Ver- und Entsorgungsgesellschaft Sersheim mbH

KfW Energetische Stadtsanierung

Integriertes Quartierskonzept
Gemeinde Sersheim

Bietigheim-Bissingen, Januar 2020

Quartier

Teilgebiete der Gemeinde Sersheim

Auftraggeber

Ver- und Entsorgungsgesellschaft Sersheim mbH
Schloßstr. 21
74372 Sersheim

Auftragnehmer

Energie. Für Sie!

Stadtwerke Bietigheim-Bissingen

Stadtwerke Bietigheim-Bissingen GmbH
Rötestraße 8
74321 Bietigheim-Bissingen

www.sw-bb.de

IBS Ingenieurgesellschaft mbH
Flößerstraße 60/3
74321 Bietigheim-Bissingen

www.ibs-ing.com

Bietigheim-Bissingen, 10. Januar 2020

i. A. Dipl.-Ing. Claus Schmidt

i. A. M. Sc. Benjamin Schoor

i. A. Dipl.-Ing. (FH) Philipp Fendrich

Dipl.-Ing. (FH) Philipp Fendrich
FREIWILLIGES MITGLIED NR. 5163
INGENIEURKAMMER BADEN-WÜRTTEMBERG
Sachverständiger für EnEV
nach §§ 2+3 EnEV - DVO BW

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung ... 5
2 Zusammenfassung ... 6
3 Grundlagen Gemeinde Sersheim ... 11
3.1 Allgemeines ... 11
3.2 Verkehrsstruktur ... 12
3.3 Naturraum ... 13
3.4 Bevölkerungsentwicklung und -struktur ... 14
3.5 Bestandsanalyse ... 15
3.6 Rechtliche Gegebenheiten, Voruntersuchungen ... 21
3.7 Städtebauliche Bewertung ... 25
4 Quartiersaufnahme unter energetischen Gesichtspunkten ... 26
4.1 Grundlagen und Gebäudenutzung ... 26
4.2 Vorgehensweise ... 27
4.3 Gebäudeaufnahme ... 28
4.4 Heizenergiebedarf Ist-Zustand ... 29
4.5 Strombedarf ... 32
4.6 CO_2-Emissionen im Bestand ... 35
5 Bauliche Modernisierungsszenarien ... 36
5.1 Gebäudebezogene Modernisierung eines Einfamilienhauses ... 36
5.2 Gebäudebezogene Modernisierung eines Fachwerkhauses ... 38
5.3 Baulicher Modernisierungszustand 2030 ... 39
5.4 Baulicher Modernisierungszustand 2050 ... 40
5.5 Fortschreitende Modernisierung von Einzelheizsystemen ... 40
5.6 Übersicht CO_2-Einsparung dezentraler Modernisierungsmaßnahmen ... 41
6 Solarpotenziale ... 43
6.1 Analyse der Erzeugungskapazität ... 43
6.2 Reduktion CO_2-Emissionen durch Photovoltaik- und Solaranlagen ... 45
7 Nahwärmeversorgung ... 46
7.1 Untersuchungsgebiet ... 46
7.2 Wärmeverbrauch ... 47
7.3 Verteilung des Wärmeverbrauchs ... 48
7.4 Vorhandenes Wärmenetz ... 49
7.5 Konzeption Wärmenetz ... 49
7.6 Konzeption Wärmeerzeugung ... 51
7.7 Energiebilanz ... 53
7.8 Technische Realisierung ... 57
7.9 Förderung ... 61
7.10 Investitionskostenübersicht ... 63
7.11 Wirtschaftlichkeit ... 64
7.12 Einsparung beim CO_2-Ausstoß ... 66
8 CO_2-Minderungspotenzial Gesamtquartier ... 67
9 Umsetzungshemmnisse ... 69
9.1 Modernisierung von Gebäuden ... 69
9.2 Nahwärmeversorgung ... 70
9.3 Mangelnde Investitionsbereitschaft ... 71
9.4 Soziale und wirtschaftliche Umsetzungshemmnisse ... 71
9.5 Altersstruktur ... 71
9.6 Zeitraum der Modernisierungen und Baumängel ... 71
9.7 Investor-Nutzer-Dilemma ... 72
10 Sanierungsmanagement und Umsetzungsbegleitung ... 73
10.1 Aufgaben des Sanierungsmanagements ... 73
10.2 Wirkungskontrolle ... 73
11 Akteursbeteiligung ... 75
12 Handlungskonzept und mögliche Abfolge ... 76
13 Maßnahmenkatalog ... 77

14 Maßnahmen der Erfolgskontrolle 78
15 Grundlagen 80
15.1 Blockheizkraftwerke 80
15.2 Nahwärmeversorgung 81
15.3 Erneuerbare Wärmegesetze 84
15.4 Energieeinsparverordnung (EnEV 2014) 85
16 Berechnungen 87
16.1 Energiebilanzen 87
16.2 Kapitalkosten 90
16.3 Betriebskosten 91
16.4 Brennstoffkosten/ Stromeinnahmen 92

1 Einleitung

Die Ver- und Entsorgungsgesellschaft Sersheim (VES) ist in den Bereichen Energie- und Wasserversorgung als örtlicher Versorger in Sersheim tätig. Im Bereich der Energieversorgung bietet die VES die Versorgung mit Erdgas an. Die kommunalen Gebäude Schule, Sporthalle und Gymnastikhalle werden zudem mit Wärme versorgt.
Die Wärme stammt aus einer Biogasanlage im Ort. Die Biogasanlage bietet Potenzial zur Versorgung weiterer Gebäude.

Im Rahmen des KfW-Förderprogramms Nr. 432 „Energetische Stadtsanierung“ wurde eine Untersuchung durchgeführt, welche Maßnahmen zur Reduzierung des derzeitigen CO_2-Ausstoßes aufzeigt.

Es werden konkrete Ansätze zur Nutzung erneuerbarer Energien in Verbindung mit zukünftigen Einsparungen durch energetische Modernisierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden dargestellt.

Ein strukturiertes Vorgehen auf Quartiersebene ermittelt lokale Potenziale. Die frühzeitige Einbindung von möglichen Akteuren und zielgerichtete Untersuchung erhöht die Chancen der Umsetzungsfähigkeit von vorgeschlagenen Maßnahmen. Die Einbindung der Öffentlichkeit schafft Rückhalt in der Bevölkerung. Städtebauliche, aber auch wohnungswirtschaftliche und soziale Aspekte sollen Berücksichtigung finden. Mögliche Synergien zwischen ohnehin vorgesehenen Maßnahmen, städtebaulichen und klimaschutz-technischen Aspekten sollen benannt werden.

Insbesondere liegt dem Quartierskonzept der Ansatz zugrunde, effizienzsteigernde Potenziale zu erschließen, wie sie allein durch Einzelmaßnahmen nicht erreicht werden können. Hierbei liegt der Fokus auf der Errichtung einer quartiersbezogenen Versorgung mit Wärme durch ein Nahwärmenetz samt Nutzung vorhandener regenerativer Erzeugungsanlagen.

Weiterhin werden die energetisch-bauliche Gebäudemodernisierung und der Zubau von Photovoltaik-Anlagen thematisiert. Bei Gebäuden mit zentraler Beheizung und Warm-wasserbereitung ließen sich primärenergetische Einsparpotenziale auch durch den Zubau solarthermischer Anlagen erschließen. Für Gebäude, die in absehbarer Zukunft nicht durch eine Quartiersversorgung mit Wärme versorgt werden können, werden dezentrale Möglichkeiten einer Minderung des gebäudespezifischen Kohlendioxid-Ausstoßes aufgezeigt.

2 Zusammenfassung

Im untersuchten Quartier wurden alle Gebäude von außen besichtigt, um Ableitungen hinsichtlich des jeweiligen energetischen Standards treffen und erfassen zu können. Hierbei wurden bereits durchgeführte energetische Modernisierungsmaßnahmen aufgenommen und bereits vorhandene solarthermische Anlagen und PV-Anlagen sowie Hinweise, die auf den Einsatz von Brennwerttechnik oder die Nutzung regenerativer Brennstoffe hindeuten, registriert.

Ein weiterer Bestandteil der Untersuchung ist die städtebauliche Quartiersanalyse. Darin werden entsprechende Optimierungsvorschläge hinsichtlich ÖPNV, dem vorhandenen Verkehrs- und Parkkonzept, den Grünflächen sowie architektonischer Gegebenheiten erläutert.

Wärmebedarf

Auf Basis vorliegender Verbrauchsdaten für öffentliche Gebäude und auf Basis des vor Ort erhobenen Gebäudebestands wurde ein **Gesamtwärmebedarf des Quartiers** für Heizung und Trinkwarmwasserbereitung von rund

10.714 MWh pro Jahr

ermittelt.

Davon beträgt der errechnete Anteil der Wohngebäude rund 8.915 MWh/a. Die Abschätzung des Bedarfs der kommunalen Gebäude beträgt 500 MWh/a basierend auf Verbräuchen. Der Anteil der Gewerbeimmobilien wurde abgeschätzt und summiert sich auf rund 1.230 MWh/a. Die kirchlichen Gebäude wurden mit 69 MWh/a abgeschätzt.

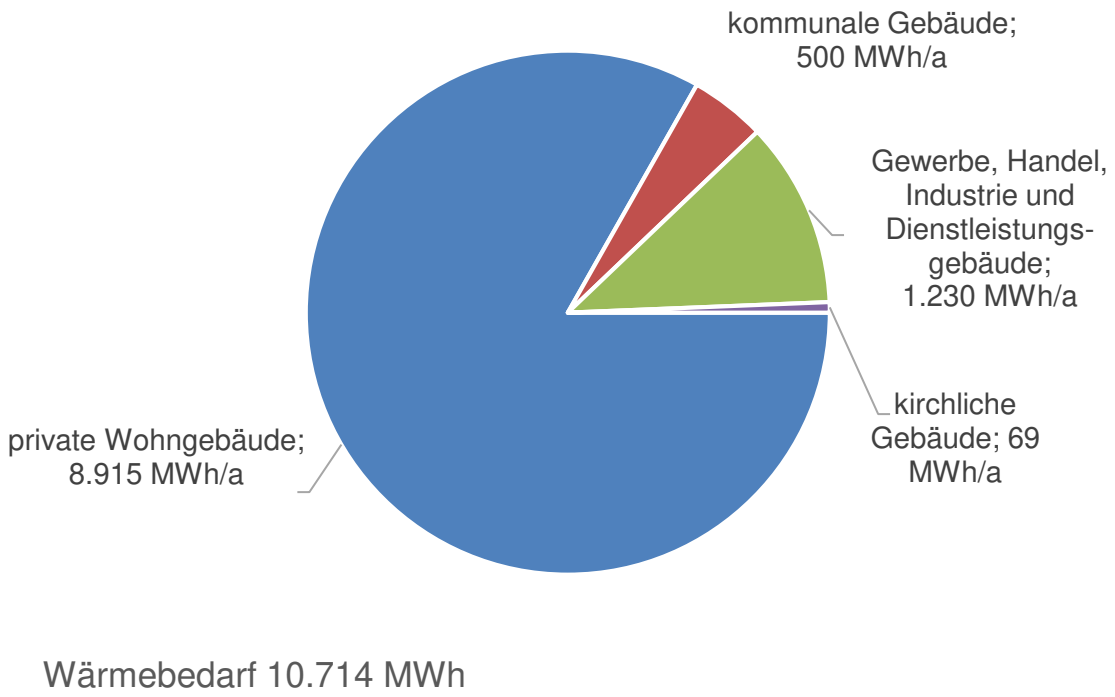


Abb. 1: Gesamtwärmebedarf für Beheizung und Warmwasserbereitung des Quartiers

Endenergieverbrauch

Im Rahmen der Umwandlung des jeweils eingesetzten Energieträgers zu nutzbarer Wärme entstehen Erzeugungsverluste – beispielsweise bedingt durch den Nutzungsgrad des verwendeten Heizkessels. Hinzuzurechnen sind weiterhin Verluste bei der Bevorratung von Wärme in Warmwasserspeichern (Bereitstellungsverluste) und Verluste des Verteilsystems (z. B. Heizungsleitungen in unbeheizten Bereichen).

Der energieträgerbezogene **Endenergiebedarf des Gesamtquartiers** (ohne Hilfsstrom für z. B. Brenner, Heizungspumpen und Steuerungen) errechnet sich für das Quartier auf jährlich rund

12.686 MWh.

Der ermittelte Endenergiebedarf wird durch verschiedene Energieträger gedeckt.

Das folgende Schaubild zeigt die Aufschlüsselung des angesetzten Energieträgermixes, wie er für die Bilanzierung des Kohlendioxid-Ausstoßes herangezogen wird.

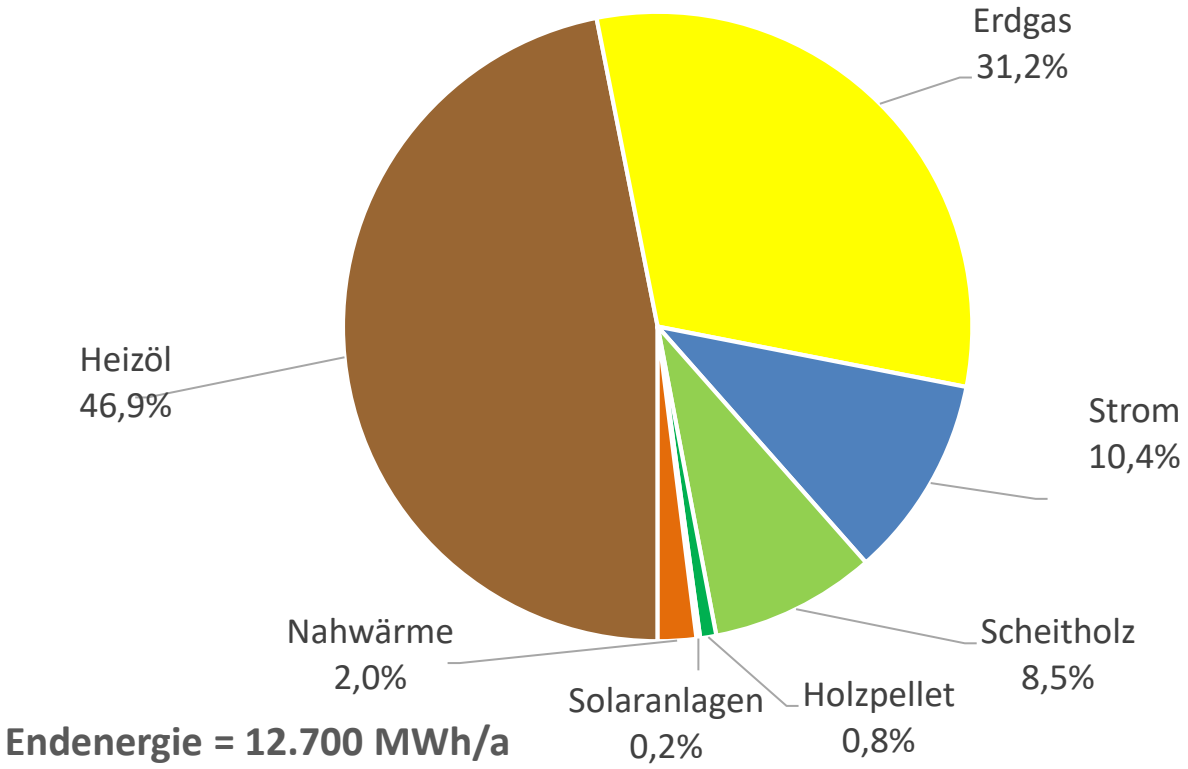


Abb. 2: grafische Aufteilung des Energieträgermixes im Gebäudebestand

Die abgebildeten Bestandteile entsprechen einem Endenergiebedarf von

Heizöl	5.940 MWh/a	47 %
Erdgas	3.970 MWh/a	31 %
Strom	1.325 MWh/a	10 %
Scheitholz	1.085 MWh/a	9 %
Nahwärme	250 MWh/a	2 %
Holzpellets	120 MWh/a	1 %
Solaranlage	25 MWh/a	0 %
Summe	12.700 MWh/a	100 %

Der Energiebedarf der Wohngebäude resultiert aus einer im Quartier vorhandenen, durch die beheizten Gebäudebereiche der Wohngebäude überbauten Grundfläche von rund

41.600 m^2,

während die beheizte Wohnfläche mit rund

52.000 m^2

errechnet wurde.

Gebäudebezogene Sanierungskonzepte

An Beispielen, wie sie für die Gebäudestruktur im Quartier typisch sind – ein Einfamilienhaus aus den 50er Jahren sowie ein Fachwerkgebäude – wurden die Einsparpotenziale einer energetisch-baulichen Modernisierung bezogen auf den CO_2-Ausstoß und den Wärmebedarf errechnet. Die mit den Modernisierungsmaßnahmen verbundenen Investitionskosten werden dargestellt und mit der zu erwartenden Energieeinsparung sowie möglichen Zuschüssen bzw. Förderungen in Form einer Kapitalrückflussrechnung betrachtet.

Nahwärmeversorgung

Unter den ermittelten Rahmenbedingungen ist der Aufbau einer Nahwärmeversorgung unter marktüblichen Preisen möglich. Mit zwei Neubauten sind bereits zwei Ankerkunden mit höherem Wärmebedarf vorhanden.
Es wurden gute Rahmenbedingungen zum Aufbau einer Wärmeversorgung identifiziert:

- Betreiber mit Erfahrung ist bereits vorhanden
- günstige, erneuerbare Wärme ist bereits vorhanden
- Wärmedichte ist bei guter Beteiligung hoch
- es befinden sich einige Gebäude mit veralteter Heizungstechnik im Quartier

Der Aufbau einer Wärmeversorgung bietet zudem Potenzial zur Versorgung des direkt angrenzenden Sanierungsgebiets mit Wärme und gutem Primärenergiefaktor.
Die Umsetzung der Wärmeversorgung setzt ein hohes Maß an Engagement aller Beteiligten voraus.

Solarpotenzial

Für die **Nutzung solarer Energie zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung** wurde das Potenzial im Untersuchungsgebiet ermittelt. Durch die nutzbare Wärmeenergie in Höhe von rund

1.340 MWh/a

(15 % des Gesamtwärmebedarfs der Wohngebäude)

könnte durch Verdrängung des bislang vorliegenden Energieträgermixes eine CO_2-Einsparung von

334 t CO_2/a

erreicht werden.

Werden alle zur Verfügung stehenden Dachflächen für den Zubau von **Photovoltaik-Anlagen** genutzt, führt dies zu einer jährlich erzeugbaren Strommenge von rund

2.500 MWh/a

unter Berücksichtigung des heute anliegenden CO_2-Faktors im bundesdeutschen Strom-Mix zu einer Kohlendioxid-Einsparung von

1.480 t/a.

Bei einer 15 %-Belegung der geeigneten Hausdachflächen mit **PV-Modulen** ergibt sich demnach eine jährliche Einsparung von

230 t CO_2/a.

CO_2-Einsparpotenziale

Unter Berücksichtigung bereits getätigter Modernisierungsmaßnahmen wurden für die Jahre 2025 und 2050 die bis dato voraussichtlich erreichten bzw. erreichbaren Einsparpotenziale durch bauliche Modernisierungsmaßnahmen an den Gebäuden ermittelt. Durch den prognostizierten Rückgang des Wärmebedarfs wurde ein CO_2-Einsparpotenzial durch **bauliche Modernisierungsmaßnahmen** für das Jahr 2050 von

1.113 t CO_2/a

in Bezug auf den heutigen Zustand errechnet. Die Berechnungen fußen dabei auf den heute im Quartier zur Deckung des Wärmebedarfs herangezogenen Energieträgermix. Parallel zu den baulichen Modernisierungsmaßnahmen können **anlagentechnische Modernisierungsmaßnahmen** in den einzelnen Gebäuden die Kohlendioxid-Einsparung quartiersbezogen um rund

330 t CO_2/a

steigern. Durch die Realisierung einer **Nahwärmeversorgung** im Quartier könnten die CO_2-Emissionen zusätzlich um rund

877 t/a

im Vergleich zum Heizungsbestand gesenkt werden. Durch eine **Reduzierung des Stromverbrauchs** im Quartier gemäß dem Ziel der Landesregierung (Reduzierung um 14 % bis zum Jahr 2050) ergibt sich ein CO_2-Einsparpotenzial von rund

329 t/a.

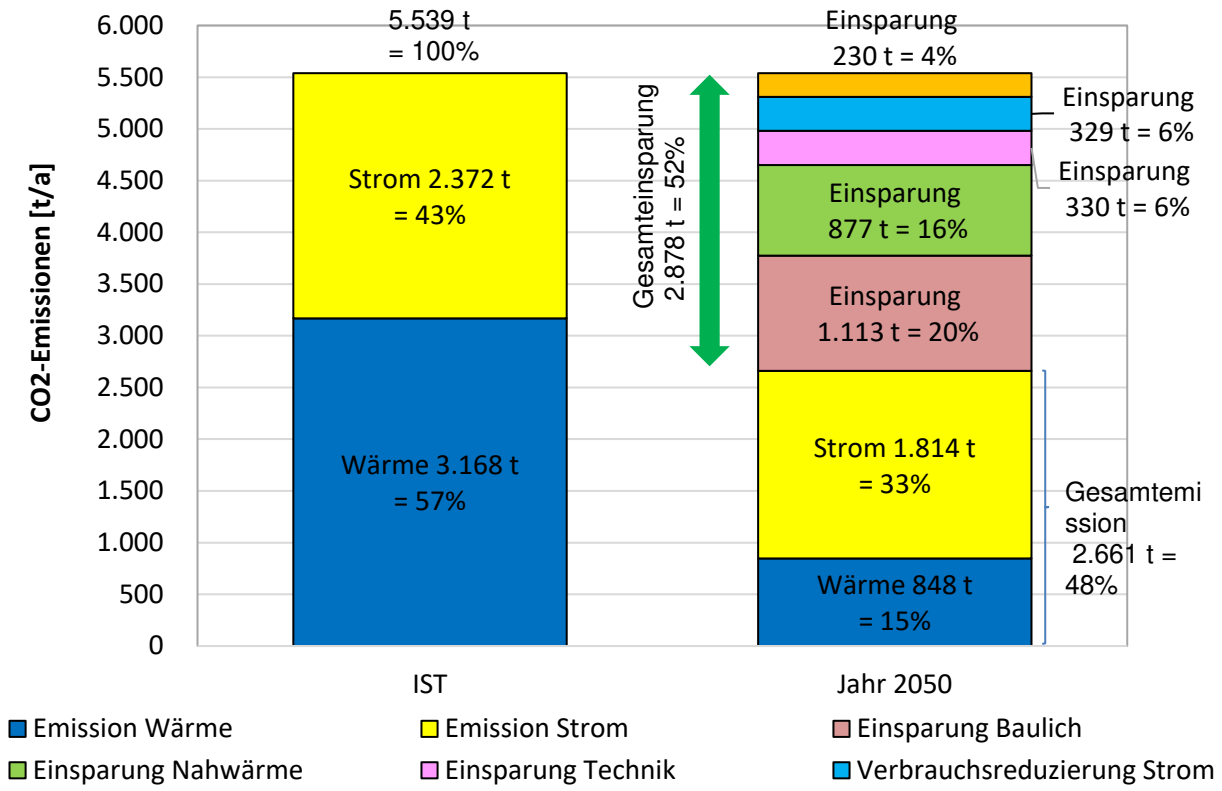


Abb. 3: CO_2-Emissionen und Einsparpotenziale Wärme und Strom

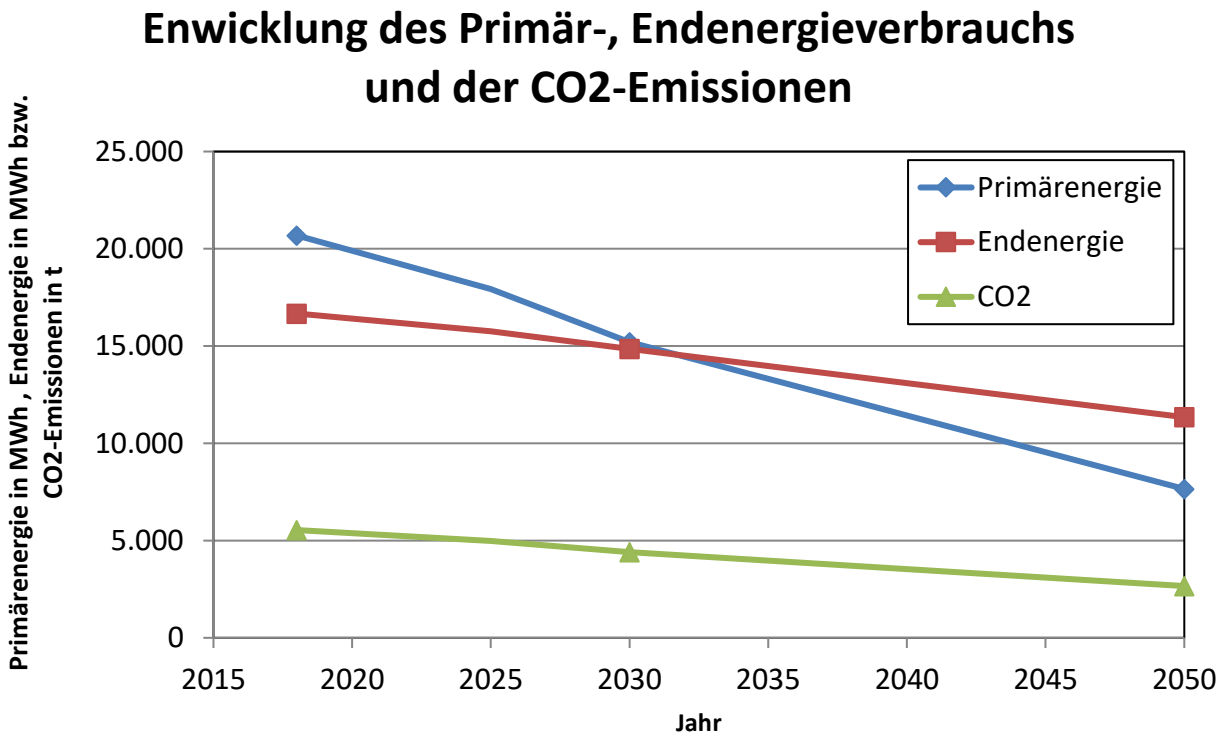


Abb. 4: mögliche Entwicklung Primär-, Endenergie [MWh/a] und CO_2-Emission [t/a] im Quartier

Das Quartierskonzept umfasst weiterhin Hinweise zur Priorisierung von Umsetzungsmaßnahmen. Lösungsansätze zum Abbau von Umsetzungshemmnissen werden benannt. Ebenso sind u. a. Hinweise zur Implementierung sowie der möglichen Aufgabenstellung eines KfW-geförderten Sanierungsmanagements enthalten.

3 Grundlagen Gemeinde Sersheim

3.1 Allgemeines

Die Gemeinde Sersheim mit ihren etwa 5.600 Einwohnern liegt im Nordwesten des Landkreises Ludwigsburg auf einer Höhe von 217 Meter ü. NN. Sie gehört zur Region Stuttgart und zur europäischen Metropolregion Stuttgart. Sersheim liegt etwa 25 Kilometer nordwestlich von Stuttgart und fünf Kilometer nordöstlich von Vaihingen an der Enz.

Stadtentwicklung nach dem Zweiten Weltkrieg

Nach dem Zweiten Weltkrieg vergrößerte sich der Ort überwiegend nach Süden hin. Beiderseits des Aischbachs und nördlich der Bahnanlage entstanden die Wohngebiete Auf dem Kies (1950), Hochhalter (1950/60), westliche Oberriexinger Straße (1966/70, 1973), Waldeck (1973/76) und Alter Sportplatz (ab 1976). Im nördlichen Teil Sersheims waren es die Wohngebiete Im Sommerrain (1965/1968) und Ob der Mühle (1966/70).
Das westliche Gewerbegebiet entstand in den frühen 1950er Jahren.
Bei der Kreisreform 1973 wurde der Ort in den Landkreis Ludwigsburg eingegliedert. Bei der gleichzeitig ablaufenden Gemeindereform blieb die Eigenständigkeit Sersheims im Rahmen einer Verwaltungsgemeinschaft mit Vaihingen bestehen.

Geographische Lage

Die Gemeinde Sersheim, 217 Meter über NN, liegt im Landkreis Ludwigsburg in Baden-Württemberg.

Abgrenzung Untersuchungsgebiet

Abb. 5: Untersuchungsgebiet (Quelle: Google maps/IBS)

Das Untersuchungsgebiet wird im Norden begrenzt durch Metterweg - Grabenstraße, im Nordwesten durch die Bebauungsgrenze zum Landschaftsraum, im Westen durch Wilhelm-Hauff-Straße – Vaihinger Straße – Reichstraße, im Süden durch Talstraße inkl. Ortszentrum „Am Markt“ und im Osten ebenfalls durch die Bebauungsgrenze zum Landschaftsraum, inkl Seniorenwohnanlage „Haus am Schlösslesbrunnen“.

Öffentliche Gebäude

Folgende öffentliche Gebäude befinden sich im Untersuchungsgebiet:

- Rathaus, Schloßstr. 21
- Bürgerhaus, Schloßstr. 23
- Grundschule, Wilhelm-Hauff-Str. 18
- Hauptschule, Wilhelm-Hauff-Str. 16

3.2 Verkehrsstruktur

Einbindung in die Umgebung

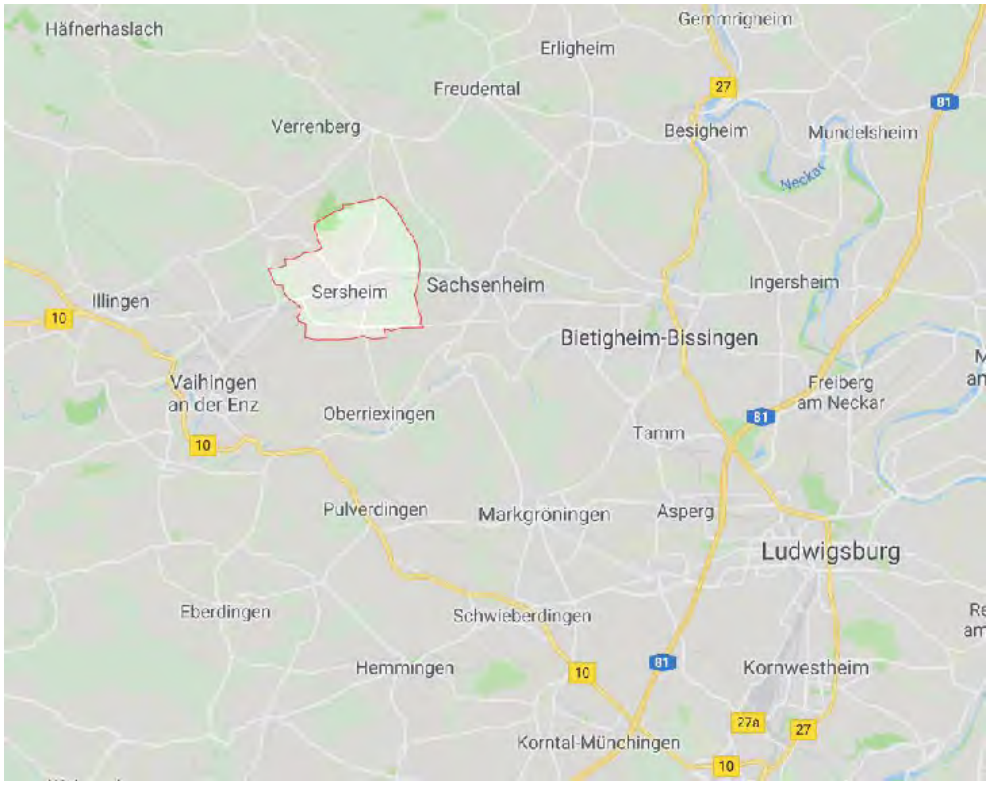


Abb. 6: Einbindung Umgebung (Quelle: Google maps)

Sersheim ist über die Bundesstraße B10 und die Autobahn A81 gut an das überregionale Verkehrsnetz angebunden.

Verkehrserschließung im Untersuchungsgebiet

Abb. 7: Verkehrserschließung Untersuchungsgebiet (Quelle: Google maps)

Das Untersuchungsgebiet ist über die Hauptverkehrsstraßen Vaihinger Straße, L1125, und Sedanstraße/Horrheimer Straße, L1131, gut erschlossen.

Öffentlicher Nahverkehr

1853 bekam der Ort durch den Bau der Württembergischen Westbahn zwischen Bietigheim und Bruchsal einen Eisenbahnanschluss. In Richtung Stuttgart besteht mit Regional-Express-Zügen ein Stundentakt, in die andere Richtung besteht ein Zweistundentakt in Richtung Heidelberg bzw. Karlsruhe. Bis Mühlacker besteht aufgrund der Überlagerung beider Linien ein Stundentakt.

3.3 Naturraum

Sersheim liegt am südlichen Rand des Strombergs an der Metter, die von Nordwesten kommend hier ihre Richtung ändert und nach Osten weiterfließt. Hier mündet der von Westen kommende Aischbach, der im Ort kanalisiert ist. Das Gemeindegebiet steigt nach Norden auf den Stromberg und nach Süden auf den Höhenrücken zwischen Metter und Enz an, ist aber überwiegend eben. Das Mettertal oberhalb des Orts sowie der Höhenrücken im Süden werden landwirtschaftlich genutzt, während die Gebiete im Norden und Osten der Gemeinde von Wald bedeckt sind.

3.4 Bevölkerungsentwicklung und -struktur

Bevölkerungsentwicklung seit 2011

Jahr	*Gesamt*	*Männer (% Vergleich zu Frauen)*	*Frauen (% Vergleich zu Männern)*	*Ausländer (% Vergleich zu Gesamt)*
2011	5285 (100%)	2594 (49%)	2691 (51%)	589 (11%)
2012	5365 (102%)	2645 (49%)	2720 (51%)	628 (12%)
2013	5471 (104%)	2696 (49%)	2775 (51%)	670 (12%)
2014	5607 (106%)	2765 (49%)	2842 (51%)	725 (13%)
2015	5686 (108%)	2834 (50%)	2844 (50%)	796 (14%)
2016	5564 (105%)	2758 (50%)	2806 (50%)	743 (13%)
2017	5585 (106%)	2765 (50%)	2820 (50%)	793 (14%)
2018	5568 (105%)	2762 (50%)	2806 (50%)	817 (15%)

c: Statistisches Landesamt BW, 2019

Von 1970 bis 1990 stieg laut Angaben der Gemeinde die Einwohnerzahl um gut ein Drittel. Die Bevölkerung in Sersheim ist zwischen 2011 und 2015 konstant gestiegen. Nach einem leichten Rückgang 2016 hat sie sich seither auf dem gleichen Stand stabilisiert. Der Anteil zwischen Männern und Frauen lag über die Jahre konstant bei ca. Hälfte zu Hälfte. Der Ausländeranteil in Sersheim liegt aktuell bei ca. 15 %. Seit 2011 ist er langsam, aber konstant gestiegen.

Bevölkerungsstruktur und Vorausberechnung

Jahr	*Gesamt*	*Unter 20*	*20-40*	*40-60*	60 und mehr
2017	5585	1170 (21%)	1307 (23%)	1729 (31%)	1379 (25%)
2018	5616 (101%)				
2020	5665 (101%)				
2035	5829 (104%)				

c: Statistisches Landesamt BW, 2019

2017 lag der Anteil der Erwerbstätigen in Sersheim in der Altersgruppe von 20 bis 60 Jahren bei knapp über 50 %, der unter 20-Jährigen bei ca. 20 % und der über 60 Jährigen bei ca. 25 %, d.h. die Bevölkerungsstruktur ist relativ ausgewogen, mit einem guten Anteil von Bürgern im erwerbstätigen Alter.
Die Prognose bis 2035 des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg ist, dass sich die Gesamtbevölkerung ungefähr auf dem aktuellen Stand halten wird.

3.5 Bestandsanalyse

3.5.1 Quartiersbereiche

Der alte Ortskern wird durch Vaihinger Straße, Sedanstraße, Canaleser Straße und Metterweg begrenzt und weist gepflegte Straßenzüge mit unterschiedlichen Baualtern der Straßenrandbebauung auf.

Im Zentrum befinden sich zahlreiche Gebäude aus der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg in teils sanierungsbedürftigem Zustand.

Es finden sich aber auch moderne Geschosswohnanlagen und Einfamilienhäuser.

Das Zentrum gruppiert sich um die Hauptachse Schlossstraße, in der sich auch die wichtigsten zum Teil denkmalgeschützten Gebäude befinden, wie das 1988 und 1992 auf dem Schlossgelände errichtete neue Rathaus und das Bürgerhaus.

Zu den weiteren ortsprägenden historischen Gebäuden gehört die evangelische Pfarrkirche mit Pfarrhaus in der Schlossstraße. Im Jahr 1753 wurde das Kirchenschiff neu aufgebaut und dabei wesentlich vergrößert.

Im Zentrum liegen ebenfalls Pflegeeinrichtungen wie die Seniorenwohnanlage „Haus am Schlösslesbrunnen“ und eine Anlage für Betreutes Wohnen mit Eigentumswohnungen.

Die verkehrstechnische Dominante des Untersuchungsgebietes ist die L1125 „Vaihinger Straße“ mit Leerstand und zum Teil sanierungsbedürftiger Straßenrandbebauung.

Neubauprojekte wie zum Beispiel zwischen Sedanstraße und Backgasse sowie an der Ecke Schmiedgasse/Sedanstraße werden zur Zeit, d. h. 2019, realisiert.

Daneben sind weitere Neubauprojekte wie die „Neue Mitte Sersheim“ geplant. Sie liegen zum Beispiel an der Ecke Backgasse/Schmiedgasse oder am nun freien Platz gegenüber der Evangelischen Kirche.

Am nördlichen Bereich des Untersuchungsgebietes an der Vaihinger Straße befindet sich die historische Gaststätte „Adler“, als ortsprägendes Element, welches zurzeit nicht genutzt wird.

Westlich davon liegt das für Sersheim bedeutende Metallverarbeitungsunternehmen Erich Grau GmbH.

In dem Bereich südlich Horrheimer Straße – Sedanstraße befinden sich größtenteils Wohngebäude mit unterschiedlichen Gebäudetypen und Baualtern.

Im nordwestlichen Teil dieses Bereiches liegt die Hofäckerschule und das Gebäude des DRK-Ortsvereins.

Sowie im südöstlichen Teil das neue Ortszentrum „Am Markt“ und moderne Wohn-/ Geschäftsgebäude.

3.5.2 Quartiersstruktur

Die Gebäude innerhalb des Untersuchungsquartiers werden überwiegend, d. h. ca. 77 %, zu Wohnzwecken genutzt und ca. 12 % der Gebäude haben eine Mischnutzung. 2 % der Objekte dienen einer öffentlichen Nutzung, 2 % sind Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen sowie 6 % Gewerbe-/Handels-/ Dienstleistungs- und Industriegebäude.

Ein Großteil der Gebäude (ca. 98 %) wurde mit Sattel- bzw. Pultdächern ausgeführt. Zum Teil öffentlich und gewerblich genutzte Gebäude (ca. 2 %) wurden mit Flachdächern ausgeführt. Ca. 40 % der Gebäude haben ein Vollgeschoss und ca. die Hälfte hat 2 Vollgeschosse. 3 und mehr Vollgeschosse haben ca. 10 %.

Ca. 40 % der Wohngebäude sind Reihenhaustypen; ca. 30 % Mehrfamilienhäuser und ca. 30 % Einfamilienhäuser, d. h. die unterschiedlichen Wohnbautypen sind relativ ausgeglichen verteilt.

3.5.3 Quartiersbereiche

Im Untersuchungsgebiet sind ein überwiegender Teil der Gebäude 1 – 2-geschossige Einfamilienhäuser mit Satteldach. Verteilt über die Wohngebiete liegen 2 – 3-geschossige Reihen- und Mehrfamilienhäuser mit Flachdächern. Im Norden befindet sich ein Gewerbebetrieb sowie ein Schulzentrum.

Gebäudetypen

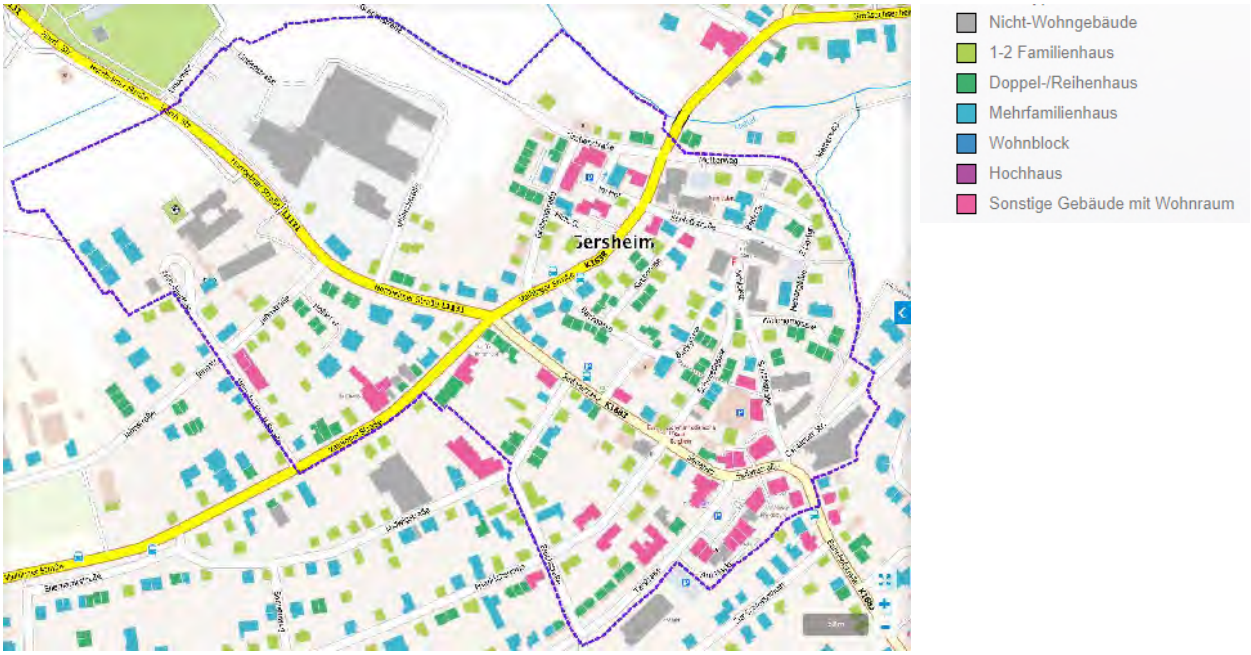


Abb. 8: Gebäudetypen (Quelle: Smart Geomatics, 2019)

Baualtersklassen

Abb. 9: Baualtersklassen (Quelle: Smart Geomatics, 2019)

Ca. 55 % der Gebäude wurden vor 1948 erbaut, ca. 21 % bis 1968, ca. 8 % bis 1983 und weitere 8 % bis 1994. Bis zum Jahr 2008 wurden ca. 8 % erbaut. Dies bedeutet, dass ein Großteil der Objekte, d. h. ca. 3/4, vor 1968 und somit vor Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung erbaut wurden.

3.6 Rechtliche Gegebenheiten, Voruntersuchungen

3.6.1 Denkmalschutz

Folgende Gebäude im Untersuchungsgebiet befinden sich unter Denkmalschutz:

- Backgasse 7 (ehemaliger Adelssitz, 16. Jhrdt.)
- Kirchgasse 2 (Rundbogeneingang, 18. Jhrdt.)
- Kirchgasse 4 (Fachwerk Wohnhaus, 17. Jhrdt.)
- Schloßstraße 1 (Pfarrhaus, 19. Jhrdt.)
- Schloßstraße 3 (Ev. Pfarrkirche, 13. Jhrdt.)
- Schloßstraße 8 (Fachwerk Wohnhaus, 17. Jhrdt.)
- Schloßstraße 23 (Reste des Schlosses)
- Schmiedgasse 2 (Fachwerk Wohnhaus, 18. Jhrdt.)
- Sedanstraße 3 (Kelleranlage)
- Vaihinger Straße 9 (Rundbogen Kellereingang, 1686)
- Vaihinger Straße 14 (Schulhaus, 1887)

Innerhalb des Untersuchungsgebietes befinden sich insgesamt 11 denkmalgeschützte Objekte. Da sie zum Teil nur Bauteile von Gebäuden betreffen bzw. für die Gesamtanzahl der zu untersuchenden Gebäude nicht relevant sind, haben sie keinen Einfluss auf die energetische Gesamtbewertung des Untersuchungsgebietes.

3.6.2 Flächennutzungsplan

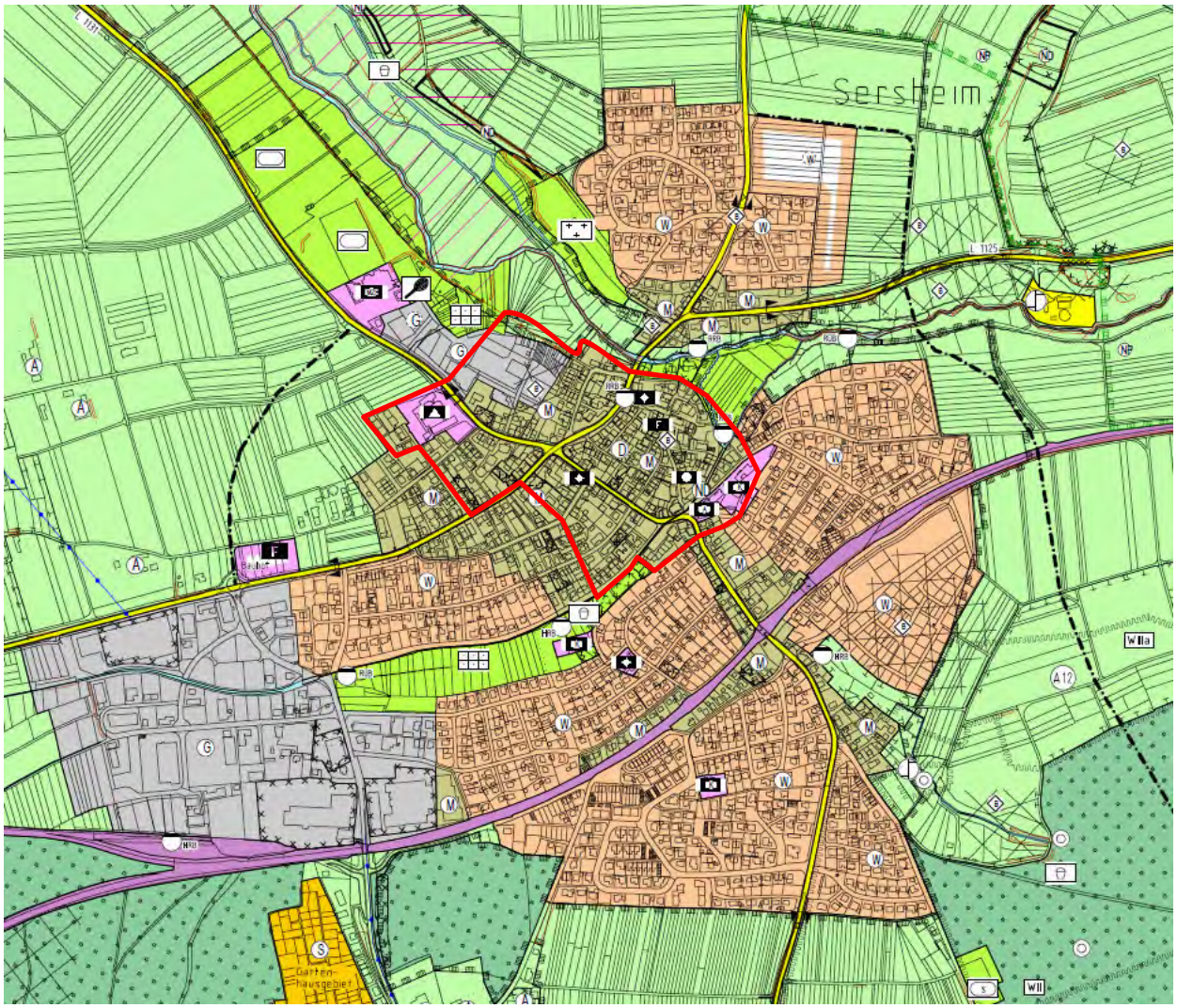


Abb. 10: Flächennutzungsplan 2020 (Quelle: Gemeinde Sersheim)

Im Flächennutzungsplan Fortschreibung 2020 der vereinbarten Verwaltungsgemeinschaft Vaihingen an der Enz, Oberriexingen, Eberdingen und Sersheim sind im Untersuchungsgebiet ein Großteil der Flächen als gemischte Bauflächen (M, hellbraun) und Wohnbauflächen (W, hellrot) ausgewiesen. Als gewerbliche Baufläche (G, grau) ausgewiesen ist das Firmenareal der Erich Grau GmbH im Norden und Gemeinbedarfsflächen (rosa) als Schule im Nordwesten und Altenheim / Kindergarten im Osten des Untersuchungsgebietes.
In der Begründung 2013, Seite 16, werden für die Neuausweisung an Wohnbauflächen (W) maßgebende Flächen für Sersheim aufgeführt:

Gesamtbedarf	12,47 ha
Flächenreserven und Baulücken	8,90 ha
Neuausweisungsbedarf	3,60 ha

3.6.3 Bebauungspläne/Satzungen

Bebauungspläne

Folgende Bebauungspläne für das Untersuchungsgebiet sind vorhanden:

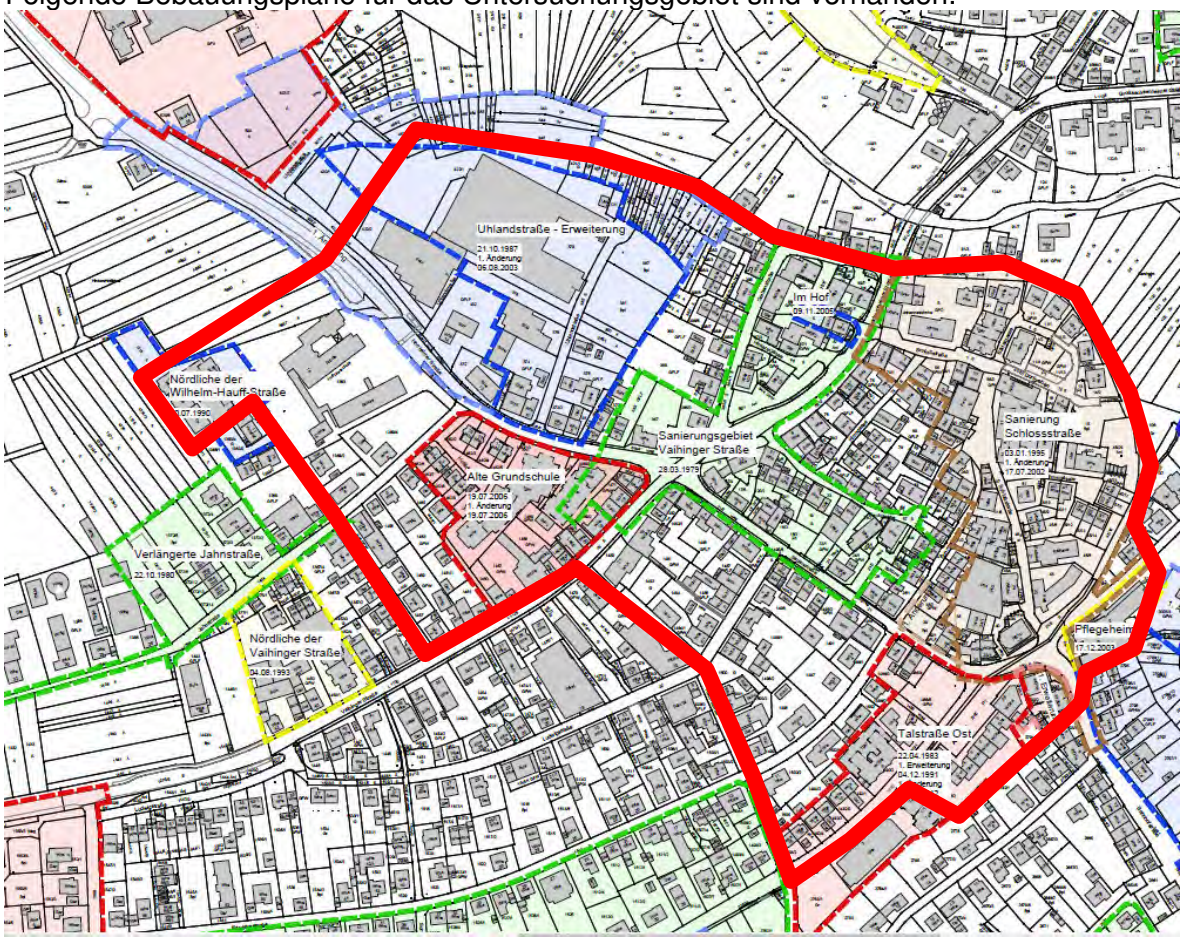


Abb. 11: Gebäudealtersklassen (Quelle: Gemeinde Sersheim)

- Bebauungsplan „Alte Grundschule, 1. Änderung, Satzungsbeschluss 14.10.2005
  Hinweis: Ökologisches Bauen. Es wird empfohlen, Gebäude in Niedrigenergiebauweise auszuführen und soweit möglich die solare Ausrichtung der Gebäude zu nutzen. Die Verwendung von Wärmepumpen wird empfohlen.
- Bebauungsplan „Uhlandstraße Erweiterung“, rechtskräftig am 06.10.1987
- Bebauungsplan „Uhlandstraße Erweiterung“ 1. Änderung, in Kraft getreten am 06.08.2003
- Vorhabenbezogener Bebauungsplan „Im Hof“, in Kraft getreten 05.11.2005
- Bebauungsplan, nördliche Vaihinger Straße, in Kraft getreten 04.06.2013
- Bebauungsplan „Sanierung Schloßstraße – 1. Änderung und Erweiterung“, in Kraft getreten am 17.07.2002
- Bebauungsplan „Sanierung Schloßstraße – 2. Änderung, Satzung-Stand 27.04.2018
  Hinweise: Gründächer und Solardächer sind zulässig und erwünscht. Anlagen zur Nutzung solarer Energie sind grundsätzlich zulässig.
- Bebauungsplan „Sanierungsgebiet - Vaihinger Straße“, in Kraft getreten 28.03.1979
- Bebauungsplan „Sanierungsgebiet - Vaihinger Straße, 1. Änderung“, in Kraft getreten 05.12.2018k Hinweis: Ausgenommen von diesen Festsetzungen sind Solar- und Photovoltaikanlagen.
- Bebauungsplan „Sanierungsgebiet Vaihinger Straße II“, in Kraft getreten am 08.08.2018
- Bebauungsplan „Südlich der Vaihinger Straße“, in Kraft getreten 29.09.1993
- Bebauungsplan „Südlich der Vaihinger Straße – 1. Änderung“, in Kraft getreten 07.01.1998
- Bebauungsplan „Südlich der Vaihinger Straße – 3. Änderung, durch Deckblatt vom 22.03.2004, in Kraft getreten am 12.05.2004
- Bebauungsplan „Talstraße - Ost“, in Kraft getreten 20.04.1983
- Bebauungsplan „Verlängerte Jahnstraße“, in Kraft getreten 22.10.1980

In den Textteilen der Bebauungspläne innerhalb des Untersuchungsgebietes finden sich keine Einschränkungen bezüglich der Nutzung von regenerativen Energien sowie Fassaden-dämmmaßnahmen. Im Gegenteil, es werden ökologische und regenerative Maßnahmen empfohlen und sind erwünscht.

Sanierungsgebiet Vaihinger Straße II

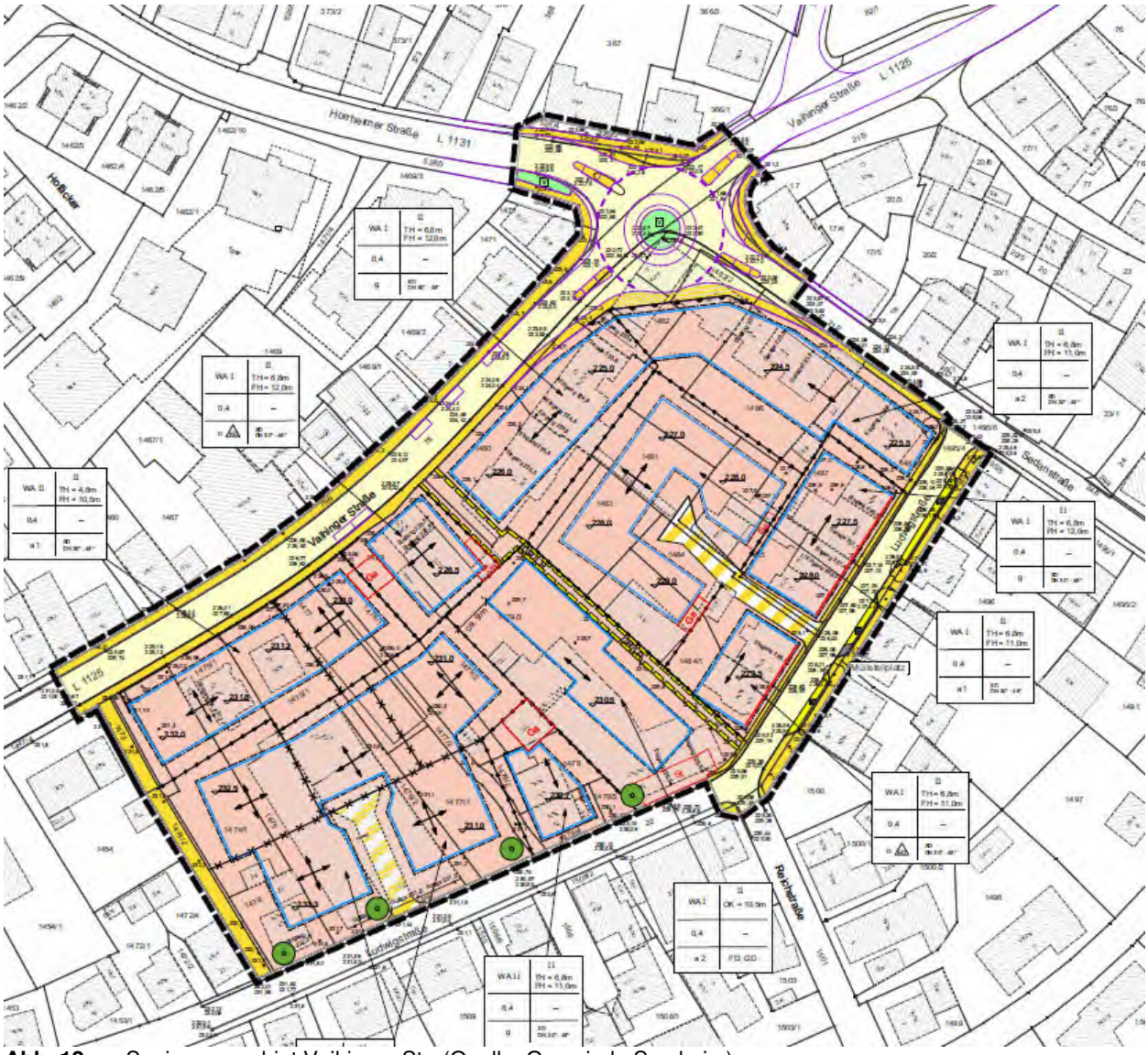


Abb. 12: Sanierungsgebiet Vaihinger Str. (Quelle: Gemeinde Sersheim)

Im südwestlichen Ortskern von Sersheim ist das Sanierungsgebiet Vaihinger Straße mit einer Fläche von 1,92 ha ausgewiesen, welches am 25.02.2015 rechtsverbindlich wurde.
Begrenzt ist es durch Sedanstraße, Ludwigstraße, die Flurstücke 1473 und 1474/2 sowie die Vaihinger Straße.
Die Flächen innerhalb des Plangebiets befinden sich überwiegend in Privatbesitz. Teilbereiche bzw. die öffentlichen Verkehrsanlagen sind im Besitz der Gemeinde Sersheim und sind teilweise gewerblich sowie auch als Wohnbauflächen genutzt.
In der Mitte des Plangebiets befindet sich die ehemalige Handelsnutzung eines Lebensmittelmarktes und soll zukünftig einer Wohnbebauung zugeführt werden. Auf dem Grundstück Vaihinger Straße 23 befindet sich ein forst- und landwirtschaftlicher Betrieb ohne Tierhaltung, welcher als nicht störender Betrieb eingestuft ist und Bestandsschutz hat.

Städtebauliche Untersuchungen
Für das Untersuchungsgebiet existieren keine städtebaulichen Untersuchungen.

3.7 Städtebauliche Bewertung

3.7.1 Städtebauliche Schwächen

- Städtebauliche Situation entlang der Vaihinger Straße mit zum Teil sanierungsbedürftigem Gebäudebestand und Leerstand.
- Sanierungsbedürftiger Gebäudebestand im Zentrum zum Beispiel in der Backgasse und Kirchgasse.
- Fehlen von gastronomischen Einrichtungen im Ortszentrum.
- Keinen zentralen Platz im Zentrum.

3.7.2 Städtebauliche Stärken

- Historischer Ortskern mit denkmalgeschützten Gebäuden und intaktem Wegenetz.
- Ausreichende Nahversorgung mit Einzelhandelszentrum „Am Markt“ und „CAP“ Lebensmittelmarkt.
- Gute Anbindung an hochwertige Erholungsbereiche wie „Ochsenweide“ im Norden entlang der Bäche Metter und Aischbach.
- Ausreichende Versorgung mit Kinderbetreuungs- und Bildungseinrichtungen.
- Ausreichende Versorgung mit Pflege- und Betreuungseinrichtungen für ältere Bürger.

3.7.3 Handlungsempfehlungen

- Revitalisierung des historischen Gasthauses Adler, evtl. mit „Pop Up“ Nutzungen wie Koch- oder Bierbraukursen.
- Aufwertung des Straßenraums Vaihinger Straße mit Bürgerskultpuren oder saisonal wechselnden Innenbepflanzungen an neuen Kreisverkehren etc.
- Ausweisung des Sanierungsgebietes „Vaihinger Straße II“ und geplante Neubauprojekte im Ortszentrum für besondere Wohnbaukonzepte wie Bauherrengemeinschaften, Mehrgenerationenkonzepte etc. nutzen.
- Verkehrsberuhigung, Tempo 20 mit Shared Space Bereichen (gemeinsamer Verkehrsfluss unterschiedlicher Verkehrsteilnehmer), im Ortszentrum an Durchfahrtstraßen wie der Sedanstraße.
- Schließen des Durchgangsverkehrs in der Schloßstraße und gestalten eines „Marktplatzes“ an der Brache gegenüber der Evangelischen Kirche.

3.7.4 Synergien

Im Zuge des intergierten Quartierskonzeptes sollten auch Synergien zwischen städtebaulichen und energetischen Feldern überprüft werden. Dies können zum Beispiel sein:

- Die Erweiterung der ebenerdigen Grünflächen auf Flachdächer von Wohn-, öffentlichen- und Industriegebäuden, wie bei der Hofäckerschule oder der Erich Grau GmbH.
- Die Entsiegelung von Flächen, wie zum Beispiel bei Gemeinschaftsparkanlagen im Quartier. Im Zuge dieser Maßnahmen können auch Parkplätze Solarüberdachungen erhalten.
- Prüfung von kleinklimatischen Maßnahmen, wie das Anlegen von Anwohnerteichen, zum Beispiel bei der Wohnanlage an der Horrheimer Straße.

4 Quartiersaufnahme unter energetischen Gesichtspunkten

4.1 Grundlagen und Gebäudenutzung

Das betrachtete Quartier beinhaltet 252 beheizte bzw. beheizbare Gebäude, deren Baualtersgefüge sich wie folgt zusammensetzt:

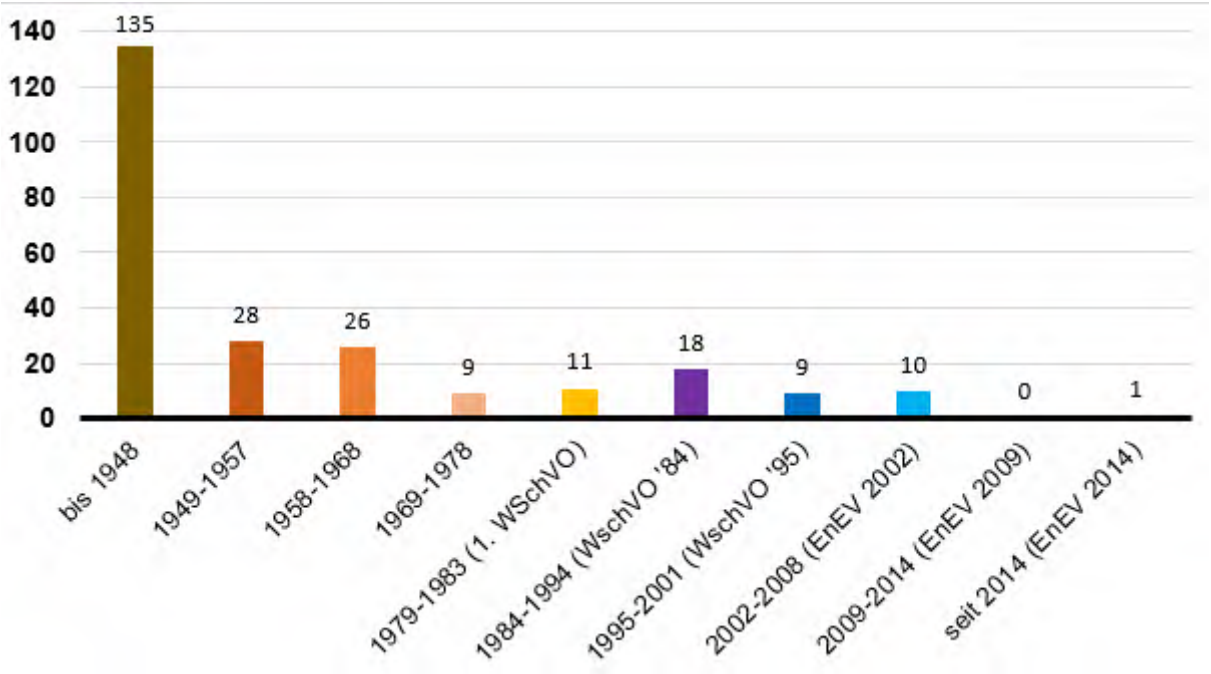


Abb. 13: Gebäudealtersklassen (Quelle: Smart Geomatics, 2019)

Die Gliederung der 252 betrachteten Gebäude hinsichtlich der Nutzung ist nachfolgend dargestellt:

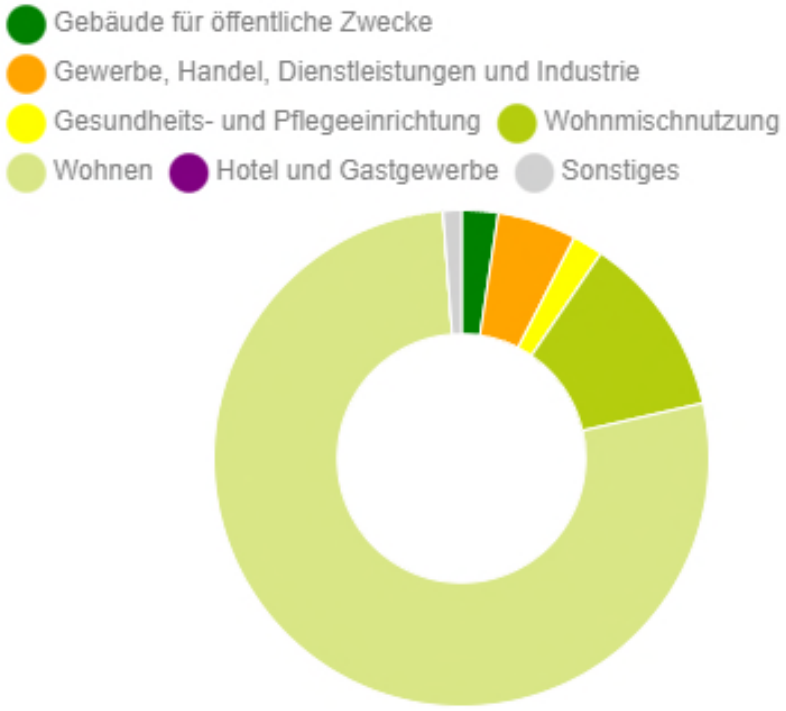


Abb. 14: Gliederung beheizte Gebäude in Nutzungsarten (Quelle: Smart Geomatics, 2019)

Nutzungsart	Anzahl	Anteil
Wohnen	195	77 %
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie	13	5 %
Gebäude für öffentliche Zwecke	6	2 %
Gesundheits- und Pflegeeinrichtung	5	2 %
Wohnmischnutzung	30	12 %
Sonstiges	3	2 %

4.2 Vorgehensweise

Im gesamten Untersuchungsgebiet wurden im Rahmen von Begehungen die vorhandenen Wohngebäude von außen begutachtet. Ausgehend vom ursprünglichen, baualterstypischen Zustand wurden nachträglich durchgeführte bauliche und technische Modernisierungsmaßnahmen – soweit augenscheinlich feststellbar und soweit energetisch relevant – ermittelt.

Zwar können die Daten nicht zwingend dem Anspruch der Vollständigkeit dienen, doch lassen sich daraus in ausreichender Genauigkeit die bereits erschlossenen und noch erschließbaren Modernisierungspotenziale ableiten.

Ergänzend wurden die vorhandenen Photovoltaik- und Solaranlagen auf Basis aktueller Luftbilder den jeweiligen Gebäuden zugeordnet. Anhand der jeweiligen Anlagenart und Anlagengröße wurde bei den solarthermischen Anlagen eine Annahme getroffen, ob es sich um Anlagen zur reinen Trinkwarmwasserbereitung oder auch zur Heizungsunterstützung handelt.

Modernisierungspotenziale verstehen sich im Zusammenhang der Gebäudeanalyse im Quartier sowohl bezugnehmend auf die Energieeinsparung durch bauliche und heizungstechnische Modernisierungsmaßnahmen als auch auf Energiegewinnungspotenziale durch die Installation zusätzlicher PV-Module oder solarthermischer Anlagen.

Durch die bei der Begehung ebenfalls erfasste Anzahl an beheizten Keller-, Voll- und Dachgeschossen lässt sich über die aus den Katasterdaten erfasste Grundfläche in Verbindung mit einem Abminderungsfaktor für Wände und Zwischendecken das beheizte Gebäudevolumen für jedes der Gebäude im Quartier näherungsweise ermitteln.

Unter Berücksichtigung der aufgenommenen Geschossigkeit und maßnahmenspezifischer Abminderungsfaktoren für mittlerweile durchgeführte Modernisierungsmaßnahmen wird der derzeitige Energiebedarf des Quartiers näherungsweise errechnet. Weiterhin wird für das Jahr 2050 von einer bis dato realisierten Vollsanierung ausgegangen und das dadurch erreichbare Energie- sowie Kohlendioxid-Einsparpotenzial ausgewiesen.

4.3 Gebäudeaufnahme

Bei den von außen erkennbaren und demnach vor Ort erfassten und rechnerisch berücksichtigten Modernisierungsmaßnahmen handelt es sich um:

- Ersatz der ursprünglichen Fenster durch Fenster mit Wärmeschutzverglasungen (nach 1995).

- Auftrag von Wärmedämmverbund-Systemen ≥ 6 cm (WDVS).

- Erneuerung der Dachkonstruktionen (gemäß WSchV ’95 oder später).

- nachgerüstete Abgasrohre in Schornsteinen oder an Fassaden.

- Photovoltaik- oder solarthermische Anlagen.

- Außenschornsteine/Schornsteinzüge zur Verfeuerung biogener Festbrennstoffe.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der erfassten (bereits umgesetzten), energetisch relevanten Modernisierungsmaßnahmen, soweit sie vor Ort augenscheinlich ermittelbar waren. Eine gebäudescharfe Darstellung ist aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht möglich. Der jeweilige prozentuale Anteil umgesetzter Modernisierungsmaßnahmen bemisst sich am Gesamtquartier (252 Gebäude der Kategorien „Wohnen“ und „Wohnmischnutzung“).

Energiespar-/Modernisierungsmaßnahmen	Anzahl	Anteil
Einbau von Wärmeschutzverglasungen	78	31 %
Dacherneuerung	52	21 %
Außenwanddämmung (WDVS)	35	14 %
Heizungstechnik fossil, modernisiert	22	9 %
Scheitholz-/Pelletnutzung als Hauptheizung	2	1 %
Scheitholz-/Pelletnutzung als Nebenheizung	16	6 %
Photovoltaik-Anlagen	7	3 %
Solarthermie für Trinkwasser	7	3 %
Solarthermie für Trinkwasser + Heizung	3	1 %

4.4 Heizenergiebedarf Ist-Zustand

Wärmebedarf

Auf Grundlage des erfassten Modernisierungsstandes im Quartier und den gebäude-spezifischen Baualtersklassen (Baujahren), wurde der Wärmebedarf der einzelnen Gebäude errechnet.

In Summe ergibt sich der derzeitige Wärmebedarf der Wohngebäude für Beheizung und Trinkwarmwasserbereitung zu insgesamt rund

8.915 MWh/a.

Hierbei sind die gegenüber dem bauzeitlichen Wärmeschutz umgesetzten Verbesserungs-maßnahmen bereits berücksichtigt.

Hinzu kommt der Wärmebedarf der öffentlichen Gebäude (Schule, Kindergarten, Rathaus) von insgesamt rund

500 MWh/a

und Gebäude mit Gewerbe-, Handel-, Industrie- oder Dienstleistungsnutzung von rund

1.230 MWh/a

sowie kirchliche Gebäude mit rund

69 MWh/a

Der **Wärmebedarf des Gesamtquartiers** beträgt somit rund

10.714 MWh/a.

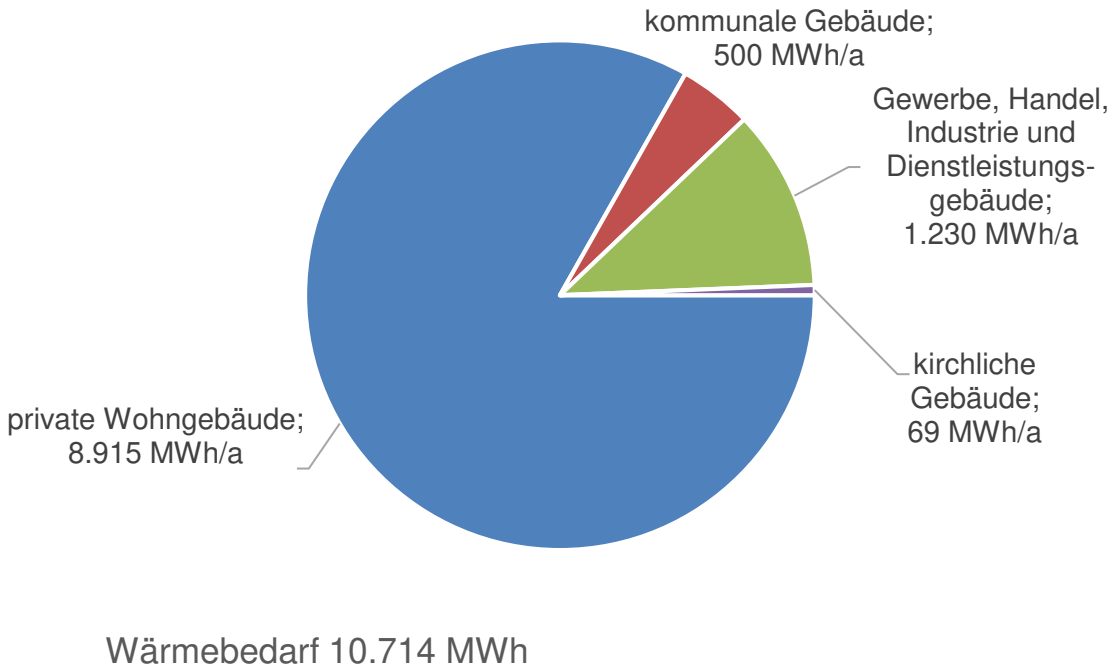


Abb. 15: Gesamtwärmebedarf für Beheizung und Warmwasserbereitung des Quartiers

Endenergieverbrauch

Im Rahmen der Umwandlung des jeweils eingesetzten Energieträgers zu nutzbarer Wärme entstehen Erzeugungsverluste – beispielsweise bedingt durch den Nutzungsgrad des verwendeten Heizkessels. Hinzuzurechnen sind weiterhin Verluste bei der Bevorratung von Wärme in Warmwasserspeichern (Bereitstellungsverluste) und Verluste des Verteilsystems (z. B. Heizungsleitungen in unbeheizten Bereichen).

Der energieträgerbezogene **Endenergiebedarf des Gesamtquartiers** (ohne Hilfsstrom für z. B. Brenner, Heizungspumpen und Steuerungen) errechnet sich für das Quartier auf jährlich rund

11.497 MWh.

Der ermittelte Endenergiebedarf wird durch verschiedene Energieträger gedeckt.

Das folgende Schaubild zeigt die Aufschlüsselung des angesetzten Energieträgermixes, wie sie für die Bilanzierung des Kohlendioxid-Ausstoßes herangezogen wird.

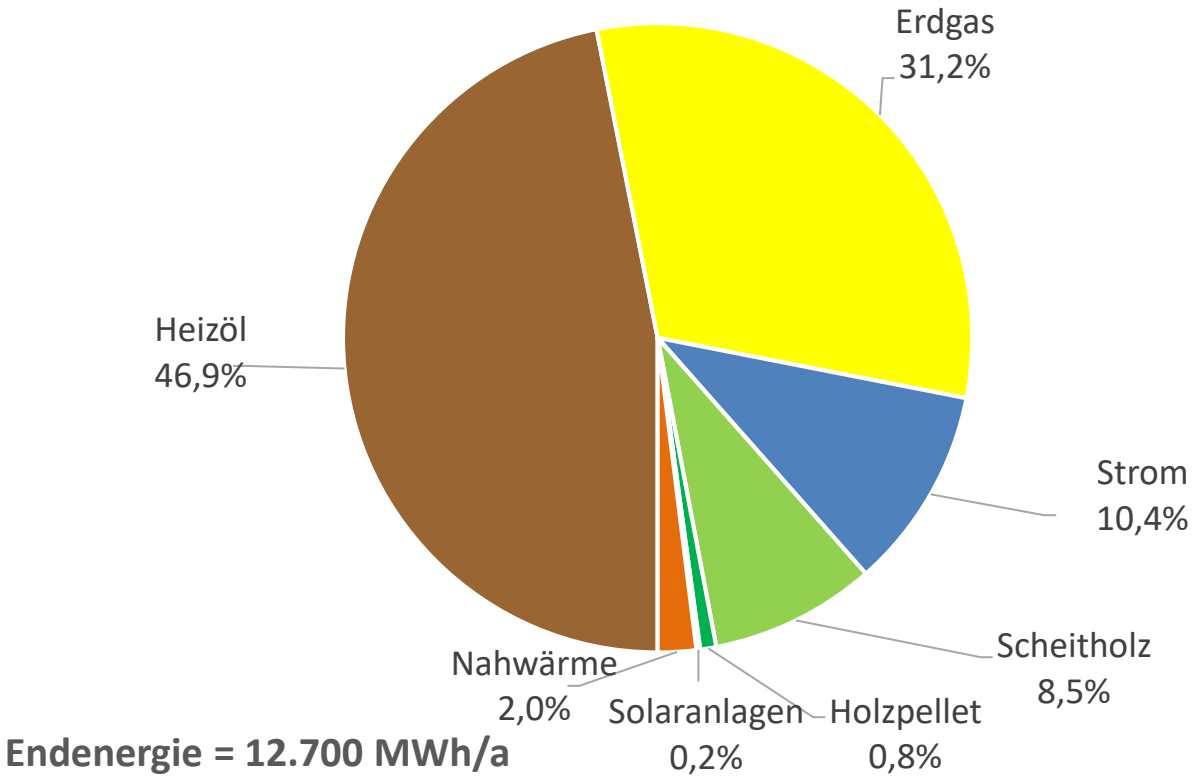


Abb. 16: grafische Aufteilung des Energieträgermix im Gebäudebestand

Quantitativ ergibt sich folgender energieträgerspezifische Endenergieverbrauch:

Heizöl	5.940 MWh/a	47 %
Erdgas	3.970 MWh/a	31 %
Strom	1.325 MWh/a	10 %
Scheitholz	1.085 MWh/a	9 %
Nahwärme	250 MWh/a	2 %
Holzpellets	120 MWh/a	1 %
Solaranlage	25 MWh/a	0 %
Summe	12.700 MWh/a	100 %

Beim Heizöl entsprechen die genannten 5.940 MWh/a pro Jahr rund 594.000 Litern Heizöl.

4.5 Strombedarf

Individueller Strombedarf

Ziel der Bundesregierung ist es, den Stromverbrauch in den bundesdeutschen Haushalten bis 2020 um 10 % gegenüber dem Referenzjahr 2008 zu senken. Ein Ansatzpunkt zur Senkung des Haushaltsstrombedarfs sind hierbei Vorgaben zur Energieeffizienz verbrauchsrelevanter Haushaltsprodukte wie Fernsehgeräte, Staubsauger, Computer, Kühl- und Gefriergeräte.

Auch im privaten Bereich wird die fortlaufende Umstellung der Beleuchtung auf LED-Technik einen sukzessiv größer werdenden Beitrag leisten.

Weiteres Einsparpotenzial kann durch den richtigen Umgang bzw. die Ansteuerung von Haushaltsgeräten erschlossen werden. Energievergeudung kann so reduziert werden. So werden beispielsweise Staubsauger meist unter Volllast betrieben, auch wenn dies im Hinblick auf die Reinigungsleistung auf glatten Oberflächen gegenüber einem saugkraftreduzierten Betrieb keine Vorteile bietet.

Um die Bürger und Bürgerinnen zum Energiesparen zu motivieren und sie dabei zu unterstützen, könnten seitens der Gemeindeverwaltung Energiemessgeräte leihweise zur Verfügung gestellt werden. Eine Implementierung der Geräte sowie eine entsprechende Beratung durch ein Sanierungsmanagement wäre eine darüberhinausgehende Möglichkeit.

Der Strombedarf (inkl. Anteile elektrischer Warmwasserbereitung) je Wohneinheit respektive je Person wird vom BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.) nach forsa-Erhebungen folgendermaßen angegeben:

	Stromverbrauch	
Personen pro Haushalt	pro Wohneinheit	pro Person
	kWh/a	*kWh/a*
1	2.050	2.050
2	3.440	1.720
3	4.050	1.350
4	4.750	1.188
> 5	5.370	1.074

In Sersheim wohnten 2018 5.568 Personen.

Laut Statistischem Landesamt leben in Sersheim durchschnittlich 2,4 Personen in einem Haushalt. Hieraus errechnet sich für das Quartier die Zahl der Wohneinheiten zu rund 2.320.

Die statistische Verteilung der Personen pro Wohneinheit in Sersheim zeigt die nachfolgende Tabelle (Daten Statistisches Landesamt Baden-Württemberg), in denen auch der resultierende Strombedarf (exklusive Heizstrom) dargestellt wird.

Berechnung anhand der Einwohnerzahl			
Personen/WE	prozentualer Anteil	Einwohner	Stromverbrauch
1	30 %	1.687	3.459.000 kWh/a
2	30 %	1.655	2.847.000 kWh/a
3	15 %	820	1.107.000 kWh/a
4	15 %	862	1.024.000 kWh/a
> 5	10 %	543	583.000 kWh/a
Stromverbrauch gesamt Wohngebäude		5.567	**9.020.000 kWh/a**

Somit ergibt sich ein Stromverbrauch der **privaten Gebäude in ganz Sersheim** von rund

9.020 MWh/a.

Im Quartier befinden sich rund 225 Wohngebäude der insgesamt 1.418 Wohngebäude in ganz Sersheim.

Für das untersuchte Quartier ergeben sich folgende Stromverbräuche:

Der **Stromverbrauch privater Wohngebäude** im Quartier berechnet sich zu

9.020 MWh : 1.418 Gebäude x 225 Gebäude = rund 1.400 MWh/a

Die **Stromverbräuche der kommunalen/öffentlichen Gebäude** liegen wie folgt vor bzw. wurden abgeschätzt

Schule + Kindergarten	81 MWh/a
Rathaus	41 MWh/a
Bürgerhaus	22 MWh/a

Der **Stromverbrauch für die gewerblichen Nutzungen** wird abgeschätzt mit rund

1.200 MWh/a

Für die Industrie wurde von einem Stromverbrauch von rund

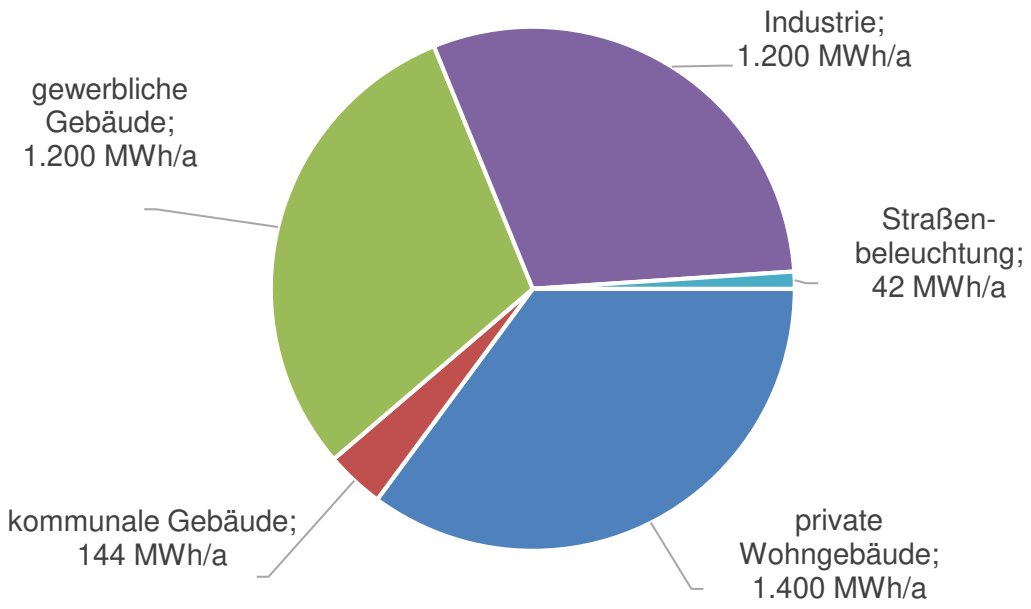
1.200 MWh/a

ausgegangen.

Der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung beträgt im untersuchten Quartier rund

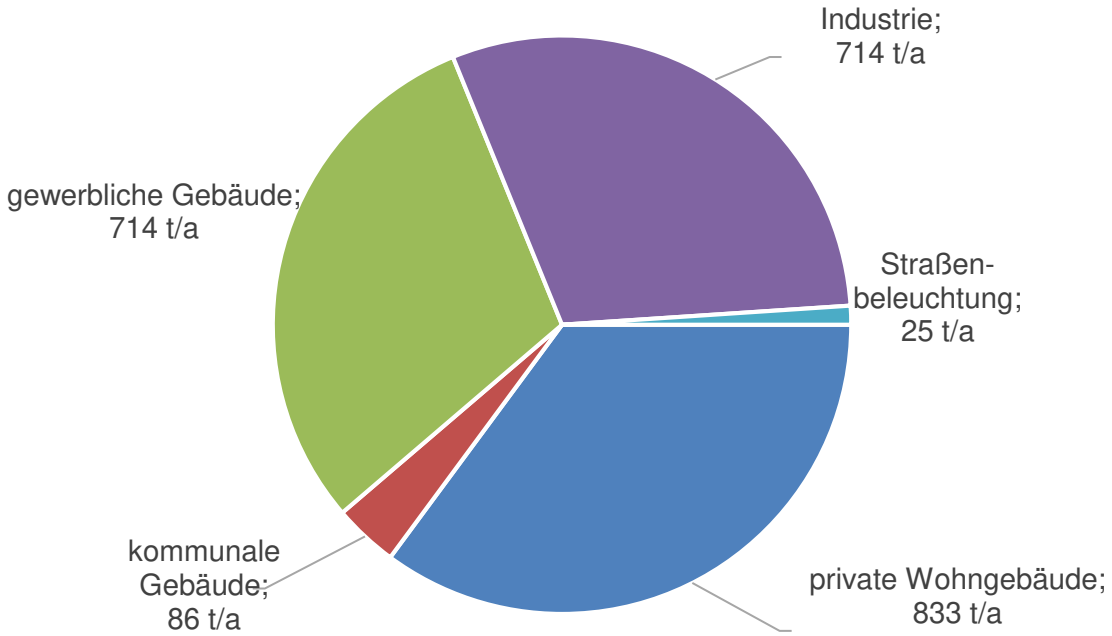
42 MWh/a

Die Umstellung auf LED-Technik wurde bereits im Jahr 2018 abgeschlossen.



Strombedarf 3.986 MWh

Abb. 17: Strombedarf im Quartier



CO_2-Emissionen 2.372 t

Abb. 18: CO_2-Emissionen aus Stromverbrauch im Quartier

Reduktion des individuellen Strombedarfs

Der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern bezieht sich auf den Bundesstrommix. Im Jahr 2016 betrug der erneuerbar erzeugte Anteil dabei bereits rund ein Drittel. Zielsetzung ist der Ausbau des erneuerbaren Anteils auf 80 % bis zum Jahr 2050. Gleichzeitig wird von der Landesregierung eine Reduktion des Strombedarfs um 14 % bis 2050 angestrebt.

Bezogen auf das Untersuchungsgebiet (exklusive Heizstrom) ergäbe sich dadurch bis zum Bezugsjahr 2050 eine Reduktion des Strombedarfs von rund

573 MWh/a.

Die daraus resultierende CO_2-Einsparung errechnet sich bei Berücksichtigung des derzeitigen CO_2-Emissionsfaktors für Strom zu rund

341 t/a.

4.6 CO_2-Emissionen im Bestand

Es werden die CO_2-Einsparungen gemäß den spezifischen Werten des KfW–Programms Energieeffizient Bauen und Sanieren als Berechnungsgrundlage genutzt.

CO_2-Faktoren	
Heizöl	0,266 kg/kWh
Erdgas	0,202 kg/kWh
Flüssiggas	0,234 kg/kWh
Strom	0,595 kg/kWh
Holzpellets	0,000 kg/kWh
Scheitholz	0,000 kg/kWh
Holzhackschnitzel	0,000 kg/kWh
Rapsmethylester	0,096 kg/kWh
Solarthermie	0,000 kg/kWh
Biogaswärme	0,000 kg/kWh

Aus dem derzeitigen **Strombedarf des Quartiers** resultiert auf Basis des oben genannten CO_2-Faktors bzw. CO_2-Äquivalents des bundesdeutschen Strommixes ein **Kohlendioxid-Ausstoß** von rund

2.372 t/a.

Aus dem in Abschnitt 4.4 aufgeschlüsselten Energieträgermix des Quartiers, errechnet sich der für Sersheim spezifische Emissionsfaktor für **Beheizung und Trinkwarmwasser-bereitung** zu 0,250 kg/kWh Endenergie. Die derzeitige **CO_2-Emission** des Untersuchungs-gebiets errechnet sich daraus zu rund

3.168 t/a.

Insgesamt (Wärme und Strom) ergeben sich

5.540 t/a.

5 Bauliche Modernisierungsszenarien

5.1 Gebäudebezogene Modernisierung eines Einfamilienhauses

Für ein typisches Einfamilienhaus aus den 50er Jahren, wurden mögliche Modernisierungsmaßnahmen, die zugehörigen Kosten sowie die resultierenden Einsparpotenziale hinsichtlich Energiebedarf und CO_2-Ausstoß untersucht.

Das Gebäude befindet sich weitgehend im baulichen Originalzustand. Augenscheinlich wurden bislang lediglich die Fenster des Gebäudes ersetzt. Die Beheizung erfolgt über einen in die Jahre gekommenen Niedertemperatur-Ölkessel.

Für die Berechnungen wird angenommen, dass weite Teile des Untergeschosses im Bestand direkt oder indirekt beheizt werden und somit dem beheizten Volumen zuzurechnen sind (Hobbyraum, Waschküche). Die Berechnungen berücksichtigen daher statt der Montage einer Kellerdeckendämmung das Freigraben des Untergeschosses bis zu den Fundamenten sowie den Auftrag einer Abdichtung der erdberührten Bauteile und die Montage einer Perimeterdämmung auf den UG-Außenwänden. Die oberirdischen Außenwände des 1,5-geschossigen Gebäudes erhalten fiktiv ein WDVS; das Satteldach wird mittels einer Aufsparrendämmung auf Hartschalung neu gedämmt und eingedeckt – inklusive einem entsprechenden Anpassen der Dachüberstände an das WDVS.

Für das anonymisiert betrachtete Gebäude wurden folgende Randbedingungen ermittelt und den Berechnungen zugrunde gelegt:

Bauteil	**A** [m²]	$U_{Bestand}$ [W/m²K]	**Maßnahme**	$U_{modernisiert}$ [W/m²K]
Bodenplatte	132	2,30	keine	2,30
UG-Wände	130	1,50	14 cm Perimeter 038	0,25
EG/DG-Wände	166	1,40	14 cm WDVS 032	0,20
Fenster	16	1,20	keine	1,20
Satteldach	160	1,40	24 cm Dämmung 035	0,14

Die Modernisierungsvorschläge berücksichtigen die bauteilbezogenen Anforderungen der Energieeinsparverordnung 2014 sowie der KfW (Stand Berichterstellung). Durch die Einhaltung der KfW-Anforderungen sind die Einzelmaßnahmen förderfähig hinsichtlich eines zinsverbilligten Darlehens und eines Tilgungszuschusses in Höhe von 7,5 %.

Weiterhin wird der Einbau eines Öl-Brennwert-Gerätes in Verbindung mit einer solarthermischen Anlage zur Trinkwarmwasserbereitung und Heizungsunterstützung auf dem Dach des Gebäudes sowie die Erneuerung der Heizungspumpen berücksichtigt. Eine weitere Effizienzsteigerung erfährt das Gebäude durch den Einbau dezentraler Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung.

Das Gebäude erfüllt nach Umsetzung der Modernisierungsmaßnahmen die Anforderungen der KfW an ein Effizienzhaus 85.

Bei einer Umsetzung der Modernisierung en bloc wäre somit eine zinsverbilligte Finanzierung der Gesamtmodernisierung in Verbindung mit einer Bezuschussung der anfallenden Kosten in Höhe von 17,5 % (Stand Berichterstellung) durch die KfW möglich. Allerdings ist die Höhe des Tilgungszuschusses auf 17.500 € gedeckelt, da das Gebäude nur eine Wohneinheit beinhaltet.

Auf Basis der Berechnungsvorschriften der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA) errechnet sich die Energieeinsparung zu:

Bauteil	Transmission ist [kWh]	Transmission mod. [kWh]	Einsparung [kWh]
Bodenplatte	10.900	10.900	–
UG-Wände	7.000	1.200	5.800
EG/DG-Wände	13.900	2.000	11.900
Fenster	1.370	1.370	–
Satteldach	13.400	1.300	12.100

Die aus den vorgeschlagenen baulichen Modernisierungsmaßnahmen resultierende Energieeinsparung errechnet sich in Summe zu 29.800 kWh jährlich. Da die Raumtemperaturen im Untergeschoss und beispielsweise im Treppenhaus sowie untergeordneten Räumen durch die Dämmmaßnahmen jedoch höher liegen werden als bisher, bringen wir auf die errechnete Einsparung einen Abschlag von 30 % in Ansatz. Somit kann von einer Energieeinsparung von rund 21.000 kWh/a durch die baulichen Maßnahmen ausgegangen werden.

Durch den Einbau der Brennwerttechnik in Verbindung mit der solarthermischen Anlage und der Reduzierung der Lüftungsverluste durch die Wärmerückgewinnung kann dagegen mit einer zusätzlichen Brennstoffeinsparung in Höhe von 25 % gerechnet werden.

Insgesamt errechnet sich die zu erwartende **Brennstoffeinsparung** bezogen auf den bisherigen Bedarf somit zu rund

26 MWh/a.

Der via Heizöl zu deckende Energiebedarf für Beheizung und Trinkwarmwasserbereitung wird folglich um über die Hälfte, auf einen Wert von verbleibenden rund 20.000 kWh pro Jahr reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen ließe sich eine gebäudespezifische Kohlendioxid-Einsparung realisieren von insgesamt rund

8 t/a.

Für die vorgeschlagenen baulichen und anlagentechnischen Modernisierungsmaßnahmen werden folgende Kosten veranschlagt:

Maßnahme	Kosten (inkl. MwSt.)
UG-Perimeterdämmung	25.000 €
Außenwanddämmung (WDVS)	20.000 €
Dämmung Satteldach, Blecharbeiten	45.000 €
Brennwertkessel und Solaranlage	25.000 €
Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	10.000 €
Summe	**125.000 €**

Nebenkosten fallen lediglich im Bereich Energieberatung und Baubegleitung in Höhe von ca. 5.000 € an. Insgesamt kann somit von **Gesamtkosten** in Höhe von **rund 130.000 €** ausgegangen werden.

Durch den **Tilgungszuschuss der KfW in Höhe von 17,5 %** (was durch die Deckelung auf 100.000 € exakt 17.500 € entspricht) sowie einem zusätzlichen Zuschuss der KfW auf die Nebenkosten (50 % Zuschuss auf Konzeptions- und Baubegleitungsleistungen, entspricht 2.500 €) reduziert sich der finanzielle Aufwand für den Gebäudebesitzer auf rund

110.000 €.

Für die Kapitalrückflussberechnung wird von einem Heizölpreis von 70 ct/l inkl. MwSt. ausgegangen. Daraus errechnet sich (exkl. Energiepreissteigerungen und Kapitalkosten) und unter Berücksichtigung vermiedener Anlagenverluste durch die Effizienzsteigerung und Laufzeitverringerung durch die Solaranlage eine Kapitalrückflusszeit von 55 Jahren.

Zieht man ohnehin anfallende „Sowieso-Kosten“ ab (Dachmodernisierung, altersbedingter Kesseltausch mit Solaranlage und Anstrich Fassade), so resultiert für die gesamt-energetische Ertüchtigung eine Kapitalrückflusszeit von rund

15 Jahren.

Hierbei sind weder Zinskosten noch im Verlauf der 15 bzw. 55 Jahre mögliche Preis-änderungen für den Energiebezug berücksichtigt.

5.2 Gebäudebezogene Modernisierung eines Fachwerkhauses

Die baulich-energetische Modernisierung von Fachwerkhäusern gilt gegenüber später errichteten Gebäuden allgemein als aufwendiger. Dies trifft bezogen auf die Fassade zu, da Wärmedämm-Verbund-Systeme oder Vorsatzschalen in den meisten Fällen aufgrund erhaltenswerter Stadtbildqualitäten bzw. aus Gründen des Denkmalschutzes ausscheiden.

Eine innenseitige Dämmung der Außenwände ist möglich, kann den Transmissions-wärmeverlust aufgrund beschränkter Dämmstärken jedoch nicht so stark reduzieren wie beispielsweise eine außenseitig aufgebrachte Dämmung. Darüber hinaus bedingt ein Innendämmsystem eine detailliertere Planung.

Die Dämmung der Dächer bzw. der obersten Geschossdecken (in Fachwerkhäusern bildet die Decke des obersten Vollgeschosses häufig den oberen Abschluss der thermischen Hülle) und der Kellerdecken kann dagegen oftmals analog zu herkömmlichen Gebäuden vorgenommen werden. Dies gilt auch für Gewölbekellerdecken, die unterseitig mittels Mineralwolle-Lamellen gedämmt werden können, sofern denkmalschutzrechtlich keine Einwände bestehen.

In bestehende Kastenfenster aus Holz können spezielle, dünne 2-Scheibenverglasungen mit wärmeschutztechnischer Beschichtung im Scheibenzwischenraum eingebaut werden. In Absprache mit dem Denkmalamt können häufig auch neue Fenster eingebaut werden. Ob neue Fenster eine 2- oder eine 3-Scheibenverglasung aufweisen sollten, muss feuchteschutztechnisch überprüft werden. In den meisten Fällen empfiehlt sich in diesem Zusammenhang der Einbau von 3-Scheiben-Verglasungen nur dann, wenn die Außenwände auch über eine Innendämmung verfügen, um einem Tauwasseranfall an Außenwänden oder im Bereich von konstruktiven oder geometrischen Wärmebrücken vorzubeugen.

In diesem Beispiel wird aufgezeigt, dass eine Dämmung der obersten Geschossdecke eines Fachwerkhauses eine effektive und gleichzeitig wirtschaftliche Maßnahme darstellt.

In die Gefache der Holzbalkendecken von Fachwerkhäusern, die das oberste beheizte Geschoss vom unbeheizten Dachraum trennen, wurden zur Wärmedämmung bauzeitlich häufig eine Schicht aus Lehm und Stroh eingebracht und die Gefache mit Getreidespreu aufgefüllt. Oberseitig wurden die Decken durch eine Bretterlage begehbar gemacht.
Im Vorfeld einer energetischen Ertüchtigung der Geschossdecke sollten einige Bodenbretter demontiert und der Zustand der eingebrachten Spreu oder ggf. einer anderen vorhandenen Schüttung auf Schimmel und Feuchtigkeit stichprobenartig untersucht werden - vorzugsweise in Bereichen über Küchen, Schlafzimmern und Bädern sowie im Bereich von geometrischen Wärmebrücken wie beispielsweise den Außenecken des Gebäudes. Liegt keine Feuchtigkeit an der Schüttung und keine statisch relevante Schädigung an den

Deckenbalken vor, kann auf der Bretterschalung eine luftdichte Dampfbremse mit starrem s_d-Wert und darauf eine begehbare Wärmedämmung aus druckfesten Holzfaserplatten ausgelegt werden.

Entsprechende Holzfaserplatten weisen zumeist einen Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von 0,040 bis 0,045 W/mK auf. Sie sollten zwei- oder mehrlagig mit versetzten Stößen verlegt werden.

Ausgehend von einem Bestands-U-Wert von 1,00 W/m²K, wie er vom BMVBS in der Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand vom 7. April 2015 für oberste Holzbalkendecken in vor 1918 errichteten Gebäuden veröffentlicht wurde, errechnet sich unter Berücksichtigung einer 28 cm starken Holzfaserdämmung (WLG 042) auf der Decke ein U-Wert im modernisierten Zustand von 0,13 W/m²K.

Auf Basis der Berechnungsvorschriften der KEA errechnet sich die Energieeinsparung infolge der aufgebrachten Dämmung bei einer Grundfläche der Geschossdecke von 80 m² zu

3.340 kWh pro Jahr,

was bei einem verbliebenen Wärmestrom über die Geschossdecke von 500 kWh/a gegenüber dem Ausgangswert von 3.840 kWh/a einer bauteilbezogenen Einsparung von 87 % entspricht.

Inklusive der Systemverluste des Heizwärmeerzeugers und unter Berücksichtigung des angenommenen Energieträgermixes für Sersheim, ließe sich folglich allein durch diese Maßnahme eine CO_2-Einsparung von rund

1 t/a

realisieren.

Unter Berücksichtigung eines Kostenansatzes von 80 €/m² inkl. MwSt. errechnen sich die Kosten der Maßnahme zu rund 6.500 €. Theoretisch ist eine Bezuschussung der Einzelmaßnahme durch die KfW in Höhe von 10 % möglich, was jedoch durch die Kosten einer dann benötigen Konzeptions-, Baubegleitungs- und Beantragungs- bzw. Bestätigungsleistung durch einen Sachverständigen mindestens wieder aufgebraucht würde.

Ein Kapitalrückfluss errechnet sich bei Beibehaltung der angenommenen 6.500 € und einem derzeitigen Heizölpreis von 70 ct/l inkl. MwSt. zu rund

25 Jahren.

5.3 Baulicher Modernisierungszustand 2030

Ohnehin anstehende Instandhaltungsmaßnahmen in Verbindung mit daran gekoppelten rechtlichen Auflagen (EnEV, EWärmeG), Klimaschutzaspekte, staatliche Förderungen und die Einsparung von Brennstoffkosten werden zu einer weiteren Verbesserung bzw. Modernisierung der Gebäude im untersuchten Quartier in den kommenden Jahren führen.

Die gebäudescharfe Bilanzierung erlaubt eine Hochrechnung des Wärmebedarfsrückgangs in Verbindung mit künftigen Modernisierungsmaßnahmen. Unter der Annahme, dass bis zum Jahr 2030 alle Wohngebäude des Quartiers allein altershalber über Fenster mit Wärmeschutzverglasungen und modernisierte Dächer verfügen, kann von einer Reduktion des Wärmebedarfs dieser Gebäude um 12 % ausgegangen werden. Für die öffentlichen und gewerblichen Gebäude wird eine Einsparung von jeweils 5 % des Wärmebedarfs angesetzt.

Der Wärmeenergiebedarf für Beheizung und Trinkwarmwasserbereitung aller Gebäude könnte so bis 2030 sukzessiv auf rund 9.470 MWh/a sinken (bislang rund 10.700 MWh/a). Die **Einsparung des Wärmebedarfs** läge somit bei rund

1.230 MWh pro Jahr.

Bezogen auf die Kohlendioxid-Emissionen ergäbe sich bei Beibehaltung des derzeitigen Energieträgermixes infolge der baulichen Modernisierung eine resultierende Einsparung von ca.

370 t CO_2/a.

5.4 Baulicher Modernisierungszustand 2050

Davon ausgehend, dass bis zum Jahr 2050 nahezu alle Gebäude (privat, kommunal und gewerblich) umfassend energetisch modernisiert wurden, gehen wir von einer Einsparung von 37 % im privaten Sektor (Wohngebäude), 30 % im kommunalen Sektor und 25 % im gewerblichen Sektor gegenüber dem derzeitigen Stand aus.

Der Wärmebedarf für Beheizung und Trinkwarmwasserbereitung im Quartier (bislang rund 10.700 MWh/a) könnte so bis 2050 sukzessive auf 6.960 MWh/a sinken. Die **Einsparung des Wärmebedarfs** läge somit bei

3.740 MWh pro Jahr.

Bezogen auf die Kohlendioxid-Emissionen ergäbe sich bei Beibehaltung des derzeitigen Energieträgermixes sowie der spezifischen CO_2-Emissions-Faktoren eine resultierende Einsparung von rund

1.100 t CO_2/a.

5.5 Fortschreitende Modernisierung von Einzelheizsystemen

Neben der nachträglichen Dämmung von Außenbauteilen der thermischen Gebäudehülle, wird auch die fortschreitende Modernisierung von Einzelheizsystemen einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion des CO_2-Ausstoßes über die betrachteten Zeiträume mit sich bringen.

Da nicht alle Gebäude im Quartier an eine Nahwärmeversorgung angeschlossen werden, sei es, dass eine zentrale Versorgung für bestimmte Teile des Quartiers zukünftig nicht angeboten werden kann oder aber Anrainer einer entstehenden Nahwärmetrasse sich – aus welchen Gründen auch immer – gegen einen Anschluss entscheiden, sollen hier Alternativen bei der Beheizung der Gebäude aufgezeigt werden.

Für diese Gebäude gehen wir in der Bilanzierung des CO_2-Ausstoßes für die Bezugsjahre 2025 und 2050 von einer fortschreitenden Modernisierung der Einzelheizungen aus.

Betrachtet wird hierbei ein sukzessiver Ersatz der bestehenden Öl- und Gaskessel zugunsten eines Mixes aus folgenden Einzelheizsystemen, die die jeweils aus dem Heizungsaustausch resultierende Anforderung des Erneuerbare-Wärme-Gesetzes Baden-Württemberg (EWärmeG) erfüllen:

- Öl- bzw. Gas-Brennwertkessel mit Solarthermieanlage zur Trinkwarmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
- Luft-Wasser- bzw. Sole-Wasser-Wärmepumpe

- Pelletkessel
- Scheitholzvergaserkessel

Davon ausgehend, dass Teilgebiete des Quartiers nicht mit Nahwärme erschlossen werden und auch in den erschlossenen Gebieten nicht alle Trassenanrainer an die Nahwärmeversorgung anschließen werden, errechnet sich die zu erwartende Einsparung an CO_2 durch die Modernisierung von Einzelheizungen bis zum Jahr 2050 auf

330 t/a.

Dies entspricht einer durch die Modernisierung von Einzelheizungen zu erwartenden Einsparung des CO_2-Ausstoßes von 6 % gegenüber den heutigen Emissionen.

5.6 Übersicht CO_2-Einsparung dezentraler Modernisierungsmaßnahmen

Im nachfolgenden Diagramm ist eine Übersicht möglicher Modernisierungsmaßnahmen an Bestandsgebäuden dargestellt.

Bezogen auf ein bislang mittels eines Ölkessels (Abb. 14) bzw. eines Gaskessels (Abb. 15) zentral beheizten Gebäudes (inkl. Trinkwarmwasserbereitung), sind vereinfacht die durch Einzelmaßnahmen am Gebäude erzielbaren Einsparpotenziale (Kohlendioxid-Ausstoß) in Gramm je Kilowattstunde Wärmebedarf dargestellt.

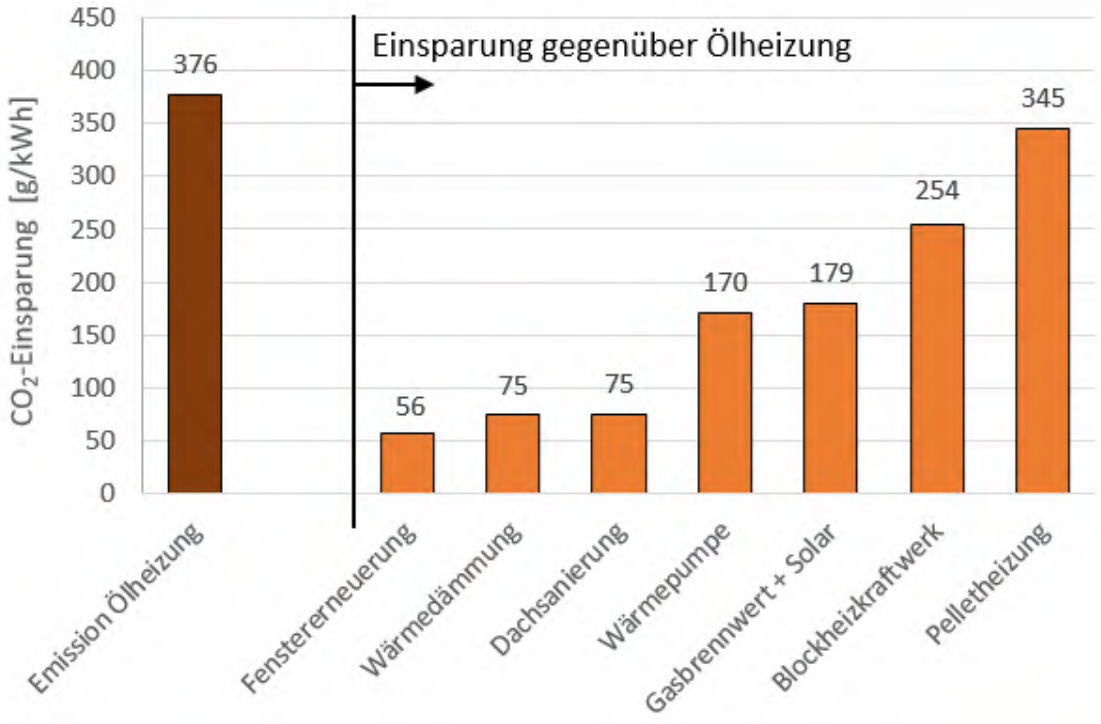


Abb. 19: CO_2-Einsparpotenziale dezentraler Einzelmaßnahmen gegenüber Ölheizung (Quelle: IBS)

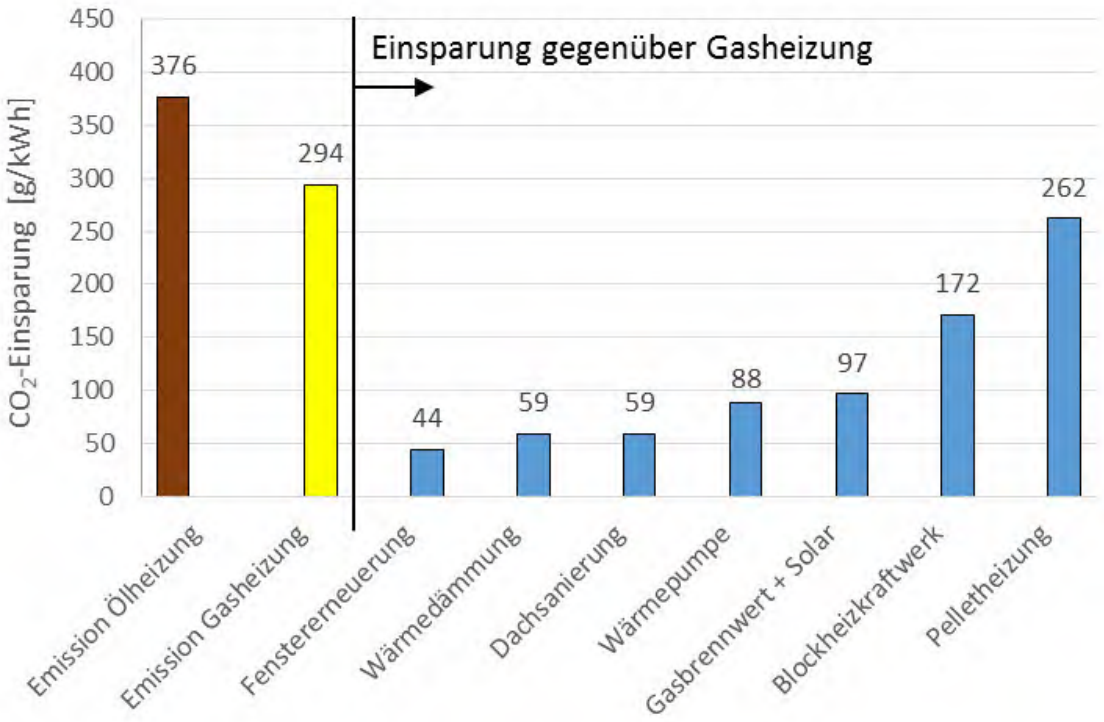


Abb. 20: CO_2-Einsparpotenziale dezentraler Einzelmaßnahmen gegenüber Gasheizung (Quelle: IBS)

6 Solarpotenziale

6.1 Analyse der Erzeugungskapazität

Anhand der Datenbasis von Smart Geomatics wurden die Potenziale hinsichtlich einer möglichen Installation von Photovoltaik-Modulen oder solarthermischen Anlagen auf den Dächern im untersuchten Quartier ermittelt.
Hierbei werden Faktoren wie Dachausrichtung, Neigung und Verschattung mit in der Bewertung berücksichtigt.

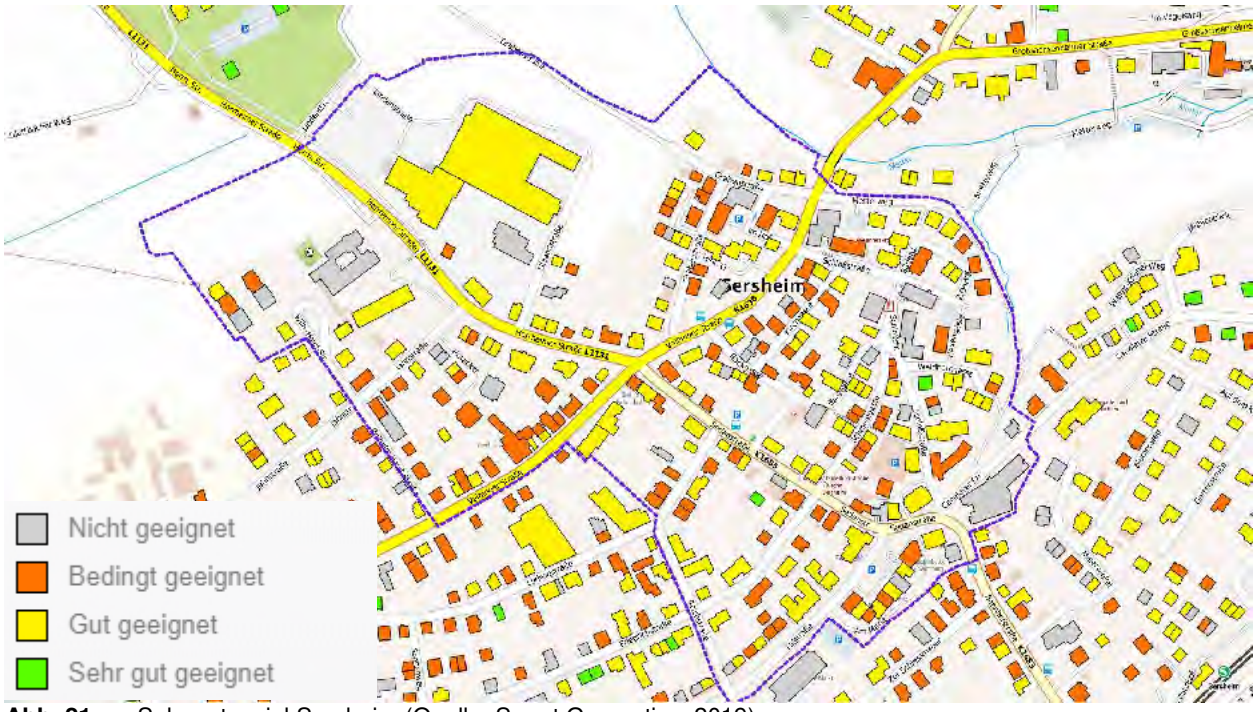


Abb. 21: Solarpotenzial Sersheim (Quelle: Smart Geometics, 2019)

Insgesamt stünde auf den Dächern der Gebäude eine geeignete Gesamtfläche (sowohl bedingt, als auch gut bzw. sehr gut) von rund

20.200 m²

für die Montage von Photovoltaikanlagen oder solarthermischen Anlagen zur Verfügung.

Unter Berücksichtigung der jeweiligen Ausrichtung und Dachneigung der Dachflächen könnten bei einer vollständigen Nutzung dieser Flächen zur **Stromerzeugung** innerhalb eines Jahres somit rund

2.300 MWh/a

Strom regenerativ erzeugt werden.

Alternativ könnte bei einer vollständigen Belegung mittels **solarthermischen Anlagen** ein jährlicher Wärmeertrag von rund

11.400 MWh/a

erreicht werden. Reell wären theoretisch im Quartier

1.600 MWh/a

nutzbar, setzt man voraus, dass die Solaranlagen – entsprechend den Anforderungen des Erneuerbare-Wärme-Gesetzes – für einen Deckungsanteil von 15 % des Wärmebedarfs jedes Gebäudes ausgelegt würden.

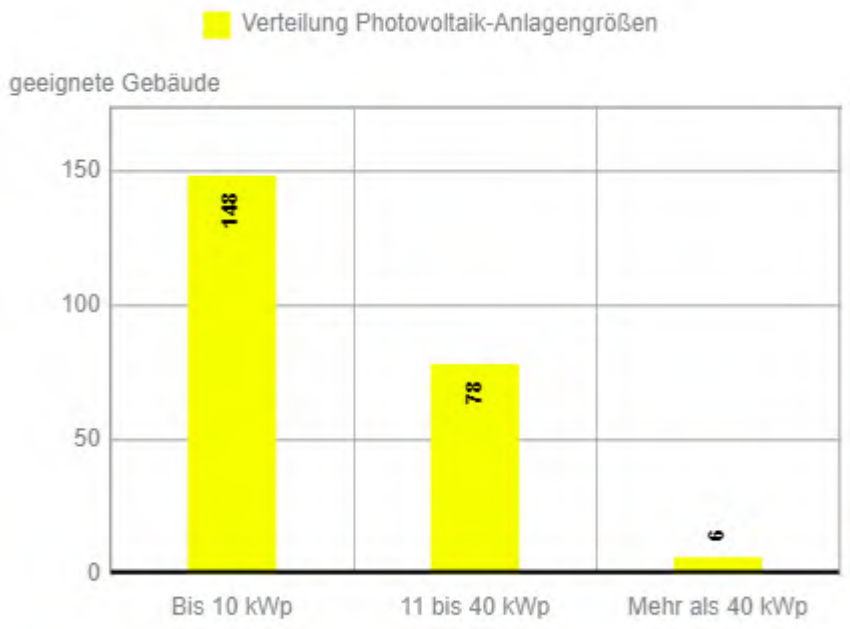


Abb. 22: geeignete Dachflächen für Solarnutzung Sersheim (Quelle: Smart Geometics, 2019)

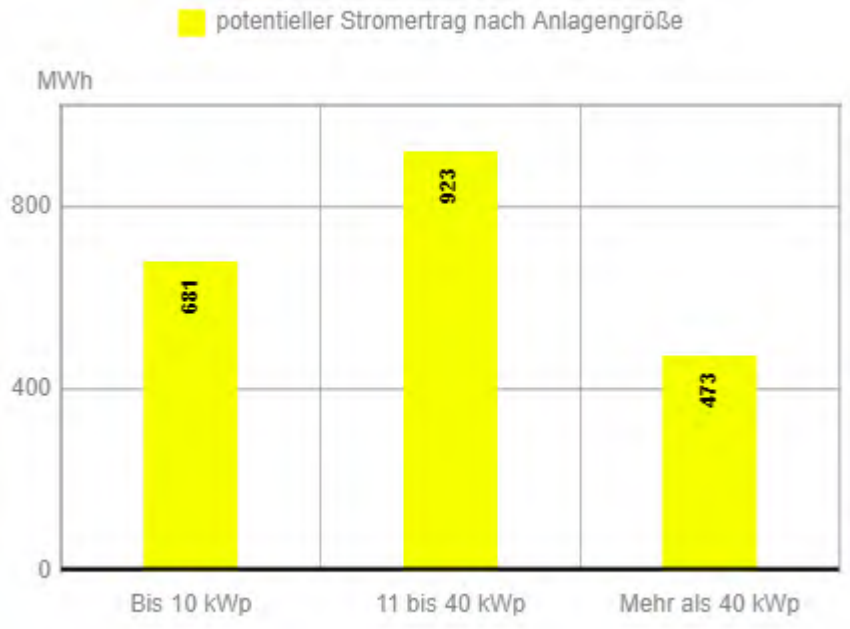


Abb. 23: berechneter maximaler Stromertrag Sersheim (Quelle: Smart Geometics, 2019)

6.2 Reduktion CO_2-Emissionen durch Photovoltaik- und Solaranlagen

Bezogen auf die Kohlendioxid-Emissionen ergäbe sich unter Berücksichtigung des derzeitigen spezifischen CO_2-Emissions-Faktors für Strom (0,595 kg/kWh) bei einer vollständigen Belegung der geeigneten Hausdachflächen mit **PV-Modulen** eine jährliche Einsparung von

1.368 t CO_2/a.

Bei einer angenommenen Ausbauquote bis 2050 von etwa 15 % der möglichen Flächenbelegung ergibt sich eine Einsparung von rund

230 t CO_2/a.

Würden ca. 15 % des Wärmebedarfs der Wohngebäude über **solarthermischen Anlagen** abgedeckt werden, ergäbe sich unter Berücksichtigung des derzeitigen ***Energiemixes*** zur Heizung und Trinkwarmwasserbereitung eine jährliche Kohlendioxid-Einsparung von rund

400 t CO_2/a.

7 Nahwärmeversorgung

Das nachfolgende Kapitel beinhaltet ein Konzept zum Aufbau einer Nahwärmeversorgung.

7.1 Untersuchungsgebiet

Im untersuchten Quartier befinden sich vorwiegend Einfamilienhäuser sowie kleinere Mehrfamilienhäuser. Im nördlichen Teil befindet sich die Hofäckerschule. Es handelt sich dabei um eine Grundschule mit Werkrealschule.

Das Sanierungsgebiet „Vaihinger Straße“ befindet sich zur Hälfte im Untersuchungsgebiet. Am westlichen Rand des Quartiers befinden sich die beiden öffentlichen Gebäude Rathaus und Bürgerhaus.

Zudem werden derzeit 2 Mehrfamilienhäuser im Bereich des Ortskerns gebaut.

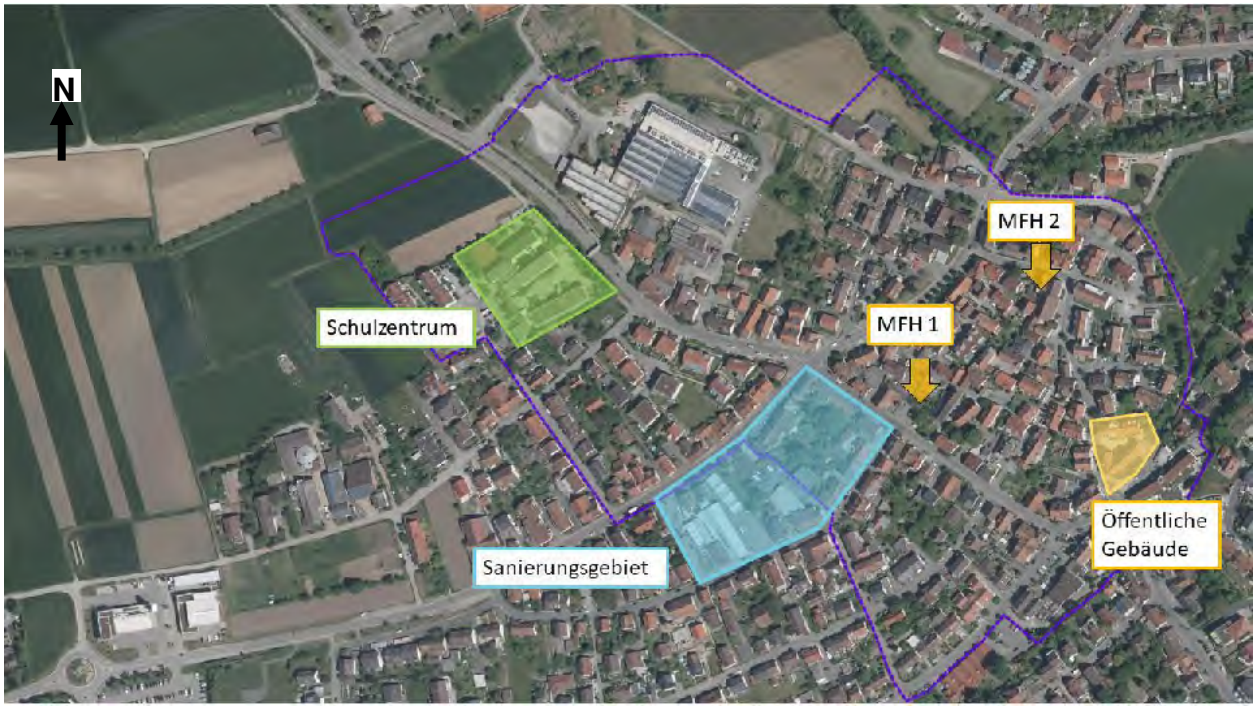


Abb. 24: Untersuchungsgebiet Sersheim (Quelle: Smart Geomatics, IBS)

7.2 Wärmeverbrauch

Das Untersuchungsgebiet ist teilweise mit Erdgas erschlossen.
Die Gebäude werden überwiegend durch Öl-Zentralheizungen oder Gas-Zentralheizungen mit Wärme versorgt. Vereinzelt werden die Gebäude auch über Holz und Strom als Energieträger beheizt.

Grundlage Energieverbrauchswerte

Im Untersuchungsgebiet wurden die Gebäude bei einer Vor-Ort-Begehung aufgenommen und jeweils der dazugehörige Wärmeverbrauch bei derzeitigem Dämmstandard berechnet:

öffentliche Gebäude	2 Gebäude
private Gebäude	248 Gebäude
Schule	2 Gebäude
Summe Gebäude	**252 Gebäude**

Öffentliche Gebäude

Der Wärmeverbrauch wurde anhand von Verbrauchswerten ermittelt.

Rathaus inkl. Bürgerhaus	250 MWh/a
Schule	250 MWh/a
Summe Wärmeverbrauch öffentliche Gebäude	**rd. 500 MWh/a**

Ankerkunden

geplante Mehrfamilien-Neubauten	rd. 200 MWh

Private Wohn- und Geschäftshäuser

Für die 248 privaten Gebäude wurden auf Grundlage der bei der Vor-Ort-Begehung aufgenommenen Daten der Wärmebedarf berechnet. Dieser Wärmeverbrauch kann durch unterschiedliches Nutzerverhalten abweichen, stellt jedoch für die weitere Untersuchung eine belastbare Grundlage dar.

Es wurden für die Berechnung des Wärmeverbrauchs für jedes einzelne Haus folgende Faktoren mit einbezogen:

- Gebäudeart
- Baujahr
- Fenster mit Wärmeschutzverglasung
- Wärmedämmung vorhanden
- Dachsanierung
- Anzahl Vollgeschoss
- Dachgeschoss
- beheizte Fläche

Bei Gewerbebetrieben ist aufgrund der inhomogenen Nutzungsstruktur aus Büro, Fertigung und Lager eine Berechnung nicht möglich. Hier wird daher, soweit keine konkreten Angaben vorliegen, auf Erfahrungswerte zurückgegriffen.

Auf dieser Datenbasis ergibt sich der berechnete Wärmeverbrauch der privaten Gebäude wie folgt:

Wärmeverbrauch private Gebäude, Wohn- und Geschäftsgebäude	rd. 9.665 MWh/a
Wärmeverbrauch Gewerbe	rd. 550 MWh/a
Summe Wärmeverbrauch private Gebäude	**rd. 10.165 MWh/a**

7.3 Verteilung des Wärmeverbrauchs

Für einen wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes ist eine hohe Wärmeabnahme bezogen auf die verlegte Länge der Wärmeleitung erforderlich. Als Kennwert wird die sogenannte Wärmedichte miteinander verglichen.
Anhand der ermittelten Wärmeverbräuche werden die Wärmedichten im gesamten Quartier bestimmt. Dazu wird der Wärmebedarf der Gebäude pro Straßenabschnitt durch die erforderliche Wärmeleitungslänge geteilt. Daraus ergibt sich die Wärmedichte in kWh/m.

Entsprechend der Wärmedichte wurden die Straßenabschnitte farblich markiert. Nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick der Wärmedichten im Quartier.

Abb. 25: Untersuchungsgebiet mit Wärmedichte (Quelle: Smart Geomatics, grün bedingt geeignet, gelb geeignet, orange bis rot gut geeignet)

Werden nicht alle Gebäude in einem Straßenabschnitt angeschlossen, ist die Anschlussquote kleiner 100 %. Die Wärmedichte sinkt entsprechend ab.

Verbrauchsschwerpunkte befinden sich vorwiegend im Bereich der Sedanstraße sowie ihrer Abzweigungen.

7.4 Vorhandenes Wärmenetz

Das bereits vorhandene Wärmenetz grenzt an das Untersuchungsgebiet und verbindet die Schule bereits mit der Biogasanlage. Zudem sind weitere Abnehmer im vorhandenen Netz eingebunden. Zwischen Schule und Biogasanlage sind die beiden Abnehmer Sporthalle und Gymnastikhalle eingebunden. Ein weiterer Abgang von der Biogasanlage versorgt einige Gebäude der angrenzenden Bauernhöfe mit Wärme.

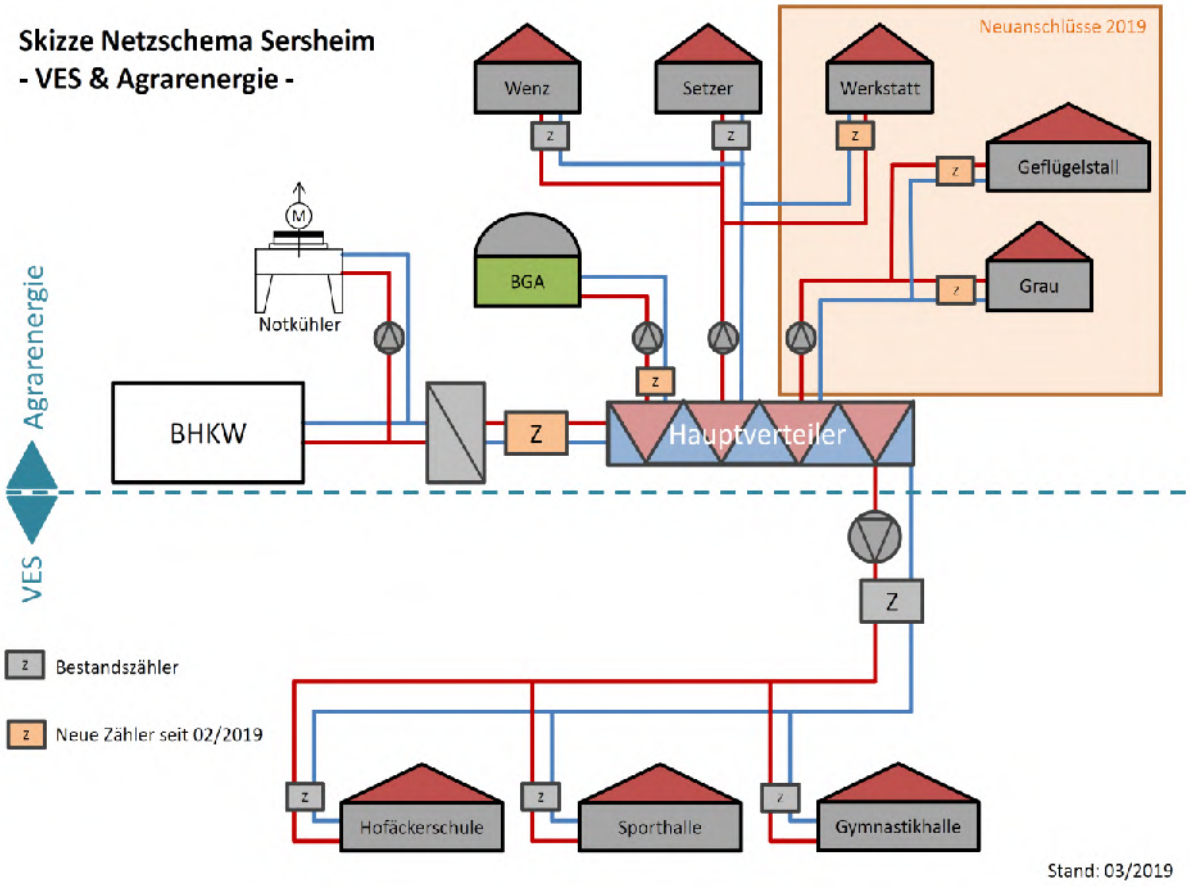


Abb. 26: Schema Bestandsnetz mit Abnehmern (Quelle: VES)

7.5 Konzeption Wärmenetz

Die Wärmeverteilung erfolgt über ein erdverlegtes Wärmenetz. Hierbei werden Kunststoffmantelrohre in der Ausführung als Doppelrohr mit verstärkter Dämmung eingesetzt, um die Verteilverluste zu minimieren. Die Wärmeverbraucher werden über Hausanschlussleitungen an die Wärmeversorgung angeschlossen. Die Wärmeübergabe erfolgt über indirekte Übergabestationen, welche bei jedem Abnehmer eingebaut werden.

Bei den Übergabestationen sind nur eine primärseitige Einbindung und deren Montage in den Investitionskosten des Nahwärmenetzbetreibers einkalkuliert. Die sekundärseitige Einbindung sowie eine eventuelle Erneuerung der Warmwasserbereitung sind vom Kunden zu tragen.

Abb. 27: KMR-Doppelrohr (Quelle: IBS)

Abb. 28: Verlegung KMR-Rohr (Quelle: IBS)

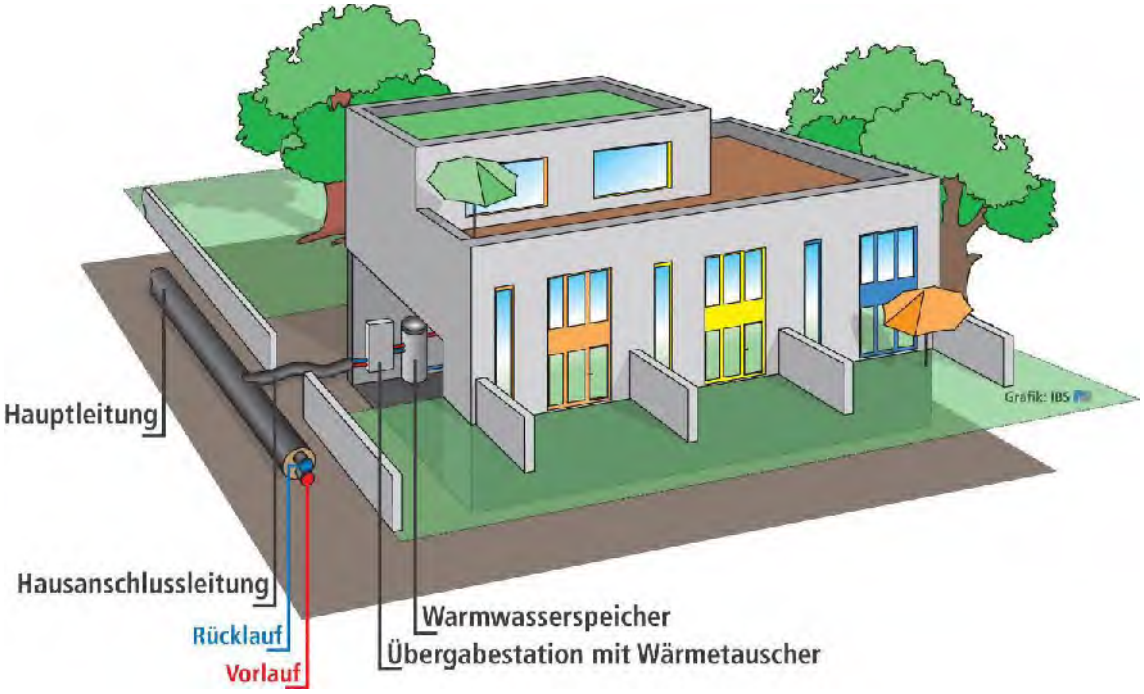


Abb. 29: schematische Darstellung der Nahwärmeversorgung (Quelle: IBS)

Das Wärmenetz wird für die Versorgung von öffentlichen und privaten Gebäuden konzipiert. Als Ankerkunden sind sowohl die öffentlichen Gebäude als auch zwei private Neubauten mit größerem Wärmebedarf vorgesehen. Da die zukünftige Heizzentrale in der Schule vorgesehen ist, sieht das Konzept die Hauptleitung zwischen Schule und Neubauten vor. Die Leitung wird entlang der Verbrauchsschwerpunkte verlegt, um möglichst viele Abnehmer über das Wärmenetz versorgen zu können.

Als erste Ausbaustufe wird die Hauptleitung gemäß Abb. 30 vorgesehen.

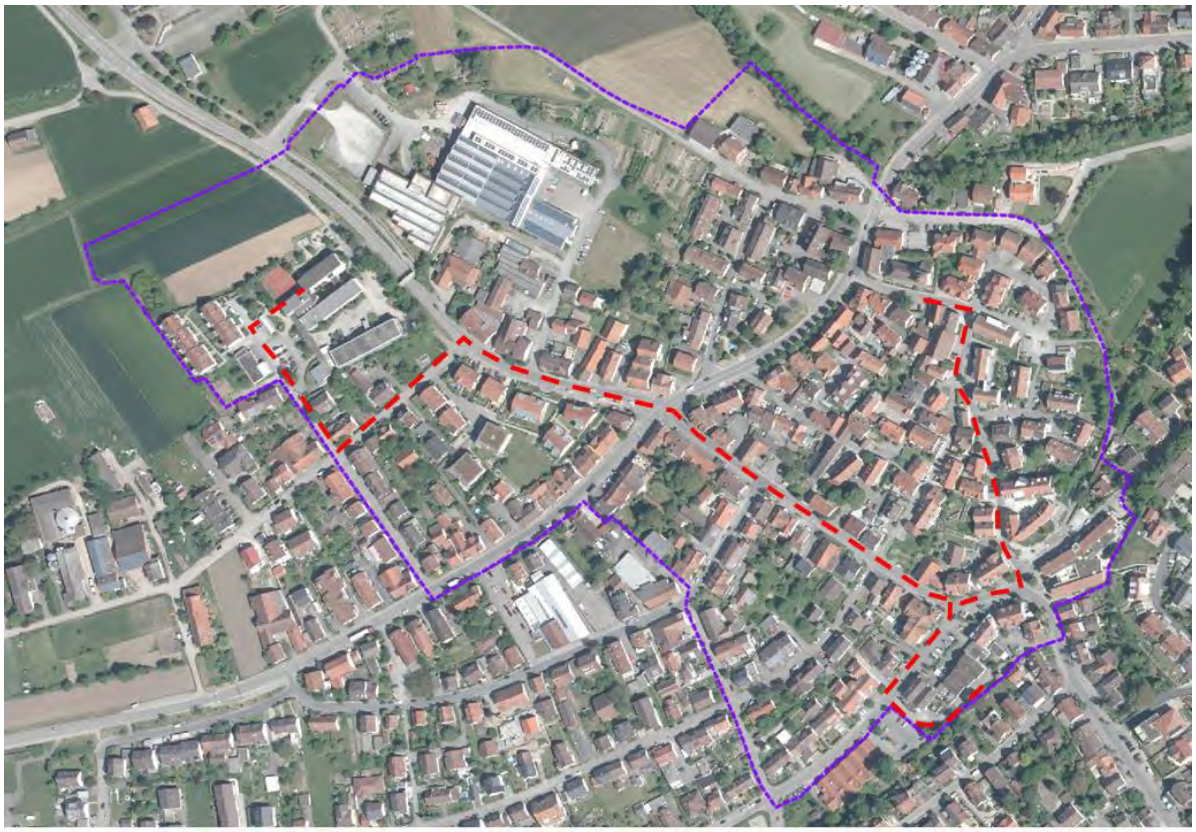


Abb. 30: möglicher Wärmeverbund Sersheim

Da bisher noch keine Verträge abgeschlossen wurden, ist die Anzahl der Abnehmer entlang der Trasse unbekannt. Für das Konzept werden die beiden Anschlussquoten von 40 % sowie 60 % angenommen.

Die Leitungslänge ergibt sich aus der Länge der Hauptleitung zuzüglich der Länge der Hausanschlussleitungen. Da sowohl die Anzahl als auch die Länge der Hausanschluss-leitungen noch nicht bekannt ist, wird von einer durchschnittlichen Länge von 15 m pro Hausanschluss ausgegangen.

7.6 Konzeption Wärmeerzeugung

Zur Deckung des Wärmebedarfs soll zunächst die vorhandene Wärme aus einer Biogasanlage mit Blockheizkraftwerk (BHKW) genutzt werden. Als zukünftige Heizzentrale dient der Heizraum der Schule. Dies hat den Vorteil, dass kein neues Gebäude gebaut werden muss. Zur Erzeugung der zusätzlichen Wärme wird die Heizzentrale der Schule umgebaut und mit zusätzlichen Wärmeerzeugern ergänzt.

Für die erste Ausbaustufe einer Wärmeversorgung in Sersheim wurden folgende Ausbaustufen betrachtet:

Ausbaustufe 1: Biogaswärme + Gasheizung in der Schule

- Bau der Wärmeverteilleitung bis in den Ortskern
- Umbau der Schule zum Vollabnehmer
- Einbau einer Gasheizung in der Schule zur Abdeckung der Spitzenlast sowie als Ausfallsicherung

Ausbaustufe 2: Biogaswärme + Blockheizkraftwerk + Gasheizung in der Schule

- Wie Variante 1
- Ergänzung um ein Blockheizkraftwerk 50 kWel/100 kWth

Als zusätzliches Potenzial befindet sich auf dem Bauernhof bereits eine Hackschnitzelheizung. Diese könnte später ebenfalls dazu genutzt werden, Wärme in den Wärmeverbund einzuspeisen.

7.7 Energiebilanz

7.7.1 Wärmebedarf

Die Schule soll zum Vollwärmeabnehmer umgebaut werden, die beiden anderen bisher versorgten kommunalen Gebäude Gymnastikhalle und Sporthalle bleiben teilversorgt, d. h. Lastspitzen werden weiterhin über die vorhandenen sekundärseitig installierten Kessel abgedeckt.
Unter der Annahme einer Anschlussquote von 40 - 60 % bei den privaten Gebäuden (kommunale 100 %) im jeweiligen Netzbereich ergibt sich folgender Wärmeverbrauch:

Wärmebilanz

		Szenario 1: 40 % Anschlussquote	*Szenario 2: 60 % Anschlussquote*	*100 % Anschlussquote*
Wärmeverbund	Rathaus	250 MWh	250 MWh	250 MWh
	Schule	250 MWh	250 MWh	250 MWh
	Neubauten	200 MWh	200 MWh	200 MWh
	Pflegeheim	200 MWh	200 MWh	200 MWh
	Akquise entlang Trasse	920 MWh	1.505 MWh	2.480 MWh
		= **40 %** (25 Gebäude) = rd. 500 kW	= **60 %** (38 Gebäude) = rd. 840 kW	= **100 %** (64 Gebäude) = rd. 1.380 kW
	Gesamtlänge	1.605 m	1.800 m	2.190 m
	Wärmedichte (ohne Schule)	980 kWh/m	1.200 kWh/m	1.430 kWh/m
	Summe Wärmeverbund	**1.820 MWh**	**2.405 MWh**	**3.380 MWh**
	Netzverluste	160 MWh	175 MWh	200 MWh
Gesamtbedarf ab Schule		**1.980 MWh**	**2.580 MWh**	**3.580 MWh**
Bestandsnetz	Bestandsgebäude + Netzverluste Bestandsnetz	420 MWh	420 MWh	420 MWh
Gesamtbedarf ab Biogasanlage		**2.400 MWh**	**3.000 MWh**	**4.000 MWh**

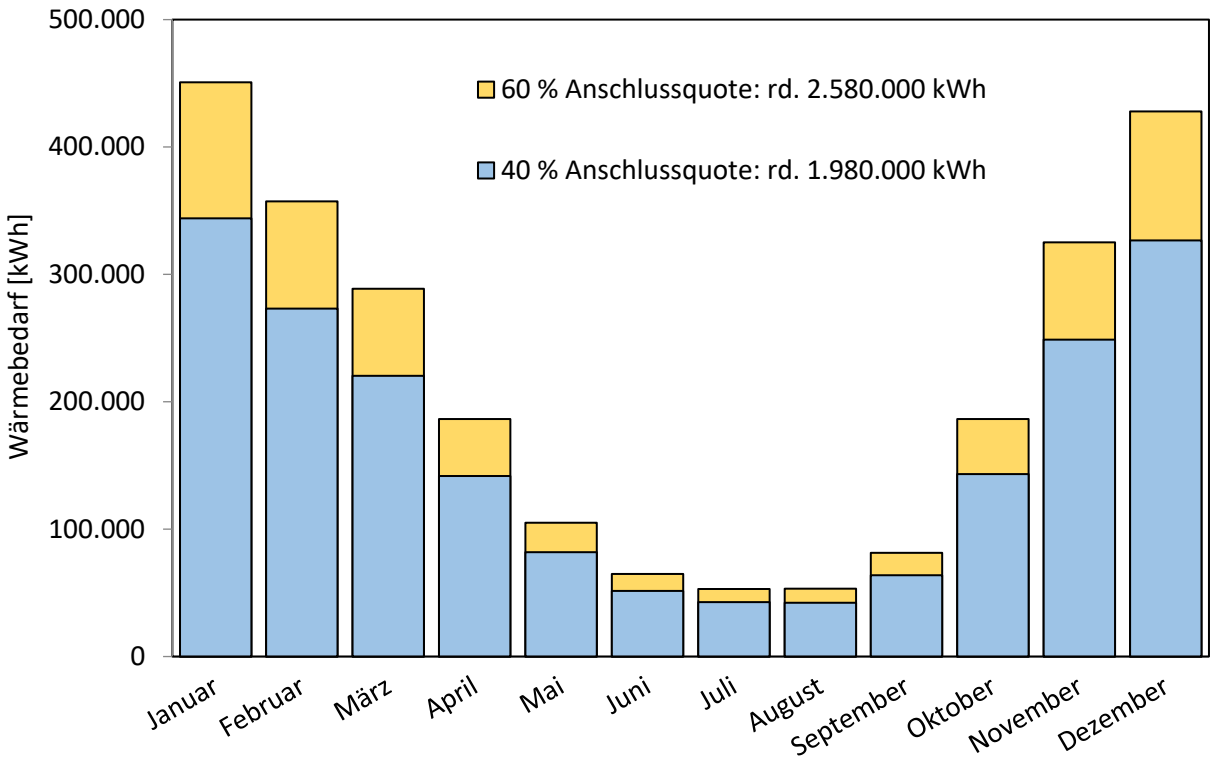


Abb. 31: möglicher Wärmebedarf für die beiden Anschlussquoten 40 und 60 %

7.7.2 Wärmeerzeugung

Zur Abschätzung, welche Wärmemenge aus dem Biogas-BHKW genutzt werden kann, wird davon ausgegangen, dass durch das Biogas-BHKW eine Wärmeleistung von rund 550 kW zur Verfügung gestellt wird. Davon werden rund 80 kW zur Beheizung der Fermenter benötigt. Zur Berechnung des Bedarfs werden Wärmebedarf der Bauernhöfe, der Sporthalle und der Gymnastikhalle abgezogen.

Ausbaustufe 1

Die Ausbaustufe 1 wird jeweils für die beiden Anschlussquoten von 40 % (als Ausbaustufe 1a bezeichnet) und 60 % (Ausbaustufe 1b) dargestellt.
Der Deckungsanteil der Biogaswärme an der Gesamtwärmeabnahme ist in „grün“ dargestellt. Der zusätzlich benötigte Anteil aus dem Gaskessel ist in „gelb“ abgebildet.

1a		Biogaswärme	1.648	MWh/a	83	%
		Wärme aus Gaskessel	332	MWh/a	17	%
		Summe	1.980	MWh/a		

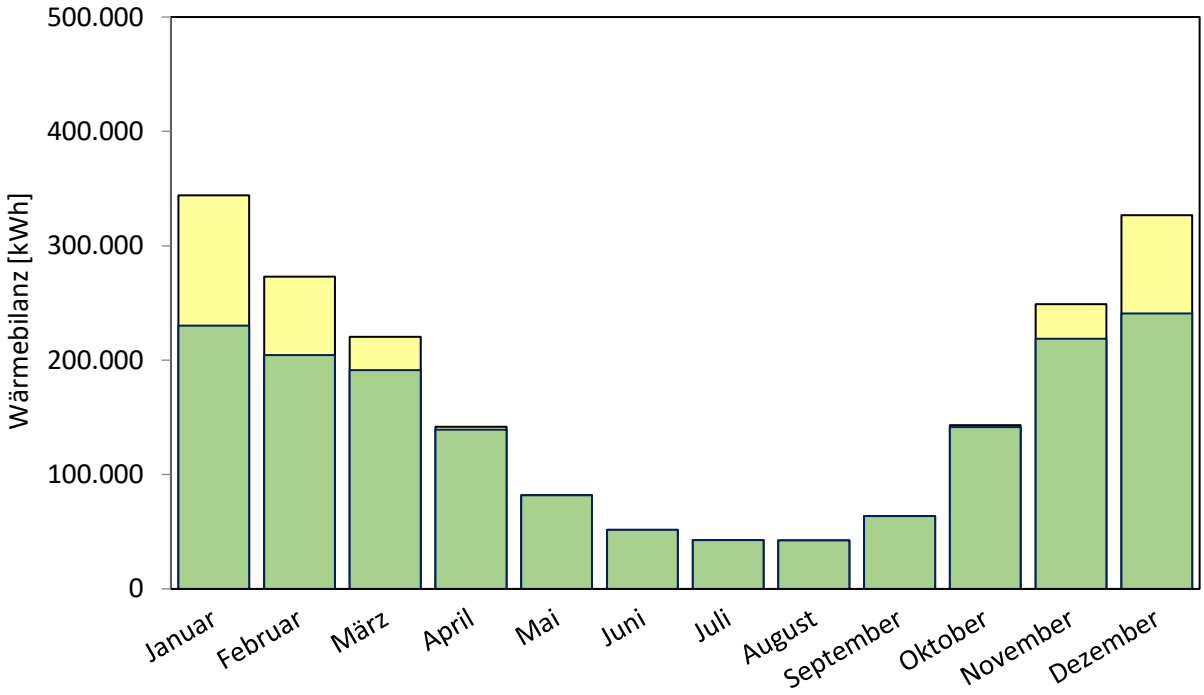


Abb. 32: monatlicher Wärmeverbrauch und Deckungsanteil Biogaswärme- und Zusatzkessel bei 40 % Anschlussquote

Rund 83 % des Wärmeverbrauchs können bei dieser Anschlussquote durch die vorhandene Biogaswärme abgedeckt werden.

1b		Biogaswärme	1.965	MWh/a	76	%
		Wärme aus Gaskessel	615	MWh/a	24	%
		Summe	2.580	MWh/a		

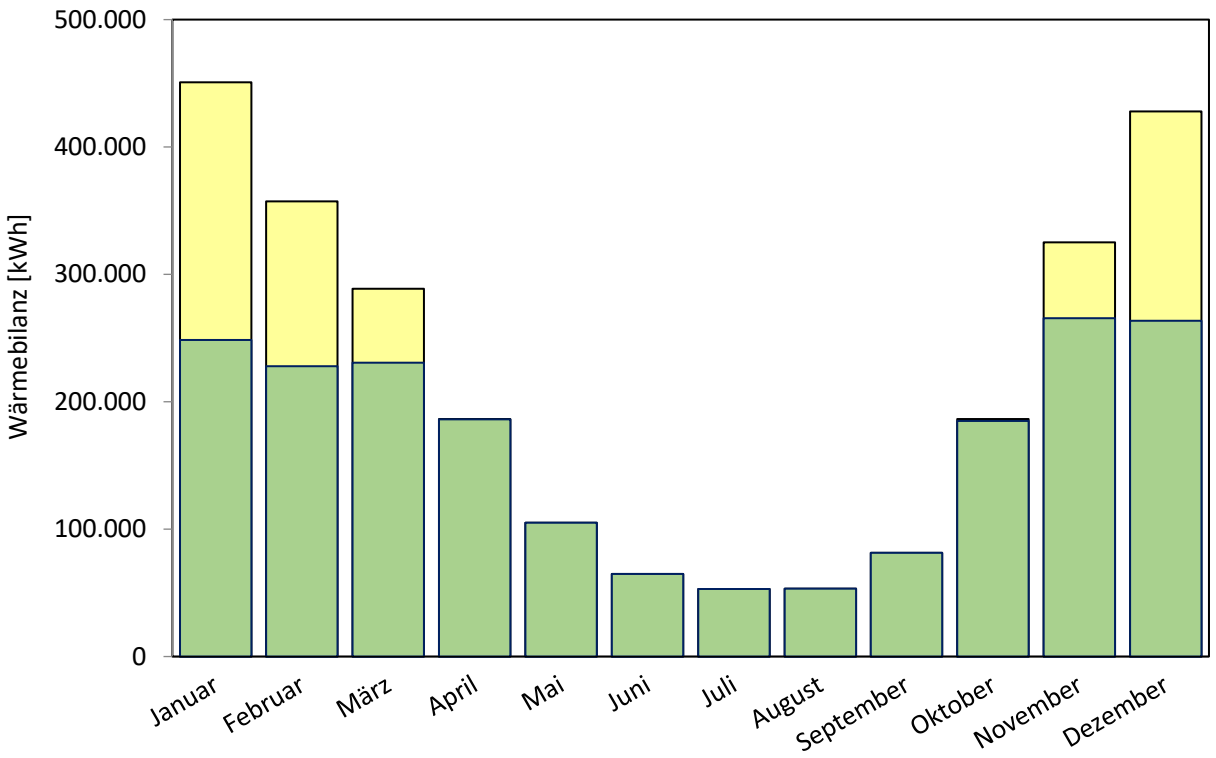


Abb. 33: monatlicher Wärmeverbrauch und Deckungsanteil Biogaswärme und Zusatzkessel

Rund 76 % des Wärmeverbrauchs können bei der Anschlussquote von 60 % über Biogaswärme abgedeckt werden.

Ausbaustufe 2

In der Ausbaustufe 2 wird die Ausbaustufe 1 um ein zusätzliches Erdgas-BHKW in der Schule ergänzt.

	Wärme aus Gaskessel	405	MWh/a	16	%
	Wärme aus BHKW	210	MWh/a	8	%
	Biogaswärme	1.965	MWh/a	76	%
	Summe	2.580	MWh/a		

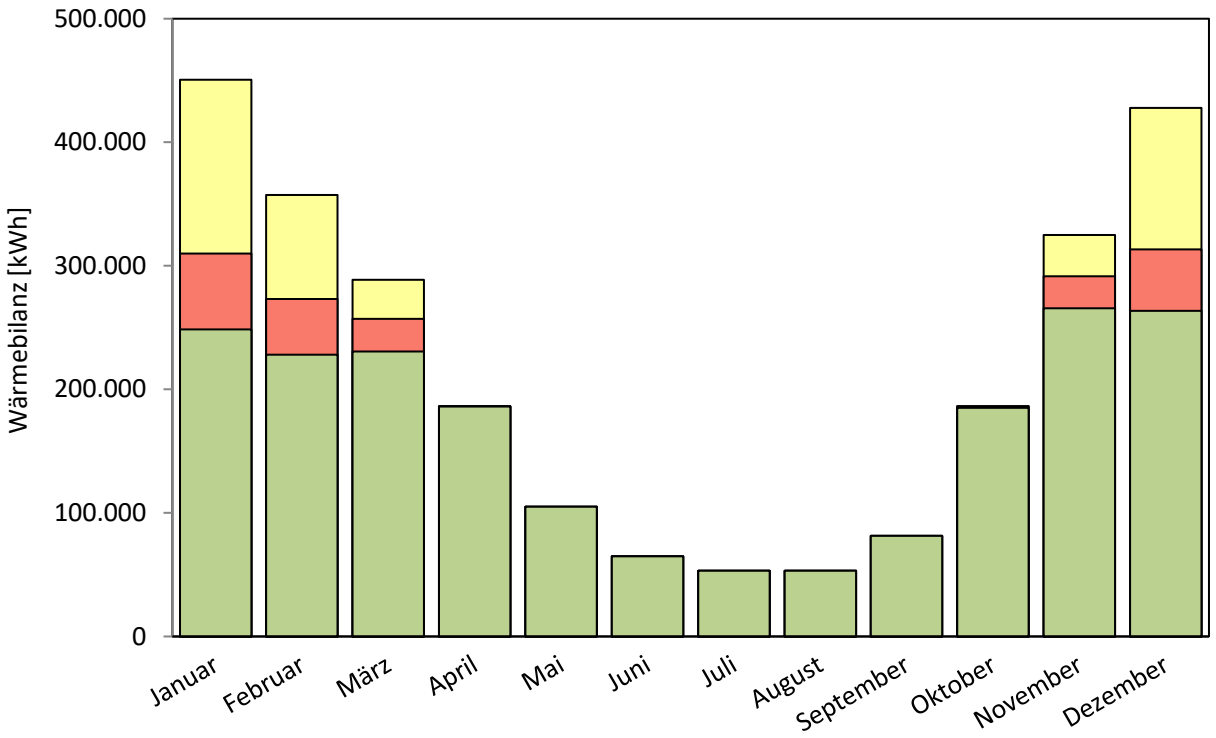


Abb. 34: Wärmebilanz der Variante 2 mit 60 % Anschlussquote

7.8 Technische Realisierung

Biogasanlage

Der Biogasanlagenbetreiber plant den Zubau eines weiteren BHKW-Moduls, um die EEG-Vergütung für weitere 10 Jahre zu verlängern.

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine mögliche Aufstellung des 2. Moduls in Container-Bauweise. Am Standort der Biogasanlage kann zudem ein Wärmespeicher aufgestellt werden.

Abb. 35: Luftbild Biogasanlage mit Platzbedarf für zusätzliches BHKW-Modul (Bildquelle: Google Earth)

Heizzentrale Schule

Als Standort für die Heizzentrale ist der bestehende Heizraum der Hofäckerschule vorgesehen. Der Standort hat den Vorteil, dass er bereits mit Wärmeleitungen an die Biogasanlage angeschlossen ist.

Die nachfolgende Abbildung zeigt den möglichen Standort für die Heizzentrale:

Abb. 36: Hofäckerschule mit möglichem Standort der zukünftigen Heizzentrale (Bildquelle: Google Earth)

Standort: Schule

Der bestehende Heizraum der Schule wird als zukünftige Heizzentrale des Wärmeverbunds genutzt. Dafür werden Gaskessel eingebaut. Die vorhandenen Gaskessel der Schule werden ausgebaut. Die Schule wird durch den Einbau einer neuen Übergabestation zum Vollabnehmer umgebaut.

Die Einbringung erfolgt über die Treppe. Die Kesselleistung wird unterteilt in mehrere Gaskessel je 500 kW. Die Einbindung der einzelnen Gaskessel erfolgt je nach Ausbauzustand der Abnehmer.

Für die Abgasleitung reicht der vorhandene Querschnitt des Kamins nicht aus. Es wird eine außenliegende neue Abgasleitung vorgesehen.

Der vorhandene Gasanschluss reicht für die geplante Gaskesselleistung nicht aus. Der Gasanschluss muss verstärkt werden. Bei der Verstärkung ist bereits ausreichend Reserve vorzusehen.

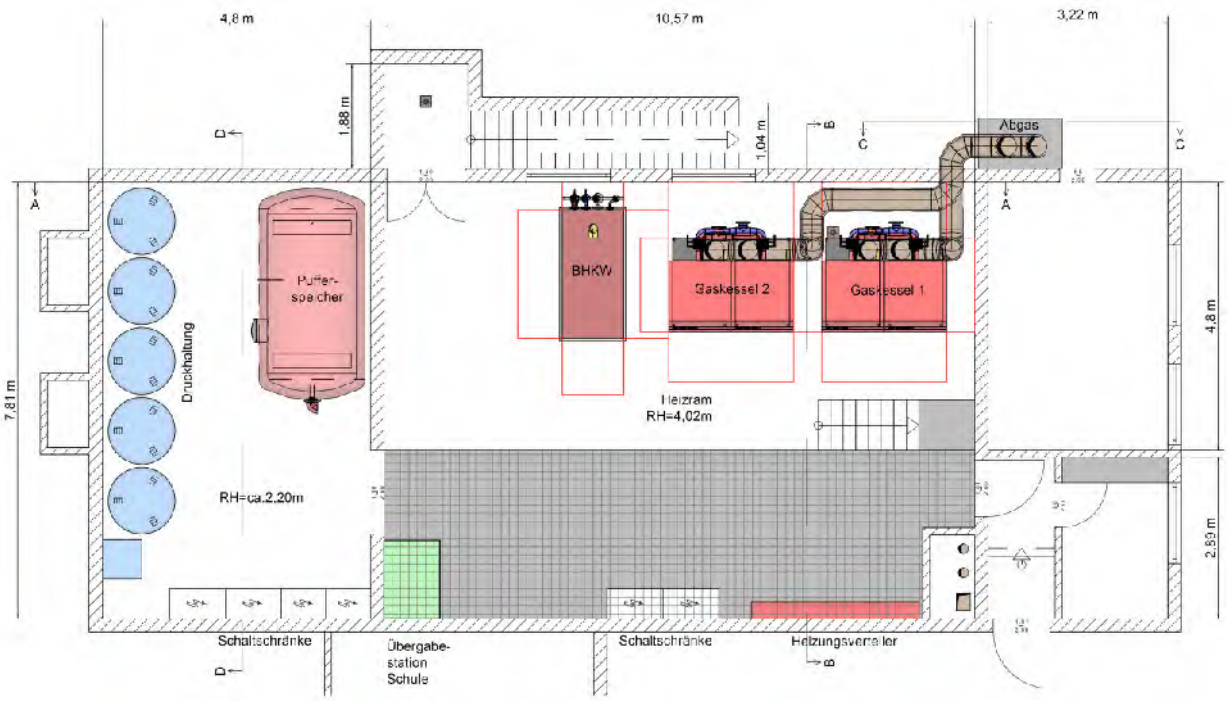


Abb. 37: möglicher Aufstellungsplan mit 4 Gaskesseln und Blockheizkraftwerk

7.9 Förderung

Für die Nahwärmeversorgung kommen folgende Förderungen infrage:

Förderung KWK-Gesetz

Betrifft:	Blockheizkraftwerke, Wärmespeicher und Wärmenetz
Antragsberechtigte:	keine Einschränkungen
Art der Förderung:	Zuschlagszahlungen Stromerzeugung und Investitionen
Behörde:	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
Abwicklung:	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
Bedingungen:	**Wärmenetz:** Der KWK-Anteil an der Wärmeerzeugung muss mindestens 25 % betragen, während insgesamt mindestens 50 % der Wärme aus KWK-Anlagen, erneuerbaren Energien oder industrieller Abwärme bereitgestellt werden müssen. Bei KWK-Anlagen ohne erneuerbare Wärme beträgt der Deckungsanteil mind. 75 %. Der Nachweis muss innerhalb von 36 Monaten nach Inbetriebnahme des Netzes erfolgen. Inbetriebnahme des Netzes bis Ende 2022. **Wärmespeicher:** Größe mindestens 0,3 m³ je kW_{el}, Wärmeverluste maximal 15 kWh/m² Behälteroberfläche.
Förderhöhe:	**Strom:** Üblicher Preis für Grundlaststrom an der Strombörse Zuschlagszahlungen für eingespeisten Strom abhängig von der Anlagengröße Zuschlagzahlungen für nicht eingespeisten Strom bei Anlagen < 100 kW_{el} abhängig von der Anlagengröße vermiedene Netznutzung: Anteil der Netznutzungsentgelte der nächsthöheren Spannungsebene werden erstattet (Verweis auf Stromnetzentgeltverordnung) **Wärmenetz:** Mittlerer Nenndurchmesser der Wärmeleitungen < 100 mm: 100 €/Trm., max. 40 % der Investitionskosten Mittlerer Nenndurchmesser der Wärmeleitungen > 100 mm: 30 % der Investitionskosten maximal 20 Mio. € je Projekt **Wärmespeicher:** 250 €/m³ Speichervolumen (bzw. maximal 30 % der Investitionskosten bei Speichern > 50 m³) max. 10 Mio. €

KfW-Erneuerbare Energien

Betrifft:	Nahwärmenetze, Wärmeerzeuger und Wärmespeicher
Antragsberechtigte:	Nahwärmenetzbetreiber
Art der Förderung:	Tilgungszuschuss
Abwicklung:	KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau)
Bedingungen:	Mindestanteil der verteilten Wärme, zu 50 % aus erneuerbaren Energien und ein Mindestwärmeabsatz von 500 kWh/Trassenmeter im Jahr.
Förderhöhe:	Bis zu 20 €/kW installierter Nennwärmeleistung für Biomasseanlagen zur thermischen Nutzung. 10 €/kW für einen Pufferspeicher mit Mindestspeichervolumen von 30 l/kW. 60 € je neu errichtetem Meter, höchstens jedoch 1 Mio. EUR. Hausübergabestationen von Bestandsgebäuden mit jeweils 1.800 EUR. Bei Ersatz ineffizienter fossiler Heizkessel wird ein 20 prozentiger sog. APEE-Bonus auf den Tilgungszuschuss gewährt.
Sonstiges:	Antragstellung vor Beginn des Vorhabens. Kommunale Gebietskörperschaften stellen den Antrag direkt über die KfW. Ausschreibungen und Planungsleistungen dürfen vor Antragseingang erbracht werden.

Landesförderung Energieeffiziente Wärmenetze Baden-Württemberg

Förderung der Investitionsmehrkosten (Netz und Erzeugung) mit bis zu 20 % und maximal 200.000 €. Die Wärmeverluste müssen unter 20 % der ins Netz eingespeisten Wärme liegen. Die Wärme muss zu mindestens 80 % aus erneuerbaren Energien, KWK oder Abwärme stammen. Reine Biomassefeuerungsanlagen mit Zusatzkessel sind nicht förderfähig. Bei Solarthermie oder Maßnahmen zur Senkung der Netzrücklauftemperaturen können jeweils maximal 50.000 € Bonus in Anspruch genommen werden.

Für die Beantragung ist der Projektträger Karlsruhe (PTKA) zuständig. Kumulierung mit anderen Fördermitteln ist grundsätzlich möglich, wenn zulässige Beihilfeintensitäten nicht überschritten werden. Aktuell können 2 mal pro Jahr Anträge eingereicht werden.

KfW-Programm Energetische Stadtsanierung – Zuschuss (Nr. 432)

Durch das KfW-Programm 432 für Kommunen und kommunale Unternehmen kann im Anschluss an ein Quartierskonzept zur Fortführung ein Sanierungsmanagement gefördert werden. Hier können Aufgaben wie die Aktivierung von Akteuren, die Koordination, die Funktion als Ansprechpartner oder Planungen der Konzeptumsetzung (keine Planungsleistungen) abgedeckt werden. Der Zuschuss beläuft sich auf 65 % der förderfähigen Kosten (maximal 150.000 € in 3 Jahren bzw. 250.000 € in 5 Jahren).

KfW-Programm IKU Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung (Nr. 202)

Durch das KfW-Programm 202 für Unternehmen mit mindestens 50 % kommunalem Hintergrund können u. a. die Wärmeerzeugung und Wärmenetze mit einem **Zinssatz** von derzeit 1 **%** (09/2019) finanziert werden. Zusätzlich wird ein **Tilgungszuschuss** von **5 %** auf die Kreditsumme gewährt. Dieses Programm ist **nicht kumulierbar mit KfW-Programm 271** (Erneuerbare Energien Premium).

Eine Kombination mit der KWKG-Wärmenetzförderung bzw. Wärmespeicherförderung ist möglich, wenn mindestens zwei der folgenden förderfähigen Maßnahmen umgesetzt werden:

- Neubau, Modernisierung, Erweiterung von hocheffizienten KWK-Anlagen zur Quartiersversorgung
- Bau von Anlagen zur Nutzung industrieller Abwärme im Quartier
- dezentrale Wärmespeicher
- Wärmenetze zur Wärmeversorgung im Quartier

mögliche Fördermittel	**Variante 1a Biogaswärme 40% Anschluss-quote**	**Variante 1b Biogaswärme 60% Anschluss-quote**	**Variante 2a Biogaswärme + BHKW 40 % Anschluss-quote**	**Variante 2b Biogaswärme + BHKW 60 % Anschluss-quote**
Förderstelle	BAFA			
Programm bzw. Gesetz	KWKG			
Voraussetzung Deckungsanteile	über 75 % KWK-Wärme bzw. 50 % erneuerbare Wärme (25 % KWK)			
Fördersatz Wärmenetz	100 €/m			
Wärmenetz	160.500 €	180.000 €	160.500 €	180.000 €
Wärmespeicher	25.000 €	25.000 €	25.000 €	25.000 €
Förderung KfW Quartiersversorgung			54.000 €	62.000 €
effiziente Wärmenetze	200.000 €	200.000 €	200.000 €	200.000 €
Summe	**385.500 €**	**405.000 €**	**439.500 €**	**467.000 €**

7.10 Investitionskostenübersicht

Nachfolgend wird die Zusammenfassung der Investitionskosten für die Wärmeversorgung aufgeführt. Eine genauere Aufstellung der Kostenschätzung befindet sich im Anhang.

Investitionskosten netto (ohne MwSt.)	**Variante 1a Biogaswärme 40% Anschlussquote**	**Variante 1b Biogaswärme 60% Anschlussquote**	**Variante 2a Biogaswärme + BHKW Schule 40 % Anschlussquote**	**Variante 2b Biogaswärme + BHKW Schule 60 % Anschlussquote**
Heizzentrale Schule	468.000 €	468.000 €	638.000 €	638.000 €
Wärmenetz inkl. Übergabestationen	1.232.000 €	1.412.000 €	1.232.000 €	1.412.000 €
Gesamtinvestition	1.700.000 €	1.880.000 €	1.870.000 €	2.050.000 €
abzüglich Förderung	-385.500 €	-405.000 €	-439.500 €	-467.000 €
verbleibende Gesamtinvestition	1.314.500 €	1.475.000 €	1.430.500 €	1.583.000 €

7.11 Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 durchgeführt.

7.11.1 Grundlagen Wirtschaftlichkeit

Im Folgenden werden die Jahreskosten berechnet. Diese setzen sich zusammen aus:

- **Kapitalkosten (für Wärmeerzeugung, Wärmenetz, Übergabestationen, …)**

  Aus dem Zinssatz und der Nutzungszeit errechnet sich der Annuitätsfaktor, mit dem aus den Investitionskosten die jährlich anfallenden Kapitalkosten berechnet werden. Den Berechnungen wird ein Zinssatz von 1,0 % zugrunde gelegt. Somit ergeben sich folgende Annuitäten:

	Nutzungs-dauer	Annuitätsfaktor (nach Zinssatz)
Annuitätsfaktor (nach Zinssatz)		1,0 %
Gasanschluss	50 Jahre	2,55 %
Wärmeleitungen, Tiefbau	40 Jahre	3,05 %
alles übrige (Wärmeerzeugung, Elektro, Heizungstechnik, Übergabestationen etc.)	20 Jahre	5,54 %

  Da durch die Einnahme von Fördergeldern oder Anschlusskosten die Summe der aufzuwendenden Investitionskosten sinkt, werden diese Beträge kapitalisiert von den Kapitalkosten abgezogen.

- **Betriebskosten**

  Die Wartungs- und Instandhaltungskosten sind in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 berücksichtigt. Weitere Betriebskosten sind die Kosten für Schornsteinfeger, Anlagen-bedienung/-betreuung, Abrechnung, Verwaltung und Versicherung.

- **Brennstoffkosten**

  Die Brennstoffkosten ergeben sich aus den Heizöl- oder Hackschnitzelverbräuchen der Heizzentralen.

- **Stromkosten**

  Die Strombezugskosten ergeben sich aus dem Strombezug der Heizzentralen.

Die Berechnung der einzelnen Kostenbestandteile findet sich im Anhang

Nicht enthalten sind Zuschläge für Risiko oder Gewinnmargen für die Wärmeversorgung.

7.11.2 Energiepreise

Es werden nachfolgend gelistete Netto-Preise (ohne MwSt.) für den Energiebezug der Heizzentralen verwendet.

Biogaswärme

Wärmepreis	1,26 ct/kWh $_{Wärme}$

Erdgas

Erdgaspreis (40 % Anschlussquote)	3,93 ct/kWh(H_s)
Erdgaspreis (60 % Anschlussquote)	4,14 ct/kWh(H_s)

Strombezugspreis

Mischpreis	20,0 ct/kWh

7.11.3 Übersicht Wirtschaftlichkeit (Jahreskosten)

Jahreskosten (netto o. MwSt.)	Variante 1a Biogaswärme 40% Anschlussquote €/a	Variante 1b Biogaswärme 60% Anschlussquote	Variante 2a Biogaswärme + BHKW Schule 40 % Anschlussquote €/a	Variante 2b Biogaswärme + BHKW Schule 60 % €/a
Kapitalkosten	66.700	73.700	76.100	83.700
mögliche Förderung	-11.800	-12.400	-13.400	-14.200
Betriebskosten	27.100	30.700	31.700	36.300
Brennstoffkosten	15.100	32.800	18.500	59.500
Biogaswärmebezug	20.800	23.900	20.800	18.100
Stromerlöse			-18.600	-23.300
Summe	**117.900**	**148.700**	**115.100**	**160.100**
Nutzwärmeabgabe	1.820.000 kWh/a	2.405.000 kWh/a	1.820.000 kWh/a	2.405.000 kWh/a
Wärmegestehungspreis	6,5 ct/kWh	6,2 ct/kWh	6,3 ct/kWh	6,7 ct/kWh

Die Berechnung einzelner Kostenbestandteile befindet sich im Anhang (Abschnitt 16).

Es ist ersichtlich, dass eine Deckung der Aufwendungen durch übliche Wärmepreise unter den getroffenen Annahmen erreicht werden kann.
Die Nutzung bereits vorhandener Wärme, welche derzeit nicht genutzt wird, bietet gute Voraussetzungen für die Umsetzung einer Wärmeversorgung. Die Versorgung der beiden Neubauten sowie des Rathauses als Ankerkunden kann als Anlass zur Umsetzung der Wärmeversorgung genutzt werden.

Generell sind eine entsprechend hohe Anschlussquote, eine maximale Förderquote sowie eine Ausführung zu marktüblichen Preisen die grundsätzlichen Kriterien für eine Realisierung.

Im Bereich Talstraße, Marktstraße und Sedanstraße werden im Kreuzungsbereich derzeit Leitungsverlegungen sowie die Neustrukturierung des Kreuzungsbereichs geplant. Eine parallele Verlegung von Wärmeleitungen zieht Synergieeffekte mit sich.

Langfristig gesehen, bietet sich durch den Aufbau einer Wärmeversorgung weiteres Entwicklungspotenzial, da selbst bei einer Anschlussquote von 60 % im Sommer noch genügend Biogaswärme zur Verfügung steht.

7.12 Einsparung beim CO_2-Ausstoß durch die Umsetzung der Wärmeversorgung

Im Vergleich zu Einzelheizungen wird mit der Realisierung der Wärmeversorgung und einer Anschlussquote von 60 % folgende CO_2-Einsparung erzielt.

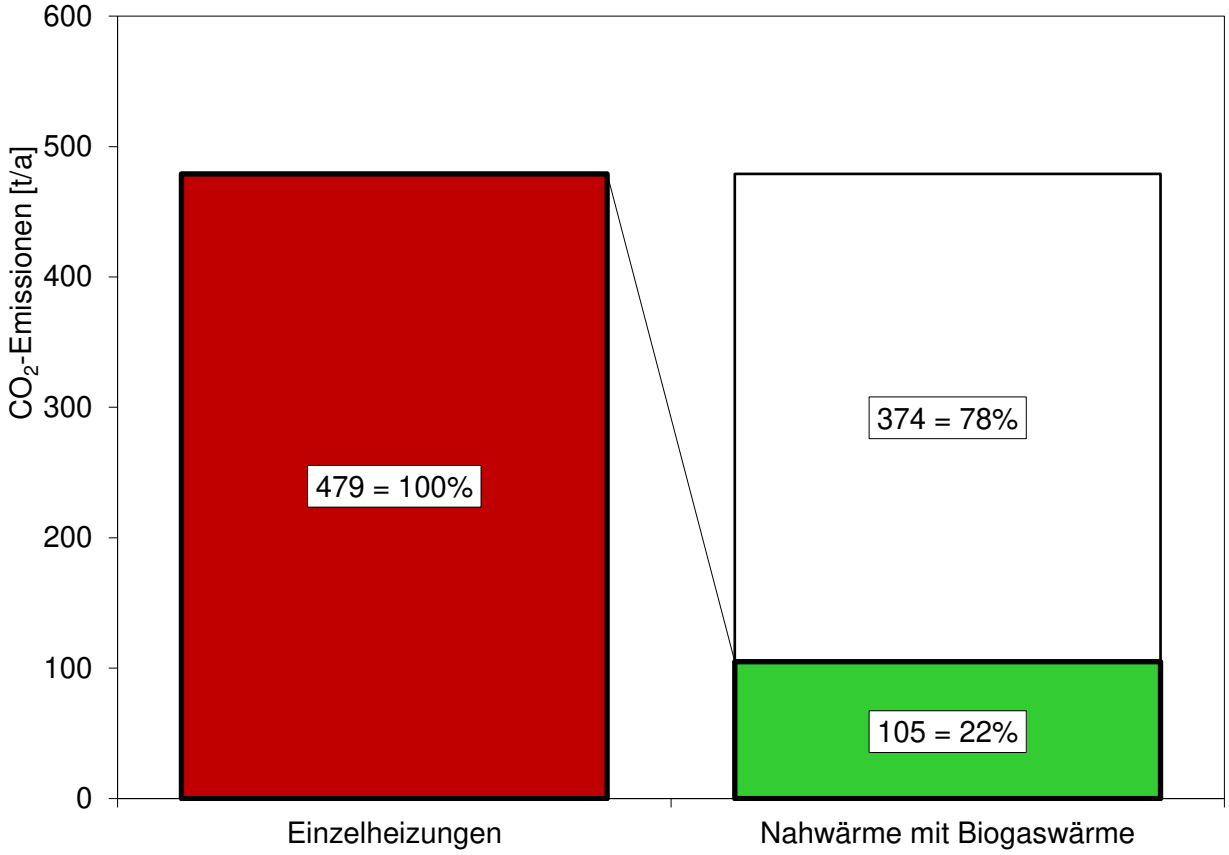


Abb. 38: CO_2-Einsparpotenzial Wärmeversorgung

8 CO_2-Minderungspotenzial Gesamtquartier

Der vorliegende Bericht thematisiert die folgenden Maßnahmen, die zu einer effizienten und umweltfreundlichen Energieversorgung des Quartiers Sersheim führen:

- Wärmeschutzmaßnahmen an Gebäuden
- Aufbau einer Nahwärmeversorgung in einem Teilgebiet des Quartiers mit der Möglichkeit der Erweiterung
- Nutzung von Solarenergie zur Stromerzeugung
- Reduzierung des Stromverbrauchs im Quartier
  (Dabei wurde von einer Einsparquote von 14 % bis zum Jahr 2050 ausgegangen, wie es von der Landesregierung angestrebt wird. Auf die notwendigen Maßnahmen hierfür wurde beispielhaft eingegangen)

Die im Szenario Wärmeerzeugung erreichbaren CO_2-Einsparungen sind in folgendem Diagramm dargestellt:

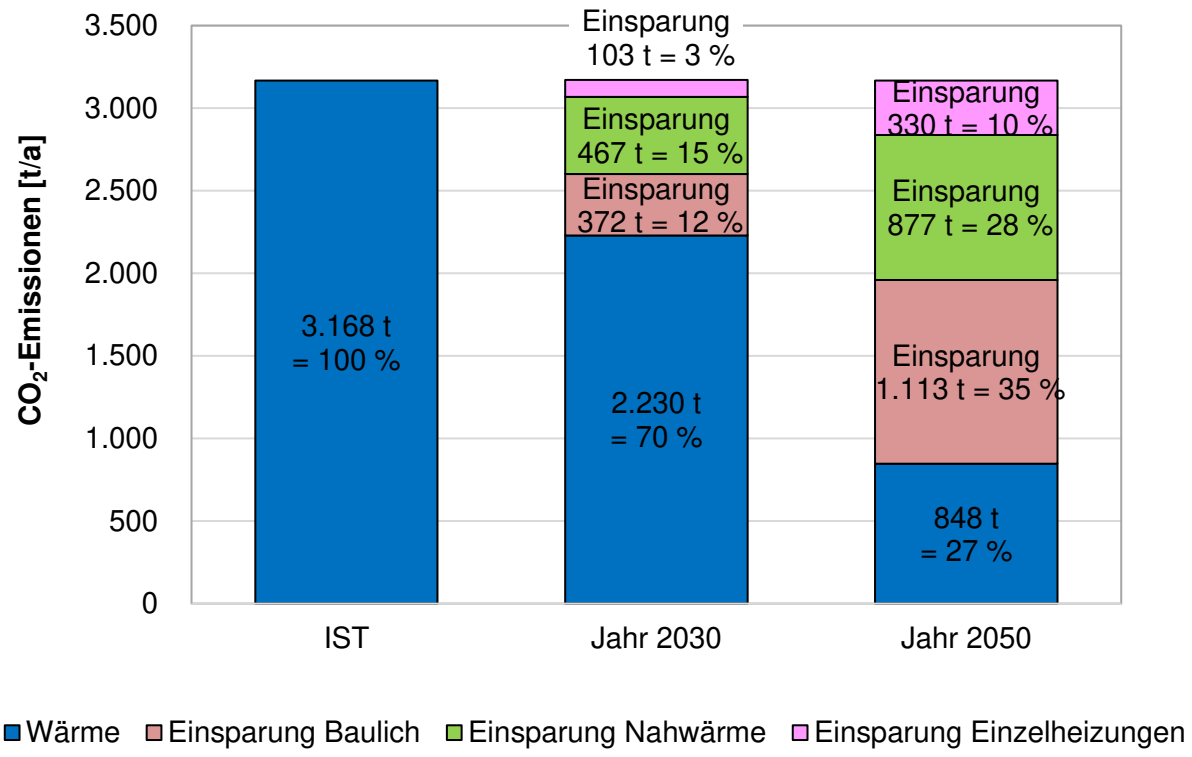


Abb. 39: CO_2-Einsparpotenziale Wärme

Im beschriebenen Szenario wurde für den Wärmesektor eine Reduzierung der CO_2-Emissionen von rund 3.168 t auf 848 t berechnet. Mit den beschriebenen Maßnahmen wird eine Reduktion von 73 % erreicht.

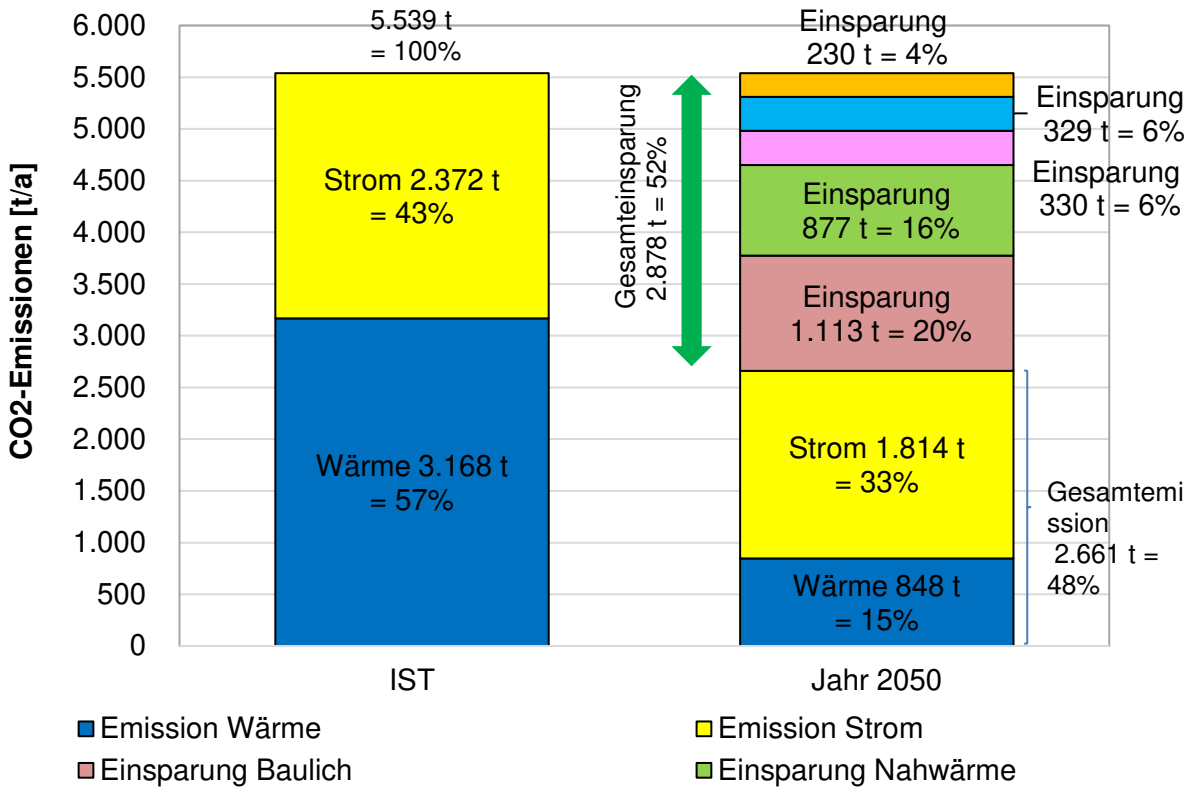


Abb. 40: CO_2-Einsparpotenzial Wärme und Strom

Für die Gesamtemissionen, resultierend aus Wärme- und Strombedarf, wurde ausgehend vom heutigen Zustand ein Einsparpotenzial von rund 52 % bis zum Jahr 2050 ermittelt.

9 Umsetzungshemmnisse

9.1 Modernisierung von Gebäuden

Rechnet man die Kosten ohnehin anstehender Instandhaltungsmaßnahmen heraus (z. B. neuer Anstrich, neue Dacheindeckung, Austausch in die Jahre gekommener Heizungsanlagen etc.), ist der wirtschaftliche Nutzen energetischer Gebäudemodernisierungsmaßnahmen durch Kapitalrückflusszeiten von 15 - 55 Jahren (in Abhängigkeit der umgesetzten Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen) unter Einbeziehung staatlicher Fördermittel mittelfristig gegeben.

Wissenschaftliche Studien belegen jedoch eine geringere Sanierungsquote, als dies aufgrund theoretischer Lebenszyklen von Heizungsanlagen und Gebäudebauteilen zu erwarten wäre. So lag die Sanierungsquote im Jahr 2013 gerade mal bei 1 Prozent. Diese Sanierungsquote reicht nicht aus, um das von der Bundesregierung gesteckte Ziel zu erreichen, bis zum Jahr 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu realisieren (Fraunhofer IBP).

Hemmnisse hinsichtlich der Bereitschaft zur Durchführung energetischer Sanierungen liegen sowohl bei Eigenheimbesitzern als auch bei Vermietern von Wohnraum in unterschiedlichen Interessenslagen. Neben dem finanziellen Leistungsvermögen liegen diese im individuellen Werteverständnis oder beispielsweise in einer vermieterseitig wirtschaftlichen Betrachtung in Verbindung mit einer nur beschränkt möglichen Umlegung der Investitionskosten auf die Kaltmieten. Wichtig sind in diesem Zusammenhang staatliche Fördermittel, wie sie beispielsweise seitens der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) für die Sanierung von Bestandsgebäuden zu sogenannten „KfW-Effizienzhäusern“ in Form von zinsgünstigen Darlehen und Tilgungszuschüssen gewährt werden.

Aufgrund der aktuell allgemeinen Niedrigzinsphase wurden die Fördersätze für die unterschiedlichen Effizienzniveaus 2015 deutlich erhöht. So kann der Besitzer eines Mehrfamilienhauses bei der Sanierung seines Gebäudes zu einem KfW-Effizienzhaus 100 mittlerweile mit einem Zuschuss in Höhe von 15 % – bezogen auf alle im Zusammenhang mit der energetischen Ertüchtigung anfallenden Bau- und Planungskosten – rechnen. Bezuschusst werden somit auch die sogenannten „Sowieso-Kosten“, sofern sie im Rahmen einer energetischen Ertüchtigung des jeweiligen Bauteils bzw. der Gebäudetechnik vorgenommen werden.

Eigenheimbesitzer profitieren dagegen von diesen Verbesserungen der KfW nicht in dem Maße, da der Darlehenshöchstbetrag bislang mit 100.000 € je Wohneinheit gedeckelt ist. Die Kosten einer umfassenden energetischen Modernisierung summieren sich jedoch schnell auf 150.000 - 250.000 €.

Aus unserer Sicht war die Erhöhung der Tilgungszuschüsse sowie die Anhebung der Deckelung auf 100.000 € ein wichtiger Schritt. Einen Anschub der Modernisierungsquote wird sie ohne einen Wegfall oder eine weitere deutliche Erhöhung der wohneinheitsbezogenen Deckelung jedoch nur im Sektor der Mehrfamilienhäuser und Wohnkomplexe bewirken.

Eine kumulierbare Förderung bietet das Bundesamt für Ausfuhr und Wirtschaftskontrolle durch die direkte finanzielle Förderung von solarthermischen Anlagen oder/und regenerativen Heizwärmeerzeugern unter bestimmten Bedingungen.

Einen weiteren Schritt zu einer höheren Sanierungsquote stellt die energetische Untersuchung ganzer Stadtquartiere dar. Neben einer zusätzlichen Sensibilisierung und Aufklärung der Bevölkerung kann es gelingen – beispielsweise durch eine Umsetzung der in diesem Quartierskonzept vorgeschlagenen Nahwärmeversorgung – die Heizwärmeversorgung ganzer Straßenzüge auf einmal auf regenerative oder primärenergetisch günstige Energieträger umzustellen.

9.2 Nahwärmeversorgung

Wärmedichte

Der Aufbau einer Wärmeversorgung stellt sich nur bei ausreichend hoher Wärmedichte wirtschaftlich dar. Für den wirtschaftlichen Betrieb ist deshalb eine hohe Beteiligung und Anschlussquote anzustreben.
Die Versorgung von Gebieten mit wenig Abnahme ist deshalb auch bei langfristiger Betrachtungsweise eher unwahrscheinlich.

Ausbau Erdgasversorgung

Durch die Erschließung mit Erdgas in den letzten Jahren wurde bei einigen möglichen Abnehmern entlang der Trasse bereits die Heizung modernisiert. Der Anschluss der Gebäude an die Nahwärmeversorgung ist eher unwahrscheinlich. Gebäude, bei denen die Heizung anderweitig bereits modernisiert wurde, können meist auch erst auf langfristige Sicht mit Nahwärme versorgt werden.

Etagenheizungen

Für Gebäude mit Etagenheizungen ist der Anschluss an eine Nahwärmeversorgung erschwert, da keine zentrale Übergabestation im Gebäude installiert werden kann.

Möglich wäre eventuell die Installation von wohnungsweisen Übergabestationen durch den Netzbetreiber. Denkbar wäre auch die Bezuschussung des Einbaus einer Zentralheizung von Seiten der Kommune.

Auf entsprechende Förderprogramme der KfW-Bank zur Gebäudesanierung kann hingewiesen werden.

Elektroheizungen

In dem untersuchten Gebiet sind einige Gebäude mit Elektro-Nachtspeicheröfen als Heizungssystem vorhanden. Die Investitionskosten durch die notwendige Errichtung eines zentralen Heizsystems ist deutlich höher als bei Gebäuden, die bereits über eine zentrale Wärmeverteilung verfügen (Neuinstallation Heizkörper, Verteilleitungen, Erzeugung etc.).

Hier gelten die gleichen Lösungsansätze wie bei Etagenheizungen.

Psychologische Hemmnisse

Ein weiteres Hemmnis sind Bedenken der Gebäudeeigentümer vor einer Abhängigkeit vom Wärmeversorger. Bei der Wärmeversorgung kann der Anbieter nicht frei gewählt werden, sondern es muss mit dem Versorger ein Vertrag geschlossen werden. Bedenken können entgegen gewirkt werden, indem die Kunden über eine möglichst transparente sowie faire Preis- und Vertragsgestaltung aufgeklärt werden.
Weiterhin sollte Vertrauen gegenüber dem Versorger vorhanden sein.

Argumente für eine Umstellung können neben wirtschaftlichen Gesichtspunkten weiterhin eine drastische Reduzierung des Primärenergiebedarfs des Quartiers sein – also der global-ökologische Effekt. Weiterhin kann auch die Luftqualität vor Ort durch die Abschaltung der Einzelheizungen verbessert werden.

9.3 Mangelnde Investitionsbereitschaft

Von einigen Hausbesitzern ist die Bereitschaft zur Investition in energetische Maßnahmen gering. Die Vorteile resultierend aus Modernisierungsmaßnahmen werden nicht direkt wahrgenommen. Die Bereitschaft zur Investition ist deshalb oft nur gering.

9.4 Soziale und wirtschaftliche Umsetzungshemmnisse

Die Einschätzung von Eigentümern hinsichtlich des Sanierungsbedarfs respektive der energetischen Qualität des eigenen Hauses ist in manchen Fällen nicht realitätsnah. Insbesondere bei vermieteten Objekten wird ein geringerer Modernisierungsbedarf gesehen als bei selbstgenutztem Wohneigentum.

Aussagen wie „das Haus hat der Opa schon mit 30er Ziegelsteinen gemauert - da braucht man keine Außendämmung“ sind nicht richtig. Natürlich ist dieser Umstand teilweise auch einem Mangel an fachlicher Kenntnis und einem Informationsdefizit hinsichtlich gesetzlicher Anforderungen und Fördermöglichkeiten geschuldet. Weitverbreitet handelt es sich jedoch um Schutzbehauptungen, um selbst einer „Eigentum verpflichtet“-Debatte aus dem Weg gehen und vorhandene finanzielle Mittel lieber in statusträchtigeren Konsum fließen lassen zu können. Gleichzeitig wird die Investition der kommenden Generation aufgebürdet.

Sanierungsbedarf wird häufig erst dann wahrgenommen, wenn akute Schäden vorliegen und zum Handeln zwingen. Beispielsweise bei einem undichten Dach oder im Falle eines Ausfalls des Wärmeerzeugers.

Ein Schwerpunkt der Tätigkeit des Sanierungsmanagements wird in diesem Zusammenhang eine Sensibilisierung und Information der Eigenheimbesitzer und Vermieter sein. Informationsveranstaltungen zu einzelnen Themen der energetischen Sanierung, bei denen auch Aspekte der Förderangebote und der Wirtschaftlichkeit betrachtet werden, stellen hierbei zentrale Punkte dar.

9.5 Altersstruktur

Hauseigentümern höheren Alters erscheint eine Sanierung bzw. die Modernisierung des Eigenheims oft wenig attraktiv. Die vorhandene Skepsis resultiert aus einer wirtschaftlichen Betrachtungsweise in Kombination mit verbliebener Lebenserwartung. Zumal sich die Eigentümer häufig einer Abwägung hinsichtlich zu tätigender baulicher Investitionen und Planungen zur Gestaltung des Lebensabends oder schlichtweg einer nur geringen Rente gegenübersehen. Die altersgerechte Ausgestaltung der Wohnung oder des Hauses, insbesondere aber Aspekte der Behaglichkeit spielen zudem nur eine untergeordnete Rolle – verbunden mit einem geringeren Anspruchsdenken der älteren, im Nachkriegsdeutschland aufgewachsenen Generationen.

9.6 Zeitraum der Modernisierungen und Baumängel

Umfassende Modernisierungen sind über den Umsetzungszeitraum mit Stress, Dreck und Komforteinbußen für die Bewohner verbunden.

Häufig sind auch Bedenken hinsichtlich der Ausführungsqualität vorhanden. Ängste, an unseriöse Anbieter bzw. Dienstleister zu geraten, mit Baumängeln oder Mehrkosten konfrontiert zu werden, sind zumeist auf eine Überforderung hinsichtlich der komplexen Planung und Ausführungsbegleitung zurückzuführen.

Auch in diesem Zusammenhang kann das Sanierungsmanagement die Skepsis abbauen und Risiken minimieren. Natürlich kann die detaillierte Planung der jeweiligen Baumaßnahmen im Quartier nicht von einem Quartiersmanagement übernommen werden, es kann jedoch beratend und unterstützend tätig sein und bei der Auswahl geeigneter Fachplaner und Handwerker beraten. Weiterhin kann es Bauherren auf die seitens der KfW angebotene Förderung der Fachbaubegleitung hinweisen.

9.7 Investor-Nutzer-Dilemma

Im Bereich der energetischen Modernisierung wird das Dilemma zwischen Vermieter und Mieter eines Objektes besonders deutlich. Spezifische Hemmnisse liegen hierbei in den Interessenskonstellationen bei Mietwohnungen oder vermieteten Häusern, die plakativ als Investor-Nutzer-Dilemma oder auch als Vermieter-Mieter-Dilemma bezeichnet werden können.

Objektiv sinnvolle Investitionen unterbleiben teilweise, weil der finanzielle Nutzen nicht beim Investor, sondern beim Mieter liegt. Auf der Vermieterseite entfallen wirtschaftliche Anreize, die Investition zu tätigen, da die Brennstoffkosteneinsparung zugunsten des Mieters geht und die Modernisierungsmaßnahmen nur eingeschränkt auf die Kaltmiete umgelegt werden können.

Argumente dagegen sind Substanz- und Werterhalt durch die Sanierung im Allgemeinen sowie die energetische Weiterentwicklung der Immobilie auf einen aktuellen oder darüber hinausgehenden Standard.

10 Sanierungsmanagement und Umsetzungsbegleitung

10.1 Aufgaben des Sanierungsmanagements

Die Umsetzung der durch das Quartierskonzept begonnenen Arbeit sollte im Anschluss von einem Sanierungsmanager bzw. einem aus mehreren Personen bestehenden Sanierungsmanagement begleitet werden. Das Sanierungsmanagement stellt eine Anlaufstelle für Bürgerfragen und direkte Beratungen vor Ort dar. Hauptaufgabe ist hierbei die Erörterung und der Abbau der in Abschnitt 9 genannten sowie ggf. weiterer Umsetzungshemmnisse.

In der Folge fällt ihm eine entscheidende Rolle in der Weiterentwicklung des potenziellen Nahwärme-Projektes zu. Beispielsweise durch die Weiterentwicklung und Mitwirkung an Konzeption und Planung der Nahwärmeversorgung sowie durch die Kommunikation zwischen den Beteiligten, übernimmt das Sanierungsmanagement entscheidende Aufgaben.

Generell kann es den Fortschritt der Umsetzung dokumentieren und ein CO_2-Einsparungs-Monitoring erstellen bzw. fortschreiben.

Mit dem Programm 432, Teil B, bietet die KfW eine Unterstützung bzw. Förderung der durch die Stelle eines Sanierungsmanagements anfallenden Sach- und Personalkosten an. Der Zuschuss über maximal 5 Jahre verteilt beträgt 65 % der förderfähigen Kosten und maximal 250.000 € pro Quartier.

Neben den genannten Aufgaben, übernimmt das Sanierungsmanagement die Funktion, den Prozess der Umsetzung zu begleiten, einzelne Prozessschritte für die übergreifende Zusammenarbeit und Vernetzung wichtiger Akteure zu initiieren, Sanierungsmaßnahmen der Akteure zu koordinieren, zu kontrollieren und als Anlaufstelle für energieberatungstechnische, finanzierungs- und förderungsspezifische Fragen zu fungieren. Da auch ein aus ggf. mehreren Personen bestehendes Sanierungsmanagement fachlich nicht alle Gebiete selbst wird abdecken können, kommt ihm weiterhin eine Vermittlungstätigkeit zwischen Akteuren und entsprechend geschultem Fachpersonal zu.

Das Sanierungsmanagement kann gemäß den KfW-Richtlinien aus Mitarbeitern der Gemeindeverwaltung, der Stadtwerke, externen Fachplanungsbüros sowie anderer qualifizierter Mitarbeiter von Gebietsakteuren gebildet werden.

Ein Konzept zur Wirkungskontrolle der im Rahmen des integrierten Quartierskonzeptes erörterten Maßnahmen sollte seitens des Sanierungsmanagers zu Beginn der Umsetzungsphase erarbeitet werden.

10.2 Wirkungskontrolle

Die folgenden Monitoring-Maßnahmen würden sich für die Umsetzungsphase in Sersheim anbieten:

- Es können regelmäßig Sachstandsberichte zum Sanierungsfortschritt verfasst werden. Darin werden die innerhalb eines Jahres durchgeführten privaten und öffentlichen Einzelmaßnahmen im Quartier aufgeführt und erläutert. Auch die geförderten energetischen Modernisierungsmaßnahmen werden so dokumentiert und bilanziert. Nach Abschluss der Sanierung können alle durchgeführten Einzelmaßnahmen oder Vollmodernisierungen in einer Dokumentation der städtebaulichen Erneuerungsmaßnahme festgehalten werden. Sie dient zur Darstellung der im Quartier umgesetzten Maßnahmen und kann zur Kontrolle der erreichten Ziele des energetischen Quartierskonzepts genutzt werden.

- Durch die Förderung einer Gebäudeenergieberatung kann die Gemeindeverwaltung einerseits belegen, wie viele Gebäudeeigentümer davon Gebrauch gemacht haben, andererseits kann anhand der Ergebnisse der errechnete Wärmebedarf für die einzelnen Gebäude konkretisiert werden. In der Folge umgesetzte Modernisierungsmaßnahmen können detailliert bilanziert werden.

- In Zusammenarbeit mit der unteren Baurechtsbehörde kann aufgrund des EWärmeG Baden-Württemberg ausgewertet werden, wie viele Heizungen im Quartier ersetzt und welche Art erneuerbarer Energien im jeweiligen Objekt eingesetzt oder ob die Anforderungen des EWärmeG über Ersatzmaßnahmen erfüllt werden.

- Stand der Umsetzung einer Nahwärmeversorgung. Bilanzierung der CO_2-Einsparung gegenüber der außer Betrieb genommenen Einzelheizungen.

- Beim Ausleihen von Energiemessgeräten oder der Durchführung kostenloser thermografischer Gebäudeuntersuchungen kann dokumentiert werden, wie oft dieses Angebot in Anspruch genommen wurde.

- In einem jährlichen, öffentlichen Tätigkeitsbericht kann der Sanierungsmanager seine Aktivitäten und Erfolge darlegen – und dem Projekt auch hiermit zu öffentlicher Wahrnehmung verhelfen.

11 Akteursbeteiligung

Die Bearbeitung des Quartierskonzepts wurde begleitet durch regelmäßige Jour-fixe-Termine unter Beteiligung aller Akteure: der Stadtwerke Bietigheim-Bissingen als möglicher Betreiber der Wärmeversorgung, der Ver- und Entsorgungsgesellschaft Sersheim sowie Vertreter der Gemeinde Sersheim und der IBS Ingenieurgesellschaft.

Zur Einbindung der Bürger in das Projekt sowie zur Information über die Möglichkeit eines Anschlusses an die Wärmeversorgung wurde am 10.10.2019 eine Informationsveranstaltung durchgeführt.

Ohne die Einbindung und Information möglichst aller Beteiligten ist die Umsetzung der CO_2-mindernden Maßnahmen voraussichtlich nicht in dem prognostizierten Umfang realisierbar. Insbesondere durch allgemeine Aufklärung, Information und Sensibilisierung der Bürgerschaft können erhebliche Potenziale gehoben werden. Eine entsprechende Initiative der Gemeindeverwaltung und des Sanierungsmanagements zur Aktivierung von Bürgern, Vereinen und Unternehmen für verschiedene Projekte etc. könnte als Anstoß fungieren.

Regelmäßige Veranstaltungen und Artikel im Amtsblatt zu den Themen Energie- und Stromsparen und insbesondere über die Arbeit und Erfolge des Sanierungsmanagements fördern die Aufklärung der Bürgerschaft und informieren über aktuelle Entwicklungen und Möglichkeiten. Es können Netzwerke geschaffen werden, um verschiedene Maßnahmen und Projekte gemeinsam anzugehen und umzusetzen. Das Sanierungsmanagement kann u. a. die Vernetzung und Koordination zwischen verschiedenen Interessensgruppen übernehmen als auch bei der Erreichung kommunaler Ziele unterstützen.

12 Handlungskonzept und mögliche Abfolge

Folgender Ablauf wäre denkbar:

1. Einsetzung eines Sanierungsmanagements und Kommunikation der Vorhaben mit den Bürgern im Rahmen einer Info-Auftakt-Veranstaltung.

2. Einrichten einer Bürgerberatung zur Betreuung in Energiespar- und Modernisierungsfragen sowie zur Beratung hinsichtlich des Ausbaus von Photovoltaik.

3. Suche nach 1 - 2 „Leuchtturmprojekten“ zur energetischen Gebäudemodernisierung im Quartier (z. B. mit Baustellenbesichtigungen).

4. Beratung potenzieller Kunden der Nahwärmeversorgung.

5. Planung und Realisierung der Nahwärmeversorgung.

6. Einweihungsfeier bzw. öffentliche Führungen in errichteter Heizzentrale und „Trassenspaziergänge“ mit Besichtigung Übergabestation.

7. Besichtigung im Rahmen einer „offenen Baustelle“ am Beispiel eines zum KfW-Effizienzhaus zu modernisierenden Altbaus.

8. Untersuchung von weiteren Ausbaustufen/Erweiterungsoptionen.

9. Weiterführende Beratung potenzieller Kunden kommender Ausbaustufen der Nahwärmeversorgung.

10. Fortschreibung aller erzielten Einsparungen und deren Darlegung in einer Öffentlichkeitsveranstaltung und im Amtsblatt.

13 Maßnahmenkatalog

Nachfolgend ist eine Matrix zur Bewertung der definierten Maßnahmen dargestellt. Diese wurden nach Priorität, Umsetzungshorizont, Aufwand, ökologischer Effekt und Öffentlichkeitswirksamkeit bewertet.

Bereich	Nr.	Maßnahme	Priorität	Zeithorizont	Umsetzbarkeit technisch	Umsetzbarkeit wirtschaftlich	Aufwand	CO_2-Einspar-potenzial	Umsetzungs-hemmnisse	Kommentar
					1=schwierig 3=einfach	1=gering 3=hoch	1=groß 3=gering	1=gering 3=groß		
	1	Beantragung **Sanierungsmanagement**	hoch	kurzfristig	3	1	2	n.a.	Ablehnung seitens KfW, Personalkapazität	
	2	Bildung eines **Sanierungsteams** mit regelmäßigen Jour-Fixe-Terminen	mittel	kurzfristig	n.a.	n.a.	2	n.a.	Kapazitäten	Beteiligung mehrerer Akteure
Öffentlichkeitsarbeit	3	Info-Auftakt-Veranstaltung zum Sanierungsmanagement zur Mieteninformation sowie zur öffentlichen Wahrnehmung durch örtliche Medien	hoch	mittelfristig	n.a.	n.a.	3	n.a.	Örtlichkeit	
	4	Berichterstattung nach Bauabschnitten, Öffentliches **Monitoring** der erreichten **CO_2-Einsparung**	niedrig	mittelfristig	n.a.	n.a.	2	n.a.	Datenschutz	
Gebäudemodernisierung	5	Modernisierung der öffentlichen Gebäude	hoch	mittelfristig	1	2	1	3	Investitionskosten	
	6	Modernisierung private Bestandsgebäude	hoch	mittelfristig	2	2	3	3	Kapazitäten Handwerker, Kosten	
Energieerzeugung, -bedarf und -versorgung	7	Umsetzung einer gemeinsamen Wärmeversorgung für das Quartier	hoch	kurzfristig	1	1	3	3	Anzahl Anschlussnehmer	
	8	Modernisierung Heizungsverteilung, Warmwasserbereitung, Regelungstechnik im Quartier, Optimierung Rücklauftemperatur	hoch	mittel- bis langfristig	1	3	1	2	Kapazitäten Heizungsbauer, Investitionsbereitschaft	
	9	Errichtung von Photovoltaikanlagen	mittel	mittel- bis langfristig	2	3	1	3	Kapazität Handwerker	

14 Maßnahmen der Erfolgskontrolle

Im Rahmen des Quartierskonzeptes wurden spezifische Maßnahmen vorgeschlagen, die viele Gebäude des Quartiers gleichermaßen betreffen. Es ergänzen sich hierbei Modernisierungsmaßnahmen des baulichen Wärmeschutzes, die Nutzung vorhandener Dach- und Fassadenflächen zur Stromerzeugung mittels Photovoltaik sowie eine Umstellung der Wärmeversorgung des Gesamtquartiers auf eine Nahwärmeversorgung durch die VES. Alternativ die Modernisierung von Einzelheizungen hin zu möglichst umweltfreundlichen Techniken.

Werden Photovoltaik-Anlagen errichtet, werden die erzeugten Strommengen erfasst. Die aus der Stromerzeugung resultierende CO_2-Einsparung kann mit der aus der Gebäude- und Wärmeversorgungsmodernisierung resultierenden Einsparung summiert werden.

Werden Einzelheizungen modernisiert, können verbrauchsbasiert oder aus der Gebäudebilanzierung abgeleitete Bedarfsdaten mit den CO_2-Faktoren der außer Betrieb genommenen bzw. der installierten Heizungsanlagen verrechnet werden. Werden Gebäude an die Nahwärme angeschlossen, können die über Wärmemengenzähler erfassten Verbräuche mit den jeweiligen CO_2-Faktoren (vorher/Nahwärme) bilanziert werden.

Bauliche Modernisierungsmaßnahmen und deren Auswirkung auf die Energie- bzw. CO_2-Bilanz des Quartiers können über das im Quartierskonzept bereits zur Anwendung gekommene und entsprechend fortzuschreibende Gebäude-Bilanzierungstool ermittelt werden.

Im Einzelnen bieten sich die folgenden Monitoring-Maßnahmen für die Umsetzungsphase im Quartier Sersheim an:

- Es können regelmäßig z. B. einmal jährlich Sachstandsberichte zum Sanierungsfortschritt verfasst werden. Darin werden die innerhalb eines Jahres durchgeführten Maßnahmen im Quartier aufgeführt und erläutert. Nach Abschluss der Sanierung können alle durchgeführten Einzelmaßnahmen oder Vollmodernisierungen in einer Dokumentation der städtebaulichen Erneuerungsmaßnahme festgehalten werden. Sie dient zur Darstellung der im Quartier umgesetzten Maßnahmen und kann zur Kontrolle der erreichten Ziele des energetischen Quartierskonzepts genutzt werden.

- Die vorgeschlagenen und auch zur Umsetzung vorgesehenen baulichen und anlagentechnischen Modernisierungsmaßnahmen werden gesamtbilanziell begleitet und dargestellt. Die gesamtbilanzielle Ermittlung der erreichten Einsparungen fußt dabei auf der Verwendung des Gebäudebilanzierungstools Smart Geomatics. Zusätzliche CO_2-Einsparungen durch den Zubau von Photovoltaik-Modulen können aufaddiert werden.

- Beim Ausleihen von Energiemessgeräten kann dokumentiert werden, wie oft dieses Angebot in Anspruch genommen wurde.

- Nutzung der Internetpräsenzen der VES und der Stadtwerke Bietigheim-Bissingen zur Darstellung des Ausbaus der Nahwärmeversorgung sowie der hinterlegten Energieerzeugungskonzepte.

- In einem öffentlichen Tätigkeitsbericht kann das Sanierungsmanagement seine Aktivitäten und die damit erzielten Einsparungen nach außen darlegen – und dem Projekt auch hiermit zu öffentlicher Wahrnehmung verhelfen.

Anhang

15 Grundlagen

15.1 Blockheizkraftwerke

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist das Prinzip, die bei der Stromerzeugung anfallende Abwärme zu Heizzwecken einzusetzen. Als Blockheizkraftwerke (BHKW) bezeichnet man Anlagen mit Verbrennungsmotor zur gekoppelten Wärme- und Stromerzeugung, die einen abgegrenzten dezentralen Bereich versorgen.
In Großkraftwerken werden nur etwa 40 % der eingesetzten Primärenergie in elektrischen Strom umgewandelt. Die restliche Energie wird in Form von Abwärme an Flüsse oder an die Atmosphäre abgegeben. Bei der Verteilung des Stroms vom Kraftwerk zum Endverbraucher über Hochspannungsleitungen und Transformatoren treten zusätzlich Verluste in Höhe von ca. 5 % auf. Die Wärme für Heizzwecke wird in der Regel vor Ort beim jeweiligen Verbraucher durch Heizkessel bereitgestellt. Der energetische Vorteil der KWK besteht im Vergleich zu dieser getrennten Erzeugung von Strom und Wärme in der besseren Energieausnutzung.

15.1.1 Energiebilanz

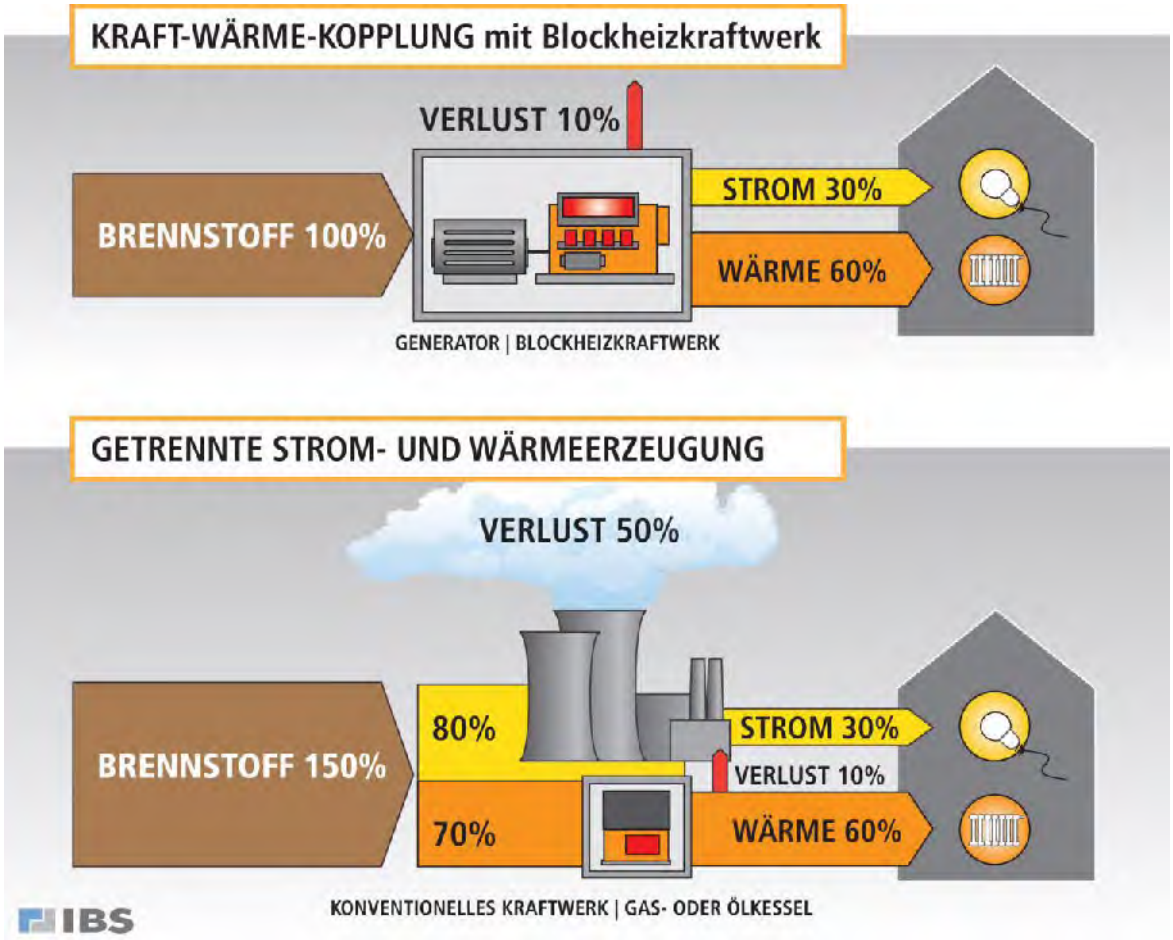


Abb. 41: Energiebilanz eines Blockheizkraftwerks

Blockheizkraftwerke werden als Ergänzung zu vorhandenen Heizungs- und Stromversorgungsanlagen konzipiert und decken nur einen Teil des Gesamtwärmebedarfs, so dass immer zusätzliche Heizkessel erforderlich sind. Die kleinste Einheit stellt somit 1 Heizkessel und 1 Blockheizkraftwerksaggregat dar.

Abb. 42: Blockheizkraftwerk und Heizkessel

15.2 Nahwärmeversorgung

15.2.1 Grundsätzliches

Eine Nahwärmeversorgung besteht grundsätzlich aus

- einer zentralen Wärmerzeugungsanlage

  und
- einem Wärmeverteilnetz mit Wärmeübergabestationen.

Ein wesentlicher Vorteil von Nahwärmesystemen ist die Flexibilität hinsichtlich zukünftiger Entwicklungen bei den Wärmeerzeugungstechniken.

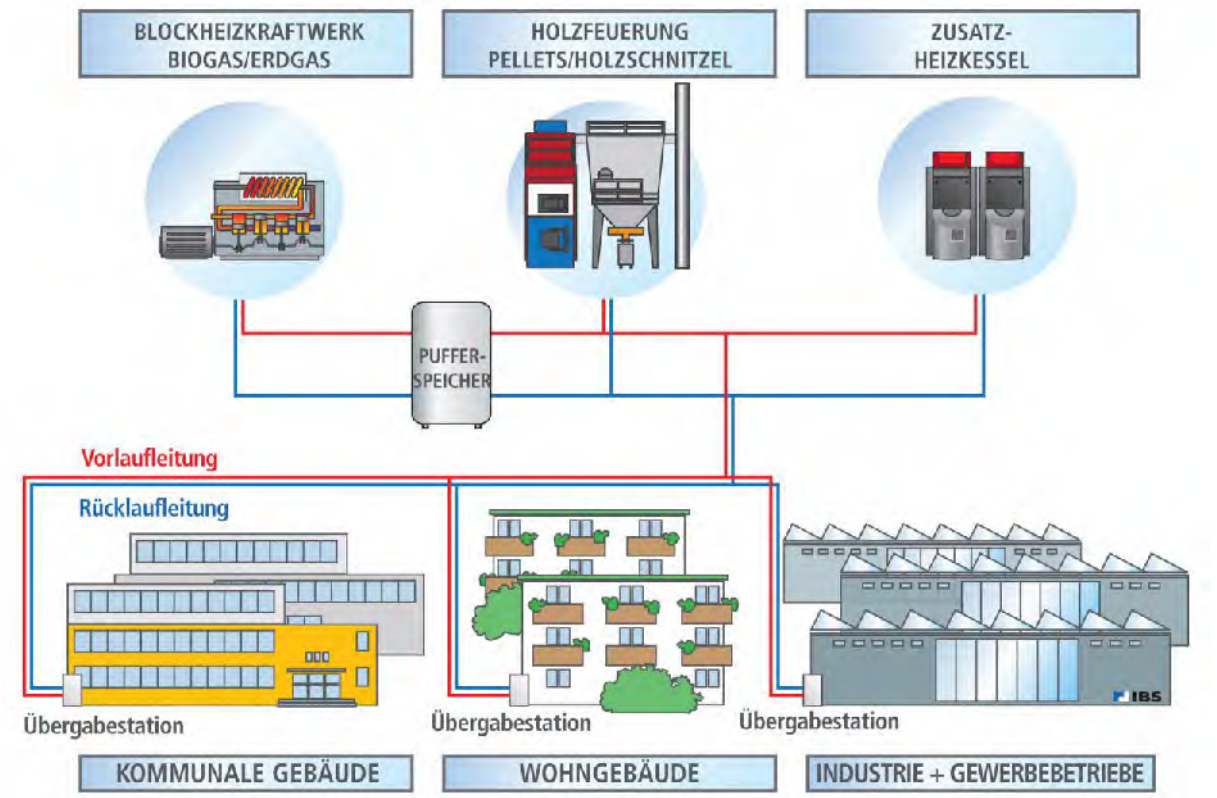


Abb. 43: Prinzipschema Wärmeverbund

Bei einer Nahwärmeversorgung entfallen in den Gebäuden, im Vergleich zu Einzelheizungen, folgende Anlagenkomponenten:

- Heizkessel und Brenner
- Heizraum
- Öltank bzw. Gasanschluss
- Kamin

15.2.2 Nahwärmenetz

Die wesentlichen Bestandteile eines Nahwärmnetzes sind im nachfolgenden Bild dargestellt:

Abb. 44: Wesentliche Bestandteile Nahwärmenetz

Wärmehaupt- und Hausanschlussleitungen

Die Wärmeleitungen werden als vorisolierte Leitungen im Erdreich verlegt.

Rohrsysteme

- Kunststoffmantelrohr (KMR)
  Beim Kunststoffmantelrohr besteht das Medienrohr aus Stahl. Diese ist von einer Wärmedämmung aus PUR und einem Kunststoffmantelrohr (PE) umgeben. Üblicherweise wird dieses Rohr ab Nennweiten von DN 80 eingesetzt. Vorteile sind unter anderem die Einsatzmöglichkeiten auch bei höheren Drücken und Temperaturen. Nachteilig ist die aufwendige Verlegetechnik. Die Rohre haben üblicherweise eine Länge von 12 m und werden an den Stoßstellen verschweißt.

- Kunststoffrohr (PEX)
  Bei Kunststoffrohren besteht das Medienrohr aus kreuzvernetztem Polyethylen (PEX) mit Sauerstoffdiffusionssperre. Vorteil des Systems ist die Flexibilität des Rohres und die dadurch einfache Verlegetechnik. Die Rohre werden auf Rollen von bis zu 100 m Länge angeliefert und können so über größere Längen einfach verlegt werden. Verbunden werden die Rohrstücke durch spezielle Rohrkupplungen. PEX-Leitungen unterliegen Einschränkungen bezüglich Temperatur und Druck innerhalb der Leitung (max. 85 °C). Je höher der Druck in der Leitung, desto geringer ist die zulässige Temperatur.

Beide Systeme können als Doppelrohre eingesetzt werden. Dabei befinden sich Vor- und Rücklauf innerhalb einer gemeinsamen Wärmedämmung.

Übergabestationen

In jedem Gebäude wird eine Übergabestation mit folgenden Bauteilen eingebaut:

- Regeleinrichtungen
- Absperreinrichtungen
- Wärmezähler
- Warmwasserbereitung
- Plattenwärmetauscher zur Systemtrennung

15.3 Erneuerbare Wärmegesetze

Für Bestands- und Neubauten machen das Erneuerbare-Wärmegesetz (EWärmeG) auf Landesebene und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) auf Bundesebene Vorgaben zum Einsatz erneuerbarer Energien bei der Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden.

15.3.1 Neubauten und Bestandsbauten der öffentlichen Hand (EEWärmeG)

Das Erneuerbare Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG) schreibt für alle Neubauten, die der EnEV unterliegen, den anteiligen Einsatz erneuerbarer Energien in der Beheizung, der Warmwasserbereitung und der Kälteerzeugung für die Raumklimatisierung vor. Diese Verpflichtung kann mit unterschiedlichen erneuerbaren Energieträgern erfüllt werden oder durch Ausführung von Ersatzmaßnahmen. Auch eine Kombination unterschiedlicher Maßnahmen ist denkbar.

Bestandsbauten der öffentlichen Hand unterliegen ebenfalls dem EEWärmeG. Eine Pflicht zum Einsatz erneuerbarer Energien besteht hier allerdings erst bei einer grundlegenden Renovierung, d. h., nur wenn innerhalb zweier Kalenderjahre der Wärmeerzeuger getauscht und mindestens 20 % der Gebäudeoberfläche renoviert werden.

15.3.2 Bestandsgebäude in Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg schreibt das Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG 2015) für bestehende Wohn- und Nichtwohngebäude im Falle eines Kesselaustausches den Einsatz erneuerbarer Energieträger vor. Diese Verpflichtung kann mit unterschiedlichen erneuerbaren Energieträgern erfüllt werden oder durch Ausführung von Ersatzmaßnahmen. Auch eine Kombination unterschiedlicher Maßnahmen ist möglich.
Für die Einsatz von erneuerbaren Energieträgern ist ein Deckungsanteil von 15 %, für die Ersatzmaßnahmen sind unterschiedlich hohe Nutzungsanforderungen festgelegt.

Erfüllungsoptionen für Wohngebäude (je nach Ausführung)	**5 %**	**10 %**	**15 %**
Solarthermie			
Holzzentralheizung			
Wärmepumpe			
Bioerdgas (< 50 kW)			x
Bioöl			x
baulicher Wärmeschutz			
Blockheizkraftwerk			
Anschluss an Wärmenetz			
Sanierungsfahrplan		x	x

15.4 Energieeinsparverordnung (EnEV 2014)

In der Energieeinsparverordnung wird die energetische Qualität von Gebäuden anhand des (nicht erneuerbaren) Primärenergieaufwands zur Beheizung, Warmwasserbereitung, Belüftung und (bei Nicht-Wohngebäuden) Beleuchtung des Gebäudes beurteilt.
Die Berechnung erfolgt nach den Vorgaben der DIN V 18599 oder bei Wohngebäuden alternativ nach DIN V 4108-6 in Verbindung mit DIN V 4701-10.

Für Neubauten wird in der EnEV der maximale Primärenergiebedarf des Gebäudes vorgegeben. Der Primärenergieeinsatz eines Gebäudes kann grundsätzlich mittels der Beschaffenheit der Gebäudehülle, also durch Wärmedämmung, beeinflusst werden, aber auch durch die Art des Heizsystems und der eingesetzten Energieträger.

Dämmpflichten

Die EnEV 2014 schreibt die nachträgliche Dämmung bislang ungedämmter oberster Geschossdecken vor. Die Nachrüstpflicht greift jedoch nur, sofern die oberste Geschossdecke zur thermischen Hülle gehört - also auch das darüber liegende Dach nicht gedämmt ist. Ob die Decke bzw. das Dach als gedämmt oder ungedämmt zu betrachten ist, bemisst sich dabei anhand des Mindestwärmeschutzes nach DIN V 4108.

Kesselaustauschpflicht

Die EnEV 2014 sieht für Heizungskessel im Bestand eine Austauschpflicht vor, wenn diese vor 1985 errichtet wurden bzw. länger als 30 Jahre in Betrieb sind.

Von der Pflicht ausgenommen sind
- Niedertemperatur- oder Brennwertkessel
- Kessel in Ein- oder Zweifamilienhäuser, wenn der Eigentümer in einer der Wohnungen seit mindestens 2002 wohnt
- Kessel mit weniger als 4 kW oder mehr als 400 kW Leistung

Pflicht zur Dämmung von Heizungsleitungen

Bislang ungedämmte Heizungs- oder Warmwasserleitungen sind aus rechtlicher Sicht ebenfalls umgehend und mindestens in der seitens der EnEV vorgeschriebenen Stärke zu dämmen.

Mindeststandards bei Gebäudemodernisierung

- Weiterhin legt die EnEV dämmtechnische Mindeststandards fest, wie sie im Zuge von baulichen Modernisierungsarbeiten (z. B. Dach- oder Fassadensanierung, Fenstertausch etc.) mindestens eingehalten werden müssen. Auch hinsichtlich der technischen Gebäudeausstattung gelten hier gesetzliche Mindeststandards (z. B. an den Einbau von Heizungspumpen), sobald die entsprechenden Komponenten ausgetauscht werden.

16 Berechnungen

16.1 Energiebilanzen

Ausbau 1a: Biogaswärme 40% Anschlussquote

Anzahl Gebäude

kommunale Gebäude	1	Gebäude	x	100	%	=	1	Gebäude
Neubauten	2	Gebäude	x	100	%	=	2	Gebäude
private Bestandsgebäude	65	Gebäude	x	40	%	=	26	Gebäude
							29	Gebäude

Wärme- und Brennstoffbilanz

Wärmeverbrauch

kommunale Gebäude (100%: 1 Gebäude)	250.000	kWh/a
Schule	250.000	kWh/a
Ankerkunden Neubauten (100%: 2 Gebäude)	200.000	kWh/a
private Gebäude (26 Verträge)	1.120.000	kWh/a
Netzverluste	160.000	kWh/a
Summe	1.980.000	kWh/a

Wärmebilanz

Biogaswärme	1.648.000	kWh/a
Zusatzkessel	332.000	kWh/a
Summe	1.980.000	kWh/a

Brennstoffbilanz

Gaskessel	332.000	kWh/a	:	95	%	=	349.000	kWh(Hi)/a
Gaskessel	349.000	kWh(Hi)/a	x	1,1	kWh(Hs)/Hi	=	384.000	kWh(Hs)/a

Ausbau 1b: Biogaswärme 60% Anschlussquote

Anzahl Gebäude

kommunale Gebäude	1	Gebäude	x	100	%	=	1	Gebäude
Neubauten	2	Gebäude	x	100	%	=	2	Gebäude
private Bestandsgebäude	65	Gebäude	x	60	%	=	39	Gebäude
							42	Gebäude

Wärme- und Brennstoffbilanz

Wärmeverbrauch

kommunale Gebäude (100%: 1 Gebäude)	250.000	kWh/a
Schule	250.000	kWh/a
Ankerkunden Neubauten (100%: 2 Gebäude)	200.000	kWh/a
private Gebäude (39 Verträge)	1.705.000	kWh/a
Netzverluste	175.000	kWh/a
Summe	2.580.000	kWh/a

Wärmebilanz								
Biogaswärme							1.896.000	kWh/a
Zusatzkessel							684.000	kWh/a
Summe							2.580.000	kWh/a
Brennstoffbilanz								
Gaskessel	684.000	kWh/a	:	95	%	=	720.000	kWh(Hi)/a
Gaskessel	720.000	kWh(Hi)/a	x	1,1	kWh(Hs)/Hi	=	792.000	kWh(Hs)/a

Ausbau 2a: Biogaswärme + BHKW Schule 40 % Anschlussquote

Anzahl Gebäude								
kommunale Gebäude	1	Gebäude	x	100	%	=	1	Gebäude
Neubauten	2	Gebäude	x	100	%	=	2	Gebäude
private Bestandsgebäude	65	Gebäude	x	40	%	=	26	Gebäude
							29	Gebäude

Wärme- und Brennstoffbilanz		
Wärmeverbrauch		
kommunale Gebäude (100%)	250.000	kWh/a
Schule	250.000	kWh/a
Ankerkunden Neubauten (100%: 2 Gebäude)	200.000	kWh/a
pirvate Gebäude (40%)	1.120.000	kWh/a
Netzverluste	160.000	kWh/a
Summe	1.980.000	kWh/a

Wärme- und Brennstoffbilanz								
Wärmebilanz								
Biogaswärme							1.648.000	kWh/a
Erdgas-BHKW	2.690	h/a	x	100	kW	=	269.000	kWh/a
Zusatzkessel							63.000	kWh/a
Summe							1.980.000	kWh/a
Brennstoffbilanz								
BHKW	2.690	h/a	x	156	kW	=	420.000	kWh(H_i)/a
BHKW	420.000	kWh/a	x	1,1	kWh(H_s)/H_i	=	462.000	kWh(H_s)/a
Gaskessel	63.000	kWh/a	:	95	%	=	66.000	kWh(H_i)/a
Gaskessel	66.000	kWh(H_i)/a	x	1,1	kWh(H_s)/H_i	=	73.000	kWh(H_s)/a
Summe							535.000	kWh(Hs)/a
Strombilanz								
Erzeugung	2.690	h/a	x	50	kW	=	134.500	kWh/a

Ausbau 2b: Biogaswärme + BHKW Schule 60 % Anschlussquote

Anzahl Gebäude

kommunale Gebäude	1	Gebäude	x	100	%	=	1	Gebäude
Neubauten	2	Gebäude	x	100	%	=	2	Gebäude
private Bestandsgebäude	65	Gebäude	x	60	%	=	39	Gebäude
							42	Gebäude

Wärme- und Brennstoffbilanz

Wärmeverbrauch

kommunale Gebäude (100%)	250.000	kWh/a
Schule	250.000	kWh/a
Ankerkunden Neubauten (100%: 2 Gebäude)	200.000	kWh/a
private Gebäude (60%)	1.705.000	kWh/a
Netzverluste	175.000	kWh/a
Summe	2.580.000	kWh/a

Wärme- und Brennstoffbilanz

Wärmebilanz

Biogaswärme							1.435.000	kWh/a
Erdgas-BHKW	3370	h/a	x	100	kW	=	337.000	kWh/a
Zusatzkessel							808.000	kWh/a
Summe							2.580.000	kWh/a

Brennstoffbilanz

BHKW	3.370	h/a	x	156	kW	=	526.000	kWh(H_i)/a
BHKW	526.000	kWh/a	x	1,1	kWh(H_s)/H_i	=	579.000	kWh(H_s)/a
Gaskessel	808.000	kWh/a	:	95	%	=	851.000	kWh(H_i)/a
Gaskessel	851.000	kWh(H_i)/a	x	1,1	kWh(H_s)/H_i	=	936.000	kWh(H_s)/a
Summe							1.515.000	kWh(H_s)/a

Strombilanz

Erzeugung	3.370	h/a	x	50	kW	=	168.500	kWh/a

16.2 Kapitalkosten

Ausbau 1a: Biogaswärme 40% Anschlussquote

Kapitalkosten	Investitions-kosten €	Kapitalkosten Zins:		1,00%
		Nutzung Jahre	Annuität %/a	Kosten €/a
Heizzentrale Rathaus		20	5,54%	0
Heizzentrale Schule	425.000	20	5,54%	23.545
Gasanschluss	43.000	50	2,55%	1.097
Hauptleitungen inkl. Tiefbau	782.000	40	3,05%	23.851
Hausanschlüsse inkl. Tiefbau	271.000	40	3,05%	8.266
Übergabestationen	179.000	20	5,54%	9.917
Summe	**1.700.000**			66.676
			rund	**66.700**

Vermiedene Kapitalkosten Förderung	**385.500**	40	3,05%	11.758
Vermiedene Kapitalkosten Förderung		20	5,54%	0
			rund	**11.800**

Ausbau 1b: Biogaswärme 60% Anschlussquote

Kapitalkosten	Investitions-kosten €	Kapitalkosten Zins:		1,00%
		Nutzung Jahre	Annuität %/a	Kosten €/a
Heizzentrale Rathaus		20	5,54%	0
Heizzentrale Schule	425.000	20	5,54%	23.545
Gasanschluss	43.000	50	2,55%	1.097
Hauptleitungen inkl. Tiefbau	779.000	40	3,05%	23.760
Hausanschlüsse inkl. Tiefbau	392.000	40	3,05%	11.956
Übergabestationen	241.000	20	5,54%	13.351
Summe	**1.880.000**			73.709
			rund	**73.700**

Vermiedene Kapitalkosten Förderung	**405.000**	40	3,05%	12.353
Vermiedene Kapitalkosten Förderung		20	5,54%	0
			rund	**12.400**

Ausbau 2a: Biogaswärme + BHKW Schule 40 % Anschlussquote

Kapitalkosten	Investitions-kosten €	Kapitalkosten Zins:		1,00%
		Nutzung Jahre	Annuität %/a	Kosten €/a
BHKW	100.000	20	5,54%	5.540
Heizzentrale Rathaus		20	5,54%	0
Heizzentrale Schule	495.000	20	5,54%	27.423
Gasanschluss	43.000	50	2,55%	1.097
Hauptleitungen inkl. Tiefbau	782.000	40	3,05%	23.851
Hausanschlüsse inkl. Tiefbau	271.000	40	3,05%	8.266
Übergabestationen	179.000	20	5,54%	9.917
Summe	**1.870.000**			76.094
			rund	**76.100**

Vermiedene Kapitalkosten Förderung	**439.500**	40	3,05%	13.405
Vermiedene Kapitalkosten Förderung	**0**	20	5,54%	0
			rund	**13.400**

Ausbau 2b: Biogaswärme + BHKW Schule 60 % Anschlussquote

Kapitalkosten	Investitions-kosten €	Kapitalkosten Zins:		1,00%
		Nutzung Jahre	Annuität %/a	Kosten €/a
BHKW	100.000	18	6,10%	6.100
Heizzentrale Rathaus		20	5,54%	0
Heizzentrale Schule	495.000	20	5,54%	27.423
Gebäude mit Gasanschluss	43.000	50	2,55%	1.097
Hauptleitungen inkl. Tiefbau	779.000	40	3,05%	23.760
Hausanschlüsse inkl. Tiefbau	392.000	40	3,05%	11.956
Übergabestationen	241.000	20	5,54%	13.351
Summe	**2.050.000**			83.687
			rund	**83.700**

Vermiedene Kapitalkosten Förderung	**467.000**	40	3,05%	14.244
Vermiedene Kapitalkosten Förderung	**0**	20	5,54%	0
			rund	**14.200**

16.3 Betriebskosten

Ausbau 1a: Biogaswärme 40% Anschlussquote

Wartung und Instandhaltung Heiztechnik							8.735	€/a
Emissionsmessung etc.	1	Kessel	x	200	€/Kessel	=	200	€/a
Betriebsstrom (nur Netzpumpen)	21.000	kWh/a	x	20	ct/kWh	=	4.200	€/a
Personalaufwand	150	h/a	x	50,--	€/h	=	7.500	€/a
Verwaltung und Versicherung	1.700.000	€	x	0,30	%	=	5.100	€/a
Wärmeabrechnungen	29	Objekte	x	46	€	=	1.334	€/a
Summe Betriebskosten							27.069	€/a
						rund	**27.100**	**€/a**

Ausbau 1b: Biogaswärme 60% Anschlussquote

Wartung und Instandhaltung Heiztechnik							9.925	€/a
Emissionsmessung etc.	1	Kessel	x	200	€/Kessel	=	200	€/a
Betriebsstrom (nur Netzpumpen)	25.000	kWh/a	x	20	ct/kWh	=	5.000	€/a
Personalaufwand	160	h/a	x	50,--	€/h	=	8.000	€/a
Verwaltung und Versicherung	1.880.000	€	x	0,30	%	=	5.640	€/a
Wärmeabrechnungen	42	Objekte	x	46	€	=	1.932	€/a
Summe Betriebskosten							30.697	€/a
						rund	**30.700**	**€/a**

Ausbau 2a: Biogaswärme + BHKW Schule 40 % Anschlussquote

Wartung und Instandhaltung Heiztechnik							9.120	€/a
Vollwartung	134.500	kWh/a	x	2,80	ct/kWh	=	3.766	€/a
Emissionsmessung etc.	1	Kessel	x	200	€/Kessel	=	200	€/a
Betriebsstrom (nur Netzpumpen)	21.000	kWh/a	x	20	ct/kWh	=	4.200	€/a
Personalaufwand	150	h/a	x	50,--	€/h	=	7.500	€/a
Verwaltung und Versicherung	1.870.000	€	x	0,30	%	=	5.610	€/a
Wärmeabrechnungen	29	Objekte	x	46	€	=	1.334	€/a
Summe Betriebskosten							31.730	€/a
						rund	**31.700**	**€/a**

Ausbau 2b: Biogaswärme + BHKW Schule 60 % Anschlussquote

Wartung und Instandhaltung Heiztechnik							10.325	€/a
Vollwartung	168.500	kWh/a	x	2,80	ct/kWh	=	4.718	€/a
Emissionsmessung etc.	1	Kessel	x	200	€/Kessel	=	200	€/a
Betriebsstrom (nur Netzpumpen)	25.000	kWh/a	x	20	ct/kWh	=	5.000	€/a
Personalaufwand	160	h/a	x	50,--	€/h	=	8.000	€/a
Verwaltung und Versicherung	2.050.000	€	x	0,30	%	=	6.150	€/a
Wärmeabrechnungen	42	Objekte	x	46	€	=	1.932	€/a
Summe Betriebskosten							36.325	€/a
						rund	**36.300**	**€/a**

16.4 Brennstoffkosten/ Stromeinnahmen

Ausbau 1a: Biogaswärme 40% Anschlussquote

Biogaswärme	1.648.000	kWh/a	x	1,26	ct/kWh	=	20.765	€/a
Summe Biogaswärme						**rund**	**20.800**	**€/a**
Arbeitspreis (Inkl. KA, Erdgassteuer)	384.000	kWh(Hs)/a	x	3,93	ct/kWh(Hs)	=	15.091	€/a
Summe Erdgas						**rund**	**15.100**	**€/a**

Ausbau 1b: Biogaswärme 60% Anschlussquote

Biogaswärme	1.896.000	kWh/a	x	1,26	ct/kWh	=	23.890	€/a
Summe Biogaswärme						**rund**	**23.900**	**€/a**
Arbeitspreis (Inkl. KA, Erdgassteuer)	792.000	kWh/a	x	4,14	ct/kWh(Hs)	=	32.789	€/a
Summe Erdgas						**rund**	**32.800**	**€/a**

Ausbau 2a: Biogaswärme + BHKW Schule 40 % Anschlussquote

Biogaswärme	1.648.000	kWh/a	x	1,26	ct/kWh	=	20.765	€/a
Summe Biogaswärme						**rund**	**20.800**	**€/a**
Arbeitspreis (Inkl. KA, Erdgassteuer)	535.000	kWh/a	x	3,93	ct/kWh(Hs)	=	21.026	€/a
Erdgassteuerrückerstattung	462.000	kWh/a	x	0,55	ct/kWh(Hs)	=	-2.541	€/a
Summe Erdgas						**rund**	**18.500**	**€/a**
<u>Stromerlöse</u>								
<u>KWK-Zuschlag</u>								
Rücklieferung	8	ct/kWh	x	134.500	kWh/a	=	10760	€/a
						rund	**10.800**	**€/a**
<u>Rücklieferlöse</u>								
Üblicher Preis	134.500	kWh/a	x	4,4	ct/kWh	=	5918	€/a
						rund	**5.900**	**€/a**
vermiedene Netznutzung Arbeit	134.500	kWh/a	x	0,17	ct/kWh	=	229	€/a
Vermiedene Netznutzung Leitung	134.500	kWh/a	:	8760	h	=	15	kW
	15	kW	x	112	€/kW x a	=	1.680	€
						rund	**1.900**	**€/a**
Summe Stromerlöse							**18.600**	**€/a**

Ausbau 2b: Biogaswärme + BHKW Schule 60 % Anschlussquote

Biogaswärme	1.435.000	kWh/a	x	1,26	ct/kWh	=	18.081	€/a
Summe Biogaswärme						**rund**	**18.100**	**€/a**
Arbeitspreis (Inkl. KA, Erdgassteuer)	1.515.000	kWh/a	x	4,14	ct/kWh(Hs)	=	62.721	€/a
Erdgassteuerrückerstattung	579.000	kWh/a	x	0,55	ct/kWh(Hs)	=	-3.185	€/a
Summe Erdgas						**rund**	**59.500**	**€/a**

Stromerlöse

KWK-Zuschlag								
Rücklieferung	8	ct/kWh	x	168.500	kWh/a	=	13.480	€/a
						rund	**13.500**	**€/a**
Rückliefererlöse								
Üblicher Preis	168.500	kWh/a	x	4,4	ct/kWh	=	7.414	€/a
						rund	**7.400**	**€/a**
vermiedene Netznutzung								
Arbeit	168.500	kWh/a	x	0,17	ct/kWh	=	286	€/a
Vermiedene Netznutzung								
Leitung	168.500	kWh/a	:	8.760	h	=	19	kW
	19	kW	x	112	€/kW x a	=	2.128	€
						rund	**2.400**	**€/a**
Summe Stromerlöse							**23.300**	**€/a**