

Energetisches Quartierskonzept Walldorf „Mitte“

KfW-Programm 432
„Energetische Stadtsanierung“

Energetisches Quartierskonzept

Walldorf „Mitte“

Auftraggeber:

Stadt Walldorf
Bürgermeister
Nußlocher Str. 45
69190 Walldorf
Tel. +49 6227 – 35-1231

Verfasser:

KLiBA Klimaschutz- und Energie-Beratungsagentur Heidelberg-Rhein-Neckar-Kreis gGmbH

Wieblinger Weg 21
69123 Heidelberg
Tel. +49 6221 99875 - 0
Fax +49 6221 99875 - 12
www.kliba-heidelberg.de

Dr. Klaus Keßler
Achim Lares

Heidelberg, den 12.08.2022

Inhalt

1. Zusammenfassung der Ergebnisse	1
2. Allgemeiner Teil	3
2.1 Klimaschutz in Walldorf.....	3
2.2 Ausgangslage.....	5
2.3 Untersuchungsgebiet / Quartiersgrenzen.....	6
2.4 Städtebauliche Ausgangssituation Quartier „Walldorf Mitte“.....	8
2.5 Baukulturelle Analyse.....	11
3. Bestandsanalyse	12
3.1 Vorgehensweise.....	12
3.2 Gebäudebestand im Quartier.....	15
3.2.1 Ortsbegehung.....	19
3.2.2 Energieträger und Energieinfrastruktur.....	21
3.2.3 Schornsteinfegerdaten.....	22
3.3 Ermittlung Energieeinsatz Wärme.....	23
3.4 Energie- und CO ₂ -Bilanz.....	27
3.4.1 Wärmesektor.....	27
3.4.2 Stromsektor.....	28
3.4.3 Gesamtbilanz Quartier.....	29
4. Potentiale und Zielsetzungen	30
4.1 Energetische Gebäudesanierung.....	30
4.1.1 Sanierung Referenzgebäude.....	32
4.1.2 Sanierungsszenarien Quartier.....	46
4.2 Effiziente Wärmeversorgung.....	49
5. Ausbau von erneuerbare Energien	52
5.1.1 Photovoltaik.....	52
5.1.2 Solarthermie.....	56
5.1.3 Umweltwärme / Wärmepumpen.....	57
5.1.4 Feste Biomasse.....	61
5.2 Aufbau von Wärmenetzen.....	62

5.2.1	Liniendichten im Quartier.....	63
5.2.2	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW).....	66
5.2.3	Abwärme.....	67
5.2.4	Tiefe Geothermie.....	69
6.	Zielszenario 2045.....	72
7.	Öffentlichkeits- und Akteursbeteiligung.....	74
8.	Handlungskonzept.....	75
8.1	Maßnahmen.....	75
8.2	Umsetzungsstrategie.....	82
8.3	Mögliche Umsetzungshemmnisse.....	84
8.4	Erfolgskontrolle.....	86
9.	Quellen.....	87

Tabellen

Tabelle 1: Gebäudetypen im Quartier	15
Tabelle 2: Struktur der Teilquartiere.....	17
Tabelle 3: Treibhausgasemissionen für Energieträger (aus BiCo ₂ BW) in kg je kWh	27
Tabelle 4: Vergleich der IST-Berechnung und Sanierungsziele in MWh/a	48

Abbildungen

Abbildung 1: Luftbild, geoportal Walldorf.....	5
Abbildung 2: Quartiersgrenzen.....	7
Abbildung 3: Bebauungsstruktur	8
Abbildung 4: Verkehrsachsen.....	8
Abbildung 5: Drehscheibe mit ev. Kirche.....	9
Abbildung 6: Blick in die Hauptstraße	9
Abbildung 7: Karlstraße	9
Abbildung 8: Kettenstraße.....	9
Abbildung 9: Hauptstraße, oberer Teil	9
Abbildung 10: Schwetzingen Straße	9
Abbildung 11: Fachwerkhaus Hirschstraße	10
Abbildung 12: Fachwerkhaus Goethestraße	10
Abbildung 13: Denkmalsgeschützte Gebäude im Quartier.....	11
Abbildung 14: Haustypenmatrix: Baualter- und Größenklassen	13
Abbildung 15: Verteilung des Baualters der Wohngebäude im Quartier	16
Abbildung 16: Struktur der Subquartiere	17
Abbildung 17: Verteilung der Baualters der Wohngebäude in den Teilquartieren.....	18
Abbildung 18: Anzahl Sanierungen Ortsbegehung	19
Abbildung 19: Anzahl Sanierungen Förderprogramm Stadt Walldorf	20
Abbildung 20: Anzahl Energieträger in den Teilquartieren nach Ortsbegehung	21
Abbildung 21: Altersstruktur Gaskessel aus Schornstiefegerdaten	22
Abbildung 22: Altersstruktur Ölkessel aus Schornstiefegerdaten.....	22
Abbildung 23: Endenergie kWh/a nach Nutzung der Gebäude	24
Abbildung 24: Endenergie nach Energieträger in kWh/a.....	25
Abbildung 25: Stromverbrauch nach Sektoren in kWh/a.....	26
Abbildung 26: CO ₂ -Bilanz Wärme nach Energieträger in t/a	28
Abbildung 27: Treibhausgasemissionen Strom nach Sektoren	28
Abbildung 28: Gesamt Bilanz Wärme / Strom nach Sektoren in MWh/ a und t/a	29
Abbildung 29: Vergleich der IST-Berechnungen und Sanierungsvarianten.....	47

Abbildung 30: Anzahl Wärmeerzeuger in Millionen.....	49
Abbildung 31: Zielszenario BW im Quartier / Anzahl.....	50
Abbildung 32: Eignung von Dachflächen in Walldorf, LUBW Atlas	52
Abbildung 33: Berechnung PV-Potenzial im Quartier, LUBW Atlas	53
Abbildung 34: Eignung von Dachflächen in Walldorf.....	55
Abbildung 35: Geothermisches Potential ISONG	58
Abbildung 36: Geothermisches Potential ISONG	59
Abbildung 37: Anteil unversiegelter Flächen Walldorf Mitte	60
Abbildung 38: Liniendichten im Quartier	63
Abbildung 39: Beschreibung Versorgungsoptionen.....	64
Abbildung 40: Versorgungsoptionen nach Wärmebedarfsdichten (Liniendichten)	65
Abbildung 41: Versorgungsoptionen im Quartier	65
Abbildung 42: Abwärmemenge und Wirkradien.....	68
Abbildung 43: Untergrundtemperatur in 3000 m	71
Abbildung 44: Endenergie - Szenario Wärme 2045 nach Sektoren in MWh/a.....	72
Abbildung 45: Bilanzen - Szenario 2045 nach Sektoren in MWh bzw. t	73
Abbildung 43: Organigramm zur Umsetzung	82

Abkürzungen

a	Jahr
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
EEG	Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GIS	Geoinformationssystem
ha	Hektar
IWU	Institut Wohnen und Umwelt GmbH
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
km	Kilometer
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
Mio.	Millionen
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
PV	Photovoltaik
t	Tonne
THG	Treibhausgase
W	Watt

1. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Die Stadt Walldorf beschäftigt sich bereits seit vielen Jahren mit der Frage, wie der Energieverbrauch im öffentlichen und privaten Bereich reduziert und damit der Klimaschutz vorangebracht werden kann. So wurde beispielsweise neben zahlreichen investiven Energieeinsparmaßnahmen ein umfassendes Beratungsangebot geschaffen, welches zur Klärung sämtlicher Fragen der Energieeinsparung, des Klimaschutzes und der Förderung energieeinsparender Maßnahmen sowohl auf privater als auch kommunaler und öffentlicher Ebene beiträgt.

Um weitere Möglichkeiten der CO₂-Minderung zu prüfen, hat die Gemeinde einen Antrag zur Aufnahme in das Programm 432 der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) „Energetische Stadtsanierung“ gestellt, der bewilligt wurde. Mit Hilfe des Programms „Energetische Stadtsanierung“ möchte die Gemeinde die Chancen zur Effizienzsteigerung, zum Energiesparen und zum Einsatz erneuerbarer Energien prüfen.

Im Rahmen des Programms wurde unter anderem untersucht, ob und unter welchen Voraussetzungen im Bereich der Ortsmitte ein Wärmeversorgungsnetz aufgebaut werden kann. Darüber hinaus wurden Maßnahmen herausgearbeitet, die einen relevanten Beitrag zur Reduzierung CO₂-Ausstoßes leisten (Wärmedämmung, Erneuerung der Heizanlagen etc.).

Für das vorliegende energetische Quartierskonzept wurden die Wärmebedarfe ermittelt, Arten der Energie- und Wärmeversorgung erhoben, Potenziale der Energie- und CO₂-Einsparung aufgezeigt und die Mitwirkungsbereitschaft und die Wirtschaftlichkeit von Umsetzungsmodellen untersucht. Auch die Vereinbarkeit von energetischen Gebäudemodernisierungen im Sinne der Energieeinsparverordnung wurden berücksichtigt und daraus Handlungsempfehlungen mit einem Realisierungs- und Maßnahmenkonzept abgeleitet.

Im Rahmen des energetischen Quartierskonzepts wurden unter anderem folgende Fragestellungen behandelt:

- Wie lässt sich die Energie- und CO₂-Bilanz des Gebietes darstellen?
- Welche Möglichkeiten für eine energetische Sanierung ergeben sich im Untersuchungsgebiet?
- Welche Möglichkeiten bzw. Potentiale zur klimaneutralen Wärmeversorgung (zentral/dezentral) gibt es im Quartier?

Mit der Erarbeitung des energetischen Quartierskonzepts werden folgende Ziele verfolgt:

- Beitrag zum Klimaschutz durch CO₂-Minderung.
- Größere Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern.
- Energiekosteneinsparung bei Privathaushalten und im Gemeindehaushalt.

Die Ausarbeitung des Konzepts erfolgte durch die Klimaschutz- und Energie-Beratungsagentur Heidelberg-Rhein-Neckar-Kreis gGmbH (KLiBA).

Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse zeigt, dass die Bebauung des Quartiers, auch aufgrund des Umfangs, in Bezug auf Gebäudetypen verhältnismäßig heterogen ist. Der Großteil der Gebäude im Quartier wurde vor der 1. Wärmeschutzverordnung 1979 errichtet und hat somit einen nur geringen oder keinen baulichen Wärmeschutz. Der energetische Zustand des Quartiers ist stark verbesserungsfähig. Die Energieversorgung (Wärme) des Quartiers erfolgt aufgrund des Versorgungsnetzes überwiegend durch Erdgas. An zweiter Stelle folgt Erdöl. Erneuerbare Energien zur Wärmeerzeugung fallen bislang kaum ins Gewicht.

Energetische Gebäudemodernisierung

Aufgrund der im Quartier dominierenden Baualtersklassen, die sich aus den Erschließungszeiten der Baugebiete ergeben sowie wegen der Sanierungsquoten im Quartier ist das Potential der Gebäudemodernisierung bezüglich der Energieeffizienz als hoch zu bewerten. Vor dem Hintergrund der sich stetig verschärfenden gesetzlichen Anforderungen sowie steigender Energiekosten sind hier positive Effekte sowohl aus der subjektiven Eigentümersicht als auch mit Blick auf die gesamte Energie- und CO₂-Bilanz des Quartiers zu erwarten.

Nahwärmenetz

Auf der Grundlage des ermittelten Energieverbrauchs und der räumlichen Gegebenheiten im Quartier haben sich verschiedene Bereiche bzw. Straßenzüge für die Eignung einer potentiellen Nahwärmeversorgung aufgezeigt. Vor allem in der Hauptstraße aber auch in der Goethe- und Hirschstraße sowie in der Heidelberger Straße scheint eine Nahwärmeversorgung geeignet. Hinzu kommt ein weiterer Aspekt: in Teilen der Bestandsgebäude wird bei den vorherrschenden baulichen Situationen eine klimaneutrale Einzelversorgung (v.a. Wärmepumpen) nicht ohne weiteres realisierbar sein. Auch auf Bundes- und Landesebene wird die zentrale Wärmeversorgung als wesentlicher Baustein einer klimaneutralen Wärmeversorgung gesehen und gefördert, u.a. auch weil durch verschiedene (erneuerbare) Wärmequellen integriert werden können.

2. ALLGEMEINER TEIL

2.1 Klimaschutz in Walldorf

Die Stadt Walldorf ist bereits seit einigen Jahren in verschiedenen Themenfeldern im Bereich Klimaschutz und Energieeffizienz aktiv, was sich in der zunehmenden Berücksichtigung im Rahmen kommunaler Entscheidungen widerspiegelt. Die bisherigen Aktivitäten sollten dennoch weiter intensiviert werden, um die im Quartierskonzept aufgezeigten Potenziale auch tatsächlich zu erreichen.

Im Zuge der Konzepterarbeitung wurde für die letzten Jahre eine Übersicht der wichtigsten bisher getätigten Maßnahmen im Bereich Klimaschutz in der Stadt zusammengestellt:

Beitritt KliBA gGmbH

Die Stadt Walldorf ist Gesellschafter der Klimaschutz- und Energie-Beratungsagentur Heidelberg-Rhein-Neckar-Kreis gGmbH. Die KliBA deckt in der Stadt Walldorf ein breites Beratungsangebot sowohl für die Bürger als auch für die Kommune ab. Alle 14 Tage haben die Bürger die Möglichkeit, sich im Rathaus in einer Energieberatung umfassend über sämtliche Fragen zur Energieeffizienz zum Klimaschutz sowie über Fördermöglichkeiten zu informieren. Die Angebote der KliBA haben sich in der Stadt Walldorf bestens etabliert, was vor allem an der jährlich steigenden Anzahl an Bürgerberatungen ablesbar ist.

3

Umweltförderprogramm der Stadt Walldorf

Seit 1990 wurden Förderprogramme entwickelt, die zunächst die Nutzung der Sonnenenergie und später auch die energetische Modernisierung ganzer Bestandsgebäude umfassten. Heute gibt es 20 städtische Förderprogramme, die den Umwelt- und Klimaschutz zum Inhalt haben, u.a. Förderung von energetischen Sanierungen (Effizienzhaus, Außenwanddämmung, Dachdämmung, Kellerdeckendämmung, Fenstererneuerung, geothermische Wärmepumpe, Photovoltaik, Solarthermieanlagen, Neubau Passivhaus / Effizienzhaus 40+, Lüftungsanlage).

Teilnahme am Projekt „Stand-By“ für Schulen

Ziel des Projektes ist es, Kindern und Jugendlichen den Zusammenhang zwischen dem Klimaschutz und dem Stromverbrauch am Beispiel Stand-by bei elektrischen Geräten näher zu bringen. Gleichzeitig werden ihnen Möglichkeiten an die Hand gegeben, ihren Alltag klimafreundlicher zu gestalten. Das Projekt wird im Rahmen des Programms Klimaschutz Plus des Landes Baden-Württemberg gefördert. Die KliBA übernimmt die Organisation, Vorbereitung und Durchführung.

Beauftragung eines integrierten Klimaschutzkonzeptes

2014 wurde ein integriertes Klimaschutzkonzept bei der KliBA in Auftrag gegeben. Das Klimaschutzkonzept zielt darauf ab, zu den bisherigen Aktivitäten in der Gemeinde im Bereich Klimaschutz und Energieeinsparung weitere Handlungsfelder und Maßnahmen für den kommunalen Umweltschutz zu erarbeiten, diese miteinander zu verzahnen sowie in die relevanten Entscheidungsprozesse zu integrieren. Mit der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes wurden bereits diverse Maßnahmen zur Erreichung beschlossener kommunaler Klimaschutzziele benannt. Im Rahmen des Quartierskonzeptes wurde daher auf eine erneute Benennung bereits bestehender Maßnahmen verzichtet.

Klimaschutz Homepage

Auf der Homepage der Stadt Walldorf wird der Klimaschutz aktiv beworben. Die Rubrik „Nachhaltig“ ist in verschiedene Bereiche gegliedert. Hier wird über die vielfältigen Aktivitäten der Stadt informiert und animiert. Dort sind auch die Umweltförderprogramme der Stadt Walldorf und das Beratungsangebot der KliBA zu finden.

2.2 Ausgangslage

Die Stadt Walldorf liegt mit rund 15.473 Einwohnern (Stand 31.12.2021) im südlichen Teil des Rhein-Neckar-Kreis 15 km südlich von Heidelberg. Die Gemarkung grenzt an die Gemeinden Reilingen, Sandhausen, Leimen, Nußloch, Wiesloch und St. Leon-Rot. Walldorf befindet sich in der Metropolregion Rhein-Neckar und ist dem Regierungsbezirk Karlsruhe zugeordnet.

Das Gemeindegebiet erstreckt sich in der Rheinebene und umfasst mit seinem größten Teil die Sand- und Schotterflächen der Niederterrasse. Im Westen reicht es noch bis in die Kraichbachniederung, im Osten bis in die wiesenbedeckte Gebirgsrandniederung. Naturräumlich gehört das Gebiet zur übergreifenden Einheit der Hardtebene.



Abbildung 1: Luftbild, geoportal Walldorf

Walldorf kam 1803 zu Baden und wurde zunächst dem Amt Heidelberg zugewiesen. Von 1829 bis 1938 unterstand der Ort dem Bezirksamt Wiesloch, kam dann aber wieder unter die Verwaltung durch das Bezirksamt Heidelberg, aus dem 1939 der gleichnamige Landkreis hervorging. Seit der Auflösung dieses Landkreises im Zuge der Verwaltungsreform 1973 gehört die Gemeinde zum Rhein-Neckar-Kreis.

1901 wurden der Gemeinde die Stadtrechte verliehen. Zusammen mit der benachbarten Stadt Wiesloch bildet Walldorf heute ein Mittelzentrum. Walldorf hat sich seit 1945 sichtbar entwickelt. Aufgrund des starken Zuzugs nach Kriegsende wurden bis zur Mitte der 1960er Jahre große Neubaufächen im Norden, Nordosten und Südosten der Stadt ausgewiesen, darunter ab den 1950er

Jahren auch ein zunächst 85 ha großes Industriegebiet. In den 1970er Jahren wurden weitere Flächen im Westen, Norden und Osten besiedelt, während sich die Bautätigkeit in den 1980er und 1990er Jahren auf weitere Areale im Westen und Norden verlagerte. An der westlichen Bebauungsgrenze wuchs ein großflächiges Gewerbegebiet heran, dessen Ausdehnung durch die dort verlaufende A5 begrenzt wird. Ab Ende der 1990er Jahre wurden kleinere Flächen im Norden und Südosten bebaut.

Das abgesetzt von der Stadt südöstlich jenseits der L723 entstandene Gewerbegebiet wurde seit den 1970er Jahren kontinuierlich bis heute erweitert und ist mit dem benachbarten Wieslocher Gebiet zusammengewachsen. Walldorf ist durch die A5, die nahe gelegene A6, sowie die L 723 an das Fernstraßennetz angeschlossen. Über den am Ostrand des Walldorfer Industriegebietes liegenden Bahnhof Wiesloch-Walldorf besteht Anschluss an das ICE/IC-Netz, den Regionalverkehr und die S-Bahn Rhein-Neckar. Der weitere ÖPNV erfolgt durch Buslinien des Verkehrsverbundes Rhein-Neckar. Eine frühere Straßenbahn bestand von 1902-1954. Innerstädtisch wird gemeinsam mit Wiesloch ein Stadtbusnetz betrieben.

2.3 Untersuchungsgebiet / Quartiersgrenzen

Die Abgrenzung des Untersuchungsgebiets umfasst im Wesentlichen die Ortsmitte von Walldorf zwischen B291 im Westen über die Matthias-Hess-Straße bzw. Hans-Thoma-Straße und Hardt- / Ringstraße bis zur Bahnhofstraße. Die südliche Quartiersgrenze bildet die Walzrute und Bürgermeister-Willinger-Straße.

Innerhalb der Abgrenzung liegen neben zahlreichen privaten Gebäuden und Grundstücken auch mehrere kommunale und kirchliche Liegenschaften. Dominiert wird das Untersuchungsgebiet von Ein- und Zweifamilienhäusern in privatem Besitz.

Zu den kommunalen/öffentlichen Liegenschaften zählen im Untersuchungsgebiet

- Rathaus,
- altes Rathaus (VHS + Theaterkeller),
- Feuerwehr,
- Stadtbücherei,
- Schillerschule mit Turnhalle,
- Mensa und Sportgebäude,
- Seniorenwohnanlage und Pflegezentrum Astor-Stift,
- Seniorenwohnanlage Hopp-Stift I & II,
- Jump Jugendkulturhaus,
- Kinderhaus Zipfelmützen,
- und Kinderkrippe.

Zu den kirchlichen Liegenschaften zählen im Untersuchungsgebiet:

- katholische Kirche,
- katholischer Kindergarten St. Marien,
- katholisches Pfarrhaus,
- evangelische Kirche,
- evangelisches Pfarrhaus,
- und die evangelischen Kindergärten und Krippe.

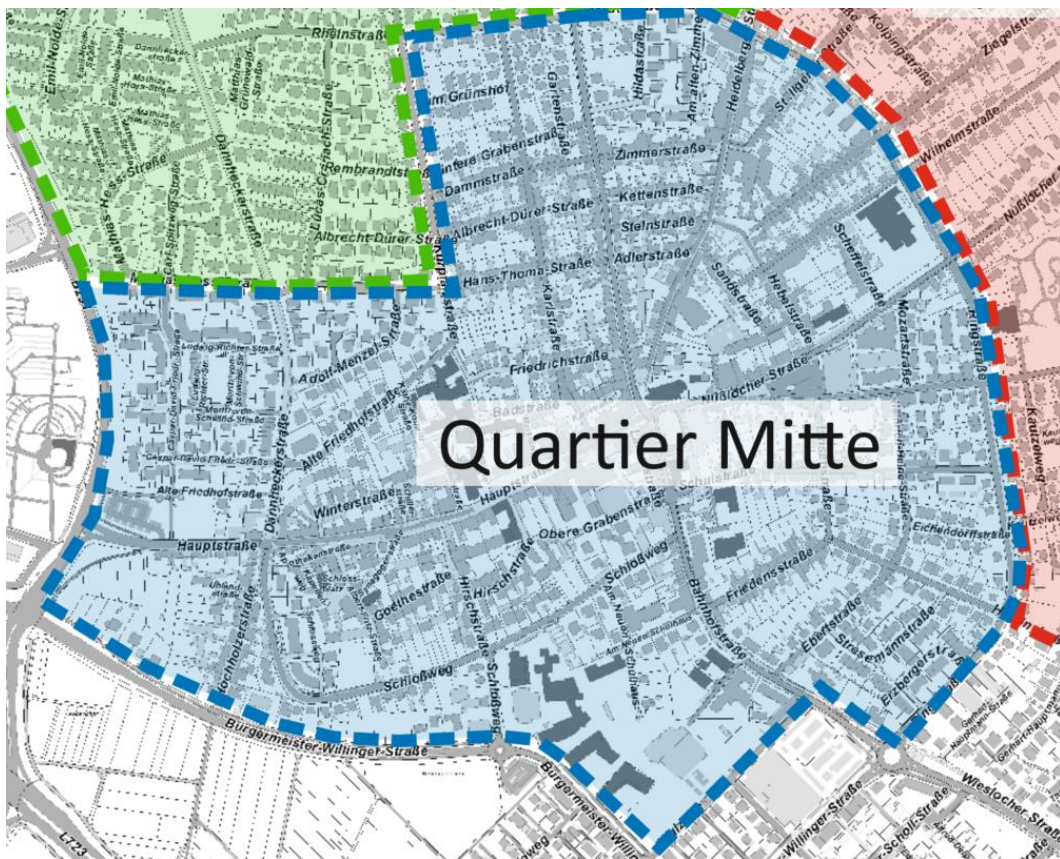


Abbildung 2: Quartiersgrenzen

2.4 Städtebauliche Ausgangssituation Quartier „Walldorf Mitte“

Das Quartier „Walldorf Mitte“ umfasst den historischen Stadtkern und die städtebaulichen Erweiterungen bis etwa 1948. Die an den historischen Kern angrenzenden Baugebiete wurden seit den 1960er Jahren erschlossen und bebaut. Begrenzt wird dieses Gebiet von der Bürgermeister-Willinger-Straße im Süden, der Westumgehung (B 291) im Westen, der Mathias-Hess-Straße, der Hinteren Grabenstraße und der Hardtstraße im Norden sowie der Ringstraße im Osten.

Das Quartier umfasst 1116 Gebäude. Kennzeichnend ist in großen Teilen die randständige Bebauung entlang der Straßen. Vor allem im Kernbereich handelt es sich häufig um ehemalige landwirtschaftliche Anwesen, die durch die Wohnbebauung an der Straße und Scheunen und Nebengebäude in zweiter Reihe geprägt sind. Diese Grundstücke weisen damit auch eine entsprechende Tiefe auf. In den letzten Jahren wurden bei vielen dieser Anwesen die rückwärtigen Scheunen zu Wohnräumen umgebaut bzw. Wohngebäude in zweiter Reihe errichtet.

8

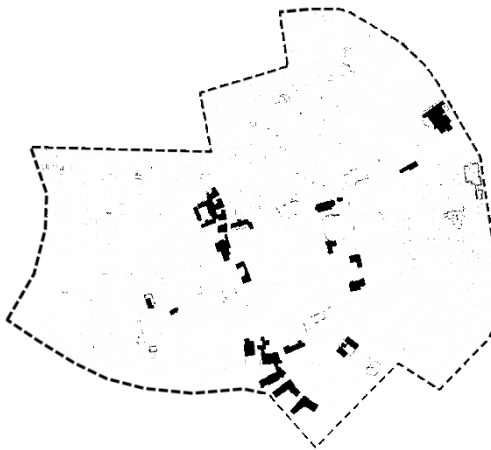


Abbildung 3: Bebauungsstruktur



Abbildung 4: Verkehrsachsen

In der Mitte des Quartiers befindet sich mit der Drehscheibe der zentrale Verkehrsknoten in Walldorf. Hier treffen 3 bedeutende Verkehrsachsen (Schwetzingener Straße, Nußlocher Straße und Bahnhofstraße) zusammen. Die früher wichtige Achse Hauptstraße wurde nach dem Bau der Bürgermeister-Willinger-Straße zum verkehrsberuhigten Bereich umgebaut. Durch die Mittelspernung der Hauptstraße entstand im Bereich des Marktplatzes eine Fußgängerzone, die besonders zum Aufenthalt einlädt. Die Drehscheibe ist ebenso ÖPNV-Knoten, den sechs lokale und regionale Buslinien anfahren.



Abbildung 5: Drehscheibe mit ev. Kirche



Abbildung 6: Blick in die Hauptstraße



Abbildung 7: Karlstraße



Abbildung 8: Kettenstraße



Abbildung 9: Hauptstraße, oberer Teil



Abbildung 10: Schwetzingen Straße

Nahezu alle Baualtersklassen sind im Quartier vorzufinden. Der Schwerpunkt liegt jedoch deutlich vor 1978. Etwa 60% der Gebäude wurden vor dem Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung 1977 erbaut.

Im westlichen und östlichen Bereich des Quartiers befinden sich drei Baugebiete für die 1972, 1981 und 1990 Bebauungspläne erstellt wurden. Hier finden sich vorwiegend Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäuser. Bei den Gebäuden dieser Gebiete erreichen in den nächsten Jahren verschiedene Bauteile das Ende ihrer Nutzungsdauer. Innerhalb des Quartiers liegen einige Denkmale bzw. historisch bedeutsame Gebäude.



Abbildung 11: Fachwerkhaus Hirschstraße



Abbildung 12: Fachwerkhaus Goethestraße

Im Quartier findet man neben der Wohnnutzung auch Einzelhandels- und Dienstleistungsangebote. Dies sind Einzelunternehmen in den Erdgeschossen von Wohngebäuden aber auch großflächiger Handel. Der Einzelhandel konzentriert sich auf Hauptstraße und die Nußlocher Straße. Weiterhin gibt es im Quartier kirchliche, kulturelle und soziale Einrichtungen, die z.T. stadtbildprägend sind.

Im Kernbereich des Quartiers waren die förmlichen Sanierungsgebiete „Nördlich der Hauptstraße“ bis 1995 und „Südlich der Hauptstraße“ bis 2004 ausgewiesen. Schwerpunkte lagen bei der Beseitigung von Substanzschwächen u.a. bei den damals vorhandenen abbruchreifen Altbauten, leerstehenden landwirtschaftlichen Scheunen, fehlenden öffentlichen Grünflächen und fehlenden gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnissen.

Energetische Sanierungen standen dabei jedoch nicht im Fokus. Es ist davon auszugehen, dass nur wenige Gebäude die aktuellen Bestimmungen (nach GEG - Gebäudeenergiegesetz) für Bestandsgebäude (Heizkessel, Dämmung Rohrleitungen, Dämmung oberste Geschossdecke) einhalten. Von einzelnen Wohnhäusern abgesehen, die zumeist im Zuge des „Generationenwechsels“ den Eigentümer gewechselt haben und umfassend modernisiert worden sind, liegt der durchschnittliche energetische Standard auf dem Niveau der Errichtung.

Im Quartier befindet sich ein flächendeckendes Gasnetz der Stadtwerke Walldorf GmbH & Co. KG, welches den Großteil der Haushalte im Quartier mit Erdgas versorgt wird.

Der verbleibende Anteil wird mit Heizöl, Strom (Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen), ggf. Kohle und mit sonstigen Energieträgern (z. B. Holz) versorgt. Im Kernbereich des Quartiers ist eine Altstadtsatzung in Kraft. Sie regelt u.a. auch gestalterische Elemente an Gebäuden, was u.U. auch die solare Nutzung von Dachflächen betrifft.

2.5 Baukulturelle Analyse

Im Untersuchungsgebiet stehen 12 Gebäude (1,1%) unter Denkmalschutz. Die Mehrheit dieser Gebäude ist innerhalb der Hauptstraße zu finden. Die energetische Modernisierung an diesen Gebäuden stellt eine besondere Herausforderung dar.

Zu den denkmalgeschützten Gebäuden zählen in alphabetischer Reihenfolge:

- Hirschstraße 2, Wohnhaus mit Fachwerkscheune: bez. 1836 (Eingang), § 2
- Hirschstraße 4, Wohnhaus, Fachwerkgiebelhaus, nach 1689 erbaut, § 2
- Hirschstraße 6, Wohnhaus, Fachwerkgiebelhaus, nach 1689 erbaut, § 2
- Hauptstraße 23, Fassade (Gasthaus Zum Ochsen), Mitte 18. Jh. Erbaut, §2
- Heidelberger Straße 37, Gasthaus Deutscher Kaiser, um 1900 erbaut, § 2
- Schwetzingen Straße 2, Gasthaus Pfälzer Hof, Walmdachhaus, nach 1850 erbaut, § 2
- Hauptstraße 34, Wohnhaus, wohl 18. Jh., §2
- Hauptstraße 22, kath. Pfarrhaus mit Nebengebäude, 1850 erbaut, §2
- Albert-Fritz-Straße 9, Fachwerkgiebelseite, eingeschossiges Eckhaus, 18. Jh., § 12
- Hauptstraße 39, Wohnhaus, zweigeschossiges Giebelhaus, 18. Jh. Erbaut, § 2
- Hauptstraße 36 (siehe Hauptstraße 34), Wohnhaus, Fachwerkhaus, wohl 18. Jh., §2
- Hauptstraße 25, Fränkisches Fachwerkhaus, sog. Haus Landgraf, 1660 erbaut, § 12



Abbildung 13: Denkmalgeschützte Gebäude im Quartier

3. BESTANDSANALYSE

3.1 Vorgehensweise

Bei der Konzepterstellung wurde im Wesentlichen auf die folgenden Datenquellen und Maßnahmen zugegriffen:

- IWU Gebäudetypologie
- Geoinformationssystem (GIS)
- Datenabfrage Energieversorgungsunternehmen
- Energieberichte
- Auswertung Förderprogramm Stadt Walldorf
- Ortsbegehung

Zur energetischen Bewertung des Quartiers wurde ein bottom-up Ansatz gewählt. Das heißt die Gebäude im Quartier wurde energetisch bewertet und die Ergebnisse aufsummiert.

Der Energiebedarf jedes Gebäudes und somit des gesamten Quartiers wurde auf der Grundlage der IWU - Gebäudetypologie ermittelt. Die Ergebnisse auf Gebäudeebene wurden durch die Begehungen angepasst und skaliert sowie anhand von Verbrauchswerten verifiziert.

Gebäudetypologie / GIS

Die Wohngebäude im Quartier wurden entsprechend der IWU-Gebäudetypologie in die folgenden Gebäudetypen eingeteilt:

- Einfamilienhäuser (EFH)
- Reihenhäuser (RH)
- kleine Mehrfamilienhäuser (MFH)
- große Mehrfamilienhäuser (GFH)

Die IWU-Gebäudetypologie gliedert verschiedene Gebäudetypen nach Baualtersklassen (BAK). Für jede Kombination eines Gebäudetyps und eines Baualters wurde ein energetischer Kennwert ermittelt und zugeordnet. Anhand dieser Kennwerte kann die energetische Bewertung eines Gebäudes vorgenommen werden. Die vom IWU ermittelten und definierten Kennwerte für die jeweiligen Gebäudetypen wurden auf die realen Flächen d.h. Gebäudegrößen abgebildet. Dazu wurden mit Hilfe des GIS die Gebäudegrundrisse aus dem Liegenschaftskataster des Quartiers entnommen. Die örtli-

chen Gegebenheiten, die während der Begehung begutachtet und dokumentiert wurden, z.B. Geschossigkeit oder Sanierungszustand (auch einzelner Bauteile), wurden dabei mitberücksichtigt.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Einteilung des deutschen Wohngebäudebestandes entsprechend seiner energierelevanten Merkmale in die entsprechenden Größen und Baualtersklassen:

Baualtersklasse		EFH	RH	MFH	GMH
		Basis-Typen			
A	bis 1859	EFH_A 		MFH_A 	
B	1860 - 1918	EFH_B 	RH_B 	MFH_B 	GMH_B 
C	1919 - 1948	EFH_C 	RH_C 	MFH_C 	GMH_C 
D	1949 - 1957	EFH_D 	RH_D 	MFH_D 	GMH_D 
E	1958 - 1968	EFH_E 	RH_E 	MFH_E 	GMH_E 
F	1969 - 1978	EFH_F 	RH_F 	MFH_F 	GMH_F 
G	1979 - 1983	EFH_G 	RH_G 	MFH_G 	
H	1984 - 1994	EFH_H 	RH_H 	MFH_H 	
I	1995 - 2001	EFH_I 	RH_I 	MFH_I 	
J	2002 - 2009	EFH_J 	RH_J 	MFH_J 	

Abbildung 14: Haustypenmatrix: Baualter- und Größenklassen
aus: „Deutsche Gebäudetypologie; INSTITUT WOHNEN UND UMWELT GmbH

Geoinformationssystem (GIS)

Anhand eines Geoinformationssystems (GIS) werden Daten, die auf der Oberfläche dargestellt werden können erfasst, dargestellt und verwaltet. Daten werden einem Bezugspunkt in einer Karte zugeordnet und mit geometrischen und thematischen Eigenschaften (wie z.B. Wärmebedarf) verknüpft.

Durch das Quartierskonzept werden die energetische Ausgangssituation und das energetische Minderungspotential ermittelt. Dazu wird die Energiebilanz des Quartiers benötigt. Das GIS stellt die für die Berechnung notwendigen Daten, wie beispielsweise die Grund- und Wohnfläche der Gebäude bereit und vereinfacht die Wirtschaftlichkeitsberechnung und Konzeption von Nahwärmenetzen und bildet diese ab.

Für die Analyse und Berechnung der energetischen Ausgangssituation sowie des Potentials zur Energieeinsparung und für erneuerbare Energien wurden die folgenden notwendigen Informationen und Gebäudeeigenschaften ermittelt und zugeordnet:

- Gebäudetyp und Baualter
- Geschossigkeit
- Sanierungszustand
- Gebäudenutzung
- Energieträger / Energieverbrauch
- etc.

Die erforderlichen Informationen und Daten wurden u.a. durch die Ortsbegehungen ermittelt.

Datenabfrage Energieversorgungsunternehmen (Bedarf / Verbrauch)

Der Bedarf ist eine rechnerisch ermittelte Größe. Zur Berechnung werden Annahmen eines standardisierten Nutzerverhalten und durchschnittlichen Wetterdaten, bezogen auf eine Wetterstation im Jahresgang zugrunde gelegt.

Der Verbrauch ist dagegen stark vom Nutzerverhalten beeinflusst. Daher kann nur bedingt auf den energetischen Gebäudestandard geschlossen werden. Die Beziehung zwischen Verbrauch und Bedarf ist deshalb im Gebäudebereich nicht linear. Verbrauchsdaten haben den größeren Realitätsbezug zum Vorteil und eignen sich zur Messung von Veränderungen. Der ermittelte Bedarf bleibt davon unberührt und wird maßgeblich durch bauliche Veränderungen beeinflusst.

Energieberichte

Die Verbräuche der öffentlichen Liegenschaften konnten dem Energiebericht der Gemeinde entnommen werden. Für die weiteren Nichtwohngebäude wurden die Energieverbräuche anhand von Kennwerten (AGES) für die jeweilige Nutzungsart abgeschätzt.

Ortsbegehung

Zur Erfassung der Gebäudealter und des Gebäudevolumens sowie zur Analyse energetischer Eigenschaften wurde eine Karte des Quartiers auf der Grundlage der örtlichen Liegenschaftskarte herangezogen. Die relevanten Informationen wurden während örtlicher Begehungen aufgenommen und verifiziert. Durch die Ortsbegehungen konnte ein Bild über den Sanierungsstand im Quartier gewonnen werden.

3.2 Gebäudebestand im Quartier

Die Quartiersbebauung ist überwiegend durch Wohnbebauung geprägt. Die Nichtwohngebäude im Quartier sind z.T. öffentliche Liegenschaften auch der Kirchengemeinden. Im Bereich der Haupt- und Bahnhofstraße werden Wohngebäude im Erdgeschoss gewerblich genutzt.

Im gesamten Quartier wurden 1.116 Gebäude bzw. Objekte erfasst und bewertet. Die verschiedenen Gebäudetypen waren dabei wie folgt verteilt:

Tabelle 1: Gebäudetypen im Quartier

Gebäudetypen im Quartier	
Typ	Anzahl
EFH	441
RH	543
MFH	87
GMH	0
NWG	45
Summe	1116

Durch die Klassifizierung eines Gebäudes, d.h. die Zuordnung in eine Gebäudegröße (Typ) und einer Baualtersklasse, wurde jedes Gebäude betreffend des energetischen IST-Zustandes der Gebäudehülle bewertet.

Diesem Vorgehen liegen die bautechnischen Entwicklungen zugrunde. Die in den verschiedenen Dekaden typischerweise verwendeten Materialien, Techniken und Standards haben jeweils spezifische energetische Eigenschaften aus denen ein energetischer Kennwert berechnet wurde.

Wurden an einem Gebäude bereits Sanierungsmaßnahmen durchgeführt und waren bekannt, so wurden diese in der Bewertung entsprechend berücksichtigt.

Für die den insgesamt 1071 Wohngebäuden im Quartier wurden die folgenden Häufigkeiten von Baualtersklassen ermittelt:

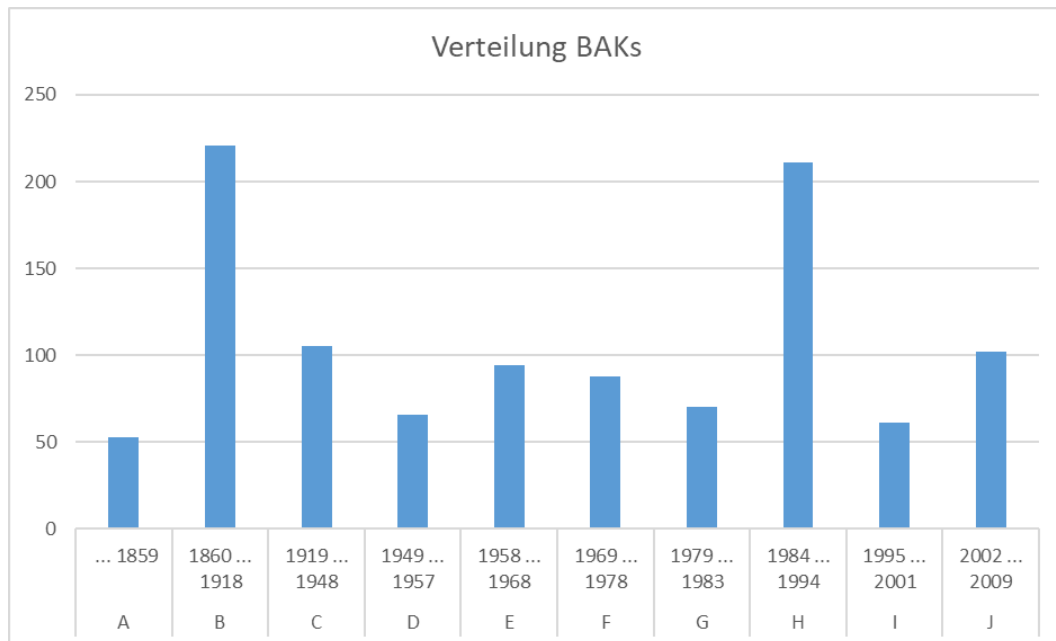


Abbildung 15: Verteilung des Baualters der Wohngebäude im Quartier

Die Abbildung zeigt, dass der überwiegende Teil der Wohnbebauung noch vor der Einführung der 1. Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet wurde. Vor allem der Anteil an Gebäuden die im frühen 20. Jahrhundert errichtet wurden ist beachtlich. Die Gebäude wurden damals mit noch stark handwerklich geprägten Bautechniken unter Verwendung von zur Verfügung stehenden Materialien errichtet. Die z.T. im Fachwerkbau oder in monolithischer Bauweise aus Naturstein und Holzbalkendecken errichteten Gebäude sind energetisch dementsprechend einzustufen.

Auch Bauten mit z.T. erhaltenswerten Außenfassaden sind im Quartier vorhanden. Die Zahl der Gebäude, die nach der ersten Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet wurden, beträgt ca. 30%. Die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz haben sich seit dessen gesetzlicher Einführung bis heute zudem erheblich erhöht, so dass auch bei einem Teil der Gebäude, die nach 1977 errichtet wurden, der Wärmeschutz verbesserungsfähig ist. Lediglich Gebäude, die nach 2002 und somit Inkrafttreten der EnEV 2002 errichtet wurden, sind aus heutiger Sicht auf einem zeitgemäßen Stand betreffend der energetischen Effizienz.

Für die Nichtwohngebäude wurde die Typologie nicht angewandt. Da es sich hierbei hauptsächlich um öffentliche Gebäude handelt, konnte für diese Gebäude der reale Verbrauch herangezogen und in die Energiebilanz des Quartiers mit einbezogen werden. Für die weiteren Nichtwohngebäude wurde der Energieverbrauch anhand von Kennwerten für die jeweilige Nutzungsart abgeschätzt.

Quartiersaufteilung

Zur weiteren Analyse wurde das Quartier in Teilbereiche aufgegliedert („Subquartiere“). Dabei wurden die markanten Straßenzüge genutzt und v.a. nach den erkennbaren Baualtersklassen d.h. Erschließungszeiträumen des jeweiligen Gebietes gegliedert.

Im Zentrum des Quartiers Mitte befindet sich die alte Orts- / bzw. Stadtmitte Walldorfs (QM-A) welches sich entlang der Hauptstraße erschließt. Nördlich bzw. östlich davon umgeben von den Subquartieren QM-B / QM-C / QM-D.

In diesen Subquartieren sind die verschiedenen Typen und Baualtersklassen unterschiedlich stark vertreten, je nach Erschließungszeit der jeweiligen Straßen bzw. des Baugebietes.

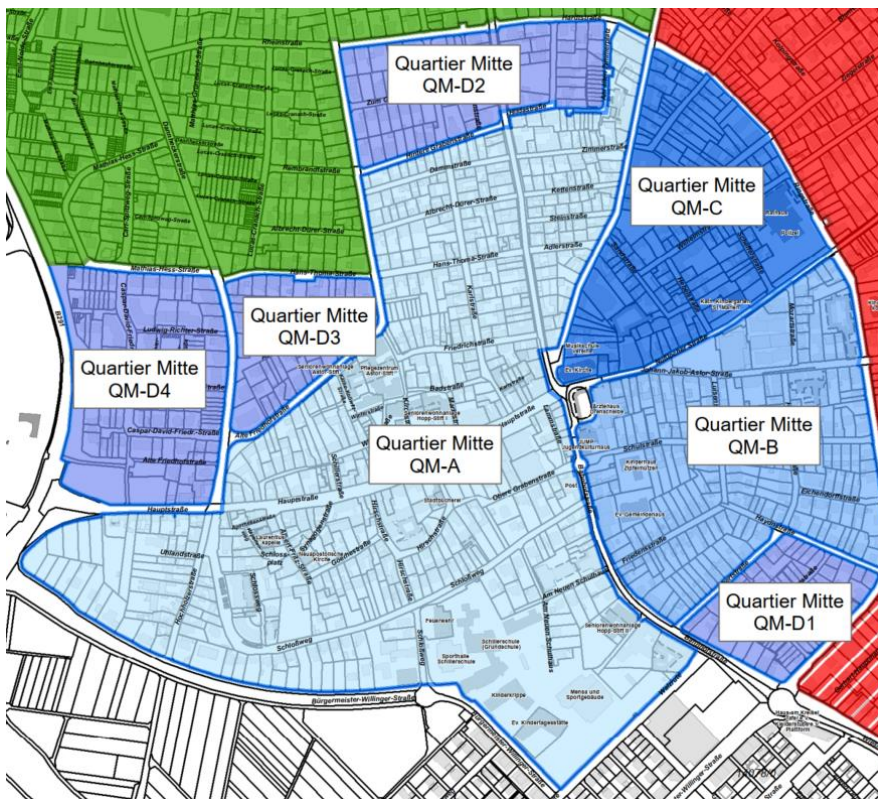


Abbildung 16: Struktur der Subquartiere

Tabelle 2: Struktur der Teilquartiere

Subquartier	Anzahl	Prozent	Fläche [ha]
QM-A	461	43%	34,6
QM-B	189	18%	11,8
QM-C	135	13%	7,9
QM-D	286	27%	16,3
gesamt	1071	100%	70,6

Gebäudealter in den Teilquartieren

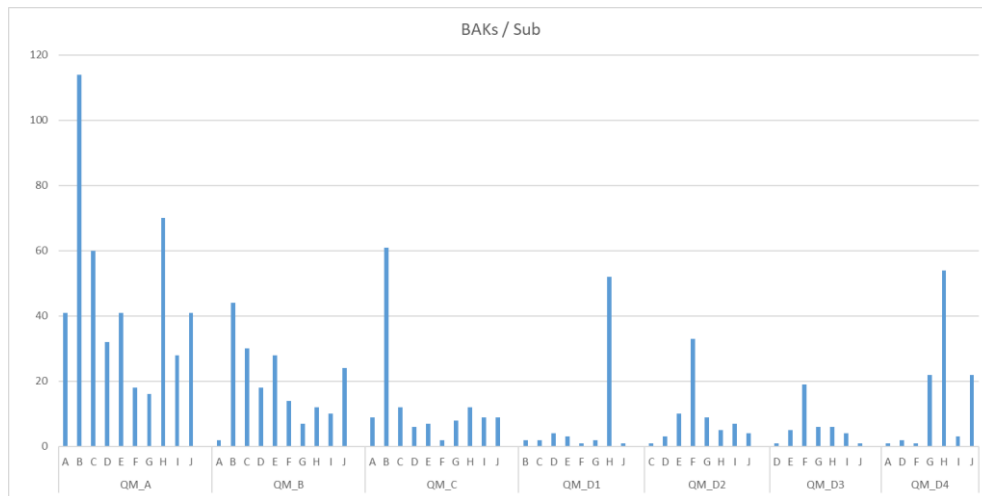


Abbildung 17: Verteilung der Baualters der Wohngebäude in den Teilquartieren

QM-A

Das Subquartier QM-A ist flächenmäßig und nach Anzahl der Gebäude das größte Teilgebiet im Quartier. Gleichzeitig ist hier der älteste Gebäudebestand vorzufinden. Zentrale Achse ist hier die Hauptstraße, in welcher auch der Einzelhandel liegt. Im südlichen Bereich liegen zudem ein Großteil der öffentlichen Gebäude in der „Neuen sozialen Mitte“. Entlang des Schloßwegs sind zudem Mehrfamilienhäuser vorzufinden, die zuvor als Scheunen genutzt wurden bzw. in den 1990er Jahren eine Umnutzung und Umbau erfuhren. Im Gebiet liegen zudem Großverbraucher wie z.B. Seniorenwohnanlagen und Pflegezentren. Im nördlichen Bereich ist überwiegend die randständige Bebauung vorherrschend, zudem häufig ohne vorhandene Grünflächen im rückwärtigen Bereich der Grundstücke. Die Wohngebäude sind überwiegend Einfamilienhäuser, im Ortskern entlang der Hauptstraße sind aber auch einige Mehrfamilienhäuser vorzufinden.

QM-B

Der Großteil ist auch in Teilquartier QM-B als Wohngebäude und vor der 1. Wärmeschutzverordnung errichtet. Im Bereich Schulstraße sind auch NWG aufzufinden. In Summe sind 80% der Gebäude älter als 1977. Das Teilquartier besteht fast ausschließlich aus Wohnbebauung, jedoch mit größeren Flurstücken bzw. mehr Flächen im hinteren Bereich der Wohngebäude, die auch hier überwiegende straßenbündig errichtet wurden.

QM-C

Zwischen Nußlocher und Heidelberger Straße gelegen überwiegt hier auch die BAK C in randständiger Bebauung, jedoch mit teils großen Grünflächen. Zum Ortskern hin sind auch teilweise höhere

und kompaktere Gebäudetypen vorzufinden. Zudem befindet sich am östlichen Rand die Stadtverwaltung.

QM-D

Die Bebauung im zuletzt erschlossenen Teilgebiet im Quartier wurden mehrheitlich in den 90er Jahren errichtet. Hier überwiegt hier die Wohnbebauung, meist freistehende Einfamilienhäuser.

3.2.1 Ortsbegehung

Durch Ortsbegehungen wurden die Gebäude nach Typ und Baualter klassifiziert sowie bereits realisierte Sanierungsmaßnahmen an den Gebäuden aufgenommen, dokumentiert und in den folgenden Kategorien zugeordnet:

teilsaniert: Gebäude oder Bauteil (Dach, Fassade) wurde bereits saniert. Der energetische Zustand des Gebäudes oder des Bauteils ist besser als der dem Baualter des Gebäudes entsprechende Wert bzw. auf dem aktuellen Standard (GEG)

vollsaniiert: Gebäude wurde komplett saniert (Dach, Fassade, Fenster) und entspricht dem aktuellen technischen Standard

Für die im Quartier befindlichen Gebäude konnten folgende Sanierungszustände und deren Verteilung ermittelt werden. Die erfassten Sanierungsmaßnahmen wurden in der Berechnung der energetischen Bewertung eines jeweiligen Gebäudes berücksichtigt.

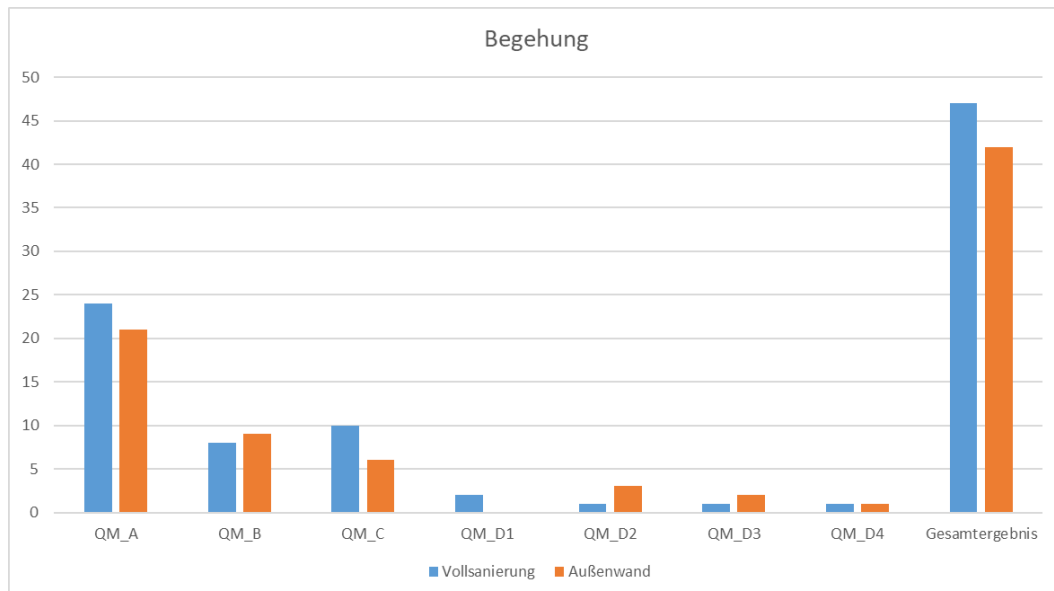


Abbildung 18: Anzahl Sanierungen Ortsbegehung

Durch die Begehungen wurden 47 Vollsanierungen und 42 Teilsanierungen, d.h. 89 sanierte Gebäude erfasst. Dies deckt sich in etwa mit den erfassten Sanierungen im Gebiet die das Förderprogramm der Stadt in Anspruch genommen haben.

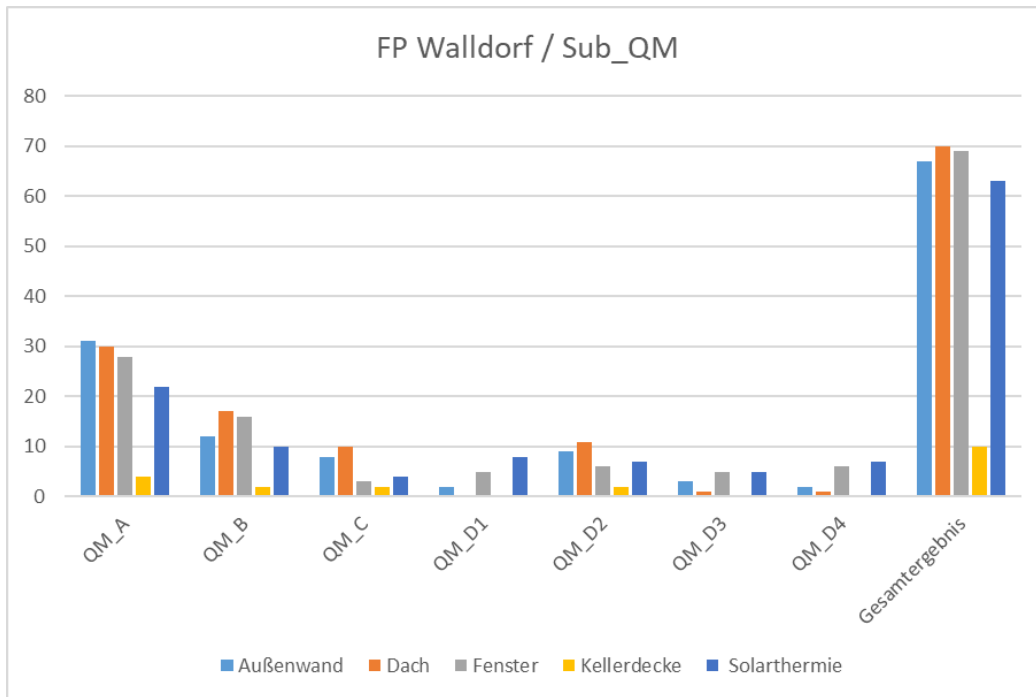


Abbildung 19: Anzahl Sanierungen Förderprogramm Stadt Walldorf

3.2.2 Energieträger und Energieinfrastruktur

Die Struktur der Energieversorgung im Quartier, d.h. in welchem Umfang die verschiedenen Energieträger wie Öl, Gas oder erneuerbare Energien genutzt werden, kann nicht über statistische Kennzahlen oder durch Begehungen ermittelt werden. Nur in wenigen Fällen kann von außen der Energieträger oder das Heizungssystem (z.B. Strom im Falle einer Luft-Wärmepumpe) erkannt werden. Im Quartier sind die leitungsgebundenen Energieträger Erdgas und Strom flächendeckend vorhanden. Das Erdgasnetz ist vollständig ausgebaut.

Durch die Stadtwerke Walldorf wurden die Anzahl der Erdgasanschlüsse sowie die Gasverbrauchsdaten im Quartier zur Verfügung gestellt. Zudem wurden die Stromverbrauchsdaten und die Anzahl von Niedertarifanschlüssen zur Verfügung gestellt. Somit konnten die Anzahl der gas- und strombeheizten Gebäude ermittelt werden.

Die Auswertung ergab, dass das Gasnetz im Quartier den größten Anteil der Versorgung mit Heizwärme abdeckt. Im Quartier werden 701 Gebäude mit Gas versorgt, dies entspricht 65% der Wohngebäude. Die Anzahl der mit Öl befeuerten Heizungskesseln beläuft sich auf 280 Stück, dies entspricht einem Anteil von ca. 26%. 58 Gebäude werden mit Nachtspeicheröfen (NSH) beheizt; in ca. 32 Gebäuden ist eine Wärmepumpe installiert.

Zudem wird Holz in der Kaminverfeuerung als zusätzlicher Energieträger genutzt. In der Berechnung wurde dies indirekt berücksichtigt. Der Verbrauch an Stückholz lässt sich nicht quantifizieren hat aber Auswirkungen auf den Verbrauch des primären Energieträgers, d.h. der Gas- bzw. Ölverbrauch verringert sich entsprechend. Auf Grundlage dieser Daten wurden die Energieträger den Gebäuden im Quartier vollständig zugeordnet, die Abbildung gibt die Verteilung wieder:

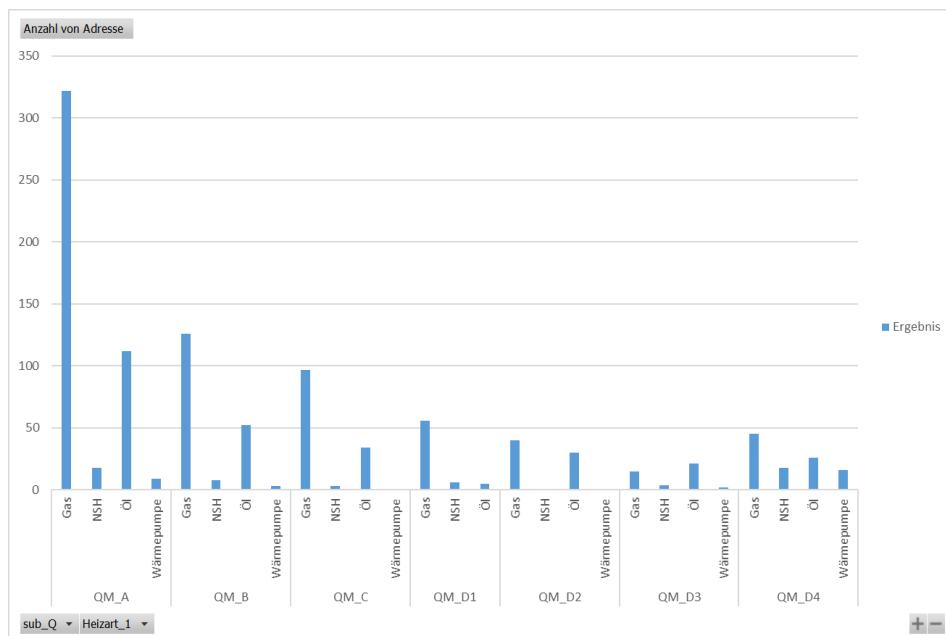


Abbildung 20: Anzahl Energieträger in den Teilquartieren nach Ortsbegehung

3.2.3 Schornsteinfegerdaten

Schornsteinfeger-Daten konnten nur für das gesamte Gebiet der Stadt Walldorf und nicht auf Quartiersebene ausgewertet werden. Aus den Schornsteinfegerdaten konnten die statistische Verteilung der Baualter der Heizungsanlagen ermittelt werden.

Die Auswertung der Schornsteinfegerdaten ergab, dass ca. 30% der Gaskessel sind vor 1999 installiert und somit älter als 20 Jahre, dies sind 808 Anlagen. Bei den ölbetriebenen Kesselanlagen sind sogar 55% vor 1999 verbaut und somit älter als 20 Jahre alt, dies sind 693 Anlagen.

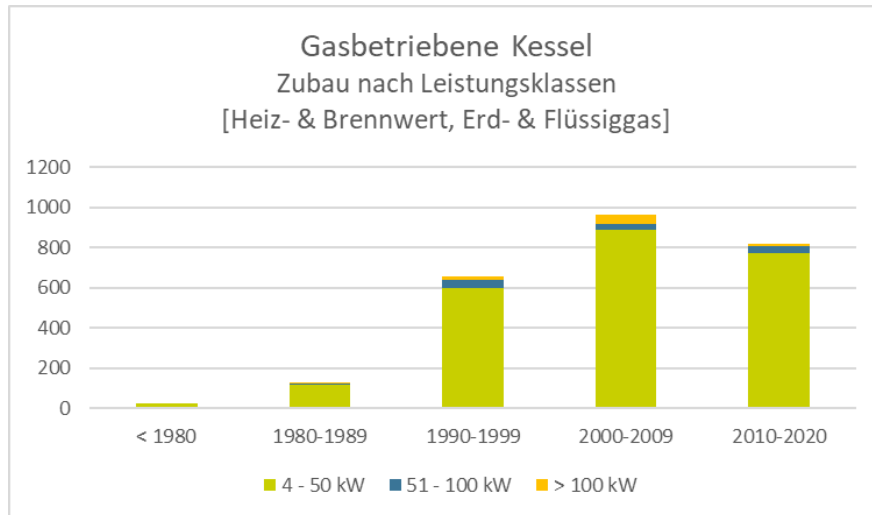


Abbildung 21: Altersstruktur Gaskessel aus Schornsteinfegerdaten

31% der Ölkessel sind vor 1999 verbaut / älter als 20 J. (insgesamt ca. 2580 #)

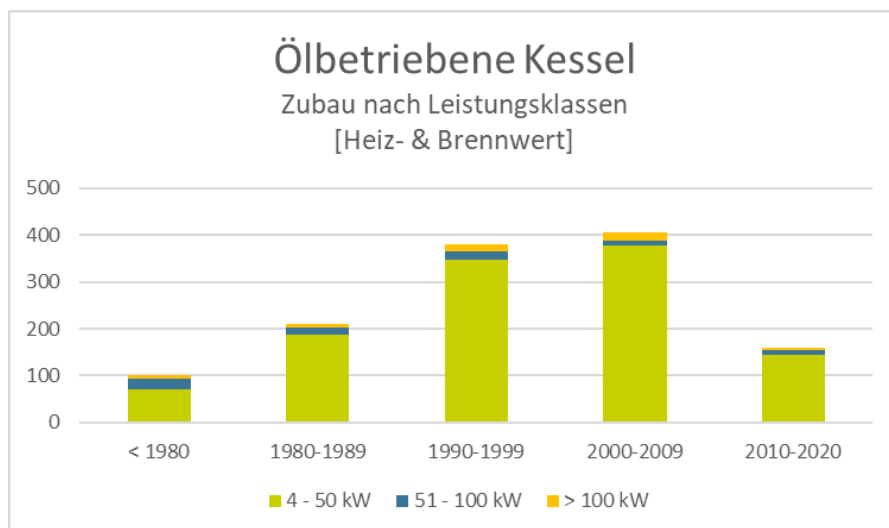


Abbildung 22: Altersstruktur Ölkessel aus Schornsteinfegerdaten

3.3 Ermittlung Energieeinsatz Wärme

Der Energiebedarf zur Wärmeversorgung des Quartiers wurde anhand der IWU-Gebäudetypologie ermittelt. Grundlage für die Berechnung waren die jeweiligen Flächen der verschiedenen Gebäudetypen, deren Zuordnung zu einer Baualtersklasse und dem sich daraus ermittelten energetischen Standard.

Der ermittelte Wärmebedarf im Quartiersgebiet wurde den Gebäuden zugeordnet. Die Grundlage zur Ermittlung des Wärmebedarfs der einzelnen Gebäude entstammt den folgenden Quellen:

- Liegenschaftskarte (Gebäudegrundrisse)
- Verbrauchsstatistiken für Gebäudeklassen und Nutzungsarten (IWU)
- Informationen aus den Begehungen: Art des Gebäudes, Baualtersklasse, Sanierungszustand, Anzahl der Geschosse
- Gebäudebezogene (Verbrauchs-)Daten der öffentlichen Liegenschaften
- Verbrauchs-Daten des Versorgungsunternehmens (Gas und Strom)

Durch die Verbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energieträger Gas und Öl konnte somit ein realistischer Verbrauchskennwert für die jeweiligen Gebäude ermittelt werden. Diese Verbrauchswerte weichen teilweise erheblich von den Bedarfskennwerten nach IWU Tabula ab. Dass der Bedarfskennwert eines Gebäudes von dem tatsächlichen Verbrauch abweicht, hat folgende Ursachen:

- das reale Heizverhalten stimmt mit den Annahmen nicht überein, z.B. niedrigere Raumtemperaturen
- Gebäudeteile oder Räume werden nicht beheizt
- am Gebäude wurden energetische Sanierungen durchgeführt, die nicht erkannt oder angegeben wurden.

Für die Berechnung im Quartier wurde angenommen, dass der Energieverbrauch der ölbeheizten Gebäude sich für eine jeweilige Baualtersklasse, dem der gasbeheizten Gebäude gleicht. D.h. die aus dem Gasverbrauch errechneten spezifischen Wärmeverbräuche wurden auf die ölbeheizten Gebäude übertragen.

Endenergieeinsatz im Quartier

Der gesamte Endenergieeinsatz für die Wärmeversorgung der Gebäude im Untersuchungsgebiet beträgt **41.929 MWh/a**. Die Aufteilung des Endenergieeinsatzes im Quartier nach Nutzungssektor zeigt Abb. 23.

Erwartungsgemäß wird die Bilanz bei den Nutzungssektoren durch die Wohnnutzung dominiert, 29.802 MWh/a der Endenergie entfallen auf diesen Bereich, dies entspricht 71 %. Die weiteren Endenergieverbräuche verteilen sich auf Wohnen mit Gewerbe 5.407 MWh/a (13%), Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) mit 4.477 MWh/a (11%) und die öffentlichen Gebäude mit 2.243 MWh/a (5%).

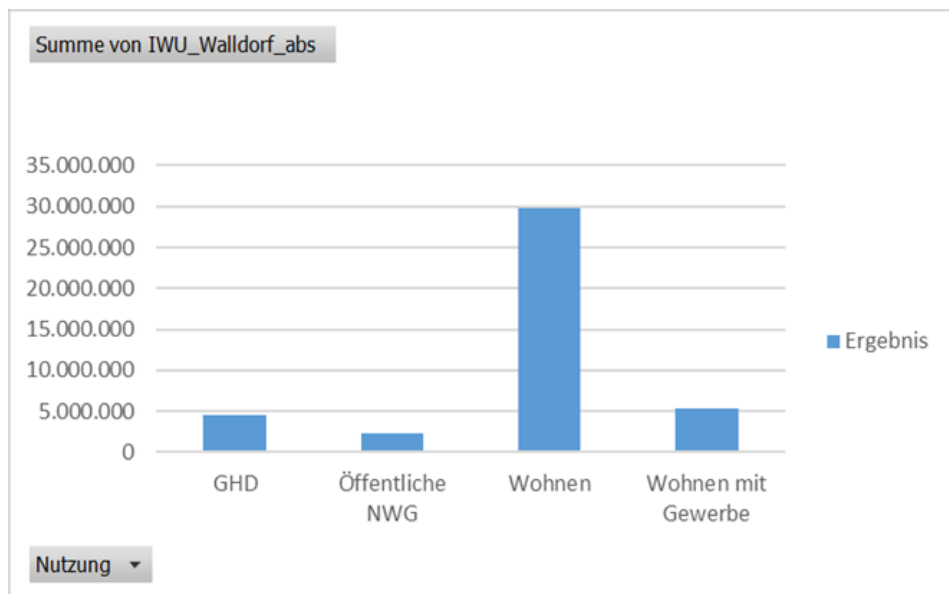


Abbildung 23: Endenergie kWh/a nach Nutzung der Gebäude

Bei der Versorgung der Gebäude nach Energieträgern, dominiert Gas im Quartier deutlich, 30.005 MWh/a oder 72 % des Endenergieverbrauchs im Quartier werden durch Gas erbracht. Gefolgt von Öl mit 9.291 MWh/a oder 22% und Strom für Nachtspeicherheizungen und Wärmepumpen mit 1.988 MWh/a / 5% und 644 MWh/a bzw. 2 %.

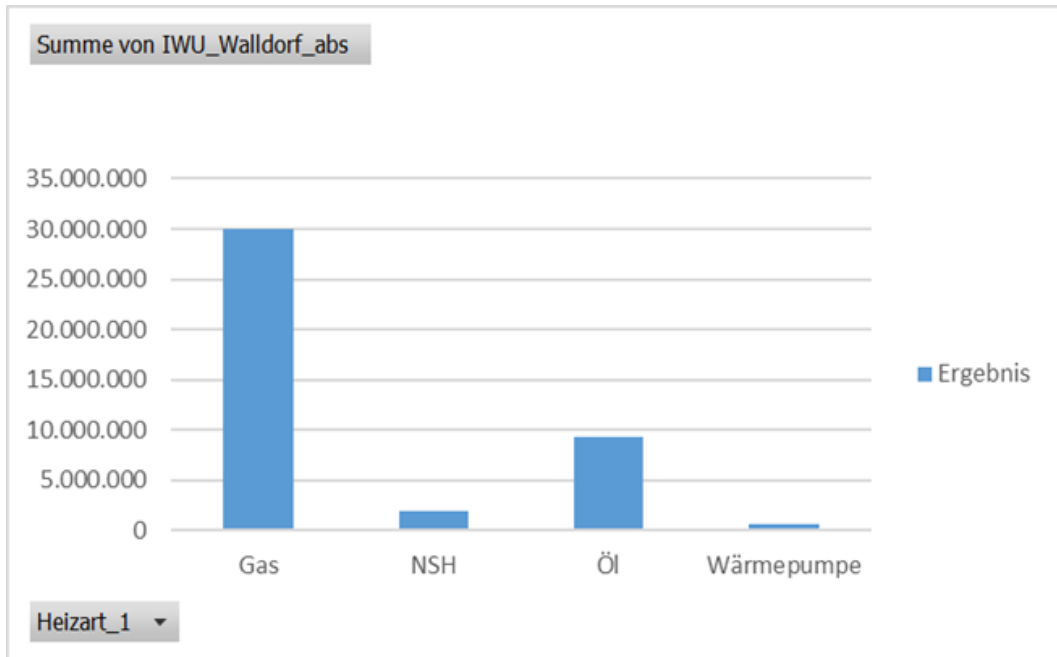


Abbildung 24: Endenergie nach Energieträger in kWh/a

Ermittlung Energieeinsatz Strom

Die Stromverbrauchsdaten des Quartiers wurden vom örtlichen Netzbetreiber, den Stadtwerken Walldorf zur Verfügung gestellt. Der Stromeinsatz wurde daher anhand von Verbrauchsdaten ermittelt. Dieser beläuft sich für das gesamte Quartier auf 10.156 MWh/a.

Auch beim Stromverbrauch entfällt der größte Anteil auf den Sektor Wohnen mit 6.945 MWh/a, dies sind 68 % des Gesamtstromverbrauchs. Die weiteren Stromverbrauchsanteile sind:

Wohnen mit Gewerbe, 1.687 MWh/a dies entspricht 17%

Gewerbe, Handel und Dienstleistungen 977 MWh/a dies entspricht 10%

Öffentliche NWG, 545 MWh/a dies entspricht 5%

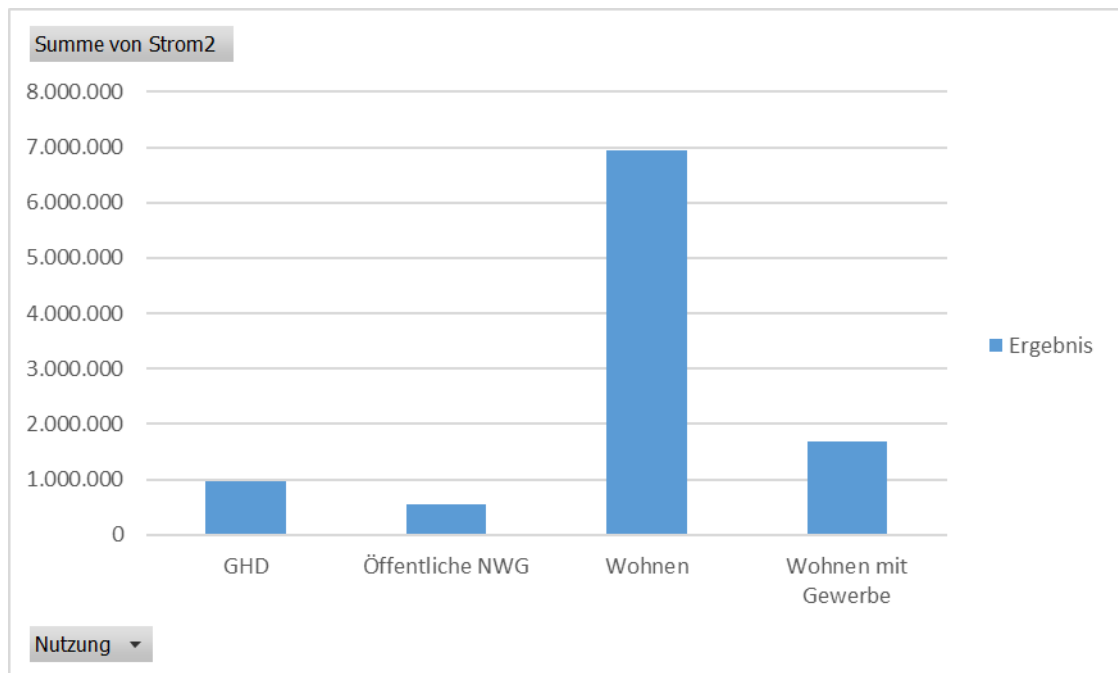


Abbildung 25: Stromverbrauch nach Sektoren in kWh/a

3.4 Energie- und CO₂-Bilanz

In der CO₂-Bilanz werden die für den Klimawandel verantwortlichen Treibhausgasemissionen erfasst. Für das Quartier wurde eine endenergiebasierte Bilanz erstellt. Es wurden nur stationäre Verbraucher erfasst. Die jeweiligen Energieträger wurden durch die entsprechenden Treibhausgasemissionsfaktoren in die jeweiligen CO₂-Emissionen umgerechnet. Die CO₂-Emissionen schließen hier neben den Kohlendioxidemissionen auch andere klimaschädliche Gase wie Methan oder Distickstoffmonoxid mit ihren jeweiligen Äquivalenzwerten mit ein.

Tabelle 3: Treibhausgasemissionen für Energieträger (aus BiCo2 BW) in kg je kWh

Emissionsfaktoren	2019	Quelle
Strom	0,478	IFEU 2022
Heizöl	0,318	GEMIS 4.94, GEMIS 5.0
Erdgas	0,247	GEMIS 4.94, GEMIS 5.0

Wesentliche Informationsquelle für die leitungsgebundenen Energieträger stellen die jeweiligen Energieversorger oder Netzbetreiber dar. Die Verbräuche in einem Gebiet lassen sich anhand der Konzessionsverträge für Erdgas und Strom ermitteln. Die Daten des Betreibers des Erdgasnetzes wurden übermittelt und zur Verfügung gestellt.

Die Aufnahme relevanter Daten für nicht leitungsgebundenen Energieträger ist schwieriger da es keine zentrale Erfassung der Verbrauchsdaten gibt. Somit muss auf Kennwerte zurückgegriffen werden, die die Angaben zu Verbrauchszahlen liefern.

3.4.1 Wärmesektor

Die ermittelte Endenergie für die Wärmebereitstellung beläuft sich im Quartier auf ca. 41.929 MWh/a. Der größte Anteil entfällt auf den Sektor Wohnen mit 71%, den zweitgrößten Anteil verursacht der Sektor Wohnen mit Gewerbe. Der dominierende Energieträger im Quartier ist Gas, mit einem Anteil von ca. 72 %, gefolgt von Heizöl. Dies spiegelt sich auch in der Verteilung der Treibhausgasemissionen im Quartier wider, diese belaufen sich für die Wärmeversorgung auf insgesamt ca. 11.409 t pro Jahr und verteilen sich entsprechend des Energiebedarfs auf die jeweiligen Sektoren wie folgt.

Der Energieträger Strom (hier: genutzt zur Erzeugung von Wärme durch NSH und Wärmepumpe) hat einen höheren Anteil an der THG-Emission im Vergleich zur Endenergie. Dies ist der schlechten Effizienz der „Direkt-Stromheizung“ sowie des Emissionsfaktors für Strom zuzuschreiben.

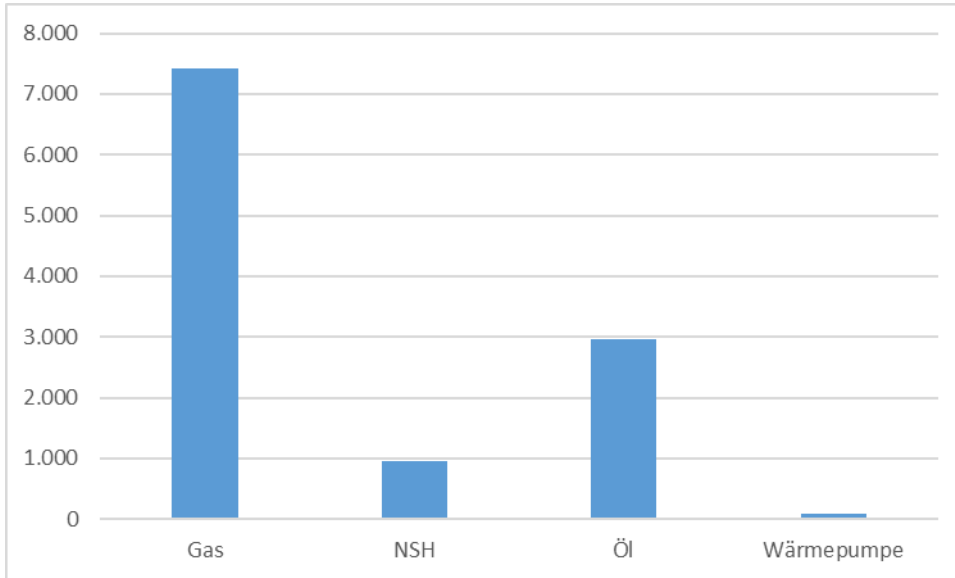


Abbildung 26: CO₂-Bilanz Wärme nach Energieträger in t/a

3.4.2 Stromsektor

Der Nutzstrom im Quartier für den Haushaltsstrom und als Hilfsenergie etc. (ohne Strom für Wärme) wurde auf 10.157 MWh ermittelt. Bei der THG-Bilanzierung wurde der bundesdeutsche Strommix herangezogen. Daraus ergibt sich eine THG-Emission für die im Quartier pro Jahr verbrauchte Strommenge von 4.855 t/a. Diese verteilt sich mit 68% auf den Sektor „Wohnen“, 17% auf Wohnen mit Gewerbe, GHD mit 10% und 5% auf öffentliche NWG.

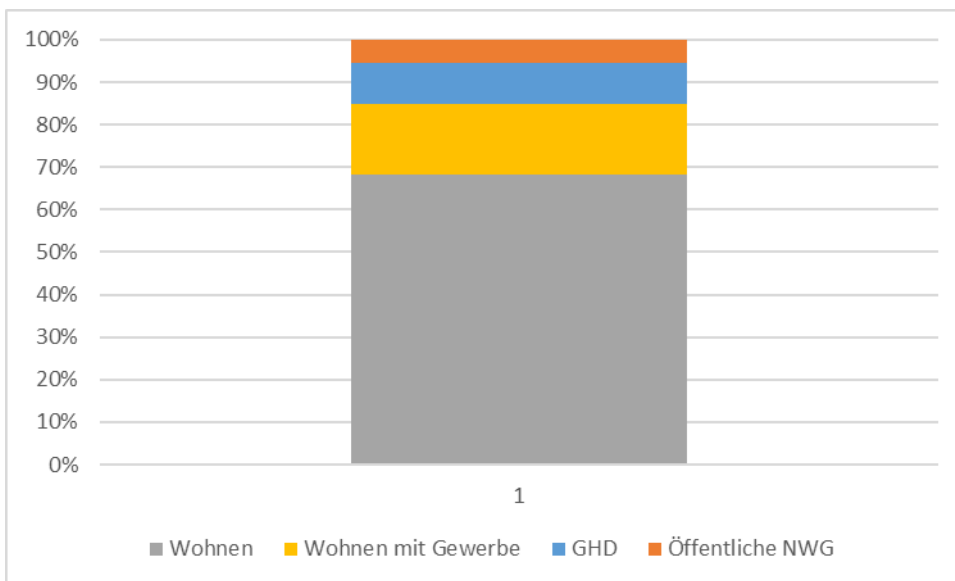


Abbildung 27: Treibhausgasemissionen Strom nach Sektoren

3.4.3 Gesamtbilanz Quartier

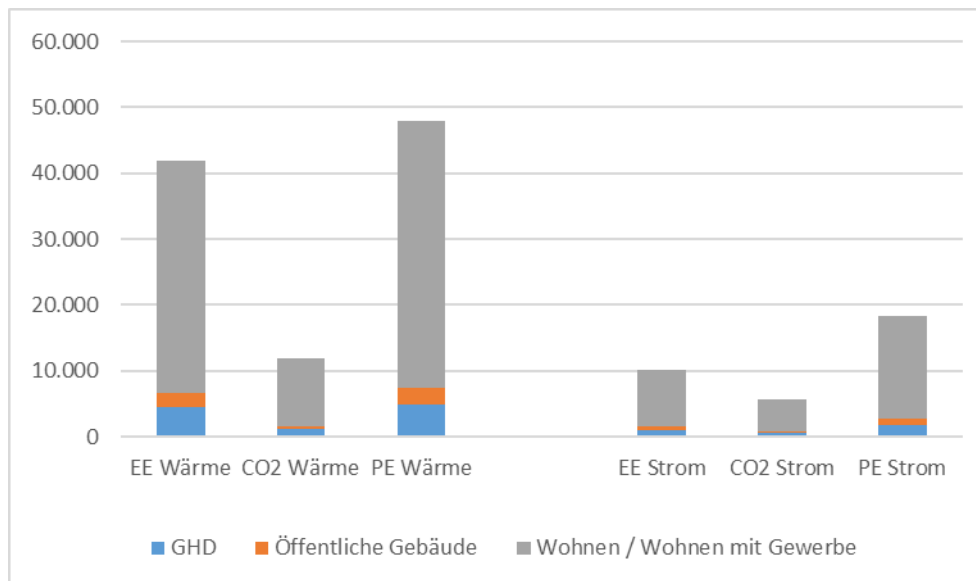


Abbildung 28: Gesamt Bilanz Wärme / Strom nach Sektoren in MWh/ a und t/a

Der gesamte Endenergieverbrauch im Quartier beträgt 41.929 MWh/a für die Wärmeversorgung und 10.157 MWh/a für den Stromverbrauch. Die Abb. 28. zeigt die Aufteilung nach Sektoren. Wie zuvor gezeigt dominieren die Wohngebäude (inkl. Wohngebäude mit Gewerbe) die Bilanz bei den Sektoren. Der selbstgenutzte Strom aus PV-Anlagen im Quartier ist vermutlich gering und in der Bilanz vernachlässigbar.

Die Primärenergie wird durch Multiplikation des Energieaufwands je Energieträger mit dem entsprechenden festgelegten Primärenergiefaktor berechnet. Diese Faktoren berücksichtigen die vorgelagerten Prozessketten. Für die Primärenergiebilanz wurden die festgelegten Faktoren verwendet. Der gesamte Primärenergieeinsatz für die Gebäude im Quartier beträgt 47.965 MWh/a für Wärmeanwendungen und 18.282 MWh/a für den Stromverbrauch.

Die Emissionen werden in CO₂-Äquivalenten angegeben, die alle zum Treibhauseffekt beitragenden Gase berücksichtigen. Für die Treibhausgasbilanz wurden die in Tab. 3 abgebildeten Faktoren aus dem Bilanzierungstool BiCO₂-BW verwendet. Die gesamten Treibhausgas-Emissionen für das Quartier betragen 11.824 t/a für Wärme und 5.627 t/a für den Stromverbrauch.

4. POTENTIALE UND ZIELSETZUNGEN

4.1 Energetische Gebäudesanierung

Deutschlandweit entfallen auf den Gebäudebereich rund 40 % des Endenergieverbrauchs und etwa ein Drittel der CO₂-Emissionen. Gleichzeitig sind die Potenziale zur Energie- und CO₂-Einsparung gewaltig. Drei Viertel des Gebäudebestandes wurde vor der 1. Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet. Diese Gebäude sind oft nicht oder kaum energetisch saniert. Die Heizungssysteme entsprechen häufig nicht dem Stand der Technik und werden überwiegend fossil befeuert.

Die energetische Sanierung des Gebäudebestandes ist der Schlüssel zur Modernisierung und klimaneutralen Bereitstellung der Energieversorgung und zum Erreichen der Klimaschutzziele.

Auch im Quartier wurde ein erhebliches Einsparpotential im Bereich der energetischen Gebäudesanierung ermittelt. Dieses Potential beruht auf der Baualtersstruktur im Quartier und auf einem Sanierungszyklus, der bei einer Wohnimmobilie i.d.R. bei ca. 40 Jahren liegt. Somit wird – rein rechnerisch – in den nächsten Jahren bei einer Vielzahl von Gebäuden eine Sanierung notwendig. Sanierungsmaßnahmen sollten dann, sowohl aus energetischen wie auch aus Gründen der Werterhaltung, über dem gesetzlich verbindlichen Sanierungsstandard (GEG) umgesetzt werden.

30

Klimaschutzziele

Das Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg (KSG BW) macht klare Vorgaben, den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren: Der Treibhausgasausstoß des Landes soll im Vergleich zu den Gesamtemissionen des Jahres 1990 bis 2030 um mindestens 65 Prozent und bis **2040** soll über eine schrittweise Minderung Netto-Treibhausgasneutralität („Klimaneutralität“) erreicht sein.

Mit der Änderung des Klimaschutzgesetzes hat die Bundesregierung die Klimaschutzvorgaben verschärft und das Ziel der Treibhausgasneutralität bis **2045** verankert. Bereits bis 2030 sollen die Emissionen um 65 Prozent gegenüber 1990 sinken. Die Gesetzesnovelle ist am 31. August 2021 in Kraft getreten.

Gesetzliche Rahmenbedingungen

Um die Klimaschutzziele (2040 / 2045) zu erreichen und unabhängiger von importierten, fossilen Energieträgern zu werden, wurden bereits Gesetze und Verordnungen verabschiedet. Zudem bestehen auch umfangreiche Fördermöglichkeiten zur energetischen Sanierung sowohl durch die Stadt Walldorf als auch auf Bundesebene durch BAFA und KfW.

GEG - Gebäudeenergiegesetz

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist ein Bundesgesetz. Es führt das Energieeinspargesetz (EnEG), die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) zusammen und ist zentraler Baustein der deutschen Wärmewende.

Ziel des GEG ist ein möglichst sparsamer Einsatz von Energie in Gebäuden einschließlich einer zunehmenden Nutzung erneuerbarer Energien zur Erzeugung von Wärme, Kälte und Strom für den Gebäudebetrieb. Das GEG stellt Anforderungen an die energetische Qualität von Neubauten sowie an bestehende Gebäude sobald an diesen Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG)

Das EWärmeG des Landes Baden-Württemberg soll den Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung erhöhen und die Treibhausgasemissionen verringern. Das EWärmeG 2015 gilt für Gebäude, die vor dem 1. Januar 2009 errichtet wurden. Es verpflichtet Eigentümer von Wohngebäuden, bei Erneuerung ihrer Heizungsanlage erneuerbare Energien einzusetzen. Es können verschiedene Techniken zum Einsatz kommen, alternativ sind auch Energieeffizienzmaßnahmen oder Kombinationen von Maßnahmen möglich. Bestehende Solaranlagen oder eine gute Wärmedämmung eines Bauteils sind anrechenbar.

Bundesförderung für effiziente Gebäude

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) fördert Maßnahmen der Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich und unterstützt den Einsatz neuer Heizungsanlagen, die Optimierung bestehender Heizungsanlagen, Maßnahmen an der Gebäudehülle und den Einsatz optimierter Anlagentechnik. Das BEG unterscheidet zwischen Förderungen für effiziente Gebäude (Wohngebäude und Nichtwohngebäude) sowie für Einzelmaßnahmen.

Förderprogramme Stadt Walldorf

Um verstärkt umweltfreundliche Technologien einzusetzen und lokales Handeln zu initiieren, besonders in den Bereichen Klimaschutz, hat die Stadt Walldorf für ihre Bürgerinnen und Bürger verschiedene Förderungen aufgelegt, die parallel zu den Förderungen von Bund und Land gewährt werden.

4.1.1 Sanierung Referenzgebäude

Die Ziele baulicher Modernisierungsmaßnahmen sind

- Die **Reduktion des Energieverbrauchs** bzw. die **Steigerung der Energieeffizienz** eines Gebäudes oder Gebäudeteils.
- Die **Reduktion von klimawirksamen Treibhausgas-Emissionen** in Erstellung und Betrieb eines Gebäudes und seiner technischen Anlagen

Um die gesetzten Klimaziele für die kommenden Jahrzehnte zu erreichen, wird eine **Energiewende** notwendig sein. Der Gebäudesektor hat ca. 40% Anteil am Energieverbrauch in Deutschland. Dabei werden in privaten Haushalten mehr als 80% der eingesetzten Energie für Heizung und Warmwasser benötigt.

Im Gebäudesektor ist die Energiewende im Wesentlichen als Wärmewende aufzufassen.

Exkurs: Baualtersklassen und Transmissionswärmeverluste (Quelle IWU Deutsche Gebäudetypologie 2011 mit Datentand 2009)

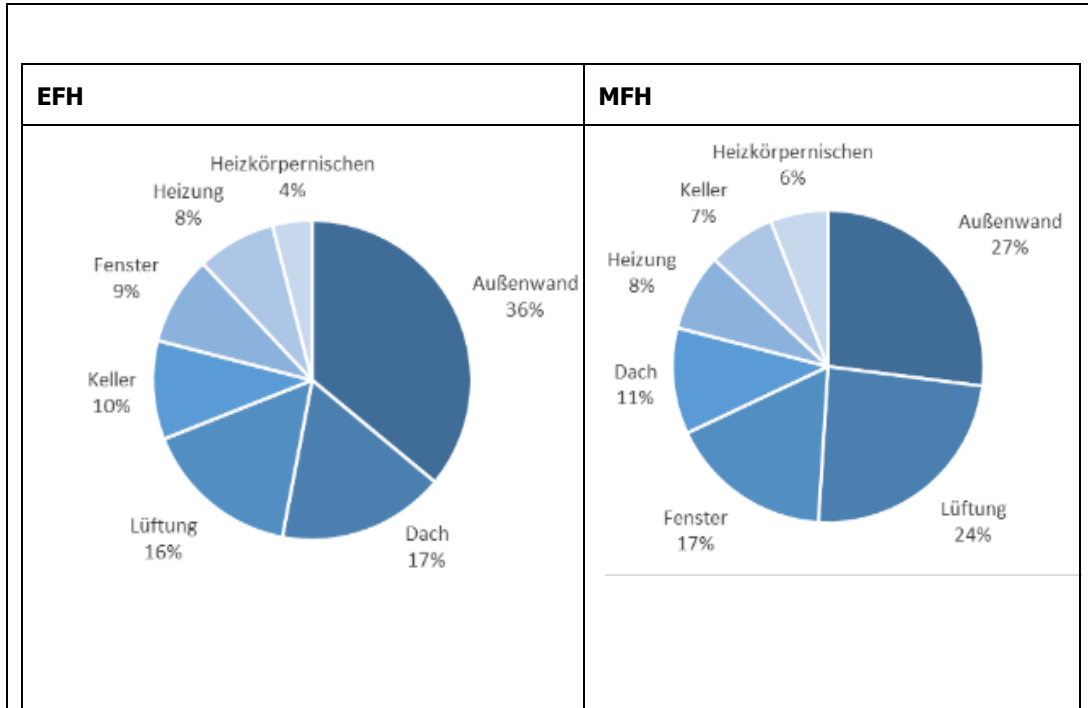
Der deutsche Wohngebäudebestand teilt sich grob in ca. 60% **EFH**, gefolgt von ca. 26% **RH** und ca. 15% **MFH**.

Die damit verbundenen Wohnflächen verteilen sich grob auf ca. 43% in **EFH**, gefolgt von ca. 16% in **RH** und ca. 29% in **MFH**.

Von den Einfamilienhäusern sind jeweils ca. 1/3 zwischen den Jahren 1861 und 1957, den Jahren 1958 und 1983 sowie zwischen den Jahren 1984 und 2009 erbaut. Von den MFH sind 75% zwischen 1861 und 1978 erbaut.

Die Energieverluste eines Gebäudes erfolgen überwiegend durch die **Gebäudehülle:**

- Bei EFH (1959 bis 1968, E-EFH) ca. 36% über die **Außenwand**, ca. 17% über das **Dach** sowie 10% über **Keller** und 9% über die **Fenster**.
- Bei MFH (1959 bis 1968, E-MFH) ca. 27% über die **Außenwand**, 17% die **Fenster** sowie ca. 11% über das **Dach** und 7% über die **Kellerdecke**.
-



Reduktion des Wärmeenergiebedarfs durch Modernisierungsmaßnahmen

Die Gebäudehülle ist der Ansatzpunkt zur Steigerung der Energieeffizienz und somit der Einsparung von Heizenergie.

Von Relevanz für die Planung von Modernisierungsmaßnahmen sind die Lebenszyklen der Bauteile: so wird beispielsweise die typische Nutzungsdauer eines Daches mit 50 Jahren, die von Fenstern mit 20 Jahren und jene von Heizungssystemen mit 20-25 Jahren angegeben.

Energetische Modernisierungsmaßnahmen sind einerseits im Sinne eines Fahrplans mit ohnehin zu tätigen Instandhaltungsmaßnahmen eines Bauteils abzustimmen, andererseits auch im Sinne einer sinnvollen Reihenfolge zu orchestrieren:

- Dämmung von Außenwand und Austausch von Fenstern im Idealfall gemeinsam
- Heizungstausch in der Regel erst nach durchgeführten Dämmmaßnahmen, die auch zur Senkung der Heizlast führen

Generell gilt es, energetischen Sanierungsmaßnahmen aufgrund des hohen Aufwands und der langen Lebenszyklen nicht nur auf die bloße Erfüllung des gesetzlich vorgeschriebenen Mindeststandards nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) auszurichten, sondern bei im Vergleich geringen Mehrkosten auf möglichst hohe Ziel-Standards wie Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG) hinzuarbeiten.

Relativ kostengünstig und mit sehr viel weniger Aufwand verbunden sind Maßnahmen wie Dämmung der Kellerdecke, oberste Geschossdecke oder hydraulischer Abgleich bzw. Austausch der Heizkörper zu betrachten.

Die folgenden Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) gelten für förderfähige BEG-Einzelmaßnahmen im Rahmen von Sanierungen von Wohngebäuden im Bestand:

Bauteil	U-Wert <i>W/m²K</i>
Dach	0,14
Oberste Geschossdecke	0,14
Außenwand	0,20
Fenster	0,95
Kellerdecke	0,25

Reduktion von klimawirksamen Treibhausgas-Emissionen durch Einsatz von Erneuerbaren Energien

Heizen und Warmwasser mit Erneuerbaren Energien heißt für die meisten Gebäude: Anschluss an ein Wärmenetz oder eine eigene Wärmepumpe zu nutzen. In beiden Fällen sollte dabei die Vorlauftemperatur der Heizung bei max. 55 °C liegen.

Dafür müssen die meisten älteren Gebäude fit gemacht und gezielt auf die Nutzung Erneuerbarer Energien vorbereitet werden. Je nach Zustand bedeutet das, zumindest einzelne Bauteile wie Dach, Fassade, Fenster oder Kellerdecke gut zu dämmen, nach Möglichkeit Flächenheizungen einzusetzen und in jedem Fall den Heizkreislauf hydraulisch abzugleichen

Die **Vorlauftemperatur** ist dabei der entscheidende Faktor:

Alle modernen Heiztechnologien arbeiten besonders effizient, wenn die Vorlauftemperatur des Heizwassers in den Heizkörpern oder der Fußbodenheizung möglichst niedrig ist.

Ein Gebäude kommt mit niedrigen Heizwassertemperaturen aus, wenn die Wärme bestmöglich verteilt und genutzt wird und nicht im Übermaß nachgeliefert werden muss, weil sie in großen Teilen durch die Gebäudehülle, vor allem die Außenwände, entweicht. Voraussetzung für bestmögliche Energieeffizienz ist eine ausreichende Gebäudedämmung. Erfüllt ein Gebäude diesen Standard, ist es „Niedertemperatur-ready“ (NT-Ready) und für den Einsatz erneuerbarer Energie vorbereitet:

Ein Gebäude kann dann an den kältesten Tagen des Jahres mit einer maximalen Heizwasser-Vorlauftemperatur von 55 C° beheizt werden.

Grundsätzlich lässt sich der „NT-Ready“-Standard in jedem Gebäude erreichen. Dafür sind zwei Faktoren besonders wichtig: Erstens der **Wärmebedarf** der zu beheizenden Räume der von der Wärmedämmung des Gebäudes bestimmt wird. Zweitens die **Heizleistung der Heizkörper**, die maßgeblich von der Heizkörperart- und -größe abhängt – ideal sind Flächenheizungen wie z.B. eine Fußbodenheizung.

Hinweise für Austausch des Heizsystem bzw. des Wärmeerzeugers

Für Gebäude, für die auch perspektivisch keine Versorgung mit klimafreundlicher – also erneuerbar erzeugter) Nahwärme möglich sein wird, bleiben die folgenden Optionen für die Erneuerung der Wärmeerzeugung

- Wärmepumpe (der im Betrieb eingesetzte Strom wird erneuerbar erzeugt)
- Biomassekessel (der im Betrieb eingesetzte Brennstoff wird nachhaltig erzeugt)

Für die exemplarische Bewertung von Modernisierungspotenzialen werden typische Gebäudetypen, die im Quartier vorhanden sind berechnet.

Einfamilienhaus – Szenario Referenzgebäude 1

EFH 1959 bis 1968 (EFH_E)

Wohnfläche: ca. 170 m²

Annahmen zu Material und Ausstattung

- Stahlbetondecken
- Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Gitterziegeln, o.ä., verputzt
- Satteldach
- Fenster als Verbundverglasung
- Heizkessel Öl-Brennwert

Verbrauchskennwert: 175 kWh/m²

Jahresenergieverbrauch: ca. 29.750 kWh

Für die Berechnungen wird angenommen, dass ...

- das Dach nicht ausgebaut ist
- die oberste Geschossdecke oben als nicht begehbare Konstruktion gedämmt wird. Auf Wunsch kann eine begehbare Konstruktion gewählt werden.
 - die Außenwand von außen gedämmt wird. Diese Ertüchtigung in Erwägung ziehen, wenn ohnehin Maßnahmen wie Anstrich oder Verkleidung der Wand anstehen oder Fenster getauscht werden.
- neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung und gutem Rahmen eingesetzt werden.
 - Die Kellerdecke von unten gedämmt wird. Die Maßnahme kann jederzeit sehr einfach und kostengünstig umgesetzt werden.

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

Empfohlene Maßnahmen				
Bauteil	Fläche <i>m²</i>	U-Wert <i>vorher</i>	Maßnahme	U -Wert <i>nachher</i>
Dach	./.	./.	./.	./.
Oberste Geschossdecke	72	1,0	Dämmung mit 24 cm Dämmstärke (WLG 035).	0,14
Außenwand	102	1,3	Dämmung von außen mit 14 cm Dämmstärke (WLS 032).	0,20

Fenster	36	2,6	3-fach-Wärmeschutzglas und guter Rahmen.	0,95
Kellerdecke	72	1,3	Dämmung von unten mit 12 cm Dämmstärke (WLG 035).	0,24

Die Modernisierungsvorschläge berücksichtigen die bauteilbezogenen Anforderungen des BEG (Stand Gutachtenerstellung). Durch die Einhaltung der BEG-Anforderungen sind die Einzelmaßnahmen förderfähig hinsichtlich eines direkten Zuschusses (BAFA) in Höhe von 15 %. Ein individueller Sanierungsfahrplan (iSFP) würde um weitere 5 % Förderbonus erhöhen.

Kostenschätzung und Förderoptionen				
Maßnahme	Kosten* €/m ²	Σ Kosten der EM	15 % Förderung BAFA EM	Rest-Kosten abzgl. Förderung
Dach	350 €	./.	./.	./.
Oberste Geschossdecke	60 €	4.320 €	648 €	3.672 €
Außenwand	170 €	17.340 €	2.601 €	14.739 €
Fenster	600 €	21.600 €	3.240 €	18.360 €
Kellerdecke	80 €	5.760 €	864 €	4.896 €
	Summe	49.020 €	7.353 €	41.667 €

** Die dynamische Lage bei Energie- und Baukosten erschwert belastbare Kosteschätzungen*

Weitere Kosten aus dem Bereich Fachplanung und Baubegleitung sind mit bis zu 50% förderfähig.

Die Bündelung der Maßnahmen führt zum Erreichen eines Effizienzhaus-Standards. Bei einer kombinierten Umsetzung genannter Modernisierungsmaßnahmen in einem, wäre eine zinsverbilligte Finanzierung der Gesamtmodernisierung möglich. In der Klasse EH-40 EE bis zu einer maximalen Kredithöhe von 150.000 €. Zusätzlich ein Tilgungszuschuss in Höhe von bis zu maximal 37.500 € (ebenfalls Klasse EH-40 EE; Stand Gutachtenerstellung).

Im Rahmen verschiedener Umwelt-Förderprogramme (u.a. auch zu Einzelmaßnahmen) gewährt die Stadt Walldorf weitere Zuschüsse – und dies auch parallel zu den Förderungen von Bund und Land. Im Beispiel wären somit weitere Zuschüsse in Höhe von bis zu 9.080 € (Einzelmaßnahmen separat) bzw. 9.339 € (Einzelmaßnahmen gebündelt innerhalb von 2 Jahren) möglich. Details siehe <https://www.walldorf.de/nachhaltigkeit/umweltfoerderprogramme>

Die baulichen Modernisierungsmaßnahmen führen zu folgenden Energieeinsparungen:

Energieverluste und Einsparungen			
Bauteil	Einsparung in kWh	Einsparung anteilige %	Einsparung* CO₂ in kg
Dach	./.	./.	./.
Oberste Geschossdecke	4.158	22,9	1.322
Außenwand	7.164	39,4	2.278
Fenster	2.964	16,3	943
Kellerdecke	3.901	21,4	1.241
Summe	18.187		5.783

** Der CO₂e-Faktor beträgt 318 g/kWh bei Heizöl inkl. Vorkette (GEMIS)*

Die aus den vorgeschlagenen baulichen Modernisierungsmaßnahmen resultierende Energieeinsparung errechnet sich in Summe zu jährlich rund **18.000 kWh** und einer Einsparung von Treibhausgas-Emissionen in Höhe von **5,78 t/a.**

Der Jahresenergieverbrauch nach Sanierung beträgt ca. 11.500 kWh (Verbrauchskennwert 68 kWh/m²).

Gegenüber Zustand vor Sanierung werden somit jährlich 61 % der Energie (und damit verbundenen Treibhausgas-Emissionen) eingespart.

Einfamilienhaus – Szenario Referenzgebäude 2

EFH 1979 bis 1983 (EFH_G)

Wohnfläche: ca. 158 m²

Annahmen zu Material und Ausstattung

- Stahlbetondecken
- Mauerwerk aus verputzten Gitterziegeln, Kalksandlochsteinen o.ä.
- Satteldach
- Heizkessel Öl-**Brennwert**

Verbrauchskennwert: 139 kWh/m²

Jahresenergieverbrauch: ca. 22.000 kWh

Für die Berechnungen wird angenommen, dass ...

- das Dach nicht ausgebaut ist
- die oberste Geschossdecke oben als nicht begehbare Konstruktion gedämmt wird. Auf Wunsch kann eine begehbare Konstruktion gewählt werden.
- die Außenwand von außen gedämmt wird. Diese Ertüchtigung in Erwägung ziehen, wenn ohnehin Maßnahmen wie Anstrich oder Verkleidung der Wand anstehen oder Fenster getauscht werden.
- neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung und gutem Rahmen eingesetzt werden.
- Die Kellerdecke von unten gedämmt wird. Die Maßnahme kann jederzeit sehr einfach und kostengünstig umgesetzt werden.

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

Empfohlene Maßnahmen				
Bauteil	Fläche <i>m²</i>	U-Wert <i>vorher</i>	Maßnahme	U -Wert <i>nachher</i>
Dach	./.	./.	./.	./.
Oberste Geschossdecke	120	0,4	Dämmung mit 24 cm Dämmstärke (WLG 035).	0,11
Außenwand	123	0,6	Dämmung von außen mit 14 cm Dämmstärke (WLS 032).	0,17

Fenster	25	2,6	3-fach-Wärmeschutzglas und guter Rahmen.	0,95
Kellerdecke	120	0,6	Dämmung von unten mit 12 cm Dämmstärke (WLG 035).	0,20

Die Modernisierungsvorschläge berücksichtigen die bauteilbezogenen Anforderungen des BEG (Stand Gutachtenerstellung). Durch die Einhaltung der BEG-Anforderungen sind die Einzelmaßnahmen förderfähig hinsichtlich eines direkten Zuschusses (BAFA) in Höhe von 15 %. Ein individueller Sanierungsfahrplan (iSFP) würde um weitere 5 % Förderbonus erhöhen.

Kostenschätzung und Förderoptionen				
Maßnahme	Kosten* €/m ²	Σ Kosten der EM	15 % Förderung BAFA EM	Rest-Kosten abzgl. Förderung
Dach	350 €	./.	./.	./.
Oberste Geschossdecke	60 €	7.200 €	1.080 €	6.120 €
Außenwand	170 €	20.910 €	3.137 €	17.774 €
Fenster	600 €	15.000 €	2.250 €	12.750 €
Kellerdecke	80 €	9.600 €	1.440 €	8.160 €
	Summe	52.710 €	7.907 €	44.804 €

** Die dynamische Lage bei Energie- und Baukosten erschwert belastbare Kosteschätzungen*

Weitere Kosten aus dem Bereich Fachplanung und Baubegleitung sind mit bis zu 50% förderfähig.

Die Bündelung der Maßnahmen führt zum Erreichen eines Effizienzhaus-Standards. Bei einer kombinierten Umsetzung genannter Modernisierungsmaßnahmen in einem, wäre eine zinsverbilligte Finanzierung der Gesamtmodernisierung möglich. In der Klasse EH-40 EE bis zu einer maximalen Kredithöhe von 150.000 €. Zusätzlich ein Tilgungszuschuss in Höhe von bis zu maximal 37.500 € (ebenfalls Klasse EH-40 EE; Stand Gutachtenerstellung).

Im Rahmen verschiedener Umwelt-Förderprogramme (u.a. auch zu Einzelmaßnahmen) gewährt die Stadt Walldorf weitere Zuschüsse – und dies auch parallel zu den Förderungen von Bund und Land. Im Beispiel wären somit weitere Zuschüsse in Höhe von bis zu 9.800 € (Einzelmaßnahmen separat) bzw. 10.232 € (Einzelmaßnahmen gebündelt innerhalb von 2 Jahren) möglich. Details siehe <https://www.walldorf.de/nachhaltigkeit/umweltfoerderprogramme>

Die baulichen Modernisierungsmaßnahmen führen zu folgenden Energieeinsparungen:

Energieverluste und Einsparungen			
Bauteil	Einsparung in kWh	Einsparung anteilige %	Einsparung* CO₂ in kg
Dach	./.	./.	./.
Oberste Geschossdecke	1.546	17,0	492
Außenwand	3.519	38,6	1.119
Fenster	2.087	22,9	664
Kellerdecke	1.954	21,5	621
Summe	9.106		2.896

** Der CO₂e-Faktor beträgt 318 g/kWh bei Heizöl inkl. Vorkette (GEMIS)*

Die aus den vorgeschlagenen baulichen Modernisierungsmaßnahmen resultierende Energieeinsparung errechnet sich in Summe zu jährlich rund **9.100 kWh** und einer Einsparung von Treibhausgas-Emissionen in Höhe von **2,9 t/a.**

Der Jahresenergieverbrauch nach Sanierung beträgt ca. 12.900 kWh (Verbrauchskennwert 81,6 kWh/m²).

Gegenüber Zustand vor Sanierung werden somit 41 % der Energie

(und damit verbundenen Treibhausgas-Emissionen) eingespart.

Reihenendhaus – Szenario Referenzgebäude 3

RH 1860 bis 1918 (RH_B)

Baujahr: vor 1900

Wohnfläche: ca. 100 m²

- **Annahmen zu Material und Ausstattung**

- Holzbalkendecken; Gewölbekeller
- Mauerwerk aus verputzten Vollziegeln oder regionalen Natursteinen
- Satteldach
- Heizkessel Öl

Verbrauchskennwert: 314 kWh/m²

Jahresenergieverbrauch: ca. 31.400 kWh

Für die Berechnungen wird angenommen, dass ...

- das Dach nicht ausgebaut ist
- die oberste Geschossdecke oben als nicht begehbare Konstruktion gedämmt wird. Auf Wunsch kann eine begehbare Konstruktion gewählt werden.
- die Außenwand von außen gedämmt wird. Diese Ertüchtigung in Erwägung ziehen, wenn ohnehin Maßnahmen wie Anstrich oder Verkleidung der Wand anstehen oder Fenster getauscht werden.
- neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung und gutem Rahmen eingesetzt werden.
- Die Kellerdecke von oben im Rahmen der Verlegung eines neuen Estrichs gedämmt wird.
Wichtig: Im Zuge dieser Maßnahme erfolgt auch der Einbau einer Fußbodenheizung.
- eine Luft-Wärmepumpe als neue Heizungsanlage eingebaut wird (Erdsonde nicht möglich).

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

Empfohlene Maßnahmen				
Bauteil	Fläche <i>m²</i>	U-Wert <i>vorher</i>	Maßnahme	U-Wert <i>nachher</i>
Dach	./.	./.	./.	./.
Oberste Geschossdecke	100	1,2	Dämmung mit 22 cm Dämmstärke (WLG 035).	0,14

Außenwand	76	1,8	Dämmung von außen mit 14 cm Dämmstärke (WLS 032).	0,20
Fenster	22	2,6	3-fach-Wärmeschutzglas und guter Rahmen.	0,95
Kellerdecke	100	1,2	Dämmung von oben mit 10 cm Dämmstärke (WLG 032).	0,25

Die Modernisierungsvorschläge berücksichtigen die bauteilbezogenen Anforderungen des BEG (Stand Gutachtenerstellung). Durch die Einhaltung der BEG-Anforderungen sind die Einzelmaßnahmen förderfähig hinsichtlich eines direkten Zuschusses (BAFA) in Höhe von 15 %. Ein individueller Sanierungsfahrplan (iSFP) würde um weitere 5 % Förderbonus erhöhen.

Kostenschätzung und Förderoptionen				
Maßnahme	Kosten* <i>€/m²</i>	Σ Kosten der EM	15 % Förderung BAFA EM	Rest-Kosten abzgl. Förderung
Oberste Geschossdecke	60 €	6.000 €	900 €	5.100 €
Außenwand	170 €	12.920 €	1.938 €	10.982 €
Fenster	600 €	13.200 €	1.980 €	11.220 €
Kellerdecke (ohne Estrich)	80 €	8.000 €	1.200 €	6.800 €
	Summe	40.120 €	6.018 €	34.102 €

** Die dynamische Lage bei Energie- und Baukosten erschwert belastbare Kosteschätzungen*

Weitere Kosten aus dem Bereich Fachplanung und Baubegleitung sind mit bis zu 50% förderfähig.

Die Bündelung der Maßnahmen führt zum Erreichen eines Effizienzhaus-Standards. Bei einer kombinierten Umsetzung genannter Modernisierungsmaßnahmen in einem, wäre eine zinsverbilligte Finanzierung der Gesamtmodernisierung möglich. In der Klasse EH-40 EE bis zu einer maximalen Kredithöhe von 150.000 €. Zusätzlich ein Tilgungszuschuss in Höhe von bis zu maximal 37.500 € (ebenfalls Klasse EH-40 EE; Stand Gutachtenerstellung).

Im Rahmen verschiedener Umwelt-Förderprogramme (u.a. auch zu Einzelmaßnahmen) gewährt die Stadt Walldorf weitere Zuschüsse – und dies auch parallel zu den Förderungen von Bund und Land. Im Beispiel wären somit weitere Zuschüsse in Höhe von bis zu 8.730 € (Einzelmaßnahmen separat)

bzw. 9.860 € (Einzelmaßnahmen gebündelt innerhalb von 2 Jahren) möglich. Details siehe <https://www.walldorf.de/nachhaltigkeit/umweltfoerderprogramme>

Die baulichen Modernisierungsmaßnahmen führen zu folgenden Energieeinsparungen:

Energieverluste und Einsparungen			
Bauteil	Einsparung in kWh	Einsparung anteilige %	Einsparung* CO₂ in kg
Oberste Geschossdecke	8.773	37,4	2.790
Außenwand	7.914	33,8	2.517
Fenster	1.877	8,0	597
Kellerdecke	4.879	20,8	1.552
Summe	23.443		7.455

** Der CO₂e-Faktor beträgt 318 g/kWh bei Heizöl inkl. Vorkette (GEMIS)*

Die aus den vorgeschlagenen baulichen Modernisierungsmaßnahmen resultierende Energieeinsparung errechnet sich in Summe zu jährlich rund **23.450 kWh** und einer Einsparung von Treibhausgas-Emissionen in Höhe von **7,46 t/a.**

Der Jahresenergieverbrauch nach Sanierung beträgt ca. 7.950 kWh (Verbrauchskennwert 79,5 kWh/m²).

Gegenüber Zustand vor Sanierung werden somit 75 % der Energie (und damit verbundenen Treibhausgas-Emissionen) eingespart.

Die neue Heizungsanlage in Form einer Luft-Wasser-Wärmepumpe hat einen Stromverbrauch in Höhe von ca. 2.560 kWh/a.

Die damit verbundenen Treibhausgas-Emissionen betragen bei Bezug von deutschem Strommix (2020) ca. 1,22 t CO₂.

Durch die oben aufgeführten Modernisierungsmaßnahmen in Kombination mit einem hydraulischen Abgleich sind die Voraussetzungen für die Erreichung der NT-Ready-Anforderungen erreicht.

Der effiziente Einsatz von Erneuerbaren Energien ist somit möglich.

Kostenschätzungen für Modernisierung der Anlage zur Wärmeerzeugung

Die BAFA fördert den Einbau von effizienten Wärmeerzeugern, von Anlagen zur Heizungsunterstützung und den Anschluss an ein Gebäude- oder Wärmenetz, das erneuerbare Energien für die Wärmeerzeugung mit einem Anteil von mindestens 25 Prozent einbindet.

Die Fördersätze betragen für

- Anschluss an ein Gebäude- oder Wärmenetz mit bis zu 35 %
- Biomasseheizungen mit bis zu 20 %
- Wärmepumpen mit bis zu 40 %

Der Bonus für den Austausch einer Heizungsanlage auf Basis von Öl, Nachtspeicher u.a. in Höhe von 10 Prozentpunkten ist in den eben genannten Fördersätzen schon enthalten.

	Nahwärme-Übergabestation	Wärmepumpe (Luft-Wasser)	Biomasseheizung (z.B. Pellet)
Anschaffung	10.000 €	30.000 €	30.000 €
Betrieb	Relativ hoher Arbeitspreis bei wenig Instandhaltungsaufwand	Mittlere bis hohe Kosten für elektrische Energie aufgrund hoher Verbrauchsmengen	hoher Instandhaltungsaufwand
Anmerkung	Nahwärmenetz und Hausanschluss erforderlich	Geeigneter Aufstellort muss verfügbar sein	Geeigneter Lagerort muss verfügbar sein

4.1.2 Sanierungsszenarien Quartier

Für das Quartier wurden verschiedene IST und SOLL Berechnungen erstellt. Die untenstehende Abbildung zeigt dies auf.

Der Wert IWU_Walldorf_abs wurde anhand der zur Verfügung gestellten Verbrauchswerten berechnet und gibt den aktuellen Energieverbrauch (Wärme) für das Quartier im Jahr 2020 wieder. Wobei die nichtleitungsgebunden versorgten Gebäude (d.h. Öl) anhand der Gasverbräuche je Typgebäude nach IWU, Deutsche Gebäudetypologie berechnet wurden.

In der IWU Wohngebäudetypologie wurde für jedes Typgebäude jeweils ein konventionelles und ein zukunftsweisendes Modernisierungspaket berechnet. Die energetischen Kennwerte der Gebäude im SOLL-Zustand, d.h. nach Sanierung, wurden den Musterberechnungen nach IWU, Deutsche Gebäudetypologie entnommen.

Für die 1.116 Wohngebäude im Quartier wurden auf der Grundlage des jeweiligen IST-Zustands jedes Gebäudes die verschiedenen Sanierungsvariantennach IWU „konventionell“ und „zukunftsweisend“ betrachtet. Ausgangspunkt war hierbei die Annahme, dass bei dem Großteil der Gebäude mittelfristig eine Sanierung der Gebäudehülle erforderlich ist. Vor der Umsetzung einer Maßnahme ist das jeweilige Gebäude jedoch nochmals im Einzelnen zu untersuchen und zu bewerten und die Sanierungsmaßnahmen sind passend auf die bestehende Gebäudesubstanz abzustimmen. Ein großer Anteil des Energieverbrauchs der 45 Nichtwohngebäude im Quartier entfällt auf Gebäude die in Anlehnung an die Passivhausrichtlinien errichtet wurden, das Einsparpotential wird somit als gering eingeschätzt.

Die Sanierungsvariante IWU „konventionell“ (IWU_San_1) entspricht z.T. aber nicht für jedes Typgebäude den Anforderungen des GEG bzw. den der zuvor gültigen Anforderungen der EnEV. Die Sanierungsvariante IWU „zukunftsweisend“ (IWU_San_2) geht über diese gesetzlichen Anforderungen hinaus und erfüllt die Anforderungen des Förderprogramms der Stadt Walldorf sowie die der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), zudem wird hier eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung mit angesetzt. Die spezifischen Wärmebedarfe der Sanierungsvariante IWU „zukunftsweisend“ (IWU_San_2) fallen dementsprechend sehr niedrig aus, d.h. niedriger als bei den in Kap. 4.1.1 berechneten Sanierungsvarianten der Typgebäude im Quartier, bei welchen eine Lüftungsanlage nicht mit angesetzt bzw. berechnet wurde und kommen den Bedarfswerten einer EnerPHit Sanierung nahe. Die Sanierungsvariante „RefGeb_Walldorf_abs“ entspricht den in Kap. 4.1.1 berechneten Sanierungen der am häufigsten im Quartier aufzufindenden Typgebäude, welche für weitere Gebäude skaliert wurden.

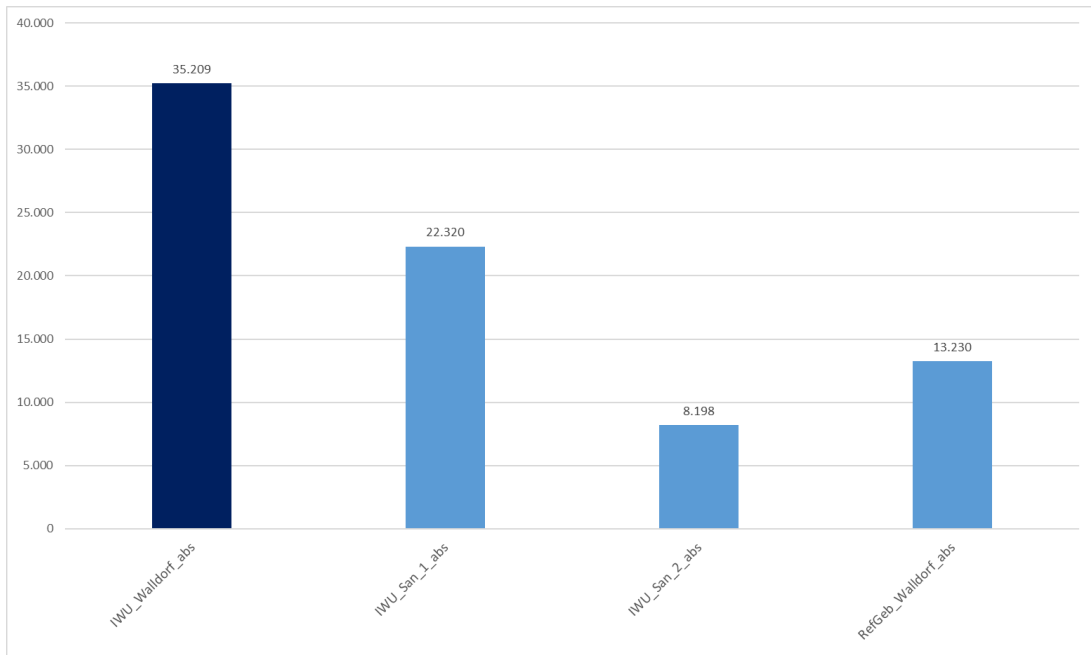


Abbildung 29: Vergleich der IST-Berechnungen und Sanierungsvarianten

Das Einsparpotential der Sanierungsvariante „konventionell“ (IWU_San_1_abs) gegenüber dem aktuellen Verbrauch (IWU_Walldorf_abs) beträgt ca. 13.000 MWh/a oder ca. 37%. Das Einsparpotential bei der Sanierungsvariante „zukunftsweisend“ (IWU_San_2_abs) beläuft sich gar auf 75% gegenüber dem heutigen Ist-Zustand, dies entspricht ca. 27.000 MWh/a. Zudem wurden in einer weiteren Berechnung die Kennwerte der Typgebäude aus den zuvor berechneten Referenzgebäuden auf die Gebäude im Quartier übertragen. Das Szenario RefGeb_Walldorf_abs beträgt bei umgesetzter Sanierung sämtlicher Wohngebäude noch 13.230 MWh/a dies entspricht einer Einsparung von ca. 62% gegenüber des heutigen Energieverbrauchs.

Zielszenarien für die Senkung des Wärmebedarfs

Der aktuelle Endenergieverbrauch im Quartier für die Versorgung mit Heizwärme und Warmwasser liegt bei **35.209 MWh/a**. Die möglichen Einsparszenarien durch die energetische Gebäudesanierung wurden zuvor durch verschiedenen Sanierungsstandards ermittelt.

Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass im Großteil des Gebäudebestandes eine Sanierung inkl. Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG) umgesetzt wird. Vor allem wegen den Herausforderungen die sich beim Einbau von Lüftungsanlagen in Bestandsgebäuden ergeben zudem wegen der Mehrkosten.

Es wird aber angenommen, dass die Gebäude, die im Quartier saniert werden, den Sanierungsstandard nach BEG bzw. KfW –Standard und entsprechend der Anforderungen der Förderprogramme der Stadt Walldorf saniert werden (Referenzgebäude).

Die in Abb. 28 gezeigten Szenarien geben den verbleibenden Energiebedarf bei einer vollständigen Sanierung des Gebäudebestandes wieder. Es kann allerdings nicht davon ausgegangen werden, dass sämtliche Gebäude in den verbleibenden Jahren bis 2045 saniert werden. Bei einer Sanierungsrate von 3% pro Jahr (dies entspricht ca. 30 Gebäudesanierungen pro Jahr) und einer Sanierung nach „Referenzgebäude“ ergibt sich bezogen auf den aktuellen Verbrauchswert des Quartiers als Ausgangswert ein Zielwert von 21.948 MWh/a. Dies entspricht einer Einsparung von 13.261 MWh/a oder 38%.

Tabelle 4: Vergleich der IST-Berechnung und Sanierungsziele in MWh/a

Sanierungsziele	IST	2030	2045
Sanierungsquote aktuell (ca. 1%)	35.209	33.072	30.107
Sanierungsquotenziel (3%)	35.209	29.144	21.948
Ziel 50% Einsparung	35.209	26.683	17.604

Sollte die ambitioniertere Zielquote von 50% Einsparung des Endenergieverbrauchs erreicht werden, so ist eine Sanierungsquote von 4% erforderlich um in 2045 auch einen Energieverbrauch von 18.711 MWh pro Jahr zu erreichen.

4.2 Effiziente Wärmeversorgung

Neben der Reduzierung des Wärmebedarfs bzw. -verbrauchs stellt der Ausbau von effizienten Energieversorgungssystemen das zweite große Handlungsfeld dar. Große Potentiale liegen hier aufgrund des hohen Anteils an Wohngebäuden bei den Wärmeerzeugungsanlagen. Es wird angenommen, dass die Erneuerung einer Heizungsanlage ab dem Baujahr 1990 aus technischer Sicht erforderlich ist.

Bei der Erneuerung der Heizungstechnik ist aber nicht nur auf die Effizienzsteigerung zu achten, sondern immer auch der Wechsel des Energieträgers und v.a. der Ersatz fossiler Brennstoffe (Gas / Öl) durch erneuerbare Energien mit bedacht werden.

Dem Bericht „Sektorziele 2030 und klimaneutrales Baden-Württemberg 2040“ sind die untenstehenden Zahlen in Abbildung 29 entnommen. Im Zielszenario 2040 wird der Wärmeversorgung mit Wärmepumpe ein Anteil an der Wärmeversorgung eingeräumt der größer ist als alle anderen verbliebenen Energieträger zusammen (Anzahl in Mio. / „Heizungen“). Öl- bzw. Gaskessel werden auf ca. 1/5 des heutigen Bestandes zurückgehen, die Anzahl der Pellet-Heizkessel bleibt langfristig auf dem aktuellen Niveau. Große Zuwächse sieht man zudem in der Versorgung durch Wärmenetze.

	2020	2025	2030	2035	2040
Öl-Heizkessel	1,07	1,01	0,77	0,50	0,26
Gas-Heizkessel	1,11	1,08	0,86	0,53	0,25
Wärmepumpen	0,12	0,24	0,62	1,08	1,61
Pellet-Heizkessel	0,14	0,16	0,19	0,21	0,18
Wärmenetzanschlüsse	0,18	0,22	0,29	0,36	0,47

Abbildung 30: Anzahl Wärmeerzeuger in Millionen

Zur Veranschaulichung wurden die Zahlen des Szenarios auf das Quartier Mitte übertragen. In Baden-Württemberg wird Klimaneutralität bereits für das Jahr 2040 angestrebt, im Bund erst für 2045. Die Zahlen aus Abb. 29 wurden daher für das Quartier hochgerechnet.

Die Anzahl der Wärmenetzanschlüsse ergibt sich hierbei aus den „nicht anderweitig“ zu versorgenden Gebäuden. Für das Quartier würde dies bedeuten, dass im Jahr 2045 die Anzahl der Wärmepumpen 545 beträgt und die Anzahl der Wärmenetzanschlüsse beträgt 464. Öl und Gaskessel spielen jedenfalls nur noch eine untergeordnete Rolle mit in Summe ca. 70 Kesselanlagen.

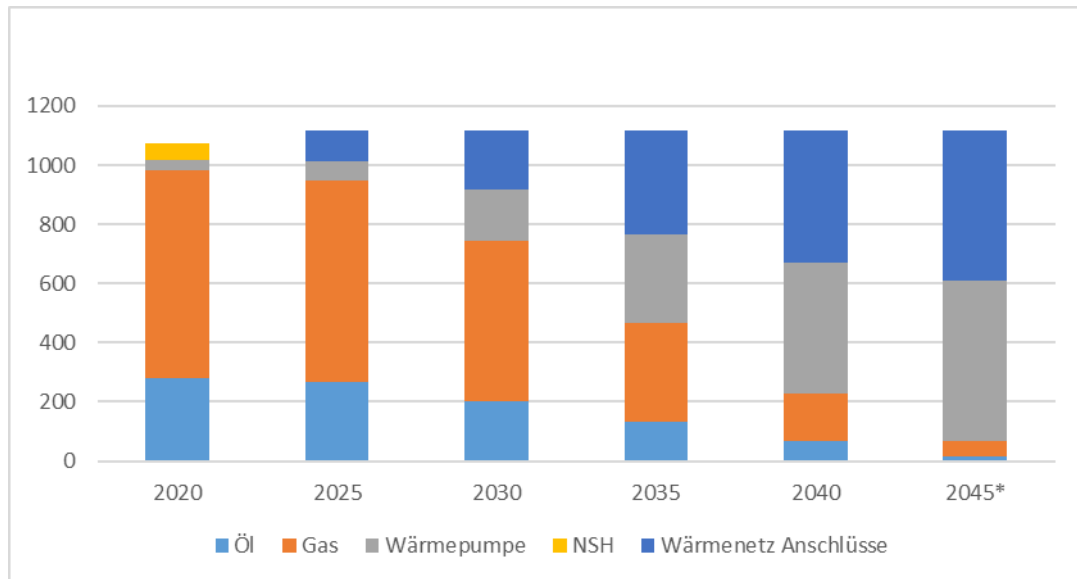


Abbildung 31: Zielszenario BW im Quartier / Anzahl

Um die Klimaziele zu erreichen ist es erforderlich die fossilen Energieträger auch und gerade in der Wärmeversorgung durch erneuerbare Energien zu ersetzen. Als erneuerbarer Energieträger kommt dabei neben der Solarenergie (Solarthermie (Wärme) oder Photovoltaik (Strom)) vor allem Umweltwärme in Verbindung mit Wärmepumpen in Frage.

50

Diese erneuerbaren Energieträger erfordern einen gewissen Aufwand zur Nutzbarmachung und sind in ihrer Verfügbarkeit z.T. eingeschränkt. Sowohl in zeitlicher (insbesondere bei Sonne) aber auch in räumlicher Hinsicht. D.h. lokale geothermische Potentiale müssen Vorhandensein aber auch die dafür erforderlichen Flächen. Um diesen enormen Zubau von erneuerbaren Energien u.v.a. Wärmepumpen zu ermöglichen ist es aber auch zwingend erforderlich die Gebäude dafür vorzubereiten.

NT-Ready

Damit die Energie- bzw. Wärmewende gelingt, müssen schnellstmöglich viele Gebäude zukunftsfähig saniert werden, d.h. die Gebäude sollen mit erneuerbaren Energien beheizt werden können. Heizen und Warmwasser mit Erneuerbaren Energien heißt für die meisten Gebäude: Anschluss an ein Wärmenetz oder eine Wärmepumpe nutzen.

In beiden Fällen sollte die Vorlauftemperatur der Heizung bei max. 55 °C liegen. Dafür müssen die meisten Bestandsgebäude saniert und ggf. die Wärmeverteilung angepasst werden. Je nach Zustand bedeutet das, einzelne Bauteile wie Dach, Fassade, Fenster oder Kellerdecke zu dämmen und nach Möglichkeit Flächenheizungen einzusetzen bzw. Heizflächen zu vergrößern.

Alle modernen Heiztechnologien arbeiten besonders effizient, wenn die Vorlauftemperatur niedrig ist. Ein Gebäude kommt mit niedrigen Vorlauftemperaturen aus, wenn die Wärme bestmöglich ver-

teilt und genutzt wird. Voraussetzung für bestmögliche Energieeffizienz ist eine ausreichende Gebäudedämmung.

„Niedertemperatur-Ready“ ist die Voraussetzung um den Wechsel auf erneuerbare Energieträger, vor allem Wärmepumpen im Gebäudebereich zu ermöglichen. Wärmepumpen nutzen Umweltwärme aus der Luft, dem Boden oder dem Grundwasser und heben die niedrigen Temperaturen unter Einsatz von Strom auf ein für die Heizung nutzbares Temperaturniveau an. Je höher sie die Temperatur anheben müssen, desto mehr Strom brauchen sie dafür. Auch Nahwärmenetze müssen künftig aus Erneuerbaren Energien gespeist werden und profitieren dann besonders von „Niedertemperatur-Ready“. Ein Gebäude ist dann „Niedertemperatur-Ready“, wenn es an den kältesten Tagen des Jahres mit einer max. Vorlauftemperatur von 55 C° beheizt werden kann.

Grundsätzlich lässt sich der „NT-Ready“-Standard in jedem Gebäude erreichen. Dafür sind zwei Faktoren wichtig: Erstens der Wärmebedarf der zu beheizenden Räume der von der Wärmedämmung des Gebäudes bestimmt wird. Zweitens die Heizleistung der Heizkörper, die maßgeblich von der Heizkörperart- und -größe abhängt. Auch in einem Altbau kann man ohne Fußbodenheizung eine Wärmepumpe sinnvoll betreiben, es sind aber bestimmte Voraussetzungen zu schaffen, damit dies möglich wird.

5. AUSBAU VON ERNEUERBARE ENERGIEN

Obwohl der Anteil erneuerbaren Energien an der Energiegewinnung und Stromerzeugung in den vergangenen Jahren stetig gestiegen ist besteht weiter Handlungsbedarf beim Ausbau. Der Energiebedarf im Untersuchungsgebiet wird bereits heute zu einem Teil aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt. Hierbei sind insbesondere die bestehenden Anlagen zur Nutzung der Sonnenenergie zur Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung sowie zur Stromerzeugung zu nennen. Im folgenden Kapitel werden Potentiale und Möglichkeiten der Versorgung des Quartiers mit erneuerbaren Energien aufgezeigt.

5.1.1 Photovoltaik

Durch Photovoltaik-Anlagen wird die eingestrahlte Sonnenenergie in Strom umgewandelt. Die Photovoltaik hat einen Anteil von 14,3 % an der Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg (2020). Auch künftig bietet die Solarenergie neben der Windenergie die größten Ausbaumöglichkeiten. Positive Effekte ergeben sich durch den steigenden Anteil der Nutzung des Solarstroms im eigenen Gebäude (Eigenverbrauch) sowie durch die Entwicklung effektiverer und günstigerer Stromspeicher. Das Solardachkataster der LUBW ermöglicht für Gebäude eine Einschätzung für die Eignung und Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage.

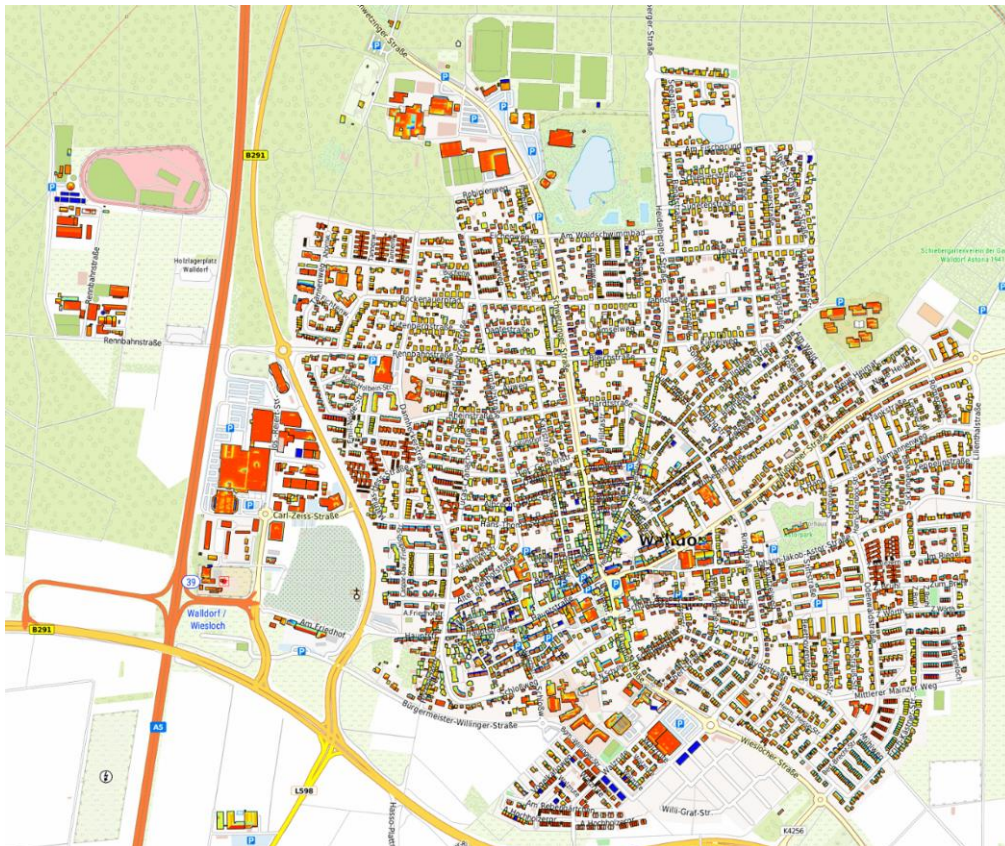


Abbildung 32: Eignung von Dachflächen in Walldorf, LUBW Atlas

Um das Potenzial des Solarstroms in Baden-Württemberg weiter auszubauen, wurde im Klimaschutzgesetz des Landes Baden-Württemberg (Stand: 21.10.2021) eine PV-Pflicht für Neubauten ab Mai 2022 und für Sanierungsmaßnahmen von Dächern ab Januar 2023 eingeführt.

Das erstellte Solarkataster des Quartiers ermöglicht es, die solaren Potentiale von Hausdächern großflächig zu erfassen und zu bewerten. Dazu wurden Größe, Ausrichtung, Neigung und Abschattungseffekte ermittelt. Nutzbare Freiflächen wurden nicht berücksichtigt.

Die Daten sind Modellergebnisse und keine exakten Messdaten, die ermittelten Potentiale sind daher keine genauen Prognosen, sondern sind als Näherungswerte zu sehen, d.h. Werte einer installierten Anlage können abweichen. In jedem Fall ist bei der Installation einer PV- oder Solarthermie-Anlage eine speziell auf das jeweilige Gebäude abgestimmte Planung erforderlich.



Abbildung 33: Berechnung PV-Potenzial im Quartier, LUBW Atlas

Szenario Photovoltaik

Es wird angenommen, dass geeigneten Dachflächen, die eine sehr hohe bis mittlere Einstrahlung aufweisen zur Stromerzeugung genutzt werden. Weiter wurde angenommen, dass nur Dachflächen ab einer gewissen Größe genutzt werden, da i.d.R. die Wirtschaftlichkeit bzw. die spezifischen Errichtungskosten ab hier gegeben sind. D.h. eine Anlagenleistung von mind. 4 kWp oder ca. 25 m² nutzbare Dachfläche.

Bei einer vollständigen Nutzung dieser Dachflächen durch PV-Anlagen könnten jährlich ca. 15.400 MWh Strom produziert werden. Dieser Wert entspricht ca. 150% des aktuellen Stromverbrauchs im Quartier pro Jahr. Es ist jedoch anzunehmen, dass bei der weitergehenden Elektrisierung der Mobilität (E-Auto) sowie auch bei der Wärmeerzeugung (Wärmepumpen) der Stromverbrauch in den kommenden Jahren stark zunehmen wird.

Kat. 1 geeignet, sehr hohe Einstrahlung 7.867 MWh/a

Kat. 2 geeignet, hohe Einstrahlung 4.341 MWh/a

Kat. 3 geeignet, mittlere Einstrahlung 3.226 MWh/a

Wirtschaftlichkeitsberechnung PV Anlage

Im Folgenden wird eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für eine PV Anlage mit 6,75 kW_p installierter Leistung veranschaulicht. Alle Angaben und Ergebnisse sind Netto-Beträge (Vorsteuer).

Die EEG-Vergütung ist laut Gesetz für Anlagen größer 10 kW_p anteilig zu berechnen und damit eine gewichtete Mischvergütung. Die gültigen Vergütungssätze veröffentlicht die Bundesnetzagentur stets quartalsweise für 3 Monate im Voraus. Z.B. am 31.10. wird die Vergütung für November – Januar veröffentlicht. Daher sind die hier hinterlegten Einspeisevergütungen für die letzten drei Inbetriebnahmemonate voraussichtliche Vergütungssätze, entsprechend dem Trend. Für kleinere Anlagen mit bis zu 20 kW Leistung, 20 kWh Batteriespeicher und einem Stromverbrauch bis 4000 kWh kann auf die Eigenverbrauchsquoten von Simulationen direkt zurückgegriffen werden. Für größere Anlagen und andere Gebäudetypen kann die Quote aus den hinterlegten Simulationsergebnisdiagrammen abgelesen werden. Die Förderung der Stadt Walldorf beträgt 500€ pro voller kW_p für neu installierte PV-Anlagen.

Zur Berechnungsmethodik: Die Stromgestehungskosten (LCOE) berücksichtigen die angegebenen Kostenkomponenten. Die Aussagen zur Wirtschaftlichkeit der Investition wird anhand der Rendite möglich: Die Renditeberechnung mit dem internen Zinsfuß nach Baldwin berücksichtigt alle Barwerte von Einnahmen und Ausgaben. Alle Ergebnisse werden in reale Zahlungsströme über die WACC-Methode diskontiert. Die dynamische (monetäre) Amortisationszeit ist erreicht, wenn der Kapitalwert positiv ist. Angenommen ist eine Kreditlaufzeit, die identisch mit der Betriebsdauer der PV Anlage ist, bei festem Zinssatz.

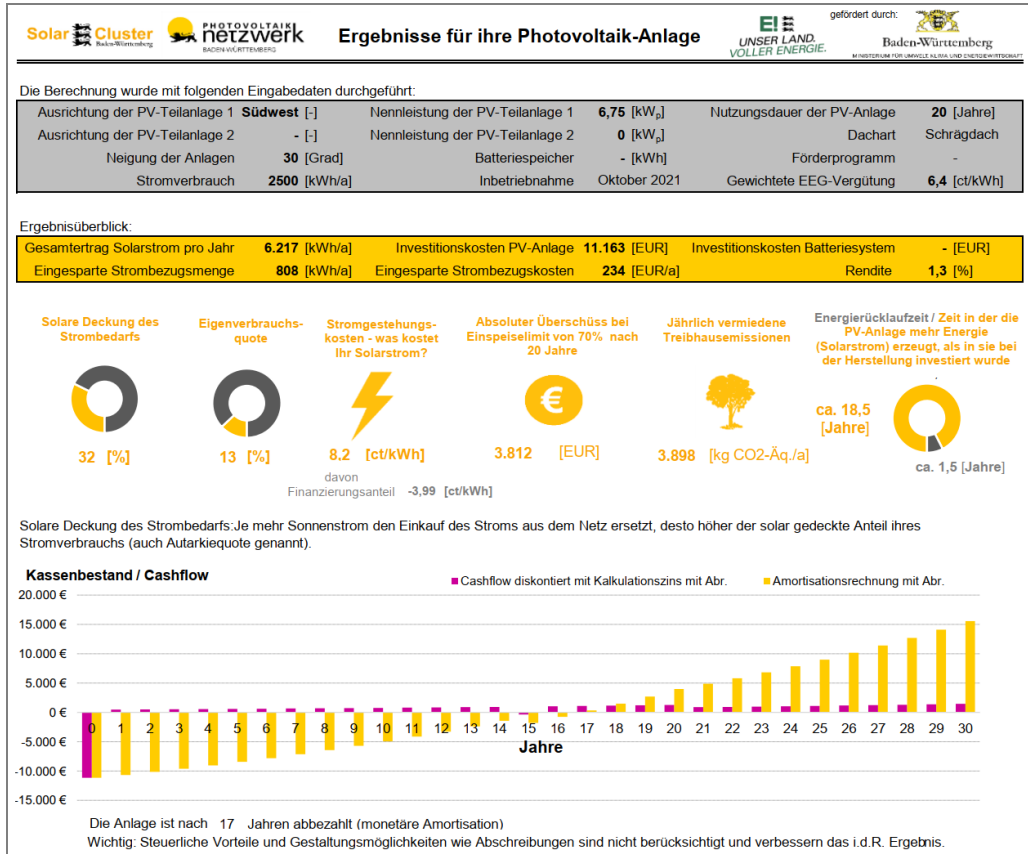


Abbildung 34: Eignung von Dachflächen in Walldorf

Zu beachten ist der Finanzierungsanteil an den Stromgestehungskosten: Durch die lange Betriebsdauer der Anlage haben der Kreditzins, die erwartete Rendite für eingesetztes Eigenkapital und die angenommene Inflation einen großen Einfluss auf die Stromgestehungskosten. Die Kosten der Finanzierung erhöhen die Stromgestehungskosten, Inflation erniedrigt die Stromgestehungskosten. Der Wert wird zur Information pro kWh separat ausgewiesen.

Die angegebenen jährlich vermiedenen Treibhausgasemissionen beziehen sich ausschließlich auf das Einsparpotential der PV-Anlage. Auf die Berücksichtigung der Batteriespeicher wird verzichtet, da hierzu keine belastbaren Daten vorliegen. Die Berechnung von Abregelungsverlusten bei Anlagenteilen mit verschiedenen Ausrichtungen ist nicht berücksichtigt, da diese nicht pauschal angegeben werden können.

Die Ergebnisse sind eine grobe Orientierung und diese Berechnung für eine PV-Anlagen ersetzt keine individuelle und fachgerechte Planung mit Simulations- und Wirtschaftlichkeitsberechnung. In der Praxis können die Werte abweichen, auch aufgrund lokaler Besonderheiten:

Oft lohnt es sich, die gesamte nutzbare Dachfläche mit PV-Modulen zu bestücken. Das hat viele weitere Vorteile: Mehr eigener Solarstrom vom Dach, höhere solare Deckungsanteile gerade auch im Herbst, Winter und Frühjahr, niedrigerer spezifischer Preis (EUR je kWp) und mit der Größe steigt auch der Klimanutzen.

5.1.2 Solarthermie

Durch den Einsatz von Solarthermie-Anlagen kann Sonnenenergie in Form von Wärme nutzbar gemacht werden. Solarthermische Anlagen unterscheiden sich in zwei Technologien: Vakuumkollektoren und Flachkollektoren. Der Wirkungsgrad von Vakuumkollektoren ist höher, diese sind aber auch teurer und nicht so beständig wie Flachkollektoren.

Die möglichen Erträge einer Solarthermie-Anlagen sind im Wesentlichen abhängig von den solaren Strahlungsverhältnissen des Standortes sowie der zur Verfügung stehenden Dachfläche und deren Ausrichtung.

Die auf einer geeigneten Dachfläche einstrahlende Sonnenenergie kann zur Wärmeerzeugung oder zur Stromerzeugung genutzt werden. Es ist also zu entscheiden, welche Art der Nutzung sinnvoll ist und wie eine geeignete Dachfläche anteilig genutzt werden soll.

Die Wärmeerzeugung kann zur Aufbereitung des Brauchwarmwassers und/oder zur Heizungsunterstützung genutzt werden. Die Heizungsunterstützung setzt allerdings einen sehr guten energetischen Sanierungsstandard voraus sowie eine installierte Flächenheizung oder geeignete Konvektoren. Sonnenkollektoren können auch als Wärmequelle für Wärmepumpen bzw. zur Regeneration von Wärmequellen (Erdreich) dienen.

In Wohngebäuden können Solarthermie-Anlagen typischerweise zwischen 40 % und 60 % des Bedarfs an Brauchwarmwasser decken. Bei Anlagen die auch zur Heizungsunterstützung dienen kann der solare Deckungsanteil in besten Fall 50 % des gesamten Wärmebedarfs betragen. Die Dimensionierung einer Anlage hängt somit von einer geeigneten Auslegung auf den Bedarf ab.

Das theoretische Potential für Solarthermische Dachanlagen im Quartier ist enorm. Bei einem spez. Ertrag eines Flachkollektors von 520 kWh/m² pro Jahr ergeben sich die folgenden Erträge für die zuvor ermittelten Dachflächen aus dem LUBW Atlas.

Kat. 1 geeignet, sehr hohe Einstrahlung 26.085 MWh/a

Kat. 2 geeignet, hohe Einstrahlung 16.084 MWh/a

Kat. 3 geeignet, mittlere Einstrahlung 12.712 MWh/a

Ob eine geeignete Dachfläche für den Ausbau solarthermischer Anlagen und/oder für Photovoltaik-Anlagen genutzt werden sollten, hängt vor allem von der Art der (zukünftigen) primären Wärmeerzeugers ab. Vor allem bei Einsatz einer Wärmepumpe aber ggf. auch bei der netzgebundenen Wärmeversorgung sollte der Ausbau von Solarthermieanlagen nicht forciert werden, sondern besser PV-Anlagen ausgebaut werden.

5.1.3 Umweltwärme / Wärmepumpen

Als erneuerbarer Energieträger zur Gebäudebeheizung kommt zukünftig vor allem Umweltwärme in Verbindung mit Wärmepumpen zum Einsatz. Die erforderliche Umweltwärme kann der Außenluft oder dem Erdreich (oberflächennahe Geothermie) entnommen werden.

Luft-Wasser Wärmepumpen

Die Nutzung von Umweltwärme durch Wärmepumpen macht dafür nutzbare Flächen erforderlich. Dies gilt sowohl für den Aufstellort für Luft-Wärmepumpen wobei bestimmte Abstandsregelungen zwischen Ein- und Auslass („thermischer Kurzschluss“) aber auch zu Nachbargebäuden einzuhalten sind. Aber auch die Erschließung von Erdwärme durch verschiedene Techniken benötigt einen Flächenbedarf, der bei einem Teil der Grundstücke im Quartier nicht zur Verfügung steht.

Vor allem im Teilquartier QM-A (bis auf Ausnahmen im südlichen Bereich / Schloßweg) und in Teilquartier QM-B sind die räumlichen Gegebenheiten beengt und nicht für den Einsatz von Luft-Wasser Wärmepumpen prädestiniert.

Oberflächennahe Geothermie

Als Geothermie wird die unterhalb der Erdkruste gespeicherte Energie bezeichnet. Bis zu einer Tiefe von ca. 15 Metern nimmt die Sonneneinstrahlung Einfluss auf die Untergrundtemperatur. Unter 15 Metern ist die Temperatur jahreszeitlich unabhängig und steigt mit größerer Tiefe. Bei der Nutzung von geothermischer Energie zwischen Tiefen- und oberflächennaher Geothermie unterschieden. Als oberflächennahe Geothermie bezeichnet man Bohrtiefen bis 400 Metern.

Das Quartier liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Umweltverwaltung (Stand Juni 2015, ergänzt um die vom RPF/LGRB hydrogeologisch abgegrenzten Wasser- und Heilquellenschutzgebiete) INNERHALB eines rechtskräftigen oder geplanten Wasserschutzgebietes oder Schutzgebietes für eine staatlich anerkannte Heilquelle. Aus hydrogeologischer Sicht ist der Bau einer Erdwärmesonde an diesem Standort nur möglich, wenn als Wärmeträgerflüssigkeit nur Wasser verwendet wird. Eine flurstückgenaue Überprüfung dieses Sachverhaltes und eine verbindliche Auskunft über wasserwirtschaftliche Einschränkungen gibt das zuständige Umweltamt des jeweiligen Stadt- oder Landkreises.

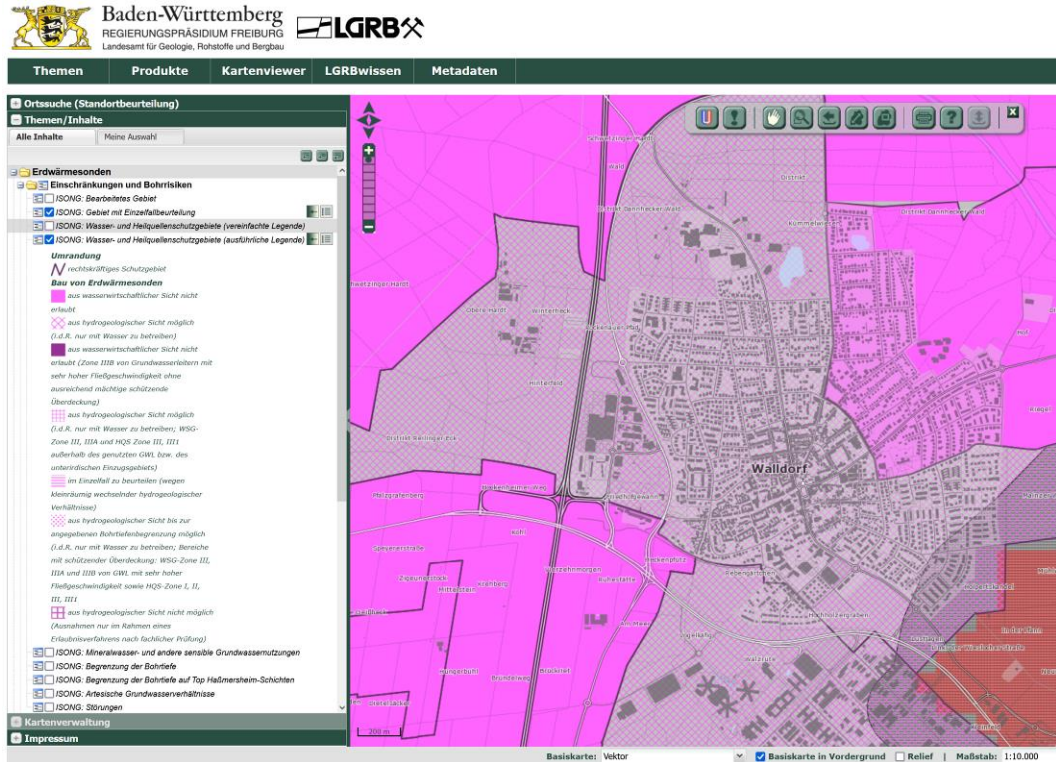


Abbildung 35: Geothermisches Potential ISONG

Im Quartiersgebiet liegt eine Beschränkung der Bohrtiefe auf 45 m vor. Der Schutz tiefer liegender genutzter/nutzbarer Grundwasservorkommen dient der langfristigen Sicherstellung der Trinkwasserversorgung. Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie scheidet aufgrund der geringen Bohrtiefen nicht zwingend aus, die Erschließung wird jedoch aufwendiger da die Bohrtiefenbegrenzung i.d.R. mehrere Bohrungen erforderlich macht.

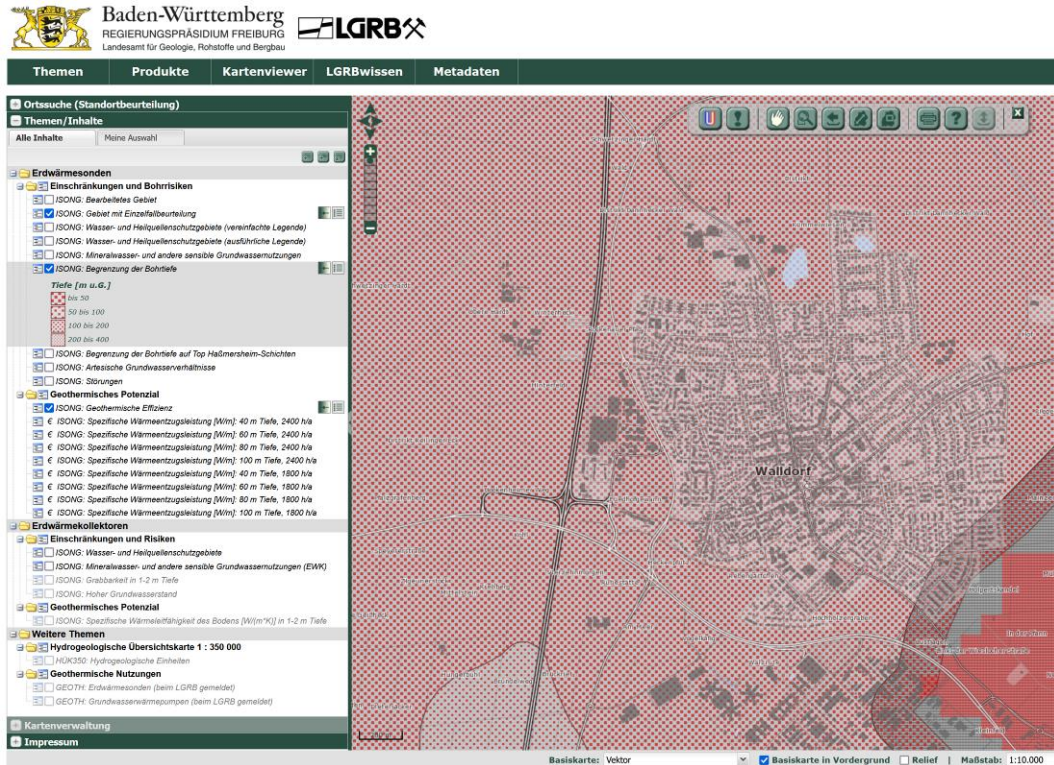


Abbildung 36: Geothermisches Potential ISONG

Die Entzugsleistung von Erdsonden liegt zwischen 30 und 50 Watt pro Meter Tiefe. Setzt man einen Wert von 50 W/m an werden um eine Entzugsleistung von 5 KW bereit zu stellen eine mit 100 m oder zwei Bohrungen mit je 50 m im Abstand von 6 – 10 m benötigt.

Für den Einsatz von Erdkollektoren werden größere Grundstücksflächen benötigt. Die Entzugsleistung liegt zwischen 10 und 25 Watt / m². Daraus ergibt sich eine Gesamtfläche für den Erdkollektor der ca. das 1 – bis 2-fache der zu beheizenden Wohnfläche des Gebäudes. Der Einsatz Erdwärmekollektoren ist möglich, jedoch auf Grund der hierfür erforderlichen Flächen nur in begrenztem Umfang für die Gebäude im Quartier möglich.

Der untenstehende Planausschnitt „gesplittete Abwassergebühr“ zeigt die Flächenverhältnisse im Quartier Mitte auf. Die Möglichkeiten zur Erschließung oberflächennaher Geothermie sind begrenzt auf die Teilquartiere QM-B und QM-D, sowie im südlichen Bereich von QM-A (Schloßweg).



Abbildung 37: Anteil unversiegelter Flächen Walldorf Mitte

5.1.4 Feste Biomasse

Das Potential an fester Biomasse, vor allem Holz, welches in Zukunft zur Energieerzeugung zur Verfügung steht, ist schwer abzuschätzen und auch unter Experten umstritten. Es geht sowohl um Fragen der Flächenverfügbarkeit für die Land- und Forstwirtschaft als auch um Nutzungskonkurrenz betreffend den Einsatzzweck. Unumstritten ist die Tatsache, dass das Potenzial für Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft begrenzt ist und nur einen geringen Teil des Energiebedarfs decken kann.

Dieses überschaubare Potential wird in Szenarien der zukünftigen Energieversorgung daher häufig für den Einsatz in der Prozesswärme oder bei Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) Anlagen gesehen, d.h. in Anwendungen, die sehr hohen Temperaturen erforderlich machen.

Beim Einsatz von fester Biomasse im innerstädtischen Bereich erfordert auch die Berücksichtigung weiterer Gesichtspunkte:

- Verbrennung fester Biomasse ist auch mit neuester Filtertechnik nicht emissionsfrei
- Festbrennstoffen erfordern großräumige Lager mit Einbringöffnungen und Zufahrtswegen.
- Anlieferung von Brennstoff verursacht Verkehr

5.2 Aufbau von Wärmenetzen

Bei der Bewertung eines Gebietes hinsichtlich der Eignung zum Aufbau einer Nahwärmeversorgung spielen folgende Aspekte eine wesentliche Rolle:

Wärmebedarfsdichte: Je höher die Bedarfsdichte in einem Gebiet oder in einem Straßenzug ist, desto wirtschaftlicher kann eine Nahwärmeversorgung erfolgen, da die Investitionen (Anlage / Wärmenetz) auf eine größere Wärmemenge umgelegt werden können.

Anschlussdichte: Die Anschlussbereitschaft der Eigentümer an einem möglichen Netzverlauf ist für den wirtschaftlichen Betrieb entscheidend.

Auf der Grundlage der erhobenen Gebäudedaten, den Erhebungen vor Ort, dem aktuellen Sanierungsstand sowie Verbrauchsangaben der großen Einzelverbraucher wurde der aktuelle Wärmebedarf der Gebäude berechnet. Wird der Wärmebedarf der Gebäude entlang eines Straßenzuges aufsummiert, so kann die Dichte des Wärmebedarfs bestimmt werden.

Je höher diese ermittelte Wärmedichte ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit einer wirtschaftlich und ökologisch sinnvollen Umsetzung eines Wärmenetzes. Neben den weiteren wichtigen Faktoren wie Anschlussdichte und Großverbrauchern (Ankerkunden) ist die Wärmedichte somit wesentlicher Indikator zur Identifizierung möglicher Versorgungsgebieten. Die Abbildung unten zeigt das Ergebnis der Wärmebedarfsdichte im Quartier.

Hierbei wurde der Wärmebedarf aller Gebäude entlang der Straße dargestellt. Bei der Umsetzung eines Nahwärmenetzes schließen sich i.d.R. nur ein Teil der Gebäude entlang der Netztrasse an, bzw. erfolgt dies im Laufe eines gewissen Zeitraumes. Somit fallen die Wärmedichten in einem Netz (anfangs) entsprechend den jeweiligen Anschlussquoten geringer aus. Zur erfolgreichen Umsetzung eines Netzes müssen die Anschlussquoten so hoch liegen, dass ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist.

Im Rahmen der aktuellen und ggf. auch zukünftigen Situation der Gasversorgung sowie nicht immer möglichen individuellen Wärmeversorgung mit erneuerbaren Energien auf Gebäudeebene (siehe Flächenbedarf Wärmepumpen) kann zukünftig von einem gesteigerten Interesse an „klimaneutraler“ zentraler Wärmeversorgung ausgegangen werden.

5.2.1 Liniendichten im Quartier

Anhand der Wärmedichtekarte kann festgestellt werden, wo es im Quartier Straßen gibt in denen eine weitergehende Untersuchung eines Wärmenetzes Sinn macht.

Die Wärmebedarfsdichten im Quartier variieren, da diese vom Wärmebedarf eines Gebäudes, der Kubatur und der Dichte der Besiedelung abhängt. Um zu erörtern, in welchen Teilen des Quartiers ein Wärmenetz wirtschaftlich betrieben werden könnte, wurde die Bedarfsdichte für das Quartier je Straßenzug berechnet. Hierbei wurden die Gebäude der nächstgelegenen Straßen zugeordnet, Nebenweg oder Fußwege blieben unberücksichtigt. Wie in der Abbildung 37 erkennbar sind die Voraussetzungen im Quartier für die Versorgung mit einem Wärmenetz nicht überall gleich in großen Teilen jedoch gut bis sehr gut.

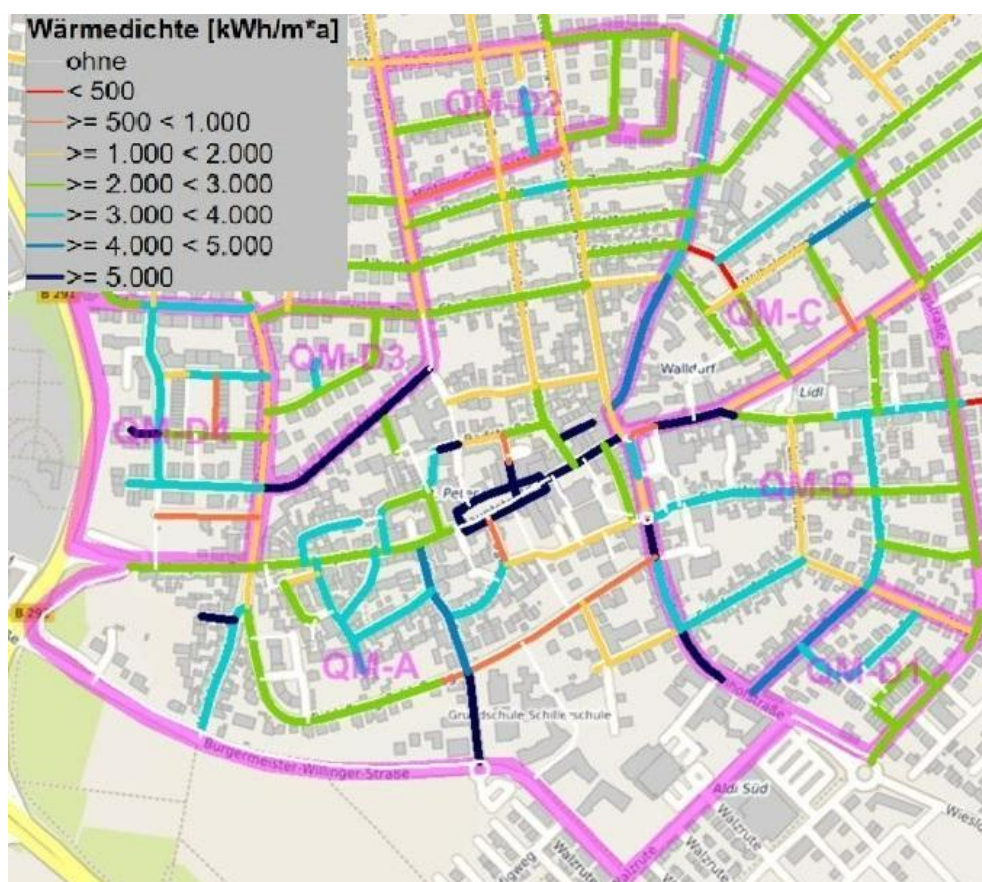


Abbildung 38: Liniendichten im Quartier

Der Wärmebedarf ist im Teilquartier QM-A am höchsten. Gründe hierfür sind die dichte Bebauung sowie der hohe Bedarf aufgrund der Anzahl von Mehrfamilienhäusern sowie deren Baualterklassen. Abbildung 37 zeigt, dass sich vor allem der Ortskern entlang der Hauptstraße mit älterer Bebauung für eine Nahwärmeversorgung eignet. Südlich davon befinden sich auch städtische Gebäude wie die Schulen oder auch nördlich die anderen öffentlichen Gebäude wie Pflegezentrum / Stift.

Die Strategie der Wärmeversorgung bis 2045 sollte deshalb den sukzessiven Ausbau der Nahwärmeversorgung vor allem im Kern des Quartiers vorsehen. Bei einer schrittweisen Reduzierung des

Wärmebedarfs durch umgesetzte Gebäudemodernisierungen, werden Kapazitäten in der Heizzentrale bzw. in der Erzeugung frei, wodurch auf lange Sicht weitere umliegende Baublöcke mit Nahwärme erschlossen werden können.

Bei der Beurteilung von Liniendichten geben die gängigen Kennwerte einen gewissen Spielraum her. Üblicherweise gilt eine Liniendichte von größer als 2000 kWh/(m*a) als gut, ab 2500 kWh/(m*a) gar als sehr gut geeignet. Bei der Beurteilung kommen darüber hinaus weitere Faktoren hinzu, so z.B. die Rahmenbedingungen zur Erschießung (wie alt ist der Straßenaufbau?) oder stehen in einem Bereich gar Straßensanierungen künftig an. So könnten hier ggf. Synergien genutzt werden, um die Kosten des Rohrleitungsbaus, welcher maßgeblichen Anteil bei den Gesamtkosten eines zentralen Wärmesystems verursacht, abmindern.

Zur weiteren Beurteilung der Gebiete bzw. Straßen im Quartier wurde auf die Kategorien nach Knies zurückgegriffen. Hier werden anhand der Liniendichten verschiedene Versorgungsvarianten definiert, lediglich Liniendichten die kleiner als 500 kWh/(m*a) ausfallen werden als nicht für die zentrale Versorgung geeignet bestimmt. Für den Bereich zwischen 500 – 1500 kWh/(m*a) werden hier LowEx-Wärmenetze genannt die ein geringeres Temperaturniveau bereitstellen.

Wärmedichte-bereiche MWh/(m × a)	Definition
< 0,5	Einzelsversorgung: Die Wärmedichte ist so gering, dass in Zukunft die Gebäude eine eigenständige Versorgung bewerkstelligen können (Wärmepumpen, Brennstoffzellen etc.) (KfW, 2016)
0,5 – 1,5	LowEx-Wärmenetze: Wärmenetze, die saisonal oder ganzjährig ein niedriges Temperaturniveau aufweisen (bis max. 40 Grad Celsius im Sommer, 70-90 Grad Celsius im Winter). Über solarstromversorgte Wärmepumpen kann das Brauchwasser im Sommer aufgeheizt werden, sowie Abwärme und Solarthermie integriert werden. Im Winter wird Wärme für Heizung und Brauchwasser über (dezentrale) KWK-Anlagen, industrielle Abwärme etc. bereitgestellt (Neumann, 2014; TFT GmbH, 2015). In Deutschland liegen unterschiedliche Definitionen für Low-Ex-Netze vor, sodass hier auf das Sommer/Winter-Management fokussiert wird.
1,5 – 2,75	Klassische Nahwärme: Ganzjährige Bereitstellung von 70-90 Grad Celsius über (dezentrale) KWK-Anlagen mit Unterstützung von Wärmepumpen zwecks Integration industrieller Abwärme (Paar et al., 2013)
> 2,75	Block- bzw. Liegenschaftsversorgung: Größere Liegenschaften mit eigenständiger Versorgung über KWK-Anlagen, Inselnetz

Abbildung 39: Beschreibung Versorgungsoptionen

Auch wird betont, dass die Effizienz von Wärmenetzen nicht strikt an die genannten Wertebereiche gebunden ist und diese Grenzen unscharf sind und Änderungen auch in Betracht der örtlichen Gegebenheiten wie z.B. Potentialen der Wärmeversorgung unterliegen. Die hier genannten Temperaturen der LowEx Systeme sind relativ hoch auch gerade in Betracht einer ggf. weiteren Begrenzung der jährlichen Förderstunden von KWK Anlagen, welche bislang neben der Biomasse weitestgehend hohe Netztemperaturen bereitgestellt haben.

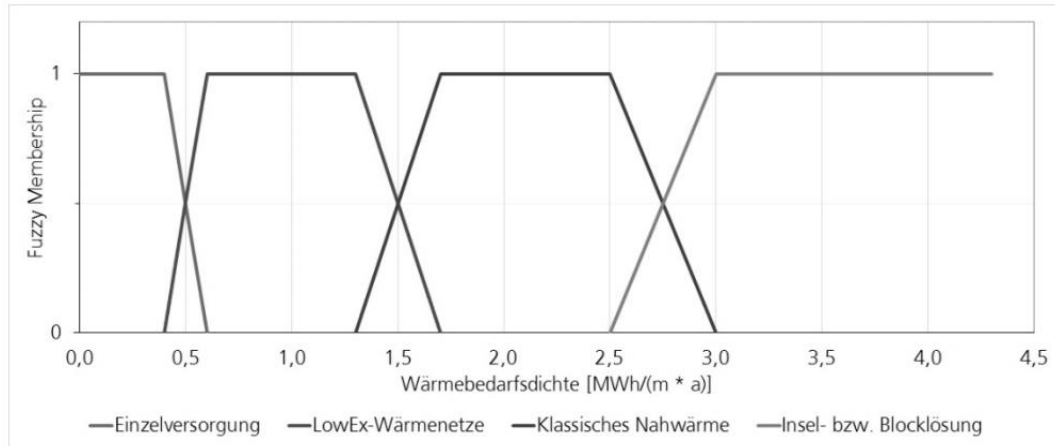


Abbildung 40: Versorgungsoptionen nach Wärmebedarfsdichten (Liniendichten)

Die oben genannten Wärmedichtebereiche wurden in 1000er Schritten in die Kategorien übertragen, die klassische Nahwärme hier erst ab der 2000 kWh/(m*a) Grenze gesetzt wurde und die vorliegenden Liniendichten im Quartier dementsprechend beurteilt.

[kWh/m]	
< 500	Einzelversorgung
500 - 1.000	Low Ex
1.000 - 2.000	Low Ex
2.000 - 3.000	Nahwärme
3.000 - 4.000	Nahwärme
4.000 - 5.000	Nahwärme
> 5.000	Nahwärme

Abbildung 41: Versorgungsoptionen im Quartier

Hieraus ergibt sich, dass 871 Gebäude der insgesamt 1.116 Gebäude im Quartier in einem Bereich bzw. an einer Straße liegen deren Liniendichte größer 2000 kWh/(m*a) ist und somit für die „klassische Nahwärme“ geeignet ist. Dies entspricht 78% der Gebäude im Quartier und dies bei einer „konservativen“ Verschiebung der Eignungsgrenze für Nahwärme ab 2000 kWh/(m*a).

Zudem kommen könnten noch die Gebäude deren angrenzende Liniendichte für LowEx geeignet sind, wobei diese Kategorie eher nachrangig anzuschließen wäre bzw. deren Versorgung durch ein Wärmenetz ggf. auch aufgrund einer nicht oder äußerst erschwerten dezentralen Einzelversorgung möglich wäre (siehe Flächenbedarf von Wärmepumpen). Die betrifft z.B. die Gebäude im nördlichen Teil von QM-A in der Karlstraße und Schwetzinger Straße.

5.2.2 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

In der Pressemitteilung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz vom 02.08.2022 wurde mitgeteilt, dass die Europäische Kommission das Förderprogramm „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)“ genehmigt hat.

Das Förderprogramm dient zur Umstellung der Fernwärme auf Treibhausgasneutralität und zum Neubau neuer klimaneutraler Netze. Die Förderung kann Mitte September 2022 starten. Die Förderung richtet sich u.a. an Energieversorgungsunternehmen, Kommunen, Stadtwerke und Genossenschaften, die Zuschüsse für Investitionen in Wärmenetze erhalten können. Neben dem Förderprogramm wird die kommunale Wärmeplanung als zentrales Instrument für die lokale, effiziente Wärmenutzung gesehen.

Mit der BEW wird der Neubau von Wärmenetzen mit mindestens 75-prozentiger Wärmeeinspeisung aus erneuerbaren Energien und Abwärme, die Erweiterung und Verdichtung sowie die Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze gefördert. Gefördert werden in einem ersten Schritt eine Projektphase Machbarkeitsstudien für neue Wärmenetze und Transformationspläne für die Umstellung bestehender Netze auf erneuerbare Energien und Abwärme. Kernstück der BEW ist dann in einem weiteren Schritt die Förderung von Investitionen und teilweise sogar Betriebskosten, wenn die in Machbarkeitsstudien und Transformationsplänen beschriebenen Maßnahmen umgesetzt werden.

Die Investitionskostenförderung erfolgt in Höhe von maximal 40 % der Investitionen in Erzeugungsanlagen und Infrastruktur. Fördergegenstände sind u.a. Anlagen zur Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien (Solarthermie, Großwärmepumpen zur Nutzung von Umweltwärme, Tiefe Geothermie, Biomasse), die Einbindung von unvermeidbarer Abwärme, sowie Infrastrukturmaßnahmen zur Wärmeverteilung und Optimierung des Netzbetriebs.

Für die Wärmeerzeugung aus strombasierten Wärmepumpen und Solarthermieranlagen wird zusätzlich eine Betriebskostenförderung über einen Zeitraum von 10 Jahren gewährt. Für schnell realisierbare Einzelmaßnahmen, also Solarthermieranlagen, Wärmepumpen, Biomassekessel, Wärmespeicher, Rohrleitungen und Wärmeübergabestationen kann zudem eine Investitionskostenförderung nach vereinfachten Anforderungen beantragt werden, es ist also keine Machbarkeitsstudie oder kein Transformationsplan erforderlich.

Der Förderstart ist für Mitte September 2022 vorgesehen.

5.2.3 Abwärme

Das neue Rechenzentrum der SAP am Hasso-Plattner-Ring wurde 2018 eingeweiht. Der Stromverbrauch der Anlage entspricht dem von ca. 17.000 Haushalten (RNZ, 14.09.2018). Bei einem angenommenen Verbrauch je Haushalt von 3.500 kWh/a sind dies in etwa 60.000 MWh/a.

In einem Rechenzentrum wird im Betrieb elektrischen Strom in Wärme umgewandelt. Um ein Überhitzen zu verhindern, muss diese Wärme aus dem Rechenzentrum entfernt werden und kann als Wärmequelle genutzt werden.

Das Beispiel im „Leitfaden nachhaltige Rechenzentren“ (siehe: nachhaltige-rechenzentren.de) übertragen auf die Rahmenbedingungen in Walldorf ergibt die folgenden Ergebnisse. Aus dem angenommenen Stromverbrauch des Rechenzentrums von rund 60.000 MWh/a und einem angenommenen Faktor der Infrastruktureffizienz (Verhältnis aus Stromverbrauch des gesamten Rechenzentrums zum Stromverbrauch der IT) von 1,3 ergibt sich ein Stromverbrauch der IT von ca. 46.000 MWh/a. Die Strommenge, die im Rechenzentrum verbraucht wird, steht nach dem Verbraucher als Abwärme auf einem Temperaturniveau von ca. 35 °C zur Verfügung. Diese enormen Wärmemengen gilt es zu nutzen. Simulationen im o.g. Projekt haben gezeigt, dass Wärmepumpen aus der Abwärme von Rechenzentren nutzbarer Wärme auf einem Temperaturniveau von 80 °C zur Einspeisung in ein Wärmenetz mit einem guten Wirkungsgrad erzeugen können.

Bei den oben getroffenen Annahmen für Walldorf entspräche dies einer erzeugten Wärmemenge von ca. 71.000 MWh/a bei einem zusätzlichen Stromeinsatz von ca. 19.000 MWh.

Wäre es möglich durch ein Niedertemperaturwärmenetz die Abwärme auf einem niedrigeren Temperaturniveau zu nutzen, reduziert dies den Stromeinsatz für die Wärmepumpe und somit CO₂-Emission der Wärme. Der CO₂-Ausstoß der Wärme ist aber auch beim derzeitigen bundesdeutschen Strommix geringer als die Wärmeerzeugung aus fossilen Brennstoffen. Durch den Zubau von Erneuerbaren Energie zur Stromerzeugung wird dies zudem weiter verbessert.

Untenstehende Abbildung aus „Räumliche Integration industrieller Abwärme in zukünftige Wärmeversorgungsoptionen“ (Knies), veranschaulicht die Wirkradien von Abwärme, d.h. die Entfernungen bei denen Abwärme technisch und wirtschaftlich sinnvoll transportiert werden kann. Die Daten weisen hinsichtlich der Wirkradien einen linearen Zusammenhang zwischen Entfernung und Abwärmemenge auf. Die in Walldorf vermutlich vorhandenen Wärmemengen sind deutlich größer als die in der Abbildung gezeigten. Die Distanz von Rechenzentrum zur Mitte des Quartiers („Drehscheibe“) beläuft sich auf ca. 1200 m.

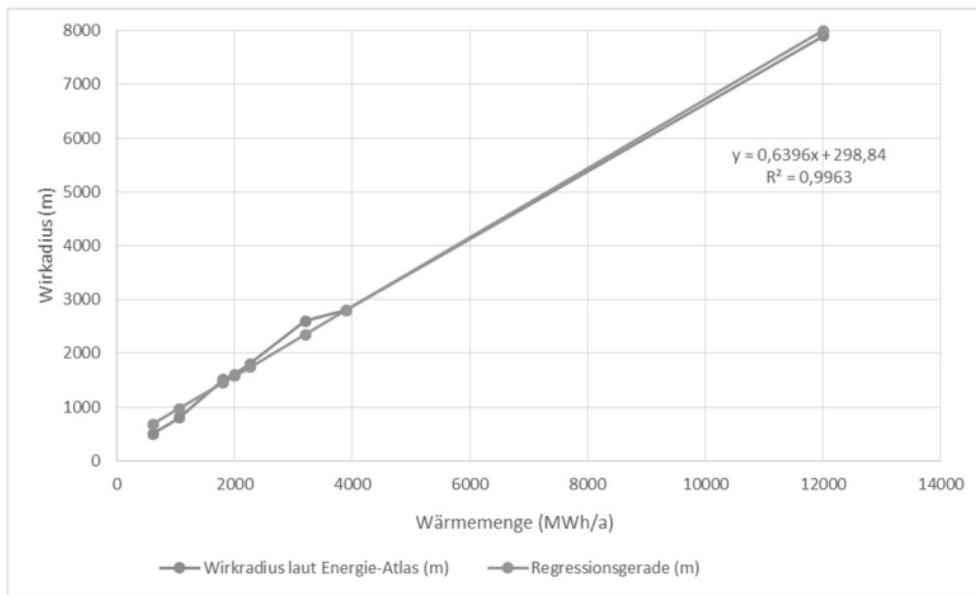


Abbildung 42: Abwärmemenge und Wirkradien

5.2.4 Tiefe Geothermie

Bei der tiefen Geothermie wird die geothermische Energie über Tiefbohrungen erschlossen und direkt d. h. ohne Niveauanhebung genutzt. Die tiefe Geothermie beginnt bei einer Tiefe von mehr als 400 m. Von tiefer Geothermie im eigentlichen Sinn spricht man im Allgemeinen jedoch erst bei Tiefen über 1.000 m und bei Temperaturen größer als 60 °C. Zur tiefen Geothermie gehören folgende Systeme, die durch die Enthalpie definiert werden, d.h. über den Wärmeinhalt, als ein Maß für die Energie eines thermodynamischen Systems.

Hydrothermale Systeme mit niedriger Enthalpie:

Überwiegend Nutzung des im Untergrund vorhandenen Wassers; sie erfolgt meist direkt (gegebenenfalls über Wärmetauscher), zur Speisung von Nah- und Fernwärmenetzen; ab ca. 100 °C ist eine Verstromung möglich. Beispiele sind:

Petrothermale Systeme:

Überwiegend Nutzung der im Gestein gespeicherten Energie:

Hot-Dry-Rock-Systeme (HDR) oder Enhanced-Geothermal-Systems (EGS):

Hierbei erfolgt die Energiegewinnung aus dem Gestein selbst. Das heiße Gestein (häufig das kristalline Grundgebirge) wird als Wärmetauscher genutzt. HDR-Systeme werden primär zur Stromerzeugung eingesetzt.

Tiefe Erdwärmesonden (EWS): Energienutzung aus einer beliebigen Gesteinsabfolge mit geschlossenem Kreislauf des Wärmeträgermediums in der Sonde; dient nur zur Wärmeversorgung.

Tiefe Geothermie im Oberrheingraben bei Walldorf

Zur Charakterisierung von Standorten für die Nutzung tiefer Geothermie sind Kenntnisse über die Eigenschaften des tiefen Untergrundes notwendig. Daher hat die Stadt Walldorf bereits im Jahre 2006 das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB, Abt. 9 im Regierungspräsidium Freiburg) mit der Bearbeitung der geologischen, hydrogeologischen und geothermischen Themen im Rahmen der Machbarkeitsstudien "Tiefe Geothermie im Oberrheingraben bei Walldorf" beauftragt. In der Machbarkeitsstudie wurden neben den Möglichkeiten der hydrothermalen Nutzung von Erdwärme aus Thermalwasser führenden Grundwasserleitern auch die Möglichkeiten für ein Hot-Dry-Rock-Projekt (HDR) untersucht.

Grundsätzlich ist die Temperaturzunahme mit der Tiefe im Oberrheingraben überdurchschnittlich hoch. Positive Temperaturanomalien können prinzipiell die unterschiedlichsten Ursachen haben. Für den Oberrheingraben kommen primär aufsteigende heiße Tiefenwässer (aufgrund des starken topographischen Reliefs), eine erhöhte Wärmestromdichte und niedrige Wärmeleitfähigkeiten von Gesteinen in vertikaler Richtung (Anisotropieeffekte) bzw. sehr hohe Wärmeleitfähigkeiten in Frage.

Die konstruierte 100°C-Isotherme (d.h. die Linien gleicher Temperatur) liegt im äußersten Westen des Untersuchungsgebietes deutlich höher als die thermalen Grundwasserleiter Oberer Muschelkalk und Buntsandstein. Dort könnte daher eine hydrogeothermische Stromproduktion bei entsprechender Ergiebigkeit des Aquifers möglich sein. Zusätzlich könnte auch Strom nach dem HDR-Verfahren produziert werden.

Für die Auswahl eines HDR-Standortes ist u.a. die Beziehung zwischen Bohrtiefe und erreichter Temperatur (= Bohrkosten) im Bereich der Zirkulation von Bedeutung. Die Extrapolation in die Tiefe erfolgte unter Annahme der jeweiligen Temperaturgradienten im Bereich der sedimentären Deckschichten und im Kristallinen Grundgebirge. Mit diesen eher konservativen Annahmen betragen die Temperaturen in 5000 m Tiefe im Untersuchungsgebiet bei Walldorf etwa 170°C. Die höchsten Temperaturen liegen prinzipiell dort vor, wo die Mächtigkeit der sedimentären Überdeckung und der Temperaturgradient am höchsten sind. Potenziell aufsteigende Thermalwässer innerhalb des Kristallinen Grundgebirges wurden bei dieser Temperaturabschätzung nicht berücksichtigt, so dass die o.g. Temperatur-Extrapolationen in die Tiefe insgesamt als relativ sicher („konservativ“) bezeichnet werden können.

Die geothermischen Voraussetzungen zur Nutzung von Erdwärme im Oberrheingraben und im Bereich Walldorf sind grundsätzlich im Vergleich zu Gesamtdeutschland, aber auch innerhalb von Baden-Württemberg als positiv zu werten. Der geothermische Gradient ist im Untersuchungsgebiet gegenüber dem Normalwert von 2,7-2,9°C/100 m in der sedimentären Bedeckung erhöht.

70

Eine Nutzung der Hydrogeothermie mit Stromproduktion, die auf dem Vorhandensein gut durchlässiger Grundwasserleiter in ausreichender Tiefe angewiesen ist, ist im Untersuchungsgebiet nach derzeitiger Kenntnislage mit Nutzung der Aquifere des Oberen Muschelkalkes und/oder des Buntsandsteins bei entsprechender Ausbildung nur im äußersten Westen möglich. Für die Einrichtung eines HDR-Projektes ist der Standort u.a. wegen der Nähe zur Rheingraben Hauptabschiebung, als problematisch grundsätzlich jedoch als machbar einzustufen.

Aufgrund der wenigen und zum Teil nicht sehr aussagekräftigen Seismikprofile bestehen noch Unsicherheiten in Bezug auf den geologischen Bau. Für das weitere Vorgehen wird empfohlen, Tiefenseismische Untersuchungen mit Fokus auf den Oberen Muschelkalk und den Buntsandstein (-3000 m bis -4000 m NN) von einer Spezialfirma durchführen zu lassen. Der Verlauf der Rheingraben Hauptabschiebung sollte ebenfalls im Detail erfasst werden. Die Lage der seismischen Trasse(n) sollte(n) daher vorab mit dem LGRB abgesprochen werden. Aus den neuen seismischen Messungen werden zudem detailliertere Angaben über Tiefenlage und kleinere Versatzbeträge bzw. Störungen in den Zielhorizonten Oberer Muschelkalk und Buntsandstein erwartet. Angaben zu tatsächlichen Temperaturen und Durchlässigkeiten sind nur durch Bohrungen möglich. Im Zuge der weiteren Projektentwicklung wird von einer Fortschreibung des geologischen, geothermischen und hydrogeologischen Parts ausgegangen.

Das erste große HDR-Projekt in Europa entstand in Soultz-sous-Forêts (Elsass). In einem viermonatigen Test erbrachte 1997 der dort geschaffene Wärmeübertrager von mindestens drei Quadratkilometern heißes Wasser mit einer Temperatur von 142 C. Die Bohrungen wurden nach erfolgrei-

chem Test auf über 5.000 m vertieft, um ein Temperaturniveau von 200 C zu erreichen. So wurde ein erstes Kraftwerk mit einer Dampftemperatur von ca. 180 C als wissenschaftliche Pilotanlage zur Stromerzeugung betrieben, seit 2016 läuft die Anlage im kommerziellen Betrieb. In Deutschland werden etwa 95% der Geothermie-Reserven der HDR-Nutzung zugeordnet, während nur etwa 5% hydrothermal sind. Dennoch gibt es in Deutschland (2017) noch kein echtes HDR Pilotprojekt.

Sollte es zu einem HDR-Projekt kommen, wird seitens LGRB empfohlen, die seismologischen Aspekte der Machbarkeitsstudie in einem separaten Gutachten zu behandeln. Für die weitergehende Beratung im Zuge der Projektentwicklung steht das LGRB zur Verfügung

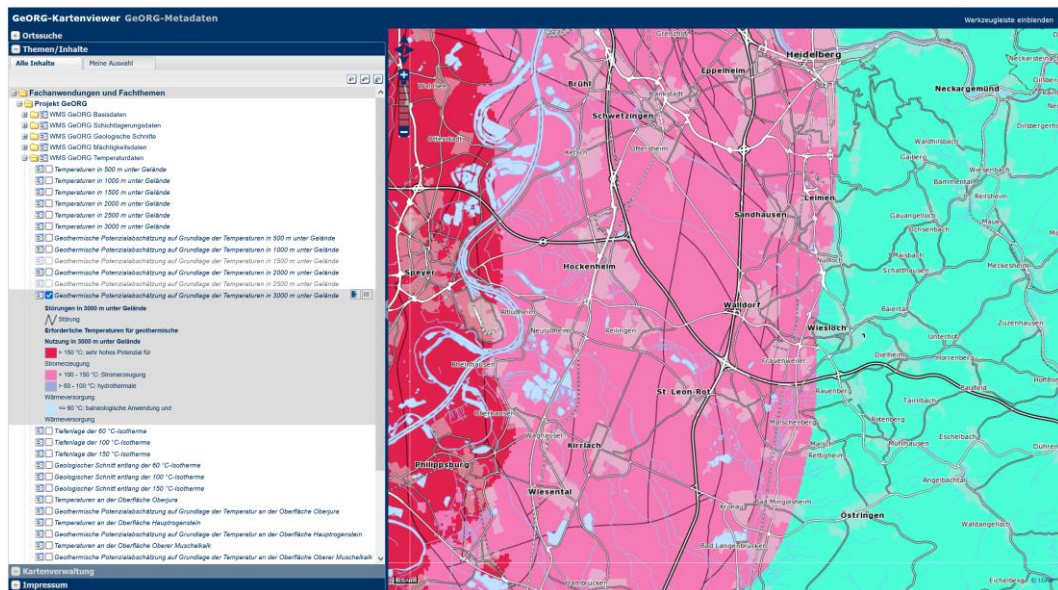


Abbildung 43: Untergrundtemperatur in 3000 m

6. ZIELSZENARIO 2045

Das Szenario 2045 für das Quartier wird anhand der zuvor berechneten Potentiale ermittelt. Dabei wird nur der Energiebedarf des Gebäudesektors betrachtet (Straßenbeleuchtung vernachlässigbar). Die Mobilität im Quartier wurde nicht untersucht und ein zusätzlicher Strombedarf für E-Mobilität in den kommenden Jahren wird im Szenario nicht berücksichtigt.

Folgende Zielwerte und Rahmenbedingungen werden für die Berechnung des Zielszenarios bis 2045 angenommen.

- Reduzierung des Wärmebedarfs von heute 41.929 MWh/a um ca. 32 % auf 28.668 MWh/a in 2045.
- Für die Reduzierung wird eine Sanierungsquote von 3% der Wohngebäude angesetzt.
- ein Nahwärmenetz versorgt einen Teil des innerstädtischen Quartiers, v.a. in Bereichen in denen die Liniendichte entsprechen hoch ist und in Teilbereichen die für den Einsatz von Luftwärmepumpen nicht geeignet sind. Im Szenario wurde die Versorgung von QM-A, QM-C und QM-D4 angenommen. Diese Bereiche beinhalten auch den größten Teil der Öffentlichen Gebäude sowie GHD also Großverbraucher.
- die fossil beheizten Gebäude werden bis 2045 größtenteils durch die Nahwärme versorgt oder durch erneuerbare Wärmeversorgung (Wärmepumpe) beheizt.
- Reduzierung des Strombedarfs (Haushaltsstrom) der Gebäude von heute 10.157 MWh/a um 30% auf 7.110 MWh/a in 2045.
- Da die Anzahl der denkmalgeschützten Gebäude im Quartier vernachlässigbar ist (<1%) fallen diese im Szenario nicht ins Gewicht.

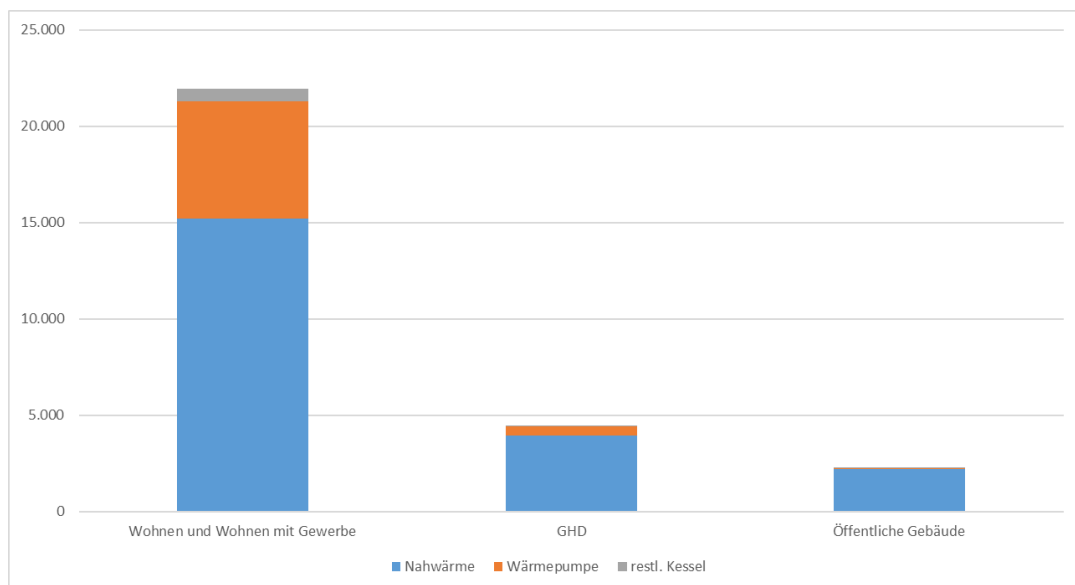


Abbildung 44: Endenergie - Szenario Wärme 2045 nach Sektoren in MWh/a

Die entsprechende Endenergiebilanz für das Jahr 2045 ist unter den genannten Annahmen in Abb. 44 dargestellt. Der Wärmeenergiebedarf reduziert sich von 41.929 MWh/a um 32 % auf 28.668 MWh/a. Ein Großteil der Wärmeversorgung wird im Quartier durch das Wärmenetz bereitgestellt. In Bereichen die nicht zentral versorgt werden, sind größtenteils Wärmepumpen installiert. Die Versorgung mit Gas- und Ölkesseln findet nur noch in kleinem Umfang statt.

Die Primärenergiefaktoren für Strom und die Nahwärmeversorgung verbessern sich durch den steigenden Anteil erneuerbarer Energien. Der Primärenergieverbrauch reduziert sich somit bis 2045 durch die Verminderung des Endenergieverbrauchs und durch Austausch der fossilen Energieträger durch Erneuerbare Wärme.

Grundlage für die Annahme der Treibhausgas(THG)-Emissionen des deutschen Strommix in 2045 ist der Technikkatalog kommunale Wärmeplanung. Dieser bezieht sich auf IINAS, 2021: GEMIS: Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS), Version 5.0, IINAS, 2021. Hier wurde für 2045 der gemittelte Wert aus 2040 und 2050 herangezogen, dies entspricht 0,092 t/MWh. Hier kann auch der Primärenergiefaktor für den Netzstrom entnommen werden. Dieser wird mit 0,05 t/MWh in 2050 angegeben und legt ein optimistisches Szenario mit stark steigendem Anteil an erneuerbaren Energieträgern in der Stromerzeugung zu Grunde. Zur Erreichung der Klimaschutzvorgaben ist die Dekarbonisierung des Stromsektors somit Voraussetzung.

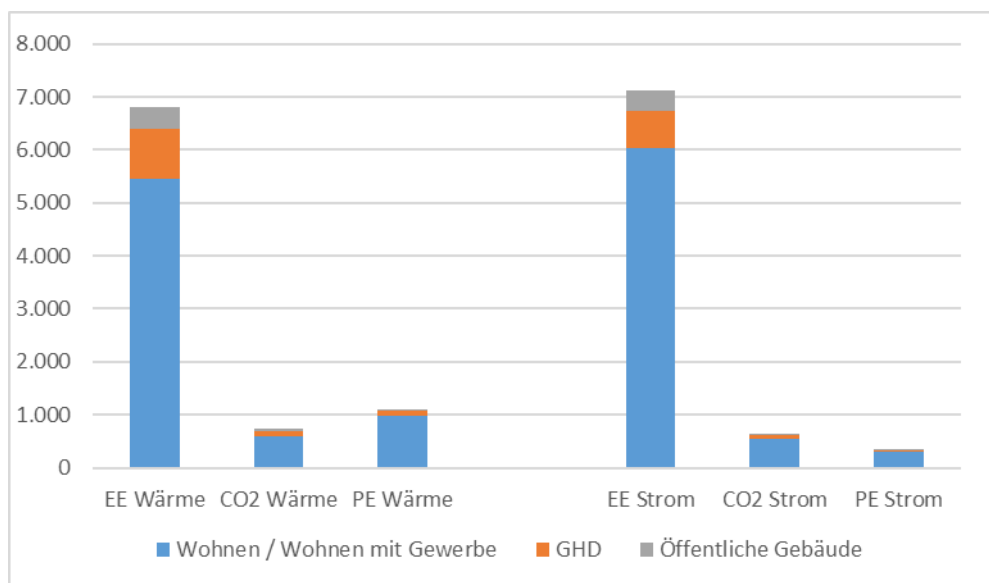


Abbildung 45: Bilanzen - Szenario 2045 nach Sektoren in MWh bzw. t

Durch die angenommenen Jahresarbeitszahlen der Großwärmepumpen und der dezentralen Wärmepumpen (5,5 bzw. 3,0) sinkt der Endenergieeinsatz für den Wärmebereich auf 6.814 MWh/a. Der Stromverbrauch reduziert sich auf 7.110 MWh/a. Durch die sehr niedrig ausfallenden THG- und PE-Faktoren für 2045 sinkt der CO2-Ausstoß im Quartier auf 741 t/a im Wärmebereich und auf 654 t/a für den Haushaltsstrom. Der Primärenergieeinsatz sinkt bis 2045 im Szenario auf 1.111 MWh/a und 355 MWh/a für den Strom.

7. ÖFFENTLICHKEITS- UND AKTEURSBETEILIGUNG

Die Akteure im Quartier Mitte in Walldorf sind neben den Bewohnern vor allem:

Stadtverwaltung Walldorf, mit den Fachdiensten

- Umwelt, Feuerwehr, Katastrophenschutz
- Immobilienmanagement
- Geoinformationssysteme
- Denkmalschutz

Eigenbetrieb Wohnungswirtschaft Stadt Walldorf

Stadtwerke Walldorf GmbH & Co. KG

Die Stadtverwaltung wurde als Initiatoren des vorliegenden Quartierskonzeptes in die Konzeptentwicklung sowie in den verwaltungstechnischen und organisatorischen Prozess eingebunden.

Im Nachgang soll dem Sanierungsmanagement bei der Beratung und Information der Bürger eine wesentliche Rolle zukommen.

Ein regelmäßiger Austausch fand zwischen den oben genannten Akteuren und der KLiBA als Auftragnehmer und Konzeptersteller statt. Die Besprechungen fanden pandemiebedingt z.T. in Form von Videokonferenzen und vor Ort statt.

Die Schornsteinfegerdaten wurde bei der Gebäudeaufnahme miteinbezogen.

Die Ergebnisse des Quartierskonzeptes sowie die weiteren Schritte sollen in einer geplanten Öffentlichkeitsveranstaltung vorgestellt werden. Die Informationsveranstaltung soll als Präsenzveranstaltung stattfinden und die Teilnahmemöglichkeit von vielen Bewohnern im Quartier bieten. Aufgrund der aktuellen Regelung von Großveranstaltungen war die geplante Veranstaltung bisher noch nicht möglich. Die Beratung der Bürger findet zudem regelmäßig, 14-tägig in der Bürgerberatung im Rathaus durch die KLiBA statt.

Der Erstellung des Quartierskonzeptes wurde vor Beauftragung der KLiBA durch den Gemeinderat beschlossen. Über die Ergebnisse und das weitere Vorgehen im Rahmen des Quartierskonzeptes wird im Gemeinderat nach der Sommerpause berichtet werden.

8. HANDLUNGSKONZEPT

8.1 Maßnahmen

Im Folgenden werden Maßnahmen kurz beschrieben, Zeitraum, Kosten und Zielgruppen benannt. Die Kosten sind als geschätzte Kosten für die Stadtverwaltung zu verstehen, um die Maßnahme anzustoßen bzw. umzusetzen. Kosten für die privaten Haushalte oder Energieversorger werden nicht aufgeführt. Der Maßnahmenkatalog beinhaltet Vorschläge die im Quartier oder als übergeordnete Maßnahmen bei der Stadtverwaltung umgesetzt werden. Die Maßnahmen sind mit hoch und/oder mittel priorisiert.

Sanierungsmanagement einrichten

Zur Umsetzung des energetischen Quartierskonzepts sind Ressourcen erforderlich welche durch Einrichtung eines „Sanierungsmanagements“ bereitgestellt werden können. Eine wesentliche Maßnahme ist die Beantragung und Einrichtung des Sanierungsmanagements. Die strategischen Ziele und die Aufgaben des Sanierungsmanagements ergeben sich aus den weiteren Maßnahmen.

	Einrichtung Sanierungsmanagement
Priorität:	hoch
Zeitraum (Start/Laufzeit):	Ab 2023
Anschubkosten: Erläuterung:	ca. 6.000 Euro
Initiator: Weitere Akteure:	Stadt Walldorf ggf. auch externer Dienstleister
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Umsetzungskonzept ➤ Aufbau Personalressourcen

Machbarkeitsstudie Wärmenetz

Durch die neue Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEG) sollte die Machbarkeit zum Aufbau eines Wärmenetzes im Quartier geprüft werden. Dabei sollten vor allem die Bereiche in dem ein entsprechender Wärmebedarf vorhanden und kommunale Gebäude oder andere größere Wärmeverbraucher vorhanden sind geprüft werden. Zudem die Bereiche in dem die Raumverhältnisse zur Aufstellung von Luft-Wärmepumpen nicht geeignet sind.

Zur Erreichung hoher Anschlussquoten sollten in der Studie auch über die weiteren Rahmenbedingungen bedacht werden und z.B. über Angebote zur Kundenbindung beinhalten. So könnte z.B. Hausbesitzern mit der Möglichkeit zum Anschluss an das Wärmenetz die vorzeitige Übernahme der Heizungsanlage und deren Betrieb anbieten. Dadurch wird vermieden, dass diese Hausbesitzer später eine dezentrale Wärmepumpen Lösung anstreben. Gleiches gilt für Gebäudeeigentümer bei denen ein altersbedingter Heizungstausch ansteht, das Nahwärmenetz aber erst in wenigen Jahren dort errichtet wird. Hier könnten die Stadtwerke zunächst einen Gaskessel installieren, somit den Hausbesitzer binden und wenn bei Netzanschluss den Kessel andernorts verwenden.

Fördermöglichkeiten Nahwärmenetz: Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEG) oder KfW Infrastruktur; Anschlüsse Wärmeübergabestation über BEG gefördert.

	Machbarkeitsstudie Wärmenetz
Priorität:	hoch
Zeitraum (Start/Laufzeit):	Ab 2023
Kosten: Erläuterung:	ca. 30.000 Euro Kosten der Machbarkeitsstudie
Initiator: Weitere Akteure:	Stadt Walldorf externer Dienstleister
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Politische Entscheidung zur Antragsstellung ➤ Antragsstellung ➤ Ausschreibung Machbarkeitsstudie ➤ Vergabe Machbarkeitsstudie

Öffentlichkeitsarbeit

Nach Start des Sanierungsmanagements soll die Öffentlichkeitsarbeit intensiv fortgesetzt und entsprechend der Abfolge der Maßnahmenumsetzung erfolgen. Aktuelle Informationen könnten in der Rubrik „Energetisches Quartierskonzept“ oder „Sanierungsmanagement“ auf der Internetseite der Stadt Walldorf könnten veröffentlicht werden. Zudem sind regelmäßige Presseveröffentlichungen wichtig für die öffentliche Wahrnehmung. Im Rahmen von Veranstaltungsankündigungen können zudem Hintergrundinformationen vermittelt werden. Beispiele: Ziele und Aufgaben des Sanierungsmanagements oder Themenschwerpunkte „NT-ready“.

	Öffentlichkeitsarbeit
Priorität:	hoch
Zeitraum (Start/Laufzeit):	2023 / 3 Jahre
Kosten: Erläuterung:	Jährlich ca. 10.000 Euro
Initiator: Weitere Akteure:	Sanierungsmanagement Öffentlichkeitsarbeit
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kommunikationskonzept im Rahmen des Sanierungsmanagements ➤ Informationsmaterial (Flyer, etc.) ➤ Beratungsmaterial ➤ Presstext zum „Start Sanierungsmanagement“

Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung

Der Gebäudebestand im Quartier hat ein großes Einsparpotential. Ziel dieser Maßnahme ist es die Gebäudeeigentümer zu erreichen und zur Durchführung geeigneter Maßnahmen zu aktivieren:

- Kommunikation der Referenzgebäude-Steckbriefe;
- regelmäßige Informationsveranstaltungen;
- kostenfreie Einstiegsberatungen (im Gebäude);
- Auslobung von Wettbewerben (z.B. „am besten sanierten Wohnhauses im Quartier...“);
- Beispiele sanierter Gebäude im Internet oder über andere Medien darstellen;
- Besichtigung beispielhafter Sanierungen mit den Fachfirmen „wegen Sanierung geöffnet“.

	Themenkampagne „Energetische Modernisierung“
Priorität:	hoch
Zeitraum (Start/Laufzeit):	ab 2023 fortlaufend während der Dauer des Sanierungsmanagements
Kosten: Erläuterung:	gering, ggf. externe Sachverständige (lokale Fachunternehmen)
Initiator: Weitere Akteure:	Sanierungsmanagement KLiBA,
Zielgruppen	Gebäudeeigentümer, Wohnungsunternehmen, Wohnungseigentümergeinschaften
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verbreitung der Steckbriefe zur Gebäudesanierung ➤ Als Baustein des Kommunikationskonzeptes verankern ➤ Sponsorensuche für Kampagnen

Kampagne „Heiz-Check“ / NT-Ready Check / Hydraulischer Abgleich

Die Durchführung einer Kampagne „Heiz-Check“ könnte ggf. um den „NT Ready-Check“ erweitert werden, um zu prüfen welche Maßnahmen an einem Gebäude umgesetzt werden müssen um den „Standard“ zu erreichen.

Der Verbraucherzentrale bietet diverse Checks an, unter anderem den „Heiz-Check“ an. Der VZ-Berater prüft Vorort die das Heizsystems und empfiehlt im Bericht Maßnahmen zur Effizienzsteigerung. In Zusammenarbeit mit der Verbraucherzentrale könnte der „Heiz-Check“ erweitert und beworben werden und so bei vielen Gebäuden den NT-Ready Standard zu prüfen bzw. herzustellen.

Analog dazu könnte ggf. ein Angebot zur Durchführung eines Hydraulischen Abgleichs erfolgen.

Hier könnten (ggf. über den Schornsteinfeger) alle Eigentümer adressiert werden, deren Heizungsanlage in den nächsten 2-3 Jahren erneuert werden muss. Vorbereitende Arbeiten:

Heizlastberechnung, Heizkörperaustausch, hydraulischer Abgleich

	Kampagne „Heizungscheck“
Priorität:	hoch
Zeitraum (Start/Laufzeit):	ab 2023 fortlaufend während der Dauer des Sanierungsmanagements
Kosten:	Keine
Initiator: Weitere Akteure:	Sanierungsmanagement Energieberaternetzwerk der KLiBA, Stadtwerke Walldorf, lokale Heizungsunternehmen
Zielgruppen	Gebäudeeigentümer
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kontaktaufnahme mit Verbraucherzentrale ➤ Werbestrategie festlegen und umsetzen

Einführung eines regelmäßigen Austauschs der Sanierungswilligen zum Thema „Nachhaltiges Bauen und Sanieren“

Einen „Stammtisch“ für Interessiert in Walldorf zum Thema nachhaltiges Bauen und Sanieren könnte eingerichtet werden. Organisation und Betreuung des Stammtisches könnte vom Stadt Walldorf übernommen werden. Denkbar ist ein regelmäßiger Austausch zu Sanierungsthemen, mit dem Ziel ein Netzwerk zu entwickeln. Hierzu kann es einen festen Ansprechpartner bei der Stadt Walldorf geben. Mögliche Themen können sein:

- Erneuerbare Energien
- Energetisches Sanieren
- Klimaschutz
- iSFP (individueller Sanierungsfahrplan)
- Denkmalschutz und Sanierung

	Stammtisch Sanierungswillige
Priorität:	niedrig
Zeitraum (Start/Laufzeit):	ab 2023
Kosten:	gering
Initiator: Weitere Akteure:	Stadt Walldorf Sanierungsmanagement
Zielgruppen	Gebäudeeigentümer
Erste Handlungsschritte	➤ Organisation eines ersten Treffens

Kampagne „Photovoltaik und Mieterstrom“

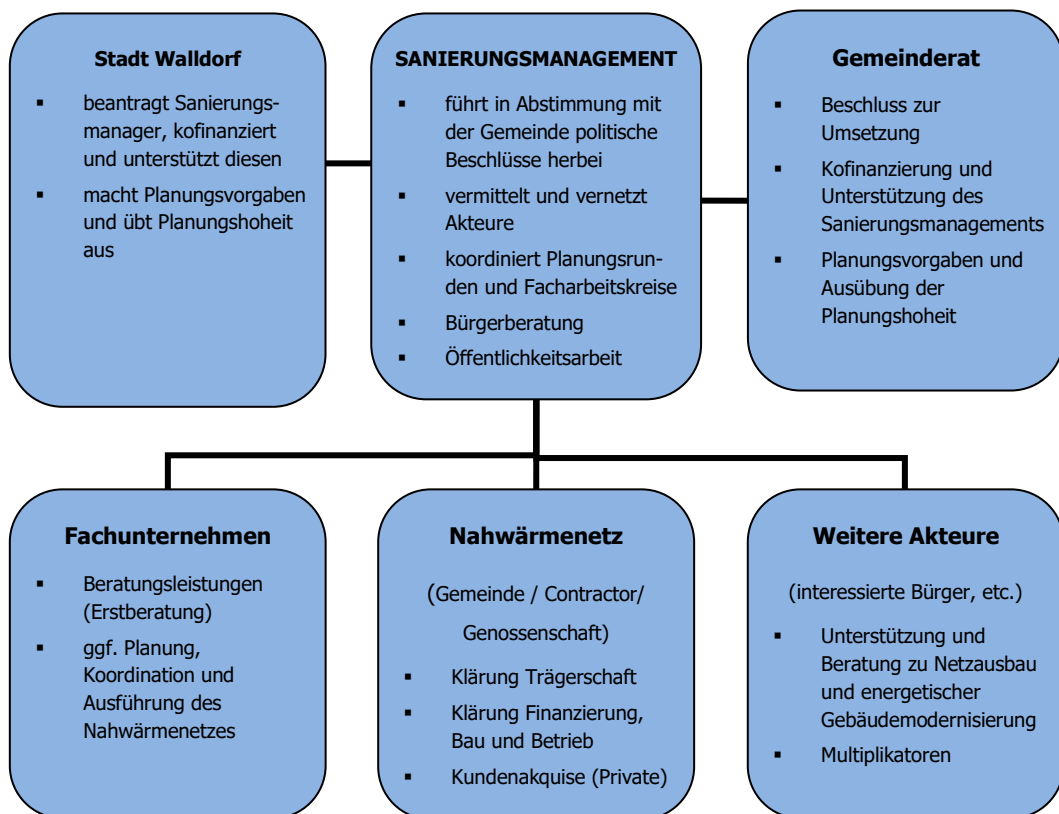
Die Dächer im Quartier sind überwiegend gut für eine solare Nutzung geeignet. Es wird empfohlen, die Nutzung zur Solarstromerzeugung zu propagieren, da solarthermische Anlagen kontraproduktiv zur Kraft-Wärme-Kopplung der Fernwärme sind. Die Installation von Photovoltaik-Anlagen sollte im ganzen Quartier in Zusammenhang mit den Angeboten der Stadtwerke beworben und aktiv unterstützt werden.

	Kampagne „Photovoltaik und Mieterstrom“
Priorität:	hoch
Zeitraum (Start/Laufzeit):	ab 2023
Kosten:	gering
Initiator: Weitere Akteure:	Stadt Walldorf Sanierungsmanagement Stadtwerke Walldorf
Zielgruppen	Gebäudeeigentümer
Erste Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Entwicklung und Umsetzung eines Kommunikationskonzeptes für einzelne Zielgruppen ➤ Gewinnung von Multiplikatoren mit Demonstrationsanlagen im Quartier ➤ Regelmäßige Informationsveranstaltungen zusammen mit den Stadtwerken

8.2 Umsetzungsstrategie

Die nachfolgende Grafik zeigt das Organigramm zur Umsetzung des energetischen Quartierskonzepts. Da sich im Laufe des Umsetzungsprozesses Änderungen und Ergänzungen ergeben können, sind die genannten Aufgaben der verschiedenen Akteure beispielhaft und nicht abschließend zu verstehen. Eine zentrale Rolle spielt die Einsetzung eines Sanierungsmanagements, welches z.B. die Aufgabe hat das Nahwärmenetz voranzubringen.

Abbildung 46: Organigramm zur Umsetzung



Es empfiehlt sich die Einrichtung eines **Sanierungsmanagements**. Dazu kann eine Antragstellung im KfW-Programm „Energetische Stadtsanierung“ erfolgen. Die Kosten für das Sanierungsmanagement werden von der KfW zu 75% über einen Zeitraum von drei Jahren gefördert.

Das Sanierungsmanagement beinhaltet die Förderung von personellen Ressourcen, die im Zusammenhang mit der energetischen Stadtsanierung erforderlich werden. Dies kann durch externe Fachleute und Berater geleistet werden.

Aufgaben des Sanierungsmanagements umfassen dabei beispielsweise:

- Organisation des Umsetzungsprozesses
- Anlaufstelle bei Fragen zur Finanzierung und Förderung/Fördermittelberatung
- Koordination und Umsetzung eines Nahwärmenetzes
- Öffentlichkeitsarbeit (Veranstaltungen etc.)

Aufgaben des Sanierungsmanagements sind z.B. die verschiedenen Akteure Gemeindeverwaltung, Fachingenieure und potenzielle Träger zu vernetzen, Facharbeitskreise und Planungsrunden einzuberufen, um die Umsetzung eines möglichen Nahwärmenetzes vorzubereiten und die Rahmenbedingungen sowie Finanzierung und Förderung zu klären.

Die **politischen Gremien** beraten und beschließen zu gegebener Zeit über ein geeignetes Trägerschaftsmodell, welches von den Facharbeitskreisen vorgeschlagen wird, sowie über die Netzvariante und Umsetzung, die vom Ingenieur vorbereitet und mit einer konkretisierten Wirtschaftlichkeitsberechnung hinterlegt wird.

Gemeinsam mit dem **Träger** bzw. der geeigneten Kombination aus Trägern werden Finanzierung, Bau und Betrieb abgestimmt und vorbereitet sowie die Kundenakquise zum Anschluss an ein Nahwärmenetz forciert. Bei der Vorbereitung des Netzausbaus ist insbesondere die zeitliche und technische Verknüpfung mit evtl. geplanten Straßenerneuerungsmaßnahmen zu koordinieren. Die **Gemeindeverwaltung** stellt dafür mittels der vorhandenen Personalkapazitäten Grundlagen und Vorgaben für die Planung zur Verfügung und übt ihre Planungshoheit aus.

Weitere Akteure sollten frühzeitig unterstützend und multiplikativ eingebunden werden, wenn es um den Ausbau eines Nahwärmenetzes, energetische Sanierung der Gebäude und die Information und Bewusstseinschärfung hinsichtlich der Energieeinsparung im Sinne des Klimaschutzes geht.

8.3 Mögliche Umsetzungshemmnisse

Hemmnisse bei energetischen Sanierungen

Gebäudesanierungen sind i.d.R. mit hohen Investitionen verbunden. Eigentümer schreckt häufig zudem auch damit einhergehende Einschränkungen sowie Lärm und Schmutz. Maßnahmen werden häufig wenn die Sanierung die Außenwand betrifft nicht angegangen. Die Bauteile Dach und Fenster sind i.d.R. einfacher bzw. gängiger und werden häufiger realisiert da diese auch aufgrund des Lebenszyklus im Laufe der Zeit ihre Eigenschaften bzw. Funktion nicht mehr erfüllen und ersetzt werden müssen. Beim Bauteil Außenwand kommt häufig noch Unwissen oder sogar falsche Mythen mit hinzu (Brennbarkeit, Schimmel, Wand muss atmen, etc.) die zur Ablehnung bei Gebäudebesitzern führen können.

Die Einschätzung von Gebäudeeigentümern betreffend Sanierungsbedarfs und der energetischen Qualität des eigenen Hauses ist oft realitätsfern. Bei vermieteten Objekten wird zudem ein geringerer Modernisierungsbedarf gesehen bzw. die Investition gescheut als bei selbstgenutztem Wohneigentum. Gebäudeeigentümer fortgeschrittenen Alters erscheint eine energetische Sanierung oft nicht attraktiv, da eine wirtschaftliche Betrachtung aufgrund der verbliebenen Lebenserwartung nicht zweckmäßig erscheint.

Ein Schwerpunkt des Sanierungsmanagements muss daher die Sensibilisierung und Information der Eigenheimbesitzer und Vermieter sein. Informationsveranstaltungen zu einzelnen Themen der energetischen Sanierung, bei denen auch Förderangebote und Wirtschaftlichkeit betrachtet werden, stellen hierbei die wesentlichen Punkte dar.

Gebäudeeigentümer haben z.T. auch Bedenken vor neuartiger Technik wie Wärmepumpen oder vielmehr deren Nebenwirkungen wie z.B. die Schallemission.

Bei Photovoltaikanlagen waren zum Teil Befürchtungen geäußert worden, die Feuerwehr dürfte im Brandfall nicht löschen, wenn ein Haus eine PV-Anlage auf dem Dach installiert hat.

Diese Vorurteile könnte das Sanierungsmanagement gezielt entkräften. Bei Informationsveranstaltungen z.B. zum Thema „Wärmepumpe und Schall“ könnte das Sanierungsmanagement auch unter Einbindung der Fachunternehmer vor Ort am System dies Hemmnisse entgegenwirken.

Hemmnisse Wärmenetz

Die vermeintliche Abhängigkeit vom Wärmeversorger ist zudem häufig ein Hemmnis beim Wärmenetzanschluss. Die Versorgung durch Nahwärme wird häufig kritisch beurteilt, da ein Wechsel des Versorgers wie z.B. bei Gas oder Strom nicht möglich ist. Argumente für den Anschluss an ein Wärmenetz könnten neben wirtschaftlichen Aspekten die klimaneutrale Energielieferung „frei Haus“ durch die Nahwärme sein bzw. eine klimaneutrale Einzellösung schwieriger oder teurer.

Geringe Wärmedichten steht häufig der Realisierung einer Nahwärmeversorgung im Wege. Im Gebiet ist eine hohe bis sehr hohe Wärmedichte gegeben. Hier müsste frühzeitig dafür gesorgt werden, dass auch die entsprechenden Anschlussquoten im Laufe der ersten Betriebsjahre gegeben sind.

Für Gebäude mit Etagenheizungen ist der Anschluss an ein Wärmenetz zudem erschwert da außer der Übergabestation im Gebäude zu weitere Umbauten der internen Verteilung notwendig sind. Hier kann das Sanierungsmanagement unterstützen. Bei den Gebäuden im Quartier die bislang mit Nachtspeicheröfen beheizt werden liegen die Investitionen durch den notwendigen Einbau des zentralen Heizkreisverteilung nochmals deutlich höher als bei Gebäuden die über eine Wärmeverteilung verfügen (Installation Heizkörper, Verteilleitungen, etc.).

Durch Anschluss an ein Wärmenetz welches überwiegend mit erneuerbarer Energien versorgt wird, wird der Umbau durch die BEG-Förderung bezuschusst.

Ein weiteres Hemmnis kann das Alter von Heizungskesseln sein. Wurden diese erst vor wenigen Jahren erneuert, so ist ein Anschluss an ein Nahwärmenetz mittelfristig eher unwahrscheinlich. In diesen Fällen wären Angebote für einen vorverlegten Anschluss im Zuge der Netzerrichtung sinnvoll und / die Übernahme der Kesselanlage (siehe Maßnahmen).

8.4 Erfolgskontrolle

Das Ziel der Maßnahmen ist die Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen. Dies soll v.a. durch verstärkte energetische Gebäudesanierungen und den Ausbau von erneuerbaren Energien, z.T. in Verbindung mit dem Aufbau eines Wärmenetzes erreicht werden.

Ein Teil der Ziele kann erfasst und bewertet werden.

- der Endenergieverbrauch der Gebäude im Quartier an Gas und Strom; (Abfrage bei den Stadtwerken)
- die im Quartier installierte Fläche und Leistung von PV-Anlagen; (Abfrage bei den Stadtwerken)
- die Anzahl der Förderungen durch das städtische Förderprogramm durchgeführten Erneuerungsmaßnahmen werden dokumentiert, so wird erfasst welche Gebäude energetisch saniert wurden.
- Aktivitäten zum Aufbau eines Wärmenetzes sowie Erschließung von erneuerbare Wärmequellen sind nicht oder nur schwer an exakten Kriterien messbar, Erfolgskontrolle und Monitoring sind deshalb schwer oder ungenau durchzuführen.

In einem regelmäßigen Bericht kann zur Umsetzung der Aktivitäten aus dem Quartierskonzept und auch zum Thema Wärmenetz berichtet werden.

9. QUELLEN

Anforderungen an energieeffiziente und klimaneutrale Quartiere (EQ); Werkstatt: Praxis Heft 81; Ein Projekt des Forschungsprogramms „Experimenteller Wohnungs- und Städtebau“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) betreut vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR); 2013

Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; 2009

Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte im Wohngebäudebestand; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; 2009

Brauchwarmwasserbereitung mit Sonnenenergie; Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. 2012

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). <http://www.klimaschutz-in-kommunen.de/download>. [Online] 17. 10 2012

DIN V 18599, Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger

DIN V 4701-10:2003; Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen - Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung. Hrsg. Normenausschuss Bauwesen im Deutschen Institut für Normung e.V.. Berlin: Beuth, 2003-08

Deutsche Gebäudetypologie; Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden; INSTITUT WOHNEN UND UMWELT GmbH; 2015

Einführung in den Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg; Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft; 2022

Elektrische Widerstandsheizung; Positionspapier; KEA, Karlsruhe; Öko-Institut e.V. Freiburg; DLR, Stuttgart; IFEU, Heidelberg; ZSW, Stuttgart; 2012

Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2012; Umweltbundesamt

Energieeffizient-Sanieren; Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) [online]; 2022

Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWärmeG) 2015

Geologie, Geothermie und Hydrologie zur Machbarkeitsstudie Tiefe Geothermie im Raum Walldorf; LGRB; Freiburg; 2006

Heizen mit Erneuerbaren Energien; Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) [online]; 2015

Klimaschutzkonzept 2020 PLUS Baden-Württemberg; Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr, 2011

Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS); BMVBS-Online-Publikation, Nr. 07/2012;

LGRB Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau; Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG) [Online] 2022

Leitfaden Nahwärme; Fraunhofer UMSICHT

Leitfaden Nachhaltige Rechenzentren, Forschungsverbund Nachhaltige Rechenzentren Baden-Württemberg (EcoRZ); Online-Publikation, 2022

Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Grundwasserwärmepumpen für Ein- und Zweifamilienhäuser oder Anlagen mit Energieentzug bis zirka 45.000 kWh pro Jahr; Umweltministerium Baden-Württemberg, 2009

Nachhaltiges Bauen – Umwelttechnologieeinsatz und Ressourceneffizienz bei Sanierung und Neubau; Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung; 2011

Potentialatals Erneuerbar Energien; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg, [Online] 2022

Räumliche Integration industrieller Abwärme in zukünftige Wärmeversorgungsoptionen; IAPG, Jade Hochschule Wilhelmshaven; Knies, Jürgen; Online-Publikation, 2022

Sanierungsbedarf im Gebäudebestand; Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi); 2014

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. [Online] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2022

Thermische Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung; Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg; 2008

VDI 2067-1; Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen. Grundlagen und Kostenberechnung. Hrsg. VDI. Blatt 1. Düsseldorf: Sept. 2000