, z. T. deutlich.

Die Preissteigerungen im 2. Halbjahr 2022 betrafen in besonderem Maße Erdgas, Strom und Pellets. Die Nahwärme wäre am wenigsten betroffen und bei diesen Preisen die günstigste Variante.

Da in allen Berechnungen Annahmen eingeflossen sind und Energiepreise ebenso wie Investitionskosten und das Zinsniveau sich weiter ändern werden, ist die heute seriös zu treffende Aussage vor allem die,

- dass die Kosten für eine Nahwärmeversorgung über ein Wärmenetz derzeit in einer ähnlichen Höhe liegen wie die dezentraler Beheizungsmöglichkeiten,
- dass aber eine Nahwärmeversorgung auf Basis von regionalen Hackschnitzeln und ggf. Solarthermie, ebenso wie bei Nutzung von Wärmepumpen mit Strombezug aus lokalen Quellen, den Vorteil einer deutlich höheren Preisstabilität aufweist. Sollte Solarthermie hinzukommen, würde sich dies noch einmal weiter verstärken.

Es wird der Gemeinde daher empfohlen, die Planungen eines Wärmenetzes im Rahmen des Sanierungsmanagements weiter voranzutreiben.

Entscheidend für den Erfolg einer zentralen Wärmeversorgung ist eine möglichst hohe Anschlussquote: Nahwärme verursacht für den Bau des Wärmenetzes höhere Investitionen, die dann tragfähig sind, wenn sie auf möglichst viele Schultern verteilt werden. Um die Anschlussquote zu ermitteln, kann im Rahmen des sich ggf. anschließenden Sanierungsmanagements das Interesse der Eigentümer, das schon am Ende des Quartierskonzeptes hoch war, konkretisiert werden.

Ebenfalls betrachtet wurde die **Mobilität** im Quartier. Hier wurden im Rahmen eines erst 2021 fertiggestellten Ortsentwicklungskonzeptes (OEK) bereits Maßnahmen erarbeitet. Es wurde daher darauf verzichtet, im Rahmen des Quartierskonzeptes „das Rad nochmals zu erfinden“.

Stattdessen wurden Maßnahmen des OEK, das die gesamte Gemeinde betrachtete, konkret auf das Quartier heruntergebrochen. Handlungsmöglichkeiten zeigten sich bezüglich der Ladeinfrastruktur für Elektroautos (es könnten primär gewerbliche Akteure motiviert werden, die öffentliche Ladeinfrastruktur auszubauen), bezüglich einer Angebotsausweitung des Carsharings, durch Bereitstellung einer Mitfahrapp sowie die Realisierung der im OEK empfohlenen Mobilitätsstation. Eine deutliche Verbesserung der Mobilitätssituation jenseits des MIV dürfte sich zudem durch das anstehende regionale Projekt „Smile 24“ ergeben.

Zudem wurden Möglichkeiten der **Klimaanpassung** geprüft. Mit Blick auf Starkregenereignisse erscheint vor allem die Entwässerung als Schwachpunkt, so dass die vorhandenen Möglichkeiten mittelfristig an zukünftige Anforderungen angepasst werden sollten.

5.2 CHECKLISTE KfW ENERGETISCHE STADTSANIERUNG

Tabelle 5-1: Abgleich der Berichtsinhalte mit den Anforderungen der KfW

ZU BERÜCKSICHTIGENDE ASPEKTE	KAPITEL
Betrachtung der für das Quartier maßgeblichen Energieverbrauchssektoren (insbesondere kommunale Einrichtungen, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie, private Haushalte) und deren Energieeinspar- und Effizienzpotenziale (Ausgangsanalyse)	7.3, 7.4, 8
Beachtung vorhandener integrierter Stadtteilentwicklungs- (INSEK) oder wohnwirtschaftlicher Konzepte bzw. integrierter Konzepte auf kommunaler Quartiersebene sowie von Fachplanungen und Bebauungsplänen	7.3.1
Aktionspläne und Handlungskonzepte unter Einbindung aller betroffener Akteure (einschließlich Einbeziehung der Öffentlichkeit)	12, 15
Aussagen zu baukulturellen Zielstellungen unter Beachtung der Denkmäler und erhaltenswerter Bausubstanz sowie bewahrenswerter Stadtbildqualitäten	7
Gesamtenergiebilanz des Quartiers als Ausgangspunkt sowie als Zielaussage für die energetische Stadtsanierung unter Bezugnahme auf die im Energiekonzept der Bundesregierung vom 28.9.2010 formulierten Klimaschutzziele für 2020 bzw. 2050 und bestehende energetische Ziele auf kommunaler Ebene	5.3, 6, 7.4
Analyse möglicher Umsetzungshemmnisse (technisch, wirtschaftlich, zielgruppenspezifisch bedingt) und deren Überwindung, Gegenüberstellung möglicher Handlungsoptionen	12
Benennung konkreter energetischer Sanierungsmaßnahmen und deren Ausgestaltung (Maßnahmenkatalog) unter Berücksichtigung der quartiersbezogenen Interdependenzen mit dem Ziel der Realisierung von Synergieeffekten sowie entsprechender Wirkungsanalyse und Maßnahmenbewertung	8
Aussagen zu Kosten, Machbarkeit und zur Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahmen, Maßnahmen der Erfolgskontrolle	8, 14
Maßnahmen zur organisatorischen Umsetzung des Sanierungskonzepts (Zeitplan, Prioritätensetzung, Mobilisierung der Akteure und Verantwortlichkeiten)	15
Information und Beratung, Öffentlichkeitsarbeit.	13

5.3 ENERGIE- UND CO₂-BILANZ - VERWENDUNGSNACHWEIS KfW ENERGETISCHE STADTSANIERUNG

Im Quartierskonzept wurden verschiedene Varianten einer zukünftigen Nahwärmeversorgung untersucht. Dem Vergleich von Status quo und möglicher zukünftiger Situation wurde dabei die Variante zugrunde gelegt, die sowohl wirtschaftlich als auch unter Klimagesichtspunkten die vorteilhafteste war. Bei dieser wird die Versorgung des gesamten Quartiers durch einen Holzhackschnittkessel und einen Erdgas-Spitzenlastkessel gewährleistet. Die Werte in Tabelle 5-2 beziehen

sich auf eine Anschlussquote in Höhe von 100 %, da nur der Anschluss aller Gebäude das maximale Einsparpotenzial erschließt.

In Tabelle 5-2 werden die Effekte für verschiedene Szenarien der Gebäudesanierung quantifiziert.

Tabelle 5-2: Bestätigung Einspareffekte

Bezeichnung	Heizenergie- bedarf [MWh]	Endenergie- bedarf [MWh]	Primärener- gie- bedarf [MWh]	CO ₂ -Ausstoß [t]
Gegenwärtige Heizsituation	5.869	5.359	6.209	1.298
Zentr. Wärmeversorgung ohne Gebäudesanierung	5.869	8.300	2.951	573
Zentr. Wärmeversorgung mit Gebäu- desanierung (Sanierungsvariante 1)	5.341	7.697	2.513	443

6 AUSGANGSLAGE UND AUFTRAG

Leitbild und Maßstab für die deutsche Klimaschutzpolitik sind die Vereinbarungen der UN-Klimarahmenkonvention und das Übereinkommen von Paris sowie die von der EU im Gesetzespaket von 2018 vorgegebenen Ziele für 2030. Im Klimaschutzplan 2050 legte die Bundesregierung zunächst erste Minderungsziele für die Treibhausgasemissionen fest. Aufgrund des Beschlusses des Bundesverfassungsgerichtes vom 24. März 2021 (Bundesverfassungsgericht, 2021) wurden weitere Verschärfungen beschlossen. So sollen nun die Treibhausgasemissionen im Vergleich zu 1990 bis 2030 um 65 % (zuvor: 55 %) und bis 2040 um 88 % gesenkt werden; für das Jahr 2045 (zuvor: 2050) wird Klimaneutralität angestrebt und für 2050 eine negative CO₂-Bilanz (Bundesregierung, o. J.).

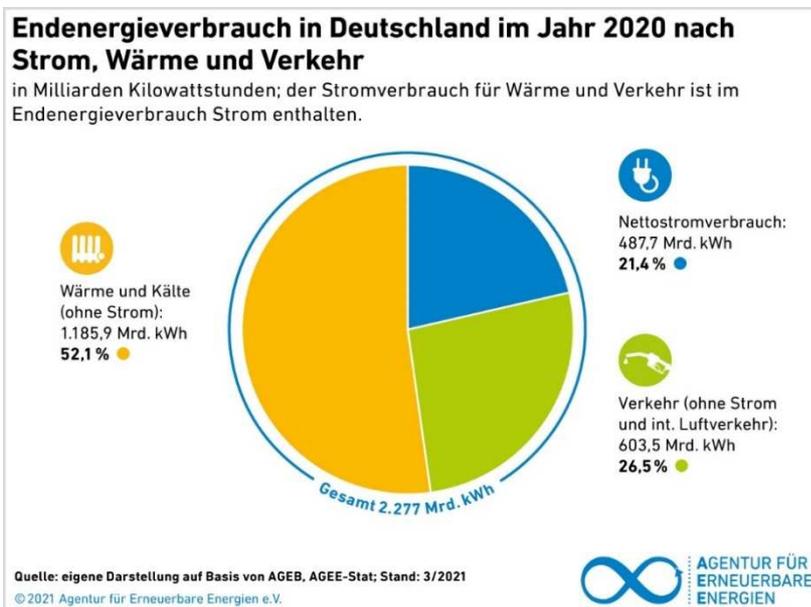


Abbildung 6-1: Endenergieverbrauch in Deutschland 2020 nach Strom, Wärme und Verkehr (Agentur für Erneuerbare Energien, o. J.)

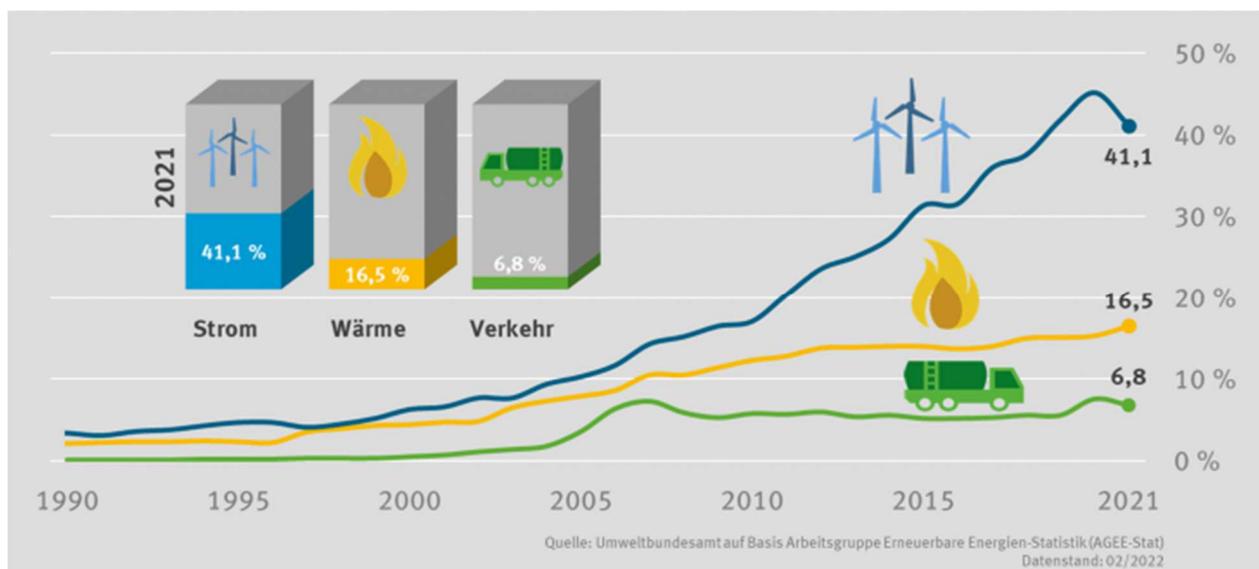


Abbildung 6-2: Erneuerbare Energien - Anteile in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr (UBA, 2022)

Etwa 52,1 % des Endenergieverbrauchs Deutschlands waren 2020 auf Wärme- und Kältegewinnung zurückzuführen (vgl. Abbildung 6-1). Der Anteil erneuerbarer Energieträger lag 2021 im Wärmesektor bei lediglich 16,5 % (vgl. Abbildung 6-2). Insofern ist die Minderung der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor eine der zentralen Herausforderungen der Klimaschutzpolitik in Deutschland.

Das Programm „Energetische Stadtsanierung“ der KfW greift diese Zielvorstellung auf und bietet mit einer 75%igen Förderung die Möglichkeit, ein integratives, zukunftsweisendes Konzept zur energetischen Sanierung und Wärmeversorgung innerhalb des jeweiligen Quartiers zu erstellen (KfW, o. J.). Die Umsetzung kann anschließend für bis zu fünf Jahre durch ein in gleicher Höhe gefördertes Sanierungsmanagement begleitet werden. Diese Förderung der KfW wird in Schleswig-Holstein durch eine weitere Förderung des Landes in Höhe von 15 bis 20 % ergänzt (IB.SH, o. J.).

In diesem Kontext hat sich auch die Gemeinde Damp, vertreten durch das Amt Schlei-Ostsee, zur Erstellung eines energetischen Quartierskonzepts durch die IPP ESN Engineering GmbH (IPP ESN) in Kooperation mit FRANK Ecozwei GmbH entschieden. Die Ergebnisse der Arbeiten finden sich im vorliegenden Bericht.

7 BESTANDSAUFNAHME

Jedes Quartier weist Unterschiede hinsichtlich der Nutzungs- und Siedlungsstrukturen, des Baualters, der Bauweisen, der Eigentumsverhältnisse sowie der energetischen Ausgangssituationen und Herausforderungen auf. Insofern ist eine Bestandaufnahme des Projektgebietes ein erster essenzieller Schritt für die Entwicklung eines ganzheitlichen, integrierten energetischen Quartierskonzeptes.

7.1 RÄUMLICHE LAGE UND FUNKTIONEN DES QUARTIERS

Das Gebiet des energetischen Quartierskonzeptes befindet sich im Westen der Gemeinde Damp und umfasst den Ortsteil Vogelsang-Grünholz sowie St. Johannes-Stift. Die Gemeinde Damp liegt im schleswig-holsteinischen Kreis Rendsburg-Eckernförde und ist Verwaltungssitz des Amtes Schlei-Ostsee. Sie ist Heimat von rund 1.550 Einwohnern und bekannt für ihr Gesundheitszentrum, das zu den größten und modernsten Therapieeinrichtungen Deutschlands gehört (Amt Schlei-Ostsee, o. J.).



Abbildung 7-1: Lage der Gemeinde Damp im Kreis Rendsburg-Eckernförde (Schwochow, 2023)

Das Quartier wird im Norden durch die Kreisstraße 61 und im Süden durch Ackerflächen begrenzt. Den westlichen Abschnitt bildet die B 203, im Süden wird das Quartier überwiegend durch Gehölz abgegrenzt.

Das Quartier besteht aus circa 250 Gebäuden und ist durch eine Einfamilienhausbebauung geprägt. Vereinzelt gibt es dreigeschossige Mehrfamilienhäuser. Zudem sind eine Reihe von Einzelhandels- und Gewerbebetriebe vorhanden. An öffentlichen und öffentlich genutzten Gebäuden

existieren das Amtsgebäude (Nebenstelle), ein Kindergarten (ev. Kindertagesstätte Vogelsang-Grünholz), das Haus des Gastes, ein Feuerwehrgerätehaus / Bauhof und der Treffpunkt Dampf (ehemaliges Sportheim).



Abbildung 7-2: Das Quartier Vogelsang-Grünholz im Westen der Gemeinde Damp, eigene Abbildung, Daten: (Google Maps, 2023)

7.2 BEVÖLKERUNG, BAUFERTIGSTELLUNGEN

Da sich der Bereich des energetischen Quartierskonzepts nicht auf die gesamte Gemeinde Damp, sondern auf die Ortsteile Vogelsang-Grünholz sowie St. Johannes-Stift bezieht, ist eine genaue Analyse der demografischen und siedlungsdemografischen Entwicklung aufgrund der fehlenden Datengrundlage nur bedingt möglich. Für die Einwohnerentwicklung wird Damp insgesamt betrachtet. Nach Angaben des Statistischen Amtes für Hamburg und Schleswig-Holstein leben aktuell 1.513 Personen in der Gemeinde Damp (Stand 31.12.2021). Die Einwohnerzahl in Damp ist in den Jahren 2000 bis 2021 relativ stabil geblieben (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2023).

7.3 GEBÄUDE- UND HEIZUNGSBESTAND

Die wichtigen Daten und Erhebungen für die Bestandsaufnahmen des Gebäudebestands und ihrer energetischen Kenngrößen sind insbesondere folgende:

- die Entwicklung der Bebauung (nach Zensus 2011),
- Datensatz des Kreises Rendsburg-Eckernförde aus dem Jahr 2022,
- Gasnetzdaten,

- Feuerstättendaten des Schornsteinfegers,
- Ergebnisse aus den im Quartier verteilten Fragebögen (vgl. Kapitel 7.3.4).

Mit Hilfe dieser Daten wurde der Wärmeatlas erarbeitet. Mit der frei zugänglichen Software QGIS ist dieser Atlas für die kommunale Wärmeplanung weiterhin nutzbar.

7.3.1 WOHNBEBAUUNG

Der Bestand der Wohngebäude in Damp ist hauptsächlich durch Einfamilienhäuser geprägt. Mehrfamilienhäuser mit drei oder mehr Wohneinheiten machen lediglich 5 % aller Wohngebäude aus. Viele der Wohngebäude im Ostseebad Damp werden jedoch als Ferienhäuser genutzt, so dass die Mehrheit der Wohngebäude mit Wohnzweck im Ortsteil Vogelsang-Grünholz vorzufinden sind. Durch einen Quartiersspaziergang und die Auswertung von Luftbildern kann für das Quartier ein sehr hoher Einfamilienhausanteil bestätigt werden. Sehr vereinzelt gibt es größere Mehrfamilienhäuser, diese befinden sich an den Straßen Holzschicht und Auf der Höhe.

Im Nordosten des Quartiers befindet sich das denkmalgeschützte St. Johannes-Stift. Neben der Stiftskapelle mit Glockenturm stehen auch mehrere Wohnflügel und eine Kate der Anlage als geschichtlich, künstlerisch, städtebaulich relevant und Kulturlandschaft prägend unter Denkmalschutz (Land Schleswig-Holstein, 2021).

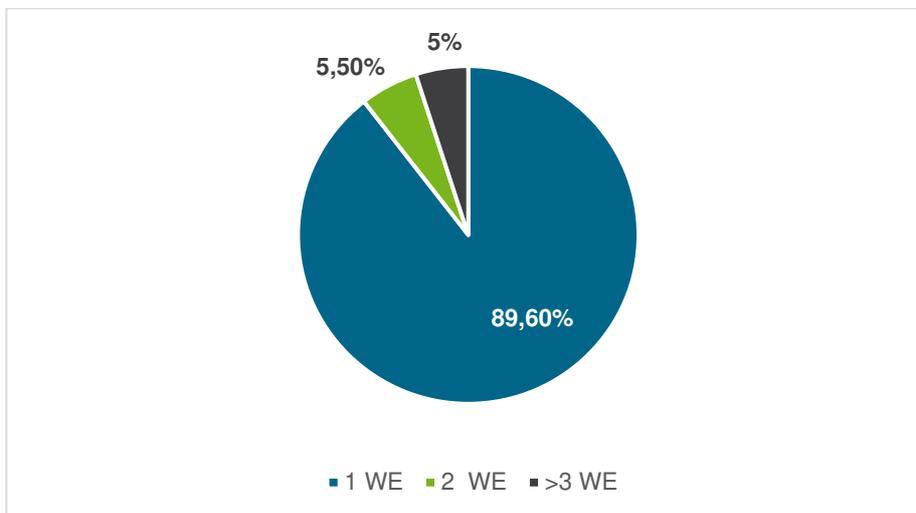


Abbildung 7-3: Wohngebäudetypen in Damp (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2023)

Die Wohngebäude in Damp weisen heterogene Baualtersklassen auf. Grundlage dieser Untersuchung bilden Daten zu den Baujahren der Wohngebäude der Regionaldatenbank Deutschland. Diese stammen aus dem Jahr 2011, beziehen sich auf das gesamte Gemeindegebiet und stellen Bauaktivitäten von vor 1919 bis zum Jahr 2009 dar. 2011 wurden 723 Gebäude mit Wohnraum in Damp gezählt (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, o. J.). Das Statistische Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein zählte am 31.12.2021 948 Gebäude (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2023). Dieser Anstieg ist jedoch insbesondere auf eine Umstrukturierung im Jahr 2014 zurückzuführen, die die Überführung von gewerblichen

Ferienobjekten in die private Hand zur Folge hatte (Grätsch, Luckhardt, & Flüge, 2021). Der Großteil der Wohngebäude in Damp wurde zwischen 1949 und 1978 erbaut (Abbildung 7-4).

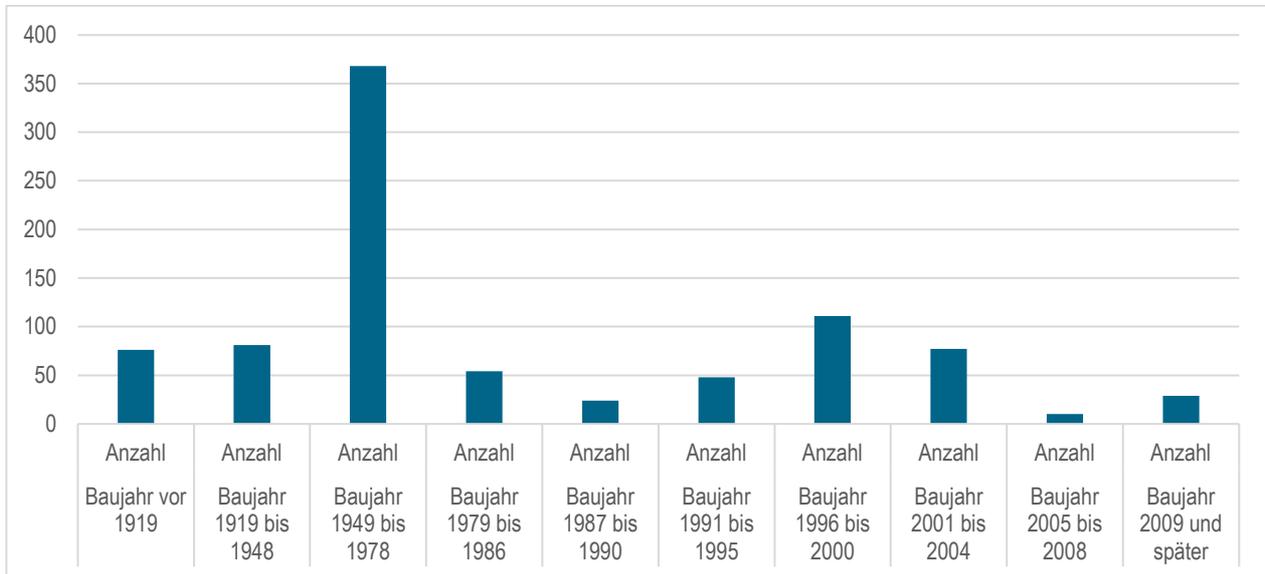


Abbildung 7-4: Baualtersklassen Gemeinde Damp (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, o. J.)

Der signifikant hohe Anteil an Gebäuden aus den Jahren 1949 bis 1978 ist insbesondere durch die Fertigstellung des neuen Ostseebads Damp zu erklären, das 1973 eröffnet wurde (Amt Schleiß-Ostsee, o. J.). Erwähnenswert ist zudem, dass Ferienhäuser in der zitierten Systematik ebenfalls zu Wohngebäuden gezählt werden. Stand 2011 wurden nur ca. 44 % der Wohngebäude auch vom Eigentümer bewohnt und etwa ein Drittel zu Freizeit- und Ferienzwecken vermietet. Die Aussagekraft dieser Daten ist aufgrund des Geheimhaltungsverfahrens jedoch stark beeinträchtigt (Grätsch, Luckhardt, & Flüge, 2021).

Bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts war das Quartier Vogelsang-Grünholz durch einzelne landwirtschaftliche Höfe und das St-Johannes-Armenstift geprägt. Durch die Anbindung an die Kreisbahn kam es zur Errichtung einiger Gebäude um den ehemaligen Bahnhof herum. Jedoch erst gegen Mitte des 20. Jahrhunderts kam es zu einer verstärkten Bautätigkeit und einer Etablierung des Quartiers als Siedlungsschwerpunkt der Gemeinde Damp (Grätsch, Luckhardt, & Flüge, 2021).

Zwar sind keine quantitativen Daten auf Quartiersebene verfügbar, der Quartiersspaziergang sowie die Auswertung von Luftbildern ermöglichen jedoch eine ungefähre Einteilung der Gebäude im Quartier nach Baualtersklassen. Diese sind in Abbildung 7-5 dargestellt. Im südlichen Teil des Quartiers dominieren Wohngebäude aus den 1980er bis 1990er Jahren. Im Zentrum von Vogelsang-Grünholz befinden sich die einzigen dreigeschossigen Mehrfamilienhäuser. Die Anlage besteht aus fünf Gebäuderiegeln in den Straßen Holzschicht und Auf der Höhe und wurde in den 1970er Jahren gebaut. Rund um den Florianweg am nördlichen Siedlungsrand dominiert eine Einfamilienhausbebauung aus den 1980er Jahren. Im östlichen Vogelsang-Grünholz, welches räumlich durch ein kleines Waldstück von einem Großteil des Quartiers getrennt wird, finden sich hauptsächlich Gebäude aus den 1950er und 1980er Jahren.

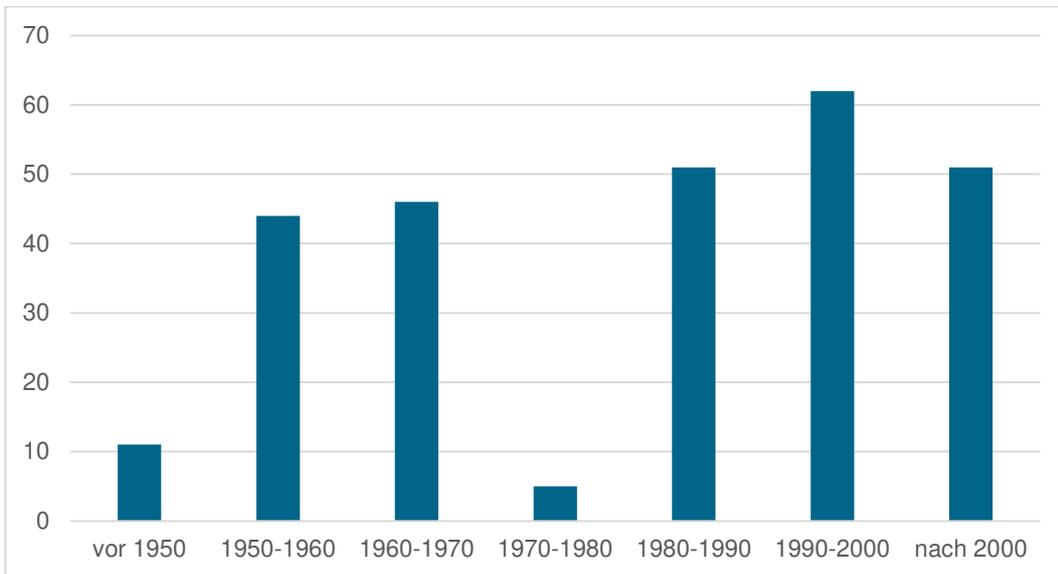


Abbildung 7-5: Grobe Verteilung der Gebäude des Quartiers nach Baujahren, eigene Erhebung



Abbildung 7-6: Baualtersklassen Siedlungen im Quartier, eigene Erhebung. Daten: (Google Maps, 2023)

7.3.2 SANIERUNGSRATE

Am 28. September 2010 hat die damalige Bundesregierung das Ziel festgeschrieben, bis 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. In dem „Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“ heißt es, dass „eine Verdoppelung der energetischen Sanierungsrate von jährlich 1 % auf 2 % erforderlich“ sei. Eine einheitliche

Definition für den Begriff der Sanierungsrate liegt bislang jedoch nicht vor (Kölner Haus- und Grundbesitzverein von 1888, 2017).

Bei der Prognose zukünftiger Sanierungseffekte gehen wir davon aus, dass die Maßnahmen umgesetzt werden, die bei Betrachtung der Investitionskosten unter Einbeziehung der verfügbaren Förderung angesichts der zu erzielenden Einsparungen wirtschaftlich sind. Aus den Ergebnissen der Mustersanierungskonzepte und dem Vergleich, welchen Anteil die Baualtersklasse im Quartier hat, leiten wir ab, um wie viel Prozent der Wärmebedarf bei einer „quartiersdurchschnittlichen Sanierung“ sinkt. Aus dieser quartiersdurchschnittlichen Sanierung berechnen wir die Wärmebedarfseinsparungen bis zum Jahr 2030 bzw. bis zum Jahr 2050 für die Sanierungsrate von 1 % bzw. von 2 %.

Dabei orientiert sich die Rate von 1 % am bundesdeutschen Durchschnitt, die Rate von 2 % stellt ein optimistischeres Szenario dar. Aufgrund der aktuellen Baukostensituation erscheint ein Szenario mit 1 % Sanierungsrate optimistisch, bei einem weiterhin starken Energiekostenanstieg könnte diese Sanierungsrate jedoch realistischer werden. Den Berechnungen liegt die Annahme zugrunde, dass bei einer Sanierung im Quartier Vogelsang-Grünholz durchschnittlich 33 % des Heizenergiebedarfs eingespart werden können. Diese Zahl ist abhängig von der Gebäudealtersstruktur im Quartier. Bei einer Sanierungsrate von 1 % könnte der Wärmebedarf der Gebäude bis zum Jahr 2050 um 9 % gesenkt werden, bei einer ambitionierten Sanierungsrate in Höhe von 2 % sogar um etwa das Doppelte (18 %). Aufgrund der Altersstruktur der Gebäude im Quartier ist von einem erhöhten Instandhaltungs- und Sanierungsbedarf in den nächsten Jahren auszugehen.

Die Sanierungsrate hängt oft eher von demografischen Strukturen als von baulichen Notwendigkeiten ab: In überalterten Gemeinden kann mit einer zukünftig verstärkten Sanierungstätigkeit gerechnet werden, da Einfamilienhäuser häufig im Zuge des Besitzerwechsels (z. B. durch Tod oder Umzug in Pflegeeinrichtungen) saniert oder modernisiert werden. In der Gemeinde Damp zählten 2020 rund 28 % der Einwohner zur Altersgruppe der über 65-Jährigen (Grätsch, Luckhardt, & Flüge, 2021). Bundesweit lag deren Anteil 2021 bei 22 % (Statistisches Bundesamt, 2022). Insofern ergibt sich aus der Demografie kein Hinweis darauf, dass im Quartier eine signifikant über dem Bundesdurchschnitt liegende Sanierungsrate zu erwarten ist.

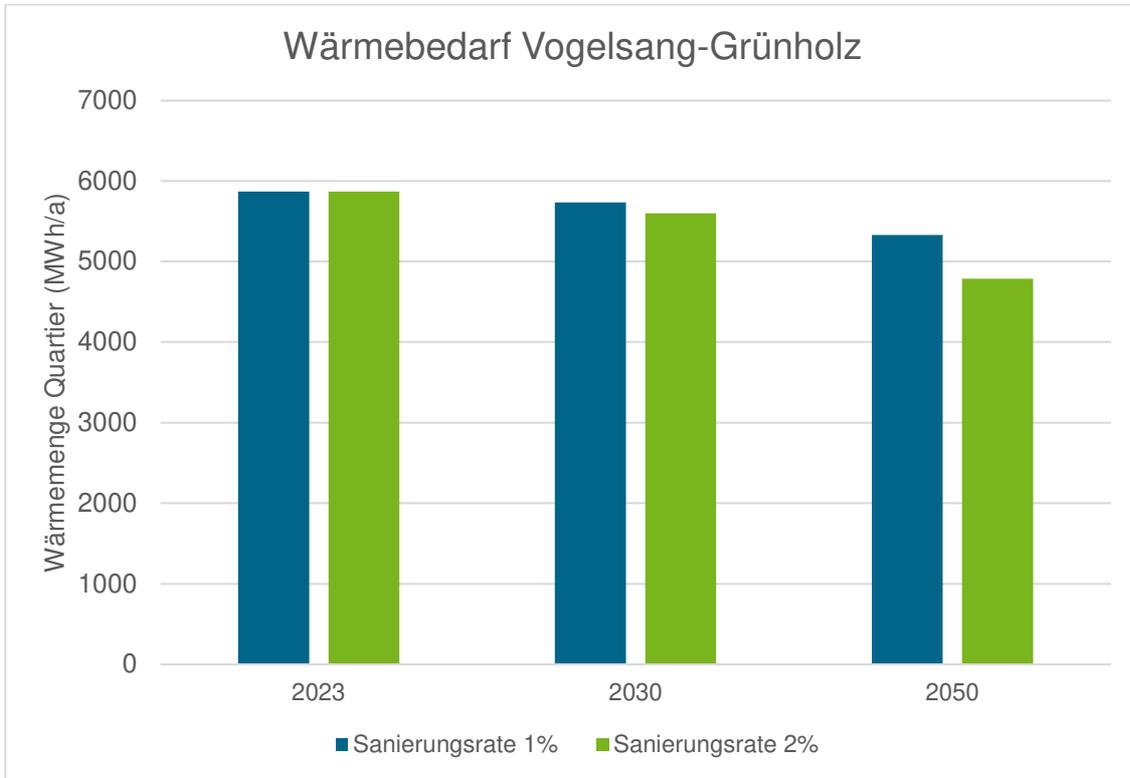


Abbildung 7-7: Entwicklung Wärmebedarf durch Gebäudesanierung (Prognose)

7.3.3 HEIZUNGEN IM BESTAND

Der zuständige Bezirksschornsteinfegermeister hat die Daten der Feuerstättenschau gemäß § 7 Abs. 11 EWKG zur weiteren Bearbeitung im Quartierskonzept anonym übergeben. Die Auswertung der Daten gibt Aufschluss über die relative Verteilung der eingesetzten Energieträger. Die betrachteten Ortsteile von Dampf verfügen über eine nahezu geschlossene Erdgasverrohrung. Die Beheizung erfolgt bisher, abgesehen von einem kleinen Wärmenetz der Florianwärme GmbH im Norden des Quartiers, dezentral, überwiegend über Gas- und Ölheizungen.

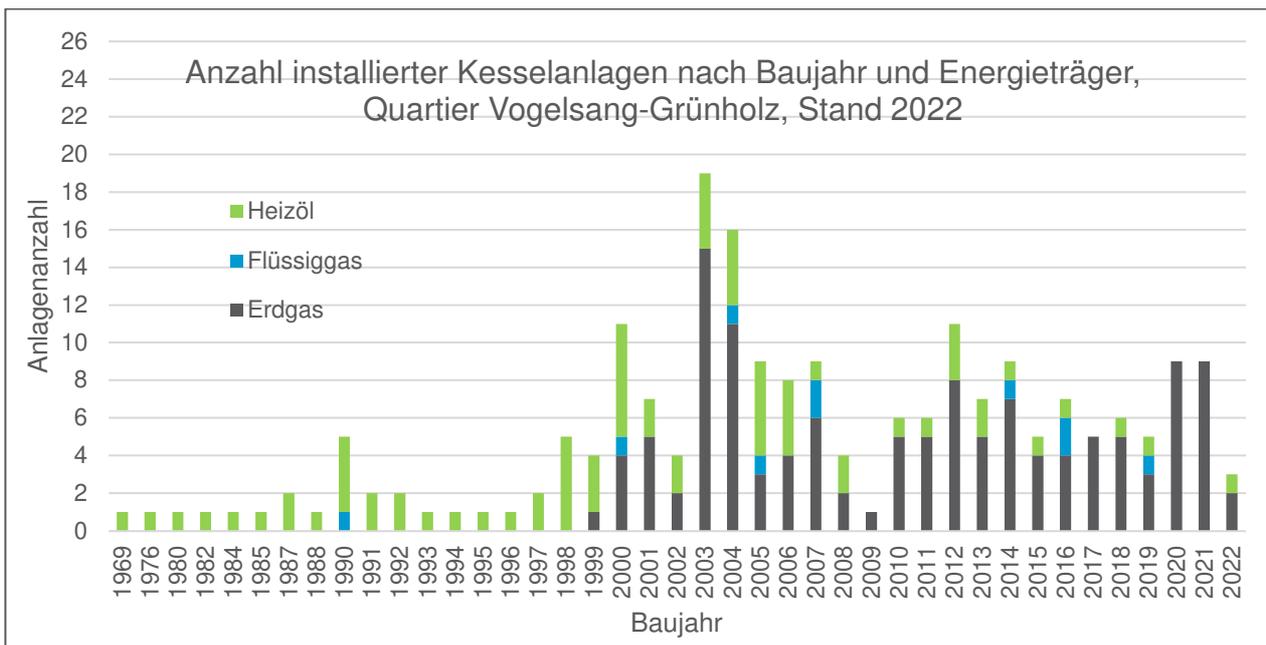
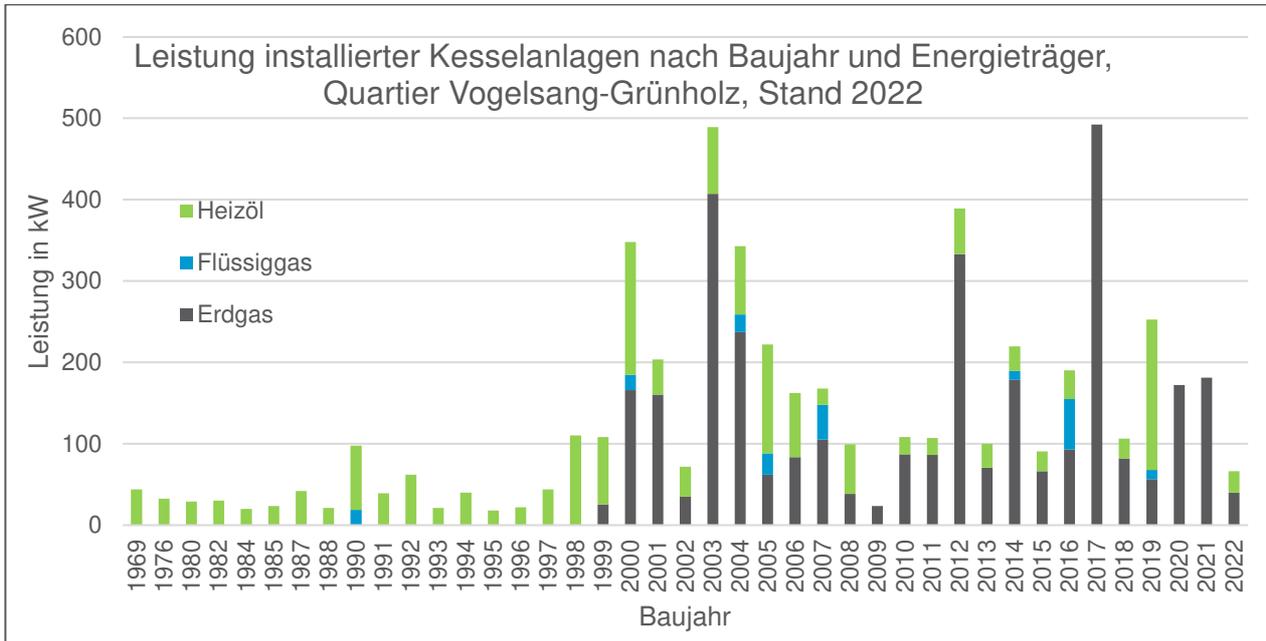


Abbildung 7-8: Anzahl und Leistung der Öl- und Gaskessel nach Baujahr

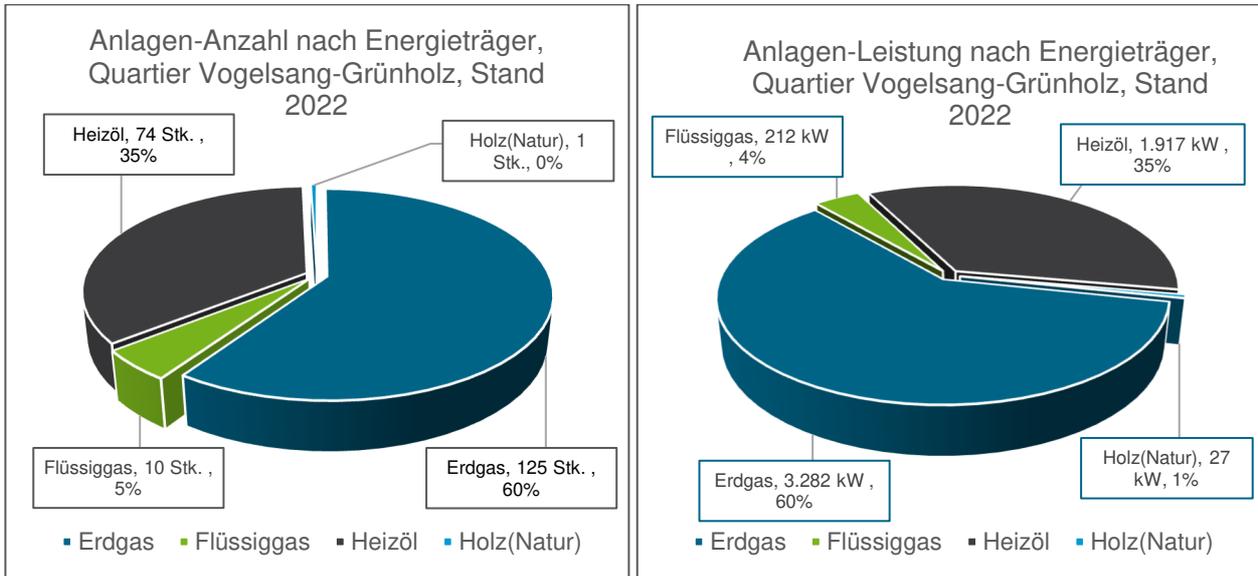


Abbildung 7-9: Verteilung nach Anzahl und Leistung aller Feuerstätten

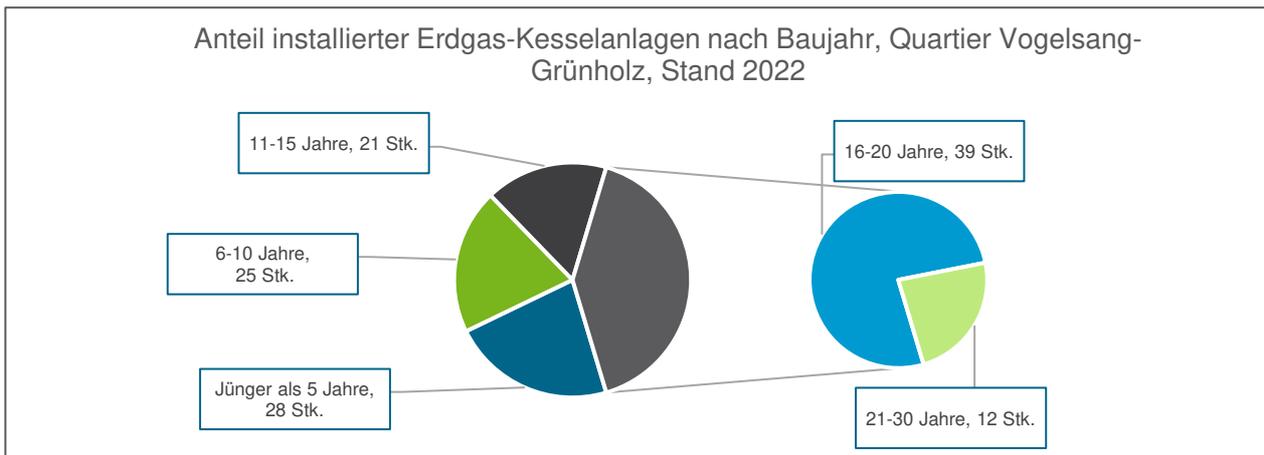


Abbildung 7-10: Anzahl und Alter der Gaskessel

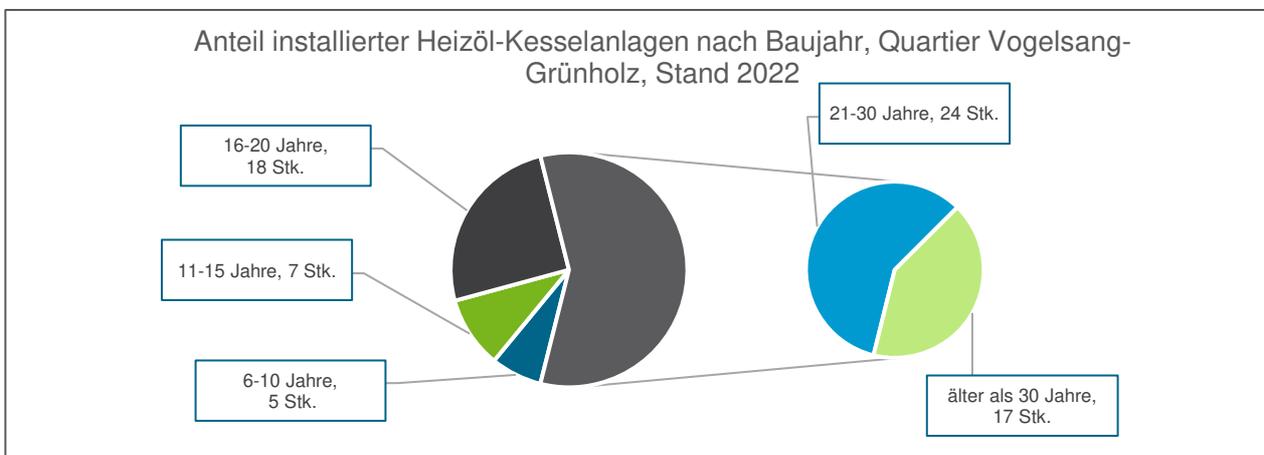


Abbildung 7-11: Anzahl und Alter der Ölkessel

Abbildung 7-8 bis Abbildung 7-11 stellen die Altersverteilungen aller Feuerungsanlagen zur Raumwärme- und Warmwassererzeugung im Quartier dar; lediglich offene und geschlossene holzbeheizte Sekundärfeuerstätten (z. B. offene Kamine) bleiben in der Betrachtung außen vor.

Die Auswertung der Daten zeigt, dass sowohl bei der Neuanlagenanzahl als auch bei der Wärmeleistung die erdgasbetriebenen Feuerstätten diejenigen auf Basis von Heizöl übersteigen. Gerade im Hinblick auf eine Senkung der fossilen Brennstoffkosten wurde das Zuheizen mit Holz wie z. B. mit offenen Kaminen seit Jahren beliebter, was sich an dem hohen Anteil der Holz- bzw. Feststoffanlagen (etwa 180) zeigt.

Auffällig ist der große Anteil an erdgasbetriebenen Kesselanlagen und Thermen (ca. 125 bzw. 60 % der Hauptkessel), dies spiegelt auch die hohe Verrohrungsdichte mit Erdgas im Quartier wider. Die verbliebenen Haushalte werden hauptsächlich mit heizölbasierten Kesselanlagen (ca. 74 bzw. 35 % der Hauptkessel) versorgt. Weiterhin wird in rund 10 Haushalten ein Teil des Heizwärmebedarfs über Flüssiggaskessel gedeckt.

Von den Erdgaskesseln sind etwa 10 % älter als 20 Jahre und damit kurzfristig ersatzbedürftig. Weitere 45 % der Gas-Feuerungsanlagen werden voraussichtlich in den nächsten 10 Jahren ersatzbedürftig sein. Heizölkessel sind zumeist langlebiger als Erdgaskessel. Etwas mehr als die Hälfte der Heizölkessel sind bereits älter als 20 Jahre und könnten damit kurzfristig ersatzbedürftig sein.

7.3.4 FRAGEBÖGEN PRIVATE WOHNGBÄUDE

Um die Abschätzung zum Wärmebedarf möglichst genau zu verifizieren sowie das Interesse an einer klimafreundlichen zentralen Wärmeversorgung abzufragen, wurde zu Beginn des Quartierskonzeptes ein Fragebogen erstellt (vgl. Abbildung 7-12). Dieser wurde an alle Haushalte des Quartiers verteilt.

Die Auswertung der abgegebenen Fragebögen zeigte schon zu diesem Zeitpunkt überwiegend Interesse an einer klimafreundlichen zentralen Wärmeversorgung (vgl. Tabelle 7-1).

Energetisches Quartierskonzept Vogelsang-Grünholz
Fragebogen

Für das Quartierskonzept werden sowohl die Energie- und Kosteneinsparpotentiale im Bereich Gebäudesanierung als auch Optionen für eine zukunftsweisende Wärmeversorgung ermittelt. Um möglichst realistische Ergebnisse zu erarbeiten, ist es erforderlich, den zu erwartenden Wärmeabsatz zu kennen. Daher bitten wir Sie um Informationen zu Ihrer Heizung, dem Brennstoffverbrauch und Ihrem Gebäude. In der Auftaktveranstaltung am 10.01.2023 möchten wir Sie gerne genauer informieren.

Bitte bringen Sie diesen Fragebogen ausgefüllt mit und nehmen Sie an der Vergabe der kostenfreien Energieberatungen teil. Bitte geben Sie den Fragebogen auch dann ab, wenn Sie derzeit kein Interesse an Gebäudesanierung oder klimafreundlicher Wärmeversorgung haben.

Das Beantworten der Fragen verpflichtet Sie zu nichts! Sollten Sie bei der Ermittlung der Daten Unterstützung benötigen oder Fragen haben, steht Ihnen Herr Noah Schöning von der Firma FRANK Ecozwei gerne telefonisch (040 69711-1207) oder per Mail (noah.schoening@frank.de) zur Verfügung.

1. Straße + Hausnummer des Objektes _____

2. Vorname, Name _____

3. Telefon / E-Mail _____ / _____

4. Baualtersklasse Haus:

vor 1949 1950 bis 1964 1965 bis 1979 1980 bis 1999 ab 2000

5. Sanierungen in den letzten Jahren (Maßnahme und Jahr): _____

6. Wohnfläche: _____ m²

7. Baujahr der Heizungsanlage: _____

8. Leistung der Heizungsanlage: _____ kW

9. Heizungsart / Brennstoff und jährlicher Verbrauch

Erdgas Verbrauch: _____ kWh oder m³ (Nichtzutreffende Einheit bitte streichen!)

Heizöl Verbrauch: _____ Liter

Nahwärme Verbrauch: _____ kWh

Pellets Verbrauch: _____ kg

Holz Verbrauch: _____ m³

Strom Verbrauch: _____ kWh (für Wärmepumpe Stromheizung)

Solarthermie

Sonstiges Verbrauch: _____ Art der Heizung: _____

10. Art der Trinkwarmwasserbereitung: zentral über Heizungsanlage dezentral elektrisch

11. Grundsätzliches Interesse an einer klimafreundlichen, zentralen Wärmeversorgung: ja nein

Die anliegende Einverständniserklärung bzgl. der Erfassung und Verarbeitung personenbezogener Daten gemäß Art. 7 DSGVO und der Veröffentlichung von Fotos und/oder Videoaufnahmen habe ich vollständig ausgefüllt und unterschrieben. Damit akzeptiere ich die Datenschutzhinweise hinsichtlich der Herstellung und Verwendung von Foto und /oder Videoaufnahmen gemäß Art. 13 DSGVO.

Abbildung 7-12: Fragebogen

Tabelle 7-1: Auswertung der Fragebogenaktion

Charakteristik	Angabe	
Abgebende Fragebögen:	23	
Interesse an zentraler Wärmeversorgung	19	Ja
	4	Nein
Angabe Energieverbräuche	20	
Baualtersklasse vor 1949	2	
Baualtersklasse 1950-1964	1	
Baualtersklasse 1965-1979	1	
Baualtersklasse 1980-1999	15	
Baualtersklasse nach 2000	4	
Bj. Heizung	1990-2021 (Mittelwert 2007)	
Energieträger	3	Holz
	13	Erdgas
	7	Heizöl
	1	Strom
Mittelwert spez. Verbrauch	129	kWh/(m ² ·a)

7.3.5 ÖFFENTLICHE LIEGENSCHAFTEN

Im Quartier bestehen einige öffentliche Liegenschaften. Die Liegenschaften wurden im Zuge einer Erstberatung zu Sanierungspotenzialen näher betrachtet (siehe Kapitel 8.2.1).

7.4 ENERGIE- UND CO₂-BILANZ DES QUARTIERS

Grundlage der Energie- und CO₂-Bilanzierung sind die abgeschätzten spezifischen Heizwärmebedarfe nach Baualtersklassen (siehe Kapitel 7.3.1). Die zweite notwendige Kenngröße ist die Energiebezugsfläche. Hier erfolgte die Abschätzung auf Basis von Geodaten. Das Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein stellt den Städten und Gemeinden in Schleswig-Holstein kostenfrei Geobasisdaten zur Verfügung. Mit Hilfe des Liegenschaftskatasters und des 3D-Gebäudemodells (LoD1) konnten die Gebäudegrundflächen und die jeweilige Geschossanzahl ermittelt werden. Die so berechneten Heizenergiebedarfe je Gebäude wurden in einem letzten Schritt mit den übermittelten Realdaten des Gasverbrauchs, der Fragebogenerhebung sowie den Feuerstättendaten plausibilisiert.



Abbildung 7-13: Vorgehensweise zur Erstellung der Wärmeatlasses

Das Ergebnis ist im Wärmeatlas (vgl. Abbildung 7-14) dargestellt.

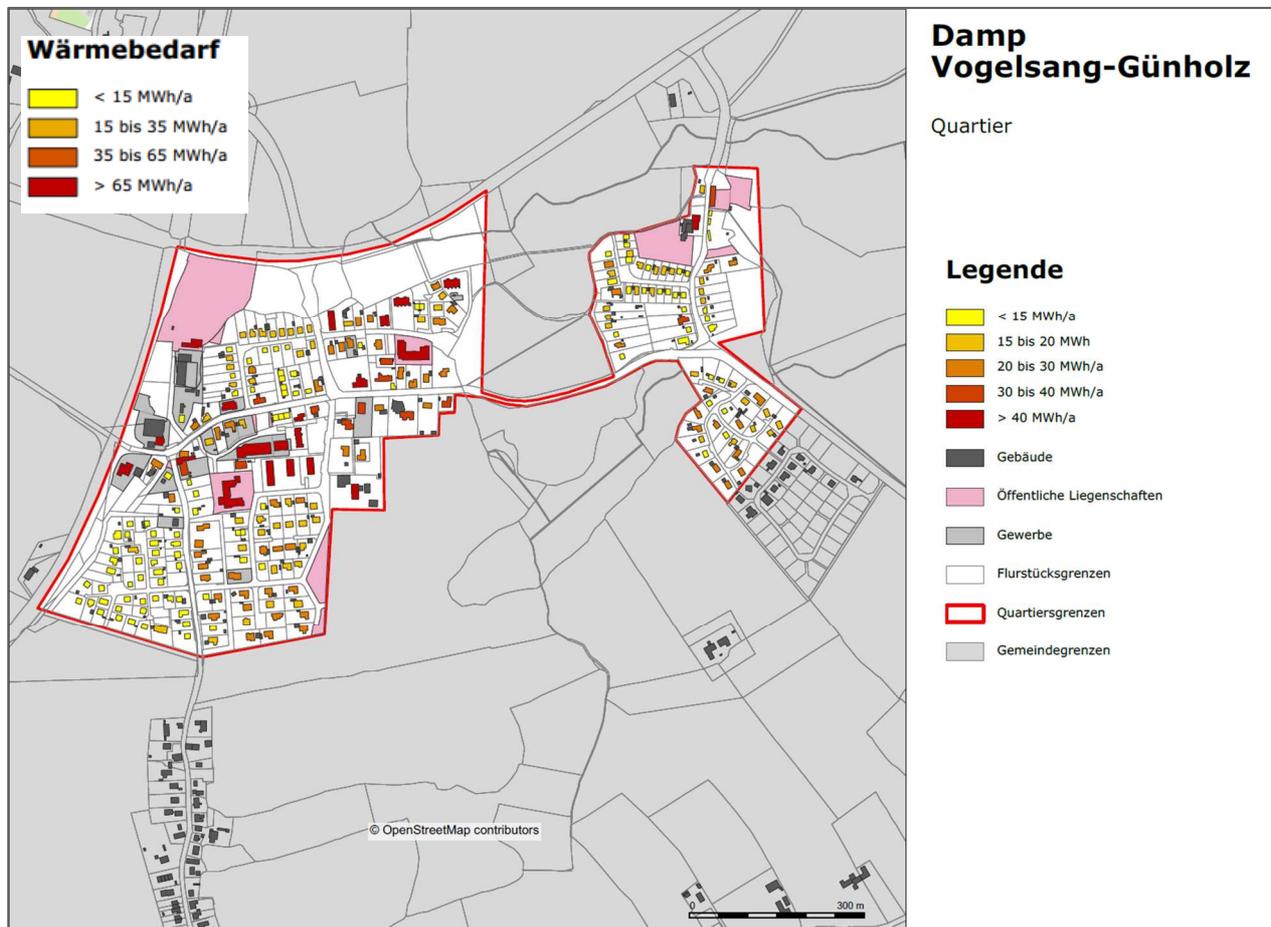


Abbildung 7-14: Wärmeatlas des Quartiers

Der Heizenergiebedarf im Quartier teilt sich gemäß Tabelle 7-2 auf die verschiedenen Gebäudearten auf.

Tabelle 7-2: Heizenergiebedarf im Quartier im Jahr 2022

Wohngebäude		Nichtwohngebäude		Gesamt
Anzahl	MWh/a	Anzahl	MWh/a	MWh/a
257	4.852	8	1.018	5.869

Abbildung 7-15 zeigt die Verteilung der Energieträger im Quartier auf Basis der Auswertungen der Feuerstättendaten und der ergänzenden Plausibilitätsprüfungen aus Gasverbrauch und statistischen Annahmen. Es verdeutlicht den hohen Erdgasanteil des Energieträgersplits der Kesselanlagen (ca. 83 %, bezogen auf den Heizenergiebedarf).

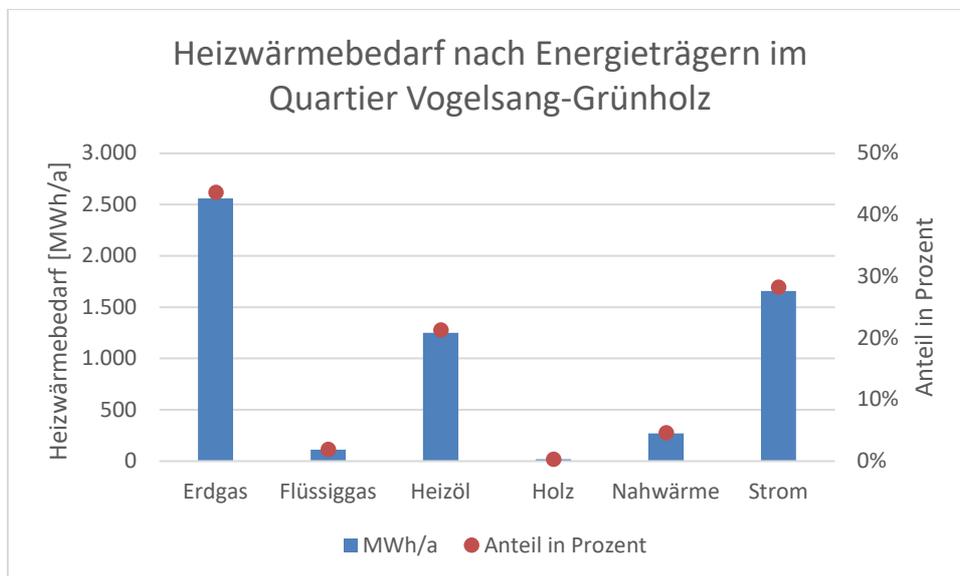


Abbildung 7-15: Aufteilung Heizwärmebedarf nach Energieträgern

Die Bestimmung der CO₂-Emissionen des Quartiers erfolgt durch die Multiplikation der ermittelten Energieverbräuche mit den zugrunde gelegten spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren aus Tabelle 7-3.

Tabelle 7-3: CO₂-Emissionsfaktoren und Primärenergiefaktoren verschiedener Energieträger

ENERGIETRÄGER	SPEZIFISCHE EMISSIONEN	QUELLE	PRIMÄRENERGIEFAKTOREN	QUELLE
Erdgas	247 g/kWh	(IfEU, 2019)	1,1	GEG
Heizöl	318 g/kWh		1,1	
Flüssiggas	276 g/kWh		1,1	
Holzpellets	25 g/kWh		0,2	
Solarthermie	24 g/kWh		0,0	
Strom	485 g/kWh	vgl. Abbildung 7-16 (UBA, 2021)	1,8 bzw. 2,8	

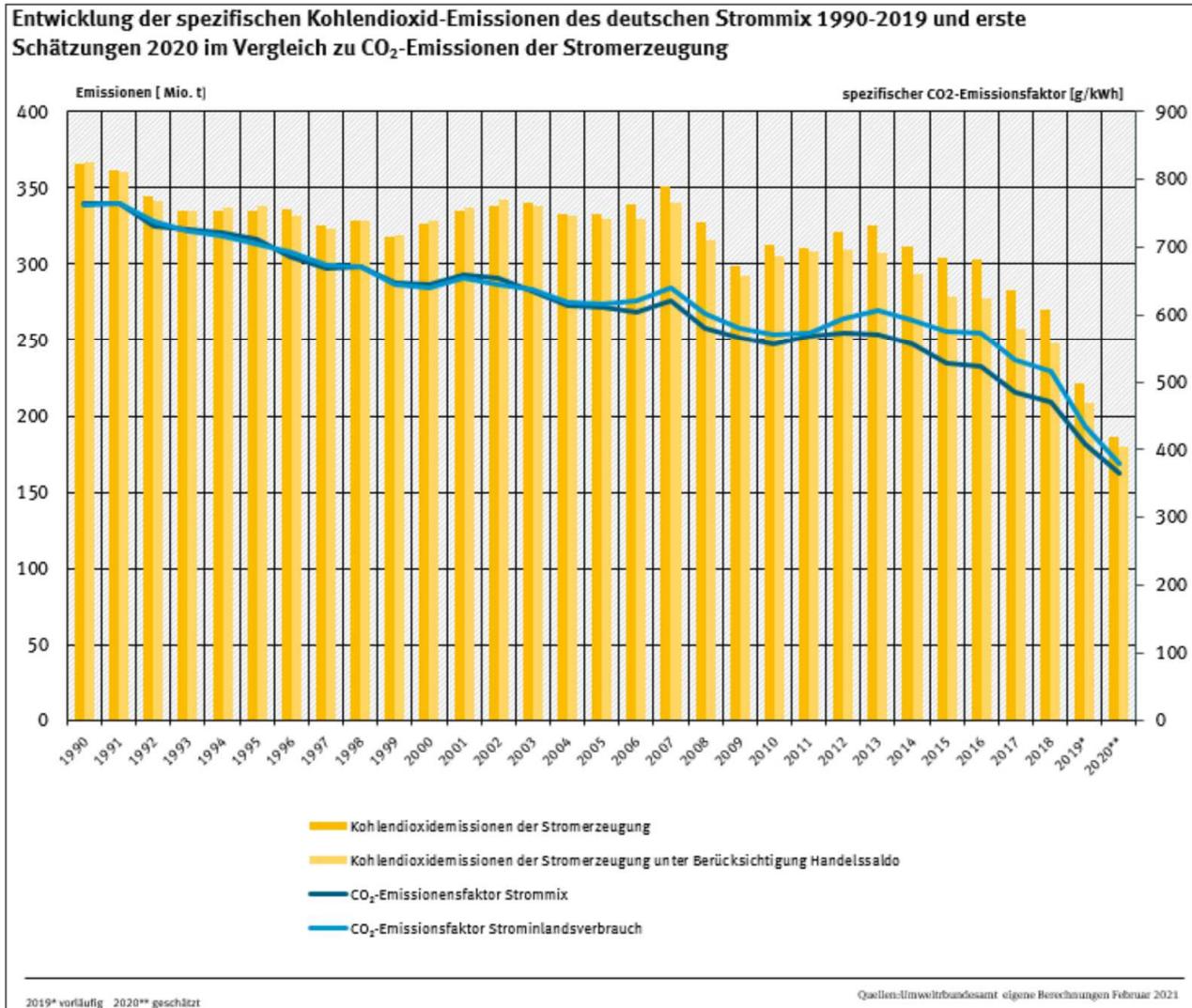


Abbildung 7-16: Entwicklung der spezifischen Emissionen des deutschen Strommixes

Tabelle 7-4: Jährliche Wärme-, Endenergie-, CO₂- und Primärenergiebilanz für das Quartier Vogelsang - Grünholz

ENERGIETRÄGER	WÄRMEBEDARF [MWh]	ENDENERGIEBEDARF [MWh]	PRIMÄRENERGIEBEDARF [MWh]	CO ₂ -AUSSTOß [T]
Heizöl	1.293	1.520	1.673	484
Erdgas	2.561	3.012	3.314	744
Flüssiggas	132	155	171	43
Holz	19	23	5	0
Nahwärme ³	144	170	187	54
Strom	1.721	478	860	232
Summe	5.870	5.359	6.210	1.557

³ Im Quartier werden bereits Liegenschaften über ein Nahwärmenetz versorgt. Hierbei handelt es sich um eine Versorgung durch eine heizölbetriebene Kesselanlage.

Tabelle 7-4 stellt die aktuelle Bilanz des Endenergiebedarfs, der CO₂-Emissionen und des Primärenergiebedarfs des Quartiers dar.

7.5 ZUSAMMENFASSUNG BESTANDSAUFNAHME

Das Quartier Vogelsang-Grünholz ist durch eine ländliche Einfamilienhausbebauung geprägt. Nachdem die Siedlungsentwicklung im Quartier in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts stark anzog, ist eine Vielzahl an Gebäuden auf Baujahre in dieser Zeit zurückzuführen. Mehrfamilienhäuser finden sich nur vereinzelt. Während das Ostseebad Damp fast ausschließlich für touristische Zwecke ausgelegt ist, erfüllt das Quartier die Wohnungs- und Versorgungsfunktion für die Gemeinde.

Die Häuser in Damp weisen unterschiedliche Baualtersklassen und Sanierungsstände auf. Eine Vielzahl der Gebäude aus den 60er bis 90er Jahren weisen jedoch energetische Potentiale auf und müssen auch aufgrund notwendiger Instandhaltung in den nächsten Jahren saniert werden. Je nach Szenario werden durch Sanierungen bis 2030 ca. 9-18 % der Energie im Quartier eingespart. Durch aktuell hohe Baukosten, volatile Förderbedingungen und regulatorische Vorgaben, stark schwankende Energiepreise, die begrenzte Verfügbarkeit von Energieberatern und Handwerkern etc. ist die Aussagekraft dieser Werte jedoch begrenzt.

Im Quartier werden vorwiegend Gas- und Ölheizungen zur Wärmeversorgung verwendet. Holzheizungen sowie Wärmepumpen sind ebenfalls vorhanden. Viele Haushalte nutzen Kaminöfen als zusätzliche (zweite) Wärmequelle. Ein kleiner Teil des Wärmeenergiebedarfs wird bereits über ein zentrales Wärmenetz gedeckt, das durch eine Ölheizung mit Energie versorgt wird.

8 ENERGIE- UND CO₂-MINDERUNGSPOTENZIALE DURCH GEBÄUDESANIERUNG

8.1 GEBÄUDESANIERUNGSPOTENZIAL - VORGEHENSWEISE, RAHMENBEDINGUNGEN

Für die Sanierung von Wohngebäuden gibt es aktuell umfassende Förderungen. Ziel der Bundesförderung ist es, die Quote der energetischen Sanierungen zu erhöhen und dadurch den CO₂-Ausstoß des Wohnungsbestandes in Deutschland zu reduzieren. Dies trägt dazu bei, die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung, insbesondere einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand, bis zum Jahr 2050 zu erreichen. Die Förderung soll darüber hinaus die finanzielle Belastung für Eigentümer und Nutzer reduzieren.

Mit der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) wurde die energetische Gebädeförderung des Bundes neu aufgesetzt. Die BEG ist zum Jahresbeginn 2021 gestartet. Sie ist in eine Grundstruktur mit den drei Teilprogrammen Wohngebäude (WG), Nichtwohngebäude (NWG) und Einzelmaßnahmen (EM) aufgeteilt. Das Teilprogramm BEG WG vereint sämtliche Förderangebote für Gesamtmaßnahmen bei Wohngebäuden. Als Gesamtmaßnahme sind alle Vorhaben zu verstehen, die im Ergebnis zu einem energetischen Zustand des Gebäudes auf Effizienzhausniveau führen (KfW, o. J. b), sei es in Folge einer Sanierung oder als Neubau.

Im Rahmen der Sanierung eines Wohngebäudes gibt es zahlreiche förderfähige Maßnahmen. Es werden als Voraussetzung für eine Förderung sowohl Anforderungen an die Qualität der Maßnahme als auch an ihre Umsetzung gestellt, damit das Ziel einer energieeffizienteren Ausführung als beim gesetzlich vorgeschriebenen Mindeststandard erreicht wird.

Förderfähige Maßnahmen bei Sanierungen von Bestandsgebäuden sind

- Wärmedämmung von Wänden, Dachflächen und Geschossdecken;
- Erneuerung, Ersatz oder erstmaliger Einbau von Fenstern und Außentüren;
- Erneuerung der Heizungsanlage im Gebäude;
- Einbau und Erneuerung einer Lüftungsanlage;
- Einbau und Installation von Geräten zur digitalen Energieverbrauchsoptimierung (KfW, o. J. b).
- Alle Umfeldmaßnahmen, die im direkten Zusammenhang mit der energetischen Sanierung stehen, werden ebenfalls mitgefördert (z. B. Gerüststellung, Abriss / Entsorgung etc.)

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) hat die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) sowie das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) mit der Durchführung des Förderprogramms beauftragt. Im Teilprogramm BEG WG liegt die Zuständigkeit für die Durchführung der Kreditvariante für Effizienzhäuser bei der KfW. Die Zuständigkeit für die Durchführung der Zuschussvariante für BEG Einzelmaßnahmen liegt bei dem BAFA (KfW, o. J. a).

8.1.1 WOHNGBÄUDE KREDIT 261 UND ZUSCHUSS 461

Die KfW fördert die energetische Sanierung von Wohngebäuden, deren Bauantrag oder Bauanzeige zu dem Zeitpunkt des Antrags mindestens fünf Jahre zurückliegt. Der KfW-Kredit 261 kommt bei einer Sanierung einer Bestandsimmobilie zum Effizienzhaus in Frage.

Wie hoch der Kreditbetrag für die Sanierung von bestehenden Immobilien zum Effizienzhaus ist, hängt davon ab, wie energieeffizient die sanierte Immobilie ist und wie hoch die förderfähigen

Kosten sind. Wird eine Effizienzhaus-Stufe erreicht, wird das Vorhaben mit einem Kreditbetrag von bis zu 120.000 € je Wohneinheit gefördert. Wenn die Immobilie zusätzlich die Kriterien für eine Erneuerbare-Energien-Klasse erreicht, steigt der maximale Kreditbetrag auf 150.000 € je Wohneinheit.

Der Tilgungszuschuss reduziert das Darlehen und verkürzt die Laufzeit. Es muss also nicht der gesamte Betrag zurückgezahlt werden. Der maximale Tilgungszuschuss liegt bei 37.500 € je Wohneinheit. Je besser die Effizienzhaus-Stufe der Immobilie nach der Sanierung, desto höher der Tilgungszuschuss. Der Tilgungszuschuss wird nach Abschluss des Vorhabens gutgeschrieben.

Tabelle 8-1: Förderübersicht der BEG-Varianten (Stand Juni 2023)

Bezeichnung	BEG EM	BEG 85	BEG 70	BEG 55	BEG 40
BEG Wohngebäude - Kredit 261	nein	ja			
BEG Wohngebäude Kredit 261 - Förderhöchstbetrag	---	bis zu 150.000 € Kredit je WE			
BEG Wohngebäude Kredit 261 - Tilgungszuschuss	---	5 % (von max. 150.000 € Kreditbetrag)	10 % (von max. 150.000 € Kreditbetrag)	15 % (von max. 150.000 € Kreditbetrag)	20 % (von max. 150.000 € Kreditbeitrag)
BEG Einzelmaßnahmen – Zuschuss	ja	nein			
BEG Einzelmaßnahmen – Zuschusshöhe	15-25 % (bei max. Investitionshöhe von 60.000 €/WE)	---			
Zuschuss Baubegleitung	ja				
Zuschuss Baubegleitung	50 % (2.000 € je WE, max. 40.000 € je Vorhaben)	50 % (4.000 € je WE, max. 40.000 € je Vorhaben)			
Zuschuss Nachhaltigkeitszertifizierung	Nur Neubau				
Tilgungszuschuss Erneuerbare Energien	nein	5 %			
Zusatzförderung mit iSFP	5 %	nein			

Auch die Baubegleitung wird mit einem zusätzlichen Kreditbetrag und Tilgungszuschuss gefördert. Bei einem Mehrfamilienhaus mit drei oder mehr Wohneinheiten beträgt der maximale Kreditbetrag 4.000 € je Wohneinheit bzw. bis zu 40.000 € je Vorhaben, bei dem eine neue Effizienzhaus-Stufe erreicht wird. Bei einem Ein- oder Zweifamilienhaus, einer Doppelhaushälfte oder

einem Reihenhaushaus beträgt der maximale Kreditbetrag bis 10.000 € je Vorhaben bei einem Tilgungszuschuss von 50% (KfW, 2023).

8.1.2 BAFA FÖRDERUNG

Das BAFA ist für die Förderung der BEG-Einzelmaßnahmen zuständig (vgl. Tabelle 8-1). Förderfähig sind alle Gebäudemaßnahmen, die die Energieeffizienz verbessern. Der Fördersatz variiert zwischen den unterschiedlichen Sanierungskategorien wie Maßnahmen an der Gebäudehülle, Anlagentechnik, Heizungsanlagen und Heizungsoptimierung, beträgt aber mindestens 15 % (BAFA, o. J.).

Das BAFA ermöglicht zusätzlich eine schrittweise Modernisierung der Gebäude mit einem individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP) unter Begleitung durch einen Energie-Effizienz-Experten. Dabei wird die Zielstufe einer möglichen Modernisierung festgelegt. Für die Erstellung des iSFP gibt es einen direkten Zuschuss von 80 % der Kosten, maximal jedoch 1.700 €, zzgl. nochmals 500 € für das Vorstellen des iSFP auf einer Eigentümer- oder Beiratsversammlung. Zusätzlich gibt es, mit Ausnahme einer Heizungssanierung, für jede weitere umgesetzte Maßnahme einen Bonus von 5 % zu den Förderkonditionen aus den BEG-Programmen Einzelmaßnahmen (nur für Wohngebäude) oder BEG Wohngebäude (BAFA, 2022).

8.2 MUSTERSANIERUNGSBERATUNGEN - ENERGIEBERATUNG VOR ORT

Es wurden für drei Gebäude des Quartiers Mustersanierungskonzepte erstellt, die den derzeitigen Gebäudezustand aufzeigen und entsprechende Sanierungsmaßnahmen ableiten lassen. Die Ergebnisse lassen Rückschlüsse auf den gesamten Bestand zu. Ziel ist es, übertragbare Maßnahmen zu entwickeln, die Energie einsparen und somit eine Reduzierung von CO₂-Emissionen bewirken.

Am 13.02.2023 fand die Begehung der drei Objekte mit den jeweiligen Eigentümern statt. Für die Bearbeitung wurden verschiedene Unterlagen zur Verfügung gestellt, u. a. Planunterlagen, Informationen über bereits durchgeführte Sanierungen, die Verbrauchsdaten der letzten Jahre und die Nutzerstatistik. Mithilfe dieser Daten und der Begehung wurde eine Energiebedarfsberechnung mit dem Programm Hottgenroth ETU-Planer nach DIN 18599 durchgeführt.

Für die drei untersuchten Gebäude wurde zunächst die Ausgangslage ermittelt. Dabei wurden der Gebäudebestand, der Zustand der einzelnen Bauteile sowie die thermische Gebäudehülle erfasst. Die thermische Gebäudehülle umfasst dabei alle Räume, die direkt oder indirekt beheizt werden und sich gegen Außenluft, Erdreich und unbeheizte Zonen abgrenzen. Durch alle Bauteile dieser Räume findet ein Wärmeaustausch zur Außenluft, zu unbeheizten Räumen oder zum Erdreich statt.

Im Anschluss daran erfolgte die energetische Bewertung des IST-Zustandes sowie die Beschreibung der Energiebilanz. Für die energetische Gebäudebewertung stellt der vorhandene Energieverbrauch einen wichtigen Indikator dar. Die Energiebilanz gibt Antworten auf die Fragen, ob das Haus viel oder wenig Energie verbraucht und durch welche Maßnahmen sich wie viel Energie einsparen lässt. Dazu werden alle Energieströme, die dem Gebäude zu- bzw. abgeführt werden, quantifiziert und anschließend bilanziert. Bei der Energiebilanz werden die Wärmeverluste und Wärmegewinne der Gebäudehülle sowie die Verluste der Anlagen zur Raumheizung, Trinkwasserbereitung und Lüftungstechnik berücksichtigt. Aus der Bilanz ergibt sich dann der Endenergiebedarf QE (notwendige Energiemenge, die für die Beheizung, Lüftung und

Warmwasserbereitung zu erwarten ist) und der Primärenergiebedarf Q_p des Gebäudes (zusätzliche Einbeziehung der Energiemenge der vorgelagerten Prozesskette außerhalb des Gebäudes [Gewinnung, Umwandlung, Verteilung]).

Besonders dargestellt werden auch die Energieverluste, die über die Gebäudehülle (Transmission), durch den Luftwechsel und bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie entstehen. Die Aufteilung der Verluste, d. h. der Transmissionsverluste der Bauteilgruppen Dach, Außenwand, Fenster, Keller, der Anlagenverluste der Bereiche Heizung, Warmwasser, Hilfsenergie (Strom) sowie der Lüftungsverluste, sind für die einzelnen Gebäude tabellarisch oder in Diagrammen dargestellt.

Daraufhin fand eine Gesamtbewertung des Gebäudes statt. Diese erfolgte aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro Nutzfläche. Für die Einordnung der Energieeffizienz des Gebäudes ist der Primärenergiebedarf jedoch nicht geeignet. Er beziffert nicht nur die Energiemenge, die im Gebäude voraussichtlich verbraucht wird, sondern erfasst auch den Energiebedarf zur Herstellung, Lagerung und zum Transport der verwendeten Brennstoffe, so dass er im Grunde die Umweltbelastung widerspiegelt. Eine genauere energetische Bewertung erlaubt der Endenergiebedarf, da er den tatsächlichen rechnerischen Verbrauch widerspiegelt. Diesen gilt es durch mögliche Maßnahmen zu senken, was gleichzeitig auch eine Reduzierung der Heizkosten bewirkt. Der tatsächliche Endenergieverbrauch eines Gebäudes ist sehr stark vom Nutzerverhalten der Bewohner abhängig. So haben die Nutzungsdauer, das Lüftungsverhalten, die Raumtemperaturen und die Anzahl bzw. Größe der beheizten Räume einen wesentlichen Einfluss.

Aufbauend auf die Darstellung des energetischen Ist-Zustands erfolgte die Ausarbeitung der drei Sanierungsvarianten. Hierbei wurden geeignete Sanierungsmaßnahmen vorgeschlagen und dabei aufgezeigt, wie sich der Primär- und Endenergiebedarf sowie die CO_2 -Emissionen und der Transmissionswärmeverlust durch die errechneten Varianten verändern.

Nach der energetischen Berechnung der einzelnen Varianten erfolgte eine Kostenschätzung, die auf der DIN 276 im Hochbau basiert. Dieses normierte Verfahren ermöglicht eine strukturierte Kostenschätzung der einzelnen Bauteile und ist bei Banken anerkannt. Dies ist deshalb von Bedeutung, da über entsprechende Vergleichsobjekte die Werthaltigkeit der Maßnahme durch die Banken und ihre Sachverständigen geprüft werden kann. Die Baukosten sind Bruttokosten einschließlich 19 % Mehrwertsteuer.

Abschließend erfolgte eine Wirtschaftlichkeitsberechnung, in der die errechneten Kosten und Fördermöglichkeiten berücksichtigt und die einzelnen Varianten erneut gegenübergestellt wurden.

Die Ergebnisse der Mustersanierungskonzepte sind in Kapitel 8.2.2 bis 8.2.4 dargestellt.

8.2.1 SANIERUNGSEMPFEHLUNGEN ÖFFENTLICHE GEBÄUDE

Ergänzend zu den drei Mustersanierungskonzepten für Wohngebäude erfolgte auch eine Untersuchung der öffentlichen Liegenschaften im Quartier. Dabei handelte es sich um das Amtsgebäude des Amtes Schlei-Ostsee (Nebenstelle), das Haus des Gastes, das Feuerwehrgerätehaus, die evangelische Kindertagesstätte und den Treffpunkt Damp (ehem. Sportheim). Anhand der Begehungen und Unterlagen, die der Arbeitsgemeinschaft vom Amt Schlei-Ostsee zur Verfügung gestellt worden sind, wurde die Qualität des Zustands beurteilt und daraufhin Handlungsmöglichkeiten und Einsparpotenziale erarbeitet. Die Steckbriefe sind nachstehend dargestellt und sollen aufzeigen, welche Sanierungsmaßnahmen für die untersuchten öffentlichen Gebäude sinnvoll

sind. Die Empfehlungen dienen als Entscheidungsgrundlage für die Kommune, ob eine differenzierte Energieberatung gemäß DIN V 18599 durchgeführt werden soll, für die aus dem Programm „Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme“ des BAFA eine Förderung von bis zu 80 % übernommen wird. Am 10.01.2023 fand die Begehung der öffentlichen Liegenschaften in Vogelsang-Grünholz statt.

8.2.1.1 AMTSGEBÄUDE (NEBENSTELLE)



Abbildung 8-1: Amtsgebäude, Foto: FRANK

Das Gebäude des Amtes Schlei-Ostsee teilt sich in mehrere Bereiche auf. Es gibt Wohnbereiche, Büroräume für das Amt, Bereiche für die Polizei, einen Gemeindesaal und eine Kleiderkammer. Die Kleiderkammer befindet sich in einem unbeheizten Bereich unter der ungedämmten Dachschräge.

Die Bauteile des Gebäudes befinden sich größtenteils im Urzustand. Für das Jahr 2023 ist jedoch bereits geplant, die Fensterelemente des Gemeindesaals auszutauschen und dort eine Fugensanierung durchführen zu lassen.

Aus energetischer Sicht sind alle alten Holzfenster austauschwürdig. Aufgrund der gedämmten Fassade gibt es aus bauphysikalischer Sicht keine Bedenken, was einen Fenster- und Türenaustausch angeht. Das zweischalige Mauerwerk besitzt noch eine kleine Luftschicht, die kostengünstig ausgeblasen werden kann. Die Dämmung der Dachflächen ist als mäßig zu bezeichnen, wenn darunter Wohnraum liegt. Die Räume unter den Dachschrägen werden im Sommer schnell überhitzen und im Winter schnell auskühlen. Eine Dämmung der Dachfläche von außen, inkl. Neueindeckung, wird einen großen Effekt auf das Raumklima haben. Im Zuge einer Dachsanierung sollte die komplette Dachfläche gedämmt werden, sodass auch die Kleiderkammer gedämmt ist. Eine komplette Dachsanierung erfolgt von außen. Die Innenräume sind davon nicht betroffen. Als weitere energetische Maßnahme kann die Kellerdecke gedämmt werden. Die Dachsanierung und der Fensteraustausch werden allerdings den größten energetischen Effekt für das Gebäude erzielen.

Allgemeine Daten			
Bj	1980		
Keller	Teilunterkellert		
Dachgeschoss	Teilausgebaut und -beheizt		

Bauteile Gebäudehülle			
Bauteil	Beschreibung	U-Wert* IST in W/(m ² ·K)	U _{max} GEG** in W/(m ² ·K)
Dach	Pult- und Satteldächer in Voll- bzw. Brettschichtholz, gedämmt	0,70	0,24
Außenwand	17,5 cm Kalksandstein + 8 cm Dämmung + 4 cm Luft + 11,5 cm Verblender	0,38	0,24
Fenster	2-fach verglaste Holzfenster, BJ'82	3,00	1,30
Hauseingangstüren	Alu-Eingangselement	2,70	1,80
Kellerdecke	Stahlbeton, Dämmung, Estrich	0,80	0,30
Fußboden gegen Erdreich	Stahlbetonsohle, Dämmung, Estrich	0,80	0,30

*Der U-Wert beschreibt die Dämmeigenschaften eines Bauteils
 **Gebäudeenergiegesetz - Das GEG definiert Mindestanforderungen, die bei der Sanierung von Gebäuden zu erfüllen sind.

Heizungs- und Anlagentechnik	
Heizungsart	Gas-Brennwerttherme
Warmwasserbereitung	über Brennwerttherme zusätzlich Warmwasser-Wärmepumpe für Teile der Wohnbereiche
Lüftung	Freie Fensterlüftung und Zuluftöffnungen beim Gemeindesaal

Abbildung 8-2: Steckbrief Amtsgebäude

Tabelle 8-2: Sanierungsempfehlungen Amtsgebäude

Sanierungsempfehlungen	Maßnahmenbeschreibung
Dach	Min. 18 cm Zwischensparrendämmung WLG 035
Außenwand	4 cm Einblasdämmung WLG 035 in das 2-schalige Mauerwerk
Fenster	Austausch der alten Holzfenster gegen Kunststofffenster mit $U_w \leq 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Hauseingangstüren	Austausch der alten Türen gegen Eingangstüren mit $U_d \leq 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Kellerdecke	Min. 8 cm Kellerdeckendämmung WLG 035
Fußboden gegen Erdreich	keine
Heizung	keine
Warmwasser	keine
Lüftung	keine

Die Heizung besteht aus einer relativ neuen Brennwerttherme. Der Warmwasserbedarf wird bereits teilweise durch eine Wärmepumpe gedeckt, was definitiv einen energetischen Mehrwert bringt. Im Gemeindesaal gibt es einfache Zuluftöffnungen, die nicht geregelt werden können. Hier sollte über dezentrale Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung nachgedacht werden.

8.2.1.2 FEUERWEHRGERÄTEHAUS

Das Feuerwehrgerätehaus befindet sich in einem soliden energetischen Zustand.

Die Fußböden gegen Erdreich, die alten Oberlichter und die Rolltore in der Garage stellen die größten energetischen Schwachstellen des Feuerwehrgerätehauses dar. Während man die Oberlichter und Rolltore gut austauschen kann, ist eine nachträgliche Dämmung des Bodens in der Bestandsnutzung wenig sinnvoll.



Abbildung 8-3: Abbildung 8 3: Feuerwehrgerätehaus, Foto: FRANK

Bei einem Austausch der Oberlichter und Tore ist aufgrund der geringen Fläche, im Vergleich zu allen Bauteilen der Gebäudehülle, mit keiner großen Heizkostensparnis zu rechnen. Das Raumklima würde sich jedoch deutlich verbessern, da es weniger Zugscheinungen gibt und die Wärme besser im Raum gehalten werden würde.

Allgemeine Daten			
Bj	Bestand: 1980 Aufstockung/Anbau: 1997		
Keller	Nicht vorhanden		
Dachgeschoss	Teilausgebaut und -beheizt		

Bauteile Gebäudehülle			
Bauteil	Beschreibung	U-Wert* IST in W/(m ² ·K)	U _{max} GEG** in W/(m ² ·K)
Dach	Steildach, Holzkonstruktion mit 20 cm Dämmung	0,23	0,24
Oberste Geschossdecke	Holzbalkenkonstruktion mit 20 cm Dämmung	0,23	0,24
Außenwand	Bestand: Massive Konstruktion, Sichtmauerwerk	0,80	0,24
	Anbau: 17,5 cm Gasbeton + 6 cm Dämmung + 4 cm Luft + 11,5 cm Verblender	0,35	
Fenster	2-fach verglaste Kunststoffenster, BJ'97	1,90	1,30
	Oberlichter in Garage: Einfach, Alurahmen, BJ'80	4,30	
Hauseingangstüren	Kunststoff, BJ'97	2,30	1,80
Rolltore	Sektionaltore, Firma Hörmann	4,00	1,80
Fußboden gegen Erdreich	Bestand: Massive	0,80	0,30
	Anbau: Unterbeton auf Kiesschüttung mit Estrich und Fliesen	0,60	

*Der U-Wert beschreibt die Dämmeigenschaften eines Bauteils
 **Gebäudeenergiegesetz - Das GEG definiert Mindestanforderungen, die bei der Sanierung von Gebäuden zu erfüllen sind.

Heizungs- und Anlagentechnik	
Heizungsart	Nahwärmeversorgung (Florianwärme)
Warmwasserbereitung	Nahwärmeversorgung (Florianwärme)
Lüftung	Freie Fensterlüftung – Lüftungsanlage war verbaut, wurde aufgrund von ständigen Funktionsstörungen zurück gebaut

Abbildung 8-4: Steckbrief Feuerwehrgerätehaus

Die Beheizung erfolgt über das Wärmenetz der Florianwärme und basiert damit auf Heizöl. Sollte eine eigene Heizungsanlage eingebaut werden, müsste von Seiten des Gesetzgebers (EWKG) eine Heiztechnik mit einem Anteil von mindestens 15 % regenerativer Energien verbaut werden. Ein Solarthermieanlage macht aufgrund des geringen Warmwasserbedarfs wenig Sinn. Eine Hybridlösung aus Wärmepumpe und Gasbrennwerttherme wäre eine sinnvolle, wenn auch immer noch anteilig fossile Variante, sofern langfristig keine Umstellung auf ein durch erneuerbare Energieträger gespeistes Wärmenetz möglich ist.

Seit dem Anbau und der Aufstockung sind die energetischen Vorgaben des Gesetzgebers in der Gebäudehülle nicht sonderlich gestiegen. Rein aus wirtschaftlicher Sicht lohnt sich eine energetische Sanierung hier nicht. Sollten die Bauteile aus Alters- oder Funktionsgründen ausgetauscht werden müssen, sind mindestens die Dämmwerte nach GEG einzuhalten. Bei einer Übererfüllung der Vorgaben können staatliche Fördermittel in Anspruch genommen werden.

Tabelle 8-3: Sanierungsempfehlungen Feuerwehrgerätehaus

Sanierungsempfehlungen	Maßnahmenbeschreibung
Dach	keine
Oberste Geschossdecke	keine
Außenwand	Einblasdämmung im zweischaligen Bereich des Anbaumauerwerks wäre möglich
Fenster	Austausch der Oberlichter gegen Kunststofffenster mit $U_w \leq 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Hauseingangstüren	keine
Rolltore	Austausch gegen moderne, gedämmte Rolltore mit $U \leq 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
Fußboden gegen Erdreich	keine
Heizung	keine
Warmwasser	keine
Lüftung	keine

8.2.1.3 HAUS DES GASTES

Das Haus des Gastes befindet sich größtenteils noch im Zustand des Baujahres. Lediglich die Heizungsanlage sowie die Fenster im Gemeinschaftssaal und der Eingangsbereich wurden in den letzten Jahren erneuert.

Die erste Wärmeschutzverordnung ist 1978 in Kraft getreten. Somit befindet sich das Gebäude aus energetischer Sicht nicht auf dem schlechtesten Stand. Die Fußböden gegen Erdreich, das Außenmauerwerk, die Dachflächen und die noch nicht ausgetauschten Fenster bieten jedoch ein großes Energieeinsparpotential.



Abbildung 8-5: Haus des Gastes, Foto: FRANK

Allgemeine Daten	
Bj	1980
Keller	Nicht vorhanden
Dachgeschoss	Nicht vorhanden

Bauteile Gebäudehülle			
Bauteil	Beschreibung	U-Wert* IST in W/(m ² ·K)	U _{max} GEG** in W/(m ² ·K)
Dach	Holzkonstruktion BJ 1980	0,70	0,24
Außenwand	24 cm Ytong + 2 cm Schalenfuge + 11,5 cm Verblender	0,80	0,24
Fenster	Gemeinschaftssaal: 2-fach verglaste Kunststofffenster, BJ 2020	1,30	1,30
	Restliche Holzfenster: 2-fach verglast, BJ 1981	2,70	
	Oberlichter Dach: 2-fach verglast, BJ 1981	3,0	
Hauseingangstüren	Eingangsbereich, Kunststoff, BJ 2018	1,30	1,80
Fußboden gegen Erdreich	Betonsohle mit schwimmendem Estrich	0,80	0,30

*Der U-Wert beschreibt die Dämmeigenschaften eines Bauteils.
 **Gebäudeenergiegesetz - Das GEG definiert Mindestanforderungen, die bei der Sanierung von Gebäuden zu erfüllen sind.

Heizungs- und Anlagentechnik	
Heizungsart	Gas-Brennwertheizung
Warmwasserbereitung	über Zentralheizung
Lüftung	Freie Fensterlüftung

Abbildung 8-6: Steckbrief Haus des Gastes

Tabelle 8-4: Sanierungsempfehlungen Haus des Gastes

Sanierungsempfehlungen	Maßnahmenbeschreibung
Dach	Min. 18 cm Zwischensparrendämmung WLG 035
Außenwand	Min. 10 cm Außendämmung WLG 035
Fenster	Austausch der alten Holz- und Dachflächenfenster gegen Kunststofffenster mit $U_w \leq 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Hauseingangstüren	keine
Fußboden gegen Erdreich	keine
Heizung	keine
Warmwasser	keine
Lüftung	keine

Eine nachträgliche Dämmung des Bodens in der Bestandsnutzung ist nur mit hohem Aufwand möglich und somit wirtschaftlich wenig sinnvoll. Das Außenmauerwerk und die Dachflächen bieten in jedem Fall gute Sanierungsmöglichkeiten. Da keine ausreichende Luftschicht in den

Außenwänden vorhanden ist, bietet sich hier eine Außendämmung mittels Wärmedämmverbundsystem an. Dieses kann nachträglich in der Optik (Putz, Klinker etc.) relativ frei gestaltet werden. Im gleichen Zuge könnten die restlichen, alten Fenster mit ausgetauscht werden. Die Dämmung der Dachflächen sollte im Zusammenhang mit einer Dachneueindeckung erfolgen. Die Innenräume sind von den Arbeiten nicht betroffen. Die alte Dacheindeckung und Dämmung werden von außen zurückgebaut und entsorgt. Die vorhandenen Holzsparren können aufgedoppelt und gedämmt werden. Eine reine Dämmung auf den Holzsparren als Verbundsystem ist ebenfalls möglich. Anschließend wird das Dach neu eingedeckt.

Über den großen Flächenanteil der Außenwände und Dachflächen sinkt bei Dämmmaßnahmen die Heizlast des Gebäudes. Das bedeutet, dass weniger Energie benötigt wird, um das Gebäude warm zu halten und die Heizkosten sinken.

Bei der Gasheizung handelt es sich bereits um eine Brennwertheizung, welche für fossile Brennstoffe den aktuellen Stand der Technik darstellt.

Sollten die Bauteile aus Alters- oder Funktionsgründen saniert werden, sind mindestens die Dämmwerte nach GEG einzuhalten. Bei einer Übererfüllung der Vorgaben können staatliche Fördermittel in Anspruch genommen werden.

8.2.1.4 EVANGELISCHE KINDERTAGESSTÄTTE



Abbildung 8-7: Kindertagesstätte, Foto: FRANK

Der Kindergarten teilt sich in zwei Gebäudeteile auf, den denkmalgeschützten Altbau und den modernen Holzrahmenanbau.

Der Holzrahmenbau ist energetisch auf dem aktuellen Stand. Im Altbau hingegen sind alle Bauteile in die Jahre gekommen und bieten gute Sanierungsmöglichkeiten. Die oberste Geschossdecke ist nur mit etwas Glaswolle gedämmt und bietet noch genug Raum, um Dämmmaterial unterzubringen. Alternativ bietet es sich aufgrund der großen Flächen an, das Dachgeschoss auszubauen und als Wohnraum zu nutzen. In diesem Fall müsste die Geschossdecke nicht extra gedämmt werden. Stattdessen müssten die Dachschrägen gedämmt werden. Die alten Fenster und Türen erfüllen nicht mehr den heutigen Stand der Technik. Um bauphysikalisch auf der

sicheren Seite zu sein und Schimmelproblematiken zu vermeiden, müsste das Mauerwerk bei einem Austausch der Fenster mit gedämmt werden. Dadurch, dass sich eine Luftschicht von 6 cm zwischen den Mauerschalen befindet, könnte diese kostengünstig mit Dämmstoff ausgeblasen werden. Die Optik der Fassade bleibt bestehen, sodass es kein Problem bezüglich des Denkmalschutzes gibt.

Allgemeine Daten			
Bj	Bestand: 1957 Erweiterung KiGa: 90er Jahre Anbau: ca. 2018		
Keller	Bestand: Teilunterkellert, sehr niedrig		
Dachgeschoss	Bestand: Nicht ausgebaut, unbeheizt		
Besonderheiten	Bestand: Denkmalschutz		

Bauteile Gebäudehülle			
Bauteil	Beschreibung	U-Wert* IST in W/(m ² ·K)	U _{max} GEG** in W/(m ² ·K)
Dach	Bestand: Steildach, 12 cm Holzsparren, Dacheindeckung in Pappdocken, nicht ausgebaut	5,00	0,24
	Erweiterung: 18 cm Holzsparren mit 16 cm Dämmung	0,26	
	Anbau: Ausgedämmte Holzkonstruktion	0,24	
Oberste Geschossdecke	Bestand: Holzbalkendecke mit Glaswolle-Dämmung Erweiterung+Anbau: keine	0,80	0,24
Außenwand	Bestand: 2-schaliges Mauerwerk mit 6 cm Luftschicht	1,40	0,24
	Erweiterung: 25 cm Mauerziegel + 11,5 cm Porotonziegel	0,80	
	Anbau: Holzrahmenbau voll ausgedämmt	0,24	
Fenster	Bestand: 2-fach verglaste Kunststofffenster, BJ'77	3,00	1,30
	Anbau: neue, 2-fach verglaste Fenster	1,30	
Hauseingangstüren	Eingangstüren Bestand	3,50	1,80
	Eingangstür Kindergarten	1,80	
Kellerdecke	Bestand: Betondecke	2,30	1,80
Fußboden gegen Erdreich	Bestand: Massive Betondecke	2,30	0,30
	Anbau: Gedämmte Bodenplatte	0,30	

*Der U-Wert beschreibt die Dämmeigenschaften eines Bauteils
 **Gebäudeenergiegesetz - Das GEG definiert Mindestanforderungen, die bei der Sanierung von Gebäuden zu erfüllen sind.

Heizungs- und Anlagentechnik	
Heizungsart	Gas-Zentralheizung BJ 2004
Warmwasserbereitung	über Zentralheizung
Lüftung	Freie Fensterlüftung

Abbildung 8-8: Steckbrief Kindergarten

Die Heizungsanlage ist knapp 20 Jahre alt. Der Heizungsraum ist sehr warm, was auf eine schlechte Leitungsdämmung hinweist. Um sich nachhaltiger aufzustellen, könnte der Heizkreis

um ein Wärmepumpe ergänzt werden. Über den gut gedämmten Anbau und eine kluge Regelungstechnik können gute Wirkungsgrade erzielt werden.

Sollten die Bauteile aus Alters- oder Funktionsgründen saniert werden, sind mindestens die Dämmwerte nach GEG einzuhalten. Bei einer Übererfüllung der Vorgaben können staatliche Fördermittel in Anspruch genommen werden.

Tabelle 8-5: Sanierungsempfehlungen Kindergarten

Sanierungsempfehlungen	Maßnahmenbeschreibung
Dach	keine
Oberste Geschossdecke	Dämmung der kompletten Holzsparrenstärke
Außenwand	Bestand: 6 cm Einblasdämmung WLG 035 in das 2-schalige Mauerwerk Erweiterung: Min. 10 cm Außendämmung WLG 035
Fenster	Austausch der alten zweifach verglasten Fenster gegen Kunststoffens- ter mit $U_w \leq 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Hauseingangstüren	Austausch der alten Türen gegen Eingangstüren mit $U_d \leq 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Kellerdecke	keine – Deckenhöhe zu gering
Fußboden gegen Erdreich	keine
Heizung	keine
Warmwasser	keine
Lüftung	keine

8.2.1.5 TREFFPUNKT DAMP

Der Treffpunkt Damp befindet sich angesichts seiner Baualtersklasse in einem soliden energetischen Zustand.



Abbildung 8-9: Treffpunkt Damp, Foto: FRANK

Die alten Holzfenster und -türen sind schon ziemlich marode und daher in jedem Fall auszutauschen. Über den Austausch wird eine bessere Luftdichtigkeit erreicht, was das Raumklima deutlich verbessert. Die aktuellen Dämmwerte der Fassade weichen nicht sonderlich stark von den heutigen Anforderungen ab. Über das Ausblasen der vorhandenen Luftschicht im zweischaligen Mauerwerk kann das energetische Niveau des Gebäudes dennoch kostengünstig verbessert werden. Die Dacheindeckung ist höchstwahrscheinlich mit Asbest belastet. Eine Sanierung wird daher dringend empfohlen. Im Zuge einer Asbestsanierung kann die Dämmung der Dachfläche noch verbessert werden. Die Innenräume sind von den Dacharbeiten nicht betroffen. Eine weitere energetische Verbesserung kann die Dämmung der Kellerdecke bringen. Die Kellerhöhe ist jedoch ziemlich gering, sodass nicht viel Platz für diese vorhanden ist.

Allgemeine Daten			
Bj	1985		
Keller	Teilunterkellert, teilbeheizt, geringe Deckenhöhe		
Dachgeschoss	Nicht vorhanden		

Bauteile Gebäudehülle			
Bauteil	Beschreibung	U-Wert* IST in W/(m ² ·K)	U _{max} GEG** in W/(m ² ·K)
Dach	Steildach, Holzkonstruktion mit 12 cm Dämmung und Wellerniteindeckung (asbesthaltig!)	0,35	0,24
Außenwand	Massive Konstruktion: 2-schaliges Mauerwerk mit 6 cm Dämmung + 6 cm Luftschicht + 11,5 cm Verblender Holzbereiche: Holzskelett mit Brettchichtverleimten Holz und 12 cm Dämmung	0,50	0,24
		0,35	
Fenster	2-fach verglaste Holzfenster, BJ'85 Bereits ausgetauschte Fenster	2,70	1,30
		1,30	
Hauseingangstüren	Eingangelement Alu Alte Holztüren	1,30	1,80
		4,00	
Kellerdecke	Stahlbetondecke mit 4 cm Dämmung + 4 cm schwimmender Estrich	0,65	0,30
Fußboden gegen Erdreich	Stahlbeton	0,80	0,30

*Der U-Wert beschreibt die Dämmeigenschaften eines Bauteils
 **Gebäudeenergiegesetz - Das GEG definiert Mindestanforderungen, die bei der Sanierung von Gebäuden zu erfüllen sind.

Heizungs- und Anlagentechnik	
Heizungsart	Gas-Brennwertheizung
Warmwasserbereitung	über Zentralheizung
Lüftung	Freie Fensterlüftung

Abbildung 8-10: Steckbrief Treffpunkt Damp

Bei der Gasheizung handelt es sich bereits um eine Brennwertheizung, welche für fossile Brennstoffe den aktuellen Stand der Technik darstellt.

Sollten die Bauteile aus Alters- oder Funktionsgründen saniert werden, sind mindestens die Dämmwerte nach GEG einzuhalten. Bei einer Übererfüllung der Vorgaben können staatliche Fördermittel in Anspruch genommen werden.

Tabelle 8-6: Sanierungsempfehlungen Treffpunkt Damp

Sanierungsempfehlungen	Maßnahmenbeschreibung
Dach	Min. 18 cm Zwischensparrendämmung WLG 035
Außenwand	6 cm Einblasdämmung WLG 035 in das 2-schalige Mauerwerk
Fenster	Austausch der alten Holzfenster gegen Kunststofffenster mit $U_w \leq 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
Hauseingangstüren	Austausch der alten Holztüren gegen Eingangstüren mit $U_d \leq 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
Kellerdecke	Min. 6 cm Kellerdeckendämmung WLG 032
Fußboden gegen Erdreich	keine
Heizung	keine
Warmwasser	keine
Lüftung	keine

8.2.2 MUSTERSANIERUNGSKONZEPT 1

Mustersanierungskonzept (MSK) 1 betrachtet ein freistehendes Zweifamilienhaus aus dem Jahr 1957 mit einem Anbau aus den 70er Jahren. Es besitzt ein Vollgeschoss, eine Teilunterkellung und ein Dachgeschoss plus einem Spitzboden. Im Erdgeschoss befinden sich eine vermietete Wohneinheit.



Abbildung 8-11: MSK 1 Vorderansicht, Foto: FRANK

8.2.2.1 BESTANDSAUFNAHME

In den letzten Jahren fanden einige Sanierungsmaßnahmen an dem Objekt statt.

Bei der Außenfassade des Objektes handelt es sich um ein einschaliges ungedämmtes Mauerwerk. Das Haus ist unterkellert und verfügt über einen nicht ausgebauten Spitzboden. Bei den Fenstern handelt es sich um Holzfenster mit 2-Scheiben-Isolierverglasung aus den 80er Jahren und Kunststoff-Dachfenster. Einige Fenster wurden bereits gegen Kunststofffenster ausgetauscht. Im Jahr 2020 wurde die Heizungsanlage getauscht. Es handelt sich um eine Zentralheizung mit Brennwert-Kessel (Erdgas E).

Die Außenwände und die Fenster stellen die größten energetischen Schwachpunkte der Immobilie dar. Hier können durch Dämmungen und ohnehin notwendige Fenstertauschmaßnahmen signifikante Einspareffekte erzielt werden.

Das Objekt befindet sich in einem gepflegten Allgemeinzustand.



Abbildung 8-12: 3D Modellierung MSK 1, erstellt durch FRANK mit dem Programm Hottgenroth

Thermische Gebäudehülle

Zur thermischen Gebäudehülle ist festzuhalten, dass das Erdgeschoss und das 1. Obergeschoss beheizt sind. Der Spitzboden und die Teilunterkellerung sind unbeheizt.

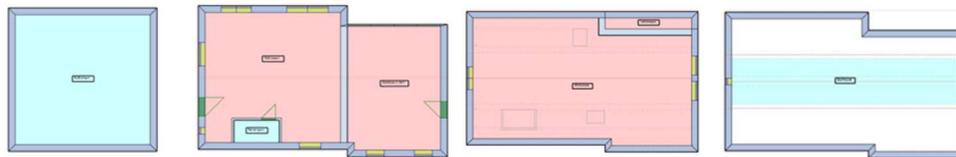


Abbildung 8-13: Thermische Gebäudehülle MSK 1, v. l. n. r. KG, EG, 1. OG, DG

Energetische Bewertung IST-Zustand

In der folgenden Tabelle befindet sich eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit den momentanen U-Werten. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die das GEG bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt und die Anforderungen nach BEG, welche zu erreichen sind, um Fördermittel in Anspruch nehmen zu können.

Tabelle 8-7: Bauteile IST-Zustand, MSK 1

Bauteil	U-Wert in W/(m ² ·K)	U _{max} GEG in W/(m ² ·K)	U _{max} BEG in W/(m ² ·K)
Dachschrägen	0,70	0,24	0,14
Oberste Geschossdecke	0,70	0,24	0,14
Gaubenwände	0,70	0,24	0,20
Außenwand Altbau	1,30	0,24	0,20
Außenwand Anbau	1,00	0,24	0,20
Fenster alt	2,50	1,30	0,95
Fenster neu	1,30	1,30	0,95
Dachflächenfenster alt	2,70	1,30	1,00
Dachflächenfenster neu	1,30	1,30	1,00
Hauseingangstüren	3,50	1,80	1,30
Kellerdecke Altbau	1,00	0,30	0,25
Treppenhauswände Kellerabgang	2,23	0,30	0,25
Kellereingangstüren	3,50	1,80	1,30
Sohle gg Erdreich Anbau	1,00	0,30	0,25

Energiebilanz

Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in dem Gebäude liegen. In dem nachfolgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. Bei dem betrachteten Gebäude verursacht die Transmission (10.594 kWh/a) die größten Verluste, gefolgt von den Anlagenverlusten (29.425 kWh/a) und den Lüftungsverlusten (3.874 kWh/a).

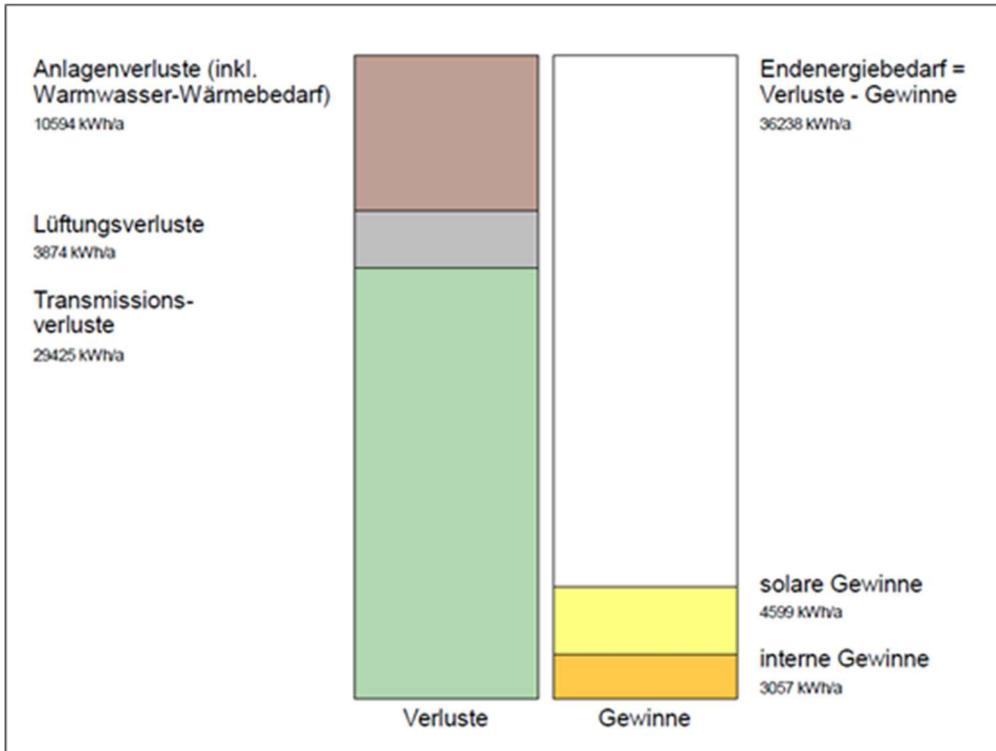


Abbildung 8-14: Energetische Verluste und Gewinne IST-Zustand, MSK 1

Wie genau sich die Transmissions- und Anlagenverluste zusammensetzen, ist Abbildung 8-15 zu entnehmen. Demnach sind die größten Transmissionsverluste bei der Außenwand (11.116 kWh/a) zu verzeichnen, gefolgt von dem Keller (6.431 kWh/a), dem Dach (6.335 kWh/a) und den Fenstern (5.544 kWh/a). Bei den Anlagenverlusten stellen die Heizungsverluste nahezu die Gesamtverlustmenge (10.594 kWh/a); nur ein minimaler Teil geht auf die Hilfsenergie zurück.

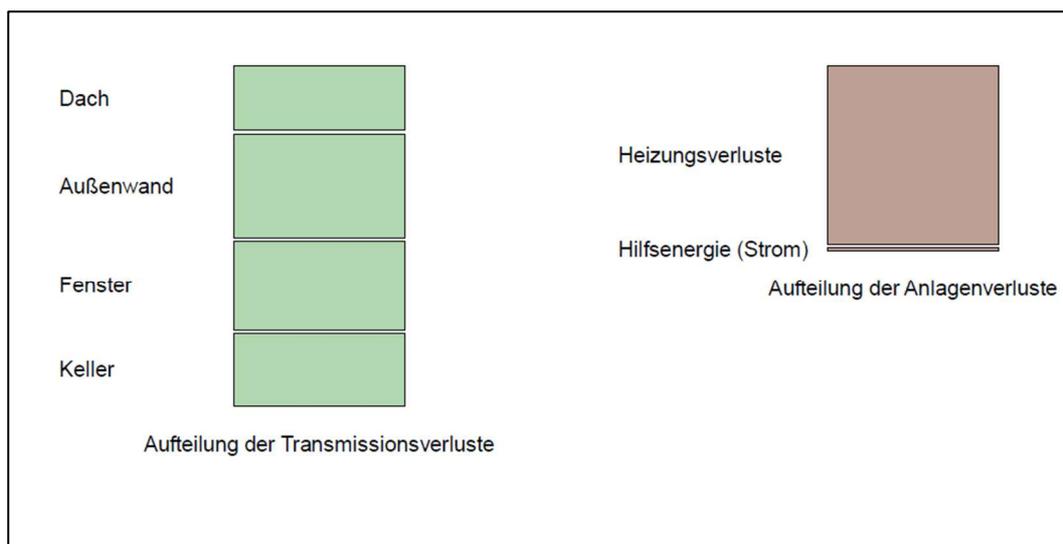


Abbildung 8-15: Energetische Verluste IST-Zustand, MSK 1

Bewertung des Gebäudes

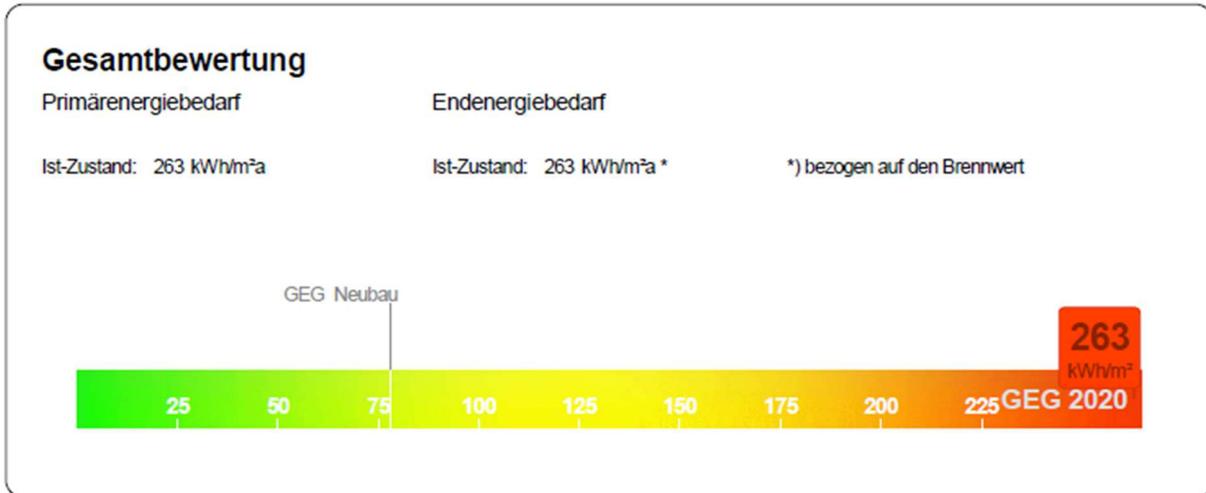


Abbildung 8-16: Gesamtbewertung IST-Zustand⁴, MSK 1

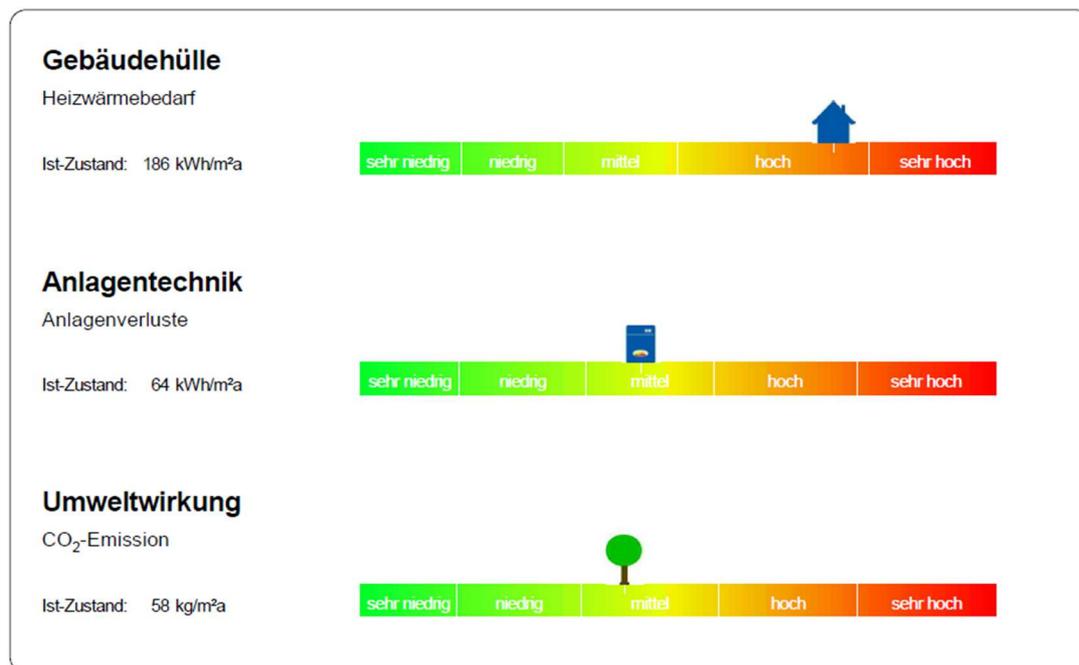


Abbildung 8-17: Gebäudehülle, Anlagentechnik, Umweltwirkung, MSK 1

Die CO₂-Emissionen betragen im Bestand 58 kg/(m²·a). Grundlage für die CO₂-Emissionsberechnung bilden die CO₂-Emissionsfaktoren gemäß Umweltbundesamt. In der energetischen Klassenbewertung auf Basis des Endenergiebedarfs wird das Gebäude in die Kategorie G eingeordnet (Klassen A-H). Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro Nutzfläche - zurzeit beträgt dieser 263 kWh/(m²·a). Wie im vorherigen Kapitel

⁴ Die Angabe „kWh/m²a“ ist hier und in den nachfolgenden Grafiken zu verstehen als „kWh/(m²·a)“.

beschrieben, ist nicht der Primärenergiebedarf, sondern der Endenergiebedarf zur energetischen Bewertung des Gebäudes geeignet.

Tabelle 8-8: Übersicht Sanierungsvarianten, MSK 1

Bauteil	Schritt 1: Außenwand + Fenster + Haustür	Schritt 2: Dach + oberste Geschossde- cke	Schritt 3a: Kellerdecke + Kellerwände Treppenab- gang + Solar- thermie	Schritt 3b: EH-85
Baukonstruktion				
Oberste Ge- schossdecke	-	16 cm Zwi- schen- + 10 cm Aufsparrendäm- mung WLG 035	16 cm Zwi- schen- + 10 cm Aufsparrendäm- mung WLG 035	16 cm Zwi- schen- + 10 cm Aufsparrendäm- mung WLG 035
Dachschrägen + Gaubenwände	-	16 cm Zwi- schen- WLG 035 + 14 cm Aufdachdäm- mung WLG 045	16 cm Zwi- schen- WLG 035 + 14 cm Aufdachdäm- mung WLG 045	16 cm Zwi- schen- WLG 035 + 14 cm Aufdachdäm- mung WLG 045
Fassade	16 cm Däm- mung WLG 035	16 cm Däm- mung WLG 035	16 cm Däm- mung WLG 035	16 cm Däm- mung WLG 035
Fenster	dreifach ver- glaste Fenster $U_w \leq$ 0,90 W/(m ² ·K)	dreifach ver- glaste Fenster $U_w \leq$ 0,90 W/(m ² ·K)	dreifach ver- glaste Fenster $U_w \leq$ 0,90 W/(m ² ·K)	dreifach ver- glaste Fenster $U_w \leq$ 0,90 W/(m ² ·K)
Hauseingangstü- ren	$U_d \leq$ 1,30 W/(m ² ·K)	$U_d \leq$ 1,30 W/(m ² ·K)	$U_d \leq$ 1,30 W/(m ² ·K)	$U_d \leq$ 1,30 W/(m ² ·K)
Kellerdecke	-	-	8 cm Dämmung WLG 023	8 cm Dämmung WLG 023
Kellerinnen- wände gg unbe- heizt TRH	-	-	8 cm Dämmung WLG 023	10 cm Däm- mung WLG 023
Kellereingangs- türen TRH	-	-	$U_d \leq$ 1,30 W/(m ² ·K)	$U_d \leq$ 1,30 W/(m ² ·K)
Kellersohle ge- gen Erdreich (Anbau)	-	-	-	-
Anlagentechnik				
Austausch Hei- zungsanlage	nein	nein	nein	ja, Anschluss Nahwärmenetz
Solarthermie	nein	nein	ja	nein

Für die Berechnung im Rahmen dieses Projekts wurde folgendes Nutzungsverhalten zugrunde gelegt:

mittlere Innentemperatur: 18,0 °C,

Luftwechselrate: 0,51 h⁻¹,

interne Wärmegewinne: 1.885 kWh pro Jahr,
 Warmwasser-Wärmebedarf: 1.262 kWh pro Jahr.

8.2.2.2 SANIERUNGSVARIANTEN

Im Folgenden werden Maßnahmen zur Sanierung vorgeschlagen, welche sinnvoll miteinander zu Gesamtpaketen kombiniert wurden.

Für eine vollumfängliche Planung ist eine objektbezogene Kostenschätzung (Leistungsphase 2) oder -berechnung (Leistungsphase 3) der HOAI von einem Architekten notwendig.

Tabelle 8-8 enthält eine Gegenüberstellung vier verschiedener Sanierungsvarianten.

Tabelle 8-9: Variantenvergleich MSK 1

MSK 1	IST-Zustand	Variante 1	Variante 2	Variante 3a	Variante 3b
Endenergie Gebäude [MWh/a]	36	26	20	14	19
Primärenergiebedarf Q_p [kWh/(m²·a)]	263	186	146	100	60
CO₂-Emissionen Gebäude [t/a]	8,0	5,6	4,4	3,0	0,5
Reduzierung des Endenergiebedarfs		29 %	45 %	62 %	47 %
Reduzierung der CO₂-Emissionen		29 %	45 %	62 %	94 %

Variante 1: Außenwand + Fenster + Haustür

In Variante 1 wird ein Tausch der Haustür sowie der Fassadenfenster aus den 1980er Jahren empfohlen, bei den Fenstern handelt es sich dabei um neue dreifach verglaste Modelle. Zusätzlich sollte die Außenwand mit einer 16 cm Dämmschicht versehen werden.

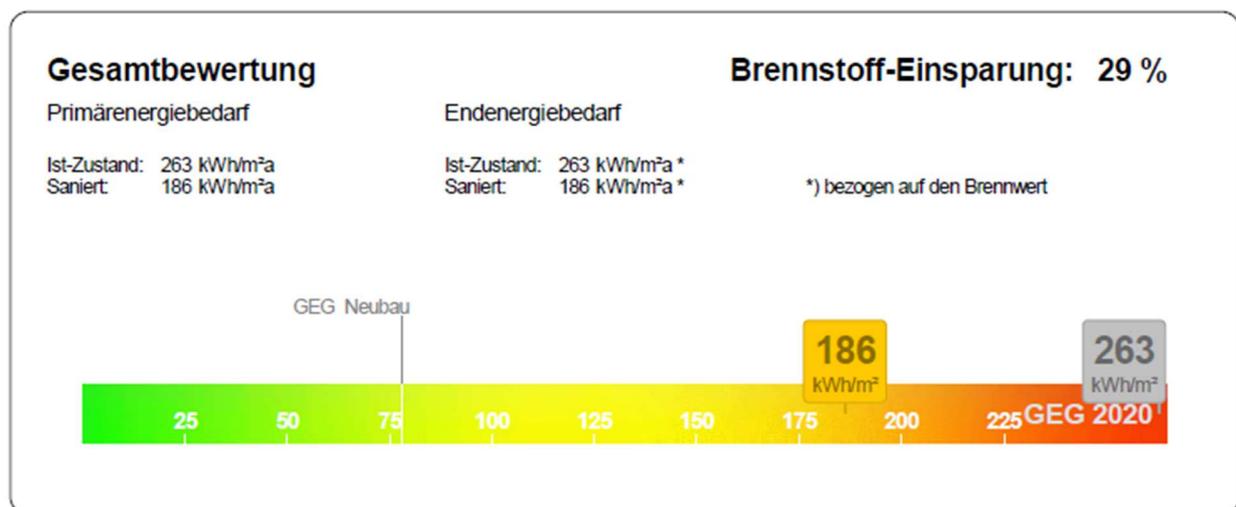


Abbildung 8-18: Bewertung Variante 1, MSK 1

Der derzeitige Endenergiebedarf von 36.238 kWh/Jahr reduziert sich auf 25.663 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 10.574 kWh/Jahr bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 2.321 kg/Jahr reduziert. Anders als der Endenergiebedarf berücksichtigt der Primärenergiebedarf auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes von 263 kWh/m²/Jahr auf 186 kWh/m²/Jahr. Die Brennstoffeinsparung der Sanierungsvariante 1 beträgt 29 %.

Variante 2: Dach + oberste Geschossdecke

Neben den Fassadenfenstern und der Fassade werden in Variante 2 auch noch die oberste Geschossdecke, die Dachschrägen, die Dachflächenfenster und die Gauben saniert. Hierbei kommen neue dreifach verglaste Veluxfenster und eine zusätzliche Dämmung der Dachschrägen und Gaubenwände (16 cm + 14 cm Aufdachdämmung) sowie der obersten Geschossdecke (16 cm) zum Einsatz.

Der derzeitige Endenergiebedarf von 36.238 kWh/Jahr reduziert sich auf 20.043 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 16.195 kWh/Jahr bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 3.553 kg CO₂/Jahr reduziert. Anders als der Endenergiebedarf berücksichtigt der Primärenergiebedarf auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes von 263 kWh/m²/Jahr auf 146 kWh/m²/Jahr. Die Brennstoffeinsparung der Sanierungsvariante 2 beträgt 45 %.

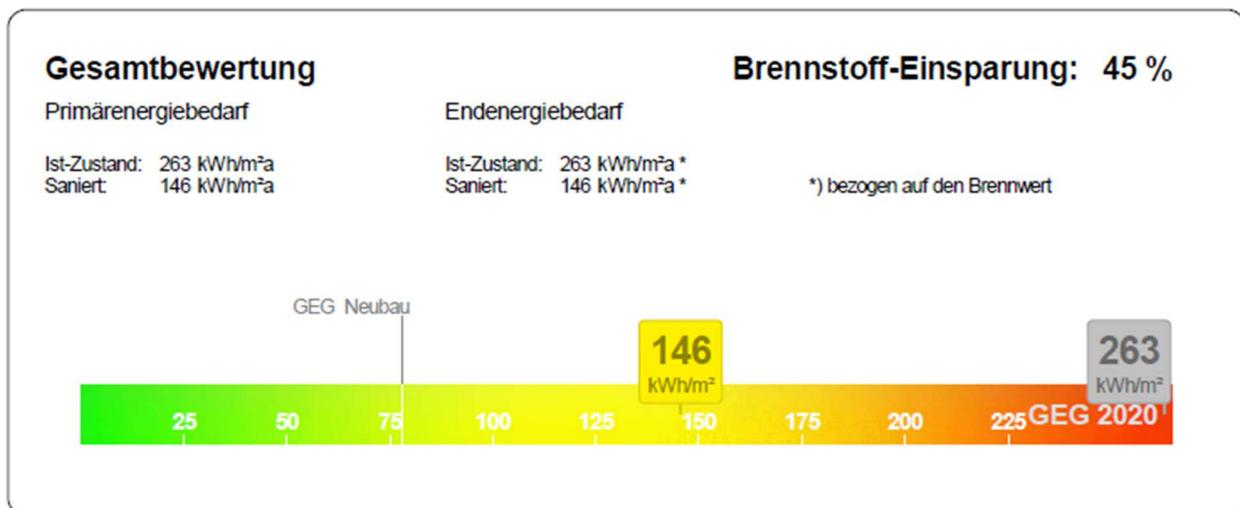


Abbildung 8-19: Bewertung Variante 2, MSK 1

Variante 3a: Kellerdecke + Kellerwände Treppenabgang + Solarthermie

Zusätzlich zu den in Variante 1 und 2 vorgesehenen Maßnahmen wird in Variante 3a der Abgang zum Keller gedämmt (8 cm) und die Kellereingangstür getauscht. Des Weiteren wird eine Solarthermieanlage zur Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung installiert (Nennleistung 15 kW).

Der derzeitige Endenergiebedarf von 36.238 kWh/Jahr reduziert sich auf 13.635 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 22.603 kWh/Jahr bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 4.922 kg CO₂/Jahr reduziert. Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes von 263 kWh/m²/Jahr auf 100 kWh/m²/Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Die Brennstoffeinsparung der Sanierungsvariante 3a beträgt 62 %.

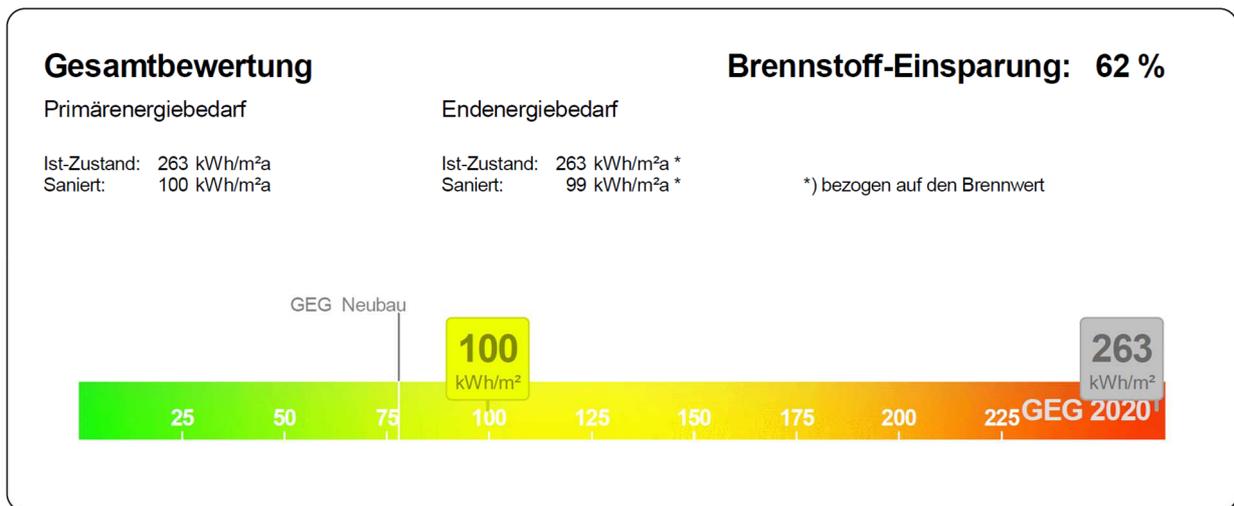


Abbildung 8-20: Bewertung Variante 3a, MSK 1

Variante 3b: Effizienzhaus 85

Sanierungsvariante 3b beinhaltet alle Maßnahmen an der Gebäudehülle, wie in den vorherigen Sanierungsvarianten beschrieben. Die Anlagentechnik wird jedoch durch einen Nahwärmanschluss ersetzt. Das Nahwärmenetz existiert noch nicht und muss erst - z. B. auf Holzackschnitzelbasis - erschlossen werden. So wird ein KfW-Effizienzhaus 85 erreicht

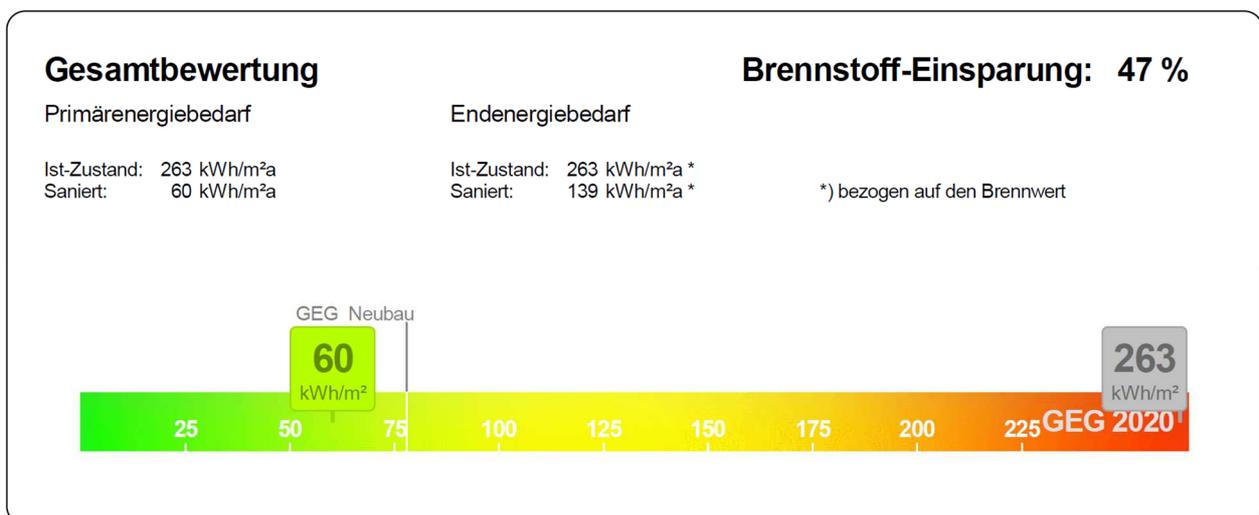


Abbildung 8-21: Bewertung Variante 3b, MSK 1

Der derzeitige Endenergiebedarf von 36.238 kWh/Jahr reduziert sich auf 19.191 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 17.047 kWh/Jahr bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 7.486 kg CO₂/Jahr reduziert. Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes von 263 kWh/m²/Jahr auf 60 kWh/m²/Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Die Brennstoffeinsparung der Sanierungsvariante 3b beträgt 47 %.

8.2.2.3 KOSTENSCHÄTZUNG

Tabelle 8-10 enthält die Kostenschätzung und basiert auf der DIN 276 - Kosten im Hochbau.

Tabelle 8-10: Kostenschätzung Sanierungsvarianten, MSK 1

	Variante 1a	Variante 1b	Variante 1c	Variante 2
Gesamtkosten brutto	44 T€	93 T€	112 T€	107 T€

8.2.2.4 WIRTSCHAFTLICHE AUSWERTUNG

Die wirtschaftliche Auswertung erfolgt unter Einbezug der verfügbaren Fördermittel der BEG. Dabei handelt es sich zum einen um die Förderung der Einzelmaßnahmen, die als Zuschuss vom BAFA zur Verfügung gestellt werden, sowie die Förderung der Komplettsanierung zum Effizienzhaus, die durch einen Kredit der KfW ermöglicht wird.

Es wird die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen über einen Zeitraum von 40 Jahren betrachtet. Basis für die Berechnung sind die Energieverbräuche und Kosten der vergangenen Jahre. Diese wurden den Heizkostenabrechnungen des Eigentümers entnommen. Der durchschnittliche Gasverbrauch des liegt bei etwa 25.000 kWh/a. Der von Hottgenroth berechnete Endenergiebedarf kann um bis zu 200 % von den Realverbräuchen abweichen. Der Energiebedarf von Gebäuden ist sehr stark von dem individuellen Nutzungsverhalten und den geographischen Randbedingungen abhängig. Darüber hinaus wird eine Teuerungsrate des Brennstoffs von jährlich 4 % angenommen.

Die Abbildung 8-22 zeigt für die einzelnen Sanierungsvarianten eine Gegenüberstellung der Investitionskosten und Sowieso-Kosten auf der einen Seite und der Energiekosteneinsparnis (nach 40 Jahren) sowie Förderzuschüsse auf der anderen Seite. Bei den Sowieso-Kosten handelt es sich um Kosten für Maßnahmen, dessen Ausführung mittel- bis langfristig „sowieso“ durch den Eigentümer erforderlich wären. Diese sind beim Mustersanierungsobjekt 1 Haustür, Kellereingangstür und Fassadenfenster sowie in Variante 2, 3a und 3b auch die Dachdämmung.

Die Grafik verdeutlicht, dass sich lediglich Variante 1 nach 38 Jahren amortisiert. Dies ist daran zu erkennen, dass die Förderzuschüsse und Energiekosteneinsparungen die Investitionskosten und Sowieso-Kosten übersteigen. Betrachtet man jedoch nur die Investitionskosten als energetische Mehrkosten und geht davon aus, dass Fenster und Türen ohnehin getauscht werden müssen, amortisieren sich auch die Varianten 2, 3a und 3b nach 21-27 Jahren. Neben der monetären Ersparnis resultieren aus energetischen Sanierungen natürlich auch eine Wertsteigerung der Immobilie, ein verbessertes Wohnklima und ein geringerer CO₂-Fußabdruck. Es empfiehlt sich

insbesondere Variante 1 als Maßnahmenpaket, wengleich sich auch die anderen Varianten bei Betrachtung der Sowieso-Kosten innerhalb von 40 Jahren amortisieren.

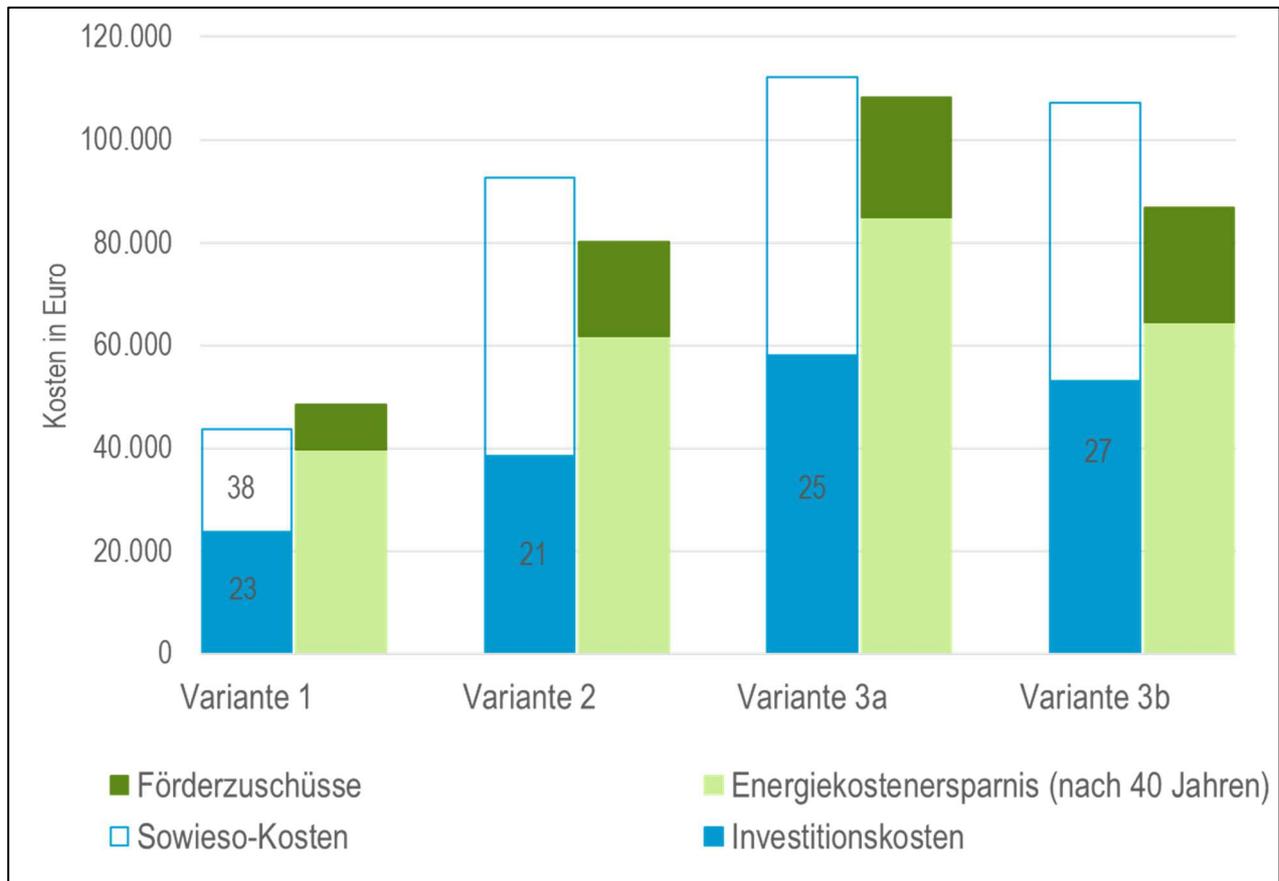


Abbildung 8-22: Rentabilität der Varianten nach 40 Jahren, MSK 1

8.2.3 MUSTERSANIERUNGSKONZEPT 2



Abbildung 8-23: MSK 2, Vorderansicht, Foto: FRANK

MSK 2 betrachtet ein freistehendes Einfamilienhaus aus dem Jahr 1995 mit einem Vollgeschoss und einem unbeheizten Spitzboden. Das Haus ist nicht unterkellert und es sind in den letzten Jahren keine Sanierungsmaßnahmen erfolgt. Die Nutzfläche des Objekts beträgt 112 m². Das Objekt ist an das Nahwärmenetz der Florianwärme angeschlossen.

8.2.3.1 BESTANDSAUFNAHME

Das Einfamilienhaus zeichnet sich durch ein zweischaliges Mauerwerk mit 4 cm Luftschicht und 8 cm Mineralwolldämmung aus. Bei der Fassade des Objektes handelt es sich um Vormauerziegel (11,5 cm). Das Dach ist ein mit Betonpfannen gedecktes Satteldach mit 30° Neigung. Die Fenster stammen aus dem Baujahr und sind zweifachverglaste Kunststoffmodelle, das Gleiche gilt für die Haustür. Die Beheizung des Objekts erfolgt über die Nahwärme der Firma Florianwärme. Insgesamt ist das Haus in einem gepflegten Allgemeinzustand. Aufgrund des Alters stellen insbesondere die Hauseingangstür sowie die Fenster energetische Schwachpunkte in diesem Objekt dar.

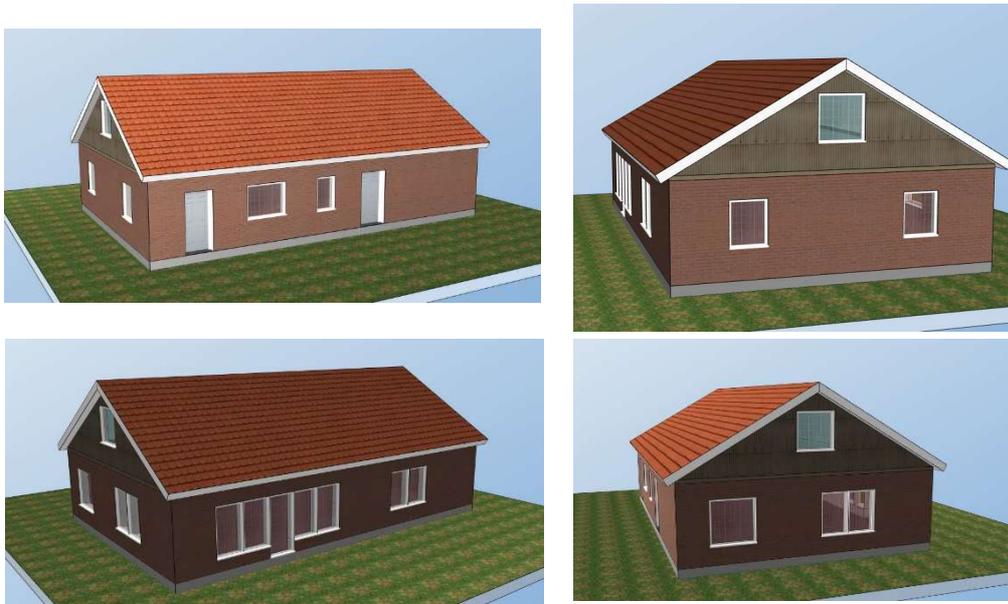


Abbildung 8-24: 3D Modellierung MSK 2, erstellt durch FRANK mit dem Programm Hottgenroth

Thermische Gebäudehülle

Zur thermischen Gebäudehülle ist festzuhalten, dass das Erdgeschoss beheizt und das Dachgeschoss unbeheizt ist.

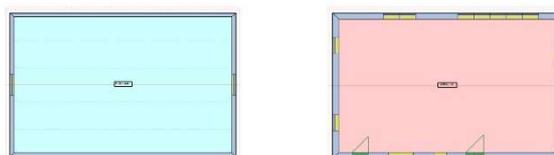


Abbildung 8-25: Thermische Gebäudehülle, v. l. n. r. DG, EG

Energetische Bewertung IST-Zustand

In der folgenden Tabelle befindet sich eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit den momentanen U-Werten. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die das GEG bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt und die Anforderungen nach BEG, welche zu erreichen sind, um Fördermittel in Anspruch nehmen zu können.

Tabelle 8-11: Bauteile IST-Zustand, MSK 2

Bauteil	U-Wert in W/(m ² ·K)	U _{max} GEG in W/(m ² ·K)	U _{max} KfW in W/(m ² ·K)
Oberste Geschossdecke	0,30	0,24	0,14
Außenwand	0,36	0,24	0,20
Fenster	1,90	1,30	0,95
Hauseingangstüren	2,90	1,80	1,30
Fußboden gegen Erdreich	0,60	0,30	0,25

Energiebilanz

Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in dem Gebäude liegen. In Abbildung 8-26 ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

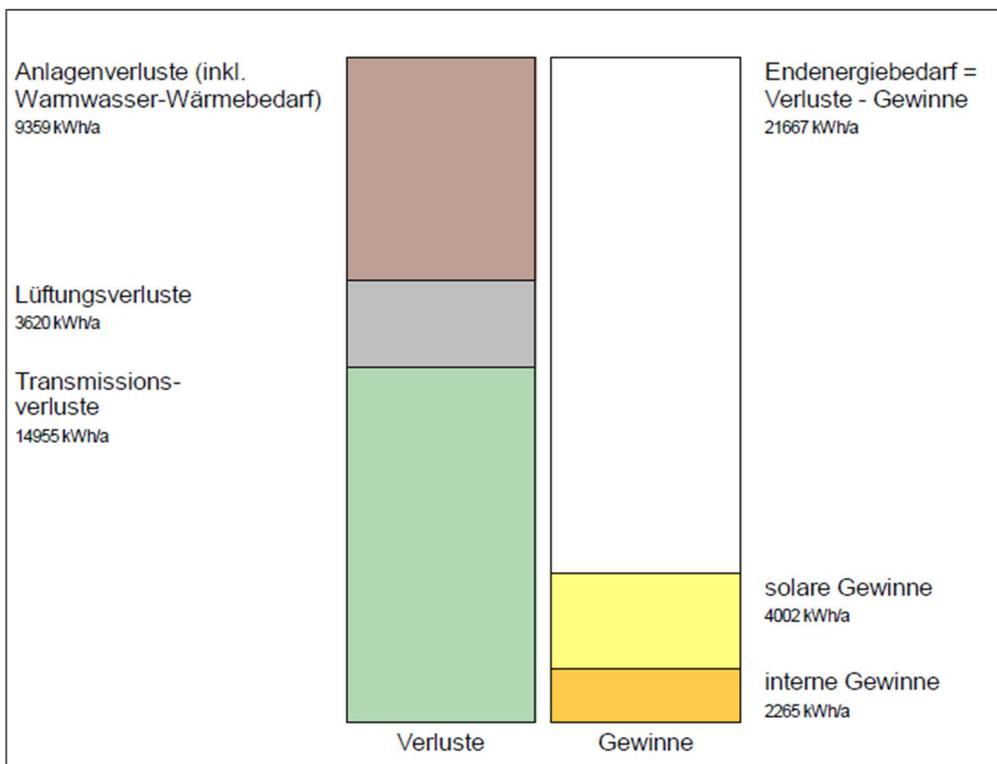


Abbildung 8-26: Energetische Verluste und Gewinne IST-Zustand, MSK 2

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. Bei dem zu betrachtenden Gebäude verursacht die Transmission (14.955 kWh/a) die größten Verluste, gefolgt von den Anlagenverlusten (9.050 kWh/a) und den Lüftungsverlusten (3.620 kWh/a).

Wie genau sich die Transmissions- und Anlagenverluste zusammensetzen, ist Abbildung 8-27 zu entnehmen. Demnach sind die größten Transmissionsverluste bei der Außenwand (4.700 kWh/a) zu verzeichnen, gefolgt von den Fenstern (4.100 kWh/a), dem Keller (3.300 kWh/a) und der obersten Geschossdecke (2.900 kWh/a). Bei den Anlagenverlusten stellen die Heizungsverluste die größten Verluste dar (8.200 kWh/a); nur ein geringer Teil geht auf die Hilfsenergie zurück (1.200 kWh/a).

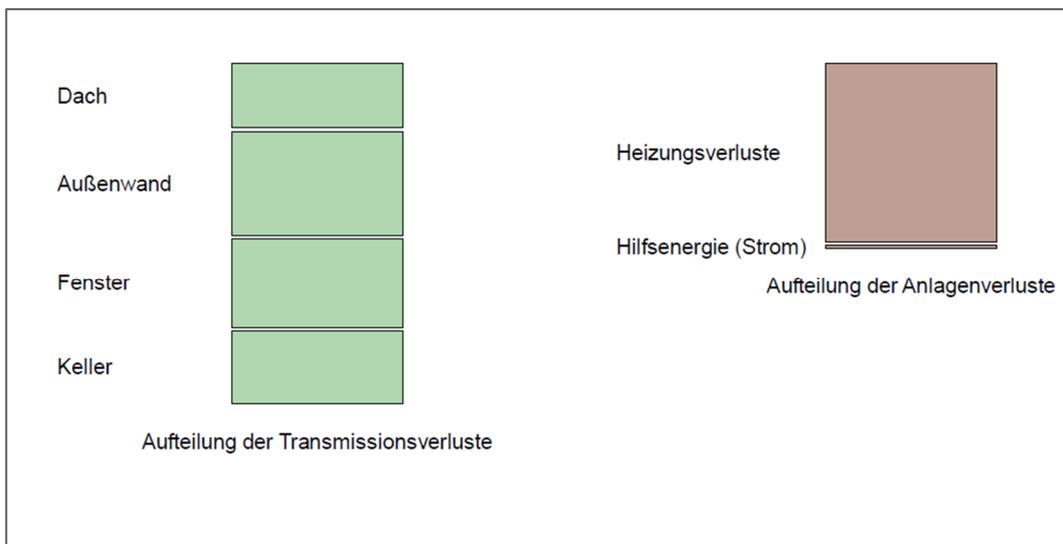


Abbildung 8-27: Energetische Verluste IST-Zustand, MSK 2

Bewertung des Gebäudes

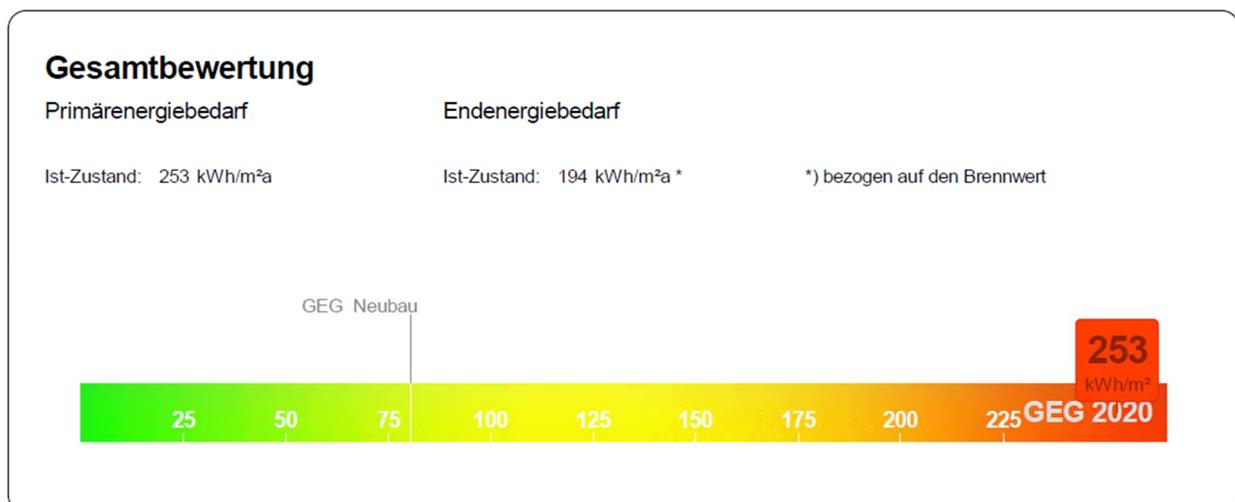


Abbildung 8-28: Gesamtbewertung IST-Zustand, MSK 2

Die CO₂-Emissionen betragen im Bestand 78 kg/(m²·a). Grundlage für die CO₂-Emissionsberechnung bilden die CO₂-Emissionsfaktoren gemäß Umweltbundesamt. In der energetischen Klassenbewertung auf Basis des Endenergiebedarfs wird das Gebäude in die Kategorie F eingeordnet (Klassen A-H). Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro Nutzfläche - zurzeit beträgt dieser 253 kWh/(m²·a). Wie im vorherigen Kapitel beschrieben, ist nicht der Primärenergiebedarf, sondern der Endenergiebedarf zur energetischen Bewertung des Gebäudes geeignet.

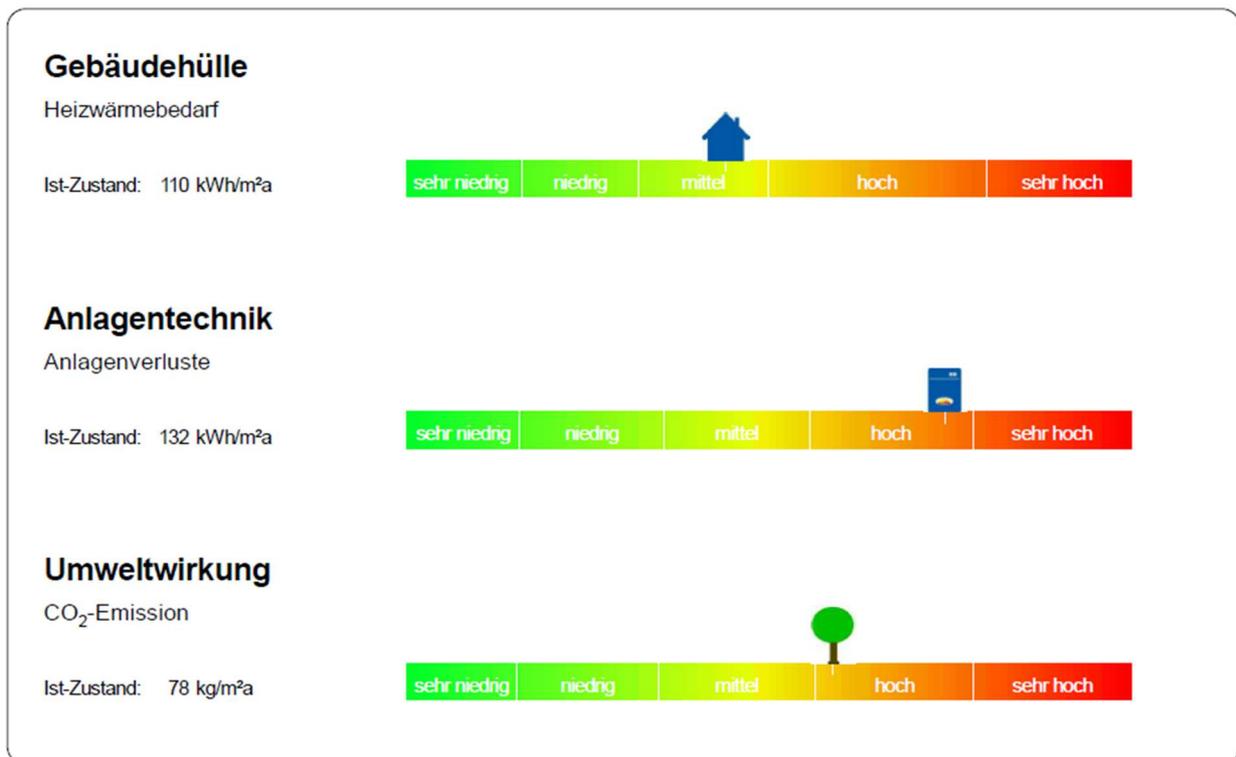


Abbildung 8-29: Gebäudehülle, Anlagentechnik, Umweltwirkung IST-Zustand, MSK 2

Für die Berechnung im Rahmen dieses Projekts wurde folgendes Nutzungsverhalten zugrunde gelegt:

- mittlere Innentemperatur: 19,0 °C,
- Luftwechselrate: 0,52 h⁻¹,
- interne Wärmegewinne: 1.529 kWh pro Jahr,
- Warmwasser-Wärmebedarf: 1.024 kWh pro Jahr.

8.2.3.2 SANIERUNGSVARIANTEN

Im Folgenden werden Maßnahmen zur Sanierung vorgeschlagen, welche sinnvoll miteinander zu Gesamtpaketen kombiniert wurden.

Für eine vollumfängliche Planung ist eine objektbezogene Kostenschätzung (Leistungsphase 2) oder -berechnung (Leistungsphase 3) der HOAI von einem Architekten notwendig.

Tabelle 8-12 zeigt die Gegenüberstellung vier verschiedener Sanierungsvarianten.

Tabelle 8-12: Übersicht Sanierungsvarianten Gebäude MSK 2

Bauteil	Schritt 1: Fenster + Haus- tür	Schritt 2: Fassade + oberste Ge- schossdecke	Schritt 3a: Luft-Wasser- Wärmepumpe	Schritt 3b: Fernwärme re- generativ
Baukonstruktion				
Oberste Ge- schossdecke	-	14 cm Dämmung WLG 035	14 cm Dämmung WLG 035	14 cm Dämmung WLG 035
Fassade	-	4 cm Einblasdäm- mung WLG 035	4 cm Einblasdäm- mung WLG 035	4 cm Einblasdäm- mung WLG 035
Fenster	dreifach verglaste Fenster $U_w \leq$ 0,90 W/(m ² ·K)			
Hauseingangstü- ren	$U_d \leq$ 1,30 W/(m ² ·K)			
Kellersohle ge- gen Erdreich (Anbau)	-	-	-	-
Anlagentechnik				
Heizungstausch	nein	ja, Luftwärme- pumpe	ja, Luft-Wasser- Wärmepumpe	ja, Nahwärme $f_p=0,31$

Tabelle 8-13: Variantenvergleich MSK 2

MSK 2	IST- Zustand	Variante 1	Variante 2	Variante 3a	Variante 3b
Endenergie Gebäude [MWh/a]	22	20	17	7	17
Primärenergiebedarf Q_p [kWh/(m²·a)]	253	229	202	118	63
CO₂-Emissionen Gebäude [t/a]	8,7	7,9	7,0	4,1	0,8
Reduzierung des Endener- giebedarfs		10 %	20 %	66 %	20 %
Reduzierung der CO₂-Emis- sionen		10 %	20 %	53 %	91 %

Variante 1

Wie Tabelle 8-11 aufzeigt, sind Haustür und Fenster die größten energetischen Schwachpunkte des Objekts. Insofern wird grundsätzlich ein Tausch der Fenster (dreifach Verglasung) und der Hauseingangstür empfohlen. Aufgrund des Alters dieser Bauteile ist ein Tausch in den nächsten Jahren ohnehin anzuraten.

Der derzeitige Endenergiebedarf von 21.667 kWh/Jahr reduziert sich auf 19.587 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 2.080 kWh bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 830 kg/Jahr reduziert. Anders als der Endenergiebedarf berücksichtigt der Primärenergiebedarf auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Durch die

Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes von 253 kWh/m²/Jahr auf 229 kWh/m²/Jahr. Die Brennstoffeinsparung der Sanierungsvariante 1 beträgt 10 %.

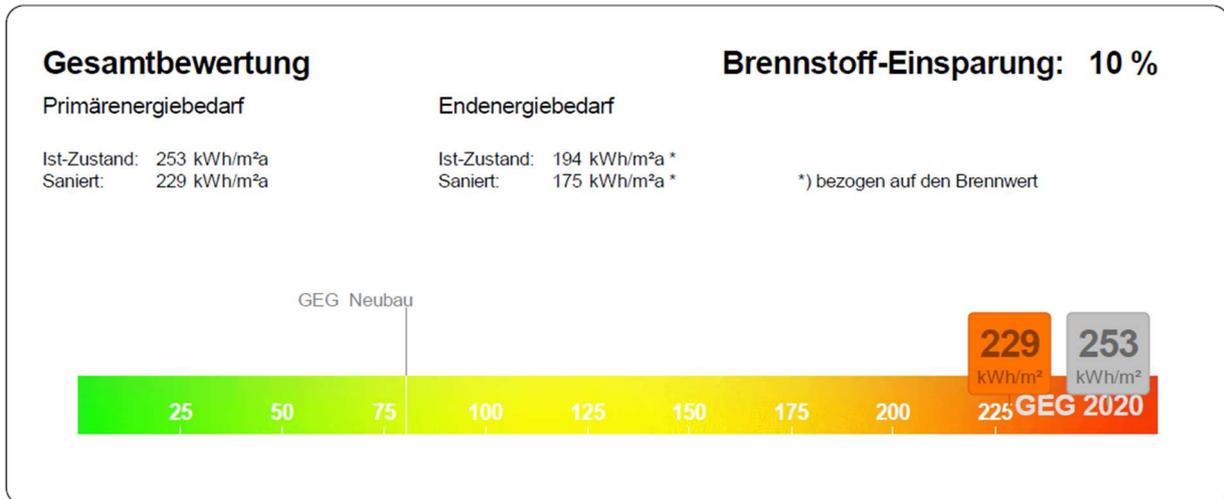


Abbildung 8-30: Bewertung Variante 1, MSK 2

Variante 2

Zusätzlich zum Tür- und Fenstertausch in Variante 1, ist in Variante 2 eine Einblasdämmung für die verbleibende Luftschicht in der Außenwand vorgesehen. Außerdem wird eine 14 cm Dämmschicht für die oberste Geschossdecke empfohlen, da es sich dabei um eine einfach durchzuführende, kostengünstige und energetisch effiziente Maßnahme handelt. Die Brennstoffeinsparung wird durch diese Maßnahmenkombination verdoppelt.

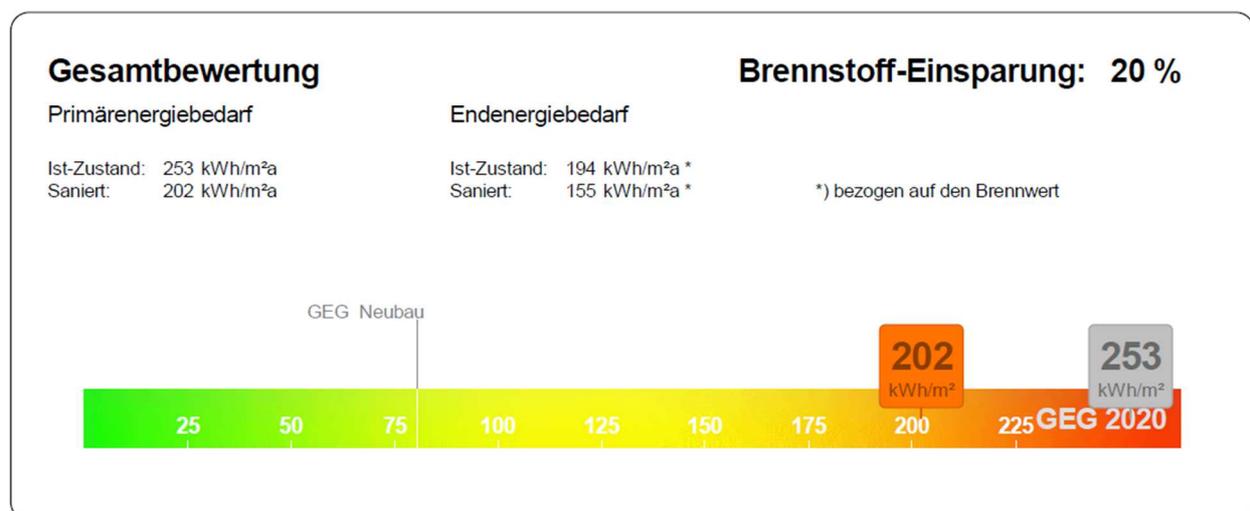


Abbildung 8-31: Bewertung Variante 2, MSK 2

Der derzeitige Endenergiebedarf von 21.667 kWh/Jahr reduziert sich auf 17.322 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 4.345 kWh/Jahr bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 1.737 kg/Jahr reduziert. Anders als der Endenergiebedarf berücksichtigt der Primärenergiebedarf auch die vorgelagerte Prozesskette für die

Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes von 253 kWh/m² pro Jahr auf 202 kWh/m² pro Jahr. Die Brennstoffeinsparung der Sanierungsvariante 2 beträgt 20 %.

Variante 3a

Während in den vorherigen Varianten lediglich Maßnahmen an der Gebäudehülle vorgeschlagen werden, zielt Variante 3a auch auf eine Umstellung der Anlagentechnik ab. So wird neben den genannten Maßnahmen auch die Installation einer Luft-Wasser-Wärmepumpe zu Heizung und Warmwasserbereitung vorgeschlagen. Dies wirkt sich positiv auf die CO₂-Emissionen aus.

Der derzeitige Endenergiebedarf von 21.691 kWh/Jahr reduziert sich auf 7.320 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 14.346 kWh/Jahr bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 4.587 kg/Jahr reduziert. Anders als der Endenergiebedarf berücksichtigt der Primärenergiebedarf auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes von 253 kWh/m²/Jahr auf 118 kWh/m²/Jahr. Die Brennstoffeinsparung der Sanierungsvariante 3a beträgt 66 %.

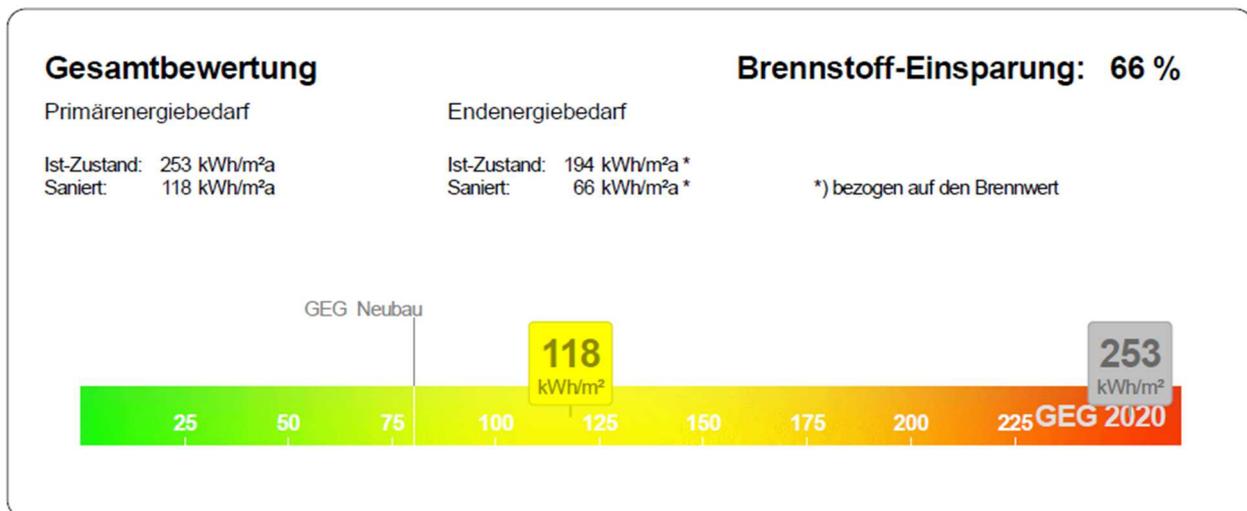


Abbildung 8-32: Bewertung Variante 3a, MSK 2

Variante 3b

Variante 3b sieht den Anschluss an ein potenzielles regeneratives Nahwärmenetz in Vogelsang-Grünholz vor. Der Anschluss an die fossile Nahwärme der Florianwärme würde so ersetzt, alle Maßnahmen an der Gebäudehülle werden wie in Variante 1 und 2 empfohlen.

Der derzeitige Endenergiebedarf von 21.667 kWh/Jahr reduziert sich auf 17.304 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von jährlich 4.363 kWh bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 7.932 kg/Jahr reduziert. Anders als der Endenergiebedarf berücksichtigt der Primärenergiebedarf auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes von 254 kWh/m²/Jahr auf 63 kWh/m²/Jahr. Die Brennstoffeinsparung der Sanierungsvariante 3b beträgt 20 %.

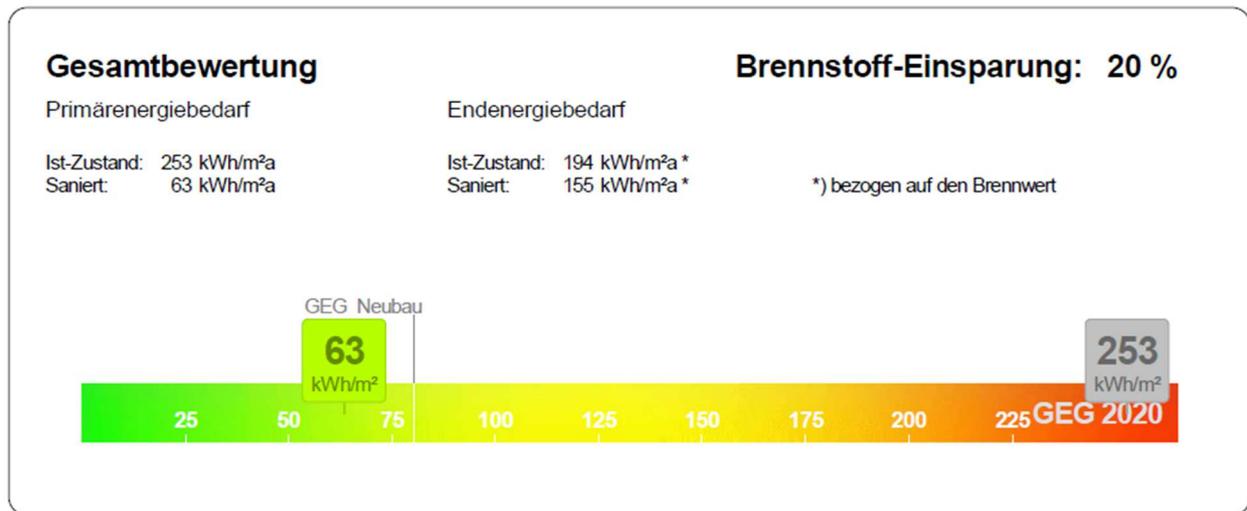


Abbildung 8-33: Bewertung Variante 3b, MSK 2

8.2.3.3 KOSTENSCHÄTZUNG

Tabelle 8-14 enthält die Kostenschätzung und basiert auf der DIN 276 - Kosten im Hochbau.

Tabelle 8-14: Kostenschätzung Sanierungsvarianten MSK 2

	Variante 1	Variante 2	Variante 3a	Variante 3b
Gesamtkosten brutto	34 T€	49 T€	84 T€	52 T€

8.2.3.4 WIRTSCHAFTLICHE AUSWERTUNG

Die wirtschaftliche Auswertung erfolgt unter Einbezug der verfügbaren Fördermittel der BEG. Dabei handelt es sich zum einen um die Förderung der Einzelmaßnahmen, die als Zuschuss vom BAFA zur Verfügung gestellt werden, sowie die Förderung der Komplettsanierung zum Effizienzhaus, die durch einen Kredit der KfW ermöglicht wird.

Es wird die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen über einen Zeitraum von 40 Jahren betrachtet. Basis für die Berechnung sind die Energieverbräuche und Kosten der vergangenen Jahre. Diese wurden den Heizkostenabrechnungen des Eigentümers entnommen. Der durchschnittliche Gasverbrauch des Objekts liegt bei rund 12.000 kWh/a. Der von Hottgenroth berechnete Endenergiebedarf kann um bis zu 200 % von den Realverbräuchen abweichen. Der Energiebedarf von Gebäuden ist sehr stark von dem individuellen Nutzungsverhalten und den geographischen Randbedingungen abhängig. Darüber hinaus wird eine Teuerungsrate des Brennstoffs von jährlich 4 % angenommen.

Abbildung 8-34 zeigt für die einzelnen Sanierungsvarianten eine Gegenüberstellung der Investitionskosten und Sowieso-Kosten auf der einen Seite und der Energiekostensparnis (nach 40 Jahren) sowie Förderzuschüsse auf der anderen Seite. Bei den Sowieso-Kosten handelt es sich um Kosten für Maßnahmen, dessen Ausführung mittel- bis langfristig „sowieso“ durch den Eigentümer erforderlich wären. In allen Varianten dieses Objekts werden der Tausch der Haustür und

der Fenster zu den Sowieso-Kosten gezählt. Aufgrund des Alters der Fenster und der Tür sind diese auszutauschen.

Die Grafik zeigt, dass sich drei der vier Varianten in weniger als 40 Jahren amortisiert haben. Der Tausch von Tür und Fenstern sind zwar Sowieso-Kosten, wir gehen allerdings von einem Tausch der Fenster zu Gunsten von dreifach verglasten Modellen aus, sodass Investitionskosten neben den Sowieso-Kosten entstehen. Somit amortisiert sich diese Variante nicht in unter 40 Jahren. Wird der Tausch jedoch als sowieso notwendig betrachtet, amortisieren sich die reinen Investitionskosten sofort, da die Fördermittel die Mehrkosten für dreifach verglaste Fenster ausgleichen (6.800 €). Zwar bringt Variante 3a sehr hohe Kosten für eine Wärmepumpe mit sich, die Energiekostensparnis ist durch diese allerdings am höchsten.

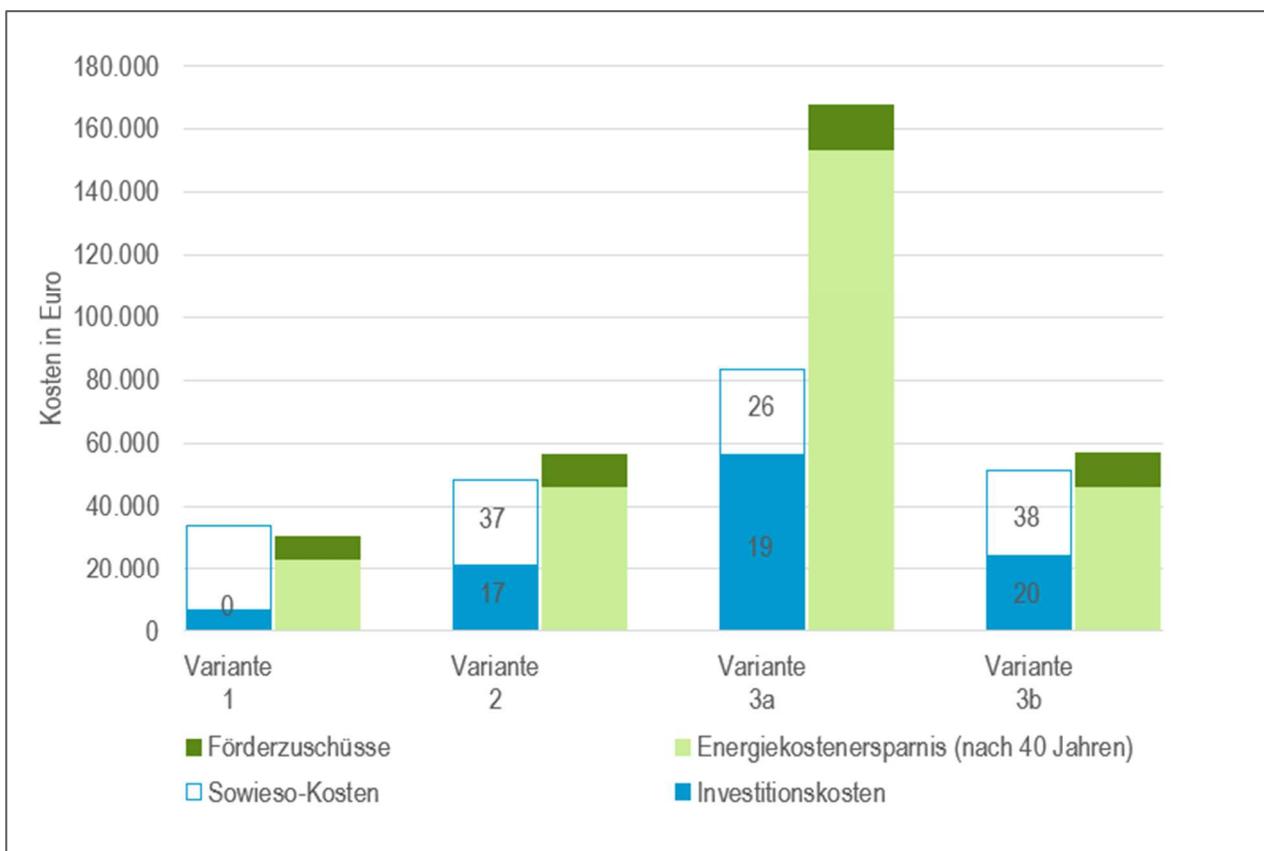


Abbildung 8-34: Rentabilität der Maßnahmen nach 40 Jahren, MSK 2

8.2.4 MUSTERSANIERUNGSKONZEPT 3

MSK 3 betrachtet ein freistehendes Einfamilienhaus aus dem Jahr 1928 mit einer Nutzfläche von 384 m².

8.2.4.1 BESTANDSAUFNAHME

Das Gebäude wurde Ende der 70er Jahre um einen Anbau auf der Nordseite erweitert und der Spitzboden ausgebaut. In den letzten Jahren wurden unterschiedliche Sanierungsmaßnahmen vorgenommen. So hat eine Dachdämmung stattgefunden und auch die oberste Geschosdecke ist gedämmt worden. Das Objekt verfügt über zweifach verglaste Holzfenster. Die Dachflächenfenster der Marke Velux wurden mit dem Dachausbau erneuert. Neben dem Erdgeschoss und

dem Dachgeschoss verfügt das Haus über einen unbeheizten Spitzboden und eine Teilunterkellerung. Der Boden des nicht unterkellerten Bereiches im Erdgeschoss wurde komplett gedämmt. Das Objekt wird via Ölheizung beheizt.



Abbildung 8-35: MSK 3, Vorderansicht, Foto: FRANK

Die größten energetischen Schwachpunkte der Immobilie sind neben Hauseingangstür und Fenster auch die Außenwände sowie die Kellerdecke und Glasbausteine in der Außenwand.

Das Objekt befindet sich in einem gepflegten Allgemeinzustand.



Abbildung 8-36: 3D Modellierung, erstellt durch FRANK mit dem Programm Hottgenroth

Thermische Gebäudehülle

Zur thermischen Gebäudehülle ist festzuhalten, dass bis auf das Kellergeschoss alle Geschosse beheizt werden.

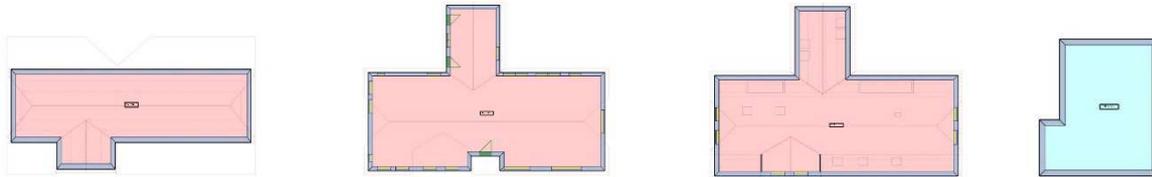


Abbildung 8-37: Thermische Gebäudehülle MSK 3, v. l. n. r. DG, EG, OG, KG

Energetische Bewertung IST-Zustand

In Tabelle 8-15 befindet sich eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit den momentanen U-Werten. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die das GEG bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt und die Anforderungen nach BEG, welche zu erreichen sind, um Fördermittel in Anspruch nehmen zu können.

Tabelle 8-15: Bauteile IST-Zustand, MSK 3

Bauteil	U-Wert in W/(m ² ·K)	U _{max} GEG in W/(m ² ·K)	U _{max} BEG in W/(m ² ·K)
Dachschrägen	0,63	0,24	0,14
Dachflächenfenster	2,90	1,30	1,00
Gaubeiwände	0,63	0,24	0,20
Außenwand Altbau	1,30	0,24	0,20
Außenwand Anbau	1,01	0,24	0,20
Fenster	2,70	1,30	0,95
Glasbausteine	5,00	1,30	0,95
Hauseingangstüren	3,50	1,80	1,30
Kellerdecke Anbau	0,99	0,30	0,25
Sohle gegen Erdreich Altbau	0,27	0,30	0,25

Energiebilanz

Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in dem Gebäude liegen. In dem nachfolgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. Bei dem zu betrachtenden Gebäude verursacht die Transmission (66.518 kWh/a) die größten Verluste, gefolgt von den Anlagenverlusten (50.024 kWh/a) und den Lüftungsverlusten (12.644 kWh/a).

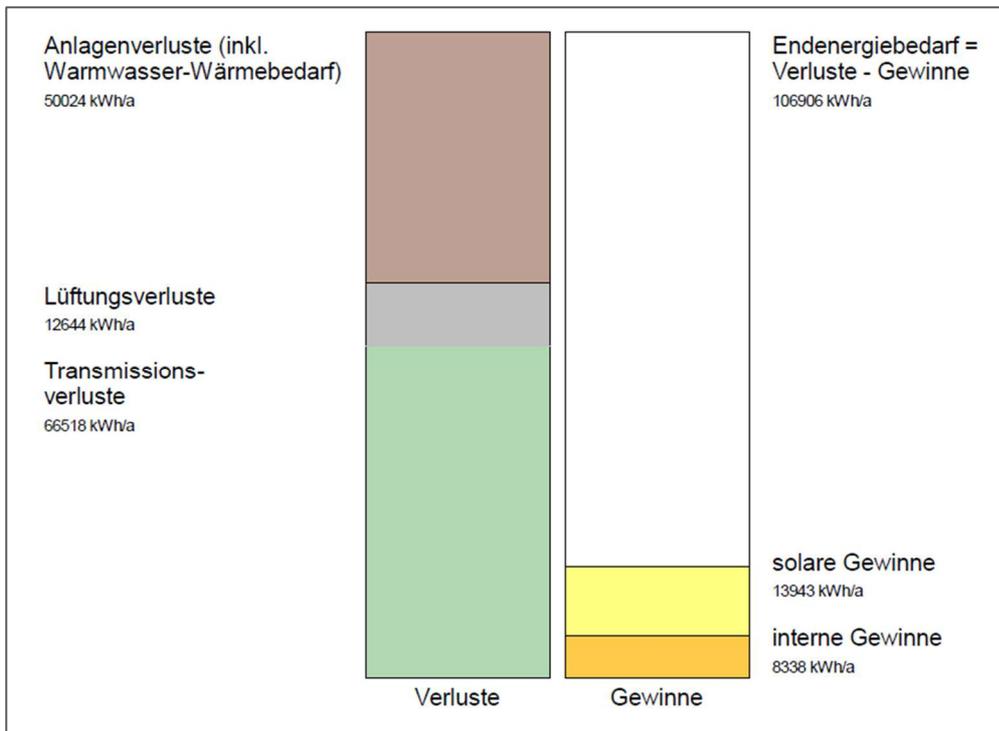


Abbildung 8-38: Energetische Verluste und Gewinne IST-Zustand, MSK 3

Wie genau sich die Transmissions- und Anlagenverluste zusammensetzen, ist Abbildung 8-39 zu entnehmen. Demnach sind die größten Transmissionsverluste bei der Außenwand (27.700 kWh/a) zu verzeichnen, gefolgt vom Dach (17.000 kWh/a), dem Keller (5.700 kWh/a) und den Fenstern (16.100 kWh/a). Bei den Anlagenverlusten stellen die Heizungsverluste (47.000 kWh/a) die größten Verluste dar, gefolgt von den Warmwasserverlusten (3.000 kWh/a).

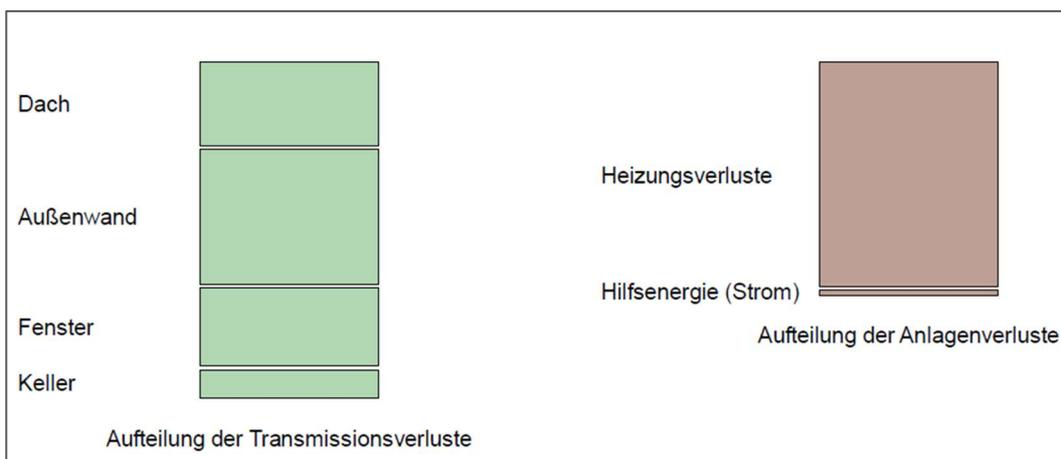


Abbildung 8-39: Energetische Verluste IST-Zustand, MSK 3

Bewertung des Gebäudes

Die CO₂-Emissionen betragen im Bestand 82 kg/(m²·a). Grundlage für die CO₂-Emissionsberechnung bilden die CO₂-Emissionsfaktoren gemäß Umweltbundesamt. In der energetischen Klassenbewertung auf Basis des Endenergiebedarfs wird das Gebäude in die Kategorie H eingeordnet

(Klassen A-H). Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 291 kWh/(m²·a). Wie im vorherigen Kapitel beschrieben, ist nicht der Primärenergiebedarf, sondern der Endenergiebedarf zur energetischen Bewertung des Gebäudes geeignet.

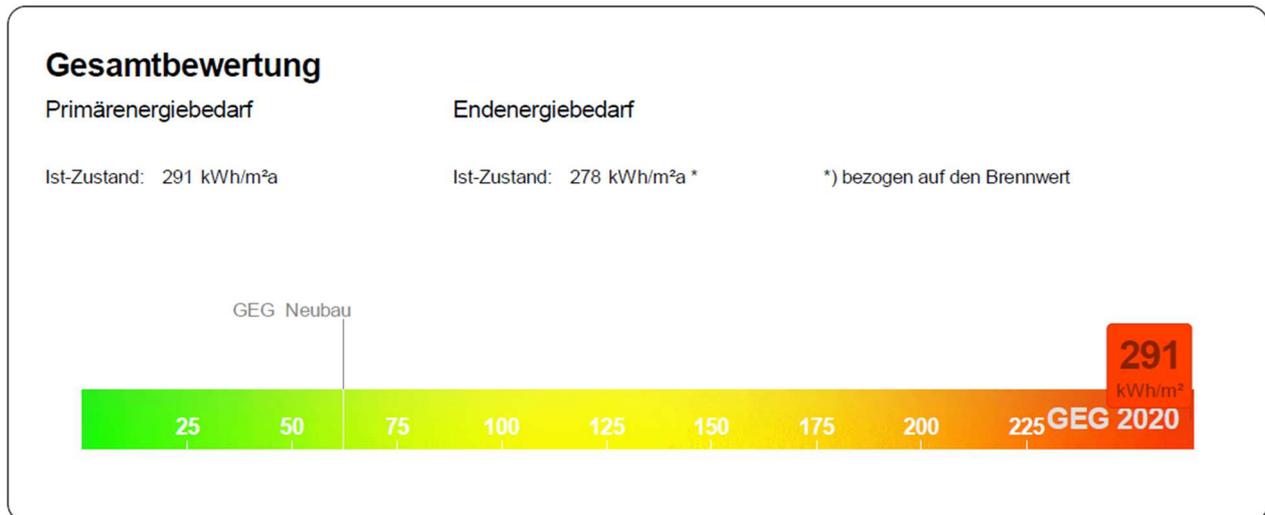


Abbildung 8-40: Gesamtbewertung IST-Zustand, MSK 3

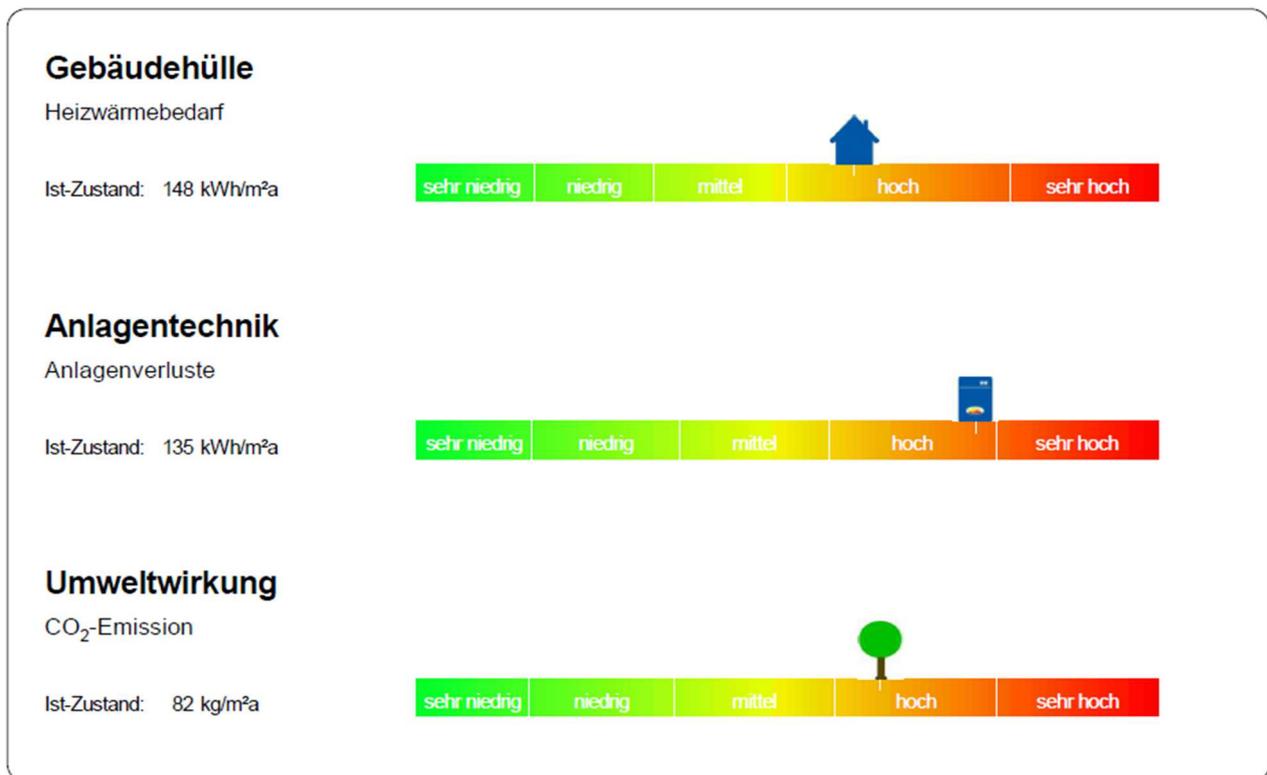


Abbildung 8-41: Gebäudehülle, Anlagentechnik, Umweltwirkung IST-Zustand, MSK 3

Für die Berechnung im Rahmen dieses Projekts wurde folgendes Nutzungsverhalten zugrunde gelegt:

mittlere Innentemperatur: 19,0 °C,
 Luftwechselrate: 0,53 h⁻¹,
 interne Wärmegewinne: 5.260 kWh pro Jahr,
 Warmwasser-Wärmebedarf: 3.523 kWh pro Jahr.

8.2.4.2 SANIERUNGSVARIANTEN

Im Folgenden werden Maßnahmen zur Sanierung vorgeschlagen, welche sinnvoll miteinander zu Gesamtpaketen kombiniert wurden.

Für eine vollumfängliche Planung ist eine objektbezogene Kostenschätzung (Leistungsphase 2) oder -berechnung (Leistungsphase 3) der HOAI von einem Architekten notwendig.

Tabelle 8-16 zeigt die Gegenüberstellung vier verschiedener Sanierungsvarianten.

Tabelle 8-16: Übersicht Sanierungsvarianten MSK 3

Bauteil	Schritt 1: Außenwand + Fenster + Haus- tür	Schritt 2: Dach- + Gaubenflächen	Schritt 3a: Kellerdecke + Wärmepumpe	Schritt 3b: Kellerdecke + Fernwärme re- generativ
Baukonstruktion				
Dachschrägen + Gaubenwände	-	16 cm Däm- mung WLG 035 + 14 cm Däm- mung WLG 045	16 cm Däm- mung WLG 035 + 14 cm Däm- mung WLG 045	16 cm Däm- mung WLG 035 + 14 cm Däm- mung WLG 045
Dachflächenfenster	-	dreifach ver- glaste Fenster	dreifach ver- glaste Fenster	dreifach ver- glaste Fenster
Fassade	16 cm Däm- mung WLG 035			
Fenster	dreifach ver- glaste Fenster $U_w \leq$ 0,90 W/(m ² ·K)			
Hauseingangstüren	Hauseingangstür $U_d \leq$ 1,30 W/(m ² ·K)			
Kellerdecke Anbau	-	-	8 cm Dämmung WLG 024	8 cm Dämmung WLG 024
Sohle gegen Erd- reich (Altbau)	-	-	-	-
Anlagentechnik				
Dämmung der Hei- zungsleitungen im Keller	nein	nein	ja	ja
Austausch Heizungs- anlage	nein	nein	ja, Luft-Wasser- Wärmepumpe	ja, Anschluss Nahwärmenetz

Tabelle 8-17: Variantenvergleich, MSK 3

MSK 3	IST-Zustand	Variante 1	Variante 2	Variante 3a	Variante 3b
Endenergie Gebäude [MWh/a]	107	70	54	16	39
Primärenergiebedarf Q_p [kWh/(m²·a)]	291	190	147	74	42
CO₂-Emissionen Gebäude [t/a]	31,5	20,6	15,9	8,8	1,7
Reduzierung des Endenergiebedarfs		35 %	50 %	85 %	64 %
Reduzierung der CO₂-Emissionen		35 %	49 %	72 %	95 %

Variante 1

Wie aufgezeigt, werden die größten Wärmeverluste durch die Fenster, Türen und Außenwände verursacht.

In der Variante 1 wird ein Tausch der Fassadenfenster (dreifach Verglasung), der Hauseingangstür und eine Dämmung der Außenwand (16 cm) empfohlen. Der Tausch der Fenster wird aufgrund ihres Alters mittelfristig als notwendig angesehen. Bei der Dämmung der Außenwand ist auf die Optik des ortsbildprägenden Gebäudes zu achten.

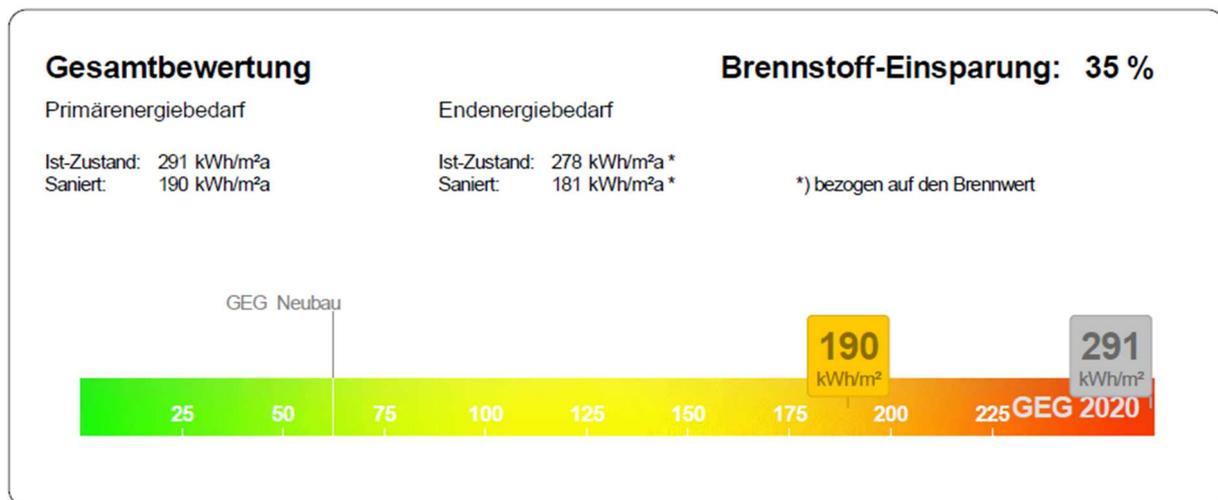


Abbildung 8-42: Bewertung Variante 1, MSK 3

Der derzeitige Endenergiebedarf von 106.906 kWh/Jahr reduziert sich auf 69.651 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 37.254 kWh/Jahr bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 10.952 kg/Jahr reduziert. Anders als der Endenergiebedarf berücksichtigt der Primärenergiebedarf auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes von

291 kWh/m²/Jahr auf 190 kWh/m²/Jahr. Die Brennstoffeinsparung der Sanierungsvariante 1 beträgt 35 %.

Variante 2

In der Variante 2 wird zusätzlich zu den in Variante 1 aufgeführten Dämmmaßnahmen auch eine Dämmung der Dachschrägen und Gaubenwänden (16 cm + 14 cm) sowie ein Tausch der Dachflächenfenster (dreifach-Verglasung) empfohlen.

Der derzeitige Endenergiebedarf von 106.906 kWh/Jahr reduziert sich auf 53.936 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 52.969 kWh bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 15.583 kg/Jahr reduziert. Anders als der Endenergiebedarf berücksichtigt der Primärenergiebedarf auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes von 291 kWh/m²/Jahr auf 147 kWh/m²/Jahr. Die Brennstoffeinsparung der Sanierungsvariante 2 beträgt 50 %.

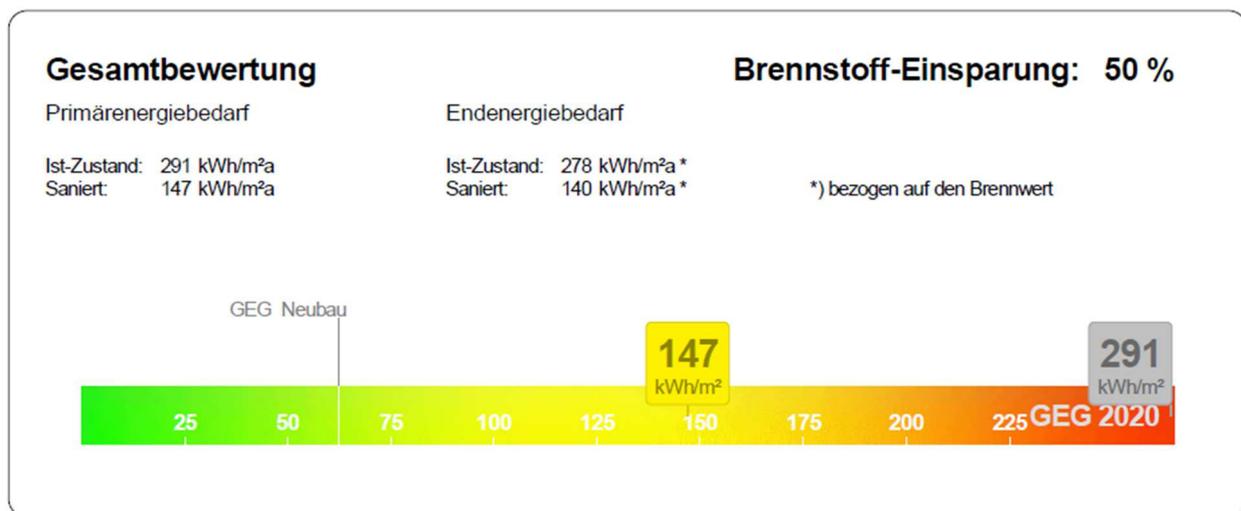


Abbildung 8-43: Bewertung Variante 2, MSK 3

Variante 3a

Variante 3a sieht eine Dämmung der Kellerdecke (8 cm) zusätzlich zu den zuvor beschriebenen Maßnahmen vor. Zudem wird eine für Heizen und Warmwasserbereitung die Installation einer Luft-Wärmepumpe empfohlen. Durch den Ersatz der Ölheizung durch die Wärmepumpe kann ein großer Teil des Brennstoffes eingespart werden

Der derzeitige Endenergiebedarf von 106.906 kWh/Jahr reduziert sich auf 15.701 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen eine Einsparung von 91.204 kWh/Jahr. Die CO₂-Emissionen werden um 22.739 kg/Jahr reduziert. Anders als der Endenergiebedarf berücksichtigt der Primärenergiebedarf auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes von 291 kWh/m²/Jahr auf 74 kWh/m²/Jahr. Die Brennstoffeinsparung der Sanierungsvariante 3a beträgt 85 %.

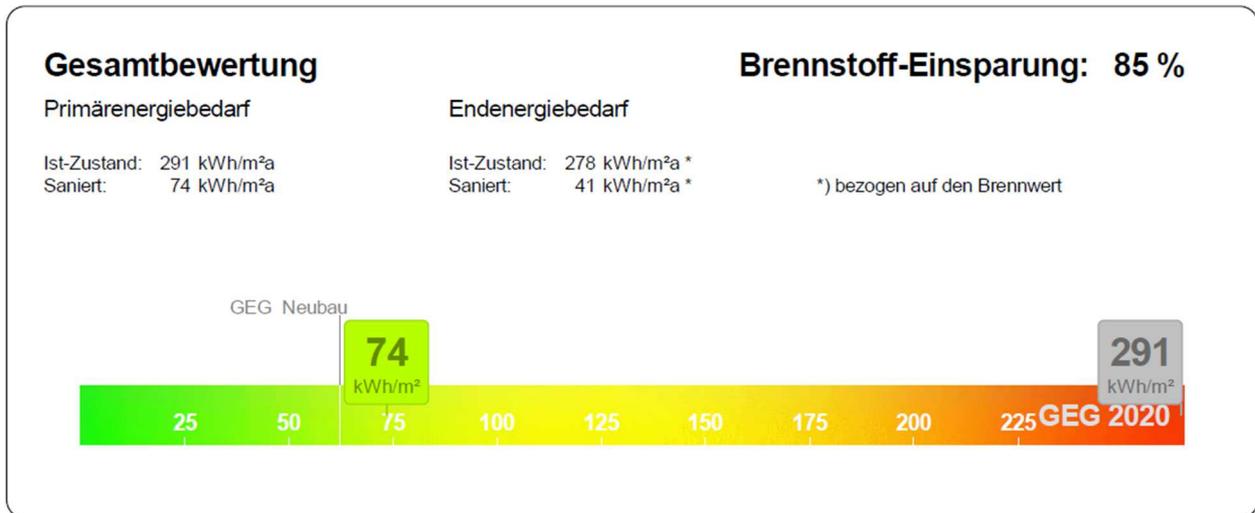


Abbildung 8-44: Bewertung Variante 3a, MSK 3

Variante 3b

In Variante 3b wird der Anschluss des Objekts an ein mögliches regenerativ betriebenes Nahwärmenetz simuliert. Zusätzlich ist auch die Dämmung der Kellerdecke im Anbau vorgesehen (8 cm).

Der derzeitige Endenergiebedarf von 106.906 kWh/Jahr reduziert sich auf 38.957 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 67.948 kWh bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 29.825 kg/Jahr reduziert. Anders als der Endenergiebedarf berücksichtigt der Primärenergiebedarf auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes von 291 kWh/m²/Jahr auf 42 kWh/m²/Jahr. Die Brennstoffeinsparung der Sanierungsvariante 3b beträgt 64 %.

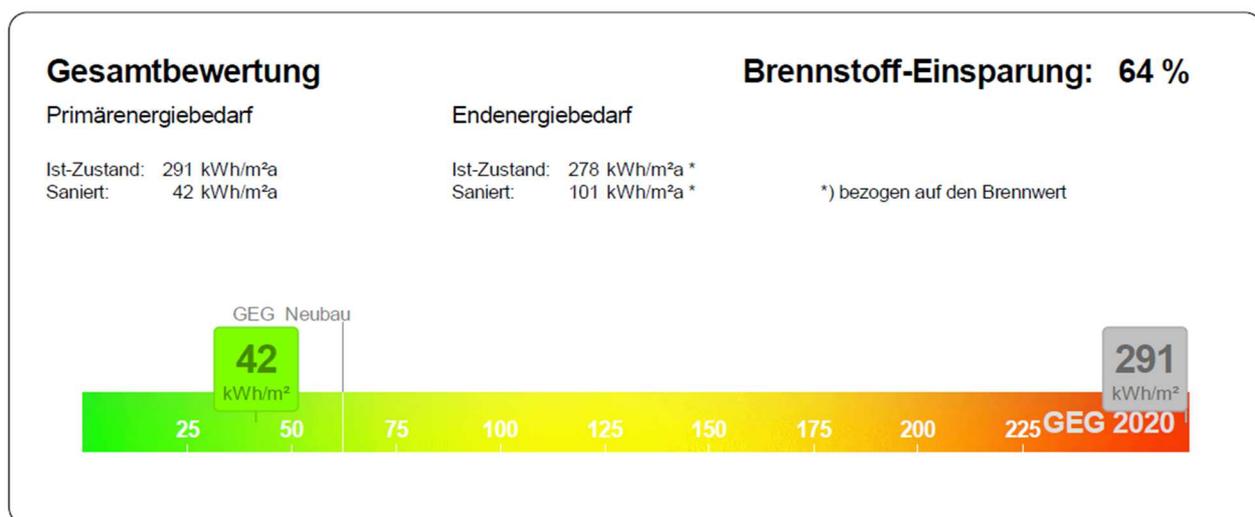


Abbildung 8-45: Bewertung Variante 3b, MSK 3

8.2.4.3 KOSTENSCHÄTZUNG

Die nachstehende Tabelle enthält die Kostenschätzung und basiert auf der DIN 276 - Kosten im Hochbau.

Tabelle 8-18: Kostenschätzung MSK 3

	Variante 1a	Variante 1b	Variante 2a	Variante 2b
Gesamtkosten brutto	128 T€	381 T€	421 T€	398 T€

8.2.4.4 WIRTSCHAFTLICHE AUSWERTUNG

Die wirtschaftliche Auswertung erfolgt unter Einbezug der verfügbaren Fördermittel der BEG. Dabei handelt es sich zum einen um die Förderung der Einzelmaßnahmen, die als Zuschuss vom BAFA zur Verfügung gestellt werden, sowie die Förderung der Komplettsanierung zum Effizienzhaus, die durch einen Kredit der KfW ermöglicht wird.

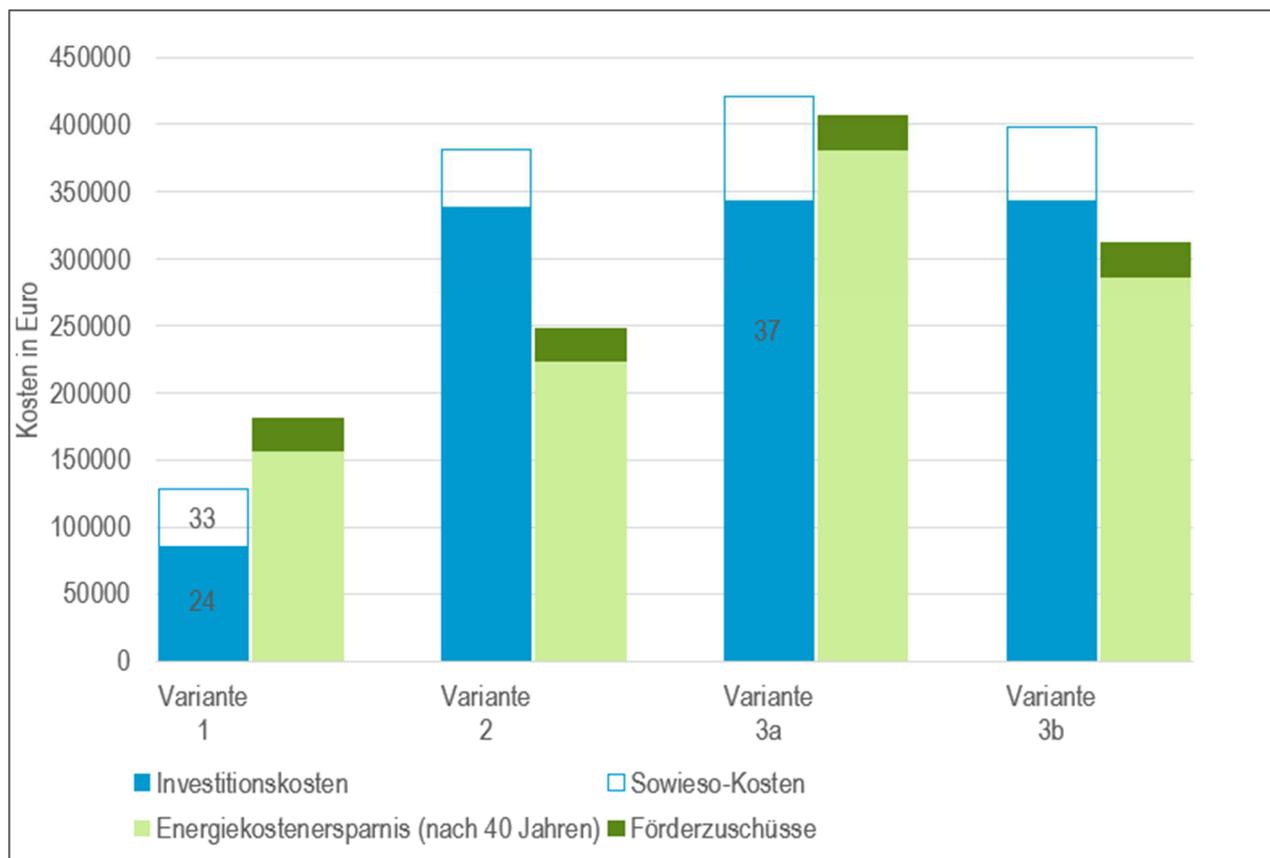


Abbildung 8-46: Rentabilität der Maßnahmen nach 40 Jahren, MSK 3

Es wird die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen über einen Zeitraum von 40 Jahren betrachtet. Basis für die Berechnung sind die Energieverbräuche und -kosten der vergangenen Jahre. Diese wurden den Heizkostenabrechnungen des Eigentümers entnommen. Der durchschnittliche Ölverbrauch des Objekts liegt bei rund 4.000 l/a. Zusätzlich werden über den vorhandenen Kaminofen ca. 4 Kubikmeter Holz verfeuert. Insgesamt kommt die Immobilie also ca. auf einen

Verbrauch von 46.000 kWh/a. der von Hottgenroth berechnete Endenergiebedarf kann um bis zu 200 % von den Realverbräuchen abweichen. Der Energiebedarf von Gebäuden ist sehr stark von dem individuellen Nutzungsverhalten und den geographischen Randbedingungen abhängig. Darüber hinaus wird eine Teuerungsrate des Brennstoffs von jährlich 4 % angenommen.

Abbildung 8-46 zeigt für die einzelnen Sanierungsvarianten eine Gegenüberstellung der Investitionskosten und Sowieso-Kosten auf der einen Seite und der Energiekostensparnis (nach 40 Jahren) sowie Förderzuschüsse auf der anderen Seite. Bei den Sowieso-Kosten handelt es sich um Kosten für Maßnahmen, dessen Ausführung mittel- bis langfristig „sowieso“ durch den Eigentümer erforderlich wären. In allen Varianten dieses Objekts wird der Austausch der Fenster und der Hauseingangstür zu den Sowieso-Kosten gezählt. In Variante 3a und 3b wird zudem der Heizungstausch als Sowieso-Kosten betrachtet, da die Heizung in diesem Objekt mittlerweile über 30 Jahre alt ist und per Gesetz getauscht werden muss.

Abbildung 8-46 zeigt, dass sich keine der Varianten schon nach 40 Jahren amortisiert hat. Dennoch werden die Varianten 1 und 2 aus energetischer Sicht mittelfristig empfohlen. Aufgrund der hohen Kosten für die Sanierung der Gebäudehülle stellen sich die Varianten 3a und 3b aktuell als unwirtschaftlich dar. Der Austausch der Heiztechnik an sich wäre deutlich preiswerter und würde sich dementsprechend auch im Betrachtungszeitraum amortisieren.

8.2.5 ZUSAMMENFASSENDE ERGEBNISSE DER MUSTERSANIERUNGSKONZEPTE

Für die drei Gebäude wurden zunächst detaillierte Bestandsaufnahmen durchgeführt, bei denen der derzeitige energetische Zustand jedes Gebäudes ermittelt und energetische Schwachpunkte identifiziert wurden. Darauf aufbauend wurden für jedes Objekt verschiedene Sanierungsvarianten erarbeitet. Insgesamt kann festgehalten werden, dass alle drei untersuchten Gebäude Potenzial zur energetischen Sanierung bieten.

Bei MSK 1 bietet sich generell ein altersbedingter Tausch der alten Fenster und der Haustür an. Im gleichen Zuge sollte die Fassade gedämmt werden, da diese einen weiteren energetischen Schwachpunkt im Objekt darstellt und für hohe Transmissionswärmeverluste verantwortlich ist. Dieses Vorgehen, also Variante 1, amortisiert sich durch die Brennstoffeinsparung nach 38 Jahren. Die anderen Varianten hingegen amortisieren sich jedoch innerhalb von 40 Jahren, wenn man den Tausch von Türen und Fenstern als ohnehin zu tragende Sowieso-Kosten betrachtet. Variante 2, 3a, und 3b sind mit höheren Kosten verbunden, 3b ist zudem abhängig von einer möglichen Realisierung eines Nahwärmenetzes in Vogelsang-Grünholz.

Bei MSK 2 sind hohe Transmissionsverluste durch die Fenster zu verzeichnen, weshalb vor allem in diesem Bereich energetische Einsparpotenziale zu verzeichnen sind. Von den erarbeiteten Sanierungsvarianten amortisieren sich alle innerhalb von 40 Jahren, lediglich Variante 1 amortisiert sich nach knapp über 40 Jahren. Betrachtet man allerdings hier den Tausch von Fenstern und Türen als Sowieso-Kosten tritt eine Amortisierung aufgrund der günstigen Fördermittelsituation sofort ein. Der Einbau einer Wärmepumpe rentiert sich, wie in Variante 3a beschrieben recht schnell, jedoch sollte ein nicht unbedingt notwendiger Einbau einer Wärmepumpe angesichts der möglichen Errichtung eines Wärmenetzes gut überlegt sein.

Das MSK 3 verzeichnet die größten Wärmeverluste durch die Außenwände, gefolgt von Dach und Fenstern. Aufgrund der Größe und Bauart der Immobilie, amortisiert sich nur Variante 1 im Betrachtungszeitraum. Diese Variante wäre hier zu favorisieren, da die Kosten für die anderen

Varianten aktuell sehr hoch sind und Variante 3b zudem, wie schon in den vorherigen Varianten, von der Realisierung eines neuen Nahwärmenetzes abhängig ist. Aus bauästhetischer Sicht ist jedoch eine Dämmung der Außenwand genau zu prüfen.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass mit den Sanierungsvarianten Maßnahmen erarbeitet wurden, die die wesentlichen bautechnischen Punkte aufnehmen, die aktuell für Mängel an dem Objekt sorgen. Hierbei wurden vor allem Einzelmaßnahmen entwickelt, wie der Tausch von Türen und Fenstern. Sanierungen, die ein Effizienzhaus erreichen, lassen sich entweder wirtschaftlich nicht darstellen oder sind bautechnisch und energetisch nicht sinnvoll.

Grundsätzlich ist bei der Entscheidung über Sanierungsmaßnahmen neben der Amortisation immer auch der verminderte Emissionsausstoß sowie die sofortige Wertsteigerung der Immobilie und der erhöhte Wohnkomfort zu betrachten.

Sofern die Versorgung auf eine komplett regenerative Basis umgestellt werden kann (vgl. Kapitel 9), erreichen die Gebäude auch ohne sehr weitgehende Sanierungen Klimaneutralität. Damit stellt sich die Frage, wie weit der Aufwand an „grauer Energie“ für weitere Dämmungen etc. unter Energie- und Klimagesichtspunkten überhaupt noch sinnvoll ist. Zu beantworten ist dies nur im jeweils konkreten Einzelfall.

9 VERSORGUNGSOPTIONEN UND -SZENARIEN

Die Reduzierung des Wärmebedarfs mithilfe energetischer Sanierung von Gebäuden ist ein erster Teilbereich des Quartierskonzeptes. Ein zweiter Bestandteil ist die Optimierung der Wärmeversorgung und ihre Anpassung an den zukünftig geringeren Verbrauch. Nach der Betrachtung der Sanierungspotenziale im vorangegangenen Kapitel folgt in diesem Kapitel die ganzheitliche Untersuchung der Versorgungsoptionen des Quartiers.

Man unterscheidet bei der Wärmeversorgung zwischen einer dezentralen, also gebäudeindividuellen Wärmeversorgung und einer zentralen Versorgung mit Nah- oder Fernwärme (Pfnür, Winiewska, Mailach, & Oschatz, 2016). Eine eindeutige Abgrenzung zwischen Nah- und Fernwärme existiert dabei nicht, so dass beide Begriffe synonym verwendet werden können. Bei der dezentralen Versorgung, wie sie im Quartier zum Großteil aktuell üblich ist, wird im jeweiligen Gebäude selbst Wärme erzeugt; dies geschieht im Quartier bisher überwiegend auf Erdgasbasis. Bei der zentralen Wärmeversorgung wird die Wärme in einer (oder ggf. auch mehreren) Heizzentrale(n) erzeugt und durch erhitztes Wasser in Wärmeleitungen zu den Abnehmern transportiert. In Neubau- oder sanierten Bestandsgebieten kann auch die sog. kalte Nahwärme eingesetzt werden. Dabei wird lediglich eine Wärmequelle mit niedrigerem Temperaturniveau benötigt, wie z. B. Wärme aus einem Eisspeicher. Das dann nicht mehr gedämmte Wärmenetz wirkt u. U. noch als Erdwärmekollektor und liefert Wasser an die Gebäude. Dem Wärmenetz wird dezentral in den einzelnen Gebäuden durch eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe Wärme entzogen. Wasser-Wasser-Wärmepumpen arbeiten i. d. R. effizienter als Luft-Wasser-Wärmepumpen.

9.1 ZENTRALE VERSORGUNGSOPTIONEN

Vor dem Hintergrund der aus Klimaschutzgründen gebotenen Senkung der CO₂-Emissionen sowie mit Blick auf die Versorgungssicherheit wird zunächst auf eine zentrale und weitestgehend regenerative Wärmeversorgung des Quartiers fokussiert.

Die Struktur des Quartiers spielt eine wesentliche Rolle, da größere Entfernungen zwischen potenziellen Abnehmern aufgrund höherer Investitionskosten für die Leitungen sowie höherer Wärmeverluste innerhalb des Netzes zur wirtschaftlichen Verschlechterung führen. Das Quartier in Damp weist gute Voraussetzungen durch die relativ zentralisierte Anordnung der Wohngebäude auf, sodass eine leitungsgebundene Wärmeversorgung des Gesamtquartiers anhand ökologischer, technischer und wirtschaftlicher Kriterien auf Realisierbarkeit geprüft wird.

Gegenwärtig versorgt die Florianwärme GmbH mehrere Haushalte in dem Florianweg über ein kleines Nahwärmenetz auf Basis von Heizöl. Eine Erweiterung des Wärmenetzes auf angrenzende Gebiete wäre aus Klimaschutzgründen nur mit einer Modernisierung des gesamten Nahwärmesystems sinnvoll. Dementsprechend finden auch die Gebäude, die bereits an das kleine Nahwärmenetz angeschlossen sind, in der weiteren Betrachtung z. B. der Wärmebedarfe Berücksichtigung.

Die Betrachtung von zentralen Versorgungsoptionen fokussiert auf das gesamte Quartier. Es wird eine Netzvariante untersucht, welche ein Verbundnetz zur Versorgung der Ortsteile Vogelsang-Grünholz sowie St. Johannes-Stift beinhaltet.

Die Planung des Wärmeverteilsystems setzt die Festlegung eines Wärmenetzaufbaus voraus. Hierbei muss neben der Darstellung der Struktur von Wärmeverteilungsnetzen und deren

Betriebstemperaturen auch auf die Netzdimensionierung und die Wärmeverluste eingegangen werden. Die notwendige Energiezentrale sollte insbesondere bei einer Nutzung anzuliefernder Brennstoffe (z. B. Holzhackschnitzel) möglichst nahe einer Straße mit hohem Verkehrsaufkommen verortet werden, da so innerörtliche Störungen von Wohngebieten durch Emissionen, Brennstofflieferungen u. a. minimiert werden können.

Im Umfeld des Quartiers kommen dafür u. a. Gut Grünholz im Nordwesten (gelb markiert) und Gut Damp im Nordosten (rot markiert) in Frage (vgl. Abbildung 9-1). Der Betreiber des landwirtschaftlichen Anwesen Gut Grünholz hat bereits Interesse an Wärmelieferungen für das Quartiers signalisiert. Hintergrund ist, dass für das Gut selbst ohnehin der Aufbau einer regenerativen Wärmeversorgung geplant ist, so dass sich Synergien nutzen lassen könnten. Zudem steht Biomasse aus eigenen Flächen zur Verfügung, was eine besondere Kostenstabilität ermöglichen würde.



Abbildung 9-1: Mögliche Lage einer Heizzentrale (Google LLC, 2022)

9.1.1 TECHNISCHE VERSORUNGSLÖSUNGEN

In welcher Form sich eine zentrale Wärmeversorgung im Quartier zukünftig gestalten ließe, wird basierend auf den zur Verfügung stehenden Informationen über die Gebäude und die Gegebenheiten des Quartiers untersucht. In einem zweistufigen Verfahren wurden dabei zunächst vielfältigste derzeit verfügbare Verfahren und Technologien qualitativ anhand ökologischer, technischer und wirtschaftlicher Kriterien auf Realisierbarkeit im Quartier geprüft. Nach dieser mit der Lenkungsgruppe (vgl. Kapitel 13.1) abgestimmten Abwägung wurden der ausschließliche Einsatz von Öl- und Gaskesseln, Brennstoffzellen, Erdgas-BHKW, Pyrolyse und Solarthermieanlagen in den Detailbetrachtungen für den Ausbau einer zentralen Wärmeversorgung nicht weiter berücksichtigt:

- Alleinige Öl- und Erdgaskessel sind aus Klimaschutzgründen und zunehmend auch aus Kostengründen sowie aufgrund der eingeschränkten Versorgungssicherheit für eine zentrale Wärmeversorgung nicht weiter akzeptabel.
- Der Einsatz eines Erdgas-BHKW wird angesichts der Nutzung eines fossilen Energieträgers, der aktuellen Förderbedingungen sowie der steigenden Bepreisung der CO₂-Emissionen nicht als zukunftsfähige und wirtschaftliche Lösung angesehen.
- Brennstoffzellen wären nur dann ökologisch sinnvoll, wenn sie mit grünem Wasserstoff betrieben würden, der bisher kaum verfügbar ist, hier nicht wirtschaftlich eingesetzt werden kann und in absehbarer Zeit energiewirtschaftlich in anderen Bereichen (z. B. Dekarbonisierung bestimmter Industriesektoren oder Schwerlastverkehr) dringender als für Heizzwecke benötigt wird (IPP ESN, 2019).
- Grundsätzlich ist die Abwärmenutzung einer Pyrolyse, welche durch regionale und biogene Einsatzstoffe betrieben wird, nachhaltig und umweltfreundlich. Aufgrund geringer Erfahrungswerte mit Pyrolyse besonders in Verbindung der Wärmeversorgung von Quartieren und den hohen Investitionen, der eingeschränkten landwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeit der Reststoffe sowie den hohen Betriebs- und Wartungskosten erfolgten keine weiterführenden Untersuchungen.
- Die Integration von solarthermischen Anlagen in die technischen Versorgungslösungen wurde u. a. aufgrund nicht vorhandener Flächen im Eigentum der Gemeinde ausgeschlossen.

Im Rahmen der späteren Gespräche mit Gut Grünholz wurde von diesem darauf verwiesen, dass man auch im Umfeld des Gutes über Flächen für Solarthermie verfüge. Dies konnte im Rahmen der vorliegenden Rechnungen nicht mehr berücksichtigt werden. Sollte sich Gut Grünholz als Versorger bestätigen, sollte die Einbindung von Solarthermie auf jeden Fall ernsthaft in Erwägung gezogen und näher geprüft werden, da auch Biomasse (Holzhackschnitzel) ein begrenzter Rohstoff ist, der vor allem an Orten bzw. zu Einsatzzeiten genutzt werden sollte, an denen keine sinnvollen Alternativen verfügbar sind (Meereis, 2023). Hier könnte es sich z. B. anbieten, die Wärmeversorgung im Sommerhalbjahr bzw. bei Einsatz eines saisonalen Speichers auch bis in den Winter hinein durch Solarthermie sicherzustellen und lediglich für den so nicht zu deckenden Bedarf Holz hackschnitzel einzusetzen. Die bisherigen Wirtschaftlichkeitsrechnungen der Versorgungsoptionen könnten im Rahmen eines Sanierungsmanagements um die Solarthermie mit und ohne saisonalen Speicher ergänzt werden.

Eine Versorgungsvariante sieht die zentrale Wärmebereitstellung mittels eines Holz hackschnitzel-Heizkessels vor. Dieser speist die erzeugte Wärme in das Wärmeverteilsystem und speichert ggf. aktuell nicht benötigte Wärme in einem Pufferspeicher, wodurch der Nutzungsgrad, die Lebensdauer und die Emissionen des Holz hackschnitzel-Heizkessel positiv beeinflusst werden. Die Vorratshaltung an Holz hackschnitzeln wird durch einen maßgeschneiderten Bunker gewährleistet. Der Strom zum Betrieb der Gesamtanlage wird aus dem öffentlichen Netz bezogen.

Bei der Beschaffung von Holz hackschnitzeln sollte generell auf eine regionale Herkunft Wert gelegt werden. Es ist zu prüfen, ob mit regionalen Produzenten auch langfristige Lieferverträge mit einer hohen Kostenstabilität eingegangen werden können. Alternativ oder ergänzend zum Fremdbezug ist außerdem das Potential selbst erzeugter Hackschnitzel aus gemeindeeigenen Flächen und deren Qualität zu erheben. Eine Trocknung könnte eventuell mit überschüssiger Wärme aus

umliegenden Biogasanlagen erfolgen.⁵ Die Wertschöpfung würde in diesem Falle noch stärker in der Region verbleiben. Eine solche Möglichkeit der Nutzung regionaler Quellen wäre die bereits beschriebene Versorgung durch Gut Grünholz.

Zusätzlich kann es zunächst noch einen Erdgaskessel geben, der aber nur selten zum Einsatz kommt: bei vereinzelt Lastspitzen, wie sie an extrem kalten Tagen auftreten können, oder wenn andere Anlagen für kurze Zeit wegen Wartungs- oder Reparaturarbeiten außer Betrieb sind.

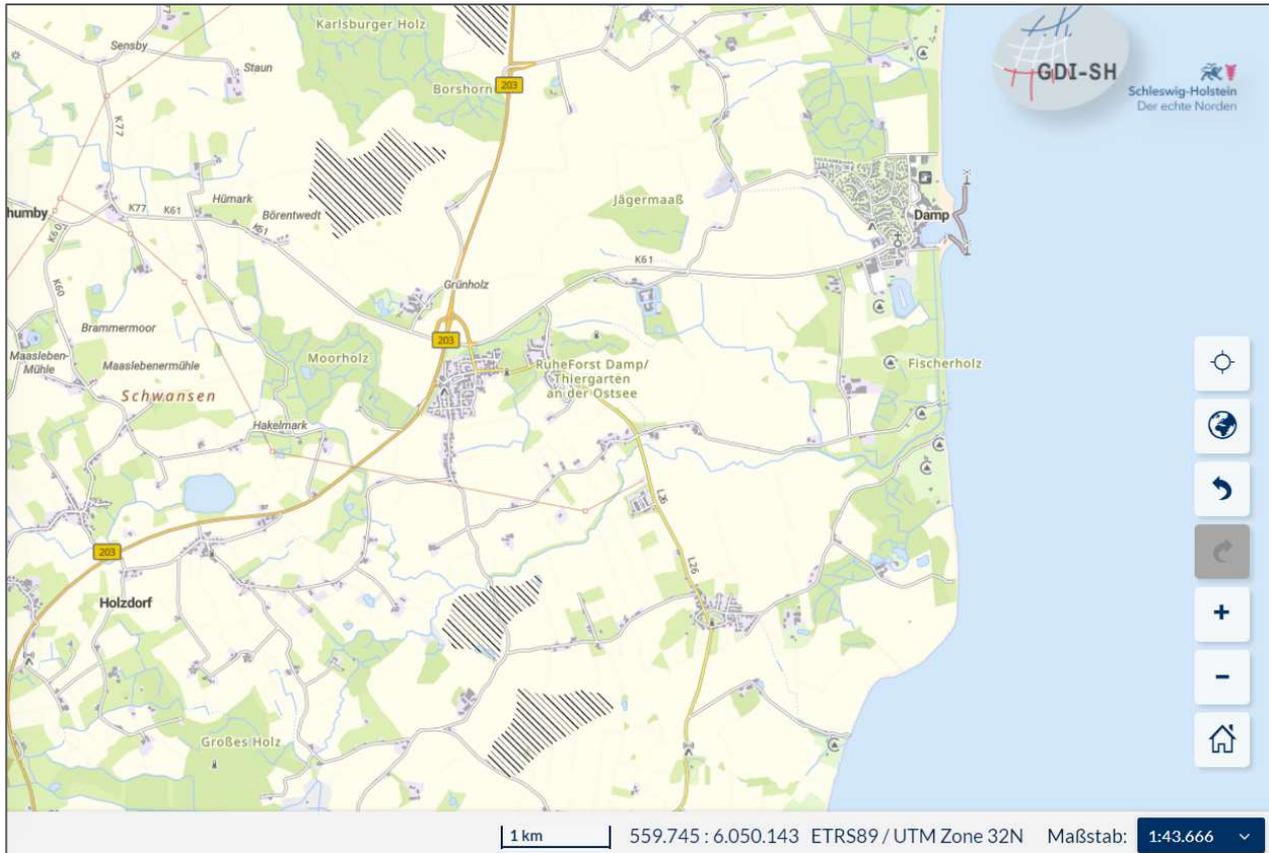


Abbildung 9-2: Windvorranggebiete (schraffierte Flächen) im Umfeld des Quartiers (Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein, o. J.)

Eine alternative, nach Abstimmung mit der Lenkungsgruppe betrachtete Quelle zur unterstützenden Versorgung des Nahwärmenetzes im Quartier bilden elektrisch betriebene Luftwärmepumpen, die Außenluft zur Wärmeherzeugung nutzen. Die Luft-Wasser-Wärmepumpen werden aufgrund der höheren Effizienz vorrangig im Sommer eingesetzt, da die Effizienz dieser Technik von der Umgebungstemperatur abhängt. Solch ein Konzept ist vor allem dann interessant, wenn ein erneuerbarer Stromerzeuger (Windräder oder Solarzellen) über eine Direktleitungen zur Wärmepumpe (ohne Nutzung des öffentlichen Stromnetzes) eingebunden werden kann, wodurch der Strombezug aus dem öffentlichen Stromnetz deutlich reduziert wird. Die auftretenden Stromüberschüsse in Zeiten mit Einspeisemanagement können durch die Ergänzung eines Wärmespeichers

⁵ Diese Möglichkeiten könnten ggf. im Rahmen eines auf das Quartierskonzeptes folgenden Sanierungsmanagements näher geprüft werden.

sinnvoll zur Wärmebereitstellung genutzt werden.⁶ Die Nutzung des vor Ort erzeugten Stroms ist günstiger als der Strombezug aus dem öffentlichen Netz, da bei einer örtlichen Stromproduktion die Netznutzungsentgelte, die Konzessionsabgaben und die Stromsteuer entfallen.

Eine solche Stromquelle wären z. B. Windparks, die auf den Windvorrangflächen im Umfeld des Quartiers errichtet werden könnten (vgl. Abbildung 9-2). Zudem wird derzeit eine Weißflächenkartierung für Freiflächen-Photovoltaikanlagen in der Region erstellt. Auch solche Anlagen könnten genutzt werden. Besonders sinnvoll könnte eine Kombination aus beidem sein, da die Erzeugungslastgänge eine hohe Komplementarität aufweisen.

9.1.2 ENTWURF WÄRMENETZ

Für die Ermittlung der Gesamtinvestitionen sowie der Netzwärmeverluste ist die Bestimmung der Trassenlänge des untersuchten Wärmenetzes erforderlich. Die Trassenlänge wurde anhand luftbildfotografischen Abbildungen näherungsweise ermittelt. Die Netzwärmeverluste, die durch Wärmeabgabe aus den mit heißem Wasser gefüllten Heizungsleitungen an das umgebende Erdreich entstehen, sind hierbei exemplarisch für ein gut gedämmtes und zu empfehlendes Wärmenetz sogenannter Twin-Rohre mit gemeinsamem Vor- und Rücklauf in einem Mantel und gemeinsamer Isolierung betrachtet worden. Die Wärmeverlustleistung beträgt dabei 15 W/Tr.m.

Die Auslegung des Wärmenetzes erfolgt nach den aktuellen Wärmebedarfen der Gebäude. Grundlage der Berechnung ist angesichts der hier gegebenen Netz- bzw. Nutzerkonstellationen eine Anschlussquote von 80%, so dass mit den berechneten Kapazitäten langfristig ein Wärmeanschluss für jeden Haushalt gewährleistet werden kann. Alle Wärmeerzeugungsanlagen wurden ebenfalls auf den aktuellen Wärmebedarf bei einer Anschlussquote in Höhe von 80 % ausgelegt, da davon auszugehen ist, dass sich nicht alle Eigentümer sofort anschließen lassen werden. Langfristig ist zudem mit einer Sanierung einer Vielzahl von Gebäuden zu rechnen. Die Sanierungen werden jedoch nicht auf einen Schlag realisiert, sondern sukzessive verteilt über viele Jahre (vgl. Kapitel 7.3.2). Dadurch werden weitere Kapazitäten frei, durch die wiederum weitere Gebäude angeschlossen werden können. Langfristig können dadurch über 80% der Gebäude im Gebiet über das Wärmenetz versorgt werden. Einige Wärmeerzeugungsanlagen haben eine Lebensdauer von 10 bis 20 Jahren; hier kann dann die Dimensionierung bei der Erneuerung an die jeweilige Verbrauchsentwicklung angepasst werden. Außerdem wird durch eine Gebäudesanierung die Heizlast nur bedingt beeinflusst, da sich der Leistungsbedarf für das Trinkwarmwasser nicht in Abhängigkeit des Gebäudezustandes verändern, sondern auf Basis des Nutzerverhalten im Gebäude.

Abbildung 9-3 stellt die mögliche Trassenführung des untersuchten Wärmenetzes zur Versorgung des gesamten Quartiers dar.

Um das Wärmenetz im Hinblick auf Wärmenetzverluste bzw. Wärmeverteilung qualitativ bewerten zu können, müssen die zwischen Heizzentrale und Abnehmern anfallende Netzwärmeverluste mit betrachtet werden (vgl. Abbildung 9-4). Diese sind hauptsächlich von der Netzlänge und der Temperatur des Wärmeträgermediums abhängig. Hier würden bei einer Anschlussquote von 80 % etwa 18 % des eigentlichen Wärmebedarfs an Wärmenetzverlusten anfallen. Die Wärmeverluste

⁶ Die Regulatorik bietet derzeit allerdings nur begrenzte Anreize zur Nutzung von Strom, der statt der Abschaltung der Anlagen im Rahmen des Einspeisemanagements erzeugt werden könnte.

beeinflussen die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes und sollten daher möglichst geringgehalten werden. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn die Wärme nicht (nur) aus ohnehin vorhandener und bisher nicht genutzter Abwärme stammt. Bei einer niedrigeren Netzanschlussquote bleiben die absoluten Wärmeverluste in etwa gleich, da die Wärmeverlustleistung lediglich von der Temperaturdifferenz zwischen dem Heizungswasser in den Rohren und dem umgebenden Erdreich abhängt, nicht jedoch von der durchfließenden Wassermenge; die relativen Verluste steigen somit. Dies würde die Wirtschaftlichkeit und die ökologische Effizienz des Gesamtsystems verschlechtern.

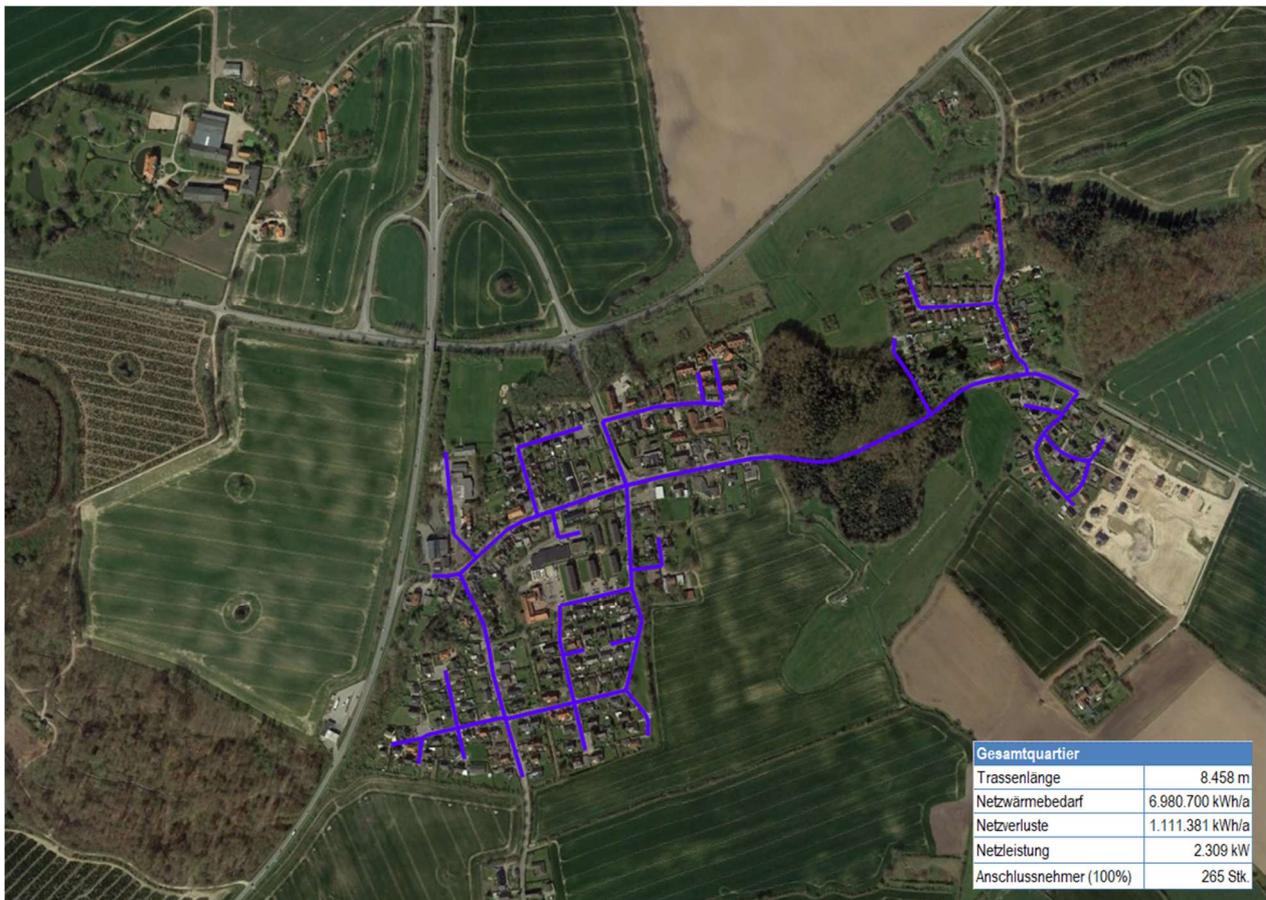


Abbildung 9-3: Mögliche Trassenführung zur Versorgung des Gesamtquartiers (Google LLC, 2022)

Die Anschlussdichte des untersuchten Wärmenetzes ist ebenfalls in Abbildung 9-4 dargestellt und setzt die Wärmeabnahme ins Verhältnis zur Netzlänge. Je höher die Anschlussdichte ist, desto mehr Wärme wird pro Leitungsmeter über ein Jahr abgenommen. Daher wird angestrebt, eine möglichst hohe Anschlussdichte zu erzielen, da so neben den Investitionskosten für die Leitungen auch die Wärmeverluste innerhalb des Netzes in Relation zur Wärmeabnahme niedrig gehalten werden. Aufgrund der relativ moderaten Wärmeabnahme auf langer Wärmetrasse hat das hier untersuchte Wärmenetz eine relativ moderate Anschlussdichte. Im ländlichen Raum ist der Betrieb von effizienten und klimafreundlichen Wärmenetzen auch mit niedrigen Anschlussdichten und hohen Systemeffizienzen durchaus möglich.

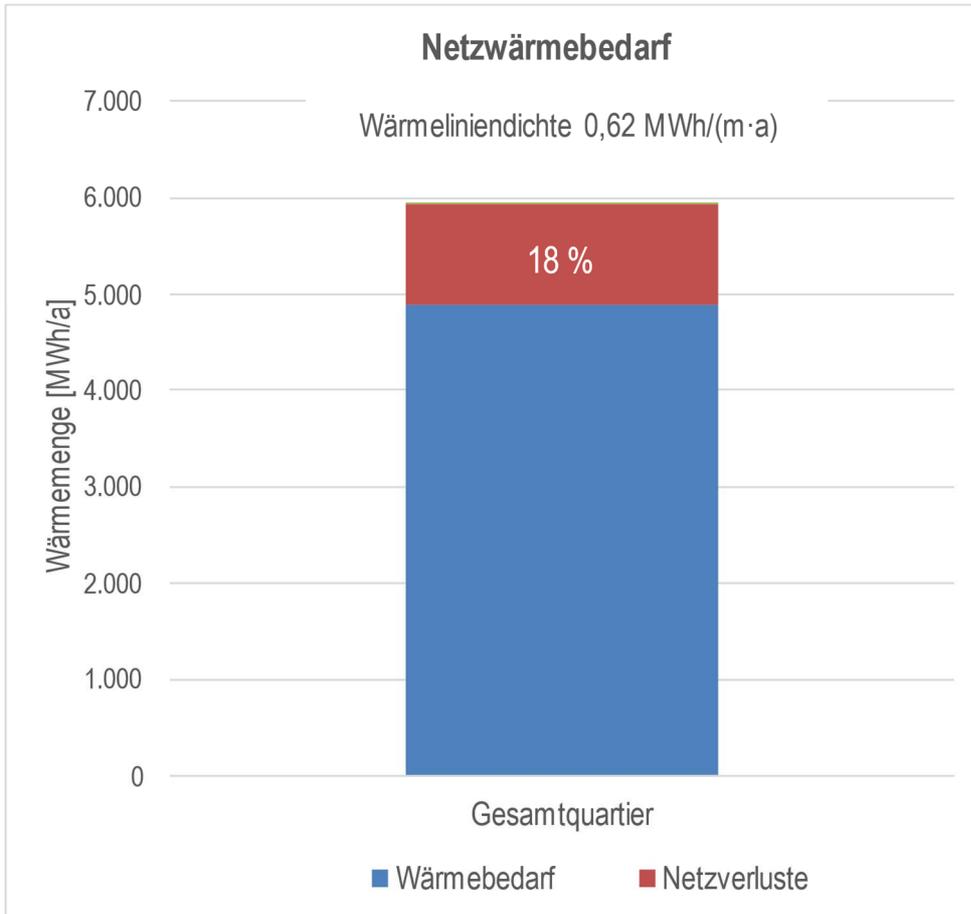


Abbildung 9-4: Netzverluste und Wärmelinienendichte der Netzvariante bei 80 % Anschlussquote

9.1.3 ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE ANSÄTZE

Um die im nächsten Schritt untersuchten Szenarien wirtschaftlich bewerten zu können, wurden energiewirtschaftlich relevanten Rahmenparameter (Stand: Dezember 2022) definiert. Neben einem Kapitalzins von 5 % p. a. wurden aktuelle Kosten für Energieeinkauf, Wartung und Instandhaltung angesetzt sowie eine CO₂-Bepreisung von 74 €/t angenommen, wie sie aufgrund des sukzessiven und über 2025 hinaus hier angenommenen linearen Anstiegs der CO₂-Bepreisung mit einer Steigung von 7,5 €/t p. a. im Mittel in den nächsten zehn Jahren bis 2032 anfallen sollte (Bundesregierung, 2019). Die Ansätze für Wartungs- und Reparaturkosten wurden bei den Herstellern angefragt oder stammen aus vergleichbaren Projekten.

Durch Stromlieferverträge mit regionalen Erzeugern (PPA) und Nutzung von erneuerbarem Strom, der nicht durch ein Stromnetz der öffentlichen Versorgung durchgeleitet wird, zum Betrieb von Wärmepumpen kann ein Kostenvorteil gegenüber einem ausschließlichen Netzbezug entstehen. Der Energiepreis für Eigenstrom aus einer möglicherweise entstehenden nahegelegenen Windkraftanlage wird mit 26 ct/kWh kalkuliert und enthält damit keine Preisbestandteile, die mit der Nutzung des öffentlichen Stromnetzes einhergehen, insbesondere keine Netzentgelte.⁷

⁷ Der Preis setzt sich aus dem durchschnittlichen Marktwert Wind (2. Halbjahr 2022), einer Konzessionsabgabe und spezifischen Kosten für Transformator und Direktleitung zusammen.

Tabelle 9-1 gewährt einen Überblick über die energiewirtschaftlichen Ansätze, die der Wirtschaftlichkeitsberechnung zu Grunde gelegt wurden. Für die wirtschaftliche Bewertung der zentralen Versorgungsvarianten wurde der durchschnittliche Preis von Gas, Strom und Hackschnitzeln vom 2. Halbjahr 2022 angesetzt.

Tabelle 9-1: Energiewirtschaftliche Ansätze

Energiewirtschaftliche Ansätze (netto)			
Kapitalzins		5,00%	p. a.
Wartung und Instandhaltung			
Biomassekessel		3,00%	p. a./Invest
Erdgaskessel		2,00%	p. a./Invest
Wärmepumpen		2,00%	p. a./Invest
Anlagentechnik		1,50%	p. a./Invest
Wärmenetz		0,25%	p. a./Invest
Grundstücke & Gebäude		0,25%	p. a./Invest
Versicherung/Sonstiges		0,50%	p. a./Invest
technische Betriebsführung		0,50%	p. a./Invest
kaufmännische Betriebsführung		130 €	p. P./p. a.
Energiekosten			
Mischpreis Erdgas	Ø 1. Halbjahr 2022	8,08	ct/kWh _{Hi}
	Ø 2. Halbjahr 2022	10,48	ct/kWh _{Hi}
Mischpreis Hackschnitzel	Ø 1. Halbjahr 2022	2,90	ct/kWh _{Hi}
	Ø 2. Halbjahr 2022	3,57	ct/kWh _{Hi}
Mischpreis Strom	Ø 1. Halbjahr 2022	31,59	ct/kWh _{el}
	Ø 2. Halbjahr 2022	32,95	ct/kWh _{el}
Mischpreis Holzpellets	Ø 1. Halbjahr 2022	7,35	ct/kWh _{Hi}
	Ø 2. Halbjahr 2022	12,85	ct/kWh _{Hi}
Mischpreis Windstrom	Ø 1. Halbjahr 2022	17,00	ct/kWh _{el}
	Ø 2. Halbjahr 2022	26,00	ct/kWh _{el}
CO ₂ -Bepreisung	Ø Jahr 2023-2032	73,80	€/t CO ₂

9.1.4 ZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG OHNE SANIERUNG

In diesem Kapitel werden die verschiedenen Versorgungsoptionen ohne Berücksichtigung einer Gebäudesanierung betrachtet.

9.1.4.1 ANLAGENDIMENSIONIERUNG UND ENERGIEBILANZEN

Im ersten Schritt werden zunächst die Wärmeerzeuger dimensioniert und die unterschiedlichen Energieflüsse bilanziert. Hierfür werden Erzeuger und Verbraucher bzw. deren Lastgänge in ein Simulationstool eingebettet und analysiert. Tabelle 9-2 stellt die Energiebilanzen der einzelnen Versorgungsszenarien für das untersuchte Wärmenetz dar.

Die benötigte jährliche Wärmemenge aller Gebäude im Quartier inklusive der Gebäude, die dem schon bestehenden Wärmeverbund im Florianweg angeschlossen sind, liegt im Mittel bei etwa 5.870 MWh. Bei einer Anschlussquote von 80 % beträgt der Wärmeabsatz im zukünftigen Nahwärmenetz ca. 4.899 MWh/a. Obwohl die Wärmeverluste des Netzes durch moderne, gut gedämmte Wärmeleitungen verringert werden können, würde durch die Verteilung eine Wärmeenergie von 1.042 MWh pro Jahr verloren gehen, die dem zukünftigen Nahwärmenetz zusätzlich

zugeführt werden muss. Die Verluste betragen etwa 18 % des gesamten Netzwärmebedarfs. Somit muss dem Wärmenetz unter Einbezug aller Übertragungsverluste eine jährliche Wärmemenge von etwa 5.941 MWh zugeführt werden.

Die Grundversorgung des zukünftigen Nahwärmenetzes übernimmt eine mit regionalem Holzhackschnitzeln befeuerte Kesselanlage mit einer thermischen Leistung von 1.000 kW (hier kostenseitig berücksichtigt als Erzeugersystem bestehend aus mehreren Kesselanlagen), der über 92 % des Netzwärmebedarfs abdeckt. Die noch erforderliche fossile Wärmeerzeugung zur Abdeckung von Spitzenlasten aus dem Erdgaskessel an kalten Wintertagen macht dann weniger als 8 % des gesamten Netzwärmebedarfs aus.

Durch den Einsatz von mehreren Hackschnitzelkesselanlagen (Kaskadenschaltung) gibt es die Möglichkeit, die Wärmeversorgung ausschließlich auf erneuerbare Energieträger umzustellen. Durch die redundante Auslegung der Wärmeerzeuger kann im Stör- oder Wartungsfall trotzdem eine Versorgungssicherheit gewährleistet werden. Zusätzlich werden Anschlusspunkte für eine mobile Notlösung (z. B. mobiler Ölheizkessel) vorgesehen, welcher nur im Notfall an das Wärmenetz angeschlossen und eingesetzt wird.

Die Option der „fossilen Spitzenlastabdeckung“ stellt einen Kompromiss dar: Einerseits handelt es sich bei Erdgas noch um einen fossilen Energieträger, der mittelfristig zu ersetzen ist. Andererseits sind aufgrund der sehr begrenzten Einsatzzeiten die CO₂-Emissionen begrenzt und die relativ geringen Investitionskosten eines solchen Kessels halten die Kosten des Gesamtsystems in Grenzen. So kann eine möglichst hohe Anschlussquote erreicht werden, d. h. es wird vermieden, dass sich sehr preissensible Haushalte nicht anschließen und bei ihrer derzeitigen, komplett fossilen Versorgung verbleiben.

Ebenfalls ist eine zentrale Belieferung des Quartiers mit Wärme durch Luftwärmepumpen mit einer thermischen Gesamtleistung von 450 kW zur Unterstützung der Hackschnitzelheizung denkbar, wodurch etwa 33 % des Netzwärmebedarfs gedeckt werden können. Als Wärmequelle dient die Umgebungsluft. Die Luftwärmepumpe wird aufgrund ihrer Effizienz vorrangig im Sommer betrieben. Das mit Hackschnitzeln befeuerte Erzeugersystem mit einem Anteil von etwa 60 % am Netzwärmebedarf ist auf eine thermische Leistung von 650 kW reduziert. Die verbleibende benötigte Wärmemenge wird fossil durch den Betrieb eines Erdgaskessels zur Verfügung gestellt.

Die benötigte elektrische Energie zum Betrieb der Luftwärmepumpen wird in der Variante 2 aus dem öffentlichen Stromnetz bezogen. Alternativ wird in der Variante 3 ein regenerativer Stromerzeuger - eine mögliche im näheren Umfeld befindliche Windkraftanlage mit einer elektrischen Leistung von 3,2 MW - integriert. Mithilfe simulierter Stundenwerte einer Windkraft-Onshore-Anlage sowie der Simulation des Wärmebedarfs im Quartier konnten die Anteile der elektrischen Energie, die aus der Windkraftanlage stammen und derjenigen, die ergänzend aus dem öffentlichen Stromnetz bezogen werden müssen, ermittelt werden. Dabei ergab sich, dass die Windkraftanlage etwa 80 % der benötigten elektrischen Energie zum Betrieb der Luftwärmepumpen bereitstellen könnte.

Tabelle 9-2: Anlagendimensionierung und Energiebilanzen der zentralen Wärmeversorgung

Energiebilanzen	Variante 1 Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Variante 1.1 Hackschnitzelkessel	Variante 2 Wärmepumpe (öffntl. Netz) + Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Variante 3 Wärmepumpe (Windstrom) + Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Dimension
Anschlussquote	80%	80%	80%	80%	
Anschlussnehmer	212	212	212	212	Stk.
Wärmebedarf	4.458.055	4.458.055	4.458.055	4.549.633	kWh _{th}
davon Wohngebäude	3.532.099	3.532.099	3.532.099	3.532.099	kWh _{th}
davon Nichtwohngebäude	925.956	925.956	925.956	1.017.534	kWh _{th}
Anschlussleistung	2.470	2.470	2.470	2.470	kW _{th}
davon Wohngebäude	1.848	1.848	1.848	1.848	kW _{th}
davon Nichtwohngebäude	622	622	622	622	kW _{th}
Wärmenetz					
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,67	0,67	0,67	0,67	
Trassenlänge Hauptstraße	5.808	5.808	5.808	5.808	m
Trassenlänge Hausanschluss	2.120	2.120	2.120	2.120	m
Netzverlustleistung	119	119	119	119	kW _{th}
Netzverluste	1.041.739	1.041.739	1.041.739	1.041.739	kWh _{th}
Netzverluste	19%	19%	19%	19%	
Netzwärmebedarf	5.499.794	5.499.794	5.499.794	5.591.372	kWh _{th}
Netzleistungsbedarf	1.765	1.765	1.765	1.765	kW _{th}
Strombedarf Netzpumpen	82.497	82.497	82.497	83.871	kWh _{el}
Anschlussdichte	0,6 MWh/(m-a)	0,6 MWh/(m-a)	0,6 MWh/(m-a)	0,6 MWh/(m-a)	MWh _{th} /(m-a)
Widkraftanlage					
Anlagenleistung					3.000 kW
erzeugte elektrische Energie					7.257.417 kWh _{el}
davon Eigenverbrauch					650.067 kWh _{el}
davon Einspeisung					6.607.351 kWh _{el}
Eigenverbrauchsquote					9%
Autarkiegrad					79%
Hackschnitzelkessel					
Wärmeerzeuger					
Thermische Leistung	1.000	1.765	650	650	kW _{th}
Vollbenutzungsstunden	5.231	3.125	5.337	5.296	Std.
erzeugte thermische Energie	5.231.398	5.516.417	3.469.280	3.442.671	kWh _{th}
Jahresnutzungsgrad	85%	85%	85%	85%	
Brennstoffbedarf	6.154.586	6.489.903	4.081.506	4.050.202	kWh _{th}
Hackschnitzelmenge	7.433	7.838	4.929	4.892	m ³
Deckungsanteil von Wärmeeinspeisung	95%	100%	63%	61%	
Betriebsstrom	52.314	55.164	34.693	34.427	kWh _{el}
Luft-/Wasser-Wärmepumpe					
Wärmeerzeuger					
Typ			Aerothermie	Aerothermie	
Anzahl			2	2	
Thermische Leistung			450	450	kW _{th}
Vollbenutzungsstunden			3.939	4.027	Std.
erzeugte thermische Arbeit			1.772.513	1.812.198	kWh _{th}
Jahresnutzungsgrad			2,6	2,6	
erzeugte thermische Arbeit EE Strom			0,0	1.434.554	
Jahresarbeit thermische öffntl. Strom			1.082.976	230.756,9	
benötigte elektrische Arbeit			689.538	704.865	kWh _{el}
Jahresarbeit Wärmeentzug Quelle			1.082.976	1.107.333	kWh _{th}
Deckungsanteil am Netzwärmebedarf			32%	32%	
Erdgaskessel					
Wärmeerzeuger					
erforderliche thermische Leistung	765		665	665	kW _{th}
installierte thermische Leistung	800		700	700	kW _{th}
zusätzlich erforderliche thermische Energie	285.019		279.827	268.407	kWh _{th}
Wirkungsgrad	93%		93%	93%	
zusätzlich erforderliche Brennstoffarbeit	306.472		300.889	288.610	kWh _{th}
Betriebsstrom	2.850		2.798	2.684	kWh _{el}
Deckungsanteil von Wärmeeinspeisung	5%		5%	5%	
Wärmespeicher					
Speichergroße	35	35	35	35	m ³
Speicherkapazität	1.626	1.626	1.626	1.626	kWh _{th}
Behälterhöhe	10	10	10	10	m
Behälterdurchmesser	2	2	3	3	m
Behälteroberfläche	73	73	108	108	m ²
Speicherverluste	15.608	15.608	20.811	22.468	kWh _{th}

9.1.4.2 INVESTITIONSSCHÄTZUNG

Für die grobe Ermittlung der Investitionskosten wurden Ausgaben für Wärmepumpen-, Holzhack- schnitzel- und Kesselanlage, Anlagentechnik und Installation sowie Infrastrukturmaßnahmen kalkuliert, die auf Erfahrungswerten von IPP ESN aus entsprechenden aktuellen Planungsarbeiten basieren und auf die projektspezifischen Gegebenheiten abgestimmt wurden.

Die Aufstellung der Investitionskosten ist Tabelle 9-3 zu entnehmen. Auf die in den einzelnen Ausgabenkategorien ermittelten Zwischensummen wurde ein spezifischer Aufschlag für Unvor- hergesehenes und Planungsleistungen sowie eine pauschale Preissteigerung beim Hackschnit- zelkessel in Höhe von 12 % gegenüber den Preisen von 2022 addiert, um einer für die Konzept- phase angemessenen konservativen Investitionskalkulation Rechnung zu tragen.

Die Investitionen gehen als jährlich gleichbleibende Zahlung in die Wirtschaftlichkeitsberechnung ein. Die kapitalgebundenen Kosten orientieren sich an der Nutzungsdauer der technischen Anla- gen gemäß VDI-Richtlinie 2067 - Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen (Bundesfinanzministerium, 2000).

Folgende Abschreibungszeiträume wurden angenommen:

- Holzkessel: 20 Jahre
- Wärmepumpe: 20 Jahre
- Erdgaskessel: 20 Jahre
- Anlagentechnik und Installation: 15 Jahre
- Bautechnik (inkl. Wärmenetz): 40 Jahre
- Gebäude und Außenanlagen: 50 Jahre

Um die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes erneuerbarer Energieträger im Wärmebereich zu verbes- sern, können in der Regel Fördermittel auf Landes- und Bundesebene in Form von zinsgünstigen Krediten und direkten Zuschüssen in Anspruch genommen werden. Die staatliche Förderung er- folgt derzeit nach den Richtlinien des Bundes zur Förderung effizienten Wärmenetzen und kann beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) beantragt werden.

Mit der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) werden der Neubau von Wärmenetzen mit hohen Anteilen erneuerbaren Energien sowie die Dekarbonisierung von bestehenden Netzen gefördert. Das Förderprogramm sieht sowohl eine systematische Förderung für erneuerbare und klimaneutrale Neubaunetze mit maximal 40 % der förderfähigen Ausgaben für die Investitionen in Erzeugungsanlagen und Infrastruktur vor, als auch eine Betriebskostenförderung für Solarther- mieanlagen und Wärmepumpen (BAFA, 2023). Die Gesamtförderung wird auf die Wirtschaftlich- keitslücke begrenzt. Hierfür muss aufgezeigt werden, dass „die beantragte Förderung unter Berück- sichtigung sämtlicher Kosten-, Erlös- und Förderkomponenten über die Lebenszeit des zu för- dernden Projekts sowie eines plausiblen kontrafaktischen Falls für die Wirtschaftlichkeit des Vor- habens erforderlich ist“ (BMWK, 2022).

Die maximal möglichen Förderungen über die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) liegen entsprechend den Versorgungsvarianten und den tatsächlich zu verlegenden Leitungslän- gen hier zwischen ca. 3,3 und 3,7 Mio. €.

Tabelle 9-3: Investitionen der zentralen Wärmeversorgung

Investitionen	Variante 1 Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Variante 1.1 Hackschnitzelkessel	Variante 2 Wärmepumpe (öffentl. Netz) + Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Variante 3 Wärmepumpe (Windstrom) + Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Dimension
Hackschnitzelkessel					
thermische Leistung	1.000	1.928	650	650	650 kW _{th}
Kesselanlage inkl. Peripherie und Silo	670.000	1.300.000	440.000	440.000	440.000 €
Zwischensumme	670.000	1.300.000	440.000	440.000	440.000 €
Unvorhergesehenes	33.500	65.000	22.000	22.000	22.000 €
Preissteigerung	84.420	163.800	55.440	55.440	55.440 €
Planung, Gutachten etc.	118.188	229.320	77.616	77.616	77.616 €
Investition Biomassekessel	906.108	1.758.120	595.056	595.056	595.056 €
Erdgaskessel					
thermische Leistung	1.000		900	900	900 kW _{th}
Kesselanlage	85.000		76.500	76.500	76.500 €
Zubehör	10.000		9.000	9.000	9.000 €
Zwischensumme	95.000		85.500	85.500	85.500 €
Unvorhergesehenes	9.500		8.550	8.550	8.550 €
Planung, Gutachten etc.	15.675		14.108	14.108	14.108 €
Investition Erdgaskessel	120.175		108.158	108.158	108.158 €
Luftwärmepumpe					
thermische Leistung			450	450	450 kW _{th}
Wärmepumpe			360.000	360.000	360.000 €
Peripherie, Anlagenbau			72.000	72.000	72.000 €
Zwischensumme			432.000	432.000	432.000 €
Unvorhergesehenes			43.200	43.200	43.200 €
Planung, Gutachten etc.			71.280	71.280	71.280 €
Investition Luftwärmepumpe			546.480	546.480	546.480 €
Wärmespeicher					
Volumen	35	70	35	35	35 m ³
Wärmespeicher, Nebenarbeiten	70.000	130.000	70.000	70.000	70.000 €
Zwischensumme	70.000	130.000	70.000	70.000	70.000 €
Unvorhergesehenes	3.500	6.500	3.500	3.500	3.500 €
Planung, Gutachten etc.	11.025	20.475	11.025	11.025	11.025 €
Investition Wärmespeicher	84.525	156.975	84.525	84.525	84.525 €
Elektro- und Anlagentechnik					
Direktleitung WEA					1.000.000 €
Transformator					100.000 €
Druckhaltung und Wasseraufbereitung	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000 €
Pumpen	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000 €
Steuer- und Regelungstechnik	30.000	30.000	45.000	60.000	60.000 €
elektrische Einbindung	15.000	25.000	70.000	140.000	140.000 €
hydraulische Einbindung	35.000	50.000	50.000	50.000	50.000 €
Anlagenbau	150.000	150.000	200.000	200.000	200.000 €
Hausübergabestation (<= 50 kW)	673.200	673.200	673.200	673.200	673.200 €
Hausübergabestation (>120 kW)	27.200	27.200	27.200	27.200	27.200 €
Hausübergabestation (>150-200 kW)	10.400	10.400	10.400	10.400	10.400 €
Brennstoffversorgung	20.000	0	20.000	20.000	20.000 €
Abgasanlage	100.000	120.000	70.000	70.000	70.000 €
Zwischensumme	1.190.800	1.215.800	1.295.800	2.480.800	2.480.800 €
Unvorhergesehenes	119.080	121.580	129.580	248.080	248.080 €
Planung, Gutachten etc.	196.482	200.607	213.807	409.332	409.332 €
Investition Elektro- & Anlagentechnik	1.506.362	1.537.987	1.639.187	3.138.212	3.138.212 €
Wärmenetz					
Transportleitungen	3.020.160	3.020.160	3.020.160	3.020.160	3.020.160 €
Hausanschlussleitungen	954.000	954.000	954.000	954.000	954.000 €
Zwischensumme	3.974.160	3.974.160	3.974.160	3.974.160	3.974.160 €
Unvorhergesehenes	397.416	397.416	397.416	397.416	397.416 €
Planung, Gutachten etc.	655.736	655.736	655.736	655.736	655.736 €
Investition Wärmenetz	5.027.312	5.027.312	5.027.312	5.027.312	5.027.312 €
Grundstücke & Gebäude					
Heizhaus (Gebäude)	250.000	280.000	250.000	250.000	250.000 €
Außenanlage (Zaun, Oberflächen, Rigole, etc.)	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000 €
Zwischensumme	300.000	330.000	300.000	300.000	300.000 €
Unvorhergesehenes	45.000	49.500	45.000	45.000	45.000 €
Planung, Gutachten etc.	51.750	56.925	51.750	51.750	51.750 €
Investition Grundstücke & Gebäude	396.750	436.425	396.750	396.750	396.750 €
Summe (netto)	8.041.232	8.916.819	8.397.468	9.896.493	9.896.493 €
Unvorhergesehenes	607.996	639.996	649.246	767.746	767.746 €
Preissteigerung	84.420	163.800	55.440	55.440	55.440 €
Planung, Gutachten etc.	1.048.856	1.163.063	1.095.322	1.290.847	1.290.847 €
Summe (brutto)	9.569.067	10.611.015	9.992.987	11.776.827	11.776.827 €
Unvorhergesehenes	723.515	761.595	772.603	913.618	913.618 €
Preissteigerung	100.460	194.922	65.974	65.974	65.974 €
Planung, Gutachten etc.	1.248.139	1.384.045	1.303.433	1.536.108	1.536.108 €

Neben den bereits genannten Förderprogrammen, welche sich dadurch auszeichnen, dass sie bei Einhaltung der technischen und organisatorischen Vorgaben durch den Fördermittelgeber im Rahmen der Verfügbarkeit von Haushaltsmitteln gesichert zur Verfügung stehen, gibt es weitere investive Förderprogramme, bei denen die Mittel im Bewerbungsverfahren vergeben werden. Die Bewerbung um solche Förderprogramme wird eine Aufgabe des Sanierungsmanagements sein. Insbesondere der Förderaufruf für investive Kommunale Klimaschutz Modellprojekte im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) bietet mit bis zu 80 % Förderung ein hohes Förderpotential (BMU, 2021).

Da diese genannten Förderprogramme nicht gesichert zur Verfügung stehen und da eine Kumulation mit der Förderung des BEW zumindest schwierig ist, wurden sie in den nachfolgenden Wirtschaftlichkeitsberechnungen nicht berücksichtigt. Dies gilt auch für das Landesprogramm Wirtschaft 2021-2027 - Nachhaltige Wärmeversorgungssysteme (IB.SH, o. J. a). Ggf. kann sich die Wirtschaftlichkeit weiter verbessern.

9.1.4.3 WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNGEN

Für die untersuchten Szenarien wurde auf Basis der Investitionsschätzungen und der Energiebilanzen eine statische Wirtschaftlichkeitsberechnung anhand der Ein- und Auszahlungen in den Kategorien Kapitalkosten, Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungskosten und Energiebezugskosten durchgeführt (vgl. Tabelle 9-4). Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit erfolgt über die Berechnung der Wärmegestehungskosten des Wärmeerzeugersystems. Hierbei wurde eine Anschlussquote von 80 % angenommen.

Von den Ergebnissen der Wirtschaftlichkeitsberechnung ausgehend lässt sich grundsätzlich festhalten, dass die Wärmegestehungskosten der verschiedenen Versorgungsvarianten unabhängig von der Wärmenetzgröße angesichts der in einem Quartierskonzept unvermeidbaren Planungsunsicherheiten und möglichen Schwankungen in einer vergleichbaren Größenordnung liegen. Dabei weist die Wärme aus der mit Hackschnitzeln befeuerten Kesselanlage und dem fossilen Spitzenlastkessel zur Versorgung des gesamten Quartiers zunächst die beste Wirtschaftlichkeit der untersuchten zentralen Versorgungsvarianten auf. Dies liegt u. a. in dem günstigen angenommenen Einkaufspreis der Hackschnitzel im Vergleich zu den Ansätzen des Strompreises begründet.

Die teilweise Substitution von biogener Wärme durch Wärme aus Luftwärmepumpen führt aufgrund der niedrigen Jahresarbeitszahl und der hohen Strombezugskosten zu steigenden Wärmekosten. Diese verringern sich auch durch die Integration eines regenerativen Stromerzeugers und einem Autarkiegrad von 79 % nicht, da die Kosten des lokal bezogenen Stroms aus der erneuerbaren Energiequelle Wind aufgrund des derzeit erhöhten Marktwerts, der geringeren Förderquote für die Betriebskostenförderung und der Investitionskosten für den Direktbezug im Vergleich zum öffentlichen Netzstrom höher sind. Gleichwohl kann ein Bezug von Strom aus lokal vorhandenen regenerativen Quellen über Direktbezug bei langfristigen Lieferverträgen zu einer Kostenstabilität beitragen.

Tabelle 9-4: Wärmegestehungskosten der zentralen Wärmeversorgung

Wirtschaftlichkeit über 10 Jahre	Variante 1 Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Variante 1.1 Hackschnitzelkessel	Variante 2 Wärmepumpe (öfftl. Netz) + Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Variante 3 Wärmepumpe (Windstrom) + Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Dimension
Kapitalkosten					
Hackschnitzelkessel	72.708	141.076	47.749	47.749	€
Erdgaskessel	9.643	0	8.679	8.679	€
Luftwärmepumpe	0	0	43.851	43.851	€
Wärmespeicher	6.783	12.596	6.783	6.783	€
Elektro- und Anlagentechnik	145.126	148.173	157.923	302.343	€
Wärmesetz	292.983	292.983	292.983	292.983	€
Grundstück & Gebäude	21.733	23.906	21.733	21.733	€
jährliche Kapitalkosten	548.976	618.734	579.699	724.119	€
Förderung					
Hackschnitzelkessel	25.290	49.070	16.608	16.608	€
Erdgaskessel	0	0	0	0	€
Luftwärmepumpe	0	0	15.253	15.253	€
Wärmespeicher	1.828	3.395	1.828	1.828	€
Elektro- und Anlagentechnik	50.479	51.538	54.930	105.163	€
Wärmesetz	101.907	101.907	101.907	101.907	€
Grundstück & Gebäude	7.559	8.315	7.559	7.559	€
jährliche Förderung	187.063	214.226	198.085	248.318	€
Betrieb und Wartung					
Hackschnitzelkessel	23.638	45.864	15.523	15.523	€
Erdgaskessel	2.090	0	1.881	1.881	€
Wärmepumpen	0	0	9.504	9.504	€
Anlagentechnik und Installation	19.648	20.061	21.381	40.933	€
Wärmesetz	10.929	10.929	10.929	10.929	€
Grundstücke & Gebäude	863	949	863	863	€
Versicherung/Sonstiges	34.962	38.769	36.511	43.028	€
technische Betriebsführung	34.962	38.769	36.511	43.028	€
kaufmännische Betriebsführung	27.560	27.560	27.560	27.560	€
jährliche Betriebs- und Wartungskosten	154.651	182.900	160.662	193.249	€
Energiekosten					
Erdgas	54.789	0	52.676	51.043	€
Holz hackschnitzel	230.055	250.502	151.932	149.806	€
Strom öfftl. Netz	48.990	48.990	284.592	62.996	€
Strom Windenergie	0	0	0	181.169	€
CO ₂ -Bepreisung	9.531	0	9.163	8.879	€
jährliche Energiebezugskosten	343.364	299.492	498.364	453.893	€
Gutschriften					
Betriebskostenförderung Wärmepumpe (öfftl. Strom)- auf Umgebungswärme	0		101.087	22.013	€
Betriebskostenförderung Wärmepumpe (EE) - auf Wärme				32.880	€
jährliche Energiebezugskosten	0		101.087	22.013	€
Wirtschaftlichkeit					
mttl. Wärmegestehungskosten über 10 Jahre	859.928	886.900	939.552	1.100.931	€
mttl. spezifische Wärmegestehungskosten über 10 Jahre	17,6	18,1	19,2	22,5	ct/kWh

9.1.5 ZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG MIT GEBÄUDESANIERUNG

Heizungsanlagen, die heute ausgetauscht bzw. neu errichtet werden, müssen zunächst auch den heutigen Wärmebedarf decken. Diese Auslegung war Grundlage der bisher angestellten Betrachtungen. Wenn Maßnahmen zur Gebäudesanierung durchgeführt werden, reduziert sich der Wärmebedarf. Die Dimensionierung anschließend zu errichtender Heizungsanlagen kann dann entsprechend geringer ausfallen. Somit stellt sich die Frage, ob sich dann, wenn zunächst Sanierungen erfolgen, die Reihenfolge der Wirtschaftlichkeit der Heizungssysteme ändern könnte, also dann andere Versorgungsvarianten zu bevorzugen wären. Dies wird nachfolgend für Sanierungsvariante 1 untersucht.⁸

⁸ Da die Sanierungen momentan eher im Bereich von 1 % p. a. liegen und das Wärmenetz auf jeden Fall auch den heutigen Bedarf abdecken muss, wird auf eine separate Berechnung für Sanierungsvariante 2 verzichtet. Die Unterschiede zwischen den Sanierungsvarianten 1 und 2 kämen erst in vielleicht 15 oder 20 Jahren zum Tragen. Welche Kosten dann für neue Heizkessel etc. erspart würden, kann heute nicht sinnvoll vorhergesagt werden. Die zusätzlichen Rechnungen würden also keine qualitativ neuen Ergebnisse bringen.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass ein Blick in die so weite Zukunft mit großen Unsicherheiten hinsichtlich der bis dahin möglichen Entwicklungen der Investitions- und Brennstoffkosten verbunden ist. Dennoch liefern diese Rechnungen eine Indikation, ob die vorgeschlagene Systemscheidung auch bei einem verändertem Wärmebedarf stabil ist.

Sanierungsvariante 1 beinhaltet eine Reduzierung des Heizenergiebedarfs um 9 % bis zum Jahr 2050 durch einzelne energetische Sanierungsmaßnahmen (z. B. Dämmung von Dach und Außenwänden).

Bei der Vorplanung eines sich konkretisierenden Wärmenetzes sind die hier zugrunde gelegten Annahmen und die Abschätzung der Heizenergiebedarfe der Gebäude insbesondere bei den Großabnehmern zu überprüfen. So sollten im Sanierungsmanagement die entlang der Wärmenetztrasse betroffenen Nutzer vorab angesprochen werden, um anhand der dann gewonnenen Hinweise auf Gebäudesanierungsvorhaben oder Produktions- / Nutzungsänderungen die resultierenden Wärmebedarfe für diese Netzführung zu aktualisieren.

9.1.5.1 ANLAGENDIMENSIONIERUNG UND ENERGIEBILANZEN

Die Energiebilanzen für die drei betrachteten zentralen Versorgungsvarianten sind in Tabelle 9-5 dargestellt.

9.1.5.2 INVESTITIONSKOSTENSCHÄTZUNG

Für die einzelnen Versorgungsszenarien wurde bereits eine grobe Investitionsschätzung durchgeführt. Diese gilt auch für einen verringerten Wärmebedarf aufgrund von gebäudetechnischen Sanierungen, da die eingesetzten Technologien und Auslegungsgrößen nicht verändert werden.

Hintergrund der unveränderten Auslegung der Erzeugungsanlagen ist die Annahme, dass die Umstellung der Wärmeversorgung innerhalb weniger Jahre realisiert werden kann, während die Sanierungsmaßnahmen aufgrund der dafür erforderlichen Ressourcen über einen längeren Zeitraum umgesetzt werden dürften. Insofern muss die Wärmeversorgung zunächst i. W. den aktuellen Leistungsbedarf decken. Allerdings beträgt beispielsweise die typische Lebenszeit eines Holzhackschnitzel-Heizkessels etwa 20 Jahre. Insofern kann die Anlagengröße bei später fälligen Ersatzinvestitionen an den jeweils noch verbleibenden Leistungsbedarf angepasst werden. Dabei sind die dann geltenden energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu beachten, d. h. die vorliegenden Rechnungen fortzuschreiben.⁹

9.1.5.3 WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNGEN

Für die untersuchten Szenarien der Sanierungsvariante 1 wurde auf Basis der Investitionsabschätzungen und der Energiebilanzen eine statische Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt (vgl. Tabelle 9-6). Die Berechnungen zeigen, dass sich die spezifischen Wärmegestehungskosten infolge der geringeren erzeugten Wärmemengen erhöhen. Aufgrund des geringeren Heizenergiebedarfs kommt es allerdings bei den Wohngebäuden zu einem Kostenvorteil von je nach Versorgungs- und Netzvariante 4 bis 6 %.

⁹ Gerade im Bereich der Energiepreise gibt es signifikante Änderungen der Rahmenbedingungen. So ist bspw. die nach 2026 greifende CO₂-Bepreisung noch nicht konkret absehbar.

Eine Notwendigkeit, die Planungen der zentralen Wärmeversorgung mit Blick auf mögliche Gebäudesanierungen anzupassen, lässt sich nicht ableiten.

Tabelle 9-5: Anlagendimensionierung und Energiebilanz Sanierungsvariante 1

Energiebilanzen		Variante 1 Hackschnitzkessel + Erdgaskessel	Variante 1.1 Hackschnitzkessel	Variante 2 Wärmepumpe (öfftl. Netz) + Hackschnitzkessel + Erdgaskessel	Variante 3 Wärmepumpe (Windstrom) + Hackschnitzkessel + Erdgaskessel	Dimension
Anschlussquote	ca.	80%	80%	80%	80%	
Anschlussnehmer	ca.	212	212	212	212	Stk.
Wärmebedarf	ca.	4.458.055	4.458.055	4.458.055	4.458.055	kWh _{th}
davon Wohngebäude	ca.	3.532.099	3.532.099	3.532.099	3.532.099	kWh _{th}
davon Nichtwohngebäude	ca.	925.956	925.956	925.956	925.956	kWh _{th}
Anschlussleistung	ca.	2.470	2.470	2.470	2.470	kW _e
davon Wohngebäude	ca.	1.848	1.848	1.848	1.848	kW _e
davon Nichtwohngebäude	ca.	622	622	622	622	kW _e
Wärmenetz						
Gleichzeitigkeitsfaktor	ca.	0,67	0,67	0,67	0,67	
Trassenlänge Hauptstraße	ca.	5.808	5.808	5.808	5.808	m
Trassenlänge Hausanschluss	10 m/HUS	2.120	2.120	2.120	2.120	m
Netzverlustleistung	15 W/m	119	119	119	119	kW _{th}
Netzverluste	8.760 Vbh.	1.041.739	1.041.739	1.041.739	1.041.739	kWh _{th}
Netzverluste	ca.	19%	19%	19%	19%	
Netzwärmebedarf	ca.	5.499.794	5.499.794	5.499.794	5.499.794	kWh _{th}
Netzleistungsbedarf	ca.	1.765	1.765	1.765	1.765	kW _e
Strombedarf Netzpumpen	0,015 kWh/MWh	82.497	82.497	82.497	82.497	kWh _{el}
Anschlussdichte	ca.	0,6 MWh/(m-a)	0,6 MWh/(m-a)	0,6 MWh/(m-a)	0,6 MWh/(m-a)	MWh _{th} /(m-a)
Windkraftanlage						
Anlagenleistung	ca.					3.000 kW
erzeugte elektrische Energie	ca.					7.257.417 kWh _{el}
davon Eigenverbrauch (Netzpumpen, Wärmepumpe)	ca.					650.067 kWh _{el}
davon Einspeisung	ca.					6.607.351 kWh _{el}
Eigenverbrauchsquote	ca.					9%
Autarkiegrad	ca.					79%
Hackschnitzkessel						
Wärmeerzeuger						
Thermische Leistung	ca.	1.000	1.765	650	650	kW _{th}
Vollbenutzungsstunden	ca.	5.231	3.125	5.337	5.296	Std.
erzeugte thermische Energie	ca.	5.231.398	5.516.417	3.469.280	3.442.671	kWh _{th}
Jahresnutzungsgrad	ca.	85%	85%	85%	85%	
Brennstoffbedarf	ca.	6.154.586	6.489.903	4.081.506	4.050.202	kWh _{th}
Hackschnitzelmenge	828 kWh/m ³	7.433	7.838	4.929	4.892	m ³
Anzahl Taktungen	ca.	360	?	29	30	Stk.
Startverhältnis (1 Start gleich)	ca.	14,5	?	184,0	176,5	Std.
Deckungsanteil von Wärmeeinspeisung	ca.	95%	100%	63%	62%	
Betriebsstrom	10 kWh/MWh	52.314	55.164	34.693	34.427	kWh _{el}
Luft-/Wasser-Wärmepumpe						
Wärmeerzeuger						
Typ				Aerothermie	Aerothermie	
Anzahl				2	2	
Thermische Leistung	ca.			450	450	kW _{th}
Vollbenutzungsstunden	ca.			3.939	4.027	Std.
erzeugte thermische Arbeit	ca.			1.772.513	1.812.198	kWh _{th}
Jahresnutzungsgrad	ca.			2,6	2,6	
erzeugte thermische Arbeit EE Strom	ca.			0,0	1.434.554	
Jahresarbeit thermische öfftl. Strom	ca.			1.082.976	230.756,9	
benötigte elektrische Arbeit	ca.			689.538	704.865	kWh _{el}
Jahresarbeit Wärmeentzug Quelle	ca.			1.082.976	1.107.333	kWh _{th}
Deckungsanteil am Netzwärmebedarf	ca.			32%	33%	
Erdgaskessel						
Wärmeerzeuger						
erforderliche thermische Leistung	ca.	765		665	665	kW _{th}
installierte thermische Leistung	ca.	800		700	700	kW _{th}
zusätzlich erforderliche thermische Energie	ca.	285.019		279.827	268.407	kWh _{th}
Wirkungsgrad	ca.	93%		93%	93%	
zusätzlich erforderliche Brennstoffarbeit	ca.	306.472		300.889	288.610	kWh _{th}
Betriebsstrom	10 kWh/MWh	2.850		2.798	2.684	kWh _{el}
Deckungsanteil von Wärmeeinspeisung	ca.	5%		5%	5%	
Wärmespeicher						
Speichergroße	ca.	35	35	35	35	m ³
Speicherkapazität	ca.	1.626	1.626	1.626	1.626	kWh _{th}
Behälterhöhe	ca.	10	10	10	10	m
Behälterdurchmesser	ca.	2	2	3	3	m
Behälteroberfläche	ca.	73	73	108	108	m ²
Speicherverluste	ca.	15.608	15.608	20.811	22.468	kWh _{th}

Die Berechnungen zeigen, dass sich die spezifischen Wärmegestehungskosten infolge der geringeren erzeugten Wärmemengen erhöhen. Aufgrund des geringeren Heizenergiebedarfs kommt es allerdings bei den Wohngebäuden zu einem absoluten Kostenvorteil je nach Versorgungs- und Netzvariante von 4 bis 6 %.

Eine Notwendigkeit, die Planungen mit Blick auf mögliche Gebäudesanierungen anzupassen, lässt sich aus den ergänzenden Untersuchungen nicht ableiten.

Tabelle 9-6: Wärmegestehungskosten Sanierungsvariante 1

Wirtschaftlichkeit über 10 Jahre	Variante 1 Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Variante 1.1 Hackschnitzelkessel	Variante 2 Wärmepumpe (öffentl. Netz) + Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Variante 3 Wärmepumpe (Windstrom) + Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Dimension
Kapitalkosten					
Hackschnitzelkessel	72.708	129.139	47.749	47.749	€
Erdgaskessel	7.715	0	6.750	6.750	€
Luftwärmepumpe	0	0	43.851	43.851	€
Wärmespeicher	6.783	12.596	6.783	6.783	€
Elektro- und Anlagentechnik	145.126	148.173	157.923	302.343	€
Wärmenetz	292.983	292.983	292.983	292.983	€
Grundstück & Gebäude	21.733	23.906	21.733	21.733	€
jährliche Kapitalkosten	547.047	606.797	577.771	722.190	€
Förderung					
Hackschnitzelkessel	25.290	44.918	16.608	16.608	€
Erdgaskessel	0	0	0	0	€
Luftwärmepumpe	0	0	15.253	15.253	€
Wärmespeicher	1.828	3.395	1.828	1.828	€
Elektro- und Anlagentechnik	50.479	51.538	54.930	105.163	€
Wärmenetz	101.907	101.907	101.907	101.907	€
Grundstück & Gebäude	7.559	8.315	7.559	7.559	€
jährliche Förderung	187.063	210.074	198.085	248.318	€
Betrieb und Wartung					
Hackschnitzelkessel	23.638	41.983	15.523	15.523	€
Erdgaskessel	1.672	0	1.463	1.463	€
Wärmepumpen	0	0	9.504	9.504	€
Anlagentechnik und Installation	19.648	20.061	21.381	40.933	€
Wärmenetz	10.929	10.929	10.929	10.929	€
Grundstücke & Gebäude	863	949	863	863	€
Versicherung/Sonstiges	34.857	38.122	36.406	42.924	€
technische Betriebsführung	34.857	38.122	36.406	42.924	€
kaufmännische Betriebsführung	27.560	27.560	27.560	27.560	€
jährliche Betriebs- und Wartungskosten	154.024	177.726	160.035	192.622	€
Energiekosten					
Erdgas	32.115	0	31.530	30.243	€
Holz hackschnitzel	219.988	231.973	145.888	144.769	€
Strom öfftl. Netz	45.359	45.359	266.735	57.919	€
Strom Windenergie	0	0	0	169.017	€
CO ₂ -Bepreisung	5.587	0	5.485	5.261	€
jährliche Energiebezugskosten	303.048	277.332	449.638	407.210	€
Gutschriften					
Betriebskostenförderung Wärmepumpe (öffentl. Strom) - auf Umgebungswärme	0		95.006	20.244	€
Betriebskostenförderung Wärmepumpe (EE) - auf Wärme				30.610	€
jährliche Energiebezugskosten	0		95.006	20.244	€
Wirtschaftlichkeit					
mittl. Wärmegestehungskosten über 10 Jahre	817.056	851.780	894.353	1.053.461	€
mittl. spezifische Wärmegestehungskosten über 10 Jahre	18,3	19,1	20,1	23,2	ct/kWh

9.1.6 CO₂-BILANZ UND PRIMÄRENERGIEFAKTOR

Auf Basis der CO₂-Emissionsfaktoren aus Tabelle 7-3 wurden für die einzelnen Versorgungsszenarien die CO₂-Bilanzen erstellt. Hierbei wurde das Methodenpapier „BISKO“ – Bilanzierungsstandard Kommunal zu Grunde gelegt, das Bilanzierungsregeln für Energie- und Treibhausgasbilanzen in Deutschland liefert (IfEU, 2019).

Bei der Verbrennung von Hackschnitzeln sind für die Treibhausgasbilanz im Gegensatz zu Heizöl und Erdgas nur die beim Herstellungs- und Veredelungsprozess sowie die beim Transport entstandenen Emissionen relevant. Bei der Verwendung von Strom entstehen

Treibhausgasemissionen - in erster Linie durch die Verbrennung fossiler Energieträger wie zum Beispiel Kohle - am Stromerzeugungsstandort, die dem Stromverbraucher am Verbrauchsort zugerechnet und durch die Auswahl der Stromherkunft wesentlich beeinflusst werden. Bei der Umwandlung Windenergie in elektrische Energie unter Verwendung von Windkraftanlagen sind lediglich die CO₂-Emissionen der Herstellung der Anlage relevant.

Aktuell betragen die CO₂-Emissionen von dezentralen Öl-, Gas-, Feststoff-, und Wärmepumpenheizungen im Quartier aus der Wärmeversorgung (Heizung + Warmwasser) 1.557 t/a. Bei der Umsetzung einer zentralen Wärmeversorgung auf Basis von Holzhackschnitzeln und fossilem Spitzenlastkessel ergeben sich im Vergleich zu den gegenwärtigen Heizsituationen bei einer Anschlussquote von 80 % Einsparungen der CO₂-Emissionen von etwa 77 %, bei verbleibenden CO₂-Emissionen von 362 t/a.

Erfolgt die zentrale Belieferung des Quartiers z. T. mit Wärme durch elektrisch betriebene Luftwärmepumpen, erhöhen sich die Emissionen und die Gesamtbilanz wird aufgrund des aktuell noch fossilen Erzeugungsanteils des deutschen Strommixes ungünstiger (649 t/a). Hier könnte angesichts der in Schleswig-Holstein bilanziell bei über 100 % liegenden Stromerzeugung aus regenerativen Energieträgern allerdings kontrovers diskutiert werden, wie der Bezug von „echtem“ Ökostrom, bei dem Herkunftsnachweise und Bezugsquelle gekoppelt sind (Zerger, 2020), zu bewerten wäre. Durch den Direktbezug von Strom aus einer lokal vorhandenen regenerativen Quelle Wind reduzieren sich die Emissionen und die Gesamtbilanz wird sogar günstiger als die des ausschließlich mit Hackschnitzel und Erdgas befeuerten Erzeugersystems (325 t/a).

Tabelle 9-7 stellt die CO₂-Bilanzen der Versorgungsvarianten für das untersuchte Wärmenetz dar. In den Varianten wird aufgrund der Anschlussquote von 80 % nur ein Teil des Quartiers über ein Wärmenetz versorgt. Es wird unterstellt, dass die Beheizung der nicht versorgten Liegenschaften wie bisher bestehen bleibt.

Tabelle 9-7: Emissionsfaktoren und jährliche CO₂-Emissionen der zentralen Wärmeversorgung

Energiebilanzen	Variante 1 Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Variante 1.1 Hackschnitzelkessel	Variante 2 Wärmepumpe (öffentl. Netz) + Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Variante 3 Wärmepumpe (Windstrom) + Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Dimension
Emissionsfaktor des zugeführten Energieträgers Erdgas	247	247	247	247	g CO ₂ /kWh
	75,7	0,0	74,3	71,3	t CO ₂
Emissionsfaktor des zugeführten Energieträgers Holz	25	25	25	25	g CO ₂ /kWh
	153,9	162,2	102,0	101,3	t CO ₂
Emissionsfaktor des zugeführten Energieträgers Strom	485	485	485	485	g CO ₂ /kWh
	66,8	66,8	392,6	85,3	t CO ₂
Emissionsfaktor des zugeführten Energieträgers Windenergie	10		10	10	g CO ₂ /kWh
	0,0	0,0	0,0	6,5	t CO ₂
CO₂-Emissionsfaktor	66	51	128	58	g CO₂/kWh
CO₂-Emissionen	296	229	569	264	t CO₂

In der Gesamtbilanz werden die Emissionen der nicht angeschlossenen Gebäude, bei denen unterstellt wird, dass die Beheizung wie bisher bestehen bleibt, mit berücksichtigt (Tabelle 9-8).

Tabelle 9-8: Jährliche CO₂-Emissionen des Gesamtquartiers

Energiebilanzen	Variante 1 Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Variante 1.1 Hackschnitzelkessel	Variante 2 Wärmepumpe (öffentl. Netz) + Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Variante 3 Wärmepumpe (Windstrom) + Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Dimension
CO ₂ -Emissionen der zentralen Versorgung des Quartiers	296,3	229,0	569,0	264,3	t CO ₂
CO ₂ -Emissionen der dezentralen Versorgung des Quartiers	311,4	311,4	311,4	311,4	t CO ₂
Summe CO₂-Bilanz	608	540	880	576	t CO₂

Für die Ermittlung der Emissionen durch den Einsatz von Strom, welcher für den Betrieb der Anlagentechnik benötigt wird (z. B. Steuer- und Regelungstechnik der Wärmeerzeuger, Hochleistungspumpen zur Förderung des Wassers im Wärmenetz), wurde der spezifische Emissionsfaktor für den deutschen Strommix verrechnet. Dieser betrug im Jahr 2021 etwa 485 g/kWh. Aufgrund der jährlichen Zunahme des Erneuerbare-Energien-Anteils an der Stromerzeugung in Deutschland werden die Emissionen des deutschen Strommix in Zukunft niedriger ausfallen. In Variante 3 können über 78 % des Strombedarfs aus der lokalen regenerativen Quelle Wind gedeckt werden, was den recht niedrigen Emissionsfaktor dieser Variante begründet.

Kritisch bei der Bewertung des Einsatzes von Erdgas im Spitzenlastheizwerk ist der Methanschlupf, d. h. der Teil des Erdgases, das unverbrannt durch den Verbrennungsraum von Erdgaskesseln schlüpft (Traber & Fell, 2019). Diese ist in den üblichen Emissionsfaktoren gemäß BSKO-Bilanzierung wie in Tabelle 7-3 dargestellt noch nicht enthalten. Die Klimawirkung von Methan ist dabei etwa 25-mal so hoch wie die von CO₂. Hier gibt es jedoch bisher keine abschließenden quantitativen Bewertungen; so dürfte die Höhe des Methanschlupfs auch von der konkreten Anlagentechnik und Fahrweise abhängen.

Da eine komplette kurzfristige Umsetzung der Gebäudesanierungen als sehr unwahrscheinlich erscheint, werden die Primär- und Endenergiebedarfe für den aktuellen Gebäudebestand angesetzt.

Der Primärenergiebedarf der einzelnen Versorgungsvarianten für das untersuchte Wärmenetz ergibt sich aus dem Nutzwärmebedarf multipliziert mit dem berechneten Primärenergiefaktor. Tabelle 9-9 stellt die Primärenergiebedarfe der Versorgungsvarianten für das untersuchte Wärmenetz bei einer Anschlussquote von 80 % dar. Es zeigt sich, dass eine zusätzliche Belieferung des Quartiers mit Wärme durch elektrisch betriebene Luftwärmepumpen bei ausschließlichem Netzstrombezug zu einem höheren Primärenergiebedarf und bei teilweisem Direktbezug von Strom aus einer lokal vorhandenen regenerativen Quelle Wind (oder ggf. auch Photovoltaik) zu einem niedrigeren Primärenergiebedarf führt.

Tabelle 9-9: Primärenergiebedarf der zentralen Wärmeversorgung

Energiebilanzen	Variante 1 Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Variante 1.1 Hackschnitzelkessel	Variante 2 Wärmepumpe (öffentl. Netz) + Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Variante 3 Wärmepumpe (Windstrom)+ Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Dimension
Primärenergiefaktor					
Gewichtungsfaktor des zugeführten Energieträgers Erdgas	1,1	1,1	1,1	1,1	
	337.119	0	330.978	317.471	kWh _{Hi}
Gewichtungsfaktor des zugeführten Energieträgers Holz	0,2	0,2	0,2	0,2	
	1.230.917	1.297.981	816.301	810.040	kWh _{Hi}
Gewichtungsfaktor des zugeführten Energieträgers Strom	1,8	1,8	1,8	1,8	
	247.790	247.790	1.457.146	316.404	kWh _{Hi}
Primärenergiefaktor	0,41	0,35	0,58	0,32	
Primärenergiefaktor nach Kappung (§ 22 Abs. 3 GEG)	0,41	0,35	0,58	0,32	

9.2 BETREIBERKONZEPTE

Sollte im Quartier ein Wärmenetz errichtet werden, stellt sich die Frage nach dem Betreiber. Grundsätzlich sind verschiedene Funktionen zu erfüllen:

- Bau des Wärmenetzes,
- Eigentum am Wärmenetz,
- Lieferung von Wärme (als besicherte Leistung oder mit Lieferung nach Können und Vermögen) und damit ggf. Aufbau von Wärmeerzeugungsanlagen,
- technischer Betrieb des Wärmenetzes,
- administrativer Betrieb des Wärmenetzes (Abrechnungen etc.).

Tabelle 9-10: Übersicht über mögliche Betreibermodelle

MODELL	VORTEILE	NACHTEILE
BÜRGERENERGIE-GENOSSENSCHAFT	<ul style="list-style-type: none"> • Abnehmer als Miteigentümer (identitätsstiftend!) • ggf. auch andere Versorgungsungen (Strom etc.) möglich • Wertschöpfung verbleibt zu großen Teilen in der Kommune 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufwand für Gründung und Aufbau der institutionellen und technischen Infrastruktur • Hohes Engagement von „Treibern“ nötig • Erfahrung mit Wärmenetzen und Wärmeerzeugung ebenso wie mit Abrechnung fehlt i. d. R. zunächst
KOMMUNE / KOMMUNALES EVU / AMTSWERKE	<ul style="list-style-type: none"> • auch andere Versorgungsungen (Strom etc.) möglich • ggf. Kommunalkreditkonditionen • Wertschöpfung verbleibt zu großen Teilen in der Kommune 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufwand für Gründung und Aufbau der institutionellen und technischen Infrastruktur • Erfahrung mit Wärmenetzen und Wärmeerzeugung wie mit Abrechnung fehlt i. d. R. zunächst
EVU AUS DER REGION	<ul style="list-style-type: none"> • Know-how zu Errichtung, Betrieb i. d. R. vorhanden • Infrastruktur für Abrechnungen u. ä. vorhanden • ggf. Kommunalkreditkonditionen • ggf. kostengünstiger Einkauf (Mengen!) und Effizienzvorteile • Wertschöpfung verbleibt in (größerer) Region 	<ul style="list-style-type: none"> • ggf. Interessenkonflikte wg. Gasverkauf • Erfahrung mit Wärmenetzen und den hier vorgesehenen Wärmequellen im Einzelfall zu prüfen
EVU AUS ANDEREN REGIONEN (CONTRACTOR)	<ul style="list-style-type: none"> • Know-how zu Errichtung, Betrieb i. d. R. vorhanden • Infrastruktur für Abrechnungen u. ä. vorhanden • ggf. kostengünstiger Einkauf (Mengen!) und Effizienzvorteile • Umfangreiche Erfahrungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Erfahrung mit den hier vorgesehenen Wärmequellen zu prüfen • Gewinnmarge fließt aus der Region ab

Diese Funktionen können grundsätzlich von unterschiedlichen Unternehmen wahrgenommen werden. Auch der Betrieb von Wärmeerzeugungsanlagen kann sich wiederum auf verschiedene Anbieter verteilen. Selbst wenn die Gesamtverantwortung in einer Hand liegt, können Teilfunktionen an externe Dienstleister vergeben werden oder Kooperationen (Joint Venture) aus lokalen Akteuren und externen Dienstleistern gegründet werden. Kriterien für die Entscheidung sind unter anderem

- Erfahrung, Effizienz, Professionalität;
- Skaleneffekte / Preis;
- Maximierung der regionalen Wertschöpfung;
- Vermarktung / Identitätsstiftung bei den potenziellen Kunden.

Eine Übersicht über verschiedene Modelle zeigt Tabelle 9-10.

Für Bürgerenergiegenossenschaften, die sich an verschiedenen Orten in Schleswig-Holstein gebildet haben, spricht vor allem der auch unter Vermarktungseffekten wichtige Effekt, dass die Bürger ihre Energieversorgung in die eigene Hand nehmen, nicht mehr von Entscheidungen Dritter abhängen, mögliche Gewinne an die Nutzer zurückfließen und größtmögliche Teile der Wertschöpfung in der Region gehalten werden können. Die regionale Wertschöpfung und der Rückfluss von Gewinnen ist dabei jedoch nur in dem Umfang möglich, indem die Wertschöpfung auch tatsächlich innerhalb der Genossenschaft erfolgt. Sie sinkt in dem Umfang, in dem Leistungen von außen eingekauft werden, wenn die Genossenschaft nicht selbst über die nötigen Arbeitskapazitäten oder Kompetenzen verfügt. Ihr Aufbau erfordert auf jeden Fall bürgerschaftliches Engagement und erfahrungsgemäß auch einige lokale „Treiber“, die sich der Gründung und des Aufbaus annehmen.

Grundsätzlich ähnlich gelagert ist die Situation, wenn die Kommune, ggf. über ein kommunales EVU, die Leistungen erbringt, nur dass die Kommune an die Stelle der Genossen tritt. Ein Vorteil könnten hier, gerade bei Investitionen in das Netz und auch in Erzeugungsanlagen, die Kommunalkreditkonditionen sein. Zudem kann die Kommune die Refinanzierung des Netzes über die gesamte Lebensdauer von etwa 40 Jahren kalkulieren. Contractoren bzw. die sie finanzierenden Kreditinstitute könnten sich dagegen möglicherweise, wenn sie Unsicherheiten hinsichtlich der langfristigen Nutzung sehen und keine Übergabvereinbarungen mit der Kommune bestehen, bei ihrer Kalkulation an den anfänglichen Vertragslaufzeiten von 10 oder 15 Jahren orientieren, was zu höheren Kapitalkosten führt.

Denkbar sind auch gemischte Verantwortlichkeiten. Beispielsweise könnte der Betreiber der Wärmeerzeugungsanlagen auch in das Wärmenetz einspeisen, das von einem anderen Akteur betrieben wird. Dieser kauft die erzeugte Wärme an und ist für den Weiterverkauf an die Nutzer sowie die Abrechnung der Wärme mit den Verbrauchern verantwortlich. Der Betreiber des Wärmenetzes könnte das Wärmenetz selbst besitzen oder von der Kommune gepachtet haben. Eine höhere Komplexität der Konstruktion könnte aber auch zu höheren administrativen Kosten führen.

In Damp bieten sich verschiedene Konstellationen an. So besteht bereits ein kleines Netz der Florianwärme GmbH im Quartier, das durch den Betreiber RheinEnergie AG auf regenerative Energieträger umgestellt und ausgebaut werden könnte. Dies setzt voraus, dass der bisherige Akteur bereit und in der Lage ist, auch die Investitionen in den weiteren Netzausbau zu tragen und die Dekarbonisierung des gesamten Netzes sicher zu stellen.

Alternativ könnte nicht nur die Wärmelieferung, sondern auch der Bau und Betrieb des Netzes durch Gut Grünholz erfolgen, ggf. in Kooperation mit einem in diesen Bereichen erfahrenen Partner.

Sollten beide Optionen nicht in Frage kommen oder nicht gewünscht sein, könnte der Ausbau auch im Auftrag der Kommune selbst erfolgen, wobei sich dann die Frage stellen würde, ob sie auch das bestehenden Netz übernimmt. Dies muss nicht dazu führen, dass die Kommune das Netz auch betreibt, denn sie könnte sie wiederum langfristig an einen Betreiber verpachten, so dass sie, wie bisher, keinerlei Belastung durch operative Aufgaben (Betrieb, Sicherung der Redundanz, Abrechnungen etc.) hätte. Bau und Betrieb (Pachtvertrag über die anfängliche Laufzeit) könnten dabei in Kombination ausgeschrieben werden. Ob bzw. wie dann sichergestellt werden kann, dass der zukünftige Betreiber seine Wärme zumindest teilweise auch von Gut Grünholz bezieht, wäre zu diskutieren - es sei denn, Gut Grünholz wäre der Pächter des Netzes. Es ist aber davon auszugehen, dass diese Leistung ausgeschrieben werden müsste. Wird die Kommune Eigentümerin des Netzes, hat sie auf jeden Fall die größten Einflussmöglichkeiten auf die langfristige Gestaltung des Wärmeversorgung.

Letztlich wäre es eine der Aufgaben des Sanierungsmanagements, hier die anstehenden Gespräche zu führen und die für alle Akteure passenden Entscheidungen vorzubereiten.

9.3 DEZENTRALE VERSORGUNGSOPTIONEN

Als Kostenvergleich zu einer zentralen Wärmeversorgung sowie ggf. für die Teile des Quartiers, in denen wegen der geringen Wärmeabnahmedichte kein Wärmenetz in Frage kommt, wurden für ein quartierstypisches Einfamilienhaus verschiedene dezentrale Wärmeversorgungsoptionen gegenübergestellt. Die Berechnungen berücksichtigen dabei die seit Mitte August des Jahres 2022 geltenden Fördermöglichkeiten für den Heizanlagentausch aus der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BAFA, 2021), die in Tabelle 9-11 dargestellt sind.

Tabelle 9-11: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG)		Fördersatz	Fördersatz mit Heizungs-Tausch-Bonus	Fachplanung
Gebäudehülle ¹	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	15 %		50 %
Anlagentechnik ¹	Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Raumkühlung und Beleuchtungssysteme	15 %		
Heizungsanlagen	Solarthermieanlagen	25 %		
	Wärmepumpen ²	25 %	35 %	
	Biomasseanlagen ²	10 %	20 %	
	Innovative Heizanlagen auf EE-Basis	25 %	35 %	
	EE-Hybridheizungen mit Biomasseheizung ^{2,3}	20 %	30 %	
	EE-Hybridheizungen ohne Biomasseheizung ³	25 %	35 %	
	Errichtung, Erweiterung, Umbau eines Gebäudenetzes Mindestens 55 % Anteil EE im Wärmemix	25 %		
	Anschluss an ein Gebäudenetz Mindestens 25 % Anteil EE im Wärmemix	25 %	35 %	
	Anschluss an ein Wärmenetz Mindestens 25 % Anteil EE im Wärmemix oder Primärenergiefaktor höchstens 0,6	25 %	35 %	
Heizungsoptimierung ¹		15 %		

¹ ISFP-Bonus: Bei Umsetzung einer Sanierungsmaßnahme als Teil eines im Förderprogramm „Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude“ geförderten individuellen Sanierungsfahrplanes (ISFP) ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

² Innovationsbonus Biomasse: Bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwertes für Feinstaub von max. 2,5 mg/m³ ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

³ Wärmepumpen-Bonus: Wenn als Wärmequelle Wasser, Erdreich oder Abwasser erschlossen wird, ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Entscheidend für die Förderquote einer Erneuerung der Heizungsanlage ist, ob die bisherige Heizung eine Gas- oder Ölheizung war. Da sich auf Grundlage der Schornsteinfegerdaten ein hoher Anteil an Gasheizungen im Quartier abschätzen lässt, wurde in den Berechnungen von einer dezentralen Gasheizung als aktuelle Versorgungsvariante ausgegangen. Abbildung 9-5 zeigt die Jahreskosten mit Berücksichtigung eines CO₂-Preises von 74 € pro Tonne, wie sie aufgrund des sukzessiven und über 2025 hinaus linearen Anstiegs der CO₂-Bepreisung im Mittel in den nächsten zehn Jahren bis 2032 möglich ist (vgl. Kapitel 9.1.3).

Beim Austausch eines (vorhandenen) Gaskessels wurde davon ausgegangen, dass zusätzlich eine Solarthermieanlage errichtet wird, um so die Anforderungen von § 9 Abs. 1 EWKG zu erfüllen.¹⁰

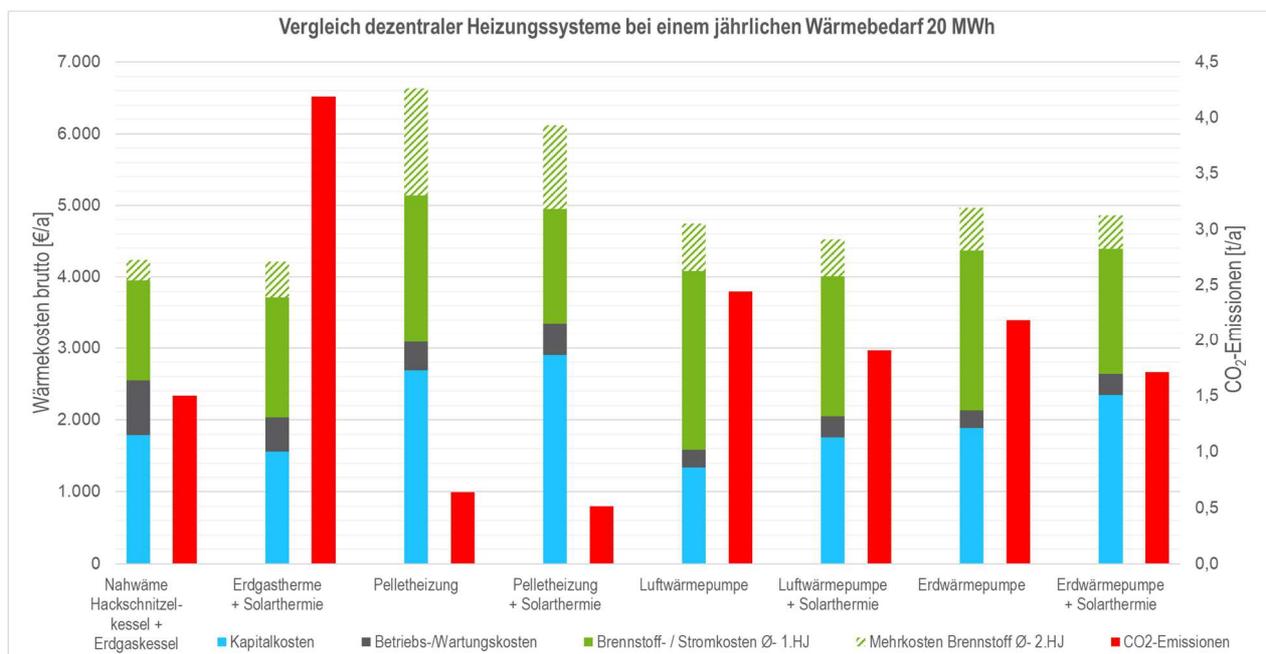


Abbildung 9-5 Vergleich der günstigsten zentralen Versorgungslösung mit dezentralen Versorgungsoptionen für ein EFH mit einem jährlichen Wärmebedarf von 20 MWh - durchschnittliche Brennstoff- / Stromkosten 1. Halbjahr 2022 und Mehrkosten 2. Halbjahr 2022

9.4 VERGLEICH ZENTRALER UND DEZENTRALER VERSORGUNGSOPTIONEN

Die Berechnungen (siehe Abbildung 9-5) haben gezeigt, dass der Aufbau einer zentralen Wärmeversorgungslösung zur Versorgung des gesamten Quartiers unter den getroffenen Annahmen und einer Förderung von 40 % der förderfähigen Ausgaben in etwa ebenso teuer ist wie eine dezentrale Wärmeversorgungslösung mit einer Luftwärmepumpe und ca. 10 bis 23 % günstiger als eine dezentrale Lösung mit Pellet- oder Erdwärmepumpenheizung (ggf. mit ergänzender

¹⁰ „Beim Austausch oder dem nachträglichen Einbau einer Heizungsanlage ab dem 1. Juli 2022 sind die Eigentümerinnen und Eigentümer der betroffenen Gebäude, die vor dem 1. Januar 2009 errichtet wurden, verpflichtet, mindestens 15 Prozent des jährlichen Wärme- und Kälteenergiebedarfs durch Erneuerbare Energien zu decken. ...“

Solarthermie). Eine dezentrale Kombination aus einer Gasheizung und Solarthermieanlage ist gegenüber der betrachteten Nahwärme ca. 6 % günstiger.¹¹

Um die Auswirkungen von Preisschwankungen von Energie zu verdeutlichen, wurde zum Vergleich neben den durchschnittlichen Preisen von Gas, Strom und Holzpellets vom ersten Halbjahr 2022 auch die Mehrkosten durch die Preise vom zweiten Halbjahr 2022 ausgewiesen. Mit steigenden Energiepreisen, wie sie im zweiten Halbjahr 2022 zu verzeichnen waren, sind die Wärmekosten der Nahwärmelösung bis zu 36 % günstiger als eine dezentrale Pelletheizung (ggf. Solarthermie) und in etwa ebenso teuer wie eine Kombination aus einer dezentralen Gasheizung in Verbindung mit einer Solarthermieanlage. Die weiteren Entwicklungen der Energiepreise, insbesondere des Pellets-, Hackschnitzel-, Gas- und Strompreises, verschieben die in der Abbildung dargestellten Verhältnisse zugunsten der zentralen Versorgung mit Hackschnitzelwärme.

Sollte, wie in Kapitel 9.1.1 beschrieben, doch Solarthermie als Wärmequelle eines Wärmenetzes in Frage kommen, könnte diese nach Erfahrungen von IPP ESN aus Betrachtungen vergleichbarer Quartiere aufgrund der hohen Investitionskosten zu höheren anfänglichen Preisen führen, sie würde aber eine besonders hohe Preisstabilität gewährleisten.

Bei allen Betrachtungen ist zu berücksichtigen, dass bei der Nahwärmeversorgung zunächst eine Anschlussquote von 80 % angenommen wurde und sich durch eine niedrigere (höhere) Anschlussquote die Wirtschaftlichkeit zentraler Lösungen verschlechtert (verbessert). Die Kommune hätte die Möglichkeit, auf der Basis von § 17 Gemeindeordnung Schleswig-Holstein in Verbindung mit § 16 EEWärmeG ein Anschluss- und Benutzungsgebot an das Wärmenetz zu erlassen, von dem Liegenschaften, die bereits über eine weitgehend regenerative Versorgung verfügen, ausgenommen werden könnten. Ob bzw. unter welchen Umständen dies politisch opportun ist, wäre von der Gemeindevertretung zu diskutieren.

Da in allen Berechnungen Annahmen eingeflossen sind und Brennstoffpreise ebenso wie Investitionskosten sich weiter ändern werden, ist die heute seriös zu treffende Aussage vor allem die,

- dass die Kosten für eine Nahwärmeversorgung über ein Wärmenetz derzeit in einer ähnlichen Höhe liegen wie die dezentraler Beheizungsmöglichkeiten,
- dass aber eine Nahwärmeversorgung auf Basis von regionalen Hackschnitzeln und ggf. Solarthermie, ebenso wie bei Nutzung von Wärmepumpen mit Strombezug aus lokalen Quellen, den Vorteil einer deutlich höheren Preisstabilität aufweist.

Da in diesen getroffenen Annahmen im Rahmen eines Quartierskonzeptes systembedingt noch Ungenauigkeiten liegen, wurden im Kapitel 9.5 unterschiedlichste Sensitivitätsanalysen durchgeführt, indem wesentliche die Kosten beeinflussende Parameter variiert wurden.

Die ökologische Betrachtung hat gezeigt, dass trotz nicht zu vernachlässigbarer Netzverluste durch den Aufbau eines zentralen Wärmenetzes erhebliche Einsparpotentiale im Bereich der CO₂-Emissionen und des Primärenergieeinsatzes zu erreichen sind. Dezentral sind diese lediglich mit einer Pelletheizung erreichbar, die jedoch mit einem zumindest bei den Einfamilienhäusern des Quartiers teilweise problematischen Platzbedarf für Kessel und insbesondere für die Pellets sowie

¹¹ Sie erfüllt die aktuellen Anforderungen des EWKG, nicht jedoch eine mögliche zukünftige bundesweite Vorgabe, mindestens 65 % der Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energieträger zu decken.

mit einem deutlich höheren Aufwand der Nutzer für die Bestellung von Brennstoff, die Entsorgung von Asche, Wartung / Reparatur und zu gegebener Zeit Neubeschaffung verbunden ist.

Die vergleichsweise hohen CO₂-Emissionen der Wärmepumpen sind darauf zurückzuführen, dass hier die Emissionen des deutschen Strommix angesetzt wurden. Zum einen werden diese mit zunehmendem Umstieg von fossilen auf regenerative Energieträger weiter sinken. Zum anderen könnte hier auch argumentiert werden, dass gerade in Schleswig-Holstein der Strom weit überwiegend regenerativ ist und aktuell zu bestimmten Zeiten sogar Anlagen abgeregelt werden müssen. Wird bei den Wärmepumpen „echter“ Ökostrom angesetzt (Zerger, 2020), fallen nur noch minimale CO₂-Emissionen an.

9.5 SENSITIVITÄTSANALYSE

Anhand eines typischen Einfamilienhauses im Quartier mit einem jährlichen Wärmebedarf von 20 MWh wurden die jährlichen Wärmekosten unter Veränderung von jeweils einem wesentlichen Berechnungsparameter variiert und interpoliert. Dabei wurde keine Inflation unterstellt. Diese Systematik zeigt Chancen und Risiken eines Projektes auf und lässt auch eine Nutzung der zuvor erstellten Berechnungen unter geänderten Rahmenbedingungen zu. Wenn z. B. Energiepreise sich verändern, kann anhand der Grafiken die Auswirkung auf das Projekt überschlägig ermittelt werden.

Wichtig ist vor allem, ob sich bei der Variation die Rangfolge der Wirtschaftlichkeit der Versorgungsvarianten verändert, d. h. die Entscheidung für eine bestimmte Versorgungsvariante bei sich ändernden Bedingungen ab einem bestimmten Punkt unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten anders ausfallen könnte.

Zur Abschätzung wirtschaftlicher Chancen und Risiken durch sich verändernde Energiepreise bedarf es zunächst der Quantifizierung möglicher Energiepreisentwicklungen.

Tabelle 9-12: Eingangsparmeter der Sensitivitätsanalyse

PREISCHANCEN / -RISIKEN	
Erdgaspreise	10 ct/kWh bis 40 ct/kWh
Strompreise	30 ct/kWh bis 100 ct/kWh
Holzpelletpreise	0 ct/kWh bis 30 ct/kWh
Holz hackschnitzelpreise	0 ct/kWh bis 15 ct/kWh
Windstrompreis aus PPA	0 ct/kWh bis 60 ct/kWh
Anschlussquote ans Wärmenetz	40 % bis 100 %

Tabelle 9-13: Legende der Diagramme zur Sensitivitätsanalyse

DZ	Dezentrale Versorgung	LWP	Luftwärmepumpe
EWP	Erdwärmepumpe	PH	Pelletheizung
GH	Gasheizung	ST	Solarthermie
GQ	Gesamtquartier	Z	Zentrale Versorgung (Wärmenetz)
HSH	Hackschnitzelheizung		

Tabelle 9-12 gibt einen Überblick über die Eingangsparmeter der Sensitivitätsanalyse. Tabelle 9-13 zeigt die Legende der Diagramme zur Sensitivitätsanalyse. Für die wirtschaftliche Bewertung der zentralen Versorgungsvarianten wurde als Basis der Sensitivitätsanalysen der

durchschnittliche Preis von Gas, Strom, Hackschnitzeln und Holzpellets angesetzt, der im zweiten Halbjahr vorlag.

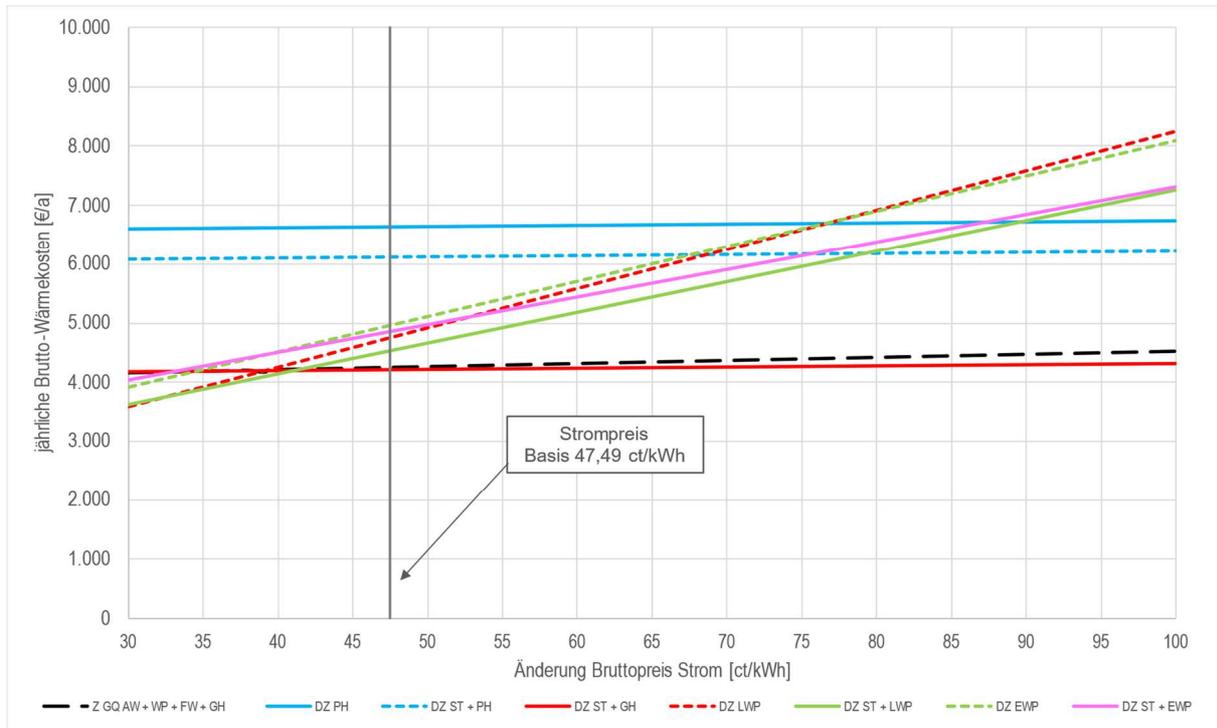


Abbildung 9-6 Wärmekosten bei Preissteigerungsraten für Strom

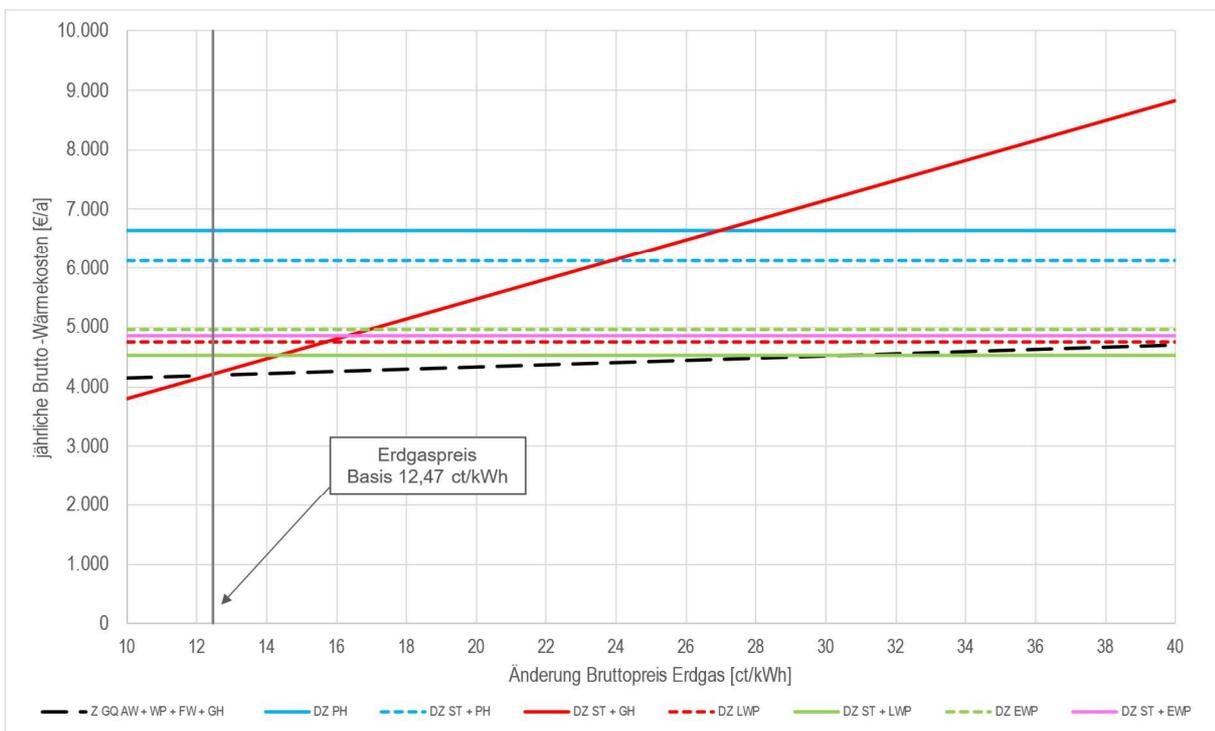


Abbildung 9-7: Wärmekosten bei Preissteigerungsraten für Erdgas

Da der Preis für Strom bisher noch stark an die Entwicklung des Gaspreises gekoppelt ist, gilt eine ähnlich große Preisspanne von 30 bis 100 ct/kWh für den Energieträger Strom. Die Kosten der dezentralen Variante, welche eine Wärmepumpe vorsehen, steigen im Vergleich zu den Varianten ohne Wärmepumpe am stärksten, da der Energieträger Strom in den Wärmepumpen als einzige kostenpflichtige Energiequelle neben der kostenlosen Umweltenergie eingesetzt wird.

Für den fossilen Energieträger Erdgas werden die Wärmepreise der Versorgungsvarianten innerhalb einer Preisspanne von 10 bis 40 ct/kWh ermittelt, was auch sehr stark schwankende Kosten, wie sie u. a. durch den russischen Angriffskrieg auf die Ukraine verursacht wurden, berücksichtigt. Die Wärmekosten der dezentralen Variante Erdgaskessel in Verbindung mit Solarthermie und der zentrale Wärmeversorgung steigen im Vergleich zu den anderen Varianten, da diese anteilig Erdgas für die Wärmeerzeugung einsetzen. Die zentrale Nahwärme würde bei einem Erdgasbruttopreis von 32 ct/kWh teurer als die dezentrale Variante Luftwärmepumpe in Verbindung mit Solarthermie sein, unter der Berücksichtigung, dass der Strompreis nicht steigt. Aufgrund der Abhängigkeit von Erdgas und Strom am Markt ist dies jedoch sehr unwahrscheinlich.

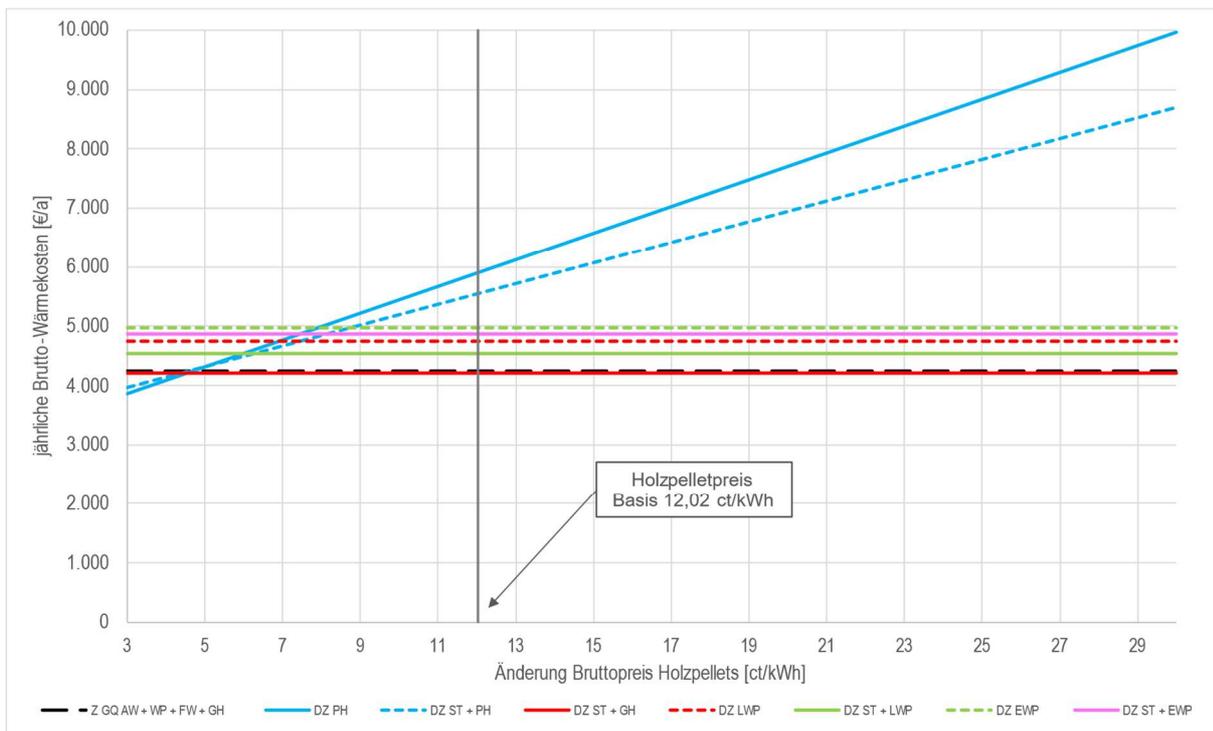


Abbildung 9-8: Wärmekosten bei Preissteigerungsraten für Holzpellets

Der Preis für Holzpellets stieg von Januar 2022 bis Dezember 2022 um über 70 % (C.A.R.M.E.N., 2022). Sollten zukünftig viele neue Pelletheizungen installiert werden, erhöht sich der Bedarf an Pellets. Die Entwicklung des Pelletpreises wird davon abhängen, inwiefern zusätzliche Angebote auf den Markt kommen. Importe aus anderen Regionen, ggf. auch aus dem Ausland, würden die ökologische Bilanz verschlechtern. Falls der Holzpelletpreis sinkt, z. B. aufgrund eines Überangebotes an Pellets, sind die Wärmekosten der Holzpelletkessel-Varianten bei einem Holzpelletbruttopreis von unter 7 ct/kWh vergleichbar mit denen der dezentralen Wärmepumpen.

Auch für Holzhackschnitzel gab in den letzten Monaten erhebliche Preisveränderungen - über 75 % zwischen den Monaten Januar 2022 bis Dezember 2022, allerdings auf einem niedrigeren

absoluten Niveau (C.A.R.M.E.N., 2022). Nimmt der Bedarf von Hackschnitzeln in starkem Maße zu, ohne dass zusätzliche Angebote auf den Markt kommen, kann sich dies auch weiterhin ändern.

Regionale Hackschnitzel können zu günstigeren Konditionen produziert und die Kosten über langfristige Verträge abgesichert werden. Somit besteht die Möglichkeit, dass die zentrale Variante auch zu Wärmebruttopreisen unter 4.000 €/a angeboten werden könnte.

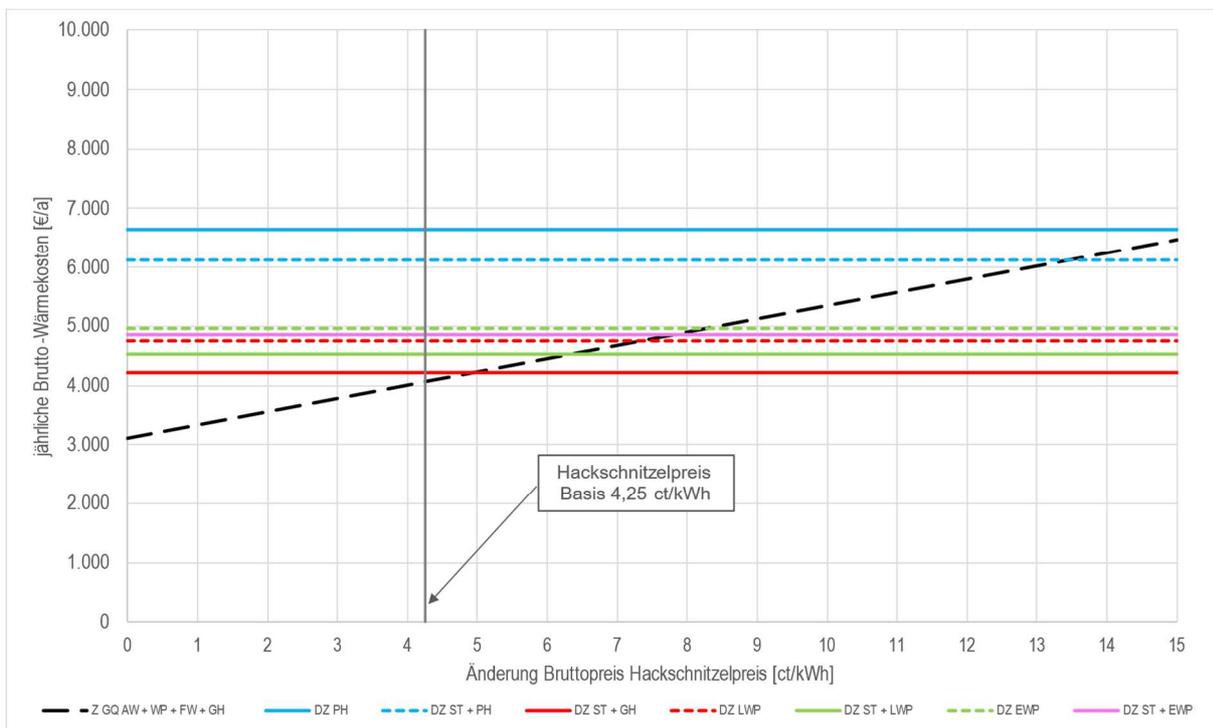


Abbildung 9-9: Wärmekosten bei Preissteigerungsraten für Hackschnitzel

Die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen hängt wesentlich von der Anschlussquote ab – je höher die Anschlussquote, desto stärker werden die erforderlichen Investitionskosten auf viele Schultern verteilt. Aus diesem Grund wurde ebenfalls das Risiko / die Chance einer geringeren / höheren Anschlussquote in Folge einer anderen Anzahl der an das Wärmenetz angeschlossenen Abnehmer der Wohngebäude berücksichtigt. Bei einer Anschlussquote unter 40 % übersteigen die Wärmekosten der zentralen Variante die Wärmekosten der dezentralen Wärmepumpen-Varianten.

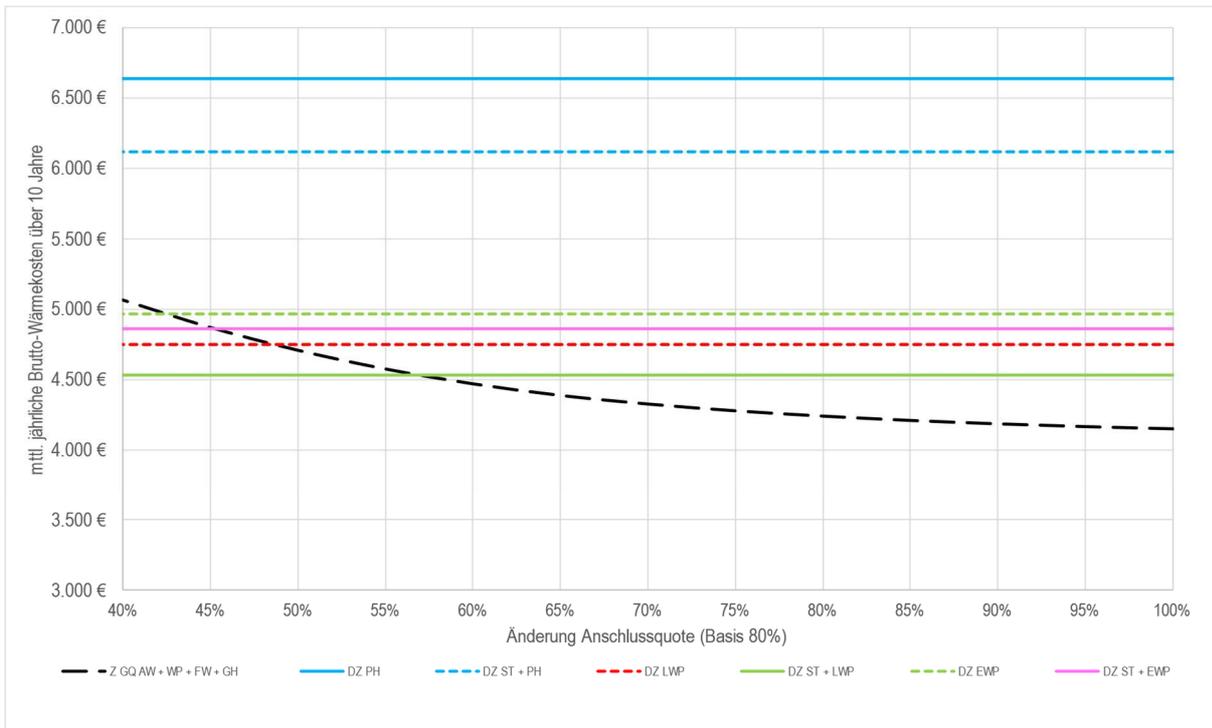


Abbildung 9-10: Wärmekosten in Abhängigkeit der Anschlussquoten

9.6 ZUSAMMENFASSUNG WÄRMEERZEUGUNG

Die Berechnungen haben gezeigt, dass der Aufbau einer zentralen, leitungsgebundenen Wärmeversorgung sehr stark zur Senkung der CO₂-Emissionen beitragen kann. Durch Nutzung von regionalen Holzvorkommen könnten rund 89 % der benötigten Wärmemenge im Quartier durch regenerativ erzeugte Wärme bereitgestellt werden. Zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit wurde ein Erdgaskessel, welcher über die Spitzenlast 11% der benötigten Wärme liefert, in der zentralen Variante berücksichtigt. Mittel- bis langfristig könnte das Erdgas durch andere Energieträger ersetzt werden.

Die Berechnungen haben ferner gezeigt, dass die Vergleiche verschiedener Energiesysteme sehr stark von der Entwicklung der Energiepreise abhängen. Eine besonders hohe Preisstabilität weist dabei die Nahwärmeversorgung über ein Wärmenetz auf, aufgrund der Verbundlösungen mit mehreren Wärmequellen in der Heizzentrale. Dies reduziert auch die Abhängigkeit von einem einzelnen Energieträger und erhöht die Versorgungssicherheit.

In Entscheidungen sind neben den aktuellen Preisen und den CO₂-Emissionen weitere Faktoren mit einzubeziehen, wie etwa der höhere Komfort einer leitungsgebundenen Nah- / Fernwärmeversorgung. So besteht keine Notwendigkeit mehr, sich um Reparatur, Wartung, Brennstoffbeschaffung etc. der dezentralen Anlagen zu kümmern und, im Gegensatz zu Öl- oder Pelletheizungen, kein Platzbedarf für die Brennstoffbevorratung in den einzelnen Gebäuden. Dabei lassen sich die Kosten der Wärmeversorgung weiter senken, wenn zunächst adäquate Gebäudesanierungen durchgeführt werden (vgl. Kapitel 8).

In Bereichen mit niedriger Wärmeabnahmedichte, insbesondere bei alleinstehenden Liegenschaften,¹² lohnt sich die Versorgung über ein Wärmenetz wegen der hohen Investitionen und Wärmeverluste der Leitungen oft nicht. Für diese wurden jedoch verschiedene dezentrale Versorgungsoptionen aufgezeigt. Die dezentrale Variante Pelletheizung in Verbindung mit Solarthermie bietet im Vergleich zu den betrachtenden Varianten die niedrigsten CO₂-Emissionen. Aus wirtschaftlicher Sicht ist die dezentrale Lösung mit Erdgaskessel und Solarthermie im Vergleich derzeit noch die kostengünstigste. Ob sie zukünftige schärfere bundesweite Anforderungen an den Anteil regenerativer Energieträger erfüllt, darf jedoch bezweifelt werden. Bei einer weiteren Steigerung der Erdgaspreise, wie sie durch Marktveränderungen sowie die Entwicklung der CO₂-Preise insbesondere ab 2027 möglich ist, kann sich der Kostenvorteil sehr schnell umkehren. Ggf. kann auch für benachbarte Häuser, die relativ isoliert, jedoch zusammen liegen, jeweils eine kleine Inselversorgung aufgebaut werden. Auch wenn sich nur zwei oder drei Nutzer zusammenfinden, kann dennoch z. B. eine gemeinsame Pelletkessel-Anlage günstiger sein als Einzellösungen.

¹² Diese sind hier im Quartier kaum vorhanden, aber z. T. in Außenbereichen der Gemeinde.

10 MOBILITÄT

Das Thema Mobilität wurde bereits im Ortskernentwicklungskonzept (OEK) „Gemeinde Damp 2029“ behandelt, das kurz vor Beginn des energetischen Quartierskonzeptes abgeschlossen wurde (Grätsch, Luckhardt, & Flüge, 2021). Im Rahmen des OEK fand auch eine intensive Öffentlichkeitsbeteiligung statt, u. a. in Form einer Auftaktveranstaltung, auf der die Teilnehmenden erste Einschätzungen und Herausforderungen der zukünftigen Gemeindeentwicklung formulierten, eines öffentlichen Zukunftsgesprächs, mit Kleingruppen zur weiteren Entwicklung von Ideen sowie Werkstattgesprächen und Befragung von Jugendlichen. Ergebnis waren u. a. drei Projekte im Bereich Mobilität:

- die Bereitstellung eines Dörpsmobils (Carsharing),
- eine Mitfahr-App in Verbindung mit einer Mitfahrbank und
- eine Mobilitätsstation in Vogelsang-Grünholz.

Ein Dörpsmobil und die Mitfahrbank stehen inzwischen zur Verfügung und am ZOB gibt es erste Maßnahmen, die Bestandteil einer späteren Mobilitätsstation sein können, wie etwa eine Vielzahl von Fahrradbügeln (vgl. Abbildung 10-1).



Abbildung 10-1: Dörpsmobil an E-Ladesäule, ZOB mit Fahrradbügeln, Mitfahrbank

Vor diesem Hintergrund erschien es unangemessen, nur rund zwei Jahre später, wo die bisherigen Anregungen erst teilweise umgesetzt wurden, die Bevölkerung erneut in einem Beteiligungsprozess nach Handlungsbedarfen zu fragen. Stattdessen wurde vereinbart, die Umsetzung des OEK im Quartiersbereich zu betrachten und ergänzend zu prüfen, inwiefern zusätzlich zu der Ladeinfrastruktur (LIS) am Amtsgebäude, die auch das Dörpsmobil nutzt, weitere Ladesäulen im Quartier sinnvoll sein könnten. Hinzu kommt, dass das Quartier auch vom geplanten Modellprojekt „Smile 24“ der Schlei-Region profitieren dürfte. Diese Themen werden nachfolgend vertieft.

10.1 CARSHARING

Ein Dörpsmobil (hier genannt „Dampmobil“) ist seit Ende 2021 vorhanden (vgl. Abbildung 10-1). Es ist stationiert auf dem Parkplatz „Auf der Höhe“ vor dem Amtsgebäude und damit in zentraler Lage des Quartiers. Es nutzt einen Ladepunkt der Ladesäule der Energiepark Schlei-Ostsee GmbH & Co. KG, die den Strom kostenlos zur Verfügung stellt. Die Nutzung kostet aktuell 5 € pro Stunde, worin auch bis zu 50 Frei-km enthalten sind.

Derzeit sind 14 Nutzer registriert. Im Laufe von 15 Monaten wurden 14.500 km zurückgelegt, somit im Durchschnitt etwa 32 km pro Tag. Die durchschnittliche Nutzungsdauer betrug 3 h 57'.

Die Nutzung ist ausschließlich in der Zeit zwischen 6:00 und 22:00 h möglich. Begründet wird dies damit, dass die Batterie des Fahrzeugs über Nacht wieder aufladen soll. Ein externes Laden (an anderen Stationen) ist nicht vorgesehen. Da das Fahrzeug hauptsächlich im Regionalverkehr genutzt wird und eine Reichweite von über 200 km hat, ist tagsüber in aller Regel auch kein Laden erforderlich. Dies korrespondiert zu den o. g. durchschnittlichen täglichen Strecken.

Mit der eingeschränkten Nutzungszeit ist jedoch auch eine deutliche Attraktivitätsminderung verbunden. Gerade wenn sich für Menschen, die überwiegend des Fahrrad oder den ÖPNV nutzen, die Frage stellt, ob sie auf ein eigenes Auto verzichten und stattdessen bei den seltenen Gelegenheiten, an denen sie ein Auto benötigen, das Dampmobil benutzen, stellt die eingeschränkte zeitliche Verfügbarkeit einen deutlichen Nachteil dar. Bei späten Besuchen kultureller Veranstaltungen etwa in Eckernförde, Kiel o. a., von Bekannten etc., bei denen der ÖPNV bisher keine adäquate Alternative bietet, scheidet auch das Dampmobil aus. Gleiches gilt bei zweitägigen Fahrten, wie z. B. Wochenendbesuchen.

Daher wird empfohlen, einen Verzicht auf die bisherigen Sperrzeiten zumindest zu erproben. Auch das externe Laden bei vereinzelt weiteren Strecken könnte ermöglicht werden, ggf. verbunden mit einer Variation der Tarifstruktur.

Verstärkte Carsharing-Angebote sind auch im Rahmen des Projektes „Smile 24“ vorgesehen (vgl. Kapitel 10.5). Ggf. kann im Rahmen dieses Projektes auch eine Ausweitung oder Integration des Dampmobils erfolgen.

10.2 MITFAHRBANK UND MITFAHRAPP

Die Mitfahrbank steht inzwischen zur Verfügung (vgl. Abbildung 10-1), eine Mitfahr-App jedoch bisher nicht. Damit ist die Nutzung nur bedingt attraktiv: Es ist völlig ungewiss, wann eine Mitnahme erfolgen könnte. Eine Attraktivitätssteigerung könnte gegeben sein, wenn die Mitfahrbank am ZOB wäre, z. B. als Bestandteil einer Mobilitätsstation: Es bestünde dann die Möglichkeit, eine Mitfahrgelegenheit zu suchen, sonst aber (bei passender Fahrtrichtung) den nächsten Bus zu nutzen. Allerdings läge dann die Mitfahrbank nicht mehr an der Haupt-Ausfallstraße des Quartiers.

Alternativ könnte eine Mitfahr-App eingerichtet werden, über die sich ein Mitfahr-Wunsch auch im Voraus ankündigen ließe und wo andererseits Mitfahr-Gelegenheiten angeboten werden könnten. Eine solche App würde zudem ein höheres Maß an Sicherheit schaffen, weil sich nachvollziehen ließe, wer bei wem mitgefahren ist.

Eine solche App wäre eigens für Damp programmierbar, es ließen sich aber auch vorhandene Apps nutzen. Bei den vorhandenen Apps muss zwischen Apps für die Vermittlung von regelmäßigen Fahrten (Pendler) und Apps zur Vermittlung für regelmäßige und einmalige Fahrten unterschieden werden. Es haben sich fünf Apps als für den vorliegenden Anwendungsfall mögliche Anwendungen herausgestellt. Dabei sind mit Penderportal, Twogo und PENDLA drei Apps verfügbar, die zielgerichtet der Vermittlung von regelmäßigen Fahrgemeinschaften dienen. Mit Fahrgemeinschaft.de und der Mitfahrbank-App von BobenOp sind die anderen beiden Apps sowohl für regelmäßige als auch einmalige Fahrten geeignet.

Außer der Mitfahrbank-App von BobenOp sind die Portale für die jeweilige Gemeinde mit eigener URL sowie Logo individualisierbar. Während dies bei Fahrgemeinschaft.de aus einer Kooperation mit dem ADAC heraus finanziert wird, ist bei Penderportal für die Individualisierung eine Lizenz

auf Landkreisebene in Höhe von 4.990 € einmalige Einrichtungsgebühr sowie 199 € monatliche Gebühr fällig. PENDLA hat eine Gebühr von 1 Cent pro Einwohner und Monat. Von Twogo waren keine konkreten Kosten in Erfahrung zu bringen. Die Mitfahrbank-App ist für Kommune und Nutzer kostenlos. Außerdem sind hier bereits alle bekannten Mitfahrbänke in der Region als Standort bereits hinterlegt.

Alle fünf Angebote bieten eine App zur mobilen Nutzung an, wobei es sich bei PENDLA um eine progressive Webapp handelt. Das bedeutet, dass die App nicht im App-Store oder bei Google-Play verfügbar ist, sondern auf der Website des Anbieters direkt zum Download zur Verfügung steht. Dadurch spart der Anbieter Gebühren an die App-Stores von Apple und Google und kann seine App auch flexibler betreuen. Zusammenfassend lässt sich für den hier geplanten Anwendungsfall von regelmäßigen Fahrten und einmaligen Fahrten in Kombination mit der bereits installierten Mitfahrbank sagen, dass die Mitfahrbank, die bereits eine regionale App ist, die empfehlenswerteste.

Sollte eine eigenen App programmiert (oder ggf. eine vorhandene konfiguriert) werden, könnte versucht werden, Fördermittel aus dem Programm „KliKom“ der EK.SH zu akquirieren (EK.SH, o. J.).

Zu prüfen wäre, ob sich bei einem 24/7 verfügbaren Angebot an on-demand-ÖPNV im Rahmen des Projektes „Smile 24“ (vgl. Kapitel 10.5) überhaupt noch eine relevante Notwendigkeit einer Mitfahrbank und -App besteht.

10.3 MOBILITÄTSSTATION

Eine Mobilitätsstation bündelt verschiedene Verkehrsangebote, wie ÖPNV, Fahrrad, Carsharing, den Verleih von (Lasten-) Fahrrädern oder eine Mitfahrbank und bietet ggf. weitere Service-Möglichkeiten (Luftpumpe, Werkzeug für einfache Fahrradreparaturen, Lademöglichkeiten für E-Fahrzeuge, Unterstellmöglichkeit, Kiosk etc.). Sie erleichtert damit auch multimodale Verkehrsnutzungen, d. h. dem Umstieg zwischen verschiedenen Verkehrsträgern (z. B. bei Menschen aus dem Quartier sicheres Abstellen eigener Fahrräder zur anschließenden Nutzung des Busses oder des Carsharing-Autos, bei externen Gästen Ankommen mit dem Bus oder zu dem ladenden E-Fahrzeug und Ausleihen eines Fahrrades für die „letzte Meile“).

Die Umsetzung des entsprechenden Vorschlages aus dem Ortskernentwicklungskonzept steht bisher aus. Ggf. kann die Errichtung - zumindest einzelner Komponenten - auch im Rahmen des Projektes „Smile 24“ unterstützt werden (vgl. Kapitel 10.5).

10.4 LADEINFRASTRUKTUR FÜR ELEKTROFAHRZEUGE

Im ländlichen Raum ist der motorisierte Individualverkehr (MIV) schwerer zu ersetzen als in urbanen Regionen. Insofern ist davon auszugehen, dass er in Damp auch längerfristig einen maßgeblichen Anteil des Modal Split ausmachen wird. Dabei ist anzustreben, den nicht vermeidbaren MIV möglichst umweltverträglich zu gestalten.

Gemäß Abbildung 6-1 entfällt auf den Verkehrssektor mehr als ein Viertel des deutschen Primärenergiebedarfs. Gleichzeitig ist der Anteil der Nutzung erneuerbarer Energieträger im Verkehrsbereich mit unter 7 % noch geringer als im Wärmesektor (vgl. Abbildung 6-2). Um auch hier dem

Ziel der Klimaneutralität näher zu kommen und den MIV auf eine im Vergleich zu Verbrennerfahrzeugen ökologischere Basis zu stellen, ist eine zunehmende Elektrifizierung des MIV geboten (Kämper, Helms, & Biemann, o. J.). Diese erfordert eine angemessene Ladeinfrastruktur.

Das hier betrachtete Quartier besteht überwiegend aus Einfamilienhäusern. Diese haben meist die Möglichkeit, am eigenen Haus, in der eigenen Garage oder im eigenen Carport eine private Wallbox zu errichten und das Auto somit privat zu laden. Diese Lademöglichkeit weist für die Hausbesitzer eine Reihe von Vorteilen auf:

- Sie ist am bequemsten, weil das Fahrzeug zwischen dem Ankommen zu Hause und der nächsten Abfahrt nicht mehr nach Abschluss des Ladevorgangs umgeparkt werden muss.
- Es besteht kein Risiko, dass die LIS von anderen Nutzern belegt sein könnte.
- Sie spart langfristig Kosten, weil nur der normale Haushalts-Stromtarif zu zahlen ist.¹³ Besonders preisgünstig wird das Laden, wenn eine hauseigene Photovoltaik-Anlage genutzt werden kann.

Langfristig sind weitere Kostenvorteile über bidirektionales Laden oder die Steuerung der Ladezeiten gemäß netzzustandsabhängiger Stromtarife denkbar.

Auch im Quartier sind jedoch Mehrfamilienhäuser vorhanden, und es kann u. U. auch bei einzelnen Einfamilienhäusern vorkommen, dass aus baulichen Gründen, wegen der Qualität oder Lage der Stromanschlüsse oder aufgrund von Vorgaben eines Bebauungsplans privates Laden nicht möglich ist. Vor allem aber sollte auch Gästen, die aus privaten oder beruflichen Gründen das Quartier aufsuchen, eine Lademöglichkeit angeboten werden.

Eine Ladesäule befindet sich bereits auf dem Parkplatz an der Straße „Auf der Höhe“ vor dem Amtsgebäude. Von den beiden Ladepunkten ist einer für das Dörpsmobil reserviert, so dass nur ein Ladepunkt öffentlich verfügbar ist. Diese Lademöglichkeit ist bisher nicht im Ladesäulenregister der Bundesnetzagentur enthalten (Bundesnetzagentur, 2022): Gäste ohne Ortskenntnis würden sie, je nachdem welche Datenbasis sie nutzen, u. U. nicht auffinden. Zudem wird sie derzeit, da der Strom kostenlos abgegeben wird, stark frequentiert. Spätestens mittelfristig stellt sich die Frage, ob ein öffentlicher Ladepunkt für das Quartier ausreichend ist.

Entscheidend ist die Frage, wie sich das Ladeverhalten an öffentlichen Ladepunkten mittel- bis langfristig entwickeln wird. Hier sind ein zentrales und ein dezentrales Szenario möglich.

Im zentralen Szenario wird zukünftig, wenn auch die Kraftfahrzeuge zunehmend die nötigen technischen Voraussetzungen erfüllen, ein großer Teil der Ladevorgänge an Ultraschnellladestationen erfolgen, die über Leistungen von 150 kW oder mehr verfügen. Sie ermöglichen es, für 100 km Reichweite in wenigen Minuten zu laden, so dass die Ladevorgänge sich zunehmend den heutigen Tankvorgängen von Kfz. mit Verbrennungsmotoren annähern. 1.000 solcher Ladeparks sind im Rahmen des von der Bundesregierung geförderten „Deutschlandnetzes“ geplant, wobei die nächsten Standorte mit vier bzw. acht Ladepunkten in Kappeln und Eckernförde entstehen soll (Suchraum ID 12022 - vgl. blauer Kreis in Abbildung 10-2 - und ID 13071 - grüner Kreis).

¹³ abgesehen von der in Damp derzeit gegebenen besonderen Situation, dass der Strom an der öffentlichen Ladesäule kostenlos abgegeben wird [Nachtrag: Seit dem 01.06.23 wird der Strom nur noch für das Dampmobil kostenlos abgegeben.]

Ähnliche Lademöglichkeiten werden inzwischen an vielen Tankstellen geplant und realisiert - siehe z. B. (Aral, 2022).

Aus energiewirtschaftlicher Sicht könnte das zentrale Szenario vor allem dann begrüßt werden, wenn die Kosten des Ladens von der aktuellen Stromverfügbarkeit und Netzbelastung abhängen, so dass eine am Angebot regenerativer Energien orientierte Steuerung der Nachfrage erfolgt. Bisher ist dies beim Deutschlandnetz noch nicht vorgesehen und auch an anderen Ultraschnellladepunkten noch nicht üblich.



Abbildung 10-2: Suchräume für Ultraschnellladeparks des Deutschlandnetzes (NOW, o. J.)

Unter Verweis auf die bisher höheren Kosten des Ultraschnellladens könnte auch ein dezentrales Szenario erwartet werden, das ein von fossilen Kraftfahrzeugen abweichendes Ladeverhalten voraussetzt. Danach wird vor allem von Menschen, die nicht über eine private Lademöglichkeit verfügen, jede sich bietende Gelegenheit - Einkauf, Arztbesuch etc. - zum ggf. auch kurzen Nachladen genutzt. Dies setzt eine Vielzahl dezentraler Ladesäulen an möglichst vielen relevanten Parkmöglichkeiten voraus.

Bisher ist nicht absehbar, welcher Trend sich durchsetzen wird - wobei sich beide Optionen auch nicht grundsätzlich ausschließen. Eine intensive Errichtung dezentraler Normalladesäulen von Leistungen mit 11 oder 22 kW unterliegt jedoch dem Risiko, dass eine Infrastruktur aufgebaut

wird, die langfristig nur noch bedingt nachgefragt wird. Daher sollte in allen Regionen zwar eine Basis-Infrastruktur entsprechender Ladesäulen zur Verfügung stehen, die die Nutzung von E-Fahrzeugen ermöglicht, jedoch darüber hinaus der Ausbau von Ladesäulen mit 11 oder 22 kW dann erfolgen, wenn benachbarte Ladesäulen eine ausreichende Auslastung erfahren.

Touristisches Potenzial besteht vor allem im Ortsteil Ostseebad Damp, wo ebenfalls schon Ladepunkte vorhanden sind. Wenn das Quartier Vogelsang-Grünholz weniger touristisch frequentiert wird, bieten sich vor allem folgende Zielgruppen an:

- Menschen aus dem Ort, die keine private LIS nutzen können, z. B. weil sie in Mehrfamilienhäusern wohnen,
- Einpendler und
- Geschäftsreisende ins Quartier.

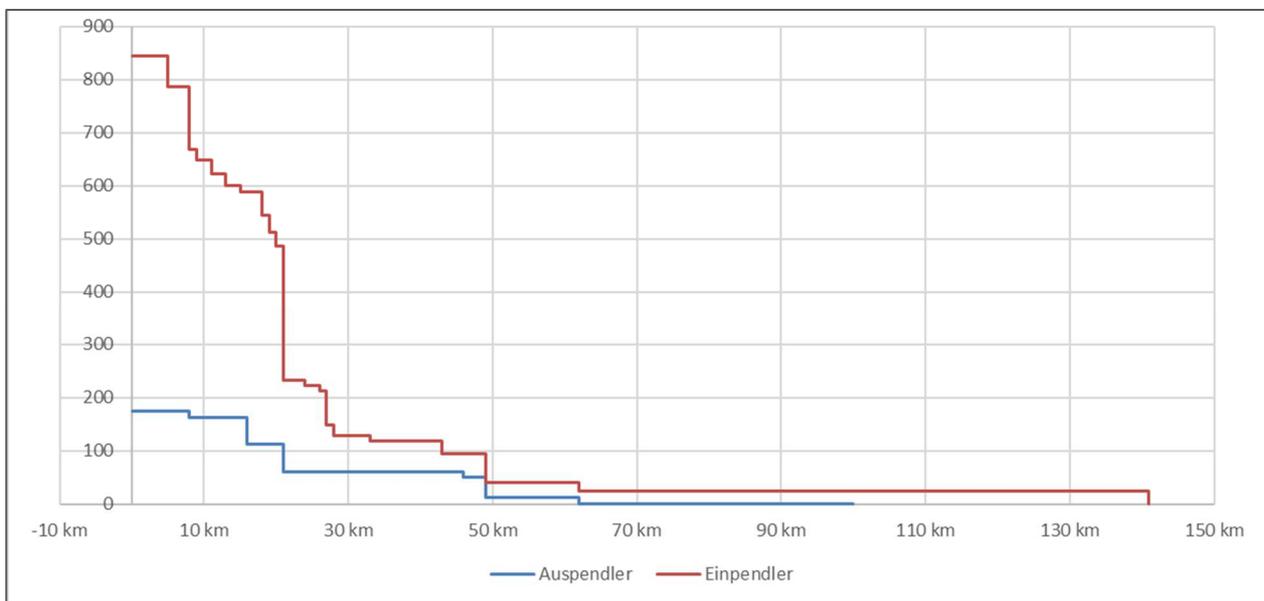


Abbildung 10-3: Pendlerstatistik Damp - akkumulierte Zahlen nach Entfernung

Wie sich aus Abbildung 10-3 ergibt, verfügt Damp über einen Überschuss an Einpendlern (Bundesagentur für Arbeit, 2020).¹⁴ Für den lokalen LIS-Bedarf sind diese Einpendler relevant. Die verfügbaren Statistiken differenzieren jedoch nicht danach, in welchem Ortsteil die Einpendler tätig sind. Es ist davon auszugehen, dass eine maßgebliche Anzahl im Ostseebad Damp tätig ist. Im Quartier könnte vor allem die Firma Dampsoft ein relevantes Ziel sein.

Abbildung 10-3 zeigt auch, dass der weit überwiegende Anteil von Einpendlern Entfernungen von unter 50 km zurücklegt - lediglich 41 Personen liegen darüber. Entfernungen von 100 km können inzwischen fast alle E-Fahrzeuge zurücklegen, so dass, wenn von einer Lademöglichkeit am Heimatort ausgegangen wird, vor allem diese 41 Personen mögliche Kunden einer LIS sein könnten. Sollte eine relevante Zahl interessierter Personen bei Dampsoft beschäftigt sein, bestünde auch die Möglichkeit, dass die Firma diesen eine LIS anbietet - sei es privat und ggf. auch kostenfrei oder vergünstigt, oder als öffentliche LIS.

¹⁴ Anreisende mit 150 km und mehr sind in der Abbildung aus Gründen der Darstellung nicht erfasst. Es wird auch davon ausgegangen, dass sie in der Regel nicht täglich pendeln.

Auch für Geschäftsreisende dürfte im Quartier vor allem Dampsoft das Ziel sein, so dass auch diese Gruppe mit der zuvor genannten Lösung bedient würde.

Für Bewohner des Quartiers, die über keine eigene Lademöglichkeit verfügen, könnte nach dem „niederländischen Modell“ verfahren werden: In der Aufbauphase der Elektromobilität konnten dort Personen, die eine Kaufabsicht für ein E-Fahrzeug dokumentierten und in deren Wohnumfeld sich noch keine LIS befand, eine solche errichten lassen - die dann jedoch als öffentliche LIS allen zur Verfügung stand. Vorteil dieses Vorgehens gegenüber modellbasierten Simulationen, wo ein Ladebedarf entstehen *könnte*, ist, dass eine Mindestauslastung unabhängig von der Prognosegüte von Simulationstools gewährleistet ist. Tätig werden könnte hier die Gemeinde, wobei es z. T. auch schon private Anbieter wie z. B. (On Charge, o. J.) mit entsprechenden Geschäftsmodellen gibt.

Ein anderes Denkmodell zur Errichtung einer öffentlichen LIS wäre die Intention, über die Lademöglichkeit Durchreisende zu motivieren, sich ins Quartier zu begeben und dort dann während des Ladevorgangs auch örtliche Geschäfte, Restauration o. ä. zu nutzen. Dies könnte vor allem Durchreisende auf der B 203 betreffen, so dass der Standort sich möglichst nahe an dieser befinden sollte. Wird für diese Durchreisenden eine Ultraschnellladesäule mit mindestens 150 kW Ladeleistung errichtet, ist jedoch davon auszugehen, dass sie sich nur eine sehr kurze Zeit im Quartier aufhalten, so dass fraglich ist, ob der gewünschte Zweck erfüllt wird. Bei einer niedrigeren Ladeleistung wiederum stellt sich die Frage, wie attraktiv die Lademöglichkeit im Vergleich zu den zukünftigen Ladeparks des Deutschlandnetzes in Eckernförde und Kappeln bzw. zu entsprechenden Angeboten an Tankstellen wäre.

Ideal wäre es, wenn der Ausbau der öffentlich verfügbaren LIS aus privater Initiative entstehen würde - etwa durch örtliche Gaststätten, Einzelhandel, die vorhandene Tankstelle an der B 203 (dort vermutlich als Schnellladesäule), Dampsoft oder durch das Senioren- / Pflegeheim mit Blick auf besuchende Angehörige mit weiterer Anreise. Dies würde ein Handeln der Gemeinde erübrigen.

Sollte dies nicht der Fall sein, könnte auch die Gemeinde tätig werden und Dritte veranlassen, eine LIS zu errichten. Ein mögliches Vorgehen zur Identifikation von Standorten und zur Ausschreibung ist in (Betz, Meereis, & Meins, 2022) beschrieben. Als Standorte bieten sich Bereiche an, die ohnehin stärker von Gästen frequentiert werden, wobei diese langfristig vor allem dann tragfähig sind, wenn sich das dezentrale Ladeszenario durchsetzt. Hier könnte dies der örtliche Einzelhandel, eine Arztpraxis o. ä. sein. Ebenfalls denkbar wäre eine Lademöglichkeit an einer Mobilitätsstation im Bereich des ZOB, die vor allem dann relevant wäre, wenn Menschen mit ihrem Kfz. zum ZOB fahren, um dann mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu ihrem Ziel (z. B. in Eckernförde oder Kappeln) zu gelangen, oder wenn sie die Park- und Lademöglichkeit zum Umstieg auf Fahrgemeinschaften mit Kollegen o. ä. nutzen.

Initiativen zum Ausbau von LIS könnten auch im Rahmen des Sanierungsmanagements unterstützt werden.

Die Kosten einer Normalladesäule könnten in der Größenordnung von etwa 10 T€ liegen. Hinzu kommen Kosten für den Netzanschluss sowie für den laufenden Betrieb, Wartung / Reparatur etc. Es waren in der jüngeren Vergangenheit diverse Förderprogramme mit Förderquoten von bis zu 80 % verfügbar. Die Förderlandschaft ist jedoch, ebenso wie die Angebotssituation bei

Ladesäulen, sehr stark in Bewegung, so dass sie dann aktuell geprüft werden müssen, wenn eine entsprechende Beschaffung ansteht.

10.5 PROJEKT „SMILE 24“: SCHLEI-MOBILITÄT - INNOVATIV, LÄNDLICH, EMISSIONS-FREI

Im Rahmen des von Bund und Land mit insgesamt 37,5 Mio. € geförderten Projektes „Smile 24“ sollen ein rund um die Uhr verfügbares, flächendeckendes Rufbussystem aufgebaut („on-demand-Verkehr) sowie Car- und Bike-Sharing-Angebote geschaffen werden (MWVATT, 2023). Zur im Projekt abgedeckten Region gehört auch die Gemeinde Damp. Damit wird es auch im ländlichen Raum und möglich, alle Orte in der Region in angemessener Zeit mit dem ÖPNV zu erreichen und damit auch ohne eigenes Auto mobil zu sein. Das Projekt kann also einen Quantensprung hin zur klimaverträglichen und ressourcenschonenden Mobilität auch im ländlichen Raum bewirken.

Die nähere Ausführung ist derzeit noch nicht bekannt. Gemäß der Ankündigungen könnte es aber möglich sein, auch einzelne der in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Maßnahmen im Rahmen dieses Projektes zu unterstützen.

11 KLIMAANPASSUNG

Die Gemeinde Damp ist von den Folgen des Klimawandels betroffen und wird diese in Zukunft stärker als bisher zu spüren bekommen. Analysen zu möglichen zukünftigen Entwicklungen des Klimas im Landkreis Rendsburg-Eckernförde ergeben - je nach Modell und Szenario - einen Anstieg der bodennahen Lufttemperatur um 0,2 °C bis 4,7 °C, bezogen auf den Zeitraum 1971-2000 bis zum Ende des 21. Jahrhunderts. Die prognostizierten Änderungen des Jahresniederschlags erstrecken sich von einer Abnahme von 12,1 % bis zu einer Zunahme von 31,6 %. Neben der durchschnittlichen Lufttemperatur und dem Jahresniederschlag werden in der Region vor allem auch die schwülen und heißen Tage im Sommer sowie die Tage mit Starkregen zunehmen (Climate Service Center Germany, 2021). Um das Quartier Vogelsang-Grünholz klimaangepasst für die Zukunft aufzustellen, ist eine hitzeangepasste und wassersensible Struktur im Quartier erforderlich. Der Kreis Rendsburg-Eckernförde hat mit dem Klimaschutzteilkonzept „Strategie zur Anpassung an den Klimawandel im Kreis Rendsburg-Eckernförde“ zudem die Basis für eine vernetzte und bedarfsangepasste Klimaanpassung in der Region geschaffen (Kreis Rendsburg-Eckernförde, 2020).

Das Quartier Vogelsang-Grünholz ist nur in geringem Maße versiegelt und verfügt über eine vielfältige grüne Infrastruktur. Die charakteristische Bebauung mit Einfamilienhäusern und teils großen dazugehörigen Gärten, sorgt für Retentionsflächen und verhindert zusätzlich ein Aufheizen der bodennahen Luftschichten. Das Quartier ist umgeben von landwirtschaftlich genutzten Flächen und kleineren Waldstücken, Wärmeinseleffekte sind daher nicht zu erwarten. Grundsätzlich empfiehlt sich auch bei geplanten Maßnahmen an den öffentlichen Liegenschaften die häufigeren Hitzesommer mitzudenken und beispielsweise auf Verschattungen im Außenbereich oder sommerlichen Wärmeschutz zu achten. Gleiches gilt für Starkregenereignisse.

11.1 GEWÄSSERUNTERHALT IM QUARTIER

Das Quartier wird durch zwei Vorfluter entwässert, die teilweise verrohrt sind. Es handelt sich dabei um den Vorfluter Damp im Norden des Florianwegs und den Vogelsanger Graben, der im Osten des Quartiers nördlich der Straße Söker (verrohrt) verläuft und als Ortsentwässerungsgraben von Vogelsang-Grünholz dient. Nach Aussage der Lenkungsgruppe besteht zukünftig Handlungsbedarf hinsichtlich Instandhaltung und Gewässerunterhalt. In Abbildung 11-1 sind die Verläufe der beiden Gewässerlinien dargestellt.

Die beschriebene Zunahme von Starkregenereignissen wird zukünftig die Bedeutung effektiver und nachhaltiger Entwässerung stärker als bisher in den Fokus von Kommunen rücken. Es wird daher empfohlen, mittelfristig Maßnahmen zur Pflege der Vorfluter zu ergreifen um eine dauerhafte und auch bei Starkregen ausreichende Durchgängigkeit zu gewährleisten. Diese sollten im Vorfeld mit einem spezialisierten Planungsbüro abgesprochen werden.

11.1.1 GRÄBEN

Gräben bzw. Fließgewässer mit geringer Fließgeschwindigkeit drohen zu Verlanden oder durch aufkommende Vegetation zu verbuschen. Zur Sicherstellung dieser Funktion müssen Gräben daher regelmäßig durch den Grundstückseigentümer unterhalten werden. Bei Gräben ist dabei auf die Erhaltung von Strukturvielfalt und Biodiversität zu achten. Für die Mahd von Gräben bieten sich Mähkorn und Balkenmäher an, diese sind bewährte Mittel um Gräben fachgerecht zu

12 UMSETZUNGHEMMNISSE UND MÖGLICHKEITEN ZU IHRER ÜBERWINDUNG

12.1 GEBÄUDESANIERUNG

Die Gebäudesanierung ist klimapolitisch eine besondere Herausforderung: Ein großer, zusammenhängender Anteil der Energiebedarfsdeckung in Deutschland wird für die Raumwärmebereitstellung verwandt. Vom gesamten bundesdeutschen Endenergieverbrauch in 2016 betrug der Energieaufwand für die Beheizung der Gebäude, wie in Abbildung 12-1 dargestellt, ca. 28 % (BMWE, 2018).

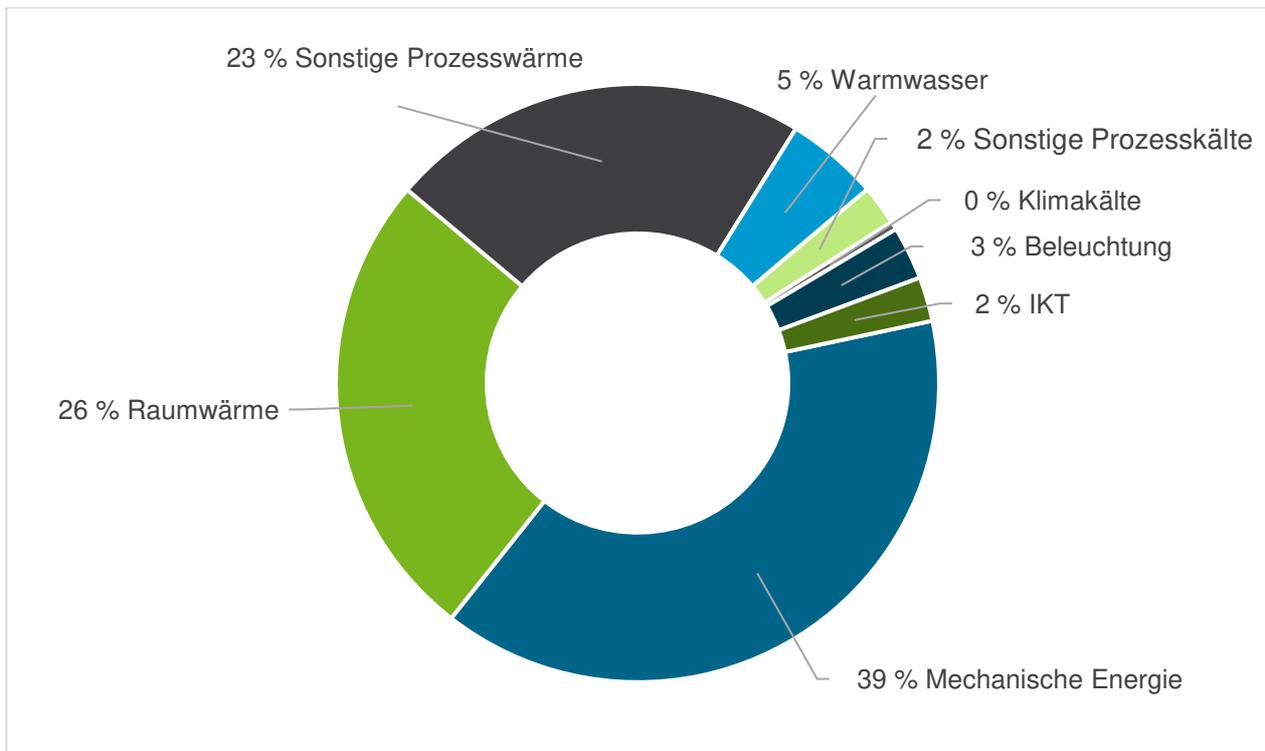


Abbildung 12-1: Endenergieverbrauch Raumwärme 2018 in Deutschland

Die Bundesregierung hat auf die Herausforderung der Reduktion der Treibhausgasemissionen im Gebäudebestand mit umfangreichen Förderprogrammen reagiert, zuletzt Anfang August 2022 und mit dem neuen Förderdesign ab September 2022 (vgl. Kap. 8.1). Trotzdem bestehen Hemmnisse, die Fortschritte bei der Gebäudesanierung, die für das Erreichen der Klimaschutzziele der Bundesrepublik - Klimaneutralität bis 2045 - notwendig wären, behindern.

Viele sind begründet in der Haltung der Eigentümer zum Thema Gebäudesanierung. Typische Äußerungen, die z. B. in den bilateralen Gesprächen während der Energieberatungen vor Ort zu hören waren, sind folgende:

- „Die Energiepreise steigen, aber mich überfordert die Fülle der technischen Möglichkeiten zur energetischen Sanierung.“
- „Ich bekomme keine Energieberatung und keine Angebote von den Handwerksfirmen.“
- „Die Förderanträge sind zu umständlich und ohne Experten verstehe ich das nicht.“

- „Für wen soll ich denn sanieren? Wir haben doch niemanden, der das Haus übernehmen würde!“
- „Die Sanierungskosten sind einfach zu hoch, das rechnet sich nicht.“
- „Das Thema Gebäudesanierung ist mir zu komplex und da kann man viel falsch machen. Nachher bildet sich noch Schimmel!“

Begegnet werden kann diesen Hemmnissen durch eine kontinuierliche Beratung über die technischen Möglichkeiten und finanziellen Förderungen von Sanierungen. Dies ist ein wichtiger Bestandteil des Sanierungsmanagements, einschließlich der weiteren Einbindung externer Beratungsmöglichkeiten wie etwa der Verbraucherzentrale. An die Notwendigkeit der jetzt dringenden Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen muss immer wieder erinnert werden.

Eine ergänzende Rolle auf der Verordnungsseite kann auch ein konsequenterer Vollzug etwa der Vorgaben des GEG-2020 sein. Dies gilt z. B. für die Einhaltung der Nachrüstpflichten im Gebäudebestand (vgl. Kapitel 8.1). Hier hat die Kommune keinen Einfluss, sondern dies muss über die Aufsichtsbehörde, in diesem Fall das Innenministerium des Landes, organisiert werden.

12.2 LEITUNGSGEBUNDENE WÄRMEVERSORGUNG

12.2.1 TECHNISCHE HERAUSFORDERUNGEN

Bei den im vorliegenden Konzept untersuchten Versorgungsvarianten handelt es sich um bereits vielfach vorhandene und ausgereifte Technologien. Besondere technische Herausforderungen sind nicht zu erkennen.

12.2.2 RECHTLICHE UND ORGANISATORISCHE HERAUSFORDERUNGEN

Es muss ein Betreiber des Wärmenetzes gefunden werden. Sofern der Betreiber des Netzes nicht mit dem Wärmeerzeugern identisch ist, sind Verträge zu schließen, aus denen auch hervorgeht, wer für die Besicherung der Wärmeleistungen (Errichtung und Betrieb von Anlagen zur Erzeugung von Redundanz) verantwortlich ist.

Sofern ein wirtschaftlicher Betrieb des Wärmenetzes, der eine ausreichende Anschlussquote voraussetzt, aufgrund der stark ansteigenden Preise fossiler Energieträger möglich ist, sollten darin keine besondere Herausforderung bestehen.

12.2.3 WIRTSCHAFTLICHE HERAUSFORDERUNGEN

Die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes hängt entscheidend von der Anschlussquote ab. Insofern besteht eine entscheidende Herausforderung darin, eine ausreichende Anzahl von Anschlussnehmern zu gewinnen. Erleichtert werden könnte dies allerdings durch die gestiegenen Preise fossiler Energieträger sowie das wachsende Bewusstsein für die bei regionalen Energiequellen höhere Versorgungssicherheit. Im Rahmen des Sanierungsmanagements muss umfassend informiert werden, um ein ausreichendes Interesse von Anschlussinteressenten zu gewährleisten.

Ebenso wie die Privathaushalte sind auch mögliche gewerbliche Abnehmer in die weiteren Gespräche einzubeziehen. Für die öffentlichen Liegenschaften dürfte die Entscheidung ein Selbstgänger sein.

12.3 MOBILITÄT

Maßnahmen im Bereich der Mobilität wie hier beschrieben unterliegen i. W. dem Hemmnis der notwendigen Finanzierung. Bei der Diskussion von Kosten einzelner Maßnahmen des ÖPNV gerät oft aus dem Blick, dass auch der motorisierte Individualverkehr durch die Bereitstellung von Straßen, Parkflächen im öffentlichen Raum und letztlich auch durch die Vergesellschaftung der durch ihn verursachten Gesundheits- und Umweltkosten massiv gefördert wird, in der Regel ohne dass diese Subventionierung als solche wahrgenommen wird.

Eine deutliche Verbesserung ist in der Region hier vor allem durch das Projekt Smile 24 zu erwarten.

Für einen Ausbau der Ladeinfrastruktur muss eine ausreichende Kapazität des Stromnetzes gegeben sein. Da hier b. a. W. über einzelne Ladesäulen diskutiert wird, dürfte dies nur dann eine besondere Prüfung erfordern, wenn eine Schnell- oder Ultraschnellladesäule geplant würde.

12.4 KLIMAANPASSUNG

Die in Kapitel 11.1 vorgestellten Maßnahmen sind ohnehin im Rahmen der Instandhaltung von Entwässerungsinfrastruktur als notwendig anzusehen. Daher handelt es sich hier um „low hanging fruits“, die zusätzlich zur routinemäßigen Instandhaltung zur Anpassung an ein verändertes Klima, u .a. mit Starkregenereignissen, beitragen.

Gleichzeitig muss jedoch die Zuständigkeit für Prüfung und ggf. Sanierung der Gräben oder Verrohrungen geklärt sein. Unklare Zuständigkeiten oder eine Ablehnung der Verantwortlichkeit durch Gemeinde oder Grundstückseigentümer stellen ein mögliches Hemmnis der Umsetzung dar. Direkt damit verbunden ist auch die Frage des Kostenträgers. Weitere besondere Hemmnisse können nicht festgestellt werden.

13 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

13.1 LENKUNGSGRUPPE

Die Lenkungsgruppe des Projektes bestand aus der Bürgermeisterin (Babara Feyock), Gemeinderatsvertretern (Horst Böttcher, Raidum Rodde, Gerhard Ulbrich), einer Klimaschutzmanagerin des Kreises Rendsburg-Eckernförde (Catriona Lenk), dem Vertreter des Amtes Schlei-Ostsee (Michael Dettlaff) und der Florianwärme GmbH (Jens Bessey). Geschäftsführend waren die Unternehmen der mit dem Quartierskonzept beauftragten Arbeitsgemeinschaft vertreten. Als Gäste waren punktuell Gut Damp (Alexander zu Reventlow) und Gut Grünholz (Broder Preuß-Driessen) vertreten.

Die Lenkungsgruppe hat zwischen November 2022 und Juli 2023 insgesamt fünf Mal in Präsenz getagt. Auf den Sitzungen wurden das Vorgehen sowie maßgebliche inhaltliche Weichenstellungen abgestimmt und beschlossen. Zudem diente die Lenkungsgruppe als Multiplikator ins Quartier sowie als Resonanzgruppe für Rückmeldungen aus dem Quartier.

13.2 ALLGEMEINE ÖFFENTLICHKEIT

Für die Öffentlichkeit des Quartiers wurde aufgrund des kurzen Projektzeitraums entschieden, lediglich zwei Informationsveranstaltungen durchgeführt werden.

Auf der Veranstaltung am 10. Januar 2023 wurden die Inhalte und die Vorgehensweise von Quartierskonzepten erläutert und allgemeine Informationen zu möglichen Sanierungsmaßnahmen vorgestellt sowie die Bewerbungen um die drei Mustersanierungsberatungen angenommen. Bei der zweiten öffentlichen Veranstaltung am 26. April 2023 wurden die Ergebnisse der Mustersanierungsberatungen und die Möglichkeiten einer klimafreundlichen und regionalen leitungsgebundenen Wärmeversorgung für das Quartier vorgestellt und mit dezentralen Wärmeversorgungsoptionen verglichen.



Abbildung 13-1: Impressionen von den öffentlichen Veranstaltungen

Zu den Veranstaltungen wurden im gesamten Quartier Einladungen verteilt, auf der Webseite der Gemeinde geworben und zusätzlich Pressemitteilungen herausgegeben, sowie die lokale Presse eingeladen.

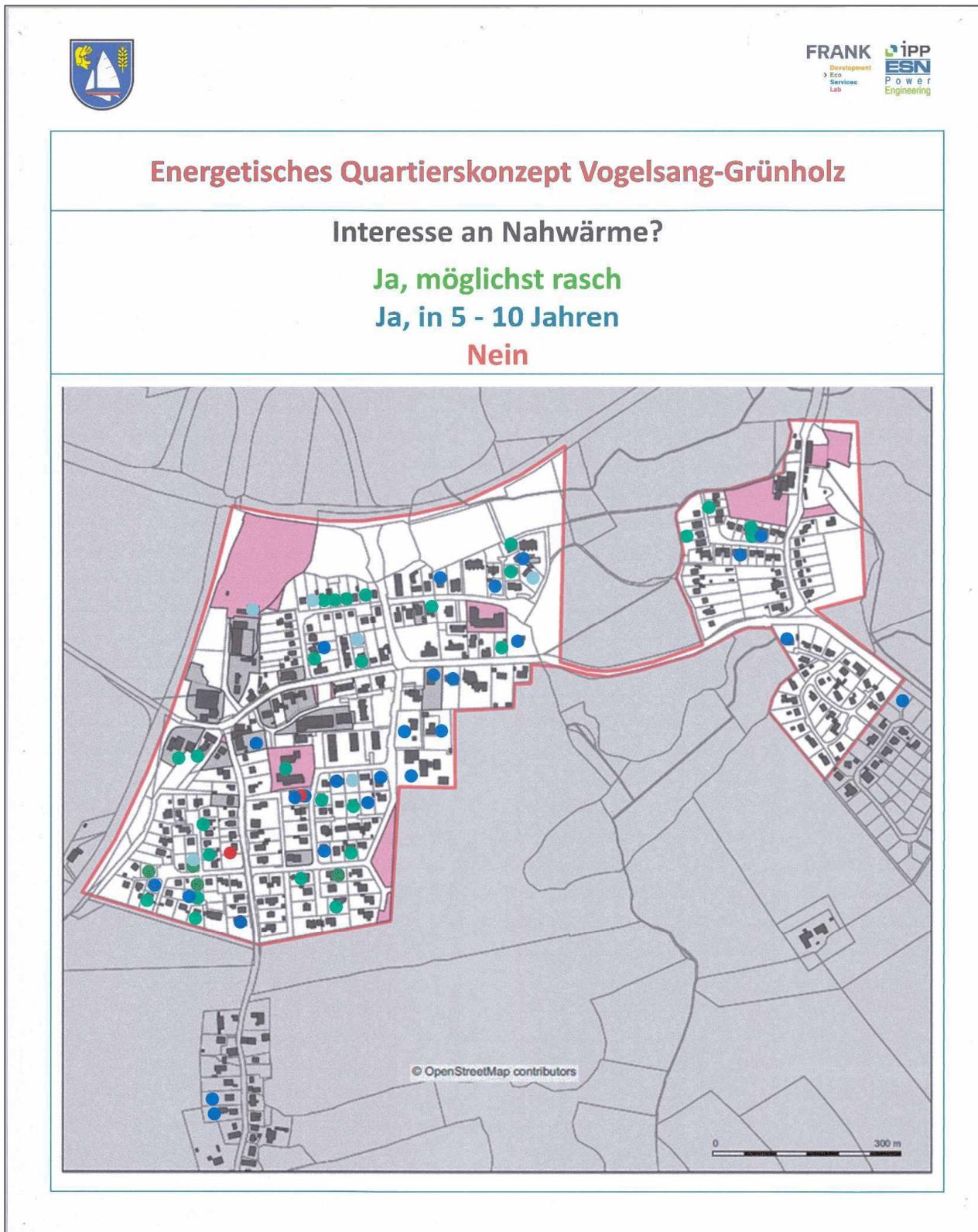


Abbildung 13-2: Rückmeldungen zum Interesse am Wärmenetz am Ende der Projektphase

Auf der zweiten öffentlichen Veranstaltung wurde auch abgefragt, wer grundsätzlich Interesse an einem Anschluss an einem Wärmenetz hat. Hier wurden im Nachgang auch noch weitere

Personen einbezogen, die das Amtsgebäude aufgesucht haben, z. B. am Tag der Kommunalwahl. Die Ergebnisse sind in Abbildung 13-2 dokumentiert. Insbesondere im westlichen Teil des Quartiers zeigt sich ein erfreulich hohes Interesse. Die Interessenbekundungen sind, z. B. im Rahmen des Sanierungsmanagements, anhand dann konkreterer Aussagen zu Kosten (Anschlusskosten, Grundpreis, Arbeitspreis) und der möglichen Zeitplanung zu verfestigen. Der noch festzulegende Betreiber muss letztlich endgültige, verbindliche Vertragsangebote unterbreiten.

14 CONTROLLING-KONZEPT

Controlling-Konzepte als Kontroll-, Planungs- und Steuerungsinstrumente dienen der Verwirklichung und der hohen Wirksamkeit von Maßnahmen und somit einer effizienten Erreichung der Energie- und Klimaschutzziele. Im Zusammenhang mit dem Quartierskonzept zählen folgende Elemente zum Controlling-Konzept:

- fortschreibbare Energie- und CO₂-Bilanz als zentrales Ergebnis des Controllings,
- verschiedene Bewertungsindikatoren,
- durchgehende Dokumentation.

Die im Rahmen des Quartierskonzepts erarbeiteten Ziele und Maßnahmen werden mithilfe dieser Elemente im Verlaufsprozess kontrolliert. Bei nicht zielführendem Verlauf kann durch eine Anpassung der Planung umgesteuert werden.

14.1 ENERGIE- UND CO₂-BILANZ

Die Energie- und CO₂-Bilanz ist in der Überprüfung der Erfolge einer energetischen Quartierssanierung der zentrale Baustein. Die Erfassung von Verbrauchs- und Emissionswerten im Rahmen des Quartierskonzeptes ermöglicht eine eindeutige Beurteilung der IST-Situation anhand von vergangen Werten. Durch die Verwendung von Excel oder vergleichbaren Instrumenten ist eine problemlose Fortschreibung der Bilanz möglich.

Die Bilanz über den Ausgangszustand des Wärmebedarfs des Quartiers (IST-Zustand) ist in 7.4 zu finden. Der Fortschritt der energetischen Sanierung wird über die Differenz zwischen der Start-Bilanz und der jeweils aktuellen Bilanz deutlich.

14.2 BEWERTUNGSINDIKATOREN

Bewertungsindikatoren geben die Möglichkeit, einen Sachverhalt messbar zu bewerten. Ausschlaggebend für eine erfolgreiche Bewertung ist eine einfache Erfassbarkeit und gute Verfügbarkeit dieser Daten. Die Datenerfassung bei Projekten im kommunalen Gebäudebestand ist mit einem geringeren Aufwand verbunden als bei erweiterten Projekten mit mehreren, insbesondere privaten Akteuren.

Zur Erleichterung der Datenerfassung bei einer Beteiligung verschiedener Akteure empfehlen sich die Dokumentation der Sachstände, der Energieverbräuche und weitere Informationen entsprechend der Maßnahmenplanung.

Die Bestimmung der Parametereinheit wird abhängig vom jeweiligen Indikator gewählt. Sie variiert zwischen konkreten Werten und Pauschalansätzen für z. B. Energieeinsparungen, Reduzierungen des Schadstoffausstoßes oder die Anzahl von Erstberatungen.

Mögliche Indikatoren in Verbindung mit ihrer Einheit und Quelle werden für das Quartier in Tabelle 14-1 dargestellt.

Tabelle 14-1: Mögliche Indikatoren zum Controlling der Umsetzung des Quartierskonzeptes

INDIKATOR	EINHEIT	DATENQUELLE
Anschlussnehmer am Wärmenetz	Stück	Wärmenetzbetreiber
Verkaufte Wärmemenge im Netz	kWh/a	Wärmenetzbetreiber
Verluste im Wärmenetz	kWh/a	Wärmenetzbetreiber
Primärenergiefaktor Wärmenetz		Wärmenetzbetreiber
Einsatz dezentraler Heizungen mit Nutzung regenerativer Energieträger	Stück	Schornsteinfeger (Pellets), Stromnetzbetreiber (Wärmepumpen)
Primärenergieeinsatz für das Quartier	kWh/a	zu aggregieren (Wärmenetzbetreiber für Nahwärme, Schornsteinfeger für Erdgas, Heizöl, Pellets etc.)
CO ₂ -Emissionen	t/a	aus Primärenergieeinsatz abzuleiten
Anzahl Kunden Dörpsmobil	Stück	Kommune
Anzahl Ausleihvorgänge Dörpsmobil	Stück	Kommune
Fahrleistungen Dörpsmobil	km	Kommune
Anzahl Nutzer Mitfahrapp	Stück	ggf. Betreiber
Anzahl vermittelter Mitfahrten Mitfahrapp	Stück	ggf. Betreiber
Anzahl der verfügbaren Ladepunkte	Stück	Bundesnetzagentur
Anzahl der Ladevorgänge an der LIS	Stück/a	Betreiber
An der LIS geladene Energiemenge	kWh/a	Betreiber
Nutzungsgrad Mobilitätsstation	abhängig von der Ausstattung der Station	
Anzahl Sanierungs- / Energieberatungen	Stück	Sanierungsmanager
Sanierte Gebäude (ggf. Differenzierung nach Sanierungsart)	Stück	Begehungen
Anzahl Prüf-Begehungen Vogelsanger Graben / Vorfluter Damp	Stück	Kommune / Grundstückseigentümer
Baumaßnahmen an den Vorflutern	---	Kommune

14.3 DOKUMENTATION

Ein elementarer Teil der Erfolgskontrolle aller genannten Faktoren ist die fortlaufende Dokumentation der zu erfassenden Daten. Diese Dokumentation wird durch das Sanierungsmanagement übernommen und betreut. Die Dokumentation beinhaltet die Sammlung aller notwendigen Daten sowie deren abschließende Auswertung, die beispielsweise in einem jährlichen Bericht erfolgt. Auf Grundlage dieser Auswertung sind im Bedarfsfall Korrekturen der beschlossenen Inhalte des Quartierskonzeptes abzuleiten und umzusetzen. Im Hinblick auf den Aufwand eines vollständigen Controllings und der Zeit, bis Maßnahmen verwirklicht sind, sollte eine Wirkungskontrolle frühestens nach einem Jahr erfolgen.

Weiterführend wird dieser Bericht allen beteiligten Akteuren, politischen Gremien und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

15 MAßNAHMENKATALOG UND EMPFEHLUNGEN FÜR DAS SANIERUNGSMANAGEMENT

Tabelle 15-1: Maßnahmenkatalog für Umsetzungen u. a. im Rahmen des Sanierungsmanagements

AUFGABEN	PRIORITÄT, ABLAUF / AKTEUR
Beschluss über die Durchführung eines Sanierungsmanagements	hoch, kurzfristig / Gemeinde
Beantragung und Einrichtung des Sanierungsmanagements als Koordinationsstelle der Maßnahmenumsetzung; Klärung der Aufgaben, die mit eigenem Personal erledigt und die extern vergeben werden sollen.	hoch, nach zuvor genanntem Punkt / Amt Schlei-Ostsee
Identifikation des Betreibers der leitungsgebundenen Wärmeversorgung	hoch, kurzfristig / Gemeinde, Sanierungsmanager
Befragung des Interesses an einem Anschluss am Wärmenetz und an Mobilitätslösungen (Fortsetzung / Konkretisierung)	hoch, nach Start des Sanierungsmanagements / Sanierungsmanager
Festlegung der zu erweiternden Versorgungsbereiche des Wärmenetzes	hoch, nach zuvor genanntem Punkt / Betreiber Wärmenetz mit Sanierungsmanager
Konkretisierung der Planungen des Wärmenetzes	hoch, nach zuvor genanntem Punkt / Betreiber Wärmenetz mit Sanierungsmanager ¹⁵
Vorlage konkreter Vertragsentwürfe an mögliche Anschlussnehmer des Wärmenetzes	hoch, nach zuvor genanntem Punkt / Betreiber Wärmenetz
Vertiefte Sanierungsberatungen im Gebäudebestand einschließlich regenerativer Versorgungsmöglichkeiten im Bereich Wärme und Strom (z. B. Photovoltaik): Erstberatung, ggf. Vermittlung zertifizierter Energieberater	mittel, langfristig laufend / Sanierungsmanager
Prüfung dezentraler Versorgungsoptionen für Liegenschaften, für die b. a. W. keine leitungsgebundene Wärmeversorgung angeboten wird, ggf. konzeptionelle Erarbeitung nachbarschaftlicher Insellösungen mit erneuerbaren Energieträgern	mittel, nach Klärung leitungsgebundener Versorgungsbereiche / Sanierungsmanager
Durchführung von Schulungen zu Energiefragen	niedrig, langfristig laufend / Sanierungsmanager
Koordination gemeinsamer Beschaffungen für Sanierungsmaßnahmen und erforderliche Versorgungsanlagen	niedrig bzw. auf Anforderung, langfristig laufend / Sanierungsmanager
Dokumentation der Arbeiten und operative Umsetzung des Controlling-Konzeptes	niedrig, kontinuierlich / Sanierungsmanager
Klärung des Interesses privater Akteure an der Errichtung öffentlicher LIS	mittel, baldmöglichst / Sanierungsmanager mit Gemeinde
ggf. Standortklärung, Ausschreibung und Errichtung von LIS auf Initiative der Gemeinde	niedrig, nach zuvor genanntem Punkt / Gemeinde
Einrichtung Mitfahr-App	mittel, baldmöglichst / Sanierungsmanager
Planung Mobilitätsstation	mittel, baldmöglichst / Gemeinde, Smile 24, Sanierungsmanager
Ausweitung Angebotsspektrum Dörpsmobil, ggf. Beschaffung zweites Fahrzeug	mittel, baldmöglichst / Gemeinde
Kontrolle der Entwässerungsgräben / Vorfluter	niedrig, langfristig laufend
Konsultation eines Planungsbüros bzgl. Rohr-sanierung	niedrig, bei Verdacht auf Schaden

¹⁵ HOAI-Leistungsphasen 1 bis 3 als Bestandteil des Sanierungsmanagements

Auf Basis der voran gegangenen Untersuchungen ergeben sich die in Tabelle 15-1 dargestellten Haupt-Maßnahmenstränge. Diese können idealerweise im Sanierungsmanagement durchgeführt werden, das im Förderprogramm 432 der KfW der Umsetzungsbegleitung des Quartierskonzeptes dient. Es hat eine effektive und zeitnahe Konkretisierung und möglichst die Verwirklichung der geplanten Maßnahmen zu realisieren.

Dabei sollte einerseits ein „Kümmerer“ vor Ort verfügbar sein, der als Vertrauensperson mit angemessener Verfügbarkeit fungiert. Dies kann eine Einzelperson, ein Mitarbeiter des Amtes oder bei Durchleitung der Fördermittel beliebige Dritte sein.

Zusätzlich zu kommunikativen Kompetenzen muss eine Kombination aus technischem, betriebswirtschaftlichem, ggf. steuerlichem und ggf. rechtlichem Know-how vorhanden sein. Gerade wenn eine Einzelperson als Sanierungsmanager beschäftigt wird, kann kaum erwartet werden, dass alle diese Kompetenzbereiche im notwendigen Umfang vorhanden sind. Von daher sollte für das Sanierungsmanagement auch eine entsprechende Beauftragung externer Dritter in Erwägung gezogen werden.

Das Sanierungsmanagement fungiert als Anlauf- und Koordinationsstelle. Es vermittelt zwischen Bauherren und Maßnahmenträgern, unterstützt die Maßnahmenumsetzung im Quartier, berät private Bauherren über Fördermöglichkeiten und führt die weitere Öffentlichkeitsarbeit aus. Einen Überblick relevanter Aufgaben gibt Tabelle 15-1.

16 LITERATURVERZEICHNIS

- Agentur für Erneuerbare Energien. (o. J.). *Energieverbrauch nach Strom, Wärme und Verkehr*. Abgerufen am 17. Januar 2023 von <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/endenergieverbrauch-strom-waerme-verkehr>
- Amt Schlei-Ostsee. (o. J.). *Allgemeines Damp*. Abgerufen am 18. Januar 2023 von <https://www.amt-schlei-ostsee.de/gemeinden/damp/damp/>
- Aral. (25. Juli 2022). *Aral ist Nummer Eins im ultraschnellen Laden*. Abgerufen am 7. Februar 2023 von <https://www.aral.de/de/global/retail/presse/pressemeldungen/aral-nummer-eins-ultraschnelles-laden.html>
- BAFA. (2021). *Bundesförderung für effiziente Gebäude*. Abgerufen am 9. März 2021 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Wohngebaeude/sanierung_wohngebaeude_node.html
- BAFA. (25. Mai 2022). *Allgemeines Merkblatt zur Antragstellung. Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BE EM) - Zuschuss*. Abgerufen am 27. September 2022 von cci-dialog.de: <https://cci-dialog.de/wp-content/uploads/2021/01/Merkblatt-Antragstellung-2.pdf>
- BAFA. (Januar 2023). *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)*. Von [bafa.de](https://www.bafa.de): https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html abgerufen
- BAFA. (o. J.). *Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude*. Abgerufen am 16. Juni 2023 von https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/beg_em_foerderuebersicht.pdf?__blob=publicationFile&v=10
- Bayerisches Landesamt für Umwelt. (2018). *Arbeitshilfe Gewässerunterhaltung innerorts-Anforderungen und Chancen*. Abgerufen am 14. Juni 2023 von <https://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaessernachbarschaften/themen/unterhaltung/doc/arbeitshilfe.pdf>
- Betz, A., Meereis, J., & Meins, M. (Dezember 2022). *Elektro-Mobil im ländlichen Raum - vom Konzept bis zur Umsetzung. Die Gemeinde*, S. 316 - 319.
- BMU. (2021). *Förderaufruf Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte*. Abgerufen am 25. März 2021 von <https://www.klimaschutz.de/modellprojekte>
- BMWE. (August 2018). *Energiedaten: Gesamtausgabe*. Abgerufen am 13. März 2019 von https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energiedaten/energiedaten-gesamt-pdf-grafiken.pdf?__blob=publicationFile&v=38
- BMWK. (1. August 2022). *Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze - BEW*. Abgerufen am 28. Juni 2023 von <https://www.bundesanzeiger.de/pub/de/amtliche-veroeffentlichung?4>
- Bundesagentur für Arbeit. (Februar 2020). *Pendlerverflechtungen der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Gemeinden*. Hannover.

- Bundesfinanzministerium. (15. Dezember 2000). *AfA-Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter*. Abgerufen am 9. März 2021 von https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Waetere_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/Ergaenzende-AfA-Tabellen/AfA-Tabelle_AV.html
- Bundesnetzagentur. (1. Dezember 2022). *Ladesäulenkarte*. Abgerufen am 7. Februar 2023 von <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/E-Mobilitaet/Ladesaeulenkarte/Karte/start.html>
- Bundesregierung. (19. Dezember 2019). *CO2-Bepreisung*. Abgerufen am 19. März 2021 von <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/co2-bepreisung-1673008>
- Bundesregierung. (o. J.). *Generationenvertrag für das Klima*. Abgerufen am 20. Mai 2022 von <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>
- Bundesverfassungsgericht. (29. April 2021). *Pressemitteilung Nr. 31/2021: Verfassungsbeschwerden gegen das Klimaschutzgesetz teilweise erfolgreich*. Abgerufen am 20. Mai 2022 von <https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/bvg21-031.html>
- C.A.R.M.E.N. (2022). *Marktpreisvergleich*. Abgerufen am 25. März 2021 von <https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktpreise-energieholz/marktpreisvergleich/>
- Climate Service Center Germany. (2021). *Klimaausblick Landkreis Rendsburg-Eckernförde*. Abgerufen am 13. Juni 2023 von <https://powerfolder.hereon>.
- EK.SH. (o. J.). *"KliKom" - Ein Förderprogramm für Kommunen in Schleswig-Holstein*. Abgerufen am 13. Februar 2023 von <https://www.eksh.org/projekte/eksh-fuer-kommunen>
- Google LLC. (2022). *Google Earth*. Abgerufen am 14. Juni 2023 von https://www.google.com/intl/de_de/earth/
- Google Maps. (9. Januar 2023). *Google Maps*. Abgerufen am 25. Mai 2023 von maps.google.de
- Grätsch, C., Luckhardt, J., & Flüge, J. (28. März 2021). *Ortskernentwicklungskonzept Gemeinde Damp 2029*. Abgerufen am 7. Februar 2023 von https://www.amt-schleioestsee.de/fileadmin/Bilder/Gemeinden/Damp/OEK_Gemeinde_Damp_Abschlussbericht_.pdf
- IB.SH. (o. J.). *Energetische Stadtsanierung*. Abgerufen am 20. Mai 2022 von <https://www.ibsh.de/produkt/energetische-stadtsanierung/>
- IB.SH. (o. J. a). *Landesprogramm Wirtschaft 2021-2027 - Nachhaltige Wärmeversorgungssysteme*. Abgerufen am 22. Juni 2023 von <https://www.ibsh.de/produkt/landesprogramm-wirtschaft-nachhaltige-waermeversorgungssysteme-1/>
- IfEU. (November 2019). *Bilanzierungs-Systematik Kommunal*. Abgerufen am 13. März 2021 von https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/BISKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf

- IPP ESN. (6. September 2019). *Potenzialstudie Wasserstoffwirtschaft*. Abgerufen am 19. Oktober 2021 von https://ee-sh.de/de/dokumente/content/berichte_studien/2019-09-06_Potentialstudie-H2-NF-Endfassung-L-Web.pdf
- Kämper, C., Helms, H., & Biemann, K. (o. J.). *Wie klimafreundlich sind Elektroautos? Update Bilanz 2020*. Abgerufen am 16. Dezember 2022 von https://www.bmvv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/emob_klimabilanz_bf.pdf
- KfW. (2023). *Wohngebäude Kredit - 261*. Abgerufen am 23. Juni 2023 von [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Bundesf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-effiziente-Geb%C3%A4ude-Wohngeb%C3%A4ude-Kredit-\(261-262\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Bundesf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-effiziente-Geb%C3%A4ude-Wohngeb%C3%A4ude-Kredit-(261-262)/)
- KfW. (o. J.). *Energetische Stadtsanierung – Zuschuss*. Abgerufen am 20. Mai 2022 von [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Energie-und-Umwelt/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-\(432\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Energie-und-Umwelt/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-(432)/)
- KfW. (o. J. a). *Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEEG)*. Abgerufen am 24. Mai 2023 von <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-effiziente-Geb%C3%A4ude/>
- KfW. (o. J. b). *Die Effizienzhaus-Stufen für bestehende Immobilien und Baudenkmale*. Abgerufen am 24. Mai 2023 von <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Energieeffizient-sanieren/Das-Effizienzhaus/>
- Kölner Haus- und Grundbesitzverein von 1888. (2017). *Die Sanierungsrate, das unbekannte Wesen*. Abgerufen am 12. Januar 2023 von <https://www.koelner-hug.de/der-verein/aktuelles-service/aktuell/details/news/die-sanierungsrate-das-unbekannte-wesen/>
- Kommunale Umwelt-Aktion UAN. (2019). *Sammelwerk der Themeninhalte der Fachplaner zur Gewässerunterhaltung 3. Ordnung (2015-2018)*. Hannover. Abgerufen am 15. Juni 2023 von https://www.uan.de/fileadmin/UAN/Dokumente/Service/Publikation_Downloads/2019-09-10_Sammelmappe_GU.pdf
- Kreis Rendsburg-Eckernförde. (2020). *Klimaschutzteilkonzept - Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in den eigenen Zuständigkeiten*. Abgerufen am 26. Juni 2023 von https://www.kreis-rendsburg-eckernfoerde.de/fileadmin/download/Umwelt_Tourismus_und_Wirtschaft/Umwelt/Klimaschutz/Strategie_zur_Anpassung_an_den_Klimawandel.pdf
- Land Schleswig-Holstein. (2021). *Denkmalliste Rendsburg-Eckernförde*. Abgerufen am 6. Juni 2023 von <https://opendata.schleswig-holstein.de/dataset/denkmalliste-kreis-rendsburg-eckernforde>
- Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein. (o. J.). *Digitaler Atlas Nord*. Abgerufen am 22. Juni 2023 von <https://danord.gdi-sh.de/viewer/resources/apps/Anonym/index.html?lang=de#/>
- Meereis, J. (Juni 2023). Wärmezeugung: Immer Pest oder Cholera? *Die Gemeinde*, S. 159 - 163.

- MWVATT. (4. Januar 2023). *Mobil im ländlichen Raum*. Abgerufen am 13. Februar 2023 von https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/ministerien-behoerden/VII/_startseite/Artikel2023/I/230104_Smile24.html
- NOW. (o. J.). *StandortTOOL Strom Deutschlandnetz*. Abgerufen am 7. Februar 2023 von <https://www.standorttool.de/strom/deutschlandnetz/>
- On Charge. (o. J.). *Lade Dein Auto da wo Du wohnst!* Abgerufen am 7. Februar 2023 von <https://www.on-charge.com/On-Charge-Prinzip.html>
- Pfnür, A., Winiewska, B., Mailach, B., & Oschatz, B. (2016). *Dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung im deutschen Wärmemarkt*. Dresden.
- Schwochow, M. (2023). *Suche Postleitzahl*. Abgerufen am 9. Januar 2023 von <https://www.suche-postleitzahl.org/impressum>
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder. (o. J.). *Regionaldatenbank Deutschland*. Abgerufen am 10. Januar 2023 von <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online>
- Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. (2023). *Regionaldaten Damp*. Abgerufen am 14. Juni 2023 von <https://region.statistik-nord.de/detail/00100000000000000000/1/351/959/>
- Statistisches Bundesamt. (26. Juli 2022). *Ältere Menschen - Die Bevölkerungsgruppe der älteren Menschen ab 65 Jahren*. Abgerufen am 28. Juni 2023 von <https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/Aeltere-Menschen/bevoelkerung-ab-65-j.html#:~:text=deutlich%20schneller%20gestiegen.,Da%20j%C3%BCngere%20Geburtsjahrg%C3%A4nge%20zugleich%20sinkende%20Personenzahlen%20aufweisen%2C%20ste>
- Traber, T., & Fell, H.-J. (September 2019). *Erdgas leistet keinen Beitrag zum Klimaschutz*. Energy Watch Group. Abgerufen am 24. März 2021 von http://energywatchgroup.org/wp-content/uploads/EWG_Erdgasstudie_2019.pdf
- UBA. (Mai 2021). *Climate Change 45/2021: Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2020*. Abgerufen am 21. Mai 2022 von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-26_cc-45-2021_strommix_2021_0.pdf
- UBA. (14. März 2022). *Erneuerbare Energien in Zahlen*. Abgerufen am 20. Mai 2022 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>
- Zerger, C. (8. Oktober 2020). *Für einen fairen Ökostrom-Markt außerhalb des EEG*. Abgerufen am 17. Januar 2023 von <https://www.klimareporter.de/strom/fuer-einen-fairen-oekostrom-markt-ausserhalb-des-eeg>