

Quartierskonzept Gemeinde Sarlhusen

Abschlussbericht zur Erstellung eines integrierten Quartierskonzeptes

Sarlhusen

Im Auftrag von: **Gemeinde Sarlhusen**

Ansprechpartner_in: Ernst Scheel, Bürgermeister der Gemeinde Sarlhusen

Auftragnehmer_in: EcoWert 360° GmbH
Lise-Meitner-Straße 29, 24941 Flensburg

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

PLAN-G
An de Diek 6d, 24855 Bollingstedt

Bearbeitung: Dipl. Ing. Ralf Schobries

Stand: 10.01.2024

Förderhinweis: Das Projekt energetisches Quartierskonzept Gemeinde Sarlhusen 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

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	6
KfW Checkliste Energetische Stadtsanierung	8
1 Zusammenfassung	9
2 Einführung	10
2.1 Das Quartier Ortskern Sarlhusen.....	10
2.2 Vorhandene Stadtentwicklungs- und wohnwirtschaftliche Konzepte.....	12
2.3 Methodik und Vorgehensweise	14
2.4 Öffentlichkeitsarbeit und Beteiligungsprozess.....	15
3 Energetische Ausgangssituation im Quartier	16
3.1 Datenquellen und Datengüte	16
3.2 Bestandsaufnahme: Gebäude und Heizungsbestand	17
3.2.1 Wohngebäude	18
3.2.2 Nicht-Wohngebäude und öffentliche Liegenschaften	18
3.2.3 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD-Sektor)	18
3.3 Bestandsaufnahme: Endenergieverbrauch.....	18
3.3.1 Quartierslastprofile Wärme	19
3.3.2 Quartierslastprofil Strom.....	20
3.3.3 Mobilität.....	21
3.4 Energie- und CO ₂ -Bilanz.....	22
3.4.1 Energie- und CO ₂ -Bilanz Wärme.....	22
3.4.2 Energie- und CO ₂ -Bilanz Strom.....	24
4 Energie- und CO₂-Minderungspotenziale	26
4.1 Potenziale für erneuerbare elektrische Energien.....	26
4.1.1 Wind	26
4.1.2 Photovoltaik	29
4.1.3 Biogas	33
4.2 Potenziale für erneuerbare thermische Energie	35
4.2.1 Luft-Wärmepumpe.....	35
4.2.2 Geothermie	36
4.2.3 Grundwasser-Wärmepumpe.....	38
4.2.4 Abwärme-Wärmepumpe.....	38
4.2.5 Biomethan Blockheizkraftwerk	38
4.2.6 Biomasse.....	38
4.2.7 Solarthermie.....	39
4.2.8 Photovoltaisch-Thermische Kollektoren (PVT).....	39

4.3	Minderungspotenziale durch Gebäudesanierung.....	40
4.3.1	Fördermöglichkeiten im BEG.....	42
4.3.2	Mustersanierungen	44
4.4	Dezentrale Wärmeversorgungs-lösungen.....	47
4.5	Minderungspotenziale durch zentrale Wärmeversorgung	52
4.5.1	Wärmenetz.....	52
4.5.2	Erzeugungskonzepte	54
4.5.3	Fördermöglichkeiten	58
4.5.4	Wirtschaftlichkeitsberechnung	60
4.5.5	Sensitivitätsanalyse	67
4.5.6	Klimaverträglichkeit.....	68
4.5.7	Zeitplan und Umsetzung.....	71
4.5.8	Mögliche Betreibermodelle.....	72
4.6	Mobilität.....	73
4.6.1	Individueller Personen-kraftverkehr	73
4.6.2	Carsharing.....	75
4.6.3	Unterstützung des Radverkehrs	76
4.6.4	Errichten öffentlicher Ladestationen	77
4.6.5	Öffentlicher Personennahverkehr.....	77
5	Maßnahmenkatalog	78
6	Umsetzungshemmnisse	80
6.1	Energetische Sanierung.....	80
6.2	Wärmenetz.....	81
6.3	Strom.....	82
6.4	Mobilität	83
6.5	Allgemeine Hemmnisse.....	83
7	Umsetzung.....	84
7.1	Öffentlichkeitsarbeit.....	84
7.2	Controlling-Konzept.....	87
7.2.1	Gebäudesanierung & Heizungsaustausch	87
7.2.2	Wärmenetz.....	87
7.2.3	Strom	88
7.2.4	Mobilität.....	88
7.3	Sanierungsmanagement.....	88
8	Literaturverzeichnis.....	90

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1:	Das Quartier Ortskern Sarlhusen im Gemeindegebiet Sarlhusen	10
Abbildung 2-2:	Wohnbaupotenzialflächen aus dem Ortsentwicklungskonzept in Sarlhusen	12
Abbildung 2-3:	Siedlungs- und Nutzungsstruktur aus dem Ortentwicklungskonzeptes der Gemeinde Sarlhusen 2022.....	13
Abbildung 2-4:	Prozess technoökonomische Quartiersanalyse zur emissionsfreien Versorgung,	14
Abbildung 3-1:	Wärmelastgang Quartier Sarlhusen (Verbrauch).....	19
Abbildung 3-2:	Stromlastgang Sarlhusen.....	20
Abbildung 3-3:	Wärmeatlas Quartier Ortskern Sarlhusen	23
Abbildung 3-4:	Wärmebilanz Quartier Sarlhusen	23
Abbildung 3-5:	Strombilanz Quartier Sarlhusen	24
Abbildung 4-1:	Windpotenzialfläche und -vorranggebiete Willenscharen.....	27
Abbildung 4-2:	Windpotenzialfläche und -vorranggebiete Hasenkrug / Brokstedt	27
Abbildung 4-3:	Entfernung Windpark Aukrug zum Ortskern.....	28
Abbildung 4-4:	Potenzielle Standorte für Kleinwindkraftanlagen im Gemeindegebiet	28
Abbildung 4-5:	Vergütung nach dem EEG für Freiflächenanlagen, eigene Darstellung nach.....	29
Abbildung 4-6:	Spezifische Kosten von PV-Freiflächenanlagen in Abhängigkeit von der Anlagengröße	30
Abbildung 4-7:	PV-Freiflächenpotenzial des Gemeindegrundstücks.....	31
Abbildung 4-8:	Tägliche Stromproduktion durch PV im Gemeindegebiet.....	32
Abbildung 4-9:	Auslegung PV-Dachanlage Feuerwehrhaus / Ole School	32
Abbildung 4-10:	Lage der Biogasanlagen um das Quartier.....	34
Abbildung 4-11:	Darstellung der Leistungszahl einer Großwärmepumpe bei verschiedenen Vorlauftemperaturen über der Quellentemperatur	35
Abbildung 4-12:	Verbreitung potenziell nutzbarer Gesteinsschichten.....	37
Abbildung 4-13:	Förderübersicht Heizungstausch ab 2024	43
Abbildung 4-14:	Referenzgebäude 1.....	44
Abbildung 4-15:	Referenzgebäude 2.....	46
Abbildung 4-16:	Vollkostenvergleich individueller Heizungssysteme	49
Abbildung 4-17:	Dimensionierung eines Wärmenetzes im Quartier Ortskern Sarlhusen	52
Abbildung 4-18:	Konzeptskizze des ersten Erzeugerszenarios	54
Abbildung 4-19:	Konzeptskizze des zweiten Erzeugungsszenarios.....	55
Abbildung 4-20:	Konzeptskizze des dritten Erzeugungsszenarios	56
Abbildung 4-21:	Konzeptskizze des vierten Erzeugungsszenarios.....	57
Abbildung 4-22:	Konzeptskizze des fünften Erzeugungsszenarios	57
Abbildung 4-23:	Wärmegestehungskosten der Versorgungsszenarien bei einer Anschlussquote von 70 %	66
Abbildung 4-24:	Abhängigkeit der Vollkosten von der Anschlussquote.....	67
Abbildung 4-25:	Zeitplan Wärmenetz	71
Abbildung 4-26:	Entwicklung der PKW-CO ₂ -Emissionen bis zum Jahr 2050.....	74

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Ableich der Berichtsinhalte mit den Anforderungen der KfW	8
Tabelle 2:	Öffentlichkeitsveranstaltungen – Termine.....	15
Tabelle 3:	Die Datengüte und ihre Gewichtungsfaktoren	16
Tabelle 4:	Datengüte des Endergebnisses für kommunale Energiebilanzen	16
Tabelle 5:	Datengüte des erfassten Endenergieverbrauchs	17
Tabelle 6:	Gebäudebestand im Ortskern Sarlhusen nach Baualtersklassen.....	17
Tabelle 7:	Gebäudebestand im Kreis Steinburg extrahiert aus der Gebäudetypologie SH 2012 ..	17
Tabelle 8:	Heizungsbestand Quartier Ortskern Sarlhusen	18
Tabelle 9:	Spezifischer Wärmedarf - Vergleich GIS-Daten Auswertung vs. Deutscher Mittelwert	18
Tabelle 10:	Wärmebedarf nach Liegenschaften Sarlhusen.....	19
Tabelle 11:	Strombedarf nach Liegenschaften	20
Tabelle 12:	Personenkraftwagen der Gemeinde Sarlhusen nach Brennstofftyp.....	21
Tabelle 13:	Vereinfachte Gesamtenergie- und CO ₂ -Bilanz.	22
Tabelle 14:	Verwendete CO ₂ -Emissions- und Primärenergiefaktoren	22
Tabelle 15:	Endenergiebilanz der Wärmeversorgung.....	23
Tabelle 16:	CO ₂ -Bilanz der Wärmeversorgung nach Verbrauchstypen	24
Tabelle 17:	Endenergiebilanz der Stromversorgung	24
Tabelle 18:	Regenerative Stromerzeugungsleistung auf dem Gemeindegebiet Sarlhusens	25
Tabelle 19:	Vergütungssätze für PV-Dachanlagen	30
Tabelle 20:	Sensitivitätsanalyse Sanierungsrate	40
Tabelle 21:	Zusammenfassung der Einsparpotenziale nach Effizienzklassen	41
Tabelle 22:	Zusammenfassung der Mustersanierungen Baualtersklasse ≤ 1950	45
Tabelle 23:	Zusammenfassung der Mustersanierungen Baualtersklasse 1970 – 1990	46
Tabelle 24:	Annahmen zum Vollkostenvergleich individueller Heizungssysteme	50
Tabelle 25:	Vergleich der CO ₂ -Emissionen der individuellen Lösungen	50
Tabelle 26:	Liniendichte in Abhängigkeit der Anschlussquote	53
Tabelle 27:	Übersicht über zentrale Annahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnung	60
Tabelle 28:	Investitionskosten des Wärmenetzes	60
Tabelle 29:	Dimensionierung und Investitionskosten der Wärmeerzeugung – Sz.1	62
Tabelle 30:	Aufteilung der Energiebezüge bei 100 % Anschlussquote – Sz.1	62
Tabelle 31:	Betriebskostenförderung der Wärmepumpe bei 100 % Anschlussquote – Sz.1	62
Tabelle 32:	Dimensionierung und Investitionskosten der Wärmeerzeugung – Sz.2	63
Tabelle 33:	Dimensionierung und Investitionskosten der Wärmeerzeugung – Sz.3	63
Tabelle 34:	Jährlicher Energiebezug bei 100 % Anschlussquote – Sz.3	63
Tabelle 35:	Betriebskostenförderung der Wärmepumpe bei 100 % Anschlussquote – Sz.3	64
Tabelle 36:	Dimensionierung und Investitionskosten der Wärmeerzeugung – Sz.4	64
Tabelle 37:	Jährlicher Energiebezug bei 100 % Anschlussquote – Sz.4	64
Tabelle 38:	Betriebskostenförderung der Wärmepumpe bei 100 % Anschlussquote – Sz.4	64
Tabelle 39:	Dimensionierung und Investitionskosten der Wärmeerzeugung – Sz.5	65
Tabelle 40:	Jährlicher Energiebezug bei 100 % Anschlussquote – Sz.5	65
Tabelle 41:	Betriebskostenförderung und Erlöse bei 100 % Anschlussquote – Sz.5	65
Tabelle 42:	Jährliche Verbrauchskosten der Konzepte bei 100 % Anschlussquote	66
Tabelle 43:	spezifische CO ₂ -Emission für die erzeugte Wärme	69
Tabelle 44:	Anteil erneuerbarer Energie im Wärmenetz.....	69
Tabelle 45:	Berechnung des Primärenergiefaktors.....	70
Tabelle 46:	PKW nach Kraftstofftyp	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 47:	Vergleich der CO ₂ -Emissionen verschiedener Verkehrsmittel	77
Tabelle 48:	Maßnahmenkatalog	78

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

°C	Grad Celsius
a	Jahr
Abs.	Absatz
ADFC	Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
BEG	Bundeförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundeförderung für effiziente Wärmenetze
BGA	Biogasanlage
BGW	Bundesverbands der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
bzw.	beziehungsweise
C.A.R.M.E.N	Centrale Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk
ca.	circa
CH₄	Methan
cm	Centimeter
CO₂	Kohlenstoffdioxid
COP	Coefficient of Performance
Ct	Cent
DN	Diamètre Nominal (Nenndurchmesser)
E	Elektro
e.V.	Eingetragener Verein
EE	Enerneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetzes
EFH	Einfamilienhaus
el.	elektrisch
EM	Einzelmaßnahme
Eng.	Engineering
F&E	Forschung und Entwicklung
ff	fortfolgend
g	Gramm
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssystem
GKO	Gebietskörperschaften, Kreditinstitute und Versicherungen
GWh	Gigawattstunden
h	Stunde
ha	Hektar
i.d.R.	in der Regel
ifeu	Institutes für Energie- und Umweltforschung
iSFP	individueller Sanierungsfahrplan
K	Kelvin
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt

KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kg	Kilogramm
km	Kilometer
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
kWp	Kilowatt peak
kWth	Kilowatt thermisch
L	Liter
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LEP	Landesentwicklungsplan
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
m	Meter
m²	Quadratmeter
m³	Kubikmeter
max.	maximal
min.	minimal
Mio.	Millionen
MSR	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
MWp	Megawatt peak
MWth	Megawatt thermisch
N₂O	Distickstoffmonoxid (Lachgas)
Nr.	Nummer
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Pers.	Personen
Pkm	Personenkilometer
PKW	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik
PVT	Photovoltaisch-thermisch
SH	Schleswig-Holstein
Str.	Straße
t	Tonne
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
W	Watt
WG	Wohngebäude
WKA	Windkraftanlage
WNS	Wärmenetzsysteme
z.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
Beachtung der baukulturellen Zielstellungen unter besonderer Berücksichtigung von Denkmälern, erhaltenswerter Bausubstanz und Stadtbildqualität	2.1, 2 und 4.3.1
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 und 2.1
konkreter Maßnahmenkatalog unter Berücksichtigung quartiersbezogener Wechselwirkungen	5
Analyse möglicher Umsetzungshemmnisse und deren Überwindungsmöglichkeiten	6
Aussagen zu Kosten, Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Investitionsmaßnahmen	0
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 Ortskern Sarlhusen 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. 5,3 GWh pro Jahr und ein Strombedarf von ca. 1 GWh 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 42 % 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 CO₂-Minderungspotenziale ausschöpfen. Die Nutzung des vorhandenen Potenzials bei der regenerativen Energieerzeugung erlaubt es günstigen Strom für eine CO₂-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 175 Gebäude mit nachhaltiger Fernwärme versorgt werden, wodurch schon bei einer geringen Anschlussquote erhebliche CO₂-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 CO₂-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: Sarlhusen 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 Sarlhusen 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 Sarlhusen ist ein umfassendes Quartierskonzept, das im Folgenden näher beschrieben wird.

2.1 DAS QUARTIER ORTSKERN SARLHUSEN

Die Gemeinde Sarlhusen liegt im Kreis Steinburg in Schleswig-Holstein. Sie gehört zum Amt Kellinghusen, das aus 19 Gemeinden besteht. Die Gemeinde hat eine Fläche von 1.086 ha und ist Heimat für knapp 500 Bürger_innen. Das Gemeindegebiet liegt südlich des Naturparks Aukrug und ist landwirtschaftlich geprägt durch einige Fischteiche im Norden und im Gemeindegebiet liegende Fließgewässer. Die Lage und die Grenzen des Quartiers Ortskern Sarlhusen sind in Abbildung 2-1 dargestellt.



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

Die Erschließung der Gemeinde für den motorisierten Individualverkehr erfolgt über die in Nord-Süd-Richtung verlaufende Kreisstraße 67 zwischen dem Anschluss an die Bundesstraße 430 im Norden und der Landesstraße 122 im Süden des Ortsteils Kleinsarlhusen. Neumünster und Itzehohe sind in jeweils ca. 20 Minuten zu erreichen. Das Angebot des öffentlichen Personennahverkehrs bietet neben dem Schülerverkehr eine Anbindung an den nur ca. 5 km vom Ortskern Sarlhusen entfernten Bahnhof Brokstedt. Dieser wird von der Regionalbahnlinie Kiel - Neumünster - Hamburg bedient, so dass eine gute Anbindung an den schienengebundenen Personennahverkehr besteht.

Das zu untersuchende Gebiet umfasst den Ortskern von Sarlhusen und ist städtebaulich geprägt durch Ein- und Mehrfamilienhäuser sowie mehrere landwirtschaftliche Betriebe. Außerdem ist im Quartier ein Alten- und Pflegeheim vorhanden und es gibt Übernachtungsmöglichkeiten sowie ein Fischgeschäft. Als Dorftreffpunkt kann das kürzlich umgebaute alte Schulgebäude genutzt werden, welches sich direkt neben der freiwilligen Feuerwehr im Dorfmittelpunkt befindet.

Derzeit sind fast 100 % der Primärheizungen im Quartier auf fossile Brennstoffe angewiesen. Von diesen Heizungen werden 64 % mit Erdgas und 35 % mit Öl befeuert. Der restliche 1 % wird durch alternative Primärheizungen dargestellt. Zusätzlich wurde angenommen, dass die Hälfte aller Haushalte über einen Ofen/Kamin verfügt. Dies ist für ein ländliches Quartier nicht unüblich.

Die Gebäudestruktur des Quartiers weist sich primär durch Gebäude mit einer Wohneinheit aus. Mit ca. 35 % 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 37 % nach 1990 errichtet. Das Quartier zeichnet sich daher durch einen gemischten Bebauungsbestand in alte und neuere Gebäude aus.

ZIELSETZUNG

Das Ziel dieses Quartierskonzeptes ist es den Weg für einen 100 % erneuerbar versorgten Ortskern Sarlhusen zu ebnen. Mit der Erstellung eines Quartierskonzeptes wird der Gemeinde Sarlhusen ermöglicht, auf lokaler Ebene aktiv gegen die Klimakrise und Erderwärmung vorzugehen. Es ist das Ziel, die energetische Quartiersversorgung auf der Basis erneuerbarer Energien zu prüfen und gleichzeitig den energetischen Bedarf im Bestand zu optimieren und damit zu senken.

Das Quartierskonzept soll verschiedene Bausteine wie eine Ist-Analyse, eine Potenzialanalyse, eine Energie- und CO₂-Bilanz, einen Maßnahmenkatalog, eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der zu entwickelnden Sanierungsmaßnahmen sowie insbesondere einen mit den Einwohner_innen des Quartiers im Dialog durchgeführten Untersuchungsprozess umfassen.

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

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

Des Weiteren sollen eine wirtschaftliche Bewertung, 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 Nutzungsformen und deren Versorgung herangezogen werden.

2.2 VORHANDENE STADTENTWICKLUNGS- UND WOHNWIRTSCHAFTLICHE KONZEPTE

Folgende kommunale Satzungen und Konzepte liegen für das Quartier „Ortskern Sarlhusen“ vor:

- Ortsentwicklungskonzept Sarlhusen (2022)

Ortsentwicklungskonzept

Im Jahr 2022 wurde ein Ortsentwicklungskonzept für Sarlhusen erstellt. Alle für das Quartierskonzept relevanten Aspekte des Gutachtens sind in die weiteren Überlegungen eingeflossen. Ziel des Gutachtens war es, Grundlagen für eine situations- und demografiegerechte Ortsentwicklung in Sarlhusen zu schaffen. Dabei standen folgende Punkte im Vordergrund:

- Dorfleben/Veranstaltungen/Freizeitangebote
- Schaffung von Generationsübergreifenden Angeboten
- Erhaltung der Siedlungsstruktur sowie der Identität des Ortes
- Sicherung der Daseinsvorsorge
- Analyse der Wohnbaupotenziale
- Einbeziehung der Themenfelder Natur und Umwelt, erneuerbare Energien und Klimaschutz

Abbildung 2-2 und Abbildung 2-3 zeigen zwei verschiedene Karten aus dem Ortsentwicklungskonzept. Dabei zeigt Karte 1 verschiedene Wohnbaupotenzialflächen und Karte 2 die bestehende Siedlungs- und Nutzungsstruktur.

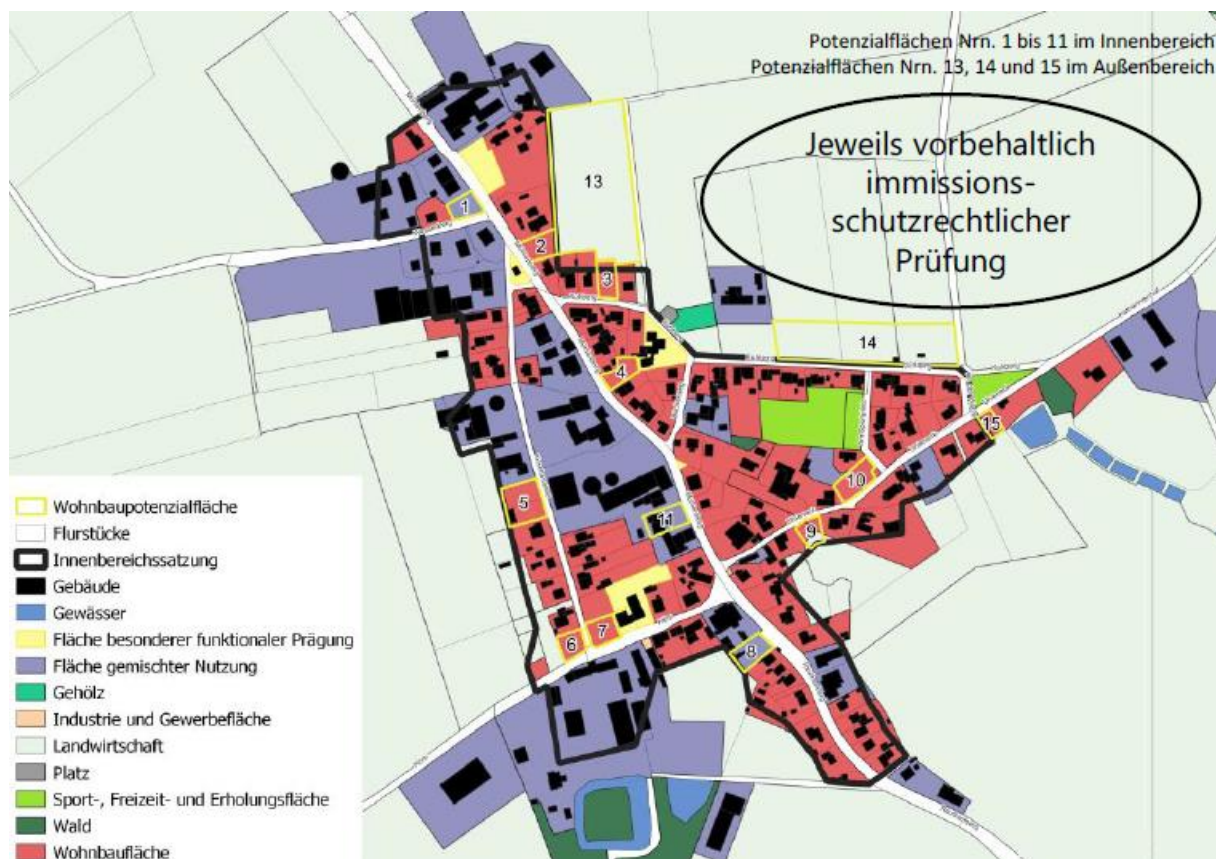
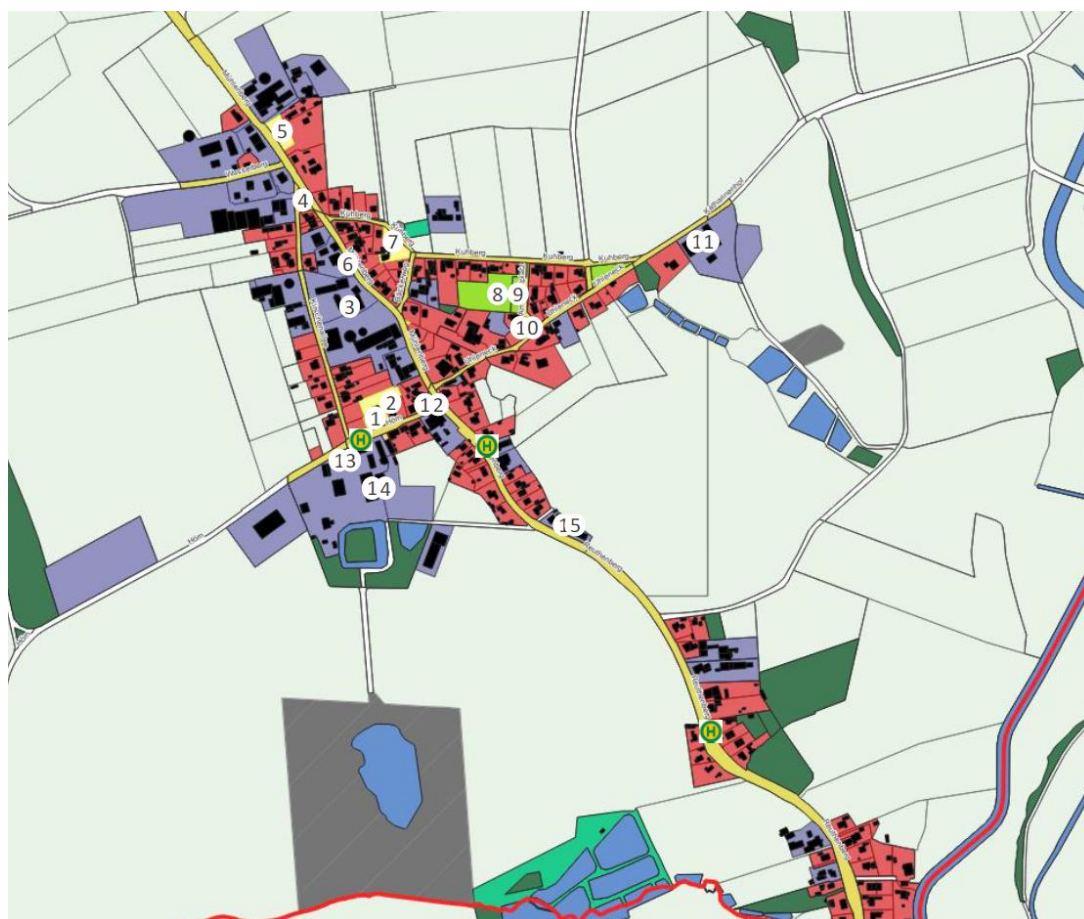


Abbildung 2-2: Wohnbaupotenzialflächen aus dem Ortsentwicklungskonzept in Sarlhusen



- Gebäude
- Wohnbaufläche
- Fläche gemischter Nutzung
- Industrie- und Gewerbefläche
- Fläche besonderer funktionaler Prägung
- Fläche für Sport / Freizeit / Erholung
- Parkplatz
- Landwirtschaft
- Wald
- Gehölz
- Heide
- Sumpf / Moor
- Umland / vegetationslose Fläche
- Tagebau / Grube / Steinbruch
- Gewässer (inkl. Fischzuchtbetriebe)
- Gemeindegrenze
- H Bushaltestelle

- 1: Freiwillige Feuerwehr, E-Ladestation
- 2: Dorfgemeinschaftshaus ‚Ole School‘, Boulebahn
- 3: Treff Landjugend „Kornkammer“
- 4: Altes Feuerwehrgerätehaus
- 5: Ehrenmal
- 6: Fischfeinkost (Fabrikverkauf)
- 7: Alten- und Pflegeheim
- 8: Bolzplatz
- 9: Spielplatz
- 10: Aufenthaltsbereich Uhleneck
- 11: Ehemaliger Gutshof
- 12: „Platz“ Mühlenberg/Hörn
- 13: Torhaus ehemaliges Herrenhaus
- 14: Ehemaliges Herrenhaus
- 15: Fischverkauf (Fischzucht)

Abbildung 2-3: Siedlungs- und Nutzungsstruktur aus dem Ortentwicklungskonzeptes der Gemeinde Sarlhusen 2022

Die Erarbeitung des Ortentwicklungskonzeptes wurde durch verschiedene Formate der Beteiligung von Bürger_innen, aber auch von Vereinen und z.B. in der Gemeinde ansässigen Gewerbetreibenden und Dienstleistern begleitet und maßgeblich beeinflusst.

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 (Öffentlich und Haushalte)
- 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.

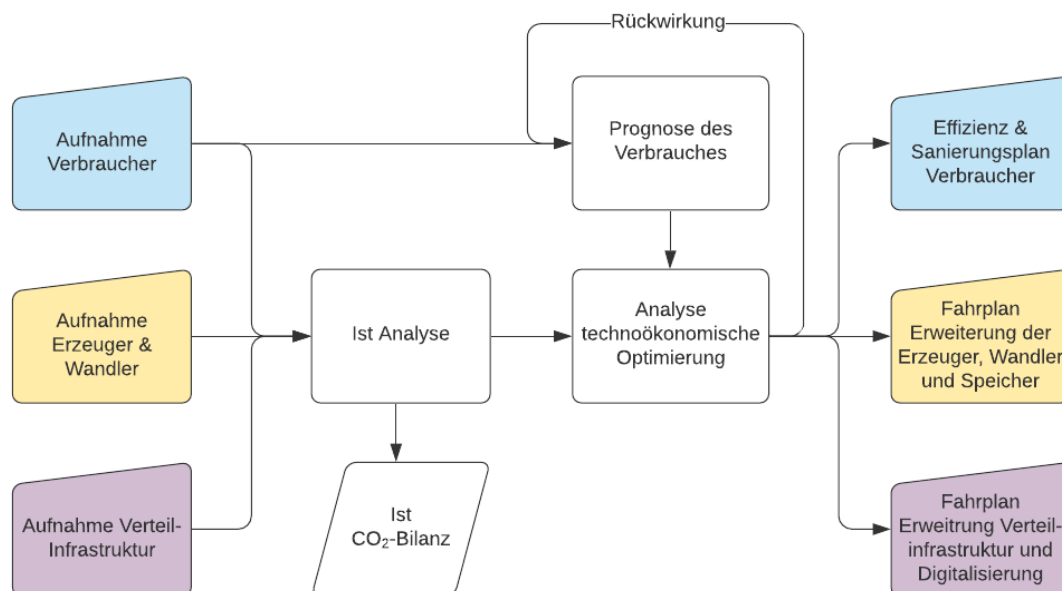


Abbildung 2-4: Prozess technoökonomische Quartiersanalyse zur emissionsfreien Versorgung, eigene Darstellung

Der technische Prozess wird, wie folgend beschrieben, von einem Kommunikations- und Informationsprozess zur Einbindung und Motivation der Bürger_innen begleitet.

2.4 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT UND BETEILIGUNGSPROZESS

Als Auftaktveranstaltung mit der Öffentlichkeit wurde am 27.02.2023 ein Informationsabend in der alten Schule veranstaltet. Hier wurde den Bewohnerinnen und Bewohnern Sarlhusens 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 Öffentlichkeitsveranstaltung wurde am 12.07.2023 in Form eines Workshops organisiert. Hier konnten Anwohner_innen Fragen, Anregungen und Bedenken zum Konzept und allen die Thematik betreffenden Bereiche unterbringen. Es fand ein direkter Austausch zwischen Planungsteam, Lenkungsgruppe und den Anwohner_innen statt. Hierfür wurden alle Anwesenden in fünf Gruppen aufgeteilt, welche auf fünf Informationsstände verteilt wurden. Es konnte in den Austausch zu den Themen „Heizungsaustausch & energetische Gebäudesanierung“, „Fördermöglichkeiten“, „Wärmeversorgung“, „Rund um die Studie“ und „Sanierungsmanagement“ gegangen werden. Nach einer vorgegebenen Zeit haben die Gruppen im Uhrzeigersinn rotiert. So hat jede Person Input von jedem Stand erhalten und hatte die Möglichkeit zu jedem Thema Fragen zu stellen.

Die Abschlussveranstaltung für das Konzept fand mit der Öffentlichkeit am 16.01.2024 erneut in der alten Schule statt. Auch hier war das Kernthema die Umsetzung einer möglichen zentralen Wärmeversorgung in Sarlhusen. Es wurden konkrete Szenarien der Wärmeversorgung vorgestellt, sowie für das Konzept angenommene Kosten erläutert. Weiterhin wurde neben den Ergebnissen der Studie auch auf die aktuellen politischen Entwicklungen eingegangen. Die Resonanz zu dieser Veranstaltung war in der breiten Masse positiv und wurde, wie die vorangegangenen Veranstaltungen, gut angenommen.

Umfrage

Weiterhin fand eine Umfrage während des Quartierskonzepts statt. Ziel war die Erfassung des energetischen Ist-Zustandes. Ein wichtiger Kernpunkt war die Meinungsabfrage und das Interesse an einem Fernwärmenetz in Sarlhusen. 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 Beteiligung von ca. 36 %.

Landingpage

Auf einer eigens für Sarlhusen 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	03.11.2022
2.	Informations-Abend	27.02.2023
3.	Workshop	12.07.2023
4.	Abschlussveranstaltung	16.01.2024

3 ENERGETISCHE AUSGANGSSITUATION IM QUARTIER

Im folgenden Kapitel ist die energetische Ausgangssituation des Quartiers dargestellt. Hierfür wurden verschiedene Parameter, wie der Bestand der Gebäude und Heizungstechnik, Endenergieverbrauch und -erzeugung sowie eine Energie- und CO₂-Bilanz herangezogen und ermittelt. Zudem wurde die Vorgehensweise zur Beurteilung 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 Sarlhusen wurde auf Grundlage der Güteklasse A und C 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
Hochrechnung regionaler Primärdaten	B	0,5
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 Ortskern Sarlhusen beträgt 69 %. 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 eine gute Belastbarkeit aufweist.

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

Daten	Quelle	Datengüte	Wertung Datengüte	Anteil am Endenergieverbrauch	Datengüte anteilig (Wertung x Anteil)
Stromverbrauch	SH-Netz	A	1	16 %	16 %
Erdgasverbrauch	Umfrage	A	1	8 %	8 %
Erdgasverbrauch	SH-Netz	A	1	24 %	24 %
Heizölverbrauch	Umfrage	A	1	8 %	8 %
Heizölverbrauch	GIS-Daten	C	0,25	41 %	10 %
Sonstige	Umfrage	A	1	2 %	2 %
Gesamt				100 %	69 %

3.2 BESTANDSAUFNAHME: GEBÄUDE UND HEIZUNGSBESTAND

Der Gebäudebestand ist durch die typische Bebauung im ländlichen Raum Schleswig-Holsteins geprägt. Im Quartier befinden sich 175 beheizte Gebäude (siehe Tabelle 6). Die Betrachtung des Gebäudebestandes nach Baualtersklassen zeigt, dass es sich in Sarlhusen um eine Mischung aus jungem und altem Quartier handelt. 35 % der Gebäude wurden bis 1950 und 37 % der Gebäude nach 1990 errichtet. Der Gebäudebestand aus den Jahren 1950 – 1990 ist mit nur 28 % deutlich geringer.

Tabelle 3-4: Gebäudebestand im Ortskern Sarlhusen nach Baualtersklassen

	1990 und später	1970-1990	1950-1970	bis 1950	gesamt
Anzahl	66	32	17	62	175
Prozentualer Anteil	37 %	18 %	10 %	35 %	100 %

Der statistische Gebäudebestand des Kreises Steinburg zeigt einen niedrigeren Bestand in jüngeren Baualtersklassen nach der Gebäudetypologie Schleswig-Holsteins (siehe Tabelle 3-5) auf.

Tabelle 3-5: Gebäudebestand im Kreis Steinburg extrahiert aus der Gebäudetypologie SH 2012

	1990 und später	1970-1990	1950-1970	bis 1950	gesamt
Prozentualer Anteil	17 %	21 %	26 %	36 %	100 %

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts wurden fast 100 % der Gebäude in Sarlhusen primär auf Basis der fossilen Energieträger Öl und Gas beheizt. Diese Gebäude benötigen 84 % des gesamten Wärmebedarfs des Quartiers Sarlhusen.

Aus den Daten des Schornsteinfegers ergeben sich die in Tabelle 8 dargestellten Werte für die Anzahl der Feuerungsanlagen der primären und sekundären Heizungsarten. Es zeigt sich, dass 102 der primären Heizungsanlagen im Ortsteil Sarlhusen mit Gas und 56 mit Öl betrieben werden. Von den hier aufgeführten Adressen verfügen 102 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 Ortskern Sarlhusen

Heizungsart	Anlagenanzahl	Prozentualer Anteil
Öl	56	35
Gas	102	64
Biomasse	1	1
Holz (Ofen/Kamin)	102	64

3.2.1 WOHNGBÄUDE

Im Quartier Ortskern Sarlhusen befinden sich 167 Wohnhäuser. Dies entspricht ca. 95 % des beheizten Gebäudebestands. Das Verbrauchsniveau der Wohngebäude in Sarlhusen liegt mit 157 kWh/(m²a) über dem in der Studie *Energieeffizienz in Zahlen – Entwicklung und Trends in Deutschland 2021* des BMWi angegebenen deutschen Durchschnittswert von 129 kWh/(m²a) (siehe Tabelle 3-7). Die Differenz beträgt 29 kWh/(m²a) und damit ca. 22 %. 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 ² a]
Mittlerer spezifische Wärmebedarf private Haushalte in DE	129
Durchschnittswert der GIS Auswertung Sarlhusen	157

3.2.2 NICHT-WOHNGBÄUDE UND ÖFFENTLICHE LIEGENSCHAFTEN

Die Gebäude der Gemeinde haben mit ca. 103 MWh/a entsprechend 2 % einen geringen Anteil am thermischen Energieverbrauch im Quartier Sarlhusen. Diesen Energieverbrauch teilen sich die Ole School, das Gemeinschaftshaus des Dorfes, und die im selben Gebäudekomplex liegende Feuerwehr. Die Ole School nimmt hiervon mit fast 80 % den Großteil ein.

Im Rahmen des Quartierskonzepts wurden diese beiden Liegenschaften näher betrachtet:

- Ole School
- Feuerwehrhaus

3.2.3 GEWERBE, HANDEL, DIENSTLEISTUNGEN (GHD-SEKTOR)

Im Zentrum von Sarlhusen ist eine kleine Anzahl von Gewerben angesiedelt. Ein Bürogebäude und eine gewerblich genutzte Halle zählen dabei zu den Gebäuden mit den höchsten Energiebedarfen. Der Grund dafür liegt bei einer großen zu beheizenden Grundfläche, mit einem der Baualtersklasse entsprechenden energetischen Sanierungszustand.

3.3 BESTANDSAUFNAHME: ENDENERGIEVERBRAUCH

Grundlage für die Simulation und Optimierung des Quartiers als einheitliches Energiekonzept, also die Wärme- und Stromversorgung der Gemeinde, bilden die ermittelten Daten aus der Bestandsaufnahme für Wohngebäude, Nicht-Wohngebäude und öffentliche Liegenschaften sowie für den GHD-Sektor (siehe Kapitel 3.2). Das folgende Kapitel wird die Generierung der Wärme- und Stromlastgänge des Quartiers Sarlhusen, die sowohl für die stündlich aufgelösten Simulationen als auch für die Trassendimensionierung des Wärmenetzes gebraucht werden, erläutern.

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. 5.360 MWh/a.

Tabelle 3-8: Wärmebedarf nach Liegenschaften

Liegenschaft	Wärmebedarf	Lastprofil
Wohngebäude	4.812 MWh/a	EFH/MFH
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	430 MWh/a	GHD
Öffentliche Gebäude	103 MWh/a	GKO
Summe Sarlhusen	5.345 MWh/a	

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 Bundesverbands 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 3-1 dargestellte Wärmelastgang für das Quartier. Dieser Lastgang stellt den gesamten Wärmebedarf des Quartiers Sarlhusen dar. Abbildung 3-1 zeigt darüber hinaus, dass das Quartier eine Spitzenlast im Winter von ca. 1.860 kW hat.

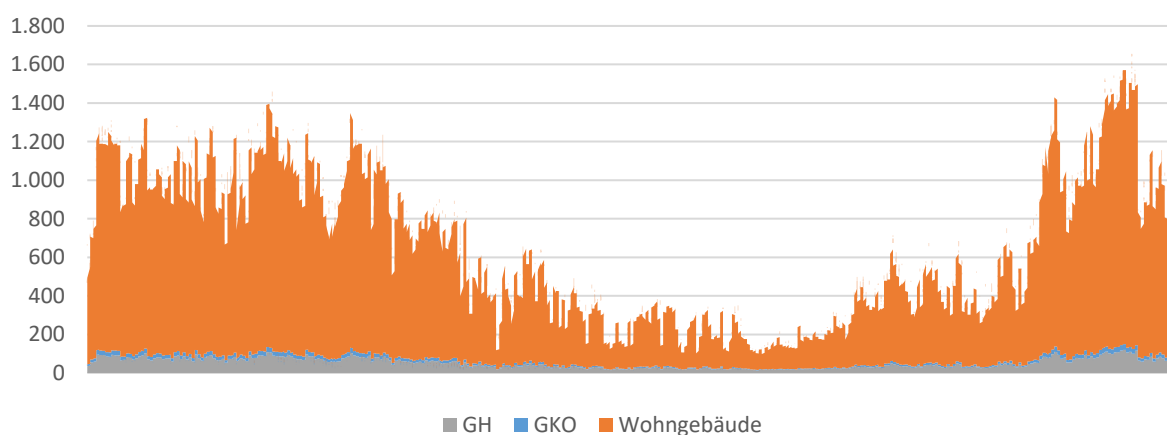


Abbildung 3-1: Wärmelastgang Quartier Sarlhusen (Verbrauch)

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 Stromprofil über die ermittelte Strommenge aus der Bestandsaufnahme in Kapitel 3.2 und die Standardlastprofile Strom des VDEW (VDEW, 1999) berechnet. Der Strombedarf Sarlhusen ist mit ca. 1.009 MWh/a ermittelt worden und verteilt sich auf die bereits in Kapitel 3.3.1 gezeigten Liegenschaften.

Tabelle 3-9 zeigt den Strombedarf der jeweiligen Liegenschaften und die entsprechende charakteristische Lastprofilzuordnung:

- H0: Haushalt
- GHD: Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Sonstige
- G2: Gewerbe Verbrauch Abend
- G3: Gewerbe durchlaufend

Tabelle 3-9: Strombedarf nach Liegenschaften

Liegenschaft	Strombedarf	Lastprofil
Wohngebäude	926.728 kWh/a	H0
Ole School	7.987 kWh/a	G2
Feuerwehr	7.741 kWh/a	G3
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Sonstige	66.791 kWh/a	GHD
Summe	1.009.247 kWh/a	

Die Zuordnung der Lastprofile erfolgt in die Kategorien „Wohngebäude“, „Gemeinde“ und „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Sonstige (GHD)“. Der berechnete Stromlastgang kann Abbildung 3-2 entnommen werden. Die berechnete maximale Leistung beträgt ca. 204 kW, die minimale Leistung 39 kW.

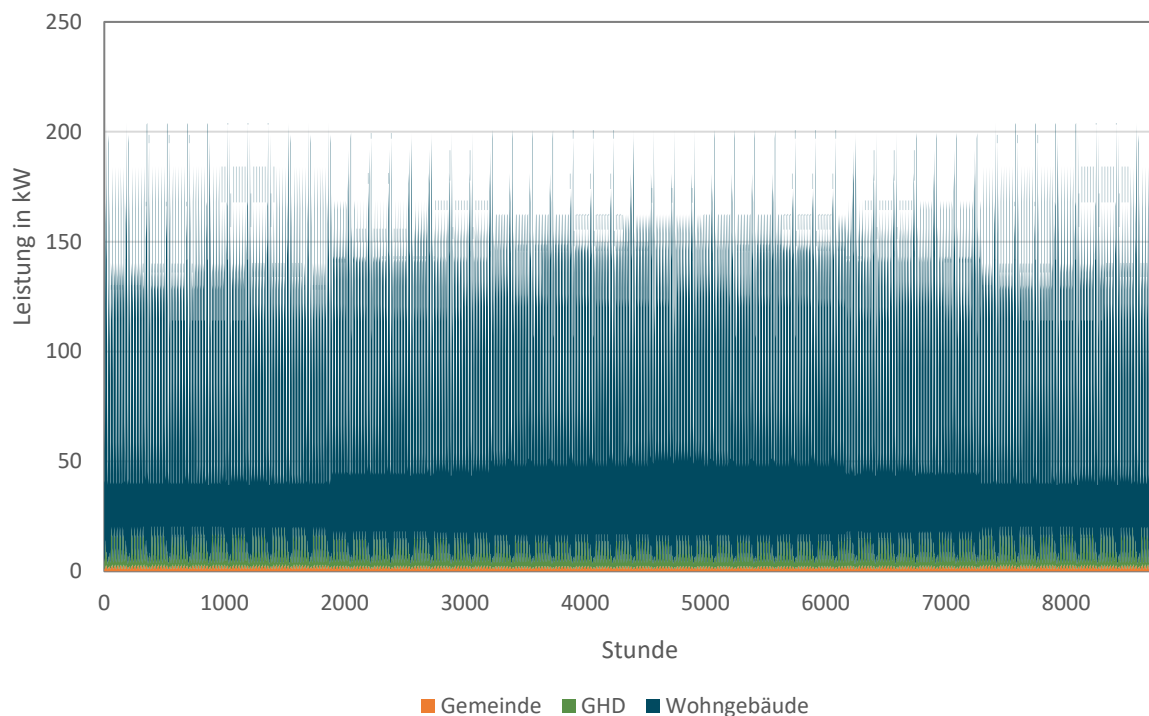


Abbildung 3-2: Stromlastgang Sarlhusen

3.3.3 MOBILITÄT

Nach Angaben des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) gibt es zum 01. Januar 2023 332 zugelassene Personenkraftwagen in der Gemeinde Sarlhusen, wovon sich 23 PKW im Besitz gewerblicher Halter befinden. Darüber hinaus werden 55 Krafträder und 66 Lastkraftwagen gelistet. In der Land- und Forstwirtschaft werden zusätzlich 110 Zugmaschinen aufgeführt. (Kraftfahrt-Bundesamt, 2023)

Bei den PKW handelt es sich fast ausschließlich um Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Für den Landkreis Steinburg wird vom KBA angegeben, dass der Anteil der batterieelektrischen Fahrzeuge bei 1,9 % liegt – bei Hybridfahrzeugen (inkl. Plug-in-Hybrid) sind es 2,7 %. Werden die Daten des KBA (Kraftfahrt-Bundesamt, 2023) auf die Zulassungszahlen der Gemeinde runtergerechnet, ergibt sich die folgende Fahrzeugverteilung:

Tabelle 3-10: Personenkraftwagen der Gemeinde Sarlhusen nach Brennstofftyp

Fahrzeugtyp	Anzahl	%-Anteil
Benzin	199	59,9
Diesel	115	34,7
Gas	2	0,7
Hybrid	9	2,7
Elektrisch	7	1,9

Eine ausführlichere Betrachtung der Mobilität, entstehenden CO₂-Emissionen und mögliche Szenarien, wie sich die Mobilität in Zukunft entwickeln kann, erfolgt in Abschnitt 4.6.

3.4 ENERGIE- UND CO₂-BILANZ

Dieser Abschnitt enthält die Gesamtenergie- und CO₂-Bilanz des Quartiers. Zur besseren Veranschaulichung wurde die Energie- und CO₂-Bilanz des Quartiers in zwei Einzelbilanzen für Strom und Wärmeverbrauch aufgeteilt. Erwartungsgemäß entfällt der Großteil des Endenergieverbrauches und des CO₂-Ausstoßes auf den Wärmeverbrauch.

Tabelle 3-11: Vereinfachte Gesamtenergie- und CO₂-Bilanz.

	Endenergiebilanz Wärme [MWh]	Endenergiebilanz Strom [MWh]	CO ₂ -Bilanz Wärme [t/a]	CO ₂ -Bilanz Strom [t/a]	Gesamt CO ₂ - Bilanz [t/a]
Sarlhusen 175 Gebäude	5.345	1.009	1.207	565	1.772

VERWENDETE EMISSIONSFAKTOREN

Tabelle 3-12: Verwendete CO₂-Emissions- und Primärenergiefaktoren (Vorgabe KfW, Anlage 4 und 9 des GEG)

Energiequelle	Emissionsfaktor [g CO ₂ /kWh]	Primärenergie-faktor
Heizöl	0,310	1,1
Erdgas	0,240	1,1
Holz	0,020	0,2
Biogas	0,140	1,1
Strommix Deutschland	0,560	1,8

3.4.1 ENERGIE- UND CO₂-BILANZ WÄRME

Die Energie- und CO₂-Bilanz Wärme wurde mit Hilfe folgender Daten erstellt:

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

Durch die Verwendung von Geoinformationssystem-Daten (GIS-Daten), die vom Kreis Steinburg 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 Baualterklassen der Gebäude. Auf dieser Basis konnten Berechnungen für einzelne Gebäude durchgeführt werden. Zur weiteren Detaillierung wurde eine Quartiersbefragung per Postwurfsendung durchgeführt. Die Rücklaufquote von ca. 36 % konnte zur weiteren Datenschärfung beitragen.

Abbildung 3-3 zeigt den Wärmeetlas des Quartiers Sarlhusen. 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 90-250 MWh pro Jahr. Da hier absolute Zahlen dargestellt sind, lässt sich keine Aussage über die Effizienz der Gebäude tätigen.

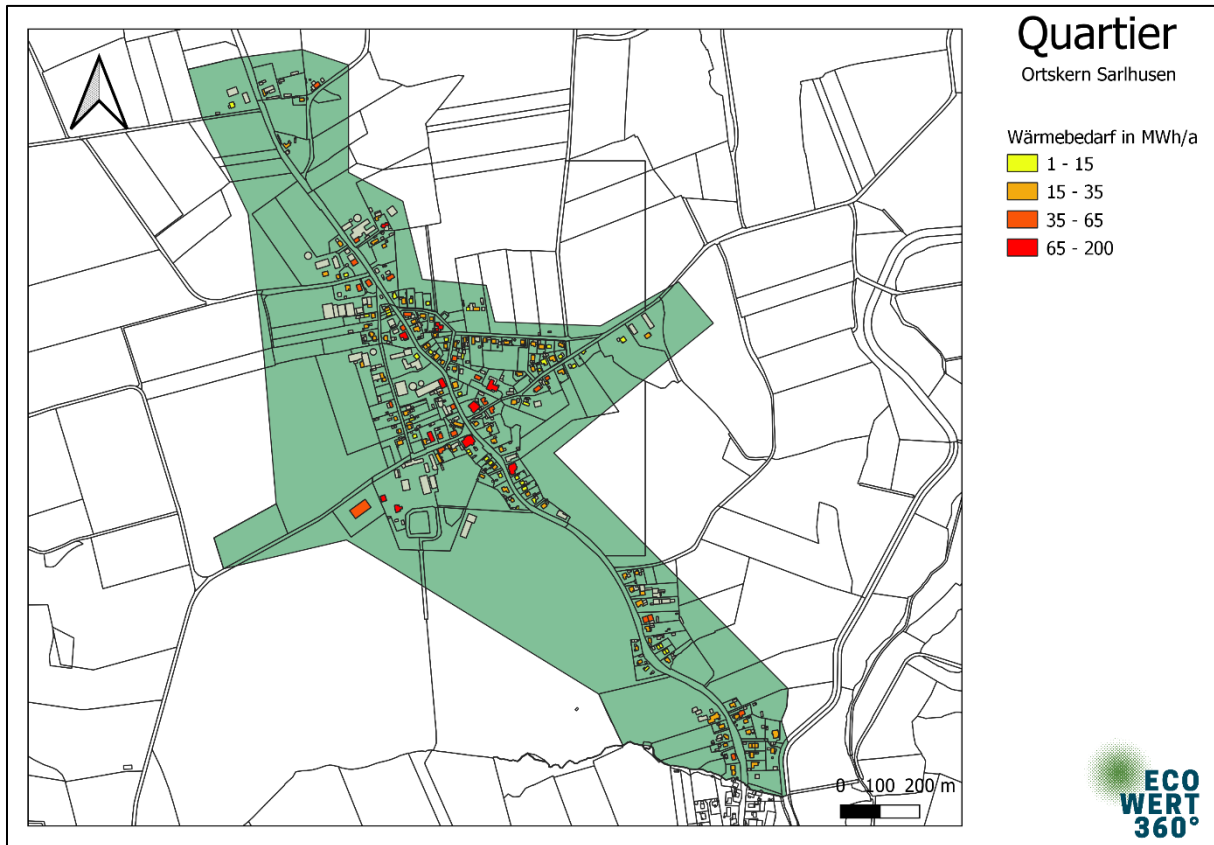


Abbildung 3-3: Wärmearbeitskarte Quartier Ortskern Sarlhusen

Die Energie- und CO₂-Bilanz Wärme schlüsselt sich in die Verbrauchstypen Gewerbe, öffentliche Gebäude und Wohngebäude auf. Tabelle 3-13 und Abbildung 3-4 zeigen die Endenergiebilanz der Wärmeversorgung in absoluten und relativen Zahlen sowie die jeweiligen Anteile der CO₂-Emissionen.

Tabelle 3-13: Endenergiebilanz der Wärmeversorgung

Verbrauchstyp	Endenergieverbrauch Wärme [MWh/a]	Endenergieverbrauch Wärme [%]
Gewerbe	430	8
Öffentliche Gebäude	103	2
Wohngebäude	4.812	90
Summe	5.345	100

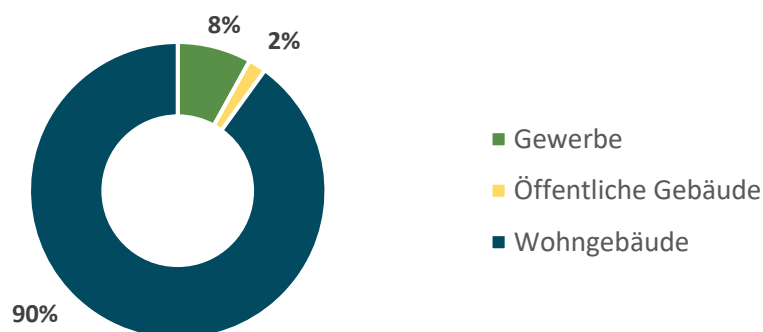


Abbildung 3-4: Wärmebilanz Quartier Sarlhusen

Das Gasnetz im Quartier Sarlhusen ist gut ausgebaut. Beinahe jedes Gebäude, welches einen Zugang zum Gasnetz wünscht, kann diesen erhalten. 43 % der im Quartier Sarlhusen produzierten Wärme wird mit Gas, 38 % mit Heizöl und weitere 16 % mit Holz erzeugt (siehe Tabelle 3-14). Die restlichen 3 % entfallen auf ein alternative Versorgungsvarianten wie z.B. Pelletheizungen.

Die CO₂-Bilanz der Wärmeerzeugung verteilt sich zu 52,7 % auf die Wärmeerzeugung mit Heizöl und zu 45,9 % auf die Erzeugung mit Erdgas. Hinzu kommt ein Anteil von 1,4 %, der durch Holz verursacht wird. Die Anteile des Stroms und alternativer Versorgungsvarianten an den CO₂-Emissionen von Sarlhusen wurden bei dieser Betrachtung der Wärmeerzeugung nicht berücksichtigt.

Tabelle 3-14: CO₂-Bilanz der Wärmeversorgung nach Verbrauchstypen

Verbrauchstyp	CO ₂ -Ausstoß Wärme [t CO ₂ /a]	Anteil [%]
Erdgas	554	45,9
Heizöl	636	52,7
Holz	17	1,4
Summe	1.207	100

3.4.2 ENERGIE- UND CO₂-BILANZ STROM

Die Bezugsdaten des Quartier Sarlhusen wurden vom Netzbetreiber (SH-Netz AG) zur Verfügung gestellt. Einzelne Gewerbe und öffentliche Liegenschafften haben Auskunft über ihren jeweiligen Strombedarf angegeben. Analog zu Tabelle 3-13 zeigt Tabelle 3-15 die Endenergiebilanz der Stromversorgung. Auch hier nimmt der Anteil der Wohngebäude den größten Teil von fast 92 % ein (siehe Abbildung 3-5). Der GHD-Sektor hat einen Anteil von 6,6 %.

Tabelle 3-15: Endenergiebilanz der Stromversorgung

Verbrauchstyp	Endenergieverbrauch Strom [kWh]	Endenergieverbrauch Strom [%]
GHD	66.791	6,6
Kommunale Gebäude	15.728	1,6
Wohngebäude	926.728	91,8
Summe	1.009.000	100

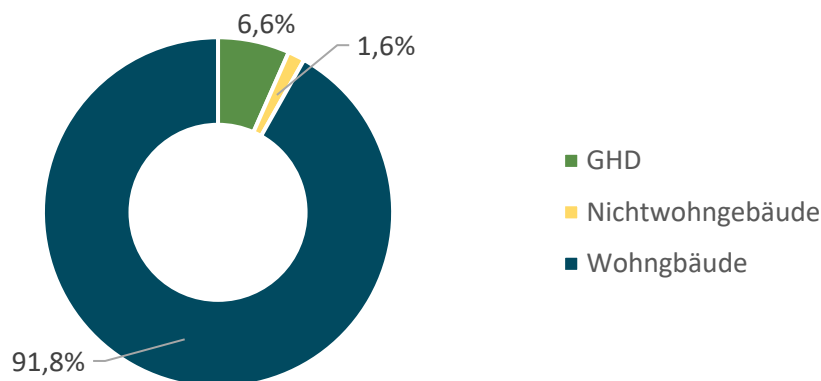


Abbildung 3-5: Strombilanz Quartier Sarlhusen

Tabelle 3-16 stellt die regenerative Stromerzeugung auf dem Gemeindegebiet Sarlhusens dar. Diese setzt sich aus der energetischen Verwertung von Biomasse und Photovoltaikstrom zusammen.

Nordwestlich des Quartiers befindet sich eine Biogasanlage mit einer elektrischen Leistung von 625 kW. Der Großteil des auf dem Gemeindegebiet Sarlhusens regenerativ erzeugten Stroms wird, abgesehen von der Biogasanlage, durch PV-Dachanlagen auf privaten Gebäuden erzeugt.

Tabelle 3-16: Regenerative Stromerzeugungsleistung auf dem Gemeindegebiet Sarlhusens

	Bruttoleistung [kW]	Nettoleistung [kW]
Biomasse	625	625
Solare Strahlungsenergie	412	377
Summe	1.037	1.002

4 ENERGIE- UND CO₂-MINDERUNGSPOTENZIALE

Der folgende Abschnitt setzt sich mit den Energie- und CO₂-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 Sarlhusen.

4.1 POTENZIALE FÜR ERNEUERBARE ELEKTRISCHE ENERGIEN

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

4.1.1 WIND

Im Bereich Sarlhusen weht der Wind hauptsächlich aus westlicher und südwestlicher Richtung. Die Gemeinde Willenscharen schließt im Süden direkt an das Gemeindegebiet an, während die umliegenden Gebiete größtenteils landwirtschaftlich genutzt werden und einige wenige Waldgebiete aufweisen. Diese Bedingungen schaffen gute Voraussetzungen für die Errichtung von Windkraftanlagen.

In Rahmen des Regionalplans werden Windvorranggebiete und Windpotenzialflächen festgelegt. Raumbedeutsame Windkraftanlagen 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 Steinburg und damit die Gemeinde Sarlhusen wird in der Teilaufstellung des Regionalplans für den Planungsraum III aufgeführt. Diese ist im Gesetz- und Verordnungsblatt vom 31. Dezember 2020 in Kraft getreten (Ministerium für Inneres I. R., 2022). Aus den Datenblättern *Potenzialflächen Steinburg* geht hervor, dass sich in der Gemeinde Sarlhusen kein Gebiet zur Windenergienutzung verfügt. Das nächstgelegene Vorranggebiet befindet sich in der Gemeinde Willenscharen. Abbildung 4-1 zeigt das Gebiet, von welchem 226,7 ha der gesamten 370,9 ha als Vorranggebiet ausgewiesen sind. In diesem Bereich sind laut Marktstammdatenregister sieben WKA in Betrieb, mit einer jeweiligen Leistung von 4 MW.

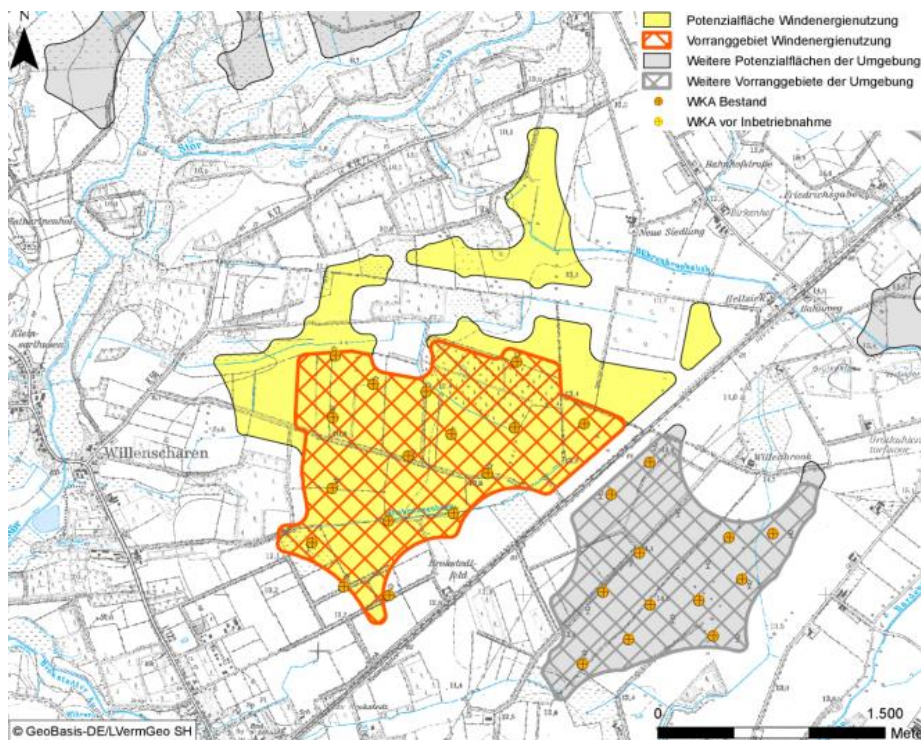


Abbildung 4-1: Windpotenzialfläche und -vorranggebiete Willenscharen (Datenblätter Potenzialflächen Steinburg)

Abbildung 4-2 zeigt das nahegelegene Vorranggebiet, welches den Datenblättern *Potenzialflächen Segeberg* entnommen wurde. In diesem sind laut Marktstammdatenregister derzeit fünf Anlagen mit einer Gesamtleistung von 16,6 MW in Betrieb.

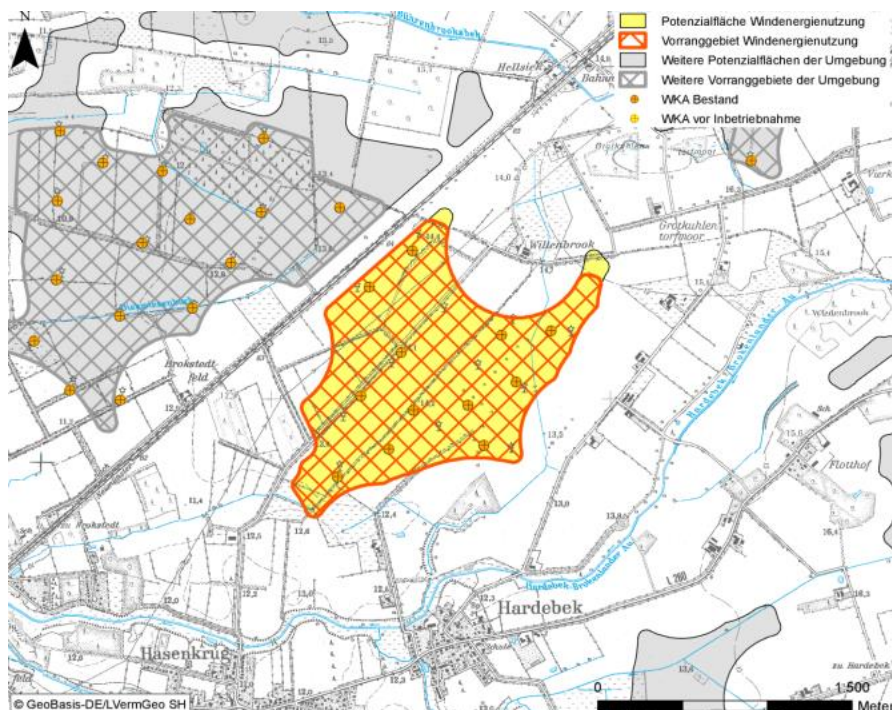


Abbildung 4-2: Windpotenzialfläche und -vorranggebiete Hasenkrug / Brokstedt (Datenblätter Potenzialflächen Segeberg)

Die Versorgung durch eine Direktleitung aus den dargestellten Windvorranggebieten ist aufgrund der Querung eines Fließgewässers und einer Straße (siehe Abbildung 4-3) aus planungsrechtlichen und wirtschaftlichen Gründen nicht darstellbar.



Abbildung 4-3: Entfernung Windpark Aukrug zum Ortskern

Eine weitere Möglichkeit ist die Nutzung von Windenergie aus Kleinwindkraftanlagen. Potenzielle Standorte für diese sind in Abbildung 4-4 dargestellt. Die Wahl dieser erfolgte durch ein Unternehmen, welches sich auf den Bau derartiger Anlagen spezialisiert hat.



Abbildung 4-4: Potenzielle Standorte für Kleinwindkraftanlagen im Gemeindegebiet

Kleinwindkraftanlagen haben den Vorteil, dass für ihre Errichtung im Gegensatz zu größeren Anlagen nur eine Baugenehmigung erforderlich ist. Dies reduziert nicht nur den Zeitaufwand, sondern auch den Planungsumfang erheblich. Die niedrigeren Nabenhöhen haben jedoch zur Folge, dass ein geringerer Ertrag erzielt werden kann.

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

Für die aufgezählten Areale ist eine Vergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) möglich. Die Fläche entlang von Bahnstrecken und Autobahnen wurde mit der Novellierung des EEG vom 30. Juli 2022 auf eine Breite von 500 m ausgeweitet.

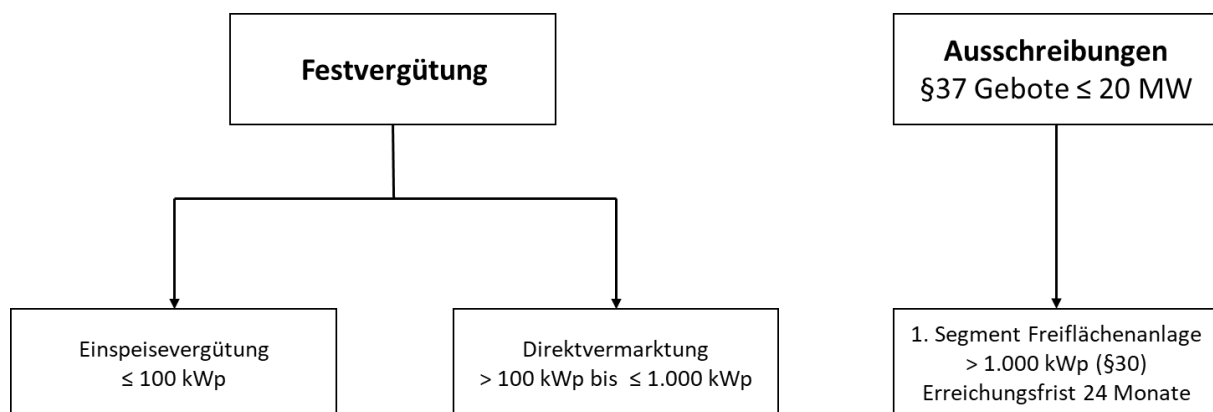


Abbildung 4-5: Vergütung nach dem EEG für Freiflächenanlagen, eigene Darstellung nach (Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 28. Juli 2022)

Nach Abbildung 4-5 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 beträgt vorbehaltlich einiger 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 beträgt 20 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

Anlagengröße	Teileinspeisung	Volleinspeisung
Bis 10 kWp	8,6	13,4
Bis 40 kWp	7,5	11,3
Bis 100 kWp	6,2	11,3
Bis 300 kWp	6,2	9,4
Bis 1000 kWp	6,2	8,1

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 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 4-6 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.

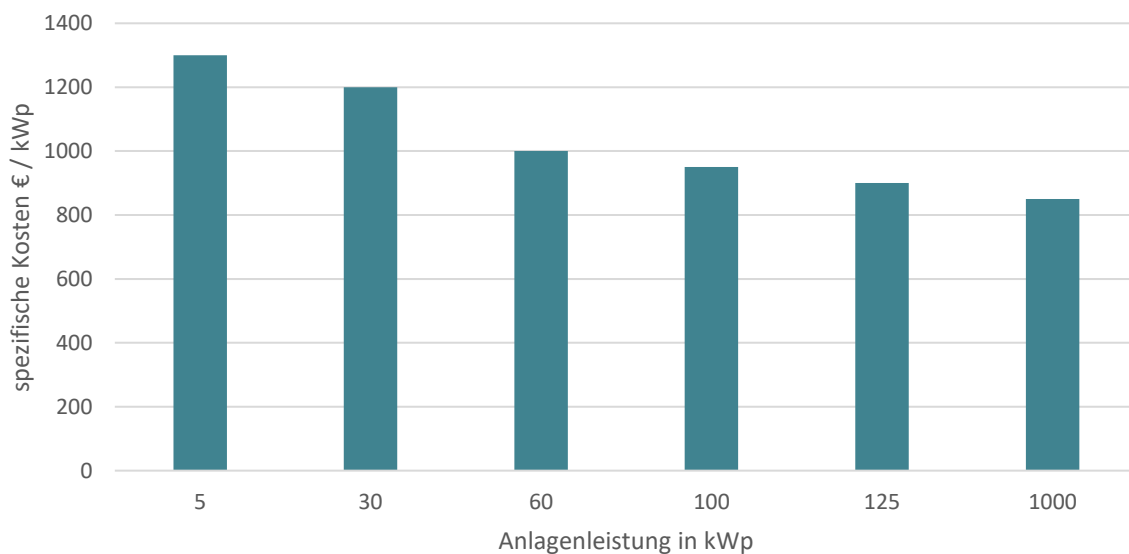


Abbildung 4-6: Spezifische Kosten von PV-Freiflächenanlagen in Abhängigkeit von der Anlagengröße, eigene Darstellung

Außerhalb einer festen EEG-Vergütung ist abhängig vom Standort in Deutschland ab einer Anlagengröße von 5 MW_p 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_p 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).

Agri-PV ist eine von mehreren Maßnahmen, welche Inhalt der im August 2023 von Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) veröffentlichten PV-Strategie sind. Diese listet zahlreiche Maßnahmen zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für den Ausbau von Photovoltaik auf. Mit der finalen Veröffentlichung im Mai 2023 und den darauffolgenden Gesetzespaketen ist ein Abbau von Barrieren beim Markt-, Flächen- und Netzzugang zu erwarten (BMWK, 2023).

Das Ertragspotenzial von PV-Anlagen wird über die standortspezifische Einstrahlung abgeschätzt. Für die Gemeinde Sarlhusen ist über die vergangenen Jahre eine horizontale Globalstrahlung von jährlich 992 kWh/(m²·a) ermittelt worden (Sunny Design, 2023). Dies entspricht annähernd dem Durchschnittswert von 1.000 kWh/m² a für Deutschland (solarwatt, 2022).

Auf der Fläche der Gemeinde im Norden des Quartiers (siehe Abbildung 4-7) besteht die Möglichkeit eine PV-Freiflächenanlage mit einer Leistung von ca. 430 kW_p zu installieren.



Abbildung 4-7: PV-Freiflächenpotenzial des Gemeindegrundstücks

Abbildung 4-8 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.

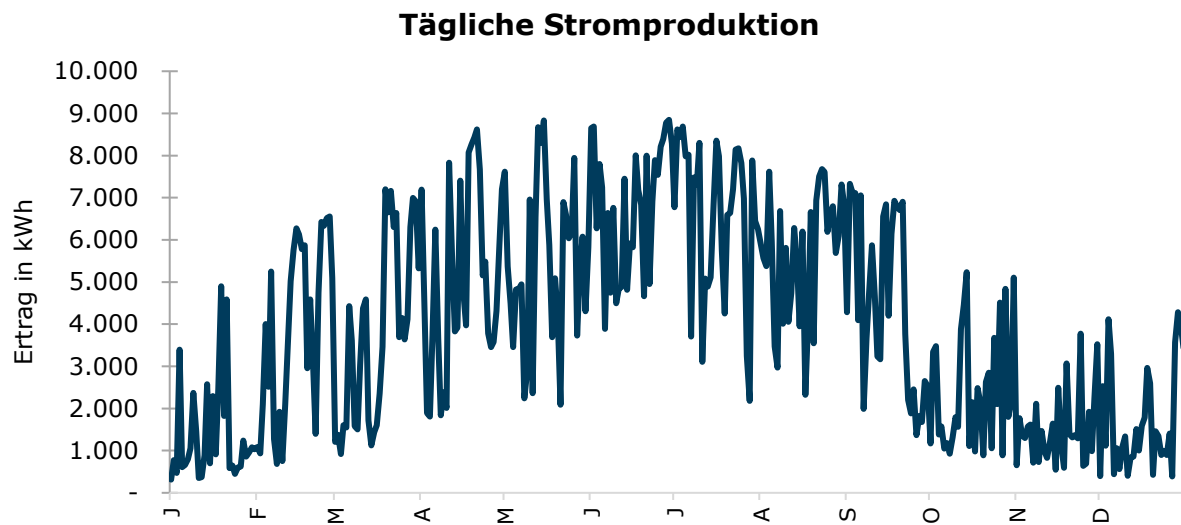


Abbildung 4-8: Tägliche Stromproduktion durch PV im Gemeindegebiet

4.1.2.1 PV-Feuerwehrhaus / Ole School

Im Rahmen des Quartierskonzeptes wurde das Potenzial der Feuerwache für eine PV-Nutzung untersucht. Ausgehend von der Annahme, dass die Hauptverbrauchszeiten in den Abendstunden liegen, wurde eine Anlage mit 46 Modulen und einer Leistung von 18,4 kWp in Kombination mit einem 7 kWh-Speicher als optimale Auslegung ermittelt. Mit dieser Anlage können 54 % der benötigten elektrischen Energie selbst erzeugt werden. Dadurch können jährliche Stromkosten von ca. 2.800 € eingespart und eine zusätzliche Einspeisevergütung von ca. 700 € pro Jahr erzielt werden.



Abbildung 4-9: Auslegung PV-Dachanlage Feuerwehrhaus / Ole School

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 CO₂-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.

In der Gemeinde Sarlhusen wird derzeit eine Biogasanlage mit einem BHKW mit einer elektrischen Leistung von 622 kW und einer thermischen Leistung von 625 kW betrieben. Davon werden ca. 2.000 MWh pro Jahr über ein vorhandenes Netz an die nördlich gelegene Kurklinik geliefert. Zusätzlich wird über eine Gasleitung ein Satelliten-BHKW in Aukrug versorgt und ca. ein Drittel der Wärme im Stammbetrieb selbst genutzt. Abbildung 4-10 zeigt die Entfernungen der BGA zu den anderen Standorten.

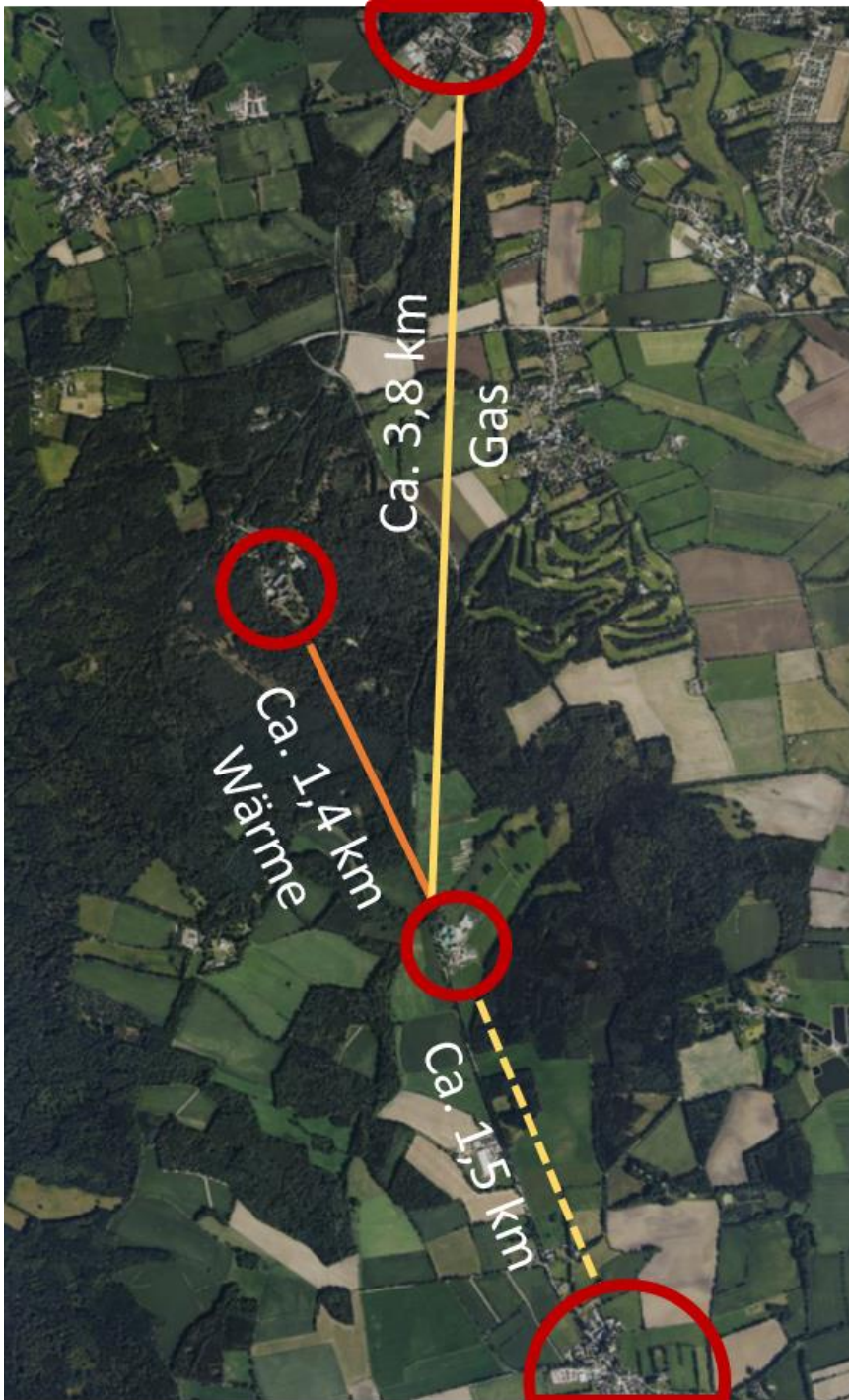


Abbildung 4-10: Lage der Biogasanlagen um das Quartier

Da das Kurhaus durch Sanierungsmaßnahmen im Bestand seinen Wärmebedarf voraussichtlich reduzieren wird, ist mit einer potenziell freiwerdenden Wärmemenge von ca. 1000 MWh pro Jahr zu rechnen, die für die Versorgung eines Wärmenetzes in Sarlhusen in Frage kommt. Da der Betreiber der BGA einer Versorgung kooperativ gegenübersteht, wurde diese Versorgungsoption in den Konzepten berücksichtigt. Allerdings muss für hierfür eine neue Gasleitung gelegt werden, die der gestrichelten Strecke in Abbildung 4-10 entspricht.

4.2 POTENZIALE FÜR ERNEUERBARE THERMISCHE ENERGIE

Dieser Abschnitt wird das vorhandene Potenzial und die entsprechenden Technologien für eine erneuerbare Wärmebereitstellung in Sarlhusen 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 Quellentemperatur 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 4-11 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.

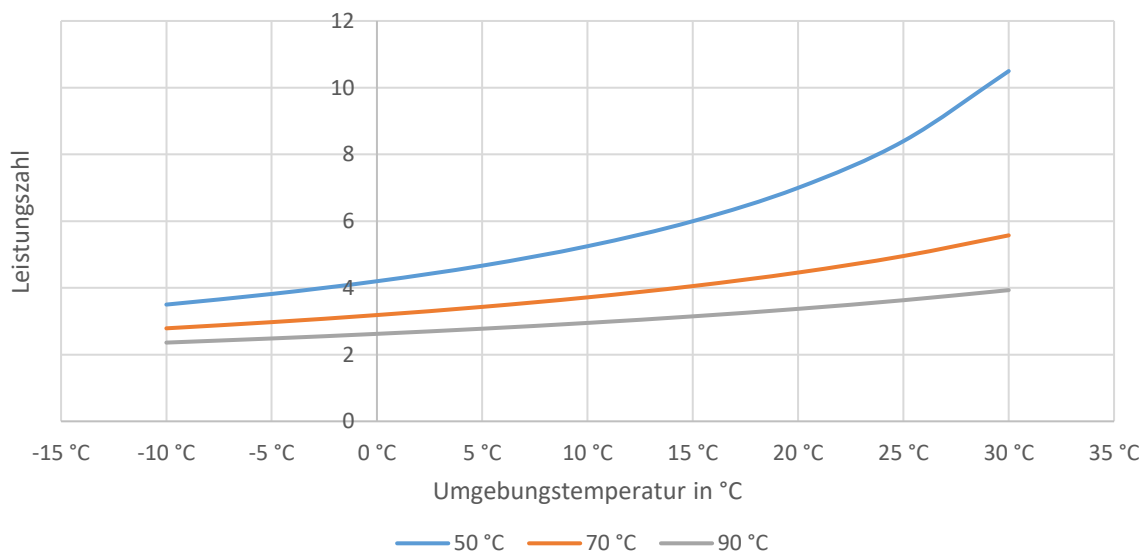


Abbildung 4-11: Darstellung der Leistungszahl einer Großwärmepumpe bei verschiedenen Vorlauftemperaturen über der Quellentemperatur

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 beheizenden Fläche einnehmen müssen. Pro kW Heizleistung werden etwa 15 m² bis 30 m² 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 die tieferen 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 an einen Sekundärkreislauf, z.B. ein Wärmenetz, abgegeben.

Die petrothermale Geothermie befindet sich derzeit noch im F&E-Stadium und findet aus diesem Grund in Deutschland bisher wenig Anwendung. Abbildung 4-12 zeigt die Verbreitung von potenziell hydrothermal nutzbaren Sandsteinschichten. In der Umgebung von Sarlhusen gibt es nur vereinzelte Bohrungen, anhand welcher ein Vorhandensein nachgewiesen werden könnte. Modellierungen der im Untergrund vorhandenen Gesteinsschichten lassen jedoch vermuten, dass sich in Sarlhusen keine für die hydrothermale Nutzung geeigneten Grundwasserleiter befinden.



Abbildung 4-12: Verbreitung potenziell nutzbarer Gesteinsschichten

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 Sarlhusen keine Wärmequellen identifiziert werden konnten, die Abwärme in ausreichender Menge zur Verfügung stellen bzw. gut verortet sind.

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 sollte 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 CO₂-Abgaben befreit. Trotz lokaler CO₂-Emissionen, die während der Verbrennung entstehen, wird bloß jene Menge an CO₂ freigesetzt, die der Baum während seiner Wachstumsphase gebunden hat. Ebendiese Menge CO₂ 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 (PVT)

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 MW_{el} und 3 MW_{th} vorgestellt (Solarthermalworld, 2021). Zur Einbindung von PVT-Anlagen in ein Wärmenetz mit höherer Vorlauftemperatur, welches auf Grund der Gebäudealtersklassen in Sarlhusen 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, 2023). Im Folgenden wird das Potenzial zur Reduzierung dieser Emissionen in Sarlhusen dargestellt.

Der Gesamtenergiebedarf von Sarlhusen beträgt 6,37 GWh/a (exklusive Mobilität), wovon 73 % für die Bereitstellung von Wärme in privaten Wohngebäuden benötigt wird. Der Gesamtbedarf an Wärme für Gebäude liegt bei 5,36 GWh/a.

Der Gebäudebestand von Sarlhusen ist bezogen auf Sanierungsgrad und spezifischen Wärmebedarf pro Quadratmeter Wohnfläche über dem deutschen Mittel. In Deutschland werden pro m² Wohnfläche ca. 129 kWh/a benötigt (siehe Tabelle 3-7). Der durchschnittliche spezifische Wärmeverbrauch im Quartier Sarlhusen liegt bei 157 kWh/m² 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 4-2 ist die Entwicklung von Sarlhusen 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 Sarlhusen eine Reduzierung von 24 % auf ca. 4,1 GWh/a erreichen. Auch bei einer Sanierungsrate von 5 % wird der Gebäudesektor in Sarlhusen 2050 nicht Klimaneutral sein. Hierfür ist es zwingend notwendig, dass die Wärmeerzeugung regenerativ realisiert wird.

Tabelle 4-2: Sensitivitätsanalyse Sanierungsrate

	2023	2030	2040	2050
Sanierungsrate 1 %				
Wärmebedarf Sarlhusen [MWh]	5.345	4.982	4.506	4.075
Prozentuale Einsparung	0 %	7 %	16 %	24 %
CO ₂ Emissionen Wärme [t/a]	1.207	1.125	1.018	920
Sanierungsrate 2 %				
Wärmebedarf Sarlhusen [MWh]	5.345	4.640	3.791	3.098
Prozentuale Einsparung	0 %	13 %	29 %	42 %
CO ₂ Emissionen Wärme [t/a]	1.207	1.048	856	700
Sanierungsrate 5 %				
Wärmebedarf Sarlhusen [MWh]	5.345	3.741	2.240	1.341
Prozentuale Einsparung	0 %	30 %	58 %	75 %
CO ₂ Emissionen Wärme [t/a]	1.207	843	505	302

Die in Tabelle 4-2 dargestellten Zahlen beziehen sich auf die Sanierung der Gebäudehülle. Ein Wechsel der Wärmeerzeugung ist hier nicht berücksichtigt. Die CO₂-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 CO₂-Emissionen gegen Null gehen lassen.

Zusätzlich wurde das Sanierungspotenzial nach Gebäudeclustern betrachtet. Hierbei wurde die von der EU geplante Sanierungspflicht der neuen Gebäude Richtlinien zu Grunde gelegt, welche besagt, dass bis 2033 alle Gebäude die Effizienzklasse D erreichen müssen. Von dieser Regelung wären im Quartier 69 Gebäude betroffen. Tabelle 4-3 zeigt eine Zusammenfassung dieser Gebäude, mit den aufsummierten Nutzflächen der jeweiligen Einfamilienhäuser und anderer Gebäude, den dazugehörigen aktuellen Wärmebedarfen (Spalte „Status Quo“), den entsprechenden Wärmebedarfen bei der Erreichung der Effizienzklasse D (Spalte „Zukunft“) und dem daraus resultierenden Einsparpotenzial (Spalte „Differenz/Potenzial“). Mit den hier errechneten fast 4.058 MWh/a sind die Gebäude der Klassen E bis H für 76 % des Wärmebedarfs im Quartier verantwortlich. So ließen sich bei einer Sanierung auf den Standard der Energieeffizienzklasse D der betrachteten Gebäude ca. 1.292 MWh/a einsparen. Dies entspricht ca. 24 % des gesamten Wärmebedarfs.

Hinweis:

Am 07.12.2023 haben sich die Unterhändler des Europaparlaments und der EU-Mitgliedsstaaten mit der EU-Kommission auf strengere Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden geeinigt. Eine Sanierungspflicht für einzelne Wohnhäuser, wie angedacht, wird es jedoch nicht geben. Die Reform der Richtlinie sieht vor, dass bei Wohngebäuden der Energieverbrauch im Schnitt bis zum Jahr 2030 um 16 % sinken soll.

Tabelle 4-3: Zusammenfassung der Einsparpotenziale nach Effizienzklassen

Effizienz- klasse	Anzahl [Stk.]	Nutzfläche [m ²]	Status Quo [kWh]	Zukunft [kWh]	Differenz/Potenzial [kWh]
E	14	3423	555.133	444.990	110.143
F	86	16.221	3.093.075	2.108.727	984.348
G	8	1.115	274.045	144.950	129.095
H	4	519	135.961	67.469	68.492
Summe	112	21.278	4.058.214	2.766.136	1.292.078

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 bringt 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 betrug 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 Heizungstausch in der neuen BEG ist in Abbildung 4-13 dargestellt. Die Antragstellung für Heizungsförderung läuft ab 2024 wieder über die KfW.

Grundförderung	Einkommensbonus	Geschwindigkeitsbonus
30 %	(+)	30 % (+)
Alte fossile Heizung gegen klimafreundliche tauschen	Für Haushalte mit einem zu versteuernden Einkommen < 40.000 €	Austausch vor der offiziellen Wärmeplanung der Kommune (nach 2028 alle 2 Jahre 3 % weniger)
Gesamtförderung		
30 %	60 %	50 % / 70 %

Abbildung 4-13: Förderübersicht Heizungstausch

4.3.2 MUSTERSANIERUNGEN

Zur Identifizierung und dem Aufzeigen von typischen Sanierungsmaßnahmen wurden nach der Erfassung des Ist-Zustands in Sarlhusen 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 in der Theorie beispielhafte Mustersanierungen durchgeführt. Diese Sanierungen sollen das Potenzial zur Energieeinsparung verbildlichen. Anhand der einzelnen Maßnahmen können die Bewohner_innen Sarlhusens 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 4-14: Referenzgebäude 1

Bei diesem Gebäude handelt es sich um ein Gebäude aus dem Jahr 1916 mit einem spezifischen Endenergiebedarf von $186 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ gemäß GEG in der Klasse F. Die Wärmeversorgung erfolgt über eine Kombination aus einer 30 Jahre alten Ölheizung und einer Holzheizung.

Maßnahme 1 – Heizungsoptimierung

Die Optimierung der Heizanlage ergibt in den meisten Gebäuden Sinn. Diese Maßnahme umfasst den Austausch der Heizungspumpen. Weitere vergleichbare Maßnahmen sind ein hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage, sowie die Installation von digitalen Thermostaten. Diese 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.


Maßnahme 2 – Erneuerung der Eingangstür

Der Austausch alter Haustüren mit hohem Glasanteil bietet aufgrund ihrer schlechten Dämmeigenschaften ein energetisches Verbesserungspotenzial. Moderne Außentüren weisen durch den Einsatz hochwertiger Materialien eine bessere Dämmwirkung auf und verbessern neben der Energieeffizienz auch die Sicherheit des Hauses.

Maßnahme 3 – Einblasdämmung

Der bisher ungedämmte Wandaufbau des Gebäudes bietet durch den Luftspalt von ca. 6 cm die Möglichkeit einer Einblasdämmung. Diese hat das Potenzial, die Wärmeverluste um mehr als 20 % pro Jahr 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.

Tabelle 4-4: Zusammenfassung der Mustersanierungen Baualtersklasse ≤ 1950

	Investition	Förderung BEG	Investition mit Förderung	Energie- einsparung Wärme/Strom	Durchschnittl. jährliche Einsparung	Statische Amortisation	jährl. Einsparung
	[€]	[€]	[€]	[%]	[€/a]	[a]	[kg CO2/a]
M1	200 €	0 €	200 €	6%	100 €/a	2	110 kg/a
M2	3.500 €	1.000 €	2.400 €	2%	120 €/a	22	160 kg/a
M3	min: 10.500 €	min: 2.100 €	min: 8.400 €	46%	2.400 €/a	min: 4	4.750 kg/a
	max: 14.700 €	max: 3.000 €	max: 11.800 €			max: 5	

4.3.2.2 Mustersanierung Referenzgebäude 2



Abbildung 4-15: Referenzgebäude 2

Dieses ein Einfamilienhaus wurde im Jahr 1900 errichtet. Die Immobilie hat einen spezifischen Endenergiebedarf von 178 kWh/(m²a), entsprechend des GEG in der Klasse F. Die Gasheizung ist ca. 25 Jahre alt. Es wurden bereits Sanierungsmaßnahmen an den Fenstern durchgeführt.

Maßnahme 1 – Heizungsoptimierung

Der Austausch alter Heizungspumpen kann auch in diesem Gebäude mit geringem finanziellem Aufwand den Stromverbrauch senken und damit nicht nur Kosten sparen, sondern auch den CO₂-Ausstoß reduzieren.


Maßnahme 2 – Dämmung der obersten Geschossdecke

Mit der Dämmung der obersten Geschossdecke kann mit mittleren Investitionskosten eine deutliche Minderung der Wärmeverluste erzielt werden. Durch das Aufbringen von Glaswolle auf einer Fläche von 113 m² können bei diesem Gebäude ca. 8.400 kWh/a eingespart werden.

Maßnahme 3 – Einblasdämmung

Auch bei diesem Gebäude ist die kostenintensivste Maßnahme die Dämmung der Außenwand. Der vorhandene Luftspalt bietet auch hier die Möglichkeit eine Einblasdämmung einzubringen, durch welche eine Reduzierung der Wärmeverluste um 60 % erreicht werden kann. Wenn kein Luftspalt vorhanden ist, können vergleichbare Effekte durch das Anbringen eines Wärmedämmverbundsystems gelingen.

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

	Investition	Förderung BEG	Investition mit Förderung	Energieeinsparung	Kosteneinsparung im ersten Jahr	Statische Amortisation	jährl. CO ₂ Einsparung
M1	400 €	100 €	400 €	18 % Strom	200 €/a	2	230 kg/a
M2	5.700 €	1.100 €	4.600 €	28 % Wärme	1.100 €/a	5	2350 kg/a
M3	min: 14.100 €	min: 2.800 €	min: 11.300 €	60 % Wärme	2.300 €/a	min: 5	5.020 kg/a
	max: 19.800 €	max: 4.000 €	max: 15.800 €			max: 7	

4.4 DEZENTRALE WÄRMEVERSORGUNGS-LÖSUNGEN

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 CO₂-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 bindet 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 CO₂ frei, welches der Baum über mehrere Jahrzehnte gebunden hat. Diese starke zeitliche Ungleichverteilung hat zur Folge, dass trotz des theoretisch neutralen CO₂-Kreislaufs die Bilanz 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.

BRENNSTOFFZELLEN

Anders als bei den eben genannten Technologien entsteht bei einer Brennstoffzelle zusätzlich zur Wärme auch noch Strom als Ausgangsprodukt. Hier reagiert Wasserstoff und Sauerstoff kontrolliert zu Wasser. Bei der Reaktion wird Energie frei, welche als Strom aus dem System auskoppeln werden kann. Zusätzlich entsteht bei der Reaktion Wärme, die für das Heizungssystem genutzt wird. Der Wasserstoff kann mittels in den Kompaktanlagen verbauten Reformern aus Erdgas gewonnen werden. Bei Angebot von grünem Wasserstoff, welcher mittels erneuerbarer Energien erzeugt wurde, kann auch dieser genutzt werden. Somit wäre der Betrieb auch als klimaneutral zu betrachten. Dennoch ist durch hohe Investitionskosten und wechselnde Bedingungen der Haushalte und Gebäude eine Amortisation nicht immer möglich.

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 Sarlhusen 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 Gasheizung in einem Bestandsgebäude mit einem Wärmebedarf von 22.500 kWh/a durch eine neue mit Biogas betriebene Gasheizung oder alternative Heizungssysteme ausgetauscht wird. Abbildung 4-16 zeigt die gerechneten Varianten und die entsprechenden Vollkosten. Die unwirtschaftlichste Lösung über die nächsten 20 Jahre stellt unter den getroffenen Annahmen (siehe Tabelle 4-6) die Pelletheizung dar, was durch die einerseits hohen Brennstoffkosten, andererseits auch durch die hohen Aufwendungen in der Wartung, Inspektion und Instandsetzung zu erklären ist. Hinzu kommt, dass Pellets aus Sägespänen hergestellt werden, welche in Sägewerken anfallen. Sind diese nicht verfügbar, muss auf die unwirtschaftliche Produktion aus Bäumen zurückgegriffen werden. Die höchsten Investitionskosten hat die Variante Wärmepumpe + PV + Batterie. Allerdings ist die Rechnung hier zu 100 % auf den Wärmebedarf bezogen worden – tatsächlich gibt es durch die PV-Anlage zusätzliche

Einsparungen bei den regulären Stromkosten, was die Installation einer PV-Anlage unabhängig von dem Gebrauch einer Wärmepumpe interessant macht. Der Betrieb einer Gasheizung mit Biogas kann eine sinnvolle Lösung darstellen. Allerdings muss der dauerhafte Bezug von mindestens 65 % grüner Gase vertraglich über ein Nachweissystem sichergestellt sein. Da zukünftig mit einer hohen Nachfrage zu rechnen ist, muss auch mit erheblichen Preissteigerungen gerechnet werden (BMKW, 2022). Die Wärmepumpe ist mit Vollkosten von 19,39 ct/kWh die günstigste Alternative. Dies sind die Vollkosten, mit denen ein mögliches Wärmenetz in den folgenden Betrachtungen verglichen wird. Es sei aber noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich bei den errechneten Vollkosten lediglich um eine Indikation/Trend für einzelne Lösungen handelt. Ein genauer und entsprechend richtiger Vollkostenvergleich kann ausschließlich individuell für einzelne Gebäude mit aktuellen Angeboten durchgeführt werden.

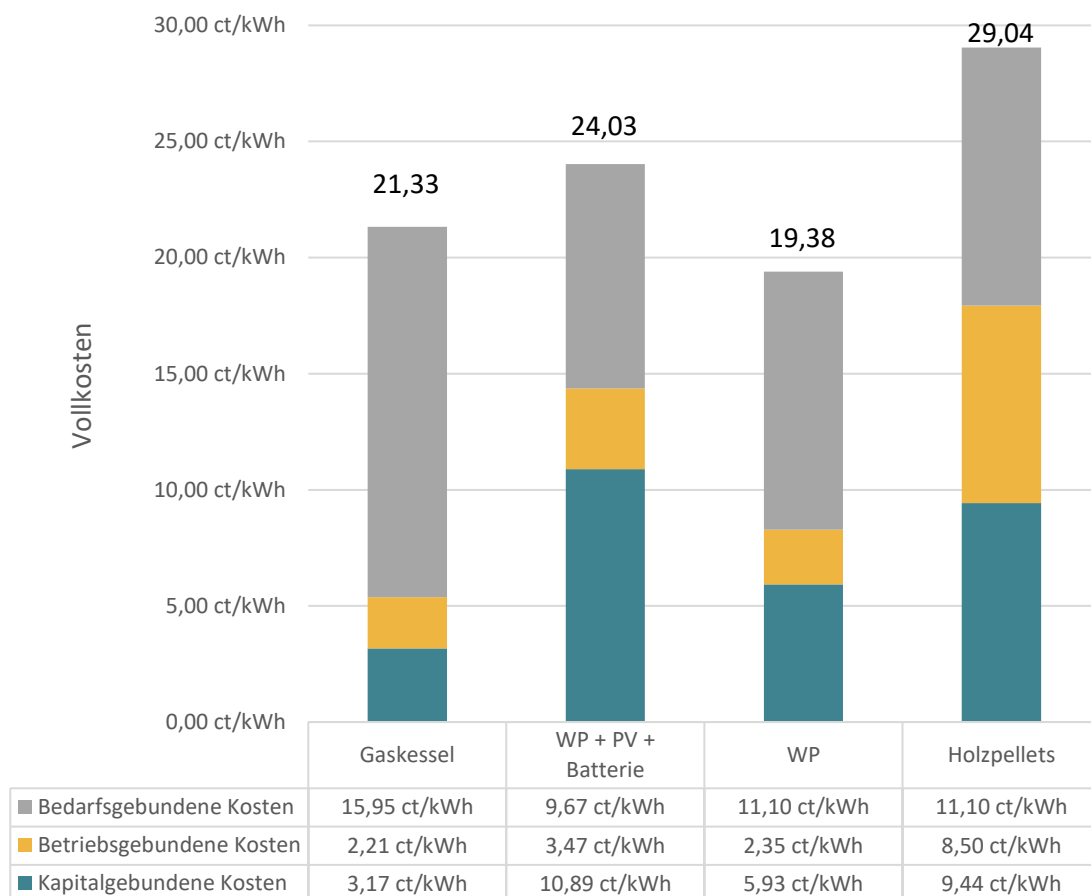


Abbildung 4-16: Vollkostenvergleich individueller Heizungssysteme

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. Wie sich das von der EU geplante Verbot von Kältemitteln auf diese auswirken wird, ist nicht abschätzbar und findet deshalb keine Berücksichtigung.

Hinweis:

Bei der Berechnung der Vollkosten wurden die Förderungen durch die BEG aus dem Jahr 2023 und der Zuschuss im Rahmen der Förderung nicht-fossiler Heizsysteme des Landes Schleswig-Holstein mitberücksichtigt. Informationen zu der aktuellen BEG-Förderung sowie den entsprechenden Förderquoten sind Kapitel 4.3.1 zu entnehmen.

Tabelle 4-6: Annahmen zum Vollkostenvergleich individueller Heizungssysteme

Bezeichnung	Wert
Wärmebedarf	22.500 kWh
Laufzeit	20 a
Zinssatz	2,5 %
Inflation	3,5 %
Gaskessel	10.000 €
Luft Wärmepumpe	30.000 €
Photovoltaik	14.600 €
Batterie	5.475 €
Holz Pelletkessel	30.000 €
Wärmespeicher	1.500 €
Biogas	12 ct/kWh
Netzstrom	40 ct/kWh
WP-Strom	28 ct/kWh
Holzpellets	8 ct/kWh

Bei der Betrachtung der CO₂-Emissionen werden alle Einzellösungen mit einem erdgasbefeuerten Gaskessel verglichen, da dieser im Bestand am häufigsten anzutreffen ist. Die Ergebnisse dieses CO₂-Vergleichs sind in Tabelle 4-7 dargestellt. Es zeigt sich, dass aufgrund der hohen anzusetzenden spezifischen CO₂-Emissionen des Netzstroms von 560 g/kWh (GEG, 2022) die Emissionen der Wärmepumpe mit 4.666 kg die geringste Einsparung von ca. 22 % gegenüber dem Gaskessel aufweisen. Beim Einsatz von Biomethan reduziert sich dieser Wert um ca. 42 % auf 3.500 kg/a. Die CO₂-Emissionen der Wärmepumpe können durch den Einsatz der PV-Anlage auf 3.658 kg/a reduziert werden. Die geringsten CO₂-Emissionen werden jedoch mit 500 kg/a von der Pelletheizung verursacht, sofern es sich um nachhaltig produzierte Pellets handelt.

Tabelle 4-7: Vergleich der CO₂-Emissionen der individuellen Lösungen

Technologie Energieträger	Gaskessel		Wärmepumpe		Pelletkessel
	Erdgas (Referenz)	Biomethan	Netzstrom	Netzstrom (mit PV)	Holz
spezifische CO ₂ -Emission	240 g/kWh	140 g/kWh	560 g/kWh	560 g/kWh	20 g/kWh
benötigte Energie	25.000 kWh	25.000 kWh	8.333 kWh	6.532 kWh	25.000 kWh
CO ₂ -Emission	6.000 kg	3.500 kg	4.666 kg	3.658 kg	500 kg
rel. Änderung zur Referenz	0 %	-42 %	-22 %	-39 %	-92 %

Auf den Punkt.

- Unter Betrachtung der Aspekte Ökologie, Technologie und Wirtschaftlichkeit ist die beste Lösung zur dezentralen Wärmeversorgung die Wärmepumpe (besonders in Kombination mit Photovoltaik)
- Power-to-heat mit Photovoltaik und Solarthermie können sinnvolle Ergänzungen sein.
- 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 $150 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ eine energetische Sanierungsmaßnahme vorrangig in Betracht gezogen werden
- Die Eignung einer Wärmepumpe muss im Einzelnen geprüft werden, da sie stark abhängig von verschiedenen Faktoren wie z.B. der Vorlauftemperatur im Heizkreislauf und den vorhandenen Heizkörpern ist

4.5 MINDERUNGSPOTENZIALE DURCH ZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG

Bei einer zentralen Wärmeversorgung für den Ortskern Sarlhusen 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 Sarlhusen umgesetzt werden kann und mit welchen Kosten dies verbunden wäre.

4.5.1 WÄRMENETZ

Während der Machbarkeitsstudie 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 ist der Standort auf dem nördlich gelegenen Gemeindegrundstück gewählt worden. Abbildung 4-17 zeigt den Verlauf der Wärmeleitungen.



Abbildung 4-17: Dimensionierung eines Wärmenetzes im Quartier Ortskern Sarlhusen

Im finalen Ausbau wird die Haupttrasse ca. 3,9 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.

Ein Wärmenetz dieser Länge wird bei Vorlauftemperaturen zwischen 80 °C und 90 °C Wärmeverluste von ca. 1.360 MWh/a aufweisen, was bei einer Anschlussquote von 100 % Wärmeverlusten in Höhe von 20 % des Wärmeabsatzes entspricht.

Grundsätzlich ist ein Fernwärmenetz immer dann interessant und wirtschaftlich, wenn auf möglichst kurzer Strecke viel Wärme geliefert werden kann – entweder durch große Wärmesenken oder eine

hohe Anschlussquote. Diese Größe wird als Wärmeliniendichte $\left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}\cdot\text{a}}\right]$ 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 30 % 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 [kWh/(m*a)]
30%	410
50%	683
70%	956
100%	1366

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 fünf Erzeugungskonzepte für die Gemeinde Sarlhusen entwickelt worden, die an dieser Stelle vorgestellt und besprochen werden.

Neben den unterschiedlichen Wärmeerzeugern verfügen alle Konzepte über einen Gaskessel zur Spitzenlastabdeckung und Redundanz sowie einen Wärmespeicher zur Betriebsoptimierung. Der regenerative Energiebezug wurde anhand der Erzeugerlastgänge einer Photovoltaikanlage mit 430 kW_p und drei Kleinwindkraftanlagen mit je 250 kW ermittelt (vgl. Abschnitt 4.1).

SZENARIO 1: BLOCKHEIZKRAFTWERK + WÄRMEPUMPE

Wie bereits in Abschnitt 4.2.5 beschrieben, stellt die Kraft-Wärme-Kopplung die gleichzeitige Bereitstellung von Wärme und Strom dar. In dem erarbeiteten Konzept wird Biogas, welches idealerweise rein aus einer lokalen Biogasanlage bezogen wird, in einem Blockheizkraftwerk verbrannt. Der bereitgestellte Strom kann für den Betrieb einer Wärmepumpe oder die Vermarktung am Strommarkt genutzt werden.

Abbildung 4-18 zeigt die Konzeptskizze des Kraft-Wärme-Kopplung Konzepts. Das Konzept beinhaltet ein Blockheizkraftwerk und eine Wärmepumpe.

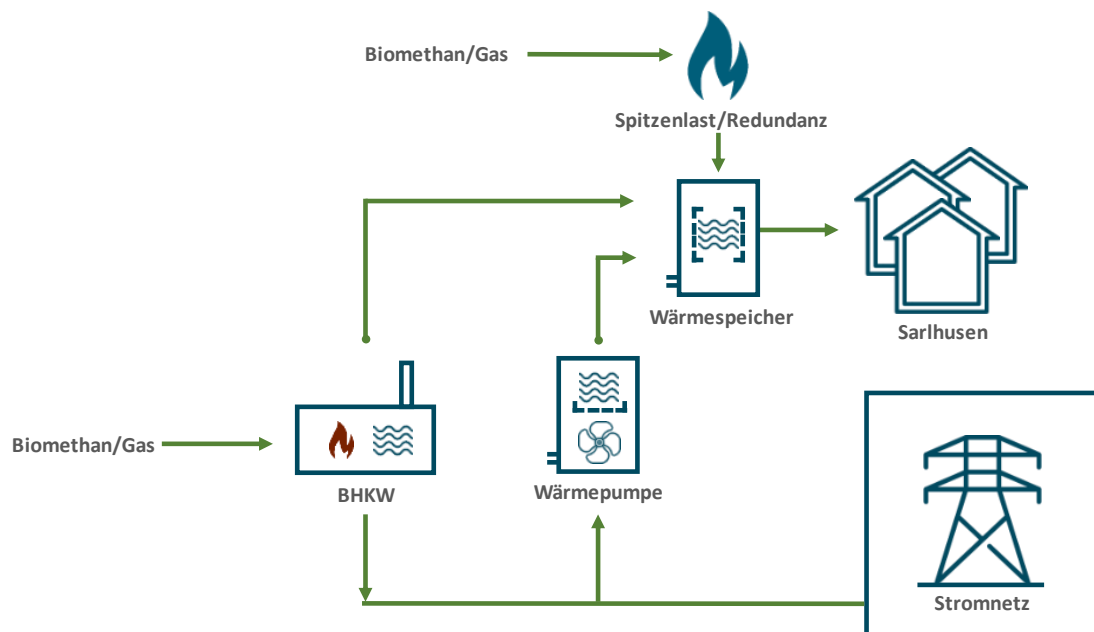


Abbildung 4-18: Konzeptskizze des ersten Erzeugerszenarios

Ein großer Vorteil dieses Konzepts ist, dass der Betreiber des Wärmenetzes eine höhere Flexibilität bei der Bereitstellung der Wärme hat und schnell auf Veränderungen am Energiemarkt reagieren kann. Das BHKW kann beispielsweise bei hohen Strompreisen in das Stromnetz einspeisen und ansonsten die Wärmepumpe antreiben. Darüber hinaus ist das Konzept weniger abhängig von der Einbindung regenerativer Stromquellen. Durch die Möglichkeit Strom aus der KWK-Anlage zu verwenden, lassen sich typischerweise auch Wärmenetze ohne PV oder Windstrom wirtschaftlich darstellen.

Demgegenüber steht die Abhängigkeit von der Verfügbarkeit des Brennstoffes. Sollte das Angebot an Biogas bereits ausgeschöpft sein muss auf die Verbrennung von Erdgas zurückgegriffen werden.

SZENARIO 2: PELLETKESSEL

Bei dieser Variante wird die Wärme durch die Verbrennung von Pellets bereitgestellt. Die Versorgung durch einen Pelletkessel erfolgt unabhängig von volatilen Wind- oder PV-Märkten. Holzpellets werden aus Koppelprodukten der Säge- oder Holzwerke hergestellt, also aus Spänen oder Hobelrückständen. Solche Nebenprodukte machen einen erheblichen Anteil des in Sägewerken eingesetzten Holzrohstoffes aus. Neben diesen kleineren Bestandteilen fließen auch größere Hölzer in die Herstellung von Pellets mit ein, wenn sie sich in den Industriebetrieben nicht mehr wirtschaftlich verarbeiten lassen.

Abbildung 4-19 zeigt wie bei dieser Variante die Wärme bereitgestellt wird. Das Konzept beinhaltet neben dem Pelletkessel einen Wärmespeicher und einen Gaskessel für Spitzenlast und Redundanz.

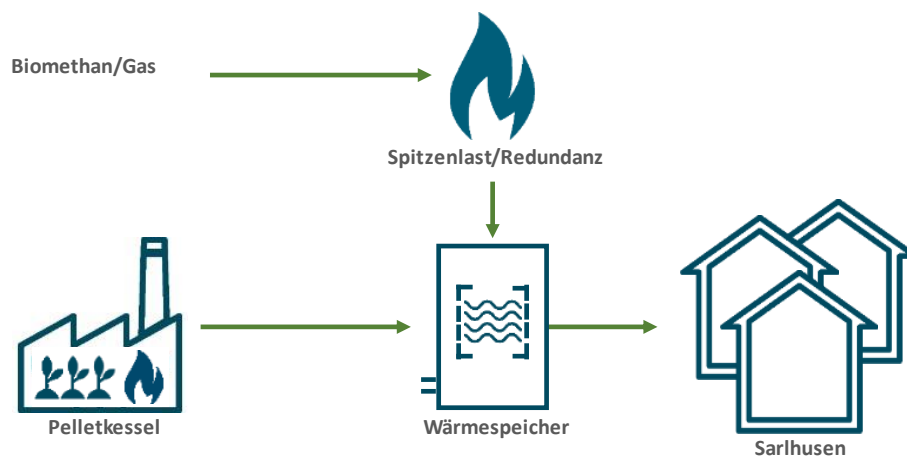


Abbildung 4-19: Konzeptskizze des zweiten Erzeugungsszenarios

Nachteil dieses Anlagenkonzeptes ist die Abhängigkeit von der Brennstoffverfügbarkeit und die Lagerung der Pellets. Da die gesamte Wärmeversorgung auf den Pellets basiert, muss eine kontinuierliche Brennstoffversorgung sichergestellt werden. Zudem muss ein geeignetes Lager für die Pellets vorhanden sein, was bei Anlagen dieser Größenordnung sehr platzintensiv ist.

SZENARIO 3: BIOGASANLAGE + WÄRMEPUMPE + HEIZSTAB

Dieses Konzept zielt darauf ab, die potenziell verfügbare Wärmemenge der nördlich des Quartiers gelegenen Biogasanlage in die Wärmeversorgung einzubinden. Die Versorgung erfolgt über eine Gasleitung von der BGA zur Heizzentrale. Da noch keine entsprechende Leitung vorhanden ist, muss eine neue ca. 1,5 km lange Gasleitung sowie ein zusätzliches BHKW am Standort der Energiezentrale gebaut werden. Die Kosten hierfür übernimmt der Betreiber der BGA, was sich auf den Preis für das Biogas auswirkt.

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 4-20 wird die Konzeptskizze dieses Szenarios schematisch dargestellt. Durch eigene Kleinwindkraftanlagen, wie in Abschnitt 4.1.1 beschrieben, wird nachhaltiger Strom für den Betrieb der Wärmepumpen geliefert. Dadurch, dass sich die Anlagen innerhalb einer Wärmegeellschaft befinden, kann überschüssiger Strom am Strommarkt verkauft werden – durch diese Erlöse wird der Wärmepreis weiter reduziert. Der elektrische Energiebezug aus dem öffentlichen Netz reduziert sich zusätzlich durch die von der BGA bereitgestellte Wärme. Zur Sicherheit ist ein Spitzenlast-Gaskessel sowie eine weitere Power-to-Heat-Anlage (Heizstab oder Elektrodenheizkessel) als Redundanz vorgesehen. Während extremer Kälteperioden oder für den Fall, dass die Wärmepumpe ausfallen sollte und nicht ausreichend oder gar keine Wärme durch das Biogas-BHKW 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 typischerweise wirtschaftlich nicht realisierbar.

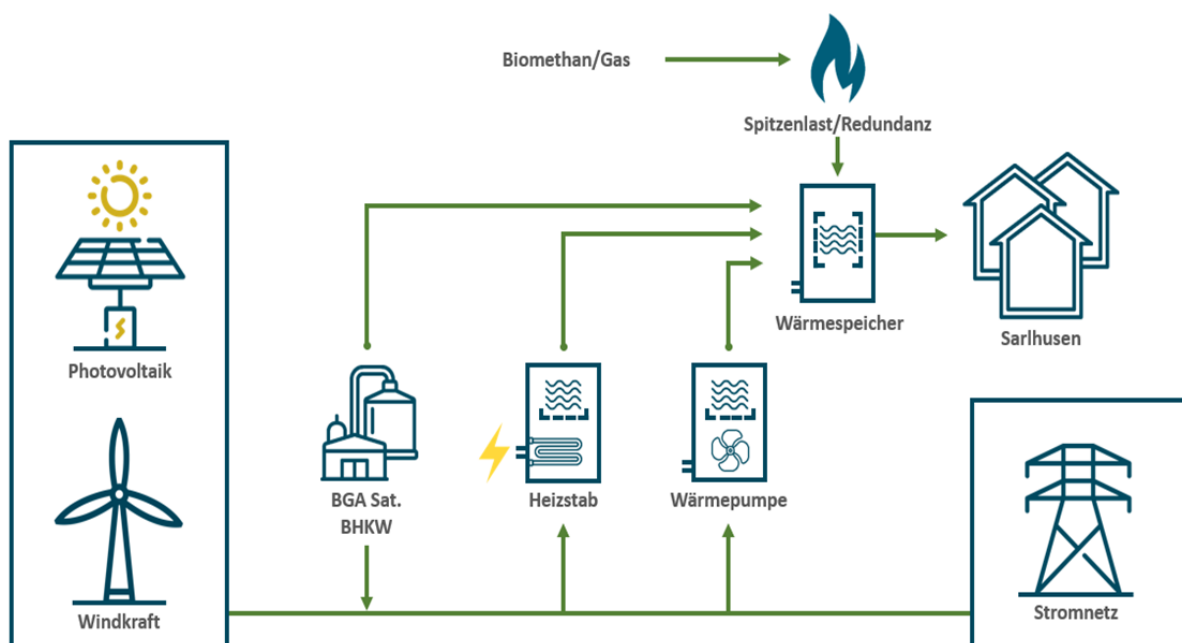


Abbildung 4-20: Konzeptskizze des dritten Erzeugungsszenarios

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. Zusätzlich trägt das Satelliten-BHKW dazu bei, die Energiekosten zu senken und den regenerativen Anteil der Wärmeerzeugung zu erhöhen, da durch den Bezug von Biogas weniger Strom aus dem öffentlichen Netz bezogen werden muss.

SZENARIO 4: BLOCKHEIZKRAFTWERK + WÄRMEPUMPE + HEIZSTAB

Der Unterschied zwischen dem vorherigen Szenario und dem in Abbildung 4.29 dargestellten Konzept besteht darin, dass das BHKW nicht dem Betreiber der BGA, sondern dem Wärmenetzbetreiber gehört. Dadurch können zusätzliche Einnahmen durch den Verkauf des überschüssigen Stroms aus dem BHKW erzielt werden. Demgegenüber stehen die Investitionskosten und der Aufwand für Betrieb, Wartung und Instandhaltung des eigenen BHKW. Die weiteren Komponenten des Konzeptes sind identisch mit dem vorherigen Szenario.

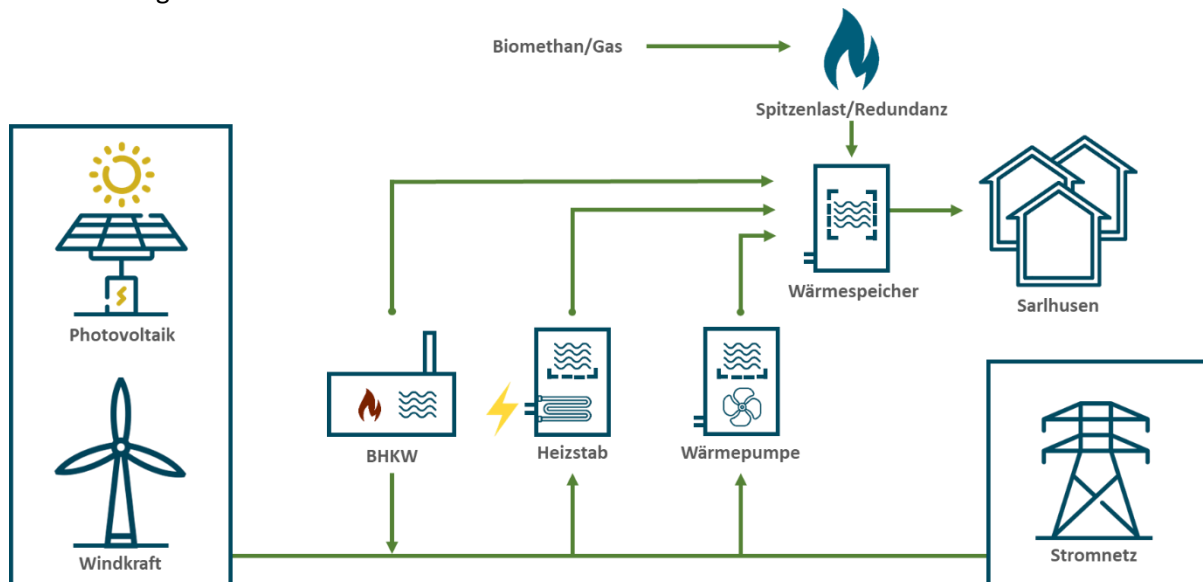


Abbildung 4-21: Konzeptskizze des vierten Erzeugungsszenarios

SZENARIO 5: PYROLYSE

Im folgenden Konzept wird der Einsatz einer Pyrolyseanlage untersucht. Bei der Pyrolyse wird Biomasse unter Ausschluss von Sauerstoff bei hohen Temperaturen thermochemisch umgesetzt. Dabei entsteht deutlich mehr Wärmeenergie als für den Prozess benötigt wird. Diese Abwärme kann als Fernwärme genutzt werden. Darüber hinaus können durch den Verkauf der erzeugten Biokohle und der generierten CO₂-Zertifikate Einnahmen erzielt werden. Das Konzept beinhaltet neben der Pyrolyse ein BHKW zur Nutzung des Biogases aus der nahegelegenen Anlage. Außerdem wird zur Versorgung der Wärmepumpe regenerative Energie bezogen.

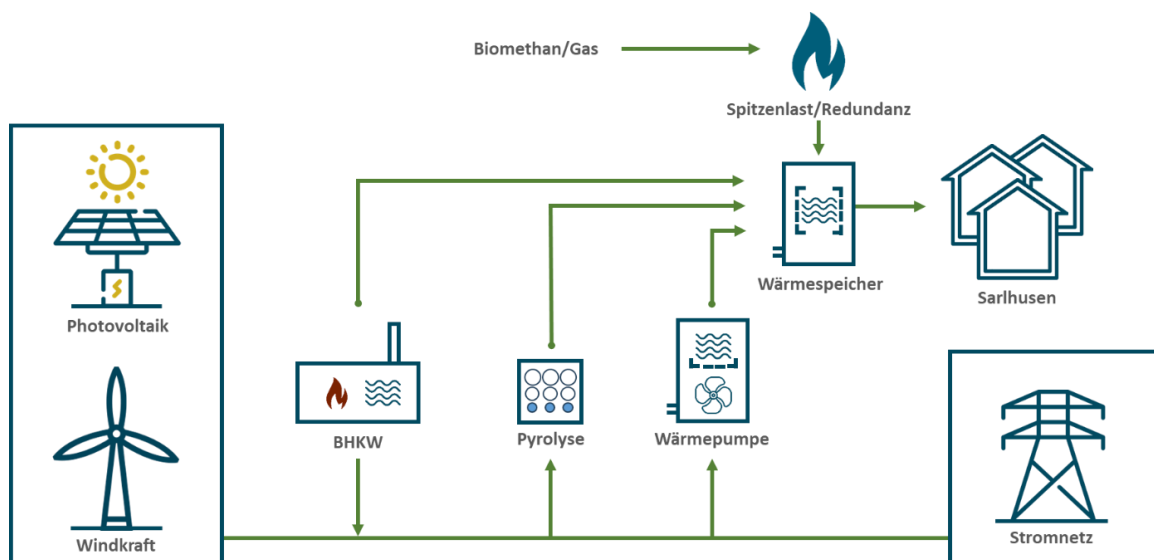


Abbildung 4-22: Konzeptskizze des fünften Erzeugungsszenarios

4.5.3 FÖRDERMÖGLICHKEITEN

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

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 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 der 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 vier Jahre, sind vierjährige Maßnahmepakete zu definieren, die jeweils als separate Anträge in Modul 2 zu stellen sind.

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_{th} 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_{th} gefördert. Für den Anteil der Wärme, der mit Strom aus erneuerbaren Energieanlagen ohne Netzdurchleitung erzeugt wird, beträgt die Betriebskostenförderung maximal 3 ct/kWh_{th}. 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.

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.

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.

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.

Hinweis:

Die Auswirkungen der Haushaltssperre aufgrund des Bundesverfassungsgerichtsurteils vom 15.11.2023 auf die hier beschriebenen Förderungen sind derzeit nicht absehbar. Es wird jedoch von einer Fortführung der Förderungen ausgegangen.

4.5.4 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 (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 %
Netzstrom	27 ct/kWh
Wind-/PV-Strom	12 ct/kWh
Stromverkauf an der Börse	16 ct/kWh
Einkauf Biomethan	10 ct/kWh
Holzpellets	6 ct/kWh
CO ₂ -Zertifikate	200 €/t
Bio-Kohle	377 €/t
Pellets	80 €/t
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	3.334.000 €
Hausanschlüsse 100 %	2.454.000 €
Gesamtinvestition	5.788.000 €
Förderung	2.315.000 €
Gesamtinvestition nach Förderung	3.473.000 €

Die Höhe der Fördersumme der BEW ist neben der allgemeinen Förderhöhe vgl. Abschnitt 4.5.3 begrenzt auf die Wirtschaftlichkeitslücke des jeweiligen Konzeptes zu einem kontrafaktischen Fall. Ist diese niedriger als die allgemeine Förderung, ist sie der limitierende Faktor. Deshalb muss diese mittels des dafür zur Verfügung stehenden Tools für die Investitions- und die Betriebskostenförderung ermittelt werden. Eine Überprüfung ergab, dass für verschiedene Anschlussquoten konzeptübergreifend die volle Förderhöhe in Ansprache genommen werden kann.

Für die Simulation der verschiedenen Szenarien wurde angenommen, dass der Spitzenlastkessel ausschließlich mit Biomethan betrieben wird, was dem Zielbild einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung entspricht. Trotz dessen ist der Betrieb des Gesamtsystem konzeptübergreifend so ausgelegt, dass entsprechend der BEW-Anforderung maximal 10 % des Wärmebedarfes durch den Gaskessel gedeckt wird. Dies ist notwendig, da dadurch bei fehlender Verfügbarkeit von Biomethan und dem Betrieb mit fossilem Gas der Anspruch auf die Förderung weiterbesteht. Die genaue Auslegung der jeweiligen Komponenten ist den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen. Für die Investitionsförderung muss beachtet werden, dass nicht alle Komponenten förderfähig sind. Gaskessel gelten zwar beim Betrieb mit Biogas als klimaneutral, sind aber nicht Gegenstand der BEW. Ebenso wird der im brennstofffreien Konzept eingesetzte Heizstab nicht gefördert. Die restlichen aufgeführten Komponenten werden mit 40 % bezuschusst.

SCENARIO 1: BLOCKHEIZKRAFTWERK + WÄRMEPUMPE

Tabelle 4-11 zeigt die Dimensionierung der Komponenten des ersten Konzepts. Die Auslegung des Spitzenlastkessels ist aus Redundanzzwecken mit 2.000 kW_{th} gewählt.

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

Bezeichnung	Auslegung	Nettoinvestition
Spitzenlastgaskessel	2.000 kW _{th}	203.000 €
Wärmepumpe	750 kW _{th}	1.381.000 €
BHKW	400 kW _{th}	612.000 €
Wärmespeicher	300 m ³	137.000 €
Heizhaus	90 m ²	183.000 €
Gesamtinvestition Erzeugung		2.516.000 €
Gesamtinvestition nach Förderung		1.591.000 €

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Verteilung des Energiebezugs in diesem Szenario. Aufgrund der hohen Kosten für den Bezug von elektrischer Energie aus dem Netz erscheint dieser trotz der deutlich geringeren Energiemenge im Vergleich zum Bezug von Biogas als teuer.

Tabelle 4-12: Aufteilung der Energiebezüge bei 100 % Anschlussquote – Sz.1

Bezeichnung	Energiebezug	Kosten
Biogas	3.303.000 kWh	336.000 €
Netzbezug	980.000 kWh	265.000 €

Aus dieser Differenzierung ergibt sich die Höhe des Betriebskostenzuschusses für die Wärmepumpe nach Modul 3 BEW. Diese wird bei Wärmepumpen anhand der Effizienz berechnet, die sich aus dem tatsächlichen Betrieb der Anlage ergibt. Die angegebenen Werte sind daher nur als Richtwerte zu verstehen.

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

Bezeichnung	Vergütung	Betriebskostenförderung
EE-Bezug	2,95 ct/kWh _{th}	24.600 €/a
Netzbezug	8,89 ct/kWh _{th}	74.000 €/a
Gesamt		23.000 €/a

Die Förderung der Betriebskosten von Strom, welcher aus einem eigenen BHKW bezogen wird, ist nicht möglich. Daher kann bei diesem Konzept nur eine Betriebskostenförderung auf den Netzbezug angerechnet werden. Die Vergütungssätze für den Energiebezug der Wärmepumpe in diesem Szenario befinden sich nah an den von der BEW festgelegten Höchstsätzen, weshalb die Betriebskostenförderung hier einen hohen Vorteil bringt. Da die wirtschaftliche Betrachtungszeit 30 Jahre beträgt und nach 10 Jahren die Förderung der Betriebskosten endet, wurde die gesamte Fördersumme auf einen jährlichen Betrag im Betrachtungszeitraum heruntergerechnet, um im Ergebnis auf einen Arbeitspreis zu kommen, welcher Kostendeckend über den Betrachtungszeitraum wirkt.

SZENARIO 2: PELLETKESSEL

Bei der Wärmeversorgung mit Pellets ist mit hohen Investitionen für das Heizhaus zu rechnen, da die Lagerung des Brennstoffs einen höheren Platzbedarf hat. Trotzdem weist dieses Konzept die geringsten Gesamtinvestitionen auf. Eine Zusammenfassung der Kosten und Auslegung ist in Tabelle 4-14 dargestellt.

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

Bezeichnung	Auslegung	Nettoinvestition
Spitzenlastgaskessel	2.000 kW _{th}	203.000 €
HHS-Kessel	2.000 kW _{th}	1.524.000 €
Wärmespeicher	300 m ³	137.000 €
Heizhaus	180 m ²	366.000 €
Gesamtinvestition Erzeugung		2.230.000 €
Gesamtinvestition nach Förderung		1.419.000 €

Da dieses Konzept über keine Wärmepumpe verfügt, entfällt die Betriebskostenförderung. Die Kosten für den Bezug der Pellets und des Biogases für die Spitzenlast betragen jährlich ca. 70.500 €.

SZENARIO 3: BIOGASANLAGE + WÄRMEPUMPE + HEIZSTAB + ERNEUERBAR

Tabelle 4-15 zeigt die Dimensionierung und Investitionskosten der Komponenten des dritten Konzeptes.

Tabelle 4-15: Dimensionierung und Investitionskosten der Wärmeerzeugung – Sz.3

Bezeichnung	Auslegung	Nettoinvestition
Spitzenlastgaskessel	2.000 kW _{th}	105.000 €
Heizstab	100 kW _{th}	9.000 €
Wärmepumpe	900 kW _{th}	1.657.000 €
Wärmespeicher	650 m ³	297.000 €
Heizhaus	80 m ²	163.000 €
Gesamtinvestition Erzeugung		2.329.000 €
Gesamtinvestition nach Förderung		1.482.000 €

Die Aufteilung der für die Wärmebereitstellung benötigten elektrischen Energie in diesem Konzept ist Tabelle 4-16 zu entnehmen. Die Bezugsmengen ergeben sich aus der Annahme einer PV-Anlage mit 431 kW_p und drei Kleinwindkraftanlagen mit jeweils 250 kW Leistung. Der Berechnung liegen entsprechende Erzeugerlastgänge zugrunde.

Tabelle 4-16: Jährlicher Energiebezug bei 100 % Anschlussquote – Sz.3

Bezeichnung	Energiebezug	Kosten
Biogas-Spitzenlast	737.000 kWh	74.000 €
BGA-Bezug	1.000.000 kWh	100.000 €
PV	250.000 kWh	30.000 €
Wind	881.000 kWh	106.000 €
Netzbezug	1.315.000 kWh	335.000 €

Die folgende Tabelle zeigt die Höhe der jährlichen Betriebskostenzuschüsse des dritten Szenarios. Im Vergleich zu den weiteren vorgestellten Konzepten werden hier die höchsten Betriebskostenzuschüsse generiert.

Tabelle 4-17: Betriebskostenförderung der Wärmepumpe bei 100 % Anschlussquote – Sz.3

Bezeichnung	Vergütung	Betriebskostenförderung
EE-Bezug	3,0 ct/kWh _{th}	28.000 €
Netzbezug	9,2 ct/kWh _{th}	100.000 €
Gesamt		128.000 €

SCENARIO 4: BLOCKHEIZKRAFTWERK + WÄRMEPUMPE + HEIZSTAB

Tabelle 4-15 zeigt die Auslegung der Komponenten und die Kosten des vierten Szenarios.

Tabelle 4-18: Dimensionierung und Investitionskosten der Wärmeerzeugung – Sz.4

Bezeichnung	Auslegung	Nettoinvestition
Spitzenlastgaskessel	2.000 kW _{th}	203.000 €
BHKW	400 kW _{th}	612.000 €
Wärmepumpe	750 kW _{th}	1.381.000 €
Wärmespeicher	650 m ³	297.000 €
Heizhaus	80 m ²	97.536 €
Gesamtinvestition Erzeugung		2.665.000 €
Gesamtinvestition nach Förderung		1.683.000 €

Die Energiebezüge und verbrauchsgebundenen Kosten ergeben sich wie folgt.

Tabelle 4-19: Jährlicher Energiebezug bei 100 % Anschlussquote – Sz.4

Bezeichnung	Energiebezug	Kosten
Biogas	3.097.000 kWh	309.000 €
PV	299.000 kWh	36.000 €
Wind	889.000 kWh	42.000 €
Netzbezug	549.000 kWh	148.000 €

Die Höhe der Betriebskostenförderung des vierten Szenarios kann Tabelle 4-20 entnommen werden.

Tabelle 4-20: Betriebskostenförderung der Wärmepumpe bei 100 % Anschlussquote – Sz.4

Bezeichnung	Vergütung	Betriebskostenförderung
EE-Bezug	2,95 ct/kWh _{th}	17.000 €
Netzbezug	8,89 ct/kWh _{th}	26.000 €
Gesamt		41.000 €

SZENARIO 5: PYROLYSE

Tabelle 4-15 zeigt die Dimensionierung der Komponenten des Pyrolyse-Konzeptes. Die Gesamtinvestition ist bei diesem Szenario aufgrund der hohen Kapitalkosten einer Pyrolyseanlage am höchsten.

Tabelle 4-21: Dimensionierung und Investitionskosten der Wärmeerzeugung – Sz.5

Bezeichnung	Auslegung	Nettoinvestition
Spitzenlastgaskessel	2.000 kW _{th}	203.000 €
BHKW	300 kW _{th}	459.000 €
Wärmepumpe	450 kW _{th}	829.000 €
Pyrolyse	400 kW _{th}	1.800.000 €
Wärmespeicher	650 m ³	297.000 €
Heizhaus	80 m ²	162.000 €
Gesamtinvestition Erzeugung		3.751.000 €
Gesamtinvestition nach Förderung		3.052.000 €

Die Aufteilung des Energiebedarfs für die Wärmebereitstellung ist in Tabelle 4-22 dargestellt. Neben dem Bezug von Biogas für das BHKW und die Spitzenlast wird für die Versorgung der Pyrolyse von einem Bezug von Biomasse in Form von Holzhackschnitzeln ausgegangen.

Tabelle 4-22: Jährlicher Energiebezug bei 100 % Anschlussquote – Sz.5

Bezeichnung	Energiebezug	Kosten
Biogas	3.755.000 kWh	375.000 €
Holzhackschnitzel	3.132.000 kWh	172.000 €
Netzbezug	9.000 kWh	2.000 €
PV	112.000 kWh	11.000 €

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

Tabelle 4-23: Betriebskostenförderung und Erlöse bei 100 % Anschlussquote – Sz.5

Bezeichnung	Vergütung	Betriebskostenförderung
Betriebskostenförderung EE	3,0 ct/kWh	2.500 €
Betriebskostenförderung Netz	9,2 ct/kWh	600 €
CO ₂ -Zertifikate	200 €/t	362.000 €
Bio-Kohle	377 €/t	207.000 €
BHKW-Überschuss	0,16 ct/kWh	66.000 €
Gesamt		638.000 €

ZUSAMMENFASSUNG

Die verbrauchsgebundenen Kosten sind in Tabelle 4-24 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 4-23 dargestellten Erlöse zurückzuführen. Durch den Verkauf der Kohle und die Generierung von CO₂-Zertifikaten können bei diesem Anschlussgrad die verbrauchsgebundenen Kosten vollständig gedeckt und zusätzliche Gewinne erzielt werden.

Tabelle 4-24: Jährliche Verbrauchskosten der Konzepte bei 100 % Anschlussquote

Konzept	Verbrauchskosten	Verbrauchskosten abzüglich Vergütungen
Sz1: BHKW + Wärmepumpe	601.000 €	527.000 €
Sz2: Pelletkessel	584.000 €	584.000 €
Sz3: BGA + erneuerbar	169.000 €	130.000 €
Sz4: BHKW + erneuerbar	536.000 €	494.000 €
Sz5: Pyrolyse	562.000 €	- 77.000 €

Betrachtet man die verbrauchs-, betriebs- und kapitalgebundenen Kosten und die Erlöse zusammen ergeben sich die in Abbildung 4-23 dargestellten Wärmegestehungskosten (WGK) bei einer Anschlussquote von 70 %. Es zeigt sich, dass die Pyrolyseanlage mit 14,25 ct/kWh_{th} geringere Vollkosten als die dezentrale Versorgung mit einer Wärmepumpe und dem Bezug aus der BGA erreicht.

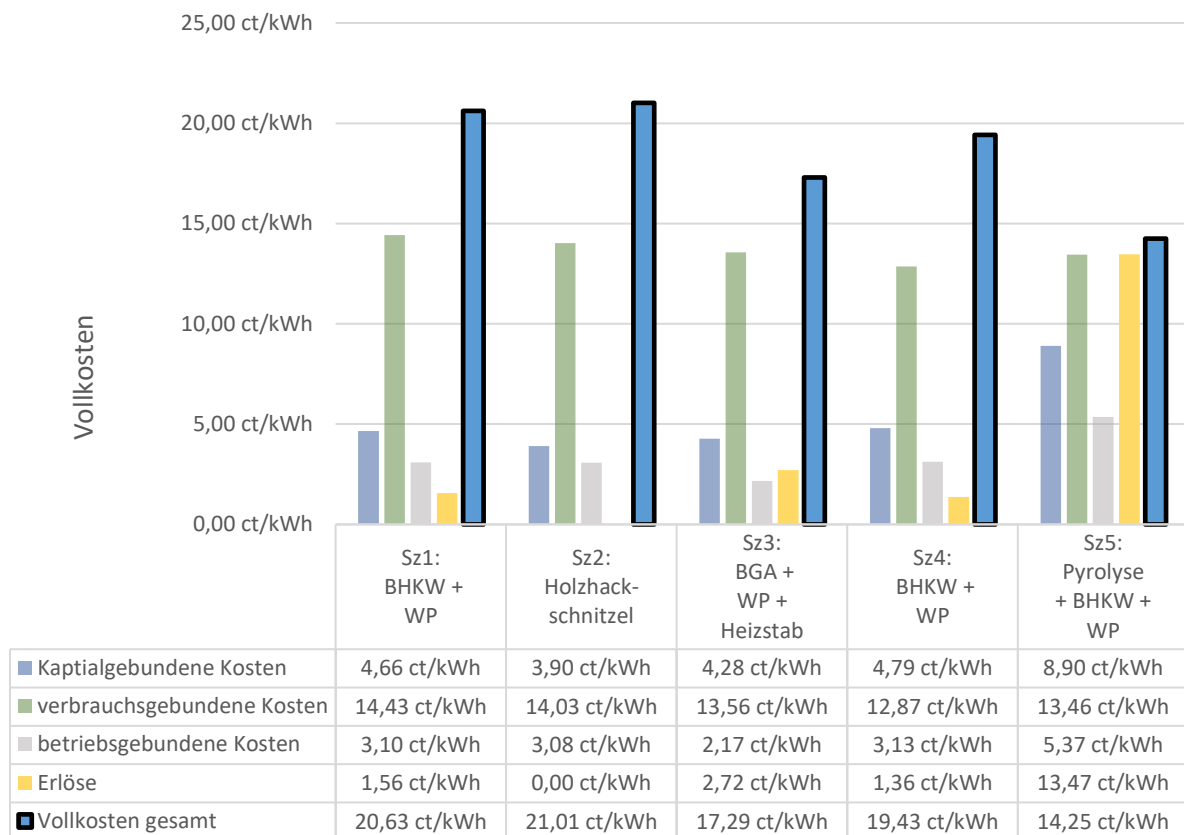


Abbildung 4-23: Wärmegestehungskosten der Versorgungsszenarien bei einer Anschlussquote von 70 %

4.5.5 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 Abbildung 4-24 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.

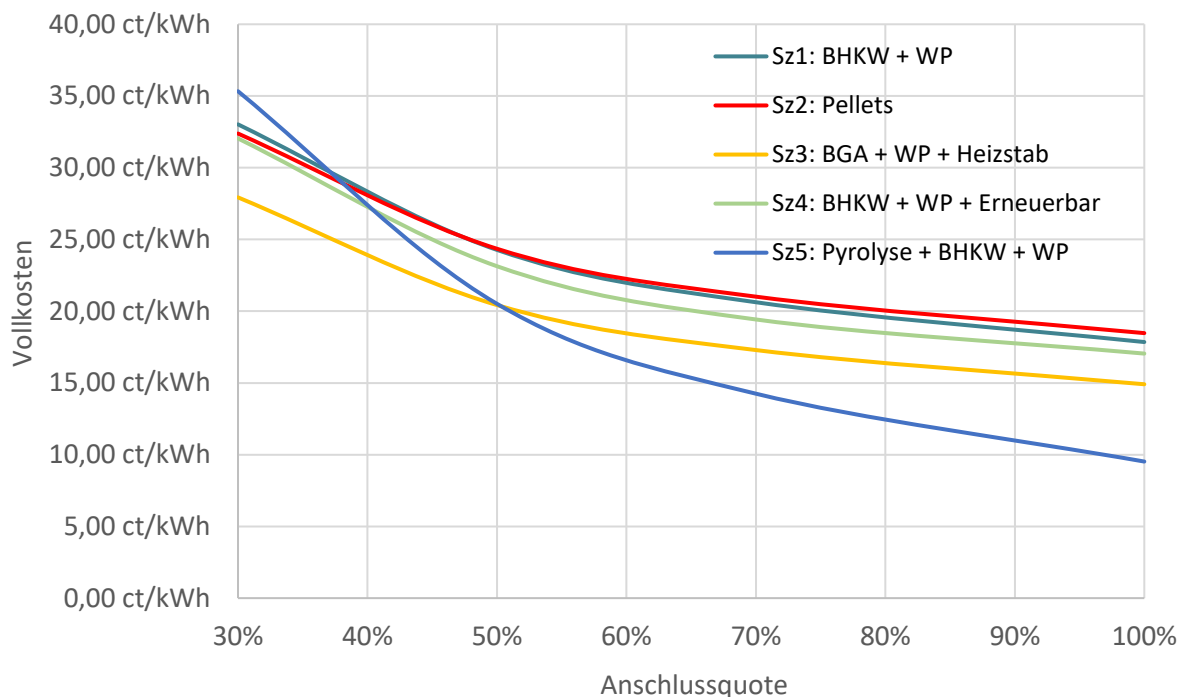


Abbildung 4-24: Abhängigkeit der Vollkosten von der Anschlussquote

Die Abbildung zeigt, dass das Konzept mit der Pyrolyseanlage erst ab einem Anschlussgrad von ca. 50 % 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.

4.5.6 KLIMAVERTRÄGLICHKEIT

Ziel dieser Studie ist, einen möglichen Pfad zur CO₂-Neutralität der Gemeinde Sarlhusen aufzuzeigen. Neben dem vorgestellten, möglichen Wärmenetz werden auch andere Sektoren und Lösungen untersucht, welche in ihrer Gesamtheit zur CO₂-Reduktion beitragen. In diesem Absatz werden drei wichtige Indikatoren zur Klimaverträglichkeit in Bezug auf das konzipierte Nahwärmenetz genauer untersucht:

- Spezifische CO₂-Emission
- Anteil erneuerbarer Energie
- Primärenergiefaktor

SPEZIFISCHE CO₂-EMISSION

Wieviel CO₂ wird mit jeder verbrauchten Kilowattstunde Wärme ausgestoßen? Genau zu dieser Frage geben die spezifischen CO₂-Emissionen des Wärmenetzes eine Auskunft. Dieser Abschnitt wird zeigen, wie sich der CO₂-Ausstoß des Wärmenetzes in Zukunft voraussichtlich entwickeln wird.

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 CO₂-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 CO₂-Faktor für Netzstrom wird die nächsten Jahre weiter sinken, mit dem Ziel 2035 0 g/kWh zu erreichen.

In Tabelle 4-25 sind die verwendeten CO₂-Emissionsfaktoren und die daraus resultierenden spezifischen und absoluten CO₂-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 CO₂-Emissionsfaktor für Netzstrom bis dahin auf 0 g/kWh sinkt. Bis dahin wird von einer linearen Abnahme des CO₂-Äquivalents ausgegangen. Aufgrund des Einsatzes von Biogas in allen Szenarien kann bis 2040 in keinem der Konzepte eine emissionsfreie Wärmeversorgung erreicht werden. Die spezifischen CO₂-Faktoren wurden auf Basis der im jeweiligen Szenario eingesetzten Energiemengen und der in der Tabelle angegebenen CO₂-Faktoren berechnet. Die Werte basieren auf einem Anschlussgrad von 100 %.

Tabelle 4-25: spezifische CO₂-Emission für die erzeugte Wärme

Energieträger	CO ₂ -Emissionen				
	2024	2025	2030	2035	2040
Wärmeabsatz (kWh/a)	6.703.000	6.569.000	6.241.000	5.929.000	5.617.000
Holz	20 g/kWh	20 g/kWh	20 g/kWh	20 g/kWh	20 g/kWh
Netzstrom	560 g/kWh	509 g/kWh	266 g/kWh	0 g/kWh	0 g/kWh
Windstrom	0 g/kWh	0 g/kWh	0 g/kWh	1 g/kWh	0 g/kWh
Biogas	140 g/kWh	140 g/kWh	140 g/kWh	140 g/kWh	140 g/kWh
Erdgas	240 g/kWh	240 g/kWh	240 g/kWh	240 g/kWh	240 g/kWh
Sz.1 spez. CO ₂ -Emission	152 g/kWh	145 g/kWh	107 g/kWh	70 g/kWh	70 g/kWh
Sz.1 CO₂-Emission	1.020 t/a	950 t/a	670 t/a	416 t/a	395 t/a
Sz.2 spez. CO ₂ -Emission	35 g/kWh	34 g/kWh	31 g/kWh	29 g/kWh	27 g/kWh
Sz.2 CO₂-Emission	236 t/a	224 t/a	196 t/a	171 t/a	150 t/a
Sz.3 spez. CO ₂ -Emission	146 g/kWh	132 g/kWh	77 g/kWh	30 g/kWh	28 g/kWh
Sz.3 CO₂-Emission	979 t/a	867 t/a	480 t/a	177 t/a	155 t/a
Sz.4 spez. CO ₂ -Emission	111 g/kWh	103 g/kWh	76 g/kWh	53 g/kWh	49 g/kWh
Sz.4 CO₂-Emission	741 t/a	677 t/a	477 t/a	315 t/a	276 t/a
Sz5. spez. CO ₂ -Emission	89 g/kWh	86 g/kWh	79 g/kWh	72 g/kWh	67 g/kWh
Sz5. CO₂-Emission	593 t/a	563 t/a	491 t/a	428 t/a	374 t/a

Das zweite Szenario weist die geringsten CO₂-Emissionen auf. Durch den Einsatz von Holz als Energieträger können die Emissionen im Vergleich zur heutigen dezentralen Wärmeversorgung um 971 t/a reduziert werden. Im dritten Szenario werden die Emissionen im Jahr 2040 auf einem ähnlich hohen Niveau wie im zweiten Szenario liegen.

ANTEIL ERNEUERBARER ENERGIE

Für den Betrieb der Wärmepumpe wird ein geringer Anteil an Netzstrom benötigt. Dieser wird mit einem regenerativen Anteil von 46 % angesetzt, was dem Anteil im deutschen Strommix im Jahr 2022 entspricht (Umweltbundesamt, 2023). Der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung ist in Tabelle 4-26 dargestellt.

Tabelle 4-26: Anteil erneuerbarer Energie im Wärmenetz (gerundete Werte)

Erzeuger	Energie	erneuerbar	nicht erneuerbar
Szenario 1	6.703.000 kWh	6.252.000 kWh	451.000 kWh
		93%	7%
Szenario 2	6.703.000 kWh	6.033.000 kWh	670.000 kWh
		90%	10%
Szenario 3	6.703.000 kWh	6.098.000 kWh	605.000 kWh
		91%	9%
Szenario 4	6.703.000 kWh	6.450.000 kWh	253.000 kWh
		96%	4%
Szenario 5	6.703.000 kWh	6.699.000 kWh	4.000 kWh
		100%	0%

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.

Tabelle 4-27 zeigt die Eingangsparameter und Ergebnisse der Berechnung des Primärenergiefaktors für die Wärmelieferung. Der niedrigste Primärenergiebedarf ergibt sich in Szenario 2.

Tabelle 4-27: Berechnung des Primärenergiefaktors

Energieträger		Energie [kWh]	Primärenergiefaktor	Primärenergie [kWh]
Sz. 1	WP-Strom	529.408	1,2	635.290
	Biogas BHKW	2.721.240	0,5	1.360.620
	Biogas Spitzenlast	639.890	0,7	447.920
	Wärmelieferung	6.702.757	0,36	2.443.830
§ 22 Primärenergiefaktor nach Kappung			0,36	
Energieträger		Energie [kWh]	Primärenergiefaktor	Primärenergie [kWh]
Sz. 2	Holz	6.032.482	0,2	1.206.496
	Erdgas	670.276	1,1	469.193
	Wärmelieferung	6.702.757	0,32	1.675.689
§ 22 Primärenergiefaktor nach Kappung			0,32	
Energieträger		Energie [kWh]	Primärenergiefaktor	Primärenergie [kWh]
Sz. 3	WP-Strom	710.074	1,2	852.089
	Biogas Spitzenlast	669.791	0,7	468.853
	Biogas BHKW	998.621	0,5	499.310
	Wärmelieferung	6.702.757	0,27	1.820.253
§ 22 Primärenergiefaktor nach Kappung			0,27	
Energieträger		Energie [kWh]	Primärenergiefaktor	Primärenergie [kWh]
Sz. 4	WP-Strom	710.074	1,2	852.089
	Biogas Spitzenlast	375.476	0,7	262.833
	Biogas BHKW	2.721.240	0,5	1.360.620
	Wärmelieferung	6.702.757	0,37	2.475.542
§ 22 Primärenergiefaktor nach Kappung			0,37	
Energieträger		Energie [kWh]	Primärenergiefaktor	Primärenergie [kWh]
Sz. 5	WP-Strom	4.789	1,2	5.746
	Biogas Spitzenlast	639.890	0,7	447.923
	Holz	3.131.665	0,2	626.333
	Biogas BHKW	3.114.949	0,5	1.557.475
	Wärmelieferung	6.702.757	0,39	2.637.477

4.5.7 ZEITPLAN UND UMSETZUNG

Der Bau eines Wärmenetzes, welches den Ortskern der Gemeinde Sarlhusen 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.

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

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 4-25 zeigt die beschriebenen Phasen bei der Umsetzung eines Wärmenetzes und gibt eine Einschätzung, wie lange die Erschließung der Gemeinde Sarlhusen bei einem idealtypischen Bauverlauf dauern könnte. Die Zeitangaben sind jeweils zu addieren, folglich kann die Erschließung des gesamten Ortes ca. 6 Jahre in Anspruch nehmen. Abhängig vom Projektverlauf und der Akzeptanz in der Gemeinde kann es hierbei stets zu Abweichungen kommen.

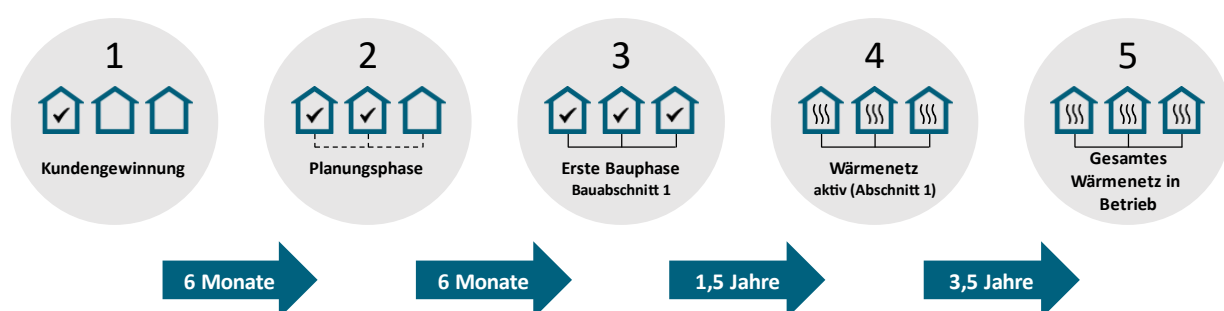


Abbildung 4-25: Zeitplan Wärmenetz

4.5.8 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 weitere Möglichkeit ist die Gründung eines **Bürgerenergiewerks**. Ein Bürgerenergiewerk ist eine Genossenschaft, 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. Über eine Bürgerenergiewerk könnte auch noch die lokale Stromvermarktung abgewickelt werden.

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 Crowdfundings (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 CO₂-Emissionen im Bereich der Mobilität in Sarlhusen betrachtet und beschrieben. Es werden verschiedene Handlungsoptionen aufgezeigt, die in Ihrer Gesamtheit zur Förderung einer nachhaltigen Mobilität in Sarlhusen beitragen können.

4.6.1 INDIVIDUELLER PERSONENKRAFTVERKEHR

Nach Angaben des Kraftfahrt-Bundesamts waren zu Beginn des Jahres 332 Personenkraftwagen innerhalb der Gemeinde Sarlhusen zugelassen, darunter 23 PKW 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 CO₂-Emissionen von bereits vorhandenen Elektroautos sind bereits im Stromlastgang der Gemeinde Sarlhusen enthalten, aus diesem Grund werden im Folgenden nur Fahrzeuge betrachtet, die mit Diesel oder Benzin betrieben werden. Das Kraftfahrt-Bundesamt gibt für den Kreis Steinburg an, dass es sich bei 35 % der PKW um Diesel-Fahrzeuge und bei 60 % um Benzin-Fahrzeuge handelt (Kraftfahrt-Bundesamt, 2023). Die dadurch geschätzte Anzahl an PKW-Typen ist in Tabelle 4-28 aufgelistet.

Tabelle 4-28: Anzahl PKW nach Kraftstofftyp

Kraftstoffart	Benzin	Diesel	Gas	Hybrid	Elektro
Prozentualer Anteil	59,9 %	34,7 %	0,7 %	2,7 %	1,9 %
Anzahl Sarlhusen	199	115	2	9	7

Auf Grund der geringen Anzahl von Gas- und Hybrid-Fahrzeugen werden diese im Rahmen der Studie zunächst nicht weiter betrachtet, womit die 314 benzin- und dieseltreibenden 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 Benzinerverbrauch 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 22 kWh/100 km angenommen. Die CO₂-Emissionen pro kWh Diesel wurden auf Basis des CO₂-Faktors von Heizöl (siehe Tabelle 3-12) berechnet. Die pro kWh Benzin verursachten Emissionen wurden auf Basis einer Erhebung des Umweltbundesamtes berechnet (Umweltbundesamt, 2022).

Für die Abschätzung der CO₂-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 CO₂-Emissionen der batterieelektrisch betriebenen Fahrzeuge wird in dieser Betrachtung davon ausgegangen, dass die Fahrzeuge mit Strom aus dem Stromnetz geladen werden. Der CO₂-Emissionsfaktor der einzelnen Stützjahre entspricht dabei den Werten aus Tabelle 4-25. Die Ergebnisse dieses Vergleichs werden in Abbildung 4-26 dargestellt. Neben der Entwicklung der CO₂-Emissionen kann der Abbildung die angenommenen E-Fahrzeuganzahl bis 2050 entnommen werden.

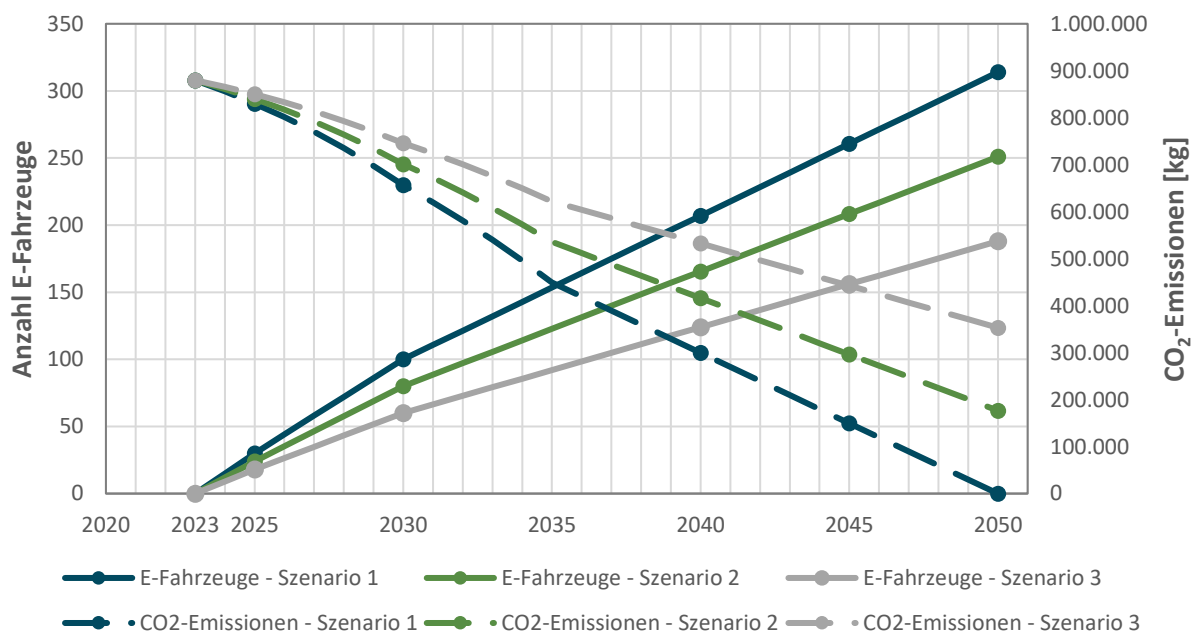


Abbildung 4-26: Entwicklung der PKW-CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2050

4.6.2 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 CO₂-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 Tagerstarife. 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 CO₂ 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.

4.6.3 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 Sarlhusen übertragen lässt, ist zu erahnen, dass der Ausbau des Radverkehrs ein großes Potenzial zur Reduktion der CO₂-Emissionen hat. Wer täglich 1 km Fahrrad fährt und dafür das Auto stehen lässt spart jährlich ca. 80 kg CO₂ ein.

Folgend werden einige Optionen zur Unterstützung des Radverkehrs in Sarlhusen 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)

4.6.4 ERRICHTEN ÖFFENTLICHER LADESTATIONEN

Obwohl die Struktur in Sarlhusen 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.

4.6.5 ÖFFENTLICHER PERSONENNAHVERKEHR

Tabelle 4-29 zeigt für unterschiedliche Verkehrsmittel die verursachten Treibhausgasemissionen (CO₂, CH₄ und N₂O) in Gramm pro Personenkilometer [g/Pkm] CO₂-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 CO₂-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 4-29: Vergleich der CO₂-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 4-29 zwei wichtige Punkte entnommen werden. Der ÖPNV, ob Bahn oder Bus, verursachte 2019 die geringsten CO₂-Emissionen pro Personenkilometer. Außerdem zeigt sich, dass gerade der Nahverkehr enormes Potenzial für weitere CO₂-Einsparungen hat.

Eine Möglichkeit den ÖPNV zu fördern wäre eine Fahrplan- und Taktverdichtung, durch die das ÖPNV-Angebot flexibler gestaltet werden kann. Sarlhusen 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, die im Rahmen eines Sanierungsmanagements zu realisieren sind (siehe Tabelle 5-1). Über die Darstellung von maximal drei Bäumen wird die Priorität der einzelnen Maßnahme beschrieben, wobei drei Bäume die höchste Priorität darstellt.

Tabelle 5-1: Maßnahmenkatalog

Wärme		
1.	Wärmenetz realisieren (Versorgung) <ul style="list-style-type: none"> • Findung eines Betreibermodells (z.B. Gemeindeenergiwerk) • Entwurfsplanung für das Quartier Ortskern Sarlhusen • Kundenakquise • Informationsveranstaltungen und Aufklärungskampagnen zum Thema Wärmenetze • Realisierung des Netzes 	
2.	Einzelversorgungslösungen <ul style="list-style-type: none"> • Dezentrale Wärmeversorgungslösungen • Kostenlose initiale und individuelle Beratungsangebote für Bewohner_innen im SMA • Unterstützung bei Fördermittelakquise und Umsetzung 	
3.	Sanierung Wohngebäude <ul style="list-style-type: none"> • Kostenlose initiale und individuelle Beratungsangebote für Bewohner_innen des Quartiers • Unterstützung bei der Fördermittelakquise • Dokumentation der Beratungen als Monitoring-Tool • Informationsveranstaltungen 	
Strom		
4.	Errichtung Erneuerbarer Energien zur Nutzung im Quartier <ul style="list-style-type: none"> • Flächenakquise für eigene Windkraft- oder PV-Anlagen der Gemeinde • Gewinnung lokaler EE-Anlagen zur Stromlieferung für das Quartier • Genehmigungsfähigkeit der akquirierten Flächen prüfen • Umsetzungsbegleitung bei der Errichtung 	
5.	Vertrieb regionaler EE-Produkte <ul style="list-style-type: none"> • Gründung eines Bürgerenergiwerkes/Gemeindewerkes • Erstellung der Produktportfolios (Haushaltsstromtarif, Mobilitätstarif und Wärmepumpentarif) • Werbung & Vermarktung 	
6.	PV-Dachanlagen & Speichertechnologien für Einzellösung <ul style="list-style-type: none"> • Ergänzend zu Punkt 3 • Unterstützung bei Eigenversorgungslösungen 	
Mobilität & Städteplanung		
7.	Förderung der Elektromobilität innerhalb der Gemeinde <ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung bei der Errichtung zusätzlicher privater Ladesäulen • Errichtung öffentlicher Ladesäulen • Aufklärungskampagnen zu Vorurteilen gegenüber der Elektromobilität 	
8.	Carsharing <ul style="list-style-type: none"> • Umfragen und Informationsveranstaltungen zur Bedarfsermittlung organisieren • Carsharing Angebot schaffen • Organisation des Anschlusses an Osdorf 	
9.	Radverkehr <ul style="list-style-type: none"> • Ausbau und Beleuchtung von Radwegen, die in und aus dem Quartier führen • Aufbauen eines örtlichen E-Bike-Sharing Angebotes • Serviceangebot für Fahrräder schaffen (Reparatur- und Luftpumpstationen) • Errichten von Abstellmöglichkeiten für Fahrräder an zentralen Bushaltestellen 	

Im Bereich der Wärmeversorgung sind die Maßnahmen mit der höchsten Priorität sowohl die Realisierung eines Wärmenetzes als auch die Sanierung der Wohngebäude. Die Realisierung eines Wärmenetzes ist die Maßnahme mit dem größten Zeitbedarf und beinhaltet sowohl kurzfristige Aufgaben wie die Suche nach einer Betreibergesellschaft, als auch langfristige Aufgaben mit der Realisierung des Netzes in einzelnen Bauabschnitten. Die Sanierung der öffentlichen Gebäude ist eine kurz- bis mittelfristige Aufgabe.

Bei den beschriebenen Maßnahmen zur Stromversorgung ist die Errichtung erneuerbarer Anlagen zur Stromproduktion im Quartier mit einer mittleren Priorität zu versehen. Der Vertrieb regionaler Stromprodukte über ein Gemeindeenergiwerk hat eine geringe Priorität. Bei beiden Maßnahmen handelt es sich um mittel- bis langfristige Maßnahmen.

Carsharing kann wie bereits beschrieben im ländlichen Raum einen Mehrwert erzielen, wird aber im Vergleich zu anderen Maßnahmen eher untergeordnet. Aus diesem Grund wird die Priorität der Maßnahme Carsharing für ein Sanierungsmanagement als mittel eingestuft. Die weitere Förderung der Elektromobilität und des Radverkehrs wird mit geringer und mittlerer Priorität eingestuft. Bei der Errichtung öffentlicher Ladesäulen hat dies vor allem mit dem hohen Anteil an Einfamilienhäusern in Sarlhusen zu tun, da ein Großteil der Anwohner wahrscheinlich primär über eigene Wallboxen laden wird.

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 Sarlhusen wesentlich:

- Marktlage PV: Aktuell sind die Preise für Module niedrig, die Kosten für Dienstleister jedoch hoch
- Aktuelle Strompreisentwicklung
Für ein Bürgerenergiewerk 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 Bürgerenergiewerk: 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 ist das sich direkt anschließende Sanierungsmanagement. Die hier formulierten und priorisierten 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 und eine Entlastung des Sanierungsmanagements als solchem.

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. Die Förderung der KfW hat hier ein unterstützendes Element, das Sanierungsmanagement, etabliert, welches genau für diese Aufgabe von der Gemeinde eingesetzt werden sollte. Als Kontrollinstanz soll hier immer die Lenkungsgruppe agieren.

7.1 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die Öffentlichkeitsarbeit ist ein zentraler Punkt in jedem energetischen Quartierskonzept und Sanierungsmanagement. 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 Sanierungsgrad meist nicht erreicht werden. Insbesondere bei der geplanten Errichtung eines Wärmenetzes ist in Sarlhusen 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.

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 Sarlhusen 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 Energieberatung ist für die Erfolgreiche Umsetzung der Arbeit mit der Öffentlichkeit anzusetzen. Die Bevölkerung nimmt wahr, dass die Sanierungsmanager_innen im Ort präsent sind. Dies kann Vertrauen in das Vorhaben generieren. Der eigentliche Zweck einer Energieberatung soll jedoch 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 des Sanierungsmanagements 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.

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 des Sanierungsmanagements an dieser Stelle muss immer im Einzelfall geprüft werden. Im Fall von Sarlhusen wäre eine Unterstützung denkbar.

Bausteine der Öffentlichkeitsarbeit

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

- **Lenkungsgruppe**

Die Einrichtung einer gut funktionierenden 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 werden und regelmäßig informiert werden. Zusätzlich sollte die Lenkungsgruppe nicht als statisch angenommen werden, 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 sein kann.

- **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.

- **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 Sarlhusen 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 bewehrt.

- **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 das Sanierungsmanagement 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 Berührungängste 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.

7.2 CONTROLLING-KONZEPT

Als übergeordnete Kenngröße des Projekterfolges sollte die Reduktion des CO₂-Austoßes stehen. Eine fortlaufende Kontrolle und Aktualisierung der Energie- und CO₂-Bilanz sind ein guter Weg, um den Erfolg der vorgeschlagenen Maßnahmen zu dokumentieren. In einem nachgelagerten Sanierungsmanagement sollte eine regelmäßige Erfolgskontrolle durchgeführt werden. Hier schlagen wir eine Kooperation mit dem CO₂-Compass vor. Der CO₂-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 oder aus dem Sanierungsmanagement 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 CO₂-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 Sanierungsmanager_in über die Durchführung und Dokumentation von Energieberatungen eine Aussage über potenziell durchgeführte energetische Maßnahmen im Quartier treffen.

7.2.2 WÄRMENETZ

Im 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 Stromteils 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 CO₂-Menge im Vergleich zu den Vorjahren veröffentlicht werden.

Bei einem bilanziellen Stromprodukt kann die Anzahl der abgeschlossenen Verträge sowie die bereitgestellte Energie kommuniziert werden. Auf diese Weise kann ausgewertet werden, welcher Anteil des Strombedarfs von Sarlhusen bereits über das lokale Bürgerenergiwerk gedeckt 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.

Zusammengefasst lauten die Aufgaben des Sanierungsmanagements:

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

Die Sanierungsmanager_innen sollten nah an der Gemeinde und den lokalen Akteuren arbeiten und falls nötig Expert_innen von außerhalb hinzuziehen. Im Rahmen des Sanierungsmanagements sollte auch die Dokumentation des parallellaufenden Controllings, beschrieben in Kapitel 7.2, erfolgen.

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 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 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
- 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. 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 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 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
- 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/>
- Datenblätter Potenzialflächen Segeberg.* (kein Datum). Von https://www.schleswig-holstein.de/mm/downloads/MILIG/lepWind_2020/Planunterlagen_RP3/Datenblaetter_SEG_PR3.pdf abgerufen
- Datenblätter Potenzialflächen Steinburg.* (kein Datum). Von https://www.schleswig-holstein.de/mm/downloads/MILIG/lepWind_2020/Planunterlagen_RP3/Datenblaetter_STE_PR3.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
- 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
- GEG. (2022). *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz)*.
- ifeu. (2014). *Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg.
- 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
- Kraftfahrt-Bundesamt. (1. Januar 2023). Abgerufen am 15. August 2023 von https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/ZulassungsbezirkeGemeinden/zulassungsbezirke_node.html
- Meteonorm. (2023).
- 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 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. (2023). 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
- 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 abgerufen
- Umweltbundesamt. (3. März 2021). Radverkehr. Abgerufen am 7. Juli 2022 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/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 abgerufen
- Umweltbundesamt. (2023). *Energieeffizienz in Zahlen - Entwicklung und Trends in Deutschland 2022*. Von https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=3 abgerufen
- Umweltbundesamt. (17. März 2023). *Erneuerbare Energien in Zahlen*. Abgerufen am 27. März 2023 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>
- 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.