



Kommunale Wärmeplanung

Endbericht für die Stadt Esslingen am Neckar vom 19.10.2023

bearbeitet am 10.12.2024

Projektpartner

Dieses Projekt wurde unter Zusammenarbeit der Stadt Esslingen am Neckar und der energielenker projects GmbH durchgeführt.

Auftraggeber

Stadt Esslingen am Neckar
Rathausplatz 2
73703 Esslingen am Neckar
Tel.: 0711 3512-2440

Ansprechpartner: Frau Dr. Katja Walther,
Frau Margot Müller
Frau Sabine Frisch

Auftragnehmer

energielenker projects GmbH
Auberlenstraße 13 B
70736 Fellbach
Tel.: +49 520387-10

Ansprechpartner: Martin Mende
Anika Scherenberg



INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	6
1 EINLEITUNG	8
1.1 KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG	8
1.2 HINTERGRUND UND MOTIVATION	9
1.3 VORGEHENSWEISE UND PROJEKTPLANUNG	10
1.4 METHODIK	11
1.4.1 Energie- und CO ₂ -Bilanz	11
1.4.2 Potentialanalyse / Aufstellung Szenarien	11
1.4.3 Akteur*innenbeteiligung	11
1.4.4 Aufstellung Maßnahmenkatalog	11
2 DARSTELLUNG DER AUSGANGSSITUATION	13
2.1 KOMMUNALE BASISDATEN	13
2.1.1 Demografische Entwicklung	14
2.1.2 Energieversorgung	14
2.1.3 Wirtschaft	14
2.1.4 Verkehrliche Anbindung	14
2.2 METHODIK DER DATENAUSWERTUNG	15
2.3 ENDENERGIEEINSATZ ZUR WÄRMEBEREITSTELLUNG UND TREIBHAUSGASEMISSIONEN	16
2.3.1 Endenergieeinsatz zur Wärmebereitstellung Stadt Esslingen am Neckar	16
2.3.2 THG-Emissionen in der Stadt Esslingen am Neckar	19
2.4 AUSWERTUNG DER ANLAGENTECHNIK	21
2.5 WÄRMEBEDARF	23
3 TECHNOLOGIEMATRIX	25
3.1 WÄRMEVERSORGUNGSINFRASTRUKTUR	25
3.1.1 Zentrale Wärmeversorgung	26
3.1.2 Keimzellen	26
3.1.3 Ebene Einzelgebäude	26
3.1.4 Wärmespeicher	27
3.1.5 Erdgasnetz	27
3.2 WÄRMEERZEUGUNGSTECHNOLOGIEN	29

3.2.1	Lokale Biomasse	30
3.2.2	Solare Wärmenetze	31
3.2.3	Wärmepumpen.....	32
3.2.4	Geothermie.....	33
3.2.5	Abwasserwärme	34
3.2.6	Fluss-, See- und Grundwasserwärme.....	35
3.2.7	Abwärmenutzung aus Industrie und Gewerbe.....	36
3.2.8	Power-to-Heat.....	38
3.2.9	Power-to-Gas.....	39
3.2.10	All electric	39
4	POTENZIALANALYSE	40
4.1	SANIERUNG DER WOHN- UND KÖMMUNALEN GEBÄUDE	40
4.2	SOLARENERGIE	44
4.3	WINDENERGIE.....	50
4.4	BIOMASSE	50
4.5	GEOTHERMIE.....	51
4.5.1	Thermische Nutzung von Oberflächengewässern	55
4.5.2	Hydrothermale Grundwassernutzung.....	56
4.5.3	Abwasserwärmenutzung	57
4.6	ABWÄRMEPOTENZIAL.....	59
4.7	ROLLE DER KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG.....	60
4.8	ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALE	61
5	SZENARIENENTWICKLUNG	62
5.1	GRUNDLAGE UND DIFFERENZIERUNG TREND- UND KLIMASCHUTZSZENARIO.....	62
5.2	TRENDSZENARIO	64
5.3	KLIMASCHUTZSZENARIO	66
5.4	FAZIT/ VERGLEICH DER SZENARIEN	68
6	WÄRMEWENDESTRATEGIE	69
6.1	ZIELSZENARIO ESSLINGEN AM NECKAR.....	70
6.2	FOKUSGEBIETE	73
6.2.1	Maßnahmenübersicht.....	74
6.2.2	Maßnahmenkatalog	76

6.3	AKTEUR*INNEN	92
7	FAZIT	94
8	FÖRDERMÖGLICHKEITEN	95
	BAFA: BUNDESFÖRDERUNG FÜR EFFIZIENTE WÄRMENETZE (BEW).....	95
8.1	KRAFT-WÄRME-KOPPLUNGSGESETZ (KWKG)	96
8.2	ERNEUERBARE ENERGIEN-STANDARD (270)	98
8.3	KFW 430: ENERGIEEFFIZIENT SANIEREN	99
8.4	IKK/IKU – ENERGETISCHE STADTSANIERUNG – QUARTIERSVERSORGUNG (201,202)	99
8.5	INNOVATIVE KWK-SYSTEME.....	100
8.6	KOMMUNALE KLIMASCHUTZ-MODELLPROJEKTE	102
9	LITERATURVERZEICHNIS	103
10	ANHANG	104

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1-1: Projektzeitplan [energielenker projects GmbH].....	10
Abbildung 1-2: Arbeitsphasen der kommunalen Wärmeplanung (Quelle: energielenker projects GmbH)	12
Abbildung 2-1: Esslingen am Neckar und seine Ortsteile [energielenker projects GmbH; Datenquelle: Maps4BW]	13
Abbildung 2-2: Prozentualer Anteil der Sektoren am Endenergieeinsatz in Esslingen am Neckar [energielenker projects GmbH, Datengrundlage BICO2BW, Netze BW GmbH und Schornsteinfegerdaten]	16
Abbildung 2-3: Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren und Energieträger in Esslingen am Neckar 2019 [energielenker projects GmbH, Datengrundlage: BICO2BW Netze BW GmbH und Schornsteinfegerdaten]	17
Abbildung 2-4: Verteilung der Wärmeerzeuger nach Energieträgern Esslingen am Neckar [energielenker projects GmbH, Datengrundlage BICO2BW, Netze BW GmbH und Schornsteinfegerdaten]	18
Abbildung 2-5: Treibhausgasemissionen nach Verbrauchssektoren und Energieträger in Esslingen am Neckar 2019 [energielenker projects GmbH, Datengrundlage: BICO2BW, Netze BW GmbH und Schornsteinfegerdaten]	20
Abbildung 2-6: Bestand der erfassten Heizungsanlagen nach Leistungsklassen - Stadtgebiet Esslingen am Neckar [energielenker projects GmbH; Datengrundlage: Schornsteinfegerdaten].....	21
Abbildung 2-7: Bestandsverteilung der Einzelfeuerungsanlagen - Stadtgebiet Esslingen am Neckar [energielenker projects GmbH; Datengrundlage: Schornsteinfegerdaten]	22
Abbildung 2-8: Prozentuale Verteilung der erfassten Wärmeerzeuger - Stadtgebiet Esslingen am Neckar [energielenker projects GmbH; Datengrundlage: Schornsteinfegerdaten]	23
Abbildung 2-9: Wärmelinien dichten der Stadt Esslingen am Neckar	24
Abbildung 2-10: Wärmedichte auf Baublockebene- Stadt Esslingen am Neckar	24
Abbildung 3-1: Komplexe Struktur des Energiesystems der Zukunft mit 100 Prozent erneuerbaren Energien [KEA-BW, Grafik verändert nach Reasearch Center 4DH, Universität Aalborg. Abkürzung WP:Wärmepumpe].....	28
Abbildung 3-2: Wärmespezifischer Urbanitätsgrad in Abhängigkeit von Wärmedichte und Siedlungstyp [Roedel & Partner].....	29
Abbildung 3-3 Freiflächen-Solarthermieranlage in Crailsheim [www.sonnewindwaerme.de/solarthermie/solare-waermenetze-baden-wuerttemberg].....	31
Abbildung 3-4: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie (www.lfu.bayern.de/geologie/geothermie/index.htm)	33
Abbildung 3-5: Nutzung von Abwasserwärme [www.um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/energieeffizienz/abwasserwaermenutzung/]	34
Abbildung 3-6: Energieintensität verschiedener Branchen [Hirtzel und Sonntag]	36
Abbildung 3-7: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit vom Temperaturniveau [dena]	37

Abbildung 3-8: Funktionsweise Elektrodenheizkessel [Stadtwerke Flensburg]	38
Abbildung 3-9: Das Prinzip von „Power-to-Gas“ [Fraunhofer Institut]	39
Abbildung 4-1: Prozentualer Anteil der Gebäudetypen - Stadtgebiet Esslingen am Neckar	40
Abbildung 4-2: Altersstruktur der Wohngebäude - Stadtgebiet Esslingen am Neckar	41
Abbildung 4-3: mögliche Einsparungen bei Erreichung verschiedener jährlicher Sanierungsraten, bei einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahre [energielenker projects GmbH]	43
Abbildung 4-4: Wärmedichte in 2040 auf Baublockeben – Stadtgebiet Esslingen am Neckar	43
Abbildung 4-5: Ausschnitt aus dem Energieatlas des Landes Baden-Württemberg - Solarpotenzial auf Dachflächen [Energieatlas LUBW]	45
Abbildung 4-6: Solare Freiflächenpotenziale - Stadtgebiet Esslingen am Neckar [LUBW]	49
Abbildung 4-7: Eigene Darstellung des Erdwärmekollektoren-Potenzial nach Vorbild des Energieatlas des Landes Baden-Württemberg - Erdwärmekollektoren [LGRB]	52
Abbildung 4-8: Eigene Darstellung des Erdwärmesonden-Potenzial nach Vorbild des Energieatlas des Landes Baden-Württemberg - Erdwärmesonden [LGRB]	53
Abbildung 4-9: Übersicht über Gebiete, die für eine tiefe hydrogeothermische Nutzung möglicherweise geeignet sind [UBA, 2008]	56
Abbildung 5-1: Entwicklung des Wärmebedarfs im Trendszenario (Quelle: energielenker projects GmbH)	64
Abbildung 5-2 Entwicklungen der THG-Emissionen im Trendszenario (Quelle: energielenker projects GmbH)	65
Abbildung 5-3: Entwicklung des Wärmebedarfs im Klimaschutzszenario (Quelle: energielenker projects GmbH)	66
Abbildung 5-4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Klimaschutzszenario (Quelle: energielenker projects GmbH)	67
Abbildung 6-2: Zielszenario - dezentral, zentral für die Stadt Esslingen	71
Abbildung 6-3: Beispielauszug aus Steckbrief - dezentrales Versorgungsgebiet	72
Abbildung 6-4: Maßnahmenübersicht Esslingen (energielenker projects GmbH)	73

1 EINLEITUNG

Im Kontext der Verpflichtungen des Kyoto-Protokolls und des Ziels der Staatengemeinschaft, die globale Erwärmung auf maximal 2° Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen, hat Deutschland sich zu einem aktiven Klimaschutz verpflichtet. Nicht zuletzt durch die UN-Klimakonferenz in Paris im Winter 2015, in deren Rahmen ein Folgeabkommen zum Kyoto-Protokoll (Festlegung von weltweit verbindlichen Klimazielen) verabschiedet wurde, ist die weltweite Verpflichtung zu mehr Klimaschutz auf nationaler Ebene bestätigt worden. Gleichzeitig ist und bleibt klar: Die Klimaschutzziele sind nur zu erreichen, wenn vor Ort konkrete Klimaschutzinitiativen und -projekte gestartet und umgesetzt werden.

Weltweit können Temperaturanstiege, schmelzende Gletscher und Pole, ein ansteigender Meeresspiegel, Wüstenbildung und Bevölkerungswanderungen als Auswirkungen des Klimawandels beobachtet werden. Obwohl das Ausmaß der von der Erwärmung abhängigen Szenarien zum jetzigen Zeitpunkt kaum vorhersagbar ist, sind auch in Deutschland die Folgen des Klimawandels deutlich spürbar, wie die steigende Anzahl extremer Wetterereignisse (z.B. in 2014 „Pfingststurm Ela“), Ausbreitung von wärmeliebenden Tierarten (z.B. tropische Mückenarten am Rhein) oder die stetig steigende jährliche Durchschnittstemperatur (z.B. Sommer 2018) verdeutlichen.

Vor diesem Hintergrund hat die Bundesregierung gesetzlich verankert, den bundesweiten Ausstoß von Kohlenstoffdioxid und anderen Treibhausgasen bis 2030 um 65 Prozent, bis 2040 88 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 zu senken. Bis zum Jahr 2045 soll Deutschland die Treibhausgasneutralität erreichen. (vgl. BKG 2021, S. 5). Darüber hinaus hat sich Deutschland auf dem UN-Klimaschutzgipfel in New York dazu bekannt, Treibhausgasneutralität bis 2050 als langfristiges Ziel zu verfolgen (BMU 2019). Das soll vor allem durch den Ausbau erneuerbarer Energien und eine Steigerung der Energieeffizienz erreicht werden.

Um dies zu erreichen, hat das Land Baden-Württemberg im Gesetzesbeschluss zur Weiterentwicklung des Klimaschutzes vom 14. Oktober 2020 die kommunale Wärmeplanung für Stadtkreise und große Kreistädte in Baden-Württemberg verpflichtend festgeschrieben, und damit die Relevanz der regionalen und lokalen Ebene bei der Umsetzung der Wärmewende deutlich hervorgehoben.

1.1 KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Die kommunale Wärmeplanung ist ein strategisches Instrument, welches den Kommunen ermöglicht, das Thema Wärme im Rahmen der nachhaltigen Stadtentwicklung zu gestalten. Dabei entwickeln die Kommunen eine langfristige Strategie zur Umstellung der Wärmeversorgung auf Klimaneutralität, die die örtlichen Gegebenheiten bestmöglich berücksichtigt. Dies beinhaltet eine Analyse des Wärmebedarfs vor Ort sowie Maßnahmen, um diesen zukünftig mit erneuerbaren Energien zu decken.

Die Wärmeplanung bietet den Kommunen einen starken Hebel, um die Energiewende im Wärmebereich sowohl schneller und auch effizienter voranzutreiben. Der ganzheitliche und konsequente Ansatz, der auf Klimaneutralität ausgerichtet ist, gibt der Verwaltung und den kommunalen Entscheidungsträgern eine strategische Handlungsgrundlage und Fahrplan, der ihnen in den kommenden Jahren Orientierung und einen Handlungsrahmen

bietet. Durch die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung in einem Rhythmus von sieben Jahre wird sichergestellt, dass die Ergebnisse auf dem neuesten Stand sind. Ein Wärmeplan ersetzt jedoch niemals eine detaillierte Planung eines Wärmenetzes vor Ort oder eine umfassende Betrachtung in einem bestimmten Quartier.

Die Bestimmungen zum Umfang, Inhalt und den damit verbundenen Befugnissen der kommunalen Wärmeplanung werden im Klimaschutzgesetz von 2020 für alle Kommunen festgelegt, unabhängig von ihrer Einwohnerzahl oder ihrem Status. Die großen Kreisstädte und Stadtkreise sind gemäß dem Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg verpflichtet, einen kommunalen Wärmeplan zu erstellen (siehe § 27 Nr.3, KlimaG BW) (KEA-BW, Die Landesagentur, 2023). Die übrigen Kommunen werden ab Oktober 2021 durch ein Förderprogramm finanziell bei dieser wichtigen Aufgabe unterstützt. Ziel der Landesregierung Baden-Württemberg ist es, dass bis 2026 50 % der Gemeinden eine freiwillige kommunale Wärmeplanung vorliegen haben, während die 103 Stadtkreise und größeren Kreisstädte im Land zur kommunalen Wärmeplanung verpflichtet sind (KEA-BW, Die Landesagentur, 2023).

1.2 HINTERGRUND UND MOTIVATION

Die Stadt Esslingen am Neckar hat die Aufgabe des Klimaschutzes bereits in der Vergangenheit als eine wichtige kommunale Aufgabe verstanden und befasst sich daher seit mehreren Jahren mit Maßnahmen zur Einschränkung der Treibhausgasmissionen auf dem Stadtgebiet. Seit 2001 ist die Stadt Esslingen am Neckar Teil des Klimabündnisses und bereits 2007 wurde zusammen mit dem Gemeinderat das Ziel formuliert und beschlossen, bis 2020 25 % weniger CO₂-Emissionen im Vergleich zu 2007 zu erzeugen. Im Klimaschutzfahrplan von 2010 wurden erste Ziele gesetzt und Maßnahmen formuliert. Damit wurde bereits vor mehr als 10 Jahren das Ziel gesetzt, den Ausbau der Nah- und Fernwärme voranzutreiben, innovative KWK-Projekte umzusetzen und insgesamt erneuerbare Energien zu stärken.

Schon 2010 erstellte die Stadt Esslingen ihr erstes Klimaschutzkonzept, welches neben der Bilanz und Szenarien, vor allem ein umfassendes Maßnahmenpaket beinhaltet. Am 28. Juni 2010 wurde es durch den Gemeinderat beschlossen. Seither arbeitet die Stadt kontinuierlich an der Umsetzung der über 40 Projekte.

Mit dem vorliegenden kommunalen Wärmeplan sollen neue klimapolitische Themenfelder erschlossen werden. Eine Vernetzung zwischen den relevanten Akteur*innen und Verbrauchssektoren in Esslingen am Neckar soll zu mehr Energieeffizienz sowie zur Erhöhung der Wärmeerzeugung aus regenerativen Energiequellen beitragen.

Auch bereits bestehende Einzelaktivitäten und Projektansätze sollen aufgenommen, gebündelt, weiterentwickelt und ergänzt werden. Auf diese Weise erhält die Stadt Esslingen am Neckar ein Instrument, mit dem die zukünftige Energie- und Klimaarbeit konzeptionell nachhaltig gestaltet werden kann. Die Erarbeitung des Konzeptes erfolgt in Zusammenarbeit mit lokalen Akteur*innen, um nachhaltige Projektansätze zu schaffen und Multiplikatoren- und Synergieeffekte zu nutzen. Denn der Erfolg des Konzeptes hängt wesentlich davon ab, inwieweit die lokalen Akteur*innen und weitere Aktive in Esslingen am Neckar tätig und zum Mitmachen animiert werden. Denn nur durch die umfassende Aktivität Vieler sind die gesetzten Klimaschutzziele zu erreichen.

1.3 VORGEHENSWEISE UND PROJEKTPLANUNG

Zur erfolgreichen Erstellung der kommunalen Wärmeplanung bedarf es einer ausführlichen Vorarbeit und einer systematischen Projektbearbeitung. Hierzu sind unterschiedliche Arbeitsschritte notwendig, die aufeinander aufbauen und die relevanten Einzelheiten sowie projektspezifischen Merkmale einbeziehen. Die Konzepterstellung lässt sich grob in die nachfolgenden Bausteine gliedern:

1. Bestandsaufnahme mit quantitativer Energie- und THG-Bilanz
2. Berechnung der Potentiale und Aufstellung von Szenarien
3. Akteur*innen Beteiligung
4. Erstellung eines Maßnahmenkatalogs
5. Verstetigung, Controlling und Berichtserstellung

Die nachfolgende Abbildung visualisiert die Zeitschiene und die seitens der Stadt Esslingen am Neckar gewählte Vorgehensweise zur Erstellung des Konzeptes. Nachstehend werden wesentliche Bausteine der kommunalen Wärmeplanung erläutert.

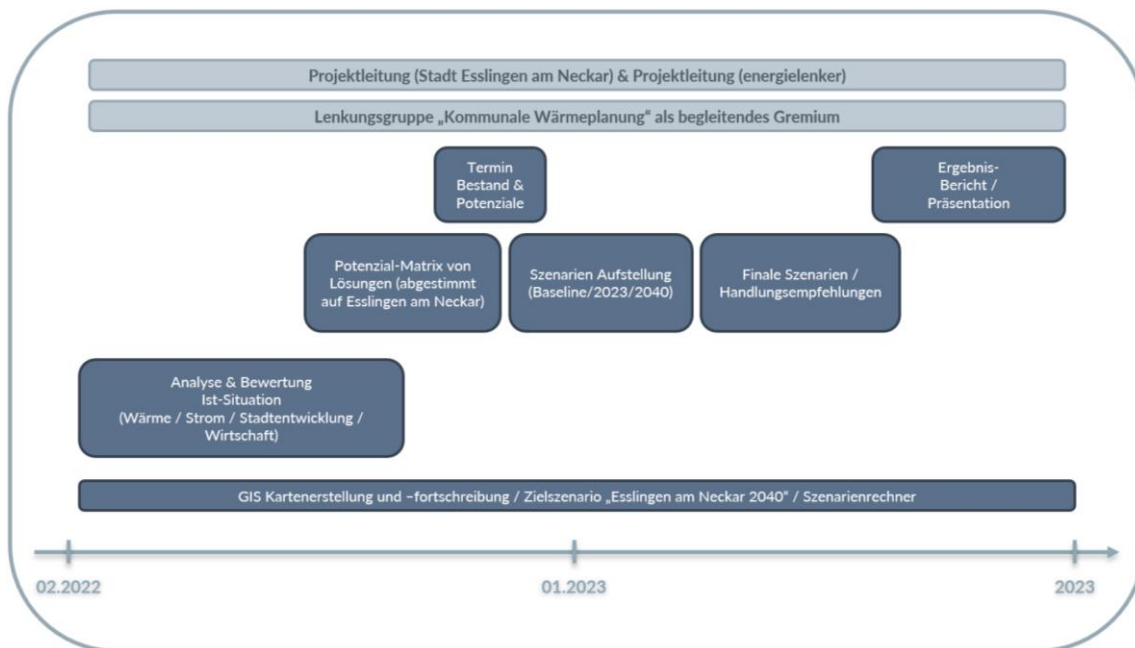


Abbildung 1-1: Projektzeitplan [energielenker projects GmbH]

1.4 METHODIK

1.4.1 Energie- und CO₂-Bilanz

Mit der Aufstellung der Energie- bzw. Wärme- und der CO₂-Bilanz wird zunächst der Status quo des Wärmeverbrauchs und des CO₂-Ausstoßes auf dem Gebiet der Stadt Esslingen am Neckar festgestellt.

Die Höhe und die Verteilungen der CO₂-Emissionen auf die Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und kommunale Liegenschaften, sowie die Art der eingesetzten Energieträger nimmt Einfluss auf festzulegende Themenschwerpunkte und Maßnahmen des Konzeptes.

1.4.2 Potentialanalyse / Aufstellung Szenarien

Auf Basis der Energie- und CO₂-Bilanz und unter Berücksichtigung der Entwicklungspotentiale sowie der Ziele der Stadt Esslingen am Neckar werden CO₂-Minderungspotentiale bestimmt und Entwicklungsszenarien für die Jahre 2030 und 2040 aufgestellt. Mit Hilfe der Szenarien können konkrete Klimaschutzziele für Esslingen am Neckar abgeleitet werden.

1.4.3 Akteur*innenbeteiligung

Die Erarbeitung des Konzeptes erfolgt mit der Teilnahme und Unterstützung zahlreicher Akteur*innen. Neben Mitarbeitenden der Stadtverwaltung und der Politik sind hier vor allem die Energieversorger zu nennen, die in den Prozess der Konzepterstellung einbezogen wurden.

1.4.4 Aufstellung Maßnahmenkatalog

Neben der Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien ist die effiziente Energienutzung die Voraussetzung für das Gelingen der Wärmewende. Die lokale Verknüpfung von Energieströmen erfordert einen integrierten Ansatz, bei dem die Sektoren Strom und Wärme systemisch betrachtet werden. Die Maßnahmen sind als Projektvorschläge zu verstehen, die zur Erreichung der energiepolitischen Ziele der Stadt Esslingen am Neckar beitragen sollen.

Im Rahmen des Erarbeitungsprozesses der kommunalen Wärmeplanung erfolgte darüber hinaus ein regelmäßiger Austausch mit den Projektbeteiligten und der Projektgruppe.

Durch den Prozess der kommunalen Wärmeplanung werden Potenziale und Bedarf systematisch zusammengeführt, um Einsatzmöglichkeiten der Energiequellen in einem Wärmesystem zu definieren und vor Ort umzusetzen mit dem Ziel eine klimaneutrale Lösung zu erreichen.

Die detaillierte Beschreibung der Fokusgebiete und der fünf priorisierten Maßnahmen, soll dazu beitragen, die erforderlichen Treibhausgas-minderungen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Diese sind spezifisch auf verschiedene Eignungsgebiete und Stadtquartiere ausgerichtet.

Die kommunale Wärmeplanung dient als strategischer Handlungsrahmen und Orientierungshilfe für die anschließende Umsetzungsphase. Die Ergebnisse und Handlungsempfehlungen des Wärmeplans dienen als Grundlage für die zukünftige Stadt- und Energieplanung der Stadt Esslingen. Die nachfolgende Abbildung 1-2 verdeutlicht die Arbeitsphasen der kommunalen Wärmeplanung.

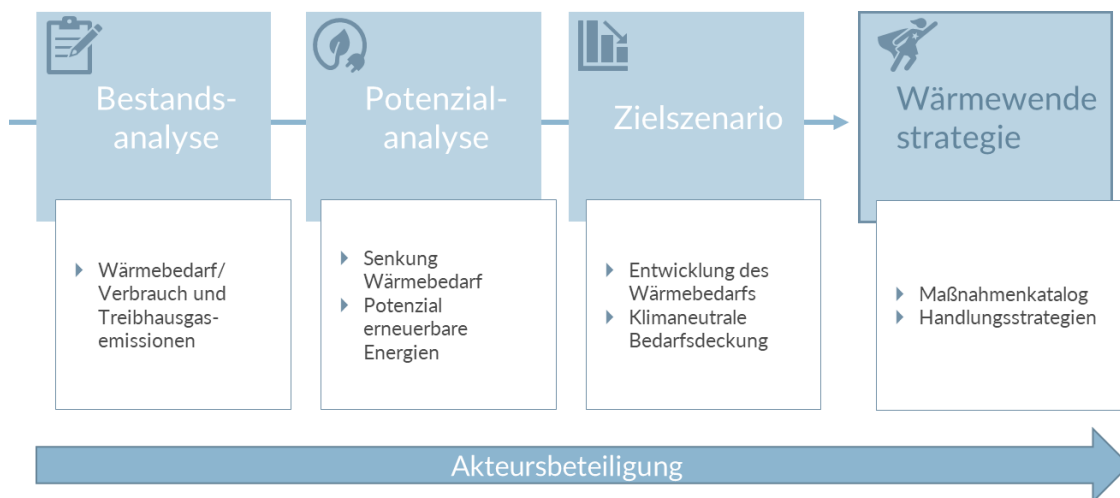


Abbildung 1-2: Arbeitsphasen der kommunalen Wärmeplanung (Quelle: energielenker projects GmbH)

2 DARSTELLUNG DER AUSGANGSSITUATION

2.1 KOMMUNALE BASISDATEN

Esslingen am Neckar ist eine alte Stadt, die erstmals im 8. Jahrhundert urkundlich erwähnt wurde. Mit ihrer lebendigen Kulturlandschaft, mit Museen, Theater und Baudenkmälern und wichtigen öffentlichen Einrichtungen wie der Fachhochschule, stellt die Stadt Esslingen ein wichtiges Mittelzentrum im Landkreis Esslingen dar.

Esslingen am Neckar setzt sich aus 24 Stadtteilen zusammen. Die Namen lauten Berkheim, Brühl, Hegensberg, Hohenkreuz, Innenstadt, Kennenburg, Kimmichweiler/Oberhof, Krummenacker, Liebersbronn, Mettingen, Neckarhalde, Oberesslingen, Obertal, Pliensauvorstadt, Rüdern, Serach, Sankt Bernhardt, Sirnau, Sulzgries, Wäldenbronn, Weil, Wiflingshausen, Zell, Zollberg, und werden in Abbildung 2-1 dargestellt.

Die Stadt Esslingen am Neckar liegt im Zentrum des Bundeslandes Baden-Württemberg und grenzt südöstlich an die Landeshauptstadt Stuttgart. Die Stadt liegt an einer Engstelle des Neckars, außerdem charakteristisch für die Stadt ist, dass hier neben Göttingen und Limburg an der Lahn die ältesten Fachwerkhäuser Deutschlands stehen.

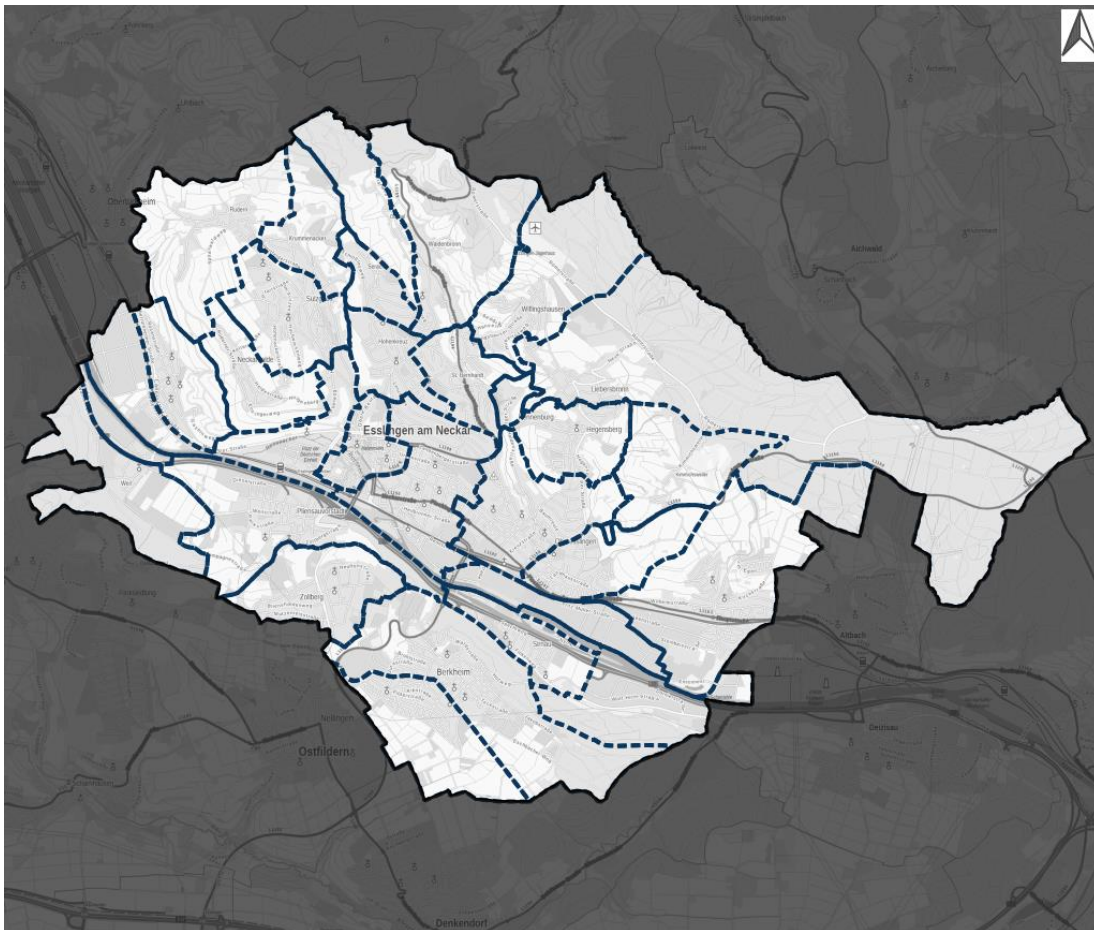


Abbildung 2-1: Esslingen am Neckar und seine Ortsteile [energielenker projects GmbH; Datenquelle: Maps4BW]

2.1.1 Demografische Entwicklung

Esslingen am Neckar ist bis 2019 stetig gewachsen und weist aktuell einen leichten Rückgang der Bevölkerungszahlen auf und zählt 94.378 Einwohner (Stand: 2020). In einer Prognose rechnet die Bertelsmann-Stiftung bis 2030 mit einem leichten weiteren relativen Bevölkerungswachstum von + 4 % ¹.

2.1.2 Energieversorgung

Die Stadtwerke Esslingen sind der lokale Energieversorger für die Stadt Esslingen am Neckar sowie die umliegenden Städte Aichwald, Teile von Altbach, Wernau, Wendlingen Köngen, Denkendorf und Teile von Ostfildern. Unter dem Motto „Für Sie vor Ort. Verwurzelt in der Region.“ beliefern sie die Haushalte und Unternehmen im Versorgungsgebiet mit Erdgas und Wasser.

2.1.3 Wirtschaft

Durch die Einbindung der Stadt Esslingen am Neckar in die Metropolregion Stuttgart gilt die Stadt als bedeutender Wirtschaftsstandort. Geprägt ist die Stadt durch Elektroindustrie, Fahrzeugbau, Maschinenbau, aber auch Dienstleistungen, Medien und Verlage. Die meisten der Großunternehmen in Esslingen sind Global-Player wie: Daimler AG, Festo, Eberspächer, INDEX-Gruppe, Citizen Machinery Europe und die EnBW.

2.1.4 Verkehrliche Anbindung

Über die Bundesstraße 10 ist die Kommune an das überregionale Straßennetz angeschlossen, sodass die Stadt Esslingen am Neckar mit dem Auto gut zu erreichen ist. Zudem ist die Stadt Teil der Filstalbahn. Mit ihrem Bahnhof im Stadtzentrum hat sie Anbindung an die Bahnstrecke Stuttgart-Ulm. Die Haltestelle Bahnhof Esslingen am Neckar wird von Regionalbahn-Zügen und der S-Bahn der Linie S1 angefahren.

¹ Die Annahmen der Bevölkerungsvorausberechnung basieren auf Daten aus dem Jahr 2012 und sind damit inzwischen veraltet.

Die Veröffentlichung einer neuen Vorausberechnung mit Zeithorizont 2040 wird sich, aufgrund der schwierigen Datenlage, weiter verzögern. Einen Veröffentlichungstermin kann die Bertelsmann-Stiftung derzeit noch nicht bestimmen.

2.2 METHODIK DER DATENAUSWERTUNG

Zur Entwicklung einer zukunftsfähigen Wärmestrategie ist zunächst eine Analyse der Ist-Situation erforderlich. Auf Basis, der durch die Stadt Esslingen am Neckar zur Verfügung gestellten Energieversorgungsdaten wurden die Endenergieverbräuche für die leitungsgebundenen Energieträger ermittelt. In Esslingen am Neckar belaufen sich diese auf Strom, Gas und Wärme.

Neben dem genannten Datensatz wurden die Daten der Bezirksschornsteinfeger für das Stadtgebiet Esslingen am Neckar, sowie die Endenergieverbräuche der kommunalen Gebäude von der Stadt zur Verfügung gestellt. Durch die ergänzenden Daten konnten die nicht-leitungsgebundenen Energieträger ermittelt werden.

Die Daten der Bezirksschornsteinfeger enthalten sowohl die Anzahl der jeweiligen Anlagenarten (nach Energieträger) als auch eine Einteilung in Leistungs-/ sowie Altersklassen.

Um von der Anlagenleistung der Ölheizungen und Festbrennstoffheizungen wurden Stadtspezifische Volllaststunden berechnet und für die Berechnung der Wärmemenge herangezogen. Dabei wurden mit Gas-Verbrauchswerte und die von den Schornsteinfegern vorhandenen Leistungsdaten der Gasanlagen, Volllaststunden für die Stadt Esslingen am Neckar ermittelt. Dazu erforderlich war die gebäudescharfe Lieferung der Leistungsklassen, die eine Annäherung an die tatsächlichen Endenergiewerte darstellt.

Keine Daten liegen zur Wärmebereitstellung durch Umweltwärme vor. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die vorhandenen Daten den Großteil der eingesetzten Energieträger abbilden. Wenngleich erneuerbare Energien bereits einen entscheidenden Anteil am Strommix in Deutschland haben, so ist der Anteil im Wärmebereich derzeit als gering einzuschätzen. Recherchearbeiten innerhalb der Studie lassen die Vermutung zu, dass dies auch auf die Wärmeversorgung auf dem Stadtgebiet von Esslingen am Neckar zutrifft.

Ergänzend zur Energiebilanz wurde eine Treibhausgasbilanz erstellt. Zur Erstellung der Treibhausgasemissionen wurde mit dem Tool Bico2BW gearbeitet, welches auf BSKO – „Bilanzierungs-Systematik Kommunal“ basiert. Hier werden CO₂-Faktoren angenommen, die überwiegend auf Daten der GEMIS-Datenbank und Studien des Umweltbundesamtes zurückgreifen.

Die Darstellung und Auswertung der relevanten Gebäudedaten (bspw. Gebäudenutzung, Baualtersklasse) findet im nachfolgenden Kapitel 4.1, im Rahmen der Potenzialanalyse, statt.

2.3 ENDENERGIEEINSATZ ZUR WÄRMEBEREITSTELLUNG UND TREIBHAUSGASEMISSIONEN

Für die Erstellung von Reduktionsszenarien ist die Definition einer Ausgangsbilanz erforderlich. Aufgrund der Daten aus verschiedenen Quellen und Jahren (2019/2020) sowie notwendigen Hochrechnungen, ist sie als Annäherung an den tatsächlichen Endenergieeinsatz zu verstehen. Die Endenergie ist die Energie, die nach Wandlungs- und Übertragungsverlusten von der Primärenergie übrigbleibt und die den Hausanschluss des Energienutzers passiert.

Die Ausgangsbilanz dient als Grundlage, um nach der Bewertung verschiedener Einsparpotenziale in den Sektoren Privat, Wirtschaft und Kommune, den Endenergiebedarf im Jahr 2040 zu prognostizieren.

Ein interkommunaler Vergleich dieser Bilanz ist häufig nicht zielführend, da regionale und strukturelle Unterschiede sehr hohen Einfluss auf die Energieverbräuche und THG-Emissionen von Kommunen haben.

Im Folgenden werden die Endenergieverbräuche sowie die THG-Emissionen der Stadt Esslingen am Neckar, aufgeschlüsselt und nach Sektoren, dargestellt.

2.3.1 Endenergieeinsatz zur Wärmebereitstellung Stadt Esslingen am Neckar

Das Stadtgebiet Esslingen am Neckar weist sektorenübergreifend einen Endenergiebedarf von rund 1.082.420 MWh/a auf.

Abbildung 2-2 stellt die prozentuale Verteilung des Endenergieeinsatz je Sektor dar. Demnach lässt sich anhand der nachfolgenden Verteilung feststellen, dass der Sektor der Wirtschaft mit 57 % den größten Anteil am Gesamtendenergieeinsatz ausmacht. Der private Sektor nimmt einen Anteil von 41 % ein und kommunale Gebäude einen prozentualen Anteil von 2 %.

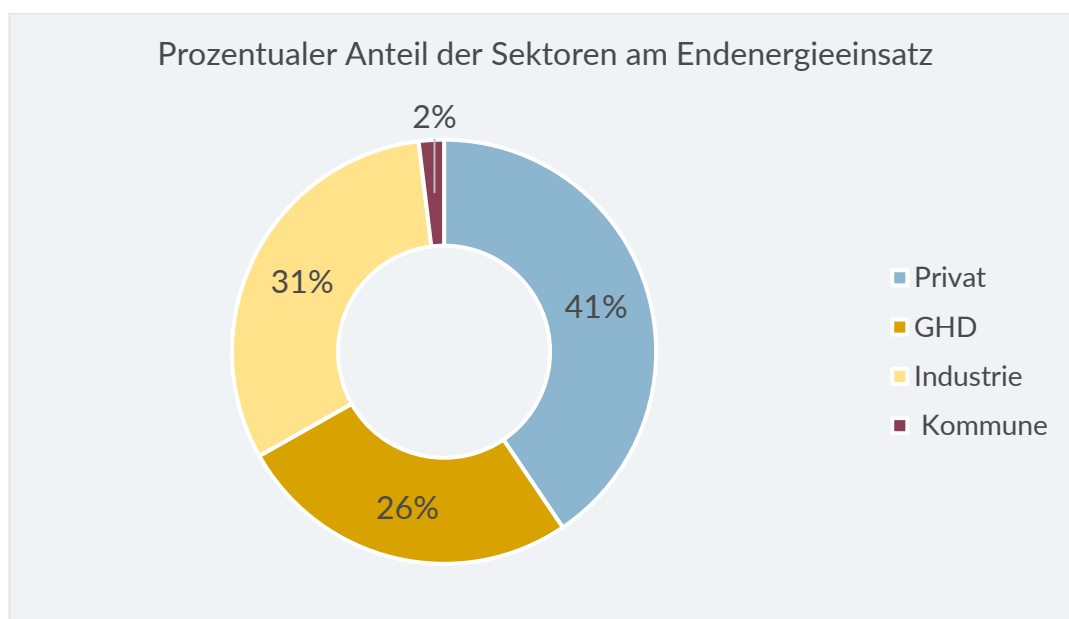


Abbildung 2-2: Prozentualer Anteil der Sektoren am Endenergieeinsatz in Esslingen am Neckar [energielenker projects GmbH, Datengrundlage BICO2BW, Netze BW GmbH und Schornsteinfegerdaten]

In allen drei Sektoren ist Erdgas der Energieträger, der am häufigsten eingesetzt wurde. Der leitungsgebundene Energieträger Erdgas hat einen Anteil von ca. 56 %. Der Wirtschaftssektor setzt dabei prozentual mehr auf Erdgas als der private Sektor.

Insgesamt deckt Erdgas etwa 59 % des Endenergieverbrauchs der Unternehmen. Private Haushalte setzen hingegen zu 51 % auf Erdgas. Die prozentual großen Anteile an Erdgas lassen sich durch das gut ausgebaute Gasnetz erklären. In Zukunft kann dieses Netz zur nachhaltigen Energieversorgung beitragen, indem es zur Verteilung klimafreundlicher, leitungsgebundener Energieträger wie synthetische Gase oder gar Wasserstoff dient.

Der Energieträger Heizöl weist im Wirtschaftssektor einen Anteil von ca. 30 % und im privaten Sektor einen Anteil von 19 % auf.

Der Wärmebedarf der kommunalen Gebäude wird zu rund 60 % durch Erdgas gedeckt. Die restlichen 40 % des Bedarfs werden über Fernwärme gedeckt. Heizöl hat keinen Anteil an der Wärmeversorgung kommunaler Gebäude.

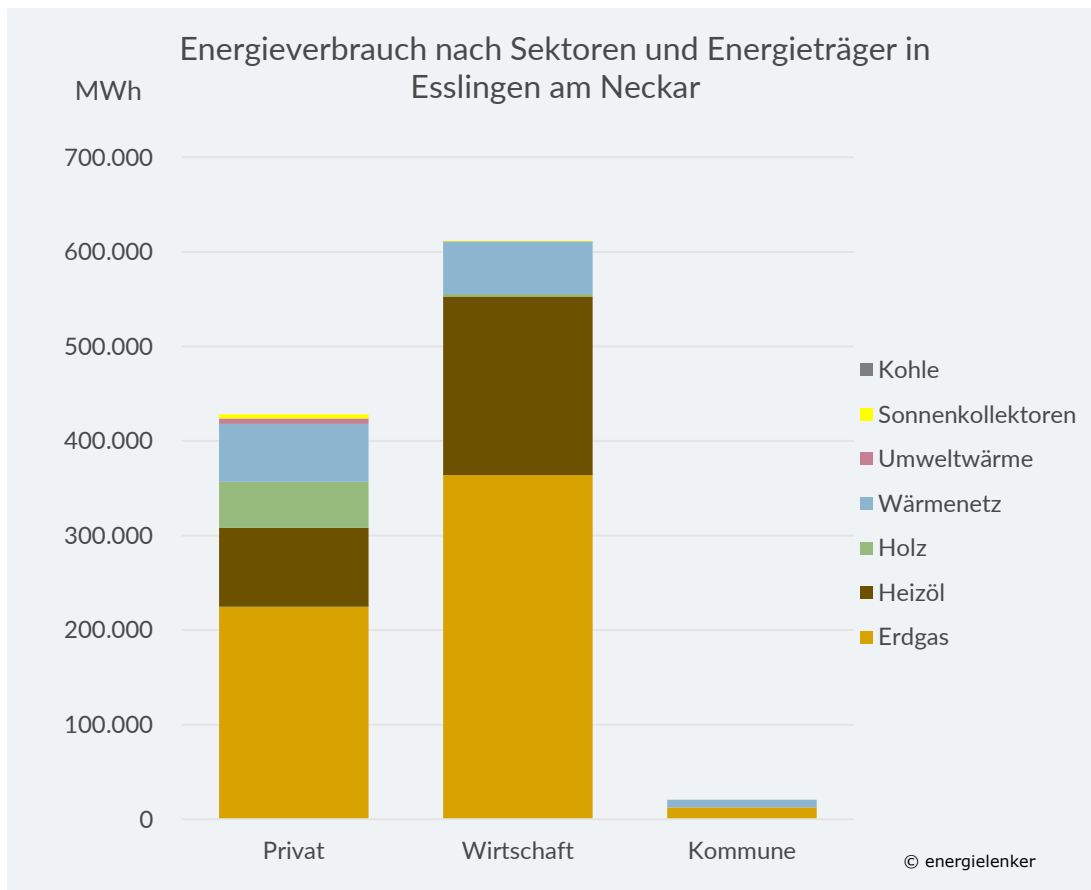


Abbildung 2-3: Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren und Energieträger in Esslingen am Neckar 2019 [energielenker projects GmbH, Datengrundlage: BICO2BW Netze BW GmbH und Schornsteinfegerdaten]

Insgesamt stellen die Energieträger Erdgas und Heizöl somit 81 % der Endenergie zur Wärmebereitstellung. Der verbleibende Bedarf wird durch Fernwärme (ca. 11 %), Biomassefeuerungen (ca. 5 %) und Heizstrom (ca. 1 %) gedeckt. Umweltwärme, Sonnenkollektoren und sonstige Energieträger haben einen Anteil von < 1 % am Endenergiemix.

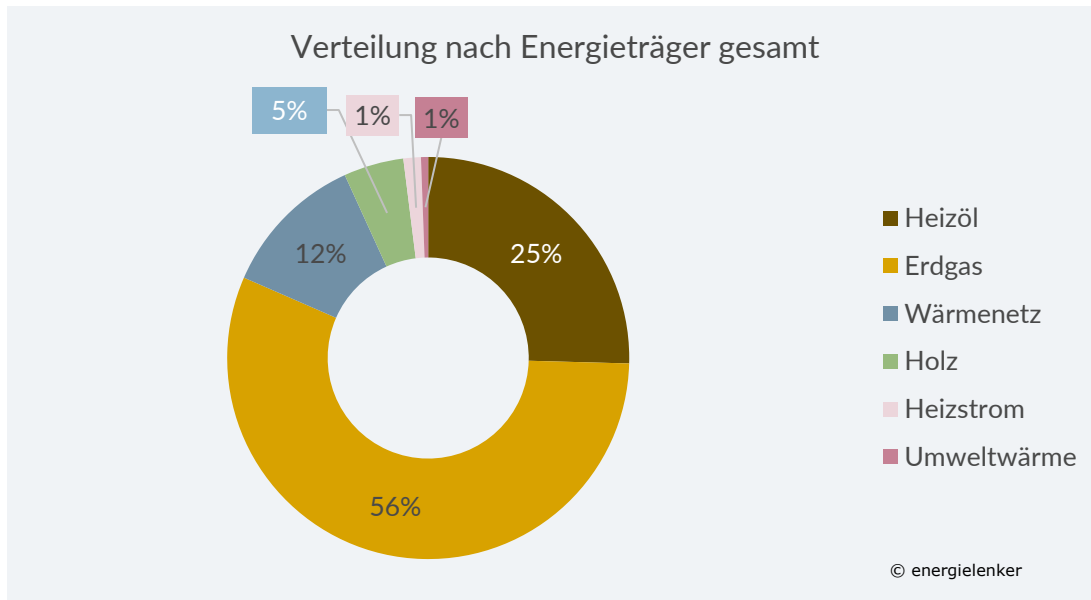


Abbildung 2-4: Verteilung der Wärmeerzeuger nach Energieträgern Esslingen am Neckar [energielenker projects GmbH, Datengrundlage BICO2BW, Netze BW GmbH und Schornsteinfegerdaten]

2.3.2 THG-Emissionen in der Stadt Esslingen am Neckar

Die CO₂ – Emissionsfaktoren sind durch die Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg vorgeschlagen und werden nachfolgend zur Bilanzierung der Treibhausgasemissionen angewandt. Die Emissionsfaktoren setzen sich zusammen aus Kennwerten des Forschungsinstitutes IFEU, der GEMIS, IINAS und dem GEG. Dabei handelt es sich um so genannte LCA-Faktoren (life-cycle-analysis, engl. für Lebenszyklusanalyse), also Faktoren, welche die gesamten zur Produktion und Distribution benötigten Vorketten einbeziehen. Da es sich um CO₂-Äquivalent Faktoren handelt, also Emissionsfaktoren, die Kohlenstoffdioxid-Äquivalente bewerten, wurden die Wirkungen weiterer Treibhausgase neben Kohlenstoffdioxid (CO₂), wie z. B. Methan und Stickoxide, in CO₂-Äquivalente umgerechnet und in den Faktor einbezogen. Beispielsweise entspricht 1 kg Methan etwa 21 kg CO₂-Äquivalent. Deshalb sind die verwendeten CO₂-Emissionsfaktoren immer etwas höher als reine CO₂-Faktoren, da die Auswirkungen weiterer Treibhausgase mit bilanziert werden (im Folgenden vereinfacht nur mit CO₂ bezeichnet).

Tabelle 2.1: Emissionsfaktoren der Energieträger (Quelle: Technologie - Katalog der Klima- und Energieagentur Baden-Württemberg)

Ausgewählte Energieträger	CO ₂ -Emissionsfaktor [g/kWh]
Heizöl	311
Erdgas	233
Wärmenetz	261*
Holz	22
Umweltwärme	40
Sonnenkollektoren	25
Biomethan**	90
Abfall	121
Flüssiggas	270
Kohle	473

Entsprechend der aufgestellten Ausgangsbilanz fallen auf dem Stadtgebiet Esslingen am Neckar CO₂-Emissionen in Höhe von knapp 278.000 Tonnen pro Jahr an.

Entsprechend dem Energieträgereinsatz sind die prozentualen Anteile der Sektoren an den stadtweiten CO₂-Emissionen ähnlich, mit einem leichten Übergewicht des Sektors Wirtschaft. Dieser hat einen Anteil von 60 %. Der Privatsektor hat einen Anteil von 38 %. Die übrigen Emissionen von etwa 2 % entfallen auf die kommunalen Gebäude.

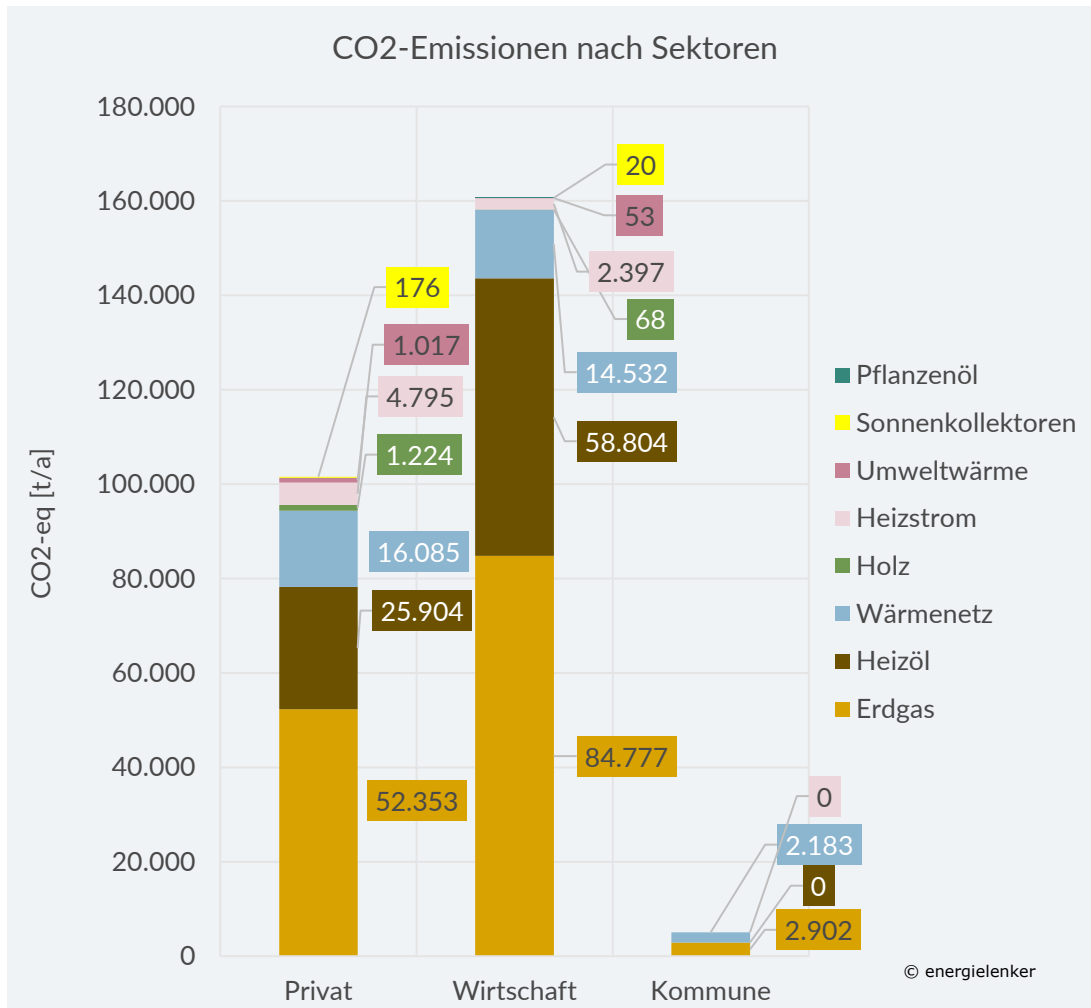


Abbildung 2-5: Treibhausgasemissionen nach Verbrauchssektoren und Energieträger in Esslingen am Neckar 2019 [energielenker projects GmbH, Datengrundlage: BICO2BW, Netze BW GmbH und Schornsteinfegerdaten]

2.4 AUSWERTUNG DER ANLAGENTECHNIK

Insgesamt sind 29.266 heiztechnische Anlagen durch die Daten des Schornsteinfegers erfasst. Dies ist nach Anzahl je Leistungsklasse dargestellt.

Den Großteil der Heiztechnik bilden die 10.176 Gasfeuerungsanlagen. 6.435 entfallen dabei auf den Leistungsbereich zwischen 11 und 25 kW, welche im Wesentlichen dem Wohngebäudebereich zugeordnet werden können. Sowohl im Bereich der Feuerungsanlagen bis 25 kW als auch über das Gesamtbild sind Gasfeuerungsanlagen am häufigsten vertreten. Die effizientere Ausführung, die Gasbrennwertgeräte, weisen einen Anteil von 22 % auf. Diese haben einen Effizienzvorteil aufgrund der Nutzung der Wärme im Abgas des Systems, sodass hier bereits ein Effizienzpotenzial durch die Umrüstung der Heizwert-Gasheizungen auf die brennwertnutzenden Systeme festzustellen ist.

Des Weiteren werden auf dem Stadtgebiet gut 3.517 Ölfeuerungsanlagen betrieben. Die Ölbrennwertanlagen haben einen Anteil von 2 %. Im Gegensatz zu den Gas-Brennwertanlagen, haben sich Öl-Brennwertanlagen im Allgemeinen nicht durchgesetzt und fanden keine weite Verbreitung. Dies gilt auch für Esslingen am Neckar.

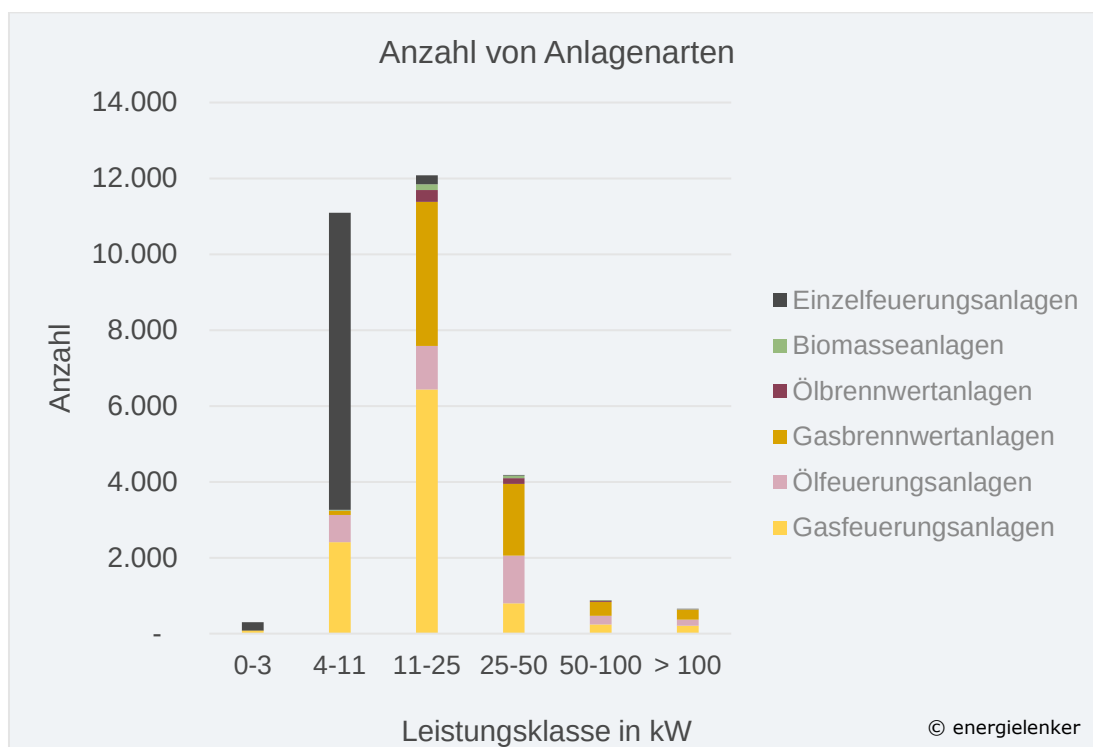


Abbildung 2-6: Bestand der erfassten Heizungsanlagen nach Leistungsklassen - Stadtgebiet Esslingen am Neckar [energielenker projects GmbH; Datengrundlage: Schornsteinfegerdaten]

Feststoffanlagen teilen sich in Holz- und Kohleheizungen auf. In Esslingen am Neckar machen Feststoffanlagen mit in etwa 28 % einen marginalen Anteil aus. Kohleheizungen haben dabei keinen nennenswerten Anteil (< 1 %).

Die Energieträger Holz und Kohle werden, neben dem Einsatz in den sogenannten Feststoffanlagen, auch in den Einzelraumfeuerungsanlagen eingesetzt. Auch Öl kommt in diesen Feuerstätten auf dem Stadtgebiet Esslingen am Neckar zum Einsatz. Sämtliche Anlagen werden in der Kategorie *bis 11 kW* geführt. Hauptsächlich vertreten sind hier die Einzelraumfeuerungsanlagen, welche den Energieträger Holz zur Wärmeenergieerzeugung einsetzen.

Insgesamt beläuft sich die Anzahl auf 7.673 Anlagen. Unter den Einzelfeuerungsanlagen nutzen 40 Anlage Kohle zur Wärmeerzeugung, weitere 5.659 den Energieträger Heizöl und 416 Öl.

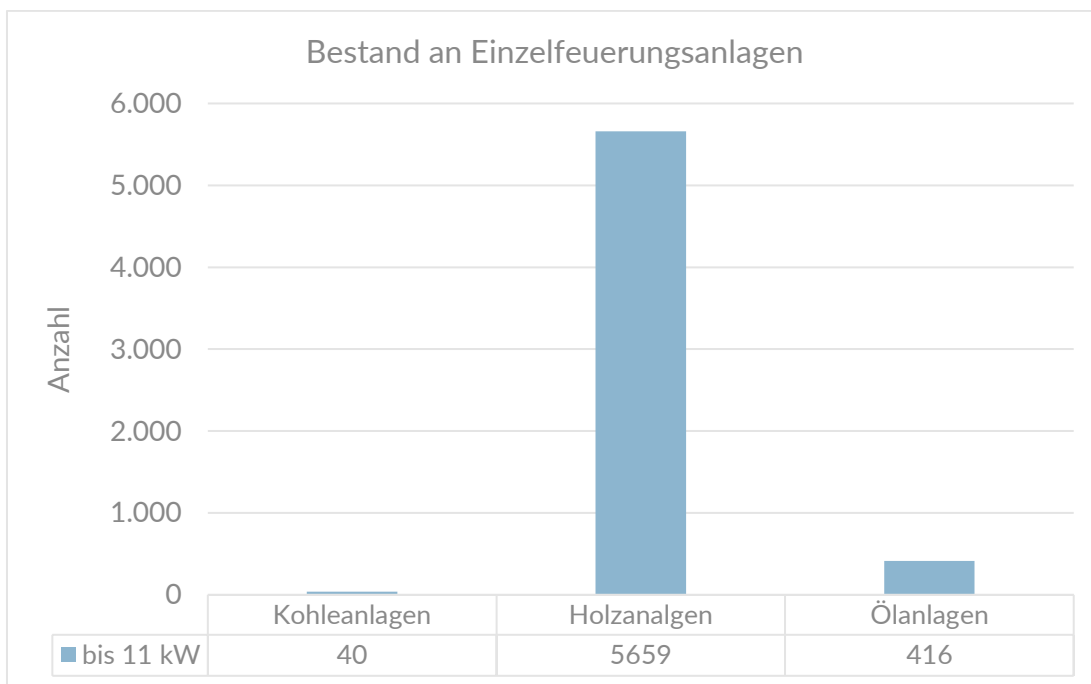


Abbildung 2-7: Bestandsverteilung der Einzelfeuerungsanlagen - Stadtgebiet Esslingen am Neckar [energielenker projects GmbH; Datengrundlage: Schornsteinfegerdaten]

Diese Anlagen werden vornehmlich als Kaminöfen ausgeführt sein. Dementsprechend haben die Kohle- bzw. Heizölanlagen eine geringe prozentuale Beteiligung am Gesamtanteil der Einzelfeuerungsanlagen. Die Wärmebereitstellung durch Biomassefeuerungen im Bereich der Einzelfeuerungsanlagen findet dabei zu 95 % im privaten Sektor statt.

Zur Darstellung der eingesetzten heiztechnischen Anlagen wurde die prozentuale Verteilung unabhängig von den Leistungsklassen summiert. Abbildung 2-8 zeigt die prozentuale Verteilung der erfassten Wärmeerzeuger auf dem Stadtgebiet Esslingen am Neckar.

Die Anlagenart und insbesondere der eingesetzte Energieträger haben wesentlichen Einfluss auf die THG-Emissionen. Durch den Wechsel auf emissionsärmere Energieträger lassen sich die CO₂-Emissionen deutlich reduzieren. Die Umrüstung auf effizientere Anlagen verspricht zudem eine Steigerung des Wirkungsgrades und dadurch eine effizientere Nutzung des Energieträgers und damit einhergehend Reduktion der THG-Emissionen.

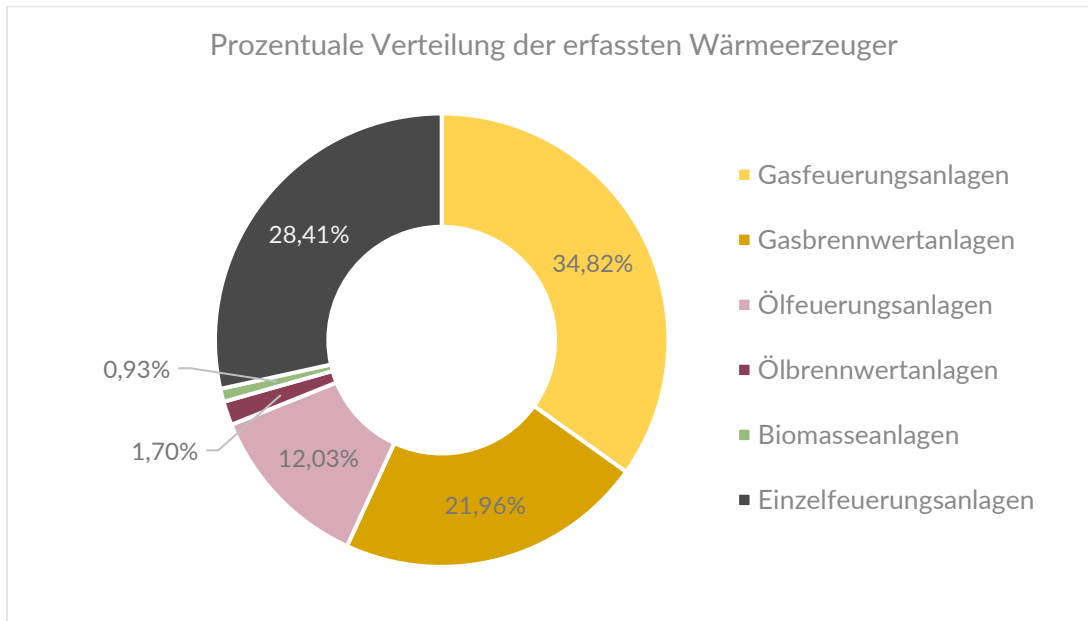


Abbildung 2-8: Prozentuale Verteilung der erfassten Wärmeerzeuger - Stadtgebiet Esslingen am Neckar [energielenker projects GmbH; Datengrundlage: Schornsteinfegerdaten]

2.5 WÄRMEBEDARF

Der Wärmebedarf des Basisjahres für das gesamte Quartier wird anhand der Schornsteinfegerdaten, den Daten der Energieunternehmen und der Stadt ermittelt. Durch die priorisierte Verwendung der realen Verbrauchsdaten wird eine hohe Qualität der kommunalen Wärmebedarfswerte gewährleistet. Die Art der Energiebereitstellung (Energieträger, Versorgungssystem) spielt bei der Betrachtung dieser Bewertungsgröße keine Rolle. Insgesamt ergibt sich in Esslingen ein Wärmebedarf von 1.082.420 MWh/a. In den nachfolgenden Abbildungen ist die räumliche Verteilung der Wärmebedarfe und der Wärmelinienichte im Stadtgebiet dargestellt. Dadurch lassen sich erste Rückschlüsse auf potenzielle Wärmenetzeignungsgebiete ziehen, wobei eine hohe Wärmelinienichte eine bessere Eignung impliziert. Zur besseren Veranschaulichung finden Sie die Abbildung der Wärmedichte in höherer Auflösung im Anhang (Kapitel 10).

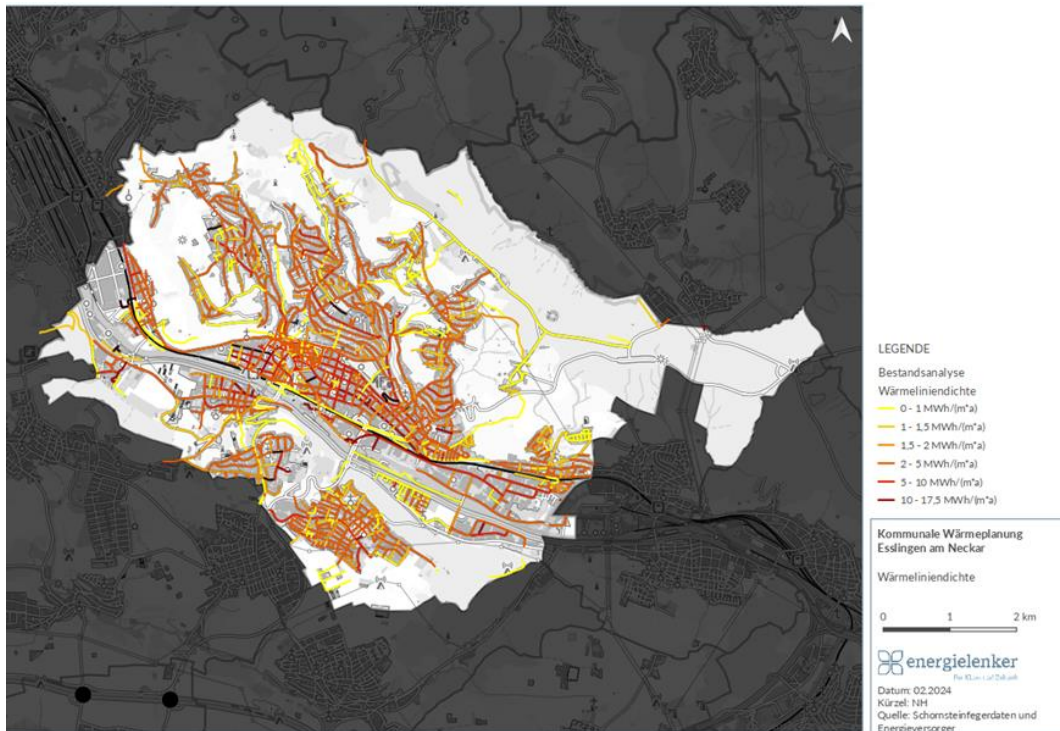


Abbildung 2-9: Wärmeliniendichten der Stadt Esslingen am Neckar

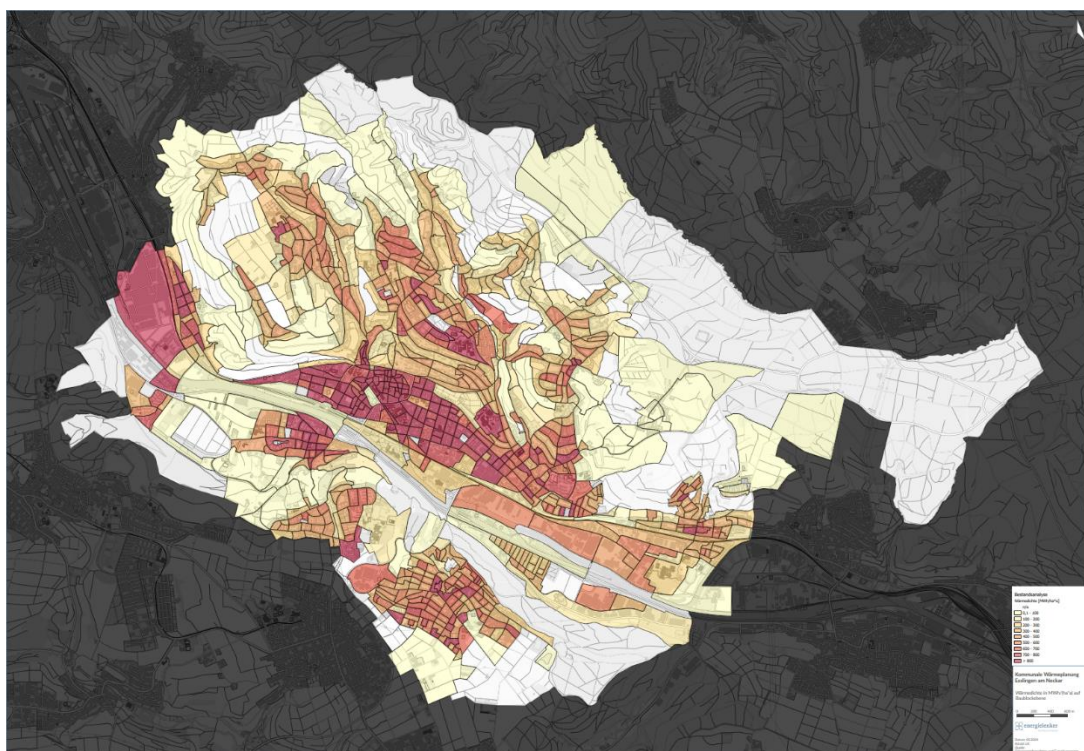


Abbildung 2-10: Wärmedichte auf Baublockebene- Stadt Esslingen am Neckar

3 TECHNOLOGIEMATRIX

Um die Klimaschutzziele zu erreichen, müssen die lokalen Wärmequellen lokalisiert und genutzt werden. Dazu stehen unterschiedliche Technologien zur Verfügung, von denen einige bereits ausgereift und jahrzehntelang erprobt sind, während andere, neue Technologien aktuell noch nicht wirtschaftlich eingesetzt werden können. Um die zukünftige Rolle der Technologien am Energiemarkt bewerten zu können, sind die Aspekte des Flächenbedarfs bzw. Flächenverbrauchs, der örtlichen Verfügbarkeit, des CO₂-Ausstoßes sowie ökonomische Aspekte wie Investitionskosten und Betriebskosten zu analysieren. Neben der Erzeugung werden auch infrastrukturelle Aspekte, wie die Verteilung der Wärme über Fernwärmenetze sowie die Speicherung thermischer Energie eine wesentliche Rolle spielen. Lokale Wärmequellen können Abwärme aus Gewerbe, Abwasserwärme, Flusswasserwärme, Erdwärme, Solarenergie oder bislang ungenutzte Biomasse sein. An einem konkreten Standort sind die Potenziale an erneuerbarer Wärme und Abwärme allerdings häufig so groß, dass für ein einzelnes Gebäude nur ein Bruchteil des Potenzials nutzbar ist. Effektiver und kostengünstiger ist es, die Potenziale möglichst umfassend zu erschließen. Das geht meist nur mit einem gebäudeübergreifenden Ansatz (Keimzelle) oder über ein Fernwärmenetz. Im Abschnitt 3.1 werden zuerst die unterschiedlichen Wärmeversorgungsinfrastrukturen dargestellt und im Abschnitt 3.2 ein Überblick über die möglichen Wärmequellen und Nutzungs-Technologien gegeben.

3.1 WÄRMEVERSORGUNGSINFRASTRUKTUR

Für eine erfolgreiche Dekarbonisierung des Wärmesektors spielt nicht allein die Nutzung erneuerbarer Wärmequellen eine wichtige Rolle. Ebenso wichtig ist die Rolle der Infrastruktur, dazu gehören Wärmenetze, Wärmespeicher aber auch die Gebäude selbst. Es kann davon ausgegangen werden, dass in Zukunft die Wärmeversorgung diverser wird und es stärker darauf ankommt, alle Akteur*innen und Systembestandteile multivalent in das Versorgungssystem einzubeziehen. Das bedeutet, dass einzelne, in das Wärmenetz eingebundene Akteur*innen zu unterschiedlichen Zeiten Wärmeabnehmer und Wärmelieferant sein können. Um niedrig temperierte Wärme, zum Beispiel aus erneuerbaren Wärmequellen und Abwärme, aufnehmen zu können und bei der Verteilung möglichst wenig Wärme an die Umwelt zu verlieren, werden Wärmenetze sukzessive umgebaut und in moderne Wärmenetze transformiert. Voraussetzung dafür ist, dass dies technisch und aus Sicht der Wärmekunden bedarfsgerecht möglich und für die Betreiber der Wärmenetze wirtschaftlich zumutbar ist (bauliche Voraussetzungen der Gebäude). Bei einer steigenden Bedeutung der Versorgung durch Wärmenetze stellt sich die Frage, welche Rolle die heute oft flächendeckend vorhandenen Gasnetze in Zukunft spielen werden. Da für den wirtschaftlichen Betrieb der Wärmenetze die Anschlussquote entscheidend ist, gilt es zu vermeiden, dass Wärmenetze und Gasnetze miteinander konkurrieren und sich „kannibalisieren“. Gasnetze können perspektivisch als Speichermedium genutzt werden, indem sie vermehrt, biogene und synthetische Gase aufnehmen und transportieren.

3.1.1 Zentrale Wärmeversorgung

Die Zentrale Wärmeversorgung bezeichnet die Versorgung mehrerer Gebäude über Wärmeleitungen. Wärmenetze bieten einen strategischen Vorteil zum Erreichen der Klimaschutzziele: Bei der Modernisierung von Erzeugungsanlagen oder der Umstellung auf erneuerbare Energien werden auf einem Schlag alle angeschlossenen Verbraucher erreicht - Maßnahmen in diesem Bereich haben also einen großen Hebel im Vergleich zu objektbezogenen Maßnahmen. Auf diese Weise können in der Fernwärme durch den Ersatz von fossilen Energieträgern durch erneuerbare Energien schnell größere Mengen CO₂-Emissionen vermieden werden. Potenziale für Wärmenetze finden sich in städtebaulichen Strukturen mit entsprechend hoher Wärmedichte. Die Wärmedichte ist dabei ein Indikator für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmeleitungen – je höher die Wärmedichte, desto geringer fällt der Anteil der Leitungsverluste aus. Eine langfristig nachhaltige Fernwärmeversorgung weist ein niedrigeres Temperaturniveau auf und integriert lokale, erneuerbare Wärme und Abwärme. Dafür müssen schon heute durch geeignete Maßnahmen die Weichen für eine langfristige Transformation der Wärmeversorgung gestellt werden.

3.1.2 Keimzellen

Neben großen Fernwärmenetzen mit vielen Hausanschlüssen kann auch eine kleinere Gruppierung von Gebäuden über Wärmeleitungen von einer gemeinsamen Heizzentrale mit Wärme versorgt werden. Solche Nahwärmeinseln können als „Keimzellen“ Wärmeversorgungskonzepte im Quartier ermöglichen und nach und nach zu größeren Netzen zusammengeschlossen werden. Gute Voraussetzungen für eine Keimzelle bestehen für Gebäude, die einen großen Teil des Wärmeverbrauchs in einem Quartier ausmachen und durch ein Akteur*innen verwaltet werden können, z.B. öffentliche Gebäude, Gebäude von Wohnungsbaugesellschaften oder -genossenschaften, Gewerbe oder Neubau. Für die Wärmeerzeugung wird ein geeigneter Standort für die Heizzentrale benötigt. Solche „Keimzellen“ für Nahwärmeinseln sind in Bezug auf die Wärmeerzeugung grundsätzlich technologieoffen. Zur Wärmeversorgung können Erdgas-BHKWs als Brückentechnologie eingesetzt werden, die dann sukzessive durch erneuerbare Wärme ersetzt werden.

3.1.3 Ebene Einzelgebäude

Nicht alle Gebäude können sinnvollerweise über Wärmenetze versorgt werden. Liegt der Wärmebedarf in einem Bereich unter 100 MWh/(ha*a), kann davon ausgegangen werden, dass ein Wärmenetz in diesem Bereich nicht wirtschaftlich ist und dass die Gebäude auch zukünftig durch dezentrale Einzelheizungsanlagen versorgt werden müssen. Nur knapp ein Viertel der rund 20 Millionen Einzelheizungsanlagen in Deutschland sind auf dem aktuellen Stand der Technik, d.h. sie verfügen mindestens über Brennwerttechnologie oder nutzen erneuerbare Energien.

Neben der Einsparung von Wärmeenergie durch Sanierungs- und Dämmmaßnahmen an der Gebäudesubstanz, stellt der Austausch von Öl- und Gas-Einzelheizungen ein großes Potenzial zum Erreichen der Klimaschutzziele dar. Die hohen Investitionskosten und langen Produktzyklen von Heizungsanlagen erschweren dabei jedoch die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Die Kommune hat auf die Wahl der Heizungstechnologien auf der Ebene der Einzelgebäude nur geringen Einfluss, beispielsweise durch die Nutzung vertragsrechtlicher Instrumente wie z.B. Festlegungen in Kaufverträgen für Grundstücke oder Bebauungsplänen. Für Gebäudeeigentümer ergibt sich jedoch häufig ein konkreter Anlass für einen Heizungstausch durch die bundesweiten attraktiven Fördermöglichkeiten.

3.1.4 Wärmespeicher

Während Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis fossiler Energieträger genau dann Wärme produzieren, wenn diese benötigt wird, findet die Wärmeerzeugung durch erneuerbare Wärmequellen häufig zeitlich unabhängig vom Wärmebedarf statt. Wärmespeicher bieten je nach Speichertechnologie und Dimension die Möglichkeit die erzeugte Wärme über einen Zeitraum von einigen Stunden bis zu mehreren Monaten zu speichern, bis diese vom Wärmeabnehmer benötigt wird. Daher werden Wärmespeicher häufig in Kombination mit erneuerbaren Wärmequellen eingesetzt und finden sowohl auf der Ebene der Einzelgebäude als auch in Wärmenetzen Anwendung.

Folgende Wärmespeicher-Technologien kommen dabei zum Einsatz:

- Behälter-Wärmespeicher
- Erdbecken-Wärmespeicher
- Erdsonden-Wärmespeicher
- Aquifer-Wärmespeicher

3.1.5 Erdgasnetz

Eine Transformation des Wärmesektors hat ebenso Auswirkungen auf die Gestaltung der Strom- und Gasversorgungsnetze. Vor diesem Hintergrund stellt sich insbesondere für Betreiber und Eigentümer von Gasverteilnetzen die Frage, welche Funktion die Netze auf lange Sicht einnehmen werden und welche wirtschaftlichen Effekte damit verbunden sind. Grundsätzlich kann die Gasinfrastruktur im Rahmen der Systemtransformation zukünftig eine wichtige Ergänzung zu den Erneuerbaren Energien darstellen. Dabei ist die Entwicklung der Gasverteilnetze insbesondere davon abhängig, inwieweit die bereits vorhandene Gasinfrastruktur zur Lösung der zunehmenden Flexibilitätsprobleme im Energiesystem beiträgt. Auch die sogenannten grünen Gase (Biogas, Biomethan, Wasserstoff oder synthetisches Methan) können bei der Veränderung des Energiesystems eine tragende Rolle spielen.

Deren Nutzung muss zunächst in den Sektoren erfolgen, die aus technologischen Gründen auf die hohe Energiedichte des Brennstoffes angewiesen sind.

Priorität werden zunächst die Sektoren Mobilität und Strombereitstellung haben, gefolgt von PtG- Anlagen für die Kopplung der Sektoren und Nutzung in KWK-Anlagen. Stehen Verantwortliche in Zukunft also vor der Entscheidung, ob und wie die Gasnetze ausgebaut werden sollen, muss dies insbesondere in Einklang mit der Fernwärmestrategie und in Betrachtung des gesamten Energiesystems erfolgen. In den dicht besiedelten Gebieten wird es auf Dauer wirtschaftlich nicht möglich sein, eine doppelte Infrastruktur aufrechtzuerhalten. Abbildung 3-1 veranschaulicht die komplexe Struktur des Energiesystems der Zukunft mit 100 % erneuerbaren Energien.

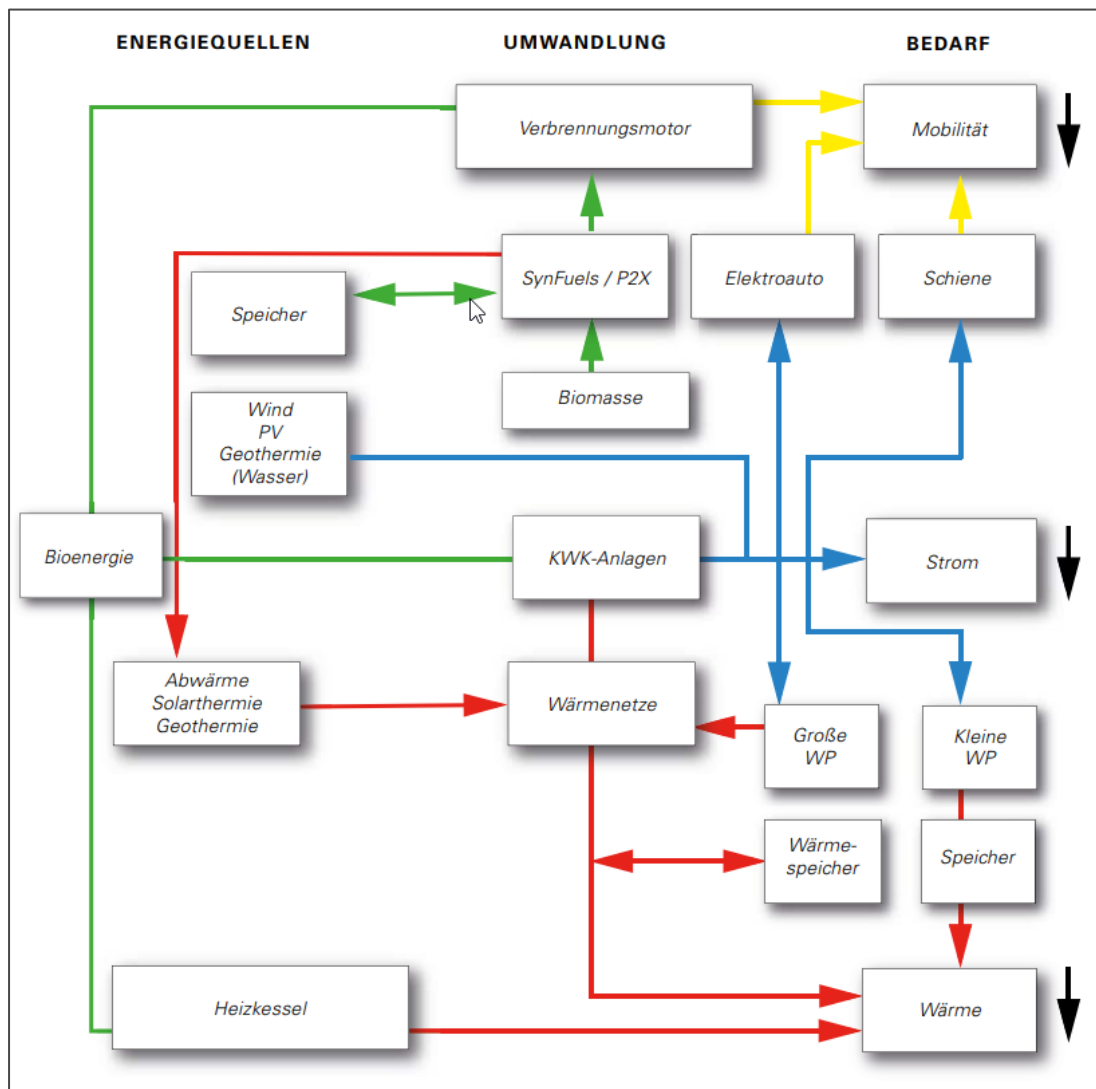


Abbildung 3-1: Komplexe Struktur des Energiesystems der Zukunft mit 100 Prozent erneuerbaren Energien [KEA-BW, Grafik verändert nach Research Center 4DH, Universität Aalborg. Abkürzung WP: Wärmepumpe]

3.2 WÄRMEERZEUGUNGSTECHNOLOGIEN

Der Wärmebedarf lässt sich anhand des wärmespezifischen Urbanitätsgrads unterscheiden, der die Wärmedichte in einen Zusammenhang mit den Siedlungstypen stellt. Dicht besiedelte Gebiete zeichnen sich durch eine hohe Wärmedichte aus, und sind insbesondere in urbanen Ballungszentren anzutreffen. Dünn besiedelte Gebiete liegen schwerpunktmäßig am Stadtrand und in den ländlich gelegenen Stadtteilen. Mittel besiedelte Gebiete liegen im Wärmebedarf pro Fläche zwischen dünn und dicht besiedelten Flächen, wobei die Übergänge oft fließend sind. Bei der Analyse dieser drei Bereiche zeigt sich, dass 30 Prozent des Wärmebedarfs auf nur 5 Prozent der Fläche in den dicht besiedelten Gebieten anfallen (vgl. Abbildung 3-2: Wärmespezifischer Urbanitätsgrad in Abhängigkeit von Wärmedichte und Siedlungstyp [Roedel & Partner], Roedel & Partner).

In den folgenden Kapiteln werden unterschiedliche Wärmeerzeugungs-Technologien vorgestellt. Alle diskutierten Technologien haben ihre Daseinsberechtigung und ihre Vorteile, was sie für eine erfolgreiche Wärmewende und zur Erreichung der Klimaziele unabdingbar macht. Dafür sind die jeweiligen lokalen und strukturellen Gegebenheiten zu analysieren und die jeweils optimalen Technologien auszuwählen. Wichtig dabei ist, dass die Technologien nicht miteinander konkurrieren, sondern in den Urbanitäts-graden zum Einsatz kommen, die dem Anforderungsprofil der Technologie optimal entsprechen. Damit können für alle Technologien geeignete Marktsegmente mit jeweils ausreichendem Marktvolumen herausgearbeitet werden.

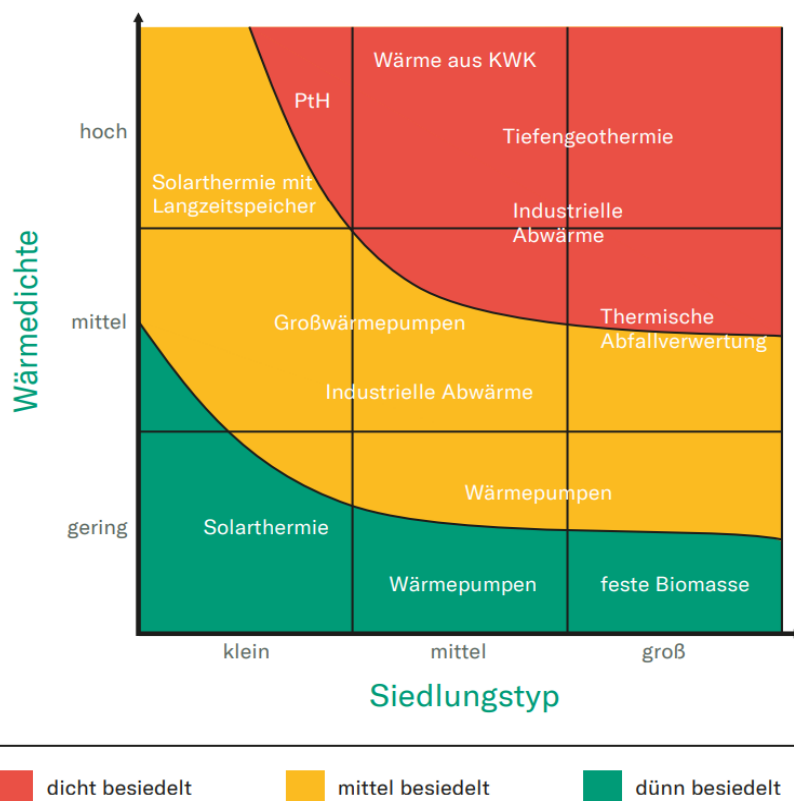


Abbildung 3-2: Wärmespezifischer Urbanitätsgrad in Abhängigkeit von Wärmedichte und Siedlungstyp [Roedel & Partner]

3.2.1 Lokale Biomasse

Findet die Biomasse Verwendung als Energieträger, so wird generell zwischen der primären und der sekundären Biomasse unterschieden. Die primäre Biomasse bezeichnet dabei die direkt für die energetische Nutzung kultivierte Biomasse wie z.B. Raps oder Getreide. Die sekundäre Biomasse, auch Abfall-Biomasse genannt, wird aus organischen Reststoffen wie beispielsweise Altpapier oder Sägereststoffen sowie Lebensmittelabfällen gebildet. Je nach Aufbereitungsweg zu festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen ergeben sich Möglichkeiten zur Erzeugung von Strom, Treibstoffen und Wärme. In jüngster Zeit gewinnt vor allem die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität und die anschließende Einspeisung in das Erdgasnetz zunehmend an Bedeutung. Das zu Biomethan aufbereitete Biogas erweist sich als eine klimafreundliche Alternative zu Erdgas.

Ein wesentlicher Umweltvorteil liegt in der Verminderung treibhauswirksamer Emissionen, zumal nur so viel CO₂ freigesetzt werden kann, wie zuvor durch die Biomasse gebunden wurde. Biomasse ist sowohl grundlastfähig als auch flexibel einsetzbar. Ein wesentlicher Vorteil liegt darin, dass Biomasse zur Erzeugung hoher Temperaturen im industriellen Bereich genutzt werden kann.

Unter ethischen Gesichtspunkten ist die Problematik der Flächenkonkurrenz von konventionell angebauten Energiepflanzen zur Lebensmittelproduktion nicht außer Acht zu lassen. Im Sinne der Nachhaltigkeit ist es demnach sinnvoll, auch die biogenen Reststoffe und Abfälle zu berücksichtigen und den Substratmix entsprechend zu gestalten.

Der Einsatz von Bioenergie spielt im Rahmen der Energiewende eine wichtige Rolle, da Bioenergie polyvalent in den Bereichen Wärme, Strom und Verkehr nutzbar ist. Darüber hinaus ist Bioenergie transportierbar, lagerfähig und teilweise vor Ort einsetzbar.

3.2.2 Solare Wärmenetze

Solare Wärmenetze sind großflächige Solarthermieranlagen, deren Wärme durch ein Wärmenetz verteilt wird. Die Installation der Kollektorfelder kann auf geeigneten Freiflächen oder integriert in Gebäudedachflächen stattfinden. Die Wärmegestehungskosten durch Freiflächen Solarthermie ist mit 3-5 ct/kWh sehr günstig, auch im Verhältnis zu individuellen Dachanlagen.

Lokale Wärmenetze sind eine sinnvolle Option für die Wärmeversorgung von Stadtgebieten, sowohl bei Neubau- als auch bei Sanierungsgebieten. Wird Solarthermie in solche Netze eingebunden, kann der solare Anteil bis zu 20 % der gesamten Wärmeversorgung betragen. Durch die Einbindung von saisonalen Wärmespeichern kann er bis auf 50 % erhöht werden.

Große Solaranlagen haben relevante Auswirkungen auf die Raumnutzung und stellen demzufolge raumbedeutsame Vorhaben dar. Noch stärker als Windkraft- oder Photovoltaik-Anlagen sind große Solarthermie -Anlagen an bestimmte Standort-Bedingungen geknüpft. Während Strom ohne erhebliche Verluste über große Entfernungen vom Erzeugungsort zum Verbraucher transportiert werden kann, ist die Transportfähigkeit von Wärmeenergie begrenzt – die hohen Kosten für den Bau und Betrieb der Wärmeleitung und höhere Energieverluste sprechen dafür, dass eine solarthermische Wärmeversorgung immer in der Nähe zu den Wärmeverbrauchern erfolgen muss. Also innerhalb weniger Kilometer zu Wärmeverteilnetzen und den Verbrauchern.

Häufig werden Solarthermie-Großanlagen in Wärmenetze integriert, die primär Biomasse als Brennstoff nutzen. Biomasse-befeuerte Wärmenetze arbeiten im Sommer oft im ineffizienten Teillast-Betrieb, was u.a. auch mit dem Nachteil von höheren Emissionen und Kosten verbunden ist. Durch die Installation einer Solarthermieranlage zur Deckung großer Teile der Sommerlast, können diese Anlagen sinnvoll ergänzt werden. Diese Technologie ist ausgereift und erprobt und wird in Deutschland u.a. in Crailsheim und Ludwigsburg erfolgreich angewendet (s. Abbildung 3-3).



Abbildung 3-3 Freiflächen-Solarthermieranlage in Crailsheim [www.sonnewindwaerme.de/solarthermie/solare-waermenetze-baden-wuerttemberg]

3.2.3 Wärmepumpen

Wärmepumpen bieten flexible Einsatzmöglichkeiten auf dem Wärmemarkt. Da Wärmepumpen Wärme aus der Umwelt (Luft-, Wasser- oder Erdwärme) nutzen, sind sie nicht auf die Verfügbarkeit von Brennstoffen angewiesen. Im Zusammenhang mit erneuerbarem Strom können Wärmepumpen einen Beitrag zur Dekarbonisierung besonders in dünn besiedelten Gebieten leisten. Weitere Einsatzmöglichkeiten sind im Systemverbund mit anderen erneuerbaren Wärmeerzeugern und Wärmenetzen möglich.

Wärmepumpen bestehen grundsätzlich aus vier Komponenten: Verdampfer, Verdichter, Kondensator und Expansionsventil. In dem Verdampfer wird die aus der Umgebung gewonnene Wärme an das Kältemittel abgegeben, welches anschließend anfängt zu siedeln und verdampft. Aufgrund des niedrigen Siedepunktes des Kältemittels können auch niedrige Temperaturen von wenigen Grad über Null zur Wärmebereitstellung verwendet werden. Der Kältemitteldampf wird anschließend in einen Verdichter geleitet und dort komprimiert. Im nächsten Schritt wird das Kältemittel im Kondensator wieder verflüssigt. Das flüssige Kältemittel wird mittels eines Expansionsventils entspannt und danach wieder dem Verdampfer zugeführt. Technische Voraussetzung für die Nutzung der Potenziale ist eine ausreichende Nähe zwischen der Wärmequelle und dem zu versorgenden Objekt oder einem Einspeisepunkt in ein Wärmenetz.

Wichtige Unterscheidungsmerkmale von Wärmepumpen sind das Abwärme- und das Arbeitsmedium: Luft-Luft-Wärmepumpen nutzen Luft als Wärmequelle und geben Warmluft an die Wärmesenke ab. Bei Luft-Wasser-Wärmepumpen dient Luft als Wärmequelle, sie geben die Energie im Wärmetauscher an das Arbeitsfluid ab.

Sole-Wasser-Wärmepumpen nutzen Erdwärme als Wärmequelle. In einem Solekreislauf, der ein frostsicheres Fluid enthält, wird die Erdwärme aufgenommen und anschließend im Wärmetauscher an das Arbeitsfluid übergeben (vgl. Kapitel 3.2.4).

Bei Wasser-Wasser-Wärmepumpen dient die Wärme aus Gewässern als Wärmequelle, sie geben die Energie im Wärmetauscher an das Arbeitsfluid ab (vgl. Kapitel 3.2.5 und 3.2.6).

Während die Anzahl der Wärmepumpen in Deutschland in den vergangenen Jahren im dezentralen Bereich stark gestiegen ist, sind Großwärmepumpen bisher eher ein Nischenprodukt.

Ein Nachteil bei der Nutzung von Wärmepumpen ist die häufige Verwendung von klimaschädlichen Kältemitteln. Inzwischen werden auch Wärmepumpen mit klimaneutralem Kältemittel (CO₂ oder Ammoniak) angeboten.

3.2.4 Geothermie

Als Geothermie wird sowohl die in der Erdkruste gespeicherte Wärmeenergie als auch deren ingenieurtechnische Nutzbarmachung bezeichnet. Die grundsätzliche geothermische Eignung hängt von der Beschaffenheit des Bodens bzw. der Temperaturen im Untergrund ab. Bei der Energiegewinnung aus Geothermie wird zwischen der Tiefengeothermie (petrothermale und hydrothermale Geothermie) und der oberflächennahen Geothermie und Erdwärmekollektoren differenziert.

Tiefe Geothermie bezeichnet die Nutzung geothermischer Lagerstätten unter 400 m Tiefe zur Stromproduktion und/oder Wärmebereitstellung und bietet die Möglichkeit, größere Energieversorgungsprojekte umzusetzen.

Systeme zur Nutzung **oberflächennaher Geothermie** verwenden die thermische Energie des Untergrundes bis in eine Tiefe von 400 m zur Gebäudeklimatisierung (Heizen und/oder Kühlen).

Erdwärmekollektoren sind eine oberflächennahe Geothermie-Technik, bei der horizontale Rohrleitungen unterhalb der Frostgrenze bis zu einer Einbautiefe von 1,5 Metern in den Boden installiert werden. Die Wärme beziehen die Kollektoren aus der eingestrahnten Sonnenwärme und über versickerndes Niederschlagswasser. Diese Technik gefährdet das Grundwasser nicht und dementsprechend ist kein wasserrechtliches Erlaubnisverfahren notwendig. Die genutzte Fläche muss jedoch das 1,5- bis 2-fache der zu beheizenden Fläche betragen.

Bei der Wärmeerzeugung mit Erdwärmesonden und -kollektoren stammt bis zu 75 % der Energie aus dem Untergrund, bei Grundwasserbrunnen bis zu 80 %. Die restliche, konventionell erzeugte Energie wird für den Betrieb der Wärmepumpen benötigt.

Bei guten geologischen Voraussetzungen kann die Tiefe Geothermie für eine künftig klimaneutrale Wärmeversorgung in den Städten eine herausragende Rolle spielen.

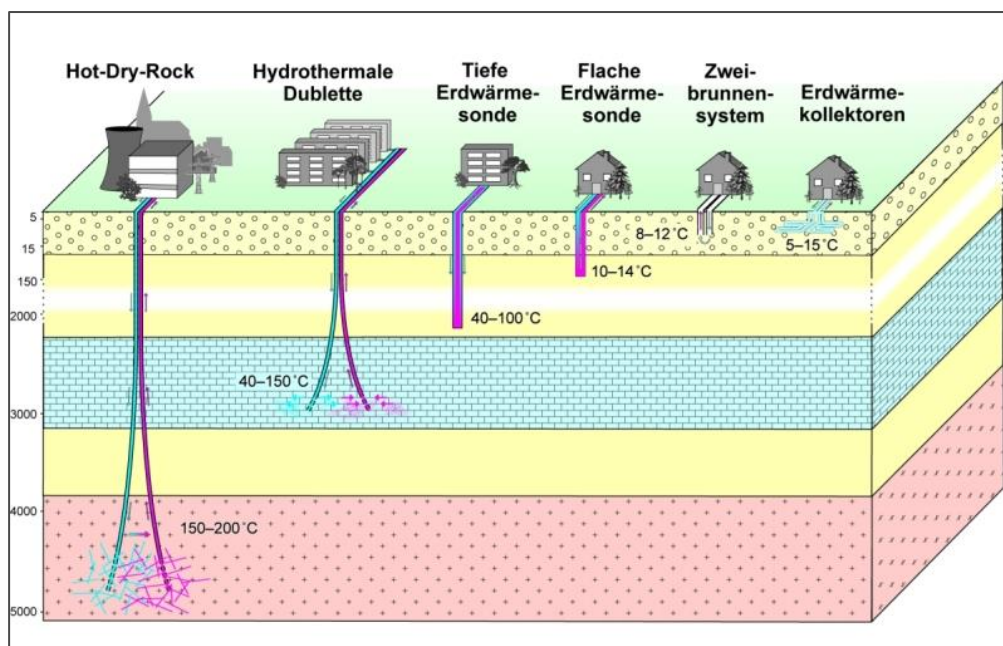


Abbildung 3-4: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie
(www.lfu.bayern.de/geologie/geothermie/index.htm)

3.2.5 Abwasserwärme

Im Haushalt und in der Industrie wird Wasser täglich erwärmt. Nach dem Gebrauch wird das noch warme Wasser in die Abwasserkanäle geleitet. Diese Wärme kann durch moderne Wärmepumpentechnologie zum Heizen oder Kühlen größerer Gebäude und Quartiere genutzt werden. Das Potenzial ist beträchtlich: Eine Studie von enervis energy advisors GmbH kam 2017 zu dem Ergebnis, dass zwischen 5-14 % aller deutschen Gebäude mit Wärme aus Abwasser versorgt werden könnten.

Die Energiemenge, die sich in Form von Abwärme aus dem Abwasser gewinnen lässt, ist riesig. Dies zeigt folgender Vergleich: Wenn Abwasser beim Wärmeentzug um lediglich 1 Kelvin abgekühlt wird, um den Betrieb der Abwasserreinigungsanlage möglichst nicht zu beeinträchtigen, kann aus 1 m³ Abwasser rund 1,5 Kilowattstunden Wärme gewonnen werden. Aus der gleichen Menge Abwasser kann in einer Abwasserreinigungsanlage (ARA) etwa 0,05 m³ Klärgas erzeugt werden. Dies entspricht einem Energieinhalt von rund 0,3 Kilowattstunden. Mit anderen Worten: Das Potenzial an Abwärme im Abwasser ist um ein Vielfaches größer als das Potenzial an Klärgas auf den ARA.

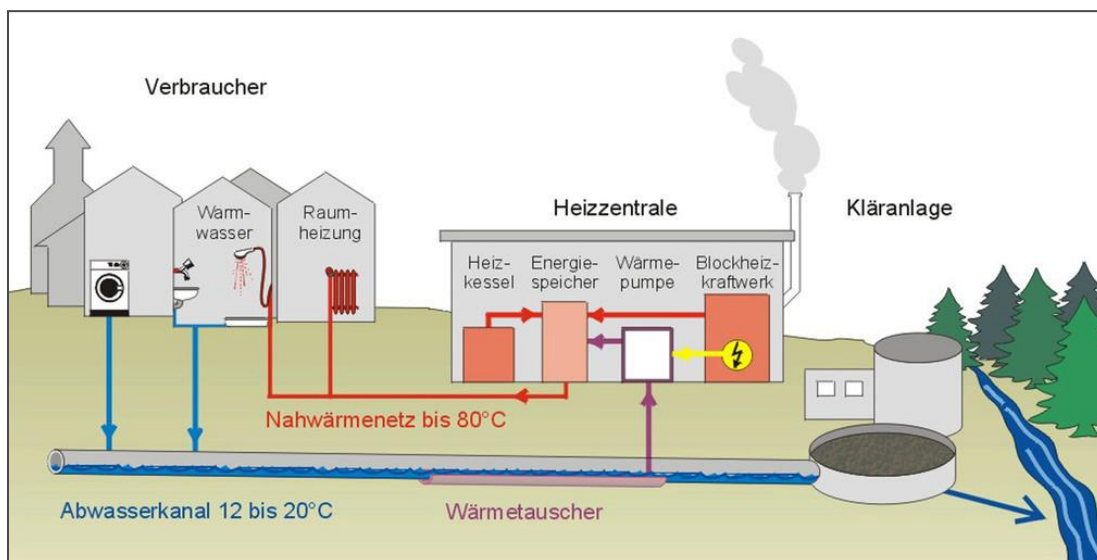


Abbildung 3-5: Nutzung von Abwasserwärme [www.um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/energieeffizienz/abwasserwaermenutzung/]

Unter Berücksichtigung der zwei grundlegenden Bedingungen, dass in einem Kanalisationsabschnitt ein genügendes Wärmeangebot für den Einsatz einer Wärmepumpe vorhanden und der Einbau von Wärmetauschern möglich ist, kommt die Nutzung von Abwasserwärme in der Regel für mittlere Trockenwetterabflussmengen ab 15 l/s, d. h. für Gemeinden ab 3.000-5.000 Einwohnern und idealerweise in Kanälen mit einem Innendurchmesser von mindestens 800 mm in Frage.

Die Abwasserwärmenutzung ist eine langfristig sichere und erneuerbare Energiequelle und leistet damit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Die in Deutschland betriebenen Abwasserwärmenutzungsanlagen sind zumeist kleinere Anlagen mit Heizleistungen im Kilowattbereich.

In Skandinavien und der Schweiz ist diese Technik jedoch bereits deutlich weiterverbreitet und es werden dort auch größere Aggregate im Megawatt-Bereich eingesetzt.

Eine der größten Anlagen in Deutschland befindet sich im Quartier Neckarpark in Stuttgart und versorgt einen Gewerbepark, ein Sportbad und rund 850 Wohnungen mit Wärme.

3.2.6 Fluss-, See- und Grundwasserwärme

In Oberflächengewässern, also Fließgewässer und Seen, aber auch im Grundwasser sind enorme Menge an Wärmeenergie gespeichert. Um dieses Potenzial zu nutzen, sind Wärmetauscher im Gewässer notwendig, die über Rohrleitungen mit einer Wärmepumpe verbunden sind.

Die Wärmemenge, die sich einem Gewässer entnehmen lässt, ist wesentlich von der Temperatur und der Fließgeschwindigkeit des Gewässers abhängig. Die Temperatur von Oberflächenwasser hängt erheblich stärker von der Außentemperatur ab als die des Grundwassers, weshalb im Winter bei hohem Wärmebedarf durch Vereisung unter Umständen keine Wärmeentnahme möglich ist. Ein Beispiel für die thermische Nutzung von Oberflächenwasser im größeren Maßstab ist die Anlage Värtan Ropsten mit einer Leistung von 180 MW, welche Ostseewasser als Wärmequelle nutzt.

Für den Einsatz einer Flusswasserwärmepumpe bedarf es einer wasserrechtlichen Erlaubnis gemäß § 8 Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Weitere relevante Vorschriften des WHG sind der § 9 Abs.1 Nr.1 (Entnehmen und Ableiten von Wasser), § 9 Abs.1 Nr.4 (Einbringen von Stoffen in Gewässer) und § 9 Abs.2 Nr.2, da die Anlage grundsätzlich geeignet ist „dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbeizuführen“. Es besteht kein Anspruch von Wasser in einer bestimmten Menge oder Qualität (§ 10 Abs. 2 WHG). Für Anlagen, die sich in einem Gewässer befinden, ist § 36 WHG anzuwenden. Grundlegend darf der Einsatz einer Flusswasserwärmepumpe die Gewässereigenschaften nicht nachteilig verändern. Nach einer ersten Einordnung der verantwortlichen Verwaltungsabteilung ist eine nachteilige Veränderung der Kanäle nicht zu erwarten, eine genaue Prüfung steht jedoch noch aus. Da die Kanäle Bundeswasserstraßen darstellen, ist das Wasser- und Schifffahrtsamt Berlin stellvertretend für den Eigentümer und als Schifffahrtsbehörde mit in die Planungen einzubeziehen.

Für den Einsatz von Flusswärmepumpen bestehen ähnliche Restriktionen wie für den von Abwasserwärmepumpen. Da die Wärmepumpe aufgrund der geringen Wassertemperatur und möglichen Vereisung in den Wintermonaten nicht betrieben werden kann, besteht in besonderem Maße eine Diskrepanz zwischen der zeitlichen Verfügbarkeit der Wärme und der Höhe des Wärmebedarfs.

3.2.7 Abwärmenutzung aus Industrie und Gewerbe

Das Einsparpotenzial für Primärenergie und CO₂-Emissionen durch die Nutzung von industrieller Abwärme in Baden-Württemberg ist enorm. Eine Studie des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energie kam 2020 zu dem Ergebnis, dass für Baden-Württemberg ein technisch verwendbares Abwärmepotenzial in Höhe von ca. 5,4 bis 9,3TWh/a vorhanden ist. Bezogen auf den Endenergieverbrauch der Industrie liegt das Potenzial bei etwa 61 TWh/a.

Abwärme kann über ein Wärmenetz zur Beheizung nahe gelegener Gebäude und Quartiere genutzt werden. Die Integration eines Wärmespeichers kann einen Ausgleich zwischen der zeitversetzten Wärmebereitstellung und dem Wärmebedarf schaffen.

Abwärme fällt insbesondere in energieintensiven Industrie- und Gewerbebetrieben bei verschiedensten Prozessen an (vgl. Abbildung 3-6).

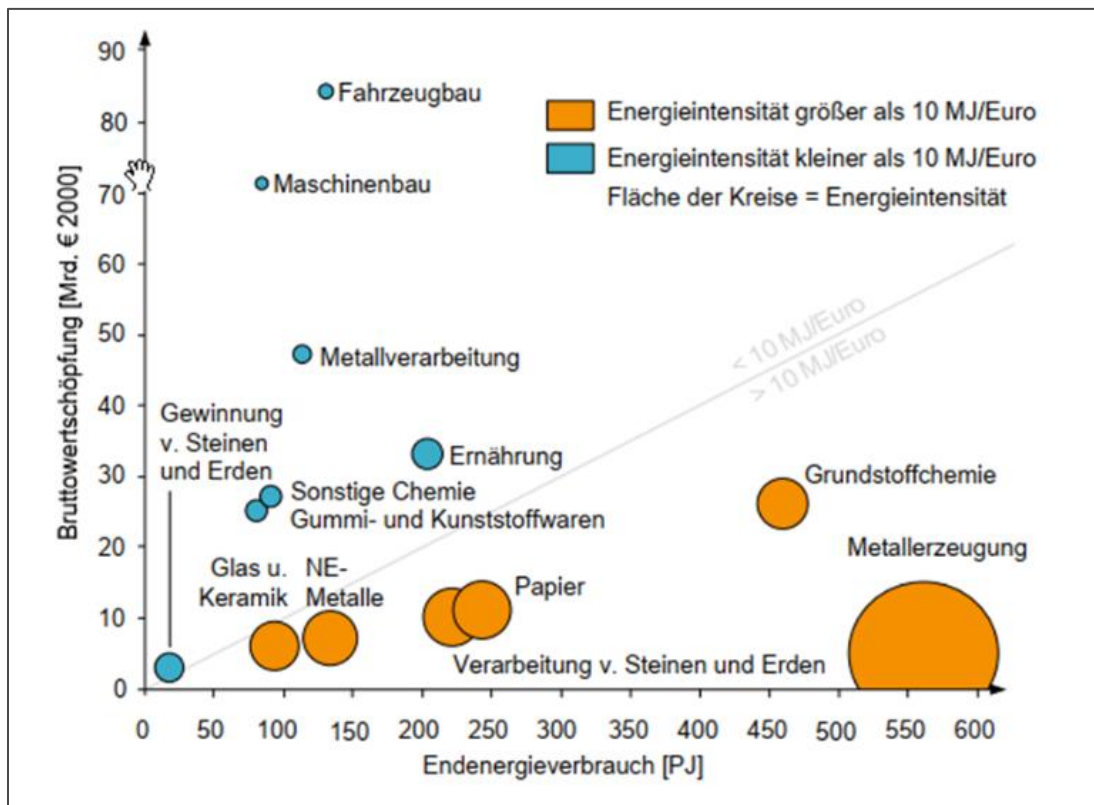


Abbildung 3-6: Energieintensität verschiedener Branchen [Hirtzel und Sonntag]

Je nach Rahmenbedingungen kann sie durch unterschiedliche Technologien genutzt werden. Dabei ist das Temperaturniveau der vorhandenen Abwärmequelle einer der wichtigsten Faktoren bei der Auswahl der entsprechenden Technik zur industriellen Abwärmenutzung. Abbildung 3-6 stellt die Nutzungsmöglichkeiten der Abwärme in Abhängigkeit der Temperatur dar. Darüber hinaus bestimmen die Abwärmemenge, die chemische Zusammensetzung des Abwärmestroms, die Bündelung der Abwärmeströme am Standort und die räumliche Nähe von Wärmequellen- und Wärmesenken die Nutzungsmöglichkeiten der Abwärme.

Folgende Technologien kommen für die Nutzung der Abwärme in Betracht:

- Wärmerückgewinnung

Hierbei handelt es sich um den effizientesten und zugleich einfachsten technologischen Ansatz zur Abwärmenutzung. Die Abwärme wird über einen Wärmetauscher beispielsweise aus einem Abgasstrom ausgekoppelt und an ein anderes Medium übertragen.

Das Wärmeträgermedium kann dabei Heißwasser, Thermoöl, Dampf oder ein gasförmiges Fluid sein. Die übertragene Wärme wird über das Wärmeträgermedium zu vorhandenen Wärmesenken transportiert und dort weiter genutzt.

- Kühlung und Klimatisierung durch Abwärmenutzung

Mit Abwärme lässt sich auch die Kühlung oder Klimatisierung von Gebäuden oder Prozessschritten realisieren. Dazu wird diese ausgekoppelt, um Niedertemperaturwärme auf ein Wärmeträgermedium zu übertragen. Die nutzbar gemachte Niedertemperaturwärme kann dann in einer Sorptionskälteanlage zur Erzeugung von Kaltwasser genutzt werden.

In den Sorptionskälteanlagen wird über Absorption- oder Adsorptionsprozesse Kaltwasser erzeugt, welches für weitere Verwendungszwecke zur Verfügung steht. Somit lässt sich Kälte aus herkömmlichen Kompressionskälteanlagen und deren Strombedarf substituieren.

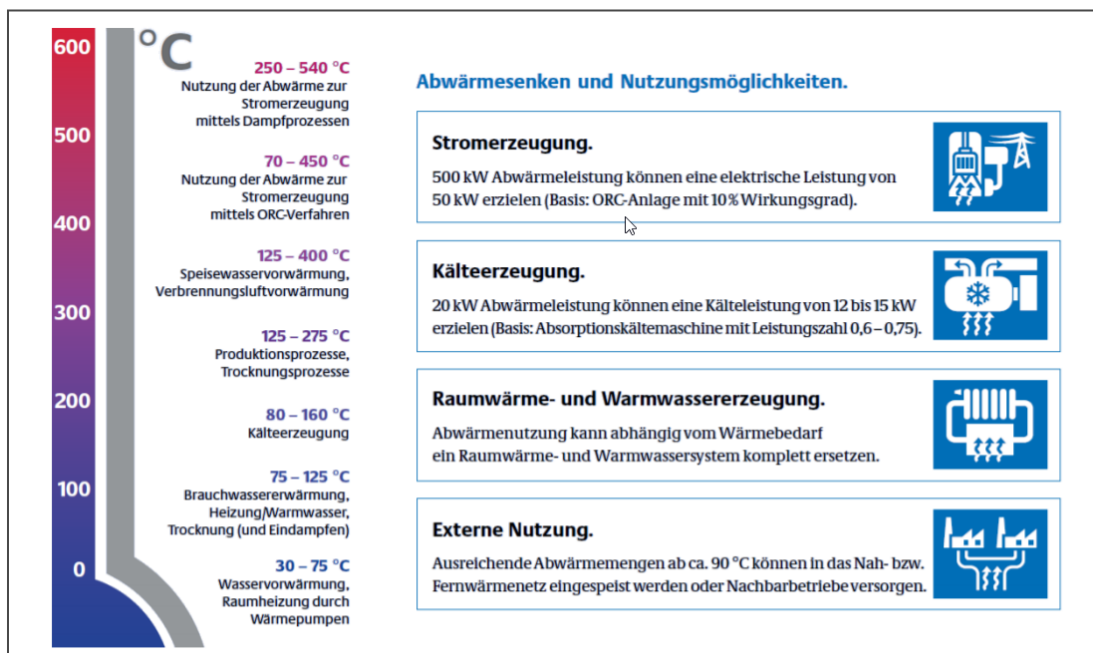


Abbildung 3-7: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit vom Temperaturniveau [dena]

- Abwärmenutzung durch Wärmepumpen

Diese Form sieht vor, das Temperaturniveau der erzeugten Nutzwärme durch Zuführung höherwertiger Energie anzuheben, um diese nutzbar zu machen.

Die höherwertige Energie kann dabei elektrischer Strom oder Wärme auf einem hohen Temperaturniveau sein, welches durch Kompressionswärmepumpen oder Sorptionswärmepumpen angehoben wird, um beispielsweise den Heizbedarf einer Liegenschaft zu decken oder der Produktion zuzuführen.

Neben der thermischen Nutzung der Abwärme kommt auch eine Verstromung der Abwärme in Frage. Für eine Verstromung sind in der Regel höhere Abwärmemetemperaturen nötig als für die thermische Nutzung. Eine Verstromung kommt insbesondere dann in Frage, wenn lokal keine Wärmesenken oder Wärmenetze vorhanden sind.

3.2.8 Power-to-Heat

Power-to-Heat (PtH) beschreibt allgemein die Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme, die auch zur Einbindung in Wärmenetze genutzt werden kann.

Power-to-Heat-Anlagen können sowohl im Niedertemperaturbereich als auch im Hochtemperaturbereich (Dampf) ihren Einsatz finden und sind daher für die Dekarbonisierung sowohl im Bereich der privaten Haushalte als auch der Industrie eine wichtige Option.

Im dezentralen Niedertemperaturbereich werden vor allem Heizstäbe oder Heizpatronen eingesetzt. Im Hochtemperaturbereich werden Elektrodenheizkessel (EHK) eingesetzt. Mit einem EHK ist eine Erzeugung von Prozessdampf von bis zu 30 bar technisch möglich. Der so erzeugte Sattedampf kann mit einem nachgeschalteten Elektrodendurchlauferhitzer auf höhere Temperaturen überhitzt und damit auch höheren Anforderungen an die Dampferzeugung gerecht werden.

Aufgrund der kompakten Größe der Module ist ein Einsatz auch in dicht besiedelten Gebieten optimal, wo kurzfristig hohe Wärmemengen bereitgestellt werden müssen.

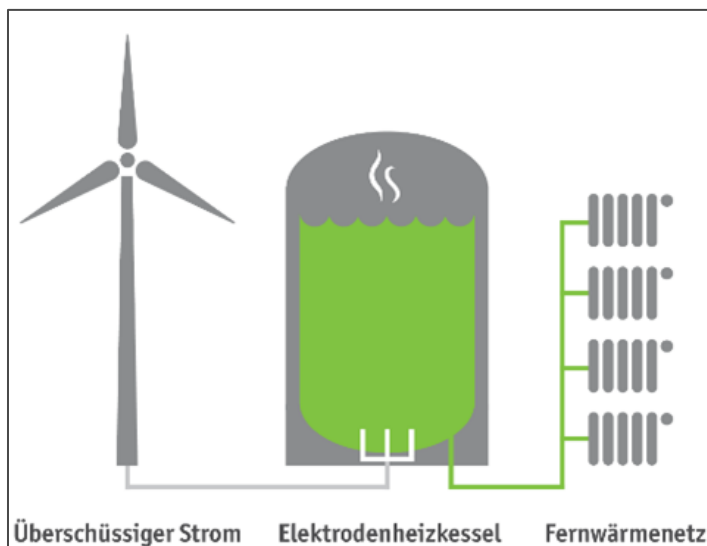


Abbildung 3-8: Funktionsweise Elektrodenheizkessel [Stadtwerke Flensburg]

3.2.9 Power-to-Gas

Neben Power-to-Heat ist auch Power-to-Gas (PtG) eine wichtige Sektorenkopplungs-Technologie. PtG nutzt die Elektrolyse, um unter Einsatz von Strom Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff zu spalten. Danach kann der gewonnene Wasserstoff entweder bis zu einem Anteil von 10 Prozent direkt in das Erdgasnetz eingespeist oder für die Synthetisierung von CO_2 zu Methan und Wasser genutzt werden. Das durch die Methanisierung entstandene synthetische Methan ähnelt Erdgas und kann komplett in das bestehende Erdgasnetz eingespeist werden. Wie Erdgas kann synthetisches Methan gespeichert oder als Brennstoff für die (erneute) Stromerzeugung oder Umwandlung in Wärme genutzt werden.

Die Nutzung von synthetischem Methan ist mit der vorhandenen Infrastruktur für Transport und Verteilung möglich. Dadurch kann es sowohl im Erdgasnetz transportiert als auch in den vorhandenen Speichern langfristig gelagert und je nach Bedarf in den

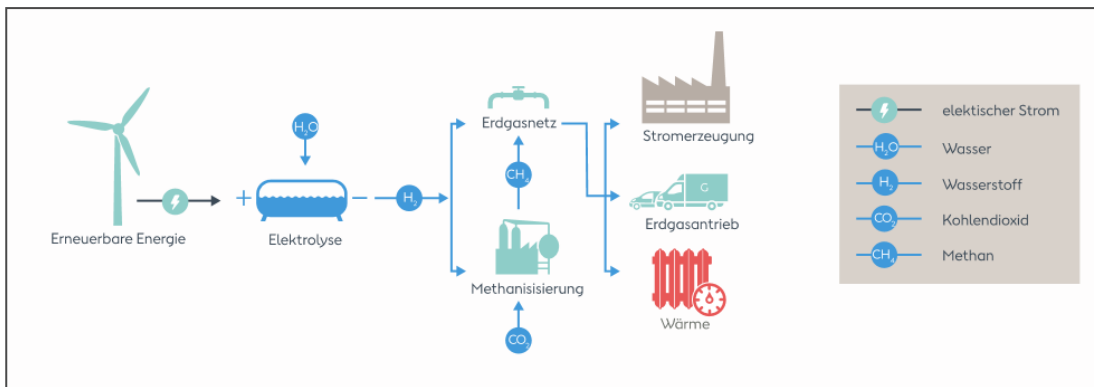


Abbildung 3-9: Das Prinzip von „Power-to-Gas“ [Fraunhofer Institut]

unterschiedlichen Sektoren eingesetzt werden. Besonders im industriellen Umfeld und für ausgewählte Transportaufgaben wird auch zukünftig ein einfach verfügbarer, hochkalorischer Brennstoff benötigt werden. Der Ersatz von Erdgas durch synthetisches Methan bietet den Vorteil einer geringeren Importabhängigkeit und der Unterstützung der lokalen Wertschöpfung.

Ein wesentlicher Nachteil besteht darin, dass die Umwandlungsverfahren (Elektrolyse und Methanisierung) keine ausreichenden Wirkungsgrade vorweisen. Die Elektrolyse erfolgt mit einem Wirkungsgrad von ca. 70 Prozent, die Methanisierung erreicht rund 80 Prozent. Somit beträgt der Energiegehalt des synthetischen Methans ca. 55 Prozent der ursprünglich aufgewendeten elektrischen Energie. Je nach Einsatzsektor und Transportweg folgen weitere Verluste. Um die im Methan gebundene Energie dann wieder in Strom oder Wärme umzuwandeln, sind zusätzliche Umwandlungsverluste zu berücksichtigen.

3.2.10 All electric

„All Electric“ steht für ein Energie-Versorgungssystem, bei dem regenerativ gewonnener Strom die zentrale Energieform darstellt und darüber die Sektoren Strom, Wärme und Mobilität koppelt. Sowohl die Wärmeversorgung als auch die Mobilität erfolgt elektrisch. Der hierfür notwendige Strom könnte zu einem Teil direkt aus der hauseigenen PV-Anlage stammen. Die Wärmeerzeugung erfolgt durch eine Wärmepumpe.

4 POTENZIALANALYSE

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden verschiedene Möglichkeiten zur Endenergieeinsparung aufgezeigt und bewertet. Zudem werden Potenziale zur Nutzung von erneuerbaren Energien im Bereich der Wärmeversorgung beschrieben. Die daraus resultierenden Ergebnisse sind die Grundlage für die zwei in Kapitel 5 aufgestellten Szenarien zur zukünftigen Wärmeversorgung in Esslingen am Neckar.

Das Trendszenario berücksichtigt, die THG-Emissionen bis zum Jahr 2030, ausgehend von der in Kapitel 2.3 aufgestellten Ausgangsbilanz. Das Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist es jedoch die Wärmeversorgung klimaneutral zu gestalten, was in einem weiteren Szenario aufgestellt wird.

4.1 SANIERUNG DER WOHNGEBÄUDE UND KOMMUNALEN GEBÄUDE

Das größte Potenzial zur Einsparung von Endenergie innerhalb der Wärmeversorgung bietet die Sanierung der Gebäudehülle. Zur Abschätzung der Höhe des Einsparpotenzials wurde zunächst ermittelt, welche Anzahl welchen Gebäudetyps auf dem Stadtgebiet vorzufinden ist.

Dies konnte dem Datensatz der Stadt entnommen werden. Darin wurden knapp 16.000 Gebäude den Gebäudetypen Einfamilienhaus (EFH), Mehrfamilienhaus (MFH), großes Mehrfamilienhaus (GMH) zugeteilt. Zusätzlich wurde aus dem Datensatz die Altersstruktur des Gebäudebestandes ermittelt.

Zu beachten ist, dass insbesondere im Innenstadtbereich ein Großteil der Gebäude unter Denkmalschutz steht. Etwa 4 % der Wohngebäude im Stadtgebiet stehen unter Denkmalschutz. Historische Bauwerke energieeffizient zu sanieren, ist eine große Herausforderung, denn mit dem Denkmalschutz sind strenge Auflagen und Einschränkungen verbunden.

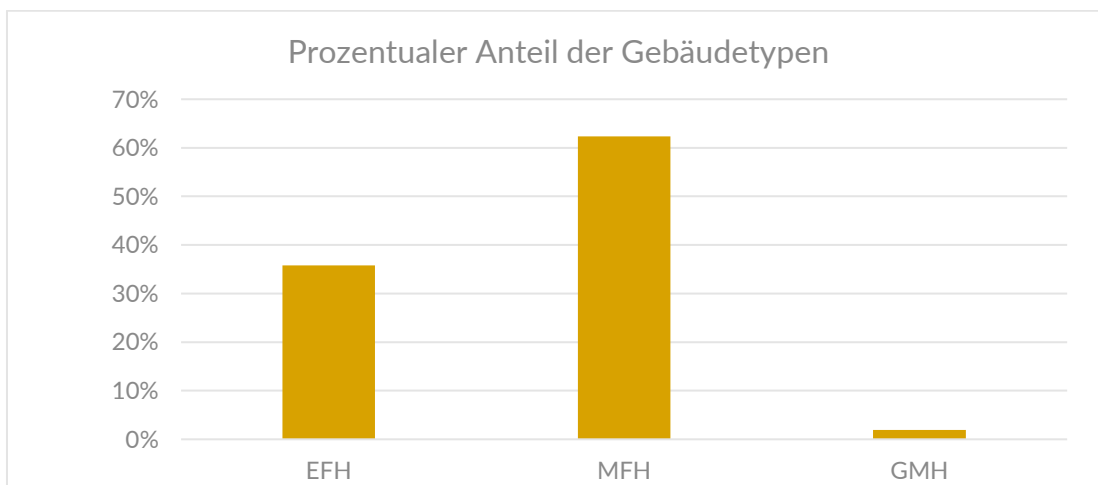


Abbildung 4-1: Prozentualer Anteil der Gebäudetypen - Stadtgebiet Esslingen am Neckar

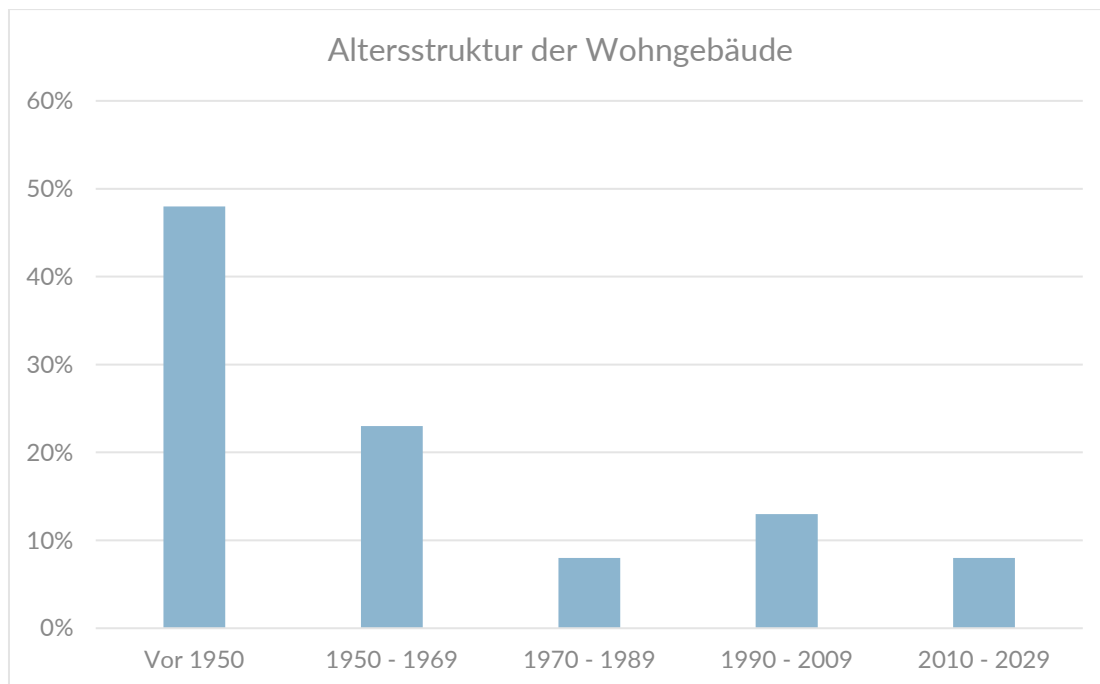


Abbildung 4-2: Altersstruktur der Wohngebäude - Stadtgebiet Esslingen am Neckar

Um das Einsparpotenzial der Wohngebäude zu ermitteln, wurde die Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt [IWU 2015] herangezogen. Die Typologie hat für verschiedene Gebäudetypen und Altersklassen spezifische Endenergiebedarfe und Energiebezugsflächen bestimmt. Da die Altersklassen des Zensus 2011 nicht den Kategorien der IWU-Gebäudetypologie entsprechen, wurde eine anpassende Aufteilung vorgenommen. Die großen Mehrfamilienhäuser wurden der Gebäudeklasse der Mehrfamilienhäuser zugeordnet.

Zur Bewertung des Einsparpotenzials sind die Referenzgebäudetypen aus der IWU-Gebäudetypologie mit einer Sanierung auf Effizienzhaus 55 Standard simuliert worden. Die Sanierungsvariante auf den Effizienzhaus 55 Standard setzt die Maßgaben der KfW-Bank für die Förderung von Einzelmaßnahmen (Technischen Mindestanforderung der BEG WG) als Sanierungsniveau an. Die Differenz zwischen dem durchschnittlichen Endenergiebedarf nach IWU Typologie und dem nach der simulierten Sanierung, ergibt das Einsparpotenzial je Gebäudetyp und Altersklasse. Um die stadtspezifische Verteilung der Gebäude in den Altersklassen und Gebäudekategorien zu berücksichtigen, wurde jeweils eine gewichtete Mittelung vorgenommen.

Tabelle 4.1: Mittlere Einsparung nach Gebäudekategorie

Gebäudekategorie	Mittlere Endenergieeinsparung (Altersklassen gewichtet)
Einfamilienhaus	52 %
Mehrfamilienhaus	41 %
(Großes) Mehrfamilienhaus	41 %
Einsparpotenzial (gewichteter Mittelwert)	44 %

Es wird somit in der folgenden Szenarienentwicklung davon ausgegangen, dass der Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung durch eine Sanierung aller Gebäude um 44 % gesenkt werden kann. Ein Heizungstausch ist aufgrund der Bedarfsänderung sinnvollerweise nach einer Sanierung durchzuführen. Dabei ist zu beachten, dass Gebäude, die vor der Datenerhebung saniert wurden, im Jahr 2019 in den Gesamtverbrauch einfließen.

Um die berechnete Einsparung von 44 % des Wärmeenergiebedarfs durch Sanierung bis 2040 zu erzielen, müssten 5 % der Gebäudehüllen pro Jahr saniert werden. Abbildung 4-3 stellt die möglichen Einsparungen bei jährlichen Sanierungsraten von 1 – 5 % im Zieljahr 2040 dar. Zur besseren Veranschaulichung finden Sie die entsprechenden Abbildungen in höherer Auflösung im Anhang (Kapitel 10)

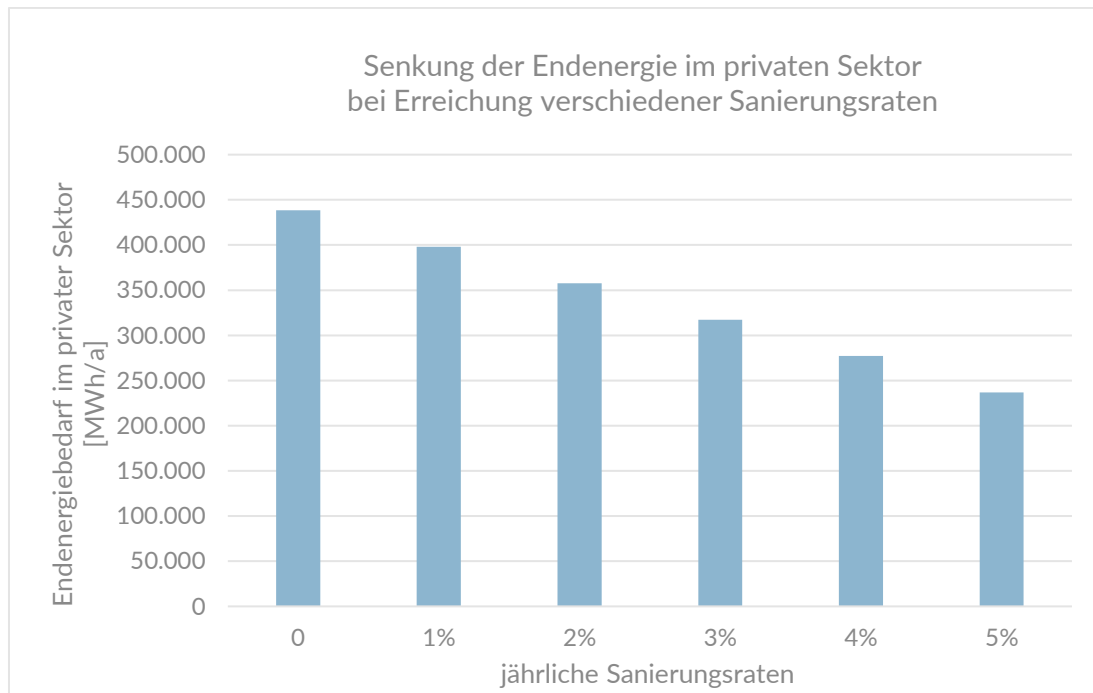


Abbildung 4-3: mögliche Einsparungen bei Erreichung verschiedener jährlicher Sanierungsraten, bei einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahre [energielenker projects GmbH]

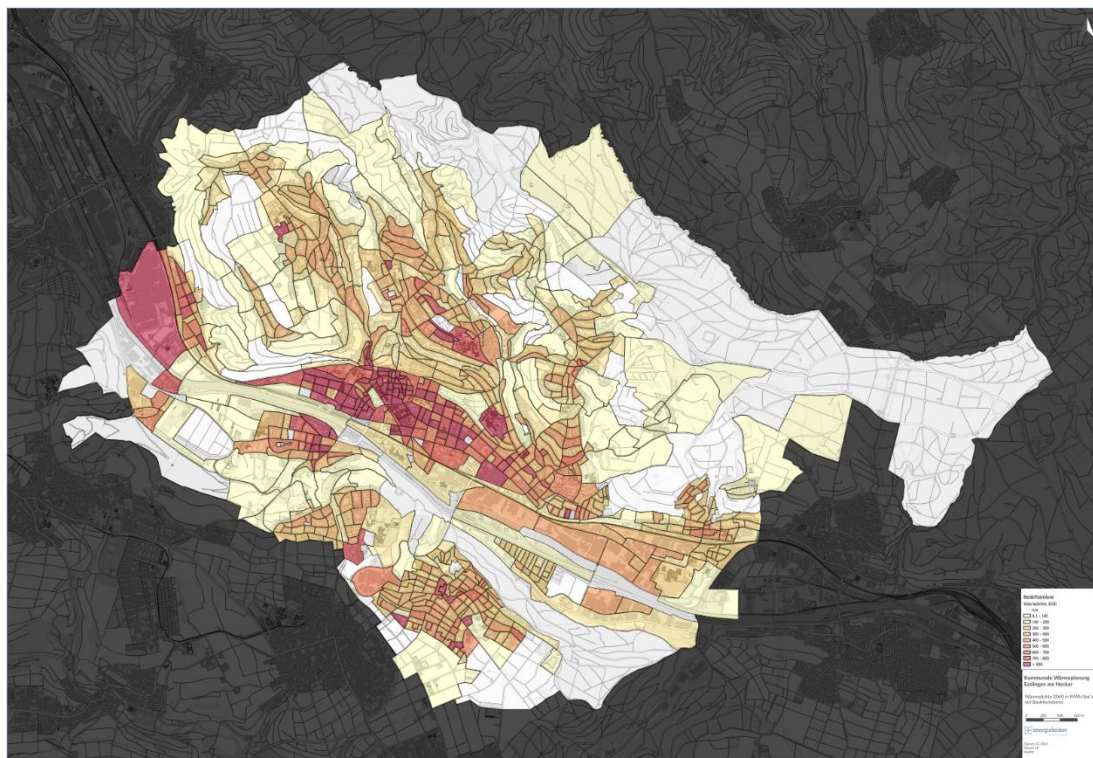


Abbildung 4-4: Wärmedichte in 2040 auf Baublockebene – Stadtgebiet Esslingen am Neckar

4.2 SOLARENERGIE

Die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) hat ein onlinebasiertes Solarpotenzialkataster erstellt. Das Kataster gibt an, welche Dach- und Freiflächenflächen in Baden-Württemberg für Photovoltaik und Solarthermie geeignet sind. Demnach können erste gebäudescharfe Informationen zum standortspezifischen Solarpotenzial bereitgestellt werden, die auf einem automatisierten Verfahren basieren. Die Karten dienen dabei zur groben Übersicht und teilen das Solarpotenzial der Dachflächen in vier Ertragskategorien ein. Die Kategorien betiteln „sehr gut“, „gut“, „bedingt“ geeignete und noch durch ein Fachunternehmen „zu prüfende“ Dachflächen. Die Potenzialanalyse des Katasters bezieht sich auf Standortfaktoren wie Dachneigung, Gebäudeausrichtung, Verschattung sowie die lokalen Einstrahlungsdaten.

Gebäudeeigentümern wird jedoch im Rahmen von konkreten Absichten zur Installation einer Anlage die Hinzuziehung einer neutralen Energieberatung empfohlen, die die Dacheignung prüft (z. B. Statik), für technische Fragen und das Genehmigungsrecht zur Seite steht sowie weitere Informationen zu Wirtschaftlichkeit und Fördermöglichkeiten bereitstellt. Die Angaben des Solarpotenzialkatasters dienen einer ersten Einschätzung, die keine Energieberatung vor Ort ersetzt. Jedoch kann über das Kataster ein überschlüssiges Potenzial im Rahmen der Potenzialanalyse für die Stadt Esslingen herangezogen werden.

Nachfolgend wird das Potenzial der Sonnenenergie in Dachflächen- und Freiflächenphotovoltaik sowie Solarthermie unterteilt dargestellt.

Dachflächenphotovoltaik

Gemäß Energieatlas Baden-Württemberg gibt es in der Stadt Esslingen am Neckar eine geeignete Dachfläche mit einer installierbaren Modulfläche von 1.438.194 m², einer installierbaren Gesamtleistung von 239,7 MWp (Annahme zum Flächenfaktor: 6 m²/kWp) und einem möglichen Stromertrag von 251.684,0 MWh/a (LUBW, 2022).

Abbildung 4-5 zeigt einen Ausschnitt der Stadt Esslingen am Neckar. Dabei handelt es sich um einen Auszug aus dem Energieatlas Baden-Württemberg (LUBW, 2022). Verzeichnet sind, entsprechend der dargestellten Legende, die Potenziale für Photovoltaik-Dachflächenanlagen.

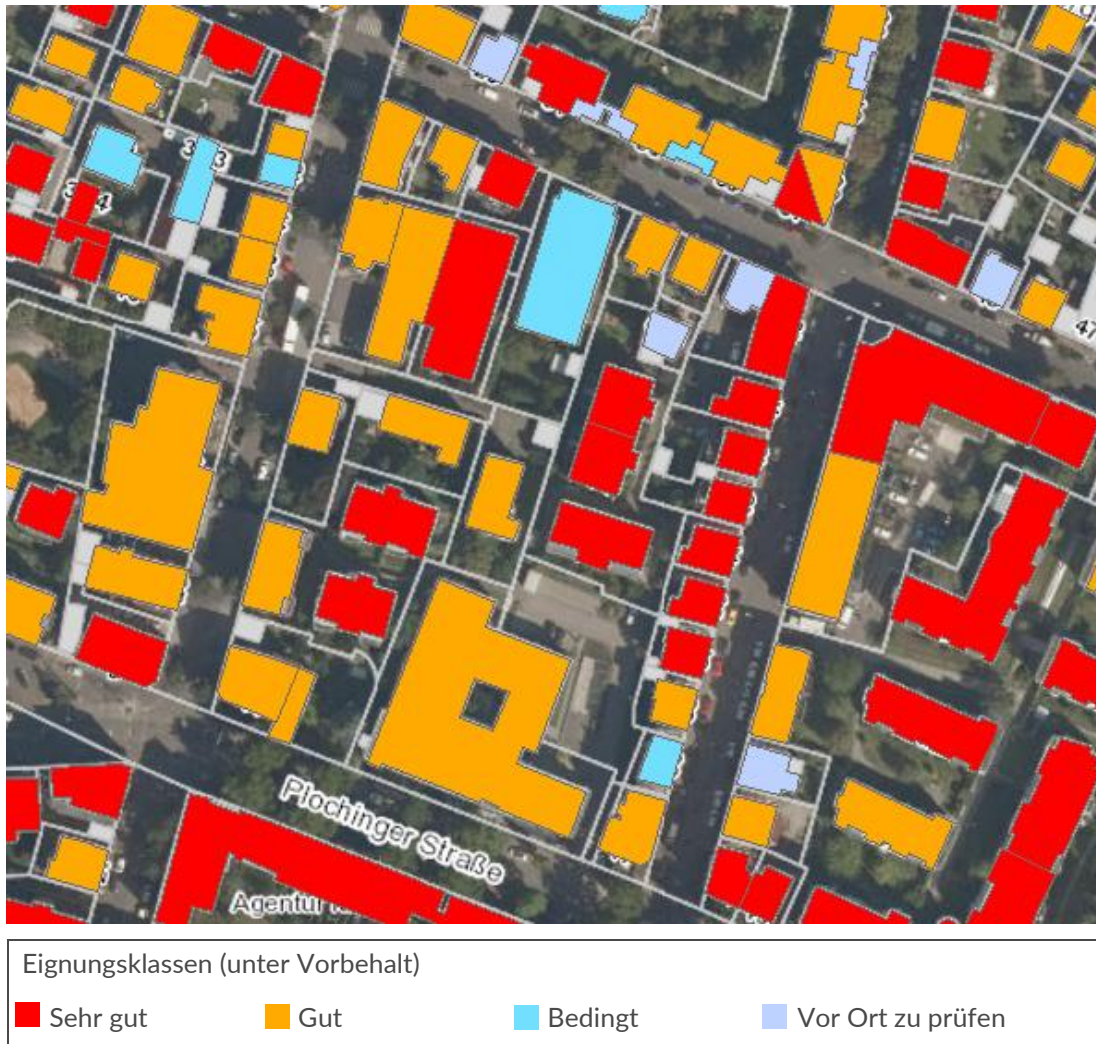


Abbildung 4-5: Ausschnitt aus dem Energieatlas des Landes Baden-Württemberg - Solarpotenzial auf Dachflächen [Energieatlas LUBW]

Freiflächenphotovoltaik

Randstreifen entlang der Autobahnen und Schienenwege (Konversionsflächen) bieten hohe Potenziale für Freiflächenphotovoltaik. Zudem sind diese im EEG 2021 vom Gesetzgeber als förderungswürdige Standorte für PV-Freiflächenanlagen festgelegt. Dabei können große PV-Freiflächenanlagen (PV-FFA) seit dem EEG 2021 zukünftig eine Leistung von bis zu 20 MWp besitzen (zuvor: 10 MWp). Hierzu wurde auch der Korridor erweitert. Während bislang 110 m Randstreifen an Autobahn- und Eisenbahnrandern galten, können aktuell 200 m genutzt werden (dabei muss jedoch ein Streifen von 15 m freigehalten werden).

Die Flächen entlang der Autobahnen und Schienenwege eignen sich vor allem deshalb, da das Landschaftsbild bereits vorbelastet ist, es kaum Nutzungskonkurrenz gibt und die Flächen häufig geböscht sind, sodass die Module, je nach Himmelsrichtung, in einem günstigen Neigungswinkel stehen und daher mit weniger Abstand zueinander aufgestellt werden können als auf ebenen Flächen. Prinzipiell sind folgende Flächen unproblematisch als Potenzialflächen für Solarfreiflächenanlagen geeignet:

- 200 m Randstreifen von Autobahnen oder Bundesstraßen (beidseitig, gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn), welche als Acker- oder Grünland ausgewiesen sind.
- 200 m Randstreifen von Bahntrassen (beidseitig), welche als Acker- oder Grünland ausgewiesen sind.
- Ein 15 m breiter Korridor ist dort jedoch innerhalb dieser 200 m vorzusehen und freizuhalten. D. h. effektiv sind 185 m Randstreifen nutzbar.

Zudem ist es möglich, auf benachteiligten Freiflächen Solarfreiflächenanlagen anzubringen. Siedlungs- und Waldflächen sowie folgende Schutzgebiete werden als ungeeignet für die Solarfreiflächen bewertet: Naturschutzgebiete, Biotope, Naturdenkmale, FFH-Gebiete, Wasserschutzgebiete (Zone I + II), Überschwemmungsgebiete und Vogelschutzgebiete.

Gemäß des Energieatlas Baden-Württemberg beträgt die geeignete Fläche (Konversions- und benachteiligte Freiflächen) in der Stadt Esslingen am Neckar 3.595.000 m² (LUBW, 2022); dies entspricht einer installierbaren Leistung von 299,6 MWp (Annahme zum Flächenfaktor: 12 m²/kWp) sowie einem möglichen jährlichen Stromertrag von 314.562,5 MWh. Es ist an dieser Stelle anzumerken, dass der Energieatlas noch mit dem alten Korridor von 110 m Regel rechnet.

Weiterhin ist an dieser Stelle anzumerken, dass in den hier genannten Potenzialen ausschließlich Konversions- und benachteiligte Freiflächen Berücksichtigung finden. Selbstverständlich sind Freiflächenanlagen auch auf anderen Flurstücken möglich, womit sich das Maximalpotenzial noch weiter steigern würde. Das so zusätzliche, mögliche Potenzial gilt es mit Einzelanalysen zu überprüfen. Allerdings entsteht bei PV-FFA oft eine Flächenkonkurrenz zur Landwirtschaft, auch diesen Faktor gilt es zu berücksichtigen. Eine mögliche Lösung hierfür könnte die sogenannte Agri-Photovoltaik (Agri-PV) sein.

Als einige einschränkende Faktoren für die Nutzung von Photovoltaik sind folgende Punkte zu nennen:

- Wirtschaftlichkeit
- Statik des Daches
- Brandschutz
- Denkmalschutz
- Lebensdauer der Dachhaut

Durch diese Faktoren kann die Installation einer Anlage ganz oder teilweise verhindert oder zumindest zeitlich verzögert werden. Daher wird für die weitere Betrachtung der möglichen Gewinnung von Strom aus Photovoltaikanlagen nur ein Teil der ausgewiesenen Werte berücksichtigt (Mobilisierungsfaktor von 30 %).

Tabelle 4.2: Übersicht des Photovoltaik-Potenzials - Stadt Esslingen am Neckar [energielenker projects GmbH]

Technologie	Installierbare Modulfläche	Möglicher Stromertrag
Photovoltaik Dach	1.438.194 m ²	251.684,0 MWh/a
Photovoltaik Freifläche	3.595.000 m ²	314.562,5 MWh/a
Photovoltaik gesamt	5.033.194 m ²	566.246,5 MWh/a
Mobilisierungsfaktor 30 %	1.509.058 m ²	169.873,9 MWh/a

Ausgehend von einem COP-Wert von 3,5 für Wärmepumpen könnten demnach rund 594.600 MWh/a thermische Energie erzeugt werden.

In einem Szenario der kombinierten Energieerzeugung aus Photovoltaik und Solarthermie ergibt sich unter der Annahme einer Flächennutzung von 80 % der Photovoltaik- und 20 % der Solarthermie-Dachfläche ein Wärmepotenzial aus Photovoltaikanlagen von rund 475.647,0 MWh/a.

Solarthermie

Neben der Stromerzeugung ist die Sonnenenergie auch für die Warmwasserbereitung durch Solarthermie geeignet. Ein 4-Personen-Haushalt benötigt etwa 4-6 m² Kollektorfläche zur Deckung des Warmwasserbedarfes außerhalb der Heizperiode (Mai bis September). Insgesamt können so über das Jahr gesehen rund 60 % des Warmwasserbedarfes durch Solaranlagen abgedeckt werden.

In sogenannten Kombi-Solaranlagen kann darüber hinaus, neben der Warmwasserbereitung, auch Energie zum Heizen der Wohnfläche genutzt werden. Voraussetzung hierfür ist eine ausreichend große Dachfläche, da die Kollektorfläche ungefähr doppelt so groß sein muss, wie bei reinen Solaranlagen für die Warmwasserbereitung. Dies führt zu einer Flächenkonkurrenz mit Photovoltaikanlagen. Ein Speicher im Keller sorgt durch seine Pufferwirkung dafür, dass die Solarwärme auch nutzbar ist, wenn die Sonne nicht scheint. Im Vergleich zu Anlagen, die lediglich der Warmwasserbereitung dienen, ist das Speichervolumen bei Kombi-Anlagen zwei- bis drei-mal so groß. Zudem ist der Speicher im Gegensatz zu einfachen Anlagen zum überwiegenden Teil mit Heizungswasser gefüllt.

Durch Kombi-Solaranlagen lassen sich rund 25 % des jährlichen Wärmeenergiebedarfs decken. Eine zusätzliche herkömmliche Heizung ist in jedem Fall erforderlich. Die Kombination von Solaranlagen mit einem herkömmlichen Heizungssystem ist vom Fachmann durchzuführen, da Solaranlagen, bestehende Heizung und Wärmeenergiebedarf aufeinander abgestimmt sein müssen, um eine optimale Effizienz zu erzielen.

Die aus dem Energieatlas Baden-Württemberg herangezogenen Daten bzgl. der geeigneten Dachfläche gelten sowohl für die Photovoltaik als auch für die Solarthermie gemeinsam. Somit dürfen entsprechende Potenziale nicht addiert werden, sondern sind als „konkurrierend“ zu betrachten. Allerdings ist die Nutzung von Dachflächen für Photovoltaikanlagen gegenüber Solarthermieanlagen zu priorisieren.

Zusätzlich besteht eine Flächenkonkurrenz zwischen Photovoltaik und Solarthermie. Da Photovoltaikanlagen in der Regel eine bessere Wirtschaftlichkeit aufweisen und darüber hinaus die gewonnene Energie vielfältiger einsetz- und speicherbar ist, wird davon ausgegangen, dass Solarthermieanlagen im Vergleich nur eine geringe Rolle spielen werden.

Die Nutzung im privaten Bereich wird sich auf kleine Anlagen beschränken, die heute errichtet werden, um gesetzliche Vorgaben einhalten zu können. Diese Anlagen sind in der Regel wenige m² groß und tragen daher nur zu einem geringen Anteil zur Energiegewinnung bei. Im Gegensatz zu den PV-Potenzialflächen, wurden für die Solarthermie deshalb nur die Dachflächen in der Eignungsklasse „sehr gut“ bilanziert. Aus dem Handlungsleitfaden für Freiflächensolaranlagen geht hervor, dass die Land- zur Kollektorfläche den Faktor 2,5 beträgt. Hieraus ergibt sich eine installierbare Modulfläche von 270.529 m². Unter der Annahme eines spezifischen Wärmeertrags von 450 kWh/m² ergibt sich eine theoretisch maximal erzeugbare Wärmemenge in Höhe von rund 121.738,1 MWh/a. Zur besseren Veranschaulichung finden Sie die folgende Abbildung in höherer Auflösung im Anhang (Kapitel 10)

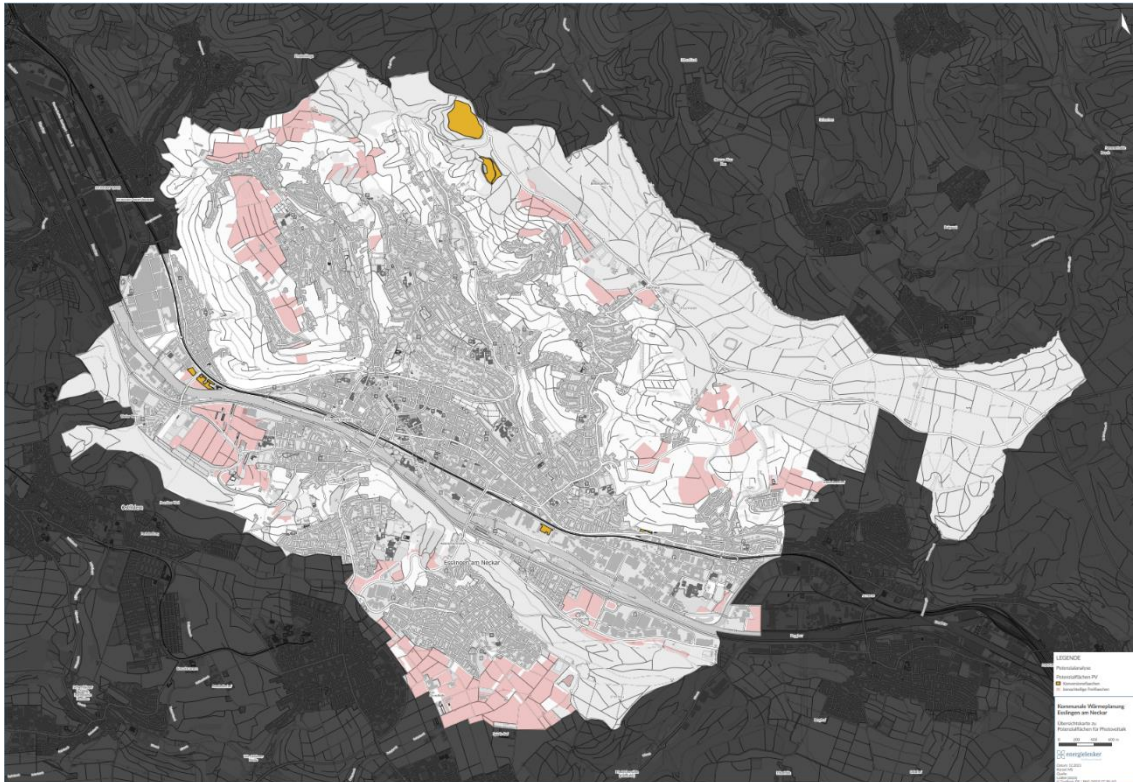


Abbildung 4-6: Solare Freiflächenpotenziale - Stadtgebiet Esslingen am Neckar [LUBW]

Tabelle 6.3: Übersicht des Solarthermie-Potenzials - Stadtgebiet Esslingen [energielenker projects GmbH]

Technologie	Installierbare Modulfläche	Möglicher Stromertrag
Solarthermie Dach	270.529 m ²	121.738 MWh/a
Solarthermie Freifläche	1.422.440 m ²	640.098 MWh/a
Solarthermie gesamt	1.692.969 m ²	761.836 MWh/a
Mobilisierungsfaktor 30 %	507.891 m ²	228.551 MWh/a

Im Gegensatz zu privaten Solarthermieranlagen stellt sich die Situation für große Solarthermieranlagen in Verbindung mit effizienten Wärmenetzen anders dar. Während die Wärmegestehungskosten für Solarthermieranlagen auf Hausdächern mit 14,3-18,1 ct/kWh relativ hoch liegen, bieten große Freiflächen-Solarthermieranlagen mit Wärmegestehungskosten zwischen 3,7 und 4,6 ct/kWh die Möglichkeit einer kostengünstigen Wärmeversorgung. Die größte Herausforderung stellt dabei die Verfügbarkeit geeigneter Flächen dar. Insbesondere im verdichteten Innenstadtbereich kommen hier große Dachflächen und große Infrastrukturflächen, wie z. B. Parkplätze oder Flächen entlang von Verkehrswegen sowie Lärmschutzbauwerke in Frage. Auf Grund dessen wurden für die Solarthermie-Potenziale nur Freiflächen größer als 1.000 m² bilanziert. Daraus ergibt sich eine installierbare Modulfläche von 1.422.440 m² und eine theoretisch maximal erzeugbare Wärmemenge in Höhe von rund 640.098 MWh/a.

4.3 WINDENERGIE

Für den Energieträger Windenergie wird im Energieatlas Baden-Württemberg ein Maximalpotenzial von 9.265 MWh/a angegeben. Davon sind ca. 9.265 MWh/a in geeigneten Flächen prognostiziert und entsprechend 0 MWh/a in bedingt geeigneten Flächen. Die Größe der Fläche, die diesem Maximalpotenzial zugrunde liegt, beträgt 80.000 m² (geeignete Flächen: 80.000 m² $\pm$ 0,18 % der Gesamtfläche der Gemarkung; bedingt geeignete Flächen: 0 m² $\pm$ 0 % der Gesamtfläche der Gemarkung). Darauf würde sich eine Windenergieanlagen realisieren lassen (LUBW, 2022).

Es gilt jedoch anzumerken, dass diese Ertragsprognosen auf theoretischen Hochrechnungen basieren. Hier müssen die erforderlichen Abschaltzeiten sowie die Windverteilung an den unterschiedlichen Standorten berücksichtigt werden. Darüber hinaus sind die politischen Rahmenbedingungen, wie z. B. die Abstandsregeln oder die EEG-Vergütung im Hinblick auf die Anlagenentwicklung nicht endgültig abschätzbar. Die aktuelle politische Lage suggeriert jedoch eher eine zukünftige Vereinfachung der Genehmigungsverfahren.

4.4 BIOMASSE

Grundlage der Potenzialanalyse sind die Daten zu landwirtschaftlichen Produkten des Statistischen Landesamts Baden-Württemberg (STALA). Bereitgestellt werden regionale Informationen zur Bodennutzung des Ackerlandes für Fruchtarten und zur Viehwirtschaft nach Betriebsgröße und Tierart. Aktuell sind Daten für das Jahr 2020 veröffentlicht. Daraus wird ein theoretisches Biogaspotenzial von 115 kW_{el.} ermittelt. Das technisch mögliche Potenzial wird bezogen auf einen Energiepflanzenanteil von 20 % für die landwirtschaftliche Fläche. Daraus ergibt sich eine mögliche Leistung von 38 kW_{el.}

Unter der Annahme, dass das gesamte theoretische Potenzial von 38 kW_{el.} in einer fiktiven Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (Anlage zur gleichzeitigen Wärme- und Stromerzeugung) mit einem Gesamtwirkungsgrad von 85 % verarbeitet wird, ergibt sich ein theoretischer Energieertrag von 813 MWh/a. Für einen angenommenen elektrischen Wirkungsgrad von 34 % ergibt sich ein Potenzial von 277 MWh_{el.}/a. Für einen angenommenen thermischen Wirkungsgrad ergibt sich ein Potenzial von 415 MWh/a.

Wichtig zu beachten ist, dass aufgrund der fehlenden Datengrundlage es sich in dieser Potenzialermittlung um ein Biogaspotenzial handelt, da lediglich eine anteilige Nutzung der Ackerfläche sowie die Nutzung des Wirtschaftsdüngers berücksichtigt werden können. Ein sich ergebendes Biomassepotenzial aus bspw. der Forstwirtschaft ist nicht Teil der Betrachtung.

- ▶ Nahrungsmittelkonkurrenz
- ▶ Auswirkungen auf die Umwelt (z. B. Artenvielfalt)
- ▶ Energieeffizienz und Energiebilanz (z. B. Umwandlungsverluste)
- ▶ Nachhaltigkeit (z. B. Abholzung oder Monokulturen)
- ▶ Hemmnis bei der Entwicklung alternativer Technologien

Das kritische Auseinandersetzen mit dem Einsatz von Biomasse bedeutet nicht, dass diese überhaupt keinen Beitrag bei der Bewältigung der Energiewende leisten kann. Vielmehr sollte eine umfassende Bewertung der Potenziale, Risiken und Auswirkungen

von Biomasse im Kontext der spezifischen regionalen Gegebenheiten durchgeführt werden, um eine verantwortungsvolle und nachhaltige Nutzung sicherzustellen.

4.5 GEOTHERMIE

Die in der Erde gespeicherte Wärme kann zur Wärmeversorgung der Gebäude in der Stadt Esslingen am Neckar genutzt werden. Grundsätzlich wird zwischen oberflächennaher Geothermie und Tiefengeothermie unterschieden:

- Oberflächennahe Geothermie (bis 400 m Tiefe) kommt zur Anwendung, um einzelne Gebäude mit Wärme zu versorgen.
- Tiefengeothermische Kraftwerke mit Bohrungen bis in 5.000 m Tiefe liefern sowohl Strom als auch Wärme.

Der große Vorteil von Geothermie gegenüber Wind- und Sonnenenergie ist die meteorologische Unabhängigkeit. Die Wärme in der Erde ist konstant vorhanden, ab 5 m Tiefe gibt es keine witterungsbedingten Temperaturveränderungen mehr. Jahreszeitenunabhängig können 24 Stunden am Tag Strom und Wärme produziert werden.

Die Nutzung oberflächennaher Geothermie ist besonders für die partikulare, gebäudebezogene Wärmeversorgung (Niedertemperatur-Heizsysteme) geeignet. Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden in Verbindung mit Wärmepumpen werden vor allem im Rahmen von Neubau und Gebäudesanierung installiert.

Eine Erdwärmesonde überträgt Erdwärme in dem eine Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert. Das Rohrsystem hierfür wird in ein vertikal oder schräg verlaufendes Bohrloch eingebracht und bis zu hundert Meter in das Erdreich herabgelassen, um die höheren Temperaturen tieferer Gesteinsschichten zu erreichen. Die Nutzung oberflächennaher Erdwärmesonden ist daher von der geographischen Lage von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten sowie der Hydrogeologie abhängig.

Erdwärmekollektoren zeichnen sich durch einen höheren Flächenbedarf als Erdwärmesonden aus, da sie horizontal im Boden unterhalb der Frostgrenze bis zu einer Einbautiefe von 1,5 m verlegt werden. Die Wärme beziehen die Kollektoren aus der eingestrahlten Sonnenwärme und über versickerndes Niederschlagswasser.

Da sie das Grundwasser nicht gefährden, können Erdwärmekollektoren eine Alternative zu möglicherweise nicht genehmigungsfähigen Erdwärmesonden darstellen.

Nachfolgend werden die Potenziale für die Nutzung von Erdwärme dargestellt. Hierbei lässt sich die Eignung einzelner Standorte für die Nutzung von Erdwärmekollektoren und -sonden für die Stadt Esslingen am Neckar unter <https://maps.lgrb-bw.de/> ermitteln. Bzgl. der folgenden Ausführungen muss im Vorhinein betont werden, dass es sich lediglich um eine grobe Hochrechnung handelt, die der Orientierung dienen soll. Des Weiteren sind die Potenziale nicht addierbar. Die angegebenen Potenziale von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren sind „Entweder-Oder-Potenziale“, da sich eine Flächenkonkurrenz ergibt.

Nachfolgende Einschätzungen und dargestellte Abbildungen basieren auf Daten des Geologischen Dienstes Baden-Württembergs und dienen als erste Orientierung. Sie

ersetzen keine spezifische Standortbeurteilung, die im Falle konkreter Umrechnungsplanungen auf jeden Fall zusätzlich erfolgen muss.

Erdwärmekollektoren

Wie auf Abbildung 4-7 zu sehen, sind weite Teile des Stadtgebiets für die Nutzung von Erdwärmekollektoren, basierend auf der Wärmeleitfähigkeit des Bodens in $W/(m \cdot K)$, geeignet. Für die grobe Potenzialberechnung wird daher die Siedlungsfläche der Stadt Esslingen am Neckar herangezogen. Dabei wird angenommen, dass etwa 10 % dieser Siedlungsfläche theoretisch für die Erdwärmekollektoren geeignet sind. Dies entspricht bei einer angenommenen Gesamt-Siedlungsfläche von 3.648 ha (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2020) rund 1.459 ha Fläche.

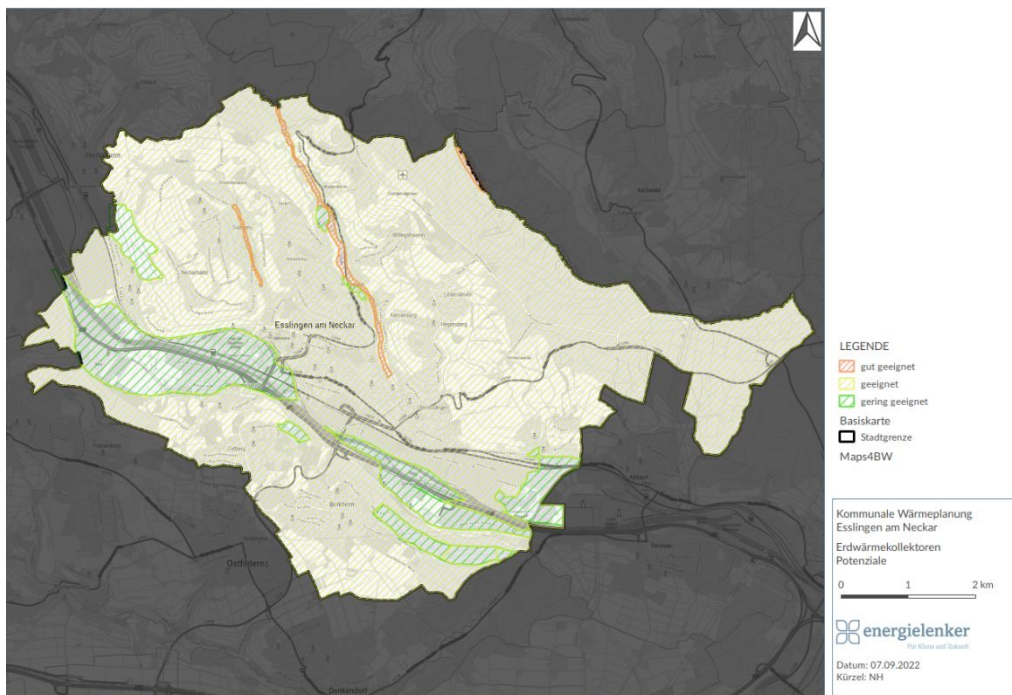


Abbildung 4-7: Eigene Darstellung des Erdwärmekollektoren-Potenzial nach Vorbild des Energieatlas des Landes Baden-Württemberg - Erdwärmekollektoren [LGRB]

Es werden folgende Annahmen für Erdwärmekollektoren getroffen:

- Jährliche Betriebsstunden: 1.800 h/a (LLUR, 2011)
- Entzugsleistung: 25 W/m² (Annahme)

Unter diesen Annahmen ergibt sich ein theoretisches Wärmebereitstellungspotenzial von rund 87.540 MWh/a durch Erdwärmekollektoren.

Erdwärmesonden

Analog zu dem Vorgehen bei den Erdwärmekollektoren können auch die Flächen für eine Nutzung mit Erdwärmesonden den digitalen Karten des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau in Baden-Württemberg entnommen werden (LGRB, 2018).

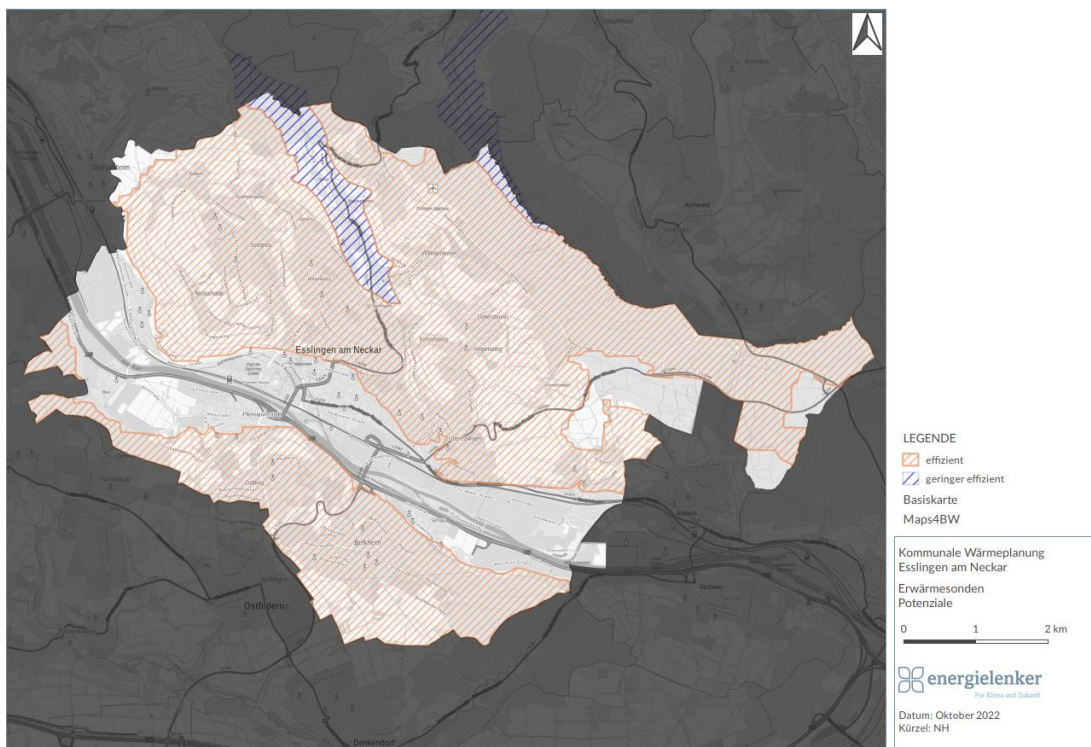


Abbildung 4-8: Eigene Darstellung des Erdwärmesonden-Potenzial nach Vorbild des Energieatlas des Landes Baden-Württemberg - Erdwärmesonden [LGRB]

Ähnlich zu den Erdwärmekollektoren liegen hier weite Teile des Stadtgebiets Esslingen am Neckar geeignete Bedingungen. Die für Erdwärmesonden geeigneten Gebiete (s. Abbildung 4-8) überschneiden sich an verschiedenen Stellen außerdem mit bereits (dicht) bebauten Gebieten. Vor diesem Hintergrund ist eine Ermittlung der für Erdwärmesonden geeigneten Flächen auf dem Gebiet der Stadt Esslingen am Neckar äußerst unsicher. Das diesbezügliche Potenzial soll deshalb auf Basis der zur Verfügung stehenden Daten sinnvoll abgeschätzt werden.

Es wird angenommen, dass etwa 13 % der Siedlungsfläche von Esslingen am Neckar theoretisch für die Erdwärmekollektoren geeignet sind. Zusätzlich werden folgende Annahmen für Erdwärmesonden getroffen:

- Jährliche Betriebsstunden: 1.800 h/a (LLUR, 2011)
- Leistungszahl (COP): 4,0 (Annahme)
- Maximale Bohrtiefe (in Siedlungsnähe): 60 m

Unter diesen Annahmen ergibt sich ein theoretisches Wärmebereitstellungspotenzial von rund 68.281 MWh/a durch Erdwärmesonden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine effiziente Nutzung der Geothermie in der Stadt Esslingen am Neckar durch den Einsatz von Erdwärmekollektoren und -sonden möglich ist. Zusätzlich wird die oberflächennahe Geothermie und die Anschaffung dazugehöriger Wärmepumpen durch umfassende Förderangebote unterstützt. Unter Berücksichtigung einer zunehmenden Nutzung regenerativer Energien, werden demzufolge beim Neubau von Einfamilienhäusern Ausbaupotenziale gesehen. Unter der Prämisse einer Sanierung, welche die Absenkung der Vorlauftemperaturen eines Bestandsgebäudes erlaubt, kann das Potenzial der Umweltwärme auch für die Beheizung von Bestandsgebäude eine effiziente und sinnvolle Versorgungslösung darstellen.

Tabelle 6.4: Übersicht des Geothermie-Potenzials - Stadtgebiet Esslingen am Neckar [energielenker projects GmbH]

Technologie	Möglicher Wärmeertrag
Geothermie Erdwärmekollektoren	87.540 MWh/a
Geothermie Erdwärmesonden	68.281 MWh/a
Geothermie gesamt	155.821 MWh/a

4.5.1 Thermische Nutzung von Oberflächengewässern

Die Bezeichnung Oberflächengewässer umfasst alle in der Natur fließenden und stehenden Gewässer gleichermaßen (u. a. Flüsse, Seen, Übergangs- / Küstengewässer etc.). Charakteristisch für diese Gewässer ist deren Einbindung in den natürlichen Wasserkreislauf.

Oberflächengewässer existieren in verschiedensten Naturräumen und nicht zuletzt deshalb unterscheiden sich die Gewässer einerseits aufgrund der vorkommenden Tier- und Pflanzenarten und ihrer Geologie im Einzugsgebiet und andererseits aufgrund der Gewässerstruktur. Zur Differenzierung ist dementsprechend ein System entwickelt worden, mit dem es möglich ist, Gewässer sowohl entsprechend ihrer naturräumlichen Eigenschaften als auch nach gemeinsamen Merkmalen zu Gewässertypen zusammenzufassen. Für diese Typisierung werden Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet größer 10 km², stehende Gewässer mit einer Oberfläche von mehr als 0,5 km² und Übergangs- bzw. Küstengewässer innerhalb einer Seemeile seewärts berücksichtigt.

Für die Stadt Esslingen am Neckar ist vor diesem Hintergrund der Neckar von Relevanz. Der rund 362 km lange Neckar wird mit einem Einzugsgebiet von knapp 14.000 km² gemäß der zuvor erläuterten Typisierung als Oberflächen-Fließgewässer betrachtet. Tagesmitteltemperaturen liegen für Esslingen am Neckar jedoch nicht vor. Die nächstgelegene Messstation zur Messung der Jahresdurchschnittstemperatur liegt in Hofen. Hier ist liegt der Mittelwert der Jahre 2018 – 2021 bei etwa 14,8 °C. Die Länge der Kanäle im Innenstadtbereich der Stadt Esslingen am Neckar beträgt 1,65 km. Insgesamt beträgt die Gewässerfläche laut statistischem Landesamt Baden-Württemberg 118 ha.

Aufgrund der hohen Wärmekapazität kann Wasser Wärme sehr gut speichern. Oberflächengewässer können deshalb geothermisch sowohl zum Kühlen als auch zum Heizen genutzt werden. Konventionelle Wärmepumpen sind technisch dennoch in der Lage Wärme zu gewinnen und die Wärmeträgerflüssigkeit auf mehr als 60°C zu erhitzen. Mit dieser Wärme können kommunale Liegenschaften beheizt werden. In den Sommermonaten können Fließgewässer als Kühlung genutzt werden (sofern Wassertemperatur niedrig genug), da die Wassertemperatur in der Regel unterhalb der Luft- / Umgebungstemperatur verortet ist.

Bisher gibt es noch nicht viele Beispiele für die Nutzung von Oberflächenwasser in großem Maßstab. Dennoch könnte die thermische Nutzung von Oberflächengewässern bedeutende Einsparungen an fossilen Brennstoffen und Elektrizität erlauben. Die mögliche Energiemenge ist dabei abhängig von den Wassertemperaturen des Flusses und dem Massenstrom im Wärmeübertrager.

4.5.2 Hydrothermale Grundwassernutzung

Die hydrothermale Grundwassernutzung ist eine Technik der Tiefengeothermie. Als hydrothermale Lagerstätten werden Bereiche in über 400 m Tiefe bezeichnet, in denen Thermalwasser zirkuliert.

Für die Nutzung der hydrothermalen Geothermie ist eine ergiebige, wasserführende Gesteinsschicht (Nutzhorizont) notwendig. Diese Schicht sollte vertikal und lateral möglichst weit ausgebreitet sein, um eine langfristige Nutzung zu gewährleisten. Das vorhandene Thermalwasser kann (abhängig von der Förderrate und Temperatur) sowohl für die Erzeugung von Strom und Wärme als auch für die Erzeugung von Wärme allein genutzt werden.

Für die Nutzbarmachung des Thermalwassers bedarf es in der Regel zwei oder mehr Bohrungen. Dabei handelt es sich mindestens um eine Förder- und eine Injektionsbohrung (Dublette). Zu den besonderen Wasservorkommen in Esslingen zählt die neue Thermalquelle. Etwa 32 Grad Celsius warmes Wasser wurde 2005 beim Merkel'schen Bad erbohrt. Das Thermalwasser stammt aus 200 Metern Tiefe, dem Oberen Muschelkalk, und wird für Badezwecke genutzt.

In Deutschland existieren natürliche Reservoirs mit ausreichenden Wassermengen. Dazu zählen primär die geothermischen Provinzen des Molassebeckens im Alpenvorland, der Oberrheingraben und das norddeutsche Becken. Auf dem Stadtgebiet Esslingen am Neckar sind möglicherweise ähnliche natürliche Reservoirs vorhanden. Allerdings ist dort die ausreichende Wassermenge nicht gewährleistet. Vor diesem Hintergrund ist die Wirtschaftlichkeit der Strom- und Wärmeerzeugung bei der hydrothermalen Grundwassernutzung gefährdet.

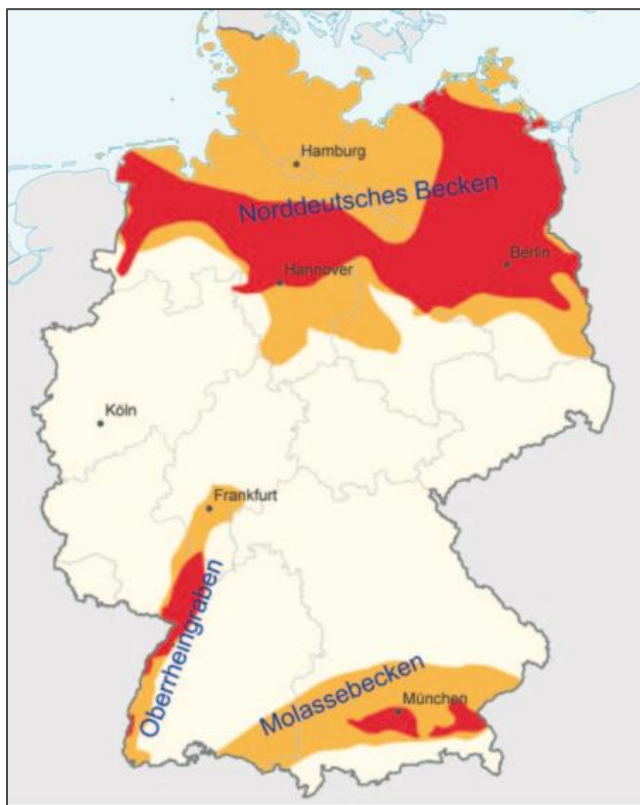


Abbildung 4-9: Übersicht über Gebiete, die für eine tiefe hydrogeothermische Nutzung möglicherweise geeignet sind [UBA, 2008]

4.5.3 Abwasserwärmenutzung

Abwasserwärme ist aus planerischer Sicht eine langfristig verfügbare und „erneuerbare“ Energiequelle, deren Nutzung nachhaltig ist und dem Gedanken einer Kreislaufwirtschaft verfolgt.

Bei Nutzung der Abwasserwärme wird thermische Energie sowohl in der Kanalisation selbst entnommen als auch im Ablauf des Klärwerks. Im Abwassersystem herrschen das ganze Jahr über Temperaturen von etwa 10 bis 20° C, womit die Wärme dort deutlich über dem Temperaturniveau vieler weiterer natürlicher Wärmequellen wie bspw. der Erdwärme liegt.

In der Kanalisation geschieht die Wärmeentnahme über einen Abwasserwärmetauscher, welcher in der Sohle des Abwasserkanals bzw. im Ablauf des Klärwerks installiert ist. Er wird vom Abwasser erwärmt, wodurch sich ein flüssiges Wärmeträgermedium in seinem Inneren aufheizt.

Dem Abwasser kann in der Kanalisation ein beträchtlicher Teil seiner Wärme entzogen werden. Es ist darauf zu achten, dass das Abwasser bei Erreichen des Klärwerks noch immer eine Mindesttemperatur besitzt, damit die dortigen Reinigungsprozesse ordnungsgemäß ablaufen können.

Einflussgrößen bei der Technik- und Standortauswahl sind die Nennweite des Kanals, der Trockenwetterabfluss des Abwassers im Kanal, die Abwassertemperatur bei Eintritt in die Kläranlage, Mindestabnahme der Verbraucher, das zeitliche Potenzial und das räumliche Potenzial, bestimmt durch die Distanz zwischen Wärmequelle und -senke. Über die Trockenwetterabflüsse der Kanalisation in Esslingen liegen keine Werte vor. Daher kann für Esslingen kein genaues Potenzial ermittelt werden. Um jedoch die Größenordnung des Potenzials aufzuzeigen, wird ein Beispiel mit einigen getroffenen Annahmen aufgeführt. Eine Wärmemenge von 314 MWh/a durch den Einsatz einer Wärmepumpe (Strombedarf: 116 MWh/a, Abwasserwärme: 198 MWh/a) kann unter folgenden Annahmen erreicht werden. Das Mindestmaß des Trockenwetterabflusses beträgt 15 l/s und wird zu 100 % als nutzbare Menge zum Wärmeentzug angenommen. Des Weiteren wird mit einem Temperaturentzug von 1,5 K, einer Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe von 2,7 sowie 2.100 Volllaststunden gerechnet.

Die Abschätzung lässt den Schluss zu, dass in den Abwasserkanälen von Esslingen ein gewisses Potenzial vorhanden ist. Es muss jedoch im Einzelfall anhand detaillierter Daten evaluiert werden, in welcher Form und in welchem Umfang dieses Potenzial nutzbar ist. Für eine valide Einschätzung der Potenziale ist eine Machbarkeitsstudie sinnvoll.

Neben den Abwasserkanälen kann auch die nachfolgende kommunale Kläranlage ein Abwärmepotenzial aufweisen. In Esslingen handelt sich es um die Anlage in Esslingen-Zell. Bei einer Kläranlage besteht jeweils die Möglichkeit, die Wärme entweder im Kläranlagenzulauf oder am -ablauf zu entnehmen.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird nur die Wärmeentnahme am Kläranlagenablauf betrachtet. Das liegt vor allem daran, dass die biologischen Reinigungsprozesse in der Kläranlage eine Mindesttemperatur von 10 °C benötigen. Ein Wärmeentzug am Zulauf der Kläranlage kann vor allem im Winter dazu führen, dass das notwendige Temperaturniveau unterschritten werden könnte. Zudem würde im Zulauf

das noch nicht gereinigte Wasser als Wärmemedium genutzt werden. Das führt dazu, dass die Wärmetauscher schneller verschlammen und häufiger gereinigt werden müssen.

Bei der Wärmeentnahme am Ablauf der Kläranlage kann die Temperatur in der Regel weiter abgesenkt werden, da oft keine Regelung für die Temperatur des Vorfluters besteht. Die verminderte Temperatur der Vorflut kann teilweise sogar ökologische Vorteile für die Gewässer haben, in welche das Wasser eingeleitet wird.

Ein genaues Wärmepotenzial der Kläranlage wurde aufgrund fehlender Daten zur Temperatur und der Abflussmenge im Jahresverlauf nicht ermittelt.

4.6 ABWÄRMEPOTENZIAL

Abwärme, gelegentlich auch als Abhitze bezeichnet, ist die Bezeichnung für die bei verschiedenen Prozessen als Nebenprodukt entstehende Wärme. Oftmals wird diese Wärme ungenutzt in die Umwelt abgegeben, wodurch mitunter sogar zusätzlicher Energieaufwand für Pumpen, Ventilatoren oder Kühlaggregate entsteht. Einige Betrachten Abwärme grundsätzlich als ungenutzte Wärme. Dennoch existiert auch der Begriff der Abwärmenutzung, der auf Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz hinweist, beispielsweise die Wärmerückgewinnung.

Durch die lange Tradition als Handelsstadt, als erste und größte Industriestadt im ehemaligen Königreich Württemberg ist die Stadt Esslingen schon historisch gesehen ein beliebter Wirtschaftsstandort. Durch die Nähe zum Neckarhafen Plochingen, dem Landesflughafen Stuttgart, sowie die Landesmesse in Stuttgart ist die Stadt Esslingen am Neckar international gut verbunden. Bis heute produzieren internationale Firmen an diesem Standort und beschäftigen 56.000 Menschen.

Die Wirtschaftsstruktur ist u.a. geprägt durch die Branchen Elektroindustrie, Fahrzeugbau, Maschinenbau und ist damit geprägt durch Automotiv. Aber auch Unternehmen im Bereich Medien und Verlage, sowie Dienstleistungen sind in Esslingen am Neckar tätig.

Um mögliche Abwärmequellen aus Industrie- und Gewerbeprozessen zu identifizieren, wurden mithilfe der Wirtschaftsförderung der Stadt Esslingen Fragebögen [Vorlage der KEA-BW] versandt. Damit können Verbräuche, Energieträger und Abwärmepotenziale der Prozesse abgefragt werden. Ebenfalls werden die erneuerbare Wärme- und Stromerzeugung sowie die Eigennutzung erfasst. Zum Zeitpunkt der Erstellung des Endberichts ist nicht erkennbar, ob es in Esslingen am Neckar ein mögliches Abwärmepotenzial gibt.

Bei der Betrachtung des Wärmebezugs stellt die langfristige Versorgungssicherheit die oberste Prämisse für die Unternehmen dar. Die Großkunden haben durch ihren hohen Energiebedarf eine zentrale Bedeutung für die zukünftige Wärmeversorgung in Esslingen. Eine enge Absprache, mit den Akteuren ist daher in Zukunft notwendig, um ein hohes Maß an Versorgungssicherheit für die Unternehmen zu gewährleisten.

4.7 ROLLE DER KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG

Die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) bezeichnet die gleichzeitige Umwandlung von eingesetzter Energie in elektrische Energie und in Nutzwärme in einer ortsfesten technischen Anlage (vgl. § 2 Nr. 13 KWKG). Die Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) zur Versorgung von Wärmenetzen stellt eine effektive Strategie zur flexiblen und netzdienlichen Erzeugung von Strom und Wärme dar. KWK-Anlagen zeichnen sich durch ihre hohe Effizienz aus und sind besonders geeignet zur Deckung der Grundlast, während sie gleichzeitig ausreichend Flexibilität bieten, um auf die Schwankungen erneuerbarer Energien zu reagieren. Angesichts der Notwendigkeit, den Einsatz fossiler Energieträger wie Erdgas zu reduzieren, wird bundesweit langfristig eine Umstellung auf erneuerbare Energieträger, insbesondere biogene Gase und Wasserstoff, angestrebt. Dies erfordert sowohl die Modernisierung bestehender Anlagen als auch die Umsetzung neuer Projekte nach dem sogenannten Prinzip der „innovativen Kraft-Wärme-Kopplung“ (iKWK).

iKWK-Systeme zeichnen sich durch eine besonders hohe Energieeffizienz und geringe Treibhausgasemissionen aus. Die genannten Vorteile resultieren aus der Kombination von KWK-Anlagen in Verbindung mit hohen Anteilen von Wärme aus erneuerbaren Energien, die dann KWK-Strom und Wärme bedarfsgerecht erzeugen oder umwandeln (vgl. § 2 Nr. 9a KWKG). Für weiterführende Informationen wird auf das Merkblatt für innovative KWK-Systeme von der BAFA verwiesen.

Bei der Konzeption weiterer, groß dimensionierter Biomasseheizwerke für Wärmenetze ist es von entscheidender Bedeutung, die Möglichkeit der Stromerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung zu berücksichtigen, um die Gesamteffizienz und Nachhaltigkeit zu optimieren.

Biomassepotenziale bilden eine wichtige Schnittstelle zu Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen). Im Rahmen der Potenzialanalyse wird die Biomasse aus verschiedenen Quellen – wie der Landwirtschaft in Form von Energiepflanzen, Gülle und Reststoffe – hinsichtlich ihrer energetischen Nutzungsmöglichkeiten betrachtet. Aus der verwerteten Biomasse, insbesondere in Form von Biogas, lässt sich in KWK-Anlagen sowohl thermische Energie als auch elektrische Energie bereitstellen. Die entsprechenden Kennzahlen zum thermischen und elektrischen Energieoutput ergeben sich aus der Umwandlung der jeweiligen Biomassepotenziale.

Auf dieser Grundlage kann abgeschätzt werden, dass für die Stadt Esslingen am Neckar rein theoretisch ein thermisches Energiepotenzial von 415 MWh durch den Einsatz von KWK-Anlagen erschlossen werden könnte. Die konkrete Standortwahl sowie die zu derzeitiger Infrastruktur-Anlagen erfordern jedoch weiterführende Untersuchungen, um technische, infrastrukturelle und wirtschaftliche Aspekte berücksichtigen zu können.

Es liegen keine detaillierten Daten zur derzeitigen Infrastruktur und Energieverbräuchen bestehender KWK-Anlagen vor oder können aus Datenschutzgründen nicht dargestellt werden, da sie von den Betreibern nicht freigegeben wurden. Zusätzlich erschweren wirtschaftliche, regulatorische und technische Unsicherheiten eine belastbare Abschätzung der Potenziale.

4.8 ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALE

Nachfolgend werden die ermittelten Potenziale erneuerbarer Energien zusammenfassend dargestellt. Der Vergleich zeigt, dass es insbesondere im Bereich der Solarenergie ein großes Potenzial gibt, Wärme zu erzeugen. Das Potenzial für die Nutzung von Windenergie ist hingegen eher gering, da nur eine begrenzte Fläche für Windkraftanlagen zur Verfügung steht. Bei einer optimalen Ausnutzung dieser Potenziale kann der Wärmebedarf vor allem durch Wärmepumpen gedeckt werden, die auf oberflächennaher Geothermie oder Umweltwärme basieren. Es ist jedoch zu beachten, dass die angegebenen Potenziale, die maximal möglichen in der Stadt Esslingen darstellen und ihre Umsetzbarkeit in jedem Einzelfall geprüft werden muss.

Tabelle 4.5: Potenziale durch Erneuerbare Energien

	Potenziale
Photovoltaik Gesamt (Dach und Freifläche)	Möglicher Stromertrag: 566.246,45 MWh/a
Solarthermie Gesamt (Dach und Freifläche)	Möglicher Wärmeertrag: 761.836 MWh/a
Windenergie	eine realisierbare Windenergieanlage
Biomasse	Theoretisches elektrisches Potenzial Biogas: 276,5 MWh/a Theoretisches thermisches Potenzial Biogas: 414,8 MWh/a
Erdwärmekollektoren	Möglicher Wärmertrag: 87.540 MWh/a
Erdwärmesonden	Möglicher Wärmeertrag: 68.281 MWh/a
Abwärme	Muss in Machbarkeitsstudie im Detail geprüft werden
Flusswasser	Muss in Machbarkeitsstudie im Detail geprüft werden
Außenluft	Dezentrale Lösungen: Außenluft kann als Wärmequelle für die Wärmepumpenheizung dienen.

5 SZENARIENENTWICKLUNG

Die Szenarien sollen aufzeigen, wie die im Klimaschutzgesetz angestrebte Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 ermöglicht werden kann.

Nachfolgend werden zu dem Schwerpunktthema Wärme jeweils ein Trend- und ein Klimaschutzszenario dargestellt. Die Szenarien werden auf Basis der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse ausgearbeitet und beziehen dabei die in Kapitel 4 berechneten Endenergieeinsparpotenziale durch energetische Sanierung sowie die Potenziale zur Nutzung Erneuerbarer Energien mit ein. Es ist wichtig zu berücksichtigen, dass die Bilanzwerte des Basisjahres 2019 der Bestandsanalyse für die Szenarien witterungsbereinigt wurden. Da der Heizenergieverbrauch von Jahr zu Jahr von variierenden klimatischen Bedingungen beeinflusst wird, müssen die Energieverbräuche angepasst werden, um Vergleiche zwischen verschiedenen Jahren oder Standorten ziehen zu können.

5.1 GRUNDLAGE UND DIFFERENZIERUNG TREND- UND KLIMASCHUTZSZENARIO

Wie bereits kurz beschrieben, werden in der vorliegenden Ausarbeitung zwei unterschiedliche Szenarien betrachtet: Das Trend- und das Klimaschutzszenario. Nachfolgend werden die Annahmen und Charakteristiken dieser beiden Szenarien etwas detaillierter erläutert.

In den aufgestellten Szenarien sind, die in Kapitel 4 ermittelten Einsparpotenziale berücksichtigt. Die Umweltwärme wird als Endenergie bilanziert und beinhaltet in den Darstellungen bereits den notwendigen Endenergiebedarf an Strom. Dieser wird in der Zusammenfassung beziffert und in der Bilanzierung der Treibhausgase aufgrund des Emissionsfaktors einbezogen. Es wird angenommen, dass das synthetische Methan ausschließlich durch den Einsatz von Ökostrom erzeugt wird.

Die Prognose der Energieträgerumstellung basiert auf einer Kombination der Betrachtung der Gebäudestruktur und einer Studie der Agora Energiewende. Im Rahmen der Betrachtung der Gebäudestruktur erfolgt eine Berücksichtigung unterschiedlicher Wärmeerzeugertypen für diverse Gebäudetypen und -größen. Des Weiteren wird auf Basis der Daten der Schornsteinfeger eine Statistik über das Alter der aktuell installierten Wärmeerzeuger im Gemeindegebiet erstellt. Diese dient der Abschätzung des Austauschpotenzials und des Austauschzeitpunkts aufgrund von Überalterung. Des Weiteren erfolgt eine separate Betrachtung der Sektoren Haushalte, Industrie und GHD nach Wärmeerzeugertypen. Im Sektor Industrie und GHD erfolgt zunächst eine Differenzierung zwischen Heizwärme und Warmwasser als erste Kategorie, während Prozesswärme als zweite Kategorie betrachtet wird. Unter Heizwärme und Warmwasser ist die normale Gebäudewärme zu verstehen, während Prozesswärme in Produktions- oder Verarbeitungsprozessen benötigt wird. Aufgrund der hohen erforderlichen Temperaturen kann Prozesswärme ohne Verbrennung nur schwer erreicht werden. Daher ist der Einsatz von Biogas und Biomasse besonders vorteilhaft, genauso wie der Einsatz von synthetischen Gasen, insofern diese verfügbar sind. Des Weiteren kann die Nutzung von Geothermie in Kombination mit einer Wärmepumpe eine geeignete Lösung darstellen. Bei den privaten Haushalten ist aufgrund der erforderlichen Investitionen

sowie der Anzahl der Abnehmer eine verstärkte Nutzung von Umwelt-wärme in Form von Wärmepumpen und Fernwärme zu empfehlen.

Unter Berücksichtigung dieser Aspekte wurden für die einzelnen Teilgebiete (vgl. auch Kapitel 1.1) Szenarien der Wärmeversorgung bzw. der Verteilung der Energieträger entwickelt und auf das Gesamtstadtgebiet hochgerechnet.

Im Trendszenario wird das Vorgehen beschrieben, wenn keine bzw. gering klimaschutzfördernde Maßnahmen umgesetzt werden. Die Effizienzpotenziale in den Sektoren Wirtschaft und private Haushalte werden hier nur in geringem Umfang gehoben. Die übrigen Sektoren erreichen auch bis 2040 keine hohen Einsparungen des Energieverbrauches, da Maßnahmen der Beratung bezüglich Sanierung und Nutzer*innenverhalten nur eingeschränkt greifen. Effizienzpotenziale werden auch aufgrund fehlender Wirtschaftlichkeit nicht umgesetzt. Dieses Szenario dient als Referenz, auf der zukünftige Entwicklungen ohne wesentliche Veränderungen in den oben genannten Bereichen abgebildet werden.

Im Klimaschutzszenario hingegen werden vermehrt klimaschutzfördernde Maßnahmen mit einbezogen. Hier wird davon ausgegangen, dass Maßnahmen der Beratung bezüglich Sanierung, Effizienztechnologien und Nutzer*innenverhalten erfolgreich umgesetzt werden und eine hohe Wirkung zeigen. Effizienzpotenziale können, aufgrund der guten Wirtschaftlichkeit, verstärkt umgesetzt werden. Die Effizienzpotenziale in den Sektoren Wirtschaft und private Haushalte werden in hohem Umfang gehoben.

Auch Erneuerbare-Energien-Anlagen, vor allem PV- und Solarthermie-Anlagen sowie Wärmepumpen, werden mit hohen Zubauraten errichtet. Die Annahmen des Klimaschutzszenarios setzten dabei zum Teil Technologiesprünge und rechtliche Änderungen voraus.

Nachfolgend wird die Entwicklung des Wärmebedarfs in den beiden Szenarien Trend und Klimaschutz dargestellt. Die Berechnung des Endenergiebedarfs erfolgt über die Sanierungsrate und die Sanierungstiefe.² Die Berechnung des Haushaltsstrombedarfs erfolgt über den Absenkpfad (Bundesdurchschnitt).³

Die Stadt Esslingen am Neckar strebt an, für die Zukunft, das Klimaschutzszenario bestmöglich zu verfolgen.

² (Mehr Demokratie e.V.; BürgerBegehren Klimaschutz, 2020): *Handbuch Klimaschutz, Wie Deutschland das 1,5-Grad-Ziel einhalten kann.*

³ (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal-Institut, 2021): *Klimaneutrales Deutschland 2045, Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann, Langfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.*

5.2 TRENDSZENARIO

Die nachfolgende Abbildung 5-1 zeigt den zukünftigen Brennstoff- bzw. Wärmebedarf der Stadt Esslingen im Trendszenario, welche unter folgenden Grundbedingungen aufgestellt wurde:

- Jährliche Sanierungsrate: 0,8 %
- Sanierungstiefe nach GEG-Standard (50 kWh/m²)
- klimaneutrale Wärmeversorgung wird nicht zwangsläufig erreicht

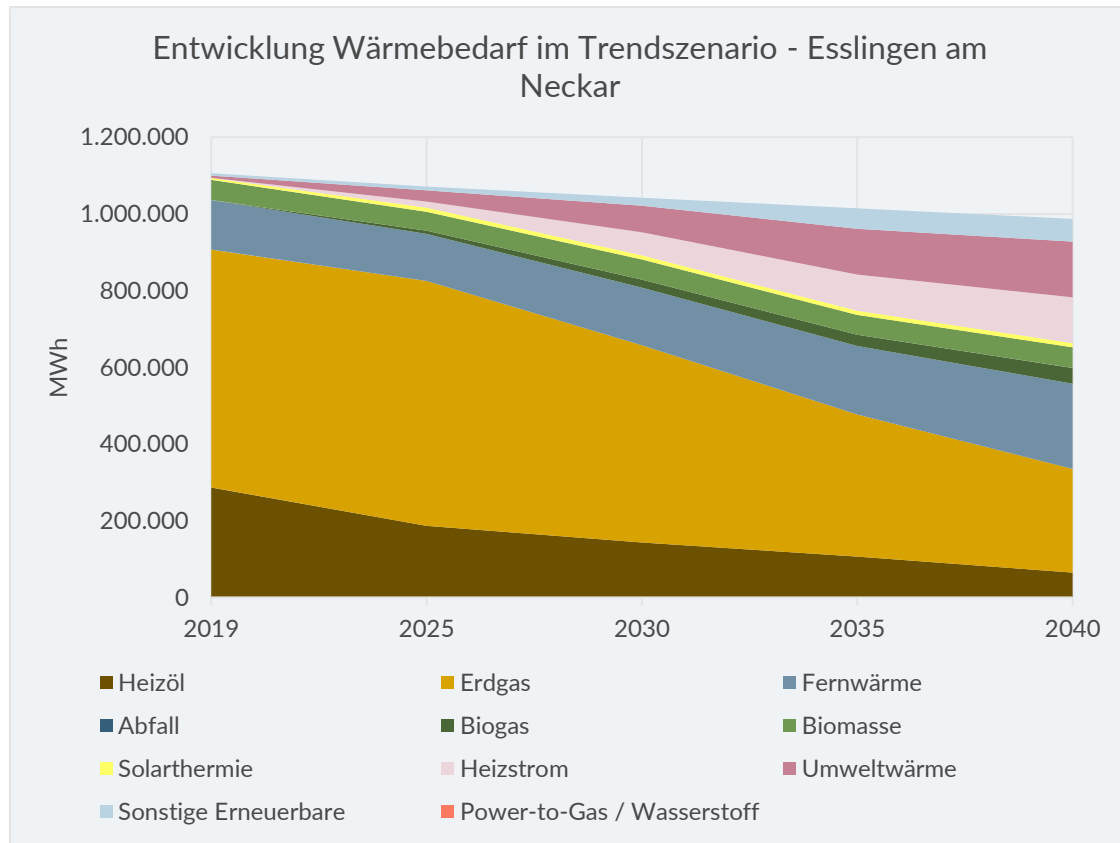


Abbildung 5-1: Entwicklung des Wärmebedarfs im Trendszenario (Quelle: energienker projects GmbH)

Im Trendszenario nimmt der Wärmebedarf bis zum Jahr 2040 leicht ab. Dies liegt etwa an einer angenommenen Effizienzsteigerung sowie der angenommenen Sanierungsrate und -tiefe im Bereich der privaten Haushalte. Bis zum Jahr 2040 werden dabei die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl teilweise durch alternative Energieträger substituiert. Auch im Trendszenario steigen somit die Anteile an erneuerbaren Energien (Solarthermie sowie strombasierte Endenergieträger wie Umweltwärme oder Heizstrom). Das Trendszenario unterliegt jedoch der Annahme, dass der Energieträger Erdgas auch im Jahr 2040 einen großen Anteil ausmacht, da die Synthese von Methan aus Strom mit dem im Trendszenario hinterlegten Strommix zu einem höheren Emissionsfaktor als dem von Erdgas führt und damit keine Vorteile gegenüber dem Einsatz von Erdgas bestehen.⁴ Die wesentlichen Energieträger sind zukünftig die Fernwärme und Erdgas mit rund 24 %,

⁴ Der Emissionsfaktor von synthetischen Kraft-/Brennstoffen hängt vom eingesetzten Strommix ab. Da etwa zwei kWh Strom für die Synthese einer kWh Methan eingesetzt werden, hat synthetisches Methan in etwa einen doppelt so hohen Emissionsfaktor wie der des eingesetzten Stroms und liegt im Jahr 2040 bei 764 gCO₂e/kWh gegenüber 238 gCO₂e/kWh für Erdgas.

Umweltwärme mit 15 % und Heizstrom mit einem Anteil von 12 % am Wärmebedarf. Ergänzt wird die Versorgung durch einen gleichbleibenden Anteil von Wärme aus Biomasseanlagen.

In der nachfolgenden ist die Entwicklung der THG-Emissionen, ausgehend vom Basisjahr 2019, dargestellt. Die Einsparpotenziale stammen dabei aus den vorangegangenen Potenzialanalysen. Die THG-Emissionen sinken laut dem Trendszenario vom Ausgangsjahr 2019 um 35 % bis 2040.

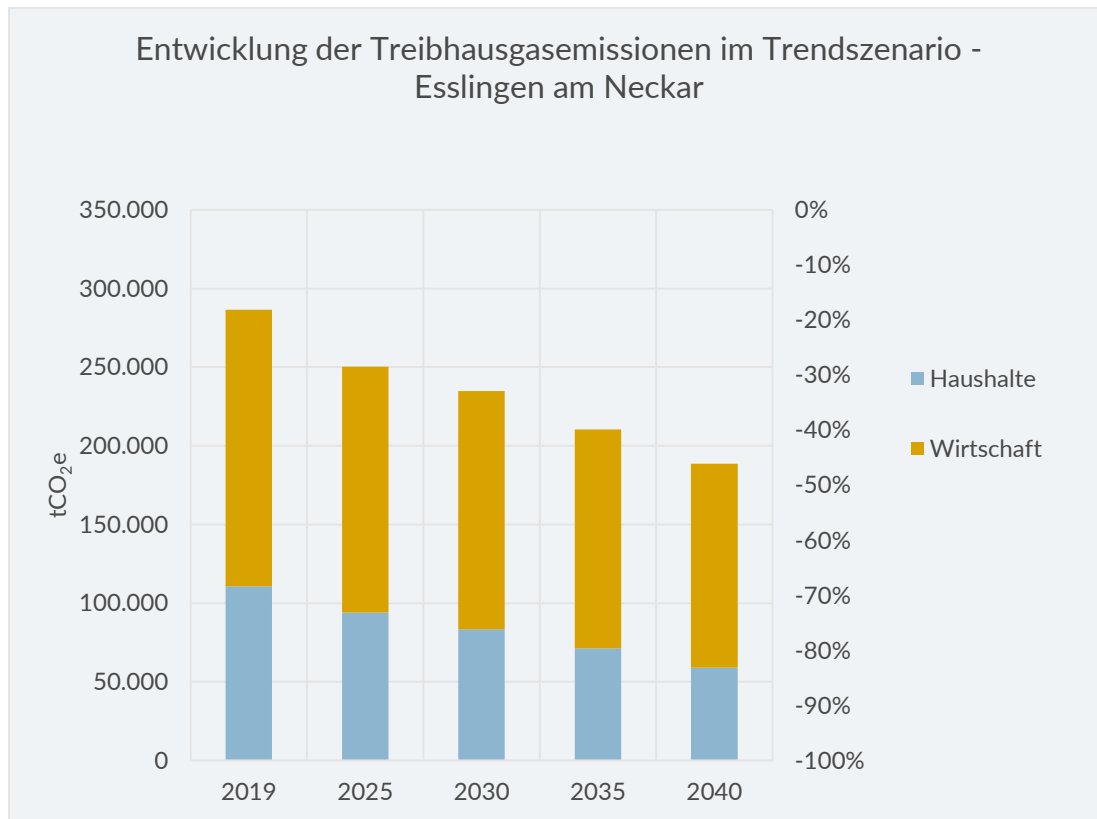


Abbildung 5-2 Entwicklungen der THG-Emissionen im Trendszenario (Quelle: energielenker projects GmbH)

5.3 KLIMASCHUTZSZENARIO

Der Wärmebedarf im Klimaschutzscenario dagegen unterscheidet sich fundamental und ist in der nachfolgenden Abbildung 5-3 dargestellt. Das Szenario wird unter folgenden Randbedingungen aufgestellt:

- Sanierungsquote: steigt jährlich um 0,1 auf 2,8 %
- Sanierungstiefe zwischen 2020 und 2030 liegt bei EH55-Standard (21 kWh/m²)
- Sanierungstiefe nach 2030 liegt bei EH40-Standard (16 kWh/m²)
- Erreichen einer klimaneutralen Wärmeversorgung

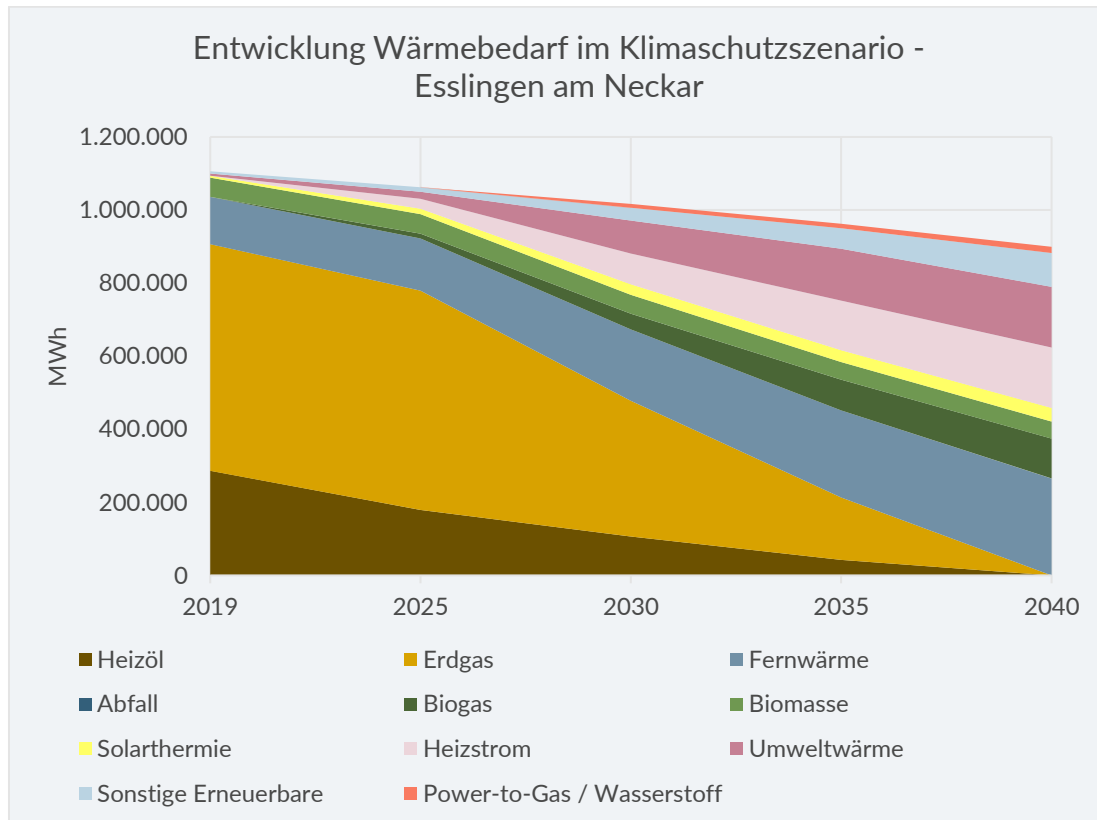


Abbildung 5-3: Entwicklung des Wärmebedarfs im Klimaschutzscenario (Quelle: energienker projects GmbH)

Durch die höheren Effizienzgewinne in allen Sektoren sowie die deutlich höhere Sanierungsrate und -tiefe im Sektor private Haushalte sinken die Energiebedarfe im Klimaschutzscenario deutlich stärker. Im Besonderen die konventionellen Energieträger nehmen stark ab, sodass der Wärmemix im Zieljahr 2040 ausschließlich aus erneuerbaren Energieträgern besteht. Die Reduzierung des Endenergiebedarfs basiert auf den Rahmenbedingungen des Szenarios. Bei einer Sanierungsrate von 2 % pro Jahr auf den KfW 55 – Standard und Energieeinsparungen der Wirtschaft durch Effizienzvorteile von 10 %, errechnet sich eine Gesamtendenergieeinsparung von -25 % bzw. ca. 207 GWh. Von den fossilen Energieträgern bleibt kein Restbestand bestehen. Die wesentlichen Energieträger sind zukünftig die Umweltwärme mit rund 18 %, Heizstrom mit 19 %, Biogas mit 12 % und Fernwärme mit einem Anteil von 30 % am Wärmebedarf.

Der Übergang hin zu einer nachhaltigen Wärmeversorgung erfordert eine konsequente Transformation des Wärmemarktes, insbesondere durch den Ausbau erneuerbarer Energien und den schrittweisen Rückgang fossiler Heizsysteme. Bis zum Zwischenziel im Jahr 2030 kann der Anteil fossiler Energieträger im Wärmemix erheblich reduziert werden, indem der Erdgasanteil auf 43 % und der Heizölanteil auf 13 % gesenkt wird. Gleichzeitig lässt sich diese Lücke durch den Ausbau der Umweltwärme auf 9 %, Fernwärme auf 21 % und Solarthermie auf 3 % zunehmend schließen. Diese Entwicklungen legen den Grundstein für eine nahezu vollständig erneuerbare Wärmeversorgung im Zieljahr 2040.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Entwicklung der THG-Emissionen, ausgehend vom Basisjahr 2019, dargestellt. Die Einsparpotenziale stammen dabei aus den vorangegangenen Potenzialanalysen. Die THG-Emissionen sinken laut dem Klimaschutzscenario vom Ausgangsjahr 2019 88 % bis 2040.

Es ist wichtig zu verstehen, dass die Umstellung auf erneuerbare Energien zwar dazu beiträgt, die CO₂-Emissionen erheblich zu reduzieren, aber nicht zwangsläufig auf null senkt. Selbst bei einem vollständigen Übergang zu erneuerbaren Energien werden immer noch gewisse Mengen an Treibhausgasen ausgestoßen. Darüber hinaus gibt es Sektoren wie die Landwirtschaft und bestimmte industrielle Prozesse, die schwer zu dekarbonisieren sind. Die Umstellung auf erneuerbare Energien ist jedoch ein entscheidender Schritt zur Reduzierung der Gesamtemissionen und zur Bekämpfung des Klimawandels.

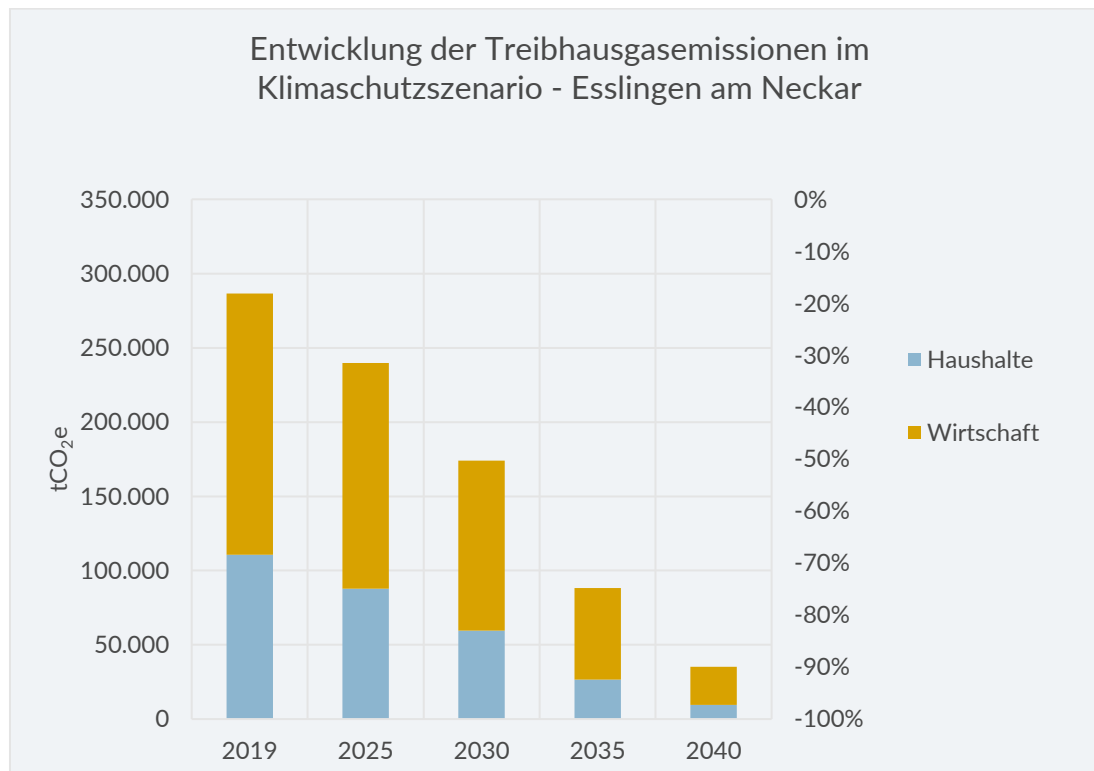


Abbildung 5-4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Klimaschutzscenario (Quelle: energielenker projects GmbH)

5.4 FAZIT/ VERGLEICH DER SZENARIEN

Bei der Betrachtung beider Szenarien lässt sich feststellen, dass mit zunehmendem Ambitionsniveau der Szenarien der Anteil von Erdgas und Heizöl abnimmt, während der Anteil von Umweltwärme zunimmt. Im Klimaschutzszenario wachsen die Anteile von Heizstrom, Umweltwärme und Biogas sehr viel stärker an. Im Trendszenario sehen wir einen deutlich höheren Anteil an sonstigen Erneuerbaren als im Klimaschutzszenario. In beiden Szenarien nehmen die Anteile fossiler Energieträger ab und die Erneuerbaren Energien zu.

Die Wärmewende ist ein zentrales Thema auf der politischen Agenda des Bundes. Um die Klimaziele zu erreichen und den CO₂-Ausstoß im Gebäudesektor zu reduzieren, sind zukünftige Entwicklungen und Maßnahmen auf Bundesebene von großer Bedeutung. Durch gezielte Maßnahmen und Förderprogramme sind Änderungen am Wärmemarkt zu erwarten, wie beispielsweise die Pflicht, neue Heizungen mit mindestens 65 % erneuerbaren Energien zu betreiben. Das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung ist nur durch weitere Anstrengungen bei der Steigerung der Energieeffizienz, durch Energieeinsparung und durch den entsprechenden Ersatz fossiler Energieträger zu erreichen. Ein tatsächliches „Weiter-wie-bisher“ ist vor diesem Hintergrund nicht zu erwarten.

Bei einer Einordnung der Ergebnisse der Szenarienberechnungen im Rahmen dieses Konzeptes ist es wichtig zu erwähnen, dass aktuell die Ermöglichung einer THG-Neutralität dargestellt wird, nicht die tatsächliche Erreichung. Das Ziel im aktuellen Konzept ist also das Erreichen möglichst niedriger Restemissionen, nur so wird die Kompensation des unvermeidlichen Rests ermöglicht, dies wäre dann eine Netto-Treibhausgasneutralität. Was den Ausgleich oder die Kompensation der unvermeidbaren Restemissionen anbelangt, bestehen verschiedene Optionen. Grundsätzlich muss jedoch der Dreiklang „vermeiden – reduzieren – kompensieren“ beachtet werden. Die Kompensation darf in keinem Fall ein Ersatz für zeitnah umsetzbare Vermeidung oder Reduzierung von Emissionen sein. Grundsätzlich besteht dennoch die Möglichkeit, sofort zu kompensieren, ohne dass die Bemühungen in den anderen Bereichen vernachlässigt werden. Technische Maßnahmen, um CO₂ der Atmosphäre zu entziehen und zu speichern, sind noch in der Entwicklung bzw. der Erprobung; wann und ob diese die Marktreife erreichen und in der Zukunft praktikabel eingesetzt werden können, ist momentan schwer abzuschätzen. Eine entscheidende Rolle für die Kompensation spielen daher natürliche Senken und damit die Möglichkeit, sich Emissionszertifikate von Klimaschutzprojekten anrechnen zu lassen.

6 WÄRMEWENDESTRATEGIE

Anhand der Ergebnisse der Bestandsanalyse und der Potentialanalyse wurde eine Wärmewendestrategie für Esslingen entwickelt. Im Zielszenario (vgl. 6.1) wurden die Gebiete definiert, die in Zukunft ein Potential für die zentrale Wärmeversorgung aufweisen (Wärmenetz) sowie Gebiete ausgewiesen, die sich in Zukunft eher für dezentrale Anlagen (Wärmepumpen) eignen. Zusätzlich wurden Steckbriefe für alle Stadtteile erstellt, die auf Quartiersebene den aktuellen Wärmebedarf und die jeweilige Wärmewendestrategie aufzeigen (Steckbriefe im Anhang).

Es wurden außerdem 12 Fokusgebiete definiert, die einen hohen Handlungsbedarf aufweisen. Davon wurden wiederum fünf Gebiete priorisiert, die in Kapitel 6.2.1 ausführlich dargestellt werden.

Die Stadt Esslingen möchte den Wärmenetzausbau in Zukunft stark vorantreiben, wichtig ist aber zu betonen, dass sich der Wärmenetzausbau stark an der Anschlussbereitschaft der Gebäudebesitzer orientiert. Daher kann der Kommunale Wärmeplan keine rechtssichere Aussage zum Wärmenetzausbau treffen. Er dient lediglich zur Orientierung und definiert Stadtteile, die sich künftig für den Wärmenetzanschluss eignen könnten.

6.1 ZIELSZENARIO ESSLINGEN AM NECKAR

Die Ergebnisse der Bestandsanalyse, die identifizierten Hotspots und Handlungspotenziale sowie die in Kapitel 4 ermittelten Potenziale münden in einem gesamtstädtischen Zielszenario, welches die Handlungsgrundlage für die kommunale Wärmeplanung in Esslingen darstellt. Unterschieden wird hierbei in Prüfgebiete für eine zentrale (Einzelversorgung) und Prüfgebiete für eine dezentrale Wärmeversorgungslösung (Wärmenetz, Keimzelle).

Der Wärmebedarf und die Wärmeliniendichte ist von zentraler Bedeutung, da er den erforderlichen Wärmeabsatz für den Wärmenetzausbau bestimmt. Hierbei geht es darum, Gebiete zu identifizieren, in denen ein erhöhter Bedarf an Wärme besteht und somit der Ausbau von Wärmenetzen besonders sinnvoll und nachgefragt ist. Gebiete mit einer hohen Ölheizungsquote bieten aufgrund der relativ hohen CO₂-Emissionen ein großes Potenzial für den Umstieg auf erneuerbare Energien und sollten somit priorisiert umgestellt werden. Ebenso werden die Rahmenbedingungen für den Ausbau erneuerbarer Energien in die Bewertung einbezogen, da eine klimaneutrale Wärmeversorgung nur dann erfolgreich umgesetzt werden kann, wenn eine entsprechende regenerative Energiequelle vorhanden ist.

In den dezentralen Prüfgebieten wird die Annahme vertreten, dass der Großteil der Gebäude durch Maßnahmen wie beispielsweise Photovoltaik, Solarthermie oder Wärmepumpen ihre Versorgung sicherstellen müssen. Hingegen wird in den zentralen Prüfgebieten die Einsicht geteilt, dass der Auf- oder Ausbau eines Wärmenetzes einen sinnvollen Beitrag zur Wärmeversorgung leisten kann. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass in den zentralen Prüfgebieten eine dezentrale Lösung für individuelle Gebäude die bestmögliche Option darstellt. Die Eignung bedeutet in diesem Zusammenhang deshalb auch nicht „Vorrang“ im Sinne einer Verpflichtung, diese Versorgungsart zu nutzen, sondern eine strategische Prioritätensetzung im langfristigen Zeithorizont. Angesichts der hohen Investitionen, die im Gebäudebereich, für den Aus- und Umbau von Wärme- und Stromnetzen und für die Erschließung erneuerbarer Energiequellen in den kommenden Jahrzehnten zu leisten sind, kann eine Skizzierung von Eignungsgebieten Akteure bei der Entscheidungsfindung unterstützen.

Die nachstehende Abbildung zeigt einen Überblick über zentrale und dezentrale Prüfgebiete im Stadtgebiet der Stadt Esslingen.

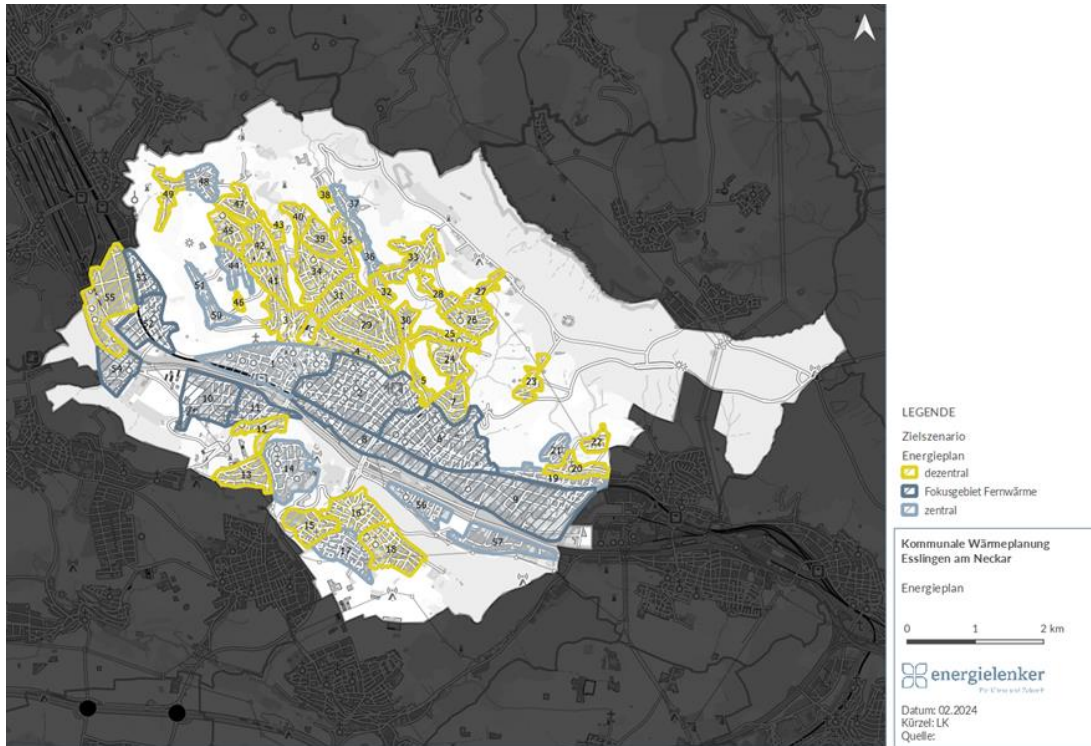


Abbildung 6-1: Zielszenario - dezentral, zentral für die Stadt Esslingen

Für eine übersichtliche Darstellung der einzelnen Energieplan-Gebiete wurde für jedes Gebiet ein Steckbrief erstellt. Dieser orientiert sich an den Arbeitsphasen der kommunalen Wärmeplanung und fasst die Informationen der Bestands- und Potenzialanalyse, sowie die Wärmewendestrategie für das jeweilige Gebiet zusammen. Die Steckbriefe sind in der Anlage zum Abschlussbericht zusammengeführt.

In der nachfolgenden Darstellung ist einer dieser Steckbriefe exemplarisch dargestellt.

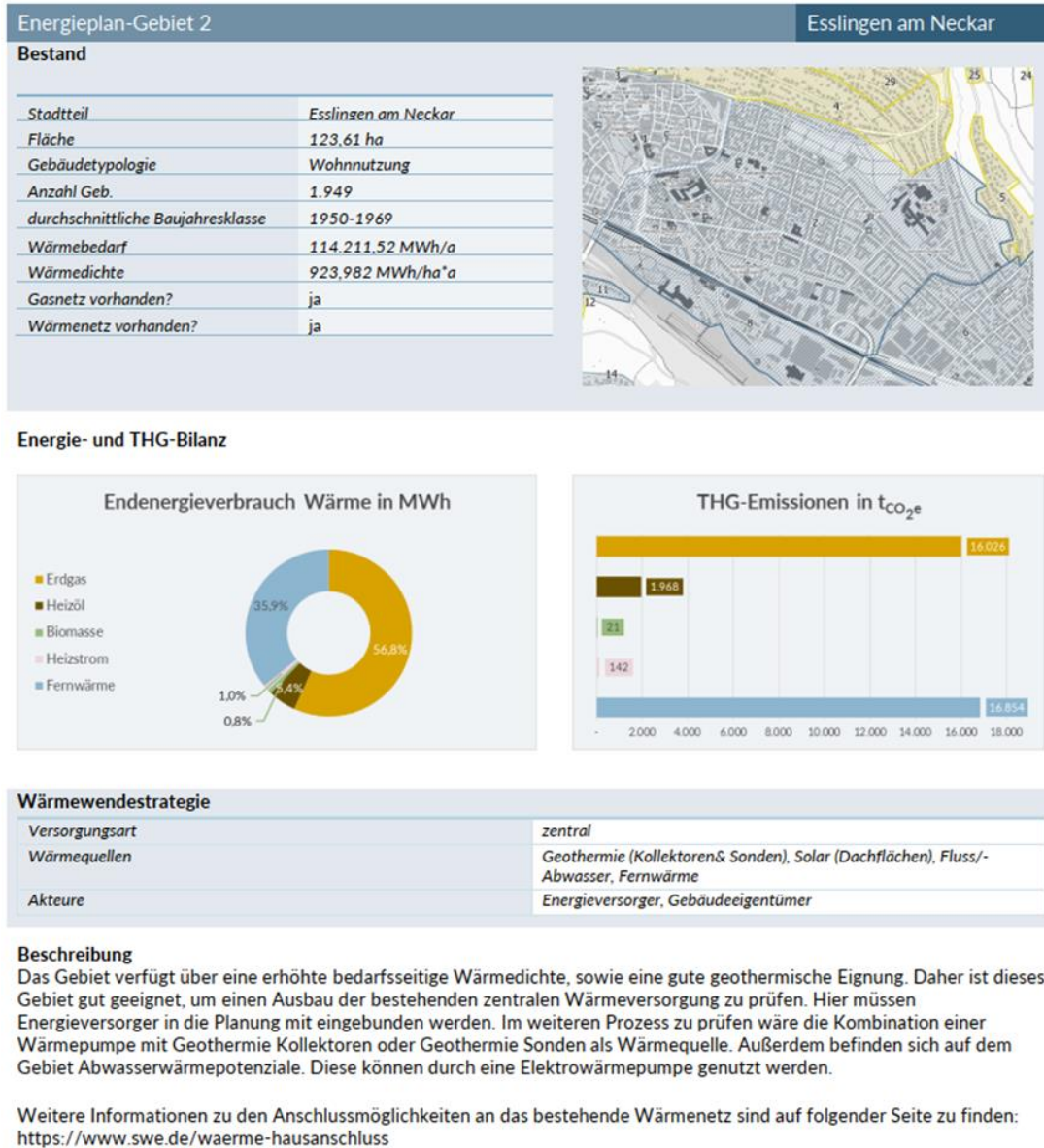


Abbildung 6-2: Beispielauszug aus Steckbrief - dezentrales Versorgungsgebiet

6.2 FOKUSGEBIETE

Fokusgebiete umfassen Stadtgebiete in Esslingen, die einen signifikanten Handlungsbedarf aufweisen und eine hohe Wirksamkeit bei der Umsetzung der angestrebten Klimaneutralität versprechen.

Die Fokusgebiete für die Stadt Esslingen wurden aus den ermittelten Hotspots und den Prüfgebieten entwickelt. Um sicherzustellen, dass die identifizierten Gebiete realitätsnah und praxisgerecht sind, werden strukturelle Merkmale wie Gebäudealter, Lage im Stadtgebiet und andere relevante Faktoren berücksichtigt. Dieser Abgleich erfolgt iterativ und in enger Zusammenarbeit mit den verantwortlichen Akteuren, darunter die Verwaltung und Stadtwerke der Stadt Esslingen am Neckar. Dies gewährleistet, dass die gewählten Gebiete den örtlichen Gegebenheiten und Bedürfnissen gerecht werden und gleichzeitig eine optimale Integration erneuerbarer Energien in die Wärmeversorgung ermöglichen.

Für die Maßnahmenentwicklung wurden 12 Fokusgebiete in der Kernstadt und den umliegenden Stadtteilen erarbeitet. Für fünf priorisierte Maßnahmen werden im folgenden Kapitel konkrete Maßnahmen genannt, die mittelfristig einen möglichen Weg zur Klimaneutralität der Wärmeversorgung aufzeigen. In der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Esslingen am Neckar sollen für die aufgrund der bis dahin gemachten Erfahrungen und den aktuellen Rahmenbedingungen für die weiteren Gebiete Maßnahmen entwickelt werden.

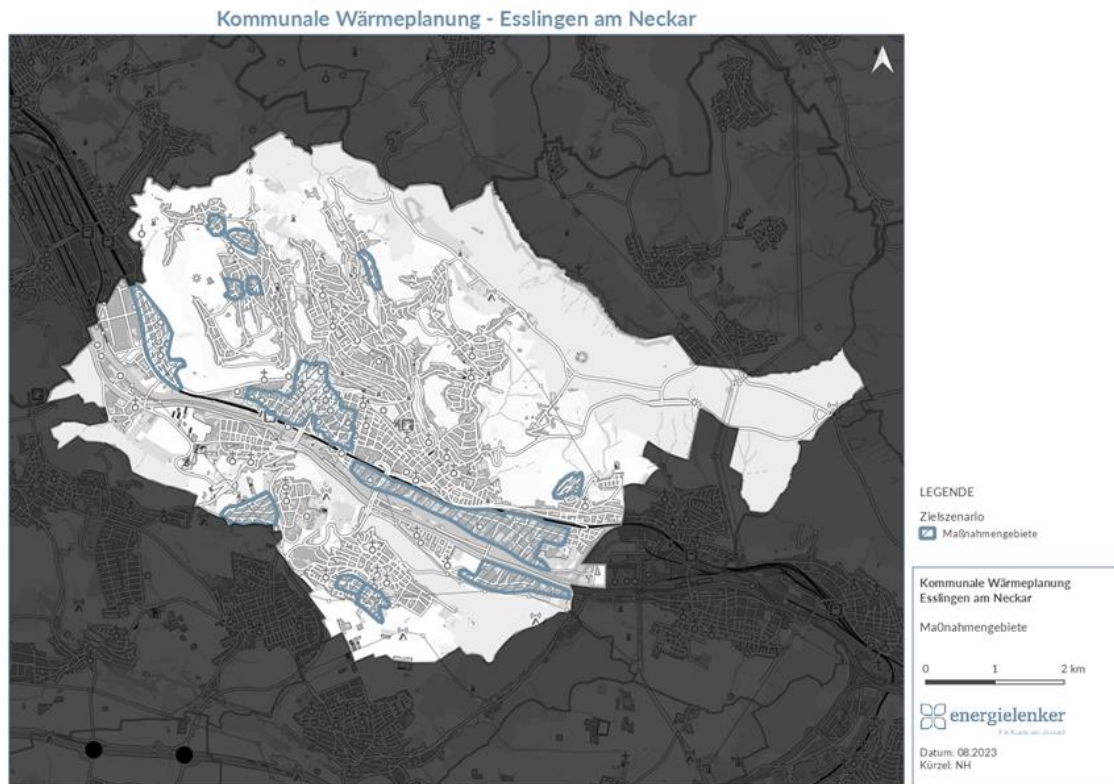


Abbildung 6-3: Maßnahmenübersicht Esslingen (energielenker projects GmbH)

6.2.1 Maßnahmenübersicht

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in Esslingen wurde ein umfassender Maßnahmenkatalog entwickelt. Dieser Katalog unterteilt die Maßnahmen in spezifische Einzelmaßnahmen in den identifizierten Fokusgebieten (Maßnahmen 1-5) und übergreifende Maßnahmen auf Stadtebene (Maßnahmen W1-W3).

Insgesamt wurden aus den zwölf Fokusgebiet fünf priorisiert. Für diese Bereiche wurden spezifische Handlungsschwerpunkte und Handlungsschritte festgelegt. Eine erste Übersicht darüber wird in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Unterschieden wird in Handlungsfeld Sanierung, Handlungsfeld Versorgung und das Handlungsfeld Netzwerk.

Im Rahmen des Handlungsfeldes Sanierung können bspw. durch den Aufbau eines Quartierskonzeptes zusammen mit einem Sanierungsmanagement gezielt Maßnahmen zur Modernisierung und Instandhaltung von Gebäuden und öffentlichen Einrichtungen initiiert werden. Dadurch werden Bürger*innen und Eigentümer*innen motiviert, ihre Gebäude auf einen energetisch modernen Standard zu bringen und somit einen Beitrag zur Reduzierung des Wärmebedarfs zu leisten. Darüber hinaus wird der Gebäudebestand auf den Aufbau eines Wärmenetzes vorbereitet. Zudem kann die Lebensqualität der Bewohner*innen durch eine nachhaltige Entwicklung des Quartiers verbessert werden.

Innerhalb des Aktionsbereichs "Versorgung" besteht die Möglichkeit, Voruntersuchungen sowie Machbarkeitsanalysen im Kontext der Energieversorgung in den ausgewählten Regionen durchzuführen. Bei einer detaillierten Untersuchung werden die Wirtschaftlichkeit des Netzwerks überprüft, Lastprofile erstellt und die Realisierbarkeit evaluiert. In diesem Prozess werden wesentliche Akteure wie Energieversorger aktiv einbezogen. Es erfolgt zudem eine Erkundung potenzieller Standorte für Heizzentralen sowie die Verfügbarkeit von Flächen für erneuerbare Energiequellen.

Im Folgenden wird der Zeithorizont für die Stadt Esslingen dargestellt, der eine mögliche Reihenfolge für die Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen vorschlägt. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass dieser Fahrplan je nach den vorherrschenden Rahmenbedingungen angepasst werden kann. Die dunkelblau hinterlegten Zeilenabschnitte markieren die Halbjahre, in denen die jeweilige Konzepterstellung erfolgen soll und die hellblau hinterlegten Abschnitte definieren die Durchführungsphase. Der Zeithorizont der Maßnahmen beläuft sich auf sieben Jahre bis Ende 2030. (Tabelle 8.1)

Im folgenden Kapitel werden neben begleitenden Maßnahmen, für fünf Fokusgebiete geeignete Maßnahmen detailliert beschrieben und erläutert, die aufgrund des hohen Handlungsbedarfs vorrangig zu betrachten sind.

Tabelle 8.1: Maßnahmenfahrplan

Nr.	MASSNAHMENKATALOG FÜR DIE KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG IN ESSLINGEN	2024		2025		2026		2027		2028		2029		2030	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	Altstadt Quartierskonzeptes mit Schwerpunkt Sanierungsmanagement														
2	Neckarwiesen Aufbau eines Netzwerkes zur Vernetzung der lokal ansässigen Betriebe und Akteure														
3	Mettingen Energiekonzept zum Abgleich der lokalen Potenziale und des Wärmebedarfes														
4	Zollberg (S) Quartierskonzeptes mit Schwerpunkt Sanierungsmanagement														
5	Zell (V) Energiekonzept zum Abgleich der lokalen Potenziale und des Wärmebedarfes														
W1	Partizipation in der kommunalen Wärmeplanung														
W2	Berücksichtigung von erneuerbaren Energien bei Neubau- und Sanierungsvorhaben														
W3	Energiespeicherung zur sektoralen Vernetzung (Power-to-X)														
			Konzepterstellung				Durchführungspha se (Konzept)					Beantragung Fördermittel			

6.2.2 Maßnahmenkatalog

Altstadt: Aufbau eines Quartierskonzeptes mit Schwerpunkt Sanierungsmanagement

1

HANDLUNGSFELD Potenzialgebiet Sanierung



ZIELSETZUNG Verminderung des Wärmebedarfes durch energetische Sanierung

Gebiet Altstadt



Kartengrundlage: Maps4BW

Priorisierung:	
(0 $\triangleq$ niedrig; 5 $\triangleq$ hoch)	
0 1 2 3 4 5	
Maßnahme 1: Altstadt	
Fläche	86 ha
beheizte Gebäude	1082
Wärmebedarf	92.725,40 MWh/a
Verteilung Energieträger	68 % Erdgas, 6 % Öl, 14 % Festbrennstoffe, 3 % Fernwärme, 9 % Elektrowärme
Siedlungsdichte	hoch
Gebäudetypologie	Durchmisch, denkmalgeschützt
Gebäudealter	größtenteils vor 1950 (ca. 90 %)

Beschreibung der Maßnahme

Das Gebiet befindet sich im Herzen der Stadt Esslingen, direkt am Neckar und der Neckarkanäle. Auf einer Fläche von 862.000 m² werden hier 92.725,40 MWh/a Wärme benötigt.

Die Gebäude in der Altstadt Esslingens wurden größtenteils vor 1950 errichtet. Viele dieser Gebäude sind noch in der Fachwerkbauweise, was das Bild der Altstadt prägt. Aufgrund des Alters und des Denkmalschutzes sind hier große Potenziale durch die Sanierung zu erwarten. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass durch die Sanierungsmaßnahmen nicht das Bild der Altstadt verloren gehen darf, da es sich bei der Altstadt um die Widererkennungswert der Stadt Esslingens handelt. In diesem Rahmen wurden bereits von der Stabstelle Denkmalschutz der Stadt Esslingen Pläne eines Energiekonzepts mit dem Fokus der Wärmeversorgung der Gesamtanlage angeregt.

Um die Wärmewende voranzutreiben, soll der Ausbau eines Fernwärmenetzes in der Innenstadt analysiert werden. Umgesetzt wurde schon der Ausbau der Fernwärme in der Richard-Hirschmann-Straße sowie der Urbanstraße inklusive des Neckarforums. Es ist jedoch, aufgrund der schmalen Straßen und weiteren Gegebenheiten mit höheren Verlegekosten zu rechnen. Für die klimafreundliche Beheizung der Gebäude kann das Neckarwasser oder Abwasser der Gebäude als Wärmequelle für Wärmepumpen als Potential analysiert werden. Eine weitere zu betrachtende Möglichkeit besteht u.U. über grüne Gase, wie Wasserstoff oder Biogas.

Durch die Implementierung eines Quartierskonzepts mit Fokus auf Sanierungsmanagement können gezielte Maßnahmen zur Modernisierung und Instandhaltung von Gebäuden und öffentlichen Einrichtungen initiiert werden. Dadurch werden die Gebäude auf den möglichen Aufbau und Anschluss eines Wärmenetzes vorbereitet. Gleichzeitig wird die Lebensqualität der Bewohner*innen verbessert und das Quartier nachhaltig entwickelt. Im Rahmen des Sanierungsmanagement, können Energieberater*innen und Fachleute den Bewohner*innen zur Verfügung bereit gestellt werden und über Fördermittel, gesetzliche Voraussetzungen und grundsätzliche Einsparmöglichkeiten informieren. Dies ist eine effiziente Maßnahme um Sanierungsraten in Wohngebieten zu erhöhen.

Quelle	Kombinations-Möglichkeit	Vorteile	Nachteile
Abwasser	Photovoltaik	effiziente Nutzung vorhandener Wärme	• Heizzentrale finden • Wärmeverluste
Grüne Gase	Speicher	Nutzung vorhandener Wärmenetze	• Wärmeverluste
Dezentrale Lösungen	Wärmepumpe und Photovoltaik	Austausch jederzeit möglich	• Gebäudevoraussetzungen müssen geprüft werden

Handlungsschritte	1. Aufbau eines Sanierungsmanagements 2. Erhebung der Wärmequellen und -senken 3. Detailüberprüfung der Potenziale 4. Detailüberprüfung der identifizierten Netztrassen auf Machbarkeit 5. Ermittlung des Anschlussinteresses der vorgesehenen Wärmeabnehmer
Verantwortung / Akteur*innen	▶ Stadt Esslingen am Neckar, Stadtplanungsamt ▶ Energieversorgungsunternehmen
Umsetzungskosten	▶ <i>Quartierskonzept</i> – 75.T € - 100.T€ ▶ <i>Sanierungsmanagement</i> – 100.T€ - 150.T €
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ KfW432 – energetische Stadtsanierung ▶ Zuschuss über 70% der Förderfähigenkosten
Herausforderungen	▶ Fehlende Zeitressourcen von Akteur*innen, Gebäudeeigentümer*innen und Bewohner*innen
Maßnahmenbeginn	<i>II. Halbjahr 2024</i>
Laufzeit	1 Jahr Erstellung Quartierskonzept, 3-5 Jahre Durchführung des Sanierungsmanagements

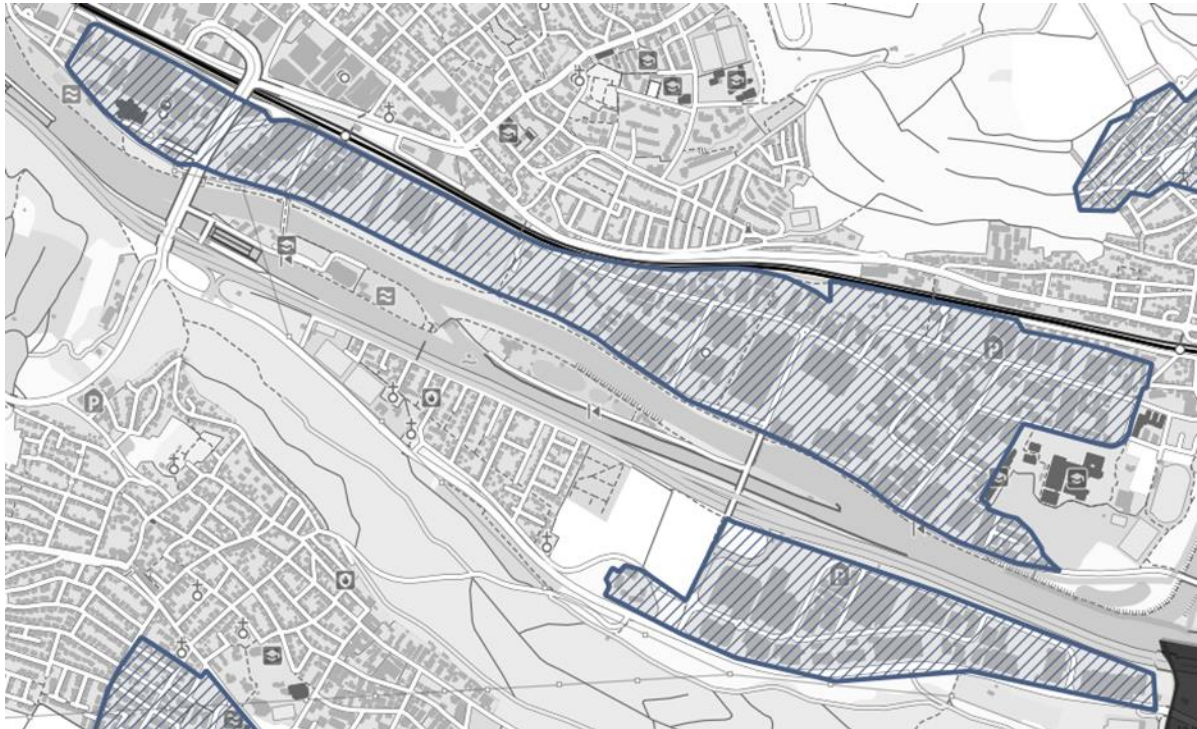
Neckarwiesen: Akteursnetzwerk

2

HANDLUNGSFELD Potenzialgebiet Netzwerk

ZIELSETZUNG Aufbau eines Netzwerkes zur Vernetzung der lokal ansässigen Betriebe und Akteure

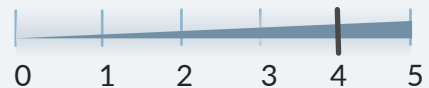
Gebiet Neckarwiesen



Kartengrundlage: Maps4BW

Priorisierung:

(0 = niedrig; 5 = hoch)



Maßnahme 2: Neckarwiesen

Fläche	141 ha
beheizte Gebäude	138
Wärmebedarf	69.216,05 MWh/a
Verteilung Energieträger	43 % Erdgas, 20 % Öl, 6 % Festbrennstoffe, 29 % Fernwärme, 2% Elektrowärme
Siedlungsdichte	gering
Gebäudetypologie	Industrie
Gebäudealter	n/a

Beschreibung der Maßnahme

Das Gebiet befindet sich östlichen Rand der Stadt Esslingen, direkt am Neckar. Auf einer Fläche von 1.406.200 m² werden hier 69.216,05 MWh/a Wärme benötigt. Bei dem Gebiet handelt es sich um ein Industriegebiet, bei dem aufgrund der großflächig versiegelten Dachflächen von enormen solaren Potenzialen ausgegangen wird. Entlang des Neckars befindet sich die Fernwärmenetz.

Die Stadt Esslingen plant in diesem Gebiet ein Energiepark entstehen zu lassen. Unter anderem sollen zum Beispiel großflächig versiegelte Dachflächen von Industriegebäuden solarisiert und somit besser genutzt werden. Die laufende Entwicklung der Neckarwiesen haben eine hohe Priorität für die Stadt Esslingen und so wurden schon die ersten Schritte in die Wege geleitet. Bspw. wurde eine Potenzialanalyse zum Aufbau eines Wärmenetzes unter Nutzung der Dachflächenpotenziale in Auftrag gegeben. Ein weiteres vielversprechendes Potenzial in dem untersuchten Gebiet liegt in Form von zwei Kläranlagen vor, bei denen mithilfe der auskoppelbaren Abwärme oder des erzeugten Biogases die Möglichkeit besteht, Wärme zu generieren und diese in ein Fernwärmenetz einzuleiten.

Das Interesse zur Veränderung liegt nicht exklusiv bei der Stadtverwaltung, so haben etwa 200 Betriebe in diesem Gebiet angekündigt die Energiewende aktiv gestalten zu wollen.

Quelle	Kombinations-Möglichkeit	Vorteile	Nachteile
Solarthermie	Wärmespeicher	Solarthermie, effiziente Nutzung Solarenergie	• Heizzentrale finden • Wärmeverluste
Ind. Abwärme	Wärmespeicher und Photovoltaik	Ind. Abwärme, effiziente Nutzung bereits vorhandener Wärme	• Heizzentrale finden • Wärmeverluste

Handlungsschritte

1. Akquirieren von Fördermitteln
2. Motivation Akteur*innen Netzwerk für spezifisches Gewerbegebiet
3. Ermitteln und Präsentieren der Potenziale
4. Einrichten und Moderation von regelmäßiges Netzwerktreffen

Verantwortung / Akteur*innen

- ▶ Stadt Esslingen am Neckar
- ▶ Ggf. Energieversorgungsunternehmen
- ▶ Industriebetriebe

Umsetzungskosten

- ▶ *folgen*

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten

ZUG – Netzwerkförderung

Herausforderungen

- ▶ Wirtschaftliche Umsetzbarkeit
- ▶ Zeitliche Personalkapazität der Akteur*innen
- ▶ Langfristige Teilnahme aller Akteur*innen

Maßnahmenbeginn II. Halbjahr 2024

Laufzeit Fortlaufend

Mettingen: Erstellung eines Energiekonzeptes im Bereich Mettingen

3

HANDLUNGSFELD Potenzialgebiet Versorgung



ZIELSETZUNG

Abgleich der lokalen Abwärmepotenziale und des Wärmebedarfes für den Aufbau eines Nahwärmenetzes unter den Aspekten technische Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Effizienz

Gebiet Mettingen



Kartengrundlage: Maps4BW

Priorisierung: 	
(0 $\triangleq$ niedrig; 5 $\triangleq$ hoch)	
Maßnahme 3: Mettingen	
Fläche	45 ha
beheizte Gebäude	470
Wärmebedarf [MWh/a]	25.561,43 MWh/a
Verteilung Energieträger	60 % Erdgas, 11 % Öl, 16 % Festbrennstoffe, 0 % Fernwärme, 13 % Elektrowärme
Siedlungsdichte	mäßig
Gebäudetypologie	durchmischt
Gebäudealter	Vor 1950 (69 %)

Beschreibung der Maßnahme

Das Gebiet befindet sich westlichen Rand Esslingens. Hier werden auf 440.236 m² Fläche 25.561,43 MWh/a Wärme benötigt.

Ein Großteil der Gebäude (in etwa 69 %) wurde vor 1950 errichtet. Dieser Stadtteil hat laut der Stadtwerke eine hohe Priorität für die Wärmewende der Stadt. Aufgrund der Nähe zum bestehenden Fernwärmenetzes am südwestlichen Rand des Gebiets besteht ein Potenzial weitere Teile des Teilort Mettingens mit Wärme zu versorgen.

In unmittelbarer Nähe des Schwerpunktgebiets befinden sich offene Flächen, die ein Potenzial für die Anwendung von Solarenergie und Geothermie aufweisen. Bei der Untersuchung soll der Schwerpunkt auf der lokalen Entwicklung von Geothermie und Solarthermie liegen. Es ist zu berücksichtigen, dass die Nutzung dieser Freiflächen für erneuerbare Energien in Konflikt geraten könnte mit der Tatsache, dass diese Flächen zur Erzeugung von Kaltluft für die städtische Umgebung benötigt werden.

Im Rahmen eines Energiekonzepts können für das betreffende Gebiet die Potenziale detailliert erfasst, die Realisierbarkeit von Trassen geprüft und verschiedene Versorgungsoptionen untersucht werden. Ein Energiekonzept in diesem Gebiet kann dazu beitragen, den CO₂-Ausstoß zu reduzieren, Energiekosten zu senken und die Versorgungssicherheit zu erhöhen. Es kann auch als Grundlage für Förderanträge dienen und die Umsetzung von gesetzlichen Vorgaben wie der Energieeinsparverordnung erleichtern.

Quelle	Kombinations-Möglichkeit	Vorteile	Nachteile
Solarthermie	Wärmespeicher	Solarthermie, effiziente Nutzung Solarenergie	• Heizzentrale finden • Wärmeverluste
Geothermie (Sonden)	Photovoltaik	doppelte Nutzung von Flächen u.U. möglich	• Heizzentrale finden • Voraussetzung Gebäudebestand

Handlungsschritte	1. Detailüberprüfung weiterer erneuerbarer Potenziale 2. Analyse von potenziellen Standorten von Heizzentralen 3. Variantenentwicklung 4. Detailüberprüfung der identifizierten Netztrasse auf Machbarkeit 5. Ermittlung des Anschlussinteresses der vorgesehenen Wärmeabnehmer
--------------------------	---

Verantwortung / Akteur*innen	▶ Stadt Esslingen am Neckar ▶ Energieversorgungsunternehmen
Umsetzungskosten	▶ Vorstudie 20.-60.T€
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ KfW 432 bzw. BEW (Bundesförderung effiziente Wärmenetze)
Herausforderungen	▶ Anschlussbereitschaft ▶ Finanzierung der Investitionskosten

Maßnahmenbeginn I Halbjahr 2025

Laufzeit ½ Jahr Erstellung Energiekonzept

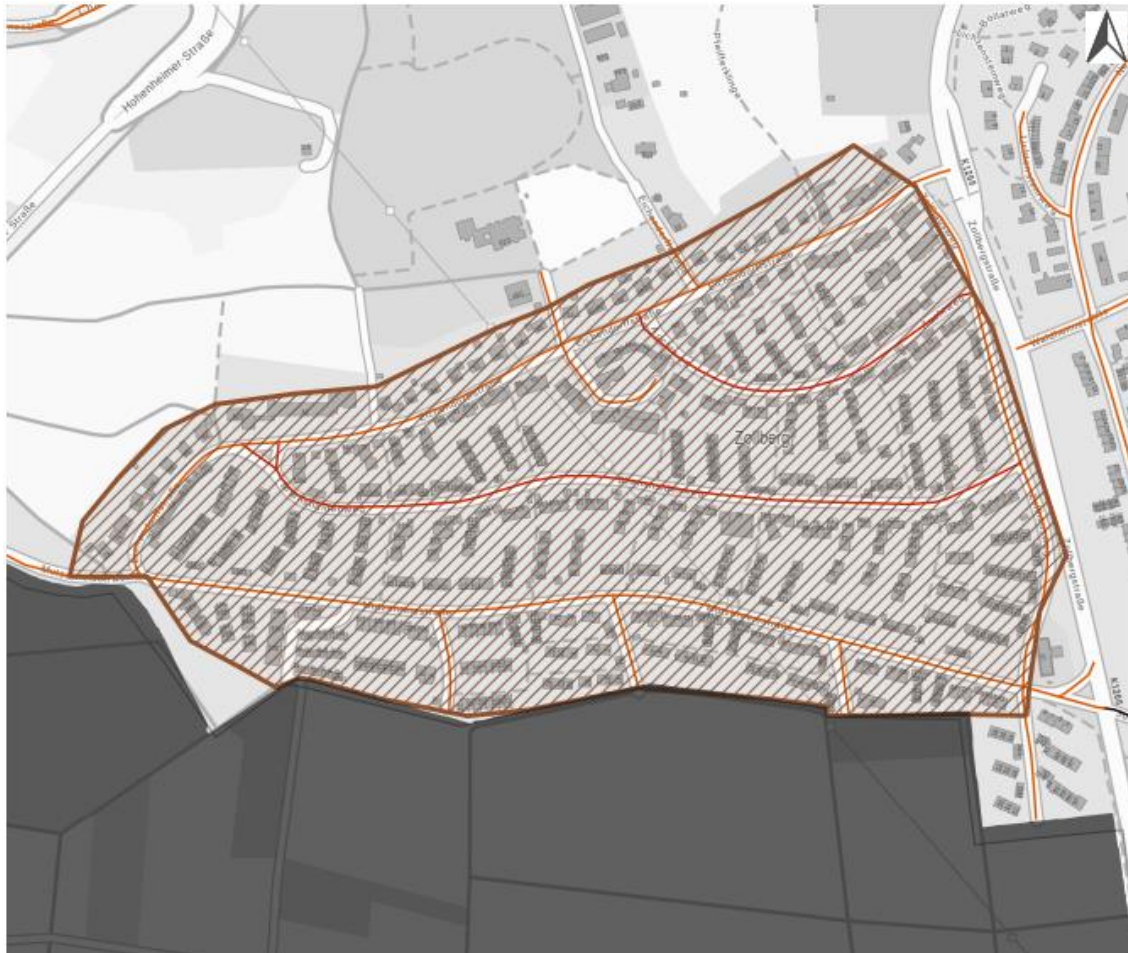
Zollberg: Aufbau eines Quartierskonzeptes mit Sanierungsmanagement

4

HANDLUNGSFELD Potenzialgebiet Quartierskonzept mit Untersuchung der Versorgungsmöglichkeiten



ZIELSETZUNG Verminderung des Wärmebedarfes durch energetische Sanierung und Untersuchung von Versorgungsmöglichkeiten

Gebiet Zollberg


Kartengrundlage: Maps4BW

Priorisierung:

(0 $\hat{=}$ niedrig; 5 $\hat{=}$ hoch)

Maßnahme 4: Zollberg

Fläche	25 ha
beheizte Gebäude	525
Wärmebedarf [MWh/a]	10.129,29 MWh/a
Verteilung Energieträger	54 % Erdgas, 18 % Öl, 20 % Festbrennstoffe, 0 % Fernwärme, 8 % Elektrowärme
Siedlungsdichte	hoch
Gebäudetypologie	durchmischt
Gebäudealter	1950-1969 (85%)

Beschreibung der Maßnahme

Das Gebiet befindet sich im Süden der Stadt Esslingen im Teilort Zollberg und umfasst eine Fläche von 248.400 m². Hier wird 10.129,29 MWh/a Wärme benötigt.

Das mittlere Baujahr liegt zwischen 1950 und 1969 und somit vor der ersten Wärmeschutzverordnung. Aufgrund des Alters des Baubestandes und des erhöhten Anteils von fossilen Energieträgern bei der Wärmeerzeugung (Erdgas- (57 %) und Heizölfeuerungsanlagen (19 %)), ist zu erwarten, dass durch energetische Sanierungsmaßnahmen der Energiebedarf der Gebäude erheblich gesenkt werden kann.

Neben Wohn-/ Geschäftsgebäuden liegen in dem Gebiet außerdem noch mehrere Schulen eine Kita sowie ein Friedhof. Die Rohräckerschule wird bereits seit dem Jahr 2008 mit einer Hackschnitzelanlage klimafreundlich beheizt. Am Eichelplatz sowie am Stiefelplatz wird bereits auf Geothermie als regenerative Quelle zur Wärmeerzeugung gesetzt. Des Weiteren gibt es dort bereits ein Leuchtturmprojekt für diese Probebohrungen in eine Tiefe zwischen 100 und 200 Meter durchgeführt wurden. Auch ein Wertstoffhof liegt zentral in Zollberg, bei diesem könnte man die Möglichkeit zur Errichtung eines Wärmespeichers überprüfen. Im Süden des Gebietes finden sich noch zwei kleinere Potenzialflächen für Solarthermie.

Durch die Implementierung eines Quartierskonzepts mit Fokus auf Energieversorgung können gezielte Maßnahmen zur Modernisierung und Instandhaltung von Gebäuden und öffentlichen Einrichtungen initiiert werden. Dadurch werden die Gebäude auf den möglichen Aufbau und Anschluss eines Wärmenetzes vorbereitet. Gleichzeitig wird die Lebensqualität der Bewohner*innen verbessert und das Quartier nachhaltig entwickelt. Im Rahmen des Sanierungsmanagement, können Energieberater*innen und Fachleute den Bewohner*innen zur Verfügung bereit gestellt werden und über Fördermittel, gesetzliche Voraussetzungen und grundsätzliche Einsparmöglichkeiten informieren.

Dies ist eine effiziente Maßnahme, um Sanierungsraten in Wohngebieten zu erhöhen.

Quelle	Kombinations-Möglichkeit	Vorteile	Nachteile
Geothermie	Photovoltaik	Teilweise doppelte Nutzung von Flächen	• Heizzentrale finden • Topographie der Umgebung
Solarthermie	Photovoltaik	Nutzung großer Dachflächen	• Voraussetzung Gebäudebestand
Dezentrale Lösungen	Wärmepumpe und Photovoltaik	Austausch jederzeit möglich	• Gebäudevoraussetzungen müssen geprüft werden

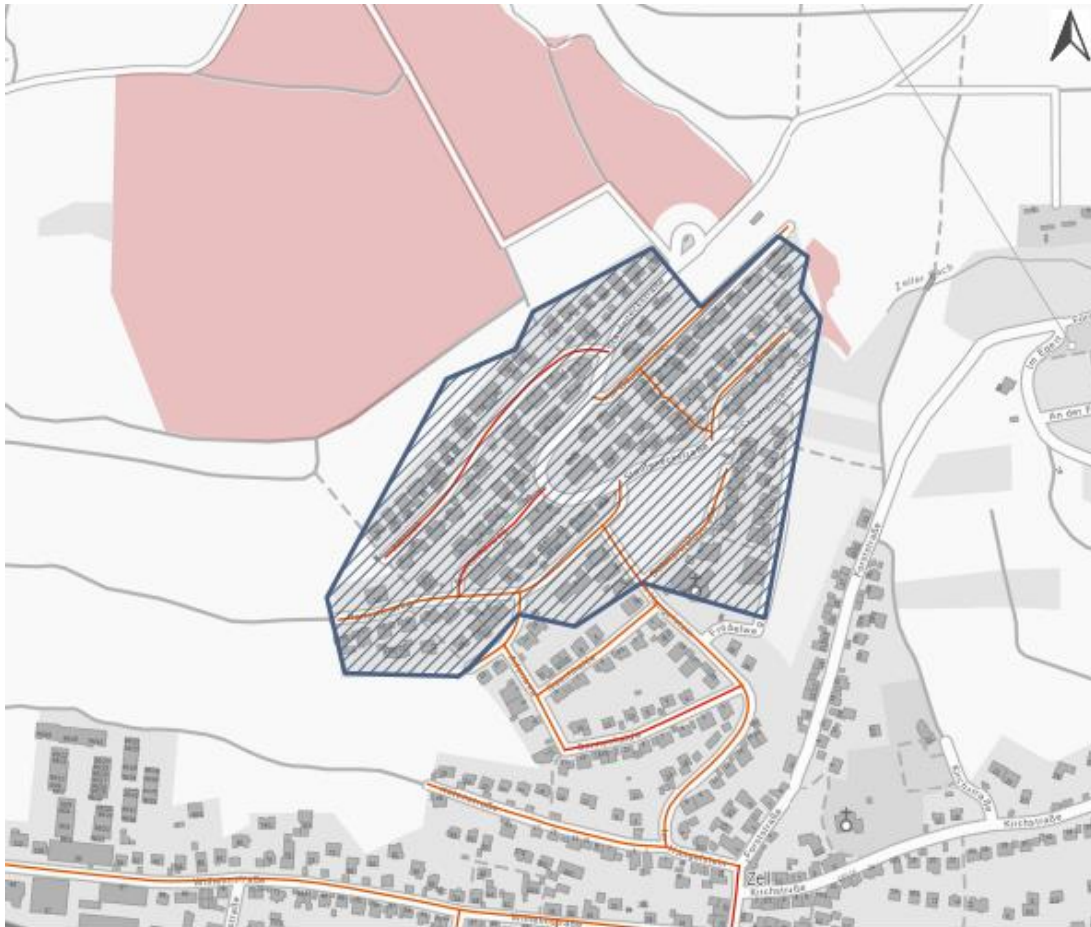
Handlungsschritte

1. Aufbau eines Sanierungsmanagements
2. Erhebung der Wärmequellen und -senken
3. Detailüberprüfung der Potenziale
4. Detailüberprüfung der identifizierten Netztrassen auf Machbarkeit
5. Ermittlung des Anschlussinteresses der vorgesehenen Wärmeabnehmer

Verantwortung / Akteurinnen und Akteure	▶ Stadt Esslingen am Neckar ▶ Energieversorgungsunternehmen
Umsetzungskosten	▶ <i>Quartierskonzept</i> – 75.T € - 100.T€ ▶ <i>Sanierungsmanagement</i> – 100.T€ - 150.T €
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ KfW432 – energetische Stadtsanierung ▶ Zuschuss über 70% der Förderfähigenkosten
Herausforderungen	▶ Zeitressourcen der Akteur*innen, Gebäudeeigentümer*innen und Bewohner*innen
Maßnahmenbeginn	<i>1. Halbjahr 2025</i>
Laufzeit	1 Jahr Erstellung Quartierskonzept, 3-5 Jahre Durchführung des Sanierungsmanagements

Zell: Erstellung eines Energiekonzeptes zum Abgleich der lokalen Potenziale und des Wärmebedarfes
5
HANDLUNGSFELD Potenzialgebiet Versorgung

ZIELSETZUNG Abgleich der lokalen Potenziale und des Wärmebedarfes für den Aufbau eines Nahwärmenetzes unter den Aspekten technische Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Effizienz

Gebiet Zell


Kartengrundlage: Maps4BW

Priorisierung:

(0 $\triangleq$ niedrig; 5 $\triangleq$ hoch)

Maßnahme 5: Zell

Fläche	10 ha
beheizte Gebäude	125
Wärmebedarf [MWh/a]	3.899,59 MWh/a
Verteilung Energieträger	35 % Erdgas, 36 % Öl, 24 % Festbrennstoffe, 0 % Fernwärme, 5 % Elektrowärme
Siedlungsdichte	hoch
Gebäudetypologie	Größtenteils Wohngebäude
Gebäudealter	1970-1989 (77%)

Beschreibung der Maßnahme

Das Gebiet Zell befindet am östlichen Ende Esslingens und grenzt an Altbach. Auf einer Fläche von 99.500 m² werden hier 3.899,59 MWh/a Wärme benötigt.

Ein Großteil der Gebäude (in etwa 77%) wurde zwischen den Jahren 1970-1989 errichtet. Dieser Stadtteil hat laut der Stadtwerke eine hohe Priorität für die Wärmewende der Stadt. Aufgrund der Hanglage des Teilorts Zell und der damit verbundenen hohen und energieaufwendigen Pumpenleistungen ist die Anbindung an die vorliegenden Fernwärme-Ausbauplanungen derzeit nicht fokussiert.

In unmittelbarer Nähe des Schwerpunktgebiets befinden sich offene Flächen, die ein Potenzial für die Anwendung von Solarenergie und Geothermie aufweisen. Bei der Untersuchung soll der Schwerpunkt auf der lokalen Entwicklung von Geothermie und Solarthermie liegen. Es ist zu berücksichtigen, dass die Nutzung dieser Freiflächen für erneuerbare Energien in Konflikt geraten könnte mit der Tatsache, dass diese Flächen zur Erzeugung von Kaltluft für die städtische Umgebung benötigt werden.

Im Rahmen eines Energiekonzepts können für das betreffende Gebiet die Potenziale detailliert erfasst, die Realisierbarkeit von Trassen geprüft und verschiedene Versorgungsoptionen untersucht werden. Ein Energiekonzept in diesem Gebiet kann dazu beitragen, den CO₂-Ausstoß zu reduzieren, Energiekosten zu senken und die Versorgungssicherheit zu erhöhen. Es kann auch als Grundlage für Förderanträge dienen und die Umsetzung von gesetzlichen Vorgaben wie der Energieeinsparverordnung erleichtern.

Quelle	Kombinations-Möglichkeit	Vorteile	Nachteile
Solarthermie	Wärmespeicher	Solarthermie, effiziente Nutzung Solarenergie	• Heizzentrale finden • Wärmeverluste
Geothermie	Photovoltaik	Teilweise doppelte Nutzung von Flächen	• Heizzentrale finden • Voraussetzung Gebäudebestand

Handlungsschritte

1. Detailüberprüfung weiterer erneuerbarer Potenziale
2. Analyse von potenziellen Standorten von Heizzentralen
3. Variantenentwicklung
4. Detailüberprüfung der identifizierten Netztrasse auf Machbarkeit
5. Ermittlung des Anschlussinteresses der vorgesehenen Wärmeabnehmer

Verantwortung / Akteurinnen und Akteure	▶ Stadt Esslingen am Neckar ▶ Energieversorgungsunternehmen
Umsetzungskosten	▶ Vorstudie 20-60 T €
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ KfW 432 bzw. BEW (Bundesförderung effiziente Wärmenetze)
Herausforderungen	▶ Abschätzung der Anschlussquote ▶ Probebohrungen Geothermie
Maßnahmenbeginn	<i>II Halbjahr 2025</i>
Laufzeit	½ Jahr Erstellung Energiekonzept

Partizipation in der kommunalen Wärmeplanung		W1
HANDLUNGSFELD	Öffentlichkeitsarbeit	
ZIELSETZUNG	Aufbau eines Netzwerks, Akzeptanz für verschiedene Maßnahmen	
Beschreibung der Maßnahme		
Information und Kommunikation sind integraler Bestandteil zur erfolgreichen Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung. Ein wichtiger Baustein ist die Zusammenarbeit und Einbindung der der lokalen Akteure im Stadtgebiet. Hierzu sollte in regelmäßigen Öffentlichkeitsveranstaltungen die Möglichkeit der direkten Partizipation gegeben werden. Hierdurch wird eine hohe Akzeptanz der verschiedenen Maßnahmen in der Bevölkerung erreicht. Über die Einbindung der lokalen Akteure können sich weitere Synergieeffekte wie z.B. Sponsoring ergeben. Des Weiteren können Erfahrungen innerhalb der Informationsveranstaltungen ausgetauscht werden, um so bestmögliche Lösungsansätze in der kommunalen Wärmeplanung zu erreichen. Die Beteiligung könnte im Rahmen von Veranstaltungen innerhalb der Stadt oder mithilfe von digitalen Beteiligungsprozessen erfolgen. Die Themen sollten in einem engen Zusammenhang mit den empfohlenen Auswertungsmaßnahmen für den öffentlichen Raum stehen.		
Handlungsschritte	1. Regelmäßiger Austausch mit den lokalen Akteuren 2. Bereitstellung von Informationen und Teilen der kommunalen Wärmeplanung 3. Koordination der Maßnahmenumsetzung und Kampagnen 4. Bespielen der vorhandenen/bestehenden Netzwerken und Strukturen	
Verantwortung / Akteur*innen	▶ Stadt Esslingen am Neckar	
Maßnahmenbeginn	I Halbjahr 2024	
Laufzeit	Fortlaufend	

Berücksichtigung von erneuerbaren Energien bei Neubau- und Sanierungsvorhaben

W2

HANDLUNGSFELD Sonstiges



ZIELSETZUNG Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien im Gebäudesektor

Beschreibung der Maßnahme

Bei anstehenden Sanierungen von Bestandsgebäuden ist das Potenzial einer energetischen Ertüchtigung durch Dämmung, Austausch von Bauteilen oder Umstellung des Heizungssystems auf erneuerbare Energien besonders hoch. Um dieses Potenzial besser zu nutzen, muss auf die vielfältigen Vorzüge eines energetischen Umbaus hingewiesen werden. Zu den Vorteilen gehören:

- Erhöhung des Wohnkomforts
- Steigerung des Immobilienwertes
- Finanzielle Vorteile durch Energieeinsparungen
- Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen und damit verbundenen Preissteigerungen
- Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz

Auf Grundlage von Maßnahme 1.1 sollten zukünftige Neubau- und Sanierungsprojekte durch die Stadt so gesteuert werden, dass sie zur Erreichung der dort erarbeiteten Zielsetzungen beitragen. Wenn also beispielsweise Gebiete zur vorrangigen Nutzung von Sonnenenergie bestimmt werden, ist bei künftigen Neubau- und Sanierungsvorhaben darauf zu achten, dass diese sich auf Nutzung dieser Energieform fokussieren. Das Baugesetzbuch (§ 9 Absatz 1 Nr. 23) kann somit schon im Bebauungsplan Berücksichtigung finden.

In Neubaugebieten und bei größeren Sanierungsprojekten kann zudem durch ein verpflichtendes Erneuerbare-Energien-Konzept im Rahmen von städtebaulichen Verträgen oder Wettbewerben auf die Verwendung erneuerbarer Energien hingewirkt werden. Dies gilt sowohl für den Wärme- als auch für den Kältebereich: z.B. könnten herkömmliche Klimaanlage mit einer PV-Anlage und gegebenenfalls mit Eisspeichern gekoppelt werden. Auch die Verwendung von virtuellem Biomethan kann hier eine Option darstellen (vgl. EWärmeG in Baden-Württemberg).

- Handlungsschritte**
1. Erstellung der Energienutzungsplanung
 2. Sichtung der Ergebnisse und Bestimmung der resultierenden Beratungsbedarfe für private Nutzer*innen und Abstimmungsbedarfe mit der Wohnungswirtschaft
 3. Vermittlung der Ergebnisse und Ziele an die entsprechenden Ämter und Beratungsstellen
 4. Prüfung eines vorgeschriebenen Erneuerbaren-Energien-Konzeptes für Neubauten und Sanierung

- Verantwortung / Akteurinnen und Akteure**
- Stadt Esslingen am Neckar
 - Bauherren
 - Bauunternehmen, Architekt:innen und Energieberater*innen

Maßnahmenbeginn I Halbjahr 2024

Laufzeit Fortlaufend

Energiespeicherung zur sektoralen Vernetzung (Power-to-X)
W3
HANDLUNGSFELD **Sektorenkopplung**

ZIELSETZUNG

Erhöhung des erneuerbaren Energien-Anteil aller Sektoren durch Speicherung und Umwandlung überschüssigen Stroms zur Wärmebereitstellung und Mobilität.

Beschreibung der Maßnahme

Langfristig wird es auf Grund eines immer weiter ansteigenden Anteils volatiler erneuerbarer Energien zwingend notwendig sein, Flexibilität bei der Nutzung von Überschussstrom zu erlangen. Gleichzeitig ergibt sich über die Umwandlung und Speicherung von Strom die Möglichkeit zur Sektorenkopplung. Dies bedeutet, dass die Sektoren Strom, Mobilität und Wärme miteinander verknüpft werden. So kann Strom zum Betrieb von E-Fahrzeugen dienen, diese wiederum können als sekundäre Speicher von elektrischer Energie dienen. Die Umwandlung von Strom in Wärme oder chemisch Energie (über Elektrolyse) wiederum ermöglicht dann die Kopplung von Strom- und Wärmesektor.

Weiterhin können Power-to-Heat-Anlagen als Ergänzung an den verschiedenen Standorten der Wärmeerzeugung errichtet werden. In Frage kommen hier vor allem die Standorte mit KWK-Anlagen. Die Nutzung von Anlagen mit hoher Effizienz sollte hier Vorrang haben. Daher ist vor allem auf den Einsatz von Wärmepumpen zu setzen. Elektrodenkessel oder ähnliche direkte Umwandlung von Strom in Wärme sollten nur dort eingesetzt werden, wo hohe Temperaturen, bspw. Prozesswärme, benötigt werden.

Power-to-Gas-Anlagen setzen elektrische Energie in Wasserstoff um. Dieser wiederum kann zu synthetischem Methan oder flüssigen Treibstoffen (Power-to-Liquid) umgewandelt werden. So kann überschüssige elektrische Energie bspw. im Gasnetz gespeichert werden.

Es sollte ein Konzept für das Stadtgebiet erstellt werden, das die verschiedenen Technologien sinnvoll in die bestehende Infrastruktur einbindet. Gasnetz und Fernwärme soweit die auszubauende Infrastruktur für Elektromobilität müssen dazu in ein Gesamtkonzept einbezogen und die Möglichkeit zur Einbindung verschiedener Akteur*innen (z.B. Infrastrukturbetreiber:innen für E-Mobilität, Energieversorgungsunternehmen, Energie-Contractoren) untersucht werden.

Im Kontext der kommunalen Wärmeplanung kann so die Redundanz der Wärmeversorgung erhöht und die Zuverlässigkeit des Systems ausgebaut werden.

Handlungsschritte

1. Regelmäßige Prüfung der bestehenden rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen
2. Festlegung geeigneter Technologien und Standorte
3. Detailberechnung für Anlagendimensionierung
4. Umsetzung bei erkennbarer Wirtschaftlichkeit

Verantwortung / Akteur*innen

- ▶ Stadt Esslingen am Neckar
- ▶ Energieversorgungsunternehmen
- ▶ Betreiber von KWK-Anlagen

Maßnahmenbeginn
I Halbjahr 2024
Laufzeit

Fortlaufend

6.3 AKTEUR*INNEN

Die kommunale Wärmewende ist eine Gemeinschaftsaufgabe. Ein entscheidender Erfolgsfaktor ist die Zusammenarbeit der verschiedenen lokalen Akteur*innen und eine strategische, abgestimmte Vorgehensweise.

Das vorliegende Strategische Energie- und Wärmekonzept stellt dafür eine wichtige Grundlage dar.

Der Stadtverwaltung kommt in diesem Prozess insbesondere die Rolle eines Koordinators und Motivators zu, um weitere lokale Akteur*innen zu aktivieren und in ein umsetzungsstarkes Netzwerk zu integrieren. Andererseits ist es aber auch ihre Aufgabe durch steuernde Instrumente wie die Bauleitplanung, Anreizsysteme oder die Entwicklungsplanung der Wärmeversorgungsinfrastrukturen die Weichen für die Entwicklung in den nächsten Jahren zu stellen. Tabelle 6.2 zeigt die Zuordnung der Aufgaben der Wärmeplanung zwischen den Akteuren.

Tabelle 6.2: Aufgaben in der Wärmeplanung und Zuordnung

	Stadtverwaltung	Stadtwerke	Politik	Gewerbe/ Industrie	Wohnungswirtschaft	Priv. Hauseigentümer
Leitbild	x	x	x	(x)	(x)	(x)
Strategie	x	x	x			
Kommunikation & Information	x	x				
Aufbau lokales Netzwerk	x	x				
Wissenstransfer	x	x				
Machbarkeitsstudien	x	x				
Investitionen	x	x				
Umsetzung	x	x		(x)	(x)	
Vermarktung		x				
Monitoring	x	x				
Bauleitplanung	x	(x)				
Standards für neue Baugebiete	x					
Integration in andere Fachplanungen	x					
Unterstützung durch Quartierskonzepte	x	(x)				
Informelle Instrumente	x					
Gebäudesanierung				x	x	x
Wärmenetz-Anschluss				x	x	x
Einspeisung Abwärme				x		
Dezentrale reg. Wärmequellen				x	x	x

7 FAZIT

Der Wärmebereich gilt als "schlafender Riese" der Energiewende. Die Bereitstellung von Warmwasser, Raum- und Prozesswärme macht zusammen etwa die Hälfte der benötigten Endenergie in Deutschland aus. Dabei fallen die Fortschritte im Wärmesektor bisher im Vergleich zum Stromsektor gering aus. Die langen Investitionszyklen bei baulichen und auch technischen Maßnahmen in der Wärmeinfrastruktur bedingen die Trägheit der Wärmewende. In Anbetracht der Tatsache, dass die heutigen Entscheidungen Auswirkungen bis weit in die Zukunft haben, ist der Handlungsbedarf im Wärmesektor für das Erreichen der Klimaschutzziele enorm.

Den Städten, Kreisen und Gemeinden kommen bei der Bewältigung dieser Herausforderungen eine enorme Bedeutung zu.

Die Gemeinde Esslingen am Neckar hat das vorliegende strategische Energie- und Wärmekonzept erstellen lassen, um diese Aufgabe in Zukunft planvoll und zielorientiert anzugehen. Das Ziel des Konzeptes ist eine mittel- bis langfristige Strategie für die zukünftige Entwicklung des Wärmesektors, um die Stadtentwicklung strategisch an den beschlossenen Klimaschutzziele auszurichten und systematisch die dafür erforderlichen Weichenstellungen vornehmen zu können.

Im Rahmen des Projekts wurden folgende Inhalte erarbeitet:

- Darstellung der Ausgangssituation
- Potenzialanalyse
- Technologiematrix
- Identifikation von Hotspots für Wärmebedarfe im Gemeindegebiet
- Szenarien-Entwicklung bis 2040
- Entwicklung eines Wärmeplans

In die Betrachtung sind dabei sämtliche Arten der Wärmeerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien und Abwärme eingeflossen. Um dem Anspruch der Gemeinde Esslingen am Neckar an die Zielvision für das Jahr 2040 gerecht zu werden, sind neben bewährten Technologien auch Zukunftslösungen wie bspw. die Sektorenkopplung und Power-to-X berücksichtigt worden.

Die privaten Haushalte werden künftig in verdichteten Wohngebieten vor allem mit Fernwärme versorgt, in netzfernen Bereichen ist auf Einzelgebäudelösungen auf Basis von Umweltwärme und Solarthermie zu setzen.

Die Wirtschaft wird auch weiterhin hochtemperierte Prozesswärme benötigen, die zukünftig hauptsächlich über Power-to-Heat, die Verbrennung von grünen Gasen oder Biogas bereitgestellt wird. Die entstehende Abwärme wiederum wird effizient über Wärmenetze verteilt.

Auf fossile Energieträger wird dabei in Zukunft vollständig verzichtet.

8 FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Zur Finanzierung von Nahwärmenetzen (Leitungsnetz, Erzeuger, Speicher, Hausübergabestationen) besteht die Möglichkeit auf Förderkulissen zurückzugreifen (Auswahl).

1. BAFA: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
2. Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG)
3. Erneuerbare Energien - Standard (270)
4. Erneuerbare Energien - Premium (271, 281)
5. KfW 430: Energieeffizient Sanieren
6. IKK / IKU – Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung (201, 202)
7. Innovative KWK-Systeme
8. Kommunale Klimaschutzmodellprojekte

BAFA: BUNDESFÖRDERUNG FÜR EFFIZIENTE WÄRMENETZE (BEW)

Ansprechpartner	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
Antrags-berechtigt	Unternehmen, Kommunen, kommunale Eigenbetriebe, kommunale Unternehmen, kommunale Zweckverbände, eingetragene Vereine, eingetragene Genossenschaften, Contractoren
Förderungen	Modul I: Machbarkeitsstudien und Transformationspläne Modul II: Systemische Förderung zur Neuerrichtung von Wärmenetzen und Transformation von Bestandssystemen. Modul III: Schnell umsetzbare Einzelmaßnahmen.
Förderhöhe	Modul I. Zuschuss bis 50 %, max. 2 Mio. € pro Antrag Modul II: Zuschuss bis 40 %, max. 100 Mio. € Modul III: Zuschuss bis 40 %, max. 100 Mio. €
Voraus-setzungen	Modul I: - Ziel der Transformationspläne und Machbarkeitsstudien muss die Treibhausneutralität im Jahr 2045 sein Modul II: Neuerrichtung von Wärmenetzen und Transformation von Bestandssystemen: - Neuerrichtung: mind. 75 % EE- oder Abwärme-Einsatz über einen Zeitraum von 10 Jahren - Transformation der Bestandsnetze: bis 2045 treibhausgasneutral - Maßnahmen müssen einen Beitrag zur Dekarbonisierung und Effizienzsteigerung des Wärmenetzes leisten - Entwurfs- und Genehmigungsplanungen überwiegend abgeschlossen Modul III: Schnell umsetzbare Einzelmaßnahmen:

	- Gilt nur für die Errichtung von Solarthermieranlagen, Wärmepumpen, Biomassekesseln und Wärmespeichern, deren Anschluss an das Wärmenetz, die Integration von Abwärme, die Erweiterung von Wärmenetzen und die Installation zusätzlicher Wärmeübergabestationen Allgemein: - Wärmenetze mit mehr als 16 Gebäuden oder mehr als 100 Wohneinheiten gefördert. - kleinere Netze können im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) gefördert werden
Kumulierbarkeit	Keine Kumulierung mit anderen öffentlichen Mitteln von Bund und Ländern
Weitere Informationen	https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html
Frist	Die Richtlinie tritt am 15. September 2022 in Kraft. Ihre Geltungsdauer ist auf sechs Jahre begrenzt.

8.1 KRAFT-WÄRME-KOPPLUNGSGESETZ (KWKG)

Ansprechpartner	Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz
Antragsberechtigte	Betreiber von KWK-Anlagen Betreiber eines neuen oder ausgebauten Wärmenetzes
Förderungen	Zahlung von Zuschlägen durch die Netzbetreiber sowie die Vergütung für KWK-Strom (inkl. von Brennstoffzellen), der in ein Netz der allgemeinen Versorgung eingespeist wird. Im Einzelnen Zuschlagszahlungen für 1. KWK-Strom aus neuen, modernisierten und nachgerüsteten KWK-Anlagen, der auf Basis von Abfall, Abwärme, Biomasse, gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen gewonnen wird, 3. KWK-Strom aus bestehenden KWK-Anlagen, der auf Basis von gasförmigen Brennstoffen gewonnen wird, 4. den Neu- und Ausbau von Wärmenetzen sowie für den Neubau von Wärmespeichern, in die Wärme aus KWK-Anlagen eingespeist wird, 5. den Neu- und Ausbau von Kältenetzen sowie für den Neubau von Kältespeichern, in die Kälte aus KWK-Anlagen eingespeist wird.
Förderhöhe	Zuschläge in Höhe von 3,1 Cent/kWh (ab 2 MW) bis 8 Cent/kWh (bis 50 kW) zzgl. 0,6 Cent/kWh bei Substitution von Braun- und Steinkohle-KWK-Anlagen Höhe des Zuschlags für den Neu- und Ausbau von Wärmenetzen: - bis DN 100 (Mittel über Gesamtnetz) 100 Euro je laufenden Meter der neu verlegten Wärmeleitung, höchstens aber 40 Prozent der Investitionskosten - bei mehr als DN 100 (Mittel über Gesamtnetz) 30 % der Investitionskosten - maximal 20 Mio. € je Projekt

	KWK-Anlagen: - bei neuen oder modernisierten KWK-Anlagen: elektrische Leistung bis einschließlich 0,5 oder mehr als 50 Megawatt. Sowie nachgerüsteten KWK-Anlagen. - ab 30. Juni 2023 werden neue KWK-Anlagen ab zehn Megawatt Leistung nur zugelassen, wenn sie technisch mit Wasserstoff betrieben werden können. Oder mit maximal 10 Prozent der Errichtungskosten ab dem 01.08.2028 auf eine leistungsgleiche wasserstoffbetriebene KWK-Anlage umrüsten. - Ab dem 1. Januar 2024 entfällt laut § 6 des KWKG 2023 die Förderung von Anlagen, die Strom auf Basis von Biomethan erzeugen. - die Anlagen gewinnen Strom auf Basis von Abfall, Abwärme, Biomasse, gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen. - die Anlagen sind hocheffizient - die Anlagen verdrängen keine bestehende Fernwärmeversorgung aus KWK-Anlagen - die Anlagen erfüllen die Anforderungen nach § 9 Absatz 1 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes erfüllen, soweit es sich um Anlagen mit einer installierten Leistung im Sinne von § 3 Nummer 31 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes von mehr als 100 Kilowatt handelt.
Voraussetzungen	Neu- und Ausbau von Wärmenetzen: - mindestens 75 % KWK-Wärme oder - mindestens 25 % KWK-Wärme, wenn 50 % oder mehr aus KWK, EE, oder Abwärme stammen - es handelt sich um ein öffentliches Netz (Optionen für weitere Anschlüsse) Wärme- und Kältespeicher: - eine Zulassung gemäß § 24 - Wärme des Wärmespeichers überwiegend aus KWK-Anlagen, die an das Netz der allgemeinen Versorgung angeschlossen sind und die in dieses Netz einspeisen können. - mittlere Wärmeverluste entsprechend einer nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik erstellten Berechnung weniger als 15 Watt je Quadratmeter Behälteroberfläche
Kumulierbarkeit	
Weitere Informationen	https://www.gesetze-im-internet.de/kwkg_2016/
Frist	Keine Fristen

8.2 ERNEUERBARE ENERGIEN-STANDARD (270)

Ansprechpartner	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), KfW Bankengruppe
Antragsberechtigte	private und öffentliche Unternehmen, Contractoren, Körperschaften des öffentlichen Rechts, kommunale Zweckverbände, Genossenschaften, Stiftungen und Vereine, Privatpersonen und gemeinnützige Antragsteller, Freiberufler, Landwirte
Förderungen	Gefördert werden 1. die Errichtung, Erweiterung und Erwerb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien oder von Anlagen nur zur Wärmeerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien, 2. Wärme- und Kältenetze sowie Wärme- und Kältespeicher, die aus erneuerbaren Energien gespeist werden und 3. die Flexibilisierung von Stromnachfrage und -angebot bzw. die Digitalisierung der Energiewende mit dem Ziel, die erneuerbaren Energien systemverträglich in das Energiesystem zu integrieren. 4. Contracting-Vorhaben und Modernisierungen mit Leistungssteigerung
Förderhöhe	Zinsgünstige Darlehen in Höhe von bis zu 50 Mio. € und max. 100 % der förderfähigen Investitionen
Voraussetzungen	Anlagen erfüllen die technischen Anforderungen des Gesetzes für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - 2023), einschließlich der hierfür erforderlichen Planungs-, Projektierungs- und Installationsmaßnahmen. Vorhaben im Ausland: - müssen die gesetzlich geltenden umwelt- und sozialrechtlichen Standards des Investitionslandes erfüllen - Vorhaben mit Investitionsort in Ländern, die weder EU-Mitglied noch Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung-Hoheinkommensland sind, werden von der KfW im Einzelfall geprüft Erwerb gebrauchter Anlagen: - die nicht länger als 12 Monate am Stromnetz angeschlossen sind - die nicht bereits von der KfW gefördert wurden und zeitgleich eine Modernisierung mit Leistungssteigerung erfolgt.
Kumulierbarkeit	Kombination: Eine Kombination mit anderen Förderprogrammen ist möglich, sofern diese keine Beihilfe enthalten. Wenn in dem Programm Investitionen finanziert werden, die keine Förderung nach dem im Einzelfall jeweils einschlägigen Erneuerbare-Energien-Gesetz erhalten, ist eine Kombination auch mit Förderprogrammen möglich, in denen Beihilfen enthalten sind, sofern die zulässigen Beihilfeobergrenzen eingehalten werden.
Weitere Informationen	https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Foerderprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-(270)/
Frist	Keine Fristen

8.3 KFW 430: ENERGIEEFFIZIENT SANIEREN

Ansprechpartner	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), KfW Bankengruppe
Antragsberechtigte	Natürliche Personen als Eigentümer/ Ersterwerber von Ein- und Zweifamilienhäusern mit maximal 2 Wohneinheiten oder Eigentumswohnungen in Wohnungseigentümergeinschaften
Förderungen	Energetische Sanierung von bestehenden Wohngebäuden, deren Bauantrag beziehungsweise Bauanzeige vor dem 01.02.2002 gestellt wurde; KfW-Effizienzhaus als auch Einzelmaßnahmen (unter anderem Erstanschluss an Nah- oder Fernwärme)
Förderhöhe	Geförderte Kosten je Wohneinheit bis zu 48.000 Euro für die Sanierung zum KfW-Effizienzhaus oder 10.000 Euro für Einzelmaßnahmen, Investitionszuschuss abhängig von Maßnahme und künftiger Energieeffizienz bis zu maximal 120.000 Euro
Voraussetzungen	- Einbindung eines anerkannten Experten für Energieeffizienz, wirtschaftlich unabhängige Beauftragung - Bauantrag (alternativ Bauanzeige) wurde vor dem 01.02.2002 gestellt - bestehende Wohngebäude nach § 2 EnEV, die nach ihrer Zweckbestimmung überwiegend dem Wohnen dienen - für die Sanierung gelten technische Mindestanforderungen (siehe Dokumente Anlage - Technische Mindestanforderungen und Infoblatt - Liste der Technischen FAQ) - Sanierung ist durch ein Fachunternehmen auszuführen
Kumulierbarkeit	Kombinierbar mit weiteren Fördermitteln: Altersgerecht Umbauen – Kredit (159) oder Barrierereduzierung – Investitionszuschuss (455) Alternativ: Kreditförderung im Produkt Energieeffizient Sanieren (Produktnummern 151/152)
Weitere Informationen	https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Foerderprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-(270)/
Frist	Keine Fristen

8.4 IKK/IKU – ENERGETISCHE STADTSANIERUNG – QUARTIERSVERSORGUNG (201,202)

Ansprechpartner	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), KfW Bankengruppe
Antragsberechtigte	Kommunen, kommunale Eigenbetriebe und Zweckverbände (IKK), mehrheitlich kommunale Unternehmen (IKU), Körperschaften, Anstalten und Stiftungen des öffentlichen Rechts mit mehrheitlich kommunalem Hintergrund, gemeinnützige Organisationsformen und Kirchen, Unternehmen
Förderungen	KWK(K)-Anlagen, industrielle Abwärme, Wärme- und Kältespeicher, Wärme- und Kältenetze

Förderhöhe	Zinsgünstige Darlehen bis zu 100 % der förderfähigen Investitionen (Programm 202: max. 50 Mio. €), Tilgungszuschüsse bis zu 10 %
Voraussetzungen	- Quartiersbezogene Versorgung erstreckt sich über die Grundstücksgrenzen der einspeisenden Anlage - Mindestens ein Abnehmer muss an das Netz angeschlossen sein, der nicht gleichzeitig Eigentümer oder Betreiber der einspeisenden Anlage ist - Alle förderfähigen Investitionen müssen die Energieeffizienz verbessern Modul A Wärme- und Kälteversorgung: - Einhaltung der gesetzlichen Standards bzw. der anerkannten Regeln der Technik sind Voraussetzung für alle förderfähigen Maßnahmen - Hocheffiziente strom- oder thermisch geführte/ fähbare Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen auf Basis von Erd-/Biogas; nicht auf Basis von z. B. Kohle oder Öl. - Erzeugungsanlagen erfüllen "Hocheffizienz" gemäß Definition § 2 Absatz 8 Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (2016) beziehungsweise der EU-Richtlinie 2012/27/EU Anhang II; ist bei Antragstellung zu bestätigen - Kälteversorgung überwiegend aus Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung - Mitförderung erforderlicher Anschlüsse und Übergabestationen, sofern sie Bestandteil des Investitionsvorhabens sind und keine Förderung der entsprechenden Kosten aus KfW-Programmen der energetischen Gebäudesanierung erfolgt.
Kumulierbarkeit	Kombination: Die Kombination mit öffentlichen Fördermitteln ist zulässig, sofern die Summe aus Krediten, Zuschüssen und Zulagen die Summe der Aufwendungen nicht übersteigt. Die Inanspruchnahme anderer Förderprogramme des Bundes für dieselbe Maßnahme ist nicht zulässig. Eine Kombination mit der Wärme-/ Kältenetz- beziehungsweise Wärme-/ Kältespeicherförderung nach §§ 18 bis 21 beziehungsweise §§ 22 bis 25 Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz ist möglich, sofern es sich um ein Vorhaben mit hohem Quartiersbezug handelt.
Weitere Informationen	https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Öffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Förderprodukte/Energieeffiziente-Quartiersversorgung-Kommunen-(201)/ https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Öffentliche-Einrichtungen/Kommunale-Unternehmen/Förderprodukte/Energieeffiziente-Quartiersversorgung-kommunale-Unternehmen-(202)/
Frist	Keine Fristen

8.5 INNOVATIVE KWK-SYSTEME

Ansprechpartner	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
Antragsberechtigte	Betreiber innovativer KWK-Systeme
Förderungen	Innovative KWK-Systeme
Förderhöhe	- 45.000 Vollbenutzungsstunden der Gebotsmenge für KWK-Strom in der Höhe des Zuschlagswertes

	- pro Kalenderjahr höchstens 3.500 Vollbenutzungsstunden der Gebotsmenge
Voraussetzungen	Allgemein: - Gebotsmenge muss mehr als 1.000 kW umfassen und darf 10.000 kW installierte KWK-Leistung nicht überschreiten - min. Komponenten: KWK- Anlage, Komponente zur Bereitstellung innovativer erneuerbarer Wärme, elektrischer Wärmeerzeuger - erfolgreiche Teilnahme am Ausschreibungsverfahren - gemeinsame Regelung und Steuerung der Komponenten - Anschluss der Komponenten am gleichen Wärmenetz - Komponenten verfügen über mess- und eichrechtskonforme Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Erfassung der eingesetzten Brennstoffe, der bereitgestellten Wärme sowie für jedes 15-Minuten-Intervall die eingesetzte und die erzeugte Strommenge - Eigenstromversorgungsgebot, Einspeisung des gesamten erzeugten Stroms in ein Netz der Allgemeinen Versorgung hocheffiziente neue und modernisierte KWK-Anlage: - elektrische Leistung mehr als 1 MW bis einschließlich 50 MW - Modernisierung min. 50 % der Kosten für Neuerrichtung KWK-Anlage mit gleicher Leistung nach aktuellem Stand der Technik Komponente zur Bereitstellung innovativer erneuerbarer Wärme: - Fabrikneu - Min. Jahresarbeitszahl 1,25 - kann pro Kalenderjahr min. 30 % der Referenzwärme als innovative Wärme bereitstellen - nur einer KWK-Anlage zugeordnet elektrischer Wärmeerzeuger: - kann jederzeit min. 30 % der maximal auskoppelbaren Wärme der KWK-Anlage bereitstellen - stromseitig und unmittelbar wärmeseitig mit der KWK-Anlage verbunden
Kumulierbarkeit	
Weitere Informationen	https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/kwk_merkblatt_innovative_kwk-systeme.html https://www.kea-bw.de/news/innovative-kwk-systeme
Frist	keine Fristen; Ausschreibungen durch die Bundesnetzagentur jeweils zum 01.06 und 01.12 eines jeden Jahres

8.6 KOMMUNALE KLIMASCHUTZ-MODELLPROJEKTE

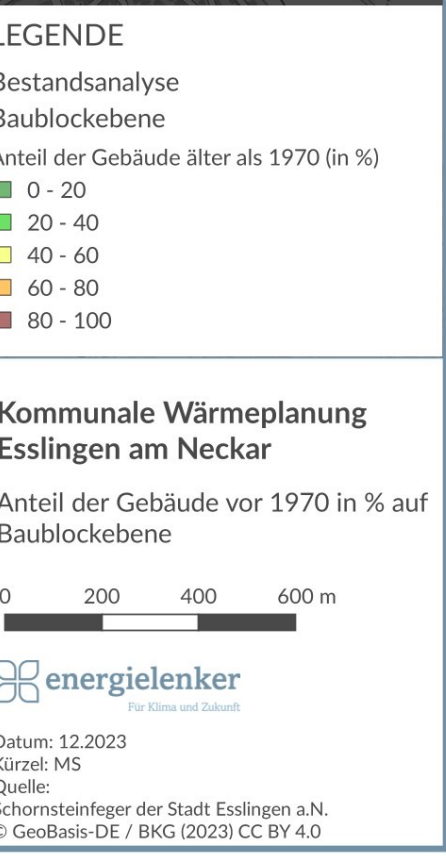
Ansprechpartner	Projektträgers Jülich (PTJ)
Antragsberechtigte	Antragsberechtigt sind Kommunen (Städte, Gemeinden und Landkreise) und Zusammenschlüsse von Kommunen sowie Betriebe, Unternehmen und sonstige Einrichtungen mit mindestens 25 Prozent kommunaler Beteiligung
Förderungen	Investive Modellprojekte mit weitreichender Treibhausgasminderung und Beitrag zu den Klimaschutzzielen der Bundesregierung Besonders förderwürdig sind Modellprojekte aus den Handlungsfeldern - Abfallentsorgung; - Abwasserbeseitigung; - Energie- und Ressourceneffizienz; - Stärkung des Umweltverbunds, grüne City-Logistik und Treibhausgas-Reduktion im Wirtschaftsverkehr; sowie - Smart-City (Vernetzung, Integration und intelligente Steuerung verschiedener umwelttechnischer Infrastrukturen)
Förderhöhe	70% der förderfähigen Kosten; für Anträge, die zwischen dem 1.Aug. und dem 31. Dez. 2021 gestellt werden 80%; finanzschwache Kommunen bis 90%; Mindestzuwendung 200.000 Euro, max. 10 Mio. Euro
Voraussetzungen	Einreichen einer Projektskizze und Aufforderung zur Antragstellung Der Modellcharakter der Vorhaben soll sich auszeichnen durch hohe Treibhausgasminderung im Verhältnis zur Fördersumme; die Verfolgung der klimaschutzpolitischen Ziele des Bundes; einen besonderen und innovativen konzeptionellen Qualitätsanspruch; den Einsatz bester verfügbarer Techniken und Methoden; die Übertragbarkeit beziehungsweise Replizierbarkeit des Ansatzes eine überregionale Bedeutung und deutliche Sichtbarkeit mit bundesweiter Ausstrahlung- stromseitig und unmittelbar wärmeseitig mit der KWK-Anlage verbunden
Kumulierbarkeit	Eine Kumulierung mit Drittmitteln, Zuschussförderungen und Förderkrediten ist vorbehaltlich entgegenstehender beihilferechtlicher Vorgaben zugelassen, sofern eine angemessene Eigenbeteiligung in Höhe von mindestens 15 Prozent des Gesamtvolumens der zuwendungsfähigen Ausgaben erfolgt, bei finanzschwachen Kommunen in Höhe von 10 Prozent.
Weitere Informationen	https://www.ptj.de/klimaschutzinitiative/modellprojekte https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Bund/BMWi/foerderaufruf-kommunale-klimaschutz-modellprojekte.html
Frist	Antragsfristen jeweils 01.Jan und 31.Dez. eines Jahres

9 LITERATURVERZEICHNIS

- ifeu. (2016:3). *Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg: ifeu.
- KEA-BW, Die Landesagentur. (2023). Förderprogramm für die freiwillige kommunale Wärmeplanung. Abgerufen am 02. 08 2023 von <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/foerderprogramm-fuer-die-freiwillige-kommunale-waermeplanung>
- KEA-BW, Die Landesagentur. (2023). Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg- §27 Kommunale Wärmeplanung. Abgerufen am 02. 08 2023 von <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/27-kommunale-waermeplanung>
- LGRB (Hrsg.). (2018). *Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG)*. Von <https://produkte.lgrb-bw.de/informationssysteme/geoanwendungen/isong> abgerufen
- LUBW. (2022). *Energieatlas Baden-Württemberg*. Von <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/projekte/> abgerufen
- Mehr Demokratie e.V.; BürgerBegehren Klimaschutz. (2020). *Handbuch Klimaschutz, Wie Deutschland das 1,5-Grad-Ziel einhalten kann*.
- Prognos; Öko-Institut; Wuppertal-Institut. (2021). *Klimaneutrales Deutschland 2045, Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann*. (S. Klimaneutralität, & A. E. Verkehrswende, Hrsg.)
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. (2020). *Statistisches Landesamt Baden-Württemberg*. Abgerufen am 2022. April 2022 von Bevölkerung und Gebiet: <https://www.statistik-bw.de/BevoelkGebiet/GebietFlaeche/01515020.tab?R=KR121>

10 ANHANG

1. Baublockebene – Anteil der Gebäude dessen Baujahr älter als 1970 ist
2. Baublockebene – Anteil der Ölwärmeerzeuger
3. Baublockebene – Wärmedichte im Bilanzjahr
4. Baublockebene – Wärmedichte im Jahr 2030
5. Baublockebene – Wärmedichte im Jahr 2040
6. Heatmap – Gebäudealter
7. Baublockebene – Hauptenergieträger
8. Potenzial – Dachflächen Potenziale für Solare Nutzung
9. Potenzial – Geothermie Kollektoren
10. Potenzial – Geothermie Sonden
11. Potenzial – Windpotenzialflächen
12. Potenzial – Freiflächenpotenzial für solare Energienutzung
13. Maßnahmen – Übersichtskarte über die Maßnahmegebiete
14. Energieplan – Übersichtskarte zu den Energieplan Gebieten
15. Heatmap aller Öl-Wärmeerzeuger kleiner 1,5 GWh/a
16. Heatmap aller Öl Wärmeerzeuger
17. Heatmap aller Wärmeerzeuger kleiner 1,5 GWh/a
18. Wärmeliniendichte





Bestandsanalyse

Anteil Ölheizungen [%]

- 0 - 20
- 20 - 40
- 40 - 60
- 60 - 80
- 80 - 100

Kommunale Wärmeplanung
Esslingen am Neckar

Anteil der Ölwärmeerzeugung auf
Baublockebene [%]

0 200 400 600 m



Datum: 02.2024
Kürzel: LK
Quelle:
Schornsteinfegerdaten und Energieversorger



Bestandsanalyse

Wärmedichte [MWh/ha*a]

n/a

0,1 - 100

100 - 200

200 - 300

300 - 400

400 - 500

500 - 600

600 - 700

700 - 800

> 800

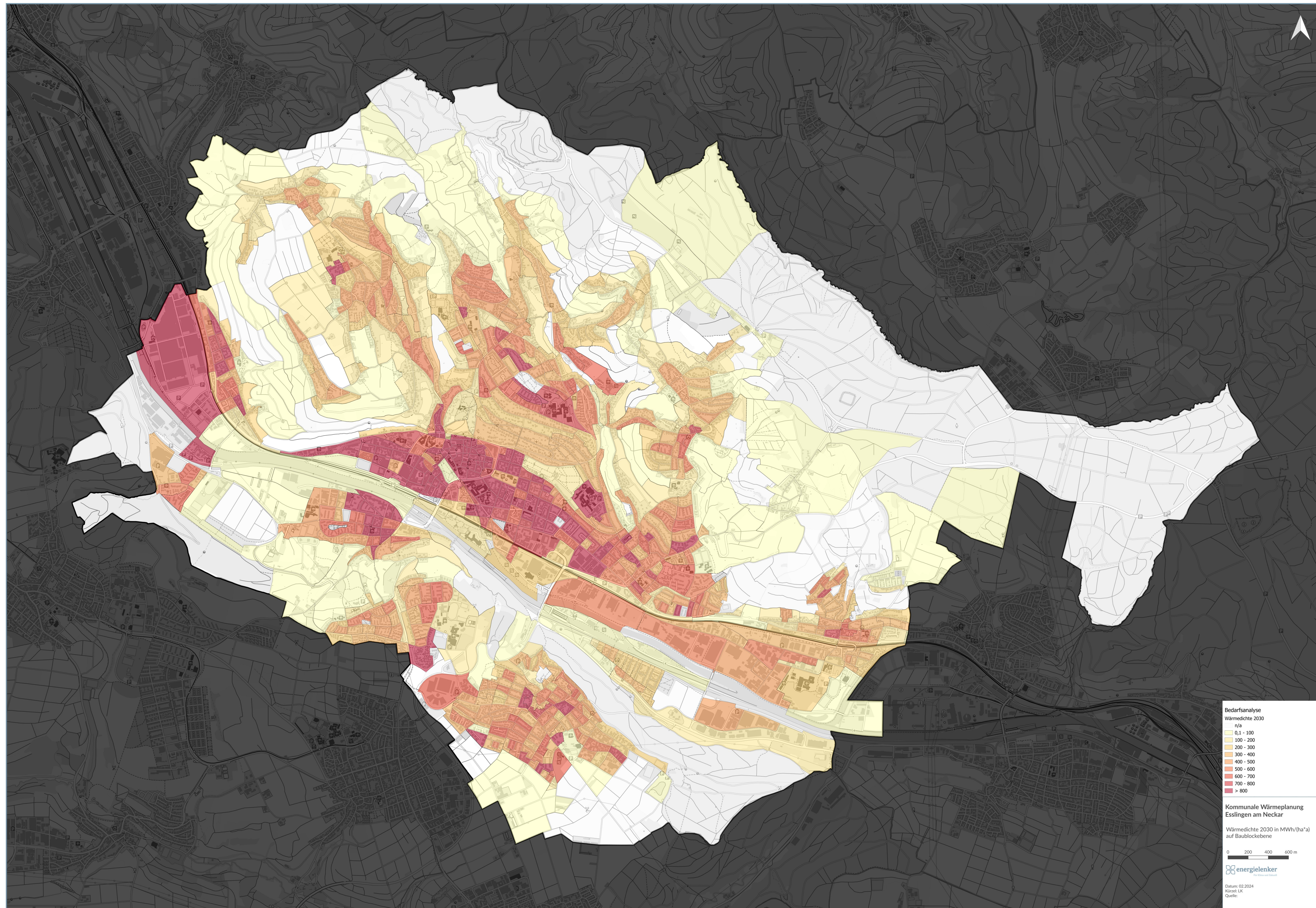
Kommunale Wärmeplanung
Esslingen am Neckar

Wärmedichte in MWh/(ha*a) auf
Baublockebene

0 200 400 600 m

 **energienker**
Für Klima und Zukunft

Datum: 02.2024
Kürzel: LK
Quelle:
Schornsteinfegerdaten und Energieversorger



Bedarfsanalyse
Wärmedichte 2030
n/a
0,1 - 100
100 - 200
200 - 300
300 - 400
400 - 500
500 - 600
600 - 700
700 - 800
> 800

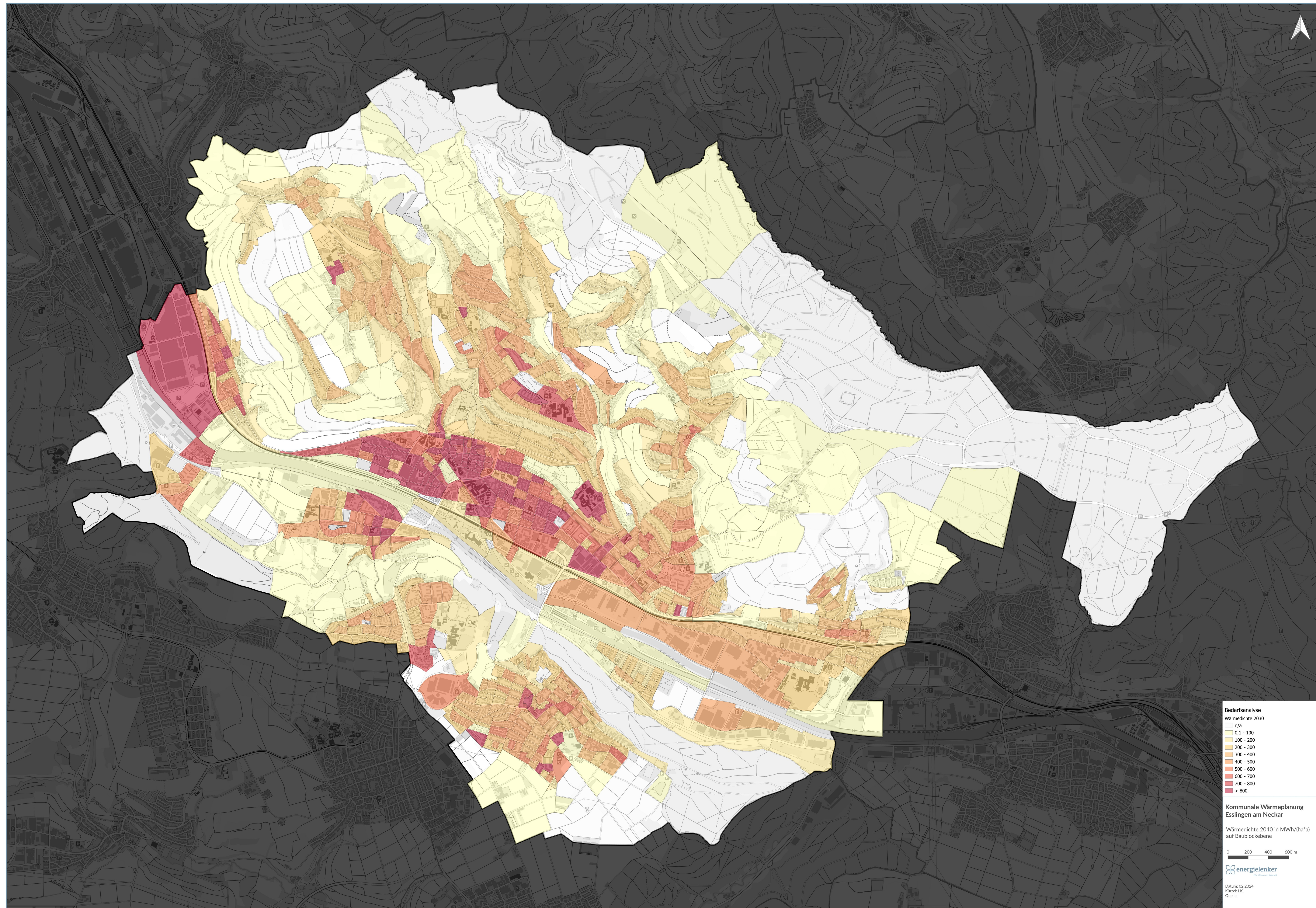
Kommunale Wärmeplanung
Esslingen am Neckar

Wärmedichte 2030 in MWh/(ha*a)
auf Baublockebene

0 200 400 600 m

energielenker
Für Klima und Zukunft

Datum: 02.2024
Kürzel: LK
Quelle:



Bedarfsanalyse
Wärmedichte 2030
n/a
0,1 - 100
100 - 200
200 - 300
300 - 400
400 - 500
500 - 600
600 - 700
700 - 800
> 800

Kommunale Wärmeplanung
Esslingen am Neckar

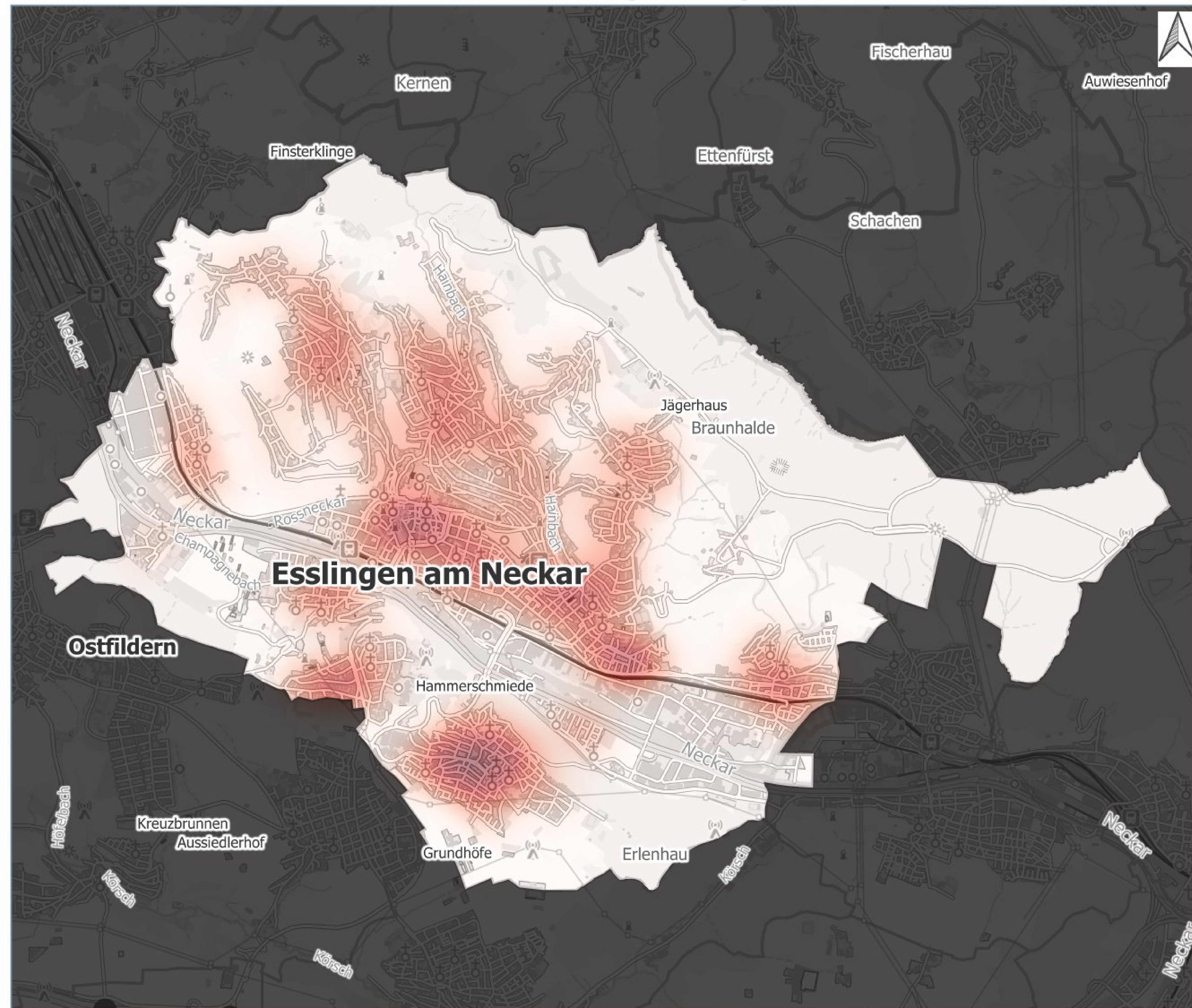
Wärmedichte 2040 in MWh/(ha*a)
auf Baublockebene

0 200 400 600 m

energielenker
Für Klima und Zukunft

Datum: 02.2024
Kürzel: LK
Quelle:

Kommunale Wärmeplanung - Esslingen am Neckar

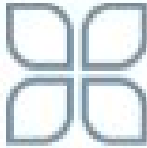


LEGENDE

Kommunale Wärmeplanung Esslingen am Neckar

Heatmap Gebäudealter
älter als 1988

0 1 2 km

 **energielenker**
Für Klima und Zukunft

Datum: Februar 2023
Kürzel: NH



Bestandsanalyse

Hauptenergieträger

- Heizöl
- Erdgas
- Biomasse
- Nahwärme
- Fernwärme
- Elektrowärme

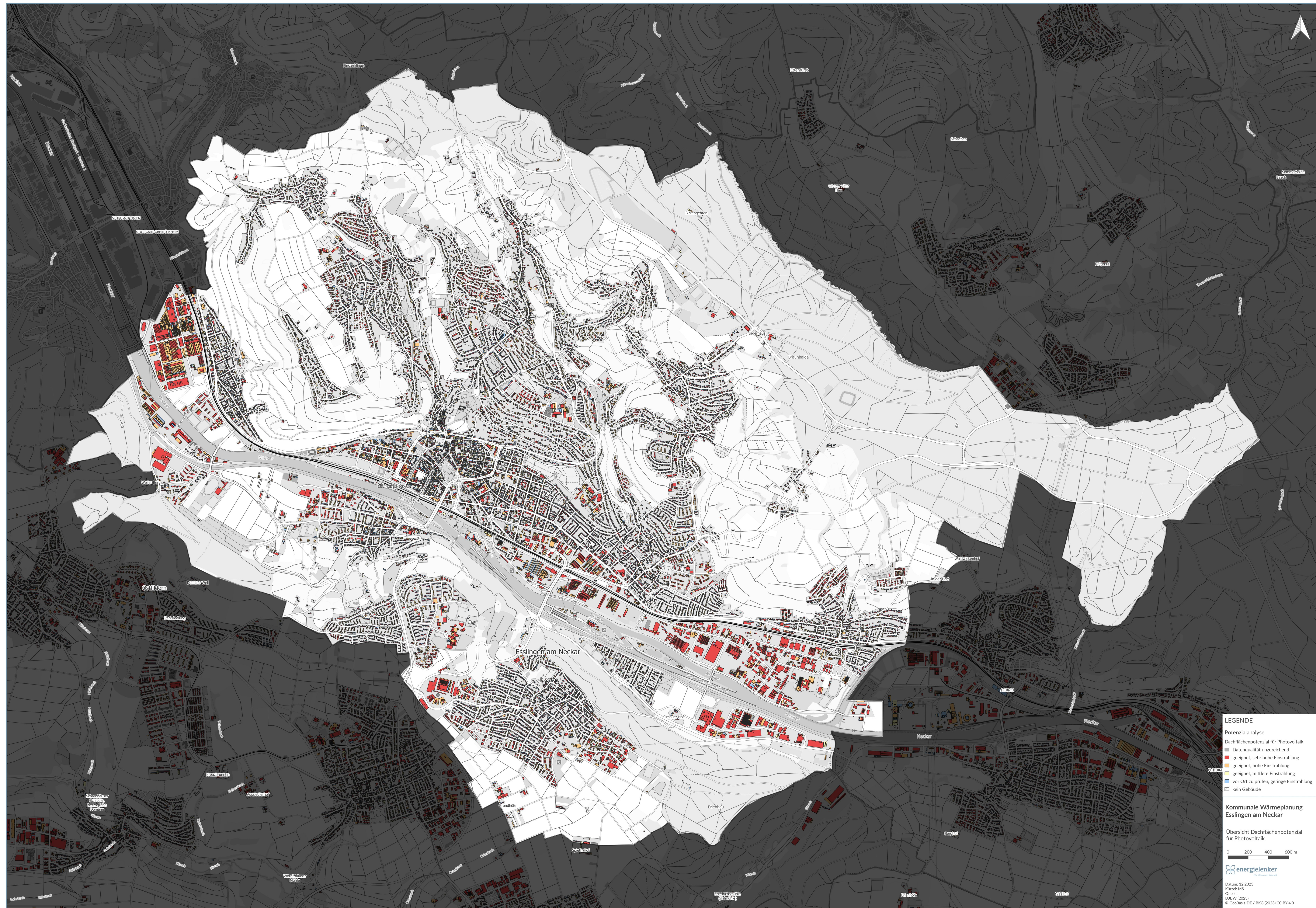
Kommunale Wärmeplanung
Esslingen am Neckar

Baublöcke aufgeschlüsselt nach
den jeweiligen Hauptenergieträgern

0 200 400 600 m



Datum: 02.2024
Kürzel: LK
Quelle:
Schornsteinfegerdaten und Energieversorger



LEGENDE

Potenzialanalyse

Dachflächenpotenzial für Photovoltaik

- Datenqualität unzureichend
- geeignet, sehr hohe Einstrahlung
- geeignet, hohe Einstrahlung
- geeignet, mittlere Einstrahlung
- vor Ort zu prüfen, geringe Einstrahlung
- kein Gebäude

Kommunale Wärmeplanung
Esslingen am Neckar

Übersicht Dachflächenpotenzial
für Photovoltaik

0 200 400 600 m

energielenker
Für Klima und Zukunft

Datum: 12.2023
Kürzel: MS
Quelle: LUBW (2023)
© GeoBasis-DE / BKG (2023) CC BY 4.0



LEGENDE

Potenzialanalyse

geothermische Kollektoren

- gut geeignet
- geeignet
- gering geeignet

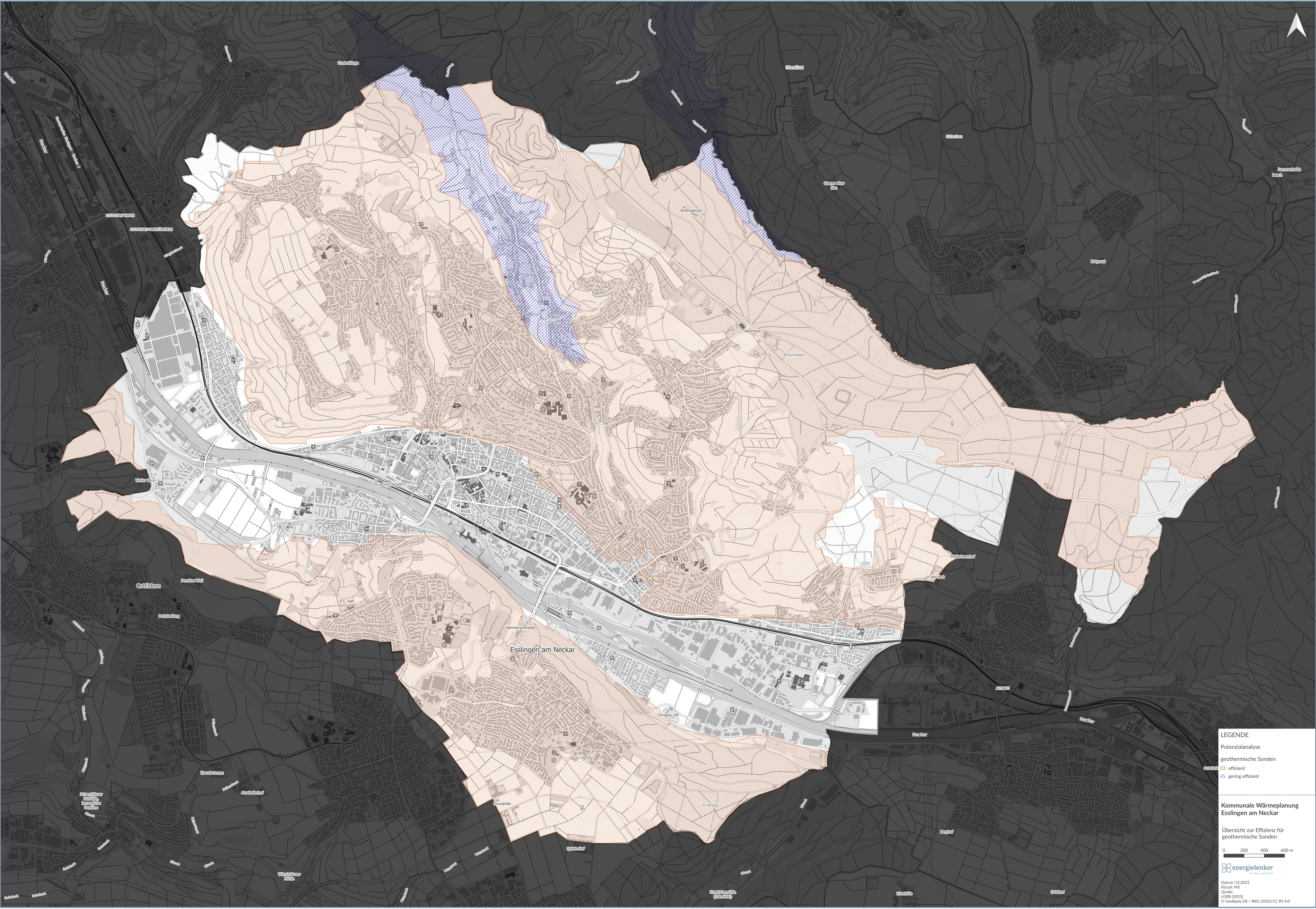
Kommunale Wärmeplanung
Esslingen am Neckar

Übersicht zur Effizienz für
geothermische Kollektoren

0 200 400 600 m

energielenker

Datum: 12.2023
Kürzel: MS
Quelle: LGRB (2023)
© GeoBasis-DE / BKG (2023) CC BY 4.0



LEGENDE

- Potenzialanalyse
- geothermische Sonden
- effizient
- gering effizient

Kommunale Wärmeplanung
Esslingen am Neckar

Übersicht zur Effizienz für
geothermische Sonden

0 200 400 600 m

energielenker
Für Klima und Zukunft

Datum: 12.2023
Kürzel: MS
Quelle: LGRB (2023)
© GeoBasis-DE / BKG (2023) CC BY 4.0





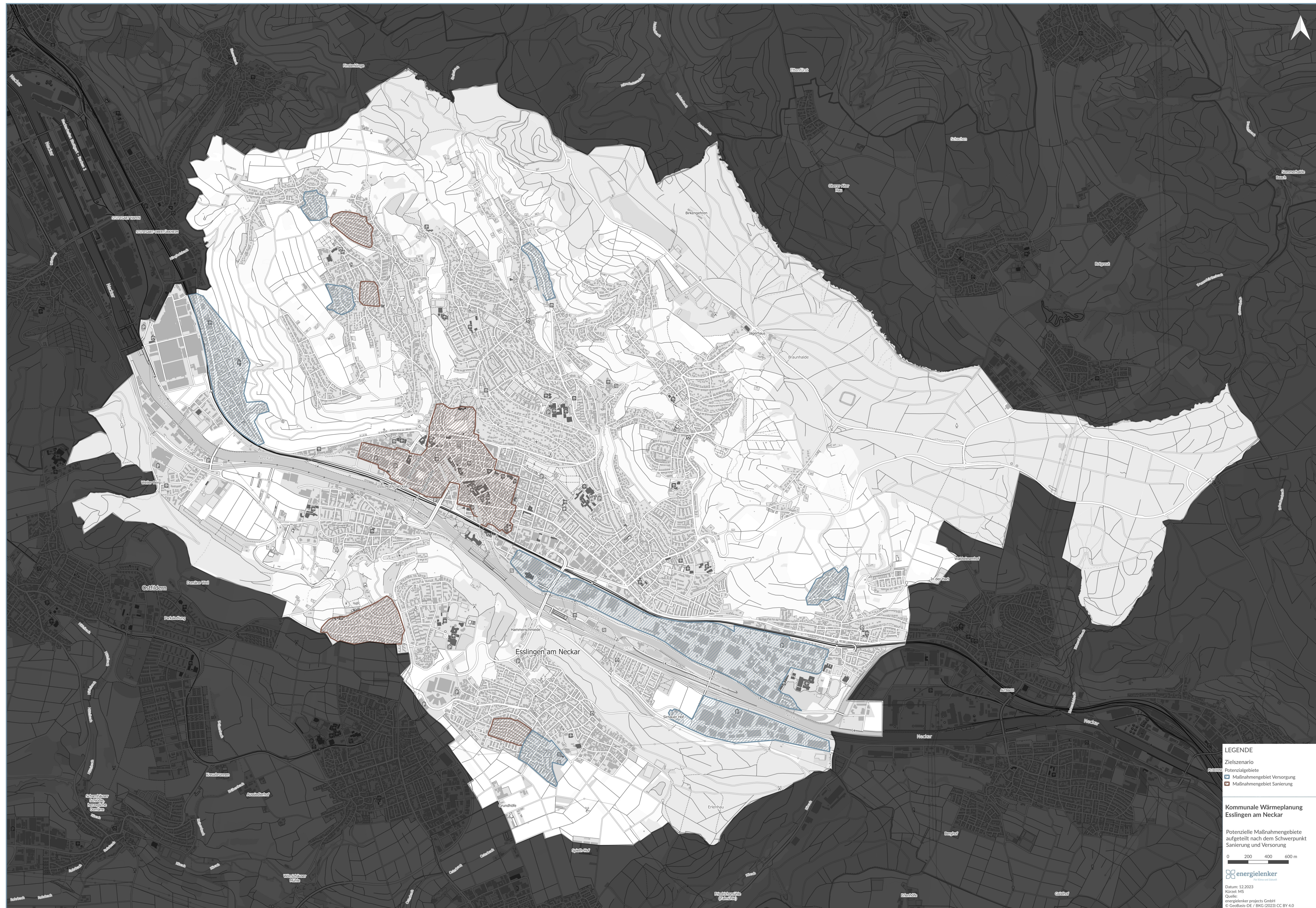
Potenzialanalyse
Freiflächenpotenzial
landwirtschaftlich benutzte Gebiete
Freiflächenpotenzial
Konversionsflächen

Kommunale Wärmeplanung
Esslingen am Neckar
Freiflächenpotenzial Solar

0 200 400 600 m

energielenker
Für Klima und Zukunft

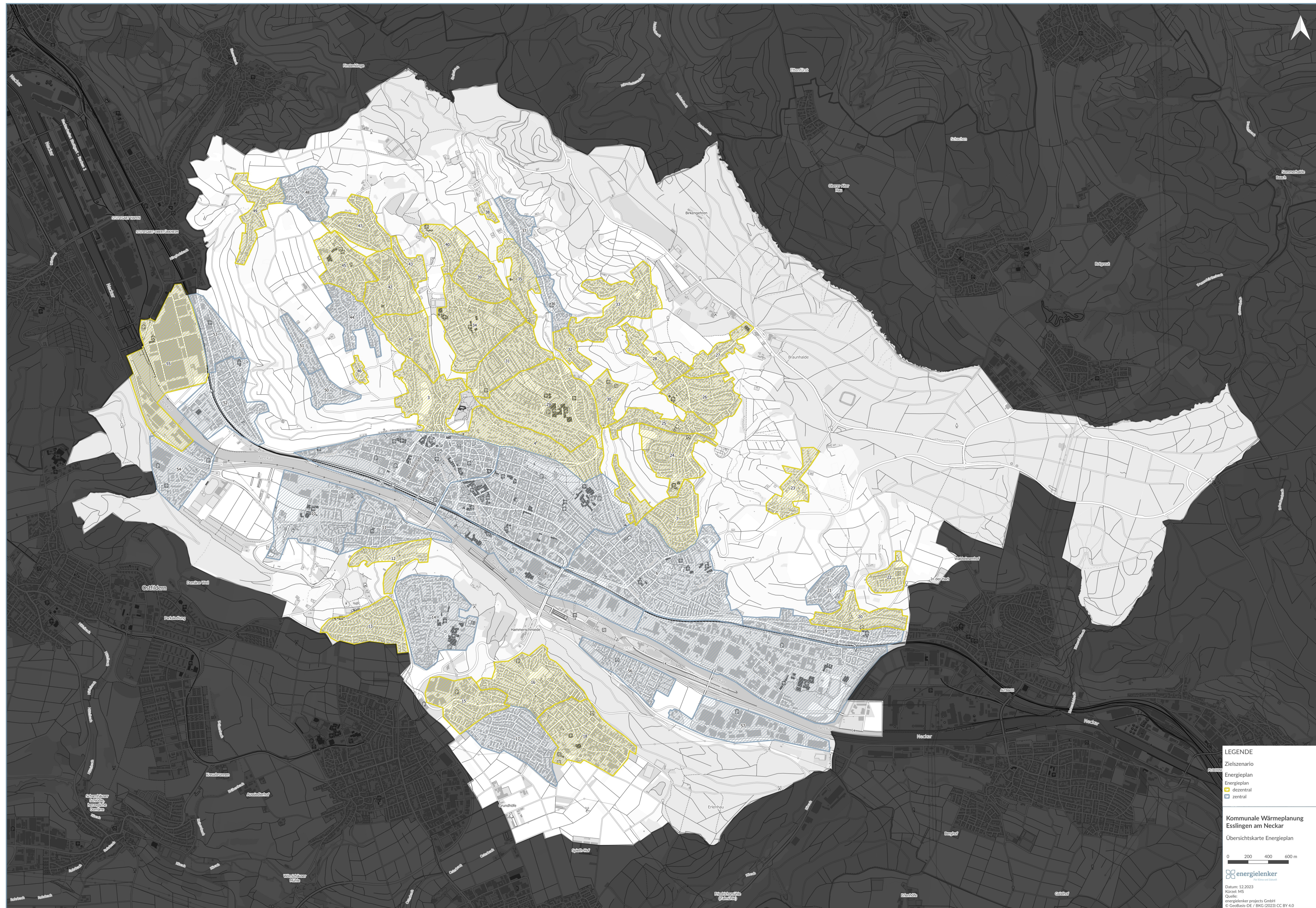
Datum: 02.2024
Kürzel: LK
Quelle: LUBW



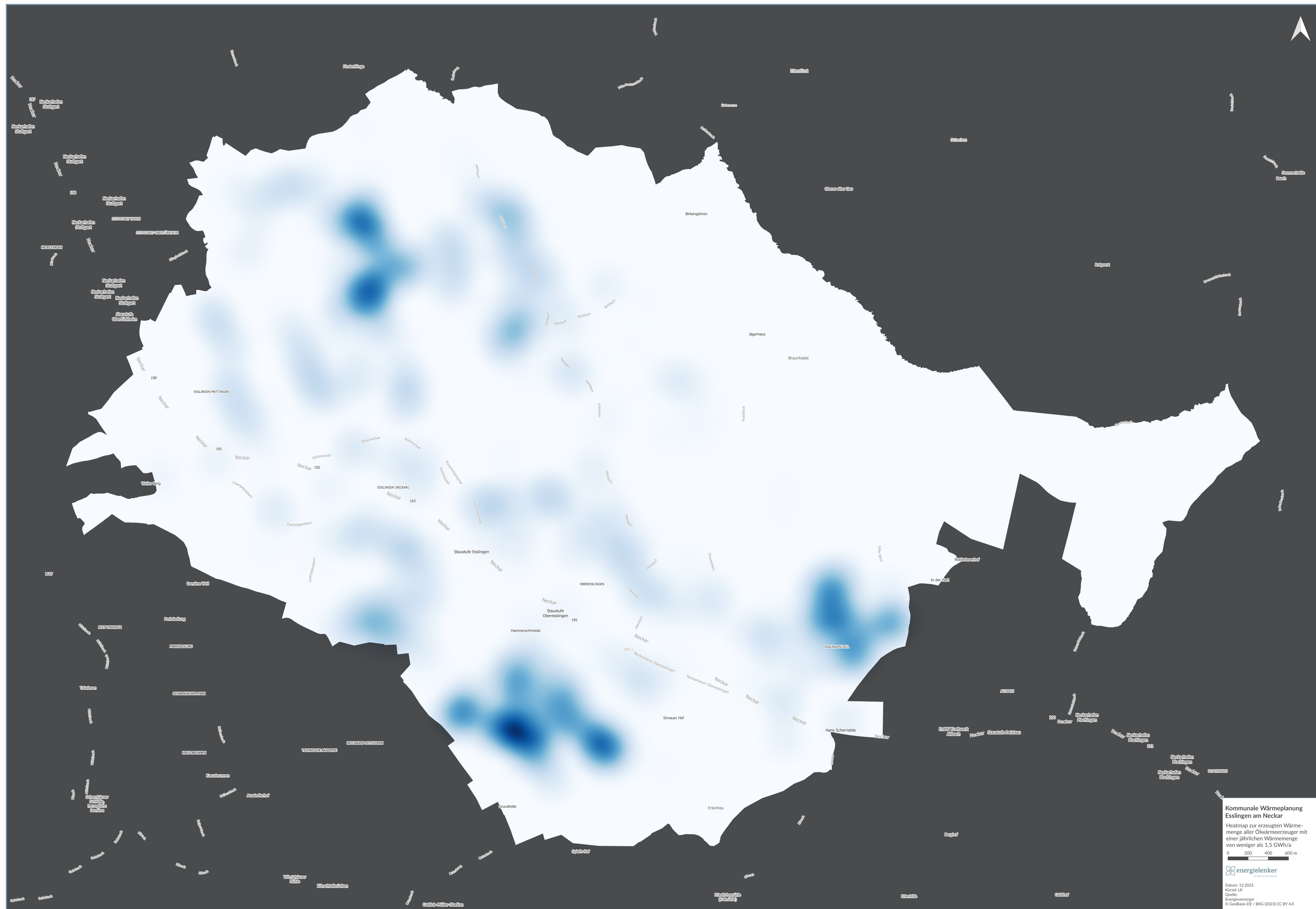
LEGENDE
 Zielszenario
 Potenzialgebiete
 Maßnahmegebiet Versorgung
 Maßnahmegebiet Sanierung

**Kommunale Wärmeplanung
Esslingen am Neckar**
 Potenzielle Maßnahmegebiete
aufgeteilt nach dem Schwerpunkt
Sanierung und Versorgung
 0 200 400 600 m
energielenker
 Datum: 12.2023
 Kürzel: M5
 Quelle:
 energielenker projects GmbH
 © GeoBasis-DE / BKG (2023) CC BY 4.0

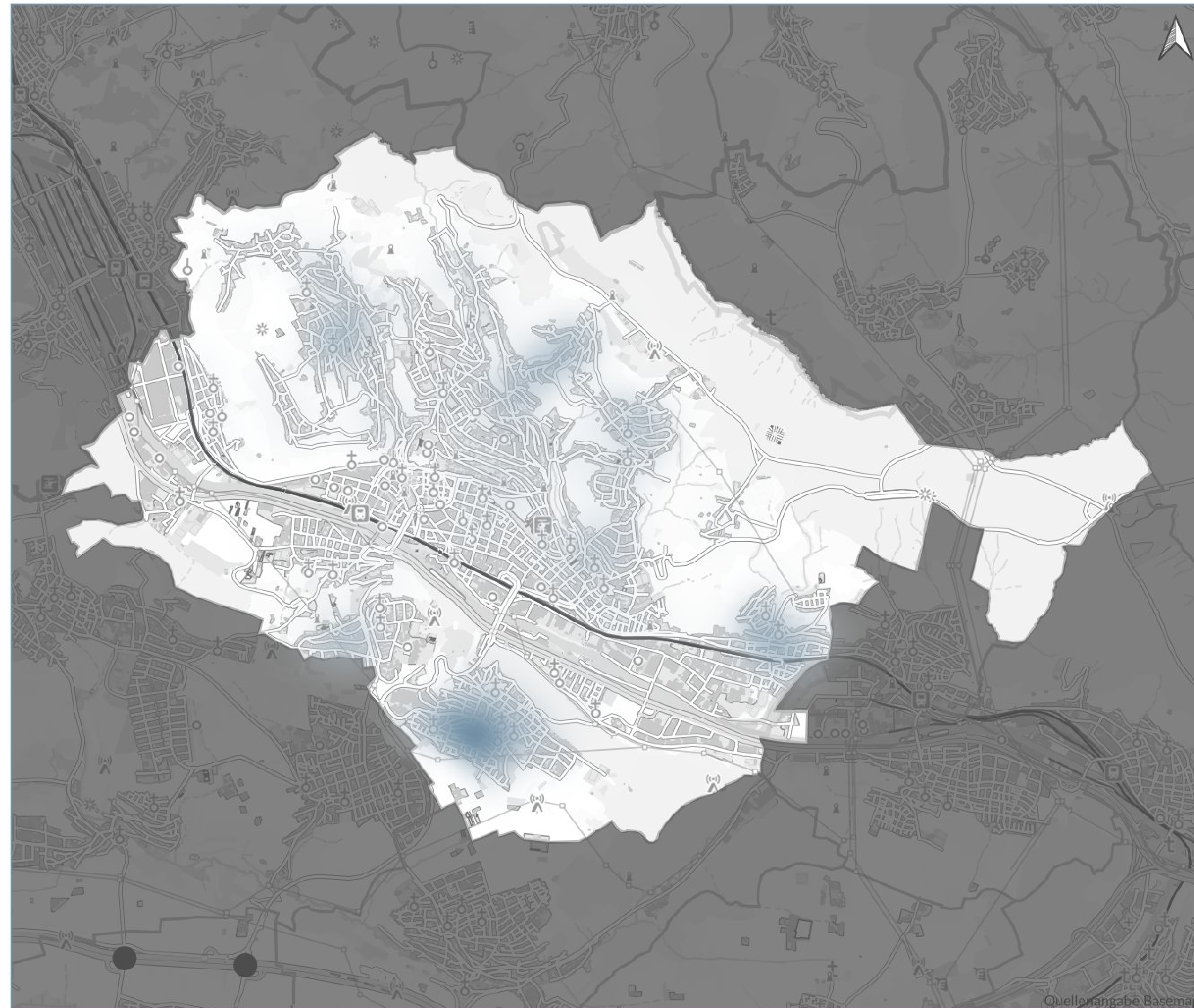
Kommunale Wärmeplanung - Esslingen am Neckar



Kommunale Wärmeplanung - Esslingen am Neckar



Kommunale Wärmeplanung - Esslingen am Neckar



LEGENDE

Kommunale Wärmeplanung Esslingen am Neckar

Heatmap Heizöl-Anlagen

0 1 2 km



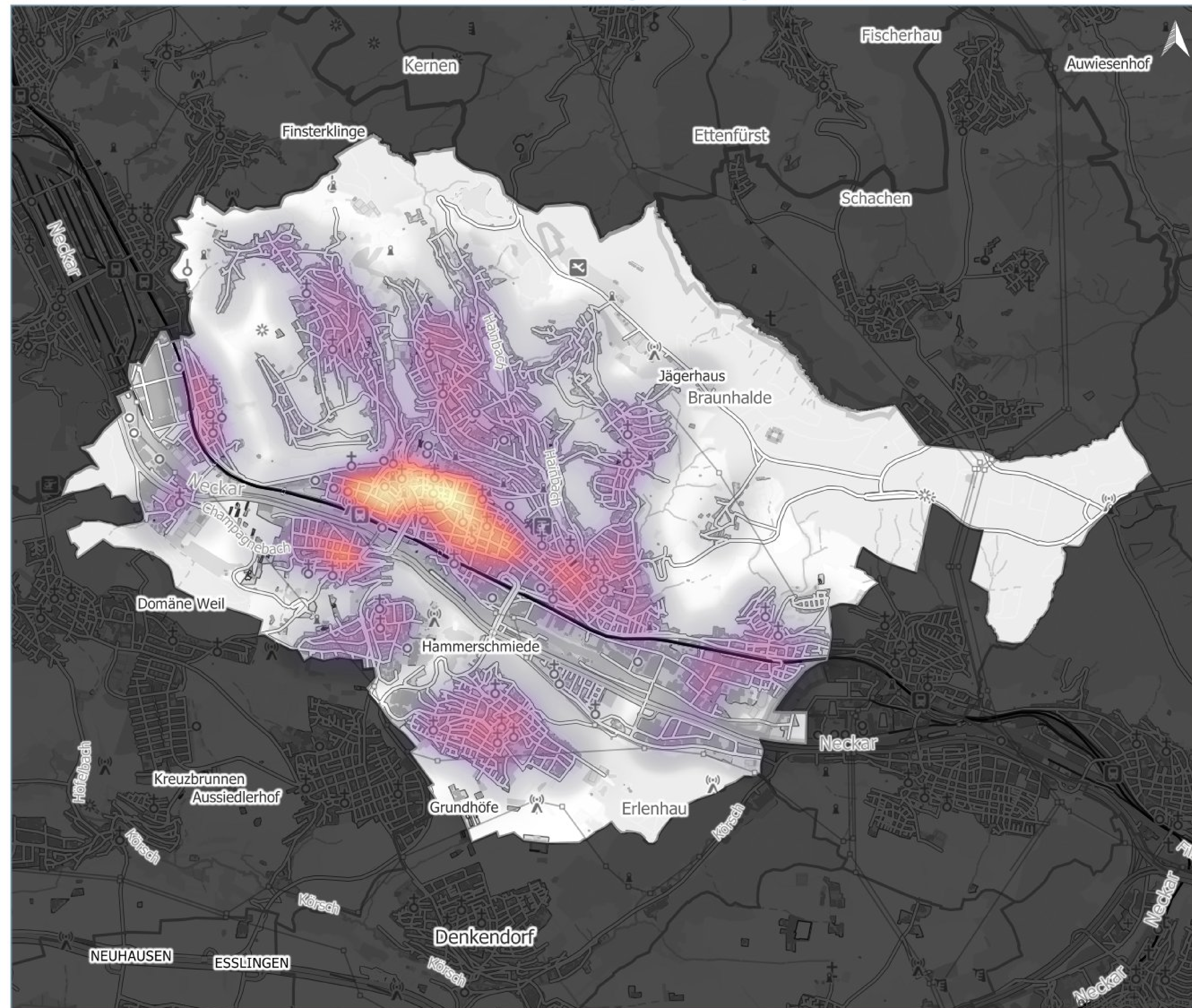
Datum: 02.2024

Kürzel: NH

Quelle: Schornsteinfegerdaten

Quellenangabe Basemap

Kommunale Wärmeplanung - Esslingen am Neckar



LEGENDE

Kommunale Wärmeplanung Esslingen am Neckar

Heatmap über den Wärmebedarf
aller Verbraucher < 1 GWh/a

0 1 2 km

 **energielenker**
Für Klima und Zukunft

Datum: 02.2024
Kürzel: LK

