

BERICHT ÜBER INGENIEUR- UND BERATUNGSLEISTUNGEN

Berichtsumfang

ENERGETISCHES QUARTIERSKONZEPT PREETZ-INNENSTADT

Auftraggeber

STADT PREETZ
Bahnhofsstraße 27
24211 Preetz

Auftragnehmer

IPP ESN POWER ENGINEERING GMBH
Rendsburger Landstraße 196 - 198
24113 Kiel

In Kooperation mit

WORTMANN-ENERGIE	IPP INGENIEURGESELLSCHAFT POSSEL & PARTNER GMBH
Fraunhoferstraße 13	Rendsburger Landstraße 196-198
24118 Kiel	24113 Kiel

Ansprechpartner:

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

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

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des
Deutschen Bundestages

Kiel, den 22. Februar 2024

BERICHT: ENERGETISCHES QUARTIERSKONZEPT PREETZ-IN-
NENSTADT

DATUM: 22. Februar 2024

Auftraggeber: Stadt Preetz
Fachbereich Bauen und Umwelt
Bahnhofstraße 27
24211 Preetz

Ansprechpartner: Klaus Czittrich,
Klimaschutzmanager

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

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

IPP Ingenieurgesellschaft Pospel & Partner GmbH
Rendsburger Landstraße 196-198
24113 Kiel
Bearbeitung: Kristin Groth M.Sc.

Stand: Endfassung, 22. Februar 2024

Redaktionsschluss für die im Bericht verwendeten Datengrundlagen, Betrachtungen und Berechnungen war, sofern im Einzelnen nichts anderes angegeben ist, August 2023

Die Verfügbarkeit und die Ausgestaltung von Förderprogrammen war in den letzten Monaten der Projektbearbeitung einem ständigen Wandel unterworfen. Dies gilt gleichermaßen für die Förderung von Sanierungsmaßnahmen am Haus wie von Wärmenetzsystemen. Dies konnte nach dem zuvor angegebenen Redaktionsschluss nur noch in Einzelfällen, auf die dann an der jeweiligen Stelle hingewiesen wird, berücksichtigt werden.

Die einschneidendste Änderung für die Umsetzung der hier erarbeiteten Konzepte ist die, dass das Förderprogramm „KfW 432“, aus dem das vorliegend beschriebene Quartierskonzept finanziert wurde und aus dem bis 2023 Umsetzungen im Rahmen des Sanierungsmanagements mit begleitender Öffentlichkeitsarbeit u. a. finanziert werden konnten, seit 2024 nicht mehr zur Verfügung steht. Für die Umsetzung eines Wärmenetzes bietet sich daher nur noch eine Förderung im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) an.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Tabellenverzeichnis.....	1
2	Abbildungsverzeichnis.....	3
3	Abkürzungsverzeichnis.....	6
4	Zusammenfassung.....	9
4.1	Zentrale Ergebnisse.....	9
4.1.1	Reduktion des Wärmebedarfs.....	9
4.1.2	Wärmeerzeugung.....	10
4.1.3	Quartiersentwicklung.....	12
4.2	Checkliste KfW energetische Stadtsanierung.....	14
4.3	Energie- und CO ₂ -Bilanz - Verwendungsnachweis KfW energetische Stadtsanierung.....	15
5	Ausgangslage und Auftrag.....	16
6	Bestandsaufnahme.....	18
6.1	Räumliche Lage und Funktionen des Quartiers.....	18
6.2	Klimaschutzaktivitäten der Stadt Preetz.....	22
6.3	Bevölkerung, Baufertigstellungen.....	22
6.4	Gebäude- und Heizungsbestand.....	24
6.4.1	Wohnbebauung.....	28
6.4.2	Derzeitige Wärmeerzeugung.....	29
6.4.3	Ergebnisse der Fragebogenaktion und der Energieberatung vor Ort.....	33
6.4.4	Nicht-Wohngebäude und öffentliche Liegenschaften.....	34
6.5	Energie- und CO ₂ -Bilanz des Quartiers.....	41
7	Energie- und CO ₂ -Minderungspotenziale durch Gebäudesanierung.....	45
7.1	Gebäudesanierungspotenzial – Vorgehensweise, Rahmenbedingungen.....	45
7.2	Förderprogramme und Umfeld für die Energetische Sanierung.....	49
7.3	Mustersanierungsberatungen.....	54
7.3.1	Mustersanierungskonzept Gebäude A.....	54
7.3.2	Mustersanierungskonzept Gebäude B.....	61
7.3.3	Mustersanierungskonzept Gebäude C.....	62
7.3.4	Mustersanierungskonzept Gebäude D.....	67
7.3.5	Zusammenfassende Ergebnisse der Mustersanierungskonzepte von Wohngebäuden.....	73
7.4	Öffentliche Liegenschaften.....	77

7.5	Einsparpotential und Sanierungsrate	78
8	Versorgungsoptionen und -szenarien	81
8.1	Zentrale Versorgungsoptionen	81
8.1.1	Technische Versorgungslösungen	81
8.1.2	Entwurf Wärmenetz	84
8.1.3	Energiewirtschaftliche Ansätze	86
8.1.4	Zentrale Wärmeversorgung	87
8.1.5	CO ₂ -Bilanz und Primärenergiefaktor	100
8.2	Betreiberkonzepte	104
8.3	Dezentrale Versorgungsoptionen	106
8.4	Vergleich zentraler und dezentraler Versorgungsoptionen	108
8.5	Sensitivitätsanalyse	111
8.5.1	Sensitivitätsanalysen der zentralen Varianten	112
8.5.2	Sensitivitätsanalysen der dezentralen Varianten im Vergleich mit einer zentralen Variante	117
8.6	Zusammenfassung Wärmeerzeugung	119
9	Quartiersentwicklung	121
9.1	Nachhaltige Mobilität	121
9.2	Digitalisierung	123
9.3	Klimaanpassung	124
9.4	Barrierefreiheit	125
9.5	Lebenswertes Quartier	127
9.6	Baukulturelle Aspekte	128
9.7	Handlungsempfehlungen für die Quartiersentwicklung	129
9.7.1	Nachhaltige Mobilität	129
9.7.2	Lebenswerter Marktplatz – als Ort der Begegnung	136
9.7.3	Lebendige Lange Brückstraße	144
9.7.4	Grüne Klimaschutzstadt	148
9.7.5	Smartes Energiemanagement	151
9.7.6	Lebenswertes, Barrierefreies Quartier	156
10	Umsetzungshemmnisse und Möglichkeiten zu ihrer Überwindung	158
10.1	Gebäudesanierung	158
10.2	Leitungsgebundene Wärmeversorgung	159
10.2.1	Technische Herausforderungen	159

10.2.2	Rechtliche und organisatorische Herausforderungen	160
10.2.3	Wirtschaftliche Herausforderungen	160
10.3	Quartiersentwicklung	162
11	Öffentlichkeitsarbeit	163
11.1	Lenkungsgruppe	163
11.2	Allgemeine Öffentlichkeit.....	163
12	Controlling-Konzept	165
12.1	Energie- und CO ₂ -Bilanz	165
12.2	Bewertungsindikatoren.....	165
12.3	Dokumentation.....	166
13	Maßnahmenkatalog und Empfehlungen für das Sanierungsmanagement	167
14	Literaturverzeichnis	169
15	Anhänge: Potentialstudie Tiefengeothermie und Steckbriefe öffentliche Liegenschaften	173

1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 4-1: Abgleich der Berichtsinhalte mit den Anforderungen der KfW.....	14
Tabelle 4-2: Bestätigung Einspareffekte.....	15
Tabelle 6-1: spezifische Heizwärmebedarfe von Einfamilienhäusern nach Baualtersklassen (Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., 2012).....	29
Tabelle 6-2: Auswertung der Fragebögen zu den Liegenschaften des Quartiers.....	34
Tabelle 6-3: Übersicht von Bäckereien und Fleischereien in Preetz.....	35
Tabelle 6-4: Übersicht der öffentlichen Liegenschaften und Energieverbräuche, Preetz.....	36
Tabelle 6-5: Heizenergiebedarf im Quartier im Jahr 2022.....	43
Tabelle 6-6: CO ₂ -Emissionsfaktoren und Primärenergiefaktoren verschiedener Energieträger.....	44
Tabelle 6-7: Jährliche Wärme-, Endenergie-, CO ₂ - und Primärenergiebilanz für das Quartier.....	44
Tabelle 7-1: Nachrüstpflichten (Auszug) für Bestandsgebäude gemäß aktuellem GEG 2024.....	47
Tabelle 7-2: Vorgaben zur Heizungstechnik für Bestandsgebäude gemäß aktuellem EWKG, 2021.....	48
Tabelle 7-3: Sinnvolle Maßnahmenkombinationen bei der Gebäudesanierung (UBA, 2013).....	49
Tabelle 7-4: Förderung im Rahmen der Effizienzhaus-Sanierung durch die KfW.....	50
Tabelle 7-5: Förderprogramme für die energetische Sanierung von privaten Wohngebäuden, KfW.....	51
Tabelle 7-6: BEG-Förderprogramm Sanierung Wohn- und Nichtwohngebäude für Kommunen.....	52
Tabelle 7-7: BEG-Förderprogramm Einzelmaßnahmen (BEG EM) Wohn- und Nichtwohngebäude.....	52
Tabelle 7-8: Bundesförderung Energieberatung Wohngebäude (EBW).....	53
Tabelle 7-9: Bundesförderung für effiziente Gebäude, Fachplanung und Baubegleitung bei Sanierung.....	54
Tabelle 7-10: Gebäude A, Sanierungsvorschläge.....	55
Tabelle 7-11: Gebäude A, Investitionskosten der Sanierungsvorschläge.....	57
Tabelle 7-12: Förderübersicht der Sanierungsvarianten für Gebäude A.....	58
Tabelle 7-13: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude A, Sanierungsvorschläge.....	59
Tabelle 7-14: Gebäude C, Sanierungsvorschläge.....	63
Tabelle 7-15: Gebäude C, Investitionskosten der Sanierungsvorschläge.....	64
Tabelle 7-16: Förderübersicht der Sanierungsvarianten für Gebäude C.....	65
Tabelle 7-17: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude C, Sanierungsvorschläge.....	66
Tabelle 7-18: Gebäude C, Sanierungsvorschläge.....	68
Tabelle 7-19: Gebäude D, Investitionskosten der Sanierungsvorschläge.....	70

Tabelle 7-20: Förderübersicht der Sanierungsvarianten für Gebäude D.....	71
Tabelle 7-21: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude D, Sanierungsvorschläge	72
Tabelle 7-22: Heizenergiebedarf 2022 und Abschätzung 2050 mit 1- und 2%iger Sanierungsrate.....	80
Tabelle 8-1: Energiewirtschaftliche Ansätze der zentralen Versorgungsvarianten.....	87
Tabelle 8-2: Anteile an der Wärmeerzeugung in den betrachteten Versorgungsvarianten	90
Tabelle 8-3: Investitionskosten der untersuchten Varianten	93
Tabelle 8-4: Wärmegestehungskosten der zentralen Wärmeversorgung	96
Tabelle 8-5: CO ₂ -Emissionen der zentralen Wärmeversorgung	102
Tabelle 8-6: Primärenergiebedarf der zentralen Varianten	103
Tabelle 8-7: Übersicht Betreibermodelle	105
Tabelle 8-8: Energiewirtschaftliche Ansätze der dezentralen Versorgungsvarianten.....	108
Tabelle 8-9: Eingangsparmeter der Sensitivitätsanalyse	112
Tabelle 8-10: Legende der Diagramme zur Sensitivitätsanalyse	117
Tabelle 9-1: SWOT-Betrachtung Mobilität	129
Tabelle 9-2: Maßnahmensteckbrief Parkleitsystem	131
Tabelle 9-3: Maßnahmensteckbrief Fahrrad-Quartiersgaragen	133
Tabelle 9-4: Maßnahmensteckbrief Auslastung Ladeinfrastruktur	135
Tabelle 9-5: SWOT-Betrachtung lebendiger Marktplatz	136
Tabelle 9-6: Maßnahmensteckbrief nachhaltige Mobilität	137
Tabelle 9-7: Maßnahmensteckbrief Trinkwasserspender	140
Tabelle 9-8: Maßnahmensteckbrief Parklets	141
Tabelle 9-9: Maßnahmensteckbrief Spielfläche	143
Tabelle 9-10: SWOT-Betrachtung Lange Brückstraße	144
Tabelle 9-11: Maßnahmensteckbrief Reallabor	146
Tabelle 9-12: Maßnahmensteckbrief Revitalisierung Erdgeschoss.....	147
Tabelle 9-13: SWOT-Betrachtung Klimaschutz	148
Tabelle 9-14: Maßnahmensteckbrief Fassaden- und Dachbegrünung.....	149
Tabelle 9-15: Maßnahmensteckbrief Wasserstandssensoren	150
Tabelle 9-16: SWOT-Betrachtung Energiemanagement	151
Tabelle 9-17: Maßnahmensteckbrief Gebäudesanierung Privathaushalte.....	152
Tabelle 9-18: Maßnahmensteckbrief Energiemanagement	154
Tabelle 9-19: Maßnahmensteckbrief Quartiersmanagement.....	157
Tabelle 12-1: Mögliche Indikatoren zum Controlling der Umsetzung des Quartierskonzeptes	166
Tabelle 13-1: Maßnahmenkatalog für Umsetzungen u. a. im Rahmen des Sanierungsmanagements	167

2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 4-1: Vollkostenvergleich Wärmenetz mit dezentralen Versorgungsoptionen für einen exemplarischen Verbrauch von 30 MWh/a	11
Abbildung 5-1: Endenergiebedarf Deutschlands 2022 (Agentur für Erneuerbare Energien, o. J.).....	16
Abbildung 5-2: Erneuerbare Energien - Anteile in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr (UBA, 2023).....	17
Abbildung 6-1: Lage der Stadt Preetz im Kreis Plön (Schwochow, 2023).....	18
Abbildung 6-2: Das Quartier „Innenstadtquartier“ im Zentrum der Stadt Preetz, eigene Ergänzung in (Google Maps, o. J.).....	19
Abbildung 6-3: Nutzungsarten des Quartiers Preetzer Innenstadt (kartographisch)	20
Abbildung 6-4: Nutzungsarten des Quartiers Preetzer Innenstadt (Luftbild)	21
Abbildung 6-5: Regionale Anbindung, (TOLLERORT entwickeln & beteiligen, 2023).....	21
Abbildung 6-6: Bevölkerungsentwicklung Preetz (2011-2021).....	23
Abbildung 6-7: Natürliche Bevölkerungsbewegung und Wanderungssaldo für das Jahr 2021	23
Abbildung 6-8: Kartendarstellung zum B-Plan 96 (links) und 53A (rechts).....	24
Abbildung 6-9: Preußische Landesaufnahme, 1878-1880; 1953-1956; aktuelle Bebauung	25
Abbildung 6-10: Verteilung der Gebäudealtersklassen im Quartier nach dem Zensus 2011.....	25
Abbildung 6-11: Baualtersklassen im Quartier (Nördlicher Bereich)	26
Abbildung 6-12: Baualtersklassen im Quartier (Südlicher Bereich).....	26
Abbildung 6-13: Denkmalschutz im Quartier (Nördlicher Teil)	27
Abbildung 6-14: Denkmalschutz im Quartier (Südlicher Teil).....	27
Abbildung 6-15: Gebäudetypen.....	28
Abbildung 6-16: Anzahl und Leistung der Öl- und Gaskessel nach Baujahren	30
Abbildung 6-17: Verteilung nach Anzahl und Leistung aller Feuerstätten	31
Abbildung 6-18: Anzahl und Alter der Ölkessel	31
Abbildung 6-19: Anzahl und Alter der Erdgaskessel.....	31
Abbildung 6-20: Erdgasverrohrung, Stadt Preetz laut Angaben der SWKiel Netz GmbH	32
Abbildung 6-21: Fragebogen zur Ermittlung der Wohngebäude- und Heizsituation.....	33
Abbildung 6-22: Geschäfte im Quartier (nördlicher Bereich Zentrum). Quelle: Google Maps	34
Abbildung 6-23: Geschäfte im Quartier (südlicher Bereich Zentrum). Quelle: Google Maps.....	35
Abbildung 6-24: Karte zu den öffentlichen Liegenschaften im Quartier.....	37
Abbildung 6-25: Energie-Steckbrief öff. Liegenschaften, Bsp. 1 KiGa Bunte Kiste	41
Abbildung 6-26: Vorgehensweise zur Erstellung der Wärmeatlasses.....	41
Abbildung 6-27: Wärmeatlas des Innenstadtquartiers Preetz	42
Abbildung 6-28: Aufteilung Endenergiebedarf nach Energieträgern	43

Abbildung 7-1: Gebäudeansicht, 3D-Modellierung, Gesamtbewertung Ausgangssituation, Gebäude A.....	55
Abbildung 7-2: Gebäude A, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung	56
Abbildung 7-3: Gebäude A, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung, CO ₂ -Emissionen	56
Abbildung 7-4: Gebäude A, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung	60
Abbildung 7-5: Gebäude A, Vollkostenbetrachtung und Rentierlichkeit der Sanierungsvarianten	60
Abbildung 7-6: Gebäudeansicht, Gebäude B	61
Abbildung 7-7: Gebäudeansicht, 3D-Modellierung, Gesamtbewertung Ausgangssituation, Gebäude C	62
Abbildung 7-8: Gebäude C, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung	63
Abbildung 7-9: Gebäude C, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung, CO ₂ -Emissionen.....	64
Abbildung 7-10: Gebäude C, Rentierlichkeit der Sanierungsvarianten und resultierende CO ₂ -Minderungen	67
Abbildung 7-11: Gebäudeansicht, 3D-Modellierung, Gesamtbewertung Ausgangssituation, Gebäude C	68
Abbildung 7-12: Gebäude D, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung	69
Abbildung 7-13: Gebäude D, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung, CO ₂ -Emissionen.....	69
Abbildung 7-14: Gebäude D, Rentierlichkeit der Sanierungsvarianten und resultierende CO ₂ -Minderungen	72
Abbildung 7-15: Unterscheidung Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten, Bsp. Dachsanierung.....	75
Abbildung 7-16: Unterschiedliche spez. Treibhausgas-Emissionen durch Graue Energie bei verschiedenen Gebäudestandards	76
Abbildung 7-17: Abschätzung des kurz- und mittelfristigen Einsparpotentials öff. Liegenschaften.....	77
Abbildung 7-18: Spez. Endenergieverbrauch heute und 2050 (Sanierungsrate 1 %)	79
Abbildung 7-19: Spez. Endenergieverbrauch je Baualterklasse für 2050 (Sanierungsrate 2 %)	80
Abbildung 8-1: Jahrestemperaturverlauf der Schwentine 2019.....	83
Abbildung 8-2: Entwurf Wärmenetz - Karte aus (Google Maps, o. J.).....	85
Abbildung 8-3: Netzwärmebedarf im Jahresverlauf berechnet auf Basis der Außentemperaturen von Kiel-Holtenau in 2019.....	88
Abbildung 8-4: Jahresdauerlinie des Netzleistungsbedarfs berechnet auf Basis der Außentemperaturen für Kiel-Holtenau in 2019	89
Abbildung 8-5: Vergleich der Jährlichen Wärmekosten hervorgerufen durch die vier unterschiedlichen betrachteten zentralen Wärmeversorgungsvarianten für ein beispielhaftes Gebäude des Quartiers	100
Abbildung 8-6: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	106

Abbildung 8-7: Vergleich der präferierten Fernwärmevariante mit den typischen zur Verfügung stehenden dezentralen Heizungstechnologien.....	109
Abbildung 8-8: Pelletpreise im bundesdeutschen Durchschnitt von 2020 bis 2023 vgl. (C.A.R.M.E.N, 2023)	111
Abbildung 8-9: Darstellung der Abhängigkeiten der Heizkosten eines Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh vom Energiepreis für Erdgas für den Einsatz im zentralen Erdgaskessel.....	113
Abbildung 8-10: Darstellung der Abhängigkeiten der Heizkosten eines Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh vom Energiepreis für Holzhackschnitzel für den Einsatz im zentralen Hackschnitzelkessel.....	113
Abbildung 8-11: Darstellung der Abhängigkeit der Heizkosten eines Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh vom Energiepreis für Strom für den Einsatz im Wärmenetz	114
Abbildung 8-12: Darstellung der Abhängigkeit der Heizkosten eines Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh von der Anschlussquote der Gebäude des Quartiers	115
Abbildung 8-13: Darstellung der Abhängigkeit der Heizkosten eines Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh von der Nutzungsdauer der Tiefengeothermie.....	116
Abbildung 8-14: Darstellung der Abhängigkeit der Heizkosten eines Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh vom Kapitalzinssatz.....	116
Abbildung 8-15: Darstellung der Abhängigkeit der Heizkosten eines Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh vom Erdgaspreis	117
Abbildung 8-16: Darstellung der Abhängigkeit der Heizkosten eines Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh vom Strompreis (für Privat bzw. Großkunden).....	118
Abbildung 9-1: Symbole der Maßnahmensteckbriefe	129
Abbildung 9-2: Potenzielle Standorte für digitale Tafeln des Parkleitsystems (eigene Darstellung).....	132
Abbildung 9-3: Fahrradboxen (eigene Aufnahme).....	133
Abbildung 9-4: Marktplatz Preetz (eigene Aufnahme)	136
Abbildung 9-5: Aktuelle Verteilung der Fahrradbügel am Marktplatz (eigene Darstellung).....	138
Abbildung 9-6: Beispiele Parklets (citydecks.de)	141
Abbildung 9-7: Lange Brückstraße (eigene Aufnahme)	144
Abbildung 11-1: Impressionen von der ersten und dritten öffentlichen Veranstaltung.....	164
Abbildung 11-2: Rückmeldungen zum Wärmenetzinteresse auf der 3. öffentlichen Veranstaltung und Berichterstattung über die Veranstaltung in der Lokalpresse	164

3 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

SI-Einheiten und allgemeinsprachliche Abkürzungen sind nicht erläutert.

a	Jahr
AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V.
AGFW	Arbeitsgemeinschaft Fernwärme („AGFW Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.“)
Aw	Außenwand
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEHG	Gesetz über einen nationalen Zertifikatehandel für Brennstoffemissionen (Brennstoffemissionshandelsgesetz)
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BGA	Biogasanlage(n)
BHKW	Blockheizkraftwerk
Bj	Baujahr
BMU	Bundesministerium für Umwelt, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BW	Biogaswärme
C.A.R.M.E.N.	Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V.
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
Da	Dach
DFF	Dachflächenfenster
DG	Dachgeschoß
DZ	dezentrale Versorgung
EE	Erneuerbare Energien / Energieträger
EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz)
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EG	Erdgeschoß
EH	Effizienzhaus
EK	Erdgaskessel
el	elektrisch(e) (Arbeit oder Leistung)
EU	Europäische Union
EVU	Energieversorgungsunternehmen

EWKG	Gesetz zur Energiewende und zum Klimaschutz in Schleswig-Holstein (Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein)
Fe	Fenster
GIS	Geoinformationssysteme, Geographische Informationssysteme
GEG	Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz)
GO	Gemeindeordnung
GVE	Großvieheinheit
h	Stunde
GZF	Gleichzeitigkeitsfaktor
Heizöl EL	leichtes Heizöl
Hi	Heizwert
HJ	Halbjahr
HSH	Hackschnitzelheizung
HSK	Hackschnitzelkessel
HÜS	Hausübergabestation
IB.SH	Investitionsbank Schleswig-Holstein
IfEU	Institut für Energie- und Umweltforschung
IKSK	integriertes Klimaschutzkonzept
IPP	Ingenieurgesellschaft Possel & Partner GmbH
IPP ESN	IPP ESN Power Engineering GmbH
iSEK	integriertes Stadtentwicklungskonzept
iSFP	individueller Sanierungsfahrplan
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
k. A.	keine Angaben (verfügbar)
Ke	Keller
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KSV	Kalksandstein-Verblender
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LIS	Ladeinfrastruktur (für E-Fahrzeuge)
LoD	Level of Detail
LoRaWAN	Long Range Wide Area Network
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MWVATT	Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein

NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
NT	Niedertemperatur
NW	Nahwärme
NWG	Nichtwohngebäude
NW-Ü-Station	Nahwärme-Übergabestation
o. J.	ohne Jahresangabe
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
o.Gd.	oberste Geschossdecke
PH	Pelletheizung
Psp.	Pufferspeicher
QGIS	Quantum Geoinformationssysteme, Geographische Informationssysteme
SH	Schleswig-Holstein
STEK	Stadtentwicklungskonzept
T€	1000 Euro
t	Tonne
TG	Tiefengeothermie
th	thermische (Leistung oder Arbeit)
UBA	Umweltbundesamt
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VL	Vorlauf
VMz	Vormauerziegel
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
WE	Wohneinheit
WG	Wohngebäude
WP	Wärmepumpe
WPG	Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz)
WSch	Wärmeschutz
WW	Warmwasser
Z	Zentrale Versorgung

4 ZUSAMMENFASSUNG

4.1 ZENTRALE ERGEBNISSE

Das energetische Quartierskonzept befasste sich im Kern mit den Möglichkeiten

- den Wärmebedarf der privaten, öffentlichen und gewerblichen Liegenschaften zu senken,
- den verbleibenden Wärmebedarf weitestgehend klimaneutral zu decken sowie
- den Innenstadtbereich lebenswerter zu gestalten (Mobilität, Barrierefreiheit, Klimaanpassung etc.).

4.1.1 REDUKTION DES WÄRMEBEDARFS

Die Möglichkeiten der Energieeinsparung an der Gebäudehülle und der Verbesserung der Effizienz der Heizungstechnik wurden exemplarisch an vier konkreten Preetzer Wohngebäuden im Rahmen der Mustersanierungsberatung untersucht. Hier konnten mit mittel- bis langfristig rentierlichen Maßnahmen bei der zu berücksichtigenden Differenzierung von „sowieso“-Kosten und energetischen Mehrkosten Endenergieeinsparungen von ca. 55 % bis zu über 80 % dargestellt werden. Diese relativ hohen Einsparraten der Mustersanierungskonzepte über eine mittelfristige, rd. zehn- bis fünfzehnjährige Zeitspanne der Maßnahmenumsetzung, sind jedoch nicht unbedingt repräsentativ für den Wohngebäudebestand im Quartier. Neben allgemeinen Hemmnissen, die Sanierungen entgegenstehen, kann aufgrund der Diskussionen mit den Eigentümer*innen davon ausgegangen werden, dass von den unterbreiteten Vorschlägen der Mustersanierungsberatungen nur ein Bruchteil von den Eigentümer*innen umgesetzt werden wird. Insofern orientiert sich die Abschätzung der Sanierungsrate an der durchschnittlichen Umsetzung von energetischen Verbesserungen, die bundesweit erfolgen. Eine intensive Informations- und Beratungskampagne, ähnlich der über das BAFA geförderten Energieberatung-Vor-Ort, und eine flankierende, ebenfalls BAFA-geförderte Baubegleitung für jedes (!) Wohngebäude im Quartier könnte die durchschnittliche rund einprozentige Sanierungsrate auf 2 % oder höher heben.

Auf Basis der Begehungen und der erarbeiteten Energie-Steckbriefe für die öffentlichen Liegenschaften lässt ein Reduzierungspotenzial für eine kurz- bis mittelfristige Umsetzung von rd. 20 % des Heizenergiebedarfs (Endenergie Raumwärme) abschätzen (vergl. Kap. 6.4.4.2).

Die Stadt Preetz sollte bei der Reduktion des Gebäudewärmebedarfs unterstützende Aktivitäten insbesondere für die privaten Haushalte anbieten und die eigenen Liegenschaften in den Fokus nehmen:

- Erhöhung der Sanierungsrate und Erschließung der vorhandenen Energieeinspar- und Effizienzpotenziale durch eine flankierende Beratungskampagne. Diese sollte mindestens vierjährig und kontinuierlich zu den Beratungsangeboten der Verbraucherzentrale und der bundesweiten BAFA-Förderung „Energieberatung vor-Ort“ angeboten werden. Schwerpunkt: „Wärmebedarf durch energetische Sanierung senken – fit machen für erneuerbare Energienutzung“.
- In den öffentlichen Liegenschaften sollte - gemäß den Empfehlungen der Steckbriefe - kurzfristig der hydraulische Abgleich einhergehend mit einer Regelungsoptimierung der Heizungstechnik vorgenommen werden. Bei Berücksichtigung eines mittelfristigen Nahwärme-

anschlusses sollten im Rahmen der Heizlastberechnung zum hydraulischen Abgleich die bestehenden Heizflächen angepasst bzw. erneuert werden.

4.1.2 WÄRMEERZEUGUNG

Bisher versorgen sich die Liegenschaften in der Innenstadt überwiegend dezentral, d. h. in fast jedem Haus befindet sich ein Wärmeerzeuger, der das eigene Haus versorgt. Überwiegend handelt es sich dabei um Heizkessel, die mit Erdgas (491 Kessel) oder Heizöl (72 Kessel) betrieben werden. Damit ist die Wärmeerzeugung im Quartier bisher zum einen klimaschädlich, und zum anderen besteht eine hohe Abhängigkeit vom Import fossiler Energieträger, mit den nach dem Angriff Putins auf die Ukraine deutlich gewordenen Konsequenzen für die Preisstabilität.

Für die zukünftige Wärmeversorgung des Quartiers können zwei Wege der Wärmewende hin zur Klimaneutralität beschrrieben werden: Die Versorgung kann durch einen Austausch der Erdgas- und Heizölkessel gegen jeweils dezentrale andere Wärmeerzeuger wie etwa Wärmepumpe, Pelletkessel o. a. dargestellt werden. Alternativ kann ein Wärmenetz errichtet werden und die Wärmegewinnung in einer gemeinsamen Heizzentrale auf Basis erneuerbarer Energien erfolgen. Beide Alternativen wurden im Rahmen des Quartierskonzeptes geprüft.

Für die Wärmeerzeugung in einer Heizzentrale wurden verschiedene Wärmequellen und technologische Optionen geprüft. In einer qualitativen Vorbetrachtung wurden die im Quartier zur Verfügung stehenden Potentiale ermittelt und daraus mögliche Varianten der Wärmegewinnung eines Wärmenetzes ermittelt. Im Anschluss daran erfolgte für diese Varianten eine differenzierte Betrachtung von technischen Rahmenbedingungen, Wirtschaftlichkeit und Klimaauswirkungen. Im Einzelnen handelt es sich um folgende Optionen der Wärmegewinnung:

1. Großwärmepumpe zur Nutzung von Wärme der Schwentine (Kirchsee) in Verbindung mit einem Biomassekessel zum Einsatz von Holzhackschnitzeln, der vor allem im Winterhalbjahr zum Einsatz käme, wenn die Wärmepumpe nicht genügend Wärme liefern kann bzw. weniger effizient arbeitet;
2. ausschließliche Nutzung eines (dann größeren) Holzhackschnitzelkessels;
3. Tiefengeothermie und
4. Anschluss an ein vorgesehene Wärmenetz des Klosterquartiers, so dass vor allem im Sommerhalbjahr im Klosterquartier nicht benötigte Wärme aus dem Ablauf der neu geplanten Kläranlage genutzt werden könnte (IPP ESN, 2023), in Verbindung mit der Großwärmepumpe am Kirchsee und einem (dann kleineren) Holzhackschnitzelkessel.

Ergänzend zu den genannten Erzeugern wird ein Redundanz-erzeuger empfohlen, der das Wärmenetz gegen Ausfälle der primär betriebenen Anlagen absichern und seltene Spitzenlasten abdecken kann. Als Redundanz-Erzeuger bietet sich aufgrund der Investitionskosten und der seltenen Einsatzzeiten derzeit noch ein Erdgaskessel an. Langfristig kann das eingesetzte Erdgas durch Biomethan oder grünen Wasserstoff ersetzt werden.

Die Wärmegestehungskosten der verschiedenen Varianten liegen in einer sehr ähnlichen Größenordnung - die errechneten Kosten liegen bei günstigster und teuerster Variante ca. 10 % auseinander. Die Versorgung des Quartiers mit Tiefengeothermie weist geringfügig höherer Kosten als die Vollversorgung durch einen Holzhackschnitzelkessel auf. Aufgrund der hohen Kostenstabilität der Tiefengeothermie und der Tatsache, dass ein lokal vorhandenes Potential genutzt wird,

anstatt einen knappen Rohstoff aus einem größeren Umkreis zu importieren, sieht die Lenkungsgruppe des Quartierskonzeptes Tiefengeothermie dennoch als präferierte Versorgungsoption an.

In Abbildung 4-1 werden die Kosten des so konzipierten Wärmenetzes mit denen möglicher dezentraler Versorgungsoptionen verglichen. Dabei zeigt sich, dass die Kosten des Wärmenetzes vergleichbar sind mit denen einer Erdgastherme mit 15 % Solarthermie, wie sie unter Beachtung der Regelungen des EWKG derzeit noch zulässig wäre, ebenso wie mit denen von Luft- und Erdwärmepumpen. Zu beachten ist dabei, dass der Einbau einer neuen Erdgasheizung seit 2024 nur zulässig ist, wenn diese schrittweise mit einem steigenden Anteil an erneuerbaren Gasen betrieben wird oder als Übergangstechnologie bis zum Anschluss an ein Wärmenetz genutzt wird. Dies dürfte die Wärmekosten neu errichteter Erdgasthermen gegenüber den dargestellten Kosten mittel- bis langfristig deutlich erhöhen.

Abbildung 4-1 stellt schraffiert auch die Mehrkosten auf Grund gestiegener Energiepreise zwischen der ersten und dem zweiten Halbjahr 2022 dar. Dabei zeigt sich, dass ein Wärmenetz mit erneuerbaren Energieträgern eine besonders hohe Kostenstabilität verspricht. Die Wahl der Zeitpunkte ist in gewisser Weise willkürlich - so unterlagen aufgrund schwankender Strompreise je nach gewähltem Zeitpunkt auch die Kosten der Wärmepumpen größeren Schwankungen - so dass die dargestellten Schwankungen lediglich eine Indikation darstellen. Die Nutzung regionaler, erneuerbarer Wärmequellen wie z. B. Tiefengeothermie in einem Wärmenetz verspricht jedoch in jedem Fall vergleichsweise stabile Wärmepreise.

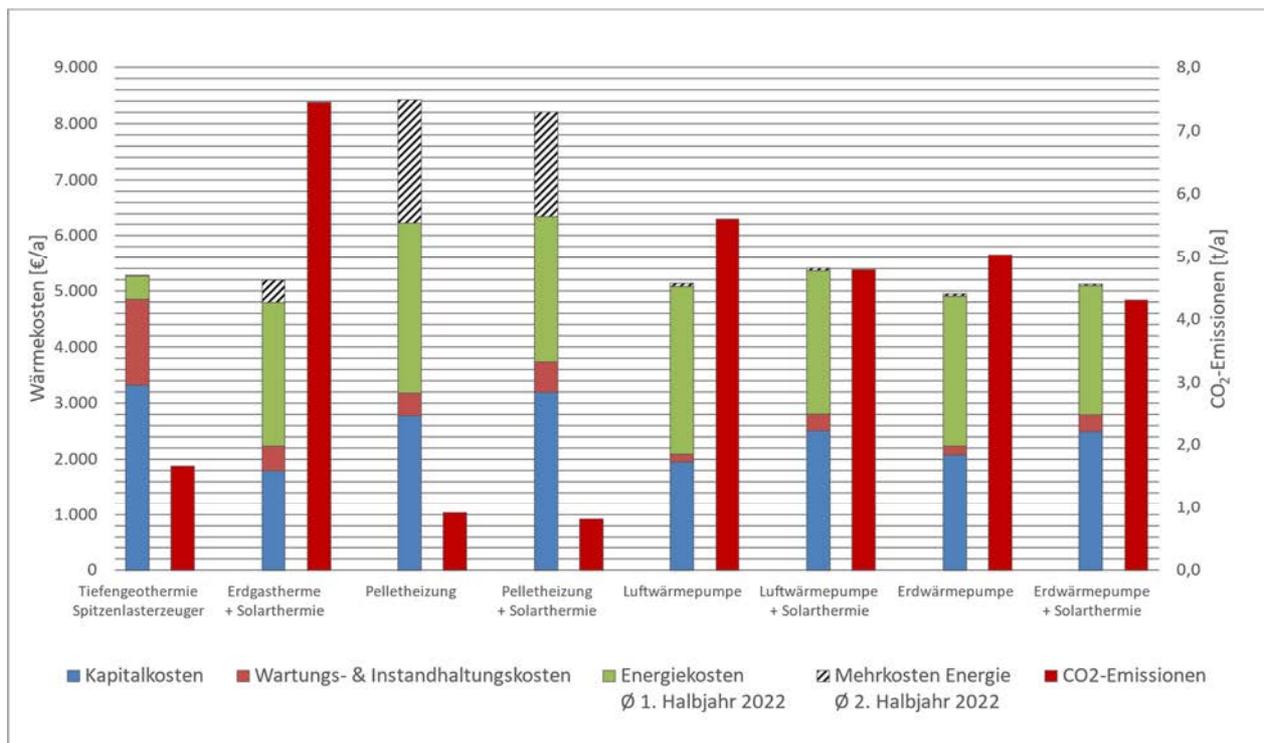


Abbildung 4-1: Vollkostenvergleich Wärmenetz mit dezentralen Versorgungsoptionen für einen exemplarischen Verbrauch von 30 MWh/a

Ergänzend kann darauf verwiesen werden, dass ein Wärmenetz den Verbraucher*innen zahlreiche qualitative Vorteile bietet: So werden sie von Wartungs- und Reparaturarbeiten, Schornsteinfegeruntersuchungen etc. entlastet. Im Haus wird nur noch eine kleinere Hausübergabestation

benötigt und Kessel, ggf. Vorratsbehälter für Heizöl, Pellets o. a. können entfallen, wodurch wertvoller Raum geschaffen werden kann. Bei Ausfällen einzelner Erzeugungsanlagen ist im Wärmenetz stets eine Redundanz vorhanden und langfristig kann in einem Wärmenetz flexibler auf Markt- oder Technologieentwicklungen reagiert werden, in dem in einer Heizzentrale ein Erzeuger ausgetauscht oder ergänzt wird, als wenn hunderte individuelle Anlagen ausgetauscht werden müssten. Vor allem jedoch erfüllen die Hauseigentümer*innen durch den Anschluss an ein Wärmenetz automatisch alle Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes. Bei einer Nutzung lokaler, erneuerbarer Energieträger ergibt sich zudem die bereits benannte Kostenstabilität und die Wertschöpfung kann zu größeren Teilen in der Region verbleiben.

Die Klimaauswirkungen der verschiedenen Varianten der Wärmegewinnung hängen maßgeblich davon ab, welche Stromerzeugung zugrunde gelegt wird. In Abbildung 4-1 werden bei der Berechnung der CO₂-Emissionen die Emissionen des deutschen Strommix zugrunde gelegt, so dass Wärmepumpen und z. T. (vor allem aufgrund des Strombedarfs der Pumpen) auch Tiefengeothermie noch vergleichsweise hohe CO₂-Emissionen aufweisen. Diese werden jedoch mit zunehmendem Anteil der regenerativen Stromerzeugung in den kommenden Jahren sukzessive zurückgehen. Da in Schleswig-Holstein 2022 26,0 Mio. MWh Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt und lediglich 15,2 MWh verbraucht wurden (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2023) sowie teilweise Anlagen zur Stromerzeugung sogar mangels Transport- und Verwendungsmöglichkeiten abgeregelt wurden, lässt sich auch argumentieren, dass in Schleswig-Holstein weit überwiegend Ökostrom zum Einsatz kommt und somit Wärmepumpen und Tiefengeothermie heute schon praktisch klimaneutral betrieben werden können.

Handlungsempfehlung:

Der Stadt Preetz wird empfohlen, die Planungen zum Ausbau eines Wärmenetzes im Rahmen einer BEW-Machbarkeitsstudie weiter voranzutreiben.¹ Die verschiedenen Optionen der Wärmeenerzeugung für das Wärmenetz sollten dabei möglichst lange offengehalten werden. Bei der Tiefengeothermie sind mögliche zukünftige Mechanismen des Bundes oder des Landes zur Absicherung des Fündigkeitsrisikos mit zu berücksichtigen.

Parallel sollte die Stadt klären, welche Betreibermodelle gewünscht sind, und ein Betreiber des Wärmenetzes ermittelt werden.

4.1.3 QUARTIERSENTWICKLUNG

Im Rahmen der Quartiersentwicklung wurden Themenschwerpunkte definiert und untersucht, darunter nachhaltige Mobilität, Digitalisierung, Klimaanpassung, Barrierefreiheit, lebenswertes Quartier und baukulturelle Aspekte. In enger Zusammenarbeit mit der Lenkungsgruppe, einem Quartiersspaziergang und einer Öffentlichkeitsveranstaltung wurden passend zu diesen Schwerpunkten verschiedene Gruppen mit mehreren konkreten Handlungsempfehlungen zur Quartiersentwicklung entwickelt. Daraus sind folgende sechs Gruppen entstanden:

- Nachhaltige Mobilität,
- Lebenswerter Marktplatz - ein Ort der Begegnung,

¹ Nachtrag: Für die Umsetzungsbegleitung im Rahmen eines Sanierungsmanagements (Programm KfW 432), das auch eine weitere Öffentlichkeitsarbeit beinhaltet, sind im Bundeshaushalt 2024 keine Mittel für neu zu beantragende Projekte mehr vorgesehen.

- Lebendige Lange Brückstraße,
- Grüne Klimaschutzstadt,
- Smartes Energiemanagement und
- Lebenswertes, barrierefreies Quartier.

Im Rahmen der vorgeschlagenen Handlungsempfehlungen für die Quartiersentwicklung stehen verschiedene Ansätze im Fokus. Unter anderem wird ein Parkleitsystem vorgeschlagen, um Parksuchverkehr zu reduzieren, CO₂-Einsparungen zu ermöglichen und die Erreichbarkeit der Innenstadt zu verbessern. Dies zielt darauf ab, effiziente Verkehrsflüsse zu fördern und gleichzeitig Umweltauswirkungen zu minimieren.

Eine weitere bedeutende Maßnahme betrifft die Umgestaltung und Aufwertung des Marktplatzes. Durch die Integration von z. B. Trinkwasserspendern und Parklets soll die Aufenthaltsqualität gesteigert werden. Darüber hinaus tragen diese Schritte zur Klimaanpassung bei, indem sie einen angenehmen öffentlichen Raum schaffen und zu einer Reduzierung der Hitzebelastung beitragen.

Der lebendigen Gestaltung und Aufwertung der Langen Brückstraße wird ebenfalls eine wichtige Bedeutung zugesprochen. Das Ziel besteht darin, das volle Potenzial dieser charmanten Straße zu entfalten. Dies kann durch gestalterische Elemente und gezielte Maßnahmen erreicht werden, um die Attraktivität und Funktionalität der Straße zu steigern, was sich positiv auf das städtische Leben auswirken wird.

Besondere Aufmerksamkeit wird zudem auf Grünstrukturen gelegt, die eine entscheidende Rolle in der klimaresilienten Stadtgestaltung spielen. Hier wird unter anderem die Nutzung eines Leitfadens für Fassaden- und Dachbegrünung empfohlen, um das Quartier insgesamt grüner zu gestalten und das Mikroklima zu verbessern. Diese Maßnahme trägt nicht nur zur Ästhetik bei, sondern auch zur Schaffung eines umweltfreundlichen und nachhaltigen städtischen Umfelds.

Die Umsetzung dieser Maßnahmen, sowie weiterer Handlungsempfehlungen, die den Steckbriefen in Kapitel 9 zu entnehmen sind, erfolgt idealerweise gebündelt durch ein lokales Quartiersmanagement. Dieses Management berücksichtigt dabei stets die Bedürfnisse aller Anwohner*innen und Nutzer*innen des Innenstadtquartiers.

4.2 CHECKLISTE KfW ENERGETISCHE STADTSANIERUNG

Tabelle 4-1: Abgleich der Berichtsinhalte mit den Anforderungen der KfW

ZU BERÜCKSICHTIGENDE ASPEKTE	KAPITEL
Betrachtung der für das Quartier maßgeblichen Energieverbrauchssektoren (insbesondere kommunale Einrichtungen, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie, private Haushalte) (Ausgangsanalyse)	6
Beachtung von Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepten, integrierten Stadtteilentwicklungskonzepten oder wohnwirtschaftlichen Konzepten bzw. von integrierten Konzepten auf Quartiersebene	7.3, 7.4, 9
Beachtung der baukulturellen Zielstellungen unter besonderer Berücksichtigung von Denkmälern, erhaltenswerter Bausubstanz und Stadtbildqualität	7.3, 7.4, 9
Aussagen zu Energieeffizienzpotenzialen und deren Realisierung im Bereich der quartiersbezogenen Mobilität	9.1
Identifikation von alternativen, effizienten und gegebenenfalls erneuerbaren lokalen oder regionalen Energieversorgungsoptionen und deren Energieeinspar- und Klimaschutzpotenziale für das Quartier	8
Bestandsaufnahme von Grünflächen, Retentionsflächen, Beachtung von naturschutzfachlichen Zielstellungen und der vorhandenen natürlichen Kühlungsfunktion der Böden	9.3
Gesamtenergiebilanz des Quartiers (Vergleich Ausgangspunkt und Zielaussage)	4.3, 7.5
Bezugnahme auf Klimaschutzziele der Bundesregierung und energetische Zielsetzungen auf kommunaler Ebene	5, 6.2
konkreter Maßnahmenkatalog unter Berücksichtigung quartiersbezogener Wechselwirkungen	7.3, 7.4, 8.1, 8.3, 9, 13
Analyse möglicher Umsetzungshemmnisse und deren Überwindungsmöglichkeiten	10
Aussagen zu Kosten, Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Investitionsmaßnahmen	7.3, 7.4, 8.1.4.3, 8.4, 9
Einbeziehung betroffener Akteure bzw. Öffentlichkeit in die Aktionspläne / Handlungskonzepte	11
Maßnahmen zur organisatorischen Umsetzung des Sanierungskonzepts (Zeitplan, Prioritätensetzung, Mobilisierung der Akteure und Verantwortlichkeiten).	13
Maßnahmen der Erfolgskontrolle und zum Monitoring	12
Bei Digitalisierungsvorhaben: Nutzung von Open Source-Ansätzen und offenen Standards; Beachtung von Datenschutz und -sicherheit	9.2

4.3 ENERGIE- UND CO₂-BILANZ - VERWENDUNGSNACHWEIS KFW ENERGETISCHE STADTSANIERUNG

Im vorliegenden Konzept für die Preetzer Innenstadt wurden verschiedene Varianten einer zukünftigen Nahwärmeversorgung untersucht. Dem Vergleich von Status quo und möglicher zukünftiger Situation wurde dabei die Variante zugrunde gelegt, die sowohl wirtschaftlich als auch unter Klimagesichtspunkten die vorteilhafteste war: Die Versorgung der Preetzer Innenstadt mit geothermischer Wärme aus einer Tiefe von ca. 2.500 Meter, ergänzt um einem Erdgas-befeuerten Spitzenlastkessel zu Redundanzzwecken. In der gesamten Preetzer Innenstadt wurde ein Wärmenetz betrachtet, von dem angenommen wurde, dass es 80 % der Gebäude versorgt (Anschlussquote). Für die Gebäude im Anschlussgebiet, die nicht durch das Wärmenetz versorgt werden wollen, wurde in konservativer Betrachtung eine Beibehaltung der jetzigen Versorgung unterstellt.

Die Tabelle 4-2 dargestellten Werte gelten für die Versorgung von 80 % aller Gebäude im Quartier aus Tiefengeothermie und Erdgasspitzenlastkessel und 20 % aller Gebäude aus dezentralen Bestandsheizungen.

Tabelle 4-2: Bestätigung Einspareffekte

Tabelle 1a: Einsparungen durch Energieeffizienzmaßnahmen sowie durch Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien (Quartiersversorgung)

Nr.	geplante Maßnahme (Kurzbezeichnung)	Energieträger (gemäß Tabelle 4)	Emissions-fakto [kg/kWh]	Primärener-giefaktor f_p	Endenergieverbrauch (ggf. geschätzt)			Einsparung im ersten Jahr			Nutzungs-dauer der Maß-nahme [a]
					Ist-Zustand/Referenz-anlage [kWh/a]	Optional-prozentuale Einsparung [%]	Soll-Zustand [kWh/a]	End-energie [kWh/a]	Primär-energie [kWh/a]	CO _{2e} -Emissionen [t/a]	
1	Bestandsgebäude	Erdgas	0,240	1,1	18765000	80	3753000	15012000	16513200	3602.9	
2	Bestandsgebäude	Heizöl	0,310	1,1	3906000	80	781200	3124800	3437280	968.7	
3	Bestandsgebäude	Holz	0,020	0,2	390000	0	390000	0	0	0.0	
4	Fernwärme Tiefengeothermi	Nah-/Fernwärme	0,033	0,2			18621000	-18621000	-3724200	-614.5	50
Summe der Einsparungen aus Tabelle 1a								-484200	16226280	3957.1	

5 AUSGANGSLAGE UND AUFTRAG

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

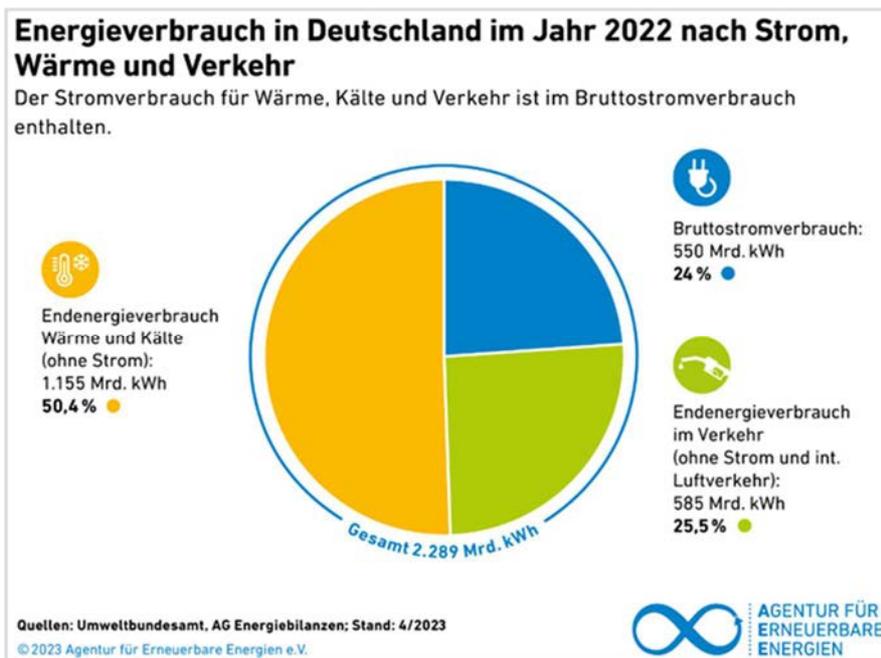


Abbildung 5-1: Endenergiebedarf Deutschlands 2022 (Agentur für Erneuerbare Energien, o. J.)

Gut die Hälfte des Endenergieverbrauchs Deutschlands war 2022 auf Wärme- und Kältegewinnung zurückzuführen (Agentur für Erneuerbare Energien, o. J.). Der Anteil erneuerbarer Energieträger lag 2022 im Wärmesektor bei lediglich 18,2 % (vgl. Abbildung 5-2). Insofern ist die Minderung der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor eine der zentralen Herausforderungen der Klimaschutzpolitik in Deutschland.

Vor diesem Hintergrund hat die Stadt Preetz am 3. September 2019 beschlossen, ihren Beitrag zu leisten, indem sie bis 2030 klimaneutral wird. Als „klimaneutral“ wird Preetz angesehen, wenn die CO₂-Emissionen aller Sektoren (Verkehr, Haushalte, Wirtschaft und kommunale Einrichtungen) bei maximal 26.500 t/a liegen (Stadt Preetz, 2020, S. 1-2). Das Leitbild „Stadt Preetz - Klimaneutral bis 2030“ formuliert dabei Auftrag, strategische Ziele und Handlungsfelder zur Umsetzung und Zielerreichung der Klimaneutralität. Das Leitbild basiert auf dem integrierten Klimaschutzkonzept der Stadt Preetz (IKSK).

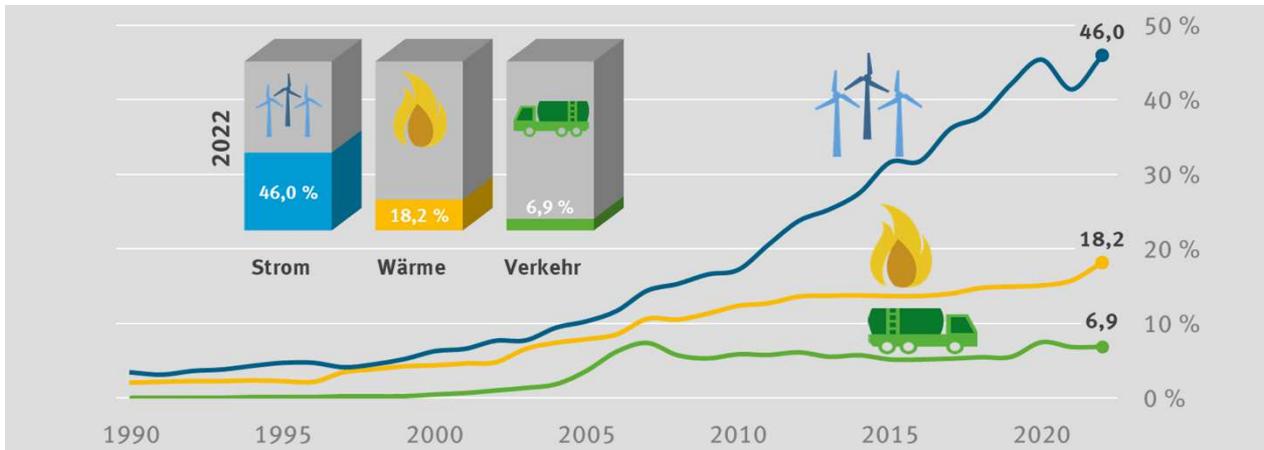


Abbildung 5-2: Erneuerbare Energien - Anteile in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr (UBA, 2023)

In einer Darstellung der Maßnahmen, die die Stadt Preetz zur Erreichung des Ziels „Klimaneutral bis 2030“ ergreifen kann, wird u. a. die Durchführung von energetischen Quartierskonzepten („KfW 432“) empfohlen, so auch für den Innenstadtbereich (IPP ESN, 2022, S. 33). Daher hat sich auch die Stadt Preetz zur Erstellung eines energetischen Quartierskonzepts durch die IPP ESN Engineering GmbH („IPP ESN“) in Kooperation mit wortmann-energie und IPP Ingenieurgesellschaft (IPP) entschieden. Die Ergebnisse der Arbeiten finden sich im vorliegenden Bericht.

In diesem werden zunächst die Möglichkeiten untersucht, den Wärmebedarf des Quartiers durch Maßnahmen der energetischen Gebäudesanierung zu reduzieren (Kapitel 7). Anschließend wird geprüft, wie sich der (verbleibende) Wärmebedarf möglichst klimaverträglich und wirtschaftlich decken lässt - dabei werden zentrale und dezentrale Varianten der Wärmegewinnung betrachtet (Kapitel 8). Ergänzend werden weitere Aspekte der Quartiersentwicklung betrachtet (Kapitel 9).

6 BESTANDSAUFNAHME

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

6.1 RÄUMLICHE LAGE UND FUNKTIONEN DES QUARTIERS

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der Mitte der Stadt Preetz. Die Stadt Preetz liegt im schleswig-holsteinischen Kreis Plön. Sie ist Heimat von rund 16.000 Einwohner*innen. Das betrachtete Quartier wird im Norden durch die Postau (Alte Schwentine), im Osten durch die Schwentinestraße, die Schwentine und den Kirchsee, im Süden durch die noch im Quartier befindlichen Straßen An der Bergbrauerei und Ihlsol sowie im Westen durch die Bahnstrecke Kiel-Lübeck abgegrenzt.



Abbildung 6-1: Lage der Stadt Preetz im Kreis Plön (Schwochow, 2023)



Abbildung 6-2: Das Quartier „Innenstadtquartier“ im Zentrum der Stadt Preetz, eigene Ergänzung in (Google Maps, o. J.)

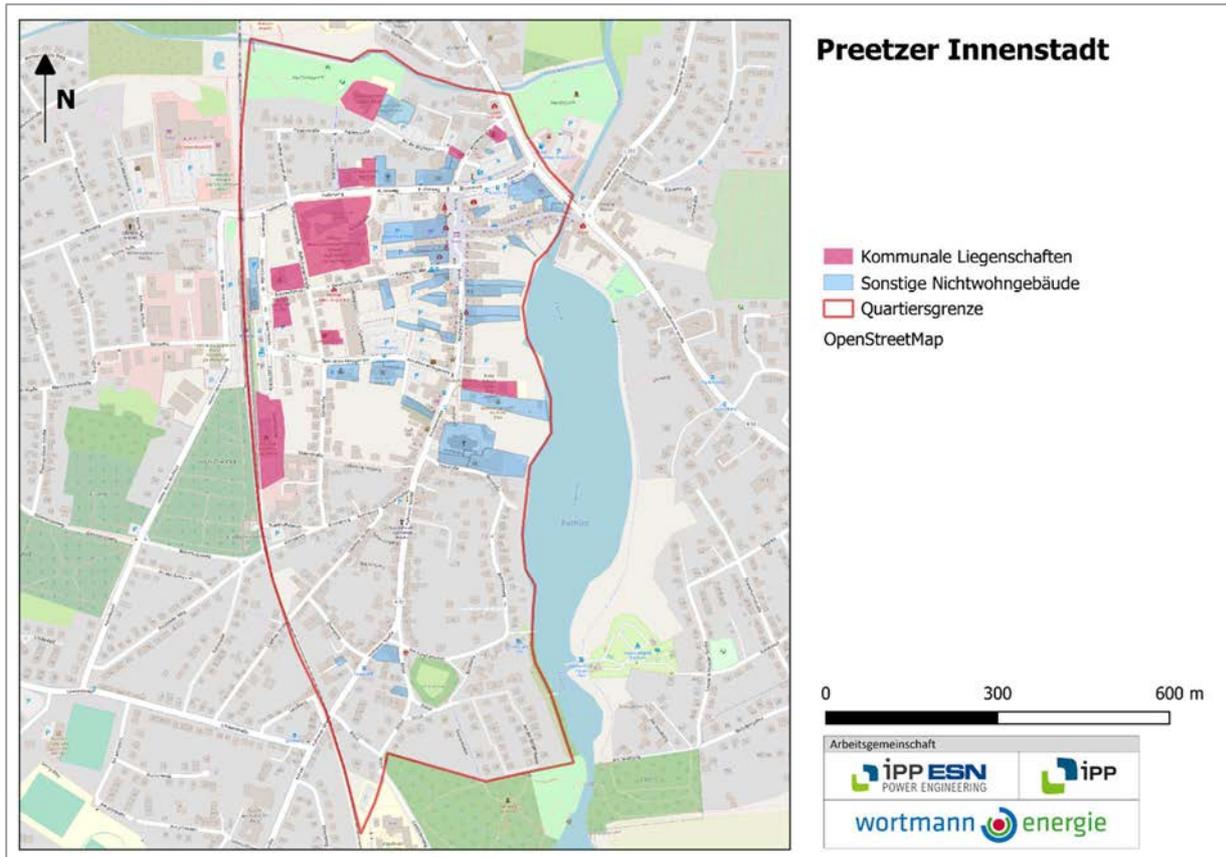


Abbildung 6-3: Nutzungsarten des Quartiers Preetzer Innenstadt (kartographisch)

Durch seine innerstädtische Lage ist das Quartier geprägt durch verdichtete, heterogene Bebauung und vielfältige Nutzungsarten. Bei der Wohnbebauung überwiegen zwei- bis dreistöckige Mehrfamilienhäuser, die teilweise im Erdgeschoss gewerblich genutzt werden. Einfamilienhäuser befinden sich insbesondere in den südlichen und nördlichen Ausläufern des Quartiers. Ebenso sind mehrere Seniorenwohnheime vorhanden. Neben der Wohnbebauung befinden sich einige städtische Liegenschaften mit zentraler Funktion im Quartier:

- Rathaus,
- Bauamt,
- Stadtkasse,
- Feuerwehr,
- Bücherei,
- Museum,
- Kita „Bunte Kiste“,
- Kindergarten und -hort am Hufenweg,
- Schule am Hufenweg. einschl. Sporthallen,
- VHS und Freie Schule Leben und Lernen sowie
- Touristinfo und öffentliche Toiletten.

Die gewerblich genutzten Gebäude dienen überwiegend dem Einzelhandel und weiteren Dienstleistungen (Siehe Kapitel 6.4.4.1).

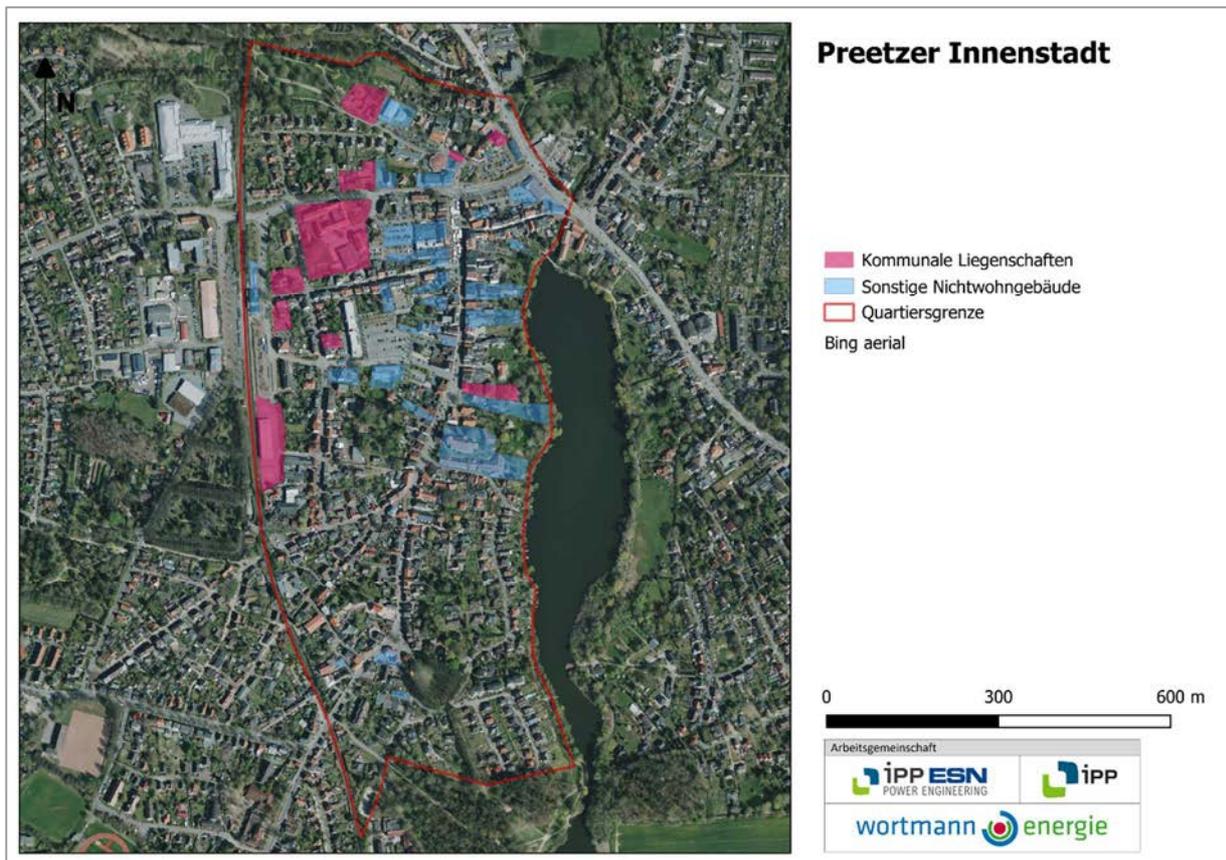


Abbildung 6-4: Nutzungsarten des Quartiers Preetzer Innenstadt (Luftbild)

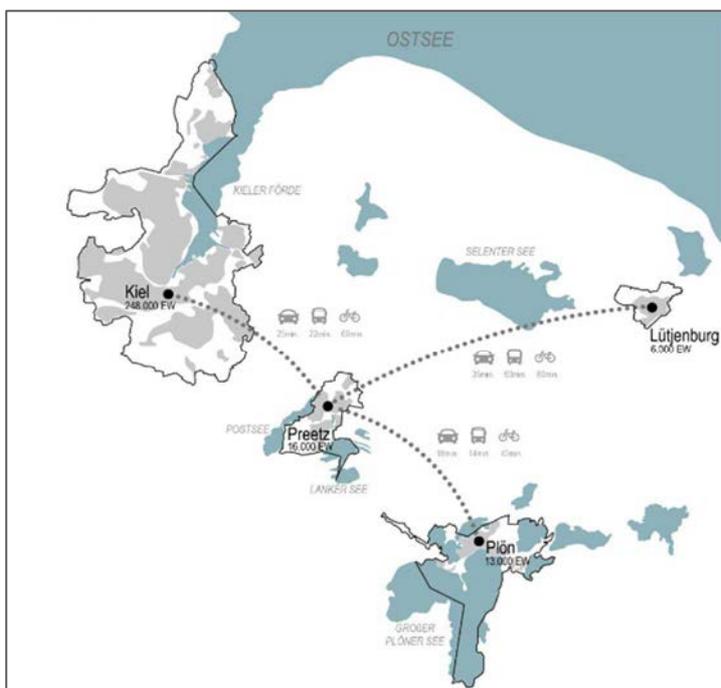


Abbildung 6-5: Regionale Anbindung, (TOLLERORT entwickeln & beteiligen, 2023)

Direkt im Westen des Quartiers befindet sich der Preetzer Bahnhof. Neben der Bahnverbindung Richtung Kiel und Lübeck sind hier auch der ZOB mit diversen Buslinien, eine Station der Sprottenflotte (Bikesharing) sowie zwei überdachte, teils abschließbare Radabstellanlagen zu finden. Über Straßen ist Preetz u. a. durch die östlich des Stadtgebietes verlaufende B 76 nach Südosten an Plön und nach Nordwesten über Schwentimental an Kiel angebunden.

6.2 KLIMASCHUTZAKTIVITÄTEN DER STADT PREETZ

Die Stadt hat sich mit dem Beschluss der Stadtvertretung vom 3. September 2019 das Ziel gesetzt, bis 2030 klimaneutral zu werden. Auf Grundlage des 2016 erstellten, integrierten Klimaschutzkonzepts (IKSK) wurden bereits diverse Maßnahmen im Klimaschutz durchgeführt. Im Bereich Mobilität ist auf das Mobilitätskonzept (2022) hinzuweisen, das auf die Steigerung von Lebensqualität und Klimaschutz abzielt. Weiterhin wurde das Bikesharing-System der KielRegion „SprottenFlotte“ im Sommer 2021 als Maßnahme für klimafreundliche Mobilität gestartet. Es sind zehn Stationen in Preetz in Betrieb. Zur Förderung des Radverkehrs sind zwei überdachte, teils abschließbare Radabstellanlagen in Bahnhofsnähe entstanden. Seit sechs Jahren nimmt die Stadt außerdem am Stadtradeln teil, eine Radförderkampagne, die z. T. von Touren und Veranstaltungen begleitet wird.

Im Bereich Energie wurden elf Potentialstudien zu Photovoltaikanlagen auf städtischen Liegenschaften erarbeitet und Solaranlagen auf bisher sieben Gebäuden installiert. Drei Machbarkeitsstudien zu klimafreundlicher Wärme wurden für die Gebiete Glindskoppel / Wunder'sche Koppel, das Schulquartier Ihlso / Castöhlenweg und das Gewerbegebiet Wakendorf erstellt. Aus Ersterem ist eine sich im Aufbau befindliche Bürgerenergiegenossenschaft entstanden. Die Studie fürs Schulquartier ist in der Umsetzung.

Die Selbstverwaltung der Stadt Preetz hat weiterhin die Erstellung eines integrierten Stadtentwicklungskonzepts (iSEK) beschlossen, welches im März 2023 fertiggestellt wurde. Von den 1980er Jahren bis 2007 wurde bereits eine umfangreiche Innenstadtanierung durchgeführt; erneuert wurden vor allem die Bereiche Marktplatz, Garnkorb und Cathrinplatz.

Ein weiterer relevanter Auftrag wurde mit dem Titel „Preetz klimaneutral 2030: Energie, Wirtschaft, Bauen“ vergeben. Hierbei handelt es sich um einen Dienstleistungsauftrag zur Unterstützung der Stadt Preetz in den genannten Bereichen bei der Erreichung des Klimaneutralitätsziels (IPP ESN, 2022).

Hinsichtlich der Wärmeversorgung kann außerdem auf das Wärmeplanungskataster Plus des Kreises Plön zurückgegriffen werden. Dieses bietet GIS-basierte Informationen u. a. zu möglichen Wärmequellen und großen Verbrauchern. Darüber hinaus steht das Klimaschutzkonzept „Wärme“ mit dem Titel „klimafreundliche Wärmeversorgung im Kreis Plön“ zur Verfügung. Das Quartierskonzept „Preetzer Innenstadt“ ist hier nun ein weiterer wichtiger Baustein, um die Wärmewende voranzutreiben.

6.3 BEVÖLKERUNG, BAUFERTIGSTELLUNGEN

Die Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung der Stadt Preetz wurde bereits im aktuell veröffentlichten Stadtentwicklungskonzept eingehend untersucht (TOLLERORT entwickeln & beteiligen, 2023). Die wichtigsten Ergebnisse werden hier noch einmal zusammengefasst:

Die Zahl der Einwohner*innen blieb in den vergangenen 10 Jahren nahezu konstant (vgl. Abbildung 6-6).

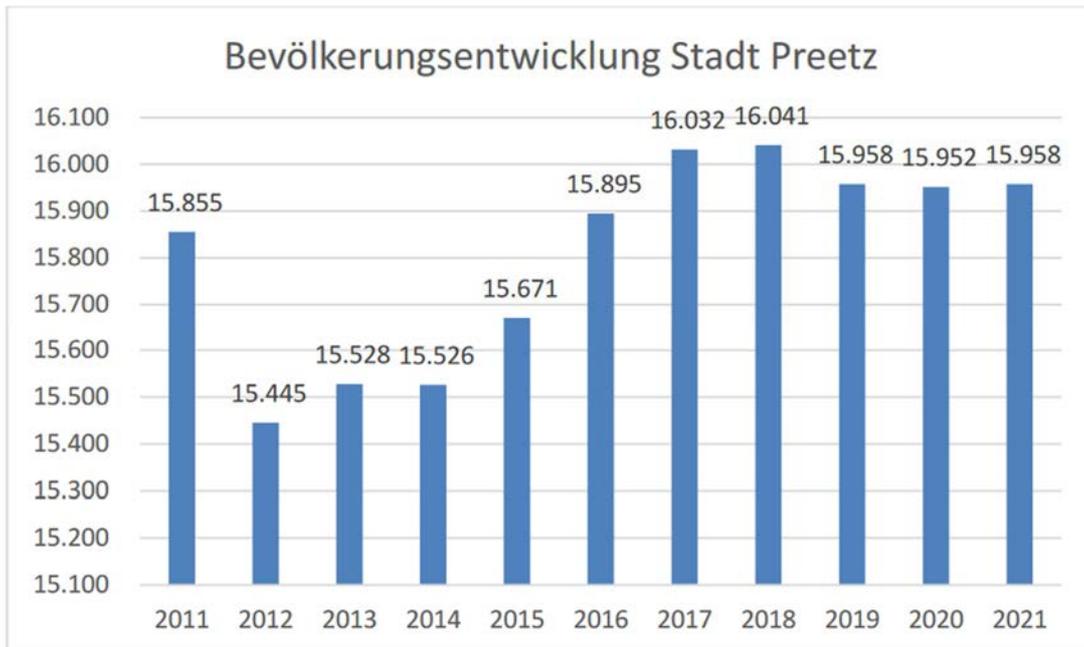


Abbildung 6-6: Bevölkerungsentwicklung Preetz (2011-2021)

Die fast doppelt so vielen Sterbefälle wie Geburten können dabei bisher von einem positiven Wanderungssaldo ausgeglichen werden. Die Hälfte der Einwohner*innen von Preetz sind dabei 50 Jahre oder älter. Der Anteil der über 64-Jährigen beträgt derzeit ca. 26 % und nimmt konstant zu.

	Bevölkerung 31.12.20	Natürlicher Saldo			Wanderungssaldo			Saldo
		Geburten	Sterbefälle	Saldo	Zuzüge	Wegzüge	Saldo	
Stadt Preetz	15.958	111	218	-107 -6,7 je 1.000 EW	801	686	+115 +7,2 je 1.000 EW	+8 +0,5 je 1.000 EW
Kreis Plön	129.353	988	1.597	-609 -4,7 je 1.000	5.917	4.616	+1301 +10,1 ie	+692 +5,3 je 1.000

Abbildung 6-7: Natürliche Bevölkerungsbewegung und Wanderungssaldo für das Jahr 2021

Im Quartier selbst ist aufgrund der vielfältigen Nutzungsarten (Wohnen, Gewerbe und Verwaltung, sowie öffentliche, kirchliche und soziale Zwecke) von einer heterogenen Sozial- und Altersstruktur auszugehen.

Die Trendfortschreibung für den Zeitraum 2017 bis 2030 geht für die Stadt Preetz von einem Bevölkerungsrückgang in Höhe von -5 % (1.050 Personen) aus. Im Quartier befinden sich derzeit etwa 1.400 bis 1.500 Haushalte. Es ist davon auszugehen, dass auch hier Bevölkerungs- und

Haushaltszahlen rückläufig sind. Vor diesem Hintergrund ergeben sich für bis 2030 keine zusätzlichen Wohnraumbedarfe. Im Quartier gibt es keine Wohnungsgesellschaften; das Wohneigentum wird selbstgenutzt oder privat vermietet.

Der Wohnungsbau in zusammenhängenden Neubaugebieten in Preetz konzentrierte sich in den letzten Jahren auf den Bereich Schwebstöcken und Haimkrogkoppel, außerhalb des Quartiers. Eine Nachverdichtung des Innenstadtbereichs wird jedoch angestrebt. So wurde 2017 mit dem Bebauungsplan 96 eine mögliche Bebauung zwischen Kührener Straße, Quergang, Löptiner Straße, Bäcker gang und mit Bebauungsplan 53A zwischen Am alten Amtsgericht, Gasstraße, Lebermannsgang und Kirchenstraße festgesetzt (Stadt Preetz, 2018).



Abbildung 6-8: Kartendarstellung zum B-Plan 96 (links) und 53A (rechts)

6.4 GEBÄUDE- UND HEIZUNGSBESTAND

Das Quartier Preetzer Innenstadt umfasst den historisch gewachsenen Stadtkern von Preetz mit einem attraktiven, sowie geschichtlich, städtebaulich und architektonisch bedeutsamen Stadtbild. Eine Vielzahl gut erhaltener Backsteingebäude stammen aus dem 18. und 19. Jahrhundert mit denkmalgeschützter Bausubstanz - u. a. das Rathaus, die Alte Wilhelminenhalle, die Stadtkirche sowie diverse Wohn- und Geschäftsgebäude (siehe Abbildung 6-13 & Abbildung 6-14).

Ein Vergleich zwischen der preußischen topografischen Karte von 1878-1880, einer Karte der Darstellung von 1953-1956 und einer aktuellen Abbildung der Gebäude anhand des Digitalen Atlas Nord (Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein, o. J.), veranschaulicht die Entwicklung der letzten 150 Jahre (vgl. Abbildung 6-9). Ein Großteil der Innenstadt war dabei bereits vor 1900 mit einer teils geschlossenen Blockrandbebauung entwickelt (insbesondere an der Kirchenstraße, Kührener Straße und Löptiner Straße). Bis in die 1950er Jahre neu hinzugekommen sind unter anderem die Einfamilienhaussiedlung im Nordwesten des Quartiers um die Platenstraße, sowie die Wilhelminenschule und Turnhalle. Überprägt und neu hinzugekommen sind des Weiteren Gewerbe- und Wohngebäude im Nordosten des Quartiers (zwischen Mühlenstraße und Platenstraße).

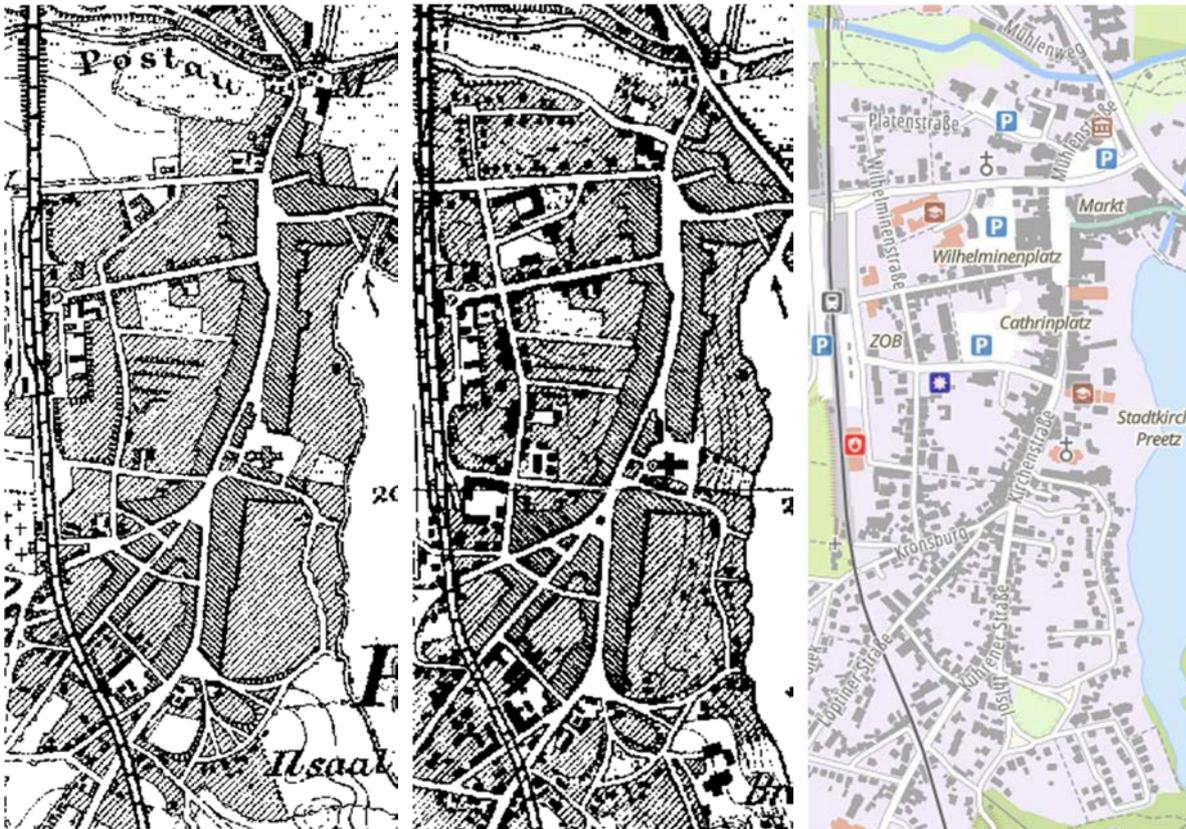


Abbildung 6-9: Preußische Landesaufnahme, 1878-1880; 1953-1956; aktuelle Bebauung

Weiter differenzieren lässt sich die Entwicklung durch eine Analyse der Baublockdaten des Zensus 2011. Hier wurden, auf Grundlage von Befragungen, Baublöcken bestimmte Baualtersklassen zugeordnet. Das Ergebnis findet sich in Abbildung 6-10 bis Abbildung 6-12. So wird deutlich, dass im Nordosten (An der Mühlenau), sowie im Südwesten des Quartiers (Löptiner Straße, Kührener Straße) einige Gebäude um die Jahre 1970 bis 1989 hinzugebaut wurden. Im gesamten Quartier wurden darüber hinaus Baulücken mit Zeilenbauten der 1960er und 1970er Jahre geschlossen. Die Einfamilienhaussiedlung An der Bergbrauerei wurde nach den 1990er Jahren errichtet.

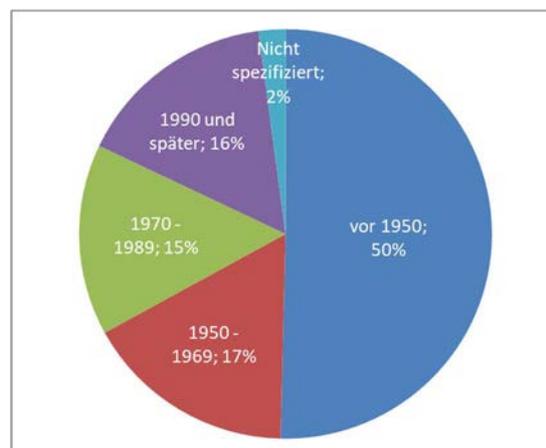


Abbildung 6-10: Verteilung der Gebäudealtersklassen im Quartier nach dem Zensus 2011

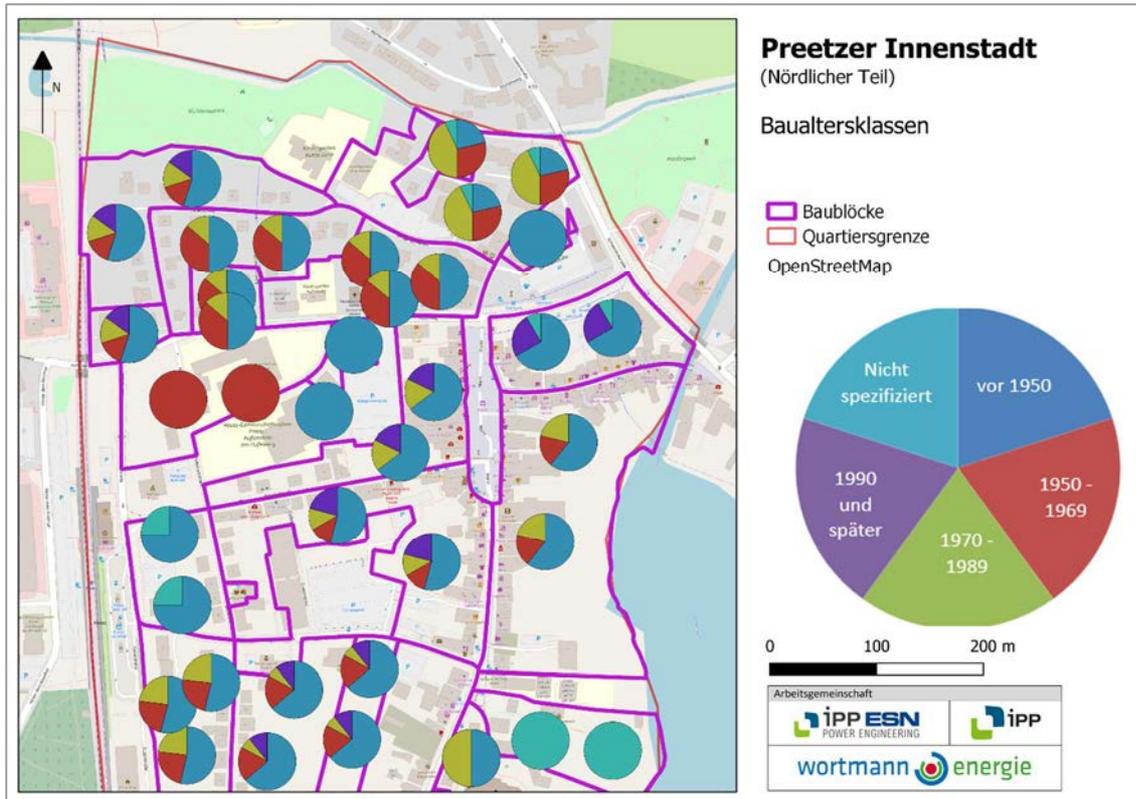


Abbildung 6-11: Baualtersklassen im Quartier (Nördlicher Bereich)

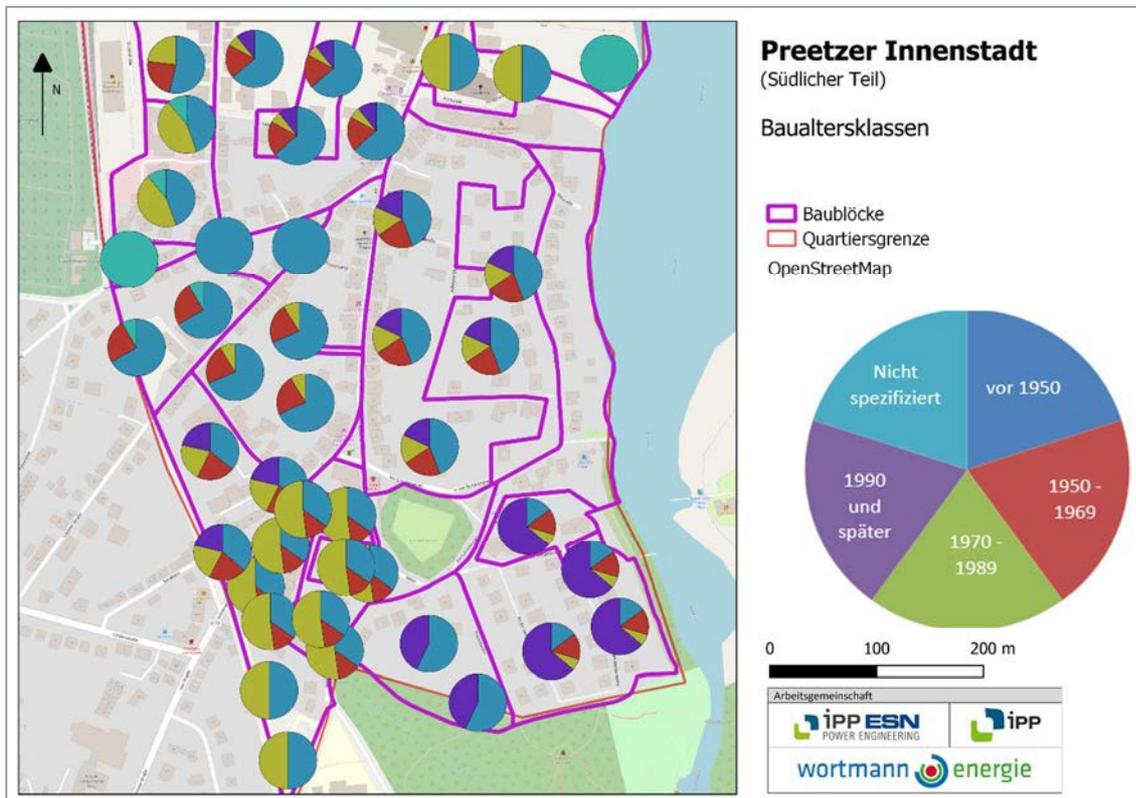


Abbildung 6-12: Baualtersklassen im Quartier (Südlicher Bereich)

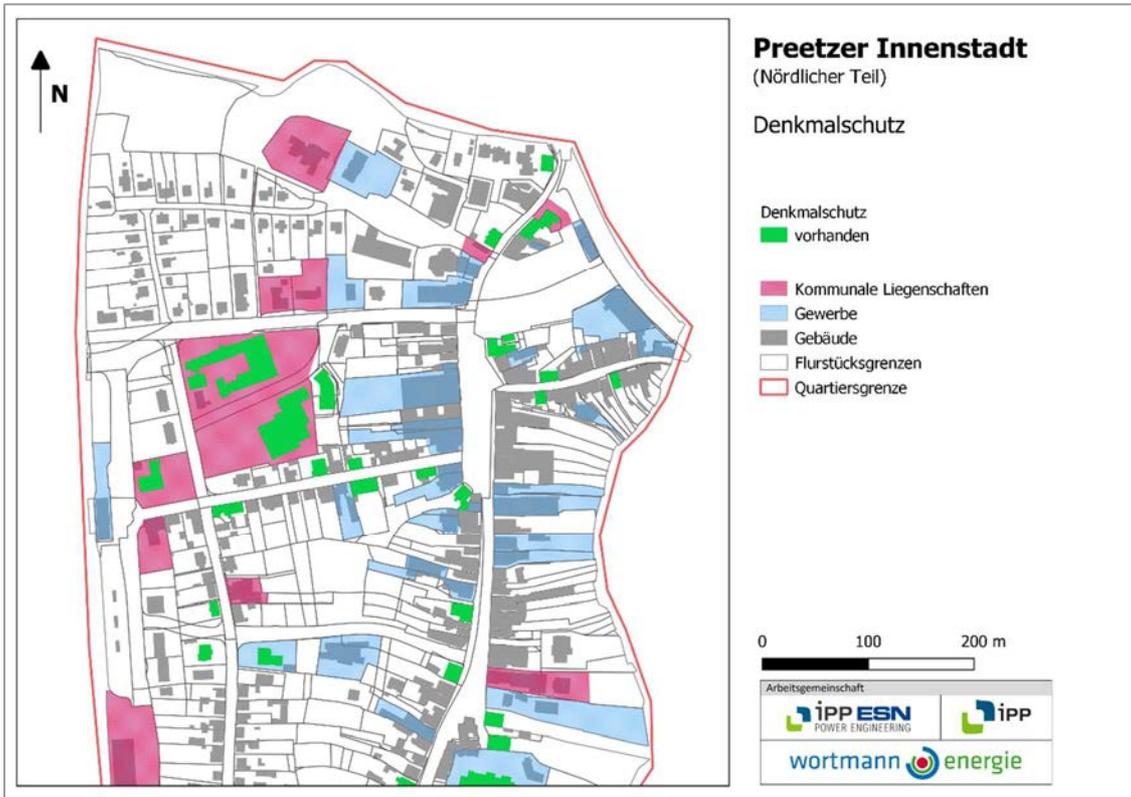


Abbildung 6-13: Denkmalschutz im Quartier (Nördlicher Teil)

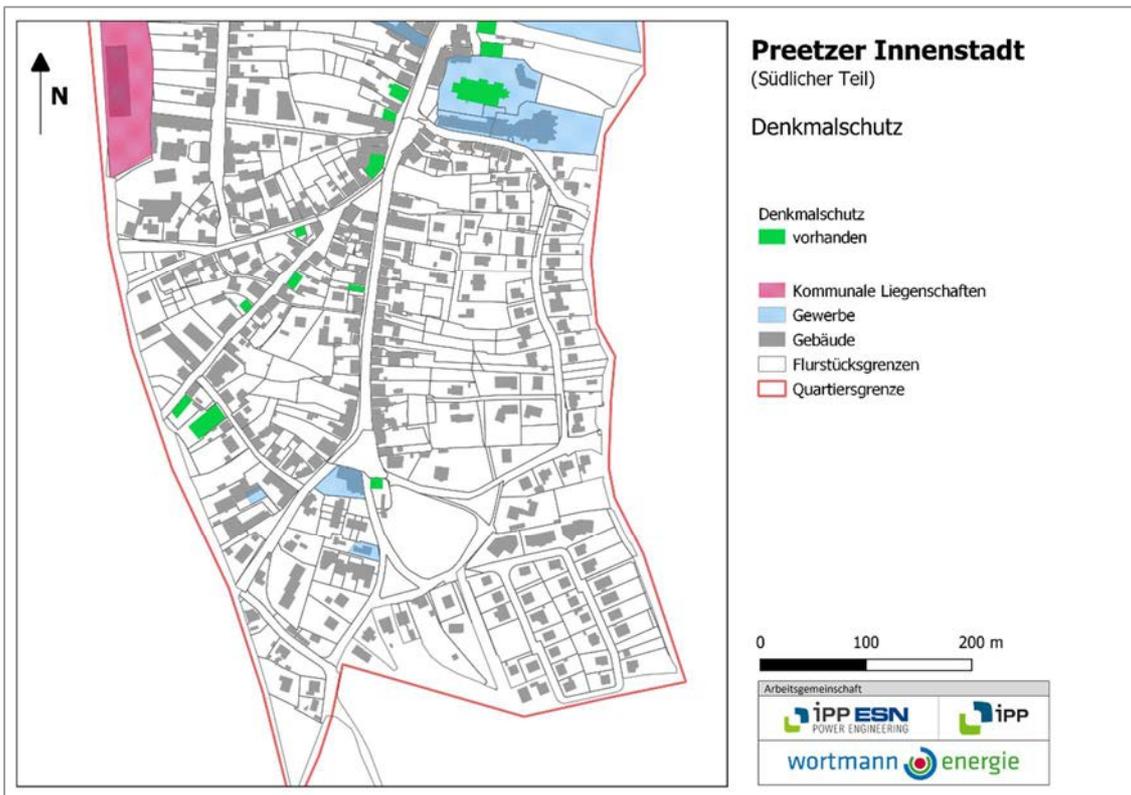


Abbildung 6-14: Denkmalschutz im Quartier (Südlicher Teil)

Zwischen 1980 und 2007 wurde die Innenstadt umfangreich saniert. Der gesamte Innenstadtbereich ist durch Erhaltungs- und Ortsgestaltungssatzungen und im Rahmen von Bebauungsplänen zur behutsamen Weiterentwicklung geschützt (TOLLERORT entwickeln & beteiligen, 2023). Nichtsdestotrotz wird das Stadtbild stellenweise durch leerstehende und / oder sanierungsbedürftige Gebäude und ein hohes PKW-Aufkommen (u. a. Bahnhofstraße, Cathrinplatz) negativ beeinträchtigt.

Abbildung 6-13 und Abbildung 6-14 zeigen die hohe Anzahl der denkmalgeschützten Gebäude im Quartier.

Weiterhin charakteristisch für das Quartier sind großformatige Bebauungsstrukturen, die das Stadtbild prägen. Dazu zählt insbesondere das Bahnhofsgebäude, das denkmalgeschützte Ensemble der ehemaligen Wilhelminenschule sowie das Haus am Cathrinplatz, die Freiwillige Feuerwehr und die denkmalgeschützte Stadtkirche Preetz.

6.4.1 WOHNBEBAUUNG

Wie bereits erwähnt, überwiegen bei der Wohnbebauung im Quartier zwei bis dreistöckige Mehrfamilienhäuser, die teilweise im Erdgeschoss gewerblich genutzt werden. Einfamilienhäuser befinden sich (vgl. Abbildung 6-15) insbesondere in den südlichen und nördlichen Ausläufern des Quartiers (Platenstraße, Brunnenweg, An der Bergbrauerei).

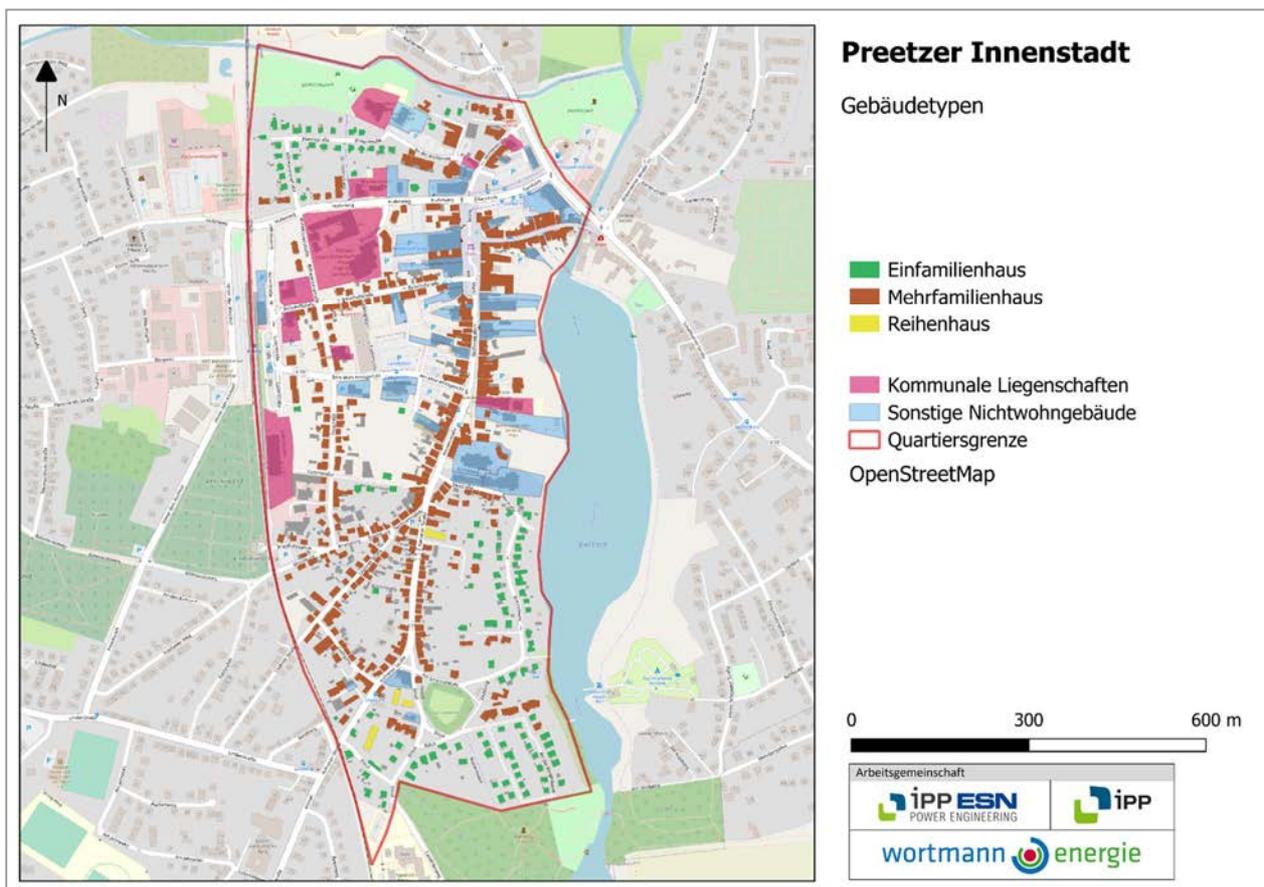


Abbildung 6-15: Gebäudetypen

Auf Basis der obigen Gebäudetypen und Gebäudealtersklassen (nach den Baublockdaten des Zensus 2011, siehe Kapitel 6.4) konnten den Gebäuden spezifische Heizwärme- und Brauchwärmewasserbedarfswerte zugeordnet werden. Verwendet wurde dazu die Gebäudetypologie Schleswig-Holstein (Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., 2012), vgl. Tabelle 6-1. Der ursprüngliche Bauzustand zum Zeitpunkt der Errichtung ist dabei nur bei Neubauten anzutreffen. Mit dem Alter der Gebäude steigen auch - statistisch - die Potenziale zu energetischen Verbesserungen an Gebäudehülle und Anlagentechnik. Diesem Umstand wird durch unterschiedliche Modernisierungsstandards Rechnung getragen (vgl. Tabelle 6-1).

Tabelle 6-1: spezifische Heizwärmebedarfe von Einfamilienhäusern nach Baualtersklassen (Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., 2012)

 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 (siehe Kapitel 6.5).

6.4.2 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 Auswertung der Daten zeigt, dass sowohl bei der Neuanlagenzahl als auch bei der Wärmeleistung die erdgasbetriebenen Feuerstätten diejenigen auf Basis Heizöl massiv überholen (rd. 491 Stück., 62 % nach Anzahl, 78 % nach Leistung). Dies spiegelt auch die hohe Verrohrungsdichte mit Erdgas im Quartier wider. So verfügt das Quartier über ein nahezu geschlossenes Erdgasnetz, wie Abbildung 6-20 zeigt.

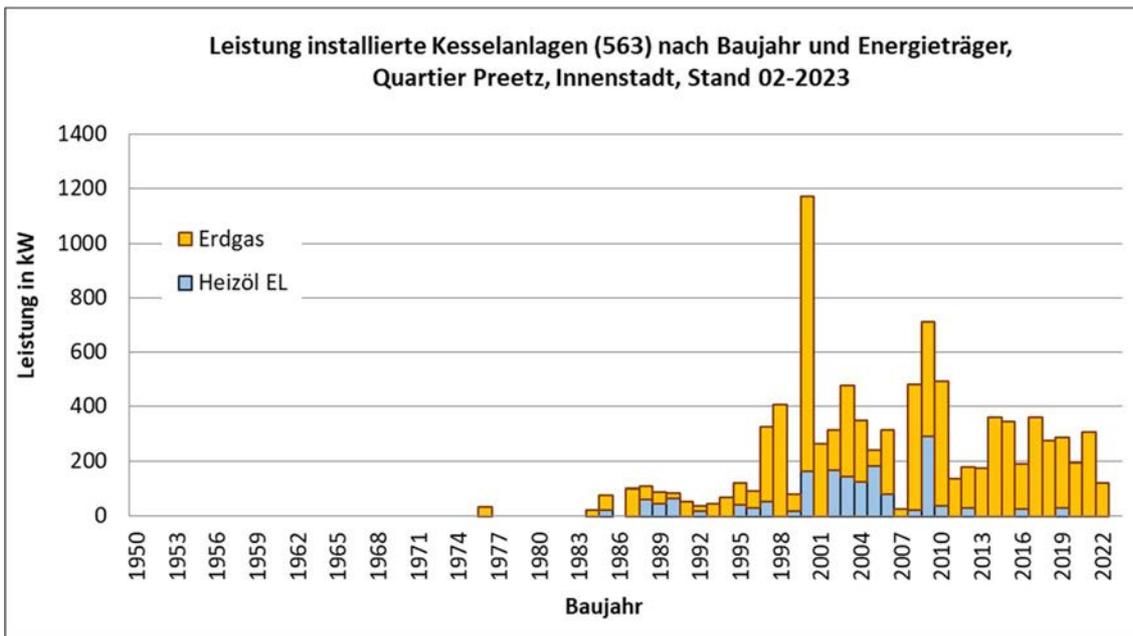
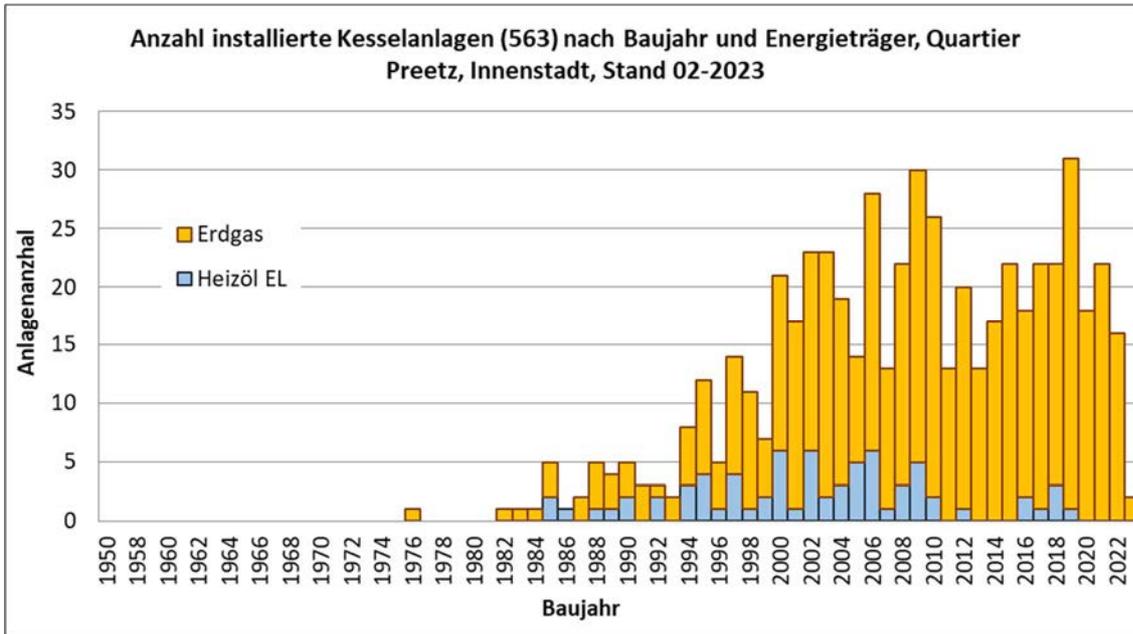


Abbildung 6-16: Anzahl und Leistung der Öl- und Gaskessel nach Baujahren

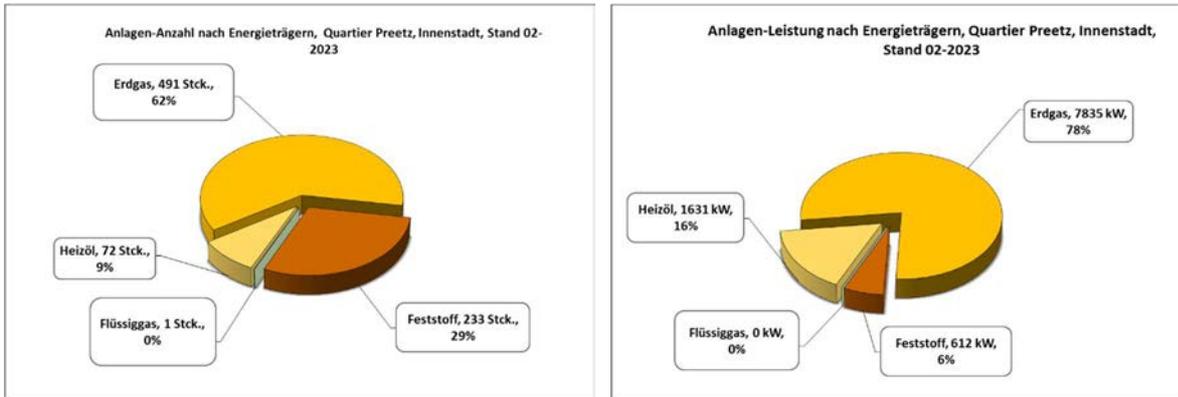


Abbildung 6-17: Verteilung nach Anzahl und Leistung aller Feuerstätten

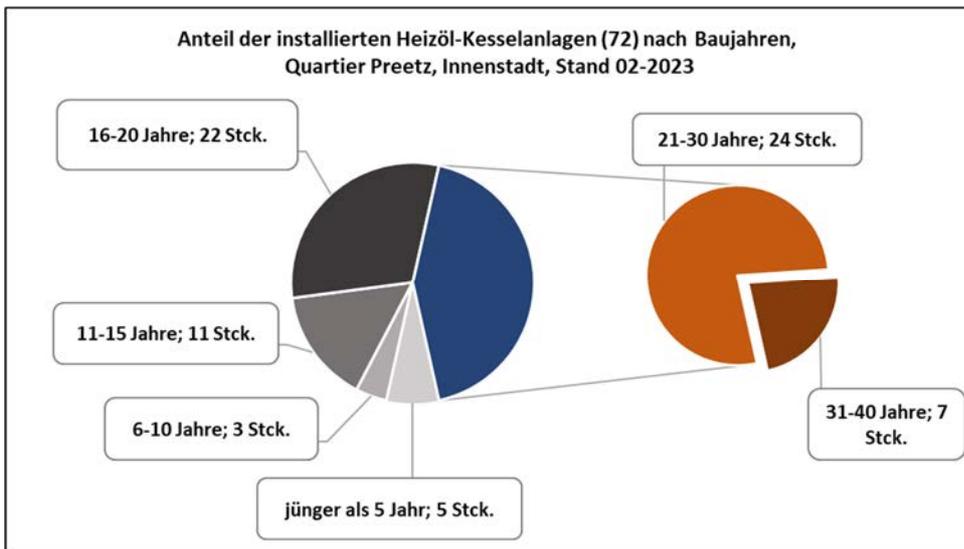


Abbildung 6-18: Anzahl und Alter der Ölkessel

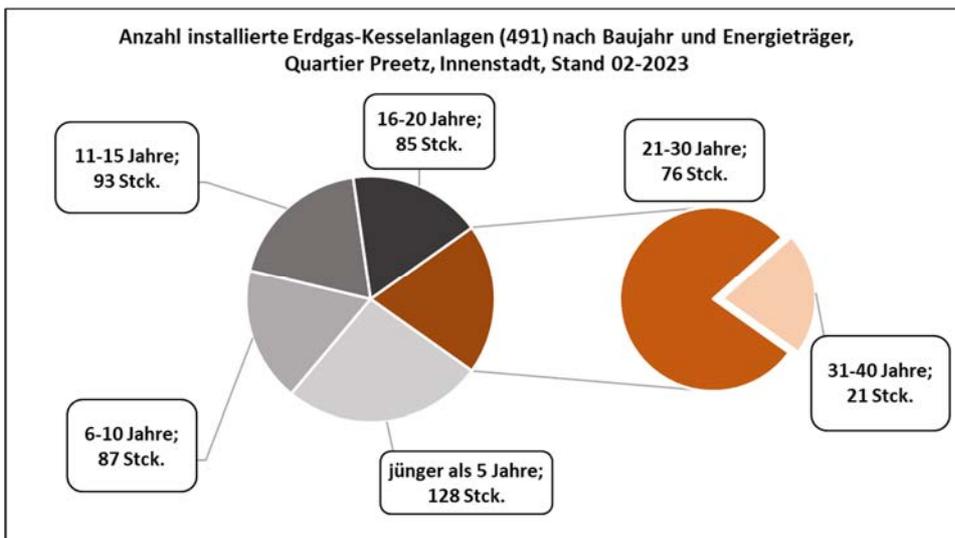


Abbildung 6-19: Anzahl und Alter der Erdgaskessel

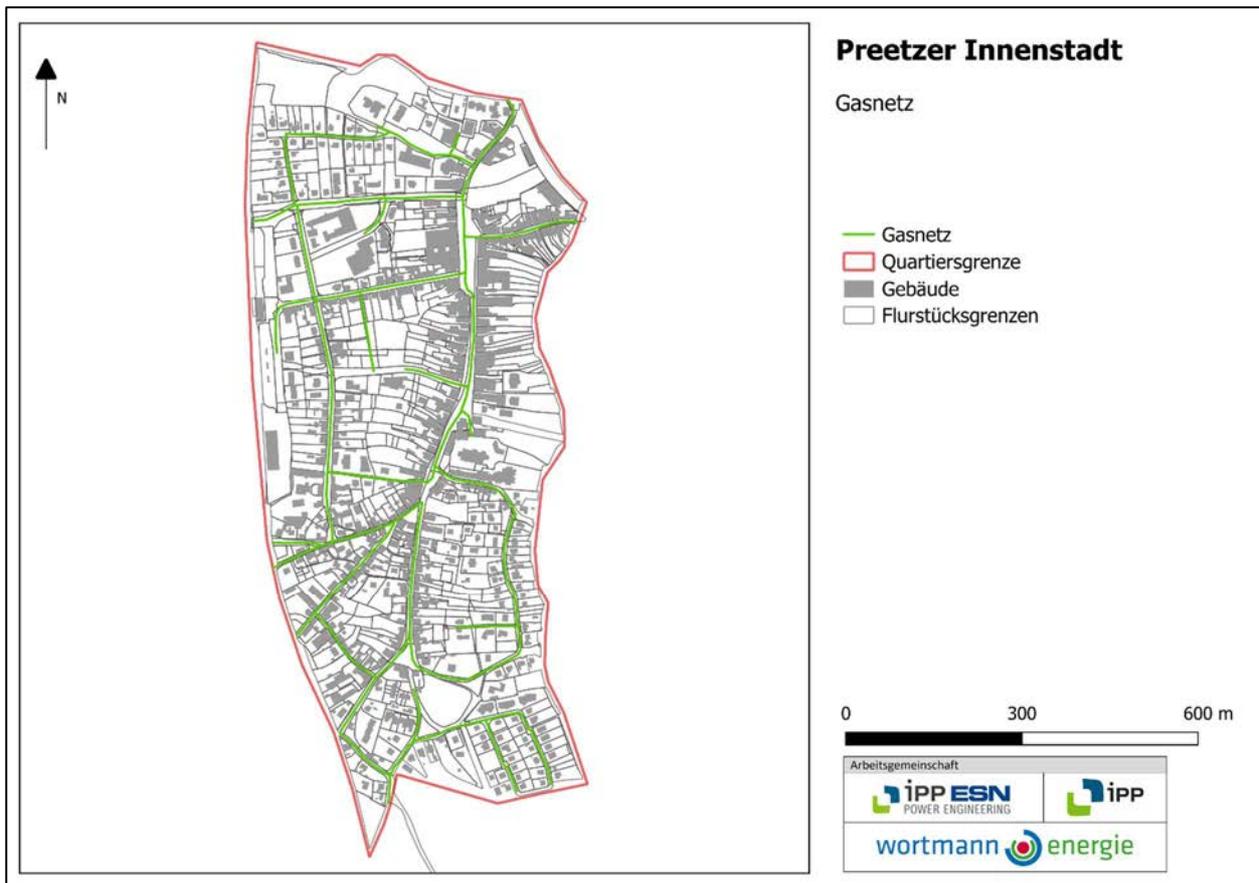


Abbildung 6-20: Erdgasverrohrung, Stadt Preetz laut Angaben der SWKiel Netz GmbH

Von den 72 installierten Heizölkesseln sind laut Feuerstättendatenbank 31 Anlagen bzw. 40 % älter als 21 Jahre und damit ersatzbedürftig. Bei den Erdgaskesseln sind 97 und somit rd. 20 % aller Erdgasfeuerstätten im Quartier älter als 21 Jahre und damit ersatzbedürftig. Hier besteht – auch bei vorübergehender Beibehaltung dieser fossiler Wärmezeugung - ein beträchtliches Energieeffizienzpotenzial, welches durch Optimierung der Regelung und der Durchführung des hydraulischen Abgleichs i. H. v. rd. 20 bis 30 % hochgradig wirtschaftlich erschlossen werden kann (VdZ e. V. - Wirtschaftsvereinigung Gebäude und Energie, 2024).

Gerade im Hinblick auf eine Senkung der fossilen Brennstoffkosten wurde das zusätzliche Heizen wie z. B. mit offenen Kaminen und Holz seit Jahren beliebter, was sich an dem hohen Anteil der Holz- bzw. Feststoffanlagen zeigt (rd. 233 Stück, 29 %, vgl. Abbildung 6-17).

6.4.3 ERGEBNISSE DER FRAGEBOGENAKTION UND DER ENERGIEBERATUNG VOR ORT

Um das grundsätzliche Interesse an einer klimafreundlichen zentralen Wärmeversorgung abzufragen und die Abschätzung des Wärmebedarfs möglichst genau überprüfen zu können, wurde ein Fragebogen erstellt (vgl. Abbildung 6-21). Dieser wurde an alle Haushalte des Quartiers verteilt.

Die Auswertung der abgegebenen Fragebögen zeigt ein großes Interesse an einer klimafreundlichen zentralen Wärmeversorgung (vgl. Tabelle 6-2).

Energetisches Quartierskonzept Preetz-Innenstadt
Fragebogen



Für das Quartierskonzept Innenstadt werden sowohl die Energie- und Kosteneinsparpotentiale im Bereich Gebäudesanierung als auch Optionen für eine zukunftsweisende Wärmeversorgung ermittelt. Um möglichst realistische Ergebnisse zu erarbeiten, ist es erforderlich, den zu erwartenden Wärmeabsatz zu kennen. Daher bitten wir Sie um Informationen zu Ihrer Heizung, dem Brennstoffverbrauch und Ihrem Gebäude. In der Auftaktveranstaltung am 29.03.2023 möchten wir Sie gerne genauer informieren.

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

Das Beantworten der Fragen verpflichtet Sie zu nichts! Sollten Sie bei der Ermittlung der Daten Unterstützung benötigen oder Fragen haben, steht Ihnen Jörg Wortmann von der beauftragten Arbeitsgemeinschaft gerne telefonisch (0431 260905-0) oder per Mail (j.wortmann@wortmann-energie.de) zur Verfügung. Sie können den Fragebogen eingescannt auch gerne an das Klimaschutzmanagement der Stadt Preetz, klaus.czittrich@preetz.de, Tel.: 04342/303-365, Bahnhofstr.27, 24211 Preetz weitergeben.

1. Straße + Hausnummer des Objektes _____
2. Vorname, Name _____
3. ggf. von 1. abweichende Kontaktadresse _____
4. Telefon / E-Mail _____ / _____
5. Baualterklasse Haus:
 vor 1949 1950 bis 1964 1965 bis 1979 1980 bis 1999 ab 2000
6. Sanierungen in den letzten Jahren (Maßnahme und Jahr): _____

7. Wohnfläche: _____ m² Einfamilienhaus (Einzel- o. Reihenhaushaus) Mehrfamilienhaus
 Nutzfläche: _____ m² überwiegend gewerblich genutztes Objekt
8. Baujahr der Heizungsanlage: _____ 9. Leistung der Heizungsanlage: _____ kW
10. Heizungsart / Brennstoff und jährlicher Verbrauch im Jahr 2022 2021
- Erdgas Verbrauch: _____ kWh oder m³ (Nichtzutreffende Einheit bitte streichen)
- Heizöl Verbrauch: _____ kWh Nahwärme Verbrauch: _____ kWh
- Pellets Verbrauch: _____ kWh Solarthermie Sonstiges Verbrauch: _____ kWh
- Strom Verbrauch: _____ kWh (für Wärmepumpe Stromheizung)
11. Art der Trinkwarmwasserbereitung: zentral über Heizungsanlage dezentral elektrisch
12. Grundsätzliches Interesse an einer klimafreundlichen, zentralen Wärmeversorgung: ja nein
13. Das Haus hat eine Photovoltaik-Anlage: ja, Leistung _____ kW_p nein
14. Ich bin interessiert an einer **kostenlosen Mustersanierungsberatung im Wert von über 1000 €**
 ja nein

Datenschutzhinweis:
 Die Teilnahme an der Befragung ist freiwillig. Sie erklären sich damit einverstanden, dass die Daten im Rahmen dieser Erhebung durch die Stadt Preetz verarbeitet und auf den Servern der Stadt Preetz gespeichert werden dürfen. Die Einwilligung zur Verarbeitung und Speicherung Ihrer personenbezogenen Daten können Sie jederzeit widerrufen. Eine Verarbeitung der Daten erfolgt nur im Zusammenhang mit der Nahwärmeversorgung Innenstadtquartier. Es erfolgt eine Weitergabe der Daten an das von der Stadt Preetz beauftragte Ingenieurbüro IPP ESN POWER ENGINEERING GMBH, Kiel.

 Datum, Unterschrift

Abbildung 6-21: Fragebogen zur Ermittlung der Wohngebäude- und Heizsituation

Tabelle 6-2: Auswertung der Fragebögen zu den Liegenschaften des Quartiers

Kriterium	Ergebnis	Bezug
Abgebende Fragebögen:	59	
Interesse an zentr. Wärmeversorgung	50	Ja
	9	Nein oder k. A.
Angabe Energieverbräuche	46	
Mittelwert Baualtersklasse Haus	1950 - 1964	
Mittelwert Baujahr Heizung	2009	
Energieträger	10	Heizöl
	42	Erdgas
	3	Wärmepumpe
	2	Pellets
Mittelwert spez. Endenergieverbrauch	120	kWh/(m ² ·a), Erdgas-Heizung
	158	kWh/(m ² ·a), Heizöl-Heizung

6.4.4 NICHT-WOHNGEBÄUDE UND ÖFFENTLICHE LIEGENSCHAFTEN

6.4.4.1 GEWERBE

Die gewerblich genutzten Gebäude dienen überwiegend dem Einzelhandel und weiteren Dienstleistungen. Produzierendes Gewerbe ist im Quartier nicht vorhanden. Darüber hinaus sind im Quartier die Diakonie und einige kirchliche Gebäude ansässig.

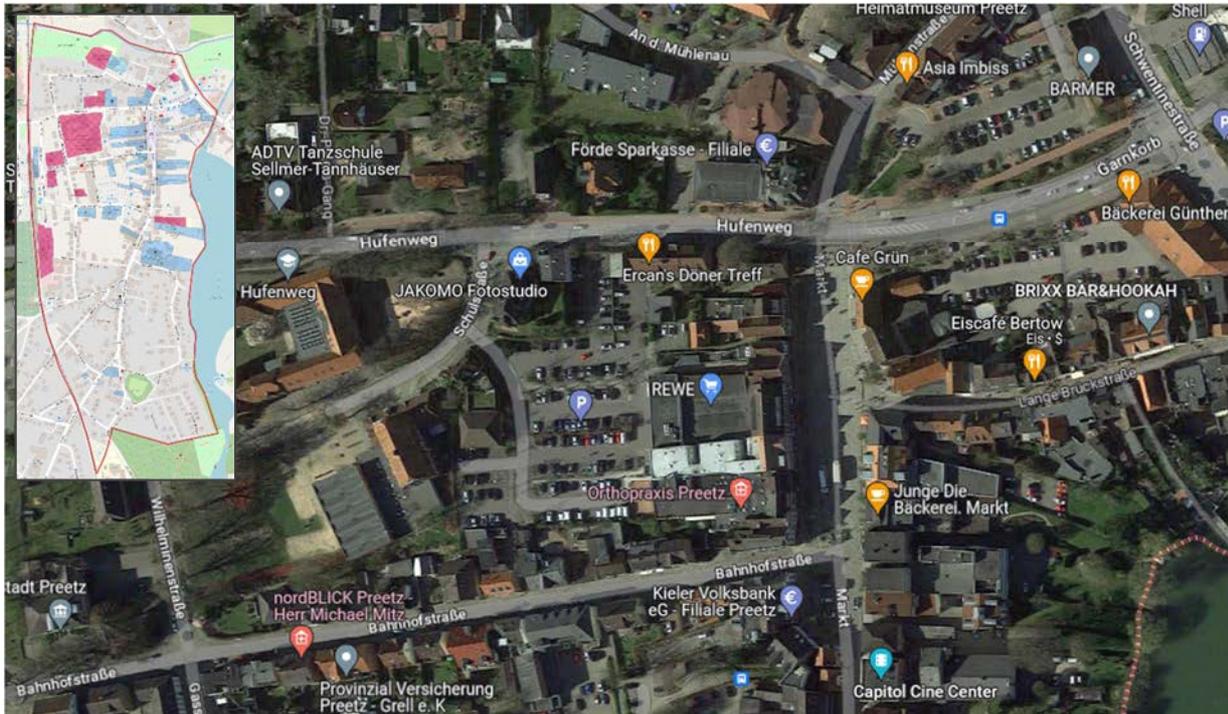


Abbildung 6-22: Geschäfte im Quartier (nördlicher Bereich Zentrum). Quelle: Google Maps

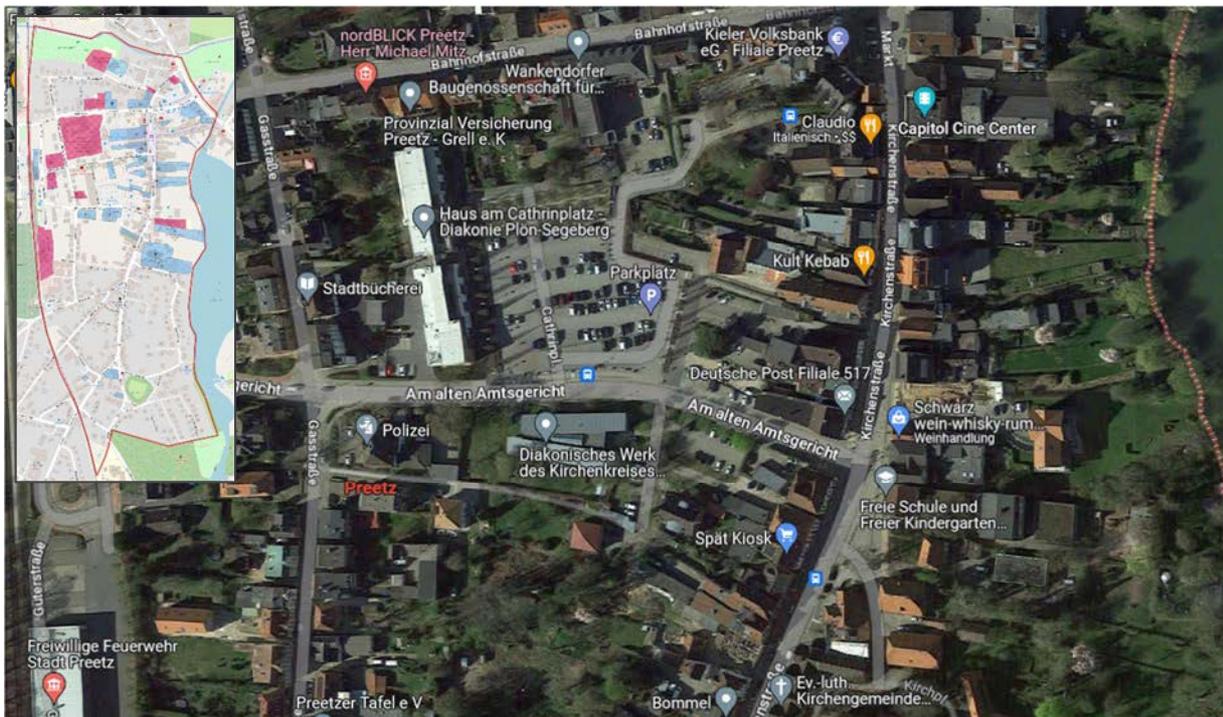


Abbildung 6-23: Geschäfte im Quartier (südlicher Bereich Zentrum). Quelle: Google Maps

Die spezifischen Heizenergieverbräuche der Einzelhandels- und Bürogebäude wurden anhand statistischer Vergleichswerte je nach Nutzungskategorie abgeschätzt (BMWK, 2015). Aus Datenschutzgründen wurden im Rahmen dieser Konzepterstellung keine genauen Verbrauchsangaben der Gewerbebetriebe ermittelt und dokumentiert. Dies sollte bei Konkretisierung einer weitergehenden Vorplanung für z. B. eine potenzielle Nahwärmeversorgung bilateral abgefragt werden. Größere gewerbliche Wärmeabnehmer sind im Quartier eher weniger zu erwarten. Eventuell von Interesse könnten Bäckereien und Fleischereien sein. Diese haben klassischerweise einen höheren Wärmebedarf und ggfs. Abwärmepotenziale, etwa vom Backprozess. Folgende Tabelle zeigt derartige Betriebe im Quartier.

Tabelle 6-3: Übersicht von Bäckereien und Fleischereien in Preetz

BÄCKEREIEN UND FLEISCHEREIEN	ADRESSE
FLEISCHEREI HANS HABERMANN UND SOHN OHG	Kirchenstraße 20
FLEISCHEREI STEFFEN	Markt 23
PASSADER BACKHAUS GMBH	Markt 16
KONDI TOREI JUNGE GMBH	Markt 19
STEISKAL GMBH & Co. KG	Markt 21
BÄCKEREI GÜNTHER GMBH & Co. KG	Garnkorb 8
BACKSHOP IM BAHNHOF PREETZ	Bahnhofstraße 26

Ob diese und weitere gewerbliche Abnehmer relevant sein könnten, sollte im Rahmen einer näheren Untersuchung, z. B. beim anschließenden energetischen Sanierungsmanagement, überprüft werden.

Hier sei auch angemerkt, dass bei einer näheren Untersuchung und eventuellen Entscheidung für eine Sanierungsinitiative und oder zentrale Wärmeversorgung über ein Wärmenetz, ein Blick über die unmittelbaren Grenzen des Quartiers hinweg unbedingt zu empfehlen ist. So ist gleich östlich vom Bahnhof ein kleines Gewerbegebiet mit eventuell größeren Wärmeabnehmern (z. B. Fachmarktzentrum Bäcker Steiskal, Hufenweg 24 und CordesHaus Bauunternehmer, Am Wasserturm 2-4). Im Norden grenzt zudem mit dem Förde-Radiologicum ein großes Gesundheitszentrum an das Quartier. Südlich befindet sich das Friedrich-Schiller-Gymnasium als großer Wärmeabnehmer unmittelbar außerhalb der Quartiersgrenzen; hier besteht jedoch bereits ein Anschluss an das vorhandene Wärmenetz.

6.4.4.2 ÖFFENTLICHE LIEGENSCHAFTEN

Im Quartier befinden sich zahlreiche öffentliche Liegenschaften, die in Tabelle 6-4 zusammenfassend vorgestellt werden.

Tabelle 6-4: Übersicht der öffentlichen Liegenschaften und Energieverbräuche, Preetz

Nr.	Liegenschaft	Heizener-gieträger	Wärme ¹		Strom ²	
			absolut kWh/a	spezifisch kWh/(m ² · a)	absolut kWh/a	spezifisch kWh/(m ² · a)
1	KiGa Bunte Kiste	Erdgas	99.486	155	11.383	18
2	Touristinfo/WC	Erdgas	18.713	255	3.016	41
3	Heimat/Circus-Museum	Heizöl	58.661	100	2.193	4
4a	Wilhelminenschule, Schulen am Hufenweg	Erdgas	475.404	106	42.841	10
4b	Alte und neue Wilhelminenhalle	Heizöl	237.266	144	32.216	20
5	KiGa Hufenweg	Heizöl	48.552	192	4.233	17
6	Kinderhort	Heizöl	47.276	223	5.083	24
7	Rathaus	Erdgas	167.463	155	40.993	38
8	Verwaltung/Bauamt	Erdgas	123.227	128	19.447	20
9	Stadtkasse	Erdgas	55.558	125	7.255	16
10	Stadtbücherei	Heizöl	150.172	149	24.338	24
11	Freie Schule + freier KiGa, Leben und Lernen	Heizöl	197.195	129	27.113	18
12	Freiwillige Feuerwehr	Holzpellet	165.120	96	39.305	23
effizient A B C D E F G ineffizient						
1: witterungsbereinigter mittlerer Endenergieverbrauch 2019-2022 (außer Touristinfo/WC: 2019-2021)						
2: mittlerer Endenergieverbrauch 2019-2022						

Die farbliche Hinterlegung der spezifischen Heizenergieverbräuche obiger Liegenschaften erfolgt anhand der Effizienzklassen des Benchmarking-Tools des Energiemanagements der Stadt Frankfurt, differenziert nach Nutzungskategorien (Stadt Frankfurt, 2023).

Bezüglich weiterer Überlegungen zur zentralen Wärmeversorgung der öffentlichen Liegenschaften ist die räumliche Lage zueinander von hoher Bedeutung (siehe Abbildung 6-24).

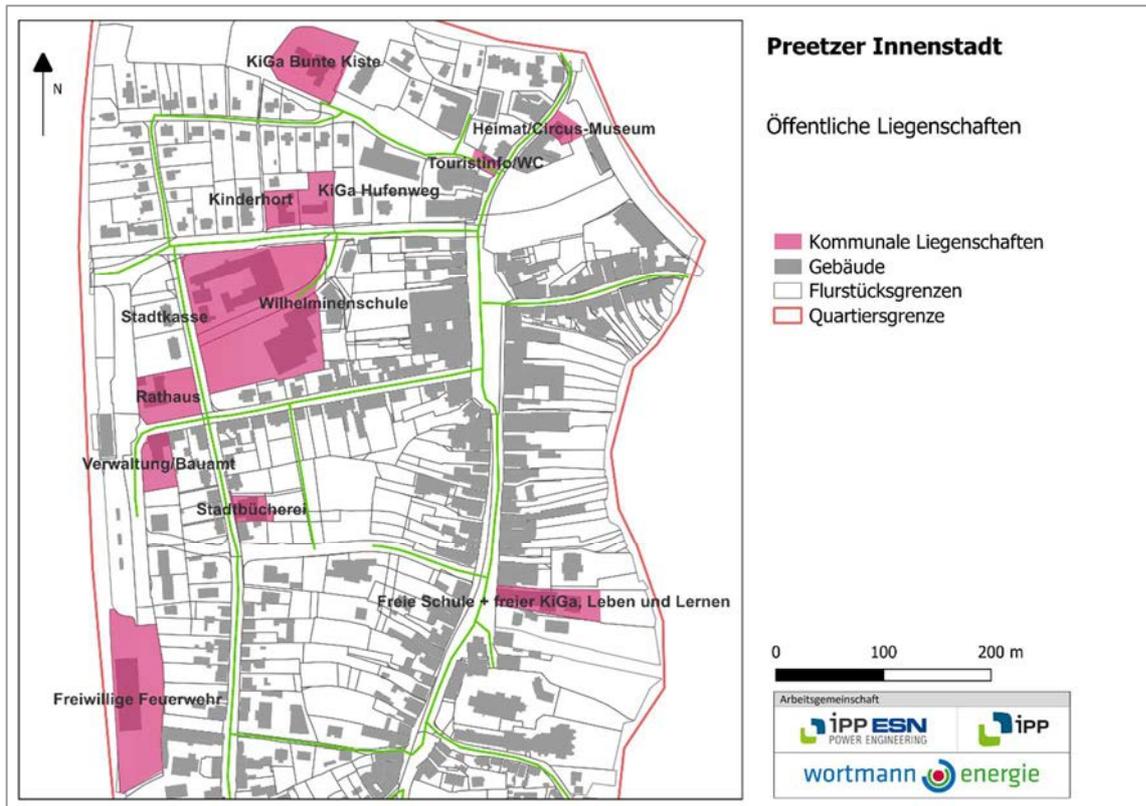
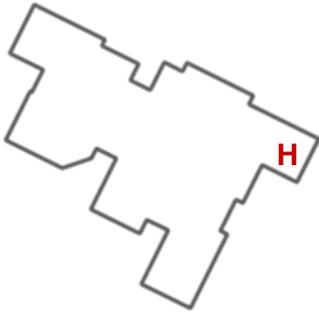
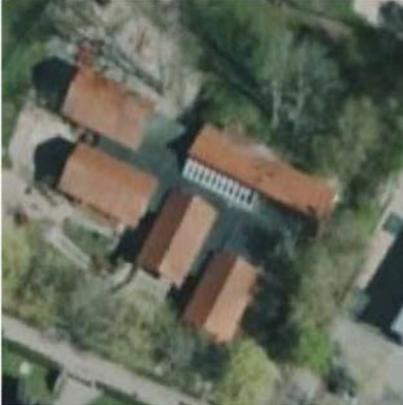


Abbildung 6-24: Karte zu den öffentlichen Liegenschaften im Quartier

Alle öffentlichen Liegenschaften wurden im Rahmen dieses Konzepts zur energetischen Stadtsanierung vor Ort begangen. Dabei wurde der energetische IST-Zustand beleuchtet und mögliche Sanierungsmaßnahmen skizziert. Die Ergebnisse wurden in Form von Steckbriefen zusammengefasst. Diese sind im Anhang (Kapitel 15) aufgeführt. Exemplarisch wird hier ein Steckbrief der Liegenschaft KiGa Bunte Kiste aufgeführt (Abbildung 6-25).

Energie-Steckbrief: 1 KiGa Bunte Kiste		
Name / Bezeichnung	Straße, Hausnummer	Datum Begehung
KiGa Bunte Kiste	An der Mühlenau 14	01.03.23
Umriss / Grundriss	Gebäude-Ansicht / Luftbild	Heizsystem
		
H: Standort Heizsystem	Baujahr: 1992/1993	Baujahr: 2009
Bau-Unterlagen	Baubeschreibung und Planunterlagen vorhanden	
Denkmalschutz	Keine Eintragung	
Energiebezugsfl.	639 m ²	
Gebäudehülle	Aw: KSV-Sichtmauerwerk (24 cm), Polystyrolhartschaum (11 cm), Luft (2,5 cm), VMz (11,5 cm) Fe: Holzfenster mit Isolierverglasung Da: Pult- und Satteldach mit Tonziegeleindeckung, teilweise Flachdach mit Kupferblecheindeckung o.Gd: 20-22 cm Mineralwolle/Dämmplatten Ke: nicht unterkellert, 6 cm Perimeterdämmung	
Heizsystem	Gasbrennwertkessel, zentraler WW-Speicher und Heizkörper	
Bisherige San-Maßnahmen	Nachträgl. Ausbau des Dachgeschosses (1994)	
Problembereiche	Nicht bekannt	
Bauph., Feuchte	Keine sichtbaren, erkennbaren Feuchteprobleme	
Kurzfristige Potentiale	<ul style="list-style-type: none"> - Heizkörper freiräumen, um den Konvektionswärmestrom nicht zu hemmen - Elektronisch optimierte Thermostatventile, Optimierung Heizungssteuerung - Rohrleitungen und wenn möglich Ventile vollständig isolieren - Einbau hocheffizienter Umwälzpumpen - Hydraulischer Abgleich - 	
Langfristige Potentiale	<ul style="list-style-type: none"> - Sanierung abgängiger wärmeübertragender Bauteilflächen: Fenster (in ca. 5-10 Jahren), Dach (in ca. 10-20 Jahren). 	
Klimaneutralität	Wärme: Versorgung über klimafreundliche Nahwärme wenn möglich. Alternativ: Individuelle Lösung über z. B. Wärmepumpe oder Holzpelletkessel	

Gebäudehülle, Ansichten		
		<p>Südwestfassade mit Haupteingang</p>
		<p>Nordost- und Nordwestfassade</p>
		<p>Großformatige Holzrahmenkonstruktion mit Glaselementen, Fenstern, Isolierverglasung (1992) Oberlichter</p>
		<p>Beleuchtung überw. Leuchtstoffröhren und Halogenlampen</p>
Heizsystem: Heizung, Verteilung, Warmwasser		
		<p>Buderus Logamax Plus GB162-50 Art: Gasbrennwertkessel Baujahr: 2009 Leistung: 50 kW</p>



WW-Speicher
Heizkörperventile voreinstellbar



Flach- und Rippenheizkörper (teilweise verbaut)

Energieverbräuche (kWh/a)

	2019	2020	2021	2022
Erdgas	92.704	113.303	96.708	95.229
Strom	11.867	11.186	11.643	10.834

Benchmark nach Vorlage Energieausweis der Abt. Energiemanagement der Stadt Frankfurt/Main*



*Quelle: <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweise.htm>

Energie-Ausweis		
	Energie-Ausweis liegt gültig vor:	
	<input type="radio"/> Ja	<input checked="" type="radio"/> Nein
Abschätzung Kosten Hydraulischer Abgleich		
Heizlastberechnung, Verfahren B, raumweise liegt vor?	Nein	2.000 €
Einbau Thermostatventile, Einregulierung, in % der beh. Fläche	100%	2.100 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, klein (25 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, mittel (150 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, groß (500 W)	0	- €
zus. Kosten (Regelung, Regulierventile, etc.)		0 €
Summe abgeschätzte Kosten: Hydraulischer Abgleich, netto		4.100 €

Abbildung 6-25: Energie-Steckbrief öff. Liegenschaften, Bsp. 1 KiGa Bunte Kiste

6.5 ENERGIE- UND CO₂-BILANZ DES QUARTIERS

Grundlage der Energie- und CO₂-Bilanzierung sind die abgeschätzten spezifischen Heizwärmebedarfe nach Baualtersklassen (siehe Kapitel 6.4.1). 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.

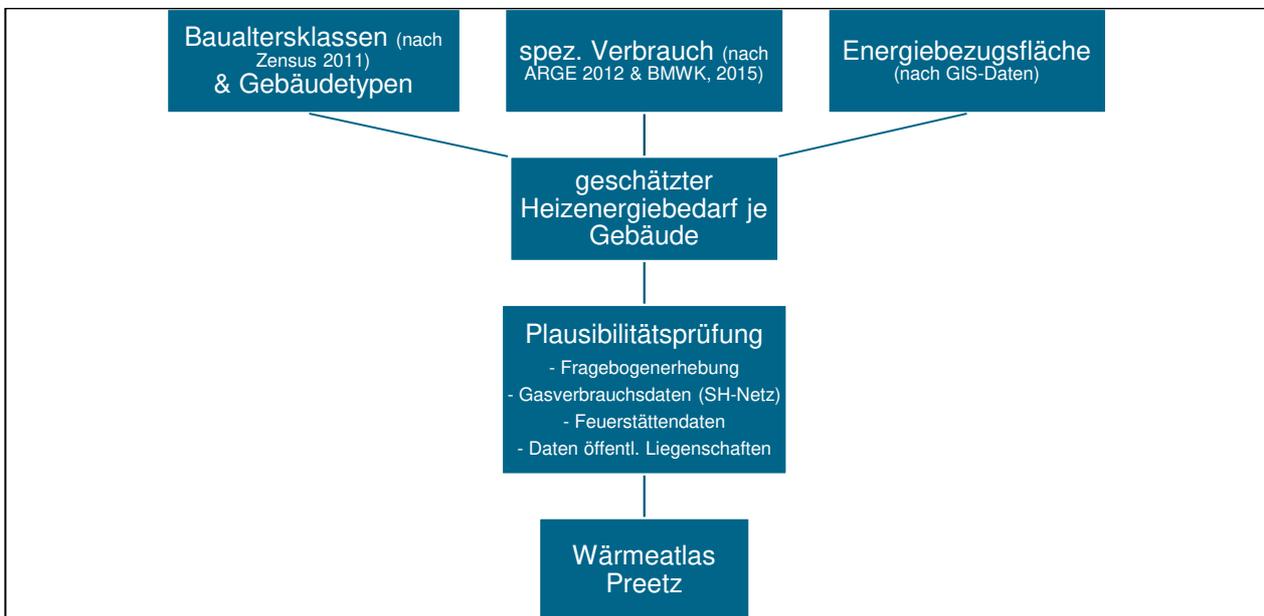


Abbildung 6-26: Vorgehensweise zur Erstellung der Wärmeatlases

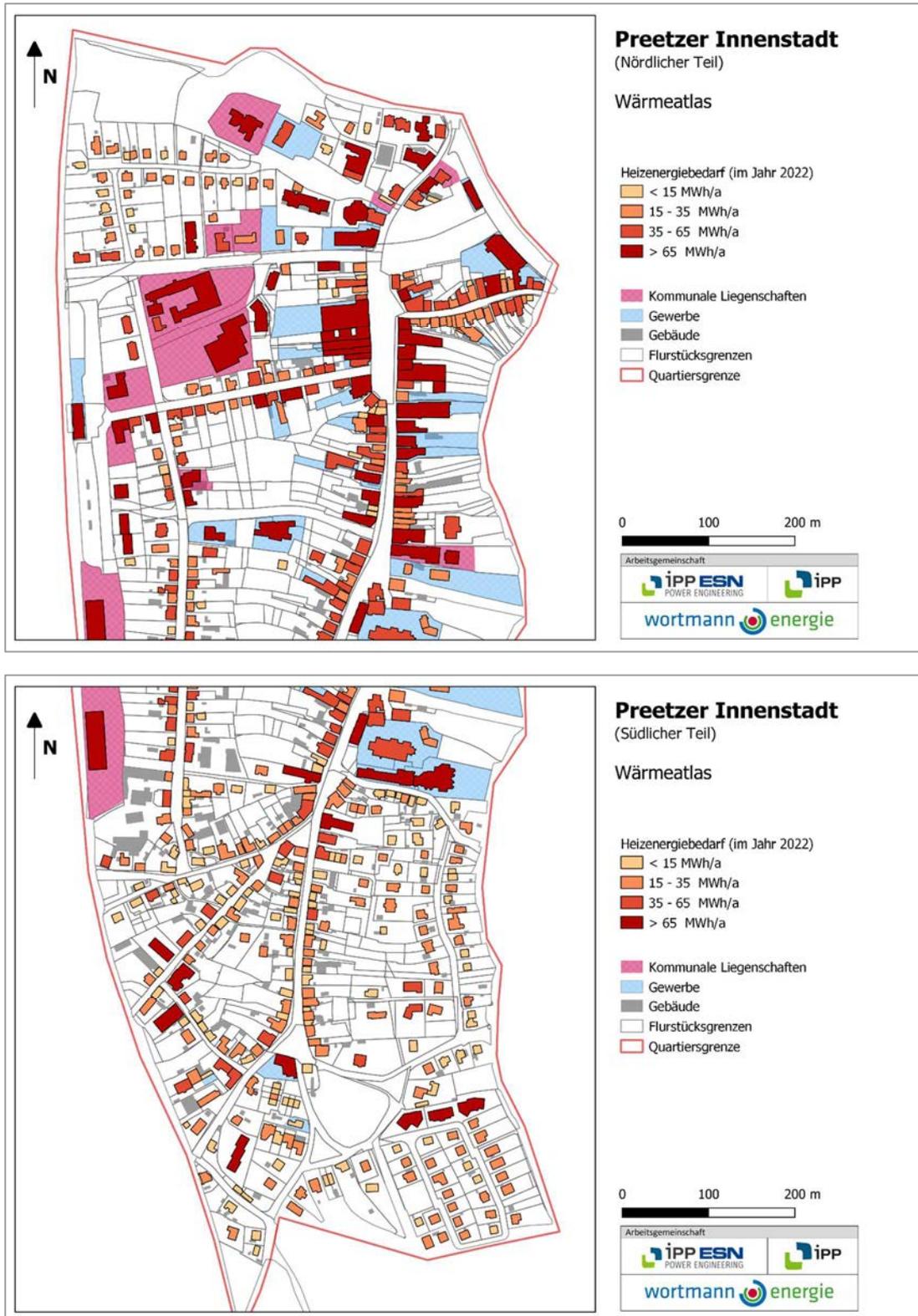


Abbildung 6-27: Wärmeatlas des Innenstadtquartiers Preetz

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.²

Die Plausibilitätsprüfung ergab einen Korrekturfaktor des Heizenergieverbrauchs der gewerblichen Gebäude in Höhe von 1,2 und der gemischt genutzten Gebäude in Höhe von 1,1. Somit musste der geschätzte Heizenergiebedarf der gewerblich genutzten Gebäude geringfügig nach oben korrigiert werden.

Das Ergebnis ist im Wärmeetlas (vgl. Abbildung 6-27) dargestellt.

Der Heizenergiebedarf im Quartier teilt sich gemäß Tabelle 6-5 auf Wohn- und Nichtwohngebäude auf.

Tabelle 6-5: Heizenergiebedarf im Quartier im Jahr 2022

Wohngebäude		Nichtwohngebäude		Gesamt
Anzahl	MWh/a	Anzahl	MWh/a	MWh/a
465	14.381	54	5.617	19.998

Abbildung 6-28 zeigt die Verteilung der Energieträger im Quartier auf Basis der Auswertungen der Feuerstättendaten und der ergänzenden Plausibilitätsprüfungen aus den Gasverbrauchsdaten. Die Abbildung verdeutlicht den hohen Erdgasanteil des Energieträgersplits der Kesselanlagen (ca. 81 %, bezogen auf den Endenergiebedarf).

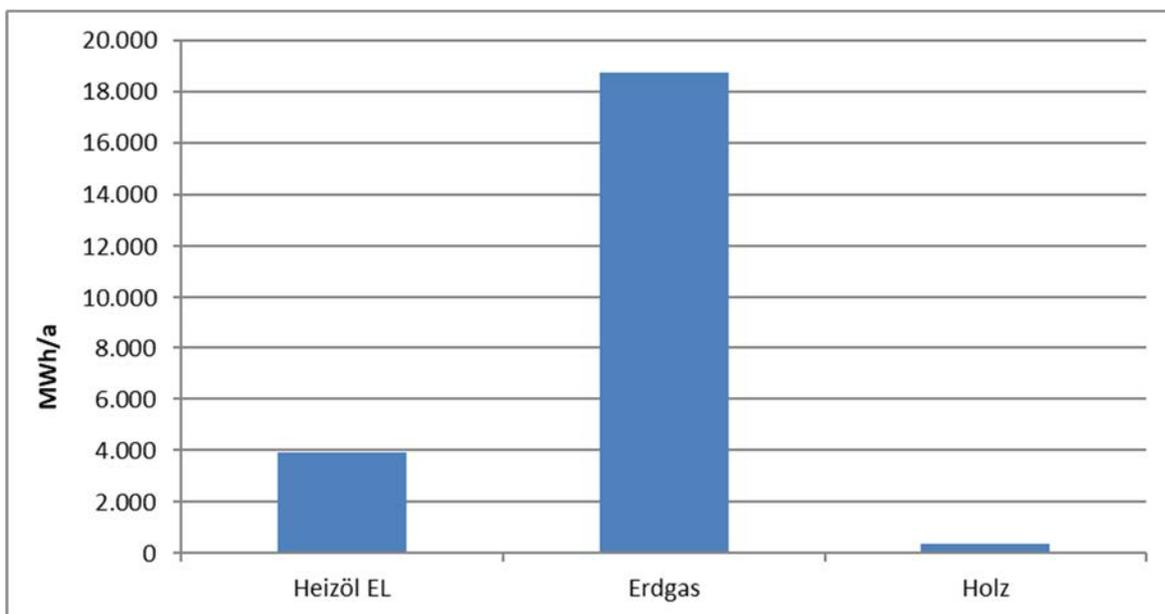


Abbildung 6-28: Aufteilung Endenergiebedarf nach Energieträgern

Die Bestimmung der CO₂-Emissionen des Quartiers erfolgt durch die Multiplikation der ermittelten Energieverbräuche mit den zugrunde gelegten spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren:

² Der spezifische Verbrauch wurde nach dem Tabula-Verfahren ermittelt (IWU, 2015).

Tabelle 6-6: 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	
Strom deutscher Mix	475 g/kWh		1,8/1,2 ³	

Tabelle 6-7 stellt die aktuelle Bilanz des Endenergiebedarfs, des Primärenergiebedarfs und der CO₂-Emissionen des Quartiers dar.

Tabelle 6-7: Jährliche Wärme-, Endenergie-, CO₂- und Primärenergiebilanz für das Quartier

ENERGIETRÄGER	HEIZENERGIE-BEDARF [MWh]	ENDENERGIE-BEDARF [MWh]	PRIMÄRENERGIE-BEDARF [MWh]	CO ₂ -AUSSTOß [T]
Heizöl EL	3.399	3.906	4.297	1.242
Erdgas	16.326	18.765	20.642	4.635
Holz	273	390	78	10
Summe	19.998	23.062	25.017	5.887

³ Der niedrigere Primärenergiefaktor von 1,2 gilt für die Nutzung von Strom in Großwärmepumpen ab einer Leistung von 500 kW (vgl. Bundesministerium der Justiz, GEG2024 §22 Abs. 4 (2)).

7 ENERGIE- UND CO₂-MINDERUNGSPOTENZIALE DURCH GEBÄUDESANIERUNG

7.1 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, Isolierung ungedämmter Heizungsrohre.
 - Effizienz: Verbessern der Anlagentechnik wie z. B. Einsatz hocheffizienter Pumpen, intelligente Regelung / Steuerung.
 - Erneuerbare Energie: z. B. Einsatz von Solarenergieanlagen, Wärmepumpen, Holzpelletkesseln.
- Nutzerverhalten:
 - Reduzieren der Raumtemperaturen im Wohn- / Aufenthaltsbereich.
 - 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 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 Rentnerehepaar - 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 zweischalige Ausführung mit Vormauerziegel 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. Dies vor dem Hintergrund der Erfahrung in 2022 mit plötzlich dramatisch gestiegenen Energiepreisen aufgrund des russischen Angriffskrieges gegen die Ukraine,
- 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. Eine eingesparte Kilowattstunde (durch Gebäudesanierung) muss nicht bezahlt werden.
- Hoffnung auf eine verbesserte und gegenüber den vorigen Jahren erhöhte Förderunterstützung der Wärmewende: Höhere Zuschüsse bei Sanierung und Heizungstausch,
- Ersatzbedarf für Gebäudebauteile und technische Anlagen, die die technische Lebensdauer erreicht haben.

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.

Vor dem Hintergrund der finanziellen Möglichkeiten, der Erneuerungszyklen der Bauteile technischer 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:

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

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 eine Vergrößerung der Heizflächen sinnvoll ist und im Verbund mit dem Umstieg auf erneuerbares Energiesystem ähnlich hoch gefördert wird,
- Isolierung der Rohrleitungen in unbeheizten Räumen für Heizung und Warmwasser,
- Optimierung der Heizungsregelung und Durchführen eines hydraulischen Abgleichs, Richtige Einregulierung der Heizkreise und der Regelung.

Tabelle 7-1: Nachrüstpflichten (Auszug) für Bestandsgebäude gemäß aktuellem GEG 2024

BEZUG	ANFORDERUNGEN GEG	HINWEISE, KOMMENTAR
HEIZKESSEL (ERDGAS ODER HEIZÖL)	Betriebsverbot für Heizkessel, Ölheizungen GEG, § 72 (1,2,3,4)	Mit Erdgas oder Heizöl betriebene Heizkessel, die über eine Feuerungswärmeleistung von mind. 4 kW und max. 400 kW verfügen und nicht im Niedertemperatur- oder Brennwertbereich betrieben werden und keinen erneuerbaren oder Hybridbetrieb ermöglichen, sind nach Ablauf von 30 Jahren nach Einbau oder Aufstellung nicht mehr zu betreiben. Heizkessel mit fossilen Brennstoffen dürfen längstens bis Ende 2044 betrieben werden.
DEFEKTER HEIZKESSEL (ERDGAS ODER HEIZÖL-TAUSCH)	Anforderung an eine Öl- oder Erdgas-Heizungsanlagen bei Reparatur oder Defekt GEG, § 71 (1-12)	Bei Reparatur oder Defekt des fossilen befeuerten Heizkessels kann dieser bis Mitte 2026 oder sogar bis Mitte 2028 repariert oder ausgetauscht werden – in Abstimmung mit der kommunalen Wärmeplanung. Die Kesselanlage muss jedoch ab 2029 einen wachsenden Anteil erneuerbarer Energien (Biomethan oder Wasserstoff) nutzen.
VERTEILUNGSROHRE FÜR HEIZUNG UND WARMWASSER	Dämmung von Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen. GEG, § 69 (1, 2)	Bei heizungstechnischen Anlagen ist - bei bisher ungedämmten, zugänglichen Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden - die Wärmeabgabe der Rohrleitungen nach Anlage 8 zu begrenzen.
OBERSTE GESCHOSSDECKEN ODER DÄCHER DÄMMEN	Oberste Geschossdecken, die nicht den Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2: 2013-02 genügen, müssen so gedämmt sein, dass der Wärmedurchgangskoeffizient der obersten Geschossdecke 0,24 W/(m ² ·K) nicht überschreitet. GEG, § 47 (1)	Ein Mindestwärmeschutz (U-Wert) dieser obersten Geschossdecke von 0,24 W/(m ² ·K) ist z. B. bei einer durchschnittlichen Betondecke mit einer Dämmlage von mindestens 14 cm (WLG 035) zu erzielen. Alternativ: Anstatt der nachträglichen Dämmung der obersten Geschossdecke kann das darüber liegende Dach gedämmt werden. Der U-Wert des fertig gedämmten Daches darf ebenfalls 0,24 W/(m ² ·K) nicht überschreiten.
ANFORDERUNGEN AN EIN BESTEHENDES GEBÄUDE BEI ÄNDERUNG	Bei Ersatz, Erneuerung oder erstmaligem Einbau von Außenbauteile (an beheizten oder gekühlten Gebäuden) sind die Wärmedurchgangskoeffizienten der Anlage 7 nicht zu überschreiten. Ausgenommen sind Änderungen von Außenbauteilen, 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 $\geq 19^\circ\text{C}$ bspw. folgende Maximal-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)

Strom-Einsparung und Energieeffizienz:

- Elektrische Haushaltsgroßgeräte (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 auch zur Verbesserung des hygienischen Luftwechsels.

Neben den motivierenden Aspekten der Gebäudesanierung bestehen für den Gebäudebestand Pflichten zur Verbesserung der Energieeffizienz und zum Energiesparen. Die wichtigsten Nachrüstpflichten für Bestandsgebäude gemäß aktuellem Gebäudeenergiegesetz (GEG-2024) zeigt Tabelle 7-1, die Auswirkungen der Novellierung des Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein (EWKG) bei Erneuerung der Heizungstechnik zeigt Tabelle 7-2.

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

Tabelle 7-2: Vorgaben zur Heizungstechnik für Bestandsgebäude gemäß aktuellem EWKG, 2021

BEZUG	ANFORDERUNGEN EWKG	HINWEISE, KOMMENTAR
<u>ERNEUERUNG HEIZKESSEL</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>INSTALLATIONSVORGABE FÜR SOLARSTROMANLAGEN</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 7-3 (UBA, 2013, S. 33).

Tabelle 7-3: Sinnvolle Maßnahmenkombinationen bei der Gebäudesanierung (UBA, 2013)

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, Heizkessel, 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						●	●	●	●		●	

7.2 FÖRDERPROGRAMME UND UMFELD FÜR DIE ENERGETISCHE SANIERUNG

Im Rahmen des Klimaschutzprogrammes 2030 entwickelte die Bundesregierung die Förderung für energieeffiziente Gebäude weiter (KfW, o. J.). Die derzeitige, in der Fassung vom 9. Dez. 2022 vorliegende „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.

Die drei Richtlinien für die Bundesförderung für effiziente Gebäude vom 09.12.2022

- Wohngebäude (BEG WG),
- Einzelmaßnahmen (BEG EM) und
- Nichtwohngebäude (BEG NWG)

stehen für die drei „klassischen“ Verbrauchssektoren private Haushalte, Kommunen und gewerbliche Unternehmen zur Verfügung. Eine Novellierung der BEG-Förderung ist für Anfang 2024 angekündigt mit höheren Förderquoten, Berücksichtigung von Einkommenssituation und einer zeitlichen Dynamik, wie aktuell auf der Internetseite (BMWK, 2023) des BMWK zu lesen ist:

Eckpunkte der neuen Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) ab 2024

Für den Heizungstausch wird es folgende Investitionskostenzuschüsse geben:

- Eine Grundförderung von 30 % für alle Wohn- und Nichtwohngebäude, die wie bisher allen Antragstellergruppen offensteht;
- einen einkommensabhängigen Bonus von 30 % für selbstnutzende Eigentümerinnen und Eigentümer mit bis zu 40.000 Euro zu versteuerndem Haushaltseinkommen pro Jahr;
- sowie einen Klima-Geschwindigkeitsbonus von 20% bis 2028 für den frühzeitigen Austausch alter fossiler Heizungen für selbstnutzende Eigentümerinnen und Eigentümer.
- Die Boni sind kumulierbar bis zu einem max. Fördersatz von 70 %.
- Vermieterinnen und Vermieter werden ebenfalls die Grundförderung erhalten, die sie allerdings nicht über die Miete umlegen dürfen. Hierdurch wird der Anstieg der Mieten durch energetische Sanierung gedämpft.

Neu erhältlich sein wird ein Kreditangebot - zinsvergünstigt für Antragstellende bis zu einem zu versteuernden Haushaltseinkommen von 90.000 Euro pro Jahr - für Heizungstausch und Effizienzmaßnahmen.

Tabelle 7-4: Förderung im Rahmen der Effizienzhaus-Sanierung durch die KfW

Effizient Sanieren, KfW-Effizienzhaus (EH)	Standard		Klassen (nicht untereinander kumulierbar)		Boni (zusammen Deckelung auf 20 %, kumulierbar in Klassen)	
	Tilgungszuschuss	Zuschuss (nur Kommunen)	EE	NH	WPB	SerSan
EH-Denkmal	5 %	20 %	5 %	5 %		
EH 85	5 %	20 %	5 %	5 %		
EH 70	10 %	25 %	5 %	5 %	10 % (nur EE-Klasse)	
EH 55	15 %	30 %	5 %	5 %	10 %	15 %
EH 40	20 %	35 %	5 %	5 %	10 %	15 %

KfW-Programm: Wohngebäude - Kredit, 261; Annuitätendarlehn: 10 Jahre Zinsbindung. Drei unterschiedliche effektive Jahreszinsen je Laufzeit: bis 10 a: 0,24%; bis 20 Jahre: 1,38%, bis 30 Jahre 1,66%

Abkürzungen: Klassen EE: Erneuerbare Energie-Klasse, Klasse NH: Nachhaltigkeits-Klasse, WPB: Worst Performance Building, SerSan: Serielle Sanierung

Neu aufgenommen wurde der Bonus der „Nachhaltigkeits-Klasse“ bei der Sanierung für Wohn- und Nichtwohngebäude. Ebenfalls ergänzt wurde der Bonus „Seriell Sanieren“ für Wohngebäude. Die aktuelle Förderkulisse zur Effizienz-Haussanierung über die KfW zeigt Tabelle 7-4.

Anträge für die ambitionierte energetische Sanierung mit einem entsprechenden Effizienzhaus-Niveau (vergl. Tabelle 7-5) sind nur über die KfW an die Hausbank (bei Kommunen direkt an die KfW) zu richten. Neben der Förderstufe Erneuerbare Energie⁴ (EE), die ein Plus von 5 % bei den Tilgungszuschüssen und ein erhöhtes Fördermaximum darstellen besteht ein weiterer Förderbonus für nachhaltiges Sanieren als sogenannte NH-Klasse⁵.

Tabelle 7-5: Förderprogramme für die energetische Sanierung von privaten Wohngebäuden, KfW

Effizient Sanieren, KfW-Effizienzhaus (EH)	Primär-energiebedarf	Transmissionswärmeebedarf	Tilgungszuschuss	
			in % je WE (max. Kredit in €)	in € je WE
EH-40	40 %	55 %	20 % (120 T€)	24.000
EH-40, EE-Klasse	40 %	55 %	25 % (150 T€)	37.500
EH-40, Nachhaltigkeits-Klasse	40 %	55 %	25 % (150 T€)	37.500
EH-55	55 %	70 %	15 % (120 T€)	18.000
EH-55, EE-Klasse	55 %	70 %	20 % (150 T€)	30.000
EH-55, Nachhaltigkeits-Klasse	55 %	70 %	20 % (150 T€)	30.000
EH-70	70 %	85 %	10 % (120 T€)	12.000
EH-70, EE-Klasse	70 %	85 %	15 % (150 T€)	22.500
EH-70, Nachhaltigkeits-Klasse	70 %	85 %	15 % (150 T€)	22.500
EH-85	85 %	100 %	5 % (120 T€)	6.000
EH-85, EE-Klasse	85 %	100 %	10 % (150 T€)	15.000
EH-85, Nachhaltigkeits-Klasse	85 %	100 %	10 % (150 T€)	15.000
EH-Denkmal			5 % (120 T€)	6.000
EH-Denkmal, EE-Klasse			10 % (150 T€)	15.000
EH-Denkmal, Nachhaltigkeits-Klasse			10 % (150 T€)	15.000
Extra-Bonus: Sanierung eines "Worst Performance Buildings" plus 10 % Extra-Tilgungszuschuss				
<i>KfW-Programm: Wohngebäude - Kredit, 261 Annuitätendarlehn: 10 Jahre Zinsbindung. Drei unterschiedliche effektive Jahreszinsen je Laufzeit: bis 10 a: 0,24%; bis 20 Jahre: 1,38%, bis 30 Jahre 1,66%</i>				

Eine Verbesserung der Förderung hat sich für kommunale Nichtwohngebäude ergeben. Die KfW gewährt Kommunen bei der Erreichung des Effizienzhausniveaus einen Zuschuss, der 15 %-Punkte über dem Tilgungszuschuss für private Investoren für Wohngebäude liegt.

⁴ EE-Klasse: Erneuerbare Energie Klasse beim Effizienzhaus 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 %.

⁵ NH-Klasse: Nachhaltigkeitsklasse als zusätzlicher Förderbonus im Rahmen der KfW-Förderung; wird gewährt, wenn das Gebäude die Anforderungen des staatlichen „Qualitätssiegels Nachhaltiges Gebäude“ erfüllt.

Tabelle 7-6: BEG-Förderprogramm Sanierung Wohn- und Nichtwohngebäude für Kommunen

Effizient Sanieren, KfW-Effizienzhaus (EH)	Zuschuss
	10 Mio. € max. förderfähige Kosten
EH-40	35 %
EH-40, EE-Klasse	40 %
EH-55	30 %
EH-55, EE-Klasse	35 %
EH-70	25 %
EH-70, EE-Klasse	30 %

Tabelle 7-7: BEG-Förderprogramm Einzelmaßnahmen (BEG EM) Wohn- und Nichtwohngebäude

Sanierungs- bereich	MAßNAHME / FÖRDERZIEL	ZU- SCHUSS BASIS	Zuschuss - Bonus		
			iSFP	Heizungs- tausch	WÄRME- PUMPE
Gebäudehülle	Dämmung Außenwand, Dach, Geschossdecke, Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; Sommerlicher Wärmeschutz	15 %	5 %		
Anlagentechnik (außer Heizung)	Einbau, Austausch oder Optimierung von Lüftungsanlagen inkl. Wärmerückgewinnung, <ul style="list-style-type: none"> WG: Einbau "Efficiency Smart Home" NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Kältetechnik zur Raumkühlung und Einbau energieeffizienter Innenbeleuchtungssysteme 	15 %	5 %		
Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)	Solarkollektoranlagen	25 %		10 %	
	Biomasseheizungen	10 %		10 %	
	Wärmepumpen	25 %		10 %	5 %
	Brennstoffzellenheizungen	25 %		10 %	
	Innovative Heizungstechnik, ern. Energien	25 %		10 %	
	Errichtung, Umbau u. Erweiterung Gebäudenetz ohne Biomasse	30 %			
	Errichtung, Umbau u. Erweiterung Gebäudenetz, mit max. 25 % Biomasse	25 %			
	Errichtung, Umbau u. Erweiterung Gebäudenetz, mit max. 75 % Biomasse	20 %			
Heizungs-optimierung	Anschluss an ein Gebäudenetz	25 %		10 %	
	Anschluss an ein Wärmenetz	30 %		10 %	
Heizungs-optimierung	Maßnahmen zur Optimierung bestehender Heizungsanlagen in Bestandsgebäuden: Hydraulischer Abgleich inkl. Austausch Pumpen; Dämmung Rohrleitungen; Einbau von Flächenheizungen, NT-Heizkörper, Wärmespeicher; Mess-, Steuer- und Regelungstechnik	15 %	5 %		

Tabelle 7-7 stellt die BAFA-Förderungen insbesondere für den Schwerpunkt der Heizenergieversorgung als Zuschussvariante dar.

Angesichts der Komplexität der baulich-technischen Verbesserungsmaßnahmen einer energetischen Gebäudesanierung sowie des beträchtlichen Umfangs der Fördermöglichkeiten empfiehlt sich dringend vor Maßnahmenbeginn eine Energieberatung. 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 %-Punkte.

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

Im Zuge der großen Unwägbarkeiten hinsichtlich der Höhe der anzusetzenden Energiepreise und insbesondere der stark angestiegenen und immer noch steigenden Preise für Heizungstechnik muss die Wirtschaftlichkeit jeglicher energetischer Verbesserungsmaßnahmen vor einer konkreten Ausführung aktualisiert werden.

Tabelle 7-8: Bundesförderung Energieberatung Wohngebäude (EBW)

Ziele und Maßnahmen	Zuschuss	Förderbetrag
<p>Umfassende Energieberatung für Wohngebäude mit der Erarbeitung eines energetischen Sanierungsfahrplans, der aufzeigt,</p> <ul style="list-style-type: none"> • wie Schritt für Schritt über einen längeren Zeitraum umfassend energetisch saniert, oder • wie ein Effizienz-Haus erreicht werden kann. <p>Bei Umsetzung einer Sanierungsmaßnahme als Teil eines individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP) ist ein zusätzlicher investiver Förderbonus i. H. v. 5 % möglich, wenn es sich um a) Gebäudehülle, b) Anlagentechnik (außer Heizung) oder c) Heizungsoptimierung handelt.</p>	80 %	<p>Max. Zuschuss für Ein- und Zweifamilienhäuser 1.300 €.</p> <p>Max. Zuschuss für Wohngebäude ab drei WE: 1.700 €</p>

Tabelle 7-9: Bundesförderung für effiziente Gebäude, Fachplanung und Baubegleitung bei Sanierung

Ziele und Maßnahmen	Zuschuss	Förderbetrag
<p>Förderung einer energetischen Fachplanung und Baubegleitung im Zusammenhang mit einer Förderung folgende Einzelmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle - Anlagentechnik (außer Heizung) - Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik) - Heizungsoptimierung 	50 %	<p>max. Zuschuss für Ein- und Zweifamilienhäuser 5.000 € je Kalenderjahr. Bei Mehrfamilienhäusern mit 3 oder mehr WE auf 2.000 € je WE und Kalenderjahr. Insgesamt max. 20.000 € pro Zuwendungsbescheid.</p>

7.3 MUSTERSANIERUNGSBERATUNGEN

Auf der öffentlichen Informationsveranstaltung (vgl. Kapitel 11.2) wurden vier kostenfreie Energieberatungen für Wohngebäude verlost. Die vorliegenden Fragebögen mit den Angaben zu den Gebäuden wurden in vier Baualtersstufen aufgeteilt und vier 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, 2024). Es wurden vier Objekte (Ein- und Mehrfamilienhaus, Gewerbe / Wohnen, denkmalgeschütztes Wohn-/Bürogebäude) näher untersucht und Beratungsgespräche mit den Eigentümer*innen geführt.

7.3.1 MUSTERSANIERUNGSKONZEPT GEBÄUDE A

Dieses in der Kirchenstraße befindliche Mehrfamilienhaus mit Gewerbe wurde 1690 errichtet; das straßenseitige Haupthaus besteht aus einer Fachwerkgrundkonstruktion. Spätere Anbauten erfolgten als massiver Ziegelbau mit Umbauten und Modernisierungen, hauptsächlich in den 1980er Jahren und um 2011. Das Gebäude steht nicht unter Denkmalschutz, verfügt über einen kleinen Kellerbereich und offener Garage im hinteren Anbauteil. Der Garten hat einen direkten Zugang zum Kirchsee.

Die Modernisierungs- und Umbauarbeiten um 2011 betrafen den hinteren Gebäudebereich, hier wurden u. a. Fußbodenheizungen und dreifach wärmeschutzverglaste Fenster eingebaut. Im Rahmen des Umbaus wurde eine neue Erdgas-Brennwerttherme mit Warmwasserspeicher und Zirkulationsleitung im Keller installiert.

Verschiedene sinnvolle energetische Sanierungsmaßnahmen wurden vorgeschlagen, zu einem aufbauenden Sanierungspaket zusammengefügt und in einem separaten, ausführlichen Energiebericht mit Fotodokumentation den Eigentümern übergeben.

Bei dem Energieberatungsgespräch stand die Frage des Wechsels der Heizung im Vordergrund, um die dramatisch gestiegenen Energiekosten zu begrenzen bzw. bestenfalls zu senken. Weiterhin wurden Maßnahmen zur Wärmedämmung der Gebäudehülle und die Möglichkeit zur Seewassernutzung für eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe besprochen.

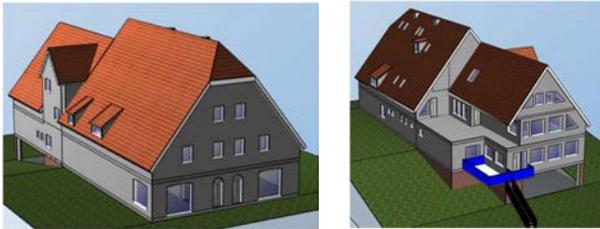
IST-Situation Gebäude A		
	Gebäudetyp	MFH mit Gewerbe
	Baujahr	1690
	beheizte Fläche	630 m ²
	Primärenergiebedarf	129 kWh/(m ² ·a)
		<p>Gesamtbewertung Primärenergiebedarf 129 kWh/m²a</p>  <p>Gebäudehülle Heizwärmebedarf 100 kWh/m²a</p>  <p>Anlagentechnik Anlagenverluste * 23 kWh/m²a</p>  <p>Umweltwirkung CO₂-Emission 29 kg/m²a</p>  <p>* inkl. Primärenergie-Verluste</p>

Abbildung 7-1: Gebäudeansicht, 3D-Modellierung, Gesamtbewertung Ausgangssituation, Gebäude A

Mit den zur Verfügung gestellten Grundrissen, Ansichten und den Informationen der Vor-Ort-Begehung im April 2023 konnte eine CAD-Modellierung des Gebäudes erstellt werden, die Basis für eine Energiebilanzierung nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist. Auf dieser Basis wurden Varianten der energetischen Verbesserung der Gebäudehülle und des Heizsystems berechnet (siehe Tabelle 7-10).

Tabelle 7-10: Gebäude A, Sanierungsvorschläge

ENERGETISCHE SANIERUNGSVARIANTEN	
VAR. 1	Einfache Festverglasung tauschen, EG-Decke unterseitig dämmen
VAR. 2	ges. Schrägdach neu eindecken, dämmen (mittelfr.)
VAR. 3A	wie 1, Luft-WP, bivalent mit Gas-BW, neue Konvektoren, H _z g.-Optimierung
VAR. 3B	wie 1, Erdsonden-WP, bivalent mit. Gas-BW, neue Konvektoren, H _z g.-Optimierung

Aufgrund der geringen Flächen der auszutauschenden Einfach-Verglasung und der Kellerdecke wirken die ausgewählten Maßnahmen für die Variante 1 nur unwesentlich auf die Reduzierung des Heizwärmebedarfs (gekennzeichnet durch den spez. Transmissionswärmeverlust H_{T1}). Wird jedoch – mittel- bis langfristig – das Dach neu eingedeckt und effizient gedämmt, kann der Wärmebedarf hier mit Variante 2 um fast 30 % vermindert werden.

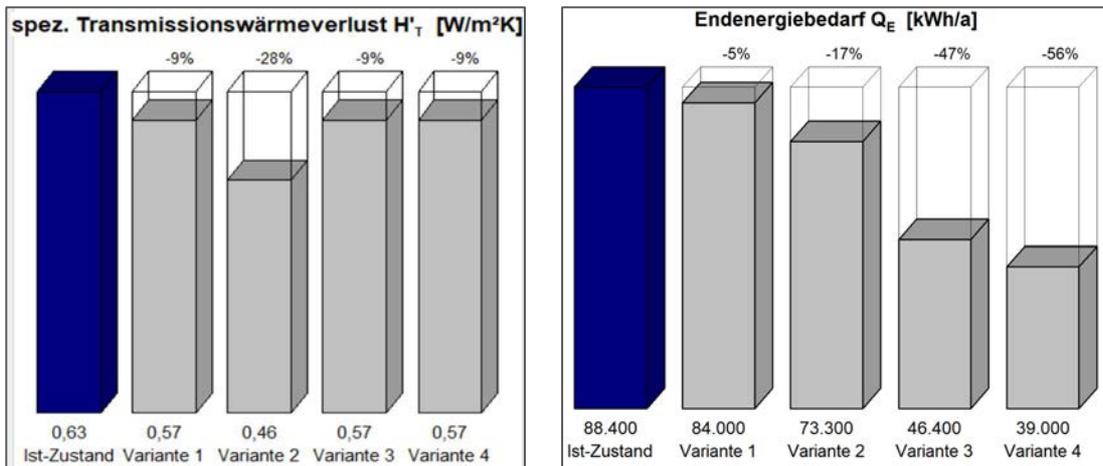


Abbildung 7-2: Gebäude A, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung

Ein maßgeblicher Schritt für den Klimaschutz wäre die Erneuerung der Heizungsanlage hin zu erneuerbaren Energien mittels Wärmepumpe.⁶ Zusätzlich sollte eine Heizungsoptimierung und die Vergrößerung der in Betracht kommenden Heizkörper durchgeführt werden. Dies hat den entscheidenden Vorteil, dass dadurch eine größere Strahlungs- und Konvektorfläche beim Heizkörper erzielt wird; so kann die Vorlauftemperatur deutlich abgesenkt werden, was die Effizienz der Wärmepumpe steigert und Stromkosten spart.

Mit den Varianten 3a und 3b wurden zwei Typen von Wärmepumpentechniken betrachtet:

- 3a Luft-Wärmepumpe
- 3b Erdsonden-Wärmepumpe

Mit den Varianten 3a und 3b lassen sich der Endenergieverbrauch mehr als halbieren und die CO₂-Emissionen um rd. 20 % bis 40 % senken.

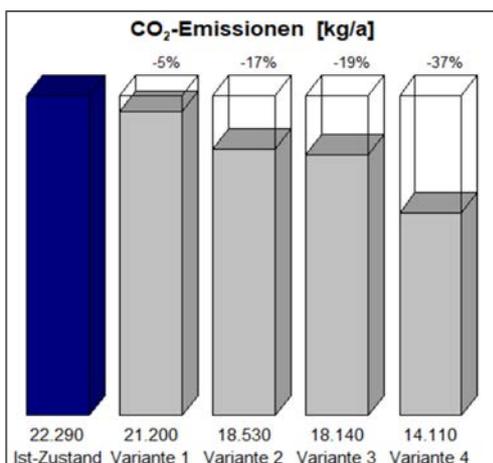


Abbildung 7-3: Gebäude A, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung, CO₂-Emissionen

Die Höhe der noch verbliebenen – in dieser Energiebilanzierung berechneten – rd. 14 t CO₂ basieren auf dem zugrunde zu legenden CO₂-Emissionsfaktor des sogenannten Bundesstrommixes.

⁶ sofern kein Anschluss an ein Wärmenetz zur Verfügung stehen wird

Wird echter Ökostrom eingesetzt,⁷ resultiert daraus eine nahezu klimaneutrale Heizwärmebereitstellung über die dann mit Ökostrom angetriebenen Wärmepumpe. Ebenso wäre der Bezug klimafreundlicher Nahwärme über ein Wärmenetz denkbar; dies muss jedoch im Rahmen der möglichst hohen Anschlussbeteiligung der Nachbargebäude geprüft und geplant werden.

Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde die Förderung (Stand 08-2023) für die Maßnahmen an der Gebäudehülle wie auch an der Heizungstechnik berücksichtigt. Die Übersicht der einzelnen Förderungen und Zuschüsse zeigt Tabelle 7-12.

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 Kostenübersicht der jeweiligen Varianten zeigt Tabelle 7-11.

Tabelle 7-11: Gebäude A, Investitionskosten der Sanierungsvorschläge

Investitionskosten (in EURO, brutto, abgeschätzt)	Vollkosten			
	Var. 1	Var. 2	Var. 3a	Var. 3b
Gebäudehülle				
Fe, Türen, Austausch Festverglasung	16.400	16.400	16.400	16.400
EG-Decke unterseitig dämmen	6.500	6.500	6.500	6.500
Dach, eff. Däm (mittelfr.)		123.500	0	0
Zwischensumme Gebäudehülle	22.900	146.400	22.900	22.900
Anlagentechnik				
Luft-WP, inkl. PSp., Anbindung			22.300	
Heizg.-Optimierung, neue Konvektoren			11.300	11.300
Heizg.-Optimierung, hydr. Abgleich			3.500	3.500
Erdsonden-WP, inkl. PSp., Anbindung				32.500
Zwischensumme Anlagentechnik			37.100	47.300
Summe, ges.	22.900	146.400	60.000	70.200
Investitionskosten (in EURO, brutto, abgeschätzt)	Energetische Mehrkosten			
	Var. 1	Var. 2	Var. 3a	Var. 3b
Gebäudehülle				
Fe, Türen, Austausch Festverglasung	1.640	1.640	1.640	1.640
EG-Decke unterseitig dämmen	6.500	6.500	6.500	6.500
Dach, eff. Däm (mittelfr.)		61.750	0	0
Anlagentechnik				
Luft-WP, inkl. PSp., Anbindung			11.150	11.150
Heizg.-Optimierung, neue Konvektoren			9.040	9.040
Heizg.-Optimierung, hydr. Abgleich			1.750	1.750
Erdsonden-WP, inkl. PSp., Anbindung				16.250
Summe, ges.	8.140	69.890	30.080	46.330

⁷ Orientierungshilfe bieten (Zerger, 2020) und (Robin Wood, o. J.)

Tabelle 7-12: Förderübersicht der Sanierungsvarianten für Gebäude A

Förderung: BAFA-Zuschuss, KfW-Kredit+TZ	Var. 1	Var. 2	Var. 3a	Var. 3b
Anzahl Wohneinheiten (WE)	2	2	2	2
Worst Performance Building, Bonus WPB	Nein	Nein	Nein	Nein
Erreichung Effizienzhaus-Niveau	-	-	-	-
Investitionsvolumen, Varianten kumuliert	22.900 €	146.400 €	60.000 €	70.200 €
BAFA-Förderung, Einzelmaßnahmen	Var. 1	Var. 2	Var. 3a	Var. 3b
Sanierungsfahrplan (iSFP) erstellt, Bonus iSFP	Ja	Ja	Ja	Ja
Fossile Heizg., Bonus Heizungs-Tausch	Nein	Ja	Nein	Ja
Wärmepumpe, Bonus Kältemittel, Wärmequelle	Nein	Nein	Nein	Ja
max. Förderhöchstbetrag BAFA, BEG EM	120.000 €	120.000 €	120.000 €	120.000 €
Maßnahme A, Kurzbeschreibung	Fe, Türen, Austausch Festverglasung			
Maßnahme A, Kosten	16.400 €	wie Var. 1	wie Var. 1	wie Var. 1
Maßnahme A, Förderquote, insges.	20%			
Maßnahme A, Förderung	3.280 €	3.280€	3.280€	3.280€
Maßnahme B, Kurzbeschreibung	EG-Decke unterseitig dämmen			
Maßnahme B, Kosten	6.500 €	wie Var. 1	wie Var. 1	wie Var. 1
Maßnahme B, Förderquote, insges.	20%			
Maßnahme B, Förderung	1.300 €	1.300€	1.300€	1.300€
Maßnahme C, Kurzbeschreibung	-	Dach, eff. Däm (mittelfr.)		
Maßnahme C, Kosten	0 €	123.500€	-	-
Maßnahme C, Förderquote, insges.	0%	20%		
Maßnahme C, Förderung	0 €	24.000 €	0€	0€
Maßnahme D, Kurzbeschreibung	-	-	Luft-WP, inkl. PSp., Anbindung	
Maßnahme D, Kosten	0 €	0 €	22.300€	-
Maßnahme D, Förderquote, insges.	0%	0%	25%	-
Maßnahme D, Förderung	0 €	0 €	5.575 €	0€
Maßnahme E, Kurzbeschreibung	-	-	Heizg.-Optimierung, neue Konvektoren	
Maßnahme E, Kosten	0 €	0 €	11.300 €	11.300 €
Maßnahme E, Förderquote, insges.	0%	0%	20%	15%
Maßnahme E, Förderung	0 €	0 €	2.260 €	1.695 €
Maßnahme F, Kurzbeschreibung	-	-	Heizg.-Optimierung, hydr. Abgleich	
Maßnahme F, Kosten	0 €	0 €	3.500 €	3.500 €
Maßnahme F, Förderquote, insges.	0%	0%	20%	15%
Maßnahme F, Förderung	0 €	0 €	700 €	525 €
Maßnahme G, Kurzbeschreibung	-	-	-	Erdsonden-WP, inkl. PSp., Anbindung
Maßnahme G, Kosten	0 €	0 €	0 €	32.500€
Maßnahme G, Förderquote, insges.	0%	0%	15%	30%
Maßnahme G, Förderung	0 €	0 €	0 €	9.750 €
Summe BAFA-Förderung	4.580 €	28.580 €	13.115 €	16.550 €

Die Ergebnisse der Einsparungen und die Wirtschaftlichkeitsabschätzung der drei Varianten zeigt Tabelle 7-13.

Den ökonomischen Vergleich der einzelnen Varianten mit den jeweils erreichbaren CO₂-Minderungen zeigt Abbildung 7-4; hier wurden die kumulierten Energiekosteneinsparungen über 20 Jahre bei unterstellter Energiepreissteigerung (Erdgas: 5 % p. a., Strom: 2 % / a) den energetischen Mehrkosten gegenübergestellt und die Förderungen mitberücksichtigt. Hierbei handelt es sich um die seit Ende des Jahres 2021 gestiegenen, aber noch moderaten Energiepreisansätze des Zeitraums 1. Hj. 2022.

Die Wirtschaftlichkeitsabschätzung dieser Maßnahmen zeigt, dass bei Betrachtung der energetischen Mehrkosten und einer unterstellten Energiepreissteigerung der fossilen Energieträger von 5 % p. a. und von 2 % beim Strom eine Rentierlichkeit gegeben ist. Tabelle

7-13 zeigt bei allen Varianten eine Amortisationszeit mit Bezug auf die energetischen Mehrkosten von vier bzw. bei Variante 2 von 14 Jahren. Die BEG-Förderung zur Umstellung auf effiziente und erneuerbare Heizungstechnik trägt zur Wirtschaftlichkeit bei. Beim Wärmeschutz und bei der Heizungsoptimierung erhöht sich die Förderung um 5 %-Punkte wenn der sogenannte integrierte Sanierungsfahrplan (iSFP) im Rahmen der geförderten Wohngebäudeenergieberatung erstellt wurde, was dringend empfohlen wird.

Tabelle 7-13: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude A, Sanierungsvorschläge

Kriterien (abgeschätzte Werte für Kosten, Zeiträume)	Variante (Maßnahmenbündel)				
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 3b	
Endenergie-Einsparung (Heizenergie)	4.283 kWh/a	14.651 kWh/a	39.601 kWh/a	47.752 kWh/a	
CO ₂ -Einsparung	1,1 t/a	3,6 t/a	3,5 t/a	7,9 t/a	
Energiekosteneinsparung	heute ¹	510 €/a	1.760 €/a	1.000 €/a	3.360 €/a
	gemittelt ²	890 €/a	3.050 €/a	4.840 €/a	7.800 €/a
Investitionskosten ³	22.900 €	146.400 €	60.000 €	70.200 €	
Energetische Mehrkosten ⁴	8.100 €	69.900 €	30.100 €	46.300 €	
BEG-Förderung, BAFA/KfW	4.580 €	28.580 €	13.115 €	16.550 €	
Kapitalkosten ⁶	920 €	5.900 €	2.350 €	2.690 €	
Kapitalwert ⁷	statisch	-8.000 €	-83.000 €	-27.000 €	13.000 €
Amortisation, Vollkosten	statisch ⁸	36 a	67 a	47 a	16 a
	dynamisch ⁹	21 a	39 a	10 a	7 a
Amortisation, energ.	statisch ⁸	7 a	23 a	17 a	9 a
	dynamisch ⁹	4 a	14 a	4 a	4 a

1 Heutige Kosten, ohne Betrachtung der Energiepreiserhöhung
2 Durchschnittliche jährliche Kosten bei der angesetzten Energiepreiserhöhung (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 BAFA+KfW: Tilgungszuschuss
6 Kapitalzins: 3,5 % (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 Energiepreiserhöhung

Der erste Balken stellt die sogenannten energetischen Mehrkosten (Vollkosten abzüglich der sowieso anstehenden Instandhaltungskosten) dar. Die zweite Balkenreihe zeigt die möglichen BAFA-Förderzuschüsse für die einzelnen Varianten. Die dritte Balkenreihe zeigt die aufaddierten Energiekosteneinsparungen über 20 Jahre mit den angenommenen Energiepreiserhöhung .

Mit der Variante 3b (Erdsonden- WP) wird eine Förderung von rd. 17 T€ bei Investitionskosten von rd. 70 T€ erzielt. Die anzusetzenden energetischen Mehrkosten belaufen sich auf rd. 46 T€; diesen stehen eingesparten Energiekosten (inkl. Energiepreiserhöhung) über 20 Jahre in Höhe von ca. 156 T€ gegenüber. Damit wird deutlich, wie wirtschaftlich rentabel und lohnenswert die vorgeschlagene Sanierungsvariante ist.

Die CO₂-Minderung der Variante 3b beträgt durch den Umstieg auf erneuerbare Energien (Wärmepumpe) ca. 40 %; bei Ansatz des Bundesstrommixes für den Wärmepumpenstrom. Ebenso würde der Anschluss an eine Nahwärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energien über ein lokales Wärmenetz diesen Klimaschutzeffekt erbringen.

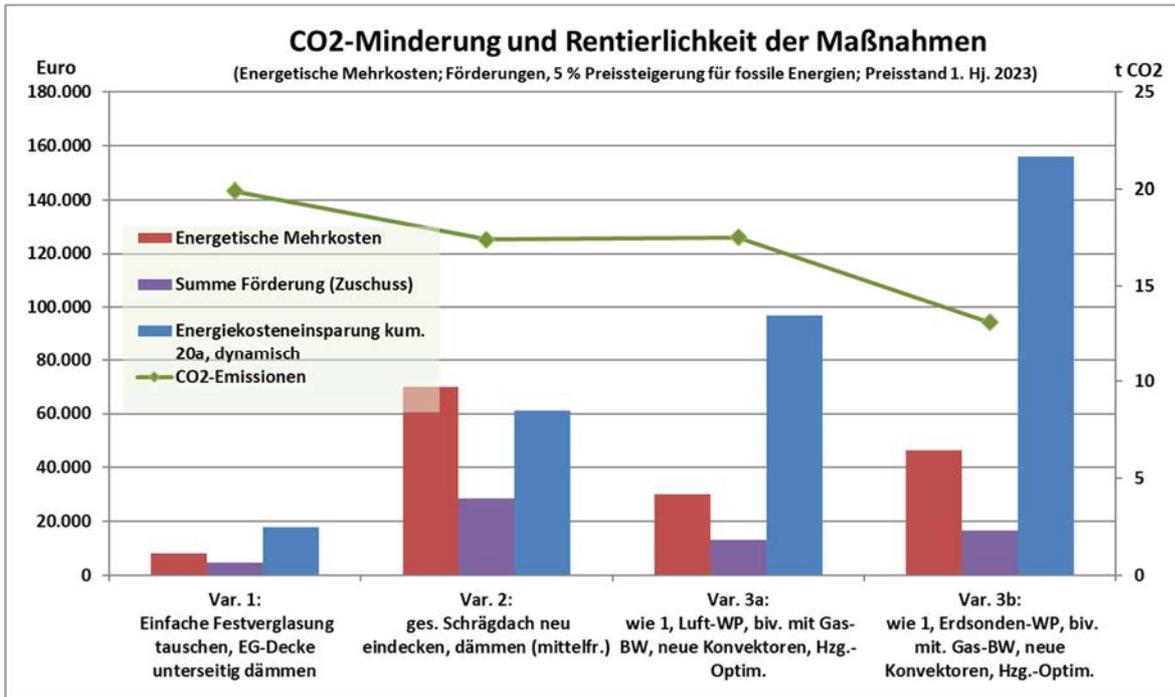


Abbildung 7-4: Gebäude A, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung

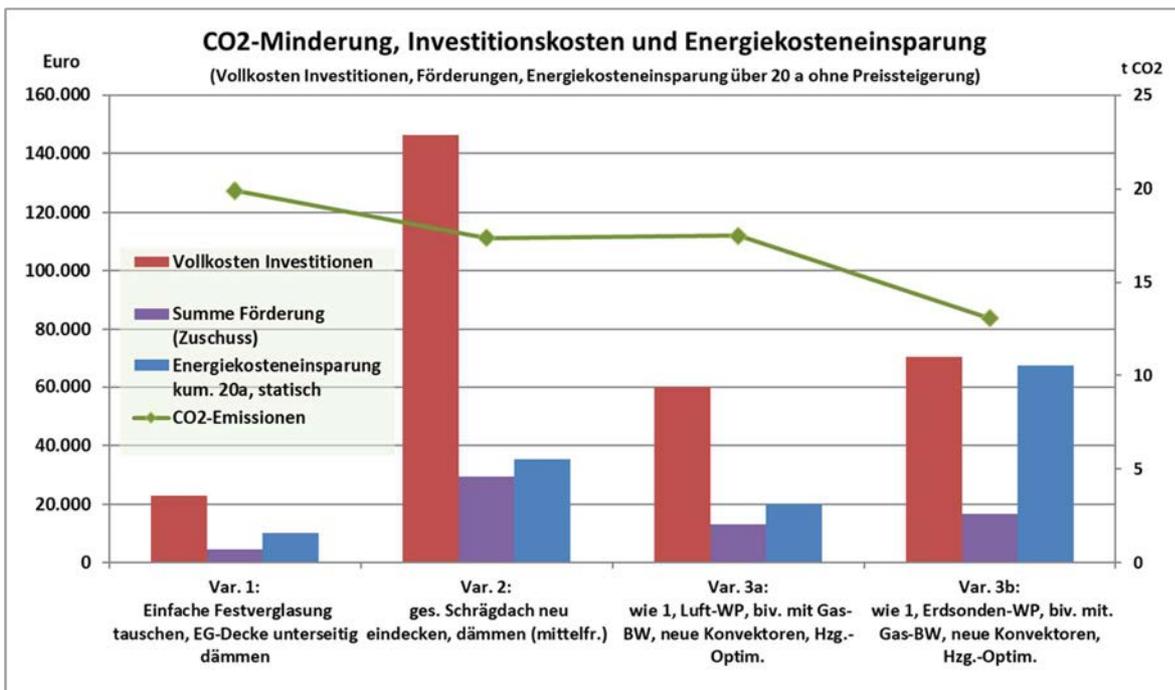


Abbildung 7-5: Gebäude A, Vollkostenbetrachtung und Rentierlichkeit der Sanierungsvarianten

Abbildung 7-5 zeigt die Größenordnung der zu finanzierenden Investitionen und verdeutlicht, dass die Variante 3b auch ohne Energiepreissteigerung durch Umstellung auf Umweltwärme mit Wärmepumpe wirtschaftlich sein kann.

7.3.2 MUSTERSANIERUNGSKONZEPT GEBÄUDE B

Das Gebäude beherbergt im Erd- und im Kellergeschoss einen Verkaufs- und Produktionsbereich im Lebensmittelbereich; die oberen Geschosse dienen Wohnzwecken. Das Gebäude wird über einen Erdgaskessel und hauptsächlich über Fußbodenheizung beheizt. Ein eigener Dampfkessel im Anbau dient dem Produktionsverfahren im Lebensmittelbereich. Die Abwärme der Kühltage wird durch Wärmerückgewinnung für die Warmwasserbereitung genutzt.

IST-Situation Gebäude B	
Gebäudetyp	Gewerbe (Lebensmittelbereich), KG, EG und Wohnen OG, DG
Baujahr	1997
Erdgasverbrauch	ca. 230 MWh/a
	

Abbildung 7-6: Gebäudeansicht, Gebäude B

Aufgrund des jungen Baualters des Gebäudes stehen keinerlei Instandsetzungsarbeiten an und damit besteht auch keine wirtschaftliche Basis für die Umsetzung von Wärmeschutzmaßnahmen an der Gebäudehülle.

Insofern bezog sich die Energieberatung auf die Verbesserung der Energieeffizienz im Betrieb und die Nutzung der Abwärme und Möglichkeiten zur klimafreundlichen Prozesswärmerzeugung hin zur Substitution des Erdgases für Heiz- und Dampferzeugungszwecke.

Folgende Hinweise und Ansätze für eine betriebliche Energieberatung zum weiteren Vorgehen und der Erschließung der Energieeffizienzpotenziale wurden diskutiert:

- Professionelle Energieberatung, z. B. BAFA-Energieaudit (80 % Zuschuss für KMU)
- Umstieg auf Wärmepumpentechnik, Vorteil: Fußbodenheizung vorhanden!
- Kaskadentechnik mit erneuerbaren Strom- und Wärmeinsatz, da niedrige und hohe Temperaturen (um 100 °C) benötigt:
 - Solarwärme zur Vorerwärmung (8 - 40 °C)
 - Abwärme aus Kältetechnik, ggf. Abluft-WP (8 - 60 °C)
 - Wärmepumpe (20 - 60 °C)

- Stromeinsatz (60 - 100 °C)

Die Umstellung auf erneuerbare Energienutzung und höhere Anlageneffizienz erfordert eine umfassende Neuplanung der Verfahrenstechnik im Betrieb. Anstoß könnte sein, dass der kurz- bis mittelfristig abgängige Dampfkessel durch ein effizienteres System ersetzt werden soll und die Heiz- und Prozesswärmetechnik grundsätzlich neu auf Nutzung erneuerbarer Energien, Abwärme und mehr Effizienz ausgerichtet sind. Hierzu sind jedoch auch umfangreiche bauliche Arbeiten notwendig, was nicht ohne Betriebsunterbrechungen vonstattengehen wird.

7.3.3 MUSTERSANIERUNGSKONZEPT GEBÄUDE C

Bei dem untersuchten Gebäude handelt es sich um ein 1955 errichtetes, massives Gebäude. Das Einfamilienhaus ist vollunterkellert bis auf den gartenseitigen Anbau mit Dachterrasse. Die Außenfassade ist verputzt und weiß gestrichen.

Spätere Um- und Erweiterungsbauten erfolgten in den 80er Jahren und 2006 (tlw. Fenster) und 2013 (Dach). Im Rahmen des Umbaus wurde eine Erdgas-Therme 1998 mit Warmwasserspeicher im Keller eingebaut.

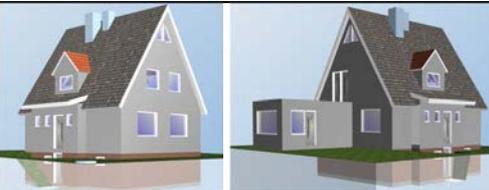
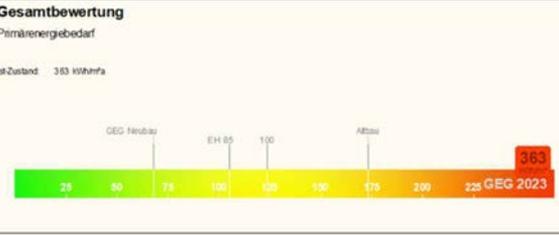
IST-Situation Gebäude C		
	Gebäudetyp	EFH
	Baujahr	1955
	Primärenergiebedarf (Bedarfsbilanzierung nach DIN V 18599)	ca. 360 kWh/(m ² ·a)
	<p>Gesamtbewertung Primärenergiebedarf</p> <p>Ist-Zustand: 363 kWh/m²a</p>  <p>Gebäudehülle Heizwärmebedarf</p> <p>Ist-Zustand: 220 kWh/m²a</p>  <p>Anlagentechnik Anlagenverluste</p> <p>Ist-Zustand: 134 kWh/m²a</p> 	

Abbildung 7-7: Gebäudeansicht, 3D-Modellierung, Gesamtbewertung Ausgangssituation, Gebäude C

Folgende energetische Sanierungsmaßnahmen wurden vorgeschlagen und zu einem ineinander aufbauenden Sanierungspaket zusammengefügt.

Tabelle 7-14: Gebäude C, Sanierungsvorschläge

ENERGETISCHE SANIERUNGSVARIANTEN	
VAR. 1	alte Fenster gegen 3-fach wärmeschutzverglaste Fenster austauschen; Kellerdecke dämmen
VAR. 2	Außenwand dämmen, WDVS
VAR. 3	Heizungsoptimierung, größere / neue Konvektoren, hydraulischer Abgleich
VAR. 4	Luft-WP, monovalent

Mit der Fenstersanierung und der Kellerdeckendämmung reduziert sich der bilanzierte Heizwärmebedarf (gekennzeichnet durch den spez. Transmissionswärmeverlust H_T') bei der Umsetzung der Variante 1 um rd. 15 %. Wird zusätzlich - mittel- bis langfristig - die Außenfassade entsprechend der Anforderungen des BEG-Förderprogramms gedämmt, kann der Wärmebedarf hier mit Variante 2 um über 40 % vermindert werden.

Mit den Varianten 3 und 4 wurde die Umstellung auf eine hydraulisch optimierte Heizungstechnik mit einer Installation einer Luft-Wärmepumpen betrachtet. Eine Erdsondenwärmepumpe hat im Vergleich zwar eine bessere Stromeffizienz und damit geringere Stromkosten, jedoch sind die Anschaffungskosten durch die Bohrung mit zusätzlich rd. 15 - 20 T€ deutlich teurer.

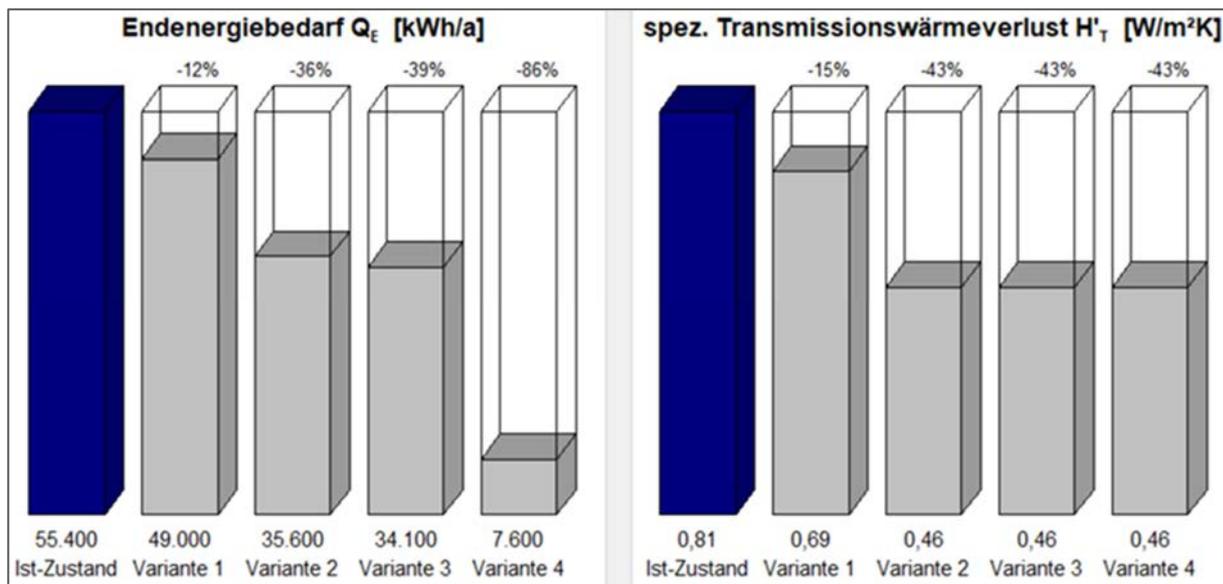


Abbildung 7-8: Gebäude C, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung

Mittel- und langfristig sind die Stromkosten für die Wirtschaftlichkeit der Heizungsanlage sehr entscheidend; und dies wird durch die Effizienz der Wärmepumpe bestimmt und diese hängt wiederum in hohem Maße von der Wärmeschutzqualität des Objektes und der Möglichkeit ab, Wärme mit niedriger Vorlauftemperatur in die zu beheizenden Räume zu bringen. Das schaffen Fußbodenheizungen und oder effiziente Konvektoren, gegen die ggf. die alten Heizkörper ausgetauscht werden müssen.

Mit der Variantenkombination 3 und 4 lässt sich der Endenergieverbrauch aufgrund der Jahresarbeitszahl der WP drastisch senken und die CO_2 -Emissionen um rd. zwei Drittel mindern.

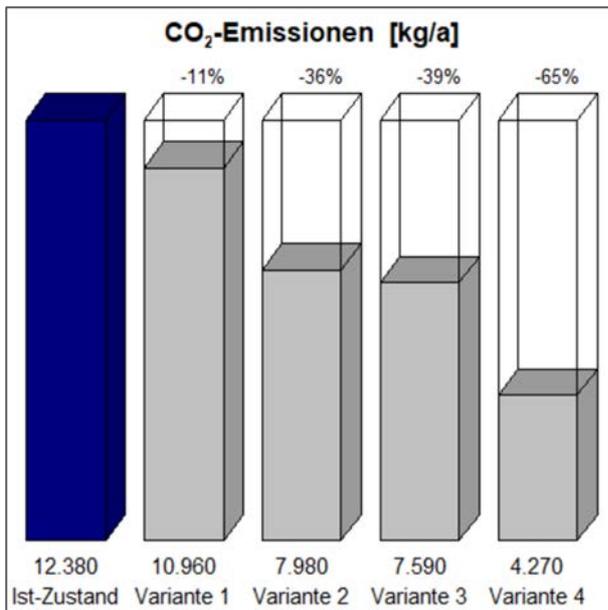


Abbildung 7-9: Gebäude C, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung, CO₂-Emissionen

Tabelle 7-15: Gebäude C, Investitionskosten der Sanierungsvorschläge

Investitionskosten (in EURO, brutto, abgeschätzt)	Vollkosten			
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
Gebäudehülle				
alte Fenster gegen 3-fach wärmeschutzverglaste austauschen; Kellerdecke dämmen	26.800	26.800	26.800	26.800
Außenwand dämmen, WDVS		29.200	29.200	29.200
Zwischensumme Gebäudehülle	26.800	56.000	56.000	56.000
Anlagentechnik				
Heizungsoptimierung, Konvektoren, hydr. Abgleich			4.600	4.600
Luft-WP, monovalent				18.200
Zwischensumme Anlagentechnik			4.600	22.800
Summe, ges.	26.800	56.000	60.600	78.800
Investitionskosten (in EURO, brutto, abgeschätzt)				
	Energetische Mehrkosten			
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
Gebäudehülle				
alte Fenster gegen 3-fach wärmeschutzverglaste austauschen; Kellerdecke dämmen	11.900	11.900	11.900	11.900
Außenwand dämmen, WDVS		23.400	23.400	23.400
Anlagentechnik				
Heizungsoptimierung, Konvektoren, hydr. Abgleich			4.100	4.100
Luft-WP, monovalent				9.100
Summe, ges.	11.900	35.300	39.400	48.500

Die nach der Berechnungsvorgabe DIN V 18599 ermittelte Bilanzierung bestimmt die drastische Reduzierung des Primärenergiebedarfs um rd. 80 % auf 79 kWh/(m²·a).

Die Höhe der noch in Var. 4 verbliebenen - in dieser Energiebilanzierung berechneten – rd. 4 t CO₂ basieren auf dem zugrunde zu legenden CO₂-Emissionsfaktor des sogenannten Bundesstrommixes. Wird echter Ökostrom eingesetzt, resultiert daraus eine nahezu klimaneutrale Heizwärmebereitstellung über die dann mit Ökostrom angetriebenen Wärmepumpe. Damit kann Klimaneutralität im Heizenergiebereich - wenn die zentrale klimafreundliche Nahwärmelösung nicht verfügbar sein sollte - auch im individuellen Rahmen erzielt werden.

Tabelle 7-15 zeigt die Kostenübersicht der jeweiligen Varianten. Die Übersicht der einzelnen Förderungen findet sich in Tabelle 7-16.

Tabelle 7-16: Förderübersicht der Sanierungsvarianten für Gebäude C

Förderung: BAFA, KfW	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
Anzahl Wohneinheiten (WE)	1	1	1	1
Worst Performance Building, Bonus WPB (f. E)	Ja	JA	JA	JA
Erreichung Effizienzhaus-Niveau	-	-	-	-
Investitionsvolumen, Var. kumulier	26.800 €	56.000 €	60.600 €	78.800 €
BAFA-Förderung, Einzelmaßnahmen	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
Sanierungsfahrplan (iSFP) erstellt, Bonus iSFP	Ja	Ja	Ja	Ja
Fossile Heizg., Bonus Heizungs-Tausch	Nein	Nein	Nein	Ja
Wärmepumpe, Bonus Kältemittel, Wärmeque	Nein	Nein	Nein	Nein
max. Förderhöchstbetrag BAFA, BEG EM	60.000 €	60.000 €	60.000 €	60.000 €
Maßnahme A, Kurzbeschreibung	alte Fe gegen 3-fach Wschvergl.; Kellerdecke däm			
Maßnahme A, Kosten	26.800 €	wie Var. 1	wie Var. 1	wie Var. 1
Maßnahme A, Förderquote, insges.	20 %			
Maßnahme A, Förderung	5.360 €	5.360€	5.360€	5.360€
Maßnahme B, Kurzbeschreibung	-	Aw, Dämmung WDVS		
Maßnahme B, Kosten	0 €	29.200€	wie Var. 2	wie Var. 2
Maßnahme B, Förderquote, insges.	0 %	20 %		
Maßnahme B, Förderung	0 €	5.840 €	5.840€	5.840€
Maßnahme C, Kurzbeschreibung	-	-	Heizungsoptim., Konvektoren, hydr. Abgleich	
Maßnahme C, Kosten	0 €	0€	4.600€	wie Var. 3
Maßnahme C, Förderquote, insges.	0 %	0 %	20 %	
Maßnahme C, Förderung	0 €	0 €	920 €	920€
Maßnahme D, Kurzbeschreibung	-	-	-	Luft-WP, monovalent
Maßnahme D, Kosten	0 €	0 €	0 €	18.200€
Maßnahme D, Förderquote, insges.	0 %	0 %	0 %	35 %
Maßnahme D, Förderung	0 €	0 €	0 €	6.370 €
Summe BAFA-Förderung	5.360 €	11.200 €	12.120 €	18.490 €

Bei der Förderermittelbewertung wird davon ausgegangen, dass sowohl die Fenster, die Kellerdecke als auch die Außenwand BEG-konform gedämmt werden und vorab eine Wohngebäudeenergieberatung mit Erstellung eines individuellen Sanierungsfahrplans (iSFP) durchgeführt wird.

Zu den 15 % BEG-Förderungen „Gebäudehülle“ bzw. „Heizungsoptimierung“ werden wegen des iSFP zusätzlich 5 % Zuschuss gewährt.

Die Ergebnisse der Einsparungen und die Wirtschaftlichkeitsabschätzung der vier Varianten zeigt Tabelle 7-17.

Tabelle 7-17: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude C, Sanierungsvorschläge

Kriterien (abgeschätzte Werte für Kosten, Zeiträume)	Variante (Maßnahmenbündel)				
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	
Endenergie-Einsparung (Heizenergie)	5.679 kWh/a	17.526 kWh/a	18.746 kWh/a	41.348 kWh/a	
CO ₂ -Einsparung	1,4 t/a	4,4 t/a	4,7 t/a	8,0 t/a	
Energiekosteneinsparung	heute ¹	680 €/a	2.100 €/a	2.250 €/a	3.610 €/a
	gemittelt ²	1.180 €/a	3.650 €/a	3.900 €/a	7.380 €/a
Investitionskosten ³	26.800 €	56.000 €	60.600 €	78.800 €	
Energetische Mehrkosten ⁴	11.900 €	35.300 €	39.400 €	48.500 €	
BEG-Förderung, BAFA/KfW	5.360 €	11.200 €	12.120 €	18.490 €	
Kapitalkosten ⁶	1.070 €	2.240 €	2.430 €	3.020 €	
Kapitalwert ⁷	statisch	-8.000 €	-3.000 €	-4.000 €	12.000 €
	dynamisch ⁹	18 a	12 a	12 a	8 a
Amortisation, Vollkosten	statisch ⁸	32 a	21 a	22 a	17 a
	dynamisch ⁹	10 a	11 a	12 a	8 a
Amortisation, energ.	statisch ⁸	10 a	11 a	12 a	8 a
	dynamisch ⁹	6 a	7 a	7 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 BAFA+KfW: Tilgungszuschuss
6 Kapitalzins: 3,5 % (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

Der ökonomische Vergleich der einzelnen Varianten mit den jeweils erreichbaren CO₂-Minderungen zeigt Abbildung 7-10; hier wurden die kumulierten Energiekosteneinsparungen über 20 Jahre den energetischen Mehrkosten gegenübergestellt und die Förderungen mit berücksichtigt.

Mit Variante 1 wird eine Förderung von rd. 5 T€ bei Investitionskosten von rd. 27 T€ erzielt. Die anzusetzenden energetischen Mehrkosten belaufen sich auf rd. 12 T€; diesen stehen eingesparte Energiekosten über 20 Jahre in Höhe von ca. 1,2 T€ jährlich, also ca. 24 T€ insgesamt, gegenüber. Bei Annahme einer dynamischen Energiepreissteigerung und bei Ansatz lediglich der energetischen Mehrkosten lässt sich so eine Wirtschaftlichkeit über 20 Jahre feststellen: Die Förderung und die aufsummierten Energiekosteneinsparungen über 20 Jahre sind bei allen vier Varianten deutlich höher als die anzusetzenden Mehrkosten.

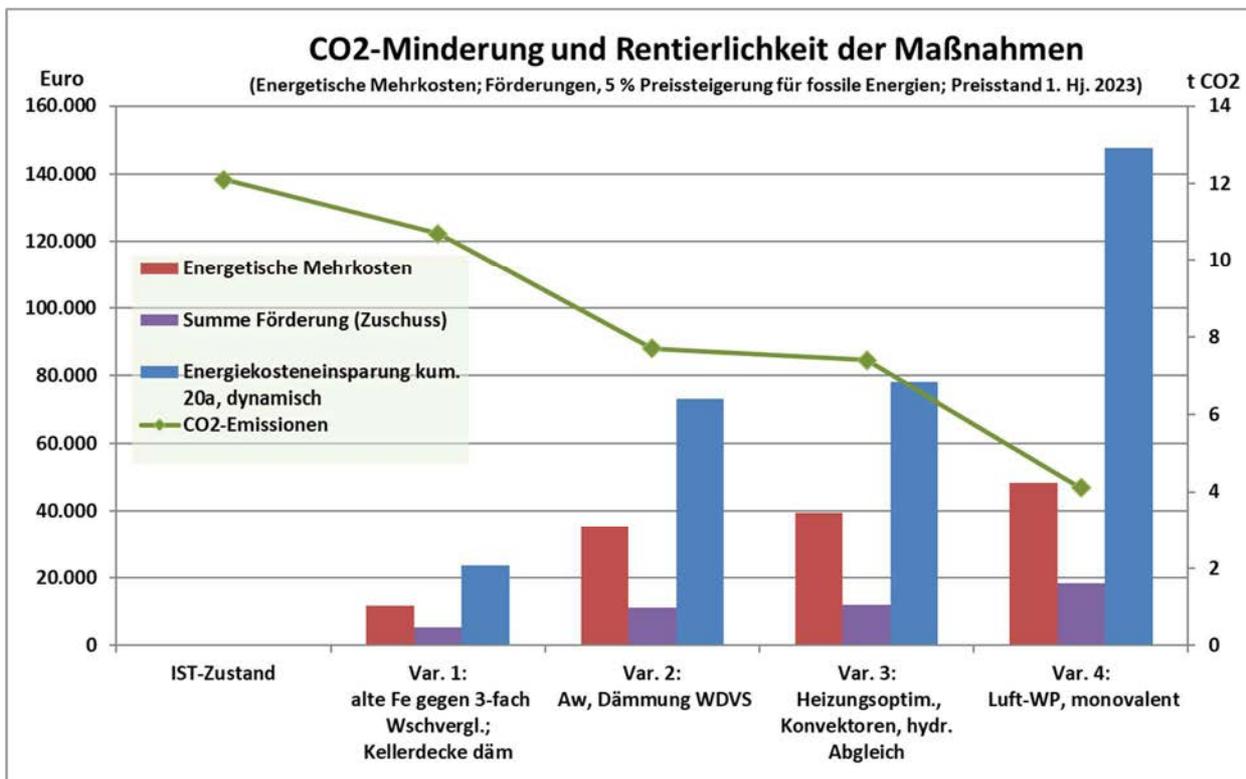


Abbildung 7-10: Gebäude C, Rentierlichkeit der Sanierungsvarianten und resultierende CO₂-Minderungen

7.3.4 MUSTERSANIERUNGSKONZEPT GEBÄUDE D

Dieses denkmalgeschützte Gebäude von 1753 ist teilunterkellert und voll massiv in Ziegelbauweise errichtet und wird als Pastoratswohnung genutzt.

Unterschiedliche Modernisierungsarbeiten wurden insbesondere Ende der 70er Jahre durchgeführt: Raumaufteilung, Dämmung Abseiten, Dach, Dachgaube und Fenster. Der Westgiebel hat eine Vormauerschale erhalten. Sämtliche Instandsetzungs- und Modernisierungsarbeiten wie z. B. auch der Einbau großformatigen Fenster ohne Kämpfer (Mittelsteg) in der Westfassade wurden vor der Einstufung als Denkmal durchgeführt.

Nach Abgang der Ölheizung im separaten „Heizhaus und Garage“, die dieses und ein anderes Gebäude versorgte, wurde 2015 eine Erdgas-Brennwerttherme installiert mit neuem ca. 150 Liter Warmwasserspeicher mit Zirkulation. Zur Beheizung dient neben der Gastherme zwei Kachelöfen, die mit Scheitholz und insbesondere Braunkohlebriketts befeuert werden.

Aufgrund der Beachtung der denkmalspezifischen Belange und Vorgaben wurden zwei Vor-Ort-Termine mit den Fachleuten des Denkmalschutzes durchgeführt und sinnvolle energetische Sanierungsmaßnahmen diskutiert. Die Maßnahmen gemäß Tabelle 7-18 wurden im Rahmen einer verbrauchsangepassten Energiebilanzierung näher untersucht.

Trotz des hohen Gebäudealters und der in den früheren Jahren nicht sehr ausgeprägten energieparenden Art der Modernisierung weist das Objekt einen vergleichsweise akzeptablen Wärmeschutzstandard auf. Hierbei wurde der aktuelle Verbrauch von Erdgas, Scheitholz und Briketts unterstellt und die Energiebilanzierung des Gebäudes daraufhin berechnet. Die beheizte Wohnfläche beträgt ca. 350 m².

IST-Situation Gebäude D		
	Gebäudetyp	Wohn- u. Bürogebäude
	Baujahr	1753
	Primärenergiebedarf	ca. 130 kWh/(m ² ·a)
<p>Gesamtbewertung Primärenergiebedarf 130 kWh/m²a</p> 		
<p>Gebäudehülle Heizwärmebedarf 92 kWh/m²a</p> 		
<p>Anlagentechnik Anlagenverluste * 35 kWh/m²a</p> 		
<p>Umweltwirkung CO₂-Emission 31 kg/m²a</p> 		
		

Abbildung 7-11: Gebäudeansicht, 3D-Modellierung, Gesamtbewertung Ausgangssituation, Gebäude C

Tabelle 7-18: Gebäude C, Sanierungsvorschläge

ENERGETISCHE SANIERUNGSVARIANTEN	
VAR. 1	Kellerdecke dämmen, Hszg.-Verrohrung, hydraulischer Abgleich
VAR. 2	Fenster, Ostseite, denkmalgerecht neu mit 1,3 W/(m ² ·K)
VAR. 3	mittelfristig: neue Dacheindeckung, Zwischensparren-Dämmung
VAR. 4	Luft-WP, bivalent, alternativ zur bestehenden Gas-BW-Therme neue Konvektoren

Als dringlichste Maßnahmen werden die Behebung der Mängel der Heizungsverrohrung, die Heizungsoptimierung und der hydraulische Abgleich sowie die Kellerdeckendämmung gesehen.

Die Heiztechnik muss angefasst werden, auch aufgrund der ausreichenden Wärmebereitstellung durch die Erdgastherme, damit die Kachelöfen nicht weiter mit Braunkohlebriketts betrieben werden. Wenn die dafür notwendigen Mittel bereitstehen, sollten in einem Zuge auch folgende Maßnahmen durchgeführt werden:

- Demontage alte Plattenheizkörper,
- Einbau neue Niedertemperatur-Konvektoren,
- Einbau z. B. einer Wärmepumpe in Kombination mit bestehender Gastherme⁸ sowie
- Optimierung der Heizungsregelung und hydraulischer Abgleich.

⁸ sofern auch mittel- bis langfristig kein Wärmenetz zur Verfügung steht

Aufgrund der Einschränkungen des Denkmalschutzes für eine umfassende Wärmedämmung sowie des relativ guten Gebäudezustandes wirken die ausgewählten Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle nur unwesentlich bei der Umsetzung der Varianten 1 und 2.

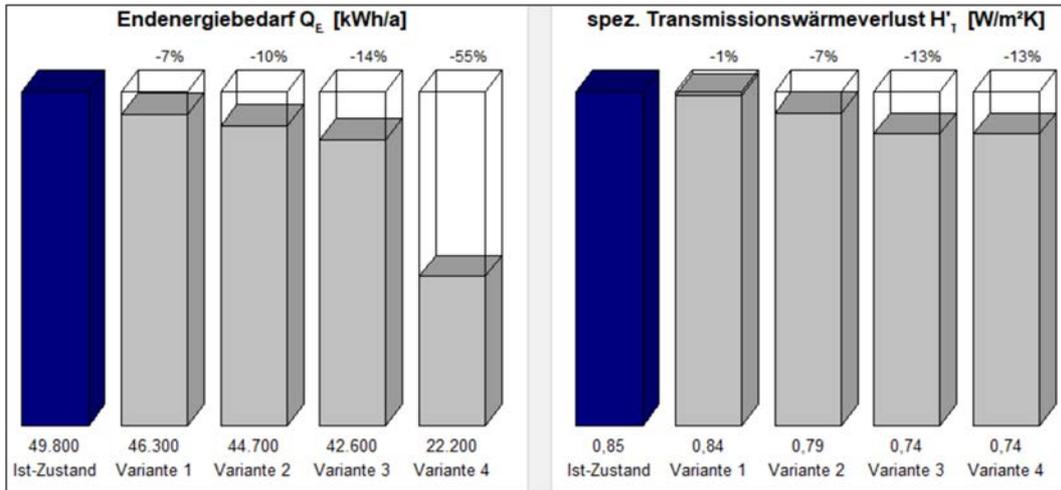


Abbildung 7-12: Gebäude D, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung

Auch eine Neueindeckung und ein erhöhter, den Zwischenraum der Sparren teilweise ausfüllende mineralische Dämmlage wird zusätzlich zu Variante 2 den Wärmeverlust der Gebäudehülle (Variante 3) nur etwa um 6 % mindern können.

Erst der Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe - vorausgesetzt die klimafreundliche zentrale Nahwärme wird nicht realisiert - erbringt eine deutliche Minderung beim Endenergieverbrauch: Der Endenergieverbrauch lässt sich mehr als halbieren und die CO₂-Emissionen um rd. 40 % senken. Letztere sind hier auf Basis des deutschen Strommix mit fossilem Anteil gerechnet.

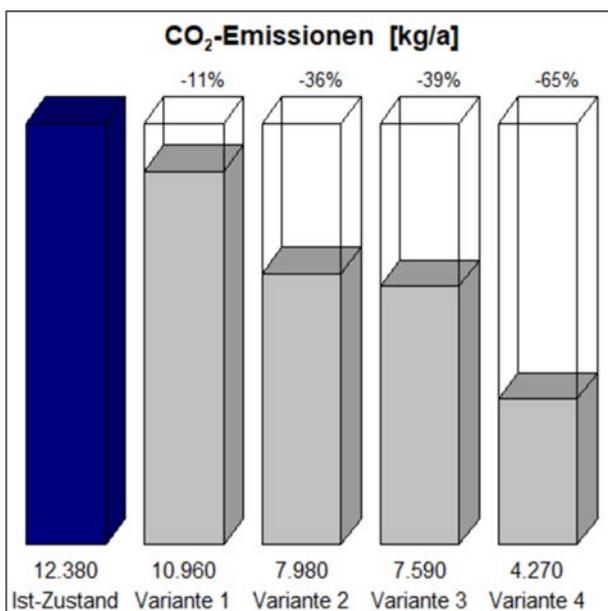


Abbildung 7-13: Gebäude D, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung, CO₂-Emissionen

Die Kostenübersicht der jeweiligen Varianten findet sich in Tabelle 7-19.

Tabelle 7-19: Gebäude D, Investitionskosten der Sanierungsvorschläge

Investitionskosten (in EURO, brutto, abgeschätzt)	Vollkosten			
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
Gebäudehülle				
Kellerdecke dämmen	2.700	2.700	2.700	2.700
Fenster, Ost, denkmalgerecht, 1,3 W/(m ² ·K)		20.900	20.900	20.900
neue Dacheindeckung, Zwi-Spa.-Dämmung			115.700	115.700
Zwischensumme Gebäudehülle	2.700	23.600	139.300	139.300
Anlagentechnik				
hydraulischer Abgleich	2.200	2.200	2.200	2.200
Luft-Wärmepumpe				16.700
Heizungs-Optimierung, neue Konvektoren				8.400
Zwischensumme Anlagentechnik	2.200	2.200	2.200	27.300
Summe, ges.	4.900	25.800	141.500	166.600
Investitionskosten (in EURO, brutto, abgeschätzt)	Energetische Mehrkosten			
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
Gebäudehülle				
Kellerdecke dämmen	2.700	2.700	2.700	2.700
Fenster, Ost, denkmalgerecht, 1,3 W/(m ² ·K)		6.270	6.270	6.270
neue Dacheindeckung, Zwi-Spa.-Dämmung			34.710	34.710
Anlagentechnik				
hydraulischer Abgleich	2.200	2.200	2.200	2.200
Luft-Wärmepumpe				13.360
Heizungs-Optimierung, neue Konvektoren				8.400
Summe, ges.	4.900	11.170	45.880	67.640

Tabelle 7-20 enthält die Übersicht der einzelnen Förderungen.

Tabelle 7-20: Förderübersicht der Sanierungsvarianten für Gebäude D

Förderung: BAFA-Zuschuss, KfW-Kredit+TZ	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
Anzahl Wohneinheiten (WE)	1	1	1	1
Worst Performance Building, Bonus WPB	Nein	Nein	Nein	Nein
Erreichung Effizienzhaus-Niveau	-	-	-	-
Investitionsvolumen, Varianten kumulier	4.900 €	25.800 €	141.500 €	166.600 €
BAFA-Förderung, Einzelmaßnahmen	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
Sanierungsfahrplan (iSFP) erstellt, Bonus iSFP	Ja	Ja	Ja	Ja
Fossile Heizg., Bonus Heizungs-Tausch	Nein	Nein	Nein	Nein
Wärmepumpe, Bonus Kältemittel, Wärmequelle	Nein	Nein	Nein	Nein
max. Förderhöchstbetrag BAFA, BEG EM	60.000 €	60.000 €	60.000 €	60.000 €
Maßnahme A, Kurzbeschreibung	Kellerdecke dämmen			
Maßnahme A, Kosten	2.700 €	wie Var. 1	wie Var. 2	wie Var. 3
Maßnahme A, Förderquote, insges.	20 %			
Maßnahme A, Förderung	540 €	540€	540€	540€
Maßnahme B, Kurzbeschreibung	hydraulischer Abgleich			
Maßnahme B, Kosten	2.200 €	wie Var. 1	wie Var. 2	wie Var. 3
Maßnahme B, Förderquote, insges.	15 %			
Maßnahme B, Förderung	330 €	330€	330€	330€
Maßnahme C, Kurzbeschreibung	- Fenster, Ost, denkmalgerecht, 1,3 W/m²K			
Maßnahme C, Kosten	0 €	20.900€	wie Var. 2	wie Var. 3
Maßnahme C, Förderquote, insges.	0 %	20 %		
Maßnahme C, Förderung	0 €	4.180 €	4.180€	4.180€
Maßnahme D, Kurzbeschreibung	-	-	neue Dacheindeckung, Zwi-Spa.-Dämmung	
Maßnahme D, Kosten	0 €	0 €	115.700€	wie Var. 3
Maßnahme D, Förderquote, insges.	0 %	0 %	20 %	
Maßnahme D, Förderung	0 €	0 €	12.000 €	12.000 €
Maßnahme E, Kurzbeschreibung	-	-	-	Luft-Wärmepumpe
Maßnahme E, Kosten	0 €	0 €	0 €	16.700 €
Maßnahme E, Förderquote, insges.	0 %	0 %	0 %	25 %
Maßnahme E, Förderung	0 €	0 €	0 €	4.175 €
Maßnahme F, Kurzbeschreibung	-	-	-	Heizungs-Optimierung, neue Konvektoren
Maßnahme F, Kosten	0 €	0 €	0 €	8.400 €
Maßnahme F, Förderquote, insges.	0 %	0 %	0 %	20 %
Maßnahme F, Förderung	0 €	0 €	0 €	1.680 €
Summe BAFA-Förderung	870 €	5.050 €	17.050 €	22.905 €

Die Ergebnisse der Einsparungen und die Wirtschaftlichkeitsabschätzung der vier Varianten ist dargestellt in Tabelle 7-21.

Tabelle 7-21: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude D, Sanierungsvorschläge

Kriterien (abgeschätzte Werte für Kosten, Zeiträume)	Variante (Maßnahmenbündel)			
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
Endenergie-Einsparung (Heizenergie)	3.394 kWh/a	5.062 kWh/a	8.706 kWh/a	28.243 kWh/a
CO ₂ -Einsparung	0,8 t/a	1,2 t/a	1,8 t/a	4,9 t/a
Energiekosteneinsparung	heute ¹	410 €/a	620 €/a	990 €/a
	gemittelt ²	720 €/a	1.070 €/a	1.640 €/a
Investitionskosten ³	4.900 €	25.800 €	141.500 €	166.600 €
Energetische Mehrkosten ⁴	4.900 €	11.200 €	45.900 €	67.600 €
BEG-Förderung, BAFA/KfW	870 €	5.050 €	17.050 €	22.905 €
Kapitalkosten ⁶	200 €	1.040 €	6.230 €	7.190 €
Kapitalwert ⁷	statisch	4.000 €	-8.000 €	-105.000 €
Amortisation, Vollkosten	statisch ⁸	10 a	33 a	126 a
	dynamisch ⁹	6 a	19 a	76 a
Amortisation, energ. Mehrkosten	statisch ⁸	10 a	10 a	29 a
	dynamisch ⁹	6 a	6 a	18 a

¹ Heutige Kosten, ohne Betrachtung der Energiepreisteigerung
² Durchschnittliche jährliche Kosten bei der angesetzten Energiepreisteigerung (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 BAFA+KfW: Tilgungszuschuss
⁶ Kapitalzins: 3,5 % (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 Energiepreisteigerung

Den Vergleich der Kosten und Einnahmen der Varianten mit den erreichbaren CO₂-Minderungen zeigt Abbildung 7-14; hier wurden die kumulierten Energiekosteneinsparungen über 20 Jahre den energetischen Mehrkosten gegenübergestellt und die Förderungen mit berücksichtigt.

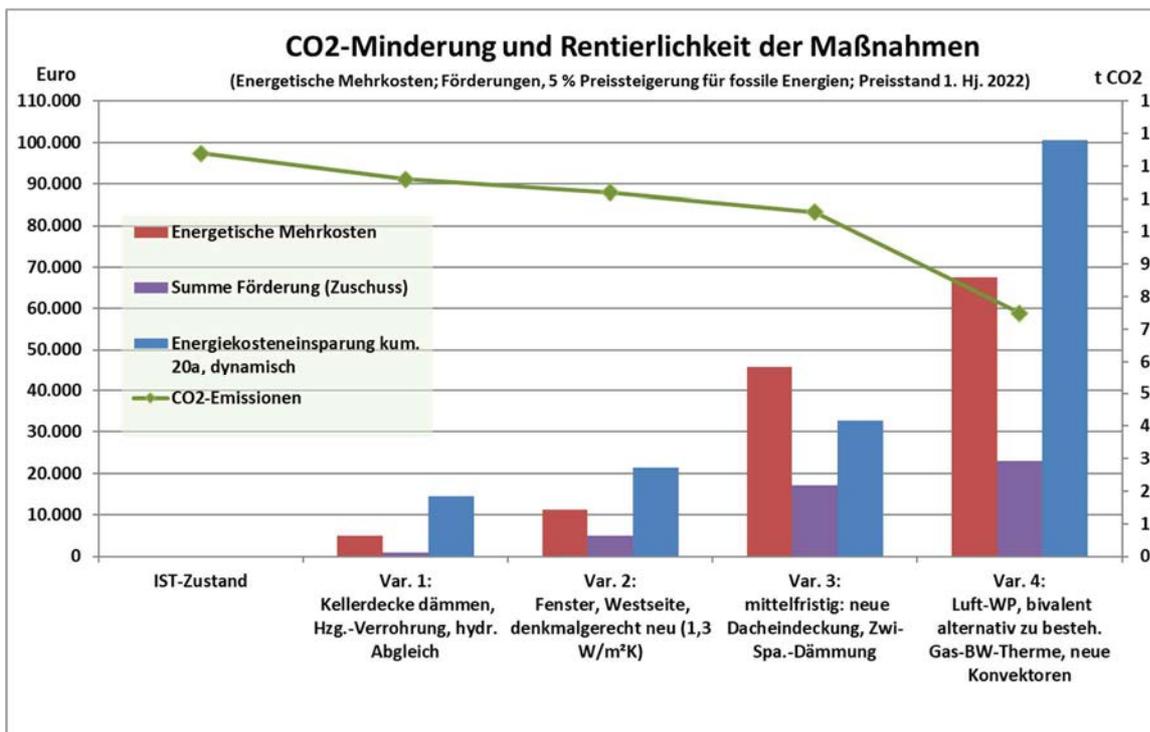


Abbildung 7-14: Gebäude D, Rentierlichkeit der Sanierungsvarianten und resultierende CO₂-Minderungen

Mit Variante 1 wird eine Förderung von rd. 0,9 T€ bei Investitionskosten von rd. 5 T€ erzielt. Da die Kellerdeckendämmung und der hydraulische Abgleich reine Energieeinsparmaßnahmen ohne Instandsetzungsansatz sind, entsprechen die energetischen Mehrkosten den Vollkosten dieser Variante. Dem stehen eingesparte Energiekosten über 20 Jahre inkl. Energiepreiserhöhung in Höhe von ca. 14 T€ gegenüber; was zeigt, dass diese Maßnahmen hochwirtschaftlich sind. Selbst die Neueindeckung des Daches mit Zwischensparrendämmung lässt bei Ansatz des Mehrkostenprinzips - die Eindeckung ist mittelfristig Instand zu setzen - und unter Einbeziehung der BEG-Förderung-Denkmal eine Rentabilität erwarten, wie Var. 3 in Abbildung 7-14 zeigt.

7.3.5 ZUSAMMENFASSENDE ERGEBNISSE DER MUSTERSANIERUNGSKONZEPTE VON WOHNGEBÄUDEN

Die Auswahl der nach unterschiedlichen Baualterklassen unterschiedenen Mustersanierungsberatungen im Quartier erfolgte in der Auftaktveranstaltung am 29. März 2023 durch Losziehung der abgegebenen Fragebögen. Zusätzlich wurden alle Nicht-Gewinner zu einem separaten, vertiefenden Energieberatungsgespräch am 22. Juni in die Schule am Hufenweg eingeladen. Neben den Mustersanierungskonzepten für die drei untersuchten Gebäude mit hauptsächlich Wohnnutzung, (Gebäude A, C und D) wurde auch eine Beratung für ein produzierendes Gewerbe ebenfalls mit Wohnnutzung (Gebäude B) durchgeführt.

Wenngleich der Ansatz der Sanierungsberatung immer das Erreichen einer maximalen Effizienz und einer größtmöglichen Reduzierung des Heizenergiebedarfs ist, standen bei der Auswahl der umzusetzenden Maßnahmenpakete und Varianten immer die Ziele der Investoren und insbesondere deren finanzielle Möglichkeiten im Vordergrund. In den Beratungsgesprächen ging es um praktikable, rentierlich umsetzbare Sanierungsmaßnahmen, die wenig kostenintensiv sind. So standen Einzelmaßnahmen und deren ergänzende Kombinationen im Vordergrund der Beratungen; eine Sanierung zum sehr sparsamen KfW-Effizienzhaus war vor diesem Hintergrund nicht darstellbar.

Ursachen für diese zurückhaltende Sanierungswilligkeit sind vielfältig; haben aber hauptsächlich monetäre Gründe neben baulichen und bautypischen Hemmnissen:

- Teilmodernisierungen, also energetische Verbesserungen, die bereits vor einigen Jahren durchgeführt aber im Vergleich zum Stand der Technik heute, suboptimal sind, hemmen die Umsetzung einer effizienten Sanierung. Einerseits sind die Energiekosteneinsparungen gegenüber einer unmodernisierten Ausgangslage deutlich geringer und zweitens sind die teilmodernisierten Bauteile noch nicht am Ende ihrer technischen Lebensdauer. Bauteile also, die erst vor 10-15 Jahren ersetzt wurden, werden nicht durch energiesparendere ersetzt.
- Nachbarschaftsbebauungen oder Grenzbebauungen verhindern z. B. eine nachträgliche Außenwanddämmung
- Besteht der Wunsch bei einem Gebäude mit Klinkerfassade, den visuellen Eindruck und die Haptik der Vormauerschale zu bewahren, kostet eine entsprechende Außenwanddämmung (Klinker abschlagen, Dämmung, neuen Vormauerziegel statisch abfangen aufbringen) eine beträchtliche Summe. Diese Kosten - wenn kein Instandsetzungsbedarf bei der Fassade vorliegt - sind durch die Energieeinsparung auch langfristig nicht rentabel zu refinanzieren.

- Wenn keine vertretbare Möglichkeit besteht, den Wärmeschutz von Böden / Sohle nachträglich zu verbessern, bleibt ein hoher Wärmeverlust über dieses Bauteil bestehen, was die Erreichung eines Effizienzhausniveaus unmöglich macht. Bei nicht unterkellerten Gebäuden müsste entweder ein Rückbau des EG-Bodens und Aufbringen eines komplett neuen Fußbodenaufbaus erfolgen oder das Aufbringen einer Dämmlage auf den bestehenden EG-Estrich, was zur Folge hat, dass sämtliche Türen, Ein- und Austritte, neu gestaltet werden müssen. Dies ist wirtschaftlich nicht vertretbar.
- Grundsätzlich sind bei der energetischen Sanierung bestehende Wärmebrücken z. B. durch Balkone, Kragplatten und eingezogene Betondecken in die Außenwände etc. zu minimieren oder ganz rückzubauen; dies ist aufwändig und kostenintensiv und unterbleibt oftmals.

In den Mustersanierungsberatungen wurde daher kein Effizienzhaus-Niveau bei den Sanierungsvorschlägen erreicht. Wesentliche Ursache dafür war, dass das Ziel, die Transmissionswärmeverluste bis auf das Effizienzhaus-Niveau EH-85 (KfW Programm 261) oder besser zu reduzieren, nicht erreicht wurde.

Im Rahmen der Energieberatungsgespräche wurden Ursachen und Hemmnisse benannt, die einer konsequenten energetischen Sanierung entgegenstehen. Gerade beim Thema Wärmeschutz wurden folgende Aspekte benannt:

- Der Umfang einer umfassenden Sanierung, sowohl vom Bauablauf wie auch von den Kosten, schreckt viele Hausbesitzer ab. Für ein EFH kommen mit Dachdämmung und Fenstertausch rasch 50 T€ bis 70 T€ zusammen; diese Größenordnung schreckt viel Eigentümer ab.
- Fehlende Informationen über Fördermöglichkeiten und entsprechende Förderprogramme, die die Wirtschaftlichkeit einer großen Investition verbessern würde.
- Nicht-Verständnis oder Nicht-Bereitschaft zu erkennen, dass anstehende Instandsetzungsarbeiten nicht als Energiesparmaßnahmen zu betrachten sind und somit die Differenzierung in sogenannten energetischen Mehrkosten und Sowieso-Kosten nicht nachvollziehbar erscheinen.
- Nichtberücksichtigung dieses „Mehrkostenansatzes“ führt vermeintlich zu dem Argument, dass sich energetische Sanierungsmaßnahmen nicht rechnen und unwirtschaftlich sind; es wird nur vereinfacht die Amortisation von Vollkosten und jährlicher Energiekosteneinsparung betrachtet. Richtig - und dies wurde in den Energieberatungen konsequent kommuniziert – ist die Betrachtung der energetischen Mehrkosten (Investitionskosten abzgl. der sowieso notwendigen Instandsetzungskosten) zu den Energiekosteneinsparungen.
- Gerade vor dem Hintergrund der drastisch gestiegenen Energiepreise waren die Gebäudeeigentümer aufgeschlossen und sehr interessiert, die verschiedenen Möglichkeiten und Maßnahmen zur Energie- und Kosteneinsparung zu hören; dies war eine hervorragende Ausgangsbasis auch scheinbar unwirtschaftliche Maßnahmen in die Sanierungsberatung einzubinden.

Die Begrifflichkeit der „Sowieso“-Kosten, welches in den Beratungsgesprächen genutzt wurde, soll anhand eines Beispiels der Dachsanierung für ein Einfamilienhaus illustrieren, wie dies die wirtschaftliche Maßnahmenbewertung beeinflusst (vgl. Abbildung 7-15). Die Investitionskosten umfassen die Instandsetzungsarbeiten zur energetisch-adäquaten Dachdämmung entsprechend der gesetzlichen Vorgabe nach GEG; eine erhöhte Dämmung, wie sie z. B. über die Förderung

BEG-Einzelmaßnahme mit 15 % bezuschusst wird, verursacht dann „energetische Mehrkosten“. Der wirtschaftliche Einspareffekt darf daher nur diesen energetischen Mehrkosten gegenübergestellt werden, und nicht noch zusätzlich den ohnehin fälligen Instandsetzungsaufwendungen.

Im Rahmen der Beratung und der Entwicklung der Mustersanierungskonzepte wurde auf die Notwendigkeit der möglichst klimaneutralen Heizenergieversorgung hingewiesen. Von zentraler Bedeutung war hierbei die Frage, „Wann kommt denn die zentrale, klimafreundliche Nahwärme für unsere Straße“. Hier wurde auf den laufenden Prozess im Quartierskonzept verwiesen. Perspektivisch wurden jedoch - unabhängig von einer zentralen Wärmeversorgung - klimafreundliche, individuelle Lösungen durch Energieträgerumstellungen aufgezeigt: z. B. Wärmepumpentechnik oder Holzpelletkessel-Anlagen.

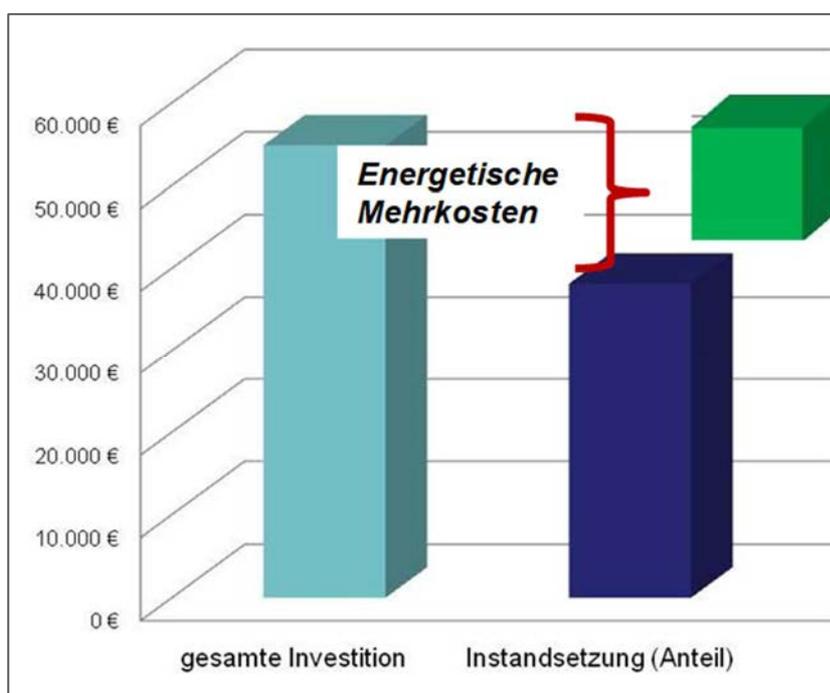


Abbildung 7-15: Unterscheidung Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten, Bsp. Dachsanierung

Die möglichen Einsparungen der drei detailliert untersuchten Gebäude reichen bei der Endenergieeinsparung von rd. 55 % bis 86 % und bei der CO₂-Minderung von 37 % bis zu 65 % bei Einsatz von Wärmepumpentechnik bzw. einem Holzpelletkessel.

Das Thema Barrierefreiheit wurde in keinem der vier Beratungsgespräche nachgefragt, jedoch wurde auf die zwar seltene aber in manchen Fällen sinnvolle Kopplung von energetischer Sanierung und Reduzierung bzw. Eliminierung von Barrieren auch vor dem Hintergrund möglicher Förderung (KfW-Förderprogramm 159) hingewiesen:

- Wenn Bäder modernisiert oder Innenräume altersgerecht modernisiert werden sollen können im gleichen Bauablauf z. B. dezentrale Zu- / Abluftanlagen mit energieeffizienter Wärmerückgewinnung installiert und / oder eine Innenwanddämmung eingebaut werden.
- Besteht ein stufiger Zugang zum Hauseingang oder ist die Haustür über eine Treppe zu erreichen, kann im Zuge z. B. einer nachträglichen Dämmung der Kelleraußenwand beim

Widerherstellen der Oberfläche eine Rampe eingeplant werden, um rollstuhlgerecht den Hauseingang zu erreichen.

Abschließend sei das Thema „Graue Energie“ im Kontext der energetischen Gebäudesanierung erwähnt, welches in einem Beratungsgespräch diskutiert wurde.

„Graue Energie“ bezeichnet den gesamten Energiebedarf, der in einem Produkt steckt. Je nachdem, welche Baumaterialien eingesetzt wurden, kann das bei einem Gebäude eine ganze Menge sein. Vor allem bei Neubauten spielt die Graue Energie eine wichtige Rolle im gesamten Lebenszyklus. Die insbesondere im Rohbau steckende Energie ist beim Altbau ein gewichtiges Argument für die Sanierung und gegen Abriss und Neubau“ (Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, 2022).

Abbildung 7-16 zeigt für vier verschiedene Gebäudestandards die spezifischen Treibhausgaspotenziale (CO_2e) das Verhältnis von Grauer Energie (Konstruktion) und Betriebsenergie (Endenergieverbrauch). Deutlich erkennbar ist, dass bei Neubauten mit hohen Energiestandards (Null- oder Plusenergiegebäude) die Gesamtsumme an Treibhausgasen (schwarze Linie) sinkt – auch wenn etwas mehr Graue Energie in den Materialien steckt (Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, 2022).

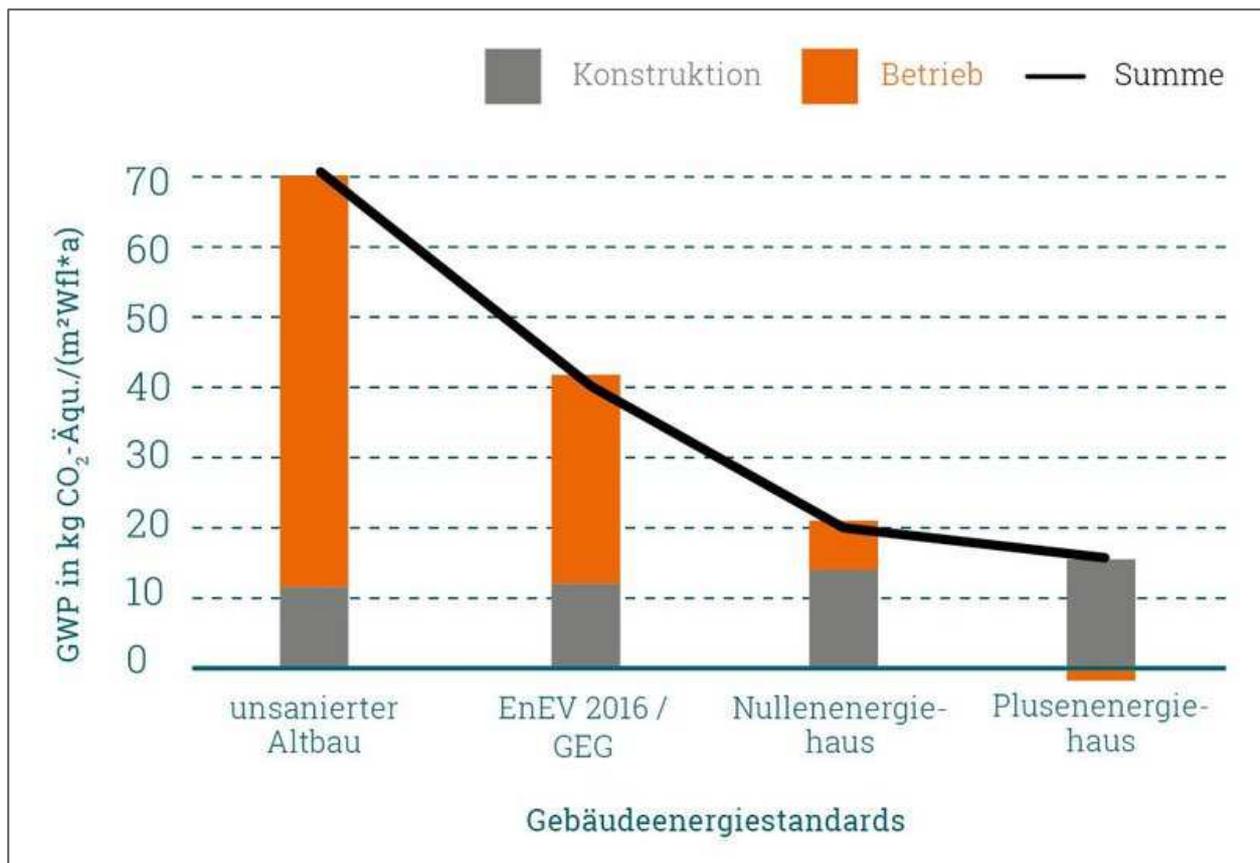


Abbildung 7-16: Unterschiedliche spez. Treibhausgas-Emissionen durch Graue Energie bei verschiedenen Gebäudestandards

Bei der energetischen Sanierung von Altbauten kommen ebenfalls Baumaterialien zum Einsatz, insbesondere Dämmstoffe oder auch neue Fenster. Verschiedene wissenschaftliche Studien

(IfEU, 2019) belegen eindeutig, dass die Graue Energie in Dämmstoffen durch eine geringere Betriebsenergie bereits nach wenigen Monaten bis maximal nach zwei Jahren wieder ausgeglichen ist. Ab diesem Moment wird effektiv Energie eingespart - und zwar meist für Jahrzehnte.

7.4 ÖFFENTLICHE LIEGENSCHAFTEN

Die wirtschaftlich erschließbaren Energie- und CO₂-Minderungspotenziale für die im Quartier befindlichen öffentlichen Liegenschaften kann grob anhand der erarbeiteten Energie-Steckbriefe, die auf Basis der Vor-Ort-Begehungen, Unterlagensichtung und Auswertung der Energieverbräuche erstellt wurden, abgeschätzt werden. Unterstellt wurde hierbei, dass für die Liegenschaften folgende Maßnahmen durchgeführt werden:

- hydraulischer Abgleich und eine Optimierung der Heizungsregelung und
- Ersatz der wärmeübertragenden Bauteilflächen besteht mit entsprechend effizienter Wärmeschutzqualität (BEG-EM Förderniveau) wenn einerseits Instandsetzungsbedarf und / oder die technische Nutzungszeit des Bauteils erreicht ist.

Die potenzielle Minderung des Heizenergiebedarfs aufgrund kurz- und mittelfristiger effizienter (Heizungstechnik) und wärmeschutztechnischer (Gebäudehülle) Maßnahmen wird für die nächsten Jahre gemäß Abbildung 7-17 abgeschätzt.

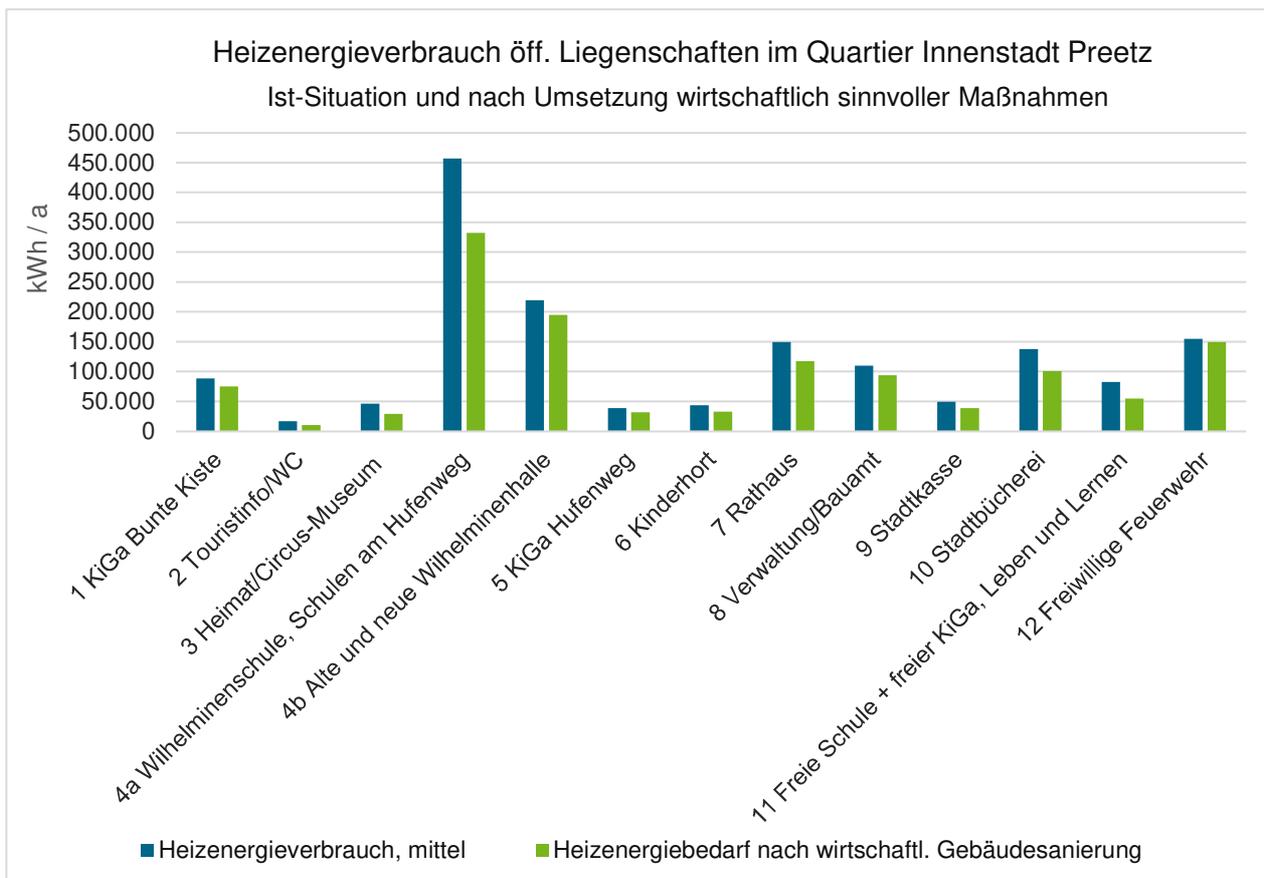


Abbildung 7-17: Abschätzung des kurz- und mittelfristigen Einsparpotentials öff. Liegenschaften

Die Endenergieeinsparungen betragen in Summe ca. 20 % oder rd. 330 MWh. Die Einsparpotenziale müssen vor dem Hintergrund gesehen werden, dass für einige Liegenschaften das zukünftige Nutzungskonzept nicht endgültig geklärt ist, viele Wärmeschutzmaßnahmen erst nach gründlicher Analyse genauer quantifiziert werden können und somit ein Großteil der hier unterstellten Energieeinspar- und -effizienzmaßnahmen Optimierungen im Bereich der Heizungstechnik liegen.

Eine Quantifizierung der CO₂-Minderung erscheint dann sinnvoll, wenn eine genaue Analyse der Gebäude erarbeitet wurde, die über das BAFA (BAFA, 2024) mit 80 % förderfähig ist, und ein Wärmeplan des Quartiers entscheidungsreif vorliegt und damit der Anschluss an ein Wärmenetz oder eine dezentrale Versorgung auf Basis erneuerbarer Energien konkret wird.

7.5 EINSARPOTENTIAL UND SANIERUNGSRATE

Wie bereits in Kapitel 6.4.1 beschrieben, ist das Quartier Preetzer Innenstadt geprägt durch eine verdichtete, heterogene Bebauung und vielfältige Nutzungsarten. Zwei- bis dreistöckige Mehrfamilienhäuser überwiegen das Stadtbild. Eine Vielzahl gut erhaltener Backsteingebäude stammen aus dem 18. und 19. Jahrhundert mit denkmalgeschützter Bausubstanz. 50 % der Gebäude sind älter als 1950. Zwischen 1980 und 2007 wurde die Innenstadt umfangreich saniert. Nichtsdestotrotz ist, aufgrund der alten und teilweise denkmalgeschätzten Bausubstanz, von einem weiteren deutlichen Sanierungspotential im Quartier auszugehen. Dieses lässt sich jedoch nur grob abschätzen; zu ungewiss sind die Entwicklungen von Umsetzungsraten der Gebäudesanierung, von Zuzug und Wegzug, von Abriss und Neubau, von Umnutzung und Nachverdichtung. 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 Ein- und Mehrfamilienhäusern in Schleswig-Holstein nach Baualtersklassen 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 7-18).⁹

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

⁹ Eine Sanierungsrate von mindestens 1,5 % ist laut dena notwendig, um die Klimaschutzziele der Bundesregierung zu erreichen. Derzeit beträgt sie rund 1 % (dena, 2019).

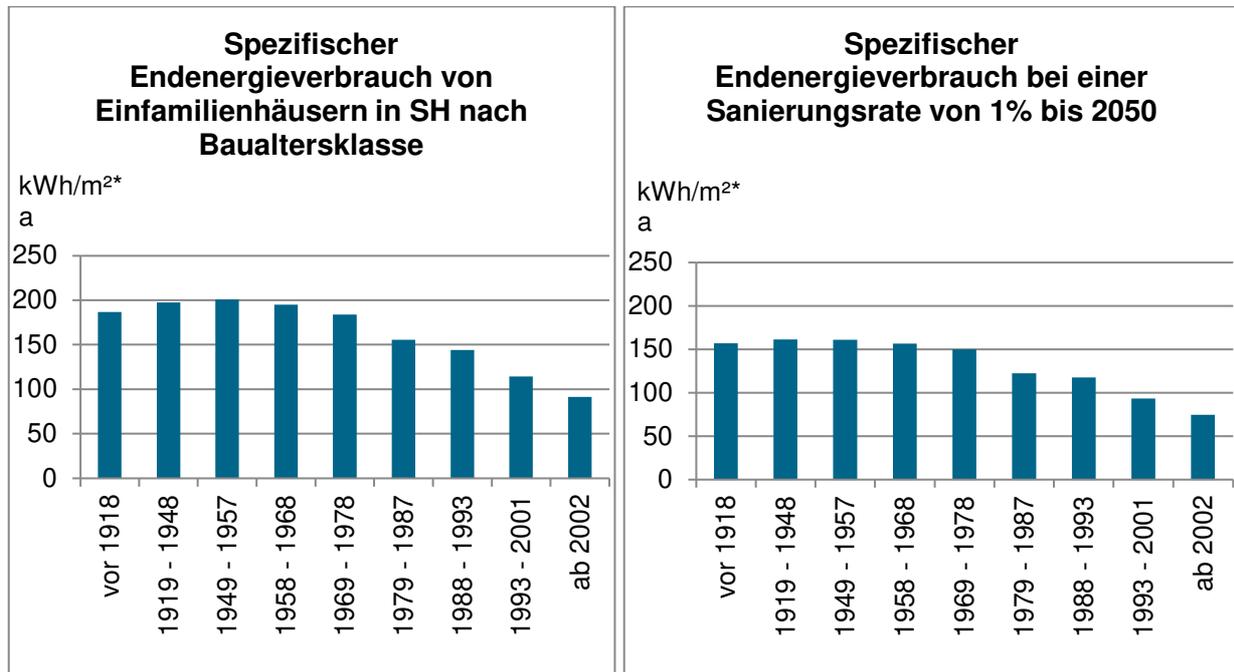


Abbildung 7-18: Spez. Endenergieverbrauch heute und 2050 (Sanierungsrate 1 %)

Nach dieser Abschätzung würde bei einer 1%igen Sanierungsrate der spezifische Heizenergiebedarf im Quartier von derzeit rd. 129 kWh/(m²·a) bis zum Jahr 2050 um rd. 16 % auf ca. 109 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. 32 % auf rd. 88 kWh/(m²·a) absinken (vgl. Abbildung 7-19).

Zusammenfassend sind in Tabelle 7-22 zwei mögliche Szenarien für die Entwicklung der Heizenergiebedarfe des Quartiers Preetz dargestellt.

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.

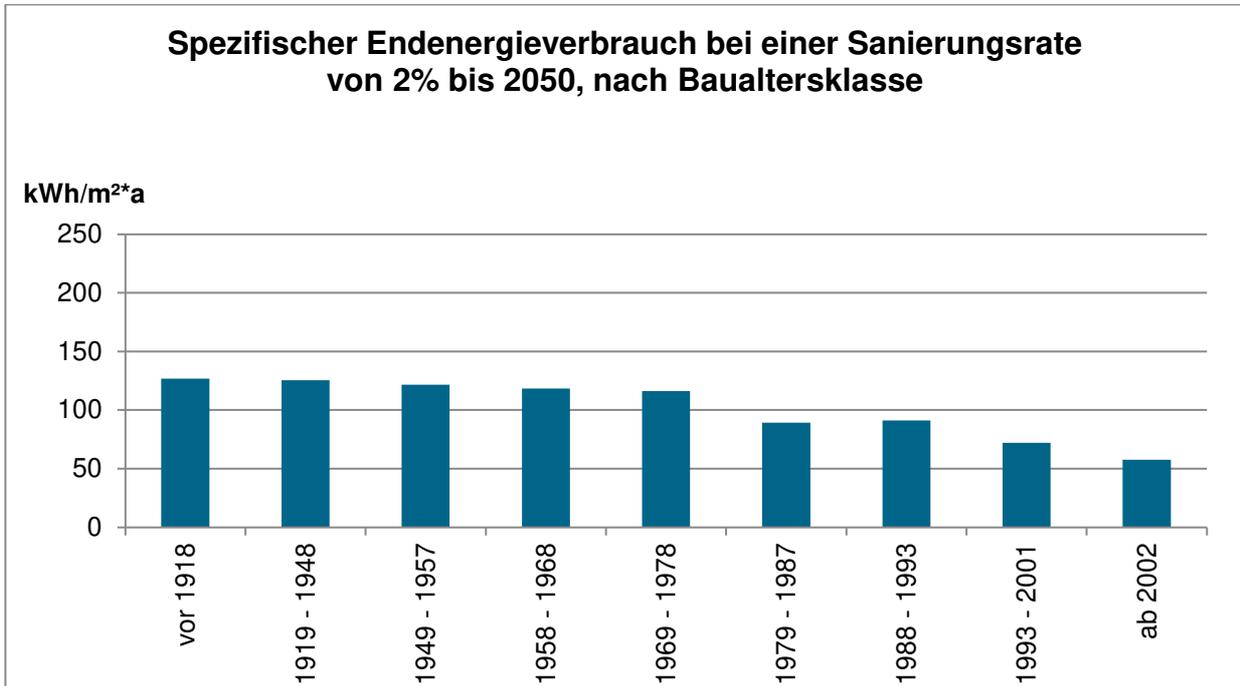


Abbildung 7-19: Spez. Endenergieverbrauch je Baualtersklasse für 2050 (Sanierungsrate 2 %)

Tabelle 7-22: Heizenergiebedarf 2022 und Abschätzung 2050 mit 1- und 2%iger Sanierungsrate

Wohngebäude			Nichtwohn- gebäude	Gesamt		
2022	2050, 1 % San.	2050, 2 % San.		2022	2050, 1 % San.	2050, 2 % San.
MWh/a						
14.381	11.653	9.421	5.617	19.998	17.270	15.038

8 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 ggf. ihre Anpassung an den zukünftig geringeren Verbrauch. Nach der Betrachtung der Sanierungspotenziale im vorangegangenen Kapitel folgt in diesem Kapitel die ganzheitliche Untersuchung der Versorgungsoptionen des Quartiers.

Man unterscheidet bei der Wärmeversorgung zwischen einer dezentralen, also gebäudeindividuellen Wärmeversorgung und einer zentralen Versorgung mit Nah- oder Fernwärme (Pfnür, Winiewska, Mailach, & Oschatz, 2016). Eine eindeutige Abgrenzung zwischen Nah- und Fernwärme existiert dabei nicht, so dass beide Begriffe synonym verwendet werden können. Bei der dezentralen Versorgung, wie sie im Innenstadtquartier aktuell üblich ist, wird im jeweiligen Gebäude selbst Wärme erzeugt. Dies geschieht im Quartier bisher überwiegend auf Erdgasbasis mit dezentralen Heizkesseln in den einzelnen Häusern. Bei der zentralen Wärmeversorgung wird die Wärme in einer (oder ggf. auch mehreren) Heizzentrale(n) erzeugt und durch erhitztes Wasser in Wärmeleitungen zu den Abnehmern transportiert.

In Neubau- oder weitestgehend sanierten Bestandsgebieten kann auch die sog. kalte Nahwärme eingesetzt werden. Dabei wird lediglich eine Wärmequelle mit niedrigerem Temperaturniveau benötigt, wie z. B. Wärme aus einem Eisspeicher. Das dann nicht mehr gedämmte Wärmenetz wirkt u. U. noch als Erdwärmekollektor und liefert über das im kalten Wärmenetz zirkulierende Wasser Energie an die Gebäude. Dem Wärmenetz wird dezentral in den einzelnen Gebäuden durch eine Wasserwärmepumpe Wärme entzogen. Wasserwärmepumpen arbeiten i. d. R. effizienter als Luftwärmepumpen. Die Option kalter Nahwärme erschien im vorliegenden Quartier mit seinem großen Anteil an Bestandsgebäuden jedoch nicht als sinnvoll.

8.1 ZENTRALE VERSORGUNGSOPTIONEN

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

Das Quartier bildet den Stadtkern der Stadt Preetz mit mehreren Mehrfamilienhäusern, welche zu Wohn- und Gewerbebezwecken genutzt werden (vgl. Kapitel 6.1). Aufgrund der hohen Wärmeabnahmedichte erschien ein das gesamte Quartier umfassendes Wärmenetzes als sinnvoll.

Die Planung des Wärmeverteilsystems setzt die Festlegung eines Netzaufbaus voraus. Hierbei muss neben der Darstellung der Struktur von Wärmeverteilungsnetzen und deren Betriebstemperaturen auch auf die Netzdimensionierung und die Wärmeverluste eingegangen werden. Eine neu zu errichtende Energiezentrale, in der Brennstoffe anzuliefern sind, sollte möglichst straßennah an oder nahe einer Straße mit hohem Verkehrsaufkommen verortet werden, da so innerörtliche Störungen von Wohngebieten vor allem durch Brennstofflieferungen minimiert werden können.

8.1.1 TECHNISCHE VERSORGUNGSLSÖSUNGEN

In welcher Form sich eine zentrale Wärmeversorgung im Quartier zukünftig gestalten ließe, wird basierend auf den zur Verfügung stehenden Informationen über die Gebäude und die Gegebenheiten des Quartiers untersucht. In einem zweistufigen Verfahren wurden dabei zunächst

vielfältigste derzeit verfügbare Verfahren und Technologien anhand ökologischer, technischer und wirtschaftlicher Kriterien qualitativ auf Realisierbarkeit im Quartier geprüft. Nach dieser mit der Lenkungsgruppe (vgl. Kapitel 11.1) abgestimmten Abwägung wurden die Wärmeerzeugung durch Einsatz von Öl- und Gaskesseln (ausgenommen Redundanzabdeckung und Spitzenlasten), Brennstoffzellen, Erdgas-BHKW, Pyrolyse und Solarthermieanlagen in den quantitativen Detailbetrachtungen für den Ausbau einer zentralen Wärmeversorgung nicht weiter berücksichtigt:

- Alleinige Öl- und Erdgaskessel sind aus Klimaschutzgründen und zunehmend auch aus Kostengründen sowie aufgrund der eingeschränkten Versorgungssicherheit für eine zentrale Wärmeversorgung nicht weiter akzeptabel. Darüber hinaus müssen sich aufgrund von § 30 WPG ab März 2025 neue Wärmenetze zu mindestens 65 % aus erneuerbaren Quellen versorgen.
- 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 - die Einschränkungen hinsichtlich des erneuerbaren Anteils gelten analog zu denen für Öl- und Erdgaskessel.
- Brennstoffzellen wären nur dann ökologisch sinnvoll, wenn sie mit grünem Wasserstoff betrieben würden, der bisher kaum verfügbar ist, hier nicht wirtschaftlich eingesetzt werden kann und in absehbarer Zeit energiewirtschaftlich in anderen Bereichen (z. B. Dekarbonisierung bestimmter Industriesektoren oder Schwerlastverkehr) dringender als für Heizzwecke benötigt wird (IPP ESN, 2019).
- Die Erfahrungswerte mit Pyrolyseanlagen sind bisher begrenzt und sie sind mit hohen Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten verbunden. Aufgrund der eingeschränkten landwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeit der entstehenden Produkte sind andere Absatzwege zu identifizieren. Insgesamt ist daher die Pyrolyse weniger als Anlage zur Wärmergewinnung zu sehen, sondern eher als Produktionsanlage, deren Abwärme dann, wenn die Anlage ohnehin zu Produktionszwecken errichtet wird, sinnvollerweise genutzt werden sollte. Eine entsprechende Anlage mit nicht genutzter Abwärme ist jedoch im Quartier oder seinem näheren Umfeld aktuell nicht geplant.
- Die Integration von solarthermischen Anlagen in die technischen Versorgungslösungen wurde u. a. aufgrund nicht vorhandener Flächen im näheren Umfeld des Quartiers ausgeschlossen.

Die PreBEG plant dagegen eine Solarthermieanlage mit saisonalem Speicher nördlich des Postsees. Im Rahmen der Gespräche mit der PreBEG wurde von diesem darauf verwiesen, dass die PreBEG über keine Wärmeleistungskapazitäten für das Innenstadtquartier verfüge.

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

Bei der Beschaffung von Holzhackschnitzeln sollte generell auf eine regionale Herkunft Wert gelegt werden. Alternativ oder ergänzend zum Fremdbezug ist außerdem das Potential selbst erzeugter Hackschnitzel aus stadteigenen Flächen und deren Qualität zu erheben. Das stadteigene Potential wurde auf Basis des Knickkataster der Stadt Preetz ermittelt. Bei einer Knicklänge von

ca. 18 km und einer Ernte im Zwölfjahresrhythmus können jährlich durchschnittlich ca. 75 t Hackschnittel produziert werden (Schütt, 2011). Eine Trocknung könnte eventuell mit überschüssiger Wärme aus umliegenden Biogasanlagen erfolgen.¹⁰ Die Wertschöpfung würde in diesem Falle noch stärker in der Region verbleiben. Biomasse ist jedoch generell ein begrenzter Rohstoff, der vor allem an Orten bzw. zu Einsatzzeiten genutzt werden sollte, an denen keine sinnvollen Alternativen verfügbar sind (Meereis, 2023).

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

Die zweite Versorgungsvariante sieht neben dem vorstehenden beschriebenen Holzhackschnitzelkessel und Erdgaskessel in Versorgungsvariante 1 eine Großwärmepumpe, welche als Energiequelle neben dem öffentlichen Strom die Umweltwärme der an das Quartier angrenzenden Schwentine (Kirchsee) nutzt. Das Potential wurde auf Basis der täglichen Wassertemperaturen und Abflussgeschwindigkeiten des Sees aus dem Jahr 2019 ermittelt (vgl. Abbildung 8-1). Da für diese Nutzung Wasser aus der Schwentine entnommen, abgekühlt und zurückgeführt wird, kann diese als Wärmequelle nur genutzt werden, solange die Temperatur über 3° C beträgt.



Abbildung 8-1: Jahrestemperaturverlauf der Schwentine 2019

Aus Abbildung 8-1 lässt sich ablesen, dass die Wassertemperatur in den drei Wintermonaten (Dezember, Januar und Februar) regelmäßig die Schwelle von 3 °C unterschreitet. Somit kann die Energiequelle Schwentine an über 7.000 Stunden im Jahr genutzt werden.

Die betrachtete dritte Versorgungsvariante sieht neben dem in Versorgungsvariante 1 beschriebenen Spitzenlast- und Redundanz-Erdgaskessel die Errichtung einer Tiefengeothermie-Anlage

¹⁰ Diese Möglichkeiten könnten ggf. im Rahmen eines auf das Quartierskonzeptes folgenden Sanierungsmanagements näher geprüft werden.

vor. Im Rahmen des Quartierskonzept wurde mit den zur Verfügung gestellten Daten des LfU (Abt. 6 - Geologischer Dienst SH) eine Potentialstudie durchgeführt (BPM Ingenieurgesellschaft, 2023). Die Potentialstudie kommt zu dem Ergebnis, das in ca. 2,5 km Tiefe im nord-östlichen Bereich von Preetz ein geothermisches Potential erschlossen werden könnte. Durch erste Einschätzungen können ca. 5,3 MW Leistung mit ca. 80 °C heißer Sohle aus dem Untergrund genutzt werden. Die Potentialstudie befindet sich im Anhang.

Bei Tiefengeothermie besteht grundsätzlich immer ein Fündigkeitsrisiko, d. h. es ist nie auszuschließen, dass trotz sorgfältiger Voruntersuchungen die tatsächlichen geologischen Verhältnisse nach Niederbringung der Bohrungen anders sind als erwartet und keine oder weniger Wärme gefördert werden kann. Auch ist ein schnelleres Versiegen der Wärmequelle aufgrund von chemischen Umwandlungsprozessen im Untergrund nicht völlig auszuschließen. Aufgrund der sehr hohen Investitionskosten der Tiefengeothermie müssen diese Fündigkeitsrisiken abgesichert werden. Dies kann durch Versicherungsunternehmen erfolgen (BPM Ingenieurgesellschaft, 2023, S. 36) oder durch entsprechende Absicherungen des Landes (CDU & Bündnis 90 / Die Grünen, 2022, S. 159), welche nach Aussage der IB.SH derzeit erarbeitet werden.¹¹

In der vierten Versorgungsvariante wird neben den Wärmeerzeugern aus Versorgungsvariante 2 die im Sommer im Klosterquartier nicht genutzten Wärme aus dem Ablauf der Kläranlage (IPP ESN, 2023) in das Innenstadtquartier geleitet.

8.1.2 ENTWURF WÄRMENETZ

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

Die Auslegung des Wärmenetzes erfolgt nach den aktuellen Wärmebedarfen der Gebäude. Grundlage der Berechnung ist angesichts der hier gegebenen Netz- bzw. Nutzerkonstellationen eine Anschlussquote von 80 %. Alle Wärmeerzeugungsanlagen wurden ebenfalls auf den aktuellen Wärmebedarf bei einer Anschlussquote in Höhe von 80 % ausgelegt, da davon auszugehen ist, dass sich nicht alle Eigentümer*innen sofort anschließen lassen werden. Langfristig ist zudem mit einer Sanierung einer Vielzahl von Gebäuden zu rechnen. Die Sanierungen werden jedoch nicht auf einen Schlag realisiert, sondern sukzessive verteilt über viele Jahre (vgl. Kapitel 7.5). Dadurch werden weitere Kapazitäten frei, durch die wiederum weitere Gebäude angeschlossen werden können.

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 teilweise beeinflusst, da sich

¹¹ Nach Aussage der IB.SH werden derzeit zwei Varianten diskutiert: Ein revolvierender Fonds, der einen Teil der Finanzierung übernimmt, die bei Funktionsfähigkeit der Anlage im Laufe der Jahre zurückzahlen ist, oder eine Ausfallversicherung. Zudem werden auch mögliche bundesweite Förderinitiativen beobachtet.

der Leistungsbedarf für das Trinkwarmwasser sich nicht in Abhängigkeit vom Gebäudezustand verändert, sondern auf Basis des Nutzer*innenverhaltens im Gebäude.

Abbildung 8-2 stellt die mögliche Haupttrassenführung des untersuchten Wärmenetzes zur Versorgung des gesamten Quartiers in blau dar. In rot wird die Quartiersgrenze dargestellt.

Um das Wärmenetz im Hinblick auf Wärmenetzverluste bzw. Wärmeverteilung qualitativ bewerten zu können, müssen die zwischen Heizzentrale und Abnehmern anfallende Netzwärmeverluste mit betrachtet werden (vgl. Abbildung 8-2). Diese sind hauptsächlich von der Netzlänge, der Temperatur des Wärmeträgermediums und der Rohrleitungsdimension abhängig. Im Rahmen des Quartierskonzepts wurde jedoch keine Rohrnetzberechnung vorgenommen, sodass die Wärmenetzverluste lediglich über die Netzlänge und einen pauschalen Ansatz von 15 W/m ermittelt wurden. Hier würden bei einer Anschlussquote von 80 % etwa 10 % des eigentlichen Wärmebedarfs an Wärmenetzverlusten anfallen. Die Wärmeverluste beeinflussen die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes und sollten daher möglichst geringgehalten werden. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn die Wärme nicht (nur) aus ohnehin vorhandener und bisher nicht genutzter Abwärme stammt. Bei einer niedrigeren Netzanschlussquote bleiben die absoluten Wärmeverluste in etwa gleich, da die Wärmeverlustleistung lediglich von der Temperaturdifferenz zwischen dem Heizungswasser in den Rohren und dem umgebenden Erdreich abhängt, nicht jedoch von der durchfließenden Wassermenge; die relativen Verluste steigen somit. Die Wirtschaftlichkeit und die ökologische Effizienz des Gesamtsystems verschlechtern sich in Folge.



Abbildung 8-2: Entwurf Wärmenetz - Karte aus (Google Maps, o. J.)

Die in Abbildung 8-2 blau dargestellte Hauptwärmeleitung, welche sich in der Straße befindet, besitzt eine Länge von etwa 4 km. Die Länge der Rohrleitung zwischen dem Wärmenetz und dem jeweiligen Hausanschlussraum, wurde pauschal mit 15 m je Anschluss abgeschätzt, sodass bei

einer Anschlussquote von 80 % zusätzlich zur Hauptleitung etwa 3,4 km Hausanschlussstrasse verlegt werden müssen. Insgesamt ergeben sich somit etwa 7,4 km Wärmenetztrasse.

8.1.3 ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE ANSÄTZE

Um die im nächsten Schritt untersuchten Szenarien wirtschaftlich bewerten zu können, wurden energiewirtschaftlich relevante Rahmenparameter definiert. Neben einem Kapitalzins von 5 % p. a. wurden aktuelle Kosten für Wartung und Instandhaltung angesetzt. Für den Energieeinkauf wurden Preise aus dem Jahr 2022 (differenziert nach erstem und zweitem Halbjahr) angesetzt. Die Preise für Strom und Erdgas sind dem Statistischen Bericht zur Energiepreisentwicklung mit Stand Juli 2023 (Statistisches Bundesamt, 2023) entnommen. Die Preise für biogene Brennstoffe (Holz-Pellets, Holzhackschnitzel) wurden der Marktübersicht des C.A.R.M.E.N e.V. entnommen (C.A.R.M.E.N, 2023). Für Holzhackschnitzel wurden die Preise für die Qualität mit 20 % Wassergehalt zu Grunde gelegt.

Der CO₂-Preis, welcher in den Brennstoffkosten fossiler Brennstoffe inkludiert ist, wird bis 2026 gemäß BEHG kontinuierlich ansteigen. Ab 2026 werden die CO₂-Zertifikate versteigert, sodass der resultierende Preis aktuell nicht exakt bestimmt werden kann. In den Berechnungen wird ein Wärmenetz betrachtet, welchem zum Vergleich dezentrale Versorgungsvarianten gegenübergestellt werden.

Zwischen der Konzeption eines Wärmenetzes und der Inbetriebnahme und ersten Wärmelieferung an Kunden liegen erfahrungsgemäß mindestens drei bis fünf Jahre. Während die Energiepreise in der Zwischenzeit steigen, fallen oder auf konstantem Niveau bleiben können, dürften die CO₂-Preise mindestens auf das doppelte, wahrscheinlicher auf das zweieinhalb- bis dreifache steigen. Da die CO₂-Zertifikate ab 2027 möglicherweise ohne Vorgaben eines Mindest- oder Höchstpreises frei an der Börse gehandelt werden, wurde für die fossilen Brennstoffe statt der in 2022 anfallenden 30 €/t der Preis angesetzt, der sich bereits im europäischen Emissionshandel frei an einer Börse über Angebot und Nachfrage ergibt und derzeit bei ca. 80 €/t liegt (European Energy Exchange, 2022). Die Ansätze für Wartungs- und Reparaturkosten wurden bei den Herstellern angefragt, stammen aus vergleichbaren Projekten oder aus der Richtlinie VDI 2067.

Tabelle 8-1 gewährt einen Überblick über die energiewirtschaftlichen Ansätze für die zentralen Varianten, die der Wirtschaftlichkeitsberechnung zu Grunde gelegt wurden. Für die wirtschaftliche Bewertung der zentralen Versorgungsvarianten wurde der durchschnittliche Preis von Gas, Strom und Hackschnitzeln vom ersten und zweiten Halbjahr 2022 angesetzt.

Tabelle 8-1: Energiewirtschaftliche Ansätze der zentralen Versorgungsvarianten

		netto	brutto	Bezug
MwSt.		19,00%		
Kapitalzins		5,00%		p. a.
Wartung und Instandhaltung				
Biomassekessel		6,00%		p. a./Invest
Erdgaskessel		3,00%		p. a./Invest
Ölkessel		4,00%		p. a./Invest
Wärmepumpen		2,50%		p. a./Invest
Solarthermie		0,70%		p. a./Invest
Anlagentechnik und Installation		4,00%		p. a./Invest
Wärmenetz		0,50%		p. a./Invest
Grundstücke & Gebäude		0,25%		p. a./Invest
Versicherung/Sonstiges		0,50%		p. a./Invest
technische Betriebsführung		0,50%		p. a./Invest
kaufmännische Betriebsführung		130 €	155 €	je Anschluss p. a.
Energiekosten				
Preis Überschusswärme	Ø 1. Halbjahr 2022	17,54	20,87	ct/kWh _{th}
	Ø 2. Halbjahr 2022	17,59	20,93	ct/kWh _{th}
Mischpreis Erdgas	Ø 1. Halbjahr 2022	5,68	6,76	ct/kWh _{Hi}
	Ø 2. Halbjahr 2022	6,74	8,02	ct/kWh _{Hi}
Preis Hackschnitzel-WGH20	Ø 1. Halbjahr 2022	2,90	3,45	ct/kWh _{Hi}
	Ø 2. Halbjahr 2022	3,57	4,25	ct/kWh _{Hi}
Mischpreis Strom	Ø 1. Halbjahr 2022	20,29	24,15	ct/kWh _{el}
	Ø 2. Halbjahr 2022	20,50	24,39	ct/kWh _{el}
CO ₂ -Bepreisung	Ø 1. Halbjahr 2022	82,81	98,54	€/t CO ₂
	Ø 2. Halbjahr 2022	77,51	92,24	€/t CO ₂

8.1.4 ZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG

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

8.1.4.1 ANLAGENDIMENSIONIERUNG UND ENERGIEBILANZEN

Zuerst erfolgt die Dimensionierung der Wärmeerzeuger und die Bilanzierung der verschiedenen Energieflüsse. Hierfür wird der Energiebedarf der Gebäude zusammengefasst. Die benötigte jährliche Wärmemenge aller Gebäude im Quartier liegt bei etwa 20.000 MWh. Bei einer Anschlussquote von 80 % beträgt der Wärmeabsatz im zukünftigen Wärmenetz ca. 16.000 MWh/a. Durch die Verteilung geht eine Wärmeenergie von ca. 1.700 MWh pro Jahr verloren, die dem Nahwärmenetz zusätzlich zugeführt werden muss. Die Verluste betragen etwa 9 % des gesamten

Netzwärmebedarfs. Somit muss dem Wärmenetz unter Einbezug aller Übertragungsverluste eine jährliche Wärmemenge von etwa 17.700 MWh zugeführt werden.

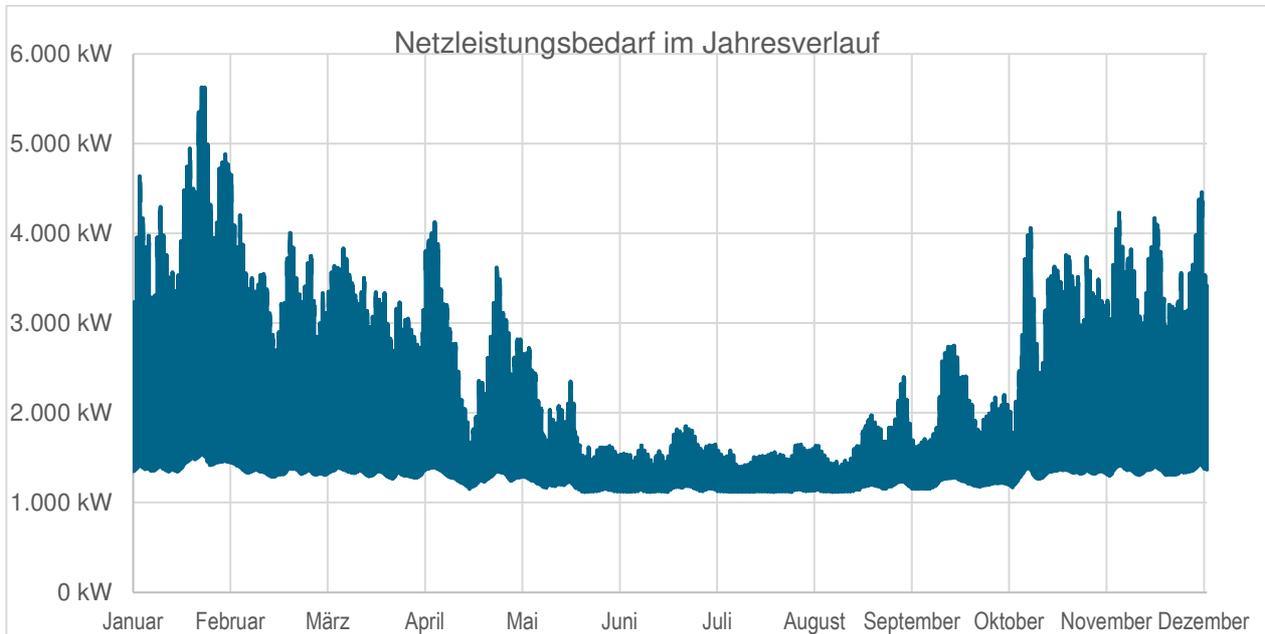


Abbildung 8-3: Netzwärmebedarf im Jahresverlauf berechnet auf Basis der Außentemperaturen von Kiel-Holtenau in 2019.

Dieser Netzwärmebedarf wird in einen stundenweisen Lastgang überführt und in ein Simulationstool eingebettet. In Abbildung 8-3 ist der Netzwärmebedarf im Jahresverlauf dargestellt. Die blaue Fläche in der Grafik füllt den Bereich zwischen dem minimalen und dem maximalen Leistungsbedarf an jedem Tag aus.

Zum besseren Verständnis, an wie vielen Stunden im Jahr der Netzwärmebedarf Schwellenwerte überschreitet, werden die Wärmebedarfe nach der Größe sortiert in einer Jahresdauerlinie dargestellt. In Abbildung 8-4 sieht man diese geordneten Leistungsbedarfe über der Anzahl der Stunden aufgetragen. Es ist erkennbar, dass die Spitzenleistung des Netzes von ca. 5,7 MW nur wenige Stunden im Jahr benötigt wird. In mehr als 5.100 Stunden pro Jahr wird eine Leistung von mehr als 1,5 MW benötigt. Eine Leistung von mehr als 3 MW wird hingegen nur noch in ca. 1.250 Stunden pro Jahr benötigt und eine Leistung von mehr als 3,5 MW wird in nicht ganz 500 Stunden abgerufen.

Dem stündlichen Lastgang des Wärmebedarfs werden in der Simulation jeweils die Erzeuger der betrachteten Versorgungsoptionen gegenübergestellt. Diese Erzeuger tragen in einer festgelegten Rangfolge zur Deckung des Netzwärmebedarfes bei. Die Dimensionierung der einzelnen Erzeuger erfolgt zunächst auf Größenordnung des Wärmebedarf-Medians und wird anschließend iterativ optimiert. Tabelle 8-2 stellt die Versorgungsszenarien mit den unterschiedlichen Erzeugern, ihrer ermittelten Dimensionierung und ihren Anteilen an der Wärmeerzeugung für das untersuchte Wärmenetz dar. Die Reihenfolge der Nennung der Erzeuger entspricht der Rangfolge, in denen die Erzeuger an der Deckung des Wärmebedarfs beteiligt werden.

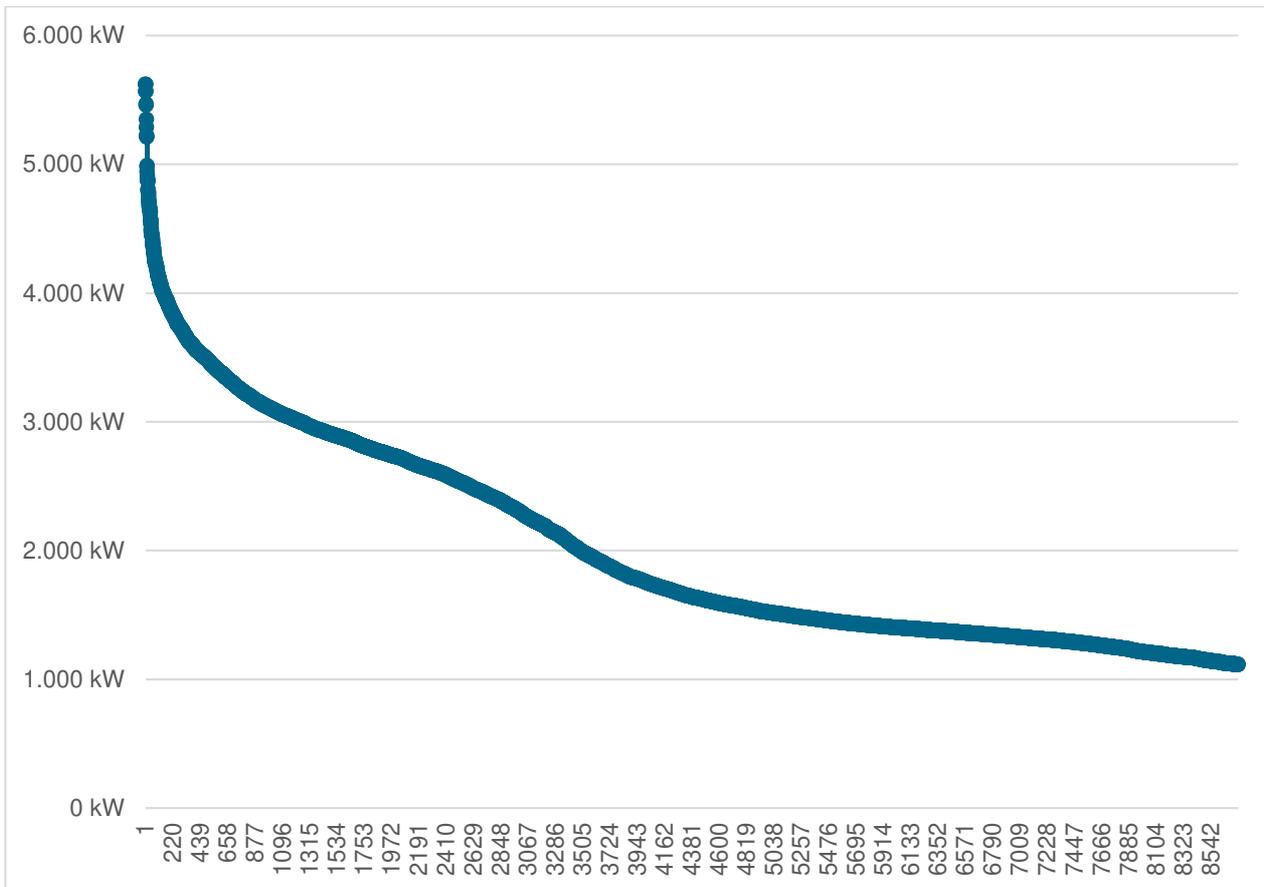


Abbildung 8-4: Jahresdauerlinie des Netzeleistungsbedarfs berechnet auf Basis der Außentemperaturen für Kiel-Holtenau in 2019

In Variante 1 wurde die Vollversorgung über einen Hackschnitzelkessel mit einer Leistung von 3,5 MW_{th} betrachtet. Da der Hackschnitzelkessel gegenüber einem Erdgaskessel deutlich geringere Brennstoffkosten aufweist und der Investitionsbedarf je kW installierter Leistung eher moderat ansteigt, lässt sich ein relativ groß dimensionierter Hackschnitzelkessel wirtschaftlich betreiben. Da die Ressource Holz begrenzt ist und keine Lösung für alle Gemeinden Deutschlands sein kann (Meereis, 2023), muss diese Variante immer im Einklang mit der lokalen langfristigen Verfügbarkeit von Hackschnitzeln stehen.

Um den Bedarf an Hackschnitzeln zu verringern, wurde in Variante 2 der Holz hackschnitzelkessel um eine Wärmepumpe ergänzt, die als primär zu nutzende Wärmequelle das Wasser aus dem als Kirchsee bezeichneten Abschnitt der Schwentine nutzt. Die Schwentine eignet sich vor allem in den Monaten März bis November als Wärmequelle und damit zur Abdeckung des Wärmebedarfs zu Beginn und zum Ende der Heizperiode und für die Bereitstellung des Trinkwarmwassers in den Sommermonaten. In den heizintensiven Wintermonaten hingegen liegt die Wassertemperatur der Schwentine so knapp über dem Gefrierpunkt, dass der Wärmeentzug entweder stark gedrosselt oder gänzlich eingestellt werden muss. In der Simulation wurde angenommen, dass die Wärmepumpe bei einer Wassertemperatur unterhalb von 3 °C ihre Arbeit einstellt. Aus diesem Grund, und weil die Investitionskosten sehr deutlich mit der installierten Leistung steigen, ist eine Dimensionierung der Wärmepumpen-Nennleistung knapp unterhalb des Medians des Leistungsbedarfs angezeigt. Der Biomassekessel kann etwas kleiner ausfallen, da er außer bei

Tiefsttemperaturen Unterstützung durch die Wärmepumpe erhält. Dadurch springt bei diesen Tiefsttemperaturen der Erdgaskessel etwas häufiger und mit etwas mehr Leistung ein und übernimmt 2 % statt 1 % der Wärmeerzeugung.

Tabelle 8-2: Anteile an der Wärmeerzeugung in den betrachteten Versorgungsvarianten

Variante	Erzeuger & Leistung	Anteile an der Wärmeerzeugung
1	<ul style="list-style-type: none"> ■ Biomassekessel 3,5 MW + ■ Erdgaskessel 5,7 MW 	<p>1% 99%</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> ■ WP Schwentine 1,45 MW + ■ Biomassekessel 3,0 MW + ■ Erdgaskessel 5,7 MW 	<p>2% 36% 62%</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tiefengeothermie 5,2 MW + ■ Erdgaskessel 5,7 MW 	<p>0% 100%</p>
4	<ul style="list-style-type: none"> ■ WP Klärwerk 1,1 MW (Überschuss) + ■ WP Schwentine 1,45 MW + ■ Biomassekessel 2 MW + ■ Erdgaskessel 5,7 MW 	<p>5% 8% 34% 53%</p>

In Variante 3 wurde mit der Tiefengeothermie eine andere lokal verfügbare Wärmequelle zur Wärmerversorgung untersucht. Die Nutzung der Tiefengeothermie kann nicht wie andere Erzeuger beliebig variiert werden. Sowohl aus technischen als auch aus wirtschaftlichen Gründen sollte die Leistung möglichst vollständig genutzt werden, die durch Einbringen von einer Entnahme- und Injektionsbohrung erschlossen werden kann. Die Ergebnisse einer Geothermie-Vorstudie legen nahe, dass diese Leistung im Bereich von knapp über 5 MW liegt. Damit ist eine Vollversorgung des Gebietes durch Tiefengeothermie allein möglich. Der Erdgaskessel übernimmt in dieser

Variante die Rolle einer reinen Besicherungsanlage, die nur beim Ausfall des eigentlichen Erzeugers zum Einsatz kommt.

In Variante 4 wurde untersucht, ob die Überschüsse aus einem benachbarten Netz, welches im Klosterquartier entstehen soll, in der Preetzer Innenstadt lohnenswert genutzt werden können. Im Klosterquartier ist vorgesehen, dass dem Klarwasserüberlauf der Kläranlage mittels Wärmepumpe Wärme entzogen und genutzt wird (IPP ESN, 2023). Diese Wärmequelle steht kontinuierlich zur Verfügung. Wenn die Wärme nicht zeitgleich in voller Höhe abgenommen wird, muss die Wärme entweder zwischengespeichert oder die Wärmepumpe in ihrer Leistung gedrosselt werden. Insbesondere in den Sommermonaten ist auf Grund der geringeren Abnahme im eigenen Netz (Klosterquartier) daher eine anteilige Versorgung des benachbarten Netzes (Innenstadtquartier) möglich. Die vorrangige Nutzung der Überschüsse führt zu einer anteiligen Verdrängung der Schwentine-Wärmepumpe und des Biomassekessels. Um das Verhältnis aus Investition und Nutzungsdauer günstiger zu gestalten, wird der Biomassekessel in dieser Kombination mit 2,0 MW lediglich auf den mittleren Leistungsbedarf dimensioniert. Dies führt zu einem Erdgaskesselanteil an der Wärmeerzeugung von 5 %.

Die „fossilen Spitzenlastabdeckung“ durch den Erdgaskessel stellt im Sinne der Wärmewende einen Kompromiss dar: Einerseits handelt es sich bei Erdgas noch um einen fossilen Energieträger, der mittelfristig zu ersetzen ist. Andererseits sind aufgrund der sehr begrenzten Einsatzzeiten und Anteile an der Wärmeerzeugung die CO₂-Emissionen gering und die vergleichsweise niedrigen Investitionskosten eines solchen Kessels halten die Kapitalkosten des Gesamtsystems in Grenzen. Eine Dimensionierung z. B. der Biomassekessel gemäß des gesamten Netzleistungsbedarf wäre mit signifikant höheren Investitionskosten verbunden. Durch die niedrigeren Investitionskosten des nur sehr begrenzt genutzten Erdgaskessels kann vermieden werden, dass sich besonders preissensible Haushalte gegen einen Fernwärmeanschluss entscheiden und so lange wie möglich bei einer fossilen Wärmeversorgung bleiben. Dies kann eine höhere Anschlussquote zur Folge haben, die wiederum den Dekarbonisierungseffekt des Netzes für das Quartier verstärkt.

Die benötigte elektrische Energie zum Betrieb der Wärmepumpen in Variante 2 und Variante 4 wird aus dem öffentlichen Stromnetz bezogen.

8.1.4.2 INVESTITIONSSCHÄTZUNG

Für die grobe Ermittlung der Investitionskosten wurden, soweit für die jeweilige Variante zutreffend, Ausgaben für Wärmepumpen-, Holzhackschnitzel und Kesselanlage, Anlagentechnik und Installation sowie Infrastrukturmaßnahmen kalkuliert, die auf Erfahrungswerten von IPP ESN aus entsprechenden aktuellen Planungsarbeiten basieren und auf die projektspezifischen Gegebenheiten abgestimmt wurden. Die Kosten für die Errichtung eines geothermischen Heizwerkes wurde der Vorstudie zur Nutzung Hydrothermaler Tiefengeothermie im Bereich des Stadtgebietes von Preetz (BPM Ingenieurgesellschaft, 2023) entnommen.

Die Investitionskosten sind Tabelle 8-3 zu entnehmen. Auf die in den einzelnen Ausgabenkategorien ermittelten Zwischensummen wurde ein spezifischer Aufschlag für Unvorhergesehenes und Planungsleistungen addiert, um einer für die Konzeptphase angemessenen konservativen Investitionskalkulation Rechnung zu tragen.

Es zeigt sich, dass Variante 3, die die Errichtung einer geothermischen Heizanlage vorsieht, mit knapp 38,9 Mio. € fast doppelt so hohe Investitionen benötigt wie die Variante 1 mit 20,1 Mio. €, der ein Wärmenetz auf Holzhackschnitzelbasis zu Grunde liegt. Die Varianten mit Wärmepumpe und Holzhackschnitzelkessel weisen mit ca. 24 Mio. €. etwas höhere Investitionen auf als Variante 1.

Einen wesentlichen Anteil der Gesamt-Investitionen macht das Wärmenetz mit 12,9 Mio. € aus.

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 (VDI 2067-1, 2012) bzw. für die Tiefengeothermie (BPM Ingenieurgesellschaft, 2023).

Folgende Nutzungszeiträume wurden angenommen:

- Holzhackschnitzelkessel: 15 Jahre
- Großwärmepumpe: 20 Jahre
- Tiefengeothermie: 50 Jahre
- Erdgaskessel: 20 Jahre
- Elektro- und Anlagentechnik: 15 Jahre
- Bautechnik (inkl. Wärmenetz): 40 Jahre
- Gebäude und Außenanlagen: 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 des Bundes zur Förderung effizienter Wärmenetze und kann beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) beantragt werden.

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

Die maximal möglichen Förderungen über die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) liegen für die unterschiedlichen Versorgungsvarianten zwischen ca. 7,8 und 15,3 Mio. €.

Neben den bereits genannten Förderprogrammen, welche sich dadurch auszeichnen, dass sie bei Einhaltung der technischen und organisatorischen Vorgaben durch den Fördermittelgeber im Rahmen der Verfügbarkeit von Haushaltsmitteln gesichert zur Verfügung stehen, gibt es weitere investive Förderprogramme, bei denen die Mittel im Bewerbungsverfahren vergeben werden. Die Bewerbung um solche Förderprogramme wird eine Aufgabe des Sanierungsmanagements sein. Insbesondere der Förderaufruf für investive Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte im Rahmen

der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) bietet mit bis zu 80 % Förderung ein hohes Förderpotential (BMU, 2021).

Da diese genannten Förderprogramme nicht gesichert zur Verfügung stehen, wurden sie in den nachfolgenden Wirtschaftlichkeitsberechnungen nicht berücksichtigt. Dies gilt auch für das neue Landesprogramm Wirtschaft 2021-2027 - Nachhaltige Wärmeversorgungssysteme. Ggf. kann sich die Wirtschaftlichkeit weiter verbessern.

Tabelle 8-3: Investitionskosten der untersuchten Varianten

Investitionen		Variante 1 HSK + EK	Variante 2 WP + HSK + EK	Variante 3 TG + EK	Variante 4 Überschuss Klosterquar- tier + WP + HSK + EK
Gewässer-Entnahmebauwerke					
Wassermetauscher			650.000 €		650.000 €
Entnahmebauwerk			950.000 €		950.000 €
Zwischensumme	ca.		1.600.000 €		1.600.000 €
Unvorhergesehenes	10 %		160.000 €		160.000 €
Planung, Gutachten etc.	15 %		264.000 €		264.000 €
Investition Gewässer Entnahme	ca.		2.024.000 €		2.024.000 €
Großwärmepumpe					
Wärmequelle			Gewässer		Gewässer
thermische Leistung	ca.		1.450 kW _{th}		1.450 kW _{th}
Wärmepumpe	1.000 €/kW		1.460.000 €		1.460.000 €
Volumen Speicher	ca.		50 m ³		50 m ³
Speicher	1.800 €/m ³		90.000 €		90.000 €
Peripherie, Anlagenbau	20 %		310.000 €		310.000 €
Zwischensumme	ca.		1.860.000 €		1.860.000 €
Unvorhergesehenes	10 %		186.000 €		186.000 €
Planung, Gutachten etc.	15 %		310.000 €		310.000 €
Investition Großwärmepumpe	ca.		2.356.000 €		2.356.000 €
Biomassekessel					
thermische Leistung	ca.	3.500 kW _{th}	3.000 kW _{th}		2.000 kW _{th}
Kesselanlage inkl. Peripherie und Silo	300.000 € + 300 €/kW	1.360.000 €	1.200.000 €		900.000 €
Volumen Pufferspeicher	ca.	100 m ³	80 m ³		60 m ³
Pufferspeicher	1.800 €/m ³	180.000 €	144.000 €		108.000 €
Zwischensumme	ca.	1.540.000 €	1.344.000 €		1.008.000 €
Unvorhergesehenes	10 %	154.000 €	134.000 €		101.000 €
Planung, Gutachten etc.	15 %	250.000 €	222.000 €		166.000 €
Investition Biomassekessel	ca.	1.944.000 €	1.700.000 €		1.275.000 €

Investitionen		Variante 1 HSK + EK	Variante 2 WP + HSK + EK	Variante 3 TG + EK	Variante 4 Überschuss Klosterquar- tier + WP + HSK + EK
Tiefengeothermie					
Bohrungen				15.000.000 €	
Gebäude inkl. Anlagentechnik				1.450.000 €	
Grundstück				500.000 €	
Thermalwassertrasse				100.000 €	
Speicher	1.800 €/m ³			100.000 €	
Zwischensumme	ca.			17.150.000 €	
Unvorhergesehenes	10 %			1.720.000 €	
Voruntersuchungen (Geophysik & Geotechnik)				100.000 €	
Machbarkeitsstudie				150.000 €	
Planungsleistungen (LP 1 - 8)				1.500.000 €	
Investition Tiefengeothermie	ca.			20.620.000 €	
Erdgaskessel					
thermische Leistung	ca.	5.700 kWth	5.700 kWth	5.700 kWth	5.700 kWth
Kesselanlage	85 €/kW	490.000 €	490.000 €	490.000 €	490.000 €
Zubehör	10 €/kW	57.000 €	57.000 €	57.000 €	57.000 €
Zwischensumme	ca.	547.000 €	547.000 €	547.000 €	547.000 €
Unvorhergesehenes	10 %	55.000 €	55.000 €	55.000 €	55.000 €
Planung, Gutachten etc.	15 %	90.000 €	90.000 €	90.000 €	90.000 €
Investition Erdgaskessel	ca.	692.000 €	692.000 €	692.000 €	692.000 €
Wärmenetz					
Länge Transportleitungen	ca.	6.533 m	6.533 m	6.533 m	6.533 m
Länge Hausanschlussleitungen	ca.	6.228 m	6.228 m	6.228 m	6.228 m
Transportleitungen	950 €/m	6.200.000 €	6.200.000 €	6.200.000 €	6.200.000 €
Hausanschlussleitungen	650 €/m	4.000.000 €	4.000.000 €	4.000.000 €	4.000.000 €
Zwischensumme	ca.	10.200.000 €	10.200.000 €	10.200.000 €	10.200.000 €
Unvorhergesehenes	10 %	1.020.000 €	1.020.000 €	1.020.000 €	1.020.000 €
Planung, Gutachten etc.	15 %	1.680.000 €	1.680.000 €	1.680.000 €	1.680.000 €
Investition Wärmenetz	ca.	12.900.000 €	12.900.000 €	12.900.000 €	12.900.000 €
Grundstücke & Gebäude					
Heizhaus (Gebäude)	ca.	350.000 €	350.000 €	350.000 €	350.000 €
Zwischensumme	ca.	350.000 €	350.000 €	350.000 €	350.000 €
Unvorhergesehenes	10 %	35.000 €	35.000 €	35.000 €	35.000 €
Planung und Gutachten	15 %	58.000 €	58.000 €	58.000 €	58.000 €
Investition Grundstück & Gebäude	ca.	443.000 €	443.000 €	443.000 €	443.000 €

Investitionen		Variante 1 HSK + EK	Variante 2 WP + HSK + EK	Variante 3 TG + EK	Variante 4 Überschuss Klosterquar- tier + WP + HSK + EK
Elektro- und Anlagentechnik					
Druckhaltung und Wasseraufberei- tung	ca.	50.000 €	50.000 €	50.000 €	50.000 €
Pumpen	ca.	55.000 €	55.000 €	55.000 €	55.000 €
Steuer- und Regelungstechnik	ca.	30.000 €	45.000 €	45.000 €	45.000 €
elektrische Einbindung	ca.	15.000 €	50.000 €	50.000 €	50.000 €
hydraulische Einbindung	ca.	35.000 €	45.000 €	45.000 €	45.000 €
Hausübergabestation (≤ 50 kW)	6.500 €/HÜS	2.530.000 €	2.530.000 €	2.530.000 €	2.530.000 €
Hausübergabestation (50 - 120 kW)	14.500 €/HÜS	255.000 €	255.000 €	255.000 €	255.000 €
Hausübergabestation (> 120 kW)	18.500 €/HÜS	148.000 €	148.000 €	148.000 €	148.000 €
Anlagenbau	ca.	80.000 €	50.000 €	80.000 €	50.000 €
Brennstoffversorgung	ca.	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €
Abgasanlage	ca.	100.000 €	70.000 €	70.000 €	70.000 €
Zwischensumme	ca.	3.318.000 €	3.318.000 €	3.348.000 €	3.318.000 €
Unvorhergesehenes	10 %	330.000 €	330.000 €	330.000 €	330.000 €
Planung, Gutachten etc.	15 %	550.000 €	550.000 €	550.000 €	550.000 €
Investition Elektro- & Anlagentechnik	ca.	4.198.000	4.198.000	4.228.000	4.198.000
Summe	ca.	20.177.000 €	24.313.000 €	38.883.000 €	23.888.000 €
davon Unvorhergesehenes	ca.	1.594.000 €	1.920.000 €	3.160.000 €	1.887.000 €
davon Planung, Gutachten etc.	ca.	2.628.000 €	3.174.000 €	3.878.000 €	3.118.000 €
Summe (inkl. Förderung)	ca.	12.383.000 €	14.864.600 €	23.606.600 €	14.609.600 €

BEW-Förderung Modul 2 (inkl. Pla- nung)					
Biomassekessel	40 %	777.600 €	680.000 €		510.000 €
Tiefengeothermie	40 %			8.284.000 €	
Großwärmepumpe (inkl. Quellenan- lage)	40 %		1.752.000 €		1.752.000 €
Elektro- und Anlagentechnik	40 %	1.679.200 €	1.679.200 €	1.691.200 €	1.679.200 €
Wärmenetz	40 %	5.160.000 €	5.160.000 €	5.160.000 €	5.160.000 €
Gebäude	40 %	177.200 €	177.200 €	177.200 €	177.200 €
Förderung	ca.	7.794.000 €	9.448.400 €	15.276.400 €	9.278.400 €

8.1.4.3 WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNGEN

Für die untersuchten Szenarien wurde auf Basis der Investitionsschätzungen und der Energiebilanzen eine statische Wirtschaftlichkeitsberechnung anhand der Ein- und Auszahlungen in den Kategorien Kapitalkosten, Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungskosten und Energiebezugskosten durchgeführt (vgl. Tabelle 8-4). Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit erfolgt über die Berechnung der Wärmegestehungskosten des Wärmeerzeugersystems. Hierbei wurde eine ambitionierte Anschlussquote von 80 % angenommen.

Vergleicht man die Wärmegestehungskosten der unterschiedlichen Versorgungsvarianten untereinander, wird deutlich, dass alle Varianten vergleichbare Wärmegestehungskosten aufweisen.

Tabelle 8-4: Wärmegestehungskosten der zentralen Wärmeversorgung

Wirtschaftlichkeit		Variante 1 HSK + EK	Variante 2 WP + HSK + EK	Variante 3 TG + EK	Variante 4 Überschuss Klosterquar- tier + WP + HSK + EK
Brennstoffzufuhr Erdgas	ca.	150 MWh	404 MWh	0,2 MWh	1.159 MWh
Brennstoffzufuhr Hackschnitzel	ca.	20.665 MWh	13.014 MWh	0 MWh	10.887 MWh
Wärmezufuhr Biogawärme	ca.	0 MWh	0 MWh	0 MWh	1.478 MWh
Strombezug öfftl. Netz	ca.	530 MWh	2.966 MWh	947 MWh	2.904 MWh
Jahresarbeit Wärmeentzug Quelle	ca.	0 MWh	3.759 MWh	0 MWh	3.495 MWh
erzeugte Wärmemenge	ca.	15.998 MWh	15.998 MWh	15.998 MWh	15.998 MWh
CO ₂ -Emissionen (fossil)	ca.	37,1 t	99,7 t	0,0 t	286,4 t
Investitionen					
Biomassekessel	ca.	1.944.000 €	1.700.000 €	0 €	1.275.000 €
Tiefengeothermie	ca.	0 €	0 €	20.620.000 €	0 €
Erdgaskessel	ca.	692.000 €	692.000 €	692.000 €	692.000 €
Großwärmepumpe	ca.	0 €	3.180.000 €	0 €	3.180.000 €
Wasserentnahmebauwerk	ca.	0 €	1.200.000 €	0 €	1.200.000 €
Elektro- und Anlagentechnik	ca.	4.198.000 €	4.198.000 €	4.228.000 €	4.198.000 €
Wärmenetz	ca.	12.900.000 €	12.900.000 €	12.900.000 €	12.900.000 €
Grundstück & Gebäude	ca.	443.000 €	443.000 €	443.000 €	443.000 €
Investitionssumme	ca.	20.177.000 €	24.313.000 €	38.883.000 €	23.888.000 €

Wirtschaftlichkeit		Variante 1 HSK + EK	Variante 2 WP + HSK + EK	Variante 3 TG + EK	Variante 4 Überschuss Klosterquar- tier + WP + HSK + EK
Kapitalkosten					
Biomassekessel	15 Jahre	187.289 €/a	163.782 €/a		122.836 €/a
Tiefengeothermie	50 Jahre			1.129.496 €/a	
Erdgaskessel	20 Jahre	55.528 €/a	55.528 €/a	55.528 €/a	55.528 €/a
Großwärmepumpe	20 Jahre		255.171 €/a		255.171 €/a
Wasserentnahmebauwerk (als Quel- lenanlage der WP)	50 Jahre		65.732 €/a		65.732 €/a
Elektro- und Anlagentechnik	15 Jahre	404.445 €/a	404.445 €/a	407.335 €/a	404.445 €/a
Wärmenetz	40 Jahre	751.788 €/a	751.788 €/a	751.788 €/a	751.788 €/a
Grundstück & Gebäude	50 Jahre	24.266 €/a	24.266 €/a	24.266 €/a	24.266 €/a
jährliche Kapitalkosten	ca.	1.423.317 €/a	1.720.713 €/a	2.368.414 €/a	1.679.767 €/a
Förderung BEW Modul 2					
Biomassekessel	15 Jahre	74.916 €/a	65.513 €/a		49.135 €/a
Tiefengeothermie	50 Jahre			451.799 €/a	
Großwärmepumpe (inkl. Quellenan- lage)	20 Jahre		140.585 €/a		140.585 €/a
Elektro- und Anlagentechnik	15 Jahre	161.778 €/a	161.778 €/a	162.934 €/a	161.778 €/a
Wärmenetz	40 Jahre	300.715 €/a	300.715 €/a	300.715 €/a	300.715 €/a
Grundstücke & Gebäude	50 Jahre	9.706 €/a	9.706 €/a	9.706 €/a	9.706 €/a
jährliche Förderung	ca.	547.115 €/a	678.297 €/a	925.154 €/a	661.919 €/a
Betrieb und Wartung					
Biomassekessel	ca.	101.640 €/a	88.680 €/a		66.540 €/a
Tiefengeothermie	ca.			192.090 €/a	
Erdgaskessel	ca.	18.060 €/a	18.060 €/a	18.060 €/a	18.060 €/a
Großwärmepumpe	ca.		95.150 €/a		95.150 €/a
Elektro- und Anlagentechnik	ca.	145.920 €/a	145.920 €/a	147.120 €/a	145.920 €/a
Wärmenetz	ca.	56.100 €/a	56.100 €/a	56.100 €/a	56.100 €/a
Grundstücke & Gebäude	ca.	963 €/a	963 €/a	963 €/a	963 €/a
Versicherung/Sonstiges	ca.	48.775 €/a	58.453 €/a	173.643 €/a	57.458 €/a
technische Betriebsführung	ca.	48.775 €/a	58.453 €/a	49.322 €/a	57.458 €/a
kaufmännische Betriebsführung	ca.	53.976 €/a	53.976 €/a	53.976 €/a	53.976 €/a
jährliche Betriebs- und Wartungs- kosten	ca.	474.209 €/a	575.755 €/a	691.273 €/a	551.625 €/a

Wirtschaftlichkeit		Variante 1 HSK + EK	Variante 2 WP + HSK + EK	Variante 3 TG + EK	Variante 4 Überschuss Klosterquar- tier + WP + HSK + EK
Energiekosten Ø 1. Halbjahr 2022					
Mischpreis Überschusswärme	15,56 ct/kWh				229.895 €/a
Mischpreis Erdgas	5,68 ct/kWh	8.539 €/a	22.922 €/a	10 €/a	65.861 €/a
Hackschnitzel - WGH20	2,90 ct/kWh	598.585 €/a	376.975 €/a		315.352 €/a
Mischpreis Strom	20,29 ct/kWh	107.530 €/a	601.867 €/a	192.088 €/a	589.429 €/a
CO ₂ -Bepreisung	82,8 €/t	3.075 €/a	8.253 €/a	4 €/a	23.714 €/a
Abzug bereits inkludierter CO ₂ -Preis	30,0 €/t	-1.114 €/a	-2.990 €/a	-1 €/a	-8.591 €/a
jährliche Energiebezugskosten	ca.	716.615 €/a	1.007.027 €/a	192.101 €/a	1.215.659 €/a
Gutschriften					
BEW Modul 4 - Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom (10 Jahre)	ca.		344.614 €/a		320.347 €/a
jährliche Betriebskostenförderung	ca.		344.614 €/a		320.347 €/a
Wirtschaftlichkeit Ø 1. Halbjahr 2022					
Wärmegestehungskosten pro Jahr	ca.	2.067.025 €/a	2.280.583 €/a	2.326.633 €/a	2.464.785 €/a
spezifische Wärmegestehungs- kosten (netto)		13 ct / kWh	14 ct / kWh	15 ct / kWh	15 ct / kWh
spezifische Wärmegestehungs- kosten (brutto)		15 ct / kWh	17 ct / kWh	17 ct / kWh	18 ct / kWh
Energiekosten Ø 2. Halbjahr 2022					
Mischpreis Überschusswärme	15,60 ct/kWh				230.599 €/a
Mischpreis Erdgas	6,74 ct/kWh	10.131 €/a	27.194 €/a	12 €/a	78.137 €/a
Hackschnitzel - WGH20	3,57 ct/kWh	738.637 €/a	465.177 €/a		389.135 €/a
Mischpreis Strom	20,5 ct/kWh	108.599 €/a	607.848 €/a	193.997 €/a	595.286 €/a
CO ₂ -Bepreisung	77,5 €/t	2.878 €/a	7.725 €/a	3 €/a	22.196 €/a
Abzug bereits inkludierter CO ₂ -Preis	30,0 €/t	-1.114 €/a	-2.990 €/a	-1 €/a	-8.591 €/a
jährliche Energiebezugskosten	ca.	859.131 €/a	1.104.954 €/a	194.012 €/a	1.306.763 €/a
Wirtschaftlichkeit Ø 2. Halbjahr 2022					
Wärmegestehungskosten	ca.	2.209.540 €/a	2.378.510 €/a	2.328.544 €/a	2.555.888 €/a
spezifische Wärmegestehungs- kosten (netto)		14 ct / kWh	15 ct / kWh	15 ct / kWh	16 ct / kWh
spezifische Wärmegestehungs- kosten (brutto)		16 ct / kWh	18 ct / kWh	17 ct / kWh	19 ct / kWh

Wirtschaftlichkeit		Variante 1 HSK + EK	Variante 2 WP + HSK + EK	Variante 3 TG + EK	Variante 4 Überschuss Klosterquar- tier + WP + HSK + EK
Kosten Referenzgebäude (brutto)					
Wärmebedarf	30.000 kWh	4.931 €/a	5.308 €/a	5.196 €/a	5.703 €/a
davon Kapitalkosten	ca.	1.955 €/a	2.326 €/a	3.221 €/a	2.271 €/a
davon Betrieb und Wartungskosten	ca.	1.058 €/a	1.285 €/a	1.543 €/a	1.231 €/a
davon Energiekosten Ø 1. Halbjahr 2022	ca.	1.599 €/a	1.478 €/a	429 €/a	1.998 €/a
davon Energiekosten Ø 2. Halbjahr 2022	ca.	1.917 €/a	1.697 €/a	433 €/a	2.201 €/a
Energiekostensteigerung zum Ø 2. Halbjahr 2022	ca.	318 €/a	219 €/a	4 €/a	203 €/a
CO ₂	ca.	50 g/kWh	115 g/kWh	56 g/kWh	132 g/kWh
Wärmegestehungskosten pro kWh					
Kapitalkosten		6,52 ct/kWh	7,75 ct/kWh	10,74 ct/kWh	7,57 ct/kWh
Betriebs- und Wartungskosten		3,53 ct/kWh	4,28 ct/kWh	5,14 ct/kWh	4,10 ct/kWh
Energiekosten Ø 1. Halbjahr 2022		5,33 ct/kWh	4,93 ct/kWh	1,43 ct/kWh	6,66 ct/kWh
Energiekosten Ø 2. Halbjahr 2022		6,39 ct/kWh	5,66 ct/kWh	1,44 ct/kWh	7,34 ct/kWh
Energiekostensteigerung zum Ø 2. Halbjahr 2022		1,06 ct/kWh	0,73 ct/kWh	0,01 ct/kWh	0,68 ct/kWh

In Abbildung 8-5 sind die jährlichen Wärmekosten eines Gebäudes des Quartiers mit einem exemplarischen Wärmebedarf von 30 MWh/a dargestellt, die durch die Versorgung über ein Wärmenetz durch die unterschiedlichen Erzeugerkombinationen verursacht werden. Es lässt sich ablesen, dass alle Varianten Kosten in ähnlicher Höhe hervorrufen. Darüber hinaus zeigt die Grafik, dass die Wärmeversorgung durch Tiefengeothermie zu über 60 % auf Investitionskosten zurückzuführen ist, die über die Nutzungsdauer nicht variabel sind. Weitere 30 % entstehen durch Betrieb und Wartung der Anlagen. Diese unterliegen der üblichen Preissteigerung für Dienstleistungen. Die anderen Erzeugerkombinationen haben ebenfalls einen Anteil von Betrieb und Wartung an den Gesamtkosten von mindestens 20 %. Diese Kosten für Betrieb und Wartung sorgen zu einem gewissen Anteil auch für lokale Wertschöpfung und Arbeitsplätze. Lediglich 10 % der durch Tiefengeothermie verursachten Kosten ist auf den Einkauf von Energie zurückzuführen. Da die Energiekosten mit den größten Schwankungen und Unsicherheiten verbunden sind, ist ein solcher geringer Energiekostenanteil ein Garant für sehr langzeitstabile Wärmegestehungskosten.

Die günstigsten Wärmegestehungskosten auf Basis der Energiepreise von 2022 fallen bei der Versorgung durch einen Holzhackschnitzelkessel und einen Erdgas-Spitzenlastkessel (Variante 1) an. Diese Variante verursacht zwischen 5 % und 11 % geringere Wärmegestehungskosten Variante 2 und 3, je nachdem ob die Preise des ersten oder zweiten Halbjahres 2022 zu Grunde gelegt werden.

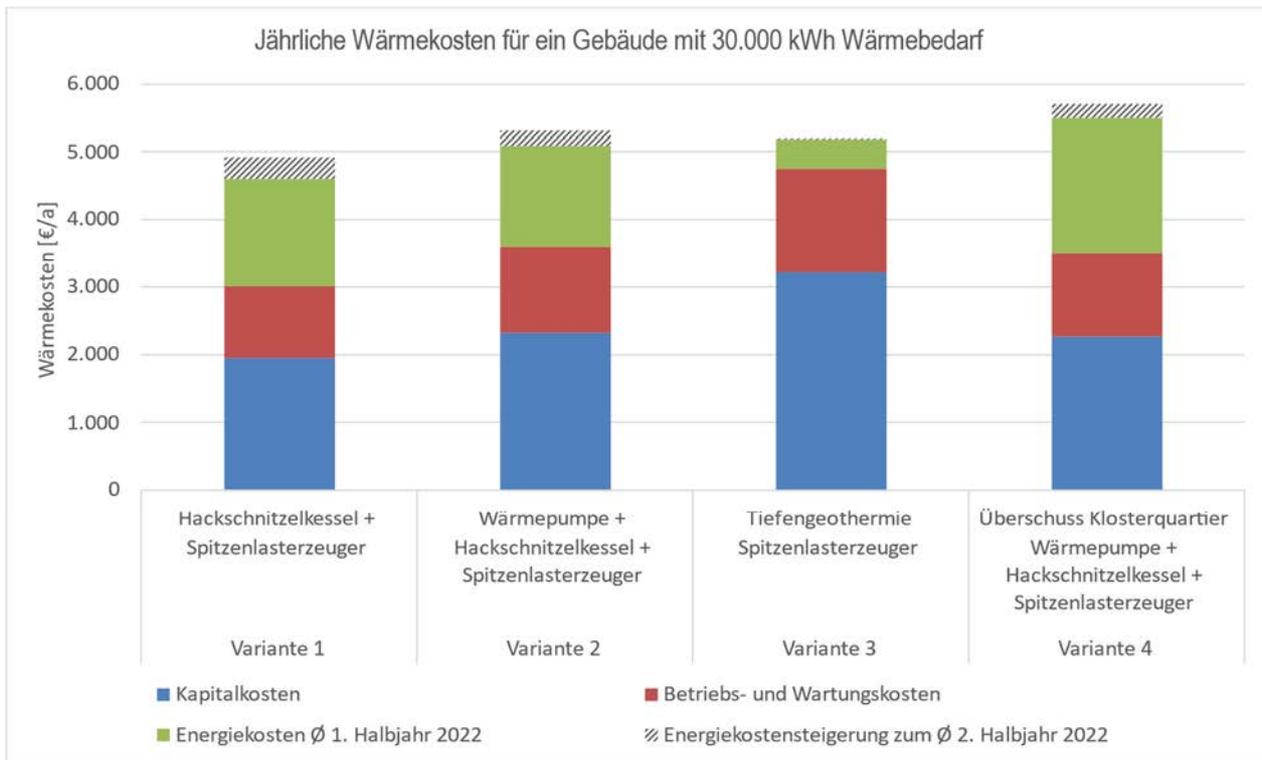


Abbildung 8-5: Vergleich der Jährlichen Wärmekosten hervorgerufen durch die vier unterschiedlichen betrachteten zentralen Wärmeversorgungsvarianten für ein beispielhaftes Gebäude des Quartiers

8.1.5 CO₂-BILANZ UND PRIMÄRENERGIEFAKTOR

Auf Basis der CO₂-Emissionsfaktoren aus Tabelle 6-6 wurden für die einzelnen Versorgungsszenarien die CO₂-Bilanzen erstellt. Hierbei wurde das Methodenpapier „BISKO“ – Bilanzierungsstandard Kommunal zu Grunde gelegt, das vom Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH entwickelt wurde und für Energie- und Treibhausgasbilanzen Bilanzierungsregeln für Kommunen in Deutschland liefert (IfEU, 2019).

Bei der Verbrennung von Holzpellets¹² und Hackschnitzeln werden im Gegensatz zu Heizöl und Erdgas nur die beim Herstellungs- und Veredelungsprozess sowie die beim Transport entstandenen Emissionen freigesetzt.

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. Für die Ermittlung der Emissionen durch den Einsatz von Strom, welcher für den Betrieb der Wärmepumpen sowie der Anlagentechnik benötigt wird (z. B. Steuer- und Regelungstechnik der Wärmeerzeuger oder Hochleistungspumpen zur Förderung des Wassers im Wärmenetz)¹³ wurde der spezifische Emissionsfaktor für den deutschen Strommix verrechnet. Dieser betrug im Jahr 2021 etwa 475 g/kWh. Aufgrund der jährlichen Zunahme des

¹² hier nur relevant bei der dezentralen Versorgung

¹³ Der Strom für die Umwälzpumpen wird dem Wärmenetz zugerechnet.

Erneuerbare-Energien-Anteils an der Stromerzeugung in Deutschland werden die Emissionen des deutschen Strommix in Zukunft niedriger ausfallen, sodass die Emissionen der Varianten mit signifikantem Wärmepumpenanteil mit der Zeit automatisch sinken. Zudem kann darauf verwiesen werden, dass in Schleswig-Holstein mehr Strom aus erneuerbaren Energieträgern gewonnen als insgesamt verbraucht wird und zeitweise sogar Anlagen abgeregelt werden müssen, so dass faktisch weit überwiegend Grünstrom im Netz ist.

Bei der Umwandlung von Solarstrahlung oder Windenergie in elektrische Energie unter Verwendung von Photovoltaik- oder Windkraft-Anlagen sind lediglich die CO₂-Emissionen der Herstellung der Anlage relevant.

Aktuell betragen die CO₂-Emissionen von dezentralen Öl-, Gas- und Stromheizungen im Quartier aus der Wärmeversorgung (Heizung + Warmwasser) ca. 5.900 t/a. Bei einer Anschlussquote von 80 % wird unterstellt, dass die Beheizung verbleibenden 20 % nicht versorgten Liegenschaften wie bisher bestehen bleibt und daher einen Sockelbetrag von 20 % der bisherigen Emissionen in Höhe von ca. 1.180 t/a bestehen bleibt, zu dem die Emissionen der zentralen Wärmeversorgung addiert werden.

Diese Annahme ist insofern gerechtfertigt, dass etwas mehr als 20 % der bestehenden fossilen Heizungen weniger als 5 Jahre alt sind. Daher besteht die Möglichkeit, dass ein Großteil in ca. 15 bis 20 Jahren noch betrieben werden, während sich die meisten Gebäude mit aktuell älterer Heizung an das Wärmenetz angeschlossen haben könnten. In dem Umfang, in dem auch die verbleibenden dezentralen Heizungsanlagen auf erneuerbare Energieträger umgestellt werden, werden auch die CO₂-Emissionen der dezentral versorgten Gebäude sinken.

Bei einer zentralen Versorgung auf Basis von Holzhackschnitzeln und fossilem Spitzenlastkessel ergeben sich im Vergleich zu den gegenwärtigen Heizsituationen Einsparungen der CO₂-Emissionen von etwa 66 %, bei verbleibenden CO₂-Emissionen von ca. 2000 t/a.

Erfolgt die zentrale Wärmeversorgung des Quartiers alternativ durch eine Kombination aus elektrisch betriebener Flusswärmepumpe und Holzhackschnitzelkessel, abgesichert durch einen fossilen Spitzenlastkessel auf Erdgasbasis, so liegen die verbleibenden CO₂-Emissionen bei ca. 3000 t/a und die mögliche Einsparung sinkt auf 49 %. Dies liegt im Wesentlichen an den hohen CO₂-Emissionen des deutschen Strommixes. Dieser negative Effekt wird noch einmal verstärkt in der Variante, in der Überschusswärme der Klarabwasser-Wärmepumpe aus dem Klosterquartier in Kombination mit einer Fluss-Wärmepumpe und einem kleineren Hackschnitzelkessel genutzt wird und diese im Wesentlichen Anteile des Hackschnitzelkessels verdrängt.

Bei der zentralen Wärmeversorgung aus Tiefengeothermie sind die CO₂-Emissionen auf ähnlichem Niveau wie bei der Versorgung auf Basis von Holzhackschnitzeln. In dieser Variante ist eine Einsparung von ca. 65 % mit verbleibenden Emissionen knapp unterhalb von 2100 t/a möglich. Dass die Emissionen der beiden Varianten so dicht beieinander liegen, lässt sich dadurch erklären, dass der spezifische Emissionsfaktor der beiden hauptsächlich verwendeten Energieträger Holz und Geothermie bei dem gleichen niedrigen Wert von 25 g/kWh liegt. Die leicht höheren Emissionen kommen durch den deutlich höheren Stromverbrauch für die Förderpumpen der Tiefengeothermie zustande. Dies wird nicht vollständig dadurch ausgeglichen, dass der Emissionsfaktor auf die eingesetzte Brennstoffenergie angewendet wird, von der auf Grund des Wirkungsgrades des Hackschnitzelkessels jedoch lediglich 85 % in Nutzenergie überführt werden können. Die geringen Emissionen des fossilen Spitzenlastkessels aus der Verbrennung von Erdgas, die in

der Hackschnitzelkessel-Variante ebenfalls anfallen, sind mit nicht einmal 5% der Emissionen der zentralen Wärmeversorgung so geringfügig, dass sie kaum ins Gewicht fallen.

Tabelle 8-5 stellt die CO₂-Bilanzen der Versorgungsvarianten für die untersuchten Versorgungsvarianten des Wärmenetzes dar.

Tabelle 8-5: CO₂-Emissionen der zentralen Wärmeversorgung

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
	HSK + EK	WP + HSK + EK	TG + EK	Überschuss Klosterquartier + WP + HSK + EK
Emissionsfaktor				
spezifischer Emissionsfaktor von Erdgas	247 g/kWh	247 g/kWh	247 g/kWh	247 g/kWh
CO ₂ -Emissionen durch Erdgas	37,1 t/a	99,7 t/a	0,0 t/a	286,4 t/a
spezifischer Emissionsfaktor von Geothermie	25 g/kWh	25 g/kWh	25 g/kWh	25 g/kWh
CO ₂ -Emissionen durch Geothermie	0,0 t/a	0,0 t/a	441,9 t/a	0,0 t/a
spezifischer Emissionsfaktor von Biomasse	25 g/kWh	25 g/kWh	25 g/kWh	25 g/kWh
CO ₂ -Emissionen durch Biomasse	516,6 t/a	325,4 t/a	0,0 t/a	272,2 t/a
spezifischer Emissionsfaktor von Strom	475 g/kWh	475 g/kWh	475 g/kWh	475 g/kWh
CO ₂ -Emissionen durch Strom	251,7 t/a	1408,7 t/a	449,6 t/a	1379,6 t/a
spezifischer Emissionsfaktor der Überschuss-Wärme	-	-	-	114 g/kWh ¹⁴
CO ₂ -Emissionen durch Überschuss-Wärme	0,0 t/a	0,0 t/a	0,0 t/a	168,5 t/a
spezifische CO₂-Emissionsfaktor	50 g/kWh	115 g/kWh	56 g/kWh	132 g/kWh
CO ₂ -Emissionen zentrale Wärmeversorgung	805 t/a	1834 t/a	892 t/a	2107 t/a
CO ₂ -Emissionen dezentrale Wärmeversorgung	1177 t/a	1177 t/a	1177 t/a	1177 t/a
Summe CO₂-Emissionen	1982 t/a	3011 t/a	2069 t/a	3284 t/a

Mit der jährlichen Zunahme des Erneuerbare-Energien-Anteils an der Stromerzeugung in Deutschland werden die Emissionen der Varianten mit signifikantem Wärmepumpenanteil mit der Zeit automatisch sinken. Dahingegen verbleiben die Emissionen der anderen Varianten nahezu unverändert auf ihrem bereits niedrigen Niveau.

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 und stellt die Primärenergiebedarfe der Versorgungsvarianten bei einer Anschlussquote von 80 % dar.

¹⁴ Entspricht dem berechneten Emissionsfaktor der Wärmeerzeugung im Klosterquartier in der emissionsärmsten Variante.

Es zeigt sich, dass alle untersuchten Varianten grundsätzlich niedrige Primärenergiefaktoren aufweisen. Durch den hohen Primärenergiefaktor von Netzstrom ist der resultierende Primärenergiefaktor in den Varianten mit Wärmepumpenanteil am höchsten. Die Variante mit Holzhackschnitzelkessel liegt knapp oberhalb der Grenze von 0,3, bei der nach GEG eine Kappung stattfindet und der erneuerbare Anteil angerechnet wird. Lediglich die Variante mit Tiefengeothermie unterschreitet die Kappungsgrenze von 0,3 und erhält daher den bestmöglichen Primärenergiefaktor von 0,2, der lediglich erreicht werden kann, wenn ausschließlich erneuerbaren Energien eingesetzt werden. Dies liegt daran, dass die Energie aus Tiefengeothermie mit einem Primärenergiefaktor von Null bewertet wird.

Tabelle 8-6: Primärenergiebedarf der zentralen Varianten

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
	HSK + EK	WP + HSK + EK	TG + EK	Überschuss Klosterquartier + WP + HSK + EK
Primärenergiefaktor				
Primärenergiefaktor von Erdgas	1,1	1,1	1,1	1,1
Primärenergiebedarf Erdgas	165 MWh/a	444 MWh/a	0 MWh/a	1.275 MWh/a
Primärenergiefaktor von Geothermie	0,0	0,0	0,0	0,0
Primärenergiebedarf Geothermie	0 MWh/a	0 MWh/a	0 MWh/a	0 MWh/a
Primärenergiefaktor der Überschuss-Wärme	-	-	-	0,5 ¹⁵
Primärenergiebedarf Überschuss-Wärme	-	-	-	709 MWh/a
Primärenergiefaktor von Holz	0,2	0,2	0,2	0,2
Primärenergiebedarf Holz	4.133 MWh/a	2.603 MWh/a	0 MWh/a	2.177 MWh/a
Primärenergiefaktor von Netz-Strom	1,8	1,8	1,8	1,8
Primärenergiebedarf Netz-Strom	954 MWh/a	782 MWh/a	1.704 MWh/a	745 MWh/a
Primärenergiefaktor von Netz-Strom (Großwärmepumpe)	1,2	1,2	1,2	1,2
Primärenergiebedarf Netz-Strom (Großwärmepumpe)	0 MWh/a	3.038 MWh/a	0 MWh/a	2.989 MWh/a
Primärenergiefaktor	0,33	0,43	0,20	0,49
Primärenergiebedarf	5.252 MWh/a	6.866 MWh/a	1.704 MWh/a	7.896 MWh/a

¹⁵ Entspricht dem berechneten Primärenergiefaktor der Wärmeerzeugung im Klosterquartier in der Emissions-ärmsten Variante, die den geringsten Primärenergiefaktoren der verglichenen Varianten aufweist.

8.2 BETREIBERKONZEPTE

Der Betrieb eines Wärmenetzes kann in verschiedenen Konstellationen erfolgen. Zum einen gibt es Unternehmen, die auf Bau und Betrieb von Wärmenetzen spezialisiert sind und dieses in der gesamten Region oder auch deutschlandweit anbieten. Denkbar sind jedoch auch lokale Lösungen, sei es in der Form von Bürgerenergiegenossenschaften, wie sie in Preetz mit der PreBEG auch schon vorhanden ist, oder in Form einer kommunalen Gesellschaft. Lokale Lösungen haben in der Regel den Vorteil, dass es eine stärkere Identifikation der Kund*innen mit dem Versorger gibt (insbesondere bei einer genossenschaftlichen Lösung sind die Kund*innen selbst Miteigentümer*innen der Wärmeversorgung) und dass größere Teile der Wertschöpfung und die Marge in der Stadt bleiben. Letzteres setzt allerdings voraus, dass die Leistungen auch weitestgehend selbst oder lokal erbracht werden, da bei einer Vergabe nach Außerhalb Wertschöpfung und Teile der Marge doch wieder abfließen.

Eine Übersicht möglicher Vor- und Nachteile verschiedener Organisationsformen ist in Tabelle 8-7 aufgeführt. Dabei handelt es sich um grundsätzliche und mögliche Eigenschaften; letztlich ist stets die genaue örtliche Ausgestaltung entscheidend.

Zu beachten ist, dass Bau und Betrieb eines Wärmenetzes aus einer Vielzahl von Aufgaben bestehen:

- Ausbau des Netzes (Planung, Ausschreibung, Bauüberwachung, Inbetriebnahme),
- Eigentum am Netz,
- technischer Betrieb (Steuerung von Wärmeerzeugungsanlagen und Netz, Wartung / Reparaturen etc.),
- Wärmeeinspeisung (besichert - d. h. mit garantierter Lieferung einschließlich Redundanzvorbereitung - oder unbesichert) und
- administrativer Betrieb (kaufmännische Aufgaben wie Abrechnung, geforderte Deklarationen etc.).

Diese Funktionen können zusammenfallen - z. B. wenn darauf spezialisierte Unternehmen das Netz auf eigene Rechnung bauen und betreiben - müssen es aber nicht. So können, wie bereits erwähnt, Bürgerenergiegenossenschaften oder kleinere kommunale EVU Teile der Leistungen auslagern. Möglich sind auch öffentlich-private Partnerschaften, bei denen spezialisierte Unternehmen und die Kommune eine gemeinsame Wärmegesellschaft gründen. Ebenfalls denkbar und in Gemeinden in Schleswig-Holstein z. T. auch schon praktiziert ist die Variante, dass die Kommune Eigentümerin des Netzes ist, das Netz aber für 10, 15 oder 20 Jahre an einen Dritten verpachtet, der damit die Kommune von sämtlichen operativen Aufgaben entlastet.

Als Eigentümerin behält die Kommune die langfristige Entscheidungshoheit über die Wärmeversorgung, für den Bau des Netzes können Kommunalkreditkonditionen genutzt werden und die Rückflüsse der Baukosten durch die Pacht können über die Mindest-Lebensdauer des Netzes (40 Jahre) kalkuliert werden. Bei Unternehmen in privater Rechtsform drängen die finanzierenden Banken i. d. R. darauf, dass der Rückfluss des investierten Kapitals innerhalb von 15 oder maximal 20 Jahren gewährleistet ist. Dies kann nur über erhöhte Wärmepreise (im Normalfall erhöhter Grundpreise) der Kund*innen in dieser Zeitphase gewährleistet werden, was die Attraktivität des Wärmenetzes und damit - sofern die Kommune nicht gemäß § 17 Gemeindeordnung Schleswig-Holstein ein Anschluss- und Benutzungsgebot erlässt - die Anschlussquote reduziert.

Tabelle 8-7: Übersicht Betreibermodelle

MODELL	VORTEILE	NACHTEILE
BÜRGERENERGIEGENOSSENSCHAFT	<ul style="list-style-type: none"> • Abnehmer als Miteigentümer (identitätsstiftend!) • ggf. auch andere Versorgungsungen (Strom etc.) möglich • Wertschöpfung verbleibt, sofern die Leistungen in der Genossenschaft erbracht werden, in der Kommune 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohes Engagement von zunächst ehrenamtlichen „Treiber*innen“ nötig • Erfahrung mit Wärmenetzen und Wärmezeugung sollte vorhanden sein, da sonst Wertschöpfung ausgelagert werden muss • Investitionsvolumen ggf. zu groß
KOMMUNE / KOMMUNALES EVU	<ul style="list-style-type: none"> • hohes Vertrauen der Bürger*innen • auch andere Versorgungsungen (Glasfaser, Strom etc.) möglich • Kommunalkreditkonditionen möglich • Wertschöpfung kann zumindest zu großen Teilen in der Kommune bleiben 	<ul style="list-style-type: none"> • Zustimmung Kommunalaufsicht einzuholen • Hoher Aufwand für Gründung und Aufbau der Infrastruktur • Know-how zu Wärmenetzen, Wärmezeugung, Abrechnung etc. aufzubauen oder auszulagern
EVU AUS DER REGION	<ul style="list-style-type: none"> • Know-how zu Errichtung, Betrieb i. d. R. vorhanden • Infrastruktur für Abrechnungen u. ä. vorhanden • ggf. Kommunalkreditkonditionen möglich • ggf. kostengünstiger Einkauf (Mengen!) und Effizienzvorteile 	<ul style="list-style-type: none"> • ggf. Interessenkonflikte wg. Erdgasverkauf • Erfahrung mit Wärmenetzen und den hier in Frage kommenden regenerativen Wärmequellen im Einzelfall zu prüfen • Wertschöpfung und Gewinnmarge nur noch in größerer Region
EVU AUS ANDEREN REGIONEN (CONTRACTOR)	<ul style="list-style-type: none"> • Know-how zu Errichtung, Betrieb i. d. R. vorhanden • ggf. kostengünstiger Einkauf (Mengen!) und Effizienzvorteile • Umfangreiche Erfahrungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Erfahrung mit den hier in Frage kommenden regenerativen Wärmequellen zu prüfen • Gewinnmarge und große Teile der Wertschöpfung fließen aus der Region ab

Für die Entscheidung ist maßgeblich, ob in der Kommune die Wärmeversorgung als Daseinsvorsorge verstanden wird. Sollte hier eine positive Entscheidung fallen, gleichzeitig aber keine Bereitschaft bestehen, operative Aufgaben in einem eigenen kommunalen EVU wahrnehmen zu lassen, bietet sich beim Aufbau eines Netzes die kombinierte Ausschreibung von Bau des Wärmenetzes sowie seines Betriebs über 10, 15 oder 20 Jahre an. Dabei können exakte Vorgaben zur Art der Wärmezeugung gemacht werden, oder eine Funktionalausschreibung unter definierten Rahmenbedingungen (wie etwa weitestgehende Klimaneutralität der Wärmeversorgung), z. B. im Rahmen eines relativ offenen wettbewerblichen Verfahrens, gewählt werden.

In Preetz bietet es sich auf jeden Fall an, in alle Überlegungen die PrEBEG als bereits existierende Bürgerenergiegenossenschaft einzubeziehen. So bietet sich bei der Nutzung von Tiefengeothermie der Standort der PrEBEG an und es müsste dann Wärme zumindest teilweise durch das Netz der PrEBEG in das Innenstadtquartier transportiert werden. Zudem könnten durch einen Zusammenschluss verschiedener Teilnetze in Preetz die Aufwendungen für die Redundanzbesicherung verringert werden - selbst wenn diese Netze im Regelfall separat betrieben würden und der Austausch von Wärme nur bei Ausfall der jeweils primär genutzten Wärmequellen erfolgte. Noch sinnvoller wäre jedoch ein kombinierter Einsatz der jeweils kostengünstigsten Wärmequellen für alle Netze gemeinsam.

8.3 DEZENTRALE VERSORGUNGSOPTIONEN

Als Kostenvergleich zu einer zentralen Wärmeversorgung sowie für die Teile des Quartiers, in denen möglicherweise 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 Mitte August des Jahres 2022 geltenden Fördermöglichkeiten für den Heizanlagentausch aus der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BAFA, 2022), die in Abbildung 8-6 dargestellt sind.



Quelle: BAFA

Abbildung 8-6: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Entscheidend für die Förderquote einer Erneuerung der Heizungsanlage ist, ob die bisherige Heizung eine Gas- oder Ölheizung war. Da sich auf Grundlage der Schornsteinfegerdaten ein hoher Anteil an Gasheizungen im Quartier abschätzen lässt, wurde in den Berechnungen von einer dezentralen Gasheizung als aktuelle Versorgungsvariante ausgegangen. Abbildung 8-7 zeigt die Jahreskosten eines Objektes mit jährlichem Wärmebedarf von 30 MWh/a, die bei Nutzung der verschiedenen möglichen dezentralen Heizungssysteme anfallen.

In den angesetzten Energiekosten wurde wie bei den zentralen Varianten statt des im Jahr 2022 gültigen CO₂-Preis von 30 € pro Tonne der im Europäischen Emissionshandel in 2022 ermittelte CO₂-Preis von ca. 80 €/t berücksichtigt (vgl. Kapitel 7.3.3) Die indirekten Emissionen der Wärmepumpen durch den Bezug von Netzstrom werden bereits jetzt über diesen an der Börse ermittelten CO₂-Preis abgegolten, der in dem Strompreis inkludiert ist. Für Pellets werden keine Brennstoff-bezogenen CO₂-Gebühren erhoben. Die Emissionen entstehen ausschließlich in der Vorkette, also durch Energieverbräuche, die in der Herstellung der Pellets auftreten. Diese Emissionen werden ggf. mit CO₂-Gebühren beaufschlagt, sofern die verwendeten Energieträger in Deutschland bzw. der EU bezogen wird. Die Auswirkungen des CO₂-Preises auf die Energiekosten der Peltheizung sind vernachlässigbar gering.

Um die unterschiedlich starken Auswirkungen durch schwankende Energiepreise abzubilden, wurden die jährlichen Wärmekosten bei den Energiepreisen des 1. Halbjahres 2022 verglichen mit denen der Energiepreise des 2. Halbjahres, d. h. es wurden die Mehrkosten bei den Preisen des 2. Halbjahres ausgewiesen. Beides sind exemplarische Betrachtungen - je nach den gewählten Zeitpunkten können sich auch andere Schwankungen der Gesamtkosten ergeben. Insofern geben die Betrachtungen lediglich Indikationen dazu, welche Versorgungsvarianten höhere Schwankungen haben könnten als andere.

Die zugrunde liegenden Energiepreise für die leitungsgebunden Energieträger Erdgas und Strom wurden dem Statistischen Bericht zur Energiepreisentwicklung entnommen (Statistisches Bundesamt, 2023). Die dort für die Abgabe an Privathaushalte gelisteten Durchschnittspreise berücksichtigen neben Neukundentarifen insbesondere langfristige Verträge. Dadurch fällt die Schwankung eher gering aus.

Pellets werden hingegen i. d. R. ähnlich wie Heizöl unregelmäßig und auf Vorrat eingekauft. Dadurch muss zum Zeitpunkt des Einkaufs der aktuelle Preis gezahlt werden, der sich am aktuellen Marktpreis orientiert (C.A.R.M.E.N., 2023). Dabei wurden die Preise für Belieferung mit 5 t im bundesdeutschen Durchschnitt angesetzt.¹⁶ Diese Preise schwanken, wie auch die Marktpreise für Erdgas und Strom, deutlich stärker als die vorwiegend vorhandenen Arbeitspreise eine leitungsgebunden Versorgung mit Energieträgern für Privatkunden, bei denen oft eine z. B. einjährige Preisbindung besteht.

In Tabelle 8-8 sind die energiewirtschaftlichen Energiewirtschaftliche Ansätze dargestellt, die der wirtschaftlichen Berechnung der dezentralen Versorgungsvarianten zu Grunde liegen.

Beim Ersatz eines (vorhandenen) Gaskessels wird davon ausgegangen, dass zusätzlich eine Solarthermieanlage errichtet wird, um so die Anforderungen von § 9 Abs. 1 EWKG zu erfüllen.¹⁷

Zum Zeitpunkt der Erarbeitung des Quartierskonzeptes und der zugrundeliegenden Berechnungen waren die Anforderungen nach § 9 Abs. 1 EWKG, die strengste Vorgabe zur Errichtung einer

¹⁶ Diese Liefermenge setzt eine ausreichende Lagerkapazität voraus. Inwiefern diese bei Bestandsgebäuden, die ihre Heizung umrüsten, errichtet werden kann, ist im Einzelfall zu prüfen. Ansonsten ist mit höheren Kosten zu rechnen. Da die Pelletheizung i. d. R. auch jetzt schon die teuerste Lösung darstellt, ergeben sich hinsichtlich der Schlussfolgerungen keine Änderungen.

¹⁷ „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. ...“

Erdgastherme in Schleswig-Holstein. Mittlerweile wurden diese durch strengere Vorgaben des GEG ersetzt. So müssen Erdgaskessel, die ab dem 01.01.2024 errichtet werden ab 2029 mit 15 % erneuerbaren Gasen betrieben werden und dieser Anteil steigt über 30 % ab 2035 bis auf 60 % ab 2040.¹⁸ Diese Vorgaben werden auf Grund der deutlich höheren Preise für erneuerbare Gase zu einem signifikanten Kostenanstieg bei der Nutzung von Erdgasthermen führen.

Die ermittelten Kosten für die Beheizung mit Wärmepumpen gelten unter der Annahme, dass das Gebäude bereits geeignet ist, mit geringeren Vorlauftemperaturen der Heizung von 40 bis 50 °C beheizt zu werden. Sind die vorhandenen Heizkörperflächen zu klein, so steigen entweder die Energiekosten auf Grund höherer Vorlauftemperaturen und der daraus resultierenden geringeren Effizienz der Wärmepumpe, oder es steigen die Kapitalkosten, da zusätzlich zum Einbau der Wärmepumpe einige oder alle Heizkörper getauscht werden müssen. Anzahl und Leistung der auszutauschenden Heizkörper sind jedoch sehr individuell und von Gebäude zu Gebäude unterschiedlich. Daher ist es nicht möglich, diese Kosten verallgemeinernd für das Quartier darzustellen.

Tabelle 8-8: Energiewirtschaftliche Ansätze der dezentralen Versorgungsvarianten

		netto	brutto	Einheit
MwSt.		19,00%		
Kapitalzins		5,00%		p. a.
Wartung und Instandhaltung				
Biomassekessel		336	400	€/Jahr
Erdgaskessel		252	300	€/Jahr
Ölkessel		294	350	€/Jahr
Wärmepumpen		126	150	€/Jahr
Solarthermie		42	150	€/Jahr
Energiekosten				
Mischpreis Erdgas	Ø 1. Halbjahr 2022	6,77	8,06	ct/kWh _{Hi}
	Ø 2. Halbjahr 2022	7,91	9,41	ct/kWh _{Hi}
Pellets - 5 Tonnen	Ø 1. Halbjahr 2022	7,35	8,75	ct/kWh _{Hi}
	Ø 2. Halbjahr 2022	12,85	15,29	ct/kWh _{Hi}
Mischpreis Strom	Ø 1. Halbjahr 2022	25,16	29,94	ct/kWh _{el}
	Ø 2. Halbjahr 2022	25,56	30,42	ct/kWh _{el}
CO ₂ -Bepreisung	Ø 1. Halbjahr 2022	82,81	98,54	€/t CO ₂
	Ø 2. Halbjahr 2022	77,51	92,24	€/t CO ₂

8.4 VERGLEICH ZENTRALER UND DEZENTRALER VERSORUNGSOPTIONEN

In Abbildung 8-7 sind die jährlichen Wärmegestehungskosten der unterschiedlichen typischerweise für die dezentrale Wärmeversorgung eingesetzten Heizungstechnologien für ein beispielhaftes Gebäude mit einem Wärmebedarf von 30 MWh dargestellt. Dargestellt sind die jeweiligen

¹⁸ vgl. § 71 Abs. 9 GEG

Anteile, die sich durch die Investition in die Heizungsanlage, die regelmäßige Wartung und die Energiekosten ergeben. Verglichen werden sie mit der Versorgung aus einem Wärmenetz, wobei die Kosten und Emissionen der favorisierten Variante mit Tiefengeothermie angesetzt werden.

Es lässt sich ablesen, dass die Erdgastherme mit Unterstützung durch Solarthermie die geringsten Kapitalkosten hervorruft. Außerdem lässt sich ablesen, dass die Wärmegestehungskosten der Wärmepumpen ohne Solarthermie mit den Wärmegestehungskosten der Erdgastherme mit Solarthermie mithalten und diese unterbieten können, wenn man das Preisniveau des 2. Halbjahres 2022 heranzieht.

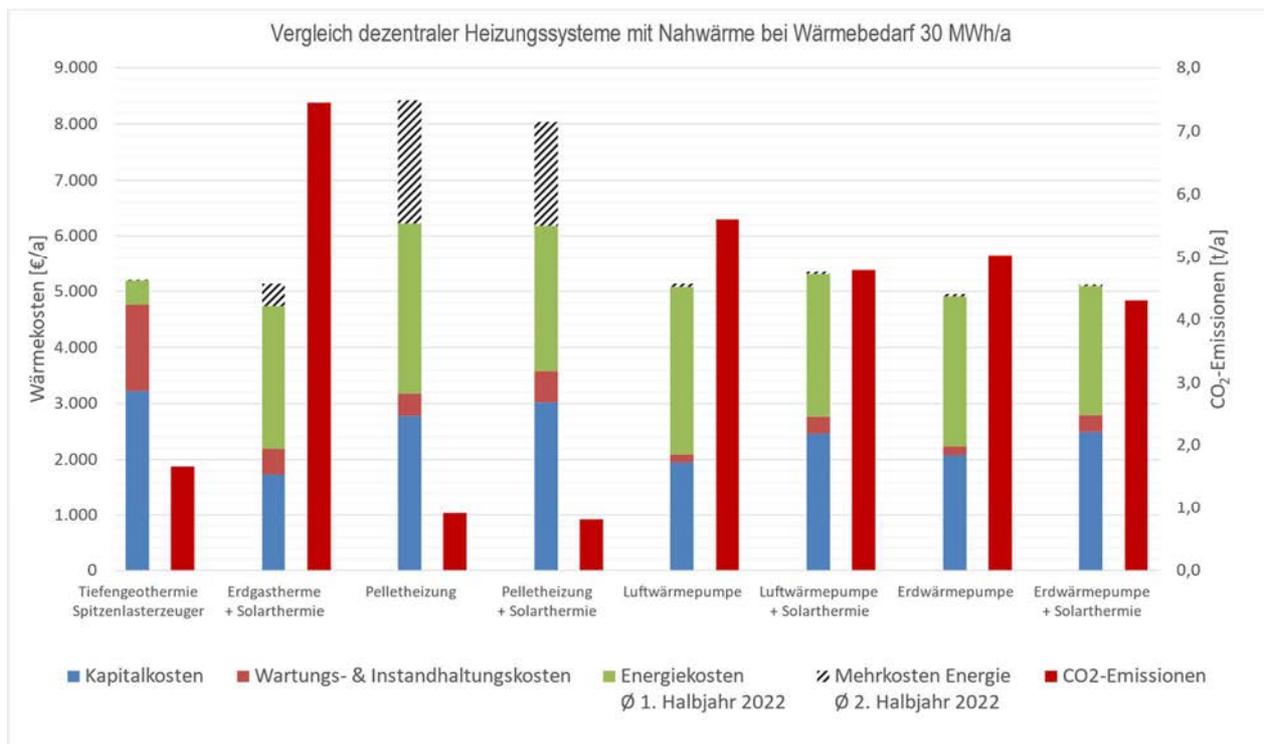


Abbildung 8-7: Vergleich der präferierten Fernwärmevariante mit den typischen zur Verfügung stehenden dezentralen Heizungstechnologien

Die Berechnungen zeigen, dass der Aufbau einer zentralen Wärmeversorgungslösung für ein durchschnittliches angeschlossenes Gebäude im Quartier ähnliche Kosten hervorruft wie der Einbau und Betrieb einer erneuerbaren Heizungslösung auf Wärmepumpenbasis. Die Kosten durch die dezentrale Beheizung mit Wärmepumpen (Luft- oder Erde, mit oder ohne Solarthermie) liegen zwischen 94 % und 103 % des Kostenniveaus der Tiefengeothermie. Dies gilt auch unter Berücksichtigung der gestiegenen Energiekosten im zweiten Halbjahr 2022. Da bei einigen Gebäuden mindestens einzelne Heizkörper ausgetauscht oder leicht höhere Strombedarfe in Kauf genommen werden müssten, können die Kosten für das durchschnittliche Gebäude im Quartier bei Beheizung mit dezentralen Wärmepumpen auch leicht über den Kosten der zentralen Versorgung liegen.

Gleichzeitig liegen die CO₂-Emissionen, die indirekt durch die Nutzung der Wärmepumpen hervorgerufen werden, zwischen dem 2,5-fachen und dem 3,3-fachen der CO₂-Emissionen, die durch die Versorgung aus dem Wärmenetz verursacht werden. Diese hohen Emissionen sind auf die Emissionen aus der deutschen Stromerzeugung zurückzuführen. Wird „echter“ Ökostrom (Zerger,

2020) anstelle des Graustroms aus deutschem Strommix zum Betrieb der Wärmepumpen eingesetzt, fallen nur noch minimale CO₂-Emissionen an. Mit zunehmendem Umstieg auf Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen werden diese CO₂-Emissionen jedoch automatisch sinken; zudem sind die Emissionen des in Schleswig-Holstein vorhandenen Strommix deutlich geringer (vgl. Kapitel 8.1.5).

Die Kosten bei dezentraler Beheizung mit Pellets liegen deutlich höher als bei der zentralen Versorgung aus dem Wärmenetz. Grund hierfür sind sowohl hohe Investitionskosten als auch hohe Energiebezugskosten. Dadurch liegen die Heizkosten in dieser Variante für den Referenzzeitraum 1. Halbjahr 2022 bei ca. 120 % des Kostenniveaus des Wärmenetzes. Mit den deutlich gestiegenen Pelletpreisen im 2. Halbjahr 2022 steigen die Kosten sogar auf ca. 155 % bzw. 162 % des Kostenniveaus des Wärmenetzes. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Pelletpreise im 2. Halbjahr 2022 auf einem Allzeithoch waren (s. Abbildung 8-8). Die Beheizung mit Pellets verursacht unter allen verglichenen Technologien die geringsten CO₂-Emissionen und unterschreiten dabei auch die Emissionen des Wärmenetzes um nahezu die Hälfte. Ein wesentlicher Anteil der Emissionen des aus Tiefengeothermie gespeisten Wärmenetzes stammen jedoch aus der Nutzung von Graustrom für die Förderpumpen und die Netzpumpen. Die vorgenannten Aussagen zur Klimabilanz von Graustrom im Kontext der Energiewende und regional in Schleswig-Holstein gelten auch hier.

Die dezentrale Beheizung mittels Erdgastherme unter Einbindung von Solarthermie ist unter den derzeitigen Gegebenheiten die kostengünstigste Variante und verursacht Kosten in Höhe von 91 % des Kostenniveaus der Versorgung aus dem Wärmenetz. Im Vergleich zu den Wärmepumpenlösungen ist die Versorgung mit Erdgas jedoch deutlich Energiepreissensibler. Dadurch verliert die Kombination aus Erdgastherme und Solarthermie ihren Kostenvorteil, sobald die Energiepreise aus dem 2. Halbjahr 2022 angesetzt werden und kommt dann auch auf 99 % des Kostenniveaus des Wärmenetzes.

Durch die Änderung des Gebäudeenergiegesetz vom 19.10.2023, lässt sich eine neu eingebaute Erdgastherme längstens bis Ende 2028 ohne einen Anteil von erneuerbaren Gasen betreiben. Biomethan, als derzeit wichtigstes verfügbares erneuerbares Gas, wird derzeit für Großkunden mit dem anderthalbfachen Preis von Erdgas gehandelt. Es ist daher absehbar, dass das aktuell geringere Preisniveau nur für ein Fünftel der voraussichtlichen Nutzungsdauer einer Erdgastherme anzusetzen ist.

Die Gasheizung war zu Spitzenzeiten der Energiekrise eine ausgesprochen teure Lösung. Inzwischen ist das nicht mehr der Fall, sie bleibt aber die mit Abstand klimaschädlichste Versorgungsvariante mit den 4,5-fachen Emissionen der Versorgung aus dem Wärmenetz. Die weiteren Entwicklungen der Energiepreise sind schwer abzuschätzen. Absehbar ist jedoch, dass der steigende CO₂-Preis und die Kosten für den Betrieb eines Gasnetzes, dessen Betriebskosten aufgrund der Umstellung vieler Haushalte von immer weniger Kunden getragen werden müssen, langfristig zu Preissteigerungen führen werden. Darüber hinaus lässt § 71 Abs. 8 GEG den Einbau einer Gastherme, die hauptsächlich fossil betrieben wird, längstens bis Mitte 2028 zu.

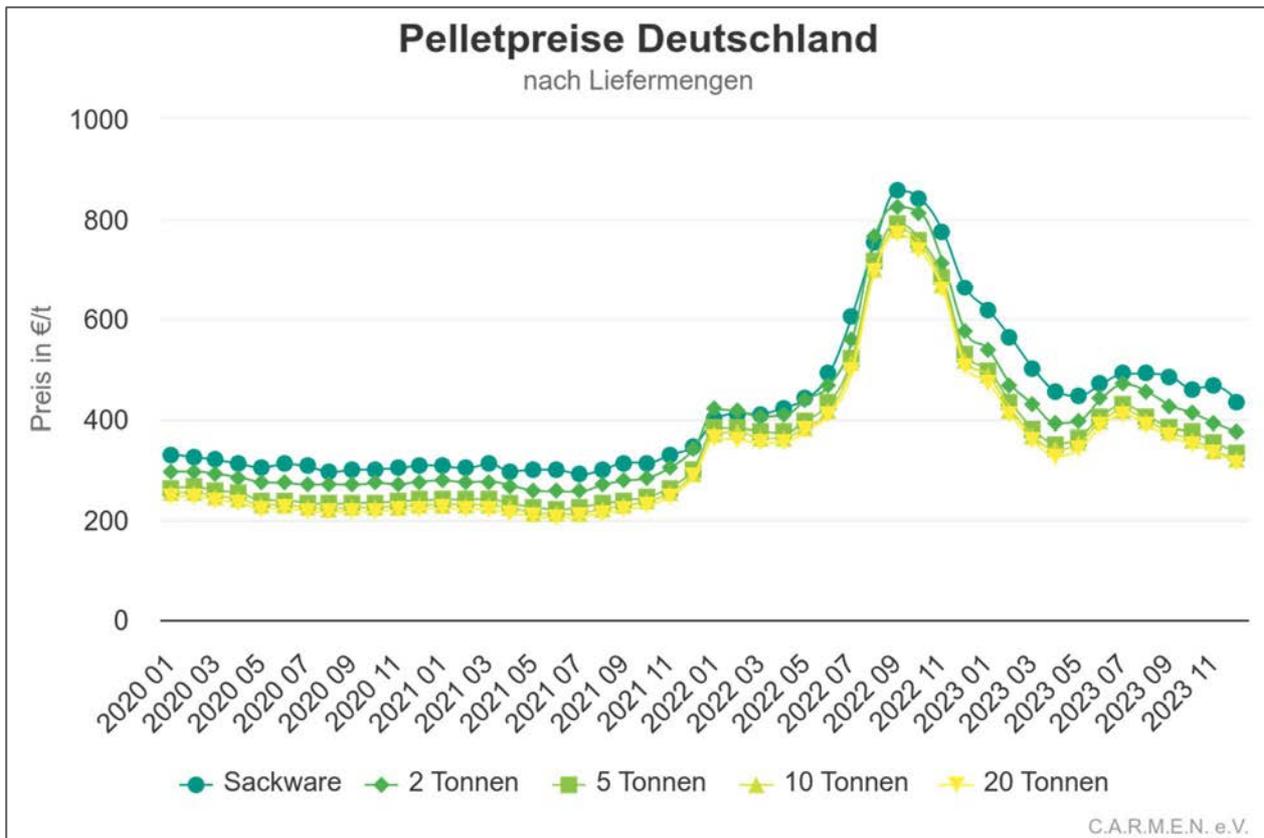


Abbildung 8-8: Pelletpreise im bundesdeutschen Durchschnitt von 2020 bis 2023 vgl. (C.A.R.M.E.N, 2023)

Die Versorgung mit Wärme aus dem Wärmenetz hat somit insbesondere bei der Nutzung von Tiefengeothermie zusammenfassend das Potential, stabile, d. h. relativ energiepreisunabhängige Wärmekosten zu gewährleisten. Es muss dabei darauf hingewiesen werden, dass alle Anlagen und Energiepreise derzeit starken Schwankungen unterliegen und die Berechnungen für Wärmenetze in einem frühen Konzeptstadium wie hier typischerweise Ungenauigkeiten von bis zu 20 % aufweisen können. Die Auswirkungen von Kostenschwankungen werden im nachfolgenden Kapitel 8.5 näher betrachtet.

8.5 SENSITIVITÄTSANALYSE

Da in den Annahmen im Rahmen eines Quartierskonzeptes systembedingt noch Unsicherheiten liegen, werden in diesem Kapitel unterschiedlichste Sensitivitätsanalysen dargestellt und interpretiert. Diese Sensitivitätsanalysen variieren stets einen Parameter, der die Kosten beeinflusst, während alle anderen Parameter konstant gehalten werden. 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.

Von herausgehobener Bedeutung ist vor allem, ob sich bei der Variation die Rangfolge der Wirtschaftlichkeit der Versorgungsvarianten verändert. Dies hätte zur Folge, dass die Entscheidung für eine bestimmte Versorgungsvariante bei sich ändernden Bedingungen ab einem bestimmten

Punkt unter ausschließlicher Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte anders ausfallen müsste.

Zur Abschätzung wirtschaftlicher Chancen und Risiken durch sich verändernde Energiepreise bedarf es zunächst der Quantifizierung möglicher Energiepreisentwicklungen. Hierbei wurde die Spanne so gewählt, dass sowohl eine Preissenkung auf das Preisniveau vor der Energiepreiskrise abgebildet werden kann sowie auch ein deutlicher Anstieg der jeweiligen Preise weit über das Niveau der kürzlich erlebten Energiepreiskrise hinaus. Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den in den Sensitivitätsanalysen dargestellten Energiepreisen und Wärmegestehungskosten um Brutto-Werte handelt.

Abbildung 8-8 lässt sich entnehmen, dass es in den letzten drei Jahren erhebliche Preisveränderungen für Holzpellets gab. Die maximale Preissteigerung gegenüber dem Preis von Dezember 2020 betrug fast 350 %. Jedoch auch die langfristige Preissteigerung bis Dezember 2023 beträgt über 40 % (C.A.R.M.E.N., 2023). Nimmt die Anzahl von Holzpelletsheizungen in starkem Maße zu, ohne dass zusätzliche Angebote auf den Markt kommen, könnten die Preise langfristig weiter steigen.

Die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen hängt wesentlich von der Anschlussquote ab - je höher die Anschlussquote, desto stärker werden die erforderlichen Investitionskosten auf viele Schultern verteilt. Aus diesem Grund werden die Auswirkungen einer geringeren / höheren Anschlussquote in Folge einer abweichenden Anzahl der an das Wärmenetz angeschlossenen Gebäude dargestellt.

Tabelle 8-9 gibt einen Überblick über die Eingangsparameter der Sensitivitätsanalyse. Basiswerte sind hier die Preise des zweiten Halbjahres 2022.

Tabelle 8-9: Eingangsparameter der Sensitivitätsanalyse

VERÄNDERLICHE PARAMETER	
Erdgaspreis	5 bis 25 ct/kWh
Strompreis	20 bis 70 ct/kWh
Hackschnitzelpreis	1 bis 12 ct/kWh
Holzpelletpreis	3 bis 30 ct/kWh
Anschlussquote an das Wärmenetz	40 bis 100 %
Nutzungsdauer der Geothermieanlage	10 bis 70 Jahre

8.5.1 SENSITIVITÄTSANALYSEN DER ZENTRALEN VARIANTEN

In diesem Kapitel werden zunächst die wesentlichen Sensitivitäten der zentralen Versorgungsoptionen dargestellt und diskutiert. Zunächst werden dazu die Preise der wesentlich eingesetzten Energieträger variiert.

In Abbildung 8-9 sind die Auswirkungen des Erdgaspreises für Großkunden auf die Heizkosten eines Referenzgebäudes abgebildet. Da Erdgas in allen zentralen Varianten lediglich zur Spitzenlastabdeckung genutzt wird, stellt es eigentlich keinen wesentlich eingesetzten Energieträger dar. In der Folge ist der Einfluss des Erdgaspreises auf alle untersuchten Varianten vernachlässigbar gering.

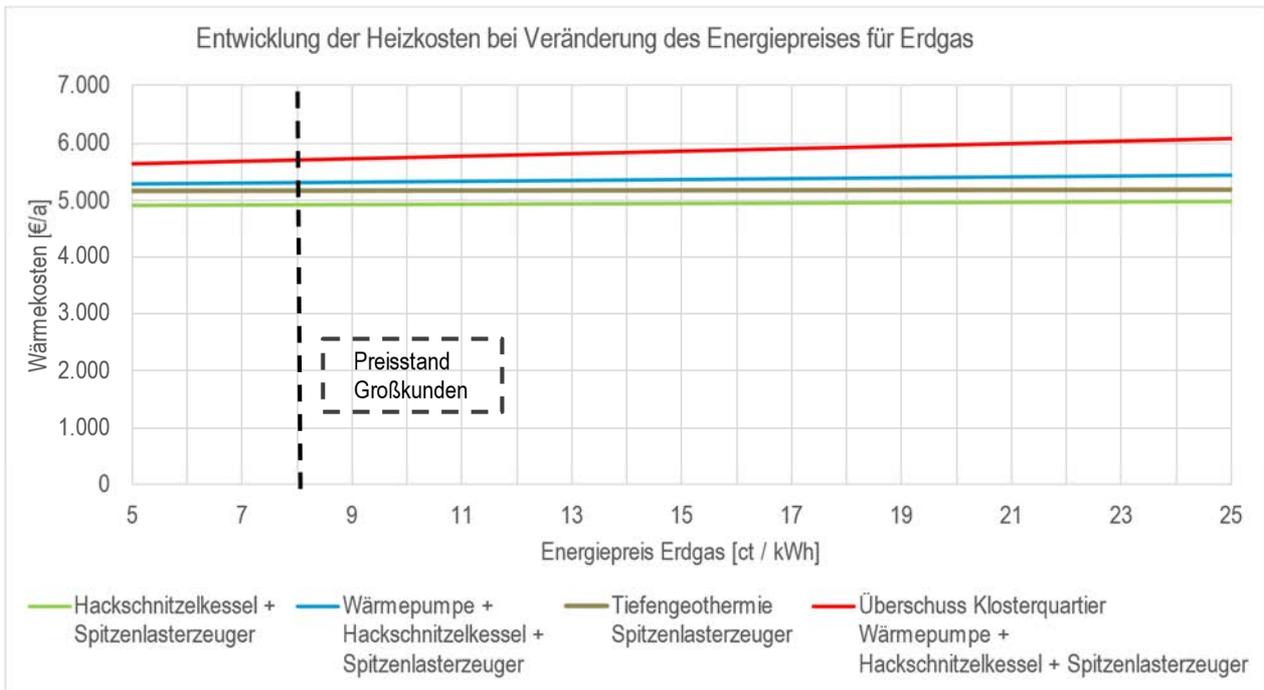


Abbildung 8-9: Darstellung der Abhängigkeiten der Heizkosten eines Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh vom Energiepreis für Erdgas für den Einsatz im zentralen Erdgaskessel

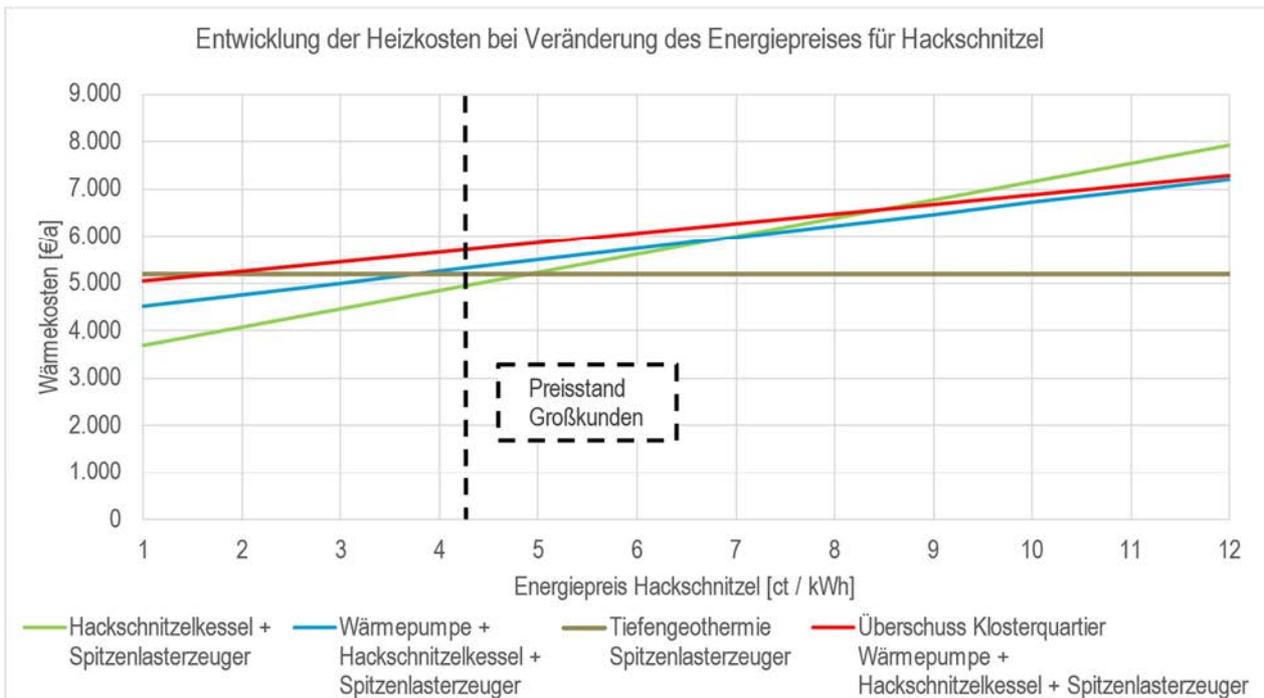


Abbildung 8-10: Darstellung der Abhängigkeiten der Heizkosten eines Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh vom Energiepreis für Holz hackschnitzel für den Einsatz im zentralen Hackschnitzelkessel

In Abbildung 8-10 sind die Auswirkungen des Preises für Hackschnitzel mit 20 % Restfeuchte auf die Heizkosten eines Referenzgebäudes abgebildet. Es zeigt sich, dass der preisliche Vorteil, den die ausschließliche Nutzung von Holz hackschnitzeln gegenüber Tiefengeothermie beim

angenommenen Preis noch bieten würde, schon durch relativ geringe Preissteigerungen der Holzhackschnitzel ausgeglichen würde.

In Abbildung 8-11 sind die Auswirkungen des Preises für Strom auf die Heizkosten eines Referenzgebäudes abgebildet. Es ist ersichtlich, dass alle Varianten eine Sensitivität hinsichtlich des Strompreises aufweisen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in allen Varianten in geringem Maße Strom für Netzpumpen und Eigenbedarf der Wärmeerzeuger eingesetzt wird. Bei der Tiefengeothermie ist die Abhängigkeit vom Strompreis auf Grund der zusätzlichen Strombedarfe der geothermischen Förderpumpen ausgeprägter als bei der Variante des Hackschnitzelkessels. Die deutlichste Abhängigkeit vom Strompreis haben die Varianten mit Wärmepumpenanteil. Bei einem Strompreis unterhalb von 22 ct/kWh brutto wird Erzeugungskombination aus Wärmepumpe im Kirchsee, Holzhackschnitzelkessel und fossilem Spitzenlastzeuger wirtschaftlicher als die Tiefengeothermie. Dass diese Erzeugerkombination im 1. Halbjahr 2022 leicht günstiger war als die Tiefengeothermie, lag daher nicht an den leicht geringeren Strompreisen, die knapp oberhalb von 24 ct/kWh lagen, sondern an den deutlich geringeren Preisen für Holzhackschnitzel. Unterhalb eines Strompreises von 16 ct/kWh ist die Variante auch wirtschaftlicher als die Vollversorgung über Holzhackschnitzel. Die Variante mit Nutzung von Überschüssen der Wärmepumpe des Klosterquartiers wird erst unterhalb eines Strompreises 14 ct/kWh wirtschaftlich konkurrenzfähig.

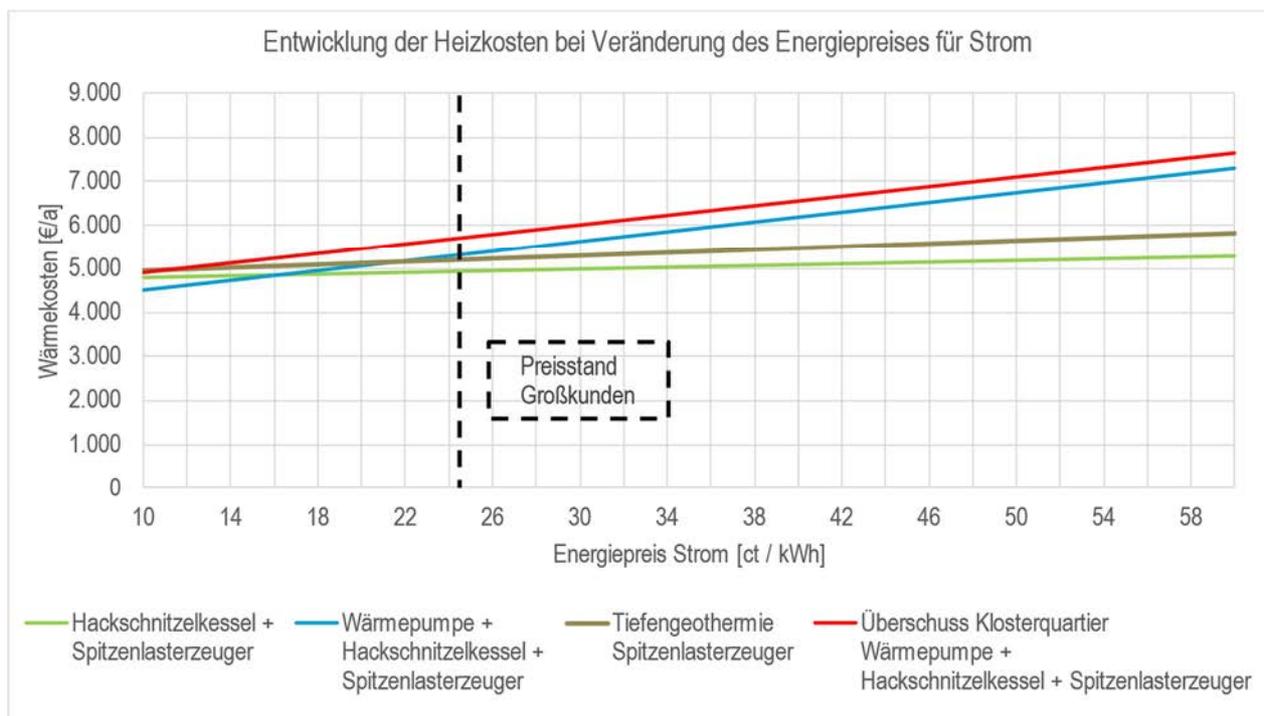


Abbildung 8-11: Darstellung der Abhängigkeit der Heizkosten eines Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh vom Energiepreis für Strom für den Einsatz im Wärmenetz

In Abbildung 8-12 sind die Auswirkungen der Anschlussquote der Gebäude im Quartier auf die Heizkosten eines versorgten Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh für die vier untersuchten Varianten dargestellt. Es lässt sich feststellen, dass die Variante der Tiefengeothermie besonders empfindlich auf eine niedrige Anschlussquote reagiert, während die Varianten mit Hackschnitzelkessel weniger deutlich mit steigenden Kosten auf eine niedrigere Anschlussquote reagieren. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass die Investitions- und Wartungskosten nahezu

unverändert hoch bleiben, während die Energiekosten mit den niedrigeren Energieverbräuchen eines Netzes mit weniger Gebäuden zurückgehen. Investitionsintensive Technologien wie die Tiefengeothermie und die Wärmepumpen sind daher nur bei möglichst hohen Anschlussquoten wirtschaftlich, oder bei einer Nutzung überschüssiger Wärmemengen in benachbarten Quartieren.

Bei anderen Varianten als der Tiefengeothermie steigen die Kosten der Wärmelieferung bei einer Anschlussquote von 60 % gegenüber den angenommenen 80 % um rund 10 % an. Unterhalb von 60 % Anschlussquote sind dann deutlichere Steigerungen zu verzeichnen.

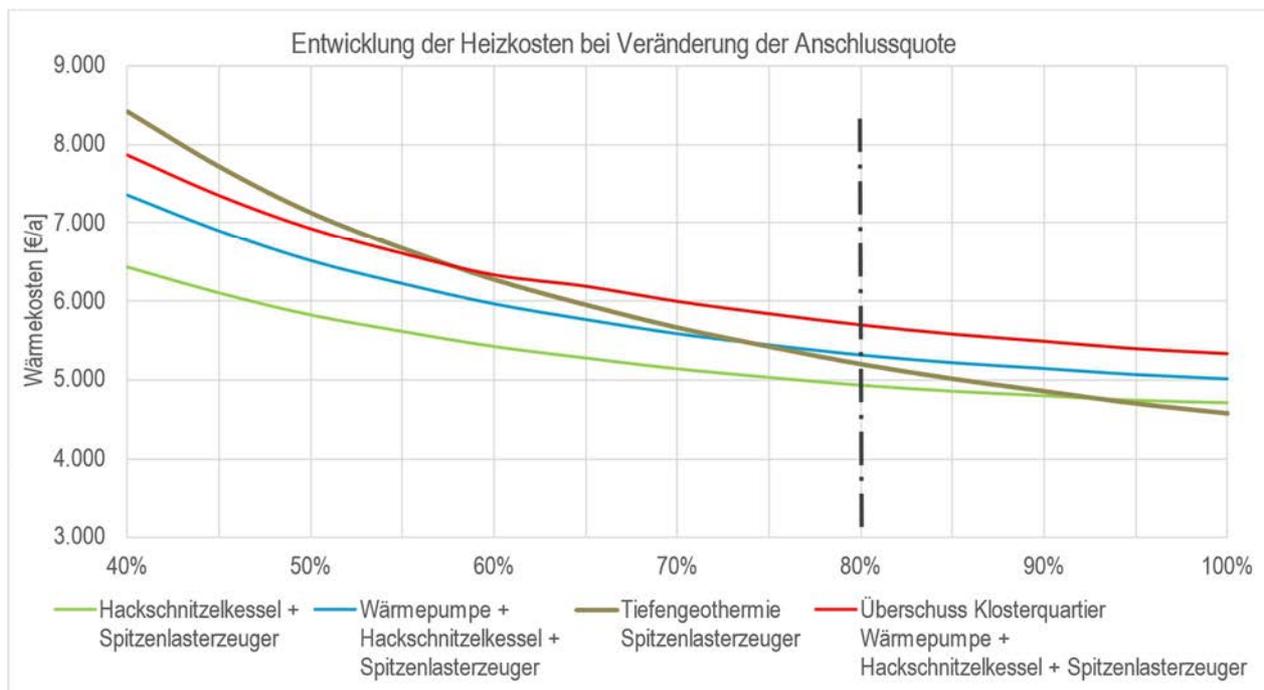


Abbildung 8-12: Darstellung der Abhängigkeit der Heizkosten eines Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh von der Anschlussquote der Gebäude des Quartiers

In Abbildung 8-13 sind die Auswirkungen der Nutzungsdauer der geothermischen Anlagen auf die Heizkosten eines versorgten Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh dargestellt. Es lässt sich erkennen, dass die Wirtschaftlichkeit der Nutzung von Tiefengeothermie signifikant von der möglichen Nutzungsdauer abhängig ist und insbesondere bei Nutzungsdauern von unter etwa 30 Jahren besonders kritisch wird. Insofern ist es wichtig, neben dem Fündigkeitsrisiko unmittelbar nach Abschluss der Bohrungen auch das Risiko eines vorzeitigen Versiegens der Wärmequelle mit abzudecken (vgl. Kapitel 8.1.1).

Für alle Varianten ist ein einheitlicher Kapitalzinssatz von 5 % p. a. angenommen worden. In Abbildung 8-14 sind die Auswirkungen unterschiedlicher Kapitalzinssätze auf die Heizkosten eines versorgten Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh dargestellt. Während alle Varianten von geringen Zinssätzen profitieren, ist es insbesondere die Tiefengeothermie, deren Wärmegestehungskosten sich signifikant mit einem geringeren Zinssatz reduzieren. Dies ist zum einen dem hohen Investitionsvolumen und dem hohen Investitionsanteil und zum anderen der langen Nutzungsdauer zuzurechnen, auf die diese Kosten verzinst umgelegt werden.

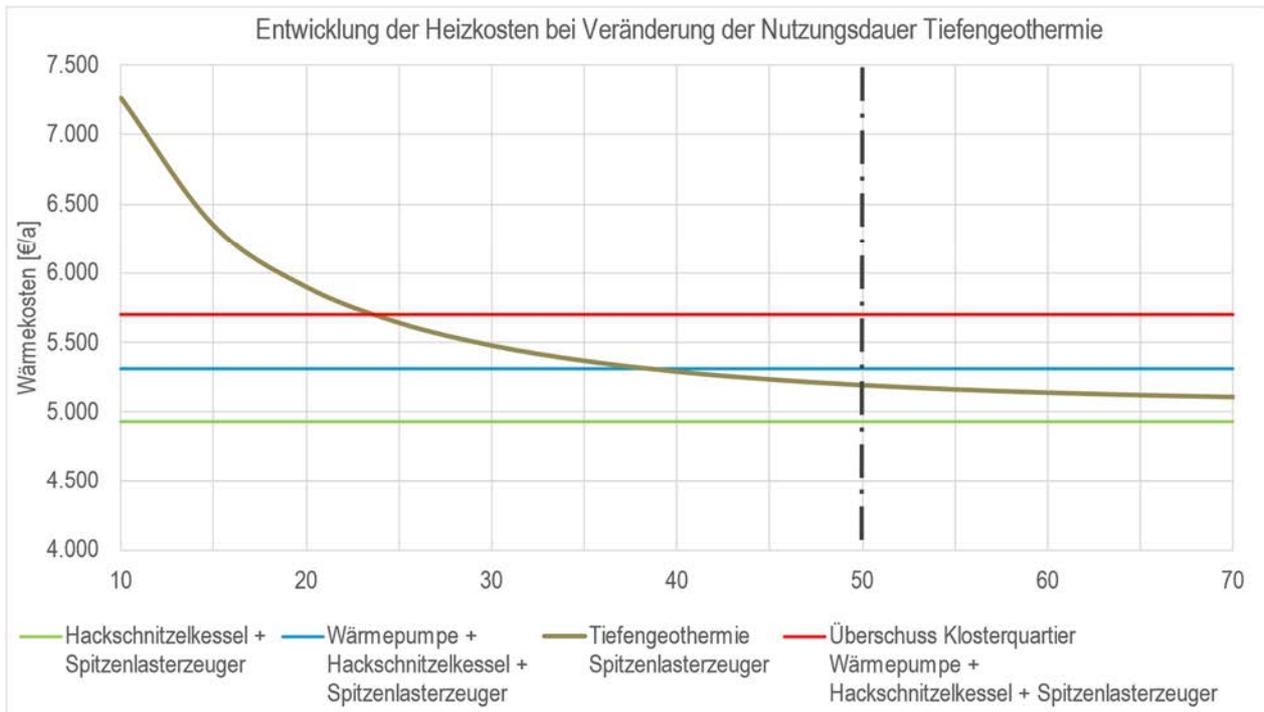


Abbildung 8-13: Darstellung der Abhängigkeit der Heizkosten eines Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh von der Nutzungsdauer der Tiefengeothermie

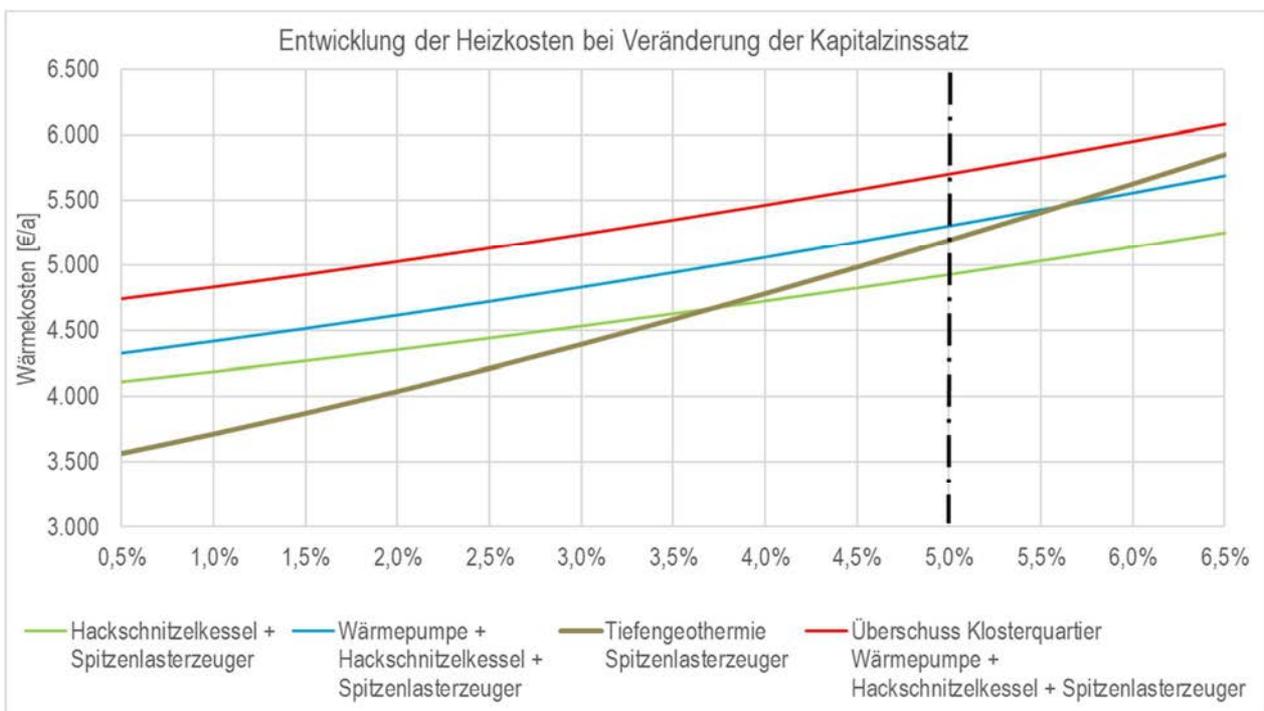


Abbildung 8-14: Darstellung der Abhängigkeit der Heizkosten eines Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh vom Kapitalzinssatz

Auf Grund der hohen Nutzungsdauer der Tiefengeothermie und damit einhergehend eines voraussichtlich besonders langen Kreditzeitraums könnten die Kapitalzinsen nach Ablauf der ursprünglich vereinbarten Zinsbindungsfrist auch geringer ausfallen. Dabei ist zu beachten, dass

bei Betreibern in privater Rechtsform Banken i. d. R. auf eine vollständige Tilgung der Kredite innerhalb von 15 bis maximal 20 Jahren drängen und lediglich bei einer Kommune längere Tilgungsdauern akzeptiert werden dürften.

8.5.2 SENSITIVITÄTSANALYSEN DER DEZENTRALEN VARIANTEN IM VERGLEICH MIT EINER ZENTRALEN VARIANTE

In diesem Kapitel werden die wesentlichen Sensitivitäten der dezentralen Versorgungsoptionen dargestellt und diskutiert. Dazu werden die Preise der wesentlich eingesetzten Energieträger variiert.

Tabelle 8-10: Legende der Diagramme zur Sensitivitätsanalyse

DZ	Dezentrale Versorgung	PH	Pelletheizung
EWP	Erdwärmepumpe	LWP	Luftwärmepumpe
GH	Gasheizung	ST	Solarthermie

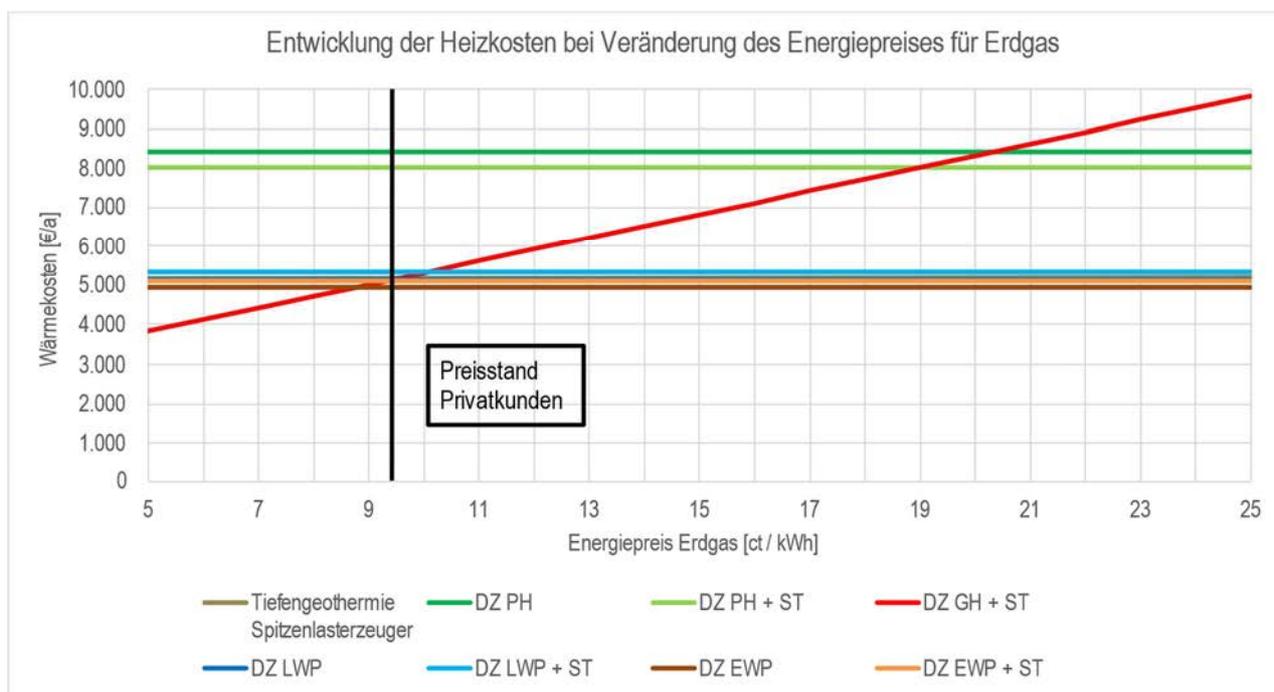


Abbildung 8-15: Darstellung der Abhängigkeit der Heizkosten eines Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh vom Erdgaspreis

In Abbildung 8-15 sind die Auswirkungen des Erdgaspreises für Privatkunden auf die Beheizungskosten des gewählten Referenzgebäudes dargestellt. Es wird ersichtlich, wie stark die Heizkosten bei Einsatz einer Gasbrennwerttherme in Kombination mit Solarthermie vom Erdgaspreis abhängen. Bei einem Gaspreis unterhalb von 8,5 ct/kWh brutto ist die Erdgastherme die günstigste Variante. Ab einem Gaspreis von 10,2 ct/kWh brutto hingegen ist die Erdgastherme teurer als alle dezentralen Wärmepumpenvarianten mit oder ohne Solarthermie. Ab einem Gaspreis von 20,2 ct/kWh ist die Beheizung mittels Erdgastherme teurer als mit Holzpellets, die im zweiten Halbjahr 2022 beschafft wurden. Hierbei sei jedoch darauf hingewiesen, dass Preise für Holzpellets in diesem Zeitraum auf einem Allzeithoch waren, so dass die Kosten einer

Gasbrennwerttherme auch schon bei geringeren Steigerungen des Gaspreises über denen einer Pelletheizung liegen könnten.

Darüber hinaus sei darauf hingewiesen, dass es sich bei dem zu Grunde liegenden Energiepreis für Erdgas nicht um den Arbeitspreis, sondern den Vollpreis handelt, in dem der Grundpreis inkludiert ist. Soll ein bestimmter Gaspreis in dieser Grafik eingeordnet werden, so ist darauf zu achten, dass nicht ausschließlich der Arbeitspreis herangezogen wird, sondern auch der Grundpreis auf die bezogene Energiemenge umzulegen ist.

In Abbildung 8-16 sind die Auswirkungen des Strompreises auf die Beheizungskosten des gewählten Referenzgebäudes dargestellt. Hierbei ist zu beachten, dass für die dezentralen Heizungssysteme der Preis für Privatkunden, für die zentrale Versorgung mit Tiefengeothermie der Preis für Großkunden zugrunde gelegt werden muss. Der Preis für Großkunden liegt dabei stets einige ct/kWh unter dem für Privatkunden. Es lässt sich erkennen, dass alle Varianten eine gewisse Abhängigkeit vom Strompreis aufweisen, da alle Heizungssysteme Strom als Hilfsenergie benötigen. Eine deutliche Abhängigkeit besteht hingegen nur bei den Wärmepumpen.

Es lässt sich ableiten, dass unterhalb eines Privatkundenpreises von 26 ct/kWh alle Wärmepumpen geringere Heizkosten verursachen als die Gastherme und die zentrale Versorgung mit Tiefengeothermie. Die Heizkosten der Wärmepumpen erreichen jedoch erst ab Strompreisen von über 64 ct/kWh das Niveau der Holzpellets, wobei für die Holzpellets der krisenbedingte hohe Energiepreis angesetzt ist (siehe oben).

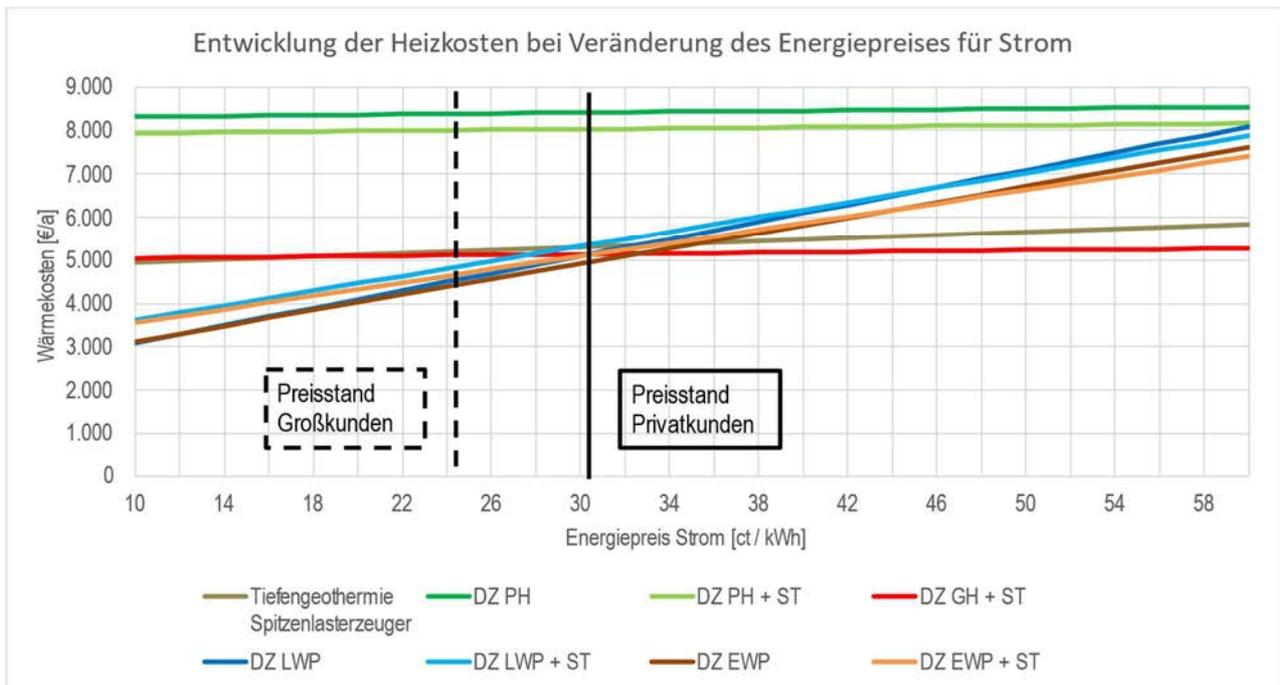


Abbildung 8-16: Darstellung der Abhängigkeit der Heizkosten eines Referenzgebäudes mit einem Wärmebedarf von 30 MWh vom Strompreis (für Privat bzw. Großkunden)

Im Detail lässt sich darüber hinaus noch ableiten, dass bei niedrigen Strompreisen (unterhalb von etwa 30 ct/kWh) die Wärmepumpen ohne Unterstützung durch eine Solarthermieanlage unabhängig von der Wärmepumpenart die geringsten Heizkosten aller Systeme verursachen. Bei hohen Stromkosten ist grundsätzlich die Erdwärmepumpe den Luftwärmepumpen auf Grund der etwas

höheren Effizienz überlegen. Im Bereich zwischen 44 und 48 ct/kWh erhält die solarthermische Unterstützung einen wirtschaftlichen Vorteil gegenüber den jeweiligen Wärmepumpen ohne solarthermische Unterstützung. Die höhere Effizienz der Erdwärmepumpe macht sich jedoch deutlicher bemerkbar als der geringere Energiebedarf, sodass die Erdwärmepumpe ohne Solarthermie bei sehr hohen Strompreisen dennoch wirtschaftlicher ist als die Luftwärmepumpe mit solarthermischer Unterstützung.

8.6 ZUSAMMENFASSUNG WÄRMEERZEUGUNG

Alle untersuchten zentralen Wärmeversorgungsoptionen, mit Ausnahme der Variante mit Nutzung der sommerlichen Überschüsse aus dem Klosterquartier, sind wirtschaftlich darstellbar und konkurrenzfähig zur dezentralen Wärmeversorgung. Als Ergebnis des energetischen Quartierskonzeptes wird empfohlen, eine Errichtung einer geothermischen Heizzentrale und die Versorgung des Innenstadtquartiers aus dieser Heizzentrale weiter zu untersuchen. Die Variante der Tiefengeothermie ist zwar nicht die günstigste der untersuchten Varianten. Sie ist auch nur konkurrenzfähig, wenn schnell eine hohe Anschlussquote erreicht wird und darüber hinaus eine hohe Nutzungsdauer realisiert werden kann, sodass die hohen Investitionen über einen langen Zeitraum umgelegt werden können. Zudem müsste eine Absicherung des Fündigkeitsrisikos durch Instrumente des Bundes, des Landes oder privater Versicherungsunternehmen erfolgen.

Auf der anderen Seite wird neben dem Innenstadtquartier die Errichtung von Wärmenetzen in weiteren Quartieren untersucht und teilweise bereits geplant. Dies würde es grundsätzlich ermöglichen, bei Bedarf ungenutzte Kapazitäten der Tiefengeothermie (insbesondere im Sommer, oder bei geringer ausfallender Anschlussquote) in diese benachbarten Netze zu verlagern. Anders als bei Überschüssen aus der Wärmepumpe des Klosterquartiers sind Überschüsse aus Tiefengeothermie sehr günstig, da hierfür nahezu keine zusätzliche Energie aufgewendet werden muss. Eine komplette Nutzung der förderbaren Wärmeenergie hilft, die hohen Investitionen zu amortisieren. Dieser Effekt kann jedoch nur quantifiziert werden, wenn statt einzelnen Quartieren das gesamte Stadtgebiet bzw. alle möglichen Wärmenetzgebiete in der Stadt gemeinsam betrachtet werden, wie dies beispielsweise im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung oder in der Folge weiterer Quartierskonzepte möglich ist.

Ggf. wäre zu überlegen, ob zunächst übergangsweise eine andere Wärmequelle genutzt und die Tiefengeothermie erst bei einem ausreichenden Wärmeabsatz realisiert werden sollte.

Sollte Tiefengeothermie sich nach Abschluss der erforderlichen vertiefenden geologischen Untersuchungen oder aufgrund einer zu geringen Wärmeabnahme doch nicht als realisierbar erweisen, sollten andere lokal verfügbare Potentiale erneuerbarer Energieträger genutzt werden - hier die Wärme des als Kirchsee bekannten Abschnitts der Schwentine. Der Fluss eignet sich in den Wintermonaten aufgrund der niedrigen Wassertemperaturen jedoch nur bedingt als Wärmequelle. Darüber hinaus ist die Schwentine ein schützenswertes naturnahes Gewässer. Daher wären die Genehmigungsfähigkeit der Wärmenutzung bzw. die damit verbundenen konkreten technischen Voraussetzungen im Zuge einer planerischen Konkretisierung zu klären. Sich ergebende Auflagen könnten dazu führen, dass der nutzbare Zeitraum weiter eingeschränkt wird oder die Investitionen erhöht werden müssen. Beides würde sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit auswirken.

Die nach Preisstand 2022 wirtschaftlichste Variante ist die Vollversorgung über Holzhackschnitzel. Diese Variante weist auch die geringsten Investitionskosten auf und erscheint daher als

preiswerte Versorgungsoption mit vergleichsweise geringerem finanziellem Risiko. Allerdings ist diese Variante wesentlich von der günstigen Beschaffung von Biomasse abhängig, die für Preetz mit deutlichen Unsicherheiten verbunden ist. Für die Vollversorgung des Quartiers über Holzhackschnitzel wird eine jährliche Hackschnitzelmenge von ca. 6.240 t benötigt. Die eigene Produktion von ca. 75 t/a kann dabei nur gut ein Prozent des Bedarfes decken, weshalb nahezu die gesamte Hackschnitzelmenge aus der umliegenden Region oder überregional zugekauft werden müsste. Der Hackschnitzelpreis in Norddeutschland liegt seit 2020 im Schnitt acht Prozent über dem bundesdeutschen Durchschnitt, welcher den Berechnungen zu Grunde liegt. Darüber hinaus gibt es in Preetz bereits mit dem Vorhaben der PreBEG ein geplantes Wärmenetz, welches einen nicht unerheblichen Anteil der Wärme aus Holzhackschnitzeln decken soll.

Die Kombination aus Flusswärmepumpe und Holzhackschnitzelkessel, abgesichert durch einen fossilen Spitzenlastkessel, ist je nach Preisstand nicht wirtschaftlicher als die Tiefengeothermie. Darüber hinaus wird in der beschriebenen Dimensionierung der Wärmepumpe der Hackschnitzelbedarf nicht ausreichend reduziert, um einen möglichen Preisdruck im Hackschnitzelmarkt abzufedern, da auch in dieser Variante noch ca. 3.930 t Holzhackschnitzel im Jahr benötigt werden.

Zusammenfassend erscheint die Nutzung von Tiefengeothermie, sofern das Fündigkeitsrisiko abgedeckt werden kann, beim aktuellen Kenntnisstand als die sinnvollste Möglichkeit der Wärmebereitstellung für ein zu errichtendes Wärmenetz.

9 QUARTIERSENTWICKLUNG

Klimaschutz / -anpassung werden in der Stadt Preetz als Querschnittsthema verstanden, um möglichst vielfältige Handlungsfelder abzudecken. Dementsprechend beschäftigt sich auch das vorliegend beschriebene Quartierskonzept handlungsübergreifend mit weiteren Themen der nachhaltigen Quartiersentwicklung. Handlungsleitende Zielsetzung ist diesbezüglich die Erstellung eines praxisnahen Katalogs mit Handlungsempfehlungen. Dieser Katalog verfolgt die Prämisse, konkrete, klimarelevante und richtungsweisende kommunale Projekte für die Stadt Preetz zu formulieren. Die Empfehlungen zur Quartiersentwicklung umfassen folgenden Handlungsfelder beziehungsweise Aspekte:

- Nachhaltige Mobilität,
- Digitalisierung,
- Klimaanpassung,
- Barrierefreiheit,
- lebenswertes Quartier und
- baukulturelle Aspekte.

Die Ergebnisse des partizipativen Prozesses, in Ergänzung mit internen Abstimmungsgesprächen zwischen Beratungsbüro und der Verwaltung sowie der Lenkungsgruppe, münden in den Handlungsempfehlungen zur Quartiersentwicklung für die Stadt Preetz. Die Empfehlungen sind in folgende Gruppen aufgeteilt:

- Nachhaltige Mobilität,
- Lebenswerter Marktplatz – als Ort der Begegnung,
- Lebendige Lange Brückstraße,
- Grüne Klimaschutzstadt,
- Smartes Energiemanagement und
- Lebenswertes, barrierefreies Quartier.

Alle geplanten Handlungsempfehlungen sollen sich nahtlos in die bestehenden Konzepte der Stadt Preetz einfügen und zu deren Zielerreichung beitragen. Die Stadt Preetz hat bereits bedeutende Schritte in Richtung einer nachhaltigen, klimagerechten und lebenswerten Stadt unternommen. Hierzu gehören einige Konzepte wie das Mobilitätskonzept, das Klimaschutzkonzept und das integrierte Stadtentwicklungskonzept (TOLLERORT entwickeln & beteiligen, 2023; urbanus & Gertz Gutsche Rümenapp, 2022; Wortmann, Bielenberg, & Lorenz, 2015). Einzelne Maßnahmen der bestehenden Konzepte werden bereits umgesetzt. Zusätzlich kann die Stadt Preetz auf aktuelle Konzepte zur Digitalisierung, Smart City und den Masterplan Mobilität des Kreises Plön und der KielRegion zurückgreifen.

9.1 NACHHALTIGE MOBILITÄT

Um die Klimaschutzziele zu erreichen, ist eine Verkehrswende unerlässlich. Diese Wende wird von zwei wesentlichen Säulen getragen: der Mobilitätswende und der Energiewende im Verkehr. Die Mobilitätswende zielt darauf ab, das Verkehrssystem effizienter zu gestalten und umweltfreundliche Verkehrsmittel zu fördern. Die Energiewende im Verkehr stellt eine technische Herausforderung dar, die Dekarbonisierung. Für die Klimabilanz ist es entscheidend, welche Verkehrsmittel gewählt werden und wie viel sie genutzt werden. Während Fahrrad und

Fußgänger*innen von Natur aus klimaneutral sind, verursacht motorisierter Verkehr bei der Personenbeförderung Treibhausgasemissionen.

Das Preetzer Innenstadtquartier weist ein hohes Verkehrsaufkommen auf, da einige der Hauptverkehrsachsen durch das Innenstadtquartier führen. Zu den Hauptverkehrsachsen, auf denen eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 50 km/h gilt, gehören die Kührener Straße, die Garnkorbstraße, der Hufenweg, die Güterstraße und Am alten Amtsgericht. Diese Straßen spielen eine entscheidende Rolle im städtischen Verkehrsnetz und sind viel befahren. Neben diesen Hauptstraßen gibt es auch zahlreiche kleinere Straßen, die die Wohngebiete in der Preetzer Innenstadt miteinander verbinden und eine niedrigere Geschwindigkeitsbegrenzung aufweisen. In der Innenstadt von Preetz finden sich verkehrsberuhigte Straßen und Fußgängerzonen. Der Markt und die Lange Brückstraße sind zwei solche Bereiche, die für den Autoverkehr gesperrt oder stark eingeschränkt sind. Diese Zonen sollen eine sichere Umgebung für Fußgänger*innen bieten.

Durch die Anbindung an die Bahnlinie Kiel-Lübeck verfügt Preetz über eine verkehrsgünstige Lage in Schleswig-Holstein. Zusätzlich dazu verläuft die Bundesstraße 76 durch Preetz, was eine gute Anbindung an das Straßennetz bietet. Darüber hinaus sind die Bundesstraßen 404 und 202 sowie die Autobahn durch gut ausgebaute Zubringerstraßen in wenigen Minuten zu erreichen. Dies macht Preetz zu einem attraktiven Ort für Pendler*innen und Besucher*innen, da die Stadt sowohl mit dem Auto als auch mit der Bahn gut erreichbar ist.

Im Mobilitätskonzept aus dem Jahr 2022 für die Stadt Preetz wird deutlich, dass der motorisierte Individualverkehr (MIV) mit knapp über 45 % als das am häufigsten genutzte Verkehrsmittel dominierend ist. Ebenfalls auffällig ist der vergleichsweise hohe Anteil des Fußverkehrs, der immerhin 25 % ausmacht. Hingegen werden der öffentliche Nahverkehr (ÖPNV) und der Radverkehr vergleichsweise wenig genutzt.

Auch im Innenstadtquartieren von Preetz fällt auf, dass entsprechend des Modal Splits der MIV die vorherrschende Verkehrsart ist, gefolgt von Fußgänger*innen. Diese Beobachtung lässt sich auf verschiedene Faktoren zurückführen. Zum einen sind die Wege für Fußgänger*innen relativ kurz, was das Gehen zu einer praktischen und zeitsparenden Wahl für Erledigungen und Freizeitaktivitäten macht. Zum anderen ist die gute Erreichbarkeit der Innenstadt von außerhalb ein entscheidender Aspekt, der die Nutzung des MIV begünstigt. Hinzu kommt, dass zahlreiche kostenfreie Parkmöglichkeiten in der Innenstadt zur Verfügung stehen und die Attraktivität des MIV steigern, da Parkgebühren und begrenzte Parkplätze oft als Hemmnis wahrgenommen werden.

Um die Verkehrsstruktur nachhaltig zu verbessern und die Umweltauswirkungen zu reduzieren, sieht das Mobilitätskonzept vor, den Modal Split grundlegend zu verändern. Dies bedeutet, dass der Anteil des Mobilitätsverbunds, bestehend aus Fußverkehr, Radverkehr und dem ÖPNV, auf insgesamt 60 % erhöht werden soll. Innerhalb dieses Verbunds soll der Radverkehr einen beachtlichen Anteil von 30 % einnehmen.

Der gegenwärtig hohe Anteil von Fußgänger*innen im Modal Split hat im Rahmen des Mobilitätskonzepts besondere Beachtung gefunden. Zur Verbesserung der Fußgängerinfrastruktur wurden dabei unter anderem folgende Schlüsselmaßnahmen vorgeschlagen:

- Fortsetzung Umbau / Ausbau barrierefreie Bushaltestellen mit Zuwegungen;
- Schaffung eines attraktiven Fußwegenetzes für das Stadtzentrum mit Bahnhofszuwegung;

- Ausbau- / Umbauprogramm für grundhafte Sanierung der Seitenräume mit Gehwegen als Daueraufgabe.

Die geplante Umsetzung dieser Maßnahmen ist darauf ausgerichtet, den Komfort und die Sicherheit aller Fußgänger*innen erheblich zu steigern. Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei der Barrierefreiheit, die Aspekte wie die Höhe von Bordsteinkanten an Überquerungen, die Beschaffenheit des Bodenbelags (insbesondere, dass dieser für Parkflächen von Menschen mit Behinderung nicht aus Kopfsteinpflaster besteht) sowie die Ausgestaltung der Haltestellen des ÖPNV umfasst.

Die Förderung des Radverkehrs nimmt ebenfalls einen bedeutenden Platz in der Verwirklichung der Ziele des Mobilitätskonzepts ein. Daher ist es von essenzieller Bedeutung, das Fahrradfahren so angenehm und ansprechend wie möglich zu gestalten. Wie bereits im Mobilitätskonzept betont, ist die Schaffung klarer Strukturen in der Radwegführung im Innenstadtbereich besonders wichtig. Hierzu zählen die schrittweise Beseitigung gegenläufiger Radführungen, die Aufwertung vorhandener Radwege, die Umgestaltung von Stellen, an denen Radwege abrupt enden, die Einführung von Fahrradstraßen sowie die Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit von PKWs in gemeinsam genutzten Straßenräumen. Es wird die Erweiterung des Bikesharings, insbesondere durch die Erweiterung der Sprossenflotte, empfohlen, ebenso wie sichere und geordnete Abstellmöglichkeiten für Fahrräder. Einige Maßnahmen wurden bereits gemäß dem Mobilitätskonzept initiiert und umgesetzt. Es gilt nun, weiterhin engagiert vorzugehen und die Umsetzung voranzutreiben.

Die Integration dieser Maßnahmen in die städtische Infrastruktur wird nicht nur die Mobilität, sondern auch das generelle Wohlbefinden der Bürger*innen signifikant verbessern. Diese strategischen Schritte unterstreichen das Bestreben, eine moderne und inklusive Umgebung für alle Verkehrsteilnehmer*innen zu schaffen und werden einen bedeutenden Beitrag zur Förderung nachhaltiger Mobilität leisten.

Die Stadt Preetz strebt an, die Abhängigkeit vom MIV zu reduzieren und eine nachhaltige, umweltfreundliche Mobilität zu fördern. Dies schließt die Förderung des Fuß- und Radverkehrs sowie des öffentlichen Nahverkehrs mit ein. Das Mobilitätskonzept aus dem Jahr 2022 dient als wichtiger Leitfaden für die Stadt, um die Ziele im Bereich der Verkehrsmobilität zu erreichen, an diese Ziele sollen die Maßnahmen des energetischen Quartierskonzeptes anknüpfen.

9.2 DIGITALISIERUNG

Die fortschreitende Digitalisierung hat einen tiefgreifenden Einfluss auf alle Aspekte unseres Lebens, einschließlich der städtischen Entwicklung. Die Integration digitaler Technologien in die Gestaltung und Verwaltung von Innenstadtquartieren eröffnet vielfältige Chancen, um Effizienz, Nachhaltigkeit und Lebensqualität zu verbessern.

Die Digitalisierung ist ein zentrales Element des Smart City Konzepts, das darauf abzielt, Städte durch den Einsatz von Technologie intelligenter, effizienter und lebenswerter zu machen. Innenstadtquartiere als Herzstück von Städten können von dieser Entwicklung erheblich profitieren. Die Integration von Sensoren, Datenanalysen und Kommunikationssystemen ermöglicht es, Stadtfunktionen wie Verkehr, Energieverbrauch, Abfallwirtschaft und Sicherheit in Echtzeit zu überwachen und zu optimieren.

Vor allem in der Transformation der Verkehrs- und Mobilitätssysteme spielt die Digitalisierung eine entscheidende Rolle. Intelligente Verkehrsmanagementsysteme können den Verkehrsfluss

optimieren, Staus reduzieren und den öffentlichen Nahverkehr effizienter gestalten. Die Integration von Echtzeitinformationen in mobile Apps ermöglicht es Bürger*innen, ihre Reisen besser zu planen und Verkehr einzusparen.

Weiter können digitale Technologien zur effizienten und nachhaltigen Nutzung von Ressourcen beitragen. Smart Grids ermöglichen beispielsweise eine optimierte Energieverteilung und -nutzung in Innenstadtquartieren. Intelligente Bewässerungssysteme oder Wassersensoren können den Verbrauch von Wasser reduzieren und die Bewässerung an die tatsächliche Bedarfslage anpassen.

Bei der digitalen Transformation von Städten gilt es, die Partizipation von Bürger*innen stets im Blick zu haben und sowohl digitale als auch analoge Beteiligungsprozesse zu ermöglichen.

Dabei dient die Smart City Charta bei der Entwicklung smarter Städte als Leitprinzip für die Planung, Umsetzung und Entwicklung intelligenter Städte. Die Stadt Preetz kann zudem auf die ‚Digitale Strategie und Agenda‘ vom Kreis Plön sowie die ‚Strategie Smarte KielRegion‘ zurückgreifen. Die Strategien weisen bereits verschiedene Maßnahmen zur nachhaltigen digitalen Transformation auf, von denen die Stadt Preetz und das Innenstadtquartier profitieren können.

Im Innenstadtquartier wurden bereits die initialen Schritte für eine digitale Transformation durch die Implementierung von Informationsstelen und Sensoren vollzogen, welche über ein LoRaWAN-Netzwerk betrieben werden. Die digitalen Informationsstelen bieten umfassende Informationen über lokale Handels- und Gewerbebetriebe, gastronomische und Übernachtungsmöglichkeiten, Veranstaltungen, Kultur- und Freizeiteinrichtungen sowie aktuelle Hinweise zu touristischen Attraktionen und Ausflugszielen. Darüber hinaus fungieren diese Stelen als WLAN-Hotspots, wodurch den Bewohner*innen und Besucher*innen ein erweitertes Spektrum an digitalen Dienstleistungen zur Verfügung steht.

Insgesamt ist die Digitalisierung in der Entwicklung von Innenstadtquartieren von entscheidender Bedeutung, um die Herausforderungen der modernen städtischen Umgebung zu bewältigen. Durch die Integration digitaler Technologien können Effizienzsteigerungen, Nachhaltigkeit, Beteiligung von Bürger*innen und wirtschaftliche Dynamik gefördert werden, um lebenswerte und zukunftsfähige städtische Räume zu schaffen.

9.3 KLIMAANPASSUNG

In Anbetracht der zunehmenden globalen Erwärmung und des sich verändernden Klimas gewinnt die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in die Entwicklung von Innenstadtquartieren immer mehr an Bedeutung. Die zentrale Aufgabe bei der Entwicklung einer stadtweiten Strategie für den Klimaschutz besteht darin, sicherzustellen, dass klimarelevante Maßnahmen in sämtlichen Planungen und Entscheidungsprozessen berücksichtigt werden und dass die Anforderungen an den Klimaschutz, die Steigerung der Energieeffizienz und die Anpassung an den Klimawandel nahtlos integriert werden. Insbesondere städtische Verdichtungsbereiche können hierbei eine entscheidende Rolle spielen, da sie maßgeblichen Einfluss auf die örtlichen klimatischen Verhältnisse haben und somit wichtige Beiträge zum Klimaschutz und zur Umsetzung notwendiger Anpassungsmaßnahmen leisten können.

Die Stadt Preetz zeigt bereits eine aktive Beteiligung am Klimaschutz und unterstreicht dessen hohe Relevanz. Ein ausgearbeitetes Klimaschutzkonzept ist bereits vorhanden sowie ein Leitbild

zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2030 (IPP ESN, 2022). Die im Rahmen dieses Konzeptes aufgezeigten Maßnahmen sollen nahtlos an die Zielsetzungen der beiden vorliegenden Dokumente zum Klimaschutz anknüpfen und diese fördern.

Eine Szenarien-basierte Betrachtung der zukünftigen Entwicklung des Klimas im Landkreis Plön hat ergeben, dass – je nach Modell und Szenario – der Anstieg der bodennahen Lufttemperatur um 0,2 bis 4,7 °C als realistisch angesehen werden kann (bezogen auf den Zeitraum von 1971-2000 bis zum Ende des 21. Jahrhunderts). Die prognostizierte Änderung des Niederschlags weist eine erhöhte Varianz auf. Sie erstrecken sich von einer Abnahme um ca. 13 % bis zu einer Zunahme von bis zu 29,4 %. Weiterhin kann mit einer Zunahme der schwülen und heißen Tage sowie jener Tage mit Starkregenereignissen gerechnet werden (Climate Service Center Germany, 2021). Aufgrund einer hohen Versieglungsdichte im Innenstadtbereich haben die erwähnten Daten im Fall des Preetzer Innenstadtkwartiers eine besondere Bedeutung. Eine hohe Dichte von Gebäuden und Straßen kann Wärme speichern und die bereits prognostizierten Temperaturanstiege noch einmal lokal verstärken. Aber auch die Zunahme von Starkregenereignissen von 2,7 auf 3,3 Tagen/Jahr kann zu einer Belastung des Innenstadtbereiches werden. Ein Anstieg in diesem Bereich kann zur Überlastung der städtischen Entwässerungssysteme führen und dies wiederum erheblichen Schäden an Gebäuden, Straßen und Infrastruktur mit sich ziehen. Diese klimatische Entwicklung wird Auswirkungen auf den Menschen, die Natur sowie die Stadt in ihrer Funktion und Substanz haben.

Auch in Preetz sind bereits heute die Auswirkungen des Klimawandels spürbar. Dies zeigt sich in längeren Hitzeperioden mit steigenden Temperaturen im Sommer, häufigeren Extremwetterereignissen und veränderten Niederschlagsmustern wie häufiger auftretender Dauerregen während des Winterhalbjahres sowie vermehrten Starkregenereignissen. Diese Veränderungen stellen erhebliche Herausforderungen für die städtische Umwelt und die Lebensqualität der Bewohner*innen dar. Diese Tendenzen erfordern sowohl Maßnahmen zur Emissionsreduktion (Mitigation) als auch zur Anpassung (Adaption). Ziel ist es, die bestehenden Infrastrukturen an das sich verändernde Klima anzupassen und die negativen Auswirkungen des Klimawandels auf das Quartier zu minimieren.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, veröffentlichte die Stadt Preetz im Jahr 2016 ein Klimaschutzkonzept. Dieses beinhaltet Leitlinien und Maßnahmen, die darauf abzielen, Preetz in eine klimafreundliche Stadt zu transformieren. Außerdem setzte sich die Stadt ein weiteres ehrgeiziges Ziel: Die Stadt Preetz soll bis 2030 klimaneutral werden. Dies zeigt das Engagement der Stadt, die Umweltauswirkungen zu minimieren und sich die Realität des Klimawandels anzupassen. Um den Klimawandel in urbanen Räumen jedoch wirkungsvoll zu begegnen, müssen gezielte Anpassungsmaßnahmen vorgenommen werden. Dabei ist es entscheidend, das bestehende Klimaschutzkonzept zu nutzen und umzusetzen. Weitere Möglichkeiten, die sich bei der Anpassung von Städten an den Klimawandel ergeben, sind die Reduzierung von versiegelten Flächen und die Schaffung zusätzlicher Grünstrukturen im Innenstadtbereich.

9.4 BARRIEREFREIHEIT

Eine barrierefreie Umgebung zeichnet sich dadurch aus, dass sie für alle Menschen uneingeschränkt zugänglich und nutzbar ist, unabhängig von ihren individuellen Fähigkeiten, körperlichen Eigenschaften oder Beeinträchtigungen. Hierfür gilt es sowohl die physische als auch die visuelle

und akustische Zugänglichkeit von Räumlichkeiten, Gebäude und öffentlichen Plätzen zu gewährleisten. Doch macht Barrierefreiheit bei physischen Plätzen nicht halt, genauso wichtig ist es, Informationen mehrsinnig aufzubereiten.¹⁹ Ebenso sollten digitale Maßnahmen keine Menschen ausschließen, sondern den Alltag erleichtern. Das Erleichtern alltäglicher Aufgaben für alle Personengruppen innerhalb des Quartiers sowie die Reduzierung von Handlungshemmnisse bilden das übergeordnete Ziel einer barrierefreien Entwicklung. Dabei müssen verschiedene Personengruppen berücksichtigt werden, wie Menschen mit physischen, sensorischen, kognitiven oder psychischen Behinderungen, Menschen mit niedrigem Einkommen, Eltern mit Kinderwagen, Menschen mit temporären Beeinträchtigungen, blinde und sehbehinderte Menschen, Menschen mit Autismus oder sensorischer Empfindlichkeit sowie ältere Menschen und Kleinkinder.

Die Förderung der Barrierefreiheit in der Stadtentwicklung ist ein entscheidender Schritt zur Schaffung inklusiver und lebenswerter Städte, in denen alle Menschen gleichberechtigt am städtischen Leben teilhaben können. Es ist wichtig, die Vielfalt der Bedürfnisse und Lebenssituationen zu berücksichtigen, um eine umfassende Barrierefreiheit zu gewährleisten.

Die Stadt Preetz setzt sich bereits mit dem Abbau von Barrieren auseinander und hat diesen Aspekt als Untersuchungsgegenstand für das stadtweite Mobilitätskonzept und das STEK definiert.

Im Innenstadtquartier sollte das Ziel sein, die Straßenräume sowie Eingänge baulicher Anlagen so zugänglich wie möglich zu gestalten, idealerweise ohne Hindernisse. Für eine barrierefreie Innenstadt wird empfohlen, den Straßenbelag an bestimmten Stellen auszutauschen. Hierbei ist besonders auf Kopfsteinpflaster zu achten, da das Kopfsteinpflaster eine unebene Oberfläche schafft, die für Rollstühle, Rollatoren oder Gehhilfen schwierig zu überwinden ist. Zudem kann die visuelle und taktile Orientierung auf Kopfsteinpflaster für Menschen mit Sehbehinderungen schwieriger sein, da die Oberfläche keine klaren Linien oder Markierungen aufweist. Auf der anderen Seite wird wie z. B. auf dem Marktplatz in der Stadt Preetz aufgrund ästhetischer und historischer Werte Kopfsteinpflaster verwendet. Die Herausforderung besteht also darin, eine Balance zwischen dem Erhalt des kulturellen Erbes und der Schaffung barrierefreier Umgebungen zu finden. Insbesondere an Kreuzungsbereichen können barrierefreie Überquerungsmöglichkeiten geschaffen werden, durch Absenkung der Bordsteine oder durch das Anbringen von taktilen Pflastersteinen auf den Straßenflächen sowie den Austausch von Kopfsteinpflaster. Auch bei temporären Hindernissen wie Baustellen ist für einen barrierefreien Alternativweg zu sorgen. Bei allen Maßnahmen für eine barrierefreie Stadt ist eine enge Zusammenarbeit mit der beauftragten Person für die Belange von Menschen mit Behinderungen entscheidend. Die Berücksichtigung der Barrierefreiheit sollte bei allen städtebaulichen Entwicklungsprojekten eine hohe Priorität sein.

Barrierefreiheit bedeutet, nach einer Gesellschaft zu streben, in der Chancengleichheit und Selbstbestimmung für alle Menschen Realität sind und in der Barrieren, sei es physischer, sozialer

¹⁹ Die „mehrsinnige“ Aufbereitung von Informationen bedeutet, dass Informationen auf mehrere Arten oder Sinneskanäle zugänglich gemacht werden. Das Ziel ist, sicherzustellen, dass Menschen mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Einschränkungen die Informationen verstehen können, unabhängig davon, welchen Sinneskanal sie bevorzugen oder nutzen. Beispielsweise könnte eine mehrsinnige Darstellung von Informationen sowohl visuelle als auch auditive Elemente beinhalten. Das ermöglicht Menschen mit Sehbeeinträchtigungen, auf auditive Informationen zuzugreifen, während Menschen ohne Hörprobleme die visuellen Elemente nutzen können.

oder kommunikativer Art, erfolgreich abgebaut werden. Mit Hilfe barrierefreier Stadtentwicklung kann hierzu ein großer Beitrag geleistet werden.

9.5 LEBENSWERTES QUARTIER

Ein lebenswertes Quartier ist eine Vision, die ein vielfältiges und ansprechendes Wohn- und Lebensumfeld beschreibt, das die Bedürfnisse und Wünsche der Bewohner*innen in den Mittelpunkt stellt.

Ein lebenswertes Quartier zeichnet sich durch eine starke Gemeinschaft und ein soziales Miteinander aus. Hier interagieren Menschen unterschiedlicher Hintergründe miteinander, unterstützen sich gegenseitig und profitieren voneinander. Dieses Zusammengehörigkeitsgefühl trägt wesentlich zur Lebensqualität bei.

Die Sicherheit und Gesundheit der Bewohner*innen stehen dabei an oberster Stelle. Neben einem sicheren Umfeld wird auch eine gesunde Lebensweise gefördert. Grünflächen sowie Einrichtungen für Sport und Erholung sind integraler Bestandteil, um das Wohlbefinden zu steigern und die Lebensqualität zu verbessern.

Ein weiterer entscheidender Aspekt ist die Nachhaltigkeit und Umweltfreundlichkeit des Quartiers. Durch den Einsatz nachhaltiger Bau- und Infrastrukturkonzepte wird nicht nur die Umwelt respektiert, sondern auch zur Energieeffizienz beigetragen. Das Quartier setzt auf erneuerbare Energien und arbeitet aktiv an der Reduzierung von Abfall und Emissionen.

Vielfalt und Zugänglichkeit prägen ein lebenswertes Quartier. Es ist offen für Menschen aller Altersgruppen, kultureller Hintergründe und Einkommensklassen. Die barrierefreie Gestaltung gewährleistet die Zugänglichkeit zu Bildungseinrichtungen, Gesundheitsdiensten und öffentlichen Verkehrsmitteln.

Kulturelle und kreative Anregungen sind ebenfalls ein wichtiger Bestandteil eines lebenswerten Quartiers. Kunstausstellungen, Musikveranstaltungen und kulturelle Festivals bereichern das kulturelle Leben und stärken die Gemeinschaft.

Auch die wirtschaftliche Dynamik des Quartiers ist ein wesentlicher Faktor für eine lebenswerte Umgebung und zeigt sich durch die Schaffung attraktiver Arbeitsmöglichkeiten und die Unterstützung lokaler Wirtschaftsaktivitäten.

Im Bereich Verkehr und Mobilität setzt ein lebenswertes Quartier auf umweltfreundliche Verkehrsplanung. Die Förderung von Fuß- und Fahrradverkehr sowie eine effiziente Anbindung an den öffentlichen Nahverkehr tragen zur nachhaltigen Mobilität der Bewohner*innen bei.

Durch die konsequent ganzheitliche Herangehensweise wird das Innenstadtquartier zu einem lebenswerten Ort transformiert, der die individuellen Bedürfnisse und Anliegen seiner Gemeinschaft in den Mittelpunkt stellt. Die Stadt Preetz sowie das Innenstadtquartier weisen bedeutende Merkmale eines lebenswerten Umfelds auf. Die Vielfalt der Bebauungsstrukturen, die Präsenz von konsumfreien Begegnungsplätzen und Grünflächen sowie der Marktplatz mit einer Vielzahl von Geschäften schaffen ein beträchtliches Potenzial für die Entfaltung eines lebenswerten Quartiers. Dieses Potential wird nicht nur durch die bereits umgesetzten Maßnahmen, sondern auch durch die im vorliegenden Konzept vorgeschlagenen weiteren Entwicklungen gezielt gefördert.

Ein lebenswertes Quartier soll ein Ort sein, an dem Menschen gerne leben, arbeiten und sich entfalten können – unter Berücksichtigung von sozialen, ökologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten.

9.6 BAUKULTURELLE ASPEKTE

Allgemein sind baukulturelle Zielstellungen unter besonderer Berücksichtigung von Denkmälern, erhaltenswerter Gebäudestrukturen / Bausubstanz und der Qualität des Stadtbildes zu beachten. Insbesondere der Denkmalschutz von Gebäuden kann zu Einschränkungen bei den Möglichkeiten der energetischen Modernisierung der Gebäudehülle führen. Es müssen Vorgaben vom Landesamt für Denkmalpflege Schleswig-Holstein, welches in Preetz durch den Kreis Plön vertreten wird, eingehalten werden.

Preetz zeichnet sich durch ihre reiche Geschichte als Schusterstadt aus. Diese Vergangenheit spiegelt sich in zahlreichen denkmalgeschützten und baukulturellen Gütern wider, die besonders im Innenstadtquartier zu finden sind.

Hierzu zählt zum Beispiel die Preetzer Caféstube in der Langen Brückstraße. Dieses alte Patrizierhaus wurde um 1630 errichtet und hat im Laufe der Jahrhunderte einige Umbauten erlebt, insbesondere um 1770. Die Preetzer Caféstube ist ein beeindruckendes Zeugnis der Architektur des 17. Jahrhunderts und diente im Laufe der Geschichte verschiedenen Zwecken. Auch das Grothkopf'sche Haus in der Kirchenstraße ist hervorzuheben. Dieses Gebäude ist das älteste erhaltene Giebelhaus rund um die Stadtkirche und wurde im Jahr 1738 erbaut. Über viele Jahrzehnte hinweg war es eine Schneiderei und erzählt somit von der handwerklichen Tradition, die in Preetz einst blühte. Weiter ist in der Löptiner Straße „Das Haus“ vorzufinden. Dieses Gebäude wurde im Jahr 1797 als "Quartiersschule" errichtet und diente nach einer Verfügung des Klosterprobsten Buchwald der Bildung und Erziehung der Kinder. Es ist ein bemerkenswertes Beispiel für die Bildungseinrichtungen aus vergangenen Zeiten. Und auch die Stadtkirche weist eine lange Geschichte auf. Die Stadtkirche von Preetz wurde zwischen 1200 und 1210 auf einem Hügel über dem Kirchsee erbaut und zeigt eine beeindruckende barocke Architektur. Diese Kirche ist ein zentrales Wahrzeichen der Stadt und ein Ort von historischer und kultureller Bedeutung.

Neben diesen spezifischen Beispielen gibt es viele weitere denkmalgeschützte und baukulturelle Gebäude entlang der Bahnhofstraße, Kirchenstraße, Löptiner Straße sowie einige in der Kührener Straße, Lange Brückstraße, am Markt und Mühlenstraße. Diese historischen Gebäude tragen dazu bei, die reiche Geschichte von Preetz lebendig zu erhalten und sind stolze Zeugen der Vergangenheit der Schusterstadt. Bei einem Spaziergang durch die Stadt können Besucher*innen und Bewohner*innen die faszinierende Architektur und das kulturelle Erbe bewundern, die Preetz zu bieten hat.

Im innerstädtischen Quartier von Preetz sind demnach zahlreiche denkmalgeschützte und baukulturelle Anwesen vorhanden, die eine wesentliche Rolle in den Bemühungen zur klimagerechten Umgestaltung der Stadt spielen. Diese historischen Güter erfordern besondere Aufmerksamkeit und Berücksichtigung, um den Erhalt des kulturellen Erbes im Einklang mit nachhaltigen Umweltzielen zu gewährleisten.

Die Entwicklung des Innenstadtquartiers Preetz zielt darauf ab, eine Umgebung, in der Architektur, Baukunst und Gestaltung eine tragende Rolle spielen, um eine harmonische, identitätsstiftende und nachhaltige Lebensumgebung zu schaffen. Dabei soll die Stadtgestaltung sowohl funktional

als auch ästhetisch ansprechend, identitätsstiftend und nachhaltig sein – eine Umgebung, die das kulturelle Erbe bewahrt und zugleich den Weg für die Zukunft ebnet.

9.7 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DIE QUARTIERSENTWICKLUNG

Im Folgenden sind die Steckbriefe zu den einzelnen Gruppen der Handlungsempfehlungen zu finden. Die sechs Gruppen umfassen eine Vielzahl von Empfehlungen, die sich auf die zuvor beschriebenen Aspekte auswirken oder in sie integriert sind. Es ist von grundlegender Bedeutung, dass bei allen durchgeführten Maßnahmen Barrierefreiheit gewährleistet wird und gleichzeitig die baukulturellen Aspekte angemessen berücksichtigt werden. Da einzelne Handlungsempfehlungen nicht nur einem, sondern mehreren dieser Aspekte zugeordnet werden können, werden die Steckbriefe mit Symbolen versehen, die verdeutlichen, welche Aspekte besonders betroffen sind. Die Reihenfolge der Symbole hat dabei keine Aussagekraft zu einer Gewichtung.

	Nachhaltige Mobilität		Barrierefreiheit
	Digitalisierung		Lebenswertes Quartier
	Klimaanpassung		baukulturelle Aspekte

Abbildung 9-1: Symbole der Maßnahmensteckbriefe

9.7.1 NACHHALTIGE MOBILITÄT

Im Bereich des Innenstadtquartiers manifestieren sich diverse verkehrliche Interessenlagen von erheblichem Konfliktpotenzial auf begrenztem Raum. Ein exemplarisches Szenario hierfür ist die Einmündung der Bahnhofstraße auf den Marktplatz, an der insbesondere an Markttagen ein regelrechtes Chaos entsteht. Dies resultiert aus der Konfrontation von Fußgänger*innen, die den Markt zu Fuß frequentieren, Autofahrenden, die bestrebt sind, möglichst nah am Markt zu parken, und Radfahrenden, die mit ihren Fahrrädern den Markt erreichen möchten.

Diese drei maßgeblichen Interessenlagen stoßen hier aufeinander und generieren ein erhebliches Konfliktpotenzial, was einen negativen Einfluss in Hinblick auf die generelle Sicherheit aller Verkehrsteilnehmenden hat. Zudem resultiert aus dem hohen Parksuchverkehr eine hohe CO₂-Belastung. Dieses Beispiel verdeutlicht eindringlich, dass insbesondere in Innenstädten, in denen der verfügbare Raum äußerst begrenzt ist, Lösungen gefunden werden müssen, um auf engstem Raum effektive Maßnahmen zu ergreifen.

Zusätzlich erfordert der Ausbau der nachhaltigen Mobilität im Innenstadtbereich eine bewusste Berücksichtigung der baukulturellen Aspekte. Der Fokus liegt dabei auf der nachhaltigen Gestaltung des Verkehrs und der Reduzierung des CO₂-Ausstoßes durch die Vermeidung von z. B. Parksuchverkehr. Es ist daher von größter Bedeutung, bei der Entwicklung von Maßnahmen zur nachhaltigen Mobilität im Innenstadtbereich sowohl ökologische als auch kulturelle Aspekte sorgfältig zu integrieren und so eine ganzheitliche, zukunftsorientierte Verkehrspolitik zu fördern.

Tabelle 9-1: SWOT-Betrachtung Mobilität

STÄRKEN	SCHWÄCHEN
<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsberuhigte Flächen • Verteilung und Anzahl von LIS für Elektroautos • Planung von Fahrradstraßen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbaubedarf in der Fahrradinfrastruktur • Defizite in der Beschilderung für Parkflächen • Ausbaubedarf in der barrierefreien Mobilität
CHANCEN	GEFAHREN
<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhte Verkehrssicherheit • Steigerung der Lebensqualität und Klimaschutz durch ansprechende, geordnete Räume und Reduzierung der CO₂-Emissionen 	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsstörungen durch unzureichende Ordnung der Räume sowie viel MIV • Zunehmende Lärm- und Luftverschmutzung • Steigendes Unfallrisiko durch verschiedene Interessenslagen auf engem Raum

Tabelle 9-2: Maßnahmenstreckbrief Parkleitsystem

PRIORITÄT	HOCH	UMSETZUNGSHORIZONT	MITTELFRISTIG			
PARKLEITSYSTEM						
<p>Um das Ziel der nachhaltigen Mobilität umzusetzen und CO₂ einzusparen, wird die Einführung eines Parkleitsystems empfohlen. Dieses System kann auf Basis des LoRaWAN-Funknetzes den Parksuchverkehr reduzieren und das Monitoring der Parkauslastung ermöglichen. Der Kreis Plön hat bereits beschlossen, LoRaWAN im gesamten Kreis zu nutzen. Für die Einführung von LoRaWAN benötigt es ein Funknetz, welches implementiert werden muss. Derzeit läuft ein Ausschreibungsverfahren des Landes Schleswig-Holstein für einen LoRaWAN-Anbieter für ganz Schleswig-Holstein.</p> <p>Vor der Umsetzung sollte eine sorgfältige Prüfung durchgeführt werden, um die am besten geeignete Technologie für die verschiedenen Flächen zu ermitteln. Für größere Freiflächen bietet sich die Verwendung optischer Sensorik an, die den Datenschutzbestimmungen entspricht. Diese Technologie ermöglicht die Ermittlung der verfügbaren Parkplätze mithilfe einer videobasierten Fahrzeugzählung und künstlicher Intelligenz.</p> <p>Für vereinzelte Parkmöglichkeiten sollte auch die Verwendung von Bodensensoren in Betracht bezogen werden. Hier gibt es unterschiedliche Varianten, darunter Bodensensoren zum Aufkleben oder in den Boden eingelassene Sensoren. Es ist zu beachten, dass Bodensensoren, die in den Boden eingelassen werden, irreversible sind. Daher sind im Fall einer Testphase oder im Fall von Denkmalschutz (z. B. bei historischem Straßenbelag) Sensoren zum Aufkleben zu verwenden, die das Kopfsteinpflaster nicht beschädigen. Da die Sensoren erhaben sind, ist zu berücksichtigen, dass es beispielsweise im Winter zu Beschädigungen kommen kann, wenn der Parkplatz durch einen Schneepflug von Schnee befreit wird.</p> <p>Für die Anzeige der Parkplatzverfügbarkeit sollte mit zwei verschiedenen Systemen gearbeitet werden. Zum einen kann ein digitales Dashboard verwendet werden, welches derzeit als Pilotprojekt der KielRegion läuft. Zum anderen können digitale Anzeigetafeln im Stadtraum eingesetzt werden. Die Anzeigetafeln sind, so wie das Dashboard, mit in das LoRaWAN-System integriert und können Echtzeitinformationen über die verfügbaren Parkplätze bereitstellen.</p> <p>Erste Handlungsschritte:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Implementierung des Funknetzes 2. Wahl der Sensoren – optische Sensoren oder Bodensensoren 3. Implementierung eines digitalen Dashboards 4. Installation von Anzeigetafeln 						

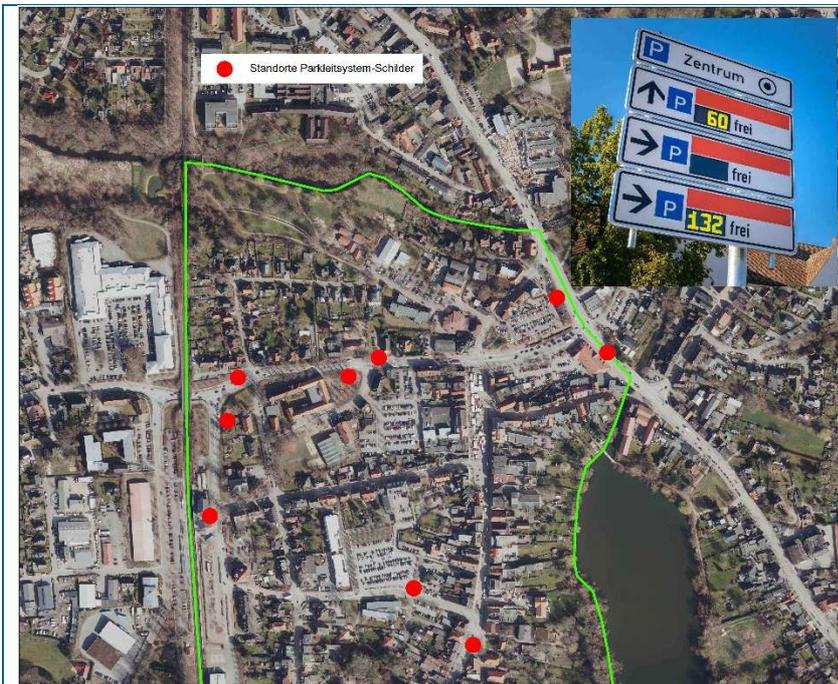


Abbildung 9-2: Potenzielle Standorte für digitale Tafeln des Parkleitsystems (eigene Darstellung)

BEWERTUNG

<p>MEHRWERTE FÜR DAS LEBENSWERTE INNENSTADT-QUARTIER</p>	<ul style="list-style-type: none"> • weniger Umweltbelastung (weniger CO₂ und Feinstaub) • Zeitersparnis • bessere Luftqualität • weniger Lärmbelastung • bessere Aufenthaltsqualität • Verringerung der Parksuchverkehre
<p>VERANTWORTLICHE / ZU BETEILIGENDE AKTEURE</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fachbereich Bauen und Umwelt Stadt Preetz • Sachgebiet Finanzangelegenheiten, EDV Stadt Preetz • Externe Dienstleister*innen • KielRegion
<p>KOSTEN²⁰</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Smarte Verkehrstafel mit der einfachsten Ausstattung: ca. 1.500 – 2.000 € pro Stück • Sensoren: ca. 50 – 200 € pro Stück • Gateways: ca. 200-400 €
<p>FÖRDERMITTELMÖGLICHKEITEN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>IB.SH</u>: Kommunalen Straßenbau - dynamische Verkehrsleitsysteme • <u>IB.SH</u>: Kommunalen Investitionsfond • Smarte KielRegion unter dem Handlungsfeld „Smarte Mobilität“ • Sanierungsmanagement: KfW-Zuschussprogramm 432 (Förderprogramm Energetische Stadtsanierung)

²⁰ Kosten können zwischen den Anbietenden variieren

Tabelle 9-3: Maßnahmensteckbrief Fahrrad-Quartiersgaragen

PRIORITÄT	MITTEL	UMSETZUNGSHORIZONT	MITTELFRISTIG
FAHRRAD-QUARTIERSGARAGEN			   
<p>Im Kontext der Förderung klimafreundlicher Mobilität nimmt das Fahrrad eine entscheidende Rolle ein. Insbesondere E-Bikes und Lastenfahrräder erfreuen sich einer immer größeren Beliebtheit. Eine Hemmschwelle, speziell bei Lastenfahrrädern, sind jedoch die hohen Anschaffungskosten und die sicheren Abstellmöglichkeiten. Durch das Angebot von Quartiersgaragen für Fahrräder könnt die Hemmschwelle verringert werden. Den Bürger*innen wird so nicht nur die Möglichkeit geboten, ihre Lastenfahrräder, E-Bikes und Fahrräder sicher abzustellen, sondern sie bieten zudem Schutz vor Witterung. Dieses Angebot zielt darauf ab, den Radverkehr zu fördern und möglicherweise dazu beizutragen, dass wenig genutzte Zweitwagen durch Fahrräder ersetzt werden. Um geeignete Standorte für Quartiersgaragen zu identifizieren, wird empfohlen, einen Austausch mit den Anwohner*innen und potenziellen Nutzer*innen zu initiieren.</p>			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>			
<p>Abbildung 9-3: Fahrradboxen (eigene Aufnahme)</p>			
BEWERTUNG			
MEHRWERTE FÜR DAS LEBENSWERTE INNENSTADT-QUARTIER	<ul style="list-style-type: none"> • Sichere Fahrradabstellmöglichkeit • Förderung Verkehrswende • Attraktivitätssteigerung als Wohnort • Entlastung des Parkraums 		
VERANTWORTLICHE / ZU BETEILIGENDE AKTEURE	<ul style="list-style-type: none"> • Fachbereich Bauen und Umwelt Stadt Preetz • Sachgebiet Finanzangelegenheiten, EDV Stadt Preetz • Klimaschutzmanager*in • Potenzielle Nutzer*innen • Anwohner*innen • Denkmalschutz Kreis Plön 		

KOSTEN²¹	<ul style="list-style-type: none"> Fahrradboxen starten bei ca. 3.000 €
FÖRDERMITTELMÖGLICHKEITEN	<ul style="list-style-type: none"> Smarte KielRegion unter dem Handlungsfeld „Smarte Mobilität“ <u>BMWK</u>: Klimaschutzinitiative – Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte (Beantragung vom 01.09.-31.10.24; Zuschuss bis zu 70 % aber min. 200.000 €) <u>BMWK</u>: Maßnahmen zur Förderung klimafreundlicher Mobilität Sanierungsmanagement: KfW-Zuschussprogramm 432 (Förderprogramm Energetische Stadtsanierung)

²¹ Kosten können zwischen den Anbietenden variieren

Tabelle 9-4: Maßnahmensteckbrief Auslastung Ladeinfrastruktur

PRIORITÄT	NIEDRIG	UMSETZUNGSHORIZONT	KURZFRISTIG
AUSLASTUNG DER LADEINFRASTRUKTUR			  
<p>In der Stadt Preetz werden bereits einige öffentlich Ladesäulen von den Stadtwerken Kiel und der EnBW angeboten. Nach einer Öffentlichkeitsveranstaltung zum energetischen Quartierskonzept gaben Bürger*innen an, dass nicht ausreichend Ladeinfrastruktur vorhanden ist. Aus einer Analyse ist hervorgegangen, dass die Ladeinfrastruktur als aktuell ausreichend erscheint, diese jedoch beworben werden muss. Ziel ist es daher, den Bekanntheitsgrad der Säulen zu erhöhen und so gleichzeitig die Attraktivität von E-Autos zu fördern.</p> <p>Dazu wird geraten, eine Freiwatt-Kampagne zu starten. In diesem Fall bietet sich eine Freiwatt-Kampagne als vorteilhaftere Option im Vergleich zu einer Freiminuten-Kampagne an. Dies liegt daran, dass sie besser kalkulierbar ist, insbesondere angesichts der variablen Ladedauer bei verschiedenen Fahrzeugmodellen. Die Kosten für die Gutscheine hängen von der verbrauchten Energiemenge in kWh und der Art des verwendeten Stroms (Wechsel- oder Gleichstrom) ab. Die Stadt hat die Möglichkeit, genau festzulegen, wie die Gutscheine gestaltet werden sollen. Dies ermöglicht eine flexiblere Anpassung an die unterschiedlichen Bedürfnisse und Ladegewohnheiten der Nutzer*innen, was zu einer effizienteren und zielgerichteten Förderung der Elektromobilität führen kann. Es könnten zum Beispiel halbe Ladungen, dementsprechend 35 kWh verschenkt werden, aber auch ganze Ladungen. Eine weitere Variante ist das Verschenken von Gutscheinen in einer Rubbellosvariante. Je nach Los könnten unterschiedlich viele kWh verschenkt werden.</p>			
BEWERTUNG			
MEHRWERTE FÜR DAS LEBENSWERTE INNENSTADT-QUARTIER	<ul style="list-style-type: none"> • Anreiz für die Nutzung von E-Mobilität • CO₂-Einsparung 		
VERANTWORTLICHE / ZU BETEILIGENDE AKTEURE	<ul style="list-style-type: none"> • Sachgebiet Finanzangelegenheiten • Klimaschutzmanager*in • Stadtwerke Kiel 		
KOSTEN	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Beginn ca. 200 Gutscheine • Preis bei den Stadtwerken Kiel / Stromfahrer: <ul style="list-style-type: none"> ○ AC (48 ct/kWh) <ul style="list-style-type: none"> ▪ 35 kWh = 3.360 € ▪ 40 kWh = 3.840 € ▪ 70 kWh = 6.720€ ○ DC (58 ct/kWh) <ul style="list-style-type: none"> ▪ 35 kWh = 4.060 € ▪ 40 kWh = 4.640 € ▪ 70 kWh = 8.120€ 		
FÖRDERMITTELMÖGLICHKEITEN	---		

9.7.2 LEBENSWERTER MARKTPLATZ – ALS ORT DER BEGEGNUNG

Tabelle 9-5: SWOT-Betrachtung lebendiger Marktplatz

STÄRKEN	SCHWÄCHEN
<ul style="list-style-type: none"> • Historisch gewachsener Stadtkern mit geschichtlicher, städtebaulicher und architektonischer Bedeutung • Verkehrsberuhigt • Zahlreiche Abstellmöglichkeiten für Fahrräder • Raum für Begegnung und soziale Interaktion 	<ul style="list-style-type: none"> • attraktive Freiflächen zu wenig genutzt • ungeordnete Anordnung der Fahrradbügel • nicht ausreichend Sitzgelegenheiten • Barrierefreiheit nicht gegeben • Aufwertungsbedürftige Platzstrukturen • teilweise gefährliche Verkehrssituationen
CHANCEN	GEFAHREN
<ul style="list-style-type: none"> • Identifikationselemente schaffen mehr Gemeinschaftsgefühl in der Stadt • neues Bewusstsein für die Nutzung öffentlicher Räume 	<ul style="list-style-type: none"> • Untergenutzte öffentliche Räume machen die Stadt unattraktiv • Dominanz des motorisierten Verkehrs in den öffentlichen Räumen

Der Marktplatz in Preetz bildet historisch das Herzstück der Innenstadt. Der Marktplatz ist sehr gut erreichbar, mit zahlreichen Parkmöglichkeiten in der Nähe. Es handelt sich um einen großen, rechteckigen, gepflasterten Platz, welcher wenig Grünstrukturen aufweist. Hauptsächlich wird der Marktplatz für Veranstaltungen wie den Wochenmarkt genutzt. Bei einer Umgestaltung des Marktplatzes ist zwingend auf den Platzbedarf der Marktstände zu achten. Gefasst ist der Marktplatz von teilweise denkmalgeschützten Gebäuden und aktiven Erdgeschossen mit gastronomischem Angebot sowie einem Ärztehaus und Dienstleistungen des täglichen Bedarfs.



Abbildung 9-4: Marktplatz Preetz (eigene Aufnahme)

Tabelle 9-6: Maßnahmensteckbrief nachhaltige Mobilität

PRIORITÄT	HOCH	UMSETZUNGSHORIZONT	LANGFRISTIG
NACHHALTIGE MOBILITÄT			  
<p>Das Thema Mobilität im Bereich des Preetzer Marktplatzes sollte auf mehreren Ebenen angegangen werden. Vorgeschlagene Maßnahmen umfassen die Implementierung eines Parkleitsystems, die Reduzierung und Umwidmung von Parkflächen sowie den Bau von Fahrradabstellanlagen. Das übergeordnete Ziel besteht darin, den Marktplatz zu einem attraktiveren, lebenswerteren Ort zu gestalten sowie einen Ort der Begegnung zu schaffen.</p> <p>Das Parkleitsystem soll mithilfe eines LoRaWAN-Systems realisiert, um den Parksuchverkehr zu verringern. Hierbei werden Sensoren auf den Parkflächen installiert, um die Verfügbarkeit von freien Parkplätzen in Echtzeit auf einem digitalen Dashboard anzuzeigen. Die Implementierung eines Parkleitsystems ist in dem eigenständigen Maßnahmen-Steckbrief unter dem Maßnahmenpaket <u>Nachhaltige Mobilität</u> detailliert beschrieben.</p> <p>Die Parkfläche vor der Volksbank sollte verkleinert und umgewidmet werden. Zwei der jetzigen Parkflächen werden zu Parkplätzen für Menschen mit Behinderung ausgewiesen sowie ein Parkplatz für Car-Sharing-Dienste bereitgestellt. Um die Parkplätze barrierefrei umzugestalten, muss der Bodenbelag angepasst werden. Die weiteren dadurch freiwerdenden Flächen können beispielsweise für Parklets genutzt werden, auf welche im Folgenden in Form eines eigenständigen Maßnahmen-Steckbriefs weiter eingegangen wird.</p> <p>Die Fahrradabstellanlagen auf dem Marktplatz sollten ebenfalls optimiert werden, um eine effizientere Nutzung zu gewährleisten. Hierbei sind mehrere Probleme zu beachten: Zum einen führt die Anordnung der derzeitigen Abstellmöglichkeiten zu einem ungeordneten Erscheinungsbild, zum anderen herrscht ein hoher Platzverbrauch, wodurch weniger Platz für die Außenbereiche der anliegenden Cafés vorhanden ist. Auch anliegenden Geschäfte sind weniger gut zu erreichen. Daher wird eine gebündelte Organisation der Abstellmöglichkeiten empfohlen, da sie Struktur schafft und eine effektivere Nutzung ermöglicht. Es stehen verschiedene Varianten von Fahrradabstellanlagen zur Verfügung, darunter Fahrradbügel mit oder ohne Überdachung sowie doppelstöckige Anlagen, die wahlweise überdacht oder ohne Überdachung sein können. Im Falle von denkmalgeschützten Gebäuden, ist jedoch zu beachten, dass vor diesen die Errichtung von doppelstöckigen überdachten Anlagen nicht möglich ist. Die Anzahl der Fahrradstellplätze sollte dabei nicht verringert, sondern ggf. erweitert werden.</p> <p>Durch diese Maßnahmen wird nicht nur die Ordnung und die Zugänglichkeit der Fahrradabstellanlagen verbessert, sondern es entsteht eine ansprechende und funktionsfähige Umgebung für Fahrradnutzer*innen sowie Fußgänger*innen auf dem Preetzer Marktplatz.</p>			



Abbildung 9-5: Aktuelle Verteilung der Fahrradbügel am Marktplatz (eigene Darstellung)

BEWERTUNG

MEHRWERTE FÜR DAS LEBENSWERTE INNENSTADT-QUARTIER

- Weniger Pkw-Verkehr auf dem Marktplatz führt zu weniger Lärm
- Verbesserung der Fahrradinfrastruktur
- Verbesserte Verkehrssicherheit durch klare Zuordnung der Verkehrsflächen und Verringerung des Parksuchverkehrs
- Aufenthaltsqualität
- Förderung sozialer Interaktion
- Förderung der lokalen Wirtschaft

VERANTWORTLICHE / ZU BETEILIGENDE AKTEURE

- Fachbereich Bauen und Umwelt Stadt Preetz
- Sachgebiet Finanzangelegenheiten, EDV Stadt Preetz
- Denkmalschutz Kreis Plön
- Ggf. externe Dienstleister*innen

KOSTEN²²

- Anlehnbügel zum Einbetonieren: ca. 50 €
- Fahrradständerüberdachung (einfach): ab 1.300 €
- Fahrradständerüberdachung mit geschlossenen Seiten ab ca. 3.000 €

²² Kosten können zwischen den Anbietenden variieren

	<ul style="list-style-type: none">• <u>Doppelstöckiges Parken</u> für Fahrräder: ab ca. 1.700 € für 4 Räder• Kosten der Montage und Betonierung / Pflasterung noch nicht mit einberechnet
FÖRDERMITTELMÖGLICHKEITEN	<ul style="list-style-type: none">• <u>Schleswig-Holstein</u> - Sonderprogramm „Stadt und Land“<ul style="list-style-type: none">○ Investition in die Radinfrastruktur○ Förderhöhe von 75 %○ Antrag bis spätestens 30. Juni 2024

Tabelle 9-7: Maßnahmensteckbrief Trinkwasserspender

PRIORITÄT	MITTEL	UMSETZUNGSHORIZONT	MITTELFRISTIG
TRINKWASSERSPENDER			  
<p>In Zeiten erhöhter Temperaturen, welche stetig zunehmen, gewinnt die Bereitstellung von Trinkwasser eine herausragende Bedeutung. Daher beschloss das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz im August 2022, dass künftig Trinkwasserbrunnen an möglichst vielen öffentlichen Orten zugänglich sein sollen. Idealerweise sind sie an möglichst zentralen, hoch frequentierten und für die Allgemeinheit gut erreichbaren öffentlichen Orten, wie Fußgängerzonen oder Parks, aufgestellt. In Preetz könnten hierfür Standorte wie der Marktplatz und die Stadtkirche Preetz in Betracht gezogen werden. Dies ist eine wichtige und empfohlene Maßnahme für regionale und lokale Hitzeaktionspläne, um Menschen zu ermutigt, ausreichend Wasser zu trinken, was vor allem bei steigenden Temperaturen wichtig für die allgemeine Gesundheit und das Wohlbefinden ist. Dabei sind insbesondere die Einhaltung besonderer Hygiene- und Wasserqualitätsstandards zu beachten, welche durch eine Checkliste des Umweltbundesamtes näher erläutert werden. Zudem ist die Barrierefreiheit der Trinkwasserbrunnen von herausragender Wichtigkeit, um sicherzustellen, dass der Zugang und die Nutzung für alle Menschen gleichermaßen möglich sind. Ferner reduzieren öffentliche Trinkwasserspender den Bedarf an Einwegplastikflaschen, da die Menschen ihre eigenen wiederverwendbaren Flaschen mitbringen können. Dies trägt dazu bei, den Verbrauch von Plastik zu reduzieren und nicht nur die Umweltbelastung zu verringern, sondern auch Kosten für die Entsorgung von Plastikmüll zu senken.</p>			
BEWERTUNG			
MEHRWERTE FÜR DAS LEBENSWERTE INNENSTADT-QUARTIER	<ul style="list-style-type: none"> • Menschen vor gesundheitlichen Auswirkungen von Hitze schützen (Prävention). • Müllvermeidung • Zugang zu qualitativ hochwertigem Trinkwasser für alle 		
VERANTWORTLICHE / ZU BETEILIGENDE AKTEURE	<ul style="list-style-type: none"> • Gesundheitsamt • Stadtwerke Kiel (Wasserversorgung) • Sachgebiet Finanzangelegenheiten, EDV Stadt Preetz • Fachbereich Bauen und Umwelt Stadt Preetz • Externe Dienstleister*innen • Klimaschutzmanager*in 		
KOSTEN²³	<ul style="list-style-type: none"> • Bau und Errichtung: ca. 15.000 € • Jährliche Kosten von ca. 1.000 € pro Brunnen 		
FÖRDERMITTELMÖGLICHKEITEN	<ul style="list-style-type: none"> • KfW-Zuschussprogramm 432 (Förderprogramm Energetische Stadtsanierung) • <u>BMUV</u>: Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels <ul style="list-style-type: none"> ○ Erstvorhaben maximal 225.000 € für einen Zeitraum von 24 Monaten 		

²³ Kosten können zwischen den Anbietenden variieren

Tabelle 9-8: Maßnahmensteckbrief Parklets

PRIORITÄT	MITTEL	UMSETZUNGSHORIZONT	KURZFRISTIG
PARKLETS			  
<p>In der Stadt Preetz eröffnet der Marktplatz die Möglichkeit, den öffentlichen Raum zu optimieren, indem Parklets errichtet werden.</p> <p>Ein Parklet ist ein kleiner, ursprünglich auf Parkplätzen eingerichteter Sitzbereich oder Park, der oft als Erweiterung von Fußgängerzonen durch Aufbauten entsteht. Besonders in dicht besiedelten Innenstädten, in denen große Grünflächen selten sind, spielen Parklets eine wichtige</p>			
			
<p>Abbildung 9-6: Beispiele Parklets (citydecks.de)</p> <p>Rolle. Sie laden Menschen dazu ein, sich hinzusetzen, miteinander zu sprechen und stellen zudem einen konsumfreien öffentlichen Raum für alle dar. Die Nutzungsmöglichkeiten reichen von Sitzgelegenheiten und Spielflächen über Pflanzbeete und Kunstprojekten bis hin zu Tauschstationen und Bücherregalen oder auch Versammlungsorten für die Nachbarschaft. Es wird vorgeschlagen, die Einführung von Parklets mit Grünflächen und Sitzgelegenheiten zunächst im Rahmen eines Reallabors zu testen und bei positivem Ergebnis auszuweiten. Die ersten Parklets sollten auf dem Marktplatz installiert werden, um den öffentlichen Raum für die Bürger*innen ansprechender zu gestalten.</p> <p>Bei der Einführung von weiteren Parklets im Stadtraum ist eine sorgfältige Planung und Zusammenarbeit zwischen der Stadtverwaltung, Geschäftsinhabern und der Gemeinschaft erforderlich, um sicherzustellen, dass die Parklets effektiv und harmonisch in das städtische Umfeld integriert werden.</p>			
BEWERTUNG			
MEHRWERTE FÜR DAS LEBENSWERTE INNENSTADT-QUARTIER	<ul style="list-style-type: none"> • Helfen CO₂ einzusparen und erhöhen die Aufenthaltsqualität • Bürger*innen steht mehr öffentlicher Raum zur Verfügung • Mehr Stadtgrün • Aufenthaltsqualität & soziale Interaktion 		
VERANTWORTLICHE / ZU BETEILIGENDE AKTEURE	<ul style="list-style-type: none"> • Fachbereich Bauen und Umwelt Stadt Preetz • Sachgebiet Finanzangelegenheiten, EDV Stadt Preetz 		

	<ul style="list-style-type: none"> • Externe Dienstleister*innen
KOSTEN²⁴	<ul style="list-style-type: none"> • Pilotstandort KielRegion – keine Kosten • Mieten von Modulkombination: ab ca. 600 € pro Monat City Decks <ul style="list-style-type: none"> ○ Servicepaket inkludiert bei Miete ○ der Mietpreis reduziert sich bei längerer Laufzeit etappenweise • <u>Kauf</u> von Modulkombination: ab ca. 3.000 € - City Decks • Beispiel: Leseparklet Neumühlen-Dietrichsdorf (Kiel): 9.494 €
FÖRDERMITTELMÖGLICHKEITEN	<ul style="list-style-type: none"> • <u>BMWSB</u>: Städtebauförderung <ul style="list-style-type: none"> ○ 1/3 durch den Bund, 1/3 vom Land, 1/3 von der Kommune • <u>EKSH</u>: „KliKom“ für Kommunen

²⁴ Kosten können zwischen den Anbietenden variieren

Tabelle 9-9: Maßnahmensteckbrief Spielfläche

PRIORITÄT	NIEDRIG	UMSETZUNGSHORIZONT	MITTELFRISTIG
SPIELFLÄCHE			
<p>Angesichts des bevorstehenden Generationenwechsels besteht die Möglichkeit, dass sich der Bedarf an lokal verfügbaren Spielmöglichkeiten verändert. Insbesondere wird dieser Bedarf durch den Zuzug junger Familien mit kleinen Kindern und Besucher*innen des Markts mit Kindern bestimmt. Vor diesem Hintergrund sollte die Verbesserung der Spielangebote am Marktplatz in Erwägung gezogen werden, um die Aufenthaltsqualität zu steigern. Die Spielfläche auf dem Marktplatz ist zurzeit mit einer Federwippe ausgestattet, doch im Rahmen der Maßnahmen für einen lebenswerteren Marktplatz soll dieser Bereich aufgewertet werden. Dies soll durch die Einführung einiger neuer Spielgeräte geschehen. Obwohl die Fläche begrenzt ist, könnte die Möglichkeit einer Flächenerweiterung in Betracht gezogen werden. Dennoch können auch ohne Erweiterung zwei bis drei neue Spielgeräte auf dieser Fläche installiert werden. Im Falle einer Erweiterung oder Erneuerung der Spielfläche bietet sich die Gelegenheit, das nahegelegene Wasserspiel in die Spielfläche zu integrieren. Auf diese Weise kann Kindern aus der Stadt die Gelegenheit geboten werden, zu spielen und sich zu bewegen, und somit den Marktplatz zu einem lebendigen, lebenswerteren Ort zu machen. Weiter kann eine Erneuerung der veralteten Spielfläche den Innenstadtbereich optisch aufwerten.</p>			
BEWERTUNG			
MEHRWERTE FÜR DAS LEBENSWERTE INNENSTADT-QUARTIER	<ul style="list-style-type: none"> • Belebung des Marktplatzes • Steigerung der Aufenthaltsqualität • Für Kinder wichtiger Aufenthaltsraum zum Erlernen körperlicher Fähigkeiten 		
VERANTWORTLICHE / ZU BETEILIGENDE AKTEURE	<ul style="list-style-type: none"> • Fachbereich Bauen und Umwelt Stadt Preetz • Externe Dienstleister*innen • Bewohner*innen und Besucher*innen mit kleinen Kindern 		
KOSTEN²⁵	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele für mögliche Spielgeräte <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Federwippe</u>: ca. 700 € ○ <u>Spielschiff Sandkasten</u>: ca. 10.800 € ○ <u>Klettergerüst</u>: ca. 2.700 € 		
FÖRDERMITTELMÖGLICHKEITEN	<ul style="list-style-type: none"> • <u>IB.SH</u>: Lebendige Zentren <ul style="list-style-type: none"> ○ 1/3 durch den Bund, 1/3 vom Land, 1/3 von der Kommune (Städtebauförderung) 		

²⁵ Kosten können zwischen den Anbietenden variieren

9.7.3 LEBENDIGE LANGE BRÜCKSTRASSE

Tabelle 9-10: SWOT-Betrachtung Lange Brückstraße

STÄRKEN	SCHWÄCHEN
<ul style="list-style-type: none"> • Verbindungs- & Sichtachse zum Kirchsee • Verkehrsberuhigt • Nähe zur Natur und der Schwentine & den Kirchsee 	<ul style="list-style-type: none"> • Potential der Verbindung zum Wasser nicht genutzt • Geringe Aufenthaltsqualität • Kaum belebt • Leerstehende und / oder sanierungsbedürftige Gebäude beeinträchtigen das Stadtbild negativ
CHANCEN	GEFAHREN
<ul style="list-style-type: none"> • Lebendiger Ort der Begegnung • Kleine Straße mit maritimen Flair und hoher Aufenthaltsqualität • Förderung lokaler Wirtschaft 	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterer Rückgang an attraktiven Geschäften & Cafés • Untergenutzte öffentliche Räume machen die Stadt unattraktiv

Die Lange Brückstraße befindet sich im Zentrum von Preetz, verbindet die Wankendorfer Straße und den Marktplatz und bietet eine direkte Verbindung und Sichtachse zum Kirchsee. Da die lange Brückstraße direkt an den Marktplatz anschließt, bietet sie eine direkte Verbindungsachse in die Innenstadt. Durch die direkte Sicht auf die Schwentine hat die Lange Brückstraße das Potential, sich als attraktiver Eingang zur Innenstadt mit maritimem Flair zu entwickeln.



Abbildung 9-7: Lange Brückstraße (eigene Aufnahme)

Zum aktuellen Zeitpunkt ist das Potential nicht ausgeschöpft. Durch ungeordnete und veraltetes Stadtmobiliar sowie leerstehende und / oder verklebte Schaufenster lädt die Lange Brückstraße nicht zum Verweilen ein. Ziel sollte es sein, durch die Revitalisierung der Erdgeschosse sowie Aufwertung der Außenbereiche die Frequenz an Passant*innen zu erhöhen und somit die Lange Brückstraße in einen lebendigen Ort mit hoher Aufenthaltsqualität nahe des Marktplatzes zu entwickeln. Da im Jahr 2025 umfangreiche Bauarbeiten in der Langen Brückstraße geplant sind, sind die Maßnahmen auf den Zeitraum danach zu legen.

Tabelle 9-11: Maßnahmensteckbrief Reallabor

PRIORITÄT	MITTEL	UMSETZUNGSHORIZONT	MITTELFRISTIG
REALLABOR			  
<p>Derzeit ist die Lange Brückstraße ausschließlich für den Fußverkehr zugänglich; lediglich von 19 bis 9 Uhr ist das Radfahren gestattet. Um die Zone lebendiger zu gestalten und eine komfortablere Verbindung für die Radfahrer*innen zu schaffen, wird eine Öffnung der Straße für den Radverkehr als Reallabor empfohlen. Die Zulassung von Radfahrenden kann zu einer erhöhten Nutzung und Attraktivität der Fußgängerzone führen, da die Vielfalt der Verkehrsteilnehmenden zur Belebung und zur Schaffung eines lebendigen Umfelds beiträgt. Durch eine Belebung der Straße aufgrund von einer höheren Frequentierung des Besuches, kann eine positive Wirkung auf das Ambiente und die Nutzung hervorgerufen werden. Dies könnte sich positiv auf lokale Geschäfte, Cafés und andere Einrichtungen auswirken.</p> <p>Zu beachten ist die Verengungen der Straße durch Pflanzkübel und andere Stadtmöbel, diese müssen so angeordnet sein, dass sie den Verkehrsfluss nicht behindern und Konflikte zwischen Fußgänger*innen und Radfahrenden minimiert werden können.</p> <p>Bereits in dem Mobilitätskonzept von Preetz wurde die Öffnung der Langen Brückstraße für den Radverkehr diskutiert.</p>			
BEWERTUNG			
MEHRWERT FÜR DAS LEBENSWERTE INNENSTADT-QUARTIER	<ul style="list-style-type: none"> • Stadt der kurzen Wege • Lebendiger Stadtkern 		
VERANTWORTLICHE / ZU BETEILIGENDE AKTEURE	<ul style="list-style-type: none"> • Fachbereich Bauen und Umwelt Stadt Preetz • Sachgebiet Finanzangelegenheiten, EDV Stadt Preetz 		
KOSTEN	<ul style="list-style-type: none"> • Zunächst sind lediglich neue Beschilderungen und Informationsmaterial notwendig 		
FÖRDERMITTELMÖGLICHKEITEN			

Tabelle 9-12: Maßnahmensteckbrief Revitalisierung Erdgeschoss

PRIORITÄT	HOCH	UMSETZUNGSHORIZONT	LANGFRISTIG
SANFTE MAßNAHMEN ZUR REVITALISIERUNG DER ERDGESCHOSSE			
<p>Die Wiederbelebung der Lange Brückstraße umfasst verschiedenen Maßnahmen, um die Erdgeschossflächen zu revitalisieren. Eine der zentralen Strategien besteht darin, Anker-Mieter anzuziehen, aber auch die nicht genutzten gewerblichen Räume für Zwischennutzung verfügbar zu machen. Eine Möglichkeit ist, eine Kooperation mit dem Co-Working-Space cobaas zu prüfen. Die Schaffung eines zusätzlichen Co-Working-Spaces könnte dazu beitragen, die Straße mit aktivem Leben zu füllen und eine attraktive Arbeitsumgebung zu schaffen. Auch die Ev.-luth. Kirchengemeinde Preetz hat ihr Interesse an temporären Flächen zur Zwischenmiete für zum Beispiel Ausstellungen bereits bekundet.</p> <p>Eine zusätzliche Initiative besteht darin, Grünflächen und Sitzgelegenheiten in das städtische Umfeld zu integrieren. Dies umfasst die Errichtung öffentlicher Sitzgelegenheiten entlang der Straßen, die nicht nur zum Verweilen einladen, sondern auch das soziale Miteinander fördern sollen. Des Weiteren könnte die Erweiterung von Außenbereichen durch Cafés unterstützt werden, um im Freien Sitzgelegenheiten anzubieten und damit das städtische Straßenleben weiter zu beleben.</p> <p>Insgesamt zielen diese Maßnahmen darauf ab, die Lange Brückstraße zu einem lebendigen und attraktiven Ort zu machen, der nicht nur für Geschäftsleute und Anwohner*innen, sondern auch für Besucher*innen eine Anziehungskraft ausübt.</p>			
BEWERTUNG			
LEBENSWERTES QUARTIER, BARRIEREFREIHEIT, BAUKULTURELLE ASPEKTE	<ul style="list-style-type: none"> • Verbessertes Kulturelles Angebot • Innovationen und Kreativität in der Innenstadt • Verbesserte Aufenthaltsqualität • Förderung sozialer Interaktion und Zusammenhalt • Stärkung der lokalen Wirtschaft 		
VERANTWORTLICHE / ZU BETEILIGENDE AKTEURE	<ul style="list-style-type: none"> • Hausbesitzer*innen • Ansässige Geschäfte • Ggf. Quartiersmanagement • Potenzielle Zwischenmieter*innen • Fachbereich Bauen und Umwelt Stadt Preetz 		
KOSTEN			
FÖRDERMITTELMÖGLICHKEITEN			

9.7.4 GRÜNE KLIMASCHUTZSTADT

Tabelle 9-13: SWOT-Betrachtung Klimaschutz

STÄRKEN	SCHWÄCHEN
<ul style="list-style-type: none"> • Landschaftlich schöne Lage am Kirchsee und an der Schwentine • Klimaschutzkonzept und Beschluss zur Klimaneutralität fördern Klimaschutz und -anpassung • Klimaschutzmanagement koordiniert und regt Klimaschutzmaßnahmen an 	<ul style="list-style-type: none"> • Wenig Solar- und Photovoltaikanlagen sowie Dach- und Fassadenbegrünung an / auf privaten Gebäuden • Hoher Versiegelungsgrad im Quartier, von welchem eine starke thermische Belastung ausgeht
Chancen	GEFAHREN
<ul style="list-style-type: none"> • nachhaltig in einer gesunden Umwelt leben • verbessertes Mikroklima • nachhaltiger Umgang mit Ressourcen 	<ul style="list-style-type: none"> • Abnehmende Aufenthaltsqualität aufgrund starker thermischer Belastungen

Das Innenstadtquartier verfügt über optimale Voraussetzungen, ein grünes Klimaschutzquartier zu werden, da es trotz eines hohen Versiegelungsgrades direkt an den Kirchsee angrenzt. Das übergeordnete Ziel besteht darin, diese vorhandenen Grünstrukturen weiter in das Quartier zu integrieren, um das Mikroklima nachhaltig zu verbessern. Die Entwicklung hin zu einem grünen Klimaschutzquartier erfordert nicht nur die Implementierung von Grünstrukturen, sondern auch deren langfristige und nachhaltige Pflege.

Bereits erste Maßnahmen wurden durch die Installation von Sensoren zur bedarfsgerechten Versorgung der Grünstrukturen initiiert. Diese Fortschritte unterstreichen das Bestreben, eine zukunftsorientierte, umweltfreundliche Entwicklung des Innenstadtquartiers zu fördern. Dabei gilt es, nicht nur die Quantität, sondern auch die Qualität der Grünflächen zu gewährleisten, um langfristige ökologische und klimatische Vorteile für das Quartier zu erzielen.

Tabelle 9-14: Maßnahmensteckbrief Fassaden- und Dachbegrünung

PRIORITÄT	Mittel	UMSETZUNGSHORIZONT	MITTELFRISTIG
LEITFADEN FÜR FASSADEN- UND DACHBEGRÜNUNG			  
<p>Für eine nachhaltige, zukunftsfähige Stadtentwicklung ist die Begrünung von Fassaden und Dächern maßgeblich. Städte stehen vor der Herausforderung, sowohl Klimaschutz zu betreiben, als auch Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel vorzunehmen. Durch Fassaden- und Dachbegrünung können diese komplexen Probleme nicht gelöst werden, aber ein wichtiger Beitrag zu ihrer Milderung getätigt werden. Zahlreiche positive Effekte, wie eine Verbesserung des Mikroklimas der Stadt, eine Lärmreduktion sowie eine Erhöhung der Lebensqualität, treten durch die Begrünung hervor. Da die Umsetzung von verschiedenen Akteuren abhängig ist, ist die Erarbeitung eines Leitfadens für Fassaden- und Dachbegrünung zu empfehlen. Aufgrund der Komplexität des Themas bietet der Leitfaden eine Orientierung, damit das Vorhaben der Begrünung richtig und effektiv ausgeführt werden kann. Die Erarbeitung kann sowohl von der Verwaltung übernommen als auch an ein Planungsbüro weitergegeben werden. Als Best Practice Beispiel kann der Leitfaden für die Hamburger Gründachstrategie genutzt werden. Der Leitfaden sollten Informationen von den verschiedenen Formen von Fassaden- und Dachbegrünung bis hin zu Festsetzungsbeispielen für die Bauleitplanung beinhalten, um ein umfassendes Bild sowohl für Investor*innen und Eigentümer*innen als auch die Verwaltung zu bieten. Der Leitfaden kann eine optimale Ergänzung zum vorhandenen Gründachpotentialkataster des Kreises Plön darstellen und die Umsetzung wesentlich erleichtern.</p>			
BEWERTUNG			
MEHRWERTE FÜR DAS LEBENSWERTE INNENSTADT-QUARTIER	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung des Stadtklimas und der Luftqualität • Wärme- und Hitzeschutz • Erhalt der Artenvielfalt • Lärmreduktion und Schallschutz • Speicherung von Regenwasser und damit Entlastung der Kanalisation 		
VERANTWORTLICHE / ZU BETEILIGENDE AKTEURE	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaschutzmanagement • Sachgebiet Bauverwaltung, Stadtplanung, Wirtschaftsförderung • Sachgebiet Bauaufsicht • Sachgebiet Umweltangelegenheiten, Grünflächen • Denkmalschutz • Externe Dienstleister*innen 		
KOSTEN	<ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Beratungsleistung eines externen Büros 		
FÖRDERMITTELMÖGLICHKEITEN	<ul style="list-style-type: none"> • Die Hamburger Gründachstrategie wurde unter anderem vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit gefördert 		

Tabelle 9-15: Maßnahmensteckbrief Wasserstandssensoren

PRIORITÄT	Mittel	UMSETZUNGSHORIZONT	MITTELFRISTIG
WASSERSTANDESENSOREN			  
<p>Die Optimierung des Bewässerungsmanagements, durch die zur Hilfenahme von Wasserstandssensoren, kann die Auswirkungen der langen Trocken- und Hitzeperioden auf die Pflanzen in Städten verbessern. In Innenstädten kann durch smarte Bewässerung Pflanzen geholfen werden, nicht mehr in den Bereich des Wasserstresses zu gelangen. In Preetz wird bereits in einem Pilotprojekt die Sensortechnik getestet. Mit 10 Sensoren der Marke Treesense, 2 Lizenzen für ein digitales Dashboard und dem LoRaWAN-System hat die Stadt am Cathrinplatz das Pilotprojekt gestartet. Aufgrund des Erfolges ist hier eine Ausweitung auf das gesamte Quartiersgebiet zu empfehlen, denn durch das Verwenden eines smarten Bewässerungsmanagements kann effizient bewässert, Ressourcen koordiniert sowie Wasser und Geld gespart werden. Da bereits mit den Sensoren der Marke Treesense in der Stadt gearbeitet wird, bietet es sich an, dieses System zu erweitern und keine neue Technik zu implementieren. Dennoch gibt es auch andere Anbietende von Sensoren, bei denen der Preis variiert. Ein Vorteil der Treesense Sensoren besteht darin, dass sie an den Bäumen befestigt sind und nicht, wie viele andere Varianten, im Boden stecken, dies bietet Schutz vor Vandalismus.</p>			
BEWERTUNG			
MEHRWERTE FÜR DAS LEBENSWERTE INNENSTADT-QUARTIER	<ul style="list-style-type: none"> • Positive Auswirkung auf den Erhalt städtischer Begrünung • Verbessert das Stadtklima → Straßen mit Gesunden Bäumen / Pflanzen kühlen Umgebung herunter • Schonender Umgang mit Ressourcen 		
VERANTWORTLICHE / ZU BETEILIGENDE AKTEURE	<ul style="list-style-type: none"> • Fachbereich Bauen und Umwelt Stadt Preetz • Sachgebiet Finanzangelegenheiten, EDV Stadt Preetz • Externe Dienstleister*innen 		
KOSTEN²⁶	<ul style="list-style-type: none"> • Sensorkosten: <ul style="list-style-type: none"> ◦ <u>Sensor</u> von Treesense: ca. 398 € pro Stück • Beispiel: <u>Smart City Bochum</u> für Stadtgebiet 150.000 € 		
FÖRDERMITTELMÖGLICHKEITEN	<ul style="list-style-type: none"> • Smarte KielRegion unter dem Handlungsfeld „Quartiersentwicklung“ 		

²⁶ Kosten können zwischen den Anbietenden variieren

9.7.5 SMARTES ENERGIEMANAGEMENT

Tabelle 9-16: SWOT-Betrachtung Energiemanagement

STÄRKEN	SCHWÄCHEN
<ul style="list-style-type: none"> • Das Klimaschutzmanagement der Stadt und dessen Beratungsangebote für Bürger*innen • Klimaschutzkonzept 	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlen eines smarten Energiemanagements in öffentlichen Liegenschaften beschränkt die Ausschöpfung weiterer Strom- und Wärmeeinsparpotenziale
CHANCEN	GEFAHREN
<ul style="list-style-type: none"> • Effiziente Ressourcennutzung und Reduzierung von Emissionen • Kostenersparnis für Bürger*innen und Stadt • Klimaschutz durch CO₂-Einsparung 	<ul style="list-style-type: none"> • Verringerte Lebensqualität durch steigende Kosten aufgrund hohem Energieverbrauch und hoher Kosten für Energie

Klimaschutz und -anpassung sind untrennbar mit der Effizienzsteigerung im Energieverbrauch verbunden, da der überwiegende Anteil der globalen Treibhausgasemissionen aus dem Einsatz fossiler Brennstoffe zur Energieerzeugung resultiert. Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz zielen darauf ab, den Energieverbrauch durch die Förderung effizienterer Technologien und Praktiken zu reduzieren. Durch eine gesteigerte Energieeffizienz wird der Bedarf an fossilen Brennstoffen verringert, was wiederum die Emissionen reduziert und somit einen Beitrag zum Klimaschutz leistet. Dabei ist es von entscheidender Bedeutung, nicht nur die Bürger*innen für diese Thematik zu sensibilisieren und zu unterstützen, sondern auch die Verwaltung aktiv einzubinden, um gemeinsam die Energieeffizienz zu fördern, Kosten zu reduzieren und den ökologischen Fußabdruck zu reduzieren.

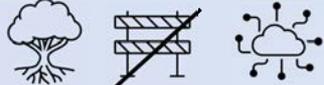
Tabelle 9-17: Maßnahmensteckbrief Gebäudesanierung Privathaushalte

PRIORITÄT	HOCH	UMSETZUNGSHORIZONT	KURZFRISTIG
GEBÄUDESANIERUNG PRIVATER HAUSHALTE			  
<p>Zur Umsetzung des smarten Energiemanagements sollten, wie bereits in Kapitel 4.1.1 empfohlen, Veranstaltungen angeboten werden, in denen private Haushalte zu dem Thema der Gebäudesanierung beraten werden. Ziel ist Möglichkeiten für die Energieeinsparung an der Gebäudehülle und die Effizienz von Heizungstechniken aufzuzeigen. Dabei ist es wichtig die Bürger*innen stetig in diesem Prozess zu begleiten, um die Sanierungsrate steigern zu können.</p> <p>Dafür werden Anwohner*innen aus dem Quartier zu öffentlichen Veranstaltung eingeladen, um mögliche Sanierungsmaßnahmen zu besprechen. Als Anreiz zur Beteiligung bekommen alle Anwesenden im Zuge der Veranstaltung eine intelligente Steckdose. Mit den Steckdosen haben die Teilnehmenden die Möglichkeit, den Stromverbrauch und damit einen Bereich des privaten Energieverbrauches einzelner Geräte zu tracken, sowie eine individuelle Zeitschaltung einzurichten oder von unterwegs zu steuern. Durch die intelligenten Steckdosen und damit die Möglichkeit, den realen Stromverbrauch zu visualisieren, kann ein Anreiz zum Energiesparen gesetzt und das Bewusstsein für den Energieverbrauch geweckt werden.</p> <p>Weiterführend wird empfohlen, Bürger*innen, zu denen bereits bei öffentlichen Veranstaltungen kontakt geknüpft wurden, eine persönliche Vor-Ort-Beratungen anzubieten bzw. diese zu empfehlen und dazu zu beraten. Ziel ist es, eine umfassende Informations- und Beratungskampagne zu initiieren und damit die Sanierungsrate aktiv zu fördern. Ergänzend sollte auch die Möglichkeit gegeben sein, eine Vor-Ort-Beratung zu erhalten, ohne an einer öffentlichen Veranstaltung teilgenommen zu haben. Die öffentliche Veranstaltung dient vor allem dazu, die Anwohner*innen auf das Thema aufmerksam zu machen und das Interesse zu wecken.</p> <p>Wenn das Konzept erfolgreich ist, kann es auf weitere Veranstaltungen und Quartiere ausgeweitet werden.</p>			
BEWERTUNG			
MEHRWERTE FÜR DAS LEBENSWERTE INNENSTADT-QUARTIER	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten- und Energieverbrauchsenkung privater Haushalte • Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks • Verbesserung des Bewusstseins für Energieverbrauch 		
VERANTWORTLICHE / ZU BETEILIGENDE AKTEURE	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaschutzmanager*innen Stadt Preetz • Klimaschutzmanager*innen Kreis Plön • Bewohner*innen 		
KOSTEN	<ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Veranstaltungsraum • Kosten einer intelligenten Steckdose: ca. 10-15 € pro Stück, abhängig von Marke und Angebot • Je nach Besucher*innenquote Nachkauf von Steckdosen • Ggf. Kosten für ein Beratungsbüro 		

**FÖRDERMITTELMÖGLICH-
KEITEN**

- BAFA: Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude (für Eigentümer*innen)
 - 80% des förderfähigen Beratungshonorars, maximal 1.300 € bei Ein- oder Zweifamilienhäusern
 - 80% des förderfähigen Beratungshonorars, maximal 1.700 € bei Wohngebäuden ab drei Wohneinheiten
 - Zusätzliche Förderung für Wohnungseigentümergeinschaften: 500 € einmalig pro Wohnungseigentümergeinschaft bei Erläuterung der Beratungsergebnisse im Rahmen einer Wohnungseigentümersammlung
- BAFA: Bundesförderung für effiziente Gebäude / Sanierung von Wohngebäuden (für Eigentümer*innen)
 - Fördersatz: 50% der förderfähigen Ausgaben
 - Gedeckelte förderfähige Ausgaben:
 - Maximal 5.000€ bei Ein- und Zweifamilienhäusern
 - Maximal 2.000€ pro Wohneinheit bei Mehrfamilienhäusern (3 oder mehr Wohneinheiten)
 - Gesamtmaximum für Mehrfamilienhäuser: 20.000 €

Tabelle 9-18: Maßnahmensteckbrief Energiemanagement

PRIORITÄT	HOCH	UMSETZUNGSHORIZONT	LANGFRISTIG
ENERGIEMANAGEMENT			
<p>Die Stadt Preetz hat bereits 2016 in ihrem integrierten Klimaschutzkonzept das Thema Energieeinsparung und die Veränderung des eigenen Nutzungsverhaltens aufgegriffen. Mit Hilfe eines Energiecontrollings können Daten gesammelt und im Rahmen eines Energiemanagements der Stadt analysiert und effektiv genutzt werden. Ein Energiecontrolling wird in der Stadt Preetz bereits umgesetzt. Daran anknüpfend sollte somit als nächster Schritt ein Energiemanagement implementiert werden. Ein Energiemanagement birgt unter anderem die Vorteile den Haushalt der Stadt auf lange Sicht zu entlasten und den ökologischen Fußabdruck zu senken.</p> <p>Durch das Energiemanagement können die aus dem Energiecontrolling gewonnenen Daten effektiv für die Planung von Neubauprojekten sowie Renovierungs- und Sanierungsmaßnahmen öffentlicher Liegenschaften genutzt werden. Hierbei werden Schlüsselaspekte wie hochwertige Wärmedämmung, effiziente Beleuchtungssysteme, energieeffiziente Fenster und Türen sowie die Integration erneuerbarer Energien berücksichtigt. Des Weiteren können gezielte Maßnahmen zur Planung und Implementierung von Gebäudeautomatisierungssystemen vorgesehen werden. Diese Systeme ermöglichen eine präzise Steuerung von Heizung, Lüftung, Klimatisierung (HLK), Beleuchtung und anderen Energieverbrauchern. Intelligente Sensoren und automatisierte Systeme tragen dazu bei, den Energieverbrauch zu optimieren, indem sie den Bedarf anpassen und nicht genutzte Bereiche effizient abschalten.</p> <p>Ein Energiemanagement ermöglicht somit eine Steigerung der Energieeffizienz, eine Reduzierung des Energieverbrauches und damit verbunden auch Kosteneinsparungen. Folglich kann die Stadt bewusster mit Strom, Wasser und Gas umgehen und gleichzeitig die CO₂-Emissionen reduzieren. Für das Energiemanagement werden folgende Handlungsschritte empfohlen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Auswertung und Bewertung des Energiecontrollings 2. Erstellung eines Energiemanagementplans mit konkreten Maßnahmen sowie deren Terminierung und Priorisierung 3. Umsetzung der Maßnahmen des Energiemanagements 4. Controlling der Maßnahmen und deren Effizienz / Auswirkung 			
BEWERTUNG			
MEHRWERTE FÜR DAS LEBENSWEITE INNENSTADT-QUARTIER		<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltiger Umgang mit Ressourcen • Reduzierung des Energieverbrauchs • Steigerung der Energieeffizienz • Unnötiger Mehrverbrauch und die damit verbundenen Kosten können verhindert werden 	
VERANTWORTLICHE / ZU BETEILIGENDE AKTEURE		<ul style="list-style-type: none"> • Klimaschutzmanager*innen • Fachbereich Bauen und Umwelt Stadt Preetz • Sachgebiet Finanzangelegenheiten, EDV Stadt Preetz • Externe Dienstleister*innen 	

	<ul style="list-style-type: none">• Smarte KielRegion (Expertise und Beratung)
KOSTEN	<ul style="list-style-type: none">• Sanierungskosten / Baukosten• Kosten durch den Erwerb von verschiedenen Sensoren
FÖRDERMITTELMÖGLICHKEITEN	<ul style="list-style-type: none">• <u>BMWK</u>: Implementierung und Erweiterung eines Energiemanagements

9.7.6 LEBENSWERTES, BARRIEREFREIES QUARTIER

Die Umsetzung der Maßnahmen aus diesem Konzept können dazu beitragen, verschiedene Faktoren eines lebenswerten Umfelds positiv zu beeinflussen. Eine zentrale Rolle spielt hierbei die Einbindung der Bürger*innen und die Identifizierung ihrer Bedürfnisse. Ein Quartiersbüro kann als effektive Schnittstelle zwischen Verwaltung und Bürgerschaft fungieren, und somit maßgeblich dazu beitragen, das Innenstadtquartier weiterhin zu einem besonders lebenswerten Ort zu entwickeln. Die Struktur des Quartiers, bestehend aus einer ausgewogenen Mischung aus Wohnmöglichkeiten, Einkaufsgelegenheiten und sozialen Aktivitäten, bietet ein erhebliches Potenzial zur Förderung der Lebensqualität der Bewohner*innen. Besonders wichtig ist dabei die Unterstützung von konsumfreien Begegnungsorten, die zum Verweilen und Austauschen einladen.

Tabelle 9-19: Maßnahmensteckbrief Quartiersmanagement

PRIORITÄT	MITTEL	UMSETZUNGSHORIZONT	MITTELFRISTIG
QUARTIERSMANAGEMENT/-BÜRO			  
<p>Das Quartiersmanagement ist ein integraler Bestandteil des Projekts zur Stärkung und Entwicklung des Quartiers. Durch die Einführung der Position des Quartiermanagements werden Aufgaben und Verantwortlichkeiten für verschiedene Aspekte wie das Reallabor, die Parklets und generell die Umsetzung des Quartierskonzepts koordiniert. Ein kleines Büro könnte beispielsweise in der Langen Brückstraße eröffnet werden, von dem aus die Quartiersentwicklung koordiniert wird. Ziel ist es nicht nur, Maßnahmen umsetzen, sondern auch den sozialen Zusammenhalt zu fördern und die Lebensqualität in der Nachbarschaft zu verbessern. Die aktive und vielfältige Beteiligung der Bewohner*innen sowie die Förderung einer transparenten Zusammenarbeit mit allen Beteiligten in der Gemeinschaft sind wesentliche Bestandteile des Vorhabens. Durch regelmäßig organisierte Treffen können Wünsche der Bewohnerschaft und der ansässigen Wirtschaft gehört und so Vorhaben umgesetzt werden.</p>			
BEWERTUNG			
MEHRWERTE FÜR DAS LEBENSWERTE INNENSTADT-QUARTIER	<ul style="list-style-type: none"> • Stärkung des sozialen Zusammenhalts • Fördert die Aufenthaltsqualität • Förderung sozialer Integration • Infrastrukturverbesserung • Umweltschutz 		
VERANTWORTLICHE / ZU BETEILIGENDE AKTEURE	<ul style="list-style-type: none"> • Quartiersmanagement • Sachgebiet Finanzangelegenheiten, EDV Stadt Preetz 		
KOSTEN	<ul style="list-style-type: none"> • Personalkosten • Miete eines Büros • Kosten Öffentlichkeitsveranstaltungen und Informationsmaterial 		
FÖRDERMITTELMÖGLICHKEITEN	<ul style="list-style-type: none"> • ggf. teilweise aus dem Sanierungsmanagement (KfW 432), abhängig von der Inanspruchnahme durch andere Themenbereiche, ggf. im Rahmen umfangreicherer Maßnahmen der Städtebauförderung 		

10 UMSETZUNGHEMMNISSE UND MÖGLICHKEITEN ZU IHRER ÜBERWINDUNG

10.1 GEBÄUDESANIERUNG

Neben den in Kapitel 7.3.5 teilweise bereits genannten sowie den generell bekannten und in der Fachliteratur (IWU, 2016), (adelphi, 2022) gut aufbereiteten Darstellungen der möglichen Hemmnisse, die einer forcierten energetischen Gebäudesanierung (Gebäudehülle und Heizungstechnik) entgegenstehen, soll im Folgenden kurz skizziert werden, welche Hemmnisse und Fragen im Preetzer Innenstadtquartier benannt wurden. Aus den Diskussionen der öffentlichen Veranstaltungen, den Mustersanierungsberatungen, den Begehungen der öffentlichen Liegenschaften sowie den Gesprächen mit Kolleg*innen des Denkmalschutzes können folgende Hemmnisse angeführt werden.

- Die Energiekosteneinsparung wird im Rahmen einer einfachen Kosten-Nutzen-Betrachtung als zu gering für eine kostenintensive Investition gesehen.
- Eine Betrachtung der energetischen Mehrkosten statt der Vollkosten wird nicht unternommen.
- Die explodierenden Energiepreise des 2. Halbjahres 2022 sind zwar noch im Bewusstsein, werden aber in ihrer Preisdynamik (Energiepreissteigerung) nicht wahrgenommen und auch in der wirtschaftlichen Abwägung nicht einbezogen.
- Obwohl in der Öffentlichkeit grundsätzlich sehr wohl bekannt, wird die absehbare Steigerung des CO₂-Preises auf fossile Energien oftmals nicht als Preistreiber und Kostenfaktor wahrgenommen.
- Die Angebote der Handwerksbetriebe werden im Vergleich zu den Vorjahren als überteuert empfunden und daher entsteht eine abwartende Haltung.
- Handwerksbetriebe und Energieberatung sind nur schwer zu bekommen, Angebotsanfragen dauern sehr lange, dies führt nicht zu einer zügigen Entscheidungsfindung der Umsetzung.
- Die Förderprogramme sind gut ausgestattet, die Internetauftritte der relevanten Förderinstitute KfW und BAFA stetig verbessert, jedoch entsteht durch tlw. unterjährige Änderung der Förderbestimmungen z. T. große Unsicherheit. Nicht nur bei den privaten Wohneigentümer*innen, sondern auch bei Architekten und Handwerksbetrieben. Hier besteht ein beträchtliches Kommunikationsproblem.
- Die z. T. jährlichen Änderungen der ordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen (GEG, EWKG, EEG, KWKG u. a.) führen ebenfalls zu einer gewissen Informationsverunsicherung. Informiert ist nur, wer sich ständig neu mit diesen Rahmenbedingungen auseinandersetzt. Eine Kontinuität würde hier helfen „sich auch bei längerer Informationsabstinenz schnell zurecht zu finden“, so ein Gesprächsergebnis während einer Beratungssitzung.
- Der Förderantragsweg, oftmals nur online durchzuführen, ist vielen, die nicht internetaffin sind, nicht verständlich und zu kompliziert.

Begegnet werden kann diesen Hemmnissen durch eine kontinuierliche Beratung über die technischen Möglichkeiten und finanziellen Förderungen der energetischen Gebäudesanierung. 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. Hier ist ebenfalls das Klimaschutzmanagement der Stadt Preetz gefragt, mit öffentlichkeitswirksamen Aktivitäten das Thema kontinuierlich präsent zu halten.

Gerade mit den zu Beginn des Jahres 2024 erfolgten Änderungen und Novellierungen bestehender Gesetze und Förderprogramme: Das neue GEG 2024, das Wärmeplanungsgesetz, die Bundesförderprogramme für effiziente Gebäude (BEG) und für Wärmenetze (BEW). Hier muss eine Informationskampagne ansetzen, die die Bürger*innen abholt und die neuen Informationen transportiert.

Der stärkste Treiber für die Gebäudesanierung ist verständlicherweise der Energiepreis und dessen Entwicklung. Durch den Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine explodierten die Energiepreise. Hemmend kam leider hinzu, dass in diesem Zusammenhang auch neue Heiztechniken (z. B. Wärmepumpen) unattraktiv lange Lieferzeiten hatten und haben.

10.2 LEITUNGSGBUNDENE WÄRMEVERSORGUNG

10.2.1 TECHNISCHE HERAUSFORDERUNGEN

Wärmenetze wurden bereits von den Römern genutzt. Ihr Bau und Betrieb sind etablierte Vorgehensweisen, die keine technischen Herausforderungen bieten. Auch die Möglichkeiten der Isolierung zur Minimierung der Wärmeverluste haben sich in den vergangenen Jahrzehnten kontinuierlich verbessert. Technisch-fachliche Herausforderungen bestehen also lediglich bei einzelnen Varianten der Wärmeherzeugung zur Einspeisung in das Wärmenetz.

Bei der Tiefengeothermie besteht das in Kapitel 8.1.1 beschriebene Fündigkeitsrisiko. Es ist sowohl möglich, dass sich nach Niederbringung der Bohrung die tatsächlichen geologischen Verhältnisse im Untergrund anders gestalten als nach den Voruntersuchungen vermutet. Ebenso ist es möglich, dass durch den Betrieb der Anlage induzierte Veränderungen des Untergrunds die Wärmequelle vorzeitig versiegen lassen.

Auch unerwartete geologische Gegebenheiten bedeuten jedoch nicht zwangsläufig, dass die Bohrungen erfolglos waren. Möglicherweise kann in etwas abweichenden Tiefen dennoch Wärme gewonnen werden, oder es kann lediglich eine kleinere Wärmemenge und / oder Wärme auf einem niedrigeren Temperaturniveau gefördert werden, was dann den nachgeschalteten Einsatz einer Wärmepumpe erfordern könnte. Dies würde allerdings die Wirtschaftlichkeit der Anlage tangieren.

Das Fündigkeitsrisiko kann durch sorgfältige Voruntersuchungen minimiert, aber nie ganz ausgeschlossen werden. Probebohrungen gelten nicht als sinnvoll, da sie mit einem ähnlichen Aufwand verbunden wären wie die eigentliche Bohrung zur Förderung.

Insofern verbleibt die in Kapitel 8.1.1 beschriebene Möglichkeit, das Fündigkeitsrisiko durch eine Versicherungslösung zu minimieren. Diese Versicherung sollte auch das Risiko abdecken, dass nur Teile der erwarteten Leistung bzw. lediglich Wärme mit einem niedrigeren Temperaturniveau gefördert werden kann, und das Risiko, dass die Wärmequelle vorzeitig (z. B. innerhalb der ersten 30 Betriebsjahre) versiegt.

Beim Betrieb einer Wärmepumpe zur Nutzung der Wärme des Kirchsees ist im Zuge der finalen Abstimmung mit den Naturschutzbehörden zu klären, ob es Auflagen gibt, die die Betriebszeiten

der Wärmepumpe einschränken oder die aus Gründen des Gewässerschutzes den technischen Aufwand erhöhen und somit die Wirtschaftlichkeit verschlechtern.

Bei der Nutzung des Holz hackschnitzelkessels handelt es sich um eine etablierte Technologie, bei der keine technischen Herausforderungen gesehen werden.

10.2.2 RECHTLICHE UND ORGANISATORISCHE HERAUSFORDERUNGEN

Die größte organisatorische Herausforderung besteht in der Klärung der Betreiberfrage. Hier bestehen die in Kapitel 8.2 beschriebenen Möglichkeiten mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen.

Sollte Tiefengeothermie zur Wärmeengewinnung genutzt werden, wäre nach aktueller Einschätzung der Standort um die Heizzentrale der PreBEG in Pohnsdorf, nördlich des Postsees, der ideale Standort. Aufgrund der begrenzten Platzverhältnisse im Umfeld der nördlichsten Stelle des Postsees (Preetzer Landstraße / Pohnsdorfer Straße) wäre es erforderlich, die Wärme aus der Tiefengeothermie über die bereits geplante Wärmeleitung der PreBEG ins Innenstadtquartier zu leiten; für eine weitere Wärmeleitung besteht kein Platz. Die Dimensionierung der geplanten Leitung der PreBEG würde dies auch zulassen, so dass es sich nicht um eine technische Herausforderung handelt. Es bedarf allerdings entsprechender Vereinbarungen zwischen der PreBEG und dem Betreiber des Innenstadt-Wärmenetzes. Aufgrund der bisher guten Zusammenarbeit - so war die PreBEG u. a. in die Lenkungsgruppe des vorliegenden Projektes eingebunden - ist davon auszugehen, dass einvernehmliche Vereinbarungen zustande kommen. Ggf. kann auch die PreBEG selbst von einer Kooperation profitieren (Redundanzbesicherung, Austausch von Wärme u. a.). Ansonsten wäre zu prüfen, ob die PreBEG kartellrechtlich zur Durchleitung von Wärme verpflichtet werden kann.

Aufgrund der genannten Synergieeffekte zwischen benachbarten Wärmenetzen wäre ohnehin eine sehr enge Kooperation benachbarter Wärmenetzbetreiber, wenn nicht sogar eine Zusammenführung der Betreiber, anzustreben.

10.2.3 WIRTSCHAFTLICHE HERAUSFORDERUNGEN

Eine wirtschaftliche Herausforderung besteht in den Kostenentwicklungen von Wärmenetzsystemen. Die Zurückhaltung bei der Einführung von Wärmenetzsystemen auf Basis erneuerbarer Energieträger in den vergangenen Jahrzehnten, u. a. aufgrund der Verfügbarkeit billiger und vermeintlich sicherer Erdgaslieferungen vor allem aus Russland, hat trotz der bekannten Klimaschutz-Notwendigkeiten zu einem Entscheidungs- und Investitionsstau geführt. Da die Illusion der billigen und sicheren Erdgasversorgung mit dem russischen Angriffskrieg auf die Ukraine geplatzt ist, werden nun in sehr vielen Kommunen Wärmenetzsysteme auf Basis regionaler erneuerbarer Energieträger geplant. Dies führt zu einer stark erhöhten Nachfrage, die vermutlich erst im Laufe der Zeit durch zusätzliche Angebote gedeckt werden kann. Somit besteht das Risiko steigender Kosten und / oder längerer Ausführungsfristen. Steigende Kosten werden zusätzlich befeuert, wenn die Zinsen auf einem hohen Niveau bleiben oder sogar noch weiter steigen sollten.

Diesen Herausforderungen kann nur durch ein rasches Vorantreiben der Entscheidungen begegnet werden - sofern nicht auf ein langfristig wieder sinkendes Preisniveau spekuliert wird. Ein Abwarten bietet aber keine Garantien für niedrigere Kosten und würde das Ziel der Stadt Preetz, bis 2030 Klimaneutralität zu erreichen, konterkarieren.

Die Belastung durch hohe Zinsen könnte durch eine Betreiberkonstellation, die die Nutzung von Kommunalkreditkonditionen ermöglicht, gemildert werden - unter der Annahme, dass in dieser Konstellation zu gleichen Kosten gebaut werden kann.

Die zweite wirtschaftliche Herausforderung besteht in der Sicherung einer ausreichend hohen Anschlussquote an das Wärmenetz. Dieser muss durch eine intensive, systematische und klare Öffentlichkeitsarbeit im Sanierungsmanagement begegnet werden. Ggf. sollten zuerst die Straßen bzw. Quartiersbereiche erschlossen werden, die über die höchsten Wärmelinienichten verfügen. Sollte Tiefengeothermie genutzt werden und die abgenommene Wärmemenge zunächst nicht vollständig der verfügbaren Leistung entsprechen, wäre zu prüfen, ob bei Inbetriebnahme der Tiefengeothermie bereits benachbarte Wärmenetze vorhanden sind, in denen vorübergehend überschüssige Wärme genutzt werden kann.

Ansonsten wäre zu überlegen, ob die anfänglichen Teile des Wärmenetzes zunächst mit einer anderen Wärmequelle versorgt werden. Idealerweise wäre dies ein auf erneuerbaren Energieträgern basierendes benachbartes Wärmenetz, das aus den gleichen Gründen vorübergehend überschüssige Wärme aufweist. Ansonsten kommen z. B. mobile Pelletkessel in Frage. Die kostengünstigste Lösung wäre aufgrund niedriger Investitionskosten möglicherweise die temporäre Versorgung über einen Erdgaskessel, z. B. den, der ohnehin langfristig die Redundanz besichern wird. Aus Klimaschutzgründen wäre dies nicht wünschenswert. Wenn so jedoch überhaupt erst der Aufbau eines Wärmenetzes, das langfristig klimaneutral ist, ermöglicht werden kann, könnte es sich um einen denkbaren Kompromiss handeln.

Ein Hemmnis für eine hohe Anschlussquote eines Wärmenetzes ist auch der Einbau von Wärmepumpen, z. B. in Haushalten, deren bisheriger Heizkessel irreparabel ausfällt. Erste Versorgungsunternehmen bieten hier in Kooperation mit örtlichen Handwerksunternehmen temporäre Lösungen an, bei denen ersten Kunden, die sich an das Wärmenetz anschließen lassen und die über noch gut funktionsfähige Erdgaskessel verfügen, diese abgekauft und bei den Kunden, deren Heizungsanlage ausfällt, die sich aber erst später an das Wärmenetz anschließen lassen können, temporär eingebaut wird. Dies stellt eine win-win-Situation dar, da sowohl den Kunden, die sich bei einem noch voll funktionsfähigen Erdgaskessel schnell an das Netz anschließen können, finanzielle Anreize geboten werden, als auch die Kunden, bei denen ein Anschluss erst später möglich ist, nicht für viele Jahre oder ganz für das Wärmenetz verloren sind.

Im Sinne einer Vermeidung von Fehlanreizen wäre es auch sinnvoll, wenn in Bereichen, in denen ein Wärmenetz geplant ist - z. B. als Ergebnis eines Quartierskonzeptes oder spätestens der kommunalen Wärmeplanung - Wärmepumpen nicht mehr staatlich gefördert würden. Damit könnten auch der ggf. erforderliche Ausbau von Strom-Verteilnetzen sowie in Zeiten von Dunkelflaute die elektrischen Leistungen auf die Gebiete fokussiert werden, in denen kein Wärmenetz möglich ist. Diese Entscheidung liegt jedoch nicht in der Hand der Stadt Preetz.

Möglich zur Sicherung einer hohen Anschlussquote wäre der Erlass einer Anschluss- und Benutzungspflicht für das Wärmenetz. Wenngleich die rechtlichen Voraussetzungen dazu mit § 17 GO SH in Verbindung mit § 109 GEG bestehen, führt dies regelmäßig zu politischen Kontroversen, da es ein Eingriff in die Entscheidungsfreiheit der Bürger*innen darstellt. Als politisch legitim könnte es dann angesehen werden, wenn in einem Quartier eine Mehrheit der Bürger*innen einen Anschluss an das Wärmenetz wünscht, die Anschlussquote für einen wirtschaftlich darstellbaren

Betrieb aber durch eine Minderheit, die keinen Anschluss wünscht, verhindert würde. Die Nicht-Errichtung des Wärmenetzes würde dann ja die Entscheidungsfreiheit der Mehrheit einschränken.

Beim Erlass einer Anschluss- und Benutzungspflicht würden wohl im Sinne von § 17 Abs. 2 Satz 2 GO SH Gebäude, die bereits über eine regenerative Wärmeversorgung - etwa in Form einer Wärmepumpe - verfügen, ausgenommen. Daher sollte eine Entscheidung über eine Anschluss- und Benutzungspflicht dann, wenn sie gewünscht ist, schnellstmöglich fallen.

10.3 QUARTIERSENTWICKLUNG

Bei der Entwicklung von Quartieren können diverse Herausforderungen auftreten, die den Fortschritt erheblich beeinträchtigen können. Insbesondere finanzielle Engpässe stellen ein potenzielles Hindernis dar, welches die Entwicklung von Quartieren limitieren kann. Eine mögliche Lösung besteht darin, diese finanziellen Hürden durch die Nutzung verschiedenster Fördermittel zumindest teilweise zu überwinden. In diesem Kontext sind den jeweiligen Handlungsempfehlungen exemplarische Beispiele beigelegt, die verdeutlichen, wo und wie entsprechende Fördermittel zur Umsetzung der geplanten Maßnahmen beantragt werden können. Zudem besteht die Option, sich bei den Förderlotsen der IB.SH nach zusätzlichen Fördermöglichkeiten zu erkundigen. Sollten Fördermittel nicht verfügbar sein, eröffnen sich Alternativen durch öffentlich-private Partnerschaften, beispielsweise für Parklets.

Ein weiteres potenzielles Hindernis stellt die Existenz restriktiver städtebaulicher Vorschriften dar, die die Flexibilität in der Quartiersentwicklung beeinträchtigen können. Durch eine kontinuierliche Aktualisierung und Anpassung dieser Vorschriften, um Raum für innovative und nachhaltige Planungsansätze zu schaffen, können solche Herausforderungen erfolgreich bewältigt werden.

Um lokalen Widerstand zu vermeiden, ist eine frühzeitige Einbindung der Gemeinschaft von entscheidender Bedeutung. Dies beinhaltet eine transparente Kommunikation, die Schaffung von Bewusstsein für die Vorteile des Projekts sowie die aktive Beteiligung der Anwohner*innen am gesamten Planungsprozess. Diese Maßnahmen sind ebenso für eine erfolgreiche Zusammenarbeit mit der lokalen Politik unerlässlich.

Die erfolgreiche Überwindung dieser Hindernisse erfordert eine integrierte und koordinierte Herangehensweise, bei der verschiedene Interessengruppen eingebunden werden. Nur so kann eine nachhaltige und lebenswerte Quartiersentwicklung gewährleistet werden.

11 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

11.1 LENKUNGSGRUPPE

Primäre Aufgabe der Lenkungsgruppe ist die Steuerung des Projektes. Gleichzeitig können ihre lokalen Mitglieder in das Quartier hinein kommunizieren und dienen auch als Resonanzgruppe für Reaktionen aus dem Quartier. Eingeladen zu allen Lenkungsgruppensitzungen waren neben der auftraggebenden Stadtverwaltung (Bürgermeister, Klimaschutzmanager und Bauamtsleitung)

- jeweils ein Mitglied sämtlicher Fraktionen der Ratsversammlung,
- der Beauftragte der Stadt Preetz für Menschen mit Behinderung sowie die städtische Gleichstellungsbeauftragte,
- Schusterstadt Preetz e.V. als Repräsentant der örtlichen Wirtschaft,
- Haus & Grund als Repräsentant der Eigentümer*innen im Quartier,
- das Klimaschutzmanagement und die Untere Denkmalschutzbehörde des Kreises Plön,
- die PreBEG als zukünftiger Betreiber eines benachbarten Wärmenetzes,
- die Stadtwerke Kiel AG als Grundversorger und (durch die Tochter SWKiel Netz GmbH) als Netzbetreiber für Strom und Gas,
- die ev.-luth. Kirchengemeinde und der Kirchenkreis als Eigentümerin mehrerer Liegenschaften im Quartier sowie
- die IB.SH als Landes-Förderinstitut.

Die Lenkungsgruppe trat im Projektverlauf zu vier Sitzungen zusammen, in denen jeweils der Projektstand und Zwischenergebnisse diskutiert und Anregungen für die weitere Arbeit aufgegeben wurden.

11.2 ALLGEMEINE ÖFFENTLICHKEIT

Die allgemeine Öffentlichkeit wurde in drei Veranstaltungen eingebunden, zu der über die Presse, die Website der Stadt und per Post an alle Bewohner*innen des Quartiers eingeladen wurde:

- In der Auftaktveranstaltung am 29. März 2023 wurden die anstehenden Arbeiten des Quartierskonzeptes vorgestellt, allgemeine Informationen zu Sanierungsmöglichkeiten gegeben und es konnten Bewerbungen um die Mustersanierungsberatungen abgegeben werden.
- Auf der zweiten öffentlichen Veranstaltung am 22. Juni 2023 wurden die Ergebnisse der Mustersanierungsberatungen vorgestellt. Zu einem unmittelbar vorgelagerten Workshop waren alle Eigentümer*innen eingeladen, die auf der Auftaktveranstaltung ein Interesse an Mustersanierungsberatungen bekundet hatten, aber nicht zum Zuge gekommen sind. Ihnen wurde die Möglichkeit gegeben, ihr Haus betreffende Sanierungsfragen im Rahmen einer Gesprächsrunde zu klären.
- Auf der dritten öffentlichen Veranstaltung am 26. September 2023 erfolgte eine Vorstellung der Wärmenetzoptionen einschließlich der Wärmeerzeugung, die mit dezentralen Beheizungsmöglichkeiten verglichen wurde. Es erfolgte auch eine Abfrage des Interesses an einem Wärmenetzanschluss, die eine sehr positive Resonanz ergab (vgl. Abbildung 11-2).

Die Beteiligung an allen drei Veranstaltungen war sehr rege; an der ersten und dritten Veranstaltung nahmen jeweils rund 100 Personen teil. Es erfolgte mehrfach eine Berichterstattung in der örtlichen Presse (vgl. Abbildung 11-2).



Abbildung 11-1: Impressionen von der ersten und dritten öffentlichen Veranstaltung

Energetisches Quartierskonzept Preetz-Innenstadt

Interesse an Fernwärme?

● Ja, möglichst rasch ● Ja, in 5-10 Jahren ● Nein

Quartier

- Gebäude
- Öffentliche Liegenschaften
- Gewerbe
- Flurstücksgrenzen
- Quartiersgrenzen
- Gemeindegrenzen

Ostholsteiner Zeitung 25

Tiefengeothermie ist der Favorit

Panner stellen Varianten für Wärmenetz in der Innenstadt von Preetz vor - Anschlussquote: möglichst 80 Prozent

Abbildung 11-2: Rückmeldungen zum Wärmenetzinteresse auf der 3. öffentlichen Veranstaltung und Berichterstattung über die Veranstaltung in der Lokalpresse

12 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.

12.1 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 6.5 zu finden. Der Fortschritt der energetischen Sanierung wird über die Differenz zwischen Start-Bilanz und der jeweils aktuellen Bilanz deutlich.

12.2 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 12-1 dargestellt.

Tabelle 12-1: Mögliche Indikatoren zum Controlling der Umsetzung des Quartierskonzeptes

INDIKATOR	EINHEIT	DATENQUELLE
Anschlussnehmer am Wärmenetz	Anzahl	Wärmenetzbetreiber
Verkaufte Wärmemenge im Netz	kWh/a	Wärmenetzbetreiber
Verluste im Wärmenetz	kWh/a bzw. %	Wärmenetzbetreiber
Primärenergiefaktor Wärmenetz	---	Wärmenetzbetreiber
Einsatz dezentraler regenerativer Heizungen	Anzahl	Schornsteinfeger (Verbrennungsheizungen), Stromnetzbetreiber (WP)
Von Heizöl oder Gas auf erneuerbare Energieträger umgestellte Heizungen	Anzahl	Schornsteinfeger (Verbrennungsheizungen), Stromnetzbetreiber (WP)
Primärenergieeinsatz für das Quartier	kWh/a	zu aggregieren (Wärmenetzbetreiber für Nahwärme, Schornsteinfeger für Erdgas, Heizöl, Pellets etc., Stromnetzbetreiber für WP)
CO ₂ -Emissionen	t/a	aus Primärenergieeinsatz abzuleiten
Anzahl Sanierungs- / Energieberatungen	Anzahl	Sanierungsmanagement
Sanierte Gebäude (ggf. Differenzierung nach Sanierungsart)	Anzahl	Begehungen, Sanierungsmanagement
Etablierung eines Parkleitsystems	Anzahl	Klimaschutzmanagement, Sanierungsmanagement
Umgestaltung des Marktplatzes durch z. B. Parklets und Trinkwasserspender		Klimaschutzmanagement, Sanierungsmanagement
Anzahl Wasserstandsensoren	Anzahl	Klimaschutzmanagement, Sanierungsmanagement
Veranstaltungen zum Energiesparen in privaten Haushalten	Anzahl & Zahl der Teilnehmenden	Klimaschutzmanagement, Sanierungsmanagement

12.3 DOKUMENTATION

Ein elementarer Teil der Erfolgskontrolle aller genannten Faktoren ist die fortlaufende Dokumentation der zu erfassenden Daten. Diese Dokumentation wird zunächst 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 die Wirkungskontrolle ebenso wie der vorliegende Bericht allen beteiligten Akteuren, politischen Gremien und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

13 MAßNAHMENKATALOG UND EMPFEHLUNGEN FÜR DAS SANIERUNGSMANAGEMENT

Auf Basis der voran gegangenen Untersuchungen ergeben sich die in Tabelle 13-1 dargestellten Haupt-Maßnahmenstränge. Diese können idealerweise im Sanierungsmanagement durchgeführt werden, das im Förderprogramm 432 der KfW der Umsetzungsbegleitung des Quartierskonzeptes dient. Es hat eine effektive und zeitnahe Konkretisierung und möglichst die Verwirklichung der geplanten Maßnahmen zu realisieren.

Dabei sollte einerseits ein*e „Kümmerer*in“ vor Ort verfügbar sein, die oder der als Vertrauensperson mit angemessener Verfügbarkeit fungiert. Dies kann eine Einzelperson, ein*e Mitarbeiter*in der Stadt oder ein*e externe*r Auftragnehmer*in sein.

Zusätzlich zu kommunikativen Kompetenzen müssen technisches, betriebswirtschaftliches, ggf. steuerliches und ggf. rechtliches Know-how vorhanden sein. Gerade wenn eine Einzelperson als Sanierungsmanager*in 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 13-1.

Speziell mit Blick auf den Bau eines Wärmenetzes dürfte angesichts der aktuellen Förderbedingungen die Erstellung einer BEW-Machbarkeitsstudie erforderlich sein. Bis einschließlich HOA-Leistungsphase 3 könnten die entsprechenden Arbeiten im Rahmen des Sanierungsmanagements erfolgen und damit in den Genuss einer attraktiveren Förderung kommen.

Tabelle 13-1: Maßnahmenkatalog für Umsetzungen u. a. im Rahmen des Sanierungsmanagements

AUFGABEN	PRIORITÄT, ZEITPUNKT, AKTEURE
Beschluss über die Durchführung eines Sanierungsmanagements	hoch, kurzfristig, Selbstverwaltung auf Initiative des Klimaschutzmanagements
Beantragung und Einrichtung des Sanierungsmanagements als Koordinationsstelle der Maßnahmenumsetzung; Klärung der Aufgaben, die mit eigenem Personal erledigt und die extern vergeben werden sollen.	hoch, kurzfristig, Klimaschutzmanagement
Identifikation des Betreibers der leitungsgebundenen Wärmeversorgung	hoch, mittelfristig, Klimaschutz- und Sanierungsmanagement
Fortsetzung der Befragung des Anschlussinteresses an einem Wärmenetz (Auffüllen der noch fehlenden Rückmeldungen)	hoch, mittelfristig, Sanierungsmanagement
Festlegung der anfänglichen Versorgungsbereiche des Wärmenetzes	hoch, anschließend, Sanierungsmanagement mit Wärmenetzbetreiber
Konkretisierung der Planungen des Wärmenetzes, BEW-Machbarkeitsstudie	hoch, parallel, Wärmenetzbetreiber mit Sanierungsmanagement

Vorlage konkreter Vertragsentwürfe an mögliche Anschlussnehmer des Wärmenetzes	hoch, anschließend, Wärmenetzbetreiber
Vertiefte Sanierungsberatungen im Gebäudebestand einschließlich regenerativer Versorgungsmöglichkeiten: Erstberatung, ggf. Vermittlung zertifizierter Energieberater	mittel, kontinuierlich, Sanierungsmanagement
Prüfung dezentraler Versorgungsoptionen für Liegenschaften, für die b. a. W. keine leitungsgebundene Wärmeverversorgung angeboten wird, ggf. konzeptionelle Erarbeitung nachbarschaftlicher Insellösungen mit erneuerbaren Energieträgern	mittel, nach Festlegung Versorgungsbereiche Wärmenetz / mit kommunaler Wärmeplanung, Sanierungsmanagement
Durchführung einer mind. vierjährigen Informations- und Energieberatungskampagne zur energetischen Gebäudesanierung für private Hausbesitzer*innen	Hoch, kurzfristig und kontinuierlich, Sanierungsmanagement und durch Klimaschutzmanagement begleitend
Umsetzungskonzept Sanierung öff. Liegenschaften anhand der Vorschläge der Steckbriefe erarbeiten. Kurzfristige Durchführung hydraulischer Abgleich und Heizungsoptimierung mit ggfs. Anpassend er Heizflächen gemäß Heizlastberechnung	Hoch und kurzfristig. Sanierungsmanagement und Klimaschutzmanagement
Koordination gemeinsamer Beschaffungen für Sanierungsmaßnahmen und erforderlicher Versorgungsanlagen außerhalb des Wärmenetzes	niedrig, kontinuierlich, Sanierungsmanagement
Dokumentation der Arbeiten und operative Umsetzung des Controlling-Konzeptes	niedrig, kontinuierlich, Sanierungsmanagement
Integration eines Parkleitsystems	hoch, mittelfristig, Klimaschutz- und Sanierungsmanagement
Bau von Quartiersgaragen	mittel, kontinuierlich, Klimaschutzmanagement
Anreize zur Nutzung der LIS schaffen – freie kWh verteilen	niedrig, kontinuierlich, Klima- und Sanierungsmanagement
Anpassung der Wegeführung und Aufteilung der Verkehrsflächen am Marktplatz	hoch, mittelfristig, Klimaschutzmanagement
Bau von Trinkwasserspendern	mittel, kurzfristig, Klima- und Sanierungsmanagement
Konsumfreie Aufenthaltsqualität schaffen durch den Bau von Parklets	mittel, kurzfristig, Klima- und Sanierungsmanagement
Modernisierung der Spielfläche auf dem Marktplatz	niedrig, mittelfristig, Klima- und Sanierungsmanagement
Erstellung eines Leitfadens für Fassaden- und Dachbegrünung	mittel, mittelfristig, Klima- und Sanierungsmanagement
Erweiterung der Wasserstandssensoren für städtische Grünflächen, für eine bedarfsgerechte und nachhaltige Pflege	mittel, kurzfristig, Klima- und Sanierungsmanagement
Durchführung von Informationsveranstaltungen zur energetischen Gebäudesanierung für private Haushalte und Klein Gewerbe	mittel, kurzfristig, Klima- und Sanierungsmanagement
Optimierung des bestehenden Energiecontrollings und Einführung eines Energiemanagements für die öff. Liegenschaften	niedrig, kurz- bis mittelfristig, Klima- und Sanierungsmanagement

14 LITERATURVERZEICHNIS

- adelphi. (14. Juli 2022). *invest-waermewende*. Abgerufen am 16. Dezember 2023 von https://invest-waermewende.de/system/files/document/INVEST_Hemmnisanalyse_1.pdf
- 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. (2022). *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. (Januar 2023). *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)*. Abgerufen am 28. Juni 2023 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html
- BAFA. (2024). *Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude*. Abgerufen am 16. Januar 2024 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Energieberatung_Wohngebaeude/energieberatung_wohngebaeude_node.html
- BMU. (2021). *Förderaufruf Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte*. Abgerufen am 25. März 2021 von <https://www.klimaschutz.de/modellprojekte>
- BMWi. (August 2020). *Langfristige Renovierungsstrategie der Bundesregierung*. Abgerufen am 20. Mai 2022 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/langfristige-renovierungsstrategie-der-bundesregierung.html>
- BMWK. (2015). *Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand*. Abgerufen am 20. August 2023 von https://enev-online.com/enev_praxishilfen/enev_2014_energieausweis_energieverbrauchswerte_vergleichswerte_nichtwohnbestand_bekanntmachung_15.04.07.pdf
- BMWK. (1. August 2022). *Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze - BEW*. Abgerufen am 28. Juni 2023 von <https://www.bundesanzeiger.de/pub/de/amtliche-veroeffentlichung?4>
- BMWK. (20. November 2023). *Energiewechsel, Förderprogramm BEG 2024*. Abgerufen am 4. Dezember 2024 von <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/Dossier/beg.html>
- BPM Ingenieurgesellschaft. (2023). *Vorstudie zur Nutzung Hydrothormaler Tiefer Geothermie im Bereich des Stadtgebietes von Preetz*. Rostock.

- Bundesregierung. (o. J.). *Generationenvertrag für das Klima*. Abgerufen am 20. Mai 2022 von <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>
- Bundesverfassungsgericht. (29. April 2021). *Pressemitteilung Nr. 31/2021: Verfassungsbeschwerden gegen das Klimaschutzgesetz teilweise erfolgreich*. Abgerufen am 20. Mai 2022 von https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/bvg_21-031.html
- C.A.R.M.E.N. (2023). *Marktüberblick - Energieholz - Pelletpreise*. Abgerufen am 7. Juni 2023 von <https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktpreise-energieholz/marktpreise-pellets/>
- CDU & Bündnis 90 / Die Grünen. (22. Juni 2022). *Koalitionsvertrag für die 20. Wahlperiode des Schleswig-Holsteinischen Landtages*. Abgerufen am 7. Juni 2023 von https://www.cdu-sh.de/sites/www.cdu-sh.de/files/koalitionsvertrag_2022-2027_.pdf
- Climate Service Center Germany, G. (Juni 2021). *GERICS - Klimaausblicke für Landkreise*. Abgerufen am 1. Dezember 2024 von https://www.climate-service-center.de/products_and_publications/fact_sheets/landkreise/index.php.de
- dena. (2019). *Themen & Projekte / Gebäude*. Abgerufen am 16. Januar 2024 von https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/dena-GEBAEUDEREPORT_KOMPAKT_2019.pdf
- European Energy Exchange. (19. Dezember 2022). *Emission Spot Primary Market Auction Report 2022. Leipzig*. Abgerufen am 7. Juni 2023 von <https://www.eex.com/de/marktdaten/umweltprodukte/eex-eua-primary-auction-spot-download>
- Google Maps. (o. J.). *Google Maps*. Von <https://www.google.de/maps/> abgerufen
- 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
- IfEU. (2019). *Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen*. (ifeu, Hrsg.) Abgerufen am 16. Dezember 2023 von <https://www.ifeu.de/projekt/bewertung-von-daemmstoffalternativen/>
- IPP ESN. (6. September 2019). *Potenzialstudie Wasserstoffwirtschaft*. Abgerufen am 19. Oktober 2021 von https://ee-sh.de/de/dokumente/content/berichte_studien/2019-09-06_Potentialstudie-H2-NF-Endfassung-L-Web.pdf
- IPP ESN. (17. August 2022). *Preetz klimaneutral 2030 - Teilaspekte Energie, Wirtschaft, Bauen*. Kiel / Hamburg.
- IPP ESN. (2023). *Wärmeversorgungskonzept Klosterquartier Preetz*. Kiel.
- IWU. (Februar 2015). *Deutsche Wohngebäudetypologie*. Abgerufen am 22. September 2022 von https://www.episcope.eu/downloads/public/docs/brochure/DE_TABULA_TypologyBrochure_IWU.pdf

- IWU. (Juni 2016). *Einflussfaktoren auf die Sanierung im deutschen Wohngebäudebestand*. Abgerufen am 16. Dezember 2023 von <https://www.iwu.de/forschung/handlungslogiken/einflussfaktoren-auf-die-sanierung-im-deutschen-wohngebäudebestand/>
- KfW. (o. J.). *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/>
- Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH. (21. Juni 2022). *Zukunft Altbau - Graue Energie: Ein guter Grund für die energetische Sanierung*. Abgerufen am 16. Dezember 2023 von <https://www.zukunftaltbau.de/presse/presseinformationen/graue-energie-ein-guter-grund-fuer-die-energetische-sanierung>
- Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein. (o. J.). *Digitaler Atlas Nord*. Abgerufen am 4. Juni 2022 von <https://danord.gdi-sh.de>
- Meereis, J. (Juni 2023). *Wärmeerzeugung: Immer Pest oder Cholera? Die Gemeinde*, S. 159 - 163.
- Pfnür, A., Winiewska, B., Mailach, B., & Oschatz, B. (2016). *Dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung im deutschen Wärmemarkt*. Dresden.
- Robin Wood. (o. J.). *Ökostromreport*. Abgerufen am 9. Januar 2024 von <https://www.robinwood.de/oekostromreport>
- Schütt, B. (März 2011). *Grünabfall- und Schnittholzholzverwertung in Schleswig-Holstein unter Klimaschutzaspekten*. Moorrege.
- Schwochow, M. (2023). *Suche Postleitzahl*. Abgerufen am 9. Januar 2023 von <https://www.suche-postleitzahl.org/impressum>
- Stadt Frankfurt. (2023). *Energieverbrauchskennwerte für Nichtwohngebäude*. Abgerufen am 17. August 2023 von <https://energiemanagement.stadtfrankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweise.htm>
- Stadt Preetz. (2018). *Begründung zum B-Plan Nr. 96*. Abgerufen am 18. August 2023 von <https://ratsinfoservice.de/ris/preetz/file/getfile/41637>
- Stadt Preetz. (Januar 2020). *Leitbild für die Stadt Preetz - Klimaneutral bis 2030*. Abgerufen am 1. Juni 2023 von [preetz.de: https://www.preetz.de/media/custom/2942_1528_1.PDF?1581594565](https://www.preetz.de/media/custom/2942_1528_1.PDF?1581594565)
- Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. (6. Dezember 2023). *Stromerzeugung in Schleswig-Holstein 2022*. Abgerufen am 8. Januar 2024 von https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Presseinformationen/SI23_131.pdf
- Statistisches Bundesamt. (7. September 2023). *Statistischer Bericht - Daten zur Energiepreisentwicklung - Juli 2023*. Wiesbaden, Deutschland. Abgerufen am 14. September 2023 von <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Preise/Publikationen/Energiepreise/statistischer-bericht-energiepreisentwicklung-5619001231075.html?nn=214072>

- TOLLERORT entwickeln & beteiligen. (2023). *Stadtentwicklungskonzept - Stadt Preetz*. Abgerufen am 15. August 2023 von Stadt Preetz: https://www.preetz.de/media/custom/2942_2329_1.PDF?1681885495
- UBA. (August 2013). *Ratgeber: Das Energie-Sparschwein*. Abgerufen am 16. Januar 2024 von <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ratgeber-energie-sparschwein>
- UBA. (17. November 2023). *Erneuerbare Energien in Zahlen*. Abgerufen am 20. Mai 2022 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>
- urbanus, G., & Gertz Gutsche Rümenapp, G. (2022). *Mobilitätskonzept Stadt Preetz und Umland 2022*. Lübeck/Hamburg.
- VDI. (September 2012). *VDI 2067-1:2012-09 - Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Blatt 1: Grundlagen und Kostenberechnung*. VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG), Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung, Düsseldorf.
- VdZ e. V. - Wirtschaftsvereinigung Gebäude und Energie. (2024). *Intelligent Heizen*. Abgerufen am 13. Januar 2024 von <https://www.vdzev.de/projekte/intelligent-heizen/>
- Wortmann, J., Bielenberg, P., & Lorenz, D. (2015). *Integriertes Klimaschutzkonzept der Stadt Preetz*. Preetz.
- Zerger, C. (8. Oktober 2020). *Für einen fairen Ökostrom-Markt außerhalb des EEG*. Abgerufen am 17. Januar 2023 von <https://www.klimareporter.de/strom/fuer-einen-fairen-oekostrom-markt-ausserhalb-des-eeeg>

15 ANHÄNGE: POTENTIALSTUDIE TIEFENGEOTHERMIE UND STECKBRIEFE ÖFFENTLICHE LIEGENSCHAFTEN

Vorstudie

zur Nutzung

Hydrothermaler Tiefer Geothermie

im Bereich des Stadtgebietes von

Preetz

Quartier „Preetz Innenstadt“

Datum: 11.08.2023

Auftraggeber: IPP ESN Power Engineering GmbH
Rendsburger Landstraße 196 - 198
24113 Kiel

Auftragnehmer: **BPM Ingenieurgesellschaft mbH**
Erich-Schlesinger-Straße 25
18059 Rostock



Dipl.-Geol. O. Gärtner



B.Sc. S. Schneider

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangssituation	3
1.1 Vorhaben	3
1.2 Vormachbarkeitsstudie.....	3
1.3 Quartier.....	4
1.4 Tiefe Geothermie	5
2. Untersuchungen	7
2.1 Gegenstand der Untersuchungen und Methoden.....	7
2.2 Recherchen.....	7
2.3 Befahrungen/Ortstermine/Besprechungen	8
2.4 Quellen	9
3. Ergebnisse	10
3.1 Geologische Situation	10
3.2 Erschließungskonzept.....	19
3.3 Leistungsprognose.....	22
3.4 Kostenprognose.....	24
3.5 Projektablauf-/Zeitplan	25
4. Zusammenfassung	26
4.1 Erschließungsmöglichkeiten und Prognosen auf Basis der Standortsituation.....	26
4.2 Verfügbare Daten/Informationen	28
4.3 Chancen, Hemmnisse, Risiken	31
5. Ausblick	32
5.1 Weitere Voruntersuchungen.....	32
5.2 Planungs- und Genehmigungsverfahren.....	33
5.3 Machbarkeitsstudie	35
5.4 Fündigkeitsversicherungen	36
5.5 Nutzungskonzeption.....	36

1. Ausgangssituation

1.1 Vorhaben

Die Stadt Preetz in Schleswig-Holstein beabsichtigt den Aufbau einer umweltfreundlichen und wirtschaftlich nachhaltigen städtischen Wärmeversorgung. Durch die IPP ESN Power Engineering GmbH werden bereits verschiedene Wärmeversorgungsmöglichkeiten für das Stadtgebiet geprüft. Nach derzeitigem Kenntnisstand kann die Installation einer Anlage zur Gewinnung von Erdwärme aus einer hydrothermalen Lagerstätte (Geothermische Dublette) eine wirtschaftlich und ökologisch sinnvolle Variante darstellen.

Die Stadt Preetz beabsichtigt, zunächst für das Quartier „Preetz Innenstadt“, die Möglichkeiten zur Nutzung von Erdwärme aus der Tiefen Geothermie mittels Geothermischer Dublette (Einheit aus Förder- und Injektionsbohrung) prüfen zu lassen. Als potenzielle Standortbereiche für eine Geothermische Wärmegegewinnungsanlage kommen nach derzeitiger Sachlage Flächen nördlich der Innenstadt in Frage.

Gemäß der Geologischen Potenzialanalyse des tieferen Untergrundes in Schleswig-Holstein (Geologischer Dienst des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume SH, 2014) und auf Basis der frei zugänglichen Informationen im Geothermischen Informationssystem (GeotIS) des Leibnitz-Institutes für Angewandte Geophysik (LIAG, 2023) befindet sich das Stadtgebiet von Preetz in einem Gebiet mit untersuchungswürdigen Horizonten für eine hydrothermale Nutzung von Erwärme.

1.2 Vormachbarkeitsstudie

Im Rahmen der Vorstudie/Vormachbarkeitsstudie (Pre-Feasibility Study) werden als Ausgangsbasis für die darauffolgende Potenzial- und Machbarkeitsstudie (Leistungsphase 2) die allgemeinen freiverfügbaren Informationen zur geologisch-geothermischen Standortsituation erfasst und im Hinblick auf eine mögliche Nutzung der Erwärme analysiert und bewertet.

Ziel der Vorstudie ist es, auf Basis der standortbezogenen Bewertung eine Beurteilung zur grundsätzlichen Nutzbarkeit von Erdwärme aus der Tiefen Geothermie als Entscheidungsgrundlage für ein eventuelles bergrechtliches Aufsuchungsverfahren abzugeben.

Dafür ist es erforderlich, die allgemein zugänglichen Daten/Informationen zur geologisch-geothermischen Standortsituation zu bewerten, sowie auf Plausibilität zu prüfen und zu dokumentieren.

Die Auswertung der allgemein zugänglichen Daten/Informationen bildet die Basis für eine Überblicksdarstellung zur geologischen Situation und für die Ableitung des grundsätzlichen Erkundungsbedarfes für geologische und geophysikalische Untersuchungen und Recherchen im Rahmen der Aufsuchung von Erdwärme.

Anhand der geologischen Situation lassen sich Aussagen zum allgemeinen geothermischen Potenzial am Standort ableiten und erste Abschätzungen relevanter geothermischer Parameter für potenzielle Nutzhorizonte (Aufschlusstiefen und Temperaturen sowie ggf. Durchlässigkeiten, Förderraten) vornehmen.

Unter Einbeziehung der übertägigen Standortsituation, bei der vornehmlich die Art der Flächennutzung und die infrastrukturellen Gegebenheiten berücksichtigt werden, sind Aussagen/Empfehlungen zu potenziellen Standortbereichen für die Bohrungen und die Geothermische Heizzentrale abzuleiten.

In der Zusammenschau werden die möglichen Chancen, Risiken und ggf. Hemmnissen bewertet und die bergrechtliche Genehmigungssituation beurteilt. In diesem Zusammenhang wird erörtert, welche genehmigungsrechtlichen Regelungen relevant für das Vorhaben sein werden.

Im vorliegenden Bericht zur Vorstudie sind die Ergebnisse zusammengefasst und es wird ein Ausblick auf die zu erwartenden Kosten (Grobkostenschätzung) und auf den vorläufigen Zeitplan für ein mögliches Projekt (Grobablaufplan) gegeben.

1.3 Quartier

Das Quartier Preetz Innenstadt befindet sich zwischen dem Kirchsee (Schwentine) im Osten und der Bahnlinie Kiel – Plön im Westen. Im Norden wird es durch den Vorfluter Postau (zw. Mühlenweg und Platenstraße) begrenzt. Im Süden stellen die Kührener Straße, die Straße Am Schützenplatz und der Brunnenweg die Begrenzung dar. Das Innenstadtquartier ist über die Wakendorfer Straße und die Kieler Straße/ Schwentinenstraße an die Bundesstraße B 76 (Kiel – Plön) an das Fernstraßennetz angeschlossen (Abb. 1).

Im Quartier befinden sich neben Wohngebäuden (vornehmlich Mehrfamilienhäuser) auch Gewerbebauten und Gebäude öffentlicher Einrichtungen (Bahnhof und Rathaus u.a.). Ein Wärmenetz oder Anlagen zur zentralen Wärmeversorgung sind bislang nicht installiert.

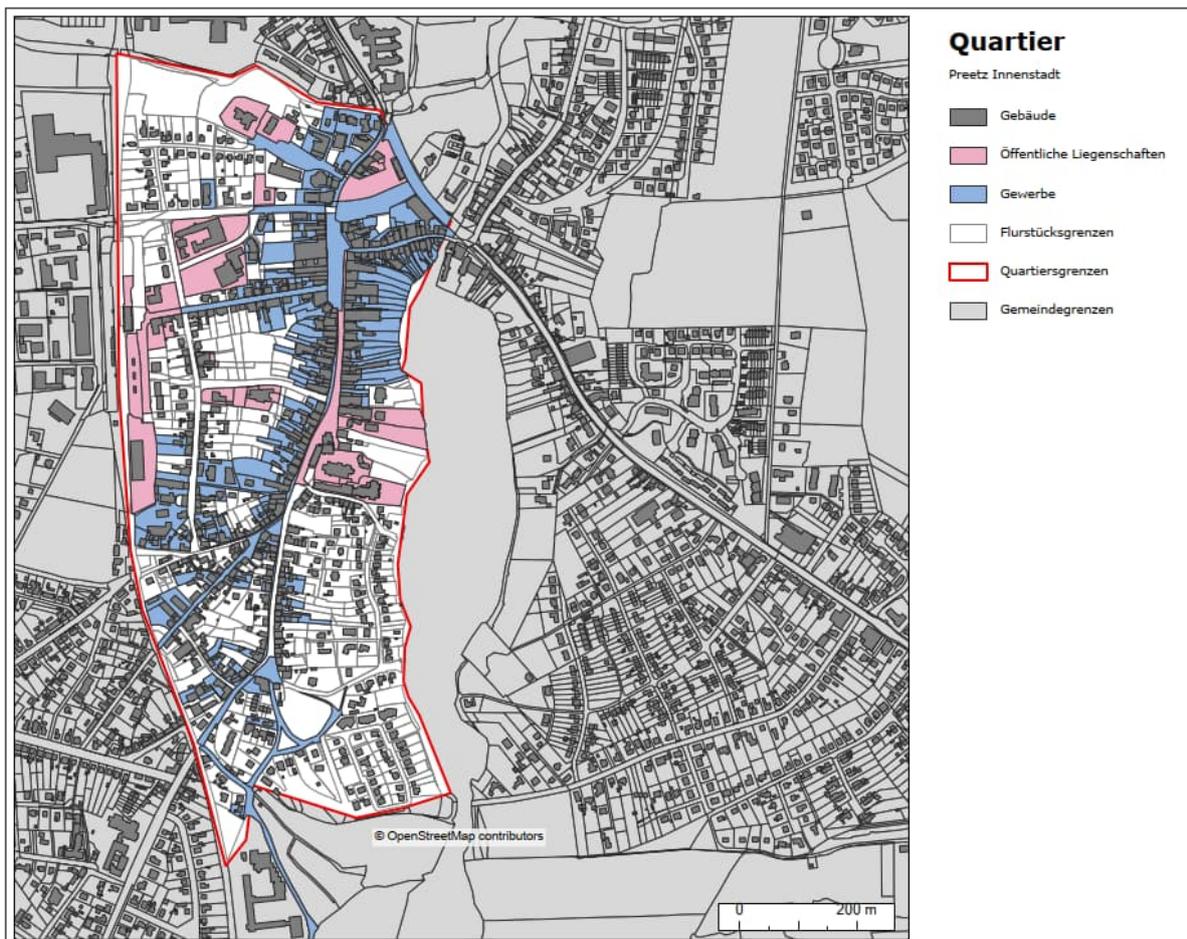


Abbildung 1: Strukturelle Übersicht des Quartiers „Innenstadt“

Die Nutzbarmachung von Erdwärme aus der Tiefen Geothermie setzt die Anbindung einer entsprechenden Wärmeerzeugungsanlage (Geothermische Heizzentrale) über ein Wärmenetz voraus. Nach derzeitigem Kenntnisstand ist dafür eine Anlage mit einer Leistung von 6,5 MW_{th} erforderlich.

1.4 Tiefe Geothermie

Die hydrothermale Tiefengeothermie ist eine fortschrittliche Technologie, die das Potenzial hat, einen bedeutenden Beitrag zur nachhaltigen Energiegewinnung und Reduzierung der Treibhausgasemissionen zu leisten. Bei dieser Form der geothermischen Energiegewinnung wird die natürliche Wärmeenergie genutzt, die im tiefen Untergrund in Form von heißem Wasser oder Dampf vorhanden ist. Im Vergleich zu oberflächennahen Geothermiesystemen bietet die hydrothermale Tiefengeothermie die Möglichkeit, tiefer liegende Ressourcen zu erschließen und damit das Potenzial für eine größere und stabilere Wärmeerzeugung zu nutzen.

Geologische Grundlagen: Die hydrothermale Tiefengeothermie basiert auf dem geologischen Phänomen der Thermalwasserreservoirs, die sich in Gesteinsschichten befinden, in denen Wasser durch natürliche geothermische Prozesse erhitzt wird. In der Regel werden diese Reservoirs in Tiefen von mehreren hundert bis zu mehreren tausend Metern gefunden. Um auf diese Ressourcen zugreifen zu können, sind Bohrungen erforderlich, die in den Untergrund abgeteuft werden, um das Thermalwasser zu erschließen.

Erschließung und Nutzung: Die Erschließung und Nutzung hydrothormaler Tiefengeothermie-Ressourcen erfordert spezialisierte Techniken und Ausrüstungen. Anhand einer Geothermischen Dublette (System aus einer Förderbohrung und einer Injektionsbohrung) wird das Thermalwasser mittels einer Unterwassermotorpumpe zu Tage gefördert und nach der Auskühlung wieder in den Aquifer verpresst. Die Auskühlung erfolgt über einen entsprechend dimensionierten Wärmetauscher innerhalb der Geothermischen Heizzentrale (GHZ), der die Erdwärme in das Wärmenetzsystem überträgt.

Die GHZ sollte dabei möglichst nah am Quartier errichtet werden. Das setzt voraus, dass ein nahegelegener Standort für die beiden Bohrungen gefunden wird. Dieser Standort sollte außerhalb von Schutzgebieten liegen und zur Gewährleistung des Lärmschutzes während der Bau- und Bohrarbeiten für die Geothermische Dublette (ca. 3 Monate) einen ausreichend hohen Abstand zur Wohnbebauung aufweisen.

Unter Beachtung der geologischen Standortsituation ist im Zuge der späteren Machbarkeitsstudie nachzuweisen, dass der potenzielle Nutzaquifer von diesem Standort aus sicher und erfolgreich erschlossen werden kann.

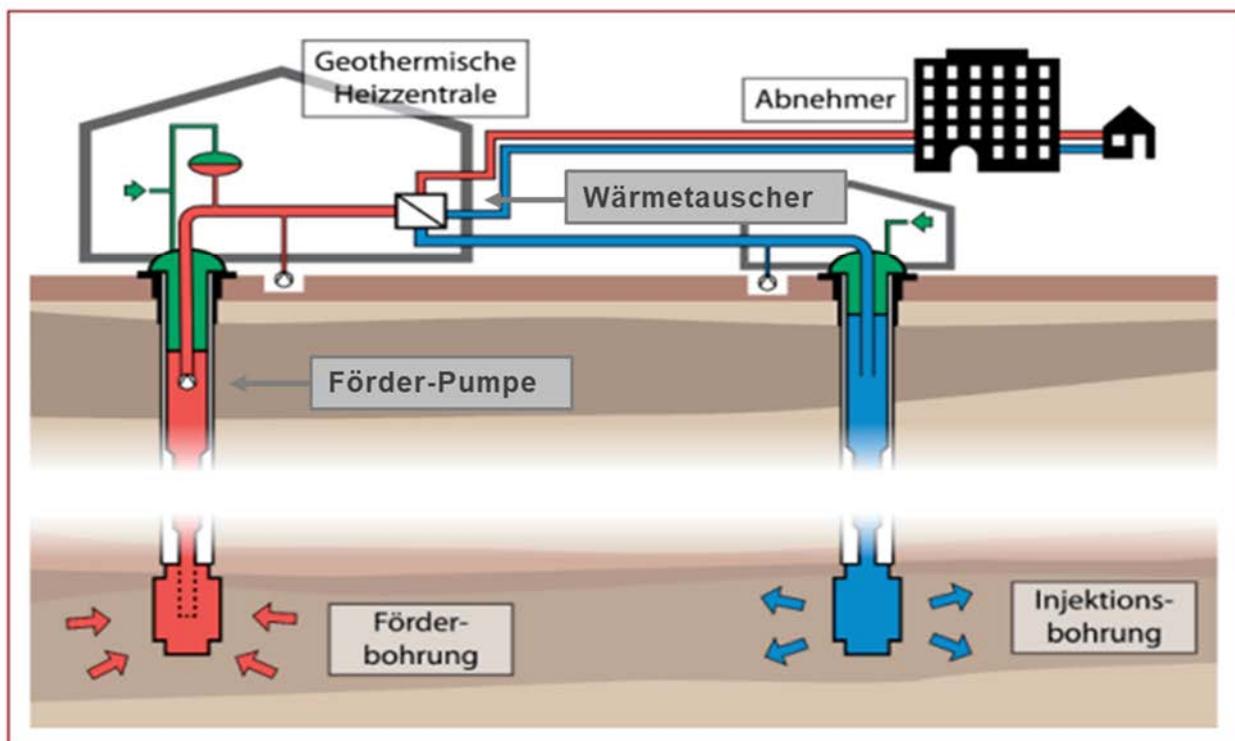


Abbildung 2: Schema für eine Dublette bei einer hydrothermalen Nutzung (Quelle: LIAG, 2003)

Vorteile der hydrothermalen Tiefengeothermie:

Die hydrothermale Tiefengeothermie bietet eine Reihe von Vorteilen gegenüber konventionellen Energieerzeugungsmethoden:

- **Erneuerbare und saubere Energie:**

Die hydrothermale Tiefengeothermie nutzt die natürliche Wärmeenergie des Erdinneren, die als erneuerbare Ressource gilt. Sie produziert keine CO₂-Emissionen oder andere schädliche Luftschadstoffe, was zu einer signifikanten Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Vergleich zu fossilbasierten Energiequellen führt. Dadurch trägt sie zur Bekämpfung des Klimawandels und zur Verbesserung der Luftqualität bei.

- **Kontinuierliche und zuverlässige Energieversorgung:**

Im Gegensatz zu wetterabhängigen erneuerbaren Energien wie Solar- und Windkraft ist die hydrothermale Tiefengeothermie eine kontinuierliche Energiequelle. Die Wärmeenergie im Untergrund bleibt relativ stabil, unabhängig von Witterungsbedingungen oder Tageszeiten. Dadurch gewährleistet sie eine zuverlässige und stabile Energieversorgung rund um die Uhr.

- **Hohe Effizienz und Energieausbeute:**

Die hydrothermale Tiefengeothermie bietet eine hohe Effizienz bei der Energieumwandlung. Durch den direkten Zugang zu heißem Wasser oder Dampf können Wärme- und Stromerzeugungsanlagen einen hohen Wirkungsgrad erreichen. Dadurch kann ein Großteil der gewonnenen Energie effektiv genutzt werden, was zu einer optimierten Energieausbeute führt.

- **Vielseitige Anwendungsmöglichkeiten:**

Die geothermische Energie aus hydrothermalen Tiefenreservoirs kann für verschiedene Zwecke genutzt werden. Neben der Stromerzeugung kann sie auch zur Beheizung von Gebäuden, zur Bereitstellung von Prozesswärme in der Industrie und zur Kälteerzeugung verwendet werden. Diese vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten machen die hydrothermale Tiefengeothermie zu einer flexiblen und anpassungsfähigen Energiequelle.

- **Langfristige Wirtschaftlichkeit:**

Obwohl die anfänglichen Investitionskosten für die Erschließung von hydrothermalen Tiefengeothermieprojekten hoch sein können, bieten sie eine langfristige Wirtschaftlichkeit. Zur Gewährleistung stabiler Einnahmen (durch den Wärmeverkauf) werden die geothermischen Anlagen über den geplanten Betriebszeitraum (= 50 Jahre) so bemessen, dass sich die Ressourcen im Untergrund quasi kontinuierlich erneuern können, ohne dass es zu einer nutzungsbedingten Abkühlung (hydraulischer/thermischer Kurzschluss zwischen Förder- u. Injektionsbohrung) kommt. Zudem sind die Betriebskosten im Vergleich zu fossilen Brennstoffen oft niedriger und weniger volatil.

Diese Vorteile machen die hydrothermale Tiefengeothermie zu einer vielversprechenden Option zur nachhaltigen Energieerzeugung. Durch die Nutzung des natürlichen Potenzials der geothermischen Ressourcen können wir eine zuverlässige und umweltfreundliche Energieversorgung fördern und gleichzeitig den Übergang zu einer kohlenstoffarmen Zukunft unterstützen.

2. Untersuchungen

2.1 Gegenstand der Untersuchungen und Methoden

Gegenstand der Untersuchungen sind im Rahmen der Vorstudie zunächst vornehmlich die geologisch-geothermische Situation im Untergrund des Untersuchungsgebietes sowie die übertägige Standortsituation innerhalb und im Umfeld des Quartiers.

Anhand der geologischen Situation, die vornehmlich aus den allgemeinen frei verfügbaren Daten/Informationen recherchiert wird, lassen sich Aussagen zum allgemeinen geothermischen Potenzial am Standort ableiten und erste Abschätzungen relevanter geothermischer Parameter für potenzielle Nutzhorizonte (Aufschlusstiefen, Temperaturen und ggf. Durchlässigkeiten, Förderraten) vornehmen.

Unter Einbeziehung der übertägigen Standortsituation, bei der vornehmlich die Art der Flächennutzung und die infrastrukturellen Gegebenheiten unter Einbeziehung der Erkenntnisse von Ortsbefahrungen zu berücksichtigen sind, werden Aussagen/Empfehlungen zu potenziellen Standortbereichen für die Bohrungen und die Geothermische Heizzentrale abgeleitet.

In den folgenden Kapiteln wird dargestellt, mit welchen Methoden (Recherchen/Ortsbefahrungen) die Informationen zur Standortsituation eingeholt wurden und welche Quellen dabei einbezogen wurden.

2.2 Recherchen

Für eine erste Standortanalyse zur geothermischen Situation wurde das Internetportal *GeotIS* (Geothermische Informationssystem) des Leibniz-Institutes für angewandte Geophysik [W1] genutzt (vgl. Quellenübersicht in Kap. 2.4). Dieses Internetportal bietet die Möglichkeit, Informationen zur Lage und zur räumlichen Verbreitung von potenziellen Nutzhorizonten einzuholen. Darüber hinaus lassen sich im *GeotIS* auch Informationen zu den Untergrundtemperaturen sowie zu vorhandenen Tiefbohrungen und seismischen Untersuchungen entnehmen. Anhand dieser Informationen lassen sich erste Einschätzungen zur Nutzbarkeit tiefer Geothermie vornehmen.

Weiterführende Informationen zur regionalen geologischen und geothermischen Situation (Hydrothermale Nutzhorizonte des tieferen Untergrundes von Schleswig-Holstein) enthält das *Umweltportal Schleswig-Holstein* [W2]. Über das Kartenportal ist auch möglich, Einsicht in vorhandene Tiefbohrungen zu nehmen. In den Kartendarstellungen des Portals sind zur Beurteilung der vorhandenen Datenbasis auch Gebiete mit geringer Datenqualität/Informationsdichte ausgewiesen.

Zur Feststellung des geologischen Schichtenaufbaus kann das 3D-Modell des Tieferen Untergrundes des Norddeutschen Beckens (TUNB, Modellgebiet Schleswig-Holstein) genutzt werden [W3]. Das Modell ist über die Internetseite der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) downloadbar [W4]. Das 3D-Modell bildet die räumliche Lage der für die Geothermie relevanten Schichtgrenzen ab. Auf dieser Basis lassen sich konkrete Modell-Vorstellungen für den Untergrund des Untersuchungsgebietes entwickeln. Die zur Verfügung stehenden Daten sind auch für die 3D-Modellierung in späteren Projektphasen brauchbar.

Im Hinblick auf die Auswahl geeigneter Flächen für die Geothermie-Anlage bzw. für den Bohrplatz der Tiefbohrungen wurden die Inhalte des Kartenportals DigitalerAtlasNord (danord) in Bezug auf die derzeitige und geplante Flächennutzung und das Vorhandensein von Schutzgebieten einbezogen [W5].

Konkretere Informationen zur Geothermischen Situation enthalten die Veröffentlichungen des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Abteilung Geologie und Boden (LfU SH, vormals LANU SH) [F1 ... F6]. Darin ist unter anderem der Aufbau des Ostholstein-Dogger-Troges, in dessen Bereich sich die Stadt Preetz befindet, dargestellt und beschrieben. Die Unterlagen geben einen umfassenden Überblick über die potenziellen Nutzhorizonte und deren Eigenschaften. Sie enthalten darüber hinaus auch Informationen zu vorhandenen Daten aus früheren Kohlenwasserstoff-Erkundungskampagnen und bieten somit auch die Möglichkeit Rückschlüsse zur Datenqualität und Informationsdichte zu ziehen.

2.3 Befahrungen/Ortstermine/Besprechungen

Zur Aufklärung der regionalen geologisch-geothermischen Situation fand im Vorfeld des Termins des Lenkungsausschusses (01.06.2023), in dem ein erster Überblick über die Nutzungsmöglichkeiten Tiefer Geothermie gegeben wurde, ein etwa 1-stündiges Fachgespräch (als Telefonat am 25.05.2023) mit Herrn Dr. Fabian Hese vom Landesamt für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Abt. Geologischer Dienst SH statt. Darin hat Herr Dr. Hese anhand der empfohlenen Fachliteratur (vgl. Kap. 2.4) einen Überblick über die geologische Situation im Ostholsteintrog und zu den potenziellen Nutzhorizonten gegeben. In diesem Zusammenhang wurde auch die Sachlage zur Datenqualität und zur Informationsdichte angesprochen.

Ein weiteres Fachgespräch fand im Rahmen eines Ortstermins am 29.06.2023 im LfU in Flintbek mit Frau Ph.D. Berit Lehrmann, Herrn Dr. Christof Liebermann und Herrn Dr. Fabian Hese auf der Grundlage der von Herrn Dipl.-Geol. Olaf Gärtner (BPM) vorgestellten Präsentation (zum Termin im Lenkungsausschuss) statt. Schwerpunkt des Gespräches war neben der regionalen geologisch-geothermischen Situation vor allem die zu erwartenden Eigenschaften der potenziellen Nutzhorizonte (Schichtmächtigkeit, Porosität und Permeabilität) vor dem Hintergrund der dazu vorhandenen Datenbasis/Informationsdichte. Für weitere zukünftige Recherchen wurde vom LfU eine Literaturliste und Bohrprofile übergeben (vgl. Kap. 4.2).

Im Rahmen des Ortstermins am 29.06.2023 fand eine Befahrung der potenziellen Standorte für eine Geothermische Anlage statt. Dabei wurden folgende Standortbereiche in Augenschein genommen und fotografisch dokumentiert:

- (1) Gelände im Umfeld der Biogasanlage in Pohnsdorf (Kronsredder 1, 24211 Pohnsdorf);
- (2) Gelände im Umfeld der Kläranlage in Preetz (Bachwiese 1-2, 24211 Preetz);
- (3) Gelände im Umfeld der Rettungswache Preetz (GWG Dänenkamp, 24211 Preetz);
- (4) Gelände im Umfeld Rethwischer Weg (Bereich beidseitig Überfahrt B 76, 24211 Preetz);
- (5) Gelände im Umfeld des Sendemastes (Bereich Tapastr./Schwebstöcken, 24211 Preetz).

Gegenstand der Inaugenscheinnahme war die Beurteilung, ob bzw. inwieweit die Flächen in Bezug auf Bebauung, Bewuchs, Morphologie und Nutzung (unter Berücksichtigung der Informationen aus [W5], vgl. Kap. 2.4, Tab. 1) für einen Bohrplatz bzw. den Standort einer Geothermie-Anlage in Frage kommen können.

2.4 Quellen

Eine fundierte Recherche und Analyse relevanter Daten und Quellen ist entscheidend, um genaue und verlässliche Informationen zu erhalten und eine solide Wissensbasis für die weitere Projektarbeit zu schaffen. Die nachfolgende tabellarische Übersicht enthält eine Auflistung verfügbarer Daten und Quellen, die im Rahmen des Geothermie-Projektes von Interesse sind und in die Recherchen einbezogen wurden.

Tabelle 1: Übersicht über frei verfügbare Daten und Quellen, die in die Recherchen zur Vorstudie einbezogen wurden (vgl. Anh. 1)

Quelle Nr.	Titel/Bezeichnung	Autor / Quelle	Einsichtnahme am (MM/JJ)
(W) Webbasierte Kartenportale und 3D-Viewer			
W1	Geothermisches Informationssystem	Herausgeber: Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik, Ansprechpartner: Dr. Thorsten Agemar	05-06/23
W2	Umweltportal Schleswig-Holstein	Herausgeber: Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur, Kiel	05-06/23
W3	3D-Modell Tiefer Untergrund des Norddeutschen Beckens (TUNB) für Schleswig-Holstein	Vertrieb: Landesamt für Umwelt Schleswig-Holstein (LFU) Ansprechpartner: Dr. Fabian Hese	05-06/23
W4	Portal der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) – 3D-Webviewer	Herausgeber: Prof. Dr. Ralph Watzel Ansprechpartner: Dr. Gabriela von Goerne	06/23
W5	Digitaler Atlas Nord	Herausgeber: Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und Digitalisierung Ansprechpartner: Christine Coenen	06/23
(F) Fachliteratur und Veröffentlichungen (aktuell + frei verfügbar)			
F1	Geothermie in Schleswig-Holstein - Ein Baustein für den Klimaschutz	Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU SH); Flintbek, 2004	05/23
F2	Informationssystem Speichergesteine für den Standort Deutschland - Synthese -	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Berlin/Hannover (BGR); Berlin/Hannover, 2011	06/23
F3	Geologische Potenzialanalyse des tieferen Untergrundes Schleswig-Holstein	Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU SH); Flintbek, 2014	05/23
F4	Potenziale des unterirdischen Speicher- und Wirtschaftsraumes im Norddeutschen Becken (TUNB)	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein Abteilung Geologie und Boden (LLUR SH); Flintbek, 2020	05/23
F5	Tiefe Geothermie - Grundlagen und Nutzungsmöglichkeiten in Deutschland	Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG); Hannover, 2016	05/23
F6	Verbundvorhaben „StörTief“ – Schlussbericht	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein Abteilung Geologie und Boden (LLUR SH); Flintbek, 2017	05/23

3. Ergebnisse

3.1 Geologische Situation

Regionalgeologie – der Ostholstein (Dogger) Trog: Betrachtet man die Regionalgeologie im Bereich der Stadt Preetz im Hinblick auf ein mögliches geothermisches Nutzungspotenzial, rückt eine Struktur wesentlich in den Vordergrund: Der Ostholstein Trog. Der Ostholstein Trog, auch bekannt als Ostholsteinische Senke, ist eine geologische Struktur, die sich in Norddeutschland in der Region Ostholstein befindet. Es handelt sich um eine langgestreckte tektonische Mulde, die sich über eine Fläche von etwa 150 Kilometern erstreckt. Abbildung 3 zeigt einen Profilschnitt durch Schleswig-Holstein inklusive des Ostholstein Troges.

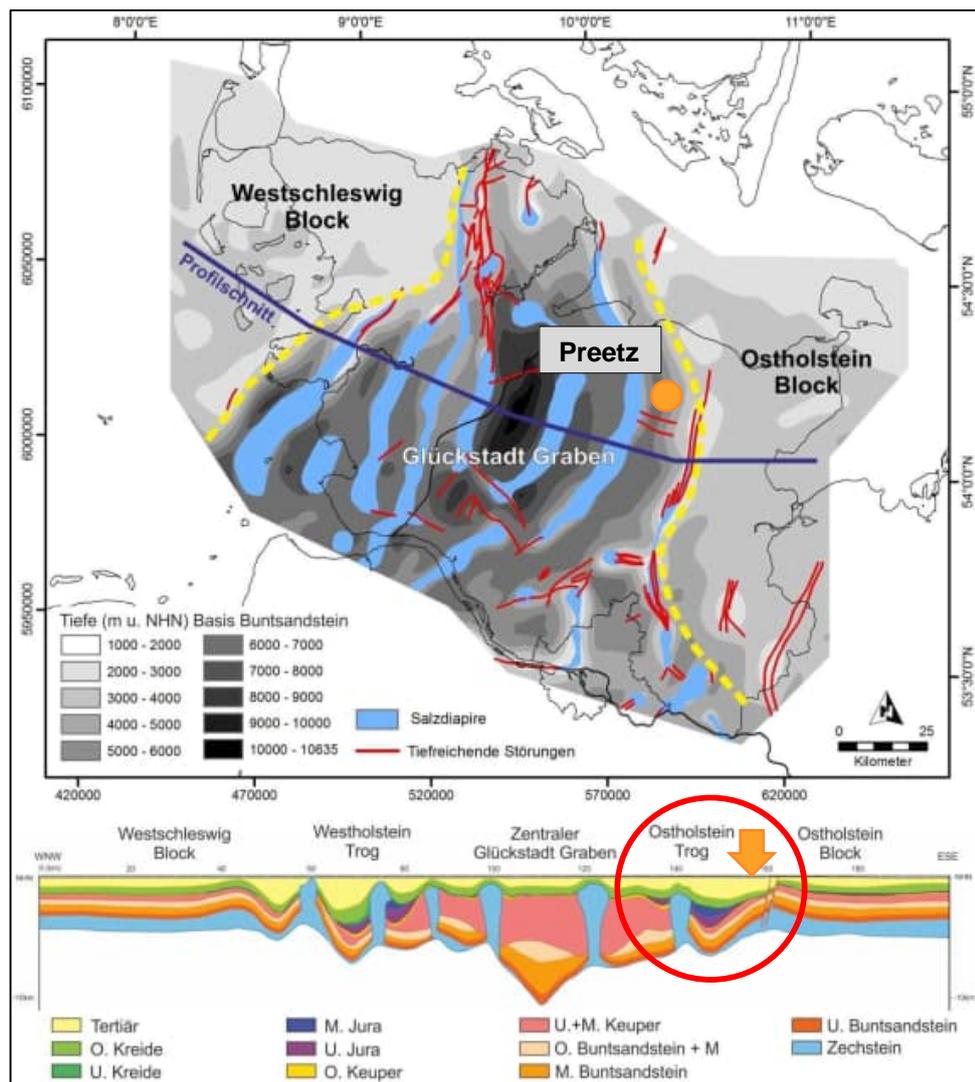


Abbildung 3: Strukturelle Gliederung (gelbe Linie), Salzdiapire und tiefreichende Störungen des tieferen Untergrundes von Schleswig-Holstein im Kontext geothermischer Nutzungspotenziale (LLUR Schleswig-Holstein)

Der Ostholstein Trog entstand im Verlauf der geologischen Geschichte durch tektonische Aktivitäten, insbesondere durch Dehnung der Erdkruste während des Mesozoikums. Während dieser Zeit bildeten sich Risse und Brüche in der Erdkruste, was zur Bildung von Gräben und Senken führte.

Geologisch betrachtet besteht der Ostholstein Trog aus verschiedenen Schichten und Gesteinen. Die oberen Schichten bestehen hauptsächlich aus jüngeren Sedimenten wie Sand, Ton und Kalkstein, die während der Eiszeiten und der darauffolgenden Meeresüberschwemmungen abgelagert wurden. Darunter befinden sich ältere Gesteinsschichten wie Sandsteine, Tonsteine und Kalksteine, die während des Mesozoikums entstanden sind.

Lagerungsverhältnisse (Trog-Ablagerungen): Hinsichtlich einer geothermischen Nutzung innerhalb des Ostholstein Trogs wird vor allem die Energiegewinnung aus den Gesteinsschichten des Dogger-Trogs (Abbildung 3 und Abbildung 4), die Dogger-Sandsteine, als realisierbar erachtet.

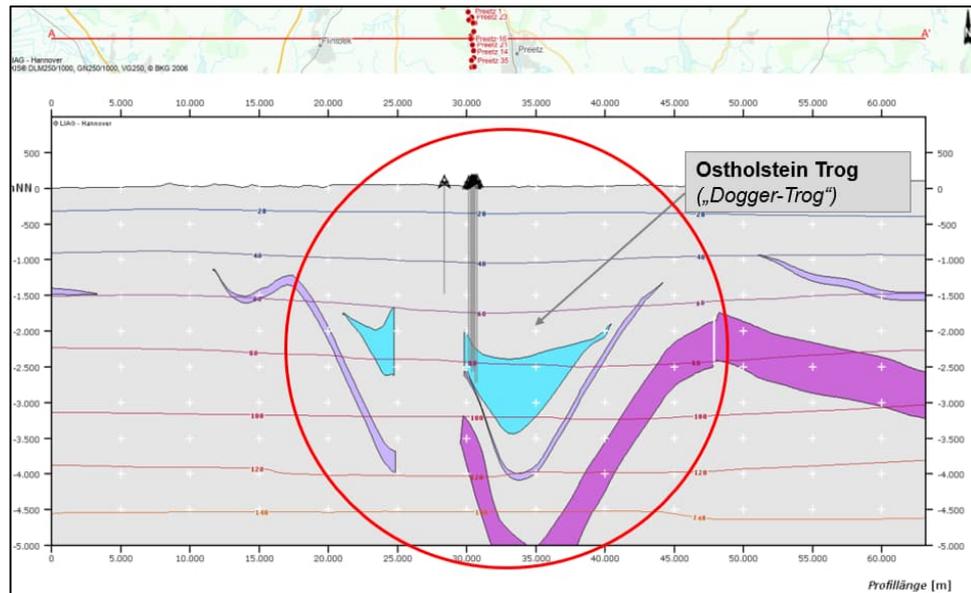


Abbildung 4: Vertikalschnitt mit Ostholstein Trog („Dogger-Trog“) im Bereich Stadt Preetz

Die Dogger-Sandsteine gelten als Gesteinsschichten mit hoher Porosität und hoher Permeabilität, was Sie als ein ideales Explorationsziel für geothermische Nutzung darstellt oder noch treffender ausgedrückt, die Dogger-Sandsteine sind einer der geothermischen Haupthorizonte innerhalb des Norddeutschen Beckens.

Die Dogger-Sandsteine sind eine geologische Formation, die während des Dogger-Zeitalters, das Teil der Jura-Zeit ist, abgelagert wurde. Sie sind nach der Doggerbank benannt, einer sandigen Erhebung in der südlichen Nordsee, wo diese Sandsteine häufig anzutreffen sind.

Die Dogger-Sandsteine bestehen hauptsächlich aus Sandablagerungen, die in einem marinen Umfeld entstanden sind. Sie wurden vor etwa 170 Millionen Jahren abgelagert. Während dieser Zeit dehnte sich das Dogger-Meer aus, und es wurden Sedimente wie Sand, Schluff und Ton in der Region abgelagert.

Charakteristisch für den Dogger ist das Vorkommen einer Vielzahl von Sandschüttungen unterschiedlicher Mächtigkeiten und Korngrößen. Dogger-Sandsteine wurden in den stratigraphischen Einheiten Dogger Beta, Gamma, Delta und Epsilon identifiziert. Diese bestehen hauptsächlich aus mürben, mittel- bis gutporösen Sandsteinen mit Porositätswerten zwischen 15 % und 30 %.

Im Ostholstein Trog sind jedoch nur noch die Sandsteinhorizonte des Dogger Beta bis Gamma und lokal Delta in Tiefen von bis zu 3.000 m erhalten geblieben (Abbildung 5).

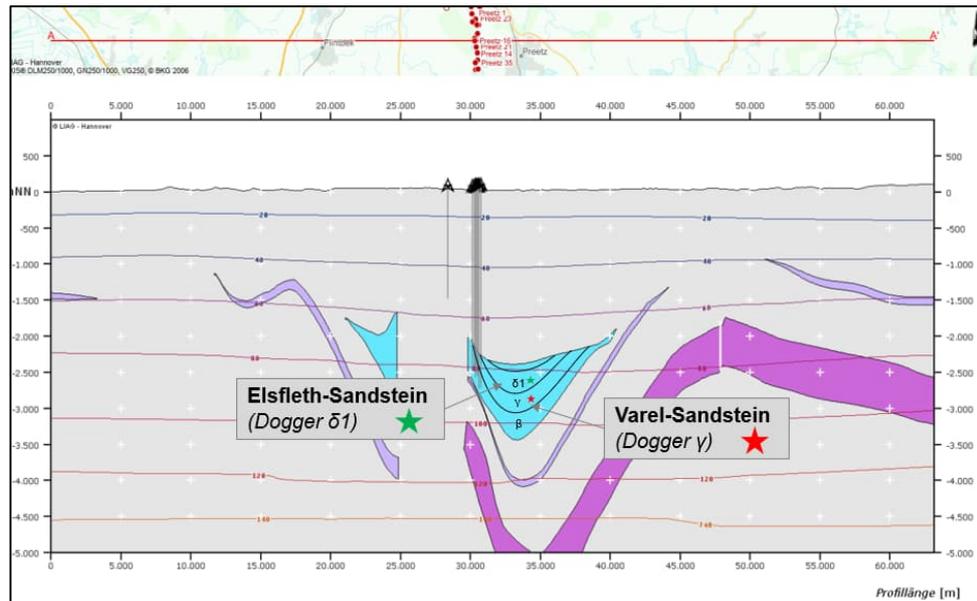


Abbildung 5: Vertikalschnitt mit Ostholstein Trog und dessen Trogfüllungen im Bereich Stadt Preetz

Die Abbildung 6 zeigt die Verbreitung und Tiefenlage der Dogger-Sandsteine im Bereich des Untersuchungsgebietes der Stadt Preetz.

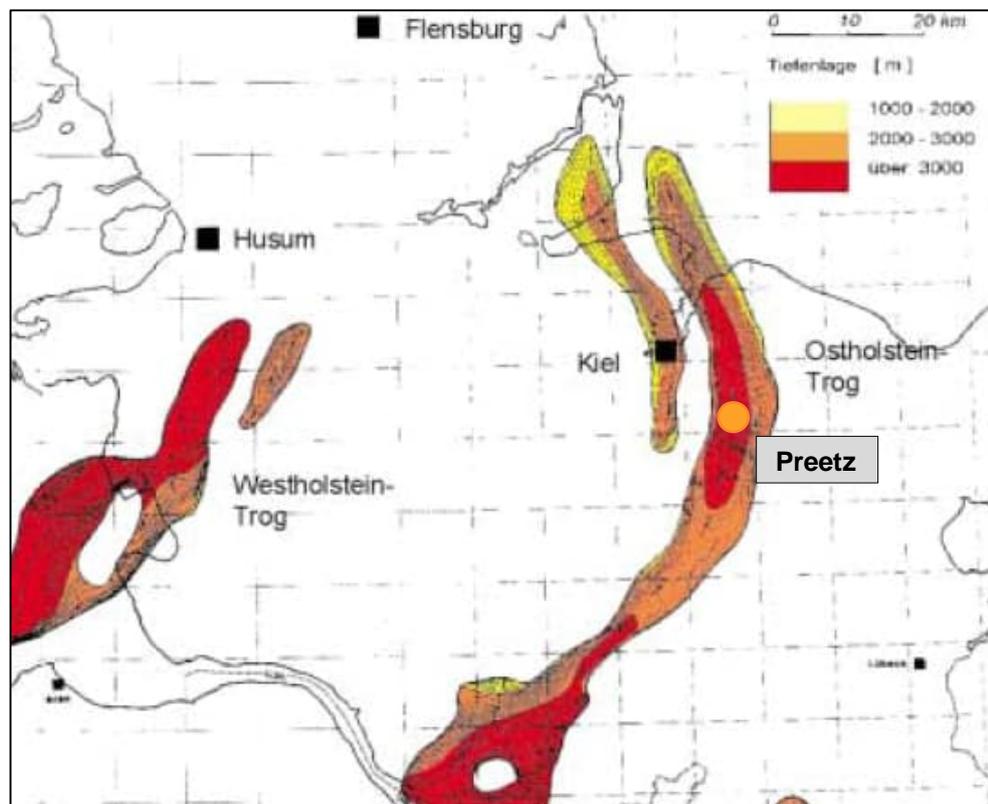


Abbildung 6: Verbreitung und Tiefenlage der Dogger-Sedimente (LFU Schleswig-Holstein)

Potenzielle Nutzhorizonte (Varel-Sandstein, Elsfleth-Sandstein): Der Varel-Sandstein und der Elsfleth-Sandstein sind zwei verschiedene Arten von Sandstein, die im geologischen Kontext des Ostholstein Tros in Norddeutschland vorkommen (Abbildung 7).

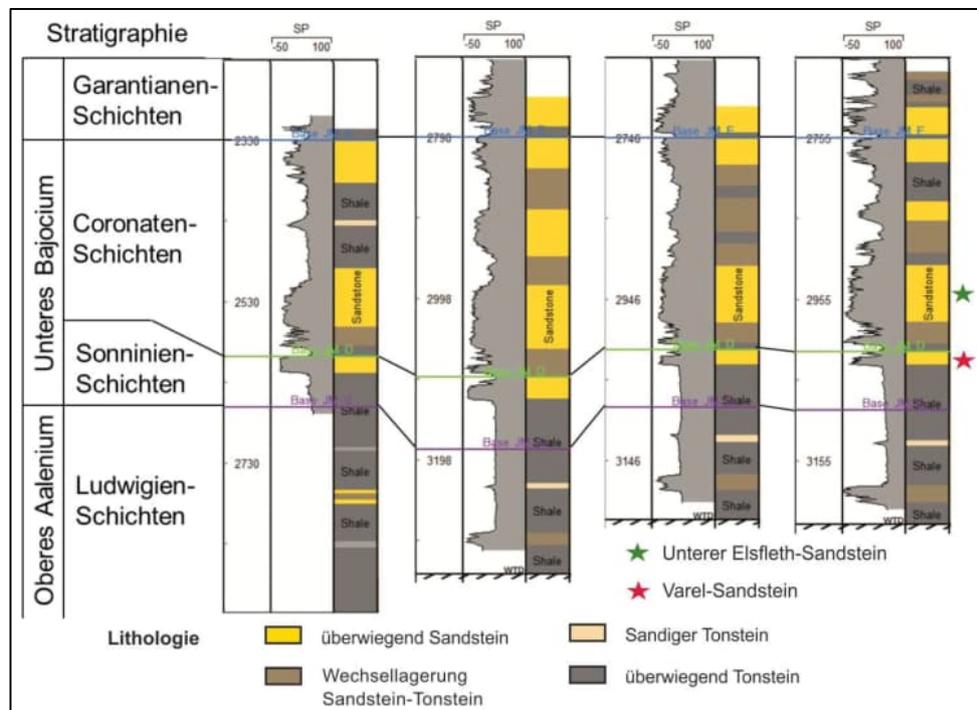


Abbildung 7: Vertikale und laterale lithologische Entwicklung der unteren Einheiten (Oberes Aalen und Unterer Bajoc) des Mittleren Juras (LLUR Schleswig-Holstein)

Der Ostholstein Trog ist, wie bereits erläutert, ein tektonisch bedingtes Sedimentbecken, das während des Mesozoikums im Mittleren Jura entstanden ist. In diesem Trog wurden über einen langen Zeitraum hinweg Sedimente abgelagert, die u.a. zur Bildung von Sandsteinen geführt haben.

Zu beiden Sandstein-Formationen liegen bereits Untersuchungsergebnisse in Bezug auf eine mögliche geothermische Nutzung vor. Insbesondere das Verbundprojekt "StörTief" (veröffentlicht 2017), das durch finanzielle Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unterstützt wurde und vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR Schleswig-Holstein) veröffentlicht wurde, hat sich intensiv mit der Untersuchung der Varel- und Elsfleth-Sandsteine aus geothermischer Sicht (inkl. 2D und 3D Modellierung des Untergrundes) befasst.

Die Erkundung des tiefen Untergrunds von Schleswig-Holstein wurde aber auch bereits in der Vergangenheit maßgeblich durch Untersuchungen der Kohlenwasserstoff-Industrie von 1870 bis 2007 vorangetrieben. Aktuelle Projekte können heute auf eine Reihe von Datenquellen wie Tiefbohrungen und seismische Profile, wie in Abbildung 8 dargestellt, zurückgreifen.

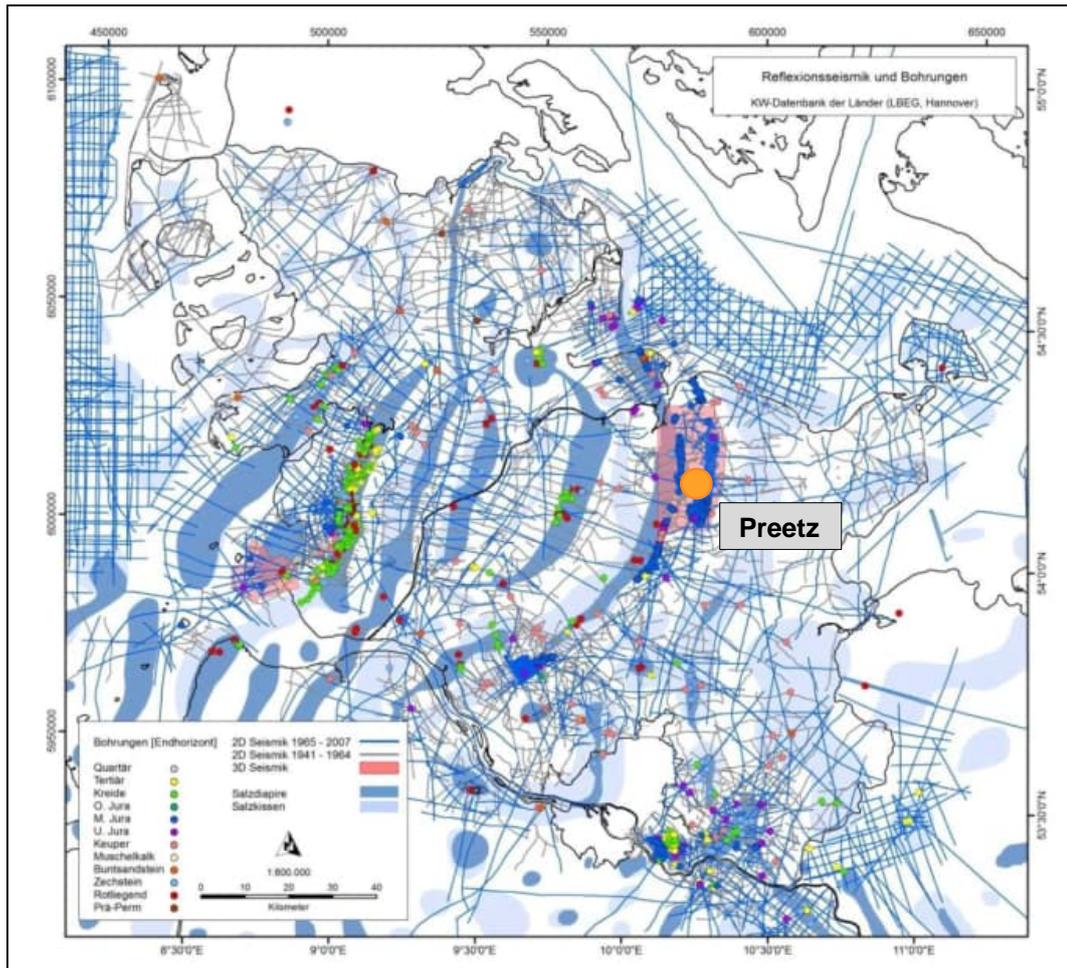


Abbildung 8: Bohrungen und seismische Daten im festländischen Teil von Schleswig-Holstein (LBEG Hannover)

Im Folgenden werden die beiden Sandsteinfazies Varel-Sandstein und Elsflath-Sandstein innerhalb der Dogger-Schichtenfolge näher dargestellt und damit deren positive Eigenschaften für eine geothermische Nutzung herausgestellt.

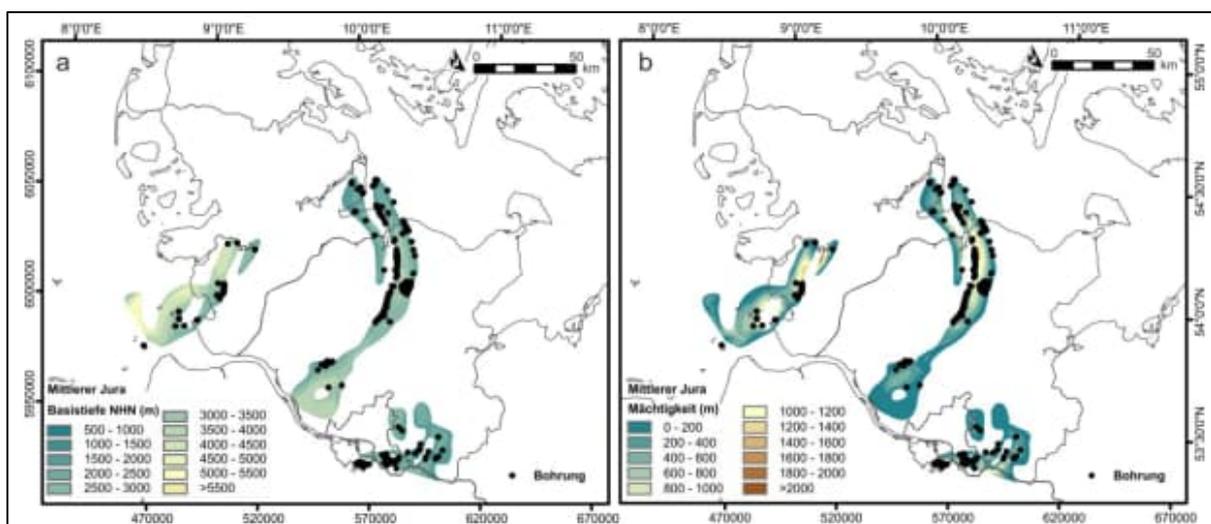


Abbildung 9: Verbreitung, Basistiefe (a) und Mächtigkeit (b) des Mittleren Jura (LLUR Schleswig-Holstein)

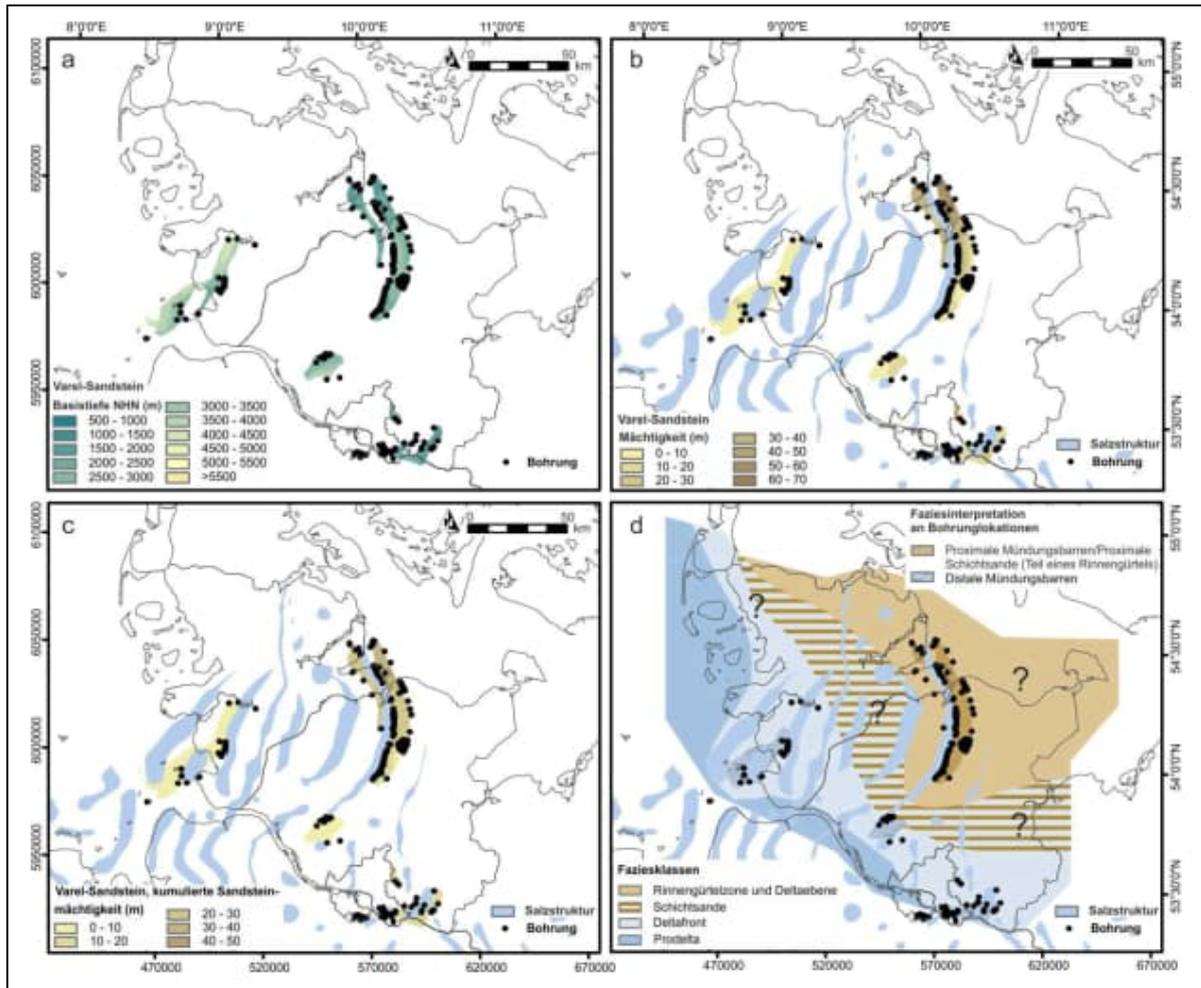


Abbildung 10: Verbreitung, Basistiefe (a), Sandsteinmächtigkeit (mit Toneinschlutung) (b), kumulierte Sandsteinmächtigkeit (Netto) (c) und fazielle Entwicklung des Varel-Sandsteins (d) (LLUR Schleswig-Holstein)

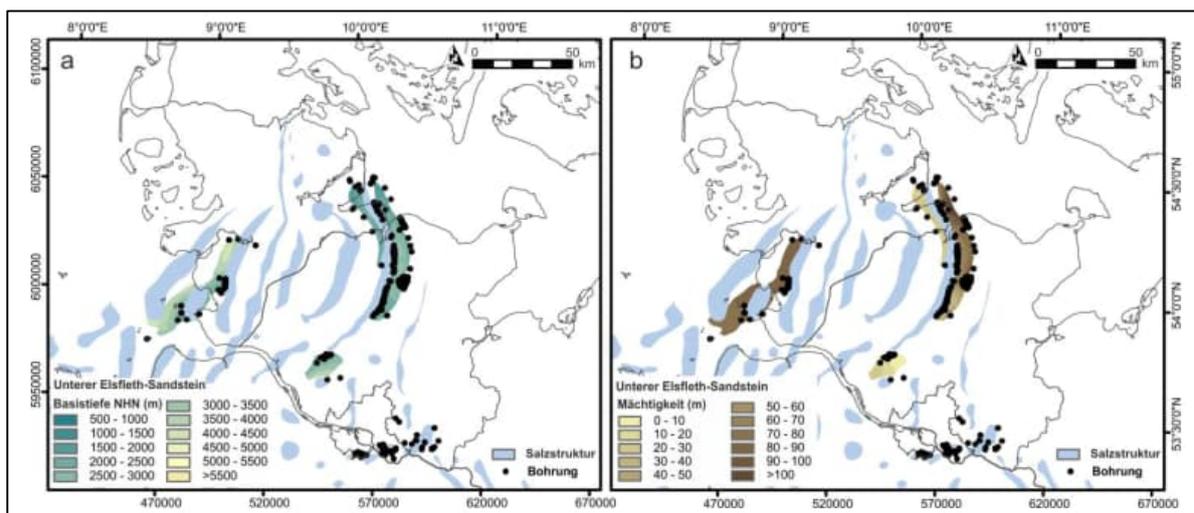


Abbildung 11: Verbreitung, Basistiefe (a) und Sandsteinmächtigkeit (b) des Unteren Elsfluth-Sandsteins (LLUR Schleswig-Holstein)

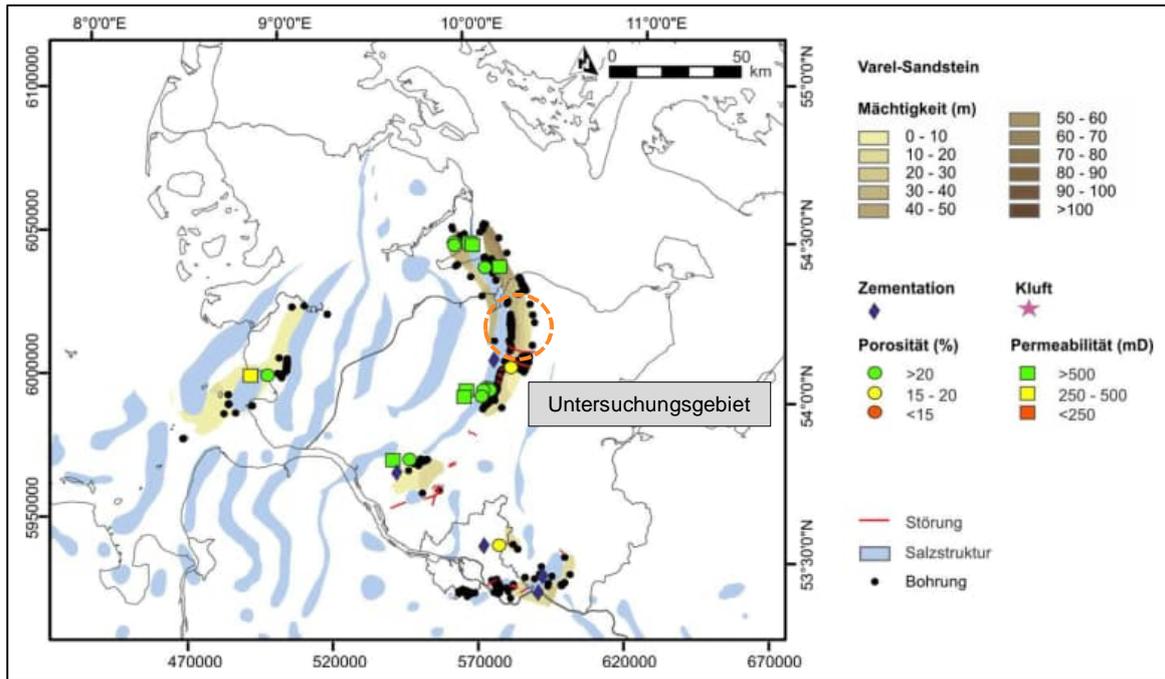


Abbildung 12: Zusammenstellung der Porositäts- und Permeabilitätsdaten für den Varel-Sandstein basierend auf den erhobenen Daten aus Kernproben und Loguntersuchungen (LLUR Schleswig-Holstein)

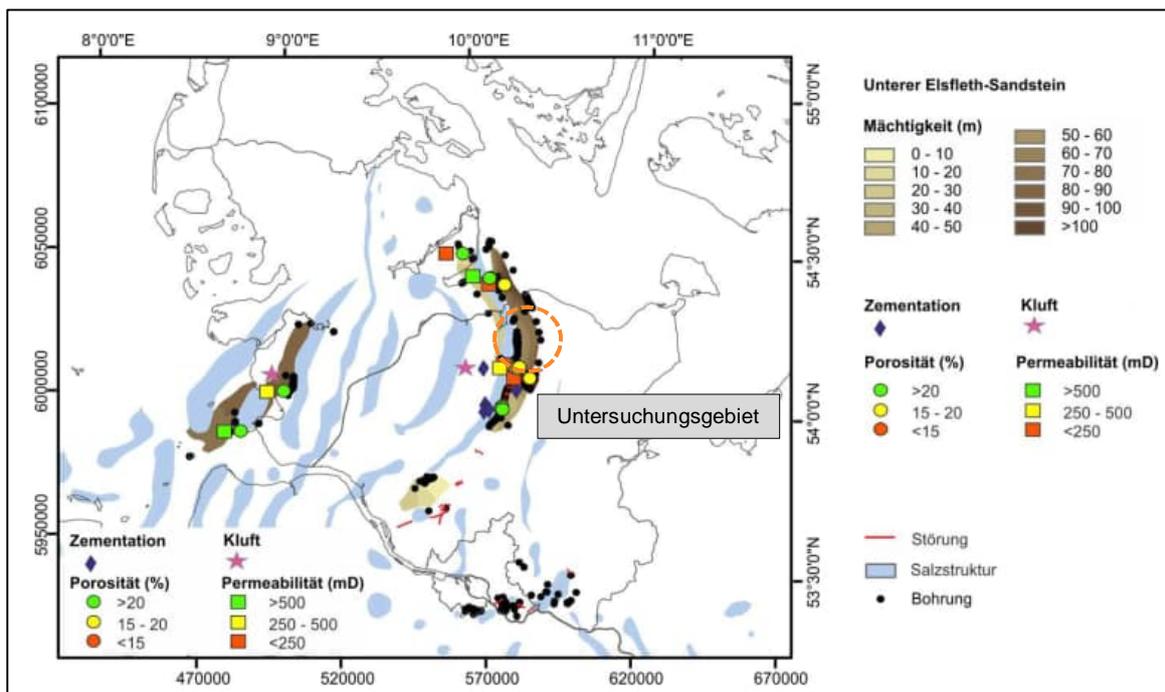


Abbildung 13: Zusammenstellung der Porositäts- und Permeabilitätsdaten für den Elsfluth-Sandstein basierend auf den erhobenen Daten aus Kernproben und Loguntersuchungen (LLUR Schleswig-Holstein)

Zusammenfassend lassen sich aus den vorangegangenen Darstellungen sind folgende Schlussfolgerungen bzgl. hydraulischen Eigenschaften ableiten:

- a) Varel-Sandstein: Porosität: hoch (>20%) und Permeabilität: hoch (>500mD);
- b) Elsfleth-Sandstein: Porosität: mittel-hoch (15->20%) und Permeabilität: mittel-gering (>200mD).

In einer Bohrung ca. 3 km westlich von Preetz (Bereich Pohnsdorf-Sieverstorf) steht der Varel-Sandstein im Teufenbereich zw. 2.245 und 2.345 m mit einer effektiven Mächtigkeit von ≥ 50 m an. Auf Grundlage der Gesteinsbeschreibung im Bohrprofil (Feinsandstein bis Mittelsandstein; lagenweise grobsandig, mitteldicht) lässt sich annehmen, dass die Permeabilität sogar deutlich größer sein kann als 500 mD.

Unter Annahme dieser Randbedingungen sind hohe Förderraten von bis zu 200 m³/h durchaus denkbar. Zu beachten ist jedoch, dass die Aufschluss- und Datendichte direkt innerhalb des Untersuchungsgebietes sehr gering ist, was mit entsprechenden Unwägbarkeiten verbunden ist. Sowohl die räumliche Lage als auch die Ausdehnung der gut durchlässigen Sandsteine ist derzeit noch mit Unsicherheiten behaftet. Im Rahmen weiterer Voruntersuchungen sollte unter Einbeziehung bereits vorhandener Ergebnisse aus seismischen Messungen die geologische Situation weiter aufgeklärt werden (vgl. 5.1).

Konkretere Aussagen lassen sich jedoch bereits hinsichtlich der zu erwartenden tiefenabhängigen Temperaturen machen. Hierfür wurde das Temperaturmodell des Geothermischen Informationssystems (GeotIS) herangezogen. Abbildung 14 zeigt einen Vertikalschnitt mit Isothermen im Bereich Preetz.

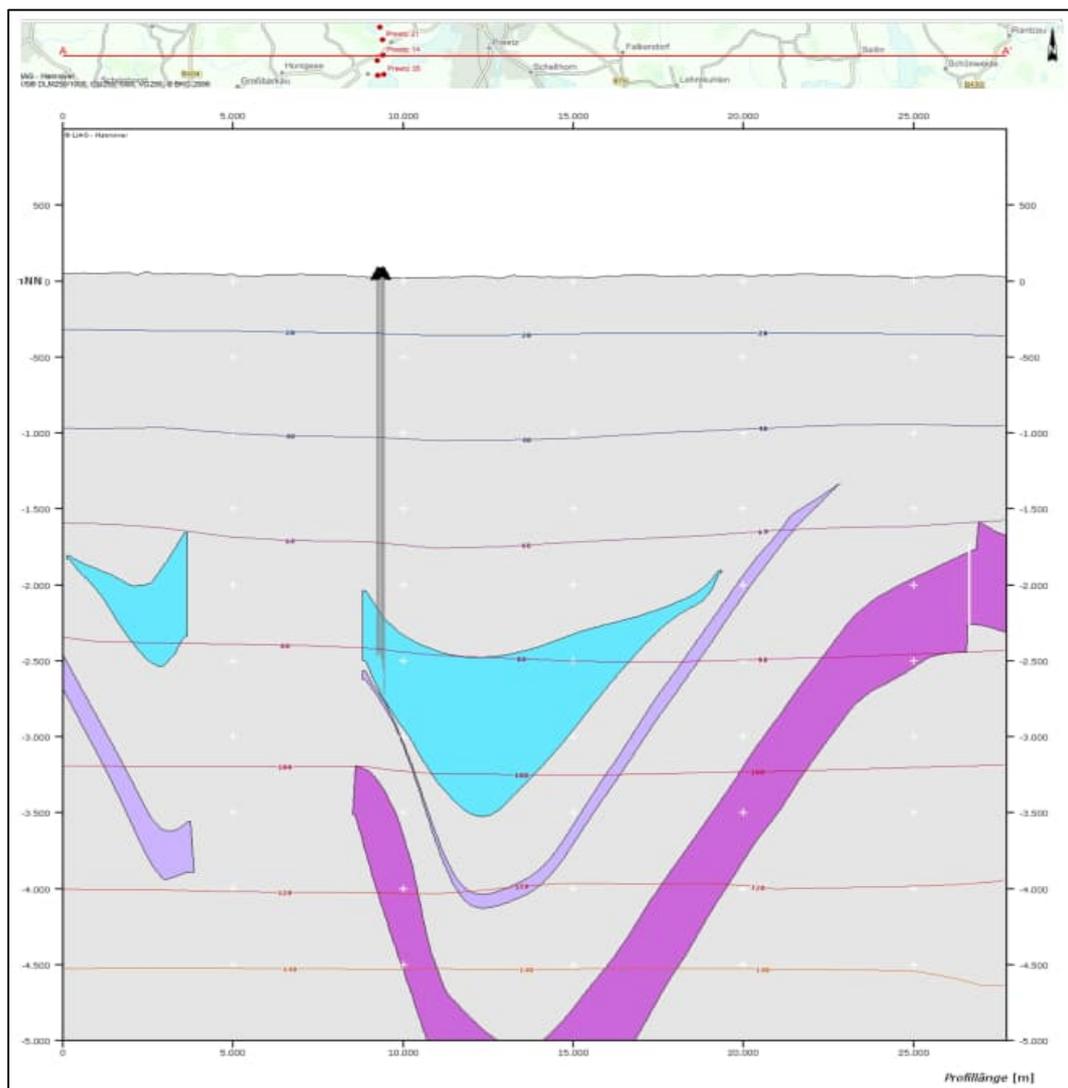


Abbildung 14: Vertikalschnitt mit Isothermen im Bereich Preetz (GeotIS)

Aus Abbildung 14 geht hervor, dass im Untersuchungsgebiet ab einer Tiefe von etwa 2.400 Metern Temperaturen von mehr als 80°C zu erwarten ist. Dieser Temperaturbereich stellt eine Größenordnung dar, die einen ökonomischen Betrieb einer geothermischen Anlage ermöglichen würde.

An der Basis des Dogger-Troges herrschen unterhalb von 3.000 m sogar Temperaturen von über 100°C (vgl. Abb. 14). In Auswertung der Forschungsberichte F4 bis F6 (Kap. 2.4, Tab. 1) muss jedoch angenommen werden, dass ab einer Tiefe von 2.500 m unter Geländeoberkante die Durchlässigkeiten, der bis zu dieser Tiefe hinabreichenden Sandsteinhorizonte, zu gering für eine hydrothermale Nutzung sind.

Für den wirtschaftlichen Betrieb einer hydrothermalen Geothermie-Anlage sollte der Porositätswert von 20% nicht unterschritten werden. Die Potenzialanalyse aus dem Jahr 2014 (F4), durchgeführt vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LfU Schleswig-Holstein), kam eindeutig zu dem Schluss, dass die Porosität in den betrachteten Sandsteinhorizonten ab einer Tiefe von 2.500 Metern unter die Grenze von 20% fällt. Die Potenzialstudie besagt weiterhin: "Für tiefere Bereiche sind weitere Potentiale geologisch plausibel, können aber ohne Nachweis durch entsprechende erhobene Daten nicht flächendeckend ausgewiesen werden."

Weshalb die Porosität mit zunehmender Tiefe abnimmt, ist mit folgenden Phänomenen zu erklären:

Kompaktion: Mit zunehmendem Druck in größeren Tiefen werden die Gesteinsschichten komprimiert. Die Poren und Hohlräume zwischen den Gesteinskörnern werden allmählich zusammengepresst, was zu einer Verringerung der Porosität führt.

Diagenese: Diagenese ist der Prozess, bei dem loses Sediment zu festem Gestein wird. Während der Diagenese können mineralische Bestandteile in den Poren abgelagert werden, was zu einer weiteren Verringerung der Porosität führt.

Porenverschluss: In größeren Tiefen können die Poren durch Mineralablagerungen oder Verwitterungsprodukte verschlossen werden (Zementation). Diese Ablagerungen können die Porengröße verringern oder sie komplett blockieren, was zu einer Reduzierung der Porosität führt.

Tektonische Aktivität: Tiefere Gesteinsschichten sind normalerweise stärkeren tektonischen Kräften ausgesetzt, die zu Verformungen und Brüchen im Gestein führen können. Diese Brüche können die Porenstruktur durchbrechen und die Porosität verringern.

3.2 Erschließungskonzept

Die Entwicklung eines effektiven Erschließungskonzepts für eine geothermischen Dublette ist von Bedeutung, um die wirtschaftliche und nachhaltige Nutzung dieser Energiequelle zu gewährleisten.

Im Bereich der Stadt Preetz gibt es (wie an anderen potenziellen Standorten auch) verschiedene Randbedingungen und eingrenzende Faktoren, die bei der Entwicklung des Erschließungskonzepts für eine geothermische Dublette berücksichtigt werden müssen.

Bohrplatzanzahl: Es gibt grundsätzlich zwei mögliche Varianten für geothermische Dubletten:

- Variante 1 umfasst einen Bohrplatz für sowohl die Injektions- als auch die Produktionsbohrung,
- Variante 2 sieht je einen separaten Bohrplatz für die Injektions- und Produktionsbohrung vor.

Aus ökonomischer Sicht ist Variante 1 vorzuziehen, da keine zusätzliche Bohrplatzinfrastruktur an einem weiteren Standort errichtet werden muss. Dies reduziert die Kosten erheblich. Darüber hinaus bietet Variante 1 den Vorteil eines insgesamt geringeren Flächenbedarfs, da nur ein Standort bebaut werden muss. Dies ist besonders relevant in urbanen Gebieten wie Preetz, wo der verfügbare Raum begrenzt ist.

Bei der Entscheidung für Variante 1 als Vorzugsvariante spielen ökonomische und raumplanerische Aspekte eine entscheidende Rolle. Durch die Wahl dieser Variante können sowohl finanzielle Ressourcen eingespart als auch der Flächenbedarf optimiert werden. Dies ist von großer Bedeutung für die Akzeptanz und Umsetzbarkeit des Projekts in einer städtischen Umgebung.

Maßgebend für die Entscheidung zu einem oder zwei Bohrplätzen ist der erforderliche Abstand zwischen Förder- und Injektionsbohrung innerhalb des Aquifers. Der Abstand muss dabei so groß sein, dass innerhalb des vorgesehenen Betriebszeitraums von 50 Jahren kein Kälte durchbruch erfolgt. Er wird im Ergebnis der dreidimensionalen Lagerstättenmodellierung im Rahmen der Machbarkeitsstudie bestimmt. In Auswertung der Ergebnisse der Modellberechnungen werden die möglichen Bohrpfade (Bohrstrecke vom Standort über Tage bis in den Nutzhorizont) betrachtet. Insofern es möglich ist, mit Richtbohrungen (vgl. Erläuterungen im folgenden Abschnitt) den erforderlichen Abstand zu gewährleisten, können beide Bohrungen von einem Bohrplatz aus abgeteuft werden.

Für den Fall, dass der erforderliche Abstand in Bezug auf die an der Geländeoberfläche zur Verfügung stehenden Flächen für die Bohrungsstandorte so groß sein sollte, dass er nur mit einem erheblichen bohrtechnischen und finanziellen Aufwand zu realisieren ist, sollten die Bohrungen von zwei entsprechend weit auseinanderliegenden Standorten aus (möglichst nah am Zielgebiet) abgeteuft werden.

Seiger- und/oder Richtbohrung: Die Seigerbohrung auch als lotrechte Bohrung oder vertikale Bohrung bezeichnet, ist die allgemein gebräuchliche Methode zur Erschließung von geoenergetischen Lagerstätten. Zudem ist sie i.R. kostengünstiger als eine Richtbohrung.

Die Richtbohrung, auch bekannt als abgelenkte oder horizontal gebohrte Bohrung, ist eine aufwendigere Methode zur Erschließung tiefliegender Lagerstätten. Im Gegensatz zur lotrechten Bohrung, bei der das Bohrloch weitestgehend senkrecht abgeteuft wird, erfolgt der Bohrvorgang bei einer abgelenkten Bohrung zielgerichtet von einem nicht direkt über dem Zielbereich innerhalb einer Lagerstätte liegenden Bohransatzpunkt an der Geländeoberfläche. Damit können bei entsprechender Tiefe der Lagerstätte üblicherweise mehrere 100 m Versatz zwischen Bohrplatz und Zielbereich in der Lagerstätte (bezogen auf die Entfernung an der Geländeoberfläche) überbrückt werden.

Durch die horizontale oder schräge einfallende Ausrichtung des Bohrlochs kann eine größere Kontaktfläche mit dem geothermischen Reservoir erreicht werden, was zu einer verbesserten Wärmeübertragung und einer erhöhten Effizienz der Energiegewinnung führen kann.

Die Richtbohrung wird mit speziellen Bohrgeräten und -techniken durchgeführt, um das gewünschte horizontale oder geneigte Bohrloch zu erzeugen. Diese Bohrgeräte können gebogene oder gesteuerte Bohrwerkzeuge verwenden, um die gewünschte Richtung und Tiefe des Bohrlochs zu steuern.

Die Richtbohrung bietet mehrere Vorteile gegenüber einer lotrecht abgeteufte Bohrung. Erstens ermöglicht sie den Zugang zu geothermischen Ressourcen, die unterhalb von urbanen Gebieten oder anderen nicht zugänglichen Bereichen an der Oberfläche (Schutzgebiete, Wasserflächen etc.) liegen, die eine lotrechte Bohrung erschweren oder unmöglich machen würden. Zweitens kann durch ein schräg (oder gar horizontal) zur Schichtfläche verlaufendes Bohrloch die Wärmeübertragung (infolge der größeren Kontaktfläche mit dem Aquifer) verbessert und die Effizienz gesteigert werden. Drittens können unter Umständen die Gesamtkosten reduzieren, da weniger Oberflächeninfrastruktur erforderlich wird.

Potenzielle Standorte für Bohrplatz und Geothermische Heizzentrale (GHZ): In den nachfolgenden Analysen wird die Annahme auf Basis von nur einem Bohrplatz gemacht, von dem aus sowohl die Injektions- als auch die Produktionsbohrung abgeteuft wird.

Um den Energieverlust in den Leitungen über einen weiten Transportweg so gering wie möglich zu halten, werden zwei potenzielle Standortbereiche für die Geothermische Heizzentrale in der Nähe des zu versorgenden Quartiers in Betracht gezogen (Abbildung 15).

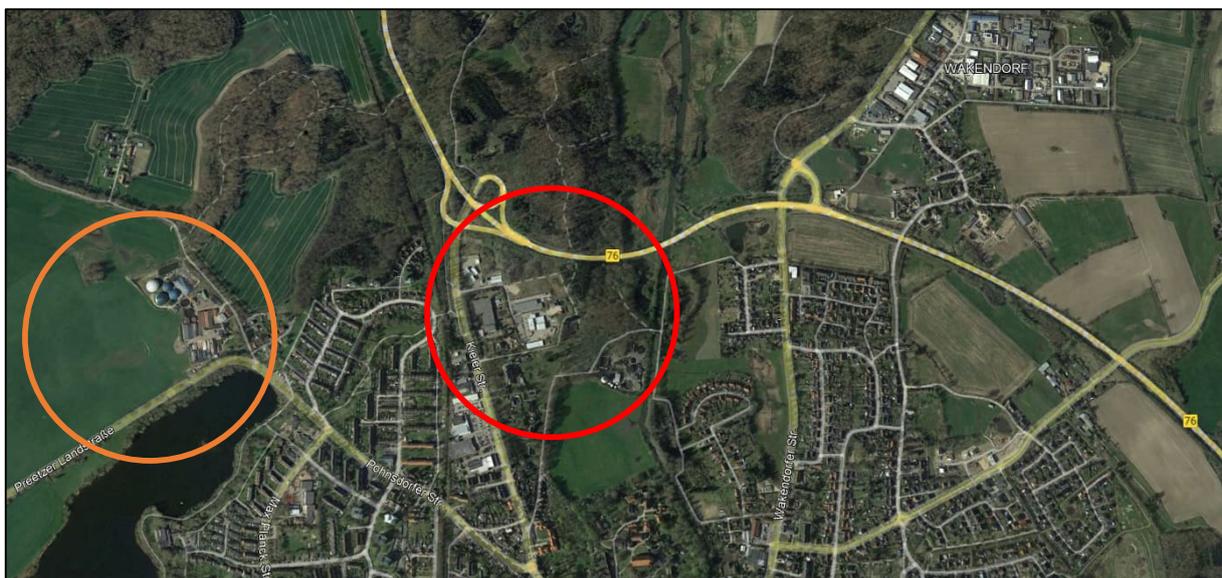


Abbildung 15: Mögliche Bohrplätze: geologische Vorzugsvariante (Biogasanlage Pohnsdorf - Orange) und infrastrukturelle Vorzugsvariante (Rettungswache Preetz - ROT)

Bei den potenziellen Standortbereichen handelt es sich um Flächen in folgenden Gebieten:

- (1) Flächen im Bereich der Biogasanlage Pohnsdorf an der Preetzer Landstraße;
- (2) Flächen im Gewerbegebiet (GWG) „Dänenkamp“ und im Bereich der Kläranlage Preetz.

Im Rahmen der Vorstudie hat sich gezeigt, dass der potenzielle Standort im Bereich der Kläranlage frühestens im Jahr 2028 zur Verfügung gestellt werden kann. Gemäß aktuellem Projektablaufplan könnte zu diesem Zeitpunkt (07/2028) bereits die Geothermische Heizzentrale in Betrieb genommen werden. Der Bohrplatz muss demnach spätestens Mitte des Jahres 2025 eingerichtet werden. Somit fallen die Flächen der Kläranlage zunächst aus der Variantenbetrachtung heraus. Sie können jedoch in spätere Studien zu evtl. folgenden Tiefengeothermischen Anlagen/Dubletten einbezogen werden.

Biogasanlage Pohnsdorf: Der Standort der Biogasanlage Pohnsdorf ist aus geologischer Sicht den Flächen im GWG „Dänenkamp“ vorzuziehen, da er näher am Zielbereich liegt. Dadurch sind der bohrtechnische Aufwand und das allgemeine technische Risiko geringer als im Bereich der weiter östlich gelegenen Flächen. Auch in Bezug auf die Erschließungskosten (vgl. Kap. 3.4), stellt sich der Standort günstiger dar, selbst wenn bei dieser Variante ein Vorfluter und eine Bahnstrecke gequert werden müssen.



Abbildung 16. Detailfoto geologische Vorzugsvariante - Biogasanlage Pohndorf

Rettungswache Preetz: Aus infrastruktureller Sicht ist der Standort der Rettungswache Preetz im GWG „Dänenkamp“ die günstiger Variante (Abbildung 17), da er näher am Zielquartier liegt. Ein Nachteil dieses Standorts ist jedoch, dass der Zielhorizont weiter entfernt ist, was zur Folge hat, dass der Aufwand für die Richtbohrungen und das technische Risiko (und damit die Erschließungskosten) höher sind.

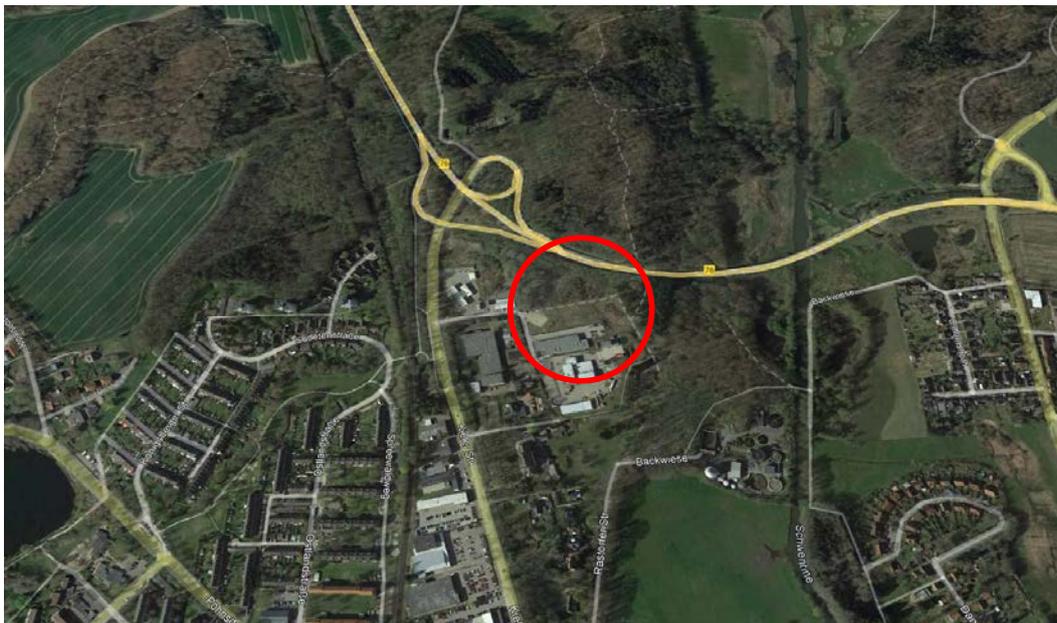


Abbildung 17: Detailfoto infrastrukturelle Vorzugsvariante – Rettungswache Preetz

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Wahl des geeigneten Bohrplatzes und Standorts für eine geothermische Heizzentrale ein komplexer Balanceakt ist, der von vielen Faktoren (Aquifernähe, Netznähe, Wohnbebauung, Schutzgebiete, weitere Nutzungskonkurrenzen) abhängig ist.

Einerseits spielt der Kostenfaktor eine Rolle, der durch die Nähe zum Zielhorizont verringert werden kann. Andererseits ist die Nähe zu den Abnehmern von Bedeutung, die den Wärmeverlust durch kürzere Leitungslängen minimieren und somit die Effizienz verbessern kann. Zu bevorzugen ist jedoch der Standort, der das geringste Risiko in Bezug auf die bohrtechnische Erschließung und die Fündigkeit birgt.

Nach derzeitigen Kenntnistand ist daher der Standort an der Biogasanlage Pohndorf die Vorzugsvariante.

3.3 Leistungsprognose

Dieses Kapitel widmet sich der Leistungsprognose des geothermischen Projektes und stellt somit eine erste Bewertung der zukünftigen Energieerzeugungspotenziale dar. Die Leistungsprognose ist ein wesentlicher Bestandteil der Planungsphasen von geothermischen Projekten, da sie Aufschluss über die erwartete Wärmeenergieproduktion und deren wirtschaftliche Rentabilität gibt.

Bei dieser Leistungsprognose wurden verschiedene Faktoren berücksichtigt, darunter die geologischen Eigenschaften des Standorts (u.a. Porosität, Permeabilität, Mächtigkeit des Nutzhorizontes), die Temperaturverhältnisse im Reservoir und die Effizienz der geothermischen Anlagen.

Ziel ist es, eine in Abhängigkeit vom jeweiligen Kenntnisstand der Planungsphasen, möglichst konkrete Einschätzung der erwarteten Energieproduktion und deren zeitlicher Verlauf zu erhalten.

Anforderungen an den Aquifer (Soll-/Ist-Vergleich):

Bei der Nutzung von Geothermie spielen Aquifere, also wasserführende Schichten im Untergrund (Grundwasserleiter), eine wichtige Rolle. Um einen Aquifer für geothermische Zwecke nutzen zu können, müssen folgende wesentliche Anforderungen erfüllt sein:

Table 2: Anforderungen an den Aquifer

	SOLL	IST
Mächtigkeit	≥ 20 m	≥ 20 m
Porosität	≥ 20 %	= 20 %
Permeabilität	≥ 500 mD	= 500 mD
Temperatur	-	80 – 85 °C

Berechnungsgrundlagen – Die Geothermische Leistungsformel:

Die geothermische Leistungsformel stellt eine grundlegende mathematische Beziehung dar, die es ermöglicht, die potenzielle Energieproduktion einer geothermischen Anlage abzuschätzen. Sie beruht auf den physikalischen Eigenschaften des geothermischen Reservoirs und den beteiligten Parametern.

Die Anwendung der geothermischen Leistungsformel ermöglicht es Ingenieuren und Planern, die potenzielle Energieerzeugung eines geothermischen Projektes zu bewerten und die Rentabilität sowie die technische Machbarkeit zu beurteilen. Durch eine fundierte Analyse der einzelnen Variablen können realistische Leistungsprognosen erstellt werden, die als Entscheidungsgrundlage für die weitere Planung und Umsetzung des Projektes dienen.

Die geothermische Leistungsformel lautet:

$$P = \rho F * cF * Q * (Ti - To)$$

In dieser Formel repräsentieren die einzelnen Variablen folgende Größen:

- P steht für die geothermische Leistung, also die Energie, die pro Zeiteinheit produziert wird
- ρF symbolisiert die Dichte des Fluids, das im geothermischen System zirkuliert
- cF stellt die spezifische Wärmekapazität des Fluids dar, also die Menge an Wärmeenergie, die benötigt wird, um die Temperatur des Fluids um eine Einheit zu erhöhen
- Q repräsentiert die Fluidströmungsrate, also die Menge an Fluid, die pro Zeiteinheit durch das geothermische System fließt
- T_i steht für die Einlasstemperatur des Fluids in das geothermische System
- T_o symbolisiert die Auslasstemperatur des Fluids nach der Energiegewinnung

Die geothermische Leistungsformel basiert auf dem Wärmeaustausch zwischen dem Fluid (stark salzhaltiges Thermalwasser = Sole) und dem umgebenden geologischen Reservoir. Sie ermöglicht es, die potenzielle Energieproduktion eines geothermischen Projektes abzuschätzen, indem die Strömungsrate des Fluids, die Temperaturdifferenz und die physikalischen Eigenschaften des Fluids berücksichtigt werden.

Es ist zu beachten, dass diese Formel eine Vereinfachung darstellt und gewisse Annahmen beinhaltet. Um eine genauere Leistungsprognose zu erstellen, müssen weitere Faktoren wie geologische Gegebenheiten, thermische Eigenschaften des Reservoirgesteins und Anlageneffizienz berücksichtigt werden.

Eingangsgrößen:

Table 3: *Eingangsgrößen der geothermischen Leistungsformel*

ρ_F - Dichte des Fluids in $[\text{kg m}^{-3}]$	998	(Wert für Wasser)
c_F - (isobare) spezifische Wärmekapazität in $[\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$	4,181	(Wert für Wasser)
Q - Fließrate im Betrieb in $[\text{l s}^{-1}]$	41,7	($\triangleq 150 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$)
T_o, T_i - (Output- bzw. Input-) Temperatur in $[\text{K}]$	30	($85^\circ\text{C} - 55^\circ\text{C}$)

Für die Dichte und die spezifische Wärmekapazität des Fluids, mit dem die Erdwärme zu Tage gefördert wird, kommen zunächst die Werte für „Süßwasser“ zum Ansatz, da zum jetzigen Zeitpunkt noch keine Erkenntnisse zum Chemismus bzw. zur Konzentration der Inhaltsstoffe vorliegen. Im Rahmen weiterer Voruntersuchungen, die eine umfassende Recherche von Archivunterlagen beinhalten, sollten vorhandene Informationen zu den Konzentrationen mineralischer Inhaltsstoffe der Tiefenwässer derart ausgewertet werden, dass konkretere Annahmen abgeleitet werden können. Es ist zu erwarten, dass infolge höherer Dichten und geringerer Wärmekapazitäten die Thermische Leistung geringer wird. Da jedoch auch die zu erwartenden Fließraten derzeit noch mit wesentlichen Unsicherheiten behaftet sind, bleibt dieser Sachverhalt bei den aktuellen Berechnungen zunächst unberücksichtigt.

Die Fließrate wurde anhand von lithologischen Beschreibungen aus den Schichtenprofilen nahegelegener Bohrungen aus der Kohlenwasserstoff-Exploration/-Gewinnung interpretiert. Auf Grundlage der Angaben zu Korngrößenverteilungen und Lagerungsdichten für die Speichergesteine lassen sich Durchlässigkeitsbeiwerte bzw. Gebirgsdurchlässigkeiten ableiten, anhand derer Förderraten abgeschätzt werden können.

Die zum Ansatz gebrachte Temperatur (30 K) ergibt sich aus der Differenz von zu erwartender Vorlauf-temperatur (\approx Fördertemp.: 85°C) und der aktuell angenommen Rücklauf-temperatur (55°C).

Ergebnis:

Auf Basis des aktuellen Kenntnisstandes zu den Eingangsgrößen der maßgebenden Parameter ergibt sich eine Thermische Leistung von insgesamt $5,2 \text{ MW}_{\text{th}}$ für die Geothermische Dublette.

Nach Informationen des Netzplaners hat das zu versorgende Quartier „Innenstadt“, unter Annahme einer Anschlussquote von 80 %, nach derzeitigem Planungsstand einen Netzleistungsbedarf, der in etwa auf dem Niveau liegt, das mit der Geothermischen Dublette erzeugt werden kann. Daher kann derzeit davon ausgegangen werden, dass die geothermische Anlage in der Lage sein wird, den Wärmeenergiebedarf (ca. 18 GWh/a) in Kombination mit einem Speicher abzudecken.

Für den Fall, dass sich im Laufe der weiteren Planung Änderungen, insbesondere bei der Leistungsfähigkeit der geothermischen Wärmequelle ergeben, die ggf. zu einer Differenz zwischen Netzleistungsbedarf und erzeugbarer Thermischer Leistung der geothermischen Anlage führen kann, empfiehlt sich (im Sinne der Nachhaltigkeit) eine Kombination aus einer geothermischen Dublette und einer anderen auf Erneuerbaren Energiequellen basierenden Wärmeerzeugungsanlagen.

3.4 Kostenprognose

Eine frühzeitige Kostenprognose ist wichtig, um die Rentabilität und Wirtschaftlichkeit des Projekts von Anfang an einschätzen zu können. Die vorliegende Prognose basiert auf Preisen, die im Rahmen aktueller Tiefengeothermie-Projekte zum Großteil anhand von konkreten Kostenangeboten recherchiert wurden.

Darüber hinaus beruht die Kostenprognose auf aktuellen Marktbedingungen, bewährten Praktiken und branchenüblichen Standards. Dabei wurden die spezifischen Anforderungen und Herausforderungen berücksichtigt, die mit der Erschließung und Nutzung von tiefengeothermischen Ressourcen verbunden sind.

Die nachfolgende Übersicht enthält eine für die Vorstudie hinreichend genaue Grobkostenschätzung.

Tabelle 4: Investitionskosten (Prognose)

Investitionskosten	Euro (netto)
Dublette inkl. Bohrplatz bis 2.500 m	15.000.000 €
Gebäude für GHZ und Bohrung inkl. TGA	1.450.000 €
Grundstück (Bereitstellung + Herrichtung)	500.000 €
Thermalwassertrasse	100.000 €
Voruntersuchungen (Geophysik + Geotechnik)	100.000 €
Machbarkeitsstudie	150.000 €
Planungsleistungen (LP 1 – 8)	1.500.000 €
Gesamtsumme:	18.800.000 €

Die Gesamtkostenprognose beläuft sich auf Basis des derzeitigen Bearbeitungs- und Kenntnisstandes auf **18,8 Mio. Euro (netto)**. Der Großteil davon machen die beiden Bohrungen und der Bohrplatzbau aus. Für die Leistungen zur Erstellung der Geothermischen Dublette liegen aktuelle Angebote aus dem 1. Quartal 2023 für Vergleichsprojekte (Bohrungszeitraum 2025/2026) auf dem Niveau der Leistungsphase 2 (HOAI) vor. Diese beinhalten Sicherheitsaufschläge und variieren im Gesamtpreis in einer Größenordnung von etwa 10 %.

Auf der Grundlage des derzeitigen Bearbeitungs- und Kenntnisstandes muss angenommen werden, dass sich die Kostenprognose für die Bohrungen in Abhängigkeit von der Festlegung der Bohrungsstandorte/des Bohrungsstandortes und von der noch nicht konkret verorteten Lagerstätte (Nutzhorizont mit ausreichender Ergiebigkeit) in einem nicht unwesentlichen Maße verändern kann.

Im ungünstigsten Fall ist derzeit von einer Veränderung von +20 % (Dublette inkl. Bohrplatz: 18,0 Mio. Euro) auszugehen. Eine derartige Veränderung kann eine Kostenerhöhung für Planung und Machbarkeitsstudie von 5 bis 10 % nach sich ziehen.

Demzufolge sind derzeit im Worst-Case-Fall Gesamtprojektkosten von 22,0 Mio. Euro (**netto**) anzunehmen.

3.5 Projektablauf-/Zeitplan

Im Folgenden wird der vorläufige Projektablaufplan für das Geothermie-Projekt vorgestellt. Ein strukturierter Projektablaufplan ist von entscheidender Bedeutung, um die reibungslose Umsetzung und den Erfolg eines Projekts zu gewährleisten. Durch die Festlegung von klaren Meilensteinen, Aufgaben und Zeitrahmen können Ressourcen optimal genutzt und Risiken minimiert werden. Der Projektablaufplan bildet die Grundlage dafür, dass das Projekt innerhalb des definierten Zeitrahmens und Budgets abgeschlossen werden kann.

Der nachfolgende Projektablaufplan basiert auf den Empfehlungen des Bundesverbandes Erdgas, Erdöl und Geoenergie e.V. (BVEG), wonach sich ein Geothermie-Projekt in 3 Phasen untergliedert. In folgender Übersicht sind die Maßnahmen zur Erlangung bergrechtlicher Genehmigungen separat ausgehalten (grau).

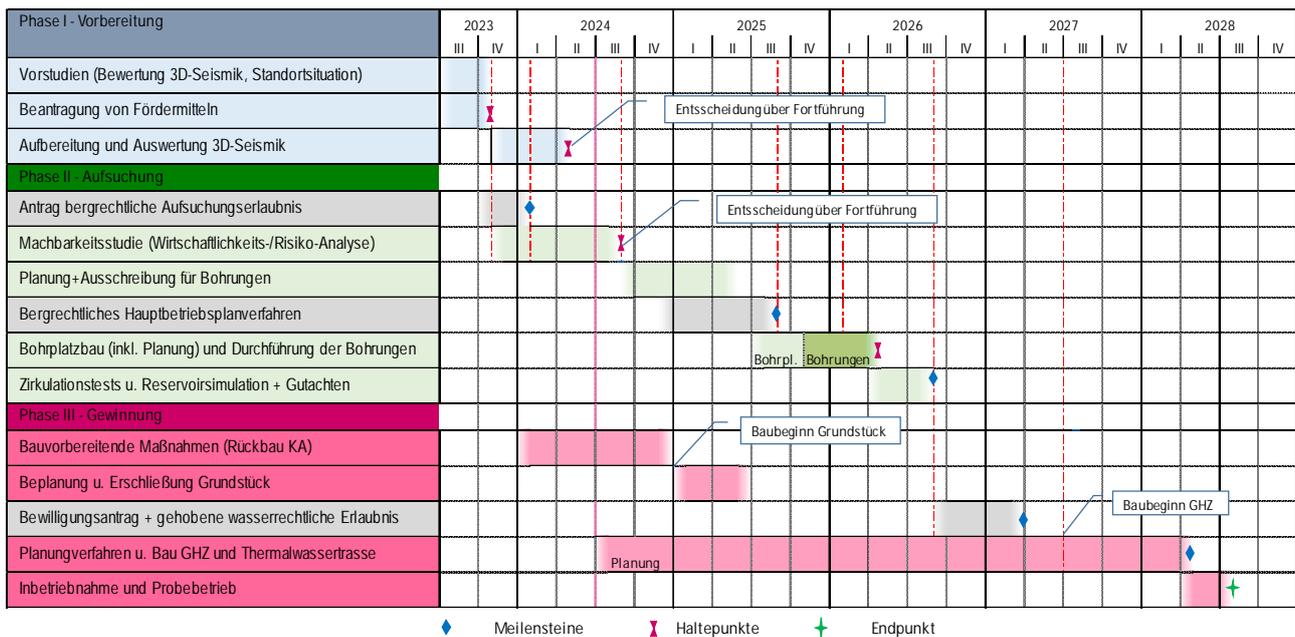


Abbildung 18: Zeitlichen Ablauf des Projektes für die Projektphase I (Vorbereitung), II (Aufsuchung) und III (Gewinnung)

In Projektphase I (Voruntersuchungen) sind die Vorstudien, die Be- und Auswertung der vorhandenen 3D-Seismik und die Beantragung von Fördermitteln enthalten. Die Leistungen sollten innerhalb von 3 Monaten (bis zum 2. Quartal 2024) erbracht werden können.

Die Projektphase II (Aufsuchung) enthält sämtliche Leistungen der Aufsuchung, zu der neben der Machbarkeitsstudie auch die technischen Erschließungsarbeiten (Bohrplatzbau u. Abteufen der Bohrungen) gehören. Die Phase II beginnt im 4. Quartal 2023 mit der Beantragung der bergrechtlichen Aufsuchungserlaubnis und endet mit der Erstellung des Wärmeabbaugutachtens in Auswertung der Zirkulationstests und der Reservoirsimulation im 3. Quartal 2026.

Die Projektphase III (Gewinnung) muss frühzeitig (quasi parallel) zur Phase II beginnen, da in ihr die Leistungen von bauvorbereitenden Maßnahmen und die Beplanung und Erschließung der erforderlichen Grundstücke für die Bohrungen und die Geothermische Heizzentrale (GHZ) enthalten sind. Wesentlicher Bestandteil ist der Bau von GHZ und Thermalwassertrasse mit vorgelagertem Planungsverfahren. Mit dem Planungsverfahren sollte begonnen werden, sobald erste Ergebnisse der Machbarkeitsstudie vorliegen (Anfang 2024). Das Projekt endet mit der Inbetriebnahme nach erfolgreichem Probebetrieb im Juli 2028.

4. Zusammenfassung

4.1 Erschließungsmöglichkeiten und Prognosen auf Basis der Standortsituation

Im Untersuchungsgebiet stehen mit dem Varel-Sandstein (Sonninen-Schichten, Dogger Gamma) und dem Elsflth-Sandstein (Coronaten-Schichten, Dogger Delta 1) nach derzeitigen Kenntnisstand 2 potenzielle Nutzhorizonte an, wobei der Varel-Sandstein im Bereich Preetz besser durch die vorhandenen Altbohrungen aufgeschlossen ist und im Hinblick auf die lithologischen Eigenschaften (Gesteinsbeschreibung in den Bohrprofilen) geeigneter erscheint.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Nutzung ist, dass die Sandsteine mit entsprechend hohen Porositäten (> 20 %) und Permeabilitäten (> 500 mD) und Mächtigkeiten (> 20 m) vorliegen und angetroffen werden, damit eine für die geothermischen Nutzung ausreichend hohe Förderrate gewährleistet ist.

Nach derzeitigem Kenntnisstand müssen die Sandstein-Horizonte dazu in der Trog-Struktur oberhalb einer Tiefe von 2.500 m unter Gelände (Grenze, unterhalb derer geringere Porositäten nachgewiesen sind) erschlossen werden. In diesem Teufenbereich sind Temperaturen von 80 bis 85°C zu erwarten.

In der Altbohrung Preetz 38 im Bereich Pohnsdorf-Sieversdorf (ca. 3 km westlich vom Stadtzentrum) wurden in einem Teufenbereich zwischen 2.245 und 2.345 m innerhalb des Dogger Gamma (Varel-Sandstein) Sandstein-Schichten mit einer anrechenbaren Mächtigkeit von mehr als 50 m mit entsprechender Lithologie (Fein- bis Mittelsandstein, lagenweise grobsandig, mittel dicht) nachgewiesen.

Die weitere Erkundung bzw. Aufsuchung sollte sich daher auf einen Bereich nordwestlich des Stadtgebietes (Gemarkung Pohnsdorf) konzentrieren (vgl. Abbildung 19).

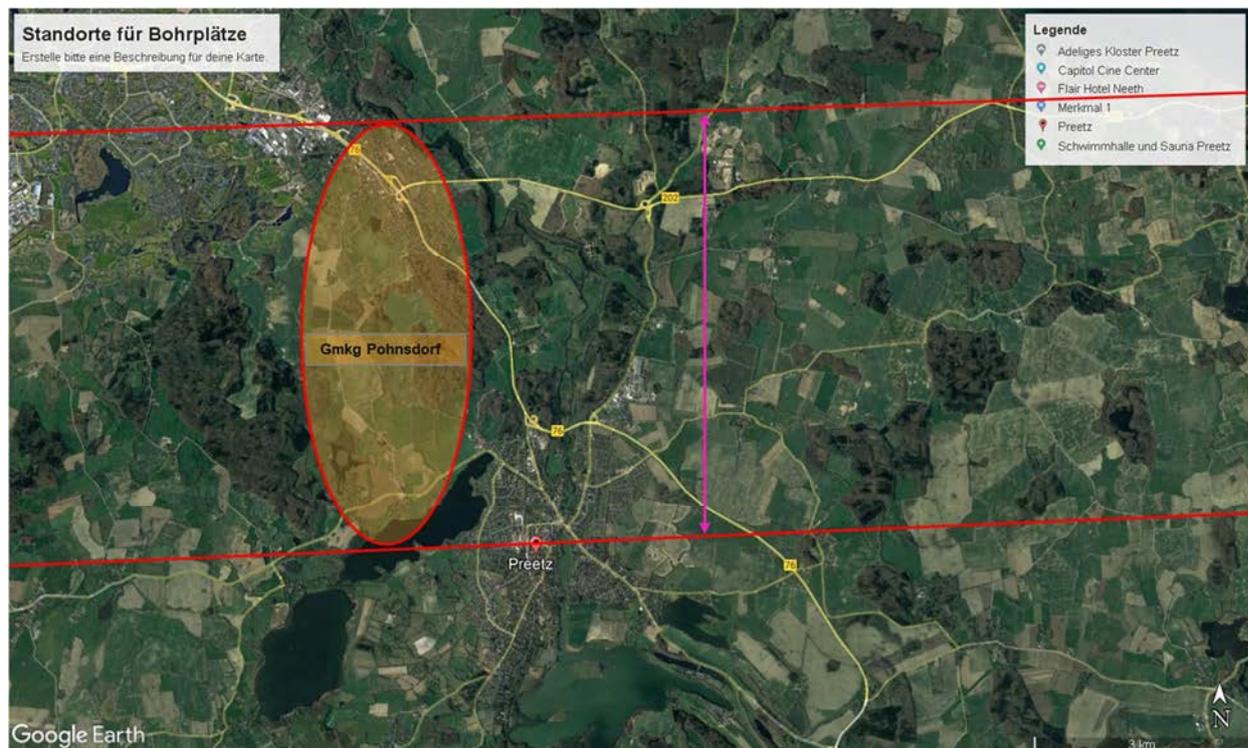


Abbildung 19: Bereich für weitere Erkundung/Aufsuchung

Auf Grundlage des bisherigen Kenntnisstandes sind in diesem Bereich potenzielle Nutzhorizonte vorhanden, deren räumliche Lage und Ausdehnung jedoch noch nicht ausreichend festgestellt sind. Für die weitere Planung sollten daher, unter Annahme moderater Schichtdicken und Durchlässigkeiten, Förderraten von nicht mehr als 150 m³/h angenommen werden. Damit kann eine Thermische Leistung von 5,2 MW_{th} prognostiziert werden.

Die bohrtechnische Erschließung der Aquifere erfolgt zur Vermeidung von Wärmeverlusten möglichst von einem orts- bzw. quartiersnahen Bohrplatz aus mit abgelenkten Bohrungen (Richtbohrungen). Der Bohrplatz ist im Zuge der weiteren Erkundung/Aufsuchung so auszuwählen, dass die Abstände zwischen der geothermischen Lagerstätte im Westen (Länge für Ablenkung der Bohrung = hoher technischer und finanzieller Aufwand) und dem zu versorgenden Quartier im Stadtzentrum (Anbindungslänge der Wärmequelle an das Netz = hoher finanzieller Aufwand und Wärmeverlust) technisch und wirtschaftlich optimal ausgewogen sind.

Nach derzeitiger Sachlage kommen dafür zwei potenzielle Standorte im Norden des Stadtgebietes in Frage (vgl. Abbildung 20).

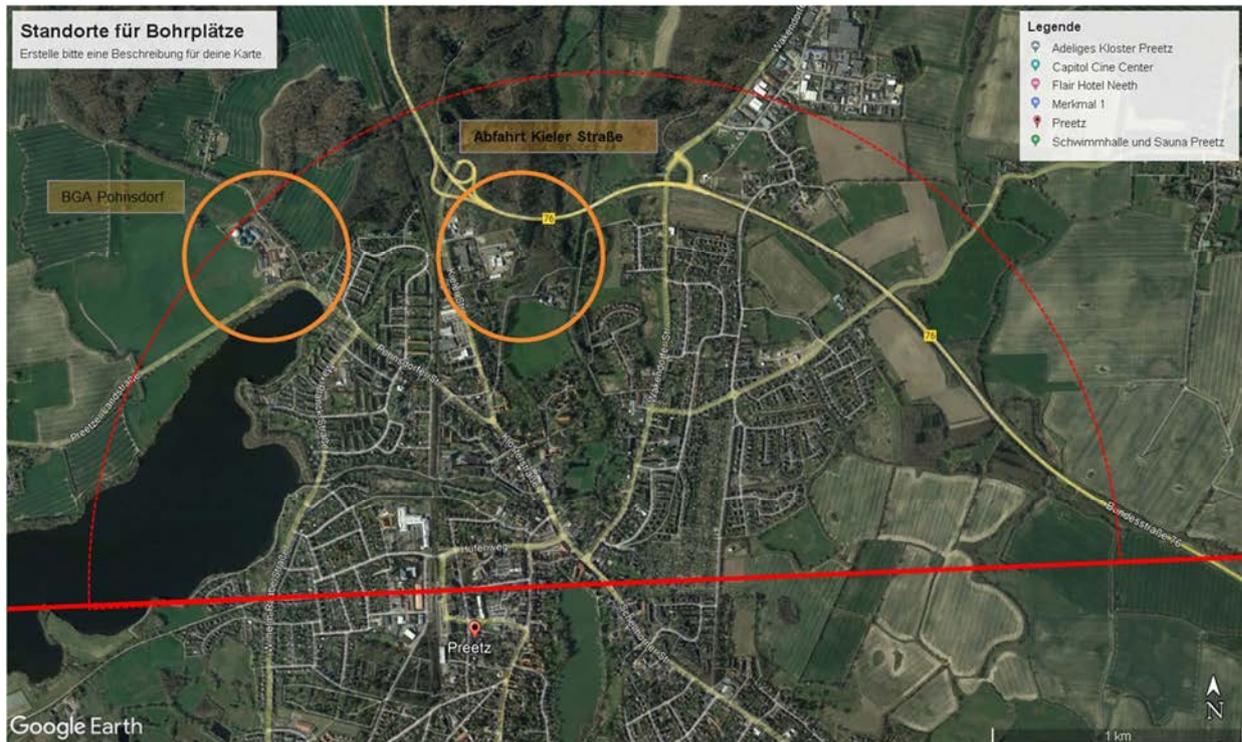


Abbildung 20: Bereich für weitere Erkundung/Aufsuchung

Dabei handelt es sich (1) um die Flächen im Umfeld der Biogasanlage Pohnsdorf und (2) um Flächen im Gewerbegebiet „Dänenkamp“ an der Kieler Straße, nördlich der Rettungswache Preetz. Beide Bereiche sind unkritisch hinsichtlich der Flächennutzungsplanung (Schutzgebiete) und im Hinblick auf den Abstand zur nächstgelegenen Wohnbebauung (Lärmschutz während der Bohrarbeiten).

Auf der Grundlage aktueller Preisrecherchen und auf Basis von Erfahrungen aus anderen Vergleichsprojekten beläuft sich die Gesamtkostenprognose einschließlich der Kosten für die Planungs- und Genehmigungsverfahren auf 18,8 Mio. Euro (netto).

Unter der Voraussetzung, dass das Projekt im III. Quartal 2023 weitergeführt wird und unter Annahme eines Realisierungszeitraumes von 5 Jahren, kann von einer Inbetriebnahme der Geothermischen Heizzentrale Mitte des Jahres 2028 ausgegangen werden.

Als Grundlage für die Entscheidung zu einem bergrechtlichen Aufsuchungsverfahren ist der Kenntnisstand zur Standortsituation noch im Rahmen weiterer Voruntersuchungen zu verbessern. Dazu sind die Ergebnisse bereits vorhandener 3D-seismischer Messungen und die Archivunterlagen des Landesamtes für Umwelt Schleswig-Holstein auszuwerten. Weiterhin wird empfohlen, die Fachexperten des LfU SH mit in die weiteren Voruntersuchungen zu involvieren.

4.2 Verfügbare Daten/Informationen

Die frei verfügbaren Daten und Informationen, welche Eingang in die Vormachbarkeitsstudie gefunden haben, wurden bereits in Kap. 2.4 als Quellen für die aktuellen Recherchen dargestellt. Sie bilden die Basis für den mit der aktuellen Studie vorgelegten Kenntnisstand zur geologisch-geothermischen Situation.

Auf Grundlage des derzeitigen Kenntnisstandes ist jedoch eine konkrete Festlegung von lithologischen und geophysikalischen Eigenschaften (Parametrisierung) nur eingeschränkt möglich. Insbesondere sind Aussagen zur Porosität und Permeabilität mit Unsicherheiten behaftet bzw. nur mit großen Spannbreiten möglich, da die im näheren Umfeld befindlichen Alt-Bohrungen zur Erkundung und Förderung von Erdöl und Erdgas keine oder nur sehr spärliche Informationen zu den Speichereigenschaften aufweisen, die sich für eine Bewertung hinsichtlich der geothermischen Nutzung verwerten ließen.

Während sich die Datenlage (Informationsdichte und Spannbreiten der Einzelwerte) für den weniger mächtigen Varel-Sandstein (Dogger gamma) als gut beurteilen lässt, ist die Datenlage für die deutlich mächtigeren Elsfleth-Sandsteine (Dogger delta) eher mäßig. Anhand der folgenden Abbildung (aus [F6]), die die räumliche Verteilung der Porositäts- und Permeabilitätsdaten (Poro/Perm-Daten) im Ostholstein-trog für die beiden Sandsteine zeigt, ist ein Vergleich und eine Wertung der verfügbaren Daten möglich.

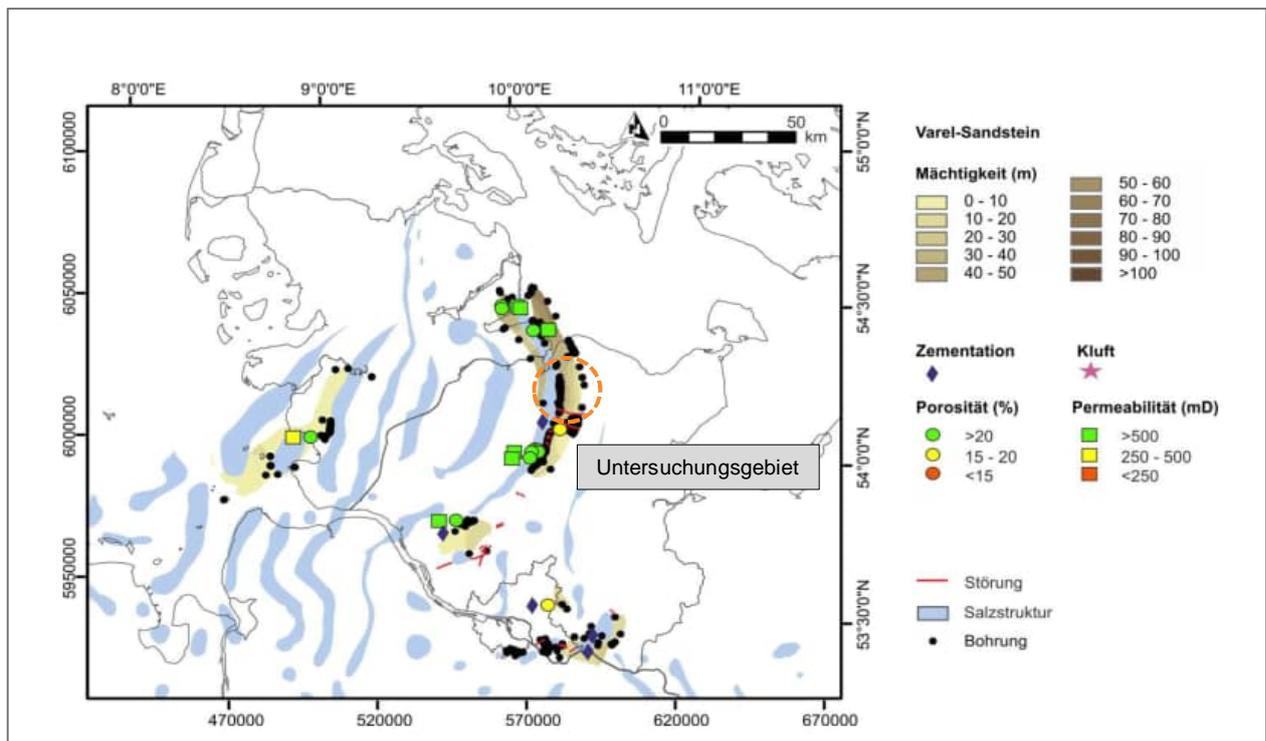


Abbildung 21: Übersicht über die räumliche Verteilung der Poro/Perm-Daten, Varel-Sandstein (Quelle [F6])

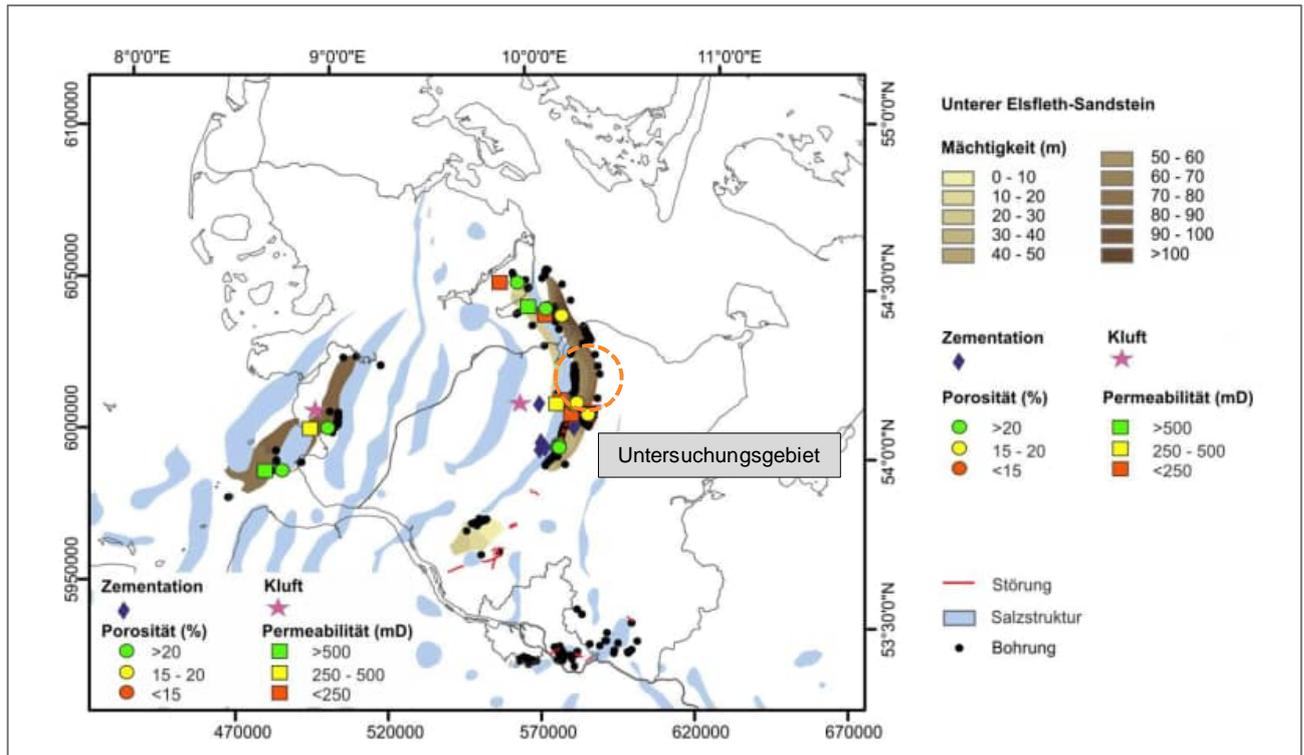


Abbildung 22: Übersicht über die räumliche Verteilung der Poro/Perm-Daten, Elsfleth-Sandst. (Quelle [F6])

Im Vergleich beider Abbildungen ist zu erkennen, dass für den Varel-Sandstein konkretere Prognosen bzgl. der Poro/Perm-Daten möglich sind. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Werte im Bereich des Untersuchungsgebietes auf der positiven Seite liegen (Porosität > 20%, Permeabilität > 500 mD) ist relativ hoch (Abb. 21).

Für den Elsfleth-Sandstein muss eher davon ausgegangen werden, dass die Poro/Perm-Werte nur auf einem mäßigen Niveau (Porosität 15 - 20%, Permeabilität 200 - 500 mD) liegen (Abb. 22). Hier zeigt die Abbildung zur räumlichen Verteilung der Poro-/Perm-Daten eine deutlich größere Varianz. Die dem Untersuchungsgebiet nächstliegenden Messpunkte weisen alle samt mittlere bis geringe Poro-/Perm-Werte aus (gelbe und rote Kennzeichnung).

Im Rahmen ggf. anschließender standortkonkreter Voruntersuchungen (als Vorleistung für die Machbarkeitsstudie) müssen daher weiterführende Literaturrecherchen auf Basis von bisher nicht einbezogenen Archiv- und Altunterlagen und unter Einbeziehung der fachlichen Ansprechpartner des LfU im Vordergrund stehen. Ziel muss dabei sein, die Sandsteine, anhand von Bohrungsdaten und Angaben aus Erkundungsberichten sowie unter Einbeziehung von Einschätzungen/Bewertungen aus wissenschaftlichen Veröffentlichungen, so konkret zu charakterisieren, dass eine fundierte Abschätzung der Leistungsparameter (Förderrate auf Basis von Schichtdicke + Poro/Perm-Werte) möglich ist.

Art, Umfang und Zielstellung für die weiteren Voruntersuchungen sind in Kap. 5.1 konkret beschrieben.

Die nachfolgende tabellarische Übersicht enthält als Ergänzung zu Tabelle 1 die vom LfU übergebene Liste mit weiterführender Literatur.

Tabelle 5: Übersicht über Daten und Quellen des LfU SH, die in weitere Voruntersuchungen einzubeziehen sind (vgl. Anh. 1)

Quelle Nr.	Titel/Bezeichnung	Autor / Quelle	publiziert am / abgerufen am
(A) Archiv-Unterlagen des LfU			
A1	Litho- und Biostratigraphie des Mittel-Jura (Dogger) in Bohrungen Norddeutschlands. – In: Beitrag zur Stratigraphie von Deutschland	Brand, E. & Mönig, E., Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, 54.	2009
A2	Stratigraphie und Fazies des nordwestdeutschen Jura und Bildungsbedingungen seiner Erdöllagerstätten	Brand, E. & Hoffmann, K., Erdöl u. Kohle, 16: 468-477. Hamburg	1963
A3	Petrographische und fazielle Ausbildung der Doggersande Schleswig-Holsteins	Rüddiger, G., Erdöl u. Kohle, 10: 349-355. Hamburg	1957
A4	Vorbereitende Lagerstätten-simulationsstudien für die Entwicklung des Feldes Schwedeneck-See	Daboul, B., Brandt, A. & Leitenbauer, J., Erdöl-Erdgas, 100. Jg., Heft 12.	1984
A5	Zur Petrographie und Diagenese des Dogger-beta-Hauptsandsteins im Erdölfeld Plön-Ost	Zimmerle, W., Erdöl Kohle-Erdgas-Petrochemie, 9/16	1963
A6	Diagenese und Porosität des Dogger-beta-Hauptsandsteines in den Ölfeldern Plön-Ost und Preetz	Horn, D., Erdöl Kohle-Erdgas-Petrochemie, 4/18	1965

Mit der vom LfU empfohlenen Literatur werden die Sedimentgesteine des Juras (vornehmlich des Doggers) im Ostholstein-Trog aus lagerstättenkundlicher und stratigraphischer Sicht bezüglich ihrer petrographischen, faziellen und diagenetischen Ausbildung näher beschrieben und im Hinblick auf ihre Speichereigenschaften (als Kohlenwasserstoff-Speichergesteine) beurteilt.

Zielstellung für die weiterführenden Recherchen sollte sein, anhand der darin enthaltenen Informationen, unter Einbeziehung sämtlicher relevanter Bohrungen/Erkundungsberichte und der 3D-Seismik, eine quantitative Beurteilung der Speicher-Sandsteine als hydrothermale Nutzhorizonte abgeben zu können.

Dafür müssen mitunter qualitative Aussagen/Angaben zu Durchlässigkeiten und Speichervermögen für Kohlenwasserstoffe mit Angaben zur Lithologie in Bohrungsdokumenten verglichen und in Bezug auf die hydrothermale Nutzung (mögliche Permeabilitäten und Förderraten) interpretiert werden.

Erst im Ergebnis der weiterführenden Voruntersuchungen/Recherchen sollte über die Fortführung des Projektes und die Beantragung einer Aufsuchungserlaubnis entschieden werden (vgl. Kap. 5.1).

4.3 Chancen, Hemmnisse, Risiken

Die geologisch-geothermischen Situation ist auf Grundlage des bisherigen Kenntnisstandes, der auf den frei verfügbaren Quellen (Kap. 2.4) beruht, als gut bis mäßig aussichtsreich einzuschätzen.

Es konnte herausgestellt werden, dass sich im Nordwesten von Preetz (Gemarkung Pohnsdorf) potenzielle Nutzhorizonte in Form des Varel-Sandsteins (Dogger Gamma) und des Elsfleth-Sandsteins (Dogger Delta 1) befinden, die anhand von Richtbohrungen technische erschlossen werden können. Insbesondere liegen für die Dogger-Gamma-Sandsteine Angaben aus einer Bohrung (ca. 3 km westlich vom Stadtzentrum Preetz) vor, die eine hohe Permeabilität und damit hohe Förderraten erwarten lassen.

Der derzeitige Kenntnisstand lässt jedoch keine konkreteren Aussagen zur räumlichen Lage und zur Ausdehnung des Vorkommens zu. Auf der Grundlage weiterer Recherchen von Bohrungsdokumenten und in Auswertung der vorhandenen 3D-Seismik sollte es jedoch möglich sein, die Speicher-Sandsteine zu lokalisieren, räumlich einzuordnen und deren Ausdehnung festzustellen.

Im Hinblick auf eine konkretere Charakterisierung bzw. Parametrisierung der lithologischen Einheiten muss jedoch angenommen werden, dass die Informationsdichte für den Bereich des Untersuchungsgebietes im Umfeld des Stadtgebietes von Preetz sehr gering ist. Für den mittleren Abschnitt des Ostholsteintrog (Bereich zw. Plön und Schwedeneck) liegen keine veröffentlichten Angaben zu Porositäten und Permeabilitäten vor (vgl. Abb. 21 und 22 in Kap. 4.2).

Insofern kann die geringe Daten- und Informationsdichte als grundsätzliches Hemmnis angesehen werden. Eine Beurteilung der Risiken, die sich in Bezug auf die Fündigkeitsprognose ergeben, sollte nach Auswertung der weiteren Voruntersuchungen (Kap. 5.1) erfolgen. Dann kann zumindest auf Basis der besser bekannten Mächtigkeiten und Ausdehnung von Speichergesteinen abgeschätzt werden, inwieweit sich ggf. weiterhin fehlende oder unkonkrete Angaben zu Gesteinsdurchlässigkeiten auf die Leistungsprognose (Förderraten und Thermische Leistungen) auswirken.

Sollte es im Rahmen weiterer Voruntersuchungen (Art, Umfang und Zielstellung sind in Kap. 5.1 konkret beschrieben) nicht möglich sein, verlässlichere Aussagen bzgl. der räumlichen Verbreitung des Vorkommens (Lage, Ausdehnung und Schichtmächtigkeit potenziell geeigneter Sandstein-Horizonte) und zu den maßgebenden gesteintechnischen Parametern (Porosität und Permeabilität) abzuleiten, kann keine ausreichende Charakterisierung/Parameterisierung der potenziellen Nutzhorizonte erfolgen.

Dies hätte zur Folge, dass das Risiko, das Reservoir bzw. Vorkommen mit den Bohrungen nicht in ausreichender Qualität (Porositäten und Permeabilitäten) und Quantität (geothermische Leistung) zu erschließen (Fündigkeitsrisiko), als „zu hoch“ zu bewerten wäre.

Daher sollte analog zu den Aussagen in Kap. 4.2 erst im Ergebnis der weiterführenden Voruntersuchungen/Recherchen und einer darauf basierenden Risikoanalyse grundsätzlich über die Fortführung des Projektes und die Beantragung einer Aufsuchungserlaubnis entschieden werden (vgl. Kap. 5).

5. Ausblick

5.1 Weitere Voruntersuchungen

Analog zu den Ausführungen in der **Präsentation vom 01.06.2023** sollten die weiteren Voruntersuchungen in Phase I des Projektes folgende Arbeitspakete beinhalten:

- Sichtung, Aufbereitung, Bewertung und ggf. Interpretation der vorhandenen 3D-Seismikdaten,
- Aufbau eines einfachen geologischen 3D-Modells als Grundlage für die Machbarkeitsstudie,
- Erstellung einer Projektskizze als Grundlage für die Beantragung von Fördermitteln,
- Bohrtechnische Vorplanung als Grundlage für die Beantragung der Aufsuchungserlaubnis.

Darüber hinaus hat sich im weiteren Verlauf der Vorstudie herausgestellt, dass:

- weiterführenden Recherchen von nicht frei verfügbaren (Archiv-)Unterlagen des LfU (bzw. von Unterlagen, deren Einsichtnahme kostenpflichtig sein kann) und
- die Einbeziehung der fachlichen Ansprechpartner des LfU

eine wichtige Bedeutung zukommt.

In den (Archiv-)Unterlagen werden die Sedimentgesteine des Juras im Ostholstein-Trog bezüglich ihrer petrographischen, faziellen und diagenetischen Ausbildung näher beschrieben und im Hinblick auf ihre Speichereigenschaften als Kohlenwasserstoff-Speichergesteine beurteilt.

Zielstellung im Rahmen der weiteren Voruntersuchungen sollte sein, unter Einbeziehung sämtlicher relevanter Bohrungen und Erkundungsberichte sowie vor allem der vorhandenen 3D-Seismik-Daten, eine quantitative Beurteilung der Speicher-Sandsteine als hydrothermale Nutzhorizonte abgeben zu können.

Auf Grund der geringen Daten- und Informationsdichte zur geothermisch relevanten Parametern sind vor allem auch qualitative Aussagen/Angaben zu Durchlässigkeiten und Speichervermögen für Kohlenwasserstoffe mit Angaben zur Lithologie in Bohrungsdokumenten zu vergleichen und in Bezug auf die hydrothermale Nutzung (mögliche Gebirgsdurchlässigkeiten und Förderraten) zu interpretieren.

Die fachlichen Ansprechpartner des LfU zu Fragestellungen, betreffend den Tiefen Untergrund und die Geothermie, haben sich bereit erklärt, bereits vorhandene Ergebnisse von internen Standortrecherchen in geeigneter Form zur Verfügung zu stellen und die weiteren Standortbewertung fachlich zu unterstützen.

Im Ergebnis der weiteren Voruntersuchungen sind auf Basis eines geologischen 3D-Modells mit einer ersten Parametrisierung der relevanten Schichten und im Ergebnis der Seismik-Auswertung konkrete Überlegungen zur Bohrplatzwahl und zur bohrtechnischen Erschließung der Nutzhorizonte anzustellen.

Die Modell-Ergebnisse bilden die Grundlage für die ggf. sich anschließende Machbarkeitsstudie (vgl. Ausführungen in Kap. 5.3) und für die Projektskizze, anhand derer die bergrechtliche Aufsuchungserlaubnis und Fördermittel beantragt werden können.

Erst im Ergebnis der weiterführenden Voruntersuchungen/Recherchen sollte auf der Grundlage einer weiterführenden Risiko-Analyse (POS) über die Fortführung des Projektes und die Beantragung einer Aufsuchungserlaubnis entschieden werden.

Dabei gilt allgemein, dass das Fündigkeitsrisiko bei geothermischen Bohrungen das Risiko ist, ein Reservoir mit einer (oder mehreren) Bohrung(en) in nicht ausreichender Quantität oder Qualität zu erschließen. Dabei wird die Quantität über die (geothermische) Leistung (P) definiert, die mit Hilfe einer Dublette erreicht werden kann. Die geothermische Leistung wird analog zu Kap. 3.3 berechnet.

5.2 Planungs- und Genehmigungsverfahren

Im Ablauf eines Geothermieprojektes ist im Anschluss an die Vorstudie, in der sämtliche projektrelevanten Daten zusammengetragen und die Vorhabensziele definiert werden (z.B. einer Geothermischen Heizzentrale), eine Machbarkeitsstudie erforderlich, die mit einer konkreten Abschätzung der Investitionskosten und einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für das gesamte Vorhaben endet.

Darauf aufbauend können die ersten Vorarbeiten und Voruntersuchungen für die Bohrungsplanung durchgeführt werden, wenn sich keine Bedenken gegen das Projekt ergeben haben.

Mit der ersten Erschließungsphase, dem Abteufen der ersten Tiefbohrung, beginnt der eigentliche Bau der an der Geothermie-Anlage, gefolgt von der zweiten und weiteren Erschließungsphasen. Vor der Inbetriebnahme ist ein umfangreicher Probetrieb erforderlich, bevor mit dem Dauerbetrieb begonnen werden kann (vgl. Abbildung 23). Wird die Geothermie-Anlage später (üblicherweise nach 50 Jahren) nicht mehr benötigt oder soll sie ersetzt werden, muss sie stillgelegt und rückgebaut werden.



Abbildung 23: Schematischer Ablaufplan mit Übersicht über die wichtigsten Erlaubnis- und Genehmigungsverfahren (LGFZ)

Planungsbegleitend sind, parallel zur Planung der Bohrungen (inkl. Bohrplatz), der Geothermie-Anlage und der Thermal- bzw. Wärmeleitungstrasse, eine Reihe von Genehmigungsverfahren zu durchlaufen. Die wichtigsten Verfahren sind beispielhaft in der folgenden Übersicht dargestellt (Quelle: LFGZ).

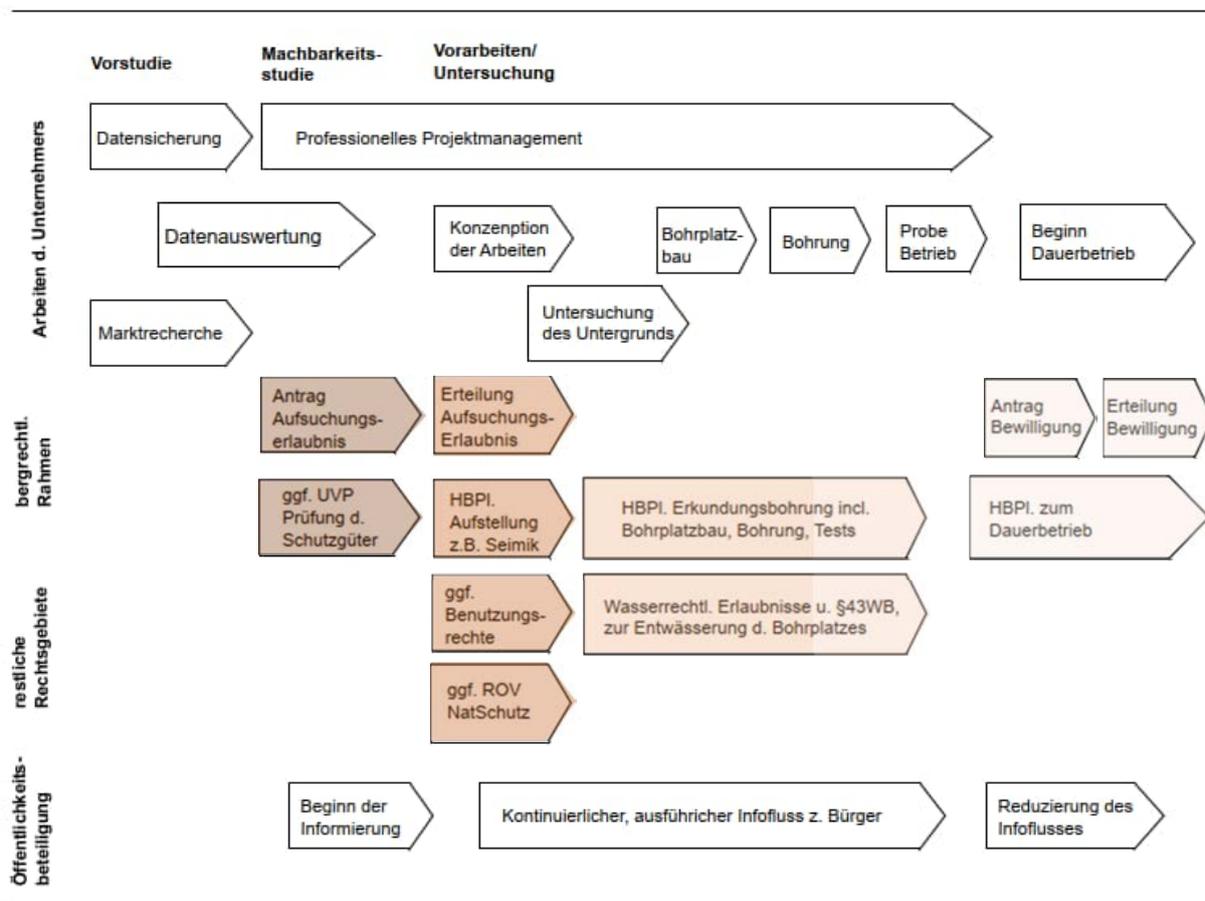


Abbildung 24: Schematischer Ablaufplan mit Übersicht über die wichtigsten Erlaubnis- und Genehmigungsverfahren

Bergrechtliches Verfahren:

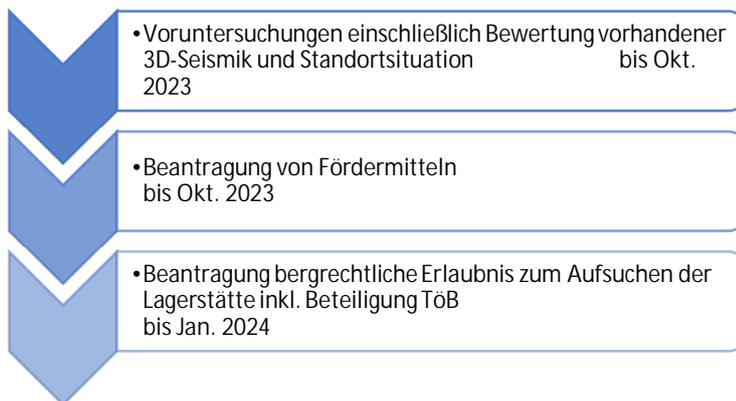
Für das aktuelle Projekt ergeben sich, unter der Voraussetzung, dass das Projekt unmittelbar weitergeführt werden soll, auf Basis des Projektablaufplanes in Kap. 3.5 (aus heutiger Sicht), folgende Termine für die wichtigsten Erlaubnis- bzw. Genehmigungsverfahren:



Das Bergrechtliche Genehmigungsverfahren ist über die zuständige Bergbehörde zu führen: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) Niedersachsen, Geozentrum Hannover (<https://www.lbeg.niedersachsen.de/bergbau/bergbauberechtigungen/erlaubnis/erlaubnis-712.html>)

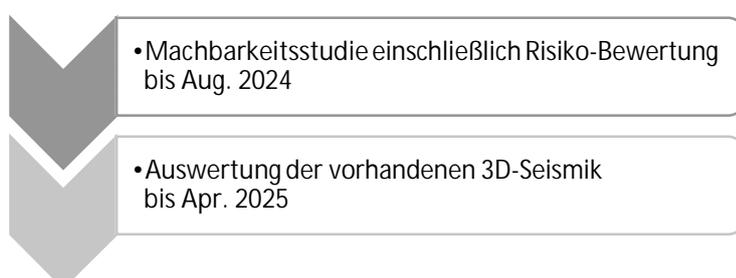
Nächste Schritte (Projektphase 1):

Bei direkter Weiterführung des Projektes sieht der Projektablaufplan weiterführende Voruntersuchungen (gem. Kap. 5.1) und die Beantragung von Fördermitteln vor. Erst im Ergebnis der weiterführenden Voruntersuchungen/Recherchen und auf Grundlage des Fördermittelbescheides sollte über die Fortführung des Projektes und die Beantragung einer Aufsuchungserlaubnis entschieden werden.



Nachfolgende Schritte (Projektphase 2):

Insofern die Ergebnisse der Voruntersuchungen eine positive Prognose bzgl. der Fündigkeit zulassen, sollte eine Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben und mit der bohrtechnischen Planung begonnen werden.



5.3 Machbarkeitsstudie

Die Machbarkeitsstudie setzt auf den Ergebnissen der Vorstudie auf. Sie hat die Aufgabe, festzulegen, ob ein Geothermie-Projekt unter den jeweils zu definierenden und festzulegenden Prämissen zum Erfolg geführt werden kann. Sie bildet die wesentliche Basis für die Investitionsentscheidung.

Die Machbarkeitsstudie ist dynamisch und muss den jeweiligen Erkenntnisgewinn dokumentieren. Weiterführende Arbeiten, die auf vorhandenen Ergebnissen beruhen könnten, wie z.B. das Reprocessing vorhandener geophysikalischer Erkundungsdaten, sind dann Bestandteil der Fortschreibung.

Gemäß den Regelungen des AHO-Arbeitskreises „Tiefe Geothermie“ (Schriftenreihe, Heft Nr. 30 – Leistungsbild und Honorierung für Planungsleistungen im Bereich der Tiefen Geothermie) sind folgende Leistungen Bestandteil der Machbarkeitsstudie:

Tabelle 6: Inhalt einer Machbarkeitsstudie gem. den Regelung des AHO-Arbeitskreises „Tiefe Geothermie“

Kapitel-Nr.	Inhalt
1	Aufgabestellung
2	Grundlagenermittlung
2.1	Regionale (und lokale) Topographie
2.2	Regionale (und lokale) Geologie
2.3	Regionale (und lokale) Hydrogeologie
2.4	Regionale (und lokale) Strukturgeologie
2.5	Regionale (und lokale) Infrastruktur
2.6	Regionale (und lokale) Energieabnehmerstruktur
2.7	Regionale (und lokale) behördliche Aspekte
3	Vorschlag des Gewinnungskonzeptes (Varianten: hydrothermal und/oder petrothermal)
4	Abschätzung relevanter geothermischer Untergrundparameter
5	Abschätzung möglicher Strom- und Wärmemengen
6	Ermittlung des geologischen, geophysikalischen Erkundungsbedarfs
7	Ermittlung des infrastrukturellen und energetischen Erkundungsbedarfs
8	Abschätzung der Investitionen des Gesamtprojektes
9	Abschätzung der Betriebskosten des Gesamtprojektes
10	Chancen und Risiken

Insofern die Ergebnisse der weiteren Voruntersuchungen eine positive Prognose bzgl. der Fündigkeit zulassen (Ausführung bis Oktober 2023 vorgesehen), sollte direkt anschließend die Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben und mit der bohrtechnischen Planung begonnen werden.

5.4 Fündigkeitsversicherungen

Im Rahmen der Nutzung tiefer geothermischer Ressourcen gibt es (von Ausnahmen abgesehen) im Gegensatz zu der jahrzehntelangen Nutzung von fossilen Brennstoffen in Form von Erdöl und Erdgas keine explizit auf thermalwasserführende Speichergesteine abgestellten Explorations-/Erkundungsbohrungen.

Daher stellt jede erste Bohrung in einem neu zu erschließenden Gebiet die Erkundungsbohrung dar. Das allgemeine Risiko, den Rohstoff, in diesem Fall Erdwärme, gebunden an Thermalwasser, nicht zu finden, lastet dann direkt auf jedem Einzelprojekt, und liegt damit beim Auftraggeber/Investor des Projektes.

Dabei gilt allgemein, dass das Fündigkeitsrisiko bei geothermischen Bohrungen das Risiko ist, ein Reservoir mit den Bohrungen in nicht ausreichender Quantität oder Qualität zu erschließen. Dabei wird die Quantität über die geothermische Leistung (P) definiert, die mit Hilfe einer Dublette erreicht werden kann.

Die Risiken bei einer bohrtechnischen Lagerstättenerkundung sind jedoch versicherbar. Dabei kann die Versicherung ebenso über den **Produktivitätsindex** definiert werden. Maßgebend ist dabei der untrennbare Zusammenhang der Förderrate mit der resultierenden Absenkung. Während sich die Temperatur unabhängig von den beiden Parametern zeigt, sind Förderrate und resultierende Absenkung über den Produktivitätsindex miteinander verbunden. Daher stellt auch der Produktivitätsindex eine transparent nachvollziehbare und reproduzierbare Bemessungsgröße für ein wirtschaftliches Förderregime dar, welches sich zusammen mit einer versicherten Entschädigung zweidimensional abbilden lässt.

Einzelheiten zur Absicherung von Fündigkeitsrisiken finden sich im Report Nr. 01/2016 der Fankfurt School FS-UNEP Collaborating Centre for Climate & Sustainable Energy Finance (Anhang 2).

Unabhängig vom derzeitigen Kenntnisstand zu vorhandenen Risiken wird allein vor dem Hintergrund des erforderlichen technischen und finanziellen Aufwandes empfohlen, eine Fündigkeitsversicherung einzukalkulieren. Derzeit bieten folgende Versicherungsunternehmen eine Fündigkeitsversicherung an:

Tabelle 7: Makler für Fündigkeitsversicherungen und Risikomanagement

Anbieter	Adresse	Kontakt
NW Assekuranzmakler GmbH & Co. KG ProRisk	Herrlichkeit 5 – 6 28199 Bremen	Tel.: 0421-9896070 www.nw-assekuranz.de info@nw-assekuranz.de a.fischer-erdsiek@nw-assekuranz.de
BüchnerBarella Versicherungsmakler GmbH	Königstraße 349 32427 Minden	Tel.: 0571-40433410 www.buechnerbarella.de kontakt@buechnerbarella.de k.schueler@buechnerbarella.de

5.5 Nutzungskonzeption

Auf Grundlage des Kenntnisstandes der Vorstudie ist davon auszugehen, dass mit der Geothermie-Anlage bei einer Förderrate von 150 m³/h eine Thermische Leistung von P = 5,2 MW_{th} für 4.000 Vollbenutzungsstunden (ca. 20.000 MWh/a) erzeugt werden kann (vgl. Kap. 3.3).

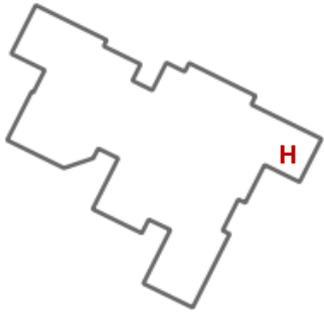
In Abhängigkeit von der installierten Förderpumpe ist eine Drosselung auf etwa 40 % der Maximalleistungen möglich, so dass die Anlagenleistung im Sommerhalbjahr mit einer Förderrate von ca. 60 m³/h auf P = 2,1 MW_{th} (Grundlast) reduziert werden kann (gem. geothermischer Leistungsformel, vgl. Kap. 3.3).

Für den Fall, dass die Wärmemenge im Sommerhalbjahr nicht vollständig abgenommen werden kann, bietet sich die Wärmespeicherung mittels Erdwärmesonden an. Hierbei sind für die Speicherung von ca. 1.200 MWh insgesamt 10 Erdwärmesonden mit einer (standortabhängigen) Länge 140 m erforderlich.

In Abhängigkeit von den Standortbedingungen (Wärmeleitfähigkeit des Bodens) und dem Sondenabstand (1,5 – 3,0 m) können so 40 - 50 % der eingespeicherten Wärmemenge wieder zurückgewonnen werden.

Steckbriefe

Sanierung öffentlicher Liegenschaften

Energie-Steckbrief: 1 KiGa Bunte Kiste		
<i>Name / Bezeichnung</i>	<i>Straße, Hausnummer</i>	<i>Datum Begehung</i>
KiGa Bunte Kiste	An der Mühlenau 14	01.03.23
<i>Umriss / Grundriss</i>	<i>Gebäude-Ansicht / Luftbild</i>	<i>Heizsystem</i>
		
H: Standort Heizsystem	<i>Baujahr: 1992/1993</i>	<i>Baujahr: 2009</i>
<i>Bau-Unterlagen</i>	Baubeschreibung und Planunterlagen vorhanden	
<i>Denkmalschutz</i>	Keine Eintragung	
<i>Energiebezugsfl.</i>	639 m ²	
<i>Gebäudehülle</i>	Aw: KSV-Sichtmauerwerk (24cm), Polystyrolhartschaum (11cm), Luft (2,5cm), VMz (11,5cm) Fe: Holzfenster mit Isolierverglasung Da: Pult- und Satteldach mit Tonziegeleindeckung, teilweise Flachdach mit Kupferblecheindeckung o.Gd: 20-22cm Mineralwolle/Dämmplatten Ke: nicht unterkellert, 6cm Perimeterdämmung	
<i>Heizsystem</i>	Gasbrennwertkessel, zentraler WW-Speicher und Heizkörper	
<i>Bisherige San-Maßnahmen</i>	Nachträgl. Ausbau des Dachgeschosses (1994)	
<i>Problembereiche</i>	Nicht bekannt	
<i>Bauph., Feuchte</i>	Keine sichtbaren, erkennbaren Feuchteprobleme	
<i>Kurzfristige Potentiale</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Heizkörper freiräumen um den Konvektionswärmestrom nicht zu hemmen – Elektronisch optimierte Thermostatventile, Optimierung Heizungssteuerung – Rohrleitungen und wenn möglich Ventile vollständig isolieren – Einbau hocheffizienter Umwälzpumpen – Hydraulischer Abgleich 	
<i>Langfristige Potentiale</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Sanierung abgängiger wärmeübertragender Bauteilflächen: Fenster (in ca. 5-10 Jahren), Dach (in ca. 10-20 Jahren). 	
<i>Klimaneutralität</i>	Wärme: Versorgung über klimafreundliche Nahwärme wenn möglich. Alternativ: Individuelle Lösung über z.B. Wärmepumpe oder Holzpelletkessel	
Gebäudehülle, Ansichten		
		Südwestfassade mit Haupteingang

		<p>Nordost- und Nordwestfassade</p>
		<p>Großformatige Holzrahmenkonstruktion mit Glaselementen, Fenstern, Isolierverglasung (1992) Oberlichter</p>
		<p>Beleuchtung überw. Leuchtstoffröhren und Halogenlampen</p>
<p>Heizsystem: Heizung, Verteilung, Warmwasser</p>		
		<p>Buderus Logamax Plus GB162-50 Art: Gasbrennwertkessel Baujahr: 2009 Leistung: 50kW</p>
		<p>WW-Speicher Heizkörperventile voreinstellbar</p>



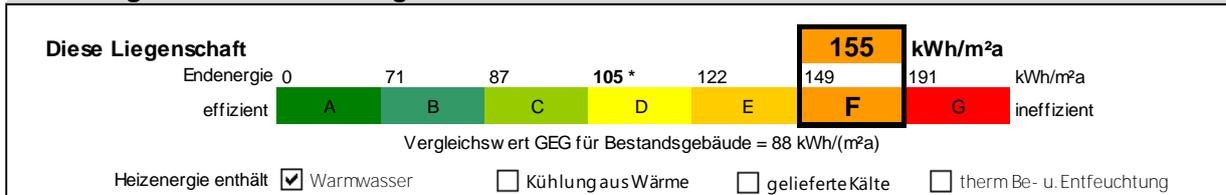
Flach- und Rippenheizkörper (teilweise verbaut)

Energieverbräuche (kWh/a)

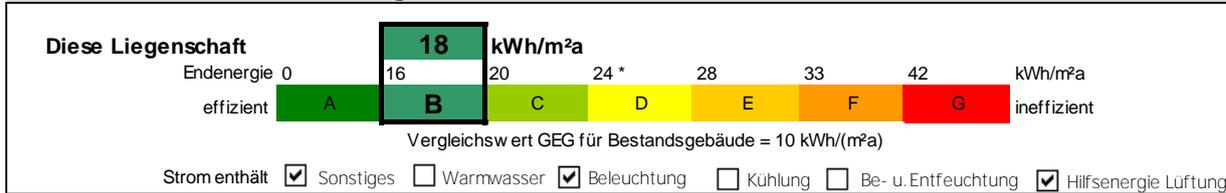
	2019	2020	2021	2022
Erdgas (witterungsbereinigt)	92.704	113.303	96.708	95.229
Strom	11.867	11.186	11.643	10.834

Benchmark nach Vorlage Energieausweis der Abt. Energiemanagement der Stadt Frankfurt/Main*

Heizenergie Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022



Strom Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022



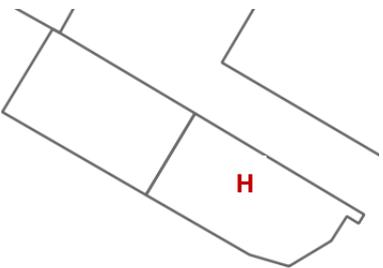
*Quelle: <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweise.htm>

Energie-Ausweis

Energie-Ausweis liegt gültig vor:
 Ja Nein

Abschätzung Kosten Hydraulischer Abgleich

Heizlastberechnung, Verfahren B, raumweise liegt vor?	Nein	2.000 €
Einbau Thermostatventile, Einregulierung, in % der beh. Fläche	100%	2.100 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, klein (25 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, mittel (150 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, groß (500 W)	0	- €
zus. Kosten (Regelung, Regulierventile, etc.)		0 €
Summe abgeschätzte Kosten: Hydraulischer Abgleich, netto		4.100 €

Energie-Steckbrief: 2 Touristinfo/WC		
<i>Name / Bezeichnung</i>	<i>Straße, Hausnummer</i>	<i>Datum Begehung</i>
Touristinfo/WC	Mühlenstr. 9	01.03.23
<i>Umriss / Grundriss</i>	<i>Gebäude-Ansicht / Luftbild</i>	<i>Heizsystem</i>
		
H: Standort Heizsystem	<i>Baujahr: 1949</i>	
<i>Bau-Unterlagen</i>	Planunterlagen und Baubeschreibung vorhanden	
<i>Denkmalschutz</i>	Keine Eintragung	
<i>Energiebezugsfl.</i>	74 m ²	
<i>Gebäudehülle</i>	Aw: Zur Straßenfront zweischaliges Mauerwerk mit 6 cm Luftschicht (laut Baubeschreibung 1949) Fe: Isolierverglasung (2000 oder jünger) Da: Pultdach, Holzkonstruktion, Bitumenbahn, Dämmlage auf der EG-Decke (Holz). Ke: Nicht unterkellert	
<i>Heizsystem</i>	Gasbrennwertkessel, Wärmeabgabe über Heizkörper	
<i>Bisherige San-Maßnahmen</i>	Umbau 2000: Öffentliche Toilette (Westseite) und Laden (Ostseite)	
<i>Problembereiche</i>	Feuchteschäden an der Innenwand der Touristeninformation	
<i>Bauph., Feuchte</i>	Feuchteschäden (Innenwand); Lüftung	
<i>Kurzfristige Potentiale</i>	Wenn langfristiges Nutzungskonzept vorliegt: <ul style="list-style-type: none"> – Beheben der Feuchteschäden, ggf. Horizontalsperre – Vandalismussichere Thermostatventile bei den öff. Toiletten – Ggf. Kameras in den öff. Toiletten nachrüsten gegen Vandalismus – Dezentrale ventilatorgestützte Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung in den öff. Toiletten – Sommerlicher Wärmeschutz TouristInfo: Austausch Festverglasung / Fenster mit niedrigem g-Wert oder Reflektionsfolie aufkleben – Vollständige Umrüstung auf LED-Beleuchtung – Neue Thermostatventile und hydraulischer Abgleich – Prüfung Luftschichtdicke des 2-schaligen Mauerwerks und ggf. Kerndämmung 	
<i>Langfristige Potentiale</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Dämmung EG-Decke – Außenwand: Energetische Sanierung schwierig wegen begrenzter Fläche zum Straßenraum/Fußweg 	
<i>Klimaneutralität</i>	Wärme: Versorgung über klimafreundliche Nahwärme wenn möglich. Alternativ: Individuelle Lösung über z.B. Luft-Wärmepumpe und Einbau neuer ventilatorgestützter Heizkörper (Konvektoren).	

Gebäudehülle, Ansichten		
		Südwest- und Nordostseite
		Süd- und Nordwestseite Auskrager Betonkranz als stilistisches Mittel; ist jedoch bedeutsame Wärmebrücke!
		Fenster: Isolierverglasung (2000 oder jünger)
		Feuchteschäden an der Innenwand der Touristeninformation (Wand zu den öff. Toiletten)
		Beleuchtung mit Leuchtstoffröhren und tlw. LED
Heizsystem: Heizung, Verteilung, Warmwasser		
		Buderus Logamax plus GB122-19 Art: Gasbrennwertkessel Leistung: 19kW Flachheizkörper Thermostatventil u.E. nicht voreinstellbar



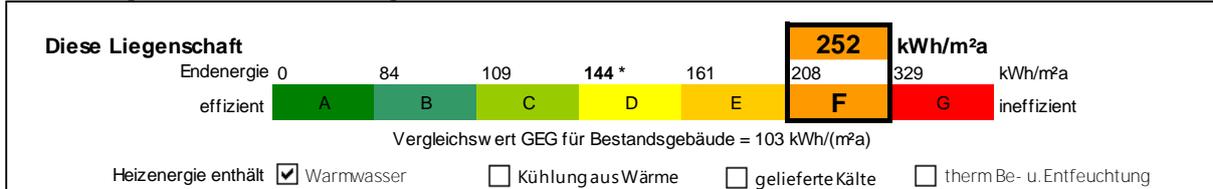
Entlüftung der öffentlichen Toiletten über gekippte Fenster, Oberlicht.

Energieverbräuche, beheizte Flächen

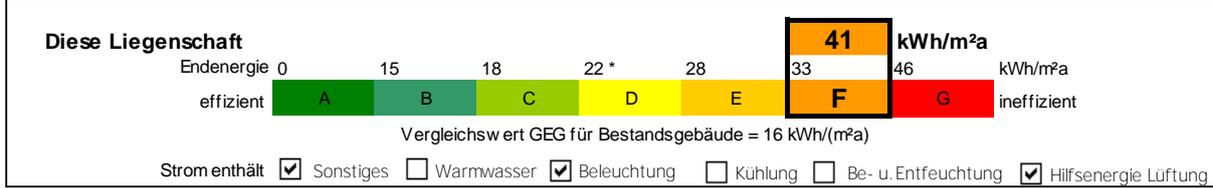
	2019	2020	2021	2022
Erdgas (witterungsbereinigt)	18.069	20.537	17.533	
Strom	2.433	2.517	2.674	4.441

Benchmark nach Vorlage Energieausweis der Abt. Energiemanagement der Stadt Frankfurt/Main*

Heizenergie Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2021



Strom Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022



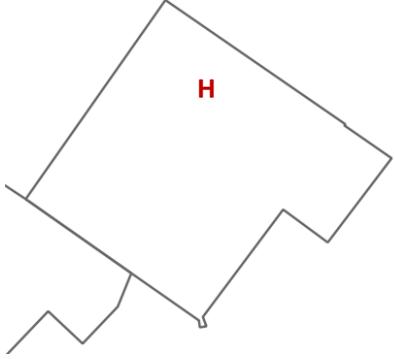
*Quelle: <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweise.htm>

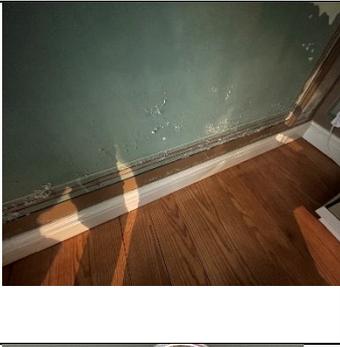
Energie-Ausweis, Benchmark

Energie-Ausweis liegt gültig vor:
 Ja Nein

Abschätzung Kosten Hydraulischer Abgleich

Heizlastberechnung, Verfahren B, raumweise liegt vor?	Nein	600 €
Einbau Thermostatventile, Einregulierung, in % der beh. Fläche	100%	200 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, klein (25 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, mittel (150 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, groß (500 W)	0	- €
zus. Kosten (Regelung, Regulierventile, etc.)		0 €
Summe abgeschätzte Kosten: Hydraulischer Abgleich, netto		800 €

Energie-Steckbrief: 3 Heimat/Circus-Museum		
<i>Name / Bezeichnung</i>	<i>Straße, Hausnummer</i>	<i>Datum Begehung</i>
Heimat/Circus-Museum	Mühlenstr. 14	01.03.23
<i>Umriss / Grundriss</i>	<i>Gebäude-Ansicht / Luftbild</i>	<i>Heizsystem</i>
		
H: Standort Heizsystem	<i>Baujahr:</i> vor 1825, Anbau Holzveranda 1928	<i>Baujahr:</i> xxxx
<i>Bau-Unterlagen</i>	z.T. vorhanden	
<i>Denkmalschutz</i>	Denkmalschutz seit 2011	
<i>Energiebezugsfl.</i>	584 m ²	
<i>Gebäudehülle</i>	<p>Aw: Einschaliges Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem zwischen den vertikalen Streben</p> <p>Fe: Holzfenster mit Isolierverglasung teilweise noch mit Einfachverglasung</p> <p>Da: Walmdach mit Tonziegeldeckung und ca. 14 cm Zwischensparrendämmung (1984)</p> <p>Dach: Oberste Geschossdecke und Abseiten: ca. 8-10 cm Dämmung zwischen den Balkenlagen (1984)</p> <p>Ke: komplett unterkellert (teilweise beheizt, Lager, Archiv)</p>	
<i>Heizsystem</i>	Öl-Niedertemperaturkessel, Wärmeabgabe über Heizkörper	
<i>Bisherige San-Maßnahmen</i>	Sanierung Veranda, Fenster, Außenwand WDVS, ca. 2006	
<i>Problembereiche</i>	Außenwände Feuchte, Brandschutz?	
<i>Bauph., Feuchte</i>	Feuchteschäden an der Nordostfassade (EG über dem Heizraum)	
<i>Kurzfristige Potentiale</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Kellerdeckendämmung in unbeheizten Kellerräumen – Heizungsrohre im Heizungsraum komplett dämmen inkl. Dämmschalen für die Ventile der Heizungshydraulik – Regelung: Nutzung des Gebäudes überwiegend an Wochenenden berücksichtigen – Vollständige Umrüstung auf LED-Beleuchtung – Neue Thermostatventile und hydraulischer Abgleich 	
<i>Langfristige Potentiale</i>	<ul style="list-style-type: none"> – 1-fachverglaste Fenster mit Vorsatz oder Kastenfester energetisch ertüchtigen; Abstimmung Denkmalschutz – Dachsanierung und erhöhte Dämmung 	
<i>Klimaneutralität</i>	Wärme: Versorgung über klimafreundliche Nahwärme wenn möglich. Alternativ: Individuelle Lösung über z.B. Luft-Wärmepumpe und Einbau neuer ventilatorgestützter Heizkörper (Konvektoren) oder - bei Nutzung des Heizöllageraums für Holzpelletvorrat - Installation einer Holzpelletkesselanlage.	

Gebäudehülle, Ansichten		
		<p>Nordwestseite mit Haupteingang und Nordostseite</p> <p>WDVS</p>
		<p>Südostseite mit Veranda und Südwestseite</p>
		<p>Größtenteils 2-fach Isolierverglasung in Holzkonstruktion</p>
		<p>Doppelkastenfenster in der Veranda. Inneres Fenster nachgerüstet (1-fachverglast)</p>
		<p>Feuchteschäden an der Nordostfassade (EG über dem Heizraum), Außenseite und Innenwand</p>
		<p>Beleuchtung (LED und Halogenlampen)</p>
		<p>Beleuchtung</p>

Heizsystem: Heizung, Verteilung, Warmwasser				
				Viessmann Vitorond 200 Art: Öl-Niedertemperaturkessel Baujahr: k.A. Leistung: 50 kW
				Flachheizkörper (links EG, rechts KG)
				Rippenheizkörper im EG
				Dez. elektrische WW-Bereitung mit Übertischboiler
Energieverbräuche, beheizte Flächen				
	2019	2020	2021	2022
Heizöl (witterungsbereinigt)	55.500	57.034	56.100	66.011
Strom	2.672	2.351	1.820	1.928

Benchmark nach Vorlage Energieausweis der Abt. Energiemanagement der Stadt Frankfurt/Main*

Heizenergie Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022

Diese Liegenschaft **100** kWh/m²a
 Endenergie 0 70 84 **99*** 138 166 201 kWh/m²a
 effizient **A** B C **D** E F G ineffizient
 Vergleichswert GEG für Bestandsgebäude = 82 kWh/(m²a)

Heizenergie enthält Warmwasser Kühlung aus Wärme gelieferte Kälte therm Be- u. Entfeuchtung

Strom Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022

Diese Liegenschaft **4** kWh/m²a
 Endenergie 0 28 35 49* 66 85 159 kWh/m²a
 effizient **A** B C D E F G ineffizient
 Vergleichswert GEG für Bestandsgebäude = 21 kWh/(m²a)

Strom enthält Sonstiges Warmwasser Beleuchtung Kühlung Be- u. Entfeuchtung Hilfsenergie Lüftung

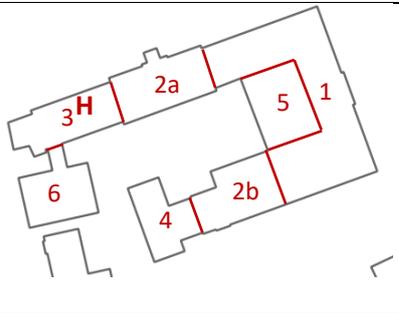
*Quelle: <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweise.htm>

Energie-Ausweis, Benchmark

	Energie-Ausweis liegt gültig vor:
	<input type="radio"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Abschätzung Kosten Hydraulischer Abgleich

Heizlastberechnung, Verfahren B, raumweise liegt vor?	Nein	1.900 €
Einbau Thermostatventile, Einregulierung, in % der beh. Fläche	100%	1.900 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, klein (25 W)	2	600 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, mittel (150 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, groß (500 W)	0	- €
zus. Kosten (Regelung, Regulierventile, etc.)		0 €
Summe abgeschätzte Kosten: Hydraulischer Abgleich, netto		4.400 €

Energie-Steckbrief: 4a Wilhelminenschule, Schulen am Hufenweg			
<i>Name / Bezeichnung</i>		<i>Straße, Hausnummer</i>	
Wilhelminenschule, Schulen am Hufenweg		Hufenweg 5 & Schulstr. 5	
<i>Datum Begehung</i>			
28.02.23			
<i>Umriss / Grundriss</i>		<i>Gebäude-Ansicht / Luftbild</i>	
			
		<i>Heizsystem</i>	
			
<i>Baujahr:</i>		<i>Baujahr:</i>	
1: Altbau (1820), aufgestockt (1950) 2: Anbau um 1903 3: Anbau Nordflügel 1929 4: Anbau Südflügel 1982 5: Mensa (2009/2010) 6: Anbau 2009/2010		1998, H: Standort Heizkessel	
<i>Bau-Unterlagen</i>	Planunterlagen vorhanden, Baubeschreibung (Mensa und Anbau 2009)		
<i>Denkmalschutz</i>	Eingetragenes Denkmal		
<i>Energiebezugsfl.</i>	4.482 m ²		
<i>Gebäudehülle</i>	1_Altbau Aw: Mauerwerk ohne Dämmung Fe: Isolierverglasung (2000-2018) Da: Dachsanierung 2009 Ke: Nicht unterkellert	2_Anbau um 1903 Mauerwerk ohne Dämmung Isolierverglasung (2000-2018) 2a: o.Gd. und Dach ungedämmt; 2b: Dachsanierung 2009 Nicht unterkellert	3_Anbau Nordflügel Mauerwerk ohne Dämmung Isolierverglasung (2000-2018) o.Gd. und Dach ungedämmt Unterkellert, teilweise beheizt
	4_Anbau Südflügel Aw: Mauerwerk mit Dämmstandard von 1982, Westseite: Außenjalousien Fe: Isolierverglasung (2000-2018) Da: Dachsanierung 2009 Ke: Nicht unterkellert	5_Mensa Aluminium-Pfosten-Riegel-Fassade Aluminium Isoliervergl. Stahlbeton Nicht unterkellert	6_Anbau 2009 KS-Mauerwerk, Dämmung, Verblendung Aluminium Isoliervergl. Stahlbeton Nicht unterkellert
<i>Heizsystem</i>	Gas-Niedertemperaturkessel mit WW-Speicher (Mensa), Wärmeabgabe über Heizkörper		
<i>Bisherige San-Maßnahmen</i>	Die Dacheindeckungen im Ostflügel, teilw. Nord – und Südflügel sind in den Jahren 2009 bis 2013 erneuert worden gem. EnEV 2009. Holzfußböden im EG saniert (mit Dämmung). Eingangstüren (Elemente) erneuert (insb. 2b_Anbau um 1903).		

	Alle Fenster und Türelemente im Schulgebäude sind bereits saniert (Kunststoff- bzw. Aluminiumprofile)
<i>Problembereiche</i>	Feuchte Altbau, Lufthygiene Schulräume (Lüftung)
<i>Bauph., Feuchte</i>	Aufsteigende Feuchtigkeit im Altbau
<i>Kurzfristige Potentiale</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Austausch von Umwälzpumpen, die noch nicht Hocheffizienzstandard haben – Neue Thermostatventile und hydraulischer Abgleich – Mech. Be- und Entlüftung im Kellergeschoss (Flurbereich) zur Minderung von Feuchteschäden, ergänzend durch Innendämmung mit Calziumsilikatplatten an flurseitiger Kellerwand – Kellerdeckendämmung im unbeheizten Keller – Vollständige Umrüstung auf LED-Beleuchtung – Im Nordflügel Dämmung der obersten Geschossdecke
<i>Langfristige Potentiale</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Wenn Langfrist-Konzept vorliegt, sollte die Gebäudehülle saniert werden – Dämmung der Außenwand; gestalterisch z.B. mit Riemchen/Sparverblender – Erneuerung der Fenster mit 3-fach WschVerglasung und einem Lüftungskonzept, mit Wärmerückgewinnung über dezentrale, raumweise Ventilatoren – Denkmalschutz frühzeitig einbeziehen
<i>Klimaneutralität</i>	Wärme: Versorgung über klimafreundliche Nahwärme wenn möglich. Alternativ: Individuelle Lösung über z.B. Luft-Wärmepumpe und Einbau neuer ventilatorunterstützender Heizkörper (Konvektoren) wenn die Gebäudehülle energetisch ertüchtigt wird. Oder Installation eines Holzpelletkessels.

Gebäudehülle, Ansichten

		Ostseite Altbau mit Haupteingang Nordseite Südflügel und Anbau 2009
		Südseite Südflügel
		Westseite Anbau Südflügel 1982

		<p>Südseite Nordflügel und Anbau Mensa</p>
		<p>Isolierverglasung (2000-2018) Ursprünglicher Fußbodenaufbau im Altbau: Belüfteter Holzfußboden</p>
		<p>Kellergeschoss Anbau Nordflügel 1929 teilweise unbeheizt Rechts im Bild Kanal für die Wärmeleitung zum Anbautrakt</p>
		<p>Feuchteschäden im Kellergeschoss</p>
		<p>Unausgebautes Dachgeschoss im gesamten Nordflügel</p>

		<p>Ausgebautes und saniertes Dachgeschoss im Altbau</p>
		<p>Beleuchtung ca. zu 50% auf LED umgerüstet, tlw. mit Präsenzmeldern. Sonst Halogenlampen und Leuchtstoffröhren</p>
		<p>Dach Mensa mit Photovoltaikanlage (links), Dach Anbau 2009 (rechts)</p>
<p>Heizsystem: Heizung, Verteilung, Warmwasser</p>		
		<p>Buderus G515 - 240 Art: Gas-Niedertemperaturkessel Baujahr: 1998 Leistung: 260kW Verteilung überwiegend mit energieeffizienten Pumpen</p>
		<p>Dez. el. WW-Bereitung mit wandhängendem Speicher WW-Speicher (150l) für die Mensa, an Heizsystem angeschlossen</p>



Flachheizkörper nicht hydraulisch abgeglichen

Energieverbräuche, beheizte Flächen

	2019	2020	2021	2022
Erdgas (witterungsbereinigt)	498.841	443.485	543.110	416.182
Strom	53.731	47.256	39.932	30.445

Benchmark nach Vorlage Energieausweis der Abt. Energiemanagement der Stadt Frankfurt/Main*

Heizenergie Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022



Strom Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022



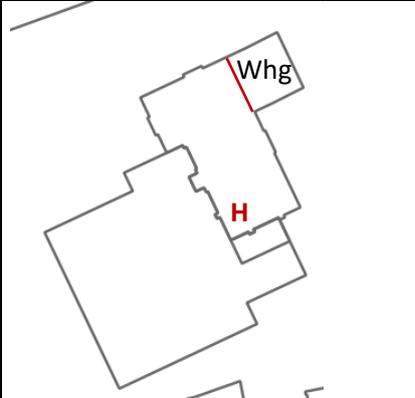
*Quelle: <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweise.htm>

Energie-Ausweis

Energie-Ausweis liegt gültig vor:
 Ja Nein

Abschätzung Kosten Hydraulischer Abgleich

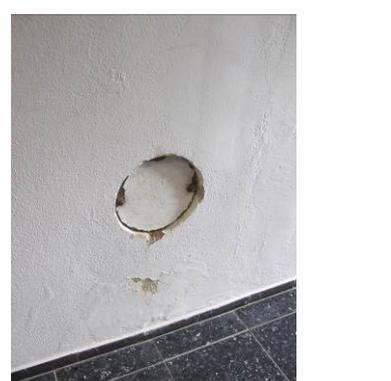
Heizlastberechnung, Verfahren B, raumweise liegt vor?	Nein	6.000 €
Einbau Thermostatventile, Einregulierung, in % der beh. Fläche	100%	14.900 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, klein (25 W)	1	300 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, mittel (150 W)	1	500 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, groß (500 W)	1	2.000 €
zus. Kosten (Regelung, Regulierventile, etc.)		0 €
Summe abgeschätzte Kosten: Hydraulischer Abgleich, netto		23.700 €

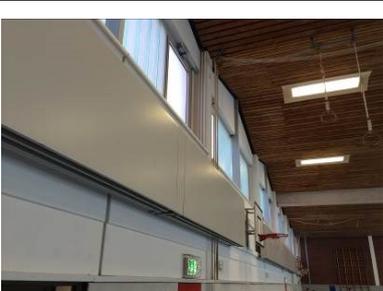
Energie-Steckbrief: 4b Turnhalle der Wilhelminenschule																							
Name / Bezeichnung		Straße, Hausnummer																					
Turnhalle der Wilhelminenschule		Hufenweg 5 & Schulstr. 5																					
Datum Begehung		28.02.23																					
Umriss / Grundriss		Gebäude-Ansicht / Luftbild																					
Heizsystem																							
																							
H: Standort Heizsystem		Baujahr: Alte Halle: 1906 Anbau Wohnung 1960 Neue Halle: 1975																					
Baujahr: 2010																							
Bau-Unterlagen		Planunterlagen und Baubeschreibung (Anbau und Neue Halle) vorhanden																					
Denkmalschutz		Alte Halle ist eingetragenes Denkmal																					
Energiebezugsfl.		1.652 m ²																					
Gebäudehülle		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Alte Halle</th> <th>Anbau Whg</th> <th>Neue Halle</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aw:</td> <td>AW ohne Dämmung</td> <td>17,5cm Hochlochsteine + 11,5cm Verblender</td> <td>36,5cm Vollziegel mit nachträgl. Dämmung mit WDVS</td> </tr> <tr> <td>Fe:</td> <td>Teilw. Einfachverglasung</td> <td>Isolierverglasung</td> <td>Isolierverglasung (2010)</td> </tr> <tr> <td>Da:</td> <td>Mittlerer Dämmstandard</td> <td>Stahlbetondecke mit Schaumstoffplatte (2cm)</td> <td>Dachsanierung 2010</td> </tr> <tr> <td>Ke:</td> <td>Nicht unterkellert</td> <td>größtenteils unterkellert</td> <td>Nicht unterkellert</td> </tr> </tbody> </table>			Alte Halle	Anbau Whg	Neue Halle	Aw:	AW ohne Dämmung	17,5cm Hochlochsteine + 11,5cm Verblender	36,5cm Vollziegel mit nachträgl. Dämmung mit WDVS	Fe:	Teilw. Einfachverglasung	Isolierverglasung	Isolierverglasung (2010)	Da:	Mittlerer Dämmstandard	Stahlbetondecke mit Schaumstoffplatte (2cm)	Dachsanierung 2010	Ke:	Nicht unterkellert	größtenteils unterkellert	Nicht unterkellert
	Alte Halle	Anbau Whg	Neue Halle																				
Aw:	AW ohne Dämmung	17,5cm Hochlochsteine + 11,5cm Verblender	36,5cm Vollziegel mit nachträgl. Dämmung mit WDVS																				
Fe:	Teilw. Einfachverglasung	Isolierverglasung	Isolierverglasung (2010)																				
Da:	Mittlerer Dämmstandard	Stahlbetondecke mit Schaumstoffplatte (2cm)	Dachsanierung 2010																				
Ke:	Nicht unterkellert	größtenteils unterkellert	Nicht unterkellert																				
Heizsystem		Öl-Niedertemperaturkessel, Heizkörper und Luftheizung																					
Bisherige San-Maßnahmen		Die neue Wilhelminenhalle wurde in den Jahren 2010/11 energetisch saniert einschl. Fassade, Dach, Hallenboden, Prallwände und Einbauten plus Sanierung der Umkleiden, WC-Anlagen und Duschen. Die letzte größere Sanierung der alten Halle wurde Anfang der 70er Jahre durchgeführt (Sanierungsmaßnahmen sind bereits in der Haushaltsplanung seit 2018 einkalkuliert)																					
Problembereiche		Sanierungsstau Alte Sporthalle																					
Bauph., Feuchte		Feuchtigkeit (Fallrohr?) am Entwässerungsschacht Neubau																					
Kurzfristige Potentiale		<ul style="list-style-type: none"> – Neue Thermostatventile und hydraulischer Abgleich – Neue eff. Beleuchtung der Alten Sporthalle – Einbau Verbrauchszähler: Wärmemengenzähler für die neue Sporthalle und – falls mittelfristig Heizölversorgung beibehalten wird – Ölmenge-zähler 																					
Langfristige Potentiale		<ul style="list-style-type: none"> – Denkmalgerechte Sanierung der kompletten Gebäudehülle der Alten Sporthalle (Dach, Außenwand, Fenster, Fußboden Turnhalle) – Heizungs- und Lüftungskonzept mit evtl. Deckenstrahlplatten und Einbau Wärmepumpe zur Wärmeversorgung mit Lüftungsanlage und 																					

	Wärmerückgewinnung (WRG) für beide Sporthallen (WCs, Umkleiden und Hallen)
<i>Klimaneutralität</i>	Wärme: Versorgung über klimafreundliche Nahwärme wenn möglich. Alternativ: Individuelle Lösung über z.B. Luft-Wärmepumpe. Einbau neuer ventilatorunterstützte Heizkörper (Konvektoren) sowie Deckenstrahlplatten und Luftheizung mit WRG (alles vorteilhaft für niedrige VL-Temperaturen der WP)

Gebäudehülle, Ansichten

		Nord- und Westseite Alte Halle
		Ost- und Südseite Alte Halle
		Fenster: <ul style="list-style-type: none"> • Westseite (Turnhalle): 2-fachverglast (überw. erneuert, ca. 2005) • Nordseite (Turnhalle und Umkleide): überw. sanierungsbedürftig (teilw. 1-fachverglast) • Ostseite (Turnhalle): überw. sanierungsbedürftig (Glasbausteine)
		

		<p>Abgehängte Decke (zur beheizten Turnhalle offener Dachzwischenraum)</p>
		<p>Beleuchtung Alte Sporthalle mit Leuchtstoffröhren (T8, teilw. T12)</p>
		<p>Feuchte Stellen (Unteres Bild: Entwässerungsschacht Neubau)</p>
		
		<p>West- und Nordseite</p>
		<p>Südseite</p>

		<p>nachträgliche Dämmung der Außenwand mit WDVS</p> <p>Erneuerte Profilit-Verglasung</p>
		<p>Beleuchtung mit Leuchtstoffröhren T8</p>
		<p>Beleuchtung Flur (T5, Leuchtstoffröhren, mit Präsenzmelder)</p>
<p>Heizsystem: Heizung, Verteilung, Warmwasser</p>		
		<p>Buderus GE315 171-200 Art: Öl-Niedertemperaturkessel Baujahr: 2010 Leistung: 200kW</p>
		<p>Verteilerbalken mit 2 Hocheffizienz- und 1 geregelter Pumpe</p>

		WW-Speicher (1.000l)
		WW-Zirkulation (Hocheffizienzpumpe)
		Flach und Glieder-Heizkörper in Umkleide und Flur
		Luftheizungen in Alter Sporthalle
		Ventilatorgestützte Abluft in Umkleide und Duschen Neue Sporthalle (geschaltet mit Präsenzmelder für Beleuchtung)

Energieverbräuche, beheizte Flächen

	2019	2020	2021	2022
Heizöl (witterungsbereinigt)	233.111	188.419	329.480	198.055
Strom	38.670	30.862	25.408	33.924

Benchmark nach Vorlage Energieausweis der Abt. Energiemanagement der Stadt Frankfurt/Main*

Heizenergie Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022

Diese Liegenschaft **144** kWh/m²a
 Endenergie 0 84 112 **140*** 174 227 345 kWh/m²a
 effizient **A B C D E F G** ineffizient
 Vergleichswert GEG für Bestandsgebäude = 105 kWh/(m²a)

Heizenergie enthält Warmwasser Kühlung aus Wärme gelieferte Kälte therm Be- u. Entfeuchtung

Strom Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022

Diese Liegenschaft **20** kWh/m²a
 Endenergie 0 16 21 **27*** 34 49 85 kWh/m²a
 effizient **A B C D E F G** ineffizient
 Vergleichswert GEG für Bestandsgebäude = 21 kWh/(m²a)

Strom enthält Sonstiges Warmwasser Beleuchtung Kühlung Be- u. Entfeuchtung Hilfsenergie Lüftung

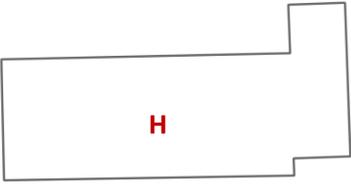
*Quelle: <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweise.htm>

Energie-Ausweis, Benchmark

	Energie-Ausweis liegt gültig vor:
	<input type="radio"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein

Abschätzung Kosten Hydraulischer Abgleich

Heizlastberechnung, Verfahren B, raumweise liegt vor?	Nein	3.400 €
Einbau Thermostatventile, Einregulierung, in % der beh. Fläche	100%	5.400 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, klein (25 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, mittel (150 W)	1	500 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, groß (500 W)	0	- €
zus. Kosten (Regelung, Regulierventile, etc.)		0 €
Summe abgeschätzte Kosten: Hydraulischer Abgleich, netto		9.300 €

Energie-Steckbrief: 5 KiGa Hufenweg		
<i>Name / Bezeichnung</i>	<i>Straße, Hausnummer</i>	<i>Datum Begehung</i>
KiGa Hufenweg	Hufenweg 10	28.02.23
<i>Umriss / Grundriss</i>	<i>Gebäude-Ansicht / Luftbild</i>	<i>Heizsystem</i>
		
H: Standort Heizkessel	<i>Baujahr:</i> ca. 1905; Anbau Toiletten 1956, Anbau Gruppenräume 1958	<i>Baujahr:</i> 1996 oder 2006 (nach Typenschild)
<i>Bau-Unterlagen</i>	Planunterlagen vorhanden	
<i>Denkmalschutz</i>	Kein Denkmalschutz	
<i>Energiebezugsfl.</i>	253 m ²	
<i>Gebäudehülle</i>	Aw: Zweischaliges Mauerwerk mit Schalenfuge, ges. Dicke ca. 36,5 cm Fe: Holzfenster mit Isolierverglasung (2017) Da: Satteldach mit Tonziegel und Zwischensparrendämmung 16 cm (sanier., 2010) Ke: Anbau unterkellert	
<i>Heizsystem</i>	Gaskessel mit WW-Speicher, Wärmeabgabe über Heizkörper	
<i>Bisherige San-Maßnahmen</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Nachträgl. Ausbau Dachgeschoss (2020) – Sanierung Bodenbelag inkl. Dämmung (Gruppenraum, Westseite) – Dacheindeckung und Dämmung (2010) – 	
<i>Problembereiche</i>	Bei Begehung keine offensichtlich erkennbaren	
<i>Bauph., Feuchte</i>	Keine Feuchteschäden bei Begehung erkennbar	
<i>Kurzfristige Potentiale</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Luftspalt des 2-schaligen Mauerwerks > 4 cm prüfen; ggfs. nachträgliche Kerndämmung (Stärke prüfen) – Vollständige Umrüstung auf LED-Beleuchtung – Neue Thermostatventile und hydraulischer Abgleich – Kellerdecke im Anbau dämmen (Kriechkeller) 	
<i>Langfristige Potentiale</i>	Wenn langfristige Nutzung vorgesehen ist: Dämmung der Außenwand als Putzfassade mit Wärmedämmverbundsystem oder Dämmebene plus Sparverblender/Riemchen	
<i>Klimaneutralität</i>	Wärme: Wärmeversorgung über Nahwärmenetz (wenn möglich), alternativ individuelle Lösung: Wärmepumpe oder Holzpelletkessel	

Gebäudehülle, Ansichten		
		Frontansicht, Südseite Nordseite
		Nachträglicher Anbau Fluchttreppe OG (2020) Rechts: Westseite
		Anbau Sanitärgebäude, Ostseite
Heizsystem: Heizung, Verteilung, Warmwasser		
		Buderus G115 Erdgaskessel mit unterliegendem WW- Speicher Baujahr: 1996 oder 2006 Leistung: 29kW Verteilung: hocheffiziente Pumpen
		Flachheizkörper („Preetzer Fabrikat“)



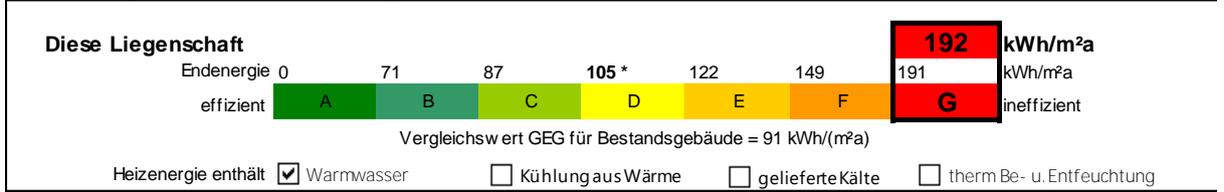
LED-Strahler (37W!)
Teilw. Halogenleuchten

Energieverbräuche

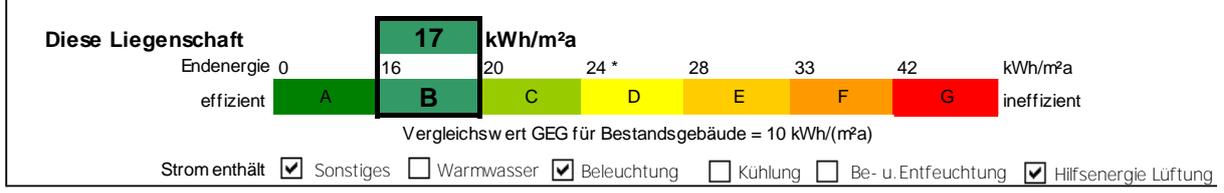
	2019	2020	2021	2022
Heizöl (witterungsbereinigt)	44.211	36.674	56.100	57.222
Strom	4.724	3.052	4.546	4.608

Benchmark nach Vorlage Energieausweis der Abt. Energiemanagement der Stadt Frankfurt/Main*

Heizenergie Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022



Strom Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022



*Quelle: <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweise.htm>

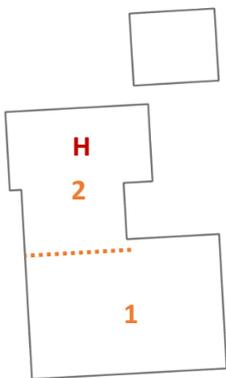
Energie-Ausweis

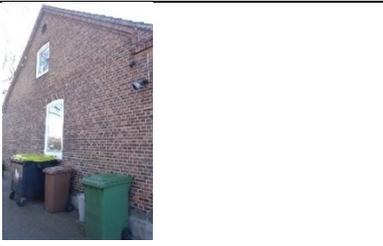
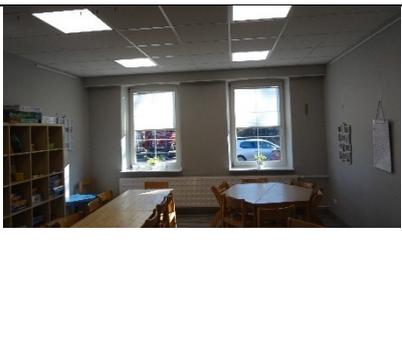
Energie-Ausweis liegt gültig vor:

Ja Nein

Abschätzung Kosten Hydraulischer Abgleich

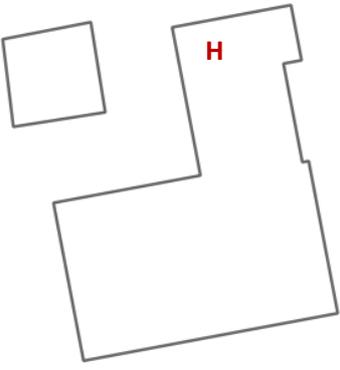
Heizlastberechnung, Verfahren B, raumweise liegt vor?	Nein	1.200 €
Einbau Thermostatventile, Einregulierung, in % der beh. Fläche	100%	800 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, klein (25 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, mittel (150 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, groß (500 W)	0	- €
zus. Kosten (Regelung, Regulierventile, etc.)		0 €
Summe abgeschätzte Kosten: Hydraulischer Abgleich, netto		2.000 €

Energie-Steckbrief: 6 Kinderhort		
Name / Bezeichnung	Straße, Hausnummer	Datum Begehung
Kinderhort	Hufenweg 12	28.02.23
Umriss / Grundriss	Gebäude-Ansicht / Luftbild	Heizsystem
		
H: Standort Heizsystem	Baujahr: 1: Altbau (vor 1900), 2: Anbau (1900)	Baujahr: 2002
Bau-Unterlagen	Planunterlagen vorhanden	
Denkmalschutz	Keine Eintragung	
Energiebezugsfl.	212 m ²	
Gebäudehülle	Aw: Ziegel, Vollstein (36cm) Fe: Isolierverglasung (1999 und neuer) Da: Dachgeschoss nicht ausgebaut, Dach Holzkonstruktion, geringe oder keine Dämmung, gemischte Dachabdichtung: Bitumen, Ziegel Ke: nicht unterkellert (nur kleinräumig für Heizraum)	
Heizsystem	Öl-Niedertemperaturkessel, Wärmeabgabe über Heizkörper	
Bisherige San-Maßnahmen	Umfangreiche Umbaumaßnahmen (1963): Dacheindeckung, Oberlichter, div. Durchbrüche, Holzfußboden mit Dämmschicht; WC-Räume (1967); Nutzungsänderung als Hort (1997)	
Problembereiche	Keine akuten, alte Bausubstanz	
Bauph., Feuchte	Keine sichtbaren, erkennbaren Feuchteprobleme (außer Ausblühungen im Kellerbereich, die für das Baualter normal aber unproblematisch sind))	
Kurzfristige Potentiale	– Vollständige Umrüstung auf LED-Beleuchtung – Dämmung Rohrleitungen im Heizraum – Neue Thermostatventile und hydraulischer Abgleich	
Langfristige Potentiale	Klärung des mittel- bis langfristiges Nutzungskonzeptes Var. 1: Abriss und Neubau Var. 2: Oberste Geschossdecke dämmen (Altbau) oder komplette Dachsanierung mit neuer Eindeckung Dämmung der Außenwand als WDVS mit a) Putzfassade oder b) Außenfassade mit Riemchen/Sparverblander	
Klimaneutralität	Wärme: Wärmeversorgung über klimafreundliche Nahwärme oder alternativ individuelle Lösung: Wärmepumpe oder Holzpelletkessel und Nutzung Heizöltankraum für Holzpelletvorrat	

Gebäudehülle, Ansichten		
		Ansichten Westseite
		Ansichten Ostseite
		Süd- und Westseite
		Links: unausgebauter Dachboden Altbau Rechts: Dachansicht Anbau (Abdichtung mit Bitumenbahnen)
		Fenster mit Isolierverglasung (1999 und neuer) Teilweise noch ursprünglicher Holzfußbodenaufbau mit früherer Hinterlüftung
		Beleuchtung: Energiekompaktsparrampen und LED

Heizsystem: Heizung, Verteilung, Warmwasser				
		<p>Buderus G115 BE Art: Öl-Niedertemperaturkessel Baujahr: 2002 Leistung: 30kW</p>		<p>Heizungsrohre teilweise ungedämmt</p>
		<p>Flachheizkörper teilweise mit voreinstellbarem Thermostatventil ausgestattet. Hydraulischer Abgleich wurde noch nicht durchgeführt.</p>		
				<p>Dezentrale, elektrische Warmwasserbereitung mit Boiler</p>
Energieverbräuche				
	2019	2020	2021	2022
Heizöl (witterungsbereinigt)	47.752	40.664	51.000	49.687
Strom	5.710	4.930	5.018	4.674

Benchmark nach Vorlage Energieausweis der Abt. Energiemanagement der Stadt Frankfurt/Main*		
Heizenergie Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022		
<p>Diese Liegenschaft</p> <p>Endenergie 0 71 90 110 * 130 156 200 223 kWh/m²a</p> <p>effizient A B C D E F G ineffizient</p> <p style="text-align: center;">Vergleichswert GEG für Bestandsgebäude = 74 kWh/(m²a)</p> <p>Heizenergie enthält <input type="checkbox"/> Warmwasser <input type="checkbox"/> Kühlung aus Wärme <input type="checkbox"/> gelieferte Kälte <input type="checkbox"/> therm Be- u. Entfeuchtung</p>		
Strom Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022		
<p>Diese Liegenschaft</p> <p>Endenergie 0 16 20 23 * 27 31 38 kWh/m²a</p> <p>effizient A B C D E F G ineffizient</p> <p style="text-align: center;">Vergleichswert GEG für Bestandsgebäude = 25 kWh/(m²a)</p> <p>Strom enthält <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges <input checked="" type="checkbox"/> Warmwasser <input checked="" type="checkbox"/> Beleuchtung <input type="checkbox"/> Kühlung <input type="checkbox"/> Be- u. Entfeuchtung <input checked="" type="checkbox"/> Hilfsenergie Lüftung</p>		
<p>*Quelle: https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweise.htm</p>		
Energie-Ausweis		
		Energie-Ausweis liegt gültig vor: <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein
Abschätzung Kosten Hydraulischer Abgleich		
Heizlastberechnung, Verfahren B, raumweise liegt vor?	Nein	1.100 €
Einbau Thermostatventile, Einregulierung, in % der beh. Fläche	60%	400 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, klein (25 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, mittel (150 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, groß (500 W)	0	- €
zus. Kosten (Regelung, Regulierventile, etc.)		0 €
Summe abgeschätzte Kosten: Hydraulischer Abgleich, netto		1.500 €

Energie-Steckbrief: 7 Rathaus		
<i>Name / Bezeichnung</i>	<i>Straße, Hausnummer</i>	<i>Datum Begehung</i>
Rathaus	Bahnhofstr. 24	28.02.23
<i>Umriss / Grundriss</i>	<i>Gebäude-Ansicht / Luftbild</i>	<i>Heizsystem</i>
		
H: Standort Heizsystem	<i>Baujahr:</i> 1870-1872 Hauptgebäude mit Anbau (frühere Arrestzellen)	<i>Baujahr:</i> 2010
<i>Bau-Unterlagen</i>	Planunterlagen vorhanden	
<i>Denkmalschutz</i>	Eingetragenes Denkmal	
<i>Energiebezugsfl.</i>	1.079 m ²	
<i>Gebäudehülle</i>	Aw: Ziegel Vollstein Mauerwerk (40-50 cm), aufwändige Stuckverzierungen am Hauptgebäude Fe: Holzfenster mit Isolierverglasung Da: Satteldach mit Tonziegeldeckung in den ausgebauten Dachbereichen Zwischensparrendämmung, Anbau: Satteldach mit Tonziegeldeckung, Dämmlage auf o. Geschossdecke Ke: Haupthaus vollständig unterkellert und beheizt	
<i>Heizsystem</i>	Gasbrennwertkessel, Wärmeabgabe über Heizkörper	
<i>Bisherige San-Maßnahmen</i>	Einrichtung (1999) und Erweiterung (2001) des Bürgerbüros Umbau Sozialamt (1997), Ausbau 3 Räume Dachgeschoss (1995)	
<i>Problembereiche</i>	– Innenbereich EG Anbau (Sozialamt, nicht unterkellert), leichte Feuchteschäden – Ziegel-Abplatzungen im EG/Sockelbereich unterhalb des horizontalen umlaufenden Putzbandes	
<i>Bauph., Feuchte</i>	Feuchteschäden im Innenbereich EG-Anbau	
<i>Kurzfristige Potentiale</i>	– Rohrleitungen der Heizungsverteilung vollständig dämmen (inkl. Ventile) – Neue Thermostatventile und hydraulischer Abgleich – Vollständige Umrüstung auf LED-Beleuchtung	
<i>Langfristige Potentiale</i>	– Fenster erneuern – Dachsanierung mit erhöhter Dämmung – Anbau: Dämmung der Außenwand in Rotklinker als Sparverblender oder gestalterisch und denkmalschutz-adäquat zum Rathaus mit moderner Vorhangfassade	
<i>Klimaneutralität</i>	Wärme: Wärmeversorgung über klimafreundliche Nahwärme oder alternativ individuelle Lösung: Wärmepumpe mit Umrüstung auf entsprechende größere Konvektoren statt Plattenheizkörper	

Gebäudehülle, Ansichten		
		Ostfassade
		Nord- und Westfassade Anbau
		Nord- und Westfassade Haupthaus
		Fenster Holzfenster mit Isolierverglasung (2-fach, Ende 1980er)
		Ziegelbild und Mörtelfugen, Westfassade Oberhalb des Putzbandes früher saniert, unterhalb steht dies noch an

		<p>Haupthaus komplett unterkellert</p> <p>Holzbalkendecke</p> <p>(Keller beheizt, Serverraum, Archiv)</p>
		<p>Dach teilweise ausgebaut und gedämmt (1995)</p> <p>Feuchteschäden im EG-Anbau (Sozialamt, nicht unterkellert)</p>
		<p>Beleuchtung überwiegend Halogenlampen und Leuchtstoffröhren</p>
<p>Heizsystem: Heizung, Verteilung, Warmwasser</p>		
		<p>Buderus GB312</p> <p>Art: Gasbrennwertkessel</p> <p>Baujahr: 2010</p> <p>Leistung: 120kW</p> <p>Rohrleitungen nachträglich gut isoliert</p>
		<p>Hier kann noch nachisoliert werden: Absperrventile (z.B. mit Manschetten)</p> <p>Hocheffizienzpumpe</p>
		<p>Flachheizkörper (Preetzer Fabrikat)</p> <p>Thermostatventil, nicht voreinstellbar</p>

Energieverbräuche				
	2019	2020	2021	2022
Erdgas (witterungsbereinigt)	173.265	176.194	170.251	150.142
Strom	42.349	42.489	40.416	38.719

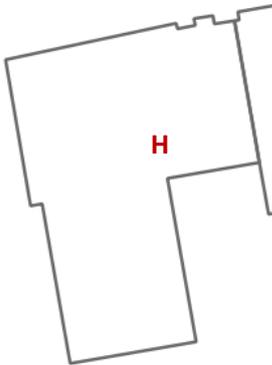
Benchmark nach Vorlage Energieausweis der Abt. Energiemanagement der Stadt Frankfurt/Main*

Heizenergie		Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022	
<p>Diese Liegenschaft</p> <p>Endenergie 0 59 75 88 * 98 109 127 155 kWh/m²a</p> <p>effizient A B C D E F G ineffizient</p> <p>Vergleichswert GEG für Bestandsgebäude = 69 kWh/(m²a)</p> <p>Heizenergie enthält <input checked="" type="checkbox"/> Warmwasser <input type="checkbox"/> Kühlung aus Wärme <input type="checkbox"/> gelieferte Kälte <input type="checkbox"/> therm Be- u. Entfeuchtung</p>			
Strom		Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022	
<p>Diese Liegenschaft</p> <p>Endenergie 0 18 22 38 40 45 66 kWh/m²a</p> <p>effizient A B C D E F G ineffizient</p> <p>Vergleichswert GEG für Bestandsgebäude = 4 kWh/(m²a)</p> <p>Strom enthält <input type="checkbox"/> Sonstiges <input type="checkbox"/> Warmwasser <input type="checkbox"/> Beleuchtung <input type="checkbox"/> Kühlung <input type="checkbox"/> Be- u. Entfeuchtung <input type="checkbox"/> Hilfsenergie Lüftung</p>			

*Quelle: <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweise.htm>

Energie-Ausweis	
	Energie-Ausweis liegt gültig vor:
	<input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nein

Abschätzung Kosten Hydraulischer Abgleich		
Heizlastberechnung, Verfahren B, raumweise liegt vor?	Nein	2.700 €
Einbau Thermostatventile, Einregulierung, in % der beh. Fläche	100 %	3.600 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, klein (25 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, mittel (150 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, groß (500 W)	0	- €
zus. Kosten (Regelung, Regulierventile, etc.)		0 €
Summe abgeschätzte Kosten: Hydraulischer Abgleich, netto		6.300 €

Energie-Steckbrief: 8 Verwaltung, Bauamt		
Name / Bezeichnung	Straße, Hausnummer	Datum Begehung
Verwaltung, Bauamt	Bahnhofstr. 27	28.02.23
Umriss / Grundriss	Gebäude-Ansicht / Luftbild	Heizsystem
		
H: Standort Heizsystem	Baujahr: ca. 1900, Umbau und Errichtung des Anbaus 1980	Baujahr: 1997
Bau-Unterlagen	Planunterlagen und Baubeschreibung (Anbau) vorhanden	
Denkmalschutz	Keine Eintragung	
Energiebezugsfl.	957 m ²	
Gebäudehülle	Altbau Aw: Einschaliges Mauerwerk ca. 50 cm, Putzfassade mit Anstrich Fe: Holzfenster mit Isolierverglasung Da: Satteldach Tonziegel, nachträgl. Dämmung (ca. 10 cm) auf Stahlbetondecke (Jahr: 2000) Ke: Etwa zur Hälfte unterkellert und beheizt	Anbau Poroton (24 cm), Mörtelfuge (ca. 2 cm), VMz (11,5 cm), West- und Südseite zusätzlich mit 12 cm WDVS Holzfenster mit Isolierverglasung Satteldach mit Faserzementplatten, Dämmung (ca. 10 cm) auf der Stahlbetondecke Komplette unterkellert und beheizt
Heizsystem	Gas-Niedertemperaturkessel mit WW-Speicher, Wärmeabgabe über Heizkörper	
Bisherige San-Maßnahmen	– Nachträgliche Dachsanierung (Altbau) – Vollständiger Austausch Fenster (2009) – Dämmung West- und Südseite mit 12 cm WDVS (Anbau) – Heizkörperventil- und Thermostatkopfaustausch (2023) – Hydraulischer Abgleich, Methode B (2023)	
Problembereiche	Nicht bekannt	
Bauph., Feuchte	Keine sichtbaren, erkennbaren Feuchteprobleme	
Kurzfristige Potentiale	Klärung Mieter/Wohnungsfrage im DG: – WW-Bereitung umstellen auf dez. el. über z.B. Durchlauferhitzer – Heizkreis Wohnung vorsehen und separat regeln und WMZ nachrüsten – Vollständige Umrüstung auf LED-Beleuchtung – Dämmschalen für die Mischventile (Heizungsverteilung)	
Langfristige Potentiale	– Dach Anbau sanierungsbedürftig: neue Eindeckung mit erhöhter Dämmung – Photovoltaikanlage im Zusammenhang mit Dacherneuerung – Außenwanddämmung Ostfassade Anbau, z.B. WDVS	
Klimaneutralität	Wärme: Wärmeversorgung über klimafreundliche Nahwärme oder alternativ individuelle Lösung: Wärmepumpe oder Holzpelletkessel	

Gebäudehülle, Ansichten		
		Lage, Alter der Anbauten
		
		Fenster alle erneuert (Isolierverglasung, um 2009)
		Vollständig unterkellert, Keller ist beheizbar, jedoch meist unbeheizt. Grundwärme durch Abwärme Serveranlage
Heizsystem: Heizung, Verteilung, Warmwasser		
		Viessmann Paromat-Simplex Art: Gas-Niedertemperaturkessel Baujahr: 1997 Leistung: 105 kW Hocheffizienzpumpen Absperrventile könnten mittels Manschetten gedämmt sein

		Links: Flachheizkörper, hydraulischer Abgleich wurde durchgeführt
		Beleuchtung (Halogenleuchten, Kompaktleuchtstofflampen, LED)

Energieverbräuche

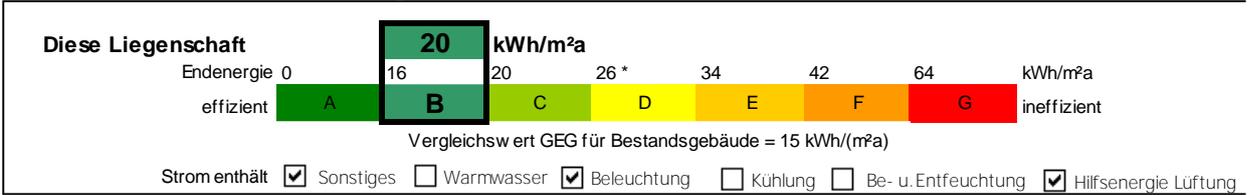
	2019	2020	2021	2022
Erdgas (witterungsbereinigt)	126.775	130.036	127.469	108.627
Strom	19.437	19.673	18.041	20.636

Benchmark nach Vorlage Energieausweis der Abt. Energiemanagement der Stadt Frankfurt/Main*

Heizenergie Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022



Strom Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022



*Quelle: <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweise.htm>

Energie-Ausweis

	Energie-Ausweis liegt gültig vor: <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nein
--	---

Abschätzung Kosten Hydraulischer Abgleich

Hydraulischer Abgleich ist bereits erfolgt.

Energie-Steckbrief: 9 Stadtkasse		
Name / Bezeichnung	Straße, Hausnummer	Datum Begehung
Stadtkasse	Wilhelminenstr. 6	28.02.23
Umriss / Grundriss	Gebäude-Ansicht / Luftbild	Heizsystem
		
H: Standort Heizsystem	Baujahr: 1959	Baujahr: 2013
Bau-Unterlagen	Planunterlagen und Baubeschreibung vorhanden	
Denkmalschutz	Keine Eintragung	
Energiebezugsfl.	443 m ²	
Gebäudehülle	Aw: Zweischaliges Mauerwerk mit Schalenfuge, Kalksandstein innen 17,5 cm, Verblendziegel rot außen 11,5 cm Fe: Kunststofffenster mit Isolierverglasung (ab 2014) Da: Satteldach mit Betonsteindeckung (ca. 8 cm Mineralwolle), oberste Geschossdecke (Stahlbeton, ungedämmt) Ke: Stahlbeton ca. 14 cm, Dämmplatte ca. 1 cm	
Heizsystem	Gasbrennwertkessel, Wärmeabgabe über Heizkessel	
Bisherige San-Maßnahmen	– Nutzungsänderung Rektorwohnung in Büroräume (1996) – Nachträgliche Dämmung des Anbaus, WDVS mit aufgesetztem Mörtelputz in Optik Verblender – Austausch Fenster –	
Problembereiche	– Abplatzungen WDVS mit Aufputz Ziegeloptik	
Bauph., Feuchte	Feuchteschäden im Kellergeschoss (Archiv)	
Kurzfristige Potentiale	– Luftschichtdicke Außenwand messen, > 4 cm dann Kerndämmung – Mechanische Be- und Entlüftung im KG mit Wärmerückgewinnung zur Feuchtebehebung – Neue Thermostatventile und hydraulischer Abgleich – Vollständige Umrüstung auf LED-Beleuchtung –	
Langfristige Potentiale	– Glasbausteine: neue Fenstergestaltung mit hohem Wärmeschutz – umfassende Dachsanierung, erhöhte Dämmlage – Falls Kerndämmung der Aw nicht möglich: Dämmung der Außenwand mit echtem Sparverblender in Ziegeloptik –	
Klimaneutralität	Wärme: Wärmeversorgung über klimafreundliche Nahwärme (wenn möglich), alternativ individuelle Lösung: Wärmepumpe oder Holzpelletkessel	

Gebäudehülle, Ansichten		
		<p>Südseite (links Haupthaus, rechts Anbau mit Eingangsbereich)</p> <p>Westseite</p>
		<p>Ostseite</p> <p>Isolierverglasung (ab 2014)</p> <p>Glasbausteine Eingangsbereich</p>
		<p>Kellergeschoss (beheiztes Archiv)</p>
		<p>Beleuchtung überwiegend Halogenlampen, wenig LED</p>
Heizsystem: Heizung, Verteilung, Warmwasser		
		<p>Logamax plus GB162-25</p> <p>Art: Gasbrennwertkessel</p> <p>Baujahr: 2013</p> <p>Leistung: 25kW</p>



Flachheizkörper, („Preetzer Fabrikat“)
Voreinstellbare
Thermostatventile

Energieverbräuche

	2019	2020	2021	2022
Erdgas (witterungsbereinigt)	47.138	69.344	55.899	49.850
Strom	7.828	7.929	6.735	6.527

Benchmark nach Vorlage Energieausweis der Abt. Energiemanagement der Stadt Frankfurt/Main*

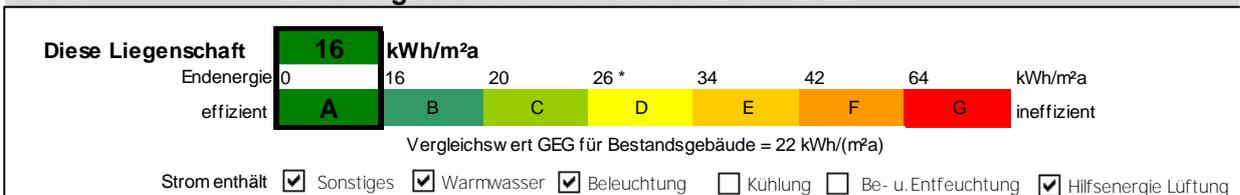
Heizenergie

Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022



Strom

Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022



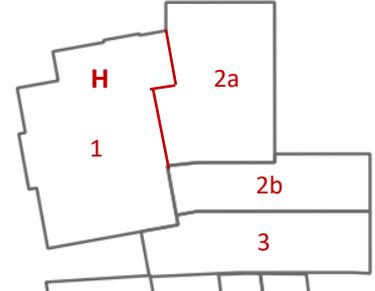
*Quelle: <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweise.htm>

Energie-Ausweis

Energie-Ausweis liegt gültig vor:
 Ja Nein

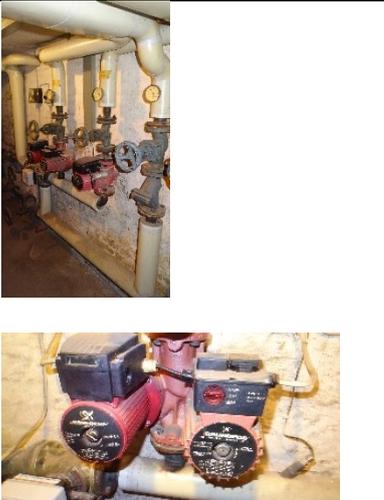
Abschätzung Kosten Hydraulischer Abgleich

Heizlastberechnung, Verfahren B, raumweise liegt vor?	Nein	1.600 €
Einbau Thermostatventile, Einregulierung, in % der beh. Fläche	50%	700 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, klein (25 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, mittel (150 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, groß (500 W)	0	- €
zus. Kosten (Regelung, Regulierventile, etc.)		0 €
Summe abgeschätzte Kosten: Hydraulischer Abgleich, netto		2.300 €

Energie-Steckbrief: 10 Stadtbücherei		
<i>Name / Bezeichnung</i>	<i>Straße, Hausnummer</i>	<i>Datum Begehung</i>
Stadtbücherei	Gasstraße 5	28.02.23
<i>Umriss / Grundriss</i>	<i>Gebäude-Ansicht / Luftbild</i>	<i>Heizsystem</i>
		
<i>Baujahre:</i> 1 Altbau 1906 2 Anbau 1974 (2a Bücherei, 2b Garage) 3 Anbau 1978 (Garage)		<i>Baujahr:</i> 2003, H: Standort
<i>Bau-Unterlagen</i>	Planunterlagen und Baubeschreibungen (von 1974 & 1978) vorhanden	
<i>Denkmalschutz</i>	Keine Eintragung	
<i>Energiebezugsfl.</i>	1.001 m ²	
<i>Gebäudehülle</i>	Altbau Aw: Einschaliges Mauerwerk ca. 50 cm, Putzfassade mit Anstrich Fe: Holzfenster mit Isolierverglasung Da: Satteldach mit Betonsteindeckung Ke: Unbeheizt	Anbau (1974 & 1978) Einschaliges Mauerwerk ca. 30 cm (Porotonsteine), nachträgl. WDVS 14 cm Kunststofffenster mit Isolierverglasung Flachdach auf Stahlbetondecke 5-8 cm Dämmung (Polystyrolschaum), vorderer Bereich Garagen erneuert (2017) Beheizt
<i>Heizsystem</i>	Ölkessel, WW-Speicher, Wärmeabgabe über Heizkörper	
<i>Bisherige San-Maßnahmen</i>	– Dämmung der Außenwand mit WDVS (Anbau) – Erneuerung der Fenster	
<i>Problembereiche</i>	Keine bekannt	
<i>Bauph., Feuchte</i>	Keine sichtbaren, erkennbaren Feuchteprobleme	
<i>Kurzfristige Potentiale</i>	– Rohrleitungen der Heizungsverteilung vollständig dämmen (inkl. Ventile) – Kellerdecke Altbau dämmen – Vollständige Umrüstung auf LED-Beleuchtung – Neue Thermostatventile und hydraulischer Abgleich	
<i>Langfristige Potentiale</i>	– Dachsanierung Altbau – Vollständige Erneuerung der Fenster	
<i>Klimaneutralität</i>	Wärme: Wärmeversorgung über klimafreundliche Nahwärme (wenn möglich), alternativ individuelle Lösung: Wärmepumpe oder Holzpelletkessel (Heizölvorratsraum für Holzpelletlager nutzen)	

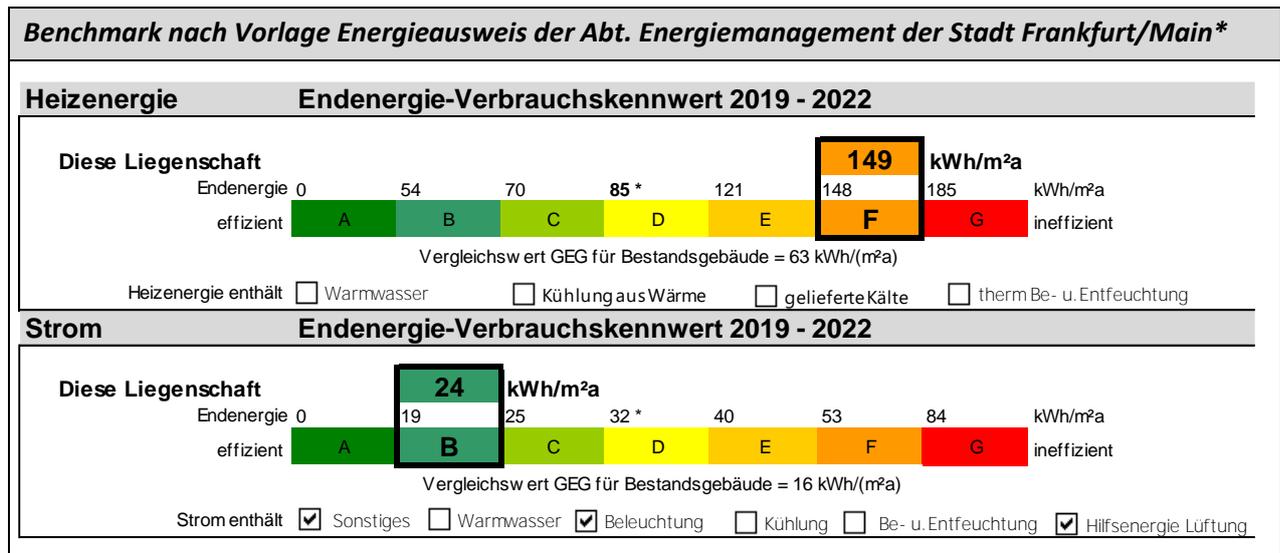
Gebäudehülle, Ansichten		
		<p>Westfassade mit Haupteingang (links), Nordfassade (rechts)</p>
		<p>Nord- und Ostfassade Anbau</p>
		<p>Fenster Isolierverglasung (überwiegend erneuert, ab 2006)</p>
		<p>Dach Altbau nicht ausgebaut, Spitzboden, Ziegel in Pappdocken verlegt</p> <p>Kellergeschoss (KG) Altbau ist unbeheizt, KG Anbau ist beheizt</p>
		<p>Beleuchtung überwiegend Leuchtstofflampen und Halogenlampen</p>

Heizsystem: Heizung, Verteilung, Warmwasser

		<p>Buderus GE315 Art: Ölkessel Baujahr: 2003 Leistung: 150kW</p> <p>Umwälzpumpen umrüsten auf Hocheffizienzstandard, Zwillingspumpe ggfs. gegen einsträngige Hocheffizienzpumpe tauschen</p>
		<p>Links: Zentraler WW-Speicher Rechts: Heizöllagerraum mit Öltanks</p>
 		<p>Heizkörper, Radiatoren, unterschiedliche und veraltete Thermostatventile; nicht voreinstellbar</p>

Energieverbräuche

	2019	2020	2021	2022
Heizöl (witterungsbereinigt)	133.233	159.646	142.800	165.011
Strom	32.762	25.111	20.851	18.626



*Quelle: <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweise.htm>

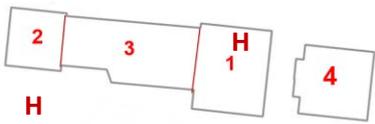
Energie-Ausweis

Energie-Ausweis liegt gültig vor:

Ja Nein

Abschätzung Kosten Hydraulischer Abgleich

Heizlastberechnung, Verfahren B, raumweise liegt vor?	Nein	2.600 €
Einbau Thermostatventile, Einregulierung, in % der beh. Fläche	100 %	3.300 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, klein (25 W)	2	600 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, mittel (150 W)	1	500 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, groß (500 W)	2	4.000 €
zus. Kosten (Regelung, Regulierventile, etc.)		0 €
Summe abgeschätzte Kosten: Hydraulischer Abgleich, netto		11.000 €

Energie-Steckbrief: 11 Freie Schule Leben und Lernen, VHS				
Name / Bezeichnung		Straße, Hausnummer		Datum Begehung
Freie Schule Leben und Lernen, VHS		Kirchenstr. 31		01.03.23
Umriss / Grundriss		Gebäude-Ansicht / Luftbild		Heizsystem
				
Baujahre: 1 Schule (1892, Aufstockung 1952) 2 VHS, HSM-Whg. (ca. 1900) 3 Erweiterung Schule (1976) 4 Turnhalle & KITA (2007)			Baujahr: 1992 und 1994 Steuerung Kessel 2 erneuert.	
Bau-Unterlagen	Keine Bauunterlagen vorliegend (Turnhalle??)			
Denkmalschutz	Keine Eintragung			
Energiebezugsfl.	1.541 m ²			
Gebäudehülle	Schule	VHS, HSM-Whg.	Erweiterung Schule	KiGa/Turnhalle
	Aw: Mauerwerk (MW) ohne Dämmung	MW ohne Dämmung	MW mit geringer Dämmung	MW, Dämmung, Holzstabfassade
	Fe: Isolierverglasung, teilw. 1-fachverglast	Isolierverglasung (1990, 2010)	2-fachverglast Südseite erneuert 2021, Nordseite 2010	2-fachverglast (2007)
	Da: Ausgebautes DG mit mittlerem Dämmstandard	unausgebaut, teilw. ungedämmt	Flachdach ohne Dämmung	Gründach
	Ke: Nur Heizraum unterkellert	Nur Heizraum unterkellert	Nicht unterkellert	Nicht unterkellert
Heizsystem	Öl-Niedertemperaturkessel, Wärmeabgabe über Heizkörper, Deckenstrahlplatten (Halle)			
Bisherige San-Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> – Erneuerung fast aller Fenster (s.o.) – Südfassade Erweiterungsbau wegen Brandschaden umfassend saniert (2021) – Heizöltank mit Innenhülle versehen 			
Problembereiche	<ul style="list-style-type: none"> – Wärmeerzeuger VHS funktionsfähig, Wärmeerzeuger Schule mit defekter Regelung – VHS-Gebäude derzeit als Flüchtlingsunterkunft genutzt 			
Bauph., Feuchte	Feuchteprobleme im EG des VHS-Gebäudes			
Kurzfristige Potentiale	<ul style="list-style-type: none"> – Neue Wärmeerzeuger als Ersatz für Schule und VHS – Optimierte Regelung, Install. Wärmemengenzähler für Abnehmer (VHS, Schule, Turnhalle/KITA) – Nachisolierung der Rohrleitungen (Manschetten für Ventile, Umwälzpumpen) wenn Heizanlage erneuert wurde – Hydr. Abgleich, Hocheffizienzpumpen, elektr. optimierte Thermostatventile 			

	<ul style="list-style-type: none"> – Prüfen WW-Bedarf, wenn gering, dann Umstellen auf dez. el. WW-Bereitung und Stilllegen des Speichers mit Zuleitungen (entfernen!) – Dämmung oberste Geschossdecken (Schule und VHS) – Vollständige Umrüstung auf LED-Beleuchtung
<i>Langfristige Potentiale</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Umfangreiche Außenwandsanierung mit Wärmedämmung evtl. Vorhangfassade oder WDVS (Schule & VHS) – vollst. Austausch Fenster und Türen (in ca. 10-15 Jahren) – Umsetzung des vorliegenden Energieberichtes nach DIN 18599
<i>Klimaneutralität</i>	Wärme: Wärmeversorgung über klimafreundliche Nahwärme (wenn möglich), alternativ individuelle Lösung: Wärmepumpe mit Umrüstung der Heizkörper auf großflächige Konvektoren für niedrige Vorlauftemperaturen.

Gebäudehülle, Ansichten

		<p>1. Bauabschnitt: Schule (1892, Aufstockung 1952)</p> <p>Ostseite und Südseite</p>
		Nordseite
		<p>Fenster:</p> <p>Nord- und Südseite: 2-fachverglast (überw. erneuert, 2010)</p> <p>Ostseite: 2-fachverglast (teilw. sanierungsbedürftig)</p> <p>Dachschrägenfenster: 1-fachverglast, sanierungsbedürftig</p>
		<p>Beleuchtung Schule mit Kompaktleuchtstofflampen (Flur) und Leuchtstoffröhren (Klassenzimmer, T8 mit Spiegelraster)</p>

		<p>2. Bauabschnitt: VHS & HSM-Whg. Westseite und Südseite</p>
		<p>unausgebautes Dachgeschoss (teilw. ungedämmt)</p>
		<p>Fenster: 2-fachverglast, 1990, 2010</p>
		<p>3. Bauabschnitt: Erweiterung Schule (1976) Südseite (links) und Nordseite (rechts) Südfassade wurde wegen Brandschaden umfassend saniert (2021)</p>
		<p>Fenster: 2-fachverglast (überw. erneuert, 2007, 2021)</p>

		<p>4. Bauabschnitt: Turnhalle & KITA (2007) Westseite</p>
		<p>Südseite und Ostseite</p>
		<p>Nordseite</p>
		<p>Fenster: 2-fachverglast, 2007</p>
		<p>Beleuchtung Turnhalle mit Leuchtstoffröhren Integrierte Deckenstrahlplatten</p>

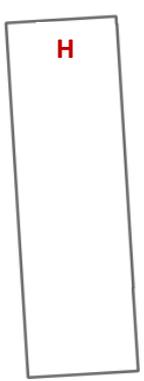
Heizsystem: Heizung, Verteilung, Warmwasser		
		<p>Wärmeversorgung 1: Schule und Turnhalle Buderus GE315 Art: Öl-NT-Kessel Baujahr: 1992 Leistung: 200 kW Standort: Heizraum Die Regelung ist defekt. Kessel läuft derzeit unregelt!</p> <p>Alter Ölmenzähler wurde ausgetauscht.</p>
		<p>Verteilung mit geregelten Pumpen</p> <p>WW-Speicher (150l) derzeit nicht in Benutzung</p>
		<p>Öltank wurde ausgebaut, der zweite Öltank mit Innenhülle versehen. Prüfung verlief erfolgreich, eine Ölversorgung zum VHS-Gebäude wurde reaktiviert, Nottank dort entfernt.</p>
		<p>Rippenheizkörper Schule</p>
		<p>Heizkörper Turnhalle (ungünstig angebracht, weil fast unterhalb der Decke und neben dem Fenster)</p>

		<p>WW-Versorgung Turnhalle über elektronischen Durchlauferhitzer</p>
	 	<p>Wärmeversorgung 2: VHS Buderus G 205/66-9 Art: Öl-NT-Kessel Baujahr: 1994 Leistung: 73kW Standort: Heizraum</p> <p>Der Kessel ist mit externer Steuerung voll funktionsfähig, der Ölmengenzähler ausgetauscht.</p> <p>Alter Ölmengenzähler!</p>
		<p>Verteilung mit 3-stufigen, ungeregelten Umwälzpumpen</p>

Energieverbräuche

	2019	2020	2021	2022
Heizöl VHS + Heizöl Schule (witterungsbereinigt)	133.589	175.161	212.731	267.300
Strom VHS + Strom Schule	31.157	23.643	29.695	23.958

Benchmark nach Vorlage Energieausweis der Abt. Energiemanagement der Stadt Frankfurt/Main*		
Heizenergie Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022		
<p>Diese Liegenschaft</p> <p>Endenergie 0 69 87 104 * 129 142 176 kWh/m²a</p> <p>effizient A B C D E F G ineffizient</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Vergleichswert GEG für Bestandsgebäude = 59 kWh/(m²a)</p> <p>Heizenergie enthält <input type="checkbox"/> Warmwasser <input checked="" type="checkbox"/> Kühlung aus Wärme <input type="checkbox"/> gelieferte Kälte <input type="checkbox"/> therm Be- u. Entfeuchtung</p>		
Strom Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022		
<p>Diese Liegenschaft</p> <p>Endenergie 0 12 15 18 20 25 32 kWh/m²a</p> <p>effizient A B C D E F G ineffizient</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Vergleichswert GEG für Bestandsgebäude = 30 kWh/(m²a)</p> <p>Strom enthält <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges <input checked="" type="checkbox"/> Warmwasser <input checked="" type="checkbox"/> Beleuchtung <input type="checkbox"/> Kühlung <input type="checkbox"/> Be- u. Entfeuchtung <input checked="" type="checkbox"/> Hilfsenergie Lüftung</p>		
*Quelle: https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweise.htm		
Energie-Ausweis		
	Energie-Ausweis liegt gültig vor:	
	<input type="radio"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein	
Abschätzung Kosten Hydraulischer Abgleich		
Heizlastberechnung, Verfahren B, raumweise liegt vor?	Nein	3.300 €
Einbau Thermostatventile, Einregulierung, in % der beh. Fläche	100 %	5.100 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, klein (25 W)	2	600 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, mittel (150 W)	2	1.000 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, groß (500 W)	1	2.000 €
zus. Kosten (Regelung, Regulierventile, etc.)		0 €
Summe abgeschätzte Kosten: Hydraulischer Abgleich, netto		12.000 €

Energie-Steckbrief: 12 Freiwillige Feuerwehr		
<i>Name / Bezeichnung</i>	<i>Straße, Hausnummer</i>	<i>Datum Begehung</i>
Freiwillige Feuerwehr	Güterstr. 2	01.03.23
<i>Umriss / Grundriss</i>	<i>Gebäude-Ansicht / Luftbild</i>	<i>Heizsystem</i>
		
H: Standort Heizkessel	<i>Baujahr: 2008</i>	<i>Baujahr: 2008</i>
<i>Bau-Unterlagen</i>	Baubeschreibung und Planunterlagen vorhanden	
<i>Denkmalschutz</i>	Keine Eintragung	
<i>Energiebezugsfl.</i>	1.728 m ²	
<i>Gebäudehülle</i>	Aw: Kalksandstein (24 cm), Wärmedämmung gem. EnEV 2007, Fassadenelemente Aluminiumblech Fe: Pfosten-Riegel-Fassade, 2 fach Isolierverglasung Da: Stahlbetondecke und Holzbalkendecke (Fzg.-Halle), Dämmung, Dachbahn Ke: teilunterkellert für Heizungsraum	
<i>Heizsystem</i>	Holzpelletheizung, Fußbodenheizung, Entfeuchtung mit Abluftanlage	
<i>Bisherige San-Maßnahmen</i>	Bj. 2008, keine	
<i>Problembereiche</i>	Im Heizraum unisolierte Rohrleitungen und Endverschraubungen Heizungsregelung scheint optimierbar zu sein Ansatz für rasche Energieeinsparung: Raumtemperatur der Halle reduzieren	
<i>Bauph., Feuchte</i>	Keine sichtbaren, erkennbaren Feuchteprobleme	
<i>Kurzfristige Potentiale</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Vollständige Umrüstung auf LED-Beleuchtung – Optimierung der Regelung der Heizung: Raumtemperatur der Halle reduzieren (ca. 17°C - 18°C bei Begehung) – Jegliche Rohrleitungen und Endverschraubungen an Puffer- und WW-Speicher isolieren – Vorhandenen Wärmemengenzähler reaktivieren und regelmäßig ablesen (Effizienz des Kessels und Pufferspeichers überprüfen) – Ggf. neue Thermostatventile und hydraulischer Abgleich – Überprüfen des Warmwasserbedarfs: Ablesen des Kaltwasserzählers als Zulauf zum WW-Speicher. Wenn Bedarf zu gering, Umstellen auf dez. elektr. WW-Bereitung 	
<i>Langfristige Potentiale</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Verschattung oder nachträgl. Dämmung der Festverglasung der ostseitigen ganzseitigen Glasfassade (insb. über den Fahrzeugtoren), da zu hoher solarer Wärmeeintrag in der Nicht-Heizperiode 	
<i>Klimaneutralität</i>	Wärme ist bereits klimaneutral	

Gebäudehülle, Ansichten		
 <p>Ostseite</p>	 <p>Nordseite</p>	<p>Lage, Alter der Anbauten</p>
		<p>Fahrzeughtore & Pfosten-Riegel-Fassade</p>
		<p>Tore und Fußboden: hohe Wärmeabgabe am Fußboden</p>
Heizsystem: Heizung, Verteilung, Warmwasser		
		<p>Holzpellettkessel, Fa. Biokompakt Heiztechnik GmbH (Insolvenz in 2018) Baujahr: 2008 Leistung: 98 kW Heukreise und Verteilung: Hocheffizienzpumpen</p>
		<p>Pufferspeicher 2 x à ca. 800 Liter Kappen / Endverschraubungen nicht isoliert</p>

		<p>Warmwasserspeicher, ca. 400 Liter</p> <p>Wärmeverluste an Endverschraubungen und unisolierten Rohrleitungen</p>
		<p>Wärmemengenzähler, nicht in Betrieb; reaktivieren (neue Batterie)</p> <p>Wasseruhr im Zulauf zum WW-Speicher: Überprüfung des WW-Bedarfs!</p>
		<p>Beleuchtung in der Halle auf LED nachgerüstet (sonstige Räume Leuchtstoffröhren, Nachrüstung soll erfolgen)</p>
		<p>Links: Abluftanlage zur Trocknung der Raumluft (Mannschaftskleidung)</p> <p>Rechts: Regelung</p>

Energieverbräuche

	2019	2020	2021	2022
Holzpellets (witterungsbereinigt)	227.217	129.618	204.204	99.440
Strom	41.622	39.264	41.049	35.285

Benchmark nach Vorlage Energieausweis der Abt. Energiemanagement der Stadt Frankfurt/Main*

Heizenergie Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022

Diese Liegenschaft **96 kWh/m²a**

Endenergie 0 86 127 154* 188 229 287 kWh/m²a

effizient **A B C D E F G** ineffizient

Vergleichswert GEG für Bestandsgebäude = 67 kWh/(m²a)

Heizenergie enthält Warmwasser Kühlung aus Wärme gelieferte Kälte therm Be- u. Entfeuchtung

Strom Endenergie-Verbrauchskennwert 2019 - 2022

Diese Liegenschaft **23 kWh/m²a**

Endenergie 0 15 20 26* 36 53 73 kWh/m²a

effizient **A B C D E F G** ineffizient

Vergleichswert GEG für Bestandsgebäude = 3 kWh/(m²a)

Strom enthält Sonstiges Warmwasser Beleuchtung Kühlung Be- u. Entfeuchtung Hilfsenergie Lüftung

*Quelle: <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweise.htm>

Energie-Ausweis

Energie-Ausweis liegt gültig vor:

Ja Nein

Energie-Ausweis

Heizlastberechnung, Verfahren B, raumweise liegt vor?	Nein	3.500 €
Einbau Thermostatventile, Einregulierung, in % der beh. Fläche	20%	1.200 €
Einbau Hocheffizienzpumpen, klein (25 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, mittel (150 W)	0	- €
Einbau Hocheffizienzpumpen, groß (500 W)	0	- €
zus. Kosten (Regelung, Regulierventile, etc.)		0 €
Summe abgeschätzte Kosten: Hydraulischer Abgleich, netto		4.700 €