

Kommunale Wärmeplanung

ENDBERICHT FÜR DIE STADT HOCKENHEIM



Große Kreisstadt
HOCKENHEIM

Projektpartner*innen

Dieses Projekt wurde unter Zusammenarbeit der Stadt Hockenheim und der energielenker projects GmbH durchgeführt.

Auftraggeberin

Stadt Hockenheim

Rathausstraße 1
68766 Hockenheim

Tel: +49 6205 21-2654

Auftragnehmer

energielenker projects GmbH

Niederlassung Stuttgart/Fellbach
Auberlenstraße 13 B
70736 Fellbach

Tel.: +49 520387-10

Ansprechpartner

Dr. Philipp Wesche

Ansprechpartner*in

Martin Mende
Anika Scherenberg



Große Kreisstadt
HOCKENHEIM



energielenker

VORWORT

In diesem Dokument dargelegt sind der Wärmebedarf der Stadt Hockenheim sowie einige der Potenziale für eine nachhaltige Herstellung von Wärme. Unser Hockenheimer Wärmeplan ist ein Dokument, das die nachhaltige, also klimaneutrale Wärmeversorgung von Hockenheim bis 2040 erstmalig skizzieren soll.

Obwohl durch ein Landesgesetz (§27 KlimaG BW) gefordert, und nach vorgeschriebenem Leitfaden erstellt, soll die kommunale Wärmeplanung uns dennoch gute Dienste leisten, wenn es darum geht, die Wärmeversorgung für Hockenhaims nachhaltige Zukunft zu gestalten.

Als Kernstück werden im kommunalen Wärmeplan Potenziale für Wärmenetze („zentrale Versorgung“) ebenso wie dezentrale Versorgungszonen aufgezeigt. Die Gespräche mit Bürgern rund um die Wärmeplanung zeigen, dass viele sich ein Wärmenetz wünschen. Dennoch ist es auch Aufgabe der Wärmeplanung, auf die Wirtschaftlichkeit zu achten, denn eine zentrale Rolle in der Entstehung von Wärmenetzen kommt den Stadtwerken zu. Diese sollen wirtschaftlich arbeiten, um den Bürgern auch langfristig als Versorger und Berater erhalten zu bleiben. Die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes lässt sich unter anderem an der Wärmedichte des zu versorgenden Gebiets ablesen.

Andererseits, und hier kann vorteilhaft sein, dass es sich nur um eine erste unverbindliche handelt, kann die Anschlussbereitschaft und zukünftige Preisentwicklung an Gesteungskosten die Wirtschaftlichkeit beeinflussen.

In den dezentralen Versorgungsgebieten wird zunächst die Wärmepumpe am einzelnen Gebäude die Standardlösung sein. Auch hier ist vielleicht mehr möglich – der Begriff, unter dem sich Bürger zusammentun, um eine gemeinsame Wärmeversorgung anzustreben, lautet Quartierslösung. Auch hierzu gibt es in Hockenheim erste Impulse.

Letzten Endes ist wichtig zu verstehen: Diese Darstellung hier ist eine Momentaufnahme, die eine aktuelle Einschätzung der Wirtschaftlichkeit und des Stands der Technik widerspiegelt. Auf dieser Basis wird noch kein Bau begonnen – dazu braucht es detaillierterer Planungen. Wer aufmerksam liest, findet auch auf diese im Wärmeplan schon einen kleinen Ausblick.

Dr. Philipp Wesche

Klimaschutzmanager der Stadt Hockenheim

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT.....	3
INHALTSVERZEICHNIS.....	4
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	7
1 EINLEITUNG.....	9
2 KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG	10
2.1 DEFINITION KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG.....	10
2.2 HINTERGRUND UND MOTIVATION	11
2.3 VORGEHENSWEISE UND PROJEKTPLANUNG	12
2.3.1 Energie- und CO ₂ -Bilanz	13
2.3.2 Potenzialanalyse / Aufstellung Szenarien.....	13
2.3.3 Beteiligung von Akteurinnen und Akteuren.....	13
2.3.4 Wärmewendestrategie / Aufstellung Maßnahmenkatalog.....	14
3 DARSTELLUNG DER AUSGANGSSITUATION.....	16
3.1 KOMMUNALE BASISDATEN	16
3.1.1 Demografische Entwicklung.....	17
3.1.2 Energieversorgung.....	17
3.1.3 Wirtschaft	17
3.1.4 Verkehrliche Anbindung.....	17
3.2 METHODIK DER DATENAUSWERTUNG	18
3.3 ENDENERGIEEINSATZ ZUR WÄRMEBEREITSTELLUNG UND TREIBHAUSGASEMISSIONEN.....	19
3.3.1 Endenergieeinsatz zur Wärmebereitstellung Stadt Hockenheim	19
3.3.2 THG-Emissionen in Hockenheim	22
3.4 AUSWERTUNG DER ANLAGENTECHNIK	23
3.5 WÄRMEBEDARF	25
4 TECHNOLOGIEMATRIX	27
4.1 WÄRMEVERSORGUNGSINFRASTRUKTUR.....	27
4.1.1 Zentrale Wärmeversorgung	28
4.1.2 Keimzellen.....	28
4.1.3 Ebene Einzelgebäude.....	28

4.1.4	Wärmespeicher	29
4.1.5	Erdgasnetz.....	29
4.2	WÄRMEERZEUGUNGSTECHNOLOGIEN	31
4.2.1	Lokale Biomasse.....	32
4.2.2	Solare Wärmenetze.....	33
4.2.3	Wärmepumpen	34
4.2.4	Geothermie	35
4.2.5	Abwasserwärme.....	36
4.2.6	Fluss-, See- und Grundwasserwärme	37
4.2.7	Abwärmenutzung aus Industrie und Gewerbe	38
4.2.8	Power-to-Heat	41
	Power-to-Gas.....	42
4.2.9	All electric.....	42
5	POTENZIALANALYSE	43
5.1	ENERGETISCHE GEBÄUDESANIERUNG	44
5.2	SOLARENERGIE	48
5.3	WINDENERGIE.....	54
5.4	BIOMASSE	55
5.5	GEOthermie.....	56
5.5.1	Thermische Nutzung von Oberflächengewässern.....	59
5.5.2	Hydrothermale Grundwassernutzung.....	60
5.5.3	Abwasserwärmenutzung.....	61
5.6	ABWÄRMEPOTENZIAL.....	61
5.7	ROLLE KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG.....	62
5.8	ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALE	63
6	SZENARIENENTWICKLUNG	64
6.1	DIFFERENZIERUNG TREND- UND KLIMASCHUTZSZENARIO ...	64
6.2	TRENDSZENARIO	65
6.3	KLIMASCHUTZSZENARIO.....	68
6.4	FAZIT/VERGLEICH DER SZENARIEN	70
7	IDENTIFIKATION VON HOTSPOTS FÜR WÄRMEBEDARFE IM STADTGEBIET.....	71
7.1	MAßNAHMENÜBERSICHT	74

7.2	MAßNAHMENSTECKBRIEFE „WEICHER FAKTOREN“	86
8	ENERGIEPLAN HOCKENHEIM	91
8.1	AKTEUR*INNEN	93
9	ZUSAMMENFASSUNG	95
10	FÖRDERMÖGLICHKEITEN.....	96
	BAFA: BUNDESFÖRDERUNG FÜR EFFIZIENTE WÄRMENETZE (BEW)	96
10.1	KRAFT-WÄRME-KOPPLUNGSGESETZ (KWKG)	98
10.2	ERNEUERBARE ENERGIEN-STANDARD (270)	100
10.3	KFW 430: ENERGIEEFFIZIENT SANIEREN	101
10.4	KFW 432: ENERGETISCHE STADTSANIERUNG	102
10.5	IKK/IKU - ENERGETISCHE STADTSANIERUNG - QUARTIERSVERSORGUNG (201,202)	102
10.6	INNOVATIVE KWK-SYSTEME.....	103
10.7	KOMMUNALE KLIMASCHUTZ-MODELLPROJEKTE	104
11	LITERATURVERZEICHNIS	106
12	ABKÜRZUNGSVEREICHNIS	109

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1: Projektzeitplan	12
Abbildung 2-2: Akteursnetzwerk für die kommunale Wärmeplanung	14
Abbildung 2-3: Arbeitsphasen der kommunalen Wärmeplanung	15
Abbildung 3-1: Stadt Hockenheim.....	16
Abbildung 3-2: Prozentualer Anteil der Sektoren am Endenergieeinsatz in Hockenheim	19
Abbildung 3-3: Energieeinsatz der Stadt Hockenheim nach Sektoren und Energieträger	21
Abbildung 3-4 Verteilung der erneuerbaren Energieträger der Stadt Hockenheim... ..	21
Abbildung 3-5: THG-Emissionen nach Sektoren - Stadt Hockenheim.....	23
Abbildung 3-6: Anzahl der verschiedenen Wärmeerzeugungsanlagen.....	24
Abbildung 3-7: Prozentuale Verteilung der erfassten Wärmeerzeuger	24
Abbildung 3-8: Heatmap des Wärmebedarfs der Stadt Hockenheim	26
Abbildung 3-9: Wärmeliniendichten der Stadt Hockenheim	26
Abbildung 4-1: Komplexe Struktur des Energiesystems der Zukunft mit 100 Prozent erneuerbaren Energien.....	30
Abbildung 4-2: Wärmespezifischer Urbanitätsgrad in Abhängigkeit von Wärmedichte und Siedlungstyp	31
Abbildung 4-3: Prinzip Wärmeerzeugung durch den Einsatz von Biomasse	33
Abbildung 4-4 Freiflächen-Solarthermieanlage in Crailsheim.....	34
Abbildung 4-5:Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie	36
Abbildung 4-6: Nutzung von Abwasserwärme.....	37
Abbildung 4-7: Energieintensität verschiedener Branchen	39
Abbildung 4-8: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit vom Temperaturniveau	40
Abbildung 4-9: Funktionsweise Elektrodenheizkessel	41
Abbildung 4-10: Das Prinzip von „Power-to-Gas“	42
Abbildung 5-1: Verteilung der Wohngebäude nach Gebäudetyp - Hockenheim	45
Abbildung 5-2: Verteilung der Wohngebäude nach Gebäudealtersklassen - Hockenheim.....	45
Abbildung 5-3: Mögliche Einsparungen bei Erreichung verschiedener jährlicher Sanierungsraten, bei einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahren.....	47
Abbildung 5-4: Ausschnitt aus dem Energieatlas des Landes Baden-Württemberg - Solarpotenzial auf Dachflächen	49
Abbildung 5-5: Ausschnitt Hockenheim - Regionale Planhinweiskarte - Windenergie, August 2022.....	54
Abbildung 5-6: Ausschnitt aus dem Energieatlas des Landes Baden-Württemberg - Erdwärmekollektore.....	57
Abbildung 5-7: Ausschnitt aus dem Energieatlas des Landes Baden-Württemberg - Erdwärmesonden.....	58
Abbildung 5-8: Übersichtskarte zu Untergrundtemperaturen in 1.000 Metern Tiefe	60
Abbildung 6-1: Trendszenario Hockenheim	65
Abbildung 6-2: Entwicklungen der THG-Emissionen im Trendszenario	67
Abbildung 6-3: Entwicklung Wärmebedarf im Klimaschutzszenario.....	68
Abbildung 6-4:Entwicklungen der THG-Emissionen im Klimaschutzszenario.....	69

Abbildung 7-1: Kartenzusammenstellung: Heatmap - Wärmebedarf, Heatmap - Anzahl Ölheizungen, Wärmelinienichte, Erdwärmekollektorpotenzial 72

Abbildung 7-2: Übersicht der Fokusgebiete für die Stadt Hockenheim 73

Abbildung 8-1: Energieplan Hockenheim..... 91

Abbildung 8-2: Beispielhafte Darstellung eines Energiesteckbriefes (Quelle: energienker projects GmbH)..... 92

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 „Pfungsturm 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 (CO₂) und anderen Treibhausgasen bis 2030 um 65 %, bis 2040 um 88 % gegenüber dem Jahr 1990 zu senken. Bis zum Jahr 2045 soll Deutschland die Treibhausgasneutralität erreichen (Bundesministerium für Umwelt, 2021). Das Land Baden-Württemberg will bereits im Jahr 2040 die Klimaneutralität in der Wärmeversorgung erreichen. Der Fokus im Bereich Wärmeversorgung begründet sich durch den hohen Anteil des Endenergiebedarfs von 40 Prozent, der durch die Wärmebereitstellung verursacht wird, am Gesamtendenergieverbrauch von Deutschland. Eine besondere Bedeutung kommt hierbei auch den Privathaushalten zu, da in diesen ca. 85 % des Endenergiebedarfs für die Erzeugung von Raum- oder Trinkwarmwasserwärme verbraucht werden.

Um das Ziel der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2040 erreichen zu können, hat das Land Baden-Württemberg im Gesetzesbeschluss zur Weiterentwicklung des Klimaschutzes vom 14. Oktober 2020 die kommunale Wärmeplanung für Stadtkreise und große Kreisstädte in Baden-Württemberg verpflichtend festgeschrieben und damit die Relevanz der regionalen und lokalen Ebene bei der Umsetzung der Wärmewende deutlich hervorgehoben. Mittlerweile ist die kommunale Wärmeplanung im neuen Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) geregelt.

2 KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

2.1 DEFINITION KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) beschreibt die Entwicklung einer Strategie, welche es den Kommunen ermöglicht, eine klimaneutrale Wärme- (und Kälte-)Versorgung im Sinne einer nachhaltigen Stadtentwicklung zu gestalten. Das übergeordnete Ziel ist die Umstellung der größtenteils fossilen Wärmeversorgung hin zu erneuerbaren und klimafreundlichen Energieträgern. Zudem soll eine möglichst wirtschaftliche, auf den örtlichen Gegebenheiten beruhende Wärmeversorgung entwickelt werden. Das Ziel der Klimaneutralität besteht darin, sicherzustellen, dass im Stadtgebiet nicht mehr Treibhausgasemissionen freigesetzt werden als absorbiert werden können. Zur Vorbereitung des Steuerungsprozesses wird zunächst der derzeitige Wärmebedarf analysiert und erneuerbare Energiepotenziale für das gesamte Stadtgebiet ermittelt. Daraufhin werden in Abstimmung mit Akteuren vor Ort geeignete Maßnahmen entwickelt, die den Weg zur klimaneutralen Wärmeversorgung der Stadt ebnen sollen.

Die KWP bietet den Kommunen einen starken Hebel, um die Energiewende im Wärmebereich sowohl schneller als auch effizienter voranzutreiben. Der ganzheitliche und konsequente Ansatz gibt Verwaltung, kommunalen Entscheidungsträgern und den Netzbetreibern vor Ort einen Handlungsleitfaden für die kommenden Jahre, an welchem diese sich beim Aufbau einer klimaneutralen Wärmeversorgung orientieren können. Durch die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung innerhalb von fünf Jahren wird sichergestellt, dass die Ergebnisse auf dem neuesten Stand sind und dementsprechend den sich ändernden Gesetzmäßigkeiten angepasst werden. Ein Wärmeplan ersetzt jedoch niemals eine detaillierte Planung eines Wärmenetzes vor Ort oder eine umfassende Betrachtung in einem Quartier.

„Der kommunale Wärmeplan ist sowohl nach KlimaG BW als auch nach aktuellem WPG-E (Wärmeplanungsgesetz) ein informeller Plan ohne rechtliche Auswirkungen und wird dies aller Voraussicht nach im WPG auch bleiben. Allein der Beschluss eines Wärmeplanes löst damit nicht unmittelbar die Anwendung des GEG bzgl. bestehender Gebäude aus.“ (KEA-BW, Die Landesagentur, 2023)

Umfang, Inhalt und die damit verbundenen Befugnisse der kommunalen Wärmeplanung wurde für alle Kommunen festgelegt, unabhängig von der Anzahl der Einwohnenden oder ihrem Status. Die großen Kreisstädte und Stadtkreise, mit mehr als 20.000 Einwohnenden, sind gemäß dem Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg verpflichtet, einen kommunalen Wärmeplan zu erstellen (siehe § 27 Nr.3 KlimaG BW). Die KWP ist die dauerhafte Pflichtaufgabe dieser Städte und Stadtkreise. Ziel der Landesregierung Baden-Württemberg ist es, dass bis 2026 50 % der Gemeinden eine freiwillige KWP vorliegen haben, während die 103 Stadtkreise und größeren Kreisstädte im Land zur KWP verpflichtet sind (KEA-BW, Die Landesagentur, 2023).

2.2 HINTERGRUND UND MOTIVATION

Das Erreichen der globalen Klimaschutzziele wie die Begrenzung der Erderwärmung entscheidet sich aber nicht nur in großen Kommunen. Die Wärmewende muss darüber hinaus flächendeckend auch in kleineren Kommunen sowie im ländlichen Raum erfolgreich umgesetzt werden. Gerade dort fehlt es aber häufig an den notwendigen personellen und finanziellen Kapazitäten, wirtschaftliche Versorgungslösungen sind schwieriger umzusetzen.

Um dem zu begegnen, wird durch die kommunale Wärmeplanung in einem systematischen Vorgehen eine auf die lokalen Voraussetzungen abgestimmte Wärmewende-Strategie erarbeitet, die zum Ziel hat, den Energieverbrauch im Wärmesektor zu reduzieren und den verbleibenden Wärmebedarf durch erneuerbare Energien zu decken.

Die heterogenen Strukturen im Wärmesektor erfordern einerseits die Erarbeitung eines differenzierten, andererseits aber eines ganzheitlichen Konzeptes zur Wärmeplanung für die Stadt Hockenheim. Dabei sind u. a. Zieldefinition und Ausweisung von relevanten Gebieten wichtige Schritte hin zu einer klimaneutralen Versorgungsstruktur. Das Gebiet bildet zusammen mit dem Stadtteil Hockenheim-Talhaus ein durchgängig bebautes Siedlungsgebiet. Im Außenbereich gibt es die Aussiedlerhöfe Ketschau, Seewaldsiedlung, Siegelhain und Insultheimer Hof. Das Stadtgebiet bildet eine Einheit und ist lediglich für statistische Zwecke in fünf Stadtteile eingeteilt. Die heterogene Struktur der Stadt ist als Herausforderung zu bewerten. So sind dezentrale Wärmeversorgungen des Ortskerns denkbar, aber auch Einzellösungen bei Bestandsgebäuden in den dünn besiedelten Gebieten innerhalb der Stadt.

Die Erstellung des Wärmeplans ist als Chance zu sehen, da speziell die Kombination aus dezentralen Wärmenetzen, Einzellösungen und deren Verschmelzung die gesteckten Klimaziele in der Stadt Hockenheim voranbringen. Bei der Erstellung eines Wärmeplans sind die Zieldefinition und Ausweisung von relevanten Gebieten wichtige Schritte hin zu einer klimaneutralen Versorgungsstruktur.

Die unterschiedlichen Bedarfe und Angebote sind mit einer weitestgehend flächendeckenden Wärmeversorgung durch Wärmenetze zu koppeln, so dass ein einheitlicher integraler Lösungsansatz entsteht. Die kommunale Wärmeplanung bietet die Möglichkeit, Synergien besser zu nutzen sowie eine flächendeckende aber ebenso auf individuelle Bedürfnisse abgestimmte, kommunale Wärmeversorgung zu gewährleisten.

Klimaschutz ist für die Stadt Hockenheim nichts Neues. Bereits im Mai 2020 hat sich die Stadt für die Erstellung eines Klimaschutzkonzepts entschieden. Hier werden Themen wie Bauen und Sanieren im privaten Bereich, Sanierung öffentlicher Gebäude, Gewerbe, Dienstleistung und Handel, sowie erneuerbare Energien, Wärme- und Kältenutzung und weitere klimaschutzrelevante Themen behandelt. Des Weiteren wurden im Jahr 2021 Angebote geschaffen, um die Bürger*innen im Bereich Klimaschutz und Energiesparen zu sensibilisieren.

2.3 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 Treibhausgas (THG)-Bilanz
2. Berechnung der Potenzialen und Aufstellung von Szenarien
3. Akteur*innen-Beteiligung
4. Wärmewendestrategie / Erstellung eines Maßnahmenkatalogs
5. Verstetigung, Controlling und Berichtserstellung

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

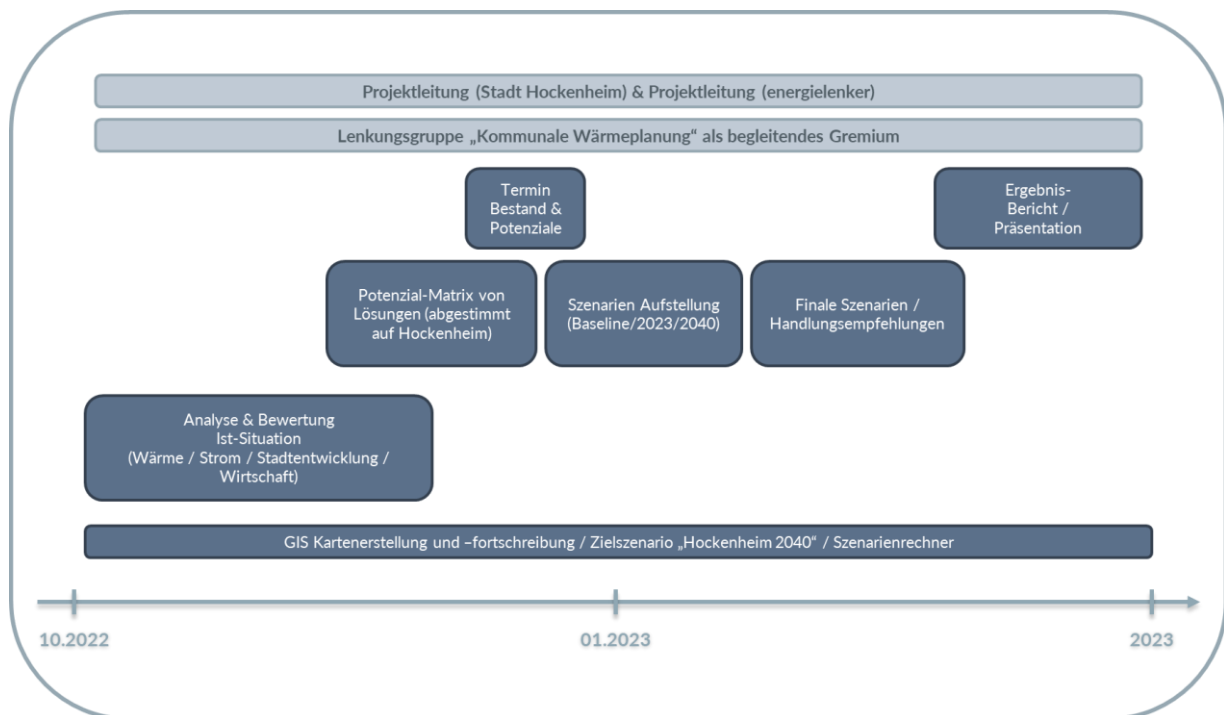


Abbildung 2-1: Projektzeitplan (Quelle: energielenker projects GmbH)

2.3.1 Energie- und CO₂-Bilanz

Mit der Aufstellung der Energie- bzw. Wärme- und CO₂-Bilanz wird zunächst der Status quo des Wärmeverbrauchs und CO₂-Ausstoßes auf dem Gebiet der Stadt Hockenheim festgestellt. Dabei werden die ermittelten CO₂-Emissionen auf die Sektoren Haushalte, Wirtschaft und städtische Strukturen aufgeteilt. Ebenso werden die CO₂-Emissionen auf die Art der eingesetzten Energieträger aufgeteilt. Diese Einteilung der CO₂-Emissionen nimmt Einfluss auf festzulegende Themenschwerpunkte und die einzubindenden Akteur*innen. Zur Darstellung von unverfälschten Verbrauchswerten wurden Daten aus dem Jahr 2019 verwendet. Diese sind von der Corona-Pandemie in den Jahren 2020 und 2021 unbeeinflusst. Die Corona-Pandemie hat zu einem veränderten Nutzerverhalten im Vergleich zu den Jahren davor und danach geführt.

Die Bilanz basiert auf der Datengrundlage der BICO₂BW, einem CO₂-Bilanzierungstool, das vom Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH (ifeu) im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMU) entwickelt wurde. Dieses Tool wird in Baden-Württemberg flächendeckend verwendet, um eine Vergleichbarkeit zwischen den durchgeführten kommunalen Wärmeplanungen zu gewährleisten.

Für die Erstellung sowohl der kommunalen Wärmeplanung, als auch des Klimaschutzkonzepts der Stadt Hockenheim wurde auf dieselbe Bilanz zurückgegriffen.

2.3.2 Potenzialanalyse / Aufstellung Szenarien

Auf Basis der Energie- und CO₂-Bilanz und unter Berücksichtigung der Entwicklungspotenziale sowie der Ziele der Stadt Hockenheim werden CO₂-Minderungspotenziale bestimmt und Entwicklungsszenarien für die Jahre 2030 und 2040 aufgestellt. Mit Hilfe der Szenarien können konkrete Klimaschutzziele für die Stadt Hockenheim abgeleitet werden.

2.3.3 Beteiligung von Akteurinnen und Akteuren

Um den Erfolg und die Akzeptanz einer kommunalen Wärmeplanung zu gewährleisten, ist es wichtig, dass die lokalen Akteur*innen und die Öffentlichkeit aktiv beteiligt und informiert werden. Daher wurden zu Beginn, im Rahmen einer Akteursanalyse, die relevanten Akteur*innen identifiziert und deren Erwartungen an die KWP erfasst.

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 energiever sorgenden sowie lokale Unternehmen zu nennen, die in den Prozess der Konzepterstellung einbezogen wurden.

Im Rahmen des Erarbeitungsprozesses der KWP erfolge darüber hinaus ein regelmäßiger Austausch mit den Projektbeteiligten und der Projektgruppe.

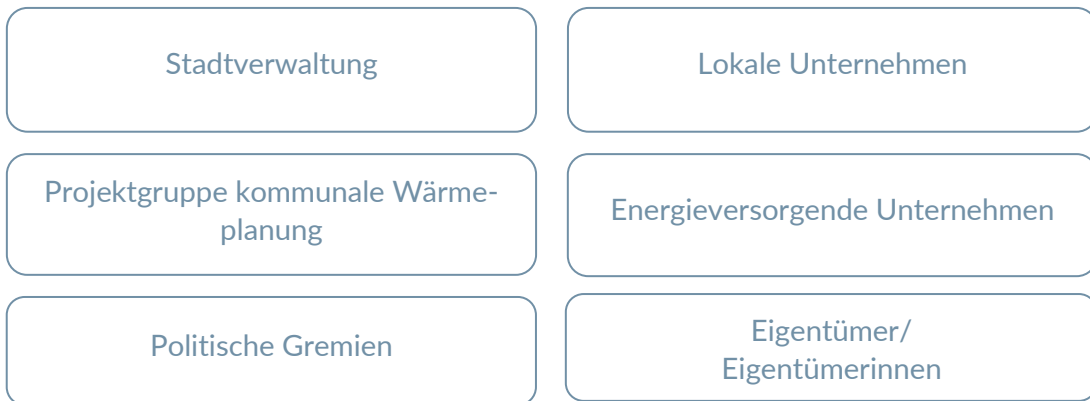


Abbildung 2-2: Akteursnetzwerk für die kommunale Wärmeplanung (Quelle: energielenker projects GmbH)

2.3.4 Wärmewendestrategie / Aufstellung Maßnahmenkatalog

Neben der Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien ist die effiziente Energienutzung die Voraussetzung für das Gelingen der Wärmewende. Durch den Prozess der kommunalen Wärmeplanung werden Potenziale und Bedarf systematisch zusammengeführt, um Einsatzmöglichkeiten der Energiequellen in einem möglichst klimaneutralen Wärmesystem zu definieren und vor Ort umzusetzen.

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 Hockenheim beitragen sollen. Diese sind spezifisch auf verschiedene Eignungsgebiete und Stadtquartiere ausgerichtet und berücksichtigen sowohl strukturelle als auch prozesshafte Aspekte auf Seiten der Stadtverwaltung. Die Wärmeversorgung zu erreichen.

Die kommunale Wärmeplanung dient als strategischer Handlungsrahmen und Orientierungshilfe für die anschließende Umsetzungsphase. Sie ist keine Umsetzungsplanung und dementsprechend können keine Aussagen darüber getroffen werden, wo und wann Fernwärmenetze konkret entstehen werden. Die Ergebnisse und Handlungsempfehlungen des Wärmeplans dienen als Grundlage für die zukünftige Stadt- und Energieplanung der Stadt Hockenheim. Die nachfolgende Abbildung 2-3 verdeutlicht die Arbeitsphasen der kommunalen Wärmeplanung.

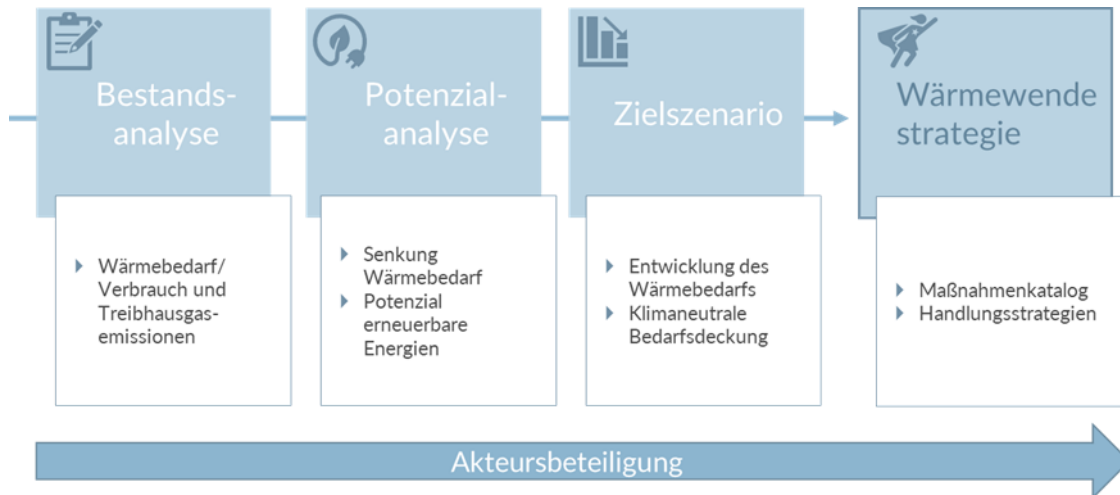


Abbildung 2-3: Arbeitsphasen der kommunalen Wärmeplanung (Quelle: energielenker projects GmbH)

3 DARSTELLUNG DER AUSGANGSSITUATION

3.1 KOMMUNALE BASISDATEN

Die Geschichte der Stadt Hockenheim geht zurück bis zum Jahr 769, dort wurde Hockenheim erstmal im Lorscher Kodex urkundlich erwähnt. Viele Jahrhunderte später im Jahre 1895 wurde Hockenheim dann das Stadtrecht zugesprochen. Ein wichtiges Ereignis in der Geschichte von Hockenheim war die Eröffnung des Hockenheimrings im Jahr 1932. Diese Rennstrecke hat die Stadt international bekannt gemacht und zieht bis heute Motorsportbegeisterte aus aller Welt an. Zur großen Kreisstadt wurde Hockenheim am ersten Januar 2001 ernannt. Mit den Nachbargemeinden Reilingen, Altlußheim und Neulußheim bildet Hockenheim die vereinbarte Verwaltungsgemeinschaft Hockenheim, Reilingen, Altlußheim und Neulußheim („HoRAN“).

Geographisch liegt die Stadt Hockenheim im Nordwesten Baden-Württembergs, etwa 20 km südlich von Mannheim. Sie ist eine der sechs größten Städte des Rhein-Neckar-Kreises und hat durch den Hockenheimring und dem Gewerbegebiet Talhaus eine regionale und überregionale Bedeutung. In Abbildung 3-1 ist das Stadtgebiet der Stadt Hockenheim dargestellt.

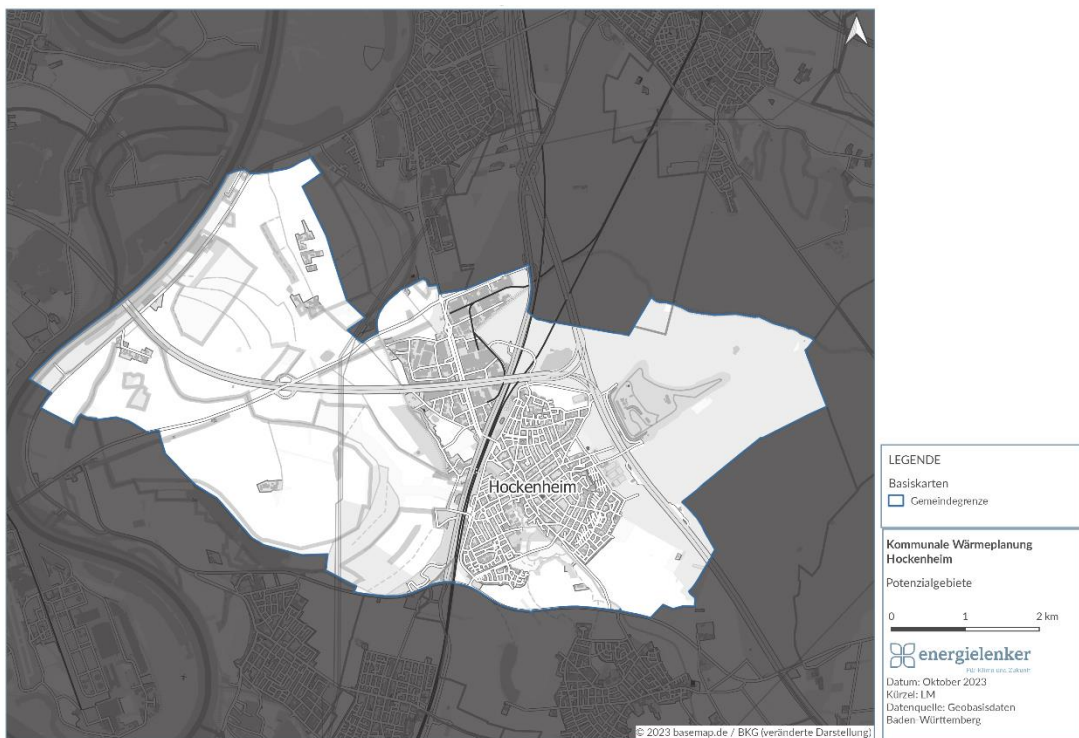


Abbildung 3-1: Stadt Hockenheim [energielenker projects GmbH; Datenquelle: Maps4BW]

3.1.1 Demografische Entwicklung

Hockenheim weist aktuell ein Wachstum der Bevölkerung auf und zählt 21.840 Einwohnende (Stand Juli 2022). Die Prognose des Statistisches Landesamt Baden-Württemberg geht bis 2040 mit einem Wachstum der Bevölkerung von etwa 3,3 % aus. Dabei wird der Anteil der Bevölkerung über 60 Jahre auf 33,4 % geschätzt. (Statistische Landesamt Baden-Württemberg, 2023).

3.1.2 Energieversorgung

Die Stadtwerke Hockenheim sind für die lokale Energieversorgung der Stadt Hockenheim zuständig. Mit dem Motto „Mittendrin.Nebenan“ versorgen die Stadtwerke Hockenheim rund 10.000 Haushalte und Unternehmen in Hockenheim mit Strom und Erdgas.

3.1.3 Wirtschaft

Hockenheim ist die sechstgrößte Kreisstadt des Rhein-Neckar-Kreises in Baden-Württemberg und gehört zum Regierungsbezirk Karlsruhe. Weltweit bekannt ist Hockenheim durch die Motorsport-Rennstrecke, den Hockenheimring. Außerdem bietet die Stadt Hockenheim als bedeutsamer Industrie-, Gewerbe- und Wohnstandort sehr gute Rahmenbedingungen für Unternehmen. Marktführer verschiedener Branchen sind in der Stadt tätig. Dazu zählen beispielsweise Krämer Pferdesport GmbH & Co. KG, Sonoco Consumer Products Europe GmbH, und INDRA Recycling GmbH Metallaufbereitung. In Hockenheim sind rund 9.000 Personen sozialversicherungspflichtig beschäftigt (Stand: 09/2019), wobei lediglich etwa 2.000 von ihnen auch in Hockenheim arbeiten. Die Gesamtzahl der Einpendler beträgt etwa 5.600, während ca. 7.000 Personen aus Hockenheim sozialversicherungspflichtige Beschäftigungen außerhalb der Stadt ausüben. Dies führt zu einem negativen Pendlersaldo von etwa 1.400 Personen. Die vorrangigen Arbeitsorte in der Umgebung sind Mannheim, Heidelberg, Schwetzingen und Walldorf. Die Hauptzuströme von Einpendlern nach Hockenheim kommen vorwiegend aus Mannheim, Reilingen und Neulußheim. Die Arbeitsplätze in Hockenheim konzentrieren sich hauptsächlich im Gewerbegebiet Talhaus und in der Kernstadt von Hockenheim.

3.1.4 Verkehrliche Anbindung

Über die Autobahnanschlüsse A5 und A6 sowie die Bundesstraßen B36 und B39 ist Hockenheim an das überregionale Straßennetz angeschlossen, sodass die Stadt mit dem Auto gut zu erreichen ist. Mit ihrem Bahnhof im Stadtzentrum hat sie Anbindung an den ICE-Knotenpunkten Mannheim mit einer Fahrtdauer von knapp 20 Minuten. Außerdem wird die Haltestelle Bahnhof Hockenheim von Regionalbahn-Zügen angefahren.

In einem Umkreis von ca. 120 km befinden sich Flughäfen in den Städten Frankfurt/Main, Stuttgart, Speyer und Mannheim sowie der Flughafen Karlsruhe/Baden-Baden südlich von Rastatt. Des Weiteren sind die nächsten

Binnenhäfen in Speyer und in Mannheim. Dies rundet den Wirtschaftsstandort Hockenheim logistisch ab.

3.2 METHODIK DER DATENAUSWERTUNG

Zur Entwicklung einer zukunftsfähigen Wärmestrategie ist zunächst eine Analyse der Ist-Situation erforderlich. Auf Basis, der durch die Stadt Hockenheim zur Verfügung gestellten Energieversorgungsdaten wurden, die Endenergieverbräuche für die leitungsgebundenen Energieträger, Strom, Gas und Fernwärme, ermittelt.

Neben dem genannten Datensatz wurden die Daten der Bezirksschornsteinfeger*innen für das Stadtgebiet Hockenheim zur Verfügung gestellt. Durch die ergänzenden Daten konnten die nicht-leitungsgebundenen Energieträger ermittelt werden.

Die Daten der Schornsteinfeger*innen enthalten sowohl die Anzahl der jeweiligen Anlagenarten nach Energieträger als auch eine Einteilung in Leistungs-/ sowie Altersklassen.

Um von der Anlagenleistung der Ölheizungen auf die eingesetzte Endenergiemenge schließen zu können, wurden die Volllaststunden der leitungsgebundenen Energieträger anhand der durch die Schornsteinfeger*innen vorhandenen Leistungsdaten der Gasanlagen ermittelt und für die Berechnung der Wärmemenge zu den nicht-leitungsgebundenen Energieträger herangezogen. Dazu erforderlich war die Mittelung der Leistungsklassen, die eine Annäherung an die tatsächlichen Endenergiewerte darstellt. Das Erfassungsschema der Daten der Schornsteinfeger*innen umfasst keine Einteilung in Gebäudetypen oder Sektoren, sodass eine Abgrenzung anhand der Wärmeleistung vorgenommen wurde. Die Anlagen mit einer Leistung kleiner als 50 kW sind dem Privatsektor zugeordnet worden. Da die Daten der kommunalen Gebäude gebäudescharf vorlagen, konnten diese eindeutig zugeordnet werden. Dadurch konnte die Differenz zur Gesamtanzahl dem Wirtschaftssektor zugewiesen werden.

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 Hockenheim zutrifft.

Ergänzend zur Energiebilanz wurde eine Treibhausgasbilanz erstellt. Zur Erstellung der Treibhausgasemissionen wurde mit dem Tool BICO₂BW gearbeitet, welches auf der BSKO – Bilanzierungs-Systematik Kommunal basiert. Hier werden CO₂-Faktoren angenommen, die überwiegend auf Daten der GEMIS-Datenbank und Studien des Umweltbundesamtes basieren.

3.3 ENDEENERGIEEINSATZ 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 Energienutzenden 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 Hockenheim, aufgeschlüsselt und nach Sektoren, dargestellt.

3.3.1 Endenergieeinsatz zur Wärmebereitstellung Stadt Hockenheim

Das Stadtgebiet Hockenheim weist sektorenübergreifend einen Endenergiebedarf von rund 257.015 MWh auf.

Abbildung 3-2 stellt die prozentuale Verteilung der Endenergieeinsätze je Sektor dar. Demnach lässt sich anhand der nachfolgenden Verteilung feststellen, dass der Sektor der privaten Haushalte mit 68,5 % den größten Anteil am Gesamtendenergieeinsatz ausmacht. Der Wirtschaftssektor nimmt einen Anteil von 28,7 % ein und kommunale Liegenschaften einen prozentualen Anteil von 2,8 % am Energieeinsatz.

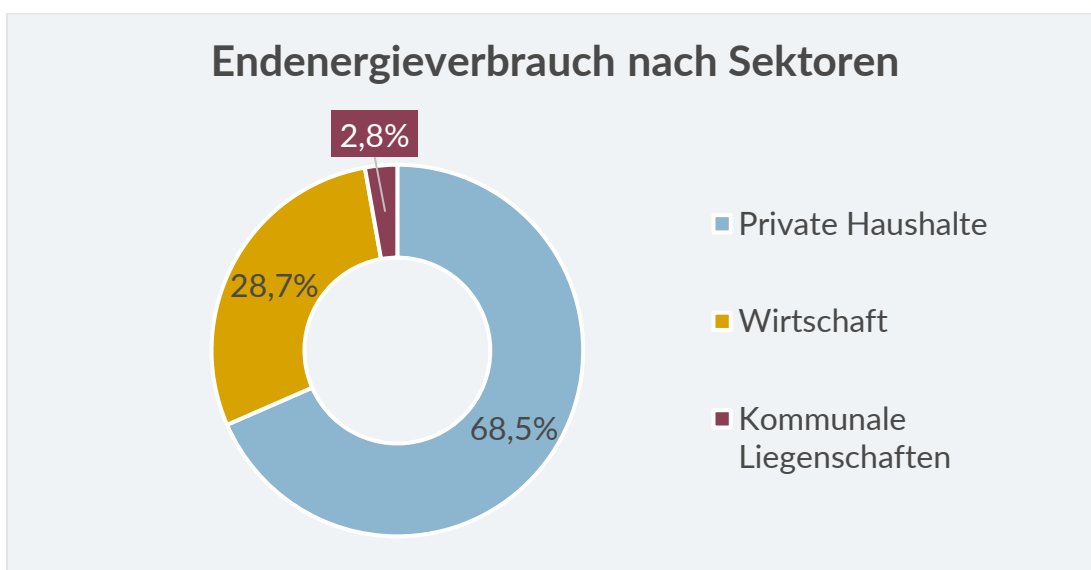


Abbildung 3-2: Prozentualer Anteil der Sektoren am Endenergieeinsatz in Hockenheim [energielenker projects GmbH, Datengrundlage BICO2BW, Stadtwerke Hockenheim und Schornsteinfegerdaten]

In allen drei Sektoren ist Erdgas der Energieträger, der am häufigsten eingesetzt wurde mit einem Anteil von ca. 70,3 %. Der Private Sektor setzt dabei prozentual mehr auf Erdgas als der Wirtschaftssektor und die kommunalen Liegenschaften (Abbildung 3-2).

Der Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren und Energieträgern ist der Abbildung 3-3 dargestellt. Insgesamt deckt Gas etwa 74,8 % des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte, ca. 69,3 % die kommunalen Liegenschaften und rund 59,6 % die Wirtschaft. Die prozentual großen Anteile an Gas lassen sich durch das gut ausgebaute Gasnetz erklären. In Zukunft kann dieses Netz zur nachhaltigen Energieversorgung beitragen, indem klimafreundliche, leitungsgebundene Energieträger, wie synthetische Gas, darüber verteilt werden können.

In den Sektoren Wirtschaft und private Haushalte weist der Energieträger Heizöl einen Anteil von etwa 37,7 % respektive 12,3 % auf. Im Privaten Sektor macht Wärme aus erneuerbaren Energiequellen (Wärme aus EEQ) einen Anteil von 11,6 % aus. Die kommunalen Liegenschaften decken einen Teil ihres Endenergiebedarf mit Fernwärme, welche einen Anteil von rund 30,7 % ausmacht.

Der Wärmebedarf aus erneuerbaren Energien macht insgesamt mit etwa 21.605 MWh/a einen Anteil von 8,4 % aus. Den größten Anteil machen davon Biomasse mit 62,1 % und Umweltwärme mit 31,1 % aus, gefolgt von Solarthermie mit 6,1 % und sonstige Erneuerbare mit 0,6 %.

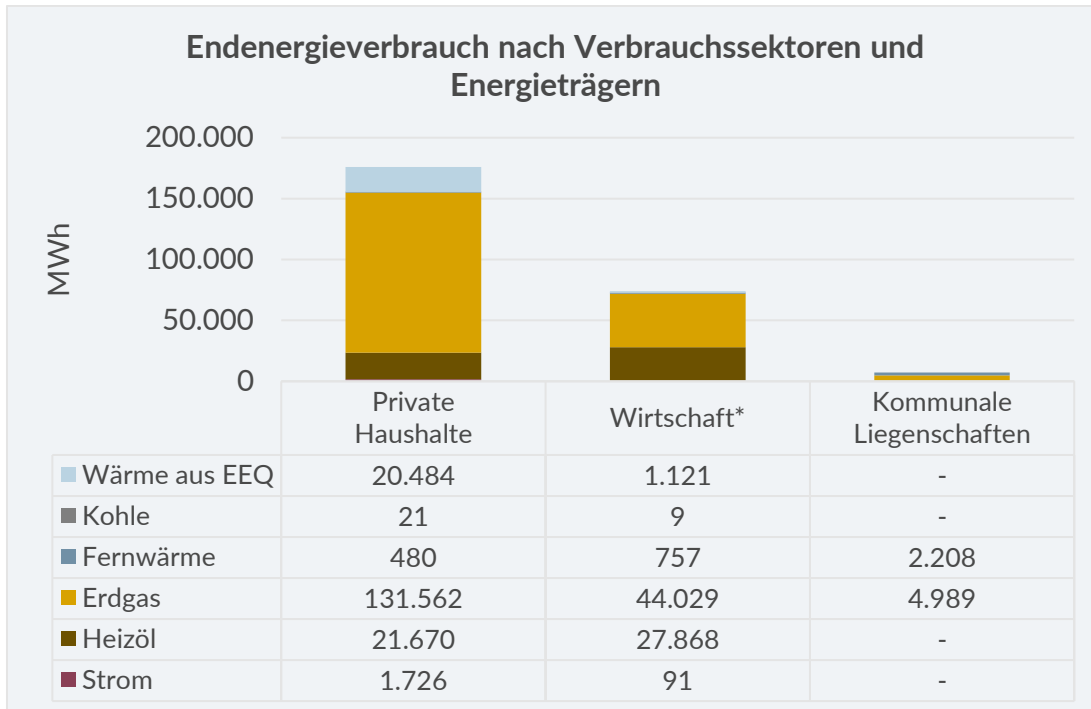


Abbildung 3-3: Energieeinsatz der Stadt Hockenheim nach Sektoren und Energieträger

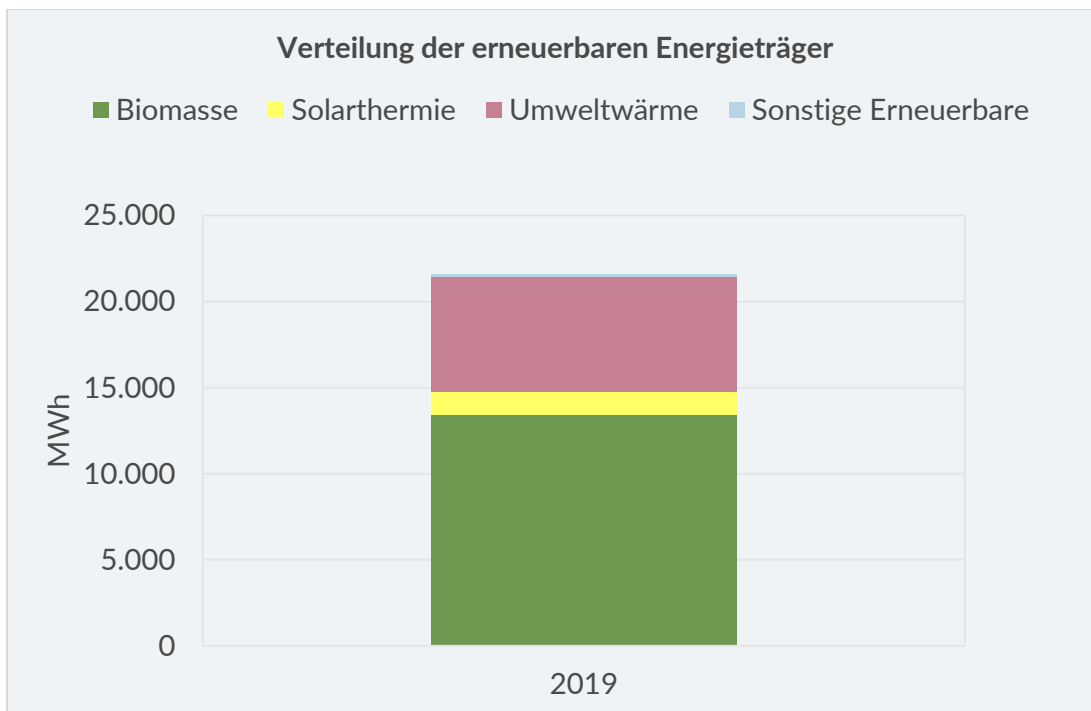


Abbildung 3-4 Verteilung der erneuerbaren Energieträger der Stadt Hockenheim

3.3.2 THG-Emissionen in Hockenheim

Die CO₂ - Emissionsfaktoren sind durch die Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg vorgeschlagen und werden nachfolgend zur Bilanzierung der Treibhausgas-Emissionen angewandt. Die Emissionsfaktoren setzen sich zusammen aus Kennwerten des Forschungsinstitutes ifeu (Institut für Energie- und Umweltforschung), der GEMIS (Globales Emissions-Modell integrierter Systeme), IINAS GmbH (Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien) und dem GEG (Gebäude-Energie-Gesetz).

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 mit 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 mit 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 3.1: Emissionsfaktoren der Energieträger (Quelle: (KEA, 2023)

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 Hockenheim CO₂-Emissionen in Höhe von knapp 67.640 Tonnen pro Jahr an.

Der prozentualen Anteile der Sektoren an den stadtweiten THG-Emissionen sind dem Endenergieverbrauch ähnlich. Der größte Anteil weist der Sektor Private Haushalte mit einem Anteil von 62,4 % auf, gefolgt von dem Wirtschaftssektor mit 31,0 %. Die übrigen THG-Emissionen von etwa 6,6 % entfallen auf die kommunalen Liegenschaften.

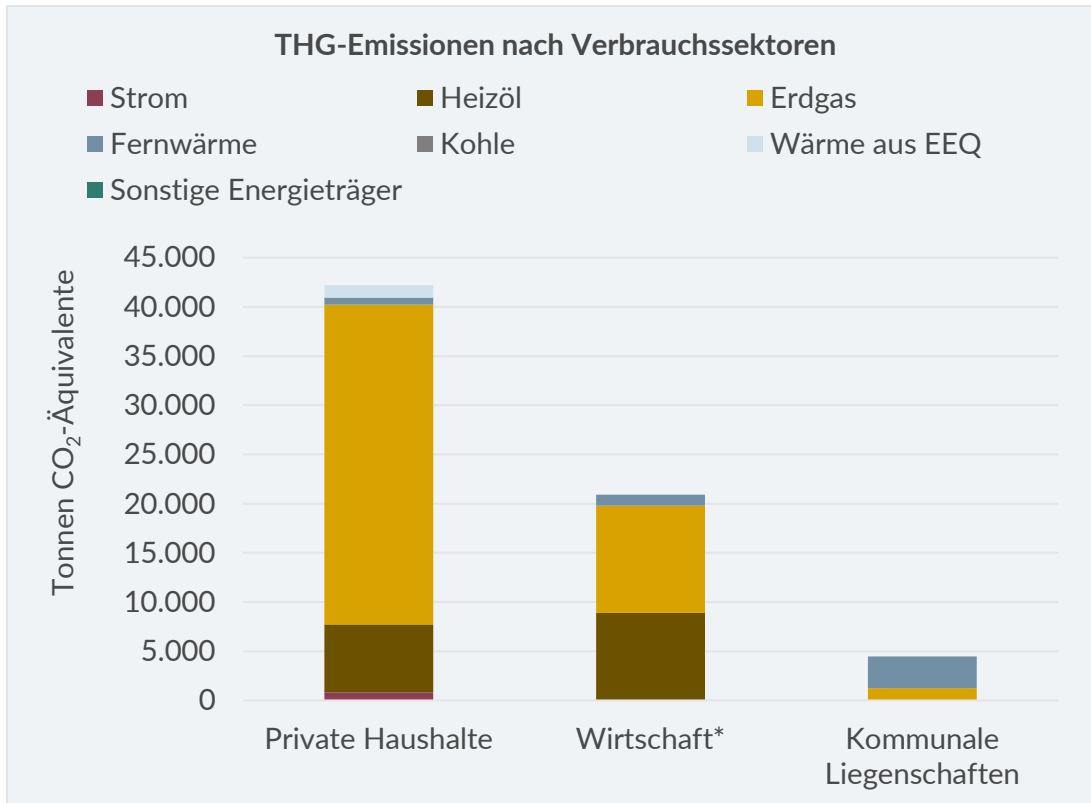


Abbildung 3-5: THG-Emissionen nach Sektoren - Stadt Hockenheim (energielenker projects GmbH)

3.4 AUSWERTUNG DER ANLAGENTECHNIK

Insgesamt sind 8.171 heiztechnische Anlagen durch die Daten der Schornsteinfeger*innen erfasst. In der Abbildung 3-6 ist die Anzahl nach Leistungsklasse dargestellt. Den Großteil der Heiztechnik bilden die 2.603 Gasbrennwertanlagen, gefolgt von 2.371 Gasfeuerungsanlagen und 2.237 Einzelfeuerungsanlagen. Fast 4.114 Anlagen entfallen auf den Leistungsbereich zwischen 11 und 25 kW, welche im Wesentlichen dem Wohngebäudebereich zugeordnet werden können. Die restlichen Wärmeerzeugungsanlagen entfallen auf 732 Ölfeuerungsanlagen, 158 Ölbrennwertanlagen, 64 Biomasseanlagen und 2 Kohleanlagen.

Die prozentuale Verteilung der erfassten Wärmeerzeuger im Stadtgebiet wird in der Abbildung 3-7 dargestellt. Dabei machen die Gasbrennwertanlagen den größten Anteil von 31,9 % aus. Den zweitgrößten Anteil mit 29,0 % erzeugen die Gasfeuerungsanlagen gefolgt von den Einzelfeuerungsanlagen mit 27,4 %. Der Anteil der Ölfeuerungsanlagen beträgt 9,0 %. Die restlichen Anteile sind den Ölbrennwertanlagen mit 1,9 %, Biomasseanlagen mit 0,8 % und Kohleanlagen mit 0,02 % zuzuschreiben.

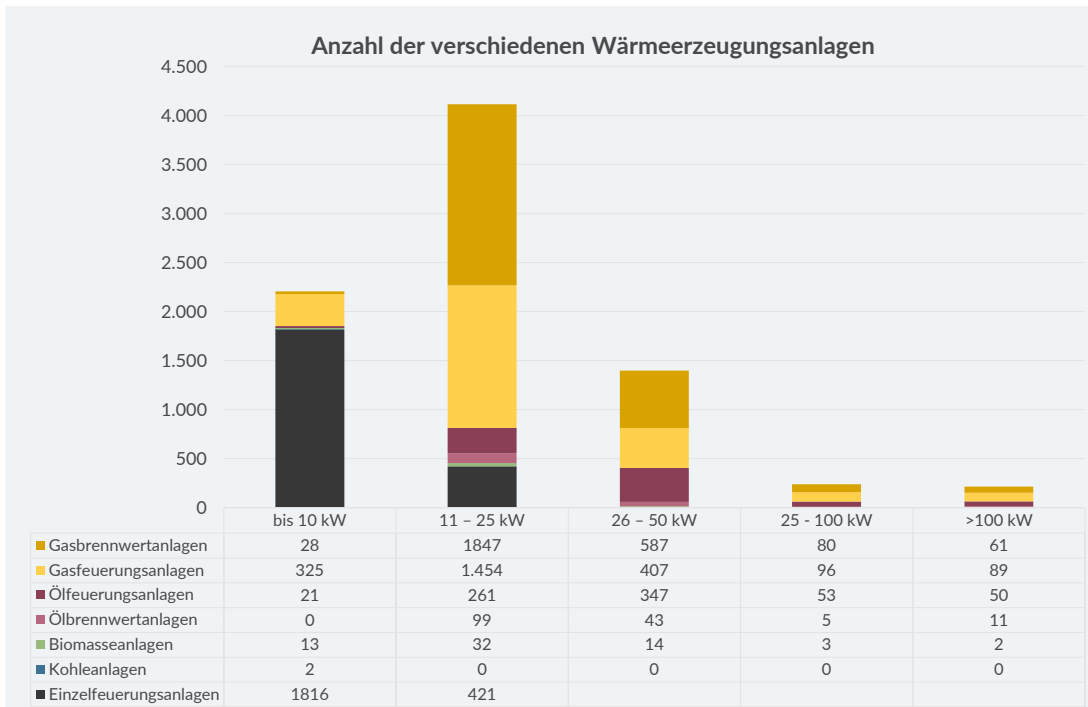


Abbildung 3-6: Anzahl der verschiedenen Wärmeerzeugungsanlagen

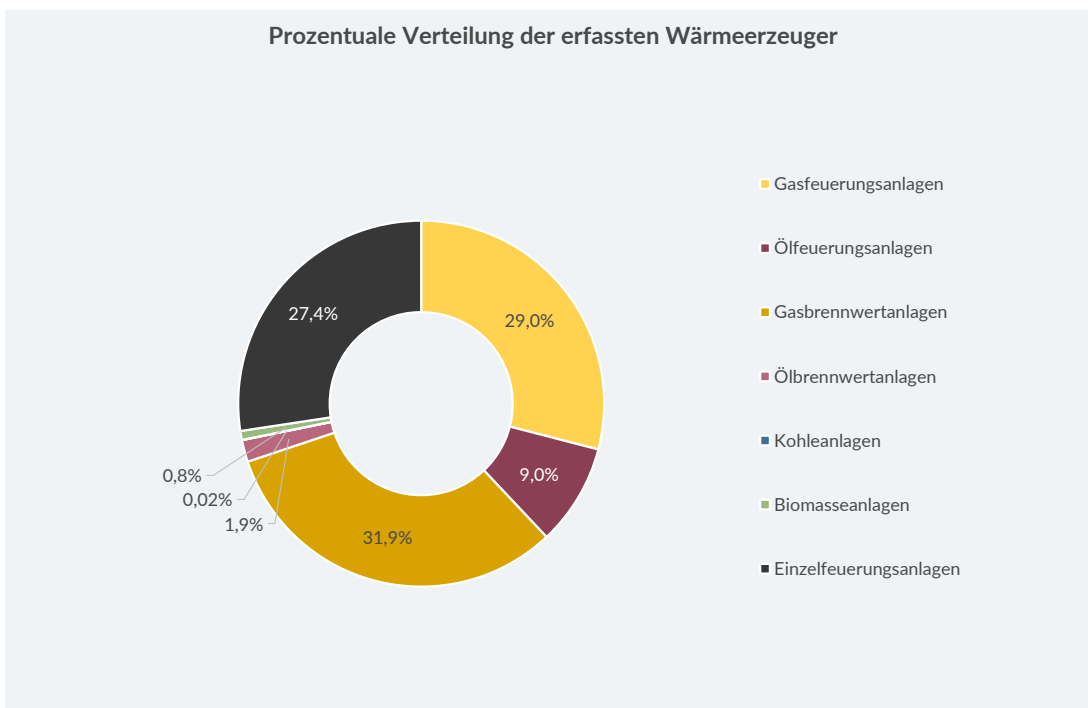


Abbildung 3-7: Prozentuale Verteilung der erfassten Wärmeerzeuger

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 eine Reduktion der THG-Emissionen.

3.5 WÄRMEBEDARF

Der Wärmebedarf des Bilanzjahres 2019 für das gesamte Stadtgebiet wird anhand der Schornsteinfeger*innendaten, den Daten der Energieversorgungsunternehmen 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 Hockenheim ein Wärmebedarf von etwa 257.015 MWh/a. In den nachfolgenden Abbildungen (Abbildung 3-8 und Abbildung 3-9) ist die räumliche Verteilung der Wärmebedarfe und der Wärmeliniendichte im Stadtgebiet dargestellt. Dadurch lassen sich erste Rückschlüsse auf potenzielle Wärmenetzeignungsgebiete ziehen, wobei eine hohe Wärmeliniendichte eine bessere Eignung impliziert.



Abbildung 3-8: Heatmap des Wärmebedarfs der Stadt Hockenheim

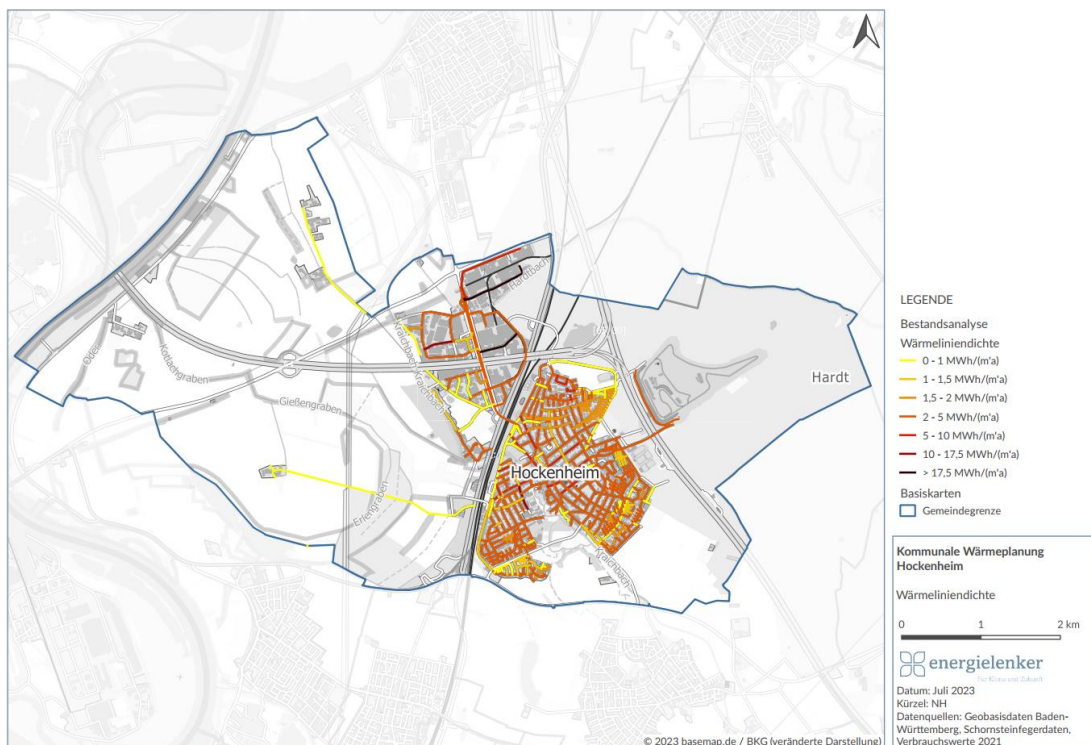


Abbildung 3-9: Wärmeliniendichten der Stadt Hockenheim

4 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 jahrzehntlang 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 dem 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 4.1 werden zuerst die unterschiedlichen Wärmeversorgungsinfrastrukturen dargestellt und im Abschnitt 3.2 ein Überblick über die möglichen Wärmequellen und Nutzungs-Technologien gegeben.

4.1 WÄRMEVERSORGUNGSINFRASTRUKTUR

Für eine erfolgreiche Dekarbonisierung des Wärmesektors spielt nicht allein die Nutzung erneuerbarer Wärmequellen eine wichtige Rolle. Ebenso wichtig ist die Rolle der dazugehörigen Infrastrukturen. 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*in und Wärmelieferant*in sein können. Um niedrigtemperierte 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 Wärmebeziehenden bedarfsgerecht möglich und für die Betreiber*innen der Wärmenetze wirtschaftlich zumutbar ist (bauliche Voraussetzungen 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.

4.1.1 Zentrale Wärmeversorgung

Die Zentrale Wärmeversorgung bezeichnet die Versorgung mehrerer Gebäude über Wärmenetze. Diese bieten einen strategischen Vorteil zum Erreichen der Klimaschutzziele: Bei der Modernisierung von Erzeugungsanlagen oder der Umstellung auf erneuerbare Energien werden durch die Umstellung alle angeschlossenen Verbrauchenden erreicht. Maßnahmen in diesem Bereich haben also einen großen Hebel im Vergleich zu objektbezogenen Maßnahmen. Auf diese Weise können durch die Dekarbonisierung von Fernwärmenetzen schnell größere Mengen CO₂-Emissionen eingespart 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.

4.1.2 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 einen Akteur bzw. eine Akteurin 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.

4.1.3 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 betrieben werden kann und dass die Gebäude auch zukünftig eher 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. Sie kann beispielsweise durch die Nutzung vertragsrechtlicher Instrumente wie z.B. Festlegungen in Kaufverträgen für Grundstücke oder Bebauungsplänen Vorgaben im Bereich der Gebäudeheizungen machen. Allerdings sind die genannten Maßnahmen eher im Neubaubereich relevant. Ein zusätzlicher Anreiz für Gebäudeeigentümer*innen ergibt sich häufig ein konkreter Anlass für einen Heizungstausch durch die bundesweiten attraktiven Fördermöglichkeiten.

4.1.4 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

4.1.5 Erdgasnetz

Eine Transformation des Wärmesektors hat ebenso Auswirkungen auf die Gestaltung der Strom- und Gasversorgungsnetze. Vor diesem Hintergrund stellt sich insbesondere für Betreibende und Eigentümer*innen 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 4-1 veranschaulicht die komplexe Struktur des Energiesystems der Zukunft mit 100 Prozent erneuerbaren Energien.

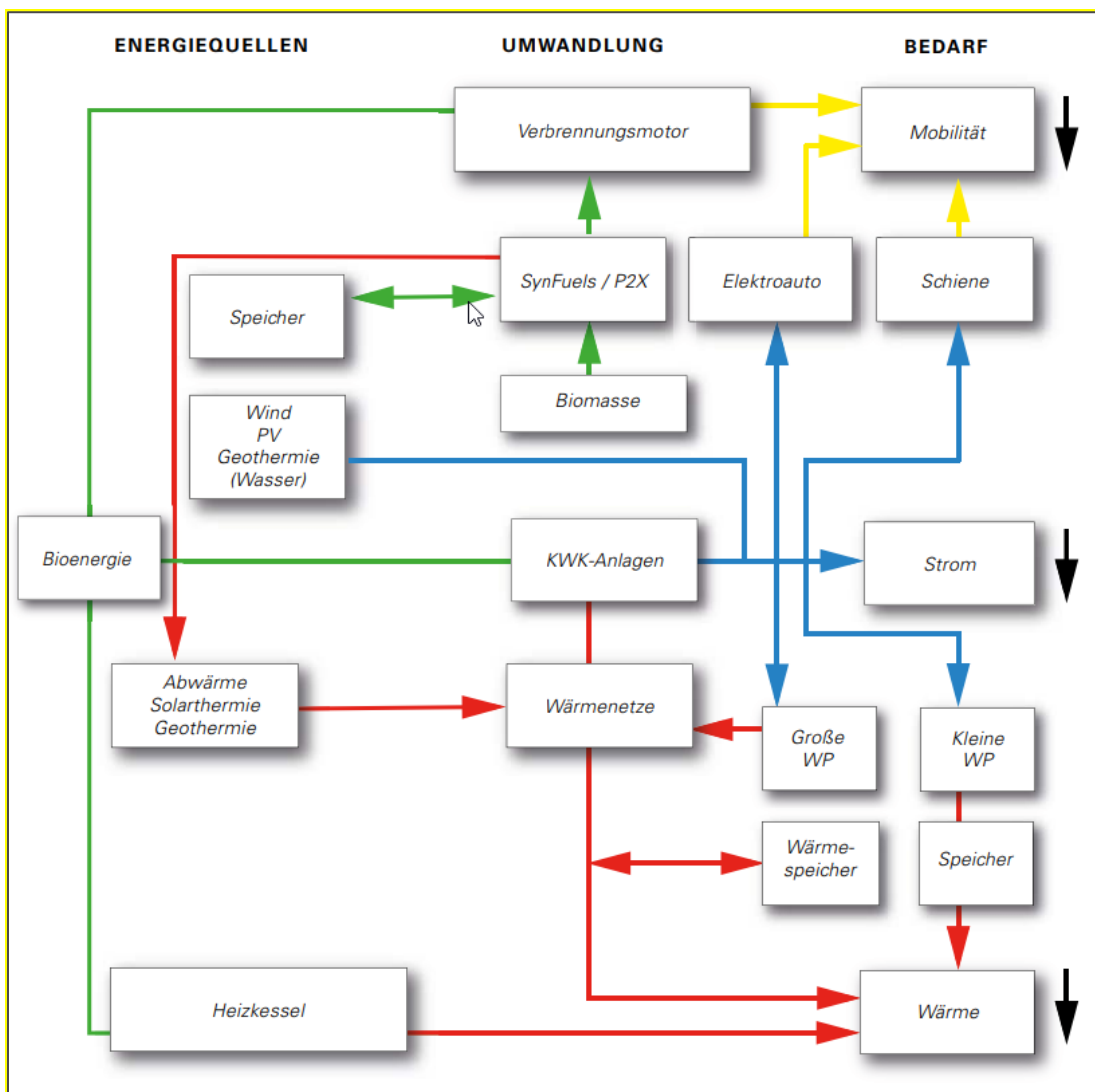


Abbildung 4-1: Komplexe Struktur des Energiesystems der Zukunft mit 100 Prozent erneuerbaren Energien (KEA-BW, (Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden, 2020, S. 15)

4.2 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 (Rödl & Partner, 2019).

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.

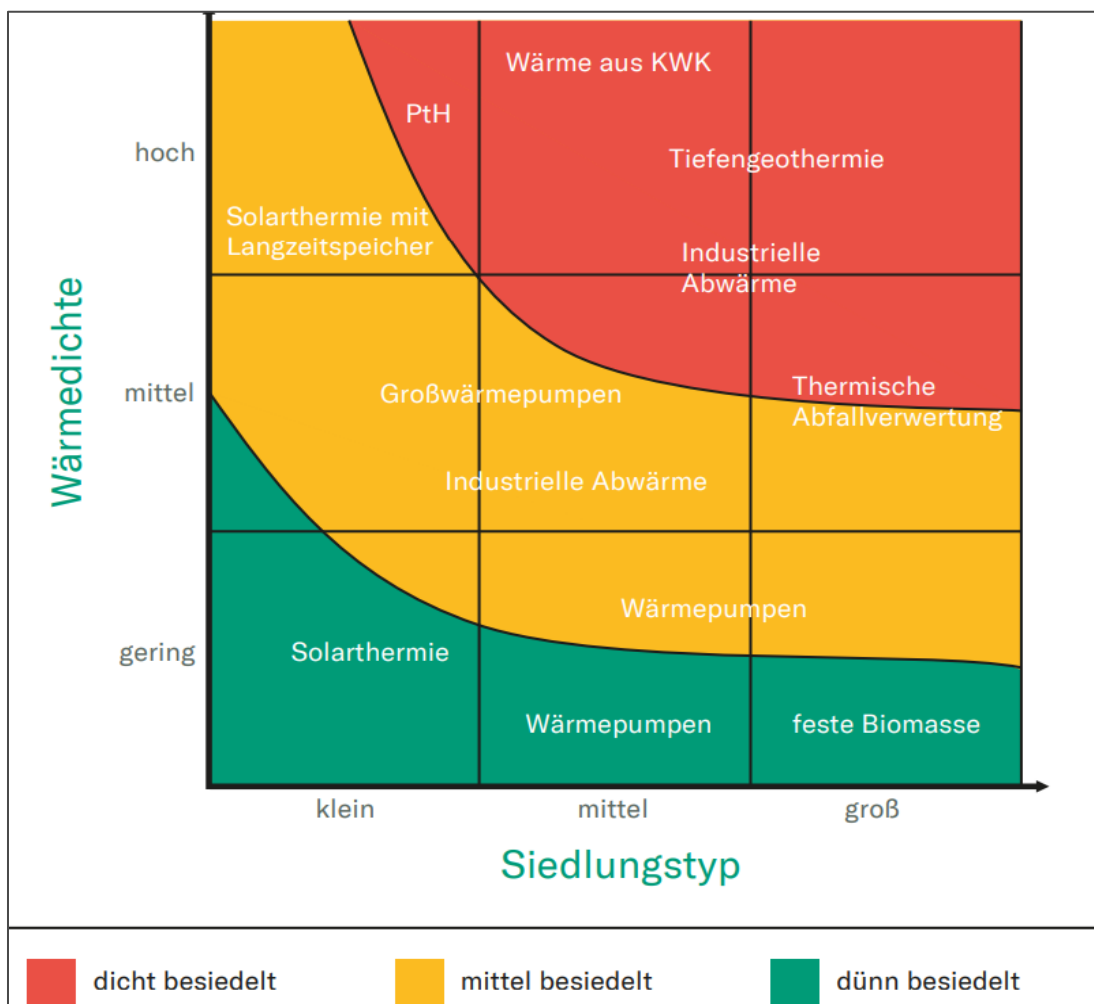


Abbildung 4-2: Wärmespezifischer Urbanitätsgrad in Abhängigkeit von Wärmedichte und Siedlungstyp (Quelle: (Rödl & Partner, 2019))

Wichtig dabei ist, dass die Technologien nicht miteinander konkurrieren, sondern in den Urbanitätsgraden zum Einsatz kommen, die dem Anforderungsprofil der Technologie optimal entsprechen. Damit können für alle Technologien geeignete Marktsegmente mit jeweils ausreichendem Marktvolumen herausgearbeitet werden. Abbildung 4-2 stellt die verschiedenen Wärmeerzeugungs-Technologien in Abhängigkeit zum wärmespezifischen Urbanitätsgrad und dem Siedlungstyp dar.

4.2.1 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. Abbildung 4-3 zeigt das Prinzip der Wärmeerzeugung durch den Einsatz von Biomasse.

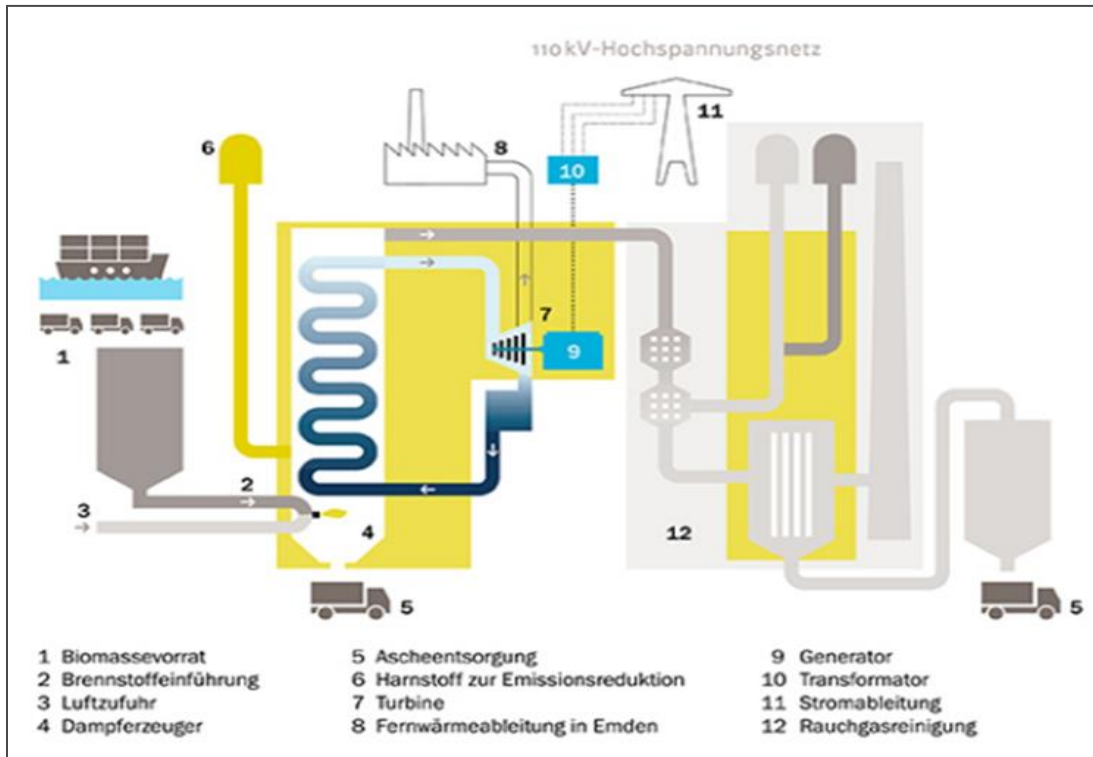


Abbildung 4-3: Prinzip Wärmeerzeugung durch den Einsatz von Biomasse (Quelle: (Statkraft Germany GmbH)

4.2.2 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 Fotovoltaik-Anlagen sind große Solarwärme-Anlagen an bestimmte Standort-Bedingungen geknüpft. Während Strom ohne erhebliche Verluste über große Entfernungen vom Erzeugungsort zum Verbrauchenden 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 innerhalb weniger Kilometer zu den Wärmeverbrauchenden erfolgen muss.

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

Solarthermieanlage 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, wie in Abbildung 4-4 gezeigt.



Abbildung 4-4 Freiflächen-Solarthermieanlage in Crailsheim (Quelle: (VDE VERLAG))

4.2.3 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*innen 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 sieden 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, welcher ein frostsicheres Fluid enthält, wird die Erdwärme aufgenommen und anschließend im Wärmetauscher an das Arbeitsfluid übergeben.

Bei Wasser-Wasser-Wärmepumpen dient die Wärme aus Gewässern als Wärmequelle, sie geben die Energie im Wärmetauscher an das Arbeitsfluid ab.

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, Propan oder Ammoniak) angeboten.

4.2.4 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.

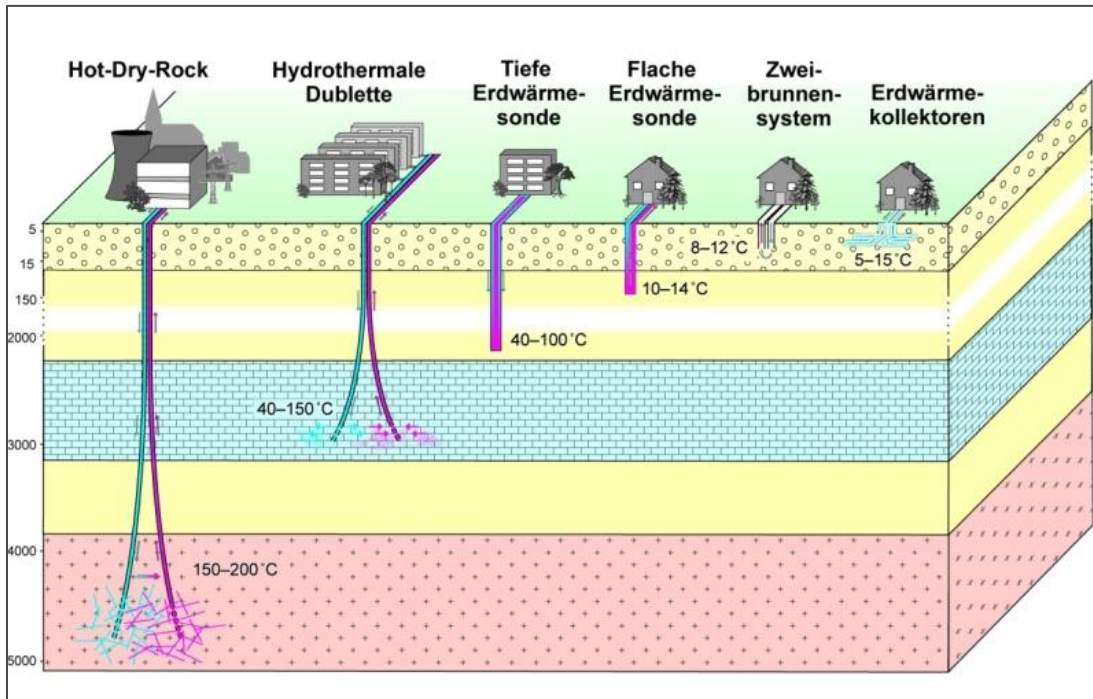


Abbildung 4-5: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie (Quelle: (Bayrisches Landesamt für Umwelt))

4.2.5 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 (enervis energy advisors GmbH, 2017) kam 2017 zu dem Ergebnis, dass zwischen 5-14 % aller deutschen Gebäude mit Wärme aus Abwasser versorgt werden könnten.

Das große Potenzial zeigt zudem 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.

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 Einwohnenden und idealerweise in Kanälen mit einem Innendurchmesser von mindestens 800 mm in Frage.

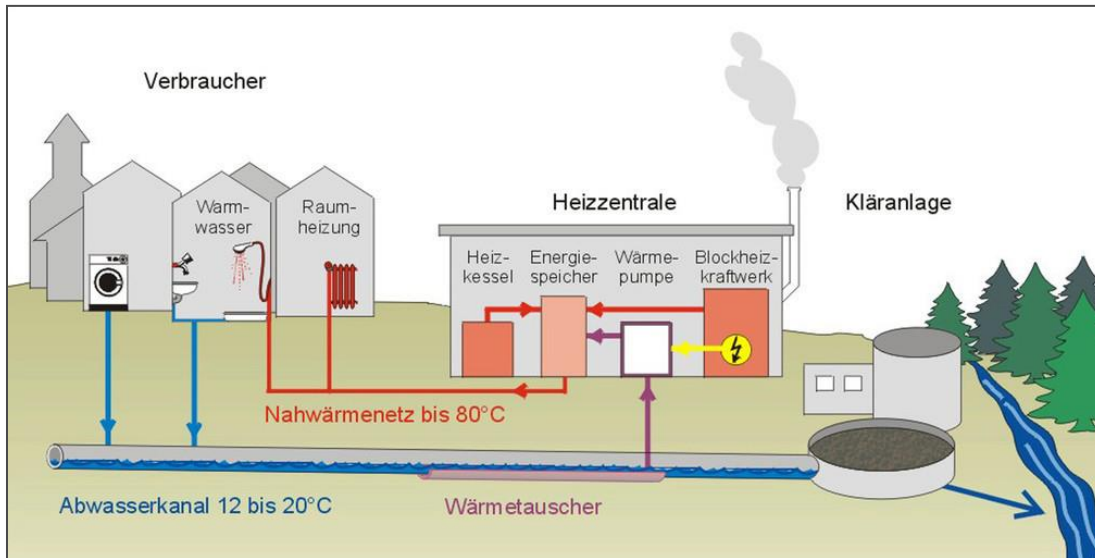


Abbildung 4-6: Nutzung von Abwasserwärme (Quelle (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2021))

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 Technologie jedoch bereits deutlich weiterverbreitet und es werden dort auch größere Anlagen 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 aus Abwasser.

4.2.6 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. Der nachteilige Effekt von Vereisung von Oberflächengewässern tritt allerdings nur bei kleinen Gewässern auf. Bei der Nutzung von großen Flüssen, wie beispielsweise dem Rhein, ist nicht mit einer winterlichen Vereisung zu rechnen. 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. Grundsätzlich darf der Einsatz einer Flusswasserwärmepumpe die Gewässereigenschaften nicht nachteilig verändern.

Für den Einsatz von Flusswärmepumpen bestehen ähnliche Restriktionen wie für den von Abwasserwärmepumpen. Flusswärmepumpen sollten vornehmlich an großen Flüssen betrieben werden, um einer Vereisung in den Wintermonaten aus dem Weg zu gehen.

4.2.7 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 Energiewirtschaft 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. (Gutachten - Steigerung der Abwärmemengen in Wärmenetzen in Baden-Württemberg, 2022, S. 5)

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.

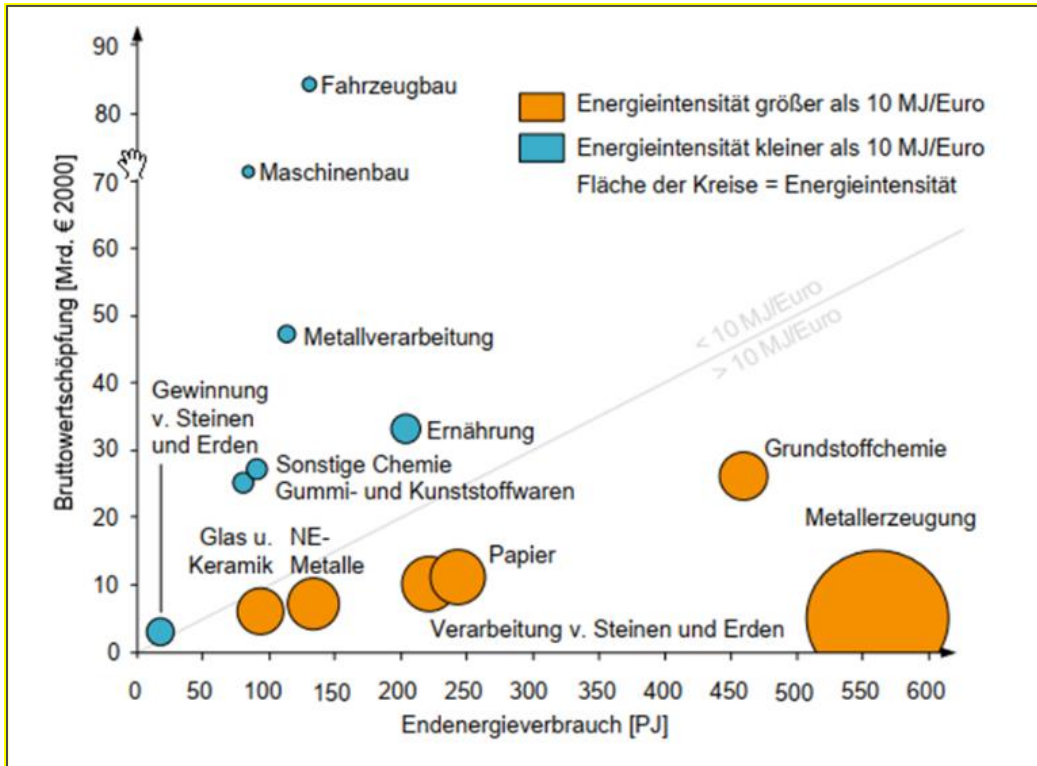


Abbildung 4-7: Energieintensität verschiedener Branchen (Quelle: Hirtzel und Sonntag)

Abwärme fällt insbesondere in energieintensiven Industrie- und Gewerbebetrieben bei verschiedensten Prozessen an, wie Abbildung 4-7 zeigt. 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. Die Abbildung 4-8 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
- Kühlung und Klimatisierung durch Abwärmenutzung
- Abwärmenutzung durch Wärmepumpen

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.



Abbildung 4-8: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit vom Temperaturniveau (Erfolgreiche Abwärmennutzung im Unternehmen. - Energieeffizientpotenziale erkennen und erschließen, 2015, S. 4)

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.

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.

Diese letzte Form sieht vor, das Temperaturniveau der erzeugten Nutzwärme durch Zuführung höherwertiger Energie anzuheben, um diese nutzbar zu machen. Dafür werden in der Regel Wärmepumpen eingesetzt. 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.

4.2.8 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.

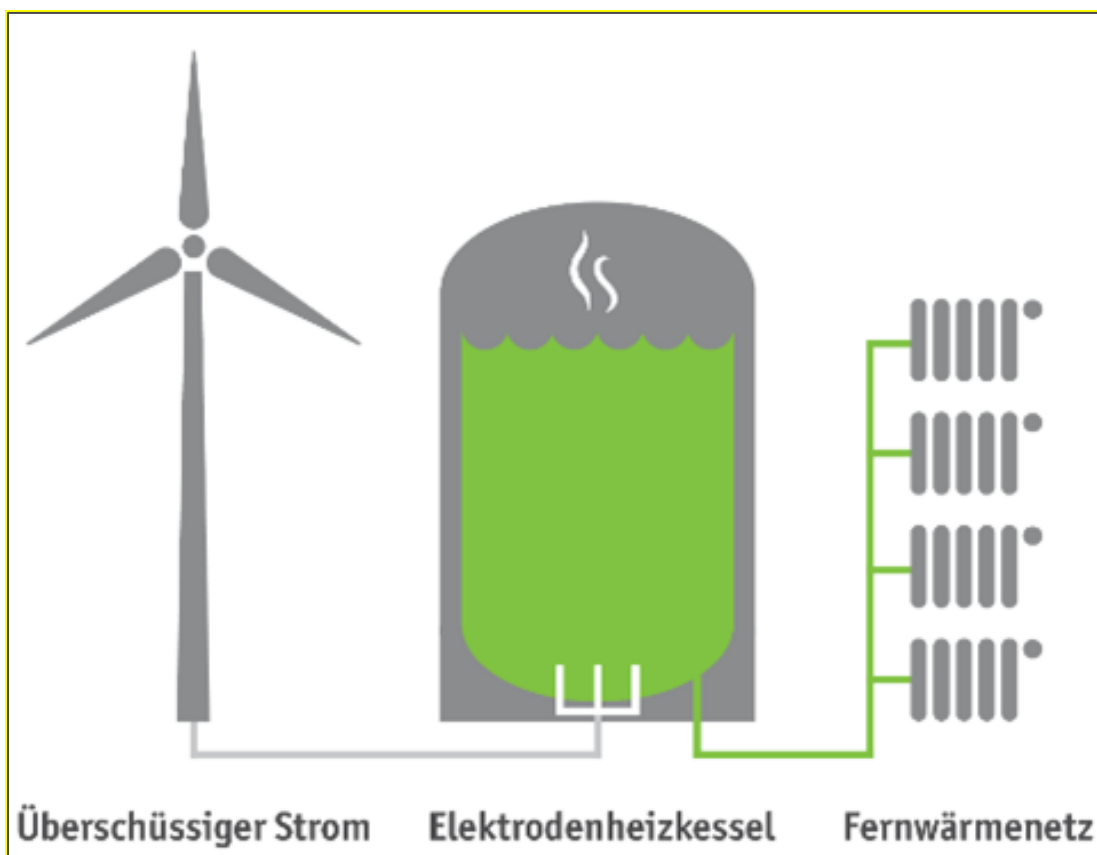


Abbildung 4-9: Funktionsweise Elektrodenheizkessel (Flensburg, kein Datum)

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. 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 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.

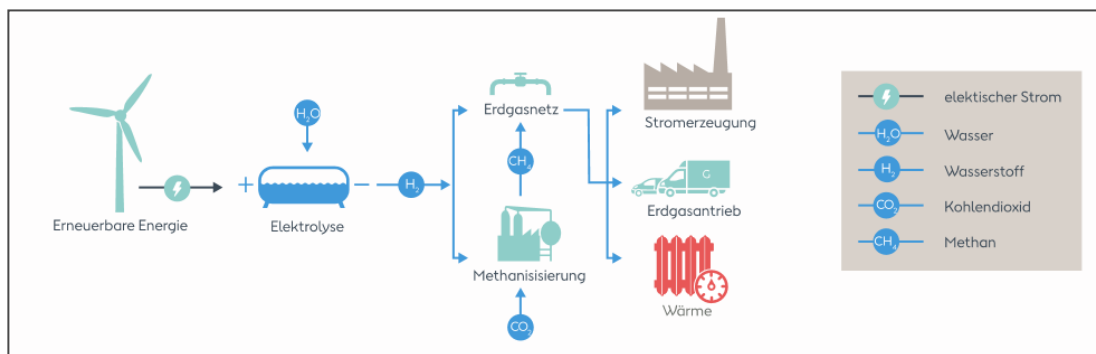


Abbildung 4-10: Das Prinzip von „Power-to-Gas“ (Quelle: Fraunhofer Institut)

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.

4.2.9 All electric

„All Electric“ steht für ein Energieversorgungssystem, 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.

5 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 6 aufgestellten Szenarien zur zukünftigen Wärmeversorgung in Hockenheim. Im Rahmen der Potenzialanalyse werden die folgenden Handlungsfelder zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen betrachtet: Energieeinsparung durch energetische Sanierung von Gebäuden, Steigerung der Energieeffizienz durch technische Verbesserung der Anlagen und die Substitution von fossilen Energieträgern zur Wärmeversorgung durch den Einsatz erneuerbarer Energieträger.

Nachfolgend werden zunächst die Potenziale für den Einsatz regenerativer Energien in einem Überblick für die Gesamtstadt dargestellt. Anschließend wird das Gesamtpotenzial der Energieeinsparung durch Sanierungsmaßnahmen an allen Wohngebäuden und kommunalen Gebäuden dargestellt. Die Ermittlung der Potenziale erfolgt mit gleichen Annahmen wie beim Klimaschutzkonzept Hockenhems. Dabei stellen die Potenziale theoretische Maximalwerte dar, deren Umsetzbarkeit im Einzelfall zu prüfen und weiter zu konkretisieren ist.

Die Ermittlung der Potenziale für Dachflächen- und Freiflächen-Photovoltaik, Solarthermie, Wasserkraft, Windkraft, sowie Biomasse der Stadt Hockenhems erfolgte auf Basis der „Energiesteckbriefe Kommunen des Rhein-Neckar-Kreises zur Potenzialanalyse Erneuerbare Energien im und für den Rhein-Neckar-Kreis“ der Geschäftsstelle Klimaschutz des Rhein-Neckar-Kreises (Rhein-Neckar-Kreis, Geschäftsstelle Klimaschutz, 2022). Die Energiesteckbriefe wiederum sind Ergebnis einer Potenzialanalyse der Erneuerbare Energien des Instituts für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS).

Für die Erhebung der Agri-Photovoltaik-, Geothermie- und Abwärme-Potenzial wurden Daten des Energieatlas Baden-Württemberg sowie des Statistischen Landesamt Baden-Württemberg herangezogen.

Die ermittelten Potenziale werden in den nachfolgenden Unterabschnitten näher erläutert. Für detaillierte Informationen sowie Grundlagen zur Methodik der Ermittlung der Potenziale von Dachflächen- und Freiflächen-Photovoltaik, Solarthermie, Wasserkraft, Windkraft und Biomasse wird an dieser Stelle an die Geschäftsstelle Klimaschutz des Rhein-Neckar-Kreises bzw. die genannte Potenzialstudie des IfaS verwiesen. Des Weiteren wird für die dazugehörigen grafischen Darstellungen der Potenzialflächen aus der Potenzialanalyse auf die Webseite des Landratsamtes Rhein-Neckar-Kreis verwiesen.

5.1 ENERGETISCHE GEBÄUDESANIERUNG

Wichtiger Bestandteil bei der Bewältigung der Energiewende ist die energetische Sanierung der Bestandsgebäude. Durch eine hochwertige Wärmedämmung der Gebäudehülle können die Transmissionswärmeverluste und damit der Endenergiebedarf des Gebäudes erheblich reduziert werden. Ein geringerer Endenergiebedarf ist bereits unabhängig vom eingesetzten Energieträger mit einer Minderung der CO₂-Emissionen verbunden. Für die Umrüstung einer bestehenden fossilen Wärmeerzeugung (z. B. Erdgas- oder Heizölkessel) auf eine Anlage auf Basis erneuerbarer Energien (z. B. Wärmenetz oder Wärmepumpe) ist es von erheblichem Vorteil zunächst den Endenergiebedarf der Einzel-Gebäude zu reduzieren, um bei der Auslegung des neuen Erzeugers die benötigte Anschlussleistung zu verringern. Somit können materielle Ressourcen eingespart und Investitionskosten gesenkt werden. Bei der energetischen Gebäudesanierung kommt den Synergieeffekten eine besondere Rolle zu. Neben der Einsparung von Endenergie, CO₂-Emissionen und Energiekosten, führen die Maßnahmen in Bestandsgebäuden zu einer Verbesserung der Behaglichkeit durch Vermeidung von Zugerscheinungen und des erhöhten Wärmeeintrags im Sommer. Außerdem ist eine Sanierung in der Regel mit einer Wertsteigerung der Immobilie und einer positiven Wirkung auf das Stadtbild verbunden. Die Attraktivität von Standorten kann dadurch gesteigert werden.

Die Potenzialbetrachtung für Sanierungsgebiete setzt den Fokus auf Wohngebäude und kommunale Gebäude. Der Endenergiebedarf für Gebäude aus dem Sektor Wirtschaft wird maßgeblich durch den Energieeinsatz für beispielsweise die Produktion und nicht für die Raumwärme (Gebäudebetrieb) bestimmt. Eine Sanierung der Gebäudehülle generiert für diese Gebäude eine vergleichsweise geringe Einsparung.

Zur Abschätzung der Höhe des Einsparpotenzials werden zunächst die auf dem Stadtgebiet vorzufindenden Gebäudetypen und ihre Anzahl ermittelt.

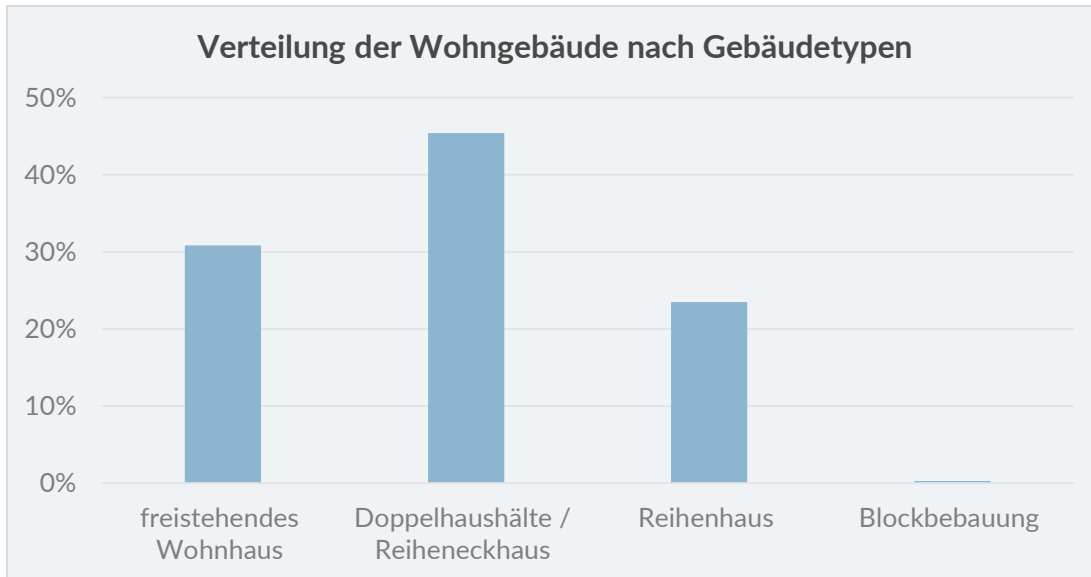


Abbildung 5-1: Verteilung der Wohngebäude nach Gebäudetyp - Hockenheim

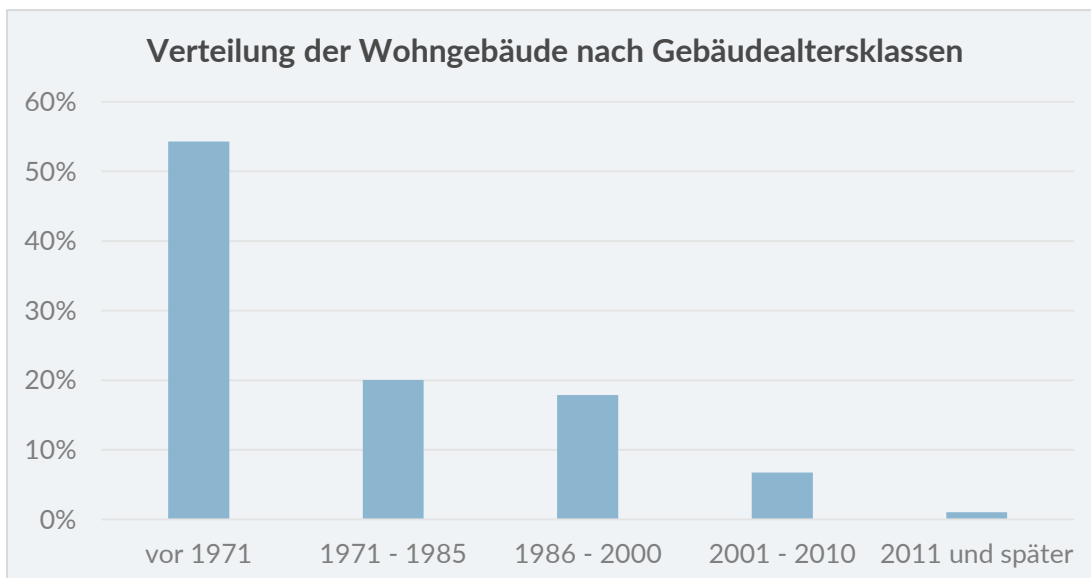


Abbildung 5-2: Verteilung der Wohngebäude nach Gebäudealtersklassen - Hockenheim

Eine Feststellung ergibt sich aus der Tatsache, dass ein Großteil der Wohngebäude in Hockenheim vor 1971 errichtet wurden, was vor der Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung lag. Dieses Ergebnis lässt auf ein erhebliches Potenzial zur Einsparung im Sektor privater Haushalte schließen, wenn es um die energetische Sanierung dieser Gebäude geht.

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 5.1: Mittlere Einsparung nach Gebäudekategorie

Gebäudekategorie	Mittlere Endenergieeinsparung (Altersklassen gewichtet)
Einfamilienhaus	47 %
Mehrfamilienhaus	45 %
(Großes) Mehrfamilienhaus	45 %
Einsparpotenzial (gewichtet)	46 %

Die nachstehende Tabelle zeigt die jeweiligen Anforderungen an die Bauteile in Form der U-Werte

Tabelle 5.2: Anforderungen U-Werte gem. BEG-Einzelmaßnahmen

Bauteil	Anforderungen an den U-Wert gem. BEG Einzelmaßnahme [W/(m ² *K)]
Steildach	0,14
Oberste Geschossdecke	0,14
Außenwand	0,20
Fenster	0,95
Boden	0,25

Es wird somit in der folgenden Szenarienentwicklung davon ausgegangen, dass der Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung durch eine Sanierung aller Gebäude um 42 % 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 0 des Betrachtungszeitraums als unsaniert angenommen werden.

Um die berechnete Einsparung von 46 % des Wärmeenergiebedarfs durch Sanierung bis 2040 zu erzielen, müssten 5 % der Gebäudehüllen pro Jahr saniert werden. Abbildung 5-3 stellt die möglichen Einsparungen bei jährlichen Sanierungsraten von 1 – 5 % im Zieljahr 2040 dar. An der linearen Entwicklung lässt sich ersehen, dass sich jedes weitere Prozent anteilig am verbleibenden Energiebedarf mehr rechnet als das davor. (Aufgrund der 20-jährigen Betrachtung wird bei 5 % die maximale Einsparung erreicht.)

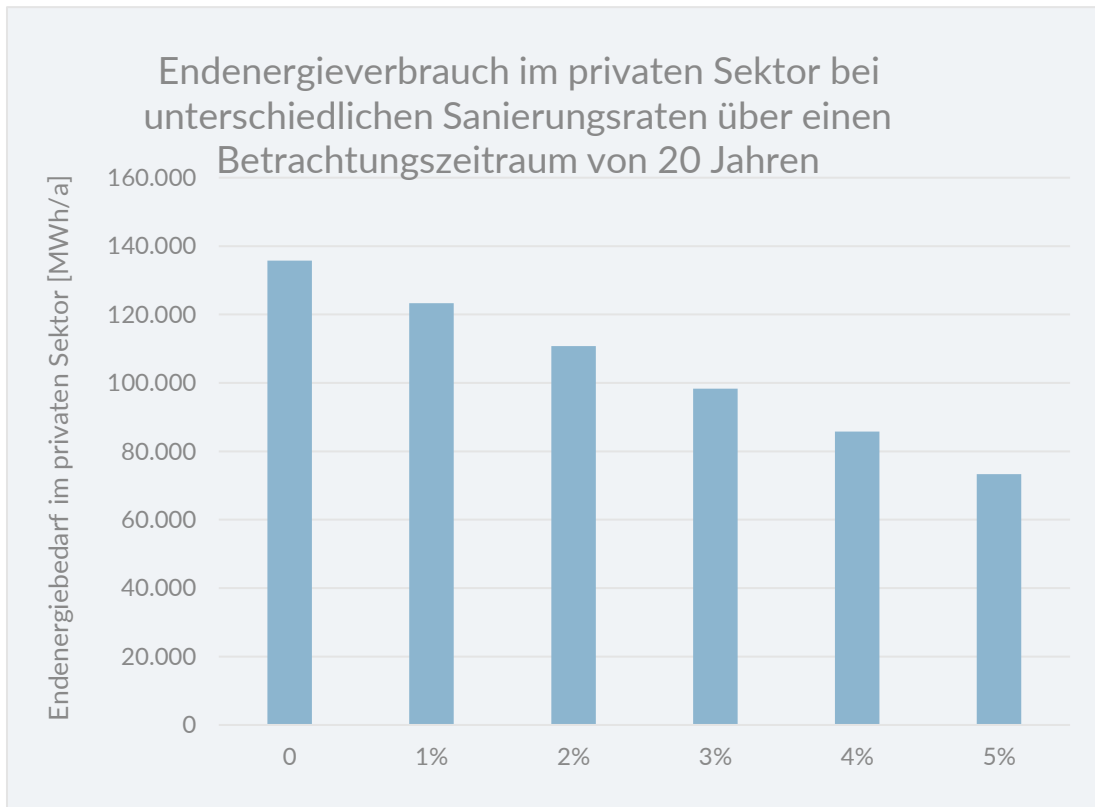


Abbildung 5-3: Mögliche Einsparungen bei Erreichung verschiedener jährlicher Sanierungsraten, bei einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahren [energielenker projects GmbH]

Die Berücksichtigung des Neubaus ist ebenfalls von Interesse. Dieser Aspekt weist jedoch eine marginale Bedeutung auf, da der Energiebedarf des aktuellen Baustandards gering ausfällt und eine Nutzung erneuerbarer Energiequellen bereits erforderlich ist.

5.2 SOLARENERGIE

Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) ist eine digitale Plattform, die Informationen über das solarthermische und photovoltaische Potenzial von Gebäuden und Flächen in Baden-Württemberg bereitstellt. Das Kataster ermöglicht es Bürger*innen, Unternehmen und Kommunen, das Potenzial für die Nutzung von Solarenergie in ihrer Region zu ermitteln. Das Solarkataster basiert auf detaillierten Geodaten und analysiert Faktoren wie die Ausrichtung der Dächer, den Neigungswinkel, den Verschattungsgrad und die Flächennutzung. Anhand dieser Informationen berechnet das Kataster das Potenzial für die solare Energieerzeugung und liefert Ergebnisse in Form von interaktiven Karten, Diagrammen und detaillierten Berichten. Mit dem Solarkataster können Interessierte beispielsweise herausfinden, ob ihre Gebäude für die Installation von Solaranlagen geeignet sind und wie viel Energie sie voraussichtlich produzieren könnten. Darüber hinaus bietet es Informationen zu Förderprogrammen, rechtlichen Rahmenbedingungen und technischen Aspekten der Solarenergie.

Gebäudeeigentümer*innen wird jedoch im Rahmen von konkreten Absichten zur Installation einer Anlage das Hinzuziehen einer neutralen Energieberatung empfohlen, die die Dacheignung prüft (z. B. Statik), für technische und genehmigungsrechtliche Fragen 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 überschlägiges Potenzial im Rahmen der Potenzialanalyse für die Stadt Hockenheim herangezogen werden.

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

Dachflächenphotovoltaik

Im Rahmen der Potenzialanalyse stammt die Datengrundlage zur Ermittlung der Solarpotenziale auf Dachflächen aus dem Energieatlas Baden-Württemberg. Dabei wurde ein Belegungsszenario bestimmt, welches eine gleichzeitige Betrachtung von Photovoltaik und Solarthermie vorsieht (Rhein-Neckar-Kreis, Geschäftsstelle Klimaschutz, 2022). Resultierend aus der Potenzialanalyse ist gemäß des Energiesteckbriefe der Stadt Hockenheim ein Gesamtstromertrag von 101.192 MWh/a addiert mit dem Ausbaustand aus dem Jahre 2020 von 14.432 MWh/a möglich (Rhein-Neckar-Kreis, Geschäftsstelle Klimaschutz, 2022).



Einstrahlung in % des maximal möglichen Wertes



Abbildung 5-4: 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). Zusätzlich wurde auch der mögliche Errichtungskorridor 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 zur Errichtung von Freiflächenanlagen, 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 geringerem 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.

Bei der Erhebung des Freiflächen-PV-Potenzials wurden rechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigt und nur die Freiflächen, die sich gemäß den Standortkriterien des EEG entlang von Autobahnen und Schienenwegen (Seitenrandstreifen), Konversionsflächen (bspw. ehemals Tagebau, Abfalldeponie) sowie auf landwirtschaftlich benachteiligten Gebieten (ausgewiesene Flächenkulisse Ackerland, Grünland) befanden, betrachtet. Gemäß des Energiesteckbriefs für die Stadt Hockenheim beträgt der jährlichen Stromertrag mit dem Ausbaustand aus dem Jahr 2020 rund 95.707 MWh/a (Rhein-Neckar-Kreis, Geschäftsstelle Klimaschutz, 2022).

Zusätzliche Potenziale können etwa in Form von Anlagen auf Parkplätzen oder auch an Lärmschutzwänden und Brücken geschaffen werden. Diese sind zwar von untergeordneter Bedeutung, können jedoch bei entsprechender Ausgestaltung die Akzeptanz in der Bevölkerung erhöhen und weitere Vorteile für die Klimaresilienz bieten, wie etwa im Fall der Parkplätze durch den Schutz vor intensiver Sonnenstrahlung und Verminderung der Aufheizung von Wegen und Flächen. Weitere zusätzliche PV-Potenziale können durch die Errichtung von Floating-PV Anlagen erschlossen werden. Die zusätzlichen genannten Potenziale wurden bei der Ermittlung der Potenzialanalyse auf dem Gebiet des Rhein-Neckar-Kreises nicht näher betrachtet und werden daher für die die weiterführenden Szenarien nicht berücksichtigt (Rhein-Neckar-Kreis, Geschäftsstelle Klimaschutz, 2022).

Neben herkömmlichen PV-Freiflächenanlagen können auch PV-Anlagen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen installiert werden. Diese sogenannte Agri-PV bezeichnet damit ein Verfahren zur gleichzeitigen Nutzung von Flächen für die Landwirtschaft und die Solarstromproduktion. Damit steigert Agri-PV die Flächeneffizienz und ermöglicht den Ausbau der PV-Leistung bei gleichzeitigem Erhalt fruchtbarer Acker- oder Weideflächen für die Landwirtschaft.

Agri-PV-Systeme lassen sich als bodennahe (landwirtschaftlicher Betrieb zwischen den PV-Modulen) und hoch aufgeständerte Anlagen (mindestens 2,1 m Höhe, landwirtschaftlicher Betrieb unter den PV-Modulen) realisieren. Der Flächenbedarf von hoch aufgeständerten Agri-PV-Systemen liegt im Normalfall 20-40 % über dem von herkömmlichen Freiflächenanlagen (12 m²/kWp (Fraunhofer ISE, 2022)). Daraus ergibt sich ein gemittelter Flächenfaktor von 1,3.

Der Flächenbedarf von bodennahen Agri-PV-Systemen ist etwa drei Mal so hoch wie bei PV-Freiflächenanlagen, woraus ein Flächenfaktor von 3,0 resultiert (Fraunhofer ISE, 2022). Bei der Auswahl der Kulturen ist eine Orientierung am Leitfaden des Fraunhofer Institut zu empfehlen. Neben dem Ackerbau und Grünland zeigt Agri-PV auch bei Sonderkulturen (Wein-, Obst- und Gemüseanbau) ein Potenzial für Synergieeffekte in Bezug auf die Schutzmaßnahmen vor Regen, Hagel und Wind auf (Fraunhofer ISE, 2022).

Im Jahr 2020 beträgt die Größe der landwirtschaftlichen Flächen in der Stadt Hockenheim laut statistischem Landesamt Baden-Württemberg 14.110.000 m². Es ergeben sich die in der Tabelle 5-3 aufgeführten Maximalpotenziale für bodennahe und hoch aufgeständerte Agri-PV-Anlagen mit einem Stromertrag von insgesamt 916.343 MWh/a. Die Angaben zur Fläche beziehen sich zudem lediglich - wie bereits erwähnt - auf statistische Werte des Energieatlas Baden-Württemberg. Somit sind der Anlagenstandort und die Anlagenart, welche tatsächlich installiert werden kann, im Einzelfall zu überprüfen.

Tabelle 5-3: Agri-PV Potenziale

Agri-PV-Anlagenart	Fläche [m ²]	Flächenfaktor	Stromertrag [MWh/a]
Bodennah	14.110.000	3,0	71.997
Hoch aufgeständert		1,3	844.345

Agri-PV-Anlagen sind derzeit tendenziell teurer als die konventionelle Freiflächenanlagen, welche im vorherigen Abschnitt beschrieben wurden. Gleichzeitig kann bei diesen weniger Leistung pro Fläche installiert werden. Dies führt zu höheren Stromgestehungskosten bei Agri-PV. Zudem werden für die Montagesysteme Flächenanteile benötigt, welche die verfügbare landwirtschaftliche Nutzung reduzieren. Diese nicht mehr landwirtschaftlich nutzbaren Flächenanteile machen je nach Anlagendesign 8 % bis 15 % Fläche der Anlage aus (Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe TFZ, 2021). Die Technologie ist deshalb bislang noch nicht weit verbreitet und mögliche Ausbauraten können somit nur schwer abgeschätzt werden. Für die Stadt Hockenheim ergibt sich außerdem die Problematik, dass die landwirtschaftlichen Flächen nicht im direkten Einflussbereich der Stadtverwaltung liegen. Die Errichtung der PV-Module muss deshalb immer einzelfallspezifisch gemeinsam mit den Landwirt:innen geplant und umgesetzt werden.

Doch bringt die Technologie auch weitreichende Vorteile mit sich. Wie einleitend schon dargestellt wurde, erhöht sich bei einer gleichzeitigen Nutzung der Flächen für die Landwirtschaft und für die Solarstromproduktion die Landnutzungseffizienz insgesamt erheblich. Wird der Solarstrom direkt vor Ort gespeichert und genutzt, ergeben sich für die landwirtschaftlichen Betriebe Energiekostensparnisse oder sogar eine weitere Einkommensquelle durch die Einspeisung des überschüssigen Stroms.

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.

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 auf Dächern im Vergleich nur eine geringe Rolle spielen werden.

Unter der Berücksichtigung des Belegungsszenarios ergibt sich unter der Annahme von einer installierten Leistung von 30.243 kW eine theoretisch maximal erzeugbare Wärmemenge in Höhe von jährlich rund 16.518 MWh für die Stadt Hockenheim. Addiert mit dem bestehenden Ausbaustand aus dem Jahr 2020 resultiert daraus ein Maximalertrag von rund 17.112 MWh/a (Rhein-Neckar-Kreis, Geschäftsstelle Klimaschutz, 2022)

Im Gegensatz zu privaten Solarthermieanlagen stellt sich die Situation für großflächige Solarthermieanlagen in Verbindung mit effizienten Wärmenetzen anders dar. Während die Wärmegestehungskosten für Solarthermieanlagen auf Hausdächern mit 14,3-18,1 ct/kWh relativ hoch liegen, bieten zum Beispiel große Freiflächen-Solarthermieanlagen 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 großflächige Dachflächen und große Infrastrukturflächen, wie z. B. Parkplätze oder Flächen entlang von Verkehrswegen sowie Lärmschutzbauwerke in Frage. Bei der Berechnung der Potenziale für die großflächige Solarthermie gingen nur Freiflächen ein, die größer als 2.500 m² bilanziert sind.

Tabelle 4: Solarthermiepotenziale

<i>Technologie</i>	<i>Installierbare Modulfläche</i>	<i>Möglicher Wärmeertrag</i>
<i>Solarthermie Freifläche</i>	<i>524.800 m²</i>	<i>238.227 MWh/a</i>
<i>Mobilisierungsfaktor 30 %</i>	<i>157.400 m²</i>	<i>71.468 MWh/a</i>

In Tabelle 4 ist das maximale Potenzial für das Stadtgebiet Hockenheim zu sehen. Um das Potenzial zur Wärmeerzeugung aus Solarenergie nicht zu überschätzen, werden für die Szenarien Mobilisierungsfaktoren von 30 % angesetzt.

5.3 WINDENERGIE

Bislang existieren - mit Stand November 2023 - noch keine Windenergieanlagen auf dem Stadtgebiet Hockenheim.

Im Abschlussbericht „Potenzialanalyse Erneuerbare Energien im und für den Rhein-Neckar-Kreis“ wird die Grundlage für die Ermittlung der Windkraftpotenziale mit Hilfe des Energieatlas Baden-Württemberg dargestellt. Nach Berücksichtigung verschiedener Kriterien ergab sich für die Stadt Hockenheim kein Windenergiepotenzial. Hierin widersprechen sich allerdings verschiedene Potenzialanalysen. Eine Potenzialkarte der Arbeitsgemeinschaft der Regionalverbände Baden-Württembergs vom August 2022 sowie Hockenhems eigene Untersuchung aus den Jahren 2015/16 zeigen übereinstimmend ein Potenzial im Hardtwald auf.

Es gilt dabei anzumerken, dass sich die politischen Rahmenbedingungen, wie z. B. die Abstandsregeln oder die Vergütung nach Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) im Hinblick auf die Anlagenentwicklung nicht endgültig abschätzen lassen. Die aktuelle politische Lage suggeriert jedoch eher eine zukünftige Vereinfachung der Genehmigungsverfahren.

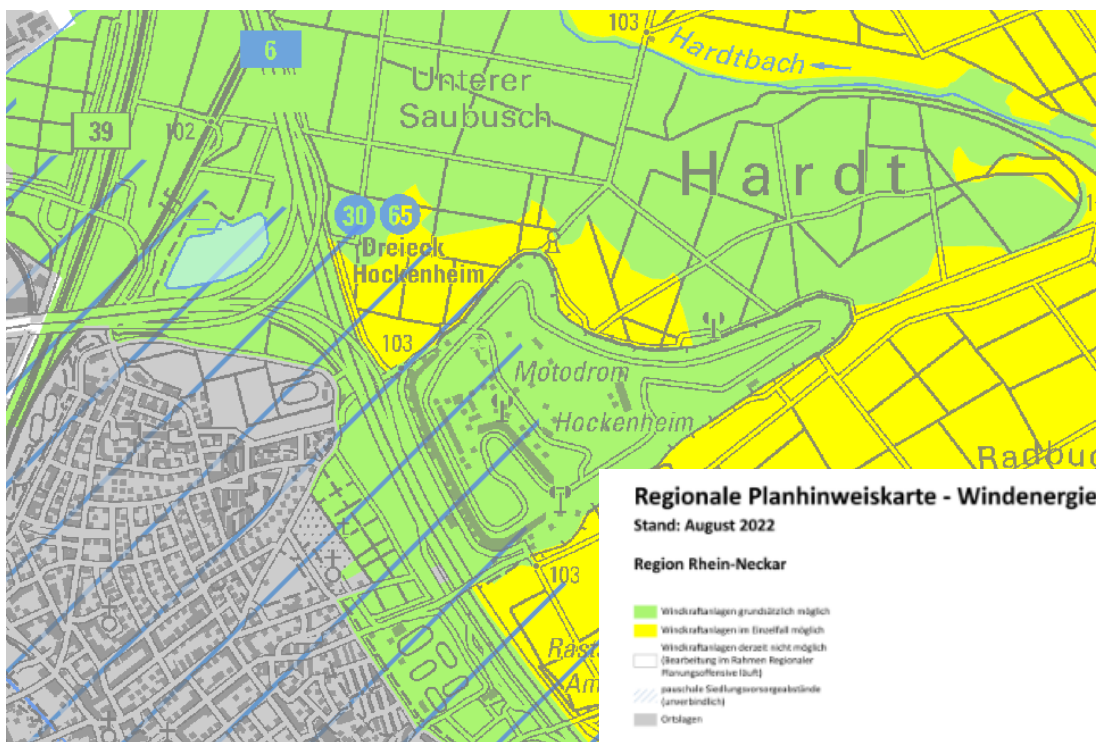


Abbildung 5-5: Ausschnitt Hockenheim - Regionale Planhinweiskarte - Windenergie, August 2022

5.4 BIOMASSE

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

Als Biomasse werden in diesem Kontext die zur Herstellung von Bioenergie verwendeten Rohstoffe bezeichnet. Diese Rohstoffe entstammen primär der Land-, Forst- und Abfallwirtschaft. Diesbezüglich ist zwischen holzartiger Biomasse, Energiepflanzen, Wirtschaftsdünger aus der Landwirtschaft und biogenen Rest- und Abfallstoffen zu unterscheiden. Bioenergie kann in den Energieformen fest, flüssig und gasförmig genutzt werden. Typisch für feste Biomasse sind verschiedenste Holzbrennstoffe (u. a. Scheitholz, Holzhackschnitzel oder Holzpellets). Flüssige Bioenergien sind vor allem Biokraftstoffe wie Pflanzenöl, Biodiesel oder Bioethanol. Als gasförmige Bioenergie ist Biogas zu nennen.

Biomasse ist allerdings mit Abstand die flächenintensivste unter den erneuerbaren Energien. Die Energieerträge aus verschiedenen Substraten variieren dabei zum Teil stark. Zudem gibt es Konflikte bei der Nutzung von Biomasse als Energielieferant. Hier ist beispielsweise die „Teller oder Tank“-Debatte zu nennen, in der kritisiert wird, dass Biomasse nicht primär zur energetischen Nutzung angebaut, sondern eher auf Reststoffe zurückgegriffen werden sollte. Zukünftig wird vor allem die verstärkte stoffliche Nutzung von Biomasse, beispielsweise zur Herstellung von Biokunststoffen, gegen den Einsatz dieser zur Energiegewinnung sprechen.

Bei der Erhebung der Biomassepotenziale wurden die Bereiche Forstwirtschaft, Landwirtschaft, Landschaftspflege und Siedlungsabfälle betrachtet (Rhein-Neckar-Kreis, Geschäftsstelle Klimaschutz, 2022). Der noch zusätzlich aktivierbare Wärmeertrag aus Biomasse ist für die Stadt Hockenheim aus den vorgenannten Gründen beschränkt. Schon ein Anteil von 5 % an Biomasse trägt zur Wärmeversorgung in Hockenheim bei. In der Potenzialanalyse des Rhein-Neckar-Kreises wird jedoch noch ein potentieller Zuwachs auf insgesamt 10.589 MWh/a gesehen (Rhein-Neckar-Kreis, Geschäftsstelle Klimaschutz, 2022).

5.5 GEOTHERMIE

Die in der Erde gespeicherte Wärme kann zur Wärmeversorgung der Gebäude in der Stadt Hockenheim 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 eingestrahnten 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 in Hockenheim dargestellt. Hierbei lässt sich die grundsätzliche Eignung einzelner Standorte für die Nutzung von Erdwärmekollektoren und -sonden für die Stadt Hockenheim auf der Webseite des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (<https://maps.lgrb-bw.de/>) ermitteln. Bzgl. der folgenden Ausführungen muss im Vorhinein betont werden, dass es sich lediglich um eine grobe Erfassung handelt, die der Orientierung dienen soll. Sie ersetzen keine spezifische Standortbeurteilung, die im Falle konkreter Umsetzungsplanungen auf jeden Fall zusätzlich erfolgen muss.

Des Weiteren sind die Potenziale nicht addierbar. Die angegebenen Potenziale von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren sind „Entweder-Oder-Potenziale“, da sich eine Flächenkonkurrenz ergibt.

Erdwärmekollektoren

Wie in Abbildung 5-6 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 die Siedlungsfläche der Stadt Hockenheim herangezogen. Dabei wird angenommen, dass die geothermische Wärme in einem Umkreis von 1.000 Metern um das Siedlungsgebiet genutzt werden kann. Zudem wird von uns ein Mobilisierungsfaktor von 30 % angenommen. Dieser Faktor beschreibt wieviel der technisch zur Verfügung stehenden Fläche praktisch genutzt werden kann.

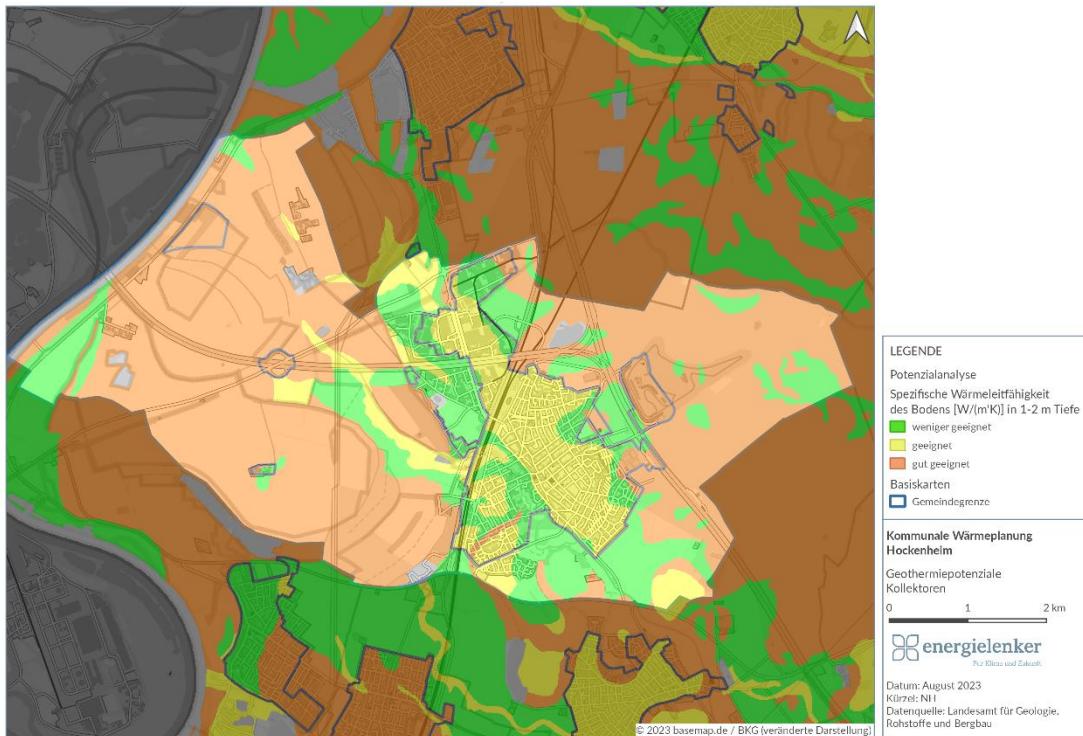


Abbildung 5-6: Ausschnitt aus dem Energieatlas des Landes Baden-Württemberg – Erdwärmekollektore[LGRB]Es werden folgende Annahmen für Erdwärmekollektoren getroffen:

- Jährliche Betriebsstunden: 1.800 h/a (LLUR, 2011)
- Entzugsleistung: $25 W/m^2$ (Annahme)
- Maximale Bohrtiefe (in Siedlungsnähe): 100 m

Unter diesen Annahmen ergibt sich ein theoretisches Wärmebereitstellungspotenzial von rund 664.020 MWh/a durch Kollektoren.

Erdwärmesonden

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

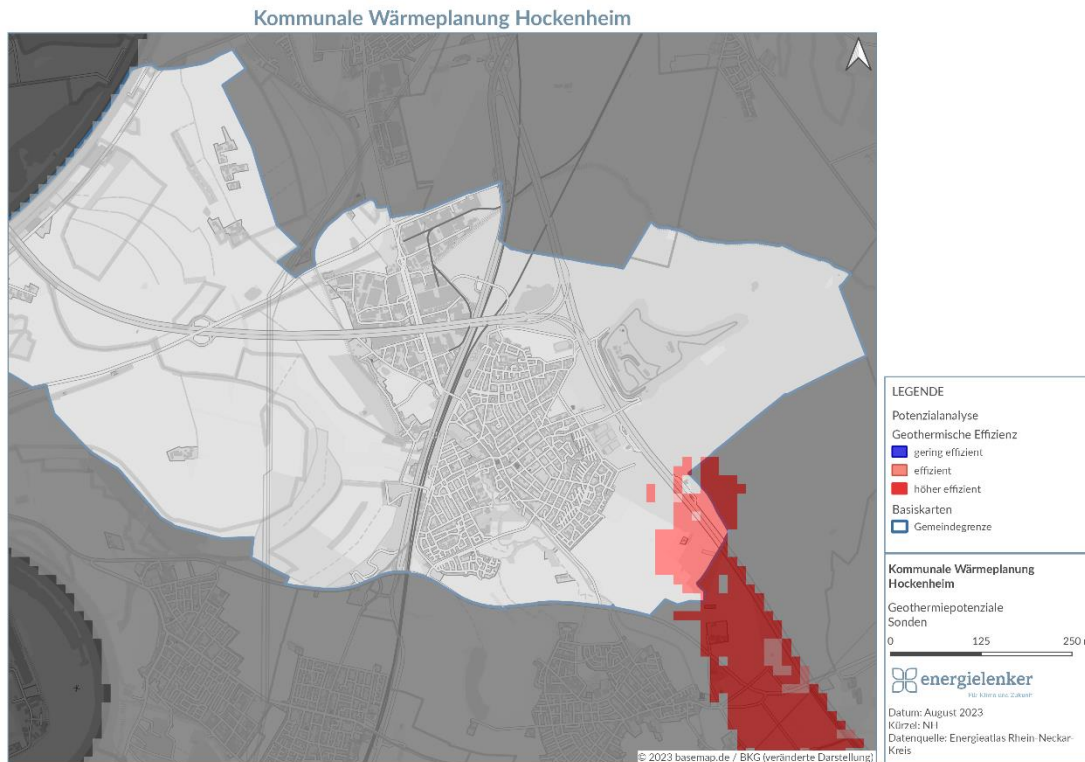


Abbildung 5-7: Ausschnitt aus dem Energieatlas des Landes Baden-Württemberg – Erdwärmesonden[LGRB] Im Gegensatz zu den Erdwärmekollektoren liegen hier für weite Teile des Stadtgebiets Hockenheim keine Angaben vor. Das diesbezügliche Potenzial soll deshalb auf Basis der zur Verfügung stehenden Daten sinnvoll abgeschätzt werden.

Die Auswertung der theoretisch nutzbaren Flächen erfolgt analog zur Auswertung der Kollektorflächen. Daraus ergibt sich, dass etwa 1 % der Siedlungsfläche von Hockenheim theoretisch für die Erdwärmesonden 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): 50 m

Unter diesen Annahmen ergibt sich ein theoretisches Wärmebereitstellungspotenzial von rund 10.767 MWh/a durch Erdwärmesonden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine effiziente Nutzung der Geothermie in der Stadt Hockenheim 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 5.5: Übersicht Geothermiepotenzial – Stadtgebiet Hockenheim [energierenker projects GmbH]

Technologie	Möglicher Wärmeertrag
Erdwärmekollektoren	664.020 MWh/a
Erdwärmesonden	10.767 MWh/a
Geothermie gesamt	674.787 MWh/a

5.5.1 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. Durch die unterschiedlichen geographischen und ökologischen Ausgangsbedingungen 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.

Aufgrund der hohen Wärmespeicherkapazität kann Wasser Wärme sehr gut speichern. Oberflächengewässer können deshalb thermisch 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.

Auf eine detaillierte Bewertung der vorhandene Potenziale wird im Rahmen dieses Konzeptes deshalb verzichtet.

5.5.2 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). Das Leibnitz Institut für Geophysik hat eine umfassende Studie durchgeführt, in der eine deutschlandweite Karte mit Bodentemperaturen in verschiedenen Tiefen erstellt wurde. Diese Studie ergab, dass in Hockenheim ein Potenzial von etwa 40 Grad Celsius in einer Tiefe von 1.000 Metern errechnet wird.

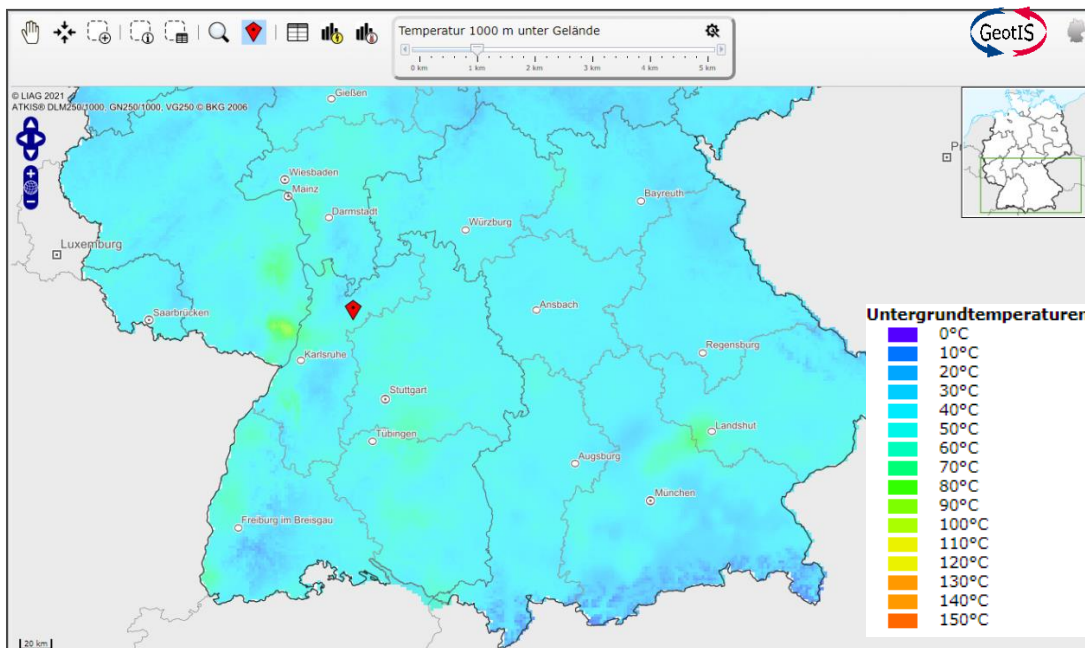


Abbildung 5-8: Übersichtskarte zu Untergrundtemperaturen in 1.000 Metern Tiefe. (The Geothermal Information System for Germany, Heft 2, 2014, S. 129–144)

5.5.3 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, die Durchflussrate 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.

5.6 ABWÄRMEPOTENZIAL

Um mögliche Abwärmequellen aus Industrie und Gewerbe-Prozessen zu identifizieren wurden an produzierende Gewerbeeinheiten Fragebögen [Vorlage der KEA-BW (Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH)] gesendet. Mit dem Fragebogen wurden Verbräuche, Energieträger, Abwärmepotenziale, Prozesse abgefragt, aber auch mögliche Wärme- und Stromerzeuger der Firma und die Nutzung von Erneuerbaren Energien.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass einige Unternehmen hohe Energieverbräuche aufweisen, viele thermische Prozesse jedoch in unregelmäßigen Frequenzen stattfinden, was eine mögliche Abwärme-Nutzung schwierig gestaltet. Außerdem konnten viele Unternehmen bereits durch Effizienz-Maßnahmen und interne Abwärmenutzung ihren Energieverbrauch reduzieren.

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 Hockenheim. Eine enge Absprache, mit den Akteuren ist daher in Zukunft notwendig, um ein hohes Maß an Versorgungssicherheit für die Unternehmen zu gewährleisten.

5.7 ROLLE KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG

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 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 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 mit einem hohen Anteil an Wärme aus erneuerbaren Energien, wodurch eine bedarfsgerechte Erzeugung oder Umwandlung von Strom und Wärme gewährleistet wird (vgl. § 2 Nr. 9a KWKG).

Bei der Konzeption neuer, 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.

Die Quantifizierung und räumliche Darstellung von bestehenden KWK-Anlagen sowie von KWK-Potenzialen in der kommunalen Wärmeplanung erweist sich als komplex, da detaillierte Daten zur Infrastruktur und zu Energieverbräuchen oft nicht verfügbar bzw. aus datenschutztechnischen Gründen nicht verwertbar sind. Zusätzlich erschweren wirtschaftliche, regulatorische und technische Unsicherheiten eine präzise Planung.

5.8 ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALE

Nachfolgend werden die ermittelten theoretischen Potenziale erneuerbarer Energien zusammenfassend dargestellt. Der Vergleich zeigt, dass zur Stromerzeugung insbesondere im Bereich der Solarenergie ein großes Potenzial liegt.

Der Wärmebedarf kann bei entsprechender Ausschöpfung der Potenziale insbesondere durch Wärmepumpen, d. h. oberflächennahe Geothermie bzw. Umweltwärme abgedeckt werden. Wie bereits in den einzelnen Unterabschnitten erläutert, handelt es sich bei den angegebenen Potenzialen um die Maximalpotenziale in der Stadt Hockenheim, deren Hebung im Einzelfall zu prüfen ist.

Tabelle 6: Zusammenfassung der Potenziale für erneuerbare Energieträger

	Potenziale
Photovoltaik Gesamt (Dach und Freifläche)	Möglicher Stromertrag: 196.899 MWh/a
Photovoltaik (Agri-PV)	Möglicher Stromertrag: 916.342 MWh/a
Solarthermie Gesamt (Dach und Freifläche)	Möglicher Stromertrag: 225.339 MWh/a
Windenergie	Je nach Untersuchung möglicherweise keine Windenergieanlagen realisierbar (theoretisches Maximalpotenzial)
Biomasse	Möglicher Wärmeertrag: 10.589 MWh/a
Erdwärmekollektoren	Möglicher Wärmeertrag: 664.020 MWh/a
Erdwärmesonden	Möglicher Wärmeertrag: 10.767 MWh/a

6 SZENARIENENTWICKLUNG

Die Szenarien sollen aufzeigen, wie die im Klimaschutzgesetz angestrebte Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 ermöglicht werden kann. Entscheidend für diese Zielerreichung ist die Entwicklung des Energiebedarfs in den Sektoren Privat, Wirtschaft und kommunale Gebäude sowie die zukünftige Zusammensetzung der Energieerzeugung.

Nachfolgend werden zu dem Schwerpunktthema Wärme jeweils ein Trend- und ein Klimaschutzszenario dargestellt. Dabei werden mögliche zukünftige Entwicklungspfade für die Endenergieeinsparung und Reduktion der Treibhausgase in der Stadt Hockenheim aufgezeigt. Die Szenarien werden auf Basis der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse ausgearbeitet und beziehen dabei die in Kapitel 5 berechneten Endenergieeinsparpotenziale sowie die Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien mit ein.

6.1 DIFFERENZIERUNG TREND- UND KLIMASCHUTZSZENARIO

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

In den aufgestellten Szenarien sind die in Kapitel 5 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.

Im Trendszenario wird das Vorgehen beschrieben, wenn keine bzw. geringe 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.

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-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 (Mehr Demokratie e.V.; BürgerBegehren Klimaschutz, 2020). Die Berechnung des Haushaltsstrombedarfs erfolgt über den Absenkpfad (Bundesdurchschnitt) (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal-Institut, 2021).

6.2 TRENDSZENARIO

Die nachfolgende Abbildung zeigt den zukünftigen Brennstoff- bzw. Wärmebedarf der Stadt Hockenheim 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

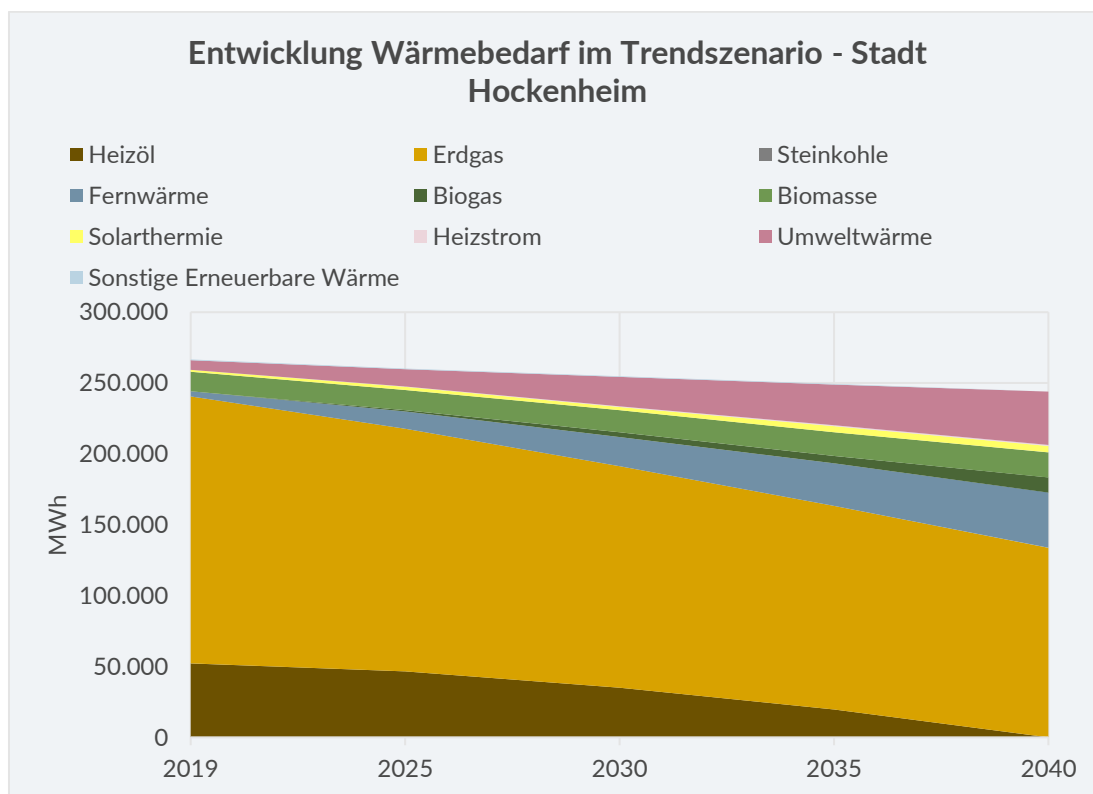


Abbildung 6-1: Trendszenario Hockenheim (Quelle: energielenker projects GmbH)

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 (z. B. synthetisch erzeugtes Methan) 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 bestehen¹. Die wesentlichen Energieträger sind zukünftig das Erdgas mit rund 55 %, Fernwärme mit 16 %, Umweltwärme mit 15 % und Biomasse mit einem Anteil von 7 % am Wärmebedarf. Ergänzt wird die Versorgung durch einen Anteil von Wärme aus Biogas und Solarthermie. Die Solarthermie kann vorrangig zur Deckung des Warmwasserbedarfs auf den Dachflächen des Gebäudebestandes eingesetzt werden und deckt damit in diesem Szenario einen Anteil von 8 % des Endenergiebedarfs.

Die Prognose der Energieträgerumstellung basiert auf einer Kombination der Betrachtung der Gebäudestruktur und einer Studie der Agora Energiewende. Bei der Betrachtung der Gebäudestruktur werden unterschiedliche Wärmeerzeugertypen für unterschiedliche Gebäudetypen und -größen berücksichtigt. Zudem wird aus den Daten der Schornsteinfeger eine Statistik über das Alter der aktuell installierten Wärmeerzeuger im Gemeindegebiet erstellt, die zur Abschätzung des Austauschpotenzials und des Austauschzeitpunktes aufgrund von Überalterung dient. Darüber hinaus werden die Sektoren Haushalte, Industrie und GHD getrennt nach Wärmeerzeugertypen betrachtet. Bei Industrie und GHD wird zunächst zwischen Heizwärme und Warmwasser als erste Kategorie unterschieden, während Prozesswärme als zweite Kategorie betrachtet wird. Heizwärme und Warmwasser beziehen sich dabei auf die normale Gebäudewärme, während Prozesswärme in Produktions- oder Verarbeitungsprozessen benötigt wird und aufgrund der hohen erforderlichen Temperaturen ohne Verbrennung nur schwer zu erreichen ist. Bei der Prozesswärme muss daher vor allem auf Biogas und Biomasse als Brennstoff umgestellt werden. Bei den privaten Haushalten ist aufgrund der Investitionskosten und der Anzahl der Abnehmer verstärkt auf Umweltwärme in Form von Wärmepumpen und Fernwärme zu setzen.

Unter diesen Annahmen wurden für die einzelnen Teilgebiete (s. auch Kapitel 8) individuelle Szenarien der Wärmeversorgung bzw. Energieträgerverteilung angesetzt und auf das Gesamtstadtgebiet hochgerechnet.

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 Trendszenario vom Ausgangsjahr 2019 um 34 % bis 2040.

¹ 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 352 gCO_{2e}/kWh gegenüber 233 gCO_{2e}/kWh für Erdgas.

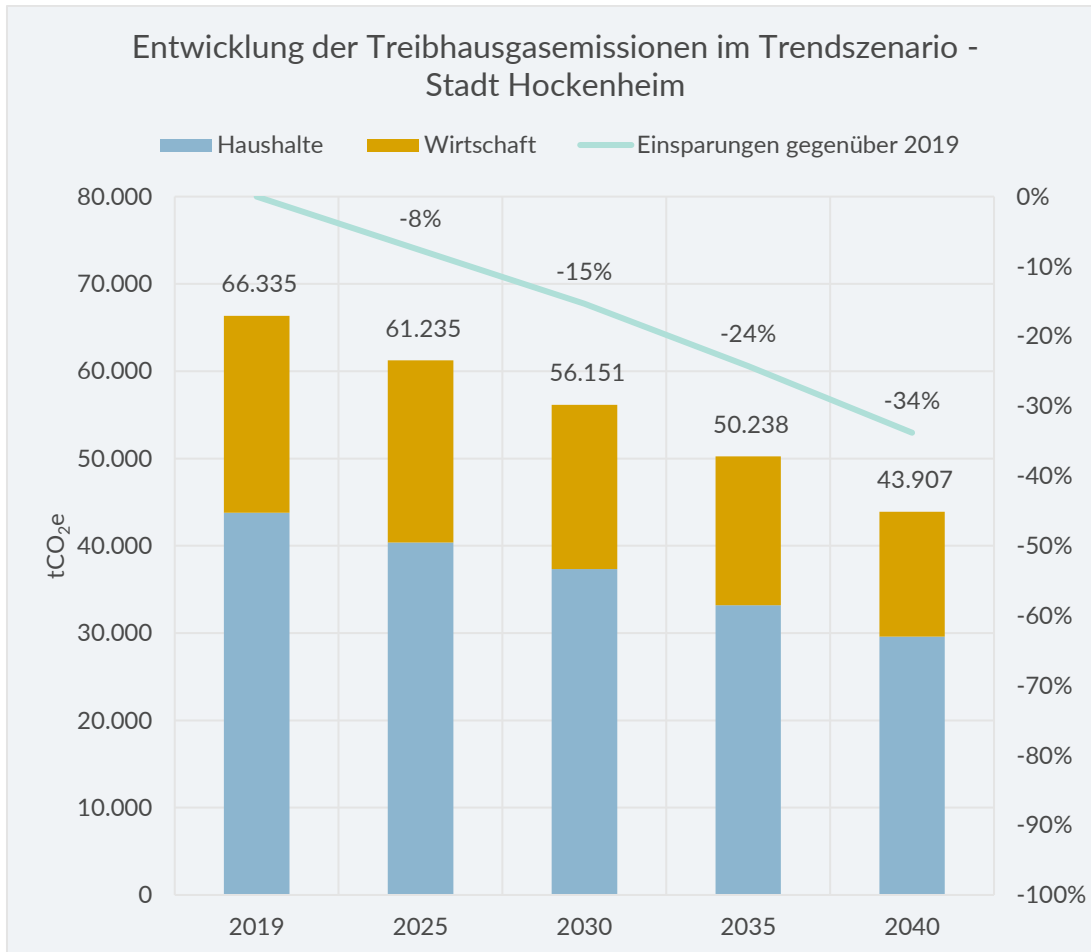


Abbildung 6-2: Entwicklungen der THG-Emissionen im Trendszenario (Quelle: energienker projects GmbH)

6.3 KLIMASCHUTZSZENARIO

Der Wärmebedarf im Klimaschutzscenario dagegen unterscheidet sich fundamental und ist in der nachfolgenden Abbildung 6-3 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

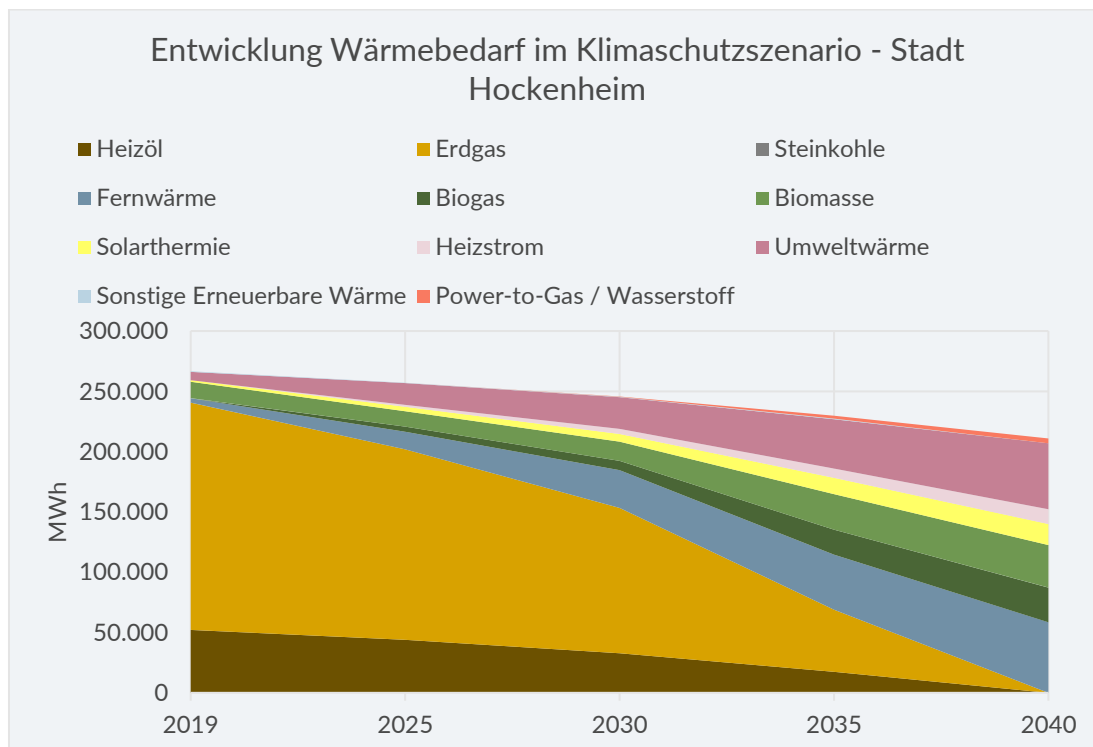


Abbildung 6-3: Entwicklung Wärmebedarf im Klimaschutzscenario (Quelle: energienker projects GmbH)

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 nahezu ausschließlich aus erneuerbaren Energieträgern besteht. Die Reduzierung des Endenergiebedarfs basiert auf den Rahmenbedingungen des Szenarios. Bei einer steigenden Sanierungsrate von um 0,1 % pro Jahr bis 2,8 % pro auf den EH 55 – Standard/ ab 2030 EH40-Standard und Energieeinsparungen der Wirtschaft durch Effizienzvorteile von 11 %, errechnet sich eine Gesamtendenergieeinsparung von 21 % bzw. ca. 55.931 MWh. Von den fossilen Energieträgern bleibt kein Restbestand bestehen. Die wesentlichen Energieträger sind zukünftig die Fernwärme mit rund 28 %, Umweltwärme mit 26 %, Biomasse mit 17 %, Biogas mit 14 % und Solarthermie mit einem Anteil von 8 % am Wärmebedarf.

Analog zur Entwicklung des Trendszenarios wurden auch hier mittels individueller Szenarien für die einzelnen Eignungsgebiete das Gesamtszenario der Stadt erarbeitet. Im Klimaschutzszenario erfolgt dies jedoch mit erhöhter Geschwindigkeit und dem Ziel der treibhausgasneutralen Wärmeversorgung. Diese Beschleunigung wird durch den schnelleren Ausbau erneuerbarer Energien in Form von regenerativen Wärmenetzen, Wärmepumpen, Solarthermie und den dazugehörigen Netzkapazitäten für die Wärmeversorgung erreicht. Zusätzlich wird der Endenergieverbrauch für die Wärmebereitstellung jedes einzelnen Haushalts durch energetische Sanierungsmaßnahmen reduziert. Um dies zu ermöglichen, müssen gezielte Maßnahmen ergriffen und ein unterstützendes Umfeld geschaffen werden, das sowohl privaten Akteuren als auch Energieversorgern zugutekommt.

In der nachfolgenden Abbildung 6-4 ist die Entwicklung der THG-Emissionen, ausgehend vom Basisjahr 2019, dargestellt. 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.

Die Einsparpotenziale stammen dabei aus den vorangegangenen Potenzialanalysen. Die THG-Emissionen sinken laut dem Klimaschutzszenario vom Ausgangsjahr 2019 um 88 % bis 2040.

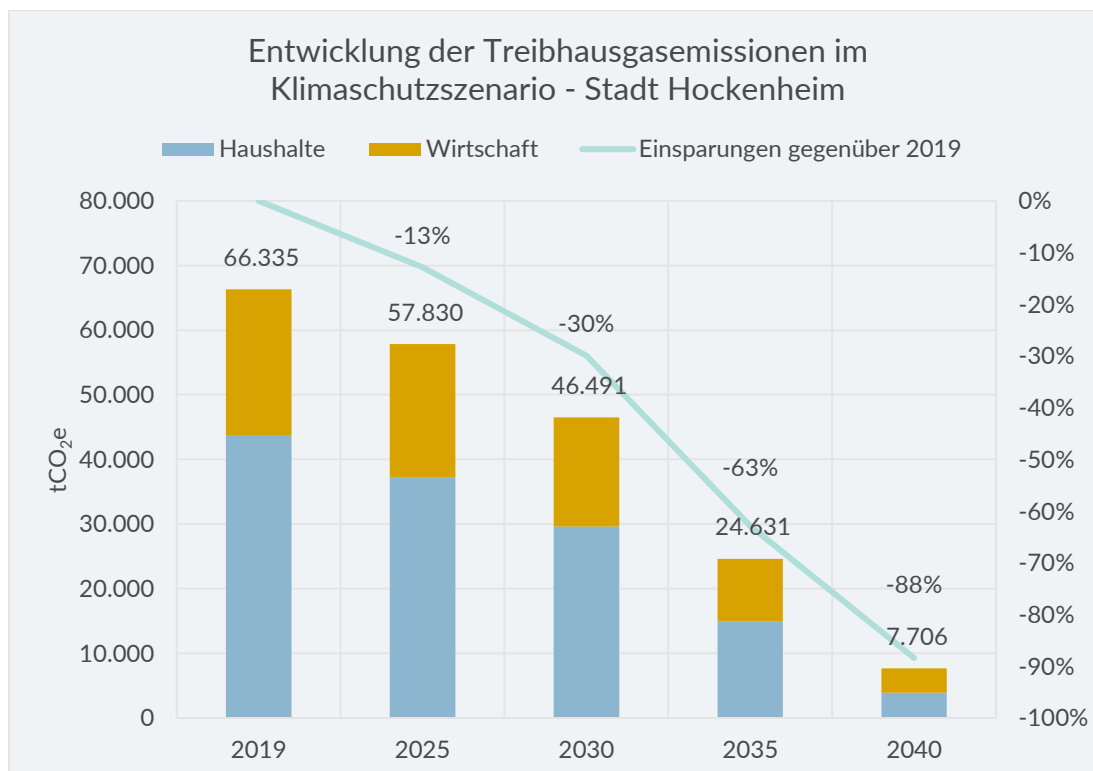


Abbildung 6-4:Entwicklungen der THG-Emissionen im Klimaschutzszenario(Quelle: energielenker projects GmbH)

6.4 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 erneuerbaren Energien, wie Solarthermie oder Umweltwärme steigt. Im Klimaschutzszenario wachsen zusätzlich die Anteile der Biomasse und Biogas. Im Trendszenario wird deutlich, dass die geringeren Einsparungen durch Sanierung dazu führen, dass die als Potenzial verfügbaren Erneuerbaren Energien nicht ausreichen, um den Wärmebedarf zu decken. In beiden Szenarien nehmen die Erdgas- und Heizölanteile am Wärmebedarf ab und die erneuerbaren Energien zu.

Der Anteil an Wasserstoff bzw. grünen Gasen ist aus heutiger Sicht noch nicht eindeutig abschätzbar. Fast 75 % der Haushalte in Hockenheim werden mit Erdgas versorgt, die überwiegend über das Erdgasnetz versorgt werden. In dieses System eine gewisse Menge an Wasserstoff beizumischen, ist naheliegend und kann dazu beitragen, die Klimaschutzziele zu erreichen. In den kommenden Jahren werden Voraussetzungen zu Gewinnung, Lieferung, Verteilung und Erkenntnisse zu den Endverbrauchsgaräten folgen. So, dass in der Fortschreibung der Wärmeplanung weiter auf den Anteil von grünen Gasen eingegangen werden kann. Aufgrund der zu erwartenden hohen Nachfrage und des knappen Angebots ist jedoch mit hohen Kosten zu rechnen, die jederzeit in die Betrachtung und Vergleiche einbezogen werden sollten.

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 durch die aktuelle Debatte um die Pflicht, neue Heizungen mit mindestens 65 % erneuerbaren Energien zu betreiben. Ein tatsächliches „Weiter-wie-bisher“ ist vor diesem Hintergrund nicht vorstellbar.

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.

7 IDENTIFIKATION VON HOTSPOTS FÜR WÄRMEBEDARFE IM STADTGEBIET

Die Identifizierung und Priorisierung der Fokusgebiete erfolgten durch eine sorgfältige Bewertung, die verschiedene entscheidende Kriterien einbezieht. Diese Kriterien wurden anhand von Heatmaps² im Stadtgebiet bewertet, um eine umfassende Analyse zu ermöglichen. Zu den maßgeblichen Kriterien gehören der Wärmebedarf, der Anteil an Ölheizungen, die Wärmeliniendichte sowie die vorherrschenden Rahmenbedingungen für erneuerbare Energien.

Der Wärmebedarf und die Wärmeliniendichte sind von zentraler Bedeutung, da diese den erforderlichen Wärmeabsatz für den Wärmenetzausbau bestimmen. 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. Zudem lassen sich Wärmenetze wirtschaftlicher betreiben, wenn die Wärmeabnahme der angeschlossenen Gebäude hoch ist. Ein weiteres entscheidendes Kriterium ist der Anteil der Ölheizungen, da fossile Energieträger für eine klimaneutrale Wärmeversorgung nicht geeignet sind. Gebiete mit einer hohen Ölheizungsquote bieten aufgrund der 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 entsprechende regenerative Energiequellen in räumlicher Nähe vorhanden sind.

Die gewählten Kriterien werden nicht isoliert betrachtet, sondern in einem ganzheitlichen Kontext analysiert. Um sicherzustellen, dass die identifizierten Fokusgebiete realitätsnah und praxisingerecht 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 Hockenheim. Dies gewährleistet, dass die gewählten Fokusgebiete den örtlichen Gegebenheiten und Bedürfnissen gerecht werden und gleichzeitig eine optimale Integration erneuerbarer Energien in die Wärmeversorgung ermöglichen.

² In einer Heatmap werden die örtlichen Zusammenhänge des Wärmebedarfs dargestellt. Je heller beispielsweise ein Straßenzug oder ein Baublock dargestellt ist, desto höher ist der Wärmebedarf vor Ort.

In Abbildung 7-1 sind die aufgeführten Kriterien in räumlicher Darstellung dargestellt.

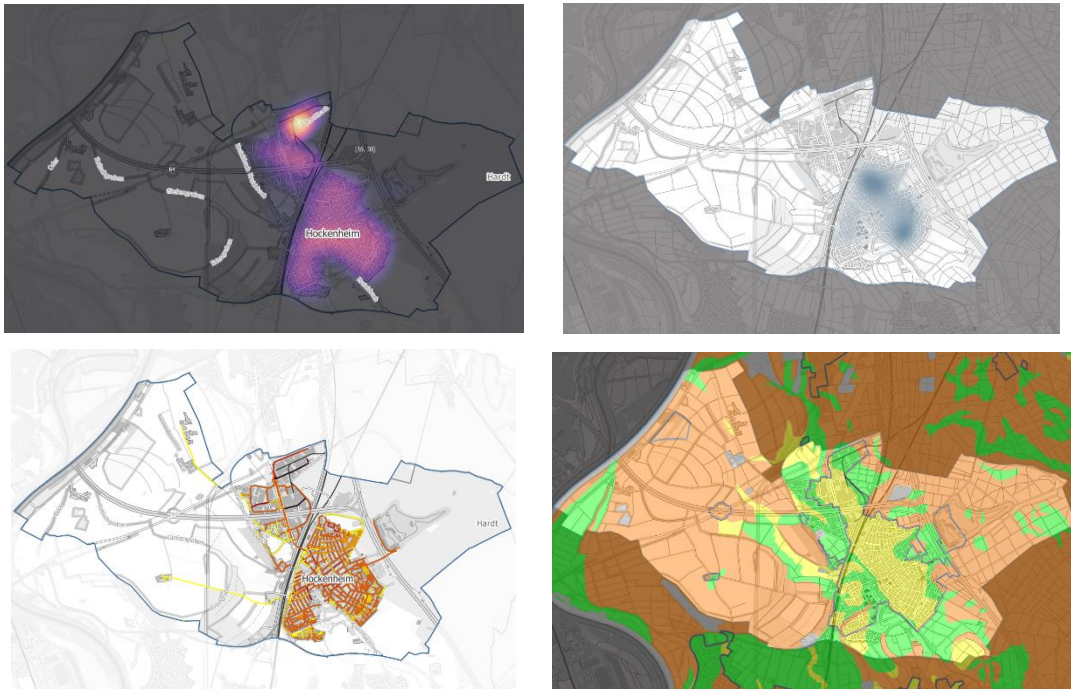


Abbildung 7-1: Kartenzusammenstellung: Heatmap - Wärmebedarf, Heatmap - Anzahl Ölheizungen, Wärmelinien, Erdwärmekollektorpotenzial (energielenker projects GmbH)

Die Aussagekraft einer zentralen oder dezentralen Wärmeversorgung hängt maßgeblich von den Energiepreisen und Investitionskosten ab, welche über die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung entscheiden. Verlässliche Annahmen über zukünftige Energiepreise sind derzeit jedoch nicht ausreichend belastbar. Dies liegt an den erheblichen Unsicherheiten und volatilen Entwicklungen, die durch verschiedene globale Ereignisse wie die Corona-Pandemie und den Krieg in der Ukraine verursacht wurden. Diese Ereignisse haben zu starken Schwankungen auf den Energiemärkten geführt, die eine seriöse Abschätzung der zukünftigen Preisentwicklung und damit auch einen fundierten Kostenvergleich unmöglich machen. Aufgrund dieser Unsicherheiten wurde bewusst auf einen direkten Kostenvergleich zwischen zentraler und dezentraler Wärmeversorgung verzichtet. Stattdessen wird empfohlen, flexible und anpassungsfähige Lösungen zu entwickeln, die auf unterschiedliche Szenarien reagieren können und somit eine langfristig nachhaltige und wirtschaftlich sinnvolle Wärmeversorgung sicherstellen. Daher wird die Betrachtung nur an den oben genannten Kriterien festgemacht.

Durch die umfassende Bestandsanalyse und Betrachtung der Potenziale können insgesamt 5 Hotspots identifiziert werden, die im Rahmen der Wärmewende eine zentrale Rolle einnehmen. Diese umfassen folgende Maßnahmenbereiche:

- Sanierungsgebiet 1
- Sanierungsgebiet 2
- Sanierungsgebiet 3
- Versorgungsgebiet 1
- Akteursnetzwerk 1

Die Maßnahmen konzentrieren sich auf Bereiche, in denen Veränderungen in der Wärmeversorgung einen erheblichen Einfluss auf die Erreichung der Klimaneutralität haben oder in denen bereits bestehende Wärmenetze verdichtet oder erweitert werden können. Die ausgewählten Bereiche weisen verschiedene Rahmenbedingungen auf, die wiederum unterschiedliche Schwerpunkte für die kommunale Wärmeplanung bedingen. Diese Schwerpunktgebiete werden dementsprechend zunächst im Rahmen von Machbarkeitsstudien, Potenzialanalysen oder energetischer Stadtentwicklung eingehender untersucht. Im nachfolgenden Abschnitt werden die Fokusgebiete detailliert beschrieben und die entsprechenden Maßnahmen erläutert. In Abbildung 7-2 ist eine Übersicht der Fokusgebiete im Stadtgebiet zu sehen.



Abbildung 7-2: Übersicht der Fokusgebiete für die Stadt Hockenheim(energielenker projects GmbH)

Die ausgewählten Bereiche weisen verschiedene Rahmenbedingungen auf, die wiederum unterschiedliche Schwerpunkte für die kommunale Wärmeplanung darstellen. Im folgenden Abschnitt werden die Fokusgebiete detailliert beschrieben und die entsprechenden Maßnahmen erläutert.

7.1 MAßNAHMENÜBERSICHT

Insgesamt wurden fünf Fokusgebiete identifiziert. Für diese Bereiche wurden spezifische Handlungsschwerpunkte und Handlungsschritte festgelegt. Eine erste Übersicht darüber wird in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Unterschieden wird in die Handlungsschwerpunkte Potenzialgebiet Sanierung, Potenzialgebiet Versorgung und Akteursnetzwerk.

Im Rahmen des Potenzialgebiet 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 kann der Gebäudebestand auf den Aufbau eines Wärmenetzes vorbereitet werden. Zudem kann die Lebensqualität der Bewohner*innen durch eine nachhaltige Entwicklung des Quartiers verbessert werden.

Innerhalb des Potenzialgebiet Versorgung besteht die Möglichkeit, Voruntersuchungen sowie Machbarkeitsstudien im Kontext der Energieversorgung in den ausgewählten Regionen durchzuführen. Bei einer detaillierten Untersuchung werden die zu erwartende Wirtschaftlichkeit eines möglichen Netzes überprüft, Lastprofile erstellt und die Realisierbarkeit evaluiert. In diesem Prozess werden wesentliche Akteure wie der örtliche Energieversorger oder mögliche Betreiber aktiv miteinbezogen. Es erfolgt zudem eine Erkundung potenzieller Standorte für Energiezentralen sowie der Verfügbarkeit von Flächen für erneuerbare Energiequellen.

Im Potenzialgebiet Akteursnetzwerk besteht die Möglichkeit einen Raum zu schaffen, in welchem sich beispielsweise Produzenten und mögliche Abnehmer von Abwärme, Energieversorger oder Contractoren gemeinsam organisieren können, um mögliche Synergien nutzen zu können. Bürger*innen können auch ein wichtiger Teil des Akteursnetzwerks werden, wenn diese beispielsweise kleinteiligen Energiegenossenschaften gründen und dadurch Betreiber eines Wärmenetzes werden.

Im Folgenden wird der Umsetzungsfahrplan für die Stadt Hockenheim 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 2029.

Neben den Maßnahmen für die Fokusgebiete (1-5), wurden vier weitere, übergeordnete Maßnahmen (W1-W4) für die Stadt Hockenheim erarbeitet.

Tabelle 7.1: Maßnahmenfahrplan

Nr.	MASSNAHMENKATALOG FÜR DIE KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG IN HOCKENHEIM	2024		2025		2026		2027		2028		2029			
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
1	Sanierungsgebiet I Erstellung eines Quartierskonzept mit Sanierungsmanagement														
2	Sanierungsgebiet II Erstellung eines Quartierskonzept mit Sanierungsmanagement														
3	Sanierungsgebiet III Erstellung eines Quartierskonzept mit Sanierungsmanagement														
4	Versorgungsgebiet I Erstellung eines Energiekonzeptes														
5	Akteursnetzwerk Erstellung eines Quartierskonzeptes mit Schwerpunkt Akteursnetzwerk														
W1	Partizipation in der kommunalen Wärmeplanung														
W2	Berücksichtigung von erneuerbaren Energien bei Neubau- und Sanierungsvorhaben														
W3	Energiespeicherung zur sektoralen Vernetzung (Power-to-X)														
W4	Stromnetzcheck														
				Konzepterstellung					Durchführungsphase (Konzept)					Beantragung Fördermittel	

Maßnahme 1 (S): Prüfgebiet Sanierung

Erstellung eines Quartierskonzeptes mit Schwerpunkt Sanierungsmanagement 1

HANDLUNGSFELD Potenzialgebiet Sanierung



ZIELSETZUNG Verminderung des Wärmebedarfes durch energetische Sanierung

Gebiet S1



Kartengrundlage: basemap.de

Gebietssteckbrief Maßnahme 1:

Fläche	58,9 ha
beheizte Gebäude	1.032
Wärmebedarf	33.983 MWh/a
Verteilung Energieträger	65 % Gasheizungen, 8 % Ölheizungen, 26% Festbrennstoffheizungen und 1% Fernwärme
Siedlungsdichte	durchschnittlich
Gebäudetypologie	Hauptsächlich Ein- und Mehrfamilienhäuser
Gebäudealter	1986 bis 1995 (41,8 % des Gebäudebestands)

Beschreibung der Maßnahme

Das Gebiet liegt Süden von Hockenheim. Auf einer Fläche von 580.000 m² werden hier 33.983 MWh/a Wärme benötigt.

Insbesondere im Norden des Betrachtungsgebietes ist der Gebäudebestand vor dem Jahr 1978 und somit vor der ersten Wärmeschutzverordnung erbaut worden. Das Alter und der hohe Anteil an fossilen Verbrennungsanlagen (65 % Gasheizungen, 8 % Ölheizungen, 26% Festbrennstoffheizungen und 1% Fernwärme) lässt darauf schließen, dass es sich um ein weitestgehend un- bzw. nur teilsanierten Gebäudebestand handelt. Für eine zentral Wärmeversorgung sind häufig niedrige Vorlauftemperaturen im Betrieb des Nahwärmenetzes gewünscht, was bei älterem, unsanierten Gebäudebestand oft zu Problemen führen kann. Es empfiehlt sich daher ein Quartierskonzept mit einem Schwerpunkt des Sanierens durchzuführen.

Kommunale Vorreiterkonzepte wie diese, können häufig genutzt werden, um die Bürger:innen zu animieren, ihre Gebäude energetisch zu sanieren und die Wärmeversorgung dieser zu überdenken.

Durch den Aufbau eines Quartierskonzeptes mit Schwerpunkt Sanierungsmanagement können 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. Zusätzlich lässt sich der Gebäudebestand auf einen Aufbau eines Wärmenetzes vorzubereiten. Zudem kann die Lebensqualität der Bewohner:innen verbessert und das Quartier nachhaltig entwickelt werden.

Quelle	Kombinations-Möglichkeit	Vorteile	Nachteile
Geothermie Kollektoren	• Photovoltaik	• gute Effizienz	• -Investitionskosten
Luftwärme	• Photovoltaik	• günstige Investitionskosten	• Voraussetzung Gebäudebestand-

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

Verantwortung / Akteurinnen und Akteure	▶ Stadt Hockenheim ▶ Private Haushalte im Projektgebiet
Umsetzungskosten	▶ 75-120 T. €
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ KfW432 – energetische Stadtsanierung ▶ Zuschuss 70% der förderfähigen Kosten
Herausforderungen	▶ Zeitliche und finanzielle Ressourcen der Gebäudeeigentümer:innen

Maßnahme 2 (S): Prüfgebiet Sanierung

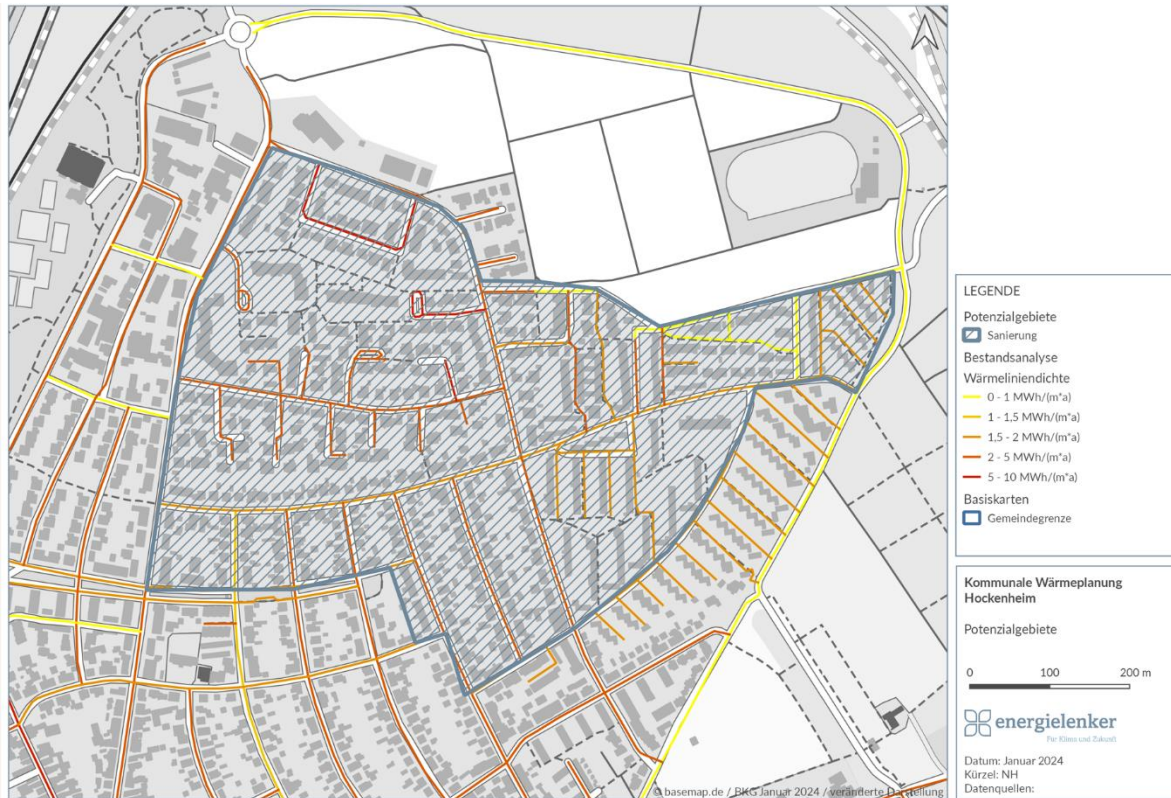
Erstellung eines Quartierskonzeptes mit Schwerpunkt Sanierungsmanagement 2

HANDLUNGSFELD Potenzialgebiet Sanierung



ZIELSETZUNG Verminderung des Wärmebedarfes durch energetische Sanierung

Gebiet S2



Kartengrundlage: basemap.de

Gebietssteckbrief Maßnahme 2:

Fläche	33,2 ha
beheizte Gebäude	607
Wärmebedarf [MWh/a]	19.056
Verteilung Energieträger	67 % Gasheizungen, 12 % Ölheizungen 21 % Festbrennstoffheizungen
Siedlungsdichte	durchschnittlich
Gebäudetypologie	Ein- und Mehrfamilienhäuser
Gebäudealter	1961 bis 1970 (37,5 % des Gebäudebestands)

Beschreibung der Maßnahme

Das Gebiet befindet sich nord-östlich in Hockenheim.

Auf einer Fläche von 332.000 m² werden hier 19.056 MWh/a Wärme benötigt.

Der überwiegende Teil des Gebäudebestands wurde vor dem Jahr 1986 erbaut. Das Alter und der hohe Anteil an fossilen Verbrennungsanlagen (67 % Gasheizungen, 12 % Ölheizungen 21 % Festbrennstoffheizungen) lässt darauf schließen, dass es sich um ein weitestgehend un- bzw. nur teilsanierten Gebäudebestand handelt. Für eine zentrale Wärmeversorgung sind häufig niedrige Vorlauftemperaturen im Betrieb des Nahwärmenetzes gewünscht, was bei älterem, unsanierten Gebäudebestand oft zu Problemen führen kann. Es empfiehlt sich daher ein Quartierskonzept mit einem Schwerpunkt des Sanierens durchzuführen.

Durch den Aufbau eines Quartierskonzeptes mit Schwerpunkt Sanierungsmanagement können 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 verbessert und das Quartier nachhaltig entwickelt werden.

Quelle	Kombinations-Möglichkeit	Vorteile	Nachteile
Geothermie Kollektoren	• (Dach-)Photovoltaik	• gute Effizienz	• Investitionskosten
Luftwärme	• (Dach-) Photovoltaik	• günstige Investitionskosten	• Voraussetzung Gebäudebestand-

- Handlungsschritte**
1. Aufbau eines Quartierskonzeptes mit 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 Hockenheim ▶ Private Haushalte im Projektgebiet
Umsetzungskosten	▶ 75-120 T. €
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ KfW432 – energetische Stadtsanierung ▶ Zuschuss 70% der förderfähigen Kosten
Herausforderungen	▶ Zeitliche und finanzielle Ressourcen der Gebäudeeigentümer:innen

Maßnahme 3 (S): Prüfgebiet Sanierung

Erstellung eines Quartierskonzeptes mit Schwerpunkt Sanierungsmanagement 3

HANDLUNGSFELD Potenzialgebiet Sanierung



ZIELSETZUNG Verminderung des Wärmebedarfes durch energetische Sanierung

Gebiet S3



Kartengrundlage: basemap.de

Gebietssteckbrief Maßnahme 3:

Fläche	31,1 ha
beheizte Gebäude	559
Wärmebedarf [MWh/a]	20.393
Verteilung Energieträger	48 % Gasheizungen, 25 % Ölheizungen, 27 % Festbrennstoffheizungen
Siedlungsdichte	hoch
Gebäudetypologie	Vorwiegend Ein- und Mehrfamilienhäuser
Gebäudealter	1971 bis 1980 (40,5 % des Gebäudebestands)

Beschreibung der Maßnahme

Das Gebiet liegt ganz im süd-osten von Hockenheim.

Auf einer Fläche von 311.000. m² werden hier 20.393 MWh/a Wärme benötigt.

Der überwiegende Teil des Gebäudebestands wurde vor dem Jahr 1986 erbaut. Das Alter und der hohe Anteil an fossilen Verbrennungsanlagen (48 % Gasheizungen, 25 % Ölheizungen, 27 % Festbrennstoffheizungen) lässt darauf schließen, dass es sich um ein weitestgehend un- bzw. nur teilsanierten Gebäudebestand handelt. Für eine zentral Wärmeversorgung sind häufig niedrige Vorlauftemperaturen im Betrieb des Nahwärmenetzes gewünscht, was bei älterem, unsanierten Gebäudebestand oft zu Problemen führen kann. Es empfiehlt sich daher ein Quartierskonzept mit einem Schwerpunkt des Sanierens durchzuführen.


Durch den Aufbau eines Quartierskonzeptes mit Schwerpunkt Sanierungsmanagement können 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 verbessert und das Quartier nachhaltig entwickelt werden.

Quelle	Kombinations-Möglichkeit	Vorteile	Nachteile
<i>Geothermie Kollektoren</i>	• (Dach-)Photovoltaik	• gute Effizienz	• Investitionskosten
<i>Luftwärme</i>	• (Dach-)Photovoltaik	• günstige Investitionskosten	• Voraussetzung Gebäudebestand-

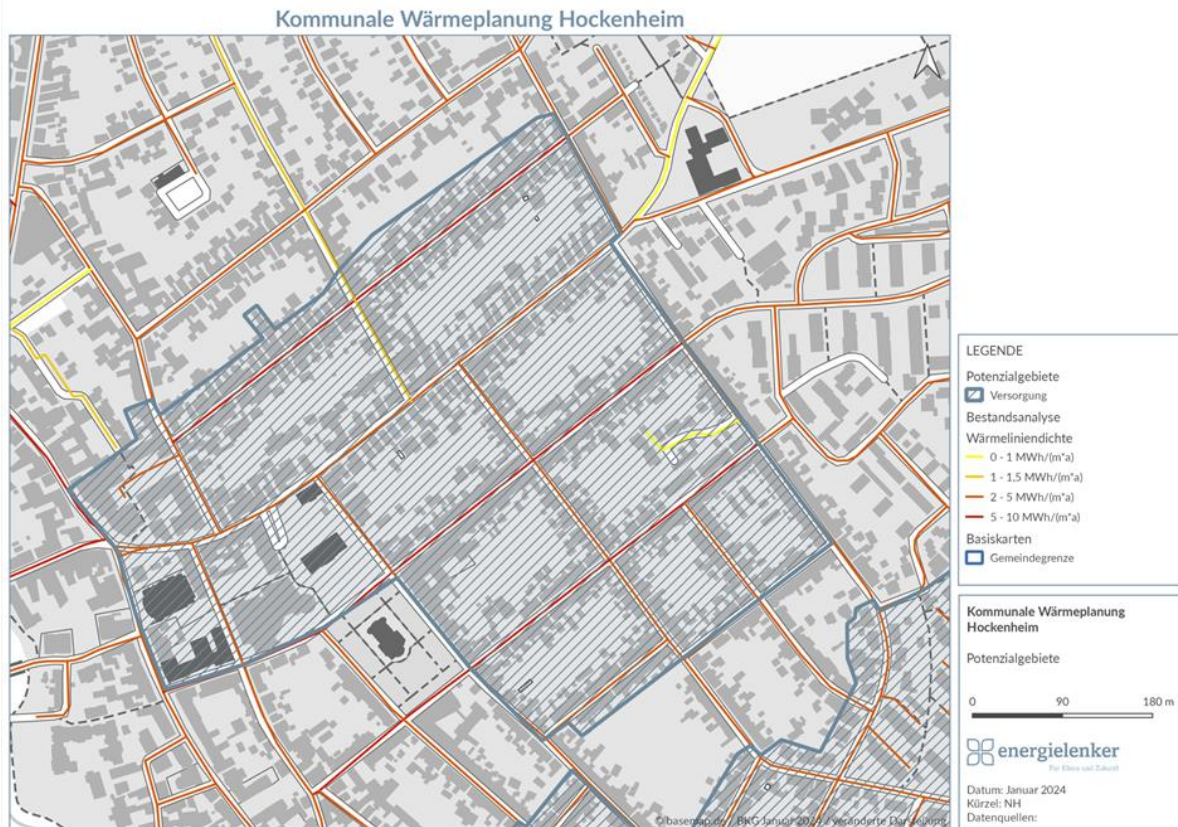
- Handlungsschritte**
1. Aufbau eines Quartierskonzeptes mit Sanierungsmanagements
 2. Erhebung der Wärmequellen und -senken
 3. Detailüberprüfung der Potenziale
 4. Detailüberprüfung der identifizierten Netztrassen auf Machbarkeit
 5. Ermittlung des Anschlussinteresses der vorgesehenen Wärmeabnehmer

Verantwortung / Akteurinnen und Akteure	▶ Stadt Hockenheim ▶ Private Haushalte im Projektgebiet
Umsetzungskosten	▶ 75-120 T. €
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ KfW432 – energetische Stadtsanierung ▶ Zuschuss 70% der förderfähigen Kosten
Herausforderungen	▶ Zeitliche und finanzielle Ressourcen der Gebäudeeigentümer:innen

Maßnahme 4 (V): Prüfgebiet Versorgung

Aufbau eines Quartierskonzeptes mit Schwerpunkt Energiekonzept		4
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 V1



Kartengrundlage: basemap.de

Gebietssteckbrief Maßnahme 4:

Fläche	25,1 ha
beheizte Gebäude	455
Wärmebedarf [MWh/a]	18.981
Verteilung Energieträger	61 % Gasheizungen, 13 % Ölheizungen, 25 % Festbrennstoffheizungen
Siedlungsdichte	durchschnittlich
Gebäudetypologie	Ein- und Mehrfamilienhäusern
Gebäudealter	1900 bis 1945 (42,3 % des Gebäudebestands)

Beschreibung der Maßnahme

Das Gebiet liegt im westlich der Kernstadt Hockenheim.

Auf einer Fläche von 251.000 m² werden hier 18.981 MWh/a Wärme benötigt.

Großteils wurden die Gebäude in diesem Gebiet nach 1979 errichtet und entsprechen somit der ersten Wärmeschutzverordnung. In Gebäuden dieses Alters sind oft gedämmte Dächer anzutreffen. Der Schwerpunkt in diesem Gebiet liegt daher auf der Untersuchung und Planung erneuerbarer Wärmequellen. Zusätzlich sollte hier auf das Sanierungs- und damit Einsparpotenzial geachtet werden.

Für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung kommen für das Gebiet mehrere Lösungen in Frage. Mit Hilfe einer Großwärmepumpe kann hier die Abwärme des Abwassers nutzbar gemacht werden und Fernwärme in das Bestandsnetz eingespeist werden. Um eine mögliche Wärmepumpe nachhaltig zu betreiben soll zusätzlich der Bau einer Freiflächen PV-Anlage angedacht werden. Außerdem ist ein Großteil des Gebietes für geothermische Nutzung geeignet.


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
Abwasserwärme	<ul style="list-style-type: none"> Photovoltaik 	<ul style="list-style-type: none"> lokale Potenziale nutzen Kühlung des Abwassers unterstützen 	<ul style="list-style-type: none"> Abnehmerseite prüfen
Solarthermie	<ul style="list-style-type: none"> Spitzenlastabdeckung und Speicher 	<ul style="list-style-type: none"> Dachflächen wären in direkter Nähe der Siedlung 	<ul style="list-style-type: none"> große Dachflächen sind nötig

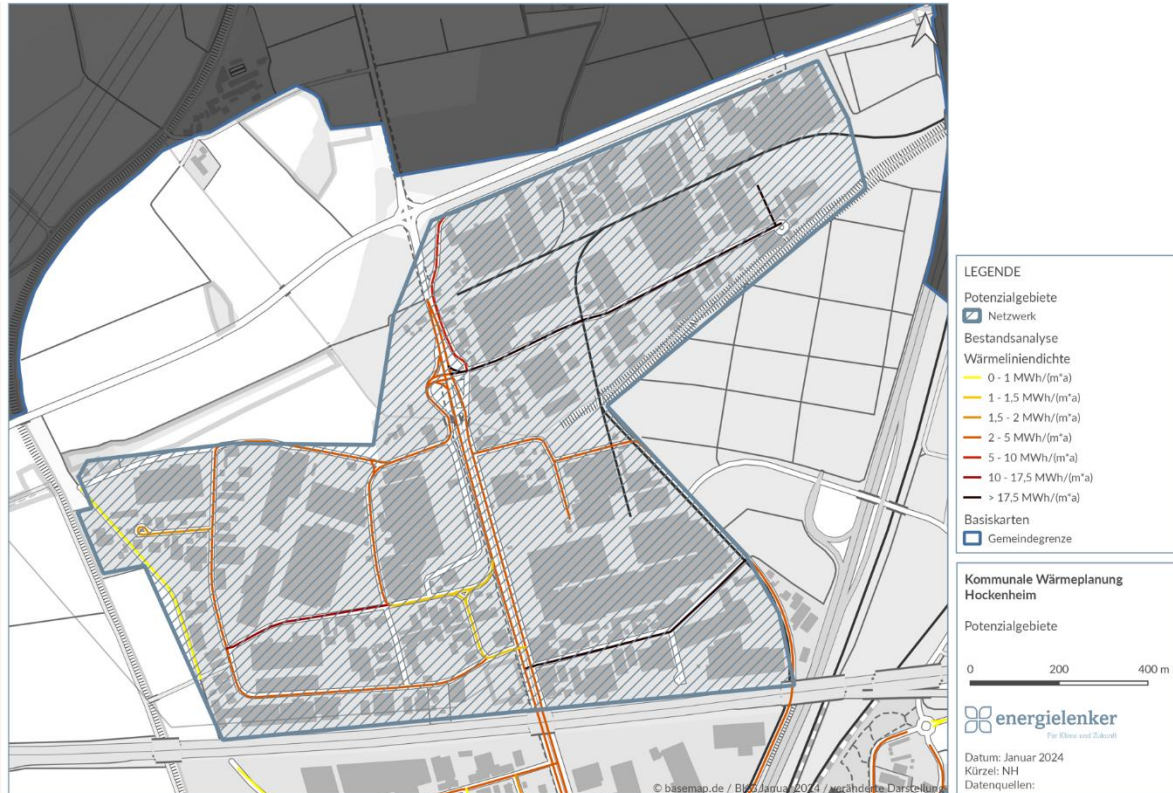
- Handlungsschritte**
1. Detailüberprüfung weiterer erneuerbarer Potenziale
 2. Analyse von potenziellen Standorten von Heizzentralen
 3. Variantenentwicklung
 4. Detailüberprüfung der identifizierten Netztrasse auf Machbarkeit
 5. Ermittlung des Anschlussinteresses der vorgesehenen Wärmeabnehmer

Verantwortung / Akteurinnen und Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Stadt Hockenheim ▶ Energieversorgungsunternehmen
Umsetzungskosten	▶ Vorstudie: 20-60 T €
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ KfW 432 bzw. BEW (Bundesförderung effiziente Wärmenetze)
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Anschlussbereitschaft ▶ Finanzierung der Investitionskosten ▶ Mangelndes Potenzial aus erneuerbaren Quellen

Maßnahme 5 (A): Prüfgebiet Akteursnetzwerk

Aufbau eines Quartierskonzeptes mit Schwerpunkt Akteursnetzwerk		5
HANDLUNGSFELD	Potenzialgebiet Akteursnetzwerk	
ZIELSETZUNG	Abgleich der lokalen Potenziale und des Wärmebedarfes für den Aufbau eines Nahwärmenetzes unter den Aspekten technische Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Effizienz	

Gebiet A1



Kartengrundlage: basemap.de

Gebietssteckbrief Maßnahme 5:

Fläche	134,9 ha
beheizte Gebäude	154
Wärmebedarf [MWh/a]	80.263
Verteilung Energieträger	57 % Gasheizungen, 28 % Ölheizungen, 15 % Festbrennstoffheizungen
Siedlungsdichte	dicht
Gebäudetypologie	Vorwiegend Industrie/ GHD
Gebäudealter	1971 bis 1980

Beschreibung der Maßnahme

Das Gebiet liegt im Norden Hockenheims. Das Gebiet umfasst 1.349.000m² und hat einen jährlichen Wärmebedarf von 80.263 MWh.

Der Schwerpunkt in diesem Gebiet liegt daher auf der Untersuchung und Planung erneuerbarer Wärmequellen. Zusätzlich sollte hier auf das Sanierungs- und damit Einsparpotenzial geachtet 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
Geothermie	<ul style="list-style-type: none"> Photovoltaik 	<ul style="list-style-type: none"> doppelte Nutzung von Flächen u.U. möglich 	<ul style="list-style-type: none"> Heizzentrale finden Voraussetzung Gebäudebestand
Solarthermie (Dachflächen)	<ul style="list-style-type: none"> Biomasse 	<ul style="list-style-type: none"> effiziente Nutzung Solarenergie 	<ul style="list-style-type: none"> Flächenbedarf Heizzentrale Wärmeverluste

Handlungsschritte

1. Kontaktieren und Interessensabfrage der Gewerbe und Industrieunternehmen
2. Fördermittelbeantragung
3. Einführen von regelmäßigen Netzwerktreffen

Verantwortung / Akteurinnen und Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Stadt Hockenheim ▶ Energieversorgungsunternehmen ▶ Gewerbe und Industrieunternehmen
Umsetzungskosten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ folgt
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ ZUG – Netzwerkförderung
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Anschlussbereitschaft ▶ Finanzierung der Investitionskosten

7.2 MAßNAHMENSTECKBRIEFE „WEICHER FAKTOREN“

Partizipation in der kommunalen Wärmeplanung		W1
HANDLUNGSFELD	Öffentlichkeitsarbeit	
ZIELSETZUNG	Aufbau eines Netzwerks, Akzeptanz für verschiedene Maßnahmen	
Beschreibung der Maßnahme		
<p>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.</p> <p>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.</p>		
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 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 / Akteurinnen und Akteure	▶ Stadt Hockenheim	

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 deines 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 Hockenheim
 - ▶ Bauherren
 - ▶ Bauunternehmen, Architekt:innen und Energieberater:innen

Umsetzungskosten ▶

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten ▶

Herausforderungen ▶

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 / Akteurinnen und Akteure**
- ▶ Stadt Hockenheim
 - ▶ Energieversorgungsunternehmen
 - ▶ Betreiber von KWK-Anlagen

Stromnetzcheck**W4****HANDLUNGSFELD** **Sektorenkopplung****ZIELSETZUNG**

Analyse der Stromnetzinfrastruktur auf die Anforderungen durch die Transformation der Wärmeversorgung, den Ausbau Erneuerbarer Energien, sowie E-Ladeinfrastruktur

Beschreibung der Maßnahme

Der Stromnetzcheck ist eine Maßnahme, um die Stabilität und Effizienz eines elektrischen Verteilnetzes zu überprüfen. Dieser Prozess umfasst eine gründliche Analyse und Bewertung aller Komponenten, die das Stromnetz ausmachen, angefangen bei den Erzeugungsanlagen und Umspannwerken bis hin zu den Verteilungsleitungen und den Verbrauchsstellen. Ziel dieses Checks ist es, mögliche Schwachstellen und Engpässe im Netz zu identifizieren, um die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Kapazität des Stromnetzes zu gewährleisten. Dabei spielen Aspekte wie die Belastbarkeit der Leitungen, die Spannungsqualität, die Integration erneuerbarer Energiequellen und die Netzstabilität eine entscheidende Rolle. Ein regelmäßiger Stromnetzcheck ist nicht nur für die Versorgungssicherheit von großer Bedeutung, sondern auch für die Integration moderner Technologien und den Ausbau erneuerbarer Energien, um eine nachhaltige Energiezukunft zu gewährleisten. Dieser Prozess erfordert die Zusammenarbeit zwischen Energieversorgern, Netzbetreibern und Regulierungsbehörden, um die bestmöglichen Ergebnisse zu erzielen.

Es ist ratsam, in enger Zusammenarbeit mit dem Stromnetzbetreiber zu arbeiten, da sie normalerweise über das technische Know-how und die Ressourcen verfügen, um solche Überprüfungen durchzuführen. Gemeinsam können Sie die aktuellen Anforderungen und Kapazitäten des Netzes bewerten, potenzielle Engpässe identifizieren und geeignete Maßnahmen zur Verbesserung der Netzstabilität ergreifen.

Neben dem Ausbau der Erneuerbaren Energien sowie der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge, werden im Rahmen der Transformation der Wärmeversorgung weitere Belastungen auf das Stromnetz zu kommen wie bspw. dezentrale Versorgungsanlagen in Form von Luft-Wasser-Wärmepumpen.

Aus der Bestandsanalyse der kommunalen Wärmeplanung geht hervor, dass sich der Stromverbrauch im Bilanzjahr (2019) auf 84.121 MWh belief. Im Klimaschutzszenario Zubau von ca. 25.000 MWh Wärmepumpenleistung im Stromnetz (entspricht in etwa 30 %).

Das Stromnetz ist heute hauptsächlich durch den Strombezug für Produktionsprozesse bei Großverbrauchern und Gewerbe sowie den Nutzerstrom in Haushalten belastet. Zusätzlich speisen dezentrale Stromerzeugungsanlagen wie Photovoltaikanlagen und KWK-Anlagen in das kommunale Netz ein. Heutige Netzkomponenten wie die Stromleitungen, Umspannwerke und Netzkoppelstellen sind für diesen Betriebsfall ausgelegt. In Kirchheim sind folgende Parameter im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erfasst:

- Aktueller Strombedarf (gesamt): ca. 84 GWh in 2019
- PV-Anlagen, installierte Leistung: 4676 MWh in 2018
- Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien: 5544 GWh in 2018

Die Klimaschutzziele des Landes Baden-Württemberg verlangen bis 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung und damit ein starker Ausbau von Wärmepumpen.

Ein Stromnetzcheck soll konkret prüfen, ob das lokale Stromnetz für die steigenden Anforderungen durch die Transformation des Wärmesystems, dezentraler Erzeugungsanlagen und Elektromobilität gerüstet ist.

Für das Ziel der Dekarbonisierung aller Verbrauchssektoren wird zukünftig eine signifikante Zunahme des Stroms für Wärmepumpen, Elektromobilität und Power-to-X-Anwendungen (Technologien zur anderweitigen Nutzung und Speicherung von Stromüberschüssen) erwartet. Zusätzlich bedeuten die politischen Klimaziele des Landes Baden-Württemberg ein Ausbau der vorhandenen erneuerbaren Stromerzeugungskapazitäten um den Faktor 5 bis 2040.

Der Stromnetzcheck soll die Eignung der einzelnen Netzkomponenten und deren Zusammenwirken für die beschriebenen zukünftigen Betriebszustände bewerten. Neben einer Simulation dieser Betriebszustände beinhaltet der Check auch die konkrete Ableitung von Maßnahmen, welche frühzeitig ergriffen werden müssen, um zukünftig einen sicheren Netzbetrieb gewährleisten zu können.

- Handlungsschritte**
5. Bestandsanalyse des Stromnetzes
 6. Analyse des Stromnetzes im Jahr 2030 und 2040
 7. Maßnahmen zur Netzstabilisierung

Verantwortung / Akteur:innen ▶ Energieversorgungsunternehmen

8 ENERGIEPLAN HOCKENHEIM

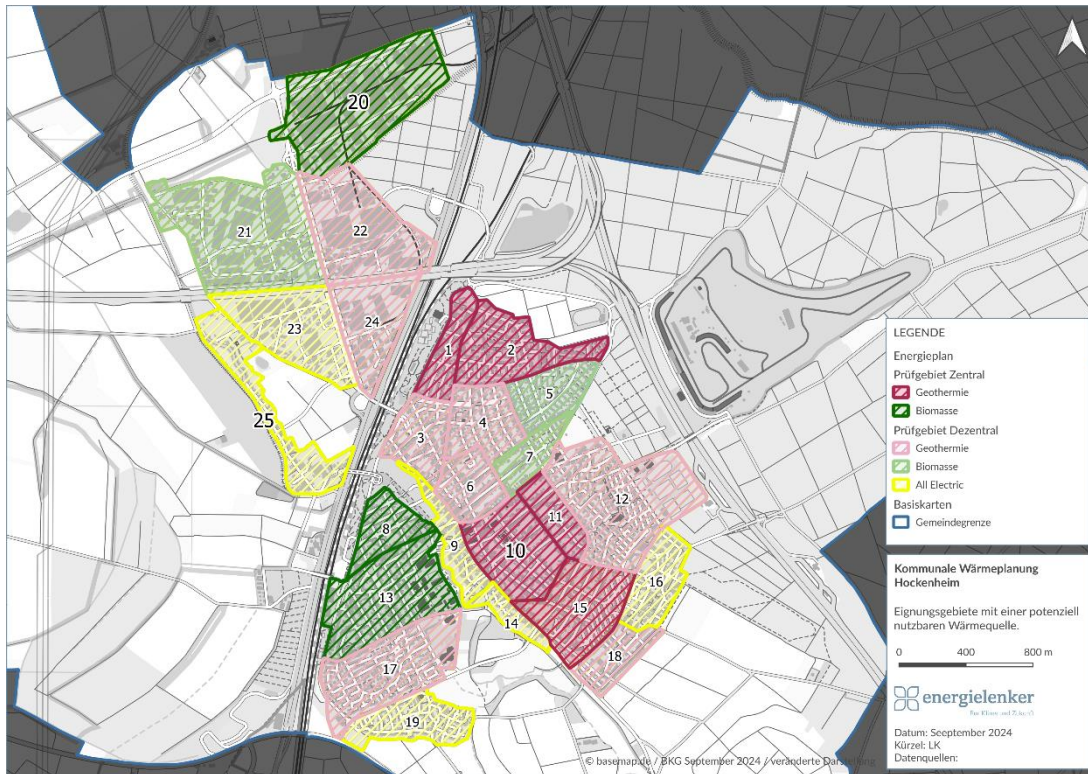


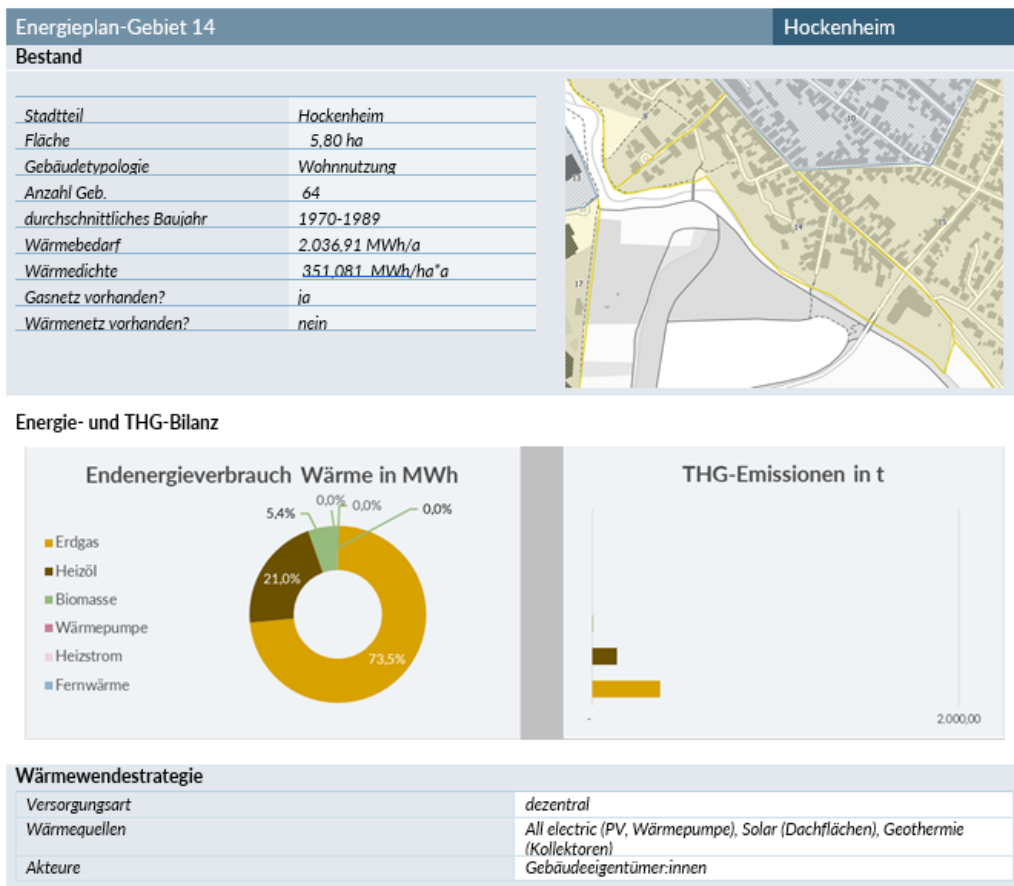
Abbildung 8-1: Energieplan Hockenheim (Quelle: energienker projects GmbH)

Die Ergebnisse der Bestandsanalyse, die identifizierten Hotspots und Handlungspotenziale sowie die in Kapitel 5 ermittelten Potenziale münden in einen gesamtstädtischen Energieplan, welcher die Handlungsgrundlage für die kommunale Wärmeplanung in Hockenheim darstellt. Es ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei der Darstellung um eine mögliche Darstellung der Wärmeversorgung im Zieljahr 2040 handelt. Es sollen dadurch in keiner Art und Weise Pflichten für die Bürger:innen aufgestellt werden, sondern lediglich ein Bild einer möglichen Wärmeversorgung gezeichnet werden, wie diese auf Grundlage der Bestands- und Potenzialanalyse im Jahr 2040 aussehen könnte.

Eine Kartendarstellung des Energieplans für Hockenheim ist in Abbildung 8-1 zu sehen. Unterschieden wird hierbei in Eignungsgebiete, die einerseits für eine zentrale Wärmeversorgung (Wärmenetz) geeignet sind und Eignungsgebiete für eine dezentrale Wärmeversorgungslösung (Einzelversorgung) geeignet sind. Des Weiteren wurden jedem der Eignungsgebiete, auf Grundlage der Potenzialanalyse und der Bebauungsstruktur, eine potenziell sinnvolle Wärmequelle zugeordnet. In Eignungsgebieten für dezentrale Wärmeversorgung wird auf Grundlage der aktuellen Untersuchungsergebnisse davon ausgegangen, dass die Umsetzung eines Wärmenetzes nicht wirtschaftlich realisierbar ist. Hier muss jeder Eigentümer selbst für sein Gebäude bzw. Gebäudekomplex Maßnahmen zur Verringerung des Energiebedarfs bzw. zur Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien durchführen. Die aus der Analyse ermittelten zentralen Eignungsgebiete, in denen der Aufbau eines Wärmenetzes grundsätzlich als sinnvoll erachtet wird, sollten beispielsweise in einer Machbarkeitsstudie näher geprüft werden. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass in diesen zentralen Eignungsgebieten eine dezentrale Lösung für

einzelne 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.

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.



Beschreibung

Aufgrund der geringen Wärmedichte und geringen Anzahl an möglichen Abnehmern wird für dieses Gebiet mit einer dezentralen Versorgungslösung gerechnet. Für die Umsetzung der regenerativen Wärmeversorgung können Wärmepumpen genutzt werden. In diesem Gebiet bieten sich diese an in Kombination mit Erdwärmekollektoren oder Erdwärmesonden, aber auch ausgeführt als Luft-Wasser-Wärmepumpe.

Im ersten Schritt kann es sinnvoll sein, die Dienste der regionalen Energieberatungsstellen in Anspruch zu nehmen. Dort erhält man Informationen zu Fördermitteln, der sinnvollen Umsetzung von energetischen Einsparmaßnahmen und den gesetzlichen Vorgaben in Bezug auf den Heizungsaustausch. Als erste Anlaufstelle in der Stadt Hockenheim ist die Klimaschutz- und Energie-Beratungsagentur Heidelberg - Rhein-Neckar-Kreis gGmbH zuständig, zu finden unter: <https://kliba-heidelberg.de/buergerinnen-und-buerger/>

Abbildung 8-2: Beispielhafte Darstellung eines Energiesteckbriefes (Quelle: energienker projects GmbH)

8.1 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 Akteure 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 8.1 zeigt die Zuordnung der Aufgaben der Wärmeplanung zwischen den Akteur*innen.

Tabelle 8.1: 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

9 ZUSAMMENFASSUNG

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 des Ausbaus des Anteils erneuerbarer Energieträger im Wärmesektor bisher gering aus, im Vergleich zum Stromsektor. 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 entscheidende Bedeutung zu.

Die Stadt Hockenheim hat das vorliegende strategische 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 Stadt Hockenheim 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.

Im Ergebnis hat die Studie gezeigt, dass die Umwelt- und Fernwärme für die Deckung der Wärmebedarfe der Stadt Hockenheim zukünftig eine Rolle spielen wird. Hierbei sind je nach Wärmeabnehmer unterschiedliche Temperaturniveaus und Wärmequellen zu nutzen. Andere klimafreundliche Wärmequellen, wie Abwärme aus BHKWs und Power-to-Heat tragen zukünftig mit stetig steigenden Anteilen zum Wärmemix bei. In verdichteten Wohngebieten können künftig die privaten Haushalte vor allem mit Fernwärme versorgt werden, in netzfernen Bereichen und locker bebauten Gebieten ist auf Einzelgebäudelösungen auf Basis von Umweltwärme und Solarthermie zu setzen.

Die Wirtschaft wird auch weiterhin hochtemperierte Prozesswärme benötigen, die zukünftig über Power-to-Heat, die Verbrennung von synthetischen Gasen oder Biogas bereitgestellt wird. Die entstehende Abwärme wiederum wird effizient über Wärmenetze verteilt. Auf fossile Energieträger wird dabei in Zukunft vollständig verzichtet.

10 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. KfW 430: Energieeffizient Sanieren
5. IKK / IKU – Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung (201, 202)
6. Innovative KWK-Systeme
7. Kommunale Klimaschutzmodellprojekte

BAFA: BUNDESFÖRDERUNG FÜR EFFIZIENTE WÄRMENETZE (BEW)

<i>Ansprechpartner</i>	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
<i>Antragsberechtigte</i>	Unternehmen, Kommunen, kommunale Eigenbetriebe, kommunale Unternehmen, kommunale Zweckverbände, eingetragene Vereine, eingetragene Genossenschaften, Contractoren
<i>Förderung</i>	<p>Modul I: Machbarkeitsstudien und Transformationspläne</p> <p>Modul II: Systemische Förderung zur Neuerrichtung von Wärmenetzen und Transformation von Bestandssystemen.</p> <p>Modul III: Schnell umsetzbare Einzelmaßnahmen.</p>
<i>Förderhöhe</i>	<p>Modul I. Zuschuss bis 50 %, max. 2 Mio. € pro Antrag</p> <p>Modul II: Zuschuss bis 40 %, max. 100 Mio. €</p> <p>Modul III: Zuschuss bis 40 %, max. 100 Mio. €</p>
<i>Voraussetzungen</i>	<p>Modul I:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel der Transformationspläne und Machbarkeitsstudien muss die Treibhausneutralität im Jahr 2045 sein <p>Modul II: Neuerrichtung von Wärmenetzen und Transformation von Bestandssystemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p>Modul III: Schnell umsetzbare Einzelmaßnahmen:</p>

	<p>- Gilt nur für die Errichtung von Solarthermieanlagen, Wärmepumpen, Biomassekesseln und Wärmespeichern, deren Anschluss an das Wärmenetz, die Integration von Abwärme, die Erweiterung von Wärmenetzen und die Installation zusätzlicher Wärmeübergabestationen</p> <p>Allgemein:</p> <p>- Wärmenetze mit mehr als 16 Gebäuden oder mehr als 100 Wohneinheiten gefördert.</p> <p>- kleinere Netze können im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) gefördert werden</p>
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.

10.1 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 <ol style="list-style-type: none"> 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: <ul style="list-style-type: none"> - 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: <ul style="list-style-type: none"> - 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

	<p>- 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.</p>
Voraussetzungen	<p>Neu- und Ausbau von Wärmenetzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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) <p>Wärme- und Kältespeicher:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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

10.2 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 <ol style="list-style-type: none"> 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: <ul style="list-style-type: none"> - 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: <ul style="list-style-type: none"> - 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/Foerprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-(270)/
Frist	Keine Fristen

10.3 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Kombinierbar mit weiteren Fördermitteln:</p> <p>Altersgerecht Umbauen – Kredit (159) oder Barrierereduzierung – Investitionszuschuss (455)</p> <p>Alternativ: Kreditförderung im Produkt Energieeffizient Sanieren (Produktnummern 151/152)</p>
Weitere Informationen	https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Foerderprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-(270)/
Frist	Keine Fristen

10.4 KFW 432: ENERGETISCHE STADTSANIERUNG

Ansprechpartner	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), KfW Bankengruppe
Antragsberechtigte	Es werden kommunale Gebietskörperschaften (Städte, Gemeinden und Landkreise) deren Eigenbetriebe
Förderungen	Mit dem Zuschuss „Energetische Stadtsanierung“ werden Maßnahmen, mit denen die Energieeffizienz im Quartier erhöht wird, gefördert. Es können sowohl Sach-als auch Personalkosten finanziert werden. Gefördert wird die Erstellung von integrierten Quartierskonzepten, sowie das Sanierungsmanagement
Förderhöhe	Die Förderung besteht aus einem Zuschuss, der bis zu 75% der förderfähigen Kosten enthält. Für das integrierte Konzept gibt es keinen Höchstbetrag des Zuschusses. Für ein Sanierungsmanagement liegt der Höchstbetrag bei bis zu 210.000 Euro je Quartier für 3 Jahre. Bei einer Verlängerung kann auf bis zu 350.000 Euro- aufgestockt werden. Zuschüsse unter 5.000 Euro werden nicht ausbezahlt.
Voraussetzungen	-Kein Quartierskonzept im gleichen Gebiet vorhanden
Kumulierbarkeit	Eine Kombination mit anderen Fördermitteln ist möglich. Außerdem möglich ist die weitere Förderung einer Person, die bereits für ein Vorhaben aus der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) als Klimaschutzmanager bezuschusst wurde.
Weitere Informationen	https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-(432)/
Frist	Keine Fristen

10.5 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

	<p>Modul A Wärme- und Kälteversorgung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einhaltung der gesetzlichen Standards bzw. der anerkannten Regeln der Technik sind Voraussetzung für alle förderfähigen Maßnahmen - Hocheffiziente strom- oder thermisch geführte/ führungsfähige 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	<p>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.</p> <p>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.</p>
Weitere Informationen	<p>https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Öffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Förderprodukte/Energieeffiziente-Quartiersversorgung-Kommunen-(201)/</p> <p>https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Öffentliche-Einrichtungen/Kommunale-Unternehmen/Förderprodukte/Energieeffiziente-Quartiersversorgung-kommunale-Unternehmen-(202)/</p>
Frist	Keine Fristen

10.6 INNOVATIVE KWK-SYSTEME

Ansprechpartner	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
Antragsberechtigte	Betreiber innovativer KWK-Systeme
Förderungen	Innovative KWK-Systeme
Förderhöhe	<ul style="list-style-type: none"> - 45.000 Vollbenutzungsstunden der Gebotsmenge für KWK-Strom in der Höhe des Zuschlagswertes - pro Kalenderjahr höchstens 3.500 Vollbenutzungsstunden der Gebotsmenge
Voraussetzungen	<p>Allgemein:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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

	<ul style="list-style-type: none"> - 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 <p>hocheffiziente neue und modernisierte KWK-Anlage:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p>Komponente zur Bereitstellung innovativer erneuerbarer Wärme:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fabrikneu - Min. Jahresarbeitszahl 1,25 - kann pro Kalenderjahr min. 30 % der Referenzwärme als innovative Wärme bereitstellen - nur einer KWK-Anlage zugeordnet <p>elektrischer Wärmeerzeuger:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kann jederzeit min. 30 % der maximal auskoppelbaren Wärme der KWK-Anlage bereitstellen - stromseitig und unmittelbar wärmeseitig mit der KWK-Anlage verbunden
Kumulierbarkeit	
Weitere Informationen	<p>https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/kwk_merkblatt_innovative_kwk-systeme.html</p> <p>https://www.kea-bw.de/news/innovative-kwk-systeme</p>
Frist	keine Fristen; Ausschreibungen durch die Bundesnetzagentur jeweils zum 01.06 und 01.12 eines jeden Jahres

10.7 KOMMUNALE KLIMASCHUTZ-MODELLPROJEKTE

Ansprechpartner	Projektträges 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	<p>Investive Modellprojekte mit weitreichender Treibhausgasminderung und Beitrag zu den Klimaschutzziele der Bundesregierung</p> <p>Besonders förderwürdig sind Modellprojekte aus den Handlungsfeldern</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abfallentsorgung; - Abwasserbeseitigung; - Energie- und Ressourceneffizienz; - Stärkung des Umweltverbands, grüne City-Logistik und Treibhausgas-Reduktion im Wirtschaftsverkehr; sowie - Smart-City

	<i>(Vernetzung, Integration und intelligente Steuerung verschiedener umwelttechnischer Infrastrukturen)</i>
<i>Förderhöhe</i>	<i>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</i>
<i>Voraussetzungen</i>	<i>Einreichen einer Projektskizze und Aufforderung zur Antragstellung Der Modellcharakter der Vorhaben soll sich auszeichnen durch hohe Treibhausgasminde rung 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</i>
<i>Kumulierbarkeit</i>	<i>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.</i>
<i>Weitere Informationen</i>	<i>https://www.ptj.de/klimaschutzinitiative/modellprojekte https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Bund/BMWi/foerderaufruf-kommunale-klimaschutz-modellprojekte.html</i>
<i>Frist</i>	<i>Antragsfristen jeweils 01.Jan und 31.Dez. eines Jahres</i>

11 LITERATURVERZEICHNIS

- Andrea Grahl, S. J. (2015). *Erfolgreiche Abwärmenutzung im Unternehmen. - Energieeffizientpotenziale erkennen und erschließen*. Berlin: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena).
- Bayrisches Landesamt für Umwelt. (kein Datum). Abgerufen am 18. 10 2023 von <https://www.lfu.bayern.de/geologie/geothermie/index.htm>
- Bundesministerium für Umwelt, N. u. (2021). *Lesefassung des Bundes-Klimaschutzgesetzes 2021 mit markierten Änderungen zur Fassung von 2019*. Bonn, Nordrhein-Westfalen: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.
- Deutscher Wetterdienst DWD. (2020). *Zeitreihen und Trends*. Abgerufen am 15. 06 2022 von <https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html?nn=344886>
- Dr. Max Peters, T. S. (2020). *Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden*. Stuttgart: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.
- energvis energy advisors GmbH. (2017). *Energie aus Abwasser, Das bislang unentdeckte Potential für die Wärmewende*.
- Flensburg, S. (kein Datum). <https://www.stadtwerke-flensburg.de/>. Von <https://www.stadtwerke-flensburg.de/foerdepot/blog/wie-die-zentrale-waermespeicherung-zur-energiewende-beitragt#:~:text=Elektrodenheizkessel-,Funktionsweise%20der%20Elektrodenheizkessel,in%20das%20Fernw%C3%A4rmenetz%20eingespeist%20werden.:> https://www.stadtwerke-flensburg.de/fileadmin/_processed_/a/1/csm_wasserstofftechnologie-eine-investition-in-die-zukunft-elektrodenheizkessel._751322e84f.webp abgerufen
- Fraunhofer ISE. (2022). *Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende*. Freiburg: Fraunhofer ISE.
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. (12. 04 2019). *Agrophotovoltaik: hohe Energieerträge im Hitzesommer*. Abgerufen am 15. 06 2022 von <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2019/agrophotovoltaik-hohe-ernteertraege-im-hitzesommer.html>
- ifeu. (2019). *Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg: ifeu.
- KEA. (2023). *Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung*. Von <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/technikkatalog>. abgerufen
- 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-waermplanung>
- LGRB (Hrsg.). (2018). *Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG)*. Von <https://produkte.lgrb-bw.de/informationssysteme/geoanwendungen/isong> abgerufen
- Mehr Demokratie e.V.; BürgerBegehren Klimaschutz. (2020). *Handbuch Klimaschutz, Wie Deutschland das 1,5-Grad-Ziel einhalten kann*.
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. (21. 06 2021). *Abwasserwärmenutzung*. Abgerufen am 18. 10 2023 von <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/energieeffizienz/abwasserwaermenutzung>
- Prognos; Öko-Institut; Wuppertal-Institut. (2021). *Klimaneutrales Deutschland 2045, Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann*. (S. Klimaneutralität, & A. E. Verkehrswende, Hrsg.)
- Rhein-Neckar-Kreis, Geschäftsstelle Klimaschutz. (2022). *Energiesteckbriefe der Kommunen des Rhein-Neckar-Kreises zur Potenzialanalyse Erneuerbare Energien im und für den Landkreis Rhein-Neckar*. Heidelberg: Landratsamt Rhein-Neckar-Kreis. Von https://www.rhein-neckar-kreis.de/site/Rhein-Neckar-Kreis-2016/get/params_E1931507126/3004757/Energiesteckbriefe_Potenzialanalyse_Kommunen_RNK_2023-04-05_kompr.pdf abgerufen
- Rhein-Neckar-Kreis, Geschäftsstelle Klimaschutz. (2022). *Potenzialanalyse Erneuerbare Energien im und für den Rhein-Neckar-Kreis*. Heidelberg: Landratsamt Rhein-Neckar-Kreis.
- Rödl & Partner. (18. 10 2019). *Die Wärmezielscheibe - Wärmewende in Deutschland erfolgreich gestalten*. Abgerufen am 18. 10 2023 von <https://www.roedl.de/wen-wir-beraten/energiewirtschaft/die-waermezielscheibe-waermewende-in-deutschland-erfolgreic>: WPG, Rödl GmbH RAG StBG. Von Abgerufen am 18. 10 2023 von : <https://www.roedl.de/wen-wir-beraten/energiewirtschaft/die-waermezielscheibe-waermewende-in-deutschland-erfolgreic> abgerufen
- Roland Ziegler, K. B. (2022). *Gutachten - Steigerung der Abwärmemengen in Wärmenetzen in Baden-Württemberg*. Karlsruhe: KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH.
- Statistische Landesamt Baden-Württemberg. (2023). *Bevölkerungsvorausberechnung* . Von <https://www.statistik-bw.de/BevoelkGebiet/Vorausrechnung/> abgerufen
- 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>
- Statkraft Germany GmbH. (kein Datum). *Statkraft*. Abgerufen am 18. 10 2023 von Statkraft: www.statkraft.de/stromerzeugung/biomasse

T.Gemar, J. B. (2014). *The Geothermal Information System for Germany, Heft 2*. Hannover: GeotIS.

Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe TFZ. (2021). *Agri-Photovoltaik - Stand und offene Fragen*. Straubing.

VDE VERLAG. (kein Datum). *SonneWind&Wärme - Plattform für alle erneuerbaren Energien*. (V. V. GMBH, Herausgeber) Abgerufen am 18. 10 2023 von <https://www.energie.de/sonne-wind-waerme/aktuell/uebersicht>

12 ABKÜRZUNGSVEREICHNIS

BICO ₂ BW	CO ₂ -Bilanzierungstool
BISKO.....	Bilanzierungs-Systematik Kommunal
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
EEQ.....	Erneuerbaren Energiequellen
GEG	Gebäude-Energie-Gesetz, Gebäude-Energie-Gesetz
GEMIS	Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme
HoRAN.....	Verwaltungsgemeinschaft Hockenheim, Reilingen, Altlußheim und Neulußheim
IfaS.....	Institut für angewandtes Stoffstrommanagement
ifeu.....	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH
IINAS	Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH
KlimaG BW	Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg
km	Kilometer
KWP	Kommunale Wärmeplanung
LUBW.....	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
m ²	Quadratmeter
m ² /kWp	Quadratmeter pro Kilowattpeak
THG	Treibhausgas
UN.....	United Nations
WPG-E.....	Wärmeplanungsgesetz