

BERICHT ÜBER INGENIEUR- UND BERATUNGSLEISTUNGEN

Berichtsumfang

ENERGETISCHES QUARTIERSKONZEPT WANDERUP

Auftraggeber

AMT EGGBEK (FÜR DIE GEMEINDE WANDERUP)

Hauptstraße 2
24852 Eggebek

Auftragnehmer

IPP ESN POWER ENGINEERING GMBH

Rendsburger Landstraße 196 - 198
24113 Kiel

In Kooperation mit

WORTMANN-ENERGIE
Fraunhoferstraße 13
24118 Kiel

ENERGIEMANUFAKTUR NORD
Am Hasselberg 7
25813 Husum

ECOWERT360° GMBH
Lise-Meitner-Straße 29
24941 Flensburg

Ansprechpartner:

JÜRGEN MEEREIS

Tel.: +49 431 64959-844

E-Mail: j.meereis@ipp-esn.de

Kiel, den 4. Juli 2022

Auftraggeber: Amt Eggebek (für die Gemeinde Wanderup)
Hauptstraße 2
24852 Eggebek

Ansprechpartner: Lars Fischer, Amt Eggebek

Auftragnehmer: IPP ESN Power Engineering GmbH
Rendsburger Landstraße 196-198
24113 Kiel
Bearbeitung: Patrice Ahmadi M.Eng., Torge Lorenzen M.Eng., Dipl.-Ing.
Thomas Lutz-Kulawik, Dipl.-Phys. Jürgen Meereis

In Kooperation mit: wortmann-energie
Fraunhoferstraße 13
24118 Kiel
Bearbeitung: Daniel Bornmann M.Sc., Dipl.-Ing. Jörg Wortmann

E|M|N EnergieManufaktur Nord
Am Hasselberg 7
25813 Husum
Bearbeitung: Dipl.-Ing. Peter Bielenberg

EcoWert360° GmbH
Lise-Meitner-Straße 29
24941 Flensburg
Bearbeitung: LiMan Keller B.Eng., Dipl.-Ing. Jörgen Klammer M.Eng.,
Dipl.-Ing. Lukas Schmeling

Stand: Emdfassung, Stand 4. Juli 2022
Redaktionsschluss für die im Bericht verwendeten Daten, Betrachtungen
und Berechnungen war März 2022

Förderhinweis: Das Projekt Energetische Stadtsanierung im Quartier „Wanderup“ wird gefördert aus Mitteln des Bundes im Rahmen des KfW-Programms 432 „Energetische Stadtsanierung“ sowie ergänzend aus Mitteln des Landes Schleswig-Holstein.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Verkehr, Bau
und Stadtentwicklung



aufgrund eines Beschlusses des
Deutschen Bundestages

INHALTSVERZEICHNIS

1	Tabellenverzeichnis.....	1
2	Abbildungsverzeichnis.....	3
3	Abkürzungsverzeichnis.....	6
4	Gender-Aspekte.....	8
5	Zusammenfassung.....	9
5.1	zentrale Ergebnisse.....	9
5.2	Energie- und CO ₂ -Bilanz – Verwendungsnachweis KfW energetische Stadtsanierung.....	11
5.3	Checkliste KfW energetische Stadtsanierung.....	12
6	Ausgangslage und Auftrag.....	13
7	Bestandsaufnahme.....	15
7.1	Räumliche Lage und Funktionen des Quartiers.....	15
7.2	Bevölkerungsentwicklung.....	16
7.3	Gebäude- und Heizungsbestand.....	18
7.3.1	Wohnbebauung.....	18
7.3.2	Derzeitige Wärmeerzeugung.....	20
7.3.3	Ergebnisse der Fragebogenaktion und der Energieberatung vor Ort.....	23
7.3.4	Nicht-Wohngebäude und öffentliche Liegenschaften.....	25
7.3.5	Zusammenfassung Bestandsaufnahme Liegenschaften.....	33
7.4	Regenerative Energieerzeugung auf dem Gemeindegebiet Wanderup.....	34
7.4.1	Wind.....	34
7.4.2	Biomasse.....	34
7.4.3	Photovoltaik (PV).....	34
7.5	Energie- und CO ₂ -Bilanz des Quartiers.....	36
8	Energie- und CO ₂ -Minderungspotenziale durch Gebäudesanierung.....	40
8.1	Gebäudesanierungspotenzial – Vorgehensweise, Rahmenbedingungen.....	41
8.2	Förderprogramme und Umfeld für die Energetische Sanierung.....	46
8.3	Mustersanierungsberatungen - Energieberatung vor Ort.....	50
8.3.1	Mustersanierungskonzept Gebäude A.....	51
8.3.2	Mustersanierungskonzept Gebäude B.....	55
8.3.3	Mustersanierungskonzept Gebäude C.....	56
8.3.4	Mustersanierungskonzept Gebäude D.....	60
8.3.5	Zusammenfassende Ergebnisse der Mustersanierungskonzepte.....	64

8.4	Einsparpotential und Sanierungsrate	66
9	Potenzialanalyse der regenerativen Energieerzeugung und ihre Hemmnisse.....	69
9.1	Windkraftanlagen für die Direktversorgung eines Wärmenetzes	69
9.2	Biogas.....	70
9.2.1	BGA Milchhof Feddersen	71
9.2.2	Energie Cordes KG Kragstedt.....	71
9.2.3	Energie Cordes KG Kragstedt Moor.....	72
9.3	Biomasse	72
9.4	Photovoltaik	73
9.5	Solarthermie	74
9.6	Zusammenfassung und Ausblick	74
10	Versorgungsoptionen und -szenarien	76
10.1	Zentrale Versorgungsoptionen	76
10.1.1	Vorüberlegungen zur Priorisierung von Versorgungslösungen.....	77
10.1.2	Betrachtete Versorgungsvarianten.....	78
10.1.3	Biogaswärmenutzung mittels Wärmetransport über mobile Container	78
10.1.4	Power-to-Heat: Wärmepumpe / Windkraft.....	79
10.1.5	Entwurf Wärmenetz	81
10.1.6	Energiewirtschaftliche Ansätze	83
10.1.7	Zentrale Wärmeversorgung ohne Sanierung.....	85
10.1.8	Zentrale Wärmeversorgung mit Sanierungsvariante 1	92
10.1.9	Zentrale Wärmeversorgung mit Sanierungsvariante 2	95
10.1.10	CO ₂ -Bilanz und Primärenergiefaktor.....	96
10.2	Betreiberkonzepte Wärmenetz.....	102
10.3	Dezentrale Versorgungsoptionen.....	104
10.4	Vergleich zentraler und dezentraler Versorgungsoptionen	105
10.5	Sensitivitätsanalyse	107
10.6	Zusammenfassung Wärmeerzeugung	113
11	Umsetzungshemmnisse und Möglichkeiten zu ihrer Überwindung	114
11.1	Gebäudesanierung	114
11.2	Leitungsgebundene Wärmeversorgung	115
11.2.1	Technische Herausforderungen.....	115
11.2.2	Rechtliche und organisatorische Herausforderungen.....	115
11.2.3	Wirtschaftliche Herausforderungen	115

12	Projektsteuerung und Öffentlichkeitsarbeit.....	117
12.1	Lenkungsgruppe	117
12.2	Allgemeine Öffentlichkeit.....	117
13	Controlling-Konzept	120
13.1	Energie- und CO ₂ -Bilanz	120
13.2	Bewertungsindikatoren.....	120
13.3	Dokumentation.....	121
14	Maßnahmenkatalog und Empfehlungen für das Sanierungsmanagement	122
15	Literaturverzeichnis	124

1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 5-1: Bestätigung Einspareffekte.....	11
Tabelle 5-2: Abgleich der Berichtsinhalte mit den Anforderungen der KfW.....	12
Tabelle 7-1: Bevölkerungsentwicklung im Bereich des Amtes.....	17
Tabelle 7-2: spezifische Heizwärmebedarfe von Einfamilienhäusern nach Baualtersklassen....	19
Tabelle 7-3: Auswertung der Fragebögen zu den Liegenschaften des Quartiers.....	25
Tabelle 7-4: Landwirtschaftliche Betriebe Wanderup.....	26
Tabelle 7-5: Übersicht der öffentlichen Liegenschaften und Energieverbräuche, Wanderup	29
Tabelle 7-6. Übersicht der regenerativen Energieerzeugung auf dem Gemeindegebiet Wanderup	35
Tabelle 7-7: Ende der EEG-Vergütung von Windkraftanlagen und BHKWs zur energetischen Biomasseverwertung	36
Tabelle 7-8: Heizenergiebedarf im Quartier im Jahr 2020	38
Tabelle 7-9: CO ₂ -Emissionsfaktoren und Primärenergiefaktoren verschiedener Energieträger	38
Tabelle 7-10: Jährliche Wärme-, Endenergie-, CO ₂ - und Primärenergiebilanz für Quartier Wanderup	39
Tabelle 8-1: Nachrüstpflichten (Auszug) für Bestandsgebäude gemäß aktuellem GEG 2020.....	44
Tabelle 8-2: Vorgaben zur Heizungstechnik für Bestandsgebäude gemäß aktuellem EWKG, 2017	45
Tabelle 8-3: Sinnvolle Maßnahmenkombinationen bei der Gebäudesanierung	46
Tabelle 8-4: Förderprogramme für die energetische Sanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden, KfW.....	47
Tabelle 8-5: BEG-Förderprogramm Sanierung Wohngebäude.....	48
Tabelle 8-6: BEG-Förderprogramm Sanierung Nicht-Wohngebäude.....	49
Tabelle 8-7: BAFA Förderprogramm Energieberatung Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme (EBN)	50
Tabelle 8-8: Gebäude A, Sanierungsvorschläge	52
Tabelle 8-9: Förderübersicht der Sanierungsvarianten für Gebäude A.....	53
Tabelle 8-10: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude A, Sanierungsvorschläge	54
Tabelle 8-11: Gebäude C, Sanierungsvorschläge	57
Tabelle 8-12: Förderübersicht der Sanierungsvarianten für Gebäude C.....	58
Tabelle 8-13: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude C, Sanierungsvorschläge	59
Tabelle 8-14: Gebäude D, Sanierungsvorschläge	61
Tabelle 8-15: Förderübersicht der Sanierungsvarianten für Gebäude D.....	62
Tabelle 8-16: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude D, Sanierungsvorschläge	63

Tabelle 8-17: Heizenergiebedarf 2018 und Abschätzung 2050 mit 1- und 2%iger Sanierungsrate.....	68
Tabelle 9-1: Steuern und Abgaben beim Endkundenstrompreis – Öffentliches Netz und Driekleitung mit Osterpaket.....	70
Tabelle 9-2: Biogasanlagen auf dem Gemeindegebiet Wanderup.....	71
Tabelle 10-1: Abschätzung der zu erwartenden „mobilen Biogaswärmegestehungskosten.....	79
Tabelle 10-2: Energiewirtschaftliche Ansätze.....	84
Tabelle 10-3: Anlagendimensionierung und Energiebilanzen der zentralen Wärmeversorgung.....	87
Tabelle 10-4: Investitionen der zentralen Wärmeversorgung.....	89
Tabelle 10-5: Wärmegestehungskosten der zentralen Wärmeversorgung.....	92
Tabelle 10-6: Anlagendimensionierung und Energiebilanzen Sanierungsvariante 1.....	93
Tabelle 10-7: Wärmegestehungskosten Sanierungsvariante 1.....	95
Tabelle 10-8: CO ₂ -Emissionen der zentralen Wärmeversorgung Teil 1.....	98
Tabelle 10-9: CO ₂ -Emissionen der zentralen Wärmeversorgung Teil 2.....	98
Tabelle 10-10: Primärenergiebedarf der zentralen Wärmeversorgung Teil 1.....	101
Tabelle 10-11: Primärenergiebedarf der zentralen Wärmeversorgung Teil 2.....	102
Tabelle 10-12: Übersicht über mögliche Betreibermodelle (EVA = Erzeugung, Verteilung, Abrechnung).....	103
Tabelle 10-13: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG).....	104
Tabelle 10-14: Dezentrale Versorgungslösungen.....	105
Tabelle 10-15: Eingangsparameter der Sensitivitätsanalyse.....	108
Tabelle 10-16: Legende der Diagramme zur Sensitivitätsanalyse.....	108
Tabelle 13-1: Mögliche Indikatoren zum Controlling der Umsetzung des Quartierskonzeptes.....	121
Tabelle 14-1: Maßnahmenkatalog für Umsetzungen u. a. im Rahmen des Sanierungsmanagements.....	123

2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 6-1: Erneuerbare Energien - Anteile in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr (UBA, 2022).....	13
Abbildung 7-1: Lage der Gemeinde Wanderup im Amt Eggebek und Kreis Schleswig-Flensburg.....	15
Abbildung 7-2: Das Quartier Wanderup.....	16
Abbildung 7-3: Historische Bevölkerungsentwicklung Wanderup (1870-1970)	17
Abbildung 7-4: Entwicklung Bevölkerung und Wohngebäude (2000 – 2020).....	18
Abbildung 7-5: Preußische Landesaufnahme 1878-1880; 1953-1956; aktuelle Bebauung	18
Abbildung 7-6: Verteilung der Gebäudealtersklassen im Quartier, Wanderup und im Vergleich.....	19
Abbildung 7-7: Gasverrohrung, Gemeinde Wanderup (Schleswig-Holstein Netz AG)	20
Abbildung 7-8: Anzahl und Leistung der Öl- und Gaskessel nach Baujahren	21
Abbildung 7-9: Verteilung der Feuerstätten nach Anzahl und Leistung	21
Abbildung 7-10: Anzahl und Alter der Ölkessel	22
Abbildung 7-11: Anzahl und Alter der Erdgaskessel.....	22
Abbildung 7-12: Fragebogen an alle Haushalte im Quartier	24
Abbildung 7-13: Kirche und Pastorat Wanderup unter Denkmalschutz ((Wikipedia, 2022)	26
Abbildung 7-14: Frontansicht und Luftbild, team baucenter, Wanderup.....	27
Abbildung 7-15: Frontansicht und Luftbild, Nah und Frisch, Wanderup (Thordsen, o. J.)	28
Abbildung 7-16: Ansicht, Luftbild, Seniorenheim, An der Linnau 2	28
Abbildung 7-17: Flurkarte, Luftbild und Ansicht Dörpshus	29
Abbildung 7-18: Flurkarte, Luftbild und Ansicht Seniorenwohnanlage Kamplanger Winkel.....	30
Abbildung 7-19: Flurkarte, Luftbild und Ansicht Feuerwehrhaus.....	30
Abbildung 7-20: Flurkarte, Luftbild und Ansicht Dorfmuseum	31
Abbildung 7-21: Flurkarte, Luftbild und Ansicht DRK-KiTa, Süderweg 5.....	31
Abbildung 7-22: Flurkarte, Luftbild und Ansicht DRK-KiTa, Bildungscampus.....	32
Abbildung 7-23: Flurkarte, Luftbild, Ansichten und Holzpelletanlage Grundschule	32
Abbildung 7-24: Flurkarte, Luftbild und Ansicht Wohngebäude (2 WE)	33
Abbildung 7-25: Standorte EE-Anlagen Wanderup.....	35
Abbildung 7-26: Vorgehensweise zur Erstellung der Wärmeatlasses.....	37
Abbildung 7-27: Wärmeatlas des Quartiers Wanderup.....	37
Abbildung 7-28: Aufteilung Endenergiebedarf nach Energieträgern	38
Abbildung 7-29: Entwicklung der spezifischen Emissionen des deutschen Strommixes.....	39
Abbildung 8-1: Entwicklung des energieeffizienten Bauens (Primärenergiebedarf in kWh / (m ² ·a)).....	40
Abbildung 8-2: Gebäudeansicht, 3D-Modellierung, Gesamtbewertung Ausgangssituation, Gebäude A.....	51

Abbildung 8-3: Gebäude A, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung	52
Abbildung 8-4: Gebäude A, Rentierlichkeit der Sanierungsvarianten und resultierende CO ₂ -Minderungen	55
Abbildung 8-5: Gebäudeansicht, Gebäude B	55
Abbildung 8-6: Gebäudeansicht, 3D-Modellierung, Gesamtbewertung Ausgangssituation, Gebäude C	57
Abbildung 8-7: Gebäude C, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung	57
Abbildung 8-8: Gebäude C, Rentierlichkeit der Sanierungsvarianten und resultierende CO ₂ -Minderungen	60
Abbildung 8-9: Gebäudeansicht, 3D-Modellierung, Gesamtbewertung Ausgangssituation, Gebäude D	61
Abbildung 8-10: Gebäude D, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung	61
Abbildung 8-11: Gebäude D, Rentierlichkeit der Sanierungsvarianten und resultierende CO ₂ -Minderungen	64
Abbildung 8-12: Unterscheidung Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten, Bsp. Dachsanierung.....	66
Abbildung 8-13: Spez. Endenergieverbrauch heute und 2050 (Sanierungsrate 1 %)	67
Abbildung 8-14: Spez. Endenergieverbrauch je Baualterklasse für 2050 (Sanierungsrate 2 %)	68
Abbildung 9-1: Beispiel des Dorfs der Zukunft.....	75
Abbildung 10-1: Lage der Standorte einer möglichen Heizzentrale in Wanderup	77
Abbildung 10-2: Wärmelastgang mit Wärme aus Windstrom (Standortspezifisch Wanderup)	80
Abbildung 10-3: Verteilung der Wärmeerzeugung mit Windstrom	81
Abbildung 10-4: Mögliche Trassenführung zur Versorgung des gesamten Quartiers	82
Abbildung 10-5: Mögliche Trassenführung zur Versorgung des Wärmeverbands am Süderweg.....	83
Abbildung 10-6: Netzverluste und Anschlussdichte der untersuchten Wärmenetze	83
Abbildung 10-7: CO ₂ -Emissionen der zentralen Versorgungsvarianten zur Versorgung des gesamten Quartiers ohne und mit Berücksichtigung der Sanierungsvarianten	99
Abbildung 10-8: CO ₂ -Emissionen der zentralen Versorgungsvarianten zur Versorgung des Wärmeverbands am Süderweg ohne und mit Berücksichtigung der Sanierungsvarianten	100
Abbildung 10-9: Vergleich Heizkosten und CO ₂ -Emissionen zentral / dezentral	106
Abbildung 10-10: Abhängigkeit der Wärmekosten von jährlichen Preissteigerungsraten für Erdgas	109
Abbildung 10-11: Abhängigkeit der Wärmekosten von jährlichen Preissteigerungsraten für Holzhackschnitzel und Holzpellets	109
Abbildung 10-12: Abhängigkeit der Wärmekosten von jährlichen Preissteigerungsraten für den Netzbezug von Strom.....	110

Abbildung 10-13: Abhängigkeit der Wärmekosten von Preisen der Biogaswärme (Containertransport)	110
Abbildung 10-14: Abhängigkeit der Wärmekosten von jährlichen Preissteigerungsraten für CO ₂ -Emissionen.....	111
Abbildung 10-15: Abhängigkeit der Wärmekosten von den Anschlussquoten	111
Abbildung 10-16: Abhängigkeit der Wärmekosten vom Preis des WKA-Windstrom (PPA)	112
Abbildung 11-1: Endenergieverbrauch Raumwärme 2016 in Deutschland	114
Abbildung 12-1: Öffentliche Veranstaltungen in Wanderup mit interaktiven Elementen.....	118
Abbildung 12-2: Hinweise auf öffentliche Veranstaltungen von Quartierskonzepten im WIR...	118
Abbildung 12-3: Ergebnisse der Befragung zum Interesse am Anschluss an ein Wärmenetz	119

3 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

SI-Einheiten und allgemeinsprachliche Abkürzungen sind nicht erläutert.

a	Jahr
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BGA	Biogasanlage(n)
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMWE	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BW	Biogaswärme (Wärme aus Biogas-BHKW)
C.A.R.M.E.N.	Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V.
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
dena	Deutsche Energie-Agentur GmbH
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz)
eff	effektiv (-Zins)
EFH	Einfamilienhaus
EH	Effizienzhaus
el	elektrische (Leistung oder Arbeit)
EM	Einzelmaßnahme(n)
E M N	EnergieManufaktur Nord Partnergesellschaft
EnEV	Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung), abgelöst durch das GEG
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EWKG	Gesetz zur Energiewende und zum Klimaschutz in Schleswig-Holstein (Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein)
FGK	Flüssiggaskessel
GVE	Großvieheinheit
GEG	Gebäudeenergie Gesetz (löste die frühere EnEV ab)
h	Stunde
HBL	Höchstbemessungsleistung
HK	Holzhackschnitzelkessel
IB.SH	Investitionsbank Schleswig-Holstein

IfEU	Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH
INSEK	Integriertes Stadtentwicklungskonzept
iSFP	individueller Sanierungsfahrplan
IPP ESN	IPP ESN Power Engineering GmbH
k. A.	keine Angaben verfügbar / gemacht
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LWP	Luft-Wärmepumpe
NGF	Nettogrundfläche
NT	Niedertemperatur
NWG	Nichtwohngebäude
nZEB	Niedrigstenergiegebäude („nearly zero-energy buildings“)
o. J.	ohne Jahresangabe
PEF	Primärenergiefaktor
PK	Pelletkessel
PPA	Power Purchase Agreement
PV	Photovoltaik
rd.	rund, circa, etwa
R/G	zentrale Versorgung der Ortsteile Rimmelsberg und Großjörll
SH	Schleswig-Holstein
SH-Netz	Schleswig-Holstein Netz AG
ST	Solarthermie
T€	1000 Euro
th	thermische (Leistung oder Arbeit)
TZ	Tilgungszuschuss (zusätzlich zum zinsgünstigen Kredit bei KfW-Programmen werden Tilgungen in bestimmter Höhe erlassen)
UBA	Umweltbundesamt
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient („unit of heat transfer“)
WDVS	Wärmedämm-Verbundsystem
WE	Wohneinheit
WLG	Wärmeleitfähigkeitsgruppe
WG	Wohngebäude
WW	Warmwasser
Z	Zentrale Versorgung
ZFH	Zweifamilienhaus

4 GENDER-ASPEKTE

Die Autoren 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 Teile der Gemeinde Wanderup 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.

Drei exemplarische Mustersanierungsberatungen machten deutlich, dass unter Nutzung der heute verfügbaren Fördermittel Maßnahmen zur energetisch optimierten Gebäudesanierung in vielen Fällen hochgradig rentabel sind - vor allem, wenn ohnehin Sanierungsmaßnahmen wie z. B. neue Dacheindeckungen anstehen. Standards heutiger Neubauten können dabei jedoch in aller Regel nicht (oder nur unter Einsatz von auch unter energetischen Gesichtspunkten unverhältnismäßigen Mitteln) erreicht werden.

Umso mehr erfordert Klimaneutralität, die Wärmeversorgung der Gebäude auf erneuerbare Energieträger oder die Nutzung von Abwärme umzustellen. Wanderup kann dabei auf verschiedene Energiequellen eines möglichen Wärmenetzes zugreifen:

- Von einem zukünftigen Bürgerwindpark kann Strom über eine Direktleitung bezogen und mit Hilfe von Wärmepumpen zur Wärmegewinnung genutzt werden. Diese Variante ist nach den aktuellen Änderungen des regulatorischen Rahmens („Osterpaket“) wirtschaftlich attraktiver geworden: Neben den Netzentgelten entfallen zukünftig auch EEG-Umlage und andere netzentgeltgekoppelte Abgaben. Allerdings kann so voraussichtlich nur gut die Hälfte des Wärmebedarfs des Quartiers gedeckt werden, und die wirtschaftliche Attraktivität hängt vor allem davon ab, wie der Restbedarf gedeckt wird.
- Wärmepumpen könnten in einem kleineren Umfang auch mit Netzstrom betrieben werden.
- Aus einer benachbarten Biogasanlage kann Wärme per Container ins Quartier transportiert werden. Der Vorteil ist hier, dass die Wärme ohnehin anfällt und bisher nicht genutzt wird, so dass sehr günstige laufende Kosten für die Wärmebeschaffung denkbar sind.
- Solarthermieanlagen können den Wärmebedarf im Sommer, der vor allem durch die Trinkwassererwärmung bestimmt wird, fast vollständig decken und in der Übergangszeit zumindest Beiträge leisten.
- Bei entsprechend größeren Kollektorflächen und ergänzt um einen saisonalen Speicher könnte auch bis in den Winter hinein Wärme gewonnen werden. Hiermit sind zunächst relativ hohe Investitionen, dann aber kaum noch laufende Kosten verbunden. Solarthermie - mit oder ohne saisonalen Speicher - sichert also mit die höchstmögliche Kostenstabilität. Ob sie in der Summe wirtschaftlich ist, hängt von der zukünftigen Entwicklung der Kosten anderer Energieträger ab. Sie aus ökologischer Sicht zudem den Vorteil, dass außer Fläche kaum (laufende) Ressourcen benötigt werden.
- Eine ebenfalls weitgehend klimaneutrale, derzeit kostengünstige und hinsichtlich der möglichen Leistungen auch sehr variable Quelle stellen Holzhackschnitzel dar, die in einem Kessel verfeuert werden. Ihre Nutzung erfordert jedoch laufend Biomasse als - bei landesweit

wachsender Umstellung von fossilen auf regenerative Energieträger u. U. knapper werdende - Ressource.

Zur Besicherung der Redundanz und zur Abdeckung von Spitzenlasten kann vorübergehend noch ein Erdgaskessel eingesetzt werden, da er durch niedrige Investitionskosten die Möglichkeit bietet, die weit überwiegend regenerative Wärmeerzeugung zu einem möglichst attraktiven Preis anzubieten. Damit wird auch besonders preissensiblen Haushalten eine Umstellung leichter gemacht und somit per Saldo eine größere Klimawirkung erzielt, als wenn eine Vielzahl von Haushalten bei ihrer heutigen komplett fossilen Beheizung verbliebe.

Es wurden verschiedene Kombinationen der o. g. Energieträger für unterschiedliche Konstellationen (Netzausbaustufen) berechnet. Welche für die Versorgung eines Wärmenetzes am sinnvollsten ist, sollte dann entschieden werden, wenn genauer feststeht, in welchen Bereichen Wanderups ein ausreichend hohes Interesse an einem (anfänglichen) Wärmenetzanschluss besteht und welche Leistungsanforderung sowie welcher Energiebedarf sich daraus ergibt. So können auch die dann aktuellen Kosten für den Bau der notwendigen Infrastruktur und die dann absehbaren Kosten für den jeweils anfallenden Energiebezug berücksichtigt werden.

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 von Baukosten. Die mit diesem Vorbehalt versehenen Kostenvergleiche ergaben aber, dass selbst bei den durchschnittlichen Energiepreisen des Jahres 2021 Wärme aus dem Wärmenetz schon günstiger gewesen wäre als die derzeit vorhandenen dezentralen (in jedem Haus vorhandenen) Heizanlagen - egal ob die dezentrale Beheizung mit einem (irgendwann zu erneuern und um 15 % regenerative Energien zu ergänzenden) Erdgaskessel, mit Wärmepumpen oder einer Pelletheizung erfolgt. Bei den Energiepreisen von März 2022 ergaben sich noch deutlichere Kostenvorteile des Wärmenetzes.

Zusammenfassend kann somit festgehalten werden, dass die Kosten von Wärme aus dem Wärmenetz im Vergleich zu dezentralen Alternativen in Wanderup in einem absolut konkurrenzfähigen Bereich liegen. Zudem ist davon auszugehen, dass sie eine höhere Kostenstabilität aufweisen als dezentrale Alternativen. Letztlich basierend die untersuchten Alternativen auf einer regionalen Versorgung, weisen also eine höhere Versorgungssicherheit als fossile Energieträger auf und sorgen dafür, dass große Teile der Wertschöpfung in der Region bleiben.

Eine Befragung aller Haushalte zum Anschlussinteresse an ein Wärmenetz durch eine Postwurfsendung ergab eine für solchen Aktionen sehr hohe Rücklaufquote von fast einem Drittel. Optimistisch stimmt, dass davon über 90 % (bezogen auf alle Haushalte also schon über 30 %) Interesse an einem Anschluss zeigten. Im weiteren Verlauf der Arbeiten, etwa im Sanierungsmanagement, ist an einer weiteren Erhöhung der Rückmeldungen zu arbeiten.

Den Aufbau eines solchen Wärmenetzes könnten z. B. die Amtswerke Eggebek GmbH & Co. KG leisten, als kommunales Unternehmen. Sie verfügen aus dem Ausbau der Glasfaserversorgung bereits über Erfahrungen mit dem Netzausbau, der Kundenansprache und der entsprechenden Administration (Abrechnungen etc.). Hier würden sie die Wärme von den verschiedenen Erzeugern ankaufen, die Versorgungssicherheit über redundante Anlagen sicherstellen und wären für die Abnehmer der alleinige Vertragspartner.

Nachdem das Quartierskonzept die Möglichkeiten aufgezeigt hat, kann nun die Umsetzung im Rahmen eines drei- bis fünfjährigen Sanierungsmanagements begleitet werden. Auch dieses wird, wie Quartierskonzepte, vom Bund und vom Land Schleswig-Holstein mit insgesamt 90 % gefördert.

5.2 ENERGIE- UND CO₂-BILANZ – VERWENDUNGSNACHWEIS KFW ENERGETISCHE STADTSANIERUNG

Mit dem Vorhaben einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Gesamtquartier mittels der aus ökologischen und ökonomischen Aspekten optimalen hier untersuchten Versorgungsvariante bestehend aus einem Holzhackschnitzel-befeuerten Wärmeerzeugersystem in Verbindung mit der per Container transportierten Wärme aus der BGA wurden folgende Effekte der Einsparungen mit und ohne Maßnahmen zur Gebäudesanierung geplant:

Tabelle 5-1: Bestätigung Einspareffekte

Bezeichnung	Heizenergie- bedarf [MWh]	Endenergie- bedarf [MWh]	Primärenergie- bedarf [MWh]	CO ₂ -Ausstoß [t]
Gegenwärtige Heizsituation	15.478	17.963	18.965	4.816
Zentr. Wärmeversorgung ohne Gebäudesanierung	15.478	20.867	5.893	994
Zentr. Wärmeversorgung Sanierungsvariante 1	13.160	18.367	4.408	690
Zentr. Wärmeversorgung Sanierungsvariante 2	10.965	15.982	3.340	487

5.3 CHECKLISTE KfW ENERGETISCHE STADTSANIERUNG

Tabelle 5-2: 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, 8.4
Beachtung vorhandener integrierter Stadtteilentwicklungs- (INSEK) oder wohnwirtschaftlicher Konzepte bzw. integrierter Konzepte auf kommunaler Quartiersebene sowie von Fachplanungen und Bebauungsplänen	7.3
Aktionspläne und Handlungskonzepte unter Einbindung aller betroffener Akteure (einschließlich Einbeziehung der Öffentlichkeit)	11, 14
Aussagen zu baukulturellen Zielstellungen unter Beachtung der Denkmäler und erhaltenswerter Bausubstanz sowie bewahrenswerter Stadtbildqualitäten	7.3.4.1
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	7.5
Analyse möglicher Umsetzungshemmnisse (technisch, wirtschaftlich, zielgruppenspezifisch bedingt) und deren Überwindung, Gegenüberstellung möglicher Handlungsoptionen	11
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	8.3
Maßnahmen zur organisatorischen Umsetzung des Sanierungskonzepts (Zeitplan, Prioritätensetzung, Mobilisierung der Akteure und Verantwortlichkeiten)	14
Information und Beratung, Öffentlichkeitsarbeit.	12

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.).

In diesem Sinne haben sich 38 Gemeinden des Kreises Schleswig-Flensburg, darunter auch Wanderup, zur Klimaschutzregion Flensburg zusammengeschlossen und sich vertraglich dazu verpflichtet, bis zum Jahr 2050 den Energieverbrauch um 50 % und den CO₂-Ausstoß um 100 % zu reduzieren (Klimaschutzregion Flensburg, o. J.)

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

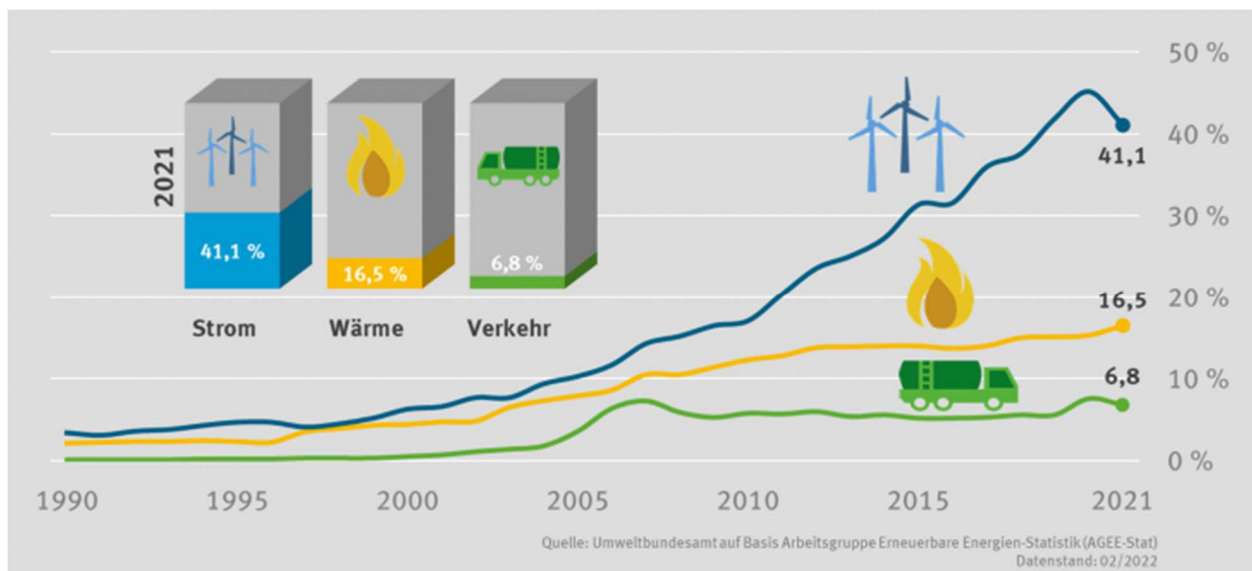


Abbildung 6-1: Erneuerbare Energien - Anteile in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr (UBA, 2022)

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. b). 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. a).

In diesem Kontext hat sich auch die Gemeinde Wanderup, vertreten durch das Amt Eggebek, zur Erstellung eines energetischen Quartierskonzepts durch die IPP ESN Engineering GmbH (IPP ESN) in Kooperation mit wortmann-energie, EnergieManufaktur Nord (E|M|N) und EcoWert360° GmbH entschieden. Die Ergebnisse der Arbeiten finden sich im vorliegenden Bericht.

7 BESTANDSAUFNAHME

7.1 RÄUMLICHE LAGE UND FUNKTIONEN DES QUARTIERS

Die Gemeinde Wanderup liegt im Kreis Schleswig-Flensburg im nördlichen Schleswig-Holstein (vgl. Abbildung 7-1). Das Gemeindegebiet von Wanderup erstreckt sich in der zur Region Schleswigsche Geest zählenden naturräumlichen Haupteinheit Schleswiger Vorgeest. Im Gemeindegebiet entspringt der Fluss Linnau.

Wanderup wurde im 14. Jahrhundert erstmals als Wompsdorf erwähnt. Die Kirche Wanderup ist eine romanische Feldsteinkirche. Sie wurde vermutlich schon im 12. Jahrhundert errichtet.

Mit ca. 2.575 Einwohnern ist Wanderup, dicht gefolgt von Eggebek (2.512), die bevölkerungsreichste Gemeinde mit einer Fläche von rd. 29 km² (Wikipedia, o. J.).



Abbildung 7-1: Lage der Gemeinde Wanderup im Amt Eggebek und Kreis Schleswig-Flensburg

Wanderup ist vorwiegend ländlich geprägt, die Landwirtschaft spielte gerade für die Milchviehwirtschaft eine bedeutende Rolle, die zunehmend aber in den Hintergrund rückt. Das Gemeindewappen steht sinnbildlich für diese bedeutende Ausrichtung: „Wanderup entwickelte sich im 20. Jahrhundert zu einem der Zentren der „Schwarz-bunten-Zucht“ in Schleswig-Holstein. Die in schwarz-silberner Tinktur lebhaft gezeichnete Kuh im Wappen gibt ein Bild dieser beliebten Rinderrasse, die für ihre hohe Milchleistung bekannt ist und im Sommer die Agrarlandschaft sichtlich belebt“ (Wikipedia, o. J.).

Wanderup ist ein Straßendorf; die wesentlichen Versorgungseinrichtungen und Einzelhandelsgeschäfte, wie auch der bedeutende, weil vergleichsweise große Baumarkt befinden sich an der Husumer / Flensburger Straße, der stark frequentierten Bundesstraße 200 und der Tarper Straße.

Größere zusammenhängende Wohngebiete sind im Nordosten Wanderups (Renzer Straße, Thingweg) entstanden. Berufspendler nutzen die Beschäftigungsmöglichkeiten des naheliegenden Oberzentrums Flensburg, des Mittelzentrums Schleswig und Umgebung. Die

Siedlungsbebauung erfolgte typischerweise als Einfamilienhaus; Mehrfamilienhäuser und Reihenhauszeilen sind vereinzelt anzutreffen. Im Zentrum (An der Linnau) wurden 2021 mehrere MFH-Gebäude in verdichteter Bebauung als Mehrfamilienhäuser errichtet.

Die Aufnahme der Gebäude, Flurstücke, Straßen und Wege des Quartiers in ein georeferenzielles Kartenkonstrukt auf Basis des Instruments QGIS zeigt Abbildung 7-2.

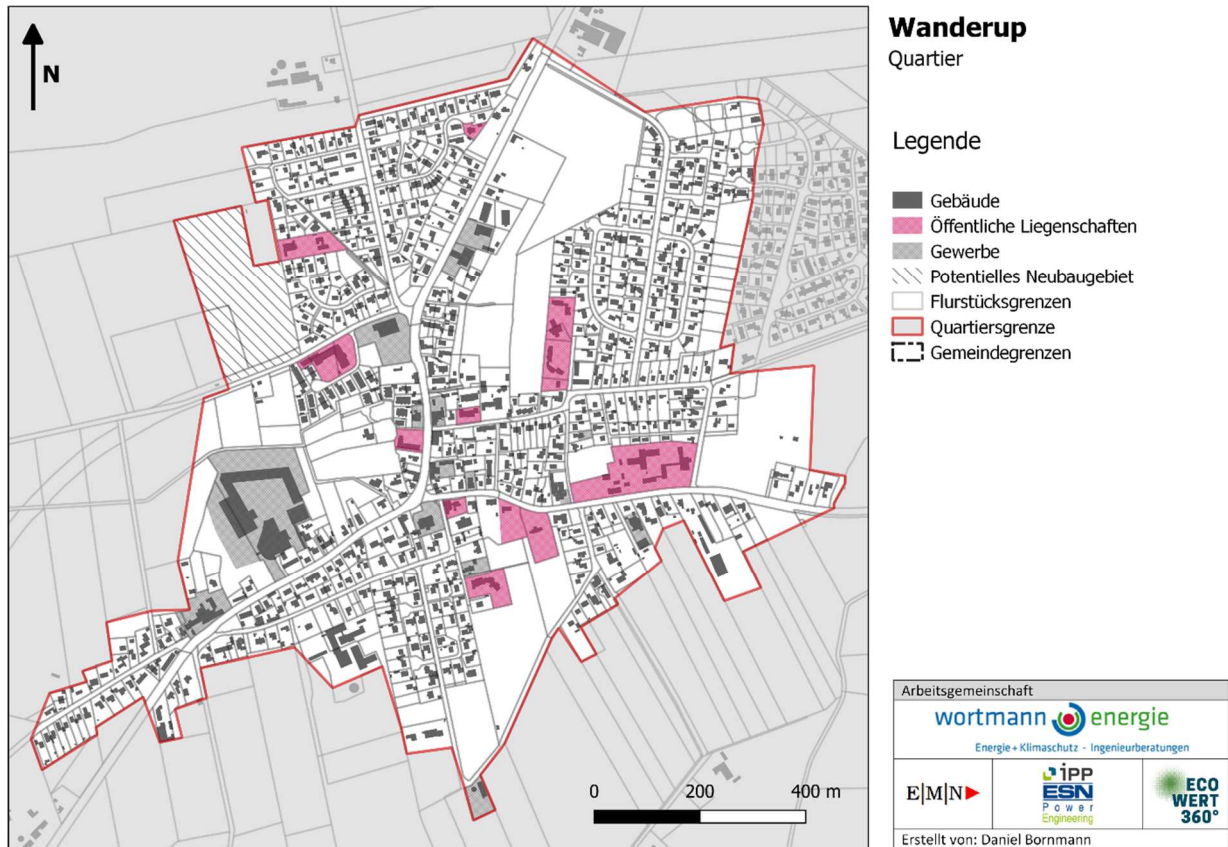


Abbildung 7-2: Das Quartier Wanderup

7.2 BEVÖLKERUNGSENTWICKLUNG

Die Zuzugssituation nach Kriegsende und damit die Notwendigkeit zur schnellen Schaffung von Wohnraum kennzeichnet, wie in vielen Gemeinden Schleswig-Holsteins, auch die in Abbildung 7-3 dargestellte Entwicklung Wanderups (Statistisches Landesamt SH, 1972).

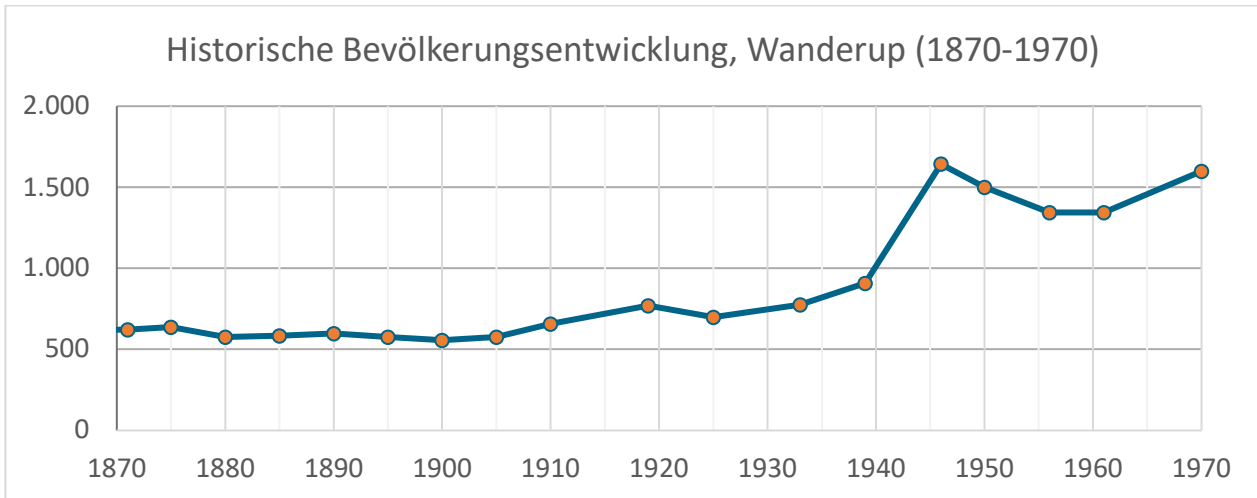


Abbildung 7-3: Historische Bevölkerungsentwicklung Wanderup (1870-1970)

Eine genaue Analyse der demografischen Situation ist aufgrund mangelnder statistischer Daten nicht möglich. Nach Angaben des statistischen Amtes für Hamburg und Schleswig-Holstein hatte Wanderup am 31.12.2020 2.575 Einwohner. Mit den Ermittlungen auf Amtsebene (Raum & Energie, 2017) wird für die Gemeinde Wanderup ein leichter Bevölkerungsrückgang von 3,4 % für die nächsten 20 Jahre prognostiziert (vgl. Tabelle 7-1).

Tabelle 7-1: Bevölkerungsentwicklung im Bereich des Amtes

GEMEINDEN AMT EGGBEK	PROGNOSTIZIERTE BEVÖLKERUNGSÄNDERUNG (2015 BIS 2030)
SOLLERUP	-22,9%
SÜDERHACKSTEDT	-12,4%
LANGSTEDT	-5,3%
JERRISHOE	-4,3%
JANNEBY	-3,7%
WANDERUP	-3,4%
JÖRL	-2,8%
EGGBEK	1,8%

Dieser leicht negative Ausblick auf die Bevölkerungssituation verwundert etwas, lässt er sich aus der Historie der letzten Jahre, auch unter Zuhilfenahme der wohnbaulichen Entwicklung so nicht erklären. Hier ist eine eindeutige positive Entwicklung festzustellen.

Im Wohngebäudebereich stieg; wie in Abbildung 7-4 dargestellt, die Anzahl von 630 Gebäuden im Jahr 2000 auf 880 in 2020; dies entspricht einem durchschnittlichen Zuwachs von rd. 2 % jährlich (Statistikamt Nord, o. J.). Dieser Anstieg bei Wohngebäuden wie Einwohnern in den letzten 20 Jahren ist bemerkenswert und scheint der Langfristprognose der statistischen Entwicklung zu widersprechen.

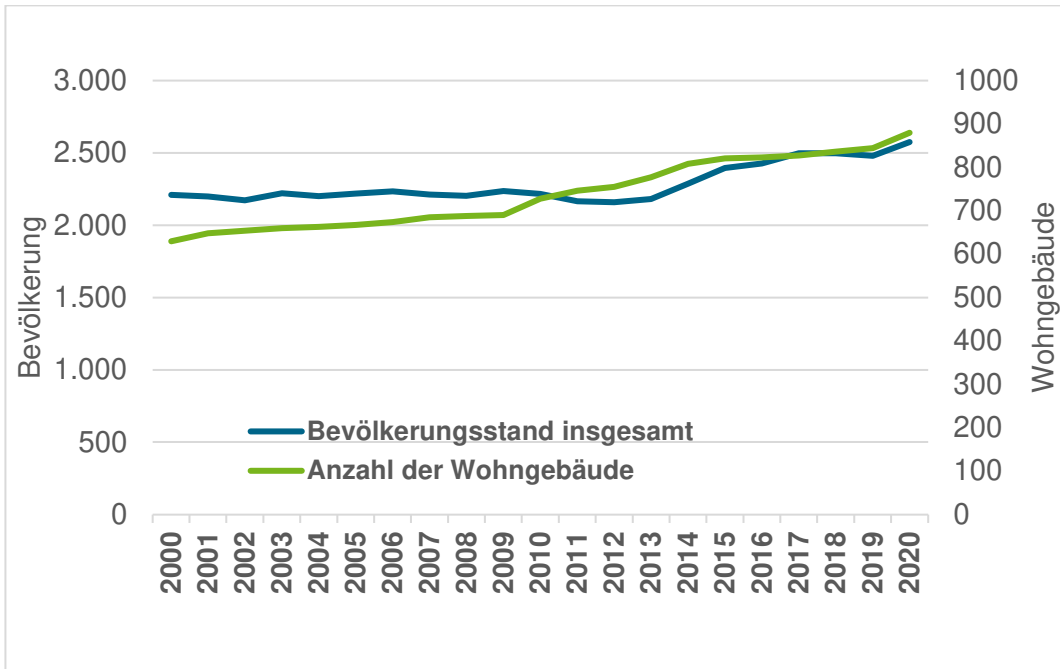


Abbildung 7-4: Entwicklung Bevölkerung und Wohngebäude (2000 – 2020)

7.3 GEBÄUDE- UND HEIZUNGSBESTAND

7.3.1 WOHNBEBAUUNG

Die frühe Entwicklung Wanderups als Straßendorf und deren chronologische Entwicklung lässt sich gut anhand der Chronologien der Preußischen Landesaufnahme (Landesamt für Vermessung und Geoinformation SH, o. J.) ablesen, vgl. Abbildung 7-5.

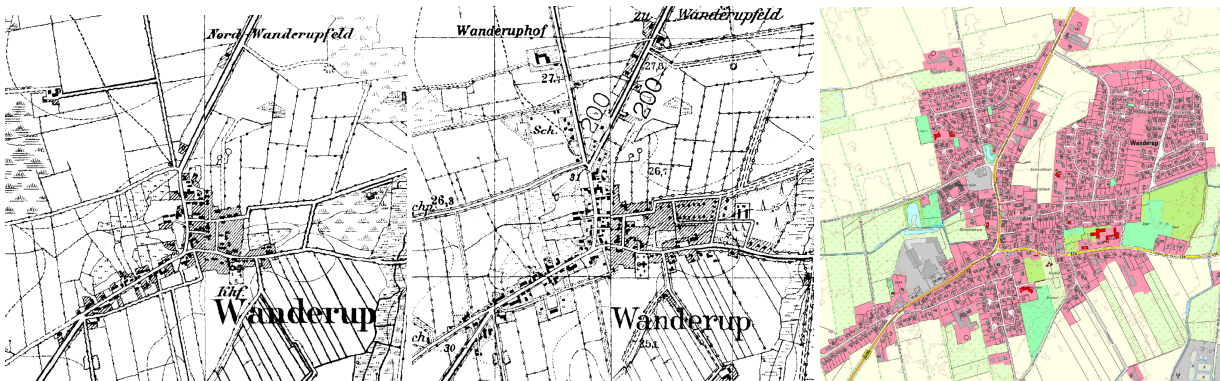


Abbildung 7-5: Preußische Landesaufnahme 1878-1880; 1953-1956; aktuelle Bebauung

Die Auszüge zeigen vergleichshaft den Gebäudebestand von 1878-1880, von 1953-1956 sowie aktuell gemäß (Landesamt für Vermessung und Geoinformation SH, o. J.).

Der Gebäudebestand ist hauptsächlich durch Einfamilienhäuser geprägt.

Mit Hilfe der Baublockdaten des Zensus 2011 und Informationen zur Siedlungsflächenentwicklung des Amtes konnte eine Abschätzung der vorherrschenden Baujahre der Gebäude im Quartier

vorgenommen werden. Auffällig ist hier der vergleichsweise niedrigere Anteil an Neubauten ab den 1990-er Jahren. Die vergleichende Darstellung der Baualtersklassen zeigt Abbildung 7-6.

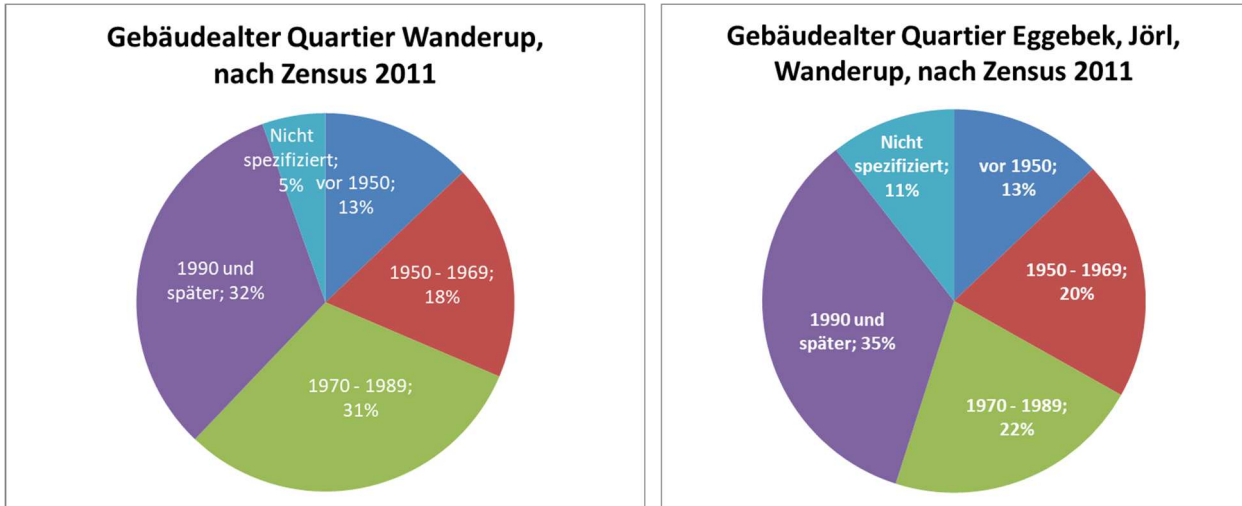


Abbildung 7-6: Verteilung der Gebäudealtersklassen im Quartier, Wanderup und im Vergleich

Auf Basis der obigen Gebäudealtersklassen konnten den Gebäuden spezifische Heizwärme- und Brauchwarmwasserbedarfswerte zugeordnet werden. Verwendet wurde dazu die Gebäudetypologie Schleswig-Holstein (Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., 2012). Der ursprüngliche Bauzustand zum Zeitpunkt der Errichtung ist nur bei Neubauten anzutreffen. Mit dem Alter der Gebäude steigen auch - statistisch - die energetischen Verbesserungen an Gebäudehülle und Anlagentechnik. Diesem Umstand wird durch unterschiedliche Modernisierungsstandards Rechnung getragen (vgl. Tabelle 7-2).

Tabelle 7-2: spezifische Heizwärmebedarfe von Einfamilienhäusern nach Baualtersklassen

EFH/ZFH	vor 1918		von 1918 bis 1948		von 1949 bis 1957		von 1958 bis 1968		von 1969 bis 1978		von 1979 bis 1987		von 1988 bis 1993		von 1994 bis 2001		von 2002 bis 2009		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
IST-Zustand	186,6		197,2		200,5		194,9		183,7		155,4		144,0		114,4		91,3		
	100%		100%		100%		100%		100%		100%		100%		100%		100%		
nicht modernisiert	233,1		244,5		241,4		236,2		217,4		169,1		148,6		116,1		91,7		
	5%		4%		5%		8%		12%		38%		76%		85%		95%		
gering modernisiert	193,4		203,3		204,4		197,0		182,3		147,8		133,7		105,0		84,5		
	67%		74%		79%		78%		80%		60%		20%		15%		5%		
mittel/größtenteils modernisiert	162,2		168,2		168,7		159,3		147,4		122,3		108,3						
	28%		22%		16%		14%		8%		2%		4%						
mittel/größtenteils modernisiert		gering modernisiert						nicht modernisiert											

Mit diesem Datengerüst ist der aktuelle Wärmebedarf des Quartiers abschätzbar.

7.3.2 DERZEITIGE WÄRMEERZEUGUNG

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, das Alter der Wärmeerzeuger und auch über die Verwendung von Zusatzfeuerungen wie z. B. offene Kamine. Die Gemeinde Wanderup verfügt über eine nahezu geschlossene Erdgasverrohrung.

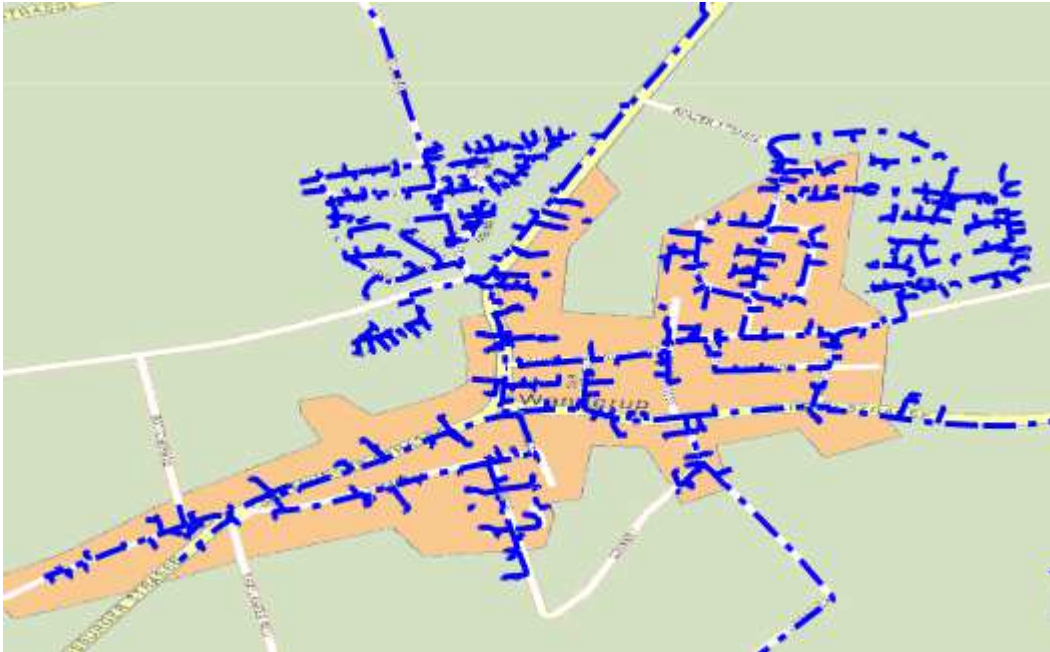


Abbildung 7-7: Gasverrohrung, Gemeinde Wanderup (Schleswig-Holstein Netz AG)

Die Auswertung der Daten zeigt, dass sowohl bei der Neuanlagenzahl als auch bei der Wärmeleistung die erdgasbetriebenen Feuerstätten diejenigen auf Basis Heizöl in den letzten Jahren deutlich überschreiten.

Die Feststoffheizungen in Abbildung 7-9 stellen automatisch beschickte Holzpellet- bzw. Holzhackschnitzelfeuerungen dar; offene Kamine, wie sie in jedem dritten Haushalt anzutreffen sind, sind hier nicht erfasst.

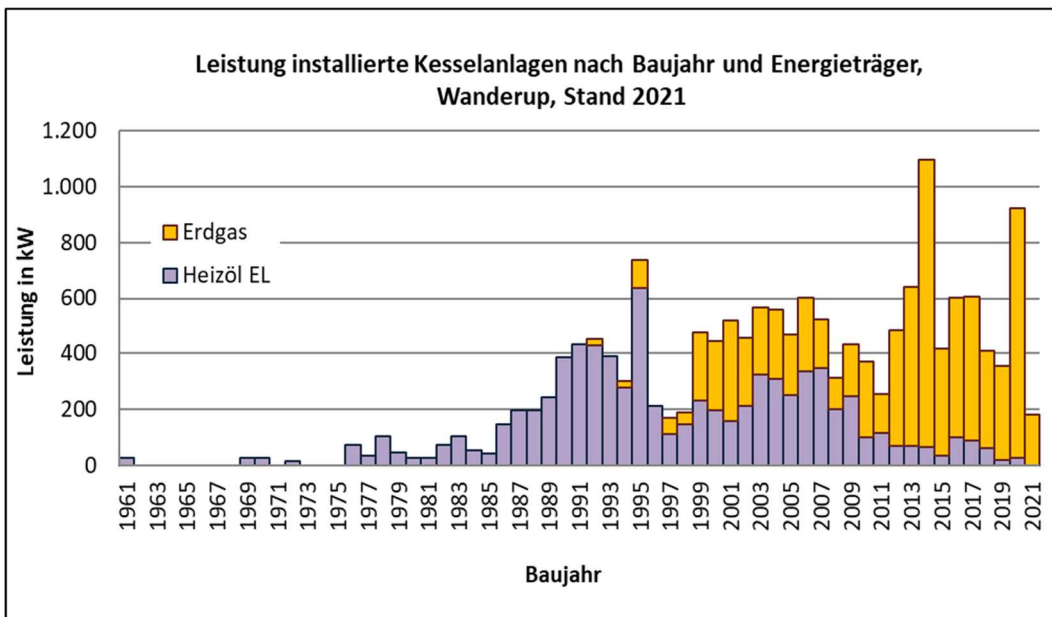
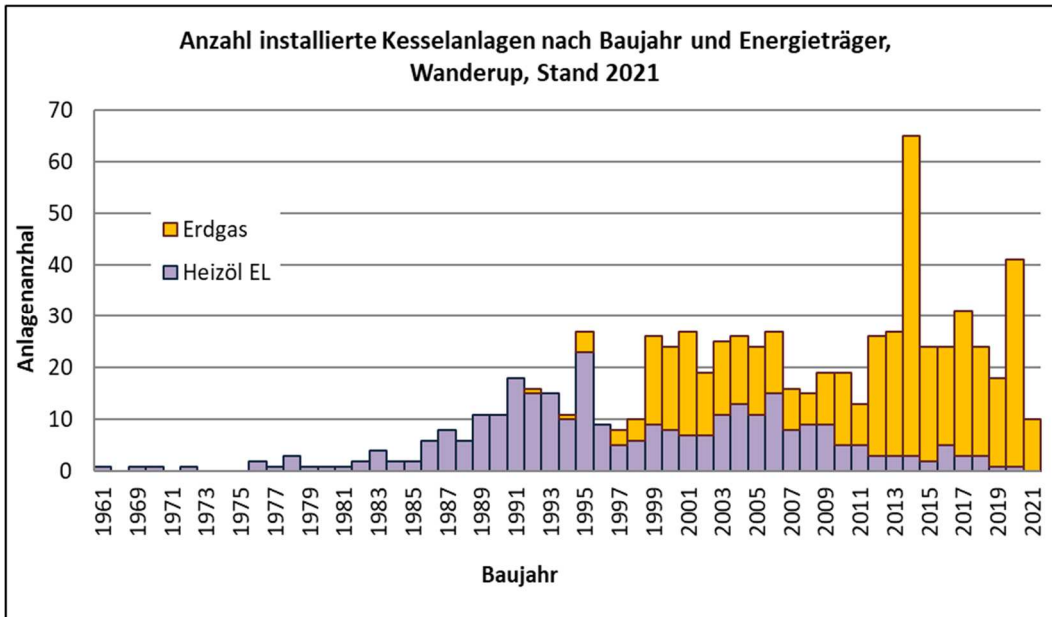


Abbildung 7-8: Anzahl und Leistung der Öl- und Gaskessel nach Baujahren

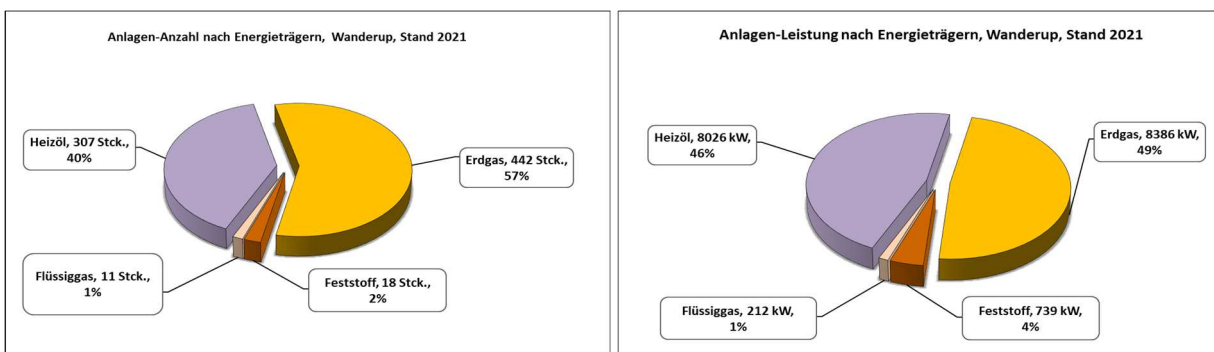


Abbildung 7-9: Verteilung der Feuerstätten nach Anzahl und Leistung

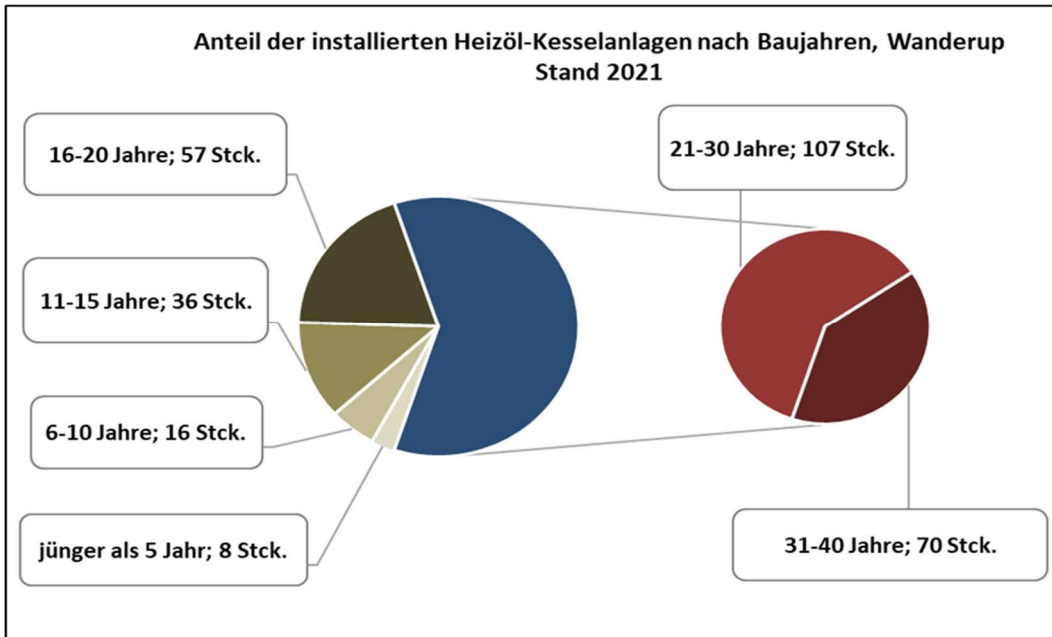


Abbildung 7-10: Anzahl und Alter der Ölkessel

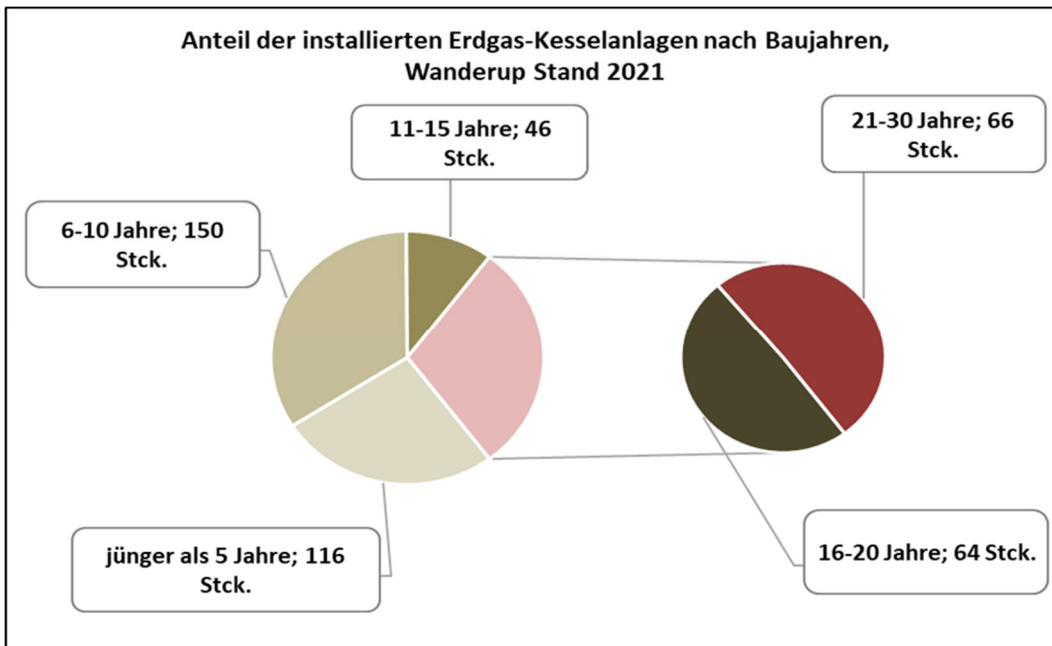


Abbildung 7-11: Anzahl und Alter der Erdgaskessel

Obwohl Wanderup großflächig erdgasverrohrt ist, was nicht zwangsläufig auch eine hohe Anschlussdichte bedeutet, liegt der Heizölanteil der fossil befeuerten Heizungen im Quartier mit rd. 307 Anlagen bzw. 47 % vergleichsweise recht hoch. Von diesen Heizölkesseln sind laut Feuerstättenauswertung 177 Anlagen älter als 20 Jahre und damit ersatzbedürftig. Bei den Erdgaskesseln sind 66 und somit 15 % aller Erdgasfeuerstätten im Quartier ersatzbedürftig. Hier besteht ein beträchtliches Energieeffizienzpotenzial in Höhe von rd. 10 - 20 %, welches durch Optimierung der Regelung, den Einsatz der Brennwerttechnik und weiteren Synergien bei Einsatz neuer Heiztechnik hochgradig wirtschaftlich erschlossen werden kann.

7.3.3 ERGEBNISSE DER FRAGEBOGENAKTION UND DER ENERGIEBERATUNG VOR ORT

7.3.3.1 FRAGEBOGENAKTION

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

Die Auswertung der abgegebenen Fragebögen zeigt überwiegend Interesse an einer klimafreundlichen zentralen Wärmeversorgung (vgl. Tabelle 7-3).

Energetisches Quartierskonzept Gemeinde Wanderup

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 möchten wir von Ihnen gerne Informationen zu Ihrer Heizung, dem Brennstoffverbrauch und Ihrem Gebäude aufnehmen.

Wir freuen uns, Sie auf der Auftaktveranstaltung begrüßen zu dürfen. Bitte bringen Sie diesen Fragebogen ausgefüllt mit und nehmen Sie an der Verlosung der kostenfreien Energieberatung teil. Bitte geben Sie den Fragebogen auch ab, wenn Sie derzeit **kein Interesse** zum Thema Gebäudesanierung oder klimafreundlicher Wärmeversorgung haben. **HINWEIS: Das Beantworten der Fragen verpflichtet Sie zu nichts.**

Sollten Sie bei der Ermittlung der Daten Unterstützung benötigen oder sonstige Fragen haben, steht Ihnen Herr Jörg Wortmann vom beauftragten Planerteam gerne unter 0431 / 260 90 50 zur Verfügung.

1. Interesse an einer klimafreundlichen, zentralen Wärmeversorgung ja // nein

2. Straße + Hausnummer des Objektes _____

3. Vorname, Name _____

4. Wohnanschrift _____

5. Telefon / Email _____ / _____

6. Baujahr des Hauses _____

Baualtersklasse Haus: vor 1948 1949 bis 1968 1969 bis 1987 nach 1988

7. Wohnfläche _____ m²

8. Baujahr der Heizung _____

9. Leistung der Heizungsanlage _____ kW

10. Brennstoff und Brennstoffverbrauch, jährlich (Nichtzutreffendes bitte streichen):

- Erdgas ----- Verbrauch: _____ kWh oder m³
- Flüssiggas ----- Verbrauch: _____ Liter, kWh oder m³
- Heizöl ----- Verbrauch: _____ Liter oder m³
- Holzpellets ----- Verbrauch: _____ t
- Strom (Nachtspeicher) ----- Verbrauch: _____ kWh
- Strom (Wärmepumpe) ----- Verbrauch: _____ kWh
- Holz (Kamin, Ofen) ----- Verbrauch: _____ Raummeter
- Solarthermieanlage ----- Anlagengröße: _____ m² Kollektorfläche
- Photovoltaikanlage ----- Anlagengröße: _____ kWp

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, welche unter www.klimaschutzregion-flensburg.de einsehbar sind.

Abbildung 7-12: Fragebogen an alle Haushalte im Quartier

Tabelle 7-3: Auswertung der Fragebögen zu den Liegenschaften des Quartiers

Charakteristik	Anzahl bzw. Jahr
Anzahl rückgesendeter Fragebögen	27
davon auswertbar	26
Durchschnittliches Baujahr Gebäude	1957
Häufigste Baualtersklasse	Alle unterschiedlich
Durchschnittliches Baujahr Heizung	2005
Energieträger	Heizöl: 10
	Erdgas: 15
	Flüssiggas: 1
	Wärmepumpe: 1
Interesse an einer zentralen Wärmeversorgung (Anzahl)	ja: 27
	nein: 0
	k. A.: 0

7.3.3.2 MUSTERSANIERUNGSBERATUNGEN PRIV. WOHNGBÄUDE

Auf der öffentlichen Informationsveranstaltung (vgl. Kapitel 12.2) wurden drei kostenfreie Energieberatungen für Wohngebäude verlost. Die vorliegenden Fragebögen mit den Angaben zu den Gebäuden wurden in vier Baualtersstufen aufgeteilt und drei Gewinner ausgelost. Damit wurde einerseits der lokale und möglichst repräsentative Bezug zum Quartier für die Mustersanierungen geschaffen und andererseits bekam dadurch die Informationsveranstaltung eine zusätzliche Attraktivität. Die Mustersanierungsberatung orientiert sich hierbei an der Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude (BAFA, 2022 b).

7.3.4 NICHT-WOHNGBÄUDE UND ÖFFENTLICHE LIEGENSCHAFTEN

Im Folgenden werden die denkmalgeschützten Gebäude, die relevanten gewerblichen Gebäude und die öffentlichen Liegenschaften kurz skizziert.

7.3.4.1 DENKMALSCHUTZ

Unter Denkmalschutz steht die evangelisch-lutherische Kirche in Wanderup, Tarper Straße 6 und Teile der Kirchengestaltung sowie des umliegenden Kirchhofes (Landesamt für Denkmalpflege, 2021).

Das nebenliegende Pastorat ist ebenfalls als Kulturdenkmal eingetragen.



Abbildung 7-13: Kirche und Pastorat Wanderup unter Denkmalschutz ((Wikipedia, 2022)

Es bestehen im Quartier keine weiteren schützenswerten oder unter Denkmalschutz stehenden Gebäude.

Eine Ortsgestaltungs- oder Erhaltungssatzung für Wanderup besteht nicht.

Auf Amtsebene wurde 2017 ein Amtsentwicklungskonzept erstellt und veröffentlicht (Raum & Energie, 2017); ein Orts(kern)entwicklungskonzept wurde bisher nicht erarbeitet.

7.3.4.2 LANDWIRTSCHAFT

Nach Angaben des statistischen Amtes für Hamburg und Schleswig-Holstein bestehen in der Gemeinde Wanderup 22 landwirtschaftliche Betriebe (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2019).

Tabelle 7-4: Landwirtschaftliche Betriebe Wanderup

Spezifikation Landwirtschaftliche Betriebe	Angabe
Landwirtschaftliche Betriebe	22
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	1.963 ha
Betriebe mit Viehhaltung	21
Viehbestand insgesamt	2.985 GVE
Betriebe mit ökologischem Landbau	-
Anbau Getreide	215 ha
Anbau Silomais / Grünmais	798 ha
Gemeindegröße	2.864 ha
relativer Anteil landwirtschaftlichen Fläche an Gemeindefläche	69 %
Bevölkerung (2020)	2.575

Mit einem landwirtschaftlichen Nutzflächenanteil von fast 70 % an der Gemeindefläche wird die besondere Bedeutung der Landwirtschaft im Gegensatz zu anderen Gemeinden wie z. B. Eggebek (39 %) deutlich.

7.3.4.3 GEWERBE

Der Wirtschaftsverein Wanderup e.V. (Wirtschaftsverein Wanderup e.V., o. J.) ist zentraler Ansprechpartner für die ansässigen gewerblichen Unternehmen in der Gemeinde Wanderup. Im Quartier existieren gewerbliche Einrichtungen, die vermuten lassen, dass hier ein vergleichbar höherer Wärmebedarf vorliegt als bei Wohnbebauung ähnlicher Grundfläche. Aus Datenschutzgründen wurden im Rahmen dieser Konzepterstellung keine genauen Verbrauchsangaben ermittelt und dokumentiert. Dies wird bei Konkretisierung einer weitergehenden Vorplanung für z. B. eine potenzielle Nahwärmeversorgung bilateral abgefragt. Im Folgenden sollen trotzdem relevante gewerbliche Betriebe kurz skizziert werden.

7.3.4.3.1 TEAM BAUCENTER GMBH & CO., HUSUMER STRAÙE 20, WANDERUP



Abbildung 7-14: Frontansicht und Luftbild, team baucenter, Wanderup

Das team baucenter mit Standort in Wanderup wird über eine Ölheizung mit Wärme versorgt. Nach Gesprächen mit dem Standortleiter über Perspektiven einer klimafreundlichen Heizenergieversorgung besteht hier großes Interesse. Die Ölheizung ist altersbedingt austauschbedürftig und die steigenden Energiekosten sind zusätzlich zu den Klimaschutzgründen ausreichend Motivation neue Wege der Heizenergieversorgung zu beschreiten, so die Leitung im persönlichen Gespräch (Hansen, Christiansen, & Lorenzen, 2022).

7.3.4.3.2 NAH UND FRISCH, SUPERMARKT, FLENSBURGER STRAÙE 15B

Ob im Markt, der wegen der Kühltechnik für Lebensmittel / Frischfleisch auch über Abwärmepotenziale verfügt, überproportional hohe Wärmebedarfe vorliegen und ggfs. Nachbargebäude mitversorgt werden könnten, müsste bei einer Wärmenetz-Planung in Erfahrung gebracht werden.



Abbildung 7-15: Frontansicht und Luftbild, Nah und Frisch, Wanderup (Thordsen, o. J.)

7.3.4.3 LANDHAUS AN DER LINNAU (SENIORENHEIM), AN DER LINNAU 2



Abbildung 7-16: Ansicht, Luftbild, Seniorenheim, An der Linnau 2

Das inhabergeführte Seniorenheim mit rd. 70 Plätzen wird über eine neuere Erdgasheizung mit zwei Mini-BHKWs mit Wärme versorgt; ebenfalls ist eine PV-Anlage installiert.

7.3.4.4 ÖFFENTLICHE LIEGENSCHAFTEN

Im Quartier bestehen mehrere öffentliche Liegenschaften, die im Folgenden kurz vorgestellt werden sollen.

Tabelle 7-5: Übersicht der öffentlichen Liegenschaften und Energieverbräuche, Wanderup

LIEGENSCHAFT	STRASSE, NR.	EIGENTÜMERIN	HEIZENERGIE- VERBRAUCH (MITTELWERT 2017-2019 IN KWH/A)	STROMVER- BRAUCH (MIT- TELWERT 2017-2019 IN KWH/A)	HEIZSYSTEM, ENERGIETRÄGER
DÖRPSHUS	Flensburger Str. 9	Gemeinde Wanderup	15.400	4.900	Erdgas
SENIORENWOHN- ANLAGE	Kamplanger Weg 11 a-o	Gemeinde Wanderup	162.700	4.900	Heizöl, Umstel- lung 2019 auf Erdgas
BEGEGNUNGS- STÄTTE	Kamplanger Weg 11 p	Gemeinde Wanderup	12.900	4.300	
FEUERWEHRHAUS	Kamplanger Weg 3	Gemeinde Wanderup	35.000	4.000	Erdgas
DORFMUSEUM	Tarper Straße 17	Gemeinde Wanderup	41.600	2.200	Erdgas
JUGENDZENTRUM	Tarper Straße 17 bis 2019	Gemeinde Wanderup	115.000	800	
DRK-KITA	Süderweg 5	Gemeinde Wanderup	103.900	12.300	Holzpelletkes- sel
WOHNGEBÄUDE, MFH 2 WE	Ellersieg 18	Gemeinde Wanderup	26.900	1.000	Erdgas
GRUNDSCHULE	Tarper Straße 19- 21	Gemeinde Wanderup	224.200	25.900	Holzpelletkes- sel
DRK KITA (2. STANDORT)	Tarper Straße 19	Gemeinde Wanderup	k. A.	k. A.	Erdgas
WOHNGEBÄUDE, MFH 6 WE	Thingweg 29	Gemeinde Wanderup	k. A.	k. A.	k. A.
WOHNGEBÄUDE, MFH 12 WE	Thingweg 31	Gemeinde Wanderup	k. A.	k. A.	k. A.

7.3.4.4.1 DÖRPSHUS, FLENSBURGER STR. 9



Abbildung 7-17: Flurkarte, Luftbild und Ansicht Dörpshus

Die um 2006 errichtete Gemeinde- bzw. Dörpshus weist – auch vor dem Hintergrund des junges Baualters – keine erkennbaren, wirtschaftlich erschließbaren Effizienz- oder Einsparpotenziale

auf. Auf dem langgestreckten L-Bau ist eine PV-Anlage aufgeständert installiert; der Heizenergieverbrauch liegt bei rd. 15 MWh jährlich.

7.3.4.4.2 SENIORENWOHNANLAGE (11 A-O) UND BEGEGNUNGSSTÄTTE (11 P) KAMPLANGER WEG



Abbildung 7-18: Flurkarte, Luftbild und Ansicht Seniorenwohnanlage Kamplanger Winkel

Die Seniorenwohnanlage „Kamplanger Winkel“ wurde 1991 errichtet und besteht aus fünf Gebäudegruppierungen mit z. T. mehreren Wohneinheiten je Gebäude.¹ Mittig ist die Begegnungsstätte (Nr. p) angesiedelt. Der Heizenergieverbrauch der 2019 von Öl auf Erdgas umgestellten zentralen Beheizung bewegt sich im Mittel der letzten erfassten drei Jahre bei rd. 162 MWh. Auch aufgrund des Baualters wurden keine augenscheinlich wirtschaftlich erschließbaren Einsparpotenziale festgestellt.

7.3.4.4.3 FEUERWEHRHAUS, KAMPLANGER WEG 3



Abbildung 7-19: Flurkarte, Luftbild und Ansicht Feuerwehrhaus

Das Feuerwehrgebäude wurde 2003 errichtet und verfügt über zwei Hallen mit je zwei Toren an den außenliegenden Giebelseiten sowie über Schulungs- und Besprechungsräume im Mittelteil des Objektes. Aufgrund der sporadischen Nutzung besteht typischerweise für diese Art der Nutzung nur ein niedriger spezifischer Heizwärmebedarf, aufgrund der baulichen Größe liegt der Erdgasverbrauch jedoch bei beträchtlichen 35 MWh im Jahresmittel. Wie hier Einspar- und

¹ Hinweis zu Abbildung 7-18: Die hier lt. (Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein, o. J.) angegebene „Poststraße“ sollte richtigerweise „Kamplanger Weg“ heißen.

Effizienzpotenziale zu heben wären, müsste bei Bedarf eine genauere Begehung und Verbrauchsdatenanalyse zeigen.

7.3.4.4.4 DORFMUSEUM, TARPER STRASSE 17



Abbildung 7-20: Flurkarte, Luftbild und Ansicht Dorfmuseum

Das heutige Dorfmuseum wurde 1854/59 errichtet und letztmalig 1999 energetisch saniert und mit einer neuen Heizung versehen. Der Erdgasverbrauch wurde zusammen mit dem früheren Bereich des Jugendzentrums ermittelt und betrug für den Zeitraum 2017-2019 im Mittel rd. 42 MWh jährlich. Die bestehenden Einsparpotentiale im Bereich der Außenwand sind aufgrund des Ensembleschutzes und Erhalt der bautypischen Gestaltung nicht rentabel erschließbar; eine Innendämmung könnte hier bei Komplettmodernisierung alternativ eine Lösung bieten.

7.3.4.4.5 DRK-KITA, SÜDERWEG 5



Abbildung 7-21: Flurkarte, Luftbild und Ansicht DRK-KiTa, Süderweg 5

Das deutsche Rote Kreuz (DRK, o. J.) unterhält zwei Kindertagesstätten in Wanderup (Gemeinde Wanderup, o. J.); eine nahe der Grundschule und diese im Süderweg 5 mit 88 Betreuungsplätzen in sechs Gruppen. Der große und stark gegliederte Baukörper weist einen beträchtlichen Heizenergieverbrauch von im Mittel rd. 104 MWh auf, der über einen Holzpelletkessel gedeckt wird.

7.3.4.4.6 DRK KITA (2. STANDORT), TARPER STRAÙE 19



Abbildung 7-22: Flurkarte, Luftbild und Ansicht DRK-KiTa, Bildungscampus

Nach Fertigstellung des Neubaus 2019 des Bildungscampus (Gemeinde Wanderup, o. J.) an der Grundschule bezog hier die DRK-KiTa (DRK, o. J.) ihren zweiten Standort mit zusätzlichen Räumlichkeiten für das Jugendzentrum sowie je einen Werk- und Musikraum der Grundschule und der Mensa. Die Mensa versorgt die Grundschule und auch die DRK-KiTa am Süderweg mit Mahlzeiten. Der Campus-Neubau deckt den Heizwärmebedarf über eine Luftwärmepumpe mit 30 kW Heizleistung, die die Flächenheizungen bedient, sowie über eine Wärmeanbindung an die Grundschule (Holzpelletkessel), die die Luftherhitzer der Lüftungsanlage bedient.

Hier wäre das Energiecontrolling und das Erfassen der Energieflüsse für die Effizienzbestimmung der Wärmepumpe (Strominput zu Wärmeoutput) ebenso wichtig wie die Kontrolle der gelieferten Wärmemenge der Schule über einen Wärmemengenzähler.

7.3.4.4.7 GRUNDSCHULE, TARPER STRAÙE 19-21



Abbildung 7-23: Flurkarte, Luftbild, Ansichten und Holzpelletanlage Grundschule

Die dörfliche Grundschule (Gemeinde Wanderup, o. J.) stellt derzeit Kapazitäten für rd. 80 Schüler der Klassenstufen 1 bis 4 dar. Das Gebäude besteht aus mehreren Bauabschnitten und ist zwischenzeitlich in weiten Teilen modernisiert und energetisch verbessert: Nachträgliche Kerndämmung der Außenwand, neue Fenster in 2010, Dachflächen zum Großteil energetisch ertüchtigt, seit 2013 Installation einer neuen Holzpelletheizung mit zwei Kesseln à 95 kW sowie seit 2019

Betrieb der Luftwärmepumpe für den Bildungscampus; zusätzlich ist auf dem Hauptgebäude eine PV-Anlage installiert.

Größere Energieeinsparungen wären realisierbar durch eine – kostenaufwändige – vollumfängliche Außenwanddämmung sowie bei anstehender Instandsetzung der Eindeckung durch eine erhöhte Dämmung der Dachflächen.

7.3.4.4.8 WOHNGEBÄUDE, MFH 2 WE, ELLERSIEG 18



Abbildung 7-24: Flurkarte, Luftbild und Ansicht Wohngebäude (2 WE)

Das von der Gemeinde 2018 erworbene Wohnhaus mit Einliegerwohnung wurde 2000 errichtet und wird derzeit vermietet. Die Erdgasversorgung weist einen mittleren jährlichen Verbrauch von rd. 27 MWh auf. Effizienzpotenziale sind nach äußerer Besichtigung nicht erkennbar und auch aufgrund des jungen Baualters derzeit wirtschaftlich nicht zu erschließen.

7.3.5 ZUSAMMENFASSUNG BESTANDSAUFNAHME LIEGENSCHAFTEN

Die Siedlungsstruktur Wanderups mit seinen rd. 2.580 Einwohnern ist durch die Straßensituation der beherrschenden Bundesstraße 200 beeinflusst; hier befinden sich zentralen Dienstleistungs- und Versorgungseinrichtungen sowie zahlreiche Einzelhandelsgeschäfte, die die frühere landwirtschaftliche Prägung fast völlig verdrängt haben. Die noch zahlreichen Milchviehbetriebe und landwirtschaftlichen Höfe befinden sich allesamt außerhalb der Siedlungsflächen der Gemeinde.

Umnutzungen im inneren Bereich für Wohnzwecke sowie Ausweisung größerer Neubaugebiete insbesondere nordöstlich der Bundesstraße deckten und decken den zunehmenden Wohnbedarf der Gemeinde.

Die Wohngebäudesituation und deren energetische Qualitäten (Heizwärmebedarf) sind trotzdem recht heterogen und schwer standardisiert abzuschätzen, da oftmals Teilsanierungen in unterschiedlichem Maße vorgenommen wurden; dies zeigten auch die Beratungsgespräche und Mustersanierungsbeispiele. Vergleichbare energetische Sanierungspotenziale aufgrund gleicher Bautypologie lassen sich daher schwer ableiten. Wohnungsunternehmen, die über einen signifikanten Gebäudebestand verfügen würden, bestehen in Wanderup nicht.

Wanderup verfügt über eine größere Anzahl relevanter öffentlicher Liegenschaften, insbesondere im Bereich der Wohngebäude. Wegweisend, weil klimafreundlich, ist die Beheizung der Grundschule mit dem neuen Bildungscampus mit Holzpellets und Wärmepumpe zu bezeichnen. Die anderen kommunalen Liegenschaften werden allesamt fossil mit Erdgas beheizt.

7.4 REGENERATIVE ENERGIEERZEUGUNG AUF DEM GEMEINDEGEBIET WANDERUP

Die Datenerfassung erfolgte in Abstimmung mit den jeweiligen Anlagenbetreibern und unter Verwendung der öffentlichen Daten aus dem Marktstammdatenregister.

7.4.1 WIND

Auf dem Gemeindegebiet Wanderup befinden sich drei Windparks bestehend aus 18 Windkraftanlagen (WKA) mit einer Gesamtnennleistung von 59,5 MW (siehe Abbildung 7-25). Weiterhin sind zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts sechs WKA mit insgesamt 31,2 MW Nennleistung in Planung (siehe Abbildung 7-25). Die erste WKA der Bestandsanlagen fällt 2032 mit 2 MW aus der EEG-Vergütung (siehe Tabelle 7-6).

7.4.2 BIOMASSE

Im Südwesten des Gemeindegebiets sind drei Biogasanlagen (BGA) angesiedelt (siehe Abbildung 7-25). Sie liegen zwischen 3 – 4 km Luftlinie von der Quartiersgrenze entfernt. Die kleinste Anlage (BGA 3) mit einer thermischen Leistung von 75 kW_{th} befindet sich auf einem landwirtschaftlichen Milchviehbetrieb und ist eine reine Gülleanlage. Die beiden anderen Anlagen werden zusammen von einem Betreiber aus der Gemeinde betrieben. Auf dem landwirtschaftlichen Stammbetrieb des Betreibers wird die BGA 1 mit 870 kW_{th} / 950 kW_{el} Erzeugerleistung und 380 kW_{el} Höchstleistung (HBL) im sogenannten Flex-Betrieb gefahren. Am zweiten Standort ist ein BHKW mit 340 kW_{th} und 340 kW_{el} installiert. Hier ist die HBL auf 324 kW_{el} festgesetzt. Die thermische Energie am Stammbetrieb speist heute ein kleines Wärmenetz, welches die Nachbarn der Biogasanlage mit Wärme versorgt.

7.4.3 PHOTOVOLTAIK (PV)

In dem Gemeindegebiet Wanderup befinden sich zum Zeitpunkt der Erstellung des Quartierskonzeptes 142 PV-Dachanlagen. Diese befinden sich primär in privater Hand. Die Nettogesamtleistung dieser Anlagen beträgt in Summe 3,79 MW. Neben Privatpersonen betreiben landwirtschaftliche Betriebe, Gewerbe und die Gemeinde (auf dem Dach der Schule) PV-Anlagen.

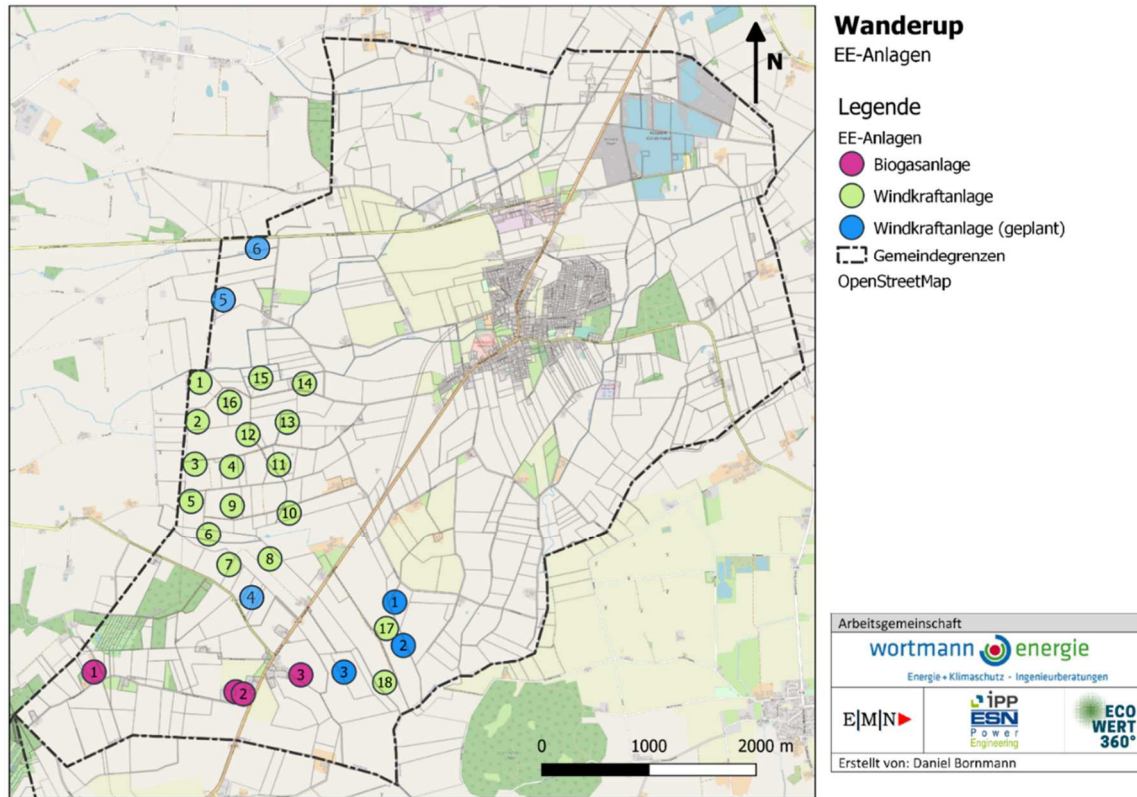


Abbildung 7-25: Standorte EE-Anlagen Wanderup

Tabelle 7-6 stellt eine Übersicht der Anlagen zur regenerativen Energieerzeugung auf dem Gemeindegebiet Wanderup dar.

Tabelle 7-6. Übersicht der regenerativen Energieerzeugung auf dem Gemeindegebiet Wanderup

	ANZAHL ANLAGEN	NETTONENNLEISTUNG [MW]
GESAMT PV	142	3,79
GESAMT BIOMASSE	3	1,37
ENERGIE CORDES	2	1,29
MILCHHOF FEDDERSEN	1	0,08
GESAMT WIND	19	59,51
BÜRGERWINDPARK	8	25,36
GRÜNBERG	2	12,30
WINDPARK WANDERUP WEST	8	21,85
WIND IN PLANUNG	6	31,20
DENKER & WULF	3	16,20
BÜRGERWINDPARK	3	15,00

In Tabelle 7-7 sind die Jahre angegeben, in denen die EE-Anlagen Wind und Biomasse aus der EEG-Vergütung fallen.

Tabelle 7-7: Ende der EEG-Vergütung von Windkraftanlagen und BHKWs zur energetischen Biomasseverwertung

JAHR	ANZAHL ANLAGEN	LEISTUNG [MW]
WIND		
2032	1	2,00
2033	2	4,00
2035	2	12,30
2036	13	41,21
BIOMASSE		
2028	1	0,34
2031	1	0,40
2034	1	0,08
2038	1	0,55

7.5 ENERGIE- UND CO₂-BILANZ DES QUARTIERS

Grundlage der Energie- und CO₂-Bilanzierung sind die abgeschätzten spezifischen Heizwärmebedarfe nach Baualterklassen (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 der Fragebogenerhebung, den Feuerstättendaten und des Gasverbrauchs plausibilisiert.

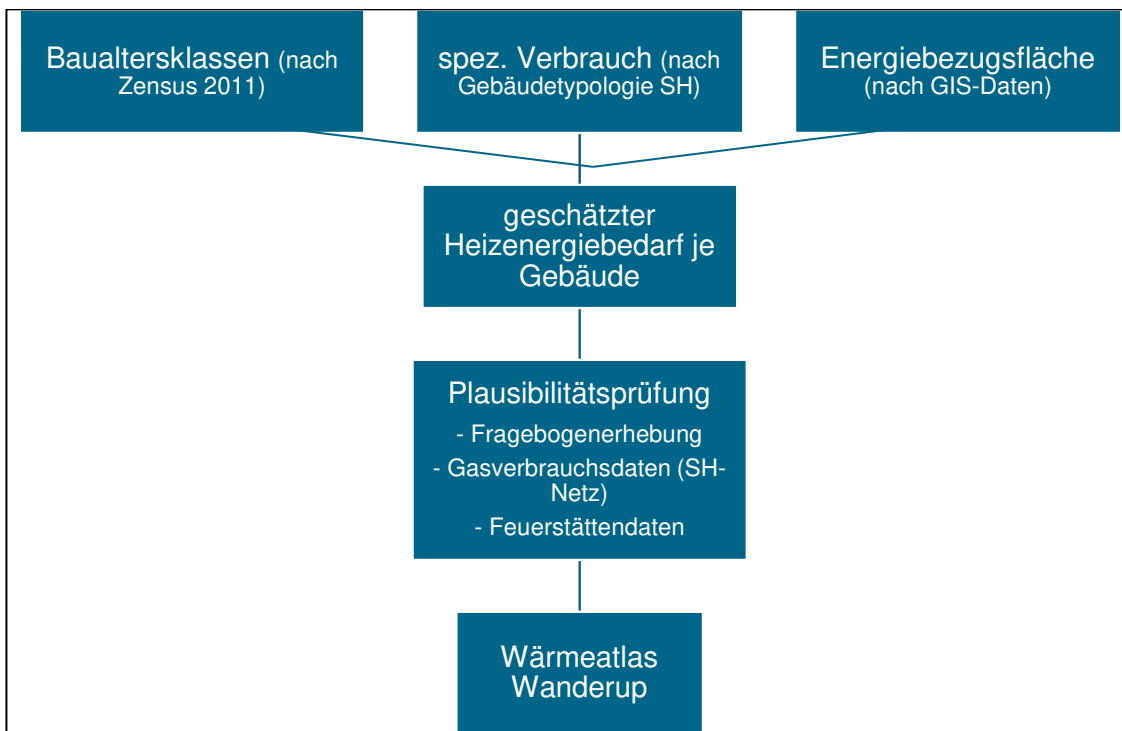


Abbildung 7-26: Vorgehensweise zur Erstellung der Wärmeatlasses

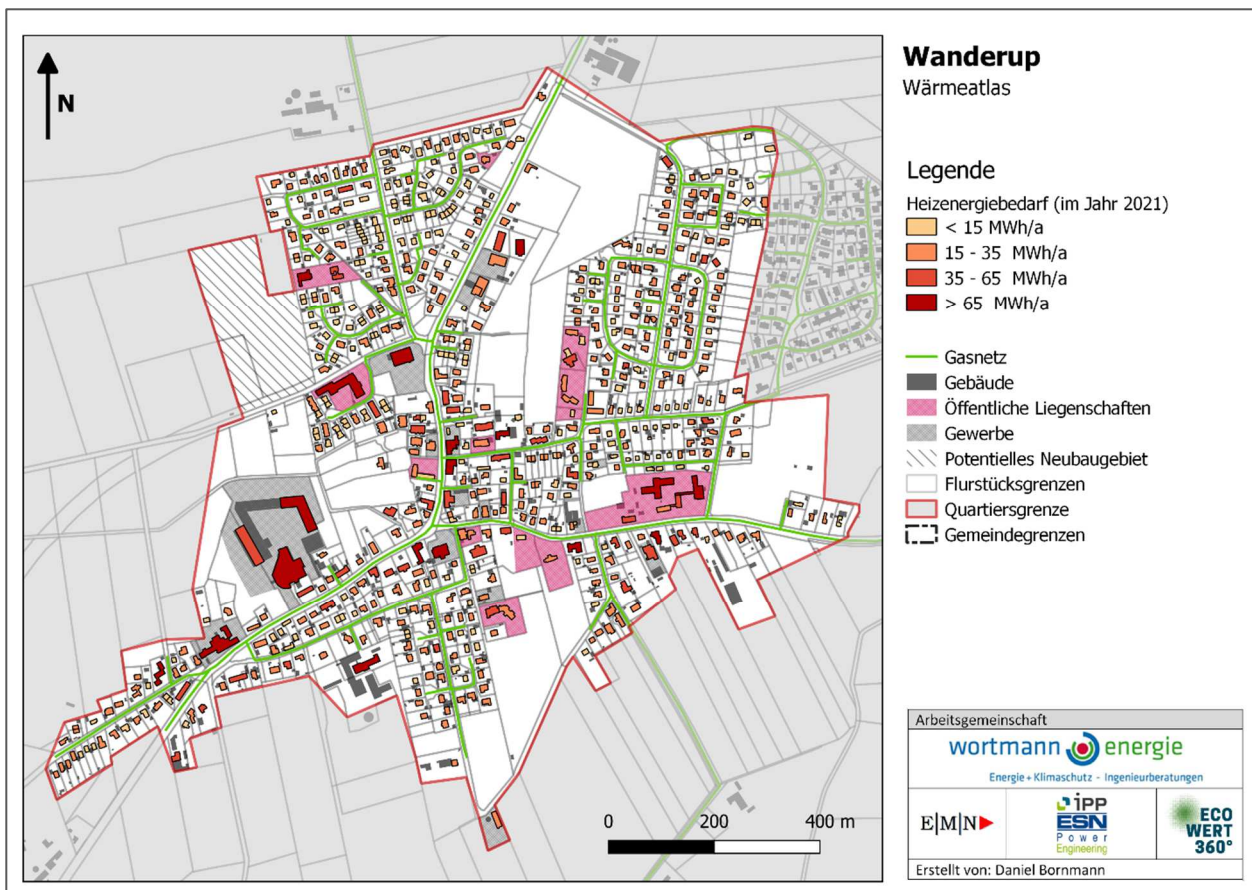


Abbildung 7-27: Wärmeatlas des Quartiers Wanderup

Das Ergebnis ist im Wärmeetlas (vgl. Abbildung 7-27 und Tabelle 7-8) dargestellt.

Der Heizenergiebedarf im Quartier teilt sich gemäß Tabelle 7-8 auf die verschiedenen Gebäudearten auf.

Tabelle 7-8: Heizenergiebedarf im Quartier im Jahr 2020

Wohngebäude		Nichtwohngebäude	Gesamt
Anzahl	MWh/a	MWh/a	MWh/a
607	12.197	3.280	15.478

Abbildung 7-28 zeigt die Verteilung der Energieträger im Quartier und verdeutlicht den hohen Anteil an Heizölfeuerungen der Kesselanlagen (ca. 45 %, bezogen auf den Endenergiebedarf).

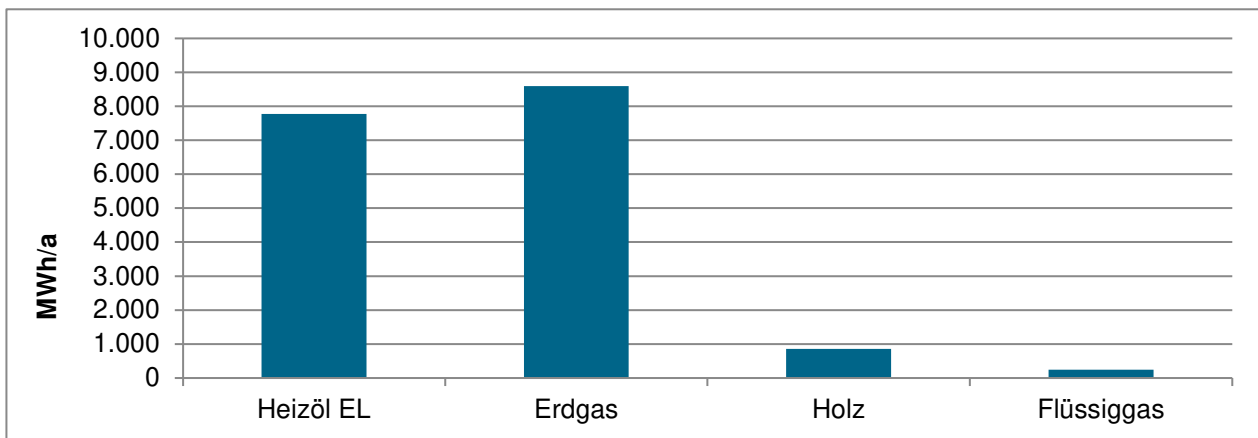


Abbildung 7-28: Aufteilung Endenergiebedarf nach Energieträgern

Die Bestimmung der CO₂-Emissionen des Quartiers erfolgt durch die Multiplikation der ermittelten Energieverbräuche mit den zugrunde gelegten spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren gemäß Tabelle 7-9.

Tabelle 7-9: CO₂-Emissionsfaktoren und Primärenergiefaktoren verschiedener Energieträger

ENERGIETRÄGER	SPEZIFISCHE EMISSIONEN	QUELLE	PRIMÄRENERGIE-FAKTOREN	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	
Windenergie	10 g/kWh		0,0	
Strom	vgl. Abbildung 7-29 (UBA, 2021)		1,8 bzw. 2,8	

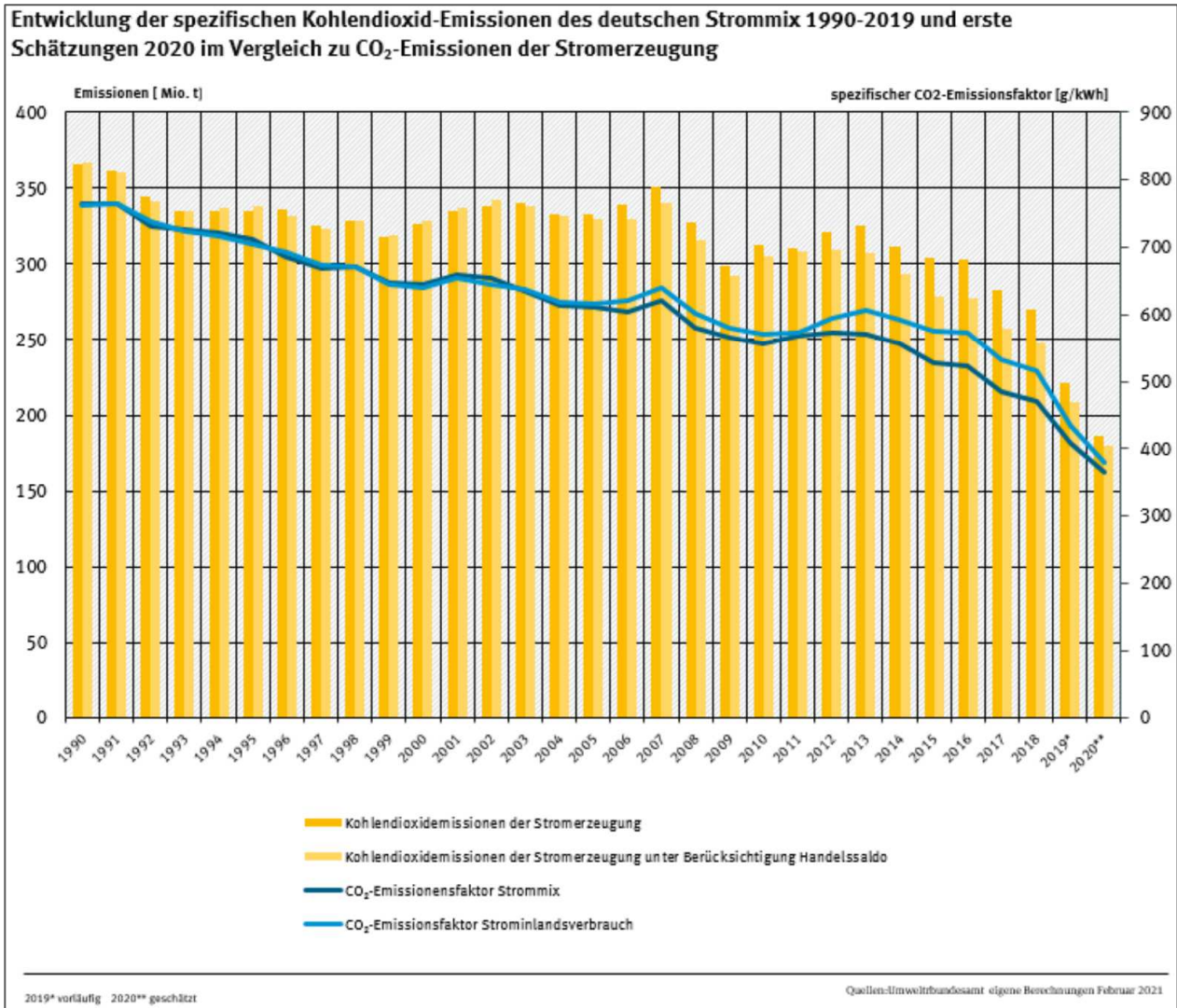


Abbildung 7-29: Entwicklung der spezifischen Emissionen des deutschen Strommixes

Tabelle 7-10 stellt die aktuelle Bilanz des Endenergiebedarfs, der CO₂-Emissionen und des Primärenergiebedarfs des Quartiers dar.

Tabelle 7-10: Jährliche Wärme-, Endenergie-, CO₂- und Primärenergiebilanz für Quartier Wanderup

Energieträger	Heizenergiebedarf [MWh]	Endenergiebedarf [MWh]	Primärenergiebedarf [MWh]	CO ₂ -Ausstoß [t]
Heizöl EL	6.957	7.996	8.796	2.543
Erdgas	7.685	8.833	9.717	2.182
Holz	618	883	177	22
Flüssiggas	218	250	275	69
Summe	15.478	17.963	18.965	4.816

8 ENERGIE- UND CO₂-MINDERUNGSPOTENZIALE DURCH GEBÄUDESANIERUNG

Die energetische Gebäudesanierung bedient mehrere Zielstellungen zugleich: Einhergehend mit den notwendigen, ohnehin stattfindenden Instandsetzungsmaßnahmen am und im Gebäude können durch die Erfüllung neuester technischer Standards bei der Wärmedämmung oder der Anlageneffizienz der Energieverbrauch und damit die für die Erderwärmung verantwortlichen Treibhausgasemissionen beträchtlich gesenkt werden.

Die Neubaupraxis und entsprechende Forschungsprojekte haben die Machbarkeit von hocheffizienten energiesparenden Gebäuden unter Beweis gestellt. In Einklang mit den technischen Optionen und Fortschritten der Baupraxis hat der Gesetzgeber die energierelevanten Vorgaben (GEG) für Neubauten kontinuierlich angehoben. Die Techniken des energiesparenden und -effizienten Bauens sind etabliert; heutige Neubauten orientieren sich an der EU-Gebäuderichtlinie eines „nahezu Nullenergiehauses“ (nZEB) oder bilden als „Plus-Effizienzhaus“ bilanziell Energieüberschüsse (dena, o. J.).

Abbildung 8-1 zeigt diese Entwicklung der gesetzlichen Vorgaben, der Baupraxis und der Forschungsvorhaben innovativer Gebäudetypen (Sigmund, 2014).

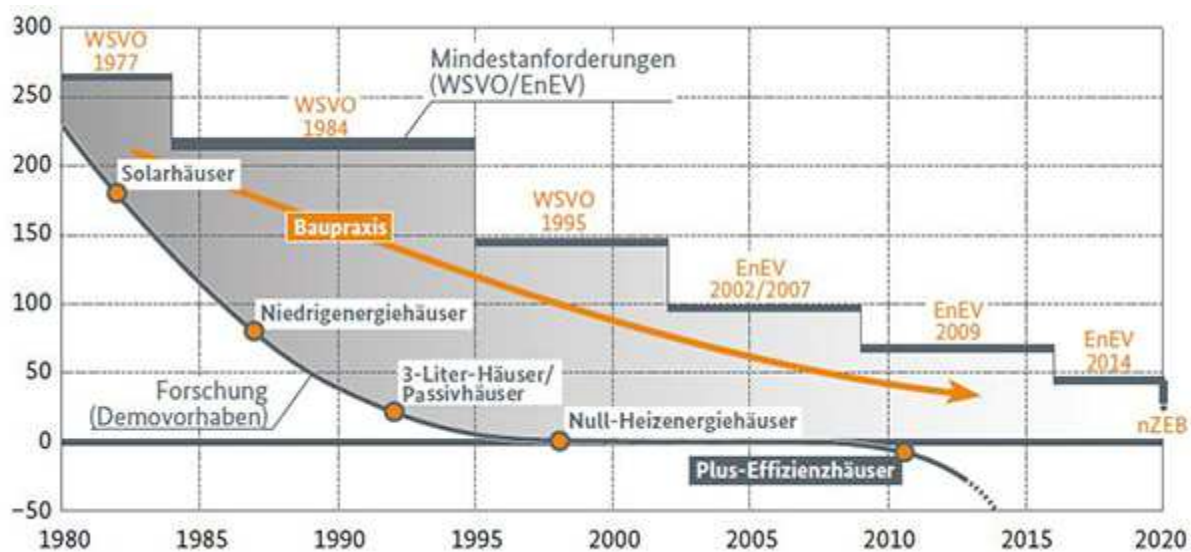


Abbildung 8-1: Entwicklung des energieeffizienten Bauens (Primärenergiebedarf in kWh / (m²·a))

Der mittlere, flächenspezifische Primärenergiebedarf für Ein- und Zweifamilienhäuser liegt bundesweit bei rd. 220 kWh/(m²·a) und damit um den Faktor 4 bis 5 über den Anforderungen für Neubauten (dena, 2016, S. 60). Dieser hohe Unterschied zwischen Bestand und Neubau offenbart die enorm hohen baulichen und finanziellen Anforderungen an eine zielführende energetische Sanierung auf ein neubauähnliches Verbrauchsniveau.

8.1 GEBÄUDESANIERUNGSPOTENZIAL – VORGEHENSWEISE, RAHMENBEDINGUNGEN

Bei der Betrachtung der vielfältigen Energieeffizienz- und Einsparpotenziale der Gebäudesanierung kann systematisch zwischen technischen und nutzerbezogenen Maßnahmen unterschieden werden:

- Technische Maßnahmen:
 - Einsparung: Dämmung der Gebäudehülle, wärmeschützende Fenster und Türen
 - Effizienz: Verbessern der Anlagentechnik wie z. B. Einsatz effizienter Kessel, Pumpen, intelligente Regelung / Steuerung usw.
 - Erneuerbare Energie: z. B. Einsatz von Solarenergieanlagen, Wärmepumpen, Holzpelletkesseln etc.
- Nutzerverhalten:
 - Reduzieren der Raumtemperaturen
 - Optimierte Lüftungsverhalten

Die Vielzahl der Informationen und die Vielzahl der technischen Details und Technik-Lösungen für Gebäudesanierungsmaßnahmen führen - so die Erfahrung der Autoren aus der Beratungspraxis - eher zu Verunsicherung als zu einer forcierten Umsetzung der angedachten energetischen Maßnahmen. Abhilfe ist hier dringend in Form umfassender und unabhängiger Beratung notwendig.

Wünschenswert wäre im Sinne des Klimaschutzes eine umfassende energetische Sanierung von Gebäudehülle und Anlagentechnik, mit dem Ziel eines KfW-Effizienzhauses 55 oder mindestens einer Qualität, die heutigen Neubauten entspricht. Dieses Ziel ist nur mit erheblichem ökonomischem Aufwand zu erreichen. Die bestehenden Wärmebrücken, die Fundamente und Sohlen sind oftmals erst durch Rückbau und Rohbauzustand des Gebäudes bauphysikalisch einwandfrei mit einem hohen Wärmeschutz zu versehen; das ist im Wohngebäudebestand kaum realisierbar und führt zu enormen Investitionskosten. Solche massiven Verbesserungen der energetischen Qualität der Gebäude werden typischerweise nur in wenigen Fällen realisiert - jeweils vorausgesetzt die finanziellen Mittel stehen zur Verfügung:

- Bei Eigentümerwechsel und Änderung der Wohnraumzuschnitte für eine neue Nutzung (z. B. früher Rentnerhepaar - jetzt junge Familie mit Kindern) oder
- bei Anbau / Umbau durch geänderte Nutzung und damit Anlass, das Gesamtgebäude baulich-energetisch anzufassen.

In den anderen Fällen werden meist nur Teilbereiche saniert, die oftmals aus Gründen der Instandsetzung oder Modernisierung zu ersetzen bzw. zu verbessern sind. Dies betrifft dann den Austausch alter Fenster, abgängige Dacheindeckung oder veraltete Kesselanlagen. Die Außenwand – gerade die zweischaligen Klinkerwände im norddeutschen Raum – werden in den seltensten Fällen energetisch saniert.

Im Folgenden sollen kurz die Treiber für energetische Sanierungen beschrieben und erläutert werden. Häufige Treiber für die energetische Sanierung sind

- die Höhe der Energiepreise der fossilen Energieträger Erdgas, Heizöl und deren zu erwartender Preisanstieg aufgrund der CO₂-Bepreisung und derzeit aktueller Preisanhebungen aufgrund der Verknappung (drastische Abkehr von russischen Öl- und Gasimporten);

- Befürchtungen, dass insgesamt die Preise für die Heizenergieversorgung auch im Bereich der regenerativen Energien insbesondere Holzpellets sich am allgemeinen Wärmemarkt orientieren und zukünftig weiter stark ansteigen;
- Vorschriften und Gesetze: GebäudeEnergieGesetz (GEG-2020) und Energiewende- und Klimaschutz-Gesetz für Schleswig-Holstein;
- Anreize durch seit 2021 verbesserte Förderprogramme: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) über die KfW und das BAFA, ggf. ergänzt durch Landesprogramme über die IB.SH;
- Nutzungs- oder Lebensdauer und Ersatzzyklen für Gebäudebauteile und technische Anlagen.

Auf zwei Punkte, die Nachrüstpflichten und die seit Jahreswechsel deutlich erhöhten Förderungen, soll im Folgenden näher eingegangen werden.

Die wichtigsten Nachrüstpflichten für Bestandsgebäude gemäß aktuellem Gebäudeenergiegesetz (GEG-2020) zeigt Tabelle 8-1, die Auswirkungen der Novellierung des Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein (EWKG) bei Erneuerung der Heizungstechnik zeigt Tabelle 8-2.

Zu den nicht quantifizierbaren oder weichen Argumenten für eine energetische Gebäudesanierung bei der Entscheidung der Gebäudeeigentümer ist sicherlich die zunehmende Einsicht in die Dringlichkeit der Umsetzung eigener Klimaschutzmaßnahmen zu zählen, also konsequentes Handeln zum Erschließen der offensichtlichen Energieeinsparpotenziale im Gebäudebestand.

Seit Beginn des Jahres 2021 wurde das Förderdesign für Energieeffizienz und klimaschutzrelevante Maßnahmen für Wohn- und Nichtwohngebäude über die zentralen Förderstellen KfW und BAFA deutlich verschlankt. Die Förderhöhen sind fast ausnahmslos² gleichgeblieben (vgl. Kapitel 8.2).

Vor dem Hintergrund der finanziellen Möglichkeiten, der Erneuerungszyklen der Bauteile technischen Anlagen sowie der Fördermittloptionen wurden in den Beratungsgesprächen vor Ort die pragmatischen Sanierungsvorschläge erläutert. Folgende Maßnahmen wurden prioritär diskutiert und vorgeschlagen:

Maßnahmen an der Gebäudehülle:

- Dämmung der Kellerdecke, wenn diese denn, wie nur in wenigen Fällen, vorhanden ist;
- nachträgliche Kerndämmung der zweischaligen Außenwand, wenn ein Luftspalt von mehr als 40 mm vorliegt;
- statische Ertüchtigung der Vormauerschale und / oder Anbringen eines Wärmedämmverbundsystems bei Schäden an Vormauerziegel und Fugenbild oder Putzfassade;
- dreifach Wärmeschutzverglasung mit gedämmtem Rahmen bei Fensteraustausch;
- Dämmung der obersten Geschossdecke, wenn diese Auflage gemäß GEG-2020 noch nicht umgesetzt worden ist;
- Dämmung des Steil- bzw. Flachdaches bei anstehender neuer Eindeckung oder Alterungsproblemen der Dachhaut.

² Die frühere BAFA-Förderung „Heizungsoptimierung“ mit Durchführung des hydraulischen Abgleichs ist mit Wirkung zu Jan. 2021 von bisher 30 % Zuschuss auf 20 % Zuschuss im Programm BEG, Einzelmaßnahme abgesenkt worden.

Heizungstechnik, Warmwasser

- Umstieg auf Heizsystem auf Basis erneuerbarer Energien; bei spezifisch hohem Heizenergiebedarf über 150-200 kWh/m² und Heizölkessel bietet sich der Holzpelletkessel an; bei niedrigem spez. Heizenergiebedarf und ggf. Vorhandensein von Flächenheizungen bietet sich die elektrische Wärmepumpentechnik an;
- Hinweise bei Wechsel fossiler Beheizung auf Wärmepumpensysteme, dass einen Vergrößerung der Heizflächen sinnvoll ist und genauso hoch gefördert wird wie der Kesseltausch;
- Isolierung der Rohrleitungen in unbeheizten Räumen für Heizung und Warmwasser, wenn diese Auflage gemäß GEG-2020 noch nicht umgesetzt worden ist;
- Optimierung der Heizungsregelung und Durchführen eines hydraulischen Abgleichs, Richtige Einregulierung der Heizkreise und der Regelung.

Strom-Einsparung und Energieeffizienz:

- Elektrische Haushalts Großgeräte (Weiße Ware) hoher Effizienzklasse anschaffen;
- Beleuchtung auf LED umstellen;
- Stand-by-Verluste vermeiden.

Suffizienz und Änderungen des Nutzerverhaltens

- Absenken der Raumtemperatur von 23/24 °C auf 20 °C;
- Stoßlüften statt Dauerlüften;
- Prüfen des Einsatzes von dezentralen (kostengünstigen) Zu- und Abluftventilatoren mit integrierter Wärmerückgewinnung.

Tabelle 8-1: Nachrüstpflichten (Auszug) für Bestandsgebäude gemäß aktuellem GEG 2020

BEZUG	ANFORDERUNGEN GEG	HINWEISE, KOMMENTAR
<u>HEIZKESSEL (ERD-GAS ODER HEIZÖL)</u>	Betriebsverbot für Heizkessel, Ölheizungen GEG, § 72 (1,2,3)	Mit Erdgas oder Heizöl betriebene Heizkessel, die über eine Feuerungs-wärmeleistung von mind. 4 kW und max. 400 kW verfügen und nicht im Niedertemperatur- oder Brennwertbe-reich betrieben werden, sind nach Ab-lauf von 30 Jahren nach Einbau oder Aufstellung nicht mehr zu betreiben.
<u>VERTEILUNGSROHRE FÜR HEIZUNG UND WARMWASSER</u>	Dämmung von Wärmevertei-lungs- und Warmwasserleitun-gen. GEG, § 71 (1)	Bei heizungstechnischen Anlagen ist - bei bisher ungedämmten, zugänglichen Wärmeverteilungs- und Warmwasser-leitungen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden - die Wärmeabgabe der Rohrleitungen nach Anlage 8 zu be-grenzen.
<u>OBERSTE GE-SCHOSSDECKEN ODER DÄCHER DÄM-MEN</u>	Oberste Geschossdecken, die nicht den Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2: 2013-02 ge-nügen, müssen so gedämmt sein, dass der Wärmedurch-gangskoeffizient der obersten Geschossdecke 0,24 W/(m ² ·K) nicht über-schreitet. GEG, § 47 (1)	Ein Mindestwärmeschutz (U-Wert) die-ser obersten Geschossdecke von 0,24 W/(m ² ·K) ist z. B. bei einer durch-schnittlichen Betondecke mit einer Dämmauflage von mindestens 14 cm (WLG 035) zu erzielen. Alternativ: An-statt der nachträglichen Dämmung der obersten Geschossdecke kann das dar-über liegende Dach gedämmt werden. Der U-Wert des fertig gedämmten Da-ches muss ebenfalls mindestens 0,24 W/(m ² ·K) betragen.
<u>ANFORDERUNGEN AN EIN BESTEHEN-DES GEBÄUDE BEI ÄNDERUNG</u>	Bei Ersatz, Erneuerung oder erstmaligem Einbau von Au-ßenbauteile (an beheizten oder gekühlten Gebäuden) sind die Wärmedurchgangskoeffizienten der Anlage 7 nicht zu überschreiten. Ausgenom-men sind Änderungen von Au-ßenbauteilen, die nicht mehr als 10 % der gesamten Fläche der jeweiligen Bauteilgruppe des Gebäudes betreffen. Anlage 7 zu § 48	Anlage 7 schreibt für Gebäude mit Raum-Solltemperatur ≥ 19° C bspw. fol-gende Mindest-U-Werte vor: Außenwand: 0,24 W/(m ² ·K) Fenster: 1,3 W/(m ² ·K) Dach: 0,24 W/(m ² ·K) Kellerdecke: 0,50 W/(m ² ·K)

Das 2021 novellierte Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein (EWKG) sieht ebenfalls klimaschutzrelevante Vorgaben für den Gebäudebestand vor, wenn z. B. Heizungen er-neuert oder Dachflächen saniert werden.

Tabelle 8-2: Vorgaben zur Heizungstechnik für Bestandsgebäude gemäß aktuellem EWKG, 2017

BEZUG	ANFORDERUNGEN EWKG	HINWEISE, KOMMENTAR
<u>ERNEUERUNG HEIZ- KESSEL</u>	Nutzungspflicht von Erneuerbaren Energien EWKG, § 9	Beim Austausch oder dem nachträglichen Einbau einer Heizungsanlage ab dem 1. Juli 2022 müssen Gebäude, die vor dem 1. Januar 2009 errichtet wurden, mindestens 15 % des jährlichen Wärme- und Kälteenergiebedarfs durch Erneuerbare Energien decken. Dies ist den bevollmächtigten Bezirksschornsteinfegern vorab anzuzeigen.
<u>INSTALLATIONSVOR- GABE FÜR SOLAR- STROMANLAGEN</u>	Bei Nichtwohngebäuden besteht eine Installationsvorgabe bei Renovierung EWKG, §11	Für Nichtwohngebäude, wie öffentliche Liegenschaften, besteht bei Renovierung von mehr als 10 % der Dachfläche die Pflicht zur Installation einer Photovoltaikanlage auf dem Gebäude oder Gebäuden in unmittelbarer Nähe. Ersatzweise kann auch eine solarthermische Anlage installiert werden.

Bei der Umsetzung der einzelnen Sanierungsmaßnahmen ergeben sich oftmals Synergien, die vom Bauablauf und als verbundene Maßnahmenkombination sinnvoll und deutlich kostensparender sind als die getrennte Durchführung; dies sollte vor der Umsetzung bedacht werden. Eine Übersicht sinnvoller Maßnahmenkombinationen zur energetischen Sanierung zeigt Tabelle 8-3 (UBA, 2013, S. 33).

Tabelle 8-3: Sinnvolle Maßnahmenkombinationen bei der Gebäudesanierung

WELCHE MASSNAHME?	Baulicher Wärmeschutz					Heizen/ Warmwasser/ Lüften						
WANN?	Dämmung der Außenwand von außen	Dämmung von Außenwänden und Heizkörpernischen von innen	Dämmung von Dach oder oberer Geschossdecke	Dämmung der Kellerdecke	Wärmeschutzverglasung und energiesparende Fenster	Warmwasserbereitung	Wärmedämmung der Warmwasser- und Heizungsrohre	Heizungsoptimierung (hydraulischer Abgleich)	Brennwertkessel, Holzessel, BHKW	Wärmepumpenanlagen	Solar Kollektoren	Lüftungskonzept/ Lüftungsanlage
Sofortmaßnahmen		●	●	●		●	●	●				
bei Fassadenrenovierung	●				●							●
bei Beseitigung von Schimmel- und Feuchteschäden	●	●										●
bei Wohnungsrenovierung; Heizkörpererneuerung		●					●	●				
bei Mieterwechsel		●					●					●
bei Dachausbau und -erneuerung			●								●	
bei Fenstererneuerung					●							●
bei Heizungserneuerung oder Ersatz von Einzelöfen						●	●	●	●		●	

8.2 FÖRDERPROGRAMME UND UMFELD FÜR DIE ENERGETISCHE SANIERUNG

Im Rahmen des Klimaschutzprogrammes 2030 entwickelte die Bundesregierung die Förderung für energieeffiziente Gebäude weiter (KfW, o. J. a). Die neue „Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)“ gilt

- für alle Wohngebäude, z. B. für Eigentumswohnungen, Ein- und Mehrfamilienhäuser oder Wohnheime sowie
- für alle Nichtwohngebäude, z. B. für Gewerbegebäude, kommunale Gebäude oder Krankenhäuser.

Drei Richtlinien für die Bundesförderung für effiziente Gebäude vom 17. Dezember 2020 stehen für drei unterschiedliche Zuwendungsbereiche für alle drei „klassischen“ Verbrauchssektoren: Private Haushalte, Kommunen, gewerbliche Unternehmen zur Verfügung:

- Wohngebäude (BEG WG),
- Einzelmaßnahmen (BEG EM),

- Nichtwohngebäude (BEG NWG).

Die zentralen Förderstellen BAFA und KfW starten mit Ihren neuen BEG-Programmen in unterschiedlichen Zeitphasen: Im Januar 2021 ist die BEG beim BAFA mit der Zuschussvariante für Wohn- und Nichtwohngebäude sowie Einzelmaßnahmen gestartet; ein Umbau des Förderdesigns bei BAFA und KfW soll bis Mitte 2023 erfolgt sein. Vereinfacht kann festgehalten werden, dass die KfW die Linie der kreditbasierten Förderung mit Tilgungszuschuss und die BAFA die Zuschussförderung übernimmt.

Anträge für die ambitionierte energetische Sanierung mit einem entsprechenden Effizienzhaus-Niveau (vergl. Tabelle 8-4) sind nur über die KfW an die Hausbank (bei Kommunen direkt an die KfW) zu richten. 2021 neu hinzugekommen sind die Förderstufen Erneuerbare Energie³ (EE), die ein Plus von 5 % bei den Tilgungszuschüssen und ein erhöhtes Fördermaximum darstellen.

Tabelle 8-4: Förderprogramme für die energetische Sanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden, KfW

Effizient Sanieren, KfW-Effizienzhaus (EH)	Tilgungszuschuss	
	in % je WE (max. Kredit in €)	in € je WE
EH-40	45 % (120 T€)	54.000
EH-40, EE-Klasse	50 % (150 T€)	75.000
EH-55	40 % (120 T€)	48.000
EH-55, EE-Klasse	45 % (150 T€)	67.500
EH-70	35 % (120 T€)	42.000
EH-70, EE-Klasse	40 % (150 T€)	60.000
EH-80	30 % (120 T€)	36.000
EH-80, EE-Klasse	35 % (150 T€)	52.500
EH-100	27,5 % (120 T€)	33.000
EH-100, EE-Klasse	32,5 % (150 T€)	48.750

Tabelle 8-5 stellt die BAFA-Förderungen insbesondere für den Schwerpunkt „Heizungstechnik“ als Zuschussvariante dar.

³ Effizienzhaus-Niveau und Erneuerbare Energie im Rahmen der KfW-Förderung: Wenn der Anteil erneuerbarer Energie an der Kälte- und Wärmeversorgung des Gebäudes mindestens 55 % beträgt, erhöht sich der Tilgungszuschuss um 5 %.

Tabelle 8-5: BEG-Förderprogramm Sanierung Wohngebäude

FÖRDERPRO-GRAMM	MAßNAHME / FÖRDERZIEL	ZU-SCHUSS	FÖRDERHÖCHSTBE-TRAG
WOHNGBÄUDE (BEG WG), (BAFA, 2022 D)	<u>Gebäudehülle</u> Dämmung Außenwand, Dach, Geschossdecke, Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; Sommerlicher Wärmeschutz	20 %	WG: bis zu 60 T€ / WE
	<u>Anlagentechnik (außer Heizung):</u> <ul style="list-style-type: none"> Einbau, Austausch oder Optimierung von Lüftungsanlagen inkl. Wärmerückgewinnung; Einbau digitaler Systeme zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung (Efficiency Smart Home) 	20 %	WG: bis zu 60 T€ / WE
	<u>Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik):</u> 1 Solarthermie 2 Biomasse 3 Wärmepumpe 4 Gas-Hybridheizung mit ern. Wärmeerzeugung 5 Anschluss an ein Wärmenetz (25 % EE-Anteil) Bei Austausch Ölheizung erhöht sich der Zuschuss für die o.g. Anlagen (1 bis 5) um 10 %	30 % 35 % 35 % 30 % 35 %	WG: bis zu 60 T€ / WE
	Gasbrennwert-Heizungen (Renewable Ready, Anschluss EE-Anlagen innerhalb von 2 Jahren)	20 %	
	<u>Heizungsoptimierung:</u> Hydraulischer Abgleich inkl. Austausch Pumpen; Dämmung Rohrleitungen; Einbau von Flächenheizungen, NT-Heizkörper, Wärmespeicher; Mess-, Steuer- und Regelungstechnik	20 %	WG: bis zu 60 T€ / WE
	Fachplanung und Baubegleitung	50 %	E / ZFH bis zu 5 T€ je Zusage MFH bis zu 2 T€ / WE, max. 20 T€ je Zusage
	Bei Umsetzung einer Sanierungsmaßnahme als Teil eines individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP) ist ein zusätzlicher Förderbonus für die investiven Maßnahmen von 5 % möglich.		
	BUNDESFÖRDER-PROGRAMM ENERGIEBERA-TUNG FÜR WOHNGBÄUDE (BAFA, 2022 B)	Umfassende Energieberatung für Wohngebäude mit der Erarbeitung eines energetischen Sanierungskonzepts (individueller Sanierungsfahrplan), das aufzeigt, <ul style="list-style-type: none"> wie Schritt für Schritt über einen längeren Zeitraum umfassend energetisch saniert (Sanierungsfahrplan), oder wie ein bundesgefördertes-KfW-Effizienzhaus erreicht werden kann. 	80 %

Tabelle 8-6: BEG-Förderprogramm Sanierung Nicht-Wohngebäude

FÖRDERPRO-GRAMM	MAßNAHME / FÖRDERZIEL	ZU-SCHUSS	FÖRDERHÖCHSTBE-TRAG
NICHTWOHN- GEBÄUDE - BEG NWG (BAFA, 2022 c)	<u>Gebäudehülle</u> Dämmung Außenwand, Dach, Geschossdecke, Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Au- ßentüren; Sommerlicher Wärmeschutz	20 %	NWG: bis zu 1.000 € / m ² NGF max. 15 Mio. €
	<u>Anlagentechnik (außer Heizung):</u> <ul style="list-style-type: none"> Einbau, Austausch oder Optimierung von Lüf- tungsanlagen inkl. Wärmerückgewinnung; Bei NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Kältetechnik zur Raumkühlung, Einbau ener- gieeffizienter Beleuchtungssysteme. 	20 %	NWG: bis zu 1.000 € / m ² NGF max. 15 Mio. €
	(BAFA, 2022 a) <u>Anlagen zur Wärmeerzeugung</u> (Heizungstechnik):	30 %	NWG: bis 1 T€ / m ² NGF
	1 Solarthermie	35 %	
	2 Biomasse	35 %	
	3 Wärmepumpe	30 %	
	4 Gas-Hybridheizung mit ern. Wärmeerzeugung	35 %	
	5 Anschluss an ein Wärmenetz (25 % EE-Anteil)		
Bei Austausch Ölheizung erhöht sich der Zuschuss für die o. g. Anlagen (1 bis 5) um 10 %			
Gasbrennwert-Heizungen (Renewable Ready, An- schluss EE-Anlagen innerhalb von 2 Jahren)			
<u>Heizungsoptimierung:</u> Hydraulischer Abgleich inkl. Austausch Pumpen; Dämmung Rohrleitungen; Einbau von Flächenhei- zungen, NT-Heizkörper, Wärmespeicher; Mess-, Steuer- und Regelungstechnik	20 %	NWG: bis zu 1 T€ / m ² NGF	
Fachplanung und Baubegleitung	50 %	bis zu 5 € / m ² NGF, max. 20 T€ je Zusage	
<u>Modul 3: Contracting-Orientierungsberatung</u> Eine in diesem Modul geförderte Contracting- Orientierungsberatung zielt auf ein Contracting- Modell mit vertraglicher Einspargarantie.			
Übersteigen die jährlichen Energiekosten 10.000 € (netto), beträgt die Förderung 80 % des förderfähigen Beratungshonorars, jedoch maxi- mal 6.000 €. Bei jährlichen Energiekosten von nicht mehr als 10.000 € (netto) beträgt die Förderung 80 % des förderfähigen Beratungshonorars, jedoch maxi- mal 1.200 €.			

Tabelle 8-7: BAFA Förderprogramm Energieberatung Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme (EBN)

FÖRDERPRO-GRAMM	MAßNAHME / FÖRDERZIEL	ZU-SCHUSS	FÖRDERHÖCHSTBE-TRAG
ANTRAGSBE-RECHTIGT:	<ul style="list-style-type: none"> - Kommunen, kommunale Zweckverbände - Gemeinnützige, soziale und kulturelle Einrichtungen - Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) - Nicht-KMU mit höchstens 500 MWh/a Gesamtenergieverbrauch 		
BUNDESFÖRDE-RUNG FÜR ENER-GIEBERATUNG FÜR NICHT-WOHNGEBÄUDE, ANLAGEN UND SYSTEME (BAFA, 2022 A)	<u>Modul 1: Energieaudit DIN EN 16247</u> Förderung von Energieaudits, in Anlehnung an § 8a EDL-G und DIN EN 16247.	80 %	Jährliche Energiekos- ten größer 10 T€: max. 6.000 € Zu- schuss Jährliche Energiekos- ten unterhalb von 10 T€: max. 1.200 € Zuschuss
	<u>Modul 2: Energieberatung DIN V 18599</u> Förderung Energieberatungen Nichtwohngebäude Bestand und Neubau, die Energieeffizienz und er- neuerbare Energien in Planungs- und Entschei- dungsprozesse einbeziehen	80 %	Förderhöhe beträgt 80 % des förderfähi- gen Beratungshono- rars, max. 8 000 €
	<u>Modul 3: Contracting-Orientierungsberatung</u> Energieberatungen zur Eignungsprüfung und Vor- bereitung für die Umsetzung eines Contracting- Modells mit vertraglicher Einspargarantie.	80 %	Jährliche Energiekos- ten größer 300 T€: max. 10.000 € Zu- schuss Jährliche Energiekos- ten unter 300 T€: max. 7.000 € Zu- schuss

Angesichts der Komplexität der baulich-technischen Verbesserungsmaßnahmen einer energetischen Gebäudesanierung sowie des beträchtlichen Umfangs der Fördermöglichkeiten empfiehlt sich dringend eine Energieberatung vor Maßnahmenbeginn. Einerseits wird diese im Wohngebäudebereich mit 80 % Zuschuss zum Beraterhonorar sehr gut gefördert und andererseits gewährt diese Beratung mit Abschluss eines sogenannten iSFP eine Anhebung der investiven Förderung um zusätzliche 5 %.

Im Folgenden werden anhand der durchgeführten Energieberatungen und daraus abgeleiteten Mustersanierungen konkrete Energie- und CO₂-Minderungspotenziale für ausgewählte Objekte im Quartier skizziert.

8.3 MUSTERSANIERUNGSBERATUNGEN - ENERGIEBERATUNG VOR ORT

Der Schwerpunkt der Arbeiten zur Gebäudesanierung im privaten Wohngebäudebestand bestand in der Durchführung sowie Nachbereitung von drei kostenfreien Energieberatungen. Die einzige

Bedingung der kostenfreien Beratung, die mehrstündig im Objekt der Gewinner erfolgte, bestand in der Zusage, dass die Maßnahmen zur Gebäudesanierung sowie ein Ansichtsfoto und einige energierelevante Kenngrößen im vorliegenden Bericht veröffentlicht werden dürfen.

Mit konkreten Gebäudedaten aus dem Quartier und realen Energieverbräuchen konnten so typische Mustersanierungskonzepte erstellt werden. Die Maßnahmen wurden anhand der Potentialanalyse bei der Gebäudebegehung und im Gespräch mit den Eigentümern ermittelt, diskutiert und ergebnisorientiert zusammengefasst und abschließend als mehrseitiger persönlicher Bericht übergeben. Die Wärmeschutzqualität und der Zustand der technischen Anlagen standen fachtechnisch bei den Sanierungsempfehlungen im Vordergrund; jedoch wurden selbstverständlich auch die Wünsche und insbesondere die finanziellen Möglichkeiten der Eigentümer berücksichtigt.

8.3.1 MUSTERSANIERUNGSKONZEPT GEBÄUDE A

Das hier untersuchte Einfamilienhaus wurde 1965 erbaut und von den jetzigen Eigentümern 1998 erworben und dann modernisiert und teilweise energetisch saniert. Es handelt es sich um ein mit Rotsteinverblender in zweischaliger Bauweise erstelltes Massivhaus mit Teilkeller.

Die Wärmeversorgung geschieht über einen Heizölkessel mit zentraler Warmwasserbereitung.

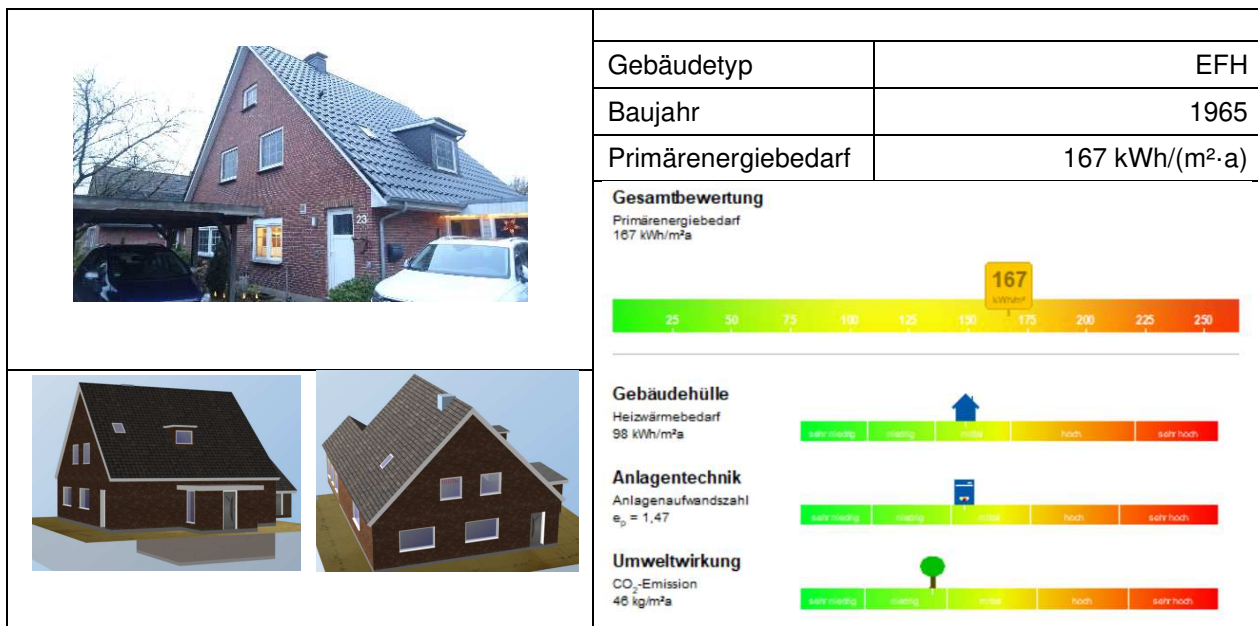


Abbildung 8-2: Gebäudeansicht, 3D-Modellierung, Gesamtbewertung Ausgangssituation, Gebäude A

Sinnvolle energetische Sanierungsmaßnahmen wurden vorgeschlagen und zu einem aufbauenden Sanierungspaket zusammengefügt. Im Vordergrund stand die Frage der Erneuerung der zukünftig immer teurer werdenden Heizölversorgung sowie weiterer Einsparmöglichkeiten. Zur plausiblen Abschätzung der Einsparpotenziale und der Erreichung der BEG-Förderziele wurde auf Basis einer 3D-Gebäudemodellierung eine GEG-kompatible Energiebilanzierung erstellt. Auf dieser Basis wurden Varianten der energetischen Verbesserung für Gebäudehülle und Heizsystem berechnet.

Tabelle 8-8: Gebäude A, Sanierungsvorschläge

ENERGETISCHE SANIERUNGSVARIANTEN	
1	Außenwand: nachträgliche Kerndämmung
2	Wie 1 plus Holzpelletsheizung, hydraulischer Abgleich
3	Wie 2 plus Solarthermie-Anlage, Hzg.+WW, ca. 10 m ²

Mit den Dämmmaßnahmen lassen sich der Heizwärmebedarf um 16 % und die CO₂-Emissionen insbesondere bei Var. 2 und 3 durch den Einsatz der Holzpelletsheizung um 87 % bzw. 89 % senken (vgl. Abbildung 8-3). Verständlicherweise sinken die CO₂-Emissionen auf Basis einer Holzpelletsheizung bei Zubau einer größeren Solarthermie-Anlage mit Variante 3 nicht wesentlich, da der CO₂-Emissionsfaktor beider Systeme primärenergetisch vergleichsweise sehr niedrig ist.

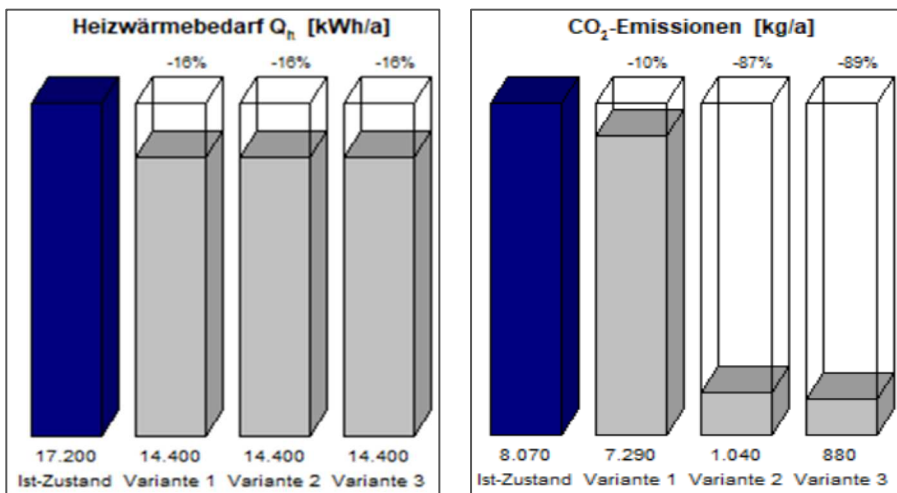


Abbildung 8-3: Gebäude A, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung

Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde die Förderung für die Maßnahmen an der Gebäudehülle (KfW) wie auch an der Heizungstechnik (BAFA) berücksichtigt. Die Übersicht der einzelnen Förderungen und Zuschüsse zeigt Tabelle 8-9.

Ein Entscheidungskriterium für die Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen ist das Verhältnis von eingesparten Kosten und Investitionen in die energetischen Mehrkosten. Da der notwendige Instandsetzungsbedarf keine energetische Maßnahmen ist, sondern eine ohnehin anstehende, werden lediglich die energetische Effekte auslösenden Zusatzkosten betrachtet.

Die Analyse der Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahmen zeigt auf, dass bei Betrachtung der energetischen Mehrkosten und einer unterstellten Energiepreissteigerung von 5 %/a bei den fossilen Energieträgern Heizöl und Erdgas eine Rentierlichkeit gegeben ist. Besonders trägt die üppige Förderung (45 %) für die Heizungsumstellung von Heizöl auf erneuerbare Energie zur Wirtschaftlichkeit bei. Diese erhöht sich noch um weitere 5 %-Punkte wenn der sogenannte iSFP im Rahmen der Wohngebäudeenergieberatung erstellt wird, was dringend zu empfehlen ist.

Tabelle 8-9: Förderübersicht der Sanierungsvarianten für Gebäude A

Förderprogramme BEG: KfW, BAFA	Var. 1	Var. 2	Var. 3	
Investvolumen, Gebäudehülle:	6.400€	6.400€	6.400€	
max. Förderhöhe, Gebäudehülle KfW	60.000€	60.000€	60.000€	
KfW-Förderung				
TZ, Höchstbetrag in % des Zusagebetrags	20,0%	20,0%	20,0%	
zusätzlicher Zuschuss, wenn iSFP erstellt	5,0%	5,0%	5,0%	
Tilgungszuschuss (TZ), Höchstbetrag	15.000 €	15.000 €	15.000 €	
TZ, max. in Anspruch zu nehmen	1.600€	1.600€	1.600€	
in Anspruch zu nehmender KfW-Kredit, Gebäudehülle	6.400€	6.400€	6.400€	
<i>Hinweis: Zinsbindung 10 a</i>	Zinssatz	Barwerte (über 10 Jahre summiert)		
Zinskosten KfW-Darlehen BEG	2,00%	1.180€	1.180€	1.180€
Zinskosten durch Marktdarlehen	2,50%	1.476€	1.476€	1.476€
KfW-Zinsvorteil (Barwert) ggü. Marktdarlehn		295€	295€	295€
Summe KfW-Fördervorteile, gerundet	1.900€	1.900€	1.900€	
BAFA-Förderung				
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	
Investvolumen , Anlagentechnik:	0€	23.100€	32.600€	
max. Förderhöhe, Technik BAFA	60.000€	60.000€	60.000€	
Sanierungsfahrplan (iSFP) erstellt	Ja	Ja	Ja	
zus. Zuschuss, iSFP liegt vor	5%	5%	5%	
Austausch Heizölkessel	Ja	Ja	Ja	
zus. Zuschuss: Austausch Heizölkessel	10%	10%	10%	
Maßnahme A, gem. Förderzweck	keine	Biomasse, ern. En. Hybrid-Hzg. mit Em.-Grenzw.	Biomasse, ern. En. Hybrid-Hzg. mit Em.-Grenzw.	
Zuschuss A, rel.	0%	40%	40%	
Zuschuss, gesamt, rel.	0%	55%	55%	
Investitionsbetrag	- €	21.800 €	21.800 €	
Zuschusshöhe A, abs., inkl. Bonus	- €	12.000 €	12.000 €	
Maßnahme B, gem. Förderzweck	keine	hydr. Abgleich	hydr. Abgleich	
Zuschuss B, rel.	0%	20%	20%	
Zuschuss, gesamt, rel.	0%	25%	25%	
Investitionsbetrag	€	1.300 €	1.300 €	
Zuschusshöhe B, abs., inkl. Bonus	- €	330 €	330 €	
Maßnahme C, gem. Förderzweck	keine	keine	Solarthermie-Anlage	
Zuschuss C, rel.	0%	0%	30%	
Zuschuss, gesamt, rel.	0%	0%	35%	
Investitionsbetrag	€	- €	9.500 €	
Zuschusshöhe C, abs., inkl. Bonus	- €	- €	3.330 €	
Summe BAFA-Förderung	€	12.330 €	15.660 €	
Summe KfW + BAFA Förderung	1.900 €	14.230 €	17.560 €	

Die Ergebnisse der Einsparungen und die Wirtschaftlichkeitsabschätzung der drei Varianten zeigt Tabelle 8-10.

Tabelle 8-10: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude A, Sanierungsvorschläge

Kriterien (abgeschätzte Werte für Kosten, Zeiträume)	Variante (Maßnahmenbündel)		
	Var. 1	Var. 2	Var. 3
Endenergie-Einsparung (Heizenergie)	3.179 kWh/a	210 kWh/a	8.398 kWh/a
CO ₂ -Einsparung	0,8 t/a	7,1 t/a	7,3 t/a
Energiekosteneinsparung	heute ¹	200 €/a	200 €/a
	gemittelt ²	350 €/a	900 €/a
Investitionskosten ³	6.400 €	29.500 €	39.000 €
Energetische Mehrkosten ⁴	6.400 €	17.300 €	26.800 €
BEG-Förderung, KfW: Tilg.-Zuschuss, Zinsvorteil; BAFA-Zuschuss ⁵	1.900 €	14.230 €	17.560 €
Kapitalkosten ⁶	240 €	800 €	1.130 €
Kapitalwert ⁷	statisch	-1.000 €	-11.000 €
Amortisation, Vollkosten	statisch ⁸	23 a	76 a
	dynamisch ⁹	14 a	18 a
Amortisation, energ. Mehrkosten	statisch ⁸	23 a	15 a
	dynamisch ⁹	14 a	4 a

1 Heutige Kosten, ohne Betrachtung der Energiepreissteigerung
2 Durchschnittliche jährliche Kosten bei der angesetzten Energiepreissteigerung (Betrachtungszeitraum: 20 Jahre)
3 Auf Basis spezifischer Kosten bezogen auf die Bauteilfläche, Anlagentechnik (Literatur, Typologien, eigene Annahmen)
4 Abzüglich sowieso anstehender Kosten für Instandhaltungsmaßnahmen (Sowiesokosten, eigene Annahmen)
5 Förderzuschüsse: BEG KfW: Tilgungszuschuss + barwertiger Zinsvorteil gegenüber Marktdarlehn (ca. 1,5%/a eff.), BEG BAFA
6 Kapitalzins: 0,5% (KfW-Kredit), Betrachtungszeitraum: 20 Jahre, Bezug: Investitionskosten abzügl. Förderzuschuss
7 Summe der Barwerte aller durch diese Investition verursachten Zahlungen
8 Investitionskosten abzüglich Förderzuschuss dividiert durch die Energiekosteneinsparung (heutige Kosten)
9 Inklusive Kapitalkostenbetrachtung und Energiepreissteigerung

Den ökonomischen Vergleich der einzelnen Varianten mit den jeweils erreichbaren CO₂-Minderungen zeigt Abbildung 8-4; hier wurden die kumulierten Energiekosteneinsparungen über 20 Jahre bei unterstellter Energiepreissteigerung (Heizöl: 5 % / a) den energetischen Mehrkosten gegenübergestellt und die Förderungen mitberücksichtigt.

Mit der Variante 3 werden zu den Verbesserungen der Wärmeschutzqualitäten der Bauteile (Außenwand) die Umstellung auf eine Holzpellettheizung mit solarer Unterstützung und hydraulischem Abgleich berechnet. Hier wird insgesamt eine Energiekosteneinsparung über 20 Jahre von rd. 31 T € bei energetischen Mehrkosten von rd. 27 T € und einer Förderung von knapp 18 T € erzielt. Damit wird deutlich, wie wirtschaftlich rentabel und lohnenswert die vorgeschlagenen Sanierungsvarianten sind.

Die CO₂-Minderung der Variante 3 beträgt rd. 90 %!

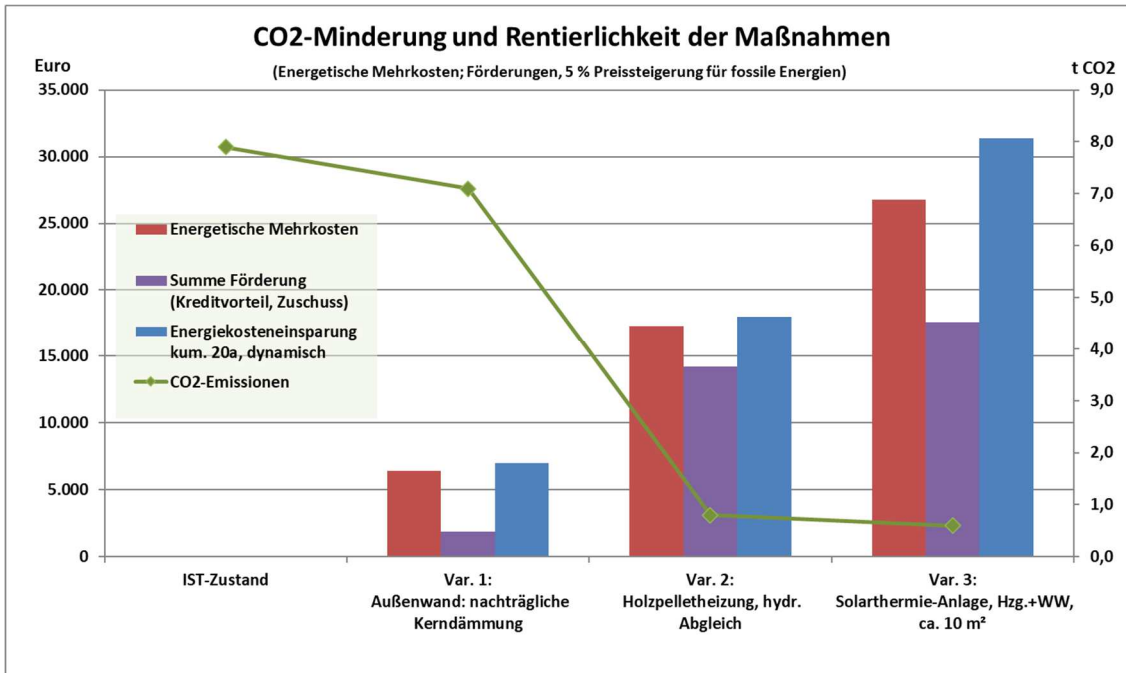


Abbildung 8-4: Gebäude A, Rentierlichkeit der Sanierungsvarianten und resultierende CO₂-Minderungen

8.3.2 MUSTERSANIERUNGSKONZEPT GEBÄUDE B

Bei diesem Gebäude ging es der schon recht kompetenten Familie darum, verschiedene Ideen, Vorhaben und bisherigen Aktivitäten zum Klimaschutz zu diskutieren, ohne in eine detaillierte Analyse und Energieberatung einzusteigen. Das Gebäude wurde 1969 errichtet, verfügt über ein ausgebautes Dachgeschoss, keinen Keller. In den letzten Jahrzehnten wurde sukzessive saniert: neue 3-fach verglaste Wärmeschutzfenster, Dachdämmung mit neuer Eindeckung, Solarthermie-Anlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung, neue Erdgasheizung.



Abbildung 8-5: Gebäudeansicht, Gebäude B

Entsprechend der Interessentenlage der Eigentümerfamilie wurden folgende Themen besprochen und erste Lösungsansätze vorgestellt:

- Machbarkeit der Installation einer Fußbodenheizung in der Küche
 - Sehr aufwändig und teuer und im Bauablauf staubig / schmutzig, da der Estrich aufgenommen werden muss;

- Eigenleistung gewünscht, damit eine Option, die Kosten gering zu halten;
- Ankopplung des Fußbodenvorlaufs an z. B. den Rücklauf der bestehenden Leitung der Radiatoren über ein Mischventil;
- alternativ: Ankopplung – wenn baulich machbar – an den Heizkreisverteiler;
- neuen Fußbodenaufbau mit hoher Wärmedämmung versehen um Verluste gegen Boden zu minimieren.
- Kaminofen mit Wassertasche
 - Machbar und sparsam im Verbrauch, jedoch handbeschickt und dadurch nur als Unterstützung für die Übergangszeit / Winter sinnvoll nutzbar;
 - zwei Arten der Anbindung an die Heizungshydraulik sind machbar: a) über einen Pufferspeicher, der in das bestehende Heizsystem integriert wird oder b) bei Kleinanlagen über eine Einbindung in den Heizungsrücklauf;
 - weiterhin muss eine Verbindung zum Kaltwassernetz als Möglichkeit der Notkühlung bei Kaminüberhitzung vorgesehen werden, bei Überdruck springt zusätzlich ein Ventil an und baut den Druck über eine Abblaseleitung ab.
- Installation einer dezentralen Zu- / Abluft-Anlage mit Wärmerückgewinnung
 - Möglichkeiten der Nachrüstung erläutert;
 - Kernbohrung ca. 200 mm und Installation mit integrierter Wärmerückgewinnung raumweise, bei größeren (>25 m²) Räumen sind zwei Anlagen sinnvoll;
 - wirksame Maßnahme bei schon gutem Wärmeschutz der Gebäudehülle, um den Heizwärmebedarf weiter zu senken
- Perspektivisch: Umstellen auf Luft-Wasser-Wärmepumpe und neue Radiatoren mit größeren Heizflächen
 - Bei Abkehr von der fossilen Beheizung kann eine Wärmepumpe eine Alternative sein.
 - Im Rahmen der Heizungsoptimierung sollten ggfs. die Heizkörper ausgetauscht und gegen größere ersetzt werden, um die Vorlauftemperatur niedrig und damit die Stromkosten für die Wärmepumpe niedrig zu halten.
- PV-Installation
 - Zur Eigenbedarfsdeckung plus ggf. Laden des E-Autos sinnvoll.
Ob ein Batteriespeicher sinnvoll ist, muss eine Simulation zeigen, die die PV-Anbieter standardmäßig für jedes Angebot erstellen.

8.3.3 MUSTERSANIERUNGSKONZEPT GEBÄUDE C

Bei dem untersuchten Gebäude handelt es sich um ein massiv gebautes und teilunterkellertes Wohnhaus mit roter Vormauerschale und Satteldach aus dem Jahr 1959. Einige energetische Sanierungen und Modernisierungen sind seit der Errichtung durchgeführt worden (neue Dacheindeckung, neue Fenster). Das Gebäude wird über eine erdgasbetriebene Niedertemperatur-Kesselanlage versorgt.

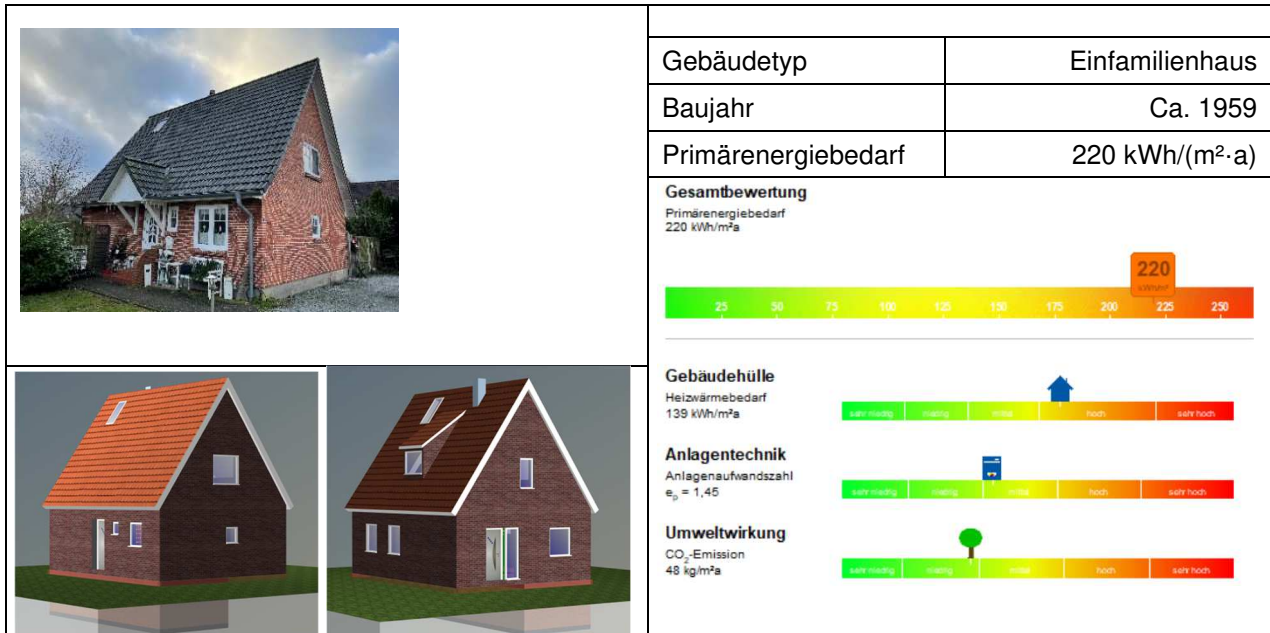


Abbildung 8-6: Gebäudeansicht, 3D-Modellierung, Gesamtbewertung Ausgangssituation, Gebäude C

Tabelle 8-11: Gebäude C, Sanierungsvorschläge

ENERGETISCHE SANIERUNGSVARIANTEN	
1	Kerndämmung Außenwand
2	Wie 2 plus Holzpelletsheizung, hydr. Abgleich
3	Wie 3 plus dezentrale Zu- und Abluft mit Wärmerückgewinnung (WRG)

Mit dem Wärmeschutz der nachträglichen Kerndämmung der Außenwand (wenn der Luftspalt stärker als 40 mm ist) und der Kellerecke gegen unbeheizte Räume lässt sich der Heizenergiebedarf um rd. 25 % senken. Die CO₂-Emissionen können in der Variante 2 bei Umstellung auf eine Holzpelletsheizung um rd. 86 % reduziert werden (vgl. Abbildung 8-7). Da für die Variante 3 die CO₂-Emissionen für den Strombedarf der dezentralen ZU-/Abluftanlage auf Basis des Bundesstrommixes gerechnet werden, steigen die CO₂-Emissionen bei Variante 3 wieder leicht an; eine Umstellung auf „echten“ Ökostrom - Zertifikat an die Lieferung gekoppelt, vgl. (Zerger, 2020) - würde dann einen nahezu CO₂-neutralen Heizungsbetrieb erzielen.

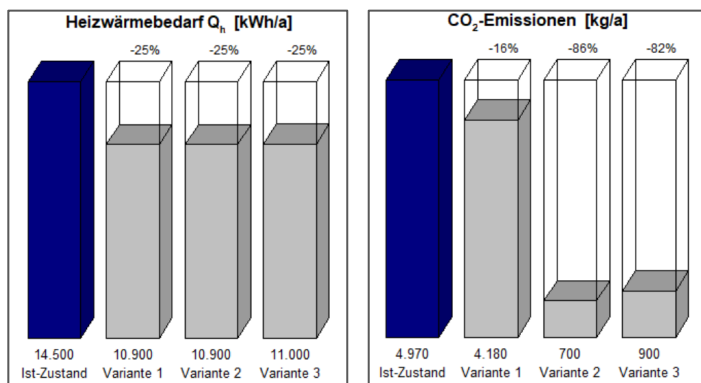


Abbildung 8-7: Gebäude C, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung

Die Übersicht der einzelnen Förderungen findet sich in Abbildung 8-12.

Tabelle 8-12: Förderübersicht der Sanierungsvarianten für Gebäude C

Förderprogramme BEG: KfW, BAFA		Var. 1	Var. 2	Var. 3
Investvolumen, Gebäudehülle:		6.800€	6.800€	6.800€
max. Förderhöhe, Gebäudehülle KfW		60.000€	60.000€	60.000€
KfW-Förderung				
TZ, Höchstbetrag in % des Zusagebetrags		20,0%	20,0%	20,0%
zusätzlicher Zuschuss, wenn iSFP erstellt		5,0%	5,0%	5,0%
Tilgungszuschuss (TZ), Höchstbetrag		15.000 €	15.000 €	15.000 €
TZ, max. in Anspruch zu nehmen		1.700€	1.700€	1.700€
in Anspruch zu nehmender KfW-Kredit, Gebäudehülle		6.800€	6.800€	6.800€
<i>Hinweis: Zinsbindung 10 a</i>		Zinssatz	Barwerte (über 10 Jahre summiert)	
Zinskosten KfW-Darlehen BEG		2,00%	1.222€	1.222€
Zinskosten durch Marktdarlehen		2,50%	1.527€	1.527€
KfW-Zinsvorteil (Barwert) ggü. Marktdarlehn		305€	305€	305€
Summe KfW-Fördervorteile, gerundet		2.000€	2.000€	2.000€
BAFA-Förderung		Var. 1	Var. 2	Var. 3
Investvolumen , Anlagentechnik:		0€	22.800€	31.600€
max. Förderhöhe, Technik BAFA		60.000€	60.000€	60.000€
Sanierungsfahrplan (iSFP) erstellt		Ja	Ja	Ja
zus. Zuschuss, iSFP erstellt		5%	5%	5%
Austausch Ölkessel		Nein	Nein	Nein
zus. Zuschuss: Austausch Heizölkessel		0%	0%	0%
Maßnahme A, gem. Förderzweck		keine	Biomasse, ern. En. Hybrid-Hzg. mit Em.-Grenzw.	Biomasse, ern. En. Hybrid-Hzg. mit Em.-Grenzw.
Investitionsbetrag			21.800 €	21.800 €
Zuschuss, rel.		0%	40%	40%
Zuschusshöhe, abs.		- €	9.800 €	9.800 €
Maßnahme B, gem. Förderzweck		keine	hydr. Abgleich	hydr. Abgleich
Investitionsbetrag		- €	800 €	800 €
Zuschuss, rel.		0%	20%	20%
Zuschusshöhe, abs.		- €	200 €	200 €
Maßnahme C, gem. Förderzweck		keine	keine	dez. Zu-/Abluft mit WRG
Investitionsbetrag		- €	- €	8.800 €
Zuschuss, rel.		0%	20%	20%
Zuschusshöhe, abs.		- €	- €	2.200 €
Summe BAFA-Förderung		- €	10.000 €	12.200 €
Summe KfW + BAFA Förderung		2.000 €	12.000 €	14.200 €

Tabelle 8-13: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude C, Sanierungsvorschläge

Kriterien (abgeschätzte Werte für Kosten, Zeiträume)	Variante (Maßnahmenbündel)			
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	
Endenergie-Einsparung (Heizwärme)	4.200 kWh/a	3.800 kWh/a	5.100 kWh/a	
CO ₂ -Einsparung	1,0 t/a	5,4 t/a	5,5 t/a	
Energiekosteneinsparung	heute ¹	270 €/a	350 €/a	430 €/a
	gemittelt ²	470 €/a	1.020 €/a	1.130 €/a
Investitionskosten ³	6.800 €	29.600 €	38.400 €	
Energetische Mehrkosten ⁴	6.800 €	18.600 €	27.400 €	
BEG-Förderung, KfW: Tilg.-Zuschuss, Zinsvorteil; BAFA-Zuschuss ⁵	2.000 €	12.000 €	14.200 €	
Kapitalkosten ⁶	260 €	950 €	1.310 €	
Kapitalwert ⁷	statisch	0 €	-11.000 €	-16.000 €
Amortisation, Vollkosten	statisch ⁸	18 a	50 a	56 a
	dynamisch ⁹	11 a	19 a	23 a
Amortisation, energ. Mehrkosten	statisch ⁸	18 a	19 a	31 a
	dynamisch ⁹	11 a	7 a	13 a

¹ Heutige Kosten, ohne Betrachtung der Energiepreissteigerung
² Durchschnittliche jährliche Kosten bei der angesetzten Energiepreissteigerung (Betrachtungszeitraum: 20 Jahre)
³ Auf Basis spezifischer Kosten bezogen auf die Bauteilfläche, Anlagentechnik (Literatur, Typologien, eigene Annahmen)
⁴ Abzüglich sowieso anstehender Kosten für Instandhaltungsmaßnahmen (Sowiesokosten, eigene Annahmen)
⁵ Förderzuschüsse: BEG KfW: Tilgungszuschuss + barwertiger Zinsvorteil gegenüber Marktdarlehn (ca. 0,75%/a eff.), BEG BAFA
⁶ Kapitalzins: 0,75% (KfW-Kredit), Betrachtungszeitraum: 20 Jahre, Bezug: Investitionskosten abzgl. Förderzuschuss
⁷ Summe der Barwerte, aller durch diese Investition verursachten Zahlungen
⁸ Investitionskosten abzüglich Förderzuschuss dividiert durch die Energiekosteneinsparung (heutige Kosten)
⁹ Inklusive Kapitalkostenbetrachtung und Energiepreissteigerung

Die Analyse der Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahmen zeigt auf, dass bei Betrachtung der energetischen Mehrkosten und einer unterstellten Energiepreissteigerung von 5 %/a bei den fossilen Energieträgern Heizöl und Erdgas und mit 3 % jährlicher Preissteigerung für Holzpellets eine deutliche Rentierlichkeit aller drei Varianten gegeben ist.

Der ökonomische Vergleich der einzelnen Varianten mit den jeweils erreichbaren CO₂-Minderungen zeigt Abbildung 8-8; hier wurden die kumulierten Energiekosteneinsparungen über 20 Jahre den energetischen Mehrkosten gegenübergestellt und die Förderungen mitberücksichtigt.

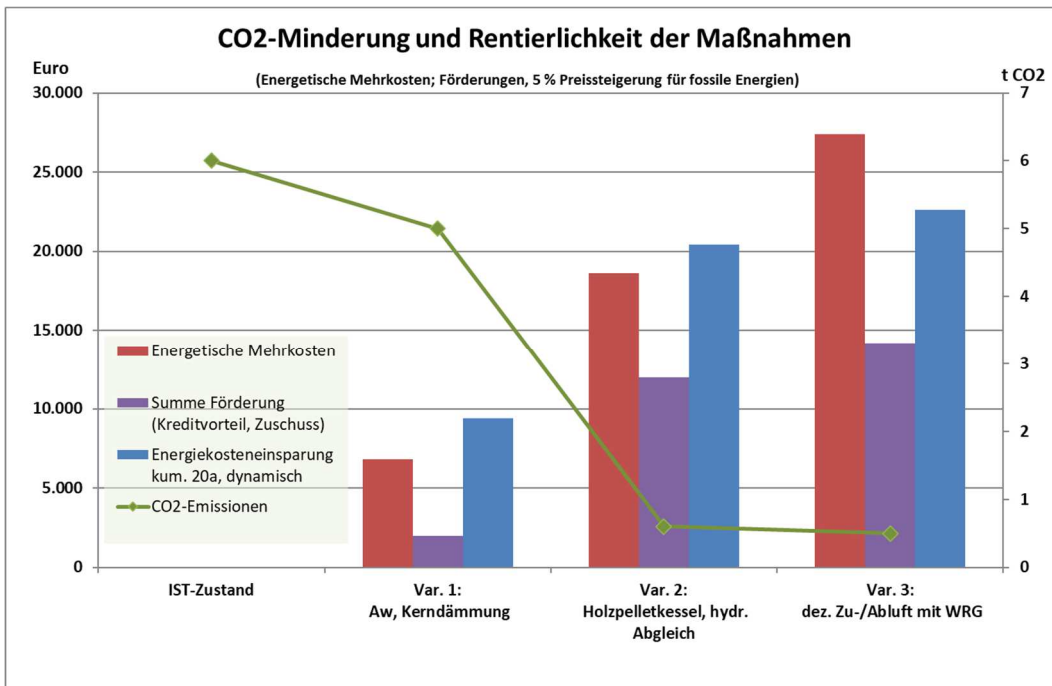


Abbildung 8-8: Gebäude C, Rentierlichkeit der Sanierungsvarianten und resultierende CO₂-Minderungen

8.3.4 MUSTERSANIERUNGSKONZEPT GEBÄUDE D

Bei dem untersuchten Gebäude handelt es sich um ein ehemaliges, landwirtschaftlich genutztes Hofgebäude von 1870, welches sukzessive umgebaut und modernisiert wurde und jetzt als Zweifamilienhaus dient. Die Straßenfront ist mit rotem Verblender versehen, die gartenseitige Fassade und der Giebelbereich sind als Sichtmauerwerk weiß gestrichen. Das Gebäude verfügt bautypisch über keinen Keller und ist im Dachgeschoss nur teilweise ausgebaut und nur teilweise beheizt.

Zahlreiche Umbauten sowie energetische Sanierungen und Modernisierungen sind seit der Errichtung durchgeführt worden (tlw. Sohlendämmung und Fußbodenneuaufbau, Außenwand im Hauptgebäude mit Stroh ausgefüllt, tlw. Innenschale mit Dämmlage, neue Schallschutzfenster, neue Dachdämmung, nachträgliche Kerndämmung der Außenwand).

Mit dem Einbau neuer dreifach verglaster Wärmeschutzfenster lässt sich der schon vergleichsweise niedrige Heizwärmebedarf um rd. 5 % senken; die CO₂-Emissionen können bei Umstellung auf eine Holzpelletheizung für beide Wohneinheiten um rd. 81 % reduziert werden (vgl. Abbildung 8-7).

Die Übersicht der einzelnen Förderungen findet sich in Tabelle 8-15.

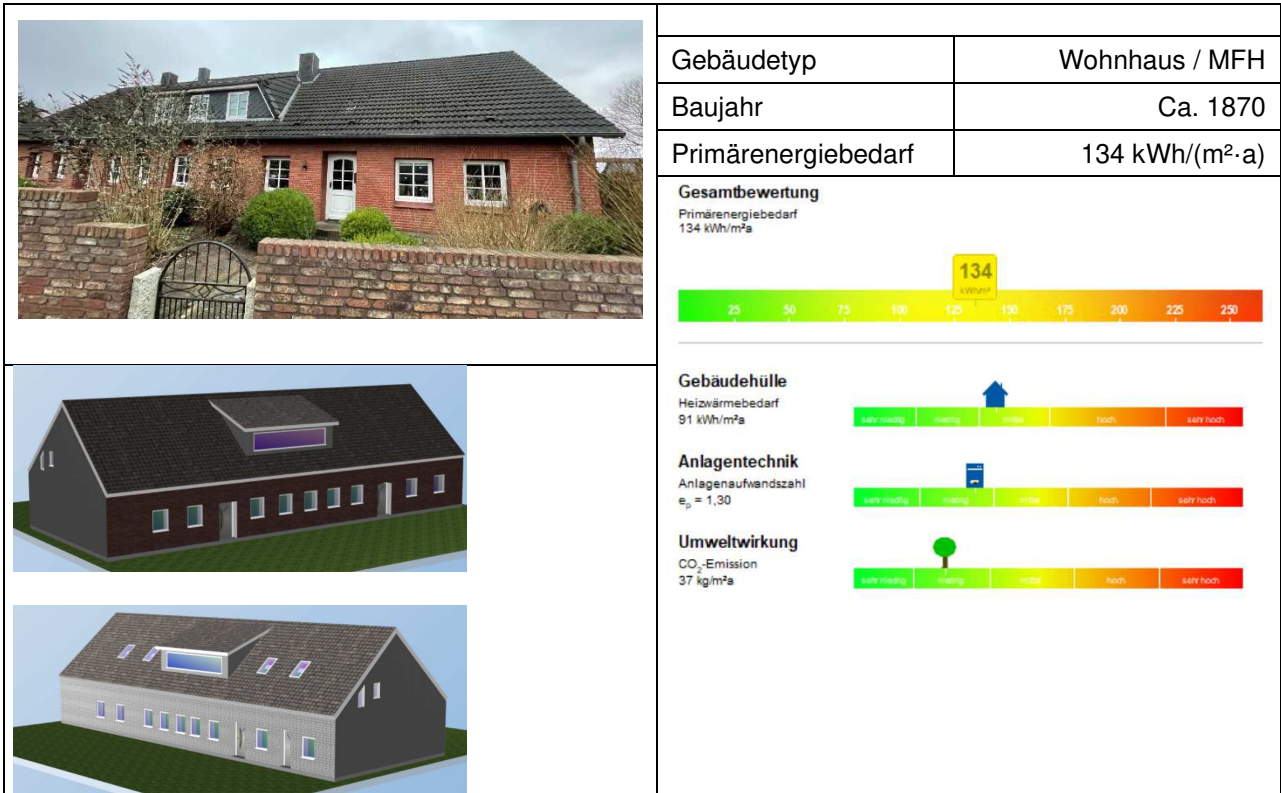


Abbildung 8-9: Gebäudeansicht, 3D-Modellierung, Gesamtbewertung Ausgangssituation, Gebäude D

Tabelle 8-14: Gebäude D, Sanierungsvorschläge

ENERGETISCHE SANIERUNGSVARIANTEN	
1	Holzpelletsheizung, hydraulischer Abgleich für beide WE
2	Wie 2 plus neue Wärmeschutz-Fenster mit Schallschutz
3	Wie 3 dezentrale Zu- / Abluft mit Wärmerückgewinnung für WE-1

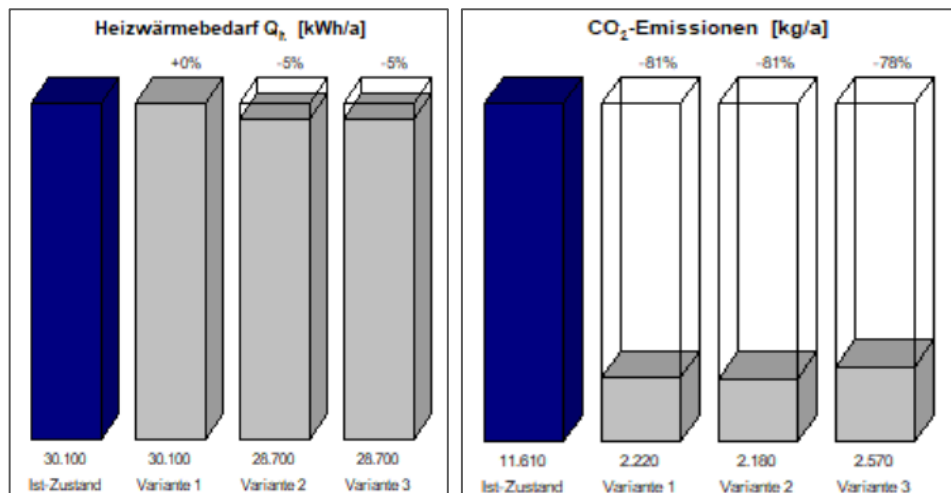


Abbildung 8-10: Gebäude D, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung

Tabelle 8-15: Förderübersicht der Sanierungsvarianten für Gebäude D

Förderprogramme BEG: KfW, BAFA		Var. 1	Var. 2	Var. 3
Investvolumen, Gebäudehülle:		0€	18.000€	18.000€
max. Förderhöhe, Gebäudehülle KfW		120.000€	120.000€	120.000€
KfW-Förderung				
TZ, Höchstbetrag in % des Zusagebetrags		20,0%	20,0%	20,0%
zusätzlicher Zuschuss, wenn iSPF erstellt		5,0%	5,0%	5,0%
Tilgungszuschuss (TZ), Höchstbetrag		30.000 €	30.000 €	30.000 €
TZ, max. in Anspruch zu nehmen		0€	4.500€	4.500€
in Anspruch zu nehmender KfW-Kredit, Gebäudehülle		0€	18.000€	18.000€
<i>Hinweis: Zinsbindung 10 a</i>		Barwerte (über 10 Jahre summiert)		
Zinskosten KfW-Darlehen BEG	2,00%	0€	3.320€	3.320€
Zinskosten durch Marktdarlehen	2,50%	0€	4.150€	4.150€
KfW-Zinsvorteil (Barwert) ggü. Marktdarleh		0€	830€	830€
Summe KfW-Fördervorteile, gerundet		0€	5.300€	5.300€
BAFA-Förderung		Var. 1	Var. 2	Var. 3
Investvolumen , Anlagentechnik:		30.600€	30.600€	40.500€
max. Förderhöhe, Technik BAFA		60.000€	60.000€	60.000€
Sanierungsfahrplan (iSPF) erstellt		Ja	Ja	Ja
zus. Zuschuss, iSPF erstellt		5%	5%	5%
Austausch Ölkessel		Ja	Ja	Ja
zus. Zuschuss: Austausch Heizölkessel		10%	10%	10%
Maßnahme A, gem. Förderzweck		Biomasse, ern. En. Hybrid-Hzg. mit Em.- Grenzw.	Biomasse, ern. En. Hybrid-Hzg. mit Em.- Grenzw.	Biomasse, ern. En. Hybrid-Hzg. mit Em.- Grenzw.
Investitionsbetrag		28.800 €	28.800 €	28.800 €
Zuschuss, rel.		40%	40%	40%
Zuschusshöhe, abs., inkl. Bonus		15.800 €	15.800 €	15.800 €
Maßnahme B, gem. Förderzweck		hydr. Abgleich	hydr. Abgleich	hydr. Abgleich
Investitionsbetrag		1.800 €	1.800 €	1.800 €
Zuschuss, rel.		20%	20%	20%
Zuschusshöhe, abs., inkl. Bonus		450 €	450 €	450 €
Maßnahme C, gem. Förderzweck		keine	keine	dez. Zu-/Abluft mit WRG
Investitionsbetrag		- €	- €	9.900 €
Zuschuss, rel.		0%	0%	20%
Zuschusshöhe, abs., inkl. Bonus		- €	- €	2.480 €
Summe BAFA-Förderung		16.250 €	16.250 €	18.730 €
Summe KfW + BAFA Förderung		16.250 €	21.550 €	24.030 €

Tabelle 8-16: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude D, Sanierungsvorschläge

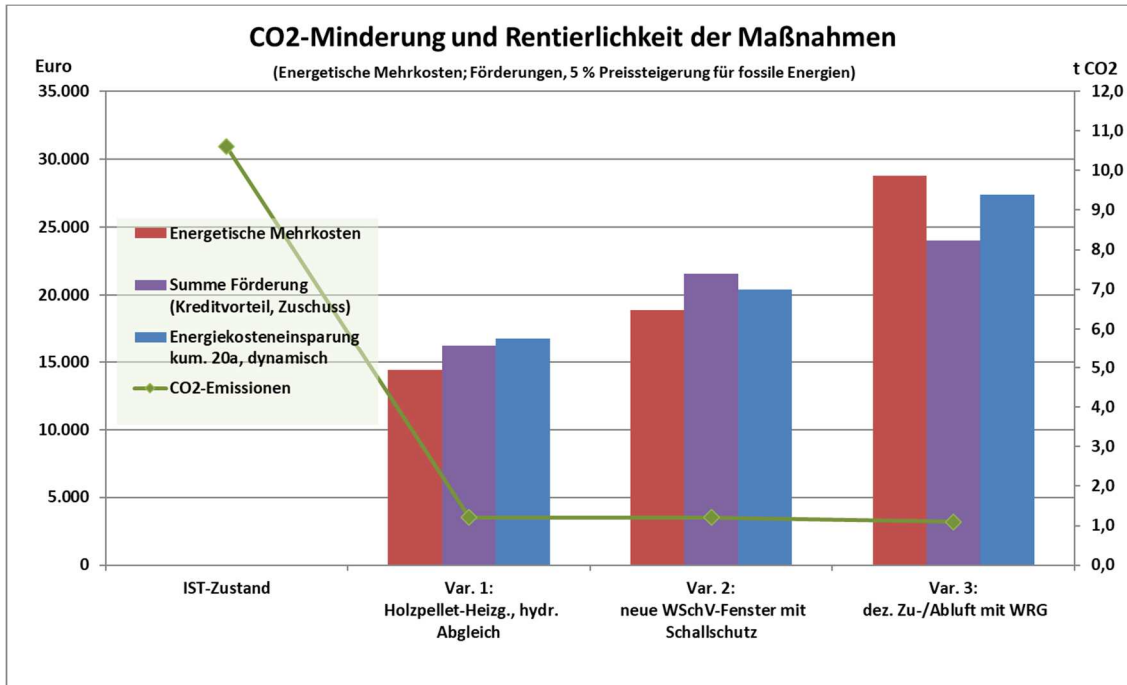
Kriterien (abgeschätzte Werte für Kosten, Zeiträume)	Variante (Maßnahmenbündel)		
	Var. 1	Var. 2	Var. 3
Endenergie-Einsparung (Heizenergie)	-1.888 kWh/a	292 kWh/a	4.511 kWh/a
CO ₂ -Einsparung	9,4 t/a	9,4 t/a	9,5 t/a
Energiekosteneinsparung	heute ¹	30 €/a	160 €/a
	gemittelt ²	840 €/a	1.020 €/a
Investitionskosten ³	30.600 €	48.600 €	58.500 €
Energetische Mehrkosten ⁴	14.400 €	18.900 €	28.800 €
BEG-Förderung, KfW: Tilg.-Zuschuss, Zinsvorteil; BAFA-Zuschuss ⁵	16.250 €	21.550 €	24.030 €
Kapitalkosten ⁶	760 €	1.420 €	1.820 €
Kapitalwert ⁷	statisch	-14.000 €	-24.000 €
	dynamisch ⁹	18 a	28 a
Amortisation, Vollkosten	statisch ⁸	478 a	169 a
	dynamisch ⁹	82 a	27 a
Amortisation, energ. Mehrkosten	statisch ⁸	-62 a	-17 a
	dynamisch ⁹	-2 a	-3 a

¹ Heutige Kosten, ohne Betrachtung der Energiepreissteigerung
² Durchschnittliche jährliche Kosten bei der angesetzten Energiepreissteigerung (Betrachtungszeitraum: 20 Jahre)
³ Auf Basis spezifischer Kosten bezogen auf die Bauteilfläche, Anlagentechnik (Literatur, Typologien, eigene Annahmen)
⁴ Abzüglich sowieso anstehender Kosten für Instandhaltungsmaßnahmen (Sowiesokosten, eigene Annahmen)
⁵ Förderzuschüsse: BEG KfW: Tilgungszuschuss + barwertiger Zinsvorteil gegenüber Marktdarlehn (ca. 1,5%/a eff.), BEG BAFA
⁶ Kapitalzins: 0,5% (KfW-Kredit), Betrachtungszeitraum: 20 Jahre, Bezug: Investitionskosten abzügl. Förderzuschuss
⁷ Summe der Barwerte aller durch diese Investition verursachten Zahlungen
⁸ Investitionskosten abzüglich Förderzuschuss dividiert durch die Energiekosteneinsparung (heutige Kosten)
⁹ Inklusive Kapitalkostenbetrachtung und Energiepreissteigerung

Die Analyse der Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahmen zeigt auf, dass bei Betrachtung der energetischen Mehrkosten und einer unterstellten Energiepreissteigerung von 5 %/a bei den fossilen Energieträgern Heizöl und Erdgas und mit 3 % jährlicher Preissteigerung für Holzpellets eine hohe Rentierlichkeit aller Varianten gegeben ist.

Der ökonomische Vergleich der einzelnen Varianten mit den jeweils erreichbaren CO₂-Minderungen zeigt Abbildung 8-11; hier wurden die kumulierten Energiekosteneinsparungen über 20 Jahre den energetischen Mehrkosten gegenübergestellt und die Förderungen mitberücksichtigt.

Abbildung 8-11: Gebäude D, Rentierlichkeit der Sanierungsvarianten und resultierende CO₂-Minderungen



8.3.5 ZUSAMMENFASSENDE ERGEBNISSE DER MUSTERSANIERUNGSKONZEPTE

Die im Rahmen der Erarbeitung des energetischen Quartierskonzeptes normalerweise stattfindenden Informations- und Beratungsgespräche mit interessierten Bürgern fielen coronabedingt geringer aus. So musste leider auf die unterstützende Beratung durch die Verbraucherzentrale SH mit ihren Gebäude-Checks verzichtet werden. Trotzdem konnte auch bei den öffentlichen Veranstaltungen und hier bei den Mustersanierungsberatungen für Wanderuper Wohngebäude gezeigt werden, dass eine Investition in die energetische Gebäudesanierung lohnend ist.

Eine umfassende Gebäudesanierung zur Erreichung des sogenannten Effizienzhaus-Niveau EH-100 des KfW-Förderprogramms 261/262 würde bei vollständiger Umsetzung der Sanierungsempfehlungen in einem Fall nur knapp verfehlt.

Oftmals sind die Ursache für das Nichterreichen einer hoher Wärmeschutzgüte und eines niedrigen Primärenergiebedarfs folgende bautypische, relativ häufig anzutreffende Situationen:

- Teilmodernisierungen an Dach, Fenster, selten an der Außenwand, sind bereits vorgenommen worden, so dass durch eine neuerliche und hocheffiziente Wärmeschutzverbesserung keine hohen Energieeinsparungen mehr erreicht werden bzw. die energetischen Mehrkosten einer weiteren Verbesserung kürzlich erneuerter und noch intakter Bauteile steigen.
- Bei Außenwänden mit Klinkerfassaden kann eine hohe Wärmeschutzgüte bei vergleichbarer Sichtqualität nur erreicht werden, wenn eine neue Vorsatzschale mit hoher Dämmstärke aufgebaut wird: Abschlagen des bestehenden Vormauerziegels, Aufbringen einer mindestens 14 cm starken Dämmung, statische Abfangung und Aufmauern einer neuen Verblendung mit Vormauerziegel. Das ist extrem teuer.
- Nicht unterkellerte oder teilunterkellerte Gebäude können mit vertretbarem Aufwand keine Verbesserung der Wärmeschutzqualität der Sohle erzielen.

- Bestehende Wärmebrücken durch Balkone, Kragplatten und eingezogene Betondecken in die Außenwände lassen sich nur sehr aufwändig rückbauen und umfassend dämmen.
- Um eine wärmebrückenfreie Sanierung zu erreichen, muss ein gewerkeübergreifendes Sanierungskonzept und eine planerische Detailarbeit der Wärmebrückenreduzierung einhergehen; diesen planerischen Aufwand scheuen viele Sanierungsinteressierte.

Nur mit massiver und umfassender Wärmedämmung kann das Effizienzhaus-Niveau „KfW-Effizienzhaus 100“ oder besser erreicht werden.

Einige zentrale Aspekte wurden bei den Sanierungsgesprächen als Hemmnis bei der Umsetzung augenscheinlich sinnvoller Maßnahmen insbesondere an der Gebäudehülle fast immer genannt:

- Die Kosten für ambitionierte, über die gültigen Verordnungen hinausgehende Gebäudesanierungsmaßnahmen würden sich nicht rechnen.
- Die Gesamtkosten seien zu hoch; eine Differenzierung zwischen ohnehin anstehenden Instandsetzungsarbeiten und sogenannten energetischen Mehrkosten ist den Eigentümern nicht vertraut; es werden die Vollkosten durch die prognostizierten Energiekosteneinsparungen dividiert.
- Das Verständnis der kontinuierlichen Instandsetzung abgängiger Bauteile und die Bereitschaft, hierfür eine finanzielle Rücklage zu bilden, um die Liquidität bei der anstehenden Umsetzung zu schonen, bestehen nicht.
- Leider wird auch immer wieder auf die von Desinformation und Nichtwissen geprägte Diskussion verwiesen, dass Wärmedämmung das Atmen der Wände verhindere, man sich damit Schimmel ins Haus hole und die Gebäude viel zu dicht wären.
- Es wurde festgestellt, dass das Wissen über Fördermöglichkeiten bei den Handwerksbetrieben, die BEG-Fördermaßnahmen umsetzen (Dachdämmung, neue Fenster, WDVS Außenwand etc.), recht lückenhaft und manchmal nicht einmal ansatzweise vorhanden ist.

Bei den Energieberatungsgesprächen wurde auf die Problematik der „sowieso“-Kosten anhand eines Beispiels der Dachsanierung für ein Einfamilienhaus eingegangen und die „energetischen Mehrkosten“ dargestellt (vgl. Abbildung 8-12).

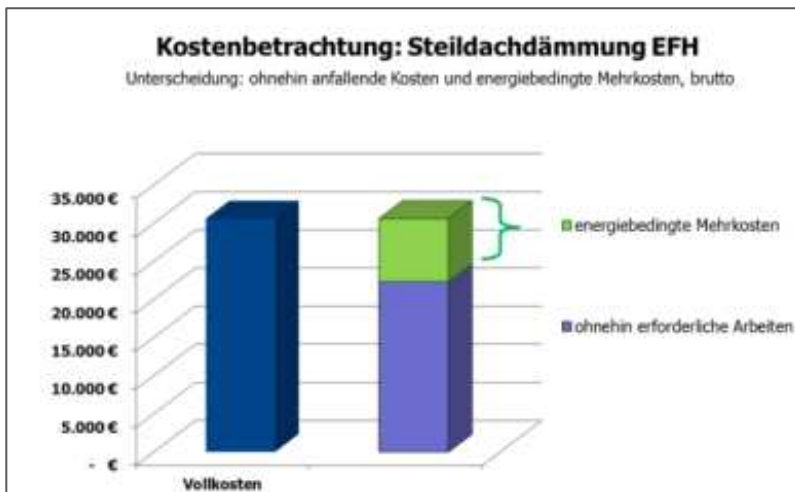


Abbildung 8-12: Unterscheidung Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten, Bsp. Dachsanierung

Im Rahmen der Beratung und der Entwicklung der Mustersanierungskonzepte wurde auf die Notwendigkeit der möglichst klimaneutralen Heizenergieversorgung hingewiesen und perspektivisch Lösungen durch Energieträgerumstellungen aufgezeigt.

Eine langfristige Wirtschaftlichkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen konnte fast ausnahmslos dargestellt werden. Wichtig bei den Beratungsgesprächen ist in diesem Zusammenhang das Ausweisen der energetischen Mehrkosten gegenüber den sowieso anstehenden Instandsetzungskosten. Weiterhin ist die Ermittlung des sogenannten Förderbarwertes gerade angesichts der aktuell wieder steigenden Zinsen interessant und führt in Verbindung dem Erreichen der BEG-Förderzuschüsse zur Rentabilität. Dies wurde exemplarisch mit der Verbesserung der Wärmeschutzgüte der Gebäudehülle und mit dem Umstieg auf eine Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energien abgeschätzt. Neben dem Kapitalwert wurde die statische und dynamische Amortisationszeit als plakatives Instrument der Rentierlichkeit bestimmt.

Die möglichen Einsparungen der drei detailliert untersuchten Gebäude reichen beim Heizwärmebedarf von rd. 5 % bis zu 25 %; bei der CO₂-Situation von rd. 81 % bis zu 89 % bei Einsatz einer klimafreundlichen Holzpelletfeuerung.

8.4 EINSARPOTENTIAL UND SANIERUNGSRATE

Die Heterogenität der Baualtersstruktur und der gebäudlichen Modernisierungssituation im Quartier ist typisch für eine ländlich geprägte Kommune in Schleswig-Holstein. Auffällig ist der Anstieg neuerer Wohnbebauung der letzten 20 Jahre. Ob auch hier im Bereich der Gebäudesanierung und Modernisierung im Bestand in ähnlicher Größenordnung Wohnraum energetisch verbessert wurde, kann hier nicht seriös abgeschätzt werden. Insofern lässt sich das Einsparpotential im Gebäudebestand für das Quartier nur recht grob quantifizieren; eine signifikante Abweichung zu der allgemeinen bundedeutschen Sanierungsrate lässt sich für Wanderup nicht ableiten. Weiterhin sind die Entwicklungen von Umsetzungsraten der Gebäudesanierung, von Zuzug und Wegzug, von Abriss und Neubau, von Umnutzung und Nachverdichtung auch zu ungewiss, als dass sich hier belastbare konkrete Einsparpotenziale für die nächsten Jahrzehnte beziffern lassen. Daher ist es sinnvoll, die Bandbreite der möglichen Entwicklung der Heizenergiebedarfe im Rahmen

zweier unterschiedlicher Szenarien abzubilden, jeweils mit einem allgemeinen Trendszenario und einer forcierten Reduzierung als Klimaschutzszenario.

Grundlage bildet jeweils der derzeitige spezifische Endenergieverbrauch von Einfamilienhäusern in Schleswig-Holstein nach Baualterklassen gemäß Gebäudetypologie Schleswig-Holstein (Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., 2012).

Das sogenannte Trend- oder Referenzszenario orientiert sich an der bundesdeutschen Entwicklung der allgemeinen Sanierungsrate von 1 % pro Jahr (vgl. Abbildung 8-13).⁴

Ob die zukünftige Sanierungsrate für den Gebäudebestand weiter erhöht werden kann, muss die Praxis zeigen; für eine zielführende Begrenzung der Treibhausgasemissionen (1,5° C-Ziel) wäre eine Anhebung auf 1,5 % - 2 % notwendig. In diesem Zusammenhang sei die „Langfristige Renovierungsstrategie“ der Bundesregierung erwähnt (BMWi, 2020 a), die im Rahmen der Umsetzung des europäischen „Green Deal“ eine Forcierung der Emissionsminderung im Wohn- und Nichtwohngebäudebereich zum Ziel hat.

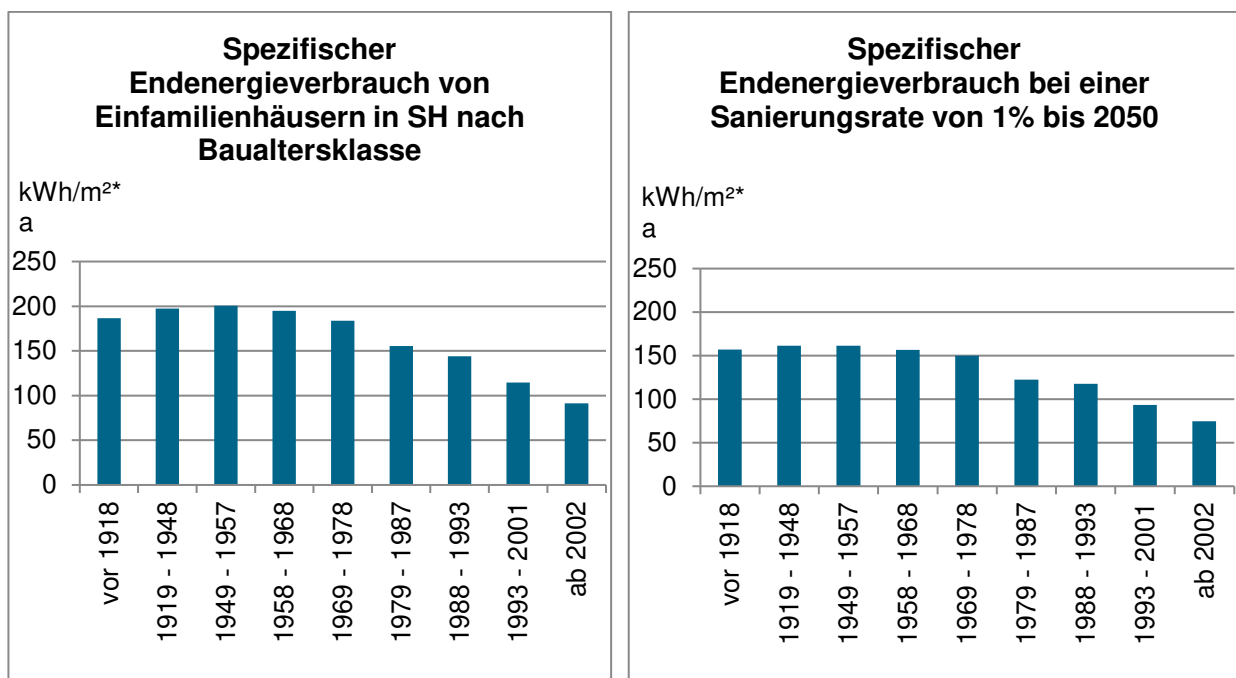


Abbildung 8-13: Spez. Endenergieverbrauch heute und 2050 (Sanierungsrate 1 %)

Nach dieser Abschätzung würde bei einer 1%igen Sanierungsrate der spezifische Heizenergiebedarf im Quartier von derzeit rd. 113 kWh/(m²·a) bis zum Jahr 2050 um rd. 19 % auf ca. 92 kWh/(m²·a) sinken.

Würde eine forcierte Gebäudesanierung mit 2%iger Sanierungsrate umgesetzt (Klimaschutzszenario), so würde der spezifische Heizenergiebedarf im Quartier bis zum Jahr 2050 um ca. 37 % auf rd. 57 kWh/(m²·a) absinken (vgl. Abbildung 8-14).

⁴ Eine Sanierungsrate von mindestens 1,4 % ist laut dena notwendig, um die Klimaschutzziele der Bundesregierung zu erreichen. Derzeit beträgt sie rund 1 %. Vgl. (dena, 2018).

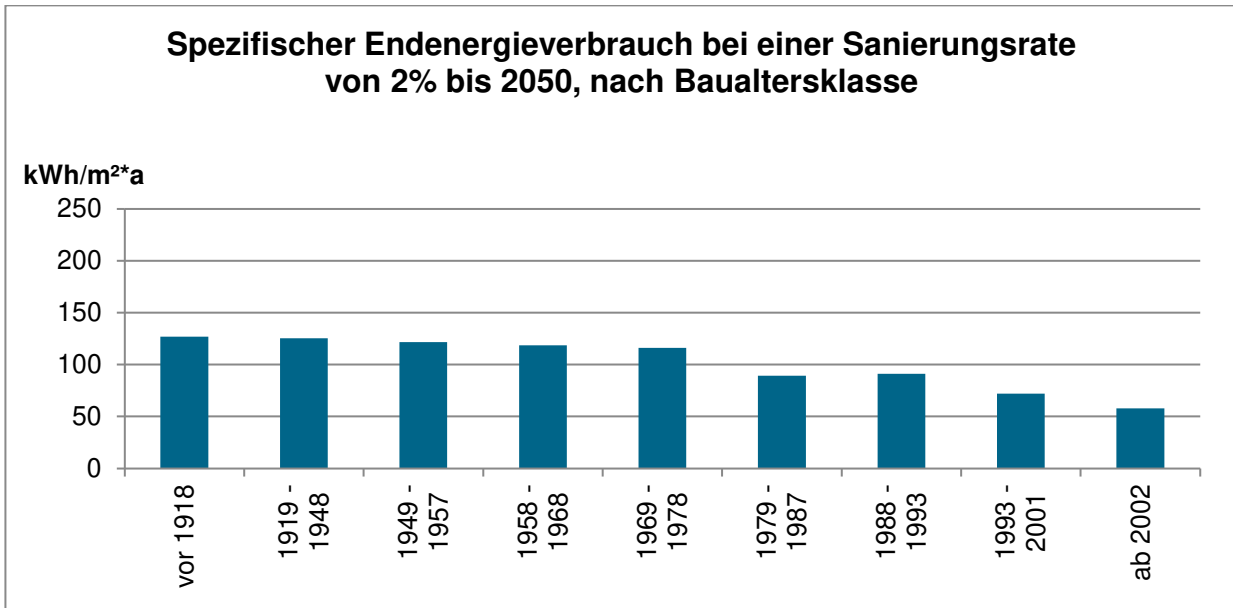


Abbildung 8-14: Spez. Endenergieverbrauch je Baualtersklasse für 2050 (Sanierungsrate 2 %)

Zusammenfassend sind in Tabelle 8-17 zwei mögliche Szenarien für die Entwicklung der Heizenergiebedarfe des Quartiers Wanderup dargestellt.

Tabelle 8-17: Heizenergiebedarf 2018 und Abschätzung 2050 mit 1- und 2%iger Sanierungsrate

Wohngebäude			Nichtwohngebäude	Gesamt		
2020	2050, 1 % San.	2050, 2 % San.		2020	2050, 1 % San.	2050, 2 % San.
MWh/a						
12.197	9.895	7.593	3.280	15.478	13.176	10.873

Für Nichtwohngebäude erfordern Prognosen der zukünftigen Entwicklung des Wärmebedarfs individuelle Untersuchungen von Sanierungen, möglichen Produktionsänderungen etc., die über den Rahmen des Quartierskonzeptes hinausgehen. Daher wurde für sie der derzeitige Energiebedarf fortgeschrieben. Bei der Vorplanung eines sich konkretisierenden Wärmenetzes, wie sie z. B. im Sanierungsmanagement erfolgen könnte, sind die betroffenen gewerblichen Abnehmer vorab anzusprechen, um anhand der dann gewonnen Erkenntnisse eine Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der Wärmebedarfe zu erstellen.

9 POTENZIALANALYSE DER REGENERATIVEN ENERGIEERZEUGUNG UND IHRE HEMMNISSE

Im Folgenden Abschnitt sind die Potenziale sowie die Hemmnisse der regenerativen Energieerzeugung, bezogen auf zentrale Wärmeversorgungslösungen, auf dem Gemeindegebiet Wanderup beschrieben. Das Quartier mit seinem unmittelbaren Umfeld besitzt großes Potential zu Energieversorgung aus erneuerbaren Energieanlagen.

9.1 WINDKRAFTANLAGEN FÜR DIE DIREKTVERSORGUNG EINES WÄRMENETZES

Durch die auf dem Gemeindegebiet Wanderup erzeugte Menge Windstrom könnte Wanderup in der Theorie autark mit Strom und Wärme versorgt werden. Rein bilanziell ist die Stromversorgung Wanderups bereits jetzt weit über 100 % durch regenerative Quellen gedeckt. Power-to-X und bei dieser Betrachtung insbesondere Power-to-Heat-Lösungen könnten die Wärmeversorgung sicherstellen.

Um ein Wärmenetz in Wanderup zu versorgen, wäre lediglich ein Anteil des erzeugten Stroms aus einer 2 MW WKA erforderlich (ca. 18 %). Mit ihm werden dann Wärmepumpen betrieben, die der Umgebung dann Wärme entziehen und diese in ein Wärmenetz einspeisen. Hier wurden exemplarisch Luftwärmepumpen betrachtet.

Der Preis des erzeugten Stroms, der durch eine WKA in der Direktvermarktung erzielt werden kann, stellt ein großes Hemmnis bei der wirtschaftlichen Betrachtung einer Power-to-Heat Lösung dar. Dieser steht in direkter Konkurrenz mit dem Preis, den ein Endkunde pro kWh Wärme in einem neuen Netz bezahlen muss. Die Situation am Energiemarkt verspricht derzeit hohe Gewinne für erzeugten Windstrom. Der Endkundenpreis sollte für eine erfolgreiche Umsetzung mit dem Preis einer individuellen Wärmelösung konkurrenzfähig sein. Dies ist ein wichtiger Faktor für eine potenzielle Endkundenakquise.

Weiterhin muss für eine Strombelieferung der Wärmepumpe eines Wärmenetzes eine Direktleitung gelegt werden. Vorteile bestehen bei einer Versorgung über eine Direktleitung in erster Linie darin, dass keine Nutzung des allgemeinen Stromnetzes stattfindet, wodurch gesetzliche Strompreisbestandteile entfallen. Dies betrifft insbesondere die Netzentgelte und damit in Verbindung erhobene gesetzliche Abgaben und Umlagen. Im Einzelnen sind dies vor allem die KWKG-Umlage, die Offshore-Haftungsumlage, die „19-Strom-NEV-Umlage“ und unter Umständen die Konzessionsabgaben für das von den Gemeinden eingeräumte Recht zur Nutzung öffentlicher Verkehrswege für die Verlegung und den Betrieb von Stromleitungen. Im Energiesofortmaßnahmenpaket vom 06.04.2022 (BMWK, 2022), auch „Osterpaket“ genannt, wurde vom BMWK ein umfangreiches Gesetzespaket vorgestellt, welches unter anderem das Erneuerbare-Energien-Gesetz und das Energiewirtschaftsgesetz novellieren soll. Durch das Gesetz zur Absenkung der Kostenbelastungen durch die EEG-Umlage und zur Weitergabe dieser Absenkung an die Letztverbraucher entfällt die EEG-Umlage bereits ab dem 01.07.2022. Aus diesen Änderungen entsteht ein potenzieller Vorteil in Höhe von 15,53 ct pro gelieferter kWh Strom über die Direktleitung. Dieser ist in der nachfolgende Tabelle 9-1 dargestellt und dem Status quo mit Nutzung des öffentlichen Netzes gegenübergestellt. Die Kosten der Versorgung einer P2H-Lösung über eine Stromdirektleitung ist somit direkt abhängig von den Stromgestehungskosten bzw. von dem Preis der Strombereitstellung durch den Betreiber der WKA.

Tabelle 9-1: Steuern und Abgaben beim Endkundenstrompreis – Öffentliches Netz und Direktleitung mit Osterpaket

STEUERN UND ABGABEN	ÖFFENTLICHES NETZ IM STATUS QUO [CENT/KWH]	DIREKTLEITUNG MIT OSTERPAKET [CENT/KWH]
EEG-UMLAGE	3,723	- ⁵
NETZNUTZUNGSENTGELTE	8,519	-
STROMSTEUER	2,050	-
ABSCHALTUMLAGE	0,003	-
PARAGRAF-19-UMLAGE	0,437	-
OFFSHORE-NETZUMLAGE	0,419	-
KWK-ABGABE	0,378	-
KONZESSIONSABGABE	1,880	1,880
SUMME	17,409	1,880

Um den dynamischen Schwankungen des Strompreises an der Strombörse aus dem Weg zu gehen, besteht für den Betreiber der Wärmeerzeugungsanlagen die Möglichkeit, mit dem Betreiber der WKA einen Festpreis über einen langen Zeitraum zu vereinbaren. In der Stromwirtschaft werden diese sogenannten PPA (Power Purchase Agreements) immer häufiger genutzt, um Strom zwischen Erzeugeranlage und Verbraucher direkt zu handeln. Sowohl Erzeuger als auch Verbraucher profitieren von mehr Stabilität und verringern das Betriebsrisiko, geben dafür aber Chancen auf, günstiger zu kaufen oder zu höheren Preisen zu verkaufen.

9.2 BIOGAS

In Tabelle 9-2 sind die Details der drei Biogasanlagen auf dem Gemeindegebiet Wanderup zusammengefasst. Diese Daten stammen in erster Linie aus dem direkten Austausch mit den Betreibern. Da der Standort Kragstedt Moor kurz vor Erstellung des Berichts durch Energie Cordes übernommen wurde, liegen keine historischen Daten über Betriebszeiten und Erträge vor. Es wurde deswegen eine konservative Annahme von 8.000 Volllaststunden getroffen, um eine Bewertung zu ermöglichen.

⁵ Vorgezogener Wegfall der EEG-Umlage ab dem 01.07.2022 durch das Gesetz zur Absenkung der Kostenbelastungen

Tabelle 9-2: Biogasanlagen auf dem Gemeindegebiet Wanderup

ANLAGE	ERSTMALIGE IN- BETRIEB- NAHME	LEIS- TUNG TH [kW]	LEIS- TUNG EL [kW]	HBL	GASSPEI- CHER [L]	EIGEN- STROMBE- DARF [MWh/A]	EIGEN- WÄRMEBE- DARF [MWh/A]	VOLL- LAST- STUNDEN 2020 [h]	ERTRAG [MWh _{th}]	ERTRAG [MWh _{el}]
BGA MILCH- HOF FEDDERSEN	19.12.2013	75	75	75	k. A.	33	k. A.	2.776	208	208
ENERGIE CORDES KG KRAGSTEDT	11.06.2010	404	400	380	3.800	170	876	8.807	3.347	3.347
ENERGIE CORDES KG KRAGSTEDT	26.06.2017	470	550							
ENERGIE CORDES KG KRAGSTEDT MOOR	20.12.2007	340	340	324	7.000	185	876	8.000	2.592	2.592

9.2.1 BGA MILCHHOF FEDDERSEN

Die Biogasanlage auf dem Milchhof Feddersen ist bezogen auf den Ertrag und die Anlagengröße nicht für eine Wärmelösung des Quartiers geeignet. Wie in Tabelle 9-2 zu sehen ist, verfügt die Anlage im Jahr über ca. 2.800 Volllaststunden und erzielt dadurch einen Wärmeertrag von 208 MWh. Unter Berücksichtigung des Eigenverbrauchs und der ohnehin geringen Wärmemenge bietet diese BGA kein Potential für eine zentrale Wärmeversorgung des Quartiers.

9.2.2 ENERGIE CORDES KG KRAGSTEDT

Diese Biogasanlage bietet grundsätzlich ein hohes Potenzial für die Versorgung eines Wärmenetzes im Kerngebiet Wanderup. An diesem Betriebsstandort sind zwei Motoren (BHKW) installiert. Die Anlage ist für den Flex-Betrieb überbaut. Die Differenz zwischen Höchstbemessungsleistung und installierter Leistung beträgt 570 kW. Das tatsächliche Potenzial der Wärmezeugung liegt weit über der heute erzeugten Wärmemenge. Es ist grundsätzlich denkbar, eines der beiden BHKW als Satelliten-BHKW an den Standort einer Energiezentrale für das Fernwärmenetz umzusiedeln. Hierfür würde sich das größere BHKW mit höherer Wärmeleistung anbieten. Durch eine veränderte Fahrweise mit erhöhten jährlichen Vollbenutzungsstunden könnte dadurch potenziell die Versorgung eines initialen Wärmenetzes als Keimzelle des Netzausbaus zu einem moderaten Preis bereitgestellt werden. Als potenzieller Standort der Energiezentrale kommt eine heute landwirtschaftlich genutzte Fläche im Süden des Quartiers in Frage, die sich ebenfalls im Eigentum des Biogasanlagenbetreibers befindet. Der Bau einer min. 3 km langen Fernwärmeleitung als Versorgungsstrasse könnte dadurch umgangen werden. Anstelle der Wärmeleitung könnte eine Gasleitung verlegt werden. Die Vorteile einer Gasleitung gegenüber der Wärmeleitung sind in erster Linie die niedrigeren Baukosten und die entfallenden Wärmeverluste über diese große Distanz.

Der Anlagenbetreiber ist Mitglied der Lenkungsgruppe. Daher wurde die Nutzung der Biogasanlage für ein Wärmenetz von Beginn an kommuniziert und eine Bereitschaft für die Umsiedlung eines BHKW von dem Betreiber signalisiert. Aufgrund unterschiedlicher Einflüsse wurde diese Bereitschaft zurückgezogen. bis auf Weiteres stellt ein Satelliten-BHKW somit keine Option mehr

dar. Eine Nutzung der Wärme vor Ort (an der BGA) durch eine geeignete Wärmesenke wie beispielsweise einer Trocknungsanlage oder durch mobile Wärmespeicher kann weiterhin betrachtet werden.

Ebenso wäre es möglich, Wärme per Container von der BGA ins Quartier zu transportieren. Hierbei wird der Inhalt des Containers an der Biogasanlage mittels eines Wärmetauschers „aufgeladen“ und die Wärme im Quartier, wieder mit Hilfe eines Wärmetauschers, abgegeben. Die Container enthalten ein Material, das zwischen den Temperaturen im be- und entladenen Status einen Phasenübergang zwischen fest und flüssig durchläuft, wodurch größere Speichermöglichkeiten bestehen als nur über die spezifische Wärmekapazität des Materials.

Gemäß Angaben der PCM Energy GmbH, die in der Entwicklung von stationären und mobilen Phasenwechselspeichern tätig ist, wurden die Parameter für ein containerbasiertes Wärmetransportsystem abgeschätzt und berechnet. Dabei wird im Standardfall davon ausgegangen, dass ein mobiler Wärmetransportcontainer ca. 1,3 MWh Wärme (max. Speichertemperatur 78 °C; Schmelz- und Erstarrungsbereich 56 °C bis 58 °C) transportieren kann; das ist das Wärmeäquivalent von rund 120 Litern Heizöl. Die Belade- und Entladezeit eines Containers beträgt ca. drei bis sechs Stunden, je nach Temperaturdifferenz, Leistung und Volumenstrom. Bei der Organisation des Wärmetransportes wurde hier zunächst von einem System aus zwei Containern ausgegangen: Davon wird einer beladen und einer transportiert und entladen. Es handelt sich um ein rollierendes System.

Die Containerlösung ist vor allem bei Wärmenetzen mit entsprechend hohen Wärmeabnahmen sinnvoll, da dann der mögliche Absatz der Containerwärme eine Amortisation der erforderlichen Investitionen ermöglicht.

9.2.3 ENERGIE CORDES KG KRAGSTEDT MOOR

An diesem Betriebsstandort ist ein BHKW in Betrieb. Die Anlage ist für die Integration in ein Wärmenetz grundsätzlich interessant. Nach dem Abzug des Eigenwärmebedarfs verbleiben ca. 1.700 MWh per anno als nutzbare Wärmemenge. Es wurde dabei mit dem Betreiber die konservative Annahme von jährlich 8.000 Volllaststunden getroffen. Eine Steigerung von 9 % ist möglich. Aufgrund der Wärmedarfs der Biogasanlage und weiteren Rahmenbedingungen kann das BHKW jedoch nicht in Richtung Quartier umgesiedelt werden. Eine Nutzung der Wärme vor Ort oder durch Wärmetransport per Container ist wie bei dem vorgenannten Standort grundsätzlich darstellbar.

9.3 BIOMASSE

Neben Biogas kann auch feste Biomasse zur Wärmegewinnung in Verbrennungskesseln genutzt werden. Zum einen kommen hier Biomassepellets zur Anwendung. Dabei handelt es sich um einen z. B. gemäß EN 14961-2 genormten Brennstoff, der in der Regel aus Holz hergestellt wird. Es sind jedoch auch Pellets z. B. aus Grünschnitt (BtE® - „Biomass to Energy“) oder aus Gülle (z. B. von der BSWE - Bürgerenergie Sauberes Wasser Eggebek GmbH) verfügbar oder in Entwicklung. Entsprechende Einsatzstoffe müssten jedoch von außerhalb der Gemeinde Wanderup beschafft werden.

Ferner können Holzhackschnitzel eingesetzt werden. Sie können aus unbehandeltem Holz verschiedener Quellen (Kurzumtriebsplantagen, Grünschnitt, geschredderte Paletten, Reste

holzverarbeitender Betriebe etc.) stammen und werden bei frischem Holz idealerweise getrocknet - z. B. mit überschüssiger Abwärme aus lokalen Biogasanlagen. Das lokale Potenzial für Biomasse, die in Holzhackschnitzelheizungen eingesetzt werden kann, wäre im Detail zu erkunden. Ergänzt werden kann es durch Lieferungen aus anderen Quellen.

Bei der Beschaffung von Biomasse 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.

Die Wertschöpfung würde bei regionalen Quellen weitestgehend in der Region verbleiben.

Während Pellets als genormter Brennstoff auch bei kleineren Anlagen relativ wartungsarm eingesetzt werden können, müssen Holzhackschnitzelheizungen wegen der Heterogenität des Brennstoffs robuster sein und weisen einen höheren Wartungsaufwand auf. Sie kommen daher für größere Heizzentralen eines Wärmenetzes in Frage. Dafür ist ihr Brennstoff günstiger zu beschaffen.

9.4 PHOTOVOLTAIK

Für eine ganzheitliche Betrachtung des Wärmesystems spielt die Nutzung solarer Strahlungsenergie durch Photovoltaik eine untergeordnete Rolle; sie kann jedoch einen positiven Beitrag für die Effizienz und Lebensdauer der genutzten Energiewandler leisten.

PV-Freiflächenanlagen sollten dabei so dimensioniert werden, dass die den Wärmebedarf der Sommermonate decken, wie im Abschnitt Solarthermie näher beschrieben. Im Fall, dass die Wärmeversorgung im Winter anteilig durch Wärmepumpen und somit ebenfalls elektrischem Strom realisiert wird, ist die im Winter bereitgestellte PV-Leistung gering. Überschüssiger PV-Strom kann jedoch anderweitig zur Deckung des Eigenstrombedarfs genutzt werden. Alternativ bleibt die Einspeisung in das öffentliche Netz.

Sowohl PV-Dachanlagen als auch Freiflächenanlagen im Bestand werden bei der Betrachtung des Energiesystems lediglich der Vollständigkeit halber erwähnt. Eine nähere Untersuchung für ein zentrales Energieprojekt wird nicht in Betracht gezogen. Die Zusammenführung von Bestandsanlagen in ein System für ein Energieprojekt wären mit einem hohen organisatorischen Aufwand verbunden. Bestandsanlagen fallen sukzessiv aus der EEG-Vergütung und stehen nicht gebündelt zu einem definierten Zeitpunkt für ein Projekt zur Verfügung. Der technische Zustand der Anlagen ist eine weitere Variable, die bei einer Planung für Unsicherheit sorgt. Aus diesen Gründen ist eine Nutzung von aus der EEG-Vergütung fallenden PV-Anlagen nicht betrachtet worden.

PV-Anlagen können ungeachtet dessen eine wesentliche Rolle bei der Betrachtung eines übergeordneten Energiesystems, welches die elektrische Energieversorgung mit einbezieht, einnehmen. Eine Betrachtung könnte, falls gewünscht, für die Umsetzungsphase im Sanierungsmanagement erfolgen.

9.5 SOLARTHERMIE

Alternativ zu Freiflächen-Photovoltaikanlagen können auch Freiflächen-Solarthermieranlagen errichtet werden.⁶

Diese können zum einen auf den Wärmebedarf im Sommer, der im Wesentlichen aus der Trinkwassererwärmung resultiert, ausgelegt werden. Andere Wärmequellen wie z. B. Biomassekessel können dann im Sommer weitestgehend abgeschaltet werden. Dies wirkt sich positiv auf begrenzte Ressourcen sowie Nutzungsgrad, Lebensdauer und Emissionen der Heizkessel aus. Ein Kurzzeitspeicher puffert die gewonnene Wärme aus der Solaranlage tageweise für eine spätere Nutzung.

Ergänzend sind auch Versorgungskonzepte mit Langzeitspeichern (saisonaler Speicher) möglich. Hier wird die Sonnenwärme nicht nur tageweise an Sonnentagen, sondern über mehrere Monate hinweg bis in den Winter z. B. in großen Wasserbecken oder im Aquifer gespeichert.⁷

9.6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Das Quartier mit seinem unmittelbaren Umfeld besitzt großes Potential zur Energieversorgung aus erneuerbaren Energien (EE). Daher wird empfohlen, das Quartier in weiteren Betrachtungen und bei der Umsetzung von Maßnahmen ganzheitlich Sektor übergreifend zu betrachten. Das Quartier bietet ausreichend Potential für eine zukünftige 100%ige Versorgung aus erneuerbaren Energiequellen. Die nachstehende Abbildung 9-1 (Quelle: EcoWert360° GmbH) zeigt exemplarisch das Quartier als Dorf der Zukunft.

⁶ Aufdach-Anlagen eignen sich aufgrund der komplexeren hydraulischen Einbindung nicht für ein Wärmenetz, sondern lediglich für die dezentrale Versorgung einzelner Liegenschaften.

⁷ Denkbar sind auch kalte Wärmenetze mit Eisspeichern, die durch Solaranlagen regeneriert werden. Sie eignen sich jedoch vor allem in Neubaugebieten bzw. Bereichen mit sehr gut sanierten Liegenschaften.

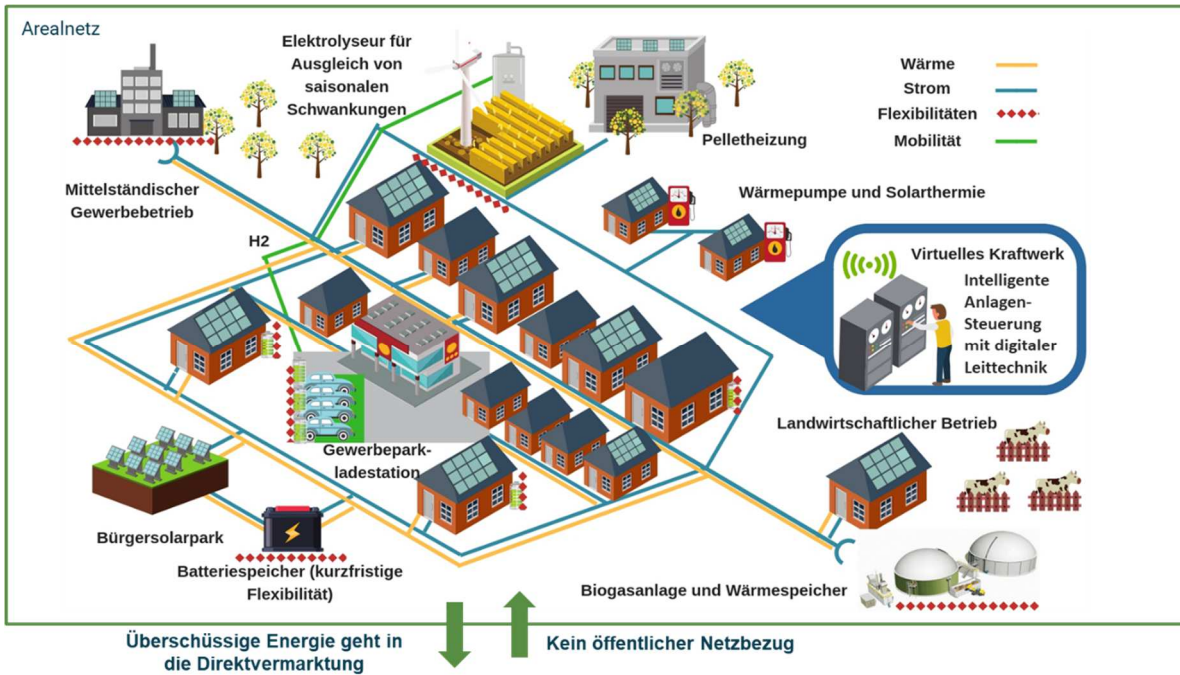


Abbildung 9-1: Beispiel des Dorfs der Zukunft

10 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 und der Potenziale erneuerbarer Energieträger in den beiden vorangegangenen Kapiteln folgt hier nun 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 aktuell üblich ist, wird im jeweiligen Gebäude selbst Wärme erzeugt; dies geschieht im Quartier bisher überwiegend auf Heizöl- oder 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.⁸

10.1 ZENTRALE VERSORGUNGSOPTIONEN

Vor dem Hintergrund der aus Klimaschutzgründen gebotenen Senkung der CO₂-Emissionen wird auf eine zentrale Wärmeversorgung des Quartiers fokussiert. Hierbei wird sowohl eine leitungsgebundene Wärmeversorgung des Gesamtquartiers als auch die eines exemplarischen kleinen Teilgebietes qualitativ anhand ökologischer, technischer und wirtschaftlicher Kriterien auf Realisierbarkeit geprüft. Der kleinere Versorgungsbereich am Süderweg könnte aufgrund der abgängigen Heizungsanlagen der Gebäude als „Kristallisationspunkt“ einer späteren leitungsgebundenen Wärmeversorgung des Gesamtquartiers dienen. Weitere Gebiete könnten dann sukzessive erschlossen werden. Die zwei verschiedenen Netzvarianten lauten wie folgt (vgl. Abbildung 10-4 und Abbildung 10-5):

- Netzvariante 1: Zentrale Wärmeversorgung des gesamten Quartiers
- Netzvariante 2: Zentrale Wärmeversorgung des Wärmeverbunds am Süderweg

Die Planung des Wärmeverteilsystems setzt die Festlegung des vorläufigen und ortsabhängigen Netzaufbaus voraus. Hierbei muss neben der Darstellung der Struktur von Wärmeverteilungsnetzen und deren Betriebstemperaturen auch auf die Netzdimensionierung und die Wärmeverluste eingegangen werden. Die notwendige Wärmezentrale sollte insbesondere bei der Nutzung von Biomasse oder Wärmetransporten per Container möglichst straßennah entlang der Hauptstraße der Gemeinde verortet werden, da so innerörtliche Störungen von Wohngebieten durch Brennstofflieferungen und Emissionen minimiert werden können. Als Standort könnte sich das team Baucenter anbieten, mit dem auch Kooperationen denkbar sind, ebenso wie die Fläche der Liegenschaften Tarper Str. 2 / Süderweg 1a, die von den Amtswerken gekauft wurden. Die Standorte einer möglichen Wärmezentrale sowie die Lage in der unmittelbaren Umgebung sind Abbildung 10-1 zu entnehmen.

⁸ Die Option kalter Nahwärme erschien im vorliegenden Quartier mit seinem großen Anteil an Bestandsgebäuden nicht als sinnvoll.

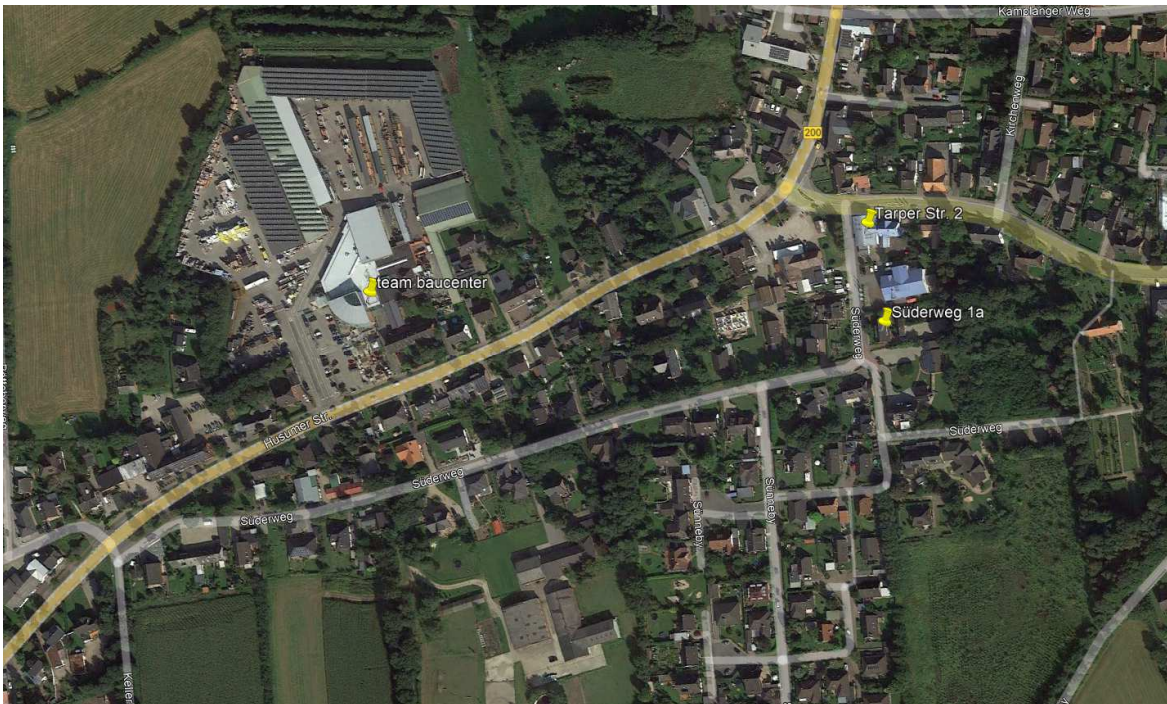


Abbildung 10-1: Lage der Standorte einer möglichen Heizzentrale in Wanderup ⁹

10.1.1 VORÜBERLEGUNGEN ZUR PRIORISIERUNG VON VERSORGUNGSLSÖSUNGEN

In welcher Form sich eine zentrale Wärmeversorgung im Quartier zukünftig gestalten ließe, wird basierend auf den Potenzialen (Kapitel 9), 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 Abwägung, die mit der Lenkungsgruppe (vgl. Kapitel 12.1) abgestimmt wurde, werden der ausschließliche Einsatz von Öl- und Gaskesseln, Pelletkesseln, Brennstoffzellen und Erdgas-BHKW in den Detailbetrachtungen für den Ausbau einer zentralen Wärmeversorgung nicht weiter berücksichtigt:

- Alleinige Öl- und Gaskessel sind aus Klimaschutzgründen, aufgrund der Versorgungssicherheit und zunehmend auch aus Kostengründen für eine zentrale Wärmeversorgung nicht weiter akzeptabel.
- Pelletkessel sind für dezentrale Lösungen gegenüber Holzhackschnitzeln wegen der einfacheren Handhabung zu bevorzugen, bei zentralen Lösungen aber weniger kostengünstig.
- 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 - vgl. (IPP ESN, 2019).

⁹ Bildquelle: Google Earth

- 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.

10.1.2 BETRACHTETE VERSORGUNGSVARIANTEN

Eine nach den Vorüberlegungen von Kapitel 10.1.1 verbleibende Versorgungsvariante sieht die zentrale Wärmebereitstellung mittels eines Holz hackschnitzel-Heizkessels vor, der durch eine auf den Wärmebedarf im Sommer ausgelegte solarthermische Anlage (Freiflächen-Solarthermie) unterstützt wird. Ergänzend wird z. T. auch ein Versorgungskonzept mit größerer Solarthermieanlage samt saisonaalem Speicher betrachtet.

Darüber hinaus wurde, alternativ zur Solarthermieanlage, eine Abnahme von überschüssiger Biogaswärme aus der umliegenden Biogasanlage Energie Cordes KG im Süden des Gemeindebiets betrachtet. Die Wärmelieferung erfolgt per Container (Details siehe Kapitel 10.1.3).

Eine alternative Quelle zur Versorgung des Nahwärmenetzes bilden elektrisch betriebene Luftwärmepumpen, die Umgebungswärme als Wärmequelle nutzen und zur Unterstützung der Holz hackschnitzel und Erdgas befeuerten Kesselanlagen untersucht werden. In einer Variante ersetzen diese lediglich die Solarthermieanlage bzw. Containerwärme und werden mit Netzstrom betrieben.

Alternativ könnten die Luftwärmepumpen größere Anteile der Versorgung übernehmen. Dabei wird dann von einem Strombezug über PPA von einem der geplanten Windparks (vgl. Abbildung 7-25) ausgegangen (Details siehe Kapitel 10.1.4).

Die Spitzenlasten, die zum Beispiel an besonders kalten Tagen entstehen, werden in allen Varianten durch einen Niedertemperatur- (NT-) Erdgaskessel gedeckt, welcher die Wärmeleistung des gesamten Wärmenetzes bereitstellen könnte, so dass er auch die Besicherung für einen temporären Ausfall der Grundlastwärmeerzeuger darstellt. Der Strom zum Betrieb der Gesamtanlagen wird aus dem öffentlichen Netz bezogen.

10.1.3 BIOGASWÄRMENUTZUNG MITTELS WÄRMETRANSPORT ÜBER MOBILE CONTAINER

Bei der Betrachtung wird von 365 Heiztagen (einschließlich Warmwasserbereitung) ausgegangen, die Wärmeübergabe per Container findet viermal pro Tag statt. Am Beispiel des Wärmenetzes zur Versorgung des gesamten Quartiers mit Wärme ergeben sich insgesamt 1.460 Ladezyklen pro Jahr, wodurch auf diese Weise mit einem System aus zwei Containern eine Wärmemenge von 1.898 MWh pro Jahr transportiert werden kann.

Die dafür erforderlichen Investitionskosten bestehen aus der Übergabestation an der Biogasanlage und dem Heizwerk sowie den zwei Containern inkl. Chassis. Insgesamt ergeben sich so Investitionskosten von rund 430 Tsd. Euro (netto).

Tabelle 10-1: Abschätzung der zu erwartenden „mobilen Biogaswärmegestehungskosten

	Gesamtquartier	Teilgebiet
Investitionen	430 T€/a	430 T€/a
Zinssatz	1,5%	1,5%
Kreditlaufzeit	15 Jahre	10 Jahre
Kapitalkosten (ohne Förderung):	32 T€/a	32 T€/a
Bedienung und Wartung:	6 T€/a	6 T€/a
Transportkosten:	49 T€/a	33 T€/a
Gesamtkosten:	87 T€/a	71 T€/a
Wärmemenge	1.898 MWh/a	1.271 MWh/a
Gestehungskosten:	46 €/MWh	56 €/MWh

Die containerbasierte Versorgungslösung ersetzt keine der sonst betrachteten Versorgungssysteme, sondern kann diese ggf. optimieren. Eine Vollversorgung mit Biogaswärme mittels Wärmetransport über mobile Container ist aufgrund der niedrigen Schmelztemperatur des Latentwärmespeichers von 58 °C - die Netztemperatur liegt zwischen 65°C und 70°C - nicht möglich. Die Schmelztemperatur ist diejenige, bei der der vorliegende Stoff (Speichermedium) vom festen Aggregatzustand in den flüssigen übergeht. In diesem kleinen Temperaturbereich rund um den Phasenwechsel können im Vergleich zu Heißwasserspeicher große Wärmemengen freigegeben werden. Aufgrund dessen ist je nach erforderlichem Temperaturniveau der Wärmenutzung auch ein weiterer Temperaturhub durch einen stationären Wärmeerzeuger notwendig.

Der Containerwärmepreis konkurriert mit den variablen Gestehungskosten (Brennstoff und Energie) des trotzdem erforderlichen Hauptversorgungssystems, was den erzielbaren Preis limitiert.

Interessant scheint die Wärmecontainerlösung für das größere Versorgungsgebiet, da der mögliche Absatz der Containerwärme steigt und damit auch das mögliche Investitionspotenzial. Bei dem kleinen Versorgungsgebiet ist eine Wirtschaftlichkeit wegen der nicht erreichbaren Auslastung schwieriger, da die Wärmegestehungskosten über die Gestehungskosten der weiterhin benötigten Erzeugungsanlagen liegen.

Unter den hier getroffenen Annahmen und den gegebenen Rahmenbedingungen könnte die Containerbasierte mobile Wärmetransportlösung eine interessante Ergänzung für die untersuchten Netzvarianten sein. Dies gilt insbesondere, weil die Abwärme der Biogasanlage ohnehin anfällt und die erforderlichen Investitionen deutlich geringer ausfallen als bei einem leitungsgebundenen Wärmetransport.

10.1.4 POWER-TO-HEAT: WÄRMEPUMPE / WINDKRAFT

Im Fall von Wanderup ist die Einbindung von Windstrom in die dörfliche Wärmeversorgung mit Hilfe lokaler Windparks möglich. Sowohl die bereits bestehenden WKA als auch der neu geplante Windpark sind in geringer Distanz zum Ort an die Wärmeerzeugung anzubinden. Über eine Stromdirektleitung können Großwärmepumpen mit regenerativem Strom aus Windkraft betrieben werden. Während der Zeit, in der kein Windstrom produziert wird, bezieht die Wärmepumpe den nötigen Strom aus dem öffentlichen Netz. Die nicht über die Wärmepumpe abzubildende Spitzenlast ist in diesem Szenario mit einem fossilen Gaskessel gedeckt. Der Anteil des Gaskessels kann grundsätzlich 1:1 mit regenerativen Quellen wie z. B. Strom aus Biogas oder einem Holzhackschnitzelkessel ersetzt werden, um eine 100 % regenerative Wärmeversorgung zu erreichen.

Die Ergänzung dieser Versorgungslösung mit solarer Energie, sei es durch Photovoltaik oder Solarthermie, ist für den geringen Wärmebedarf in den Sommermonaten durchaus sinnvoll, kann jedoch nur geringe Anteile des hohen winterlichen Wärmebedarfes decken.

In Wanderup besteht die Auflage Windkraftanlagen nachts abzuschalten (21 bis 6 Uhr). Diese Abschaltung wurde bei der Betrachtung mit berücksichtigt.

Der in Abbildung 10-2 dargestellte Wärmelastgang zeigt die Zusammensetzung der Wärmebedarfsdeckung, aufgeschlüsselt nach Wärmequellen, in diesem Szenario. Es ergibt sich eine Deckung des Wärmebedarfs über Windstrom von mindestens 50 %. In diese Betrachtung wurde kein Speicher eingebunden.

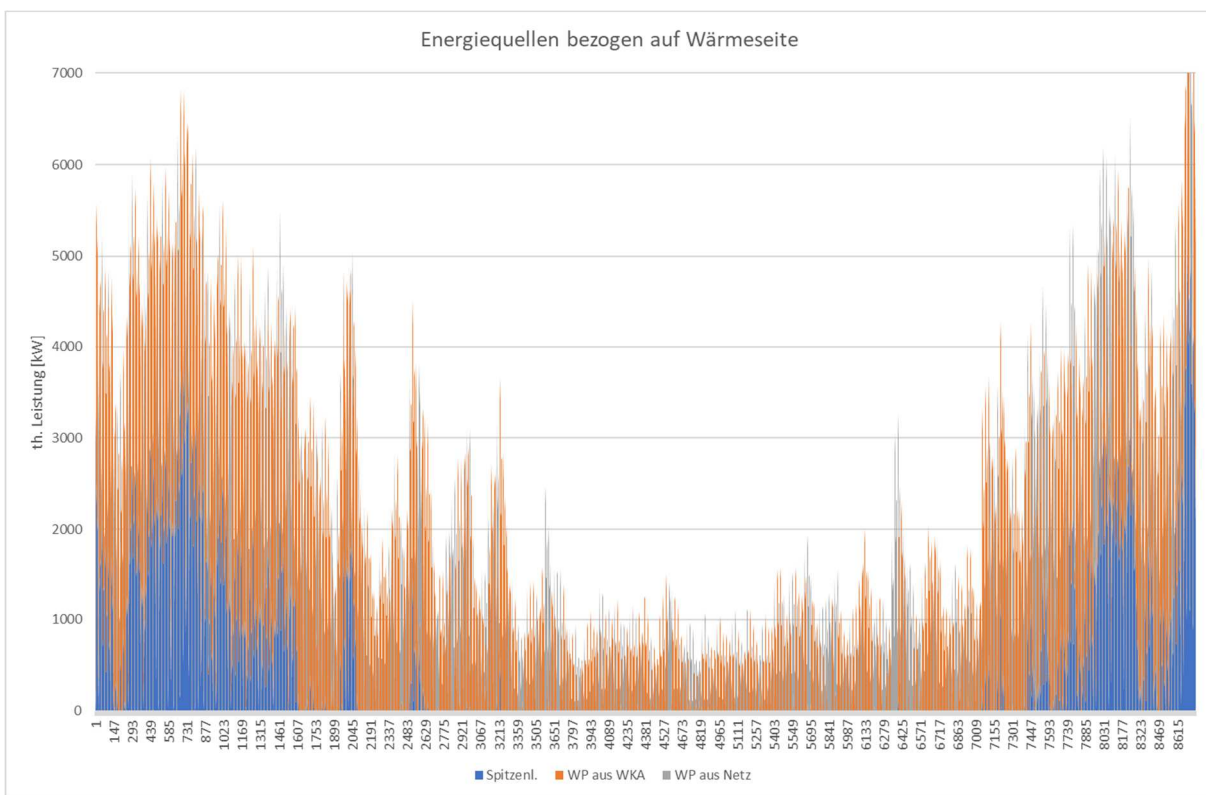


Abbildung 10-2: Wärmelastgang mit Wärme aus Windstrom (Standortspezifisch Wanderup)

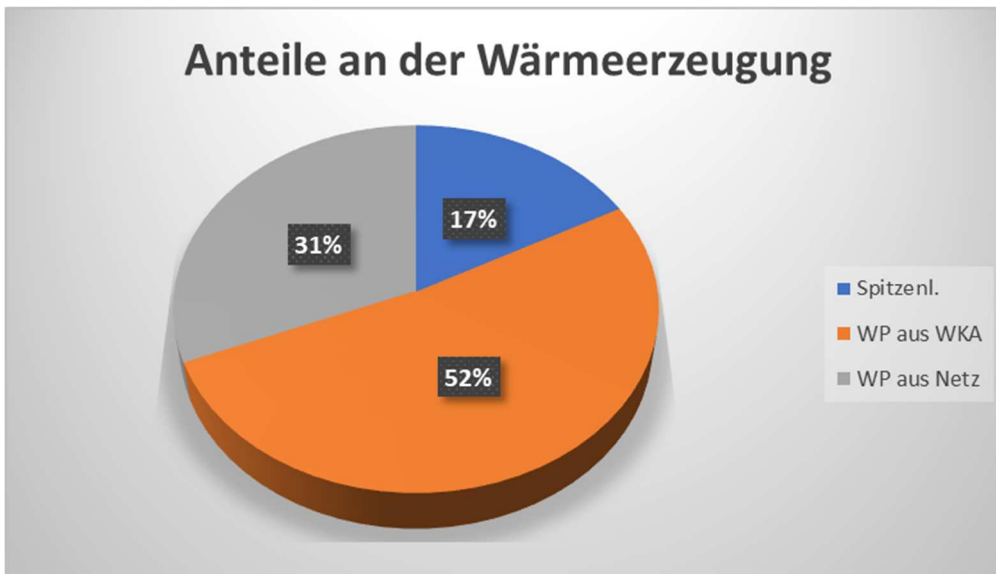


Abbildung 10-3: Verteilung der Wärmeerzeugung mit Windstrom

Die in Abbildung 10-3 dargestellten 31 % des Strombedarfs der Wärmepumpe aus dem öffentlichen Stromnetz könnten grundsätzlich auch durch Stromlieferverträge mit regionalen Erzeugern regenerativen Stroms (PPA) abgedeckt werden.

Für das Szenario wurde ein konservativer Ansatz von 18 Cent pro kWh für den Windstrom mit eingepreist - nicht nur die Windstromgestehungskosten. Ein konkreter Strompreis sollte in einem PPA mit dem Windpark-Betreiber verhandelt werden. Bei zukünftigen Betrachtungen sollten die Preisstrukturen der Stromdirektvermarktung und EEG-Ausschreibungen berücksichtigt werden. Mittel- und langfristig ist mit einer Preisstruktur von 9 - 13 Cent pro kWh zu rechnen (Ansatz für Preisspanne der Direktvermarktung).

10.1.5 ENTWURF WÄRMENETZ

Für die Ermittlung der Gesamtinvestitionen sowie der Netzwärmeverluste ist die Bestimmung der Trassenlängen der untersuchten Wärmenetze erforderlich. Diese wurden anhand einer Ortsbegehung und luftbildfotografischen Abbildungen näherungsweise ermittelt. Die Nahwärmeverluste sind hierbei exemplarisch für ein gut gedämmtes und zu empfehlendes Netz aus getrenntem Vor- und Rücklauf und sogenannten Twin-Rohren mit gemeinsamem Vor- und Rücklauf in einem Mantel und gemeinsamer Isolierung betrachtet worden.

Die Auslegung der Wärmenetze erfolgte nach den aktuellen Wärmebedarfen der Gebäude. Grundlage der Berechnungen ist angesichts der hier gegebenen Netz- bzw. Nutzerkonstellationen eine Anschlussquote von 100 %, so dass mit den berechneten Kapazitäten langfristig ein Wärmeanschluss für jeden Haushalt gewährleistet werden kann. Alle Anlagen- und Wärmenetzauslegungen wurden auf den aktuellen Wärmebedarf ausgelegt. Langfristig ist mit einer Sanierung einer Vielzahl von Gebäuden zu rechnen. Die Sanierungen werden jedoch nicht auf einen Schlag kommen, sondern sukzessive verteilt über viele Jahre (vgl. Kapitel 8.4). 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 die Trinkwassererwärmung nicht verändern wird.

Abbildung 10-4 und Abbildung 10-5 stellen die möglichen Trassenführungen der untersuchten Wärmenetze dar.

Um die Wärmenetze im Hinblick auf Netzverluste bzw. Wärmeverteilung qualitativ bewerten zu können, müssen die zwischen Heizzentrale und Abnehmer verloren gehenden Wärmemengen mit betrachtet werden (vgl. Abbildung 10-6). Diese sind hauptsächlich von der Netzlänge und damit der Siedlungsstruktur abhängig und liegen hier zwischen 12 und 17 %. Die Wärmeverluste beeinflussen die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes und sollten daher möglichst geringgehalten werden. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn die Wärme nicht aus ohnehin vorhandener und bisher nicht genutzter Abwärme stammt. Bei einer niedrigeren Netzanschlussquote bleiben die absoluten Wärmeverluste in etwa gleich, die relativen steigen somit. Dies würde die Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems verschlechtern.

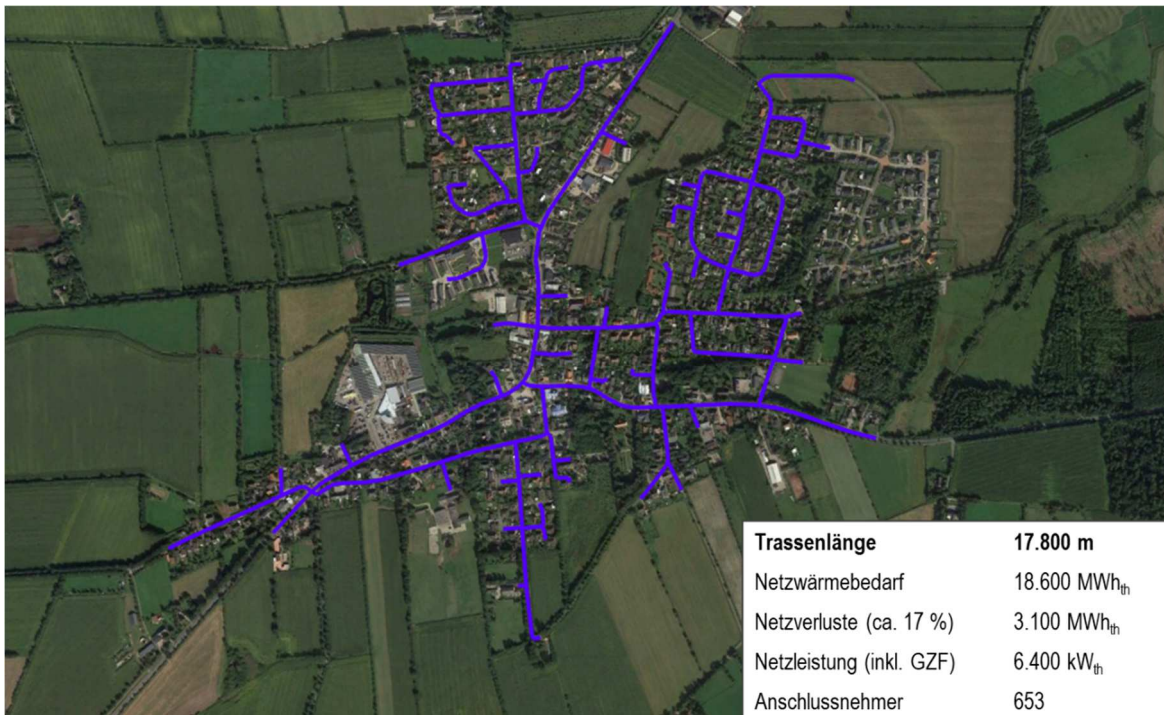


Abbildung 10-4: Mögliche Trassenführung zur Versorgung des gesamten Quartiers

Die Anschlussdichten der untersuchten Wärmenetze sind ebenfalls in Abbildung 10-6 dargestellt und setzen 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 relativen Investitionskosten für die Leitungen auch die Wärmeverluste innerhalb des Netzes in Relation zur Wärmeabnahme niedrig gehalten werden. Die Gegenüberstellung von Anschlussdichte und Netzverlusten der Netze zeigt, dass die Verluste mit zunehmender Anschlussdichte sinken. Aufgrund der relativ moderaten Wärmeabnahme auf langer Wärmetrasse haben die hier untersuchten Wärmenetze relativ moderate Anschlussdichten. Signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Netzen sind nicht zu erkennen. Auch außerhalb großstädtischer Ballungsgebiete ist der Betrieb von effizienten und

klimafreundlichen Wärmenetzen jedoch mit moderaten Anschlussdichten und hohen Systemeffizienzen durchaus möglich.

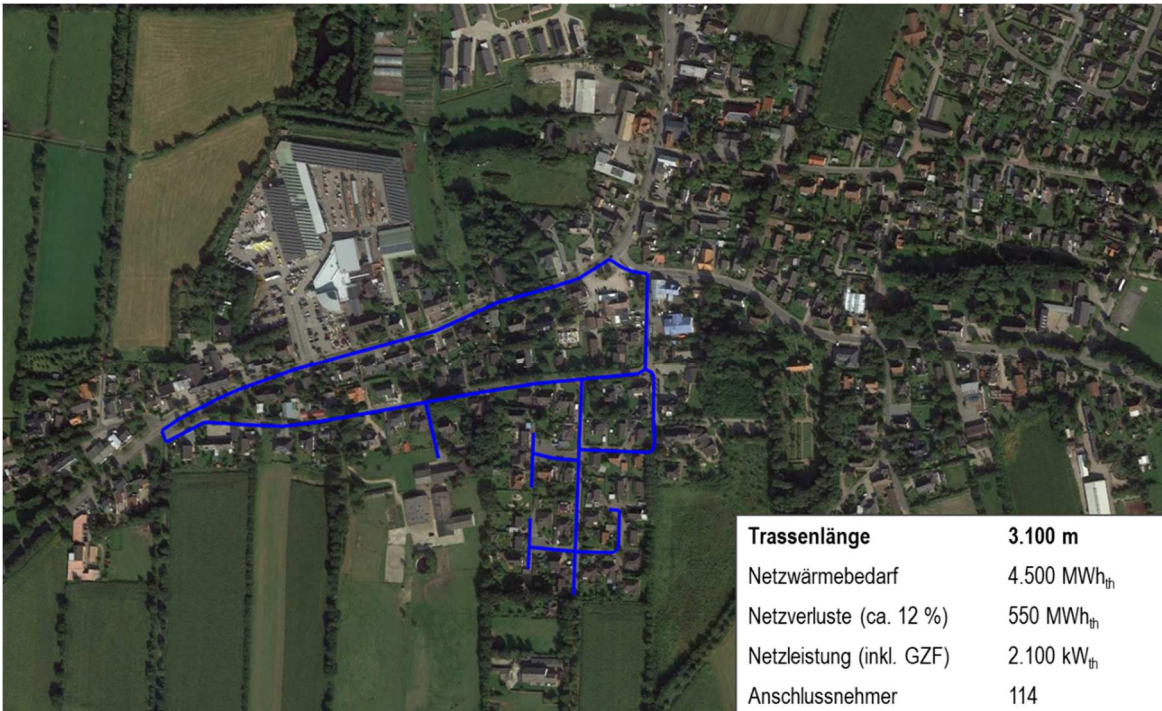


Abbildung 10-5: Mögliche Trassenführung zur Versorgung des Wärmeverbunds am Süderweg

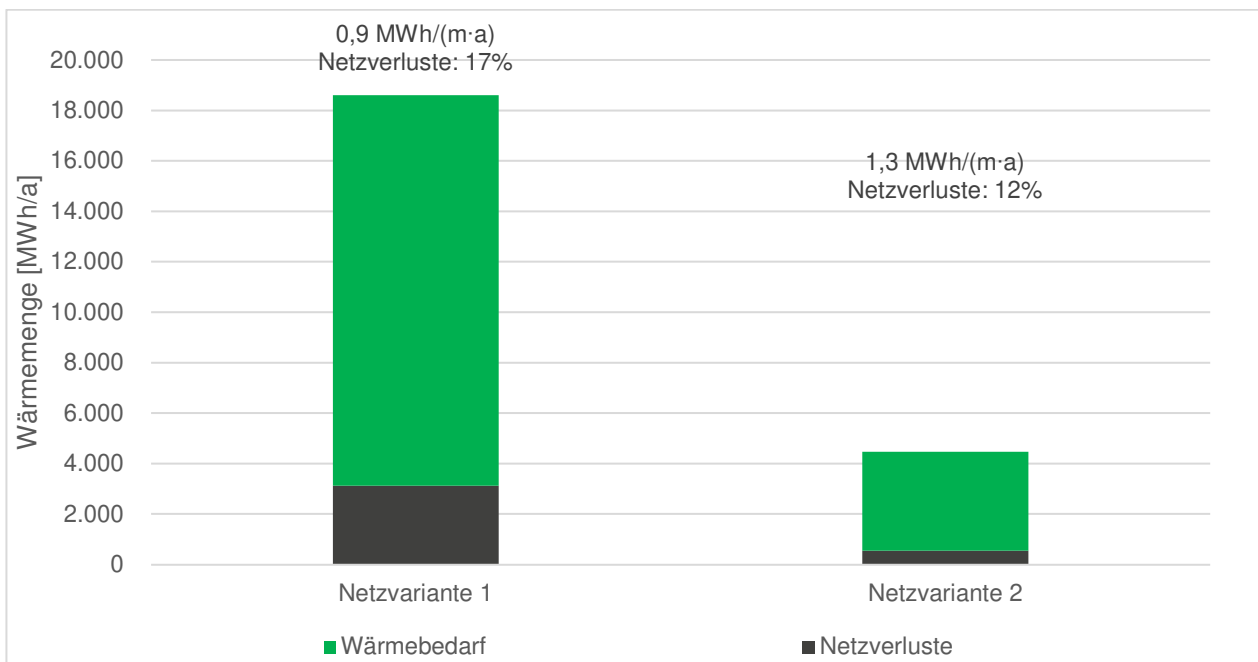


Abbildung 10-6: Netzverluste und Anschlussdichte der untersuchten Wärmenetze

10.1.6 ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE ANSÄTZE

Um die im nächsten Schritt untersuchten Szenarien wirtschaftlich bewerten zu können, wurden die energiewirtschaftlich relevanten Rahmenparameter definiert. Neben einem Kapitalzins von

1,5 % 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 möglich ist (Bundesregierung, 2019). Die Ansätze für Wartungs- und Reparaturkosten wurden bei den Herstellern angefragt oder stammen aus vergleichbaren Projekten.

Die Vergütung der Biogas-Wärme für die BGA-Betreiber wird mit 3,0 ct/kWh beziffert. Für den mobilen Wärmetransport (Containerlösung) sind weitere Kosten je nach Netzvariante in Höhe von 4,6 bzw. 5,6 ct/kWh angesetzt worden, die die kompletten Gestehungskosten enthalten. Die Belieferung von Holzhackschnitzeln kann z. B. durch regionale Lohnunternehmen erfolgen. Hier wurde ein Preis von 18 €/m³ mit einer jährlichen Steigerung von 3% angesetzt. Der Energiepreis für Eigenstrom aus Windkraftanlagen wird mit 18 ct/kWh kalkuliert und schließt alle gesetzlichen Preisbestandteile, die mit der Nutzung des öffentlichen Stromnetzes einhergehen, insbesondere anfallende Netzentgelte und gesetzliche Abgaben und Umlagen, aus.

Tabelle 10-2 gewährt einen Überblick über die energiewirtschaftlichen Ansätze, die der Wirtschaftlichkeitsberechnung zu Grunde gelegt wurden. Für die wirtschaftliche Bewertung der zentralen Versorgungsvarianten wurde zunächst der durchschnittliche Preis von Gas, Strom, Holzhackschnitzel und Holzpellets von 2021 angesetzt. Später werden dann jedoch auch die Auswirkungen der Preissteigerungen, die bis März 2022 eingetreten sind, berücksichtigt.

Alle Preise und Ansätze im vorliegenden Bericht sind Nettopreise (zuzüglich Mehrwertsteuer).

Tabelle 10-2: Energiewirtschaftliche Ansätze

Energiewirtschaftliche Ansätze (netto)			
Kapitalzins		1,50%	p. a.
Wartung und Instandhaltung			
Solarthermie		1,00%	p. a./Invest
Biomassekessel		4,00%	p. a./Invest
Kesselanlage		1,00%	p. a./Invest
Großwärmepumpe		1,50%	p. a./Invest
Anlagentechnik und Installation		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
Energiekosten			
Durchschnittspreis Erdgas	Ø 2021	5,9	ct/kWh _{HS}
	Mrz 22	10,4	ct/kWh _{HI}
Durchschnittspreis Hackschnitzel	Mrz 22	2,2	ct/kWh _{HI}
Durchschnittspreis Holzpellets	Ø 2021	4,2	ct/kWh _{HI}
	Mrz 22	6,2	ct/kWh _{HI}
Durchschnittspreis Strom aus öfftl. Netz	Ø 2021	26,8	ct/kWh _{ei}
	Mrz 22	30,4	ct/kWh _{ei}
Durchschnittspreis Strom aus Windkraft	Mrz 22	18,0	ct/kWh _{ei}
CO ₂ -Bepreisung	Ø 2022-2032	73,8	€/t CO ₂
Wärmetransport über Container			
Vergütung Biogas-Wärme		3,0	ct/kWh
Gestehungskosten Containertransport Netzvariante 1		4,6	ct/kWh
Gestehungskosten Containertransport Netzvariante 2		5,6	ct/kWh

10.1.7 ZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG OHNE SANIERUNG

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

10.1.7.1 ANLAGENDIMENSIONIERUNG UND ENERGIEBILANZEN

Im ersten Schritt werden zunächst die Wärmeerzeuger dimensioniert und die unterschiedlichen Energieflüsse bilanziert. Tabelle 10-3 stellt die Energiebilanzen der einzelnen Versorgungsszenarien für die untersuchten Wärmenetze dar.

Im Folgenden werden die Annahmen und Ergebnisse der Energiebilanzen anhand des untersuchten Wärmenetzes zur Versorgung des gesamten Quartiers näher erläutert.

Die benötigte jährliche Wärmemenge aller Gebäude im Quartier liegt im Mittel bei etwa 15,5 GWh. Obwohl die Wärmeverluste des Netzes durch moderne, gut gedämmte Wärmeleitungen verringert werden können, würde durch die Verteilung eine Wärmeenergie von etwa 3,1 GWh pro Jahr verloren gehen, die dem zukünftigen Nahwärmenetz zusätzlich zugeführt werden müssen. Die Verluste betragen etwa 0,9 MWh/(a·m) bzw. 17 % des gesamten Netzwärmebedarfs. Somit muss dem Wärmenetz unter Einbezug aller Übertragungsverluste eine jährliche Wärmemenge von etwa 18,6 GWh zugeführt werden.

Die solarthermische Anlage kann bei einer Freifläche von ca. 24.000 m² etwa 25 % des jährlichen Netzwärmebedarfs decken. Um dies zu realisieren ist ein Tageswärmespeicher von ca. 480 m³ notwendig.

Der solare Deckungsanteil kann, bezogen auf den Wärmebedarf im Sommer, einen Wert von bis zu 110 % erreichen. Damit ergibt sich eine leichte Überdeckung, d. h. im Sommer wird zeitweise mehr Wärme produziert als benötigt. Dies kann als unproblematisch angesehen werden, da die Wirkungsgradverluste, die durch die in kurzen Phasen ineffiziente Fahrweise der Solarthermieanlage entstehen, durch den höheren jährlichen Solarertrag überkompensiert werden.

Ergänzend können auch saisonale Wärmespeicher eingesetzt werden, welche die in den Sommermonaten gewonnene Überschusswärme aufnehmen und für die sonnenschwachen Monate zur Versorgung des Wärmenetzes vorhalten. Dies wird hier exemplarisch anhand der Versorgung des Teilgebietes Süderweg untersucht. Für dieses müsste der Tageswärmespeicher lediglich ein Volumen von 120 m³ aufweisen. Um die solare Wärme saisonal speichern zu können und den solaren Deckungsanteil von ca. 25 % auf ca. 40 % anzuheben, müsste er um einen saisonalen Speicher mit 8.000 m³ ergänzt werden. Hinzu kämen zusätzliche Solarmodule mit einer Kollektorfläche von 2.000 m².

Um den Wärmebedarf auch dann sicherzustellen, wenn die Solaranlage keine ausreichende Wärme liefert, wird hier eine mit Holzhackschnitzeln befeuerte Kesselanlage mit einer thermischen Leistung von 2.500 kW (ggf. Erzeugersystem bestehend aus mehreren Kesselanlagen) eingesetzt, der in der Variante ohne saisonalen Speicher der Solaranlagen über 60 % des Netzwärmebedarfs abdeckt. Die noch anfallende fossile Wärmeerzeugung zur Abdeckung von Spitzenlasten aus dem Erdgaskessel an kalten Wintertagen macht dann etwa 11 % des gesamten Netzwärmebedarfs aus.

Darüber hinaus wurde eine Abnahme von überschüssiger Biogaswärme aus der umliegenden Biogasanlage Energie Cordes KG im Süden des Gemeindegebiets zur Unterstützung des

holzbefeuerten Erzeugersystems betrachtet. Die Wärmelieferung erfolgt im Container, der in dieser Variante einen Anteil von etwa 10 % am Netzwärmebedarf bedienen kann.

Ein Wärmepumpensystem könnte die zentrale Wärmeversorgung im Austausch gegen die solarthermische Freiflächenanlage bei thermischen Leistungen von insgesamt ca. 680 kW zu 30 % in Verbindung mit den Holzhackschnitzelkessel und Erdgas-Spitzenlastkessel unterstützen. Hier wird noch ein Netzbezug des Stroms angesetzt.

Durch die Integration eines regenerativen Stromerzeugers (benachbarte Windkraftanlage) ist eine Erweiterung der thermischen Leistung des Wärmepumpensystems auf über 3 MW sinnvoll, wodurch ca. 83 % des Netzwärmebedarfs durch elektrisch betriebene Luftwärmepumpen (bzw. 52 % durch den benachbarten Windpark) bereitgestellt werden können (vgl. Abbildung 10-3). Die benötigte elektrische Energie zum Betrieb der Luftwärmepumpe würde somit zu knapp zwei Dritteln aus dem benachbarten Windpark stammen; der Rest müsste aus dem Netz oder über separate PPA beschafft werden. Dann ist kein Holzhackschnitzelkessel mehr vorgesehen; die Abdeckung von Spitzenlasten und Redundanz erfolgt unverändert über einen Erdgaskessel.

Tabelle 10-3: Anlagendimensionierung und Energiebilanzen der zentralen Wärmeversorgung

Energiebilanzen		Gesamtquartier		Gesamtquartier		Gesamtquartier		Teilgebiet		Teilgebiet		Teilgebiet		Teilgebiet		Teilgebiet		Teilgebiet		
		Variante 1.1 Solarthermie+ Holzkessel+ Erdgaskessel	Variante 1.2 Luftwärmepumpe+ Holzkessel+ Erdgaskessel	Variante 1.3 Biomassewärme+ Holzkessel+ Erdgaskessel	Variante 1.4 Windkraftanlage+ Luftwärmepumpe+ Holzkessel+ Erdgaskessel	Variante 2.1 Biomassewärme+ Holzkessel+ Erdgaskessel	Variante 2.2 Holzkessel+ Erdgaskessel	Variante 2.3 Luftwärmepumpe+ Erdgaskessel	Variante 2.4 Luftwärmepumpe+ Holzkessel+ Erdgaskessel	Variante 2.5 Solarthermie (Kurzzeitspeicher)+ Holzkessel+ Erdgaskessel	Variante 2.6 Solarthermie (Langzeitspeicher)+ Holzkessel+ Erdgaskessel	Variante 2.7 Windkraftanlage+ Luftwärmepumpe+ Erdgaskessel	Dimension							
Anzahl Wohngebäude	ca.	607	607	607	607	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	
Anzahl Nichtwohngebäude	ca.	46	46	46	46	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Wärmebedarf	ca.	15.477.813	15.477.813	15.477.813	15.477.813	3.918.497	3.918.497	3.918.497	3.918.497	3.918.497	3.918.497	3.918.497	3.918.497	3.918.497	3.918.497	3.918.497	3.918.497	3.918.497	3.918.497	
Anschlussleistung	ca.	8.022	8.022	8.022	8.022	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	
Wärmenetz																				
Gleichzeitigkeitsfaktor	ca.	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
Trassenlänge Hauptstraße	ca.	11.323	11.323	11.323	11.323	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	
Trassenlänge Hausanschluss	10 m/HÜS	6.530	6.530	6.530	6.530	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	
Netzerleistungsleistung	20 W/m	357	357	357	357	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	
Netzerleistungsleistung	8.760 Vbh	3.127.828	3.127.828	3.127.828	3.127.828	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	
Netzerleistungsleistung	ca.	17%	17%	17%	17%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	
Netzwärmebedarf	ca.	18.605.641	18.605.641	18.605.641	18.605.641	4.465.472	4.465.472	4.465.472	4.465.472	4.465.472	4.465.472	4.465.472	4.465.472	4.465.472	4.465.472	4.465.472	4.465.472	4.465.472	4.465.472	
Netzeleistungsbedarf	ca.	6.373	6.373	6.373	6.373	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	
Vollbenutzungsstunden	ca.	2.919	2.919	2.919	2.919	2.122	2.122	2.122	2.122	2.122	2.122	2.122	2.122	2.122	2.122	2.122	2.122	2.122	2.122	
Strombedarf Netzpumpen	0,015 kWh/kWh	279.085	279.085	279.085	279.085	66.982	66.982	66.982	66.982	66.982	66.982	66.982	66.982	66.982	66.982	66.982	66.982	66.982	66.982	
Anschlussleistung	ca.	0,9 MWh/(m a)	0,9 MWh/(m a)	0,9 MWh/(m a)	0,9 MWh/(m a)	1,3 MWh/(m a)	1,3 MWh/(m a)	1,3 MWh/(m a)	1,3 MWh/(m a)	1,3 MWh/(m a)	1,3 MWh/(m a)	1,3 MWh/(m a)	1,3 MWh/(m a)	1,3 MWh/(m a)	1,3 MWh/(m a)	1,3 MWh/(m a)	1,3 MWh/(m a)	1,3 MWh/(m a)	1,3 MWh/(m a)	
Solarthermie																				
Wärmeerzeuger																				
Kollektorfläche insgesamt	ca.	12.000											3.000	5.000					m²	
Freifläche	ca.	24.000											6.000	10.000					m²	
nutzbare solare Energie	ca.	4.800.000											1.200.000	2.000.000					kWh/a	
davon direkt verwendet	ca.	3.564.416											822.426	1.040.765					kWh/a	
davon im Speicher gespeichert	ca.	1.149.577											320.011	727.906					kWh/a	
davon ungenutzt	ca.	86.008											57.563	231.429					kWh/a	
Strombedarf Umwälzpumpe	ca.	72.000											18.000	30.000					kWh/a	
Deckungsanteil von Wärmeinspeisung	ca.	25%											26%	40%						
Solarer Deckungsanteil	ca.	102%											105%	113%						
Speichergröße	40 l/m²	480,0											120,0	8.210,7					m³	
Transport von KWK-Wärme																				
Wärmeerzeuger																				
Typ					Energie Cordes KG															
elektrische Leistung	ca.				1.290														kW _e	
thermische Leistung	ca.				1.415														kW _t	
Brennstoffleistung	85%				3.182														kW _t	
erzeugte elektrische Energie	ca.				10.320.000														kWh/a	
erzeugte thermische Energie	ca.				11.320.000														kWh/a	
Vollbenutzungsstunden	ca.				8.000														Std.	
Brennstoffbedarf	ca.				25.458.824														kWh/a	
Nutzbare Wärme für Wärmetransport	ca.				1.898.000														kWh/a	
Deckungsanteil von Wärmeinspeisung	ca.				10%														28%	
Biomassekessel																				
Wärmeerzeuger																				
Thermische Leistung	ca.	2.500	2.000	2.500	600	750				500	700								kW _t	
Vollbenutzungsstunden	ca.	4.767	5.287	6.000	4.823	5.333				3.039	4.096								Std.	
erzeugte thermische Energie	ca.	11.917.606	10.574.701	14.999.882	2.803.870	3.969.674				1.519.497	2.846.398								kWh/a	
Jahresnutzungsgrad	ca.	89%	89%	89%	89%	89%				89%	89%								89%	
Brennstoffbedarf	ca.	13.300.688	11.881.687	16.853.800	3.261.539	4.404.016				1.707.300	3.198.166								kWh/a	
Hackschnitzel	828 kWh/m³	16.172	14.350	20.355	3.927	5.428				2.062	3.863								m³	
Anzahl Taktungen	ca.	411	797	882	1.080	1.419				454	487								Stk.	
Startverhältnis (1 Start/gleich)	ca.	11,6	6,6	6,6	4,5	1,419				914,529	8,7								Stk.	
Deckungsanteil von Wärmeinspeisung	ca.	64%	57%	81%	65%	90%				34%	64%								50%	
Speichergröße	Δ 20 °C	107,7	86,1	107,7	25,8	32,3				21,5	30,1								m³	
Luftwärmepumpe																				
Typ			Luft-Wasser		Luft-Wasser				Luft-Wasser		Luft-Wasser								Luft/Wasser	
Anzahl	ca.		2		9				2		1								2 Stk.	
thermische Leistung Bedarf	ca.		340		340				340		340								340 kW _t	
Jahresarbeitszahl	ca.		2,8		2,8				2,7		2,7								2,7 kWh/a	
Vollbenutzungsstunden	ca.		8.759		5.040				5.660		7.684								5.123 Std.	
erzeugte thermische Energie	ca.		5.956.120		15.421.414				3.848.902		2.612.520								3.483.368 kWh/a	
benötigte elektrische Energie	ca.		2.143.503		5.507.648				1.443.753		957.611								1.290.136 kWh/a	
davon offi. Netz	ca.		2.143.503		2.071.633				1.443.753		957.611								440.957 kWh/a	
davon Windkraftanlage	ca.		0		3.438.015														849.179 kWh/a	
Wärmeabdeckung	ca.		32%		83%				86%		59%								78%	
Speichergröße	ca.		29,3		131,8				29,3		14,6								29,3 m³	
Erdgaskessel																				
Wärmeerzeuger																				
erforderliche thermische Leistung	ca.	6.373	6.373	6.373	6.373	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	kW _t
installierte thermische Leistung	ca.	6.500	6.500	6.500	6.500	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	kW _t
zusätzlich erforderliche thermische Energie	ca.	1.974.042	2.074.139	1.707.758	3.184.227	300.202	466.381	616.569	333.455	476.667	454.597	982.104	454.597	982.104	454.597	982.104	454.597	982.104	454.597	kWh/a
Wirkungsgrad	ca.	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	
zusätzlich erforderliche Brennstoffarbeit	ca.	2.122.629	2.230.257	1.836.299	3.423.900	322.798	501.484	662.978	359.554	512.545	488.814	1.056.026	488.814	1.056.026	488.814	1.056.026	488.814	1.056.026	488.814	kWh/a
Vollbenutzungsstunden	ca.	304	319	263	490	136	212	280	152	217	207	446	207	217	207	446	207	217	446	Std.
Deckungsanteil von Wärmeinspeisung	ca.	11%	11%	9%	17%	7%	10%	14%	7%	11%	10%	22%	11%	10%	10%	22%	11%	10%	22%	

10.1.7.2 INVESTITIONSSCHÄTZUNG

Für die grobe Ermittlung der Investitionskosten wurden, soweit für die jeweilige Variante zutreffend, Ausgaben für Solarthermie-, Wärmepumpen-, Biomasse- und Kesselanlage, Anlagentechnik und Installation sowie Infrastrukturmaßnahmen kalkuliert. Den angesetzten Ausgaben für Solarthermie-, Wärmepumpen, Biomasseanlagen wurden aktuelle Richtpreisangebote zu Grunde gelegt. Ausgaben für Kessel, periphere Anlagentechnik, Installationsleistungen und Genehmigungen sowie Infrastruktur (insbesondere das Wärmenetz) basieren auf Erfahrungswerten von

IPP ESN aus entsprechenden aktuellen Planungsarbeiten und wurden auf die projektspezifischen Gegebenheiten abgestimmt.

Die Aufstellung der Investitionskosten ist Tabelle 10-4 zu entnehmen. Auf die in den einzelnen Ausgabenkategorien ermittelten Zwischensummen wurde ein spezifischer Aufschlag für Unvorhergesehenes und für Planungsleistungen addiert, um einer für die Konzeptphase 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 Anlagen gemäß VDI-Richtlinie 2067 – Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen (Bundesfinanzministerium, 2000).

Folgende Abschreibungszeiträume wurden angenommen:

- Solarthermieanlage: 20 Jahre
- Kesselanlage: 20 Jahre
- Wärmepumpenanlage: 20 Jahre
- Anlagentechnik und Installation: 15 Jahre
- Bautechnik (inkl. Wärmenetz): 40 Jahre
- Gebäude: 50 Jahre

Um die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes erneuerbarer Energieträger im Wärmebereich zu verbessern, können in der Regel Fördermittel auf Landes- und Bundesebene in Form von zinsgünstigen Krediten und direkten Zuschüssen in Anspruch genommen werden. Die staatliche Förderung erfolgt derzeit nach den Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt und besteht aus zwei alternativen Förderoptionen. Diese umfassen zum einen Investitionszuschüsse über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und zum anderen zinsverbilligte Darlehen und Tilgungszuschüsse über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Im Rahmen des Klimaschutzprogrammes 2030 entwickelt die Bundesregierung die Förderungen für energieeffiziente Gebäude weiter. Die bestehenden Programme werden ab 2021 schrittweise und in einem modernisierten, vereinfachten und optimierten Förderangebot, der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), gebündelt (BMW, 2020 b).

Über das KfW-Programm 271 „Erneuerbare Energien Premium“ kann eine Förderung für Investitionen in Solarthermiekollektor- und Wärmepumpenanlagen, Anlagen zur Verbrennung fester Biomasse und Wärmenetze, die aus erneuerbaren Energien gespeist werden, abgerufen werden. Zu den zuwendungsfähigen Investitionen gehören hierbei neben den Kosten für die Wärmeerzeugungsanlage alle finanziellen Aufwendungen für Pumpen, Rohrleitungen, Wärmetauscher, Wärmespeicher sowie der Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regeleinrichtung (KfW, 2021).

Die möglichen Förderungen über das KfW-Programm 271 „Erneuerbare Energien Premium“ liegen entsprechend den Versorgungsvarianten und den tatsächlich zu verlegenden Leitungslängen hier zwischen 400 T€ und 6,7 Mio. €.

(Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2021). Alternativ, mit einer Förderung von bis zu 50 % der Gesamtinvestition, konnte bis Ende 2021 eine Förderung basierend auf der Richtlinie zur Förderung nachhaltiger Wärmeversorgungssysteme des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein geprüft werden (IB.SH, o. J. b). Die angekündigte Verlängerung der Förderung bis Ende 2027 steht zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts noch aus.

Da diese genannten Förderprogramme nicht gesichert zur Verfügung stehen, wurden sie in den nachfolgenden Wirtschaftlichkeitsberechnungen nicht berücksichtigt.

10.1.7.3 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 10-5). Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit erfolgt über die Berechnung der Wärmegestehungskosten des Wärmeerzeugersystems.

Von den Erkenntnissen der Wirtschaftlichkeitsberechnung ausgehend lässt sich für Wanderup 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 führt die Wärme aus den Holzhackschnitzel-befeuerten Wärmeerzeugersystemen in Verbindung mit der per Container transportierten Wärme aus der BGA zur zunächst besten Wirtschaftlichkeit der untersuchten Wärmenetze. Dies liegt u. a. an dem günstigen Einkaufspreis der Biogaswärme, die bisher nicht vollständig genutzt wird und bisher z. T. an die Umgebung abgegeben werden muss. Ob sich allerdings die Einbeziehung der Containerwärme als Ergänzung des Holzhackschnitzelkessels unter rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten lohnt oder ob sie sogar - durch Einsatz zusätzlicher Container - intensiviert werden sollte, wäre zu entscheiden, wenn der Wärmebedarf anhand des tatsächlich zu realisierenden Netzausbaubereiches und der zu erwartenden Anschlussquoten genauer feststeht.¹⁰

Wird die Wärme aus der Biogasanlage durch mit Netzstrom betriebene Luftwärmepumpen ersetzt, führt dies aufgrund der hohen Vorlauftemperatur und der entsprechend niedrig angenommenen Jahresarbeitszahl von 2,8 zu im Vergleich um etwa 20 % höheren Kosten.

Wird statt der Luftwärmepumpen Solarthermie eingesetzt, verdrängt diese die Wärme aus den Holzhackschnitzel-Kesselanlagen, vor allem für die Brauchwassererwärmung und die Netzverluste im Sommer. Die Investitionskosten der Solarthermieranlagen können die reduzierten laufenden Kosten allerdings nicht kompensieren. Dementsprechend steigen die Wärmegestehungskosten der Varianten durch die Einbindung einer Solarthermieranlage im Vergleich zur günstigsten Variante ebenfalls um mehr als 20 % an.

¹⁰ Die Wärme aus einem reinen Holzhackschnitzel-befeuerten Wärmeerzeugersystem mit fossilem Spitzenlastkessel führt unter den hier getroffenen Rahmenbedingungen zu im Vergleich etwa gleich hohen Kosten. Der Einbezug von Biogaswärme wäre allerdings, da auch die Verfügbarkeit von Holzhackschnitzeln begrenzt ist, besonders ressourcenschonend.

Bei den Untersuchungen für die Versorgung von lediglich einem Teilgebiet weist das exemplarisch betrachtete Erzeugersystem mit Solarthermie und saisonaler Wärmespeicherung nochmals deutlich höhere Wärmegestehungskosten auf.

Ein wesentlicher Vorteil der Integration einer Solarthermieanlage in ein Nahwärmenetz ist allerdings die Stabilität der Wärmegestehungskosten, da der solare Deckungsanteil keine Brennstoffkosten verursacht und auch von nach 2026 ggf. weiter steigenden CO₂-Kosten oder steigenden Kosten der Holzhackschnitzel oder von Strom, die sich aus einer verstärkten Nachfrage in Folge zunehmender Umstellungen fossiler Versorgungsanlagen ergeben könnten, nicht betroffen ist.

Die Wirtschaftlichkeit der Variante, in der ein großer Teil der Versorgung auf Wärmepumpen basiert, die ihren Strom aus PPA des benachbarten Windparks beziehen, hängt entscheidend von den Stromkosten ab. Bei den hier zunächst angenommenen 18 ct/kWh (netto, jedoch inklusive aller Umlagen und sonstigen Steuern) weist diese Variante gegenüber der günstigsten Mehrkosten von etwa 45 % auf. Gleiche Kosten wie bei der ansonsten günstigsten Variante bestehend aus einem Holzhackschnitzel-befeuerten Wärmeerzeugersystem in Verbindung mit der per Container transportierten Wärme aus der BGA könnten selbst bei einem kostenlosen Strombezug nicht erreicht werden, da die Kosten der Beschaffung des Netzstroms für den verbleibenden Betrieb der Wärmepumpen (und die des Erdgasbezugs für den Spitzenlastkessel) relativ hoch sind (vgl. Kapitel 10.5). Voraussetzung für eine Wirtschaftlichkeit wären also PPA mit weiteren Windparks, idealerweise über Direktleitungen, die den Strombezug aus dem Netz deutlich reduzieren, und deren Erzeugungslastgänge den des bereits vorgesehenen Windparks komplementär ergänzen.

Tabelle 10-5: Wärmegestehungskosten der zentralen Wärmeversorgung

Dyn. Wirtschaftlichkeit über 10 Jahre	Gesamtquartier Variante 1.1	Gesamtquartier Variante 1.2	Gesamtquartier Variante 1.3	Gesamtquartier Variante 1.4	Teilgebiet Variante 2.1	Teilgebiet Variante 2.2	Teilgebiet Variante 2.3	Teilgebiet Variante 2.4	Teilgebiet Variante 2.5	Teilgebiet Variante 2.6	Teilgebiet Variante 2.7	Dimension
	Solarthermie+ Holzkesel+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Holzkesel+ Erdgaskessel	Biogawärme+ Holzkesel+ Erdgaskessel	Windkraftanlage+ Luftwärmepumpe+ Holzkesel+ Erdgaskessel	Biogawärme+ Holzkesel+ Erdgaskessel	Holzkesel+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Holzkesel+ Erdgaskessel	Solarthermie (Kurzzeitpeicher)+ Holzkesel+ Erdgaskessel	Solarthermie (Langzeitpeicher)+ Holzkesel+ Erdgaskessel	Windkraftanlage+ Luftwärmepumpe+ Erdgaskessel	
Brennstoffbezugs Erdgas	ca. 2.122.626	2.230.257	1.836.299	3.423.900	322.798	501.484	662.978	358.554	512.545	488.814	1.056.026 kWh _{th}	
Brennstoffbezugs Holz	ca. 13.390.568	11.881.687	16.853.800	0	3.251.539	4.494.016	0	1.707.300	3.198.166	2.519.442	0 kWh _{th}	
Strombezugs öff. Netz	ca. 351.085	2.422.688	279.085	2.350.718	66.982	66.982	1.510.735	1.024.593	84.982	66.982	507.939 kWh _{th}	
Strombezugs WEA	ca. 0	0	0	3.436.015	0	0	0	0	0	0	849.179 kWh _{th}	
KWK-Wärme	ca. 0	0	1.898.000	0	1.271.400	0	0	0	0	0	0 kWh _{th}	
Wärmelieferung (Wärmebedarf Anschlussnehmer CO ₂ -Emissionen (anzusetzender Wert)	ca. 15.477.813	15.477.813	15.477.813	15.477.813	3.918.497	3.918.497	3.918.497	3.918.497	3.918.497	3.918.497	3.918.497 kWh _{th}	
CO ₂ -Emissionen (anzusetzender Wert)	ca. 524	551	454	846	80	124	164	89	127	121	261 t CO ₂	
Investitionen												
Solarthermie	ca. 11.551.617	0	0	0	0	0	0	0	2.887.904	5.569.961	0 €	
Biomassekessel	ca. 2.227.276	1.781.712	2.227.276	0	532.033	665.133	0	445.382	624.748	624.748	0 €	
Kesselanlage	ca. 345.345	345.345	345.345	345.345	119.543	119.543	119.543	119.543	119.543	119.543	119.543 €	
Großwärmepumpe	ca. 0	456.852	0	1.786.762	0	0	456.852	228.326	0	0	456.852 €	
Anlagentechnik und Installation	ca. 4.385.972	4.483.176	4.385.972	5.557.972	1.069.241	1.110.900	1.152.559	1.208.104	1.158.502	1.158.502	1.521.933 €	
Wärmenetz	ca. 12.395.492	12.395.492	12.395.492	12.395.492	2.167.644	2.167.644	2.167.644	2.167.644	2.167.644	2.167.644	2.167.644 €	
Grundstücke & Gebäude	ca. 556.450	552.000	552.000	552.000	276.000	276.000	276.000	276.000	276.000	276.000	276.000 €	
Investitionssumme	ca. 31.461.152	20.014.576	19.906.085	20.637.570	4.164.461	4.339.219	4.172.596	4.444.998	7.235.340	9.917.397	4.541.971 €	
Kapitalkosten												
Solarthermie	20 Jahre	672.832	0	0	0	0	0	0	168.208	324.426	0 €	
Biomassekessel	20 Jahre	129.729	103.777	129.729	0	30.989	38.741	25.942	36.389	36.389	0 €	
Kesselanlage	20 Jahre	20.115	20.115	20.115	20.115	6.963	6.963	6.963	6.963	6.963	6.963 €	
Großwärmepumpe	20 Jahre	0	26.610	0	104.071	0	0	26.610	13.299	0	26.610 €	
Anlagentechnik und Installation	15 Jahre	328.704	335.989	328.704	416.539	80.134	83.256	86.378	90.541	86.898	114.060 €	
Wärmenetz	40 Jahre	414.345	414.345	414.345	414.345	72.458	72.458	72.458	72.458	72.458	72.458 €	
Gebäude	50 Jahre	15.870	15.772	15.772	15.772	7.886	7.886	7.886	7.886	7.886	7.886 €	
jährliche Kapitalkosten	ca. 1.581.596	916.607	908.665	970.842	198.429	209.303	200.294	217.088	378.802	635.020	227.977 €	
Förderung												
Solarthermie	20 Jahre	255.102	0	0	0	0	0	0	63.776	123.005	0 €	
Biomassekessel	20 Jahre	4.368	3.495	4.368	0	1.048	1.311	0	874	1.223	0 €	
Wärmenetz	40 Jahre	33.427	33.427	33.427	33.427	6.262	6.262	6.262	6.262	6.262	6.262 €	
Wärmespeicher	20 Jahre	1.568	1.680	1.568	1.919	376	470	427	526	438	427 €	
Hausübergabestationen	15 Jahre	88.090	88.090	88.090	88.090	15.379	15.379	15.379	15.379	15.379	15.379 €	
jährliche Förderung	ca. 382.556	126.692	127.453	123.436	23.064	23.421	22.067	23.040	87.077	146.307	22.067 €	
Betrieb und Wartung												
Solarthermie	ca.	109.484	0	0	0	0	0	0	27.374	52.796	0 €	
Biomassekessel	ca.	80.952	64.790	80.952	0	19.347	24.187	0	16.196	22.718	0 €	
Kesselanlage	ca.	3.003	3.003	3.003	3.003	1.040	1.040	1.040	1.040	1.040	1.040 €	
Großwärmepumpe	ca.	0	5.959	0	23.306	0	0	5.959	2.978	0	5.959 €	
Anlagentechnik und Installation	ca.	57.208	58.476	57.208	72.495	13.947	14.490	15.033	15.758	15.124	19.851 €	
Wärmenetz	ca.	26.947	26.947	26.947	26.947	4.712	4.712	4.712	4.712	4.712	4.712 €	
Gebäude	ca.	1.208	1.208	1.208	1.208	604	604	604	604	604	604 €	
Versicherung/Sonstiges	ca.	141.750	87.387	87.003	89.744	18.219	19.005	18.149	19.422	32.720	45.431 €	
Betriebsführung (Wochenstunden)												
Solarthermie	ca.	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00 Stunden	
Biomassekessel	ca.	3,00	3,00	3,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00	3,00	0,00 Stunden	
Kesselanlage	ca.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00 Stunden	
Wärmepumpe	ca.	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00 Stunden	
Peripherie	ca.	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50 Stunden	
Summe Wochenstunden Betriebsführung	ca. 6,5	6,5	6,5	3,5	6,5	6,5	6,5	3,5	6,5	6,5	3,5 Stunden	
Betriebsführung/Personal	65 €/h	21.970	21.970	18.590	11.830	18.590	18.590	11.830	21.970	21.970	11.830 €	
jährliche Betriebs- und Wartungskosten	ca. 442.572	269.739	274.951	228.532	76.458	82.827	57.327	82.679	126.261	164.394	63.751 €	
Energiekosten												
Wärmegestehungskosten Wärmetransport	ca.	0	0	87.294	0	71.243	0	0	0	0	0 €	
KWK-Wärme	0,0 %	0	0	56.940	0	38.142	0	0	0	0	0 €	
Erdgas	0,0 % p. a.	125.235	131.585	108.342	202.010	19.045	29.588	39.116	21.155	30.240	82.306 €	
Holz	0,0 % p. a.	291.099	258.298	368.387	0	70.686	97.696	37.115	69.525	54.770	0 €	
Strom öff. Netz	0,0 % p. a.	94.203	650.027	74.884	630.743	17.973	17.973	405.359	274.918	22.802	136.290 €	
Strom WEA	0,0 % p. a.	0	0	618.483	0	0	0	0	0	0	152.852 €	
CO ₂ -Kosten	73,8 €/t	38.666	40.627	33.450	62.371	5.880	9.135	12.077	6.532	9.337	19.237 €	
jährliche Energiebezugskosten	ca. 549.203	1.080.537	727.297	1.513.606	222.969	154.391	456.552	339.720	131.904	118.537	370.684 €	
Wirtschaftlichkeit												
Wärmegestehungskosten	ca.	2.190.815	2.140.191	1.783.459	2.589.544	474.791	422.901	692.106	616.447	549.890	671.545	640.345 €
spez. Wärmegestehungskosten	ca. 14	14	12	17	12	11	18	16	14	17	16 ct/kWh	

10.1.8 ZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG MIT SANIERUNGSVARIANTE 1

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 zwei verschiedene Sanierungsvarianten untersucht.

Sanierungsvariante 1 beinhaltet eine Reduzierung des Heizenergiebedarfs um 19 % 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 die entlang der Trasse betroffenen Nutzer vorab angesprochen werden, um anhand der dann gewonnen Hinweise auf Gebäudesanierungsvorhaben oder Produktions- / Nutzungsänderungen die resultierenden Wärmebedarfe für diese Netzfürung zu aktualisieren.

10.1.8.1 ANLAGENDIMENSIONIERUNG UND ENERGIEBILANZEN

Die Energiebilanzen für die Sanierungsvariante 1 sind in Tabelle 10-6 dargestellt.

Tabelle 10-6: Anlagendimensionierung und Energiebilanzen Sanierungsvariante 1

Energiebilanzen	Gesamtquartier Variante 1.1		Gesamtquartier Variante 1.2		Gesamtquartier Variante 1.3		Gesamtquartier Variante 1.4		Teilgebiet Variante 2.1		Teilgebiet Variante 2.2		Teilgebiet Variante 2.3		Teilgebiet Variante 2.4		Teilgebiet Variante 2.5		Teilgebiet Variante 2.6		Teilgebiet Variante 2.7		Dimension
	Solarthermie+ Holzessel+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Holzessel+ Erdgaskessel	Biogasswäre+ Holzessel+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Holzessel+ Erdgaskessel	Windkraftanlage+ Luftwärmepumpe+ Holzessel+ Erdgaskessel	Biogasswäre+ Holzessel+ Erdgaskessel	Holzessel+ Erdgaskessel	Holzessel+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Erdgaskessel	Solarthermie (Kurzezeitpeicher)+ Holzessel+ Erdgaskessel	Solarthermie (Langzeitpeicher)+ Holzessel+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Erdgaskessel	
Anzahl Wohngebäude	ca.	607	607	607	607	607	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	Sk.
Anzahl Nichtwohngebäude	ca.	46	46	46	46	46	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	Sk.
Wärmebedarf	ca.	13.160.317	13.160.317	13.160.317	13.160.317	13.160.317	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	kWh _a
Anschlussleistung	ca.	6.863	6.863	6.863	6.863	6.863	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	2.722	kW _e
Wärmeneiz																							
Gleichzeitigkeitsfaktor	ca.	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Trassenlänge Hauptstraße	ca.	11.323	11.323	11.323	11.323	11.323	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	1.982	m
Trassenlänge Hausanschluss	10 m/HUS	6.530	6.530	6.530	6.530	6.530	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	m
Netzerfassungsleistung	20 W/m	357	357	357	357	357	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	kW _e
Netzerfuss	8.760 Vbh.	3.127.828	3.127.828	3.127.828	3.127.828	3.127.828	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	546.974	kWh _a
Netzwärmebedarf	ca.	16.288.145	16.288.145	16.288.145	16.288.145	16.288.145	3.979.139	3.979.139	3.979.139	3.979.139	3.979.139	3.979.139	3.979.139	3.979.139	3.979.139	3.979.139	3.979.139	3.979.139	3.979.139	3.979.139	3.979.139	3.979.139	kWh _a
Netzeleistungsbedarf	ca.	5.504	5.504	5.504	5.504	5.504	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	2.104	kW _e
Vollbenutzungslunden	ca.	2.959	2.959	2.959	2.959	2.959	1.891	1.891	1.891	1.891	1.891	1.891	1.891	1.891	1.891	1.891	1.891	1.891	1.891	1.891	1.891	1.891	Std.
Strombedarf Netzpumpen	ca.	244.322	244.322	244.322	244.322	244.322	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	kWh _a
Strombedarf	0,015 kWh/kWh	244.322	244.322	244.322	244.322	244.322	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	59.687	kWh _a
Solarthermie	ca.	0,7 MWh(m ² a)	0,7 MWh(m ² a)	0,7 MWh(m ² a)	0,7 MWh(m ² a)	0,7 MWh(m ² a)	1,1 MWh(m ² a)	1,1 MWh(m ² a)	1,1 MWh(m ² a)	1,1 MWh(m ² a)	1,1 MWh(m ² a)	1,1 MWh(m ² a)	1,1 MWh(m ² a)	1,1 MWh(m ² a)	1,1 MWh(m ² a)	1,1 MWh(m ² a)	1,1 MWh(m ² a)	1,1 MWh(m ² a)	1,1 MWh(m ² a)	1,1 MWh(m ² a)	1,1 MWh(m ² a)	1,1 MWh(m ² a)	MWh/m ² a
Wärmeerzeuger																							
Kollektorfäche insgesamt	ca.	12.000																					m ²
Freifläche	ca.	24.000																					m ²
nutzbare solare Energie	ca.	4.800.000																					kWh _a
davon direkt verwendet	ca.	3.402.041																					kWh _a
davon im Speicher gespeichert	ca.	1.241.094																					kWh _a
davon ungenutzt	ca.	156.875																					kWh _a
Strombedarf Umwälzpumpe	ca.	72.000																					kWh _a
Deckungsanteil von Wärmeinspeisung	ca.	29%																					kWh _a
Solarer Deckungsanteil	ca.	103%																					kWh _a
Speichergröße	40 l/m ²	480,0																					m ³
Transport von KWK-Wärme																							
Wärmeerzeuger																							
Typ				Energie Cordes KG		Energie Cordes KG																	
elektrische Leistung	ca.			1.290		1.290																	kW _e
thermische Leistung	ca.			1.415		1.415																	kW _e
Brennstoffleistung	85%			3.182		3.182																	kW _e
erzeugte elektrische Energie	ca.			10.320.000		10.320.000																	kWh _a
erzeugte thermische Energie	ca.			11.320.000		11.320.000																	kWh _a
Vollbenutzungslunden	ca.			8.000		8.000																	Std.
Brennstoffbedarf	ca.			25.458.824		25.458.824																	kWh _a
Nutzbare Wärme für Wärmetransport	ca.			1.898.000		1.271.400																	kWh _a
Deckungsanteil von Wärmeinspeisung	ca.			12%		32%																	kWh _a
Biomassekessel																							
Wärmeerzeuger																							
Thermische Leistung	ca.	2.500	2.000	2.500		600	750					500	700		700								kW _e
Vollbenutzungslunden	ca.	4.281	4.685	5.490		4.823	5.333					3.039	4.066		3.203								Std.
erzeugte thermische Energie	ca.	10.703.541	9.369.323	13.725.387		2.893.870	3.999.674					1.519.497	2.846.368		2.242.303								kWh _a
Jahresnutzungsgrad	ca.	89%	89%	89%		89%	89%					89%	89%		89%								%
Brennstoffbedarf	ca.	12.026.451	10.527.329	15.421.783		3.251.539	4.494.016					1.707.300	3.198.166		2.516.442								kWh _a
Hackschnitzel	828 kWh/m ³	14.525	12.714	18.835		3.927	5.428					2.062	3.363		3.043								m ³
Anzahl Taklungen	ca.	445	893	999		1.080	1.419					454	467		224								Sk.
Startverhältnis (1 Start/gleich)	ca.	9,6	5,2	5,5		4,5	1,419					914,529	8,7		14,3								Std.
Deckungsanteil von Wärmeinspeisung	ca.	66%	58%	84%		73%	101%					38%	72%		56%								kWh _a
Speichergröße	Δ 20 °C	107,7	86,1	107,7		25,8	32,3					21,5	30,1		30,1								m ³
Luftwärmepumpe																							
Typ			Luft-Wasser		Luft-Wasser		Luft-Wasser		Luft-Wasser		Luft-Wasser		Luft-Wasser		Luft-Wasser								Luft-Wasser
Anzahl	ca.		2		9				2		1												2 Sk.
thermische Leistung Bedarf	ca.		340		340				340		340												340 kWh _a
Jahresarbeitszahl	ca.		2,8		2,8				2,7		2,7												2,7 kWh _a
Vollbenutzungslunden	ca.		8.757		4.412				5.660		7.684												4.565 Std.
erzeugte thermische Energie	ca.		5.954.678		13.500.541				3.848.902		2.612.520												3.103.996 kWh _a
benötigte elektrische Energie	ca.		2.143.092		4.821.622				1.443.753		957.611												1.149.628 kWh _a
davon öff. Netz	ca.		2.143.092		1.813.593				1.443.753		957.611												392.933 kWh _a
davon Windkraftanlage	ca.		0		3.008.029																		756.696 kWh _a
Wärmeabdeckung	ca.		37%		83%				97%		66%												78%
Speichergröße	ca.		29,3		131,8				29,3														

Sanierungen, da die eingesetzten Technologien und Auslegungsgrößen nicht verändert werden (vgl. Kapitel 10.1.7.2).

Hintergrund der unveränderten Auslegung der Erzeugungsanlagen ist die Annahme, dass die Umstellung der Wärmeversorgung sehr rasch realisiert werden muss, 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 Holzhack-schnitzel-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.¹¹

10.1.8.3 WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNGEN

Für die untersuchten Szenarien der Sanierungsvariante 1 wurde auf Basis der Investitionsabschätzungen und der Energiebilanzen eine statische Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt (vgl. Tabelle 10-7).

¹¹ Gerade im Bereich der Energiepreise gibt es signifikante Änderungen der Rahmenbedingungen. So ist bspw. die nach 2026 greifende CO₂-Bepreisung noch nicht absehbar.

Tabelle 10-7: Wärmegestehungskosten Sanierungsvariante 1

Dyn. Wirtschaftlichkeit über 10 Jahre		Gesamtquartier		Gesamtquartier		Gesamtquartier		Teilgebiet		Teilgebiet		Teilgebiet		Teilgebiet		Teilgebiet		Dimension
		Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 2.1	Variante 2.2	Variante 2.3	Variante 2.4	Variante 2.5	Variante 2.6	Variante 2.7						
		Solarthermie+ Holzkessel+ Erdgaskessel	Luftwärmepumpe+ Holzkessel+ Erdgaskessel	Biogaswärme+ Holzkessel+ Erdgaskessel	Windkraftanlage+ Luftwärmepumpe+ Holzkessel+ Erdgaskessel	Biogaswärme+ Holzkessel+ Erdgaskessel	Holzkesel+ Erdgaskessel	Holzkesel+ Erdgaskessel	Holzkesel+ Erdgaskessel	Holzkesel+ Erdgaskessel	Holzkesel+ Erdgaskessel	Holzkesel+ Erdgaskessel	Holzkesel+ Erdgaskessel	Holzkesel+ Erdgaskessel	Holzkesel+ Erdgaskessel	Holzkesel+ Erdgaskessel	Holzkesel+ Erdgaskessel	
Brennstoffbezug Erdgas	ca.	1.100.939	1.123.391	803.390	2.997.423	322.798	501.484	662.978	358.554	512.545	488.814	941.014	0	0	0	0	0	941.014 kWh _{th}
Brennstoffbezug Holz	ca.	12.026.451	10.527.329	15.421.783	0	3.251.539	4.494.016	0	1.707.300	3.198.166	2.519.442	0	0	0	0	0	0	0 kWh _{th}
Strombezug öff. Netz	ca.	316.322	2.387.414	244.322	2.057.915	58.687	58.687	1.503.440	1.017.268	77.687	89.887	452.620	0	0	0	0	0	452.620 kWh _{th}
Strombezug WEA	ca.	0	0	0	3.008.029	0	0	0	0	0	0	756.896	0	0	0	0	0	756.896 kWh _{th}
KWK-Wärme	ca.	0	0	1.898.000	0	1.271.400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 kWh _{th}
Wärmelieferung (Wärmebedarf Anschlussnehmer)	ca.	13.160.317	13.160.317	13.160.317	13.160.317	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165	3.432.165 kWh _{th}
CO ₂ -Emissionen (anzusetzender Wert)	ca.	272	277	198	740	80	124	164	89	127	121	232	0	0	0	0	0	232 t CO ₂
Investitionen																		
Solarthermie	ca.	11.551.617	0	0	0	0	0	0	0	2.887.904	5.569.961	0	0	0	0	0	0	0 €
Biomassekessel	ca.	2.227.276	1.781.712	2.227.276	0	532.033	665.133	0	445.382	624.748	624.748	0	0	0	0	0	0	0 €
Kesselanlage	ca.	345.345	345.345	345.345	345.345	119.543	119.543	119.543	119.543	119.543	119.543	119.543	0	0	0	0	0	119.543 €
Großwärmepumpe	ca.	0	456.852	0	1.786.762	0	0	456.852	228.326	0	0	0	0	0	0	0	0	456.852 €
Anlagentechnik und Installation	ca.	4.369.309	4.406.512	4.369.309	5.541.308	1.063.687	1.105.346	1.147.004	1.202.549	1.153.947	1.153.947	1.153.947	1.153.947	1.153.947	1.153.947	1.153.947	1.153.947	1.153.947 €
Wärmenetz	ca.	12.395.492	12.395.492	12.395.492	12.395.492	2.167.644	2.167.644	2.167.644	2.167.644	2.167.644	2.167.644	2.167.644	2.167.644	2.167.644	2.167.644	2.167.644	2.167.644	2.167.644 €
Grundstücke & Gebäude	ca.	555.450	552.000	552.000	552.000	276.000	276.000	276.000	276.000	276.000	276.000	276.000	276.000	276.000	276.000	276.000	276.000	276.000 €
Investitionssumme	ca.	31.444.888	19.997.912	19.889.421	20.620.907	4.158.906	4.333.864	4.167.042	4.439.444	7.229.786	9.911.843	4.536.416	0	0	0	0	0	0 €
Kapitalkosten																		
Solarthermie	20 Jahre	672.832	0	0	0	0	0	0	0	168.208	324.426	0	0	0	0	0	0	0 €
Biomassekessel	20 Jahre	129.729	103.777	129.729	0	30.989	38.741	0	25.942	36.389	36.389	0	0	0	0	0	0	0 €
Kesselanlage	20 Jahre	20.115	20.115	20.115	20.115	6.963	6.963	6.963	6.963	6.963	6.963	6.963	0	0	0	0	0	6.963 €
Großwärmepumpe	20 Jahre	0	26.610	0	104.071	0	0	26.610	13.289	0	0	0	0	0	0	0	0	26.610 €
Anlagentechnik und Installation	15 Jahre	327.455	334.740	327.455	415.290	79.717	82.839	85.961	90.124	86.482	86.482	113.644	0	0	0	0	0	113.644 €
Wärmenetz	40 Jahre	414.345	414.345	414.345	414.345	72.458	72.458	72.458	72.458	72.458	72.458	72.458	72.458	72.458	72.458	72.458	72.458	72.458 €
Gebäude	50 Jahre	15.870	15.772	15.772	15.772	7.886	7.886	7.886	7.886	7.886	7.886	7.886	7.886	7.886	7.886	7.886	7.886	7.886 €
jährliche Kapitalkosten	ca.	1.580.347	915.358	907.416	969.593	198.013	208.887	199.878	216.672	378.386	634.604	227.560	0	0	0	0	0	0 €
Förderung																		
Solarthermie	20 Jahre	255.102	0	0	0	0	0	0	0	63.776	123.005	0	0	0	0	0	0	0 €
Biomassekessel	20 Jahre	4.368	3.495	4.368	0	1.048	1.311	0	874	1.223	1.223	0	0	0	0	0	0	0 €
Wärmenetz	40 Jahre	33.427	33.427	33.427	33.427	6.262	6.262	6.262	6.262	6.262	6.262	6.262	6.262	6.262	6.262	6.262	6.262	6.262 €
Wärmespeicher	20 Jahre	1.568	1.680	1.568	1.919	376	470	427	526	438	438	427	0	0	0	0	0	427 €
Hausübergabestationen	15 Jahre	88.090	88.090	88.090	88.090	15.379	15.379	15.379	15.379	15.379	15.379	15.379	15.379	15.379	15.379	15.379	15.379	15.379 €
jährliche Förderung	ca.	382.556	126.692	127.453	123.436	23.064	23.421	22.067	23.040	87.077	146.307	22.067	0	0	0	0	0	22.067 €
Betrieb und Wartung																		
Solarthermie	ca.	109.484	0	0	0	0	0	0	0	27.374	52.796	0	0	0	0	0	0	0 €
Biomassekessel	ca.	80.952	64.790	80.952	0	19.347	24.187	0	16.196	22.718	22.718	0	0	0	0	0	0	0 €
Kesselanlage	ca.	3.003	3.003	3.003	3.003	1.040	1.040	1.040	1.040	1.040	1.040	1.040	0	0	0	0	0	1.040 €
Großwärmepumpe	ca.	0	5.959	0	23.306	0	0	5.959	2.978	0	0	0	0	0	0	0	0	5.959 €
Anlagentechnik und Installation	ca.	58.991	58.259	58.991	72.278	13.874	14.418	14.961	15.085	15.051	15.051	19.779	0	0	0	0	0	19.779 €
Wärmenetz	ca.	26.947	26.947	26.947	26.947	4.712	4.712	4.712	4.712	4.712	4.712	4.712	4.712	4.712	4.712	4.712	4.712	4.712 €
Gebäude	ca.	1.208	1.208	1.208	1.208	604	604	604	604	604	604	604	604	604	604	604	604	604 €
Versicherung/Sonstiges	ca.	141.678	87.315	88.931	89.671	18.195	18.991	18.125	19.397	32.695	45.407	19.731	0	0	0	0	0	19.731 €
Betriebsführung (Wochenstunden)																		
Solarthermie	ca.	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 Stunden
Biomassekessel	ca.	3,00	3,00	3,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 Stunden
Kesselanlage	ca.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00 Stunden
Wärmepumpe	ca.	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00 Stunden
Peripherie	ca.	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50 Stunden
Summe Wochenstunden Betriebsführung	ca.	6,5	6,5	6,5	3,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	3,5 Stunden
Betriebsführung/Personal	65 €/h	21.970	21.970	18.590	11.830	18.590	18.590	11.830	21.970	21.970	21.970	11.830	0	0	0	0	0	11.830 €
jährliche Betriebs- und Wartungskosten	ca.	442.282	269.449	274.651	228.242	76.361	82.531	57.230	82.582	126.164	164.298	63.654	0	0	0	0	0	0 €
Energiekosten																		
Wärmegestehungskosten Wärmetransport	ca.	0	0	87.294	0	71.243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 €
KWK-Wärme	3,0 ctkWh	0	0	56.940	0	38.142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 €
Erdgas	0,0 % p. a.	64.924	66.248	47.377	176.762	19.036	29.573	39.097	21.144	30.225	28.826	55.493	0	0	0	0	0	55.493 €
Holz	0,0 % p. a.	261.445	228.855	335.256	0	70.886	97.896	0	37.115	69.525	54.770	0	0	0	0	0	0	0 €
Strom öff. Netz	0,0 % p. a.	84.875	640.589	65.556	552.178	16.015	16.015	403.402	272.961	20.845	24.065	121.447	0	0	0	0	0	121.447 €
Strom WEA	18,0 ctkWh	0	0	0	541.445	0	0	0	0	0	0	136.205	0	0	0	0	0	136.205 €
CO ₂ -Kosten	73,8 €/t	20.055	20.464	14.635	54.602	5.880	9.135	12.077	6.532	9.337	8.904	17.142	0	0	0	0	0	17.142 €
jährliche Energiebezugs-kosten	ca.	431.299	956.156	607.058	1.324.987	221.002	162.420	454.576	337.752	128.932	116.566	330.286	0	0	0	0	0	0 €
Wirtschaftlichkeit																		
Wärmegestehungskosten	ca.	2.071.372																

z. B. aufgrund einer kontinuierlichen Motivation, einer nachhaltigen Steigerung des Preises von CO₂-Emissionen und weiterer Förderanreize oder auch verpflichtender Vorgaben zur Sanierung berechnet (vgl. Kapitel 8.4).

Auch bei dieser Sanierungsstufe stellt das Holzhackschnitzel befeuerte Erzeugersystem mit zusätzlicher Abnahme von Biogaswärme aus der Biogasanlage Energie Cordes KG zur Versorgung des Quartiers mit Wärme die wirtschaftlich günstigste Variante dar. Da bis zu einer Reduzierung des Heizenergiebedarfs um 37 % so viel Zeit vergehen dürfte, dass dann auch energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen sich maßgeblich verändern, ist diese Rechnung jedoch als wenig aussagekräftig anzusehen, so dass auf eine Darstellung im Bericht verzichtet wird.

Sofern die Versorgung auf eine komplett regenerative Basis, bestenfalls sogar in Form von ohnehin anfallender Abwärme, umgestellt werden kann, erreichen die Gebäude auch ohne sehr weitgehende Sanierungen Klimaneutralität. Damit stellt sich die Frage, ob der Aufwand an „grauer Energie“ für weitere Dämmungen etc. unter Energie- und Klimagesichtspunkten überhaupt noch sinnvoll ist.

10.1.10 CO₂-BILANZ UND PRIMÄRENERGIEFAKTOR

Auf Basis der CO₂-Emissionsfaktoren aus Tabelle 7-9 wurden für die einzelnen Versorgungsszenarien die CO₂-Bilanzen erstellt. Hierbei wurde das Methodenpapier „BISKO“ – Bilanzierungsstandard Kommunal zu Grunde gelegt, das vom IfEU entwickelt wurde und für Energie- und Treibhausgasbilanzen Bilanzierungsregeln für Kommunen in Deutschland liefert (IfEU, 2019).

Bei der Verbrennung von Holzhackschnitzeln (biogene Wärme) werden im Gegensatz zu Heizöl und Erdgas nur die beim Herstellungs- und Veredelungsprozess sowie die beim Transport entstandenen Emissionen freigesetzt. Bei der Umwandlung von Strahlungs- in Wärmeenergie (Solarthermie) und Windenergie in elektrische Energie (Windkraftanlage) sind lediglich die CO₂-Emissionen der Herstellung der Anlage relevant.¹³ Auch 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. Die auf dem Weg der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) gewonnene Wärme aus Biogas, die als „Nebenprodukt“ der Stromerzeugung in den Biogasanlagen bereits heute entsteht und bisher ungenutzt bleibt, wird als CO₂-neutral angesehen.¹⁴

Aktuell betragen die CO₂-Emissionen der Gebäude in dem gesamten Quartier, die durch dezentrale Öl-, Gas- und Feststoffheizungen gekennzeichnet sind, aus der Wärmeversorgung (Heizung + Warmwasser) 4.816 t/a. Bei der Umsetzung einer zentralen Wärmeversorgung auf Basis von Holzhackschnitzel und Abwärme aus der Biogasanlage Energie Cordes KG ergeben sich im Vergleich zu den gegenwärtigen Heizsituationen Einsparungen der CO₂-Emissionen von etwa 79 %, bei verbleibenden CO₂-Emissionen von 994 t/a. Wird das zentrale Holzhackschnitzel-befeuerte Erzeugersystem im Vergleich zur Biogaswärme mit solarer oder aus Luftwärmepumpen

¹³ Der Strom für die Umwälzpumpen wird in beiden Fällen dem Wärmenetz zugerechnet.

¹⁴ Auch wenn sich die (i. W. prozessbedingten) CO₂-Emissionen des Biogas-BHKW auf die Strom- und Wärmeproduktion aufteilen ließen, steht doch hier fest, dass der Strom auf jeden Fall produziert würde und mit der Nutzung der überschüssigen Wärme gegenüber dem Status quo keine zusätzlichen CO₂-Emissionen verbunden sind.

stammender Wärme unterstützt, erhöhen sich die Emissionen und die Gesamtbilanz wird ungünstiger (1.100 bis 1.735 t/a), liegt aber immer noch deutlich unter dem Status quo. Anders als bei Abwärme oder einer Luftwärmepumpe, hat die ergänzende Einbindung einer Solarthermieanlage in das holzbefeuerte Erzeugersystem kaum Auswirkungen auf die CO₂-Emissionen, da die solare Wärme meist nur die Wärme aus dem Biomassekessel im Sommer verdrängt und die Emissionsfaktoren der Wärmeerzeugung aus Biomasse und Solarthermie nur geringe Unterschiede aufweisen. Der Einbezug einer Solarthermieanlage oder des lokalen Windparks wäre allerdings, da auch die Verfügbarkeit von Biomasse wie Holzhackschnitzel begrenzt ist, besonders ressourcenschonend und würde die geringste Abhängigkeit von Steigerungen der Brennstoffkosten mit sich bringen.

Die CO₂-Emissionen der Variante, in der ein großer Teil der Versorgung auf Wärmepumpen basiert, die ihren Strom z. T. aus PPA des benachbarten Windparks beziehen, betragen etwa 1.740 t/a, was einer Reduzierung der CO₂-Emissionen um 64 % entspricht. Für die Ermittlung der Emissionen wurde der spezifische Emissionsfaktor für den deutschen Strommix verrechnet. Dieser betrug im Jahr 2020 etwa 366 g/kWh. Aufgrund der jährlichen Zunahme des Erneuerbare-Energien-Anteils an der Stromerzeugung in Deutschland werden auch die Emissionen des deutschen Strommix in Zukunft niedriger ausfallen. Zudem wird der Strom in Schleswig-Holstein überwiegend regenerativ erzeugt. Für den Strom, der über PPA direkt aus den benachbarten Windparks bezogen wird, wurde ein spezifischer Emissionsfaktor entsprechend der BSKO-Methode von 10 g/kWh verwendet. Insbesondere bei Beschaffung des nicht vom lokalen Windpark gedeckten Strombedarfs durch PPA mit anderen regionalen EE-Anlagen ließen sich also die CO₂-Emissionen weiter reduzieren.

Tabelle 10-8 und Tabelle 10-9 stellen die CO₂-Bilanzen der verschiedenen Versorgungsvarianten für die untersuchten Wärmenetze dar. Für den Fall, dass lediglich ein Teilgebiet versorgt wird, wurde für das restliche Gebiet unterstellt, dass die bisherige Versorgungsart bestehen bleibt.

Tabelle 10-8: CO₂-Emissionen der zentralen Wärmeversorgung Teil 1

CO ₂ -EMISSIONEN	VERSORGUNG DES GESAMTEN QUARTIERS				VERSORGUNG DES WÄRMEVERBUNDS AM SÜDERWEG	
	SOLARTHERMIE + HOLZKESSEL + ERDGASKESSEL	LUFTWÄRMEPUMPE + HOLZKESSEL + ERDGASKESSEL	BIOGASWÄRME + HOLZKESSEL + ERDGASKESSEL	WINDKRAFTANLAGE + LUFTWÄRMEPUMPE + ERDGASKESSEL	BIOGASWÄRME + HOLZKESSEL + ERDGASKESSEL	HOLZKESSEL + ERDGASKESSEL
Strom aus öfftl. Netz 0,366 kg/kWh	351 MWh 128,5 t	2.423 MWh 886,7 t	279 MWh 102,1 t	2.351 MWh 860,4 t	67 MWh 24,5 t	67 MWh 24,5 t
Strom aus Windenergie 0,010 kg/kWh	0 MWh 0,0 t	0 MWh 0,0 t	0 MWh 0,0 t	3.436 MWh 34,4 t	0 MWh 0,0 t	0 MWh 0,0 t
Wärme aus Erdgas 0,247 kg/kWh	2.123 MWh 524,3 t	2.230 MWh 550,9 t	1.836 MWh 453,6 t	3.424 MWh 845,7 t	323 MWh 79,7 t	501 MWh 123,9 t
Wärmetransport Container¹⁵ 0,009 kg/kWh	0 MWh 0,0 t	0 MWh 0,0 t	1.898 MWh 17,1 t	0 MWh 0,0 t	1.271 MWh 11,4 t	0 MWh 0,0 t
Wärme aus Hackschnitzeln 0,025 kg/kWh	13.391 MWh 334,8 t	11.882 MWh 297,0 t	16.854 MWh 421,3 t	0 MWh 0,0 t	3.252 MWh 81,3 t	4.494 MWh 112,4 t
Wärme aus Solaranlage 0,024 kg/kWh	4.714 MWh 113,1 t	0 MWh 0,0 t	0 MWh 0,0 t	0 MWh 0,0 t	0 MWh 0,0 t	0 MWh 0,0 t
Summe CO₂-Bilanz	1.100,7 t	1.734,6 t	994,1 t	1.740,4 t	197,0 t	260,7 t

Tabelle 10-9: CO₂-Emissionen der zentralen Wärmeversorgung Teil 2

CO ₂ -EMISSIONEN	VERSORGUNG DES WÄRMEVERBUNDS AM SÜDERWEG				
	LUFTWÄRMEPUMPE + ERDGASKESSEL	LUFTWÄRMEPUMPE + HOLZKESSEL + ERDGASKESSEL	SOLARTHERMIE (KURZZEITSPEICHER) + HOLZKESSEL + ERDGASKESSEL	SOLARTHERMIE (LANGZEITSPEICHER) + HOLZKESSEL + ERDGASKESSEL	WINDKRAFTANLAGE + LUFTWÄRMEPUMPE + ERDGASKESSEL
Strom aus öfftl. Netz 0,366 kg/kWh	1.511 MWh 552,9 t	1.025 MWh 375,0 t	85 MWh 31,1 t	97 MWh 35,5 t	508 MWh 185,9 t
Strom aus Windenergie 0,010 kg/kWh	0 MWh 0,0 t	0 MWh 0,0 t	0 MWh 0,0 t	0 MWh 0,0 t	849 MWh 8,5 t
Wärme aus Erdgas 0,247 kg/kWh	663 MWh 163,8 t	359 MWh 88,6 t	513 MWh 126,6 t	489 MWh 120,7 t	1.056 MWh 260,8 t
Wärme aus Hackschnitzeln 0,025 kg/kWh	0 MWh 0,0 t	1.707 MWh 42,7 t	3.198 MWh 80,0 t	2.519 MWh 63,0 t	0 MWh 0,0 t
Wärme aus Solaranlage 0,024 kg/kWh	0 MWh 0,0 t	0 MWh 0,0 t	1.142 MWh 27,4 t	1.769 MWh 42,4 t	0 MWh 0,0 t
Summe CO₂-Bilanz	716,7 t	506,2 t	265,1 t	261,7 t	455,2 t

¹⁵ Der CO₂-Ausstoß durch Transport der Biogaswärme beträgt ca. 9 g/kWh und wird im Rahmen der Gesamtbilanz berücksichtigt.

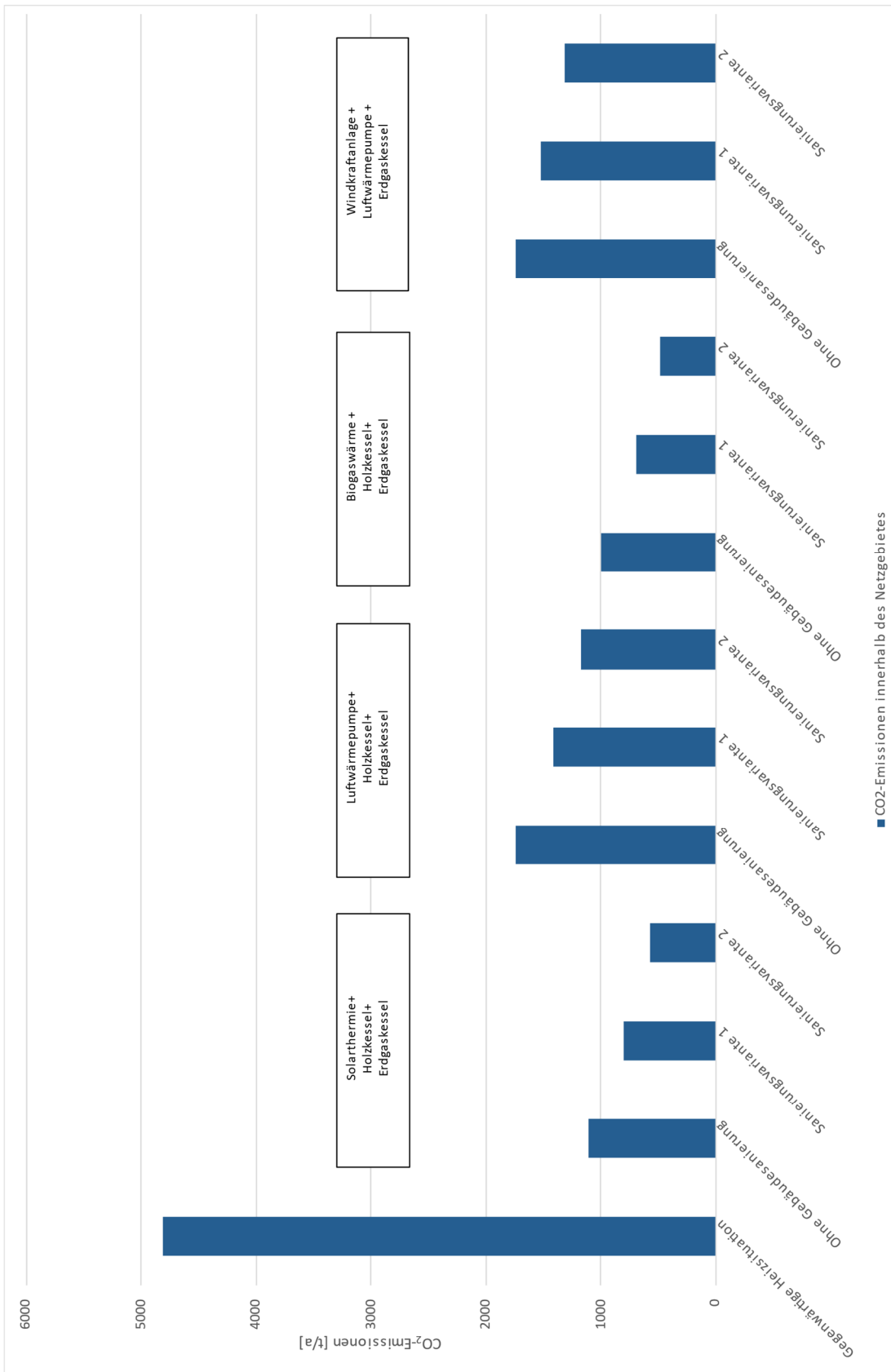


Abbildung 10-7: CO₂-Emissionen der zentralen Versorgungsvarianten zur Versorgung des gesamten Quartiers ohne und mit Berücksichtigung der Sanierungsvarianten

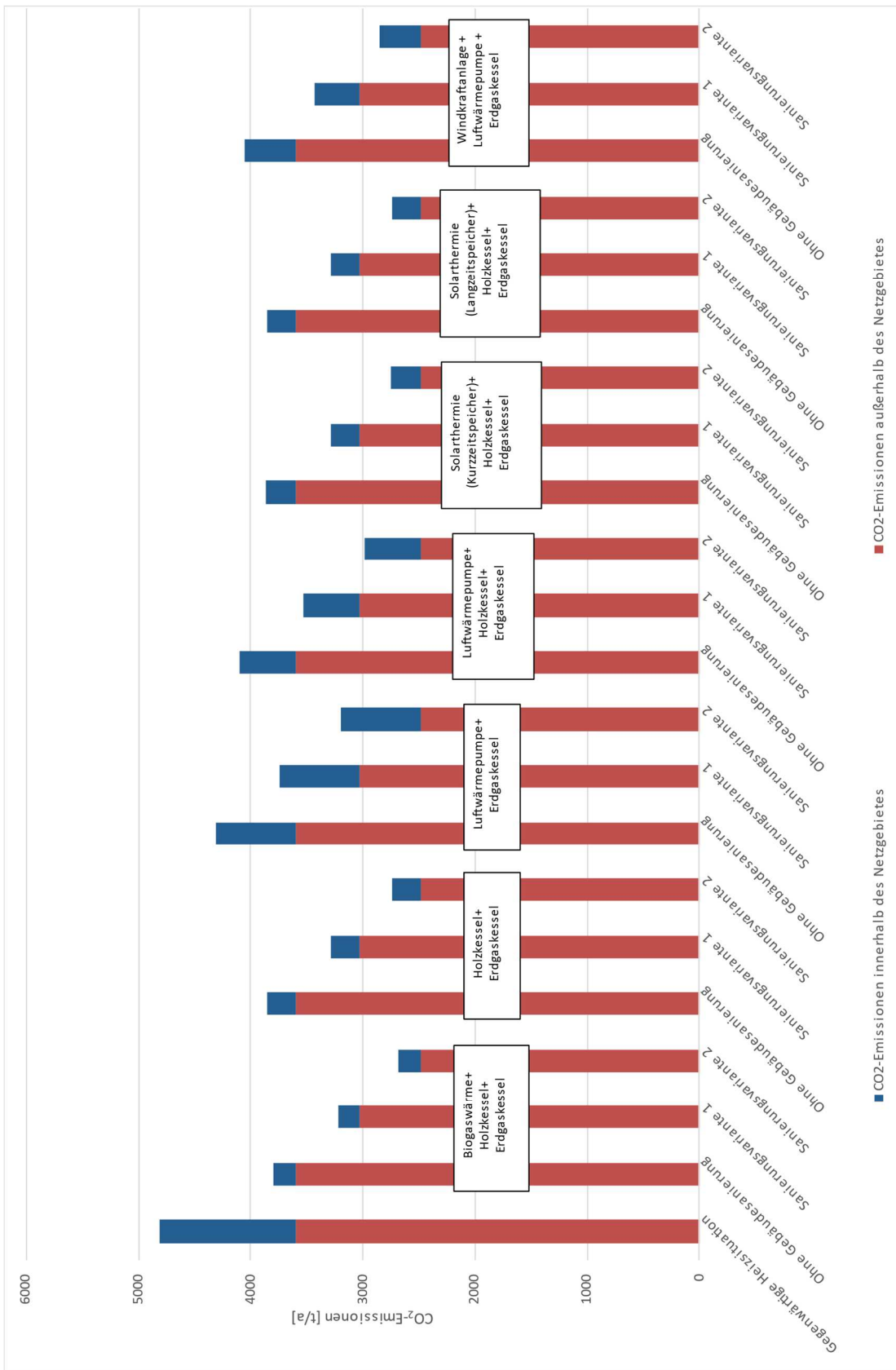


Abbildung 10-8: CO₂-Emissionen der zentralen Versorgungsvarianten zur Versorgung des Wärmeverbunds am Süderweg ohne und mit Berücksichtigung der Sanierungsvarianten

Durch eine Gebäudesanierung mit 1%iger Sanierungsrate pro Jahr und die Umstellung auf eine zentrale Wärmeversorgung zur Bereitstellung von Wärme für die Versorgung des gesamten Quartiers können die CO₂-Emissionen in Abhängigkeit von der Versorgungsvariante bis zum Jahre 2050 um 68 bis 86 % reduziert werden. Unter Berücksichtigung einer Sanierungsrate von 2 % pro Jahr fallen die Einsparungen um bis zu 5 % höher aus. Dies ist in Abbildung 10-7 und Abbildung 10-8 abzulesen.

Kritisch bei der Bewertung des Einsatzes von Erdgas 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 7-9 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 abhängen.

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

Der Primärenergiebedarf der einzelnen Versorgungsvarianten für die untersuchten Wärmenetze ergibt sich aus dem Nutzwärmebedarf multipliziert mit dem berechneten Primärenergiefaktor (vgl. Tabelle 10-10 und Tabelle 10-11). Hier zeigt sich, dass eine zentrale Wärmebereitstellung über Holz hackschnitzel zu einem geringeren Primärenergiebedarf führt als die Bereitstellung von Wärme mittels Luftwärmepumpen. Für Nah- und Fernwärme mit einem erneuerbaren KWK-Anteil von 70 % ist ein Primärenergiefaktor von 0,0 typisch und aus diesem Grund gewählt (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., 2015). Dementsprechend weist das hackschnitzel befeuerte Wärmeerzeugersystem mit einer Abnahme von Biogaswärme einen günstigeren Primärenergiefaktoren auf als die biogene Versorgungsvariante mit Luftwärmepumpe als Hybridlösung. Ebenfalls wirkt sich die Einbindung einer solarthermischen Anlage begünstigend aus.

Tabelle 10-10: Primärenergiebedarf der zentralen Wärmeversorgung Teil 1

PRIMÄRENERGIEBEDARF	VERSORGUNG DES GESAMTEN QUARTIERS				VERSORGUNG DES WÄRMEVERBUNDS AM SÜDERWEG	
	SOLAR THERMIE + HOLZKESSEL + ERDGASKESSEL	LUFTWÄRME-PUMPE + HOLZKESSEL + ERDGASKESSEL	BIOGASWÄRME + HOLZKESSEL + ERDGASKESSEL	WINDKRAFTANLAGE + LUFTWÄRMEPUMPE + ERDGASKESSEL	BIOGASWÄRME + HOLZKESSEL + ERDGASKESSEL	HOLZKESSEL + ERDGASKESSEL
Erdgas (PEF: 1,1)	2.335 MWh	2.453 MWh	2.020 MWh	3.766 MWh	355 MWh	552 MWh
Hackschnitzel (PEF: 0,2)	2.678 MWh	2.376 MWh	3.371 MWh	0 MWh	650 MWh	899 MWh
Strom (PEF: 1,8)	632 MWh	4.361 MWh	502 MWh	4.231 MWh	121 MWh	121 MWh
Primärenergie	5.645 MWh	9.190 MWh	5.893 MWh	7.998 MWh	1.126 MWh	1.571 MWh
Primärenergiefaktor	0,36	0,59	0,38	0,52	0,21	0,40

Tabelle 10-11: Primärenergiebedarf der zentralen Wärmeversorgung Teil 2

VERSORGUNG DES WÄRMEVERBUNDS AM SÜDERWEG					
PRIMÄRENERGIEBEDARF	LUFTWÄRMEPUMPE + ERDGASKESSEL	LUFTWÄRMEPUMPE + HOLZKESSEL + ERDGASKESSEL	SOLARTHERMIE (KURZZEITSPEICHER) + HOLZKESSEL + ERDGASKESSEL	SOLARTHERMIE (LANGZEITSPEICHER) + HOLZKESSEL + ERDGASKESSEL	WINDKRAFTANLAGE + LUFTWÄRMEPUMPE + ERDGASKESSEL
Erdgas (PEF: 1,1)	729 MWh	394 MWh	564 MWh	538 MWh	1.162 MWh
Hackschnitzel (PEF: 0,2)	0 MWh	341 MWh	640 MWh	504 MWh	0 MWh
Strom (PEF: 1,8)	2.719 MWh	1.844 MWh	153 MWh	175 MWh	914 MWh
Primärenergie	3.449 MWh	2.580 MWh	1.356 MWh	1.216 MWh	2.076 MWh
Primärenergiefaktor	0,88	0,66	0,35	0,31	0,53

10.2 BETREIBERKONZEPTE WÄRMENETZ

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

- Aufbau des Wärmenetzes,
- Betrieb des Wärmenetzes,
- Aufbau zusätzlicher Wärmeerzeugungsanlagen,
- Betrieb der Wärmeerzeugungsanlagen,
- verwaltende Tätigkeiten (Abrechnungen etc.).

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 10-12.

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 die Wertschöpfung in der Region gehalten werden kann. 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.

Tabelle 10-12: Übersicht über mögliche Betreibermodelle (EVA = Erzeugung, Verteilung, Abrechnung)

BETREIBER	VORTEILE	NACHTEILE
BÜRGERENERGIEGENOSSENSCHAFT	<ul style="list-style-type: none"> Abnehmer als Miteigentümer ggf. auch andere Versorgungen (Strom etc.) möglich Wertschöpfung verbleibt zu großen Teilen in der Kommune 	<ul style="list-style-type: none"> Know-how / Infrastruktur EVA zu beschaffen Hohes Engagement von (ehrenamtlichen) „Treibern“ nötig Erfahrung mit Wärmenetzen und Wärmeerzeugung fehlt i. d. R. zunächst
KOMMUNE / AMTSWERKE EGGE-BEK ALS KOMMUNALES EVU	<ul style="list-style-type: none"> auch andere Versorgungen (Glasfaser, Strom etc.) möglich ggf. Kommunalkreditkonditionen Wertschöpfung verbleibt zu großen Teilen in der Kommune 	<ul style="list-style-type: none"> Aufwand für Aufbau der administrativen Infrastruktur EVA (sofern noch nicht aus anderen Sparten vorhanden) Erfahrung mit Wärmenetzen und Wärmeerzeugung fehlt
EVU AUS DER REGION	<ul style="list-style-type: none"> Know-how / Infrastruktur EVA ggf. Kommunalkreditkonditionen ggf. kostengünstiger Einkauf (Mengen!) ggf. umfangreiche Erfahrungen Wertschöpfung verbleibt in (größerer) Region 	<ul style="list-style-type: none"> ggf. Interessenkonflikte wg. Gasverkauf Erfahrung mit Wärmenetzen und den hier vorgesehenen regenerativen Wärmeerzeugungen zu prüfen
CONTRACTOR	<ul style="list-style-type: none"> Know-how / Infrastruktur EVA ggf. kostengünstiger Einkauf (Mengen!) Umfangreiche Erfahrungen größte Angebotsvielfalt / Wettbewerb bei Ausschreibung 	<ul style="list-style-type: none"> Erfahrung mit den hier vorgesehenen regenerativen Wärmeerzeugungen zu prüfen Gewinnmarge fließt aus der Region ab

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 besonders

günstigen Kommunalkreditkonditionen sein. Zudem kann die Kommune die Refinanzierung des Netzes über die gesamte Lebensdauer von etwa 40 Jahren kalkulieren. Private Betreiber könnten sich dagegen möglicherweise, wenn sie Unsicherheiten hinsichtlich der langfristigen Nutzung sehen und keine Übergabvereinbarungen mit der Kommune o. a. bestehen, bei ihrer Kalkulation an den anfänglichen Vertragslaufzeiten von 10, 15 oder 20 Jahren orientieren und damit für diese Zeit höhere Kapitalkosten einrechnen.

Die Rolle der Kommune könnte hier von den Amtswerken Eggebek als kommunalem Unternehmen in der Hand der amtsangehörigen Gemeinden übernommen werden. Die Amtswerke verfügen aus dem Bau und Betrieb des Glasfasernetzes bereits über Erfahrungen mit dem Bau von Netzen, der Akquisition von Anschlussnehmern und der administrativen Abwicklung (Rechnungstellung etc.). Zudem planen sie derzeit schon in der benachbarten Kommune Eggebek den Aufbau eines Wärmenetzes im Bereich der Schule. Die Wahrnehmung dieser Aufgaben bedarf dabei entsprechender Beschlüsse der Gesellschafter.

10.3 DEZENTRALE VERSORGUNGSOPTIONEN

Als Kostenvergleich zu einer zentralen Wärmeversorgung sowie für die Teile des Quartiers, in denen wegen der geringen Wärmeabnahmedichte kein Wärmenetz in Frage kommt, wurden für ein für das Quartier typisches Einfamilienhaus verschiedene dezentrale Wärmeversorgungsoptionen gegenübergestellt. Die Berechnungen berücksichtigen dabei die seit Anfang des Jahres 2021 geltenden Fördermöglichkeiten für den Heizanlagen-tausch aus der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BAFA, 2021), die in Tabelle 10-13 dargestellt sind.

Tabelle 10-13: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG)		Fördersatz	Fördersatz mit Austausch Ölheizung	Fachplanung und Baubegleitung
Gebäudehülle ¹⁾	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschosdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	20 %		
Anlagentechnik ²⁾	Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Raumkühlung und Beleuchtungssysteme	20 %		
Heizungsanlagen ¹⁾	Gas-Brennwertheizungen „Renewable Ready“	20 %	20 %	
	Gas-Hybridanlagen Solarthermieanlagen	30 % 30 %	40 % 30 %	50 %
Heizungsoptimierung ¹⁾	Wärmepumpen	35 %	45 %	
	Biomasseanlagen ¹⁾	35 %	45 %	
	Innovative Heizanlagen auf EE-Basis	35 %	45 %	
	EE-Hybridheizungen ³⁾	35 %	45 %	
Anschluss an Gebäude-/Wärmenetz	mind. 25 % EE	30 %	40 %	
	mind. 55 % EE	35 %	45 %	

¹⁾ ISFP-Bonus: Bei Umsetzung einer Sanierungsmaßnahme als Teil eines im Förderprogramm „Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude“ geförderten individuellen Sanierungsfahrplans (ISFP) ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.
²⁾ Innovationsbonus: Bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwertes für Feinstaub von max. 2,5 mg/m³ ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
 Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND/4.0)

Stand: 1. Januar 2021

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. Tabelle 10-14 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 10.1.6).

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.¹⁶

Tabelle 10-14: Dezentrale Versorgungslösungen

Wirtschaftlichkeit über 10 Jahre		Dezentrale Versorgung Pelletheizung	Dezentrale Versorgung Pelletheizung + Solarthermie	Dezentrale Versorgung Flüssiggas- Brennwerttherme+ Solarthermie	Dezentrale Versorgung Luftwärmepumpe	Dezentrale Versorgung Luftwärmepumpe + Solarthermie	Dimension
Strombezug Luftwärmepumpe	ca.	0	0	0	4.185	2.803	kWh _{st}
Brennstoffbezug Erdgaskessel	ca.	0	0	9.635	0	0	kWh _{st}
Brennstoffbezug Pelletkessel	ca.	15.344	10.277	0	0	0	kWh _{st}
erzeugte Wärmemenge	ca.	13.810	13.810	13.810	13.810	13.810	kWh _{th}
CO ₂ -Emissionen (anzusetzender Wert)	ca.	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	tCO ₂
Investitionen							
Solarthermie	ca.	0	7.200	7.200	0	7.200	€
Pelletkessel	ca.	25.000	25.000	0	0	0	€
Luftwärmepumpe	ca.	0	0	0	15.000	15.000	€
Erdgaskessel	ca.	0	0	12.000	0	0	€
Investitionssumme	ca.	25.000	32.200	19.200	15.000	22.200	€
Förderung							
Solarthermie	30%	0	2.160	2.160	0	2.160	€
Pelletkessel	35%	8.750	8.750	0	0	0	€
Luftwärmepumpe	35%	0	0	0	5.250	5.250	€
Erdgaskessel	30%	0	0	3.600	0	0	€
Fördersumme	ca.	8.750	10.910	5.760	5.250	7.410	€
Kapitalkosten							
Solarthermie	20 Jahre	0	302	302	0	302	€
Pelletkessel	20 Jahre	974	974	0	0	0	€
Wärmepumpe	20 Jahre	0	0	0	585	585	€
Erdgaskessel	20 Jahre	0	0	504	0	0	€
jährliche Kapitalkosten	ca.	974	1.276	806	585	887	€
Betrieb und Wartung							
Solarthermie	ca.	0	50	50	0	50	€
Pelletkessel	ca.	400	400	0	0	0	€
Luftwärmepumpe	ca.	0	0	0	295	295	€
Erdgaskessel	ca.	0	0	455	0	0	€
jährliche Betriebs- und Wartungskosten	ca.	400	450	505	295	345	€
Energiekosten							
Strom öfftl. Netz	0,0 % p. a.	0	0	0	1.336	895	€
Holzpellets	0,0 % p. a.	759	508	0	0	0	€
Erdgas	0,0 % p. a.	0	0	676	0	0	€
CO ₂ -Bepreisung	73,8 €/t	0	0	209	0	0	€
jährliche Energiebezugskosten	ca.	759	508	885	1.336	895	€
Wirtschaftlichkeit							
mittl. Wärmegestehungskosten über 10 Jahre	ca.	2.133	2.235	2.196	2.216	2.127	€
mittl. spezifische Wärmegestehungskosten über 10 Jahre	ca.	15,4	16,2	15,9	16,0	15,4	ct/kWh

10.4 VERGLEICH ZENTRALER UND DEZENTRALER VERSORGUNGSOPTIONEN

Die Berechnungen (siehe Abbildung 10-9) haben gezeigt, dass der Aufbau einer zentralen Wärmerversorgungslösung auf Basis von Holzhackschnitzeln und Biogaswärme aus der Biogasanlage

¹⁶ „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. ...“

Energie Cordes KG unter den getroffenen Annahmen bei den durchschnittlichen Energiepreisen des Jahres 2021 ca. 8 % günstiger gewesen wäre als eine dezentrale Gasheizung mit Solarthermie und ca. 6 bis 10 % günstiger als eine dezentrale Pellet- oder Luftwärmepumpenanlage (ggf. mit Solarthermie).

Um die Auswirkungen von Preisschwankungen von Energie zu verdeutlichen, wurde zum Vergleich neben den durchschnittlichen Preisen von Gas, Strom, Holzhackschnitzeln und Pellets von 2021 auch die Mehrkosten durch die Preise von März 2022 ausgewiesen. Mögliche weitere Preissteigerungen durch zukünftige Marktentwicklungen sind nicht berücksichtigt. Mit steigenden Energiepreisen, wie sie bis März 2022 zu verzeichnen waren, sind die Wärmekosten der Nahwärmelösung ca. 24 % günstiger als eine dezentrale Gasheizung mit Solarthermie und ca. 9 bis 18 % günstiger als eine dezentrale Pellet- oder Luftwärmepumpenanlage (ggf. mit Solarthermie). Insbesondere die Gasheizung ist aktuell nicht nur am klimaschädlichsten, sondern auch am teuersten. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass bei der Nahwärmeversorgung zunächst eine Anschlussquote von 80 % angenommen wurde und sich durch eine niedriger / höhere Anschlussquote die Wirtschaftlichkeit zentraler Lösungen verschlechtert / verbessert.

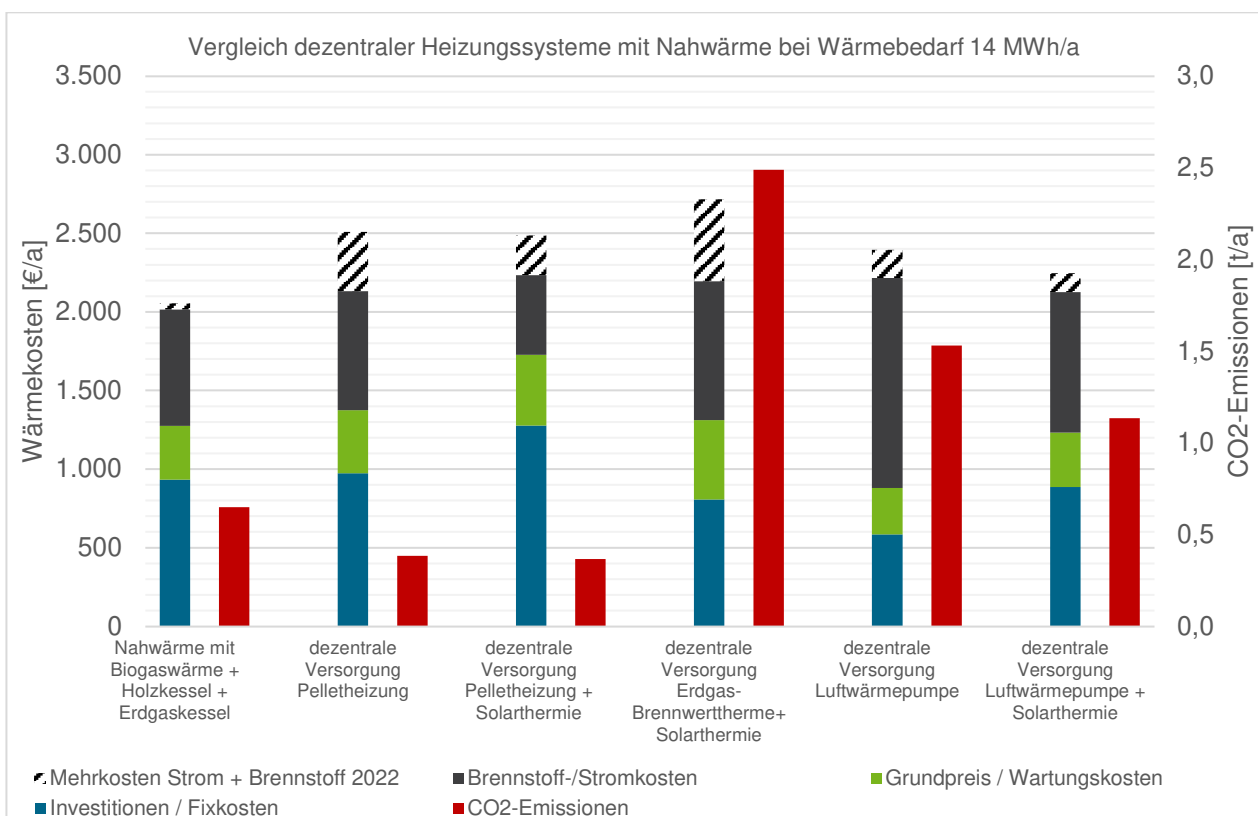


Abbildung 10-9: Vergleich Heizkosten und CO₂-Emissionen zentral / dezentral ¹⁷

Da in allen Berechnungen Annahmen eingeflossen sind und Brennstoffpreise sich weiter ändern werden, ist die derzeit seriös zu treffenden Aussagen die, dass die Kosten für eine

¹⁷ Durchschnittliche Wärmekosten pro Jahr über 10 Jahre und CO₂-Emissionen verschiedene Versorgungsoptionen (Einfamilienhaus, Wärmebedarf 13.810 kWh/a), unter Berücksichtigung der verfügbaren Bundesförderung (BEG + KfW)

Nahwärmeversorgung derzeit in einer ähnlichen Höhe liegen wie die dezentraler Beheizungsmöglichkeiten, mit voraussichtlich deutlich höherer Preisstabilität.

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 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 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. Bei ausschließlichem Bezug von „echtem“ Ökostrom (Zertifikat an die Lieferung gekoppelt) lassen sich auch mit einer Wärmepumpe entsprechende CO₂-Einsparungen realisieren.

Da in diesen getroffenen Annahmen im Rahmen eines Quartierskonzeptes systembedingt noch Ungenauigkeiten liegen, wurden im Kapitel 10.5 unterschiedlichste Sensitivitätsanalysen durchgeführt, indem wesentliche die Kosten beeinflussende Parameter variiert wurden. Die Sensitivitätsanalysen zeigen, dass alle getroffenen Variationen den Wärmepreis maßgeblich beeinflussen.

10.5 SENSITIVITÄTSANALYSE

Anhand eines typischen Einfamilienhauses wurden die jährlichen durchschnittlichen Wärmekosten über 10 Jahre unter Veränderung von jeweils einem wesentlichen Berechnungsparameter variiert. 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. Für den fossilen Energieträger Erdgas werden die Wärmepreise der Versorgungsvarianten innerhalb einer Preisspanne von -4,0 bis +20,0 % gegenüber dem in den Rahmenbedingungen zu Grunde gelegten Preis ermittelt, die auch die drastisch gestiegenen Gaskosten aufgrund des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine berücksichtigt. Da der Preis für Strom z. T. auch an die Entwicklung des Ölpreises gekoppelt ist, gilt die Preisspanne auch für den Energieträger Strom.

Es lässt sich feststellen, dass es in den letzten Jahren nur moderate Preisveränderungen für Holzhackschnitzel gab (C.A.R.M.E.N., 2022). Nimmt die Anzahl von Holzhackschnitzelheizungen allerdings in starkem Maße zu, ohne dass im gleichem Maße zusätzliche Angebote auf den Markt kommen, kann sich dies auch ändern.

Die zu erzielenden Preise für die erzeugte Biogaswärme in Biogasanlagen schwanken laut Studie der Hochschule für Umwelt und Wirtschaft Nürtingen-Geislingen und des Fachverband Biogas e. V. stark und erreichen Spitzenpreise von bis zu 9 ct/kWh (Halbherr, Herbes, & Braun, 2018). Auch wenn die wirtschaftliche Ausgangslage der hier geplanten Anlagen eine andere ist, so dass

entsprechend hohe Preise nicht zu erwarten sind, wurde der Vollständigkeit halber auch hierfür eine Sensitivitätsbetrachtung erstellt.

Neben den Auswirkungen von Energiepreisschwankungen ist auch die langfristige Entwicklung einer CO₂-Bepreisung zu berücksichtigen. Für das Jahr 2026 soll ein Preiskorridor von mindestens 55 €/t und höchstens 65 €/t gelten (Bundesregierung, 2019). In einer 2018 veröffentlichten Kostenschätzung empfiehlt das Umweltbundesamt, 180 bis langfristig 240 €/t als Ansatz für die Klimakosten der CO₂-Emissionen zu verwenden (UBA, 2019, S. 9).

Für die Betreiber von Fern- und Nahwärmenetzen hängt die Wirtschaftlichkeit wesentlich von der Anschlussquote ab – je höher die Anschlussquote, desto besser die Wirtschaftlichkeit. Aus diesem Grund wurde ebenfalls das Risiko einer geringeren Anschlussquote in Folge einer reduzierten Anzahl der an das Wärmenetz angeschlossenen Abnehmer der Wohngebäude berücksichtigt.

Tabelle 10-15 gibt einen Überblick über die Eingangsparameter der Sensitivitätsanalyse. Tabelle 10-16 zeigt die Legende der Diagramme zur Sensitivitätsanalyse.

Tabelle 10-15: Eingangsparameter der Sensitivitätsanalyse

PREISRISIKEN	
Entwicklung des Erdgaspreises pro Jahr	-4 % bis 20 %
Entwicklung des Strompreises pro Jahr	-4 % bis 20 %
Entwicklung des Hackschnitzelpreises pro Jahr	-4 % bis 20 %
Preis der BGA-Wärme	0 ct/kWh bis 9 ct/kWh
Entwicklung der CO ₂ -Bepreisung pro Jahr	0 €/t bis 24 €/t
Anschlussquote der Wohngebäude	25 % bis 100 %
Windstrompreis aus PPA	0 ct/kWh bis 18 ct/kWh

Tabelle 10-16: Legende der Diagramme zur Sensitivitätsanalyse

D	Dezentrale Versorgung	LWP-N	Luftwärmepumpe mit Strombezug aus Netz
Z	Zentrale Versorgung		
BW	Biogaswärme (Containertransp.)	LWP-WK	dto. mit Strombezug aus WKA ¹⁸
EGK	Erdgaskessel	PK	Pelletkessel
HK	Hackschnitzelkessel	ST	Solarthermie

¹⁸ Im Rahmen der Verfügbarkeit - ergänzende Abdeckung durch Netzstrom (vgl. Kapitel 9.1)

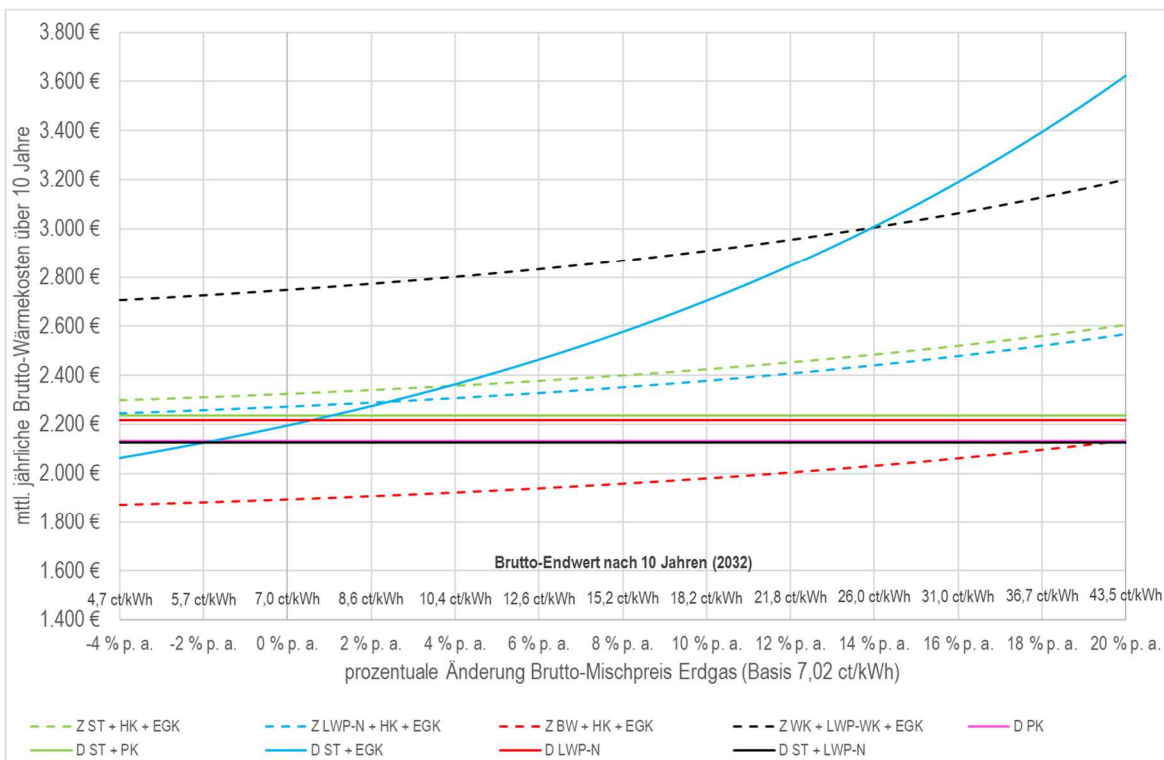


Abbildung 10-10: Abhängigkeit der Wärmekosten von jährlichen Preissteigerungsraten für Erdgas

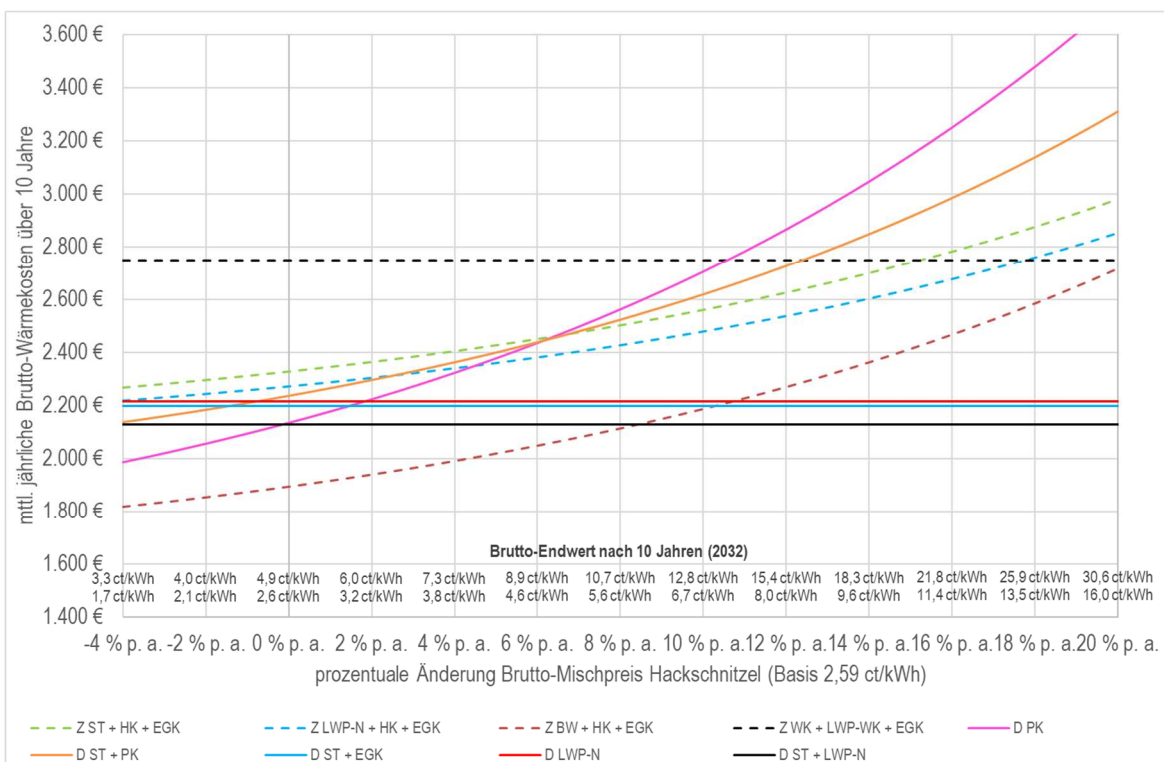


Abbildung 10-11: Abhängigkeit der Wärmekosten von jährlichen Preissteigerungsraten für Holzhackschnittel und Holzpellets

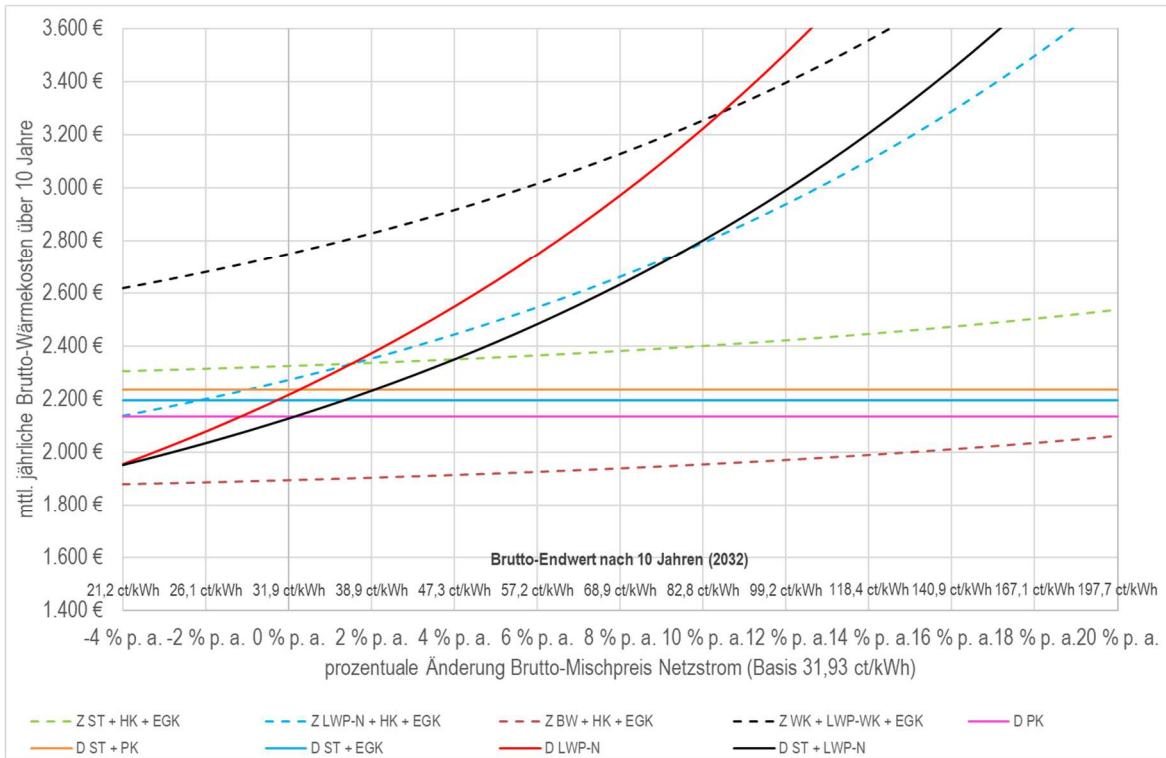


Abbildung 10-12: Abhängigkeit der Wärmekosten von jährlichen Preissteigerungsraten für den Netzbezug von Strom

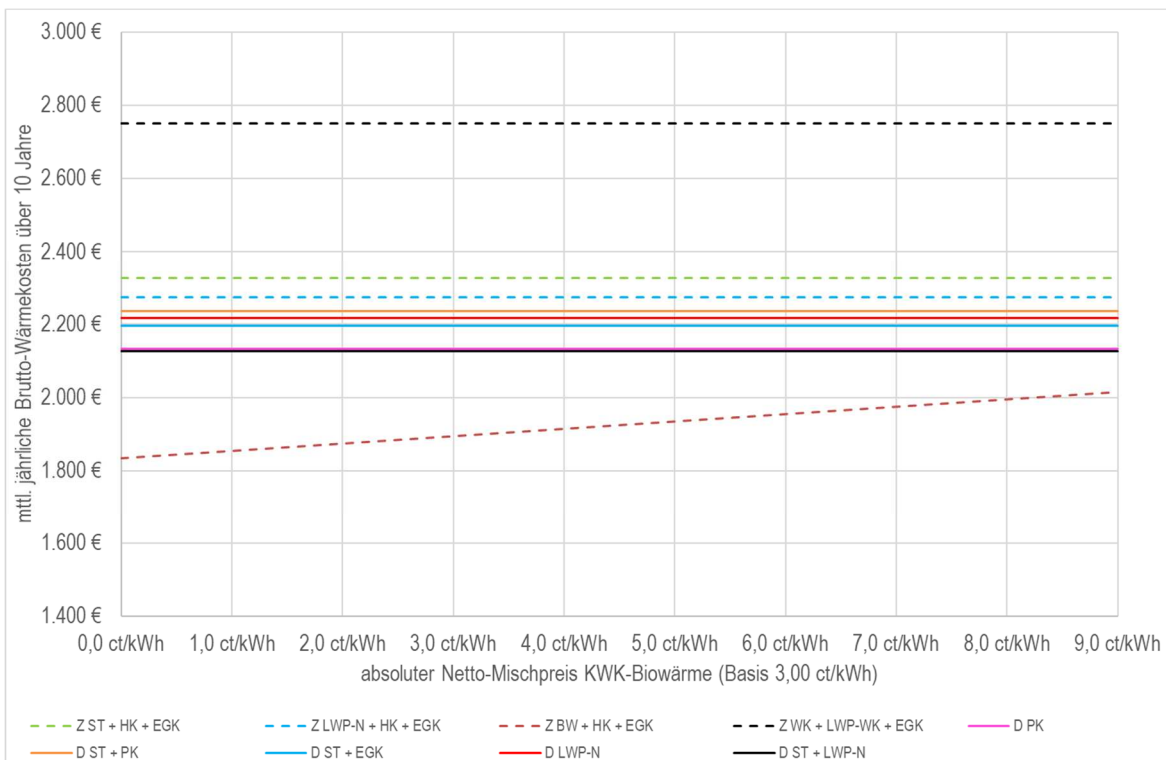


Abbildung 10-13: Abhängigkeit der Wärmekosten von Preisen der Biogaswärme (Containertransport)

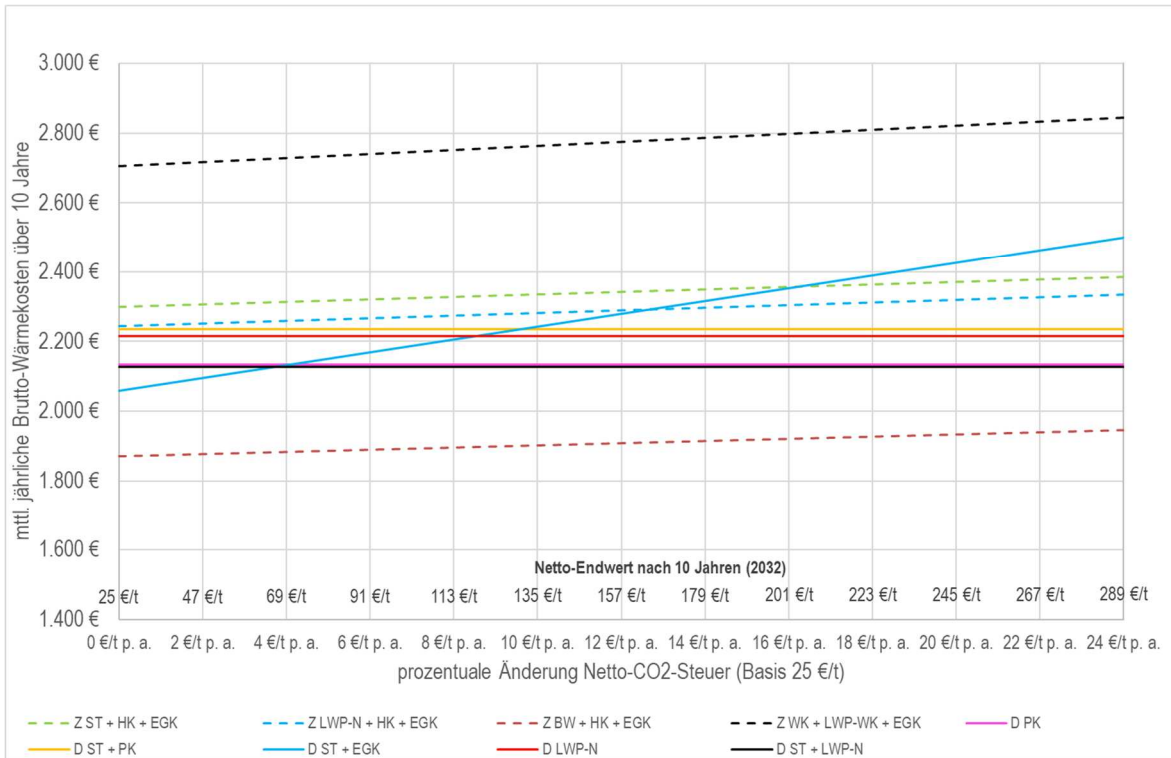


Abbildung 10-14: Abhängigkeit der Wärmekosten von jährlichen Preissteigerungsraten für CO₂-Emissionen

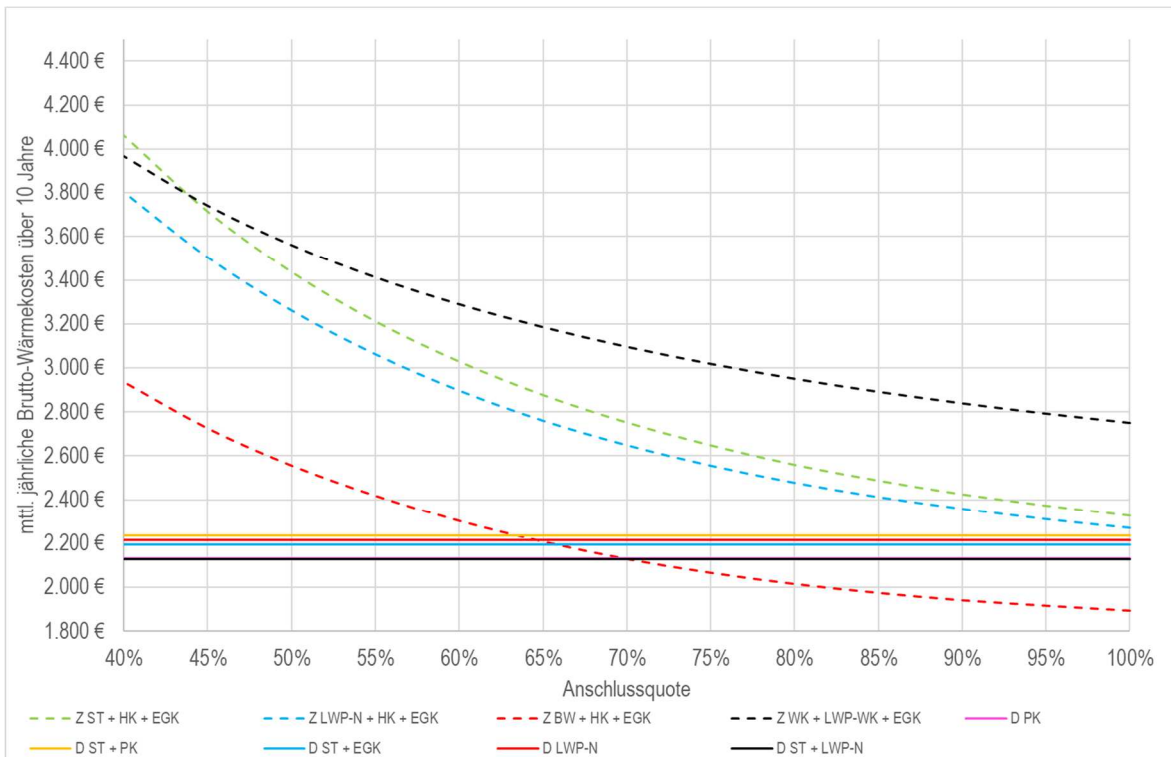


Abbildung 10-15: Abhängigkeit der Wärmekosten von den Anschlussquoten

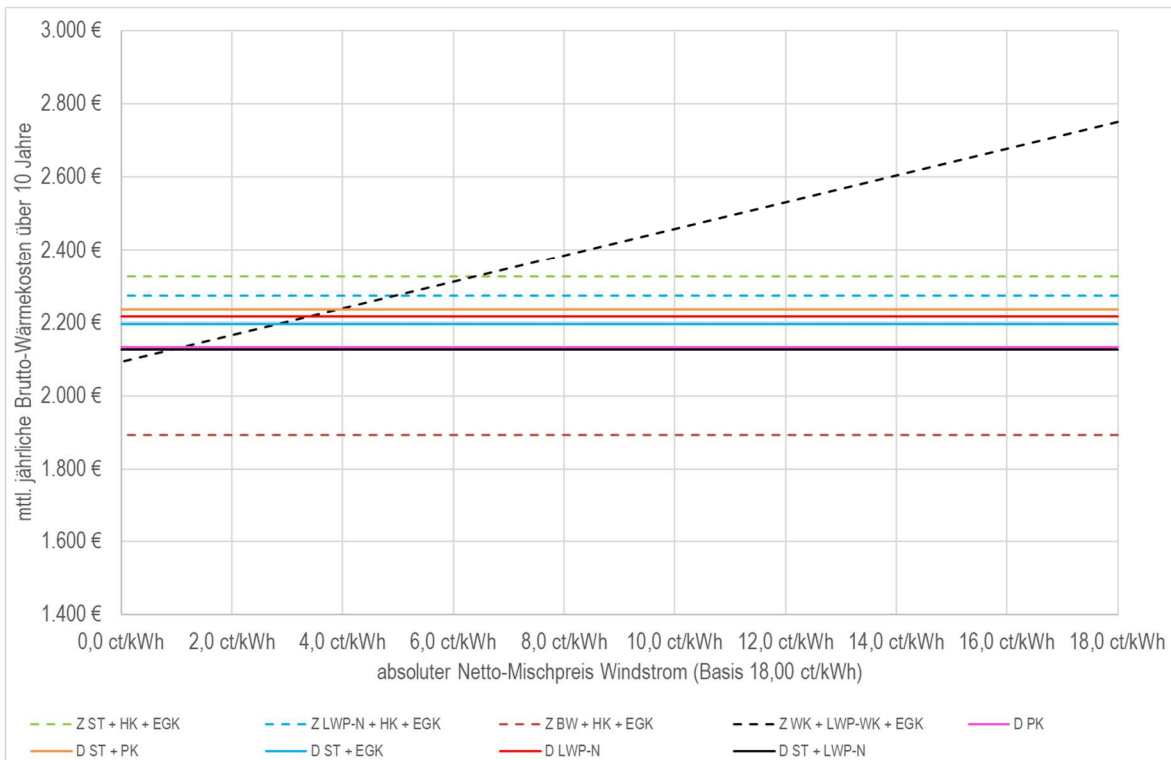


Abbildung 10-16: Abhängigkeit der Wärmekosten vom Preis des WKA-Windstrom (PPA)

Im Folgenden werden die Sensitivitäten verschiedener Parameter anhand des untersuchten Wärmenetzes zur Versorgung des gesamten Quartiers näher untersucht.

Die Sensitivitätsanalysen zeigen, dass alle getroffenen Variationen den Wärmepreis in unterschiedlichem Maße beeinflussen. Änderungen der Wirtschaftlichkeits-Rangfolge verschiedener Versorgungssysteme treten insbesondere bei steigenden Energiepreisen auf. Diese sind jedoch auch darauf zurückzuführen, dass in der Sensitivitätsanalyse immer nur ein Parameter, z. B. entweder der Preis von Erdgas oder der von Biomasse, verändert wurde. In der Praxis ist eine gewisse Korrelation der Preise zu erwarten.

Die Änderungen der Energiekosten zeigen bei den solarunterstützten Wärmeerzeugersystemen eine geringere Auswirkung. Die entfallenen Brennstoffkosten der solaren Wärmelösungen, die mit hohen Investitionskosten für die Solarwärme verbunden sind, können bei den dezentralen Heizungssystemen durch die angenommenen Preissteigerungen der Energiekosten z. T. ausgeglichen oder sogar überkompensiert werden.

Ein ähnlicher Trend ist - in Bezug auf eine zentrale Wärmeversorgung - bei einer Abnahme von überschüssiger Biogas-Wärme aus der Biogasanlage Energie Cordes KG zu beobachten. Auch hier zeigen die Änderungen der anderen Energiekosten eine geringere Auswirkung.

Die Gesamtkosten der Variante, in der große Teile der Wärmeversorgung über Luftwärmepumpen bestritten werden, die ihren Strom z. T. aus PPA mit benachbarten Windparks beziehen, hängt erwartungsgemäß entscheidend von den Strombezugskosten (inklusive der noch anfallenden Steuern und Umlagen) ab. Der Break-even zur ansonsten günstigsten hier untersuchten zentralen Variante, der Holzhackschnitzelheizung mit Containerwärme, würde allerdings selbst bei einem kostenlosen Strombezug aus der WKA nicht erreicht werden. Dies liegt an den hohen

Strombezugskosten für den (Netz-) Strom, der nicht über das PPA bereitgestellt werden kann, sowie dem Gasbedarf des Spitzenlastkessels.

Aufgrund des hohen Anteils an erneuerbaren Energien zeigen sich in den verschiedenen zentralen Varianten meist nur geringe Auswirkungen des CO₂-Preises auf die Wärmekosten. Die dezentrale Gas-Hybridheizung wird allerdings stark von einer CO₂-Bepreisung beeinflusst.

Den größten Einfluss auf die Kosten der zentralen, leitungsgebundenen Wärmeversorgung hat erwartungsgemäß die Anschlussquote (vgl. Abbildung 10-15). Die Gegenüberstellung von Anschlussquote und Wärmekosten zeigt, dass die Kosten für die Wärme mit abnehmender Anschlussquote steigen. Insofern ist die zumindest mittelfristige Sicherung einer ausreichenden Anschlussquote der entscheidende Erfolgsfaktor einer zentralen Wärmeversorgung und muss im Mittelpunkt der Bemühungen eines eventuellen Sanierungsmanagements stehen.

10.6 ZUSAMMENFASSUNG WÄRMEERZEUGUNG

Die Berechnungen haben gezeigt, dass der Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung sehr stark zur Senkung der CO₂-Emissionen beitragen kann. Durch den Einsatz von Freiflächen-solarthermie könnte zudem ein Viertel der benötigten Wärmemenge brennstoffunabhängig bereitgestellt werden. Faktisch ist dies auch durch Nutzung bisher ohnehin schon anfallender, aber nicht genutzter Abwärme der Fall.

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 auf, vor allem im Vergleich zu dezentralen (jeweils hauseigenen) Heizanlagen.

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. zu kümmern und, im Gegensatz zu Öl-, Erdgas- oder Pelletheizungen, kein Platzbedarf für die Brennstoffbevorratung. 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, lohnt sich die Versorgung über ein Wärmenetz wegen der hohen Investitionen und Wärmeverluste der Leitungen nicht. Für diese wurden jedoch verschiedene dezentrale Versorgungsoptionen aufgezeigt. Ggf. kann für benachbarte Häuser, die zusammen jedoch relativ isoliert liegen, jeweils eine kleine Inselversorgung aufgebaut werden. Auch wenn sich nur zwei oder drei Nutzer zusammenfinden, kann dennoch z. B. eine gemeinsame Pelletanlage günstiger sein als Einzellösungen.

11 UMSETZUNGHEMMNISSE UND MÖGLICHKEITEN ZU IHRER ÜBERWINDUNG

11.1 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 11-1 dargestellt, ca. 28 % (BMWE, 2018).

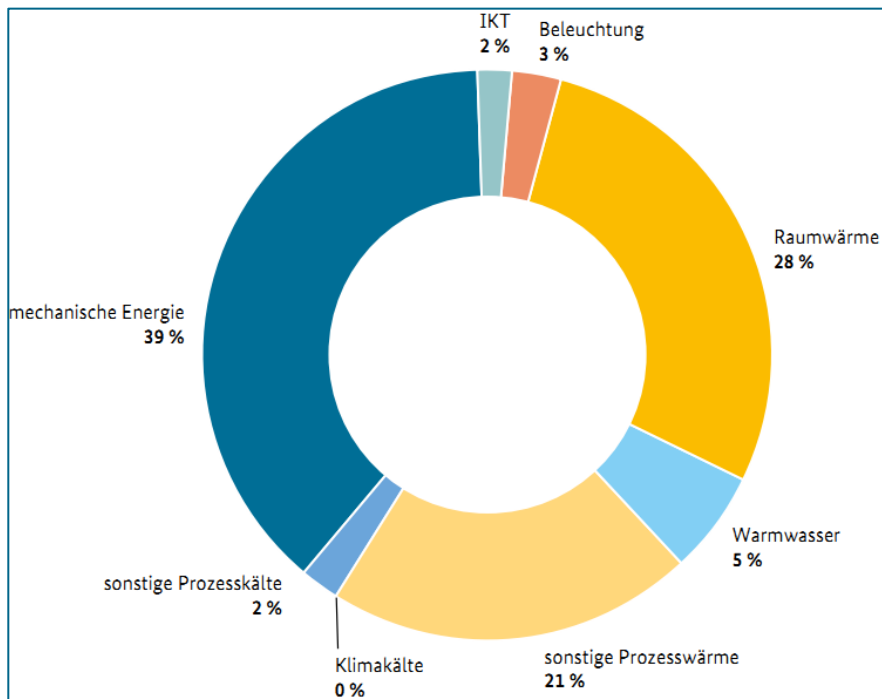


Abbildung 11-1: Endenergieverbrauch Raumwärme 2016 in Deutschland

Die Bundesregierung hat auf die Herausforderung der Reduktion der Treibhausgasemissionen im Gebäudebestand mit umfangreichen Förderprogrammen reagiert, zuletzt Anfang 2020 und mit dem neuen Förderdesign ab Januar 2021 (vgl. Kapitel 8.2). Trotzdem bestehen Hemmnisse dagegen, dass die Gebäudesanierung die Fortschritte macht, die für das Erreichen der Klimaschutzziele der Bundesrepublik - Klimaneutralität bis 2045 - notwendig wären.

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“

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.

Wirtschaftlich sind viele Sanierungsmaßnahmen - ebenso wie Bausteine einer regenerativen Energieversorgung - heute noch durch die faktische Subventionierung fossiler Energieträger unattraktiv, die darin besteht, dass die Verursacher von Treibhausgasemissionen nicht oder nur sehr bedingt für die Folgekosten aufkommen. Erste Schritte zur Internalisierung dieser externen Kosten sind durch den seit Anfang 2021 greifenden Aufbau der CO₂-Bepreisung auch für die Emissionen, die nicht bereits wie die von Großkraftwerken, Industriebetrieben etc. dem Emissionshandelssystem unterliegen, gemacht.

11.2 LEITUNGSGEBUNDENE WÄRMEVERSORGUNG

11.2.1 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.

11.2.2 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.

Mit den Amtswerken Eggebek, einem kommunalen Unternehmen in der Hand der amtsangehörigen Gemeinden, steht ein möglicher Netzbetreiber zur Verfügung. Aus dem Ausbau des Glasfasernetzes verfügen die Amtswerke über Versorgungs-, Vertriebs- und administrative Erfahrungen (Abrechnung etc.). Es bedarf jedoch entsprechender Beschlüsse der Aufsichtsgremien.

Da ein wirtschaftlicher Betrieb des Wärmenetzes möglich ist, sollten darin keine besonderen Herausforderungen bestehen.

11.2.3 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. Angesichts der durch geopolitische Entwicklungen gestiegenen

Preise insbesondere fossiler Energieträger und der zunehmenden Sorge um die Versorgungssicherheit ließen jedoch schon die Rückmeldungen aus der Bevölkerung während des Quartierskonzeptes ein großes Interesse erkennen. Dies muss nun im Rahmen des Sanierungsmanagements konkretisiert und möglichst umfassend um die Bereitschaft noch fehlender Anschlussinteressenten ergänzt werden.

Ebenso wie die Privathaushalte sind auch mögliche gewerbliche Abnehmer in die weiteren Gespräche einzubeziehen. Für die öffentlichen Liegenschaften dürfte überall dort, wo die Heizanlagen nicht schon mit erneuerbaren Energien betrieben oder noch sehr neu sind, die Entscheidung ein Selbstgänger sein.

Die verschiedenen Versorgungsoptionen stehen vor unterschiedlichen wirtschaftlichen Herausforderungen.

- Die Wirtschaftlichkeit der Wärmeherzeugung aus Luftwärmepumpen mit Strombezug aus einem benachbarten Windpark hängt davon ab, wie der Strom in den Zeiten bereitgestellt werden kann, in denen der Windpark nicht liefern kann, bzw. welche anderen Versorgungsoptionen bestehen.
- Beim Bezug von Holzhackschnitzeln wären langfristige Verträge mit möglichst regionalen Lieferanten zu schließen, um eine hohe Preisstabilität zu gewährleisten. Ggf. kann Abwärme der Biogasanlage zur Trocknung von Biomasse genutzt werden.
- Beim Bezug von Abwärme der Biogasanlage über Container stellt sich die Frage, ob und unter welchen Rahmenbedingungen die Anlage nach Auslauf der EEG-Förderung weiter betrieben wird.
- Bei der Nutzung von Solarthermie, vor allem mit saisonalem Speicher, sind höhere Investitionskosten zu tätigen, die auch zu einem anfänglich höheren Preis führen. Dafür ist jedoch die größte Kostenstabilität gesichert. Es wäre zu prüfen, welche ergänzenden Fördermittel ggf. verfügbar wären und welche Akzeptanz die verbleibenden Anfangspreise aufweisen.
- Bei der vorübergehend noch vorgesehenen Nutzung des Erdgaskessels besteht eine hohe Abhängigkeit von internationalen Preisentwicklungen. Da alleine schon aus Klimaschutzgründen schnellstmöglich auf die Nutzung von Erdgas verzichtet werden sollte, stellt sich die Frage, welche Alternativen wann verfügbar sind (Biomethan als begrenzte Ressource, grüner Wasserstoff nach Aufbau der entsprechenden Erzeugungskapazitäten, nicht-gasbasierte Optionen wie u. a. hier beschrieben, jedoch verbunden mit höheren Investitionskosten).

Letztlich ist der optimale Mix von Erzeugungsanlagen dann festzulegen, wenn absehbar ist, in welchem Umfang das Netz aufgebaut wird und mit welchen Anschlussquoten zu rechnen ist. Ggf. erzeugt ein angemessener Mix von Technologien Flexibilität und damit ebenfalls Kostenstabilität.

12 PROJEKTSTEUERUNG UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

12.1 LENKUNGSGRUPPE

Die Lenkungsgruppe des Projektes bestand aus der Bürgermeisterin (Ulrike Carstens), drei weiteren Gemeindevertretern (Holger Braaf, Rolf-Dieter Lippert, Hans-Wilhelm Thomsen), der Bürgerenergie Sauberes Wasser Eggebek GmbH (Christian Cordes), dem Bürgerwindpark Wanderup GmbH & Co. KG (Sascha Jacobsen), der Klimaschutzregion Flensburg (Klimaschutzmanagerin Dr. Maria Hock) und dem Amt Eggebek (Amtsdirektor Lars Fischer). Geschäftsführend waren die Unternehmen der mit dem Quartierskonzept beauftragten Arbeitsgemeinschaft vertreten.

Die Lenkungsgruppe hat zwischen dem 18. Mai 2021 und dem 29. Juni 2022 insgesamt sieben Mal getagt, teilweise in Präsenz, teilweise pandemiebedingt online. 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.

12.2 ALLGEMEINE ÖFFENTLICHKEIT

Für die Öffentlichkeit des Quartiers wurden trotz pandemiebedingter Restriktionen, die zu Verzögerungen führten, drei Veranstaltungen durchgeführt:

- Auf der Auftaktveranstaltung am 26. Oktober 2021 standen Handlungsnotwendigkeiten und -chancen des Klimaschutzes, das Vorgehen des Quartierskonzeptes, erste Hinweise auf Sanierungsmöglichkeiten sowie die Auswahl der Gebäude für die Mustersanierungsberatungen im Mittelpunkt.
- Auf der zweiten Veranstaltung am 29. März 2022 standen die zukünftigen Versorgungsmöglichkeiten, insbesondere über ein regenerativ gespeistes Wärmenetz, im Mittelpunkt.

Im Anschluss an die Veranstaltung wurden im gesamten Quartier Informationen über das mögliche Wärmenetz sowie ein Fragebogen zum Anschlussinteresse verteilt.

- Auf der dritten öffentlichen Veranstaltung am 16. Mai 2022 wurden Sanierungsmöglichkeiten am eigenen Haus anhand der Ergebnisse der Mustersanierungsberatungen sowie die zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Ergebnisse der zuvor benannten Befragung vorgestellt.



Abbildung 12-1: Öffentliche Veranstaltungen in Wanderup mit interaktiven Elementen

In die Veranstaltungen wurden interaktive Elemente integriert, mit denen die Beteiligten auch über ihre Diskussionsbeiträge hinaus Rückmeldungen geben konnten (vgl. Abbildung 12-1). Zu den Veranstaltungen wurden auch im gesamten Quartier Einladungen, Informationsschreiben etc. verteilt. Diese wurden ergänzt durch Hinweise im WIR, dem Mitteilungsblatt des Amtes Eggebek (vgl. Abbildung 12-2).



NEUES AUS DEM AMT

EINLADUNG
ÖFFENTLICHE VERANSTALTUNGEN IM RAHMEN DER ENERGETISCHEN QUARTIERSKONZEPTE

Trotz anhaltender Einschränkungen durch die Pandemie geht die Erarbeitung der energetischen Quartierskonzepte in den Gemeinden Eggebek, Jörl und Wanderup planmäßig voran. Für alle Quartiere wurde aus den vorhandenen Daten der Energieversorger, Schornsteinfeger und vieler freiwilliger Eigentümer ein sogenannter Wärmeatlas erstellt und daraus der Gesamtenergiebedarf ermittelt. An dieser Stelle möchten sich die BürgermeisterInnen herzlich für die Bereitschaft der Bürgerinnen und Bürger zum Ausfüllen der Fragebögen bedanken, die diesen Arbeitsschritt sehr unterstützt hat!

Auf Grundlage dieser Erkenntnisse sind nun bereits verschiedene zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsoptionen für die Quartiere hinsichtlich Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Klimaverträglichkeit untersucht und bewertet worden. Gern möchten Ihnen die Gemeinden die Ergebnisse dieser Analysen vorstellen

und auch ein Meinungsbild ihrer Bürgerinnen und Bürger im Quartier einholen. Die nächsten öffentlichen Veranstaltungen mit ausführlichen Informationen zu den möglichen Wärmeversorgungsoptionen finden daher voraussichtlich an den folgenden Terminen statt:

Quartier Wanderup:
Dienstag, 29.03.22, 18:00 Uhr im Westerkrug

Quartier Jörl:
Montag, 28.03.22, 18:00 Uhr im „dat schultz“ in Kleinjörl

Quartier Eggebek:
Mittwoch, 30.03.22, 18:00 Uhr im Gasthof Thomsen

Bitte beachten Sie, dass die Veranstaltungen je nach Pandemiegeschehen auch kurzfristig abgesagt bzw. verschoben werden können. In diesem Fall finden Sie aktuelle Informationen auf der Startseite der Klimaschutzregion Flensburg unter www.klimaschutzregion-flensburg.de. Für alle Veranstaltungen ist von den zum Termin für die Gastronomie gültigen Auflagen bezüglich Impf- oder Testnachweisen und ggf. Maskenpflicht auszugehen.

Abbildung 12-2: Hinweise auf öffentliche Veranstaltungen von Quartierskonzepten im WIR

Die Fragebögen der Befragung zwischen der zweiten und der dritten Veranstaltung wurden an rund 600 Haushalte im Quartier verteilt und es gingen 206 Rückmeldungen ein. Mit etwa einem Drittel wurde somit eine für vergleichbare Aktionen sehr hohe Resonanz erzielt. Diese zeigten überwiegend Interesse an einem kurzfristigen Anschluss an ein Wärmenetz (vgl. Abbildung 12-3). Lediglich 7 % der Rückmeldenden bekundeten, dass sie kein Interesse an einem Wärmeanschluss haben. Es ist denkbar, dass es sich in vielen Fällen um Haushalte handelt, die bereits

erneuerbare Energieträger zum Heizen nutzen oder deren Heizungsanlage erst vor relativ kurzer Zeit erneuert wurde.

Im Rahmen des Sanierungsmanagements können die Informationen und Befragungen nochmals weiter intensiviert werden.

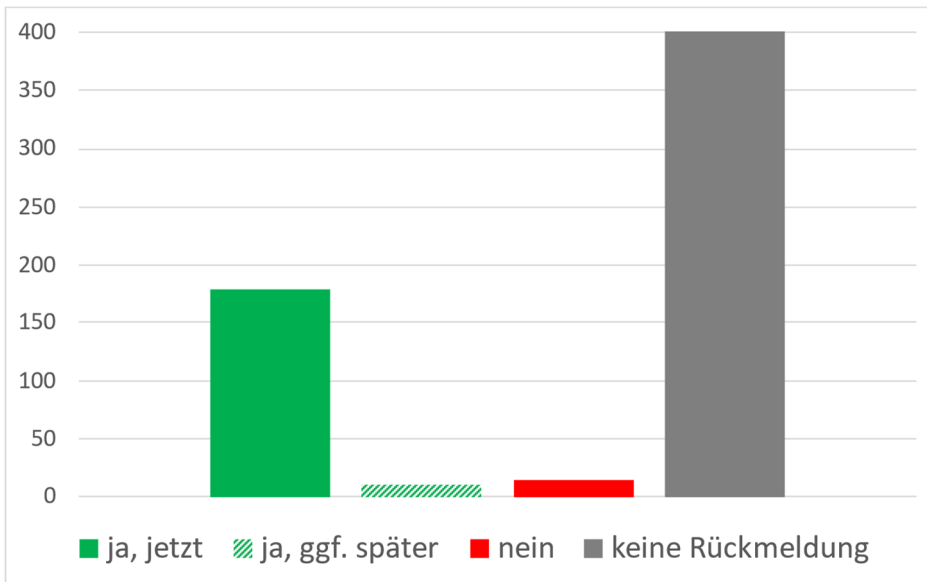


Abbildung 12-3: Ergebnisse der Befragung zum Interesse am Anschluss an ein Wärmenetz

13 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.

13.1 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 ermöglichte eine eindeutige Beurteilung der IST-Situation anhand von vergangenen 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 Kapitel 7.5 zu finden. Der Fortschritt der energetischen Sanierung wird über die Differenz zwischen Start-Bilanz und der jeweils aktuellen Bilanz deutlich.

13.2 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 13-1 dargestellt.

Tabelle 13-1: 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 regenerativer Heizungen	Stück	Schornsteinfeger
Von Heizöl oder Flüssiggas auf erneuerbare Energieträger umgestellte Heizungen	Stück	Schornsteinfeger
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 Sanierungs- / Energieberatungen	Stück	Sanierungsmanager
Sanierte Gebäude (ggf. Differenzierung nach Sanierungsart)	Stück	Begehungen

13.3 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.

14 MAßNAHMENKATALOG UND EMPFEHLUNGEN FÜR DAS SANIERUNGSMANAGEMENT

Auf Basis der voran gegangenen Untersuchungen ergeben sich die in Tabelle 14-1 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 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 und insbesondere der Betreiberrolle des Wärmenetzes, der Amtswerke Eggebek 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 14-1.

Da auch benachbarte Quartiere (vor allem Eggebek und Jörl) energetische Quartierskonzepte durchgeführt haben, wäre zu überlegen, ob bestimmte Funktionen des Sanierungsmanagements - etwa ein einzustellender Kümmerer vor Ort - gemeinsam mit den benachbarten Kommunen wahrgenommen werden können. Hieraus könnten sich Synergien und bei der Beschäftigung eigenen Personals eine in der Summe attraktivere Stelle ergeben.

Tabelle 14-1: 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 (ggf. der Amtswerke) erledigt und die extern vergeben werden sollen.	hoch, nach zuvor genanntem Punkt / Amt Eggebek
Identifikation des Betreibers der leitungsgebundenen Wärmeversorgung	hoch, kurzfristig / Gemeinde und Amt mit Amtswerken
Fortsetzung der Befragung des Anschlussinteresses an einem Wärmenetz (Auffüllen der noch fehlenden Rückmeldungen)	hoch, nach Start des Sanierungsmanagements / Sanierungsmanager
Festlegung der anfänglichen 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 ¹⁹
Vorlage konkreter Vertragsentwürfe an mögliche Anschlussnehmer des Wärmenetzes	hoch, nach zuvor genanntem Punkt / Betreiber Wärmenetz
Vertiefte Sanierungsberatungen im Gebäudebestand einschließlich regenerativer Versorgungsmöglichkeiten: 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 erforderlicher Versorgungsanlagen (außerhalb des Wärmenetzes)	niedrig bzw. auf Anforderung, langfristig laufend / Sanierungsmanager
Dokumentation der Arbeiten und operative Umsetzung des Controlling-Konzeptes	niedrig, kontinuierlich / Sanierungsmanager

¹⁹ HOAI-Leistungsphasen 1 bis 3 als Bestandteil des Sanierungsmanagements

15 LITERATURVERZEICHNIS

- Agentur für Erneuerbare Energien. (o. J.). *Energieverbrauch nach Strom, Wärme und Verkehr*. Abgerufen am 20. Mai 2022 von <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/endenergieverbrauch-strom-waerme-verkehr>
- Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (2012). *Gebäudetypologie Schleswig-Holstein*. (D. Walberg, Hrsg.) Kiel.
- 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. (2022 a). *Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme*. Abgerufen am 22. Mai 2022 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Nichtwohngebaeude_Anlagen_Systeme/nichtwohngebaeude_anlagen_systeme_node.html
- BAFA. (2022 b). *Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude*. Abgerufen am 22. Mai 2022 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Energieberatung_Wohngebaeude/energieberatung_wohngebaeude_node.html
- BAFA. (2022 c). *Sanierung Nichtwohngebäude*. Abgerufen am 22. Mai 2022 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Nichtwohngebaeude/sanierung_nichtwohngebaeude_node.html
- BAFA. (2022 d). *Sanierung Wohngebäude*. Abgerufen am 22. Mai 2022 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Wohngebaeude/sanierung_wohngebaeude_node.html
- 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
- BMWi. (August 2020 a). *Langfristige Renovierungsstrategie der Bundesregierung*. Abgerufen am 20. Mai 2022 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/langfristige-renovierungsstrategie-der-bundesregierung.html>
- BMWi. (14. Dezember 2020 b). *Start der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)*. Abgerufen am 19. März 2021 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2020/12/20201214-bundesfoerderung-effiziente-gebaeude-und-neue-foerderrichtlinie-energieberatung-fuer-nichtwohngebaeude-anlagen-und-systeme.html>
- BMWK. (6. April 2022). *Überblickspapier Osterpaket*. Abgerufen am 20. Mai 2022 von https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/0406_ueberblickspapier_osterpaket.html
- 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/W>

eitere_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/Ergaenzende-AfA-Tabellen/AfA-Tabelle_AV.html

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. (2021). *Förderaufruf Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte*. Abgerufen am 25. März 2021 von <https://www.klimaschutz.de/modellprojekte>

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>

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (22. April 2015). *Primärenergiefaktoren*. Abgerufen am 17. März 2021 von https://www.bdew.de/media/documents/20150422_Grundlagenpapier-Primaerenergiefaktoren.pdf

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/bvg_21-031.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/>

dena. (2016). *Gebäudereport - Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand*. Berlin.

dena. (April 2018). *Gebäudereport kompakt 2018 - Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand*. Abgerufen am 20. Mai 2022 von https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9254_Gebaeudereport_dena_kompakt_2018.pdf

dena. (o. J.). *Europäische Gebäuderichtlinie (EPDB)*. Abgerufen am 19. März 2020 von <https://www.zukunft-haus.info/studien-gesetze/gesetze/epdb/>

DRK. (o. J.). *Kindertagesstätten, KiTa Wanderup, Süderweg, Unsere KiTa*. Abgerufen am 9. Juni 2022 von <https://www.drk-kindertagesstaetten.de/kindertagesstaetten/kita-wanderup-suederweg/unsere-kita-stellt-sich-vor.html>

Gemeinde Wanderup. (o. J.). *BildungsCampus Wanderup*. Abgerufen am 09. 06. 2022 von <http://www.wanderup.de/verzeichnis/visitenkarte.php?mandat=115014>

Gemeinde Wanderup. (o. J.). *Wanderup - DRK Kindertagesstätte Süderweg 5*. Abgerufen am 9. Juni 2022 von <http://www.wanderup.de/verzeichnis/visitenkarte.php?mandat=115158>

Gemeinde Wanderup. (o. J.). *Wanderup Grundschule*. Abgerufen am 9. Juni 2022 von <http://www.wanderup.de/verzeichnis/visitenkarte.php?mandat=116988>

- Halbherr, V., Herbes, C., & Braun, L. (Januar 2018). *Preise für die Abgabe von Biogaswärme an Dritte*. Abgerufen am 20. Juni 2022 von https://www.hfwu.de/fileadmin/user_upload/ISR/Bilder/Dokumente/Publikationen_Herbes/2018-02-01_Agrarbetrieb_Herbes-et-al.pdf
- Hansen, H., Christiansen, O., & Lorenzen, M. (7. März 2022). Besprechung klimafreundliche Heizwärmeversorgung, energetische Gebäudesanierung. (J. Wortmann, Interviewer)
- IB.SH. (o. J. a). *Energetische Stadtsanierung*. Abgerufen am 20. Mai 2022 von <https://www.ib-sh.de/produkt/energetische-stadtsanierung/>
- IB.SH. (o. J. b). *Landesprogramm Wirtschaft - Nachhaltige Wärmeversorgungssysteme*. Abgerufen am 25. März 2021 von <https://www.ib-sh.de/produkt/landesprogramm-wirtschaft-nachhaltige-waermeversorgungssysteme/>
- 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. (2019). *Potenzialstudie Wasserstoffwirtschaft*. Kiel.
- KfW. (9. März 2021). *Erneuerbare Energien - Premium*. Von [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Finanzierungsangebote/Erneuerbare-Energien-Premium-\(271-281\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Finanzierungsangebote/Erneuerbare-Energien-Premium-(271-281)/) abgerufen
- KfW. (o. J. a). *Die neue Bundesförderung für effiziente Gebäude ersetzt die bisherige Förderung*. Abgerufen am 24. März 2021 von <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-f%C3%BCr-effiziente-Geb%C3%A4ude/>
- KfW. (o. J. b). *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)/)
- Klimaschutzregion Flensburg. (o. J.). *Die Klimaschutzregion*. Abgerufen am 20. Mai 2022 von <https://www.klimaschutzregion-flensburg.de/seite/484797/die-klimaschutzregion.html>
- Landesamt für Denkmalpflege. (1. Februar 2021). *Denkmalliste Schleswig-Flensburg*. Abgerufen am 22. Juni 2022 von https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/ministerien-behoerden/LD/Downloads/Denkmallisten/Denkmalliste_Schleswig-Flensburg.pdf?__blob=publicationFile&v=12
- Landesamt für Vermessung und Geoinformation SH. (o. J.). *Digitaler Atlas Nord*. Abgerufen am 1. Juni 2022 von <https://danord.gdi-sh.de/>
- Pfnür, A., Winiewska, B., Mailach, B., & Oschatz, B. (2016). *Dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung im deutschen Wärmemarkt*. Dresden.
- Raum & Energie. (30. August 2017). *ZukunftsRegion Amtsentwicklung Eggebek*. Abgerufen am 16. Mai 2022 von https://www.raum-energie.de/fileadmin/Downloads/Projekte/ZukunftsRegion_Amt_Eggebek/Endbericht_Zukunftsregion_Eggebek_IRE_30082017.pdf

- Sigmund, B. (23. Juni 2014). *Vom Einzelgebäude zum Quartier – Symposium zu Energie-Plus-Konzepten*. Abgerufen am 19. März 2020 von <https://www.detail.de/artikel/vom-einzelgebäude-zum-quartier-symposium-zu-energie-plus-konzepten-12155/>
- Statistikamt Nord. (o. J.). *Zahlen+Fakten, Meine Region, Schleswig-Holstein, Datenblätter auf Gemeindeebene*. Abgerufen am 05. Juni 2022 von https://region.statistik-nord.de/detail_timeline/13/1102/1/1/352/1168/
- Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. (28. August 2019). *Naturraum- und Gemeindeergebnisse in Schleswig-Holstein 2016, Statistischer Bericht C IV - ASE 2016 SH, Teil 8 Naturräume und Gemeinden*. Abgerufen am 19. März 2022 von https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Statistische_Berichte/landwirtschaft/C_IV_Teil_8_S_Raum/C_IV_ASE2016_Teil_8_SH.pdf
- Statistisches Landesamt SH. (1972). *Die Bevölkerung der Gemeinden in Schleswig-Holstein 1867 -1970, Historisches Gemeindeverzeichnis*. Kiel.
- Thordsen, R. (o. J.). *nah&frisch, Wanderup*. Abgerufen am 8. Juni 2022 von <https://www.facebook.com/nufwanderup/>
- 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. (August 2013). *Ratgeber: Das Energie-Sparschwein*. Abgerufen am 13. März 2019 von <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ratgeber-energie-sparschwein>
- UBA. (11. Februar 2019). *Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten*. Abgerufen am 16. März 2021 von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-02-11_methodenkonvention-3-0_kostensaetze_korr.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>
- Wikipedia. (9. März 2022). *Liste der Kulturdenkmale in Wanderup*. Abgerufen am 8. Juni 2022 von https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Kulturdenkmale_in_Wanderup
- Wikipedia. (o. J.). *Wanderup, Artikel*. Abgerufen am 10. Juni 2022 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Wanderup>
- Wirtschaftsverein Wanderup e.V. (o. J.). *Startseite*. Abgerufen am 08. Juni 2022 von <https://www-wanderup.de/>

Zerger, C. (8. Oktober 2020). *Für einen fairen Ökostrom-Markt außerhalb des EEG*. Abgerufen am 20. Juni 2022 von <https://www.klimareporter.de/strom/fuer-einen-fairen-oekostrom-markt-ausserhalb-des-eeq>