

## BERICHT ÜBER INGENIEUR- UND BERATUNGSLEISTUNGEN

### Berichtsumfang

---

ENERGETISCHES QUARTIERSKONZEPT JEVENSTEDT - ALTER ORTS-  
KERN

### Auftraggeber

---

AMT JEVENSTEDT (FÜR DIE GEMEINDE JEVENSTEDT)  
Meiereistraße 5  
24808 Jevenstedt

### Auftragnehmer

---

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

### In Kooperation mit

---

WORTMANN-ENERGIE  
Fraunhoferstraße 13  
24118 Kiel

E|M|N ENERGIEMANUFAKTUR NORD  
Am Hasselberg 7  
25813 Husum

### Ansprechpartner:

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

Kiel, den 29. April 2021

- Auftraggeber:** Amt Jevenstedt (für die Gemeinde Jevenstedt)  
Meiereistraße 5  
24808 Jevenstedt
- Ansprechpartner:** Michael Rudolph, Amt Jevenstedt
- Auftragnehmer:** IPP ESN Power Engineering GmbH  
Rendsburger Landstraße 196-198  
24113 Kiel  
Bearbeitung:  
Torge Lorenzen M.Eng., Dipl.-Ing. Thomas Lutz-Kulawik,  
Dipl.-Phys. Jürgen Meereis
- In Kooperation mit:** wortmann-energie  
Fraunhoferstraße 13  
24118 Kiel  
Bearbeitung:  
Daniel Bornmann M.Sc., Ayla Soltanpoor B.Sc., Dipl.-Ing. Jörg Wortmann
- E|M|N EnergieManufaktur Nord  
Am Hasselberg 7  
25813 Husum  
Bearbeitung:  
Dipl.-Ing. Peter Bielenberg
- Stand:** Abgestimmte Endfassung, 29.04.2021
- Förderhinweis:** Das Projekt Energetische Stadtsanierung im Quartier Jevenstedt - Alter Dorfkern wird gefördert aus Mitteln des Bundes im Rahmen des KfW-Programms 432 „Energetische Stadtsanierung“ sowie ergänzend aus Mitteln des Landes Schleswig-Holstein.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Verkehr, Bau  
und Stadtentwicklung



aufgrund eines Beschlusses des  
Deutschen Bundestages

## INHALTSVERZEICHNIS

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1      | Tabellenverzeichnis.....  | 1  |
| 2      | Abbildungsverzeichnis.....  | 3  |
| 3      | Abkürzungsverzeichnis.....  | 5  |
| 4      | Gender-Aspekte.....   | 7  |
| 5      | Anforderungen des Programms KfW 432.....  | 8  |
| 5.1    | Checkliste KfW energetische Stadtsanierung.....   | 8  |
| 5.2    | Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz – Verwendungsnachweis KfW energetische Stadtsanierung..... | 9  |
| 6      | Ausgangslage und Auftrag.....   | 11 |
| 7      | Zusammenfassung zentraler Ergebnisse.....   | 12 |
| 8      | Das Quartier.....   | 16 |
| 8.1    | Räumliche Lage und Funktionen.....  | 16 |
| 8.2    | Motivation, Klimaschutz.....  | 17 |
| 9      | Bestandsaufnahme.....   | 18 |
| 9.1    | Bevölkerung, Baufertigstellungen.....   | 18 |
| 9.2    | Gebäude- und Heizungsbestand.....   | 19 |
| 9.2.1  | Wohnbebauung.....   | 19 |
| 9.2.2  | Derzeitige Wärmeerzeugung.....  | 21 |
| 9.2.3  | Ergebnisse der Fragebogenaktion und der Energieberatung vor Ort.....                            | 24 |
| 9.2.4  | Nicht-Wohngebäude und öffentliche Liegenschaften.....   | 27 |
| 9.3    | Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz des Quartiers.....   | 38 |
| 9.4    | Zusammenfassung Bestandsaufnahme.....   | 42 |
| 10     | Energie- und CO <sub>2</sub> -Minderungspotenziale durch Gebäudesanierung.....                  | 43 |
| 10.1   | Gebäudesanierungspotenzial – Vorgehensweise, Rahmenbedingungen.....                             | 44 |
| 10.2   | Fördersituation Jahreswechsel 2020/21.....  | 47 |
| 10.3   | Mustersanierungsberatungen - Energieberatung vor Ort.....                                       | 50 |
| 10.3.1 | Mustersanierungskonzept Gebäude A.....  | 50 |
| 10.3.2 | Mustersanierungskonzept Gebäude B.....  | 54 |
| 10.3.3 | Zusammenfassende Ergebnisse der Mustersanierungskonzepte.....                                   | 57 |
| 10.4   | Einsparpotential und Sanierungsrate.....  | 59 |
| 11     | Versorgungsoptionen und -szenarien.....   | 62 |
| 11.1   | Zentrale Versorgungsoptionen.....   | 62 |
| 11.1.1 | Technische Versorgungslösungen.....   | 63 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 11.1.2 | Entwurf Wärmenetz .....   | 64  |
| 11.1.3 | Energiewirtschaftliche Ansätze .....                                  | 68  |
| 11.1.4 | Zentrale Wärmeversorgung ohne Sanierung.....                          | 68  |
| 11.1.5 | Zentrale Wärmeversorgung mit Sanierungsvariante 1 .....               | 76  |
| 11.1.6 | Zentrale Wärmeversorgung mit Sanierungsvariante 2 .....               | 78  |
| 11.2   | Wärmeoptionen unter Einbeziehung der lokalen Biogasanlagen.....       | 81  |
| 11.2.1 | Biogaswärmenutzung mittels Transportwärmenetz .....                   | 82  |
| 11.2.2 | Biogasnutzung mittels Biogasnetz und Satelliten-BHKW .....            | 85  |
| 11.2.3 | Biogaswärmenutzung mittels Wärmetransport über mobile Container ..... | 87  |
| 11.2.4 | CO <sub>2</sub> -Bilanz und Primärenergiefaktor .....                 | 88  |
| 11.3   | Betreiberkonzepte.....  | 91  |
| 11.4   | Dezentrale Versorgungsoptionen.....                                   | 93  |
| 11.5   | Vergleich zentraler und dezentraler Versorgungsoptionen .....         | 95  |
| 11.6   | Sensitivitätsanalyse .....  | 96  |
| 11.7   | Zusammenfassung Wärmeerzeugung .....                                  | 101 |
| 11.8   | Photovoltaikanlage auf den Dachflächen der Schule .....               | 101 |
| 12     | Umsetzungshemmnisse und Möglichkeiten zu ihrer Überwindung .....      | 104 |
| 12.1   | Gebäudesanierung .....  | 104 |
| 12.2   | Leitungsgebundene Wärmeversorgung .....                               | 105 |
| 12.2.1 | Technische Herausforderungen.....                                     | 105 |
| 12.2.2 | Rechtliche und organisatorische Herausforderungen.....                | 106 |
| 12.2.3 | Wirtschaftliche Herausforderungen .....                               | 106 |
| 13     | Öffentlichkeitsarbeit .....   | 109 |
| 13.1   | Lenkungsgruppe .....  | 109 |
| 13.2   | Allgemeine Öffentlichkeit.....  | 110 |
| 14     | Controlling-Konzept .....   | 111 |
| 14.1   | Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz .....                            | 111 |
| 14.2   | Bewertungsindikatoren.....  | 111 |
| 14.3   | Dokumentation.....  | 112 |
| 15     | Maßnahmenkatalog und Empfehlungen .....                               | 113 |
| 16     | Sanierungsmanagement.....   | 114 |
| 17     | Literaturverzeichnis .....  | 116 |

## 1 TABELLENVERZEICHNIS

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 5-1: Abgleich der Berichtsinhalte mit den Anforderungen der KfW.....                                    | 8  |
| Tabelle 5-2: Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz der empfohlenen Versorgungsvariante<br>„Gesamtquartier“ ..... | 9  |
| Tabelle 5-3: Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz aller betrachteten Versorgungsvarianten.....                  | 10 |
| Tabelle 7-1: Heizenergiebedarf des Quartiers.....   | 12 |
| Tabelle 9-1: spezifische Heizwärmebedarfe von Einfamilienhäusern nach Baualtersklassen....                      | 21 |
| Tabelle 9-2: Auswertung der Fragebögen zu den Liegenschaften des Quartiers.....                                 | 26 |
| Tabelle 9-3: Landwirtschaftliche Betriebe Jevenstedt.....   | 28 |
| Tabelle 9-4: Größere gewerbliche Unternehmen im Quartier in Jevenstedt .....                                    | 28 |
| Tabelle 9-5: Kenndaten öffentliche Liegenschaften Jevenstedt.....   | 30 |
| Tabelle 9-6: Begehung Schule, Hinweise zur Energieeffizienz .....   | 30 |
| Tabelle 9-7: Begehung Freibad, Bauhof, Hinweise zur Energieeffizienz.....                                       | 33 |
| Tabelle 9-8: Begehung Kindertagesstätte Bunte Arche, Hinweise zur Energieeffizienz.....                         | 35 |
| Tabelle 9-9: Begehung Amtsverwaltung, Hinweise zur Energieeffizienz.....  | 37 |
| Tabelle 9-10: Heizenergiebedarf im Quartier 2020 .....  | 39 |
| Tabelle 9-11: CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren und Primärenergiefaktoren verschiedener<br>Energieträger ..... | 40 |
| Tabelle 9-12: Wärme-, Endenergie-, CO <sub>2</sub> - und Primärenergiebilanz in Jevenstedt.....                 | 41 |
| Tabelle 10-1: Nachrüstpflichten (Auszug) für Bestandsgebäude gemäß aktuellem GEG<br>2020.....                   | 46 |
| Tabelle 10-2: Sinnvolle Maßnahmenkombinationen bei der Gebäudesanierung .....                                   | 47 |
| Tabelle 10-3: Förderprogramme für die energetische Sanierung von Wohn- und<br>Nichtwohngebäuden .....           | 48 |
| Tabelle 10-4: Gebäude A, Sanierungsvorschläge .....   | 51 |
| Tabelle 10-5: Förderübersicht der Sanierungsvarianten für Gebäude A.....  | 52 |
| Tabelle 10-6: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude A, Sanierungsvorschläge .....                              | 53 |
| Tabelle 10-7: Gebäude B, Sanierungsvorschläge .....   | 54 |
| Tabelle 10-8: Förderübersicht der Sanierungsvarianten für Gebäude B.....  | 55 |
| Tabelle 10-9: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude B, Sanierungsvorschläge .....                              | 56 |
| Tabelle 10-10: Heizenergiebedarf 2018 und Abschätzung 2050 mit 1- und 2 %iger<br>Sanierungsrate.....            | 61 |
| Tabelle 11-1: Energiewirtschaftliche Ansätze .....  | 68 |
| Tabelle 11-2: Anlagendimensionierung und Energiebilanzen der zentralen<br>Wärmeversorgung.....                  | 70 |
| Tabelle 11-3: Investitionen der zentralen Wärmeversorgung.....  | 73 |
| Tabelle 11-4: Wärmegestehungskosten der zentralen Wärmeversorgung .....   | 75 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabelle 11-5: Anlagendimensionierung und Energiebilanzen Sanierungsvariante 1.....                                 | 77  |
| Tabelle 11-6: Wärmegestehungskosten Sanierungsvariante 1.....  | 78  |
| Tabelle 11-7: Anlagendimensionierung und Energiebilanzen Sanierungsvariante 2.....                                 | 79  |
| Tabelle 11-8: Wärmegestehungskosten Sanierungsvariante 2.....  | 80  |
| Tabelle 11-9: Abschätzung des nutzbaren Wärmepotenzials der Biogasanlagen.....                                     | 83  |
| Tabelle 11-10: Abschätzung der Wärmetransportkosten (nur Kapitaldienst) .....                                      | 84  |
| Tabelle 11-11: Abschätzung der Wärmetransportkosten (nur Kapitaldienst) für die vier<br>Versorgungsszenarien ..... | 84  |
| Tabelle 11-12: Abschätzung der Biogas-Transportkosten (nur Kapitaldienst).....                                     | 86  |
| Tabelle 11-13: Abschätzung der zu erwartenden „mobilen Biogaswärmegestehungskosten.....                            | 87  |
| Tabelle 11-14: CO <sub>2</sub> -Emissionen der zentralen Wärmeversorgung, Teil 1 .....                             | 89  |
| Tabelle 11-15: CO <sub>2</sub> -Emissionen der zentralen Wärmeversorgung, Teil 2.....                              | 89  |
| Tabelle 11-16: Primärenergiebedarf der zentralen Wärmeversorgung, Teil 1 .....                                     | 91  |
| Tabelle 11-17: Primärenergiebedarf der zentralen Wärmeversorgung, Teil 2.....                                      | 91  |
| Tabelle 11-18: Übersicht über mögliche Betreibermodelle (EVA = Erzeugung, Verteilung,<br>Abrechnung) .....         | 92  |
| Tabelle 11-19: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) .....  | 94  |
| Tabelle 11-20: Dezentrale Versorgungslösungen.....   | 95  |
| Tabelle 11-21: Jährliche Energiepreisentwicklung gemäß BMWi .....  | 97  |
| Tabelle 11-22: Eingangsparameter der Sensitivitätsanalyse .....  | 97  |
| Tabelle 11-23: Legende der Diagramme zur Sensitivitätsanalyse .....  | 97  |
| Tabelle 14-1: Indikatoren zum Controlling für die Umsetzung des Quartierskonzeptes .....                           | 112 |
| Tabelle 15-1: Maßnahmenkatalog mit Priorisierung .....   | 113 |
| Tabelle 16-1: Aufgaben des Sanierungsmanagements .....   | 114 |

## 2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 7-1: Durchschnittliche Wärmekosten pro Jahr über 10 Jahre und CO <sub>2</sub> -Emissionen verschiedener Versorgungsoptionen (Einfamilienhaus, Wärmebedarf 20.000 kWh/a) mit Bundesförderung (BEG + KfW) ..... | 15 |
| Abbildung 8-1: Lage von Jevenstedt im Kreis Rendsburg-Eckernförde .....   | 16 |
| Abbildung 8-2: Das Quartier Jevenstedt – Alter Ortskern .....   | 17 |
| Abbildung 9-1: Bevölkerungsentwicklung und Perspektive bis 2035 .....   | 18 |
| Abbildung 9-2: Baufertigstellungen in Jevenstedt 2010 bis 2019.....   | 19 |
| Abbildung 9-3: Flächennutzungsplan 1976 und Bebauung aktuell von Jevenstedt.....  | 20 |
| Abbildung 9-4: Verteilung der Gebäudealtersklassen.....   | 20 |
| Abbildung 9-5: Anzahl und Leistung der Öl- und Gaskessel nach Baujahren .....   | 22 |
| Abbildung 9-6: Anzahl und Alter der Ölkessel .....  | 23 |
| Abbildung 9-7: Anzahl und Alter der Erdgaskessel.....   | 23 |
| Abbildung 9-8: Erdgasnetz im Quartier Jevenstedt – Alter Ortskern.....  | 24 |
| Abbildung 9-9: Fragebogen zur individuellen Wärmeversorgung der Gebäude im Quartier.....  | 25 |
| Abbildung 9-10: Flyer (Verbraucherzentrale) zum kostenfreien Gebäude-Check .....  | 26 |
| Abbildung 9-11: Denkmalschutz: St.-Georg-Kirche, Kirchspielvogtei.....  | 27 |
| Abbildung 9-12: Schmiedemuseum, Pastorat.....   | 27 |
| Abbildung 9-13: Gewerbe und Flächen in der Dorfmitte .....  | 29 |
| Abbildung 9-14: Vorgehensweise zur Erstellung der Wärmeatlasses.....  | 38 |
| Abbildung 9-15: Wärmeatlas – Heizenergiebedarfe 2020.....   | 39 |
| Abbildung 9-16: Aufteilung Wärmebedarf nach Energieträgern.....   | 40 |
| Abbildung 9-17: Entwicklung der spezifischen Emissionen des deutschen Strommixes.....   | 41 |
| Abbildung 10-1: Entwicklung des energieeffizienten Bauens (Primärenergiebedarf in kWh / (m <sup>2</sup> -a) ).....  | 43 |
| Abbildung 10-2: Gebäudeansicht, Ausgangsbasis mit energetischer Bewertung und Treibhausgaseffekt.....   | 51 |
| Abbildung 10-3: Gebäude A, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung .....  | 51 |
| Abbildung 10-4: Gebäude A, Rentierlichkeit der Sanierungsvarianten und resultierende CO <sub>2</sub> -Minderungen .....   | 53 |
| Abbildung 10-5: Gebäudeansicht, Ausgangsbasis mit energetischer Bewertung und Treibhausgaseffekt.....   | 54 |
| Abbildung 10-6: Gebäude B, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung .....  | 55 |
| Abbildung 10-7: Gebäude B, Rentierlichkeit der Sanierungsvarianten und resultierende CO <sub>2</sub> -Minderungen .....   | 57 |
| Abbildung 10-8: Unterscheidung Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten .....  | 58 |
| Abbildung 10-9: Spez. Endenergieverbrauch heute und 2050 (Sanierungsrate 1 %) .....   | 60 |

|   |     |
|---|-----|
| Abbildung 10-10: Spez. Endenergieverbrauch je Baualterklasse für 2050 (Sanierungsrate 2 %)  | 60  |
| Abbildung 11-1: Lage des aus Schule, Kindertagesstätte, Bauhof und Freibad bestehenden Komplexes  | 63  |
| Abbildung 11-2: Mögliche Trassenführung zur Versorgung des aus Schule, Kindertagesstätte, Bauhof und Freibad bestehenden Komplexes  | 65  |
| Abbildung 11-3: Mögliche Trassenführung zur Versorgung des aus Schule, Kindertagesstätte, Bauhof und Freibad bestehenden Komplexes sowie der Kindertagesstätte „Bunte Arche“  | 65  |
| Abbildung 11-4: Mögliche Trassenführung zur Versorgung aller Großverbraucher (> 65 MWh/a)   | 66  |
| Abbildung 11-5: Mögliche Trassenführung zur Versorgung des Gesamtquartiers  | 66  |
| Abbildung 11-6: Netzverluste und Anschlussdichte der untersuchten Wärmenetze  | 67  |
| Abbildung 11-7: Beispiel Containerlösung Pellet   | 71  |
| Abbildung 11-8: potentielle Standorte Biomassecontainer   | 72  |
| Abbildung 11-9: Daten der Biogasanlagen   | 81  |
| Abbildung 11-10: Standorte der Biogasanlagen  | 82  |
| Abbildung 11-11: CO <sub>2</sub> -Emissionen der zentralen Versorgungsvarianten ohne und mit Berücksichtigung der Sanierungsvarianten zur Wärmeversorgung des Gesamtquartiers | 90  |
| Abbildung 11-12: Vergleich Heizkosten und CO <sub>2</sub> -Emissionen zentral / dezentral (Legende siehe Tabelle 11-23)   | 96  |
| Abbildung 11-13: Wärmekosten bei variablen jährlichen Preissteigerungsraten für Pellet und Hackschnitzel  | 98  |
| Abbildung 11-14: Wärmekosten bei variablen jährlichen Preissteigerungsraten für Erdgas  | 98  |
| Abbildung 11-15: Wärmekosten bei variablen jährlichen Preissteigerungsraten für Strom   | 99  |
| Abbildung 11-16: Wärmekosten bei variablen jährlichen Preissteigerungsraten für CO <sub>2</sub> -Emissionen   | 99  |
| Abbildung 11-17: Wärmekosten bei variablen Anschlussquoten für Wohngebäude  | 100 |
| Abbildung 12-1: Endenergieverbrauch Raumwärme 2016 in Deutschland   | 104 |
| Abbildung 12-2: Hemmnisüberwindung Finanzierungsrahmenbedingungen   | 106 |

### 3 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

SI-Einheiten und allgemeinsprachliche Abkürzungen sind nicht erläutert.

|                 |   |
|-----------------|---|
| a               | Jahr  |
| BAFA            | Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle   |
| BEG             | Bundesförderung für effiziente Gebäude  |
| BGA             | Biogasanlage(n)   |
| BImSchG         | Bundes-Immissionsschutzgesetz   |
| Bj              | Baujahr   |
| BMWE            | Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  |
| BMWi            | Bundesministerium für Wirtschaft  |
| BW              | Brennwert   |
| C.A.R.M.E.N.    | Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V.   |
| CO <sub>2</sub> | Kohlenstoffdioxid   |
| CW              | Containerwärme  |
| D               | dezentrale Versorgung   |
| dena            | Deutsche Energie-Agentur GmbH   |
| EEG             | Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz)   |
| EFH             | Einfamilienhaus   |
| EGK             | Erdgaskessel  |
| el              | elektrische (Leistung oder Arbeit)  |
| EM              | Einzelmaßnahme(n)   |
| E M N           | EnergieManufaktur Nord Partnergesellschaft  |
| EnEV            | Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung), abgelöst durch das GEG |
| EVU             | Energieversorgungsunternehmen   |
| EWKG            | Gesetz zur Energiewende und zum Klimaschutz in Schleswig-Holstein (Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein)                      |
| GVE             | Großvieheinheit   |
| GEG             | Gebäudeenergie Gesetz (löste die frühere EnEV ab)   |
| h               | Stunde  |
| HSH             | Hackschnitzelheizung  |
| IB.SH           | Investitionsbank Schleswig-Holstein   |
| iFSP            | individueller Sanierungsfahrplan  |
| IPP ESN         | IPP ESN Power Engineering GmbH  |

|         |  |
|---------|--|
| k. A.   | keine Angaben verfügbar / gemacht  |
| KfW     | Kreditanstalt für Wiederaufbau   |
| KiTa    | Kindertagesstätte  |
| KWK     | Kraft-Wärme-Kopplung   |
| LWP     | Luft-Wasser-Wärmepumpe   |
| MiWo    | Mineralwolle   |
| MELUND  | Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein          |
| NGF     | Nettogrundfläche   |
| NT      | Niedertemperatur   |
| NWG     | Nichtwohngebäude   |
| nZEB    | Niedrigstenergiegebäude („nearly zero-energy buildings“)   |
| o. J.   | ohne Jahresangabe  |
| PEF     | Primärenergiefaktor  |
| PK      | Pelletkessel   |
| rd.     | rund, circa, etwa  |
| SH      | Schleswig-Holstein   |
| SH-Netz | Schleswig-Holstein Netz AG   |
| ST      | Solarthermie   |
| SWP     | Sole-Wasser-Wärmepumpe   |
| T€      | 1000 Euro  |
| th      | thermische (Leistung oder Arbeit)  |
| Tr.m    | Trassenmeter   |
| TZ      | Tilgungszuschuss (zusätzlich zum zinsgünstigen Kredit bei KfW-Programmen werden Tilgungen in bestimmter Höhe erlassen) |
| UBA     | Umweltbundesamt  |
| U-Wert  | Wärmedurchgangskoeffizient („unit of heat transfer“)   |
| WE      | Wohneinheit  |
| WLG     | Wärmeleitfähigkeitsgruppe  |
| WG      | Wohngebäude  |
| WW      | Warmwasser   |
| Z       | Zentrale Versorgung  |
| ZFH     | Zweifamilienhaus   |

## 4 GENDER-ASPEKTE

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

## 5 ANFORDERUNGEN DES PROGRAMMS KfW 432

### 5.1 CHECKLISTE KfW ENERGETISCHE STADTSANIERUNG

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

| ZU BERÜCKSICHTIGENDE ASPEKTE   | KAPITEL  |
|--|----------|
| Betrachtung der für das Quartier maßgeblichen Energieverbrauchssektoren (insbesondere kommunale Einrichtungen, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie, private Haushalte) und deren Energieeinspar- und Effizienzpotenziale (Ausgangsanalyse)  | 9.2, 9.3 |
| Beachtung vorhandener integrierter Stadtteilentwicklungs- (INSEK) oder wohnwirtschaftlicher Konzepte bzw. integrierter Konzepte auf kommunaler Quartiersebene sowie von Fachplanungen und Bebauungsplänen  | 9.2.1    |
| Aktionspläne und Handlungskonzepte unter Einbindung aller betroffener Akteure (einschließlich Einbeziehung der Öffentlichkeit)   | 12, 15   |
| Aussagen zu baukulturellen Zielstellungen unter Beachtung der Denkmäler und erhaltenswerter Bausubstanz sowie bewahrenswerter Stadtbildqualitäten  | 9.2.4.1  |
| Gesamtenergiebilanz des Quartiers als Ausgangspunkt sowie als Zielaussage für die energetische Stadtsanierung unter Bezugnahme auf die im Energiekonzept der Bundesregierung vom 28.9.2010 formulierten Klimaschutzziele für 2020 bzw. 2050 und bestehende energetische Ziele auf kommunaler Ebene | 9.3      |
| Analyse möglicher Umsetzungshemmnisse (technisch, wirtschaftlich, zielgruppenspezifisch bedingt) und deren Überwindung, Gegenüberstellung möglicher Handlungsoptionen  | 12       |
| Benennung konkreter energetischer Sanierungsmaßnahmen und deren Ausgestaltung (Maßnahmenkatalog) unter Berücksichtigung der quartiersbezogenen Interdependenzen mit dem Ziel der Realisierung von Synergieeffekten sowie entsprechender Wirkungsanalyse und Maßnahmenbewertung                     | 10       |
| Aussagen zu Kosten, Machbarkeit und zur Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahmen, Maßnahmen der Erfolgskontrolle   | 10       |
| Maßnahmen zur organisatorischen Umsetzung des Sanierungskonzepts (Zeitplan, Prioritätensetzung, Mobilisierung der Akteure und Verantwortlichkeiten)  | 15, 16   |
| Information und Beratung, Öffentlichkeitsarbeit.   | 13       |

## 5.2 ENERGIE- UND CO<sub>2</sub>-BILANZ – VERWENDUNGSNACHWEIS KFW ENERGETISCHE STADTSANIERUNG

Die Änderungen der Energie und CO<sub>2</sub>-Bilanz werden im Folgenden dargestellt. Die Berechnungen stammen aus den Abschnitten 9.3 „Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz des Quartiers“ ab Seite 38 sowie den Betrachtungen der Versorgungsvarianten in Kapitel 11.1 „Zentrale Versorgungsoptionen“ ab Seite 62.

Die verschiedenen erarbeiteten Fernwärmeszenarien müssen im weiteren Verlauf, insbesondere im Sanierungsmanagement, noch im Quartier diskutiert und politisch abgewogen werden, um die für das Quartier angesichts der Resonanz der Nutzer optimale Versorgungsvariante zu bestimmen.

Seitens des Planerteams wird die Versorgungsvariante (Freiflächen-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel empfohlen, wobei das gesamte Quartier mittelfristig an das Fernwärmenetz angeschlossen wird. Die CO<sub>2</sub>-Einsparungen betragen in dieser Variante 54 %.

Tabelle 5-2: Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der empfohlenen Versorgungsvariante „Gesamtquartier“

| Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz |   | Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | Container + Biomasse + Erdgaskessel | Dimension                 |
|--------------------------------------|---|-------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------|
| Nutz-E.                              | <b>Nutzwärmebedarf</b> gesamtes Quartier in MWh     | <b>8.981</b>            | <b>8.981</b>   | <b>8.981</b>                        | <b>MWh<sub>th</sub>/a</b> |
|                                      | Nutzwärmebedarf Wärmenetz in MWh                    | 6.943                   | 6.943  | 6.943                               | MWh <sub>th</sub> /a      |
|                                      | Anteil vom Quartier                                 | 77%                     | 77%  | 77%                                 | %                         |
| Ende-E.                              | <b>Endenergieeinsatz</b> gessamtes Quartier         | 10.382                  | 10.382   | 10.382                              | MWh/a                     |
|                                      | Endenergieeinsatz Wärmenetz in MWh                  | 10.561                  | 10.159   | 8.077                               | MWh/a                     |
|                                      | Anteil vom Quartier                                 | 102%                    | 98%  | 78%                                 | %                         |
|                                      | <b>Einsparung (+) bzw. Mehrverbrauch (-)</b>        | <b>-2.534</b>           | <b>-2.133</b>  | <b>-50</b>                          | <b>MWh/a</b>              |
|                                      | entspricht  | -24%                    | -21%   | 0%                                  | %                         |
| Primär-E.                            | <b>Primärenergieeinsatz</b> gessamtes Quartier      | 11.149                  | 11.149   | 11.149                              | MWh/a                     |
|                                      | Primärenergieeinsatz Wärmenetz in MWh               | 3.966                   | 3.430  | 2.585                               | MWh/a                     |
|                                      | Anteil vom Quartier                                 | 36%                     | 31%  | 23%                                 | %                         |
|                                      | <b>Einsparung (+) bzw. Mehrverbrauch (-)</b>        | <b>4.654</b>            | <b>5.189</b>   | <b>6.034</b>                        | <b>MWh/a</b>              |
|                                      | entspricht  | 42%                     | 47%  | 54%                                 | %                         |
| CO <sub>2</sub>                      | <b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b> gessamtes Quartier | 2.687                   | 2.687  | 2.687                               | t/a                       |
|                                      | CO <sub>2</sub> -Emissionen Wärmenetz in t/a        | 620                     | 618  | 369                                 | t/a                       |
|                                      | Anteil vom Quartier                                 | 23%                     | 23%  | 14%                                 | %                         |
|                                      | <b>Einsparung (+) bzw. Mehremissionen (-)</b>       | <b>1.457</b>            | <b>1.460</b>   | <b>1.709</b>                        | <b>t/a</b>                |
|                                      | entspricht  | 54%                     | 54%  | 64%                                 | %                         |

BERICHT: ENERGETISCHES QUARTIERSKONZEPT  
JEVENSTEDT - ALTER ORTSKERN  
DATUM: 29. April 2021

Tabelle 5-3: Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz aller betrachteten Versorgungsvarianten

| Nutz-<br>f-<br>t | Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz |                                  | Allgemeinbildende Schule, Freibad,<br>Freizeitgestaltung, Kindertagesstätte<br>Lummerland |   |   |                        | Allgemeinbildende Schule, Freibad,<br>Freizeitgestaltung, Kindertagesstätte<br>Lummerland und Bunte Arche |   |   |                        | Großverbraucher (> 65 MWh/a) |   |   |                        | Gesamtes Quartier          |   |   |                        | Dimension |
|------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---|---|---|------------------------|---|---|---|------------------------|------------------------------|---|---|------------------------|----------------------------|---|---|------------------------|-----------|
|                  | Nutzwärmebedarf<br>gesamt in MWh     | Netzwärmebedarf<br>gesamt in MWh | Biomasse +<br>Erdgaskessel  | (Dach-)<br>Solarthermie +<br>Biomasse +<br>Erdgaskessel | (Freifläche-)<br>Solarthermie +<br>Biomasse +<br>Erdgaskessel | Anteil vom<br>Quartier | Biomasse +<br>Erdgaskessel  | (Dach-)<br>Solarthermie +<br>Biomasse +<br>Erdgaskessel | (Freifläche-)<br>Solarthermie +<br>Biomasse +<br>Erdgaskessel | Anteil vom<br>Quartier | Biomasse +<br>Erdgaskessel   | (Dach-)<br>Solarthermie +<br>Biomasse +<br>Erdgaskessel | (Freifläche-)<br>Solarthermie +<br>Biomasse +<br>Erdgaskessel | Anteil vom<br>Quartier | Biomasse +<br>Erdgaskessel | (Freifläche-)<br>Solarthermie +<br>Biomasse +<br>Erdgaskessel | Container +<br>Biomasse +<br>Erdgaskessel | Anteil vom<br>Quartier |           |
|                  | 8.981                                | 8.981                            | 8.981   | 8.981   | 8.981   | 8.981                  | 8.981   | 8.981   | 8.981   | 8.981                  | 8.981                        | 8.981   | 8.981   | 8.981                  | 8.981                      | 8.981   | 8.981                                     | 8.981                  | MWh/a     |
|                  | 626                                  | 626                              | 680   | 680   | 680   | 7%                     | 680   | 680   | 680   | 680                    | 680                          | 680   | 680   | 680                    | 680                        | 680   | 680                                       | 680                    | MWh/a     |
|                  | 7%                                   | 7%                               | 8%  | 8%  | 8%  | 7%                     | 8%  | 8%  | 8%  | 8%                     | 8%                           | 8%  | 8%  | 8%                     | 8%                         | 8%  | 8%  | 8%                     | %         |
|                  | 10.382                               | 10.382                           | 10.382  | 10.382  | 10.382  | 10.382                 | 10.382  | 10.382  | 10.382  | 10.382                 | 10.382                       | 10.382  | 10.382  | 10.382                 | 10.382                     | 10.382  | 10.382                                    | 10.382                 | MWh/a     |
|                  | 773                                  | 744                              | 877   | 844   | 844   | 7%                     | 877   | 844   | 844   | 844                    | 844                          | 844   | 844   | 844                    | 844                        | 844   | 844                                       | 844                    | MWh/a     |
|                  | 7%                                   | 7%                               | 8%  | 8%  | 8%  | 7%                     | 8%  | 8%  | 8%  | 8%                     | 8%                           | 8%  | 8%  | 8%                     | 8%                         | 8%  | 8%  | 8%                     | %         |
|                  | -49                                  | -20                              | -91   | -58   | -58   | 0%                     | -91   | -58   | -58   | -58                    | -58                          | -58   | -58   | -58                    | -58                        | -58   | -58                                       | -58                    | MWh/a     |
|                  | 0%                                   | 0%                               | -1%   | -1%   | -1%   | 0%                     | -1%   | -1%   | -1%   | -1%                    | -1%                          | -1%   | -1%   | -1%                    | -1%                        | -1%   | -1%                                       | -1%                    | %         |
|                  | 11.149                               | 11.149                           | 11.149  | 11.149  | 11.149  | 11.149                 | 11.149  | 11.149  | 11.149  | 11.149                 | 11.149                       | 11.149  | 11.149  | 11.149                 | 11.149                     | 11.149  | 11.149                                    | 11.149                 | MWh/a     |
|                  | 281                                  | 242                              | 296   | 252   | 252   | 3%                     | 296   | 252   | 252   | 252                    | 252                          | 252   | 252   | 252                    | 252                        | 252   | 252                                       | 252                    | MWh/a     |
|                  | 3%                                   | 2%                               | 3%  | 2%  | 2%  | 3%                     | 3%  | 2%  | 2%  | 2%                     | 2%                           | 2%  | 2%  | 2%                     | 2%                         | 2%  | 2%  | 2%                     | %         |
|                  | 497                                  | 536                              | 548   | 592   | 592   | 4%                     | 548   | 592   | 592   | 592                    | 592                          | 592   | 592   | 592                    | 592                        | 592   | 592                                       | 592                    | MWh/a     |
|                  | 4%                                   | 5%                               | 5%  | 5%  | 5%  | 4%                     | 5%  | 5%  | 5%  | 5%                     | 5%                           | 5%  | 5%  | 5%                     | 5%                         | 5%  | 5%  | 5%                     | %         |
|                  | 2.687                                | 2.687                            | 2.687   | 2.687   | 2.687   | 2.687                  | 2.687   | 2.687   | 2.687   | 2.687                  | 2.687                        | 2.687   | 2.687   | 2.687                  | 2.687                      | 2.687   | 2.687                                     | 2.687                  | MWh/a     |
|                  | 43                                   | 43                               | 44  | 44  | 44  | 2%                     | 44  | 44  | 44  | 44                     | 44                           | 44  | 44  | 44                     | 44                         | 44  | 44  | 44                     | MWh/a     |
|                  | 2%                                   | 2%                               | 2%  | 2%  | 2%  | 2%                     | 2%  | 2%  | 2%  | 2%                     | 2%                           | 2%  | 2%  | 2%                     | 2%                         | 2%  | 2%  | 2%                     | %         |
|                  | 144                                  | 144                              | 160   | 160   | 160   | 5%                     | 160   | 160   | 160   | 160                    | 160                          | 160   | 160   | 160                    | 160                        | 160   | 160                                       | 160                    | MWh/a     |
|                  | 5%                                   | 5%                               | 6%  | 6%  | 6%  | 5%                     | 6%  | 6%  | 6%  | 6%                     | 6%                           | 6%  | 6%  | 6%                     | 6%                         | 6%  | 6%  | 6%                     | %         |

## 6 AUSGANGSLAGE UND AUFTRAG

Der Umgang mit dem globalen Klimawandel ist eine der zentralen Fragen unserer Zeit. Das Sparen von Energie, die Steigerung der Energieeffizienz und die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen sind wichtige Eckpfeiler eines global stattfindenden ökologischen Umdenkens. Bezogen auf die hiesigen Kommunen und Städte ist dieser Wandel einerseits mit neuen Herausforderungen verbunden, ermöglicht andererseits jedoch eine Vielzahl an ökonomischen Chancen. So bieten etwa gegenwärtige Investitionen in den Klimaschutz die Möglichkeit, zukünftige Energiekosten nachhaltig zu senken und zudem zukunftsorientierte Versorgungspläne zu erstellen. Zudem stärken Investitionen in Energieeinsparungen (etwa durch Gebäudesanierungen) oder eine lokal geprägte regenerative Energieversorgung (etwa durch Nutzung von Solarthermie oder lokaler Biomasse) die regionale Wirtschaft, während Ausgaben für fossile Brennstoffe (Gas, Erdöl) zu maßgeblichen Teilen in andere Teile der Welt fließen.

Ein in dieser Hinsicht bedeutungsvoller Faktor stellt der Gebäudebereich dar. Für Raumwärme und Warmwasserbereitung werden etwa 32 % des deutschen Endenergieverbrauchs aufgewendet (dena, dena-Gebäudereport 2016 - Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand, 2016), mit entsprechenden Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Potenziale der Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung sind in diesem Bereich daher enorm.

In diesem Zusammenhang ist das ambitionierte Ziel des Energiekonzepts 2050 der Bundesregierung zu verstehen. Dieses Konzept sieht vor, die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zu 1990 bis 2020 um 40 % und bis 2050 um 80 bis 95 % zu senken (KfW, 2015).

Die Quartiersplanung greift diese Zielvorstellung auf und bietet mit einem integrativen Konzept einen zukunftsweisenden Überblick über energetische Sanierungs- und Wärmeversorgungspotenziale innerhalb des jeweiligen Quartiers. Dabei bietet die KfW mit dem Förderprogramm 432 „Energetische Stadtsanierung“ eine Möglichkeit, integrative Quartierskonzepte zu erstellen und empfohlene Maßnahmen langfristig durch einen Sanierungsmanager umsetzen und betreuen zu lassen. Diese Förderung der KfW wird in Schleswig-Holstein durch eine weitere Förderung des Landes in Höhe von 20 bis 30 % ergänzt (Land Schleswig-Holstein, 2017).

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

## 7 ZUSAMMENFASSUNG ZENTRALER ERGEBNISSE

Grundsätzlich ist es bei der Planung einer zukunftsfähigen Energieversorgung eines Quartiers sinnvoll, zunächst die Potenziale für die Einsparung von (Wärme-) Energie zu erfassen. Mögliche neue Versorgungsoptionen können sich dann an dem langfristig zu erwartenden Wärmebedarf orientieren und so energetisch und wirtschaftlich optimiert werden. Damit wird eine kurzfristige Schaffung langfristiger Überkapazitäten vermieden.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass im Quartier eine langfristige Reduzierung des Wärmebedarfs um über 40 % zu erreichen ist. Um diese „Vollsanierung“ bis 2050 zu erreichen, muss die jährliche Sanierungsquote jedoch von derzeit ca. 1 % auf 2 % ansteigen. Anfang des Jahres 2020 haben sich die Fördermöglichkeiten für entsprechende Sanierungen deutlich verbessert, so dass eine solche Steigerung möglich erscheint.

Bei einer Sanierungsrate von 2 % [1 %] p. a. verbleibt im Jahr 2050 im Quartier Jevenstedt ein jährlicher Wärmebedarf von 6.336 MWh [7.658 MWh]. Differenziertere Angaben können Tabelle 7-1 entnommen werden. 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.

Tabelle 7-1: Heizenergiebedarf des Quartiers

| Wohngebäude |                   |                   | Nichtwohn-<br>gebäude | Gesamt       |                   |                   |
|-------------|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------|-------------------|-------------------|
| 2020        | 2050,<br>1 % San. | 2050,<br>2 % San. |                       | 2020         | 2050,<br>1 % San. | 2050,<br>2 % San. |
| [MWh/a]     |                   |                   |                       |              |                   |                   |
| 7.027       | 5.704             | 4.381             | 1.954                 | <b>8.981</b> | <b>7.658</b>      | <b>6.336</b>      |

Näher betrachtet wurde für die Zukunft eine leitungsgebundene Wärmeversorgung (Nahwärme / Fernwärme) für vier verschiedene Netzgrößen (vgl. Abbildung 11-2 bis Abbildung 11-5): Eine Versorgung

- lediglich der Schule samt angegliederter KiTa sowie des Freibades,
- dto. plus KiTa Bunte Arche,
- dto. plus der Großverbraucher des gesamten Quartiers und
- des gesamten Quartiers.

Für die Wärmeerzeugung wurden dabei nach einer qualitativen Vorprüfung verschiedenster Technologien je nach Netzgröße folgende Optionen detailliert betrachtet:

- Holzhackschnitzelkessel,
- Holzhackschnitzkessel plus Aufdach-Solaranlage auf der Schule,
- Holzhackschnitzelkessel plus Freiflächen-Solarthermieanlage,
- Holzhackschnitzelkessel plus Wärmebezug von umliegenden Biogasanlagen per Container.

Als Ergänzung und zur Sicherung der notwendigen Redundanz wurde in allen Fällen ein Spitzenlastkessel vorgesehen, der mit Erdgas betrieben wird. Durch seinen relativ seltenen Einsatz sind die Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen begrenzt. Eine vollständig regenerative

Bedarfsdeckung wäre zwar möglich, wäre aber mit deutlich höheren Investitionen und Wärmepreisen verbunden.

Aktuell betragen die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Quartiers, das vor allem durch dezentrale Öl- und Gasheizungen gekennzeichnet ist, aus der Wärmeversorgung (Heizung + Warmwasser) 2.687 t/a. Die unter Klimagesichtspunkten günstigste Alternative ist die Versorgung des gesamten Quartiers mit der Wärme aus den Biogasanlagen per Container sowie aus einem Holzhackschnitzelkessel. Mit verbleibenden CO<sub>2</sub>-Emissionen von mit 472 t/a ermöglicht sie eine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um über 82 %. Wird ausschließlich Wärme aus einer Holzhackschnitzelheizung eingesetzt und damit der fossile Spitzenlastkessel öfter eingeschaltet, erhöhen sich die Emissionen und die Gesamtbilanz wird ungünstiger (759 t/a), liegt aber immer noch deutlich unter dem Status quo. Die ergänzende Einbindung einer Solarthermieanlage hat dabei kaum Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen, da die solare Wärme meist nur die Wärme aus dem Holzhackschnitzelkessel im Sommer verdrängt und die Emissionsfaktoren der Wärmeerzeugung aus Biomasse und Solarthermie nur geringe Unterschiede aufweisen. Der Einbezug einer Solarthermieanlage wäre allerdings, da auch die Verfügbarkeit von Biomasse wie Holzhackschnitzeln begrenzt ist, besonders ressourcenschonend und würde die geringste Abhängigkeit von Steigerungen der Brennstoffkosten mit sich bringen.

Die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen für die leitungsgebundene Wärmeversorgung der anderen Netzausbauvarianten, in denen nur Teile des Quartiers versorgt werden, verhalten sich ähnlich.

Die bei einer Anschlussquote von 100 % mit 122 €/MWh günstigsten Wärmegestehungskosten zur Versorgung des Gesamtquartiers verspricht der Holzhackschnitzelkessel. Eine zusätzliche Abnahme von „Containerwärme“ aus den Biogasanlagen erhöht die spezifischen Gesamtkosten für eine Megawattstunde Wärme auf 127 €/MWh, eine Ergänzung um Solarthermie erhöht die Wärmegestehungskosten auf 157 €/MWh.

Bei einer niedrigeren Anschlussquote von 60 % fallen die Wärmegestehungskosten der einzelnen Varianten um etwa 20 €/MWh höher aus. Eine ausreichend hohe Anschlussquote ist somit der zentrale Erfolgsfaktor einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung. Die Kosten der Versorgung der Teilnetze weisen ähnliche Größenordnungen auf.

Da im vorliegenden Planungsstadium Unsicherheiten von 20 bis 30 % unvermeidbar sind, kann allerdings nur geschlossen werden, dass die Kosten der betrachteten Varianten in etwa vergleichbar sind. Eine Entscheidung sollte letztlich durch eine aktualisierte Betrachtung vor der Vergabe entsprechender Arbeiten abgesichert werden.

Demzufolge lässt sich eine zentrale Wärmeversorgung sowohl in einem kleinen Wärmeverbund ausgehend vom Schulzentrum als auch im Gesamtquartier zu etwa gleichen wirtschaftlichen Konditionen darstellen. Sollten nicht gleich größere Teile des Quartiers versorgt werden, könnte ein kleiner Versorgungsbereich um das Schulzentrum als „Kristallisationspunkt“ einer späteren leitungsgebundenen Wärmeversorgung des Gesamtquartiers dienen. Weitere Gebiete könnten dann sukzessive erschlossen werden. Allerdings stellt sich die Frage, ob die Chance auf eine möglichst hohe Anschlussquote zu einem späteren Zeitpunkt günstiger sein wird. Dies hängt vor allem davon ab, in welchen Teilgebieten wann wie viele der derzeitigen Heizungsanlagen abgängig sind. Diese vom Schornsteinfeger bezogenen Daten standen im Quartierskonzept aus Datenschutzgründen nur aggregiert für das gesamte Quartier zur Verfügung. Eine differenziertere

Betrachtung u. a. durch individuelle Befragungen der potenziellen Abnehmer könnte Gegenstand eines auf das Quartierskonzeptes folgenden Sanierungsmanagements sein.

Die Optionen einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung sind zu vergleichen mit Möglichkeiten der dezentralen (hausweisen) Wärmeversorgung. Dabei wurde unterstellt, dass die derzeit vorherrschenden Erdgas- oder Erdöl-Heizungen ersetzt werden durch

- (neue) Erdgas-Heizungen,
- Wärmepumpen oder
- Pelletkessel,

jeweils mit und ohne Solarthermie.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Erdgas- und Solarthermienutzung betragen dabei mehr als das Doppelte der leitungsgebundenen Wärmeversorgung. Lediglich die dezentrale Heizung mit Holzpellets, mit oder ohne Solarthermie, führt zu Emissionswerten im Bereich der leitungsgebundenen Wärmeversorgung.

Die vergleichende Wirtschaftlichkeit von zentraler und dezentraler Wärmeerzeugung wird maßgeblich beeinflusst durch das ab 2021 schrittweise und in einem modernisierten, vereinfachten und optimierten Förderangebot, der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), gebündelte Förderprogramm (BMWi, 2020). Hier werden für den Austausch fossiler Einzelfeuerungen Förderungen von bis zu 45 % gezahlt. Die Förderungen für Fernwärmesysteme, die die gleichen Energieträger nutzen, sind dabei geringer, was förderpolitisch klimafreundliche Wärmenetze benachteiligt. Dennoch ergeben sich unter Berücksichtigung dieser Förderung für die dezentralen Versorgungsvarianten Wärmegestehungskosten zwischen 136 und 197 €/MWh. Bei Betrachtung der Vollkosten wären hier im Quartier Fernwärmelösungen also bei ausreichend hoher Anschlussquote absolut konkurrenzfähig.

Abbildung 7-1 zeigt exemplarisch für ein Einfamilienhaus mit einem Wärmebedarf von 20.000 kWh/a die durchschnittlichen jährlichen Kosten über 10 Jahre und die entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen der verschiedenen zentralen und dezentralen Versorgungsmöglichkeiten. Für die jeweiligen Varianten verfügbare Fördermittel des Bundes von BEG und KfW sind in die Berechnungen eingeflossen.

Maßgeblich für die Entscheidung für die Art der Wärmeversorgung sind außer den absehbaren Kosten und den CO<sub>2</sub>-Emissionen weitere Faktoren. So gewährleistet die Nutzung von Solarthermie eine Unabhängigkeit von Energiepreisentwicklungen (d. h. Kostenstabilität) und auch Holz / Pellets als regenerative Energieträger hatten in der Vergangenheit geringere Preisschwankungen als Öl und Gas. Eine leitungsgebundene Wärmeversorgung erleichtert deutlich die Nutzung technologischer Fortschritte durch einen optimalen Energie- und Anlagenmix, da zentrale Erzeugungsanlagen ganz oder teilweise leichter auszutauschen sind als eine Vielzahl dezentraler Anlagen. Ferner bietet die leitungsgebundene Energieversorgung einen höheren Komfort, da sämtliche Wartungs- und Reparaturarbeiten ebenso wie die Energiebeschaffung in der Verantwortung des Anbieters liegen. Genossenschaftliche Betreibermodelle bieten darüber hinaus die Möglichkeit, sich an der Wertschöpfung der Energieversorgung zu beteiligen.

Im Zuge des auf die Quartierskonzepte folgenden Sanierungsmanagements wäre zu erkunden, wie hoch das Interesse in den Quartieren an einer leitungsgebundenen Energieversorgung ist und

ggf. in welcher Höhe für Wärmenetze eine ergänzende individuelle Bundes- oder Landesförderung verfügbar wäre.

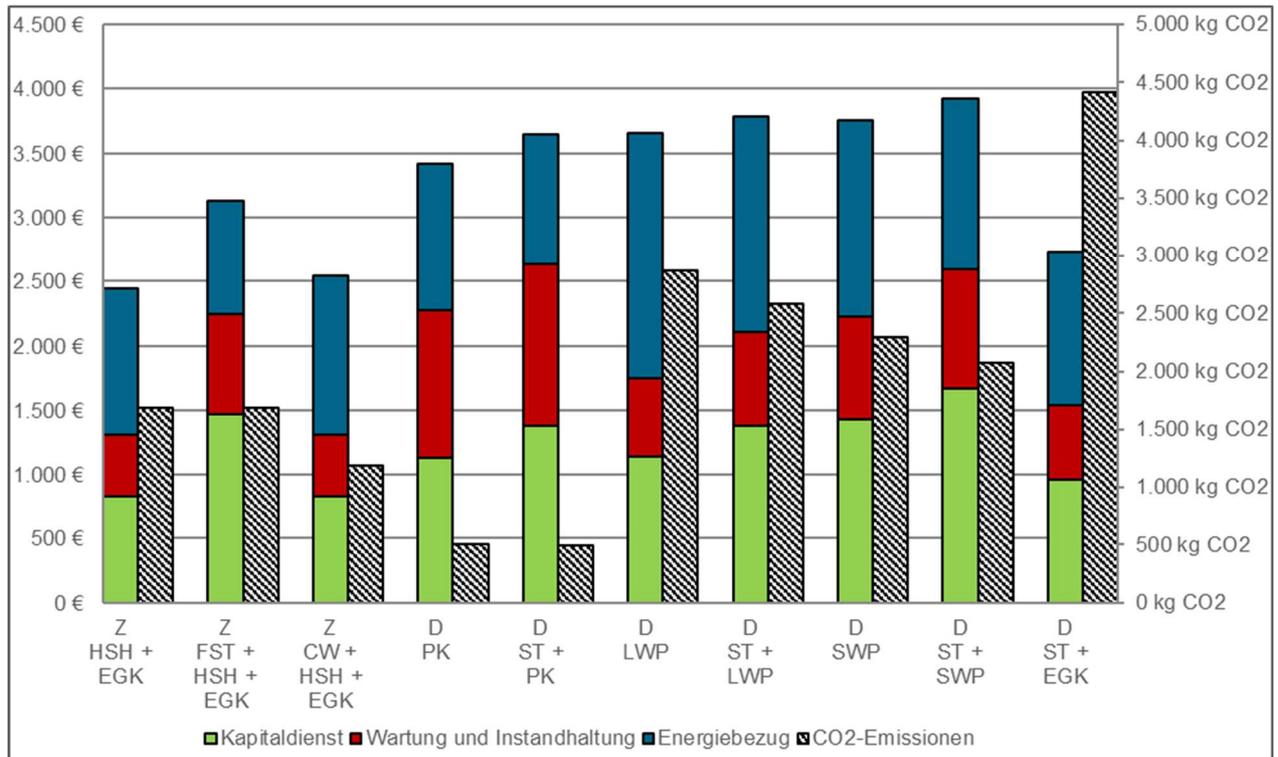


Abbildung 7-1: Durchschnittliche Wärmekosten pro Jahr über 10 Jahre und CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Versorgungsoptionen (Einfamilienhaus, Wärmebedarf 20.000 kWh/a) mit Bundesförderung (BEG + KfW)

|            |                                 |            |                        |
|------------|---------------------------------|------------|------------------------|
| <b>CW</b>  | Containerwärme aus Biogasanlage | <b>LWP</b> | Luft-Wasser-Wärmepumpe |
| <b>D</b>   | Dezentrale Versorgung           | <b>PK</b>  | Pelletkessel           |
| <b>EGK</b> | Erdgaskessel                    | <b>ST</b>  | Solarthermie (Aufdach) |
| <b>FST</b> | Freiflächen-Solarthermie        | <b>SWP</b> | Sole-Wasser-Wärmepumpe |
| <b>HSH</b> | Hackschnitzelheizung            | <b>Z</b>   | Zentrale Versorgung    |

## 8 DAS QUARTIER

### 8.1 RÄUMLICHE LAGE UND FUNKTIONEN

Jevenstedt wurde 1974 aus den Gemeinden Altenkattbek, Jevenstedt, Nienkattbek und Schwabe gebildet. Jevenstedt liegt südlich der Stadt Rendsburg an der B 77 (Rendsburg – Itzehoe). Die Gemeinde beherbergt die Verwaltung des Amtes Jevenstedt, ist alter Kirchort und nimmt bedingt durch die vorhandenen landwirtschaftsverbundenen gewerblichen Betriebe und Dienstleistungseinrichtungen eine zentralörtliche Funktion wahr (Amt Jevenstedt, 1977).

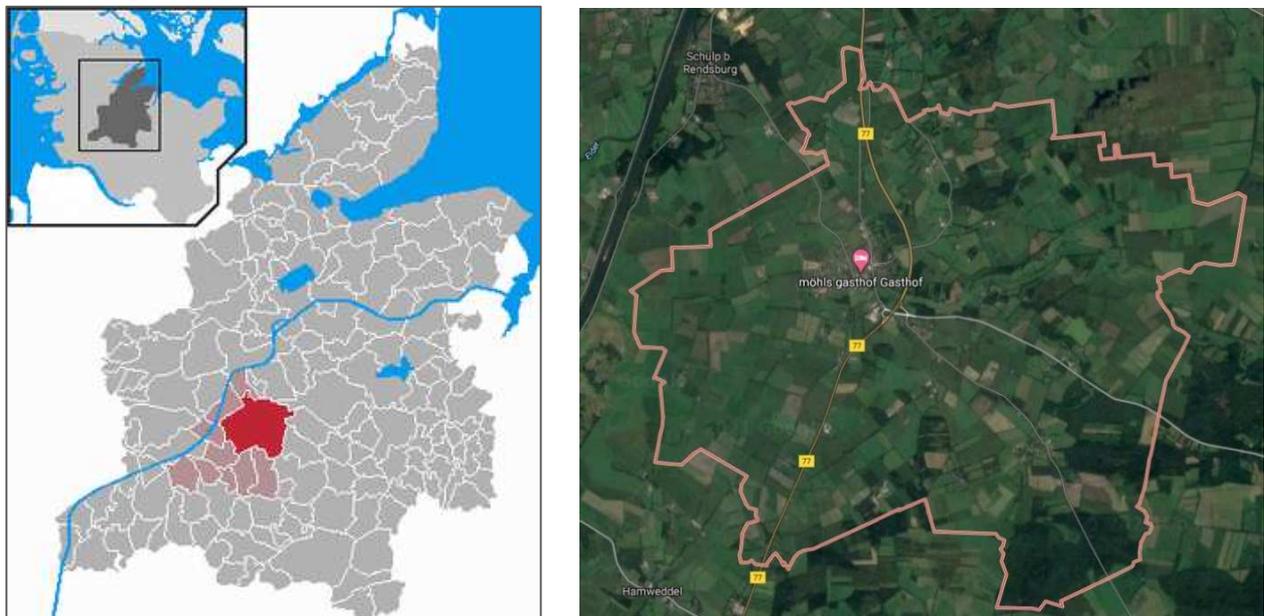


Abbildung 8-1: Lage von Jevenstedt im Kreis Rendsburg-Eckernförde

Jevenstedt ist die flächengrößte Gemeinde im gleichnamigen Amt und nach Westerrönfeld die zweitstärkste Kommune im Amt mit 3.324 Einwohnern (Statistikamt Nord, 2019). Jevenstedt liegt im Kreis Rendsburg-Eckernförde, rd. 10 km südlich des Mittelzentrums Rendsburg im Kreis Rendsburg-Eckernförde.

In dem früheren landwirtschaftlich geprägten Dorf haben sich in den vergangenen Jahrzehnten neben Handwerksbetrieben vornehmlich Taxi- und Dienstleistungsunternehmen sowie Reitanlagen und Reitschulen angesiedelt (Wikipedia, 2020).

Das Quartier besteht aus dem alten Ortskern von Jevenstedt mit insgesamt etwa 300 Gebäuden (vgl. Abbildung 8-2). Neben den überwiegenden Einfamilienhäusern bestehen auch durch Umnutzung landwirtschaftlicher Gebäude größere Mehrfamilienhäuser sowie diverse gewerbliche Liegenschaften und öffentliche sowie kirchliche Gebäude.

Das Quartier „Alter Ortskern“ umschließt das in Abbildung 8-2 dargestellte Gemeindegebiet.

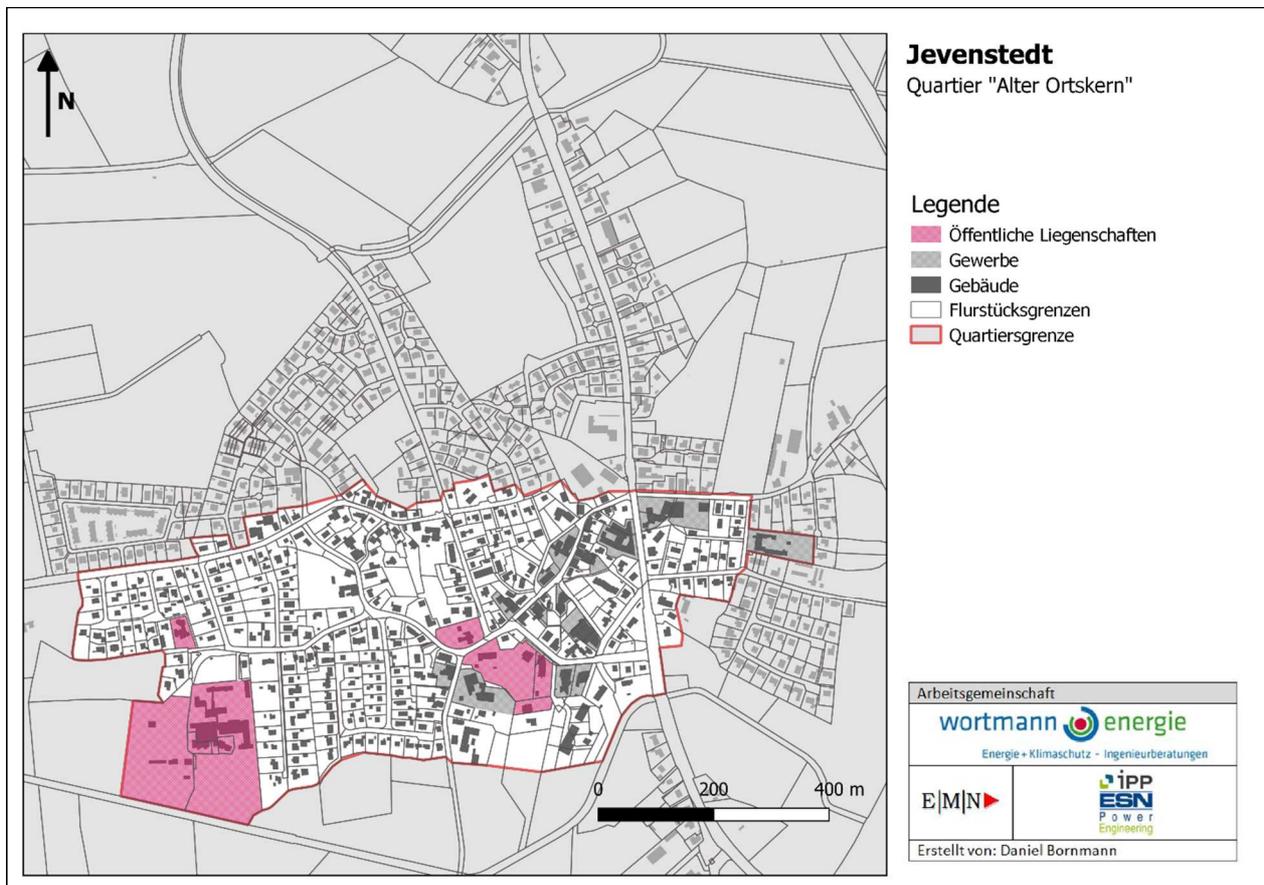


Abbildung 8-2: Das Quartier Jevenstedt – Alter Ortskern

## 8.2 MOTIVATION, KLIMASCHUTZ

Die Gemeinde Jevenstedt hat sich mit Auftragserteilung des Quartierskonzeptes zu ihrer Verantwortung für die Unterstützung des Klimaschutzes bekannt. Ein Schritt hin auf dieses Ziel ist die Reduzierung des Wärmebedarfs durch Änderungen des Verbrauchsverhaltens sowie durch technische Maßnahmen. Die Klimaschutzziele können voraussichtlich aber nur dann erreicht werden, wenn die Energieversorgung weitestgehend auf regenerative Energieträger umgestellt wird. Beide Schritte sind Gegenstand des vorliegenden Quartierskonzeptes.

## 9 BESTANDSAUFNAHME

### 9.1 BEVÖLKERUNG, BAUFERTIGSTELLUNGEN

Jevenstedts Bevölkerung zeigte in den vergangenen Jahren eine leicht steigende Tendenz (Gemeindeverzeichnis, 1972).<sup>1</sup> Allerdings erwartet die Prognose für die zukünftige Bevölkerungsentwicklung (2030 im Vergleich zu 2018) eine Reduktion um knapp 7 % (Raum & Energie, 2020).

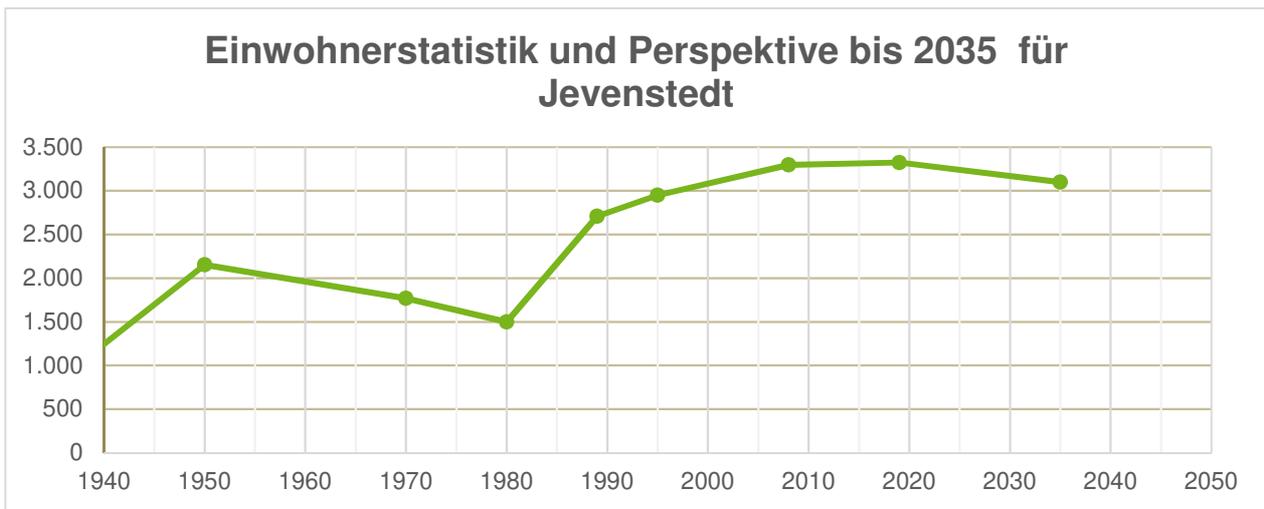


Abbildung 9-1: Bevölkerungsentwicklung und Perspektive bis 2035

Die Baufertigstellungen in Jevenstedt (vgl. Abbildung 9-2) zeigen einen Zubau von rd. 17 Gebäuden jährlich (Raum & Energie, 2020).

Die Schaffung zukünftigen Wohnraums wird durch Verdichtung in der Dorfmitte und durch Bebauung auf der „grünen Wiese“ erfolgen. Für den Erhalt der Dorfstruktur und der identitätsstiftenden alten Gebäudestruktur ist es wünschenswert, Altsubstanz zu modernisieren und energetisch zu sanieren. Hier können Erhaltungs- oder Gestaltungssatzungen sowohl Handlungsempfehlungen als auch verbindliche Vorgaben machen.

Damit sind Themen wie Wohnungsneubau bzw. Nachnutzung und Sanierung vorhandener Bausubstanz von besonderer Bedeutung für eine zukünftige, nachhaltige Dorfentwicklung.

<sup>1</sup> Die hier angegebenen Daten beziehen sich auf die gesamte Gemeinde, auch über das Quartier „Alter Dorfkern“ hinaus.

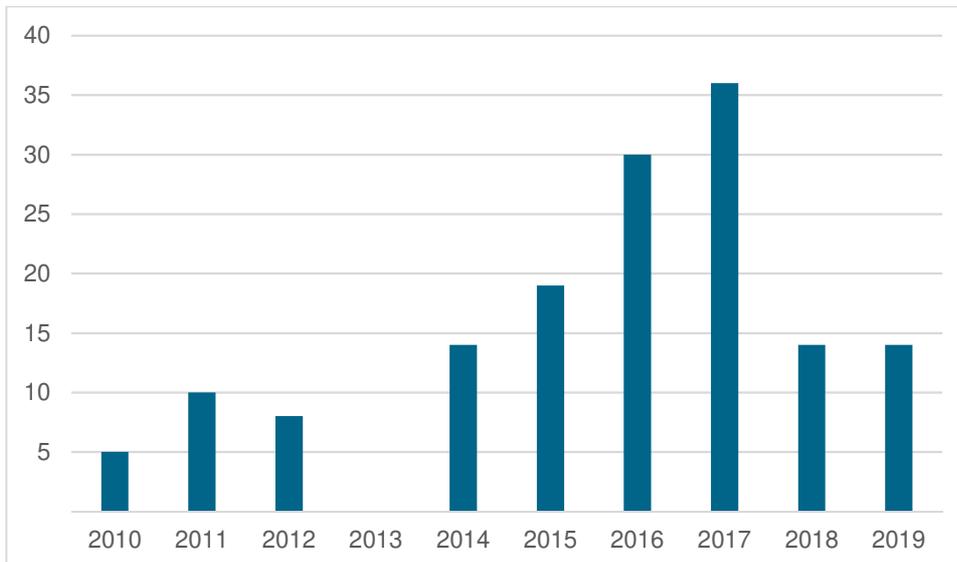


Abbildung 9-2: Baufertigstellungen in Jevenstedt 2010 bis 2019

## 9.2 GEBÄUDE- UND HEIZUNGSBESTAND

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

- die Entwicklung der Bebauung (nach Zensus 2011),
- Gasnetzdaten,
- georeferenzierte Liegenschafts- und Flurkarten,
- Angaben über die Firsthöhe der Gebäude,
- Feuerstättendaten des Schornsteinfegers,
- Ergebnisse aus den im Quartier verteilten Fragebögen (vgl. Kapitel 9.2.3.1) sowie
- Ergebnisse aus vor Ort durchgeführten Energieberatungen.

Mit Hilfe dieser Daten wurde ein sogenannter Wärmeatlas erstellt. Basis ist hierbei die frei zugängliche Software QGIS, mit der die Daten georeferenziell als visualisierte Kartendarstellung für die kommunale Wärmeplanung weiterhin nutzbar ist (QGIS, o. J.).

### 9.2.1 WOHNBEBAUUNG

Aus der landwirtschaftlich geprägten und Ertragswirtschaft mit den entsprechenden Stallungen, Scheunen und Wohngebäuden entwickelte sich typischerweise hauptsächlich die Einfamilienhausbebauung um die Dorfmitte herum.

Der Gebäudebestand ist neben den noch vorhandenen landwirtschaftlichen Gehöften stark durch Einfamilienhäuser geprägt. Eine deutliche Zunahme der Wohnbebauung fand nach den 70er Jahren statt und lässt sich sowohl an der Bevölkerungsstatistik ablesen als auch bei dem Vergleich des Flächennutzungsplans (Amt Jevenstedt, 2021) von 1976 und der heutigen Bebauung (Digitaler Atlas Nord, 2021).

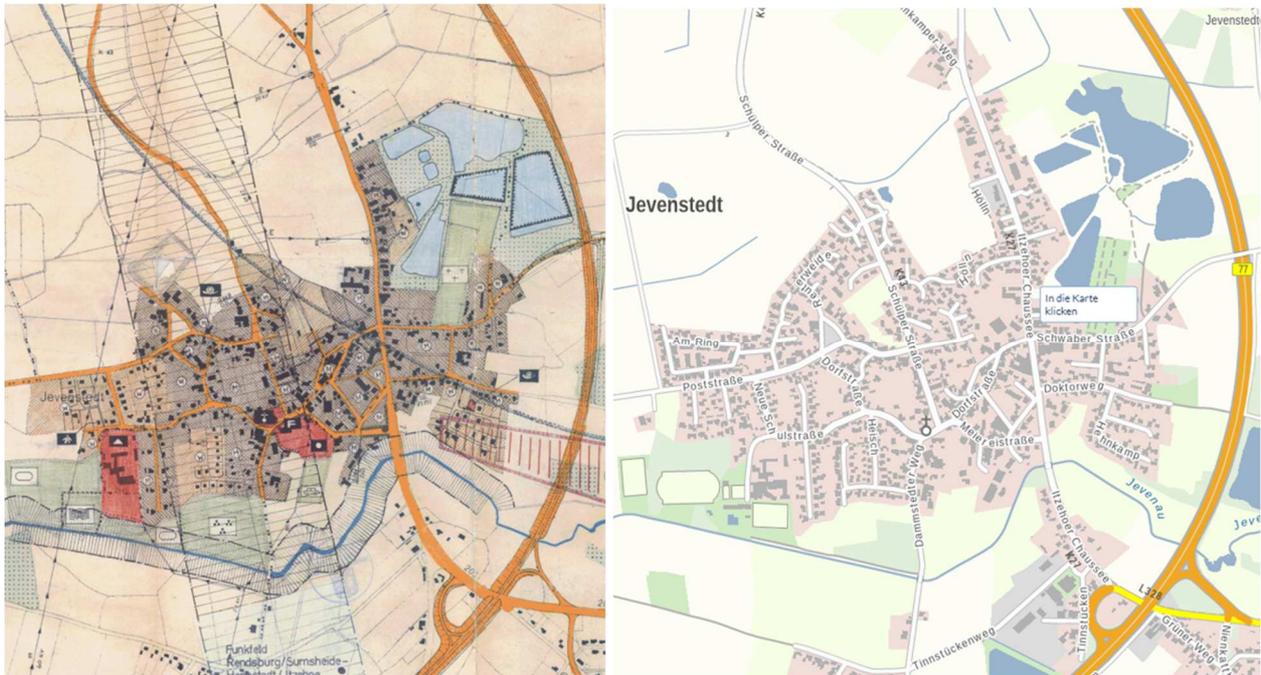


Abbildung 9-3: Flächennutzungsplan 1976 und Bebauung aktuell von Jevenstedt

Beim Vergleich der Kartenausschnitte fällt auf, dass insbesondere nördlich der Poststraße die Bebauung stark zunahm und südlich der Schulstraße Verdichtungen vorgenommen wurden.

Mit Hilfe der Baublockdaten des Zensus 2011 und Informationen zur Siedlungsflächenentwicklung des Amtes konnte eine Abschätzung der vorherrschenden Baujahre der Gebäude im Quartier vorgenommen werden. Das Ergebnis findet sich in Abbildung 9-4.

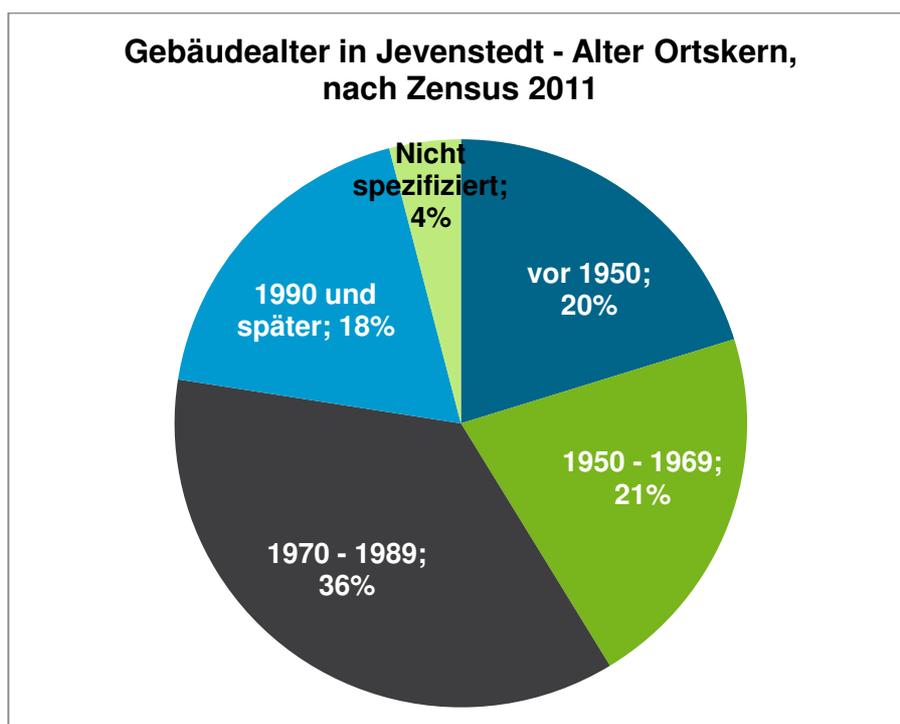


Abbildung 9-4: Verteilung der Gebäudealtersklassen

Auf Basis der obigen Gebäudealtersklassen konnten den Gebäuden spezifische Heizwärme- und Brauchwarmwasserbedarfswerte zugeordnet werden. Verwendet wurde dazu die Gebäudetypologie Schleswig-Holstein (Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., 2012). Der ursprüngliche Bauzustand zum Zeitpunkt der Errichtung ist nur bei Neubauten anzutreffen. Mit dem Alter der Gebäude steigen auch - statistisch - die energetischen Verbesserungen an Gebäudehülle und Anlagentechnik. Diesem Umstand wird durch unterschiedliche Modernisierungsstandards Rechnung getragen (vgl. Tabelle 9-1).

Tabelle 9-1: spezifische Heizwärmebedarfe von Einfamilienhäusern nach Baualtersklassen

| EFH/ZFH                                 | vor 1918 |                            | von 1918 bis 1948 |   | von 1949 bis 1957 |   | von 1958 bis 1968 |                           | von 1969 bis 1978 |   | von 1979 bis 1987 |   | von 1988 bis 1993 |   | von 1994 bis 2001 |   | von 2002 bis 2009 |   |
|---|----------|----------------------------|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|---------------------------|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|---|
|   | A        | B                          | A                 | B | A                 | B | A                 | B                         | A                 | B | A                 | B | A                 | B | A                 | B | A                 | B |
| <b>A Verbrauchskennwert [kWh/m²a]</b>   |          |                            |                   |   |                   |   |                   |                           |                   |   |                   |   |                   |   |                   |   |                   |   |
| <b>B Prozentualer Anteil</b>            |          |                            |                   |   |                   |   |                   |                           |                   |   |                   |   |                   |   |                   |   |                   |   |
| <b>IST-Zustand</b>                      | 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%              |   |
| <b>nicht modernisiert</b>               | 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%               |   |
| <b>gering modernisiert</b>              | 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%                |   |
| <b>mittel/größtenteils modernisiert</b> | 162,2    |                            | 168,2             |   | 168,7             |   | 159,3             |                           | 147,4             |   | 122,3             |   | 108,3             |   |                   |   |                   |   |
|   | 28%      |                            | 22%               |   | 16%               |   | 14%               |                           | 8%                |   | 2%                |   | 4%                |   |                   |   |                   |   |
| <b>mittel/größtenteils modernisiert</b> |          | <b>gering modernisiert</b> |                   |   |                   |   |                   | <b>nicht modernisiert</b> |                   |   |                   |   |                   |   |                   |   |                   |   |

Mit diesem Datengerüst ist der aktuelle Wärmebedarf des Quartiers abschätzbar.

### 9.2.2 DERZEITIGE WÄRMEERZEUGUNG

Der zuständige Bezirksschornsteinfegermeister hat die Daten der Feuerstättenschau gemäß § 7 Abs. 2 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. offenen Kaminen.

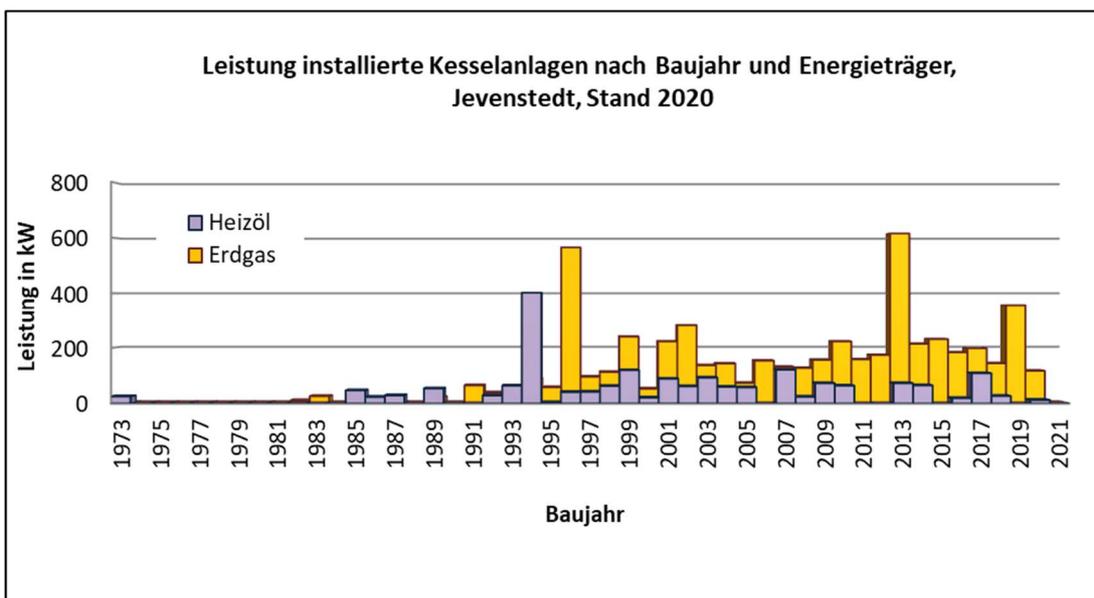
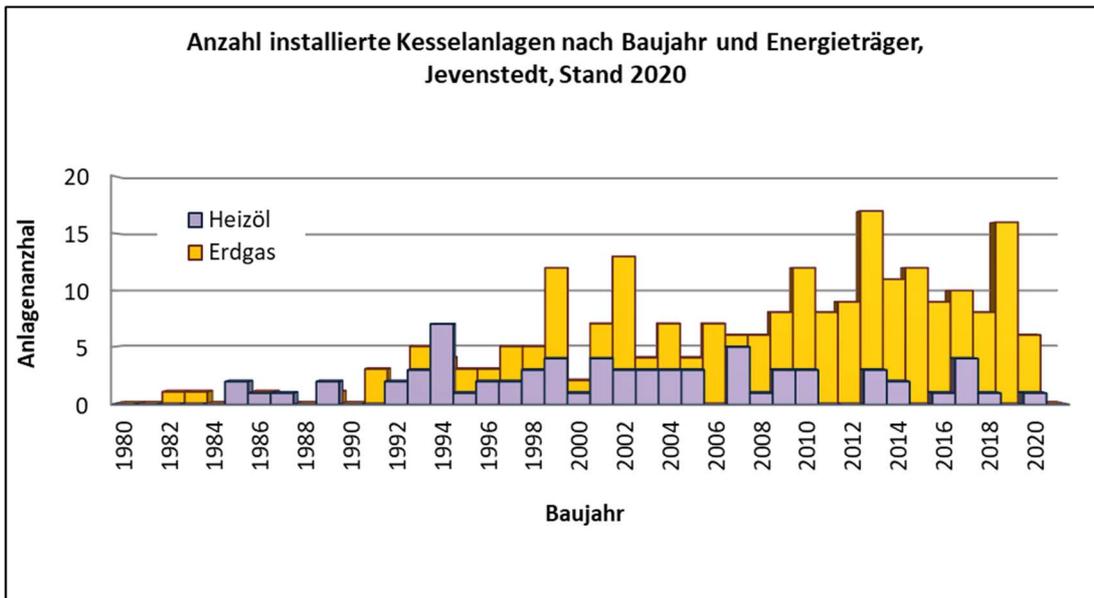


Abbildung 9-5: Anzahl und Leistung der Öl- und Gaskessel nach Baujahren

Die Auswertung der Daten zeigt u. a. den Zubau an Gas-Kesseln ab Ende der 90er-Jahre und eine stagnierende Installation von Ölheizungen.

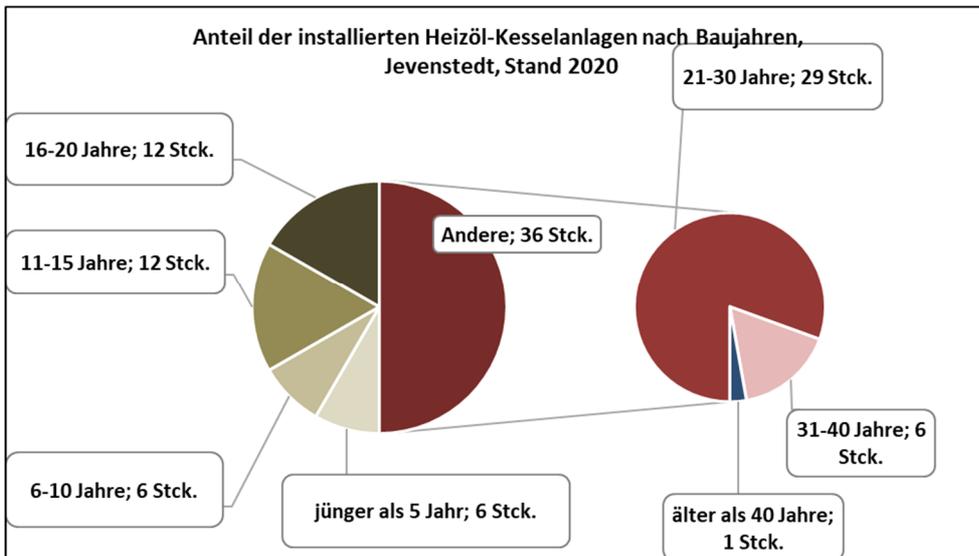


Abbildung 9-6: Anzahl und Alter der Ölkessel

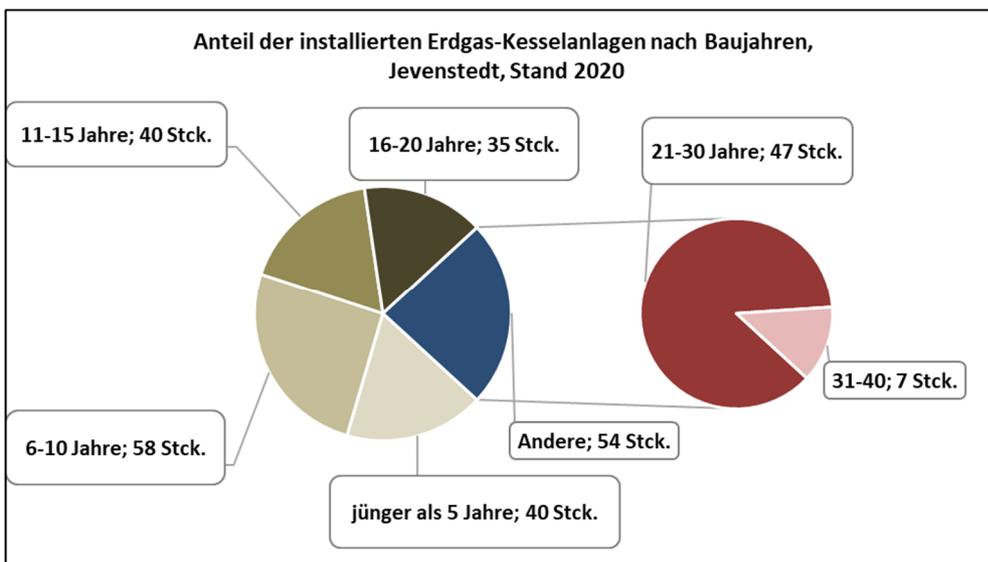


Abbildung 9-7: Anzahl und Alter der Erdgaskessel

Bei den im Quartier installierten Erdgaskesseln und -thermen sind rd. 54 Anlagen bzw. rd. 23 % älter als 20 Jahre und damit ersatzbedürftig. Bei den Heizölkesseln sind rd. 50 % und somit 36 Anlagen ersatzbedürftig. Hier besteht ein beträchtliches Energieeffizienzpotenzial, welches durch Optimierung der Regelung, den Einsatz der Brennwerttechnik und weiteren Synergien bei Einsatz neuer Heizungstechnik i. H. v. rd. 10-20 % hochgradig wirtschaftlich erschlossen werden kann.

Auf Grundlage der Schornsteinfegerdaten und der Daten der SH-Netz lässt sich eine rd. 65%ige Anschlussquote an die Erdgasversorgung im Quartier abschätzen.

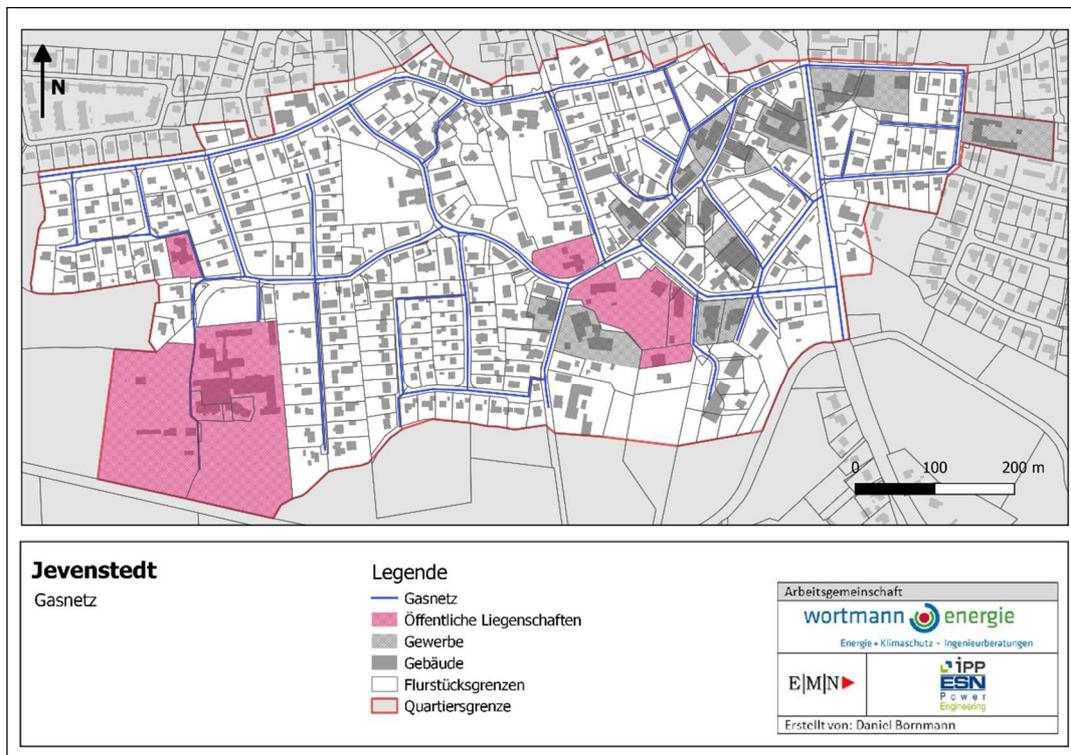


Abbildung 9-8: Erdgasnetz im Quartier Jevenstedt – Alter Ortskern

## 9.2.3 ERGEBNISSE DER FRAGEBOGENAKTION UND DER ENERGIEBERATUNG VOR ORT

### 9.2.3.1 FRAGEBOGENAKTION

Um die Abschätzung zum Wärmebedarf möglichst genau zu verifizieren sowie das Interesse an einer klimafreundlichen zentralen Wärmeversorgung abzufragen, wurde ein Fragebogen erstellt (vgl. Abbildung 9-9). Dieser wurde auf einer gemeinsamen Veranstaltung zum Ortsentwicklungs-

**Energetisches Quartierskonzept „Jevenstedt - Alter Ortskern“**

**FRAGEBOGEN**

Bei dem Quartierskonzept werden sowohl die Energie- und Kosteneinsparpotentiale im Rahmen der Gebäudesanierung ermittelt als auch die Optionen für eine zukunftsweisende Wärmeversorgung. Um die technischen und wirtschaftlichen Bedingungen prüfen zu können, ist es erforderlich den in etwa zu erwartenden Wärmeabsatz zu kennen. Daher möchten wir von Ihnen einige Informationen zu Ihrer Heizung, dem Brennstoffverbrauch und Ihrem Gebäude aufnehmen. Mit diesen Daten sind wir in der Lage, eine mögliche Wärmekonzeption zu konzipieren und die entstehenden Wärmekosten für die Versorgung Ihres Hauses abzuschätzen.

**HINWEIS: Das Beantworten der Fragen verpflichtet Sie zu nichts\*.**

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

Bitte stecken Sie den ausgefüllten Fragebogen in den Briefkasten am Amt (Amt Jevenstedt, Meiereistr. 5, Jevenstedt) oder geben ihn persönlich dort ab. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, das Dokument einzuscannen und per Mail an das Amt ([michael.rudolph@amt-jevenstedt.de](mailto:michael.rudolph@amt-jevenstedt.de)) zu versenden.

1. Interesse an einer klimafreundlichen, zentralen Wärmeversorgung \_\_\_\_\_  ja //  nein
2. Straße + Hausnummer \_\_\_\_\_
3. Name \_\_\_\_\_
4. Telefon / Email \_\_\_\_\_
5. Baujahr des Hauses \_\_\_\_\_
6. Wohnfläche \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>
7. Baujahr der Heizung \_\_\_\_\_
8. Leistung der Heizungsanlage \_\_\_\_\_ kW
9. Brennstoff und Brennstoffverbrauch, jährlich Nichtzutreffendes  
bitte streichen:
  - Erdgas ----- Verbrauch: \_\_\_\_\_ kWh oder m<sup>3</sup>
  - Flüssiggas ----- Verbrauch: \_\_\_\_\_ Liter, kWh oder m<sup>3</sup>
  - Heizöl ----- Verbrauch: \_\_\_\_\_ Liter oder m<sup>3</sup>
  - Holzpellets ----- Verbrauch: \_\_\_\_\_ t
  - Strom (Nachtspeicher) ----- Verbrauch: \_\_\_\_\_ kWh
  - Strom (Wärmepumpe) ----- Verbrauch: \_\_\_\_\_ kWh
  - Holz (Kamin, Ofen) ----- Verbrauch: \_\_\_\_\_ Raummeter
  - Solarthermieanlage ----- Anlagengröße: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> Kollektorfläche
  - Photovoltaikanlage ----- Anlagengröße: \_\_\_\_\_ kWp

Bitte geben Sie den Fragebogen auch ab, wenn Sie derzeit kein Interesse zum Thema Gebäudesanierung oder klimafreundlicher Wärmeversorgung haben.

*\* Die Daten werden ausschließlich zur Erstellung des Konzeptes genutzt, eine Weitergabe der Daten an Dritte (bspw. zu kommerziellen Zwecken) ist ausgeschlossen.*

Planerteam: IPP-ESN | wortmann-energie | E|I|M|N

Abbildung 9-9: Fragebogen zur individuellen Wärmeversorgung der Gebäude im Quartier

und Quartierskonzept (vgl. Kapitel 13.1) an die Anwesenden verteilt und im Amtsgebäude für alle Bürger verfügbar gemacht.

Die Auswertung des Rücklaufs dieser Fragebögen zeigt Tabelle 9-2.

Tabelle 9-2: Auswertung der Fragebögen zu den Liegenschaften des Quartiers

| CHARAKTERISTIK  | ANZAHL BZW. JAHR     |
|---|----------------------|
| Anzahl rückgesendeter Fragebögen                      | 8                    |
| davon auswertbar                                      | 8                    |
| Durchschnittliches Baujahr Gebäude                    | 1963                 |
| Häufigste Baualtersklasse                             | Alle unterschiedlich |
| Durchschnittliches Baujahr Heizung                    | 2002                 |
| Energieträger   | Gas: 5               |
|   | Heizöl: 3            |
| Interesse an einer zentralen Wärmeversorgung (Anzahl) | ja: 8                |
|   | nein: 0              |
|   | k. A.: 0             |

Alle Bürger, die den Fragebogen ausfüllten, bekundeten ein Interesse an einer zentralen Wärmeversorgung.

### 9.2.3.2 ENERGIEBERATUNG VOR ORT



**KINDERLEICHT ENERGIE SPAREN**  
Energieberatung der Verbraucherzentrale  
Unabhängig, kompetent und nah.

**GUTER RAT RUND UM DAS THEMA ENERGIE**  
Ihre Abrechnung ist zu hoch? Sie haben Probleme mit feuchten Wänden und Schimmel? Sie planen Ihre vier Wände zu sanieren oder erneuerbare Energien zu nutzen? Auf all diese Fragen finden wir individuelle Antworten.

**ENERGIEBERATUNG – SO FUNKTIONIERT'S**  
Bei uns findet jeder die passende Beratung: Einzelne Fragen beantworten wir Ihnen gerne am Telefon oder in unserer Online-Beratung. Bei komplexen Anliegen helfen wir Ihnen persönlich in unseren Beratungsstellen. Dank der öffentlichen Förderung sind diese Beratungsangebote kostenlos. Bei Bedarf kommen wir auch direkt zu Ihnen nach Hause.

**GEBÄUDE-CHECK**  
Beim Gebäude-Check erhalten Sie als privater Haus- oder Wohnungseigentümer zusätzlich zum Basis-Check Informationen über Ihre Haustechnik, den baulichen Wärmeschutz und Einsatzmöglichkeiten von erneuerbaren Energien.  
**Kosten: 30 Euro, Dauer: ca. 2 Stunden (nicht in NRW)**

Abbildung 9-10: Flyer (Verbraucherzentrale) zum kostenfreien Gebäude-Check

Auf der öffentlichen Informationsveranstaltung (vgl. Kapitel 13.1) wurden zwei kostenfreie Energieberatungen für Wohngebäude auf dem Niveau einer BAFA-vor-Ort-Beratung angeboten. Wegen des großen Interesses wurden diese verlost; wer dabei nicht zum Zuge kam, erhielt einen von

der mit der Erstellung des Quartierskonzeptes beauftragten Arbeitsgemeinschaft vergünstigten Gebäude-Check. Dieser vor-Ort Gebäude-Check wird von den Energieexperten der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein (Verbraucherzentrale SH, 2021) durchgeführt.

#### 9.2.4 NICHT-WOHNGEBÄUDE UND ÖFFENTLICHE LIEGENSCHAFTEN

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

##### 9.2.4.1 DENKMALSCHUTZ

Es befinden sich folgende Denkmäler im Quartier bzw. in der Nähe der Quartiersgrenzen (Landesamt für Denkmalpflege, 2021):

- St.-Georg-Kirche, Dorfstraße 24, mit Ausstattung (Evangelisch-Lutherischer Kirchenkreis Rendsburg-Eckernförde, 2021)
- Ehem. Kirchspielvogtei (Kate), Schwaber Straße 1 (Wikipedia, 2013)



Abbildung 9-11: Denkmalschutz: St.-Georg-Kirche, Kirchspielvogtei

Weitere, nicht denkmalgeschützte, aber erhaltenswerte Gebäude in der Dorfmitte sind z. B. das Pastorat gegenüber der St.-Georg-Kirche und die vom Heimatverein in überwiegender Eigenleistung komplett neu aufgebaute Schmiede (Heimatverein-Jevenstedt, 2021), die nun als Heimatmuseum besichtigt werden kann.



Abbildung 9-12: Schmiedemuseum, Pastorat

Eine Ortsgestaltungs- oder Erhaltungssatzung für Jevenstedt besteht nicht.

#### 9.2.4.2 LANDWIRTSCHAFT

Nach Angaben des statistischen Amtes für Hamburg und Schleswig-Holstein bestehen in Jevenstedt 35 landwirtschaftliche Betriebe (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2019).

Tabelle 9-3: Landwirtschaftliche Betriebe Jevenstedt

| Spezifikation Landwirtschaftliche Betriebe | Angabe    |
|--|-----------|
| Landwirtschaftliche Betriebe               | 35        |
| Landwirtschaftlich genutzte Fläche         | 2.391 ha  |
| Betrieb mit Viehhaltung                    | 27        |
| Viehbestand insgesamt                      | 3.560 GVE |
| Betriebe mit ökologischem Landbau          | 1         |
| Getreideanbau: Silomais / Grünmais         | 846 ha    |

#### 9.2.4.3 GEWERBE

Einige energierelevante gewerbliche Objekte, die sich im Quartier in unmittelbarer Nachbarschaft befinden, sind in Tabelle 9-4 dargestellt. Abbildung 9-13 verdeutlicht die Flächendimension dieser gewerblichen Unternehmen innerhalb der Dorfmitte. So verfügt z. B. Landmaschinen Willi Rohwer über rd. 15.000 m<sup>2</sup> Flurstücksgrundfläche. Ein weiterer Wärmebedarfsschwerpunkt dürfte im Osten des Quartiers das Seniorenhaus Jevenstedt, Am Altenheim 1, mit 43 Plätzen sein.

Tabelle 9-4: Größere gewerbliche Unternehmen im Quartier in Jevenstedt

| Unternehmen / Institution  | Zweck                          | Adresse              |
|----------------------------|--------------------------------|----------------------|
| Willi Rohwer GmbH          | Landwirtschaftsmaschinen       | Itzehoer Chaussee 61 |
| Haus Dorothee GmbH         | Pflegeheim                     | Itzehoer Chaussee 62 |
| Möhls Gasthof              | Gastronomie - Catering - Hotel | Dorfstr. 10          |
| Förde Sparkasse - Filiale  | Finanzen                       | Bankstr. 2           |
| EDEKA-Markt, Plikat o.H.G. | Lebensmittel-Supermarkt        | Bankstr. 8           |



Abbildung 9-13: Gewerbe und Flächen in der Dorfmitte

Konkrete Sanierungsvorhaben der Unternehmen sind nicht bekannt. Bei Fa. Willi Rohwer besteht bspw. wenig Interesse an Heizungsumstellungen, da z. T. Kesselanlagen neuwertig bzw. die Energienachfrage vom Investor als zu gering für eine Modernisierung eingeschätzt wird. Zur Konkretisierung der Einsparoptionen und zum Umstieg auf eine klimafreundliche Wärmeversorgung sollten perspektivisch bilaterale Gespräche mit dem Gewerbe gesucht werden; dies kann im Rahmen einer vertiefenden Themenbehandlung im Rahmen des Sanierungsmanagements geschehen.

#### 9.2.4.4 ÖFFENTLICHE LIEGENSCHAFTEN

Jevenstedt verfügt mit dem Schulkomplex über eine vergleichsweise große und für die Energieversorgung bedeutende Liegenschaft. Ausgewählte Liegenschaften wurden begangen und Energiekenndaten aufgenommen, Verbrauchsdaten ausgewertet und Hinweise zur Effizienzverbesserung und zur Erschließung der Einsparpotenziale aufgezeigt.

Die in Tabelle 9-5 aufgeführten Liegenschaften befinden sich im oder in der Nähe des Quartiers.

Tabelle 9-5: Kenndaten öffentliche Liegenschaften Jevenstedt

| Liegenschaft / Name        | Straße, Nr.         | Eigentümerin        | genutzte Fläche [m <sup>2</sup> ] | Strom [kWh/a]      | benchmark Strom    | Erdgas [kWh/a]     | benchmark Wärme    |
|----------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                            |                     |                     |                                   | Mittel (2017-2019) | kWh/m <sup>2</sup> | Mittel (2017-2019) | kWh/m <sup>2</sup> |
| Freibad                    | Am Sportplatz 7     | Gemeinde Jevenstedt | 273                               | 26.200             | -                  | 47.400             | -                  |
| Bauhof                     | Am Sportplatz 5     | Gemeinde Jevenstedt | 110                               |                    |                    |                    |                    |
| TuS Jevenstedt             | Am Sportplatz 12    | Gemeinde Jevenstedt | 112                               | 4.100              | 37                 | 11.900             | 106                |
| Kindergarten "Bunte Arche" | Am Sportplatz 2     | Gemeinde Jevenstedt | 551                               | 12.800             | 23                 | 62.000             | 113                |
| Amtsverwaltung             | Meiereistraße 5     | Gemeinde Jevenstedt | 779                               | 32.800             | 42                 | 101.500            | 130                |
| Feuerwehrgerätehaus        | Zur alten Mühle 2   | Gemeinde Jevenstedt | 221                               | 3.000              | 14                 | 25.900             | 117                |
| Schulstandort Jevenstedt   | Neue Schulstraße 13 | Amt Jevenstedt      | 7.077                             | 35.900             | 5                  | 608.500            | 86                 |

#### 9.2.4.5 SCHULKOMPLEX JEVENSTEDT

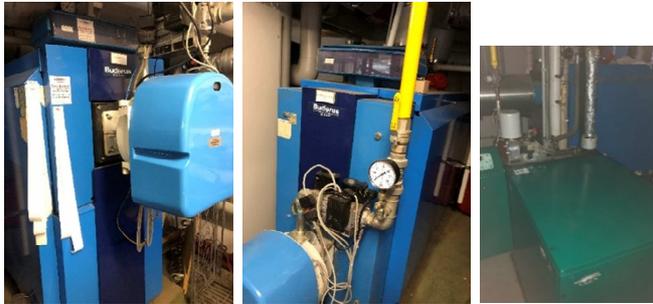
Die Schule wurde mit Mitarbeitern der Amtsverwaltung sowie dem Hausmeister im September und November 2020 begangen. Eine vierseitige Fotodokumentation mit Gebäudeaufnahmen, Heizungstechnik und Hinweisen für Energieeinspar- und Effizienzmaßnahmen sowie Möglichkeiten der erneuerbaren Energienutzung wurde erstellt.

Die wesentlichen Ergebnisse sind in Tabelle 9-6 dargestellt.

Tabelle 9-6: Begehung Schule, Hinweise zur Energieeffizienz

| Grafik, Foto | Beschreibung, Hinweise   |
|--------------|--|
|              | <p>Luftbild (<a href="#">Digitaler Atlas Nord, 2021</a>)<br/>Grund- und Gemeinschaftsschule des Amtes Jevenstedt, Neue Schulstraße 13, 24808 Jevenstedt<br/>Schulkomplex, rechts oben mit Neubau (2020), unten: KiTa, südlich: Bauhof, Freibad, Sportflächen</p> |

| Grafik, Foto  | Beschreibung, Hinweise  |
|---|---|
|   | <p>Bauabschnitte mit Baujahren (Altersangaben abgeschätzt)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Altbau, 1956 (1)</li> <li>- Pausengang, Toiletten, 1956 (2)</li> <li>- kl. Sporthalle, 1968 (3)</li> <li>- Mitteltrakt, 1960 (4)</li> <li>- Küche, Mensa, 1970 (5)</li> <li>- Klassentrakt 1970 (6)</li> <li>- Umkleide (Sportpl.), 1973 (7)</li> <li>- Gr. Sporthalle, 1973 (8)</li> <li>- Neubau, 1999 (9)</li> <li>- NaWi, Fachräume, 2014 (10)</li> <li>- Aula, Klassen, Neubau, 2020 (11)</li> <li>- KiTa "Lummerland", 1973 (12)</li> </ul> |
|  | <p>Außenfassade Gebäudehülle:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kein Instandsetzungsstau bei Außenwand, Dach</li> <li>- Fenster überwiegend um 2000</li> </ul> <p>➔ Prüfen der Stärke der Luftschicht, wenn größer 4 cm nachträgliche Kerndämmung durchführen</p>  |
|  | <p>Südansicht auf Dächer Sporthalle und Klassentrakt:</p> <p>➔ Potenzial für Solarenergienutzung (siehe Abschätzung am Schluss)</p>   |
|  | <p>Altbau, Pausengang<br/>Dacheindeckung (über unbeheiztem Dachboden) besteht noch aus Original Tonziegel der 50-er Jahre</p>   |
|  | <p>Beleuchtung, Kompaktleuchtstofflampen<br/>➔ Ersatz durch LED-Leuchtmittel</p>  |

| Grafik, Foto  | Beschreibung, Hinweise   |
|---|--|
|    | <p>Altbau Dach, oberste Geschossdecke: Beton, tlw. ungedämmt (Nebenräume, Flure), über Klassen gedämmt (10 cm MiWo, Alukaschiert)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Dämmung gesamte oberste Geschossdecke</li> <li>➔ Lüftungsgitter an Treppenluke: Schließen und Luftdichtheit im beheizten Bereich herstellen, Notwendigkeit der Ablüftung im Dachgeschoss prüfen</li> </ul>  |
|   | <p>Wärmeerzeugung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 Kessel BW und NT, Bj. 1996, 270 kW</li> <li>- BHKW, Bj. 2009, 5,5 kW<sub>el</sub>, 12,5 kW<sub>th</sub></li> <li>- Erdsonden-Wärmepumpe, Bj. 2020 versorgt getrennt den Neubau (2020)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Abgängige Heizanlage. Ersatz durch klimafreundliche Erzeugung</li> <li>➔ Hydraulik erneuern, Hydraulischer Abgleich</li> <li>➔ Optimierung der Regelungstechnik</li> </ul>   |
|  | <p>Bisher ungenutzte Süd- und eine kleine Ostdachfläche der Schule:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Summe: ca. 925 m<sup>2</sup></li> <li>- Mit rd. 7 m<sup>2</sup>/kW<sub>p</sub> ⇒ ca. 132 kW<sub>p</sub></li> <li>- Nach EEG-2020 besteht für Anlagen eine Einspeisevergütung bis zu 100 kW<sub>p</sub>, 7,59 ct/kWh (bei Inbetriebnahme ab 01.04.2021)</li> <li>- Innerhalb des 20-jährigen EEG-Vergütungszeitraums ist ein wirtschaftlicher Betrieb möglich. Dabei werden rd. 35 – 40 t CO<sub>2</sub> vermieden.</li> </ul> |

#### 9.2.4.6 BAUHOF UND FREIBAD JEVENSTEDT

In unmittelbarer Nachbarschaft zur Grund- und Gemeinschaftsschule befindet sich das Freibad mit den Umkleidekabinen, Kasse und Technik, die mit den Räumen des Bauhofes eine Gebäudeeinheit bilden.

Die wesentlichen Ergebnisse sind in Tabelle 9-7 dargestellt.

Tabelle 9-7: Begehung Freibad, Bauhof, Hinweise zur Energieeffizienz

| Grafik, Foto  | Beschreibung, Hinweise  |
|---|---|
|    | <p>Luftbild (Digitaler Atlas Nord, 2021)<br/>Freibad, Bauhof in einem langgestreckten Gebäude<br/>Am Sportplatz, 24808 Jevenstedt</p>   |
|   | <p>Gebäudeerrichtung ca. 1980er Jahre<br/>Aufgrund der nur saisonalen und sommerlichen Nutzung bestehen keine Energieeinsparpotenziale an der Gebäudehülle<br/>Die Fensterbänder wurden zwischenzeitlich erneuert.</p>      |
|  | <p>Regelmäßiges Instandsetzen einzelner Beckenfliesen muß kontinuierlich gemacht werden. Ein Kleinkinderbecken ist angedacht.</p>   |
|  | <p>Der Solarabsorber hat seine technische Lebensdauer überschritten und ist undicht, wurde bereits mehrmals geflickt.<br/>➔ Neu-Installation Freibadabsorber oder Anschluss an Wärmenetz auf Basis erneuerbarer Energie</p> |

| Grafik, Foto   | Beschreibung, Hinweise  |
|--|---|
|   | <p>Mit einer gesamten Dachfläche von Freibad und Bauhof von ca. 500 m<sup>2</sup>, und einem spez. Solarertrag von rd. 150 kWh/(m<sup>2</sup>·a) ergibt sich eine Heizwärmebereitstellung von rd. 75 MWh/a.</p> <p>Wärmeversorgung über eine Holzheizung für Freibad plus Schule kann durch Maschinen, Geräte und Betreuungspersonal am Bauhof erfolgen; Platz ist vorhanden.</p> |
|  | <p>Zusätzliche Wärmeerzeugung 2016:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gas-Therme BW, 24 kW</li> <li>- Pufferspeicher, 1.000 Liter</li> <li>- Frischwasserstation, Wärmetauscher 80 kW</li> </ul> <p>➔ Bei Anschluss an ein Wärmenetz oder Neu-Installation Schwimmbadabsorber einbeziehen in das Heizkonzept</p>   |

### 9.2.4.7 KINDERTAGESSTÄTTE BUNTE ARCHE

Gegenüber der Schule und Freibad befindet sich die Evangelische Kindertagesstätte der Kirchengemeinde Jevenstedt. Bei der Begehung und in Gesprächen mit der Leitung der KiTa wurden folgende Ergebnisse gemäß Tabelle 9-8 skizziert.

Tabelle 9-8: Begehung Kindertagesstätte Bunte Arche, Hinweise zur Energieeffizienz

| Grafik, Foto  | Beschreibung, Hinweise   |
|---|--|
|    | <p>Luftbild (Digitaler Atlas Nord, 2021)</p> <p>KiTa Bunte Arche, Jevenstedt, Am Sportplatz 2, 24808 Jevenstedt</p> <p>Gegenüber der Schule</p>  |
|   | <p>Eingeschossiger Massivbau, verklindert, neue Kunststofffenster dreifach-Wärmeschutzverglasung, Bj. ca. 2020.</p>  |
|  | <p>Zum Hof auf der Rückseite befindet sich noch eine komplett alte Fensterfront, zweifachverglast.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Ersatz des großformatigen Fensterelementes ebenfalls durch dreifach-Wärmeschutzverglasung</li> <li>➔ Bei Fensterneubau dezentrale Zu/Ab-luft mit Wärmerückgewinnung einplanen (raumweise und, wo sinnvoll, Lüftungskonzept)</li> </ul> |
|  | <p>Kellerdecke:</p> <p>ausreichende lichte Höhe (ca. 2,15 m) für nachträgliche Dämmung,</p> <p>Bestand jetzt: Etwa 3 cm Heraklit zementgebundene Holzwolleplatte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Nachträgliche Dämmung der Kellerecke</li> </ul>  |



Unterschiedliche Beleuchtungssysteme, tlw. LED, Kompaktleuchtstofflampen, Leuchtstofflampen

➔ Umrüsten auf LED



Wärmeerzeugung:

- Gas-Therme BW, 38 kW, Bj. 2010
- Elektro-Boiler für WW, 30 Liter, ca. 4-6 kW.
- Am Elektro-Boiler ist eine Zirkulationspumpe angeschlossen

➔ WW-Anschluss über Gastherme

➔ Prüfen, ob Heizwärmeversorgung über klimafreundliche Nahwärme realisierbar ist.



Radiatoren:

➔ Hydraulischen Abgleich durchführen

➔ Mehrere Radiatoren in Räumen gruppenweise ansteuern und elektronisch regeln

### 9.2.4.8 AMTSVERWALTUNG GEMEINDE JEVENSTEDT

Eigentümerin des Gebäudes der Amtsverwaltung in Jevenstedt ist die Gemeinde Jevenstedt. Bei der Begehung und in Gesprächen mit der Ansprechpartner des Amtes wurden folgende Ergebnisse gemäß Tabelle 9-9 skizziert.

Tabelle 9-9: Begehung Amtsverwaltung, Hinweise zur Energieeffizienz

| Grafik, Foto  | Beschreibung, Hinweise  |
|---|---|
|    | <p>Luftbild (Digitaler Atlas Nord, 2021)</p> <p>Amtsgebäude in Jevenstedt<br/>Meiereistraße 5, 24808 Jevenstedt</p>   |
|  | <p>Gebäude, Bj. ca. 1977,<br/>teilunterkellert</p> <p>Mittelbau: 1977<br/>Anbau nördlich zur Straße: 2002<br/>Anbau südlich: 2020</p> <p>Ostfassade Mittelbau Fensterfront er-<br/>neuert: 1997, äußere Verschattungsein-<br/>richtung</p>  |
|  | <p>Wärmeerzeugung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gas-Kessel NT, 66 kW, Bj. ca. 1995</li> <li>- Dezentrale elektrische WW-Berei-<br/>tung</li> <li>- Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Ver-<br/>sorgung des Süd-Anbaus (2020)</li> </ul> <p>→ Kessel ist abgängig, Ersatz über kli-<br/>mafrendliche Nahwärme oder</p> <p>→ Ersatz über z. B. Gashybridanlage<br/>mit Solar-Röhrenkollektoren als Hei-<br/>zungsunterstützung und WW-Berei-<br/>tung</p> <p>→ Hydraulischen Abgleich durchführen</p> |
|   | <p>Keller:</p> <p>→ Dämmen der Kellerdecke</p>  |

### 9.3 ENERGIE- UND CO<sub>2</sub>-BILANZ DES QUARTIERS

Grundlage der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung sind die abgeschätzten spezifischen Heizwärmebedarfe nach Baualtersklassen (siehe Kapitel 9.2.1). Die zweite notwendige Kenngröße ist die Energiebezugsfläche. Hier erfolgte die Abschätzung auf Basis von Geodaten. Das Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein stellt den Städten und Gemeinden in Schleswig-Holstein kostenfrei Geobasisdaten zur Verfügung. Mit Hilfe des Liegenschaftskatasters und des 3D-Gebäudemodells (LoD1) konnten die Gebäudegrundflächen und die jeweilige Geschossanzahl ermittelt werden. Die so berechneten Heizenergiebedarfe je Gebäude wurden in einem letzten Schritt mit den übermittelten Realdaten der Fragebogenerhebung, den Feuerstättendaten und des Gasverbrauchs plausibilisiert.

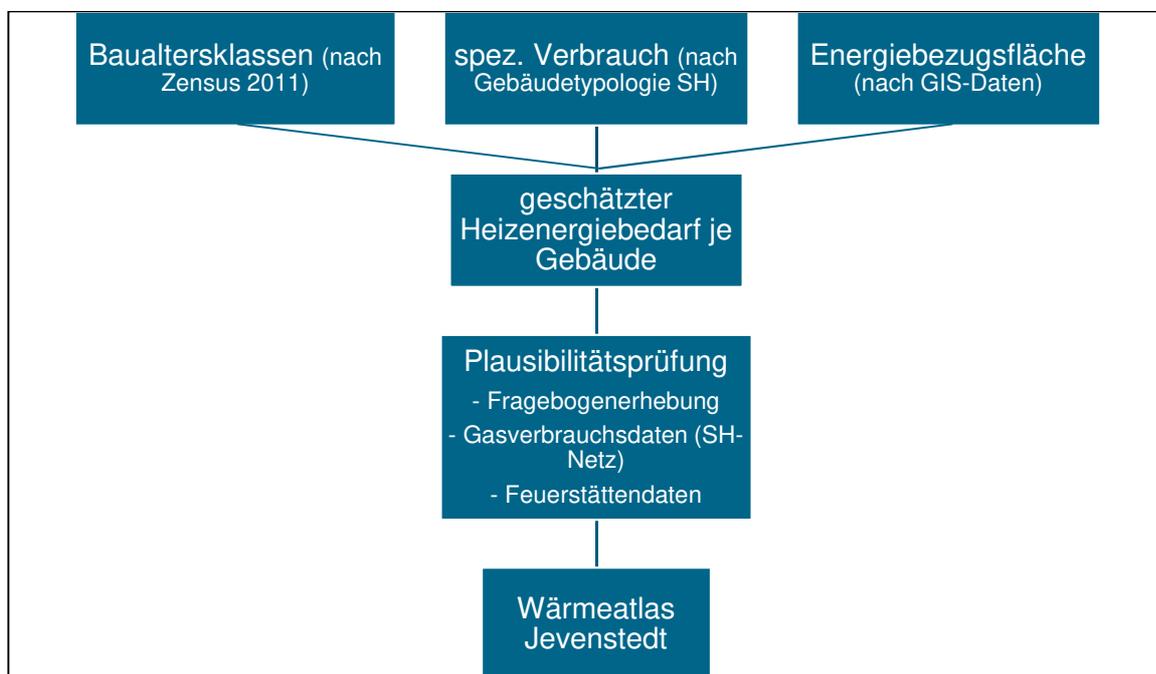


Abbildung 9-14: Vorgehensweise zur Erstellung der Wärmeatlasses

Das Ergebnis ist im Wärmeatlas (vgl. Abbildung 9-15) dargestellt.

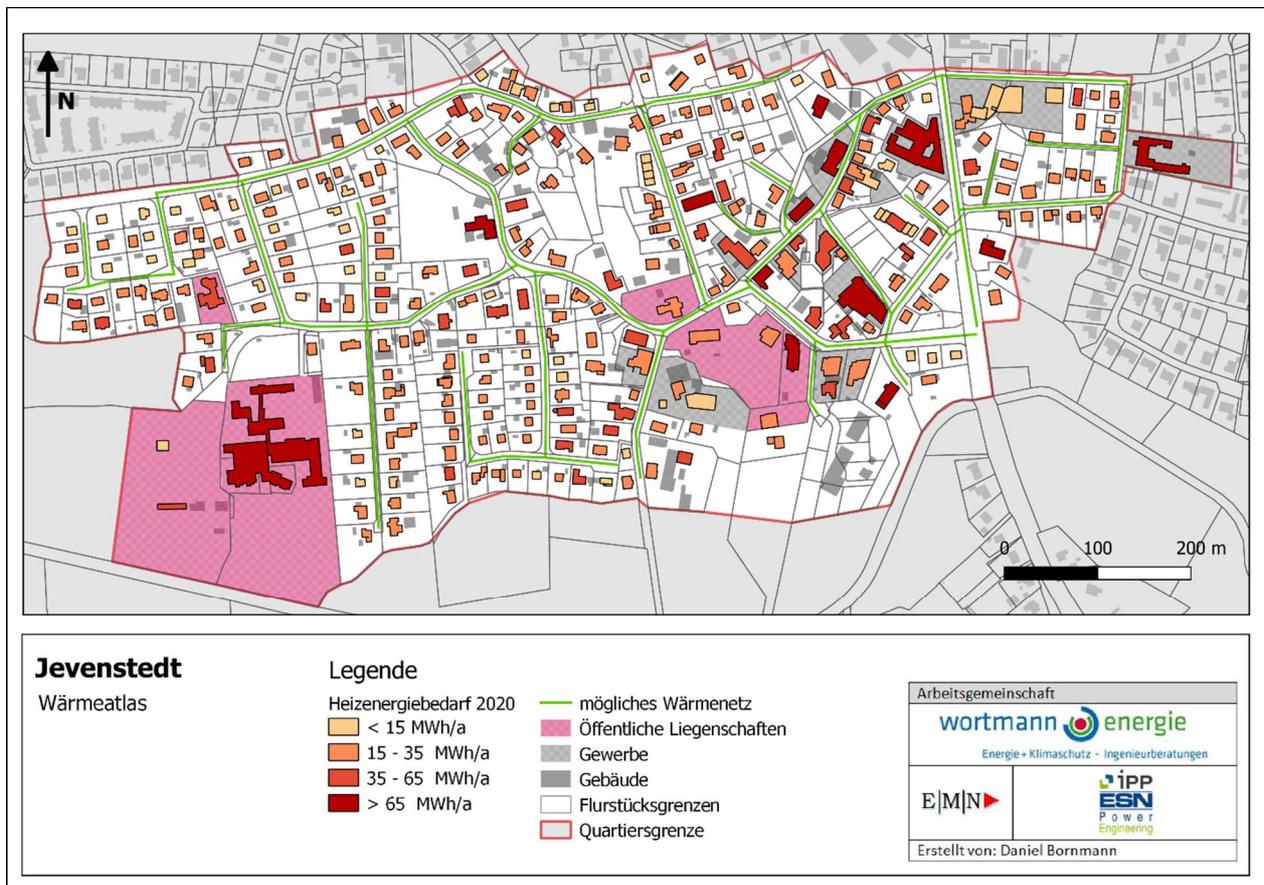


Abbildung 9-15: Wärmeatlas – Heizenergiebedarfe 2020

Der Heizenergiebedarf im Quartier teilt sich gemäß Tabelle 9-10 auf die verschiedenen Gebäudetypen auf.

Tabelle 9-10: Heizenergiebedarf im Quartier 2020

| WOHN-<br>GEBÄUDE | NICHTWOHN-<br>GEBÄUDE | GESAMT |
|------------------|-----------------------|--------|
| MWh/a            | MWh/a                 | MWh/a  |
| 7.027            | 1.954                 | 8.981  |

Abbildung 9-16 zeigt die Verteilung der Energieträger im Quartier und verdeutlicht den hohen Anteil an einer Erdgasbefuerung der Kesselanlagen (ca. 70 %, bezogen auf den Endenergiebedarf).

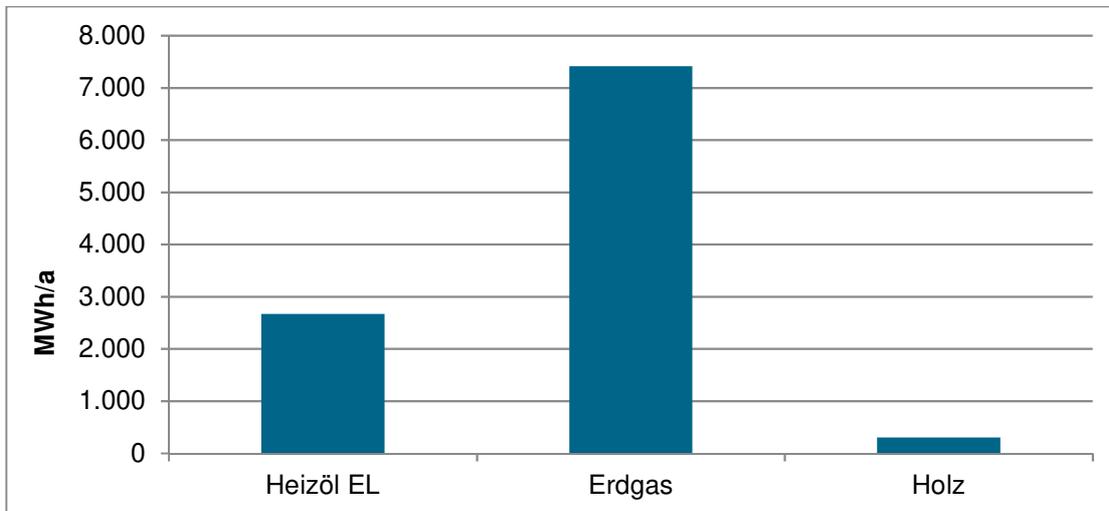


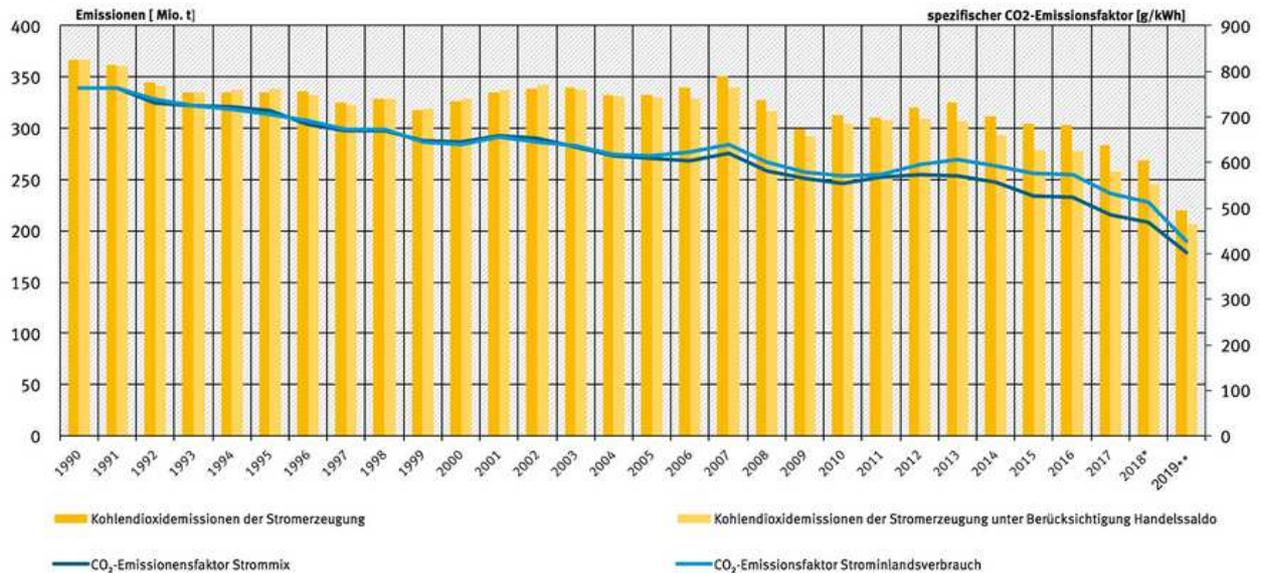
Abbildung 9-16: Aufteilung Wärmebedarf nach Energieträgern

Die Bestimmung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Quartiers erfolgt durch die Multiplikation der ermittelten Energieverbräuche mit den zugrunde gelegten spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren:

Tabelle 9-11: CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren und Primärenergiefaktoren verschiedener Energieträger

| ENERGIETRÄGER | SPEZIFISCHE EMISSIONEN | QUELLE  | PRIMÄRENERGIE-FAKTOREN | QUELLE           |
|---------------|------------------------|---|------------------------|------------------|
| Erdgas        | 247 g/kWh              | (Institut für Energie- und Umweltforschung, 2019) | 1,1                    | (GEG_2020, 2021) |
| 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         | vgl. Abbildung 9-17    |   | 1,8 bzw. 2,8           |                  |

**Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix 1990-2018 und erste Schätzungen 2019 im Vergleich zu CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung**



2018\* vorläufig 2019\*\* geschätzt

Quellen:Umweltbundesamt; eigene Berechnungen Februar 2020

Abbildung 9-17: Entwicklung der spezifischen Emissionen des deutschen Strommixes

Tabelle 9-12 stellt die aktuelle Bilanz des Endenergiebedarfs, der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Primärenergiebedarfs des gesamten Quartiers dar.

Tabelle 9-12: Wärme-, Endenergie-, CO<sub>2</sub>- und Primärenergiebilanz in Jevenstedt

| ENERGIETRÄGER | HEIZENERGIE-BEDARF [MWH] | ENDENERGIE BEDARF [MWH] | PRIMÄRENERGIE-BEDARF [MWH] | CO <sub>2</sub> -AUSSTOß [T] |
|---------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Heizöl EL     | 2.319                    | 2.666                   | 2.933                      | 848                          |
| Erdgas        | 6.450                    | 7.414                   | 8.156                      | 1.831                        |
| Holz          | 211                      | 302                     | 60                         | 8                            |
| <b>Summe</b>  | <b>8.981</b>             | <b>10.382</b>           | <b>11.149</b>              | <b>2.687</b>                 |

## 9.4 ZUSAMMENFASSUNG BESTANDSAUFNAHME

Das immer noch durch die früher dominierende Landwirtschaft geprägte Jevenstedt kann mit seinen rd. 3.200 Einwohnern und seiner Nähe zum Mittelzentrum Rendsburg sowie seiner Infrastruktur als attraktiver Standort für Wohnen und Gewerbe gelten. Zubau- und Verdichtungsflächen für zukünftigen Neubau von Wohnraum sind vorhanden.

Im Westen liegen die Grund- und Gemeinschaftsschule und in unmittelbarer Nachbarschaft befinden sich die beiden Kindertagesstätten und das Freibad sowie der Bauhof. Dieses Gebäudeensemble bildet eine bedeutende kommunale Wärmesenke, die mit ihrem Verbrauch eine gute Ausgangsbasis für eine klimafreundliche Wärmeversorgung bietet.

Östlich gelegen befinden sich großflächige gewerbliche Unternehmen, die das Straßenbild prägen (vgl. Abbildung 9-13). Die identitätsstiftende und an die landwirtschaftliche Prägung des Dorfes erinnernden Baukultur sollte unbedingt erhalten bleiben und bei Vorhaben der energetischen Sanierung ggf. auch durch gemeindeeigene Instrumente, wie eine Erhaltungssatzung, gesteuert werden.

Die Bestandsaufnahme zeigt auf, dass Jevenstedt fast vollständig erdgasverrohrt ist; die Anschlussdichte liegt mit rd. 65 % recht hoch. Dieser Umstand engt die betriebswirtschaftlichen Spielräume einer klimafreundlichen zentralen Wärmeversorgung angesichts der derzeit noch günstigen Erdgaspreise ein.

## 10 ENERGIE- UND CO<sub>2</sub>-MINDERUNGSPOTENZIALE DURCH GEBÄUDESANIERUNG

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

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

Abbildung 10-1 zeigt diese Entwicklung der gesetzlichen Vorgaben, der Baupraxis und der Forschungsvorhaben innovativer Gebäudetypen (Sigmund, 2014).

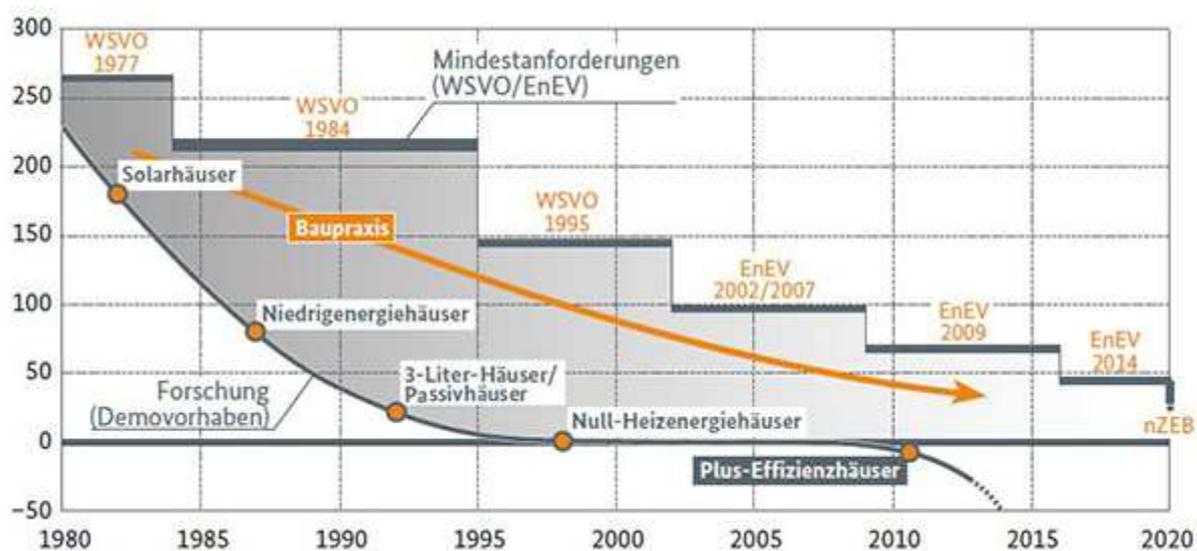


Abbildung 10-1: Entwicklung des energieeffizienten Bauens (Primärenergiebedarf in kWh / (m<sup>2</sup>·a) )

Der mittlere, flächenspezifische Primärenergiebedarf für Ein- und Zweifamilienhäuser liegt bundesweit bei rd. 220 kWh/(m<sup>2</sup>·a) und damit um den Faktor 4 bis 5 über den Anforderungen für Neubauten (dena, dena-Gebäudereport 2016 - Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand, 2016, S. 60). Dieser hohe Unterschied zwischen Bestand und Neubau offenbart die enorm hohen baulichen und finanziellen Anforderungen an eine zielführende energetische Sanierung auf ein neubauähnliches Verbrauchsniveau.

## 10.1 GEBÄUDESANIERUNGSPOTENZIAL – VORGEHENSWEISE, RAHMENBEDINGUNGEN

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

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

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

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

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

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

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

Rationale Treiber für die energetische Sanierung sind

- die Höhe der Energiepreise und deren zu erwartende Entwicklung für Heizöl, Erdgas und andere Energieträger;

- die Höhe der Bepreisung der Kohlendioxidemissionen, in 2021 25 €/t, ansteigend zunächst bis auf 55-65 €/t in 2026 (Bundesregierung, 2019);
- Vorschriften und Gesetze - hier sind die Vorgaben des GEG-2020 für den Gebäudebestand maßgeblich;
- Anreize durch Förderungen, etwa durch die KfW, das BAFA oder die IB.SH;
- Nutzungs- oder Lebensdauer und Ersatzzyklen für Gebäudebauteile und technische Anlagen.

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

Die wichtigsten Nachrüstpflichten für Bestandsgebäude gemäß aktuellem Gebäudeenergiegesetz (GEG) zeigt Tabelle 10-1.

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, also konsequentes Handeln zum Erschließen der offensichtlichen Energieeinsparpotenziale im Gebäudebestand.

Zum Jahreswechsel 2019/20 wurden im Rahmen des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung die Förderungen für die energetische Wohngebäudesanierung deutlich erhöht. Seit Beginn des Jahres 2021 wurde das Förderdesign für Energieeffizienz und klimaschutzrelevante Maßnahmen für Wohn- und Nichtwohngebäude über die zentralen Förderstellen KfW und BAFA deutlich verschlankt. Die Förderhöhen sind fast ausnahmslos<sup>2</sup> gleich geblieben (vgl. Kapitel 10.2).

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

- Nachträgliche Kerndämmung der zweischaligen Außenwand, wenn ein Luftspalt von mehr als 40 mm vorliegt;
- Dämmung der Kellerdecke;
- Dämmung der obersten Geschossdecke, wenn diese Auflage gemäß GEG-2020 noch nicht umgesetzt worden ist;
- Isolierung der Rohrleitungen in unbeheizten Räumen für Heizung und Warmwasser, wenn diese Auflage gemäß GEG-2020 noch nicht umgesetzt worden ist;
- Optimierung der Heizungsregelung und Durchführen eines hydraulischen Abgleichs;
- bei Fensteraustausch dreifach Wärmeschutzverglasung und gedämmter Rahmen;
- bei Putzfassade oder Schäden an Klinker und Fuge statische Ertüchtigung der Vormauerschale und Anbringen eines Wärmedämmverbundsystems;
- Strom-Einsparung und Energieeffizienz:
  - Elektrische Haushaltsgroßgeräte (Weiße Ware) hoher Effizienzklasse anschaffen,
  - Beleuchtung auf LED umstellen,
  - Stand-by-Verluste vermeiden;
- Suffizienz und Änderungen des Nutzerverhaltens

<sup>2</sup> Die BAFA-Förderung „Heizungsoptimierung“ mit Durchführung des hydraulischen Abgleichs ist mit Wirkung zu Jan. 2021 von bisher 30 % Zuschuss auf aktuell 20 % Zuschuss abgesenkt worden.

- Absenken der Raumtemperatur von 23/24 °C auf 21 °C,
- Stoßlüften statt Dauerlüften und
- Prüfen des Einsatzes von dezentralen (kostengünstigen) Zu- und Abluftventilatoren mit integrierter Wärmerückgewinnung.

Tabelle 10-1: Nachrüstpflichten (Auszug) für Bestandsgebäude gemäß aktuellem GEG 2020

| BEZUG  | ANFORDERUNGEN GEG   | HINWEISE, KOMMENTAR  |
|--|---|--|
| <b>HEIZKESSEL (ERDGAS ODER HEIZÖL)</b>                       | Betriebsverbot für Heizkessel, Ölheizungen<br>GEG, § 72 (1,2,3)   | 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, sind nach Ablauf von 30 Jahren nach Einbau oder Aufstellung nicht mehr zu betreiben.   |
| <b>VERTEILUNGSROHRE FÜR HEIZUNG UND WARMWASSER</b>           | Dämmung von Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen.<br>GEG, § 71 (1)   | Bei heizungstechnischen Anlagen sind bei bisher ungedämmten, zugänglichen Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, die Wärmeabgabe der Rohrleitungen nach Anlage 8 zu begrenzen.  |
| <b>OBERSTE GESCHOSSDECKEN ODER DÄCHER DÄMMEN</b>             | 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 <sup>2</sup> ·K) nicht überschreitet.<br>GEG, § 47 (1)   | Ein Mindestwärmeschutz (U-Wert) dieser obersten Geschossdecke von 0,24 W/(m <sup>2</sup> ·K) ist z. B. bei einer durchschnittlichen Betondecke mit einer Dämmlage von mindestens 14 cm (WLG 035) zu erzielen.<br>Alternativ:<br>Anstatt der nachträglichen Dämmung der obersten Geschossdecke kann das darüber liegende Dach gedämmt werden. Der U-Wert des fertig gedämmten Daches muss ebenfalls mindestens 0,24 W/(m <sup>2</sup> ·K) betragen. |
| <b>ANFORDERUNGEN AN EIN BESTEHENDES GEBÄUDE BEI ÄNDERUNG</b> | 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.<br>Anlage 7 zu § 48 | Anlage 7 schreibt für Gebäude mit Raum-Solltemperatur ≥ 19° C bspw. folgende Mindest-U-Werte vor:<br>Außenwand: 0,24 W/(m <sup>2</sup> ·K)<br>Fenster: 1,3 W/(m <sup>2</sup> ·K)<br>Dach: 0,24 W/(m <sup>2</sup> ·K)<br>Kellerdecke: 0,50 W/(m <sup>2</sup> ·K)  |

Bei der Umsetzung der einzelnen Sanierungsmaßnahmen ergeben sich oftmals Synergien, die vom Bauablauf und als verbundene Maßnahmenkombination sinnvoll und deutlich

kostenparender sind als die getrennte Durchführung; dies sollte vor der Umsetzung bedacht werden. Eine Übersicht sinnvoller Maßnahmenkombinationen zur energetischen Sanierung zeigt Tabelle 10-2 (UBA, 2013, S. 33).

Tabelle 10-2: Sinnvolle Maßnahmenkombinationen bei der Gebäudesanierung

| WELCHE MASSNAHME?                                 | Baulicher Wärmeschutz           |   |  |                         |   | Heizen/ Warmwasser/ Lüften |  |  |                                   |                    |                   |                                 |
|---|---------------------------------|---|--|-------------------------|---|----------------------------|--|--|-----------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|
| WANN?   | Dämmung der Außenwand von außen | Dämmung von Außenwänden und Heizkörpernischen von innen | Dämmung von Dach oder oberer Geschossdecke | Dämmung der Kellerdecke | Wärmeschutzverglasung und energiesparende Fenster | Warmwasserbereitung        | Wärmedämmung der Warmwasser- und Heizungsrohre | Heizungsoptimierung (hydraulischer Abgleich) | Brennwertkessel, Holzkessel, 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 |                                 |   |  |                         |   | ●                          | ●  | ●  | ●                                 | ●                  | ●                 |                                 |

## 10.2 FÖRDERSITUATION JAHRESWECHSEL 2020/21

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

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

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

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

Die zentralen Förderstellen BAFA und KfW starten mit Ihren neuen BEG-Programmen in unterschiedlichen Zeitphasen: Im Januar 2021 ist die BEG beim BAFA mit der Zuschussvariante für Wohn- und Nichtwohngebäude sowie Einzelmaßnahmen gestartet.

Geplant ist, dass die Kreditvariante mit Tilgungszuschuss von der KfW zum 01.07.2021 gestartet wird. Anträge insbesondere für die ambitionierte energetische Sanierung mit einem entsprechenden Effizienzhaus-Niveau sind weiterhin – aber nur noch bis 30.06.2021 – an die KfW zu richten. So ist z. B. das KfW-Programm "Energieeffizient Sanieren – Kredit (151, 152)" noch bis zum 30.06.2021 bei der KfW zu beantragen. Ab dem 01.07.2021 sind die Anträge auf die Förderkredite mit Tilgungszuschuss der BEG zu stellen.

Tabelle 10-3 stellt die BAFA-Förderungen als Zuschussvariante dar; die bisherigen relevanten KfW-Kredite haben – zum derzeitigen Redaktionsstand des vorliegenden Berichts mit 03-2021 – nur noch ein Vierteljahr Gültigkeit. Die für die energetische Sanierung so bedeutenden Effizienzhaus-Programme für Wohngebäude ab Juli 2021 sind ergänzend aufgeführt und kursiv dargestellt.

Tabelle 10-3: Förderprogramme für die energetische Sanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden

| FÖRDERPROGRAMM  | MAßNAHME / FÖRDERZIEL   | ZUSCHUSS | FÖRDERHÖCHSTBETRAG   |
|---|---|----------|--|
| <b>WOHNGBÄUDE (BEG WG) SANIERUNG ZUM EFFIZIENZHAUS</b><br><i>Ab 01.07.2021 über KfW</i> | <i>Effizienzhaus Denkmal / EE</i>   | 25,0 %   | 120 T€ / WE  |
|   | <i>Effizienzhaus 100 / EE</i>   | 27,5 %   |  |
|   | <i>Effizienzhaus 85 / EE</i>  | 30,0 %   |  |
|   | <i>Effizienzhaus 70 / EE</i>  | 35,0 %   |  |
|   | <i>Effizienzhaus 55 / EE</i>  | 40,0 %   |  |
|   | <i>Effizienzhaus 40 / EE</i>  | 45,0 %   |  |
|   | <i>„Effizienzhaus EE“: Wenn der Anteil erneuerbarer Energie an der Kälte- und Wärmeversorgung des Gebäudes mindestens 55 % beträgt, erhöht sich der Zuschuss um 5 %.</i>  |          |  |
|   | <i>Energetische Fachplanung und Baubegleitung</i>   | 50 %     | <i>E/ZFH: bis zu 10 T€ je Zusage<br/>MFH: 4 T€ / WE und max. 40 T€ je Zusage</i> |
| <b>WOHNGBÄUDE (BEG WG) AB JAN 2021 ÜBER BAFA (BAFA, 2021)</b>                           | <u>Gebäudehülle</u><br>Dämmung Außenwand, Dach, Geschossdecke, Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; Sommerlicher Wärmeschutz  | 20 %     | WG: bis zu 60 T€/WE  |
|   | <u>Anlagentechnik (außer Heizung):</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbau, Austausch oder Optimierung von Lüftungsanlagen inkl. Wärmerückgewinnung;</li> <li>• Einbau digitaler Systeme zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung (Efficiency Smart Home)</li> </ul> | 20 %     | WG: bis zu 60 T€/WE  |

| FÖRDERPRO-GRAMM   | MAßNAHME / FÖRDERZIEL   | ZU-SCHUSS                                    | FÖRDERHÖCHSTBETRAG   |
|---|---|--|--|
|   | <u>Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik):</u><br>1 Solarthermie<br>2 Biomasse<br>3 Wärmepumpe<br>4 Gas-Hybridheizung mit ern. Wärmeerzeugung<br>5 Anschluss an ein Wärmenetz (25% EE-Anteil)<br>Bei Austausch Ölheizung erhöht sich der Zuschuss für die o.g. Anlagen (1 bis 5) um 10 %<br>Gasbrennwert-Heizungen (Renewable Ready, Anschluss EE-Anlagen innerhalb von 2 Jahren) | 30 %<br>35 %<br>35 %<br>30 %<br>35 %<br>20 % | WG: bis zu 60 T€/WE  |
|   | <u>Heizungsoptimierung:</u><br>Hydraulischer Abgleich inkl. Austausch Pumpen;<br>Dämmung Rohrleitungen; Einbau von Flächenheizungen, NT-Heizkörper, Wärmespeicher; Mess-, Steuer- und Regelungstechnik  | 20 %   | WG: bis zu 60 T€/WE  |
|   | Fachplanung und Baubegleitung   | 50 %   | E/ZFH bis zu 5 T€ je Zusage<br>MFH bis zu 2 T€ / WE,<br>max. 20 T€ je Zusage |
| <b>NICHTWOHNGE-BÄUDE<br/>(BEG NWG)<br/>AB JAN 2021<br/>ÜBER BAFA<br/>(BAFA, 2021)</b> | <u>Gebäudehülle</u><br>Dämmung Außenwand, Dach, Geschossdecke, Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; Sommerlicher Wärmeschutz  | 20%  | NWG: bis zu 1000 €/m <sup>2</sup><br>NGF<br>max. 15 Mio. €                   |
|   | <u>Anlagentechnik (außer Heizung):</u><br>• Einbau, Austausch oder Optimierung von Lüftungsanlagen inkl. Wärmerückgewinnung;<br>• Bei NWG:<br>Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Kältetechnik zur Raumkühlung, Einbau energieeffizienter Beleuchtungssysteme.  | 20 %   | NWG: bis zu 1000 €/m <sup>2</sup><br>NGF<br>max. 15 Mio. €                   |
|   | <u>Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik):</u><br>1 Solarthermie<br>2 Biomasse<br>3 Wärmepumpe<br>4 Gas-Hybridheizung mit ern. Wärmeerzeugung<br>5 Anschluss an ein Wärmenetz (25% EE-Anteil)   | 30 %<br>35 %<br>35 %<br>30 %<br>35 %         | NWG: bis 1 T€/m <sup>2</sup> NGF   |
|   | Bei Austausch Ölheizung erhöht sich der Zuschuss für die o.g. Anlagen (1 bis 5) um 10 %   |  |  |
|   | Gasbrennwert-Heizungen (Renewable Ready, Anschluss EE-Anlagen innerhalb von 2 Jahren)   |  |  |
|   | <u>Heizungsoptimierung:</u><br>Hydraulischer Abgleich inkl. Austausch Pumpen;<br>Dämmung Rohrleitungen; Einbau von Flächenheizungen, NT-Heizkörper, Wärmespeicher; Mess-, Steuer- und Regelungstechnik  | 20 %   | NWG: bis zu 1 T€/m <sup>2</sup> NGF  |
|   | Fachplanung und Baubegleitung   | 50 %   | bis zu 5 €/m <sup>2</sup> NGF, max.<br>20 T€ je Zusage                       |

Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang die zusätzliche investive Förderung bei der energetischen Wohngebäudesanierung, wenn vorab eine Energieberatung Vor-Ort (BAFA) mit dem Instrument des individuellen Sanierungsfahrplans (iSFP) durchgeführt wurde (dena, o. J.). Bei Umsetzung einer Sanierungsmaßnahme als Teil eines im Förderprogramm „Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude“ geförderten individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP) ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 Prozent möglich (BAFA, o. J.). Damit wird die Motivation zur Durchführung einer Energieberatung für Wohngebäude, die über das o. g. Programm bereits mit 80 % bezuschusst wird, weiter erhöht.

Im Folgenden werden anhand der durchgeführten Energieberatungen und daraus abgeleiteten Mustersanierungen konkrete Energie- und CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale für ausgewählte Objekte im Quartier skizziert.

### 10.3 MUSTERSANIERUNGSBERATUNGEN - ENERGIEBERATUNG VOR ORT

Der Schwerpunkt der Arbeiten zur Gebäudesanierung im privaten Wohngebäudebestand bestand in der Durchführung sowie Nachbereitung von drei kostenfreien Energieberatungen. Die einzige Bedingung der kostenfreien Beratung, die mehrstündig im Objekt der Gewinner erfolgte, bestand in der Zusage, dass die Maßnahmen zur Gebäudesanierung sowie ein Ansichtsfoto und einige energierelevante Kenngrößen im vorliegenden Bericht veröffentlicht werden dürfen.

Mit den realen Gebäudedaten und Energieverbräuchen konnten so typische Mustersanierungskonzepte im Quartier erstellt werden. Die Maßnahmen wurden anhand der Potentialanalyse bei der Gebäudebegehung und im Gespräch mit den Eigentümern ermittelt, diskutiert und ergebnisorientiert zusammengefasst und übergeben.

Es wurden mehrere Energieberatungen mit Gesprächen und Begehungen vor Ort durchgeführt. Die Sanierungsempfehlungen richten sich nach der Wärmeschutzqualität und dem Zustand der technischen Anlagen.

#### 10.3.1 MUSTERSANIERUNGSKONZEPT GEBÄUDE A

Bei dem untersuchten Gebäude handelt es sich um ein vermietetes Einfamilienhaus ohne Kellergeschoss des Baujahres 1919. Das Dachgeschoss ist bis zum Spitzboden ausgebaut.

Die Wärmeversorgung geschieht über einen Heizölkessel.

Sinnvolle energetische Sanierungsmaßnahmen wurden vorgeschlagen und zu einem aufbauenden Sanierungspaket zusammengefügt. Im Vordergrund stand die Frage der Erneuerung der abhängigen Heizungsanlage und ggf. Umstellung auf erneuerbare Energien.

Mit den in Tabelle 10-4 dargestellten Maßnahmen lässt sich der Endenergiebedarf um ein Drittel reduzieren und aufgrund der bilanziell CO<sub>2</sub>-freien Holzverbrennung sinken die CO<sub>2</sub>-Emissionen um fast 90 % (vgl. Abbildung 10-3).



Abbildung 10-2: Gebäudeansicht, Ausgangsbasis mit energetischer Bewertung und Treibhausgaseffekt

Tabelle 10-4: Gebäude A, Sanierungsvorschläge

| PSANIERUNGSVARIANTE |  |
|---------------------|--|
| 1                   | Installation eines Holzpellet-Kessels und damit maximale Minderung der CO <sub>2</sub> -Emissionen der Heizenergieversorgung, hydraulischer Abgleich |
| 2                   | Wie 1 plus Austausch der unsanierten Fenster   |
| 3                   | Wie 2 plus Innendämmung der Außenwand  |

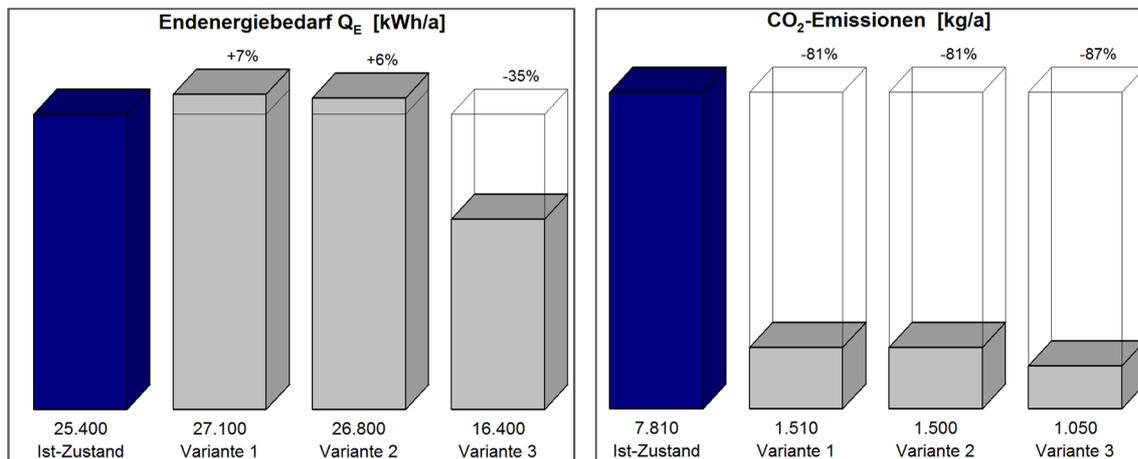


Abbildung 10-3: Gebäude A, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung

Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurden die Förderung für die Maßnahmen an der Gebäudehülle (KfW) wie auch an der Heizungstechnik (BAFA) berücksichtigt. Die Übersicht der einzelnen Förderungen zeigt Tabelle 10-5.

Tabelle 10-5: Förderübersicht der Sanierungsvarianten für Gebäude A

| KfW-Förderung                                |        | Var. 1            | Var. 2                            | Var. 3          |
|--|--------|-------------------|-----------------------------------|-----------------|
| TZ, Höchstbetrag nach Wohneinheit (WE)       | 1      | 0 €               | 10.000 €                          | 10.000 €        |
| förderfähiges Investvolumen:                 |        | 0 €               | 5.700 €                           | 32.600 €        |
| TZ, Höchstbetrag in % des Zusagebetrags      |        | 0,0 %             | 20,0 %                            | 20,0 %          |
| <b>TZ, max. in Anspruch zu nehmen</b>        |        | <b>0 €</b>        | <b>1.140 €</b>                    | <b>6.520 €</b>  |
| in Anspruch zu nehmender KfW-Kredit          |        | 0 €               | 5.700 €                           | 32.600 €        |
| <i>Hinweis: Zinsbindung 10 a</i>             |        | Zinssatz          | Barwerte (über 10 Jahre summiert) |                 |
| Zinskosten KfW-Darlehen # 151/152            | 0,75 % | 0 €               | 384 €                             | 2.196 €         |
| Zinskosten durch Marktdarlehen               | 1,50 % | 0 €               | 768 €                             | 4.392 €         |
| KfW-Zinsvorteil (Barwert) ggü. Marktdarlehen |        | 0 €               | 384 €                             | 2.196 €         |
| <b>Summe KfW-Fördervorteile, gerundet</b>    |        | <b>0 €</b>        | <b>1.500 €</b>                    | <b>8.700 €</b>  |
| BAFA-Förderung                               |        | Var. 1            | Var. 2                            | Var. 3          |
| Förderzweck                                  |        | Holzpellet-Kessel |                                   |                 |
| Förderung / Höchstbetrag                     |        | 8.190 €           | 0 €                               | 0 €             |
| <b>Summe BAFA-Förderung</b>                  |        | <b>8.190 €</b>    | <b>8.190 €</b>                    | <b>8.190 €</b>  |
| <b>Summe KfW + BAFA</b>                      |        | <b>8.190 €</b>    | <b>9.690 €</b>                    | <b>16.890 €</b> |

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

Die Analyse der Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahmen zeigt auf, dass bei Betrachtung der energetischen Mehrkosten und einer unterstellten Energiepreissteigerung von 5 %/a bei den fossilen Energieträgern Heizöl und Erdgas eine Rentierlichkeit gegeben ist. Besonders trägt die üppige Förderung (45 %) für die Heizungsumstellung von Heizöl auf erneuerbare Energie zur Wirtschaftlichkeit bei.

Der ökonomische Vergleich der einzelnen Varianten mit den jeweils erreichbaren CO<sub>2</sub>-Minderungen zeigt Abbildung 10-4; hier wurden die kumulierten Energiekosteneinsparungen über 20 Jahre den energetischen Mehrkosten gegenübergestellt und die Förderungen mitberücksichtigt.

Tabelle 10-6: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude A, Sanierungsvorschläge

| Kriterien (abgeschätzte Werte für Kosten, Zeiträume) | Variante (Maßnahmenbündel) |              |             |
|--|----------------------------|--------------|-------------|
|  | Var. 1                     | Var. 2       | Var. 3      |
| Endenergie-Einsparung (Heizwärme)                    | -1.700 kWh/a               | -1.400 kWh/a | 9.000 kWh/a |
| CO <sub>2</sub> -Einsparung                          | 6,6 t/a                    | 6,6 t/a      | 7,0 t/a     |
| Energiekosteneinsparung                              | heute <sup>1</sup>         | -90 €/a      | -70 €/a     |
|  | gemittelt <sup>2</sup>     | 320 €/a      | 340 €/a     |
| Investitionskosten <sup>3</sup>                      | 18.200 €                   | 23.900 €     | 50.800 €    |
| Energetische Mehrkosten <sup>4</sup>                 | 9.100 €                    | 10.000 €     | 17.100 €    |
| KfW: Tilg.-Zuschuss, Zinsvorteil; BAFA <sup>5</sup>  | 8.190 €                    | 9.690 €      | 16.890 €    |
| Kapitalkosten <sup>6</sup>                           | 540 €                      | 770 €        | 1.830 €     |
| Kapitalwert <sup>7</sup>                             | statisch                   | -12.000 €    | -16.000 €   |
|  | dynamisch <sup>9</sup>     | 3 a          | 1 a         |
| Amortisation, Vollkosten                             | statisch <sup>8</sup>      | -111 a       | -203 a      |
|  | dynamisch <sup>9</sup>     | 34 a         | 45 a        |
| Amortisation, energ. Mehrkosten                      | statisch <sup>8</sup>      | -10 a        | -4 a        |
|  | dynamisch <sup>9</sup>     | 3 a          | 1 a         |

<sup>1</sup> Heutige Kosten, ohne Betrachtung der Energiepreissteigerung  
<sup>2</sup> Durchschnittliche jährliche Kosten bei der angesetzten Energiepreissteigerung (Betrachtungszeitraum: 20 Jahre)  
<sup>3</sup> Auf Basis spezifischer Kosten bezogen auf die Bauteilfläche, Anlagentechnik (Literatur, Typologien, eigene Annahmen)  
<sup>4</sup> Abzüglich sowieso anstehender Kosten für Instandhaltungsmaßnahmen („Sowiesokosten“, eigene Annahmen)  
<sup>5</sup> Förderzuschüsse: KfW-151 / 152: Tilgungszuschuss + barwertiger Zinsvorteil gegenüber Marktdarlehen (ca. 0,75 %/a eff.), BAFA-Förderung  
<sup>6</sup> Kapitalzins: 0,75 % (KfW-Kredit), Betrachtungszeitraum: 20 Jahre, Bezug: Investitionskosten abzügl. Förderzuschuss  
<sup>7</sup> Summe der Barwerte aller durch diese Investition verursachten Zahlungen  
<sup>8</sup> Investitionskosten abzüglich Förderzuschuss dividiert durch die Energiekosteneinsparung (heutige Kosten)  
<sup>9</sup> Inklusive Kapitalkostenbetrachtung und Energiepreissteigerung

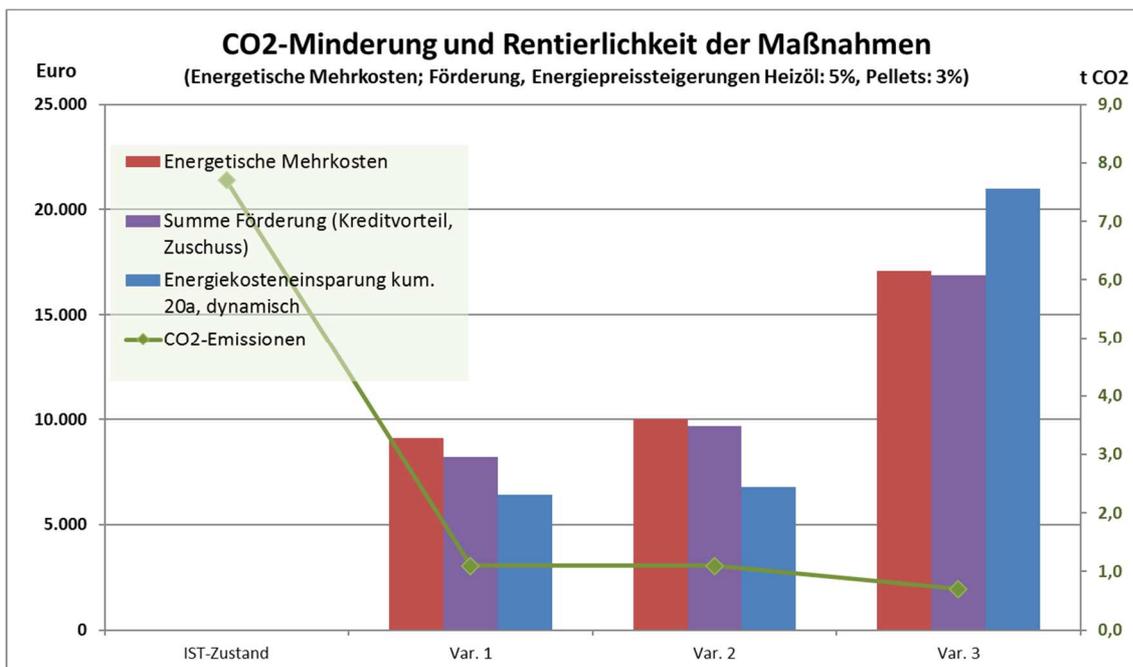


Abbildung 10-4: Gebäude A, Rentierlichkeit der Sanierungsvarianten und resultierende CO<sub>2</sub>-Minderungen

Die Verbesserung der Wärmeschutzqualitäten der Bauteile Außenwand und der Fenster erbringt in Zusammenhang mit dem hydraulischen Abgleich und der Isolierung der Heizungsrohre eine rd. 35%ige Energieeinsparung.

Die CO<sub>2</sub>-Minderung der Variante 3b beträgt immerhin fast 90 % erreicht damit das Ziel der bundspolitischen 80 bis 85%igen Einsparung des Treibhausgases.

### 10.3.2 MUSTERSANIERUNGSKONZEPT GEBÄUDE B

Bei dem untersuchten Gebäude handelt es sich um ein ursprünglich landwirtschaftlich genutztes, massiv gebautes Wohnhaus aus dem 19. Jahrhundert. Sukzessive, besonders seit 1982, wurde umgebaut und erweitert. Es besteht aus drei Wohneinheiten. Seit der Errichtung wurden bereits zahlreiche Sanierungen und Modernisierungen durchgeführt und zur Heizenergieversorgung ein Holzpelletkessel mit einer kleinen Solarflachkollektoranlage installiert.

Obwohl in weiten Teilen top-modernisiert, wurden einige Sanierungsvorschläge mit dem Eigentümer besprochen.

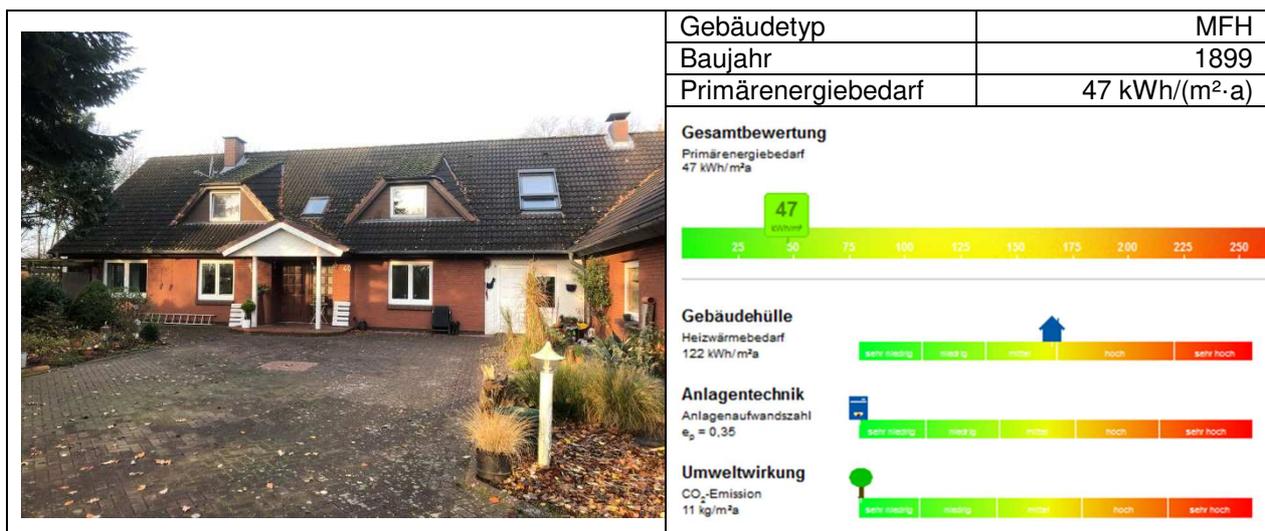


Abbildung 10-5: Gebäudeansicht, Ausgangsbasis mit energetischer Bewertung und Treibhausgaseffekt

Tabelle 10-7: Gebäude B, Sanierungsvorschläge

| SANIERUNGSVARIANTE |   |
|--------------------|---|
| 1                  | Dach: Erhöhte Dämmung und neue Dacheindeckung, Dämmung der Dachgauben und Einbau dreifach wärmeschutzverglaster Fenster |
| 2                  | Wie 1 plus Hydraulischer Abgleich   |

Mit dem erhöhten Wärmeschutz für Dach und Fenster im Dachgeschoss lassen sich angesichts der schon guten Wärmeschutzqualität der Gebäudehülle nur noch geringe Energieeinsparungen erzielen. Diese liegen gemäß der durchgeführten Energiebilanzierung (vgl. Abbildung 10-6) bei 3 bis 5 %.

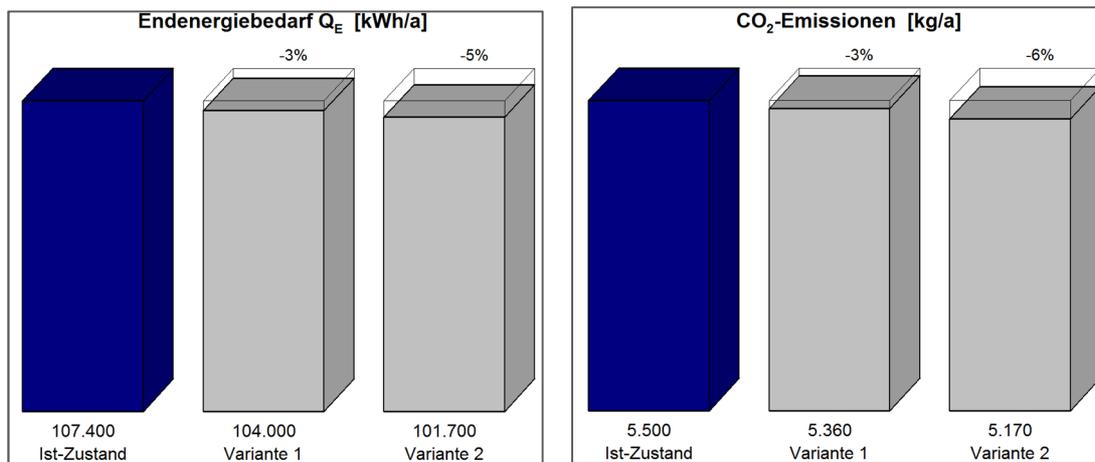


Abbildung 10-6: Gebäude B, Bilanzierungsergebnisse Mustersanierung

Die Übersicht der einzelnen Förderungen findet sich in Tabelle 10-8.

Tabelle 10-8: Förderübersicht der Sanierungsvarianten für Gebäude B

| KfW-Förderung                                |   | Var. 1          | Var. 2                            |
|--|---|-----------------|-----------------------------------|
| TZ, Höchstbetrag nach Wohneinheit (WE)       | 3 | 30.000 €        | 30.000 €                          |
| förderfähiges Investvolumen:                 |   | 38.600 €        | 38.600 €                          |
| TZ, Höchstbetrag in % des Zusagebetrags      |   | 20,0 %          | 20,0 %                            |
| <b>TZ, max. in Anspruch zu nehmen</b>        |   | <b>7.720 €</b>  | <b>7.720 €</b>                    |
| in Anspruch zu nehmender KfW-Kredit          |   | 38.600 €        | 38.600 €                          |
| <i>Hinweis: Zinsbindung 10 a</i>             |   | Zinssatz        | Barwerte (über 10 Jahre summiert) |
| Zinskosten KfW-Darlehen # 151/152            |   | 0,75 %          | 2.600 €                           |
| Zinskosten durch Marktdarlehen               |   | 1,50 %          | 5.201 €                           |
| KfW-Zinsvorteil (Barwert) ggü. Marktdarlehen |   | 2.600 €         | 2.600 €                           |
| <b>Summe KfW-Fördervorteile, gerundet</b>    |   | <b>10.300 €</b> | <b>10.300 €</b>                   |
| BAFA-Förderung                               |   | Var. 1          | Var. 2                            |
| Förderzweck                                  |   |                 | hydr. Abgleich                    |
| Förderung / Höchstbetrag                     |   | 0 €             | 870 €                             |
| <b>Summe BAFA-Förderung</b>                  |   | <b>0 €</b>      | <b>870 €</b>                      |
| <b>Summe KfW + BAFA</b>                      |   | <b>10.300 €</b> | <b>11.170 €</b>                   |

Die Analyse der Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahmen zeigt auf, dass bei Betrachtung der energetischen Mehrkosten und einer unterstellten Energiepreissteigerung von 5 %/a bei den fossilen Energieträgern Heizöl und Erdgas mit der seit Anfang 2020 verbesserten Fördersituation eine Rentierlichkeit gegeben ist.

Tabelle 10-9: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude B, Sanierungsvorschläge

| Kriterien (abgeschätzte Werte für Kosten, Zeiträume)   |                          | Variante (Maßnahmenbündel) |             |
|--|--------------------------|----------------------------|-------------|
|  |                          | Var. 1                     | Var. 2      |
| Endenergie-Einsparung (Heizwärme)  |                          | 3.400 kWh/a                | 5.700 kWh/a |
| CO <sub>2</sub> -Einsparung  |                          | 0,1 t/a                    | 0,2 t/a     |
| Energiekosteneinsparung  | heute <sup>1</sup>       | 170 €/a                    | 280 €/a     |
|  | gemittelt <sup>2</sup>   | 240 €/a                    | 390 €/a     |
| Investitionskosten <sup>3</sup>  |                          | 38.600 €                   | 41.500 €    |
| Energetische Mehrkosten <sup>4</sup>   |                          | 11.400 €                   | 12.900 €    |
| KfW: Tilg.-Zuschuss, Zinsvorteil; BAFA <sup>5</sup>  |                          | 10.300 €                   | 11.170 €    |
| Kapitalkosten <sup>6</sup>   |                          | 1.530 €                    | 1.640 €     |
| Kapitalwert <sup>7</sup>   | statisch                 | -25.000 €                  | -25.000 €   |
|  | Amortisation, Vollkosten |                            |             |
|  | statisch <sup>8</sup>    | 166 a                      | 108 a       |
|  | dynamisch <sup>9</sup>   | 127 a                      | 84 a        |
| Amortisation, energ. Mehrkosten  | statisch <sup>8</sup>    | 6 a                        | 6 a         |
|  | dynamisch <sup>9</sup>   | 5 a                        | 5 a         |
| <p><i>1 Heutige Kosten, ohne Betrachtung der Energiepreissteigerung</i><br/> <i>2 Durchschnittliche jährliche Kosten bei der angesetzten Energiepreissteigerung (Betrachtungszeitraum: 20 Jahre)</i><br/> <i>3 Auf Basis spezifischer Kosten bezogen auf die Bauteilfläche, Anlagentechnik (Literatur, Typologien, eigene Annahmen)</i><br/> <i>4 Abzüglich sowieso anstehender Kosten für Instandhaltungsmaßnahmen („Sowiesokosten“, eigene Annahmen)</i><br/> <i>5 Förderzuschüsse: KfW-151 / 152: Tilgungszuschuss + barwertiger Zinsvorteil gegenüber Marktdarlehen (ca. 0,75 %/a eff.), BAFA-Förderung, Land SH</i><br/> <i>6 Kapitalzins: 0,75 % (KfW-Kredit), Betrachtungszeitraum: 20 Jahre, Bezug: Investitionskosten abzügl. Förderzuschuss</i><br/> <i>7 Summe der Barwerte aller durch diese Investition verursachten Zahlungen</i><br/> <i>8 Investitionskosten abzüglich Förderzuschuss dividiert durch die Energiekosteneinsparung (heutige Kosten)</i><br/> <i>9 Inklusive Kapitalkostenbetrachtung und Energiepreissteigerung</i></p> |                          |                            |             |

Der ökonomische Vergleich der einzelnen Varianten mit den jeweils erreichbaren CO<sub>2</sub>-Minderungen zeigt Abbildung 10-7; hier wurden die kumulierten Energiekosteneinsparungen über 20 Jahre den energetischen Mehrkosten gegenübergestellt und die Förderungen mitberücksichtigt.

Auch wenn das Gebäude bereits über eine gute Wärmeschutzqualität verfügt, zeigt die Wirtschaftlichkeitsabschätzung, dass die Summe der Fördermittel plus die eingesparten Energiekosten über 20 Jahre die ansetzbaren energetischen Mehrkosten deutlich übersteigt.

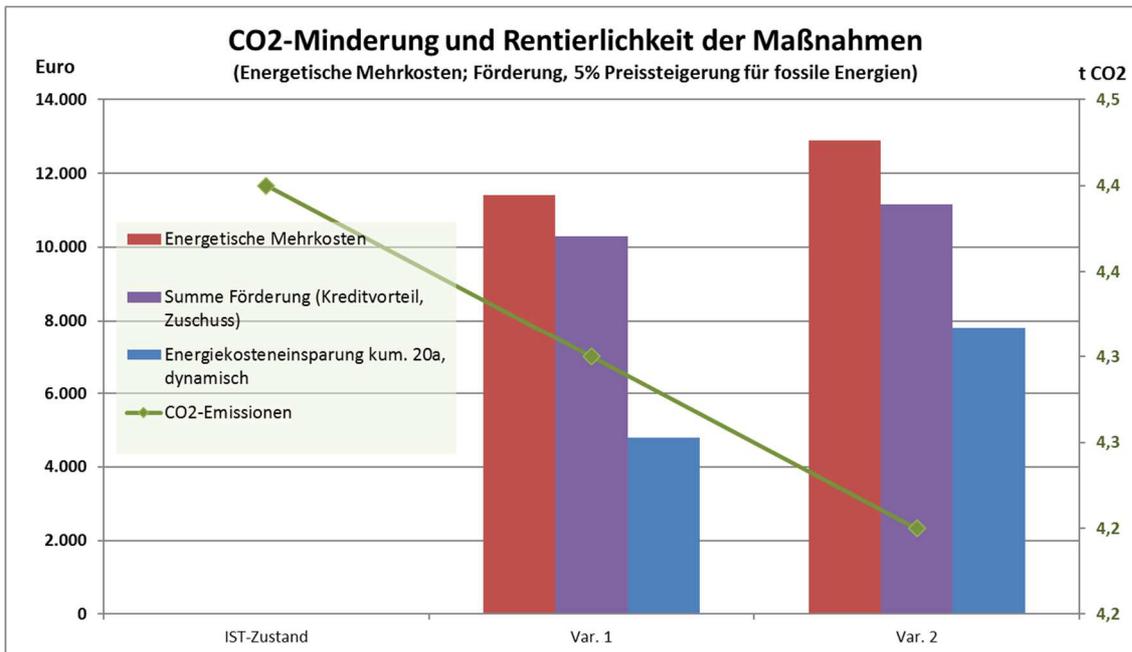


Abbildung 10-7: Gebäude B, Rentierlichkeit der Sanierungsvarianten und resultierende CO<sub>2</sub>-Minderungen

### 10.3.3 ZUSAMMENFASSENDE ERGEBNISSE DER MUSTERSANIERUNGSKONZEPTE

Die im Rahmen der Erarbeitung des energetischen Quartierskonzeptes normalerweise stattfinden Informations- und Beratungsgespräche mit interessierten Bürgern fielen – coronabedingt – deutlich geringer aus. Trotzdem konnte in einigen Fällen bei der öffentlichen Veranstaltung und hier bei zwei konkreten Beratungen gezeigt werden, dass eine Investition in die energetische Gebäudesanierung lohnenswert ist.

Eine umfassende Gebäudesanierung zur Erreichung des sogenannten Effizienzhaus-Niveau des KfW-Förderprogramms 151 konnte nicht dargestellt werden.

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

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

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

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

- Die Kosten für ambitionierte, über die gültigen Verordnungen hinausgehende Gebäudesanierungsmaßnahmen würden sich nicht rechnen.
- Die Gesamtkosten seien zu hoch; eine Differenzierung zwischen ohnehin anstehenden Instandsetzungsarbeiten und sogenannten energetischen Mehrkosten ist den Eigentümern nicht vertraut; es werden die Vollkosten durch die prognostizierten Energiekosteneinsparungen dividiert.
- Das Verständnis der kontinuierlichen Instandsetzung abgängiger Bauteile und die Bereitschaft, hierfür eine finanzielle Rücklage zu bilden, um die Liquidität bei der anstehenden Umsetzung zu schonen, bestehen nicht.
- Leider wird auch immer wieder auf die von Desinformation und Nichtwissen geprägte Diskussion verwiesen, dass Wärmedämmung das Atmen der Wände verhindere, man sich damit Schimmel ins Haus hole und die Gebäude viel zu dicht wären.

Bei den nur wenigen Energieberatungsgesprächen wurde auf die Problematik der „sowieso“-Kosten anhand eines Beispiels der Dachsanierung für ein Einfamilienhaus eingegangen und die „energetischen Mehrkosten“ dargestellt (vgl. Abbildung 10-8).

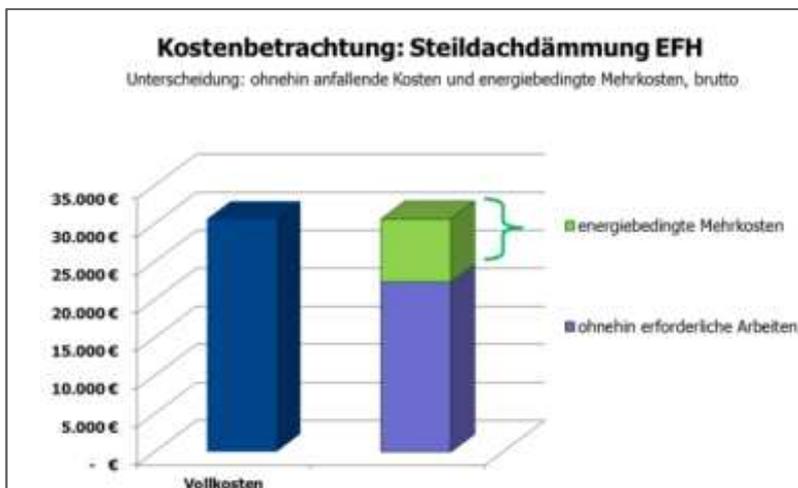


Abbildung 10-8: Unterscheidung Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten

Das derzeitige niedrige Energiepreisniveau ist das größte Hemmnis bei der Sanierungsumsetzung. Auch die bereits erwähnten beträchtlichen Fördermöglichkeiten (insbesondere KfW-Programme 430 und 151) verhelfen oftmals nicht zu den Umsetzungsschritten, die ökologisch opportun wären.

Die Bereitschaft zur forcierten Gebäudesanierung angesichts derzeitiger günstiger Umstände ist leider nicht erkennbar. Diese sind u. a.

- die sehr günstigen Kapitalmarktzinsen und die beträchtlichen Förderzuwendungen,
- das Wissen um die früher oder später wieder einsetzende Energiepreissteigerung fossiler Energieträger,

- die gesetzliche Vorgabe, dass ab 2025 der Einbau von Heizölkessel untersagt ist und dass Erdgas und Heizöl eine zumindest bis 2026 kontinuierlich steigende CO<sub>2</sub>-Bepreisung auferlegt bekommen haben und
- die Entlastung durch geringere Energiekosten und damit langfristig mehr Liquidität.

Im Rahmen der Beratung und der Entwicklung der Mustersanierungskonzepte wurde auf diese Rahmenbedingungen verstärkt eingegangen: Ausweisen der energetischen Mehrkosten gegenüber den sowieso anstehenden Instandsetzungskosten sowie die Ermittlung des sogenannten Förderbarwertes aufgrund der Zinsvergünstigung und evtl. erreichbarer Tilgungszuschüsse. Dies wurde exemplarisch für die Verbesserung der Wärmeschutzgüte der Gebäudehülle abgeschätzt; weiterhin wurde die Amortisationszeit als plakatives Instrument der Rentierlichkeit bestimmt.

Die möglichen Energieeinsparungen der beiden untersuchten Gebäude reichen von rd. 5 % bis zu 35 %; die CO<sub>2</sub>-Minderungen von rd. 5 % bis zu 87 % bei Einsatz einer klimafreundlichen Holzfeuerung.

#### 10.4 EINSARPOTENTIAL UND SANIERUNGSRATE

Die Heterogenität der Baualtersstruktur und der gebäudlichen Modernisierungssituation im Quartier ist typisch für eine ländlich geprägte Kommune in Schleswig-Holstein. Das Einsparpotential im Gebäudebestand für das Quartier lässt sich daher 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 besonders forcierten Reduzierung als Klimaschutzszenario.

Grundlage bildet jeweils der derzeitige spezifische Endenergieverbrauch von Einfamilienhäusern 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 10-9).<sup>3</sup>

Ob die zukünftige Sanierungsrate für den Gebäudebestand weiter erhöht werden kann, muss die Praxis zeigen; für eine zielführende Begrenzung der Treibhausgasemissionen wäre eine Anhebung auf 1,5 bis 2 % notwendig. In diesem Zusammenhang sei die „Langfristige Renovierungsstrategie“ (BMWi, 2021) der Bundesregierung erwähnt, die im Rahmen der Umsetzung des europäischen „Green Deal“ eine Forcierung der Emissionsminderung im Wohn- und Nichtwohngebäudebereich zum Ziel hat.

<sup>3</sup> Eine Sanierungsrate von mindestens 1,4 % ist laut dena notwendig, um die Klimaschutzziele der Bundesregierung zu erreichen. Derzeit beträgt sie rund 1 %. Vgl. (dena, dena-Gebäudereport kompakt 2018, 2018).

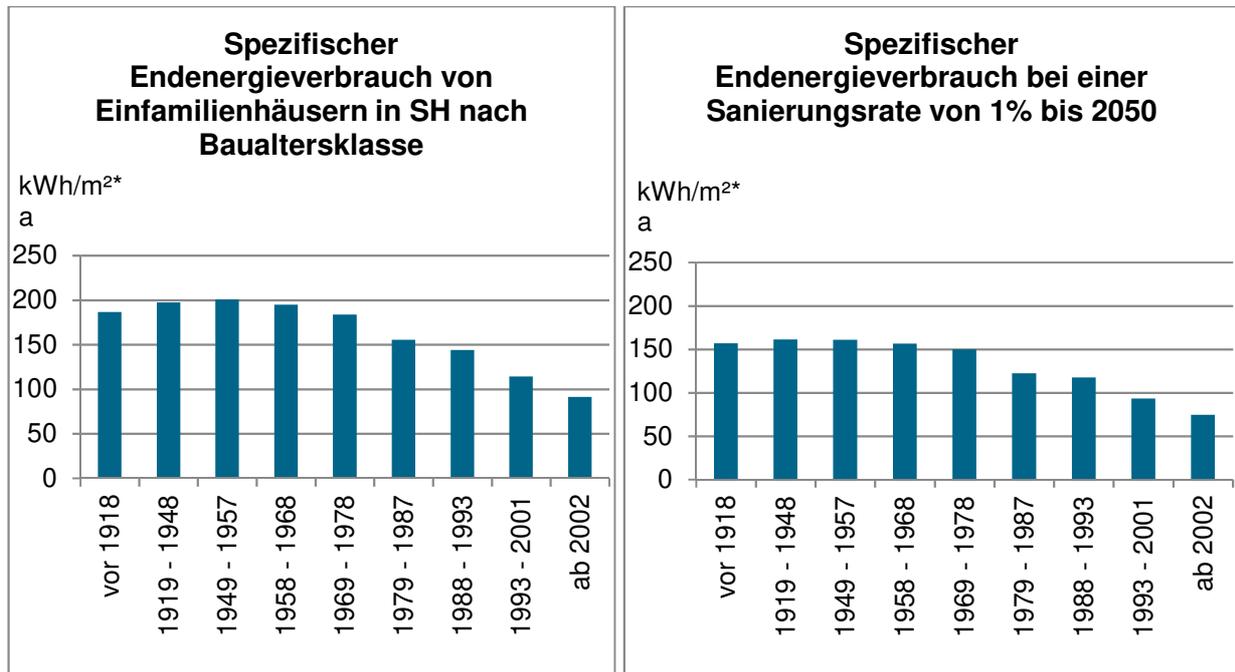


Abbildung 10-9: Spez. Endenergieverbrauch heute und 2050 (Sanierungsrate 1 %)

Nach dieser Abschätzung würde bei einer 1 %igen Sanierungsrate der spezifische Heizenergiebedarf im Quartier von derzeit 118 kWh/(m<sup>2</sup>·a) bis zum Jahr 2050 um 19 % auf ca. 96 kWh/(m<sup>2</sup>·a) sinken.

Würde eine forcierte Gebäudesanierung mit 2%iger Sanierungsrate umgesetzt (Klimaschutzszenario), so würde der spezifische Heizenergiebedarf im Quartier bis zum Jahr 2050 noch weitaus deutlicher um 38% auf rd. 74 kWh/(m<sup>2</sup>·a) absinken (vgl. Abbildung 10-10).

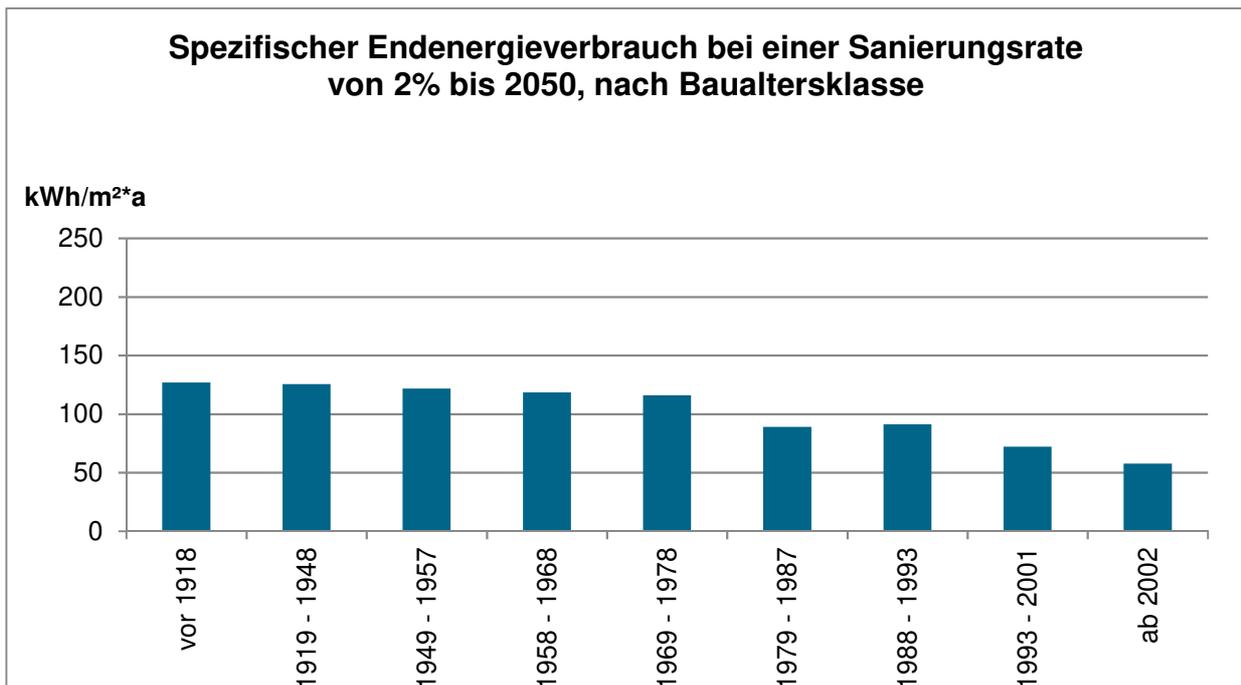


Abbildung 10-10: Spez. Endenergieverbrauch je Baualtersklasse für 2050 (Sanierungsrate 2 %)

Zusammenfassend kann für das Quartier Jevenstedt - Alter Ortskern von folgender Entwicklung der Heizenergiebedarfe ausgegangen werden.

Tabelle 10-10: Heizenergiebedarf 2018 und Abschätzung 2050 mit 1- und 2 %iger Sanierungsrate

| Wohngebäude |                   |                   | Nichtwohn-<br>gebäude | Gesamt       |                   |                   |
|-------------|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------|-------------------|-------------------|
| 2020        | 2050,<br>1 % San. | 2050,<br>2 % San. |                       | 2020         | 2050,<br>1 % San. | 2050,<br>2 % San. |
| MWh/a       |                   |                   |                       |              |                   |                   |
| 7.027       | 5.704             | 4.381             | 1.954                 | <b>8.981</b> | <b>7.658</b>      | <b>6.336</b>      |

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 Nutzer vorab anzusprechen um anhand der dann gewonnen Erkenntnisse eine Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der Wärmebedarfe zu erstellen.

## 11 VERSORGUNGSOPTIONEN UND -SZENARIEN

Die Reduzierung des Wärmebedarfs mithilfe energetischer Sanierung von Gebäuden ist ein erster Teilbereich des Quartierskonzeptes. Ein zweiter Bestandteil ist die Optimierung der Wärmeversorgung und ihre Anpassung an den zukünftig geringeren Verbrauch. Nach der Betrachtung der Sanierungspotenziale 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. Bei der dezentralen Versorgung, wie sie im Quartier aktuell üblich ist, wird im jeweiligen Gebäude selbst Wärme erzeugt; dies geschieht im Quartier bisher überwiegend auf Heizöl- oder Erdgasbasis.

### 11.1 ZENTRALE VERSORGUNGSOPTIONEN

Vor dem Hintergrund der aus Klimaschutzgründen gebotenen Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wird auf eine zentrale Wärmeversorgung des Quartiers fokussiert. Dabei werden vier verschiedene Netzausbauvarianten betrachtet (vgl. Abbildung 11-2 bis Abbildung 11-5):

- Versorgung des aus Schule, Kindertagesstätte, Bauhof und Freibad bestehenden Komplexes;
- Ausbau zur ergänzenden Versorgung der Kindertagesstätte „Bunte Arche“;
- Versorgung aller Großverbraucher im Quartier mit einer Wärmeabnahme von mindestens 65 MWh/a<sup>4</sup> und
- Versorgung des Gesamtquartiers.

Der favorisierte Aufstellort einer Heizzentrale zur zentralen Erzeugung und Verteilung der Wärme befindet sich auf dem Gelände des Bauhofs. Der Standort selbst sowie die Lage in der unmittelbaren Umgebung ist Abbildung 11-1 zu entnehmen. Ebenfalls stellt die Abbildung die größten potenziellen Dachflächen der Schule mit Südausrichtung (weiße Flächen) dar, die als Montageort für eine solarthermische Aufdachanlage oder alternativ für eine Photovoltaik-Anlage dienen könnten. Weitere Potenziale können, sofern sich die Aufdach-Solarthermie grundsätzlich als wirtschaftlich erweist, im Zuge einer späteren Detailplanung durch Gebrauch weiterer kleinerer Dachflächen der Schule ggf. mit West- und Ostausrichtung gehoben werden. Ferner geht die Potenzialfläche eines im Besitz der Kirchengemeinde befindlichen Grünlandes zur Freiflächen-Solarthermienutzung (weißer Umriss) aus der Abbildung 11-1 hervor. Dies setzt eine Verpachtung der südöstlich von der Badeanstalt gelegenen Fläche mit einer Größe von ca. 1,5 bis 2 Hektar für ein entsprechendes Projekt voraus.

<sup>4</sup> Der Anschluss weiterer kleinerer Kunden entlang der Trasse könnte erfolgen und damit die Leistungsanforderung an die Wärmeerzeugung und die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes erhöhen.

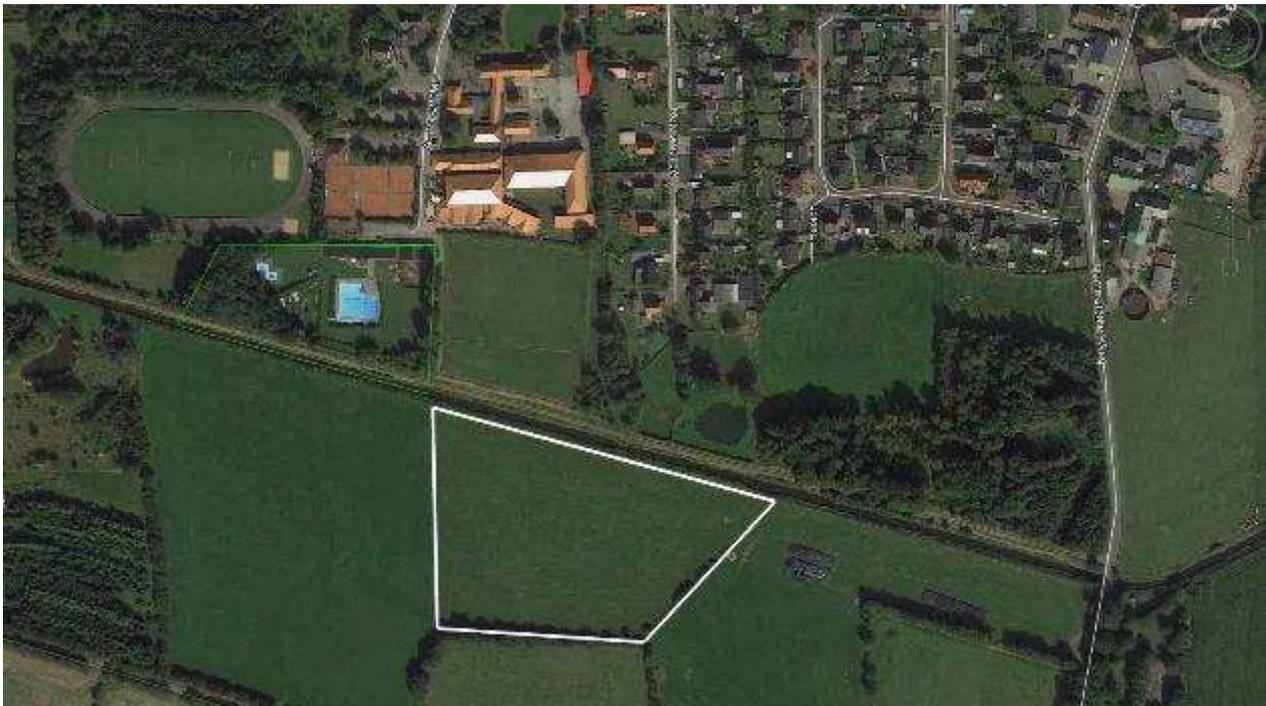


Abbildung 11-1: Lage des aus Schule, Kindertagesstätte, Bauhof und Freibad bestehenden Komplexes<sup>5</sup>

### 11.1.1 TECHNISCHE VERSORUNGSLÖSUNGEN

In welcher Form sich eine zentrale Wärmeversorgung im Quartier zukünftig gestalten ließe, wird basierend auf den zur Verfügung stehenden Informationen zu den Gebäuden untersucht. Die Wahl wurde durch die grundsätzliche Überlegung der ökologischen Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit geprägt. Auf Basis einer qualitativen Abwägung, die mit der Lenkungsgruppe (vgl. Kapitel 13.1) abgestimmt wurde, werden der ausschließliche Einsatz von Öl- und Gaskesseln, Pelletkesseln, Wärmepumpen, Brennstoffzellen und Erdgas-BHKW in den Detailbetrachtungen für den Ausbau einer zentralen Wärmeversorgung nicht weiter berücksichtigt:

Alleinige Öl- und Gaskessel sind aus Klimaschutzgründen für eine zentrale Wärmeversorgung nicht akzeptabel. Pelletkessel sind für dezentrale Lösungen gegenüber Holzhackschnitzeln wegen der einfacheren Handhabung zu bevorzugen, bei zentralen Lösungen aber weniger kostengünstig. Aus technischer Sicht ist der Betrieb einer Wärmepumpe in hier vorliegenden Quartier mit überwiegend Bestandbauten ungeeignet, da eine effizienter Einsatz eine niedrige Heizungs-vorlauftemperatur und einen guten Wärmeschutz der Gebäude voraussetzt. Brennstoffzellen wären nur dann ökologisch sinnvoll, wenn sie mit grünem Wasserstoff betrieben würden, der bisher kaum verfügbar ist und in absehbarer Zeit für Heizzwecke kaum wirtschaftlich einsetzbar sein dürfte. Der Einsatz eines Erdgas-BHKW wird angesichts der aktuellen Regularien sowie der steigenden Bepreisung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht als zukunftsfähige und wirtschaftliche Lösung angesehen.

<sup>5</sup> Bildquelle: Google Earth

Das betrachtete Wärmeerzeugersystem wird durch einen Holzhackschnitzel-Heizkessel gebildet, der ggf. durch eine solarthermische Anlage unterstützt wird, wobei grundsätzlich sowohl eine Dachflächen- als auch eine Freiflächenanlage in Frage kommt. Die Solaranlage speist ihre solare Wärme dabei vorrangig ein und hilft so, den Verbrauch an Holzhackschnitzel durch eine möglichst vollständige Deckung des Wärmebedarfs im Sommer und in der Übergangszeit zu reduzieren. Das wirkt sich wiederum positiv auf Nutzungsgrad, Lebensdauer und Emissionen aus. Ein Speicher puffert sowohl die gewonnen Wärme aus der Solaranlage wie auch die aus dem Holzhackschnitzel-Heizkessel für eine spätere Nutzung. Die Spitzenlasten, die zum Beispiel an kalten Tagen entstehen, werden durch einen Niedertemperatur- (NT-) Erdgaskessel gedeckt, welcher die Wärmeleistung des gesamten Wärmenetzes bereitstellen könnte, so dass er auch die Besicherung für einen temporären Ausfall des Holzhackschnitzel-Heizkessels darstellt. Die Vorratshaltung an Holzhackschnitzel 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. Es ist zu prüfen, ob mit regionalen Produzenten auch langfristige Lieferverträge mit einer gewissen Kostenstabilität eingegangen werden können. Alternativ oder ergänzend zum Fremdbezug ist außerdem das Potential selbst erzeugter Hackschnitzel aus gemeindeeigenen Flächen und deren Qualität zu erheben. Eine Trocknung könnte eventuell in Kooperation mit der überschüssigen Wärme aus den Biogasanlagen erfolgen. Die Wertschöpfung würde in diesem Falle in der Region verbleiben.

Darüber hinaus wurde eine Abnahme von überschüssiger KWK-Wärme aus den umliegenden Biogasanlagen zur Deckung der Wärmegrundlast als zusätzliche, die zuvor benannten ergänzende Wärmequelle aufgenommen. Die Wärmelieferung erfolgt im Container, der Heizwärme an der Entladestation auf dem Gelände des Bauhofs an das Wärmenetz abgibt. Diese Lösung der Wärmebereitstellung ist nur bei einer zentralen Wärmeversorgung des Gesamtquartiers sinnvoll, da nur dann der mögliche Absatz der Containerwärme eine Amortisation der erforderlichen Investitionen ermöglicht. Die differenzierte Betrachtung dieser Variante erfolgt nachgelagert in Kapitel 11.2.3.

### 11.1.2 ENTWURF WÄRMENETZ

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

Die Auslegung der Wärmenetze erfolgte nach den aktuellen Wärmebedarfen der Gebäude. Grundlage der Berechnungen ist zunächst eine Anschlussquote von 100 %, so dass mit den berechneten Kapazitäten langfristig einen Wärmeanschluss für jeden Haushalt gewährleistet werden kann. Das wirtschaftliche Risiko einer geringeren Anschlussquote wird in einer Sensitivitätsanalyse separat betrachtet. Alle Anlagen- und Wärmenetauslegungen wurden auf den aktuellen Wärmebedarf ausgelegt. Langfristig ist natürlich mit einer Sanierung einer Vielzahl von Gebäuden zu rechnen. Die Sanierungen werden jedoch nicht auf einen Schlag kommen, sondern es ist mit einer Sanierungsquote von 1 bis 2 % pro Jahr zu rechnen (vgl. Kapitel 10.4).

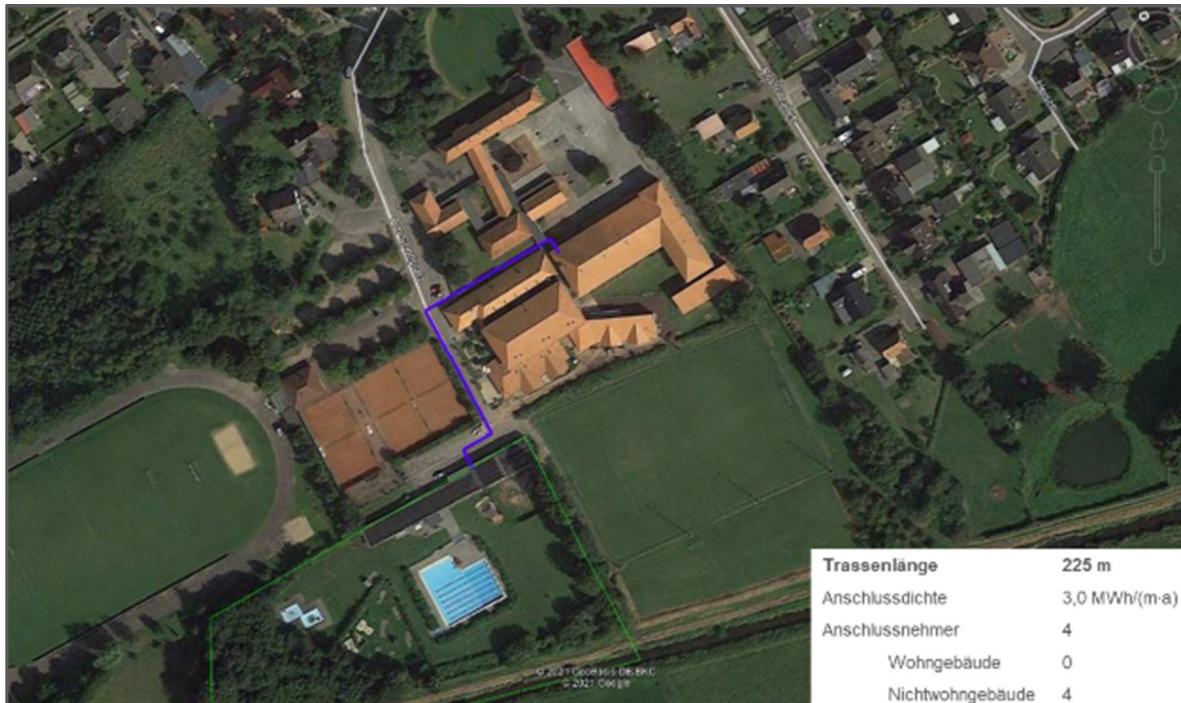


Abbildung 11-2: Mögliche Trassenführung zur Versorgung des aus Schule, Kindertagesstätte, Bauhof und Freibad bestehenden Komplexes

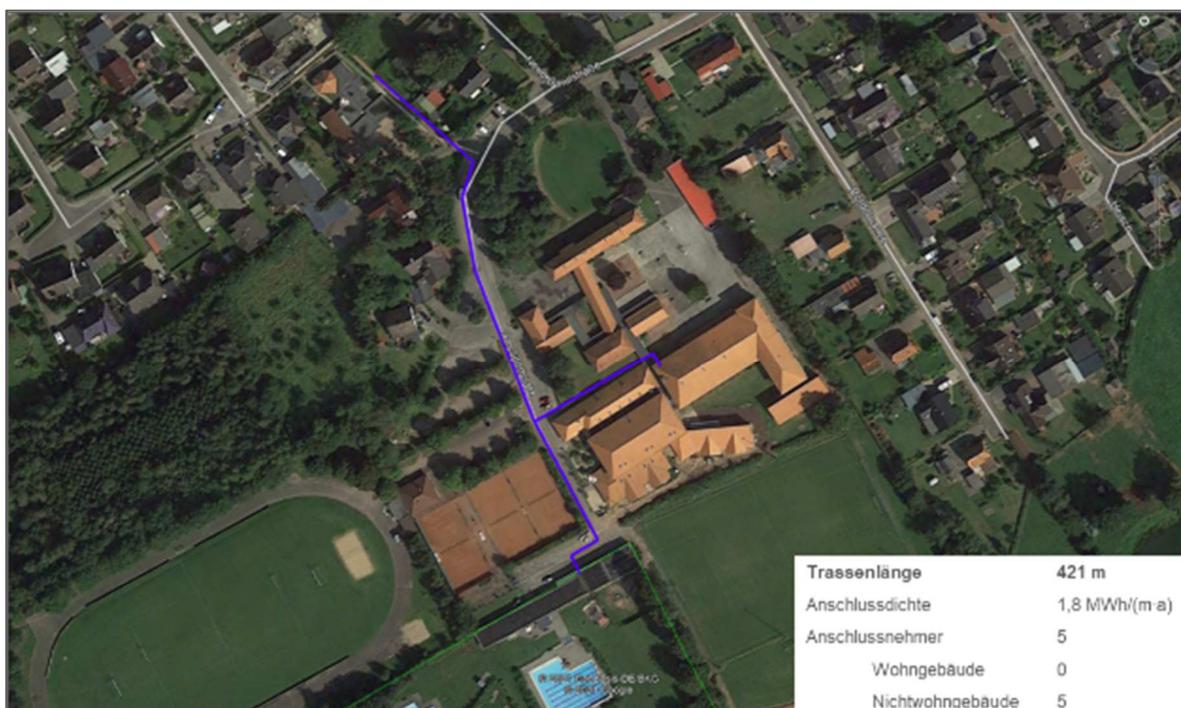


Abbildung 11-3: Mögliche Trassenführung zur Versorgung des aus Schule, Kindertagesstätte, Bauhof und Freibad bestehenden Komplexes sowie der Kindertagesstätte „Bunte Arche“

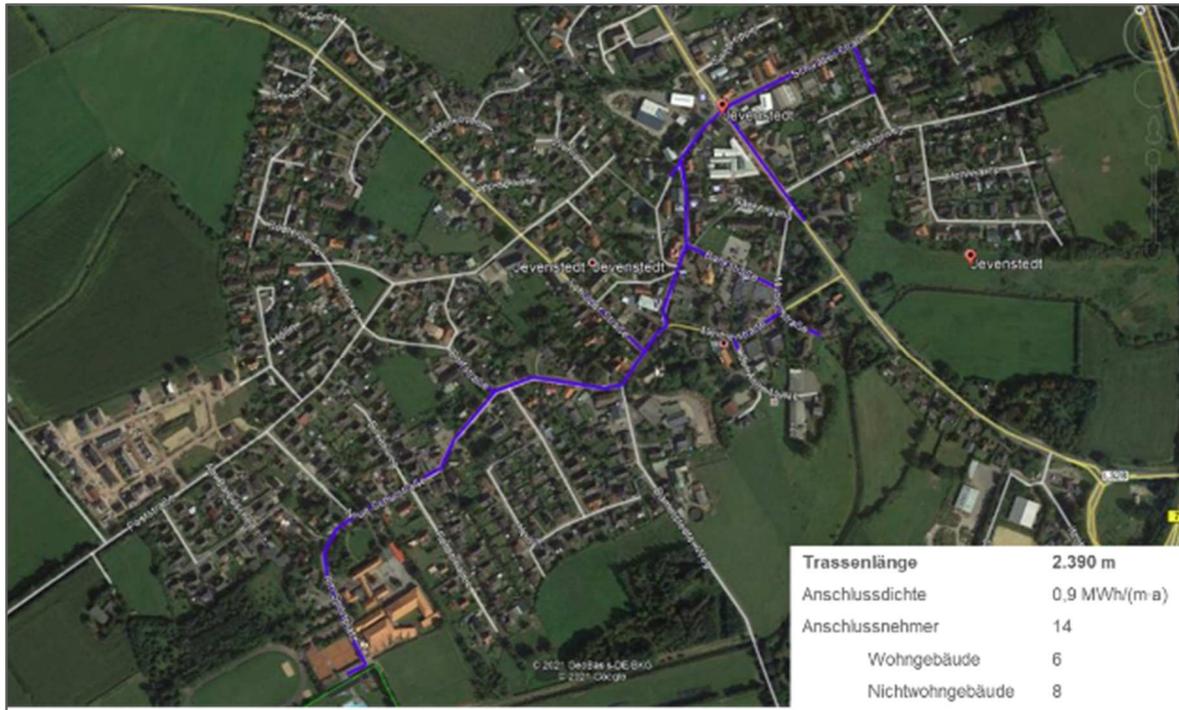


Abbildung 11-4: Mögliche Trassenführung zur Versorgung aller Großverbraucher (> 65 MWh/a)



Abbildung 11-5: Mögliche Trassenführung zur Versorgung des Gesamtquartiers

Einige Wärmeerzeugungsanlagen haben eine Lebensdauer von 10 bis 20 Jahren; hier kann dann die Dimensionierung bei der Erneuerung an die jeweilige Verbrauchsentwicklung angepasst werden. Außerdem wird durch eine Gebäudesanierung die Heizlast nur bedingt beeinflusst, da sich

der Leistungsbedarf für das Trinkwarmwasser nicht verändern wird. Abbildung 11-2 bis Abbildung 11-5 stellen die möglichen Trassenführungen der untersuchten Wärmenetze dar.

Um die Wärmenetze im Hinblick auf Netzverluste bzw. Wärmeverteilung qualitativ bewerten zu können, müssen die zwischen Heizzentrale und Abnehmer verloren gehenden Wärmemengen mit betrachtet werden (vgl. Abbildung 11-6). Diese liegen zwischen 6 und 19 %. Mit 19 % anteiligen Wärmeverlusten liegen selbst bei der Versorgung des gesamten Quartiers die Verluste noch in einem üblichen Bereich. Bei einer niedrigeren Netzanschlussquote bleiben die absoluten Wärmeverluste in etwa gleich, die relativen steigen somit. Dies würde die Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems verschlechtern.

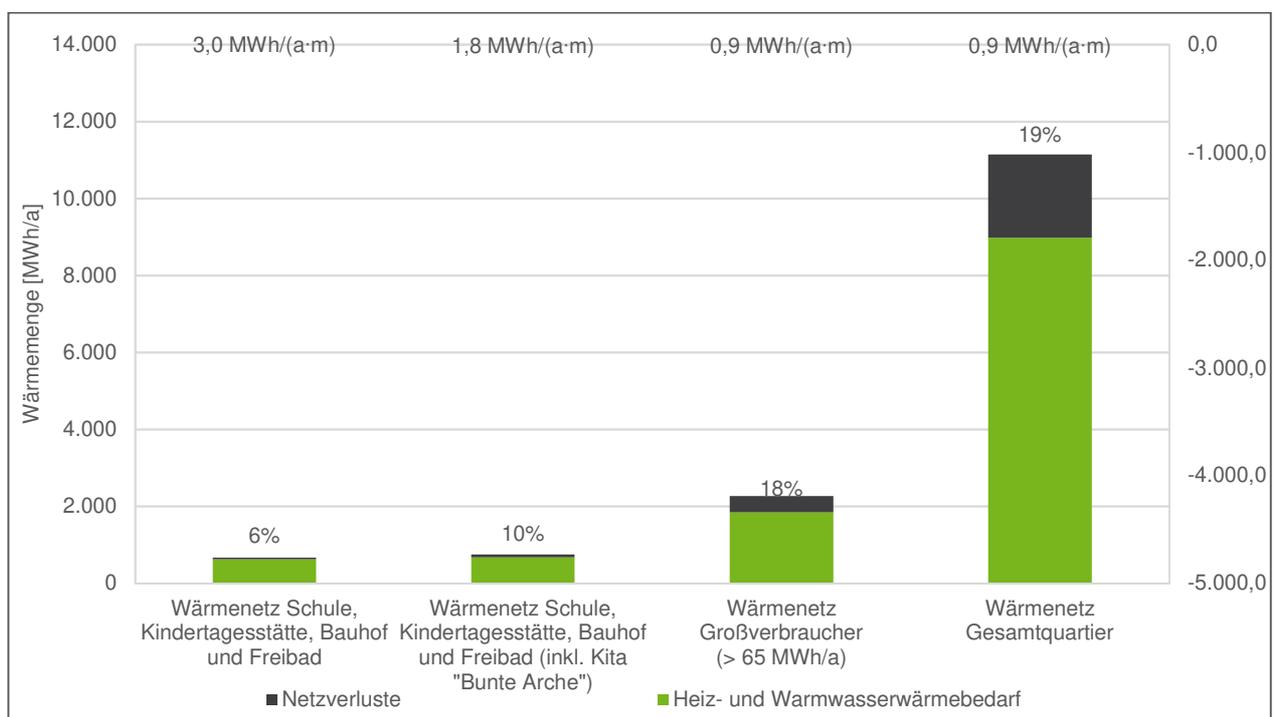


Abbildung 11-6: Netzverluste und Anschlussdichte der untersuchten Wärmenetze

Die Anschlussdichten der untersuchten Wärmenetze sind ebenfalls in Abbildung 11-6 dargestellt und setzen die Wärmeabnahme ins Verhältnis zur Netzlänge. Je höher die Anschlussdichte ist, desto mehr Wärme wird pro Leitungsmeter über ein Jahr abgenommen. Daher wird angestrebt, eine möglichst hohe Anschlussdichte zu erzielen, da so neben den relativen Investitionskosten für die Leitungen auch die Wärmeverluste innerhalb des Netzes in Relation zur Wärmeabnahme niedrig gehalten werden. Die Gegenüberstellung von Anschlussdichte und Netzverlusten der Netze zeigt, dass die Verluste mit zunehmender Anschlussdichte sinken. Auch hier sind deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Netzen zu erkennen. Die beiden Wärmenetze zur Versorgung der Großverbraucher und des Gesamtquartiers weisen höhere Netzverluste auf. Das Wärmenetz zur Versorgung des aus Schule, Kindertagesstätte, Bauhof und Freibad bestehenden Komplexes hat durch die sehr hohe Wärmeabnahme auf nur kurzer Wärmetrasse eher den Charakter einer Objektversorgung anstatt eines herkömmlichen (Fern-) Wärmenetzes.

### 11.1.3 ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE ANSÄTZE

Um die im nächsten Schritt untersuchten Szenarien wirtschaftlich bewerten zu können, wurden die energiewirtschaftlich relevanten Rahmenparameter definiert. Neben einem Kapitalzins von 2 % p. a. wurden aktuelle Kosten für Energieeinkauf, Wartung und Instandhaltung angesetzt sowie eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung von 58 €/t festgelegt, wie sie aufgrund des sukzessiven und über 2025 hinaus hier angenommenen linearen Anstiegs der CO<sub>2</sub>-Bepreisung mit einer Steigung von 6 €/t p. a. im Mittel in den nächsten zehn Jahren bis 2031 möglich ist (Bundesregierung, 2019). Die Ansätze für Wartungs- und Reparaturkosten wurden bei den Herstellern angefragt oder stammen aus vergleichbaren Projekten. Die Kosten der Container-Wärme in Höhe von 70 €/MWh enthalten neben den Gesteungskosten in Höhe von 53 €/MWh (vgl. Kapitel 11.2.3) auch Kosten der Lieferung und der Wärmevergütung für die BGA-Betreiber.

Tabelle 11-1 gewährt einen Überblick über die energiewirtschaftlichen Ansätze, die der Wirtschaftlichkeitsberechnung zu Grunde gelegt wurden. Alle Preise und Ansätze im vorliegenden Bericht sind Nettopreise (zuzüglich Mehrwertsteuer).

Tabelle 11-1: Energiewirtschaftliche Ansätze

| Energiewirtschaftliche Ansätze                |       |       |                      |
|---|-------|-------|----------------------|
| Kapitalzinssatz                               | ca.   | 2,00% |                      |
| <b>Wartung/Reparatur/Versicherung/Betrieb</b> |       |       |                      |
| Wärmepumpe                                    | ca.   | 1,50% | p. a./Invest         |
| Wärmequelle                                   | ca.   | 1,00% | p. a./Invest         |
| Erdgaskessel                                  | ca.   | 3,00% | je Jahr v.d.Inv.     |
| Biomassekessel                                | ca.   | 5,00% | je Jahr v.d.Inv.     |
| Solarthermie                                  | ca.   | 1,50% | je Jahr v.d.Inv.     |
| Anlagentechnik und Installation               | ca.   | 2,50% | je Jahr v.d.Inv.     |
| Trasse und Bautechnik                         | ca.   | 1,00% | je Jahr v.d.Inv.     |
| Versicherung/Sonstiges                        | ca.   | 0,50% | je Jahr v.d.Inv.     |
| <b>Energie- und Hilfsstoffkosten</b>          |       |       |                      |
| <b>Dezentral</b>                              |       |       |                      |
| Arbeitspreis Strom                            | ca.   | 26,67 | ct/kWh <sub>el</sub> |
| Arbeitspreis Pellet                           | ca.   | 4,87  | ct/kWh <sub>Hi</sub> |
| Arbeitspreis Erdgas                           | ca.   | 4,51  | ct/kWh <sub>HS</sub> |
|   | 1,1   | 4,96  | ct/kWh <sub>Hi</sub> |
| CO <sub>2</sub> -Preis                        | ca.   | 58,00 | €/t CO <sub>2</sub>  |
| <b>Zentral</b>                                |       |       |                      |
| Arbeitspreis Wärme über Container             | ca.   | 7,00  | ct/kWh <sub>th</sub> |
| Arbeitspreis Strom                            | ca.   | 20,00 | ct/kWh <sub>el</sub> |
| Arbeitspreis Hackschnitzel                    | 01/21 | 3,35  | ct/kWh <sub>Hi</sub> |
| Arbeitspreis Erdgas                           | ca.   | 3,79  | ct/kWh <sub>HS</sub> |
|   | 1,1   | 4,17  | ct/kWh <sub>Hi</sub> |
| <b>Alle Preise und Ansätze sind NETTO!</b>    |       |       |                      |

### 11.1.4 ZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG OHNE SANIERUNG

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

#### 11.1.4.1 ANLAGENDIMENSIONIERUNG UND ENERGIEBILANZEN

Im ersten Schritt werden zunächst die Wärmeerzeuger dimensioniert und die unterschiedlichen Energieflüsse bilanziert. Tabelle 11-2 stellt die Energiebilanzen der einzelnen Versorgungsszenarien für die untersuchten Wärmenetze dar.

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

Die benötigte jährliche Wärmemenge aller betrachteten Gebäude im Quartier liegt im Mittel bei etwa 8.981 MWh. Obwohl die Wärmeverluste des Netzes durch moderne, gut gedämmte Wärmeleitungen verringert werden können, würde durch die Verteilung eine Wärmeenergie von 2.164 MWh pro Jahr verloren gehen, die dem zukünftigen Nahwärmenetz zusätzlich zugeführt werden muss. Die Verluste betragen etwa 0,9 MWh/(a·m) bzw. 19 % des gesamten Netzwärmebedarfs. Somit muss dem Wärmenetz unter Einbezug aller Übertragungsverluste eine jährliche Wärmemenge von etwa 11.145 MWh zugeführt werden.

Die solarthermische Anlage kann bei einer Montage auf dem Dach der allgemeinbildenden Schule bei einer Dachfläche von 825 m<sup>2</sup> etwa 2,0 % des jährlichen Netzwärmebedarfs decken, weshalb die nähere Betrachtung einer Aufdach-Solarthermieanlage bei einem Wärmenetz von solcher Größe nicht sinnvoll und notwendig erscheint. Durch die Einbindung einer solaren Freiflächenanlage kann das Verhältnis von nutzbarer Solarwärme zur benötigten Netzwärme auf etwa 25 % erhöht werden. Um dies zu realisieren ist ein Tageswärmespeicher von ca. 522 m<sup>3</sup> notwendig.

Der Einsatz saisonaler Wärmespeicher mit entsprechend größeren Solarthermieanlagen ist bei großen Wärmenetzen unter günstigen Umständen wirtschaftlich. Hier ist das Versorgungsgebiet zu klein: Um die solare Wärme saisonal speichern zu können und den solaren Deckungsanteil von ca. 25 % auf ca. 35 % anzuheben, müsste der Solarwärmespeicher von aktuell 500 m<sup>3</sup> auf ca. 20.000 m<sup>3</sup> vergrößert werden. Die dadurch eingesparte Biomasse entspricht vermiedenen Kosten in Höhe von ca. 40.000 € p. a. Die Steigerung der Investitionen von ca. 500.000 € bei jetzt 500 m<sup>3</sup> auf ca. 3.000.000 € für 20.000 m<sup>3</sup> lässt sich selbst bei einer 40-jährigen Betrachtung und einem unverzinsten Darlehen nicht amortisieren. Hinzu kämen noch die Kosten der zusätzlichen Solarmodule.

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

Die für diese Zwecke erforderliche Freifläche von etwa 1,4 Hektar steht auf dem vorhandenen Grünland der Kirchengemeinde in unmittelbarer Nähe zur Heizzentrale im Falle einer Verpachtung zur Verfügung, wodurch die leitungsgebundenen Wärmeverluste der Solarthermieanlage minimiert werden können. Eine Ramm-Montage ist hinsichtlich der Bodenbeschaffenheit problemlos durchführbar, so dass die Bodenversiegelung minimiert werden kann.

Um den Wärmebedarf in einem ausreichenden Maße, d. h. mindestens in der Grundlast, abdecken zu können, eignet sich ein Holzhackschnitzel-Heizkessel mit einer thermischen Leistung von 1.500 kW (ggf. Erzeugersystem bestehend aus mehreren Kesselanlagen). Dieser deckt ohne Einbindung einer Aufdach-Solaranlage über 80 % des Netzwärmebedarfs ab. Durch die Einbindung einer solaren Freiflächenanlage sinkt die Wärmeabdeckung durch den Holzhackschnitzel-Heizkessel auf unter 60 %. Der Spitzenlastkessel sollte im Störfall die gesamte Wärmespitzenlast von etwa 5.860 kW decken können. Unter Berücksichtigung von Gleichzeitigkeitsaspekten und

Tabelle 11-2: Anlagendimensionierung und Energiebilanzen der zentralen Wärmeversorgung

| Energiebilanz                                    | Allgemeinbildende Schule, Freibad, Freizeitanlage, Kindertagesstätte |  |  |  | Allgemeinbildende Schule, Freibad, Freizeitanlage, Kindertagesstätte |  |  |  | Großverbraucher (> 65 MWh/a) |  |  |  | Gesamtes Quartier       |  |  |                          |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------------------------------|--|--|--|-------------------------|--|--|--------------------------|
|  | Lummerland   |  | Lummerland und Bunte Arche                           |  | Lummerland   |  | Lummerland und Bunte Arche                           |  | Lummerland                   |  | Lummerland und Bunte Arche                           |  | Lummerland              |  | Lummerland und Bunte Arche                           |                          |
|  | Biomasse + Erdgaskessel  | (Dach-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | Biomasse + Erdgaskessel  | (Dach-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | Biomasse + Erdgaskessel      | (Dach-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | Dimension                |
| Anzahl Wohngebäude                               | 4  | 4  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 6  | 6                            | 6  | 6  | 6  | 281                     | 281  | 281  | Stk.                     |
| Anzahl Nichtwohngebäude                          |  |  |  |  |  |  |  | 8  | 8                            | 8  | 8  | 8  | 33                      | 33   | 33   | Stk.                     |
| Heiz- und Warmwasserwärmebedarf Wohngebäude      | 626  | 626  | 626  | 680  | 680  | 680  | 680  | 478  | 478                          | 478  | 478  | 478  | 7.027                   | 7.027  | 7.027  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Heiz- und Warmwasserwärmebedarf Nichtwohngebäude | 626  | 626  | 626  | 680  | 680  | 680  | 680  | 1.371  | 1.371                        | 1.371  | 1.371  | 1.371  | 1.954                   | 1.954  | 1.954  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Summe Heiz- und Warmwasserwärmebedarf            | 391  | 391  | 391  | 425  | 425  | 425  | 425  | 1.850  | 1.850                        | 1.850  | 1.850  | 1.850  | 8.981                   | 8.981  | 8.981  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Heizlast   | 1.600  | 1.600  | 1.600  | 1.600  | 1.600  | 1.600  | 1.600  | 1.156  | 1.156                        | 1.156  | 1.156  | 1.156  | 5.613                   | 5.613  | 5.613  | kW <sub>e</sub>          |
| <b>Zentrale Wärmeversorgung über Netz</b>        |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |                         |  |  |                          |
| Gleichzeitigkeitsfaktor                          | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 0,8  | 0,8                          | 0,8  | 0,8  | 0,8  | 0,7                     | 0,7  | 0,7  |                          |
| Anzahl Anschlüsse                                | 4  | 4  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 14   | 14                           | 14   | 14   | 14   | 314                     | 314  | 314  | Stk.                     |
| Anzahl Hausanschlüsse m. T.r.                    | 80   | 80   | 80   | 100  | 100  | 100  | 100  | 280  | 280                          | 280  | 280  | 280  | 6.280                   | 6.280  | 6.280  | m                        |
| Länge Wärmenetze (Haupttrasse)                   | 145  | 145  | 145  | 321  | 321  | 321  | 321  | 2.110  | 2.110                        | 2.110  | 2.110  | 2.110  | 6.072                   | 6.072  | 6.072  | m                        |
| Gesamtlänge Wärmenetze                           | 225  | 225  | 225  | 421  | 421  | 421  | 421  | 2.390  | 2.390                        | 2.390  | 2.390  | 2.390  | 12.352                  | 12.352   | 12.352   | m                        |
| Netzverlustleistung                              | 5  | 5  | 5  | 8  | 8  | 8  | 8  | 48   | 48                           | 48   | 48   | 48   | 247                     | 247  | 247  | kW <sub>e</sub>          |
| Netzverluste                                     | 39   | 39   | 39   | 74   | 74   | 74   | 74   | 419  | 419                          | 419  | 419  | 419  | 2.164                   | 2.164  | 2.164  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Netzverluste                                     | 6%   | 6%   | 6%   | 6%   | 6%   | 6%   | 6%   | 10%  | 10%                          | 10%  | 10%  | 10%  | 18%                     | 18%  | 18%  | %                        |
| Netzverluste                                     | 666  | 666  | 666  | 754  | 754  | 754  | 754  | 2.268  | 2.268                        | 2.268  | 2.268  | 2.268  | 11.145                  | 11.145   | 11.145   | MWh <sub>th</sub> /a     |
| davon Wärmetransport über Container              |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |                         |  |  |                          |
| Netzleistungsbedarf                              | 396  | 396  | 396  | 433  | 433  | 433  | 433  | 973  | 973                          | 973  | 973  | 973  | 4.176                   | 4.176  | 4.176  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Vollbenutzungsstunden                            | 1.681  | 1.681  | 1.681  | 1.739  | 1.739  | 1.739  | 1.739  | 2.332  | 2.332                        | 2.332  | 2.332  | 2.332  | 2.669                   | 2.669  | 2.669  | Stunden                  |
| Strombedarf Netzpumpen                           | 10   | 10   | 10   | 11   | 11   | 11   | 11   | 34   | 34                           | 34   | 34   | 34   | 167                     | 167  | 167  | MWh <sub>el</sub> /a     |
| Anschlussleistung                                | 3,0  | 3,0  | 3,0  | 3,0  | 3,0  | 3,0  | 3,0  | 1,8  | 1,8                          | 1,8  | 1,8  | 1,8  | 0,9                     | 0,9  | 0,9  | MWh <sub>th</sub> /(a.m) |
| <b>Solarthermie</b>                              |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |                         |  |  |                          |
| Brutkollektorfläche                              |  | 2,63   | 4,94   |  | 2,63   | 4,94   |  |  |                              | 2,63   | 4,94   |  |                         |  | 4,94   | m <sup>2</sup>           |
| Anzahl Kollektoren                               |  | 158  | 84   |  | 179  | 95   |  | 209  | 287                          | 209  | 287  |  |                         |  | 1.410  | Stk.                     |
| installierte Aperturfäche                        |  | 416  | 416  |  | 471  | 471  |  | 550  | 1.418                        | 550  | 1.418  |  |                         |  | 6.966  | m <sup>2</sup>           |
| benötigte Fläche                                 |  | 624  | 832  |  | 707  | 942  |  | 825  | 2.835                        | 825  | 2.835  |  |                         |  | 13.931   | m <sup>2</sup>           |
| Solarertrag                                      |  | 166  | 166  |  | 188  | 188  |  | 220  | 567                          | 220  | 567  |  |                         |  | 2.786  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Wärmeabdeckung                                   |  | 25%  | 25%  |  | 25%  | 25%  |  | 10%  | 25%                          | 10%  | 25%  |  |                         |  | 25%  | %                        |
| Speichergröße                                    |  | 31   | 31   |  | 35   | 35   |  | 41   | 106                          | 41   | 106  |  |                         |  | 522  | m <sup>3</sup>           |
| <b>Biomassekessel</b>                            |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |                         |  |  |                          |
| Thermische Leistung                              | 100  | 100  | 100  | 120  | 120  | 120  | 120  | 300  | 300                          | 300  | 300  | 300  | 1.500                   | 1.500  | 1.500  | kW <sub>e</sub>          |
| Vollbenutzungsstunden                            | 5.640  | 3.976  | 3.976  | 5.515  | 3.945  | 3.945  | 3.945  | 6.230  | 5.497                        | 6.230  | 5.497  | 6.230  | 6.190                   | 4.333  | 5.446  | Std.                     |
| Wärmebedarf                                      | 564  | 398  | 398  | 662  | 473  | 473  | 473  | 1.669  | 1.649                        | 1.669  | 1.649  | 1.302  | 9.285                   | 6.499  | 8.169  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Jahresnutzungsgrad                               | 85%  | 85%  | 85%  | 85%  | 85%  | 85%  | 85%  | 85%  | 85%                          | 85%  | 85%  | 85%  | 85%                     | 85%  | 85%  | %                        |
| Hackschnitzelbedarf                              | 664  | 468  | 468  | 779  | 557  | 557  | 557  | 2.199  | 1.940                        | 2.199  | 1.940  | 1.532  | 10.924                  | 7.646  | 9.611  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Wärmeabdeckung                                   | 85%  | 60%  | 60%  | 88%  | 63%  | 63%  | 63%  | 82%  | 73%                          | 82%  | 73%  | 57%  | 83%                     | 59%  | 73%  | %                        |
| Speichergröße                                    | 3  | 3  | 3  | 4  | 4  | 4  | 4  | 9  | 9                            | 9  | 9  | 9  | 45                      | 45   | 45   | m <sup>3</sup>           |
| <b>Spitzenlastkessel</b>                         |  |  |  |  |  |  |  |  |                              |  |  |  |                         |  |  |                          |
| Thermische Leistung                              | 396  | 396  | 396  | 433  | 433  | 433  | 433  | 973  | 973                          | 973  | 973  | 973  | 4.176                   | 4.176  | 4.176  | kW <sub>e</sub>          |
| Restwärmebedarf                                  | 102  | 102  | 102  | 92   | 92   | 92   | 92   | 399  | 399                          | 399  | 399  | 399  | 1.860                   | 1.860  | 1.860  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Jahresnutzungsgrad                               | 93%  | 93%  | 93%  | 93%  | 93%  | 93%  | 93%  | 93%  | 93%                          | 93%  | 93%  | 93%  | 93%                     | 93%  | 93%  | %                        |
| Gasbedarf  | 109  | 109  | 109  | 99   | 99   | 99   | 99   | 429  | 429                          | 429  | 429  | 429  | 2.000                   | 2.000  | 2.000  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Wärmeabdeckung                                   | 15%  | 15%  | 15%  | 12%  | 12%  | 12%  | 12%  | 18%  | 18%                          | 18%  | 18%  | 18%  | 17%                     | 17%  | 17%  | %                        |

einer ausreichenden Leistungsreserve ist der Einbau eines NT-Erdgaskessels mit einer thermischen Leistung von 4.200 kW sinnvoll. Die damit noch anfallende fossile Wärmezeugung zur Abdeckung von Spitzenlasten an kalten Wintertagen bleibt durch die Einbindung einer Solarthermieanlage unverändert und macht etwa 17 % des gesamten Netzwärmebedarfs aus.

Die überschüssige KWK-Wärme aus den umliegenden Biogasanlagen zur Deckung der Wärmegrundlast könnte als zusätzliche Wärmequelle etwa 20 % des Netzwärmebedarfs bereitstellen. Ohne Einbindung einer Solarthermieanlage würde sich das Verhältnis von fossiler Wärme zu benötigter Netzwärme auf etwa 7 % verringern. Gleichzeitig sinkt der Anteil an Wärme aus den Holzhackschnitzel-Heizkesseln auf etwa 73 %.

#### 11.1.4.2 PLATZBEDARF UND STANDORTOPTIONEN HEIZZENTRALE

Für die ersten drei betrachteten Netzausbauvarianten (vgl. Kapitel 11.1.2), welche nicht das gesamte Quartier abdecken, sind Biomassekessel mit einer Leistung von bis zu 300 kW vorgesehen. Diese lassen sich grundsätzlich als Containerlösung umsetzen. Abbildung 11-7 zeigt an einem Beispiel der Fa. KWB dass dies schon als Doppelcontainerlösung, wobei der zweite Container als Pelletlager fungiert, mit einer Aufstellfläche von ca. 10 x 10 m<sup>2</sup> (inkl. Abstandsflächen) realisierbar ist. Der Spitzenlastgaskessel könnte in dieser Variante im Gebäude des Bauhofes untergebracht werden.

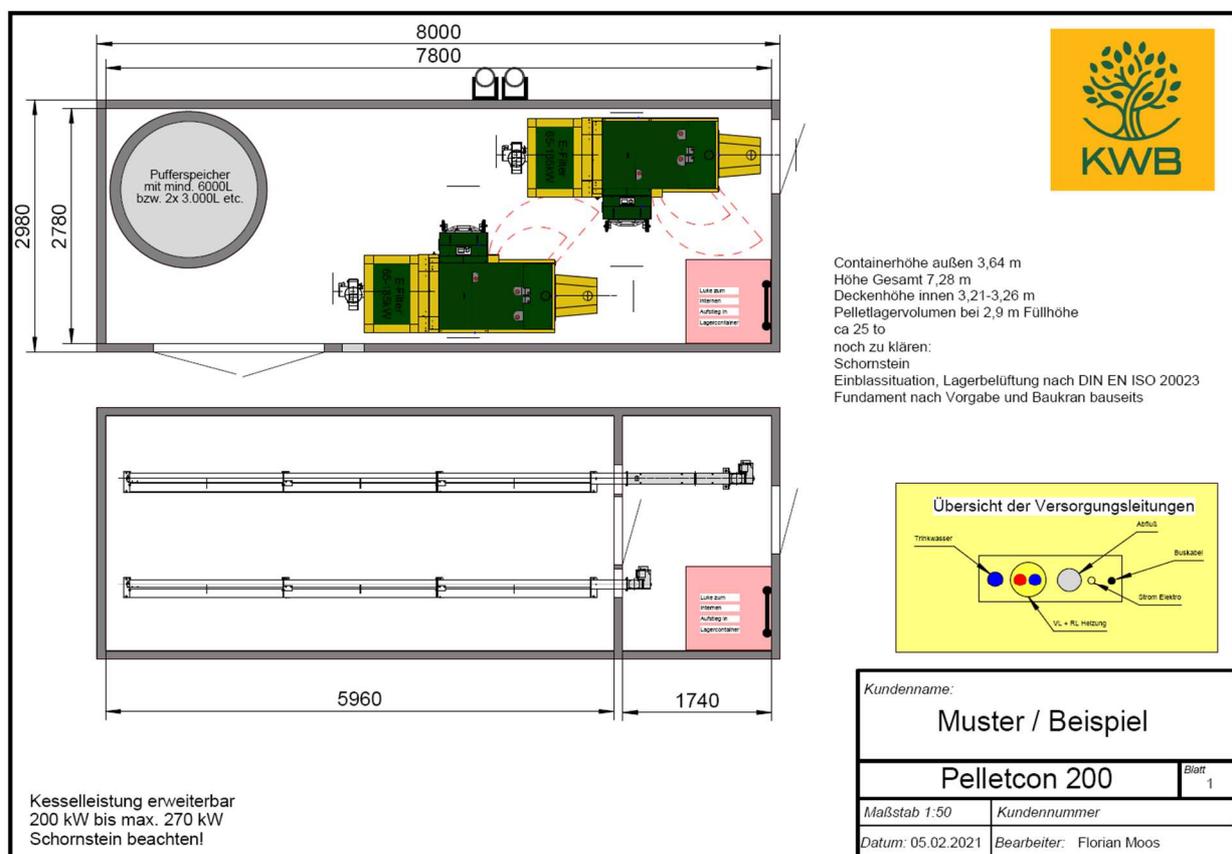


Abbildung 11-7: Beispiel Containerlösung Pellet

In Abbildung 11-8 sind exemplarisch zwei potentielle Standorte für eine solche Containerlösung eingezeichnet.

Für die Umsetzung der „großen Variante“ für das gesamte Quartier müsste ein anderer Standort gefunden werden. Für einen Biomassekessel von 1,5 MW und einen Erdgaskessel von über 4 MW ist überschlägig ein Grundstück mit ca. 400 bis 500 m<sup>2</sup> notwendig. Hierbei ist auch eine gute Erreichbarkeit mit LKW für die regelmäßige Biomasselieferung inkl. ausreichenden Rangierflächen vorzusehen. Darüber hinaus muss dieser Standort die Voraussetzungen für höhere emissionsrechtliche Anforderungen erfüllen, da eine solche Anlage eine umfangreiche BImSchG-Genehmigung benötigt.



Abbildung 11-8: potentielle Standorte Biomassecontainer

#### 11.1.4.3 INVESTITIONSSCHÄTZUNG

Für die grobe Ermittlung der Investitionskosten wurden, soweit für die jeweilige Variante zutreffend, Ausgaben für Solarthermie-, Holzhackschnitzel- und Kesselanlage, Anlagentechnik und Installation sowie Infrastrukturmaßnahmen kalkuliert. Den angesetzten Ausgaben für Solarthermie- und Holzhackschnitzelanlagen wurden aktuelle Richtpreiseangebote zu Grunde gelegt. Ausgaben für Kessel, periphere Anlagentechnik, Installationsleistungen und Genehmigungen sowie Infrastruktur basieren auf Erfahrungswerten der IPP ESN und wurden auf die projektspezifischen Gegebenheiten abgestimmt.

Die Aufstellung der Investitionskosten ist Tabelle 11-3 zu entnehmen. Auf die in den einzelnen Ausgabenkategorien ermittelten Zwischensummen wurde ein spezifischer Aufschlag für Unvorhergesehenes und für Planungsleistungen addiert, um einer für die Konzeptphase angemessenen konservativen Investitionskalkulation Rechnung zu tragen.

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

Folgende Abschreibungszeiträume wurden angenommen:

- Solarthermieanlage: 20 Jahre
- Kesselanlage: 20 Jahre
- Anlagentechnik und Installation: 25 Jahre
- Bautechnik (inkl. Wärmenetz): 40 Jahre

BERICHT: ENERGETISCHES QUARTIERSKONZEPT  
JEVENSTEDT - ALTER ORTSKERN  
DATUM: 29. April 2021

Tabelle 11-3: Investitionen der zentralen Wärmeversorgung

| Investitionen                                      | Allgemeinbildende Schule, Freibad, Freizeitanlage, Kindertagesstätte |  |  |  | Allgemeinbildende Schule, Freibad, Freizeitanlage, Kindertagesstätte |                         |  |  | Allgemeinbildende Schule, Freibad, Freizeitanlage, Kindertagesstätte |  |                            |  | Gesamtes Quartier                                    |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|-------------------------|--|--|--|--|----------------------------|--|--|--|--|--|
|  | Lummerland   |  | Lummerland und Bunte Arche                           |  | Lummerland   |                         | Lummerland und Bunte Arche                     |  | Lummerland   |  | Lummerland und Bunte Arche |  | Lummerland   |  | Lummerland und Bunte Arche                           |  |
|  | Biomasse + Erdgaskessel  | (Dach-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Dach-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel                 | Biomasse + Erdgaskessel | (Dach-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Dach-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel                       | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | Biomasse + Erdgaskessel    | (Dach-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Dach-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel |  |
| <b>Solarthermie</b>                                |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                            |  |  |  |  |  |
| Kollektorfläche                                    | ca.  | 416  | 416  | 471  | 471  | 120                     | 120  | 120  | 120  | 120  | 300                        | 300  | 300  | 300  | 1.500  |  |
| Preis pro m²                                       | 750 €/m²   | 312.077  | 312.077  | 353.306  | 353.306  | 192.000                 | 192.000  | 192.000  | 192.000  | 192.000  | 420.000                    | 420.000  | 420.000  | 420.000  | 950.000  |  |
| Volumen  | ca.  | 31   | 31   | 35   | 35   | 3,6                     | 3,6  | 3,6  | 3,6  | 3,6  | 9,0                        | 9,0  | 9,0  | 9,0  | 45,0   |  |
| Pufferspeicher                                     | 1.000 €/m³   | 31.208   | 31.208   | 35.331   | 35.331   | 3.600                   | 3.600  | 3.600  | 3.600  | 3.600  | 9.000                      | 9.000  | 9.000  | 9.000  | 45.000   |  |
| <b>Zwischensumme</b>                               | ca.  | <b>343.284</b>                                 | <b>343.284</b>                                       | <b>388.636</b>                                 | <b>388.636</b>   | <b>163.000</b>          | <b>163.000</b>                                 | <b>163.000</b>                                       | <b>163.000</b>   | <b>163.000</b>                                       | <b>429.000</b>             | <b>429.000</b>                                 | <b>429.000</b>                                       | <b>429.000</b>                                 | <b>995.000</b>                                       |  |
| Unvorhergesehenes                                  | 5%   | 17.164   | 17.164   | 19.432   | 19.432   | 8.150                   | 8.150  | 9.780  | 9.780  | 9.780  | 21.450                     | 21.450   | 21.450   | 21.450   | 104.475  |  |
| Planung, Gültichen etc.                            | 10%  | 36.045   | 36.045   | 40.807   | 40.807   | 17.115                  | 17.115   | 20.538   | 20.538   | 20.538   | 45.045                     | 45.045   | 45.045   | 45.045   | 222.225  |  |
| <b>Investition Solarthermie</b>                    | ca.  | <b>396.493</b>                                 | <b>396.493</b>                                       | <b>448.875</b>                                 | <b>448.875</b>   | <b>188.265</b>          | <b>188.265</b>                                 | <b>188.265</b>                                       | <b>188.265</b>   | <b>188.265</b>                                       | <b>495.495</b>             | <b>495.495</b>                                 | <b>495.495</b>                                       | <b>495.495</b>                                 | <b>1.149.225</b>                                     |  |
| <b>Hackschnitzkessel</b>                           |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                            |  |  |  |  |  |
| thermische Leistung                                | ca.  | 100  | 100  | 100  | 100  | 396                     | 396  | 396  | 396  | 396  | 973                        | 973  | 973  | 973  | 4.176  |  |
| Kesselanlage inkl. Peripherie und Silo             | ca.  | 160.000  | 160.000  | 160.000  | 160.000  | 23.000                  | 23.000   | 23.000   | 23.000   | 23.000   | 72.000                     | 72.000   | 72.000   | 72.000   | 265.000  |  |
| Volumen Pufferspeicher                             | ca.  | 3,0  | 3,0  | 3,0  | 3,0  | 3.600                   | 3.600  | 3.600  | 3.600  | 3.600  | 9.000                      | 9.000  | 9.000  | 9.000  | 45.000   |  |
| <b>Zwischensumme</b>                               | ca.  | <b>26.600</b>                                  | <b>26.600</b>  | <b>26.600</b>                                  | <b>26.600</b>  | <b>1.330</b>            | <b>1.330</b>                                   | <b>1.330</b>   | <b>1.330</b>   | <b>1.330</b>   | <b>3.890</b>               | <b>3.890</b>                                   | <b>3.890</b>   | <b>3.890</b>                                   | <b>17.000</b>  |  |
| Unvorhergesehenes                                  | 5%   | 1.330  | 1.330  | 1.539  | 1.539  | 2.793                   | 2.793  | 3.303  | 3.303  | 3.303  | 8.169                      | 8.169  | 8.169  | 8.169  | 35.700   |  |
| Planung, Gültichen etc.                            | 10%  | 2.793  | 2.793  | 3.073  | 3.073  | 1.330                   | 1.330  | 1.603  | 1.603  | 1.603  | 3.890                      | 3.890  | 3.890  | 3.890  | 17.000   |  |
| <b>Investition Erdgaskessel</b>                    | ca.  | <b>30.723</b>                                  | <b>30.723</b>  | <b>30.723</b>                                  | <b>30.723</b>  | <b>30.723</b>           | <b>30.723</b>                                  | <b>30.723</b>  | <b>30.723</b>  | <b>30.723</b>  | <b>89.859</b>              | <b>89.859</b>                                  | <b>89.859</b>  | <b>89.859</b>                                  | <b>392.700</b>                                       |  |
| <b>Elektro- &amp; Anlagentechnik</b>               |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                            |  |  |  |  |  |
| elektrische Einbindung                             | ca.  | 2.400  | 2.400  | 2.400  | 2.400  | 2.400                   | 2.400  | 2.400  | 2.400  | 2.400  | 3.600                      | 3.600  | 3.600  | 3.600  | 8.400  |  |
| hydraulische Einbindung                            | ca.  | 9.600  | 12.000   | 12.000   | 12.000   | 12.000                  | 12.000   | 12.000   | 12.000   | 12.000   | 18.000                     | 24.000   | 24.000   | 24.000   | 42.000   |  |
| Steuer- und Regelungstechnik                       | ca.  | 26.000   | 26.000   | 26.000   | 26.000   | 26.000                  | 26.000   | 26.000   | 26.000   | 26.000   | 43.000                     | 43.000   | 43.000   | 43.000   | 90.000   |  |
| <b>Zwischensumme</b>                               | ca.  | <b>50.000</b>                                  | <b>64.400</b>  | <b>64.400</b>                                  | <b>64.400</b>  | <b>50.000</b>           | <b>64.400</b>                                  | <b>64.400</b>  | <b>64.400</b>  | <b>64.400</b>  | <b>76.600</b>              | <b>94.600</b>                                  | <b>94.600</b>  | <b>94.600</b>                                  | <b>170.400</b>                                       |  |
| Unvorhergesehenes                                  | 5%   | 2.500  | 3.220  | 3.220  | 3.220  | 2.500                   | 3.220  | 3.220  | 3.220  | 3.220  | 3.830                      | 4.730  | 4.730  | 4.730  | 8.520  |  |
| Planung, Gültichen etc.                            | 10%  | 5.250  | 6.762  | 6.762  | 6.762  | 5.250                   | 6.762  | 6.762  | 6.762  | 6.762  | 8.043                      | 9.933  | 9.933  | 9.933  | 17.892   |  |
| <b>Investition Anlagentechnik und Installation</b> | ca.  | <b>57.750</b>                                  | <b>74.382</b>  | <b>74.382</b>                                  | <b>74.382</b>  | <b>57.750</b>           | <b>74.382</b>                                  | <b>74.382</b>  | <b>74.382</b>  | <b>74.382</b>  | <b>88.473</b>              | <b>109.263</b>                                 | <b>109.263</b>                                       | <b>109.263</b>                                 | <b>196.812</b>                                       |  |
| <b>Bautechnik</b>                                  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                            |  |  |  |  |  |
| Langzeitspeicher                                   | ca.  | 225  | 225  | 225  | 225  | 225                     | 225  | 225  | 225  | 225  | 225                        | 225  | 225  | 225  | 225  |  |
| Wärmepumpe   | 500 €/m  | 112.500  | 112.500  | 112.500  | 112.500  | 112.500                 | 112.500  | 112.500  | 112.500  | 112.500  | 112.500                    | 112.500  | 112.500  | 112.500  | 112.500  |  |
| Anzahl HUS Wohngebäude                             | ca.  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0                       | 0  | 0  | 0  | 0  | 6                          | 6  | 6  | 6  | 281  |  |
| Anzahl HUS Nichtwohngebäude                        | ca.  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4                       | 4  | 4  | 4  | 4  | 8                          | 8  | 8  | 8  | 33   |  |
| Hausübergabestationen                              | ca.  | 48.000   | 48.000   | 48.000   | 48.000   | 48.000                  | 48.000   | 48.000   | 48.000   | 48.000   | 114.000                    | 114.000  | 114.000  | 114.000  | 1.239.000  |  |
| Brennstoffversorgung                               | ca.  | 3.600  | 3.600  | 3.600  | 3.600  | 3.600                   | 3.600  | 3.600  | 3.600  | 3.600  | 4.800                      | 4.800  | 4.800  | 4.800  | 14.000   |  |
| Abgasanlage  | ca.  | 8.400  | 8.400  | 8.400  | 8.400  | 8.400                   | 8.400  | 8.400  | 8.400  | 8.400  | 14.000                     | 14.000   | 14.000   | 14.000   | 43.000   |  |
| Horizontale (Gebäude)                              | ca.  | 60.000   | 60.000   | 60.000   | 60.000   | 60.000                  | 60.000   | 60.000   | 60.000   | 60.000   | 75.000                     | 75.000   | 75.000   | 75.000   | 100.000  |  |
| <b>Zwischensumme</b>                               | ca.  | <b>232.500</b>                                 | <b>232.500</b>                                       | <b>232.500</b>                                 | <b>232.500</b>   | <b>232.500</b>          | <b>232.500</b>                                 | <b>232.500</b>                                       | <b>232.500</b>   | <b>232.500</b>                                       | <b>1.402.800</b>           | <b>1.402.800</b>                               | <b>1.402.800</b>                                     | <b>1.402.800</b>                               | <b>7.572.000</b>                                     |  |
| Unvorhergesehenes                                  | 5%   | 11.625   | 11.625   | 11.625   | 11.625   | 11.625                  | 11.625   | 11.625   | 11.625   | 11.625   | 14.294                     | 14.294   | 14.294   | 14.294   | 37.860   |  |
| Planung, Gültichen etc.                            | 10%  | 24.413   | 24.413   | 24.413   | 24.413   | 24.413                  | 24.413   | 24.413   | 24.413   | 24.413   | 29.588                     | 29.588   | 29.588   | 29.588   | 795.060  |  |
| <b>Gesamte Investitionen Bautechnik</b>            | ca.  | <b>268.538</b>                                 | <b>268.538</b>                                       | <b>268.538</b>                                 | <b>268.538</b>   | <b>268.538</b>          | <b>268.538</b>                                 | <b>268.538</b>                                       | <b>268.538</b>   | <b>268.538</b>                                       | <b>1.620.234</b>           | <b>1.620.234</b>                               | <b>1.620.234</b>                                     | <b>1.620.234</b>                               | <b>8.745.660</b>                                     |  |
| Investitionssumme (netto)                          | ca.  | <b>545.276</b>                                 | <b>958.401</b>                                       | <b>958.401</b>                                 | <b>958.401</b>   | <b>545.276</b>          | <b>958.401</b>                                 | <b>958.401</b>                                       | <b>958.401</b>   | <b>958.401</b>                                       | <b>2.294.061</b>           | <b>2.538.932</b>                               | <b>2.538.932</b>                                     | <b>2.538.932</b>                               | <b>10.484.397</b>                                    |  |
| davon Unvorhergesehenes                            | ca.  | 23.605   | 41.489   | 41.489   | 41.489   | 23.605                  | 41.489   | 41.489   | 41.489   | 41.489   | 50.987                     | 50.987   | 50.987   | 50.987   | 158.689  |  |
| davon Planung, Gültichen etc.                      | ca.  | 49.571   | 87.127   | 87.127   | 87.127   | 49.571                  | 87.127   | 87.127   | 87.127   | 87.127   | 107.072                    | 107.072  | 107.072  | 107.072  | 333.246  |  |
| <b>Investitionssumme (brutto)</b>                  | ca.  | <b>618.452</b>                                 | <b>1.127.015</b>                                     | <b>1.127.015</b>                               | <b>1.127.015</b>   | <b>618.452</b>          | <b>1.127.015</b>                               | <b>1.127.015</b>                                     | <b>1.127.015</b>   | <b>1.127.015</b>                                     | <b>2.444.616</b>           | <b>2.746.991</b>                               | <b>2.746.991</b>                                     | <b>2.746.991</b>                               | <b>11.175.332</b>                                    |  |

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

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

Die möglichen Förderungen über das KfW-Programm 271 „Erneuerbare Energien Premium“ liegen entsprechend den Versorgungsvarianten und den tatsächlich verlegten Leitungslängen zwischen 23 T€ und 3,3 Mio. €. Mit einer Förderung nach dem Programm Wärmenetzsysteme 4.0 durch das BAFA sind die realisierbaren technischen Lösungen nicht kompatibel (BAFA, 2021).

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 könnte 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 (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2021). Alternativ, mit einer Förderung von bis zu 50 % der Gesamtinvestition, könnte eine Förderung basierend auf der Richtlinie zur Förderung nachhaltiger Wärmeversorgungssysteme des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein geprüft werden (IB.SH, o. J.).

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

#### 11.1.4.4 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. Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit erfolgt über die Berechnung der Wärmegestehungskosten des Wärmeerzeugersystems.

Tabelle 11-4: Wärmegestehungskosten der zentralen Wärmeversorgung

| Wirtschaftlichkeit                               | Allgemeinbildende Schule, Freibad, Freizeitanlage, Kindertagesstätte Lummerland |  |  |                  | Allgemeinbildende Schule, Freibad, Freizeitanlage, Kindertagesstätte Lummerland und Bunte Arche |  |  |                  | Großverbraucher (> 65 MWh/a) |  |  |                                     | Gesamtes Quartier |                         |  |                                     |                     |
|--|---|--|--|------------------|---|--|--|------------------|------------------------------|--|--|-------------------------------------|-------------------|-------------------------|--|-------------------------------------|---------------------|
|  | Biomasse + Erdgaskessel   | (Dach-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | Dimension        | Biomasse + Erdgaskessel   | (Dach-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | Dimension        | Biomasse + Erdgaskessel      | (Dach-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | Container + Biomasse + Erdgaskessel | Dimension         | Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | Container + Biomasse + Erdgaskessel | Dimension           |
| Strombezug Netzpumpe                             | ca.   | 10   | 10   | 11               | 11  | 11   | 34   | 34               | 34                           | 34   | 167  | 167                                 | 167               | 167                     | 167  | 167                                 | MWh/a               |
| Brennstoffbezug Kessel                           | ca.   | 109  | 109  | 99               | 99  | 99   | 429  | 429              | 429                          | 429  | 2.000  | 2.000                               | 2.000             | 2.000                   | 2.000  | 2.000                               | MWh/a               |
| Brennstoffbezug Hackschichtkessel                | ca.   | 664  | 468  | 557              | 557   | 557  | 1.940  | 1.532            | 1.532                        | 1.532  | 10.924   | 7.946                               | 7.946             | 9.611                   | 9.611  | 9.611                               | MWh/a               |
| Wärmebezug über Container                        | ca.   | 0  | 0  | 0                | 0   | 0  | 0  | 0                | 0                            | 0  | 0  | 0                                   | 0                 | 0                       | 0  | 0                                   | MWh/a               |
| erzeugte Wärme menge                             | ca.   | 626  | 626  | 680              | 680   | 680  | 1.850  | 1.850            | 1.850                        | 1.850  | 8.981  | 8.981                               | 8.981             | 8.981                   | 8.981  | 8.981                               | MWh/a               |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen (anzusetzender Wert) | ca.   | 25   | 25   | 23               | 23  | 23   | 99   | 99               | 99                           | 99   | 459  | 459                                 | 459               | 459                     | 459  | 194                                 | t CO <sub>2</sub>   |
| <b>Investitionen</b>                             |   |  |  |                  |   |  |  |                  |                              |  |  |                                     |                   |                         |  |                                     |                     |
| Hackschichtkessel                                | ca.   | 185.265  | 185.265  | 222.318          | 222.318   | 222.318  | 486.495  | 486.495          | 486.495                      | 486.495  | 1.104.225  | 1.104.225                           | 1.104.225         | 1.104.225               | 1.104.225  | 1.104.225                           | €                   |
| Solarthermieanlage                               | ca.   | 0  | 277.545  | 314.213          | 314.213   | 314.213  | 0  | 366.857          | 945.598                      | 945.598  | 0  | 4.646.153                           | 0                 | 4.646.153               | 0  | 4.646.153                           | €                   |
| Kesselanlage                                     | ca.   | 30.723   | 30.723   | 33.033           | 33.033  | 33.033   | 89.859   | 89.859           | 89.859                       | 89.859   | 392.700  | 392.700                             | 392.700           | 392.700                 | 392.700  | 392.700                             | €                   |
| Anlagentechnik und Installation                  | ca.   | 57.750   | 74.382   | 74.382           | 74.382  | 74.382   | 88.473   | 109.263          | 109.263                      | 109.263  | 196.812  | 224.532                             | 196.812           | 196.812                 | 196.812  | 196.812                             | €                   |
| Trasse und Bautechnik                            | ca.   | 247.838  | 247.838  | 361.328          | 361.328   | 361.328  | 1.451.634  | 1.451.634        | 1.451.634                    | 1.451.634                                      | 7.439.340  | 7.439.340                           | 7.439.340         | 7.439.340               | 7.439.340  | 7.439.340                           | €                   |
| <b>Investitionssumme (netto)</b>                 | ca.   | <b>521.576</b>                                 | <b>815.753</b>                                       | <b>1.005.273</b> | <b>1.005.273</b>  | <b>1.005.273</b>                               | <b>2.116.461</b>                                     | <b>2.504.108</b> | <b>3.082.849</b>             | <b>3.082.849</b>                               | <b>9.333.077</b>                                     | <b>13.806.950</b>                   | <b>9.333.077</b>  | <b>9.333.077</b>        | <b>9.333.077</b>                                     | <b>9.333.077</b>                    | €                   |
| <b>Kapitalkosten</b>                             |   |  |  |                  |   |  |  |                  |                              |  |  |                                     |                   |                         |  |                                     |                     |
| Hackschichtkessel                                | 20 Jahre  | 11.330   | 11.330   | 13.596           | 13.596  | 13.596   | 29.752   | 29.752           | 29.752                       | 29.752   | 67.531   | 67.531                              | 67.531            | 67.531                  | 67.531   | 67.531                              | €                   |
| Solarthermieanlage                               | 20 Jahre  | 0  | 16.974   | 19.216           | 19.216  | 19.216   | 0  | 22.436           | 57.830                       | 57.830   | 0  | 284.143                             | 0                 | 284.143                 | 0  | 284.143                             | €                   |
| Kesselanlage                                     | 20 Jahre  | 1.879  | 1.879  | 2.020            | 2.020   | 2.020  | 5.495  | 5.495            | 5.495                        | 5.495  | 24.016   | 24.016                              | 24.016            | 24.016                  | 24.016   | 24.016                              | €                   |
| Anlagentechnik und Installation                  | 25 Jahre  | 2.958  | 3.810  | 3.810            | 3.810   | 3.810  | 4.532  | 5.596            | 5.596                        | 5.596  | 10.081   | 11.501                              | 10.081            | 10.081                  | 10.081   | 10.081                              | €                   |
| Bautechnik                                       | 40 Jahre  | 9.060  | 9.060  | 13.209           | 13.209  | 13.209   | 53.066   | 53.066           | 53.066                       | 53.066   | 271.951  | 271.951                             | 271.951           | 271.951                 | 271.951  | 271.951                             | €                   |
| <b>jährliche Kapitalkosten</b>                   | ca.   | <b>25.227</b>                                  | <b>43.053</b>  | <b>51.851</b>    | <b>51.851</b>   | <b>51.851</b>                                  | <b>92.845</b>  | <b>116.346</b>   | <b>151.740</b>               | <b>151.740</b>                                 | <b>373.578</b>                                       | <b>659.142</b>                      | <b>373.578</b>    | <b>373.578</b>          | <b>373.578</b>                                       | <b>373.578</b>                      | €                   |
| <b>Wartungskosten</b>                            |   |  |  |                  |   |  |  |                  |                              |  |  |                                     |                   |                         |  |                                     |                     |
| Hackschichtkessel                                | ca.   | 9.413  | 9.413  | 11.296           | 11.296  | 11.296   | 24.775   | 24.775           | 24.775                       | 24.775   | 57.461   | 57.461                              | 57.461            | 57.461                  | 57.461   | 57.461                              | €                   |
| Solarthermieanlage                               | ca.   | 0  | 5.947  | 6.733            | 6.733   | 6.733  | 0  | 7.861            | 20.263                       | 20.263   | 0  | 99.560                              | 0                 | 99.560                  | 0  | 99.560                              | €                   |
| Kesselanlage                                     | ca.   | 922  | 922  | 991              | 991   | 991  | 2.696  | 2.696            | 2.696                        | 2.696  | 11.781   | 11.781                              | 11.781            | 11.781                  | 11.781   | 11.781                              | €                   |
| Anlagentechnik und Installation                  | ca.   | 1.444  | 1.860  | 1.860            | 1.860   | 1.860  | 2.212  | 2.732            | 2.732                        | 2.732  | 4.920  | 5.613                               | 4.920             | 4.920                   | 4.920  | 4.920                               | €                   |
| Trasse und Bautechnik                            | ca.   | 2.685  | 2.685  | 3.956            | 3.956   | 3.956  | 16.202   | 16.202           | 16.202                       | 16.202   | 87.457   | 87.457                              | 87.457            | 87.457                  | 87.457   | 87.457                              | €                   |
| Versicherung/Sonstiges                           | ca.   | 2.726  | 4.792  | 5.889            | 5.889   | 5.889  | 11.470   | 14.195           | 18.329                       | 18.329   | 52.422   | 85.747                              | 52.422            | 52.422                  | 52.422   | 52.422                              | €                   |
| <b>jährliche Wartungskosten</b>                  | ca.   | <b>17.190</b>                                  | <b>25.619</b>  | <b>30.724</b>    | <b>30.724</b>   | <b>30.724</b>                                  | <b>57.355</b>  | <b>68.460</b>    | <b>84.996</b>                | <b>84.996</b>                                  | <b>214.041</b>                                       | <b>347.620</b>                      | <b>214.041</b>    | <b>214.041</b>          | <b>214.041</b>                                       | <b>214.041</b>                      | €                   |
| <b>Energiekosten</b>                             |   |  |  |                  |   |  |  |                  |                              |  |  |                                     |                   |                         |  |                                     |                     |
| Arbeitspreis Strom                               | 20,00 ct/kWh  | 1.997  | 1.997  | 2.261            | 2.261   | 2.261  | 6.805  | 6.805            | 6.805                        | 6.805  | 33.435   | 33.435                              | 33.435            | 33.435                  | 33.435   | 33.435                              | €                   |
| Arbeitspreis Erdgas                              | 4,17 ct/kWh   | 4.564  | 4.564  | 4.123            | 4.123   | 4.123  | 17.907   | 17.907           | 17.907                       | 17.907   | 83.423   | 83.423                              | 83.423            | 83.423                  | 83.423   | 83.423                              | €                   |
| Arbeitspreis Hackschichtkessel                   | 3,35 ct/kWh   | 22.235   | 15.673   | 18.662           | 18.662  | 18.662   | 73.683   | 65.009           | 51.327                       | 51.327   | 366.047  | 256.204                             | 322.051           | 322.051                 | 322.051  | 322.051                             | €                   |
| Arbeitspreis Wärme über Container                | ca.   | 0  | 0  | 0                | 0   | 0  | 0  | 0                | 0                            | 0  | 0  | 0                                   | 0                 | 0                       | 0  | 0                                   | €                   |
| CO <sub>2</sub> -Kosten                          | 95,0 €/t  | 1.458  | 1.458  | 1.317            | 1.317   | 1.317  | 5.720  | 5.720            | 5.720                        | 5.720  | 26.646   | 26.646                              | 26.646            | 26.646                  | 26.646   | 26.646                              | €                   |
| <b>jährliche Energiekosten</b>                   | ca.   | <b>30.254</b>                                  | <b>23.693</b>  | <b>26.363</b>    | <b>26.363</b>   | <b>26.363</b>                                  | <b>104.115</b>                                       | <b>95.441</b>    | <b>81.759</b>                | <b>81.759</b>                                  | <b>509.552</b>                                       | <b>399.708</b>                      | <b>555.299</b>    | <b>555.299</b>          | <b>555.299</b>                                       | <b>555.299</b>                      | €                   |
| <b>Wärmegestehungskosten</b>                     | ca.   | <b>72.672</b>                                  | <b>92.955</b>  | <b>108.938</b>   | <b>108.938</b>  | <b>108.938</b>                                 | <b>254.315</b>                                       | <b>280.247</b>   | <b>316.494</b>               | <b>316.494</b>                                 | <b>1.097.172</b>                                     | <b>1.406.470</b>                    | <b>1.442.918</b>  | <b>1.442.918</b>        | <b>1.442.918</b>                                     | <b>1.442.918</b>                    | €                   |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten</b>         | ca.   | <b>116,0</b>                                   | <b>147,5</b>   | <b>160,2</b>     | <b>160,2</b>  | <b>160,2</b>                                   | <b>137,5</b>   | <b>151,5</b>     | <b>172,3</b>                 | <b>172,3</b>                                   | <b>122,2</b>   | <b>156,6</b>                        | <b>127,3</b>      | <b>127,3</b>            | <b>127,3</b>   | <b>127,3</b>                        | €/MWh <sub>th</sub> |

Von den Erkenntnissen der Wirtschaftlichkeitsberechnung ausgehend lässt sich grundsätzlich festhalten, dass die Wärmegestehungskosten der verschiedenen Versorgungsvarianten unabhängig von der Wärmenetzgröße angesichts der in einem Quartierskonzept unvermeidbaren

Planungsunsicherheiten und möglichen Schwankungen in einer vergleichbaren Größenordnung liegen. Dabei führt die Wärme aus den holzbefeuerten Wärmeerzeugersystemen ohne Einbindung einer Solarthermieanlage zur zunächst besten Wirtschaftlichkeit der einzelnen Wärmenetze. Dies liegt in dem günstigen Brennstoffpreis für Holzhackschnitzel begründet. Die solare Wärme verdrängt die Wärme aus dem Holzhackschnitzel-Heizkessel, vor allem für die Brauchwassererwärmung im Sommer. Die Investitionskosten der Solarthermieanlagen können den reduzierten Brennstoffeinsatz allerdings nicht kompensieren. Dementsprechend steigen die Wärmegestehungskosten der Varianten durch die Einbindung einer Solarthermieanlage an. Die betriebsgebundenen Kosten der NT-Erdgaskessel zur Abdeckung der Spitzenlasten an besonders kalten Tagen bleiben auf dem gleichen Niveau.

Ein wesentlicher Vorteil der Integration einer Solarthermieanlage in ein Nahwärmenetz ist die Stabilität der Wärmegestehungskosten, da der solare Deckungsanteil keine Brennstoffkosten verursacht und auch von nach 2026 ggf. weiter steigenden CO<sub>2</sub>-Kosten oder steigenden Kosten der Holzhackschnitzel, die sich aus einer verstärkten Nachfrage in Folge zunehmender Umstellungen fossiler Versorgungsanlagen ergeben könnten, nicht betroffen ist.

Ein ähnlicher Trend zeigt sich durch die zusätzliche Abnahme von überschüssiger KWK-Wärme aus den umliegenden Biogasanlagen zur Versorgung des Gesamtquartiers. Auch hier können die angesetzten Kosten der Containerwärme den reduzierten Brennstoffeinsatz von Holzhackschnitzeln derzeit nicht kompensieren. Da die KWK-Wärme, die zur Abdeckung der Grundlast eingesetzt wird, auch fossile Wärme an besonders kalten Tagen im Winter verdrängt, erhöhen sich die Wärmegestehungskosten der Variante durch Abnahme von KWK-Wärme nur geringfügig.

#### **11.1.5 ZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG MIT SANIERUNGSVARIANTE 1**

Da sich die Einsparpotenziale im Gebäudebestand für das Quartier nur grob abschätzen lassen, wird die Bandbreite der möglichen Entwicklung der Heizenergiebedarfe im Rahmen zweier unterschiedlicher Szenarien abgebildet. Durch das allgemeine Trendszenario (Sanierungsvariante 1), das sich an der bundesdeutschen Entwicklung der allgemeinen Sanierungsrate von 1 % pro Jahr orientiert, würde der Heizenergiebedarf bis zum Jahr 2050 um 15 % sinken. Dies hat Auswirkungen auf die vorangegangene Wirtschaftlichkeitsanalyse, deren Konsequenzen in diesem Kapitel betrachtet werden.

Bei der Vorplanung einer sich konkretisierenden Wärmenetzplanung sind die hier zugrunde gelegten Annahmen und die Abschätzung der Heizenergiebedarfe der Gebäude insbesondere bei den Großabnehmern unter den Nichtwohngebäuden zu überprüfen. So sollten die entlang der Plantrasse betroffenen Nutzer vorab angesprochen werden, um anhand der dann gewonnenen Hinweise für Gebäudesanierungsvorhaben oder Produktions- / Nutzungsänderungen eine die resultierenden Wärmebedarfe für diese Netzföhrung zu verifizieren.

##### **11.1.5.1 ANLAGENDIMENSIONIERUNG UND ENERGIEBILANZEN**

Die Energiebilanzen für die Sanierungsvariante 1 sind in Tabelle 11-5 dargestellt.

##### **11.1.5.2 INVESTITIONSSCHÄTZUNG**

Für die einzelnen Versorgungsszenarien wurde bereits eine grobe Investitionsschätzung durchgeführt. Diese gilt auch für einen verringerten Wärmebedarf aufgrund von gebäudetechnischen

Sanierungen, da die eingesetzten Technologien und Auslegungsgrößen nicht verändert werden (vgl. Kapitel 11.1.4.2).

Tabelle 11-5: Anlagendimensionierung und Energiebilanzen Sanierungsvariante 1

| Energiebilanz                               |                        | Großverbraucher (> 65 MWh/a) |  |  | Gesamtes Quartier       |  |                                     | Dimension                |
|---|------------------------|------------------------------|--|--|-------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------|
|   |                        | Biomasse + Erdgaskessel      | (Dach-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | Container + Biomasse + Erdgaskessel |                          |
| Anzahl Wohngebäude                          | ca.                    | 6                            | 6  | 6  | 281                     | 281  | 281                                 | Stk.                     |
| Anzahl Nichtwohngebäude                     | ca.                    | 8                            | 8  | 8  | 33                      | 33   | 33                                  | Stk.                     |
| Heiz- und Warmwasserwärmebedarf Wohngebäude | ca.                    | 407                          | 407  | 407  | 5.973                   | 5.973  | 5.973                               | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Heiz- und Warmwasserwärmebedarf             | ca.                    | 1.371                        | 1.371  | 1.371  | 1.954                   | 1.954  | 1.954                               | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Summe Heiz- und Warmwasserwärmebedarf       | ca.                    | 1.778                        | 1.778  | 1.778  | 7.927                   | 7.927  | 7.927                               | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Heizlast                                    | 1.600 Std.             | 1.111                        | 1.111  | 1.111  | 4.954                   | 4.954  | 4.954                               | kW <sub>th</sub>         |
| <b>Zentrale Wärmeversorgung über Netz</b>   |                        |                              |  |  |                         |  |                                     |                          |
| Gleichzeitigkeitsfaktor                     | ca.                    | 0,8                          | 0,8  | 0,8  | 0,7                     | 0,7  | 0,7                                 |                          |
| Anzahl Anschlüsse                           | ca.                    | 14                           | 14   | 14   | 314                     | 314  | 314                                 | Stk.                     |
| Ansatz Hausanschlüsse m Tr.                 | 20 m/HA                | 280                          | 280  | 280  | 6.280                   | 6.280  | 6.280                               | m                        |
| Länge Wärmenetz (Haupttrasse)               | ca.                    | 2.110                        | 2.110  | 2.110  | 6.072                   | 6.072  | 6.072                               | m                        |
| Gesamtlänge Wärmenetz                       | ca.                    | 2.390                        | 2.390  | 2.390  | 12.352                  | 12.352   | 12.352                              | m                        |
| Netzverlustleistung                         | 20 W/m                 | 48                           | 48   | 48   | 247                     | 247  | 247                                 | kW <sub>th</sub>         |
| Netzverluste                                | 8.760 Vbs.             | 419                          | 419  | 419  | 2.164                   | 2.164  | 2.164                               | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Netzverluste                                | ca.                    | 19%                          | 19%  | 19%  | 21%                     | 21%  | 21%                                 | %                        |
| Netzwärmebedarf                             | ca.                    | 2.197                        | 2.197  | 2.197  | 10.091                  | 10.091   | 10.091                              | MWh <sub>th</sub> /a     |
| davon Wärmetransport über Container         | ca.                    |                              |  |  |                         |  | 2.190                               | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Netzleistungsbedarf                         | ca.                    | 937                          | 937  | 937  | 3.715                   | 3.715  | 3.715                               | kW <sub>th</sub>         |
| Vollbenutzungsstunden                       | ca.                    | 2.345                        | 2.345  | 2.345  | 2.716                   | 2.716  | 2.716                               | Stunden                  |
| Strombedarf Netzpumpen                      | 1,5%                   | 33                           | 33   | 33   | 151                     | 151  | 151                                 | MWh <sub>el</sub> /a     |
| Anschlussdichte                             | ca.                    | 0,9                          | 0,9  | 0,9  | 0,8                     | 0,8  | 0,8                                 | MWh <sub>th</sub> /(a·m) |
| <b>Solarthermie</b>                         |                        |                              |  |  |                         |  |                                     |                          |
| Bruttokollektorfläche                       | ca.                    |                              | 2,63   | 4,94   |                         | 4,94   |                                     | m <sup>2</sup>           |
| Anzahl Kollektoren                          | ca.                    |                              | 209  | 278  |                         | 1.277  |                                     | Stk.                     |
| installierte Aperturfläche                  | ca.                    |                              | 550  | 1.373  |                         | 6.307  |                                     | m <sup>2</sup>           |
| benötigte Fläche                            | ca.                    |                              | 825  | 2.746  |                         | 12.614   |                                     | m <sup>2</sup>           |
| Solarertrag                                 | 400 kWh/m <sup>2</sup> |                              | 220  | 549  |                         | 2.523  |                                     | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Wärmeabdeckung                              | ca.                    |                              | 10%  | 25%  |                         | 25%  |                                     |                          |
| Speichergröße                               | 75 l/m <sup>2</sup>    |                              | 41   | 103  |                         | 473  |                                     | m <sup>3</sup>           |
| <b>Biomassekessel</b>                       |                        |                              |  |  |                         |  |                                     |                          |
| Thermische Leistung                         | ca.                    | 300                          | 300  | 300  | 1.500                   | 1.500  | 1.500                               | kW <sub>th</sub>         |
| Vollbenutzungsstunden                       | ca.                    | 6.230                        | 5.497  | 4.400  | 5.605                   | 3.923  | 4.805                               | Std.                     |
| Wärmebedarf                                 | ca.                    | 1.869                        | 1.649  | 1.320  | 8.407                   | 5.884  | 7.208                               | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Jahresnutzungsgrad                          | ca.                    | 85%                          | 85%  | 85%  | 85%                     | 85%  | 85%                                 |                          |
| Hackschnitzelbedarf                         | ca.                    | 2.199                        | 1.940  | 1.553  | 9.890                   | 6.923  | 8.479                               | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Wärmeabdeckung                              | ca.                    | 85%                          | 75%  | 60%  | 83%                     | 58%  | 73%                                 |                          |
| Speichergröße                               | 30 l/kW                | 9                            | 9  | 9  | 45                      | 45   | 45                                  | m <sup>3</sup>           |
| <b>Spitzenlastkessel</b>                    |                        |                              |  |  |                         |  |                                     |                          |
| Thermische Leistung                         | ca.                    | 937                          | 937  | 937  | 3.715                   | 3.715  | 3.715                               | kW <sub>th</sub>         |
| Restwärmebedarf                             | ca.                    | 328                          | 328  | 328  | 1.684                   | 1.684  | 693                                 | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Jahresnutzungsgrad                          | ca.                    | 93%                          | 93%  | 93%  | 93%                     | 93%  | 93%                                 |                          |
| Gasbedarf                                   | ca.                    | 352                          | 352  | 352  | 1.811                   | 1.811  | 746                                 | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Wärmeabdeckung                              | ca.                    | 15%                          | 15%  | 15%  | 17%                     | 17%  | 7%                                  |                          |

### 11.1.5.3 WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNGEN

Für die untersuchten Szenarien der Sanierungsvariante 1 wurde auf Basis der Investitionsabschätzungen und der Energiebilanzen eine statische Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt (vgl. Tabelle 11-6).

Die Berechnungen zeigen, dass sich die spezifischen Wärmegestehungskosten infolge der geringeren erzeugten Wärmemengen erhöhen. Aufgrund des geringeren Heizenergiebedarfs kommt es allerdings bei den Wohngebäuden zu einem absoluten Kostenvorteil je nach Versorgungs- und Netzausbauvariante von rund 8 bis 14 %. Die holzbefeuerte Wärmelösung ohne Einbindung einer

solarthermischen Anlage oder zusätzliche Abnahme von Containerwärme stellt in den untersuchten Wärmenetzes auch bei einer gebäudetechnischen Sanierungsrate von 2 % p. a. die wirtschaftlich günstigste Variante dar.

Tabelle 11-6: Wärmegestehungskosten Sanierungsvariante 1

|  |              | Großverbraucher (> 65 MWh/a) |  |  | Gesamtes Quartier       |  |                                     |                           |
|--|--------------|------------------------------|--|--|-------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------|
| Wirtschaftlichkeit                               |              | Biomasse + Erdgaskessel      | (Dach-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | Container + Biomasse + Erdgaskessel | Dimension                 |
| Strombezug Netzpumpe                             | ca.          | 33                           | 33   | 33   | 151                     | 151  | 151                                 | MWh <sub>e</sub> /a       |
| Brennstoffbezug Kessel                           | ca.          | 352                          | 352  | 352  | 1.811                   | 1.811  | 746                                 | MWh <sub>th</sub> /a      |
| Brennstoffbezug Hackschnitzelkessel              | ca.          | 2.199                        | 1.940  | 1.553  | 9.890                   | 6.923  | 8.479                               | MWh <sub>th</sub> /a      |
| Wärmebezug über Container                        | ca.          | 0                            | 0  | 0  | 0                       | 0  | 2.190                               | MWh <sub>th</sub> /a      |
| erzeugte Wärmemenge                              | ca.          | 1.778                        | 1.778  | 1.778  | 7.927                   | 7.927  | 7.927                               | MWh <sub>th</sub> /a      |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen (anzusetzender Wert) | ca.          | 81                           | 81   | 81   | 416                     | 416  | 171                                 | t CO <sub>2</sub>         |
| <b>Investitionen</b>                             |              |                              |  |  |                         |  |                                     |                           |
| Hackschnitzelkessel                              | ca.          | 486.495                      | 486.495  | 486.495  | 1.104.225               | 1.104.225  | 1.104.225                           | €                         |
| Solarthermieanlage                               | ca.          | 0                            | 366.857  | 915.692  | 0                       | 4.206.765  | 0                                   | €                         |
| Kesselanlage                                     | ca.          | 89.859                       | 89.859   | 89.859   | 392.700                 | 392.700  | 392.700                             | €                         |
| Anlagentechnik und Installation                  | ca.          | 88.473                       | 109.263  | 109.263  | 196.812                 | 224.532  | 196.812                             | €                         |
| Trasse und Bautechnik                            | ca.          | 1.451.634                    | 1.451.634                                      | 1.451.634  | 7.439.340               | 7.439.340  | 7.439.340                           | €                         |
| <b>Investitionssumme (netto)</b>                 | <b>ca.</b>   | <b>2.116.461</b>             | <b>2.504.108</b>                               | <b>3.052.943</b>                                     | <b>9.133.077</b>        | <b>13.367.562</b>                                    | <b>9.133.077</b>                    | <b>€</b>                  |
| <b>Kapitalkosten</b>                             |              |                              |  |  |                         |  |                                     |                           |
| Hackschnitzelkessel                              | 20 Jahre     | 29.752                       | 29.752   | 29.752   | 67.531                  | 67.531   | 67.531                              | €                         |
| Solarthermieanlage                               | 20 Jahre     | 0                            | 22.436   | 56.001   | 0                       | 257.272  | 0                                   | €                         |
| Kesselanlage                                     | 20 Jahre     | 5.495                        | 5.495  | 5.495  | 24.016                  | 24.016   | 24.016                              | €                         |
| Anlagentechnik und Installation                  | 25 Jahre     | 4.532                        | 5.596  | 5.596  | 10.081                  | 11.501   | 10.081                              | €                         |
| Bautechnik                                       | 40 Jahre     | 53.066                       | 53.066   | 53.066   | 271.951                 | 271.951  | 271.951                             | €                         |
| <b>jährliche Kapitalkosten</b>                   | <b>ca.</b>   | <b>92.845</b>                | <b>116.346</b>                                 | <b>149.911</b>                                       | <b>373.578</b>          | <b>632.270</b>                                       | <b>373.578</b>                      | <b>€</b>                  |
| <b>Wartungskosten</b>                            |              |                              |  |  |                         |  |                                     |                           |
| Hackschnitzelkessel                              | ca.          | 24.775                       | 24.775   | 24.775   | 57.461                  | 57.461   | 57.461                              | €                         |
| Solarthermieanlage                               | ca.          | 0                            | 7.861  | 19.622   | 0                       | 90.145   | 0                                   | €                         |
| Kesselanlage                                     | ca.          | 2.696                        | 2.696  | 2.696  | 11.781                  | 11.781   | 11.781                              | €                         |
| Anlagentechnik und Installation                  | ca.          | 2.212                        | 2.732  | 2.732  | 4.920                   | 5.613  | 4.920                               | €                         |
| Trasse und Bautechnik                            | ca.          | 16.202                       | 16.202   | 16.202   | 87.457                  | 87.457   | 87.457                              | €                         |
| Versicherung/Sonstiges                           | ca.          | 11.470                       | 14.195   | 18.115   | 52.422                  | 82.609   | 52.422                              | €                         |
| <b>jährliche Wartungskosten</b>                  | <b>ca.</b>   | <b>57.355</b>                | <b>68.460</b>                                  | <b>84.141</b>  | <b>214.041</b>          | <b>335.066</b>                                       | <b>214.041</b>                      | <b>€</b>                  |
| <b>Energiekosten</b>                             |              |                              |  |  |                         |  |                                     |                           |
| Arbeitspreis Strom                               | 20,00 ct/kWh | 6.590                        | 6.590  | 6.590  | 30.273                  | 30.273   | 30.273                              | €                         |
| Arbeitspreis Erdgas                              | 4,17 ct/kWh  | 14.690                       | 14.690   | 14.690   | 75.534                  | 75.534   | 31.104                              | €                         |
| Arbeitspreis Hackschnitzel                       | 3,35 ct/kWh  | 73.683                       | 65.009   | 52.034   | 331.430                 | 231.975  | 284.146                             | €                         |
| Arbeitspreis Wärme über Container                | ca.          | 0                            | 0  | 0  | 0                       | 0  | 153.300                             | €                         |
| CO <sub>2</sub> -Kosten                          | 58,0 €/t     | 4.692                        | 4.692  | 4.692  | 24.126                  | 24.126   | 9.935                               | €                         |
| <b>jährliche Energiekosten</b>                   | <b>ca.</b>   | <b>99.654</b>                | <b>90.981</b>                                  | <b>78.005</b>  | <b>461.363</b>          | <b>361.908</b>                                       | <b>508.757</b>                      | <b>€</b>                  |
| <b>Wärmegestehungskosten</b>                     | <b>ca.</b>   | <b>249.854</b>               | <b>275.787</b>                                 | <b>312.057</b>                                       | <b>1.048.983</b>        | <b>1.329.244</b>                                     | <b>1.096.377</b>                    | <b>€</b>                  |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten</b>         | <b>ca.</b>   | <b>140,5</b>                 | <b>155,1</b>                                   | <b>175,5</b>   | <b>132,3</b>            | <b>167,7</b>   | <b>138,3</b>                        | <b>€/MWh<sub>th</sub></b> |

### 11.1.6 ZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG MIT SANIERUNGSVARIANTE 2

Die Sanierungsvariante 2 beinhaltet eine besonders forcierte Reduzierung des Endenergiebedarfs im Wohn- und Nichtwohngebäudebereich durch eine Gebäudesanierung mit 2%iger jährlicher Sanierungsrate (vgl. Kapitel 10.4). Dadurch würde der Heizenergiebedarf bis zum Jahre 2050 um 29 % sinken.

#### 11.1.6.1 ANLAGENDIMENSIONIERUNG UND ENERGIEBILANZEN

Die Energiebilanzen für Sanierungsvariante 2 sind in Tabelle 11-7 dargestellt.

Tabelle 11-7: Anlagendimensionierung und Energiebilanzen Sanierungsvariante 2

| Energiebilanz                               |                        | Großverbraucher (> 65 MWh/a)    |  |  | Gesamtes Quartier                     |                                     |        | Dimension                |
|---|------------------------|---------------------------------|--|--|---------------------------------------|-------------------------------------|--------|--------------------------|
|   |                        | (Dach-) Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Biomasse + Erdgaskessel | Container + Biomasse + Erdgaskessel |        |                          |
| Anzahl Wohngebäude                          | ca.                    | 6                               | 6  | 6  | 281                                   | 281                                 | 281    | Stk.                     |
| Anzahl Nichtwohngebäude                     | ca.                    | 8                               | 8  | 8  | 33                                    | 33                                  | 33     | Stk.                     |
| Heiz- und Warmwasserwärmebedarf Wohngebäude | ca.                    | 340                             | 340  | 340  | 4.989                                 | 4.989                               | 4.989  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Heiz- und Warmwasserwärmebedarf             | ca.                    | 1.371                           | 1.371  | 1.371  | 1.954                                 | 1.954                               | 1.954  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Summe Heiz- und Warmwasserwärmebedarf       | ca.                    | 1.711                           | 1.711  | 1.711  | 6.943                                 | 6.943                               | 6.943  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Heizlast                                    | 1.600 Std.             | 1.069                           | 1.069  | 1.069  | 4.340                                 | 4.340                               | 4.340  | kW <sub>th</sub>         |
| <b>Zentrale Wärmeversorgung über Netz</b>   |                        |                                 |  |  |                                       |                                     |        |                          |
| Gleichzeitigkeitsfaktor                     | ca.                    | 0,8                             | 0,8  | 0,8  | 0,7                                   | 0,7                                 | 0,7    |                          |
| Anzahl Anschlüsse                           | ca.                    | 14                              | 14   | 14   | 314                                   | 314                                 | 314    | Stk.                     |
| Ansatz Hausanschlüsse m Tr.                 | 20 m/HA                | 280                             | 280  | 280  | 6.280                                 | 6.280                               | 6.280  | m                        |
| Länge Wärmenetz (Haupttrasse)               | ca.                    | 2.110                           | 2.110  | 2.110  | 6.072                                 | 6.072                               | 6.072  | m                        |
| Gesamtlänge Wärmenetz                       | ca.                    | 2.390                           | 2.390  | 2.390  | 12.352                                | 12.352                              | 12.352 | m                        |
| Netzverlustleistung                         | 20 W/m                 | 48                              | 48   | 48   | 247                                   | 247                                 | 247    | kW <sub>th</sub>         |
| Netzverluste                                | 8.760 Vbs.             | 419                             | 419  | 419  | 2.164                                 | 2.164                               | 2.164  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Netzverluste                                | ca.                    | 20%                             | 20%  | 20%  | 24%                                   | 24%                                 | 24%    | %                        |
| Netzwärmebedarf                             | ca.                    | 2.130                           | 2.130  | 2.130  | 9.107                                 | 9.107                               | 9.107  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| davon Wärmetransport über Container         | ca.                    |                                 |  |  |                                       |                                     | 2.190  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Netzleistungsbedarf                         | ca.                    | 903                             | 903  | 903  | 3.285                                 | 3.285                               | 3.285  | kW <sub>th</sub>         |
| Vollbenutzungsstunden                       | ca.                    | 2.358                           | 2.358  | 2.358  | 2.773                                 | 2.773                               | 2.773  | Stunden                  |
| Strombedarf Netzpumpen                      | 1,5%                   | 32                              | 32   | 32   | 137                                   | 137                                 | 137    | MWh <sub>el</sub> /a     |
| Anschlussdichte                             | ca.                    | 0,9                             | 0,9  | 0,9  | 0,7                                   | 0,7                                 | 0,7    | MWh <sub>th</sub> /(a·m) |
| <b>Solarthermie</b>                         |                        |                                 |  |  |                                       |                                     |        |                          |
| Bruttollektorfläche                         | ca.                    |                                 | 2,63   | 4,94   |                                       | 4,94                                |        | m <sup>2</sup>           |
| Anzahl Kollektoren                          | ca.                    |                                 | 209  | 269  |                                       | 1.152                               |        | Stk.                     |
| installierte Aperturfläche                  | ca.                    |                                 | 550  | 1.331  |                                       | 5.692                               |        | m <sup>2</sup>           |
| benötigte Fläche                            | ca.                    |                                 | 825  | 2.662  |                                       | 11.384                              |        | m <sup>2</sup>           |
| Solarertrag                                 | 400 kWh/m <sup>2</sup> |                                 | 220  | 532  |                                       | 2.277                               |        | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Wärmeabdeckung                              | ca.                    |                                 | 10%  | 25%  |                                       | 25%                                 |        |                          |
| Speichergröße                               | 75 l/m <sup>2</sup>    |                                 | 41   | 100  |                                       | 427                                 |        | m <sup>3</sup>           |
| <b>Biomassekessel</b>                       |                        |                                 |  |  |                                       |                                     |        |                          |
| Thermische Leistung                         | ca.                    | 300                             | 300  | 300  | 1.500                                 | 1.500                               | 1.500  | kW <sub>th</sub>         |
| Vollbenutzungsstunden                       | ca.                    | 6.230                           | 5.497  | 4.455  | 5.058                                 | 3.540                               | 4.207  | Std.                     |
| Wärmebedarf                                 | ca.                    | 1.869                           | 1.649  | 1.337  | 7.587                                 | 5.311                               | 6.310  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Jahresnutzungsgrad                          | ca.                    | 85%                             | 85%  | 85%  | 85%                                   | 85%                                 | 85%    |                          |
| Hackschnitzelbedarf                         | ca.                    | 2.199                           | 1.940  | 1.572  | 8.926                                 | 6.248                               | 7.424  | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Wärmeabdeckung                              | ca.                    | 88%                             | 77%  | 63%  | 83%                                   | 58%                                 | 73%    |                          |
| Speichergröße                               | 30 l/kW                | 9                               | 9  | 9  | 45                                    | 45                                  | 45     | m <sup>3</sup>           |
| <b>Spitzenlastkessel</b>                    |                        |                                 |  |  |                                       |                                     |        |                          |
| Thermische Leistung                         | ca.                    | 903                             | 903  | 903  | 3.285                                 | 3.285                               | 3.285  | kW <sub>th</sub>         |
| Restwärmebedarf                             | ca.                    | 261                             | 261  | 261  | 1.520                                 | 1.520                               | 607    | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Jahresnutzungsgrad                          | ca.                    | 93%                             | 93%  | 93%  | 93%                                   | 93%                                 | 93%    |                          |
| Gasbedarf                                   | ca.                    | 280                             | 280  | 280  | 1.634                                 | 1.634                               | 653    | MWh <sub>th</sub> /a     |
| Wärmeabdeckung                              | ca.                    | 12%                             | 12%  | 12%  | 17%                                   | 17%                                 | 7%     |                          |

### 11.1.6.2 INVESTITIONSSCHÄTZUNG

Für die einzelnen Versorgungsszenarien wurde bereits eine grobe Investitionsschätzung durchgeführt. Diese gilt auch für einen verringerten Wärmebedarf aufgrund von gebäudetechnischen Sanierungen, da die eingesetzten Technologien und Auslegungsgrößen nicht verändert werden (vgl. Kapitel 11.1.4.2).

Hintergrund der unveränderten Auslegung der Erzeugungsanlagen ist die Annahme, dass die Umstellung der Wärmeversorgung sehr rasch realisiert werden muss, während die Sanierungsmaßnahmen aufgrund der dafür erforderlichen Ressourcen über einen längeren Zeitraum umgesetzt werden dürften. Insofern muss die Wärmeversorgung zunächst i. W. den aktuellen Leistungsbedarf decken. Allerdings beträgt beispielsweise die typische Lebenszeit eines Holzhackschnitzel-Heizkessels etwa 20 Jahre. Insofern kann die Anlagengröße bei später fälligen

Ersatzinvestitionen an den jeweils noch verbleibenden Leistungsbedarf angepasst werden. Dabei sind die dann geltenden energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu beachten, d. h. die vorliegenden Rechnungen fortzuschreiben.<sup>6</sup>

### 11.1.6.3 WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNGEN

Tabelle 11-8: Wärmegestehungskosten Sanierungsvariante 2

|  |              | Großverbraucher (> 65 MWh/a) |  |  | Gesamtes Quartier       |  |                                     |                           |
|--|--------------|------------------------------|--|--|-------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------|
| Wirtschaftlichkeit                               |              | Biomasse + Erdgaskessel      | (Dach-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | Biomasse + Erdgaskessel | (Freifläche-) Solarthermie + Biomasse + Erdgaskessel | Container + Biomasse + Erdgaskessel | Dimension                 |
| Strombezug Netzpumpe                             | ca.          | 32                           | 32   | 32   | 137                     | 137  | 137                                 | Mwh <sub>el</sub> /a      |
| Brennstoffbezug Kessel                           | ca.          | 280                          | 280  | 280  | 1.634                   | 1.634  | 653                                 | MWh <sub>th</sub> /a      |
| Brennstoffbezug Hackschnitzelkessel              | ca.          | 2.199                        | 1.940  | 1.572  | 8.926                   | 6.248  | 7.424                               | MWh <sub>th</sub> /a      |
| Wärmebezug über Container                        | ca.          | 0                            | 0  | 0  | 0                       | 0  | 2.190                               | MWh <sub>th</sub> /a      |
| erzeugte Wärmemenge                              | ca.          | 1.711                        | 1.711  | 1.711  | 6.943                   | 6.943  | 6.943                               | MWh <sub>th</sub> /a      |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen (anzusetzender Wert) | ca.          | 64                           | 64   | 64   | 375                     | 375  | 150                                 | tCO <sub>2</sub>          |
| <b>Investitionen</b>                             |              |                              |  |  |                         |  |                                     |                           |
| Hackschnitzelkessel                              | ca.          | 486.495                      | 486.495  | 486.495  | 1.104.225               | 1.104.225  | 1.104.225                           | €                         |
| Solarthermieanlage                               | ca.          | 0                            | 366.857  | 887.779  | 0                       | 3.796.669  | 0                                   | €                         |
| Kesselanlage                                     | ca.          | 89.859                       | 89.859   | 89.859   | 392.700                 | 392.700  | 392.700                             | €                         |
| Anlagentechnik und Installation                  | ca.          | 88.473                       | 109.263  | 109.263  | 196.812                 | 224.532  | 196.812                             | €                         |
| Trasse und Bautechnik                            | ca.          | 1.451.634                    | 1.451.634                                      | 1.451.634  | 7.439.340               | 7.439.340  | 7.439.340                           | €                         |
| <b>Investitionssumme (netto)</b>                 | <b>ca.</b>   | <b>2.116.461</b>             | <b>2.504.108</b>                               | <b>3.025.030</b>                                     | <b>9.133.077</b>        | <b>12.957.466</b>                                    | <b>9.133.077</b>                    | <b>€</b>                  |
| <b>Kapitalkosten</b>                             |              |                              |  |  |                         |  |                                     |                           |
| Hackschnitzelkessel                              | 20 Jahre     | 29.752                       | 29.752   | 29.752   | 67.531                  | 67.531   | 67.531                              | €                         |
| Solarthermieanlage                               | 20 Jahre     | 0                            | 22.436   | 54.294   | 0                       | 232.192  | 0                                   | €                         |
| Kesselanlage                                     | 20 Jahre     | 5.495                        | 5.495  | 5.495  | 24.016                  | 24.016   | 24.016                              | €                         |
| Anlagentechnik und Installation                  | 25 Jahre     | 4.532                        | 5.596  | 5.596  | 10.081                  | 11.501   | 10.081                              | €                         |
| Bautechnik                                       | 40 Jahre     | 53.066                       | 53.066   | 53.066   | 271.951                 | 271.951  | 271.951                             | €                         |
| <b>jährliche Kapitalkosten</b>                   | <b>ca.</b>   | <b>92.845</b>                | <b>116.346</b>                                 | <b>148.204</b>                                       | <b>373.578</b>          | <b>607.190</b>                                       | <b>373.578</b>                      | <b>€</b>                  |
| <b>Wartungskosten</b>                            |              |                              |  |  |                         |  |                                     |                           |
| Hackschnitzelkessel                              | ca.          | 24.775                       | 24.775   | 24.775   | 57.461                  | 57.461   | 57.461                              | €                         |
| Solarthermieanlage                               | ca.          | 0                            | 7.861  | 19.024   | 0                       | 81.357   | 0                                   | €                         |
| Kesselanlage                                     | ca.          | 2.696                        | 2.696  | 2.696  | 11.781                  | 11.781   | 11.781                              | €                         |
| Anlagentechnik und Installation                  | ca.          | 2.212                        | 2.732  | 2.732  | 4.920                   | 5.613  | 4.920                               | €                         |
| Trasse und Bautechnik                            | ca.          | 16.202                       | 16.202   | 16.202   | 87.457                  | 87.457   | 87.457                              | €                         |
| Versicherung/Sonstiges                           | ca.          | 11.470                       | 14.195   | 17.916   | 52.422                  | 79.680   | 52.422                              | €                         |
| <b>jährliche Wartungskosten</b>                  | <b>ca.</b>   | <b>57.355</b>                | <b>68.460</b>                                  | <b>83.344</b>  | <b>214.041</b>          | <b>323.349</b>                                       | <b>214.041</b>                      | <b>€</b>                  |
| <b>Energiekosten</b>                             |              |                              |  |  |                         |  |                                     |                           |
| Arbeitspreis Strom                               | 20,00 ct/kWh | 6.389                        | 6.389  | 6.389  | 27.322                  | 27.322   | 27.322                              | €                         |
| Arbeitspreis Erdgas                              | 4,17 ct/kWh  | 11.687                       | 11.687   | 11.687   | 68.171                  | 68.171   | 27.231                              | €                         |
| Arbeitspreis Hackschnitzel                       | 3,35 ct/kWh  | 73.683                       | 65.009   | 52.694   | 299.121                 | 209.361  | 248.768                             | €                         |
| Arbeitspreis Wärme über Container                | ca.          | 0                            | 0  | 0  | 0                       | 0  | 153.300                             | €                         |
| CO <sub>2</sub> -Kosten                          | 58,0 €/t     | 3.733                        | 3.733  | 3.733  | 21.774                  | 21.774   | 8.698                               | €                         |
| <b>jährliche Energiekosten</b>                   | <b>ca.</b>   | <b>95.491</b>                | <b>86.818</b>                                  | <b>74.502</b>  | <b>416.388</b>          | <b>326.627</b>                                       | <b>465.319</b>                      | <b>€</b>                  |
| <b>Wärmegestehungskosten</b>                     | <b>ca.</b>   | <b>245.691</b>               | <b>271.624</b>                                 | <b>306.050</b>                                       | <b>1.004.007</b>        | <b>1.257.166</b>                                     | <b>1.052.938</b>                    | <b>€</b>                  |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten</b>         | <b>ca.</b>   | <b>143,6</b>                 | <b>158,8</b>                                   | <b>178,9</b>   | <b>144,6</b>            | <b>181,1</b>   | <b>151,7</b>                        | <b>€/MWh<sub>th</sub></b> |

Für die untersuchten Szenarien der Sanierungsvariante 2 wurde auf Basis der Investitionsschätzungen und der Energiebilanzen eine statische Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt (vgl. Tabelle 11-8).

<sup>6</sup> Gerade im Bereich der Energiepreise gibt es signifikante Änderungen der Rahmenbedingungen. So ist bspw. die nach 2026 greifende CO<sub>2</sub>-Bepreisung noch nicht absehbar.

Auch bei dieser Sanierungsstufe stellt die holzbefeuerte Wärmelösung ohne Einbindung einer solarthermischen Anlage oder zusätzliche Abnahme von Containerwärme in den untersuchten Wärmenetzes die wirtschaftlich günstigste Variante dar. Hierbei resultieren die steigenden Wärmege- stehungskosten der Versorgungsvarianten aus den deutlich zurückgehenden Laufzeiten.

Dieser Vergleich ist jedoch wenig aussagekräftig, da, wie in Kapitel 11.1.6.2 dargelegt, die Ge- bäudesanierungen erst sukzessive durchgeführt werden dürften. Daher würden diese Rechnun- gen nur dann eine adäquate Grundlage für Entscheidungen über die zu favorisierende Technolo- gie darstellen, wenn die kompletten Gebäudesanierungen wie in Kapitel 10 beschrieben innerhalb weniger Jahre abgeschlossen werden könnten.

## 11.2 WÄRMEOPTIONEN UNTER EINBEZIEHUNG DER LOKALEN BIOGASANLAGEN

Neben den „klassischen“ Varianten der Nah-/Fernwärmeerzeugung gibt es in Jevenstedt weitere zu betrachtenden Optionen: Im Umfeld der Gemeinde gibt es vier Biogasanlagen, die sich in einer Entfernung von 3,2 bis 5,1 km von dem vorgesehenen Heizwerkstandort am Bauhof befinden.

Die vier Biogasanlagen haben unterschiedliche bestehende Wärmekonzepte. Die Anlage Biogas Otte betreibt zwei Wärmenetze; sie ist auch die einzige Anlage, die im sogenannten Flexbetrieb betrieben wird. Die übrigen Anlagen versorgen ihre eigenen Liegenschaften und betreiben Trock- nungsanlagen. Alle Anlagen werden im regulatorischen Rahmen des EEG 2009 betrieben. Grund- sätzliches Interesse wurde von allen Betreibern artikuliert, allerdings wurde auch betont, dass eine Einbeziehung in ein Projekt nur unter weitestgehender Vermeidung wirtschaftlichen Risiken vor- stellbar ist.

| Nr. | Biogasanlage                            | Adresse, Ort                            | BHKW                   | Wärmekonzept  | Baujahr / EEG | Bemerkung  | Interesse an Wärmenetz?   |
|-----|---|---|------------------------|---|---------------|--|---|
| 1   | Biogas Otte                             | Jevenstedter Straße 2<br>24813 Schülp   | 3.500 kW el            | Satellit BHKW in Schülp, 2 Wärmenetze dort, 70 + 20 WE, Wärmegenossenschaft, Altenheim wird/wurde gerade geschlossen / abgerissen | 2009          | Flex seit 2015, Stromvertrieb über NEXT  | Grundsätzlich ja, Klärung der Kapazitäten   |
| 2   | SchuTa, Schulz Tank Energie, Jevenstedt | Jevenstedter Feld 7<br>24808 Jevenstedt | 500 kW el              | 4 WE plus Gärreste Trocknung  | 2010          | Gerade durchgeführt: Behältersanierung   | Grundsätzlich ja, allerdings nur unter wirtschaftlich sinnvollen Bedingungen        |
| 3   | Biogas Barkhorn 3                       | Barkhorn 3<br>24808 Jevenstedt          | 625 kW el              | Einige Häuser Gärrest und Holz Trocknung  | 2010          | Privilegierter Standort, ggf. Leistungsreduzierung   | Abwartend, Sondergebiet / privilegiertes Standort, landw. Reststoffe?, Kraftstoffe? |
| 4   | Biogas Müller, Barkhorn                 | Barkhorn 12<br>24808 Jevenstedt         | 380 kW el<br>190 kW el | Einige Häuser Gärrest Trocknung   | 2009          | Kein Flexbetrieb vorgesehen, eher abwartend, viele PV Anlagen:<br>2004: 100 kW<br>2009: 70 kW<br>2012: 30 kW<br>Zukünftig Wind | „unsicher“, aber interessiert am weiteren Prozess                                   |

Abbildung 11-9: Daten der Biogasanlagen

Folgende Nutzungsmöglichkeiten für die Einbindung der Biogasanlagen wurden betrachtet:

1. Die Versorgung des Wärmenetzes über Wärmeleitungen von den im Umfeld des Quartieres befindlichen Biogasanlagen;
2. die Nutzung von Biogas über Biogasleitungen von den bzw. von einer der Biogasanlage/n zur Umwandlung in Strom und Wärme in einem „Satelliten-BHKW“ innerhalb des Quartiers;
3. die Nutzung von Wärme der Biogasanlagen mittels mobiler Wärmetransportcontainer, die an den Biogasanlagen „aufgeladen“ werden, zur Heizzentrale des Wärmenetz transportiert und dort wieder „entladen“ werden.

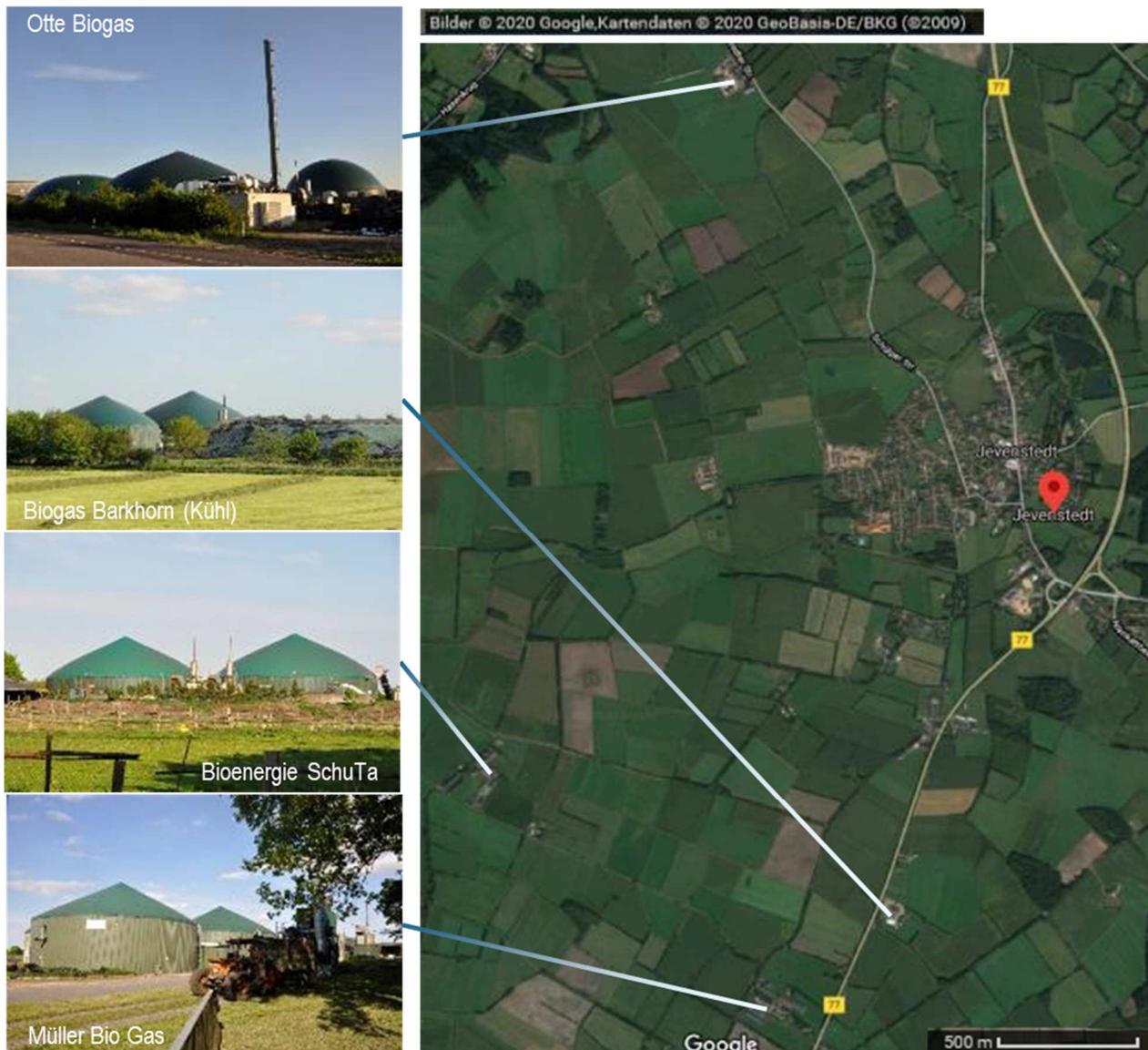


Abbildung 11-10: Standorte der Biogasanlagen

### 11.2.1 BIOGASWÄRMENUTZUNG MITTELS TRANSPORTWÄRMENETZ

Da die Biogasanlagen noch über bisher nicht genutzte Abwärme verfügen, wurde überlegt, die Wärme einer oder mehrerer Biogasanlagen über eine Wärmetransportleitung zum vorgesehenen Heizwerk am Bauhof in Jevenstedt zu leiten.

Dazu wurde zunächst das mögliche Wärmepotenzial der Anlagen aufgrund von Angaben der Betreiber und Erfahrungswerten abgeschätzt. Diese liegen insgesamt bei rund 27 GWh Abwärmepotenzial aus den BHKW. Diese Wärme wird zum Teil für die Prozessführung der Biogasanlage genutzt, alle Biogasanlagenbetreiber nutzen darüber hinaus einen (kleinen) Teil der Abwärme zur Beheizung ihrer eigenen Liegenschaften und Wohngebäude auf den Betrieben. Die Biogasanlage Otte hat darüber hinaus als einzige Anlage ein ausgefeiltes Nutzungskonzept: Sie betreibt in der Region zwei Wärmenetze, so dass das Potenzial für weitere Abwärmennutzungen begrenzt ist. Die übrigen drei Anlagen nutzen die Abwärme der Motoren in Trocknungsanlagen. Nach deren Aussage ließe sich diese Wärme alternativ auch für die Versorgung eines Fernwärmenetzes einsetzen.

Das aus diesen Aussagen abzuschätzende Wärmepotenzial, das auch zeitlich nutzbar sein kann, umfasst rund 11,4 GWh (vgl. Tabelle 11-9). Dabei bedeutet „zeitlich nutzbar“, dass aufgrund der überwiegend kontinuierlichen Betriebsweise der Biogasanlagen die im Sommer produzierte Wärme aufgrund des geringen Bedarfs nur zu sehr kleinen Teilen genutzt werden kann (Wärmenetzverluste und Warmwasserbereitung). Daher wird angesetzt, dass 60 % der Wärmemenge tatsächlich nutzbar sind.

Tabelle 11-9: Abschätzung des nutzbaren Wärmepotenzials der Biogasanlagen

**SZENARIEN: Wärmetransportleitung 1**

| BGA                                  | Leistung el. | Vollbenutzungsstunden Vbh | Restlaufzeit EEG | Wärme-Produktion ca. | Prozesswärmeebedarf BGA | Eigenwärmeebedarf Gebäude | Trocknung, Wärmenetze | mgl. Potenzial    |
|--------------------------------------|--------------|---------------------------|------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------|
| Otte                                 | 3.500 kW     | 1.400                     | 2009 9 a         | 7.092 MWh            | 876 MWh                 | k.A.                      | 4.351 MWh             | 1.865 MWh         |
| SchuTa                               | 500 kW       | 8.500                     | 2010 10 a        | 6.151 MWh            | 876 MWh                 | 150 MWh                   | k.A.                  | 5.125 MWh         |
| Kühl                                 | 570 kW       | 8.500                     | 2010 10 a        | 7.013 MWh            | 876 MWh                 | 150 MWh                   | k.A.                  | 5.987 MWh         |
| Müller                               | 570 kW       | 8.500                     | 2009 9 a         | 7.013 MWh            | 876 MWh                 | 150 MWh                   | k.A.                  | 5.987 MWh         |
| <b>Σ Gesamtwärmepotenzial</b>        |              |                           |                  | 27.268 MWh           |                         |                           |                       | <b>18.963 MWh</b> |
| <b>davon zeitlich nutzbar in MWh</b> |              |                           |                  | <b>60%</b>           |                         |                           |                       | <b>11.378 MWh</b> |

Mit Hilfe dieser Daten und der Abschätzung der Transportleitung lassen sich die spezifischen Wärmekosten für die Wärme errechnen, unter Berücksichtigung anzusetzender Investitionskosten für die Wärmenetze. Dabei wurde von einer Kreditlaufzeit von 10 Jahren ausgegangen, da die Biogasanlagen nur noch maximal 10 Jahre unter ihren aktuellen EEG-Bedingungen betrieben werden können („Worst-Case-Annahme“).

Der angesetzte Zinssatz beträgt 2 %, als Wärmeleitungskosten wurden inklusive Verlegung 500 €/Tr.m angenommen. Eine Förderung über das BAFA zu 100 €/Tr.m wurde ebenfalls berücksichtigt. Insgesamt belaufen sich die Investitionen auf 1,60 bis 2,55 Mio. €.

Die einzelnen Wärmeleitungen würden Längen zwischen 3.200 und 5.100 Tr.m haben.

Tabelle 11-10: Abschätzung der Wärmetransportkosten (nur Kapitaldienst)

**SZENARIEN: Wärmetransportleitung 2**

| BGA                           | Leistung el. | Voll-<br>benutzungs-<br>stunden<br>Vbh | mgl.<br>Potenzial | Entferng. | Wärme-<br>verluste (ca.) | entspr.<br>von<br>Potenzia<br>l | Kapitalkoste<br>n p.a. | Kosten je<br>MWh<br>(Nutzung),<br>60% v. Pot. |
|-------------------------------|--------------|--|-------------------|-----------|--------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| Otte                          | 3.500 kW     | 1.400                                  | 1.865 MWh         | 3.200 m   | 561 MWh                  | 30%                             | 142.498 €              | <b>255 €/MWh</b>                              |
| SchuTa                        | 500 kW       | 8.500                                  | 5.125 MWh         | 5.100 m   | 894 MWh                  | 17%                             | 227.106 €              | <b>104 €/MWh</b>                              |
| Kühl                          | 570 kW       | 8.500                                  | 5.987 MWh         | 3.300 m   | 578 MWh                  | 10%                             | 146.951 €              | <b>49 €/MWh</b>                               |
| Müller                        | 570 kW       | 8.500                                  | 5.987 MWh         | 3.900 m   | 683 MWh                  | 11%                             | 173.669 €              | <b>60 €/MWh</b>                               |
| Σ Gesamtwärmepotenzial        |              |  | <b>18.963 MWh</b> |           |                          |                                 |                        |   |
| davon zeitlich nutzbar in MWh |              |  | <b>11.378 MWh</b> |           |                          |                                 |                        |   |
| Parameter:                    |              |  |                   |           |                          |                                 |                        |   |
| elektr.Nutzungsgrad BHKW      |              |  | 38%               |           |                          |                                 |                        |   |
| therm.Nutzungsgrad BHKW       |              |  | 55%               |           |                          |                                 |                        |   |
| Netzverluste                  |              |  | 20 W/Tr.m         |           |                          |                                 |                        |   |
| Netzkosten + Finanz.          |              |  | 400 €/Tr.m *      | Zins: 2%  | 10 Jahre                 | * inkl. Förderung               |                        |   |

Die Betrachtung verdeutlicht, dass die Wärmegegostehungskosten nur sehr schwer zu akzeptablen Wärmepreisen für das Quartier führen können. Möglichkeit zur Optimierung können sich ergeben, wenn einige der Biogasanlagen ein Weiterbetriebskonzept für die Nach-EEG-Ära erarbeiten würden: Dann könnte die Wärmetransportleitung über 20 Jahre finanziert werden. Dadurch würden die spezifischen Kosten von den o. g. 49 bis 255 Euro/MWh auf 27 bis 140 Euro/MWh sinken. Ggf. könnte dies im Rahmen eines Sanierungsmanagements gemeinsam mit den Betreibern näher betrachtet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass als Basis dieser Kosten unterstellt wird, dass der Großteil des nutzbaren Potenzials auch genutzt wird; verringert sich der Wärmebedarf des Versorgungsgebietes würden sich die spezifische Wärmegegostehungskosten entsprechend erhöhen.

Die betrachteten Versorgungsvarianten haben einen Wärmebedarf von 626 MWh, 680 MWh, 1.850 MWh und 8.981 MWh (vgl. Kapitel 11.1.).

Tabelle 11-11: Abschätzung der Wärmetransportkosten (nur Kapitaldienst) für die vier Versorgungsszenarien

**SZENARIEN: Wärmetransportleitung 2**

| BGA                 | Leistung el. | mgl.<br>Potenzial | Entferng. | Wärme-<br>verluste (ca.) | Investitione<br>n | Kapitalkoste<br>n p.a. | 626 MWh          | 680 MWh          | 1.850 MWh       | 8.981 MWh       |
|---------------------|--------------|-------------------|-----------|--------------------------|-------------------|------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| Otte                | 3.500 kW     | 1.865 MWh         | 3.200 m   | 561 MWh                  | 1.600.000 €       | 78.281 €               | <b>125 €/MWh</b> | <b>115 €/MWh</b> | <b>42 €/MWh</b> | <b>9 €/MWh</b>  |
| SchuTa              | 500 kW       | 5.125 MWh         | 5.100 m   | 894 MWh                  | 2.550.000 €       | 124.760 €              | <b>199 €/MWh</b> | <b>183 €/MWh</b> | <b>67 €/MWh</b> | <b>14 €/MWh</b> |
| Kühl                | 570 kW       | 5.987 MWh         | 3.300 m   | 578 MWh                  | 1.650.000 €       | 80.727 €               | <b>129 €/MWh</b> | <b>119 €/MWh</b> | <b>44 €/MWh</b> | <b>9 €/MWh</b>  |
| Müller              | 570 kW       | 5.987 MWh         | 3.900 m   | 683 MWh                  | 1.950.000 €       | 95.404 €               | <b>152 €/MWh</b> | <b>140 €/MWh</b> | <b>52 €/MWh</b> | <b>11 €/MWh</b> |
| Σ Gesamtwärmepotenz |              | <b>18.963 MWh</b> |           |                          |                   |                        |                  |                  |                 |                 |

Damit wird deutlich, dass sich nur für die beiden größeren Versorgungsszenarien mit 1.850 und 8.981 MWh Wärmebedarf eine Wärmetransportleitung wirtschaftlich darstellen kann. Bei diesen Wärmegegostehungskosten sind Pumpenstrom und Service- und Wartungskosten sowie eine Wärmevergütung für die Betreiber der Biogasanlage(n) noch nicht berücksichtigt.

Es muss unter Berücksichtigung der Aussagen der Betreiber und der Einschätzung für die Realisierung des Wärmenetzkonzeptes in Jevenstedt davon ausgegangen werden, dass bis zur Inbetriebnahme des Netzes noch mindestens drei Jahre erforderlich sein werden, die die o. g. spezifischen Wärmegestehungskosten aufgrund der Restlaufzeiten der Biogasanlagen noch einmal verteuern würden.

Von weiterer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang, dass das Wärmetransportnetz und die benötigten Zusatzeinrichtungen wie Pumpen und Hydraulik von der Gemeinde bzw. dem Wärmenetzbetreiber des Quartiers errichtet und betrieben werden müssten, da die Betreiber der Biogasanlagen gemäß der geführten Gespräche nicht bereit sind, auf eigenes Risiko zu investieren. Zudem werden die Anlagen nur nach „Können und Vermögen“ die Wärme bereitstellen (können), d. h. dass für einen möglichen Ausfall der Biogaswärmeversorgung am vorgesehenen Heizwerkstandort am Bauhof ein Spitzenlast- bzw. Redundanzsystem vorgesehen werden muss.

Es ferner zu berücksichtigen, dass die Konzeption und Umsetzung der beiden größeren Wärmeversorgungszenarien sehr wahrscheinlich mehrere Jahre bis zur Inbetriebnahme bzw. dem Erreichen des vorgesehenen maximalen Wärmeabsatzes benötigen wird, was den sicher zur Verfügung stehenden Versorgungszeitraum durch die Biogasanlagen unter EEG-Bedingungen aufgrund der verkürzten Finanzierungszeiten verteuern wird.

Unter den hier getroffenen Annahmen erscheint somit die Nutzung der Biogasabwärme über eine Wärmetransportleitung nicht als wirtschaftlich realisierbar.

### 11.2.2 BIOGASNUTZUNG MITTELS BIOGASNETZ UND SATELLITEN-BHKW

Als weitere Option zur Nutzung der Biogasanlagen besteht in der Errichtung eines Biogasnetzes anstelle eines Wärmenetzes, um mit Hilfe des Biogases am geplanten Heizwerk am Bauhof ein weiteres Biogas-BHKW (Satelliten-BHKW) zu betreiben. Wegen der nicht erforderlichen Wärmeisolierung sind entsprechende Gasleitungen deutlich kostengünstiger zu bauen als die in Kapitel 11.2.1 betrachteten Wärmeleitungen. Dabei sind einige Rahmenbedingungen zu beachten:

- Die für das BHKW benötigte Biogasmenge muss ggf. bei den Biogasanlagen zusätzlich erzeugt werden. Dafür müssten möglicherweise weitere Flächen zum Maisanbau genutzt werden. Es wäre zu prüfen, ob dies unter den derzeitigen Rahmenbedingungen und angesichts teilweise kritischer Einstellungen zum Maiseinsatz in Biogasanlagen durchsetzbar ist.
- Der Einsatz eines BHKW sollte nach Möglichkeit so gestaltet werden, dass die Anlage im gleichen EEG betrieben werden kann wie die liefernde Biogasanlage. Dazu sind besondere Bedingungen für den Motor und den Generator erforderlich, die nur sehr schwer zu erfüllen sind: Notwendig wäre der Erwerb eines gebrauchten BHKW mit Generator, der im EEG 2009 - wie die Biogasanlagen - bereits einmal betrieben wurde.<sup>7</sup> Andernfalls müsste sich für die Neuerrichtung des Biogas-BHKW über eine EEG-Ausschreibung beworben werden, was zu sehr schwer kalkulierbaren Risiken bezüglich der zu erwartenden Wärmegestehungskosten führen würde.
- Falls das Biogas von mehr als einer Anlage bezogen wird, sind Maßnahmen vorzusehen, die beim Satelliten-BHKW mögliche Qualitätsunterschiede des Biogases (Heizwert etc.) ausgleichen bzw. erfassen und abrechnungstechnisch berücksichtigen.

<sup>7</sup> Ob dann Biogas aus mehreren Anlagen bezogen werden dürfte, wäre zu klären.

Die für die Biogasleitung zu erwartenden Biogasgestehungskosten wurden entsprechend der Parameter des vorgenannten Transportwärmenetz-Szenarios abgeschätzt. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Biogasanlagen 15 % mehr Gas erzeugen. Der daraus resultierende Maisbedarf wurde auf Basis von Kennzahlen abgeschätzt (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., o. J.). Der dafür erforderliche Maisflächenbedarf liegt je Anlage zwischen 50 und 196 ha. Es werden insgesamt sieben Szenarien betrachtet, bei denen die vier Biogasanlagen entweder alleine oder in unterschiedlicher Kombination das Biogasnetz betreiben bzw. darin einspeisen.

Wie für das Wärmenetz müssten auch in dieser Variante die Investitionen und Betriebsmittel vom Betreiber des Quartierswärmenetz erbracht werden.

**Tabelle 11-12: Abschätzung der Biogas-Transportkosten (nur Kapitaldienst)**

**SZENARIEN: Biogasleitung + Satelliten-BHKW**

| BGA                                | Leistung el. | Restlaufzeit | mgl. Mehrprod.           | ent spr.:         |                   | Sz. $\Sigma$ | Sz.1        | Sz.2        | Sz.3        | Sz.4        | Sz.5        | Sz.6        | Sz.7        |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                    |              |              |                          | ha <sub>min</sub> | ha <sub>max</sub> |              |             |             |             |             |             |             |             |
| Otte                               | 3.500 kW     | 9 a          | 15%                      | 58                | 196               | 1.934.211    | 1.934.211   | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |
| SchuTa                             | 500 kW       | 10 a         | 15%                      | 50                | 170               | 1.677.632    | 0           | 1.677.632   | 0           | 0           | 1.677.632   | 1.677.632   | 1.677.632   |
| Kühl                               | 570 kW       | 10 a         | 15%                      | 57                | 193               | 1.912.500    | 0           | 0           | 1.912.500   | 0           | 1.912.500   | 1.912.500   | 0           |
| Müller                             | 570 kW       | 9 a          | 15%                      | 57                | 193               | 1.912.500    | 0           | 0           | 0           | 1.912.500   | 0           | 1.912.500   | 1.912.500   |
| $\Sigma$ Gesamt und mgl. Mehrprod. |              |              | 7.436.842                | 223               | 752               | 7.436.842    | 1.934.211   | 1.677.632   | 1.912.500   | 1.912.500   | 3.590.132   | 5.502.632   | 3.590.132   |
| entspr. kW el                      |              |              |                          |                   |                   | 332          | 86          | 75          | 86          | 86          | 161         | 246         | 161         |
| bzw. kW th                         |              |              |                          |                   |                   | 481          | 125         | 109         | 124         | 124         | 232         | 356         | 232         |
| bzw. Wärmeprod. in kWh             |              |              |                          |                   |                   | 4.090.263    | 1.063.816   | 922.697     | 1.051.875   | 1.051.875   | 1.974.572   | 3.026.447   | 1.974.572   |
| davon nutzbar in kWh               |              |              |                          |                   |                   | 2.454.158    | 638.289     | 553.618     | 631.125     | 631.125     | 1.184.743   | 1.815.868   | 1.184.743   |
| entspr. MWh                        |              |              |                          |                   |                   | 2.454        | 638         | 554         | 631         | 631         | 1.185       | 1.816       | 1.185       |
| ha <sub>min</sub>                  |              |              |                          |                   |                   | 223          | 58          | 50          | 57          | 57          | 108         | 165         | 108         |
| ha <sub>max</sub>                  |              |              |                          |                   |                   | 752          | 196         | 170         | 193         | 193         | 363         | 556         | 363         |
| <b>Biogasleitung</b>               |              |              | m                        |                   |                   |              | 3.200       | 5.100       | 3.300       | 3.900       | 5.400       | 6.300       | 6.000       |
| Kostenansatz                       |              |              | €/m                      |                   |                   |              | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         | 150         |
| Invest.                            |              |              | Euro                     |                   |                   |              | 480.000     | 765.000     | 495.000     | 585.000     | 810.000     | 945.000     | 900.000     |
| Finanzierung                       |              |              | Jahre                    |                   |                   |              | 10          | 10          | 10          | 10          | 10          | 10          | 10          |
| Zins                               |              |              |                          |                   |                   |              | 1,50%       | 1,50%       | 1,50%       | 1,50%       | 1,50%       | 1,50%       | 1,50%       |
| Förderung                          |              |              | KfW 271 eE Premium       |                   |                   |              | 30%         | 30%         | 30%         | 30%         | 30%         | 30%         | 30%         |
| zu finanzieren:                    |              |              | Euro (inkl. Förderabzug) |                   |                   |              | 336.000     | 535.500     | 346.500     | 409.500     | 567.000     | 661.500     | 630.000     |
| Annuität                           |              |              | Euro p.a.                |                   |                   |              | 36.434      | 58.067      | 37.572      | 44.404      | 61.482      | 71.729      | 68.314      |
| <b>Kosten je MWh</b>               |              |              | <b>Euro/ MWh Biogas</b>  |                   |                   |              | <b>19,-</b> | <b>35,-</b> | <b>20,-</b> | <b>23,-</b> | <b>17,-</b> | <b>13,-</b> | <b>19,-</b> |
| Stromproduktion                    |              |              | kWh                      |                   |                   |              | 735.000     | 637.500     | 726.750     | 726.750     | 1.364.250   | 2.091.000   | 1.364.250   |
| Wärme, nutzbar                     |              |              | kWh                      |                   |                   |              | 1.063.816   | 922.697     | 1.051.875   | 1.051.875   | 1.974.572   | 3.026.447   | 1.974.572   |

Insgesamt könnten durch diese Varianten Satelliten-BHKW mit einer Leistung von 75 bis 246 kW<sub>el</sub> betrieben werden. Die daraus resultierende nutzbare Wärmemenge liegt zwischen rund 920 und 3.000 MWh. Die für die Gasleitungen einschließlich Equipment für Transport und Reinigung anzusetzenden Investitionen liegen zwischen 480 und 945 T€.

Die daraus resultierenden spezifischen Kapitalkosten für die Gasleitungen und das benötigte Betriebsequipment liegen dann zwischen 13 und 35 Euro/MWh<sub>Biogas</sub>. In diesen Kosten sind noch nicht die Herstellungskosten für das Biogas und die für den Transport benötigten Betriebskosten enthalten.

Unter den hier getroffenen Annahmen und den gegebenen Rahmenbedingungen erscheint die Nutzung von zusätzlich erzeugtem Biogas und dem Transport zum Bauhof mittels einer Biogasleitung nicht wirtschaftlich realisierbar.

### 11.2.3 BIOGASWÄRMENUTZUNG MITTELS WÄRMETRANSPORT ÜBER MOBILE CONTAINER

Aus den beiden Überlegungen zur Einbindung der Biogasanlagen in die Nah- bzw. Fernwärmeversorgung für das Quartier lässt sich noch eine dritte Variante ableiten. Dabei wird der Transport der Wärme nicht über ein Leitungssystem durchgeführt, sondern mit Hilfe von Transportcontainern, die mit Wasser oder Material mit einer höheren spezifischen Wärmekapazität gefüllt werden und dann an einer der Biogasanlagen mittels eines Wärmetauschers „aufgeladen“ werden.

Gemäß (Hofmann, 2008) wurden die Parameter für ein containerbasiertes Wärmetransportsystem abgeschätzt und berechnet. Dabei wird im Standardfall davon ausgegangen, dass ein mobiler Wärmetransportcontainer ca. 2 MWh Wärme (ca. 90 °C) transportieren kann; das ist das Wärmeäquivalent von rund 222 Liter Heizöl. Die Beladezeit eines Containers beträgt ca. 10 Stunden, das Entladen wird mit ca. 15 Stunden angegeben. Bei der Organisation des Wärmetransportes wird von einem System aus vier Containern ausgegangen: Davon werden zwei beladen und zwei transportiert und entladen. Es handelt sich um ein rollierendes System.

Bei der Betrachtung wird von 365 Heizztage ausgegangen, die Wärmeübergabe findet 3 Mal pro Tag statt. Das sind dann im Jahr  $3 \times 365 \text{ Tage} \times 2 \text{ MWh} = 2.190 \text{ MWh}$  Wärme, die auf diese Weise mit einem System aus vier Containern transportiert werden kann.

Die dafür erforderlichen Investitionskosten bestehen aus der Übergabestation an der Biogasanlage und dem Heizwerk sowie den vier Containern inkl. Chassis. Insgesamt ergeben sich so Investitionskosten von rund 340 Tsd. Euro (netto).

Die überschlägige Wirtschaftlichkeit ergibt sich aus Tabelle 11-12.

Tabelle 11-13: Abschätzung der zu erwartenden „mobilen Biogaswärmegestehungskosten

|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Investitionen</b>                            | 340 T€/a        |
| Zinssatz  | 1,5%            |
| Kreditlaufzeit                                  | 10 Jahre        |
| Kapitalkosten (ohne Förderung):                 | 37 T€/a         |
| Kapitalkosten (50 % Förderung):                 | 18 T€/a         |
| Bedienung und Wartung:                          | 10 T€/a         |
| Transportkosten (80,- €/Zyklus), 3 x 365 Zyklen | 88 T€/a         |
| <b>Gesamtkosten:</b>                            | <b>116 T€/a</b> |
| Wärmemenge                                      | 2.190 MWh       |
| <b>Gestehungskosten:</b>                        | <b>53 €/MWh</b> |

Für kleinere Versorgungsgebiete (Wärmebedarfe wie in den Szenarien 1 bis 3 betrachtet) ist eine Wirtschaftlichkeit damit wegen der nicht erreichbaren Auslastung nicht möglich, da die Wärmegestehungskosten über die Gestehungskosten der weiterhin benötigten Erzeugungsanlagen liegen werden: Zu beachten ist, dass diese containerbasierte Versorgungslösung keine der sonst betrachteten Versorgungssysteme ersetzt, sondern diese ggf. optimieren kann. Der Containerwärmepreis konkurriert mit den variablen Gestehungskosten (Brennstoff und Energie) des trotzdem erforderlichen Hauptversorgungssystems, was den erzielbaren Preis limitiert.

Interessant scheint die Wärmecontainerlösung für größere Versorgungsgebiete (Szenario 4), da der mögliche Absatz der Containerwärme steigt und damit auch das damit mögliche Investitionspotenzial.

Unter den hier getroffenen Annahmen und den gegebenen Rahmenbedingungen könnte die Containerbasierte mobile Wärmetransportlösung eine interessante Ergänzung für das Versorgungsszenario 4 (gesamte Quartier) sein. Insbesondere weil die Abwärme der Biogasanlagen ja ohnehin anfällt und die erforderlichen Investitionen deutlich geringer ausfallen als bei den leitungsgebundenen Varianten.

Ggf. könnten die bisher durchgeführten Projekte in Deutschland und Österreich genauer zu betrachten und mit den Betreibern derartiger Systeme Kontakt aufgenommen werden. Dabei sollte auch geprüft werden, anstelle von Wasser beispielsweise Thermal- oder Silikonöl zu nutzen, das mit höheren Temperaturen aus den Abgaswärmetauschern der BHKW beladen werden kann. Auf diese Weise könnte die Wärmetransportkapazitäten erhöht und die Kosten reduziert werden. Zu prüfen wäre dabei, ob dies mit den bereits bestehenden teilweisen Nutzungen der Wärme kompatibel ist. Diese differenzierteren Betrachtungen könnten Gegenstand des Sanierungsmanagements sein.

Seitens der Investitionsbank Schleswig-Holstein wurde ein grundsätzliches Interesse an einer fördertechnischen Begleitung dieses Vorhabens bekundet. Auch dies wäre ggf. im Sanierungsmanagement zu konkretisieren.

#### 11.2.4 CO<sub>2</sub>-BILANZ UND PRIMÄRENERGIEFAKTOR

Auf Basis der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren aus Tabelle 9-11 wurden für die einzelnen Versorgungsszenarien die CO<sub>2</sub>-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 (Institut für Energie- und Umweltforschung, 2019).

Bei der Verbrennung von Holzhackschnitzel (biogene Wärme) werden nur die beim Herstellungs- und Veredelungsprozess sowie die beim Transport entstandenen Emissionen freigesetzt. Bei der Umwandlung von Strahlungs- in Wärmeenergie (Solarthermie) sind lediglich die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Herstellung der Anlage relevant.<sup>8</sup> Bei der Umsetzung einer zentralen Wärmebereitstellung auf Basis von Holzhackschnitzel und ggf. Solarthermie zur Versorgung des Gesamtquartiers ergeben sich somit im Vergleich zu den gegenwärtigen Heizsituationen Einsparungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen von etwa 72 %. Hierbei hat die Einbindung einer Solarthermieanlage kaum Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen, da die solare Wärme meist nur die biogene Wärme im Sommer verdrängt und die Emissionsfaktoren der Wärmeerzeugung aus Biomasse und Solarthermie nur einen geringen Unterschied aufweisen. Sehr wohl stellt die Nutzung von Solarthermie jedoch eine Ressourcenschonung dar, da die Potenziale biogenen Materials begrenzt sind. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen einer Megawattstunde Wärme für die leitungsgebundene Wärmeversorgung der verschiedenen Netzausbauvarianten sind ähnlich verteilt.

Wird die auf dem Weg der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) gewonnene Wärme aus Biogas, die als „Nebenprodukt“ der Stromerzeugung in den Biogasanlagen entsteht, da sie bisher nicht genutzt wird als CO<sub>2</sub>-neutral angesehen, sind um etwa 82 % geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die zusätzliche Abnahme von KWK-Wärme, die per Container geliefert wird, zu verzeichnen. Hierbei wurden

<sup>8</sup> Der Strom für die Umwälzpumpen wird in beiden Fällen dem Wärmenetz zugerechnet.

lediglich die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Dieselkraftstoffs für den Transport, nicht allerdings die für die Fahrzeugbereitstellung, auf die Gesamtbilanz aufgeschlagen.

Tabelle 11-14 und Tabelle 11-15 stellen die CO<sub>2</sub>-Bilanzen der verschiedenen Versorgungsvarianten für die untersuchten Wärmenetze dar.

Tabelle 11-14: CO<sub>2</sub>-Emissionen der zentralen Wärmeversorgung, Teil 1

| CO <sub>2</sub> -EMISSIONEN                  | ALLGEMEINBILDENDE SCHULE, FREIBAD, FREIZEITGESTALTUNG, KINDERTAGESSTÄTTE LUMMERLAND |  |   | ALLGEMEINBILDENDE SCHULE, FREIBAD, FREIZEITGESTALTUNG, KINDERTAGESSTÄTTE LUMMERLAND UND BUNTE ARCHE |  |   |
|--|---|--|---|---|--|---|
|  | BIOMASSE + ERDGASKESSEL   | (DACH-)SOLAR-THERMIE + BIOMASSE + ERDGASKESSEL | (FREIFLÄCHE-) SOLAR-THERMIE + BIOMASSE + ERDGASKESSEL | BIOMASSE + ERDGASKESSEL   | (DACH-)SOLAR-THERMIE + BIOMASSE + ERDGASKESSEL | (FREIFLÄCHE-) SOLAR-THERMIE + BIOMASSE + ERDGASKESSEL |
| <b>Strom aus öfftl. Netz</b><br>0,401 kg/kWh | 10 MWh<br>4,0 t   | 10 MWh<br>4,0 t                                | 10 MWh<br>4,0 t                                       | 11 MWh<br>4,5 t   | 11 MWh<br>4,5 t                                | 11 MWh<br>4,5 t                                       |
| <b>Wärme aus Erdgas</b><br>0,247 kg/kWh      | 102 MWh<br>25,1 t   | 102 MWh<br>25,1 t                              | 102 MWh<br>25,1 t                                     | 92 MWh<br>22,7 t  | 92 MWh<br>22,7 t                               | 92 MWh<br>22,7 t                                      |
| <b>Wärme aus Biomasse</b><br>0,025 kg/kWh    | 564 MWh<br>14,1 t   | 398 MWh<br>9,9 t                               | 398 MWh<br>9,9 t                                      | 662 MWh<br>16,5 t   | 473 MWh<br>11,8 t                              | 473 MWh<br>11,8 t                                     |
| <b>Wärme aus Solaranlage</b><br>0,024 kg/kWh |   | 166 MWh<br>4,0 t                               | 166 MWh<br>4,0 t                                      | 4,5 t   | 188 MWh<br>4,5 t                               | 188 MWh<br>4,5 t                                      |
| <b>Summe CO<sub>2</sub>-Bilanz</b>           | <b>43,2 t</b>   | <b>43,1 t</b>                                  | <b>43,1 t</b>   | <b>43,8 t</b>   | <b>43,6 t</b>                                  | <b>43,6 t</b>   |

Tabelle 11-15: CO<sub>2</sub>-Emissionen der zentralen Wärmeversorgung, Teil 2

| CO <sub>2</sub> -EMISSIONEN                  | GROßVERBRAUCHER (> 65 MWh/A) |  |   | GESAMTES QUARTIER       |   |  |
|--|------------------------------|--|---|-------------------------|---|--|
|  | BIOMASSE + ERDGASKESSEL      | (DACH-)SOLAR-THERMIE + BIOMASSE + ERDGASKESSEL | (FREIFLÄCHE-) SOLAR-THERMIE + BIOMASSE + ERDGASKESSEL | BIOMASSE + ERDGASKESSEL | (FREIFLÄCHE-) SOLAR-THERMIE + BIOMASSE + ERDGASKESSEL | CONTAINER <sup>9</sup> + BIOMASSE + ERDGASKESSEL |
| <b>Strom aus öfftl. Netz</b><br>0,401 kg/kWh | 34 MWh<br>13,6 t             | 34 MWh<br>13,6 t                               | 34 MWh<br>13,6 t                                      | 167 MWh<br>67,0 t       | 167 MWh<br>67,0 t                                     | 167 MWh<br>67,0 t                                |
| <b>Wärme aus Erdgas</b><br>0,247 kg/kWh      | 399 MWh<br>98,6 t            | 399 MWh<br>98,6 t                              | 399 MWh<br>98,6 t                                     | 1.860 MWh<br>459,4 t    | 1.860 MWh<br>459,4 t                                  | 786 MWh<br>194,1 t                               |
| <b>Wärme aus Biomasse</b><br>0,025 kg/kWh    | 1.869 MWh<br>46,7 t          | 1.649 MWh<br>41,2 t                            | 1.302 MWh<br>32,5 t                                   | 9.285 MWh<br>232,1 t    | 6.499 MWh<br>162,5 t                                  | 8.169 MWh<br>204,2 t                             |
| <b>KWK-Wärme aus Biogas</b><br>0,000 kg/kWh  |                              |  |   |                         |   | 2.190 MWh<br>0,00 t                              |
| <b>Wärme aus Solaranlage</b><br>0,024 kg/kWh |                              | 220 MWh<br>5,3 t                               | 567 MWh<br>13,6 t                                     |                         | 2.786 MWh<br>66,9 t                                   |  |
| <b>Summe CO<sub>2</sub>-Bilanz</b>           | <b>159,0 t</b>               | <b>158,8 t</b>                                 | <b>158,4 t</b>  | <b>758,6 t</b>          | <b>755,8 t</b>  | <b>465,4 t</b>                                   |

Durch eine Gebäudesanierung mit 1%iger Sanierungsrate pro Jahr und die Umstellung auf eine zentrale Wärmeversorgung zur Bereitstellung von Wärme für das gesamte Quartier können die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Abhängigkeit von der Versorgungsvariante bis zum Jahre 2050 um 74 bis 84 % reduziert werden. Unter Berücksichtigung einer Sanierungsrate von 2 % pro Jahr fallen die Einsparungen nochmal etwa 3 % höher aus. Dies ist in Abbildung 11-11 abzulesen.

<sup>9</sup> Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Dieselkraftstoffs für die Transporte betragen etwa 6,1 t CO<sub>2</sub> und müssen auf die Gesamtbilanz aufgeschlagen werden.

Kritisch bei der Bewertung des Einsatzes von Erdgas ist der Methanschluß, d. h. der Teil des Erdgases, das unverbrannt durch den Verbrennungsraum von Erdgaskesseln schlüpft (Traber & Fell, 2019). Diese ist in den üblichen Emissionsfaktoren gemäß BSKO-Bilanzierung wie in Tabelle 9-11 dargestellt noch nicht enthalten. Die Klimawirkung von Methan ist dabei etwa 25-mal so hoch wie die von CO<sub>2</sub>. Hier gibt es jedoch bisher keine abschließenden quantitativen Bewertungen; so dürfte die Höhe des Methanschlußs auch von der konkreten Anlagentechnik abhängen.

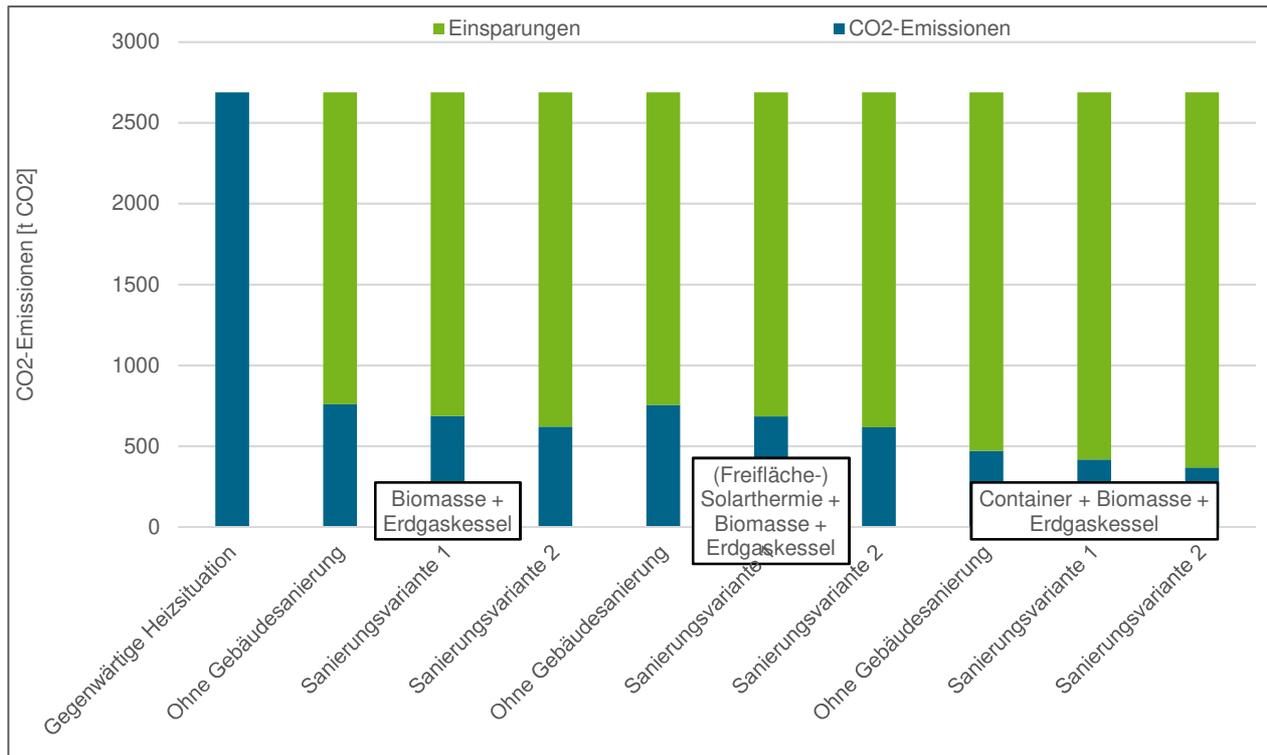


Abbildung 11-11: CO<sub>2</sub>-Emissionen der zentralen Versorgungsvarianten ohne und mit Berücksichtigung der Sanierungsvarianten zur Wärmeversorgung des Gesamtquartiers

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

Der Primärenergiebedarf der einzelnen Versorgungsvarianten für die untersuchten Wärmenetze ergibt sich aus dem Nutzwärmebedarf multipliziert mit dem berechneten Primärenergiefaktor (vgl. Tabelle 9-11). Hier zeigt sich, dass die zusätzliche Abnahme von KWK-Wärme aus den Biogasanlagen zu einem geringeren Primärenergiebedarf im Quartier führt. Für Nah- und Fernwärme mit einem erneuerbaren KWK-Anteil von 70 % ist ein Primärenergiefaktor von 0,0 typisch und aus diesem Grund gewählt (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., 2015). Dementsprechend weist die Variante mit einer zusätzlichen Abnahme von Containerwärme zur Wärmeversorgung des Gesamtquartiers einen günstigeren Primärenergiefaktoren auf. Dabei wirkt sich die Einbindung einer solarthermischen Anlage begünstigend aus.

Tabelle 11-16: Primärenergiebedarf der zentralen Wärmeversorgung, Teil 1

| PRIMÄRENERGIE-BEDARF     | ALLGEMEINBILDENDE SCHULE, FREIBAD, FREIZEITGESTALTUNG, KINDERTAGESSTÄTTE LUMMERLAND |  |  | ALLGEMEINBILDENDE SCHULE, FREIBAD, FREIZEITGESTALTUNG, KINDERTAGESSTÄTTE LUMMERLAND UND BUNTE ARCHE |  |  |
|--------------------------|---|--|--|---|--|--|
|                          | BIOMASSE + ERDGASKESSEL   | (DACH-) SOLARTHERMIE + BIOMASSE + ERDGASKESSEL | (FREIFLÄCHE-) SOLARTHERMIE + BIOMASSE + ERDGASKESSEL | BIOMASSE + ERDGASKESSEL   | (DACH-) SOLARTHERMIE + BIOMASSE + ERDGASKESSEL | (FREIFLÄCHE-) SOLARTHERMIE + BIOMASSE + ERDGASKESSEL |
| Erdgas (PEF: 1,1)        | 120 MWh   | 120 MWh  | 120 MWh  | 109 MWh   | 109 MWh  | 109 MWh  |
| Strom (PEF: 2,8)         | 28 MWh  | 28 MWh   | 28 MWh   | 32 MWh  | 32 MWh   | 32 MWh   |
| Hackschnitzel (PEF: 0,2) | 133 MWh   | 94 MWh   | 94 MWh   | 156 MWh   | 111 MWh  | 111 MWh  |
| <b>Primärenergie</b>     | <b>281 MWh</b>  | <b>242 MWh</b>                                 | <b>242 MWh</b>                                       | <b>296 MWh</b>  | <b>252 MWh</b>                                 | <b>252 MWh</b>                                       |
| Primärenergiefaktor      | 0,45  | 0,39   | 0,39   | 0,44  | 0,37   | 0,37   |

Tabelle 11-17: Primärenergiebedarf der zentralen Wärmeversorgung, Teil 2

| PRIMÄRENERGIE-BEDARF     | ALLGEMEINBILDENDE SCHULE, FREIBAD, FREIZEITGESTALTUNG, KINDERTAGESSTÄTTE LUMMERLAND |  |  | ALLGEMEINBILDENDE SCHULE, FREIBAD, FREIZEITGESTALTUNG, KINDERTAGESSTÄTTE LUMMERLAND UND BUNTE ARCHE |  |                                     |
|--------------------------|---|--|--|---|--|-------------------------------------|
|                          | BIOMASSE + ERDGASKESSEL   | (DACH-) SOLARTHERMIE + BIOMASSE + ERDGASKESSEL | (FREIFLÄCHE-) SOLARTHERMIE + BIOMASSE + ERDGASKESSEL | BIOMASSE + ERDGASKESSEL   | (DACH-) SOLARTHERMIE + BIOMASSE + ERDGASKESSEL | CONTAINER + BIOMASSE + ERDGASKESSEL |
| Erdgas (PEF: 1,1)        | 472 MWh   | 472 MWh  | 472 MWh  | 2.200 MWh   | 2.200 MWh                                      | 930 MWh                             |
| Strom (PEF: 2,8)         | 95 MWh  | 95 MWh   | 95 MWh   | 468 MWh   | 4687 MWh                                       | 468 MWh                             |
| Hackschnitzel (PEF: 0,2) | 440 MWh   | 388 MWh  | 306 MWh  | 2.185 MWh   | 1.529 MWh                                      | 1.922 MWh                           |
| <b>Primärenergie</b>     | <b>1.007 MWh</b>  | <b>956 MWh</b>                                 | <b>874 MWh</b>                                       | <b>4.853 MWh</b>  | <b>4.197 MWh</b>                               | <b>3.320 MWh</b>                    |
| Primärenergiefaktor      | 0,54  | 0,52   | 0,47   | 0,54  | 0,47   | 0,37                                |

### 11.3 BETREIBERKONZEPTE

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

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

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

- Erfahrung, Effizienz, Professionalität;
- Skaleneffekte / Preis;

- Maximierung der regionalen Wertschöpfung;
- Vermarktung / Identitätsstiftung bei den potenziellen Kunden.

Eine Übersicht über verschiedene Modelle zeigt Tabelle 11-18.

Tabelle 11-18: Übersicht über mögliche Betreibermodelle (EVA = Erzeugung, Verteilung, Abrechnung)

| MODELL                          | VORTEILE  | NACHTEILE  |
|---------------------------------|---|--|
| <b>BGA-BETREIBER</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schafft Interesse am Weiterbetrieb BGA nach Ende EEG-Förderung</li> <li>• Wertschöpfung verbleibt in der Kommune</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation scheinbar begrenzt</li> <li>• Know-how / Infrastruktur VA fehlt</li> <li>• Offenheit für langfr. andere Erzeugung?</li> </ul>  |
| <b>GENOSSENSCHAFT</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abnehmer als Miteigentümer</li> <li>• ggf. auch andere Versorgung (Strom etc.) möglich</li> <li>• Wertschöpfung verbleibt in der Kommune</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Know-how / Infrastruktur EVA</li> <li>• Hohes Engagement „Treiber“ nötig</li> </ul>   |
| <b>KOMMUNE / KOMMUNALES EVU</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. auch andere Versorgung (Strom etc.) möglich</li> <li>• Ggf. Betrieb Schwimmbad (Verlustverrechnung!)</li> <li>• Ggf. Kommunalkreditkonditionen</li> <li>• Wertschöpfung verbleibt in der Kommune</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoher organisatorischer Aufwand</li> <li>• Lohnt sich Infrastruktur?</li> </ul>   |
| <b>EVU AUS DER REGION</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Know-how / Infrastruktur EVA</li> <li>• Ggf. Kommunalkreditkonditionen</li> <li>• Ggf. kostengünstiger Einkauf (Mengen!)</li> <li>• ggf. umfangreiche Erfahrungen</li> <li>• Wertschöpfung verbleibt in (größerer) Region</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ggf. Interessenkonflikte wg. Gasverkauf</li> <li>• Erfahrung mit Wärmenetzen nicht bei allen regionalen Stadtwerken vorhanden</li> <li>• Erfahrung mit allen regenerativen Wärmeerzeugungen?</li> </ul> |
| <b>CONTRACTOR</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Know-how / Infrastruktur EVA</li> <li>• Ggf. kostengünstiger Einkauf (Mengen!)</li> <li>• Umfangreiche Erfahrungen</li> <li>• Größte Angebotsvielfalt / Wettbewerb</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfahrung mit allen regenerativen Wärmeerzeugungen?</li> <li>• Gewinnmarge fließt aus der Region ab</li> </ul>  |

Eine wichtige Rolle der Betreiber der Biogasanlagen (BGA) würde sich dann anbieten, wenn diese einen maßgeblichen Anteil an der Wärmelieferung übernehmen, und sie die Bereitschaft für ein entsprechendes Engagement zeigen würden. Dies würde ein Interesse begründen, die BGA auch nach Auslauf der EEG-Förderung weiter zu betreiben. Im Quartierskonzept zeichnete sich jedoch

eine eher untergeordnete Rolle der BGA bei der Wärmeerzeugung und auch nur eine begrenzte Bereitschaft zu Investitionen ab.

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

Grundsätzlich ähnlich gelagert ist die Situation, wenn die Kommune, ggf. über ein kommunales EVU, die Leistungen erbringt, nur das die Kommune an die Stelle der Genossen tritt. Ein Vorteil könnten hier, gerade bei Investitionen in das Netz und auch in Erzeugungsanlagen, die besonders günstigen Kommunalkreditkonditionen sein. Zudem kann die Kommune die Refinanzierung des Netzes über die gesamte Lebensdauer von etwa 40 Jahren kalkulieren. Private Betreiber könnten sich dagegen möglicherweise, wenn sie Unsicherheiten hinsichtlich der langfristigen Nutzung sehen und keine Übergabevereinbarungen mit der Kommune o. a. bestehen, bei ihrer Kalkulation an den anfänglichen Vertragslaufzeiten von 10, 15 oder 20 Jahren orientieren und damit für diese Zeit höhere Kapitalkosten einrechnen.

Die Varianten „EVU aus der Region“ und „Contractor“ bedeuten beide, dass auf Partner mit entsprechender Erfahrung aus einer Vielzahl vergleichbarer Projekte zurückgegriffen wird. Der wesentliche Unterschied zwischen regionalen EVU und überregionalen Contractoren liegt in der Regionalität der Wertschöpfung. Wie weit die Projekterfahrungen reichen, ob sie z. B. auch größere Freiflächen-Solarthermieanlagen umfassen, wäre im Einzelnen zu prüfen. Stets stellt sich die Frage inwiefern die Gewinnmarge, die entsprechende Anbieter kalkulieren, durch größere Liefermengen umfassende Rahmenverträge oder eine höhere Effizienz aufgrund von Erfahrungen und Skaleneffekten, auch z. B. bei Kundendienst, Abrechnung etc., ausgeglichen werden kann.

Wie bereits ausgeführt, sind auch Kombinationen der verschiedenen Varianten denkbar. So könnte das Netz im Eigentum der Kommune sein, aber an einen Partner, der es ggf. sogar im Auftrag der Kommune errichtet hat, zum Betrieb verpachtet werden. Damit können idealerweise günstige kommunale Finanzierungsmöglichkeiten mit erfahrenerem Handling kombiniert werden. Auch denkbar wäre die Gründung eines kommunalen EVU, an denen sich aber erfahrene Dritte mit z. B. 49 % beteiligen. Möglicherweise können auch lokale Unternehmen mit entsprechenden Kompetenzen eingebunden werden.

#### **11.4 DEZENTRALE VERSORGUNGSOPTIONEN**

Als Kostenvergleich zu einer zentralen Wärmeversorgung wurden für ein für das Quartier typisches Einfamilienhaus verschiedene dezentrale Wärmeversorgungsoptionen gegenübergestellt. Die Berechnungen berücksichtigen dabei die seit Anfang des Jahres 2021 geltenden Fördermöglichkeiten für den Heizanlageaustausch aus der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BAFA, 2021), die in Tabelle 11-19 dargestellt ist.

Tabelle 11-19: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

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

<sup>1)</sup> ISFP-Bonus: Bei Umsetzung einer Sanierungsmaßnahme als Teil eines im Förderprogramm „Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude“ geförderten individuellen Sanierungsfahrplans (ISFP) ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.  
<sup>2)</sup> Innovationsbonus: Bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwertes für Feinstaub von max. 2,5 mg/m<sup>3</sup> ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

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

Entscheidend für die Förderquote einer Erneuerung der Heizungsanlage ist, ob die bisherige Heizung eine Gas- oder Ölheizung war. Da sich auf Grundlagen der Schornsteinfegerdaten und der Daten der SH-Netz eine rd. 65%ige Anschlussquote an die Erdgasversorgung im Quartier abschätzen lässt, wurde hier von einer Gasheizung als aktuelle Versorgungsvariante ausgegangen. Tabelle 11-20 zeigt die Jahreskosten mit Berücksichtigung eines CO<sub>2</sub>-Preises von 58 € pro Tonne, wie sie aufgrund des sukzessiven und über 2025 hinaus linearen Anstiegs der CO<sub>2</sub>-Bepreisung im Mittel in den nächsten zehn Jahren bis 2031 möglich ist.

Tabelle 11-20: Dezentrale Versorgungslösungen

| Wirtschaftlichkeit                               |             | Pelletkessel  | Solarthermie + Pelletkessel | Luft/Wasser-Wärmepumpe | Solarthermie + Luft/Wasser-Wärmepumpe | Sole/Wasser-Wärmepumpe | Solarthermie + Sole/Wasser-Wärmepumpe | Solarthermie + Erdgaskessel | Dimension                 |
|--|-------------|---------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Strombezug Wärmepumpe                            | ca.         | 0             | 0                           | 7.143                  | 6.286                                 | 5.714                  | 5.029                                 | 0                           | kWh <sub>el</sub> /a      |
| Brennstoffbezug Erdgaskessel                     | ca.         | 0             | 0                           | 0                      | 0                                     | 0                      | 0                                     | 18.925                      | kWh <sub>th</sub> /a      |
| Brennstoffbezug Pelletkessel                     | ca.         | 23.529        | 20.706                      | 0                      | 0                                     | 0                      | 0                                     | 0                           | kWh <sub>th</sub> /a      |
| erzeugte Wärmemenge                              | ca.         | 20.000        | 20.000                      | 20.000                 | 20.000                                | 20.000                 | 20.000                                | 20.000                      | kWh <sub>th</sub> /a      |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen (anzusetzender Wert) | ca.         | 0             | 0                           | 0                      | 0                                     | 0                      | 0                                     | 4                           | tCO <sub>2</sub>          |
| <b>Investitionen</b>                             |             |               |                             |                        |                                       |                        |                                       |                             |                           |
| Wärmepumpenanlage                                | ca.         | 0             | 0                           | 10.736                 | 10.736                                | 9.459                  | 9.459                                 | 0                           | €                         |
| Wärmequelle                                      | ca.         | 0             | 0                           | 0                      | 0                                     | 10.055                 | 10.055                                | 0                           | €                         |
| Pelletkessel                                     | ca.         | 9.760         | 9.760                       | 0                      | 0                                     | 0                      | 0                                     | 0                           | €                         |
| Solarthermieanlage                               | ca.         | 0             | 4.002                       | 0                      | 4.002                                 | 0                      | 4.002                                 | 4.002                       | €                         |
| Kesselanlage                                     | ca.         | 0             | 0                           | 0                      | 0                                     | 0                      | 0                                     | 2.911                       | €                         |
| Bau-, Elektro- & Anlagentechnik                  | ca.         | 10.511        | 10.511                      | 9.356                  | 9.356                                 | 9.356                  | 9.356                                 | 10.511                      | €                         |
| <b>Investitionssumme (netto)</b>                 | <b>ca.</b>  | <b>20.270</b> | <b>24.272</b>               | <b>20.091</b>          | <b>24.093</b>                         | <b>28.870</b>          | <b>32.872</b>                         | <b>17.423</b>               | <b>€</b>                  |
| <b>Kapitalkosten</b>                             |             |               |                             |                        |                                       |                        |                                       |                             |                           |
| Wärmepumpenanlage                                | 20 Jahre    | 0             | 0                           | 657                    | 657                                   | 579                    | 579                                   | 0                           | €                         |
| Wärmequelle                                      | 40 Jahre    | 0             | 0                           | 0                      | 0                                     | 368                    | 368                                   | 0                           | €                         |
| Pelletkessel                                     | 20 Jahre    | 597           | 597                         | 0                      | 0                                     | 0                      | 0                                     | 0                           | €                         |
| Solarthermieanlage                               | 20 Jahre    | 0             | 245                         | 0                      | 245                                   | 0                      | 245                                   | 245                         | €                         |
| Kesselanlage                                     | 20 Jahre    | 0             | 0                           | 0                      | 0                                     | 0                      | 0                                     | 178                         | €                         |
| Bau-, Elektro- & Anlagentechnik                  | 25 Jahre    | 538           | 538                         | 479                    | 479                                   | 479                    | 479                                   | 538                         | €                         |
| <b>jährliche Kapitalkosten</b>                   | <b>ca.</b>  | <b>1.135</b>  | <b>1.380</b>                | <b>1.136</b>           | <b>1.381</b>                          | <b>1.425</b>           | <b>1.670</b>                          | <b>961</b>                  | <b>€</b>                  |
| <b>Wartungskosten</b>                            |             |               |                             |                        |                                       |                        |                                       |                             |                           |
| Wärmepumpenanlage                                | ca.         | 0             | 0                           | 248                    | 248                                   | 218                    | 218                                   | 0                           | €                         |
| Wärmequelle                                      | ca.         | 0             | 0                           | 0                      | 0                                     | 155                    | 155                                   | 0                           | €                         |
| Pelletkessel                                     | ca.         | 751           | 751                         | 0                      | 0                                     | 0                      | 0                                     | 0                           | €                         |
| Solarthermieanlage                               | ca.         | 0             | 86                          | 0                      | 86                                    | 0                      | 86                                    | 86                          | €                         |
| Kesselanlage                                     | ca.         | 0             | 0                           | 0                      | 0                                     | 0                      | 0                                     | 125                         | €                         |
| Bau-, Elektro- & Anlagentechnik                  | ca.         | 263           | 263                         | 234                    | 234                                   | 234                    | 234                                   | 263                         | €                         |
| Versicherung/Sonstiges                           | ca.         | 128           | 156                         | 129                    | 158                                   | 197                    | 225                                   | 102                         | €                         |
| <b>jährliche Wartungskosten</b>                  | <b>ca.</b>  | <b>1.141</b>  | <b>1.255</b>                | <b>611</b>             | <b>725</b>                            | <b>804</b>             | <b>918</b>                            | <b>575</b>                  | <b>€</b>                  |
| <b>Energiekosten</b>                             |             |               |                             |                        |                                       |                        |                                       |                             |                           |
| Arbeitspreis Strom                               | ca.         | 0             | 0                           | 1.905                  | 1.677                                 | 1.524                  | 1.341                                 | 0                           | €                         |
| Arbeitspreis Erdgas                              | ca.         | 0             | 0                           | 0                      | 0                                     | 0                      | 0                                     | 939                         | €                         |
| Arbeitspreis Pellets                             | 4,87 ct/kWh | 1.146         | 1.008                       | 0                      | 0                                     | 0                      | 0                                     | 0                           | €                         |
| CO <sub>2</sub> -Kosten                          | 58,0 €/t    | 0             | 0                           | 0                      | 0                                     | 0                      | 0                                     | 253                         | €                         |
| <b>jährliche Energiekosten</b>                   | <b>ca.</b>  | <b>1.146</b>  | <b>1.008</b>                | <b>1.905</b>           | <b>1.677</b>                          | <b>1.524</b>           | <b>1.341</b>                          | <b>1.191</b>                | <b>€</b>                  |
| <b>Wärmegestehungskosten</b>                     | <b>ca.</b>  | <b>3.422</b>  | <b>3.644</b>                | <b>3.652</b>           | <b>3.782</b>                          | <b>3.753</b>           | <b>3.929</b>                          | <b>2.728</b>                | <b>€</b>                  |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten</b>         | <b>ca.</b>  | <b>171,1</b>  | <b>182,2</b>                | <b>182,6</b>           | <b>189,1</b>                          | <b>187,7</b>           | <b>196,5</b>                          | <b>136,4</b>                | <b>€/MWh<sub>th</sub></b> |

## 11.5 VERGLEICH ZENTRALER UND DEZENTRALER VERSORUNGSOPTIONEN

Die Berechnungen (siehe Abbildung 11-12) haben gezeigt, dass der Aufbau einer zentralen Wärmeversorgungslösung auf Basis von Holzhackschnitzel und ggf. Containerwärme unter den getroffenen Annahmen ca. 10 % günstiger ist als eine dezentrale Gasheizung mit Solarthermie und ca. 29 bis 38 % günstiger als eine dezentrale Wärmepumpen- oder Biomassenanlage (ggf. mit Solarthermie). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass bei der Fernwärmeversorgung zunächst eine Anschlussquote von 100 % angenommen wurde und sich durch eine niedriger Anschlussquote die Wirtschaftlichkeit zentraler Lösungen verschlechtert.

Die ökologische Betrachtung hat gezeigt, dass trotz nicht zu vernachlässigbarer Netzverluste durch den Aufbau eines zentralen Wärmenetzes erhebliche Einsparpotentiale im Bereich der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Primärenergieeinsatzes zu erreichen sind.

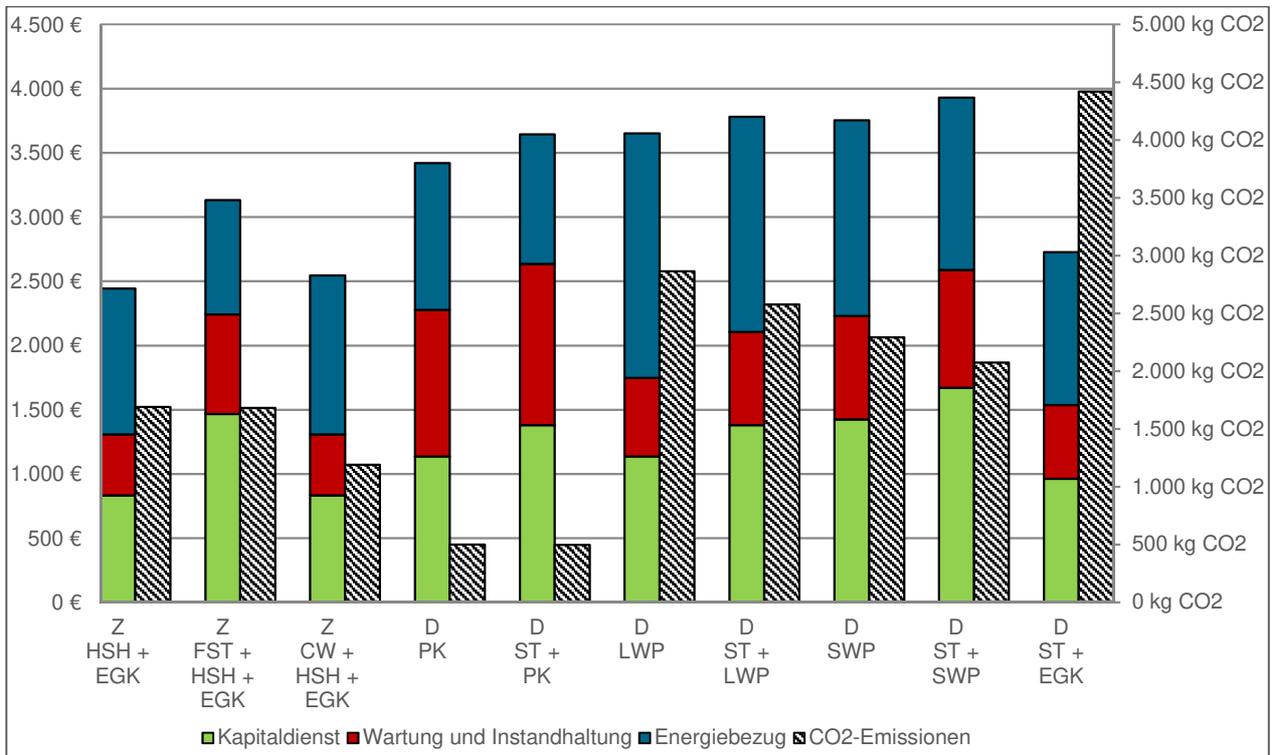


Abbildung 11-12: Vergleich Heizkosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen zentral / dezentral (Legende siehe Tabelle 11-23)<sup>10</sup>

Da in diesen getroffenen Annahmen im Rahmen eines Quartierskonzeptes systembedingt noch Ungenauigkeiten liegen, wurden im Kapitel 11.6 unterschiedlichste Sensitivitätsanalysen durchgeführt, indem wesentliche die Kosten beeinflussende Parameter variiert wurden. Die Sensitivitätsanalysen zeigen, dass alle getroffenen Variationen den Wärmepreis maßgeblich beeinflussen.

## 11.6 SENSITIVITÄTSANALYSE

Anhand eines typischen Einfamilienhauses wurden die jährlichen durchschnittlichen Wärmekosten über 10 Jahre unter Veränderung von jeweils einem wesentlichen Berechnungsparameter variiert. Dabei wurde keine Inflation unterstellt. Diese Systematik zeigt Chancen und Risiken eines Projektes auf und lässt auch eine Nutzung der zuvor erstellten Berechnungen unter geänderten Rahmenbedingungen zu. Wenn z. B. Energiepreise sich verändern, kann anhand der Grafiken die Auswirkung auf das Projekt überschlägig ermittelt werden.

Zur Abschätzung wirtschaftlicher Chancen und Risiken durch sich verändernde Energiepreise bedarf es zunächst der Quantifizierung möglicher Energiepreisentwicklungen. Dafür bietet die Studie „Entwicklung der Energiemärkte - Energiereferenzprognose“ im Auftrag des BMWi aus dem Jahre 2014 eine Grundlage (BMWi, 2014). Die hier angenommenen Preisentwicklungen sind in Tabelle 11-21 angegeben.

<sup>10</sup> Durchschnittliche Wärmekosten pro Jahr über 10 Jahre und CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedene Versorgungsoptionen (Einfamilienhaus, Wärmebedarf 20.000 kWh/a) mit Bundesförderung (BEG + KfW)

Tabelle 11-21: Jährliche Energiepreisentwicklung gemäß BMWi

| PROGNOS / EWI / GWS 2014                       | 2025    | 2030    | 2040    |
|--|---------|---------|---------|
| <b>ANGENOMMENE PREISENTWICKLUNG FÜR ERDGAS</b> |         |         |         |
| Höheres Preisniveau                            | 3,13 %  | 3,04 %  | 2,06 %  |
| Energieprognose                                | 0,66 %  | 0,57 %  | 0,63 %  |
| Niedriges Preisniveau                          | -2,82 % | -2,73 % | -1,01 % |
| <b>ANGENOMMENE PREISENTWICKLUNG FÜR STROM</b>  |         |         |         |
| Höheres Preisniveau                            | 1,69 %  | -1,77 % | -0,19 % |
| Energieprognose                                | 1,43 %  | -2,05 % | -0,39 % |
| Niedriges Preisniveau                          | 1,17 %  | -2,14 % | -0,53 % |

Es lässt sich feststellen, dass es in den letzten Jahren nur moderate Preisveränderungen für Pellets und Holzhackschnitzel gab (C.A.R.M.E.N., 2021). Nimmt die Anzahl von Holzhackschnitzel- und Pelletheizungen allerdings in starkem Maße zu, ohne dass zusätzliche Angebote auf den Markt kommen, kann sich dies auch ändern.

Neben den Auswirkungen von Energiepreisschwankungen ist auch die langfristige Entwicklung einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung zu berücksichtigen. Für das Jahr 2026 soll ein Preiskorridor von mindestens 55 €/t und höchstens 65 €/t gelten (Bundesregierung, 2019). In einer 2018 veröffentlichten Kostenschätzung empfiehlt das Umweltbundesamt, 180 bis langfristig 240 €/t als Ansatz für die Klimakosten der CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verwenden (UBA, 2019, S. 9).

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

Tabelle 11-22 gibt einen Überblick über die Eingangsparameter der Sensitivitätsanalyse. Tabelle 11-23 zeigt die Legende der Diagramme zur Sensitivitätsanalyse.

Tabelle 11-22: Eingangsparameter der Sensitivitätsanalyse

| PREISRISIKEN   | SENSITIVITÄTEN P. A.            |
|--|---------------------------------|
| Entwicklung des Erdgaspreises pro Jahr               | - 0,14 ct/kWh bis + 0,14 ct/kWh |
| Entwicklung des Hackschnitzelpreises pro Jahr        | - 0,12 ct/kWh bis + 0,12 ct/kWh |
| Entwicklung des Strompreises pro Jahr                | - 0,60 ct/kWh bis + 0,60 ct/kWh |
| Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Bepreisung pro Jahr | 4 €/t bis 15 €/t                |
| Entwicklung der Anschlussquote der Wohngebäude       | 25 % bis 100 %                  |

Tabelle 11-23: Legende der Diagramme zur Sensitivitätsanalyse

|            |                          |            |                        |
|------------|--------------------------|------------|------------------------|
| <b>CW</b>  | Containerwärme           | <b>LWP</b> | Luft-Wasser-Wärmepumpe |
| <b>D</b>   | Dezentrale Versorgung    | <b>PK</b>  | Pelletkessel           |
| <b>EGK</b> | Erdgaskessel             | <b>ST</b>  | Solarthermie           |
| <b>FST</b> | Freiflächen-Solarthermie | <b>SWP</b> | Sole-Wasser-Wärmepumpe |
| <b>HSH</b> | Hackschnitzelheizung     | <b>Z</b>   | Zentrale Versorgung    |

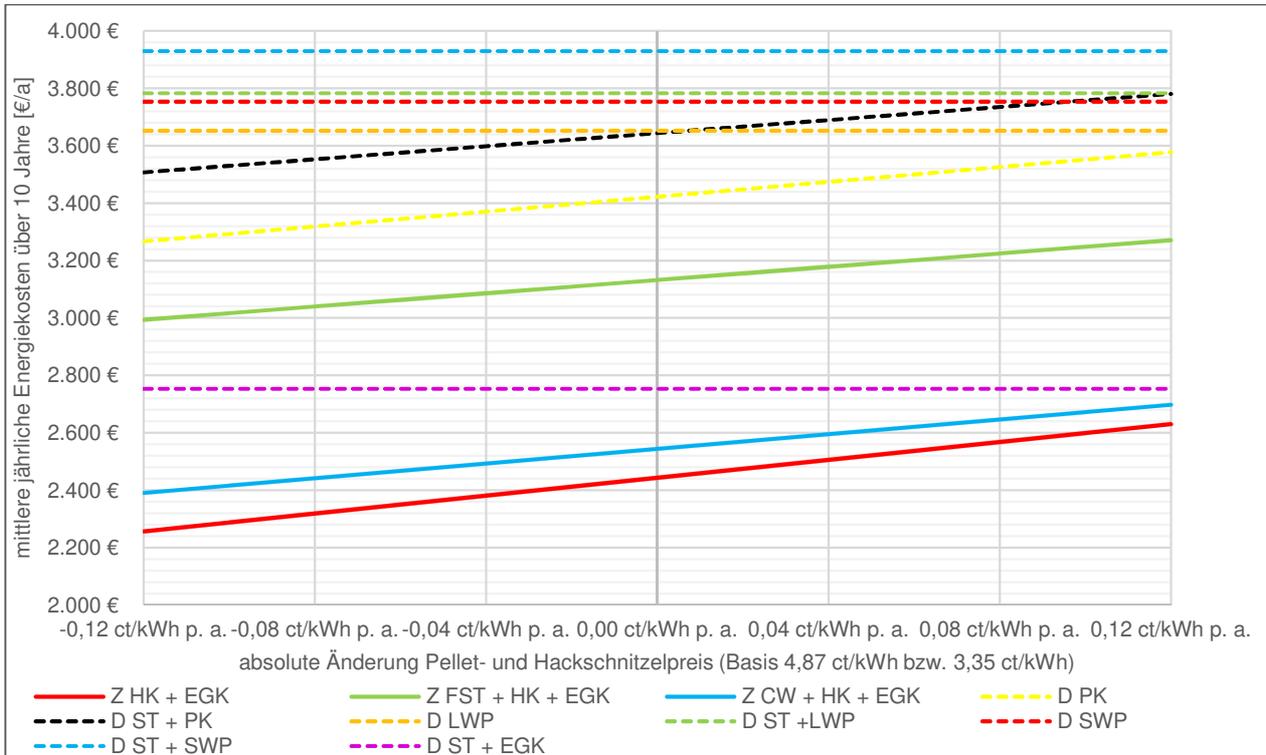


Abbildung 11-13: Wärmekosten bei variablen jährlichen Preissteigerungsraten für Pellet und Hackschnitzel

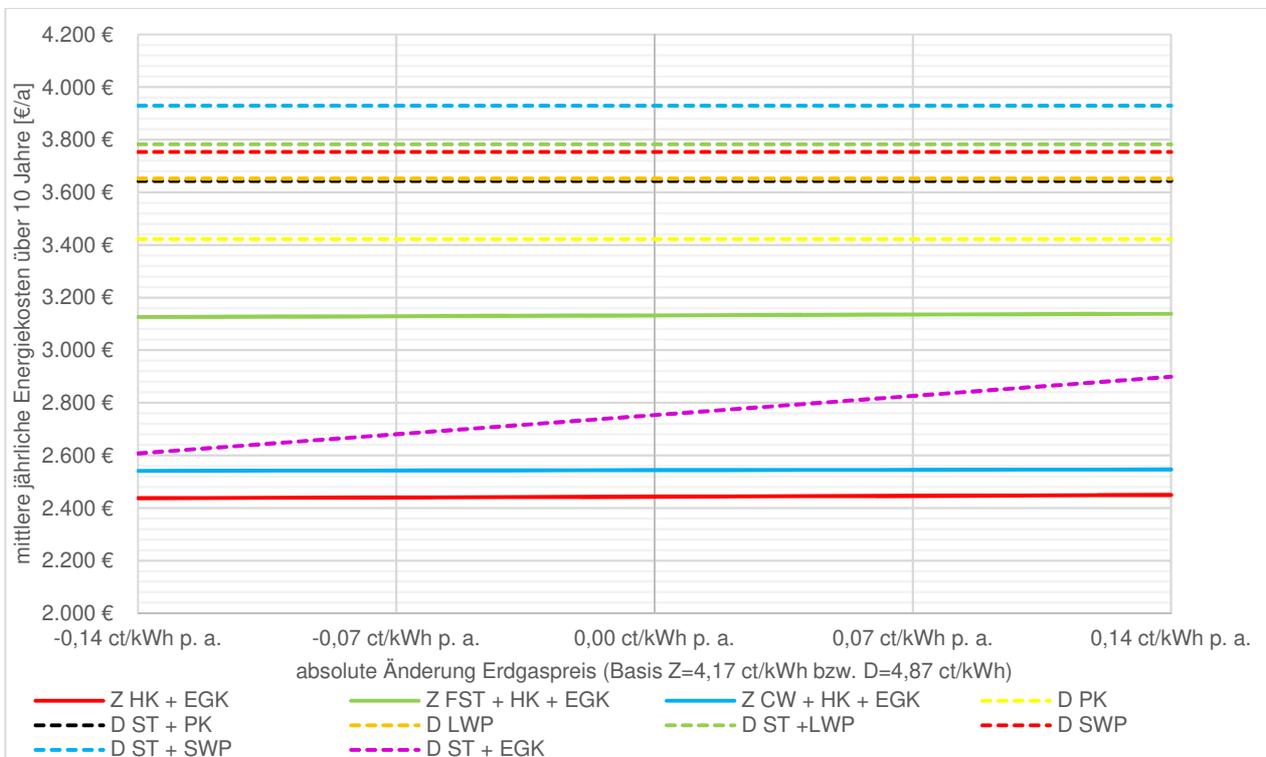


Abbildung 11-14: Wärmekosten bei variablen jährlichen Preissteigerungsraten für Erdgas

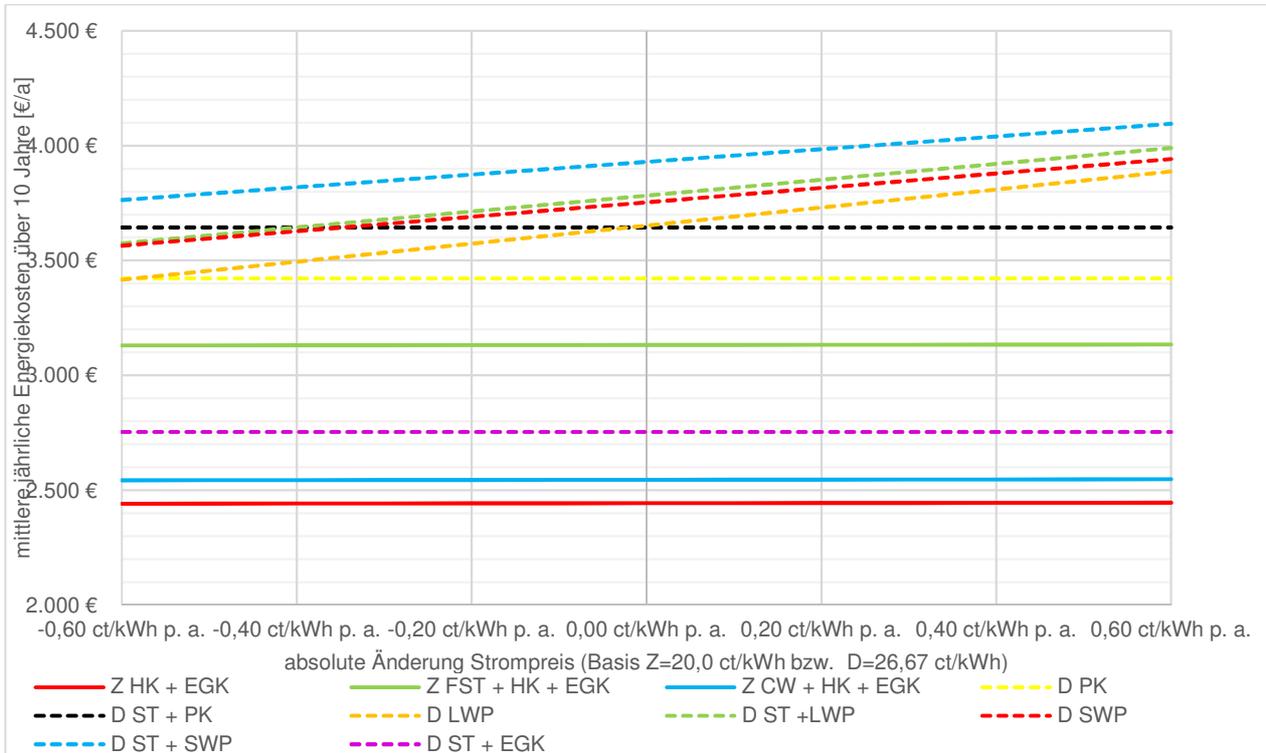


Abbildung 11-15: Wärmekosten bei variablen jährlichen Preissteigerungsraten für Strom

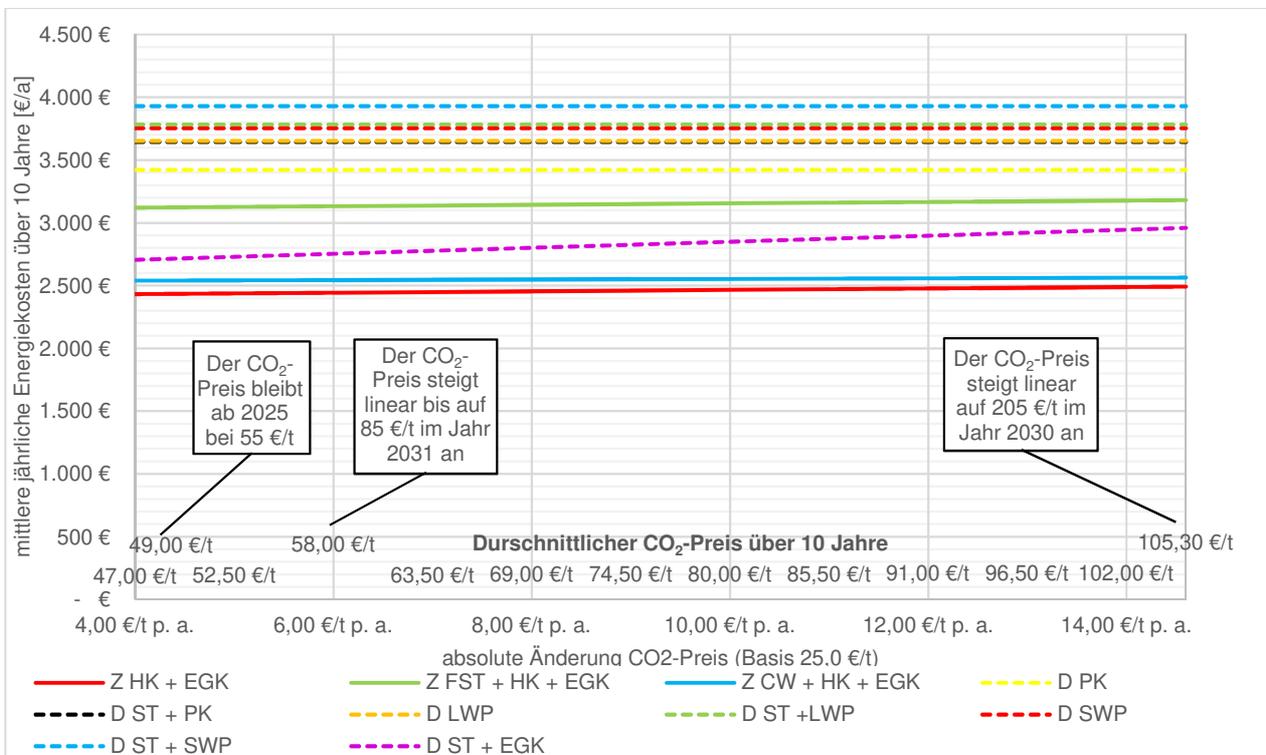


Abbildung 11-16: Wärmekosten bei variablen jährlichen Preissteigerungsraten für CO<sub>2</sub>-Emissionen

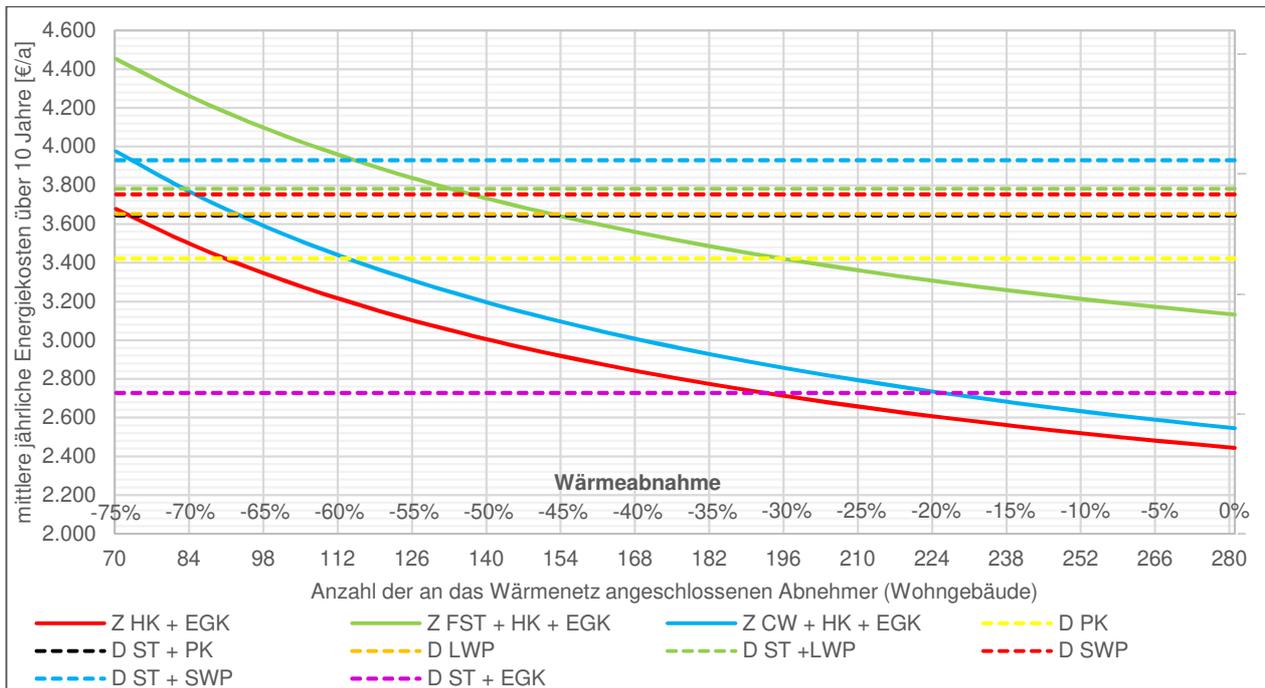


Abbildung 11-17: Wärmekosten bei variablen Anschlussquoten für Wohngebäude

Die Sensitivitätsanalysen zeigen, dass alle getroffenen Variationen den Wärmepreis in unterschiedlichem Maße beeinflussen. Änderungen der Wirtschaftlichkeits-Rangfolge verschiedener Versorgungssysteme treten nur selten auf, insbesondere wenn berücksichtigt wird, dass sich in der Praxis nicht nur die Kosten eines Brennstoffs ändern werden. Schnittpunkte zwischen dezentraler und zentraler Versorgung werden insbesondere bei sinkender Anschlussquote an ein Wärmenetz erreicht. Dies ist darauf zurückzuführen, dass mit sinkender Anschlussquote die weitestgehend fixen Investitionskosten und Wärmeverluste auf weniger Nutzer bzw. Wärmeabnahme verteilen.

Die Änderungen der Energiekosten zeigen bei den solarunterstützten Wärmeerzeugersystemen eine geringere Auswirkung. Die entfallenden Brennstoffkosten der solaren Wärmelösungen können aufgrund der hohen Investitionskosten für die Solarwärme auch durch die angenommenen Preissteigerungen der Energiekosten nicht ausgeglichen werden. Die Ergänzung um eine solare unterstützte Versorgung führt daher bei den zentralen und dezentralen Versorgungsvarianten zu insgesamt höheren, wenngleich auch stabileren Wärmekosten.

Ein gleicher Trend ist – in Bezug auf eine zentrale Wärmeversorgung – bei einer zusätzlichen Abnahme von überschüssiger KWK-Wärme aus den Biogasanlagen zu beobachten. Auch hier können die angesetzten Kosten der Containerwärme durch die angenommenen Preissteigerungen der Energiekosten nicht ausgeglichen werden.

Aufgrund des hohen Anteils an Erneuerbaren Energien zeigen sich in den verschiedenen zentralen Varianten meist nur geringe Auswirkungen des CO<sub>2</sub>-Preises auf die Wärmekosten. Die dezentrale Gas-Hybridheizung wird allerdings stark von einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung beeinflusst.

Die Gegenüberstellung von Anschlussquote und Wärmekosten zeigt, dass die Kosten für die Wärme mit abnehmender Anschlussquote steigen. Durch die niedrigere Anschlussquote kommt es zu einem Schnittpunkt zwischen der zentralen holzbeheizten Wärmelösung und ggf. zusätzlicher Abnahme von Containerwärme und der dezentralen Gas-Hybridheizung.

Den größten Einfluss auf die Kosten der zentralen, leitungsgebundenen Wärmeversorgung hat erwartungsgemäß die Anschlussquote (vgl. Abbildung 11-17). Bei der nach den vorliegenden Berechnungen günstigsten zentralen Versorgungsvariante, basierend auf Holz hackschnitzeln mit Erdgas-Spitzenlastkessel, muss eine Anschlussquote von etwa 70 % erzielt werden, um eine Kostengleichheit mit der günstigsten dezentralen Variante - Erdgaskessel mit Solarthermie - zu erreichen. Insofern ist die zumindest mittelfristige Sicherung einer ausreichenden Anschlussquote der entscheidende Erfolgsfaktor einer zentralen Wärmeversorgung und muss im Mittelpunkt der Bemühungen eines eventuellen Sanierungsmanagements stehen.

## 11.7 ZUSAMMENFASSUNG WÄRMEERZEUGUNG

Die Berechnungen haben gezeigt, dass der Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung sehr stark zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen kann. Durch den Einsatz von Freiflächen-solarthermie kann ein Viertel der benötigten Wärmemenge brennstoffunabhängig bereitgestellt werden.

Auch unter Berücksichtigung eines CO<sub>2</sub>-Preises in Höhe von 58 €/Tonne liegen die Wärmegestehungskosten der günstigsten zentralen Variante (Holz hackschnitzelheizung) bei den aktuellen Preisgegebenheiten, einer Anschlussquote von 100 % und den Bundesförderprogrammen BEG und KfW immer noch um 14 €/MWh niedriger als bei der günstigsten dezentralen Versorgungsoption. Eine Kostengleichheit ist bei einer Anschlussquote von etwa 70 % gegeben.

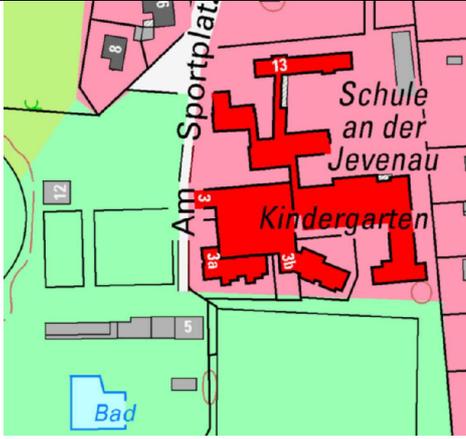
In Entscheidungen sind neben den aktuellen Preisen und den CO<sub>2</sub>-Emissionen weitere Faktoren mit einzubeziehen wie etwa eine höhere Kostenstabilität von Solarthermie und der höhere Komfort einer leitungsgebundenen Nah- / Fernwärmeversorgung. So besteht keine Notwendigkeit mehr, sich um Reparatur, Wartung, Brennstoffbeschaffung etc. zu kümmern und, im Gegensatz zu Öl- oder Pelletheizungen, kein Platzbedarf für die Brennstoffbevorratung. Dabei lassen sich die Kosten der Wärmeversorgung weiter senken, wenn zunächst adäquate Gebäudesanierungen durchgeführt werden (vgl. Kapitel 10).

## 11.8 PHOTOVOLTAIKANLAGE AUF DEN DACHFLÄCHEN DER SCHULE

Wie schon in Kapitel 11.1 dargestellt, bietet die große, nach Süden ausgerichtete Dachfläche der Schule optimale Voraussetzungen für die Nutzung von Solarenergie, sowohl für Solarthermie als auch für Photovoltaik, ggf. auch in Kombination. Sofern die Fläche also nicht oder nicht vollständig für Solarthermie genutzt wird, empfiehlt sich die Errichtung einer Photovoltaikanlage.

Auf Wunsch der Gemeinde wurde eine Textvorlage für die fachliche Seite einer standardisierten Form der Angebotseinholung für die PV-Installation als Textvorlage erstellt. Diese ist nachfolgend zusammengestellt und kann an potenzielle Bieter für eine Kontaktaufnahme genutzt werden.

**Photovoltaik-Installation - Absicht der Gemeinde**

| <b>Luftbild, Lageplan</b>   |  |          |         |      |                  |        |          |        |                 |         |         |         |  |
|---|--|----------|---------|------|------------------|--------|----------|--------|-----------------|---------|---------|---------|--|
|    | <p>Grund- und Gemeinschaftsschule „Am Ochsenweg“ am Standort Jevenstedt<br/>Digital-Atlas-Nord:<br/>Links: Luftbild, mit neuer Aula, Ausschnitt</p> <p>Rechts: Topografische Karte, Ausschnitt</p> |          |         |      |                  |        |          |        |                 |         |         |         |  |
|   | <p>Dachflächen markiert:<br/>Abgeschätzte Flächen von links nach rechts:<br/>310 m<sup>2</sup><br/>85 m<sup>2</sup><br/>430 m<sup>2</sup><br/>100 m<sup>2</sup></p>                                |          |         |      |                  |        |          |        |                 |         |         |         |  |
|    | <p>Blick aus südlicher Richtung</p>  |          |         |      |                  |        |          |        |                 |         |         |         |  |
| <b>Verbräuche</b>   |  |          |         |      |                  |        |          |        |                 |         |         |         |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #cccccc;">Bezug / Jahr</th> <th style="text-align: center;">2017</th> <th style="text-align: center;">2018</th> <th style="text-align: center;">2019</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">Strombezug, Netz</td> <td style="text-align: center;">37 MWh</td> <td style="text-align: center;">33,6 MWh</td> <td style="text-align: center;">37 MWh</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">Erdgasverbrauch</td> <td style="text-align: center;">590 MWh</td> <td style="text-align: center;">645 MWh</td> <td style="text-align: center;">590 MWh</td> </tr> </tbody> </table> | Bezug / Jahr   | 2017     | 2018    | 2019 | Strombezug, Netz | 37 MWh | 33,6 MWh | 37 MWh | Erdgasverbrauch | 590 MWh | 645 MWh | 590 MWh | <p>Die Schule verfügt über eine BGF-Fläche von ca. 7.100 m<sup>2</sup></p> |
| Bezug / Jahr  | 2017   | 2018     | 2019    |      |                  |        |          |        |                 |         |         |         |  |
| Strombezug, Netz  | 37 MWh   | 33,6 MWh | 37 MWh  |      |                  |        |          |        |                 |         |         |         |  |
| Erdgasverbrauch   | 590 MWh  | 645 MWh  | 590 MWh |      |                  |        |          |        |                 |         |         |         |  |

Die Gemeinde Jevenstedt im gleichnamigen Amt (<https://www.amt-jevenstedt.de/gemeinden/jevenstedt/>) des Kreises Rendsburg-Eckernförde verfügt mit ihren öffentlichen Liegenschaften und hier insbesondere mit der Schule (<https://www.schule-am-ochsenweg.de/>) über große, bisher ungenutzte Dachflächen. Die Gemeinde möchte konkrete Projekte zur Solarenergienutzung initiieren, um den Anteil erneuerbarer Energien zu erhöhen und um damit

*Klimaschutzprojekte vor Ort umzusetzen. Ziel dieser Anfrage ist es, konkrete Kostenangebote für eine Photovoltaikinstallation einzuholen.*

*Die Grund- und Gemeinschaftsschule am Standort Jevenstedt versorgt bis zur Klassenstufe 10 rd. 400 Schülerinnen und Schülern und besteht aus einem 30-köpfigen Kollegium. Durch die zunehmende Digitalisierung und die 2020 in Betrieb genommene elektrisch betriebene Erdsondenwärmepumpe für die neue Aula und vier Klassenräumen plus Nebenräume wird ein steigender Strombedarf erwartet. Derzeit wird die Schule über zwei Gaskessel und eine Mini-BHKW (Sener-tec, 5,5 kW<sub>el</sub>, 12,5 kW<sub>th</sub>) versorgt. Im Folgenden sind erste Information zum Projekt vorgestellt.*

### **Wunsch der Gemeinde Jevenstedt und Ziel der Anfrage**

*Die Gemeinde möchte für eine Investitionsentscheidung für die Installation der Solarstromanlagen konkrete Angebote einholen. Hierbei sollte sowohl eine Anlagenkonfiguration mit a) der maximal möglichen Solarausbeute (größte Fläche mit größtem Klimaschutzeffekt) als auch b) die wirtschaftlichste Anlage für den Schulstandort vorgestellt werden.*

*Für eine Angebotsabgabe wird ein Vor-Ort-Besuch erwartet; hier können weitere Auskünfte und Informationen für eine Angebotskonkretisierung eingeholt werden. Wenden Sie sich bei Interesse für eine Vor-Ort-Besichtigung bitte an:*

Michael Rudolph  
Amt Jevenstedt  
Fachbereich IV - Technische Dienste/ Liegenschaften  
04331/8478-26  
[michael.rudolph@amt-jevenstedt.de](mailto:michael.rudolph@amt-jevenstedt.de)

Diese fachlichen Angaben müssten um Angaben zur Art des Vergabeverfahrens ergänzt werden. Der o. g. Text unterstellt, dass direkt Angebote für die Photovoltaik-Anlage eingeholt werden, ohne dass eine genaue Anlagenspezifikation vorliegt. Damit ist zu erwarten, dass Angebote vorgelegt werden, die nur bedingt vergleichbar sind. Insofern bietet sich, sofern es vergaberechtlich zulässig ist, ein Verhandlungsverfahren an.<sup>11</sup> Alternativ hat die Gemeinde die Möglichkeit, ein mit Photovoltaik-Anlagen vertrautes Ingenieurbüro mit der Planung zu beauftragen, wobei diese Planung auf die letztendliche Planung einer möglichen Wärmezentrale und des ggf. daraus resultierenden Flächenbedarfs für Solarthermieanlagen auf den Dachflächen abgestimmt sein sollte. Die somit klar umrissene Planung bildet dann die Grundlage einer Ausschreibung der entsprechenden Leistungen.

<sup>11</sup> Von den mit dem Quartierskonzept beauftragten Büros darf keine Rechtsberatung erbracht werden. Rechtliche Aspekte, hier des Vergaberechts, sind daher von der Gemeinde eigenständig zu prüfen.

## 12 UMSETZUNGHEMMNISSE UND MÖGLICHKEITEN ZU IHRER ÜBERWINDUNG

In diesem Kapitel werden die Hemmnisse bei der Etablierung und Umsetzung der gesteckten Ziele für eine verstärkte Gebäudesanierung sowie für eine effiziente und klimaschutzfreundliche Wärmeversorgung erörtert. Wie in den vorangestellten Kapiteln bereits angesprochen, bestehen unterschiedliche Hemmnisse, die sowohl im direkten aber insbesondere auch im nicht-direkten Einflussbereich der Kommune liegen. Allesamt haben einen entscheidenden Einfluss auf den Umsetzungserfolg der hier im Quartierskonzept diskutierten Klimaschutzmaßnahmen. Diese Hemmnisse sollen hier noch einmal zusammenfassend dargestellt und unter technischen, finanziellen, organisatorischen und - soweit leistbar<sup>12</sup> - unter rechtlichen Aspekten betrachtet werden. Sinnvoll erscheint die Differenzierung der Hemmnisse für die Themen der Gebäudesanierung und der zentralen Wärmeversorgung.

### 12.1 GEBÄUDESANIERUNG

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

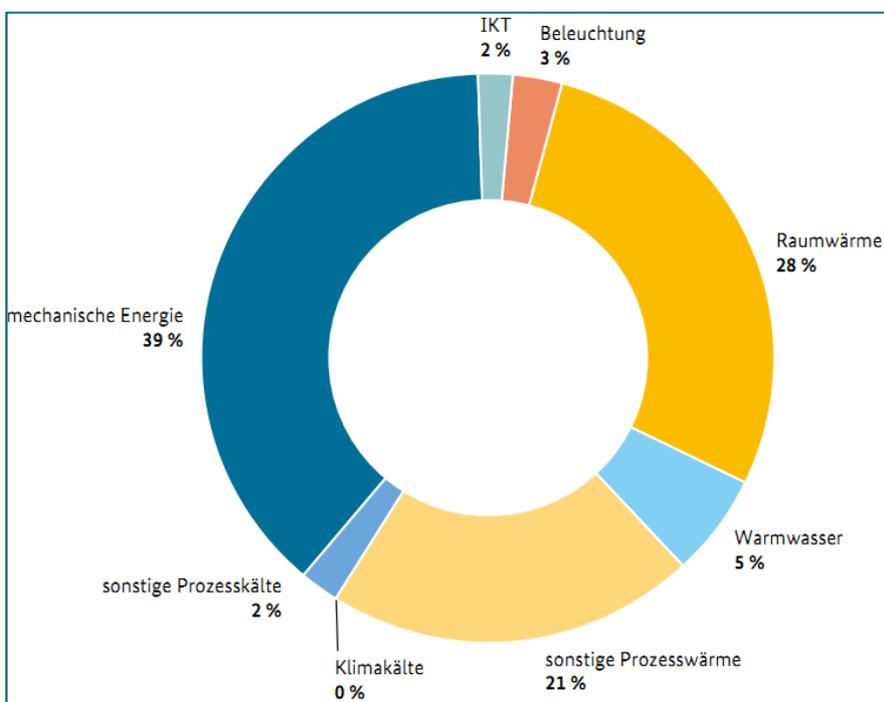


Abbildung 12-1: Endenergieverbrauch Raumwärme 2016 in Deutschland

<sup>12</sup> Von den ausführenden Unternehmen darf keine Rechtsberatung erbracht werden. Es können daher lediglich den technisch-wirtschaftlichen Betrachtungen Annahmen zu rechtlichen Gegebenheiten zugrunde gelegt werden, die bei Bedarf durch die Auftraggeberin zu verifizieren sind.

Die Bundesregierung hat auf die Herausforderung der Reduktion der Treibhausgasemissionen im Gebäudebestand mit umfangreichen Förderprogrammen reagiert, zuletzt Anfang 2020 und nun mit dem neuen Förderdesign ab Januar 2021 (vgl. Kap. 10.2). Trotzdem bestehen Hemmnisse dagegen, dass die Gebäudesanierung die Fortschritte macht, die für das Erreichen der Klimaschutzziele der Bundesrepublik - Klimaneutralität bis 2050 - notwendig wären.

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

- „Die Energiepreise sind zwar gestiegen, aber sie fallen auch wieder - wer weiß das schon.“
- „Die Förderanträge sind zu kompliziert.“
- „Für wen soll ich denn sanieren? Wir haben doch niemanden, der das Haus übernehmen würde!“
- „Die Sanierungskosten sind einfach zu hoch, das rechnet sich nicht.“
- „Für die Herstellung der Wärmedämmung wird doch mehr Energie benötigt als später eingespart wird.“
- „Das Thema Gebäudesanierung ist mir zu komplex und jeder erzählt was Anderes.“

Begegnet werden kann diesen Hemmnissen durch eine kontinuierliche Beratung über die technischen Möglichkeiten und finanziellen Förderungen von Sanierungen. Dies ist ein wichtiger Bestandteil des Sanierungsmanagements, einschließlich der weiteren Einbindung externer Beratungsmöglichkeiten wie etwa der Verbraucherzentrale (vgl. Kapitel 9.2.3.2). Auch an die Notwendigkeit von Klimaschutz muss immer wieder erinnert werden.

Eine ergänzende Rolle auf der Verordnungsseite kann auch ein konsequenterer Vollzug etwa der Vorgaben des GEG-2020 sein. Dies gilt z. B. für die Einhaltung der Nachrüstpflichten im Gebäudebestand (vgl. Kapitel 10.1). Hier hat die Kommune keinen Einfluss, sondern dies muss über die Aufsichtsbehörde, in diesem Fall das Innenministerium des Landes, organisiert werden.

Wirtschaftlich sind viele Sanierungsmaßnahmen - ebenso wie Bausteine einer regenerativen Energieversorgung (vgl. Kapitel 11) - heute noch durch die faktische Subventionierung fossiler Energieträger unattraktiv, die darin besteht, dass die Verursacher von Treibhausgasemissionen nicht für die Folgekosten aufkommen. Erste Schritte zur Internalisierung dieser externen Kosten sind durch den seit Anfang 2021 greifenden Aufbau der CO<sub>2</sub>-Bepreisung auch für die Emissionen, die nicht bereits wie die von Großkraftwerken, Industriebetrieben etc. dem Emissionshandelssystem unterliegen, gemacht.

## 12.2 LEITUNGSgebundene WÄRMEVERSORGUNG

### 12.2.1 TECHNISCHE HERAUSFORDERUNGEN

Mögliche technische Herausforderungen bei der Umsetzung einer zentralen Wärmeversorgung sind

- das Finden einer optimalen Trassenführung, möglichst weitgehend ohne Eingriff in befestigte Oberflächen;
- die Optimierung der gebäudeseitigen Heizungsanlagenhydraulik („hydraulischer Abgleich“), um einen möglichst niedrigen Vorlauftemperaturbedarf und eine möglichst niedrige

Rücklaufzeittemperatur für das Wärmenetz zu erreichen. Beide Maßnahmen dienen der Verringerung der Wärmenetzverluste und der Reduzierung des notwendigen Volumenstroms im Netz.

Grundsätzlich ist der Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung auf Basis von Hackschnitzelheizungen und ggf. Solarthermie eine erprobte Technik, die keine besonderen technischen Herausforderungen mit sich bringt. Die einzelnen Komponenten sind weitestgehend bekannt und die Verfügbarkeit von Flächen für eine zentrale Wärmeerzeugung ist nach Aussagen der Lenkungsgruppe gegeben.

### 12.2.2 RECHTLICHE UND ORGANISATORISCHE HERAUSFORDERUNGEN

Folgende rechtliche und organisatorische Herausforderungen können bei der Umsetzung einer zentralen Wärmeversorgung auftreten:

- Identifikation von Anbietern einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung; Klärung der Betreiberfrage, ggf. Aufbau von Gemeindewerken oder einer lokalen Bürgerenergiegenossenschaft als Betreiber des Wärmenetzes, Klärung der Ausschreibungsnotwendigkeiten beim Aufbau einer Nah- / Fernwärmeversorgung durch Dritte.
- Einhaltung der Vergaberichtlinien bei der Versorgung von öffentlichen Gebäuden.
- Vertragliche Einigungen über Kostenregelungen, Wärmelieferverträge, technische Anschlussbedingungen etc. mit Anbietern einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung.

### 12.2.3 WIRTSCHAFTLICHE HERAUSFORDERUNGEN

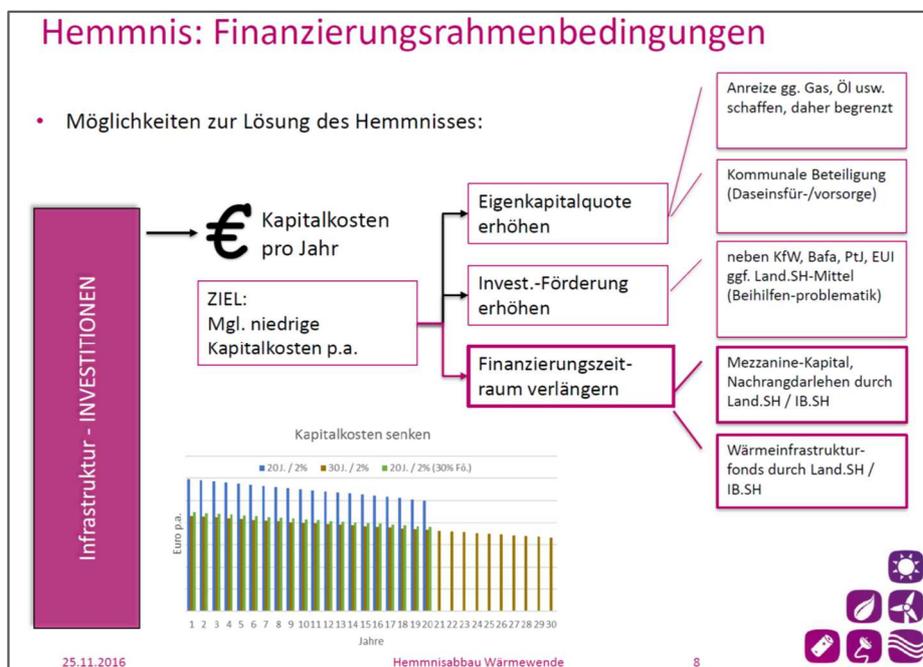


Abbildung 12-2: Hemmnisüberwindung Finanzierungsrahmenbedingungen

Von besonderer Bedeutung sind bei der Umsetzung von Fernwärmeprojekten die erforderlichen hohen Investitionskosten für die Infrastruktur (Wärmenetz und Erzeugung). Denkbar wäre die Initiierung eines revolving Wärmewende-Investitionsfonds durch die Gründung eines Sondervermögens auf Landesebene, das diese langfristigen Finanzierungszeiträume ermöglichen

könnte. Dazu wurden die in Abbildung 12-2 zusammengefassten Vorschläge erarbeitet (watt\_2.0, 2018).

Die größte Herausforderung bei der Realisierung von Wärmenetzen im Bestand liegt meist in der Gewinnung einer angemessenen Anschlussquote, die für eine angemessene Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes erforderlich ist. Erschwert wird dies durch die Bundesförderung für energieeffiziente Gebäude, die den Austausch einer alten Öl- oder Erdgasheizung durch eine erneut dezentrale Versorgungsanlage auf (teilweiser) Basis von erneuerbaren Energien in besonderem Maße fördert, nicht aber in gleicher Weise ein Wärmenetz, das die gleichen erneuerbaren Energien nutzt.

Bei der Gewinnung von Interessenten ist dabei das Sanierungsmanagement bzw. ein Projektträger mit einem Spagat konfrontiert: Gerade wenn, wie hier im Quartier, eine Vielzahl von Heizungsanlagen in naher Zukunft abgängig ist (vgl. Abbildung 9-6 und Abbildung 9-7), besteht bei den entsprechenden Eigentümern ein Interesse, möglichst rasch - vor dem endgültigen Ausfall der eigenen Anlage - an das Wärmenetz angeschlossen zu werden. Ist dies jedoch nicht realisierbar, weil noch keine vertretbare Anschlussquote erreicht ist (z. B. weil andere Heizungsanlagen erst in einigen Jahren abgängig sind), sehen sich diese einzelnen Hausbesitzer u. U. gezwungen, doch in eine neue dezentrale Heizungsanlage zu investieren - ggf. auch gerade jetzt unter Nutzung der genannten BEG-Förderung. Diese stehen dann jedoch in der Regel auf Jahre bis Jahrzehnte nicht mehr als Kunden einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung zur Verfügung.

Die beschriebene Situation, die durchaus typisch für die Errichtung von Wärmenetzen im Bestand ist, führt häufig dazu, dass langfristig grundsätzlich wirtschaftlich betreibbare Wärmenetze anfänglich eine mehrjährige „Durststrecke“ mit einer noch nicht auskömmlichen Anzahl von Anschlüssen überstehen müssen. Dies könnte durch eine entsprechende öffentliche Förderung, ggf. auch durch langfristige zinslose oder stark zinsbegünstigte Darlehen, abgemildert werden.

Zur Überwindung der o. g. Durststrecke sind dabei grundsätzlich verschiedene Optionen denkbar:

- Öffentliche Förderungen, die unter Klimagesichtspunkten wünschenswert, aber aufgrund der derzeit relativ preiswerten fossilen Brennstoffe noch nicht wirtschaftliche Projekte insgesamt unterstützen, oder zumindest das Überwinden der beschriebenen „Durststrecke“ ermöglichen.
- Die Beteiligung eines größeren Projektträgers, der über die finanziellen und organisatorischen Kompetenzen verfügt, um das Wärmenetz und die Erzeugungsanlagen als Ganzes kurzfristig zu realisieren, auch wenn die Rentabilität erst längerfristig erreichbar ist.
- Eine „Heizkesselausfallversicherung“ auf Gegenseitigkeit, die das Risiko einzelner Eigentümer beim Weiterbetrieb ihres weitestgehend abgängigen Heizkessels bis zum Anschluss an ein noch aufzubauendes Wärmenetz weiter zu betreiben, minimiert.

Ein großes, zuvor bereits beschriebenes Hemmnis einer sukzessiven, mit hoher Anschlussquote wirtschaftlich zu betreibendes Nah- bzw. Fernwärmenetz, ist der Umstand, dass potenzielle Wärmekunden im Falle eines defekten oder altersbedingt abgängigen Kessels sofort Abhilfe benötigen. Die Ersatzinvestition in eine neue Kesselanlage bedeutet dann das Aus als Wärmeanschluss dieses Kunden für mindestens fünf bis zehn Jahre.

Hier setzt ein ökonomisches Instrument an, welches die finanziellen Belastungen des Einzelkunden stark mindert, die Option für einen Wärmeanschluss an ein zentrales System aber offenlässt. Die Einrichtung einer „Heizkesselausfallversicherung“ auf Gegenseitigkeit könnte hier eine Abhilfe

bieten. Das Konzept sieht vor, die bei Ausfall erforderliche Erneuerung des Kessels aus einem Versicherungsfonds heraus zu bezuschussen, im Gegenzug zu einer verbindlichen Zusage, sich sofort mit Verfügbarkeit trotz des neuen Kessels an das Wärmenetz anschließen zu lassen.

Dazu sind folgende Rahmenbedingungen zu klären:

- Identifikation des zukünftigen Wärmeversorgungsgebietes.
- Klärung der zeitlichen Ausbaustrategie – wann soll das Versorgungsgebiet er- bzw. abgeschlossen werden?
- Grundsätzliche Anschlussbereitschaft der Gebäudeeigentümer.
- Ausfallwahrscheinlichkeit der vorhandenen Kesselanlagen in Abhängigkeit von Alter, Hersteller bzw. Typ und Brennstoff; Erfassung einer mittleren Ausfallwahrscheinlichkeit.
- Klärung des Zuschussbedarfs für die verbindliche Erklärung der Anschlussbereitschaft.
- Klärung der benötigten Gesamtversicherungssumme und der für die Versicherungsnehmer akzeptablen zu zahlenden Versicherungsprämie.

Die Details der Rahmenbedingungen sollten im Rahmen einer gesonderten Betrachtung – bspw. im Sanierungsmanagement – detailliert erhoben und bewertet werden.

Ferner wäre bei Realisierung einer Solarthermie-Freiflächenanlage zu klären, ob die Eigentümer bereit wären, das beschriebene Grundstück tatsächlich zu diesem Zweck zu verpachten. Da es sich um die Kirchengemeinde handelt und auch die Nordkirche ein Bekenntnis zur Klimaneutralität abgegeben hat (Evangelisch-Lutherische Kirche in Norddeutschland, o. J.), sollte dieses Hemmnis überwindbar sein.

## 13 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### 13.1 LENKUNGSGRUPPE

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

Im vorliegenden Konzept waren in der gemeinsamen Lenkungsgruppe des Quartierskonzeptes Jevenstedt folgende Institutionen vertreten:

- Der Bürgermeister der Gemeinde,
- dessen Stellvertreter,
- der Bauausschussvorsitzende der Gemeinde,
- der Verein für Handel, Handwerk und Gewerbe (VHHG) Jevenstedt,
- das Amt Jevenstedt,
- während der Phasen, in denen parallel das Ortsentwicklungskonzept bearbeitet wurde, das Institut Raum & Energie, das für die Erstellung des Ortsentwicklungskonzeptes verantwortlich war,
- Klimaschutzmanager der Klimaschutzregion Rendsburg-Eckernförde, die jedoch an keiner der Lenkungsgruppensitzungen teilnehmen konnten und somit lediglich über die Protokolle einbezogen waren sowie
- die Energieagentur der Investitionsbank Schleswig-Holstein.

Zudem waren die Auftragnehmer des Quartierskonzeptes, IPP ESN, wortmann-energie und E|M|N, „geschäftsführend“ an allen Sitzungen der Lenkungsgruppe beteiligt.

Die Lenkungsgruppe ist während der Laufzeit des Quartierskonzeptes zu insgesamt fünf Sitzungen zusammengekommen und hat dabei schwerpunktmäßig folgende Themen diskutiert:

1. 13.08.2020: Auftakt, Ablauf der Arbeiten, Rollenklärung, Organisatorisches, Synergien mit dem Ortsentwicklungskonzept, Datenbeschaffung, Ansprache von Akteuren, Planung der öffentlichen Auftaktveranstaltung.
2. 29.09.2020: Rückblick auf die öffentliche Auftaktveranstaltung, Stand der Datenbeschaffung, erste Ergebnisse der Begehungen öffentlicher Liegenschaften. Die Sitzung war verbunden mit einem „Spaziergang“ durch das Quartier, durch den verschiedene unter Energiegesichtspunkt besonders relevante Punkte in Augenschein genommen wurden.
3. 10.12.2020: Ergebnisse der Mustersanierungsberatungen der öffentlichen und privaten Liegenschaften, Ergebnisse der qualitativen Vorprüfung von Versorgungsoptionen und Entscheidung über die differenziert zu betrachtenden Varianten.
4. 24.02.2021 (Online-Sitzung): Abschluss der Mustersanierungsberatungen, Wärmeatlas, zukünftige Entwicklung des Energiebedarfs des Quartiers, Versorgungs- und Wärmenetzoptionen (Wirtschaftlichkeit und Klimaauswirkungen).
5. 12.04.2021 (Online-Sitzung): Diskussion des Berichtsentwurfes, Betreibermodelle eines möglichen Wärmenetzes, Übergang ins Sanierungsmanagement

## 13.2 ALLGEMEINE ÖFFENTLICHKEIT

Die allgemeine Öffentlichkeit wurde im Rahmen einer Auftaktveranstaltung, die gemeinsam das energetische Quartierskonzept und das parallel in Arbeit befindliche Ortsentwicklungskonzept abdeckte, über die anstehenden Arbeiten des Quartierskonzeptes am 22. September 2020 informiert. Weitere öffentliche Veranstaltungen, die über die Ergebnisse der Mustersanierungsberatungen informieren und entsprechende Anregungen für alle Einwohner des Quartiers geben sollten, sowie über Wärmeversorgungsoptionen, wurden zwar mehrfach geplant, mussten dann aber pandemiebedingt stets verschoben werden. Die Variante, über die Ergebnisse in einer Online-Veranstaltung zu informieren, wurde von der Lenkungsgruppe angesichts der im Quartier vorherrschenden Milieus verworfen: Es bestand die Sorge, mit einer solchen Veranstaltung lediglich kleine Teile der Bewohner zu erreichen.

Daher wurde der Weg gewählt, am 10. Dezember 2020 zunächst die Gemeindevertretung in einer öffentlichen Sitzung unter Beachtung der aktuellen Hygienevorgaben über den aktuellen Stand zu errichten; verschiedene Hinweise aus der Diskussion wurden aufgenommen. Die Ergebnisse samt Projektbericht werden zudem am 17. Mai 2021 in einer ebenfalls öffentlichen Sitzung des Umwelt- und Bauausschusses der Gemeinde vorgestellt.

Ferner wurde von der Lenkungsgruppe beschlossen, die Ergebnisse des Quartierskonzeptes im Spätsommer 2021 der allgemeinen Öffentlichkeit in einer Präsenzveranstaltung mit Diskussionsmöglichkeit vorzustellen. Die Festlegung des Termins erfolgt nach dem Projektabschluss in Abhängigkeit von der Entwicklung der Pandemie. Je nach Beschlüssen der Gemeindevertretung und ggf. Stand der Antragsbewilligung könnte diese Veranstaltung gleichzeitig den Auftakt des Sanierungsmanagements markieren.

Der Projektbericht kann dabei schon vorher über die Website des Amtes der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.

## 14 CONTROLLING-KONZEPT

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

- fortschreibbare Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz als zentrales Ergebnis des Controllings,
- verschiedene Bewertungsindikatoren,
- durchgehende Dokumentation.

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

### 14.1 ENERGIE- UND CO<sub>2</sub>-BILANZ

Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz ist in der Überprüfung der Erfolge einer energetischen Quartierssanierung der zentrale Baustein. Die Erfassung von Verbrauchs- und Emissionswerten ermöglicht eine eindeutige Beurteilung der IST-Situation anhand von vergangen Werten. Durch die Verwendung von Excel oder vergleichbaren Instrumenten ist eine problemlose Fortschreibung der Bilanz möglich.

Die Bilanz über den Ausgangszustand des Wärmebedarfs ist in Kapitel 9.3 zu finden. Der Fortschritt der energetischen Sanierung wird über die Differenz zwischen Start-Bilanz und der jeweils aktuellen Bilanz deutlich.

### 14.2 BEWERTUNGSINDIKATOREN

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

Zur Erleichterung der Datenerfassung bei einer Beteiligung verschiedener Akteure empfiehlt sich die Dokumentation der Sachstände, der Energieverbräuche und weiterer Informationen zur 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 für das hiesige Quartier in Verbindung mit ihrer Einheit und Quelle werden in Tabelle 14-1 dargestellt.

Tabelle 14-1: Indikatoren zum Controlling für die Umsetzung des Quartierskonzeptes

| INDIKATOR  | EINHEIT | DATENQUELLE  |
|--|---------|--|
| Anschlussnehmer am Wärmenetz                               | Stück   | Wärmenetzbetreiber   |
| Verkaufte Wärmemenge im Netz                               | kWh/a   | Wärmenetzbetreiber   |
| Verluste im Wärmenetz                                      | kWh/a   | Wärmenetzbetreiber   |
| Primärenergiefaktor Wärmenetz                              |         | Wärmenetzbetreiber   |
| Einsatz dezentraler regenerativer Heizungen                | Stück   | Schornsteinfeger   |
| Von Heizöl auf Erdgas umgestellte Heizungen                | Stück   | Schornsteinfeger / SH-Netz   |
| Gasverbrauch im Quartier bzw. pro Anschlussnehmer          | kWh/a   | Gasnetzbetreiber   |
| Primärenergieeinsatz für das Quartier                      | kWh/a   | zu aggregieren (Wärmenetzbetreiber für Nahwärme, SH-Netz für Gas, Schornsteinfeger für Öl) |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen                                | t/a     | aus Primärenergieeinsatz abzuleiten  |
| Anzahl Sanierungs- / Energieberatungen                     | Stück   | Sanierungsmanager, Verbraucherzentrale o. a.   |
| Sanierte Gebäude (ggf. Differenzierung nach Sanierungsart) | Stück   | Begehungen   |

### 14.3 DOKUMENTATION

Ein elementarer Teil der Erfolgskontrolle aller genannten Faktoren ist die fortlaufende Dokumentation der zu erfassenden Daten. Diese Dokumentation kann b. a. W. durch das Sanierungsmanagement übernommen und betreut werden, sofern dies in der Folge des Quartierskonzeptes durchgeführt wird. 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 Controlling und der Zeit, bis Maßnahmen verwirklicht sind, sollte eine Wirkungskontrolle frühestens nach einem Jahr erfolgen.

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

## 15 MAßNAHMENKATALOG UND EMPFEHLUNGEN

Die Erarbeitung des energetischen Quartierskonzeptes hat sowohl für den Bereich der individuellen Gebäudesanierung wie auch für die zentrale klimaschutzfreundliche Wärmeversorgung Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt. Dies sollen nachfolgend kurz zusammenfassend skizziert und mit Prioritäten versehen werden

Tabelle 15-1: Maßnahmenkatalog mit Priorisierung

| MAßNAHMEN   | PRIORITÄT, ABLAUF, AKTEURE  |
|---|---|
| Beantragung und Einrichtung des Sanierungsmanagements als Koordinationsstelle der Maßnahmenumsetzung  | hoch  |
| Weiterführung der Befragung und Konkretisierung des Interesses an einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung; Vorverträge zum Anschluss an das Wärmenetz, sofern ein Anschluss in den benannten Anschlusszeiträumen zu den benannten indikativen Wärmepreisen möglich ist („Letters of Intent“)   | hoch, kurzfristig, Sanierungsmanager / Betreiber  |
| Identifikation des sich anbietenden Versorgungsbereichs für ein Wärmenetz   | hoch, kurzfristig, Sanierungsmanager  |
| Identifikation der möglichen Betreiber leitungsgebundener Wärmeversorgungen, Klärung indikativer Wärmepreise, Klärung möglicher Anschlusszeiträume.   | hoch, kurzfristig, Gemeinden / Sanierungsmanager  |
| Realisierung eines Wärmenetzes  | hoch, mittel- bis langfristig nach zuvor beschriebener Maßnahme, Betreiber  |
| Prüfung dezentraler Versorgungsoptionen für Liegenschaften, für die b. a. W. keine leitungsgebundene Wärmeversorgung in Frage kommt; ggf. Prüfung dezentraler Inselnetze (z. B. Mitversorgung benachbarter Wohngebäude durch die Versorgungsanlage eines gewerblichen Betreibers mit größerem Wärmebedarf oder Inselnetze mehrerer EFH) | niedrig, mittel- bis langfristig nach Klärung leitungsgebundener Optionen und im Zuge der Sanierungsberatungen (siehe nachfolgend beschriebene Maßnahme), Sanierungsmanager |
| Installation einer Photovoltaik-Anlage auf für Solarthermie nicht benötigten Dachflächen der Schule   | hoch, kurzfristig nach Klärung des Solarthermie-Flächenbedarfs  |
| Fortführung der Information, Beratung und ggf. individuellen Begleitung von Gebäudesanierungsmaßnahmen bei den Hauseigentümern bzw. öffentlichen Liegenschaften   | mittel, mittelfristig, Sanierungsmanager  |

## 16 SANIERUNGSMANAGEMENT

Das Sanierungsmanagement dient der Umsetzung des Quartierskonzeptes. Es beinhaltet u. a. die Koordination bzw. Umsetzung der in Tabelle 15-1 genannten Maßnahmen und die laufende Datenerfassung zu den in Tabelle 14-1 genannten Indikatoren.

Dabei sollte einerseits ein „Kümmerer“ vor Ort verfügbar sein, der als neutrale Vertrauensperson mit angemessener Verfügbarkeit fungiert. Dies kann eine unabhängige Person oder auch ein Mitarbeiter der Gemeinde bzw. des Amtes sein. Eine Kombination aus unabhängigem Know-how-Träger und einer Vertrauensinstanz aus der Region/Gemeinde kann hier ein optimaler Mittelweg sein. Zusätzlich zu kommunikativen Kompetenzen muss eine Kombination aus technischem, betriebswirtschaftlichem, ggf. steuerlichem und ggf. rechtlichem Know-how vorhanden sein. Gerade wenn eine Einzelperson als Sanierungsmanager beschäftigt wird, kann kaum erwartet werden, dass alle diese Kompetenzbereiche im notwendigen Umfang vorhanden sind. Von daher sollte für das Sanierungsmanagement auch eine entsprechende (ggf. ergänzende) Beauftragung externer Dritter in Erwägung gezogen werden. Die Einbindung eigenen Personals durch die Gemeinde bzw. des Amtes kann außerdem dem finanziellen Eigenanteil als Personalkosten entgegengestellt werden und somit die finanzielle Belastung der Kommune verringern.

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 16-1.

Tabelle 16-1: Aufgaben des Sanierungsmanagements

| AUFGABEN DES SANIERUNGSMANAGEMENTS  | PRIORITÄT |
|---|-----------|
| Planung des Umsetzungsprozesses und die Initiierung einzelner Prozessschritte   | hoch      |
| Einwerbung einer möglichst hohen Anschlussquote an die Fernwärme  | hoch      |
| Identifikation möglicher Anbieter einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung bzw. Initiierung von Kooperationsgesprächen verschiedener Anbieter | hoch      |
| Fördermitteleinwerbung: Identifikation geeigneter Förderkulissen und Unterstützung beim Beantragungsprozess                                   | hoch      |
| Unterstützung bei der Realisierung einer Photovoltaikanlage auf den Dachflächen der Schule  | hoch      |
| Öffentliche Anlaufstelle für die energetische Beratung und das Quartier allgemein   | mittel    |
| Organisation und Durchführung der Öffentlichkeitsarbeit und Schulungen zur Information von Immobilieneigentümern und -nutzern                 | mittel    |
| Koordination und Controlling von Sanierungsmaßnahmen aller Akteure  | mittel    |
| Betreuung der notwendigen Vertragswerke   | mittel    |
| Durchführung einer Haus-zu-Haus-Beratung für Immobilieneigentümer   | mittel    |
| Durchführung Controlling  | niedrig   |
| Organisation von Sammelbestellungen für Sanierungsmaßnahmen   | niedrig   |

Eine hervorzuhebende Aktivität des Sanierungsmanagements ist die Initiierung einer Gebäudesanierungskampagne. Durch diese werden Potenziale optimal ausgeschöpft und Aktivitäten und Kompetenzen gebündelt und damit die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen optimiert.

## 17 LITERATURVERZEICHNIS

- Amt Jevenstedt. (16. Februar 1977). *Amt Jevenstedt Flächennutzungsplan Erläuterungsbericht*.  
Von [https://www.amt-jevenstedt.de/fileadmin/download/Jevenstedt/F-Plan\\_der\\_Gemeinde\\_Jevenstedt/Erlaeuterungsbericht\\_F-Plan.pdf](https://www.amt-jevenstedt.de/fileadmin/download/Jevenstedt/F-Plan_der_Gemeinde_Jevenstedt/Erlaeuterungsbericht_F-Plan.pdf) abgerufen
- Amt Jevenstedt. (2021). *Amt Jevenstedt / Pläne / Flächennutzungsplan Gemeinde Jevenstedt*.  
Von [https://www.amt-jevenstedt.de/fileadmin/download/Jevenstedt/F-Plan\\_der\\_Gemeinde\\_Jevenstedt/58086\\_FNP\\_Jevenstedt\\_Urschrift\\_Teilbereich\\_Plananschnitt.pdf](https://www.amt-jevenstedt.de/fileadmin/download/Jevenstedt/F-Plan_der_Gemeinde_Jevenstedt/58086_FNP_Jevenstedt_Urschrift_Teilbereich_Plananschnitt.pdf) abgerufen
- Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (2012). *Gebäudetypologie Schleswig-Holstein*.  
(D. Walberg, Hrsg.) Kiel.
- BAFA. (2021). *Bundesförderung für effiziente Gebäude*. Abgerufen am 9. März 2021 von [https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente\\_Gebaeude/Sanierung\\_Wohngebaeude/sanierung\\_wohngebaeude\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Wohngebaeude/sanierung_wohngebaeude_node.html)
- BAFA. (o. J.). *Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle*. Abgerufen am 21. April 2021 von [https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente\\_Gebaeude/Sanierung\\_Wohngebaeude/Gebaeudehuelle/gebaeudehuelle\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Wohngebaeude/Gebaeudehuelle/gebaeudehuelle_node.html)
- BMWE. (August 2018). *Energiedaten: Gesamtausgabe*. Abgerufen am 13. März 2019 von [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energiedaten/energiedaten-gesamt-pdf-grafiken.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=38](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energiedaten/energiedaten-gesamt-pdf-grafiken.pdf?__blob=publicationFile&v=38)
- BMWi. (Juni 2014). *Entwicklung der Energiemärkte - Energiereferenzprognose*. Abgerufen am 16. März 2021 von [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/entwicklung-der-energiemaerkte-energiereferenzprognose-enderbericht.pdf%3F\\_\\_blob%3DpublicationFile%26v%3D7](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/entwicklung-der-energiemaerkte-energiereferenzprognose-enderbericht.pdf%3F__blob%3DpublicationFile%26v%3D7)
- BMWi. (14. Dezember 2020). *Start der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)*. Abgerufen am 19. März 2021 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2020/12/20201214-bundesfoerderung-effiziente-gebaeude-und-neue-foerderrichtlinie-energieberatung-fuer-nichtwohngebaeude-anlagen-und-systeme.html>
- BMWi. (2021). *BMWi, Publikationen, Energiewende: "Langfristige Renovierungsstrategie der Bundesregierung"*. Von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/langfristige-renovierungsstrategie-der-bundesregierung.html> abgerufen
- Bundesfinanzministerium. (15. Dezember 2000). *AfA-Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter*. Abgerufen am 9. März 2021 von [https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/W\\_eitere\\_Steuertemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/Ergaenzende-AfA-Tabellen/AfA-Tabelle\\_AV.html](https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/W_eitere_Steuertemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/Ergaenzende-AfA-Tabellen/AfA-Tabelle_AV.html)
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. (2021). *Förderaufruf Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte*. Abgerufen am 25. März 2021 von <https://www.klimaschutz.de/modellprojekte>

- Bundesregierung. (19. Dezember 2019). *CO2-Bepreisung*. Abgerufen am 19. März 2021 von <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/co2-bepreisung-1673008>
- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (22. April 2015). *Primärenergiefaktoren*. Abgerufen am 17. März 2021 von [https://www.bdew.de/media/documents/20150422\\_Grundlagenpapier-Primaerenergiefaktoren.pdf](https://www.bdew.de/media/documents/20150422_Grundlagenpapier-Primaerenergiefaktoren.pdf)
- C.A.R.M.E.N. (2021). *Marktpreisvergleich*. Abgerufen am 25. März 2021 von <https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktpreise-energieholz/marktpreisvergleich/>
- dena. (2016). *dena-Gebäudereport 2016 - Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand*. Berlin.
- dena. (April 2018). *dena-Gebäudereport kompakt 2018*. Von [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9254\\_Gebaeudereport\\_dena\\_kompakt\\_2018.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9254_Gebaeudereport_dena_kompakt_2018.pdf) abgerufen
- dena. (o. J.). *Europäische Gebäuderichtlinie (EPDB)*. Abgerufen am 19. März 2020 von <https://www.zukunft-haus.info/studien-gesetze/gesetze/epdb/>
- dena. (o. J.). *Individueller Sanierungsfahrplan für Wohngebäude*. Abgerufen am 21. April 2021 von <https://www.dena.de/themen-projekte/projekte/gebäude/individueller-sanierungsfahrplan-fuer-wohngebäude/>
- Digitaler Atlas Nord. (2021). Von <https://danord.gdi-sh.de> abgerufen
- Evangelisch-Lutherische Kirche in Norddeutschland. (o. J.). *Klimaschutz in der Kirche*. Abgerufen am 24. März 2021 von <https://www.nordkirche.de/beratung-und-angebote/klimaschutz-in-der-kirche>
- Evangelisch-Lutherischer Kirchenkreis Rendsburg-Eckernförde. (2021). *Einladende Kirchen im Kirchenkreis Rendsburg-Eckernförde*. Von [https://www.kkre.de/fileadmin/download/Allgemein/Einladende\\_Kirchen\\_finalfinal.pdf](https://www.kkre.de/fileadmin/download/Allgemein/Einladende_Kirchen_finalfinal.pdf) abgerufen
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (o. J.). *Faustzahlen Biogas*. Abgerufen am 24. März 2021 von <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen>
- GEG\_2020. (2021). *Gesetze im Internet, Gebäudeenergiegesetz*. Von <http://www.gesetze-im-internet.de/geg/> abgerufen
- Gemeindeverzeichnis, H. (1972). *Die Bevölkerung der Gemeinden in Schleswig-Holstein 1867 - 1970*. Kiel.
- Heimatverein-Jevenstedt. (12. März 2021). *Schmiedemuseum*. Von [https://www.heimatverein-jevenstedt.de/wordpress/?page\\_id=22](https://www.heimatverein-jevenstedt.de/wordpress/?page_id=22) abgerufen
- Hofmann, A. (2008). *Latentspeicher für trassenlose Wärmeerzeugung*. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Abgerufen am 24. März 2021 von [https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/edz\\_pdf/0823\\_latentwaermespeicher\\_811246.pdf](https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/edz_pdf/0823_latentwaermespeicher_811246.pdf)

- IB.SH. (o. J.). *Landesprogramm Wirtschaft - Nachhaltige Wärmeversorgungssysteme*. Abgerufen am 25. März 2021 von <https://www.ib-sh.de/produkt/landesprogramm-wirtschaft-nachhaltige-waermeversorgungssysteme/>
- Institut für Energie- und Umweltforschung. (November 2019). *Bilanzierungs-Systematik Kommunal*. Abgerufen am 13. März 2021 von [https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/BISKO\\_Methodenpapier\\_kurz\\_ifeu\\_Nov19.pdf](https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/BISKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf)
- KfW. (Dezember 2015). *Merkblatt Energetische Stadtsanierung - Zuschuss*. Abgerufen am 22. Februar 2019 von [https://www.kfw.de/Download-Center/Förderprogramme-\(Inlandsförderung\)/PDF-Dokumente/6000002110-M-Energetische-Stadtsanierung-432.pdf](https://www.kfw.de/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000002110-M-Energetische-Stadtsanierung-432.pdf)
- KfW. (9. März 2021). *Erneuerbare Energien - Premium*. Von [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Finanzierungsangebote/Erneuerbare-Energien-Premium-\(271-281\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Finanzierungsangebote/Erneuerbare-Energien-Premium-(271-281)/) abgerufen
- KfW. (o. J.). *Die neue Bundesförderung für effiziente Gebäude ersetzt die bisherige Förderung*. Abgerufen am 24. März 2021 von <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-f-effiziente-Gebaeude/>
- Land Schleswig-Holstein. (11. Dezember 2017). *Förderrichtlinie Energetische Stadtsanierung, KfW 432*. Abgerufen am 22. Februar 2019 von Amtsblatt für Schleswig-Holstein: [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/E/energieKlimaschutz\\_kt/Downloads/foerderRiLi.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/E/energieKlimaschutz_kt/Downloads/foerderRiLi.pdf?__blob=publicationFile&v=2)
- Landesamt für Denkmalpflege. (2. 3 2021). *Denkmalliste Rendsburg-Eckernförde*. Abgerufen am 6. April 2020 von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/LD/Downloads/Denkmallisten/Denkmalliste\\_Rendsburg-Eckernfoerde.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=12](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/LD/Downloads/Denkmallisten/Denkmalliste_Rendsburg-Eckernfoerde.pdf?__blob=publicationFile&v=12)
- Pfnür, A., Winiewska, B., Mailach, B., & Oschatz, B. (2016). *Dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung im deutschen Wärmemarkt*. Dresden.
- QGIS. (o. J.). *QGIS: Ein freies Open-Source-Geographisches-Informationssystem*. Abgerufen am 25. Februar 2020 von <https://www.qgis.org/de/site/>
- Raum & Energie, O.-2. (11 2020). *amt-jevenstedt.de*. Von <https://www.amt-jevenstedt.de/gemeinden/jevenstedt/ortskernentwicklungskonzept/> abgerufen
- Sigmund, B. (23. Juni 2014). *Vom Einzelgebäude zum Quartier – Symposium zu Energie-Plus-Konzepten*. Abgerufen am 19. März 2020 von <https://www.detail.de/artikel/vom-einzelgebaeude-zum-quartier-symposium-zu-energie-plus-konzepten-12155/>
- Statistikamt Nord. (2019). *Bevölkerung der Gemeinden in Schleswig-Holstein 4. Quartal 2019*.
- Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. (28. August 2019). *Naturraum- und Gemeindeergebnisse in Schleswig-Holstein 2016, Statistischer Bericht C IV - ASE 2016 SH, Teil 8 Naturräume und Gemeinden*. Abgerufen am 19. März 2020 von <https://www.statistik->

- nord.de/fileadmin/Dokumente/Statistische\_Berichte/landwirtschaft/C\_IV\_Teil\_8\_S\_Raum/C\_IV\_ASE2016\_Teil\_8\_SH.pdf
- Traber, T., & Fell, H.-J. (September 2019). *Erdgas leistet keinen Beitrag zum Klimaschutz*. Energy Watch Group. Abgerufen am 24. März 2021 von [http://energywatchgroup.org/wp-content/uploads/EWG\\_Erdgasstudie\\_2019.pdf](http://energywatchgroup.org/wp-content/uploads/EWG_Erdgasstudie_2019.pdf)
- UBA. (August 2013). *Ratgeber: Das Energie-Sparschwein*. Abgerufen am 13. März 2019 von <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ratgeber-energie-sparschwein>
- UBA. (11. Februar 2019). *Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten*. Abgerufen am 16. März 2021 von [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-02-11\\_methodenkonvention-3-0\\_kostensaetze\\_korr.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-02-11_methodenkonvention-3-0_kostensaetze_korr.pdf)
- Verbraucherzentrale SH, S. B. (2021). *Kinderleicht Energie sparen, Hrsg.: Verbraucherzentrale Bundesverband e.V., Berlin*.
- watt\_2.0. (2018). *Wärmewende in Schleswig-Holstein umsetzen - Hemmnisse abbauen; Positionspapier zur "Realisierung und Finanzierung von Wärmenetzen" für das MELUND*.
- Wikipedia. (16. April 2013). *Datei:Jevenstedt Kate.JPG*. Abgerufen am 15. Februar 2021 von [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Jevenstedt\\_Kate.JPG](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Jevenstedt_Kate.JPG)
- Wikipedia. (20. Dezember 2020). *Jevenstedt*. Abgerufen am 3. März 2021 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Jevenstedt>