

## Quartierskonzept Gemeinde Olderup

### Abschlussbericht zur Erstellung eines integrierten Quartierskonzeptes

Olderup

Im Auftrag von: **Gemeinde Olderup**

Ansprechpartner\_in: Thomas Carstensen, Bürgermeister der Gemeinde Olderup

Auftragnehmer\_in: EcoWert 360° GmbH  
Lise-Meitner-Straße 29, 24941 Flensburg

Bearbeitung: B. Eng. LiMan Keller, B. Eng. Gotje Rathmann,  
Dipl.-Ing. Lukas Schmeling, M. Eng. Matthias Winschu,  
B. Eng. Jonas Borchert

PLAN-G  
An de Diek 6d, 24855 Bollingstedt

Bearbeitung: Dipl. Ing. Ralf Schobries

Stand: 14.06.2024

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

Gefördert durch:



Aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Haftungsausschluss: Bei diesem Bericht wurden die aktuellen Informationen und der aktuelle Stand der Technik für die beschriebenen Bereiche zugrunde gelegt. Dennoch kann keine Haftung für unter Umständen enthaltene Fehler oder Abweichungen übernommen werden.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>5</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>6</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>KfW Checkliste Energetische Stadtsanierung</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Zusammenfassung</b> .....	<b>10</b>
<b>2 Einführung</b> .....	<b>11</b>
2.1 Das Quartier Ortskern Olderup .....	11
2.2 Vorhandene Stadtentwicklungs- und wohnwirtschaftliche Konzepte.....	13
2.2.1 Landschaftsplan.....	13
2.2.2 Flächennutzungsplan.....	14
2.2.3 Bebauungspläne .....	15
2.2.4 Integrierte Entwicklungsstrategie .....	15
2.2.5 Ortsentwicklungskonzept.....	16
2.3 Methodik und Vorgehensweise .....	18
2.4 Öffentlichkeitsarbeit und Beteiligungsprozess.....	19
<b>3 Energetische Ausgangssituation im Quartier</b> .....	<b>21</b>
3.1 Datenquellen und Datengüte .....	21
3.2 Bestandsaufnahme: Gebäude und Heizungsbestand .....	23
3.2.1 Wohngebäude .....	24
3.2.2 Nicht-Wohngebäude und öffentliche Liegenschaften .....	24
3.2.3 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD-Sektor) .....	24
3.3 Bestandsaufnahme: Endenergieverbrauch .....	25
3.3.1 Quartierslastprofile Wärme .....	25
3.3.2 Quartierslastprofil Strom.....	26
3.3.3 Mobilität.....	26
3.4 Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz.....	27
3.4.1 Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz Wärme.....	27
3.4.2 Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz Strom.....	30
<b>4 Energie- und CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale</b> .....	<b>31</b>
4.1 Potenziale für erneuerbare elektrische Energien.....	31
4.1.1 Wind .....	31
4.1.2 Photovoltaik .....	33
4.1.3 Biogas .....	37
4.2 Potenziale für erneuerbare thermische Energie .....	38
4.2.1 Luft-Wärmepumpe .....	38

4.2.2	Geothermie .....	39
4.2.3	Grundwasser-Wärmepumpe.....	41
4.2.4	Abwärme-Wärmepumpe.....	41
4.2.5	Biomethan Blockheizkraftwerk .....	41
4.2.6	Biomasse.....	41
4.2.7	Solarthermie .....	42
4.2.8	Photovoltaisch-Thermische Kollektoren .....	42
4.3	Minderungspotenziale durch Gebäudesanierung.....	43
4.3.1	Fördermöglichkeiten im BEG.....	44
4.3.2	Mustersanierungen .....	46
4.4	Dezentrale Wärmeversorgungslösungen.....	50
4.4.1	Vollkostenvergleich .....	51
4.5	Minderungspotenziale durch zentrale Wärmeversorgung .....	54
4.5.1	Wärmenetz.....	54
4.5.2	Erzeugungskonzepte .....	55
4.5.3	Konversionsfläche .....	58
4.5.4	Fördermöglichkeiten .....	59
4.5.5	Wirtschaftlichkeitsberechnung .....	61
4.5.6	Sensitivitätsanalyse .....	65
4.5.7	Klimaverträglichkeit.....	66
4.5.8	Zeitplan und Umsetzung.....	68
4.5.9	Mögliche Betreibermodelle.....	69
4.6	Mobilität .....	70
4.6.1	Individueller Personenkraftverkehr .....	70
4.6.2	Auswertung der Umfrage .....	72
4.6.3	Carsharing.....	73
4.6.4	Unterstützung des Radverkehrs .....	74
4.6.5	Errichten öffentlicher Ladestationen .....	75
4.6.6	Öffentlicher Personennahverkehr.....	75
<b>5</b>	<b>Maßnahmenkatalog .....</b>	<b>76</b>
<b>6</b>	<b>Umsetzungshemmnisse .....</b>	<b>78</b>
6.1	Energetische Sanierung.....	78
6.2	Wärmenetz.....	79
6.3	Strom.....	80
6.4	Mobilität .....	81
6.5	Allgemeine Hemmnisse.....	81

<b>7</b>	<b>Umsetzung.....</b>	<b>82</b>
7.1	Öffentlichkeitsarbeit.....	82
7.1.1	Aufklärung und Unterstützung der Bewohner_innen.....	82
7.1.2	Unterstützung der Energieversorger.....	83
7.1.3	Bausteine der Öffentlichkeitsarbeit .....	84
7.2	Controlling-Konzept.....	85
7.2.1	Gebäudesanierung & Heizungsaustausch .....	85
7.2.2	Wärmenetz.....	85
7.2.3	Strom .....	86
7.2.4	Mobilität.....	86
7.3	Sanierungsmanagement.....	86
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>88</b>

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1:	Das Quartier Ortskern Olderup im Gemeindegebiet Olderup .....	11
Abbildung 2-2:	Darstellung der Gebiete Kohstieg, Buschen/Dreihöh und Südermoor gemäß der Abgrenzung des Planungsraumes (GNF, 2006) .....	13
Abbildung 2-3:	Planungsgrenzen für das Mischgebiet (Jappsen - Todt - Bahnsen Part mbB, UAG-Umweltplanung und -audit GmbH, 2023) .....	14
Abbildung 2-4:	Innenentwicklungspotenziale der Gemeinde Olderup (GLC , 2023) .....	16
Abbildung 2-5:	Schwerpunktsetzung in der Entwicklung Olderups nach Wünschen der Anwohner_innen aus Haushaltsbefragung (GLC , 2023).....	17
Abbildung 2-6:	Auswertung der Ergebnisse aus der Haushaltsbefragung (GLC , 2023) .....	17
Abbildung 2-7:	Prozess technoökonomische Quartiersanalyse zur emissionsfreien Versorgung, 18	
Abbildung 2-8:	Workshop vom 23.04.24 - Station "Fördermöglichkeiten" .....	19
Abbildung 2-9:	Workshop vom 23.04.24 - Abschlussrunde.....	20
Abbildung 3-1:	Heizungsbestand Quartier Olderup.....	24
Abbildung 3-2:	Wärmelastgang Quartier Olderup (Verbrauch).....	25
Abbildung 3-3:	Stromlastgang Olderup.....	26
Abbildung 3-4:	Wärmeatlas Quartier Ortskern Olderup.....	28
Abbildung 3-5:	Wärmebilanz Quartier Olderup.....	28
Abbildung 3-6:	Strombilanz Quartier Olderup .....	30
Abbildung 4-1:	Windpotenzialfläche und -vorranggebiet Arlewatt, Horstedt, Olderup, Schwesing (Datenblätter Potenzialflächen Nordfriesland) .....	32
Abbildung 4-2:	Windpotenzialfläche und -vorranggebiet Olderup (Datenblätter Potenzialflächen Nordfriesland).....	32
Abbildung 4-3:	Standort potenziell für die Versorgung einer Wärmezentrale in Frage kommender WKA (DA Nord, 2024) .....	33
Abbildung 4-4:	Vergütung nach dem EEG für Freiflächenanlagen, eigene Darstellung nach.....	34
Abbildung 4-5:	Spezifische Kosten von PV-Freiflächenanlagen in Abhängigkeit von der Anlagengröße .....	35
Abbildung 4-6:	Tägliche Stromproduktion durch PV im Gemeindegebiet.....	36
Abbildung 4-7:	Darstellung der Leistungszahl einer Großwärmepumpe bei verschiedenen Vorlauftemperaturen über der Quellentemperatur .....	38
Abbildung 4-8:	Verbreitung potenziell nutzbarer Gesteinsschichten (DA Nord, 2024).....	40
Abbildung 4-9:	Förderübersicht Heizungstausch und Einzelmaßnahmen.....	45
Abbildung 4-10:	Referenzgebäude 1.....	46
Abbildung 4-11:	Referenzgebäude 2.....	48
Abbildung 4-12:	Vollkostenvergleich individueller Heizungssysteme .....	52
Abbildung 4-13:	Dimensionierung eines Wärmenetzes im Quartier Olderup .....	54
Abbildung 4-14:	Konzeptskizze des ersten Erzeugungsszenarios.....	56
Abbildung 4-15:	Konzeptskizze des zweiten Erzeugungsszenarios.....	57
Abbildung 4-16:	Entfernung Konversionsfläche Quartier.....	58
Abbildung 4-17:	Wärmegestehungskosten der Versorgungsszenarien bei einer Anschlussquote von 70 %.....	64
Abbildung 4-18:	Zeitplan Wärmenetz .....	68
Abbildung 4-19:	Entwicklung der PKW-CO <sub>2</sub> -Emissionen bis zum Jahr 2050 .....	71
Abbildung 4-20:	Anzahl der Fahrzeuge pro Haushalt .....	72

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1-1:	Ableich der Berichtsinhalte mit den Anforderungen der KfW .....	9
Tabelle 2-1:	Öffentlichkeitsveranstaltungen – Termine.....	20
Tabelle 3-1:	Die Datengüte und ihre Gewichtungsfaktoren .....	21
Tabelle 3-2:	Datengüte des Endergebnisses für kommunale Energiebilanzen nach ifeu- Empfehlung (ifeu, 2014).....	21
Tabelle 3-3:	Datengüte des erfassten Endenergieverbrauchs, eigene Darstellung nach (ifeu, 2014).....	22
Tabelle 3-4:	Gebäudebestand im Quartier Olderup nach Baualtersklassen.....	23
Tabelle 3-5:	Gebäudebestand im Kreis Nordfriesland nach Gebäudetypologie-SH .....	23
Tabelle 3-6:	Heizungsbestand Quartier Olderup.....	23
Tabelle 3-7:	Spezifischer Wärmedarf - Vergleich GIS-Daten Auswertung vs. Deutscher Mittelwert (BMW, 2021).....	24
Tabelle 3-8:	Wärmebedarf nach Liegenschaften .....	25
Tabelle 3-9:	Personenkraftwagen der Gemeinde Olderup nach Brennstofftyp .....	26
Tabelle 3-10:	Gesamtendenergie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz .....	27
Tabelle 3-11:	Verwendete CO <sub>2</sub> -Emissions- und Primärenergiefaktoren (Vorgabe KfW, Anlage 4 und 9 des GEG) .....	27
Tabelle 3-12:	Energiebilanz der Wärmeversorgung nach Verbrauchssektoren.....	28
Tabelle 3-13:	Endenergie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz der Wärmeversorgung nach Energieträger .....	29
Tabelle 3-14:	Endenergiebilanz der Stromversorgung.....	30
Tabelle 3-15:	Regenerative Erzeugungsleistung auf dem Gemeindegebiet von Olderup .....	30
Tabelle 4-1:	Vergütungssätze für PV-Dachanlagen in ct/kWh .....	34
Tabelle 4-2:	PV-Auslegungsvarianten für verschiedene Dachausrichtungen .....	37
Tabelle 4-3:	Sensitivitätsanalyse Sanierungsrate .....	43
Tabelle 4-4:	Zusammenfassung der Mustersanierungen Baualtersklasse ≤ 1950 .....	47
Tabelle 4-5:	Zusammenfassung der Mustersanierungen Baualtersklasse 1970 – 1990 .....	49
Tabelle 4-6:	Annahmen zum Vollkostenvergleich individueller Heizungssysteme .....	53
Tabelle 4-7:	Vergleich der CO <sub>2</sub> -Emissionen der individuellen Lösungen .....	53
Tabelle 4-8:	Liniendichte in Abhängigkeit der Anschlussquote .....	55
Tabelle 4-9:	Übersicht über zentrale Annahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnung .....	61
Tabelle 4-10:	Investitionskosten des Wärmenetzes .....	61
Tabelle 4-11:	Dimensionierung und Investitionskosten der Wärmeerzeugung – Sz.1 .....	62
Tabelle 4-12:	Jährlicher Energiebezug bei 100 % Anschlussquote – Sz.1 .....	62
Tabelle 4-13:	Betriebskostenförderung der Wärmepumpe bei 100 % Anschlussquote – Sz.1 .....	63
Tabelle 4-14:	Dimensionierung und Investitionskosten der Wärmeerzeugung – Sz.2 .....	63
Tabelle 4-15:	Jährlicher Energiebezug bei 100 % Anschlussquote – Sz.2 .....	63
Tabelle 4-16:	Betriebskostenförderung und Erlöse bei 100 % Anschlussquote – Sz.2 .....	63
Tabelle 4-17:	Jährliche Verbrauchskosten der Konzepte bei 100 % Anschlussquote .....	64
Tabelle 4-19:	CO <sub>2</sub> -Emission für die erzeugte Wärme .....	66
Tabelle 4-20:	Anteil erneuerbarer Energie im Wärmenetz (gerundete Werte).....	67
Tabelle 4-21:	Berechnung des Primärenergiefaktors.....	67
Tabelle 4-22:	Anzahl PKW nach Kraftstofftyp .....	70
Tabelle 4-23:	Interesse an Elektrofahrzeugen.....	72
Tabelle 4-24:	Vergleich der CO <sub>2</sub> -Emissionen verschiedener Verkehrsmittel (UBA, 2021).....	75
Tabelle 5-1:	Maßnahmenkatalog .....	76

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

°C	Grad Celsius
a	Jahr
<b>Abs.</b>	Absatz
<b>ADFC</b>	Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club
<b>BAFA</b>	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
<b>BDEW</b>	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
<b>BEG</b>	Bundeförderung für effiziente Gebäude
<b>BEW</b>	Bundeförderung für effiziente Wärmenetze
<b>BGA</b>	Biogasanlage
<b>BGW</b>	Bundesverbands der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft
<b>BHKW</b>	Blockheizkraftwerk
<b>BMDV</b>	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
<b>BMWi</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
<b>bzw.</b>	beziehungsweise
<b>C.A.R.M.E.N</b>	Centrale Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk
ca.	circa
<b>CH<sub>4</sub></b>	Methan
cm	Centimeter
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlenstoffdioxid
<b>COP</b>	Coefficient of Performance
<b>Ct</b>	Cent
<b>DN</b>	Diamètre Nominal (Nenndurchmesser)
<b>E</b>	Elektro
<b>e.V.</b>	Eingetragener Verein
<b>EE</b>	Enerneuerbare Energien
<b>EEG</b>	Erneuerbare-Energien-Gesetzes
<b>EFH</b>	Einfamilienhaus
el.	elektrisch
<b>EM</b>	Einzelmaßnahme
<b>Eng.</b>	Engineering
<b>F&amp;E</b>	Forschung und Entwicklung
<b>ff</b>	fortfolgend
<b>g</b>	Gramm
<b>GEG</b>	Gebäudeenergiegesetz
<b>GHD</b>	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
<b>GIS</b>	Geoinformationssystem
<b>GKO</b>	Gebietskörperschaften, Kreditinstitute und Versicherungen
<b>GWh</b>	Gigawattstunden
<b>h</b>	Stunde
<b>ha</b>	Hektar
<b>i.d.R.</b>	in der Regel
<b>ifeu</b>	Institutes für Energie- und Umweltforschung
<b>iSFP</b>	individueller Sanierungsfahrplan
<b>K</b>	Kelvin
<b>KBA</b>	Kraftfahrt-Bundesamt

<b>KfW</b>	Kreditanstalt für Wiederaufbau
<b>kg</b>	Kilogramm
<b>km</b>	Kilometer
<b>kW</b>	Kilowatt
<b>kWh</b>	Kilowattstunde
<b>KWK</b>	Kraft-Wärme-Kopplung
<b>KWKG</b>	Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
<b>kWp</b>	Kilowatt peak
<b>kWth</b>	Kilowatt thermisch
<b>L</b>	Liter
<b>LBEG</b>	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
<b>LEP</b>	Landesentwicklungsplan
<b>LLUR</b>	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
<b>m</b>	Meter
<b>m<sup>2</sup></b>	Quadratmeter
<b>m<sup>3</sup></b>	Kubikmeter
<b>max.</b>	maximal
<b>min.</b>	minimal
<b>Mio.</b>	Millionen
<b>MSR</b>	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
<b>MW</b>	Megawatt
<b>MWh</b>	Megawattstunden
<b>MWp</b>	Megawatt peak
<b>MWth</b>	Megawatt thermisch
<b>N<sub>2</sub>O</b>	Distickstoffmonoxid (Lachgas)
<b>Nr.</b>	Nummer
<b>ÖPNV</b>	Öffentlicher Personennahverkehr
<b>Pers.</b>	Personen
<b>Pkm</b>	Personenkilometer
<b>PKW</b>	Personenkraftwagen
<b>PV</b>	Photovoltaik
<b>PVT</b>	Photovoltaisch-thermisch
<b>SH</b>	Schleswig-Holstein
<b>Str.</b>	Straße
<b>t</b>	Tonne
<b>VDEW</b>	Verband der Elektrizitätswirtschaft
<b>VDI</b>	Verein Deutscher Ingenieure
<b>W</b>	Watt
<b>WG</b>	Wohngebäude
<b>WKA</b>	Windkraftanlage
<b>WNS</b>	Wärmenetzsysteme
<b>z.B.</b>	zum Beispiel

## KFW CHECKLISTE ENERGETISCHE STADTSANIERUNG

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

Zu berücksichtigende Aspekte	Kapitel
Betrachtung der für das Quartier maßgeblichen Energieverbrauchssektoren (insbes. komm. Einrichtungen, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie, private Haushalte) (Ausgangsanalyse).	3 und 4
Beachtung von Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepten, integrierten Stadtteilentwicklungskonzepten oder wohnwirtschaftlichen Konzepten bzw. von integrierten Konzepten auf Quartiersebene	2.2
Beachtung der baukulturellen Zielstellungen unter besonderer Berücksichtigung von Denkmälern, erhaltenswerter Bausubstanz und Stadtbildqualität	2.1
Aussagen zu Energieeffizienzpotenzialen und deren Realisierung im Bereich der quartiersbezogenen Mobilität	3.3.3, 4.6 und 5
Identifikation von alternativen, effizienten und gegebenenfalls erneuerbaren lokalen oder regionalen Energieversorgungsoptionen und deren Energieeinspar- und Klimaschutzpotenziale für das Quartier	4
Bestandsaufnahme von Grünflächen, Retentionsflächen, Beachtung von naturschutzfachlichen Zielstellungen und der vorhandenen natürlichen Kühlungsfunktion der Böden	2 und 4
Gesamtenergiebilanz des Quartiers (Vergleich Ausgangspunkt und Zielaussage)	3
Bezugnahme auf Klimaschutzziele der Bundesregierung und energetische Zielsetzungen auf kommunaler Ebene	1, 2.1 und 4.5.7
konkreter Maßnahmenkatalog unter Berücksichtigung quartiersbezogener Wechselwirkungen	5
Analyse möglicher Umsetzungshemmnisse und deren Überwindungsmöglichkeiten	6
Aussagen zu Kosten, Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Investitionsmaßnahmen	4
Einbeziehung betroffener Akteure bzw. Öffentlichkeit in die Aktionspläne/Handlungskonzepte	2.4 und 7.1
Maßnahmen zur organisatorischen Umsetzung des Sanierungskonzepts (Zeitplan, Prioritätensetzung, Mobilisierung der Akteure und Verantwortlichkeiten)	7
Maßnahmen der Erfolgskontrolle und zum Monitoring	7.2

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Ausgangssituation für die Umstellung auf eine regenerative Energieversorgung des Quartiers Olderup ist vielversprechend. Bei Öffentlichkeitsveranstaltungen hat eine hohe Beteiligung der Anwohner\_innen gezeigt, dass das Interesse der Bürger\_innen an einer nachhaltigen Energieversorgung der Gemeinde vorhanden ist und auf Anklang stößt. Insgesamt wurde ein Wärmebedarf von ca. 3,3 GWh pro Jahr und ein Strombedarf von ca. 0,5 GWh pro Jahr erfasst.

Die Ertüchtigung der Gebäudehüllen der Wohngebäude im Quartier sorgt bei einer moderaten Sanierungsrate von 2 % pro Jahr bis 2050 zu einer Reduzierung von bis zu 41 % des Endenergiebedarfs für die Wärmeversorgung. Die in der Studie aufgezeigten Mustersanierungen machen nicht nur den ökologischen, sondern auch den wirtschaftlichen Vorteil der Sanierung der Gebäudehüllen deutlich. Investitionen in die energetische Sanierung der Gebäudehülle mit wenigen Jahren statischer Amortisationszeiten haben wirtschaftlich und ökologisch gute Aussichten. Um die angestrebte Sanierungsrate von 2 % pro Jahr zu erreichen, müssen die Bürger\_innen angeleitet und begleitet werden.

Über die Sanierung des Gebäudebestands als Energieeffizienzmaßnahme können die Emissionen auf der Verbrauchsseite gesenkt werden. Auch auf Erzeugerseite lassen sich durch Sektorenkopplung Energie- und CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale ausschöpfen. Die Nutzung des vorhandenen Potenzials bei der regenerativen Energieerzeugung erlaubt es günstigen Strom für eine CO<sub>2</sub>-neutrale Stromversorgung bereitzustellen. Die Wärmeversorgung kann durch den Aufbau eines Wärmenetzes und die Einbindung von regenerativ produziertem Strom nachhaltig gestaltet werden. So können im Ortskern bis zu 147 Gebäude mit nachhaltiger Fernwärme versorgt werden, wodurch schon bei einer geringen Anschlussquote erhebliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen erzielt werden können. Durch die in der Studie aufgezeigten Handlungsoptionen bestehen auch für Haushalte, die außerhalb der Potenzialgebiete für Wärmenetze liegen, die Möglichkeit zur CO<sub>2</sub>-Reduktion. Entsprechend gedämmte Gebäude im Außenbereich können mit den unterschiedlichen dargestellten Heizsystemen ausgestattet werden. Die größte Hürde ist derzeit der hohe Kostenfaktor.

Die Studie zeigt: Olderup hat das Potenzial Vorreiter der Energiewende zu sein. Dieses Potenzial kann schon heute, etwa durch Sanierungsmaßnahmen oder die Errichtung eines Wärmenetzes durch die Nutzung lokaler, regenerativer Anlagen, angegangen werden.

## 2 EINFÜHRUNG

Dieser Bericht soll den aktuellen Stand der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs im Ortskern der Gemeinde Olderup auf dem Weg zu einer 100% regenerativen Versorgung der Haushalte und des Gewerbes aufzeigen. Grundlage für die Umstellung auf eine vollständig regenerative und autarke Energieversorgung der Gemeinde Olderup ist ein umfassendes Quartierskonzept, das im Folgenden näher beschrieben wird.

### 2.1 DAS QUARTIER ORTSKERN OLDERUP

Die Gemeinde Olderup liegt im Kreis Nordfriesland in Schleswig-Holstein. Sie gehört zum Amt Nordsee-Treene, das aus 13 Gemeinden besteht. Die Gemeinde hat eine Fläche von 994 ha und ist Heimat für knapp 460 Bürger\_innen. Das Gemeindegebiet von Olderup liegt im Landschaftsraum Schleswigsche Geest und grenzt im Westen an die Bredstedt-Husumer Geest in der Region Südergoesharde. Die nördliche Gemeindegrenze wird durch den Flusslauf der Arlau gebildet. Die Lage und die Grenzen des Quartiers Ortskern Olderup sind in Abbildung 2-1 dargestellt.



Abbildung 2-1: Das Quartier Ortskern Olderup im Gemeindegebiet Olderup

Die Erschließung der Gemeinde für den motorisierten Individualverkehr erfolgt über die in Ost-West-Richtung verlaufende Kreisstraße 30 zwischen dem Anschluss an die Bundesstraße 200 im Osten und der Landesstraße 273 nach Arlewatt im Westen. Die Entfernung nach Husum beträgt ca. 10 Autominuten und nach Flensburg ca. 40 Autominuten.

Das zu untersuchende Gebiet umfasst den Ortskern von Olderup und ist städtebaulich geprägt durch Einfamilienhäuser sowie mehrere landwirtschaftliche Betriebe. Die Gemeinde verfügt über einen Kindergarten und eine Kirche im Quartier. Für die Bewohner\_innen in der Gemeinde gibt es das Gemeendehus, welches sich direkt neben der freiwilligen Feuerwehr im Dorfmittelpunkt befindet.

Derzeit werden 83 % der Primärheizungen im Quartier mit fossilen Brennstoffen betrieben. Davon werden 53 % mit Erdgas und 30 % mit Heizöl betrieben. Die restlichen 17 % entfallen auf alternative Primärheizungen wie Pelletheizungen oder Wärmepumpen. Zusätzlich gab der Schornsteinfeger an, dass ca. ein Viertel aller Haushalte über einen Ofen/Kamin verfügt.

Die Gebäudestruktur des Quartiers weist sich primär durch Gebäude mit einer Wohneinheit aus. Mit ca. 17 % macht der historische Dorfkern mit einem Baujahr vor 1950 einen großen Anteil des gesamten Gebäudebestands aus. Hier besteht ein großes Potenzial bei der energetischen Gebäudesanierung, da Gebäude dieser Baualtersklassen meist nur teilweise, bis gar nicht energetisch saniert bzw. gedämmt sind. Der größte Anteil des Gebäudebestands wurde mit 44 % nach 1990 errichtet.

#### **ZIELSETZUNG**

Ziel des Quartierskonzeptes ist es, den Weg für eine 100 % erneuerbare Energieversorgung in Olderup zu ebnen. Durch die Erstellung eines Quartierskonzeptes wird die Gemeinde Olderup in die Lage versetzt, auf lokaler Ebene aktiv gegen die Klimakrise und die globale Erwärmung vorzugehen. Ziel ist es, die energetische Versorgung des Quartiers auf Basis erneuerbarer Energien zu prüfen und gleichzeitig den Energiebedarf im Bestand zu optimieren und damit zu senken.

Das Quartierskonzept soll verschiedene Bausteine wie eine Ist-Analyse, eine Potenzialanalyse, eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz, einen Maßnahmenkatalog, eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der zu entwickelnden Sanierungsmaßnahmen sowie insbesondere einen im Dialog mit den Einwohner\_innen des Quartiers durchgeführten Untersuchungsprozess umfassen.

In diesem Sinne werden die Bürger\_innen, Unternehmen und gewerbliche Einrichtungen sowie die öffentliche Verwaltung in eine gesamträumliche Betrachtung einbezogen, um eine bedarfsorientierte, effiziente und nachhaltige Möglichkeit zur Umsetzung der Klimaschutzziele der Gemeinde abzubilden.

Ein Schwerpunkt liegt auf der Gebäudesanierung der Wohngebäude, da die vorhandene Baustruktur das Potenzial zur Energieeinsparung birgt. Mit Blick auf das Ziel der Bundesregierung einen klimaneutralen Gebäudebestand bis 2045 zu erreichen, muss in Olderup der Startschuss für die Sanierung gegeben werden, um eine realistische Chance auf die gesetzten Ziele zu haben.

Darüber hinaus soll eine wirtschaftliche Bewertung und Gegenüberstellung von Maßnahmen und Fördermöglichkeiten aus den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energieversorgung erarbeitet werden. Die Ergebnisse sollen zur Priorisierung konkreter energetischer Sanierungsmaßnahmen für die jeweiligen Nutzungsarten und deren Versorgung dienen.

## 2.2 VORHANDENE STADTENTWICKLUNGS- UND WOHNWIRTSCHAFTLICHE KONZEPTE

Folgende kommunale Satzungen und Konzepte liegen der Planungsgruppe für das Quartier Olderup vor:

- Landschaftsplan der Gemeinde Olderup (2006)
- Flächennutzungsplan und seine Änderungen (Neudarstellung 1998)
- Bebauungspläne
- Integrierte Entwicklungsstrategie der lokalen Arbeitsgruppe AktivRegion Südliches Nordfriesland e.V.
- Ortsentwicklungskonzept Olderup (2017)

### 2.2.1 LANDSCHAFTSPLAN

Der Landschaftsplan der Gemeinde Olderup aus 2006 enthält die Teilfortschreibung für Windenergienutzung. Dieser wurde veranlasst, weil die Darstellungen aus dem Landschaftsplan (2001) und des geänderten Flächennutzungsplans z.T. im Widerspruch standen. Die Teilfortschreibung Windkraft umfasst ausschließlich die für die Abgrenzung von Eignungsflächen bzw. die Festlegung der Ausgleichsflächen relevanten Inhalte. Wie der Abbildung 2-2 zu entnehmen ist, geht es dabei um die Bereiche Kohstieg, Buschen/Dreihöh und Südermoor.

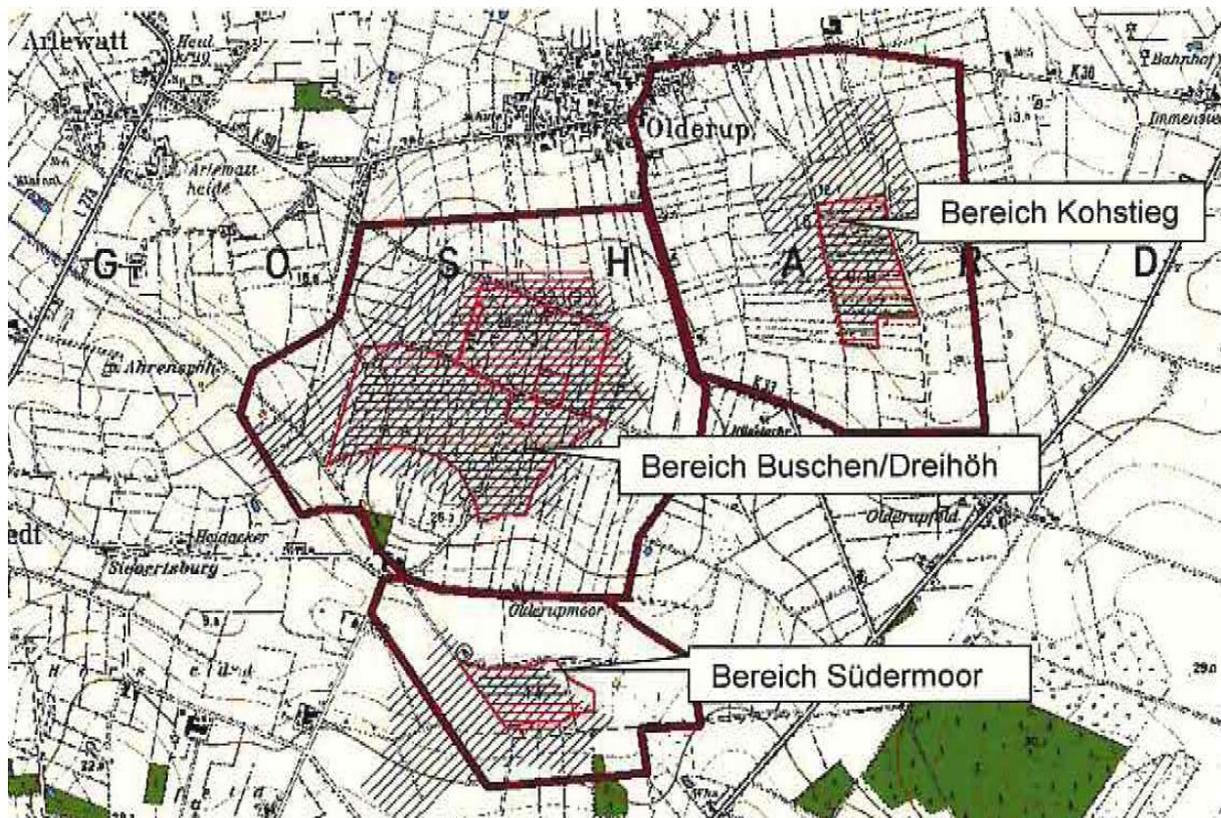


Abbildung 2-2: Darstellung der Gebiete Kohstieg, Buschen/Dreihöh und Südermoor gemäß der Abgrenzung des Planungsraumes (GNF, 2006)

## 2.2.2 FLÄCHENNUTZUNGSPLAN

Die Gemeinde Olderup hat im Jahr 2022 beschlossen, für das Gebiet nördlich der Arlewatter Straat, westlich der Straße Kohgang und südlich des Grashofweges die 56. Änderung des Flächennutzungsplans aufzustellen. Dadurch wurden die planungsrechtlichen Voraussetzungen für die Einrichtung eines Mischgebietes mit einer Größe von etwa 2,9 ha geschaffen. Abbildung 2-3 zeigt die Planungsgrenzen für das Mischgebiet.



Abbildung 2-3: Planungsgrenzen für das Mischgebiet (Jappsen - Todt - Bahnsen Part mbB, UAG-Umweltplanung und -audit GmbH, 2023)

### 2.2.3 BEBAUUNGSPLÄNE

Innerhalb des Quartiers „Olderup“ wurden folgende Bebauungspläne aufgestellt:

Der Bebauungsplan Nr. 2 „Dorfflotten“ weist ein allgemeines Wohngebiet nördlich vom Gröne Wech und beidseitig vom Norderwech aus. Es sind nur Wohngebäude mit Sattel- oder Krüppelwalmdächer und einer Dachneigung von 45° zulässig.

Der Bebauungsplan Nr. 3. weist eine Fläche zur zulässigen Nutzung gem. §5 Abs. 2 Ziffer 1 bis 4 sowie Ziffer 6 BauNVO aus. Die Nutzungen gem. §5 Abs. 2 Ziffer 5 und Ziffer 7 bis BauNVO sind gem. §1 Abs. 5 BauNVO unzulässig. Zulässig sind demzufolge die Wohnnutzung, gewerbliche Nutzung, industrielle Nutzung sowie die gemischte Nutzung. Nicht zulässig sind Sondergebiete wie Landwirtschaft oder spezielle Nutzungsarten wie z.B. Friedhöfe oder Kirchen.

Für das Gebiet nördlich der Straße „Arlewatter Straat“ und westlich der Straße „Kohgang“ sowie nördlich und westlich der Straße „Schoolstraat“ liegt der Bebauungsplan Nr. 6 vor. Die Erschließung des Plans sollte der Ausweisung von Wohnbauflächen dienen.

Direkt südwestlich angrenzend an die in der Änderung des Flächennutzungsplanes festgelegten Fläche ist der B-Plan Nr. 7 geplant. Die Gemeinde Olderup plant hier eine Fläche für den Gemeinbedarf (Kindertagesstätte).

### 2.2.4 INTEGRIERTE ENTWICKLUNGSSTRATEGIE

Der Verein LAG AktivRegion Südliches Nordfriesland e.V. unterstützt engagierte Bürger und Bürgerinnen und Kommunen, damit ihre Projektideen erfolgreich in die Tat umgesetzt werden. Ziel ist es, gemeinsam mit den Menschen vor Ort die ländlichen Regionen attraktiv und zukunftsfähig zu gestalten mit Hilfe von europäischen Fördermitteln (ELER) und Landesmitteln. Das Gebiet der AktivRegion Südliches Nordfriesland erstreckt sich über den südlichen Teil des Kreises Nordfriesland mit den Ämtern Eiderstedt, Nordsee-Treene (ohne Halligen) sowie den Städten Friedrichstadt, Husum und Tönning.

Im Sinne dieser Entwicklungsstrategie haben sich die Gemeinden Olderup, Horstedt und Arlewatt zusammengeschlossen, um für ihre Dörfer verschiedene Versorgungsfunktionen vorzuhalten. Etwa die Kindertagesstätte in Olderup, die Grundschule in Horstedt und die Jugendfeuerwehr der Osterdörfer, das Sportzentrum Arlewatt sowie auch das Drei-Dörfer-Gemeinschaftszentrum. Der Ortskulturring der drei Gemeinden organisiert Kurse, Veranstaltungen/Ausflüge und Projekte werden oft als Solidargemeinschaft angegangen.

## 2.2.5 ORTSENTWICKLUNGSKONZEPT

Im Jahr 2023 wurde für Olderup ein Ortsentwicklungskonzept erstellt. Als Gründe für die Erstellung werden die gezielte Entwicklung der Gemeinde sowie die Sicherung und Weiterentwicklung eines nachhaltigen Dorflebens genannt. Im Fokus standen dabei unter anderem die maßvolle Weiterentwicklung der Siedlungskultur, die zukünftige Mobilität und die Energieversorgung.

Die folgenden Abbildungen zeigen verschiedene Auszüge aus dem Ortsentwicklungskonzept. Abbildung 2-4 zeigt die Untersuchung der Innenentwicklungspotenziale der Gemeinde Olderup auf. Die Potenzialflächen werden in die Kategorien A und B aufgeteilt:

- Kategorie A: Potenzialflächen bebaubar nach § 30, § 33 oder § 34 BauGB  
Die Potenzialflächen liegen innerhalb der Satzung über die im Zusammenhang bebauten Ortsteile oder innerhalb des Bebauungsplans Nr. 2.
- Kategorie B: Potenzialflächen mit empfohlenem Planungserfordernis (Aufstellung Bebauungsplan):  
Die Potenzialflächen sind gemäß § 35 BauGB bebaubar.



Abbildung 2-4: Innenentwicklungspotenziale der Gemeinde Olderup (GLC, 2023)

Laut Ortsentwicklungskonzept fallen alle Flächen mit Ausnahme von Fläche 14 in die Kategorie A und sind bedingt zur Nachverdichtung geeignet. Die Fläche 14 ist demnach die einzige Potenzialfläche mit einem empfohlenem Planungserfordernis. An dieser Stelle sind mehrere Wohneinheiten realisierbar.

Zusätzlich wurden im Zuge des Konzeptes Haushaltsbefragungen durchgeführt. Interessante Ergebnisse im Zusammenhang mit dem Quartierskonzept werden in Abbildung 2-5 und in Abbildung 2-6 dargestellt.

Welche Schwerpunkte wünschen Sie sich in der zukünftigen Entwicklung Olderups?

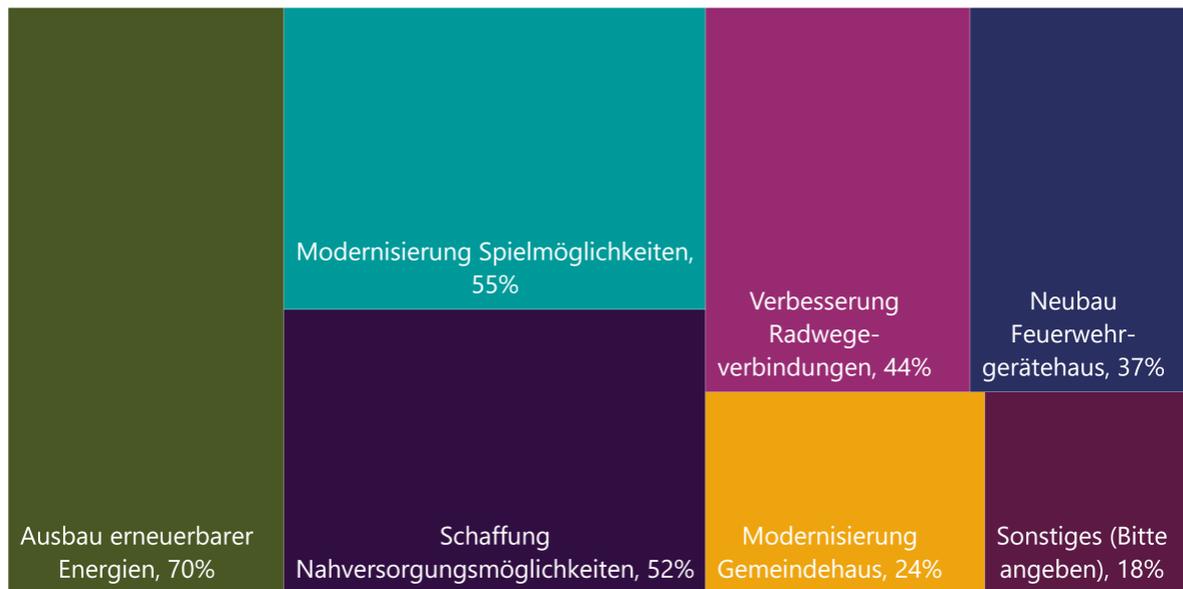


Abbildung 2-5: Schwerpunktsetzung in der Entwicklung Olderups nach Wünschen der Anwohner\_innen aus Haushaltsbefragung (GLC, 2023)

Wie der Abbildung 2-5 zu entnehmen ist, befürworten die Teilnehmer\_innen der Haushaltsbefragung demnach zu 70 % den Ausbau von erneuerbaren Energien. Die Prioritätenverteilung wird in der Abbildung 2-6 dargestellt. Der Umfrage nach ist der Aufbau eines eigenen Strom- und/oder Wärmenetzes für 43 % der Teilnehmer\_innen „sehr wichtig“ und für 33 % zumindest „wichtig“. Der Ausbau von erneuerbaren Energien wie Windkraft oder Photovoltaik wird ebenfalls von der Mehrheit der Teilnehmer\_innen befürwortet.

Wie wichtig ist Ihnen in Bezug auf Erneuerbare Energien ...

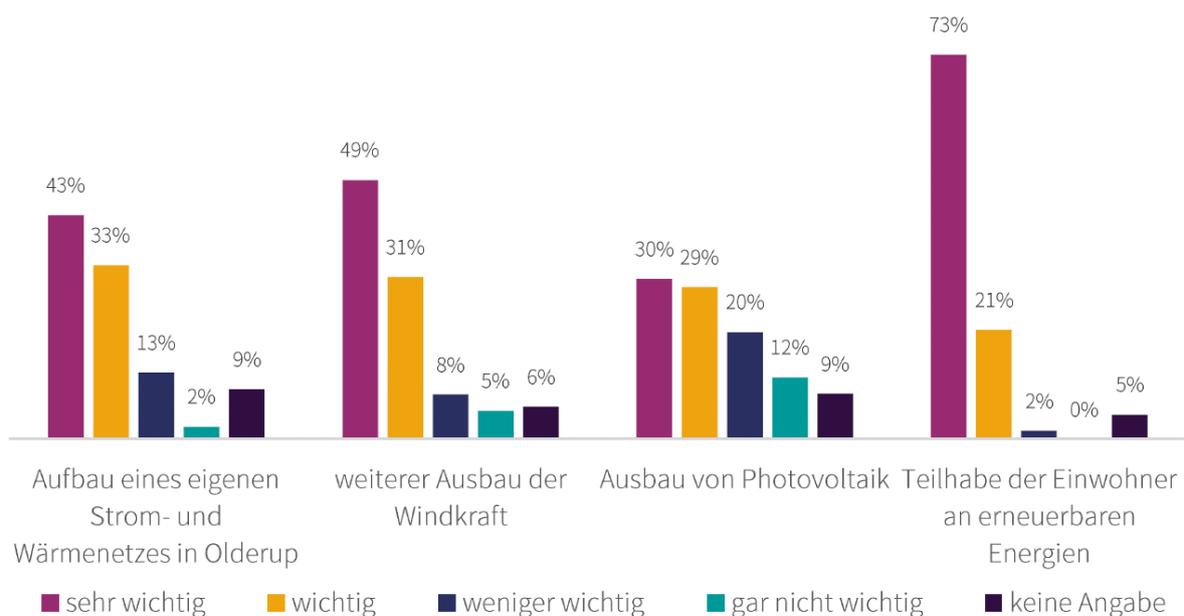


Abbildung 2-6: Auswertung der Ergebnisse aus der Haushaltsbefragung (GLC, 2023)

## 2.3 METHODIK UND VORGEHENSWEISE

Die Methodik folgt einem Regelkreislauf der veränderlichen Größen, wie politische Rahmenbedingungen, technologische und sozioökonomische Entwicklungen. Diese Parameter beeinflussen jedoch „nur“ den Weg und die zeitliche Abfolge von Maßnahmen jedoch nicht das Ziel der Umstellung auf erneuerbare Energieträger und Lokalisierung.

- Aufnahme von Daten und Informationen (Netzbetreiber, Schornsteinfeger, Gemeinde, etc.)
- Validierung der Daten untereinander
- Analyse der Daten in allen Sektoren und Dokumentation des Ist-Zustandes
- Erläuterung der Ergebnisse mit der Lenkungsgruppe und den Bürger\_innen
- Erarbeitung der Sanierungsmaßnahmen am Gebäudebestand
- Neubewertung der Verbräuche nach Sanierung
- Formulierung von Maßnahmen
- Verfassen des Endberichtes und dessen Vorstellung

Neben der rein technischen und wirtschaftlichen Betrachtung gehen auch zahlreiche weitere Faktoren, wie zum Beispiel Bevölkerungsentwicklung, Trends, Verhaltensmuster sowie rückwirkende Einflüsse unserer Arbeit mit den Bürger\_innen, in die komplexe Analyse und Prognose einer optimalen Lösung mit ein.

Um all diese Aspekte tatsächlich für eine Lösung berücksichtigen zu können greifen wir auf Algorithmen basierende Softwarewerkzeuge zurück. Durch eine enge Zusammenarbeit mit den Entwicklern werden neue Einflussfaktoren wie zum Beispiel Technologieentwicklung und preisliche Veränderungen in der Zukunft stets in die Berechnung aufgenommen. Damit können wir die komplexe technoökonomische Optimierungsaufgabe für jeden Fall individuell berechnen. Die Ergebnisse sind eine Investitionsempfehlung in Erzeugungs-, Speicherungs- und Verteil-Infrastruktur sowie ein konkreter Fahrplan zur Umsetzung.

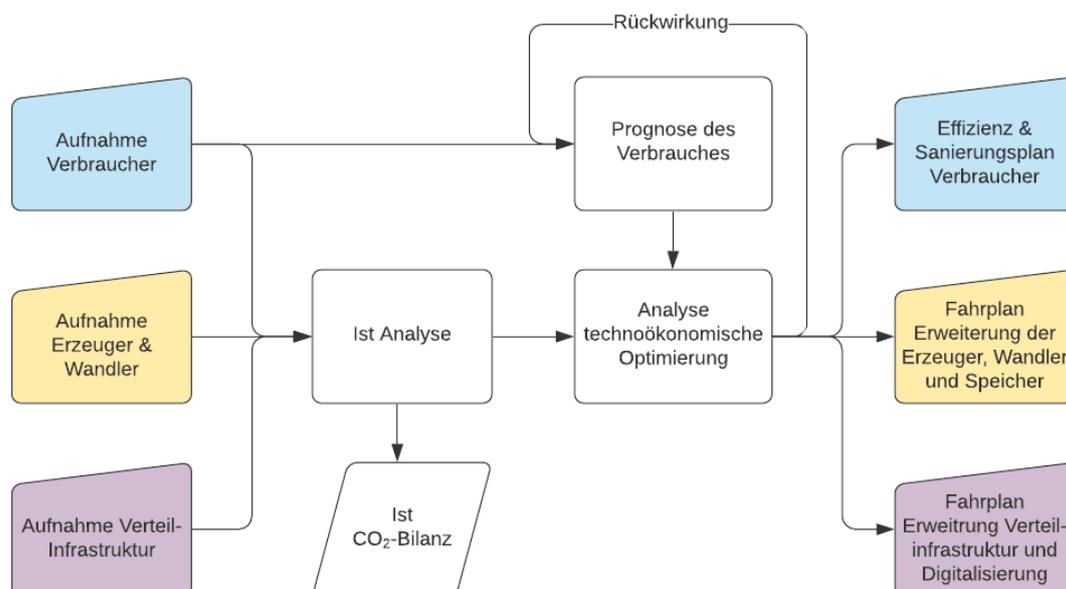


Abbildung 2-7: Prozess technoökonomische Quartiersanalyse zur emissionsfreien Versorgung, eigene Darstellung

Der technische Prozess wird begleitet von einem Kommunikations- und Informationsprozess zur Einbindung und Motivation der Bürger\_innen, wie im Folgenden beschrieben.

## 2.4 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT UND BETEILIGUNGSPROZESS

Als Auftaktveranstaltung mit der Öffentlichkeit wurde am 21.11.2023 ein Informationsabend im Gemeindehaus veranstaltet. Hier wurde den Bewohner\_innen das Quartierskonzept nähergebracht und allgemein über das Konzept informiert. Auch erste Ergebnisse der Studie wurden präsentiert. Das für die Teilnehmenden wichtigste Thema stellte ein mögliches Wärmenetz und die Frage nach einem konkreten Zeitplan für die Umsetzung, sowie Kosten für einen Anschluss an ein solches Netz dar. Das Planungsteam, ebenso wie die Vertreter\_innen der Gemeinde mussten an dieser Stelle etwas bremsen und eine realistische Erwartungshaltung transportieren. Insgesamt war das Feedback dieser Veranstaltung positiv, mit einem Hinweis auf eine eventuell zu hohe Informationsdichte.

Eine weitere öffentliche Veranstaltung fand am 23.04.2024 in Form eines Workshops statt. Hier konnten die Anwohner\_innen ihre Fragen, Anregungen und Bedenken zum Konzept und allen die Thematik betreffenden Bereichen einbringen. Es fand ein direkter Austausch zwischen dem Planungsteam, der Lenkungsgruppe und den Anwohner\_innen statt. Dazu wurden alle Anwesenden in vier Gruppen aufgeteilt, die sich auf vier Informationsstände verteilten. Es konnte in den Austausch zu den Themen „Heizungsaustausch & energetische Gebäudesanierung“, „Fördermöglichkeiten“, „Wärmeversorgung“ und „Rund um die Studie“ gegangen werden. Durch die Rotation der Gruppen im Uhrzeigersinn, erhielt jede Person Input von jedem Stand und bekam die Möglichkeit, Fragen zu jedem Thema zu stellen.



Abbildung 2-8: Workshop vom 23.04.24 - Station "Fördermöglichkeiten"



Abbildung 2-9: Workshop vom 23.04.24 - Abschlussrunde

Die Abschlussveranstaltung für das Quartiers hat zum Zeitpunkt der Erstellung des Endberichts noch nicht stattgefunden. Die Vorstellung der Ergebnisse wird durch das Planungsbüro Anfang Juni stattfinden. Hierzu wird die Gemeindevertretung ebenso wie die Öffentlichkeit geladen.

### Umfrage

Während der Erstellung des Quartierskonzepts fand eine Umfrage statt. Ziel war die Erfassung des energetischen Ist-Zustandes. Ein wichtiger Kernpunkt war die Meinungsabfrage und das Interesse an einem Fernwärmenetz in Olderup. Außerdem sollten Gebäudedaten, sowie Varianten der Heizungssysteme und Wärmeverbrauch abgefragt werden. Die Umfrage erfolgte im gesamten Quartier und wurde über Flyer durchgeführt, die an die Bewohner ausgeteilt wurden. Der Rücklauf ergab eine sehr gute Beteiligung von ca. 55 %.

### Landingpage

Auf einer eigens für Olderup eingerichteten Landingpage konnten sich die Bewohnenden des Quartiers über das Konzept informieren. Die Nutzenden hatten dabei die Möglichkeit, sich mithilfe des Downloadbereichs Präsentationen zu den Veranstaltungen des Quartierskonzept sowie den Fragebogen herunterzuladen.

Tabelle 2-1: Öffentlichkeitsveranstaltungen – Termine

	Veranstaltung	Datum
1.	Kick-Off	27.06.2023
2.	Informations-Abend	21.11.2023
3.	Workshop	23.04.2024
4.	Abschlussveranstaltung	Juni 2024

### 3 ENERGETISCHE AUSGANGSSITUATION IM QUARTIER

Im folgenden Kapitel wird die energetische Ausgangssituation des Quartiers dargestellt. Dazu wurden verschiedene Faktoren wie Gebäudebestand, vorhandene Heizsysteme sowie Endenergieverbrauch und -erzeugung herangezogen und eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz erstellt. Darüber hinaus wird die Vorgehensweise bei der Auswertung der Daten dargestellt.

#### 3.1 DATENQUELLEN UND DATENGÜTE

Zur Beurteilung der erhobenen Daten und zur Sicherung der Transparenz für spätere, externe Bearbeitungen wurde die Datengüte der erhobenen Energieverbrauchsdaten errechnet. Diese Vorgehensweise greift die Empfehlungen für die gute fachliche Praxis für kommunale Energiebilanzen des Institutes für Energie- und Umweltforschung (ifeu) auf. Dabei wird zwischen vier Güteklassen unterschieden. Die Güteklassen sind wiederum mit Gewichtungsfaktoren belegt, welche gemeinsam mit dem Anteil am Gesamtenergieverbrauch eine Beurteilung der Aussagekraft der erhobenen Daten zulassen. In Olderup wurde auf Grundlage der Güteklasse A und B gearbeitet. Regionale Kenndaten sind unter anderem in die Validierung von Hochrechnungen eingeflossen. Zur Datenerhebung wurde auch mit einer Fragebogenaktion gearbeitet.

In Tabelle 3-1 ist die Datengüte der jeweiligen Datenquelle für die Endenergieverbrauchsdaten für kommunale Energiebilanzen und die damit einhergehenden Gewichtungsfaktoren dargestellt. Die Gewichtungsfaktoren sind der Multiplikator in der Errechnung der Gesamtdatengüte. Der Gewichtungsfaktor wird mit dem prozentualen Anteil, welcher die erhobenen Daten an der Gesamtbilanz innehat, multipliziert.

Tabelle 3-1: Die Datengüte und ihre Gewichtungsfaktoren

Datenquelle	Datengüte	Gewichtungsfaktor
Regionale Primärdaten	A	1,00
Hochrechnung regionaler Primärdaten	B	0,50
Regionale Kennwerte und Statistiken	C	0,25

Tabelle 3-2 zeigt die Bewertung der errechneten Datengüte. Diese wurde vom ifeu festgelegt, um eine Vergleichbarkeit der Qualität von Bilanzen in Quartierskonzepten zu erhalten. Eine Datengüte von 65 % und mehr stellt eine belastbare Bilanz dar.

Tabelle 3-2: Datengüte des Endergebnisses für kommunale Energiebilanzen nach ifeu-Empfehlung (ifeu, 2014)

Prozent	Datengüte des Endergebnisses
> 80 %	Gut belastbar
> 65 % – 80 %	Belastbar
> 50 % – 65 %	Relativ belastbar
bis 50 %	Bedingt belastbar

Die errechnete Datengüte für den erfassten Endenergieverbrauch im Quartier Olderup beträgt **72 %**. Die Berechnung der Datengüte kann in Tabelle 3-3 nachvollzogen werden. Aus Tabelle 3-3 und der Bewertung aus Tabelle 3-2 geht hervor, dass die erstellte Energiebilanz belastbar ist.

Tabelle 3-3: Datengüte des erfassten Endenergieverbrauchs, eigene Darstellung nach (ifeu, 2014)

Daten	Quelle	Datengüte	Wertung Datengüte	Anteil am Endenergieverbrauch [%]	Datengüte anteilig [%]
Stromverbrauch	Hochrechnung Umfrage	B	0,5	14,59	7,29
Stromverbrauch zu Heizzwecken	SH-Netz	A	1	2,60	2,60
Erdgasverbrauch	SH-Netz	A	1	40,72	40,72
Heizölverbrauch	Schornsteinfeger / Hochrechnung	B	0,5	40,24	20,12
Biomasseverbrauch	Schornsteinfeger / Hochrechnung	B	0,5	1,84	0,92
<b>Gesamt</b>				<b>100,00</b>	<b>71,66</b>

### 3.2 BESTANDSAUFNAHME: GEBÄUDE UND HEIZUNGSBESTAND

Der Gebäudebestand ist durch eine typische Bebauung im ländlichen Raum Schleswig-Holsteins geprägt. Eine Betrachtung des Gebäudebestandes nach Baualtersklassen zeigt, dass es sich in Olderup um eine Mischung aus jungem und altem Quartier handelt. 41 % der Gebäude wurden bis 1970 und 44 % der Gebäude nach 1990 errichtet. Insgesamt befinden sich im Quartier 147 beheizte Gebäude.

Tabelle 3-4: Gebäudebestand im Quartier Olderup nach Baualtersklassen

	Bis 1950	1950-1970	1970-1990	1990-2015	>2015
Anzahl	25	35	22	44	21
Anteil [%]	23,81	14,97	29,93	14,29	14

Im Vergleich zum Gebäudebestand in Olderup weist der statistische Gebäudebestand des Kreises Nordfriesland einen höheren Anteil an jüngeren Baualtersklassen nach der Gebäudetypologie Schleswig-Holstein auf (vgl. Tabelle 3-5). Demnach ist Olderup ein vergleichsweise junges Quartier.

Tabelle 3-5: Gebäudebestand im Kreis Nordfriesland nach Gebäudetypologie-SH

	Bis 1950	1950-1970	1970-1990	1990-2015	gesamt
Anteil [%]	30,50	23,30	22,40	23,80	100,00

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts wurden 83 % der Gebäude in Olderup primär auf Basis der fossilen Energieträger Öl und Gas beheizt (vgl. Tabelle 3-6). Aus den Daten des Schornsteinfegers und den Angaben der SH-Netz über die Anzahl strombetriebener Primärheizungen ergeben sich die in Tabelle 3-6 dargestellten Werte für die Anzahl der Feuerungsanlagen der primären und sekundären Heizungsarten. Es zeigt sich, dass 76 der primären Heizungsanlagen im Quartier Olderup mit Gas und 44 mit Öl betrieben werden. Von den hier aufgeführten Adressen verfügen 39 über eine handbeschickte Biomasse-Einzelraumfeuerungsanlage (Kamin/Ofen) als sekundäre Wärmequelle. Differenzen zwischen der Anzahl der Heizungsanlagen und der Anzahl der Adressen ergeben sich durch die Versorgung mehrerer Adressen über eine gemeinsame Heizungsanlage.

Tabelle 3-6: Heizungsbestand Quartier Olderup

Heizungsart	Anlagenanzahl	Prozentualer Anteil Primärheizungen [%]
Öl	44	30,56
Gas	76	52,78
Wärmepumpe	11	7,64
Sonstiges (Strom)	10	6,94
Biomasse	3	2,08
Holz (Ofen/Kamin)	39	-

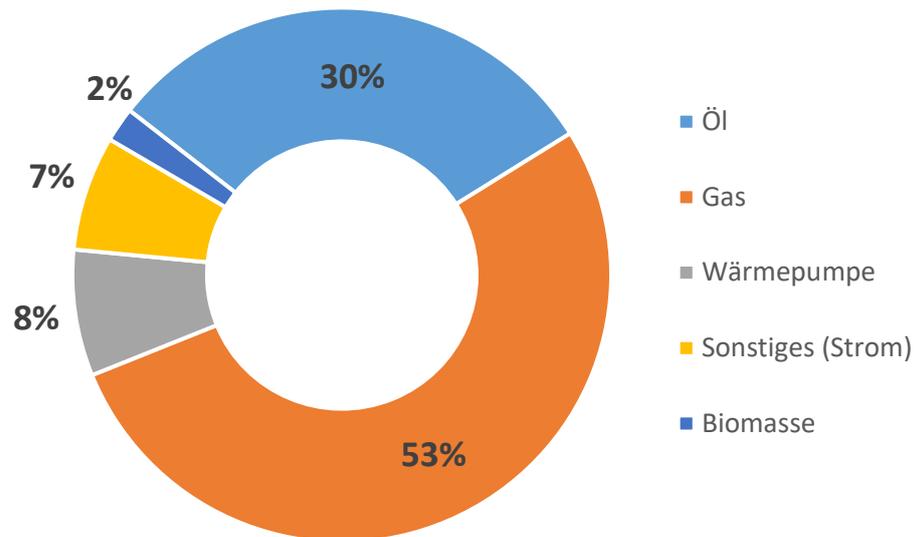


Abbildung 3-1: Heizungsbestand Quartier Olderup

### 3.2.1 WOHNGEBÄUDE

Im Quartier Olderup befinden sich 140 Wohnhäuser. Dies entspricht ca. 95 % des beheizten Gebäudebestands. Das Verbrauchsniveau der Wohngebäude in Olderup liegt mit 139 kWh/(m<sup>2</sup>a) leicht über dem in der Studie *Energieeffizienz in Zahlen – Entwicklung und Trends in Deutschland 2021* des BMWi angegebenen deutschen Durchschnittswert von 129 kWh/(m<sup>2</sup>a) (siehe Tabelle 3-7). Die Differenz beträgt 10 kWh/(m<sup>2</sup>a) und damit ca. 8 %. Die ermittelten Werte der jeweiligen Baualtersklassen und die erhobenen Daten zum Wärmebedarf wurden von der angegebenen Heizperiode auf das langjährige Mittel umgerechnet, um einen repräsentativen Wert für die weiteren Berechnungen zu erhalten.

Tabelle 3-7: Spezifischer Wärmebedarf - Vergleich GIS-Daten Auswertung vs. Deutscher Mittelwert (BMWi, 2021)

Datenquelle	Verbrauch [kWh/m <sup>2</sup> a]
Mittlerer spezifische Wärmebedarf private Haushalte in DE	129
Durchschnittswert der GIS Auswertung Olderup	139

### 3.2.2 NICHT-WOHNGEBÄUDE UND ÖFFENTLICHE LIEGENSCHAFTEN

Die Gebäude der Gemeinde haben mit ca. 199 MWh/a entsprechend 6 % einen geringen Anteil am thermischen Energieverbrauch im Quartier Olderup. Diesen Energieverbrauch teilen sich der Kindergarten, die Kirche und das Gemeendehus. In etwa die Hälfte hiervon wird vom Kindergarten verbraucht.

Im Rahmen des Quartierskonzepts wurden in Absprache mit der Lenkungsgruppe keine öffentlichen Liegenschaften hinsichtlich ihres Sanierungszustandes näher betrachtet.

### 3.2.3 GEWERBE, HANDEL, DIENSTLEISTUNGEN (GHD-SEKTOR)

Im Zentrum von Olderup gibt es eine kleine Anzahl von Gewerbebetrieben. Ihr Anteil am Gesamtwärmebedarf liegt unter 1 % und ist damit vernachlässigbar. Daten zum Stromverbrauch wurden nicht ermittelt.

### 3.3 BESTANDSAUFNAHME: ENDENERGIEVERBRAUCH

Grundlage für die Simulation und Optimierung des Quartiers als einheitliches Energiekonzept, d.h. der Wärme- und Stromversorgung des Quartiers, sind die ermittelten Daten aus der Bestandsaufnahme für die Wohngebäude, die öffentlichen Liegenschaften sowie für den Sektor GHD (siehe Kapitel 3.2). Im folgenden Kapitel wird die Generierung der Wärme- und Stromlastgänge des Quartiers Olderup erläutert, die sowohl für die stündlich aufgelösten Simulationen als auch für die Trassenauslegung des Wärmenetzes verwendet werden.

#### 3.3.1 QUARTIERSLASTPROFILE WÄRME

Grundlage für das Quartierslastprofil Wärme bildet die ermittelte Wärmemenge, die jährlich in der gesamten Kerngemeinde benötigt wird. Diese setzt sich aus den unterschiedlichen Liegenschaften zusammen und beträgt in Summe ca. 3.290 MWh/a.

Tabelle 3-8: Wärmebedarf nach Liegenschaften

Liegenschaft	Wärmebedarf [MWh/a]	Lastprofil
Wohngebäude	3.058	EFH/MFH
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	29	GHD
Öffentliche Gebäude	199	GKO
<b>Summe Olderup</b>	<b>3.286</b>	

Über die Standardlastprofile des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW) wird aus der Wärmemenge ein stündlich aufgelöster Lastgang erzeugt (BDEW, 2016). Bei diesem Verfahren wird die jeweilige Umgebungstemperatur, die Temperaturen der vergangenen Tage sowie der Feiertage berücksichtigt. Darüber hinaus kann jeder Liegenschaft ein charakteristisches Lastprofil zugeordnet werden, welches das entsprechende Nutzerverhalten abbildet:

- EFH: Einfamilienhaus
- MFH: Mehrfamilienhaus
- GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
- GKO: Gebietskörperschaften, Kreditinstitute und Versicherungen sowie Organisationen ohne Erwerbszweck, öffentliche Einrichtungen

Die Zuordnung der Lastprofile zu den entsprechenden Liegenschaften erfolgt auf Grundlage einer Empfehlung des Bundesverbandes der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW, 2006) und ist zusammen mit der dazugehörigen Wärmemenge in Tabelle 3-8 aufgeführt. Es ergibt sich der in Abbildung 3-2 dargestellte Wärmelastgang für das Quartier. Dieser Lastgang stellt den gesamten Wärmebedarf des Quartiers Olderup dar. Abbildung 3-2 zeigt darüber hinaus, dass das Quartier eine Spitzenlast im Winter von ca. 1.160 kW hat.

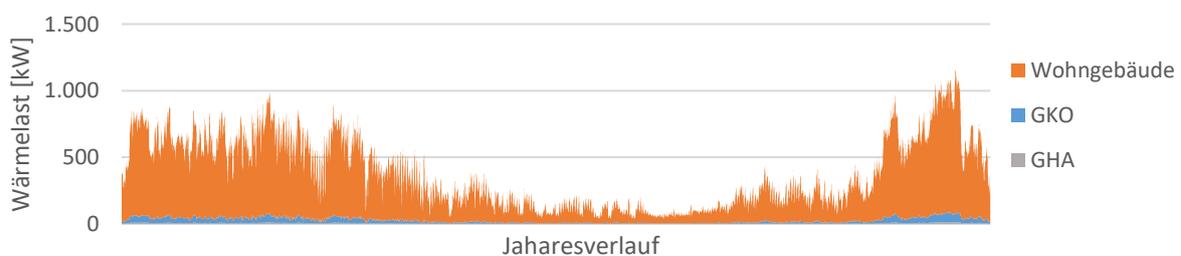


Abbildung 3-2: Wärmelastgang Quartier Olderup (Verbrauch)

Das Quartierslastprofil Wärme stellt den Status Quo (dezentrale Wärmeversorgung) dar und beinhaltet keine Wärmeverluste einer möglichen Nahwärmeversorgung. Diese werden an anderer Stelle berechnet und müssen später zusätzlich von einer Heizzentrale bereitgestellt werden.

### 3.3.2 QUARTIERSLASTPROFIL STROM

Analog zum Quartierslastprofil Wärme wird das Stromlastprofil über die ermittelte Strommenge aus der Bestandsaufnahme in Kapitel 3.2 und den Standardlastprofilen Strom der VDEW (VDEW, 1999) berechnet. Der Strombedarf in Olderup wurde mit ca. 535 MWh/a ermittelt. Eine Aufteilung in verschiedene Liegenschaften wurde nicht vorgenommen. Die Zuordnung erfolgt ausschließlich in die Kategorie „Wohngebäude“. Der berechnete Stromlastgang ist in Abbildung 3-3 gestellt. Die ermittelte maximale Leistung beträgt ca. 113 kW, die minimale Leistung 21 kW.

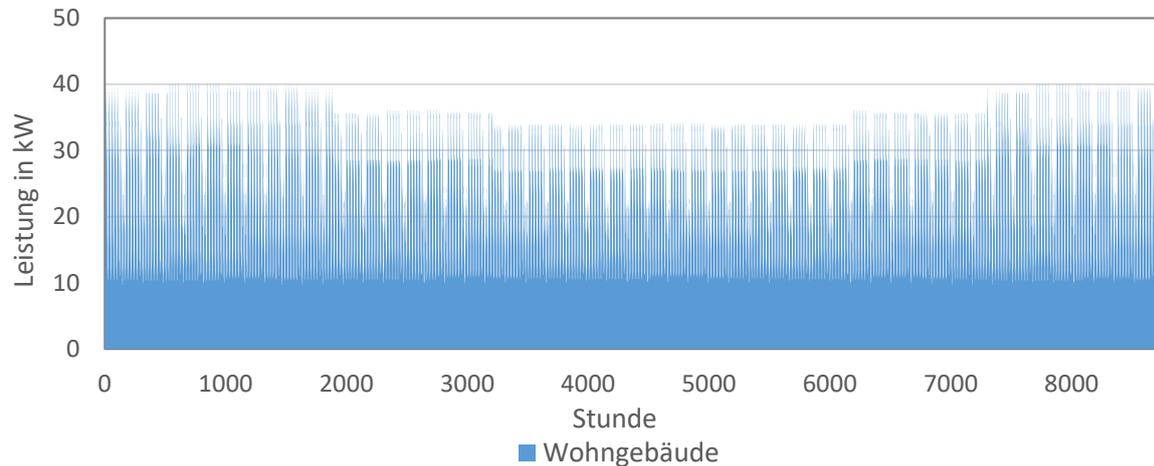


Abbildung 3-3: Stromlastgang Olderup

### 3.3.3 MOBILITÄT

Nach Angaben des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) gibt es zum 01. Januar 2023 288 zugelassene Personenkraftwagen in der Gemeinde Olderup. Darüber hinaus werden 37 Krafträder und 43 Lastkraftwagen gelistet. In der Land- und Forstwirtschaft werden zusätzlich 40 Zugmaschinen aufgeführt. (Kraftfahrt-Bundesamt, 2023)

Bei den PKW handelt es sich fast ausschließlich um Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Für den Landkreis Nordfriesland wird vom KBA angegeben, dass der Anteil der rein batterieelektrischen Fahrzeuge bei 3,1 % liegt – bei Hybridfahrzeugen (inkl. Plug-in-Hybrid) sind es 3,0 %. Werden die Daten des KBA (Kraftfahrt-Bundesamt, 2023) auf die Zulassungszahlen der Gemeinde runtergerechnet, ergibt sich die folgende Fahrzeugverteilung:

Tabelle 3-9: Personenkraftwagen der Gemeinde Olderup nach Brennstofftyp

Fahrzeugtyp	Anzahl	Anteil [%]
Benzin	160	55,72
Diesel	108	37,49
Gas	2	0,55
Hybrid	9	3,03
Elektrisch	9	3,13

Eine ausführlichere Betrachtung der Mobilität, entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen und mögliche Szenarien, wie sich die Mobilität in Zukunft entwickeln kann, erfolgt in Abschnitt 4.6.

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

In diesem Abschnitt wird die Gesamtenergie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz des Quartiers dargestellt. Zur besseren Veranschaulichung wurde die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz des Quartiers in zwei Einzelbilanzen für den Strom- und Wärmeverbrauch aufgeteilt. Erwartungsgemäß entfällt der Großteil des Endenergieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf den Wärmeverbrauch. Um eine Doppelbilanzierung zu vermeiden, wird der Anteil der durch Strom erzeugten Wärme und die daraus resultierenden Emissionen aus dem Wärmeverbrauch herausgerechnet und dem Stromverbrauch zugeordnet.

Tabelle 3-10: Gesamtenergie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

	Endenergiebilanz Wärme [MWh]	Endenergiebilanz Strom [MWh]	CO <sub>2</sub> -Bilanz Wärme [t/a]	CO <sub>2</sub> -Bilanz Strom [t/a]	Gesamt CO <sub>2</sub> -Bilanz [t/a]
Olderup 153 Gebäude	3.038	631	818	353	1.171

#### VERWENDETE EMISSIONSFAKTOREN

Tabelle 3-11: Verwendete CO<sub>2</sub>-Emissions- und Primärenergiefaktoren (Vorgabe KfW, Anlage 4 und 9 des GEG)

Energiequelle	Emissionsfaktor [g CO <sub>2</sub> /kWh]
Heizöl	0,31
Erdgas	0,24
Biomasse	0,02
Strommix Deutschland	0,56

#### 3.4.1 ENERGIE- UND CO<sub>2</sub>-BILANZ WÄRME

Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz Wärme wurde mit Hilfe folgender Daten erstellt:

- Bezugsdaten der SH-Netz
- Ergebnissen der Umfrage
- Schornsteinfegerdaten
- Regionale Kennwerte
- Geoinformationssystem-Daten (GIS-Daten)

Durch die Verwendung von Geoinformationssystem-Daten (GIS-Daten), die vom Kreis Nordfriesland zur Verfügung gestellt wurden, konnte die Bilanz ergänzt werden. Diese Daten geben Auskunft über die Grundfläche der Gebäude und deren Höhe. In der Gebäudetypologie Schleswig-Holstein finden sich Angaben zu typischen Wärmeverbräuchen pro Quadratmeter und Jahr für die verschiedenen Baualtersklassen der Gebäude. Auf dieser Basis konnten Berechnungen für einzelne Gebäude durchgeführt werden. Zur weiteren Detaillierung wurde eine Quartiersbefragung durchgeführt. Die Rücklaufquote von ca. 55 % konnte zur weiteren Datenschärfung beitragen.

Abbildung 3-4 zeigt den Wärmeatlas des Quartiers Olderup. Hier wird der jährliche Wärmebedarf aller beheizten Gebäude des Quartiers, unterteilt in verschiedene absolute Bedarfsmengen, aufgezeigt. Dabei sind Gebäude, die einen geringen Bedarf von weniger als 15 MWh pro Jahr aufweisen, gelb markiert. Mit steigendem Bedarf entwickelt sich die Farbe über Orange zu Rot, mit einem maximalen Wärmebedarf von 65 - 500 MWh pro Jahr. Da hier absolute Zahlen dargestellt sind, lässt sich keine Aussage über die Effizienz der Gebäude tätigen.



Abbildung 3-4: Wärmearbeitsplan Quartier Ortskern Olderup

Die Energiebilanz Wärme gliedert sich in die Verbrauchssektoren Gewerbe, öffentliche Gebäude und Wohngebäude. Tabelle 3-12 und Abbildung 3-5 zeigen die Energiebilanz der Wärmeversorgung inklusive der durch Strom erzeugten Wärmemenge in absoluten und relativen Zahlen. Der größte Anteil des Wärmebedarfs im Quartier entfällt mit ca. 93 % auf die Wohngebäude.

Tabelle 3-12: Energiebilanz der Wärmeversorgung nach Verbrauchssektoren

Verbrauchstyp	Energiebedarf Wärme [MWh/a]	Energiebedarf Wärme [%]
Gewerbe	29	0,88
Öffentliche Gebäude	199	6,06
Wohngebäude	3.058	93,06
<b>Summe</b>	<b>3.286</b>	<b>100,00</b>



Abbildung 3-5: Wärmearbeitsplan Quartier Olderup

Die Endenergiebilanz (Tabelle 3-13) zeigt, dass Gas und Öl mit 47,69 % bzw. 47,11 % ähnliche Anteile an der Wärmeversorgung in Olderup haben. Der Anteil von Strom und Biomasse am Endenergiebedarf des Quartiers Olderup beträgt 3,06 % bzw. 2,14 %. Die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Wärmeerzeugung verteilt sich zu 53,52 % auf die Wärmeerzeugung mit Heizöl und zu 41,16 % auf die Erzeugung mit Erdgas. Hinzu kommt ein Anteil von 6,17 %, der durch Strom verursacht wird. Der Anteil von Holz an der CO<sub>2</sub>-Bilanz beträgt aufgrund des geringen Emissionsfaktors 0,15 % (vgl. Tabelle 3-11). Die Differenz zwischen dem Endenergiebedarf und dem in Tabelle 3-12 dargestellten Energiebedarf ergibt sich aus der Umweltwärme, die durch Wärmepumpen als Nutzenergie bereitgestellt wird.

Tabelle 3-13: Endenergie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Wärmeversorgung nach Energieträger

Verbrauchstyp	Endenergiebedarf Wärme [MWh/a]	Anteil Endenergiebedarf [%]	CO <sub>2</sub> -Ausstoß Wärme [t CO <sub>2</sub> /a]	Anteil CO <sub>2</sub> -Ausstoß [%]
Öl	1.476	47,11	458	53,52
Gas	1.494	47,69	359	41,16
Holz	67	2,14	1	0,15
Strom	96	3,06	54	6,17
<b>Summe</b>	<b>3.133</b>	<b>100,00</b>	<b>871</b>	<b>100,00</b>

### 3.4.2 ENERGIE- UND CO<sub>2</sub>-BILANZ STROM

Die Bezugsdaten für Strom zu Heizzwecken wurden für das Quartier Olderup vom Netzbetreiber (SH-Netz AG) zur Verfügung gestellt. Der allgemeine Stromverbrauch wurde über den durchschnittlichen Verbrauch pro Haushalt und Quadratmeter aus der Befragung hochgerechnet. Tabelle 3-14 und Abbildung 3-6 zeigen die Endenergiebilanz der Stromversorgung in absoluten und relativen Werten. Zusätzlich ist in Tabelle 3-14 die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Stromversorgung dargestellt. Der Anteil am Endenergiebedarf sowie am CO<sub>2</sub>-Ausstoß sind aufgrund des gleichen Emissionsfaktors identisch.

Tabelle 3-14: Endenergiebilanz der Stromversorgung

Verbrauchstyp	Endenergiebedarf Strom [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Ausstoß Strom [t CO <sub>2</sub> /a]	Anteil [%]
Allgemeiner Stromverbrauch	535	300	84,85
Stromverbrauch zu Heizzwecken	96	54	15,15
<b>Summe</b>	<b>631</b>	<b>353</b>	<b>100,00</b>

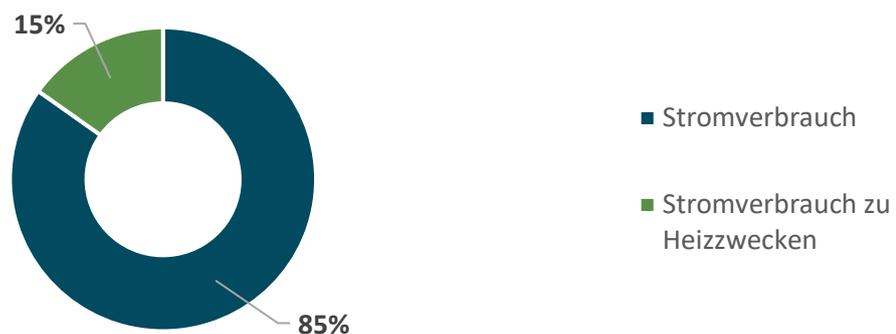


Abbildung 3-6: Strombilanz Quartier Olderup

Tabelle 3-15 stellt die regenerative Stromerzeugung auf dem Gemeindegebiet Olderups dar. Diese setzt sich aus der energetischen Verwertung von Biomasse sowie von Photovoltaik- und Windstrom zusammen.

Laut Marktstammdatenregister befindet sich auf dem Gemeindegebiet Olderup eine Biogasanlage mit einer elektrischen Leistung von 625 kW. Diese Anlage wird heute nicht mehr betrieben. Demnach stammt der regenerativ erzeugte Strom in Olderup ausschließlich aus den Quellen Wind und Sonne. Der südlich des Quartiers gelegene Windpark hat hier den größten Anteil.

Tabelle 3-15: Regenerative Erzeugungsleistung auf dem Gemeindegebiet von Olderup

Regenerativer Energieträger	Bruttoleistung [kW]	Nettoleistung [kW]
(Biomasse)	(630)	(460)
Solare Strahlungsenergie	1.002	861
Wind	45.800	45.800
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>47.432</b>	<b>47.121</b>

## 4 ENERGIE- UND CO<sub>2</sub>-MINDERUNGSPOTENZIALE

Der folgende Abschnitt setzt sich mit den Energie- und CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzialen auseinander. Unter anderem werden hier die Themenfelder Potenzial für erneuerbare elektrische Energien, Potenzial erneuerbarer thermischer Energien und Minderungspotenzial durch die Gebäudesanierung behandelt. Ein besonderer Fokus liegt zudem auf der zentralen Wärmeversorgung des Quartiers Olderup.

### 4.1 POTENZIALE FÜR ERNEUERBARE ELEKTRISCHE ENERGIEN

Dieser Abschnitt wird das vorhandene Potenzial und die entsprechenden Technologien für eine erneuerbare Strombereitstellung in Olderup untersuchen. Diese umfassen die gängigen Energieträger für erneuerbare Stromerzeugung Wind, Photovoltaik und Biogas.

#### 4.1.1 WIND

In der Umgebung von Olderup weht der Wind hauptsächlich aus West und Südwest. Die umliegenden Flächen werden überwiegend landwirtschaftlich genutzt und es gibt nur wenige Waldflächen in der näheren Umgebung. Diese Bedingungen schaffen gute Voraussetzungen für die Windenergienutzung.

In Rahmen des Regionalplans werden Windvorranggebiete und Windpotenzialflächen festgelegt. Raumbedeutsame Windkraftanlagen (WKA) dürfen nur in Vorranggebieten für Windenergie errichtet und erneuert werden (Ministerium für Inneres I. R.-H.). Auf Windpotenzialflächen hingegen ist eine Errichtung bzw. Erneuerung in Zukunft denkbar, jedoch zum jetzigen Zeitpunkt nicht zugelassen.

Der Kreis Nordfriesland und damit die Gemeinde Olderup wird in der Teilaufstellung des Regionalplans für den Planungsraum I aufgeführt. Diese ist im Gesetz- und Verordnungsblatt vom 31. Dezember 2020 in Kraft getreten (Ministerium für Inneres I. R., 2022). Aus den Datenblättern des Kreises Nordfriesland geht hervor, dass sich in der Gemeinde Olderup zwei Gebiete zur Windenergienutzung befinden. Laut Markstammdatenregister beläuft sich die gesamtinstallierte Leistung der 21 im Gemeindegebiet liegenden Bestands-WKA auf 45,8 MW.

In Olderup gibt es bereits einen Bürgerwindpark. Die Gesamtleistung der zugehörigen Anlagen beläuft sich auf 11,5 MW. Die 2009 errichteten Anlagen stehen nach Auslaufen der EEG-Vergütung nach 20 Betriebsjahren potenziell für die Versorgung eines Heizwerkes mit Power-to-Heat zur Verfügung. Dies ermöglicht nicht nur einen wirtschaftlich sinnvollen Weiterbetrieb der WKA, sondern auch eine Kostensenkung bei der Wärmeerzeugung, da Windstrom in der Regel günstig verfügbar ist.

Abbildung 4-1 zeigt das Gebiet, von welchem 82,8 ha der gesamten 116,4 ha als Vorranggebiet ausgewiesen sind. In dem Bereich in und um die zwei Vorranggebiete sind insgesamt 19 WKA in Betrieb.

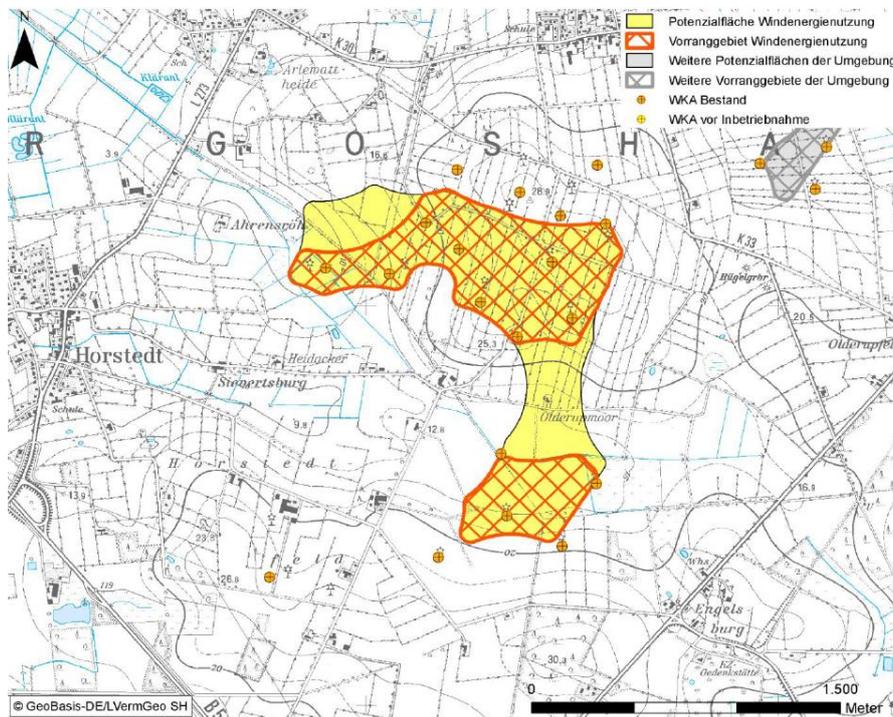


Abbildung 4-1: Windpotenzialfläche und -vorranggebiet Arlewatt, Horstedt, Olderup, Schwesing (Datenblätter Potenzialflächen Nordfriesland)

Abbildung 4-2 zeigt das vollständig im Gemeindegebiet liegende Vorranggebiet, welches eine Fläche von 16 ha umfasst. Laut Markstammdatenregister stehen sieben Anlagen in räumlichem Zusammenhang mit der ausgewiesenen Fläche.

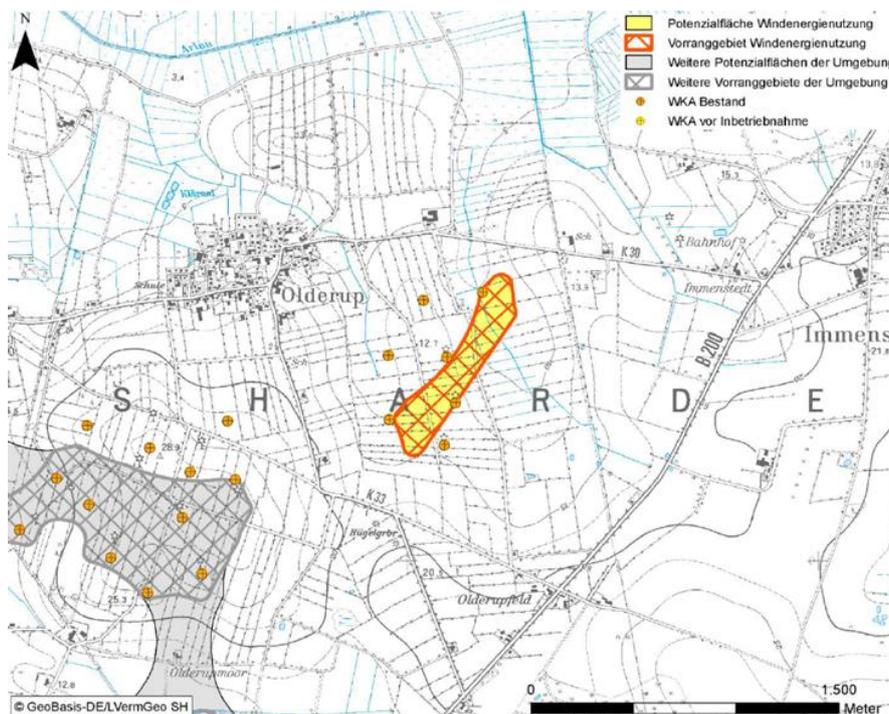


Abbildung 4-2: Windpotenzialfläche und -vorranggebiet Olderup (Datenblätter Potenzialflächen Nordfriesland)

Abbildung 4-3 zeigt die Standorte von zwei Windkraftanlagen, die potenziell für die direkte Versorgung eines Heizwerkes genutzt werden können. Wie aus Abbildung 4-2 ersichtlich wird, liegen diese Anlagen außerhalb des Vorranggebietes. Ein Repowering, d.h. die Errichtung neuer WKA, ist somit an diesen Standorten nicht möglich, was die Weiternutzung der Anlagen nach Auslaufen der EEG-Vergütung noch sinnvoller macht.



Abbildung 4-3: Standort potenziell für die Versorgung einer Wärmezentrale in Frage kommende WKA (DA Nord, 2024)

#### 4.1.2 PHOTOVOLTAIK

Die Landesregierung gibt mit dem Landesentwicklungsplan (LEP) einen Rahmen für die Entwicklung bestehender und neuer Standorte für solare Freiflächen vor. Dabei dient der LEP lediglich als Hilfestellung für Gemeinden, Kreise, Investoren und Projektentwickler. Eine Vorgabe von Eignungs- oder Vorrangflächen ist im LEP nicht vorgesehen, sondern kann über die Gemeinde geregelt werden. Dafür ist die Ausweisung von Flächen im Flächennutzungsplan sowie die Aufstellung eines Bebauungsplanes erforderlich. Die Flächen werden dabei als Sondergebiet Photovoltaik bzw. Sondergebiet Solarthermie festgesetzt (Ministeriums für Inneres, 2021).

Die Entwicklung von raumbedeutsamen solaren Freiflächenanlagen soll möglichst raum- und landschaftsverträglich erfolgen. Die nachfolgenden Flächen werden gemäß LEP als besonders geeignet bewertet (Ministeriums für Inneres, 2021):

- Bereits versiegelte Flächen
- Konversionsflächen aus z.B. gewerblich-industrieller, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung
- Flächen entlang von Schienenwegen sowie Autobahnen
- Vorbelastete Flächen

Die folgende Abbildung gibt eine Übersicht über Vergütung von PV-Anlagen für die verschiedenen Leistungsklassen.

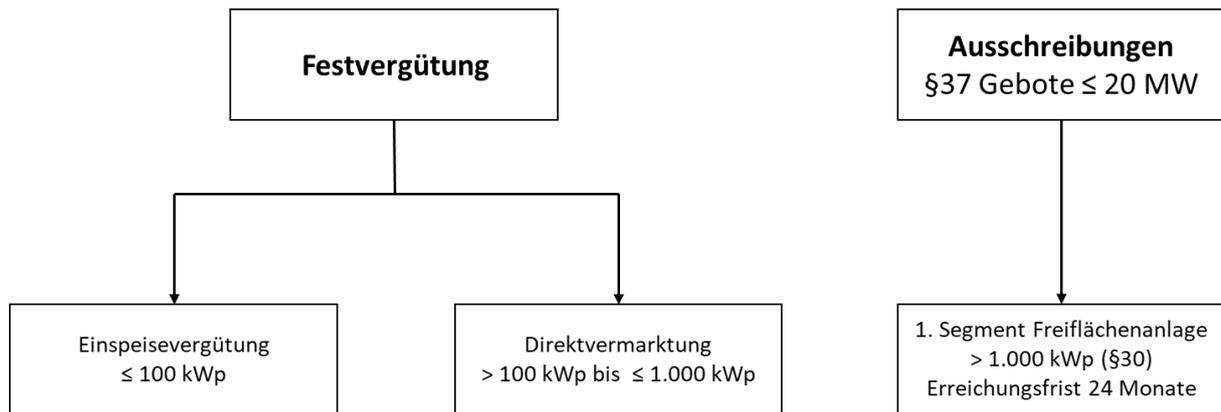


Abbildung 4-4: Vergütung nach dem EEG für Freiflächenanlagen, eigene Darstellung nach (Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 28. Juli 2022)

Nach Abbildung 4-4 ist die Vergütung durch das EEG abhängig von der Anlagengröße. Kleinere Anlagen bis 1.000 kWp Nennleistung müssen nicht am Ausschreibungsverfahren teilnehmen, sondern erhalten eine feste Einspeisevergütung (Anlagen bis 100 kWp) bzw. einen anzulegenden Wert über die Direktvermarktung (ab 100 kWp) (Ministerium für Umwelt, 2019).

**Einspeisevergütung:** Die Vergütung für Anlagen mit Inbetriebnahme ab 01.01.2023 bis 31.01.2024 betrug vorbehaltlich im Folgenden beschriebener Ausnahmen 7,00 ct/kWh ohne monatliche Kostendegression. Ab dem 1. Februar 2024 beträgt die halbjährliche Kostendegression 1,0 % (Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 28. Juli 2022).

**Direktvermarktung (auch Marktprämienmodell):** Der Anlagenbetreiber erhält eine feste Vergütung (anzulegender Wert), welcher sich aus dem Marktwert und der Marktprämie zusammensetzt. Die Vergütung ist durch die zusätzlich gezahlte Managementprämie um 0,4 ct/kWh höher als die Einspeisevergütung (Bundesnetzagentur, 2023).

**Ausschreibung:** Die maximale Anlagengröße für Ausschreibungen beträgt mit dem Inkrafttreten des „Solarpakets 1“ 50 MWp. Der bisher niedrigste mittlere Zuschlag wurde im Februar 2018 mit 4,33 ct/kWh erteilt. Der niedrigste Einzelzuschlag bis Dezember 2021 wurde im Februar 2020 mit 3,55 ct/kWh ausgegeben (Wirth, 2023).

Darüber hinaus gelten mit der Novellierung vom 30. Juli 2022 erhöhte Vergütungssätze [ct/kWh] für Photovoltaik Dachanlagen, welche im Folgenden kurz aufgeführt werden (C.A.R.M.E.N e.V., 2022):

Tabelle 4-1: Vergütungssätze für PV-Dachanlagen in ct/kWh

Anlagengröße	01.02.2024 – 01.08.2024		01.08.2024 – 01.02.2025	
	Teileinspeisung	Volleinspeisung	Teileinspeisung	Volleinspeisung
Bis 10 kWp	8,51	13,27	8,43	13,13
Bis 40 kWp	7,43	11,19	7,35	11,08
Bis 100 kWp	6,14	11,19	6,08	11,08
Bis 400 kWp	6,14	9,31	6,08	9,21
Bis 1000 kWp	6,14	8,02	6,08	7,94

In diesem Zusammenhang sind unter Teileinspeisungs-Anlagen solche zu verstehen, die zunächst den Eigenstrombedarf decken und ausschließlich überschüssigen Strom ins Stromnetz einspeisen. Demgegenüber sind Volleinspeisungsanlagen, die keinen Eigenverbrauch decken, sondern den gesamten erzeugten Strom direkt ins Stromnetz einspeisen. Es ist möglich eine Teil- und eine Volleinspeiseanlage gleichzeitig auf dem Dach zu betreiben.

Für Freiflächenanlagen gilt es, eine möglichst große und zusammenhängende Fläche zu nutzen. Grund dafür sind die ansonsten aufwändige Infrastruktur und der Materialmehraufwand (Kleinertz, 2019). Abbildung 4-5 stellt die spezifischen Kosten einer Photovoltaikanlage in Abhängigkeit von der Anlagengröße dar. Anhand dieser ist zu erkennen, dass die spezifischen Kosten mit zunehmender Anlagengröße sinken.

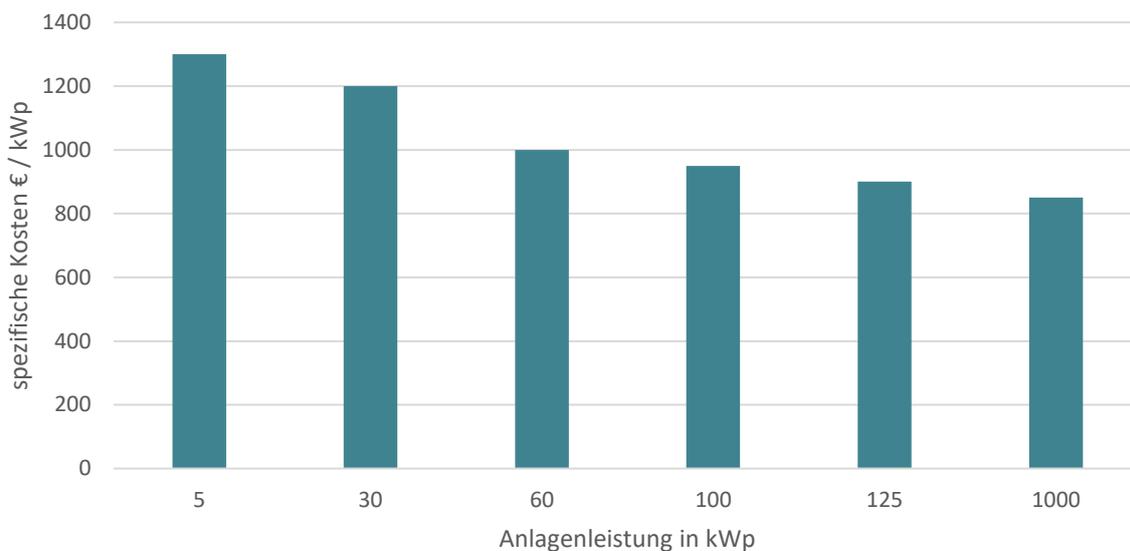


Abbildung 4-5: Spezifische Kosten von PV-Freiflächenanlagen in Abhängigkeit von der Anlagengröße

Außerhalb einer festen EEG-Vergütung ist abhängig vom Standort in Deutschland ab einer Anlagengröße von 5 MW<sub>p</sub> eine wirtschaftliche Realisierung von PV-Freiflächenanlagen möglich. Dies entspricht ungefähr einer Fläche von 6 ha (Böhm, 2022). Der Planungshorizont von Freiflächenanlagen beträgt zwei bis drei Jahre (von der Idee bis zur Inbetriebnahme).

Im Vergleich zu Windkraftanlagen haben Photovoltaik-Anlagen einen hohen Flächenverbrauch je kW<sub>p</sub> installierter Leistung. Demnach ist bei Ackerflächen eine Abwägung zwischen landwirtschaftlicher und energetischer Nutzung erforderlich. Eine parallele Nutzung der Fläche ist jedoch nicht vollkommen ausgeschlossen. So kann die Fläche weiterhin als Weideland für Schafe oder zur Förderung der Biodiversität (z. B. durch Anlegen einer Blumenwiese und Installation von Nist- oder Bienenkästen) genutzt werden (Uhland, 2020). Darüber hinaus kann eine zeitgleiche Nutzung einer Fläche für Photovoltaik als auch für Landwirtschaft und Gartenbau eine Verbesserung des landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Nutzens erzielen, indem bspw. die Pflanzen durch Solarmodule gegen Witterungseinflüsse geschützt werden (BMWK, 2023).

Das Ertragspotenzial von PV-Anlagen wird über die standortspezifische Einstrahlung abgeschätzt. Für die Gemeinde Olderup ist über die vergangenen Jahre (2001-2020) eine horizontale Globalstrahlung von jährlich 1.036 kWh/m<sup>2</sup> ermittelt worden (Meteonorm, 2024). Der Durchschnittswert in Deutschland liegt bei etwa 1.000 kWh/(m<sup>2</sup>·a) (Solarwatt, 2022).

Abbildung 4-6 zeigt eine Simulation der täglichen Stromproduktion der sich im Gemeindegebiet befindenden PV-Dachanlagen. Diese wurde auf Grundlage von Wetterdaten aus dem Jahr 2019 und der im Gemeindegebiet vorhandenen installierten Leistung (BNetzA, 2023) erstellt.

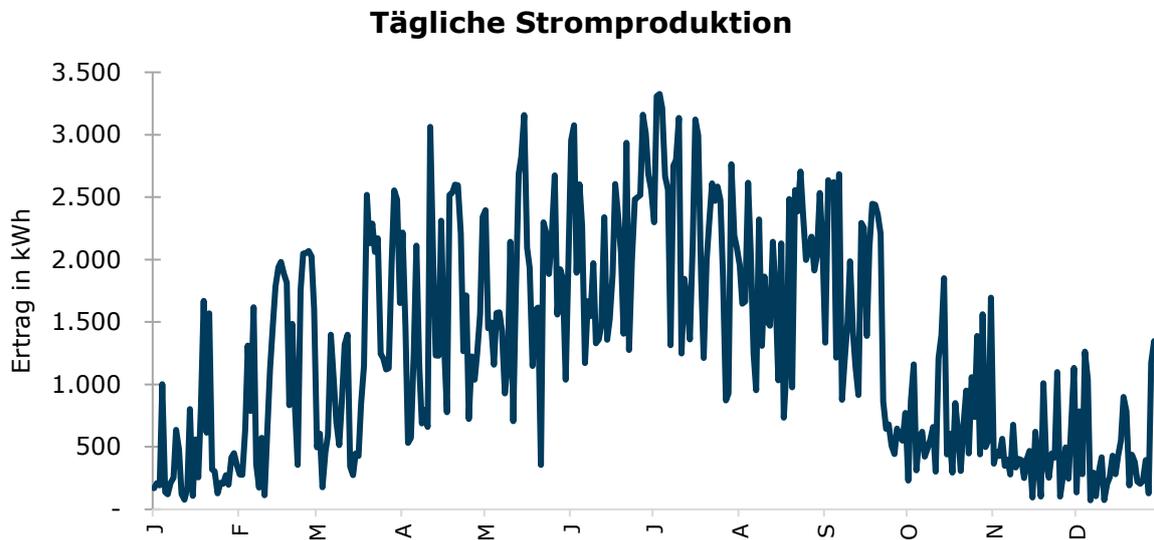


Abbildung 4-6: Tägliche Stromproduktion durch PV im Gemeindegebiet

#### 4.1.2.1 Beispiele für PV-Dachanlagen

Um die Lösung einer Installation einer PV-Anlage auf dem eigenen Dach aufzuzeigen, werde im Folgenden zwei Einfamilienhäuser näher beleuchtet und anhand von verschiedenen Auslegungsvarianten die Vorteile einer PV-Dachanlage mit Überschusseinspeisung aufgezeigt. In den betrachteten Beispielen wird ein jährlicher Stromverbrauch von **3.000 kWh** und ein Strompreis von **35 ct/kWh** mit **2 %** jährlicher Steigung angenommen. Als Verbrauchsprofil wurde das typische Verhalten eines 2-Personenhaushaltes verwendet.

Es ist zu beachten, dass der wirtschaftliche Vorteil einer Eigennutzungsanlage durch die vermiedenen Stromkosten entsteht. Dieser wird entsprechend höher, wenn der Stromverbrauch über den Tag hoch ist.

Tabelle 4-2 zeigt jeweils die Ergebnisse der verschiedenen Auslegungsvarianten für ein Haus mit nach Süden ausgerichteter Dachfläche und ein Haus mit Ost-West Dachflächen. Es wurden jeweils drei Auslegungen betrachtet, in denen die Anlagengröße variiert wurde, sodass eine Vollbelegung des Daches und je zwei auf den Verbrauch angepassten Belegungen betrachtet wurden. Der spezifische Anlagenpreis wurde dabei angepasst, sodass dieser den Anteil der Fixkosten in der Investition widerspiegelt, der bei jeder Anlage etwa gleich ist (z.B. Gerüststellung für Installation, elektrischer Anschluss). Zusätzlich wurde für eine Variante ein Elektrospeicher mit einer Kapazität von **6,4 kWh** betrachtet.

Tabelle 4-2: PV-Auslegungsvarianten für verschiedene Dachausrichtungen

Name und Art der PV-Anlage	Anlage [kWp]	Spez. Kosten [€/kWp]	Investition	Eigenverbrauch	Autarkie	Amortisation [a]	Gesamtsparsnis über 20 a
<b>Hauptstr. 31 Südbelegung</b>	3,5	1.500	5.220 €	20,6 %	26,5 %	10,4	4.950 €
	5,2	1.400	7.308 €	16,1 %	31,4 %	10,5	6.610 €
	7,8	1.300	10.179 €	12,3 %	35,6 %	10,8	8.430 €
<b>5,2 kWp + Speicher</b>	6,4 kWh	500 €/kWh	10.508 €	36,2 %	69,0 %	10,5	10.310 €
<b>Hauptstr. 44 Ost-West-Belegung</b>	3,5	1.500	5.220 €	27,6 %	28,0 %	11,4	4.140 €
	5,2	1.400	7.308 €	21,7 %	33,2 %	11,9	5.170 €
	15,7	1.200	18.792 €	9,7 %	44,2 %	14,1	7.690 €
<b>5,2 kWp + Speicher</b>	6,4 kWh	500 €/kWh	10.508 €	42,5 %	63,1 %	12,2	7.440 €

#### 4.1.3 BIOGAS

Biogas ist ein erneuerbarer Energieträger, der durch die anaerobe Vergärung von organischen Materialien wie Tier- und Pflanzenabfällen sowie Energiepflanzen wie Mais oder Gras gewonnen wird. Biogas kann als Brennstoff für die Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden und somit einen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Einsparung leisten, da es eine umweltfreundliche Alternative zu fossilen Brennstoffen darstellt.

Ein wichtiger rechtlicher Rahmen für die Nutzung von Biogas ist das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), das in Deutschland seit 2000 in Kraft ist. Das EEG regelt die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien in das öffentliche Stromnetz und garantiert den Betreibern von Biogasanlagen eine Vergütung für den eingespeisten Strom. Die Höhe der Vergütung wird dabei durch das EEG festgelegt und ist abhängig von der Größe und Art der Anlage sowie der eingespeisten Strommenge.

Darüber hinaus gibt es auch weitere gesetzliche Regelungen und Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene, die den Ausbau von Biogasanlagen fördern und die Rahmenbedingungen für deren Betrieb und Nutzung verbessern sollen.

Zusätzlich zu den gesetzlichen Rahmenbedingungen gibt es auch technische Anforderungen an Biogasanlagen, die in verschiedenen Normen und Verordnungen festgelegt sind. So müssen beispielsweise bestimmte Abgaswerte eingehalten werden und es gelten Vorschriften zur Sicherheit und zum Umweltschutz.

Insgesamt bietet die Nutzung von Biogas als erneuerbare Energiequelle ein großes Potenzial zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen. Die entsprechenden rechtlichen Rahmenbedingungen und technischen Anforderungen sollen dabei sicherstellen, dass die Nutzung von Biogas ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll ist.

## 4.2 POTENZIALE FÜR ERNEUERBARE THERMISCHE ENERGIE

Dieser Abschnitt wird das vorhandene Potenzial und die entsprechenden Technologien für eine erneuerbare Wärmebereitstellung in Olderup untersuchen. Diese umfassen neben verschiedenen Ansätzen der Wärmergewinnung mittels Wärmepumpen (Luft, Abwasser, Erdwärme) auch Solarthermie oder Kraft-Wärme-Kopplung mit erneuerbaren Energieträgern als Brennstoff.

### 4.2.1 LUFT-WÄRMPUMPE

Luft als Wärmequelle steht fast immer und überall zur Verfügung. Es handelt sich bei der Luft-Wärmepumpe um eine platzsparende Variante, die es ermöglicht, erneuerbare Energie zu nutzen. Die Effizienz der Wärmepumpe, die Leistungszahl, ist neben der Vorlauftemperatur von der Quelltemperatur abhängig. Somit erfolgt die Wärmebereitstellung der Luft-Wärmepumpe im Sommer am effizientesten. Im Winter, bei geringeren Temperaturen, sinkt entsprechend die Leistungszahl der Luft-Wärmepumpe. Dem gegenüber stehen die geringeren Investitionskosten und einfache Umsetzung der Luft-Wärmepumpe im Vergleich zu anderen Varianten der Wärmepumpen. Gerade in Dänemark ist die Luft-Wärmepumpe eine zentrale und etablierte Technologie in kommunalen Wärmenetzen.

Während Wärmepumpen in Haushalten 40 % der theoretisch maximal möglichen Leistungszahl erreichen, also einen Gütegrad von 40 %, erreichen moderne Großwärmepumpen Gütegrade zwischen 65 % und 70 %. Abbildung 4-7 zeigt den Verlauf der Leistungszahl einer Großwärmepumpe für verschiedene Vorlauftemperaturen. Bei einer Vorlauftemperatur von 70°C, wie sie bei Wärmenetzen der 4. Generation üblich ist, werden auch bei geringen Temperaturen Leistungszahl von ca. 3 erreicht.

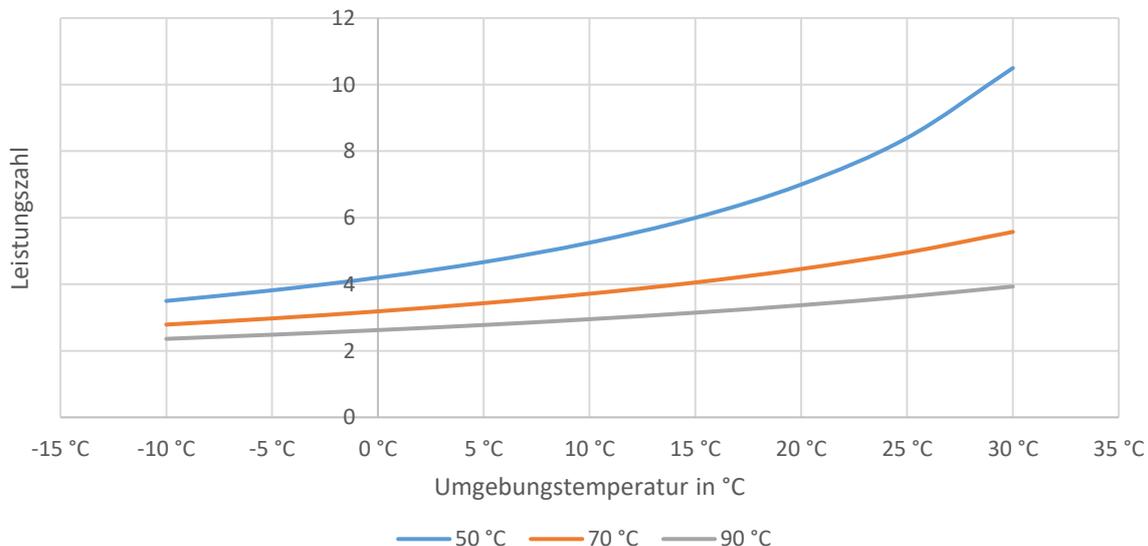


Abbildung 4-7: Darstellung der Leistungszahl einer Großwärmepumpe bei verschiedenen Vorlauftemperaturen über der Quelltemperatur

Für die Verwendung von Luft-Wärmepumpen werden zusätzliche Rückkühlwerke benötigt. Diese können als Tischkühler oder V-Kühler ausgeführt werden. Beispielhafte Rückkühlwerke sind ca. 11,5 m lang und zwischen 2,25 m (Tischkühler) und 2,4 m (V-Kühler) breit. Um ein Vereisen dieser Rückkühlwerke zu verhindern, kann die Wärmepumpe gelegentlich in einen Abtaumodus wechseln. Abhängig vom Standort der Heizzentrale kann es erforderlich sein, einen Schallschutz zur Einhaltung der maximal zulässigen Schallemission vorzusehen.

## 4.2.2 GEOTHERMIE

Die Nutzung von Geothermie wird in zwei verschiedene Arten eingeteilt. Bei einer Tiefe von 1,5 m bis etwa 400 m Tiefe spricht man von oberflächennaher Geothermie, während darunter von tiefer Geothermie gesprochen wird.

### 4.2.2.1 Oberflächennahe Geothermie

Bei oberflächennaher Geothermie spielen drei Komponenten eine wichtige Rolle. Diese sind die Wärmequellanlage, die Wärmepumpe und die Wärmenutzungsanlage.

Durch die Wärmequellanlage wird die im Boden vorhandene Wärme erschlossen. Es existieren verschiedene Systeme zur Gewinnung der Wärme. Diese werden durch einen Frostschutz/Wassergemisch, kurz Sole, durchflossen.

- Flächenkollektoren:  
Unterhalb der Frostgrenze (etwa 1,5 m tief) werden Kunststoffrohre verlegt, welche etwa die 1,5 – 2-fache Fläche der zu beheizende Fläche einnehmen müssen. Pro kW Heizleistung werden etwa 15 m<sup>2</sup> bis 30 m<sup>2</sup> Kollektorfläche benötigt. Diese Fläche darf nicht überbaut sein, da sich die Wärme im Boden über den Sommer regenerieren muss.
- Erdwärmesonden:  
Werden in Bohrungen bis etwa 100 m eingebracht. Sie bestehen aus paarweise gebündelten U-förmigen Kunststoffrohrschleifen. Regeneration findet über Nachströme von Energie im Untergrund statt. Die Leistung der Sonden hängt von der Wärmeleitfähigkeit des Bodens ab, welcher in Schleswig-Holstein sehr komplex aufgebaut ist. Der Richtwert für die Leistung der Sonden liegt bei einer Sondenlänge von 100 m bei 3 – 6 kW.
- Spiralsonden, Erdwärmekörbe und Grabenkollektoren:  
Dies sind drei Sonderformen, welche bei einem geringen Platzangebot gebaut werden können.

Die in den verschiedenen Kollektoren gesammelte Wärme wird über eine Wärmepumpe auf für den Verbraucher nutzbare Temperaturen gebracht. Aufgrund der höheren Quelltemperatur im Winter ist die Arbeitszahl einer Erdwärmepumpe im Winter höher als die einer Luftwärmepumpe.

Für die Wärmenutzungsanlage gilt als Richtwert, dass diese die Wärme auf einem möglichst niedrigen Temperaturniveau nutzen sollte. Heizung und Dämmung sollten auf eine Vorlauftemperatur von 35°C ausgelegt werden. Wird mit der Wärmepumpe auch Warmwasser erzeugt oder liegt die Vorlauftemperatur deutlich über 35°C, so steigt die Belastung der Erdwärmesonde und die Leistungszahl der Wärmepumpe wird aufgrund der höheren Temperaturen geringer.

Für eine genauere Betrachtung eines entsprechenden Erdwärmesondenfeldes muss zunächst ein Geothermal Response Test durchgeführt werden, dieser gibt Auskunft über das tatsächlich vorhandene Potenzial zur Wärmeentnahme. Da mehrere Sonden erforderlich sind, muss anschließend die Temperaturantwort des Sondenfeldes simuliert werden. Grundlage hierfür ist zum einen der Geothermal Response Test und zum anderen das jeweilige Nutzerprofil (Heizlast). Um die mögliche Entzugsleistung zu erhöhen und ein Auskühlen des Untergrundes zu verhindern, sollte der Untergrund regeneriert werden. Dies ist z.B. durch Abwärme oder Kühlung im Sommer möglich. Bei entsprechenden Voraussetzungen und in Abhängigkeit von den Investitionskosten kann die oberflächennahe Geothermie eine interessante Ergänzung für den Winter darstellen.

#### 4.2.2.2 Tiefe Geothermie

Von tiefer Geothermie spricht man ab Bohrtiefen von mehr als 400 m. Üblich ist auch die Verwendung des Begriffes „mitteltiefe Geothermie“, welche den Bereich von 400 – 1000 m umfasst. Durch tiefe Bohrungen lassen sich wärmeführende Schichten erschließen, welche auf einem hohen Temperaturniveau liegen.

Tiefe Geothermie wird in Deutschland bisher fast ausschließlich hydrothermal im Dubletteverfahren realisiert. Dabei werden zwei Bohrungen im Abstand von wenigen hundert Metern bis zu etwa drei Kilometern abgeteuft. Hydrothermal bedeutet, dass im Untergrund vorhandenes Thermalwasser zur Förderung genutzt wird. Eine weitere Nutzungsmöglichkeit ist die petrothermale Geothermie, bei der durch Stimulationsmaßnahmen die Durchlässigkeitseigenschaften des Untergrundes künstlich verbessert werden und so die Zirkulation und Erwärmung eines eingebrachten Fluids ermöglicht wird. Über eine Förderbohrung wird das geothermisch nutzbare Reservoir erschlossen und über eine Reinjektionsbohrung wird das abgekühlte Wasser wieder in den Untergrund eingeleitet. An der Oberfläche wird dem Thermalwasser über Wärmetauscher die Wärme entzogen und z.B. an ein Wärmenetz abgegeben.

Die petrothermale Geothermie befindet sich derzeit noch im F&E-Stadium und wird daher in Deutschland bisher kaum genutzt. Abbildung 4-8 zeigt die Verbreitung von potenziell hydrothermal nutzbaren Sandsteinschichten. In der Umgebung von Olderup gibt es nur vereinzelte Bohrungen, die ein Vorkommen nachweisen könnten. Modellierungen der im Untergrund vorhandenen Gesteinsschichten lassen jedoch vermuten, dass Olderup in einem Gebiet mit mittlerem Buntsandstein liegt, der potenziell für eine hydrothermale Nutzung geeignet sein könnte.

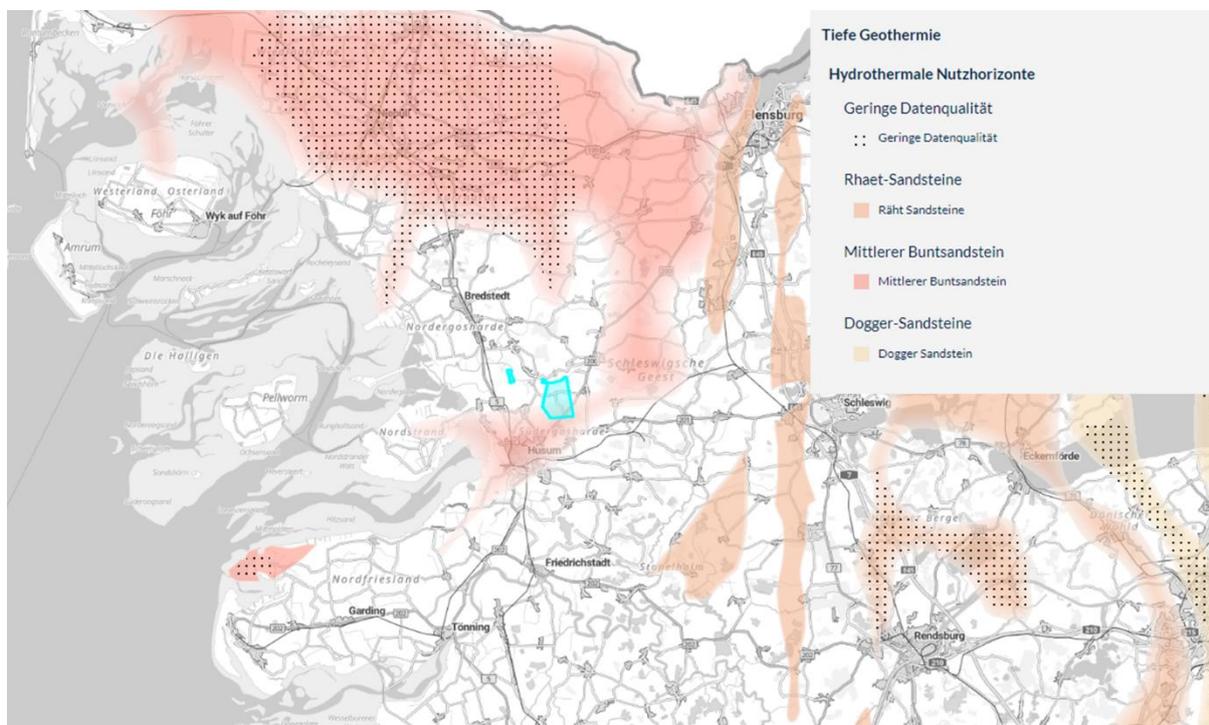


Abbildung 4-8: Verbreitung potenziell nutzbarer Gesteinsschichten (DA Nord, 2024)

#### 4.2.3 GRUNDWASSER-WÄRMEPUMPE

Der Einsatz von Grundwasser-Wärmepumpen verbindet prinzipiell Vorteile der Luft- und Erdwärme-Wärmepumpe. Die Investitionskosten einer Grundwasser-Wärmepumpe sind, zumindest für die Verwendung von Großwärmepumpen, geringer als bei Erdwärme-Wärmepumpen. Da das Grundwasser im Winter höhere Temperaturen aufweist als die Umgebungsluft, arbeiten Grundwasser-Wärmepumpen im Winter mit höheren Leistungszahlen als Luft-Wärmepumpen.

Bei der Verwendung von Grundwasser als Wärmequelle werden mindestens zwei Brunnen benötigt. Das Grundwasser wird zunächst über einen Entnahmekosten gefördert und über die Wärmepumpe um einige Grad Celsius abgekühlt. Anschließend wird das gekühlte Wasser in einem Schluckbrunnen wieder eingeleitet. Sowohl die zulässige Entnahmemenge an Grundwasser als auch die Position der Brunnen müssen zusätzlich geprüft werden. Bei den Brunnen ist darauf zu achten, dass sie ausreichend weit voneinander entfernt sind, um einen thermischen Kurzschluss beim Einleiten des abgekühlten Wassers zu verhindern. Ebenso ist die Fließrichtung des Grundwassers zu beachten.

#### 4.2.4 ABWÄRME-WÄRMEPUMPE

Abwärme von Betrieben oder der Industrie stellt die attraktivste Wärmequelle für Wärmepumpen dar. Geringe Investitionskosten für die Erschließung dieses Potenzials sowie die tendenziell hohen Temperaturen der Abwärme sorgen für eine hohe Effizienz und Wirtschaftlichkeit der Anlage. Dieser Ansatz wird jedoch nicht weiterverfolgt, da in der Gemeinde Olderup keine Abwärmequellen identifiziert werden konnten, die Abwärme in ausreichender Menge zur Verfügung stellen.

#### 4.2.5 BIOMETHAN BLOCKHEIZKRAFTWERK

Gasbetriebene Blockheizkraftwerke (BHKW) stellen eine Möglichkeit zur gleichzeitigen Bereitstellung von elektrischem Strom und Wärme dar. Grundsätzlich ist der Wirkungsgrad solcher Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen höher als bei einer getrennten Bereitstellung von Strom und Wärme. Für eine regenerative und nachhaltige Erzeugung sollten diese Anlagen, sofern die Marktlage es zulässt, mit Biomethan als Brennstoff betrieben werden. Dieser kann über eine Direktleitung von nahegelegenen Biogasanlagen (wegfallen der Netzentgelte) oder bilanziell über das Gasnetz bezogen werden.

Der Betrieb des BHKW wird anhand wirtschaftlicher Randbedingungen und zur Deckung des Wärmebedarfs optimiert. Können durch hohe Strompreise an der Börse Gewinne erzielt werden, speist das BHKW ins Netz. Die anfallende Wärme wird direkt im Wärmenetz genutzt oder in einem Wärmespeicher zwischengespeichert. Bei niedrigen Strompreisen kann das BHKW genutzt werden, um beispielsweise eine Wärmepumpe mit Eigenstrom zu versorgen.

#### 4.2.6 BIOMASSE

Biomasse ist allgemein gefasst organische Masse, die von Lebewesen oder Pflanzen stammt. Typischerweise wird bei der Wärmeversorgung hauptsächlich Holz (Hackgut oder Pellets) unter dem Begriff Biomasse verstanden, aber andere Stoffe wie Stroh, Grünpflanzen etc. sind ebenfalls mögliche Brennstoffe für Biomasseanlagen. Holz zählt neben Wind, Wasser und Sonne zu den erneuerbaren Energieträgern und ist aus diesem Grund von CO<sub>2</sub>-Abgaben befreit. Trotz lokaler CO<sub>2</sub>-Emissionen, die während der Verbrennung entstehen, wird bloß jene Menge an CO<sub>2</sub> freigesetzt, die der Baum während seiner Wachstumsphase gebunden hat. Ebendiese Menge CO<sub>2</sub> würde auch beim natürlichen Zersetzungsprozess wieder an die Umwelt abgegeben werden.

Sofern Biomasse aus nachhaltigem Anbau oder als Abfallprodukt in Gewerben sowie der Industrie anfällt, können Biomasseanlagen eine gute Ergänzung für eine kommunale Wärmeversorgung darstellen.

#### 4.2.7 SOLARTHERMIE

Solarthermie stellt die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in Wärme dar. In Solarthermie-Kollektoren wird ein Wasser-Glykol-Gemisch durch das einfallende Sonnenlicht erwärmt und kann so in der Wärmeversorgung genutzt werden. Wie bei anderen Technologien auch sorgen hohe Vorlauftemperaturen und niedrige Umgebungstemperaturen bei solarthermischen Anlagen für eine Reduktion des Wirkungsgrads. Gerade im Winter führt dies bei der Solarthermie zu einem sehr geringen Ertrag. Im Gegensatz zur Photovoltaik, die auch mit diffuser Einstrahlung Strom produzieren kann, benötigt die Solarthermie für den Betrieb vor allem eine direkte Sonneneinstrahlung.

Um solarthermische Anlagen in einem Wärmenetz sinnvoll nutzen zu können sollten saisonale Wärmespeicher genutzt werden. Bei der aktuellen Marktlage und den zu erwartenden Investitionen, ist die Installation einer PV-Anlage zu bevorzugen. Der produzierte Strom der PV-Anlage kann zum Betrieb einer Wärmepumpe genutzt werden. Überschussstrom im Sommer kann gewinnbringend am Strommarkt veräußert werden.

#### 4.2.8 PHOTOVOLTAISCH-THERMISCHE KOLLEKTOREN

Ein Photovoltaisch-Thermischer Kollektor (PVT) kombiniert Photovoltaik (PV) und Solarthermie (T) in einem Kollektor. Dieser Hybridkollektor wandelt so die Sonnenstrahlung nicht nur in Wärme oder Strom um, sondern er kombiniert die Nutzung und steigert somit die mögliche Ausbeute (Fraunhofer ISE, 2020). Durch den solarthermischen Teil des Kollektors, welcher auf der Rückseite des Moduls angebracht ist, wird überschüssige Wärme nutzbringend abgeführt und die PV-Zellen können auch bei hohen Temperaturen im Sommer effizient arbeiten. Je kälter die Rückseite ist, desto höher wird der Wirkungsgrad des PV-Moduls.

Für kleinere Anwendungen wie Ein- bzw. Mehrfamilienhäuser, oder Liegenschaften wie Verwaltungsgebäude, Krankenhäuser etc. gibt es bereits Beispiele für die Anwendung von PVT-Kollektoren. Gerade da, wo auch im Sommer genügend Wärme abgenommen werden kann, hat diese Technologie ihre Konkurrenzfähigkeit gezeigt. In Kombination mit einer Wärmepumpe entstehen in diesen Fällen sehr effiziente Systeme. (TGA-Praxis, 2022)

Es gibt erste Untersuchungen zur Anwendung von PVT-Kollektoren in kalten Nahwärmenetzen. Beispielsweise wurde für ein Neubauquartier in der Stadt Bedburg ein Konzept mit einem PVT-Feld von  $4 \text{ MW}_{\text{el}}$  und  $3 \text{ MW}_{\text{th}}$  vorgestellt (Solarthermalworld, 2021). Zur Einbindung von PVT-Anlagen in ein Wärmenetz mit höherer Vorlauftemperatur, welches auf Grund der Gebäudealtersklassen in Olderup zu nutzen wäre, liegen keine aussagekräftigen Untersuchungen vor. Aus diesem Grund wird bei der Konzipierung eines Wärmenetzes auf die Untersuchung von PVT verzichtet.

### 4.3 MINDERUNGSPOTENZIALE DURCH GEBÄUDESANIERUNG

Die Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudesektor ist einer der zentralen Aspekte zur Minderung der Treibhausgasemissionen. Ca. 36 % des gesamten Endenergieverbrauchs entfällt auf den Gebäudebereich, was diesen zu einem der größten Emittenten klimaschädlicher Gase in Deutschland macht (Umweltbundesamt, 2024). Im Folgenden wird das Potenzial zur Reduzierung dieser Emissionen in Olderup dargestellt.

Der Gesamtendenergiebedarf von Olderup beträgt 3,67 GWh/a (exklusive Mobilität), wovon 83 % für die Bereitstellung von Wärme in privaten Wohngebäuden benötigt wird. Der Gesamtbedarf an Wärme für Gebäude liegt bei 3,29 GWh/a.

Der Gebäudebestand von Olderup ist bezogen auf Sanierungsgrad und spezifischen Wärmebedarf pro Quadratmeter Wohnfläche über dem deutschen Mittel. In Deutschland werden pro m<sup>2</sup> Wohnfläche ca. 129 kWh/a benötigt (siehe Tabelle 3-7). Der durchschnittliche spezifische Wärmeverbrauch im Quartier Olderup liegt bei 132 kWh/(m<sup>2</sup> a) entsprechend der nach dem GEG definierten Energieeffizienzklasse E (GEG 2020, Anlage 10 zu § 86).

Mit dem Blick auf das Ziel der Bundesregierung den Gebäudebestand Deutschlands bis 2050 nahezu klimaneutral abzubilden, ist der deutsche Durchschnitt Stand heute zu hoch. In Tabelle 4-3 ist die Entwicklung von Olderup mit Sanierungsraten von 1 %, 2 % und 5 % dargestellt. Die Sanierungsrate gibt Auskunft darüber, wie viel Prozent des Gebäudebestandes jährlich saniert wird. Aktuell wird in Deutschland mit einer Sanierungsrate von 1 % gerechnet (Ariadne-Report, 2021).

Bei einer gleichbleibenden Sanierungsrate von 1 % wird Olderup eine Reduzierung von 23 % auf ca. 2,7 GWh/a erreichen. Auch bei einer Sanierungsrate von 5 % wird der Gebäudesektor in Olderup 2050 nicht klimaneutral sein. Hierfür ist es zwingend notwendig, dass die Wärmeerzeugung regenerativ realisiert wird.

Tabelle 4-3: Sensitivitätsanalyse Sanierungsrate

	2024	2030	2040	2050
<b>Sanierungsrate 1 %</b>				
Wärmebedarf Olderup [MWh]	3.265	3.074	2.780	2.514
<b>Prozentuale Einsparung [%]</b>	0	6	15	23
CO <sub>2</sub> Emissionen Wärme [t/a]	742	698	632	571
<b>Sanierungsrate 2 %</b>				
Wärmebedarf Olderup [MWh]	3.265	2.892	2.363	1.931
<b>Prozentuale Einsparung [%]</b>	0	11	28	41
CO <sub>2</sub> Emissionen Wärme [t/a]	742	657	537	439
<b>Sanierungsrate 5 %</b>				
Wärmebedarf Olderup [MWh]	3.265	2.400	1.437	860
<b>Prozentuale Einsparung [%]</b>	0	26	56	74
CO <sub>2</sub> Emissionen Wärme [t/a]	742	545	327	196

Die in Tabelle 4-3 dargestellten Zahlen beziehen sich auf die Sanierung der Gebäudehülle. Ein Wechsel der Wärmeerzeugung ist hier nicht berücksichtigt. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind mit dem Energiemix des Status Quo abgebildet und reduzieren sich durch einen Rückgang des Energiebedarfes. Der Umstieg von fossilen Energieträgern auf regenerative Wärmeerzeugung kann bereits im Szenario mit 2 % Sanierungsrate die aktiv ausgestoßenen CO<sub>2</sub>-Emissionen gegen Null gehen lassen.

#### 4.3.1 FÖRDERMÖGLICHKEITEN IM BEG

Am 8. September 2023 wurde vom deutschen Bundestag die Novelle des GEG sowie Eckpunkte für eine neue Förderung des Heizungsaustausches beschlossen. Das oftmals als „Heizungsgesetz“ bezeichnete Gesetz brachte damit zu Beginn des Jahres einige Neuerungen. Für den Heizungsaustausch gibt es folgende Investitionskostenzuschüsse:

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

Die maximal förderfähigen Investitionskosten betragen 30.000 € für ein Einfamilienhaus bzw. die erste Wohneinheit in einem Mehrparteienhaus. Der maximal erhältliche Investitionskostenzuschuss für den Heizungsaustausch beträgt somit - bei einem Fördersatz von 70 % - 21.000 €. In einem Mehrparteienhaus erhöhen sich die förderfähigen Kosten je weitere Wohneinheit. Bei Nichtwohngebäuden gelten Grenzen für die förderfähigen Kosten nach Quadratmeterzahl.

Für den Heizungsaustausch und Effizienzmaßnahmen ist außerdem ein neues zinsvergünstigtes Kreditangebot für Antragstellende bis zu einem zu versteuernden Haushaltseinkommen von 90.000 €/a erhältlich.

Zusätzlich zur Förderung des Heizungsaustauschs können Zuschüsse für weitere Effizienzmaßnahmen beantragt werden, wie z.B. für Dämmung der Gebäudehülle, Anlagentechnik und Heizungsoptimierung. Die Fördersätze betragen hier weiterhin 15%, plus ggf. 5% Bonus bei Vorliegen eines individuellen Sanierungsfahrplans (iSFP). Die maximal förderfähigen Investitionskosten für Effizienzmaßnahmen liegen bei 60.000 € pro Wohneinheit, wenn ein individueller Sanierungsfahrplan vorliegt und bei 30.000 ohne Sanierungsfahrplan.

Neu dabei ist, dass die Höchstgrenzen der förderfähigen Kosten für den Heizungsaustausch und weitere Effizienzmaßnahmen kumulierbar sind. In der Summe gilt eine Höchstgrenze der förderfähigen Kosten von 90.000 €, wenn Heizungsaustausch und Effizienzmaßnahme durchgeführt werden. Vorher betragen die maximal förderfähigen Investitionskosten 60.000 €. Diese Summe gilt für alle durchgeführten Maßnahmen am Gebäude (Heizungsaustausch und weitere Effizienzmaßnahmen) innerhalb eines Kalenderjahres.

Die bisherige Zuschussförderung energetischer Sanierungsschritte in den BEG-Einzelmaßnahmen sowie das Angebot zinsvergünstigter Kredite mit Tilgungszuschuss für Komplettsanierungen auf Effizienzhaus/-gebäudeniveau bleiben erhalten. Alternativ kann auch weiterhin die Möglichkeit der steuerlichen Förderung nach Einkommenssteuerrecht in Anspruch genommen werden. Die Förderrichtlinien BEG-Wohngebäude und BEG-Nichtwohngebäude bleiben unverändert.

Eine übersichtliche Darstellung der Förderung für den Heizungsaustausch in der neuen BEG ist in Abbildung 4-9 dargestellt.

Heizungstausch (KfW)		Sanierung (BAFA)	
<b>Grundförderung</b> 30%	<b>Klimaschwindigkeitsbonus</b> 20%	<b>Einkommensbonus</b> 30%	<b>Weitere Effizienzmaßnahmen</b> 20%
Alte fossile Heizung gegen klimafreundliche tauschen	Austausch von funktionstüchtigen Öl-, Kohle-, Gas-Etagen- oder Nachtspeicherheizungen sowie mehr als zwanzig Jahre alten Biomasse- und Gasheizungen	Für selbstnutzende Eigentümer_innen	ZB, für die Dämmung der Gebäudehülle <sup>***</sup> , Anlagentechnik und Heizungsoptimierung
- Für alle Wohn- und Nichtwohngebäude und alle Antragsstellergruppen - Effizienz-Bonus von 5% für Wärmepumpen* und 2.500 € Zuschlag für Biomasseheizungen**	Für den frühzeitigen Austausch alter fossiler Heizungen (Nach 2028 alle 2 Jahre 3% weniger)	Erhältlich mit bis zu 40.000 € zu versteuerndem Haushaltsjahreseinkommen	15% Grundförderung + ggf. 5% bei vorhandenem Sanierungsplan (ISFP-Bonus)
<b>Gesamtförderung</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maximaler kumulierter Fördersatz von 70%</li> <li>- Maximal förderfähigen Ausgaben bei 30.000 € für Einfamilienhäuser bzw. die erste Wohneinheit in einem Mehrparteienhaus</li> <li>- Bei max. 70% Förderung entsprechend 21.000 €</li> <li>- In einem Mehrparteienhaus erhöhen sich die maximal förderfähigen Ausgaben um jeweils 15.000 € für die zweite bis sechste sowie um jeweils 8.000 € ab der siebten Wohneinheit</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maximaler kumulierter Fördersatz von 20%</li> <li>- Die maximal förderfähigen Ausgaben für weitere Effizienzmaßnahmen liegen mit Sanierungsfahrplan bei 60.000 € pro Wohneinheit und bei 30.000 € ohne Sanierungsfahrplan</li> </ul>	

**Stand: April 2024**

\* Für Wärmepumpen, die als Wärmequelle Wasser, Erdreich oder Abwasser nutzen oder ein natürliches Kältemittel einsetzen

\*\* wenn sie einen Staub-Emissionsgrenzwert von 2,5 mg/m<sup>3</sup> einhalten

\*\*\* Grenzwerte für Dämm-Standards sind einzuhalten; Energieeffizienzexperte notwendig

Abbildung 4-9: Förderübersicht Heizungstausch und Einzelmaßnahmen

### 4.3.2 MUSTERSANIERUNGEN

Zur Identifizierung und dem Aufzeigen von typischen Sanierungsmaßnahmen wurden nach der Erfassung des Ist-Zustands in Olderup Referenzgebäude zur Mustersanierung ausgewählt. Dies geschah über eine Verlosung bei der Teilnahme an der durchgeführten Umfrage. Als Anreiz zur Teilnahme und Partizipation als Referenzgebäude haben die teilnehmenden ausgewählten Gebäude einen Energiebedarfsausweis erhalten.

Für die Häuser wurden beispielhafte Mustersanierungen durchgeführt. Diese Sanierungen sollen das Potenzial zur Energieeinsparung verbildlichen. Anhand der einzelnen Maßnahmen können die Bewohner\_innen Olderups ein Gefühl für ökonomische und ökologische Vorteile bei möglichen Sanierungen an der eigenen Immobilie entwickeln. Die Mustersanierungen umfassen jeweils drei Maßnahmen. Die Maßnahmen sind immer als Einzelmaßnahmen gerechnet.

#### 4.3.2.1 Mustersanierung Referenzgebäude 1



Abbildung 4-10: Referenzgebäude 1

Bei diesem Gebäude handelt es sich um ein Gebäude aus dem Jahr 1938 mit einem spezifischen Endenergiebedarf von etwa 170 kWh/(m<sup>2</sup> a) und wird damit gemäß GEG der Klasse F zugeordnet. Die Wärmeversorgung erfolgt über eine Kombination aus einer 18 Jahre alten Ölheizung und einem Kamin.

#### **Maßnahme 1 – smarte Heizkörperthermostate**

Der Austausch der Heizkörperthermostate ist für viele Gebäude eine sinnvolle Maßnahme. Diese Maßnahme umfasst den Austausch der Thermostate gegen digitale/smarte Thermostate. Weitere vergleichbare Maßnahmen sind ein hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage sowie der Austausch der Heizungspumpen. Digitale Thermostate bergen den Vorteil der Einstellungsmöglichkeit der Heizzeiten (z.B. Nachtabenkung). Weiterhin können moderne Thermostate einen rapiden Temperaturabfall erkennen und verhindern das Heizen bei geöffneten Fenstern. Im Heizsystem kann unnötigem Heizen bei nicht Benutzung von Räumen oder ähnlichem vorgebeugt werden. In der vorgenommenen Berechnung wurde eine Einsparung von 5 % angenommen. Diese variiert, je nach Nutzerverhalten, teilweise stark, sodass auch Einsparung von etwa 10 % oder weniger als 5 % möglich sind.

### Maßnahme 2.1 – Gebäudehülle (Einblasdämmung)

Der bisher nur geringfügig gedämmte Wandaufbau des Gebäudes bietet durch den Luftspalt von ca. 6 cm die Möglichkeit einer Einblasdämmung. Diese hat das Potenzial die Wärmeverluste um etwa 38 % zu reduzieren. Voraussetzung für die Durchführung einer solchen Maßnahme ist die Überprüfung des Wandaufbaus durch eine fachkundige Person. Dieser Schritt ist notwendig, um mögliche Feuchtigkeitsansammlungen in den Wänden zu vermeiden. Neben der Energieeinsparung würde durch diese Maßnahme auch die Behaglichkeit und damit das Raumklima merklich verbessert.

### Maßnahme 2.2 – Gebäudehülle (Dachdämmung)

Als zusätzliche Maßnahme an der Gebäudehülle wurde die Erweiterung der bereits vorhandenen Dämmung der Dachfläche betrachtet. Die Dachfläche ist bisher nur teilweise mit einer Dämmschicht von 10 cm Mineralwolle gedämmt. Nach Angaben der Bewohnenden ist ca. 80 % des Daches ungedämmt. Hier wurde die Erweiterung der Dämmung auf die gesamte Dachfläche und auf insgesamt 24 cm Dämmschicht betrachtet, wodurch die Wärmeverluste um etwa 35 % reduziert werden können. Die Dämmung der ungedämmten Teile nimmt hier den größten Teil ein und wäre zu priorisieren. Es wurde hier nur eine Zwischensparrendämmung gerechnet und nicht eine Neueindeckung des Daches. Eine technische Machbarkeit muss geprüft werden.

### Maßnahme 3 – Wärmepumpe

Die Ölheizung hat mit einem Alter von 18 Jahren die übliche Lebensdauer noch nicht überschritten. Da jedoch momentan hohe Förderquoten verfügbar sind, gerade bei einem Austausch einer Ölheizung, soll eine alternative Heizungsoption aufgezeigt werden. Beispielhaft soll hier eine Wärmepumpe betrachtet werden. Es ist zu beachten, dass es sich hierbei um eine vereinfachte Darstellung der Kosten und Wirtschaftlichkeit handelt, da keine Kosten für Wartung und Instandhaltung oder Ersatzinvestitionen berücksichtigt sind. Für eine ganzheitliche Betrachtung sollte eine Berechnung der sogenannten Vollkosten vorgenommen werden, in welche diese Parameter miteinfließen.

Tabelle 4-4 fasst die genannten Maßnahmen zusammen und zeigt die wichtigsten wirtschaftlichen und energetischen Ergebnisse der Berechnungen. Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Einsparung wurde auf Basis eines gewichteten Mittelwertes mit den CO<sub>2</sub>-Faktoren von Öl und Holz vorgenommen, bezogen auf den Öl- und Holzverbrauch des Gebäudes.

Tabelle 4-4: Zusammenfassung der Mustersanierungen Baualtersklasse ≤ 1950

	Investition	Förderung BEG	Investition mit Förderung	Energie- einsparung Wärme	jährl. Einsparung	Statische Amortisation	jährl. Einsparung
<b>M1</b>	1.100 €	220 €	880 €	5%	100 €/a	8,8	150 kg/a
<b>M2.1</b>	min: 4.500 €	min: 900 €	min: 3.600 €	38%	920 €/a	min: 4	1.180 kg/a
	max: 6.300 €	max: 1.300 €	max: 5.000 €			max: 6	
<b>M2.2</b>	min: 5.900 €	min: 1.200 €	min: 4.700 €	35%	690 €/a	min: 7	1.100 kg/a
	max: 9.500 €	max: 1.900 €	max: 7.600 €			max: 12	
<b>M3</b>	25.200 €	12.600 €	12.600 €	82%*	920 €/a	14	2.560 kg/a

\*Bezogen auf die Primärenergieeinsparung beim Energieträgerwechsel von Öl auf Holz

#### 4.3.2.2 Mustersanierung Referenzgebäude 2



Abbildung 4-11: Referenzgebäude 2

Dieses Einfamilienhaus wurde im Jahr 1982 errichtet. Die Immobilie hat einen spezifischen Endenergiebedarf von  $124 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , entsprechend des GEG in der Klasse D. Die Gasheizung ist ca. 25 Jahre alt. Es wurden bereits Sanierungsmaßnahmen an den Fenstern durchgeführt.

##### **Maßnahme 1 – smarte Heizkörperthermostate**

Der Austausch der Heizkörperthermostate ist für viele Gebäude eine sinnvolle Maßnahme. Diese Maßnahme umfasst den Austausch der Thermostate gegen digitale/smarte Thermostate. Digitale Thermostate bergen den Vorteil der Einstellungsmöglichkeit der Heizzeiten (z.B. Nachtabsenkung). Weiterhin können moderne Thermostate einen rapiden Temperaturabfall erkennen und verhindern das Heizen bei geöffneten Fenstern. Im Heizsystem kann unnötigem Heizen bei nicht Benutzung von Räumen oder ähnlichem vorgebeugt werden. In der vorgenommenen Berechnung wurde eine Einsparung von 5 % angenommen. Diese variiert, je nach Nutzerverhalten, teilweise stark, sodass auch Einsparung von etwa 10 % oder weniger als 5 % möglich sind.

##### **Maßnahme 2 – Gebäudehülle (Einblasdämmung)**

Das Gebäude verfügt bereits jetzt über gute Dämmeigenschaften, bietet jedoch durch einen Luftspalt von ca. 6 cm die Möglichkeit einer Einblasdämmung und damit einer weiteren Verbesserung dieser. Hier besteht das Potenzial die Wärmeverluste, um etwa 9 % zu reduzieren. Voraussetzung für die Durchführung einer solchen Maßnahme ist die Überprüfung des Wandaufbaus durch eine fachkundige Person. Dieser Schritt ist notwendig, um mögliche Feuchtigkeitsansammlungen in den Wänden zu vermeiden.

##### **Maßnahme 3 – Fensteraustausch**

Bei diesem Gebäude ist die kostenintensivste Maßnahme der Austausch der Fenster. Ein typischer Fensteraustausch wird bei einem Alter von 40-50 Jahren durchgeführt. Mit einem U-Wert von  $2,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  und höher entsprechen sie nicht mehr dem Stand der Technik. Da bei diesem Gebäude jedoch schon teilweise Fenster ersetzt wurden, wurden nur bisher nicht ausgetauschte Fenster sowie Türen betrachtet. Bei der Berechnung dieser Maßnahme wurde der für die Förderung maximal zulässige U-Wert von  $0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  für Fenster und  $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  für Türen angenommen. Die Fläche der Fenster und der drei Türen beträgt etwa  $30 \text{ m}^2$ . Durch die geringen Einsparungen im Vergleich zu den hohen Investitionskosten amortisiert sich ein Fensteraustausch in diesem Fall erst nach 34 Jahren (statische Betrachtung). Hierbei gilt es abzuwägen, ob die Fenster ausgetauscht werden sollen, bevor dies, beispielsweise aufgrund von Schäden, notwendig ist.

Tabelle 4-5: Zusammenfassung der Mustersanierungen Baualtersklasse 1970 – 1990

	Investition	Förderung BEG	Investition mit Förderung	Energie- einsparung Wärme	jährl. Einsparung	Statische Amortisation	jährl. Einsparung
	[€]	[€]	[€]	[%]	[€/a]	[a]	[kg CO2/a]
<b>M1</b>	1.300 €	260 €	1.040 €	5%	140 €/a	7,4	430 kg/a
<b>M2</b>	min: 4.600 €	min: 900 €	min: 3.700 €	9%	300 €/a	min: 12	790 kg/a
	max: 6.500 €	max: 1.300 €	max: 5.200 €			max: 15	
<b>M3</b>	25.500 €	5.100 €	20.400 €	17%	600 €/a	25	1570 kg/a

#### 4.4 DEZENTRALE WÄRMEVERSORGUNGSLSÖSUNGEN

Der folgende Abschnitt befasst sich mit verschiedenen Szenarien zur dezentralen Wärmeversorgung. Er soll eine Entscheidungshilfe für Gebäude darstellen, die nicht auf eine zentrale Wärmeversorgung zurückgreifen können bzw. wollen. Eine dezentrale Wärmeversorgung beschreibt den unmittelbaren räumlichen Zusammenhang zwischen Erzeugung und dem Gebäude. Das sekundärseitige Heizungssystem bleibt bei allen beleuchteten Varianten dasselbe. Heizkörper, Rohrleitungen und Umwälzpumpen sind als Bestand anzusehen, lediglich die Erzeugung der Wärme variiert.

Der Umgang mit fossilen Heizungen wird sich in Zukunft stark verändern. Die Revision des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) sieht vor, dass ab 2045 das Heizen mit fossilen Brennstoffen nicht mehr erlaubt ist und spätestens ab 2028 keine neuen Heizungen mehr installiert werden dürfen, die nicht zu mindestens 65 % mit erneuerbaren Energien betrieben werden.

##### **ÖLHEIZUNG**

In einem Öltank gelagertes Heizöl wird mittels Brenner in einem Brennraum verbrannt. Die dort entstehende Wärme wird mittels eines Wärmeübertragers an das Heizungssystem abgegeben.

##### **GASHEIZUNG**

Erdgas, welches aus einem deutschlandweiten Verbundnetz oder einem Speicher entnommen wird, wird über eine Verbrennungseinrichtung verbrannt. Die entstehende Wärme wird an das Heizungssystem abgegeben. Die Verbrennung verläuft deutlich sauberer als bei einer Ölheizung, dennoch werden auch hier CO<sub>2</sub>-Emissionen freigesetzt.

##### **HOLZPELLETKESEL**

Die Holzpellets werden in einem, sich in der Nähe der Heizungsanlage befindlichen, Vorratstank gelagert. Von dort aus werden sie meist automatisch zur Verbrennung geleitet. Die Verbrennung findet sehr sauber statt, es fällt verhältnismäßig wenig Asche an. Dennoch benötigt dieses System viel Fläche, neben der Heizungsanlage und den Vorrat für die Pellets ist für das Betreiben ein Pufferspeicher unabdingbar. Auch der Flächenaufwand für den Anbau von Bäumen ist nicht außer Acht zu lassen. Ebenfalls wird durch das Verbrennen von Holz in kurzer Zeit CO<sub>2</sub> frei, welches der Baum über mehrere Jahrzehnte gebunden hat. Diese starke zeitliche Ungleichverteilung hat zur Folge, dass trotz des theoretisch neutralen CO<sub>2</sub>-Kreislaufs die Bilanz kurz- und mittelfristig negativ ist.

##### **HACKSCHNITZELKESEL**

Eine identische Anwendung zum Holzpelletkessel. Es werden statt Pellets Holzhackschnitzel verbrannt. Ein Vorrat und ein Pufferspeicher werden ebenfalls benötigt.

##### **WÄRMEPUMPE**

Hierbei wird der Umwelt (Erde, Luft oder Wasser) Wärme entzogen, welche ein Kältemittel verdampft. Durch die anschließende elektrisch angetriebene Komprimierung des Kältemittels steigt die Temperatur auf ein im Heizungssystem benötigtes Niveau. Nach Abgabe der Wärme an das Heizungssystem wird das Kältemittel entspannt und der Prozess beginnt von vorne. Der Energiebedarf des Prozesses wird mit Strom gedeckt. Um hohe Stromkosten zu vermeiden ist eine Kombination mit Photovoltaik anzustreben.

## SOLARTHERMIE

Solarthermieanlagen werden typischerweise auf Gebäudedächern installiert. Die Sonnenstrahlung trifft auf eine Absorberfläche, die die Wärme an in Schlangen gelegte Rohrleitungen innerhalb des Kollektors abgibt. Die Wärme wird mittels Wärmeträgermedium zum Heizungssystem geführt. Die Wärme kann zur Brauchwasserbereitung, aber auch zur Heizungsunterstützung genutzt werden. Im ersten Fall ist dafür ein Warmwasserspeicher mit Anschlüssen für das Solarsystem notwendig. Zur Heizungsunterstützung muss hingegen noch ein zusätzlicher Pufferspeicher in das System eingebaut werden. Generell dient Solarthermie nur zur Unterstützung und kann nicht allein den kompletten Wärmebedarf über das Jahr decken. Saisonale Schwankungen sind hier eines der ausschlaggebenden Kriterien.

### PHOTOVOLTAIK IN KOMBINATION MIT HEIZSTAB

Als Pendant zur Solarthermie ist auch das Einbinden einer Photovoltaikanlage mit Heizstab in das Heizsystem möglich. Gegenüber der Solarthermie wird kein Trägermedium benötigt, Komponenten wie Solarpumpe, Sicherheitseinrichtungen etc. fallen weg. Dennoch benötigt ein solches System ein möglichst intelligentes Einspeisemanagement, um einerseits keinen Netzstrom für den Heizstab zu nutzen, andererseits bei Sonneneinstrahlung immer den Heizstab in der Reihenfolge zu präferieren. Auch dieses System dient wie die Solarthermie lediglich zur Unterstützung.

#### 4.4.1 VOLLKOSTENVERGLEICH

Die Kosten dieser individuellen Heizungssysteme stellen eine Grenze für die Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes dar, schließlich soll über ein Wärmenetz nicht nur effizienter – aus energetischer Sicht – Wärme bereitgestellt werden, sondern vor allem ein wirtschaftlicher Vorteil gegenüber individuellen Lösungen angeboten werden. Um bestimmen zu können, unter welchen Umständen die Umsetzung eines Wärmenetzes in der Gemeinde Olderup sinnvoll ist, muss zunächst gezeigt werden, welche Vollkosten zu unterschreiten sind. Dazu ist zunächst ein Vollkostenvergleich der gängigsten Heizungssysteme für ein typisches Eigenheim durchgeführt worden.

In diesem Vergleich wird davon ausgegangen, dass eine bestehende Heizung in einem Gebäude mit einem Wärmebedarf von 22.500 kWh/a durch ein alternatives Heizsystem nach GEG ersetzt wird. Abbildung 4-12 zeigt die betrachteten Varianten und die entsprechenden Vollkosten.

Die unwirtschaftlichste Lösung über die nächsten 20 Jahre ist unter den getroffenen Annahmen (Tabelle 4-6) die Variante **Wärmepumpe + PV + Batterie**, was auf die hohen Investitionskosten zurückzuführen ist. Der wirtschaftliche Vorteil durch die PV-Anlage ist jedoch höher einzuschätzen, da hier nur die Wärme und nicht die Wirtschaftlichkeit durch Einsparung von Haushaltsstrom betrachtet wird.

Die zweitbeste Lösung ist die **Gasheizung mit Biogas**. Der Betrieb einer Gasheizung mit Biogas kann eine sinnvolle Lösung sein, allerdings muss der dauerhafte Bezug von mindestens 65 % Ökogas über ein Nachweissystem vertraglich gesichert werden. Da in Zukunft mit einer hohen Nachfrage zu rechnen ist, muss auch mit deutlichen Preissteigerungen gerechnet werden (BMKW, 2022).

Mit einer **Pelletheizung** können ähnliche Vollkosten, wie mit einem Gaskessel erreicht werden. Dies liegt vor allem an den hohen Aufwendungen für Wartung, Inspektion und Instandhaltung. Zudem ist zu beachten, dass Pellets aus Sägespänen hergestellt werden. Diese fallen in Sägewerken als Reststoff an und können daher gut energetisch verwertet werden. Stehen keine Sägespäne als Reststoff zur Verfügung oder übersteigt die Nachfrage nach Pellets die anfallende Reststoffmenge, müssen Pellets aus Stammholz als Primärprodukt hergestellt werden. Die Wirtschaftlichkeit dieses Verfahrens ist bei den derzeitigen Preisen für Pellets als fraglich anzusehen, wobei bei einer sichergestellten Versorgung mit Pellets aus Sekundärprodukten die geringsten Brennstoffkosten bei den verglichenen Varianten erreicht werden.

Die **Wärmepumpe** stellt mit Vollkosten von 18,48 ct/kWh die günstigste Alternative dar. Mit diesen Vollkosten wird in den folgenden Betrachtungen ein mögliches Wärmenetz verglichen. Es sei jedoch nochmals darauf hingewiesen, dass die ermittelten Vollkosten nur eine Indikation/Tendenz für einzelne Lösungen darstellen. Ein genauer und damit korrekter Vollkostenvergleich kann nur individuell für einzelne Gebäude mit aktuellen Angeboten durchgeführt werden. Gegebenenfalls sind bei der Installation einer Wärmepumpe zusätzlich noch Umfeldmaßnahmen wie z.B. der Einbau einer Fußbodenheizung zu berücksichtigen.

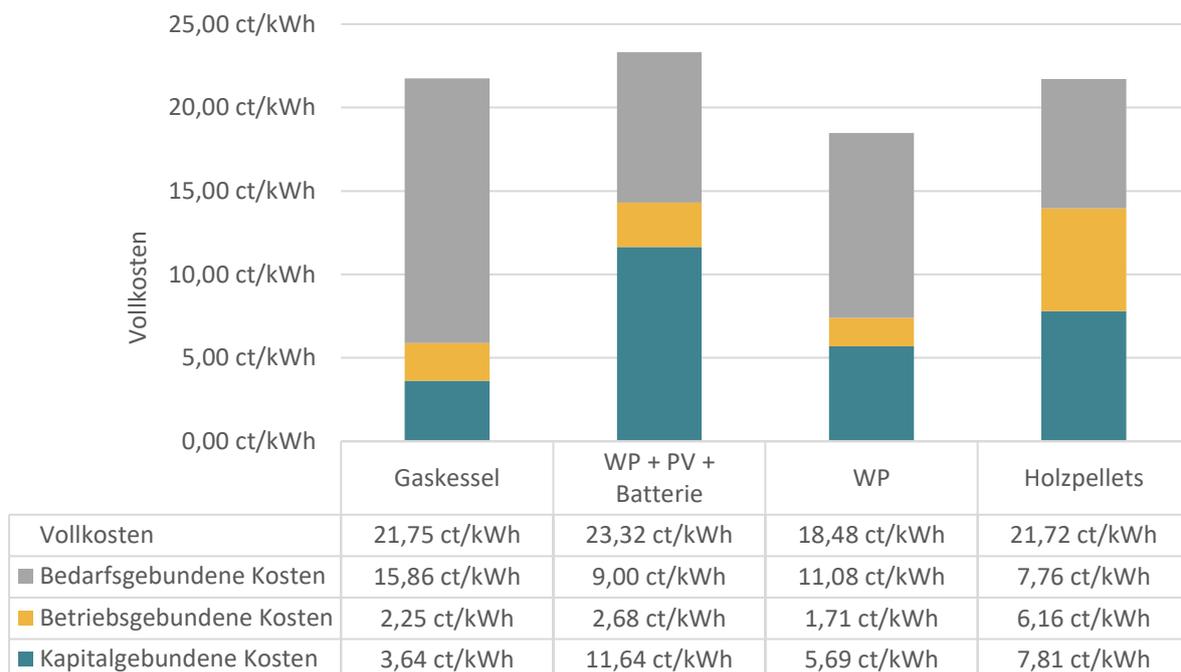


Abbildung 4-12: Vollkostenvergleich individueller Heizungssysteme

Die in Tabelle 4-6 getroffenen Annahmen beruhen sowohl auf eigenen Annahmen als auch auf Werten vom BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, 2021) und des C.A.R.M.E.N e. V. (C.A.R.M.E.N e.V., 2022). Die Kosten für Wärmepumpen orientieren sich an aktuellen Preisen. Es wurden die aktuellen Fördersätze nach BEG vgl. Abschnitt 4.3.1 berücksichtigt.

Tabelle 4-6: Annahmen zum Vollkostenvergleich individueller Heizungssysteme

Bezeichnung	Wert
Wärmebedarf	22.500 kWh
Laufzeit	20 a
Zinssatz	3,6 %
Inflation	2,5 %
Gaskessel	8.000 €
Luft Wärmepumpe	23.500 €
Photovoltaik (7,3 kWp)	13.140 €
Batterie (7,3 kWh)	4.380 €
Holz Pelletkessel	30.000 €
Wärmespeicher	6.500 €
Biogas	11 ct/kWh
WP-Strom	25 ct/kWh
Holzpellets	5,63 ct/kWh

Bei der Betrachtung der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden alle Einzellösungen mit einem erdgasbefeuerten Gaskessel verglichen, da dieser im Bestand am häufigsten anzutreffen ist. Die Ergebnisse dieses CO<sub>2</sub>-Vergleichs sind in Tabelle 4-7 dargestellt. Es zeigt sich, dass aufgrund der hohen anzusetzenden spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Netzstroms von 560 g/kWh (GEG, 2022) die Emissionen der Wärmepumpe mit 4.500 kg die geringste Einsparung von ca. 17 % gegenüber dem Gaskessel aufweisen. Durch den Einsatz der PV-Anlage können die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Wärmepumpe auf 3.658 kg/a reduziert werden. Beim Einsatz von Biomethan reduziert sich der Ausstoß um ca. 42 % auf 3.150 kg/a. Die geringsten Emissionen werden jedoch mit 450 kg/a von der Pelletheizung verursacht, sofern es sich um nachhaltig produzierte Pellets handelt.

Tabelle 4-7: Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen der individuellen Lösungen

Technologie Energieträger	Gaskessel		Wärmepumpe		Pelletkessel
	Erdgas (Referenz)	Biomethan	Netzstrom	Netzstrom (mit PV)	Holz
spezifische CO <sub>2</sub> -Emission [g/kWh]	240	140	560	560	20
benötigte Energie [kWh/a]	22.500	22.500	6.532	8.036	22.500
CO <sub>2</sub> -Emission [kg/a]	5.400	3.150	3.658	4.500	450
rel. Änderung zur Referenz [%]	0	-42	-32	-17	-92

#### Auf den Punkt.

- Unter Betrachtung der Aspekte Ökologie, Technologie und Wirtschaftlichkeit ist die beste Lösung zur dezentralen Wärmeversorgung die **Wärmepumpe**
- Die Kombination einer Wärmepumpe mit **PV** und **Batteriespeicher** ist aufgrund der hohen Investitionskosten und der saisonalen Differenz zwischen regenerativer Stromerzeugung und Wärmebedarf wirtschaftlich weniger sinnvoll
- **Gasheizungen** sind nur begrenzt für die Neuanschaffung geeignet
- Allgemein kann die Wärmepumpe auch für Bestandsgebäude eine sinnvolle Lösung sein. Als Orientierungswert sollte ab einem spezifischen Wärmebedarf von über 150 kWh/(m<sup>2</sup>·a) vorrangig eine energetische Sanierungsmaßnahme in Betracht gezogen werden. Es muss jedoch immer im Einzelfall die Eignung einer Wärmepumpe geprüft werden

## 4.5 MINDERUNGSPOTENZIALE DURCH ZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG

Bei einer zentralen Wärmeversorgung für den Ortskern Olderup wird die benötigte Wärme für das Heizen oder Warmwasser in einer Heizzentrale (Heizwerk) bereitgestellt. Dieses verteilt die Wärme über ein Fern- bzw. Nahwärmenetz. Die Anwohnerschaft benötigt bei einem Anschluss an ein Wärmenetz keine eigenen Heizanlagen mehr. Die alten Wärmeerzeugungsanlagen werden durch einen Wärmetauscher ersetzt, welcher die Übergabe der Wärme aus dem Netz an das Gebäude regelt. Der folgende Abschnitt wird zeigen, unter welchen Umständen ein Wärmenetz in Olderup umgesetzt werden kann und mit welchen Kosten dies verbunden wäre.

### 4.5.1 WÄRMENETZ

Während der Entwicklung des Quartierkonzeptes konnte ein möglicher Standort für die Heizzentrale identifiziert werden. Hierbei handelt es sich allerdings bloß um einen Vorschlag, die Erschließung eines finalen Standorts muss während einer möglichen Umsetzung erfolgen. Für die folgende Betrachtung wurde in Abstimmung mit der Lenkungsgruppe der Standort südlich Rand des Quartiers neben der Siloplatte eines Landwirtes gewählt. Abbildung 4-13 zeigt den Verlauf der Wärmeleitungen.



Abbildung 4-13: Dimensionierung eines Wärmenetzes im Quartier Olderup

Im finalen Ausbau wird die Haupttrasse ca. 3,1 km lang sein. Durchschnittlich kann mit ca. 20 m zusätzlicher Leitung für jeden Hausanschluss gerechnet werden. Dabei ist die Dimension des Hausanschlusses von dem Wärmebedarf der Liegenschaft abhängig. Bei einer Anschlussquote von 100 % wird bei einem Wärmenetz dieser Länge mit Vorlauftemperaturen zwischen 75 °C und 85 °C von Wärmeverlusten von ca. 18 % ausgegangen.

Grundsätzlich ist ein Fernwärmenetz immer dann interessant und wirtschaftlich, wenn auf möglichst kurzer Strecke viel Wärme an Endkunden geliefert werden kann – entweder durch große Wärmesenken oder eine hohe Anschlussquote. Diese Größe wird als Wärmelinendichte [ $\frac{\text{kWh}}{\text{m}\cdot\text{a}}$ ] bezeichnet und gibt die gelieferte Wärme über der Trassenlänge in Meter pro Jahr an. Als grober Faustwert gilt, dass ein Wärmenetz ab einer Liniendichte von  $500 \frac{\text{kWh}}{\text{m}\cdot\text{a}}$  wirtschaftlich interessant wird (Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH, 2016). Um ein Wärmenetz langfristig wirtschaftlich zu betreiben ist jedoch ein deutlich größerer Wert notwendig. Abhängig von den Gegebenheiten vor Ort, beispielsweise durch eine besonders günstige Erzeugung, können auch niedrigere Liniendichten interessant sein. Tabelle 4-8 zeigt, dass die Liniendichte auch bei einer geringen Anschlussquote im akzeptablen Bereich liegt und eine Erschließung des gesamten Ortes möglich zu sein scheint. Die genannten  $500 \frac{\text{kWh}}{\text{m}\cdot\text{a}}$  werden bei einer Anschlussquote von etwas unter 50 % erreicht. In den folgenden Kapiteln wird dies über die Ermittlung von Vollkosten eines Wärmenetzes und den Vergleich mit individuellen Lösungen genauer untersucht.

Tabelle 4-8: Liniendichte in Abhängigkeit der Anschlussquote

Anschlussquote	Liniendichte [ $\text{kWh}/(\text{m}\cdot\text{a})$ ]
30%	318
50%	529
70%	741
100%	1059

#### 4.5.2 ERZEUGUNGSKONZEPTE

In Absatz 4.2 sind bereits verschiedene Anlagen vorgestellt worden, die bei einer nachhaltigen Wärmeversorgung zum Einsatz kommen können. Aus diesem Konglomerat verschiedener Technologien sind auf Grund ihrer Vor- und Nachteile sowie örtlicher Gegebenheiten zwei Erzeugungskonzepte für die Gemeinde Olderup entwickelt worden, die an dieser Stelle vorgestellt und besprochen werden.

Neben den unterschiedlichen Wärmeerzeugern verfügen beide Konzepte über einen Gaskessel zur Spitzenlastabdeckung und Redundanz sowie einen Wärmespeicher zur Betriebsoptimierung. Der regenerative Energiebezug wurde anhand des Erzeugerlastgangs einer vorhandenen Windkraftanlage aus dem Bürgerwindpark dargestellt, die Anlage verfügt über eine Leistung von 2.300 kW (vgl. Abschnitt 4.1).

### SZENARIO 1: WP+ HEIZSTAB

Dieses Konzept zielt darauf ab, den vorhandenen Strom aus den Windkraftanlagen in die Wärmeversorgung einzubinden. Die Versorgung erfolgt über eine Stromleitung von der Windkraftanlage zur Heizzentrale. Da noch keine entsprechende Leitung vorhanden ist, muss eine neue ca. 0,7 km lange Stromdirektleitung gebaut werden.

Hauptsächlich wird die Wärme über eine Großwärmepumpe bereitgestellt, welche Umgebungsluft als Wärmequelle nutzt. Grundsätzlich wären auch andere Wärmequellen möglich, aber wie bereits in Abschnitt 4.2 beschrieben, ist die Nutzung von Erdwärme über Sonden oder Kollektoren mit höheren Investitionskosten verbunden und eine genauere Betrachtung erst nach der Durchführung eines Geothermal Response Test und einer anschließenden Simulation des Sondenfeldes möglich. Somit ist die Wahl für folgende Betrachtungen zunächst auf die Luft-Wärmepumpe gefallen.

In Abbildung 4-14 wird die Konzeptskizze dieses Szenarios schematisch dargestellt. Durch die vorhandene Windkraftanlage, wie in Abschnitt 4.1.1 beschrieben, wird nachhaltiger Strom für den Betrieb der Wärmepumpen geliefert. Der restliche Energiebedarf zur Wärmeerzeugung wird über das öffentliche Stromnetz bezogen. Zur Sicherheit ist ein Spitzenlast-Gaskessel sowie eine weitere Power-to-Heat-Anlage (Heizstab oder Elektrodenheizkessel) als Redundanz vorgesehen. Während extremen Kälteperioden oder für den Fall, dass die Wärmepumpe ausfallen sollte und nicht ausreichend oder gar keine Wärme zur Verfügung steht, können diese Anlagen einspringen und die Wärmeversorgung für diesen Zeitraum sicherstellen. Ohne regenerative Stromquellen oder die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) ist eine Umsetzung bei einem Quartier wie Olderup typischerweise wirtschaftlich nicht realisierbar.

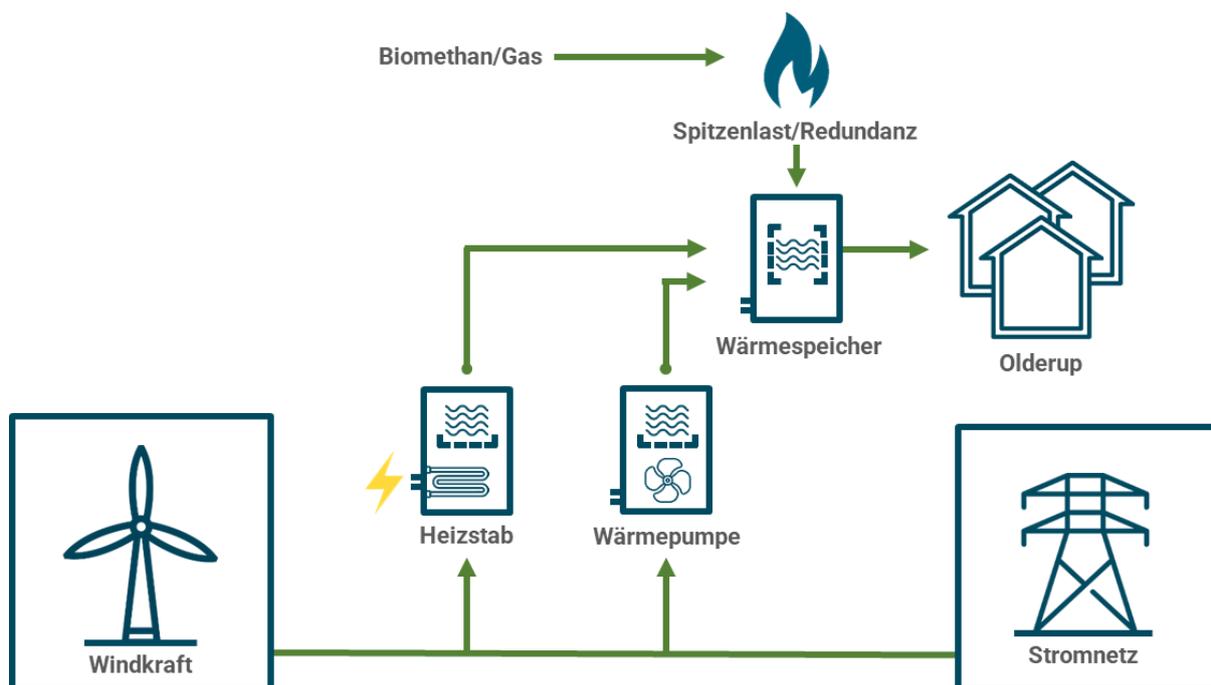


Abbildung 4-14: Konzeptskizze des ersten Erzeugungsszenarios

Der Vorteil dieses Konzeptes ist, dass die Gemeinde unabhängig von fossilen Energieträgern Wärme für die Wärmeversorgung bereitstellen kann. Die Volatilität der Windstromproduktion wird durch große Wärmespeicher ausgeglichen, indem zu technisch günstigen Zeiten viel Wärme zwischengespeichert wird.

## SZENARIO 2: PYROLYSE

Im folgenden Konzept wird der Einsatz einer Pyrolyseanlage untersucht. Bei der Pyrolyse wird Biomasse unter Ausschluss von Sauerstoff bei hohen Temperaturen thermochemisch umgewandelt. Dabei entsteht deutlich mehr Wärmeenergie als für den Prozess benötigt wird. Diese Abwärme kann als Fern-/Nahwärme genutzt werden. Darüber hinaus können durch den Verkauf der bei diesem Prozess erzeugten Biokohle und der Möglichkeit der Generierung von sogenannten CO<sub>2</sub>-Zertifikaten Einnahmen erzielt werden. Das Konzept beinhaltet neben der Pyrolyse eine Wärmepumpe zur Nutzung des Windstromes aus der nahegelegenen Windkraftanlage. Zur Sicherheit ist ein Spitzenlast-Gaskessel sowie eine weitere Power-to-Heat-Anlage (Heizstab oder Elektrodenheizkessel) als Redundanz vorgesehen. Während extremen Kälteperioden oder für den Fall, dass die Wärmepumpe oder die Pyrolyse ausfallen sollte und nicht ausreichend oder gar keine Wärme zur Verfügung steht, können diese Anlagen einspringen und die Wärmeversorgung für diesen Zeitraum sicherstellen.

In der Abbildung 4-15 wird die Konzeptskizze des zweiten Szenarios schematisch dargestellt.

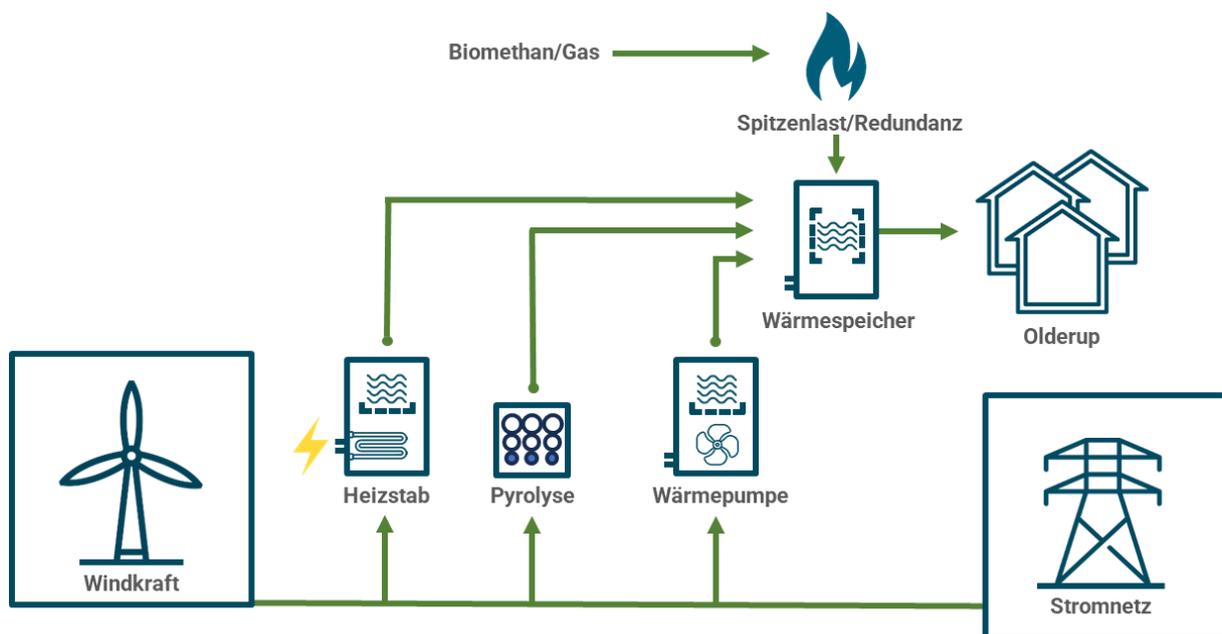


Abbildung 4-15: Konzeptskizze des zweiten Erzeugungsszenarios

### 4.5.3 KONVERSIONSFLÄCHE

Ca. 1,4 km südlich des Quartiers befindet sich eine ehemals militärische genutzte Konversionsfläche mit Garagenanlagen. In Gesprächen mit der Lenkungsgruppe wurde diese Fläche als möglicher Standort für eine Wärmezentrale identifiziert. Auf dieser Fläche sollte dann ein Wärmeerzeuger mit erhöhtem Platzbedarf wie eine Pyrolyseanlage oder ein Elektrolyseur betrachtet werden. Für dieses Szenario wurde eine Wärmetransportleitung von der Konversionsfläche zum Standort der Heizzentrale aus Abbildung 4-13 betrachtet. Wie auf Abbildung 4-16 zu sehen ist, gibt es auf der Wegstrecke zwischen Konversionsfläche und Heizzentrale nur sehr wenige Wärmeabnehmer, das heißt dass die Wärmeleitung als reine Transportleitung anzusehen ist.

Die Kosten für die Transporttrasse belaufen sich nach einer Kostenschätzung auf 1.250.000 €. Innerhalb der Lenkungsgruppe wurde sich dazu entschieden die Idee mit der Transporttrasse für Wärme bis auf weiteres zu verwerfen.

Eine weitere Überlegung die Konversionsfläche zu nutzen ist die Platzierung einer PV-Anlage. Hier steht eine Gemeindeeigene Fläche zur Verfügung um privilegiert eine Anlage zu errichten, um günstig regenerativen Strom zu erzeugen. Im Falle der Umsetzung muss hier über den Einspeisepunkt diskutiert werden. Eine Verlegung des Einspeisepunktes der für die Wärmeerzeugung genutzten Windkraftanlagen und Zusammenführung mit der PV-Anlage zum Standort der Wärmezentrale birgt Vorteile für den späteren Betrieb. Die Verlegung des Einspeisepunktes und das konkrete PV-Potential auf der Konversionsfläche sind zur Erstellung dieses Berichts in der Prüfung.

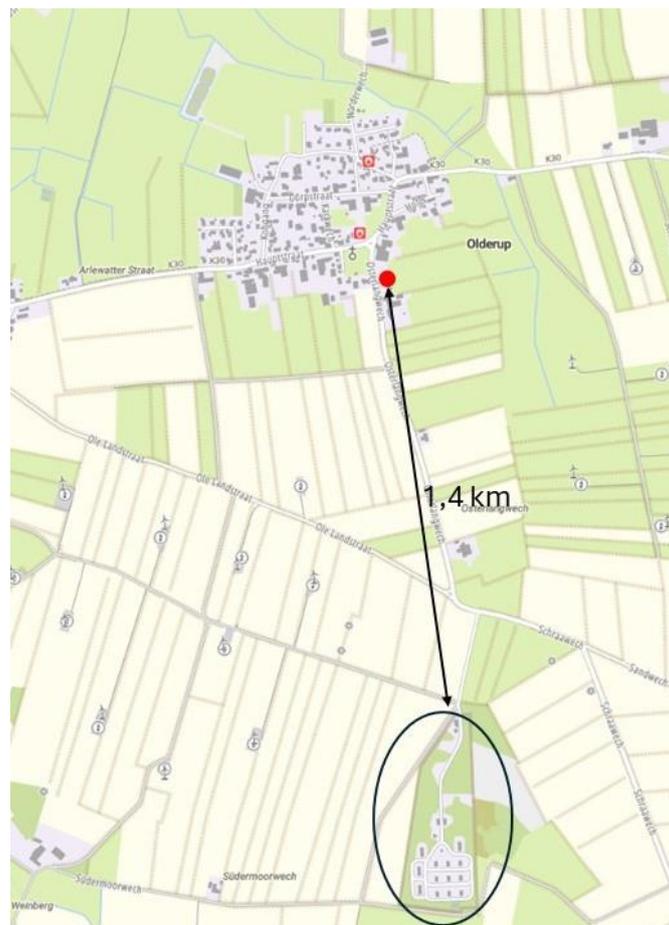


Abbildung 4-16: Entfernung Konversionsfläche Quartier

#### 4.5.4 FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Für Wärmenetze gibt es verschiedene Fördermöglichkeiten, die im folgenden Abschnitt vorgestellt werden. Die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) hat am 15. September 2022 die Förderung Wärmenetze 4.0 abgelöst und ist die Grundlage für die Berechnungen in diesem Bericht (BAFA, 2022).

##### 4.5.4.1 Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)

Mit der BEW schafft die Bundesregierung Anreize in den Neubau von Wärmenetzen mit hohen Anteilen an erneuerbaren Energien (mindestens 75 % erneuerbare Energien und/oder Abwärme) zu investieren oder eine Dekarbonisierung bereits bestehender Wärmenetze umzusetzen. Die Förderung umfasst einen Zuschuss zu den Kosten für die Erstellung von Machbarkeitsstudien und Transformationsplänen sowie einen Investitionszuschuss und eine Förderung von Betriebskosten für Anlagen zur erneuerbaren Wärmebereitstellung, deren Betrieb eine Wirtschaftlichkeitslücke gegenüber einer fossilen Wärmeerzeugung aufweist. Die Förderung ist in vier Module aufgeteilt, deren Inhalt bezogen auf den Neubau eines Wärmenetzes im Folgenden aufgeführt ist. Grundsätzlich sind nur Wärmenetzsysteme zur Wärmeversorgung von mehr als 16 Gebäuden oder mehr als 100 Wohneinheiten förderfähig. Eine Kumulierung der BEW mit anderen Fördermitteln ist grundsätzlich ausgeschlossen.

##### Modul 1: Transformationspläne und Machbarkeitsstudien

Die durch Modul 1 geförderten Machbarkeitsstudien für den Neubau von Wärmenetzen sind nach speziellen Anforderungen zu erstellen. Sie sollen einen Transformationspfad (2030, 2035, 2040) mit Zielbild des treibhausgasneutralen Wärmenetzes skizzieren. Die genauen Anforderungen sind der Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze zu entnehmen. Die Höhe der Förderung in Modul 1 beträgt bei maximal 50 % der förderfähigen Kosten eine maximale Fördersumme von 2.000.000 € pro Antrag. Förderfähige Kosten werden nur mittels einer durch einen Wirtschaftsprüfer oder Steuerberater bestätigten Kostenrechnung für einen Zeitraum von 12 Monate bewilligt. Eine einmalige Verlängerung des Bewilligungszeitraums auf insgesamt 24 Monate ist möglich. Auch Planungsleistungen, die im Rahmen der Erstellung von Machbarkeitsstudien für die Bewertung konkreter Maßnahmen einschließlich ihrer Genehmigungsfähigkeit erforderlich sind, sind in Anlehnung an die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) förderfähig.

##### Modul 2: Systemische Förderung für Neubau- und Bestandsnetze

Grundsätzlich werden in Modul 2 alle Maßnahmen gefördert, die zur Errichtung eines Wärmenetzes erforderlich sind. Voraussetzung für die Umsetzungsförderung ist die Erstellung und Vorlage einer Machbarkeitsstudie entsprechend den Anforderungen aus Modul 1. Der Antragsteller muss anhand einer Wirtschaftlichkeitslückenberechnung aufzeigen, dass die Förderung für die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens erforderlich ist. Die Fördersumme ist auf die daraus resultierende Wirtschaftlichkeitslücke begrenzt und beträgt mit einer Förderung von 40 % der förderfähigen Ausgaben maximal 100.000.000 € pro Antrag. Dauert der Bau eines Wärmenetzes laut Zeitplan länger als 48 Monate, sind vierjährige Maßnahmenpakete zu definieren, die jeweils als separate Anträge in Modul 2 zu stellen sind. Eine einmalige Verlängerung des Bewilligungszeitraums über 24 Monate also auf insgesamt 62 Monate für ein Maßnahmenpaket ist möglich.

##### Modul 3: Einzelmaßnahmen

Die Umsetzung von Einzelmaßnahmen bezieht sich auf Bestandswärmenetze und hat somit für den Neubau eines Wärmenetzes keine Bedeutung.

## Modul 4: Betriebskostenförderung

Für den Betrieb von Solarthermieranlagen und Wärmepumpen kann im Anschluss an den Bau ein separater Antrag zur Förderung von Betriebskosten gestellt werden. Die Förderung erfolgt bei Solarthermieranlagen in Form einer Festbetragsfinanzierung und bei Wärmepumpen in Form einer Anteilfinanzierung zu den Netto-Ausgaben. Für Wärme aus Solarthermie wird ein Zuschuss von 1 ct/kWh<sub>th</sub> gewährt. Die Betriebskostenförderung der Wärmepumpe unterscheidet sich in der Höhe der Vergütung zwischen netzbezogener Energie und dem Bezug erneuerbarer Energie mittels einer Direktleitung. Die Vergütung von Wärme, welche aus netzbezogenem Strom generiert wird, wird mit maximal 9,2 ct/kWh<sub>th</sub> gefördert. Für den Anteil der Wärme, der mit Strom aus erneuerbaren Energieanlagen ohne Netzdurchleitung erzeugt wird, beträgt die Betriebskostenförderung maximal 3 ct/kWh<sub>th</sub>. Für Anlagen, welche Strom aus dem Netz beziehen, ist die Betriebskostenförderung auf 90 % der nachgewiesenen Stromkosten begrenzt. Die Vergütung ist auf eine Dauer von 10 Jahren begrenzt.

### 4.5.4.2 Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz

Durch Wärmeerzeugung mittels eines oder mehrerer Blockheizkraftwerke mit Biomethan kann für eine geplante Wärmenetzerweiterung oder Neubau die im Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) verankerte Förderung für den Bau von Wärmenetzen (§ 18 ff. KWKG) berücksichtigt werden. Durch eine Novellierung des KWKG beträgt die Förderquote aktuell 40 % der Investitionskosten für den Trassenbau (Rohr- und Tiefbau), die hydraulische Anlagenkomponenten sowie die Mess-, Steuer- und Regelungstechnik. Abnahmetechnik, Heizhäuser und Planung sind nicht förderfähig. Voraussetzungen ist, dass zum einen min. 75% der Wärme aus einer Kombination aus KWK-Anlagen, EE und/oder Abwärme stammen muss. Zum anderen muss die KWK-Anlage allein min. 10 % des Wärmeabsatzes bereitstellen. Die Quote ist innerhalb von 36 Monaten nach Inbetriebnahme zu erreichen.

### 4.5.4.3 Landesprogramm Wirtschaft - Nachhaltige Wärmeversorgungssysteme

Das Landesprogramm Wirtschaft – Nachhaltige Wärmeversorgungssysteme wird finanziert aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE). Mit dieser Maßnahme werden Vorhaben gefördert, welche den Neu- und Ausbau von Wärmenetzen und den Einsatz erneuerbarer Energien in diesen berücksichtigen. Die Höhe des Zuschusses beträgt für Erzeugungsanlagen, Wärmespeicher und Verteilnetze bis zu 40 % der förderfähigen Kosten. Besteht ein besonderes landespolitisches Interesse, kann der Zuschuss auf maximal 50 % erhöht werden. Die Investitionskosten des Vorhabens müssen mindestens 50.000 € und dürfen höchstens 1.000.000 € betragen.

### 4.5.4.4 Zinsgünstige Kredite

Für die Finanzierung der nach der Förderung verbliebenen Kosten, kommen bei Inanspruchnahme der BEW zinsgünstige Kredite ohne Tilgungszuschuss infrage, um eine Kombination mit der BEW zu ermöglichen. Die KfW bietet hierzu den Kredit 148 „Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen“ an. Dieser kann von der Gemeinde nur in Anspruch genommen werden, wenn diese nicht selbst Betreiber des Wärmenetzes sein wird. Der Kredit im Rahmen des Programm 202 „Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung“ ist leider mit der neuen BEW-Förderung nicht mehr kombinierbar. Eine weitere Möglichkeit stellt die Finanzierung über die IB.SH dar, welche sich nach Rücksprache einer Kreditvergabe gegenüber offen gezeigt hat.

#### 4.5.5 WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG

In diesem Abschnitt werden die entwickelten Konzepte zur Wärmebereitstellung bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit gegenübergestellt. Bei den Vollkosten, über die verschiedene Konzepte und Netze miteinander verglichen werden können, werden alle jährlichen Kosten auf die benötigte Wärme normiert. Sie setzen sich aus folgenden Bestandteilen zusammen:

1. Kapitalgebundene Kosten (Annuitäten der Investitionen)
2. Betriebsgebundene Kosten (Betrieb, Wartung und Instandhaltung der Anlagen)
3. Bedarfsgebundene Kosten (Strom- und Brennstoffkosten)
4. Erlöse (z.B. Vergütung von Strom)

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit beruht auf der VDI 2067 Richtlinie (Verein Deutscher Ingenieure, 2012) und berücksichtigt angenommene Preissteigerungen für Wartung oder Brennstoffe, Reinvestitionen und Restwerte der Anlagen. Zentrale Annahmen, die zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes getroffen wurden, werden in Tabelle 4-9 dargestellt.

Tabelle 4-9: Übersicht über zentrale Annahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnung

Bezeichnung	Wert
Betrachtungszeitraum (Vorgabe BEW)	30 a
Zinssatz	3,6 %
Preissteigerung Brennstoffe	2 %
Preissteigerung Wartung, Instandhaltung	3 %
Erdgas	10 ct/kWh
Netzstrom	20,35 ct/kWh
Wind -Strom	6 ct/kWh
CO <sub>2</sub> -Zertifikate	200 €/t
Bio-Kohle	377 €/t
Kosten Pyrolyse	0,08 ct/kWh
Baukostenzuschuss	16.500 €

Der Baukostenzuschuss ist als Betrag zu verstehen, der vom Anschlussnehmer für den Anschluss an das Wärmenetz inklusive Übergabestation gezahlt werden muss. Es ist zu beachten, dass dieser für die Berechnung dieses Berichtes angenommen wurde und somit nicht als festgesetzter Wert zu verstehen ist. Die Investitionskosten für den Bau des Wärmenetzes ergeben sich aus einer Entwurfsplanung mit aktuellen Preisen der einzelnen Gewerke. Für die beim Wärmenetzbau benötigten Erdarbeiten ist die konservative Annahme getroffen worden, dass 100 % durch Schwarzdecke verlegt werden muss. Die Gesamtkosten sind Tabelle 4-10 zu entnehmen.

Tabelle 4-10: Investitionskosten des Wärmenetzes

Bezeichnung	Nettoinvestition
Fernwärmeleitung	3.122.900 €
Hausanschlüsse 100 %	1.428.800 €
<b>Gesamtinvestition</b>	<b>4.551.700 €</b>
Förderung	1.820.680 €
<b>Gesamtinvestition nach Förderung</b>	<b>2.731.020 €</b>

Die Förderhöhe der BEW ist neben der allgemeinen Förderhöhe, vgl. Abschnitt 0, durch die Wirtschaftlichkeitslücke des jeweiligen Konzeptes gegenüber einem kontrafaktischen Fall begrenzt. Ist diese kleiner als die allgemeine Förderhöhe, ist sie der limitierende Faktor. Sie muss daher mit dem dafür zur Verfügung stehenden Tool für die Investitions- und Betriebskostenförderung ermittelt werden. Für die Berechnungen der Konzepte in diesem Bericht wurde davon ausgegangen, dass sowohl für die Investition als auch für die Betriebskosten die vollen Förderbeträge in Anspruch genommen werden können. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie muss die Wirtschaftlichkeitslücke anhand spezifizierter Werte genau geprüft werden.

Für die Simulation der verschiedenen Szenarien wurde angenommen, dass der Spitzenlastkessel ausschließlich mit Erdgas betrieben wird und zu einem späteren Zeitpunkt auf Biomethan oder Wasserstoff umgestellt wird, was dem Zielbild einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung entspricht. Trotzdem ist der Betrieb des Gesamtsystems konzeptübergreifend so ausgelegt, dass entsprechend der Vorgabe der BEW maximal 10 % des Wärmebedarfs durch den Gaskessel gedeckt werden. Dies ist notwendig, um die Förderfähigkeit des Betriebs mit fossilem Gas zu erhalten. Die genaue Auslegung der jeweiligen Komponenten ist den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen. Für die Investitionsförderung ist zu beachten, dass nicht alle Komponenten förderfähig sind. Gaskessel gelten zwar als klimaneutral, wenn sie mit Biogas betrieben werden, sind aber nicht Gegenstand des BEW. Ebenso wird die Stromleitung zur Windkraftanlage nicht von der BEW gefördert. Die übrigen aufgeführten Komponenten werden mit 40 % gefördert.

#### SZENARIO 1: WÄRMEPUMPE + HEIZSTAB + WIND

Tabelle 4-11 zeigt die Dimensionierung und Investitionskosten der Komponenten des ersten Konzeptes.

Tabelle 4-11: Dimensionierung und Investitionskosten der Wärmeerzeugung – Sz.1

Bezeichnung	Auslegung	Nettoinvestition
Spitzenlastgaskessel	1.400 kW <sub>th</sub>	142.240 €
Heizstab	1.400 kW <sub>th</sub>	598.488 €
Wärmepumpe	725 kW <sub>th</sub>	142.240 €
Wärmespeicher	1.000 m <sup>3</sup>	317.500 €
Heizhaus	90 m <sup>2</sup>	182.880 €
Unvorhergesehene Wärmeerzeugung		207.502 €
<b>Gesamtinvestition Erzeugung</b>		<b>1.590.850 €</b>
<b>Gesamtinvestition nach Förderung</b>		<b>1.094.407 €</b>

Die Aufteilung der für die Wärmebereitstellung benötigten elektrischen Energie in diesem Konzept ist Tabelle 4-12 zu entnehmen. Die Bezugsmengen ergeben sich aus dem Erzeugerlastgang der Windkraftanlage mit einer Leistung von 2.300 kW.

Tabelle 4-12: Jährlicher Energiebezug bei 100 % Anschlussquote – Sz.1

Bezeichnung	Energiebezug	Kosten
Spitzenlast	414.812 kWh/a	45.630,28 €
Wind	1.192.124 kWh/a	71.527,44 €
Netzbezug	309.832 kWh/a	63.050,83 €

Die folgende Tabelle stellt die Höhe der jährlichen Betriebskostenzuschüsse des Szenarios dar. Im Vergleich zu dem weiteren vorgestellten Konzept werden hier die höchsten Betriebskostenzuschüsse generiert.

Tabelle 4-13: Betriebskostenförderung der Wärmepumpe bei 100 % Anschlussquote – Sz.1

Bezeichnung	Vergütung	Betriebskostenförderung
EE-Bezug	2,92 ct/kWh <sub>th</sub>	69.715,43 €
Netzbezug	8,72 ct/kWh <sub>th</sub>	89.987,04 €
<b>Gesamt</b>		<b>159.702,47 €</b>

## SZENARIO 2: PYROLYSE

Abbildung 4-14 zeigt die Dimensionierung der Komponenten des Pyrolyse-Konzeptes. Die Gesamtinvestition ist bei diesem Szenario aufgrund der hohen Kapitalkosten einer Pyrolyseanlage am höchsten.

Tabelle 4-14: Dimensionierung und Investitionskosten der Wärmeerzeugung – Sz.2

Bezeichnung	Auslegung	Nettoinvestition
Spitzenlastgaskessel	1.400 kW <sub>th</sub>	141.796 €
Wärmepumpe	300 kW <sub>th</sub>	268.288 €
Pyrolyse	600 kW <sub>th</sub>	1.800.000 €
Heizstab	800 kW <sub>th</sub>	81.280 €
Wärmespeicher	1.000 m <sup>3</sup>	317.500 €
Heizhaus	90 m <sup>2</sup>	182.880 €
Unvorhergesehene Wärmeerzeugung		418.762 €
<b>Gesamtinvestition Erzeugung</b>		<b>3.210.505 €</b>
<b>Gesamtinvestition nach Förderung</b>		<b>2.870.526 €</b>

Die Aufteilung des Energiebedarfs für die Wärmebereitstellung ist in Tabelle 4-15 dargestellt. Bei der Pyrolyse wird nur der Energiebezug für das Wärmenetz abgebildet, ein Drittel der erzeugten Wärme von der Pyrolyseanlage wird für die Trocknung der Holzhackschnitzel verwendet.

Tabelle 4-15: Jährlicher Energiebezug bei 100 % Anschlussquote – Sz.2

Bezeichnung	Energiebezug	Kosten
Erdgas	414.812 kWh	45.630,28 €
Pyrolyse	2.665.079 kWh/a	212.766,67 €
EE-Bezug	465.593 kWh/a	27.935,56 €
Netzbezug	31.696 kWh/a	12.555,18 €

Die Erlöse durch den Betrieb der Pyrolyse und der Betriebskostenförderung für die Wärmepumpe sind in der folgenden Tabelle 4-16 dargestellt.

Tabelle 4-16: Betriebskostenförderung und Erlöse bei 100 % Anschlussquote – Sz.2

Bezeichnung	Vergütung	Betriebskostenförderung
Betriebskostenförderung EE	3,0 ct/kWh	19.766,35 €
Betriebskostenförderung Netz	9,2 ct/kWh	8.032,40 €
CO <sub>2</sub> -Zertifikate	200 €/t	308.120,24 €
Bio-Kohle	377 €/t	176.097 €
<b>Gesamt</b>		<b>512.015,99 €</b>

## ZUSAMMENFASSUNG

Die verbrauchsgebundenen Kosten sind in Tabelle 4-17 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass bei einem Anschlussgrad von 100 % das Szenario mit der Pyrolyseanlage negative Verbrauchskosten aufweist. Dies ist auf die in Tabelle 4-16 dargestellten Erlöse zurückzuführen. Durch den Verkauf der Kohle und die Generierung von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten können bei diesem Anschlussgrad die verbrauchsgebundenen Kosten vollständig gedeckt und zusätzliche Gewinne erzielt werden.

Tabelle 4-17: Jährliche Verbrauchskosten der Konzepte bei 100 % Anschlussquote

Konzept	Verbrauchskosten	Verbrauchskosten abzüglich Vergütungen
Sz1: Wärmepumpe + Heizstab	180.208,56 €	20.506,09 € €
Sz2: Pyrolyse	298.887,69 €	-213.128,30 €

Betrachtet man die verbrauchs-, betriebs- und kapitalgebundenen Kosten und die Erlöse zusammen ergeben sich die in Abbildung 4-17 dargestellten Wärmegestehungskosten (WGK) bei einer Anschlussquote von 70 %. Es zeigt sich, dass die Pyrolyseanlage mit 14,23 ct/kWh<sub>th</sub> höhere Vollkosten als die Versorgung mit einer Wärmepumpe und dem Strombezug von der Windkraftanlage erreicht.

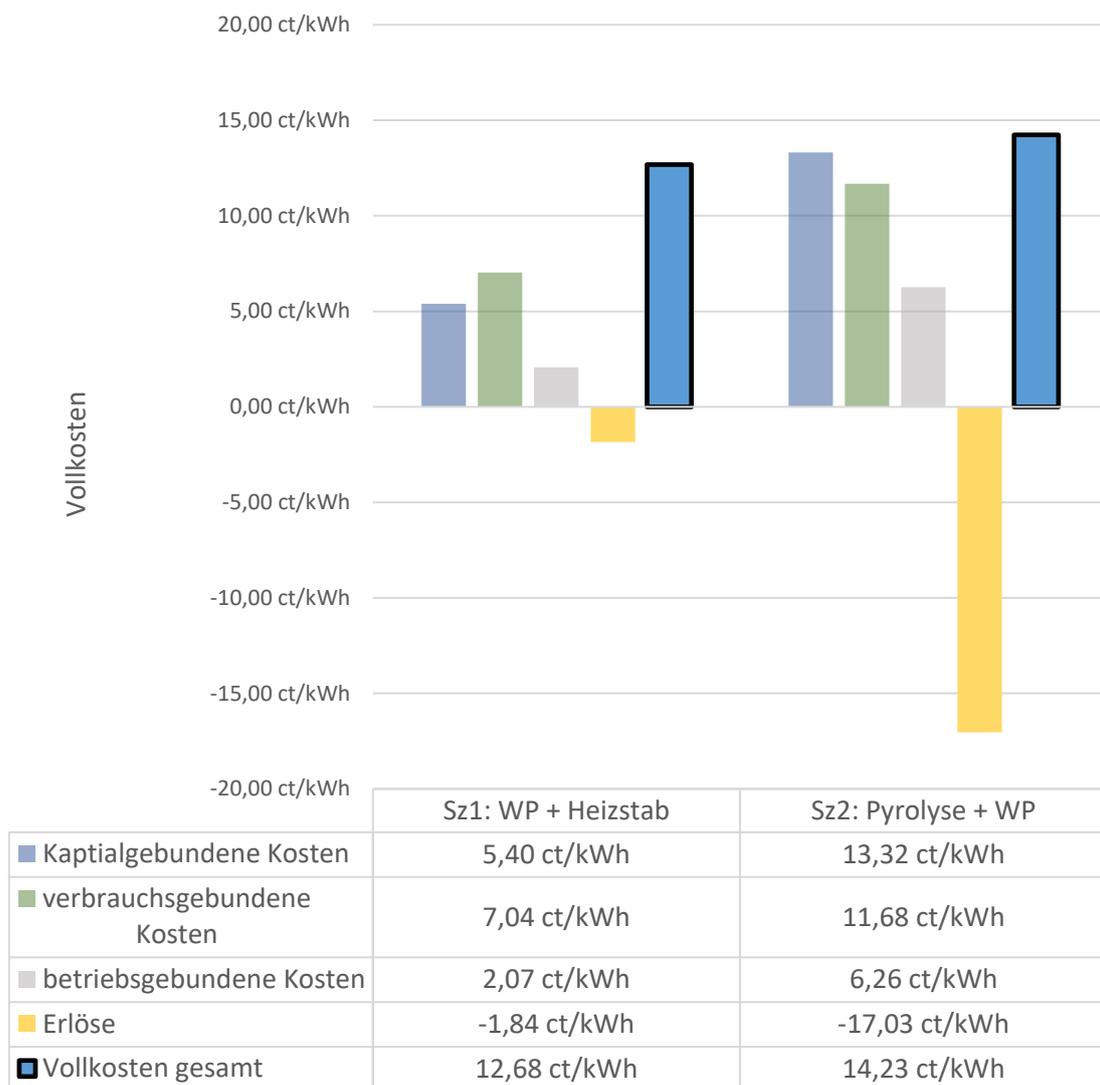


Abbildung 4-17: Wärmegestehungskosten der Versorgungsszenarien bei einer Anschlussquote von 70 %

#### 4.5.6 SENSITIVITÄTSANALYSE

Die Vollkosten der verschiedenen Konzepte sind stark abhängig von der Anzahl der Anschlussnehmer. Je mehr Mitglieder des Quartiers sich an das Wärmenetz anschließen, desto höher wird die Liniendichte. Wie bereits in Abschnitt 4.5.1 erwähnt wirkt sich eine höhere Liniendichte auf den Endkundenpreis aus. Diese Sensitivitätsanalyse zeigt auf, wie sich die Anschlussquote auf die Kosten für die Anschlussnehmer auswirken kann. Die Preisentwicklung bei den verschiedenen Konzepten ist in Abbildung 4-18 zu entnehmen. Zur Darstellung dieser wurden die Wärmemenge und die Kosten für die Hausanschlüsse je nach Anschlussquote variiert. Die hier gezeigten Preise werden benötigt, um einen Betrieb des Wärmenetzes über 30 Jahre zu ermöglichen, bei dem kein Gewinn erzielt wird. Es ist deutlich zu sehen, dass vor allem im Bereich zwischen 30 % und 50 % erhebliche Preissenkungen durch zusätzliche Anschlussnehmer erzielt werden können.

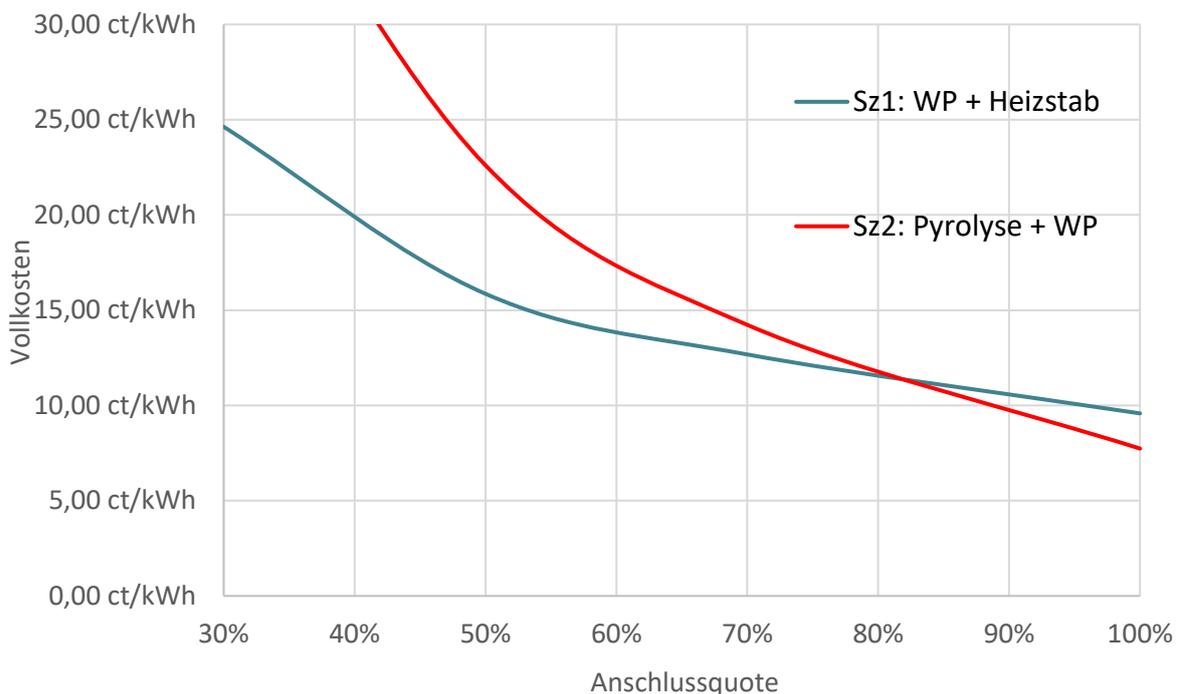


Abbildung 4-18: Abhängigkeit der Vollkosten von der Anschlussquote

Die Abbildung zeigt, dass das Konzept mit der Pyrolyseanlage erst ab einem Anschlussgrad von ca. 83 % geringere Vollkosten als das Szenario mit Wärmepumpe und Wärmenutzung aus dem BHKW des BGA-Betreibers aufweist. Grund hierfür sind die hohen Investitionskosten einer Pyrolyseanlage, die bei einer geringeren Anschlussquote auf eine geringere Anzahl von Anschlussnehmern verteilt werden müssen.

#### 4.5.7 KLIMAVERTRÄGLICHKEIT

Ziel dieser Studie ist, einen möglichen Pfad zur CO<sub>2</sub>-Neutralität der Gemeinde Olderup aufzuzeigen. Neben dem vorgestellten, möglichen Wärmenetz werden auch andere Sektoren und Lösungen untersucht, welche in ihrer Gesamtheit zur CO<sub>2</sub>-Reduktion beitragen. In diesem Absatz werden drei wichtige Indikatoren zur Klimaverträglichkeit in Bezug auf das konzipierte Nahwärmenetz genauer untersucht:

- Spezifische CO<sub>2</sub>-Emission
- Anteil erneuerbarer Energie
- Primärenergiefaktor

#### SPEZIFISCHE CO<sub>2</sub>-EMISSION

Das Gebäudeenergiegesetz aus dem Jahr 2023 gibt vor, mit welchen Emissionsfaktoren verwendete Energieträger verrechnet werden. Es werden die Faktoren für fossile und biogene Brennstoffe, sowie Strom aufgeführt. Netzstrom wird beispielsweise mit 560 g CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro kWh angegeben. Der Strombezug aus gebäudenahen, erneuerbaren Anlagen wie Photovoltaik oder Windkraft kann mit 0 g/kWh angesetzt werden. Bereits bei der heutigen Stromerzeugung liegt der Emissionsfaktor für Netzstrom unter dem anzusetzenden Wert von 560 g/kWh. Der CO<sub>2</sub>-Faktor für Netzstrom wird die nächsten Jahre weiter sinken, mit dem Ziel 2035 0 g/kWh zu erreichen.

In Tabelle 4-19 sind die verwendeten CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren und die daraus resultierenden spezifischen und absoluten CO<sub>2</sub>-Emissionen des Wärmenetzes bei einer Sanierungsrate von 1 % bis zum Jahr 2040 dargestellt. Die Entwicklung des Emissionsfaktors für Netzstrom entspricht eigenen Annahmen und Erwartungen, wie sich der Strommix in Zukunft entwickeln könnte. Es wird davon ausgegangen, dass das Ziel der Bundesregierung, den Stromsektor bis 2035 zu dekarbonisieren, erreicht wird und der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor für Netzstrom bis dahin auf 0 g/kWh sinkt. Bis dahin wird von einer linearen Abnahme des CO<sub>2</sub>-Äquivalents ausgegangen. Aufgrund des Einsatzes von Erdgas in allen Szenarien kann bis 2040 in keinem der Konzepte eine emissionsfreie Wärmeversorgung erreicht werden. Die in der Pyrolyse eingesetzte Holzmenge setzt keine Emissionen frei, da das CO<sub>2</sub> in dem Produkt des Prozesses, der Biochar gespeichert wird. Die spezifischen CO<sub>2</sub>-Faktoren wurden auf Basis der im jeweiligen Szenario eingesetzten Energiemengen und der in der Tabelle angegebenen CO<sub>2</sub>-Faktoren berechnet. Die Werte basieren auf einem Anschlussgrad von 100 %.

Tabelle 4-19: CO<sub>2</sub>-Emission für die erzeugte Wärme

Energieträger		2025	2030	2035	2040	2045
<b>Wärmeabsatz (kWh/a)</b>		<b>4.125.000</b>	<b>3.919.000</b>	<b>3.723.000</b>	<b>3.537.000</b>	<b>3.360.000</b>
Holz [g/kWh]		0	0	0	0	0
Windstrom [g/kWh]		0	0	0	0	0
Erdgas [g/kWh]		240	240	240	240	240
Netzstrom [g/kWh]		509	255	0	0	0
Sz. 1	spez. CO <sub>2</sub> -Emission [g/kWh]	61	42	24	24	24
	<b>CO<sub>2</sub>-Emission [t/a]</b>	<b>252</b>	<b>166</b>	<b>88</b>	<b>84</b>	<b>80</b>
Sz. 2	spez. CO <sub>2</sub> -Emission [g/kWh]	32	27	21	20	18
	<b>CO<sub>2</sub>-Emission [t/a]</b>	<b>134</b>	<b>105</b>	<b>80</b>	<b>70</b>	<b>61</b>

Das zweite Szenario weist die geringsten CO<sub>2</sub>-Emissionen auf. Durch den Einsatz von Holz als Energieträger können die Emissionen im Vergleich zur heutigen dezentralen Wärmeversorgung um 737 t/a reduziert werden. Aufgrund des zu erwartenden Rückgangs des Emissionsfaktors des Netzstroms werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen im ersten Szenario bis 2035 stark zurückgehen.

## ANTEIL ERNEUERBARER ENERGIE

Für den Betrieb der Wärmepumpe wird ein geringer Anteil an Netzstrom benötigt. Dieser wird mit einem regenerativen Anteil von 52 % angesetzt, was dem Anteil im deutschen Strommix im Jahr 2023 entspricht (Umweltbundesamt, 2024). Der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung ist in Tabelle 4-20 dargestellt.

Tabelle 4-20: Anteil erneuerbarer Energie im Wärmenetz (gerundete Werte)

Erzeuger	Energie	erneuerbar	nicht erneuerbar
Szenario 1 [kWh]	4.166.560	3.591.300	575.300
Anteil [%]		<b>86</b>	<b>14</b>
Szenario 2 [kWh]	4.166.560	3.680.600	486.000
Anteil [%]		<b>88</b>	<b>12</b>

## PRIMÄRENERGIEFAKTOR

Der Primärenergiefaktor beschreibt das Verhältnis von eingesetzter Primärenergie zu gegebener Endenergie. Die Primärenergie ist der rechnerisch nutzbare Energieinhalt der Energieträger, wie sie in der Natur vorkommen. Die Endenergie ist die Energie, die nach Transport-, Leitungs- und Umwandlungsverlusten vom Verbraucher genutzt wird. Der Primärenergiefaktor beinhaltet alle Faktoren der Primärenergieerzeugung mit den Vorketten der Gewinnung, Aufbereitung, Umwandlung, Transport und Verteilung der betrachteten Energieträger. Liegt der ermittelte Wert unter 0,3, kann der Wert von 0,3 für jeden Prozentpunkt des Anteils der im Wärmenetz genutzten Wärme, der aus erneuerbaren Energien oder Abwärme erzeugt wird, um 0,001 verringert werden. Da die Leistung der Großwärmepumpe einen Wert von 500 kW übersteigt, ist gemäß §22 GEG für den netzbezogenen Strom der Primärenergiefaktor für den nicht erneuerbaren Anteil von 1,2 zu verwenden.

Tabelle 4-21 zeigt die Eingangsparameter und Ergebnisse der Berechnung des Primärenergiefaktors für die Wärmelieferung. Der niedrigste Primärenergiebedarf ergibt sich in Szenario 1, da hier der Großteil der Wärme durch Strom aus Windkraft erzeugt wird, für welchen ein Primärenergiefaktor von 0 anzusetzen ist.

Tabelle 4-21: Berechnung des Primärenergiefaktors

	Energieträger	Energie [kWh]	Primärenergiefaktor	Primärenergie [kWh]
Sz. 1	WP-Strom	149.339	1,2	179.210
	Erdgas Spitzenlast	456.303	0,7	319.410
	<b>Wärmelieferung</b>	<b>4.166.560</b>	<b>0,12</b>	<b>498.620</b>
<b>§ 22 Primärenergiefaktor nach Kappung</b>			<b>0,214</b>	
	Energieträger	Energie [kWh]	Primärenergiefaktor	Primärenergie [kWh]
Sz. 2	Holz	1.632.750	0,2	326.550 kWh
	WP-Strom	29.738	1,2	35.685 kWh
	Erdgas Spitzenlast	456.303	1,1	501.933 kWh
	<b>Wärmelieferung</b>	<b>4.166.560</b>	<b>0,21</b>	<b>864.168 kWh</b>
<b>§ 22 Primärenergiefaktor nach Kappung</b>			<b>0,212</b>	

#### 4.5.8 ZEITPLAN UND UMSETZUNG

Der Bau eines Wärmenetzes, welches den Ortskern der Gemeinde Olderup erschließt, würde typischerweise in mehreren Bauabschnitten erfolgen. Zunächst würden Gebiete erschlossen, die dicht an der finalen Heizzentrale liegen und idealerweise das höchste Absatzpotenzial innerhalb der Gemeinde aufweisen. Von dieser Keimzelle wächst das Wärmenetz in folgenden Bauabschnitten in den gesamten Ort. Ein bestimmender Faktor ist weiterhin die Anschlussquote. Bereiche, in welchen das Anschlussbegehren am höchsten ist, werden zuerst ausgebaut.

Sollte sich die Gemeinde nach Abschluss dieser Studie für die Umsetzung eines Wärmenetzes entscheiden, kann die Umsetzung in folgende Phasen unterteilt werden:

**0. Fördermittelakquise:**

Über die Bundeförderung für effiziente Wärmenetze muss zunächst im Modul 1 eine Machbarkeitsstudie erstellt werden. Die Studie ist Voraussetzung für die Beantragung von Modul 2 – Systemische Förderung für Neubau und Bestandsnetze.

**1. Kundengewinnung:**

Wie in den vorangegangenen Abschnitten bereits beschrieben, ist die Gewinnung von Kunden ein zentrales und wichtiges Element bei der Umsetzung eines Wärmenetzes. Die Wirtschaftlichkeit hängt vor allem von der Akzeptanz und der Anschlussbereitschaft am Wärmenetz ab. Die Kundengewinnung für den ersten Bauabschnitt stellt somit den ersten und wichtigsten Schritt bei der Umsetzung eines Wärmenetzes dar.

**2. Planungsphase:**

Abhängig von der Kundengewinnung kann es Sinn ergeben, einzelne Straßen früher oder entsprechend später zu erschließen. In der Planungsphase wird das Wärmenetz und die Dimensionierung der Erzeugungsanlagen konkretisiert.

**3. Erste Bauphase → Bauabschnitt 1:**

Das Wärmenetz befindet sich in der Umsetzung

**4. Wärmenetz aktiv**

Der Bauabschnitt ist fertiggestellt und alle akquirierten Kunden werden mit Wärme beliefert

Diese grob skizzierten Schritte wiederholen sich mit jedem folgendem Bauabschnitt. Wie die Bauabschnitte gewählt werden, liegt am Ende in der Hand einer möglichen Betreibergesellschaft. Abbildung 4-18 zeigt die beschriebenen Phasen bei der Umsetzung eines Wärmenetzes und gibt eine Einschätzung, wie lange die Erschließung der Gemeinde Olderup bei einem idealtypischen Bauverlauf dauern könnte. Die Zeitangaben sind jeweils zu addieren, folglich kann die Erschließung des gesamten Ortes ca. 4 Jahre in Anspruch nehmen. Abhängig vom Projektverlauf und der Akzeptanz in der Gemeinde kann es hierbei stets zu Abweichungen kommen.

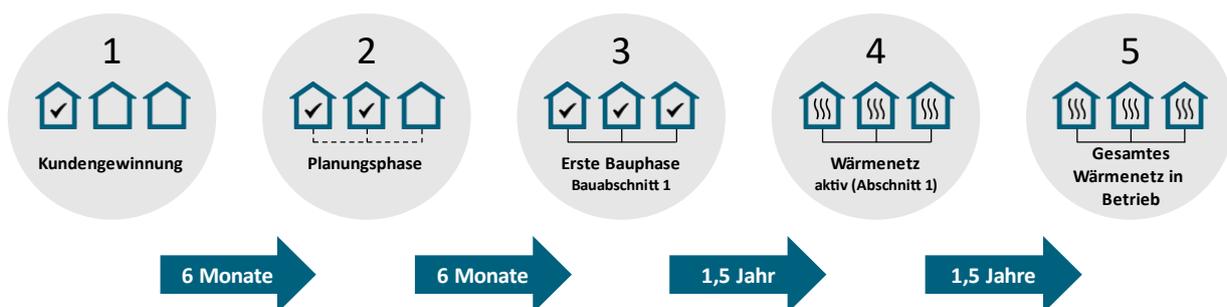


Abbildung 4-18: Zeitplan Wärmenetz

#### 4.5.9 MÖGLICHE BETREIBERMODELLE

Der Betrieb, der Bau und die Planung eines Wärmenetzes sind alles Aufgaben, welche von einem Betreiber erbracht werden müssen, damit überhaupt ein Wärmenetz entstehen kann. Doch welche Betreibermöglichkeiten gibt es für ein Wärmenetz?

Eine erste Möglichkeit stellt die Gründung einer **GmbH** dar. Eine GmbH wird von mindestens einem Gesellschafter gegründet, wobei die Haftung der GmbH auf das Vermögen der Gesellschaft beschränkt ist. Das Mindestkapital der GmbH beträgt 25.000 €. Die Vorteile einer GmbH als Betreiberform ist die beschränkte Haftung sowie eine gewisse Flexibilität. Eine GmbH kann aus mehreren Gesellschaftern bestehen, diese können natürliche Personen oder auch juristische Personen wie z.B. Kapitalgesellschaften sein. So ist es auch möglich, dass sich eine Gemeinde an einer GmbH beteiligt. Wie viele Gesellschafteranteile eine Gemeinde von der GmbH übernimmt ist frei wählbar. Zu beachten bei so einem teuren Bau wie einem Wärmenetz ist das Eigenkapital, welches bei der Bank als Sicherheit für die Kreditfinanzierung hinterlegt werden muss. Der Anteil des Eigenkapitals muss gemäß der Gesellschafteranteile bereitgestellt werden.

Eine zweite Möglichkeit ist die Gründung einer **GmbH & Co.KG**. Die **GmbH & Co. KG** ist eine Mischform aus Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH) und Kommanditgesellschaft (KG). In dieser Rechtsform übernimmt eine GmbH die Rolle des Komplementärs, also des voll haftenden Gesellschafters, während die anderen Gesellschafter als Kommanditisten nur mit ihrer Einlage haften. Diese Struktur ermöglicht eine Haftungsbeschränkung für die beteiligten Personen, während gleichzeitig die Flexibilität und die steuerlichen Vorteile einer Personengesellschaft genutzt werden können. In diesem Fall wird die GmbH & Co. KG als mögliche Betreibergesellschaft für das Wärmenetz vorgeschlagen, da sie die Vorteile der Haftungsbeschränkung mit den unternehmerischen Freiheiten einer KG vereint.

Eine weitere Möglichkeit ist die Gründung einer Wärmegenossenschaft in der sich die Bürger\_innen der Gemeinde beteiligen können. Bei der Genossenschaft handelt es sich um eine Gesellschaft (juristische Person). In der Genossenschaft kann sich die Anwohnerschaft zusammenschließen und gemeinsam einen wirtschaftlichen Geschäftsbetrieb führen. Die Besonderheit bei dem Betreibermodell einer Genossenschaft ist, dass die Anwohnerschaft sowohl Eigentümer, Leistungspartner und auch Entscheidungsträger ist.

Eine weitere Möglichkeit, wie sich die Anwohnerschaft an einem Projekt wie dem Wärmenetz beteiligen kann, bietet das **Crowd Invest**. Hierbei handelt es sich um eine Form des Crowdfundig (englisch für Schwarmfinanzierung). Beim Crowd Invest können von der Anwohnerschaft Investitionen in ein konkretes Projekt getätigt werden. Als Gegenleistung erhält die Anwohnerschaft dann eine feste Verzinsung. Die Anwohnerschaft kann sich am Erlös aus dem Verkauf der Energie beteiligen und die Kommune kann dadurch zusätzliche Steuereinnahmen generieren. Vorteile am Crowd Invest sind die steigende Akzeptanz unter der Anwohnerschaft, sowie die Identifikation mit der Gemeinde.

Bei dem Crowd Invest handelt es sich nicht direkt um ein Betreibermodell, jedoch um eine Form die Anwohnerschaft in einem Projekt miteinzubeziehen. Neben der GmbH und der Genossenschaft gibt es noch weitere Betreibermöglichkeiten, diese unterscheiden sich dann zum Beispiel in der Form der Haftung. Andere Betreibermodelle sind in der Energiewirtschaft nicht empfehlenswert.

## 4.6 MOBILITÄT

In diesem Abschnitt werden mehrere Möglichkeiten zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich der Mobilität in Olderup betrachtet und beschrieben. Es werden verschiedene Handlungsoptionen aufgezeigt, die in Ihrer Gesamtheit zur Förderung einer nachhaltigen Mobilität in Olderup beitragen können.

### 4.6.1 INDIVIDUELLER PERSONENKRAFTVERKEHR

Nach Angaben des Kraftfahrt-Bundesamts waren zu Beginn des Jahres 2023 288 Personenkraftwagen innerhalb der Gemeinde Olderup zugelassen, darunter keines in gewerblicher Haltung (Kraftfahrt-Bundesamt, 2023). Auf Grund der Tatsache, dass nachhaltige Mobilität aktuell hauptsächlich über batterieelektrische Fahrzeuge realisiert wird, werden diese im Rahmen der Studie betrachtet.

Der Strombedarf und die damit einhergehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen von bereits vorhandenen Elektroautos sind bereits im Stromlastgang der Gemeinde Olderup enthalten, aus diesem Grund werden im Folgenden nur Fahrzeuge betrachtet, die mit Diesel oder Benzin betrieben werden. Das Kraftfahrt-Bundesamt gibt für den Kreis Nordfriesland an, dass es sich bei 37,5 % der PKW um Diesel-Fahrzeuge und bei 55,7 % um Benzin-Fahrzeuge handelt (Kraftfahrt-Bundesamt, 2023). Die dadurch geschätzte Anzahl an PKW-Typen ist in Tabelle 4-22 aufgelistet.

Tabelle 4-22: Anzahl PKW nach Kraftstofftyp

Kraftstoffart	Benzin	Diesel	Hybrid	Elektro	Sonstige (u.a. Gas)
Prozentualer Anteil	55,7 %	37,5 %	3,0 %	3,1 %	0,6 %
Anzahl Olderup	160	108	9	9	2

Auf Grund der geringen Anzahl von Gas- und Hybrid-Fahrzeugen werden diese im Rahmen der Studie zunächst nicht weiter betrachtet, womit die 268 benzin- und dieselpbetriebenen Fahrzeuge in die weitere Betrachtung fallen.

Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr gibt für den kleinstädtischen bzw. ländlichen Raum eine durchschnittliche Jahresfahrleistung pro PKW von ca. 15.900 km an (BMDV, 2018). Dieser Wert muss auf Grund der aktuellen Entwicklung hin zu einer verstärkten Nutzung des Homeoffice, ausgelöst durch die Corona-Pandemie, nach unten korrigiert werden. Es wird die Annahme getroffen, dass sich die Jahresfahrleistung künftig um ca. 10 % reduziert – was eine Fahrleistung von 14.310 km/a zur Folge hat. Außerdem wird davon ausgegangen, dass ein Diesel einen Verbrauch von 7,0 l/100 km und ein Benziner einen Verbrauch von 7,7 l/100 km hat, welcher sich in den letzten Jahren nicht signifikant reduziert hat (Statista, 2022). Für elektrische Fahrzeuge wird ein Verbrauch von 18 kWh/100 km angenommen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro kWh Diesel wurden auf Basis des CO<sub>2</sub>-Faktors von Heizöl (siehe Tabelle 3-11) berechnet. Die pro kWh Benzin verursachten Emissionen wurden auf Basis einer Erhebung des Umweltbundesamtes berechnet (Umweltbundesamt, 2022).

Für die Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Einsparungen im individuellen Personenverkehr bis zum Jahr 2050 werden 3 Mobilitätsszenarien aufgestellt:

1. Szenario 1:  
In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass im Jahr 2050 alle PKW innerhalb der Gemeinde elektrisch betrieben werden.
2. Szenario 2:  
Bis zum Jahr 2050 werden 80 % der PKW batterieelektrisch betrieben.
3. Szenario 3:  
In diesem Szenario werden im Jahr 2050 60 % der PKW batterieelektrisch betrieben.

Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der batterieelektrisch betriebenen Fahrzeuge wird in dieser Betrachtung davon ausgegangen, dass die Fahrzeuge mit Strom aus dem Stromnetz geladen werden. Der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor der einzelnen Stützjahre entspricht dabei den Werten aus Tabelle 4-19. Die Ergebnisse dieses Vergleichs werden in Abbildung 4-19 dargestellt. Neben der Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen kann der Abbildung die angenommenen E-Fahrzeuganzahl bis 2050 entnommen werden.

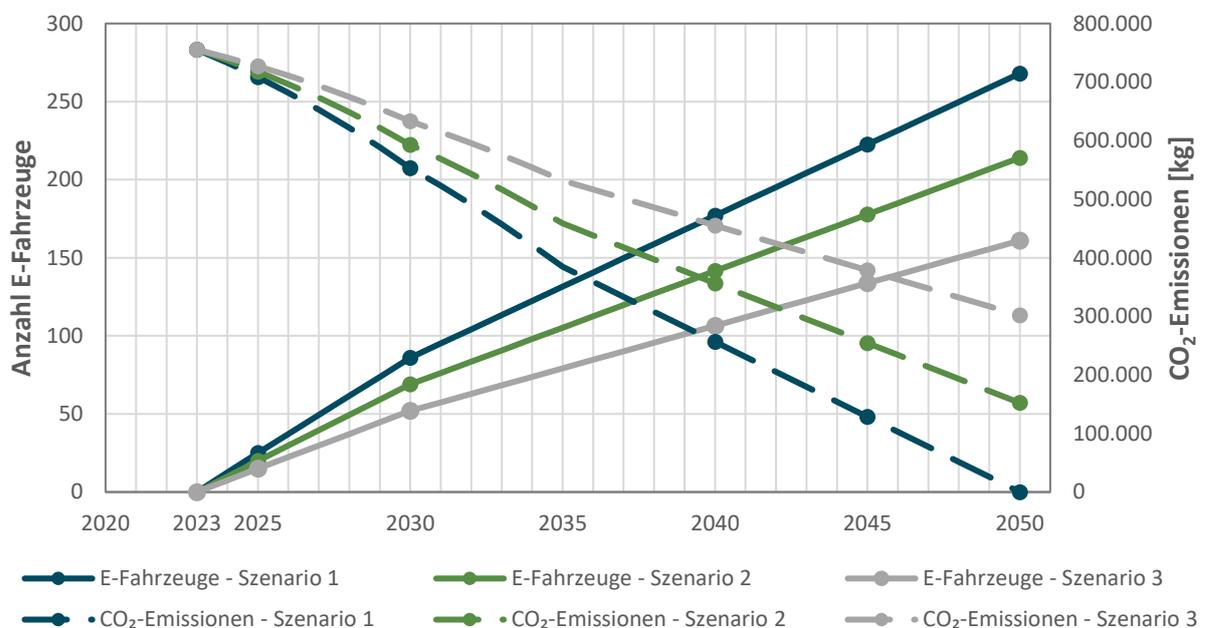


Abbildung 4-19: Entwicklung der PKW-CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2050

#### 4.6.2 AUSWERTUNG DER UMFRAGE

Im Rahmen der durchgeführten Umfrage wurden auch spezifische Fragen zur Mobilität in Olderup gestellt. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Umfrage detailliert dargestellt und analysiert, um die aktuellen Mobilitätsbedürfnisse und -präferenzen der Bewohner zu verdeutlichen.

Von 152 Adressen im Quartier haben 83 an der Umfrage teilgenommen, was einer Quote von 55 % entspricht. Die verschiedenen Fahrzeugzahlen in den jeweiligen Haushalten sind Abbildung 4-20 zu entnehmen.

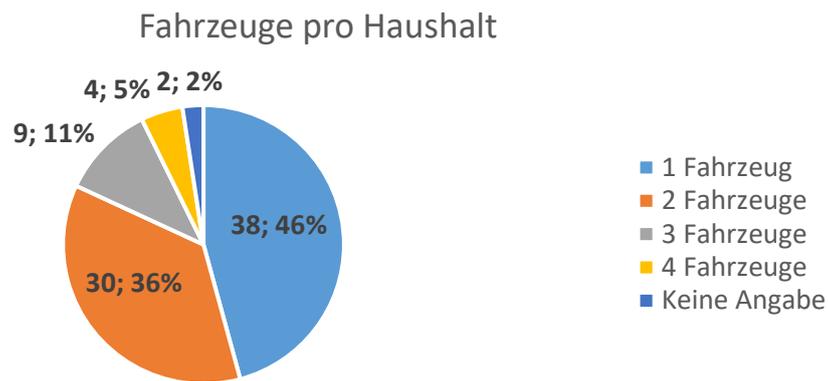


Abbildung 4-20: Anzahl der Fahrzeuge pro Haushalt

Die Umfrage ergab, dass die Mehrheit der Haushalte in Olderup über mindestens ein Fahrzeug verfügt. Konkret besitzen 38 Haushalte (46 %) ein Fahrzeug, 30 Haushalte (36 %) haben zwei Fahrzeuge, 9 Haushalte (11 %) besitzen drei Fahrzeuge und 4 Haushalte (5 %) verfügen über vier Fahrzeuge. 2 Haushalte machten keine Angaben zu dieser Frage. Diese Verteilung zeigt, dass viele Haushalte mehrere Fahrzeuge nutzen, was auf eine hohe Abhängigkeit vom Individualverkehr hinweist.

Die aus der Umfrage errechnete durchschnittliche zurückgelegte Fahrdistanz liegt bei 18.079 km pro Jahr. Die hohe durchschnittliche Fahrdistanz deutet darauf hin, dass die Bewohner von Olderup stark auf ihre Fahrzeuge angewiesen sind. Dies könnte auf lange Arbeitswege, Besorgungen, Freizeitaktivitäten oder mangelnde Alternativen im öffentlichen Nahverkehr hinweisen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, sowohl die bestehende Infrastruktur zu optimieren als auch nachhaltige Mobilitätsalternativen zu fördern. Eine Möglichkeit zur Optimierung stellt die Umstellung auf Elektrofahrzeuge da.

Von den befragten Haushalten gaben 6 Haushalte an, bereits ein Elektroauto zu besitzen. Demgegenüber stehen 73 Haushalte, die derzeit kein Elektroauto in ihrem Besitz haben. Dies zeigt, dass Elektrofahrzeuge momentan nur in einer kleinen Minderheit der Haushalte vertreten sind.

Die Umfrage ergab zudem Einblicke in die Bereitschaft der Haushalte, in Zukunft ein Elektrofahrzeug anzuschaffen. Die Ergebnisse sind der Tabelle 4-23 zu entnehmen.

Tabelle 4-23: Interesse an Elektrofahrzeugen

Anschaffung E-Auto	Anzahl der Haushalte	Anschaffung E-Auto
Ja	7	Ja
Nein	43	Nein
Vielleicht	28	Vielleicht

Diese Daten deuten darauf hin, dass es ein erhebliches Potenzial für eine Zunahme von Elektrofahrzeugen im Quartier gibt, auch wenn die Mehrheit der Haushalte derzeit entweder unentschlossen oder uninteressiert ist. Die hohe durchschnittliche Fahrdistanz macht eine effiziente und nachhaltige Verkehrslösung umso wichtiger. Mögliche Maßnahmen zur Optimierung der Mobilität in Olderup werden im Folgenden genauer vorgestellt.

#### 4.6.3 CARSHARING

Carsharing ist ein bereits etabliertes Angebot im städtischen Raum. Hier sind Parkplätze nur begrenzt vorhanden und alltägliche Wege können i.d.R. mit kurz getakteten, öffentlichen Verkehrsmitteln, zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt werden. Entsprechend kann die PKW-Nutzung eine Ausnahme darstellen und ist zudem in vielen Fällen flexibel planbar (geringer Gleichzeitigkeitsfaktor). Damit sind wenig Fahrzeuge in der Lage, einen großen Teil des motorisierten Mobilitätsbedarfes der städtischen Bewohner abzudecken. Ein anderes Bild stellt sich im ländlichen Raum dar: hier ist die Anzahl der privaten Parkplätze bezogen auf die Einwohnerzahl deutlich höher und alltägliche Wege wie die Strecke zum Arbeitsplatz oder zur nächsten Einkaufsmöglichkeit weisen deutlich höhere Entfernungen auf. Gleichzeitig ist die Taktung öffentlicher Verkehrsmittel deutlich geringer. Entsprechend liegt die PKW-Nutzung nahe und ist für viele Bewohner das alltägliche Verkehrsmittel. Demnach wäre eine höhere Anzahl an Fahrzeugen zur Deckung des Mobilitätsbedarfes erforderlich. Nichtsdestotrotz besitzen in Deutschland Haushalte Zweit- oder sogar Drittwagen, welche nur wenig genutzt werden. An dieser Stelle kann der Einsatz von Carsharing Angeboten auch im ländlichen Raum sinnvoll sein und zur CO<sub>2</sub>-Reduktion beitragen.

Ein mögliches Modell in Schleswig-Holstein ist das Dörpsmobil. Beim Dörpsmobil handelt es sich um ein Carsharing Angebot für elektrische Fahrzeuge. Das Modell ist zum ersten Mal in der Gemeinde Klixbüll (Kreis Nordfriesland) 2016 umgesetzt worden und seitdem in mehreren Ortschaften in ganz Schleswig-Holstein zu finden. Die Fahrzeuge werden mit Ökostrom geladen, idealerweise direkt aus eigenen Anlagen, die direkt vor Ort nachhaltigen Strom bereitstellen. (Dörpsmobil SH, 2020)

Für die Umsetzung eines Dörpsmobil gibt es drei mögliche Betreibermodelle:

- Vereinsbasiert:  
Ein vor Ort gegründeter Verein (oder bestehender Verein) übernimmt alle Angelegenheiten hinsichtlich des Dörpsmobil
- Gemeindlich
- Privat/Informell/Gewerblich

Die Buchung eines Fahrzeugs erfolgt über eine App oder Internetseite. Für die Bezahlung sind verschiedene Modelle der Abrechnung denkbar. Dazu gehören beispielsweise Vereinsbeiträge, Kilometerpauschalen, Stundenpauschalen oder Tagesstarife. Kostenpunkte wie Service, Versicherung oder der Kauf von Ersatzteilen ist in diesem Preis abgedeckt. Aufgrund des sehr umfangreichen Informationsmaterials des Dörpsmobil SH wird an dieser Stelle auf den Leitfaden für elektromobiles Carsharing im ländlichen Raum (Dörpsmobil SH, 2020) verwiesen. In diesem sind alle wichtigen Informationen zur Bedarfsermittlung, Wahl eines Betreibermodells, Umsetzungsplanung oder den Betrieb enthalten.

Durch die Nutzung von Carsharing Angeboten kann, bei einem durchschnittlichen Verbrauch von 7,7 l/100 km Benzin, mit einem elektrischen Fahrzeug ca. 20 kg CO<sub>2</sub> auf 100 km eingespart werden. Darüber hinaus kann ein elektrisches Carsharing Angebot der Anwohnerschaft durch Ausprobieren und Testen einen Einstieg in die eigene Elektromobilität bieten und somit die Transformation der Mobilität innerhalb der Gemeinde vorantreiben.

#### 4.6.4 UNTERSTÜTZUNG DES RADVERKEHRS

Fahrradfahren ist gesund, unkompliziert und klimafreundlich. Das Umweltbundesamt schätzt, dass die PKW-Nutzung durch das Fahrradfahren um 30 % nachlassen könnte (Umweltbundesamt, 2021). Obwohl dieser Wert eine Abschätzung für deutsche Ballungsgebiete ist und sich der Wert nicht direkt auf Olderup übertragen lässt, ist zu erahnen, dass der Ausbau des Radverkehrs ein großes Potenzial zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen hat. Wer täglich 1 km Fahrrad fährt und dafür das Auto stehen lässt spart jährlich ca. 80 kg CO<sub>2</sub> ein.

Folgend werden einige Optionen zur Unterstützung des Radverkehrs in Olderup aufgeführt:

- **Ausbau und Beleuchtung von Radwegen**  
Radwege geben Radfahrern Sicherheit und machen das Fahrradfahren attraktiver. Die Beleuchtung ländlicher Radwege kann gerade im Winter, wenn es spät hell und früh dunkel wird, das Radfahren zu einer attraktiven Alternative zum Auto machen.
- **Schaffen von Abstellplätzen für Fahrräder**  
An zentralen Orten innerhalb des Ortes, vor allem bei Anbindungsstellen an den ÖPNV, sollten zusätzliche Möglichkeiten geschaffen werden das Fahrrad abzustellen. Die Errichtung zusätzlicher PKW-Parkplätze kostet die Gemeinde zwischen 2.000 und 3.000 €. Auf der gleichen Fläche können für wesentlich geringere Kosten bis zu acht Fahrräder abgestellt werden. (Umweltbundesamt, 2021)
- **Service-Angebote**  
Anbieten/Eröffnen einer Service-Station für Reparaturen am Fahrrad  
Aufstellen eines Schlauchautomaten oder einer stationären Luftpumpstation
- **E-Bike-Sharing**  
Die Investitionskosten für E-Fahrräder sind deutlich höher als die eines herkömmlichen Fahrrads. E-Bike-Sharing kann eine Möglichkeit darstellen der Anwohnerschaft und Gästen die Nutzung von E-Bikes zu ermöglichen. Es gibt bereits Container-Lösungen, bei denen die E-Bikes in einem Container gelagert werden und zur Abholung bereitstehen. Auf dem Dach können PV-Module installiert werden, um die Fahrräder mit nachhaltigem Strom zu laden. Eine Buchung der Fahrräder wäre beispielsweise ebenfalls über eine App möglich.
- **Kampagnen für Fahrräder**  
Die Aufklärung über nachhaltige Mobilität beginnt bereits im Kindergarten bzw. in der Schule. Aufklärung über die Vorteile des Radfahrens, Wettbewerbe oder die Errichtung von Fahrradparcours kann bereits früh zu einer Begeisterung für das Fahrradfahren beitragen.

Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs werden über das Klimaschutzprogramm 2030 gefördert. Zur Unterstützung des Radverkehrs sind bis 2023 insgesamt Mittel in einer Höhe von 1,46 Milliarden € vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr zur Verfügung gestellt worden. Diese Förderung soll nach aktueller Planung bis zum Jahr 2030 weitergeführt werden. Detaillierte Informationen zur Förderung des Radverkehrs werden vom Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e. V. bereitgestellt. (ADFC, 2020)

#### 4.6.5 ERRICHTEN ÖFFENTLICHER LADESTATIONEN

Obwohl die Struktur in Olderup vermuten lässt, dass die überwiegende Mehrheit der Anwohner ihre Elektrofahrzeuge direkt am eigenen Haus aufladen kann, ist dies sicherlich nicht für alle Anwohner der Fall. Durch die Errichtung einer oder mehrerer öffentlicher Ladesäulen an zentralen Orten in der Gemeinde wird auch den Einwohnern ohne eigene Lademöglichkeit ein unkomplizierter Umstieg auf Elektromobilität ermöglicht. Darüber hinaus wird Besuchern die Möglichkeit geboten, ihre Fahrzeuge direkt in der Gemeinde aufzuladen. Die bereits vorhandenen Ladesäulen am Feuerwehrhaus werden bisher nur wenig genutzt. Mit der zukünftigen Entwicklung hin zur Elektromobilität ist jedoch ein steigender Bedarf zu erwarten und die Installation weiterer Ladepunkte sinnvoll.

AC-Ladestationen, die mit Wechselstrom arbeiten, haben typischerweise eine Ladeleistung zwischen 11 und 22 kW und stellen eine akzeptable Lademöglichkeit dar. Ein Elektrofahrzeug mit einer Speicherkapazität von 50 kWh kann an solchen Stationen in weniger als 1,5 h von 20 auf 80 % aufgeladen werden. Für schnellere Ladevorgänge werden DC-Schnellladestationen eingesetzt. Diese Ladestationen arbeiten mit Gleichstrom und haben typischerweise eine Ladeleistung von mindestens 50 kW. Da viele Elektrofahrzeuge bereits mit deutlich höheren Ladeleistungen geladen werden können, sind moderne Schnelllader häufig mit Ladeleistungen von über 150 kW ausgestattet. Ladevorgänge an solchen Ladestationen sind bereits nach 15 bis 30 Minuten abgeschlossen.

#### 4.6.6 ÖFFENTLICHER PERSONENNAHVERKEHR

Tabelle 4-24 zeigt für unterschiedliche Verkehrsmittel die verursachten Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O) in Gramm pro Personenkilometer [g/Pkm] CO<sub>2</sub>-Äquivalent in Abhängigkeit ihrer jeweiligen Auslastung im Jahr 2019 – vor der Coronapandemie. Es zeigt sich, dass trotz der höchsten Auslastung das Flugzeug für Inlandflüge mit 214 g/Pkm die meisten CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht und somit das klimaschädlichste Transportmittel darstellt. Bei einer durchschnittlichen Belegung von 1,4 Personen pro PKW verursacht der PKW 154 g/Pkm – allerdings zeigt sich an dieser Stelle das Potenzial für Carsharing und Fahrgemeinschaften, da eine Zunahme der Personenanzahl die Emission pro Personenkilometer weiter reduziert.

Tabelle 4-24: Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Verkehrsmittel (UBA, 2021)

Verkehrsmittel	Treibhausgase	Auslastung
PKW	154,00 g/Pkm	1,4 Pers./PKW
Flugzeug, Inland	214,00 g/Pkm	70,00 %
Eisenbahn, Fernverkehr	29,00 g/Pkm	56,00 %
Linienbus, Fernverkehr	29,00 g/Pkm	54,00 %
Sonstige Reisebusse	36,00 g/Pkm	55,00 %
Eisenbahn, Nahverkehr	54,00 g/Pkm	28,00 %
Linienbus, Nahverkehr	83,00 g/Pkm	18,00 %
Straßen-, Stadt- und U-Bahn	55,00 g/Pkm	19,00 %

In Bezug auf den öffentlichen Personennahverkehr können Tabelle 4-24 zwei wichtige Punkte entnommen werden. Der ÖPNV, ob Bahn oder Bus, verursachte 2019 die geringsten CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Personenkilometer. Außerdem zeigt sich, dass gerade der Nahverkehr enormes Potenzial für weitere CO<sub>2</sub>-Einsparungen hat.

Eine Möglichkeit den ÖPNV zu fördern wäre eine Fahrplan- und Taktverdichtung, durch die das ÖPNV-Angebot flexibler gestaltet werden kann. Olderup ist in dieser Hinsicht nicht direkt handlungsfähig, kann aber Verbesserungsvorschläge erarbeiten. Darüber hinaus sollte bei zentralen Bushaltestellen die Möglichkeit geschaffen werden Fahrräder abzustellen und über mehrere Stunden stehen zu lassen.

## 5 MAßNAHMENKATALOG

Im Folgenden werden Maßnahmen definiert, deren Priorität über die Darstellung von maximal drei Bäumen beschrieben wird, wobei drei Bäume die höchste Priorität darstellt.

Tabelle 5-1: Maßnahmenkatalog

Wärme		
1.	<b>Wärmenetz realisieren (Versorgung)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Findung eines Betreibermodells (z.B. Gemeindeenergiewerk)</li> <li>• Entwurfsplanung für das Quartier</li> <li>• Kundenakquise</li> <li>• Informationsveranstaltungen und Aufklärungskampagnen zum Thema Wärmenetze</li> <li>• Fördermittel beantragen</li> </ul>	
2.	<b>Einzelversorgungs-lösungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dezentrale Wärmeversorgungs-lösungen</li> <li>• Kostenlose initiale und individuelle Beratungsangebote für Bewohner_innen einrichten</li> <li>• Unterstützung bei Fördermittelakquise und Umsetzung</li> </ul>	
3.	<b>Sanierung Wohngebäude</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kostenlose initiale und individuelle Beratungsangebote für Bewohner_innen einrichten</li> <li>• Unterstützung bei der Fördermittelakquise</li> <li>• Dokumentation der Beratungen als Monitoring-Tool</li> <li>• Informationsveranstaltungen</li> </ul>	
Strom		
4.	<b>Errichtung Erneuerbarer Energien zur Nutzung im Quartier</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Errichtung eigener PV-Anlagen</li> <li>• Gewinnung lokaler EE-Anlagen zur Stromlieferung für das Quartier</li> <li>• Genehmigungsfähigkeit der akquirierten Flächen prüfen</li> <li>• Umsetzungsbegleitung bei der Errichtung</li> </ul>	
5.	<b>Vertrieb regionaler EE-Produkte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gründung eines Bürgerenergiewerkes/Gemeindewerkes</li> <li>• Erstellung der Produktportfolios (Haushaltsstromtarif, Mobilitätstarif und Wärmepumpentarif)</li> <li>• Werbung &amp; Vermarktung</li> </ul>	
6.	<b>PV-Dachanlagen &amp; Speichertechnologien für Einzellösung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergänzend zu Punkt 3</li> <li>• Unterstützung bei Eigenversorgungs-lösungen</li> </ul>	
Mobilität		
7.	<b>Förderung der Elektromobilität innerhalb der Gemeinde</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterstützung bei der Errichtung zusätzlicher privater Ladesäulen</li> <li>• Errichtung öffentlicher Ladesäulen</li> <li>• Aufklärungskampagnen zu Vorurteilen gegenüber der Elektromobilität</li> </ul>	
8.	<b>Carsharing</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umfragen und Informationsveranstaltungen zur Bedarfsermittlung organisieren</li> <li>• Carsharing Angebot schaffen</li> </ul>	
9.	<b>Radverkehr</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausbau und Beleuchtung von Radwegen, die in und aus dem Quartier führen</li> <li>• Aufbauen eines örtlichen E-Bike-Sharing Angebotes</li> <li>• Serviceangebot für Fahrräder schaffen (Reparatur- und Luftpumpstationen)</li> <li>• Errichten von Abstellmöglichkeiten für Fahrräder an zentralen Orten</li> </ul>	

Im Bereich der Wärmeversorgung sind die Maßnahmen mit der höchsten Priorität die Realisierung eines Wärmenetzes sowie die Sanierung der Wohngebäude. Die Realisierung eines Wärmenetzes umfasst sowohl kurzfristige Aufgaben wie die Suche nach einem Betreiber (z.B. Gemeindewerk), als auch langfristige Aufgaben, einschließlich der Entwurfsplanung für das Quartier, der Kundenaquise und der Umsetzung des Netzes in den einzelnen Bauabschnitten. Die Unterstützung bei der Fördermittelakquise und die Durchführung von Informationsveranstaltungen sind ebenfalls wesentliche Bestandteile dieser Maßnahme. Die Sanierung von Wohngebäuden und die Einrichtung dezentraler Wärmeversorgungslösungen haben ebenfalls hohe Priorität, wobei der Sanierung der Wohngebäude eine höhere Priorität zugesprochen wird. Diese Maßnahmen beinhalten kostenlose und individuelle Beratungsangebote für Bewohner, Unterstützung bei Fördermittelanträgen und die Durchführung von Informationsveranstaltungen. Hierbei werden vor allem auch die Bewohner\_innen der nicht im Ortskern liegenden Randsiedlungen auf dem Weg zur Klimaneutralität unterstützt.

Im Bereich der Stromversorgung hat die Errichtung und Nutzung erneuerbarer Energieanlagen im Quartier die höchste Priorität. Dazu gehören die Installation von Freiflächen-PV-Anlagen, die Nutzung lokaler EE-Anlagen zur Stromlieferung und die Überprüfung der Genehmigungsfähigkeit der Flächen. Diese Maßnahmen erfordern eine langfristige Planung und Umsetzung. Die Maßnahmen mit mittlerer und niedrigerer Priorität im Bereich Strom sind der Vertrieb regionaler EE-Produkte und die Nutzung von PV-Dachanlagen und Speichertechnologien für Einzellösungen. Diese beinhalten die Gründung eines Bürger- oder Gemeindewerkes, die Erstellung von Produktportfolios sowie die Unterstützung bei Eigenversorgungslösungen.

Den Maßnahmen im Bereich Mobilität werden niedrige Prioritäten zugeordnet, da der Nutzen einer Umsetzung im Verhältnis zu den anderen Maßnahmen geringer ausfällt.

## 6 UMSETZUNGHEMMNISSE

### 6.1 ENERGETISCHE SANIERUNG

Die Umsetzungshemmnisse im Bereich der Sanierung wurden in die vier Kategorien „Persönliche“, „Finanzielle“, „Bauliche“ und „Sonstige“ aufgeteilt. Als persönliche Hemmnisse werden solche angesehen, welche die Bedenken der Immobilienbesitzer zu Durchführung und Ergebnissen der Energieeffizienzmaßnahmen beschreiben. Finanzielle Hemmnisse beschreiben ökonomische Gesichtspunkte und die finanzielle Ausgangssituation der Immobilienbesitzer. Bauliche Hemmnisse betreffen die Umsetzbarkeit der Maßnahmen, die durch Auflagen oder bautechnische Gründe eingeschränkt werden.

Da die Überwindungsmöglichkeiten oft mehrere dieser Bereiche betreffen, wurden diese zusammenhängend als allgemeine Lösungen formuliert.

#### **Persönliche Hemmnisse**

- Energetischer Zustand der Immobilie ist nicht oder nur geringfügig bekannt (kein Problembewusstsein)
- Fehlendes Interesse am Thema „Energetische Sanierung“
- Fehlendes Umweltbewusstsein
- Unterschätzung des Einsparpotenzials
- Andere Prioritäten zur energetischen Sanierung (Investitionen wie Auto, Urlaub, soziale Absicherung)
- Befürchtung einer fachlichen Beratung eines Sachverständigen, die weder vollumfänglich noch unabhängig informiert
- Sorge vor negativen Ergebnissen der energetischen Sanierung (Bauschäden, Ästhetik, Komfortverlust, mangelhaft ausgeführte Arbeiten)
- Überforderung durch Vielschichtigkeit der Zusammenhänge der technischen, finanziellen und zeitlichen Aspekte
- Vorurteile gegenüber neuen Technologien
- Befürchtungen von Komfortverlust während der Bauarbeiten
- Lange Unbewohnbarkeit der Immobilie

#### **Finanzielle Hemmnisse**

- Geringe Wirtschaftlichkeit der Sanierung, Unklarheit zu Kosten/Wirtschaftlichkeit
- Enorme Preissteigerung im Bereich Baustoffe und Sanierung
- Zu hohe Investitionskosten/zu schwaches Einkommen
  - Hohe Kosten der Maßnahmen können zu alternativen Maßnahmen mit geringerer Energieeffizienz bzw. höherer Umweltbelastung führen
- Teilweise lange Amortisationszeiten → langfristige Bindung von Kapital
  - Bedenken bei älteren Menschen, dass es sich für sie nicht mehr lohnt
- Ältere Menschen erhalten keinen Kredit für eine Maßnahme
- Vermieter ziehen keinen direkten Nutzen aus energetischer Sanierung
- Die Förderantragsstellung stellt einen großen Aufwand dar → nicht niederschwellig
  - Unübersichtlich, undurchsichtig, kompliziert, aufwändig
  - Externe Unterstützung notwendig
  - Bei Förderung für Gebäudehülle ist externe Beantragung Voraussetzung

### **Bauliche Hemmnisse**

- Architektonische oder bautechnische Gründe, die die Durchführung verhindern
- Dringlichere bauliche Vorhaben müssen umgesetzt werden
- Einschränkung durch Denkmalschutz
- Geringe Verfügbarkeit von Fachkräften für die Umsetzung

### **Überwindungsmöglichkeiten**

- Kostenlose energetische Erstberatungen mit individuell angepassten Sanierungsvorschlägen
- Vorführung bereits sanierter Immobilien
  - Hinweis/Aufzeigen des Komfortgewinns
- Öffentliche Informationsveranstaltungen oder Onlineportal mit Informationen zu:
  - Energetische Zustände
  - Möglichkeiten und Vorteile einer energetischen Sanierung
  - (typische) technische Umsetzungsmöglichkeiten
  - Finanzielle Anreize und Fördermöglichkeiten
  - Komfortgewinn
- Unabhängige Unterstützung bei Antragstellung von Fördermitteln
- Einsatz eines Sanierungsmanagers zur Betreuung der Immobilienbesitzer
- Zusätzliche kommunale Angebote zur finanziellen Förderung und Beratung energetischer Sanierungsmaßnahmen
- Bewerbung und Durchführung von Webinaren zum Thema „energetische Sanierung“
- Änderung der rechtlichen, politischen und bürokratischen Rahmenbedingungen, zur Vereinfachung der Förderanträge/Erhöhung der Flexibilität
- Erweiterung des Sanierungshorizontes
- Beratung/Hinweis zu Mieteinnahmenerhöhung

## **6.2 WÄRMENETZ**

Wie bereits bei den Hemmnissen der energetischen Sanierung werden die Hemmnisse eines Wärmenetzes in unterschiedliche Kategorien aufgeteilt. Persönliche Hemmnisse stellen eben jene dar, die Anwohner an einem Anschluss an das Wärmenetz hindern. Unter sonstige Hemmnisse werden alle baulichen und finanziellen Hemmnisse bei der Planung und Errichtung eines Wärmenetzes aus Betreibersicht zusammengefasst.

### **Persönliche Hemmnisse**

- Akzeptanz
- Vorurteile gegenüber neuen Technologien
- Fehlendes Interesse am Thema – Kein ausreichendes Verständnis für die Funktion eines Wärmenetzes und als Folge Angst um Versorgungssicherheit
- Fehlendes Umweltbewusstsein
- Unterschätzung des finanziellen Einsparpotenzials bei hoher Anschlussquote

## Sonstige Hemmnisse

Der Austausch einer Heizung durch eine neue Anlage, ob Wärmepumpe, Pelletkessel oder Anschluss an ein Wärmenetz, ist immer mit entsprechenden Investitionen verbunden.

- Investitionskosten für den Anschluss an das Wärmenetz
- Bei geringen Anschlussquoten können Kostensteigerungen bei Investitionen oder dem Energieeinkauf zu einer Unwirtschaftlichkeit des Wärmenetzes führen
- Es findet sich kein passender Standort für Heizzentrale  
Sollte kein passender Standort in der Nähe der Gemeinde gefunden werden, kann eine lange Zuleitung die Vollkosten des Netzes erhöhen
- Es kommt zu keiner Einigung mit Betreibern von Wind- oder PV-Anlagen
- Die Errichtung eigener regenerativer Stromquellen kann auf Grund von Flächenverfügbarkeit oder anderen Faktoren nicht umgesetzt werden

## Überwindungsmöglichkeiten

Die Aufklärungsmöglichkeiten über eine mögliche Wärmenetzplanung stellt einen wichtigen Teil bei der Überwindung der vorgestellten Hemmnisse dar. Über Informationsaushänge, Kampagnen und Infoabende kann den Anwohnenden die Unsicherheit bei dem Thema genommen werden und so die Akzeptanz erhöht werden. Darüber hinaus kann sich die Gemeinde in einem frühen Stadium der Projektentwicklung mit öffentlichen Liegenschaften für einen Anschluss an das Wärmenetz entscheiden, oder sich bestenfalls an einer möglichen Betreibergesellschaft beteiligen. So wird eine entsprechende Signalwirkung innerhalb der Gemeinde erzeugt.

Zusätzliche sollte direkt mit Beginn einer Wärmenetzplanung der Austausch mit Flächeneigentümern und Betreibern von Wind- oder PV-Anlagen in der Umgebung begonnen werden.

## 6.3 STROM

Folgende Hemmnisse sind bei der Stromversorgung in Olderup wesentlich:

- Marktlage PV: Aktuell sind die Preise für Module niedrig, die Kosten für Dienstleister jedoch hoch
- Aktuelle Strompreisentwicklung  
Für ein Bürgerenergiwerk und die Vermarktung bilanzieller Stromprodukte sorgen die aktuellen Strompreise an der Börse und die Unsicherheit für die weitere Preisentwicklung dafür, dass aktuell wahrscheinlich keine günstigen Stromtarife angeboten werden könnten
- Umsetzung Bürgerenergiwerk: Stakeholder finden, einbinden und verantworten (koordinativer Aufwand)

## 6.4 MOBILITÄT

Im Bereich der Mobilität werden die Hemmnisse aufgeteilt nach individueller Personenkraftverkehr, ÖPNV und Carsharing.

### Individueller Personenkraftverkehr

- Angst vor fehlender oder nicht ausreichender Ladeinfrastruktur
- Angst vor nicht ausreichender Reichweite
- Image des E-Autos: „*Kleines Spielzeug Auto.*“
- Aktuell haben E-Fahrzeuge ein deutlich höheres Investment als herkömmliche Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor
- Förderung wird in den nächsten Jahren voraussichtlich wegfallen – 2023 wurde die Förderung bereits reduziert – 2024 wird sie weiter fallen.
- Lieferschwierigkeiten (frühzeitige Planung und Flexibilität)

### ÖPNV

- Komforteinbußen durch Abhängigkeit von Fahrplänen
- Fehleinschätzung bei der Höhe der Kosten  
→ Fahrtkosten werden häufig nicht mit den Gesamtkosten einer eigenen Fahrzeughaltung, sondern mit aktuellen Brennstoffpreisen verglichen
- Angst vor nicht ausreichender Verfügbarkeit des ÖPNV im öffentlichen Raum

### Carsharing (Dörpsmobil)

- Verantwortlichkeiten
- Abschreckung durch logistischen Aufwand (zusätzlich App installieren, buchen, hinfahren, ...)
- Akzeptanz von Carsharing Angeboten  
→ Aufklärung und Werbung, Erfahrungsaustausch

## 6.5 ALLGEMEINE HEMMNISSE

- Aktive Akteure vor Ort (Kümmerer vor Ort)  
→ direkt am Anfang Sanierungsmanagement Verantwortliche\_n wählen/bestimmen (auch über Sanierungsmanagement hinaus)
- Verfügbarkeit Ressourcen (Mensch wie Rohstoff)  
→ frühzeitige, langfristige Planung, kurze Entscheidungswege → Kontingente sichern
- Unsicherheit am Markt
  - Preissteigerungen / Unsicherheiten in Anwohnerschaft
- Akzeptanz schaffen bei lokalen Playern (konkretisiert in jeweiligen Punkten)
  - Überwindung: Kampagnen und Infos (Im Idealfall aus dem Dorf heraus)

## 7 UMSETZUNG

Zentrales Element der Umsetzung war bis Ende 2023 das sich direkt an das Quartierskonzept anschließende Sanierungsmanagement. Durch die Haushaltsmittelkürzung im Jahr 2024 ist die Beantragung für die Fördermittel über das Programm KfW432 nun nicht mehr möglich und ist im Jahr 2025 auch nicht vorgesehen. Hierdurch werden sich die wenigsten Gemeinden die Einrichtung eines Sanierungsmanagements leisten können.

Die Umsetzung der Maßnahmen sollten nichtsdestotrotz vorangetrieben werden. Nachfolgend wird beschrieben, welche Bausteine probate Mittel sind um in der Umsetzung zu Erfolg zu kommen.

Die in diesem Konzept formulierten Maßnahmen sollten zunächst einzelnen Arbeitsgruppen (Peer Groups) zugeordnet werden. Die Peer Groups gehen aus den Reihen der Lenkungsgruppe und engagierter Bürger\_innen hervor. Die Vorteile sind eine größere Akzeptanz der Bürger\_innen, eine Entkopplung von Änderungen in der Zusammensetzung des Gemeinderates.

Das zweite Element der Umsetzung sind die regionalen und überregionalen Firmen, die im hohen Maße kooperieren müssen und für eine wirklich integrierte Quartiersversorgung übergeordnet gesteuert werden müssen. Diese Steuerung ist Aufgabe der Gemeindeverwaltung. Als Kontrollinstanz soll hier immer die Lenkungsgruppe agieren.

### 7.1 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die Öffentlichkeitsarbeit ist ein zentraler Punkt in jedem energetischen Quartierskonzept und in der nachgelagerten Umsetzung der Maßnahmen. Die Öffentlichkeit in Form von Bewohner\_innen des Quartiers, Inhaber\_innen großer Liegenschaften, Unternehmen oder wohnungswirtschaftlichen Akteuren und die Gewinnung und Mitnahme dieser ist ein großer Faktor beim Erreichen der gesetzten Ziele.

Wird die Mitnahme der Bevölkerung verfehlt, kann z.B. eine ausreichende Erhöhung des Sanierungsgrads meist nicht erreicht werden. Insbesondere bei der geplanten Errichtung eines Wärmenetzes ist in Olderup die transparente und stetige Kommunikation mit der Öffentlichkeit ein Schlüssel für eine erhöhte Anschlussdichte. Auch die Abstimmung und Ermittlung von möglichen synergetischen Effekten ist hier ein zentrales Thema.

#### 7.1.1 AUFKLÄRUNG UND UNTERSTÜTZUNG DER BEWOHNER\_INNEN

Im Umgang mit der Einwohnerschaft ist es oft aufgefallen, dass viele Menschen sich mit der Thematik einer energetischen Sanierung bereits auseinandergesetzt haben, jedoch die monetären Mittel nicht ausreichen oder ein Unwissen über die bestehenden Möglichkeiten vorhanden ist.

Ein Ansatz wäre hier für die Bevölkerung kostenfrei in der Akquise von Fördermitteln unterstützend tätig zu sein. Dieses Angebot muss breit im öffentlichen Raum gestreut werden. Öffentliche Aushänge, Anzeigen in der lokalen Presse oder die Nutzung von sozialen Medien wären denkbar. Die Berührungspunkte mit der Antragstellung von Fördermitteln müssen genommen werden. In einer kleineren Kommune wie Olderup könnte auch mit einem Mund-zu-Mund-Effekt zu rechnen sein, bei welchem Menschen die bereits einen erfolgreichen Förderantrag gestellt haben, die Erfahrungen mit Nachbarn oder Bekannten teilen und die Mystifizierung dieses Prozesses außer Kraft setzt.

Auch die Darstellung von Amortisation ist ein starkes Mittel in der Öffentlichkeitsarbeit. Viele Menschen sehen nur die initialen Kosten und bedenken oft nicht, inwieweit sich eine Investition auf eine längere Zeit rechnet und einen Mehrwert darstellt. Dieses Gespür zu schulen ist für die Öffentlichkeitsarbeit eine denkbare Maßnahme und lässt sich in Öffentlichkeitsveranstaltungen, Informationsmaterialien oder der persönlichen Energieberatung vermitteln.

Das Aufzeigen von verschiedenen investiven Maßnahmen, kategorisiert in gering, mittel und hoch investiv ist zu empfehlen. So lässt sich für jede Person, unabhängig vom finanziellen Status, ein Handlungsfeld abbilden, um energetische Einsparungen vorzunehmen.

Auch das Angebot einer kostenfreien oder kostenreduzierten initialen Energieberatung ist für die Erfolgreiche Umsetzung der Arbeit mit der Öffentlichkeit anzusetzen. Diese Maßnahme war im Sanierungsmanagement erfahrungsgemäß eine Wirkungsvolle und gut angenommene Methode zur Erreichung der Bevölkerung. Ohne ein Sanierungsmanagement steht hier jedoch die Frage der Finanzierung im Raum. Der eigentliche Zweck einer initialen Energieberatung soll die Aufklärung und das Informieren der fachfremden Personen sein. Hierbei soll die Immobilie in Augenschein genommen werden, Potenziale ermittelt und auf Fragen eingegangen werden. Hier können Empfehlungen ausgesprochen und Hilfestellung geleistet werden. Auch kann hierdurch ein permanenter Ansprechpartner abgebildet werden, welcher im möglichen Projektverlauf den einzelnen Privatpersonen zur Stelle ist.

Aus den Öffentlichkeitsveranstaltungen ging hervor, dass bei Bewohner\_innen des Quartiers ein Anschlussbegehren an ein Fernwärmenetz vorhanden ist. Die Rolle der Personen welche eine Umsetzung anstreben liegt in der Fördermittelbeschaffung aber auch in der vermittelnden Rolle zwischen Privatperson und zukünftigen Anlagenbetreibern. Es geht darum Unsicherheiten aus dem Weg zu räumen und Fragen zu klären. Diese vermittelnde Rolle zwischen zentralen Akteuren und den Bewohner\_innen des Quartiers muss als Aufgabe verstanden, kommuniziert und gewissenhaft ausgeführt werden.

#### 7.1.2 UNTERSTÜTZUNG DER ENERGIEVERSORGER

Die Vermittlerrolle muss nicht nur im Kleinen, sondern auch im Großen wahrgenommen werden. Aus Vorgängerprojekten ist bekannt, dass die Energieversorger in der Außendarstellung und Kommunikation gegenüber und mit der Bevölkerung nicht immer optimal agieren. Die Notwendigkeit einer Unterstützung durch externe Akteure an dieser Stelle muss immer im Einzelfall geprüft werden.

### 7.1.3 BAUSTEINE DER ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Im Allgemeinen können als Standard einfache Bausteine zur Erfüllung einer umfassenden Öffentlichkeitsarbeit angesetzt werden.

#### **Lenkungsgruppe**

Die Einrichtung einer stets aktiven Lenkungsgruppe ist äußerst wichtig. Dabei sollte darauf geachtet werden, Vertreter\_innen aller Interessengruppen mit einzubeziehen. Dies können unter anderem private Bürger\_innen, Energiedienstleister, kommunale Politiker\_innen, lokales Gewerbe oder wohnungswirtschaftliche Unternehmen sein. Die Einbeziehung der privaten Bürger\_innen soll an dieser Stelle hervorgehoben werden. Die Lenkungsgruppe muss aktiv in die Prozesse mit einbezogen und regelmäßig informiert werden. Zusätzlich sollte die Lenkungsgruppe nicht als statisch angenommen, sondern auch für neue Mitglieder offen sein und durch diese ergänzt werden können, sodass die Interessenslage verschiedener Peergroups der Gemeinde stetig gut abgebildet werden und vertreten sind.

#### **Informationsveranstaltungen**

Veranstaltungen für die breite Öffentlichkeit sind wichtig, um die Bevölkerung zu informieren, über Projektverläufe aufzuklären und einen Raum für Fragen, Bedenken und Kritik zu schaffen. Hier soll wieder die Transparenz und Mitnahme der Privatpersonen hervorgehoben werden.

#### **Pressemitteilungen**

Mitteilungen in der lokalen Presse sind für die Ankündigung von Veranstaltungen von großer Bedeutung. Zu Beginn des Projektes sollte die lokale Presse gesichtet und die entsprechenden Ansprechpartner\_innen ermittelt werden. In Olderup gibt es keine lokalen Zeitungen oder Amtsblätter. Nach Einschätzung der Lenkungsgruppe kann dieser Teil vernachlässigt werden.

#### **Flugblätter**

Da in der heutigen Zeit viele Menschen die Zeitungen gar nicht oder nicht zur Gänze lesen ist die Verteilung von Flugblättern oder Broschüren ein effektives Mittel um die Aufmerksamkeit der Bürger\_innen zu erhalten. Hier können Ankündigungen gemacht oder allgemein informiert werden. Im Rahmen des Quartierskonzepts haben sich Flugblätter als effektives Mittel bewährt. Durch die kleine Größe des Quartiers ist das Verhältnis von Aufwand zu Nutzen bei der Verteilung von Flugblättern als sehr lohnend zu bewerten.

#### **Beschilderung**

Das Projekt nach außen zu tragen und nicht im Stillen zu agieren ist wichtig, um zu zeigen, dass vor Ort etwas passiert. Ein Schild an einer privaten oder öffentlichen Baustelle, die auf die Tätigkeiten im Ort hinweist, kann in den Köpfen einen Anstoß setzen. Auch Aushänge an öffentlichen Plätzen oder die Auszeichnung von zentralen Punkten des Projektes sollten in Betracht gezogen werden.

#### **Beratung**

Individuelle Beratungen helfen dabei, die Berührungspunkte mit der Thematik zu nehmen und kleine Projekte voranzutreiben. Fragen klären, auf individuelle Probleme eingehen und unterstützend zur Hand gehen sind hier die wichtigsten Aspekte der Kommunikationsarbeit.

#### **Soziale Medien**

Wenn es vor Ort bereits Gruppen oder Kanäle der sozialen Medien gibt, sollten diese unbedingt genutzt werden. Vor allem die jüngere Generation der Bürger\_innen sollte sich so einfacher erreichen lassen und zum Mitmachen animierbar sein. Da in Olderup bereits eine entsprechende Gruppe existiert sollte diese im Verlauf einer Maßnahmenumsetzung genutzt werden.

## 7.2 CONTROLLING-KONZEPT

Als übergeordnete Kenngröße des Projekterfolges sollte die Reduktion des CO<sub>2</sub>-Austoßes stehen. Eine fortlaufende Kontrolle und Aktualisierung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz sind ein guter Weg, um den Erfolg der vorgeschlagenen Maßnahmen zu dokumentieren. Nach der Fertigstellung des Quartierskonzeptes sollte eine regelmäßige Erfolgskontrolle durchgeführt werden. Hier schlagen wir eine Kooperation mit dem CO<sub>2</sub>-Compass vor. Der CO<sub>2</sub>-Compass ist eine Initiative, die sich das Ziel gesetzt hat, die Erfolge der Energiewende in Kommunen in einer App zu visualisieren, um so der Gemeindeverwaltung und den Bürger\_innen ein kontrollierendes und gleichzeitig motivierendes Werkzeug in die Hand zu geben.

Ziele aus den einzelnen Bereichen sollten regelmäßig an die Bürger\_innen kommuniziert und auf Kanälen der Gemeinde veröffentlicht werden. Hierfür ist es ratsam eine Verantwortlichkeit zu kommunizieren. Ein „Kümmerer“ vor Ort sollte für die Erfolgskontrolle eingesetzt werden.

### 7.2.1 GEBÄUDESANIERUNG & HEIZUNGSUSTAUSCH

Eine lückenlose Kontrolle des Sanierungsfortschritts im Quartier ist nicht einfach umzusetzen. Ein Indikator für den fortschreitenden Sanierungserfolg können u.a. die im Quartier installierten Anlagen zur Wärmeerzeugung sein. Diese können über den Schornsteinfeger erfasst und jährlich verglichen werden. Aus der Art des Brennstoffs und der Leistung der Anlagen lassen sich Rückschlüsse auf die CO<sub>2</sub>-Einsparung durch die energetische Gebäudesanierung ziehen.

Darüber hinaus empfiehlt es sich, regelmäßig einen aktuellen Stand der Bezugsdaten beim Gasnetzbetreiber einzuholen. Hierbei sind die Anzahl der Anschlussstellen und die verbrauchte Gasmenge zu bewerten. Ein Rückgang der Anschlussstellen lässt auf einen steigenden Anteil regenerativer Wärmeerzeugung bzw. Wärmepumpen schließen. Eine Abnahme der verbrauchten Gasmenge bei gleicher Anzahl von Anschlussstellen deutet auf eine Zunahme der durchgeführten Sanierungen an der Gebäudehülle hin.

Zusätzlich kann ein\_e im Quartier eingesetzte\_r verantwortliche Person über die Durchführung und Dokumentation von Energieberatungen eine Aussage über potenziell durchgeführte energetische Maßnahmen im Quartier treffen.

### 7.2.2 WÄRMENETZ

Bei dem Bau eines Wärmenetz ist ein Controlling der laufenden Maßnahmen in verschiedener Hinsicht möglich. Dadurch kann die Entwicklung der Anzahl der Anschlussstellen als Kennzahl betrachtet werden, genau wie die Anzahl der erschlossenen Gebiete. Die primäre Entwicklung der Anschlussstellen wird vom Wärmenetzbetreiber überwacht und auch berichtet. So kann abgeschätzt werden, welcher Anteil der Gemeinde an das Netz angeschlossen ist und ob die selbst gesetzten Ziele hinsichtlich der Anschlussquote erreicht werden.

Außerdem sollte die Wärmeversorgung hinsichtlich der Energieträger überwacht werden. Auf diese Weise kann überprüft werden, ob der tatsächliche Erzeugungsmix den ursprünglichen Annahmen entspricht.

### 7.2.3 STROM

Beim Controlling des der verursachten CO<sub>2</sub>-Menge über den Verbrauch von Strom kann als erster Schritt die Anzahl und Leistung der installierten PV-Anlagen innerhalb der Gemeinde evaluiert und im zeitlichen Verlauf dargestellt werden. Über den Netzbetreiber oder Smartmeter können darüber hinaus die Stromverbräuche ausgewertet werden. Diese Auswertungen können ebenfalls, mit Angabe der eingesparten CO<sub>2</sub>-Menge im Vergleich zu den Vorjahren veröffentlicht werden.

Bei einem bilanziellen Stromprodukt über ein potenzielles Bürgerenergiwerk kann die Anzahl der abgeschlossenen Verträge sowie die bereitgestellte Energie kommuniziert werden. Auf diese Weise kann ausgewertet werden, welcher Anteil des Strombedarfs von Olderup bereits über das lokale lokal erzeugt und verbraucht wird.

### 7.2.4 MOBILITÄT

Bei der Mobilität gibt es verschiedene Controlling Möglichkeiten, die sich auf die verschiedenen Bereiche (z.B. individueller Personenkraftverkehr) beziehen:

- Anzahl gemeldeter E-Fahrzeuge (über das Kraftfahrtbundesamt)
- Auslastung des Carsharing-Angebotes (wie z.B. des Dörpsmobils)
- Stromabnahme an öffentlichen Ladesäulen (Mobilitätsstation)
- Auslastung des Nahverkehrs

## 7.3 SANIERUNGSMANAGEMENT

Das Sanierungsmanagement sollte im direkten Anschluss an die Fertigstellung dieses Konzeptes zur Begleitung der Umsetzung und detaillierten Ausarbeitung der formulierten Maßnahmen starten, um ein bestmögliches Ergebnis zu erzielen. Wie bereits beschrieben wird es in der näheren Zukunft kein Sanierungsmanagement geben. Die konkrete Umsetzung der im Quartierskonzept erarbeiteten Maßnahmen ist dadurch gefährdet. Für die Umsetzung ist die Gemeinde nun auf aktive und engagierte Akteure angewiesen, die nach der Beendigung des Quartierskonzeptes weiter machen und die Dekarbonisierung der Gemeinde Olderup vorantreiben.

Zusammengefasst lauten die Aufgaben, die von einem Sanierungsmanager übernommen werden sollten, wie folgt:

- Gesamtkoordination
- Vernetzung der Akteure
- Bürgerbeteiligung
- Informations- und Öffentlichkeitsarbeit
- Projektmanagement/Qualitätsmanagement in der Maßnahmenumsetzung
- Beratung vor Ort
- Monitoring/Evaluation
- Integration in ein umfassendes kommunales Klimaschutzmanagement



## 8 LITERATURVERZEICHNIS

- ADFC. (2020). Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club - Förderung kommunaler Radverkehrsinfrastruktur. Abgerufen am 8. Juli 2022 von <https://www.adfc.de/artikel/foerderung-kommunaler-radverkehrsinfrastruktur>
- Ariadne-Report. (2021). *Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 Szenarien und Pfade im Modellvergleich gerechnet*. Kopernikus-Projekt Ariadne Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung . Von [https://ariadneprojekt.de/media/2021/10/Ariadne\\_Szenarienreport\\_Oktober2021\\_Kapitel3\\_Waermewende.pdf](https://ariadneprojekt.de/media/2021/10/Ariadne_Szenarienreport_Oktober2021_Kapitel3_Waermewende.pdf) abgerufen
- BAFA. (2. August 2022). Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): EU Kommission genehmigt Förderung von grünen Fernwärmenetzen. (B. f. Ausfuhrkontrolle, Hrsg.) Von [https://www.bafa.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/Energie/Energieeffizienz\\_waermenetze/20220822.html](https://www.bafa.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/Energie/Energieeffizienz_waermenetze/20220822.html) abgerufen
- BDEW. (2016). *Leitfaden - Abwicklung von Standardlastprofilen Gas*. Berlin: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft.
- BGW, B. d.-u. (2006). *Anwendung von Standardlastprofilen zur Belieferung nicht-leistungsgemessener Kunden*. Berlin und Brüssel: wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH.
- BMDV. (Dezember 2018). Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur - Mobilität in Deutschland. Abgerufen am 5. Juli 2022 von [http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017\\_Tabellenband\\_Deutschland.pdf](http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Tabellenband_Deutschland.pdf)
- BMKW. (14. Juli 2022). *65 Prozent erneuerbare Energien beim Einbau von neuen Heizungen ab 2024*. [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/65-prozent-erneuerbare-energien-beim-einbau-von-neuen-heizungen-ab-2024.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/65-prozent-erneuerbare-energien-beim-einbau-von-neuen-heizungen-ab-2024.pdf?__blob=publicationFile&v=6). Von [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/65-prozent-erneuerbare-energien-beim-einbau-von-neuen-heizungen-ab-2024.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/65-prozent-erneuerbare-energien-beim-einbau-von-neuen-heizungen-ab-2024.pdf?__blob=publicationFile&v=6) abgerufen
- BMWi. (2021). *Energieeffizienz in Zahlen - Entwicklungen und Trends in Deutschland 2021*.
- BMWK. (2023). *Bundesministerium für Wirtschaft und Klima*. Von Photovoltaik Strategie: [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/photovoltaik-strategie-2023.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/photovoltaik-strategie-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=6) abgerufen
- BNetzA. (24. März 2023). *Marktstammdatenregister*. Von <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Startseite/> abgerufen
- Böhm, T. d. (2022). Von <https://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/421/644> abgerufen
- Bundesnetzagentur. (2023). Anzuliegende Werte für Solaranlagen November 2021 bis Januar 2022.
- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft. (2021). BDEW-Heizkostenvergleich Altbau 2021. Abgerufen am 5. Mai 2022 von [https://www.bdew.de/media/documents/BDEW-HKV\\_Altbau.pdf](https://www.bdew.de/media/documents/BDEW-HKV_Altbau.pdf)
- C.A.R.M.E.N e.V. (30. Juli 2022). EEG 2023: Neue Vergütungssätze für Photovoltaik gelten ab 30. Juli 2022. Abgerufen am 5. August 2022 von <https://www.carmen-ev.de/2022/08/02/eeg-2023-neue-verguetungssaetze-fuer-photovoltaik-gelten-ab-30-juli-2022/>

- C.A.R.M.E.N e.V. (2022). Heizungsmodernisierung - ein Kostenvergleich. Abgerufen am 10. Juni 2022 von <https://www.carmen-ev.de/2022/03/20/heizungsmodernisierung-im-einfamilienhaus-ein-kostenvergleich/>
- DA Nord. (2024). Von <https://danord.gdi-sh.de/viewer/resources/apps/Anonym/index.html?lang=de#/> abgerufen
- Datenblätter Potenzialflächen Nordfriesland. (kein Datum). Von [https://schleswig-holstein.de/mm/downloads/MILIG/lepWind\\_2020/Planunterlagen\\_RP1/PR1\\_Datenblaetter\\_NFL.pdf](https://schleswig-holstein.de/mm/downloads/MILIG/lepWind_2020/Planunterlagen_RP1/PR1_Datenblaetter_NFL.pdf) abgerufen
- Dörpsmobil SH. (2020). Ein Leitfaden für elektromobiles Carsharing im ländlichen Raum. Abgerufen am 4. Juni 2022 von [https://www.doerpsmobil-sh.de/fileadmin/user\\_upload/Anlage\\_Doerpsmobil\\_Leitfaden\\_Dez\\_2020.pdf](https://www.doerpsmobil-sh.de/fileadmin/user_upload/Anlage_Doerpsmobil_Leitfaden_Dez_2020.pdf)
- Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH. (2016). *PRAXISLEITFADEN NAHWÄRME*. Kaiserslautern.
- Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 28. Juli 2022. (28. 06 2022).
- Fraunhofer ISE. (14. Februar 2020). PVT - Status Quo für den Anwendermarkt. Abgerufen am 2. August 2022 von [https://www.getec-freiburg.de/fileadmin/content/GETEC/PDF\\_Dokumente/Vortraege\\_2020/FR\\_PVT\\_KramerK\\_final\\_V2.pdf](https://www.getec-freiburg.de/fileadmin/content/GETEC/PDF_Dokumente/Vortraege_2020/FR_PVT_KramerK_final_V2.pdf)
- Gebäudetypologie-SH. (2012). *Gebäudetypologie Schleswig-Holstein: Leitfaden für wirtschaftliche und energieeffiziente Sanierungen verschiedener Baualtersklassen*. Kiel: Arbeitsgemeinschaft für Zeitgemäßes Bauen.
- GEG. (2022). *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz)*.
- GLC . (November 2023). Ortsentwicklungskonzept Gemeinde Olderup.
- GNF. (Februar 2006). Landschaftsplan Gemeinde Olderup Teilfortschreibung Windenergienutzung. Olderup.
- ifeu. (2014). *Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg.
- Jappsen - Todt - Bahnsen Part mbB, UAG-Umweltplanung und -audit GmbH. (Dezember 2023). 56. Änderung des gemeinsamen Flächennutzungsplans der Gemeinden Arlewatt, Hattstedtermarsch, Horstedt, Olderup und Wobbenbüll. Olderup.
- Kleinertz, B. F. (2019). Vergleich und Bewertung verschiedener Speicherkonzepte für Nahwärmenetze der 4. Generation. *Vortrag im Rahmen der 11. Internationalen Energiewirtschaftstagung IEWT vom 13. – 15. Februar 2019 in Wien*.
- Kraftfahrt-Bundesamt. (1. Januar 2023). Abgerufen am 15. August 2023 von [https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/umwelt\\_node.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/umwelt_node.html)
- Kraftfahrt-Bundesamt. (1. Januar 2023). Abgerufen am 15. August 2023 von [https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/ZulassungsbezirkeGemeinden/zulassungsbezirke\\_node.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/ZulassungsbezirkeGemeinden/zulassungsbezirke_node.html)
- Meteonorm. (2024). <https://meteonorm.com/meteonorm-version-8>.

- Ministerium für Inneres, I. R. (2022). *Teilaufstellung des Regionalplans für den Planungsraum II. Kapitel 5.7 (Windenergie an Land)*. Von [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/L/landesplanung\\_raumordnung/raumordnungsplaene/raumordnungsplaene\\_wind/fh\\_teilfortschreibung\\_lep\\_wind\\_RP2.html#doc81d469bb-9c93-438e-aa36-fd73d7750240bodyText2](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/L/landesplanung_raumordnung/raumordnungsplaene/raumordnungsplaene_wind/fh_teilfortschreibung_lep_wind_RP2.html#doc81d469bb-9c93-438e-aa36-fd73d7750240bodyText2) abgerufen
- Ministerium für Inneres, I. R.-H. (kein Datum). Regionalplans für den Planungsraum II in Schleswig-Holstein Kapitel 5.7 (Windenergie an Land).
- Ministerium für Umwelt, K. u.-W. (2019). Freiflächensolaranlagen. Handlungsleitfaden. Stuttgart.
- Ministeriums für Inneres, I. R. (01. 09 2021). *Grundsätze zur Planung von großflächigen Solar-Freiflächenanlagen im Außenbereich*. Von Grundsätze zur Planung von großflächigen Solar-Freiflächenanlagen im Außenbereich. Gemeinsamer Beratungserlass des Ministeriums für Inneres, ländliche Räume, Integration und Gleichstellung und des Ministeriums für Energie, Landwirtschaft, Umwelt Natur und abgerufen
- Solarthermalworld. (8. Dezember 2021). Abgerufen am 2. August 2022 von <https://solarthermalworld.org/news/between-three-and-eight-million-heat-pumps-2030/>
- Solarwatt. (2022). Einstrahlungskarte des Deutschen Wetterdienstes. Abgerufen am 2022 von <https://www.solarwatt.de/ratgeber/einstrahlungskarte>
- Statista. (27. Januar 2022). Abgerufen am 6. Juli 2022 von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/484054/umfrage/durchschnittsverbrauch-pkw-in-privaten-haushalten-in-deutschland/>
- Sunny Design. (2024). Von <https://www.sunnydesignweb.com/sdweb#/Home> abgerufen
- TGA-Praxis. (12. Mai 2022). PVT-Wärmepumpensysteme für Mehrfamilienhäuser. Abgerufen am 2. August 2022 von [https://www.tga-praxis.de/sites/default/files/public/data-fachartikel/MGT\\_2022\\_05\\_PVT-Waermepumpensysteme-\\_fuer-Mehrfamilienhaeuser\\_12-15.pdf](https://www.tga-praxis.de/sites/default/files/public/data-fachartikel/MGT_2022_05_PVT-Waermepumpensysteme-_fuer-Mehrfamilienhaeuser_12-15.pdf)
- UBA. (November 2021). Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr in Deutschland. Abgerufen am 8. Juli 2022 von <https://www.umweltbundesamt.de/bild/vergleich-der-durchschnittlichen-emissionen-0>
- Uhland, T. S. (2020). *energieagentur-suedwest*. Von [https://www.energieagentur-suedwest.de/files/2020\\_05\\_solar\\_cluster\\_bw\\_\\_pv-netzwerk\\_photovoltaik\\_in\\_kommunen\\_-\\_broschuere\\_online\\_final.pdf](https://www.energieagentur-suedwest.de/files/2020_05_solar_cluster_bw__pv-netzwerk_photovoltaik_in_kommunen_-_broschuere_online_final.pdf) abgerufen
- Umweltbundesamt. (3. März 2021). Radverkehr. Abgerufen am 7. Juli 2022 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltigemobilitaet/radverkehr#vorteile-des-fahrradfahrens>
- Umweltbundesamt. (2022). *CO2-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe*. Von [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc\\_28-2022\\_emissionsfaktoren-brennstoffe\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc_28-2022_emissionsfaktoren-brennstoffe_bf.pdf) abgerufen
- Umweltbundesamt. (2024). *Energieeffizienz in Zahlen - Entwicklung und Trends in Deutschland 2023*. Von [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2022.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=3) abgerufen

Umweltbundesamt. (März 2024). *Erneuerbare Energien in Deutschland 2023*. Abgerufen am 27. März 2023 von <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/erneuerbare-energien-in-deutschland-2023>

VDEW. (1999). *Representative VDEW-Lastprofile*. Frankfurt (Main): Verband der Elektrizitätswirtschaft e. V.

Verein Deutscher Ingenieure. (2012). *Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenberechnung*.

Wirth, D. H. (2023). *Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland*. Freiburg.