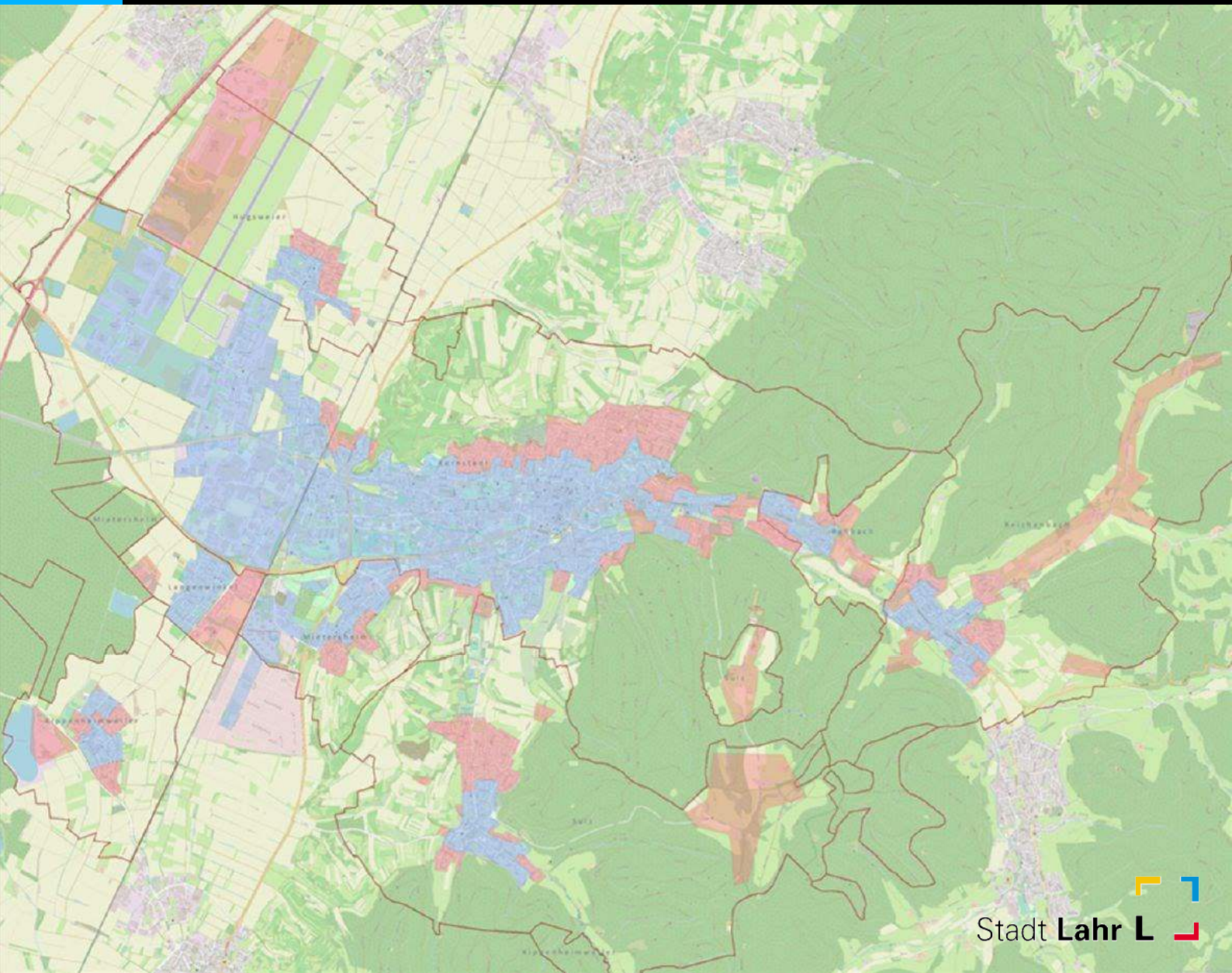


Kommunale Wärmeplanung der Stadt Lahr



Auftraggeberin:

Stadt Lahr
Rathausplatz 4
77933 Lahr



Projektleitung:

Stabsstelle Umwelt
Manfred Kaiser

Erstellt durch:

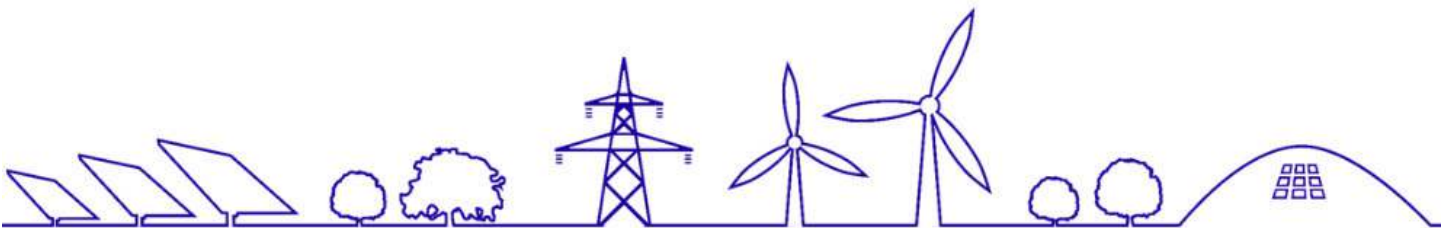
badenovaNETZE GmbH
Tullastraße 61
79108 Freiburg



Projektteam:

Nina Weiß (Projektleiterin)
Johannes Drayß
Manuel Gehring
Simone Stöhr-Stojakovic

Freiburg, Februar 2024



Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	III
KARTENVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	V
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
ZIELSETZUNG UND VORGEHEN DER KOMMUNALEN WÄRMEPLANUNG	1
1. AKTEURSBETEILIGUNG	3
1.1 AKTEURSANALYSE	3
1.2 BETEILIGUNGSKONZEPT	4
2. BESTANDSANALYSE	9
2.1 STRUKTUR DER STADT LAHR	9
2.2 ERFASSUNG DES GEBÄUDEBESTANDS	11
2.3 AKTUELLE VERSORGUNGSSTRUKTUR	15
2.4 WÄRMEBEDARF DER GEBÄUDE	20
2.5 ENDENERGIEVERBRAUCH WÄRME	21
2.6 SEKTORENKOPPLUNG UND STROMBEDARFSDECKUNG	28
2.7 ERNEUERBARE GASE	29
2.8 KENNZAHLEN DER BESTANDSANALYSE	31
3. POTENZIALANALYSE	33
3.1 ENERGIEEINSPARUNG	33
3.2 STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ	34
3.3 ERNEUERBARE ENERGIE FÜR DIE WÄRMEVERSORGUNG	38
3.4 ERNEUERBARE ENERGIE FÜR DIE STROMERZEUGUNG	50
3.5 ERNEUERBARE GASE	55
3.6 ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALE	58
4. ZIELSZENARIO KLIMANEUTRALER GEBÄUDEBESTAND 2040	60
4.1 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN DES ZIELSZENARIOS	60
4.2 ZUKÜNFTIGER WÄRMEBEDARF 2030 UND 2040	61
4.3 DECKUNG DES ZUKÜNFTIGEN WÄRMEBEDARFS NACH ENERGieträgern	63
4.4 ZUKÜNFTIGE VERSORGUNGSSTRUKTUR 2030 UND 2040	66
4.5 TRANSFORMATION DES GASNETZES	73
4.6 SENKEN FÜR RESTEMISSIONEN	76
4.7 KENNWERTE DES ZIELBILDS	78
5. KOMMUNALE WÄRMEWENDESTRATEGIE	80
5.1 KOMMUNALE HANDLUNGSFELDER FÜR DIE WÄRMEWENDE	81

5.2	MAßNAHMEN DES KOMMUNALEN WÄRMEPLANS 2023.....	83
5.3	FORTSCHREIBUNG DES KOMMUNALEN WÄRMEPLANS	93
6.	AUSBLICK.....	94
7.	METHODIK.....	95
7.1	ENERGIE- UND THG-BILANZ	95
7.2	SOLARPOTENZIAL	98
7.3	ERDWÄRMESONDENPOTENZIALE	98
7.4	GRUNDWASSERPOTENZIALE	101
7.5	ZIELSZENARIO.....	102
8.	GLOSSAR	103
9.	LITERATURVERZEICHNIS	107
10.	ANHANG.....	110
10.1	STECKBRIEFE DER ORTSTEILE.....	110
10.2	GEBÄUDESTECKBRIEFE FÜR MUSTERSANIERUNGEN	138

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung des kommunalen Wärmeplans der Stadt Lahr	2
Abbildung 2 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Lahr.....	12
Abbildung 3 – Verteilung der Gebäudearten in Lahr	14
Abbildung 4 – Hauptbrennstoff der Heizanlagen in Lahr	18
Abbildung 5 – Einbaujahr der Heizanlagen in Lahr nach Energieträger (Datengrundlage: Schornsteinfegerstatistik 2021)	19
Abbildung 6 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Energieträgern (2017).....	22
Abbildung 7 – Energieträgermix der Fernwärmeversorgung in der Stadt Lahr (2017)	23
Abbildung 8 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (2017)	24
Abbildung 9 – Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften nach Bauwerkszuordnung	25
Abbildung 10 – THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger.....	28
Abbildung 11 – Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK im Vergleich zum Stromverbrauch im Jahr 2017	29
Abbildung 12 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial.....	36
Abbildung 13 – Techniken der Oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit	41
Abbildung 14 – Interpretation eines seismischen Profils bei Lahr und Angaben zu den Thermalwasserhorizonten und deren Thermalwassertemperaturen entlang einer hypothetischen Bohrung	45
Abbildung 15 – Aufsuchungsgebiet für Erdwärme des Erlaubnisfeldes „Lahr“	46
Abbildung 16 – Stromerzeugungspotenzial aus Windkraft in Lahr	53
Abbildung 17 – Stromerzeugungspotenziale mit Photovoltaik in Lahr	55
Abbildung 18 – Versorgungssicherheit durch Schließung der Winterlücke (Powerloop, 2020)	56
Abbildung 19 – Industrieller Wärmebedarf nach Wirtschaftszweigen (Agentur für erneuerbare Energien, 2017)	57
Abbildung 20 – Entwicklung des Energieverbrauchs für die Wärme nach Sektoren im Zielszenario	62
Abbildung 21 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Erzeugungsart	63
Abbildung 22 – Entwicklung des Energieträgermix der zentralen Wärmeversorgung	64
Abbildung 23 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Energieträger	64
Abbildung 24 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen bis zum Jahr 2040	65
Abbildung 25 – Übersicht der Speicherkapazität und Ausspeicherdauer verschiedener Speichertechnologien (Sternier & Stadler, 2014)	72
Abbildung 26 – Schematische Darstellung des RHYn interco Projekts	75

Kartenverzeichnis

Karte 1 – Gliederung der Stadt Lahr und Ihrer Ortsteile (Hintergrundkarte: openstreetmap.org/copyright)	10
Karte 2 – Vorwiegendes Baualter der Gebäude auf Baublockebene	13
Karte 3 – Häufigster Gebäudetyp auf Baublockebene	14
Karte 4 – Gasleitungen in der Stadt Lahr (Quelle: badenovaNETZE GmbH 2023)	15
Karte 5 – Wärmenetze in der Stadt Lahr	16
Karte 6 – Vorwiegender Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene	19
Karte 7 – Durchschnittliches Heizungsalter auf Baublockebene	20
Karte 8 – Wärmedichte der Stadt Lahr auf Baublockebene	27
Karte 9 – Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude.....	35
Karte 10 – Wasserschutzzonen und Ergiebigkeit der hydrogeologischen Einheiten im Gebiet der Gemarkung Lahr (Quelle: LGRB, (2022)).....	42
Karte 11 – Ausschnitt des technisch-wirtschaftlichen Potenzials zur Deckung des Wärmebedarfs mit Erdwärmesonden	43
Karte 12 – Potenzialstandorte für Windkraftanlagen in Lahr (Hintergrundkarte: openstreetmap.org/copyright)	52
Karte 13 – Potenzialflächen für Freiflächen PV-Anlagen (Datenquellen: LUBW, Regionalverband Südlicher Oberrhein, Karte: badenovaNETZE GmbH).....	54
Karte 14 – Übersicht der zentralen und dezentralen Eignungsgebiete (Hintergrundkarte: openstreetmap.org/copyright)	68
Karte 15 – Ausbauplanung der Bestandswärmenetze (Quelle: badenovaNETZE GmbH 2023)	69
Karte 16 – Trassenplanung des Wärmenetzes in Lahr-West (Quelle: E-Werk Mittelbaden)	71

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Übersicht der Beteiligungsformate bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans	4
Tabelle 2 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, (2005)	11
Tabelle 3 – Endenergieverbrauch für Wärme der Stadt Lahr nach Energieträger in Zahlen (2017)	23
Tabelle 4 – Begriffsabgrenzung erneuerbarer Gase (Angelehnt an VKU, (2017))	30
Tabelle 5 – Unterscheidung der Bezeichnungen für Wasserstoff nach Produktionsverfahren	30
Tabelle 6 – Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse	32
Tabelle 7 – Ziel- und Ist-Wert des Wärmeverbrauchs der städtischen Liegenschaften nach Gebäudetyp	37
Tabelle 8 – Energetisches Potenzial einiger landwirtschaftlichen Reststoffe in der Stadt Lahr	39
Tabelle 9 – Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien in Lahr	59
Tabelle 10 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2017	78
Tabelle 11 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren abgeschätzt für das Jahr 2030	78
Tabelle 12 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren abgeschätzt für das Jahr 2040	79
Tabelle 13 – Erneuerbarer Wärmeenergieeinsatz im Jahr 2017 und im Szenario für die Jahre 2030 und 2040	79
Tabelle 14 – THG-Emissionen und -Einsparungen durch Einspeisung erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, (2020))	96
Tabelle 15 – Emissionsfaktoren für die Wärmeerzeugung (2017) Quelle: IFEU (2020)	97
Tabelle 16 – Bewertung der Datengüte der Energie- und THG-Bilanz nach Sektoren (inkl. Stromverbrauch)	98
Tabelle 17 – Vorgegebene Untergrundparameter	99
Tabelle 18 – Vorgegebene Sondenparameter	99
Tabelle 19 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte	100
Tabelle 20 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung	100
Tabelle 21 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte	100
Tabelle 22 – Abschätzung des Wärmeerzeugungspotenzial aus Grundwasser	101
Tabelle 23 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Strom nach Erzeugungsart für die Jahre 2030 und 2040	102
Tabelle 24 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Wärme nach Energieträger für die Jahre 2030 und 2040	102

Abkürzungsverzeichnis

BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
CO _{2e}	CO ₂ -Äquivalente
EEA	European Energy Award
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EU	Europäische Union
FFÖ-VO	Freiflächenöffnungsverordnung
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GIS	Geographisches Informationssystem
GWP	Global Warming Potential
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH
ISONG-BW	Informationssystem für oberflächennahe Geothermie Baden-Württemberg
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LUBW	Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg
MWh	Megawattstunde
PtG	Power-to-Gas
PV	Photovoltaik
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
THG	Treibhausgas
WSchV	Wärmeschutzverordnung

Zielsetzung und Vorgehen der kommunalen Wärmeplanung

Die Bekämpfung des Klimawandels ist in Deutschland und in Baden-Württemberg in den letzten Jahren zu einem prioritären Ziel ausgerufen worden. Dabei ist vor allem die Dekarbonisierung der Energieversorgung von zentraler Bedeutung. Während die Stromwende durch den Ausbau der erneuerbaren Stromquellen, wie z.B. Windenergie, Photovoltaik oder Wasserkraft schon vorangeschritten ist, kommt die ebenso notwendige Wärmewende nur schleppend voran. Im Jahr 2021 wurden rund 85 % der Wärme in Baden-Württemberg mit fossilen Wärmequellen, wie z.B. Heizöl und Erdgas erzeugt (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2022). Gleichzeitig sinkt der Wärmebedarf der Bestandsgebäude nur langsam, da energetische Sanierungen hohe Investitionskosten verursachen können.

Das Land Baden-Württemberg hat auf die schleppende Wärmewende mit einer Novellierung des Landes-Klimaschutzgesetz im Jahr 2020 reagiert und für alle großen Kreisstädte im Land eine verpflichtende kommunale Wärmeplanung festgesetzt. Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist, dass die Städte und Gemeinden eine Strategie für die lokale Wärmewende entwickeln, um so zu einem klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2040 beizutragen. Der klimaneutrale Gebäudebestand soll zum einen durch eine klimaneutrale Wärmeversorgung und zum anderen durch energetische Gebäudesanierung umgesetzt werden. Der kommunale Wärmeplan besteht aus den folgenden vier Arbeitspaketen, nach denen sich auch dieses Gutachten gliedert:

1. Bestandsanalyse

Die Energie- und Gebäudeinfrastruktur sowie der Energieverbrauch und die damit entstehenden Treibhausgasemissionen (THG) werden für das Stadtgebiet möglichst gebäudescharf erfasst und ein sogenannter digitaler Zwilling der Stadt wird erstellt.

2. Potenzialanalyse

Die lokalen Potenziale zur Versorgung der Stadt mit erneuerbaren Energien werden erhoben. Dabei fließt die Betrachtung erneuerbarer Wärmequellen (Solarthermie, Geothermie, Biomasse etc.), erneuerbarer Stromquellen (Photovoltaik, Windenergie, Wasserkraft etc.) und Abwärme (Industrie, Abwasser, Rechenzentren etc.) mit ein. Zudem wird das Potenzial steigender Energieeffizienz berechnet, sodass die Menge an benötigter erneuerbarer Energie im Jahr 2040 minimiert wird.

3. Zielszenario

Auf Basis der Bestands- und Potenzialanalyse wird ein energetisches Zielszenario für das Jahr 2040 mit Zwischenziel 2030 erstellt. Dieses soll die zukünftige (klimaneutrale) Energieinfrastruktur unter Einbindung der ermittelten Potenziale darstellen. Dabei werden auch sogenannte Eignungsgebiete beschrieben, in welchen zukünftig die Wärmeversorgung zentral über Wärmenetze oder dezentral erfolgen soll.

4. Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog

Dies ist das Herzstück des Wärmeplans, mit welchem das erstellte Zielszenario erreicht werden soll. Der zu erstellende Maßnahmenkatalog soll in seiner Gesamtheit zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung führen. Von diesen Maßnahmen müssen fünf Maßnahmen bereits in den ersten fünf Jahren nach Erstellung in die Umsetzung kommen. Der kommunale Wärmeplan wird alle sieben Jahre fortgeschrieben.

Der kommunale Wärmeplan der Stadt Lahr wurde in enger Abstimmung mit der kommunalen Verwaltung seit Herbst 2021 erstellt und wurde unter Beteiligung der relevanten Akteure vor Ort erarbeitet. Dazu gehören neben der Verwaltung besonders die Energieversorger, die politischen Gremien, die Bürgerinnen und Bürger sowie örtliche Industriebetriebe. Im Rahmen des Beteiligungsprozesses wurden unterschiedliche Informations- und Workshopveranstaltungen

durchgeführt. Abbildung 1 gibt einen Überblick über den Ablauf des kommunalen Wärmeplans und der Akteursbeteiligung, die in der Stadt Lahr durchgeführt wurde.

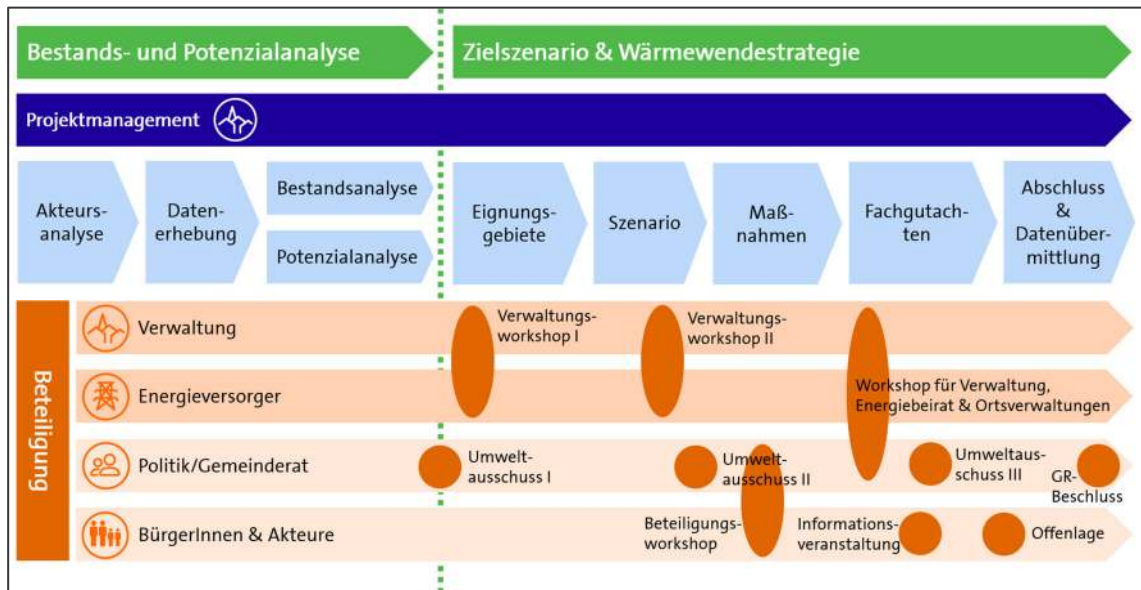


Abbildung 1 – Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung des kommunalen Wärmeplans der Stadt Lahr

Im Auftrag der Stadt Lahr stellt das folgende Gutachten die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung mit dem Stand Quartal 4 im Jahr 2023 dar. Dabei sind die geografisch zugeordneten Daten des Wärmeverbrauchs (der sog. digitale Zwilling), der Potenziale und der perspektivischen Infrastruktur ein wichtiges Ergebnis. Dieses wird der Stadt zur weiter Bearbeitung übergeben, damit diese fortlaufend angepasst und bearbeitet werden können. Spätestens in sieben Jahren, bei der Fortschreibung des Wärmeplans der Stadt Lahr, werden diese Daten eine wichtige Grundlage für die Beurteilung des bisherigen Fortschritts und für die Ausarbeitung neuer Maßnahmen zur Erreichung des Ziels eines klimaneutralen Gebäudebestands sein.

Der kommunale Wärmeplan richtet sich zunächst klar an das Wirkungsfeld der Kommune. Ziel ist es, Maßnahmen zu definieren, die von der Stadt direkt umgesetzt werden können. Gleichzeitig ist klar, dass der Zielzustand eines klimaneutralen Gebäudebestands für die Stadt Lahr nur durch ein Mitwirken auf verschiedenen politischen Ebenen und mit großen Anstrengungen der lokalen Akteure und der Bürgerinnen und Bürger der Stadt gelingen wird. In den kommenden Monaten und Jahren wird es für die Stadt Lahr zunächst wichtig sein, strategische und organisatorische Maßnahmen umzusetzen, um den Wärmeplan und dessen langfristige Ziele in der Verwaltung und in den politischen Gremien zu festigen.

1. Akteursbeteiligung

Im Rahmen der Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans der Stadt Lahr hat eine umfassende Akteursbeteiligung stattgefunden. Die verschiedenen Veranstaltungen und Formate werden im Folgenden aufgelistet und erläutert.

1.1 Akteursanalyse

Vor Beginn des Beteiligungskonzepts wurde eine Akteursanalyse durchgeführt, die die relevanten Akteure, lokalen Stakeholder und wichtigen Entscheidungsträger im Hinblick auf die Wärmewende in der Stadt identifiziert, um eine sinnvolle und ganzheitliche Beteiligung sowie eine breite Akzeptanz zu erreichen.

Folgende Akteure wurden in Lahr identifiziert:

- > Stadtverwaltung
 - Stabsstelle Umwelt
 - Abteilung Tiefbau
 - Abteilung Gebäudemanagement
 - Stadtplanungsamt
- > Gemeinderäte
 - Umweltausschuss
 - Energiebeirat
 - Ortschaftsräte
- > Energieversorger
 - badenovaNETZE GmbH
 - badenovaWÄRMEPLUS GmbH & Co. KG
 - Elektrizitätswerk Mittelbaden AG & Co. KG
 - Ratio *energie* GmbH
- > Nachhaltigkeitsbeirat der Stadt Lahr
- > Bürger & Bürgerinnen
- > Ortenauer Energieagentur
- > Industriebetriebe
- > Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
- > Wohnungsbaugenossenschaften & -gesellschaften
 - Baugenossenschaft Lahr eG
 - Bauverein Lahr GmbH
 - GEMIBAU Mittelbadische Baugenossenschaft eG
 - Wohnbau Stadt Lahr GmbH
- > Verbände (Nabu, BUND)
- > Zweckverband / interkommunale Zusammenschlüsse
 - Abwasserzweckverband Raumschaft Lahr
 - IGZ - Industrie- und Gewerbezentrum Raum Lahr GmbH (IGZ GmbH)

Ziel ist eine sinnvolle und ganzheitliche Beteiligung, um Ansichten, Anregungen und das lokale Wissen in die Planung mitaufzunehmen sowie eine breite Akzeptanz zu erreichen. Dabei sollen die Ergebnisse und Maßnahmen schließlich bei den relevanten Akteuren platziert werden, dass eine nahtlose Umsetzung erfolgen kann.

Das Kernteam bei der Bearbeitung des kommunalen Wärmeplans bestand aus Manfred Kaiser, Leitung der Stabsstelle Umwelt in der Stadt Lahr, Vera Schumann von der Energieagentur Regio Freiburg als neutrale Beratungsstelle und Nina Weiß, Manuel Gehring und Simone Stöhr-

Stojakovic von badenovaNETZE, die das Projekt inhaltlich erarbeitet haben. Zusätzlich wurde das Energieteam der Stadt Lahr, die lokalen Energieversorger badenovaWÄRMEPLUS und E-Werk Mittelbaden regelmäßig beteiligt, sowohl im direkten Austausch als auch in gemeinsamen Workshops. Zusätzlich wurden in öffentlichen Veranstaltungen die (Zwischen-) Ergebnisse präsentiert und Möglichkeiten für Diskussion und Rückmeldungen durch die Bürgerinnen und Bürger sowie weiteren Akteuren geschaffen.

1.2 Beteiligungskonzept

Durch die Einbindung lokaler Akteure soll das bestehende Wissen im Kontext der kommunalen Wärmeplanung integriert und somit die Akzeptanz von erarbeiteten Lösungen erreicht werden. Dazu wurden im Rahmen der Konzepterarbeitung mehrere Veranstaltungen und Informationsformate durchgeführt. Die folgende Tabelle 1 gibt eine Übersicht der durchgeführten Beteiligungsformate und der jeweils beteiligten Akteure. Anschließend werden die Beteiligungsformate nochmals einzeln und detailliert beschrieben.

Beteiligungsformat	Verwaltung	Gemeinderat	Energieversorger	Stakeholder/Akteure	Bürgerschaft
Regelmäßiger Jour- fixe	X				
Umweltausschuss		X			
Verwaltungsworkshop I	X		X		
Verwaltungsworkshop II	X		X		
Umweltausschuss II		X			
Öffentlicher Beteiligungsworkshop	X		X	X	X
Workshop für Verwaltung, Energiebeirat und Ortsverwaltungen	X		X	X	
Öffentliche Informationsveranstaltung				X	X
Umweltausschuss III		X			
Offenlage		X	X	X	X
Gemeinderatsbeschluss des Wärmeplans		X			

Tabelle 1 – Übersicht der Beteiligungsformate bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans

1.2.1 Regelmäßige Abstimmungen mit Stadtverwaltung

Datum, Uhrzeit	Monatliche Abstimmungen von Projektbeginn bis Projektabschluss
Format	Online
Beteiligte	Stabsstelle Umwelt badenovaNETZE
Moderation	Energieagentur Regio Freiburg

1.2.2 Umweltausschuss I

Datum	31. März 2022
Format	Vortrag für den Umweltausschuss durch badenovaNETZE
Beteiligte	Umweltausschuss Öffentlichkeit
Inhalte und Ziel	Vorstellung der Inhalte, Ziele und des Vorgehens der kommunalen Wärmeplanung Vorstellung von Ergebnissen aus der Bestands- und Potenzialanalyse Anschließend Beantwortung von Fragen der Ausschussmitglieder

1.2.3 Verwaltungsworkshop I

Datum	06. Mai 2022
Format	Workshop
Beteiligte	Energieteam der Stadtverwaltung badenovaNETZE (Fachlicher Input) badenovaWÄRMEPLUS E-Werk Mittelbaden
Moderation	Energieagentur Regio Freiburg
Inhalte und Ziel	Vorstellung der Inhalte, Ziele und des Vorgehens der kommunalen Wärmeplanung. Vorstellung der Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse durch badenovaNETZE. Vorstellung der bisherigen Ergebnisse der Machbarkeitsstudien zur Auf- bzw. Ausbau der Wärmenetze in Lahr durch die Projektleiterin vom E-Werk Mittelbaden und dem Projektleiter der badenovaWÄRMEPLUS. Gemeinsame Betrachtung der Ergebnisse auf räumlicher Ebene und Diskussion und Fragen mit allen Teilnehmenden Anschließend weiteren Input aus der Stadtverwaltung nachgetragen

1.2.4 Verwaltungsworkshop II

Datum	15. November 2022
Format	Workshop
Beteiligte	Energieteam der Stadtverwaltung badenovaNETZE (Fachlicher Input) badenovaWÄRMEPLUS E-Werk Mittelbaden
Moderation	Energieagentur Regio Freiburg
Inhalte und Ziel	Vorstellung und Diskussion des Zielszenarios und der Einteilung in Eignungsgebiete für die zentrale und dezentrale Wärmeversorgung Gemeinsames Erarbeiten von Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmewendestrategie in Lahr

1.2.5 Umweltausschuss II

Datum	08. Dezember 2022
Format	Vortrag für den Umweltausschuss durch badenovaNETZE
Beteiligte	Umweltausschuss Öffentlichkeit
Inhalte und Ziel	Vorstellung des aktuellen Stands der Bearbeitung Anschließend Beantwortung von Fragen der Ausschussmitglieder

1.2.6 Beteiligungsworkshop

Datum	14. Februar 2023
Format	Öffentlicher Workshop
Beteiligte	Bürgerinnen und Bürger der Stadt Lahr
Moderation	Energieagentur Regio Freiburg
Inhalte und Ziel	Vorstellung der Inhalte, Ziele und des Vorgehens der kommunalen Wärmeplanung sowie der bisherigen Ergebnisse durch badenovaNETZE Betrachtung und Diskussion der Ergebnisse und der Einteilung der Eignungsgebiete für die zentrale und dezentrale Wärmeversorgung in Gruppen Aufnahme von Ideen, Einwänden und Vorschlägen der Teilnehmenden

1.2.7 Workshop für Verwaltung, Energiebeirat und Ortsverwaltungen

Datum	31. Juli 2023
Format	Workshop
Beteiligte	Energieteam der Stadtverwaltung Energiebeirat Ortschaftsräte badenovaNETZE (Fachlicher Input) E-Werk Mittelbaden
Moderation	Energieagentur Regio Freiburg
Inhalte und Ziel	Vorstellung zur kommunalen Wärmeplanung und den bisherigen Prozess zur Erstellung des Wärmeplans der Stadt Lahr durch die Energieagentur Regio Freiburg Vorstellung der Ergebnisse der Wärmeplanung der Stadt Lahr durch badenovaNETZE Vorstellung der bisherigen Ergebnisse der Machbarkeitsstudien zur Auf- bzw. Ausbau der Wärmenetze in Lahr durch die Projektleiterin vom E-Werk Mittelbaden Gemeinsame Diskussion der Ergebnisse

1.2.8 Bürgerinformationsveranstaltung

Datum	05. September 2023
Format	Online-Informationsveranstaltung
Beteiligte	Öffentlichkeit Bürgerinnen und Bürger Stakeholder und Akteure
Moderation	Energieagentur Regio Freiburg
Inhalte und Ziel	Vorstellung zur kommunalen Wärmeplanung und den bisherigen Prozess zur Erstellung des Wärmeplans der Stadt Lahr durch die Energieagentur Regio Freiburg Vorstellung der Ergebnisse der Wärmeplanung der Stadt Lahr durch badenovaNETZE Offene Fragenrunde

1.2.9 Umweltausschuss III

Datum	14. Dezember 2023
Format	Vortrag für den Umweltausschuss durch die Stabsstelle Umwelt
Beteiligte	Umweltausschuss Öffentlichkeit
Inhalte und Ziel	Vorstellung des aktuellen Sachstands Anschließend Beantwortung von Fragen der Ausschussmitglieder

1.2.10 Offenlage

Datum	
Format	Offenlage des Fachgutachtens
Beteiligte	Alle am bisherigen Verfahren beteiligte Akteure Träger öffentlicher Belange Bürgerinnen und Bürger der Stadt Lahr Öffentlichkeit
Inhalte und Ziel	Offenlegung des Fachgutachtens Information und Beteiligung

1.2.11 Gemeinderatsbeschluss

Datum	18. März 2024
Format	Öffentliche Gemeinderatssitzung
Beteiligte	Gemeinderat Öffentlichkeit
Inhalte und Ziel	Information und Beschlussfassung

2. Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse wird der energetische Ist-Zustand der Stadt Lahr erfasst. Ein wichtiger Baustein der Bestandsanalyse ist die Erstellung einer Energie- und Treibhausgasbilanz. Diese erfasst sämtliche Energieverbräuche auf der Gemarkungsfläche der Stadt über den Zeitraum eines Jahres und ordnet diese Verbräuche den wichtigsten Sektoren (private Haushalte, Wirtschaft, kommunale Liegenschaften, Verkehr) zu. Die Energie- und Treibhausgasbilanz liefert einen ersten Einblick in den energetischen Ist-Zustand der Stadt und wird nach einer einheitlichen Methodik erstellt, so dass das Ergebnis auch mit anderen Städten und Gemeinden vergleichbar ist.

Da beim Transport von Wärme mit großen Verlusten zu rechnen ist, ist die räumliche Zuordnung von Wärmesenken und -quellen bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans ein weiterer wichtiger Baustein. Daher wurden im Rahmen der Bestandsanalyse räumliche Daten des Gebäudebestands, der Energieinfrastruktur und des Energieverbrauchs digital erfasst und ausgewertet.

Durch das novellierte Klimaschutzgesetz des Landes ist die Stadt Lahr im Rahmen der Erstellung des kommunalen Wärmeplans berechtigt, Daten des Energieverbrauchs und der Energieinfrastruktur der lokalen Netzbetreiber und Schornsteinfeger zu bearbeiten. Diese Daten wurden um Informationen zum Gebäudebestand und statistischen Daten der Sanierungszustände und Wärmebedarfe ergänzt. In einem Geographischen Informationssystem (GIS) konnten diese Gebäude- und Energiedaten mit Lageinformationen der Gebäude der Stadt aus dem amtlichen Kataster gekoppelt werden. Das Ergebnis ist ein digitaler Zwilling der Energieversorgung der Stadt Lahr, bei dem Energiemengen nicht nur beziffert, sondern auch räumlich verortet werden können. Dieser digitale Zwilling dient als Grundlage für die anschließende Auswertung der energetischen Potenziale und für die Beschreibung des Ziel-Zustands eines klimaneutralen Gebäudebestands. Zudem kann er als planerische Grundlage für die Umsetzung der Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans dienen.

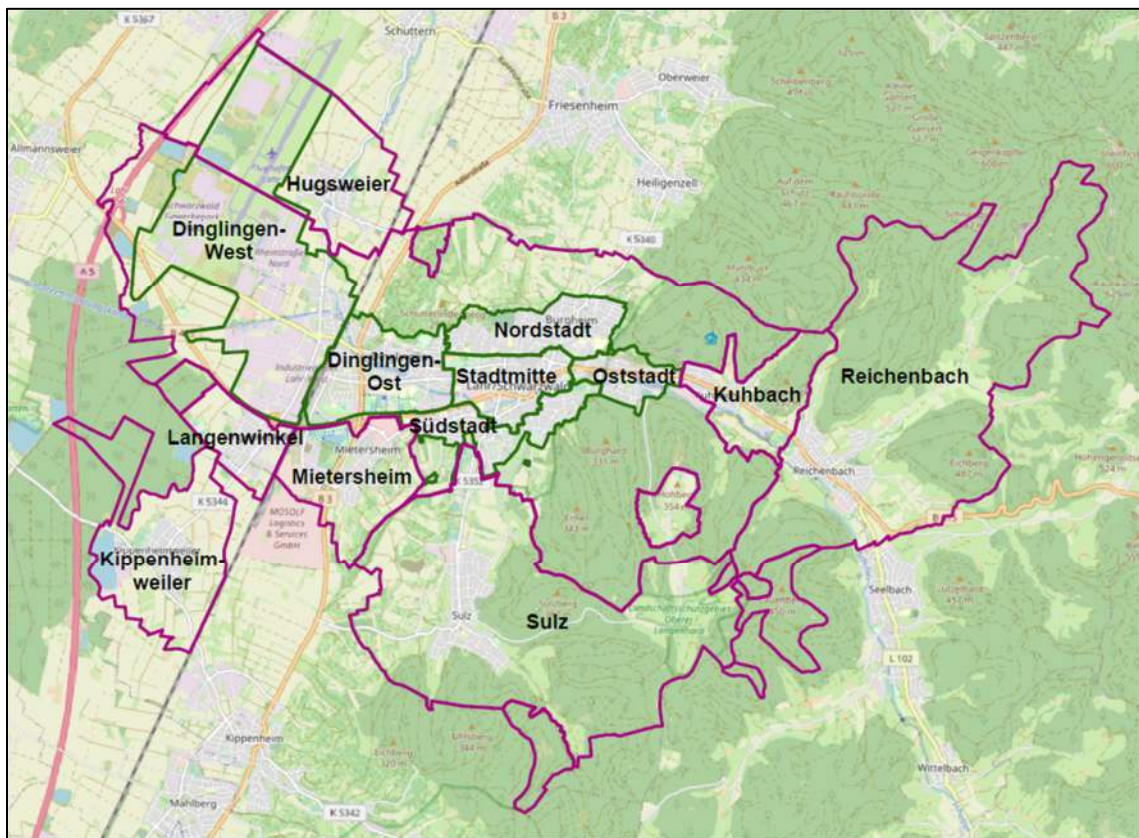
Während die gebäudescharfe Bearbeitung der Daten einen großen Mehrwert bei der Erstellung des Wärmeplans liefert, wird bei der Veröffentlichung von Daten und Karten sichergestellt, dass der Datenschutz gewährleistet ist. In diesem Fachgutachten und in den digitalen Karten werden dazu sämtliche sensible Daten auf Baublockebene aggregiert. Gebäudescharfe Daten der Schornsteinfeger und der Energieversorger müssen zudem nach Erstellung des Wärmeplans gelöscht werden.

Im folgenden Kapitel werden die wesentlichen Methoden und Ergebnisse der Bestandsanalyse festgehalten. Zunächst werden Strukturmerkmale der Stadt und der Gebäude ausgewertet und beschrieben. Es folgt eine Übersicht der Energieinfrastruktur der Stadt sowie die Auswertung des Wärmeverbrauchs und den damit verbundenen Treibhausgasemissionen. Anschließend wird auf die Themen Sektorenkopplung und Stromerzeugung in der Stadt Lahr und die Rollen von erneuerbaren Gasen eingegangen. Abschließend sind die wichtigsten Kennzahlen der Bestandsanalyse tabellarisch festgehalten.

2.1 Struktur der Stadt Lahr

Lahr ist eine große Kreisstadt im Westen Baden-Württembergs. Sie ist nach Offenburg die zweitgrößte Stadt des Ortenaukreises. Lahr liegt etwa 20 km südwestlich von Offenburg und ca. 30 km nördlich von Emmendingen, wird östlich begrenzt durch den mittleren Schwarzwald und westlich durch die Oberrheinische Tiefebene. Beginnend im Norden wird die Stadt Lahr im Uhrzeigersinn unmittelbar von den Orten Friesenheim, Seelbach, Kippenheim, Mahlberg, Schwanau und Meißenheim umgeben.

Die Gemarkungsfläche umfasst ca. 70 km². Davon entfallen 2.577 ha auf Wald, 2.162 ha auf Landwirtschaftsfläche. Die Höhe des Ortes wird mit 170 m ü. NN angegeben. In Lahr leben 47.891 Menschen (Stand 2021), wobei die Bevölkerungsentwicklung einen nahezu stetigen Zuwachs aufzeigt. Heute besteht Lahr aus der Kernstadt und sieben weiteren Stadtteilen. Die Stadtteile Reichenbach (knapp 3000 Einwohner) und Kuhbach (rund 1500 Einwohner) liegen östlich der Stadt am Beginn des Schuttertals. Der größte Stadtteil Sulz (etwa 3500 Einwohner) liegt südlich von Lahr. Westlich der Stadt in der Rheinebene befinden sich die Stadtteile Mietersheim (knapp 2000 Einwohner), Langenwinkel (rund 2000 Einwohner), Kippenheimweiler (knapp 2000 Einwohner) und der kleinste Stadtteil Hugsweiler (rund 1400 Einwohner). In Karte 1 ist die Gliederung der Stadt Lahr in ihre acht Gemarkungen bzw. Ortsteile dargestellt. Die Kernstadt wurde für die kommunale Wärmeplanung zusätzlich in die Teilgebiete Dinglingen-West und -Ost, Nordstadt, Oststadt, Südstadt und Stadtmitte aufgeteilt.



Karte 1 – Gliederung der Stadt Lahr und ihrer Ortsteile (Hintergrundkarte: openstreetmap.org/copy-right)

Mit rund 560 Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen ist Lahr ein wichtiger Erwerbsstandort in der Region. Zu den größten in Lahr ansässigen Unternehmen gehören die Schaeffler Technologies AG & Co. KG, das Ortenau Klinikum Lahr-Ettenheim sowie Zalando. Die Gewerbegebiete verteilen sich über die Gemarkung der Stadt, die größten liegen nordwestlich der Kernstadt. Das startkLahr-Gewerbeareal rund um den Flugplatz teilt sich auf in das West-Areal des startkLahr Airport & Business Park sowie das startkLahr-Ost-Areal und das startkLahr-Gebiet Rheinstraße Süd. Des Weiteren gibt es das Industriegebiet West und das Gewerbegebiet Langenwinkel.

Die Stadtgrenze wird westlich von der Autobahn A5 begrenzt und von den Rheintalschienen von Süd nach Nord durchquert. Über den Autobahnanschluss Lahr besteht Verbindung zur B415, die

nach Osten hin Anschluss zur Kernstadt Lahr bietet, und nach Westen über Schwanau nach Frankreich führt. Vom Bahnhof Lahr besteht Zuganbindung Richtung Freiburg und Karlsruhe.

2.2 Erfassung des Gebäudebestands

Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in der Stadt Lahr wurde die „Deutsche Gebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) verwendet. Die Einordnung der Gebäude in diese Typologie ermöglicht die Analyse der Energieeinsparpotenziale für einen größeren Gebäudebestand. Bei der Typologie wird davon ausgegangen, dass Gebäude aus einer bestimmten Bauzeit in der Regel ähnliche Baustandards und damit ähnliche thermische Eigenschaften aufweisen (Busch, et al., 2010). Dazu wird der Gebäudebestand nach Baualter sowie nach Gebäudegröße in Klassen eingeteilt. Die Grenzzahre der Baualtersklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, an statistischen Erhebungen und an Veröffentlichungen neuer Wärmeschutzverordnungen. In diesen Zeiträumen wird der Gebäudebestand in Hinsicht auf energetischen Baustandards als homogen angenommen, sodass für die einzelnen Baualtersklassen durchschnittliche Energieverbrauchskennwerte der verschiedenen Gebäudetypen bestimmt werden können. Die Gebäudegröße dagegen beeinflusst die Fläche der thermischen Hülle. Mit den mittleren Energieverbrauchskennwerten der jeweiligen Gebäudetypen kann so der energetische Zustand eines gesamten Gebäudebestands ermittelt werden (Busch, et al., 2010).

2.2.1 Baualtersklassen

Die Einteilung nach Baualter erfolgt in dieser Typologie in 10 Klassen, die jeweils eine ähnliche Bausubstanz aufweisen (vgl. Tabelle 2).

Baualtersklasse	Charakteristika und Gründe für die zeitliche Einteilung
bis 1918	Fachwerkbau
bis 1918	Mauerwerkbau
1919 – 1948	Zwischen Ende 1. und Ende 2. Weltkrieg
1949 – 1957	Wiederaufbau, Gründung der Bundesrepublik
1958 – 1968	Ende des Wiederaufbaus, neue Siedlungsstruktur
1969 - 1978	Neue industrielle Bauweise, Ölkrise
1979 – 1983	Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung (WSchV)
1984 – 1994	Inkrafttreten der 2. WSchV
1995 – 2001	Inkrafttreten der 3. WSchV
Nach 2002	Einführung der Energieeinsparungsverordnung (EnEV)

Tabelle 2 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, (2005)

In der Abbildung 2 sind die Anzahl der Wohngebäude in der Stadt Lahr nach Baualter dargestellt. Demnach sind 74 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) vor Inkrafttreten der

zweiten Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden. Dies ist von besonderem Interesse, da Wärmedämmung damals eine untergeordnete Rolle spielte und das Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen bei diesen Gebäuden besonders hoch ist. Karte 2 zeigt die räumliche Verteilung der Gebäude nach den Baualterklassen, bezogen auf die Baublöcke der Stadt.

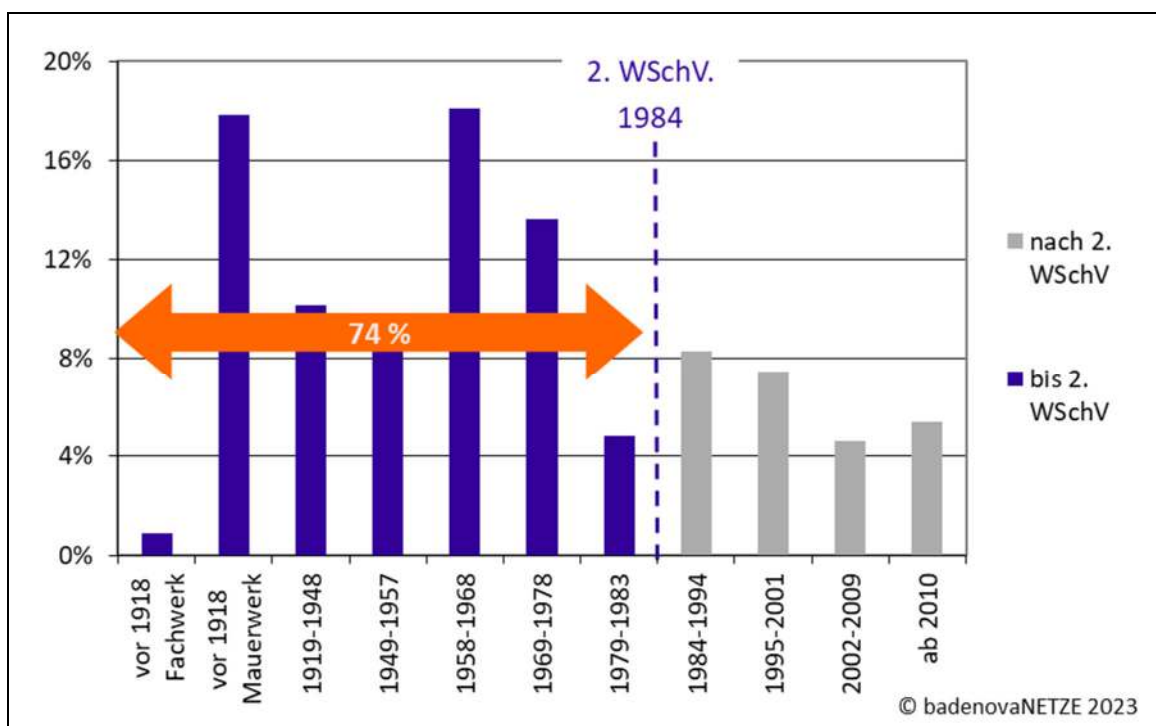
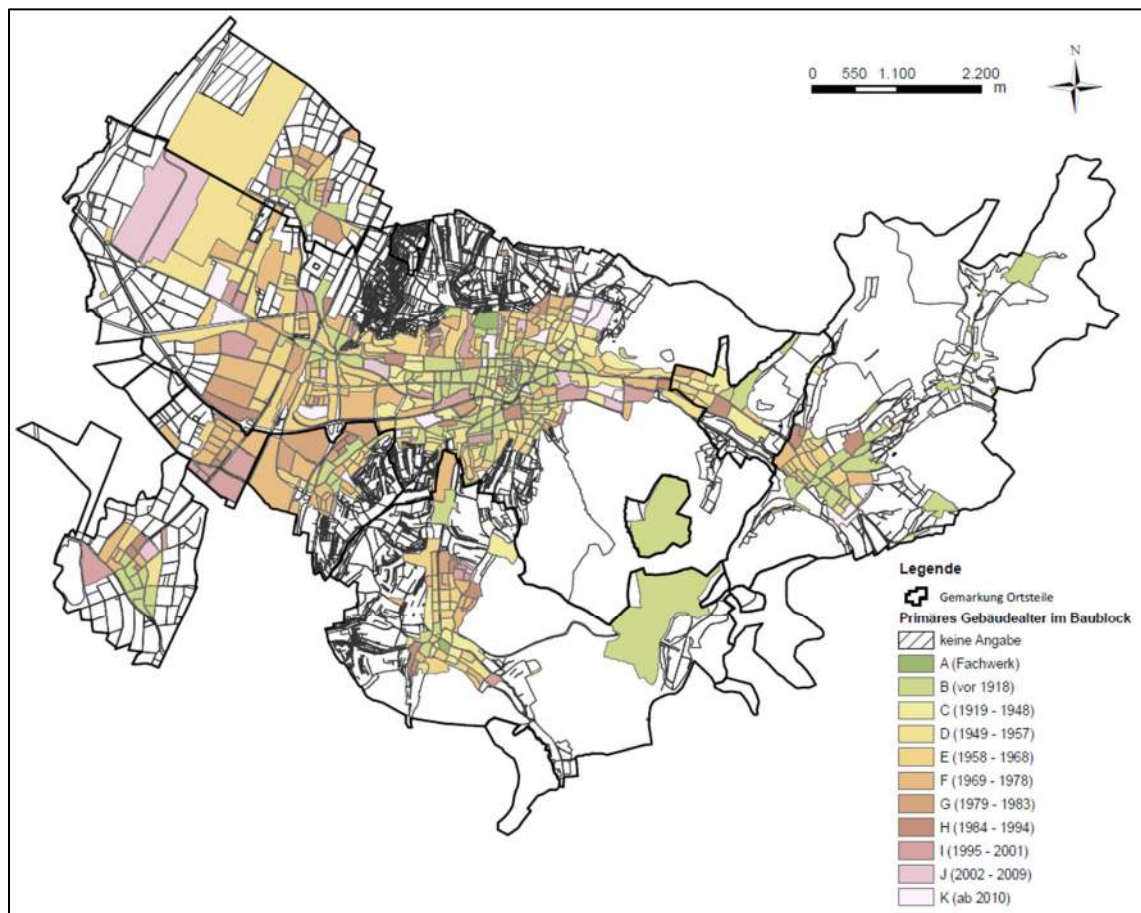


Abbildung 2 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Lahr



Karte 2 – Vorwiegendes Baualter der Gebäude auf Baublockebene

2.2.2 Gebäudetypen

Neben dem Gebäudealter, ist auch der Gebäudetyp für die Ermittlung der Energiebedarfswerte und der Energieeinsparpotenziale relevant. In Lahr wurde daher zur Bestimmung des Raumwärmebedarfs pro m² zwischen folgenden Gebäudearten – Einfamilien- und Doppelhäuser, Reihenhäuser, kleine Mehrfamilienhäuser, große Mehrfamilienhäuser und Hochhäuser/Blockbebauung – unterschieden, die aufgrund ihrer Gebäudegröße jeweils ähnliche thermische Eigenschaften aufweisen. Die Kriterien der Typen sind die Anzahl der Wohneinheiten. Bei der Unterscheidung zwischen den Einfamilien-/Doppelhäusern und Reihenhäusern muss zusätzlich das Kriterium der Baustruktur herangezogen werden:

- Einfamilienhäuser sind definiert als „freistehendes Wohngebäude mit bis zu 2 Wohneinheiten“
- Doppelhaushälften sind definiert als „zwei aneinandergrenzende Wohngebäude mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- Reihenhäuser sind definiert als „drei oder mehr aneinandergrenzende Häuser mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- kleine Mehrfamilienhäuser haben zwischen 3 und 6 Wohneinheiten
- große Mehrfamilienhäuser haben zwischen 7 und 12 Wohneinheiten
- Hochhäuser/Blockbebauungen haben mehr als 13 Wohneinheiten

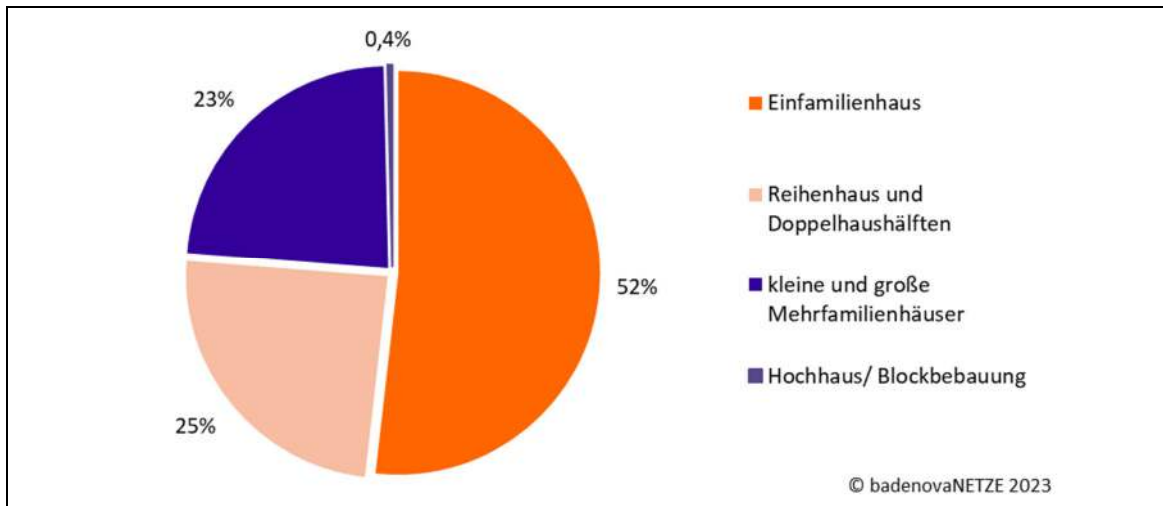
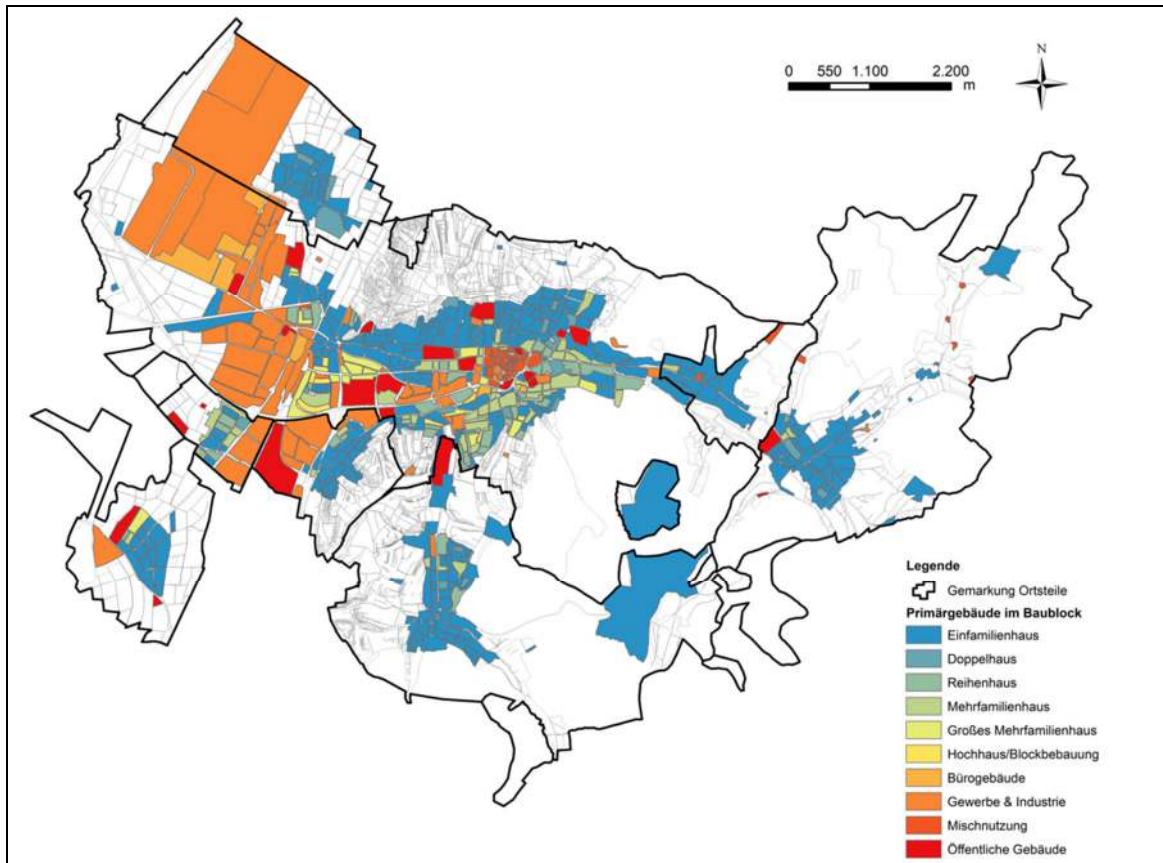


Abbildung 3 – Verteilung der Gebäudearten in Lahr

Charakteristisch für städtische Bereiche sind kleinere und größere Mehrfamilienhäuser, während in den ländlicheren Bereichen freistehende Einfamilienhäuser und Doppel- oder Reihenhäuser den größten Teil des Wohnbestandes ausmachen. Da Lahr sowohl urbane Bereiche im Ortskern als auch ländlichere Strukturen in den Ortsteilen aufweist, teilt sich die Siedlungsstruktur in 52 % Einfamilienhäuser, 25 % Reihenhäuser und Doppelhaushälften sowie 23 % Mehrfamilienhäuser auf (vgl. Abbildung 3). Karte 3 zeigt die räumliche Verteilung der Gebäudetypen auf Baublockebene.



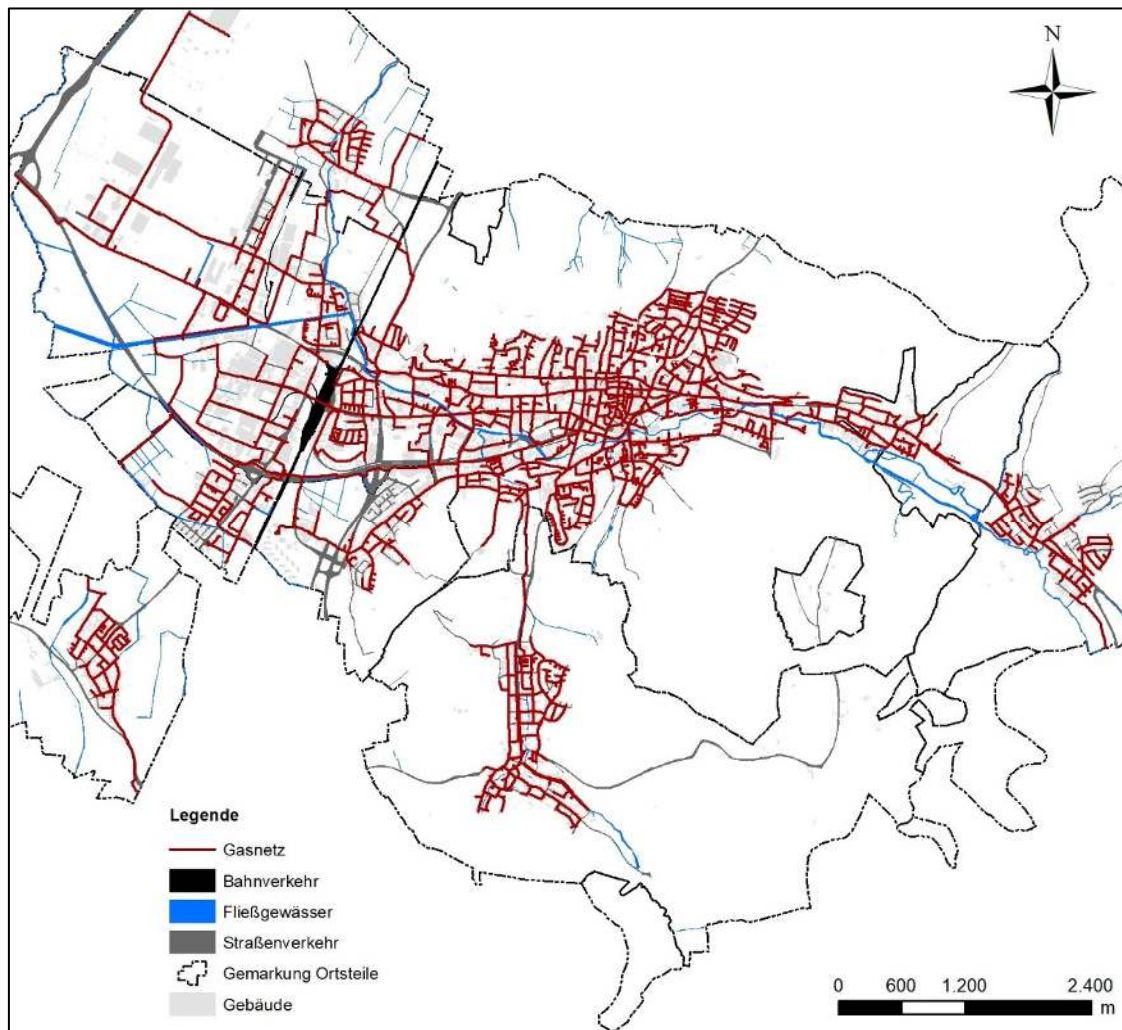
Karte 3 – Häufigster Gebäudetyp auf Baublockebene

2.3 Aktuelle Versorgungsstruktur

Die Energieinfrastruktur gibt Hinweise zu Art und Menge der zur Wärmeversorgung eingesetzten Energieträger. Zusätzlich werden aus diesen Daten Effizienz- und Einsparpotenziale berechnet. Im folgenden Abschnitt wird der aktuelle Stand der Wärmeenergieversorgung der Stadt Lahr beschrieben. Zunächst wird der Ausbaustand der Gasnetz-, Wärmenetz- und Breitbandinfrastruktur dargestellt. Anschließend folgt eine Auswertung der Heizanlagenaten.

2.3.1 Gasinfrastruktur

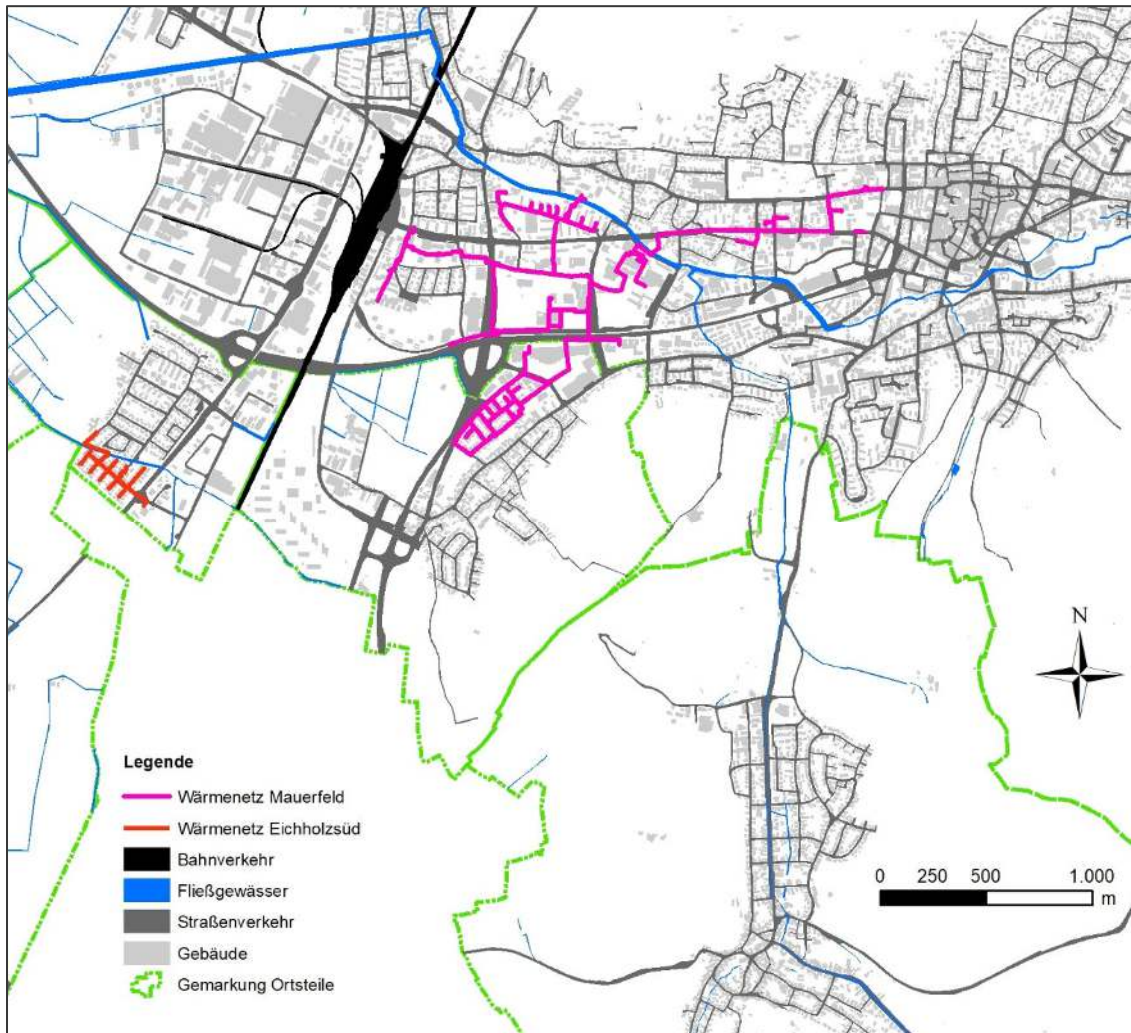
Das Erdgasnetz ist ein wichtiger Bestandteil der lokalen Wärmeversorgungsinfrastruktur der Stadt Lahr. Die Gewerbe und Wohngebiete der Stadt Lahr sind nahezu flächendeckend mit dem Erdgasnetz erschlossen. Lediglich einzelne Straßenzüge und separat gelegene Wohnplätze sind nicht an das Erdgasnetz angeschlossen. Die Karte 4 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbaustand der Gasnetzinfrastuktur.



Karte 4 – Gasleitungen in der Stadt Lahr (Quelle: badenovaNETZE GmbH 2023)

2.3.2 Wärmenetze

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung konnten zwei Wärmenetze identifiziert werden. Es handelt sich dabei um die Fernwärmenetze Langenwinkel und Mauerfeld (vgl. Karte 5). In den folgenden zwei Abschnitte werden die wesentlichen Merkmale der Wärmenetze und ihrer Erzeugungsanlagen beschrieben.



Karte 5 – Wärmenetze in der Stadt Lahr

2.3.2.1 Wärmenetz Lahr Mauerfeld

Die badenovaWÄRMEPLUS betreibt im Stadtgebiet Lahr Mauerfeld im Mauerweg 7 seit 1989 eine Energiezentrale mit zentraler Wärmeerzeugungsanlage und einem Blockheizkraftwerk (BHKW) mit gekoppelter Strom- und Wärmeproduktion aus modernen Gasmotoren. Die Heizzentrale Mauerfeld wurde in den Jahren 2014 und 2019 modernisiert und zuletzt im Jahr 2023 mit dem Zubau eines 3,3 MW_{el} BHKW und zusätzlichem Wärmespeicher erweitert, um für künftige Erweiterungen des Wärmenetzes wie z.B. die Erweiterung der Fernwärmeleitung in Richtung Kanadaring sowie in das Wohnquartier zwischen der Kaiser- und Lotzbeckstraße, die mittlerweile beide umgesetzt sind, gerüstet zu sein.

Die Erzeugungsanlagen bestehen im Wesentlichen aus einem mit Biomethan betriebenen BHKW, einem Erdgas-BHKW, einem Eigenstrom-BHKW und zwei Spitzenlast-Heizkessel. Eine

strombetriebene Wärmepumpe nutzt zusätzlich die Abwärme aus den Gemisch-Kühlern, den Abgasanlagen der BHKW und die Abwärme aus den Aufstellräumen. Der Dieselmotor zur Stromspitzenlasterzeugung, seit 1989 im Bestand, wird im Zuge der aktuell laufenden Modernisierung "Mauerfeld 3.0" durch ein neues Erdgas-BHKW ersetzt. Die Abwärme der BHKW-Motoren und die Kondensator-Wärme der Wärmepumpe werden ständig genutzt und in das vorhandene und dynamisch wachsende Wärmenetz innerhalb der Energiezentrale eingespeist. Der erzeugte elektrische Strom aus dem BHKW wird abzüglich des Eigenverbrauchs des Heizkraftwerkes in das öffentliche Stromnetz der Überlandwerke Mittelbaden eingespeist.

Von der Wärmeerzeugungsanlage Mauerfeld werden über ein 14 km langes erdverlegtes Wärmenetz Haushalte und Gewerbebetriebe ganzjährig mit Wärme versorgt. Der Kern des Wärmenetzes wurde in den 1980er Jahren in dem Stadtteil Mietersheim errichtet. Die Nachfrage für Fernwärme wurde immer größer, weshalb das Netz stetig anwuchs und mittlerweile mehr als 170 Netzanschlüsse aufweist, mit dem ca. 4.000 Haushalte versorgt werden.

2.3.2.2 Wärmenetz Langenwinkel (Eichholz-Süd)

Das Wärmenetz Eichholz-Süd wurde bis Ende 2023 von der ratio energie GmbH aus Lörrach betrieben. Ab 2024 übernimmt badenovaWÄRMEPLUS den Betrieb. Es handelt sich um die Wärmeversorgung von insgesamt 110 Wärmeabnehmern in dem Stadtteil Langenwinkel mit einem jährlichen Wärmeabsatz von rund 1.200 MWh. Die Wärme wird zu ca. 90 % aus Holzhackschnitzel (Holzhackschnitzelkessel: thermische Leistung = 500 kW) erzeugt und durch einem erdgasbetriebenen Spitzenlastkessel ergänzt (Erdgaskessel: thermische Leistung = 700 kW). Die Wärmeerzeugungsanlage und das Wärmenetz gingen im Jahr 2001 in Betrieb.

2.3.3 Breitbandinfrastruktur

Der Ausbau der Breitbandinfrastruktur bietet Synergieeffekte mit einem potenziellen Ausbau der zentralen Wärmeinfrastruktur, da bei beiden der Tiefbau ein wesentlicher Kostenfaktor ist. In Lahr wird das hybride Ausbaumodell vorgesehen. Der Partner für den eigenwirtschaftlichen Ausbau ist die Deutsche Glasfaser. Die Breitband Ortenau GmbH & Co. KG baut bereits in der Phase 1 (2022) die Schulen bis 2023 aus. Die Deutsche Glasfaser baut bereits in den Jahren 2023/2024 aus und verlegt für die Breitband Ortenau Leerrohre für den geförderten Bereich mit. Die Breitband Ortenau baut in der Phase 3 Lahr komplett aus. Der Ausbau wird 2025 starten und bis 2026 abgeschlossen sein. Die Versorgung im eigenwirtschaftlichen Bereich erfolgt von der Deutschen Glasfaser und im geförderten Bereich durch die Vodafone. Somit werden in den kommenden Jahren vermutlich umfangreiche Tiefbaumaßnahmen im Zusammenhang mit dem Breitbandausbau in vielen Teilen der Stadt erfolgen.

2.3.4 Erzeugungsanlagen

Wesentlicher Bestandteil der lokalen Wärmeinfrastruktur sind die vor Ort installierten Heizanlagen. Hierzu wurden Daten durch eine Abfrage bei den örtlichen Schornsteinfegern ermittelt und ausgewertet. Diese enthalten Angaben zur installierten Leistung, zu Energieträgern und Einbaujahr der Anlagen. Die Daten wurden ergänzt durch Angaben des Stromverteilnetzbetreibers zu Nachtspeicherheizanlagen und Wärmepumpen (aus diesen Daten konnte die Anzahl der mit dem jeweiligen Heizungstyp beheizten Gebäuden ermittelt werden, es lagen jedoch keine Informationen zu Leistung oder Baualter der Anlagen vor). Angaben zu Erdwärmesonden wurden über die Bohrdatenbank des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau in Freiburg i. Br. (2022) ermittelt.

Nach diesen Daten wird ein Großteil der 17.070 Heizanlagen in Lahr mit den fossilen Energieträgern Erdgas (47 %) und Heizöl (14 %) betrieben (vgl. Abbildung 4). Rund ein Drittel (31 %) der Heizanlagen sind dem Energieträger „Holz natur“ zugeordnet, wobei es sich hier in der Regel um Zusatzheizungen wie Kaminöfen, Kachelöfen und Schwedenöfen handelt. Weitere 2 % entfallen auf Heizungen, die mit Holzpellets betrieben werden, die in der Regel als Hauptheizanlage betrieben werden. In Lahr werden 890 Gebäude mit Strom beheizt, davon ca. drei Viertel mit Nachtspeicherheizanlagen und zu ca. ein Viertel mit Wärmepumpen. Nach der Bohrdatenbank des LGRBs sind für die Stadt Lahr mindestens 42 Erdwärmesondenanlagen mit insgesamt 143 Sonden registriert (2022). Kumulativ wurden für diese Erdwärmesonden mindestens 13.176 m erbohrt. Karte 6 veranschaulicht die vorwiegenden Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene. Es wird sichtbar, dass vor allem die Kernstadt Lahr überwiegend mit Erdgas versorgt wird, während in den Ortsteilen eher mit Heizöl geheizt wird. Auch der Anteil der Wärmeversorgung durch die Heizzentralen Mauerfeld und Langenwinkel wird deutlich.

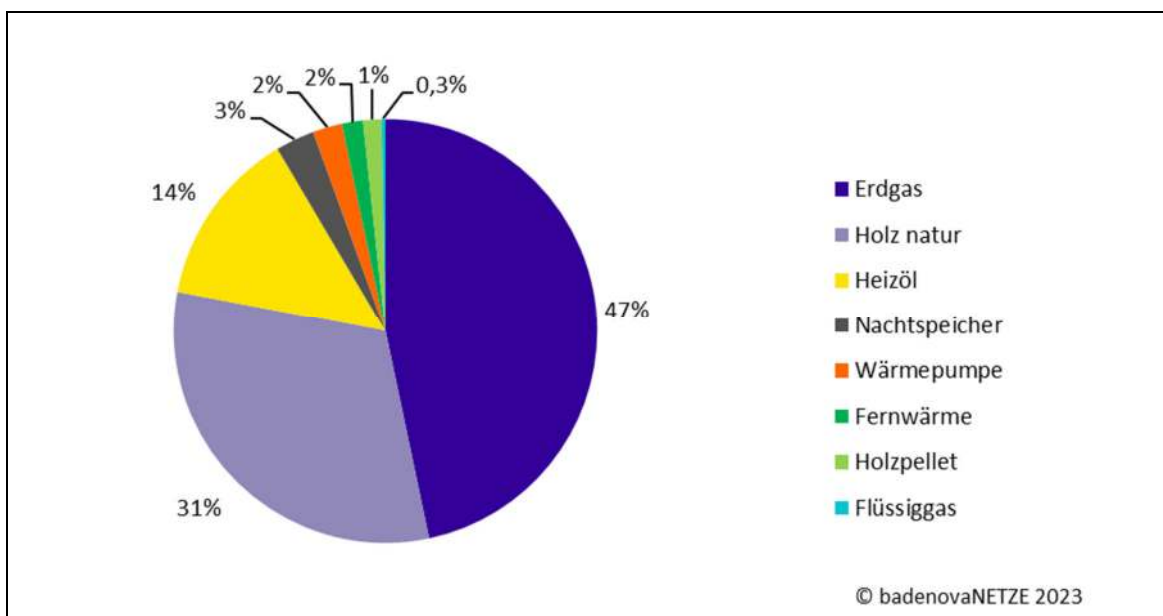


Abbildung 4 – Hauptbrennstoff der Heizanlagen in Lahr

Die Auswertung des Einbaujahrs der Heizanlagen zeigt, dass etwa die Hälfte der Heizanlagen bereits älter als 20 Jahre sind (vgl. Abbildung 5). Karte 7 stellt das vorwiegende Alter der installierten Heizanlagen (Berücksichtigung der Hauptheizanlage der jeweiligen Gebäude) auf Baublockebene räumlich dar.

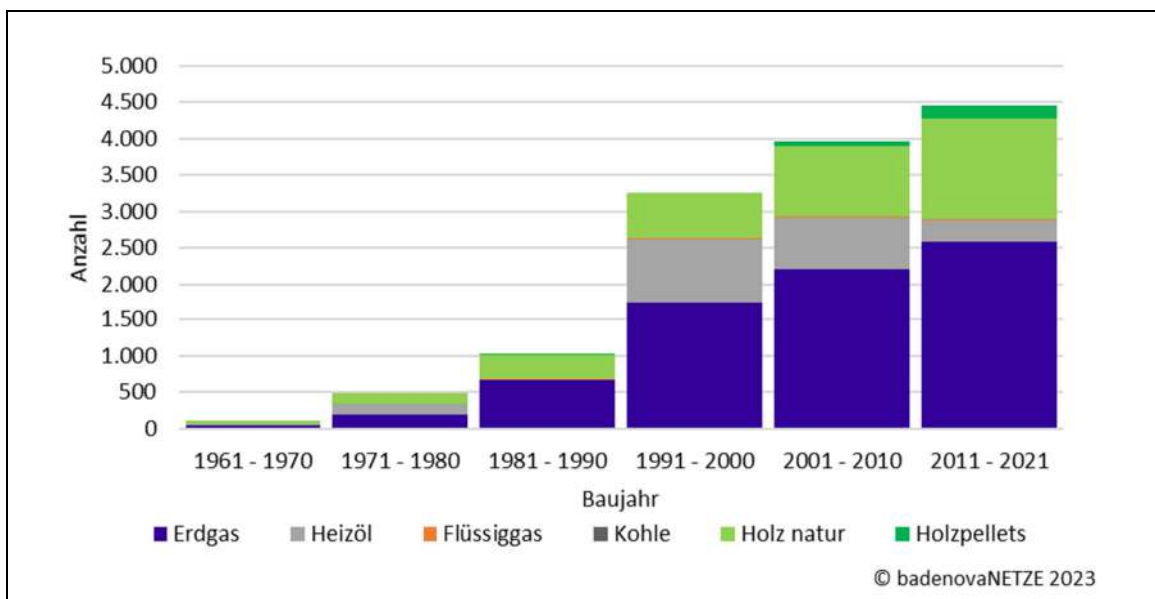
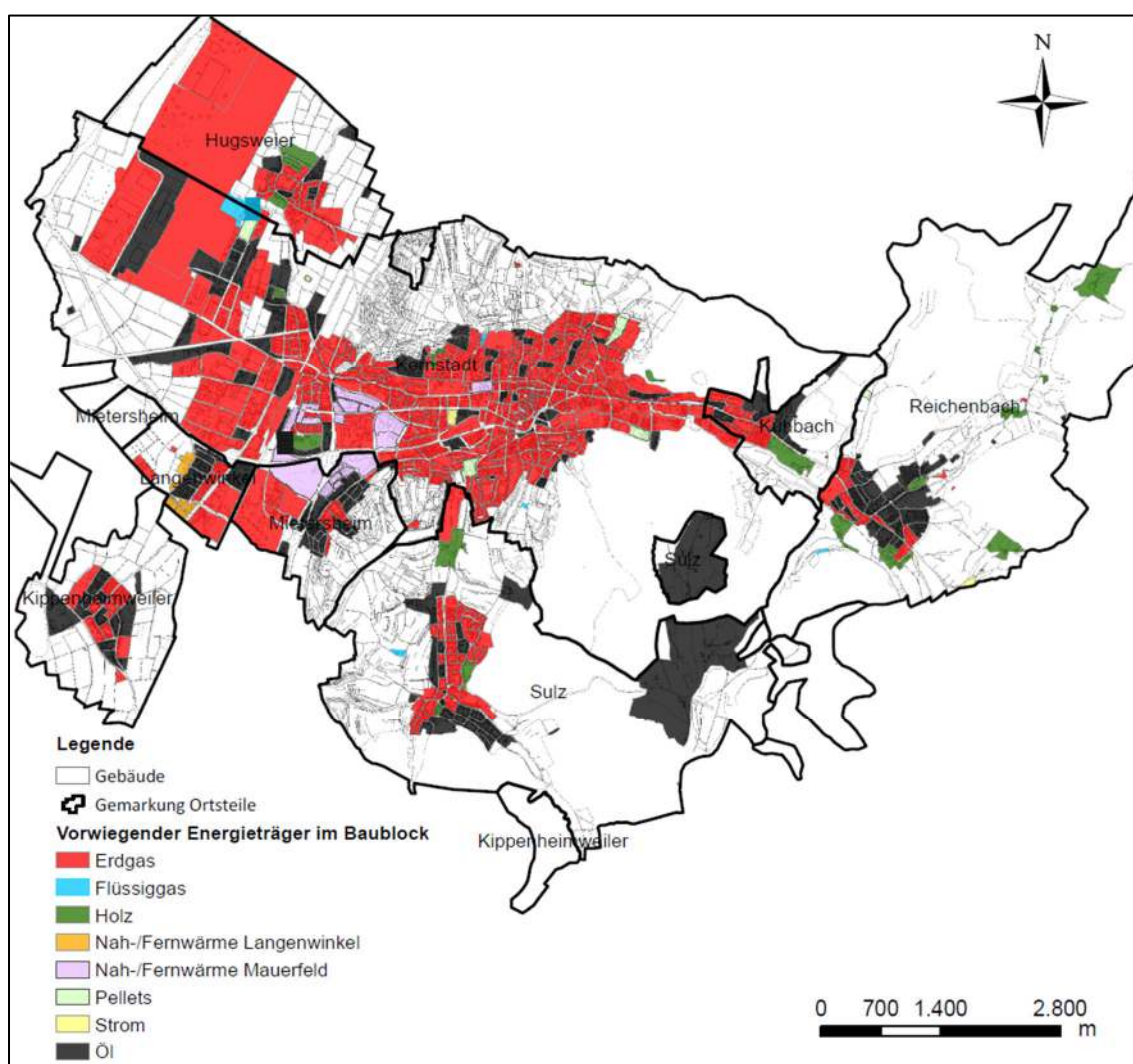
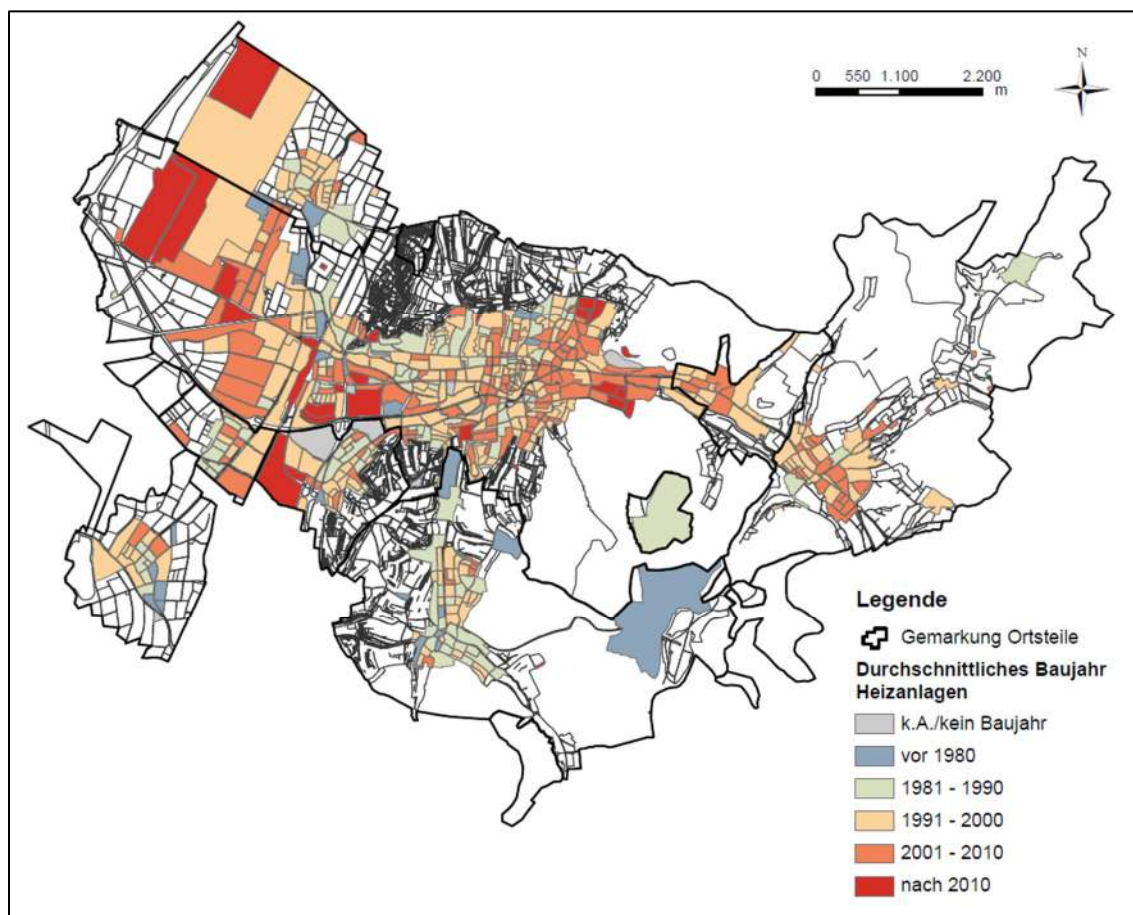


Abbildung 5 – Einbaujahr der Heizanlagen in Lahr nach Energieträger (Datengrundlage: Schornsteinfegerstatistik 2021)



Karte 6 – Vorwiegender Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene



Karte 7 – Durchschnittliches Heizungsalter auf Baublockebene

2.4 Wärmebedarf der Gebäude

Die Ermittlung des Wärmebedarfs und die Energieeinsparpotenziale im Gebäudebestand basieren auf den Angaben zum Gebäudetyp und einem durchschnittlichen Sanierungszustand, der aus regionalen Daten für jeden Gebäudetyp ermittelt wurde. Durch die Typologie werden Gebäude mit ähnlichen thermischen Eigenschaften zusammengefasst. Für jeden Gebäudetyp wurden vom IWU entsprechende Kennwerte des Wärmebedarfs statistisch ermittelt. Zudem liegen Kennwerte für die durchschnittliche Energieeinsparung durch energetische Sanierungsmaßnahmen (Wärmeschutzfenster, Außenwanddämmung, Dachdämmung, Kellerdeckendämmung) vor (Hamacher & Hausladen, 2011). Somit können sowohl der Wärmebedarf jedes Gebäudes als auch die möglichen Einsparpotenziale durch Sanierungsmaßnahmen bestimmt werden. Die Vorgehensweise orientiert sich am Leitfaden Energienutzungsplan (Hamacher & Hausladen, 2011).

Der Wärmebedarf der Gebäude stellt den Nutzenergiebedarf des Gebäudes dar. Der tatsächliche Endenergieverbrauch wird von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst und weicht in der Regel vom Wärmebedarf ab. Hierzu zählen das Nutzerverhalten, die Anzahl der dort lebenden Personen, die passive Wärmenutzung (Erwärmung durch Sonneneinstrahlung), interne Wärmegegewinne (Erwärmung durch Elektrogeräte), die Witterung, der Wirkungsgrad der Heizung und Wärmeverluste im Heizsystem. Der Wärmebedarf der Gebäude ist eine wichtige Grundlage für die Berechnung der Potenziale und des Zielbilds. Zur weiteren Beschreibung des Ist-Zustands der Stadt Lahr wird der Endenergieverbrauch im nächsten Abschnitt näher beschreiben.

2.5 Endenergieverbrauch Wärme

Während der Wärmebedarf aufzeigt, wie viel Energie die Gebäude für Raumwärme und Warmwasser benötigen, um ein konstantes Temperaturniveau zu erreichen, erfasst der Endenergieverbrauch die tatsächlich vor Ort eingesetzte Energiemenge. Damit können Faktoren wie die Wirkungsgrade der Heizanlagen, das Nutzerverhalten und der Energieverbrauch für die Prozesswärme im Gewerbe betrachtet werden. Der Endenergieverbrauch für Wärme (Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme) der Stadt Lahr, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren, wurde mit einer Energie- und THG-Bilanz für das Jahr 2017¹ mit dem für das Land Baden-Württemberg konzipierten Tool BiCO₂ BW (Version 2.9) ermittelt (IFEU (2020)).

2.5.1 Datenquellen Endenergieverbrauch Wärme

Folgende Daten wurden für die Berechnung der Energie- und THG-Bilanz der Stadt Lahr zum Energieverbrauch für Wärme erhoben und ausgewertet:

- Die örtliche Erdgasnetzbetreiber badenovaNETZE GmbH stellte die aktuellen Gasverbrauchsdaten zur Verfügung.
- Die Wärmenetzbetreiber badenovaWÄRMEPLUS GmbH & Co. KG und ratio energie GmbH stellten die Wärmeerzeugungs- und Verbrauchsmengen der jeweiligen Anlagen und Wärmenetze zur Verfügung.
- Die heutige Stromnetzbetreiber Überlandwerk Mittelbaden GmbH & Co. KG lieferte Daten zum Stromverbrauch der gesamten Stadt und zum Stromverbrauch für Nachtspeicherheizanlagen und Wärmepumpen.
- Für den nicht-netzgebundenen Verbrauch wurden aggregierte Daten des Landesamts für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) zur Ermittlung des Energieverbrauchs kleiner und mittlerer Feuerungsanlagen herangezogen. Diese wurden ergänzt um aggregierte Daten der örtlichen Schornsteinfeger, die Angaben zu Leistung und eingesetzten Energieträgern beinhalten.
- Der Bestand an Solarthermie wurde von der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW) zur Verfügung gestellt. Die Daten beinhalten allerdings nur Anlagen, die durch das bundesweite Marktanreizprogramm gefördert wurden.
- Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Stadtverwaltung zur Verfügung gestellt.
- Das Tool BICO₂ BW ergänzt und plausibilisiert die Daten, z.B. mit Auswertungen zu den verursacherbezogenen THG-Emissionen der Stadt Lahr vom Statistischen Landesamt Baden-Württemberg und anhand von Zahlen zu den sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten der Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie verarbeitendes Gewerbe der Bundesagentur für Arbeit

¹ Die zum Zeitpunkt der Erstellung der Energie- und THG-Bilanz aktuellste verfügbare Version des Bilanzierungstools. Die Energie- und THG-Bilanz wurde zunächst von der Stadt Lahr selbst erstellt. Im Laufe der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung wurden diese um zusätzliche Daten von badenovaNETZE ergänzt.

2.5.2 Gesamtendenergieverbrauch Wärme

Nach dem Ergebnis der Energie- und THG-Bilanz betrug der Gesamtendenergieverbrauch für Wärme in Lahr 488.459 MWh im Jahr 2017. Nach den Sektoren betrachtet, hatte der Wirtschaftssektor den höchsten Anteil am Wärmeverbrauch der Stadt, dicht gefolgt vom Wärmeverbrauch der privaten Haushalte. Die kommunalen Liegenschaften hatten nur einen geringen Anteil am Wärmeverbrauch.

Nach den vorliegenden Informationen wurden zur Deckung des Wärmebedarfs im Jahr 2017 in Lahr zum größten Teil die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl eingesetzt (vgl. Abbildung 6). Einen geringeren Anteil hatten die Energieträger Kohle, Fernwärme und sonstige fossile Energieträger. Zu beachten ist, dass der Energieträgermix der Fernwärme in Lahr zu 85 % aus den erneuerbaren Energieträgern Energieholz und Bioerdgas gedeckt wurde (vgl. Abbildung 7). Weitere 8 % des Wärmeverbrauchs der Stadt wurden durch die erneuerbaren Energien Energieholz, Solarthermie, Umweltwärme sowie erneuerbare Energien in der Industrie² gedeckt. Die genaue Aufteilung und eingesetzte Energiemengen sind in Tabelle 3 dargestellt.

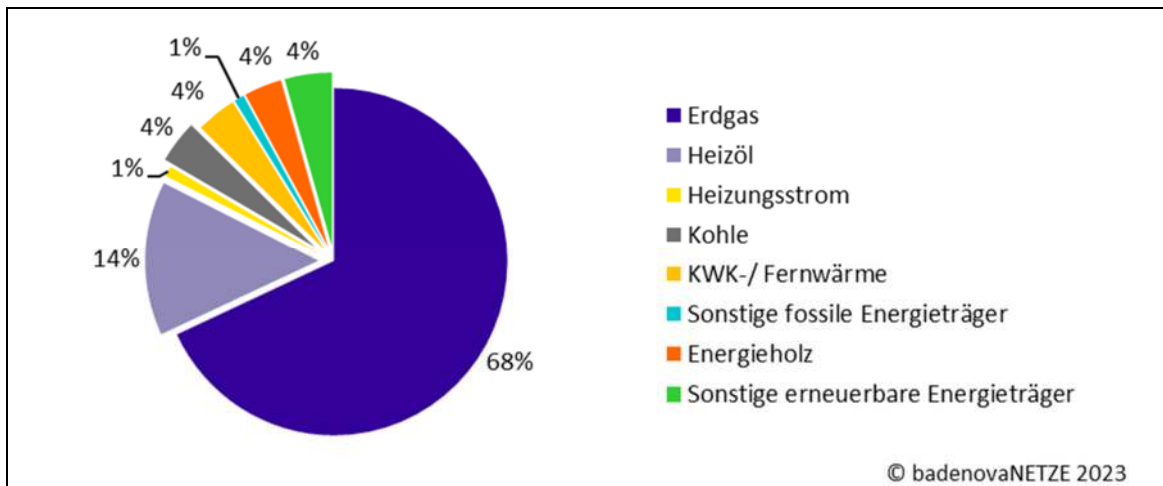


Abbildung 6 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Energieträgern (2017)

² BICO2 BW ermittelt den erneuerbaren Wärmeverbrauch der Industrie anhand statistischer Kennwerte, die keine Aufteilung der einzelnen Energiequellen hergeben.

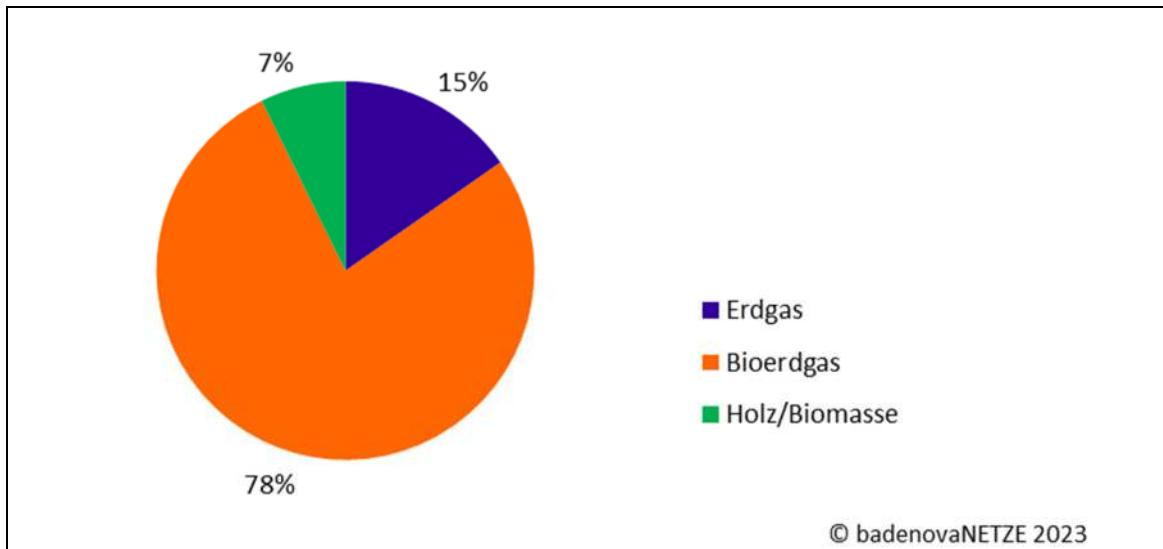


Abbildung 7 – Energieträgermix der Fernwärmeversorgung in der Stadt Lahr (2017)

Energieträger	Wärmeverbrauch (MWh im Jahr 2017)	Anteil am Gesamt- wärmeverbrauch
Erdgas	332.481	68 %
Heizöl	70.301	14 %
Heizungsstrom	4.578	1 %
Kohle	19.437	4 %
Kraft-Wärme-Kopplung/Fernwärme	18.398	4 %
Flüssiggas	0	0 %
Sonstige fossile Energieträger	4.584	1 %
Energieholz	17.194	4 %
Solarthermie	4.143	1 %
Umweltwärme	9.413	2 %
erneuerbare Energien in der Industrie	7.929	2 %
Gesamt	488.459	

Tabelle 3 – Endenergieverbrauch für Wärme der Stadt Lahr nach Energieträger in Zahlen (2017)

Abbildung 8 zeigt nochmals detailliert die Aufteilung der Energieträger auf den Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und kommunale Liegenschaften. Hierbei ist sichtbar, dass der Sektor private Haushalte mit 54 % den höchsten Anteil am Wärmeverbrauch hat und dass nach wie vor hauptsächlich die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl eingesetzt werden. Der Sektor Wirtschaft hat einen Anteil von 43 % am Gesamtwärmeverbrauch der Stadt. Die übrigen 3 % des Wärmeverbrauchs werden für die kommunalen Liegenschaften eingesetzt.

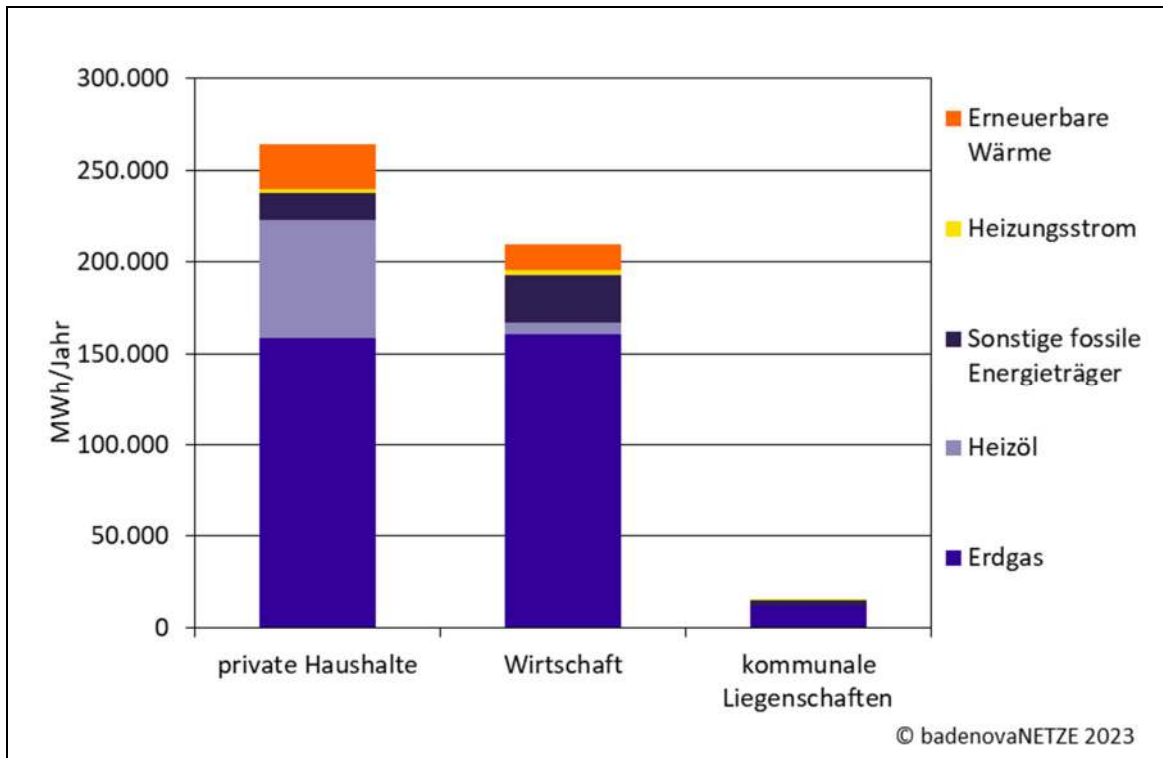


Abbildung 8 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (2017)

2.5.3 Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften

Für die kommunalen Liegenschaften wurden im Jahr 2020 13.118 MWh Energie für die Wärmeversorgung benötigt (2017: 14.899 MWh). 10.542 MWh davon sind dem Erdgasverbrauch zuzuordnen, über Fernwärme werden 2.146 MWh gedeckt. Weniger als 500 MWh entfallen auf Wärme durch Strom und Holz. Den höchsten Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften haben mit etwa 6.500 MWh und damit etwa 50 % Anteil am Gesamtwärmeverbrauch die Schulen inkl. Sporthallen. Weitere große Verbraucher sind die Verwaltungsgebäude bzw. Rathäuser sowie das Hallenbad. Abbildung 9 zeigt den Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften geclustert nach Bauwerkszuordnung.

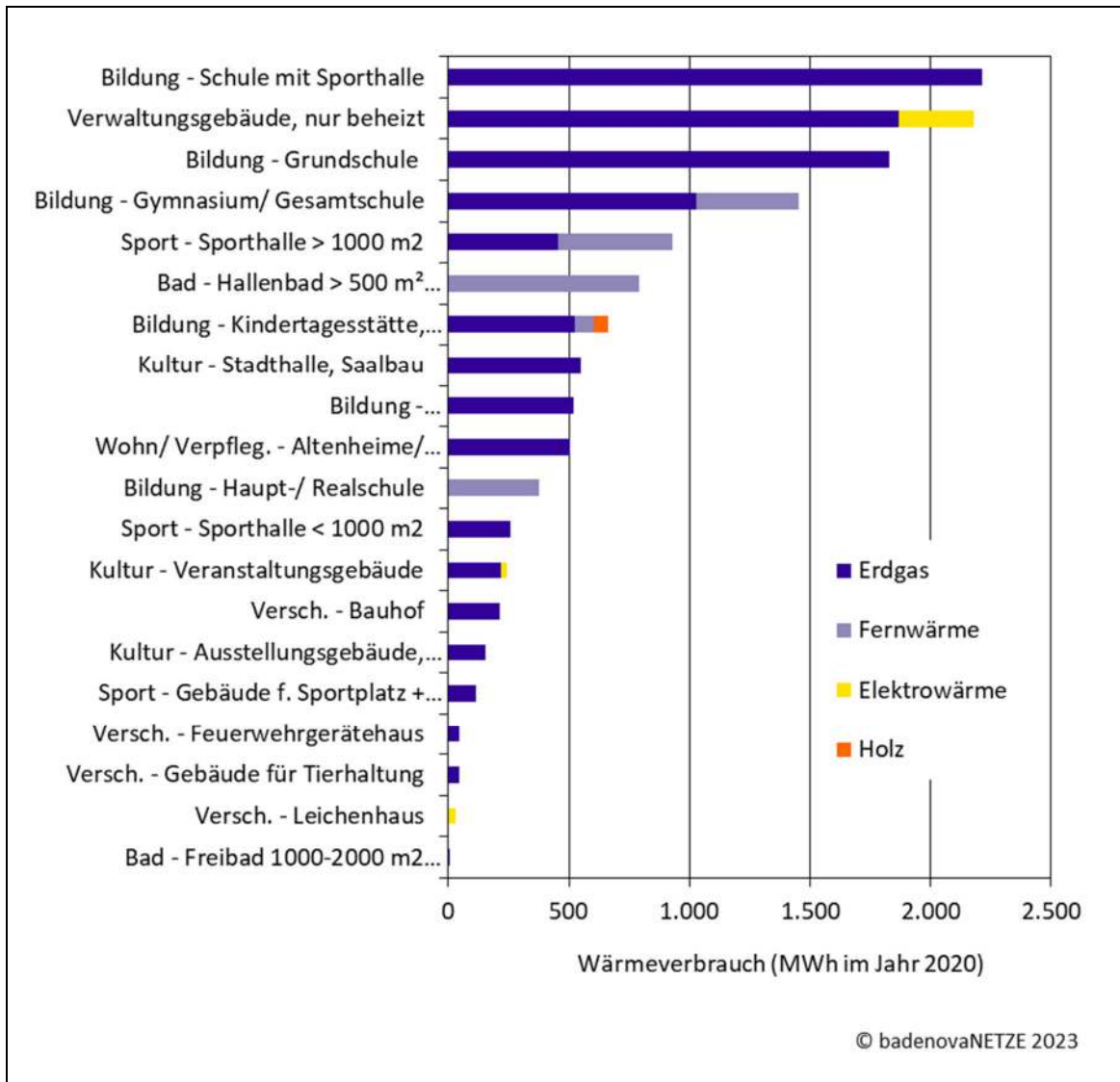


Abbildung 9 – Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften nach Bauwerkszuordnung

2.5.4 Endenergieverbrauch für Prozesswärme/-kälte

Während der Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie der kommunalen Liegenschaften dem Bedarf für Raumwärme zuzuordnen ist, benötigt der Sektor verarbeitendes Gewerbe/ Industrie auch Prozesswärme und -kälte. Eine getrennte Betrachtung des Wärmeverbrauchs für die Prozesswärme ist für die Wärmeplanung entscheidend, denn die benötigten Mengen, Temperaturen und Lasten unterscheiden sich bei der Prozesswärme und -kälte stark von der Raumwärme. Dadurch sind die Potenziale zur Umstellung auf erneuerbare Energien zur Deckung des Prozesswärmebedarfs begrenzt.

Die größten Betriebe der Stadt Lahr wurden im Rahmen der Erstellung des kommunalen Wärmeplans von der Stadtverwaltung angeschrieben und um die Mitteilung der wichtigsten Daten zum Energieverbrauch und eventuellen Potenzialen befragt³. Da nicht alle Betriebe Daten zum

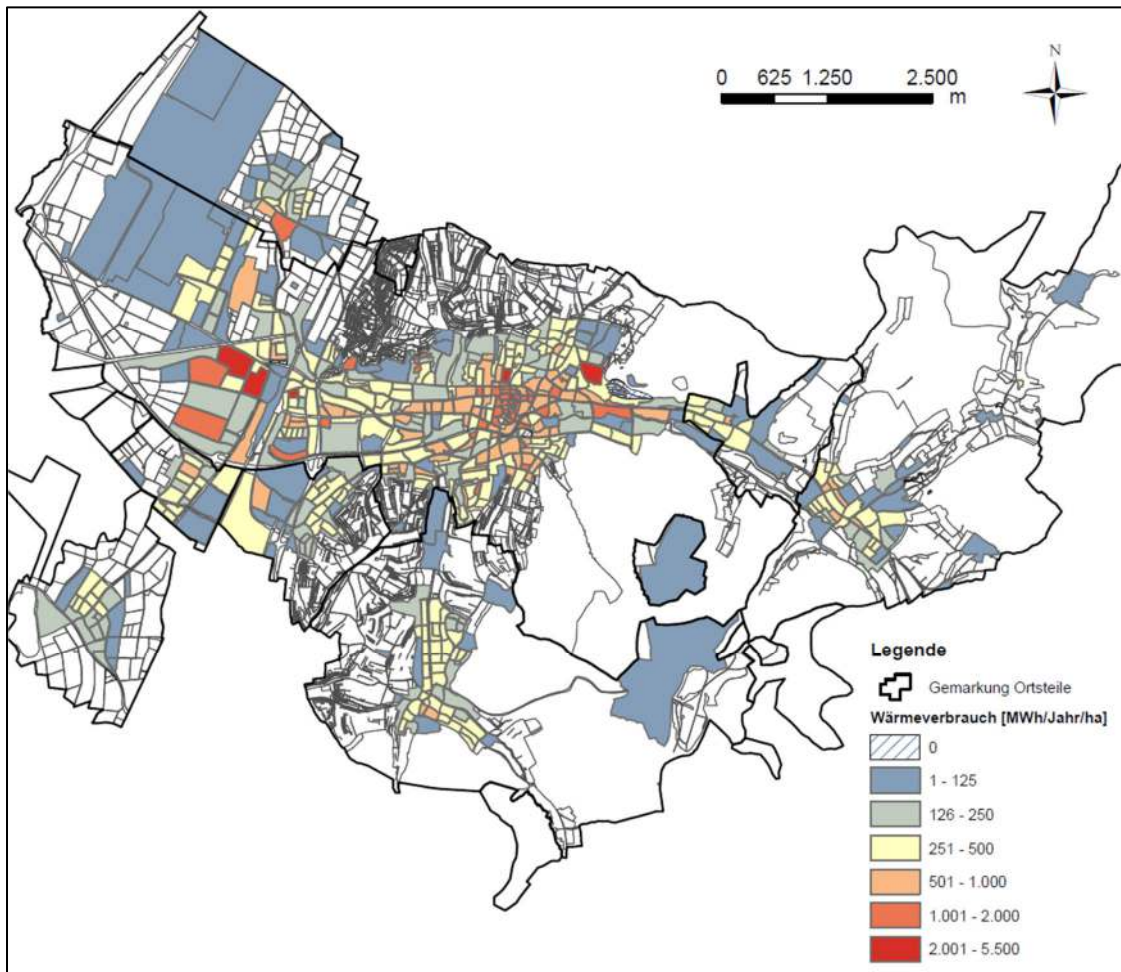
³ Angeschrieben = 54 Betriebe. Rücklauf = 53 Betriebe

Prozesswärme- und -kältebedarf lieferten, wurde der Prozesswärmeverbrauch mithilfe einer statistischen Auswertung der Ergebnisse der Energiebilanz berechnet⁴. Demnach lag der Prozesswärmeverbrauch in der Stadt Lahr im Jahr 2017 bei 71.293 MWh und machte somit 15 % des Gesamtwärmeverbrauchs der Stadt aus. In Lahr sind Unternehmen unterschiedlichster Branchen vertreten. Neben Maschinenbauunternehmen sind Unternehmen der Medizintechnik und Logistik in Lahr ansässig. Des Weiteren sind die Bauindustrie im Bereich Straßenbau (Kies- und Asphaltwerke) sowie die Getreideverarbeitung, aber auch die Automatisierungs- sowie Fahrzeugtechnik vertreten. Weitere Branchen sind die Verpackungsindustrie sowie Druckereien und die Möbelindustrie.

2.5.5 Räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs

Anhand der Gebäudeeigenschaften, der Heizanlagenstatistik und der Verbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energieträger, konnte die räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs im GIS ermittelt werden. Karte 8 zeigt den Wärmeverbrauch der Gebäude und Betriebe in Lahr aggregiert und bezogen auf die Fläche der Baublöcke. Dabei ist gut erkennbar, dass in den Gewerbegebieten und in den dicht bebauten Bereichen der Kernstadt mehr Wärme verbraucht wird als in den Wohngebieten der Ortsteile.

⁴ Der Anteil der Prozesswärme und -kälte am Endenergieverbrauch der Industrie betrug in Deutschland im Jahr 2017 68,6 % (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2019)



Karte 8 – Wärmedichte der Stadt Lahr auf Baublockebene

2.5.6 Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung

Auf Basis der Verbrauchsmengen der jeweiligen Energieträger, berechnet das Bilanzierungstool BICO2 BW anhand der entsprechenden Emissionsfaktoren die THG-Emissionen des Wärmeverbrauchs. Die Deckung des Wärmeverbrauchs der Stadt Lahr führte demnach im Jahr 2017 zu THG-Emissionen in Höhe von 121.050 t CO_{2e}. Der überwiegende Anteil ist den fossilen Energieträgern Erdgas (68 %) und Heizöl (18 %) zuzuordnen. Abbildung 10 zeigt die Aufteilung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Sektor und Energieträger. Die kommunalen Liegenschaften waren mit ihrem Wärmeverbrauch für 3.400 t CO_{2e} im Jahr 2017 verantwortlich. Die Prozesswärme war im Jahr 2017 für 16 % der THG-Emissionen der Wärmeversorgung verantwortlich.

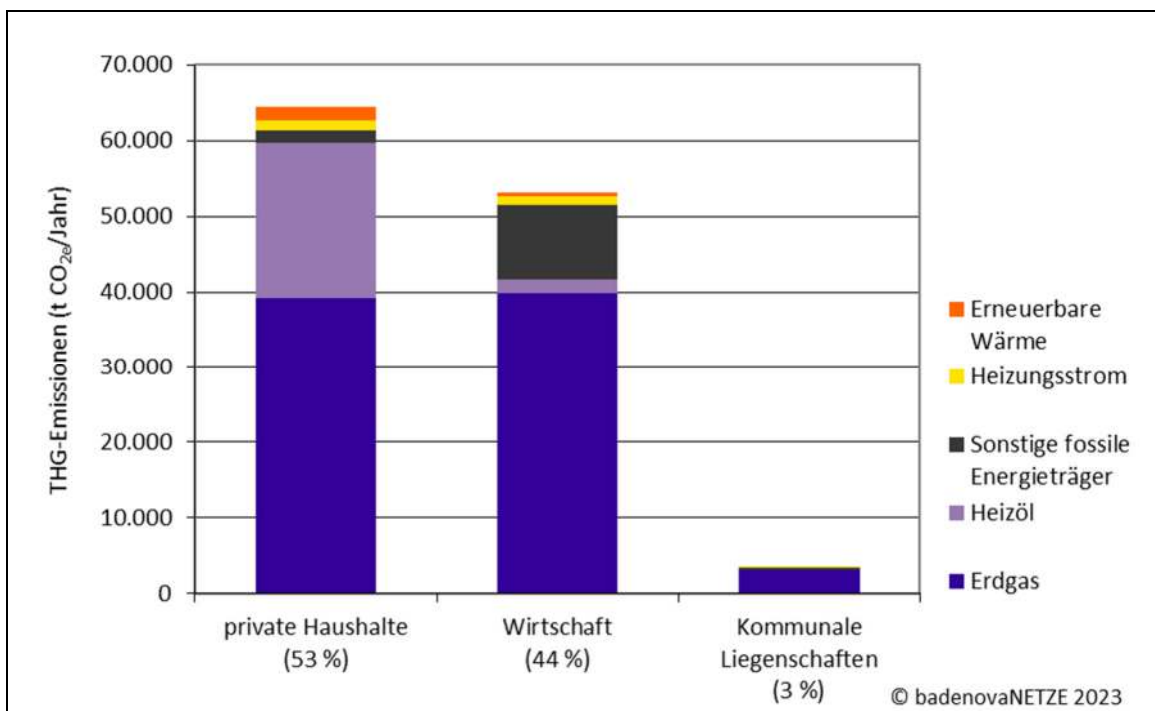


Abbildung 10 – THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger

2.6 Sektorenkopplung und Strombedarfsdeckung

Bei der kommunalen Wärmeplanung liegt der Fokus auf eine möglichst klimaneutralen Wärmeversorgung. Dabei werden die zwei anderen großen Bereiche der Energiebilanz einer Stadt, Stromverbrauch und Mobilität, größtenteils ausgeblendet. Allerdings sind diese drei Bereiche nicht gänzlich voneinander zu trennen, denn die Bereiche Mobilität (durch die Verbreitung von Elektroantrieben) und Wärme (durch den Einsatz von Wärmepumpen) werden zunehmend durch Strom gedeckt. Vor diesem Hintergrund wurde auch die lokale Stromerzeugung und der lokale Stromverbrauch bei der Bestandsanalyse betrachtet.

Die von der Stadt Lahr erstellte Energie- und Treibhausgasbilanz enthielt Daten zu den erzeugten Strommengen aus erneuerbaren Energien für das Jahr 2017. Diese wurden ergänzt um die Stromerzeugungsmenge aus den BHKWs am Standort Mauerfeld (Datenquelle: badenovaWÄRMEPLUS). Folgende Strommengen wurden demnach in der Stadt Lahr im Jahr 2017 lokal erzeugt:

- Photovoltaik (PV) -Anlagen erzeugten 11.901 MWh Strom.
- Wasserkraftanlagen erzeugten 248 MWh Strom.
- Windkraftanlage erzeugte 2.622 MWh Strom.
- Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen erzeugten 11.757 MWh Strom.

Insgesamt wurden demnach im Jahr 26.528 MWh Strom erzeugt und deckten somit 9 % des gesamten Stromverbrauchs der Stadt (5 % aus erneuerbaren Energien und 4 % aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mit Bioerdgas; vgl. Abbildung 11). Zum Vergleich; im Jahr 2019 wurden in Baden-Württemberg 23 % des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien erzeugt.

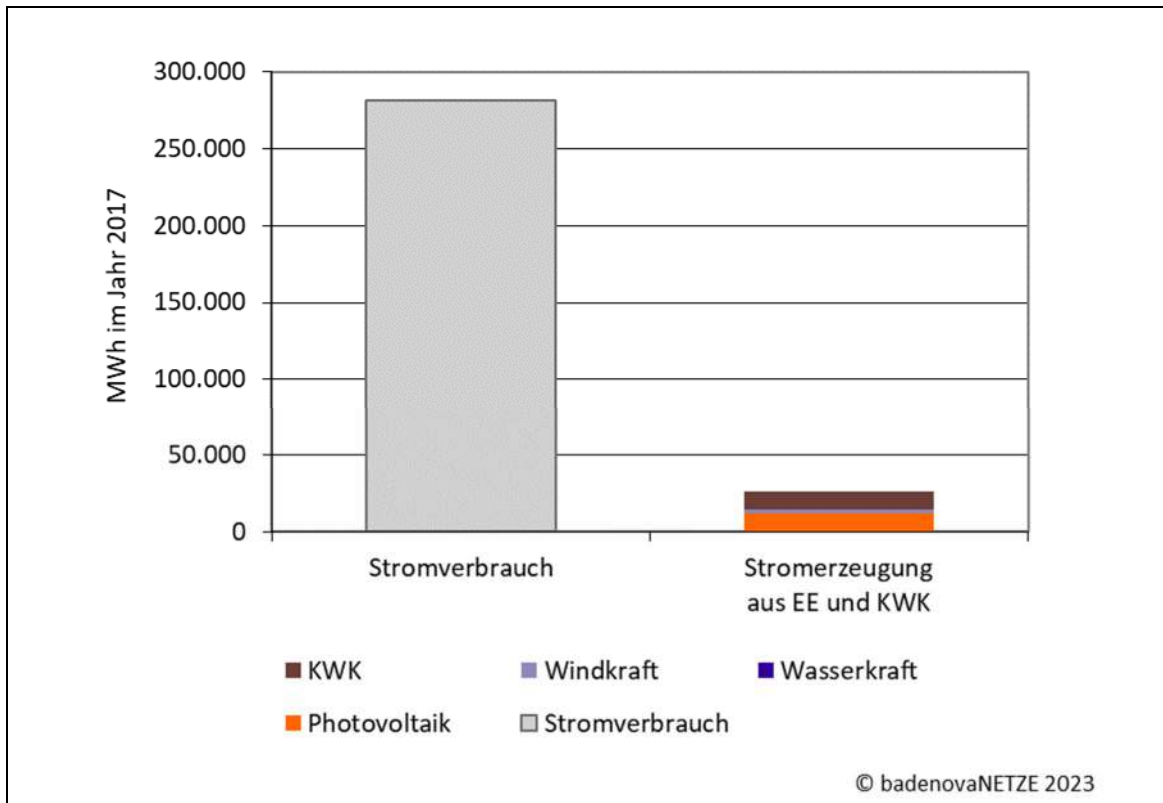


Abbildung 11 – Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK im Vergleich zum Stromverbrauch im Jahr 2017

2.7 Erneuerbare Gase

Im Zuge der Energiewende und dem damit verbundenen Zuwachs einer fluktuierenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bedarf es neuer Möglichkeiten diese Energie zu speichern. Zusätzlich wird durch den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen der Stromverbrauch im Winter deutlich steigen, während davon auszugehen ist, dass in den Sommermonaten Überschüsse an Strom aus Photovoltaikanlagen erzeugt werden. Um das Energieangebot mit der Nachfrage zu decken und dadurch Versorgungssicherheit zu gewährleisten, werden in Zukunft sowohl die kurzfristige als auch die saisonale Speicherung von Überkapazitäten notwendig sein (siehe auch Kapitel Speicher).

Während Batteriespeicher kurzfristige Überkapazitäten decken können und in der Elektromobilität eingesetzt werden, werden saisonale Speicher für die Wärmewende entscheidend sein. In diesem Zusammenhang sollen in Zukunft erneuerbare Gase eine zentrale Rolle spielen. Bei der Energie- bzw. Wärmewende werden vor allem drei erneuerbare Gase betrachtet: Wasserstoff, synthetisches Methan und Biomethan (Synonym Bioerdgas). Tabelle 4 gibt eine Übersicht über die Herstellungsverfahren, Aufbereitungsschritte und Einsatzmöglichkeiten dieser drei Gase.

Insbesondere bei Wasserstoff wird durch eine zusätzliche Bezeichnung die Herkunft bzw. Gewinnungsart gekennzeichnet (siehe Tabelle 5).

Momentan gilt Wasserstoff als einer der zentralen Hoffnungsträger der deutschen und europäischen Energiewende. Wasserstoff kann im Gegensatz zu Strom und Wärme sehr gut über einen langen Zeitraum gespeichert werden und weist eine hohe Energiedichte auf. Wird Wasserstoff aus erneuerbarem Strom erzeugt, ist er zudem nahezu klimaneutral.

	Biomethan	Power to Gas (PtG)	
		synthetisches Methan	Wasserstoff
Herstellung/ Gewinnung	Vergärung verschiedener Substrate zu Biogas	Gewinnung von Wasserstoff durch Elektrolyse unter Einsatz (überschüssigen EE-) Stroms	
Aufbereitung	Aufbereitung des Biogases	Methanisierung u. a. mit CO ₂ zu erneuerbarem Methan	keine weitere Verarbeitung
Einsatz im Erdgasnetz	kann zu 100 % in das Erdgasnetz eingespeist und wie herkömmliches Erdgas eingesetzt werden		anteilige Einspeisung in Erdgasnetz möglich

Tabelle 4 – Begriffsabgrenzung erneuerbarer Gase (Angelehnt an VKU, (2017))

Bezeichnung	Definition/Gewinnung
Grauer Wasserstoff	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gewinnung aus fossilen Brennstoffen ▪ am häufigsten angewandtes Verfahren: Umwandlung von Erdgas in Wasserstoff und CO₂ (Dampfreformierung)
Grüner Wasserstoff	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Herstellung durch Elektrolyse von Wasser ▪ Deckung des elektrischen Energiebedarfs durch erneuerbaren Strom
Blauer Wasserstoff	<ul style="list-style-type: none"> ▪ grauer Wasserstoff, dessen CO₂ bei der Entstehung abgeschieden und mittels Carbon Capture and Storage (Abk. CCS) gespeichert wird ▪ bilanziell THG-neutrale Wasserstoffproduktion
Türkiser Wasserstoff	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Herstellung durch thermische Spaltung von Methan (Methanpyrolyse) ▪ Weiteres Reaktionsprodukt ist fester Kohlenstoff ▪ Voraussetzungen für die THG-Neutralität des Verfahrens: <ul style="list-style-type: none"> ○ Wärmeversorgung des Hochtemperaturreaktors aus erneuerbaren Energiequellen ○ dauerhafte Bindung des Kohlenstoffs

Tabelle 5 – Unterscheidung der Bezeichnungen für Wasserstoff nach Produktionsverfahren

Die Bestandsanalyse zeigt, dass erneuerbare Gase in Lahr noch keine Rolle spielen. Die Biogasanlagen erzeugen zwar Biogas und die Kläranlage Klärgas, diese werden jedoch direkt verwertet und nicht zu Biomethan aufbereitet.

Derzeit sind Energieüberschüsse aus EE nicht in dem Maße vorhanden, um eine Nutzung der PtG-Technologie in großem Stil wirtschaftlich und energetisch sinnvoll zu gestalten.

Zum heutigen Zeitpunkt gibt es deutschlandweit etwa 35 regenerative PtG-Anlagen mit einer Leistung von insgesamt 30 MW. Die meisten dieser Anlagen sind Pilotanlagen und dienen zu Demonstrations- und Forschungszwecken in kleinem Maßstab. In der Stadt Lahr sind zum Zeitpunkt der Erstellung des kommunalen Wärmeplans keine PtG-Anlagen bekannt.

2.8 Kennzahlen der Bestandsanalyse

In Tabelle 6 sind die wesentlichen Kennzahlen und Ergebnisse der Bestandsanalyse festgehalten.

Beschreibung Kennwert	Wert	Einheit	Bezugsjahr	Datenquelle
Endenergieverbrauch für Wärme der Haushalte	5,72	MWh/gem. Person ⁵	2017	Energie- und THG-Bilanz
THG-Emissionen für Wärmeverbrauch der Haushalte	1,40	t CO _{2e} /gem. Person	2017	Energie- und THG-Bilanz
Endenergieverbrauch für Wärme der kommunalen Liegenschaften	0,32	MWh/gem. Person	2017	Energie- und THG-Bilanz
THG-Emissionen für Wärme der kommunalen Liegenschaften	0,07	t CO _{2e} /gem. Person	2017	Energie- und THG-Bilanz
Endenergiebedarf Wärme für Wohngebäude	0,13	MWh/m ² Wohnfläche	2017	Energie- und THG-Bilanz
Stromverbrauch zur Wärmeversorgung der Haushalte	0,10	MWh/gem. Person	2017	Energie- und THG-Bilanz
Endenergieverbrauch in GHD und Industrie	4,54	MWh/gem. Person	2017	Energie- und THG-Bilanz
THG-Emissionen in GHD und Industrie	1,15	t CO _{2e} /gem. Person	2017	Energie- und THG-Bilanz
Einsatz erneuerbarer Energien nach Energieträgern				
• Energieholz	0,37	MWh/gem. Person	2017	Energie- und THG-Bilanz
• Solarthermie	0,09	MWh/gem. Person	2017	Energie- und THG-Bilanz
• Umweltwärme	0,20	MWh/gem. Person	2017	Energie- und THG-Bilanz
• Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0,17	MWh/gem. Person	2017	Energie- und THG-Bilanz
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Stromerzeugung	69,3	%	2017	Energie- und THG-Bilanz
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Wärmeerzeugung	7,9	%	2017	Energie- und THG-Bilanz

⁵ Abkürzung für „gemeldete Person“

Beschreibung Kennwert	Wert	Einheit	Bezugsjahr	Datenquelle
Anteil erneuerbarer Energien Strombedarf	9,4	%	2017	Energie- und THG-Bilanz
Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf	7,9	%	2017	Energie- und THG-Bilanz
Nutzung synthetischer Brennstoffe (PtX)	0	MWh/gem. Person	2017	
Stromverbrauch für die Wärmebereitstellung	7.187	MWh	2017	Energie- und THG-Bilanz
Fläche solarthermischer Anlagen	0,12	m ² /gem. Person	2017	Energie- und THG-Bilanz
Fläche PV-Anlagen	1,85	m ² /gem. Person	2017	⁶
Installierte KWK-Leistung pro Kopf (elektrisch)	0,05	kW/gem. Person	2017	Überlandwerk Mittelbaden
Installierte KWK-Leistung pro Kopf (thermisch)	0,07	kW/gem. Person	2017	⁷
Installierte Speicherkapazität Strom	0,148	MWh	2017	Überlandwerk Mittelbaden
Installierte Speicherkapazität Wärme	k.A.	MWh		
Hausanschlüsse in Gasnetzen	5.426	Anzahl	2021	badenovaNETZE
Länge der Transport- und Verteilungen in Gasnetzen	278.665	m	2021	badenovaNETZE
Hausanschlüsse in Wärmenetzen	213	Anzahl	2021	badenovaWÄRMEPLUS
Länge der Transport- und Verteilungen in Wärmenetzen	15.911	m	2021	badenovaWÄRMEPLUS

Tabelle 6 – Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse

⁶ Berechnet anhand der installierten Leistung für PV-Anlagen (Quelle: Überlandwerk Mittelbaden) und Annahmen zu PV-Modulgröße und Leistung nach dem Energieatlas BW

⁷ Thermische Leistung ermittelt anhand installierter elektrischer Leistung (Datenquellen: Stromnetzbetreiber Überlandwerk Mittelbaden) und durchschnittliche Wirkungsgrade für KWK-Anlagen (38 % elektrisch und 54 % thermisch)

3. Potenzialanalyse

Bei der Wärmewende hat die Senkung des Wärmebedarfs durch die Energieeinsparung und die Erhöhung der Energieeffizienz eine hohe Priorität. Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung muss der verbleibende Wärmeverbrauch durch Energie aus erneuerbaren Quellen bzw. synthetischen Brennstoffen, die aus erneuerbaren Energien erzeugt werden, gedeckt werden.

In den folgenden Abschnitten werden diese Potenziale zur klimaneutralen Wärmeversorgung in der Stadt Lahr beschrieben und nach Möglichkeit beziffert. Dabei werden zunächst Potenziale der Energieeinsparung und Energieeffizienz erläutert, die den Energieverbrauch für Wärme senken können. Anschließend werden Potenziale zur Deckung des Wärmeverbrauchs durch lokale erneuerbare Energien erläutert. Da davon auszugehen ist, dass in diesem Zusammenhang der Stromverbrauch für Wärmeerzeugung steigen wird, werden zusätzlich die Potenziale zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien aufgezeigt. Abschließend werden Potenziale zur Anwendung und Erzeugung von synthetischen Brennstoffen erläutert.

3.1 Energieeinsparung

Bei der Energieeinsparung geht es darum, durch einen bewussten Umgang mit Energie schlicht weniger zu verbrauchen. Obwohl die Potenziale bereits gut bekannt sind, ist die Umsetzung solcher Maßnahmen teils schwer zu beeinflussen, da sie nicht durch erprobte technische Maßnahmen schnell umzusetzen sind, sondern vom täglichen Verhalten aller Nutzerinnen und Nutzern abhängen. Das Verhalten wird wiederum stark von Gewohnheiten sowie sozialen und psychologischen Faktoren beeinflusst, was eine Verhaltensänderung erschwert. Trotzdem wird die Energieeinsparung ein wichtiger Baustein der Wärmewende sein. Im folgenden Abschnitt werden einige Möglichkeiten beschrieben, durch die der Wärmebedarf gesenkt werden kann.

3.1.1 Senkung des Wärmebedarfs durch Nutzerverhalten

Eine der effektivsten Maßnahmen zur Reduktion des Wärmebedarfs ist das Absenken der Raumtemperatur. Für jedes Grad der Absenkung sinkt der Energieverbrauch um 6 %. Zusätzlich kann ein zonenweises Heizen bei geschlossenen Zimmertüren ca. 1-3 % Energie einsparen. Das korrekte Lüften in Form von Stoßlüften reduziert Wärmeverluste, allerdings lassen sich die erreichbaren Einsparungen nur schwer abschätzen, weil das Ergebnis sehr vom individuellen Nutzerverhalten abhängig ist. Die Umsetzung solcher Maßnahmen kann zudem durch diverse technische Lösungen erleichtert werden, beispielsweise mit programmierbaren, digitalen und/oder ferngesteuerten Heizreglern. Einige Sensoren erkennen auch offene Fenster und schalten beim Lüften die Heizung selbstständig aus. Wassersparende Duschbrausen und Armaturen können bis zu 20 % des Energiebedarfs für die Warmwasserbereitung einsparen und mit einem bewussten und sparsamen Verbrauchsverhalten mit Warmwasser können bis zu 10 % Energie eingespart werden (Rehmann, et al., 2022).

Mit Hilfe von organisatorischen Veränderungen bei der Gebäudenutzung (z.B. beim mobilen Arbeiten) lassen sich bei geringer Auslastung und entsprechender Umverteilung der Mitarbeiter einzelne Gebäudegeschosse teilweise abgesenkt betreiben und somit unter normalen Randbedingungen bis zu 10 % Energie einsparen. Je größer die Fläche ist, die mit abgesenkten Raumtemperaturen betrieben wird, desto größer kann die Energieeinsparung ausfallen (Rehmann, et al., 2022).

3.2 Steigerung der Energieeffizienz

3.2.1 Effizienz der Heizungssysteme

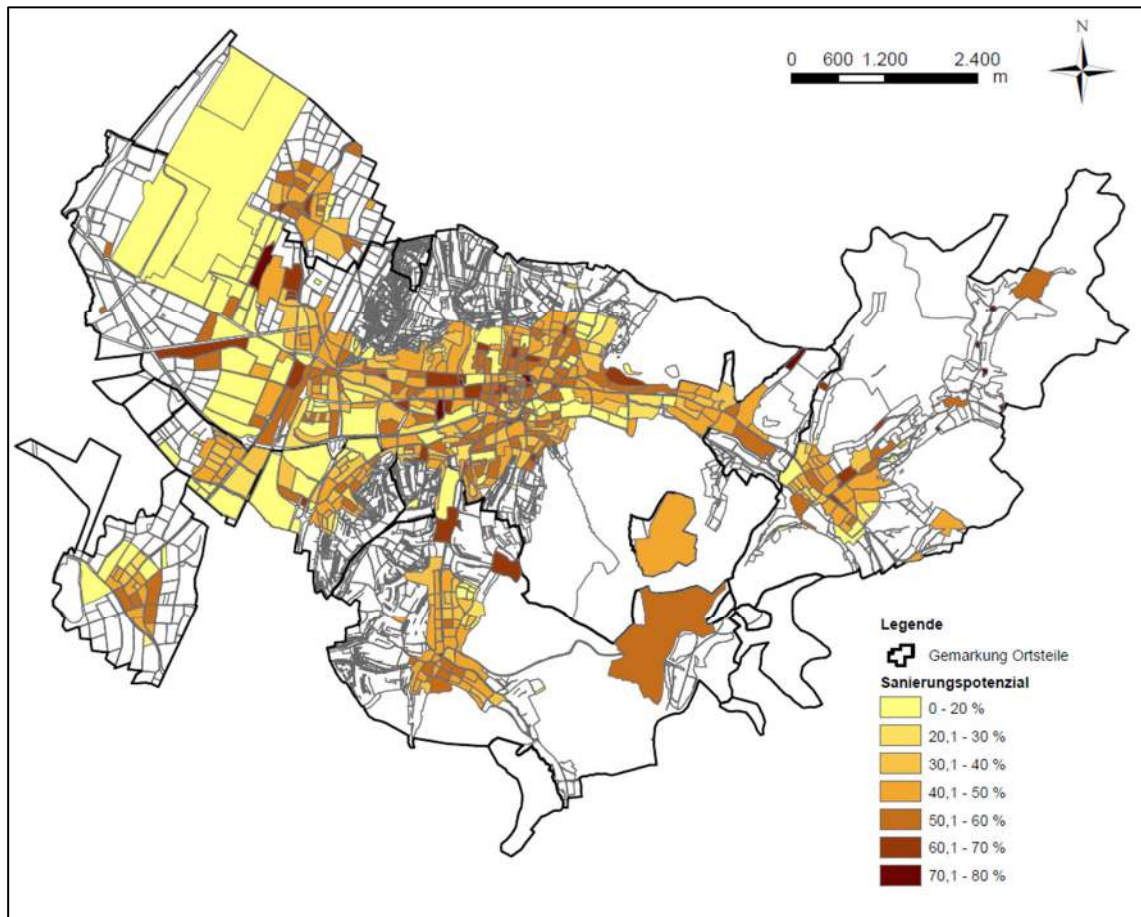
Eine Studie des Instituts für technische Gebäudeausrüstung Dresden hat verschiedene Optionen zur Steigerung der Effizienz von Heizsysteme kombiniert und kommt insgesamt auf ein Einsparpotenzial von durchschnittlich 8-15 % (Rehmann, et al., 2022). Wird die Vorlauftemperatur gesenkt, steigt die Effizienz, die Wärmeverluste werden reduziert und es kann eine Energieeinsparung von bis zu 5 % erzielt werden. Auch mit Hilfe einer Nachtabenkung können die Temperaturen im Gebäude gesenkt und somit eine Energieeinsparung zwischen 4-10 % erreicht werden. Infolge einer Überprüfung und Berücksichtigung der Anwesenheitszeiten und der anschließenden Anpassung von Zeitplänen lassen sich bis zu 10 % der Endenergie einsparen. Der hydraulische Abgleich ist erforderlich, damit durch alle Heizkörper die notwendige Wassermenge fließen kann. Ist der hydraulische Abgleich durchgeführt worden, lassen sich bis zu 3 % Energie einsparen. Die Einsparpotenziale einzelner Maßnahmen sind nicht losgelöst voneinander zu sehen, sondern sie sollten gesamtheitlich betrachtet und genutzt werden.

3.2.2 Monitoring und Optimierung der technischen Anlagen

Bei Nichtwohngebäuden (Gewerbe, verarbeitendes Gewerbe oder öffentliche Liegenschaften) kann die Effizienz und Funktionsweise von technischen Anlagen mit Hilfe eines Monitorings durch engmaschige Kontrollen überprüft und mit geeigneten Gegenmaßnahmen bis zu 10 % Energie eingespart werden. Die Nutzung einer Gebäudeautomation ermöglicht die vorhandenen Informationen zur tatsächlichen Nutzung des Gebäudes heranzuziehen und den Energieverbrauch um ca. 10- 30 % zu senken. Beispielsweise lässt sich mit Hilfe von Sensoren die Präsenz in Räumen erfassen und somit eine bedarfsgerechte Beleuchtung ermöglichen. Darüber hinaus kann mit Hilfe von Temperaturfühlern die Heizung außentemperaturgeführt betrieben werden. Durch die Nutzung einer automatischen Einzelraumregelung unter Verwendung von programmierbaren elektronischen Thermostatventilen sind Einsparungen zwischen 9- 15 % möglich (Rehmann, et al., 2022).

3.2.3 Energetische Sanierung der Wohngebäude und Nichtwohngebäude

Die energetische Sanierung von Gebäuden bietet einen großen Hebel, um den Raumwärmebedarf der Gebäude zu senken. In der Stadt Lahr wurden 74 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutzverordnung 1984 erbaut, d.h. zu einer Zeit, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte. Anhand der Klassifizierung der Gebäude in Gebäudetypen (Gebäudealtersklasse und Gebäudeart) wurde das Potenzial durch die energetische Sanierung berechnet. Konkret heißt das, dass im digitalen Zwilling für jedes Gebäude das Einsparpotenzial berechnet wurde. Dabei wurden den einzelnen Bauteilen (Dach, Fenster, Außenwand und Keller) gängige Dämmmaßnahmen der jeweiligen Gebäudetypen hinterlegt und der Wärmebedarf nach einer Sanierung anhand üblicher Bauteilflächen des Gebäudetyps ermittelt. Karte 9 zeigt die Einsparpotenziale der Gebäude durch energetische Sanierung aggregiert auf Baublockebene.



Karte 9 – Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude

In Summe könnten 37 % des aktuellen Wärmebedarfs der Wohngebäude eingespart werden, wenn alle Wohngebäude auf den Mindeststandard des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) modernisiert werden. Ein höherer Sanierungsstandard ist möglich und wird in der Praxis beispielsweise umgesetzt, um die Bundesförderung für effiziente Gebäude (Bundesförderung für effiziente Gebäude) zu erhalten. In der folgenden Abbildung 12 sind sowohl der momentane Wärmeverbrauch der Wohngebäude (links) sowie das mögliche Einsparpotenzial (rechts) nochmals für die gesamte Stadt Lahr grafisch zusammengefasst. Durch die Sanierung der Wohngebäude und der damit einhergehenden Energieeinsparung, könnte die Stadt Lahr die THG-Emissionen um 23.355 t CO_{2e} jährlich senken (19 % der wärmebedingten THG-Emissionen der Stadt im Jahr 2017).

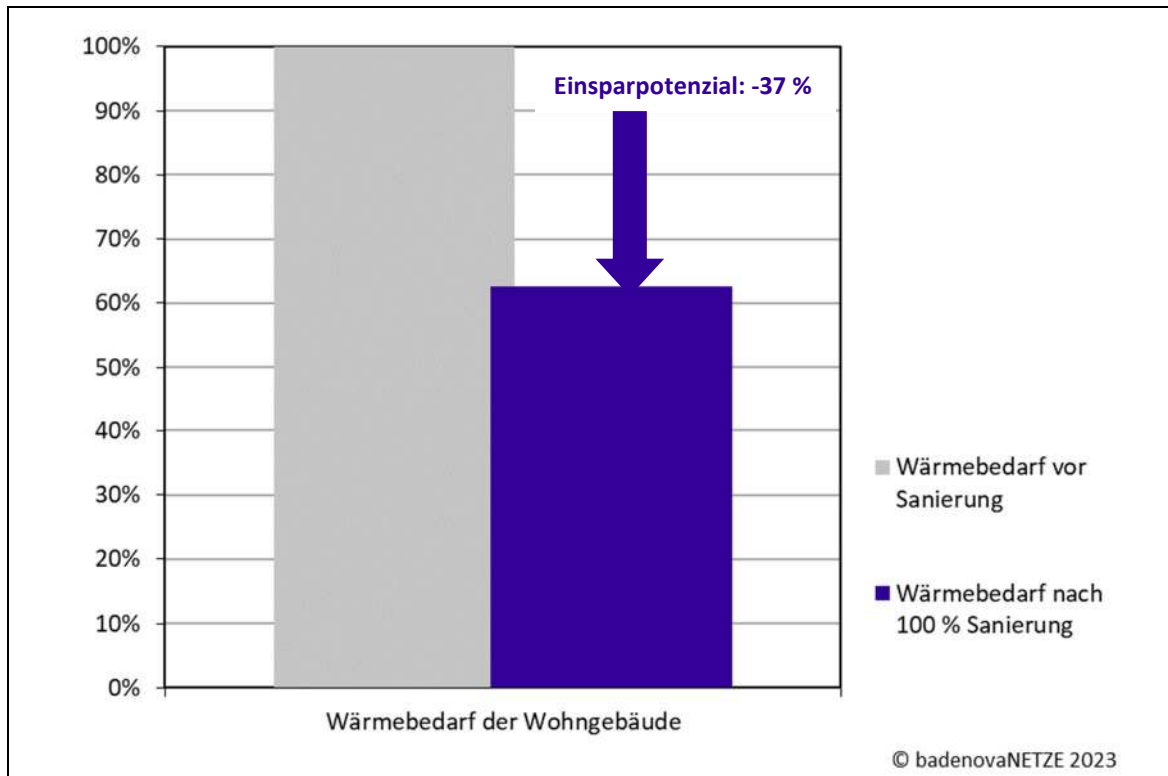


Abbildung 12 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

3.2.4 Raumwärme der kommunalen Liegenschaften

Im Rahmen des European Energy Award in der Stadt Lahr wird ermittelt, wie effizient Raumwärme in den kommunalen Liegenschaften genutzt wird. Dabei wurden Zielwerte für den Wärmeverbrauch, bezogen auf den Energieverbrauch für Wärme pro m² Nutzfläche, für die jeweiligen Gebäudenutzungsart (z.B. Schule, Verwaltung, Halle etc.) angesetzt (siehe Tabelle 7). Demnach liegt die Stadt Lahr bei 27 % Zielerreichung. Würde die Stadt die Zielwerte erreichen, würden die Liegenschaften 45 % des aktuellen Wärmeverbrauchs einsparen. Konkret können die Wärmeverbrauchswerte bei den Liegenschaften sowohl durch energetische Sanierung der Gebäudeaußenhülle wie auch durch den Einsatz effizienter Heizungstechnik. Der Fokus sollte dabei auf den Verwaltungsgebäuden, den Schulen, dem Jugendzentrum, dem Bauhof, der Festhalle Kuhbach, dem Alten- und Pflegeheim und der Musikschule liegen, da diese Gebäude besonders hohe spezifische Verbrauchswerte aufweisen.

Gebäudetyp	Zielwert nach dem eea	Wert städtischer Gebäude Lahr im Jahr 2021	Einheit
Verwaltungsgebäude	55	156	kWh/m ² & Jahr
Schulen	63	100	kWh/m ² & Jahr
Schulen mit Turnhalle	69	136	kWh/m ² & Jahr
Kindertagesstätten	73	86	kWh/m ² & Jahr
Turnhallen/Sporthallen	70	94	kWh/m ² & Jahr
Hallenbäder	1.045	1.057	kWh/m ² & Jahr
Sportplatzgebäude	63	90	kWh/m ² & Jahr
Freibäder	32	18	kWh/m ² & Jahr
Jugendzentren	46	260	kWh/m ² & Jahr
Bürger-, Dorfgemeinschaftshäuser	74	70	kWh/m ² & Jahr
Bauhöfe	57	109	kWh/m ² & Jahr
Feuerwehren	68	102	kWh/m ² & Jahr
Friedhofsanlagen	29	48	kWh/m ² & Jahr
Museen	50	93	kWh/m ² & Jahr
Stadthallen/Saalbauten	69	190	kWh/m ² & Jahr
Alten- und Pflegeheime	80	191	kWh/m ² & Jahr
Musikschulen	57	153	kWh/m ² & Jahr

Tabelle 7 – Ziel- und Ist-Wert des Wärmeverbrauchs der städtischen Liegenschaften nach Gebäudetyp

3.2.5 Prozesswärme

Wesentliche Effizienzpotenziale bieten bei der Prozesswärme diverse Modernisierungs- und Optimierungsmaßnahmen, durch die der Energieverbrauch im Schnitt um bis zu 15 % gesenkt werden kann. Der Einsatz von energieeffizienten Anlagenkomponenten wie drehzahlgeregelte Pumpen und Ventilatoren, regelbarer Brenner und großer Wärmeübertragungsflächen stellen schnelle und wirksame Maßnahmen dar. Zudem können Wärme- und Dampferzeugungsanlagen modernisiert werden. Immerhin sind 80 % der industriellen Wärmeanlagen in Deutschland älter als zehn Jahre und entsprechen nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik.

Weitere Potenziale bietet die Wärmerückgewinnung. Bei der industriellen Wärmeerzeugung werden durchschnittlich 40 % der Abwärme an die Umgebung abgegeben. Die bisher ungenutzte Abwärme kann für das Heizen von Gebäuden, das Aufbereiten von Warmwasser oder zur Vorwärmung von Verbrennungs- und Trocknungsluft verwendet werden. Kann die Wärme nicht im Betrieb genutzt werden, kann sie zudem ausgekoppelt und über ein Wärmenetz weitere Gebäude beheizen (siehe auch Abschnitt 3.3.6).

Eine weitere Senkung des Energieverbrauchs gelingt durch den Umstieg auf effiziente Umwandlungs- und Erzeugertechnologien. Ein BHKW folgt beispielsweise dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung und erzeugt gleichzeitig Wärme und Strom. Dadurch wird die Abwärme nicht

ungenutzt an die Umwelt abgegeben, sondern direkt genutzt. Auch mit Hilfe moderner Wärmepumpen, Wärmespeicher oder Solarthermie kann vorhandene Energie effizienter genutzt werden.

Die Potenziale zur Senkung des Prozesswärmebedarfs lassen sich nur durch eine Untersuchung der bestehenden Anlagen und Prozesse der jeweiligen Betriebe genau beziffern. Eine solche Erhebung übersteigt den Rahmen des kommunalen Wärmeplans. Festzuhalten ist jedoch, dass diese Potenziale gehoben werden sollten und damit ein wichtiger Baustein der Wärmewende in der Stadt Lahr sind.

3.3 Erneuerbare Energien für die Wärmeversorgung

Zur Erreichung eines klimaneutralen Gebäudebestands muss der nach Einspar- und Effizienzmaßnahmen verbleibende Wärmebedarf möglichst treibhausgasarm über erneuerbare Energieträger gedeckt werden. Im folgenden Abschnitt werden die in der Stadt Lahr verfügbaren Potenziale zur Wärmeerzeugung aus den folgenden erneuerbaren Quellen beschrieben: Biomasse, oberflächennahe und Tiefengeothermie, Umweltwärme, Solarthermie und Abwärme aus Gewerbe und Abwasser.

3.3.1 Biomasse

Bei der energetischen Nutzung der Biomasse kann zwischen Energieholz und Biogas unterschieden werden. Energieholz in Form von Stückholz, Holzpellets oder Holzhackschnitzel wird aus der Forstwirtschaft sowie der Holzverarbeitenden Industrie gewonnen und wird hauptsächlich für die Wärmeerzeugung genutzt, während Biogas aus verschiedenen Substraten, vor allem aus der Landwirtschaft, erzeugt werden kann und sowohl für die Erzeugung von Strom als auch von Wärme genutzt wird.

Im Rahmen dieser Studie wurde das Potenzial an Biomasse (Energieholz und Biogas) für die energetische Nutzung im Gemarkungsgebiet der Stadt Lahr durch eine empirische Erhebung ermittelt. Es wird zunächst das technische Potenzial anhand des Massenaufkommens der Biomasse beziffert und anschließend die aktuellen Verwertungspfade berücksichtigt.

Eine effektive Nutzung von Biomasse wird durch eine Kaskadennutzung erreicht. An der Spitze dieser Pyramide steht die Nutzung von Biomasse als Nahrungsmittel. In einer zweiten Nutzungsstufe wird eine stoffliche Nutzung der Biomasse, wie beispielsweise die Herstellung von Baustoffen oder Verpackungsmaterialien, überprüft. Erst im Anschluss ist eine energetische Nutzung sinnvoll. In dieser Studie wird daher der Schwerpunkt auf das Energiepotenzial von Reststoffen gelegt, die bisher keinem Verwertungspfad unterliegen oder durch einen kosteneffizienten und ökologischen Verwertungspfad ersetzt werden können. In den folgenden Abschnitten werden die in der Stadt Lahr lokal verfügbaren Potenziale zur Erzeugung von Biogas und zur energetischen Verwertung fester Biomasse (Energieholz) quantifiziert.

3.3.1.1 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Landwirtschaft

Die Ermittlung der Biogaspotenziale für die Stadt Lahr erfolgte mithilfe statistischer Kennzahlen sowie einer Befragung bei einigen Betrieben. Laut dem Statistischen Landesamt wurden im Jahr 2020 in der Stadt Lahr eine Fläche von 2.162 ha landwirtschaftlich genutzt (STALA (2022)). Bei der Bewirtschaftung dieser Flächen entstehen unterschiedliche Reststoffe, die sich für den

Betrieb einer Biogasanlage eignen. Tabelle 8 gibt eine Übersicht dieser Reststoffe und deren energetischen Potenziale in der Stadt Lahr.

Die Nutzung von tierischen Exkrementen als Biogassubstrat ist ökologisch sinnvoll, denn die vergorene Gülle bzw. der ausgefaulte Festmist kann nach der Nutzung in einer Biogasanlage in Form von Biogasgülle als hochwertiger organischer Dünger auf das Feld ausgebracht werden. Die von dem statistischen Landesamt angegebenen Tierbestände in der Stadt Lahr ergeben ein energetisches Potenzial der tierischen Exkremente von 1.220 MWh/Jahr.

Reststoff Quelle	Anbaufläche (ha) Quelle: STALA 2022	Energetisches Potenzial (MWh/Jahr)
Ackerpflanzen ⁸	1.273	7.836
Dauergrünlandflächen	532	2.464
Obstanbau	21	92
Weinanbau	186	243

Tabelle 8 – Energetisches Potenzial einiger landwirtschaftlichen Reststoffe in der Stadt Lahr

3.3.1.2 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen

Eine energetische Nutzung von Rest- und Abfallstoffen ist aus ökologischer Sicht sehr attraktiv, da keine Konkurrenz zu Nahrungsmitteln besteht und es sich teilweise um Abfallstoffe handelt, die bisher entsorgt werden müssen.

Die Nutzung der organischen Abfälle der Haushalte der Stadt Lahr birgt zwar ein energetisches Potenzial von ca. 2.856 MWh/Jahr. Die Verwertung in einer Biogasanlage in Lahr wird in dieser Studie jedoch ausgeschlossen, da die Entsorgung dieser Abfälle in der Verantwortung des Ortenaukreises liegt. Diese werden zusammen mit dem Restmüll in der Müllbehandlungsanlage Kahlenberg bereits verwertet.

Eine Abfrage bei den örtlichen Betrieben, die organische Abfälle erzeugen, hatte nur wenige Rückmeldungen. Bei den Betrieben, die geantwortet haben, gibt es bereits bestehende Verwertungspfade oder die Abfälle werden außerhalb der Stadt weiterverarbeitet.

3.3.1.3 Gesamterzeugungspotenzial Biogas

Ausgehend von den vor Ort erzeugten organischen Reststoffen ergibt sich ein technisches Biogaspotenzial für die Stadt Lahr von 11.610 MWh/Jahr, was im Rahmen einer Stromerzeugung einem elektrischen Erzeugungspotenzial von 4.412 MWh/Jahr und einer Biogasanlage mit ca.

⁸ Das Energiepotenzial der Ackerpflanzen verteilt sich in Lahr auf 25 Haupteerwerbslandwirte und 25 Nebenerwerbslandwirte. Eine ökologische Bewertung der Nutzung dieser Biomasse ist abhängig von der Tatsache, ob diese Reststoffe als organischer Dünger oder zur Tierernährung genutzt werden. Im ersten genannten Fall stellt die Nutzung dieser Reststoffe in einer Biogasanlage eine Wertschöpfung dar, da am Ende des Biogasprozesses erneut ein hochwertiger Dünger entsteht. Bei Letzterem ist eine Falluntersuchung notwendig, ob die als Tierfutter genutzte Biomasse kostengünstig und unter ökologischen Gesichtspunkten äquivalent substituiert werden kann.

649 kW_{el} Leistung entsprechen würde⁹. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist allerdings keine Analyse der bestehenden Verwertungspfade dieser Reststoffen möglich. Würde eine lokale Biogaserzeugung angestrebt, müssten zudem ein Betreiber und ein Standort für die entsprechende Anlage identifiziert werden.

3.3.1.4 Energieholz

Die Quantifizierung der kommunalen Energieholzpotenziale konnte einerseits durch konkrete Holzeinschlagsdaten, andererseits auf Basis von Erfahrungsberichten der zuständigen Forstverwaltung durchgeführt werden.

In der Stadt Lahr beläuft sich die Waldfläche auf 2.577 ha. Diese befindet sich zu 52% in Stadtbesitz. Das eingeschlagene Holz wird teilweise energetisch genutzt und als Hackschnitzel (360 fm/Jahr) und Brennholz (1.040 fm/Jahr) verwendet. Zusätzlich werden 2.200 fm/Jahr stofflich genutzt. Nach Auskunft des zuständigen Försters wird die städtische Waldfläche in Lahr bereits nachhaltig bewirtschaftet, so dass keine zusätzlichen energetischen Potenziale vorhanden sind. Bisher ungenutzter Zuwachs verbleibt vor allem aus Gründen der Ökologie und Nachhaltigkeit im Wald.

Laut Auskunft der Stadtverwaltung werden durch die Grünpflege ca. 200 m³ Grünschnitt produziert und auf den eigenen Flächen genutzt, so dass kein freies Potenzial besteht für die Wärmeerzeugung. Weitere 660 m³ Heckenschnitt werden jährlich gesammelt, und auf einer Kompostieranlage im Industriegebiet-West entsorgt.

3.3.2 Oberflächennahe Geothermie

Bei der oberflächennahen Geothermie werden solche Erdwärmepotenziale betrachtet, die in bis zu 400 m Tiefe erschließbar sind. Sie wird ausschließlich zur Wärmeversorgung und nicht zur Stromerzeugung genutzt. Dabei wird die in oberflächennahen Erdschichten vorhandene niedrigtemperierte Wärme mittels einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gehoben, welches dann das Heizen eines Gebäudes ermöglicht. In Abbildung 13 sind die verschiedenen Techniken zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden mit Erdwärme dargestellt. Welches System Anwendung findet, hängt wesentlich vom Bedarf, von den Untergrundverhältnissen und von der zur Verfügung stehenden Fläche ab. Für gewerbliche Zwecke, größere Gebäude und Gebäudegruppen bieten sich Erdwärmesonden und Grundwasserbrunnen an. Einfamilienhäuser können vor allem die Erdwärmesonde oder auch Kollektorsysteme nutzen.

⁹ Für die Berechnung des Erzeugungspotenzials für Wärme und Strom wurden folgenden Annahmen getroffen: Mit den verfügbaren Substratpotenzialen wird eine Anlage für 6.800 Volllaststunden ausgelegt bei einem elektrischen Wirkungsgrad von 38 % und einem thermischen Wirkungsgrad von 54 %. Dabei werden 40 % der erzeugten Wärme für den Eigenbedarf der Anlage benötigt.

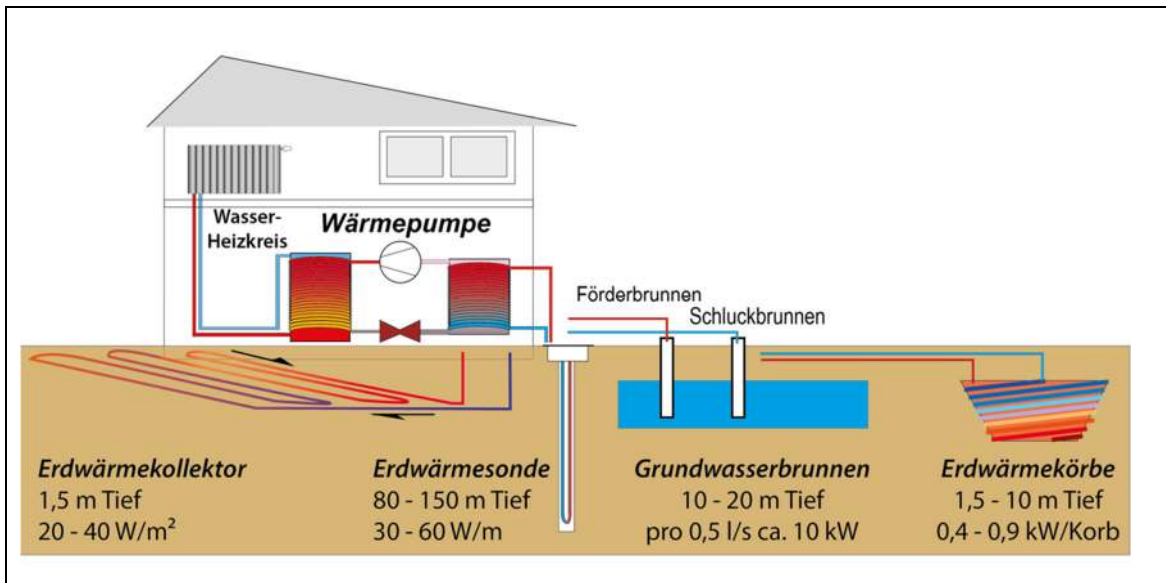


Abbildung 13 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit

Das nutzbare Potenzial der oberflächennahen Geothermie kann wesentlich durch Wasserschutz-zonen eingeschränkt werden, da in diesen Gebieten die Nutzung nur sehr bedingt, bis gar nicht möglich ist. In Lahr sind lediglich bei Sulz Wasserschutz-zonen ausgewiesen, die dort kleine Teile der Siedlungsgebiete betreffen (vgl. Karte 10).

3.3.2.1 Erdwärmesonden

Geologisch betrachtet bietet der Untergrund von Lahr ausreichend Potenzial für die Anwendung von Erdwärmesonden. Die Wärmeleitfähigkeiten des Untergrundes und die geologisch bedingten thermischen Entzugsleistungen, so wie sie von dem Informationssystem für oberflächennahe Geothermie Baden-Württemberg (ISONG-BW) angegeben werden, liegen weitestgehend im geeigneten Bereich.¹⁰

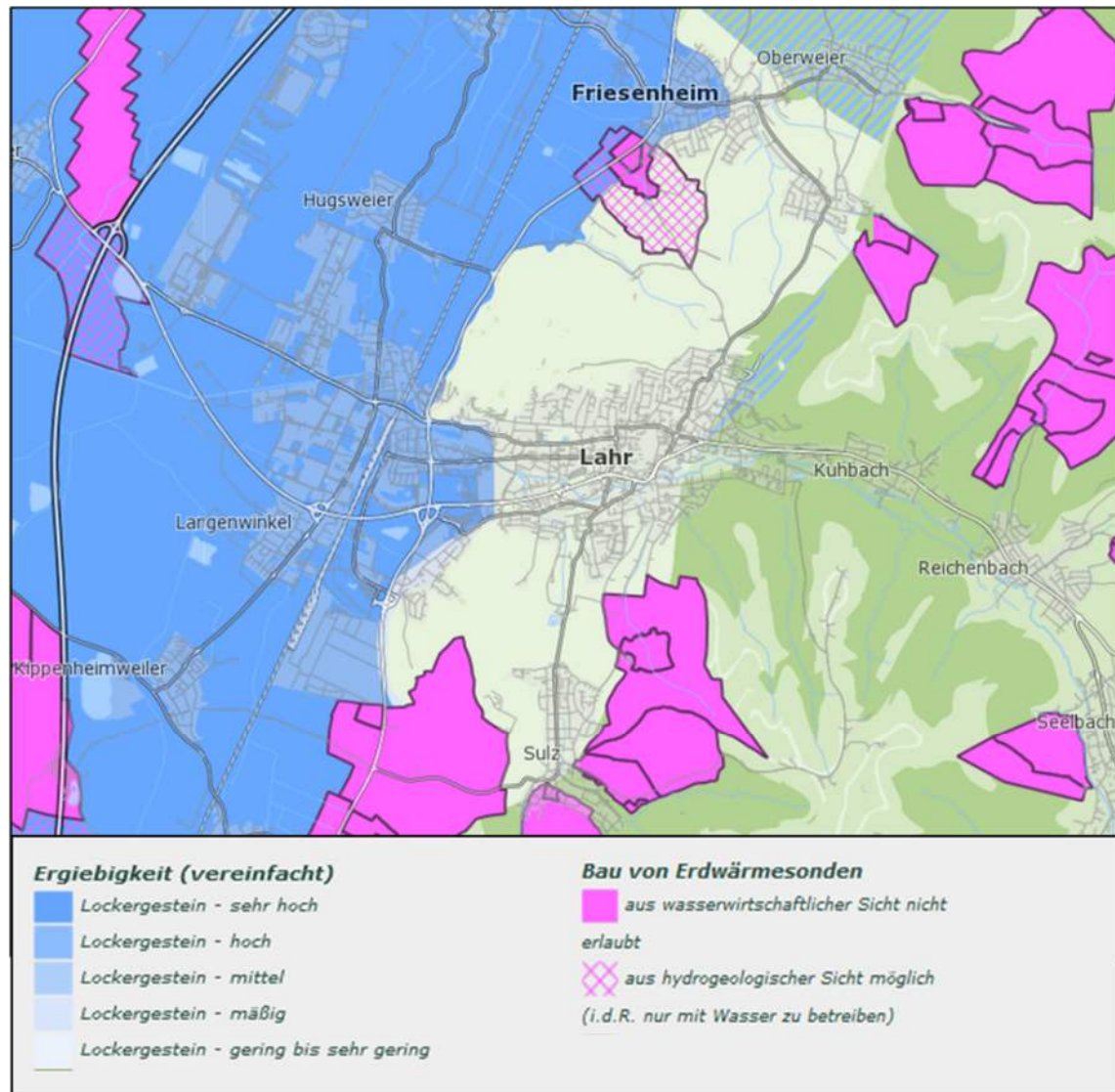
Auf der Grundlage dieser Werte und der Daten zum Wärmebedarf der Bestandsgebäude konnten die Potenziale zur Nutzung von Erdwärmesonden ermittelt werden. Zunächst wurde das technische Potenzial für jedes Wohngebäude ermittelt. Dabei wird berechnet, wie viele Erdwärmesonden¹¹ benötigt werden, um den Wärmebedarf des Gebäudes zu decken. Dabei wird nicht mit dem aktuellen Wärmebedarf, sondern mit dem Wärmebedarf nach energetischer Sanierung der Gebäudehülle¹² gerechnet. Anschließend wurde dieses technische Potenzial durch weitere Faktoren präzisiert. Wichtige Kriterien sind beispielsweise, ob ausreichend Platz auf dem Grundstück für die entsprechende Anzahl der Erdwärmesonden vorhanden ist. Gebäude, die mehr als

¹⁰ Die Wärmeleitfähigkeiten des Bodens liegen im Bereich von 0,8 bis > 1,6 W/mK. Geologisch bedingte thermische Entzugsleistungen liegen im Bereich von 45 bis > 65 W/m Sondenlänge bei 100 m Gesamtlänge. Für Potenzialberechnungen von Einzelsonden werden Werte bis maximal 50 W/m benötigt, für die von Erdwärmesondenfeldern maximal 30 W/m.

¹¹ Es wurde mit der technisch-ökonomisch optimalen Länge von 120 m gerechnet.

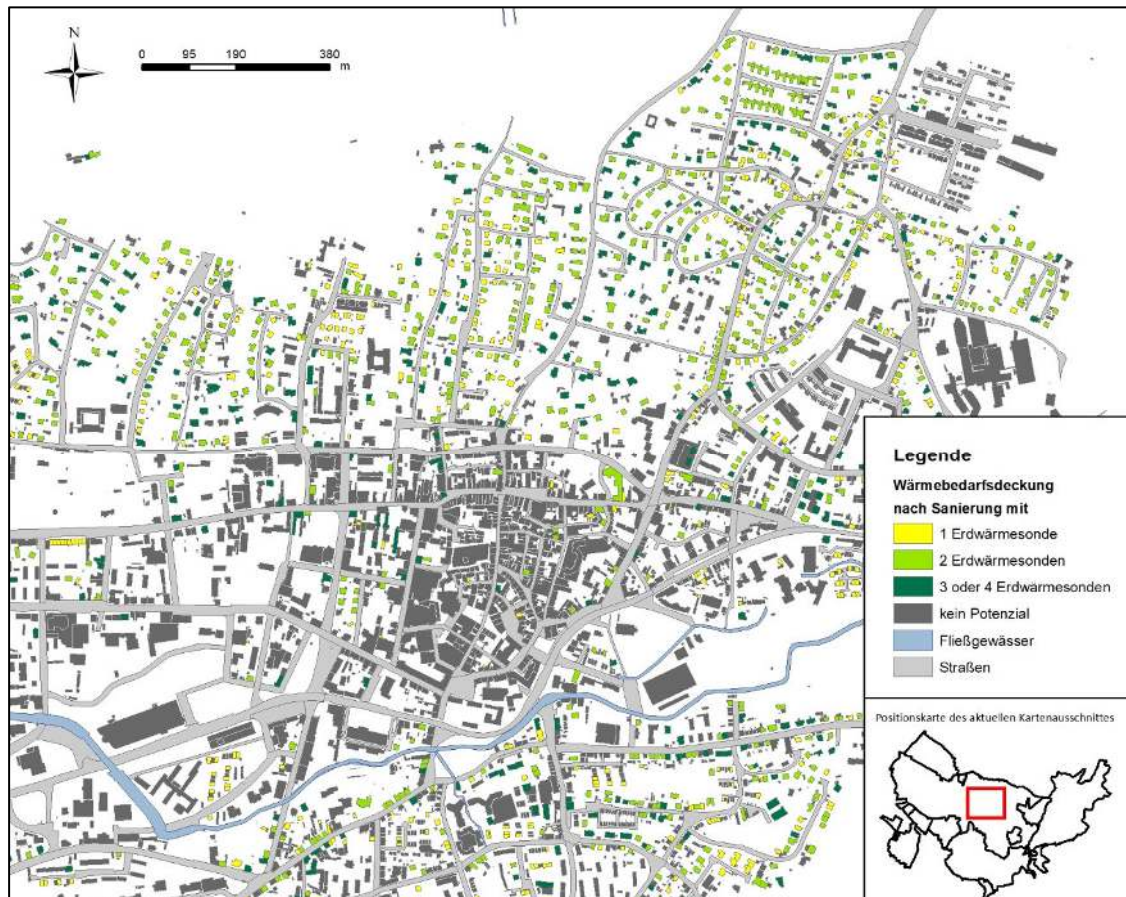
¹² Vorausgesetzt wird in diesem Fall eine Gebäudesanierung auf den Stand der 3. Wärmeschutzverordnung von 1995.

vier Sonden benötigen, um den Wärmebedarf zu decken, werden bei der Betrachtung des wirtschaftlichen Potenzials ausgeschlossen.



Karte 10 – Wasserschutzzonen und Ergiebigkeit der hydrogeologischen Einheiten im Gebiet der Gemarkung Lahr (Quelle: LGRB, (2022)).

Das technisch-wirtschaftliche Potenzial zur Deckung des Wärmebedarfs der Wohngebäude über Erdwärmesonden liegt in Lahr bei ca. 100.602 MWh/Jahr, was 38,4 % des Wärmebedarfs der Wohngebäude (nach den hier angenommenen Sanierungsmaßnahmen) entspricht. Karte 11 zeigt einen Ausschnitt des gebäudescharfen Potenzials für Erdwärmesonden. Hellgrüne Farben kennzeichnen Wohngebäude, deren Wärmebedarf mit einer einzelnen Sonde gedeckt werden kann. Gelb markierte Gebäude benötigen zwei und dunkelgrün markierte benötigen bis zu vier Erdwärmesonden. Eine geothermische Bedarfsdeckung konzentriert sich vor allem auf die Wohngebiete mit überwiegend Einfamilienhausbebauung. Im Stadtgebiet ist das Potenzial gering, da das Alter und der hohe Wärme- bzw. Leistungsbedarf der Gebäude einer effizienten und wirtschaftlichen Anwendung im Wege stehen. In den eng bebauten Arealen sind dazu auch die Grundstücksflächen oft zu klein, um mehrere Erdwärmesonden abzuteufen.



Karte 11 – Ausschnitt des technisch-wirtschaftlichen Potenzials zur Deckung des Wärmebedarfs mit Erdwärmesonden

3.3.2.2 Grundwasser

Ein weiteres Potenzial bietet die Installation von Grundwasserbrunnen. Voraussetzung für die Nutzung von Grundwasserwärme ist zunächst, dass das Grundwasser in einer Tiefe von ca. 10 bis 15 m in ausreichenden Mengen förderbar ist. Aus wirtschaftlicher Sicht ergibt die Nutzung der Grundwasserwärme mittels Grundwasserbrunnen und Grundwasser-Wasser-Wärmepumpe vor allem bei größeren Gewerbegebäuden Sinn. Bei niedrigen Heizungsvorlauftemperaturen (Flächenheizungen) kann der Raumwärmebedarf dieser Gebäude in der Regel mit je 1 bis 2 Förder- und Schluckbrunnen gedeckt werden. Zusätzlich kann Grundwasser als Hauptwärmequelle für Wärmenetze mit niedriger Vorlauftemperatur (sog. kalte Nahwärme) eingesetzt werden, wie z.B. bei Neubaugebieten. Bei konventionellen Fernwärmenetzen mit hohen Vorlauftemperaturen kann Grundwasser einen Teil der Grundlast abdecken. Für einzelne Wohngebäude ist es im Gegenteil in der Regel nicht wirtschaftlich Grundwasserwärme zur Wärmebedarfsdeckung zu nutzen.

Ausreichende Grundwasser-Förderleistungen bei 10 bis 15 m tiefen Brunnen sind laut ISONG-BW in den westlichen Stadtgebieten zu erwarten. Östlich davon, in Richtung Schwarzwaldrand, ist die Grundwasserergiebigkeit deutlich geringer. Karte 10 zeigt die vom LGRB erfasste Ergiebigkeit, wobei eine hohe Ergiebigkeit (dunkelblau) mit einem hohen technischen Grundwasserpotenzial zu bewerten ist. In Lahr kann das Grundwasser zur Wärmeerzeugung vor allem in Gebieten westlich der B3 genutzt werden. Auch im Bereich des Stadtzentrums von Lahr treten Lockergesteine in der Umgebung der Schutter auf, die vermutlich zunehmend geringere Durchlässigkeiten aufweisen und nach Osten zu in ihrer Mächtigkeit stark abnehmen. In den mehr

westlich gelegenen zentralen Stadtgebieten ist mit ausreichend günstigen Grundwasserverhältnissen zu rechnen, so dass Schüttungsmengen von 10 l/s je Brunnen als realistisch angenommen werden.

Das lokale Potenzial lässt sich nur grob über eine Berechnungsformel zum Grundwasserandrang quantifizieren (vgl. Abschnitt 7.4). Bei einer Fördermenge zwischen 6-18 l/s liegt die Entzugsleistung in Abhängigkeit von der Temperaturspreizung am Wärmetauscher bei 100 bis 300 kW je Brunnen. Bei zehn Grundwasserförderbrunnen könnte somit eine Wärmeleistung von bis zu 3,7 MW bei einem Leistungskoeffizienten von COP = 5,1 generiert werden. Eine genaue Angabe des kumulierten Potenzials zur Wärmeerzeugung aus dem Grundwasser in der gesamten Stadt lässt sich nicht berechnen, aber das Potenzial ist trotz der vorhandenen Wasserschutz-zonen insgesamt als hoch einzustufen.

Das Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 LGRB, verweist auf folgende Bohrrisiken:

- Bohrtechnische Schwierigkeiten durch Karsthohlräume und -spalten
- Sulfathaltige, aggressive Wässer
- Erdgasaustritt

Diese Gefahren sind durch hohe Anforderungen und gesetzliche Vorgaben berücksichtigt und das Risiko dadurch stark gemindert. Zudem sind die Bohrrisiken in den weitaus meisten Fällen technisch handhabbar. Ein Abteufen von Bohrungen in das Tertiärgestein wird von der Behörde dennoch sehr restriktiv gehandhabt und die Wahrscheinlichkeit für einen erzwungenen Bohrabbruch durch Anhydrit/Gips ist bei ganzen Sondenfeldern eher zu erwarten als bei Einzelsonden. In fast allen Gebieten der Gemarkung Lahr unterliegen Bohrungen der Einzelfallbeurteilung durch das Regierungspräsidium Freiburg.

Bei der Nutzung des Grundwassers sollten zudem folgende Hinweise berücksichtigt werden:

- Angaben des LUBW zu Grundwassermessstellen zeigen überwiegend geringe Gehalte an Eisen und Mangan im Grundwasser an, so dass nicht mit einer starken Verockerung des Grundwassers bei dessen Nutzung zu rechnen ist. Die Gewässerchemie müsste vor einer Nutzung des Grundwassers untersucht werden.
- Voruntersuchungen zur Grundwasser-Ergiebigkeit sind nötig.
- Zu beachten sind zudem hydraulische Sicherungen von Grundwasser-Schadensfällen im Nahbereich von Grundwasserbrunnen, welche beim gegebenenfalls anstehenden Wasserrechtsverfahren zu berücksichtigen sind.

3.3.3 Tiefengeothermische Potenziale

Bei der Tiefengeothermie wird Wärme in mindestens 400 m Tiefe genutzt, mit dem Vorteil gegenüber der oberflächennahen Geothermie, dass in der Tiefe höhere Temperaturen und Wärmeleistungen möglich sind. Dabei kann zwischen zwei Verfahren unterschieden werden. Bei der hydrothermalen Geothermie wird Wärme aus wasserführenden Gesteinsschichten gewonnen. Mit der petrothermalen Geothermie wird in tieferen Schichten gebohrt, mit dem Ziel höhere Temperaturen zu erreichen, die für eine Stromerzeugung ausreichen. Allerdings sind diese Schichten nicht natürlicherweise wasserführend, so dass mit Fracking ein künstlicher Thermalwasserumsatz erzeugt werden muss. Da bei Fracking Erdbeben induziert werden können, wird dieses Verfahren in Baden-Württemberg grundsätzlich nicht genehmigt. Aus diesem Grund werden die petrothermalen Potenziale bei der kommunalen Wärmeplanung nicht näher betrachtet.

Im Jahr 2005 wurde für das Untersuchungsfeld 1564 Lahr eine Machbarkeitsstudie für ein geothermisches Heiß-Dampf-Projekt durchgeführt. Auf der Grundlage von zwei bestehenden seismischen Profilen konnten wesentliche Erkenntnisse für den Untergrund dieses Feldes gewonnen

werden. Im Interreg IV Projekt "GeORG" (Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben) wurden außerdem Grundlageninformationen des Untergrundes im Oberrheingraben erarbeitet und der Fachwelt und Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Nach diesen Informationsquellen bietet die Anwendung der Tiefengeothermie im Westen der Stadt Lahr, entlang der Linie Schuttern – Hugsweier – Langenwinkel – Kippenheimweiler, ein nutzbares Potenzial (Abbildung 14). Der Aufbau des Untergrundes ist grundsätzlich geeignet für verschiedene Formen der Anwendung. Es könnten Thermalwässer mit bestenfalls bis zu 76°C gehoben und über ein Wärmenetz in Lahr technisch angeschlossen werden.

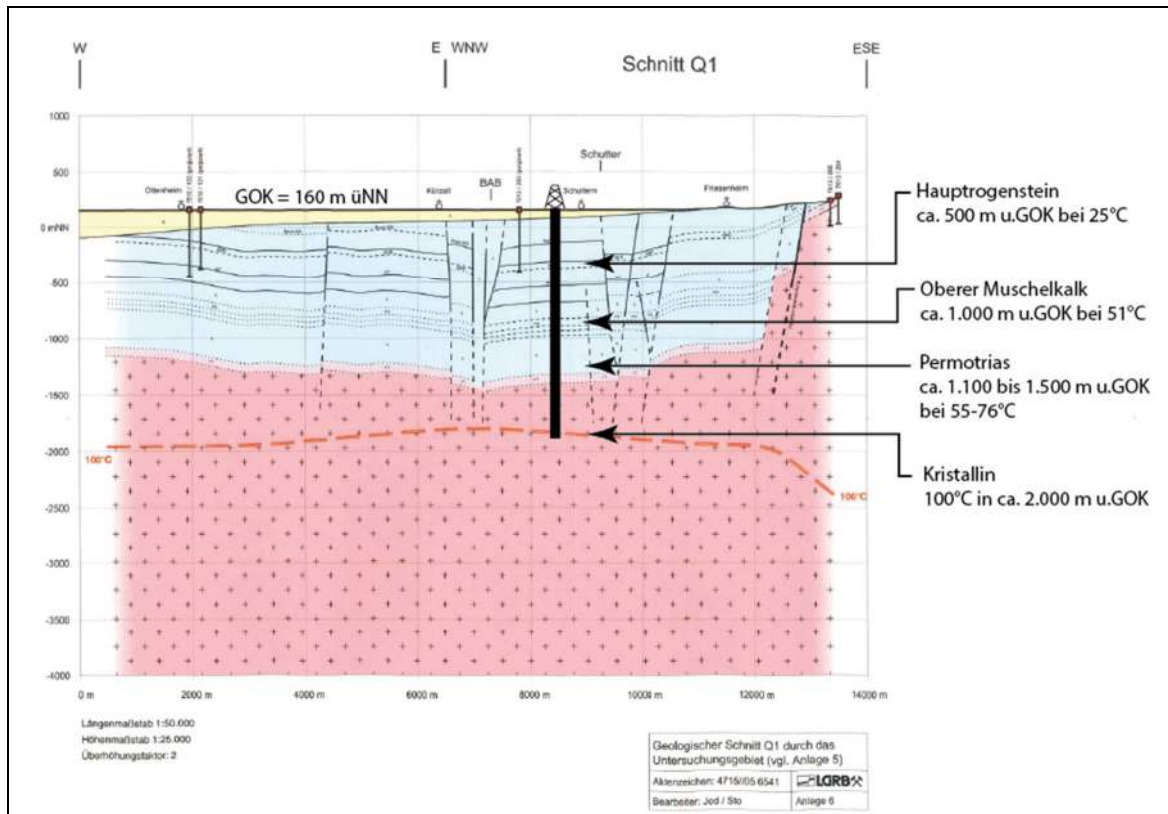


Abbildung 14 – Interpretation eines seismischen Profils bei Lahr und Angaben zu den Thermalwasserhorizonten und deren Thermalwassertemperaturen entlang einer hypothetischen Bohrung.

Bei einer angenommenen Schüttungsmenge im Buntsandstein von 20 l/s, einer mittleren Thermalwassertemperatur von 65°C und einer Temperaturspreizung von maximal 25 K kann eine thermische Bruttoleistung von ca. 1.930 kW¹³ generiert werden. Bei 8.000 Volllaststunden im Jahr ergeben sich daraus 15.400 MWh Wärme.

Wird im Oberen Muschelkalk eine Temperatur von 50°C und eine Schüttungsmenge von 45 l/s angetroffen, so lassen sich bei ähnlicher Salinität und Wasserdichte sowie bei einer Temperaturspreizung von nur noch 10 K ca. 1.700 kW Wärmeleistung entnehmen. Bei 8.000 Volllaststunden im Jahr ergeben sich dann daraus 13.600 MWh Bruttowärme.

¹³ $P_{th} = V' \cdot \delta \cdot c_p \cdot \Delta T = 0,02 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 990 \text{ kg/m}^3 \cdot 3,9 \text{ kJ/kg K} \cdot 25 \text{ K} = \text{ca. } 1.930 \text{ kW}$

Der potenzielle thermische Leistungsbereich der hydrothermalen Geothermie kann für Lahr daher bei großen Unsicherheiten mit 1,7 bis 1,9 MW angegeben werden, bei einer Jahreswärmemenge von ca. 13.000 bis 15.000 MWh.

Auf Grund des bestehenden Potenzials wurde der Schluss gefasst, einen Aufsuchungsantrag für den Großraum Lahr zu stellen, um diese Potenziale zu prüfen und das Gebiet auf mögliche weitere Potenziale zu untersuchen. Am 13.06.2023 hat das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau des Landes Baden-Württemberg der badenovaWÄRMEPLUS die Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme für das in Abbildung 15 markierte Gebiet im Erlaubnisfeld „Lahr“ erteilt. Im Rahmen dieser Untersuchung soll bewertet werden, wie hoch das Potenzial tatsächlich ist und wo geeignete Standorte sein könnten.

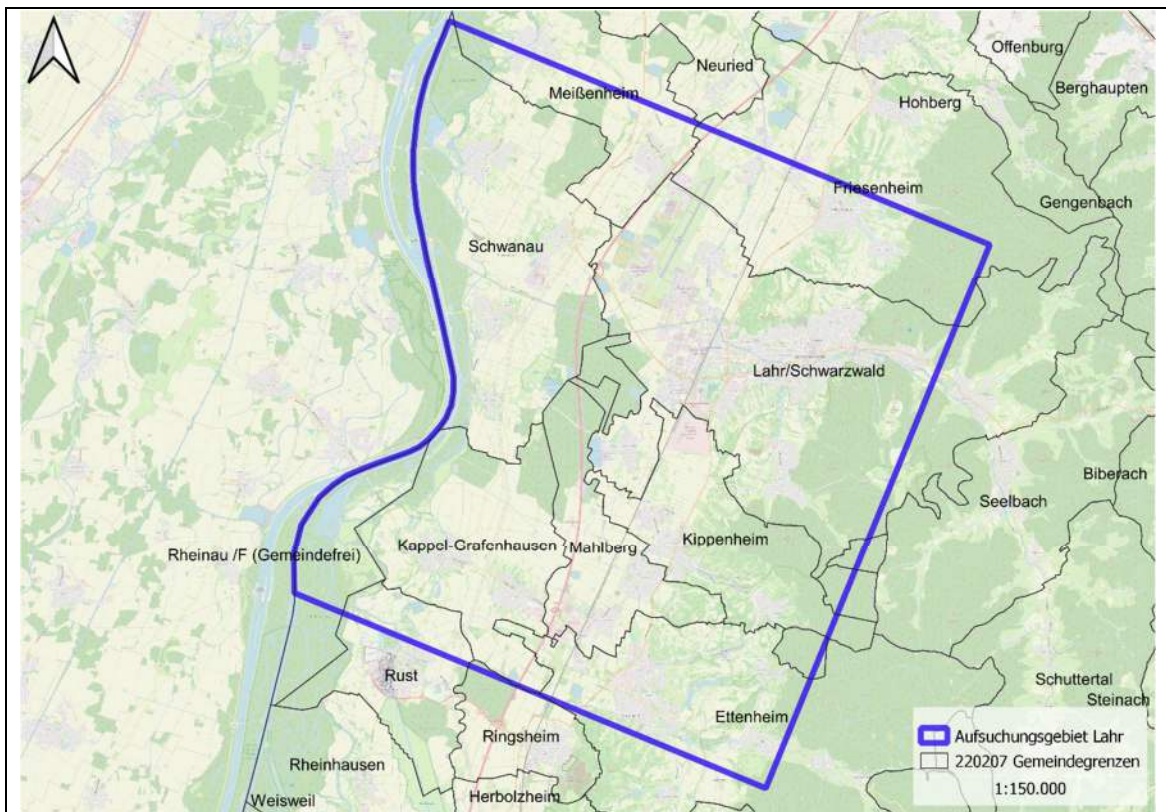


Abbildung 15 – Aufsuchungsgebiet für Erdwärme des Erlaubnisfeldes „Lahr“

Die Projektentwicklung, von der Explorationsphase bis zur Standortentwicklung ist mit hohen Aufwendungen verbunden. Die badenovaWÄRMEPLUS wird dieses Vorhaben weiterhin vorantreiben. Folgende Risiken, welche in drei Bereiche untergliedert werden können, sind außerdem zu berücksichtigen:

- **Fündigkeitsrisiko:** Die Fündigkeit bildet in der Regel das größte Risiko. Selbst wenn bestimmte Gesteinshorizonte generell als Thermalwasser führend gelten, können geologische Gegebenheiten vor-Ort – z.B. Verwerfungen, entlang denen Wässer abfließen - die Bohrung trocken fallen lassen.
- **Geologisch-geotechnisches Risiko:** Bei ungünstigen geologischen Situationen im Untergrund könnte ein Abbruch der Bohrung nötig sein. Dies ist eine eher generelle Gefahr, die in diesem Fall schlecht zu spezifizieren ist, da es sich um eine Zone handelt, in der relativ

wenige Verwerfungen erwartet werden und die Schichten +/- horizontal lagern. Die Zielhorizonte sollten ohne größere Probleme angetroffen werden.

- **Sonstige Risiken** (Technische Risiken, Umweltrisiken, Betriebsrisiken, politische Risiken): Technische Risiken liegen in der Nutzbarmachung der Thermalwässer. Hier könnten zum Beispiel hohe Konzentrationen an Salzen und Hydroxiden hohe Kosten für die technische Wasseraufbereitung oder für die Wärmeübertragung verursachen. Auch Umweltrisiken treten auf, wenn das städtisch genutzte Grundwasser betroffen wird oder wenn sich eine erhöhte Radioaktivität aus den salinaren Ablagerungen in den Rohren ergibt. Betriebsrisiken beziehen sich auf die technische Nutzbarmachung im Heizkraftwerk. Außerdem spielen Politik und Gesellschaft eine Rolle, wenn z.B. die Kommunikation nicht transparent oder verständlich genug erfolgt.

3.3.4 Umweltwärme

Neben der Nutzung von Geothermie als Wärmequelle kann auch die enthaltene Wärmeenergie der Umgebungsluft genutzt werden. Sogenannte Luft-Wasser-Wärmepumpen entziehen der Umgebungsluft Wärme und geben sie auf einem höheren Temperaturniveau an das Heizsystem ab. Je niedriger der Temperaturhub zwischen Quelle und Vorlauftemperatur, desto effizienter arbeiten Luft-Wasser-Wärmepumpen. Im Vergleich zu Erdwärmepumpen, die das ganze Jahr über eine gleichbleibende Wärmequelle verfügen, sind Luft-Wasser-Wärmepumpen weniger effizient, da bei der Nutzung von Umgebungsluft als Wärmequelle die jahreszeitlichen Schwankungen der Außentemperatur im direkten Gegensatz zum Heizbedarf stehen. D.h. bei steigendem Heizbedarf sinkt die Außentemperatur und damit die Effizienz der Anlage: die Anschaffungskosten sind im Vergleich zu einer Grundwasserwärmepumpe jedoch deutlich niedriger. Zudem sind die baulichen Voraussetzungen geringer und dadurch die Installation nahezu in jedem Gebäude möglich. Diese Technologie kann nicht nur in energetisch effizienten Neubauten, sondern auch im Bestand eingesetzt werden. Ein ökologischer und ökonomischer Betrieb wird bei dieser Technologie durch möglichst niedrige Heizsystemtemperaturen bestimmt. Dabei müssen nicht unbedingt Flächenheizsysteme eingesetzt werden, sondern oftmals reichen die vorhandenen, überdimensionierten Heizkörper aus. Eine energetische Sanierung der Gebäudehülle unterstützt den effizienten Einsatz einer Wärmepumpe. Eine weitere Einschränkung bzw. Ausschlusskriterium ist der Lärmschutz. Für benachbarte Grundstücke müssen die Grenzwerte der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) für die jeweiligen Gebiete eingehalten werden.

Bezogen auf die Stadt Lahr wird die Wärmepumpe, insbesondere der Einsatz von Luft-Wasser-Wärmepumpen, vor allem im privaten Bereich eine entscheidende Rolle bei der Umstellung von fossil betriebenen Heizanlagen auf erneuerbare Energien spielen. Eine Berechnung des Potenzials auf Basis der erhobenen Gebäudedaten und unter Berücksichtigung der einzuhaltenden Schallemissionswerte ergibt, dass ca. 72 % der Gebäude in Lahr (ohne Betrachtung der Industrie) den Raumwärmebedarf perspektivisch mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpen decken könnten. Voraussetzung ist dabei, dass der Wärmebedarf und das Heiztemperaturniveau durch energetische Sanierung der Gebäude gesenkt wird.

Da das Potenzial prinzipiell überall zur Verfügung steht, alternative Wärmequellen wie Sole und Wasser aber effizienter sind, sollten dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen nur in Gebieten, in denen keine oberflächennahe geothermische Quelle erschlossen werden kann und keine netzgebundene Versorgung auf Basis erneuerbarer Energien technisch-wirtschaftlich realisierbar ist, genutzt werden.

Luft-Wasser-Wärmepumpen können unter bestimmten Umständen auch für die zentrale Wärmeversorgung über ein Wärmenetz zum Tragen kommen. Ein Beispiel stellt die Abdeckung der

Grundlast in einem Wärmenetz dar, die auch im Sommer zur Bereitstellung von Wärme zur Erwärmung des Trinkwarmwassers anfällt. Luft-Wasser-Wärmepumpen können den Wärmeerzeugungspark eines Wärmenetzsystems daher sehr gut ergänzen.

Eine weitere Möglichkeit der Nutzung von Umweltwärme sind Oberflächengewässer wie Flüsse und Seen. Sowohl die im Stadtgebiet liegenden Seen als auch der Fluss Schutter verfügen nicht über ausreichende Reservoirgrößen bzw. Durchflussmengen, um technisch-wirtschaftliche Potenziale für die Wärmeversorgung darzustellen.

3.3.5 Solarthermie

Die Stadt Lahr hat aufgrund ihrer Lage in Süddeutschland eine günstige Solareinstrahlung, welche für die Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden kann. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt hier der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche, bei 1.100-1.107 kWh/m² und damit über dem bundesdeutschen Durchschnitt (LUBW, (2023)). Im Jahr 2017 wurden in Lahr 1 % des Wärmeverbrauchs der Stadt durch Solarthermieanlagen gedeckt.

Bei der Ermittlung der Potenziale zur Erzeugung von Wärme aus Solarenergie werden sowohl Dachflächen wie auch freie Flächen berücksichtigt. Dachflächenpotenziale bieten die Vorteile, dass bei der Erschließung dieser Potenziale kein zusätzlicher Flächenverbrauch bzw. keine Versiegelung von Flächen erforderlich ist und die erzeugte Wärme kann direkt im Gebäude genutzt werden. Freiflächenanlagen zur Wärmeerzeugung werden hingegen als eine ergänzende Wärmequelle in einem Wärmenetz in Betracht gezogen.

3.3.5.1 Wärmeerzeugungspotenziale auf bestehende Dachflächen

Die Solarstrahlung auf Dachflächen kann sowohl zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) als auch von Strom (Photovoltaik) genutzt werden. Bei der Berechnung des solarenergetischen Potenzials der LUBW wird davon ausgegangen, dass das zur Verfügung stehende Dachflächenpotenzial vollständig zur Erzeugung von Strom durch PV-Module genutzt wird. Um die Potenziale zur Erzeugung von Wärme zu berücksichtigen, wurde in dieser Studie davon ausgegangen, dass das Dachflächenpotenzial nicht vollständig mit PV-Modulen belegt wird, sondern zusätzlich Wärme durch Solarthermie erzeugt wird. Etwa 60 % des Warmwasserbedarfs eines Wohngebäudes kann in der Regel durch Solarthermieanlagen erzeugt werden. Zur Berechnung des wirtschaftlichen Potenzials zur Wärmeerzeugung mit Solarthermie auf Dachflächen, wurde anhand dieser Kennzahl berechnet. Für die Berechnung der Potenziale zur Stromerzeugung auf Dachflächen (siehe Abschnitt 3.4.3) wurden dementsprechend die Potenzialflächen für die Wärmeerzeugung vom Gesamtpotenzial abgezogen.

Die Potenziale zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung durch Solarthermie belaufen sich zusätzlich zu den Bestandsanlagen (4.143 MWh) auf 25.276 MWh und damit auf insgesamt rund 6 % des Wärmeverbrauchs der Stadt Lahr. Durch die Ausschöpfung des Potenzials und der erhöhten Erzeugung von Solarwärme könnten, im Vergleich zum Heizölverbrauch, insgesamt 7.406 t CO_{2e} /Jahr vermieden werden.

3.3.5.2 Wärmeerzeugungspotenziale auf Freiflächen

Als Wärmequelle für die Einspeisung in ein Wärmenetz sind auch Freiflächen-Solarthermieanlagen eine Option. Jedoch werden je nach Wärmebedarf der Netzanschlussnehmer, entsprechend große Flächen benötigt, um einen relevanten Anteil der Wärme bereitzustellen. Um eine Relation zu skizzieren, kann beispielsweise die Fläche eines Fußballfeldes betrachtet werden. Diese

weist ca. 10.800 m² auf und entspricht je nach System einer Bruttokollektorfläche von rund 3.546 m². Ein mittlerer Wert für den Ertrag eines Sonnenkollektors beträgt 450 kWh/m² im Jahr. Dementsprechend würde die Solarthermieanlage einen Wärmeertrag von 1.595 MWh Wärme im Jahr produzieren. Unter Berücksichtigung der Verluste, die mit der Verteilung der Wärme einhergehen, entspricht das einem Anteil von rund 0,2-0,3 % des Wärmebedarfs der Stadt Lahr.

Durch den hohen Flächendruck im urbanen Umfeld wie in der Kernstadt Lahr, ist es schwierig, geeignete Freiflächen zu finden. Darüber hinaus sollten die Flächen nicht zu weit von den Wärmesystemen, in die die Wärme eingespeist werden soll, entfernt sein. Daher eignen sich Freiflächen Solarthermieanlagen vornehmlich für kleinere, neu entstehende Wärmeverbünde in den Außenbezirken der Stadt, in denen die Wahrscheinlichkeit geeignete Freiflächen zu identifizieren, höher ist als in der Kernstadt. Eine weitere Option, auch in urbaner Umgebung ist die Überdachung bereits versiegelter Flächen, wie beispielsweise Parkplätze. Der Vorteil der einhergehenden Doppelnutzung muss dann ins Verhältnis zu den deutlich höheren Investitionskosten im Vergleich zu Freiflächenanlagen gesetzt werden. Gründe der Kostensteigerung sind etwa die Notwendigkeit einer höheren Aufständigung, erhöhte Anforderungen an die Statik und Genehmigungsfähigkeit.

3.3.6 Abwärmepotenziale

3.3.6.1 Abwärmepotenziale im Gewerbe

Im Rahmen des kommunalen Wärmeplans wurden 54 Betriebe in Lahr angeschrieben und gebeten den Fragebogen zur Abwärmenutzung der KEA-BW auszufüllen. Für diese Anfrage wurde eine Vorauswahl anhand der Betriebsgröße und Branche getroffen. 53 Betriebe haben den ausgefüllten Fragebogen an die Stadt zurückgesandt.

Davon gaben 15 Betriebe an, dass sie auskoppelbare Abwärme zur Verfügung hätten. Jedoch schätzen sieben Betriebe den Auskopplungsaufwand als hoch ein, fünf als mittel und lediglich ein Betrieb als gering (zwei Betriebe keine Einschätzung). Bei den angegebenen Abwärmequellen handelt es sich vorrangig um Wärme aus Kühlkreisläufen, aber auch aus Abgasen, Dampf und sonstigen Quellen. Insgesamt wurde anfallende Abwärme in Höhe von 7.856 MWh/Jahr von den betreffenden Betrieben angegeben, wobei es sich zum größten Teil um grobe Abschätzungen der verfügbaren Mengen handelt.

Bei der Umsetzung der Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans sollte geprüft werden, ob sich die anfallende Abwärme der Betriebe technisch-wirtschaftlich für ein Wärmenetz erschließen lassen könnte.

3.3.6.2 Abwärmepotenziale aus dem Abwasser

In Deutschland stehen etwa 600.000 km Kanalnetz (Statista 2021) mit temperiertem Abwasser zur Verfügung, welches ein großes Potenzial für die Wärmewende darstellt. Diesem, in jeder Kommune vorhandenen, Kanalnetz können im Abwasserkanal oder im Auslauf einer Kläranlage Wärme entnommen werden. Im Winter liegt die Temperatur in konventionellen Abwasserkanälen mit 10 bis 12 °C deutlich höher als bei anderen Wärmequellen. Im Sommer liegt die Temperatur in den Kanälen bei ca. 15 bis 20 °C und ist damit meist kühler als die Außenluft. Somit bietet sich die Abwasserwärmenutzung nicht nur zum Heizen im Winter, sondern auch zum Kühlen im Sommer an. Die Verfügbarkeit von Abwasser als Wärmequelle bzw. -senke liegt sowohl zeitlich als auch räumlich günstig. Denn größere Mengen an Abwasser fallen in Ballungsräumen und Industriebetrieben an, wo man gleichzeitig einen hohen Energiebedarf hat. Das Angebot (Abwasserwärme) deckt sich dort zeitlich mit dem Bedarf (Wärmeenergiebedarf).

Um Wärme oder Kälte aus dem Abwasserkanal gewinnen zu können gibt es verschiedene Systeme. Die gängigsten sind Kanalwärmetauscher, die direkt im Kanal installiert werden und Bypasswärmetauscher.

Ein Kanalwärmetauscher kann nachträglich in Kanälen ab einer Nennweite von DN 400 installiert werden. Bei Neubau eines Abwasserkanals können Kanalelemente mit einem integrierten Wärmetauscher eingesetzt werden. Die Wärmetauscherflächen bestehen aus einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit und sind meist doppellagig, um das Durchströmen eines Zwischenmediums zu ermöglichen. Bei diesem Prozess kann eine Leistung zwischen 2 und 4 kW pro m² dem Abwasser entnommen werden (DBU (2005)). Die Länge eines Kanalwärmetauschers kann ohne weiteres 200-300 m betragen (DWA (2005)). Ein Bypasswärmetauscher entnimmt nur einen Teil des Abwasserstroms. Die Wärme wird hierbei über Doppelrohr- oder Plattenwärmetauscher übertragen.

Der Vorteil gegenüber einem Kanalwärmetauscher ist der nicht notwendige Eingriff in die bestehende Kanalleitung und die Unabhängigkeit von Kanalgröße und Geometrie. Jedoch sind Bypasswärmetauscher aufgrund der hohen Anfangsinvestitionen nur für größere Systeme geeignet (Christ & Mitsdoerffer, 2008).

Nutzbar wird die Wärme mittels einer Wärmepumpe, die die Abwasserwärme auf ein höheres Temperaturniveau bringt. Die Abwasserwärme kann auch für die Einspeisung in kommunale Wärmenetze genutzt werden. Wichtige Faktoren bei der Abwasserwärmenutzung sind nach Einschätzungen der Studie des Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH (IFEU) die Größe des Abwasserkanals, die Durchflussrate des Abwassers im Kanal (mindestens 15 l/s), die Temperatur, die Mindestabnahme, die Verfügbarkeit des Abwassers (Jahreszeitliche Schwankungen oder konstante Verfügbarkeit) und die Distanz zwischen Abwasserwärmequelle und Verbraucher (Dr. Sara Fritz, 2018).

Auch eine ortsansässige Kläranlage bietet, im Bereich des Kläranlagenauslauf, die Möglichkeit, die Abwärme des Abwassers mit einer Groß-Wärmepumpe zu nutzen, sofern dieser Prozess nicht den Ablauf der Anlage stört.

Die Stadt Lahr hat das Potenzial zur Abwasserwärmenutzung im Stadtgebiet und in der Kläranlage im Jahr 2014 untersuchen lassen (Hunziker Betatech AG, 2014). Demnach bietet die Nutzung des Auslaufs der Kläranlage das größte Potenzial, vor allem in Verbindung mit einem potenziellen Wärmeverbund im Industriegebiet. Das Wärmepotenzial der Kläranlage liegt bei rund 7.500 MWh/Jahr. Da das E-Werk Mittelbaden beabsichtigt dieses Potenzial bei der Errichtung eines Wärmenetzes im Industriegebiet zu nutzen (Frenssen, et al., 2022), wurde das Potenzial zur Nutzung von Abwärme aus Abwasser im Kanalnetz im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht näher betrachtet.

3.4 Erneuerbare Energien für die Stromerzeugung

Da Wärmepumpen in der Zukunft eine große Rolle bei der Wärmewende spielen sollen, wurden für den kommunalen Wärmeplan auch erneuerbare Potenziale für die Stromerzeugung betrachtet, die den zusätzlichen Stromverbrauch lokal decken könnten. Die Potenziale zur Stromerzeugung aus Biogas wurden bereits im Abschnitt 3.3.1 erläutert. Im folgenden Abschnitt werden die Potenziale zur Stromerzeugung aus Wasserkraft, Windkraft und mit Photovoltaikanlagen auf Dachflächen, Freiflächen und Baggerseen dargestellt.

3.4.1 Wasserkraft

Der aktuelle Stand der Stromerzeugung aus Wasserkraft sowie deren Potenziale wurden auf Basis von Daten aus dem Energieatlas BW (LUBW (2020)), die aus einer Erhebung im Jahr 2016 stammen, entnommen. Diese Informationen wurden ergänzt und aktualisiert durch lokale Informationen von der Verwaltung der Stadt Lahr und durch Gespräche mit (ehemaligen) Betreibern von Anlagen in Lahr. Demnach sind in Lahr sechs Wasserkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 198 kW in Betrieb (Stand 2022). Gemeinsam erzeugten diese Anlagen ca. 248 MWh Strom im Jahr 2017.

In den letzten Jahren wurden einige Anlagen aus wirtschaftlichen und rechtlichen Gründen stillgelegt oder zurückgebaut. Laut Einschätzung der Experten vor Ort wird sich dieser Trend in Zukunft fortsetzen, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die Stromerzeugung zurückgehen wird. Neue Anlagen bzw. Ausbaupotenzial besteht nur dort, wo ein bestehendes Wehr vorhanden ist. Nach den verfügbaren Informationen besteht kein wirtschaftliches Ausbaupotenzial für Wasserkraft in der Stadt Lahr.

3.4.2 Windkraft

Bei der Erfassung von Windkraftpotenzialen wurde der Energieatlas des LUBWs herangezogen, der als erste Planungsgrundlage für die Suche nach wirtschaftlichen Standorten dient (LUBW (2020)). Bei der Auswertung potenzieller Standorte werden neben der Windgeschwindigkeit, auch immissionsschutzrechtliche Themen wie Schall und Schattenwurf, Naturschutz- und Raumordnungsbelange berücksichtigt. Aus diesem Grund wurden folgende Flächen der Stadt als Potenzialgebiet ausgeschlossen:

- Flächen, die < 1000 m von geschlossenen Ortschaften entfernt sind
- Flächen, die < 500 m von Einzelgebäuden entfernt sind
- Flächen, die < 100 m von Autobahnen entfernt sind
- Flächen, die < 50 m von Hochspannungsleitungen oder Landstraßen entfernt sind
- Wasserschutzgebiete der Zonen I & II
- Auenflächen der Kategorie 1

Als wirtschaftlich interessant für die Entwicklung von Windkraftanlagen gelten in der Regel Standorte mit hohen mittleren Windleistungsdichten. Für die Bewertung der technisch-wirtschaftlichen Potenzialgebiete wurde der Windatlas Baden-Württemberg (LUBW (2020)) herangezogen und bei der Windhöflichkeit ein Grenzwert von mindestens 215 W/m² in 160 m Höhe vorausgesetzt.

Die Potenzialgebiete für Windkraft in Lahr ergeben sich aus dem Verschneiden der windhöflichen Standorte und der Flächen, die nicht ausgeschlossen werden müssen. In Lahr ergeben sich hierdurch Standortpotenziale für maximal 10 Windkraftanlagen¹⁴. Die Potenzialgebiete liegen auf dem Langenhardt zwischen Sulz und Reichenbach, nördlich von Reichenbach auf dem Schnaigbühl sowie östlich von Reichenbach auf dem Eichberg (vgl. Karte 12).

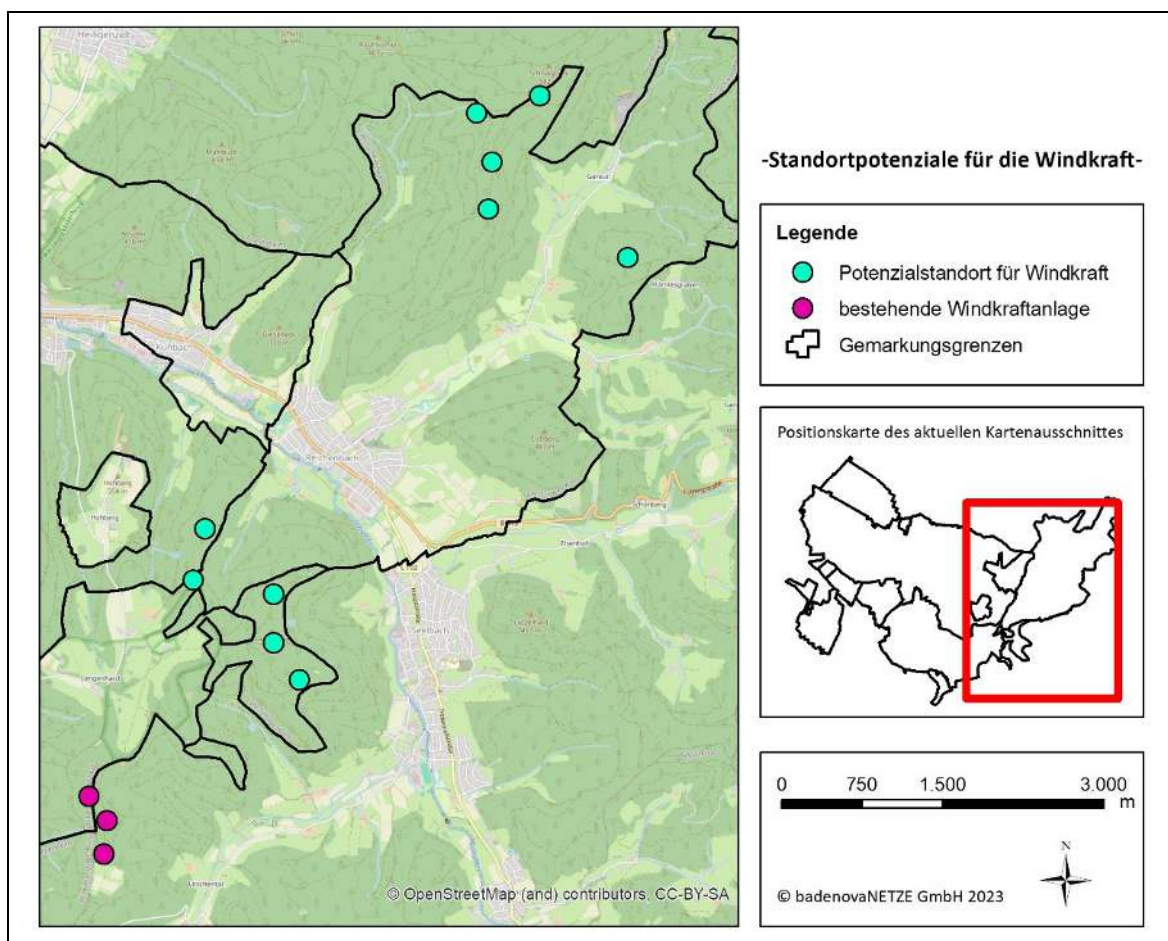
Bei der Betrachtung der Windkraftpotenziale ist zu berücksichtigen, dass der Windatlas auf modellierten Berechnungen basiert. Daher besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass es Abweichungen zu den tatsächlichen Windleistungsdichten an den spezifischen Standorten gibt.

¹⁴ Bei der Ermittlung der Standortpotenziale wurden Abstandsellipsen mit einem achtfachen Rotordurchmesser in Hauptwindrichtung (SW (240°) Länge) und dem fünffachen Rotordurchmesser (Breite) gezeichnet, um mögliche gegenseitige Windschatten der Anlagen zu vermeiden.

Letztlich ist nicht die Höhe der mittleren Windgeschwindigkeit für den wirtschaftlichen Betrieb einer Anlage ausschlaggebend, sondern die Windhäufigkeitsverteilung. Gerade in der Rheintal-ebene sind nur wenige Erfahrungswerte zur Windhäufigkeitsverteilung vorhanden. Für eine genaue Berechnung des energetischen Windertrages und damit auch der Wirtschaftlichkeit sind daher Langzeitmessungen der Windgeschwindigkeit nötig.

Für die Berechnung des Stromerzeugungspotenzial wird je Einzelstandort eine Windkraftanlage des Typs Enercon E-160 mit einer Leistung von 5,5 MW angesetzt. Mit nur einer Anlage können jährlich ca. 10.000 MWh Strom erzeugt werden. Bei 10 Anlagen liegt das Stromerzeugungspotenzial bei rund 100.000 MWh/Jahr. Damit könnte die Stadt Lahr den heutigen Stromverbrauch zu 35 % mit Strom aus Windkraft decken (vgl. Abbildung 16).

Durch die Ausschöpfung des Potenzials und der Erzeugung von Strom aus Windkraft könnten, im Vergleich zum heutigen deutschen Strommix, insgesamt 54.400 t CO_{2e} jährlich vermieden werden.



Karte 12 – Potenzialstandorte für Windkraftanlagen in Lahr (Hintergrundkarte: openstreetmap.org/copyright)

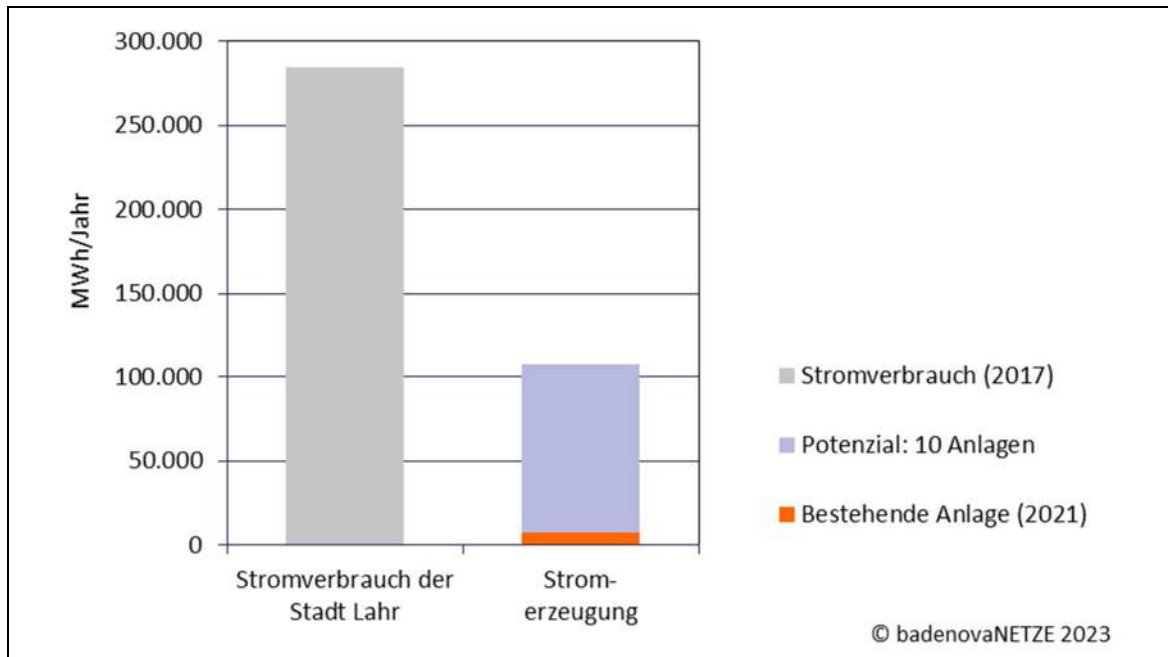


Abbildung 16 – Stromerzeugungspotenzial aus Windkraft in Lahr

3.4.3 Photovoltaik

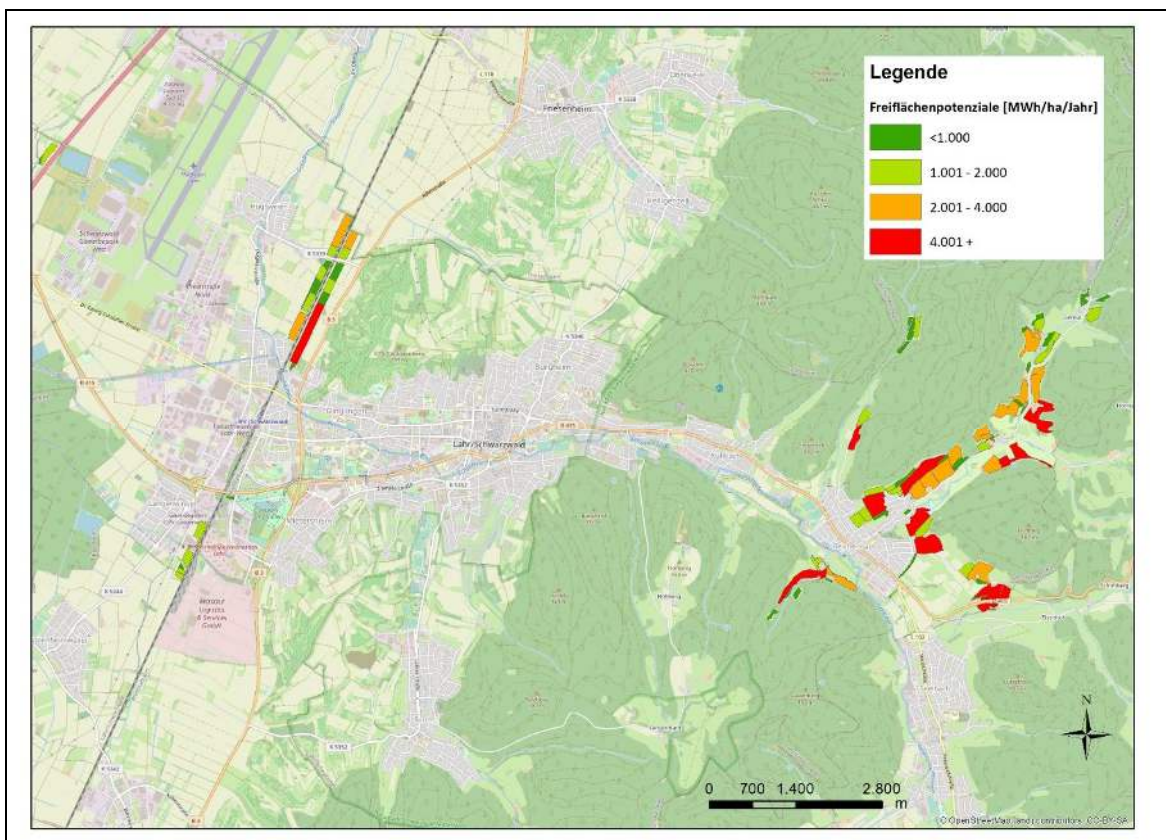
Für die Ermittlung der Potenziale zur Stromerzeugung wurde auf den Energieatlas Baden-Württemberg der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) zurückgegriffen (LUBW (2023)); vgl. Abschnitt 7.2). Dabei wird zwischen folgenden drei Potenzialflächen unterschieden:

- **Stromerzeugungspotenzial auf bestehenden Dachflächen:** Das Dachflächenpotenzial für die Stromerzeugung mit Photovoltaik wurde, wie auch das Solarthermiepotezial, anhand des Dachflächenkatasters der LUBW ermittelt. Durch die Ausschöpfung des Dachflächenpotenzials in Lahr können nach diesen Berechnungen jährlich insgesamt 227.959 MWh Strom mit PV-Anlagen erzeugt werden. Dies entspricht 80 % des Stromverbrauchs im Jahr 2017.
- **Stromerzeugungspotenziale auf Freiflächen:** Der Energieatlas Baden-Württemberg listet, zusätzlich zum PV-Potenzial auf Dächern, Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Freiflächen auf (LUBW (2020)), die für PV-Nutzung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und der Freiflächenöffnungsverordnung (FFÖ-VO) förderberechtigt im Sinne der Einspeisevergütung sind. In Abstimmung mit dem Regionalverband Südlicher Oberrhein wurden Flächen, die durch Restriktionen aus dem Regionalplan für PV-Anlagen nicht genehmigungsfähig wären, abgezogen. Daraus ergeben sich für Lahr mehrere Flächenabschnitte entlang der Bahnlinie und der Autobahn für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen mit einer Fläche von insgesamt 66 ha (vgl. Karte 13). Dazu kommen Potenzialflächen in benachteiligten Gebieten mit einer Fläche von insgesamt 306 ha. Diese Flächen werden größtenteils für die Landwirtschaft genutzt. Würden alle geeigneten Freiflächen für PV-Anlagen genutzt werden, könnten damit 87 % des Stromverbrauchs im Jahr 2017, also 248.000 MWh/Jahr erzeugt werden.
- **Stromerzeugungspotenziale auf Baggerseen:** Der Energieatlas Baden-Württemberg enthält außerdem Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Baggerseen (LUBW (2020)), die für PV-Nutzung nach dem EEG geeignet sind. Demnach ist der Waldmattensee in Kippenheimweiler für Floating-PV-Anlagen nur bedingt geeignet. Laut

Energieatlas BW liegt die installierbare Leistung hier bei insgesamt 10,99 MWp¹⁵. Das Stromerzeugungspotenzial liegt bei rund 9,9 MWh/ Jahr, was ca. 3 % des Stromverbrauchs der Stadt Lahr im Jahr 2017 entspricht.

Weitere Potenziale für die Nutzung von Solarenergie bieten Anlagen über Parkplätzen (beim Neubau eines Parkplatzes ab 35 Stellplätzen ist dies in Baden-Württemberg Pflicht), Balkonanlagen und Anlagen über Agrarflächen. Diese Potenziale konnten im Rahmen dieser Studie nicht näher beziffert werden, da die benötigten Datengrundlagen fehlen.

Die Abbildung 17 zeigt das Stromerzeugungspotenzial mit Photovoltaik auf Dachflächen, Freiflächen und Baggerseen jeweils im Verhältnis zum Gesamtstromverbrauch der Stadt Lahr im Jahr 2017. Insgesamt könnte die Stadt Lahr den heutigen Stromverbrauch mit den zur Verfügung stehenden Potenzialflächen zu 171 % decken. Durch die Ausschöpfung des Potenzials und der erhöhten Erzeugung von Solarstrom könnten, im Vergleich zum heutigen deutschen Strommix, insgesamt 249.727 t CO_{2e} /Jahr vermieden werden.



Karte 13 – Potenzialflächen für Freiflächen PV-Anlagen (Datenquellen: LUBW, Regionalverband Südlicher Oberrhein, Karte: badenovaNETZE GmbH)

¹⁵ Nach dem „Szenario 45 %“ mit einer maximalen Belegung der Seefläche von 45 %

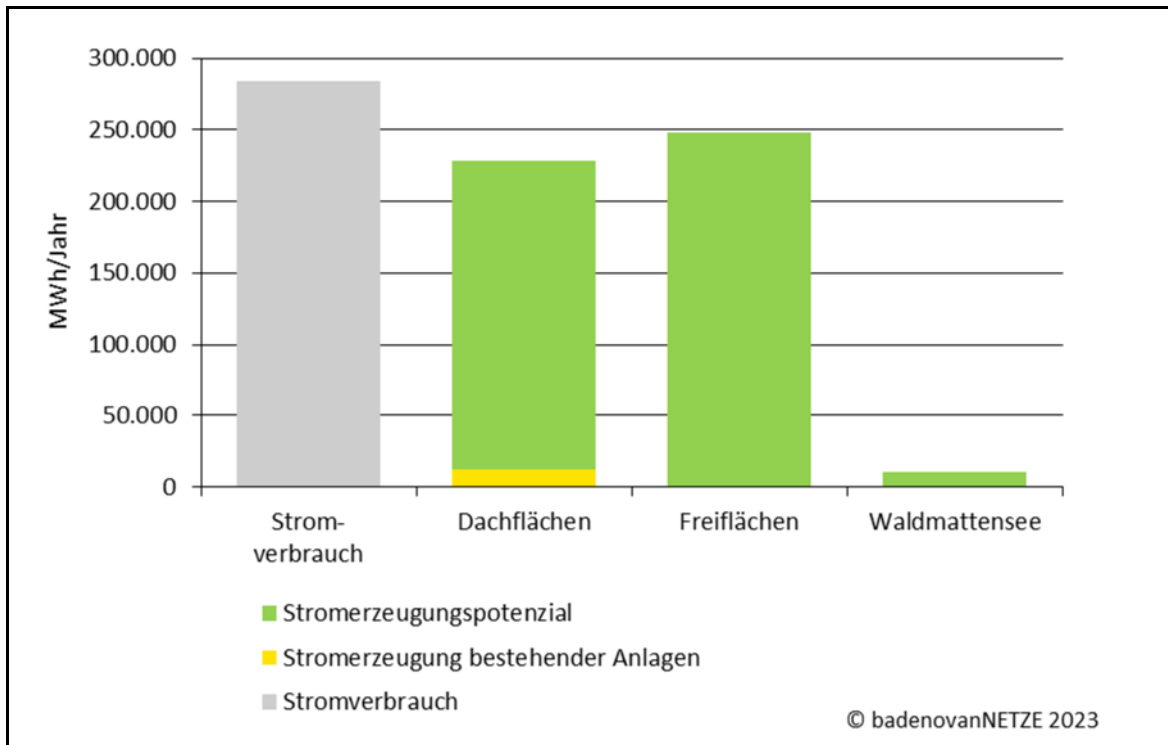


Abbildung 17 – Stromerzeugungspotenziale mit Photovoltaik in Lahr

3.5 Erneuerbare Gase

Der Power-to-Gas Technologie (PtG) wird eine entscheidende Rolle bei der Energiewende beigemessen. In Zeiten hoher Einspeisemengen von Wind- und Solarenergie bei gleichzeitig niedrigem Bedarf, kann es zu einem Überangebot an Strom kommen. Durch den Ausbau erneuerbarer Energien und die Abschaltung konventioneller Grundlastkraftwerke (Kern- und Kohlekraftwerke) wird dieses Missverhältnis noch größer werden. PtG-Anlagen machen die überschüssige Energie durch die Umwandlung von elektrischer in chemische Energie speicherbar.

Da Wasserstoff aktuell noch sehr rar ist und auch in naher Zukunft nicht unbegrenzt verfügbar sein wird, gilt es zunächst Wasserstoff in die Bereiche zu bringen, in denen er am sinnvollsten eingesetzt werden kann. Dies betrifft vor allem die energieintensiven industriellen Prozesse, welche auf hohe Energiedichten und hohe Temperaturen angewiesen sind. Auch im Schwerlastverkehr ist Wasserstoff eine sehr gute Alternative. Über Brennstoffzellen lässt sich der getankte Wasserstoff in Strom umwandeln, der für den elektrischen Antrieb sorgt. Brennstoffzellenfahrzeuge weisen im Vergleich zu batterieelektrischen Fahrzeugen eine deutlich kürzere „Tankzeit“ und eine höhere Reichweite auf.

Außerdem ist die Speicherkapazität von Wasserstoff von zentraler Bedeutung für den Ausgleich der Stromnetzlast. An sonnigen und windigen Tagen kann Überschussstrom per Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt und gespeichert werden. Dieser Wasserstoff kann dann wiederum an Tagen, in denen Strommangel herrscht, wieder in Strom umgewandelt und in das Stromnetz eingespeist werden. Zudem lässt sich Wasserstoff auch in das bestehende Gasnetz integrieren. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass bei der Umwandlung, dem Transport und der Speicherung Verluste entstehen. Die Elektrolyse weist einen Wirkungsgrad von 60 bis 70 % auf. Bei der Rückverstromung in einer Brennstoffzelle gehen nochmals ungefähr 30 % des im Wasserstoff enthaltenen Energiegehalts verloren. Über den gesamten Prozess von der Erzeugung der Energie, ihrer Speicherung, eventuellem Transport und der erneuten Umwandlung von Wasserstoff in Strom kommt lediglich etwa ein Viertel bis ein Drittel bei der Endanwendung an.

Die Verfügbarkeit von erneuerbaren Gasen könnte vor allem für den vorwiegenden Industriezweig der Metallherzeugnisse bzw. -bearbeitung in Lahr essenziell sein. Einzelne Prozessschritte benötigen Wärme auf Temperaturniveaus über 300°C. Um diese hohen Temperaturniveaus zu erreichen, bedarf es molekülbasierter Energieträger, da hier der Elektrifizierung technische Grenzen gesetzt sind.

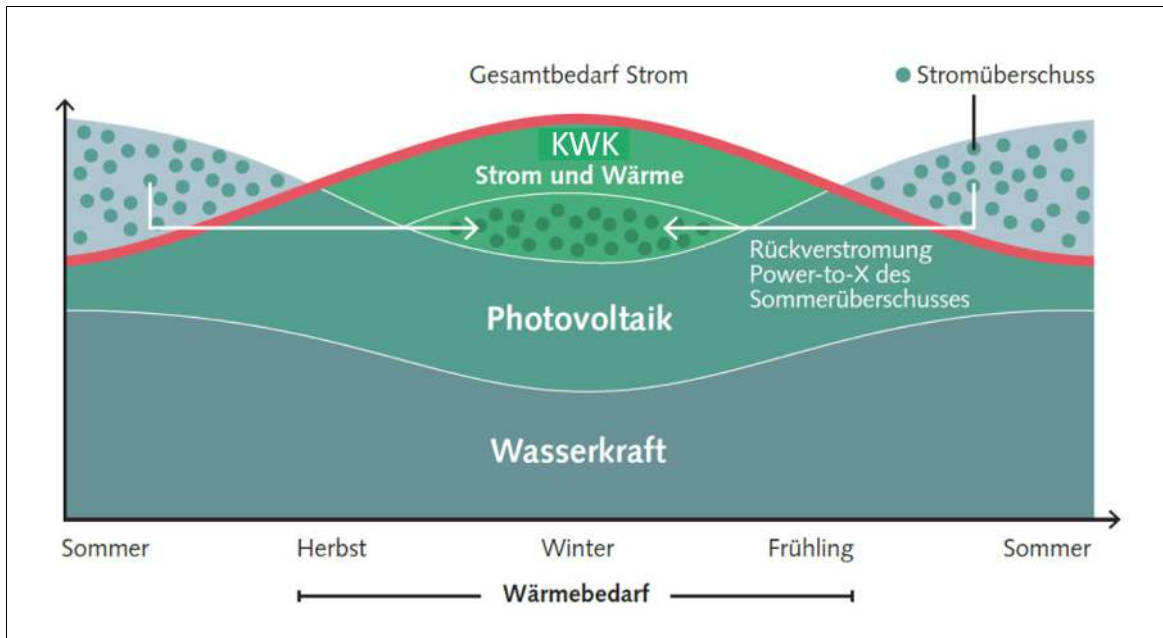


Abbildung 18 – Versorgungssicherheit durch Schließung der Winterlücke (Powerloop, 2020)

3.5.1 Zukünftige Verfügbarkeit von synthetischen Gasen

Wasserstoff und synthetisches Methan sind ebenso vielseitig einsetzbar wie Erdgas. Auch andere Vorteile wie die Speicherbarkeit und die vorhandene Erdgasverteilinfrastruktur können durch den Einsatz dieser Gase genutzt werden. Synthetische-Gase werden jedoch voraussichtlich auch langfristig im Zeithorizont bis 2050 ein knappes Gut bleiben, da auch erneuerbarer Strom nur in begrenzten Mengen zur PtG-Erzeugung zur Verfügung steht bzw. stehen wird.

Der Vergleich zwischen der notwendigen Elektrolyseleistung für einen vollständigen Erdgasersatz in Deutschland durch Wasserstoff und die bis 2030 vorgesehenen Elektrolyseleistung, die mit staatlicher Förderung in Deutschland bzw. in der Europäischen Union (EU) aufgebaut werden soll, macht deutlich, dass mittelfristig nicht mit einer deutlichen Dekarbonisierung im Gasbereich durch Wasserstoff zu rechnen ist, auch wenn bis 2030 der Gasabsatz u.a. durch Effizienzmaßnahmen sinkt. Auch die langfristigen Perspektiven sind von hoher Unsicherheit geprägt.

3.5.2 Zukünftige Rolle von erneuerbaren Gasen

Bei der Diskussion um die Rolle von PtG in der zukünftigen Energieversorgung spielen daher Überlegungen zur sinnvollen Zuteilung eines knappen Energieträgers eine zentrale Rolle. Die höchste Priorität liegt in den Bereichen, wo Alternativen nur begrenzt oder nicht verfügbar sind. Demnach wird der Einsatz in der Industrie für die stoffliche Nutzung am höchsten priorisiert, gefolgt vom Einsatz für Hochtemperatur-Anwendungen in der Industrie und den Teilen des Verkehrssektors, die nicht durch Elektrifizierung dekarbonisiert werden können (Schiffs-,

Schwerlast- und Flugverkehr). Für Niedertemperaturanwendungen wie Raumwärme und Warmwasser in privaten Haushalten und Gewerbe können Wärmepumpen, Solarthermie und Biomasse eingesetzt werden. Dadurch besteht eine niedrigere Priorität für den Einsatz erneuerbarer Gase, so dass kein flächendeckender Einsatz von erneuerbaren Gasen bis zum Jahr 2040 zu erwarten ist. Zu dieser Einschätzung kommen auch folgende zwei Studien:

- RESCUE-Studie des Umweltbundesamtes (Purr, et al., 2019)
- Langfristszenarien des Bundeswirtschaftsministeriums (Fraunhofer ISI, Consentec GmbH, ifeu, 2017).

Die jeweiligen Prozesse und die damit verbundenen Temperaturanforderungen unterscheiden sich stark von Branche zu Branche. Abbildung 19 zeigt typische Temperaturanforderungen verschiedener Wirtschaftszweige.

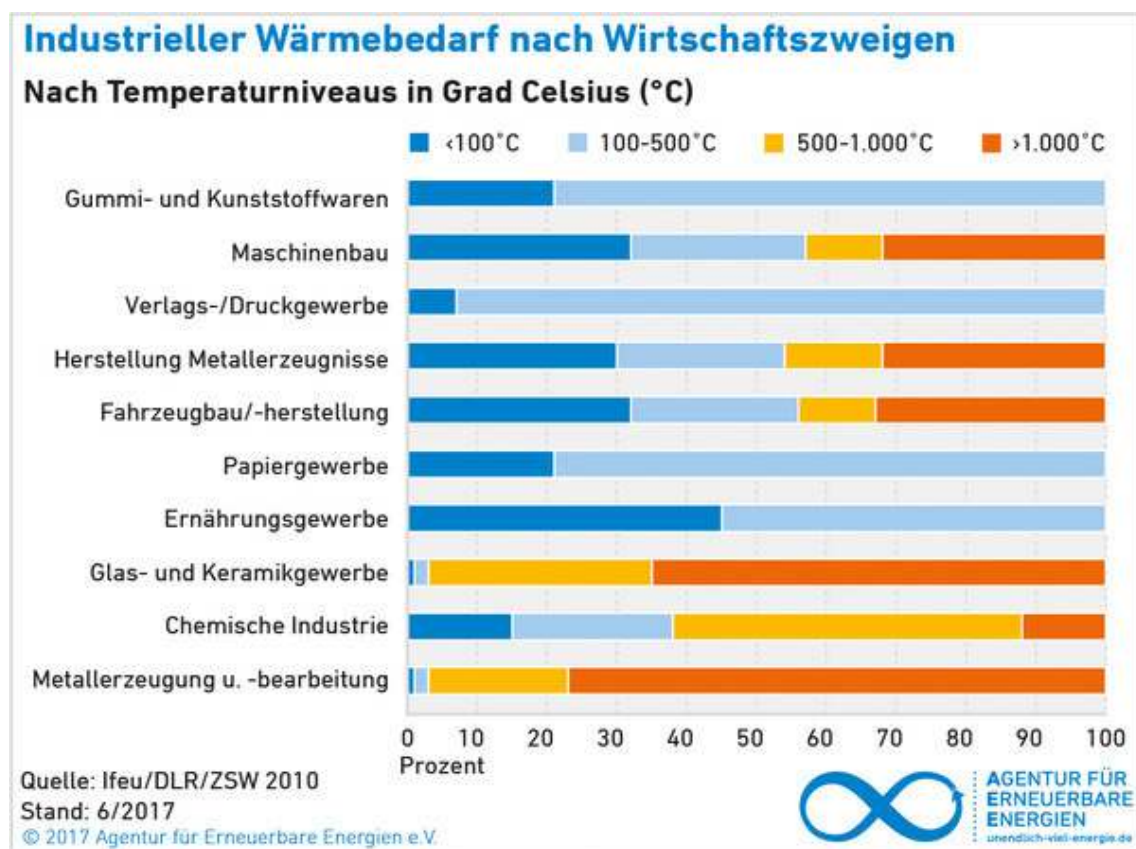


Abbildung 19 – Industrieller Wärmebedarf nach Wirtschaftszweigen (Agentur für erneuerbare Energien, 2017)

3.6 Zusammenfassung der Potenziale

Die Potenzialanalyse zeigt, die Stadt Lahr verfügt über Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Energieeinsparung und zur Erzeugung von Wärme und Strom aus erneuerbaren Energien. In der folgenden Tabelle sind die Potenziale der Stadt Lahr zur Erzeugung von Wärme und Strom aus erneuerbaren Energien übersichtlich zusammengefasst. Im nächsten Kapitel wird das Zielbild zur Klimaneutralen Wärmeversorgung der Stadt Lahr beschrieben. Dabei wird auf den hier beschriebenen Potenzialen aufgebaut und es werden auch Wechselwirkungen und Abhängigkeiten der verschiedenen Potenziale auf einer Zeitschiene bis zum Jahr 2040 betrachtet.

Energiequelle		Anwendungsbereich	Erzeugungspotenzial
Biomasse	Biogas	Stromerzeugung Zentrale/ dezentrale Wärmeversorgung	Lokale Potenziale durch tierische Exkremente, Landwirtschaftliche Reststoffe und gewerbliche Reststoffe grundsätzlich gegeben. Bestehende Verwertungspfade und konkrete Standortpotenziale unbekannt.
	Energieholz	Zentrale/ dezentrale Wärmeversorgung	Kein zusätzliches Potenzial
Oberflächennahe Erdwärme	Erdwärmesonden	Dezentrale Wärmeversorgung	80.287 MWh/Jahr (inkl. Bestandsanlagen)
	Grundwasserbrunnen	Zentrale/ dezentrale Wärmeversorgung	Zwischen 100 und 300 kW Entzugsleistung je Brunnen.
Tiefengeothermie	Hydrothermale Geothermie	Zentrale Wärmeversorgung	1,7 bis 1,9 MW thermische Bruttoleistung bzw. 13.000 bis 15.400 MWh/Jahr
	Petrothermale Geothermie	Zentrale Wärmeversorgung bei gleichzeitiger Stromerzeugung	Verfahren wird in Baden-Württemberg nicht genehmigt
Solarthermie	Solarthermie auf Dachflächen	Zentrale/ dezentrale Wärmeversorgung	29.420 MWh/Jahr (inkl. Bestandsanlagen)
	Solarthermie auf Freiflächen	Zentrale Wärmeversorgung	ca. 1.595 MWh / ha.

Energiequelle		Anwendungsbereich	Erzeugungspotenzial
Umweltwärme	Luft	Zentrale/ dezentrale Wärmeversorgung	Zentral: Nutzung über eine Großwärmepumpe zur Deckung der Grundlast eines Wärmenetzes möglich. Dezentral: ca. 72% der Gebäude (ohne Industrie) in Lahr könnten den Raumwärmebedarf mit einer Luft-Wasserwärmepumpe decken. Voraussetzung hierfür ist, dass die Gebäude durch energetische Sanierung den Wärmebedarf und das benötigte Temperaturniveau der Heizung senken.
Abwärme	Gewerbe	Zentrale Wärmeversorgung	7.856 MWh/Jahr
	Abwasser	Zentrale Wärmeversorgung	7.500 MWh/Jahr
Windkraft	Wind	Stromerzeugung	110.258 MWh/Jahr (inkl. Bestandsanlage)
Wasserkraft	Fließgewässer	Stromerzeugung	Kein zusätzliches Potenzial
Photovoltaik	Dachflächen	Stromerzeugung	227.959 MWh/Jahr (inkl. Bestandsanlagen)
	Freiflächen	Stromerzeugung	248.000 MWh/Jahr
	Baggerseen	Stromerzeugung	9.891 MWh/Jahr

Tabelle 9 – Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien in Lahr

4. Zielszenario Klimaneutraler Gebäudebestand 2040

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse (Energie- und THG-Bilanz) und der ermittelten Potenziale wird im folgenden Kapitel ein Zielszenario zur perspektivischen Entwicklung des Wärmeverbrauchs und der daraus entstehenden THG-Emissionen auf der Gemarkung der Stadt Lahr bis zum Jahr 2040 beschrieben. Dabei gilt das Ziel des Landes Baden-Württemberg, bis zum Jahr 2040 Netto-Treibhausgasneutralität zu erreichen.

Das Zielszenario stellt jene Entwicklung dar, die notwendig ist, um bis zum Jahr 2040 weitgehende Treibhausgasneutralität zu erreichen. Es fließen die klimapolitischen Zielsetzungen des Landes und der Stadt Lahr ein, mit welchen dieser Status erreicht werden soll. Es wird angenommen, dass die lokalen Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Energieeinsparung und zum Einsatz von erneuerbaren Energien, bestmöglich bis zum Jahr 2040 ausgeschöpft werden. In dem Zielszenario wird außerdem das Ziel der Stadt Lahr von einer klimaneutralen Verwaltung bis zum Jahr 2035, erreicht. Somit stellt das Zielszenario keine Prognose der zukünftigen Entwicklung dar, sondern zeigt den Pfad auf, der in der Stadt Lahr notwendig ist, um die klimapolitischen Ziele zu erreichen.

In den folgenden Abschnitten werden allgemeine methodische Hinweise zur Berechnung des Zielbilds beschrieben. Anschließend wird das Zielszenario beschrieben. Dabei werden zunächst die Entwicklungen des Wärmebedarfs und der dazu eingesetzten Energieträger betrachtet, gefolgt von der daraus berechneten THG-Bilanz bis zum Jahr 2040. Wichtiger Bestandteil des Zielszenarios ist auch die räumliche Beschreibung der zukünftigen Wärminfrastruktur der Stadt Lahr. Hierzu wurde das Stadtgebiet in Eignungsgebiete für die zentrale oder dezentrale Wärmeversorgung eingeteilt. Zudem wird die bevorstehende Transformation des bestehenden Erdgasnetzes erläutert. Zum Schluss wird noch das Thema THG-Kompensation erläutert, da selbst bei größter Anstrengung, die Deckung des Wärmebedarfs der Gebäude in Lahr auch im Jahr 2040 Restemissionen verursachen wird.

4.1 Berechnungsgrundlagen des Zielszenarios

Das Zielszenario baut auf die Energie- und THG-Bilanz aus der Bestandsanalyse auf. Deshalb liegt auch hier der Fokus auf den energiebedingten Treibhausgasemissionen. Die Ergebnisse des Zielbilds sind ebenfalls in die Sektoren private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistung, verarbeitendes Gewerbe und kommunale Liegenschaften aufgeteilt. Außerdem werden der Energieverbrauch und die THG-Emissionen nach den eingesetzten Energieträgern ausgewiesen. Das Basisjahr ist das Jahr 2017 und das Zieljahr ist analog zum Ziel in Baden-Württemberg das Jahr 2040 (mit Zwischenziel 2030).

Höchste Priorität bei der Erstellung des Zielbilds hatte die Einbindung und Verwendung lokaler Daten aus Lahr. So wurde beispielsweise das Ziel zur klimaneutralen Verwaltung bis 2035 bei Berechnung des zukünftigen Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften miteinbezogen. Außerdem wurden die Bedarfsentwicklungen aus den angewendeten Studien an eine Prognose der Stadt zur Bevölkerungsentwicklung angepasst. Bei der Entwicklung und der Deckung des Wärmebedarfs nach Energieträger wurden die Ergebnisse der Potenzialanalyse eingesetzt. Zudem wurden die bisher vorhandenen Planungen zum Bau bzw. Erweiterung von Wärmenetzen in der Stadt Lahr der Energieversorger E-Werk Mittelbaden und badenovaWÄRMEPLUS in die Szenarienberechnung eingebunden. Die lokalen Daten wurden durch Werte aus der Studie

Baden-Württemberg Klimaneutral 2040 (Nitsch & Magosch, 2021) ergänzt. Diese Studie wurde ausgewählt, da sie

- eine weitreichende und zugängliche Datenbasis enthält
- sämtliche Energieträger betrachtet
- das Ziel der Klimaneutralität für 2040 aufweist
- spezifisch auf das Land Baden-Württemberg ausgerichtet ist und
- eine hohe Aktualität aufweist.

4.1.1 Definition der Klimaneutralität

Das Europäische Parlament gibt folgende Definition der Klimaneutralität:

- „Klimaneutralität bedeutet, ein Gleichgewicht zwischen Kohlenstoffemissionen und der Aufnahme von Kohlenstoff aus der Atmosphäre in Kohlenstoffsinken herzustellen. Um Netto-Null-Emissionen zu erreichen, müssen alle Treibhausgasemissionen weltweit durch Kohlenstoffbindung ausgeglichen werden.“ (Europäisches Parlament, 2022)

Bei der Entwicklung des Zielbilds wird davon ausgegangen, dass die Reduktion der THG-Emissionen zur Erreichung der Klimaneutralität oberste Priorität hat. Da eine Reduktion auf null sehr unwahrscheinlich ist (auch bis 2040 haben die erneuerbaren Energieträger einen geringen THG-Emissionsfaktor), müssten für eine Klimaneutralität Rest-Emissionen kompensiert werden. Konkret heißt das, dass sie an einer anderen Stelle einer Kohlenstoffsinke zugeführt werden müssten.

4.1.2 Berechnung der Treibhausgasemissionen

Analog zur THG-Bilanz der Bestandsanalyse werden die zukünftigen THG-Emissionen in den Szenarien anhand der Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger berechnet. Die hier angewendeten Emissionsfaktoren stammen aus dem Technikatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg der KEA-BW (Peters, et al., 2022). Diese stehen für die Strom- und Wärmeerzeugung zur Verfügung. Ursprünglich angedacht für das Zieljahr 2050, sollen nun nach Angaben der KEA-BW die angegebenen Werte für das Jahr 2050 bereits im Jahr 2040 erreicht werden. Demnach wurden die Emissionsfaktoren für das Jahr 2050 bei dem Szenario auf das Jahr 2040 übertragen. Die Werte für das Zwischenjahr 2030 wurde linear interpoliert. Werte für Energieträger, die nicht im Technikatalog enthalten waren, wurden anhand weiterer Quellen ergänzt. Die für das Zielszenario der Stadt Lahr verwendeten Emissionsfaktoren sind in Abschnitt 7.5 dargestellt.

4.2 Zukünftiger Wärmebedarf 2030 und 2040

Bei der Wärmewende gilt die oberste Priorität das Vermeiden von THG-Emissionen. Dies gelingt zunächst durch die Energieeinsparung und die Erhöhung der Energieeffizienz. Bei den Gebäuden liegen die größten Potenziale bei der energetischen Sanierung der Gebäudehülle. Im ersten Schritt zur Entwicklung des Zielszenarios wurde deshalb der Wärmebedarf der Stadt Lahr bis zum Jahr 2040 unter folgende Annahmen berechnet:

Durch umfangreiche Effizienz- und Einsparmaßnahmen im Gebäudebestand und im Wirtschaftssektor sinkt der Wärmebedarf im Zielszenario bis zum Jahr 2040 um 23 % gegenüber dem Jahr 2017. Der Wärmebedarf der Gebäude sinkt durch die energetische Gebäudesanierung um rund

22 % bis zum Jahr 2040. Beim Sektor verarbeitendes Gewerbe sinkt der Wärmebedarf für Prozesswärme bis zum Jahr 2040 um 28 %. Bei den kommunalen Liegenschaften wird der Wärmebedarf bereits bis zum Jahr 2035 um 45 % gesenkt.

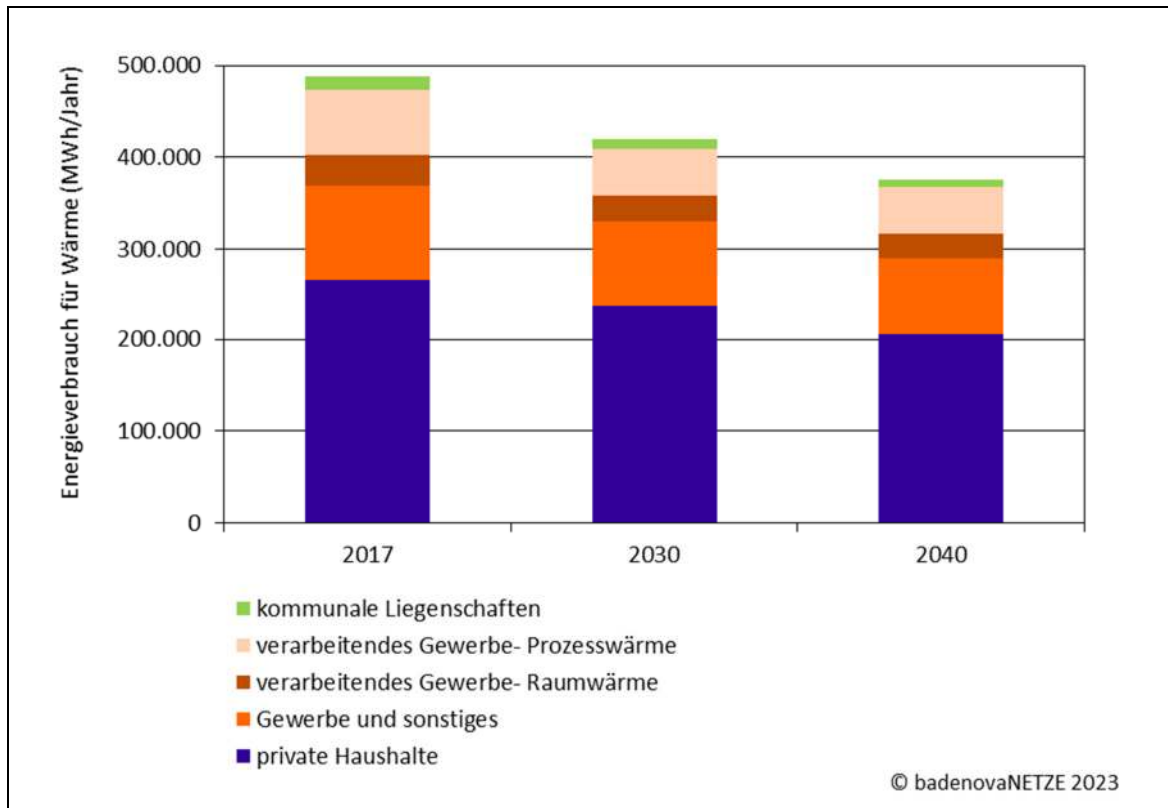


Abbildung 20 – Entwicklung des Energieverbrauchs für die Wärme nach Sektoren im Zielszenario

4.2.1 Berechnungsgrundlagen zur Entwicklung des Wärmebedarfs

Der Wärmebedarf der Bestandsgebäude sinkt durch die energetische Sanierung der Gebäudehüllen. Der zukünftige Wärmebedarf der Wohngebäude im Bestand wurde anhand der in der Potenzialanalyse ermittelten Sanierungspotenziale für Wohngebäude berechnet. Dabei wurde eine jährliche Sanierungsrate von 2 % angesetzt. Konkret heißt das, dass jährlich 2 % der möglichen Einsparungen durch Sanierungsmaßnahmen erreicht werden.

- Zudem wurde ein Klimafaktor angesetzt, der eine Erhöhung der Temperaturen in der Region voraussagt, und damit von einem sinkenden Heizbedarf in Zukunft ausgeht.
- Die Stadt Lahr wächst und damit wird in Zukunft die beheizte Gebäudefläche in der Stadt ebenfalls wachsen. Anhand Prognosen der Stadt Lahr zur Bevölkerungsentwicklung und konkreten Neubauprojekten wurde dieses Wachstum berücksichtigt. Da die energetischen Anforderungen für Neubauten bereits recht hoch sind, machen diese Neubauten, im Vergleich zum Bestand, einen geringen Anteil des zukünftigen Wärmebedarfs aus.
- Der Wärmebedarf für die Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen und Industrie sinkt in Zukunft aufgrund energetischer Sanierung der Gebäude und durch Effizienzmaßnahmen, durch die der Energieeinsatz für die Prozesswärme reduziert wird (Nitsch & Magosch, 2021).
- Die Stadt Lahr ist bereits seit dem Jahr 2010 mit dem European Energy Award (EEA) ausgezeichnet. Im Rahmen dieses Programms werden unter anderem Potenziale zur

Energieeinsparung bei den städtischen Liegenschaften ermittelt. Diese Auswertung diene als Basis der Berechnung des Ziel-Zustands für das Zielszenario. Da die Stadtverwaltung das Ziel hat, bis zum Jahr 2035 klimaneutral zu sein, wurde für das Zielszenario davon ausgegangen, dass alle kommunalen Liegenschaften den Ziel-Wert aus dem EEA bis zum Jahr 2035 erreichen (siehe Abschnitt 3.2.4).

4.3 Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs nach Energieträgern

Nachdem der zukünftige Wärmeverbrauch der Sektoren ermittelt wurde, wurden die hierzu benötigten Energiemengen nach Energieträger ermittelt. Wesentliche Grundlage waren hierbei die lokalen Potenziale zur erneuerbaren Wärmeherzeugung. Um auch die räumliche Verteilung dieser Potenziale zu berücksichtigen, wurden die Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeversorgung für die Aufteilung der Wärmemengen auf die Energieträger herangezogen (siehe Kapitel 4.4.). Auch die Konzepte des E-Werk Mittelbadens und der badenovaWÄRMEPLUS zum Ausbau der Fernwärme wurden berücksichtigt.

Demnach werden im Zielszenario die fossilen Energieträger Erdgas, Heizöl und Kohle im Jahr 2040 nicht mehr eingesetzt und vollständig durch erneuerbare Energieträger ersetzt (vgl. Abbildung 21). Bei der dezentralen Wärmeversorgung sind dies vorrangig Wärmepumpen, während die zentrale Wärmeversorgung aus verschiedenen Energiequellen gedeckt wird (vgl. Abbildung 22). Bis 2040 steigt der Anteil der Wärme, der mittels einer zentralen Wärmeversorgung bereitgestellt wird, auf 47 % (zum Vergleich, im Jahr 2017 wurden knapp 4 % des Wärmeverbrauchs über Wärmenetze versorgt). Abbildung 23 zeigt die Entwicklung des Wärmeverbrauchs nochmals nach Energieträger.

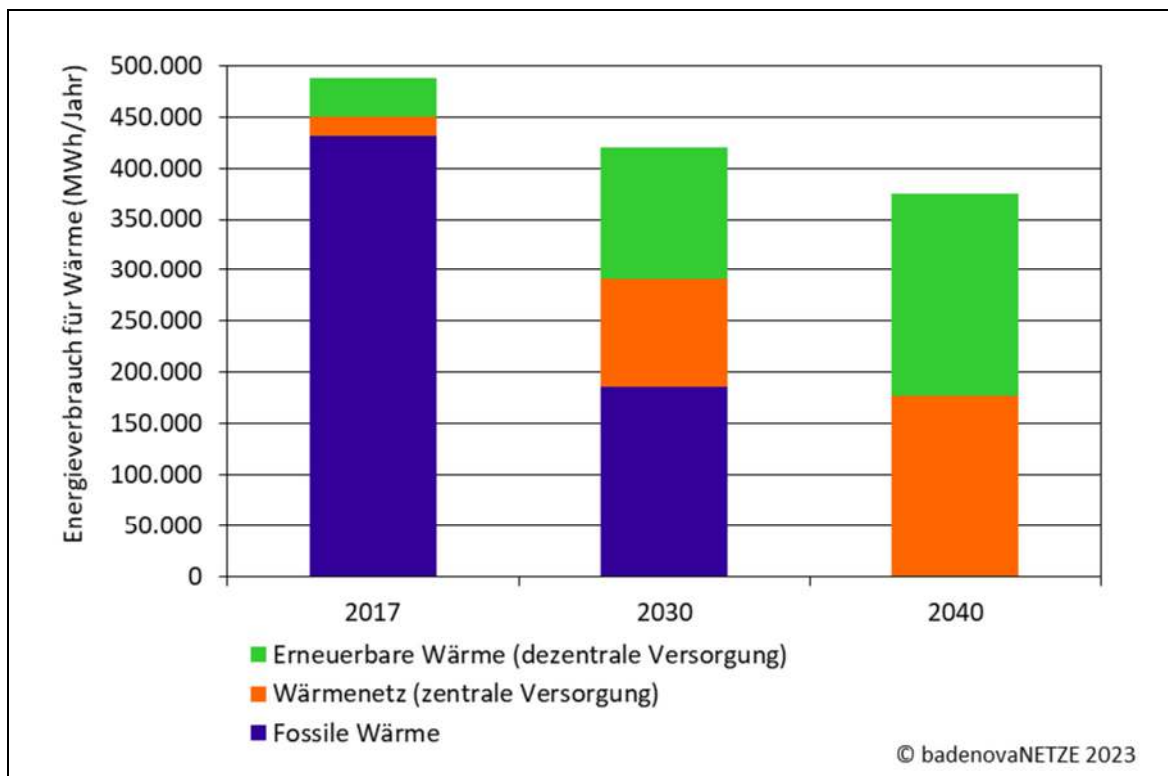


Abbildung 21 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Erzeugungsart

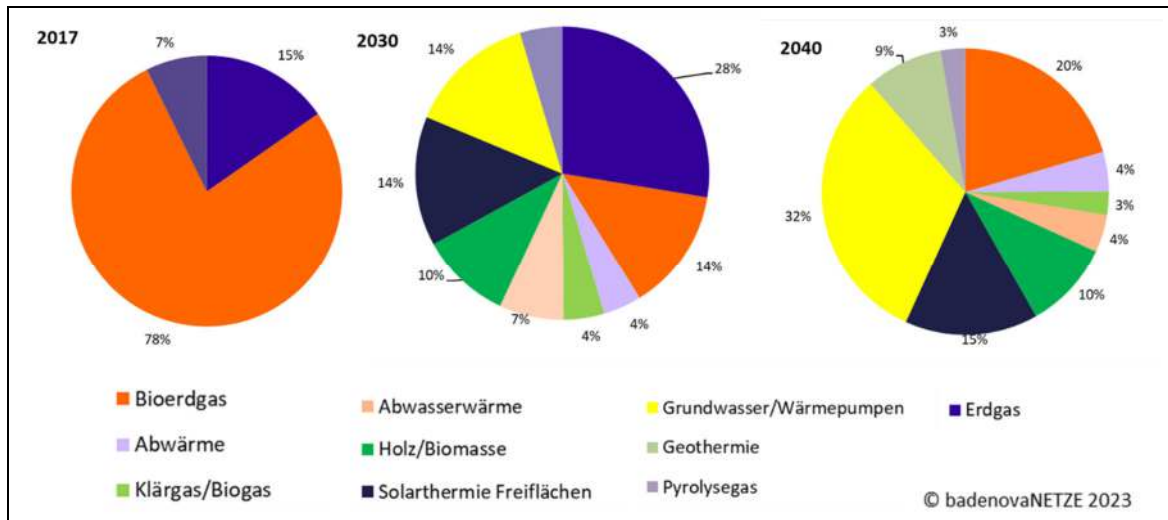


Abbildung 22 – Entwicklung des Energieträgermix der zentralen Wärmeversorgung

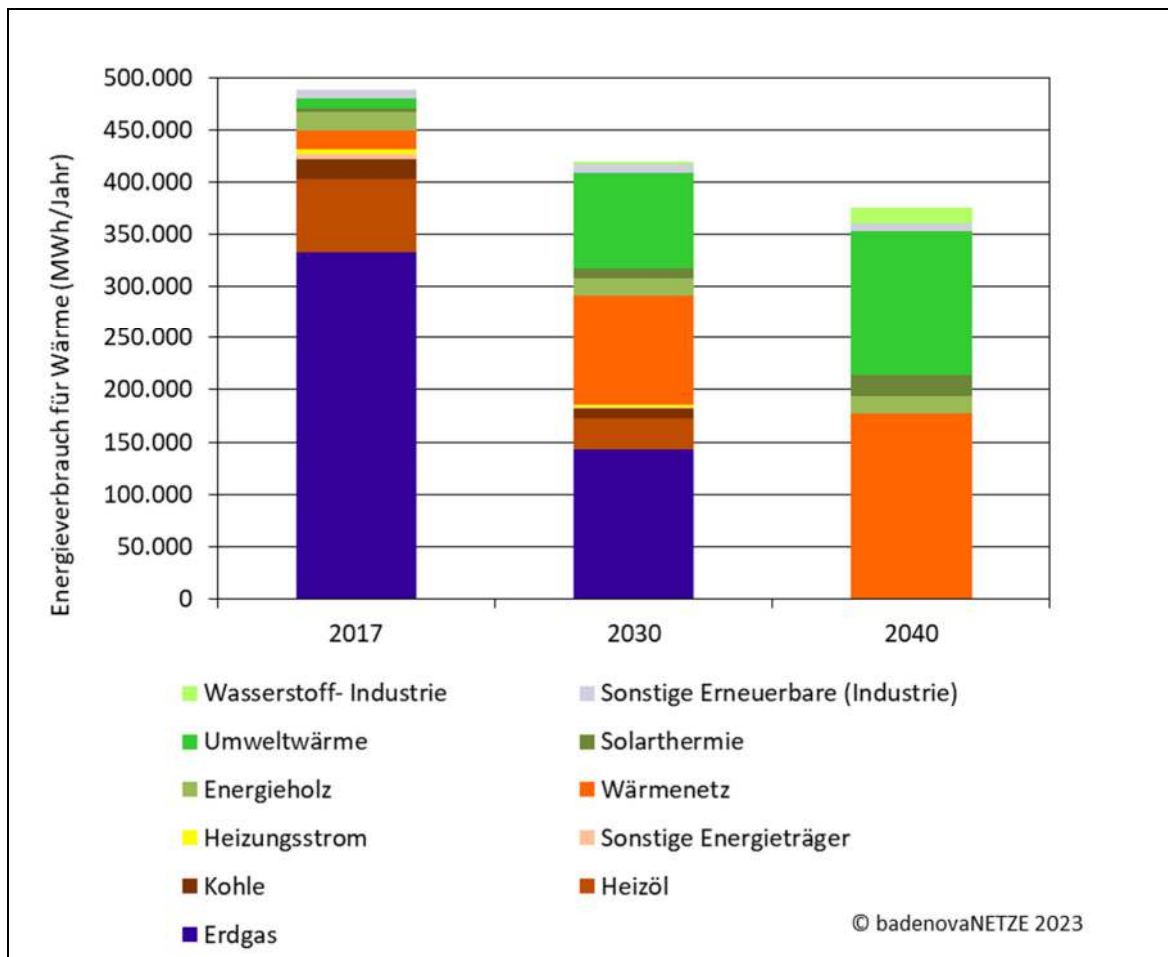


Abbildung 23 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Energieträger

4.3.1 Entwicklung der Wärmebedingten THG-Emissionen im Zielszenario

Anhand der Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger wurden die THG-Emissionen für die Wärmeerzeugung im Zielbild ermittelt. Demnach verursacht die Wärmeversorgung der Stadt

Lahr im Jahr 2040 THG-Emissionen von insgesamt 8.205 t CO_{2e} (Wärmebedingte THG-Emissionen im Jahr 2017: 121.050 t CO_{2e}). Das bedeutet, dass im Vergleich zum Jahr 2017 die Emissionen in der Stadt Lahr um insgesamt 95 % sinken müssen bzw. um jährlich 4.906 t CO_{2e} gesenkt werden müssen, um das Ziel bis zum Jahr 2040 zu erreichen.

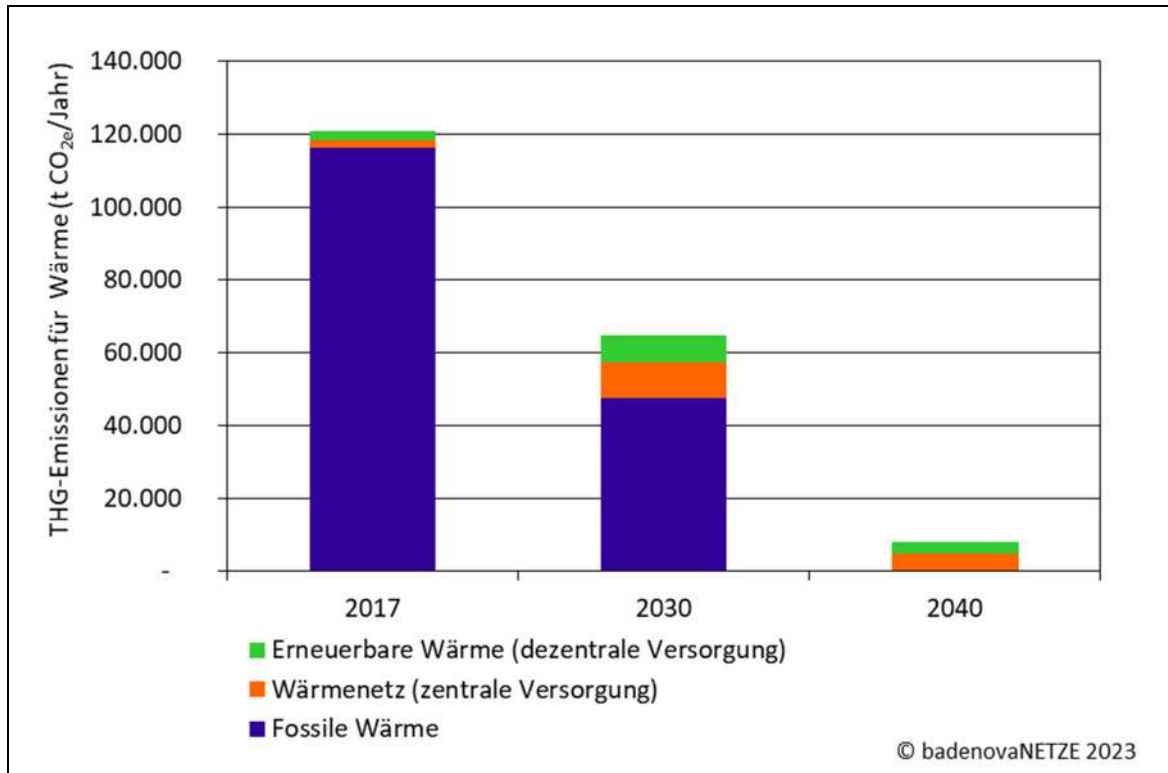


Abbildung 24 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen bis zum Jahr 2040

4.3.2 Berechnungsgrundlagen zur Deckung des Wärmebedarfs

- Im Zielszenario werden im Jahr 2040 keine fossilen Brennstoffe mehr verwendet. Dies entspricht einem möglichst klimaneutralen Zustand und ist auch eine der Grundannahmen in der Studie *Baden-Württemberg Klimaneutral 2040* (Nitsch & Magosch, 2021).
- Der Einsatz von Energieholz und Solarthermie entwickeln sich gemäß dem Trend aus der Studie *Baden-Württemberg Klimaneutral 2040* (Nitsch & Magosch, 2021).
- Es wird davon ausgegangen, dass die Potenziale zur Wärmeerzeugung aus der Tiefengeothermie bis 2040 mittels Wärmenetz genutzt werden können.
- Wasserstoff wird bis zum Jahr 2040 v.a. im Sektor verarbeitendes Gewerbe zur Deckung des Prozesswärmebedarfs eingesetzt und Öl und Gas ersetzen. Inklusive angenommener Reduktion des Verbrauchs im Sektor Wirtschaft (s.o.) wird der benötigte Wasserstoffbedarf im Wärmebereich auf ca. 15.000 MWh/Jahr geschätzt. Dieser muss entweder vor Ort mit Überschuss-Strom hergestellt oder von außerhalb importiert werden.
- In den Eignungsgebieten für dezentrale Wärmeversorgung werden Wärmepumpen (Luft-Luft und Luft-Wasser) in Zukunft einen Großteil des Wärmebedarfs decken. Im Jahr 2040 werden in Lahr ca. 138.000 MWh Umweltwärme benötigt, die primär in Wohngebäuden zum Einsatz kommt und dezentrale, fossile Energieerzeuger ersetzen wird.
- Gebiete mit Eignung für zentrale Wärmeversorgung werden zukünftig über Fernwärme versorgt. Für jedes Eignungsgebiet wurde ein zukünftiger Anschlussgrad angenommen.

4.3.3 Strombedarfsdeckung zur Wärmeerzeugung im Zielszenario

Das Zielszenario zeigt, dass der Strombedarf für die Wärmeerzeugung durch den zukünftigen Einsatz von Wärmepumpen stark steigen wird, von 7.112 MWh im Jahr 2017 auf rund 55.000 MWh im Jahr 2040. Um diesen zusätzlichen Strombedarf zu decken, müssten ca. 5 Windkraftanlagen oder rund 37 ha Fläche mit PV-Anlagen zusätzlich installiert werden.

4.4 Zukünftige Versorgungsstruktur 2030 und 2040

Für eine zielgerichtete Beschreibung der zukünftigen Versorgungsstruktur für die Jahre 2030 und 2040 wurde die gesamte Stadt Lahr in Eignungsgebiete zur zentralen bzw. dezentralen Versorgung aufgeteilt. Bei der Einteilung der Eignungsgebiete geht es um eine erste grobe Abschätzung, wie in einem jeweiligen Gebiet die Gebäude ihren Wärmebedarf in Zukunft möglichst wirtschaftlich, ökologisch und effizient decken werden können. Bei der zentralen Wärmeversorgung wird dies mit dem Aufbau und Betrieb von Wärmenetzen erzielt, während bei der dezentralen Wärmeversorgung jedes Gebäude eine eigene Heizanlage betreibt. Für die Einteilung der Eignungsgebiete wurden verschiedene Kriterien herangezogen:

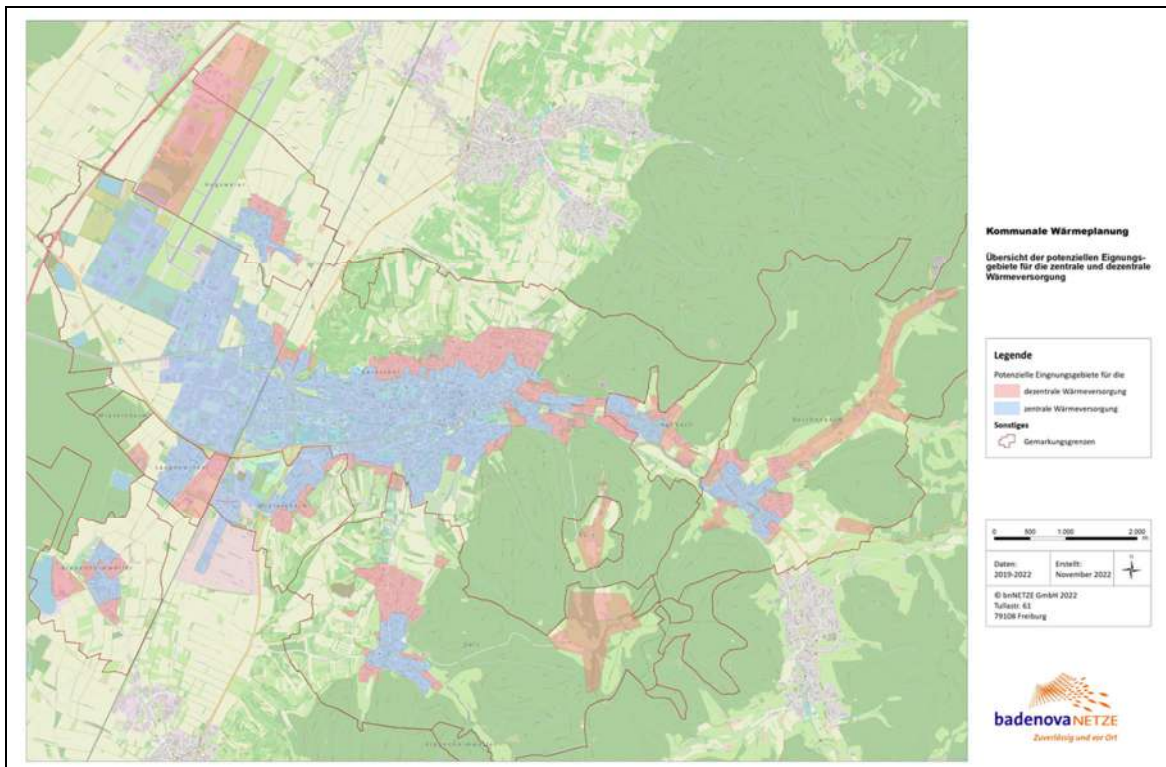
- **Hohe Wärmedichte auf Straßenzugsebene:** Der Wärmeverbrauch auf Straßenzugsdichte ist ein maßgeblicher Indikator für die Wirtschaftlichkeit eines potenziellen Wärmenetzes. Im Rahmen der Ausweisung der Eignungsgebiete für die zentrale Wärmeversorgung für die Stadt Lahr wurde der Mindestwert von 1,0 MWh/m/Jahr angesetzt.
- **Passender Sanierungszyklus der Heizanlagen** – Oftmals werden Heizanlagen 20 bis 30 Jahre lang betrieben. Sind die Heizanlagen in einem Gebiet überwiegend weniger als 10 Jahre alt, ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass die Gebäude in den kommenden 5 bis 10 Jahren an ein Wärmenetz angeschlossen werden. Sind die Heizungen bereits älter als 15 Jahre, wird ein Anschluss ans Wärmenetz wahrscheinlicher und begünstigt damit eine potenziell hohe Anschlussdichte. Diese ist ebenfalls ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes.
- **Passende Energieträgerverteilung** (z.B. wenige Wärmepumpen): Für ein Gebäude, das bereits mit erneuerbarer Wärme beheizt wird, bietet ein Wärmenetzanschluss wenige Vorteile, da die gesetzlichen Vorgaben bereits erfüllt werden. Zudem bietet der Ausbau von Wärmenetzen in Gebieten, in denen noch viele fossile Energieträger eingesetzt werden, ein größeres Potenzial zur Reduktion der THG-Emissionen.
- **Lokale Abwärmepotenziale:** Wird überschüssige Wärme lokal erzeugt, kann diese ausgekoppelt und über ein Wärmenetz für die Beheizung weiterer Gebäude genutzt werden. Einige der befragten Betriebe in Lahr gaben an, Abwärme zu erzeugen.
- **Lokale Potenziale erneuerbarer Energien:** Die Potenzialanalyse zeigt auf, dass viele Gebäude ihren Wärmebedarf perspektivisch mit einer Wärmepumpe (Luft, Grundwasser oder Erdwärme) decken können. Diese Gebäude können demnach dezentral versorgt werden. Auch bei der Ausweisung der Wärmenetzgebiete ist ein entscheidender Faktor, wie viel erneuerbare Energien für ein potenzielles Wärmenetz lokal zur Verfügung steht.
- **Großverbraucher als Ankerkunden:** Großverbraucher nehmen in der Regel eine große Menge Wärmeenergie ab und sorgen damit für eine höhere Wärmeabnahme pro Trassenmeter. Zudem sind sie sichere und meist ganzjährige Abnehmer der Wärme, wodurch sich das Risiko für den Wärmenetzbetreiber reduziert, und die Wirtschaftlichkeit erhöht wird. In manchen Fällen können Großverbraucher auch Produzenten von Abwärme sein, die wiederum in das Wärmenetz eingespeist werden kann.

- **Siedlungs- und Besitzstrukturen:** Siedlungsstrukturen sind stark mit der Wärmedichte verbunden, denn dichtbesiedelte Räume weisen in der Regel höhere Wärmedichten auf. Zur Bestimmung des Wärmepumpenpotenzials eines Gebäudes sind der Gebäudetyp und das Gebäudealter wichtige Faktoren. Die Siedlungsdichte gibt Hinweise auf mögliche Restriktionen durch Schallemissionen, die dem Einsatz von Wärmepumpen entgegenstehen können. Besitzstrukturen sind beim Ausbau von Wärmenetzen relevant, weil sie ein Indikator für die Anschlussrate sein können. Ob eine kommunale Liegenschaft an ein Wärmenetz angeschlossen wird, kann die Kommune selbst entscheiden. Baugenossenschaften und andere institutionelle bzw. gewerbliche Gebäudeeigentümer bieten Potenziale zum Anschluss mehrerer, in der Regel großer Gebäude oder Gebäudekomplexe, und können somit einen Wärmenetzausbau begünstigen.
- **Siedlungsentwicklungen:** Bei der Einteilung der Eignungsgebiete wurden auch bestehende Planungen für Baugebiete berücksichtigt. Neubauten sind aufgrund der hohen gesetzlichen Anforderungen zur Wärmedämmung in der Regel nicht für den Anschluss an ein konventionelles Wärmenetz geeignet, da diese Gebäude eine geringere Vorlauftemperatur benötigen. Dennoch können Neubaugebiete zentral versorgt werden. So können sie beispielsweise mit Kaskaden (Nutzung des Wärmerücklaufs) an ein konventionelles Wärmenetz angeschlossen werden oder durch den Aufbau von Niedertemperaturnetzen. Diese Möglichkeiten sollten in Zukunft bei der Planung neuer Baugebiete untersucht werden.
- **Potenzielle Wärmeinfrastrukturstandorte (z.B. öffentliche Gebäude):** Kommunale Liegenschaften bieten in vielen Fällen günstige Bedingungen als Ausgangspunkte für den Aufbau eines Wärmenetzes. Auf den Grundstücken oder in den Gebäuden kann zumindest ein Teil der Technik für ein Wärmenetz untergebracht werden (z.B. Erzeugungsanlagen und Wärmespeicher).

Die Eignungsgebiete wurden bei einem Workshop mit der Stadtverwaltung und den lokalen Energieversorgern und bei einer öffentlichen Veranstaltung mit Bürgern und Bürgerinnen vorgestellt und diskutiert.

Die Eignungsgebiete für eine zentrale und dezentrale Wärmeversorgung sind in Karte 14 dargestellt. Ein Großteil der Kernstadt und des Industriegebiets im Westen sind Eignungsgebiete für die zentrale Wärmeversorgung, vor allem auf Grund der dichten Bebauung und des hohen Wärmebedarfs bzw. der hohen Wärmedichte. Außerdem sind in den Ortsteilen jeweils kleinere Bereiche, in der Regel der ältere Gebäudebestand, die ebenfalls einen höheren Wärmebedarf aufweisen und für die zentrale Wärmeversorgung geeignet sind. In den Peripherien sind vermehrt kleinere und neuere Gebäude vorzufinden. Durch die lockere Bebauung ist die Wärmedichte hier niedriger und die Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung geeignet.

Im Anhang sind Steckbriefe der Ortsteile zu finden, in denen der energetische Ist-Zustand beschrieben wird und die Umsetzungspotenziale in den dezentralen und zentralen Eignungsgebieten erläutert werden.



Karte 14 – Übersicht der zentralen und dezentralen Eignungsgebiete (Hintergrundkarte: openstreet-map.org/copyright)

4.4.1 Wachstum und Transformation der Bestandswärmenetze

Die Wärmenetze Mauerfeld (Kernstadt) und Eichholz-Süd (Langenwinkel) bergen ein großes Verdichtungs- und Erweiterungspotenzial. Auf Grundlage einer Wachstumsprognose, die von badenovaWÄRMEPLUS im Rahmen einer BAFA-Wärmenetze 4.0-Machbarkeitsstudie ausgearbeitet wurde, können beide Netze zusammengenommen bis zu einem fünffachen Wärmeabsatz im Jahr 2040 ausgebaut werden (Wärmeabsatz im Jahr 2022: 23.000 MWh). Im Zuge dieses Ausbaus ist geplant, die beiden Netze gegebenenfalls zusammenzuführen.

Dazu muss der Wärmeabsatz bis zum Jahr 2040 kontinuierlich durch Neuanschlüsse im Bestand und im Ausbaubereich gesteigert werden. Für diesen Ausbau sind neben weiteren Hauptleitungen auch weitere Verteilnetze notwendig.

Erste konkrete Erweiterungsmaßnahmen, stellen in diesem Zusammenhang die Erschließung des Rathauses samt den umliegenden städtischen Gebäuden und die Erschließung der Altstadt dar.

Abgeleitet von der Wachstumsprognose der genannten Machbarkeitsstudie, sind neben dem Ausbau der Wärmeinfrastruktur, neue, regenerative Wärmequellen in den Wärmeverbund zu integrieren, um die netzgebundene Wärmeversorgung in Lahr bis 2040 vollständig zu dekarbonisieren.

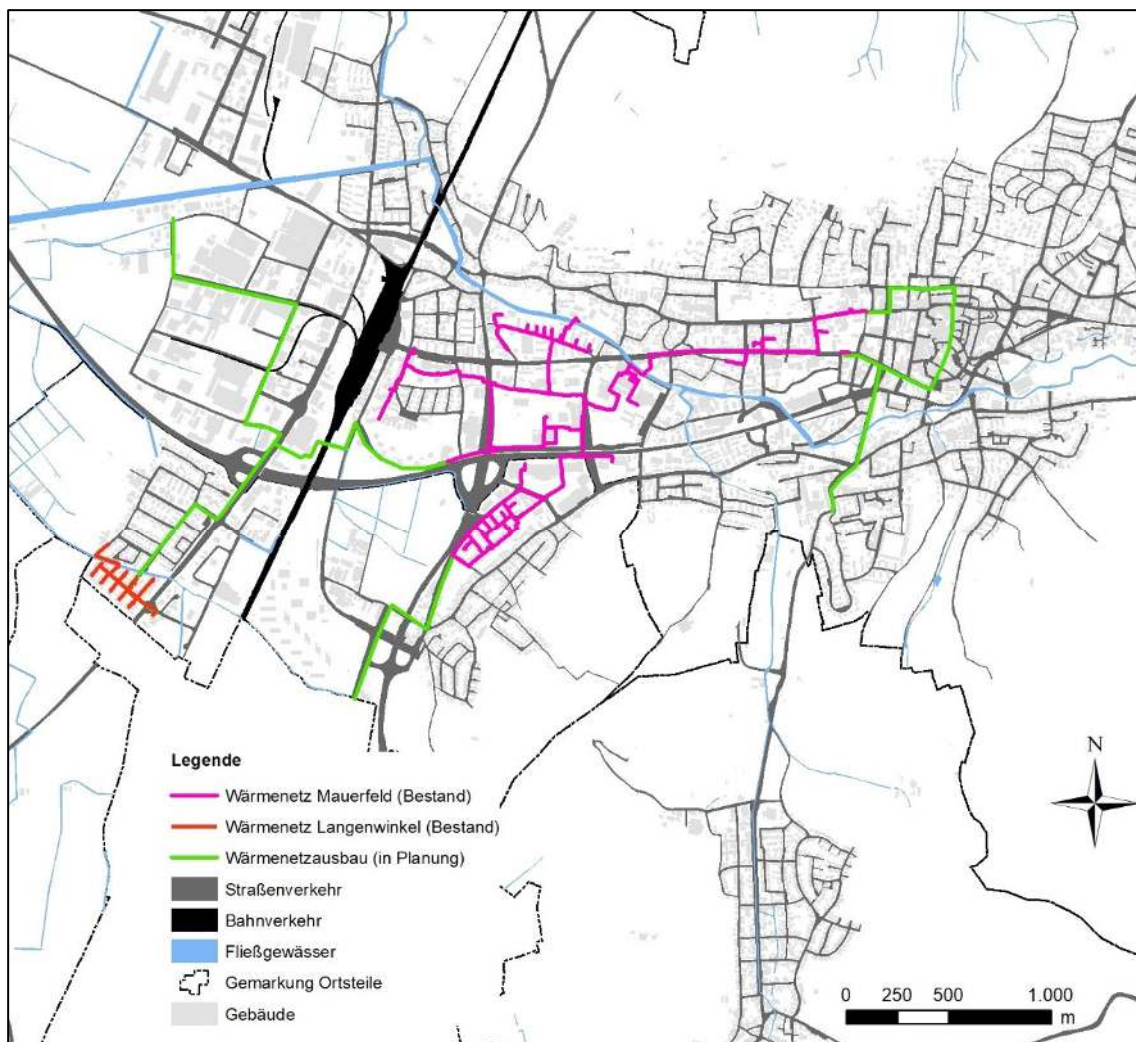
Im Rahmen der BAFA-Wärmenetze 4.0-Machbarkeitsstudie wurden die nachfolgenden potenziellen Wärmequellen eruiert:

- Sektorenkopplung mittels Photovoltaik und Grundwasserwärmepumpen
- Oberflächennahe Geothermie mittels Erdwärmesonden
- (Mittel) tiefe Geothermie
- Bestands-Holz hackschnitzelkessel in „Eichholz-Süd“

- Holz-Pyrolyse in Kombination mit KWK
- Parkplatzüberdachung via Solarthermie
- Auskopplung von überschüssiger Prozesswärme aus der Industrie (u.a. durch EWM)

Insbesondere die Sektorenkopplung mittels Photovoltaik und Grundwasserwärmepumpen, die Auskopplung von überschüssiger Prozesswärme und der Ausbau der Erzeugung der holzigen Biomasse mittels Hackschnitzelkessel und zukunftsweisender Technologien wie der Pyrolyse werden im nächsten Schritt vertieft und – sofern technisch-wirtschaftlich sinnvoll – bis zur Umsetzungsreife weiterentwickelt. Zudem hat die Aufsuchung nach tiefen Geothermiepotezialen im Großraum Lahr begonnen, die zu einem späteren Zeitpunkt in den Wärmeverbund integriert werden können.

Im Endausbau wird im Jahr 2045 von einer Gesamtlänge des Wärmenetzes von bis zu 40 km (Haupttrassen und Verteilleitungen) ausgegangen, die von den verschiedenen erneuerbaren Energiezentralen gespeist werden. Abzüglich der 16 km Bestandsnetze sind ca. 24 km Leitungsneubau notwendig. Der geplante Ausbau der Haupttrassen ist in der folgende Karte 15 dargestellt.



Karte 15 – Ausbauplanung der Bestandswärmenetze (Quelle: badenovaNETZE GmbH 2023)

4.4.2 Aufbau eines Wärmenetzes in Lahr West

Aktuell betreibt das E-Werk Mittelbaden ein Spitzenlastkraftwerk in Lahr, das zur Sicherung der Netzstabilität genutzt wird. Der bestehende Standort soll in den kommenden Jahren zu einem innovativen Wärmeerzeugungsstandort umgebaut werden. Über ein Wärmenetz sollen dann das Industriegebiet, das Flugplatzgebiet und Lahr West mit Wärme aus erneuerbaren Energien versorgt werden.

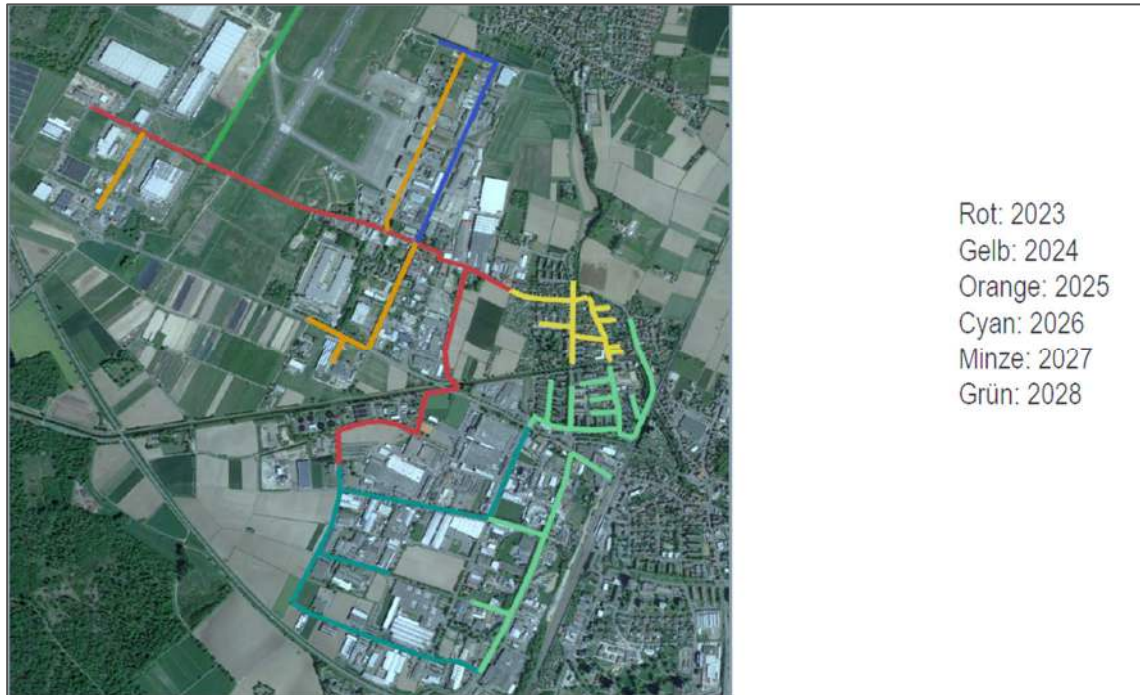
Zur Wärmeerzeugung sind eine Großwärmepumpe, eine große Freiflächensolarthermieranlage, Abwärme aus der Industrie und ein Hybrid-BHKW geplant, welches neben Erdgas, auch mit erneuerbarem Gas, wie Klärgas, Biogas oder Wasserstoff betrieben werden soll.

Die Kläranlage von Lahr, die neben dem bestehenden Spitzenlastkraftwerk liegt, ist ein zentraler Baustein im Konzept. Der Gasertrag im Faulturm der Kläranlage wird durch eine Co-Fermentation erhöht und mit dem Klärgas wird im BHKW sowohl Wärme als auch Strom erzeugt. Außerdem wird die Abwärme aus dem Abwasser am Auslauf der Kläranlage mittels einer Wärmepumpe zur Wärmeerzeugung genutzt.

Damit nicht nur die Wärme, sondern auch der Strom für die Wärmepumpe aus erneuerbaren Energien erzeugt wird, plant das E-Werk Mittelbaden am Flugplatz eine Freiflächen-PV-Anlage mit einer Leistung von 34 MW und weitere drei Windräder auf der Gemarkung Lahr mit einer Gesamtleistung von 30 MW.

Zudem soll das System mittels einer gezielten Steuerung und durch Speicher den Einsatz der erneuerbaren Energien optimieren. Überschüssiger Strom aus Wind- und PV-Anlagen wird mit einer Großwärmepumpe in Wärme umgewandelt und in einem großen Wärmespeicher zwischengespeichert. Bei einer Stromlücke kommt hingegen das BHKW zum Einsatz und erzeugt sowohl Strom als auch Wärme.

Karte 16 zeigt die Trassenplanung zum Aufbau des Wärmenetzes. Ziel ist es, das Wärmenetz im Jahr 2025 mit der KWK-Anlage (Klärgas, Biomethan, Erdgas), der Umweltwärme und mit Abwärmepotenzialen zu betreiben. Im Jahr 2030 wird als erneuerbares Gas noch zusätzlich Wasserstoff mit dazu kommen, so dass der Anteil an erneuerbaren Energien im Wärmenetz auf bis zu 80 % ansteigt. Im Jahr 2035 soll die Freiflächensolarthermieranlage in Betrieb gehen, wodurch das Wärmenetz zu 100 % aus erneuerbaren Energien betrieben werden kann.



Karte 16 – Trassenplanung des Wärmenetzes in Lahr-West (Quelle: E-Werk Mittelbaden)

4.4.3 Energiespeicher

Die Entwicklung des zukünftigen Energieverbrauchs wird im Zielszenario bilanziell über den Zeitraum von einem Jahr berechnet und dargestellt. Saisonale und tagesbedingte Schwankungen, wie beispielsweise der erhöhte Wärmebedarf im Winter und der daraus resultierende höhere Strombedarf durch Wärmepumpen oder die höheren Stromerträge, welche PV-Anlagen im Sommer erzeugen, werden zunächst nicht berücksichtigt. Allerdings stellen solche Schwankungen des Verbrauchs und der Verfügbarkeit durchaus große Hürden für das Gelingen der Wärmewende dar. Diese Hürden müssen bei der zukünftigen Umsetzung von Maßnahmen in Lahr durchaus berücksichtigt werden.

In den folgenden Abschnitten werden solche Speicher, die in Lahr zur Umsetzung der Wärmewende und zum Erreichen des Zielbilds eingesetzt werden könnten, erläutert und deren Einsatzbereiche geschildert. Welche Technologie bei einer Maßnahme eingesetzt wird, muss anhand wirtschaftlicher und technischer Kriterien im Einzelfall bewertet werden. In Abbildung 25 werden verschiedene Speichertechnologien nach ihrer Speicherkapazität und der Dauer der Speicherung dargestellt. Zusätzlich sind oben Beispiele für die entsprechenden Kapazitäten genannt. Bei hohen Kapazitäten (sprich großen Energiemengen), wie sie zum Beispiel eine Großstadt benötigt, müssten erneuerbare Gase (rot: Power-to-Gas) zum Einsatz kommen. Die zukünftige Rolle dieser Gase wird in Abschnitt 2.7 erläutert. Für die Wärmewende in Lahr werden vor allem kleine bis große Wärmespeicher (orange), sowie auf Grund der Sektorenkopplung, Stromspeicher entscheidend sein.

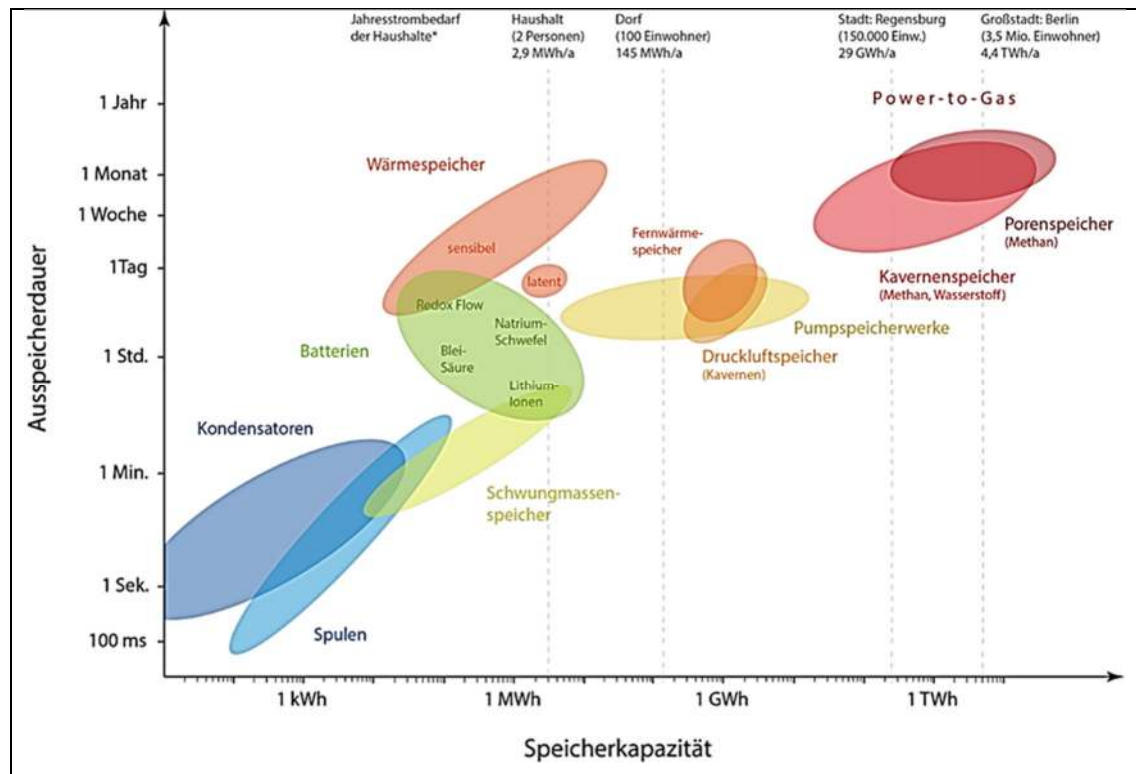


Abbildung 25 – Übersicht der Speicherkapazität und Ausspeicherdauer verschiedener Speichertechnologien (Sterner & Stadler, 2014)

4.4.3.1 Wärmespeicher

Wärmespeicher können in verschiedene Speicherkonzepte unterteilt werden. Bei sensiblen Speichern erfolgt die Wärmespeicherung durch Temperaturveränderung des Speichermediums. Latente Speicher hingegen nutzen zur Wärmespeicherung hauptsächlich den Phasenwechsel von fest zu flüssig. Bei thermochemischen Wärmespeichern (nicht in Abbildung 25 abgebildet) erfolgt die Wärmespeicherung in Form einer reversiblen thermo-chemischen Reaktion. (dena, (2023)). Im Folgenden werde vier gängige Arten der Wärmespeicherung beschrieben:

- **Heißwasser-Speicher (sensibler Wärmespeicher)**
Beim Heißwasser-Speicher (Pufferspeicher) befindet sich das Wasser in einem isolierten Behälter, der je nach Anwendungsfall von kleinen Speichern mit wenigen Kubikmetern in Gebäuden bis hin zu Großwasserspeichern für die saisonale Wärmespeicherung in Wärmenetzen eingesetzt werden kann.
- **Kies-Wasser-Speicher (sensibler Wärmespeicher)**
Bei einem Kies-Wasser-Speicher dient ein Gemisch aus Kies und Wasser als Speichermedium. Kies-Wasser-Speicher werden bisher überwiegend als Langzeitwärmespeicher oder Zwischenspeicher für solare Nahwärmenetze bzw. Gebäudekomplexe eingesetzt.
- **Eisspeicher (latenter Wärmespeicher)**
Der Eisspeicher besteht in der Regel aus einer Betonzisterne, die komplett unter der Erdoberfläche vergraben und nicht isoliert wird. Der erste Wärmetauscher entzieht dem Wasser seine Wärmeenergie, wodurch die Temperatur mit jedem Durchlauf sinkt und das Wasser mit der Zeit gefriert. Der Regenerationswärmetauscher führt der Zisterne hingegen Wärme zu, die er beispielsweise über eine Erdsonde oder durch eine Solarthermie-Anlage bezieht. Eisspeicher dienen sowohl als Wärmequelle als auch als

saisonale Wärmespeicher. Es existieren technische Lösungen für kleine Gebäude (Ein- und Zweifamilienhäuser) und größere Gebäude sowie für die Einbindung in ein kaltes Nahwärmenetz.

- Sorptionsspeicher (thermochemischer Wärmespeicher)

Die Wärmespeicherung erfolgt durch chemisch reversible Reaktionen oder den Sorptionsprozess (Ab- und Adsorptionsprozess) und zeichnet sich besonders durch eine hohe Energiedichte aus.

Der Ausbau der Fernwärme in der Stadt Lahr wird auch einen Ausbau der Wärmespeicherkapazitäten bedingen. In Abstimmung mit der Stadtplanung, dem Gebäudemanagement, den Wärmenetzbetreibern und auch mit Grundstücksbesitzern müssen perspektivisch geeignete Fläche identifiziert werden.

4.4.3.2 Stromspeicher

Den Stromspeichern kommt neben dem Ausbau der Stromnetze eine bedeutende Rolle in der Energiewende zu. Denn sie können grundsätzlich Schwankungen bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ausgleichen: Werden Photovoltaik- oder Windanlagen mit Speichersystemen kombiniert, wird nicht integrierbarer Strom gespeichert und steht bei Bedarf jederzeit zur Verfügung. Dadurch sind Stromspeicher in der Lage (dena, (2022)):

- Angebot und Nachfrage auszugleichen
- zahlreiche Systemdienstleistungen (z. B. Regelleistungen und Blindenergie) bereitzustellen, die die Systemstabilität unterstützen,
- inländische Wertschöpfung zu erhöhen, da nicht integrierbare Strommengen nicht exportiert werden müssen
- die Integration von Strom aus erneuerbaren Energien in den Markt zu fördern.

Durch die Nutzung eines Stromspeichers lässt sich die Eigenverbrauchquote des durch die PV-Anlage erzeugten Stroms erhöhen und somit einen Großteil der Stromkosten einsparen. Batteriespeicher können sowohl dezentral in Ein- und Mehrfamilienhäusern, aber auch zentral in Quartieren zum Einsatz kommen.

4.5 Transformation des Gasnetzes

Die im Zielbild abgebildeten Entwicklungen zur klimaneutralen Wärmeversorgung der Stadt Lahr würden auch erhebliche Auswirkungen auf die bestehende Gasinfrastruktur implizieren. Faktisch spielt Erdgas in dem Szenario keine Rolle mehr im Jahr 2040. Wie sich die Gasnachfrage tatsächlich entwickeln wird, kann derzeit niemand vorhersagen. Perspektivisch könnte die bestehende Erdgasinfrastruktur, zumindest in Teilen, für die Versorgung mit (grünem) Wasserstoff genutzt werden.

Der nationale Gesetzgeber hat die Erdgaskonzessionäre hierbei als entscheidende Akteure beim Hochlauf der Wasserstoffinfrastruktur erkannt und den Geltungsbereich der wegerechtlichen Gestattungsverträge nach § 46 EnWG in § 113a EnWG auf Wasserstoff „erweitert“. Somit können vorbereitende Maßnahmen zum Wasserstofftransport ergriffen und die Zielnetzplanung an diese angepasst werden. Ein Gaskonzessionsvertrag ist somit zugleich ein Wasserstoffgestattungsvertrag.

In den folgenden Abschnitten werden drei wesentliche Szenarien, zur potenziellen zukünftigen Nutzung der Erdgasnetze beschrieben. Anschließend werden aktuelle Projekte der badenova-NETZE zur regionalen Wasserstoffversorgung beschrieben.

4.5.1 Szenarien zur Transformation des Erdgasnetzes

Derzeit gibt es drei wesentliche Szenarien, die bei der Erdgasnetztransformation als wahrscheinlich gelten:

- Szenario 1: Das Erdgasnetz wird weiterhin in der Fläche benötigt

Dies bedeutet, dass weiterhin eine Versorgung mit Wasserstoff (oder einer Alternative zu Wasserstoff), über das bestehende Erdgasnetz möglich sein wird und die Endverbraucher diesen durch Umrüstung des bestehenden Heizkessels oder Installation eines neuen Heizkessels (hybrid) verwerten können. Der Wasserstoff muss entweder über das geplante H₂-Backbone in Deutschland bis zu den Netzen transportiert werden, oder durch den Anschluss an die geplante Trasse in Frankreich/Schweiz erfolgen. Die leitungsgebundene Versorgung der Endverbraucher, über die bestehenden Erdgasnetze ist der effizienteste Weg Wasserstoff in der Fläche anbieten zu können. Voraussetzung ist hierbei, dass genügend grüner Wasserstoff in Zukunft verfügbar ist.

- Szenario 2: Punktuelle Erhaltung des Erdgasnetzes für zentrale Wärmenetze und die Industrie

Im zweiten Szenario geht man davon aus, dass die Erdgasnetzinfrastuktural teilweise einen Rückzug erfährt und nur ein Teil der bisherigen Struktur erhalten bleibt. Mit dieser Struktur werden zentrale Wärmenetze und große energieintensive Betriebe mit Wasserstoff (oder einer Alternative zu Erdgas) versorgen. Anders als in Szenario 1, kann die Versorgung dieser zentralen Wärmenetze oder auch der Industrie über ein bestehendes Versorgungsnetz, wie das H₂-Backbone, oder aber auch mit zentralen Einspeisepunkten an den bisherigen Gasübergabestellen erfolgen.

Bei den Szenarien 1 und 2 gibt es wiederum zwei mögliche Varianten. Den Wasserstoff pur in das Erdgasnetz einzuspeisen, erfordert nach aktuellem Kenntnisstand das Umrüsten der bestehenden Heizkessel der Endverbraucher. Die andere Variante ist die Beimischung von Wasserstoff zu einem anderen Medium, z.B. Biogas. Bei der zweiten Variante kommen die sogenannten Hybridheizungen zum Einsatz.

- Szenario 3: Geordneter Rückzug des Gasnetzes

In Szenario 3 gibt es einen geordneten Rückzug des bestehenden Erdgasnetzes und die am Erdgasnetz hängenden Endverbraucher schließen entweder an ein zentrales Wärmenetz an oder rüsten auf eine dezentrale Lösung um. Auch in diesem Szenario ist eine Versorgung mit Wasserstoff durch dezentrale Lösungen wie Elektrolyseure, die regionalen Strom in Wasserstoff umwandeln und diesen dann entweder Einzelhaushalten oder kleinen Wärmenetzen zur Verfügung stellen, möglich.

Die Energieversorgung der Bürgerinnen und Bürger ist ein wesentlicher Bestandteil der kommunalen Aufgabe der Daseinsvorsorge. Durch die Vergabe der Gaskonzession wird die Versorgungspflicht für Erdgas an den Erdgasnetzbetreiber übertragen. Demnach dürfen Erdgasnetze nur dort zurückgebaut bzw. stillgelegt werden, wenn kein Erdgasbedarf mehr besteht. Für das Szenario drei müsste sich also entweder die Rechtslage zur Versorgungspflicht ändern, oder es müssten alle Verbrauchsstellen zunächst auf eine alternative Energieversorgung umrüsten, bevor ein Rückzug erfolgen könnte.

Die vielen Unbekannten und die Vielfalt an Entwicklungsperspektiven, die von einem kompletten Stilllegen des Erdgasnetzes bis hin zu einem weiterhin flächigen Betrieb der Netze mit erneuerbaren Gasen reicht, stellen die Erdgasnetzbetreiber vor eine große Herausforderung hinsichtlich der Frage der aktuellen Investitionen und Erweiterungspläne.

4.5.2 Klimaneutrales Gasnetz in Lahr

badenovaNETZE verfolgt das übergeordnete Ziel des Aufbaus einer Wasserstoffwirtschaft in der Region. Zentrales Element hierfür ist der Anschluss an den European Hydrogen Backbone. Über diesen Anschluss wäre die Region mit zahlreichen europäischen Erzeugern verbunden. Somit könnte die Versorgungssicherheit der Region ausgebaut werden. Nach heutigem Kenntnisstand ist noch nicht vorherzusehen, ob das Gasnetz der Stadt Lahr durch einen Umstieg auf Wasserstoff zu einem klimaneutralen Gasnetz wird, und welche Gebiete oder Kunden mit Wasserstoff versorgt werden könnten.

Im Rahmen des Gasnetzgebietstransformationsplans (GTP) beschäftigt sich badenovaNETZE als einer von 180 Netzbetreibern strategisch mit der zukünftigen Rolle des Gasnetzes. Dabei werden die Kundenbedarfe, die dezentrale Einspeisesituation, die Eignung der Netze für den Umstieg auf Wasserstoff, sowie Belieferung durch vorgelagerte Netzbetreiber untersucht. Erste Ergebnisse zeigen, dass bereits jetzt über 95 % der Rohrleitungen aus wasserstofftauglichen Materialien bestehen. Im Rahmen des Projekts werden im aktuellen Kalenderjahr weitere technische Anlagen auf ihre Eignung für Wasserstoff geprüft. Ziel des GTPs ist, eine entsprechende Investitionsplanung für das Netzgebiet bis zum Jahr 2025 zu erarbeiten.

Zusätzlich ist badenovaNETZE an das Projekt RHYn Interco beteiligt. Dieses hat zum Ziel, Großabnehmern von Wasserstoff im Raum Freiburg bis Offenburg einen Zugang zum Wasserstoffnetz zu ermöglichen. Dafür wird ein Teil der bestehenden Erdgasleitungen auf Wasserstoff umgestellt sowie ein Teil des Leitungsnetzes, wie beispielsweise eine Rhein Unterquerung, neu gebaut, um eine Verbindung zu französischen Wasserstoff Erzeugungsanlagen herzustellen. Bis 2030 soll außerdem der Anschluss an den European Hydrogen Backbone erfolgen.

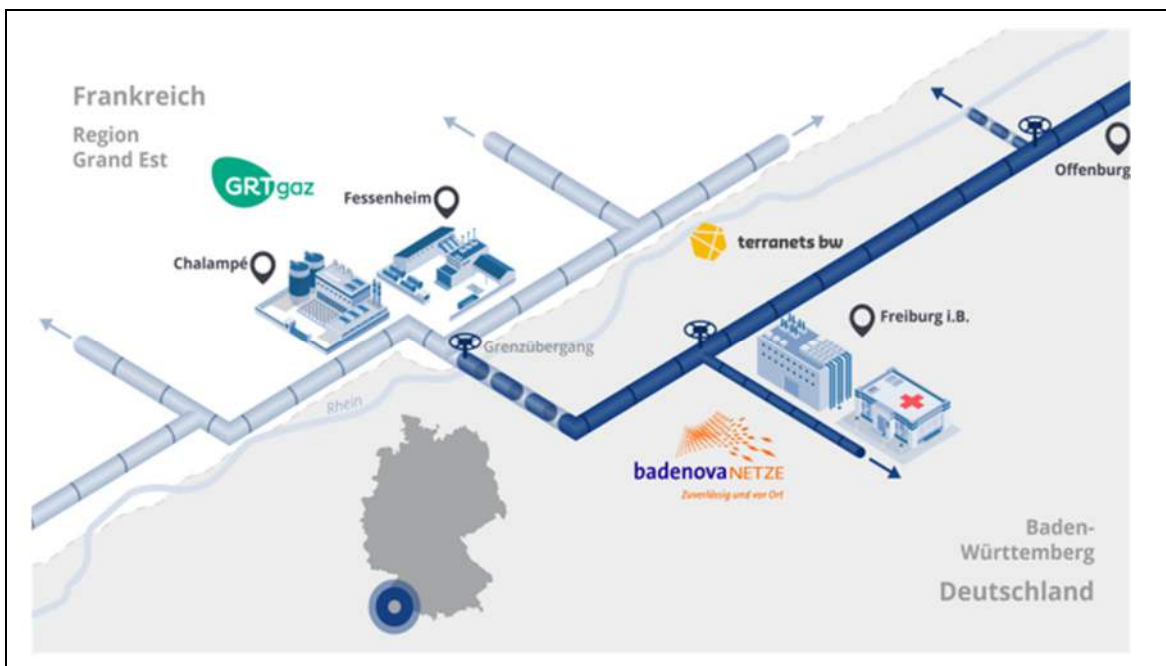


Abbildung 26 – Schematische Darstellung des RHYn interco Projekts

Im ersten Schritt sollen bis Mitte 2028 erste Industriekunden im Raum Freiburg an die Wasserstoffproduktionsanlagen in Frankreich angeschlossen werden. Die Versorgung erfolgt über eine 15 km lange neu zu bauender Pipeline, die den Rhein unterquert und über eine 30 km lange umzustellende Erdgasleitung auf der deutschen Seite. Bei March/Buchheim schließt eine 10 km lange, ebenfalls umzustellende Erdgasleitung an das Leitungsnetz an. In diesem Gebiet sind auch die ersten potenziellen Abnehmer angesiedelt. In Abbildung 26 ist das RHYn Interco Projekt schematisch dargestellt inkl. der beteiligten Projektpartner.

Im zweiten Schritt soll bis zum Jahr 2035 das Wasserstoffnetz bis nach Offenburg erweitert werden. Durch die Umstellung einer 60 km langen Erdgasleitung von Freiburg in Richtung Offenburg und den Neubau einer 20 km langen Leitung kann der Rheinhafen Kehl sowie das angrenzende Industriegebiet angeschlossen werden. Die Stadt Lahr bzw. ihrer Betriebe sind momentan nicht beim Projekt beteiligt, jedoch liegt die Stadt günstig zwischen Freiburg und Offenburg und damit entlang der Pipeline des zweiten Schritts.

Die Rahmenbedingungen, die die Transformation des Erdgasnetzes formen werden, liegen jedoch zum größten Teil weder in der Hand der Stadt noch in der Hand der Erdgasnetzbetreiber. Um geeignete Maßnahmen mit Blick auf die Transformation des Erdgasnetzes zu erarbeiten und an die sich noch in Entwicklung befindenden und sich wandelnden Rahmenbedingungen zu adaptieren, wird in den kommenden Jahren ein regelmäßiger Austausch zwischen der Stadt Lahr und dem Netzbetreiber notwendig sein. Zusätzlich müssen die Entwicklungen im Erdgasnetz frühzeitig mit den Bürgerinnen und Bürgern und den Betrieben der Stadt abgestimmt und kommuniziert werden, damit diese die Perspektiven zur Energieversorgung über das Erdgasnetz bei Investitionsentscheidungen berücksichtigen können bzw. unter Umständen auch rechtzeitig mit Alternativen planen können.

4.6 Senken für Restemissionen

Der Ausbau der erneuerbaren Energien bietet zwar deutliche Potenziale zur Senkung der Treibhausgasemissionen, allerdings sind aktuell keine Energiequellen gänzlich ohne Emissionen verfügbar. Durch den Bau und Betrieb von Anlagen zur Erzeugung von Wärme und Strom werden heute und in Zukunft weiterhin Treibhausgase in die Atmosphäre emittiert. Auch das Zielszenario in Lahr zeigt; selbst wenn die Wärmeversorgung komplett durch erneuerbare Wärme, Strom und Gase gedeckt wird, sinken die wärmebezogene Treibhausgasemissionen nicht auf null. Um die Klimaneutralität, wie von der EU definiert, zu erreichen, würde es deshalb in Zukunft notwendig sein, verbleibende Emissionen einer Senke zuzuführen.

Es gibt bereits verschiedene Ansätze zur Treibhausgaskompensation. Ein häufig angewandter Ansatz besteht darin, in Projekte zu investieren, die zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen beitragen. Dazu gehören beispielsweise erneuerbare Energien, Energieeffizienzprojekte und Aufforstungs- und Waldschutzprojekte. Diese Projekte tragen dazu bei, den Ausstoß von Treibhausgasen zu verringern oder CO₂ aus der Atmosphäre zu entfernen.

THG-Kompensation kann sowohl durch lokale Maßnahmen als auch durch technische Verfahren erfolgen. Die folgenden Auflistungen beschreiben einige der gängigen Maßnahmen:

- Lokal realisierbare Projekte:
 - Waldschutzprojekte: Einige Organisationen setzen sich aktiv für den Schutz und die Bewirtschaftung von Wäldern ein, um die biologische Vielfalt zu erhalten und die Freisetzung von CO₂ aus Wäldern zu verhindern. Solche Projekte beinhalten oft Maßnahmen wie die Förderung nachhaltiger Forstwirtschaft und die Wiederherstellung von geschädigten Waldgebieten.

- Aufforstungsprojekte: Die Anpflanzung neuer Bäume ist eine effektive Methode, um CO₂ aus der Atmosphäre zu binden und die biologische Vielfalt zu fördern. Es gibt Initiativen, die die Aufforstung von brachliegenden Flächen, ehemaligen landwirtschaftlichen Gebieten oder gerodeten Waldflächen fördern. Diese Projekte helfen, den Waldbestand zu erweitern und gleichzeitig einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.
- Agroforstwirtschaftliche Projekte: Agroforstwirtschaft kombiniert landwirtschaftliche Nutzpflanzen mit Baumbeständen, um sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile zu erzielen. Solche Projekte können zur Kompensation von Treibhausgasen beitragen, indem sie Kohlenstoff in den Boden und die Bäume binden, die Bodenfruchtbarkeit verbessern und die Artenvielfalt fördern.
- Renaturierung von Feuchtgebieten: Die Wiederherstellung und der Schutz von Feuchtgebieten wie Mooren und Sumpfgebieten haben das Potenzial, große Mengen an CO₂ zu binden und gleichzeitig wertvolle Lebensräume für Pflanzen und Tiere zu schaffen. Durch die Unterstützung von Projekten zur Renaturierung von Feuchtgebieten können Sie zur Treibhausgaskompensation beitragen.
- Technische Lösungen:
 - Carbon Capture and Storage: CO₂ wird aus Industrieprozessen oder Kraftwerksabgasen abgeschieden und anschließend unterirdisch gespeichert, um zu verhindern, dass es in die Atmosphäre gelangt. Das CO₂ wird in geologischen Formationen wie tiefen Salzwasserreservoirien oder leeren Öl- und Gasfeldern gespeichert.
 - Carbon Capture and Utilization: CO₂ wird abgeschieden und anschließend für industrielle Prozesse oder die Herstellung von Produkten verwendet. Beispiele hierfür sind die Verwendung von CO₂ als Rohstoff in der chemischen Industrie, die Produktion von künstlichen Kraftstoffen oder die Mineralisierung von CO₂ zu festen Karbonaten.
 - Direct Air Capture: CO₂ wird direkt aus der Umgebungsluft gefiltert und anschließend entweder gespeichert oder als Treibstoff oder in chemische Prozesse weiterverwendet.
 - Bioenergie mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung: Biomasse oder Energiepflanzen werden angebaut und verbrannt, wobei das entstehende CO₂ abgeschieden und gespeichert wird. Dadurch wird nicht nur CO₂ aus der Atmosphäre entfernt, sondern auch erneuerbare Energie erzeugt.
 - Enhanced Weathering: Diese Methode nutzt natürliche chemische Reaktionen, um CO₂ zu binden. Dabei werden beispielsweise bestimmte Gesteine zertrümmert und auf Ackerland verteilt, wo sie mit CO₂ reagieren und dieses binden.

Momentan ist noch unklar, ob oder wie verbleibende THG-Emissionen in Zukunft kompensiert werden müssen. Eine Studie zu Entwicklungsszenarien der CO₂-Preise, erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, geht von einer starken Steigerung des CO₂-Preises bis 2040 aus (von 30 €/t im Jahr 2022 auf mind. 250€/t im Jahr 2040). Vor diesem Hintergrund würde die Umsetzung von lokalen Kompensationsmaßnahmen die lokale Wertschöpfung unterstützen. Zudem haben solche Maßnahmen auch weitere Vorteile, in dem z.B. Flächen ökologisch aufgewertet werden und die lokale Biodiversität steigern.

Der Umweltausschuss der Stadt Lahr hat sich am 28. März 2023 mit dem Thema CO₂-Kompensation beschäftigt und den Beschluss gefasst, keine Zertifikate aus Waldschutzprojekte zu nutzen und auch den eigenen Stadtwald nicht für Kompensationsprojekte zur Verfügung zu stellen.

4.7 Kennwerte des Zielbilds

In den folgenden Tabellen sind wesentliche Kennwerte des Zielbilds übersichtlich festgehalten.

Sektor	Erdgas	Heizöl	Direkt-Strom	Wärmepumpen-strom (dezentral)	Erneuerbare Energien	Fern-wärme	PtX	Wasser-stoff	Einheit
Private Haushalte	158.898	64.198	2.289	2.417	24.707	14.104	0	0	MWh/Jahr
Gewerbe, Handel & Dienstleis-tungen	92.889	2.227	2.224	127	6.043	2.000	0	0	MWh/Jahr
Verarbeitendes Gewerbe	68.154	3.876	0	0	7.929	0	0	0	MWh/Jahr
Kommunale Liegenschaften	12.540	0	65	0	0	2.294	0	0	MWh/Jahr
Gesamt	332.481	70.301	4.578	2.544	38.679	18.398	0	0	MWh/Jahr

Tabelle 10 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2017

Sektor	Erdgas	Heizöl	Direkt-Strom	Wärmepumpen-strom (dezentral)	Erneuerbare Energien	Fern-wärme	PtX	Wasser-stoff	Einheit
Private Haushalte	69.086	27.912	995	14.662	78.984	59.530	0	0	MWh/Jahr
Gewerbe, Handel & Dienstleis-tungen	40.386	968	967	5.516	6.043	22.834	0	0	MWh/Jahr
Verarbeitendes Gewerbe	29.632	1.685	0	1.610	14.368	21.194	0	2.678	MWh/Jahr
Kommunale Liegenschaften	3.483	0	35	519	2.076	2.418	0	0	MWh/Jahr
Gesamt	142.588	30.566	1.997	22.307	123.402	105.976	0	2.678	MWh/Jahr

Tabelle 11 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren abgeschätzt für das Jahr 2030

Sektor	Erdgas	Heizöl	Direkt-Strom	Wärmepumpenstrom (dezentral)	Erneuerbare Energien	Fernwärme	PtX	Wasserstoff	Einheit
Private Haushalte	0	0	0	20.364	111.065	94.474	0	0	MWh/Jahr
Gewerbe, Handel & Dienstleistungen	0	0	0	9.687	45.685	38.860	0	0	MWh/Jahr
Verarbeitendes Gewerbe	0	0	0	2.758	19.583	42.657	0	14.949	MWh/Jahr
Kommunale Liegenschaften	0	0	23	719	2.875	2.465	0	0	MWh/Jahr
Gesamt	0	0	23	38.318	179.209	178.456	0	14.949	MWh/Jahr

Tabelle 12 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren abgeschätzt für das Jahr 2040

Energieträger	2017	2030	2040	Einheit
Biomasse	18.546	27.086	34.257	MWh/Jahr
Geothermie	0	0	15.000	MWh/Jahr
Photovoltaik	11.901	30.573	65.992	MWh/Jahr
Umweltwärme (zentral und dezentral)	9.413	103.794	185.400	MWh/Jahr
Solarthermie (Dachflächen & Freiflächen)	4.143	25.139	47.837	MWh/Jahr
Abwärme aus Gewerbe	0	4.440	7.856	MWh/Jahr
Abwärme aus Abwasser	0	19.700	19.700	MWh/Jahr
Kraft-Wärme-Kopplung	17.185	15.951	14.364	MWh/Jahr

Tabelle 13 – Erneuerbarer Wärmeenergieeinsatz im Jahr 2017 und im Szenario für die Jahre 2030 und 2040

5. Kommunale Wärmewendestrategie

Nachdem das Zielszenario den Pfad aufzeigt, wie die Stadt Lahr bis zum Jahr 2040 einen klimaneutralen Gebäudebestand erreichen kann, wird mit der kommunalen Wärmewendestrategie dieser Pfad mit konkreten Maßnahmen hinterlegt. Die Umsetzungstiefe der Maßnahme ist dabei abhängig von den städtischen Finanzierungsmöglichkeiten. Die Maßnahmen richten sich nach dem Handlungsraum, den Rollen und dem Wirkungsfeld der Stadt. Dabei wird es zunächst wichtig sein, die Organisation der Umsetzung des Wärmeplans sicherzustellen und den Wärmeplan in bestehende Strukturen und den Planungsalltag der Verwaltung zu integrieren.

Die wichtigsten Ziele der Wärmewendestrategie sind:

- **Senkung des Energieverbrauchs**

Um den Energieverbrauch entscheidend zu senken, müssen die Gebäude energetisch saniert werden. Darüber hinaus sollten Einsparpotenziale durch Effizienzsteigerungen der Heizungsanlagen und durch korrektes Nutzerverhalten genutzt werden. Um diese Potenziale der Wohngebäude nochmals differenzierter darzustellen, wurden für die zehn häufigsten Gebäudetypen in Lahr Gebäudesteckbriefe erstellt (siehe Anhang 10.2). Die Steckbriefe zeigen nochmals detailliert, welche Maßnahmen an Gebäudehülle und Gebäudetechnik für ein typisches Gebäude des jeweiligen Gebäudetyps technisch und wirtschaftlich sinnvoll sind. Bei der Prozesswärme kann der Energieverbrauch durch Modernisierungs- und Optimierungsmaßnahmen im Schnitt um bis zu 15 % gesenkt werden. Die Nutzbarmachung der Abwärme über die Wärmerückgewinnung aus industriellen Prozessen sollte in den einzelnen Prozessen geprüft und wenn möglich umgesetzt werden, um so den Primärenergieeinsatz zu reduzieren.

- **Dekarbonisierung der Wärmeversorgung**

Um die Wärmeversorgung vollständig zu dekarbonisieren, müssen fossile Versorgungsstrukturen durch verschiedene erneuerbare Energiequellen ersetzt werden. Hier müssen je nach Gegebenheit vorhandene erneuerbare Potenziale sinnvoll genutzt werden. Eine zentrale Rolle wird hierbei die Nutzung der Umweltwärme für Heizzwecke über Wärmepumpen sowohl in zentralen als auch dezentralen Versorgungsgebieten einnehmen. Neben der Wärmequelle Luft, die überall zur Verfügung steht, müssen geothermische Potenziale aus Erdwärme und Grundwasserwärme in den jeweiligen Einzelfällen geprüft und erschlossen werden. Neben der Umweltwärme wird es zudem die Einbindung anderer erneuerbarer Wärmequellen brauchen, damit die Transformation gelingen kann. In zentralen Versorgungsgebieten betrifft dies vor allem die Nutzung von Abwärme aus industriellen Prozessen bzw. aus dem Abwasser und mit Biogas betriebene KWK-Anlagen, in dezentralen Gebieten die Einbindung von Solarthermie und Energieholz. Erneuerbare Gase, wie Biomethan bzw. Wasserstoff, werden voraussichtlich zunächst nur dort eingesetzt, wo das Temperaturniveau nicht abgesenkt werden kann. Dies betrifft vor allem industrielle Prozesse, die auf hohe Temperaturen angewiesen sind.

- **Dekarbonisierung der Stromversorgung**

Das Gelingen der Wärmewende, mit Blick auf die Wichtigkeit der strombetriebenen Wärmepumpe, ist dadurch direkt an die Dekarbonisierung der Stromversorgung gekoppelt. In Lahr müssen dazu die vorhandenen PV- und Windkraft-Potenziale ausgebaut werden. Die identifizierten Potenziale reichen für eine klimaneutrale Stromversorgung der Kommune aus. Um die Fluktuation der erneuerbaren Energiequellen und die Winterlücke auszugleichen, werden Energiespeicher in Form von Stromspeichern und in Zukunft PtG-Anlagen benötigt.

5.1 Kommunale Handlungsfelder für die Wärmewende

Die kommunale Wärmewendestrategie kann nur durch die Zusammenarbeit aller Akteure in der Stadt Lahr und mit den entsprechenden Rahmenbedingungen, die beispielsweise auf Bundes- und Landesebene vorgegeben werden, gelingen. Die Stadt Lahr mit der städtischen Verwaltung, Gremien und Liegenschaften kann mit Ihrem Handeln einen großen Beitrag zum Gelingen der Wärmewende vor Ort leisten. In den nächsten Abschnitten werden fünf wesentliche Handlungsfelder der Stadt erläutert.

5.1.1 Strategie, Organisation und Verankerung in der Verwaltung

Der kommunale Wärmeplan der Stadt Lahr wurde in Abstimmung mit dem Energieteam und relevanten Organisationseinheiten der Stadtverwaltung erstellt, so dass das Thema und die Inhalte bereits in den bestehenden Strukturen integriert und die Zuständigkeiten innerhalb der Verwaltung klar sind. Durch regelmäßiges Monitoring soll in Zukunft über den Fortschritt und eventuell auftretende Hemmnisse beraten werden. Hierbei können bestehende Formate, wie das Energieteam und die Steuerungs- und Controllinginstrumente des European Energy Awards, unterstützen. Zudem können neue Maßnahmen aufgenommen werden. Nach und nach soll der Wärmeplan als wichtiges Tool in den Planungsalltag in der Stadtplanung, beim Tiefbau, bei der Entwicklung von Neubaugebieten und bei den städtischen Liegenschaften integriert werden.

Darüber hinaus muss auch der Gemeinderat die Maßnahmen und die Strategie des kommunalen Wärmeplans mittragen und bei relevanten Entscheidungen entsprechend abwägen. Hierzu sollte vorrangig der bestehende Energiebeirat eingebunden werden.

5.1.2 Klimaneutrale Wärmeversorgung der Liegenschaften

Der Gemeinderat der Stadt Lahr hat im Dezember 2021 beschlossen, dass die Verwaltung der Stadt bis zum Jahr 2035 klimaneutral werden soll. Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung der Liegenschaften ist es erforderlich, die bestehenden Gebäude zu sanieren bzw. zu modernisieren. Hierbei gilt es für die Kommune einen Plan zu entwickeln, um frühzeitig geeignete Maßnahmen abzuleiten und die dafür notwendigen Finanzmittel für die zukünftigen Investitionsmaßnahmen in Ihrem Haushalt berücksichtigen zu können. Sinnvolle Maßnahmen werden beispielsweise in Zusammenarbeit mit Energieberatern in Form von Sanierungskonzepten für Nichtwohngebäude ausgearbeitet. Eventuell mögliche Förderprogramme können seitens des Energieberaters im Zuge der Beratung dargestellt und vor der Realisierung der Maßnahme beantragt werden. Darüber hinaus sind auch Einspar- und Effizienzmaßnahmen ein zusätzlicher Schritt, um den Energieverbrauch der Liegenschaften zu senken. Entsprechende Maßnahmen sind in Kapitel 3.1 und 3.2 beschrieben. Die Reduktion der Energieverbräuche durch Effizienzsteigerung und Modernisierung der Gebäude ist der Grundstein für eine erfolgreiche Umstellung zur effizienten Nutzung erneuerbarer Energien.

5.1.3 Ausbau der zentralen Wärmeversorgung

Der Ausbau der zentralen Wärmeversorgung ist ein essenzieller Bestandteil der Wärmewendestrategie der Stadt Lahr. Als richtungsweisende Leitplanken sollen die Steckbriefe der Orts- und Stadtteile (siehe Abschnitt 10.1) dienen. Diese Steckbriefe kartieren für jeden Ortsteil die Empfehlung, welche Art der Wärmeversorgung in welchem Gebiet fokussiert werden soll und welche erneuerbaren Energiequellen im jeweiligen Gebiet eingesetzt werden könnten.

Für die Wärmenetze in der Kernstadt und im Industriegebiet sind die lokalen Energieversorger E-Werk Mittelbaden und badenovaWÄRMEPLUS bereits in der Planung bzw. Umsetzung der Errichtung und des Ausbaus der Wärmenetze. Hier kann die Stadt Lahr den Ausbau unterstützen, indem sie die betroffenen Akteure zum Anschluss informiert und motiviert, indem sie den Prozess der Leitungsverlegung (beispielsweise durch Genehmigungen) priorisiert und durch den Anschluss eigener Liegenschaften.

Bei der Umsetzung von Wärmenetzen in den Eignungsgebieten für die zentrale Wärmeversorgung in den Ortsteilen kann die Stadt Lahr den Ausbau beispielsweise durch die Erstellung von Machbarkeitsstudien oder Quartierskonzepten vorantreiben. Dabei werden in der Regel Varianten von Trassenverlauf, Anschlussdichten und Versorgungsvarianten mit Hinsicht auf der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit untersucht und gegenübergestellt. Auf dieser Basis können Wärmenetze entwickelt werden und in die Umsetzung kommen.

5.1.4 Ausbau erneuerbarer Energien

Der nach den Einspar- und Effizienzmaßnahmen verbleibende Wärmebedarf muss möglichst treibhausgasarm gedeckt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen neben dem Ausbau und der Anpassung der Energieinfrastruktur (Strom- und Gasnetz) die lokalen Potenziale aus erneuerbaren Energien erschlossen und genutzt werden.

Dazu müssen zunächst die wärmeseitig vorhandenen Potenziale erschlossen werden. Über Wärmepumpen kann Umweltwärme aus Luft und Geothermie zur dezentralen Gebäudebeheizung nutzbar gemacht werden. Des Weiteren werden aufgrund der günstigen Lage im Oberrheingraben tiefegeothermische Potenziale erkundet. Bei einer technisch und wirtschaftlich sinnvollen Machbarkeit kann die Tiefengeothermie einen erheblichen Beitrag zur klimaneutralen Wärmeversorgung über zentrale Wärmenetze leisten. Zudem sollte die Erschließung von Abwärmquellen aus Industrie und Abwasser mit den vorhandenen Ergebnissen aus dem kommunalen Wärmeplan und den vorhandenen Machbarkeitsstudien vorangetrieben werden.

Zur Deckung des zusätzlichen Stromverbrauchs durch Wärmepumpen müssen auch stromseitig vorhandene Potenziale im Rahmen einer klimaneutralen Wärmeversorgung erschlossen werden. Die Betrachtung der Potenzialgebiete für Windkraft in Lahr ergibt ein maximales Standortpotenzial von zehn Windkraftanlagen. Neben der Windkraft muss der Ausbau der Photovoltaik fortgeführt werden. Die Stadt kann hierbei die Voraussetzungen für den Ausbau auf Freiflächenabschnitten wie entlang der Bahnlinie und der Autobahn schaffen und deren Umsetzung koordinieren. Zudem sollten Parkplatzflächen auf deren Machbarkeit für PV-Überdachung untersucht werden. Außerdem sollten die Pläne für die Nutzung des Waldmattensees für Floating PV vorangetrieben werden.

5.1.5 Kommunikation und Information

Mit dem kommunalen Wärmeplan schafft die Stadt Lahr die Grundlage für einen klimaneutralen Gebäudebestand. Um dieses Ziel bis 2040 angehen und umsetzen zu können, ist die Kommunikation und Information aller Stakeholder in diesem Prozess essenziell. Die Stadt selbst kann im Gebäudebereich nur die Sanierung und den Einsatz der erneuerbaren Energien in ihren eigenen Liegenschaften real umsetzen. Alle anderen Gebäude, sei es Privatgebäude, Gewerbebetriebe oder Liegenschaften von Wohnbaugesellschaften in Lahr, liegen nicht in der Hand der Stadtverwaltung. Darum ist hier eine gezielte Information der einzelnen Zielgruppen wichtig, um diese zu motivieren.

Im ersten Schritt bedeutet dies, die Ergebnisse des kommunalen Wärmeplans öffentlich zu kommunizieren und über die stadteigenen Medien den Bürgern, Interessensgruppen und dem Gewerbe zur Verfügung zu stellen.

Für Gebäudeeigentümer sind alle Informationen rund um die energetische Gebäudesanierung relevant. Hier sollten die bestehenden Informationskanäle wie Homepage der Stadt Lahr und Beratungsangebote weitergeführt und aktuell gehalten werden.

Als konkrete Maßnahme kann in einem dezentral versorgten Eignungsgebiet eine Wärmepumpeninitiative durchgeführt werden. Hierfür könnte die Stadt Lahr eine Informationsveranstaltung für alle Gebäudeeigentümer und -eigentümerinnen initiieren und im nächsten Schritt mit lokalen Installateurbetrieben für interessierte Eigentümer und Eigentümerinnen die Bestellung und Installation koordinieren.

Gleichzeitig sollte die Stadt Lahr in engen Austausch mit dem örtlichen Gewerbe, der Wohnungswirtschaft und auch dem Bund, Land und Kreis treten und auch hier Maßnahmen zur Gebäudesanierung und zur Energieeinsparung besprechen und unterstützend zur Seite stehen.

Nur wenn alle Zielgruppen über die Ergebnisse des kommunalen Wärmeplans informiert sind und alle Zielgruppen Kenntnis darüber haben, welche Maßnahmen möglich sind, kann eine erfolgreiche Umsetzung des Wärmeplans gelingen. Da der Wärmeplan sich in den kommenden Jahren dynamisch weiterentwickeln wird (beispielsweise durch die Konkretisierung der Wärmenetzausbaubereiche), sollte die Kommunikationsstrategie regelmäßig und langfristig geplant und durchgeführt werden.

5.2 Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans 2023

Gemeinsam mit der Stadtverwaltung Lahr wurden folgende Maßnahmen als prioritär bewertet. Dabei stellt die Reihenfolge der Maßnahmen keine Rangfolge dar, laut Gesetz soll die Umsetzung von fünf dieser Maßnahmen innerhalb der nächsten fünf Jahre begonnen werden. Zusätzlich werden von der Lahrer Stadtverwaltung weitere Konzepte und Strategien zu dem Handlungsfeld Energie und Klima erstellt und dem Gemeinderat zur Beschlussfassung vorgelegt.

1. Erstellung einer Ausbaustrategie für erneuerbare Energien
2. Klimaneutrale Wärmeversorgung für Neubaugebiete
3. Erhöhung der Sanierungsrate der städtischen Liegenschaften
4. Anschluss der städtischen Liegenschaften an Wärmenetze
5. Unterstützung zum Auf- und Ausbau von Wärmenetzen in der Kernstadt und im Industriegebiet
6. Machbarkeitsuntersuchungen zum Wärmenetzaufbau in den Ortsteilen
7. Beratungs- und Informationskampagnen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung

In den folgenden Abschnitten werden die Maßnahmen einzeln erläutert. Neben einer kurzen Beschreibung der Maßnahme werden folgende Eckpunkte übersichtlich dargestellt:

- Verantwortliche Akteure: Wer ist zuständig für die Umsetzung der Maßnahme?
- Zeithorizont: Wann soll begonnen werden? Wie lange läuft die Maßnahme? Bis wann sollte die Maßnahme abgeschlossen sein?
- Zielwert: Was soll mit der Maßnahme konkret erreicht werden?

5.2.1 Erstellung einer Ausbaustrategie für erneuerbare Energien

Zur Dekarbonisierung der Strom- und Wärmeversorgung müssen neben dem Ausbau und der Anpassung der Energieinfrastruktur (Strom-, Gas- und Wärmenetze, Speicher) die lokalen Potenziale aus erneuerbaren Energiequellen (Sonne, Wind, Wasser, Biomasse, Erdwärme, Abwärme, Abkälte) weiter erschlossen und genutzt werden.

Die vorhandenen Karten, Daten und Informationen bei der Stadtverwaltung, Energieversorgungsunternehmen, Netzbetreibern, Fachbehörden und anderen Akteuren zu Bestand und Potenzial sind zusammenzutragen und zu vervollständigen. Darauf aufbauend ist eine Strategie für eine regenerative und nachhaltige Energiegewinnung und -versorgung zu entwickeln und abzustimmen.

Die Ausbaustrategie für erneuerbare Energien stellt ein umsetzungsorientiertes, übergreifendes räumliches Gesamtkonzept für die energetische Entwicklung des Lahrer Stadtgebietes dar. Damit besteht eine Steuerungsmöglichkeit hinsichtlich Versorgungssicherheit, Klimafreundlichkeit, Wirtschaftlichkeit und örtlicher Wertschöpfung.

Bei der Umsetzung kann die Stadtverwaltung Lahr selbst aktiv werden oder die beteiligten Akteure bei der Umsetzung planerisch oder in anderer Form unterstützen.

Verantwortliche Akteure	Stabsstelle Umwelt, Energieversorgungsunternehmen, Netzbetreiber, Energiegenossenschaften
Zeithorizont	Ab sofort, kontinuierlich
Zielwert	<ul style="list-style-type: none"> • Konkretisierung und Abstimmung der Einzelpläne zu einer abgestimmten und gesamtheitlichen Ausbaustrategie für erneuerbare Energien • Unterstützung der Akteure bei der Gewinnung und Verteilung von Energie

5.2.2 Klimaneutrale Wärmeversorgung für Neubaugebiete

Neubauten stellen ein wichtiges Handlungsfeld der Kommune dar, weil sie für die nächsten Jahrzehnte Bestand haben werden und auch die Wärmeversorgung der Gebäude in der Regel für mindestens 15 bis 20 Jahre Bestand haben wird. Um das Ziel eines klimaneutralen Gebäudebestands bis zum Jahr 2040 zu erreichen, sollten bereits jetzt Neubauten und Neubaugebiete mit einer klimaneutralen Wärmeversorgung geplant werden.

Auch wenn die gesetzlichen Anforderungen zu den energetischen Standards von Neubauten bereits hoch sind, stehen den Kommunen verschiedene rechtliche Instrumente zur Verfügung, um für eine optimale Wärmeversorgung zu sorgen. Die Praxishilfe „Klimaschutz in der räumlichen Planung“ (Umweltbundesamt, 2012) zeigt umfassend die Gestaltungsmöglichkeiten der Kommunen auf, Klimaschutz in der Raumordnung und Bauleitplanung umzusetzen.

Einige wichtige Ansätze in der Stadt Lahr könnten beispielsweise sein:

- **Energiekonzepte für Neubaugebiete:** Mit einem Energiekonzept für Neubaugebiete werden verschiedene Wärmeversorgungsvarianten auf ihrer Klimateffizienz und Wirtschaftlichkeit geprüft und gegenübergestellt, so dass eine optimale Lösung gewählt bzw. umgesetzt werden kann. Dabei werden die lokalen Gegebenheiten eines Baugebiets berücksichtigt und beispielsweise die an dem Standort verfügbaren erneuerbaren Energieträger untersucht. Zudem können Varianten, wie der Aufbau von neuen Wärmenetzen, der Anschluss an bestehende Netze, Insellösungen (Zusammenschluss weniger Gebäude, z.B. zusammenhängender Reihenhäuser) und Einzellösungen näher betrachtet werden. In diesem Kontext können die Themen Klimaanpassung und umweltfreundliche Mobilität mitbetrachtet werden.
- **Festsetzungen in Bebauungspläne:** Über den Bebauungsplan kann die Stadt diverse klimaschützende Festsetzungen umsetzen, beispielsweise: „Bauweise, Gebäudehöhe, Firstrichtung, Dachform und Dachneigung zur Optimierung der Nutzungsmöglichkeiten passiver Solarenergienutzung oder auch die Festsetzung von Versorgungsflächen, -anlagen und -leitungen mit dem Ziel einer Wärme- oder Nah-/Fernwärmeversorgung auf der Basis regenerativer Energieträger oder mit deren Unterstützung“ (Barth, et al., 2021).
- **Vorgaben für Neubauten:** Über städtebauliche oder privatrechtliche Verträge können Vorschriften für Neubauten festgelegt werden, beispielsweise der Einsatz von erneuerbaren Energien oder der Anschluss an ein Wärmenetz. Zur Umsetzung privatrechtlicher Vorgaben muss die Stadt zunächst die Grundstücke erwerben, während städtebauliche Verträge in der Regel nur dort umgesetzt werden, wo ein Bauträger das Baugebiet realisiert (Barth, et al., 2021).
- **Auswahl der Neubau- bzw. Entwicklungsgebiete:** Bereits bei der Auswahl der zu entwickelnden Gebiete kann auf die perspektivische Wärmeversorgung geachtet werden, beispielsweise die Verfügbarkeit von erneuerbaren Wärmequellen (Barth, et al., 2021).

Welcher Ansatz für welches Baugebiet der richtige ist, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab und muss im Einzelfall betrachtet und abgewogen werden. Manche Ansätze sind bereits erprobt und gängig, während andere noch mit rechtlicher Unsicherheit verbunden sind. Zudem ändern sich die rechtlichen Rahmenbedingungen zur Energieeffizienz und zum Einsatz erneuerbarer Energien schnell. Im Zweifelsfall kann eine Rechtsberatung über aktuelle Möglichkeiten und über die konkrete Umsetzbarkeit einzelner Maßnahmen aufklären.

Aus dieser Maßnahme könnte sich als konkrete Folgemaßnahme ergeben, dass Energiekonzepte für Neubaugebiete eingefordert, erstellt oder direkt beauftragt werden und dass Bebauungspläne auf klimateffiziente Gebäude und Quartiere optimiert werden.

Verantwortliche Akteure	Stadtplanung
Zeithorizont	Ab sofort, kontinuierlich
Zielwert	Beschluss: Bei neuen Baugebieten wird die klimaneutrale Wärmeversorgung von der Stadtverwaltung berücksichtigt.

5.2.3 Erhöhung der Sanierungsrate der städtischen Liegenschaften

Die Stadtverwaltung nimmt eine Vorreiterrolle und Vorbildfunktion im Bereich Klimaschutz und Nachhaltigkeit ein. Um das Ziel einer klimaneutralen Stadtverwaltung bis im Jahr 2035 erreichen zu können, müssen die städtischen Liegenschaften möglichst schnell auf einen hohen Sanierungsstand gebracht werden. Zusätzlich zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle (Außenwand, Fenster, Dach oder Dachgeschoß und Kellerdecke oder Bodenplatte) kann der Energieverbrauch durch Effizienzmaßnahmen am Heizsystem und durch moderne Gebäudetechnik reduziert werden.

Für eine strukturierte Vorgehensweise wäre es sinnvoll, zunächst einen Prioritätenplan für die durchzuführenden Sanierungen zu erstellen. Bei der Priorisierung gilt es verschiedene Faktoren abzuwägen, beispielsweise:

- Handlungsbedarf: Bei welchen Liegenschaften besteht bereits dringender Handlungsbedarf? Bei welchen Liegenschaften ist Handlungsbedarf absehbar?
- Synergien: Wo gibt es Synergieeffekte durch bereits geplante Maßnahmen am Gebäude oder Projekte im Quartier?
- Energieeffizienzklasse: Welche Gebäude haben einen besonders hohen spezifischen Wärmeverbrauch?
- Wirksamkeit: Welche Gebäude haben einen besonders hohen absoluten Wärmeverbrauch?
- Potenziale: Wo können Potenziale lokaler erneuerbarer Energien genutzt werden?

Nach der Priorisierung aller Liegenschaften und der Aufstellung eines Gesamtprioritätenplans könnte die Erstellung von Sanierungskonzepten für die einzelnen städtischen Liegenschaften ein grundlegender Baustein sein, um Sanierungsmaßnahmen und deren Umsetzung für jedes Gebäude planen zu können.

Durch die Ausschöpfung des Sanierungspotenzials der städtischen Liegenschaften könnten zukünftig 9.535 MWh Wärme/Jahr und damit 1.224 t CO_{2e}/Jahr an THG-Emissionen eingespart werden.

Die Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen sollte zudem durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden, um auch die Vorbildfunktion dieser Maßnahmen zum Tragen zu bringen.

Die Stadt kann zudem bei eigenen Neubauten über die Bauweise und die Wärmeversorgung entscheiden. Zusätzlich zu dem bereits bestehenden Beschluss über den Verzicht auf fossile Energieträger bei einer Heizanlagenanierung oder einem Neubau der städtischen Liegenschaften könnte die Stadt den Bau klimaneutraler Gebäude (z.B. auf den EU-Standard „Nullmissionsgebäude“) festsetzen. Mit einem Beschluss könnte die Stadt den hohen EU-Standard bereits vor der gesetzlichen Verpflichtung (wahrscheinlich ab 2028) umsetzen.

Verantwortliche Akteure		Gebäudemanagement
Zeithorizont		Ab sofort, kontinuierlich, bis 2035
Zielwert	langfristig	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaneutrale Verwaltung bis 2035: Die Sanierungsquote der energetisch relevanten städtischen Gebäude wird mindestens verdoppelt (unter Bezugnahme auf den bisherigen durchschnittlichen jährlichen energetischen Sanierungsausgaben) und erfolgt auf Grundlage des Gesamtprioritätenplans. Die Sanierung erfolgt mindestens nach dem Standard Effizienzhaus 55 und der Wärmebedarf wird mit erneuerbaren Energien gedeckt.

- kurzfristig
- Durch Gebäudeeffizienzmaßnahmen wird der Wärmeenergieverbrauch der städtischen Gebäude in den nächsten fünf Jahren um jährlich 4 % pro Jahr reduziert, bezogen auf den flächenbezogenen Kennwert.
 - Beschluss: Städtische Neubauten werden ab sofort nach dem kommenden EU-Standard „Nullemissionsgebäude“ gebaut.

5.2.4 Anschluss der städtischen Liegenschaften an Wärmenetze

Neben der erhöhten Sanierungsrate inklusive der Modernisierung der Heizanlagen in den städtischen Liegenschaften sollen möglichst viele Liegenschaften über Wärmenetze mit Wärme versorgt werden, um das Ziel der klimaneutralen Verwaltung bis im Jahr 2035 erreichen zu können.

In Anlehnung an Maßnahme 2 ist es auch hier sinnvoll, Prioritäten zu setzen. Eine enge Abstimmung mit (potenziellen) Wärmenetzbetreibern ist hier essenziell, denn für die Netzbetreiber ist es wichtig zu wissen, wann eine Liegenschaft potenziell angeschlossen werden könnte, während die Stadt für die Erstellung eines Plans Sicherheit braucht, ob und wann eine Liegenschaft an ein Wärmenetz anschließen kann.

Wärmenetzbetreiber sind gesetzlich verpflichtet einen Transformationspfad zu einem dekarbonisierten Wärmenetz aufzuzeigen und diesen auch umzusetzen.

Die Stadt Lahr sorgt durch den Anschluss ihrer Liegenschaften an ein Wärmenetz nicht nur dafür, dass die Liegenschaft in Zukunft klimaneutral mit Wärme versorgt wird. Die Stadt Lahr sorgt durch den kontinuierlichen Anschluss ihrer Liegenschaften zudem auch für eine höhere Anschlussdichte und treibt somit den Ausbau der Wärmenetze in der Stadt voran.

Ziel ist, eine Prioritätenliste der Liegenschaften für den Anschluss den Wärmenetze zu erstellen und diesen nach und nach umzusetzen.

Verantwortliche Akteure	Gebäudemanagement, Wärmenetzbetreiber
Zeithorizont	2023-2035
Zielwert	<ul style="list-style-type: none"> • Vorliegende Prioritätenliste der Liegenschaften mit Anschlussmöglichkeit an Fernwärme • Anschluss der Liegenschaften in der Kernstadt bis zum Jahr 2025

5.2.5 Unterstützung zum Auf- und Ausbau von Wärmenetzen in der Kernstadt und im Industriegebiet

Bestehende Planungen, wie die Erweiterung von Wärmenetzen bis zum Rathausplatz, um den Stadtkern zu erschließen, müssen final und zeitnah geprüft werden, während auch separate Wärmenetze in den Ortsteilen zu prüfen sind (vgl. Maßnahme 5).

Das Handlungsfeld der Stadt erfolgt generell durch eine direkte und eine indirekte Einflussnahme auf den Ausbau der Bestandswärmenetze und die Erschließung erneuerbarer Wärmequellen.

Direkten Einfluss kann die Stadt über folgende Maßnahmen ausüben:

1. Es könnte eine technische und wirtschaftliche Prüfung aller kommunalen Liegenschaften und Gebäude städtischer Gesellschaften hinsichtlich des Anschlusses an ein Wärmenetz durchgeführt werden. Dabei kann ein verbindlicher, abgestimmter Zeitplan Planungssicherheit geben.
2. Für den Ausbau der Wärmenetze in Lahr werden Spitzen- und Versicherungsleistungen an den Netzbetreiber benötigt. Hierfür sind entsprechende Bauwerke oder Flächen notwendig. Hierbei bietet die Nutzung bereits vorhandener Heizräume ein besonders effizientes Potenzial. Ein Beispiel stellt das Rathaus 2 in der Innenstadt dar, das sowohl in den Wärmeverbund integriert werden kann als auch als Standort für Spitzenlast fungieren könnte.
3. Darüber hinaus sind Flächen in und um die Kernstadt und dem Industriegebiet zu lokalisieren, auf denen Photovoltaik, Solarthermie oder Wärmespeicherkonzepte projektiert werden können, um die Dekarbonisierung der Wärmenetze voranzubringen.

Indirekter Einfluss kann über die „Motivation“ potenzieller (Groß-)Kunden durch Politik und Verwaltung, allgemeine Informationsveranstaltungen, Anreizprogramme und Fördermaßnahmen erfolgen. Hierbei sind die privaten und gewerblichen Zielgruppen, die für einen Anschluss an den Wärmeverbund infrage kommen ebenso wichtig, wie die ansässigen Industrieunternehmen, die durch die vorhergehende Ermittlung der eigenen Ressourceneffizienz durch gegebenenfalls überschüssige Prozesswärme zu der Dekarbonisierung des Wärmenetzes beitragen können.

Eine Ausarbeitung passender Programme kann in Kooperation mit Energiedienstleistern erfolgen.

Verantwortliche Akteure		Stadtverwaltung, Energieteam, Wärmenetzbetreiber
Zeithorizont		Ab sofort bis 2040
Zielwert	kurzfristig	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau eines Wärmenetzes im Industriegebiet • Erweiterung des Wärmenetzes Mauerfeld zur Erschließung der Kernstadt
	langfristig	<ul style="list-style-type: none"> • Konkretisierung und Abstimmung der Auf- und Ausbaupläne für Nahwärme in der Kernstadt und im Industriegebiet, um die Ausweisung von genauen und verbindlichen Wärmenetzgebieten zu ermöglichen (spätestens bei der Fortschreibung des Wärmeplans) • Speisung der Wärmenetze aus lokalen erneuerbaren Energiequellen

5.2.6 Machbarkeitsuntersuchungen zum Wärmenetzaufbau in den Ortsteilen

Die Einteilung in Eignungsgebiete soll erste Hinweise geben, wo eine Wärmeversorgung mittels Wärmenetz wirtschaftlich realisierbar sein könnte und für die betroffenen Gebäude eine sinnvolle technische Lösung für die Zukunft bieten könnte. Um den Akteuren vor Ort eine möglichst sichere Planung zu ermöglichen, sollten die Ortsteile der Stadt Lahr näher auf die Machbarkeit einer zentralen Wärmeversorgung untersucht werden.

Zur Prüfung der Eignung sollen auf Grundlage der Teilgebietssteckbriefe detaillierte Machbarkeitsuntersuchungen in den Ortsteilen durchgeführt werden. Da die Sanierung des Ortskerns in Kuhbach ansteht, würde die zeitnahe Bearbeitung der Machbarkeit für den Ortsteil besonders Sinn machen. Je nach Kapazität können Machbarkeitsstudien auch für mehrere Ortsteile zeitgleich erstellt werden.

Konkrete Schritte könnten hierfür sein:

1. Zusammenstellen einer verwaltungsinternen Projektgruppe zur Koordination und Kommunikation des Wärmenetzprojekts
2. Suche und Beauftragung eines potenziellen Wärmenetzbetreibers mit der Erstellung der Machbarkeitsstudie. Alternativ kann hierzu ein Planungsbüro beauftragt werden.
3. Erstellung einer Machbarkeitsstudie durch einen potenziellen Wärmenetzbetreiber oder ein Planungsbüro (gegebenenfalls kann die Erstellung der Studie finanziell gefördert werden).

In den Machbarkeitsstudien sollten folgende Inhalte bearbeitet werden:

- a. Wirtschaftlichkeitsberechnung bei verschiedenen Auslegungsoptionen
- b. Prüfung zur Anbindung der kommunalen Liegenschaften
- c. Betrachtung der Wärmegestehungskosten
- d. Befragung der Eigentümer und Eigentümerinnen
- e. Informationsveranstaltungen für interessierte Bürger und Bürgerinnen
- f. Prüfung zur Einbindung der lokalen erneuerbaren Energien: Dachflächenso-laranlagen (PV oder Solarthermie), Freiflächensolaranlagen, Abwasserwärme mittels Wärmepumpen, industrielle Abwärme aus dem Gewerbe (direkte An-sprache der nahegelegenen Firmen), Grundwasser und Luftwärmepumpen

Wird ein Wärmenetz als technisch und wirtschaftlich machbar bewertet, erfolgt die Suche nach einem zukünftigen Betreiber des Wärmenetzes. Dieser ist zuständig für die Errichtung des Wärmenetzes.

Die Machbarkeitsuntersuchungen sollten spätestens zur Fortschreibung des Wärmeplans bzw. bis Juni 2028 abgeschlossen sein. Die Novelle des Gebäudeenergiegesetzes und das Wärmeplanungsgesetz geben vor, dass Kommunen Wärmenetzgebiete ausweisen. Dadurch sollen Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer eine bessere Planungs- und Investitionssi-cherheit bei der Wahl ihrer Heiztechnologie bekommen.

Verantwortliche Akteure	Gebäudemanagement, Planungsbüro, Wärmenetzbetreiber
Zeithorizont	2024-2028 (< 1 Jahr pro Ortsteil)
Zielwert	<ul style="list-style-type: none"> • Die Machbarkeit einer zentralen Wärmeversorgung wurde in allen Ortsteilen näher untersucht und bewertet. Bei der Fortschreibung des Wärmeplans können genaue und verbindliche Wärmenetzgebiete ausgewiesen werden. • Ein Wärmenetzbetreiber wurde für den (jeweiligen) Wärmenetzaufbau bzw. Wärmenetzbetrieb identifiziert.

5.2.7 Beratungs- und Informationskampagnen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung

Die Wärmewende für die Gesamtstadt Lahr voranzutreiben ist eine Herausforderung. Denn auch wenn die Wärmewende flächendeckend geplant und umgesetzt werden muss, sind es am Ende die Bürgerinnen und Bürger, deren individuelle Situation Berücksichtigung finden muss, um Akzeptanz für die Wärmewende zu erlangen.

Sowohl die technischen als auch die politischen Rahmenbedingungen z.B. für Sanierungen, einen Heizanlagentausch oder den Anschluss an ein Fernwärmenetz und die damit zusammenhängenden Vorschriften oder Fördermöglichkeiten sind komplex.

Es bedarf deshalb der Beratung und Information der Privathaushalte, um frühzeitig ein Bewusstsein und Wissen über die für die Wärmewende relevanten Prozesse zu schaffen (z.B. Kühlcheck-Prämie oder Sanierungskampagne). Grundlage hierfür können die Gebäudesteckbriefe bieten, welche den Privathaushalten zur Verfügung gestellt werden können, um einen schnellen Überblick über den eigenen Gebäudetyp und die damit verbundenen Sanierungs- und Beheizungsmöglichkeiten zu bekommen. Wichtig ist zudem die Betrachtung der einzelnen Ortsteile und Konkretisierung der perspektivischen Wärmenetzausbaubereiche (Maßnahme 5).

Die Wohnungswirtschaft kann ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Wärmewende in der Stadt Lahr leisten, da durch sie potenziell geeignete Gebäude mit hohen Wärmeverbräuchen verwaltet werden, die den wirtschaftlichen und nachhaltigen Betrieb von Wärmenetzen häufig erst möglich machen. Diese Gebäude stellen einen Schlüsselfaktor für die Umsetzung der zentralen Wärmeversorgung und somit der Wärmewende der Stadt Lahr dar.

Industrie und Gewerbe können einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Wärmewende in der Stadt Lahr leisten, da sie durch ihre hohen Wärmeverbräuche meist für eine zentrale Wärmeversorgung geeignet sind und so den wirtschaftlichen und nachhaltigen Betrieb von Wärmenetzen möglich machen können. Zudem soll in Zukunft unvermeidbare Abwärme aus Betrieben in Lahr über Wärmenetze bestmöglich anderen Verbrauchern zur Verfügung gestellt werden. Somit ist eine aktive Abstimmung und Einbindung der lokalen Betriebe ebenfalls ein Schlüsselfaktor für die Umsetzung der Wärmewende der Stadt Lahr.

Bei den Beratungs- und Informationsangeboten gilt es sowohl die technischen als auch die politischen Rahmenbedingungen z.B. für Sanierungen, einen Heizanlagentausch oder den Anschluss an ein Fernwärmenetz und die damit zusammenhängenden Vorschriften oder Fördermöglichkeiten zu verdeutlichen. Dabei kann auf bestehende Angebote und Formate angeknüpft werden.

Verantwortliche Akteure	Stadtverwaltung
Zeithorizont	2024-2026
Zielwert	<ul style="list-style-type: none"> Durchführung von Vor-Ort-Informationsveranstaltungen in jedem Ortsteil, mit Industrie- und Gewerbebetrieben und mit der Wohnungswirtschaft Erhöhung der Sanierungsrate der Gebäude

5.3 Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans

Das Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg gibt vor, dass der kommunale Wärmeplan spätestens nach sieben Jahren fortgeschrieben werden muss. Es spricht allerdings einiges dafür, die Fortschreibung nicht erst nach sieben Jahren anzugehen. Mit einer kontinuierlichen Fortschreibung können laufende Entwicklungen in der Stadt und aus der Umsetzung regelmäßig in den digitalen Zwilling und in den Maßnahmenkatalog eingepflegt werden. Beispielsweise könnten sich durch nähere Untersuchungen die Grenzen der Eignungsgebiete verschieben, es ergeben sich neue Potenziale aus der Abwärme oder andere Potenziale sind nach näherer Betrachtung nicht wirtschaftlich nutzbar. Zudem ist in der aktuellen Klimaschutzpolitik momentan viel in Bewegung. Politische, rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen ändern sich, wodurch sich die Handlungsmöglichkeiten der Akteure ebenfalls ändern können. Ist der kommunale Wärmeplan stets gepflegt und öffentlich zugänglich, kann er sich zu einem wichtigen Tool für die Stadtverwaltung, die Akteure und die Bürgerinnen und Bürger der Stadt entwickeln.

Der Stadt Lahr steht ein Budget von ca. 5.700 € jährlich vom Land Baden-Württemberg für die Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans zu. Folgende Bausteine könnten bei der Fortschreibung umgesetzt werden:

- Aktualisierung der Energie- und THG-Bilanz der Stadt alle drei bis fünf Jahre
- Eignungsgebiete und Umsetzung der Maßnahmen
 - Nach Bedarf und aktuellen Gegebenheiten anpassen
 - Etablierung eines Controllingkonzepts zur Überprüfung des Maßnahmenfortschritts und zur Identifizierung von Umsetzungshemmnissen
- Digitaler Zwilling
 - Daten pflegen und aktualisieren
 - Neue Gebäude aufnehmen
 - Aktualisierung der Heizanlagenstatistik sowie der Gas- und Stromverbrauchsdaten alle fünf bis sieben Jahre
- Veröffentlichung der aktualisierten Fassung des kommunalen Wärmeplans
- Abstimmung mit Nachbargemeinden zu interkommunaler Zusammenarbeit für gemarkungsübergreifende Gebiete im Hinblick auf Wärmethemen
 - IGZ Lahr
 - Mietersheim und Kippenheimweiler
- Berücksichtigung von Anpassungen gesetzlicher Vorgaben für kommunale Wärmepläne

6. Ausblick

Der Wärmeverbrauch der Gebäude macht in Deutschland einen großen Anteil der energiebedingten Treibhausgasemissionen aus. Deshalb ist die Wärmewende eine wichtige Säule beim Klimaschutz. Mit dem hier vorliegenden kommunalen Wärmeplan wird die Stadt Lahr ihrer Verpflichtung gerecht auch diese Herausforderung in den kommenden Jahren gezielt und aktiv anzugehen. Mit dem kommunalen Wärmeplan wird der Weg der Stadt bis hin zu einem klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2040 aufgezeigt:

- Durch Einspar- und Effizienzmaßnahmen (vordergründig die Gebäudedämmung) wird der Wärmebedarf stetig gesenkt.
- Der verbleibende Wärmebedarf wird mit möglichst lokalen erneuerbaren Energien gedeckt. In diesem Zusammenhang wurden Eignungsgebiete für die zentrale und dezentrale Wärmeversorgung ausgewiesen, die eine möglichst effizienten und wirtschaftlichen Nutzung der lokalen Potenziale zum Ziel haben.

Mit den definierten prioritären Maßnahmen kann die Stadt Lahr im Rahmen ihrer Handlungsmöglichkeiten nun die Wärmewende vor Ort konkret umsetzen. Zudem sorgt sie mit ihrem Handeln dafür, dass die Akteure sowie Bürgerinnen und Bürger der Stadt ebenfalls die Wärmewende voranbringen können.

7. Methodik

7.1 Energie- und THG-Bilanz

Die THG-Bilanz beinhaltet alle klimawirksamen Emissionen der in der Stadt eingesetzten Energien. Emissionen anderer Treibhausgase wurden gemäß ihrer Wirksamkeit „Global Warming Potential“ (GWP) in sogenannte CO₂-Äquivalente (CO_{2e}) umgerechnet. Im Text stehen die CO_{2e}-Werte synonym für die gesamten Treibhausgasemissionen.

Anmerkungen zur angewandten Methodik

- Die Energie- und THG-Bilanz wurde mit dem Tool BICO2 BW erstellt (Version 2.9). Dieses Tool wurde vom IFEU im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft als Standardverfahren für Baden-Württemberg erstellt. Somit kann die Bilanz regelmäßig fortgeschrieben werden, um die Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen in den kommenden Jahren zu überprüfen.
- In der THG-Bilanz wurden sowohl die direkten als auch die indirekten Emissionen berücksichtigt. Direkte Emissionen entstehen vor Ort bei der Nutzung der Energie (z.B. beim Verbrennen von Öl in der Heizung), während die indirekten Emissionen bereits vor der Nutzung entstehen (z.B. durch Abbau und Transport von Ressourcen oder den Bau und die Wartung von Anlagen).
- Für den Stromverbrauch basieren alle Aussagen auf der Endenergie, also der Energie, die vor Ort im Wohnhaus eingesetzt wird bzw. über den Hausanschluss geliefert wird.
- Für den Wärmeverbrauch werden Endenergie und Nutzenergie unterschieden. Endenergie ist die Menge Öl, Gas, Holz etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Nutzenergie stellt dagegen die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt beispielsweise der Wirkungsgrad der Heizanlage eine entscheidende Rolle. Die Berechnungen zum Wärmebedarf und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie. Berechnungen zum Wärmeverbrauch stellen den Endenergieverbrauch dar.
- Bei der Energiebilanz für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr wurde das Territorialprinzip angewendet. Es werden also nur die Energiepotenziale auf kommunalem Gebiet und die Energieverbräuche und THG-Emissionen berücksichtigt, die durch den Verbrauch innerhalb der Gemarkungsgrenzen ihre Ursache haben. Verursachen z.B. die Bürgerinnen und Bürger der Stadt durch Fahrten in die nächste Gemeinde oder Stadt Emissionen, sind diese in der Bilanz nicht enthalten, wenn sie über die Gemarkungsgrenzen hinausgehen.

7.1.1 THG-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Die Stromdaten, die für diese Studie vom Verteilnetzbetreiber zur Verfügung gestellt wurden, beinhalten lediglich die Stromverbrauchsmengen in kWh. Diese Daten wurden vom Netzbetreiber unterteilt in Standardlastprofil-Kunden, Lastgangzählungs-Kunden und Heizungs-/Wärmepumpen. Für die öffentlichen Liegenschaften und Straßenbeleuchtung wurden die Verbräuche mit den Angaben der Stadt abgeglichen. Der Stromverbrauch der Großverbraucher mit einer regelmäßigen Lastgangmessung wird in der Regel der Industrie zugeordnet.

Die vom Netzbetreiber zur Verfügung gestellten Stromdaten geben keinen Hinweis auf die Zusammensetzung des Stroms, also der Energiequellen, aus denen der Strom erzeugt wird. Bei der

Bilanzierung wurde deshalb der Emissionsfaktor des deutschen Strommix verwendet, der im Jahr 2017 0,554 t CO_{2e}/MWh beträgt (IFEU, (2020)).

7.1.2 Stromeinspeisung

Da die Nutzung erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung gegenüber der Erzeugung aus fossilen Brennstoffen erhebliche THG-Einsparungen mit sich bringt, wurde für die THG-Bilanz ein kommunaler Strommix berechnet, bei dem der eingespeiste Strom berücksichtigt wurde. Konkret bedeutet das, dass die THG-Einsparungen der Stadt durch die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien von der THG-Bilanz abgezogen wurden. So wird der Beitrag dieser Anlagen zum Klimaschutz in der THG-Bilanz der Stadt berücksichtigt. Die THG-Emissionsfaktoren der einzelnen erneuerbaren Energiequellen, die in den hier vorliegenden Berechnungen angesetzt wurden, sind in Tabelle 14 zusammengefasst.

Erzeugungsart	THG-Emissionen (t CO _{2e} /MWh)	THG-Einsparung (t CO _{2e} /MWh) gegenüber dem deutschen Strommix
Photovoltaik	0,040	0,514
Wasserkraft	0,003	0,551
Biomasse	0,097	0,457
Windkraft	0,010	0,544

Tabelle 14 – THG-Emissionen und -Einsparungen durch Einspeisung erneuerbarer Energien (Daten-grundlage: IFEU, (2020))

7.1.3 Energie und THG-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Zur Berechnung der THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs wurden Daten des Erdgasnetzbetreibers badenovaNETZE GmbH (für Erdgas) verwendet. Zusätzlich wurden Daten des LUBWs zum Energieverbrauch kleiner und mittlerer Heizanlagen im Jahr 2017 sowie zu Anlagen nach der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) für das Jahr 2016 für die Auswertung des Wärmeverbrauchs herangezogen.

Bei den örtlichen Schornsteinfegern wurde die Heizanlagenstatistik der Stadt abgefragt. Die Heizanlagenstatistik unterscheidet zwischen den Heizenergieträgern Heizöl, Flüssiggas, Erdgas und Feststoffe (Energieholz) und gibt jeweils die Leistung und das Alter der in der Stadt vorhandenen Heizanlagen an.

Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Stadtverwaltung zur Verfügung gestellt.

Die für die Berechnung der THG-Bilanz angewendeten Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Wärmeenergieträger können der Tabelle 15 entnommen werden. Die Faktoren stellt das Bilanzierungstool BICO2 BW (IFEU (2020)).

Energieträger	THG-Emissionen (t CO _{2e} /MWh)
Erdgas	0,247
Heizöl	0,318
Braunkohle	0,411
Fernwärme	0,116 ¹⁶
Flüssiggas	0,010
Energieholz	0,022
Solarthermie	0,025
Umweltwärme	0,149

Tabelle 15 – Emissionsfaktoren für die Wärmeerzeugung (2017) Quelle: IFEU (2020)

7.1.4 Datengüte der Energie- und THG-Bilanz

Eine THG-Bilanz kann nach unterschiedlichen Methoden und mit unterschiedlicher Datentiefe erstellt werden, abhängig vom Zweck der Bilanzierung und der Datenverfügbarkeit. Um die Aussagekraft einer Energie- und THG-Bilanz zu bewerten, wird deshalb im Bilanzierungstool BICO2 BW eine Datengüte ermittelt (IFEU, (2020)).

Die Datengüte zeigt die Datenqualität, auf welcher die erstellte Bilanz basiert. Ziel ist es, eine hohe Datengüte zu erreichen, um fundierte Aussagen und daraus wirksame Handlungsempfehlungen treffen zu können. Für jede Eingabe in das BICO2 BW-Tool werden die Datenquelle und die daraus resultierende Datengüte bewertet. Die Datengüte des Verbrauchs pro Energieträger wird anhand des jeweiligen prozentualen Anteils am Gesamtverbrauch gewichtet, wodurch schließlich eine Gesamtdatengüte für die Sektoren und für die Gesamtbilanz ermittelt wird.

Die beste zu erreichende Datengüte beträgt 100 % und liegt dann vor, wenn alle angegebenen Daten „aus erster Hand“ sind, also lokale Primärdaten darstellen, z.B. Energieversorgungsdaten für leitungsgebundene Energieträger. Die Datengüte verringert sich, wenn gewisse Werte auf Basis von Hochrechnungen ermittelt werden oder rein statistische Angaben verwendet werden. Je mehr regionale (statt lokale) Kennwerte verwendet werden, desto niedriger ist die Datengüte (IFEU (2012)).

Die Datengüte, der für der Stadt Lahr erstellten Energie- und THG-Bilanz für das Jahr 2017 liegt bei 81 %, womit die Ergebnisse gut belastbar sind. Tabelle 16 zeigt die jeweiligen Anteile und Datengüte der Sektoren.

¹⁶ Regionaler Faktor berechnet anhand der Erzeugungsanlagen in Lahr

Sektor	Anteil	Datengüte	Belastbarkeit
Private Haushalte	34 %	46 %	Bedingt belastbar
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	16 %	34 %	Bedingt belastbar
Verarbeitendes Gewerbe	26 %	53 %	Relativ belastbar
Kommunale Liegenschaften	2 %	100 %	Gut belastbar
Verkehr	22 %	53 %	Relativ belastbar

Tabelle 16 – Bewertung der Datengüte der Energie- und THG-Bilanz nach Sektoren (inkl. Stromverbrauch)

7.2 Solarpotenzial

Das Solarpotenzial für Dachflächen wurde durch das LUBW im Energieatlas Baden-Württemberg ermittelt, welcher öffentlich im Internet zur Verfügung steht (LUBW (2020)).

Im Solaratlas werden die freien Dachflächen in folgende Dachkategorien eingeteilt: Sehr gut geeignete, gut geeignete und bedingt geeignete Dächer. Standortanalyse und Potenzialberechnung des Solaratlas werden auf der Grundlage von hochaufgelösten Laserscandaten durchgeführt. Die Potenzialanalyse bezieht sich auf Standortfaktoren wie Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solare Einstrahlung. Die Berechnung dieser Faktoren erfolgt über ein digitales Oberflächenmodell. Auf dieser Basis sind sehr gut geeignete Modulflächen solche Dachflächen, auf denen mehr als 95 % der lokalen Globalstrahlung auftreten. Dabei handelt es sich um überwiegend nach Süden ausgerichtete Dächer, die kaum oder keiner Verschattung unterliegen. Geeignete Modulflächen sind solche Dachflächen, auf die 80-94 % der lokalen Globalstrahlung auftreten und bedingt geeignete Flächen nehmen 75-79 % der Globalstrahlung auf.

Für die Abschätzung des Strom- und Wärmezeugungspotenzials aus Solarenergie wurde angenommen, dass alle diese unbebauten und im Solaratlas als mindestens bedingt geeignet eingestuften Dachflächen mit Photovoltaik- oder Solarthermieranlagen belegt werden. Dieser theoretische Wert wird sich in der Praxis sicher nicht vollständig umsetzen lassen, er gibt jedoch einen guten Hinweis auf die Größenordnung des Solarenergieausbaupotenzials.

7.3 Erdwärmesondenpotenziale

Zur Darstellung des Erdwärmesondenpotenzials wurde der Wärmeentzug des Untergrundes durch Erdwärmesonden auf Basis der Berechnungssoftware „GEOHANDlight V. 2.2“ ermittelt (Hochschule Biberach a.d.R.). Folgende vorgegebene Wärmeparameter wurden dabei zugrunde gelegt:

Wärmeparameter	Vorgegebener Wert
Ø Oberflächentemperatur	10,2 °C (Klimazone 12 nach DIN 4710)
Wärmeleitfähigkeit λ	2,25 W/mK
Volumenbezogene Wärmekapazität $c_{p(v)}$	2,18 MJ/m ³ K

Tabelle 17 – Vorgegebene Untergrundparameter

Die Wärmeleitfähigkeiten des Untergrundes liegen im Bereich von 0,8 bis > 1,6 W/mK. Geologisch bedingte thermische Entzugsleistungen liegen im Bereich von 45 bis > 65 W/m Sondenlänge bei 100 m Gesamtlänge. Für Potenzialberechnungen von Einzelsonden werden Werte bis maximal 50 W/m benötigt, für die von Erdwärmesondenfeldern maximal 30 W/m.

Das Geothermiepotezial wurde mit standardmäßigen Erdwärmesonden bei einem gängigen Bohrlochwiderstand R_b berechnet. Zur Potenzialberechnung wird eine Sondenlänge von 120 m zu Grunde gelegt. Alle Sondenabstände sind so gewählt, dass eine behördliche Genehmigung nach Bergrecht möglichst vermieden wird, wenn der Abstand zur Grundstücksgrenze jeweils die Hälfte dieser Werte beträgt. In der GIS-Anwendung wird dieser Abstand berücksichtigt. Alle vorgegebenen Sondenparameter sind in folgender Tabelle 18 gelistet.

Sondenparameter	Vorgegebener Wert
Bohrlochradius r_b	0,0675 m
Sondenlänge H	120 m
Sondentyp	DN 40, Doppel-U
Bohrlochwiderstand R_b	0,1 mK/W
Sondenabstand bei 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	6 m / 7,5 m
Korrigierte g-Werte für r_b/H bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden	6,48 / 8,58 / 11,88
Temperaturspreizung der Sole in den Sonden	3 K

Tabelle 18 – Vorgegebene Sondenparameter

Tabelle 19 gibt die Ergebnisse der Kalkulation wieder. Technisch nach VDI 4640 und behördlich nach LQS EWS (Ministerium für Umwelt, 2018) geforderte Temperaturwerte wurden eingehalten. Dabei liegt den Werten der eingeschwungene Zustand zwischen Sondenaktivität und Untergrundreaktion zugrunde, was zu einer konservativen Betrachtung führt.

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 20 genannten Werte genutzt. Der Leistungskoeffizient der Wärmepumpe muss mindestens einen Wert von 4,3 aufweisen, um eine Förderberechtigung nach BAFA zu erhalten.

Berechneter Untergrundparameter	Wert
Wärmeentzugsleistung in W/m bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden à 150 m	41,4 / 37,9 / 33,4
Wassereintrittstemperatur in die Sonde	$\geq -3,0$ °C im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz bei Spitzenlast	$\leq 14,6$ K im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz im Monatsmittel	$\leq 9,9$ K im eingeschwungenen Zustand

Tabelle 19 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte

Parameter zur Wärmebedarfsdeckung	Vorgegebener Wert
Leistungskoeffizient der Wärmepumpe	4,3
Vollbenutzungsstunden h	1.800
Maximale Monatslast	16 % der Jahreslast

Tabelle 20 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung

Um die Flächenverfügbarkeit zum Einrichten der Erdwärmesonde(n) zu berechnen, müssen pauschale Seitenverhältnisse der Flurfläche und der Gebäudegrundfläche angenommen werden. Dadurch können sowohl eine nicht nutzbare Gebäudeperipherie (Garage, Garageneinfahrt, Leitungen, Schuppen, Bäume etc.) als auch der nötige Abstand zwischen Sonden und Flurgrenze berücksichtigt werden (vgl. Tabelle 21).

Parameter für Sondenbelegungsdichte	Vorgegebener Wert
Seitenverhältnis der Flurfläche / Gebäudegrundfläche	1 : 2,5 / 1 : 1,5
Berechnung der nicht nutzbaren Fläche bei 3 m Abstand zum Gebäude	$A_{\text{Gebäude}} + 12,3 \cdot \sqrt{A_{\text{Gebäude}}} + 36$
Belegungsfläche für 1 Sonde / 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	18 m ² / 36 m ² / 169 m ²

Tabelle 21 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte

Die Potenzialkarten zeigen auf dieser Grundlage an, welches Gebäude seinen Wärmebedarf mit ein, zwei oder bis zu vier Sonden bei der zur Verfügung stehenden Flurfläche decken kann, ohne auf die sonstige Nutzfläche verzichten zu müssen.

7.4 Grundwasserpotenziale

Folgende Annahmen wurden für die Berechnung des Grundwasserpotenzials angesetzt:

- Die Schüttungsmenge liegt bei ca. 6 l/s.
- Die jahreszeitlich differenzierte Leistungszahl der Wärmepumpe wird mit mindestens 3,75 angesetzt. Der maximal erreichbare COP soll 5,1 betragen.
- die Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf des Brunnenwassers soll im Fall W10/W35 maximal 4 K betragen.

Das lokale Potenzial lässt sich nur grob über eine Berechnungsformel zum Grundwasserandrang V' in m^3/s quantifizieren.

- Es wird mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $kF = 0,001 \text{ m/s}$ gerechnet.
- Die Grundwasserabsenkung bei Entnahme wird mit $s = 1,5 \text{ m}$ angesetzt.
- Die erschlossene Mächtigkeit (hM) des Grundwasser führenden Lockergesteins soll 4 m betragen.
- Unter der Bedingung, dass das Grundwasser im gespannten Zustand vorliegt, gilt für Leistungsbereich des Brunnens $V' = kF * hM * s = 0,001 \text{ m/s} * 4 \text{ m} * 1,5 \text{ m} = 0,006 \text{ m}^3/s = 6 \text{ l/s}$ Entnahmeleistung. Mit $kF = 0,003 \text{ m/s}$ ergeben sich 18 l/s.

Die nachfolgenden Tabelle 22 fasst das daraus ermittelte Potenzial für je einen einzelnen Brunnen, sowie für 10 Brunnen übersichtlich zusammen.

Grundwasser Potenziale	Wert	Einheit
Einzelner Brunnen		
Tiefe (m)	10	m
Fördermenge	0,006 bis 0,018	m^3/s
Temperatur	10	°C
Delta	4	K
Potenzial je Brunnen	100 – 300	kW
10 Brunnen		
Gesamtwärmeleistung bei COP 5,1	3.748	kW
Gesamtwärmeleistung bei COP 3,75	4.109 (Für den größeren Wert wird jedoch mehr Strom benötigt)	kW

Tabelle 22 – Abschätzung des Wärmeerzeugungspotenzial aus Grundwasser

7.5 Zielszenario

Folgende THG-Emissionsfaktoren wurden für die Berechnung des Zielbilds angesetzt.

Erzeugungsart	THG-Emissionen (t CO _{2e} /MWh)		Quelle
	2030	2040	
Strommix Deutschland	0,210	0,032	17
Photovoltaik	0,0345	0,03	15
Wasserkraft	0,003	0,003	15
Biogas	0,091	0,087	15
Klärgas	0,048	0,046	15
Windkraft	0,009	0,008	15

Tabelle 23 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Strom nach Erzeugungsart für die Jahre 2030 und 2040

Energieträger	THG-Emissionen (t CO _{2e} /MWh) im Jahr		Quelle
	2030	2040	
Erdgas	0,233	0,233	15
Heizöl	0,311	0,311	15
Braunkohle	0,473	0,473	15
Fernwärme	0,050	0,040	18
Energieholz	0,022	0,022	15
Solarthermie	0,025	0,025	15
Abwärme	0,038	0,036	15
Geothermie	0,078	0,071	15
Wasserstoff	0,081	0,04	15
Umweltwärme	0,066	0,010	19

Tabelle 24 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Wärme nach Energieträger für die Jahre 2030 und 2040

¹⁷ Eigene Berechnung basierend auf dem Technikkatalog für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg von der KEA-BW (Peters, et al., 2022). Die Zielwerte für das Jahr 2040 sind im Technikkatalog noch als Wert für das Jahr 2050 notiert. Die Werte für das Jahr 2030 wurden als Mittelwert des Ist-Wertes und des Zielwertes berechnet.

¹⁸ Eigene Berechnung anhand des Energieträgermixes für die zentrale Wärmeversorgung in Lahr

¹⁹ Eigene Berechnung anhand der Entwicklung des Emissionsfaktors für den deutschen Strommix

8. Glossar

Abwärme	Die bei einem wärmetechnischen Prozess entstehende, aber bei diesem nicht genutzte Wärme bezeichnet man als Abwärme. Sie ist ein Nebenprodukt eines Herstellungsprozesses.
Batterie	Ein Erzeuger, in dem elektrochemische Energie kleiner Elemente in elektrische Energie umgewandelt wird, so dass ein elektrisches Gerät auch ohne Netzanschluss betrieben werden kann.
Biomethan	Biomethan (auch Bioerdgas genannt) ist ein auf Erdgasqualität aufbereitetes Gasgemisch, welches aus Biogas gewonnen wird. Es entsteht durch die Aufbereitung von Rohbiogas mittels CO ₂ -Abscheidung und Reinigung. Das so aufbereitete Biomethan kann dann ins Erdgasnetz eingespeist werden.
Blockheizkraftwerk	Ein Blockheizkraftwerk ist eine Anlage zur Gewinnung elektrischer Energie und Wärme. Ein Verbrennungsmotor treibt einen Generator an wodurch Energie erzeugt wird. Die dabei entstehende Wärme erhitzt Wasser, dies kann wiederum genutzt werden.
Brennstoffzelle	Ein technisches Gerät, das aus Wasserstoff und (dem in der Luft enthaltenen) Sauerstoff Wasser erzeugt, wobei bei diesem Prozess nutzbare elektrische Energie in Form von Strom erzeugt.
CO₂-neutral	Es sagt aus, dass die Verwendung eines Brennstoffs oder auch eine menschliche Aktivität keinen Einfluss auf die Kohlendioxid-Konzentration der Atmosphäre hat und insofern nicht klimaschädlich ist.
Dezentrale Energieversorgung	Privathaushalte versorgen sich selbstständig mit Strom. Zum Beispiel durch eine Photovoltaikanlage.
Eigenverbrauch	Der Eigenverbrauch ist der Anteil, der in einer eigenen Anlage erzeugten elektrischen Energie, die selbst verbraucht wird.
Emission	Ist der Ausstoß von gasförmigen Stoffen, welche Luft, Boden und Wasser verunreinigen.
Energieholz	Altholz oder jegliches andere Holz welches zu Hackschnitzeln oder Holzpellets verarbeitet werden, um diese wiederum in Heizungsanlagen in Energie umzuwandeln.
Energieverbrauch	Unter Energieverbrauch versteht man meistens den Verbrauch von Energieträgern wie den Brenn- und Kraftstoffen Benzin, Heizöl und Erdgas, also von materiellen Substanzen, oft aber auch von elektrischer Energie, im letzteren Fall also von einer durchaus abstrakten (nicht direkt sinnlich erfassbaren) Größe.
Erdwärmesonde	Dies ist eine Sonde welche zur Gewinnung von Erdwärme in den Boden eingelassen wird um oberflächennahe Geothermie zu nutzen.
Erneuerbare-Energien-Gesetz	Das deutsche Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (EEG) soll den Ausbau von Energieversorgungsanlagen vorantreiben, die aus sich erneuernden (regenerativen) Quellen gespeist werden. Grundgedanke ist, dass den Betreibern der zu fördernden Anlagen über einen bestimmten Zeitraum ein im EEG festgelegter Vergütungssatz für den eingespeisten Strom gewährt wird. Dieser orientiert sich an den Erzeugungskosten

	der jeweiligen Erzeugungsart, um so einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen zu ermöglichen.
Endenergie	Endenergie ist die Energie, die vor Ort z.B. im Wohnhaus eingesetzt wird. Im Fall von Strom ist dies die Menge Strom, die über den Hausanschluss an einen Haushalt geliefert wird. Im Fall von Wärme ist es die Menge an Öl, Gas, Holz, etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Die Endenergie unterscheidet sich von der Nutzenergie (s.u.).
Fernwärme	Zentral erzeugte Wärme, die über ein Leitungsnetz zu den jeweiligen Gebäuden/ Abnehmern gebracht wird.
Festmeter	Ein Festmeter ist ein Raummaß für Festholz und entspricht 1 m ³ fester Holzmasse.
Fossile Energie	Sind Braunkohle, Steinkohle, Erdöl usw.
Gebäudetypologie	Bei dieser Typologie wird der Wohngebäudebestand nach Baualter und Gebäudeart in Klassen eingeteilt, so dass Analysen über Energieeinsparpotenziale eines größeren Gebäudebestands möglich sind.
Geothermische Energie	Die direkte oder indirekte Nutzung von Wärme aus dem Erdreich (Erdwärme) wird als Geothermie bezeichnet. Es handelt sich um eine Form erneuerbarer (regenerativer) Energie, die insbesondere in Form von Niedertemperaturwärme bereits heute verbreitet genutzt wird.
Heizwärmebedarf	Beziffert die Menge an Heizwärme, die ein Gebäude über einen bestimmten Zeitraum benötigt
Kilowatt	Ein Kilowatt (kW) entspricht 1.000 Watt. Dies ist die Einheit der Leistung, mit der unter anderem die Leistungsfähigkeit von Photovoltaikanlagen gemessen wird.
Kilowattstunde	Der Verbrauch elektrischer Energie wird in Kilowattstunden angegeben (Leistung über eine Zeitspanne hinweg). Eine Kilowattstunde entspricht der Nutzung von 1.000 Watt über einen Zeitraum von einer Stunde. Für eine Stunde bügeln wird etwa 1 kWh Strom benötigt.
Kohlendioxid	Kohlendioxid ist ein Gas, welches bei der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Kraft- und Brennstoffe entsteht. In der Regel wird nahezu der gesamte Kohlenstoffgehalt von Brennstoffen und Kraftstoffen bei der Verbrennung in Kohlendioxid umgesetzt; allenfalls kleine Anteile werden zu Ruß oder zum sehr giftigen Kohlenmonoxid
Kraft-Wärme-Kopplung	Dies ist die gleichzeitige Gewinnung von elektrischer und thermischer Energie in einem Kraftwerk. Die thermische Energie ist dabei ein Nebenprodukt bei der Herstellung von elektrischer Energie.
Megawattstunde	Megawattstunde. Eine MWh entspricht 1.000 kWh (s.o.)
Nahwärme	Wenn Wärme von einem zentralen Wärmeerzeuger zu Verbrauchern transportiert wird, die Entfernungen aber relativ klein sind (meist unter 1 km, kürzer als bei Fernwärme), spricht man von Nahwärme. (Rechtlich handelt es sich aber auch hier um Fernwärme.)
Nutzenergie	Nutzenergie stellt die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie (s.o.) abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt beispielsweise der Wirkungsgrad der

	Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie.
oberflächennahe Geothermie	Die oberflächennahe Geothermie ist die Nutzung von Erdwärme aus geringen Tiefen bis zu einigen hundert Metern.
Ökostrom	Elektrische Energie, die nachweisbar auf ökologisch vertretbare Weise aus erneuerbaren Energiequellen hergestellt wird.
Pelletheizung	Eine Heizungsanlage, die mit festem Brennstoff in Pelletform betrieben wird.
Photovoltaik	Die Photovoltaik (oder Fotovoltaik) ist ein technisches Verfahren, um Energie von Licht (also eines Teils der Strahlung der Sonne) mit Hilfe von Solarzellen direkt in elektrische Energie umzuwandeln.
Power-to-Gas	Power to Gas ist ein Konzept, dessen zentraler Bestandteil die Erzeugung von EE-Gas (z. B. Wasserstoff oder Methan) mit Hilfe elektrischer Energie ist.
Power-to-Heat	Power to Heat bedeutet zunächst einmal nur die Erzeugung von Wärme aus elektrischer Energie. Allerdings wird er üblicherweise nicht für jede Erzeugung von Elektrowärme benutzt, sondern nur im Zusammenhang mit der Nutzung von zeitweise anfallenden Überschüssen an elektrischer Energie.
Primärenergieverbrauch	Der Primärenergieverbrauch, abgekürzt PEV, gibt an, wie viel Energie in einer Volkswirtschaft eingesetzt wurde, um alle Energiedienstleistungen wie zum Beispiel Produzieren, Heizen, Bewegen, Elektronische Datenverarbeitung, Telekommunikation oder Beleuchten zu nutzen. Es ist also die gesamte einer Volkswirtschaft zugeführte Energie. Eingesetzte Energieträger sind bisher vor allem Erdöl, Erdgas, Steinkohle, Braunkohle, Kernenergie, Wasserkraft und Windenergie.
Prozesswärme	Wärme, die für die Durchführung von bestimmten technischen Prozessen (insbesondere in der Industrie) benötigt wird.
Solarkataster	Solarkataster sind Landkarten, die aufzeigen, wie gut vorhandene Dachflächen für die Installation von Photovoltaikanlagen oder Solarthermieanlagen geeignet sind.
Solarthermie	Die Gewinnung von Wärme aus der Sonneneinstrahlung mit Hilfe von Sonnenkollektoren.
Stickstoffoxide	Stickstoffoxide ist ein Sammelbegriff für zahlreiche gasförmige Stickoxide. Eine der Hauptquellen für Stickoxide in der Atmosphäre sind Abgase, die bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen, z.B. Kohle oder Kraftstoff, entstehen. Der Verkehr gilt als der größte Verursacher von NO _x -Emissionen.
Strommix	Der Strommix beschreibt die Kombination verschiedener Energiequellen, die für die Erzeugung von Strom eingesetzt werden. Derzeit werden deutschlandweit überwiegend fossil befeuerte Kraftwerke (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Erdöl) sowie Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraft-, Biogas- und Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung eingesetzt.

Technisches Potenzial	Das technische Potenzial ist der Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung der gegebenen technischen Restriktionen nutzbar ist.
Über Normalnull	Dabei handelt es sich in der Geodäsie um die Bezeichnung für eine bestimmte Niveaufläche, die in einem Land als einheitliche Bezugsfläche bei der Ermittlung der Erdoberfläche vom mittleren Meeresniveau dient. Das Normalnull in Deutschland repräsentiert das Mittelwasser der Nordsee, „0 m ü. NN.“ ist also gleichbedeutend mit „mittlerer Meereshöhe“.
Umgebungswärme	Energie, die sich durch tägliche Sonneneinstrahlung und den Wärmefluss im Erdinneren, natürlicherweise in der Umwelt befindet. Sie wird zum Beispiel in Flüssen, Seen sowie in der Luft oder dem Erdreich gespeichert. Sie wird zum Teil als erneuerbare Energiequelle genutzt.
Volatilität	Die Anfälligkeit eines bestimmten Gutes für Schwankungen. In der Energiebranche spricht man von Volatilität der Erneuerbaren Energien, da die Stromerzeugung aus bestimmten Erneuerbaren Energien witterungsbedingt sowie Jahres und tageszeitlich bedingt Schwankungen unterworfen ist.
Wärmebedarf	Ist der Bedarf der Wärme welches ein Haus verbraucht.
Wärmebrücke	Bezeichnung für eine Stelle in der Bausubstanz, die mehr Wärme ableitet als ihre umgebenden Flächen.
Wärmekataster	Ein Wärmekataster gibt Auskunft über den Wärmebedarf von Gebäuden und die Lage der Wärmequellen und -verbraucher in einer Kommune. Es kann als Grundlage für die Auslegung eines Nahwärmenetzes verwendet werden.
Wärmeschutzverordnung	Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden seit 1983. Durch die folgenden Novellierungen und verschärften gesetzlichen Anforderungen wird das Gebäude immer mehr als ein „Gesamtsystem“ mit ganzheitlichen Planungen begriffen.
Wirtschaftliches Potenzial	Das wirtschaftliche Potenzial ist der Anteil des technischen Potenzials, den man erhält, wenn die Gesamtkosten (Investition, Betrieb und Entsorgung einer Anlage) für die Energieumwandlung einer erneuerbaren Energiequelle berechnet und in der gleichen Bandbreite liegen wie die Gesamtkosten konkurrierender Systeme.

9. Literaturverzeichnis

AG Energiebilanzen e. V. (AGEB), 2022. *Stromerzeugung nach Energieträgern (Strommix) von 1990 bis 2022 (in TWh) Deutschland insgesamt*. [Online] Available at: https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2022/09/STRERZ22_Abgabe-12-2022_inkl-Rev-EE.pdf

Agentur für erneuerbare Energien, 2017. *INDUSTRIELLER WÄRMEBEDARF NACH WIRTSCHAFTSZWEIGEN*. [Online].

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2019. *Energieeffizienz in Zahlen Entwicklungen und Trends in Deutschland 2019*, Berlin: s.n.

Busch, M., Botzenhart, F., Hamacher, T. & Zölitz, R., 2010. GIS-gestützte Abbildung der Wärmenachfrage auf kommunaler Ebene am Beispiel der Gemeinde Greifswald mit besonderem Blick auf die Fernwärme. In *gis.SCIENCE*, 3/2010 S. 117-125.

Christ, O. & Mitsdoerffer, R., 2008. *Regenerative Energie nutzen - Wärmequelle Abwasser. WWT - Wasserwirtschaft Wassertechnik (05/2008): M6 - M12*. [Online].

Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), 2005. *Energie aus Abwasser - Leitfaden für Ingenieure und Planer*, Bern/Osnabrück.: s.n.

Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena), 2023. *Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen*. [Online] Available at: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2023/Thermische_Energiespeicher_fuer_Quartiere_-_Aktualisierung.pdf [Zugriff am März 2023].

Deutsche Energie-Agentur GmbH, 2022. *Erneuerbare Energien integrieren – Versorgungssicherheit gewährleisten*. [Online] Available at: <https://www.dena.de/themen-projekte/energiesysteme/flexibilitaet-und-speicher/> [Zugriff am 28 Februar 2023].

Dr. Sara Fritz, D. M. P. i., 2018. *Kommunale Abwässer als Potenzial für die Wärmewende*, Heidelberg: ifeu.

Europäisches Parlament, 2022. *Was versteht man unter Klimaneutralität und wie kann diese bis 2050 erreicht werden?*. [Online] Available at: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190926STO62270/was-versteht-man-unter-klimaneutralitaet> [Zugriff am 27 01 2023].

Fraunhofer ISI, Consentec GmbH, ifeu, 2017. *Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland. Module 0-3*, Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

Frenssen, T., Linz, C., Manthey, C. & Böhler, S., 2022. *Machbarkeitsstudie über ein Wärmenetzsystem 4.0 am Flugplatz, Industriegebiet und Lahr- West in Lahr, Deutschland*, Lahr: E-Werk Mittelbaden AG & Co. KG.

Hamacher, T. & Hausladen, G., 2011. *Leitfaden Energienutzungsplan*, s.l.: s.n.

Hunziker Betatech AG, 2014. *Potential Abwasserwärmenutzung Lahr/ Stadtgebiet und Kläranlage*, Winterthur: s.n.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU), 2012. *Pilotphase zum kommunalen Energie- und CO₂-Bilanzierungstool BICO₂ BW: Endbericht. Heidelberg.* [Online].

Institut für Energie- und Umweltforschung gGmbH (IFEU), 2020. *BICO₂ BW: Version 2.9.* Heidelberg: s.n.

INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU), 2005. *Deutsche Gebäudetypologie - Systematik und Datensätze, Darmstadt,* Darmstadt: s.n.

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB) IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, 2022. *Bohrdatenbank: Thematische Suche von Aufschlussdaten,* s.l.: s.n.

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB) IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, 2022. *Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (I-SONG),* s.l.: s.n.

Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020. *Energieatlas - Ermitteltes Wasserkraftpotenzial.* [Online]
Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/wasser/ermitteltes-wasserkraftpotenzial>

Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020. *Windenergie in Baden-Württemberg.* [Online]
Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/wind/anlagen-und-potenziale>

Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2023. *Solarenergie in Baden-Württemberg.* [Online]
Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/sonne>

Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020. *Freiflächen.* [Online]
Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/freiflaechen>

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2022. *Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021. Stuttgart.* [Online]
Available at: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Erneuerbare-Energien-2021-barrierefrei.pdf

Ministerium für Umwelt, K. u. E. B.-W., 2018. *Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS).* [Online]
Available at: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/erneuerbare-energien/geothermie/lqs-ews>

Nitsch, J. & Magosch, M., 2021. *Plattform Erneuerbare Energien - BADEN-WÜRTTEMBERG KLIMANEUTRAL 2040.* [Online]
Available at: https://erneuerbare-bw.de/fileadmin/user_upload/pee/Startseite/Magazin/Projekt/PDF/20211027_Studie_EE-Ausbau_fuer_klimaneutrales_BW.pdf
[Zugriff am 28 Februar 2023].

Peters, D. M. et al., 2022. *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg.* Stuttgart: Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH.

Powerloop, K. L. -, 2020. *Wärme-Kraft-Kopplung - Der Schlüssel für eine sichere, saubere und bezahlbare Energiezukunft.* [Online]
Available at: <https://powerloop.ch/wp-content/uploads/2020/07/POWERLOOP-Standardpr%C3%A4sentation-v20200703c-1.pdf>
[Zugriff am 27 Februar 2023].

Purr, K., Günther, J., Lehmann, H. & Nuss, P., 2019. *Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität. RESCUE-Studie, 36/2019*, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

Rehmann, F., Streblow, R. & Müller, D., 2022. *KURZFRISTIG UMZUSETZENDE MAßNAHMEN ZUR STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ VON GEBÄUDEN UND QUARTIEREN*, Whitepaper, Berlin: s.n.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW), 2022. *Struktur- und Regionaldatenbank*. [Online]
Available at: <https://www.statistik-bw.de/SRDB/?E=GS>
[Zugriff am 2022].

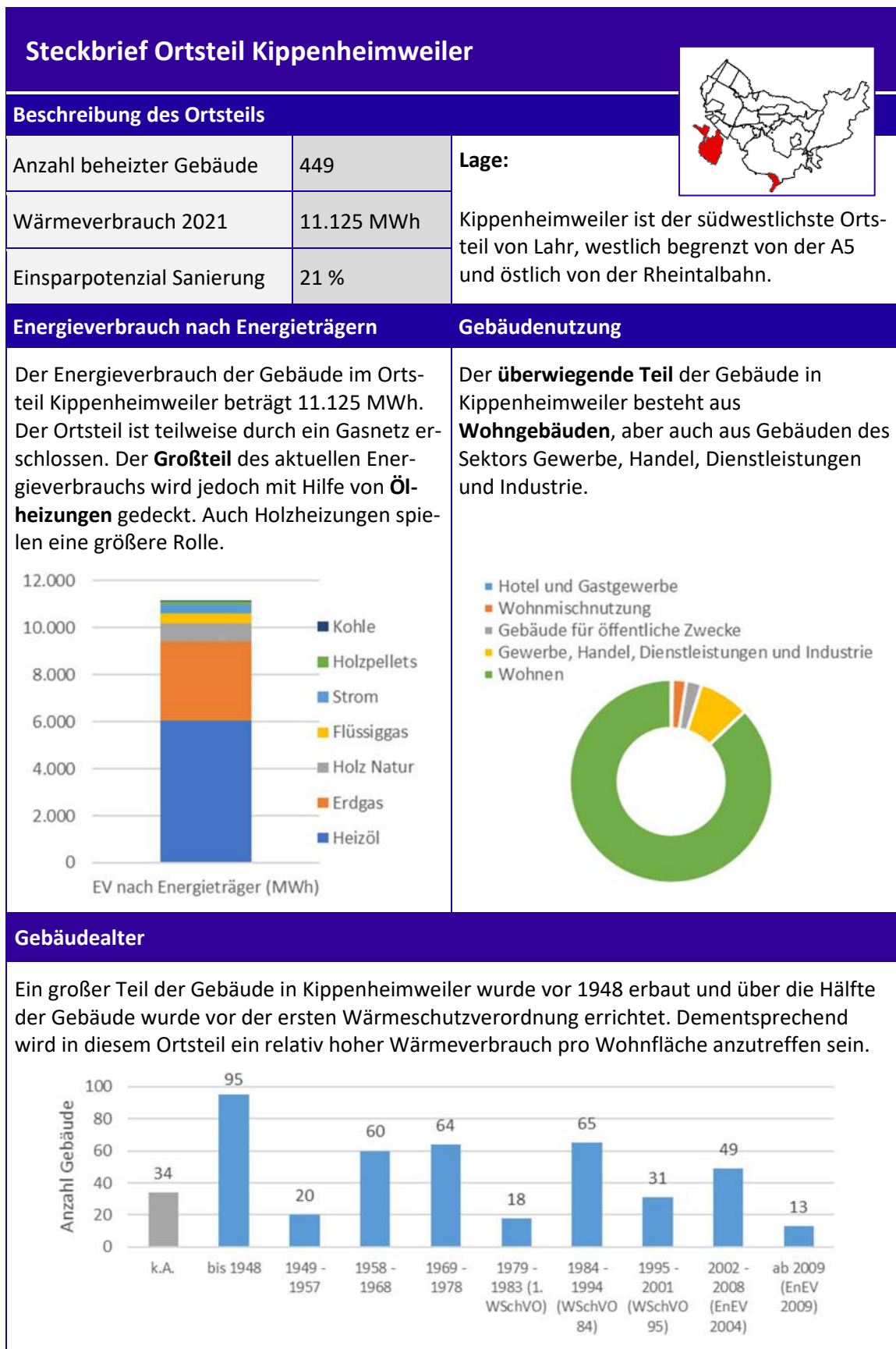
Sterner, M. & Stadler, I., 2014. *Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.

Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU), 2017. *Erdgasinfrastruktur in der Zukunft: Darauf können wir aufbauen*, Berlin: VKU Verlag GmbH.

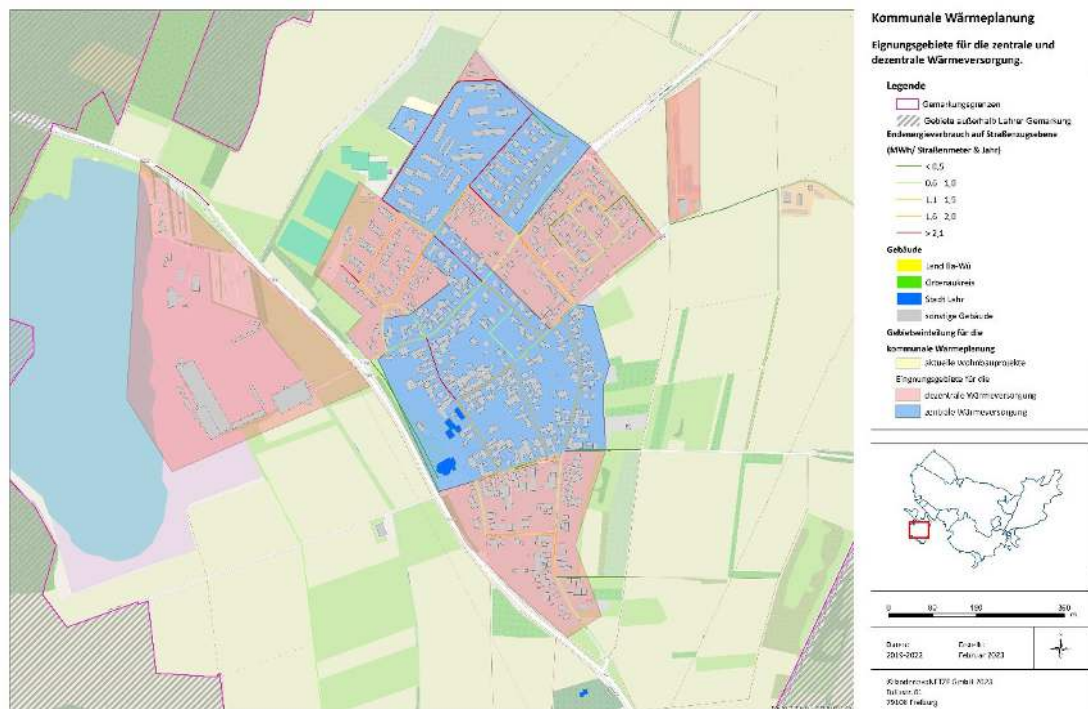
10. Anhang

10.1 Steckbriefe der Ortsteile

10.1.1 Steckbrief Kippenheimweiler



Eignungsgebiete in Kippenheimweiler



Dezentrale Wärmeversorgung:

Auf Grund der geringen Wärmedichte und der heterogenen Gebäude- und Heizungsaltersstruktur wird in Kippenheimweiler zu großen Teilen, vor allem die Peripherie, eine dezentrale Wärmeversorgung (rote Flächen) in Kombination mit PV-Anlagen und Wärmepumpen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung als sinnvoll erachtet. Dies kann v.a. mit Hilfe von Gebäudesanierung erzielt werden. Aber auch für neuere Baugebiete bietet sich die dezentrale Versorgung an. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Erdwärmesonden, Solarthermie und Luft-Wasser Wärmepumpen.

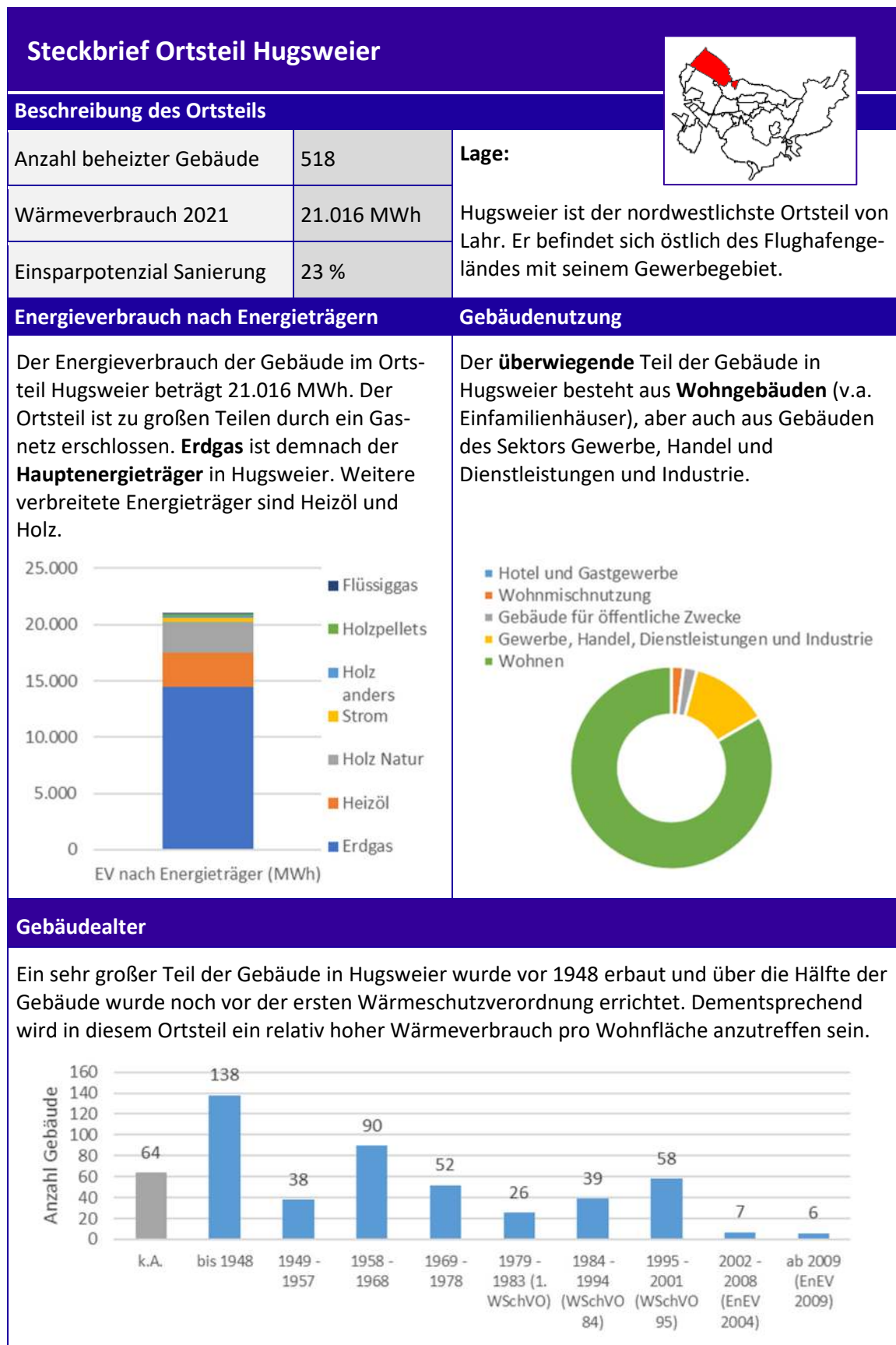
Zentrale Wärmeversorgung:

Die zentralen Eignungsgebiete in Kippenheimweiler befinden sich im Ortskern des Stadtteils sowie im Bereich „Ehemalige Kaserne -Schornsiedlung“ (blaue Flächen). Unter anderem könnten die kommunalen Liegenschaften wie die Grundschule, die Kaiserwaldhalle sowie die Ortsverwaltung zentral versorgt werden. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Grundwasserwärme, aber auch Freiflächen Solarthermie.

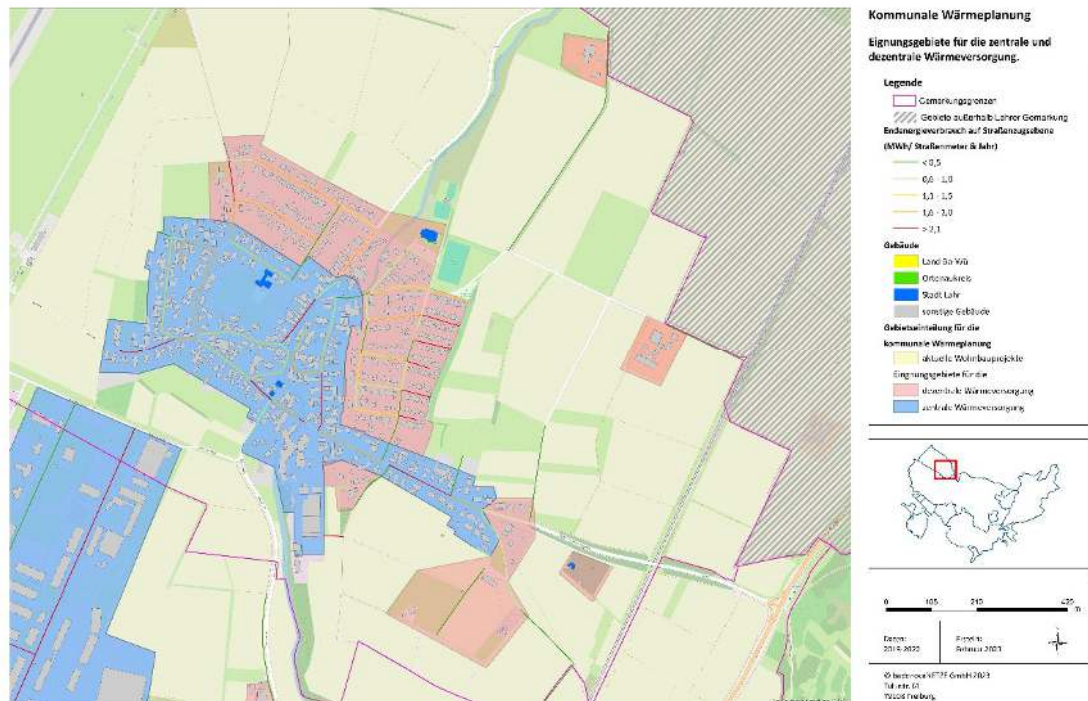
Weitere Potenziale (Stromerzeugung)

- Schwimmende PV auf dem Waldmattensee: bedingt geeignet
- PV-Dachflächen

10.1.2 Steckbrief Hugsweier



Eignungsgebiete in Hugsweier



Dezentrale Wärmeversorgung:

Auf Grund der geringen Wärmedichte und der heterogenen Gebäude- und Heizungsaltersstruktur wird in Hugsweier vor allem in den Baugebieten Norden und Osten eine dezentrale Wärmeversorgung (rote Flächen) in Kombination mit PV-Anlagen und Wärmepumpen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung als sinnvoll erachtet. Dies kann v.a. mit Hilfe von Gebäudesanierung erzielt werden. Aber auch für neuere Baugebiete bietet sich die dezentrale Versorgung an. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Erdwärmesonden, Solarthermie und Luft-Wasser Wärmepumpen.

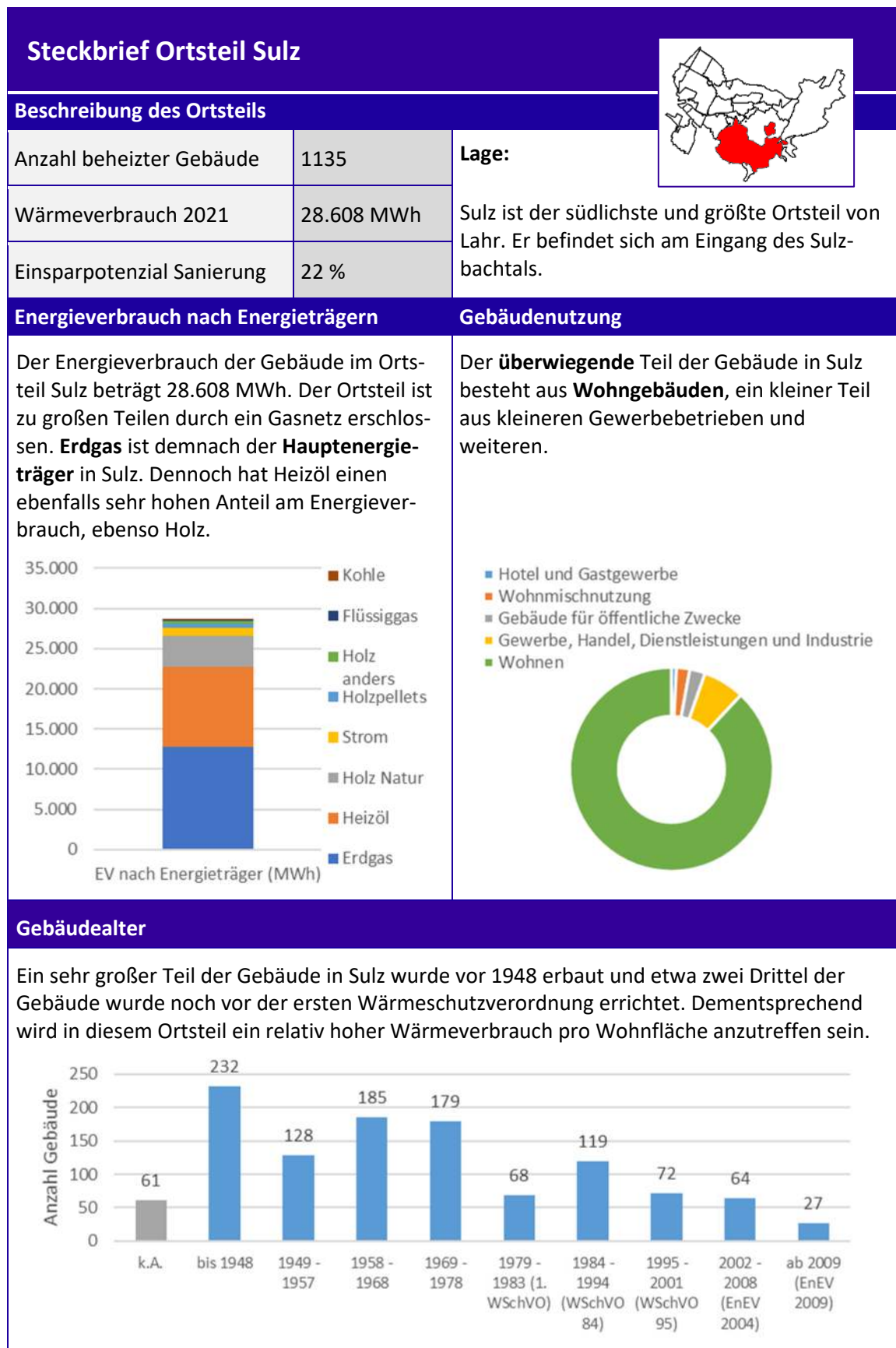
Zentrale Wärmeversorgung:

Die zentralen Eignungsgebiete in Hugsweier befinden sich im Bereich des älteren Gebäudebestands im Ortskern und entlang der Hugsweier Hauptstraße und der unteren Hauptstraße. Unter anderem könnten die kommunalen Liegenschaften wie der Kindergarten Hugsweier zentral versorgt werden. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Grundwasserwärme, aber auch bei Freiflächen Solarthermie und eventuell durch die Nutzung von Abwärme aus dem Gewerbegebiet.

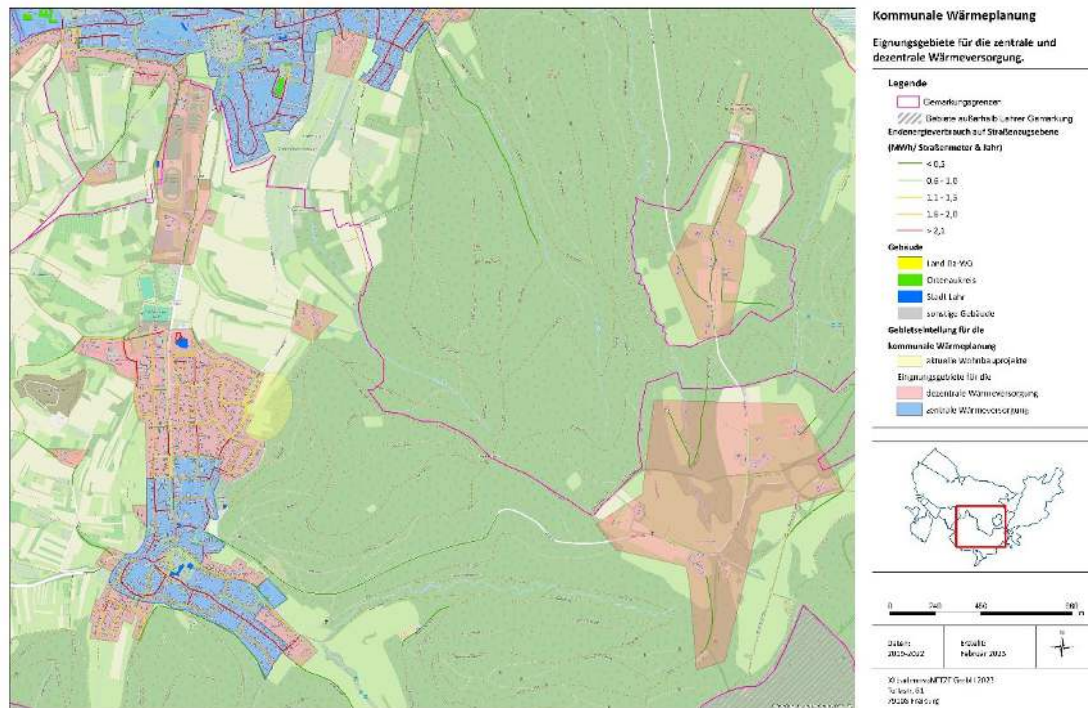
Weitere Potenziale (Stromerzeugung)

- PV-Dachflächen
- PV-Freiflächen entlang der Bahnlinie

10.1.3 Steckbrief Sulz



Eignungsgebiete in Sulz



Dezentrale Wärmeversorgung:

Auf Grund der geringen Wärmedichte und der heterogenen Gebäude- und Heizungsaltersstruktur wird in Sulz in vielen Teilen, insbesondere die Peripherie, eine dezentrale Wärmeversorgung (rote Flächen) in Kombination mit PV-Anlagen und Wärmepumpen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung als sinnvoll erachtet. Dies kann v.a. mit Hilfe von Gebäudesanierung erzielt werden. Für neuere Baugebiete bietet sich die dezentrale Versorgung ebenfalls an, z.B. für die Neubauprojekte Stubenriedle II/ Schulzentälele (ca. 60 WE) und Lahrer Straße (ehem. Fa. Wilhelm) (ca. 20 WE). Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Erdwärmesonden, Solarthermie und Luft-Wasser Wärmepumpen.

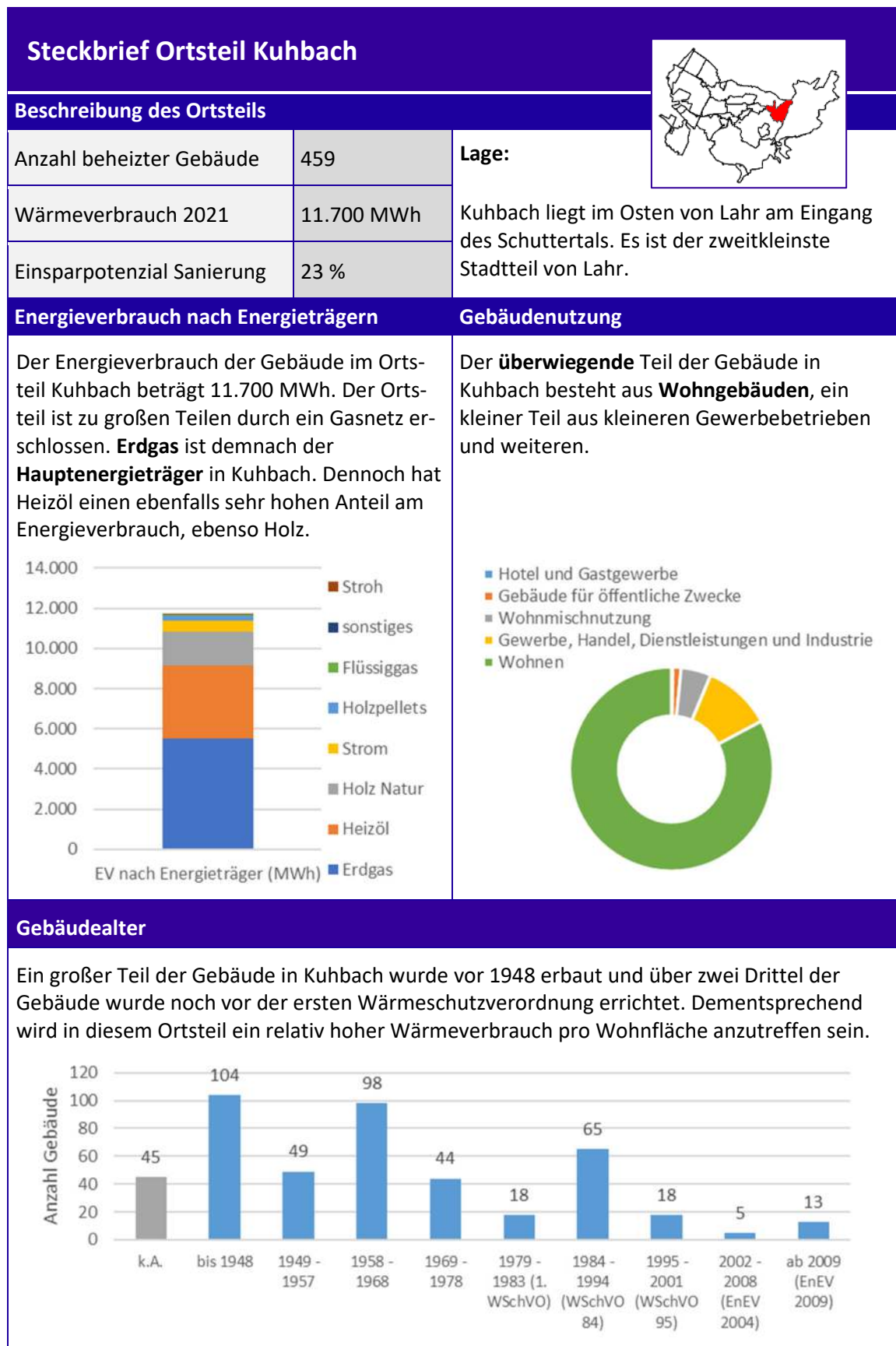
Zentrale Wärmeversorgung:

Die zentralen Eignungsgebiete in Sulz befinden sich im Bereich des älteren Gebäudebestands im Ortskern und entlang der Waldstraße und Lahrer Straße. Unter anderem könnten die kommunalen Liegenschaften wie der Kindergarten und die Grundschule zentral versorgt werden. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Freiflächen Solarthermie.

Weitere Potenziale (Stromerzeugung)

- PV-Dachflächen
- PV-Freiflächen über Parkplätzen

10.1.4 Steckbrief Kuhbach



Eignungsgebiete in Kuhbach



Dezentrale Wärmeversorgung:

Auf Grund der geringen Wärmedichte und der heterogenen Gebäude- und Heizungsaltersstruktur wird in Kuhbach in vielen Teilen, insbesondere die Peripherie, eine dezentrale Wärmeversorgung (rote Flächen) in Kombination mit PV-Anlagen und Wärmepumpen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung als sinnvoll erachtet. Dies kann v.a. mit Hilfe von Gebäudesanierung erzielt werden. Aber auch für neuere Baugebiete bietet sich die dezentrale Versorgung an, z.B. für das Neubauprojekt Eichgarten Ost (ca. 100 WE). Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Erdwärmesonden, Solarthermie und Luft-Wasser Wärmepumpen.

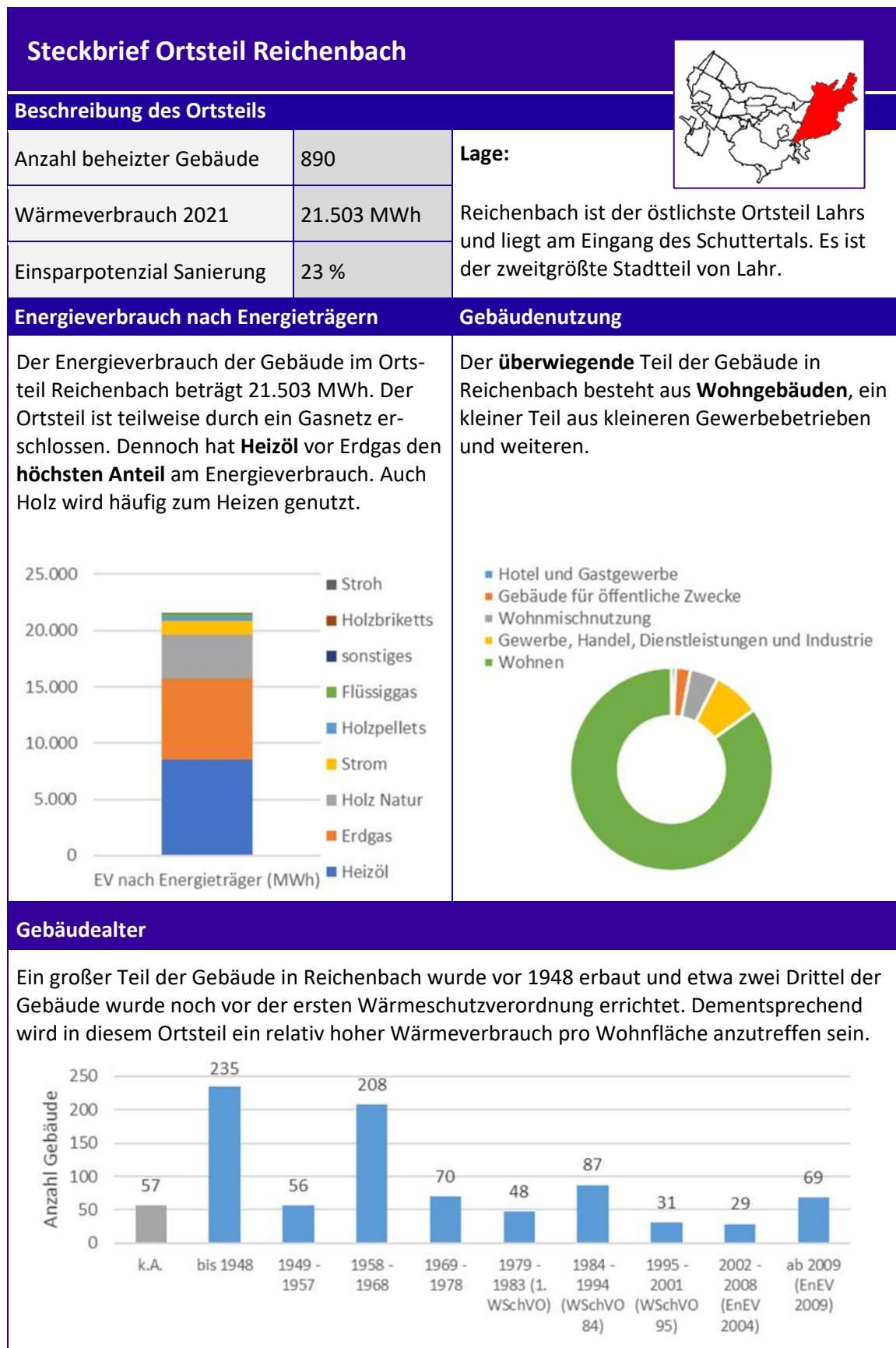
Zentrale Wärmeversorgung:

Die zentralen Eignungsgebiete in Kuhbach befinden sich im Bereich des älteren Gebäudebestands im Ortskern. Unter anderem könnten die kommunalen Liegenschaften wie die Schule, die Festhalle und das Rathaus zentral versorgt werden. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Freiflächen Solarthermie. Für Wohnbauprojekte wie dem Neubauprojekt Kuhbach Ortsmitte (ca. 30 WE) gilt es Synergien bestmöglich zu nutzen und diese in die zentrale Wärmeplanung mit einzubeziehen.

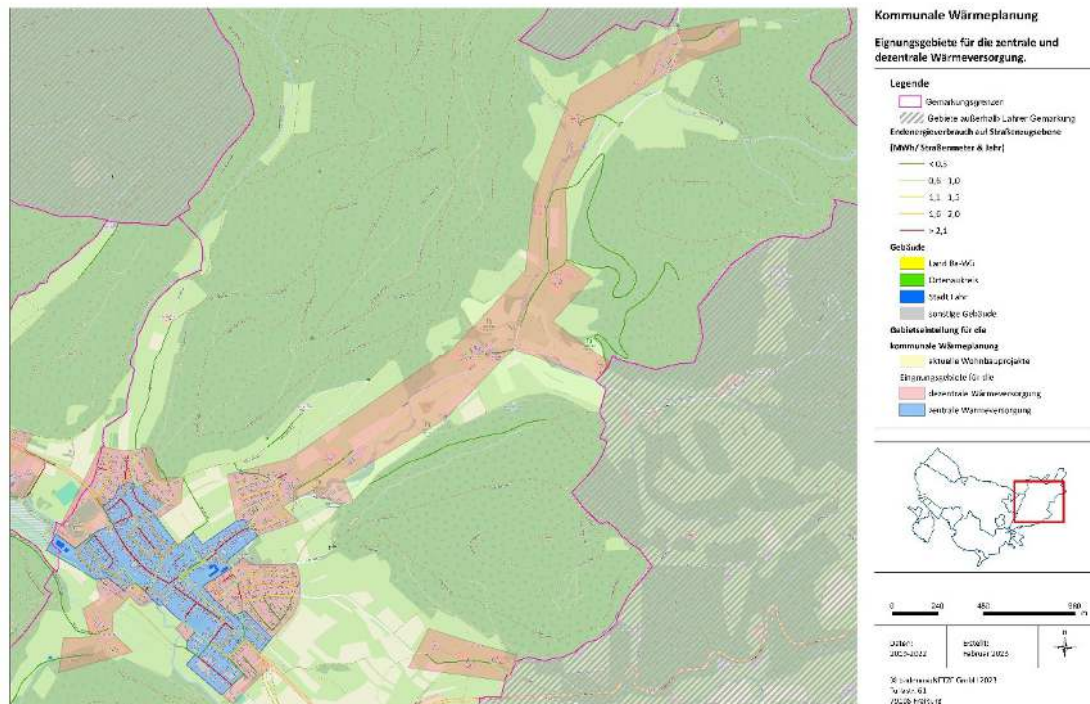
Weitere Potenziale (Stromerzeugung)

- PV-Dachflächen
- PV-Freiflächen über Parkplätzen

10.1.5 Steckbrief Reichenbach



Eignungsgebiete in Reichenbach



Dezentrale Wärmeversorgung:

Auf Grund der geringen Wärmedichte und der heterogenen Gebäude- und Heizungsaltersstruktur wird in Reichenbach in vielen Teilen, insbesondere in der Peripherie, eine dezentrale Wärmeversorgung (rote Flächen) in Kombination mit PV-Anlagen und Wärmepumpen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung als sinnvoll erachtet. Dies kann v.a. mit Hilfe von Gebäudesanierung erzielt werden. Für neuere Baugebiete bietet sich die dezentrale Versorgung ebenfalls an. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Erdwärmesonden, Solarthermie und Luft-Wasser Wärmepumpen.

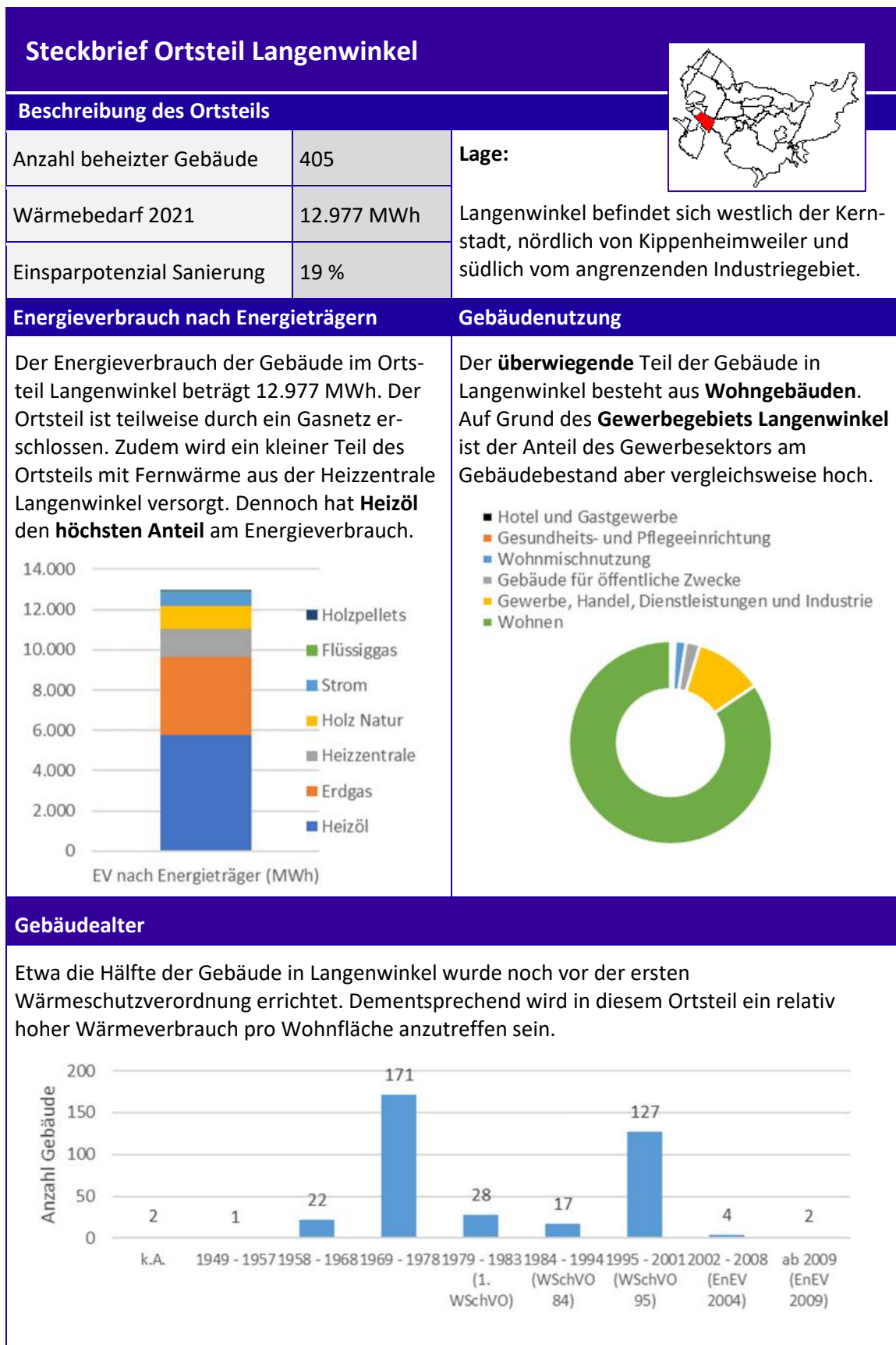
Zentrale Wärmeversorgung:

Die zentralen Eignungsgebiete in Reichenbach befinden sich im Kernbereich mit dem älteren Gebäudebestand. Unter anderem könnten die kommunalen Liegenschaften wie die Schule, die Feuerwehr und die Geroldseckerhalle zentral versorgt werden, zumal die Heizung in der Halle fast 40 Jahre alt ist. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Freiflächen Solarthermie.

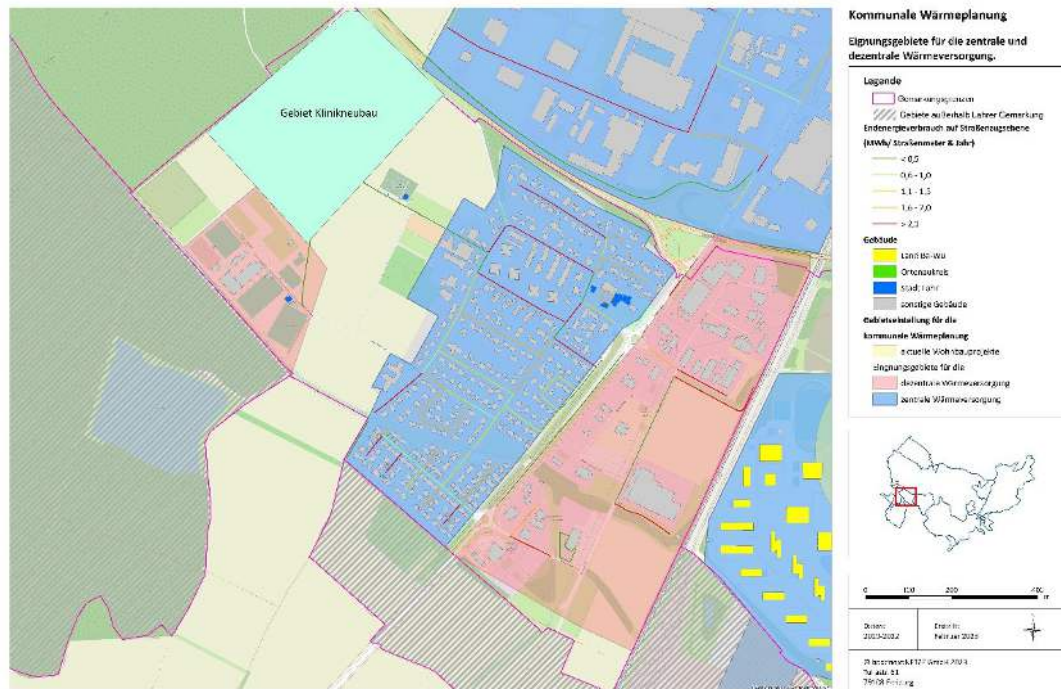
Weitere Potenziale (Stromerzeugung)

- PV-Dachflächen
- PV-Freiflächen über Parkplätzen

10.1.6 Steckbrief Langenwinkel



Eignungsgebiete in Langenwinkel



Dezentrale Wärmeversorgung:

Für das Gewerbegebiet Langenwinkel und den Reitverein im Westen wird eine dezentrale Wärmeversorgung (rote Flächen) in Kombination mit PV-Anlagen und Wärmepumpen oder anderen Technologien für eine klimaneutrale Wärmeversorgung als sinnvoll erachtet. Dies kann v.a. mit Hilfe von Gebäudesanierung erzielt werden. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Erdwärmesonden, Solarthermie und Luft-Wasser Wärmepumpen. Genutzt werden könnte auch Abwärme aus dem Gewerbegebiet vor Ort.

Zentrale Wärmeversorgung:

Das Wohngebiet im Ortsteil Langenwinkel bietet sich auf Grund der homogenen Gebäude- und Heizungsaltersstruktur für eine zentrale Wärmeversorgung an (blaue Flächen). Im Süden des Wohngebiets gibt es bereits ein kleines Fernwärmenetz. Die Erweiterung des Fernwärmenetzes der Heizzentrale Mauerfeld bietet hierzu eine gute Option. Auch kommunale Liegenschaften wie die Schule, die Halle oder das Rathaus könnten so zentral versorgt werden. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Grundwasserwärme, bei Freiflächen-Solarthermie und eventuell durch die Nutzung von Abwärme aus dem Gewerbegebiet.

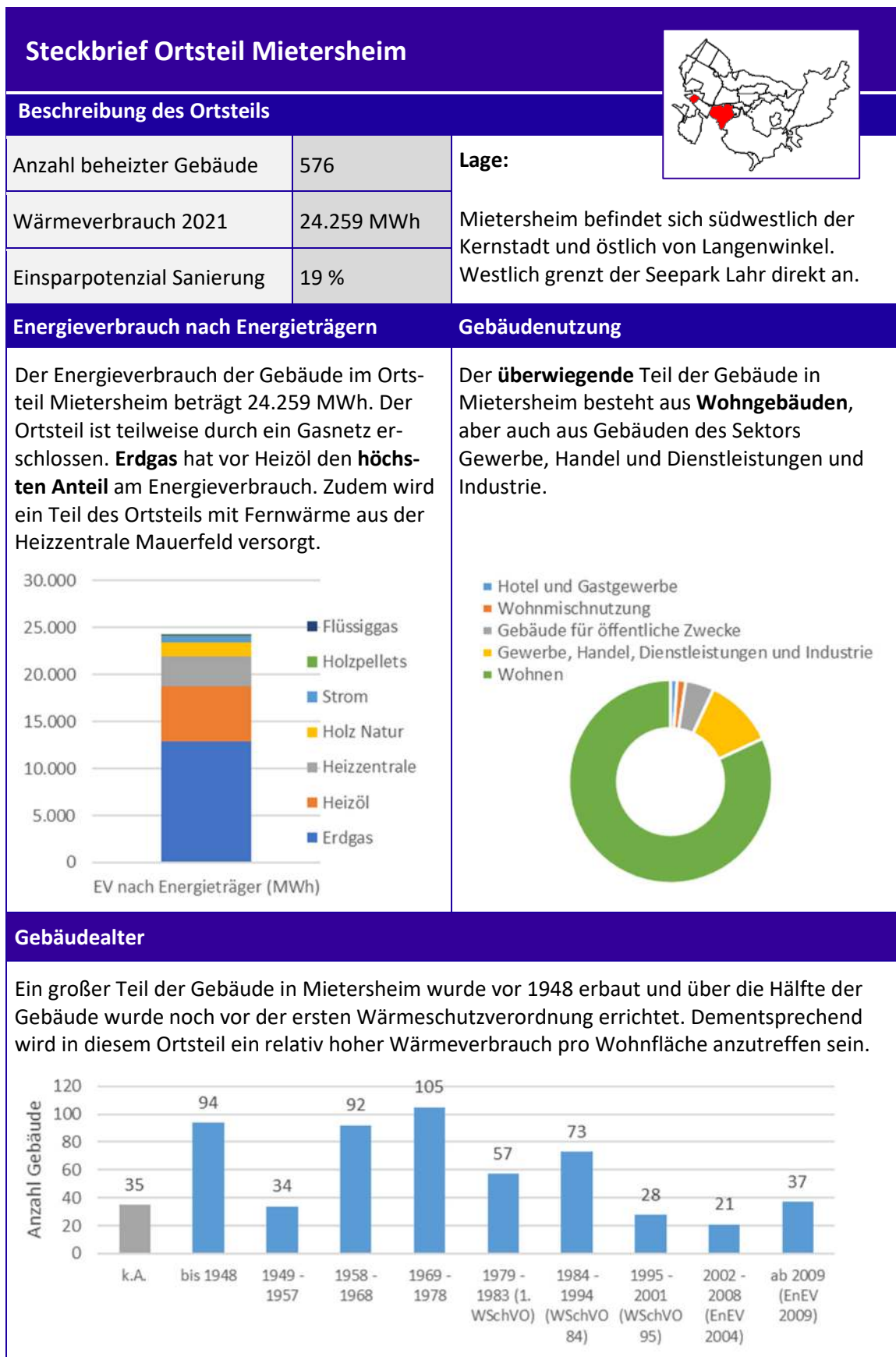
Entwicklungspotenziale in Langenwinkel

In Langenwinkel soll perspektivisch an der Stadteinfahrt Süd der Neubau für das Ortenau Klinikum Lahr entstehen. Dabei sollten die Potenziale für eine klimaneutrale Wärmeversorgung und der Anschluss des Areals an ein Fernwärmenetz von Beginn an mitbetrachtet werden.

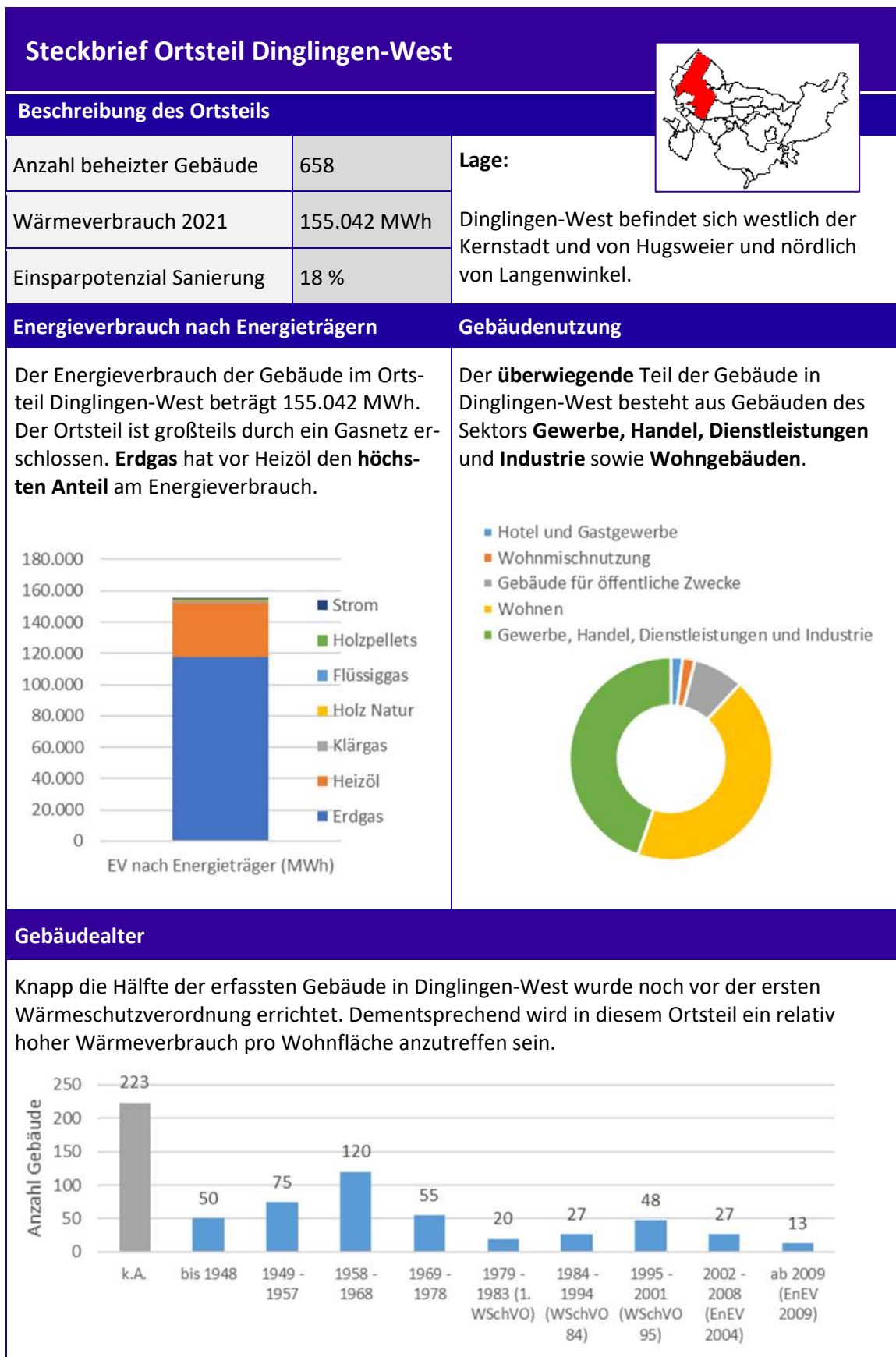
Weitere Potenziale (Stromerzeugung)

- PV-Dachflächen
- PV-Freiflächen über Parkplätzen

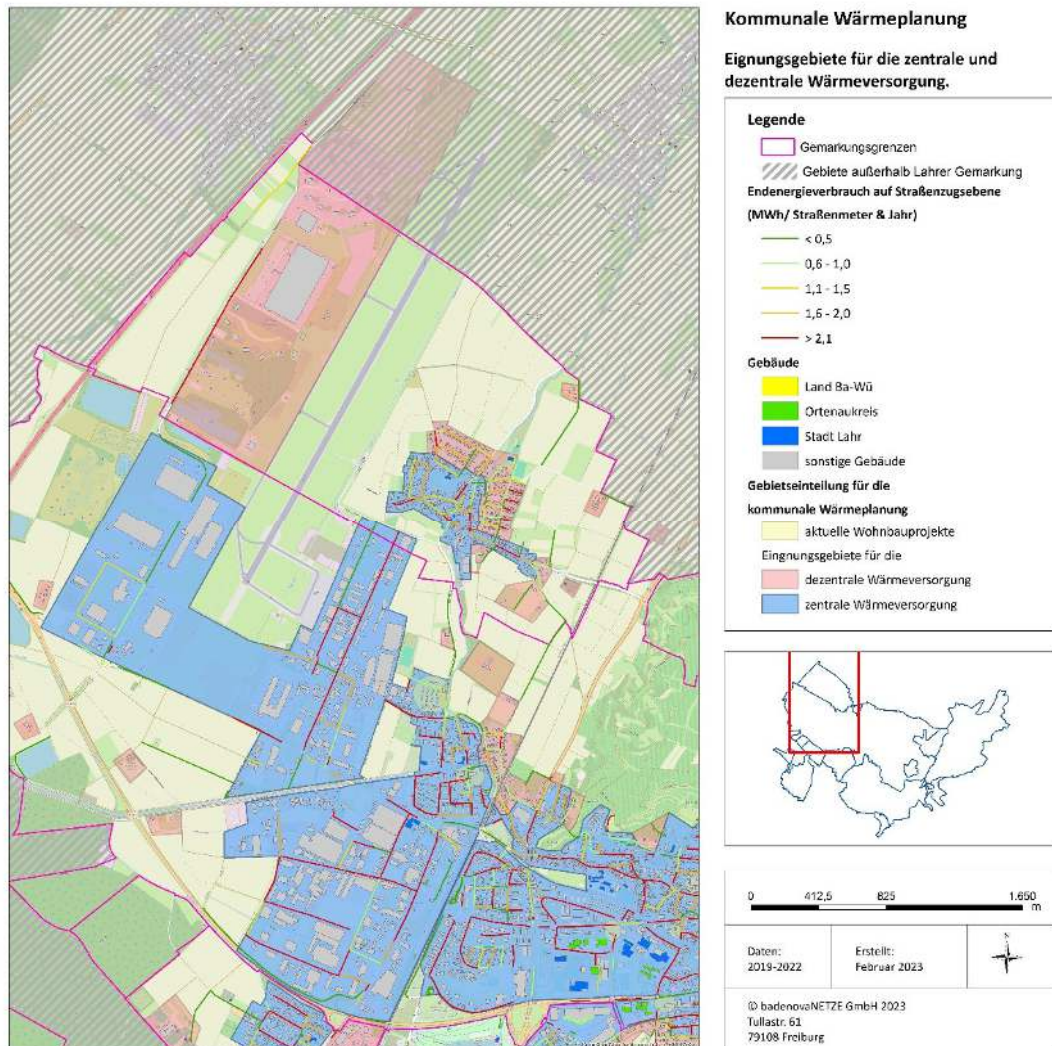
10.1.7 Steckbrief Mietersheim



10.1.8 Steckbrief Dinglingen-West



Eignungsgebiete in Dinglingen-West



Dezentrale Wärmeversorgung:

Eine dezentrale Wärmeversorgung (rote Flächen) ist vor allem für Wohnbauprojekte wie das Gebiet Lahr West- Gartenhöfe (ca. 130 WE) und Heiligenbreite-Nord/St. Johannisdruckerei (ca. 65 WE) sinnvoll. Auch die entlegeneren, nördlichen Teile des Industriegebiets bieten sich momentan für eine dezentrale Versorgung an (siehe nächste Seite: Entwicklungspotenziale Dinglingen- West). Lokale erneuerbare Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Erdwärmesonden und Solarthermie, sowie durch die Nutzung von Grundwasserwärme und Luft-Wasser-Wärmepumpen.

Zentrale Wärmeversorgung:

Weite Teile des Ortsteils könnten durch eine zentrale Wärmeversorgung versorgt werden, vor allem die Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei gilt es an bestehende Konzepte des E-Werk Mittelbadens zum Bau eines Wärmenetzes anzuknüpfen und bei der möglichen Auslegung sowohl die Versorgung der Industrie- und Gewerbebetriebe als auch der Wohngebäude zu berücksichtigen. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Grundwasserwärme

sowie Freiflächen Solarthermie, vor allem aber auch bei der Nutzung von Abwärme der Industriebetriebe sowie des Abwassers der Kläranlage.

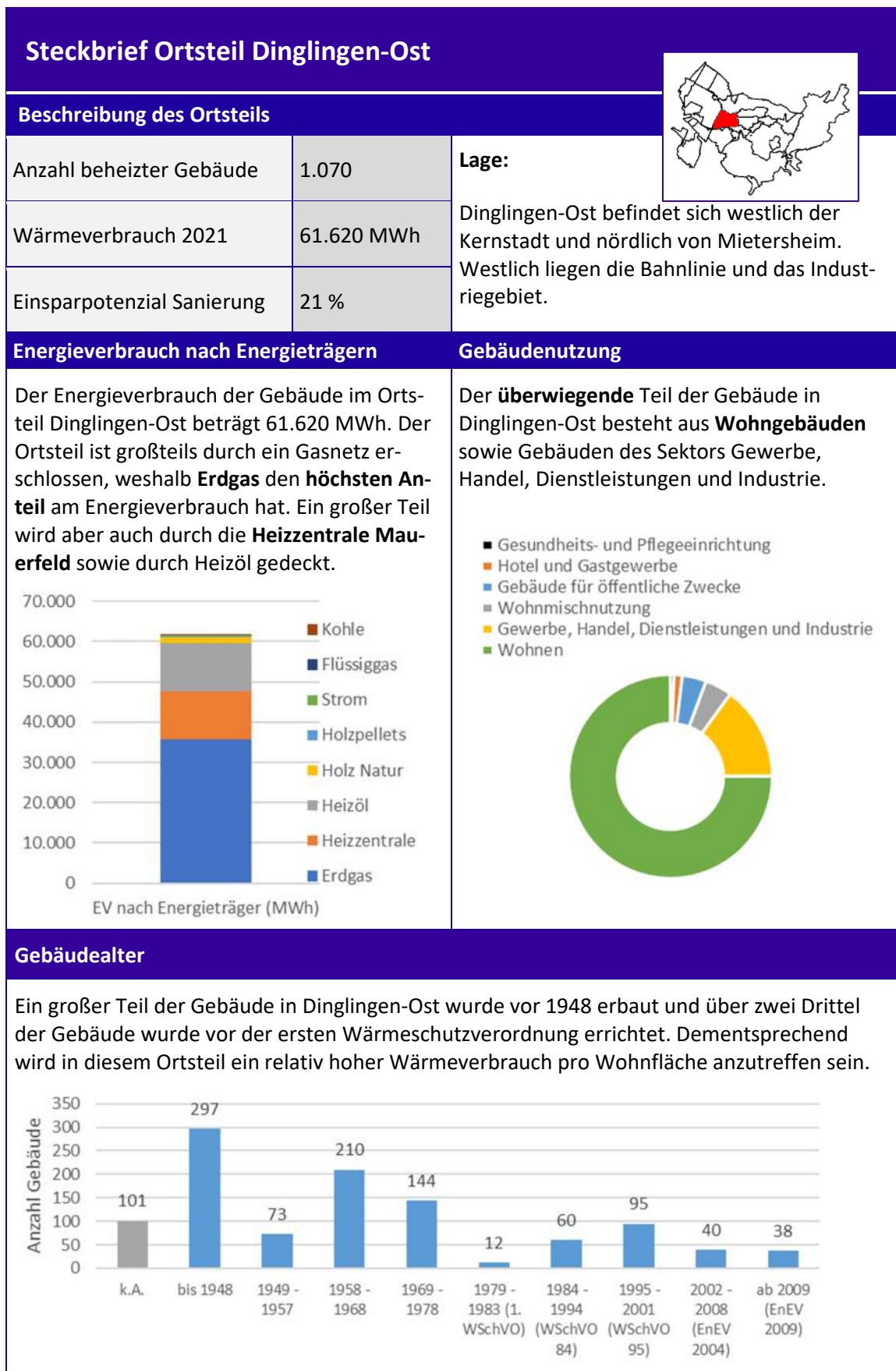
Entwicklungspotenziale in Dinglingen-West

In Dinglingen-West sollen perspektivisch weitere Flächen entwickelt werden, auf denen in Zukunft neue Gebäude gebaut werden und sich Betriebe ansiedeln können (startkLahr Areal/ Zweckverband IGP). Bei diesen Neubauten sollten die Potenziale für eine klimaneutrale Wärmeversorgung eruiert werden. Zudem könnten sich durch eine zusätzliche Entwicklung des startkLahr Areals perspektivisch der Ausbau der Fernwärme in den Gebieten, die momentan als dezentrale Eignungsgebiete ausgewiesen sind, begünstigen. Konkreter lässt sich dies zum heutigen Zeitpunkt nicht ermitteln, da die zukünftigen Wärmebedarfe, Wärmedichten und benötigten Temperaturen noch nicht absehbar sind. In diesem Zusammenhang kann die Stadt Lahr durch einen regelmäßigen Austausch mit der EWM, dem Zweckverband IGP/startkLahr, dem Landkreis und den perspektivischen Betrieben eine optimale Wärmeversorgung in Dinglingen-West begünstigen.

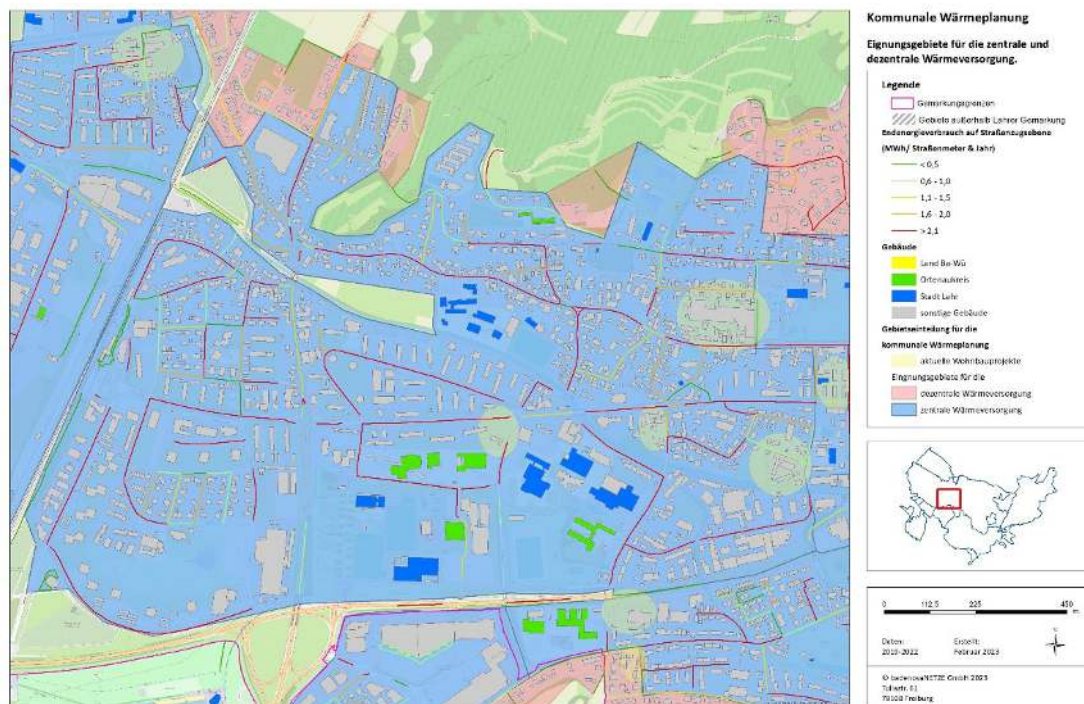
Weitere Potenziale (Stromerzeugung)

- PV-Dachflächen
- PV-Freiflächen über Parkplätzen
- PV-Freiflächen- Entlang der Autobahn und Bahnlinie möglich

10.1.9 Steckbrief Dinglingen-Ost



Eignungsgebiete in Dinglingen-Ost



Dezentrale Wärmeversorgung:

Für den Ortsteil Dinglingen-Ost stellt die dezentrale Wärmeversorgung lediglich in Randgebieten oder in Ausnahmefällen eine sinnvolle Möglichkeit dar. Für Wohnbauprojekte gilt es sowohl dezentrale als auch zentrale Lösungen zu prüfen. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Erdwärmesonden, Solarthermie, sowie durch die Nutzung von Grundwasserwärme und Luft-Wasser Wärmepumpen. Im Allgemeinen wird für Dinglingen-Ost jedoch eine zentrale Wärmeversorgung präferiert.

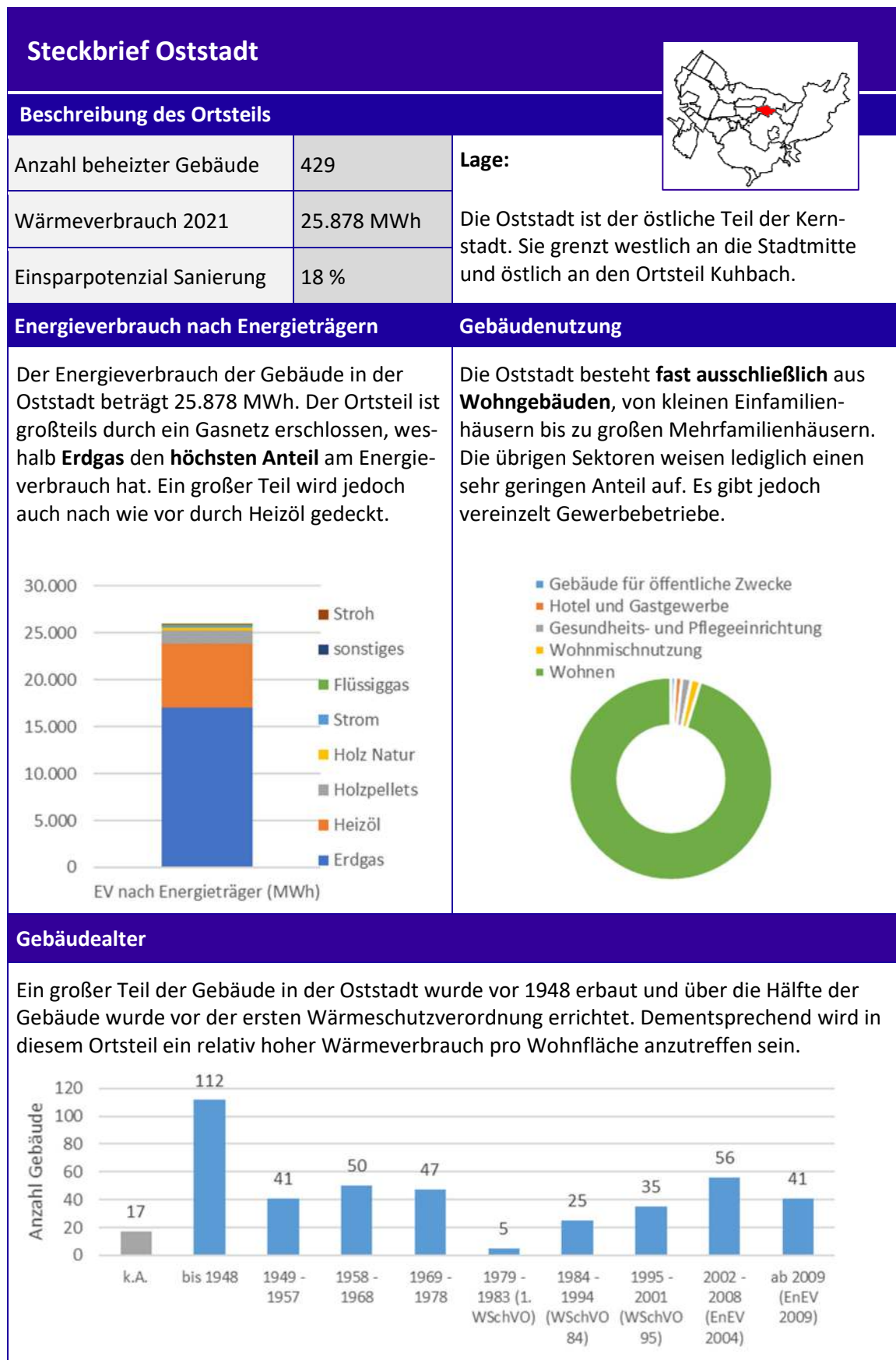
Zentrale Wärmeversorgung:

Das bestehende Wärmenetz könnte ausgebaut sowie die Wärmeerzeuger mit Biogas betrieben werden. Der Ortsteil könnte nahezu flächendeckend durch eine zentrale Wärmeversorgung versorgt werden. Versorgt werden könnten neben den Wohngebäuden vor allem auch die großen kommunalen Liegenschaften, welche einen sehr hohen Energieverbrauch aufweisen. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Grundwasserwärme sowie Freiflächen Solarthermie, aber auch bei der Nutzung von Abwärme der Industriebetriebe.

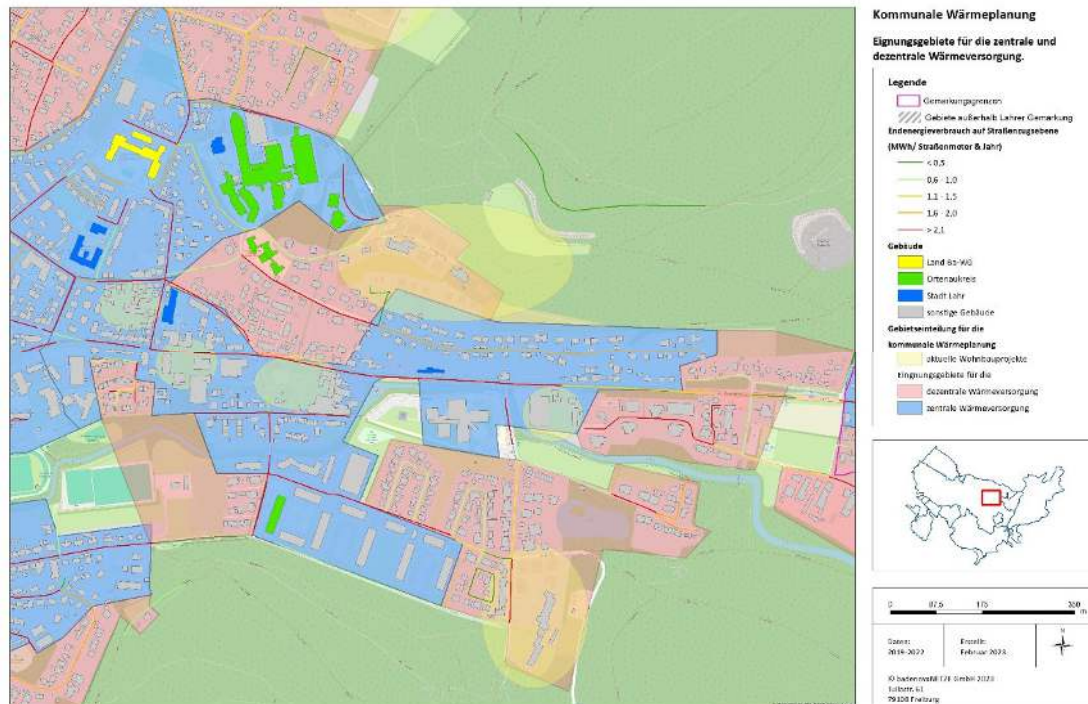
Weitere Potenziale (Stromerzeugung)

- PV-Dachflächen
- PV-Freiflächen über Parkplätzen

10.1.10 Steckbrief Oststadt



Eignungsgebiete Oststadt



Dezentrale Wärmeversorgung:

Für die Oststadt bietet sich eine dezentrale Versorgung vor allem in den am Rande gelegenen Gebieten an. Für Wohnbauprojekte gilt es sowohl dezentrale als auch zentrale Lösungen zu prüfen (ca. 400 WE in Planung). Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Erdwärmesonden, Solarthermie und Luft-Wasser Wärmepumpen.

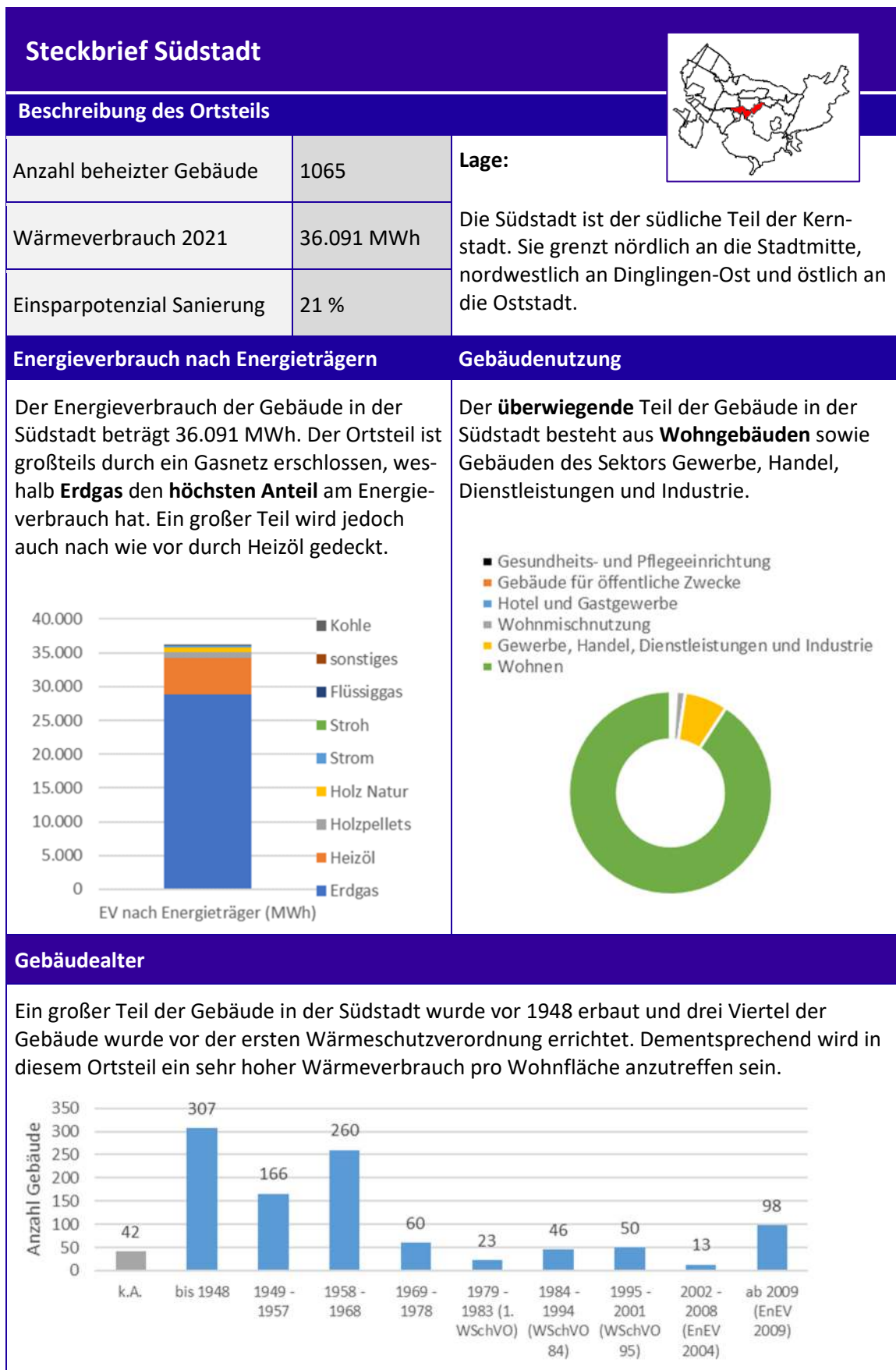
Zentrale Wärmeversorgung:

Die zentralen Eignungsgebiete in der Oststadt befinden sich im Bereich des älteren Gebäudebestands entlang der Hauptstraße. Eine zentrale Versorgung könnte entlang der Hauptstraße von West nach Ost realisiert werden. Auch das Landratsamt im Süden könnte zentral versorgt werden. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Freiflächen Solarthermie, aber auch bei der Nutzung von Abwärme der Gewerbebetriebe.

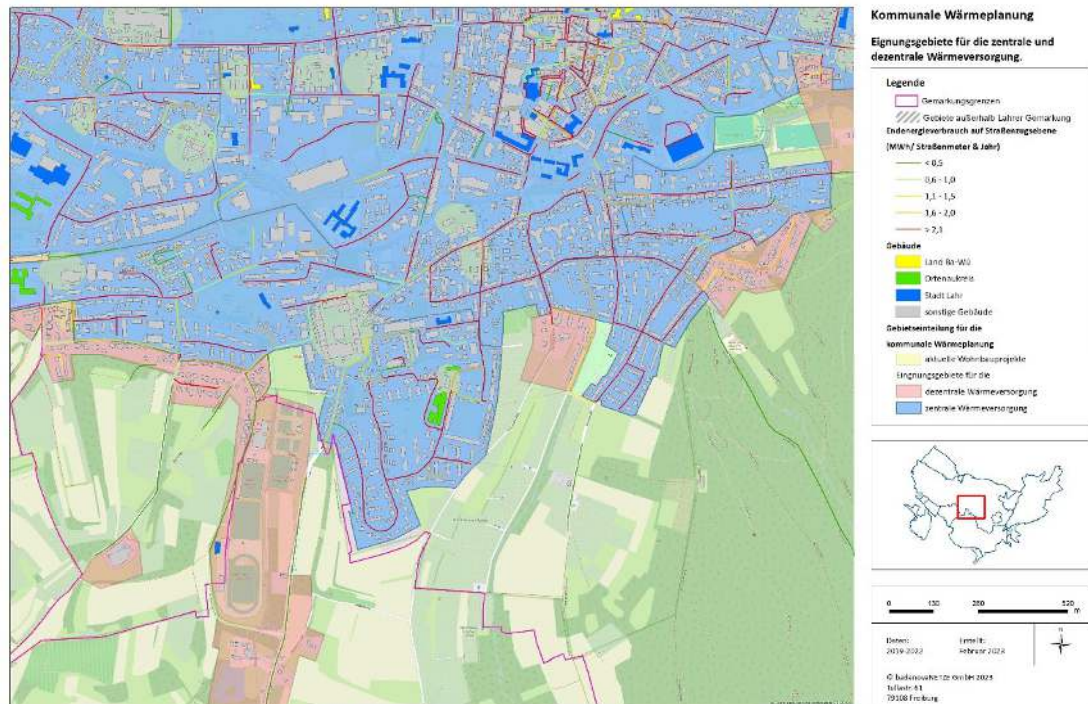
Weitere Potenziale (Stromerzeugung)

- PV-Dachflächen
- PV-Freiflächen über Parkplätzen

10.1.11 Steckbrief Südstadt



Eignungsgebiete Südstadt



Dezentrale Wärmeversorgung:

Für die Südstadt bietet sich eine dezentrale Versorgung vor allem in den am Rande gelegenen Gebieten an. Für Wohnbauprojekte gilt es sowohl dezentrale als auch zentrale Lösungen zu prüfen. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Erdwärmesonden, Solarthermie, sowie durch die Nutzung Luft-Wasser Wärmepumpen.

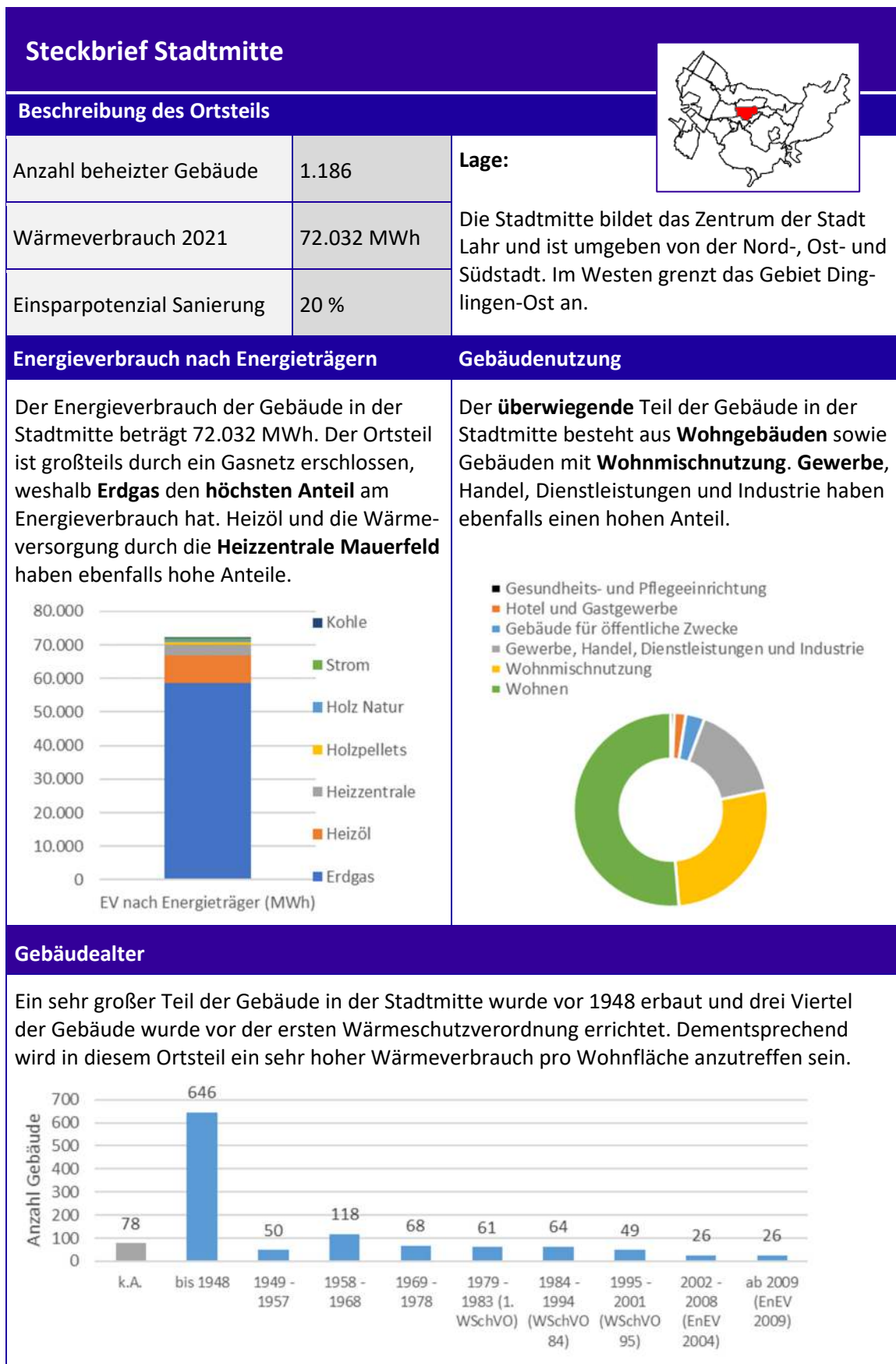
Zentrale Wärmeversorgung:

Für große Teile der Südstadt wird eine zentrale Wärmeversorgung als sinnvoll erachtet, welche durch die dichte Bebauung und den alten Gebäudebestand begünstigt wird. Die Erweiterung des Wärmenetzes Mauerfeld könnte für die Südstadt eine Option sein. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Grundwasserwärme und Freiflächen Solarthermie, aber auch bei der Nutzung von Abwärme der Gewerbebetriebe.

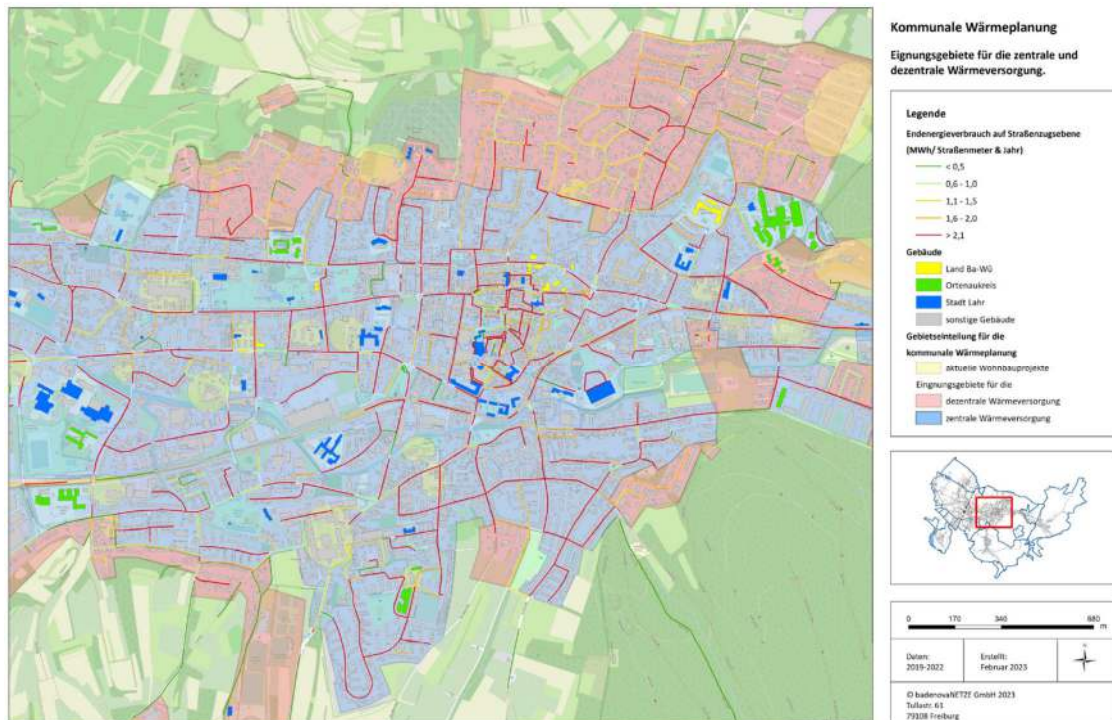
Weitere Potenziale (Stromerzeugung)

- PV-Dachflächen
- PV-Freiflächen über Parkplätzen

10.1.12 Steckbrief Stadtmitte



Eignungsgebiete Stadtmitte



Dezentrale Wärmeversorgung:

Für die Stadtmitte bietet sich eine dezentrale Versorgung eher nicht an. Lokale Wärmepotenziale bestehen dennoch bei der Nutzung von Erdwärmesonden, Solarthermie, sowie durch die Nutzung Luft-Wasser Wärmepumpen.

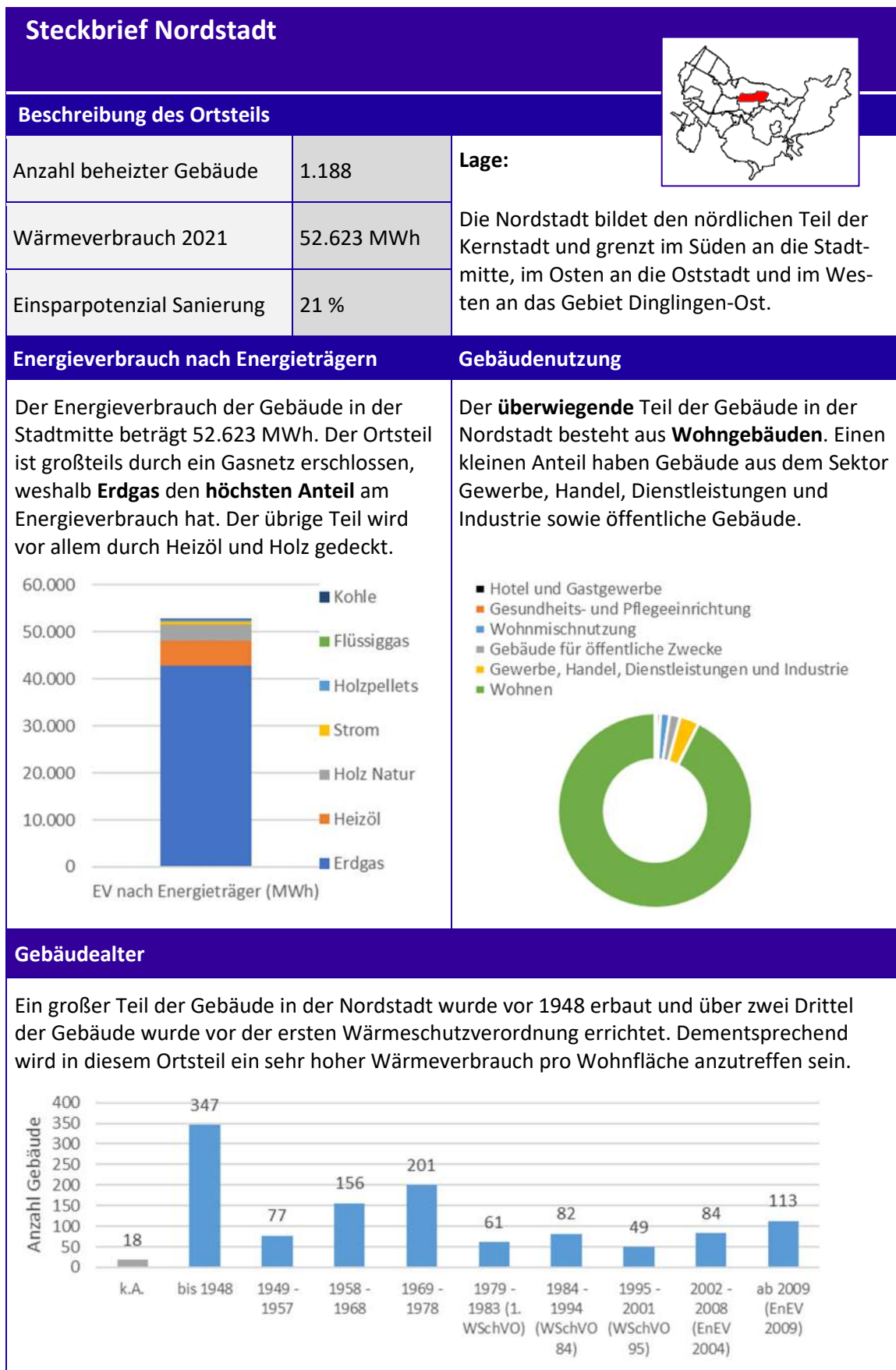
Zentrale Wärmeversorgung:

Für die Stadtmitte wird flächendeckend eine zentrale Wärmeversorgung als sinnvoll erachtet, welche durch die dichte Bebauung und den alten Gebäudebestand begünstigt wird. Die Erweiterung des Wärmenetzes Mauerfeld könnte für die Stadtmitte eine Option sein. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Grundwasserwärme und Freiflächen Solarthermie, aber auch bei der Nutzung von Abwärme der Gewerbebetriebe.

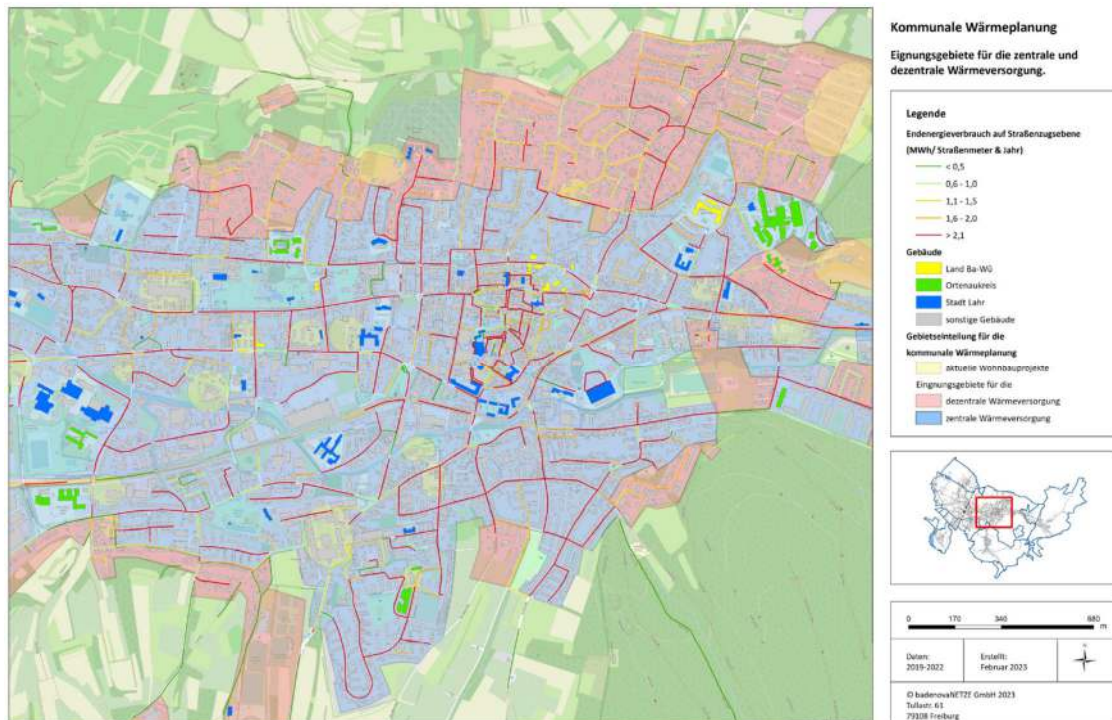
Weitere Potenziale (Stromerzeugung)

- PV-Dachflächen
- PV-Freiflächen über Parkplätzen

10.1.13 Steckbrief Nordstadt



Eignungsgebiete Nordstadt



Dezentrale Wärmeversorgung:

Auf Grund der eher geringen Wärmedichte und der entlegenen Gebiete bietet sich für die Nordstadt in weiten Teilen eine dezentrale Wärmeversorgung (rote Flächen) in Kombination mit PV-Anlagen und Wärmepumpen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung an. Dies kann v.a. mit Hilfe von Gebäudesanierung erzielt werden. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Erdwärmesonden, Solarthermie, sowie durch die Nutzung Luft-Wasser Wärmepumpen.

Zentrale Wärmeversorgung:

Zentrale Eignungsgebiete in der Nordstadt finden sich im südlichen Teil, angrenzend an die Stadtmitte. Hier bietet der Anschluss an potenzielle Wärmenetze eine Option. Lokale Wärmepotenziale bestehen bei der Nutzung von Grundwasserwärme sowie Freiflächen Solarthermie.

Weitere Potenziale (Stromerzeugung)

- PV-Dachflächen
- PV-Freiflächen über Parkplätzen

10.2 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

In der Potenzialanalyse wird das Gesamtpotenzial durch Sanierung der Wohngebäude dargestellt und es werden Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz der Heizanlagen beschrieben. Außerdem werden Potenziale zur Umstellung auf erneuerbare Wärmequellen beschrieben. Um diese Potenziale für die Eigentümerinnen und Eigentümer in der Stadt Lahr für das eigene Gebäude greifbar zu machen, wurden für die häufigsten Gebäudetypen der Stadt sogenannte Gebäudesteckbriefe erstellt. Die Gebäudesteckbriefe zeigen beispielhaft Mustersanierungen am jeweiligen Gebäudetyp auf und beschreiben somit die Potenziale zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle und zur Optimierung bzw. Umstellung der Wärmeversorgung konkret für den jeweiligen Gebäudetyp.

Die jeweils vierseitigen Gebäudesteckbriefe stellen die wichtigsten Daten der einzelnen Beispielgebäude zusammen und bieten eine übersichtliche Darstellung des Ist-Zustands und der durch Modernisierung erzielbaren Energieeinsparungen. Darüber hinaus werden beispielhafte technische Anlagenlösungen und die damit einhergehenden Investitionskosten dargestellt. Abschließend sind entsprechende Hinweise zu Förderprogrammen und gesetzlichen Rahmenbedingungen auf der letzten Seite zu finden.

Ziel der Steckbriefe ist es, eine Hilfestellung für die energetische Klassifizierung von Bestandsgebäuden zu geben und hierfür systematische Ansätze, Kriterien und typische Kennwerte zu liefern. Die Wirksamkeit von energetischen Maßnahmen wird exemplarisch demonstriert. Ausgehend von Beispielgebäuden verschiedener Größen und Altersklassen werden typische Energiekennwerte sowie das Einsparpotenzial dargestellt. Das Niveau des rechnerischen Energiebedarfs wird dabei abgeglichen, um typischerweise in Bestandsgebäuden auftretende Verbrauchskennwerte abzubilden.

Die in den Gebäudesteckbriefen dargestellten Gebäude stellen Fallbeispiele dar, deren Eigenschaften exemplarisch für den jeweiligen Gebäudetyp sind. Die von der IWU erstellte Gebäudetypologie ermöglicht einige grundsätzliche Aussagen, die Vereinfachungen und exemplarische Betrachtungen voraussetzen, dabei jedoch die Bandbreite der Praxis nicht wiedergeben können. Viele Details der möglichen Umsetzung von Energiesparmaßnahmen am konkreten Objekt lassen sich nur mit einem Experten vor Ort klären. Deshalb eignen sich die Gebäudesteckbriefe als erste Übersicht für Eigentümer und Eigentümerinnen und für den Einstieg in die Themen Energieeffizienz des Gebäudes und des Heizsystems, die im optimalen Fall von einer Energieberatung durch einen neutralen Energieeffizienzexperten vor Ort gefolgt werden.

Auf den folgenden Seiten ist der Gebäudesteckbrief für ein Einfamilienhaus mit einem Baualter zwischen 1969 und 1978 (Baualtersklasse F) beispielhaft abgebildet. Steckbriefe für die 15 häufigsten Gebäudetypen in Lahr werden der Stadt zur Verfügung gestellt und können beispielsweise bei Veranstaltungen und Sanierungskampagnen verwendet werden und auf der Homepage der Stadt veröffentlicht werden.

Stand: Januar 2024

Gebäudesteckbrief für die Einstiegsberatung



Einfamilienhaus der Baualtersklasse F in Anlehnung an die Gebäudetypologie des IWU*

Dieser Steckbrief beschreibt ein typisches unsaniertes Einfamilienhaus der Baualtersklasse F.

Es werden beispielhafte Sanierungsmaßnahmen dargestellt, welche für das Typgebäude möglich sind, wie hoch die Investitionskosten sind und wie viel Energie eingespart werden kann. Der Steckbrief zeigt hierzu Größenordnungen auf. Die für das Typgebäude genannten Werte können im konkreten Einzelfall abweichen. Der Energieberater_in geht mit Ihnen den Steckbrief gemeinsam durch und erläutert Ihnen gerne die einzelnen Angaben und Informationen.

Ist-Zustand

Allgemeine Daten

Gebäudetyp	Einfamilienhaus
Baualter	1969 - 1978 (Klasse F)
Wohnfläche	158 m²
Anzahl Vollgeschosse	1
Anzahl Wohnungen	1
Keller	unbeheizt
Dachgeschoss	-



Quelle: Deutsche Gebäudetypologie - Institut Wohnen und Umwelt GmbH

Bauteile Gebäudehülle

Bauteil	Beschreibung	Fläche
Außenwand	Mauerwerk aus Hohlblocksteinen oder Hochlochziegeln	178 m²
Außenwand gg. Erdreich	nicht relevant	-
Fenster	Holzfenster mit Zweischeiben-Isolierverglasung	34 m²
Dach	Steildach, 5cm Zwischensparrendämmung	183 m²
oberste Geschossdecke	nicht relevant	-
Kellerdecke	(Stahl-)Betondecke mit schwimmendem Estrich auf 2 cm Dämmung	78 m²
Fußboden gegen Erdreich	(Stahl-)Betondecke mit schwimmendem Estrich auf 2 cm Dämmung	74 m²

Heizungs- und Anlagentechnik

Heizungsart	Gas-Zentralheizung
Warmwasserbereitung	über Zentralheizung
Lüftung	Fensterlüftung

Endenergiebedarf und Energiekosten

Energieart	Endenergiebedarf	Energiekosten ¹⁾
Erdgas	31.000 kWh/a	4.340 €/a
Strom	3.000 kWh/a	1.200 €/a

* Institut Wohnen und Umwelt (IWU)

¹⁾ Annahmen für die jährlichen Energiekosten (ohne Wartungskosten): Erdgas: 14 Ct/kWh, Strom Haushaltstarif: 40 Ct/kWh, ohne zukünftige Energiepreiserhöhung und nicht vergleichbar mit Wärmegestehungskosten.

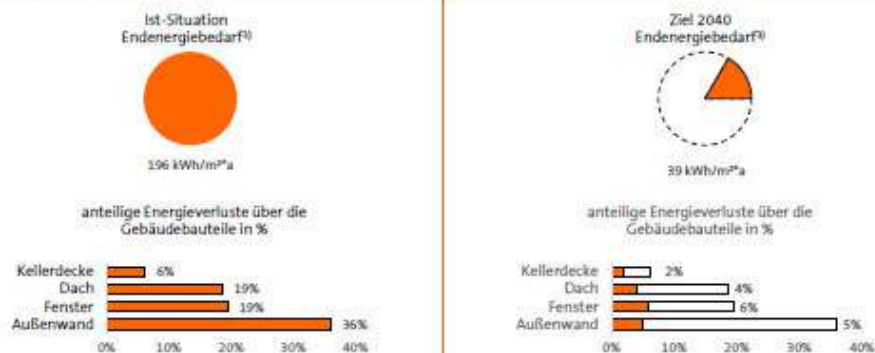
Stand: Januar 2024

Sanierung der Gebäudehülle

Die Sanierung der Bauteile der Gebäudehülle (Fassade, Fenster, Dach, Kellerdecke etc.) wird in der Regel nur alle 30 Jahre (oder noch seltener) vorgenommen und ist mit erheblichen Investitionen verbunden. Wenn Sie sanieren, lohnt es sich langfristig zu denken, gut zu planen und eine möglichst hohe energetische Qualität anzustreben. Die Tabelle zeigt die Kosten und die Energieeinsparung für eine Sanierung der Gebäudehülle - je Bauteil und insgesamt. Alle Sanierungsmaßnahmen wurden so gewählt, dass ein hochwertiger energetischer Standard erreicht wird. Die Nutzung möglicher Förderprogramme und der damit verbundenen Zuschüsse wurden hierbei nicht berücksichtigt. Einen Überblick hierzu finden sie auf der Seite 4.

Sanierung			
Bauteil	Beschreibung	Kosten in € ²⁾ (Brutto)	Energie- einsparung ²⁾
Außenwand	Dämmung 24 cm (WLS 035) + Verputz (Wärmedämmverbundsystem)	80.000 €	31%
Außenwand gg. Erdreich	keine Maßnahme		
Fenster	3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung und gedämmtem Rahmen	39.000 €	13%
Dach	Dämmung 30 cm (WLS 035) auf der Decke + Dachabdichtung	73.000 €	15%
oberste Geschossdecke	keine Maßnahme		
Kellerdecke	Dämmung 12 cm (WLS 035) unter der Decke	10.000 €	4%
Fußboden gegen Erdreich	alternativ: Dämmung (WLS 035) auf der Decke im Fall einer Fußbodensanierung	19.000 €	6%
Umsetzung aller Maßnahmen	Gesamtkosten und Gesamteinsparung	221.000 €	70%
davon "energiebedingte Mehrkosten"	Anteil der Gesamtkosten, die durch die Dämmung bzw. energetische Maßnahmen verursacht werden (im Gegensatz zur Instandhaltung)	155.000 €	
Nebenkosten	Kosten für Planung und Baubegleitung	38.000 €	
Gesamtinvestition	Maßnahmen und Nebenkosten	259.000 €	

Sanierungsvarianten



Je nach Art und Umfang der Sanierungsvarianten lassen sich bis zu 3.500 € der jährlichen Energiekosten einsparen.

²⁾ Die hier genannten Werte sind Abschätzungen gem. Baukostenindex für das Beispielgebäude. Kosten und Einsparungen für ein spezielles Gebäude können u.U. deutlich abweichen (je nach Konstruktion, Zustand und Nutzung des Gebäudes).

³⁾ Der Endenergiebedarf eines Gebäudes liefert einen Richtwert über den notwendigen Brennstoffeinsatz in Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr (abgekürzt: kWh/m²a).

badenova NETZE
Zuverlässig und vor Ort

Stand: Januar 2024

Sanierung der Heizung

Die Tabelle gibt einen Überblick über die Systeme, die bei der Heizungssanierung prinzipiell zur Auswahl stehen. Es handelt sich um zentrale Systeme (Zentralheizungen), die sowohl die Raumheizung als auch die Warmwasserbereitung übernehmen. Alle Systeme sind darüber hinaus in der Lage das EWärmeG (Erläuterung siehe letzte Seite) zu erfüllen. Die hier genannten Zahlen gelten für das Beispielgebäude. Für den Einzelfall ist die Wirtschaftlichkeit jeweils individuell zu prüfen!

System	Beschreibung / Hinweise	Investitionskosten in € (Brutto) ⁴⁾
Luft-Wasser-Wärmepumpe	Der Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Nutzung von Umweltwärme über die Umgebungsluft kann in gut gedämmten Gebäuden zum Einsatz kommen. Systembedingt können Wärmepumpen sinnvoll in Kombination mit Niedertemperaturheizungen (z.B. Fußbodenheizungen) und einer Frischwasserstation eingesetzt werden.	
	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 23 - 28 ct/kWh	30.000 € - 45.000 €
Luft-Wasser-Wärmepumpe + Gas-Spitzenlastkessel	Die Luft-Wasser-Wärmepumpe in Verbindung mit einem Gas-Spitzenlastkessel wird bevorzugt in Altbauten mit hohen Vorlauftemperaturen im Heizungssystem und in größeren Gebäuden bivalent eingesetzt.	
	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 28 - 34 ct/kWh	42.000 € - 57.000 €
Sole-Wasser-Wärmepumpe	Die Sole/Wasser-Wärmepumpe nutzt die Umweltwärme mit Hilfe von Erdwärmesonden oder Erdkollektoren. Systembedingt können Wärmepumpen sinnvoll in Kombination mit Niedertemperaturheizungen (z.B. Fußbodenheizungen) und einer Frischwasserstation eingesetzt werden. Die Effizienz kann höher sein als die einer vergleichbaren Luft-Wasser-Wärmepumpe.	
	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 22 - 29 ct/kWh	35.000 € - 55.000 €
Holzpelletkessel + ggf. Solarthermie-Anlage	Eine Pelletheizung verbrennt nachwachsende Rohstoffe. Sind Solaranlage, Pelletkessel und Pufferspeicher aufeinander abgestimmt, erhält der Hausbesitzer eine hervorragende Energieeffizienz und den höchstmöglichen Wärmeertrag – und das sehr umweltschonend. Es besteht ein erhöhter Platzbedarf durch Pelletlager und -austragung.	
ohne Solarthermieanlage	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 24 - 30 ct/kWh	30.000 € - 45.000 €
inkl. Solarthermieanlage	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 28 - 37 ct/kWh	42.000 € - 63.000 €
Fernwärme	Bei einem Anschluss an ein bestehendes Fernwärmenetz, ist die Verfügbarkeit und die Kostenkalkulation abhängig von den lokalen Angeboten der Fernwärmeanbieter.	
Zusatzsysteme	(Systeme, die nur einen Teil der Wärmebereitstellung übernehmen können)	
Solarthermieanlage	Thermische Solaranlage zur Warmwasserbereitung und zur Heizungsunterstützung (ca. 10 m² Kollektorfläche) zur Erfüllung des EWärmeG – 15 % Erneuerbare.	12.000 € - 18.000 €
Photovoltaikanlage + ggf. Stromspeicher	Die Photovoltaikanlage (ca. 10 kWp) wandelt die Sonnenenergie in elektrische Energie um und dient der Eigenstromnutzung. Sinnvoll auch in Kombination mit einer Wärmepumpe.	15.000 € - 35.000 €
Lüftung mit Wärmerückgewinnung	Mechanisches Lüftungssystem (Be- und Entlüftung) mit Wärmerückgewinnung.	10.000 € - 18.000 €

⁴⁾ Investitionskosten inklusive Nebenkosten (Planungskosten), ohne Förderung

⁵⁾ bei unsanierter Gebäudehülle. Die Wärmegestehungskosten sind das Verhältnis der Vollkosten der Wärmeversorgung (Kapital-, Verbrauchs- und Betriebskosten) zur gelieferten Wärme. (Betrachtungszeitraum 20 Jahre, 4% Kapitalzins, ohne Energiepreisteigerung und ohne Förderung).



Stand: Januar 2024

Was Sie noch wissen sollten!

Gesetzliche Rahmenbedingungen

Gebäudeenergiegesetz (GEG):

Ab 2024 muss jede neu eingebaute Heizung zu 65 Prozent mit Erneuerbaren Energien betrieben werden. In Neubaugebieten greift diese Regel direkt ab 1. Januar 2024. Für bestehende Gebäude und Neubauten außerhalb von Neubaugebieten gibt es längere Übergangsfristen: In Großstädten (mehr als 100.000 Einwohnerinnen und Einwohner) werden klimafreundliche Energien beim Heizungswechsel spätestens nach dem 30. Juni 2026 Pflicht. In kleineren Städten ist der Stichtag der 30. Juni 2028. Gibt es in den Kommunen bereits vorab eine Entscheidung zur Gebietsausweisung für zum Beispiel ein Wärmenetz, die einen kommunalen Wärmeplan berücksichtigt, können frühere Fristen greifen.



Alle Infos und Details unter:
<https://www.energiewechsel.de/KAENEf/Navigation/DE/Service/FAQ/GEG/faq-geg.html>

Energie-effizienzklasse	Endenergiebedarf oder -verbrauch in kWh/m²a	Haustyp
A+	unter 30	Neubauten mit höchstem Energiestandard z.B. Passivhaus, KfW 40
A	30 bis unter 50	Neubauten, Niedrigenergiehäuser, KfW 55
B	50 bis unter 75	normale Neubauten
C	75 bis unter 100	Mindestanforderung Neubau
D	100 bis unter 130	gut sanierte Altbauten
E	130 bis unter 160	sanierte Altbauten
F	160 bis unter 200	sanierte Altbauten
G	200 bis unter 250	teilweise sanierte Altbauten
H	über 250	unsanierte Gebäude

Ausblick

Steigerung Komfort / Marktwert

Neben der Energieeinsparung steigert eine energetische Sanierung in erheblichem Maße den Raumkomfort. Beeinträchtigungen, wie beispielsweise kalte Wandoberflächen oder Zugerscheinungen an Fenstern, werden beseitigt. Dies trägt zu einer höheren Behaglichkeit der Bewohner bei und steigert den Wohn- und Marktwert der Immobilie.

Professionelle Planung und Baubegleitung

Es wird dringend empfohlen, umfangreiche energetische Sanierungen professionell planen und umsetzen zu lassen. Die Aufgabe von Energieeffizienz-Expertinnen und Experten ist es, Gebäude – Wohngebäude, Nichtwohngebäude oder auch Baudenkmäler – energetisch zu bauen oder zu sanieren. Sie beraten vor Ort, planen die Maßnahmen und begleiten den Bau oder die Sanierung nach energiespezifischen Vorgaben – immer individuell und entsprechend der jeweiligen Anforderungen und des Budgets ihrer Kunden. Dabei können sie die größtmöglichen Energieeinsparpotenziale für private Bauherren und Bauherren, Kommunen oder Unternehmen erzielen und Fördermittel des Bundes beantragen.



Alle Infos und Details unter:
www.energie-effizienz-experten.de

Förderprogramme

Einzelmaßnahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM)



Alle Infos und Details unter:
www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/effiziente_gebaeude_node.html

Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG)



Alle Infos und Details unter:
www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-fuer-effiziente-Gebaeude/



Lahr ■ Vielfalt im Quadrat

Stadt **Lahr**  **Stabsstelle Umwelt**
Rathausplatz 7
77933 Lahr
07621. 910 06 21
umwelt@lahr.de
www.lahr.de