

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Verbandsgemeinde
Rülzheim
Hördt · Kuhardt · Leimersheim · Rülzheim

Kommunale Wärmeplanung Verbandsgemeinde Rülzheim

Abschlussbericht

Erstellt von: ecb - energie.concept.bayern. GmbH & Co.KG
Geigelsteinstraße 5c
83209 Prien a. Chiemsee

Version: 1.0

Erstellt: 06.12.2024

energie. concept. bayern.

ecb

Inhalt

1.	AUFTRAGSRAHMEN	7
1.1	INHALT UND AUFBAU	7
2.	VERBANDSGEMEINDEBESCHREIBUNG	9
3.	BESTANDSANALYSE	11
3.1	ENERGIEINFRASTRUKTUR	11
3.1.1	<i>Stromversorgung</i>	<i>11</i>
3.1.2	<i>Biomasseanlagen</i>	<i>14</i>
3.1.3	<i>Wasserkraftanlagen (EEG und nicht EEG gefördert)</i>	<i>14</i>
3.1.4	<i>Tiefengeothermie</i>	<i>14</i>
3.1.5	<i>BHKW-Anlagen (EEG und KWK-Gesetz gefördert)</i>	<i>14</i>
3.1.6	<i>Solarthermische Anlagen</i>	<i>15</i>
3.1.7	<i>Wärmepumpen auf Basis Oberflächennaher Geothermie und Luft</i>	<i>16</i>
3.1.8	<i>Gasnetze</i>	<i>17</i>
3.1.9	<i>Wärmenetze</i>	<i>18</i>
3.2	WÄRMEVERBRAUCH	21
3.2.1	<i>Gebäudescharfes Wärmekataster</i>	<i>21</i>
3.2.2	<i>Energiebilanz Wärme in Betrachtungsgebiet</i>	<i>24</i>
3.3	ENERGIE- UND TREIBHAUSGASBILANZ	32
4.	POTENZIALANALYSE ENERGIEEINSPARUNG	34
4.1	PRIVATE HAUSHALTE	34
4.2	ÖFFENTLICHE GEBÄUDE	35
4.3	WIRTSCHAFT	35
5.	POTENZIALANALYSE ENERGIEERZEUGUNG	39
5.1	ABWÄRME	39
5.2	SOLARTHERMIE	40
5.3	UMWELTWÄRME	44
5.3.1	<i>Oberflächennahe Geothermie</i>	<i>44</i>
5.3.2	<i>Flusswasser</i>	<i>51</i>
5.3.3	<i>Seewasser</i>	<i>55</i>
5.3.4	<i>Luft</i>	<i>55</i>
5.3.5	<i>Abwasser</i>	<i>57</i>
5.4	TIEFE GEOTHERMIE	61
5.4.1	<i>Hydrothermale Geothermie</i>	<i>61</i>
5.4.2	<i>Tiefe Erdwärmesonden</i>	<i>65</i>
5.5	BIOMASSE	67

5.6	THERMISCHE ABFALLBEHANDLUNGSANLAGEN	69
5.7	KWK-ANLAGEN	69
5.8	WASSERSTOFF	69
5.9	(GROß)WÄRMESPEICHER	71
5.9.1	Pufferspeicher	71
5.9.2	Saisonalwärmespeicher / Langzeitwärmespeicher	71
5.9.2.1	Behälter	71
5.9.2.2	Erdbecken	72
5.9.2.3	Erdsonden	73
5.9.2.4	Aquifer	73
5.9.2.5	Thermochemische Wärme- und Kältespeicher	74
5.9.2.6	Latentwärmespeicher	75
5.9.2.7	Power-to-Heat-Anlage (Elektrodenheizkessel)	75
5.9.3	Potenzialflächen Wärmespeicher	75
5.10	STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN VERBINDUNG MIT DEM WÄRMENETZ	78
5.10.1	Windenergie	78
5.10.2	PV-Anlagen	80
5.10.3	Wasserkraft	80
6.	ZIELSZENARIO UND WÄRMEWENDESTRATEGIE	82
6.1	ZIELSZENARIO & STRATEGIE RÜLZHEIM	87
6.2	ZIELSZENARIO & STRATEGIE KUhardt	89
6.3	ZIELSZENARIO & STRATEGIE HÖRDT	91
6.4	ZIELSZENARIO & STRATEGIE LEIMERSHEIM	92
6.5	ZIELSZENARIO & STRATEGIE DER VERBANDSGEMEINDE	94
7.	MAßNAHMENKATALOG & WÄRMEWENDESTRATEGIE	96
7.1	MAßNAHME 1	98
7.2	MAßNAHME 2	101
7.3	MAßNAHME 3	103
7.4	MAßNAHME 4	105
7.5	MAßNAHME 5	108
7.6	MAßNAHME 6	109
7.7	MAßNAHME 7	112
7.8	MAßNAHME 8	114
7.9	MAßNAHME 9	116
7.10	MAßNAHME 10	118
7.11	MAßNAHME 11	121
7.12	MAßNAHME 12	124
8.	HAUPTQUELLEN	125

9.	ANLAGEN	127
-----------	----------------------	------------

Abkürzungsverzeichnis

AP	Fernwärme Arbeitspreis (EUR/kWh)
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BP	Fernwärme Bereitstellungspreis (EUR/kW)
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO _{2-E}	Kohlenstoffdioxid Äquivalent
ecb	energie.concept.bayern GmbH & Co. KG
DE	Deutschland
EE	Erneuerbare Energien
EH	Effizienzhaus
EUR	Euro
FFPV	PV-Freiflächenanlagen
FFST	Freiflächen Solarthermie
FW	Fernwärme
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GWh	Gigawattstunden
g	Gramm
JAZ	Jahresarbeitszahl
JDL	Jahresdauerlinie
K	Kelvin
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden
KWK	Kraft-Wärme Kopplung
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
Mio.	Millionen
MW	Megawatt

MWh	Megawattstunden
NH	Niedrigenergiehaus
PV	Photovoltaikanlage
t	Tonnen
T	Temperatur
THG	Treibhausgase
WP	Wärmepumpe

1. Auftragsrahmen

Die Energiewende hat sich in den vergangenen Jahren zu einem zentralen Diskussionsgegenstand in Politik, Gesellschaft und Wirtschaft entwickelt. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit fossiler Ressourcen und zur Eingrenzung des prognostizierten Klimawandels muss die Umstellung auf klimaschonende, regenerative Energieträger sowie die Energieeinsparung und Steigerung der Effizienz vorangetrieben werden. Diese Herausforderungen liegen nicht zuletzt bei den Bürgern, Verbandsgemeinden, Städten und Landkreisen.

Die Verbandsgemeinde Rülzheim im Landkreis Germersheim (Rheinland-Pfalz) hat sich dieser Thematik angenommen und Ende 2023 die Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung (KWP) in Auftrag gegeben. Die Erstellung der KWP wird über die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz) gefördert und von der Firma ecb – energie.concept.bayern. GmbH & Co. KG aus Prien am Chiemsee umgesetzt. Die Verbandsgemeinde hat sich dabei zum Ziel gesetzt, die Wärmewende auf kommunaler Ebene umzusetzen. Auch über die Gemeindegrenzen hinaus möchte die Verbandsgemeinde durch eine interkommunale Zusammenarbeit die Energiewende vorantreiben. Der hierbei bereits seit einigen Jahren erfolgreich eingeschlagene Weg soll nun fortgesetzt werden. Der KWP soll dabei als mittel- bis langfristiger Leitfaden dienen und helfen, den Anforderungen der sich wandelnden Energieinfrastruktur gerecht zu werden. Zu diesen zentralen Anforderungen zählen die Energieeinsparung, die Steigerung der Energieeffizienz sowie der Ausbau der erneuerbaren Energien.

1.1 Inhalt und Aufbau

Im ersten Teil der Ausarbeitung wird kurz auf die Gemeinde eingegangen. Es folgt eine umfassende Datenerhebung und Analyse des thermischen Energieverbrauchs. Der Wärmebedarf wird in die Verbrauchergruppen private Haushalte, kommunale Objekte und Wirtschaft unterteilt und außerdem die jeweiligen Energieverbräuche den entsprechenden Primärenergieträgern zugeordnet.

Im Anschluss an die Datenerhebung erfolgt die Analyse der lokalen Energieeffizienz-, Einspar- und Erzeugungspotenziale. Im Feld der erneuerbaren Energien wird dabei neben Sonnenenergie auch auf Potenziale der Windkraft, Biomasse, Wasserkraft, oberflächennahe und tiefe Geothermie, Umwelt- und Abwärme sowie Kraft-Wärme-Kopplung eingegangen.

Die Informationen aus den Ist- und den Potentialanalysen werden darauffolgend in einem umsetzungsorientierten und praxisbezogenen Maßnahmenkatalog, der konkrete Handlungsempfehlungen aufzeigt, integriert. In dem Maßnahmenkatalog werden u. a. die sinnvollsten Maßnahmen, der erforderliche Zeitraum, Fördermöglichkeiten sowie die erforderlichen Handlungsschritte ausgeleuchtet. Der Maßnahmenkatalog wurde ausführlich mit den Akteuren vor Ort abgestimmt.

Letztendlich wird in diesem Konzept untersucht, ob der Aufbau bzw. Ausbau von Wärmenetzen technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist.

Mittels der erarbeiteten Konzepte ist es der VG Rülzheim möglich, eine nachhaltige Struktur zu entwickeln, welche den bereits erfolgreich eingeschlagenen Weg durch die kommunale Energiewende erleichtern und fokussieren kann.

Ergänzt wird das Konzept durch umfangreiches Kartenmaterial im Anhang, welches der Gemeinde auch in Form von Geodaten zur Verfügung gestellt wird.

2. Verbandsgemeindebeschreibung

Die Verbandsgemeinde Rülzheim, Teil des Landkreises Germersheim, befindet sich zwischen Karlsruhe und Mannheim direkt am westlichen Rheinufer. Die Verbandsgemeinde besteht aus vier einzelnen Gemeinden: Rülzheim, Hördt, Kuhardt und Leimersheim. Die Verbandsgemeinde weist eine Fläche von ca. 53 km², sowie eine Einwohneranzahl von 16.165 (Stand 30.09.2023) auf. Die Landnutzung ist von Land- und Forstwirtschaft (jeweils ca. 23,3 km² und 16,4 km²) dominiert.

Tabelle 2.1: Flächenanteile und Flächennutzungsarten der VG Rülzheim. Quelle: Klimaschutzkonzept VG Rülzheim 2021

Nutzungsart (%)	Hördt	Kuhardt	Leimersheim	Rülzheim	Verbandsgemeinde
Siedlung	5	15	11	15	11
Verkehr	3	8	4	6	5
Landwirtschaft	39	57	49	44	44
Wald	45	10	18	32	31
Gewässer	7	5	15	2	7
Sonstige	1	5	3	1	2
Gesamtfläche (km²)	18,47	4,88	12,97	16,66	52,98

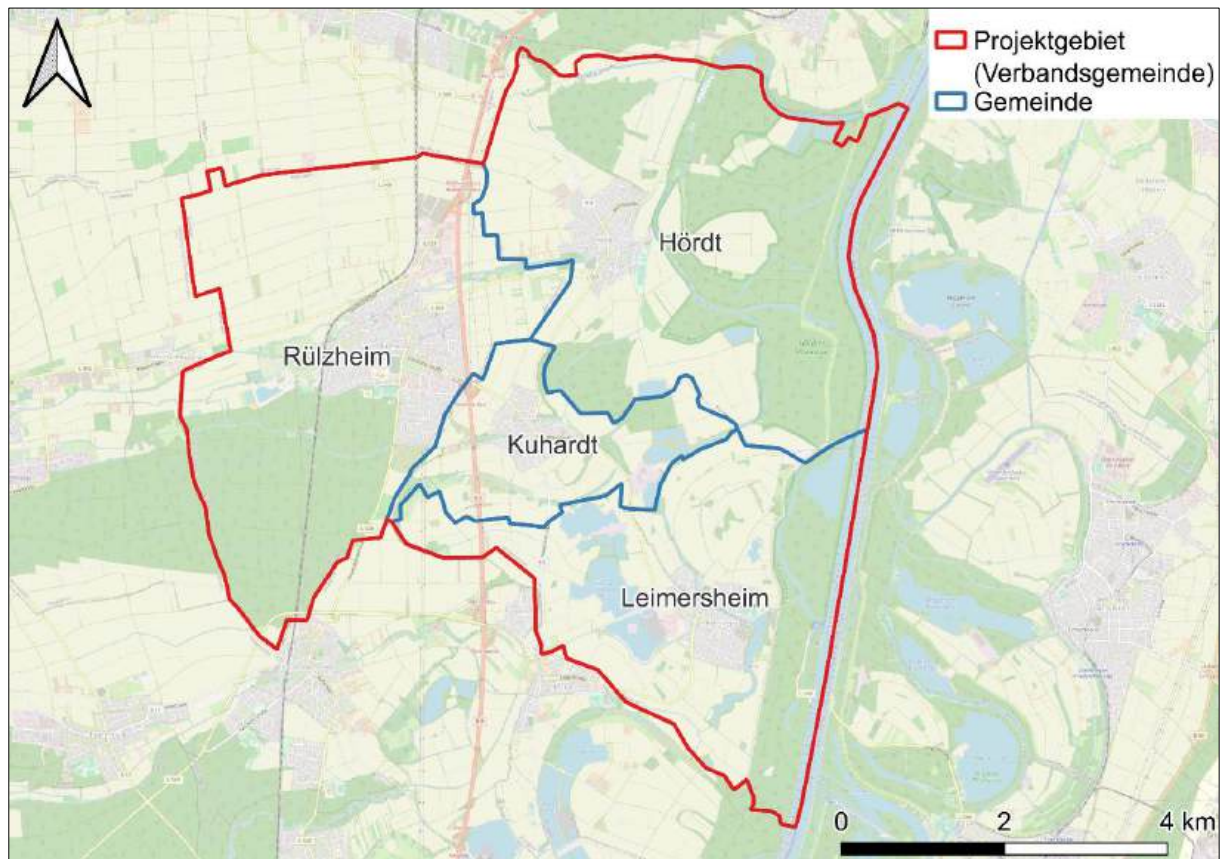


Abbildung 2.1: Übersichtskarte des Projektgebietes. Datenquelle Kartenhintergrund: OpenStreetMaps

Die Verwaltungsgemeinde verfügt über etwa 7.488 Wohnungen (Haushalte)¹. Die Flächen- und Bevölkerungsverteilung wird in der Tabelle 2.2 dargestellt.

Tabelle 2.2: Verteilung der Flächen und Einwohner in den 4 Gemeinden der VG Rülzheim

Gemeinde	Rülzheim	Hördt	Kuhardt	Leimersheim	Gesamt
Fläche	16,66 km ²	18,47 km ²	4,88 km ²	12,97 km ²	52,98 km ²
Einwohner	8.707	2.794	1.969	2.695	16.165

Die VG Rülzheim ist bereits seit einigen Jahren erfolgreich auf dem Weg Richtung Klimaneutralität. Es liegen verschiedene Studien und Konzepte vor, die teilweise als Datenbasis dieser kommunalen Wärmeplanung fungieren. Hierzu gehören eine „Untersuchung zur planungsrechtlichen Steuerung von möglichen Standorten für Freiflächensolaranlagen“ des Planungsbüros Piske (2023), sowie ein integriertes Klimaschutzkonzept der VG Rülzheim vom 30.11.2021.

¹ Kommunaldatenprofil Landkreis Gernersheim. 22.05.2023, Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz

3. Bestandsanalyse

Im folgenden Kapitel erfolgt eine Beschreibung des aktuellen Stands der Wärmeinfrastruktur und des Wärmeverbrauchs der Verbandsgemeinde Rülzheim. Die bestehenden Energienetze und Anlagen zur Energieerzeugung werden ausführlich behandelt.

3.1 Energieinfrastruktur

3.1.1 Stromversorgung

Der Energiesteckbrief der Verbandsgemeinde Rülzheim des Energieatlas Rheinland-Pfalz liefert einen Überblick über den Stand der erneuerbaren Energieversorgung in der Verbandsgemeinde. Im Bereich Strom befinden sich 3 Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 4,5 MW, sowie 673 PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 10,753 MW in der Verbandsgemeinde. Die Entwicklung der PV-Anlagen hat über den letzten Jahren stark zugenommen (Abbildung 3.1).

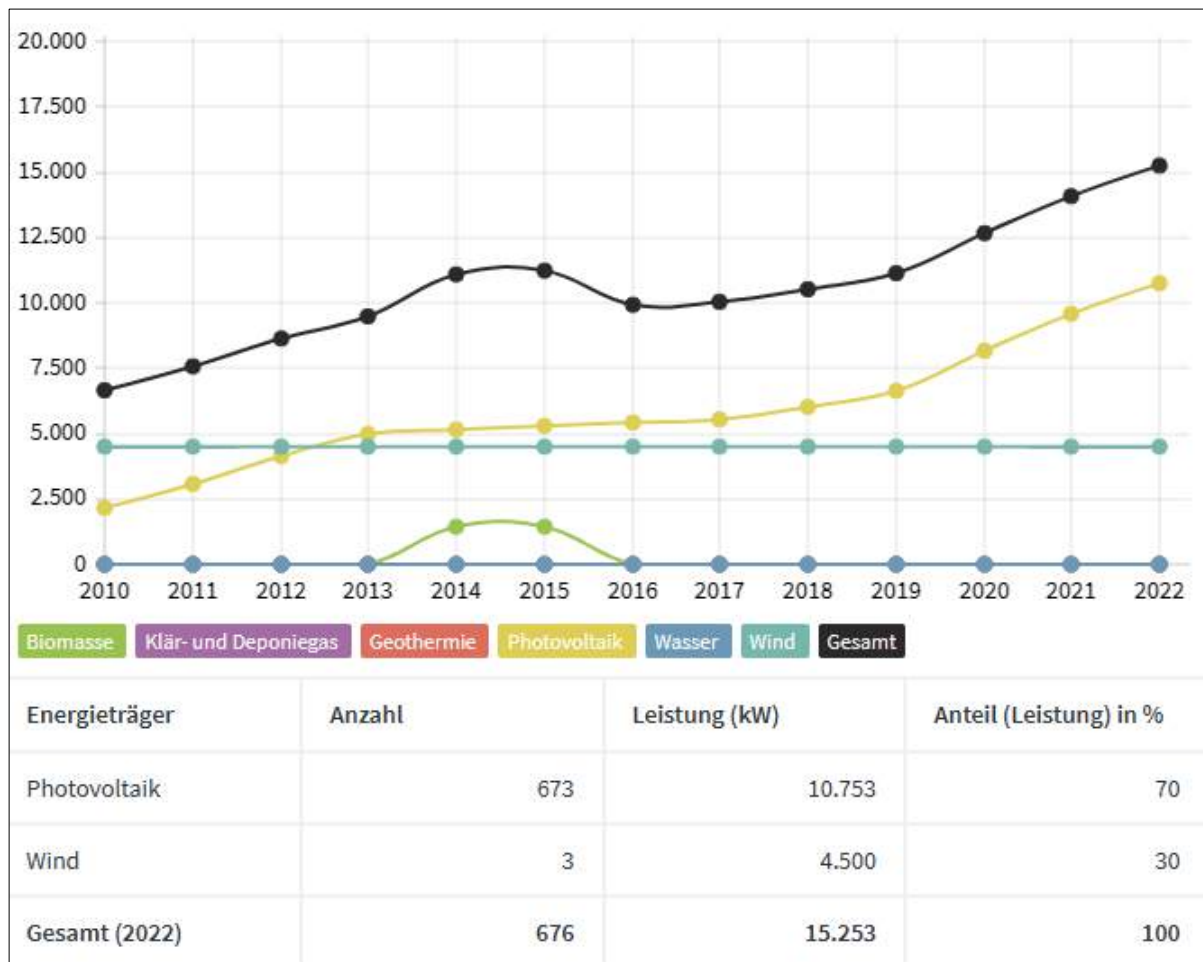


Abbildung 3.1: Übersicht der erneuerbaren Energieerzeuger in der Verbandsgemeinde Rülzheim. X-Achse: Jahr, Y-Achse: Leistung in kW. Quelle: Energieatlas Rheinland-Pfalz

Die Stromverbräuche in der Gemeinde bis zum Jahr 2020 werden in der Abbildung 3.2 dargestellt. Insgesamt wurden im Jahr 2020 ca. 31.946 MWh Strom verbraucht.

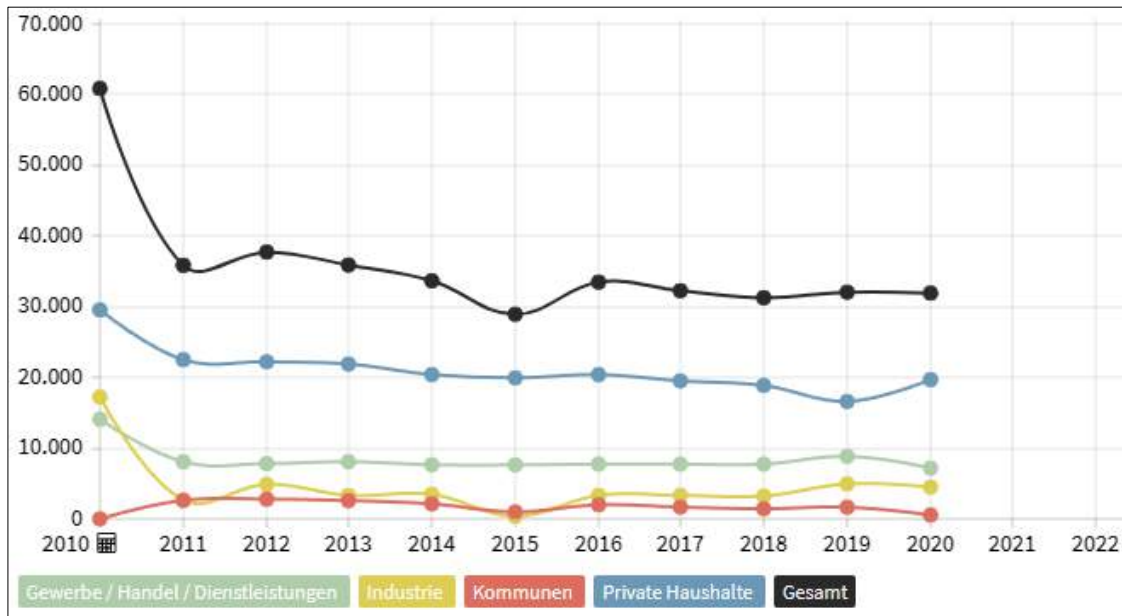


Abbildung 3.2: Stromverbräuche nach Verbrauchergruppen (Tsd. kWh) in der Verbandsgemeinde Rülzheim. X-Achse: Jahr, Y-Achse: Leistung in kW. Quelle: Energieatlas Rheinland-Pfalz

Die erzeugten erneuerbaren Strommengen werden in der Abbildung 3.3 dargestellt.

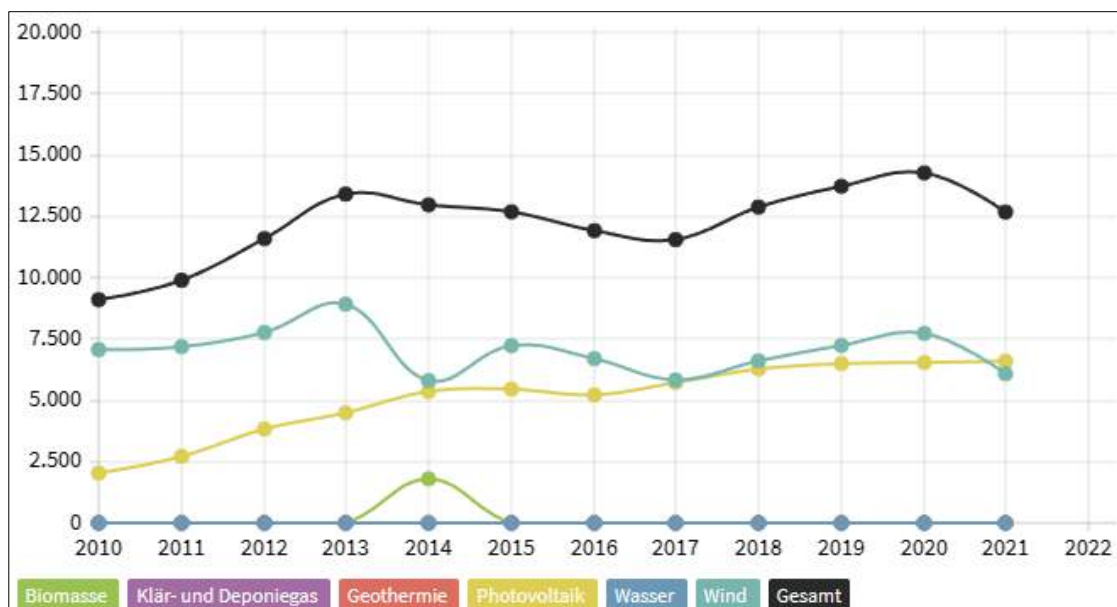


Abbildung 3.3: Stromeinspeisung EEG-geförderter Anlagen (Tsd. kWh) in der Verbandsgemeinde Rülzheim. X-Achse: Jahr, Y-Achse: Leistung in kW. Quelle: Energieatlas Rheinland-Pfalz

Die räumliche Verteilung der EEG-geförderten Stromerzeugungsanlagen wird in der Abbildung 3.4 dargestellt.



Abbildung 3.4: Räumliche Verteilung der EEG-geförderten Anlagen in der Verbandsgemeinde Rülzheim. Quelle: Energieatlas Rheinland-Pfalz

Aus dem Marktstammdatenregister können ebenfalls die Leistungen der privaten Anlagen erhoben werden. Insgesamt befinden sich in der Verbandsgemeinde etwa 1.300 private PV-Anlagen mit einer gesamten Nettonennleistung von 12,16 MW. Im Jahr 2018 wurden gemäß Klimaschutzkonzept der VG Rülzheim bereits ca. 73 % des Stromverbrauches durch erneuerbare Energien gedeckt².

² Integriertes Klimaschutzkonzept der Verbandsgemeinde Rülzheim. 30.11.2021, Verbandsgemeinde Rülzheim, energielenker projects GmbH

3.1.2 Biomasseanlagen

Biomasseanlagen sind in der Verbandsgemeinde in privaten Händen zur Wärmeversorgung vorhanden. Die genaue Anlagenanzahl ist nicht bekannt, jedoch wurden im Jahr 2020 ca. 324 MWh Wärme durch Biomasse erzeugt (Abbildung 3.5). Für die Jahre 2021 und 2022 sind keine Daten bekannt.

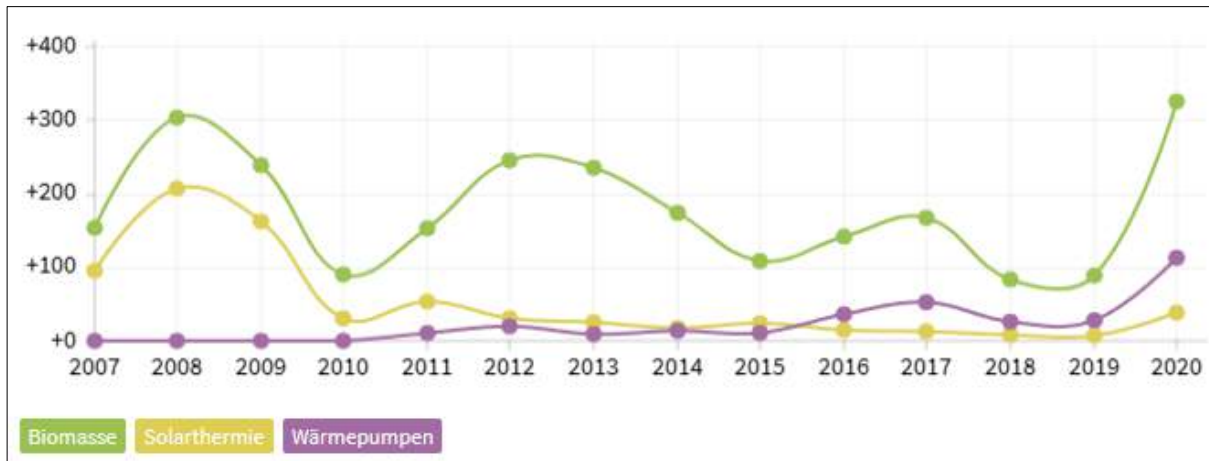


Abbildung 3.5: Entwicklung der Wärmezeugung mit Biomasse, sowie Solarthermie und Wärmepumpen in der Verbandsgemeinde Rülzheim. X-Achse: Jahr, Y-Achse: erzeugte Wärme in MWh. Quelle: Energieatlas Rheinland-Pfalz

3.1.3 Wasserkraftanlagen (EEG und nicht EEG gefördert)

Es sind zur Zeit des Konzeptes keine Wasserkraftanlagen in der Verbandsgemeinde Rülzheim vorhanden.

3.1.4 Tiefengeothermie

Es sind zur Zeit des Konzeptes keine Tiefengeothermieranlagen in der Verbandsgemeinde Rülzheim vorhanden.

3.1.5 BHKW-Anlagen (EEG und KWKG-Gesetz gefördert)

In der Verbandsgemeinde Rülzheim befindet sich gemäß Marktstammdatenregister und dem Energieatlas Rheinland-Pfalz ein Blockheizkraftwerk, das Biomasse als Brennstoff benutzt. Dieses BHKW wurde im Jahr 2002 errichtet und verfügt über eine Leistung von 84 kW, wobei die Kläranlage Rülzheim der Eigentümer ist. Zusätzlich gibt es zwei BHKWs im Fernwärmenetz (siehe Kapitel 3.1.9).

3.1.6 Solarthermische Anlagen

Daten zu solarthermischen Anlagen wurden vom Portal Solaratlas zur Verfügung gestellt. Der Ausbau von solarthermischen Anlagen in der Verbandsgemeinde steigt gemäß Abbildung 3.6 weiter an. Im Oktober 2022 befanden sich etwa 200 solarthermische Anlagen mit einer Gesamtfläche von 3.291,93 m² in der Verbandsgemeinde. Bei einer Ertragsschätzung von 500 kWh/m² werden etwa 1,646 GWh/a an solarer Wärme in der Verbandsgemeinde erzeugt. Im Jahr 2022 wurde somit ca. 0,9% der Wärme durch solarthermische Anlagen erzeugt.

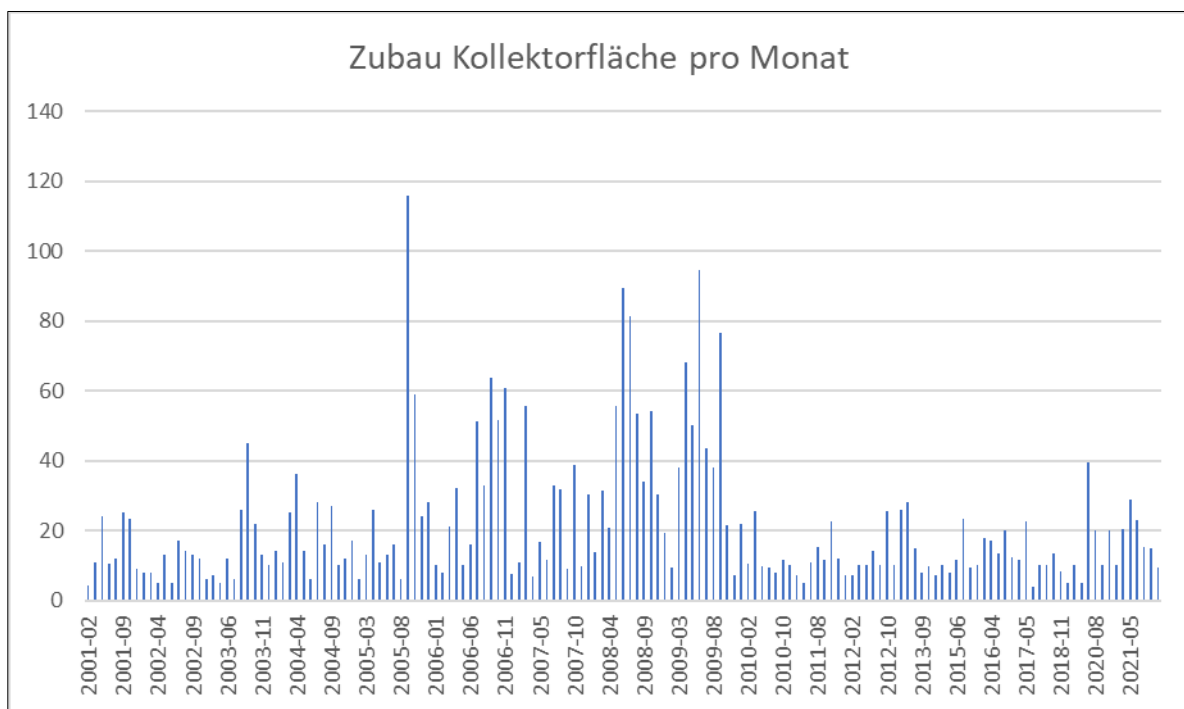


Abbildung 3.6: Entwicklung von solarthermischen Anlagen in m² in der Verbandsgemeinde Rülzheim. Datenquelle: Solaratlas

3.1.7 Wärmepumpen auf Basis Oberflächennaher Geothermie und Luft

In der Verbandsgemeinde Rülzheim befanden sich im Jahr 2020 laut Energieatlas Rheinland-Pfalz lediglich 40 Wärmepumpen, davon 23 Luft-Wasser Wärmepumpen, 16 Sole-Wasser Wärmepumpen (Erdsonden oder Erdkollektoren) und eine Wasser-Wasser Wärmepumpe (Abbildung 3.7). Daher liegt die Vermutung nahe, dass die Anzahl an Luftwärmepumpen in der VG höher ausfällt als im Energieatlas angegeben. Eine Anfrage beim Stromnetzbetreiber Thüga über Sondertarife ergab 45 Kunden mit einem Wärmepumpentarif in Rülzheim und 44 Kunden in Hördt. Für die anderen beiden Gemeinden konnten keine Daten eingeholt werden. In Rülzheim und Hördt zusammen leben über ca. 71 % der Einwohner der VG. Wird davon ausgegangen, dass diese zwei Gemeinden auch ca. 71 % des Wärmepumpenbestands ausmachen, so ergeben sich insgesamt ca. 125 Wärmepumpen in der gesamten VG.



Abbildung 3.7: Summe der Wärmepumpen nach Anlagentyp in der Verbandsgemeinde Rülzheim. Quelle: Energieatlas Rheinland-Pfalz

Die Erzeugungswerte dieser Anlagen sind nicht bekannt und können ohne Umfrage nicht herausgefunden werden, was nicht Bestandteil dieses Konzeptes ist.

3.1.8 Gasnetze

Das Gasnetz der Verbandsgemeinde Rülzheim wird betrieben durch die Thüga Energienetze GmbH. Die Datenbasis beruht auf den Jahren 2020 - 2022.

Tabelle 3.1: Gasverbräuche in der Verbandsgemeinde Rülzheim in den Jahren 2020 - 2022

Gemeinde	Verbrauch 2020 (kWh)	Verbrauch 2021 (kWh)	Verbrauch 2022 (kWh)
Hördt	15.954.116	20.042.486	18.338.463
Kuhardt	6.045.582	7.685.964	6.373.701
Leimersheim	2.489.364	2.838.334	2.197.682
Rülzheim	82.146.732	99.449.988	91.800.514
Summe	106.635.794	130.016.772	118.710.360

Das Gasnetz in der Verbandsgemeinde Rülzheim ist ca. 123,8 km lang. Wie in Abbildung 3.8 zu sehen ist, wird fast jeder Ortsteil versorgt.

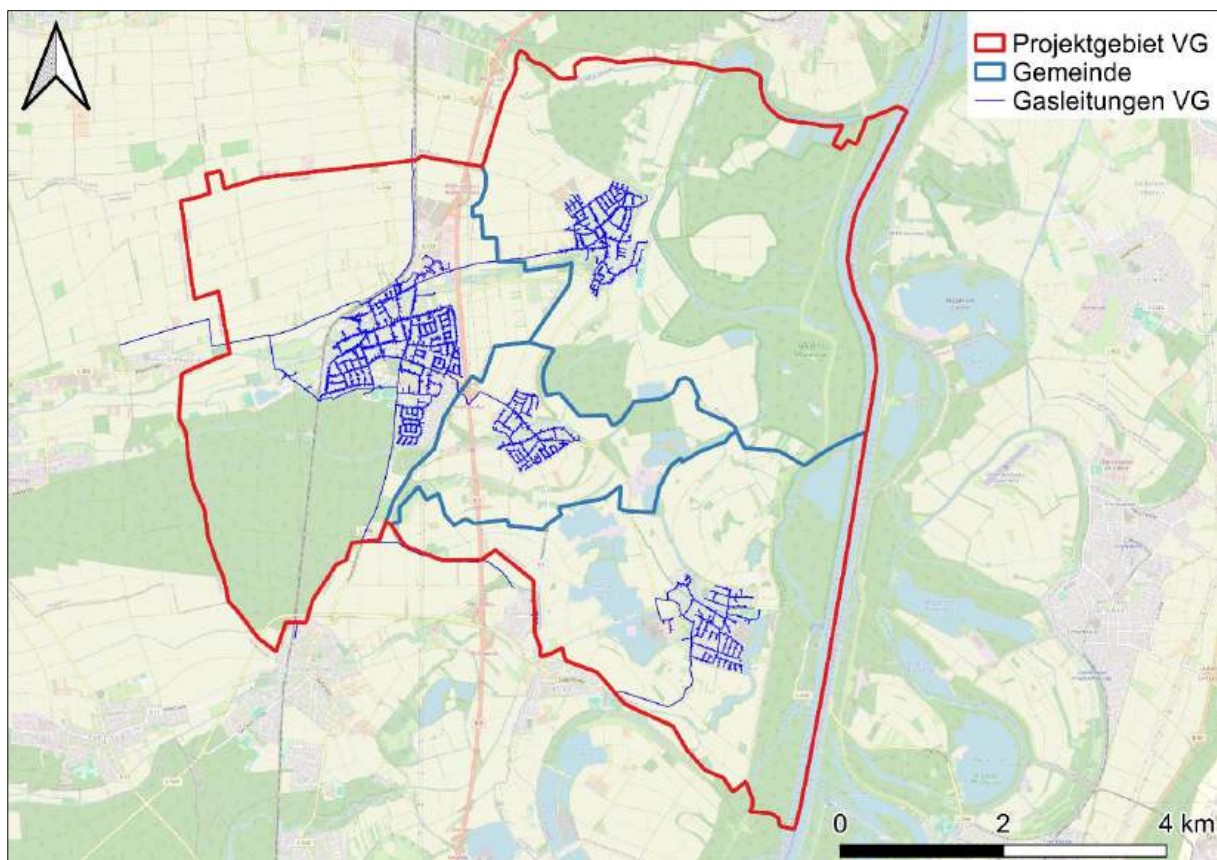


Abbildung 3.8: Übersicht des Netzbereichs der Thüga Energienetze GmbH. Datenquelle: Thüga Energienetze GmbH. Kartenhintergrund: OpenStreetMaps

3.1.9 Wärmenetze

In der Verbandsgemeinde Rülzheim befindet sich ein Fernwärmenetz. Die nachfolgende Tabelle 3.2 fasst die Daten der Anlagen, die sich alle im Heizkraftwerk befinden, zusammen. Insgesamt umfasst das Wärmenetz 13 km einfache Leitungslänge.

Tabelle 3.2: Übersicht der Erzeugungsanlagen für das Fernwärmenetz in der Verbandsgemeinde Rülzheim

Anlage	Medium	Leistung	Wirkungsgrad	Baujahr
Kessel 1	Erdgas	4,2 MW _{th}	92 %	2014
Kessel 2	Erdgas	4,2 MW _{th}	92 %	2014
BHKW 1	Erdgas	850 kW _{th}	45,3 % thermisch	2014
		800 kW _{el}	42,5 % elektrisch	
BHKW 2	Erdgas	850 kW _{th}	45,3 % thermisch	2014
		800 kW _{el}	42,5 % elektrisch	

Zusätzlich ist noch ein Wärmespeicher mit einer Speicherkapazität von 3 MWh vorhanden. Eine Generalsanierung der BHKWs ist mittelfristig geplant. Die technische Anschlussbedingungen (TABs) des Wärmenetzes beschreiben eine zugesicherte Betriebsvorlauftemperatur von 85 °C im Winter und 70 °C im Sommer. Lediglich im Bereich Kastanienallee werden im Winter Betriebsvorlauftemperaturen von 75 °C zugesichert. Die maximale Rücklauftemperatur wird in den TABs auf 55 °C festgelegt. Im Jahr 2022 wurden gemäß der Datenblätter der ehemaligen Gemeindewerke ca. 35 % Verluste verzeichnet. Im Jahr 2021 wurden ca. 25 % Verluste verzeichnet.

Das Fernwärmenetz in Rülzheim versorgt etwa 380 Gebäude mit Wärme. Abbildung 3.9 zeigt die Lage des Bestandswärmenetzes in der Gemeinde Rülzheim.

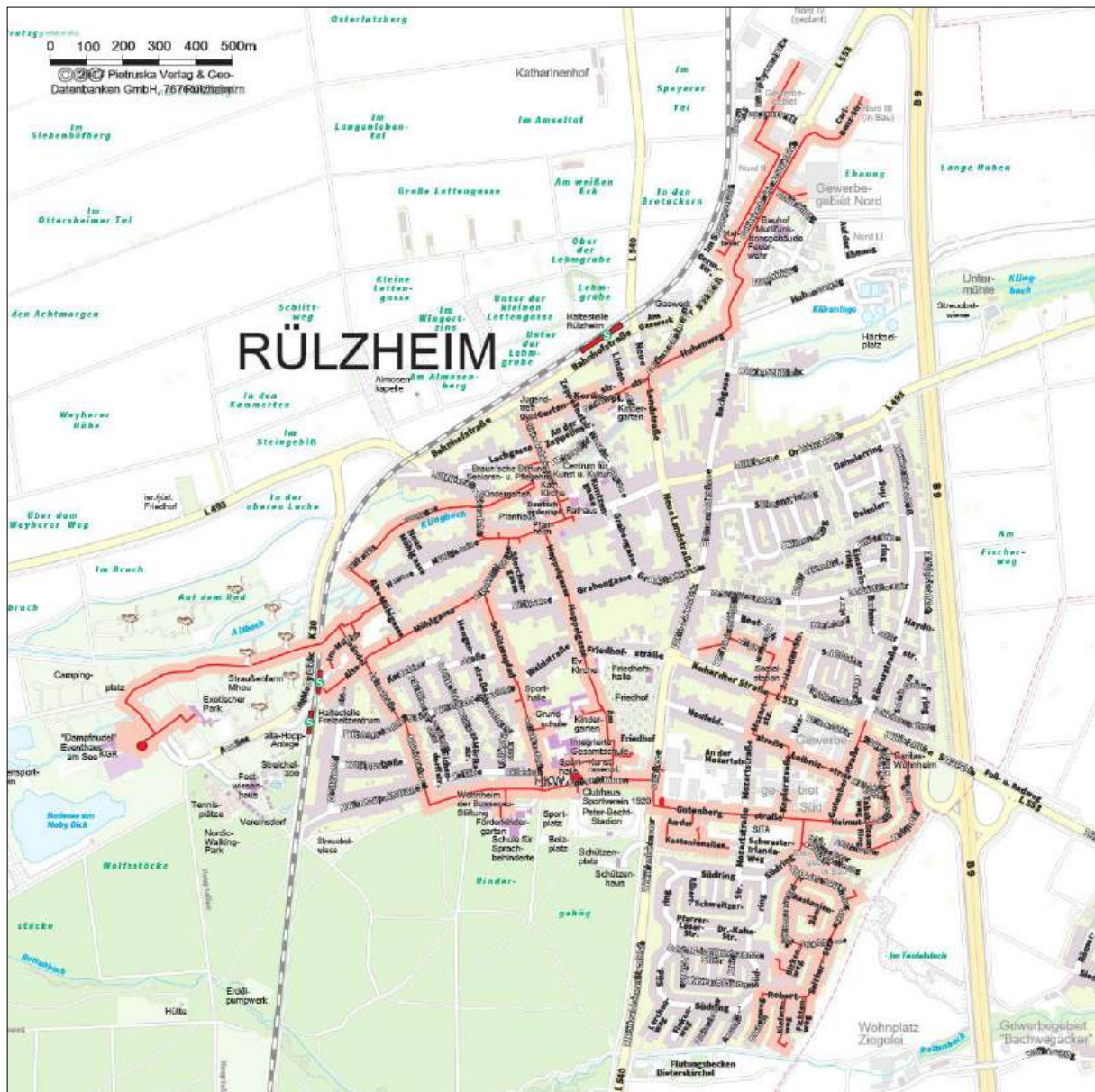


Abbildung 3.9: Übersicht des Fernwärmenetzes in der Gemeinde Rülzheim

Die Erzeugungstatistik der jeweiligen Anlagen im Fernwärmenetz für das Jahr 2022 wird in Tabelle 3.3 dargestellt.

Tabelle 3.3: Fernwärmestatistik pro Quartal für das Jahr 2022

Erzeuger	Q1 2022 (MWh)	Q2 2022 (MWh)	Q3 2022 (MWh)	Q4 2022 (MWh)	Summe 2022 (MWh)
Kessel 1	2.277	577	2	855	3.711
Kessel 2	1.992	33	98	1.376	3.499
BHKW 1	1.651	1.336	971	1.563	5.521
BHKW 2	1.821	1.223	1.143	1.581	5.768
Netz Summe	8.968	3.553	2.227	5.479	20.227

Die summierte Statistik für die Jahre 2020 – 2022 wird in Tabelle 3.4 dargestellt. In diesen Jahren betrug der Anteil der Motoren an der Gesamtwärmearbeit zwischen 52,9 % (2021) und 61,4 % (2020).

Tabelle 3.4: Fernwärmestatistik für die Jahre 2020 - 2022

Erzeuger	2020 (MWh)	2021 (MWh)	2022 (MWh)
Kessel 1	3.988	4.276	3.711
Kessel 2	4.047	5.183	3.499
BHKW 1	5.569	5.475	5.521
BHKW 2	5.639	6.047	5.768
Netz Summe	18.241	21.784	20.227

3.2 Wärmeverbrauch

3.2.1 Gebäudescharfes Wärmekataster

Das Wärmekataster wurde gemäß Kap. 3.3.4 des Leitfadens KWP³ mittels einer gebäudebezogener Wärmebedarfsermittlung erstellt. Für den Bereich Wohnbau wurden die Werte des dena-Gebäudereports 2016⁴ benutzt, da diese erfahrungsgemäß für den Bereich Wohnbau realistischer sind. Die Baujahre wurden gemäß Zensus-Daten (2011) ermittelt. Gebäude ohne hinterlegte Baujahre wurden einen mittleren Wärmebedarfswert von 141 kWh/m²a zugewiesen. Da auch Neubaugebiete nach 2011 nicht in den Zensus-Daten erhalten sind, wurde hier einen Abgleich durchgeführt, und die Neubaugebiete wurden den entsprechenden Wärmebedarfswerten zugeteilt.

Für die Ermittlung der Wohnfläche wurden aufgrund von fehlenden LOD-Daten bei Projektstart die Menge an Stockwerken auf 2 geschätzt. Die Gebäudefläche wurde mit der geschätzten Menge an Stockwerken multipliziert, um die Wohnfläche zu erhalten. Die Standardwerte des Gebäudereports und des Leitfadens ergeben jedoch vor allem bei größeren Wohnflächen einen zu hohen Wärmeverbrauch. Erfahrungsgemäß werden bei größeren Wohnungen z. B. nicht alle Zimmer geheizt, was den Wärmebedarfswert reduziert. Anhand von Erfahrungswerten wurden daher folgende Grenzwerte eingefügt:

- Wohnfläche <150 m² = 100 % Wärmebedarfswert
- Wohnfläche 150 m² – 300 m² = 75 % Wärmebedarfswert
- Wohnfläche >300 m² = 50 % Wärmebedarfswert

Um die Mitbetrachtung von Gebäuden wie Garagen und Gartenhäuser so weit wie möglich zu reduzieren, wurden nur Gebäude mit einer Gebäudefläche von mindestens 40 m² berücksichtigt. Zudem wurden die Gebäude nach Funktion (ALKIS) sortiert.

Eine Ermittlung gebäudescharfer Daten war anhand der Datenlage in der Verbandsgemeinde Rülzheim sowie im Rahmen des Auftrages gemäß WPG nicht möglich. Die Kaminkehrerdaten wurden aufgrund von Datenschutzbestimmungen nur „straßenscharf“ übermittelt, was bei der Berechnung des Wärmebedarfes bei längeren Straßen zu sehr großen Unstimmigkeiten führt. Die Kaminkehrerdaten wurden somit nicht für das Wärmekataster benutzt.

Die Verbandsgemeinde Rülzheim verfügt über sehr wenig landwirtschaftliche Tierhaltung. Für die Ermittlung des Heizwärmebedarfs von Ställen wurden Werte aus der Broschüre „Energieeffizienzverbesserung in der Landwirtschaft“ des Verbandes der Landwirtschaftskammern e.V.⁵ hergenommen. Aus den Heizenergieverbrauchswerten pro Tier/a, sowie üblichen Verhältnisse von Tieren/m² wurde ein Mittelwert von 5 kWh/m² Stallfläche ermittelt. Pro Betriebszweig kann es

³ Leitfaden KWP Teil I: Bestands- und Potenzialanalyse. StMUG, StMWIVT, OBB. Stand 09.08.2010.

⁴ Dena-Gebäudereport 2016 – Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand. 2016, dena (Deutsche Energie-Agentur)

⁵ Energieeffizienzverbesserung in der Landwirtschaft. Verband der Landwirtschaftskammern e. V, 2009

hierbei jedoch zu erheblichen Unterschieden kommen. Diese Verbrauchswerte wurden einzelnen Gebäude zugeteilt, die zum Teil jedoch auch lediglich als Lagerhallen oder alte Tabakhäuser fungieren. Das resultierende Wärmekataster wurde mit der VG abgestimmt.

In den ALKIS-Daten wurden viele Garagen und Gartenhäuser als Wirtschaftsgebäude eingestuft. Diese konnten mit einer Mindestfläche dieser Gebäude von 70 m² effektiv gefiltert werden, ohne eine relevante Reduzierung der tatsächlich beheizten Gebäude. Durch die Reduzierung des Wärmeverbrauchs im Sektor Wirtschaft reduziert sich der **Gesamtwärmeverbrauch** von 202.747 MWh auf **186.232 MWh/a**.

Insgesamt wurden gemäß Wärmekataster in der Verbandsgemeinde Rülzheim im Jahr 2023 ca. 186.232 MWh Wärme pro Jahr verbraucht. Werden die jeweiligen Leistungen der Heizungen der Kaminkehrerdaten mit z. B. 1.400 Volllaststunden multipliziert, ergibt sich ein Wärmeverbrauch von ca. 202.445 MWh/a. Dies entspricht dem Wärmeverbrauch gemäß Wärmekataster ohne Gebäudefilterung der Wirtschaftsgebäude. Gemäß einigen Fernwärmenetzbetreiber sind die Volllaststunden heutzutage geringer einzuschätzen (je nach Verteilung der Nutzung der angeschlossenen Gebäude), teilweise sogar unterhalb von 1.200 Volllaststunden. Bei 1.300 Volllaststunden werden etwa 187.984 MWh/a Wärme verbraucht. Das entspricht dem Gesamtwärmeverbrauch gemäß Wärmekataster und zudem ungefähr dem Mittelwert der Volllaststunden gemäß dem Leitfadens Wärmeplanung des KWW⁶.

Im Juni 2024 wurde der neue Leitfadens Wärmeplanung, inklusive Technikkatalog, veröffentlicht⁷. Um einen Vergleich zwischen der Dena-Studie aus 2016 und den neuen Werten vom KWW aufzubauen wurde das Wärmekataster mit den neuen Werten nach dem Technikkatalog konstruiert. Eine Wohnflächenabhängige Wärmebedarfsreduzierung wie oben beschrieben wurde für die KWW-Werte nicht durchgeführt. Die Ergebnisse werden in Tabelle 3.5 dargestellt.

Tabelle 3.5: Unterschiede zwischen den Wärmekatasterberechnungen gemäß Dena 2016 und KWW 2024

Quelle	Haushalte	GHD	Kommunal	Gesamt
KWW	111.120.170	43.749.880	9.649.493	164.519.543
Dena 2016	147.114.000	32.449.000	6.669.000	186.232.000
KWW/Dena2016	76 %	135 %	145 %	88 %

Die neuen Werte des KWW sorgen für eine klare Reduzierung des berechneten Wärmebedarfs im Sektor Wohnbau, jedoch auch für einen erheblichen Anstieg beim Wärmebedarf in den Sektoren GHD und kommunalen Gebäuden. In einem Vergleich mit realen Daten des Wärmenetzes wurde

⁶ Leitfadens Wärmeplanung. 06.2024, ifeu et al.

⁷ Technikkatalog Wärmeplanung. 06.2024, Prognos AG; ifeu; IER

ermittelt, dass die KWW-Werte im Bereich Wohnbau näher an der Realität waren als die von Dena 2016. Umgekehrt befinden sich die Werte der kommunalen und GHD-Gebäude in der Dena 2016 Studie näher an der Realität. Aufgrund des hohen Anteils an Wohnbau in der VG Rülzheim fällt somit der Gesamtwärmebedarf mit den KWW-Werten in der VG Rülzheim. Eine Mischung der zwei Herangehensweisen stellt sich jedoch als verwirrend dar und ist nicht erwünscht. Die Wärmeliniendichten der zwei Herangehensweisen wurden verglichen, und es wurden keine großen Auswirkungen auf den Zielszenarien zwischen den beiden Methoden erkannt. Da die Zielszenarien und der nachfolgende Maßnahmenkatalog Hauptziele der kommunalen Wärmeplanung sind, kann mit beiden Datensätzen gearbeitet werden. Da die Bestandsanalyse schon mit den Werten der Dena 2016 Studie abgeschlossen wurde bevor die neuen KWW-Werte publiziert wurden und dies keinen direkten Einfluss auf die Szenarien hat, wird die Bestandsanalyse mit den Werten der Dena 2016 Studie beibehalten.

3.2.2 Energiebilanz Wärme in Betrachtungsgebiet

Heizungsarten

Für alle vier Gemeinden konnten Kaminkehrdaten bezogen werden. In den nachfolgenden Diagrammen werden die unterschiedlichen Heizungsarten je Gemeinde gemäß dieser Daten aufgeteilt und dargestellt.

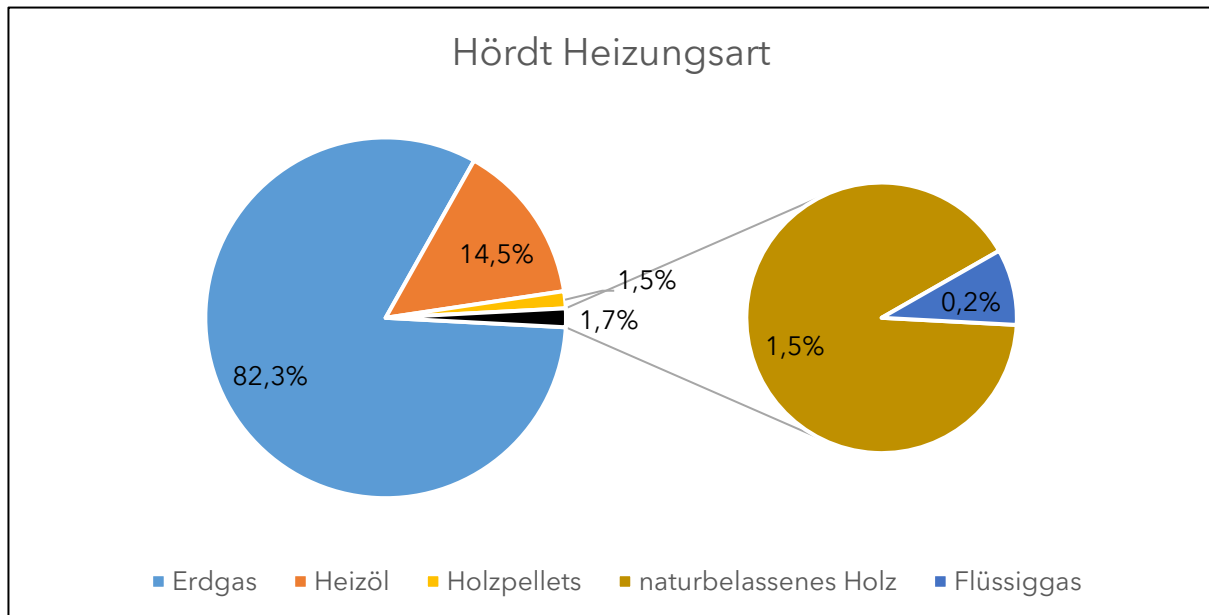


Abbildung 3.10: Verteilung der Heizungsarten in Prozentwerte in der Gemeinde Hördt gemäß Kaminkehrerdaten

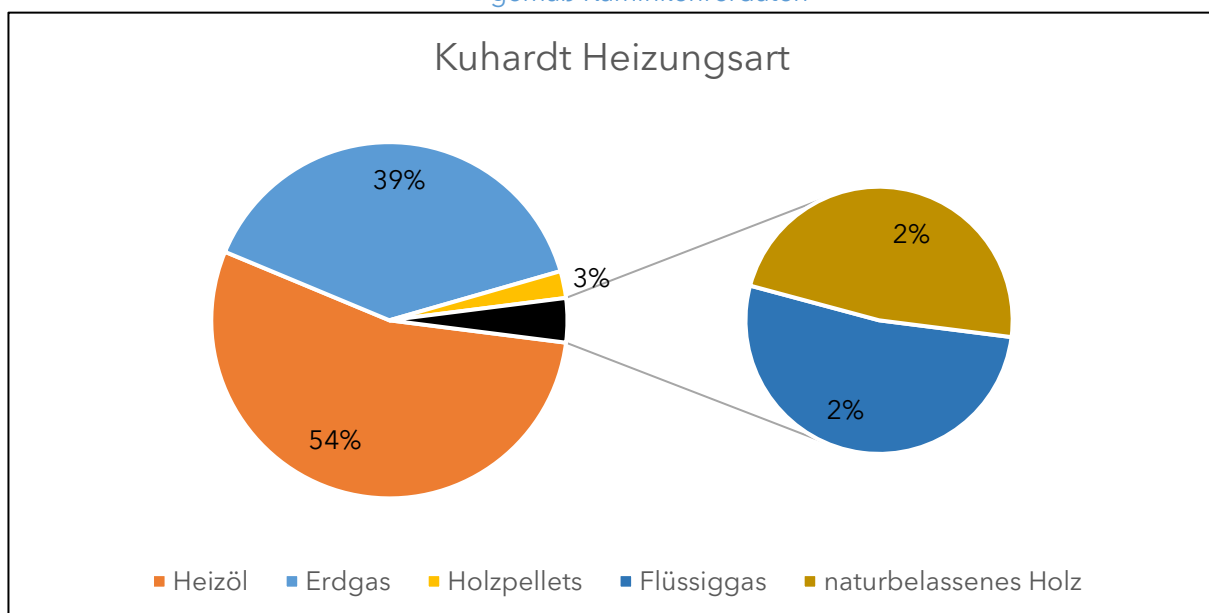


Abbildung 3.11: Verteilung der Heizungsarten in Prozentwerte in der Gemeinde Kuhardt gemäß Kaminkehrerdaten

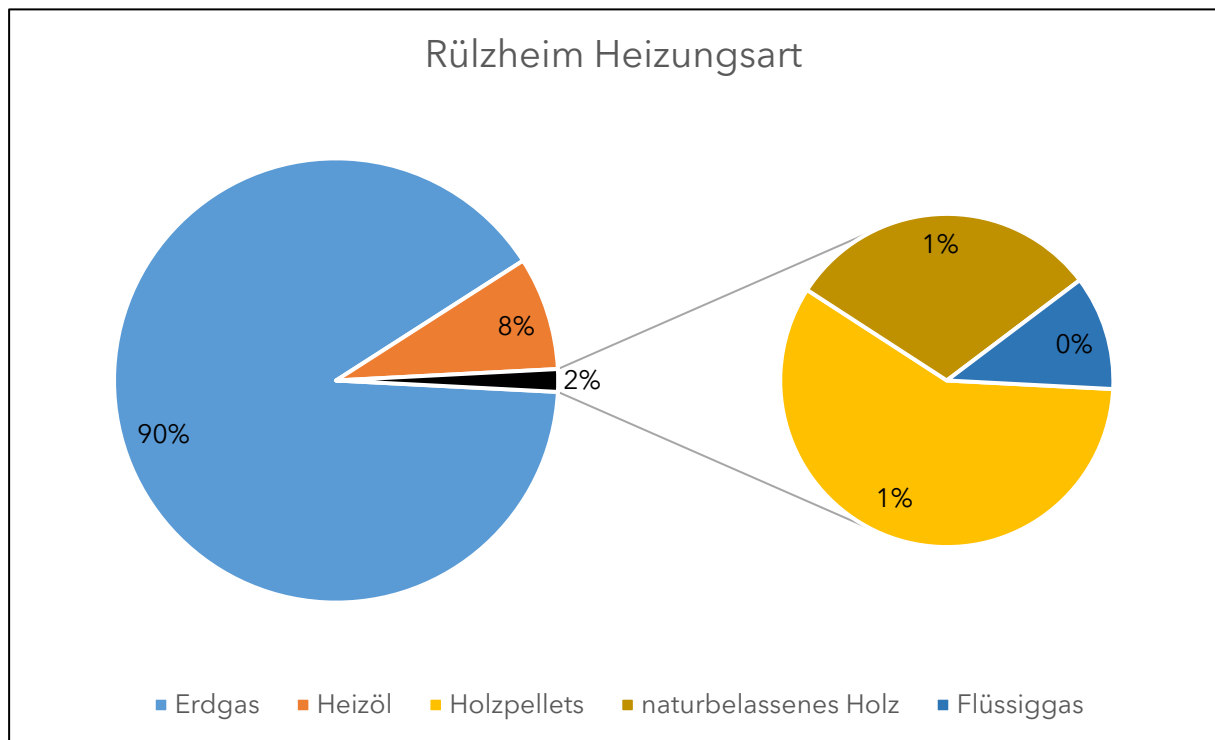


Abbildung 3.13: Verteilung der Heizungsarten in Prozentwerte in der Gemeinde Rülzheim gemäß Kaminkehrerdaten

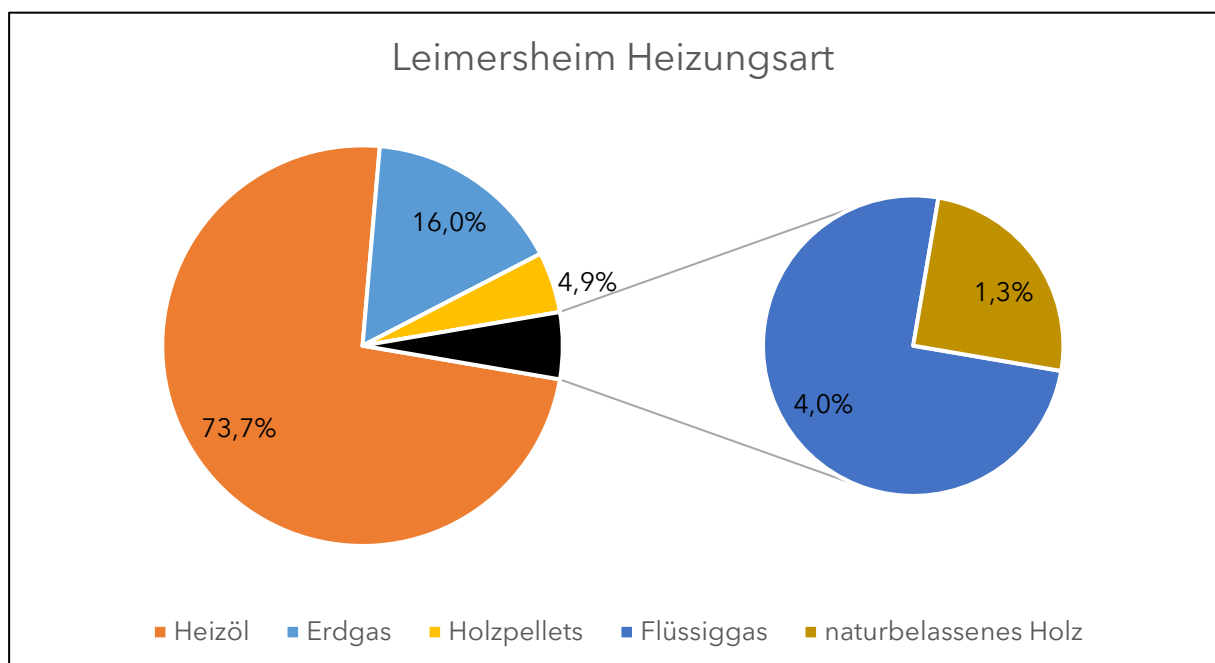


Abbildung 3.12: Verteilung der Heizungsarten in Prozentwerte in der Gemeinde Leimersheim gemäß Kaminkehrerdaten

Die obenstehenden Diagramme der Kaminkehrerdaten sind, vor allem für die Gemeinde Rülzheim, nicht sehr repräsentativ für die tatsächliche Verteilung der Heizungsarten, da Fernwärmeanschlüsse sowie die Daten von Wärmepumpen und Solarthermieranlagen nicht durch die Kaminkehrer erhoben werden. Die ca. 380 Fernwärmeanschlüsse in Rülzheim sowie die etwa 125 Wärmepumpen sorgen jedoch für eine Verschiebung der Prozentwerte in der gesamten VG (Abbildung 3.14). Die Solarthermieranlagen werden hier nicht mit reingenommen, da diese generell nur zur Unterstützung der Heizung dienen.

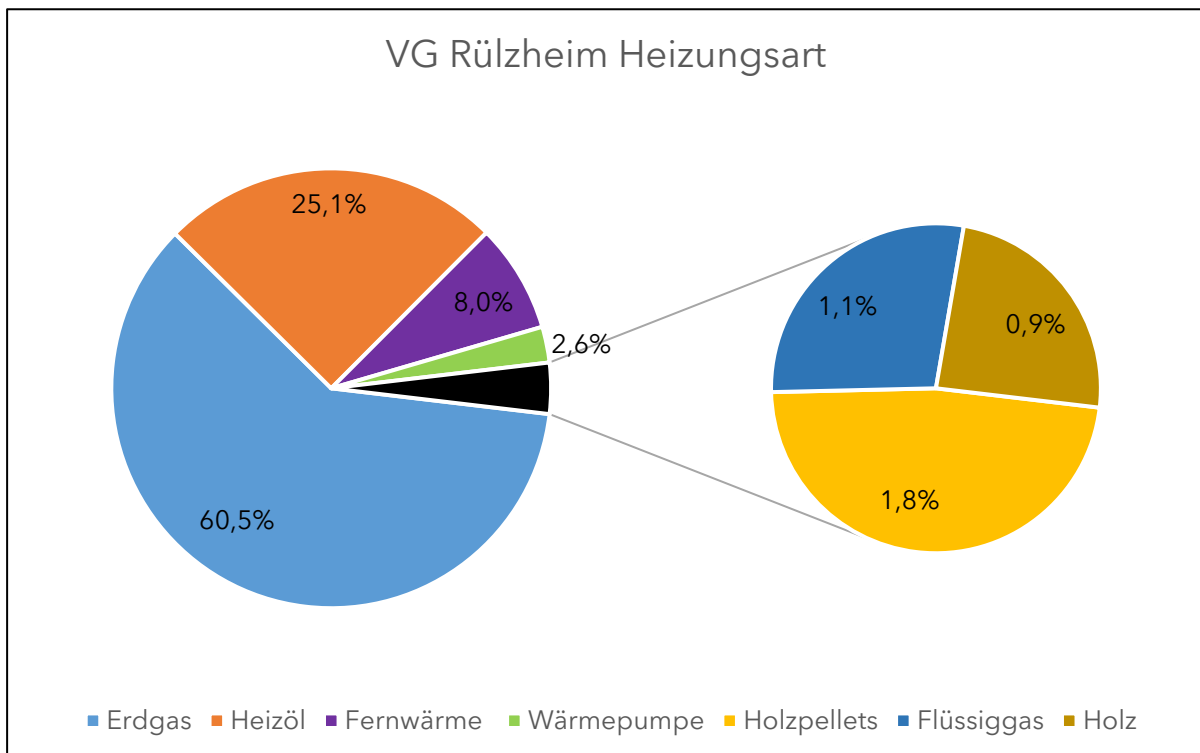


Abbildung 3.14: Verteilung der Heizungsarten in Prozentwerte in der VG Rülzheim

In der Verbandsgemeinde sind sehr viele Holzheizungen vorhanden. Fast ein Drittel aller durch Kaminkehrer gemeldete Heizungen sind Holzheizungen (z. B. Kachelofen). Diese werden jedoch oft nicht als einzige Heizungsart, sondern als Zusatzheizung benutzt und können daher die Verteilung verzerren. Ob eine Holzheizung als Hauptheizung oder als Zusatzheizung fungiert, wird in den Kaminkehrerdaten definiert. Holz-Zusatzheizungen werden oft nach einem Wärmenetzanschluss weiterbetrieben da es sich hierbei um eine zusätzlichen Komfortleistung handelt, weswegen sie für die Wärmebedarfsanalyse ignoriert werden können.

Mehr als die Hälfte (61,6%) aller Wohnungen verfügt über eine Gasheizung. Da das Fernwärmenetz ebenfalls komplett mit Gas betrieben wird, erhöht sich der Anteil auf über zwei Drittel (69,6%). Die fossilen Heizungsarten Öl und Gas sind zusammen für einen Großteil der Heizungsanlagen verantwortlich (etwa 94,7%). Nachhaltige Heizungsarten wie Wärmepumpen, Holz und Pellets sind nur bei ca. 5,3% der Privathaushalte vorhanden. Die vorhandenen Heizungen stammen zu ca. 35 %

aus dem 20. Jahrhundert. Insgesamt sind gemäß Kaminkehrerdaten 4.199 Verbrenner-Zentralheizungen in der VG Rülzheim vorhanden. Diese Zahl ist geringer als die Anzahl Haushalte aufgrund von z.B. Wärmepumpen, die nicht von Kaminkehrer erfasst werden, und größere Zentralheizungen in Mehrparteienhäuser.

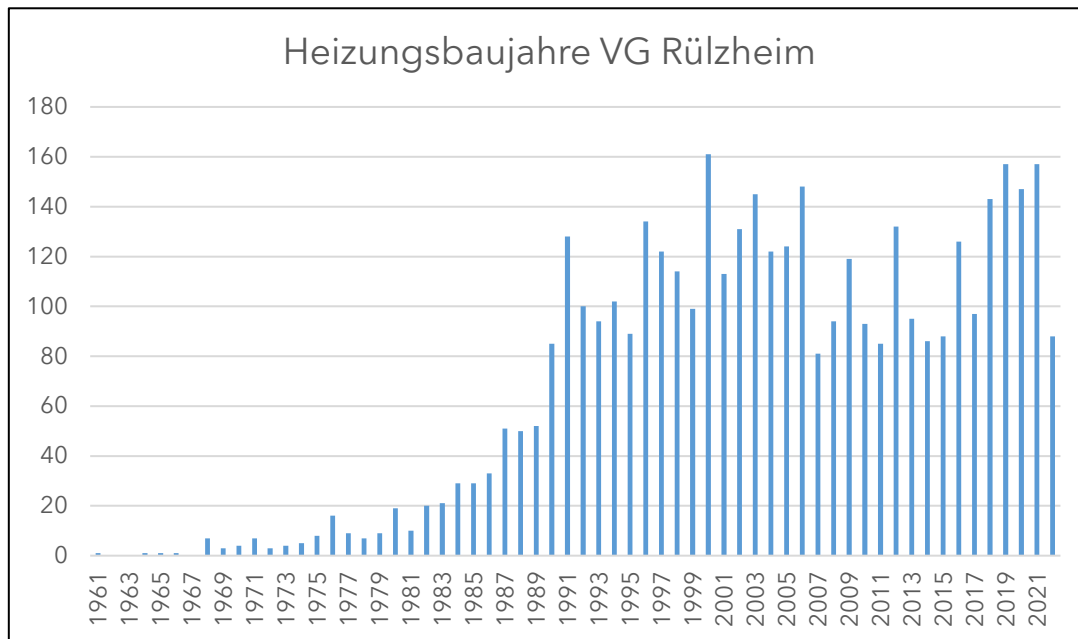


Abbildung 3.15: Baujahre der Heizungen in der VG Rülzheim. X-Achse: Baujahr, Y-Achse: Anzahl Heizungen

Private Haushalte

In der Verbandsgemeinde befinden sich gemäß Statistik RLP⁸ 7.488 Wohnungen in Wohn- und Nichtwohngebäude, wovon 72 % (5.392) aus Einfamilien- oder Doppelhäusern bestehen. 24,9 % (1.865) der Wohnungen befinden sich in Mehrfamilienhäusern. Zusätzlich befinden sich noch 3,1 % (232) Wohnungen in Gebäuden, die als Nichtwohngebäude beschrieben sind. Hierbei handelt es sich vermutlich um Mehrzweckgebäude. Aus dem Wärmekataster ergibt sich für den Bereich private Haushalte ein Wärmeverbrauch von ca. 147.114 MWh.

Private Haushalte in der VG Rülzheim verbrauchen pro Haushalt im Schnitt 19,6 MWh pro Jahr an Wärme. Der Sektor private Haushalte ist für ca. 79 % des Gesamtwärmeverbrauchs in der VG Rülzheim verantwortlich. Der hohe Anteil lässt sich unter anderem durch die Verteilung der Baujahre (Abbildung 3.16), sowie durch die Abwesenheit größerer Industriebetriebe erklären.

⁸ KOMMUNALDATENPROFIL Landkreis Germersheim. 22.05.2023, Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz

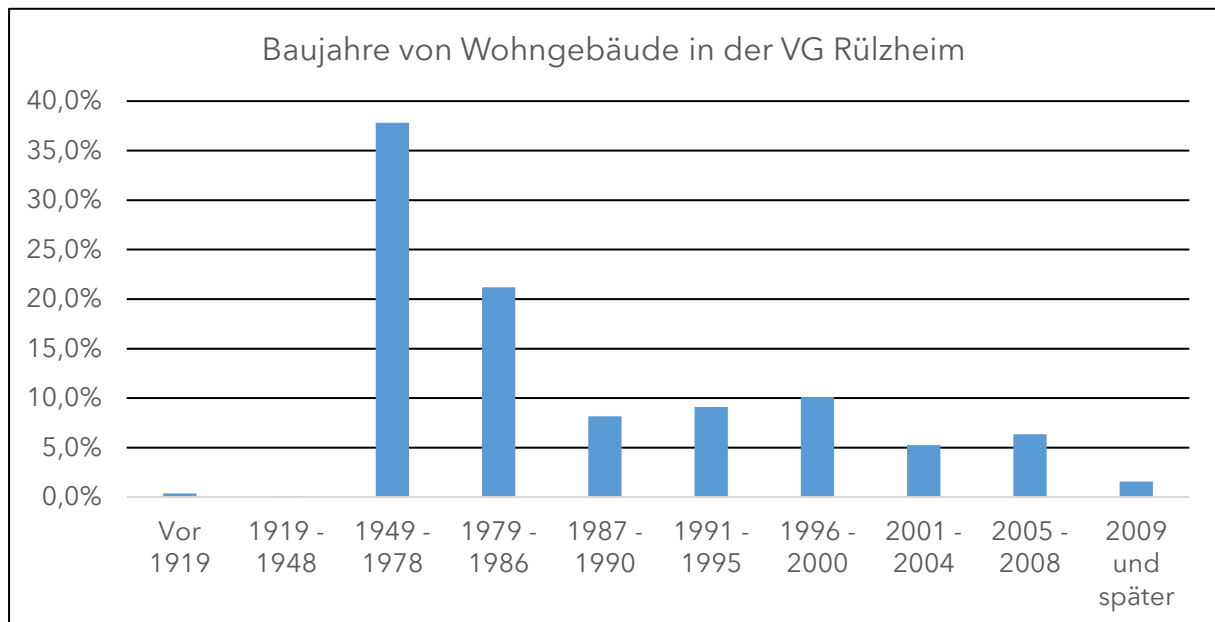


Abbildung 3.16: Verteilung der Baujahre von Wohngebäude in der VG Rülzheim

Öffentliche Gebäude

Die Daten des kommunalen Wärmebedarfs wurden vom Klimaschutzmanagement der VG Rülzheim bereitgestellt. Insgesamt gibt es in der VG Rülzheim 64 kommunale Gebäude, wovon bei 21 kommunalen Gebäuden der Wärmeverbrauch bekannt ist. Der Sektor kommunale Liegenschaften ist mit 3,6 % die kleinste Wärmeverbrauchsgruppe.

Tabelle 3.6: Wärmebedarf und -träger der einzelnen kommunalen Liegenschaften

Gebäude	Ort	Wärmeträger	Wärmeverbrauch (MWh/a)	Anteil
Bauhof	Hördt	Gas	27.763	1 %
Jugendtreff	Hördt	Gas	7.138	0 %
Grundschule inkl. MZH	Hördt	Gas	308.162	11 %
Kiga Klosterspatzen	Hördt	Gas	46.531	2 %
Rathaus	Kuhardt	Gas	32.582	1 %
Kindergarten	Kuhardt	Gas	67.251	2 %
Feuerwehr	Kuhardt	Gas	14.874	1 %
Grundschule	Kuhardt	Gas	277.221	10 %
Rheinberghalle	Kuhardt	Gas	85.007	3 %
Rheinberghalle	Kuhardt	Gas	121.088	4 %
Rathaus	Leimersheim	Gas	24.878	1 %
Sport- und Freizeithalle	Leimersheim	Öl	21.687	1 %
Seniorentreff	Leimersheim	Öl	5.000	0 %
Grundschule inkl. Turnhalle	Leimersheim	Gas	345.495	12 %
Kindergarten 2	Rülzheim	Fernwärme	111.000	4 %
Kindergarten 3	Rülzheim	Fernwärme	112.000	4 %
Grundschule	Rülzheim	Fernwärme	365.000	13 %
Rathaus inkl. DOH	Rülzheim	Fernwärme	161.000	6 %
Kindergarten 1	Rülzheim	Fernwärme	65.000	2 %
Dampfnudel Anbau	Rülzheim	Fernwärme	24.000	1 %
Dampfnudel Anbau	Rülzheim	Fernwärme	398.000	14 %
IGS Turnhalle	Rülzheim	Fernwärme	222.000	8 %
Summe			2.842.677	100 %

Die Grundschulen sind, exkl. Dampfnudel, in jeder Gemeinde mit Abstand die kommunalen Gebäude mit dem höchsten Wärmebedarf. Weitere kommunale Großverbraucher sind die Gebäude wie der Dampfnudel und die Turnhalle in Rülzheim. Maßnahmen hinsichtlich Dämmung und Effizienzsteigerung sollten in allen Liegenschaften ergriffen werden, insbesondere in den Schulen und in den Sporthallen. Positiv anzumerken ist, dass ca. 36 % der Gebäude bereits vom Fernwärmenetz versorgt werden. Zwar wird das Wärmenetz aktuell noch mit Gas betrieben, aufgrund der aktuellen Gesetzeslage sollte der Umstieg auf erneuerbare Energie jedoch bald erfolgen. Eine Erfassung der Verbrauchsdaten aller kommunalen Gebäude wird mittelfristig mit einem Energie-Management-System aufgebaut.

Das Wärmekataster ergibt einen Gesamtwärmeverbrauch aller kommunalen Gebäude von 6.669 MWh/a. Insgesamt ist der Sektor kommunale Gebäude somit für 3,6 % des Wärmeverbrauchs verantwortlich.

Wirtschaft

In der VG Rülzheim befinden sich keine großen gewerblichen Verbraucher bzw. Industrie.

Insgesamt wird durch die Wirtschaft in der Verbandsgemeinde Rülzheim gemäß ALKIS-Daten und dem Wärmekataster ca. 48.914 MWh Wärme pro Jahr verbraucht. Dies wird als eine etwas hohe Schätzung eingestuft, da einige Garagen und Hinterhäuser (Stall- oder Lagernutzung) in den ALKIS-Daten als Wirtschaft eingestuft werden. Werden die Gebäude bis 70 m² herausgefiltert, welche hauptsächlich Garagen umfassen, reduziert sich der Wärmeverbrauch um ca. 15.000 MWh/a. Der Wärmeverbrauch der Wirtschaft liegt somit bei ca. 32.449 MWh/a, was etwa 17,4 % des Gesamtwärmebedarfs der VG Rülzheim beträgt.

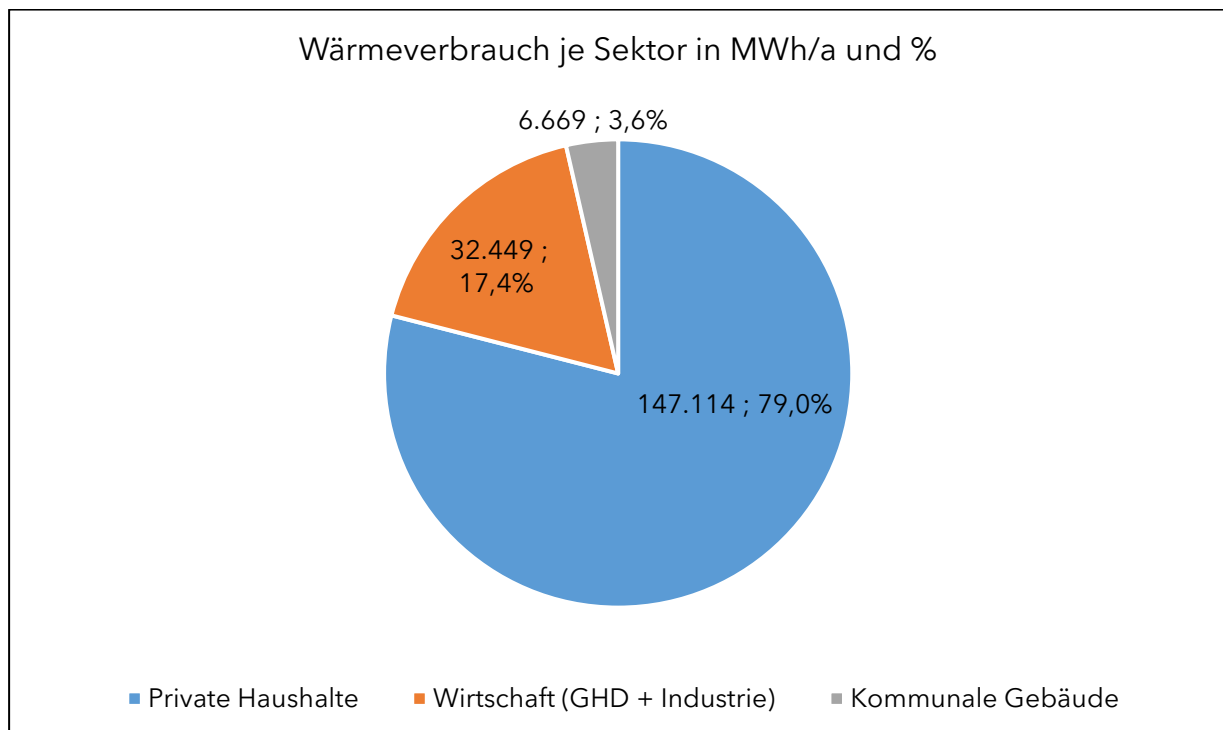


Abbildung 3.17: Wärmeverbrauch je Sektor in der VG Rülzheim

Durch die Gebäudefilterung im Sektor Wirtschaft reduziert sich der **Gesamtwärmeverbrauch** von 202.747 MWh auf **185.897 MWh/a**. Dies stimmt zudem sehr gut mit der Annahme einer mittleren Vollaststundenzahl von 1300 h/a überein.

3.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

Im November 2021 wurde für das integrierte Klimaschutzkonzept eine Energie- und Treibhausbilanz erstellt. Im Bilanzjahr 2018 wurden in der VG Rülzheim insgesamt 104.164 t CO₂-Äquivalente (CO₂-e) ausgestoßen. Die Verteilung nach Sektoren wird in Abbildung 3.18 dargestellt.

Die THG-Emissionen pro Person betrugen ca. 6,9 t CO₂-e.

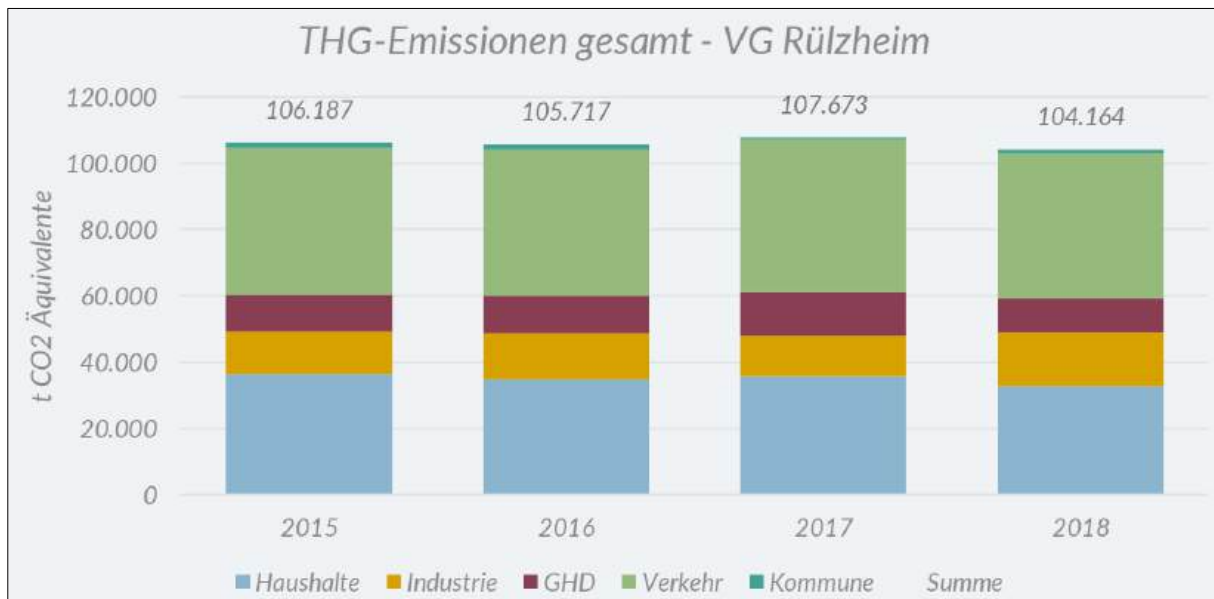


Abbildung 3.18: Verteilung der THG-Emissionen in der VG Rülzheim nach Sektoren.
Datenquelle: Integriertes Klimaschutzkonzept der Verbandsgemeinde Rülzheim, 2021

Insgesamt werden in der VG Rülzheim gemäß aktueller kommunaler Wärmeplanung ca. 186.232 MWh Wärme verbraucht. In der nachfolgenden Tabelle wird der CO₂-Ausstoß für den Wärmeverbrauch pro Energieträger berechnet. Hierfür wurden die CO₂-Faktoren gemäß Technikkatalog Wärmeplanung benutzt⁹. Für die Wärmepumpen wurde der CO₂-Faktor anhand einer Jahresarbeitszahl von 3,0 berechnet. Die reduzierte Höhe des CO₂-Faktors im Jahr 2023 und 2024 im Vergleich zum Jahr 2022 wurde hier nicht berücksichtigt, daher kann der Wert unter Umständen geringer ausfallen.

⁹ Technikkatalog Wärmeplanung. 06.2024, Prognos AG; ifeu; IER

Tabelle 3.7: CO₂-Bilanz der Wärmeversorgung in der VG Rülzheim, CO₂-Faktoren gemäß Technikkatalog Wärmeplanung

Energieträger	Anteil	kWh pro Energieträger	CO ₂ -Faktor	CO ₂ -Ausstoß (kg)
Erdgas	60,5 %	111.188.775	0,240	26.685.306
Heizöl	25,1 %	48.420.529	0,310	15.010.364
Fernwärme	8,0 %	13.596.017	0,240	3.263.044
Wärmepumpe	2,6 %	5.464.717	0,166	908.965
Holzpellets	1,8 %	3.422.241	0,020	68.445
Flüssiggas	1,1 %	1.778.136	0,240	628.106
Holz	0,9 %	1.778.136	0,020	35.563
Summe	100 %	186.231.936		46.599.792

4. Potenzialanalyse Energieeinsparung

4.1 Private Haushalte

An erster Stelle hat das Nutzerverhalten einen hohen Einfluss auf den Wärmeverbrauch. Neben der Optimierung des Nutzerverhaltens kann vor allem durch Gebäudedämmung Energie eingespart werden. Besonders in älteren Gebäuden steckt erhebliches Einsparungspotenzial durch energetische Gebäudesanierung. Dazu werden in dieser kommunalen Wärmeplanung die Ursachen und Folgen einer schlechten Gebäudedämmung im Folgenden erläutert und mögliche Sanierungsansätze aufgezeigt. Grundsätzlich ist dabei zu berücksichtigen, dass diese Angaben immer exemplarisch gelten und lediglich Mittelwerte und Spannbreiten darstellen. Im Neubaubereich konnte der Heizenergiebedarf in den vergangenen Jahren mit Hilfe von neuen und verbesserten Baumaterialien sowie einer verbesserten Bautechnik deutlich gesenkt werden. Zahlreiche Möglichkeiten aus dem Neubaubereich lassen sich mittlerweile auch bei Sanierungsmaßnahmen umsetzen.

Für den Heizenergiebedarf eines Gebäudes ist die Qualität der Gebäudehülle ausschlaggebend. Abbildung 4.1 veranschaulicht die ungefähren Verluste durch die einzelnen Bauteile.

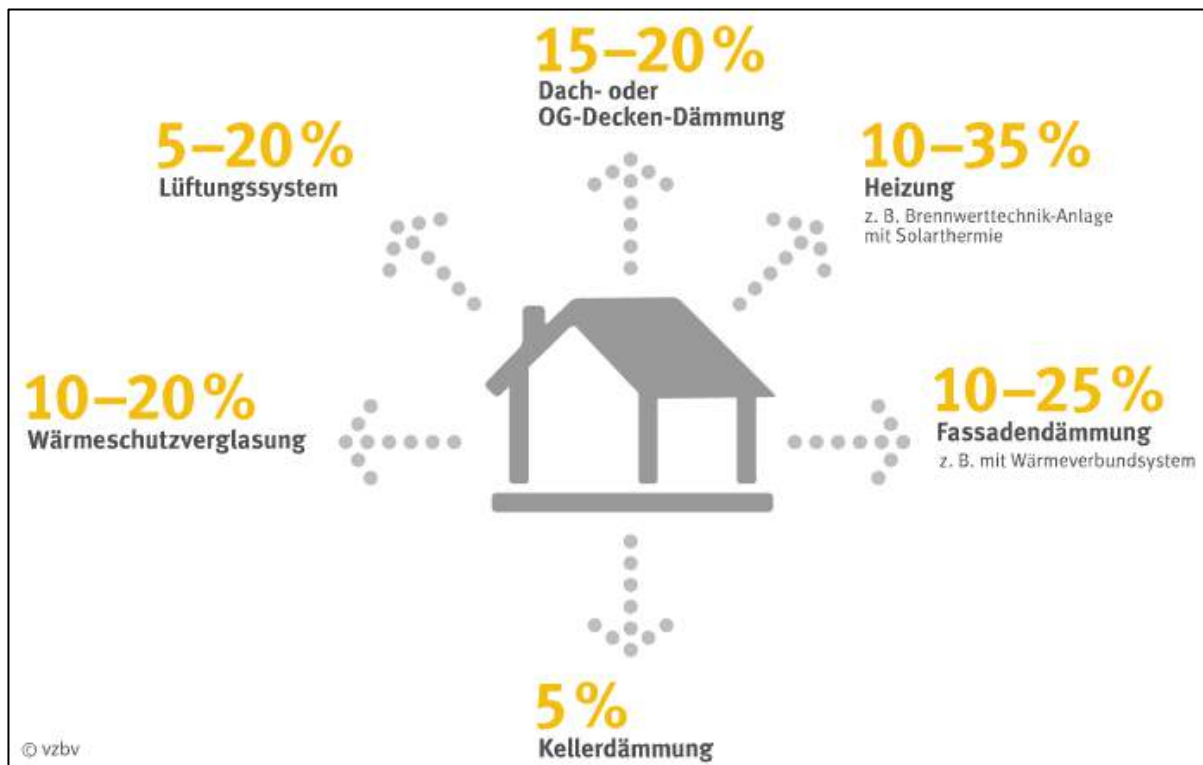


Abbildung 4.1: Energieersparnis durch Sanierung. Quelle: Verbraucherzentrale Bundesverband e.V.

Es können verschiedene Maßnahmen zur Gebäudesanierung durchgeführt werden, um die Effizienz eines Hauses zu steigern. Hierzu zählen: Fassadendämmung, Dachdämmung, Dämmung der Geschossdecke und Bodenfläche, Fenster- und Türenaustausch, Optimierung der Lüftung

(Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung) und das Modernisieren der Heizungsanlage. Fast alle Maßnahmen zur Effizienzerhöhung von Gebäuden werden zurzeit über die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) gefördert. Durch Umsetzung dieser Sanierungsmaßnahmen können die Werte in Abbildung 4.1 erheblich reduziert werden.

Es wird in diesem Konzept davon ausgegangen, dass durch die Umsetzung eines Teils der beschriebenen Sanierungsmaßnahmen sowie durch verändertes Nutzerverhalten insgesamt ca. 25 % der Heizenergie bis zum Jahr 2030 eingespart werden kann. Diese Zahl entspricht zudem etwa den EU-Energieeffizienzzielen aus dem Jahr 2018 von mindestens 32,5 % bis 2030¹⁰. Somit könnten im Jahr 2030 ca. 36.779 MWh/a weniger Wärme verbraucht werden. Das technische Potenzial wäre erheblich höher. Aufgrund von fehlenden Daten zur aktuellen Sanierungslage kann das genaue Potenzial jedoch nicht ermittelt werden.

4.2 Öffentliche Gebäude

Die öffentlichen Gebäude lassen sich grob mit den privaten Haushalten vergleichen. Auch hier ist die Optimierung des Nutzungsverhaltens sowie die Veranlassung von Gebäudesanierungen von höchster Relevanz. Durch Umsetzung eines Teils der beschriebenen Sanierungsmaßnahmen sowie durch besseres Nutzungsverhalten kann auch hier eine große Menge an Heizenergie eingespart werden.

Zurzeit besitzen die kommunalen Liegenschaften noch kein Energiemanagementsystem, diese wurde jedoch zur Zeit der Auftragsvergabe ausgeschrieben.

Nur sehr wenige der Heizungsanlagen in den öffentlichen Gebäuden wurden auf erneuerbare Energien umgestellt. Einige sind jedoch bereits an das Fernwärmenetz angeschlossen, die in naher Zukunft auf erneuerbaren Energien umstellen müssen. Der Einsparungspotenzial wird wie bei den privaten Haushalten auf ca. 25 % bis zum Jahr 2030 eingeschätzt. Somit könnten im Jahr 2030 ca. 1.667 MWh/a weniger Wärme verbraucht werden. Auch bei den öffentlichen Gebäuden liegt das technische Potenzial deutlich höher.

4.3 Wirtschaft

Die Wirtschaftsbranche ist sehr vielfältig und lässt sich aufgrund der vielen verschiedenen Gewerbe nur schwer pauschalisieren. Generell wird hier ein Unterschied zwischen GHD und Industrie gemacht. Die GHD-Branche lässt sich näherungsweise mit den privaten Haushalten vergleichen. Auch hier sind Änderungen des Nutzungsverhaltens sowie Gebäudesanierungen von höchster Relevanz. Auch in der GHD kann durch Umsetzung eines Teils der beschriebenen Sanierungsmaßnahmen sowie durch verändertes Nutzerverhalten insgesamt ca. 25 % an Heizenergie

¹⁰ Richtlinie (EU) 2018/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates. 11.12.2018. Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union

bis zum Jahr 2030 eingespart werden. Da keine energetisch hochintensive Industrie in der VG Rülzheim vorhanden ist, kann die Wirtschaftsbranche auch mit dem Sektor Wohnbau verglichen werden. Weil einige Gewerbe auch Prozesswärme benutzen, welche durch Sanierungsmaßnahmen nicht beeinflussbar ist, wird das Potenzial etwas konservativer auf 20 % Einsparung bis zum Jahr 2030 geschätzt. So können im Jahr 2030 etwa 6.490 MWh/a Wärme in der Branche GHD eingespart werden.

Die Einsparpotenziale gemäß oben genannten Schätzungen werden in Tabelle 4.1 veranschaulicht.

Tabelle 4.1: Einsparpotenziale für private Haushalte, öffentliche Gebäude und Wirtschaft bis zum Jahr 2030

Jahr	Wohnbau MWh/a	Wirtschaft MWh/a	Kommunal MWh/a
Verbrauch 2024	147.114	32.449	6.669
Verbrauch 2030	110.336	25.959	5.002
Einsparung %	25 %	20 %	25 %
Einsparung absolut (MWh)	36.779	6.490	1.667

Alternativ kann eine jährliche pauschale Minderung des Wärmebedarfs in Anlehnung an die EU-Effizienzrichtlinie (Energy Efficiency Directive, 1,5 % Energieeinsparung pro Jahr) angenommen werden. Die Einsparungen bei einer jährlichen Wärmebedarfssenkung von 1,5 % bis 2030 werden in der Tabelle 4.2 dargestellt.

Tabelle 4.2: Einsparungspotenzial je Sektor bis zum Jahr 2030 gemäß EU-Effizienzrichtlinie

Jahr	Wohnbau MWh/a	Wirtschaft MWh/a	Kommunal MWh/a
2024	147.114	32.449	6.669
2025	144.907	31.962	6.569
2026	142.734	31.483	6.470
2027	140.593	31.011	6.373
2028	138.484	30.545	6.278
2029	136.407	30.087	6.184
2030	134.360	29.636	6.091
Einsparung in %	9 %	9 %	9 %
Einsparung absolut (MWh/a)	12.754	2.813	578

Einsparung kumuliert (MWh)	44.078	9.721	1.997
-----------------------------------	---------------	--------------	--------------

Wird das Sanierungspotenzial nach Werten von Michelsen & Müller-Michelsen (2010)¹¹ berechnet, so ergeben sich je nach Baujahr folgende Einsparpotenziale:

Tabelle 4.3: Einsparpotenziale nach Baujahr eines kleinen Mehrfamilienhauses bis 6 Wohneinheiten gemäß Michelsen & Müller-Michelsen (2010)

Sanierung	1900 - 1918	1919 - 1948	1949 - 1957	1958 - 1968	1969 - 1978	1979 - 1983	1984 - 1994	Ab 1995
Unsanziert (kWh/(m²*a))	159	162	160	161	151	143	136	108
Vollsanziert (kWh/(m²*a))	137	136	134	128	131	137	125	
Einsparungspotenzial	14 %	16 %	16 %	20 %	13 %	4 %	8 %	2 %*

* Geschätzter Wert

Diese Einsparpotenziale wurden mit dem Wärmekataster verrechnet. Dies ergibt nach Sanierung einen Wärmebedarf von 165.026 MWh/a oder eine Einsparung von 11,4 %. Die gebäudescharfen Einsparpotenziale sind in den Geodaten, die der VG Rülzheim zur Verfügung stehen, hinterlegt.

Mit dem im Juni 2024 veröffentlichten Leitfaden zu kommunaler Wärmeplanung des KWW wurden auch neue Sanierungsraten veröffentlicht. Auch diese wurden mit dem Wärmekataster verrechnet. Es ergeben sich folgende Wärmebedarfsreduzierungen.

Tabelle 4.4: Sanierungspotenzial in der VG Rülzheim gemäß Leitfaden kommunale Wärmeplanung des KWW

Sektor	2024	2030	2035	2040	2045
GHD + Kommunal (MWh/a)	38.782	36.428	34.576	32.818	31.150
Wohnbau (MWh/a)	147.079	133.948	123.938	114.703	106.182
Summe (MWh/a)	185.861	170.377	158.514	147.521	137.332

¹¹ Michelsen, Claus; Müller-Michelsen, S. (2010) : Energieeffizienz im Altbau: Werden die Sanierungspotenziale überschätzt? Ergebnisse auf Grundlage des ista-IWH-Energieeffizienzindex, Wirtschaft im Wandel, ISSN 2194-2129, Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung Halle (IWH), Halle (Saale), Vol. 16, Iss. 9, pp. 447-455

Reduktion auf	100 %	92 %	85 %	79 %	74 %
---------------	-------	------	------	------	------

Insgesamt wird deutlich, dass sich sowohl durch Sanierung der Gebäude als auch durch angepasstes Nutzerverhalten deutliche Einsparpotenziale im Bereich Wärme realisieren lassen. Diesen Einsparungen stehen jedoch in erster Linie finanzielle Aufwendungen entgegen, welche für die Sanierungsmaßnahmen zu investieren sind. Durch die hohe Bedeutung der Wärme am Gesamtenergieverbrauch sollte sich in Zukunft mehr auf die Einsparpotenziale fokussiert werden. Dies ist vor allem durch verstärkte Informationspolitik, Öffentlichkeitsarbeit, finanzielle Förderungen und klare Vorgaben der Zielsetzungen erreichbar.

Eine potenzielle Lösung für die Verbesserung des schwer beeinflussbaren Nutzerverhaltens liegt in der Benutzung von Smart Thermostaten und künstlicher Intelligenz. Es gibt bereits eine Vielzahl von Herstellern digitaler Optimierungsplattformen für Heizungsanlagen.

5. Potenzialanalyse Energieerzeugung

In diesem Kapitel werden theoretische Potenziale ermittelt. In der Realität senken jedoch Einflussfaktoren, wie z. B. politische Themen oder der Erwerb von Grundstücken, das tatsächliche Potenzial im Vergleich zum theoretischen Potenzial spürbar. In diesem Konzept können solche Faktoren nur teilweise berücksichtigt werden.

5.1 Abwärme

Um das Abwärmepotenzial in der VG Rülzheim zu ermitteln, wurden die vielversprechendsten Firmen/Märkte angefragt:

- Supermärkte (ggf. auch Kühlbedarf interessant)
- Bartmann Maschinenbau GmbH
- MTD Metalltechnik Dirion
- Torsten Schwab Fertigung und Montage
- Serr Wintergärten GmbH
- Auto-Kabel Rülzheim GmbH & Co. KG
- DBK GmbH
- Hc-Kunststoffwerk Rülzheim GmbH

Lediglich von vier der genannten Firmen kamen Rückmeldungen, jedoch ergab sich kein Potenzial für eine Nutzung von industrieller Abwärme. In der VG Rülzheim befindet sich somit bis auf weiteres kein Abwärmepotenzial.

5.2 Solarthermie

Die Sonnenenergie ist eine im menschlichen Maße unerschöpfliche Energiequelle. Pro Jahr treffen auf das Gemeindegebiet von Rülzheim ca. 1.050 – 1.100 kWh/m² bzw. 55.629.000 MWh an solarer Strahlung¹². Das entspricht knapp dem 300-fachen des gesamten Wärmebedarfs der VG Rülzheim. Der Großteil dieser Energie ist jedoch nicht nutzbar, da die Strahlung auch auf Waldflächen, Straßen oder Wasseroberflächen trifft. Zudem ist die Umwandlung von Strahlungsenergie in Wärme oder elektrische Energie immer mit Verlusten verbunden. Eine handelsübliche Photovoltaikanlage erreicht derzeit, je nach Modultyp, einen Systemwirkungsgrad von etwa 16 – 18 %¹³. Thermische Solarkollektoren hingegen wandeln heutzutage etwa die Hälfte der Strahlungsenergie in Wärme um (ca. 500 kWh/m²). Zusätzlich fallen weitere Systemverluste in geringem Ausmaß an. Außerdem hängt das Potenzial von den verfügbaren und brauchbaren Flächen zur Installation von PV- oder solarthermischen Kollektoren ab.

Das geläufige Problem bei Solarthermieranlagen, dass Solarenergie nicht zwingend dann anfällt, wenn der Energiebedarf gerade vorhanden ist, kann mittlerweile durch Langzeitwärmespeicher etwas ausgeglichen werden. Im Folgenden werden nun die Potenziale für Solarthermie analysiert. Kleine Dachflächen (z. B. von Wohnbebauung) wurden in diesem Konzept nicht berücksichtigt, da es für diesen Zwecke bereits ein Solarkataster gibt: solarkataster.rlp.de. Gemäß dem Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung¹⁴ wird eine minimale Fläche von 2.000 m² festgelegt. Hierzu zählen auch Dachflächen. Die statische Eignung der Dachflächen kann im Zuge der kommunalen Wärmeplanung nicht ermittelt werden.

Solarthermische Freiflächenanlagen (FFST) können ein Fernwärmenetz speisen, wenn die Vorlauftemperaturen nicht zu hoch sein müssen. Hochtemperatur-Flachkollektoren sowie Vakuumröhrenkollektoren stehen im Temperaturbereich bis 110 °C zur Verfügung.

FFST unterliegen einer Vielzahl an Regelungen und Einschränkungen, die den Ausbau zusätzlich verkomplizieren. Eine Freiflächen-Solarpotenzialanalyse des Planungsbüros Piske vom Februar 2023 ergab ca. 45 Potenzialflächen mit einer Gesamtgröße von 1.276.842 m². Jährlich treffen auf diese Flächen ca. 1.341 GWh Solarstrahlung. Das Potenzial von Floating-PV und Floating-ST wurde geprüft, ist aber aus wirtschaftlichen und rechtlichen Gründen nicht mehr erweiterbar.

Ein Kleinteil der Flächen im westlichen Teil von Leimersheim ist weit entfernt vom bebauten Gebiet und wird somit aufgrund des notwendigen Wärmetransportes und den damit verbundenen Wärmeverlusten als technisch nicht sinnvoll betrachtet. Die maximale sinnvolle Entfernung zwischen

¹² solarkataster.rlp.de

¹³ *Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland*. 17.05.2023. Fraunhofer ISE, Dr. Harry Wirth

¹⁴ *Kommunale Wärmeplanung, Handlungsleitfaden*. 12.2020. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Kollektorfreiflächen und Punkt der Wärmenetzeinspeisung wird in der „Analyse des wirtschaftlichen Potenzials für eine effiziente Wärme- und Kälteversorgung“ auf 1.000 m gesetzt¹⁵.

Dachflächen mit einer Fläche von mehr als 2.000 m² werden ebenfalls in Betracht genommen. Es wurden 13 Objekte identifiziert, die über eine Dachfläche von mehr als 2.000 m² verfügen. Insgesamt stehen 43.040 m² Dachfläche zur Verfügung.

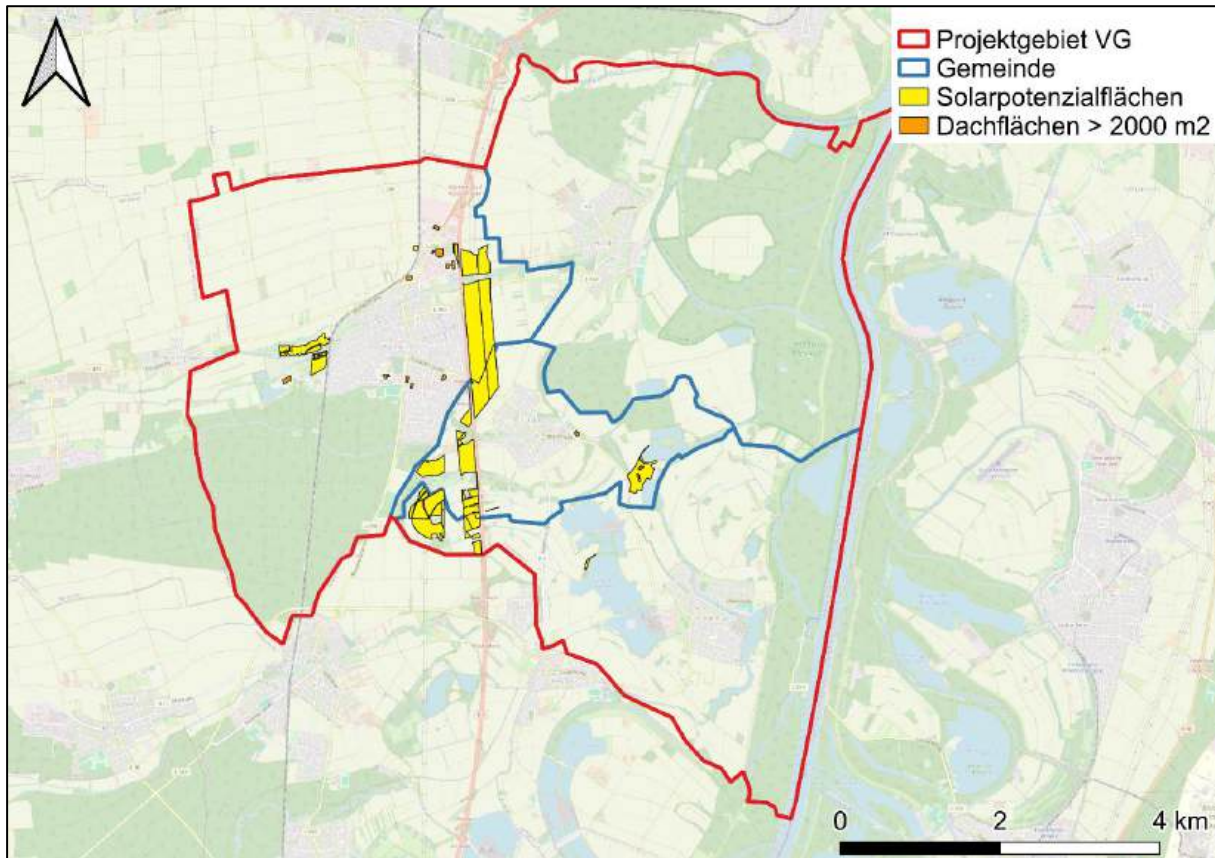


Abbildung 5.1: Übersicht der möglichen Gebiete für Solarthermische Großanlagen (FFST) in der Gemeinde Rülzheim. Datenquelle: Piske Planungsbüro.

Bei einem Verhältnis von Land- zu Kollektorfläche von 2 bis 2,5 gemäß Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen¹⁶ ergibt sich ein Wärmeertrag von ca. 2.000 MWh pro Hektar bzw. 200 kWh pro m². Dieser Wert liegt nah am vorgeschlagenen Kollektorflächenertrag von 400 kWh/m² im Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung¹⁷. Bei einer Potenzialfläche von 1.319.882 m²

¹⁵ *Analyse des wirtschaftlichen Potenzials für eine effiziente Wärme- und Kälteversorgung*. 08.2021 Beitrag zur Berichtspflicht EnEff-RL, Artikel 14, Anhang VIII. Umweltbundesamt. CLIMATE CHANGE 54/2021

¹⁶ *Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen*. 09.2019, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

¹⁷ *Kommunale Wärmeplanung, Handlungsleitfaden*. 12.2020. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

(Freiflächen und Dachflächen) könnten somit ca. 263.976 MWh an Wärme pro Jahr erzeugt werden. In der Realität liegen die Kollektorflächenenerträge mittlerweile vor allem in den südlichen Landesflächen Deutschlands bei 480 – 520 kWh/m².

Das Gemeindegebiet wurde anhand eines digitalen Geländemodells (DGM) auf Verschattungseffekte untersucht. Wie Abbildung 5.2 demonstriert, befinden sich in den ermittelten Flächen keine Verschattungseffekte.

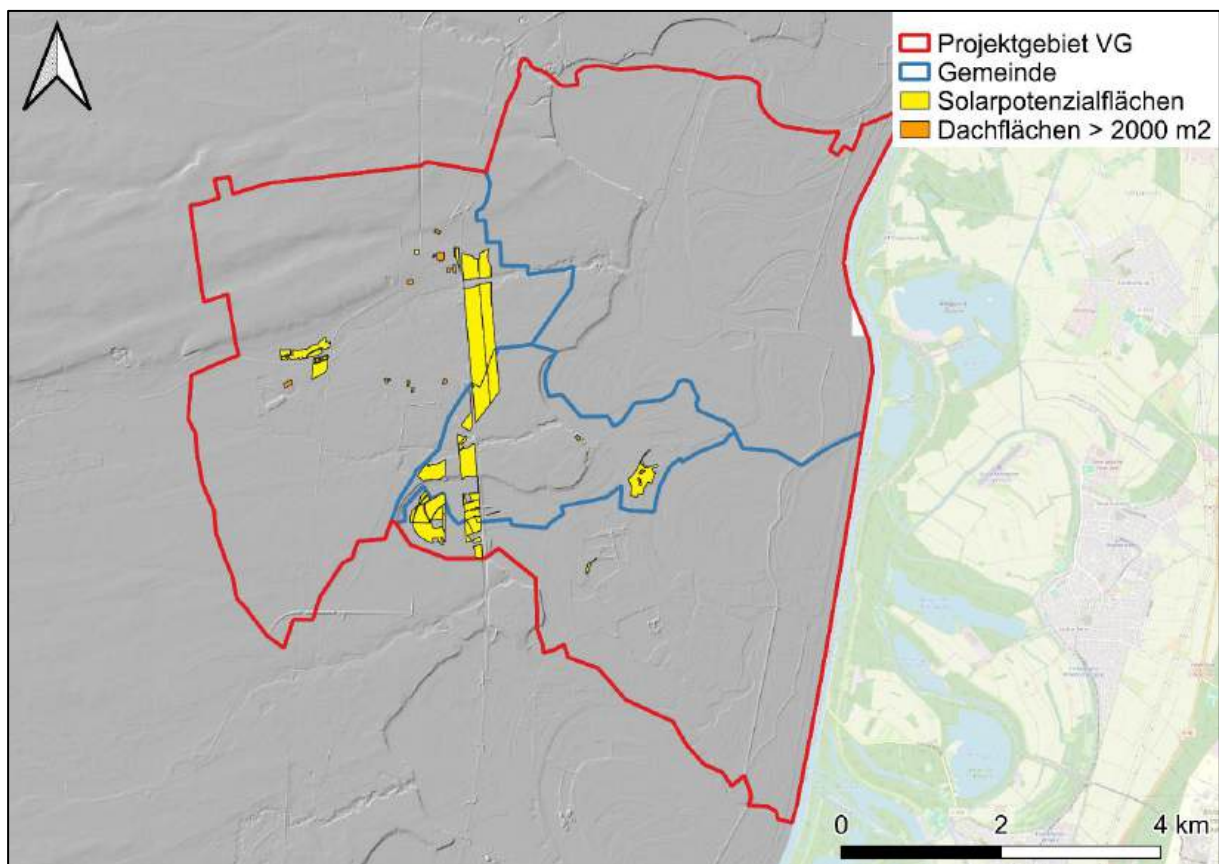


Abbildung 5.2: Übersicht der Potenzialflächen für FFST in der VG Rülzheim auf einem DGM.
Kartenhintergrund: DGM 10 m, Landesamt für Vermessung und Geobasisinformationen

Solarthermie kann in einem Wärmenetz oft nicht als einzige Wärmequelle fungieren. Solare Wärme kann zur Vorwärmung des Rücklaufes, oder in Verbindung mit Kurzzeit-Wärmespeichern oder saisonalen Wärmespeichern benutzt werden. Diese Varianten stellen einen aufsteigenden Anteil an Solarthermie im Wärmenetz dar¹⁸. In einem großen Netz, wie im Bestandsnetz in Rülzheim, kann zum Beispiel von einem Deckungsgrad von 10 – 20 % ausgegangen werden¹⁹.

¹⁸ Solarthermie und Holzenergie im Wärmenetz. 30.09.2020. C.A.R.M.E.N. e.V.

¹⁹ Quelle: Abstimmung mit Hersteller FFST

Grundsätzlich ist eine Aufteilung der Kollektorfläche für ein Wärmenetz möglich, wodurch jedoch die Investitionskosten steigen. Vor allem bei Dachanlagen, die grundsätzlich teurer ausfallen als Freiflächenanlagen, ist eine Aufteilung meistens unvermeidbar.

Die Kosten von Solarthermieranlagen sind sowohl von der Anlagengröße, vom Kollektortyp als auch von der Anlagenfläche abhängig. Abbildung 5.3 stellt die Kostenfunktion für FFST mit Vakuumröhren graphisch dar.

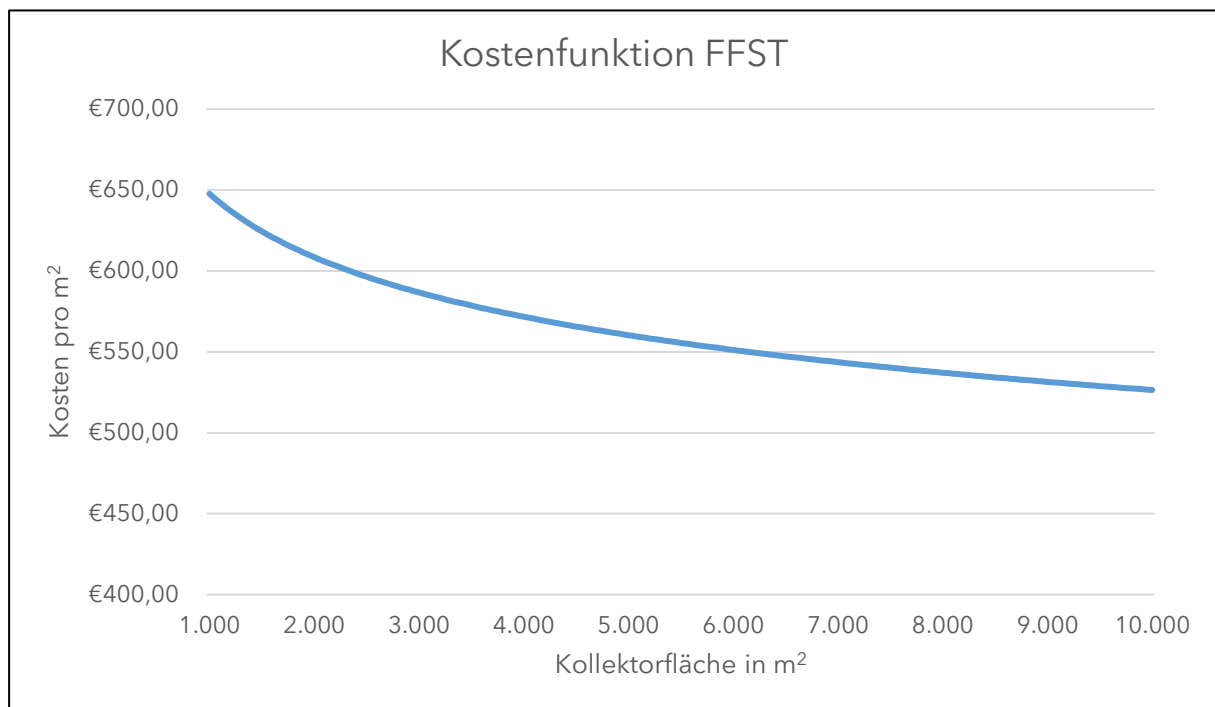


Abbildung 5.3: Kostenfunktion von FFST mit Vakuumröhren

Die Lebensdauer sowie die Wartungs- und Instandsetzungskosten von Solarthermieranlagen werden in Tabelle 5.1 aufgelistet.

Tabelle 5.1: Nutzungsdauer und Kosten von Solarthermieranlagen gemäß VDI 2067

Kollektortyp	Wartung- und Instandsetzungskosten	Nutzungs-dauer nach VDI 2067
Absorber	1,5%	18,00
Flachkollektor	1,5%	20,00
Vakuum-Röhren	1,5%	18,00

5.3 Umweltwärme

5.3.1 Oberflächennahe Geothermie

Prinzipiell wird bei der Geothermie zwischen oberflächennaher Geothermie und Tiefengeothermie unterschieden. Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Wärme der obersten Erdschicht auf niedrigem Temperaturniveau, die über Sonden oder Erdwärmekollektoren auf ein Arbeitsmedium übertragen und mittels Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau gehoben wird. Vor der Installation von Erdwärmepumpen soll immer überprüft werden, ob im Grundwasser ein ausreichend hohes Temperaturniveau bzw. eine ausreichende Leitfähigkeit des Bodens vorhanden ist, um einen entsprechend hohen Coefficient of Performance (COP) zu erreichen.

Nicht jedes Grundstück ist für oberflächennahe Geothermie geeignet. Aus gewässerschutzrechtlichen Gründen ist Wärmeförderung mittels Erdwärmesonden häufig sogar verboten. In den meisten Fällen ist eine Einzelfallprüfung durch die Fachbehörde erforderlich. Die folgende Karte (Abbildung 5.4) zeigt die Gegebenheiten in Rülzheim hinsichtlich des Potenzials für Erdwärmesonden.

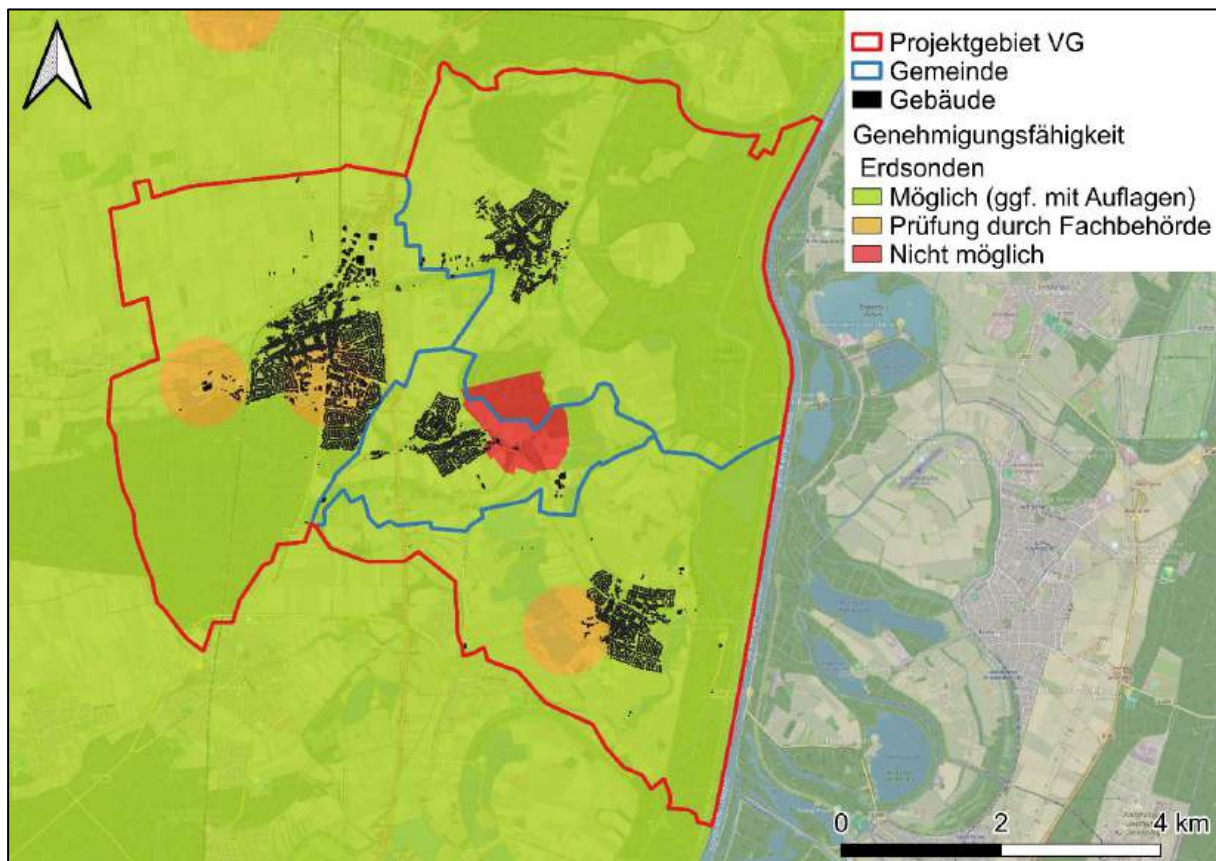


Abbildung 5.4: Übersicht der möglichen Gebiete für Erdsonden in der Gemeinde Rülzheim.
Datenquelle: Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz. Kartenhintergrund: OpenStreetMaps

Oberflächennahe Geothermie wird oft für die Versorgung einzelner Gebäude genutzt, jedoch sind größere Anlagen zur Speisung eines Wärmenetzes auch möglich. Aufgrund der Nähe zum Rhein sind

ebenfalls hohe Grundwasserstände möglich. Hier bietet sich die Durchführung einer Machbarkeitsstudie zu Grundwasser- und Erdwärme an, um bei positiven Ergebnissen Erkundungsbrunnen zu errichten und Leistungspumpversuche durchzuführen.

Erdwärmesonden werden in Bohrungen von 20 - 100 m, manchmal sogar bis 400 m Tiefe eingebracht, wonach die Bohrlöcher mit einem Material mit möglichst hoher Wärmeleitfähigkeit aufgefüllt werden. Für Erdwärmesonden ist die spezifische Wärmeleitfähigkeit des Bodens relevant. Die Wärmeleitfähigkeit ist unter anderem abhängig von der Wassersättigung des Untergrundes. Die Grundwasserflurabstände in der Gemeinde liegen gemäß Daten des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz in der gesamten VG oberhalb von 15 m unter GOK. Somit kann für die Wärmeleitfähigkeit eine Wassersättigung des Untergrundes angenommen werden. In der Gemeinde liegt diese zwischen 20 m und 100 m Tiefe zwischen 1,9 und 2,3 W/(m*K). Eine Kombination von einem Erdsondenfeld und einer Überbauung mit Solarthermieranlagen ist oft möglich. Solche Kombinationen ergeben sehr hohe Flächennutzungsraten. Zudem kann die überflüssige Wärme der Solarthermieranlagen (die meistens im Sommer anfällt, wenn die Heizlast niedrig ist) über die Erdsonden in den Boden geführt werden. Mit diesem Prinzip wird das Erdsondenfeld regeneriert und erhöht die Lebensdauer des Systems. Wenn mehr Wärme zugeführt als entnommen wird, so funktioniert das Erdsondenfeld als saisonaler Wärmespeicher. Mehr Informationen zu Wärmespeichern sind im Kapitel 5.9 verfügbar. Sedimentgesteine (Tonschiefer, Mergel, Ton, Sandstein etc.), magmatische Gesteine (Granit, Gabbro etc.) und auch einige metamorphe Gesteine wie Gneis eignen sich gut für Erdwärmesonden.

Erdsondenfelder müssen jährlich regeneriert werden, um eine Auskühlung zu verhindern. Um ein Erdsondenfeld langfristig zu betreiben, muss in etwa die gleiche Wärmemenge, die aus dem Boden entzogen wird (Kälteleistung), wieder zurückgeführt werden. Ein Erdsondenfeld kann deswegen oft nicht das ganze Jahr als Wärmequelle genutzt werden. Wird im Sommer Überwärme, oder sonstige Wärme, in das Erdsondenfeld eingespeist, so kann diese im Winter als Wärmequelle benutzt werden. Erdsondenfelder eignen sich aufgrund der niedrigen Temperaturen vor allem gut für Wärmenetze mit niedrigeren Vorlauftemperaturen. Bei höheren Vorlauftemperaturen können nur geringe COP-Zahlen der Wärmepumpen erreicht werden. Bei der Einspeisung der Wärme im Sommer muss zudem beachtet werden, dass die Bodentemperatur gemäß VDI 4640 nicht über 20 °C ansteigt. Höhere Temperaturen unterliegen strengeren Regeln und detaillierten Prüfungen. Zurzeit werden Erdsondenfelder lediglich in Wärmenetzen mit niedrigeren Temperaturen sowie im Wohn- und Gewerbebau eingesetzt, wo die Temperaturen nicht über z. B. 75 °C ansteigen.

Für die Erdwärmekollektoren wird die spezifische Wärmeleitfähigkeit der Böden in 1,5 m Tiefe analysiert. In der Gemeinde Rülzheim liegen die Werte der Wärmeleitfähigkeit in 1,5 m Tiefe zwischen 1,0 und 1,8 W/m*K. Diese Werte sind als mäßig gut zu bezeichnen. Das Potenzial für Erdwärmekollektoren in der Gemeinde ist durch die breite Verfügbarkeit und mäßige Wärmeleitfähigkeit mäßig bis gut. Vor allem im Südwesten der VG (in der Gemeinde Rülzheim) befinden sich Böden mit höherer Wärmeleitfähigkeit.

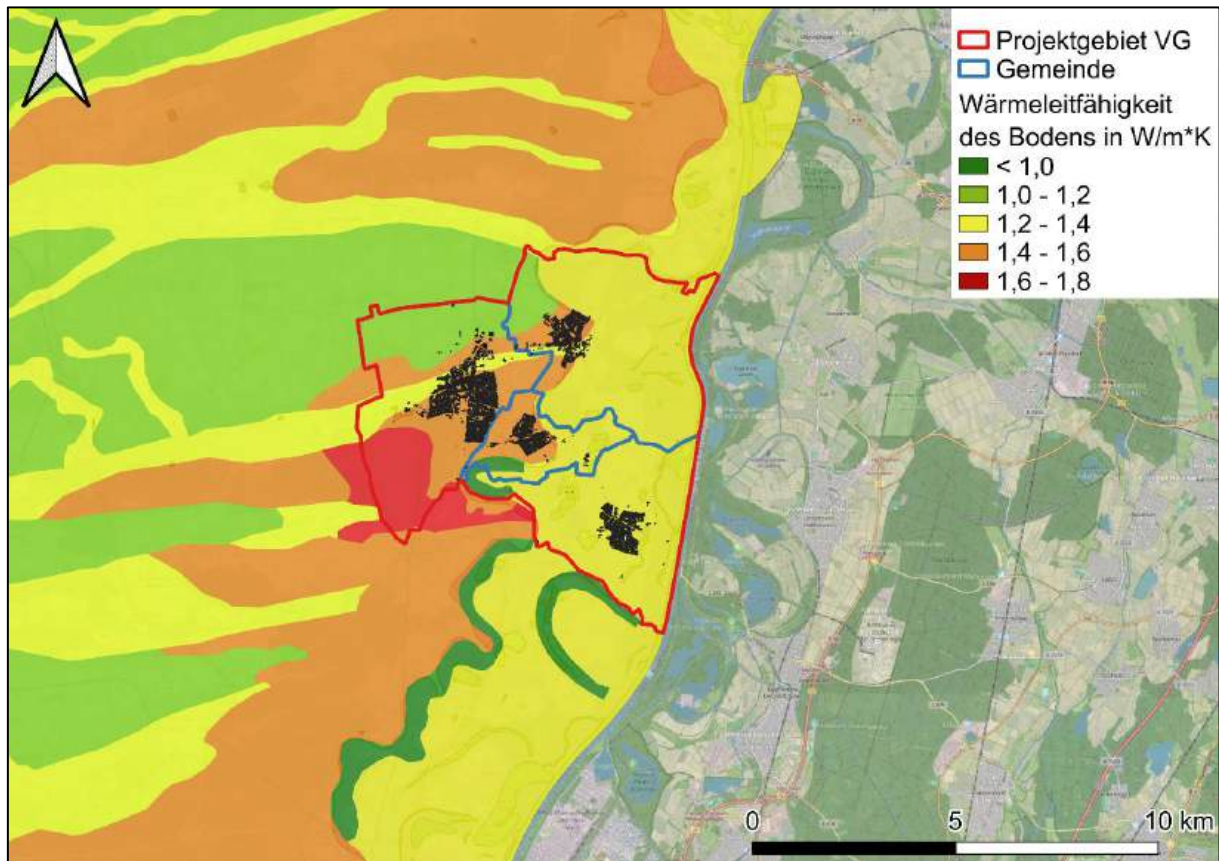


Abbildung 5.5: Übersicht der Wärmeleitfähigkeiten für Erdkollektoren in der VG Rülzheim.
Datenquelle: Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz. Kartenhintergrund:
OpenStreetMaps

Zudem ist die Leistung der Erdwärmekollektoren stark von den klimatologischen Bedingungen abhängig. Gemäß Daten vom ThermoMap herrschen in der VG folgende klimatologischen Bedingungen (Abbildung 5.6).

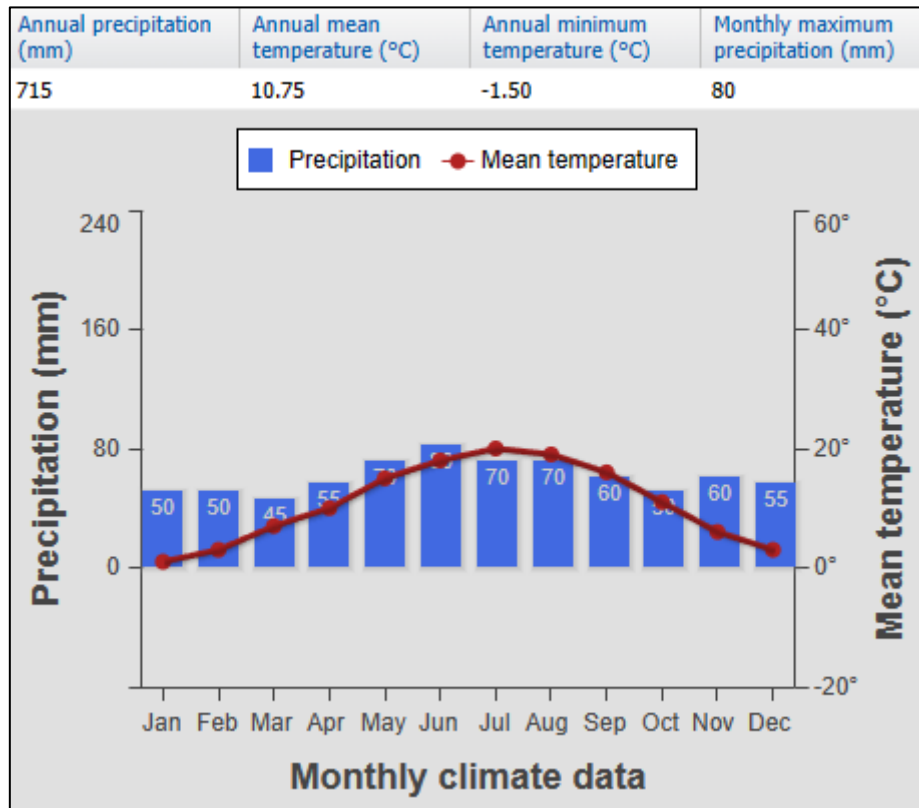


Abbildung 5.6: Übersicht der klimatologischen Bedingungen, die Einfluss haben auf die Leistung von Erdwärmekollektoren in der VG Rülzheim. Datenquelle: www.thermomap.eu

Nicht zuletzt brauchen Erdwärmekollektoren für größeren Wärmenetze sehr große Flächen. Eine Kombination von Erdwärmekollektorenfeldern und Solarthermieanlagen lässt sich nur teilweise verknüpfen, was sich zum einen auf den hohen Flächenbedarf der Erdwärmekollektoren und zum anderen auf die Platzanforderungen der Fundamente der Solarthermieanlagen zurückführen lässt. Erdkollektoren lassen sich auch mit oberflächlich bewirtschafteten Agrarflächen kombinieren. Diese Methode ist bekannt als Agrothermie.

Erdwärmekollektoren eignen sich aufgrund der niedrigen Temperaturen vor allem gut für Wärmenetze mit niedrigeren Vorlauftemperaturen. Bei höheren Vorlauftemperaturen können nur sehr geringe COP-Zahlen der Wärmepumpen erreicht werden. Zurzeit werden Erdwärmekollektoren vor allen im Wohn- und Gewerbebau eingesetzt, wo die Temperaturen nicht über z. B. 75 °C steigen.

Die Potenziale für Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren für die VG Rülzheim sind somit gut.

Für Grundwasserwärmepumpen sind passende Grundwasserflurabstände gefordert. Bei größeren Projekten werden für die Potenzialermittlung potenzielle Standorte identifiziert, an denen Probebohrungen gesetzt und Pumpversuche durchgeführt werden. Anschließend wird an dem Standort mit dem vielversprechendsten Grundwasservorkommen ein großes Brunnenpaar (Entnahmebrunnen und Schluckbrunnen) gebohrt und nochmals ein Pumpversuch durchgeführt. Für die Grundwassernutzung ist die lokale Hydrogeologie relevant. Die Abbildung 5.7 zeigt die

Ergiebigkeit des Grundwassers im Projektgebiet gemäß Daten des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz.

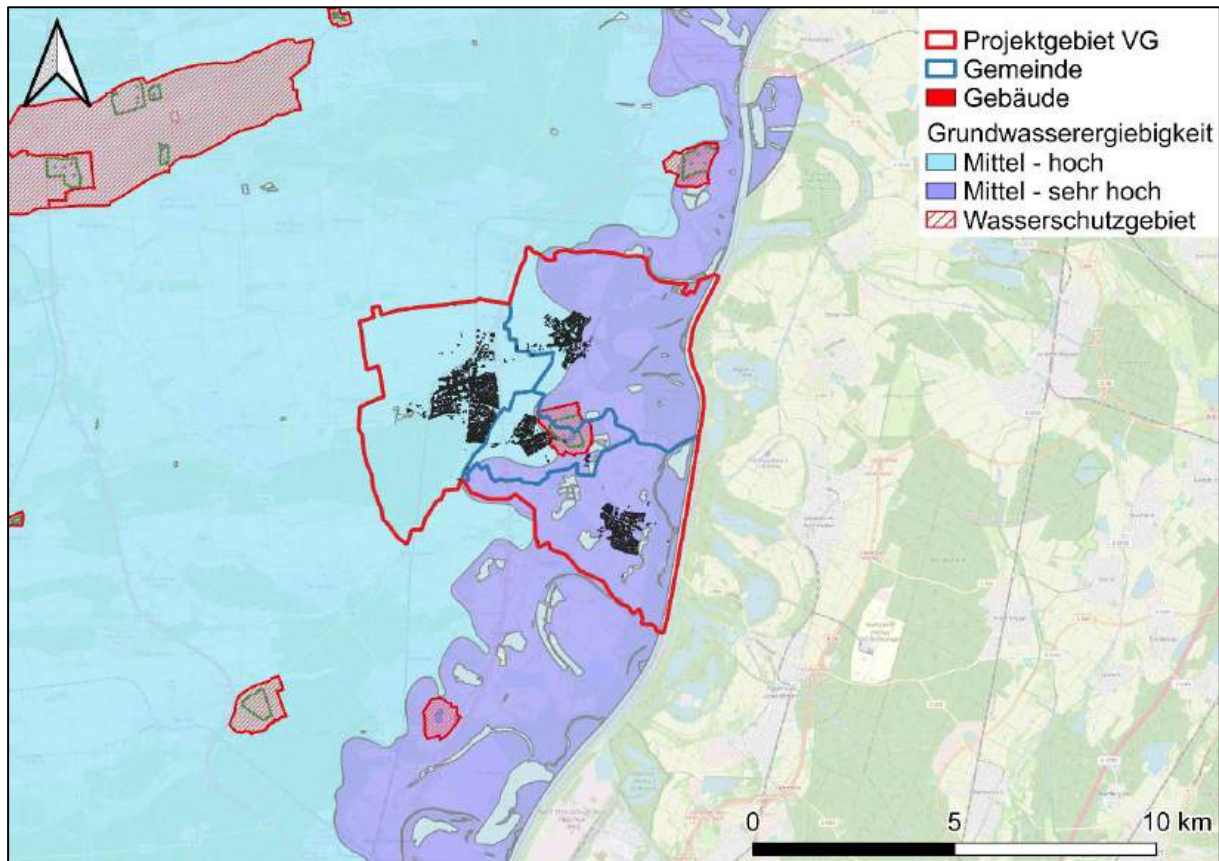


Abbildung 5.7: Grundwasserergiebigkeiten in der VG Rülzheim. Datenquelle: Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz. Kartenhintergrund: OpenStreetMaps

Die Grundwasserflurabstände in der Gemeinde liegen gemäß Daten des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz in der gesamten VG oberhalb von 15 m unter GOK. Diese können aufgrund vieler natürlicher Veränderungen wie Niederschlag, Verdunstung und oberirdischem Abfluss zeitlich variieren. Die Daten zeigen somit ein großes Potenzial für Grundwasserwärmepumpen im gesamten Projektgebiet, vor allem im Osten. Die genauen Mengen an Grundwasser, die zur Verfügung stehen, können in diesem Fall nur über Probebohrungen und Pumpversuche ermittelt werden. Sind hohe Mengen und Fließraten vorhanden, kann sich das Potenzial als sehr gut erweisen. Die Grundwasserentnahmen des Trinkwasserbrunnens Kuhardt wurden vom Zweckverband für Wasserversorgung Germersheimer Südgruppe Kö.d.ö.R. zur Verfügung gestellt. Diese können als Vergleichswerte für die mögliche Entnahmeleistung eines Grundwasserbrunnens herangezogen werden. Aus diesen Daten ergeben sich mögliche Heizleistungen von, je nach Wärmepumpe und Vorlauftemperatur, bis zu 2 MW.

Tabelle 5.2: Entnahmeleistung des Trinkwasserbrunnens bei Kuhardt

Jahr	m³/a	l/s	Kälteleistung (kW) bei 5 K Entnahme
2023	2.058.192	65,3	1.362,7
2022	1.968.124	62,4	1.303,1
2021	2.042.329	64,8	1.352,2
2020	2.272.306	72,1	1.504,5
2019	1.954.203	62,0	1.293,9

Es gibt zudem die Möglichkeit, beliebig viele Förder- und Schluckbrunnen (ausreichend Abstand zwischen den Anlagen vorausgesetzt) zu installieren, um die Gesamtleistung zu erhöhen. Auch bei Grundwasserwärmepumpen führen große Temperaturspreizungen zu niedrigen COP-Werte.

Kostentechnisch befinden sich die drei oben genannten Technologien sehr nah aneinander. Je nach Erkundungsarbeit können bei den Bohrungen sehr unterschiedliche Kosten entstehen. Auch bei den Wärmepumpen entstehen je nach Kältemittel, Quelltemperatur und Temperaturhub sehr unterschiedliche Preise, die sich bei größeren Wärmepumpen (> 1MW) z.B. zwischen 250 €/kW und 950 €/kW befinden. Bei kleineren Wärmepumpen betragen die Kosten oft mehr als 1.000 €/kW. Meistens fallen die Sole/Wasser Wärmepumpen etwas teurer aus.

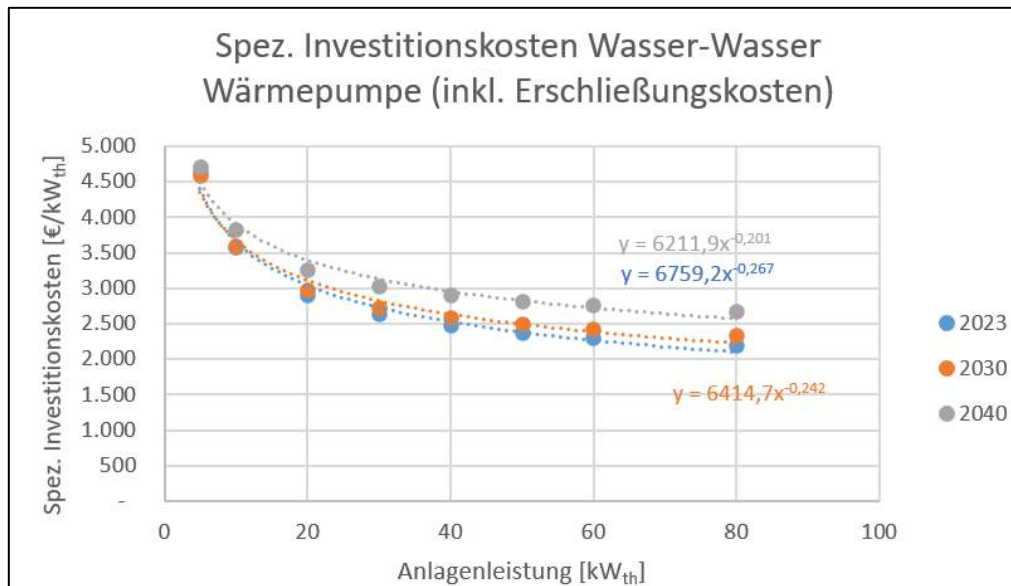


Abbildung 5.8: Investitionskosten für Grundwasserwärmepumpen gemäß Prognos AG et al. (Technikkatalog Wärmeplanung)

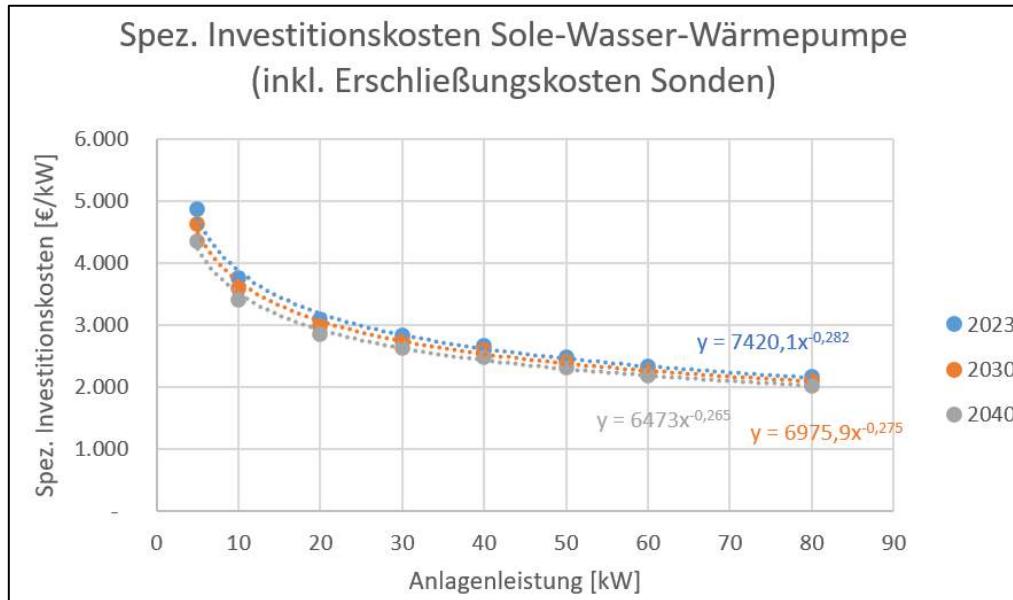


Abbildung 5.9: Investitionskosten für Sole-Wasser Wärmepumpen (Erdsonden) gemäß Prognos AG et al. (Technikkatalog Wärmeplanung)

Tabelle 5.3: Nutzungsdauer und Kosten von Wärmepumpen gemäß VDI 2067

Wärmepumpe	Wartung- und Instandsetzungskosten	Nutzungsdauer nach VDI 2067 (Jahre)
Luft/Wasser	2,5 %	18,00
Sole/Wasser	2,5 %	20,00
Wasser/Wasser	2,5 %	20,00

Oberflächennahe Geothermie wird oft in kalten Nahwärmenetzen eingesetzt. Bei kalten Nahwärmenetzen werden angeschlossene Gebäude mit eigenen dezentralen Wärmepumpen ausgestattet, die das Wasser im Netz als Wärmequelle verwenden. Es können mehrere dezentrale Wärmequellen (z. B. mehrere Erdsonden im Netz verteilt) oder eine zentrale Wärmequelle (z. B. ein einzelnes Erdsondenfeld) benutzt werden. Aufgrund der niedrigen Netztemperaturen entstehen fast keine Netzverluste. Kalte Nahwärmenetze können sich in Neubaugebiete, und unter bestimmten Bedingungen auch in Bestandsgebieten rentieren. Die Wirtschaftlichkeit eines kalten Nahwärmenetzes hängt stark von den Baukosten des Netzes ab. Wird ein kaltes Nahwärmenetz von Anfang an in einem Neubaugebiet mitgeplant, können erhebliche Baukosten gespart werden. In

einem Bestandsgebiet, wo für die Leitungsverlegung Straßen aufgerissen werden müssen, lohnt sich die Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes oft nicht.

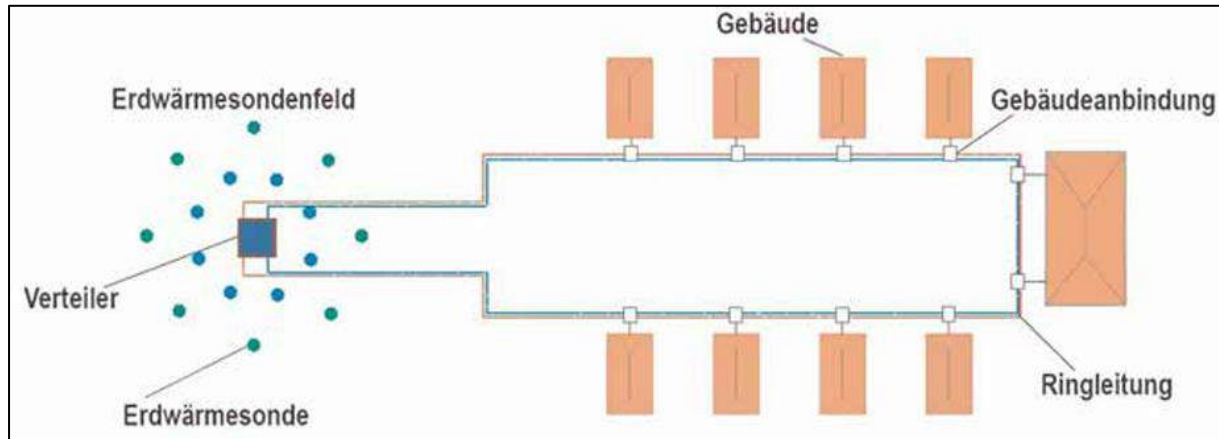


Abbildung 5.10: Beispiel eines kalten Nahwärmenetzes. Quelle: Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH

5.3.2 Flusswasser

Die VG Rülzheim befindet sich westlich des Rheins - ein Fluss, der sich für Flusswasserwärmepumpen eignet. Im nahegelegenen Mannheim wurde bereits eine Flusswärmepumpe mit einer thermischen Leistung von ca. 20 MW (7 MW_{el}) errichtet.

Etwa 9 km des Rheins laufen an der östlichen Grenze der VG Rülzheim in nördlicher Erstreckung vorbei.

Der Rhein zeigte bei einer Messstelle in Karlsruhe einen mittleren Abfluss (MQ) im Jahr 2023 von 1.037 m³/s auf (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg). Die Wassertemperatur des Rheins in Karlsruhe lag gemäß Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg im Jahr 2023 zwischen ca. 5 °C und 25 °C.

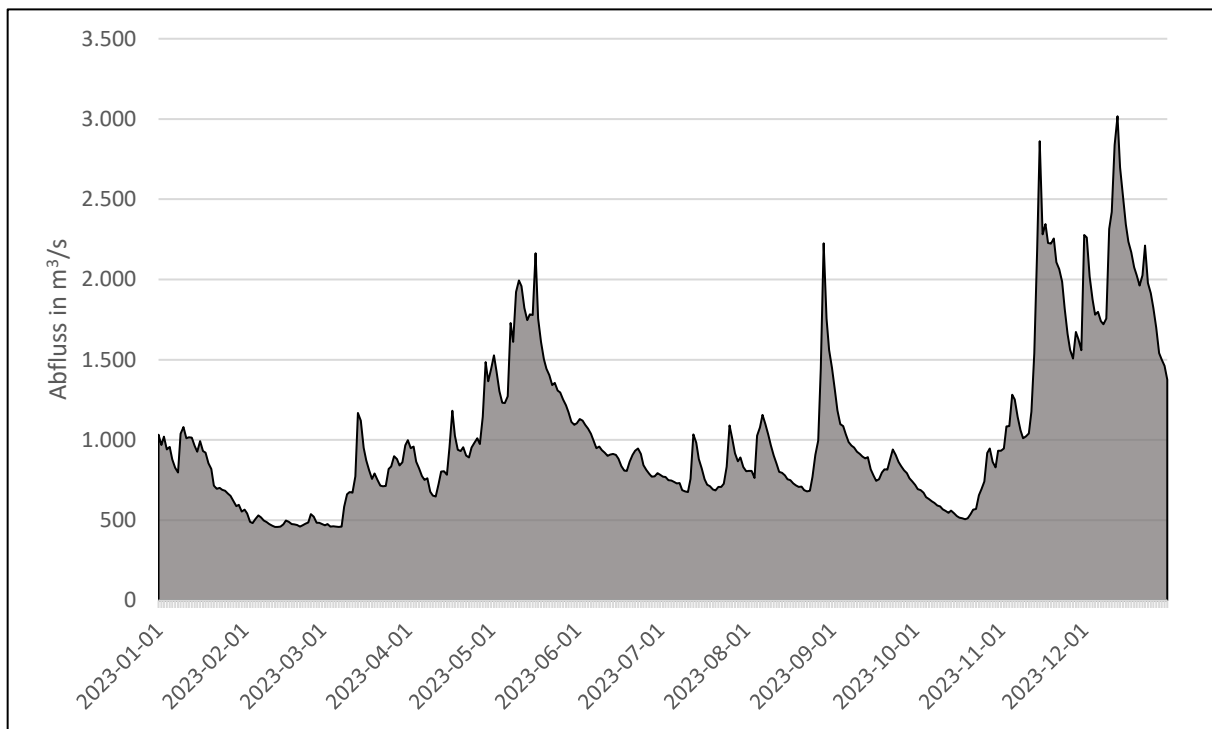


Abbildung 5.12: Übersicht der Abflussmengen im Rhein an der Messstelle Karlsruhe im Jahr 2023. Quelle: Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg

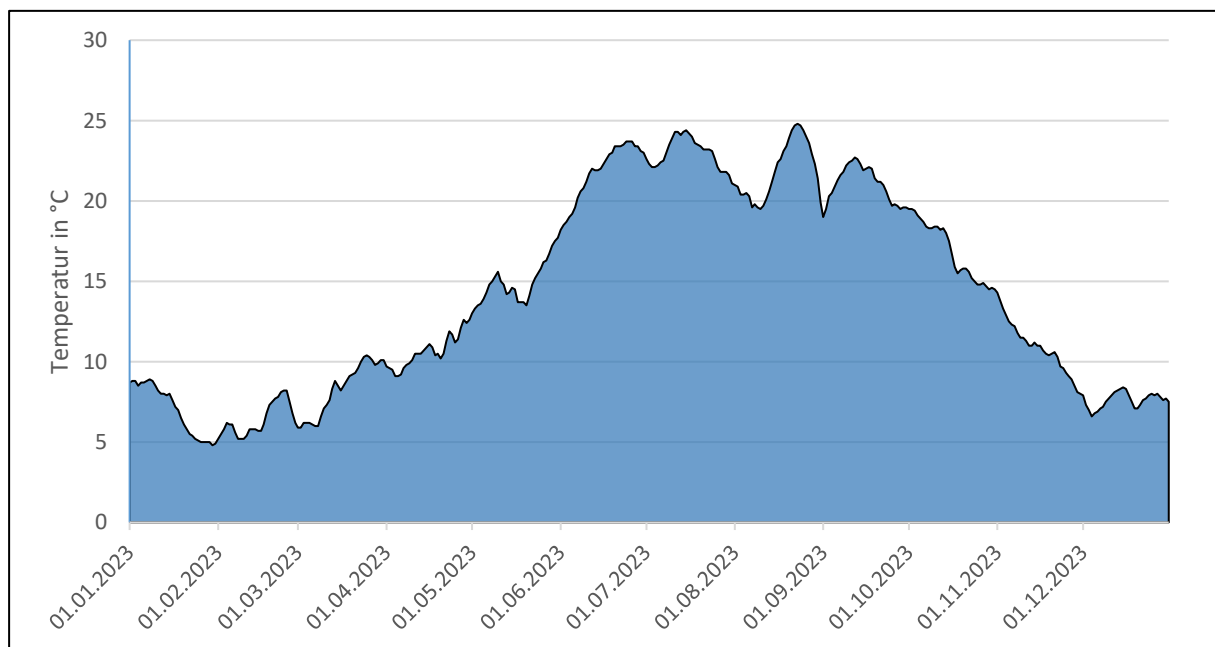


Abbildung 5.11: Übersicht der Wassertemperaturen im Rhein an der Messstelle Karlsruhe im Jahr 2023. Quelle: Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg

Es wurde Rücksprache mit der Struktur- und Genehmigungs-Direktion Süd (SGD Süd) gehalten, um zu ermitteln, ob eine Flusswärmepumpe in der Nähe von Leimersheim genehmigungsfähig wäre, und unter welchen Voraussetzungen. Eine Aufwärmung des Gewässers ist nicht erlaubt. Es darf somit nicht gekühlt werden mit dem Flusswasser. Eine Temperaturreduzierung wird jedoch von der SGD Süd als positiv gesehen. Eine Wärmepumpe könnte auf der Rückseite des Deiches, z. B. in der Nähe der Hugo-Dörrler-Halle, stehen. Es wurden bereits voraussichtliche Entnahme- und Einleitungsstellen mit dem SGD Süd vereinbart. Die Entnahmestelle könnte in der Nähe vom Bootshafen gebaut werden, um ab hier eine Leitung in westlicher Richtung entlang der Rheinstraße zu bauen. Die Wiedereinleitung könnte über dem vorhandenen Kanalbauwerk zwischen dem Fischmal und dem Altrhein Leimersheim stattfinden. Für die Genehmigung ist eine Berechnung der Kälte-Wärmefahne von hoher Relevanz, um eine Beeinflussung von weiteren Anlagen auszuschließen. Gemäß Aussagen des SGD Süd ist eine Anlage wie in Mannheim (ca. 20 MW) unter diesen Voraussetzungen auch in Leimersheim denkbar.

Teilweise transportiert der Rhein viele Schwebstoffe (Abbildung 5.13). Der Anteil an Schwebstoffen hat einen erheblichen Einfluss auf die Lebensdauer der Filter, die ggf. vor den Wärmetauscher installiert werden. Je nach geplanter Entnahmestelle und Art sind zudem unterschiedliche Aspekte wie Gewässerunterhaltung, Geschiebeproblematik, natürliche Gewässerentwicklung/-verlagerung, Verklausung, Durchgängigkeit für Gewässerorganismen, Verwendung von wassergefährdenden Stoffen, Vereisungsproblematik etc. zu beachten.

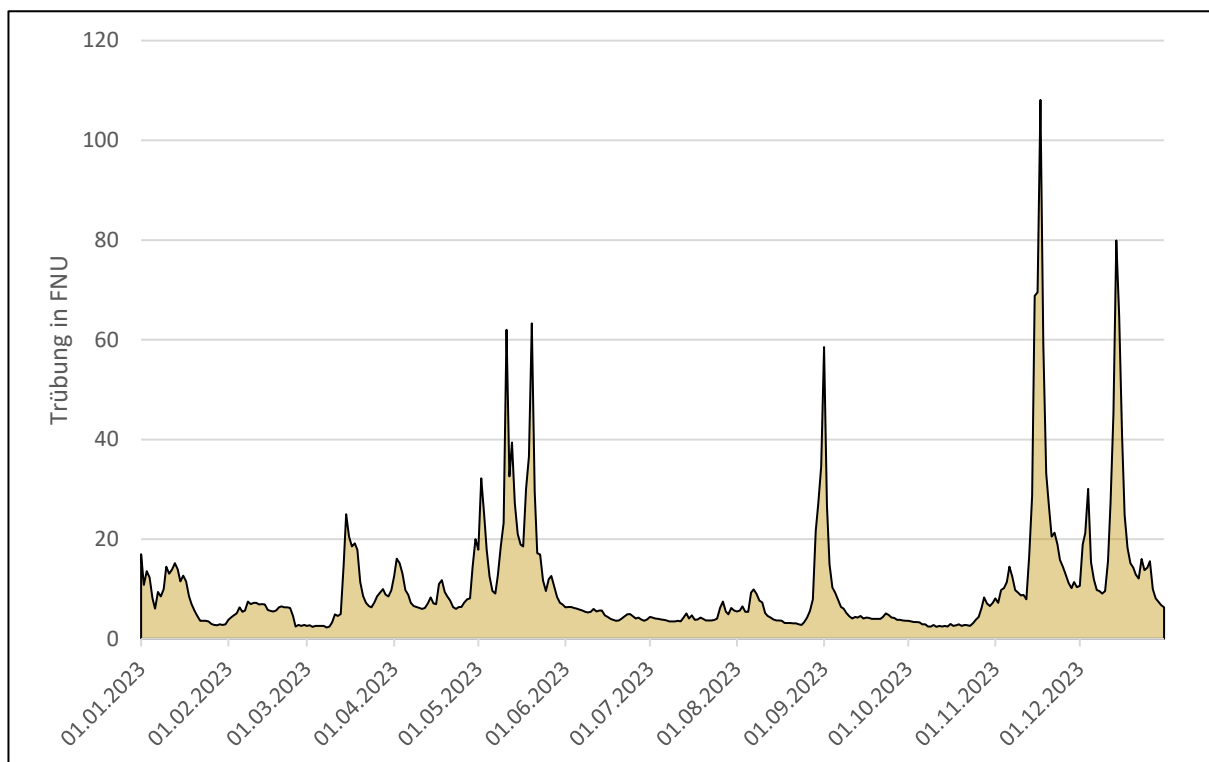


Abbildung 5.13: Schwebstoffmengen im Rhein an der Messstelle Karlsruhe im Jahr 2023.
Quelle: Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg

Das theoretische Potenzial der Flusswärme ist in Rülzheim somit sehr hoch. Ein Vergleichsprojekt findet man in Mannheim, deren Flusswärmepumpe (20 MW Leistung, ca. 700 l/s Wasserentnahme) einen Jahresmittel-COP von 2,7 erreicht. In Mannheim wird das Wasser um 2 - 5 K abgekühlt, womit eine Vorlauftemperatur zwischen 83 °C und 99 °C erreicht wird. Die Investitionskosten lagen bei etwa 15 Mio. EUR²⁰.

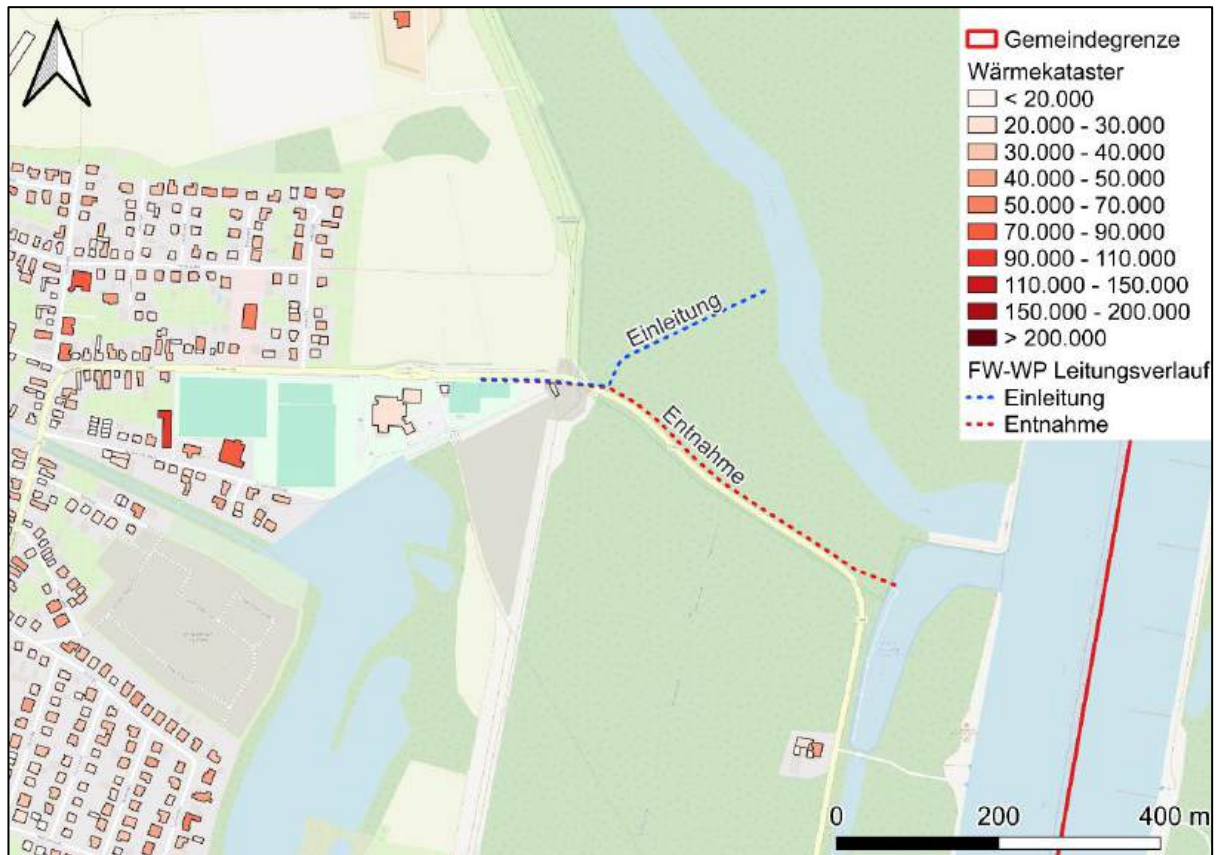


Abbildung 5.14: Potenzieller Leitungsverlauf für die Entnahme und Wiedereinleitung des Rheinwassers für eine Flusswasserwärmepumpe an der Hugo-Dörrler-Halle. Datenquelle Kartenhintergrund: OpenStreetMaps

Ein zusätzliches Potenzial befindet sich im Klingbach, ein Fluss, der in östlicher Richtung durch Rülzheim und Hördt fließt. Gemäß Daten des Pegelstandes in Hördt (Messstellen-Nr. 2375050000) verfügt der Klingbach über einen mittleren Niedrigwasserabfluss (MNQ) von 366 l/s im Winter-Halbjahr und 310 l/s im Sommerhalbjahr. Ein niedrigerer Wert, 284 l/s, wird für das Abflussjahr genannt. Eine Entnahme von 50 % des MNQ (Abflussjahr) sowie eine Abkühlung um 1,5 K wird erfahrungsgemäß als Maximalannahme festgelegt. Diese Annahmen ergeben eine

²⁰ R(h)ein mit der Wärme. MVV Energie AG. Verfügbar auf: <https://www.mvv.de/ueber-uns/unternehmensgruppe/mvv-umwelt/aktuelle-projekte/mvv-flusswaermepumpe> Letzter Abruf: 05.01.2024

Kälteleistung von 889 kW. Je nach Wärmepumpe und erforderlichen Vorlauftemperaturen können Heizleistungen von über 1 MW erreicht werden.

Der Erlenbach verfügt über einen Pegelmesstand in Rheinzabern, wonach der Fluss durch Leimersheim fließt. Für den Erlenbach (Messstellen-Nr. 2375020400) ist ein MNQ von 190 l/s im Abflussjahr bekannt. Dies ergibt mit den oben genannten Annahmen eine Kälteleistung von 595 kW. Je nach Wärmepumpe und erforderlichen Vorlauftemperaturen können Heizleistungen von über 750 kW erreicht werden.

5.3.3 Seewasser

Es sind in der VG Rülzheim einige Baggerseen vorhanden, die auf dem ersten Blick für eine Seewasserwärmepumpe in Frage kommen könnten. In Seen soll aufgrund der höheren biologischen Aktivität und sehr variablen Temperaturen allgemein keine Wasserentnahme oberhalb von 15 m Tiefe stattfinden (eawag, 2022). Gemäß Aussagen der VG Rülzheim sind die Baggerseen im Schnitt nur ca. 12 m tief. Es sind somit keine ausreichend großen / tiefen Seen in der Gemeinde Rülzheim vorhanden, die den Einsatz einer Seewasserwärmepumpe erlauben.

5.3.4 Luft

Die Umgebungsluft ist generell überall nutzbar. Luft-Luft-Wärmepumpen eignen sich nicht für den Einsatz in ein Wärmenetz. Luft-Wasser-Wärmepumpen sind zwecks Lärmschutz gemäß Vorgaben des Bundes-Immissionsschutzgesetz (§ 22 Abs. 1 BImSchG) zu errichten und betreiben. Die oben beschriebenen Umweltwärmequellen erreichen höhere Effizienzzahlen als Luft-Wasser-Wärmepumpen und sind oft als vorrangige Option zu sehen, sind jedoch nicht überall eine realisierbare Alternative. Luft-Wasser-Wärmepumpen kommen vor allem in denjenigen Gebieten in Frage, wo entweder keine andere Umweltwärme mittels Wärmepumpen erschlossen werden kann oder bei zu großer Entfernung zu den Siedlungsflächen²¹. Luft-Wasser-Wärmepumpen gibt es mittlerweile auch in höheren Leistungsbereichen bis zu mehreren hundert kW. Werden synthetische Kältemittel eingesetzt, so liegen die Leistungsgrenzen gemäß Chemikalien-Reduktions-Verordnung (ChemRRV) bei ca. 600 kW Kälteleistung²². Verschiedene mögliche Leistungsklassen bei Einsatz von unterschiedlichen Kältemitteln in Luft-Wasser-Wärmepumpen werden in der Abbildung 5.15 dargestellt.

²¹ Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. (12 2021). Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung.

²² Müller, C. (25. 05 2023). Gross-Wärmepumpen sind fast keine Grenzen gesetzt . 7. Internationaler Grosswärmepumpen Kongress. Zürich.

		R-134a, R-513A	R-448A, R-449A	R-1234ze	R-1234yf	R-290	R-717 (1-stufig)
Untere Leistungsgrenze	kW	100	100	100	100	100	400
Obere Leistungsgrenze	kW	900 (ChemRRV)	900 (ChemRRV)	2'000	2'000	2'000	keine Grenze
WP-Vorlauftemperatur	°C	+60 (+70)	+55	+75	+60 (+70)	+55	+50
Aussentemperatur	°C	-12	-20	+2	-12	-20	-18
Aufstellungsort	-	Innen/Aussen	Innen/Aussen	Innen/Aussen	Innen/Aussen	Aussen	Innen/Aussen
Schallpegel	dB(A) 10m	30 - 55	30 - 55	30 - 55	30 - 55	30 - 55	30 - 55

Abbildung 5.15: Leistungsgrenzen der Luft-Wasser-Wärmepumpen. Bildquelle: CTA AG, Grosswärmepumpen Kongress

Die maximal erreichten Vorlauftemperaturen können für Low-Ex Wärmenetze und teilweise für normale Wärmenetze ausreichend sein.

Aufgrund des Lärm- und Sichtschutzes eignen sich vor allem landwirtschaftlichen Flächen sowie Gewerbeflächen (inkl. Dachflächen, je nach statischer Eignung) für den Betrieb großer Luftwärmepumpen.

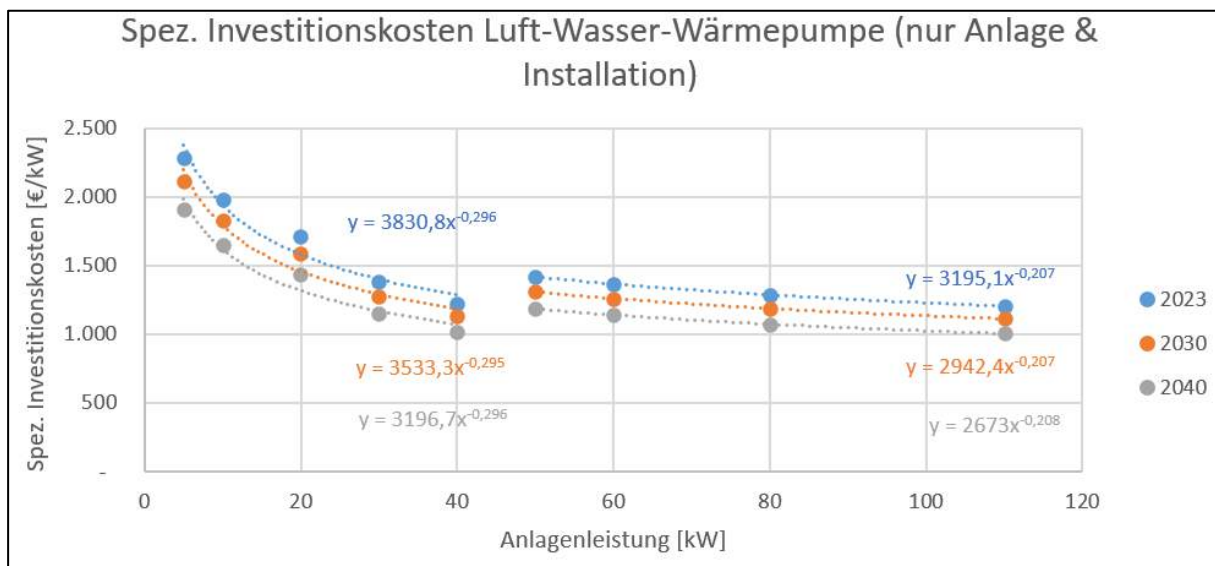


Abbildung 5.16: Investitionskosten für Luft-Wasser Wärmepumpen gemäß Prognos AG et al. (Technikkatalog Wärmeplanung)

5.3.5 Abwasser

Abwasser steht das ganze Jahr zur Verfügung und unterliegt geringen Temperaturschwankungen. Das Abwasser kann mittels Wärmepumpen um wenige Kelvin abgekühlt werden, um Wärme zu produzieren. Die Wärmerückgewinnung vom Abwasser kann sowohl in der Kläranlage als auch in der Kanalisation stattfinden, jedoch ist die Abwärme aus dem Kläranlagen-Auslauf oft besser für Großwärmepumpen geeignet²³. Ein Minstdurchfluss von 15 l/s (Tagesmittelwert bei Trockenwetter) sowie Kanalquerschnitte von mindestens 400 mm sind gefordert²⁴. Beim Kläranlagen-Auslauf können oft mehrere Kelvin dem Wasser entzogen werden, da die Wassertemperatursenkung keine Prozesse mehr beeinflusst. Beim Zulauf darf das Wasser gemäß Aussagen der Kläranlage auf maximal 10 °C abgekühlt werden, da sonst die biologischen Prozesse negativ beeinflusst werden.

Die Ablauf-Daten der Kläranlage zeigen einen mittleren Trockenwetterdurchfluss von 48,8 l/s bei einer mittleren Temperatur von 17,4 °C. Wird das Wasser z. B. um 7,4 °C abgekühlt, so wird dem Klärwasser ca. 0,42 kWh/s entzogen, was einer Kälteleistung von ca. 1,5 MW entspricht. Je nach Art und Benutzung der Wärmepumpe kann mit dieser Kälteleistung z. B. ca. 0,57 kWh/s an Wärme erzeugt werden, was einer Heizleistung von ca. 2 MW entspricht. Bei ca. 8.000 Volllaststunden ergibt dies eine Wärmemenge von ca. 16 GWh. Das Fernwärmenetz ist ca. 450 m von der Kläranlage entfernt. Eine Abwasserwärmepumpe könnte z. B. als Erzeuger für das Wärmenetz dienen. Da sich das Heizkraftwerk an der anderen Seite von Rülzheim befindet, muss hydraulisch geprüft werden, ob eine Einspeisung in die Kläranlage möglich wäre.

²³ *Ratgeber Energie aus Abwasser*. 09.2019, Bundesverband Wärmepumpe e.V.

²⁴ *Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung*. 12.2021, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

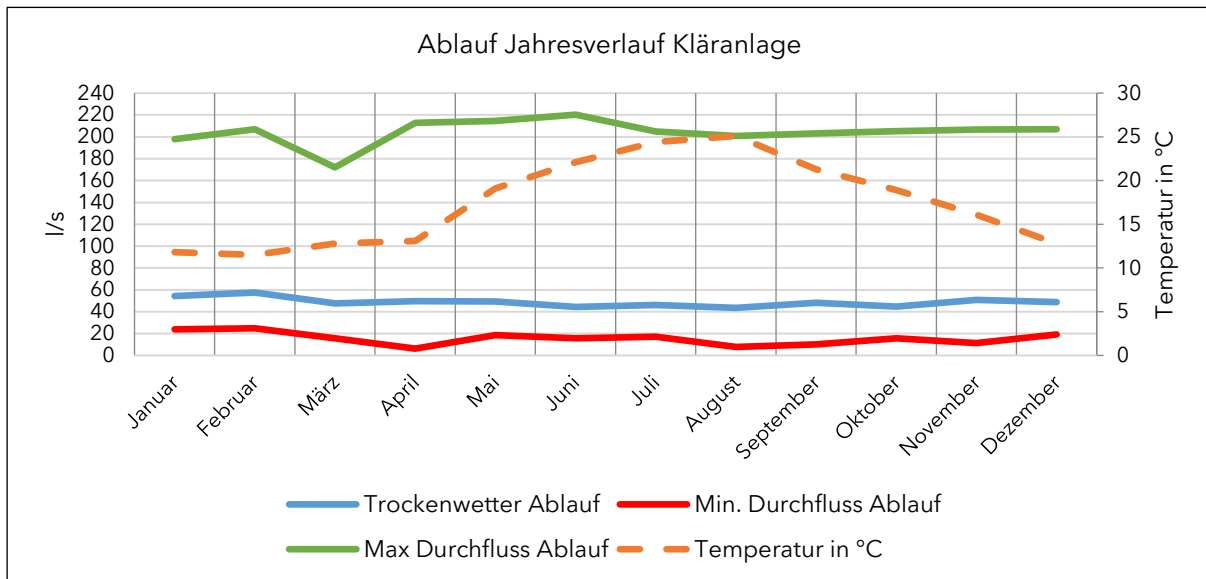


Abbildung 5.17: Ablaufwerte der Kläranlage der in Rülzheim im Jahr 2022

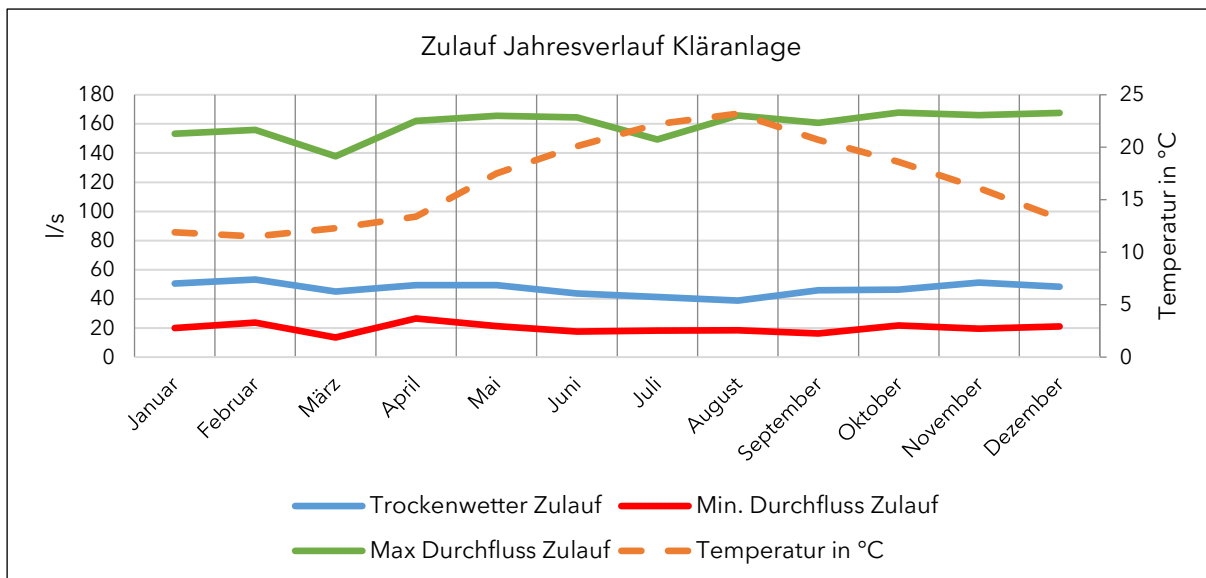


Abbildung 5.18: Zulaufwerte der Kläranlage der in Rülzheim im Jahr 2022

Die Kosten der Benutzung der Umweltwärme sind hauptsächlich abhängig von den Kosten der Wärmepumpen sowie von ggf. anfallenden Erkundungs- oder Naturschutzarbeiten. Je nach Erkundungsarbeit können bei den Bohrungen unterschiedliche Kosten entstehen. Auch bei den Wärmepumpen entstehen je nach Kältemittel, Quelltemperatur und Temperaturhub Preise mit hoher Schwankung, die sich bei größeren Wärmepumpen (> 1MW) z.B. zwischen 250 €/kW und 1.000 €/kW

befinden. Bei kleineren Wärmepumpen beträgt diese Zahl oft mehr als 1.000 €/kW. Die nachfolgende Tabelle entstammt dem AGFW Praxisleitfaden Großwärmepumpen (2023)²⁵

Spez. Investition (gesamt) in Mio. €/MW _{th}	Rauchgas	Abwasser	Abwärme	Grundwasser	Luft
0,5 – 1 MW _{th}	0,53 – 0,63	1,23 – 1,91	0,97 – 1,3	1,18 – 1,72	0,9 – 1,12
1 – 4 MW _{th}	0,46 – 0,53	0,72 – 1,23	0,72 – 0,97	0,77 – 1,18	0,73 – 0,9
4 – 10 MW _{th}	0,44 – 0,46	0,62 – 0,72	0,67 – 0,72	0,69 – 0,77	0,7 – 0,73

Abbildung 5.19: Spezifische Höhen der Gesamtinvestition von Großwärmepumpen in Abhängigkeit der genutzten Wärmequelle. Quelle: AGFW Praxisleitfaden Großwärmepumpen (2023)

Zudem ist anzumerken, dass die Investitionskosten der Wärmepumpe nur ca. 50 % der Gesamtkosten ausmachen (Abbildung 5.20).

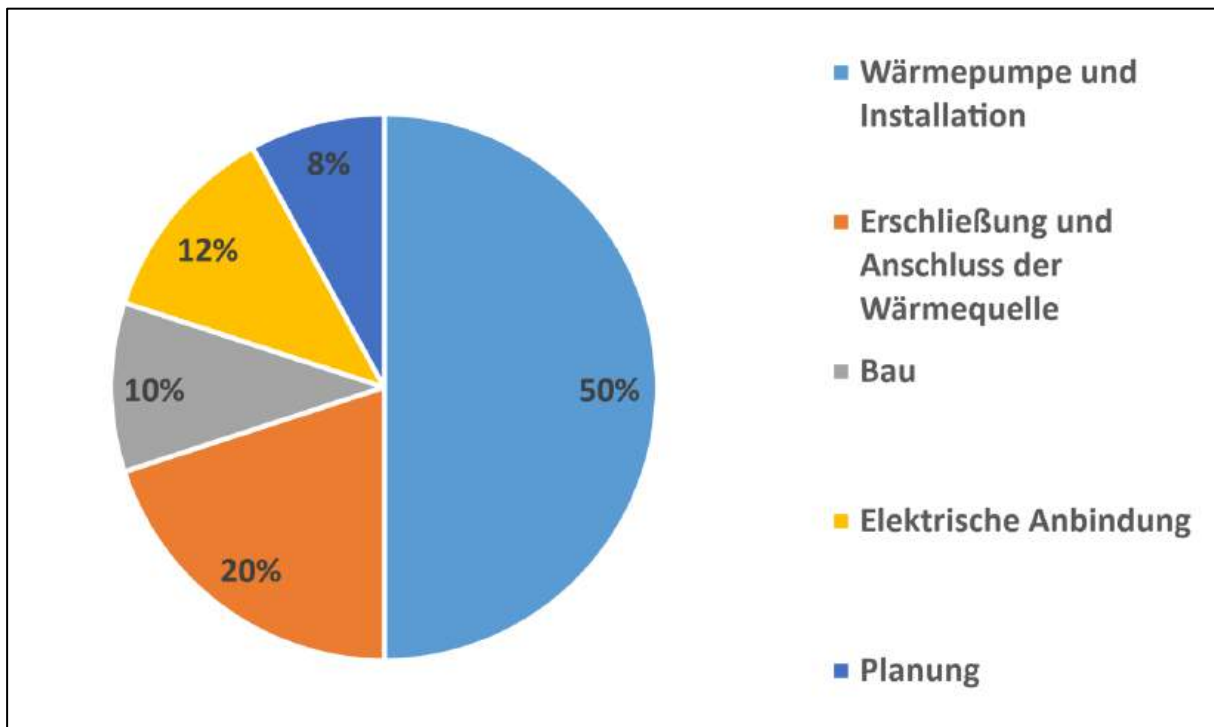


Abbildung 5.20: Aufteilung der Gesamtinvestition auf Einzelposten. Quelle: AGFW Praxisleitfaden Großwärmepumpen (2023)

²⁵ Praxisleitfaden Großwärmepumpen. 07.2023, AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V

Die Nutzungsdauer und Kosten der drei verschiedenen Wärmepumpentechnologien gemäß VDI 2067 wird in Tabelle 5.4 dargestellt.

Tabelle 5.4: Nutzungsdauer und Kosten von Wärmepumpen gemäß VDI 2067

Wärmepumpe	Wartung- und Instandsetzungskosten	Nutzungs-dauer nach VDI 2067
Luft/Wasser	2,5%	18,00
Sole/Wasser	2,5%	20,00
Wasser/Wasser	2,5%	20,00

5.4 Tiefe Geothermie

5.4.1 Hydrothermale Geothermie

Im Gegensatz zur oberflächennahen Geothermie nutzt die Tiefengeothermie die hydrothermalen Aquifere in mehreren Tausend Metern Tiefe. Durch mindestens eine Förder- und eine Reinjektionsbohrung wird heißes Wasser aus der Tiefe nach oben befördert, die Wärme über Wärmetauscher abgegeben und anschließend wieder ins Erdreich zurückgepresst. Die gewonnene Wärme wird dann in ein Nah- oder Fernwärmenetz eingespeist. Ist das Temperaturniveau des Wassers ausreichend hoch (ca. 120 °C) kann damit auch Strom erzeugt werden. Die Stromerzeugung aus Tiefengeothermie hat gegenüber vielen anderen erneuerbaren Stromerzeugungsarten den Vorteil, dass sie grundlastfähig ist.

Die wärmeführenden Schichten (Heißwasser-Aquifere) mit Temperaturen über 100 °C liegen – sofern vorhanden – in dieser Region gemäß GeotIS (www.geotis.de) in bohrtechnisch sehr gut erschließbaren Tiefen. Im Südosten der VG liegen diese Schichten bei 1,8 km Tiefe, im Westen der VG können diese Heißwasser-Aquifere sogar schon in einer Bohrtiefe von 1,2 km erreicht werden. Das Projektgebiet befindet sich im Oberrheingraben (ORG), einer der vielversprechendsten hydrothermalen Regionen in Deutschland. Die geologischen Formationen des Buntsandsteins und des oberen Muschelkalks bieten maximale Potenziale für die hydrothermale Wärmegewinnung. Auf dem GeORG-Kartenviewer sind zu den genauen Lagen, Schichten und Temperaturen detaillierte Daten verfügbar.

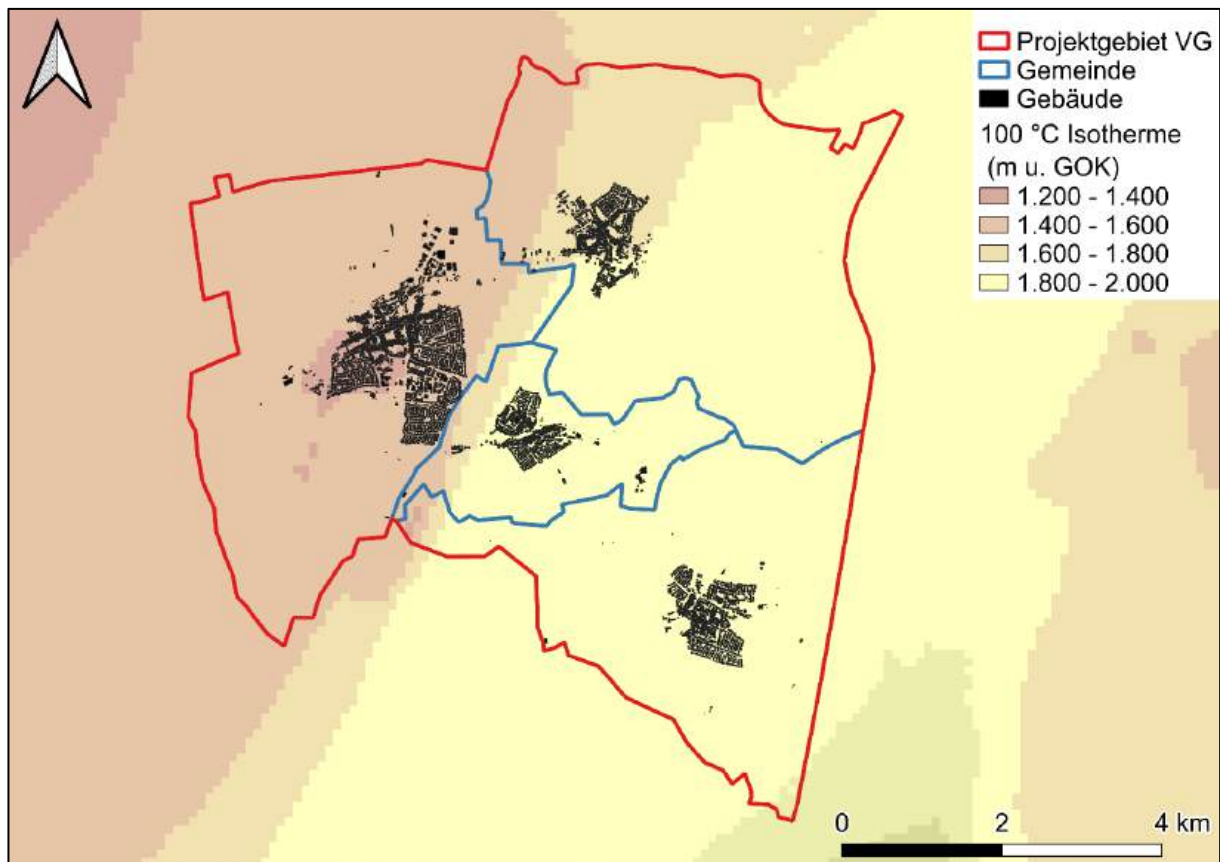


Abbildung 5.21: 100 °C Isotherme in m unter GOK im Projektgebiet. Datenquelle: (Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Hrsg.), 2021)

Die nahe gelegene pfälzische Stadt Landau verfügt bereits seit 2006 über eine tiefe Geothermie-Dublette mit einer Endteufe von ca. 3.300 m. Bei dieser Anlage wird eine Förderfließrate von ca. 70 l/s und Temperaturen von ca. 155 °C erreicht. Eine 3,6 Megawatt ORC-Anlage (Organic Rankine-Cycle) setzt das rund 155 °C heiße Tiefenwasser in Elektrizität um²⁶.

Es liegen in dieser Umgebung bereits mehrere kostspielige seismische Untersuchungen (2D und 3D-Seismik) vor. Diese wurden von der Deutsche ErdWärme GmbH bereits ausgewertet.

Insgesamt ist das nötige Investment für Tiefengeothermie sehr hoch und mit großem Risiko negativer Bohrungsergebnisse behaftet. Außerdem sollte ein Mindestwärmebedarf bei vergleichsweise hoher Wärmebedarfsdichte vorhanden sein, um über den Wärmeverkauf die hohen Kosten der Exploration und Installation zu decken. Dies ist in der VG Rülzheim der Fall, sofern ausreichend hohe Anschlussquoten vor allem von Großverbrauchern erreicht werden, und eine oder mehrere Gemeinden verbunden werden. Das Fündigkeitsrisiko (das Risiko, ein geothermisches Reservoir mit einer (oder mehreren) Bohrung(en) in nicht ausreichender Quantität oder Qualität zu erschließen),

²⁶ www.tiefengeothermie.de/projekte/landau-der-pfalz

ist aufgrund der großen Mengen an bereits erfolgten Untersuchungen in der Umgebung in der VG Rülzheim gering. Die Deutsche ErdWärme GmbH & Co. KG geht von einem Potenzial von 30 MW bei 8.300 Betriebsstunden aus.

Tiefengeothermie hat in dieser Umgebung wegen seismischer Ereignisse in der Vergangenheit einen negativen Ruf bekommen. Die Anlage in Landau wurde aufgrund diverser Zwischenfälle mehrere Jahre stillgelegt. Durch nahegelegene Anlagen, etwa ins Insheim bei Landau, hat sich der Ruf von Tiefengeothermie in den letzten Jahren jedoch wieder deutlich gebessert.

Als Fazit kann für die Tiefengeothermie in der VG Rülzheim ein sehr hohes Potenzial bestätigt werden. Wird entschieden, dieses Potenzial weiter zu verfolgen, so ist eine umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit notwendig.

Die Kosten einer tiefen Geothermieranlage sind vor allem abhängig von den Bohrkosten. Eine Verteilung der Bohrkosten gemäß AGFW Praxisleitfaden 2023²⁷ wird in Abbildung 5.22 dargestellt.

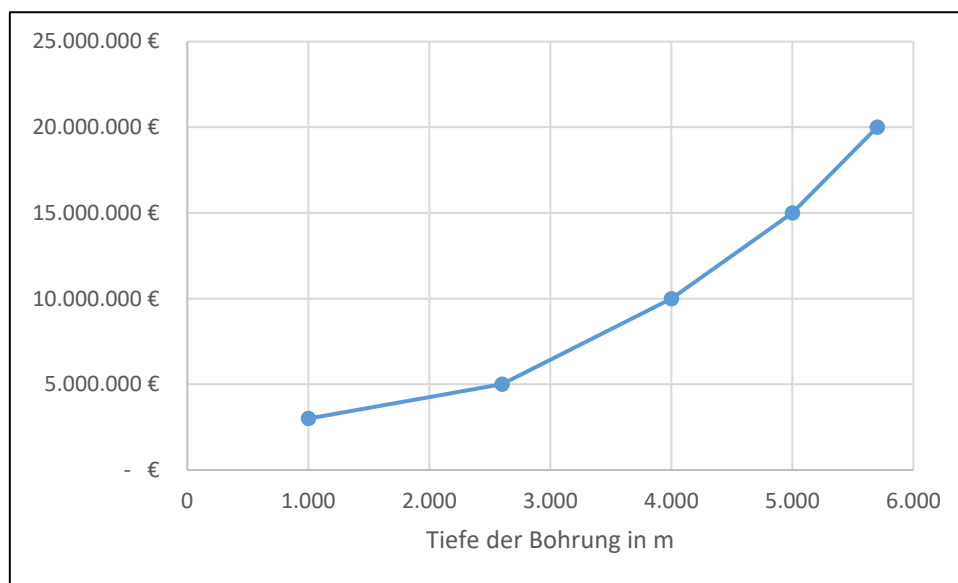


Abbildung 5.22: Kostenfunktion der Bohrkosten für eine Tiefengeothermieranlage. Datenquelle: AGFW Praxisleitfaden Tiefengeothermie

Die technische Nutzungsdauer einer Geothermieranlage variiert in der Literatur und in der Praxis zwischen ca. 20 und 30 (manchmal sogar bis zu 40) Jahren. Für die Wartung und Instandhaltung können jährlich ca. 26.000 €/MW gerechnet werden. Zusätzlich kommen etwa 100.000 €/a an Öffentlichkeitsarbeit dazu²⁸.

²⁷ *Praxisleitfaden Tiefengeothermie*. 06.2023, AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.

²⁸ Ebd.

5.4.2 Tiefe Erdwärmesonden

Eine weitere Option zur Nutzung der Tiefengeothermie ist die Einbringung von tiefen Erdwärmesonden. Dabei werden diese Sonden mehr als 400 m tief in das Erdreich eingebracht und fördern Wärme an die Oberfläche, welche mit Hilfe von hocheffizienten Wärmepumpen auf die nötige Vorlauftemperatur für Heizanlagen gebracht wird. Der Vorteil dieser Technik liegt darin, dass keine Heißwasser-Aquifere benötigt werden und damit das Fündigkeitsrisiko bei null liegt. Allerdings ist die erschließbare Leistung begrenzt auf wenige Hundert kW, so dass sich diese Technik eher für einzelne Großverbraucher oder als Wärmequelle in kleinen Nahwärmenetzen eignet²⁹. In der Regel werden, aufgrund der geringen Leistungen, nur bereits vorhandene Tiefenbohrungen genutzt, um die Kosten gering zu halten und die tiefe Erdwärmesonde wirtschaftlicher zu machen³⁰. Bereits errichtete Bohrungen für das GeORG Projekt werden in der Abbildung 5.23 dargestellt. Von den tieferen Bohrungen liegt jedoch keine in der Nähe der bebauten Gebiete. Eine Nutzung, wenn überhaupt möglich, ist somit unrealistisch.

Bohrkosten einer neuen Anlage richten sich nach den Bohrkosten der Tiefengeothermie, je nach Tiefe. Die Kosten für eine Wärmepumpe richten sich nach den Kosten in Kapitel 5.3.

²⁹ *Erdwärme – die Energiequelle aus der Tiefe*. Bayerisches Landesamt für Umwelt. Stand: April 2016

³⁰ *Praxisleitfaden Tiefengeothermie*. 06.2023, AGFW, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.

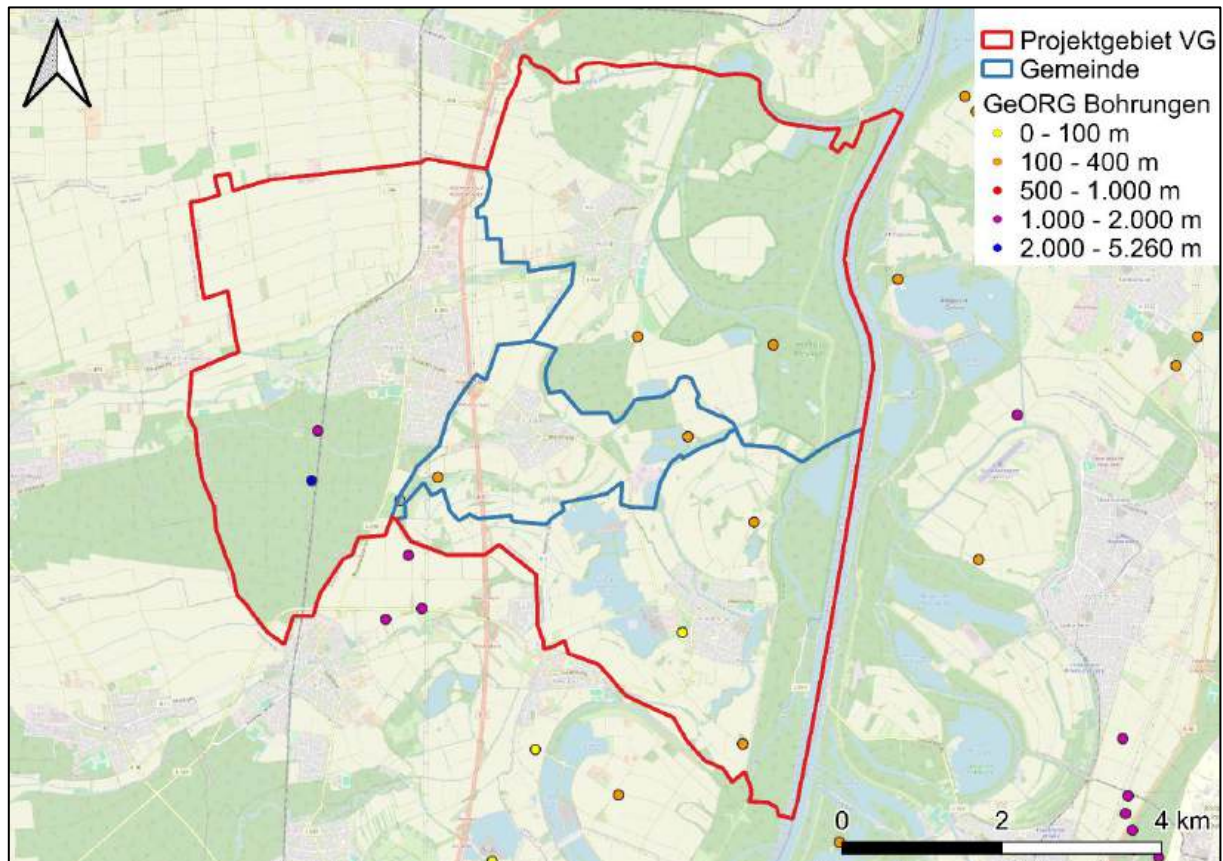


Abbildung 5.23: Vorhandene Bohrungen vom GeORG Projekt in der VG Rülzheim.
Datenquelle: (Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Hrsg.), 2021)

5.5 Biomasse

Biomasse wird sowohl in kleinen Kesseln bis hin zu großen Anlagen verwertet. Das bekannteste Biomasseprodukt ist Holz. Es wurde Rücksprache mit dem Revierförster zur verfügbaren Menge an Holzhackschnitzel gehalten. Die Aussage des Revierförsters beschränkt sich auf der Qualität "Industrieholz", da bessere Qualitäten in Zukunft weiterhin als Stammholz an die Sägeindustrie verkauft werden sollten. Insgesamt wurden von 2019 bis 2023 über alle Baumarten hinweg 3876 Festmeter (fm) Industrieholz verkauft. Davon gingen 1088 fm Buchenholz direkt an private (und wenige gewerbliche) Brennholzkunden. 2721 fm Kiefernholz gingen als Werkstoff an die Industrie für Spanplatten, Papierherstellung, Hackschnitzel, bzw. in geringeren Teilen auch an private Brennholzkunden. Somit ergaben sich in den letzten 5 Jahren pro Jahr 775 fm Holz, die man in Form von Hackschnitzeln hätte nutzen können. Gemäß Einschätzung des Revierförsters wird sich die Menge und der Anteil von Nadel-Industrieholz in Zukunft voraussichtlich klimawandelbedingt erhöhen, da die Kiefer als Baumart zunehmend ausstirbt. In welchem Umfang dies stattfindet ist jedoch nicht vorhersagbar. Zudem ergab sich in den letzten Jahren eine wachsende Konkurrenz zu fester Biomasse. Sowohl industrielle Prozesse, die Biomasse einsetzen (z. B. Herstellung von Kunststoffen) als auch eine zunehmende Anzahl an Heizkraftwerken benutzen Biomasse für ihre Zwecke. Durch diese Konkurrenz sind zukünftig Lieferprobleme, Qualitätsprobleme und hohe Preise zu erwarten. Mit den erwähnten 775 fm Hackschnitzel im Jahr können bei Kieferholz (ca. 2.200 kWh/fm) ca. 1.705 MWh Wärme erzeugt werden.

Ein zusätzliches Biomassepotenzial befindet sich in den verschiedenen landwirtschaftlichen Nutzungsvarianten, die sogenannte Energiepflanzen als Reststoffe erzeugen. Gemäß dem Fahrplan Energiewende Rheinland-Pfalz³¹ wird das Potenzial von Energiepflanzen bereits ausgeschöpft. Ein zusätzlicher Anbau von Energiepflanzen entspricht nicht dem Ziel einer Selbstversorgung des Landes mit Lebens- und Futtermitteln im Rahmen der ökologischen Landwirtschaft. Die Ackerlandschaft in der VG Rülzheim hat gemäß dem Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz ein sehr hohes Ertragspotenzial, weshalb es vorrangig für die Nahrungsmittelproduktion verwendet werden soll.

Im Landkreis Germersheim befinden sich zwei Biogasanlagen mit einer Leistung von insgesamt 4.134 kW_{el}, jedoch beide außerhalb der VG Rülzheim³².

Im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes der VG Rülzheim wurde das Biomassepotenzial auf insgesamt 2.470 kW in der VG geschätzt (Hördt: ca. 1.150 kW, Kuhardt: ca. 250 kW, Leimersheim: ca. 480 kW,

³¹ *Fahrplan Energiewende Rheinland-Pfalz*. 2010, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) Landesverband Rheinland-Pfalz e. V.

³² *Biogasanlagen in Rheinland-Pfalz; Status Quo - Januar 2023*. Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Eifel

Rülzheim: ca. 270 kW). Auch im Klimaschutzkonzept wird auf die Konkurrenz bzgl. Biomasse hingewiesen. Das Potenzial der Biomasse ist in der VG Rülzheim somit eher als gering einzustufen.

Die Kosten von Biomassekessel variieren je nach Leistung. Wo sich kleinere Kessel (10 – 100 kW) zwischen 250 und 2.000 €/kW bewegen, sind größere Kessel bereits ab ca. 150 €/kW verfügbar. Die jährlichen Kosten und Nutzungsdauer von Biomasseanlagen werden in Tabelle 5.5 dargestellt. Die Kostenstruktur von Holzhackschnitzelanlagen³³ wird in Abbildung 5.24 dargestellt. Die Grafik zeigt, dass die Anschaffungskosten der Kessel nur ca. ein Drittel der Investition ausmachen.

Tabelle 5.5: Nutzungsdauer und Kosten von Biomassekessel gemäß VDI 2067

Biomasse	Wartung- und Instandsetzungskosten	Nutzungsdauer nach VDI 2067
Hackschnitzel	6,0%	15,00
Pellets	6,0%	15,00

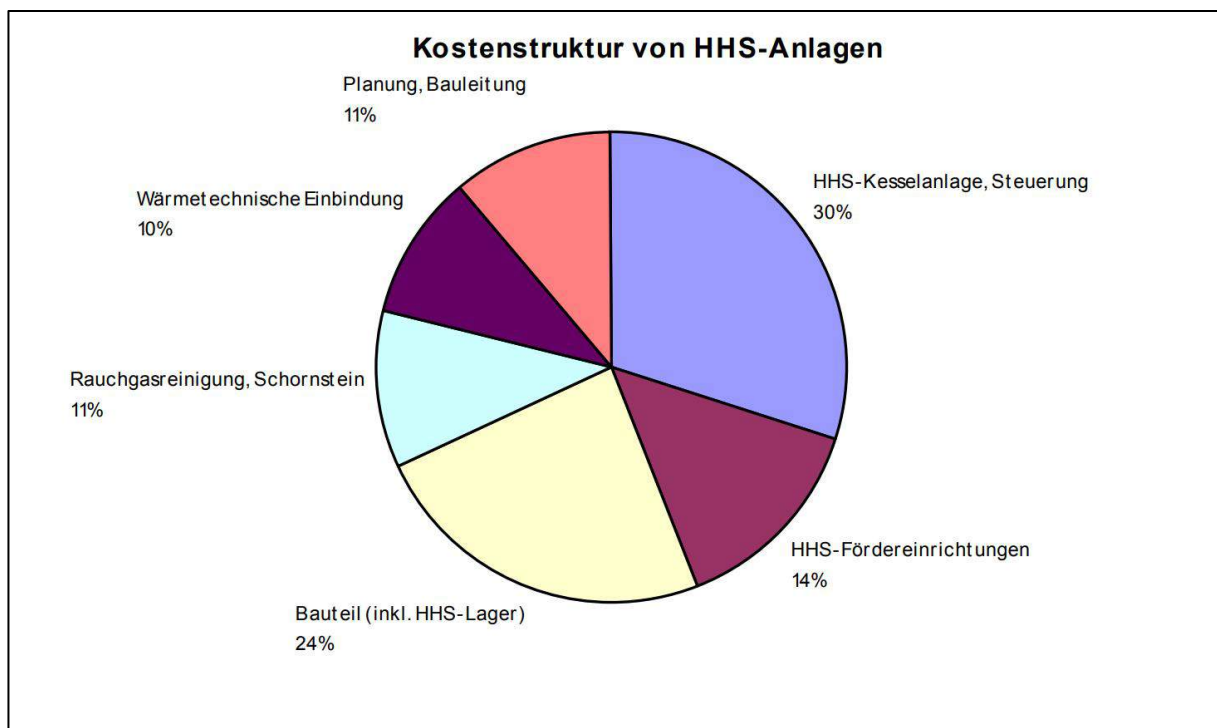


Abbildung 5.24: Kostenstruktur von Holzhackschnitzelanlagen. Quelle: Bremer Energie Institut

³³ Bericht: Biomasseheizungen für Wohngebäude mit mehr als 1.000 m² Gesamtnutzfläche. 2007, Bremer Energie Institut

5.6 Thermische Abfallbehandlungsanlagen

Die Abfälle der VG Rülzheim werden nach Pirmasens gebracht und dort verbrannt. Die Errichtung einer eigenen Anlage für Rülzheim ist somit nicht sinnvoll.

Eine Klärschlammverbrennungsanlage gibt es in Rülzheim nicht. Die VG Rülzheim verfügt über wenig Einwohner und somit geringe Mengen Klärschlamm. Zurzeit wird der gepresste Klärschlamm abtransportiert und einer externen Verbrennung zugeführt. Der Bau einer Monoverbrennungsanlage ist generell erst ab großen Mengen Klärschlamm wirtschaftlich und effizient³⁴. Für die VG Rülzheim kommt diese Option somit zurzeit nicht in Frage.

5.7 KWK-Anlagen

Das Klärgas der Kläranlage wird bereits genutzt, um den Faulturm zu heizen. Überschüssige Wärme wird über eine Zwangskühlung abgegeben. Aufgrund einer defekten Messeinrichtung liegen keine Angaben zum Überschuss vor. Laut Angaben der Kläranlagenbetreiber sind dies jedoch geringe Wärmemengen. Hier ergibt sich somit kein zusätzliches Potential.

Das Potenzial für Biogas wurde bereits im Kapitel Biomasse behandelt und ist bereits ausgeschöpft. Potenzielle Standorte für erdgasbetriebene KWK-Anlagen werden aufgrund der fossilen Energieträgerart hier nicht weiter betrachtet. Wasserstoffbetriebene KWK-Anlagen könnten zukünftig in der Gemeinde möglich sein. Im nachfolgenden Kapitel sind mehr Informationen zum Thema Wasserstoff in der VG Rülzheim zu finden.

5.8 Wasserstoff

Wasserstoff ist heutzutage in der Wärmeversorgung ein umstrittenes Thema. Am 14.11.2023 wurden Pläne der Bundesregierung für den Ausbau von etwa 9.700 km Wasserstoffnetz angekündigt. Wasserstoff als klimaneutraler Energieträger für die Wärmeversorgung ist stark abhängig von der Verfügbarkeit von grünem Strom. Die Elektrolyse, die Aufspaltung von Wasser zur Herstellung des Wasserstoffs, geschieht durch den Einsatz von Strom. Wird dies mit „grünem“ Strom gemacht, spricht man von ebenfalls von „grünem“ Wasserstoff. Unterschieden wird dabei zwischen 3 verschiedenen Elektrolyse-Methoden: AEL-Elektrolyse, HTE-Elektrolyse, und PEM-Elektrolyse. Jede Variante hat aufgrund der Material-, Temperatur- und Stromanforderungen unterschiedliche Kostenfaktoren und Wirkungsgrade³⁵.

³⁴ FAQ zum Bau und Betrieb einer geplanten Klärschlammverbrennungsanlage in Köln-Merkenich. Stand: 01.12.2021, StEB Köln

³⁵ Elektrolyse von Wasser zur Herstellung von Wasserstoff. TÜV-Nord, verfügbar auf <https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/wasserstoff/herstellung/elektrolyse-von-wasser/> Letzter Abruf 17.11.2023

Im Jahr 2018 wurden in der VG Rülzheim bereits ca. 73 % des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien gedeckt³⁶. Im Optimalfall wird die Wasserstoffelektrolyse mit überschüssigem grünem Strom durchgeführt. Die selbstständige Produktion von Wasserstoff ist somit in der Gemeinde Rülzheim zurzeit noch nicht klimaneutral durchführbar, jedoch bei weiterem Ausbaufortschritt innerhalb von wenigen Jahren realisierbar.

Die Zukunft von Wasserstoff scheint in Deutschland noch etwas unsicher, aber vielversprechend zu sein. Durch den Ausbau von erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen wird immer mehr grüner Strom produziert. Das Wasserstoffnetz wird erweitert und auch in der Nähe von Rülzheim soll die Erdgasleitung gemäß Angaben der FNB Gas e.V. (Wasserstoff-Kernnetz 2032, gem. Antrag vom 22.07.2024) umgestellt werden.

Grüner Wasserstoff stellt vermutlich zukünftig eine sichere und flexible Wärmeerzeugungsvariante, aufgrund der Möglichkeit zur Speicherung mindestens zur Spitzenlastdeckung, dar. In Leistungsklassen und Flexibilität werden Wasserstoffkessel den heutigen Gaskesseln entsprechen.

Wasserstoff stellt sich aktuell noch nicht als wirtschaftlicher oder klimaneutraler Wärmeerzeuger heraus. Da Wasserstoff jedoch viel Forschung unterliegt, der Ausbau von erneuerbaren Stromerzeugern weiter voranschreitet und bereits Pläne zum Ausbau der Wasserstoffnetze in Deutschland angekündigt worden sind, ist es wahrscheinlich, dass sich diese Situation in den kommenden Jahren stark ändert. Ob und wann Wasserstoff bei den privaten Haushalten ankommt, ist noch nicht sicher. Für größere Anlagen ist dies vermutlich schon früher möglich. Somit könnte sich Wasserstoff in der VG Rülzheim als potenzieller Erzeuger für Wärmenetze erweisen.

Kosten und Nutzungsdauer von Wasserstoffkessel sind zurzeit noch nicht ausreichend bekannt. Zukünftig können sowohl die Kosten als auch die Nutzungsdauer nah an den aktuellen Gaskesseln (Nutzungsdauer ca. 20 Jahre, Aufwand für Wartung und Instandsetzung von 2,5 – 3 %) liegen.

Eine Meta-Analyse von 54 unabhängige Studien³⁷ liefert jedoch sehr kritischen Ergebnissen. Keine der 54 Studien liefert Vorteile durch die Benutzung von Wasserstoff in privaten Heizungen. Einzelne Studien erkennen jedoch potenzielle synergetischen Effekte bei der Benutzung in der Fernwärme. Für private Endkunden lagen der Median der simulierten Kosten vom Heizen mit Wasserstoff in den Studien bei +86 % im Vergleich zu anderen Wärmeerzeugern. Somit entsteht für die VG Rülzheim eine klare Strategie, wenn es um Wasserstoff geht. Die VG Rülzheim hat sehr viele gute und nachhaltige Erzeugungspotenziale, die zuerst zu benutzen sind. Wasserstoff soll zuerst nur in Wärmenetze als Redundanz- und Spitzenlastanlagen eingesetzt werden.

³⁶ *Integriertes Klimaschutzkonzept der Verbandsgemeinde Rülzheim*. 30.11.2021, Verbandsgemeinde Rülzheim, energielenker projects GmbH

³⁷ Rosenow, J. (2023). A meta-review of 54 studies on hydrogen heating. Cell Reports Sustainability.

5.9 (Groß)Wärmespeicher

Wärmespeicher gibt es heutzutage in zahlreichen Varianten. In diesem Kapitel wird daher kurz auf die verschiedenen Varianten und Möglichkeiten eingegangen.

5.9.1 Pufferspeicher

Pufferspeicher speichern Wärme (oder Kälte) über kurze Zeiträume. Im Normalfall handelt es sich dabei um einige Stunden bis maximal Tage. Pufferspeicher bestehen aus einem wassergefüllten Stahlbehälter, der an der Außenwand mit einer Wärmedämmung isoliert ist. Pufferspeicher werden oberirdisch gebaut. In Fernwärmenetzen können sie für die kurzfristige Spitzenlastabdeckung genutzt werden. Pufferspeicher werden von sehr klein ($< 1 \text{ m}^3$ für Einfamilienhäuser) bis sehr groß (8.000 m^3) hergestellt. In Wärmenetzen werden normalerweise Pufferspeicher zwischen ca. 50 und 500 m^3 eingesetzt. Zudem werden, z. B. aus Platzgründen, oft mehrere kleinere Speicher gebaut.

5.9.2 Saisonalwärmespeicher / Langzeitwärmespeicher

5.9.2.1 Behälter

Behälter-Wärmespeicher (TTES) werden zum Großteil im Boden integriert und aus Ortbeton gegossen. Die Innenseite des Behälters ist mit Edelstahl- oder Schwarzstahlblech ausgekleidet. Neuere Behälter gibt es mittlerweile auch ohne Beton, z. B. Stahlblech in GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff)- oder Stahlkonstruktion. Der Boden, das Dach und die Wände eines Behälters sind mit Schaumglasschotter (Boden) oder Blähglasgranulat (Wand und Dach) gedämmt. Behälter-Wärmespeicher verfügen über Schichtbeladeeinrichtungen, um eine Abkühlung aufgrund von Durchmischung der Temperaturschichten zu vermeiden.

Das Medium vom Behälter-Wärmespeicher ist Wasser. Behälter-Wärmespeicher können für drucklose Konditionen oder für Innendruckbedingungen angefertigt werden. Drucklose Behälter können Temperaturen bis zu 95 °C standhalten. Zusätzlich befestigte Behälter können über 100 °C aushalten.

Behälter-Wärmespeicher werden erst ab einer Größe von 1.000 m^3 energetisch effizient. Bestehende Anlagen reichen bis zu ca. 12.000 m^3 , wobei GFK-Konstruktionen nur ca. 6.000 m^3 ausgelegt sind. Die Anlagen können mit adäquater Vegetation (z. B. Gras) bepflanzt werden, um sie in die Landschaft besser zu integrieren. Der aus dem Boden herausragende Teil wird so nur als Grashügel wahrgenommen und ist für Personen begehbar. Der Boden soll eine hohe Belastbarkeit und einen tiefen Grundwasserstand (am besten unterhalb der Baugrubensohle) aufweisen. Behälter-Wärmespeicher mit dem Medium Wasser weisen eine geringe Trägheit auf. Sie eignen sich somit gut für die schnelle Abdeckung von Spitzenlasten. Die Wärmespeicherkapazität von Behälter-Wärmespeicher liegt zwischen 60 und 80 kWh/m^3 ³⁸.

³⁸ *Saisonalpeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

5.9.2.2 Erdbecken

Erdbecken (PTES) sind im Vergleich zu Behälter-Wärmespeicher flacher mit einer größeren Oberfläche. Erdbecken werden, wie der Namen schon sagt, ebenfalls in den Boden eingebaut. Werden die Seitenwände von einem Verbau (z. B. Spundwand, Berliner Verbau, Bohrpfahlwand) versehen, so kann der Boden ggf. flach sein. Lässt die oberflächennahe Geologie es zu, sind geböschte Varianten billiger in der Errichtung. Der Boden und die Wände des Erdbeckens werden entweder durch Blähglasgranulat oder durch Membranschalung gedämmt. Erdbecken der Übergrößen können sogar ohne Dämmung installiert werden. Das Dach des Erdbeckens wird entweder durch einen gedämmten schwimmenden oder durch einen gedämmten aufliegenden Deckel abgeschlossen.

Das Medium im Erdbecken besteht entweder aus reinem Wasser, aus einer Mischung von Wasser und Kies oder Wasser und Erdreich. Zwar ist die Wärmespeicherfähigkeit von reinem Wasser höher als von den gemischten Varianten, jedoch ist die Tragfähigkeit von Wasser geringer (wichtig für das Dach und deren Nutzbarkeit) und die entstehende Temperaturschichtung höher. Je höher der Mischanteil ist, desto niedrigere Temperaturen werden erreicht und desto mehr Trägheit bekommt das Medium (somit weniger geeignet für eine schnelle Spitzenlastabdeckung). Für eine vergleichbare Wärmekapazität ist ein Erdbecken mit einem gemischten Medium größer auszulegen, die Baukosten sind jedoch dafür geringer³⁹. In Erdbecken können Temperaturen von 80 - 95 °C erreicht werden^{40 41}.

Erdbecken können indirekt (Wasserkreislauf kommt nicht in direkte Berührung mit dem Medium) oder direkt beladen werden. Bei der direkten Beladung und Entnahme sind, je nach Mischanteil, Filter einzusetzen. Wird nur reines Wasser benutzt, können auch bei Erdbecken Schichtbeladeeinrichtungen eingesetzt werden.

Auch für Erdbecken gilt eine Mindestgröße von 1.000 m³. Bestehende Erdbecken reichen bis zu 230.000 m³. Der Boden soll wie bei den Behälter-Wärmespeicher eine hohe Belastbarkeit und einen tiefen Grundwasserstand (unterhalb der Baugrubensohle) aufweisen.

Die Wärmespeicherleistung von Erdbecken ist abhängig von der Mischung des Mediums. Erdbecken mit einer Wasser-Kies-Mischung erreichen Wärmespeicherkapazitäten von 30 - 50 kWh/m³ (1,3 - 2 Wasseräquivalent)⁴².

³⁹ *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

⁴⁰ Addous, M. A. *Berechnen der Größe von Wasserspeichern zum saisonalen Speichern von Wärme bei der ausschließlichen Wärmeversorgung von Häusern mit Solarkollektoren* (Doctoral dissertation, Freiberg (Sachsen), Techn. Univ., Diss., 2006).

⁴¹ *Design Aspects for Large-Scale Aquifer and Pit Thermal Energy Storage for District Heating and Cooling*. 03/2020, IEA DHC

⁴² *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

5.9.2.3 Erdsonden

Erdsonden fungieren sowohl als direkte Wärmequelle als auch als Wärmespeicher. Voraussetzungen für Erdsonden sind unter anderem ein geeigneter geologischer Bodenaufbau. Geeignete Flächen für Erdwärmesonden werden im Kapitel 5.3.1 erläutert. Die Wärmespeicherkapazität der Erdwärmesonden ist abhängig von den geologischen und hydrogeologischen Bedingungen. Grundwasserbewegungen können hohe Wärmeverluste verursachen. Je nach den Bedingungen kann der Untergrund bis ca. 80 - 90 °C erwärmt werden⁴³. In Deutschland gibt es hierfür eine scharfe Gesetzeslage (gemäß VDI 4640). Bei Speichertemperaturen über 20 °C sind Einflüsse auf konkurrierende Grundwassernutzungen bei der Anlagenplanung auszuschließen.

Erdwärmespeicher (BTES) werden normalerweise durch Solarthermieranlagen o. ä. in den Sommermonaten mit Wärme befüllt. Die Wärme wird über das Medium Wasser durch die Erdsonden geführt, an das Verfüllmaterial abgegeben und nachfolgend in den Untergrund geleitet. Für die Wärmeentnahme wird die Strömungsrichtung umgekehrt. Erdsondenfelder können von der Oberseite mit einer Deckschicht versehen werden, die die Infiltration von Oberflächenwasser verhindert. Eine Wärmedämmung kann nur in Richtung Oberfläche angebracht werden, jedoch nicht in andere Richtungen.

Erdsondenfelder sind ab einem Speichervolumen von ca. 20.000 m³ sinnvoll und erreichen Wärmedichten von ca. 15 – 30 kWh/m³ (3 – 6 Wasseräquivalente)⁴⁴.

Der Untergrund weist eine hohe Trägheit auf, wodurch Erdsondenwärmespeicher nicht geeignet sind für die Spitzenlastabdeckung. Die Vorteile von Erdsondenfelder liegen vor allem in den geringeren Baukosten und den Erweiterungsmöglichkeiten.

5.9.2.4 Aquifer

Ein Aquifer-Wärmespeicher (ATES) ist abhängig von einem bereits bestehenden Aquifer im Untergrund, welcher mit Brunnenbohrungen erschlossen wird. Das Grundwasser, welches geologisch eingeschlossen sein muss, dient als Speichermaterial. Nicht jeder Aquifer ist aufgrund eines Mindestvolumens und einer Mindestschichtstärke als saisonaler Wärmespeicher geeignet. Für Aquifer-Wärmespeicher werden „kalte“ und „warme“ Brunnen eingesetzt. Für die Beladung des Aquifers wird das kalte Wasser entnommen, durch z. B. Solarthermieranlagen aufgeheizt, und in die warmen Brunnen eingeleitet. Es können sich im Untergrund horizontale und vertikale Temperaturschichten bilden⁴⁵. Der Großteil der geeigneten Aquifere liegt in Tiefen von mehr als

⁴³ *Design Aspects for Large-Scale Aquifer and Pit Thermal Energy Storage for District Heating and Cooling*. 03/2020, IEA DHC

⁴⁴ *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

⁴⁵ *Ebd.*

100 m, daher ist eine Wärmedämmung nicht möglich. Aufgrund der hohen Wärmeverluste sind Aquifer-Wärmespeicher oft erst ab größeren Volumina wirtschaftlich nutzbar.

Die Dimensionierung des Wärmespeichers fußt auf der Größe des Aquifers. An der Oberfläche sind nur die Brunnen sichtbar. Die übrige Fläche ist wie davor nutzbar. Die maximalen Speichertemperaturen sind von den lokalen Bedingungen (Wasserchemie) abhängig. Bei schlechten Bedingungen können Belagsbildung, Verstopfung, Korrosion und Lösungserscheinungen resultieren. Zudem sind die geochemischen und ökologischen Einflüsse von höheren Speichertemperaturen (70 – 120 °C) noch Teil der Forschung⁴⁶. In Bestandsprojekten werden bereits mit Temperaturen von bis zu 90 °C gearbeitet (Gouda)⁴⁷.

Tabelle 5.6: Übersicht der Eigenschaften der gängigsten Saisonspeicheranlagen. Datenquelle: Saisonspeicher.de

Speichertyp	Medium	Max. Temperatur	Mindestvolumen	Trägheit	Wärmespeicherkapazität
Behälter	Wasser	>100 °C	1.000 m ³	-	60 – 80 kWh/m ³
Erdbecken	Wasser / Wasser-Kies	95 °C	1.000 m ³	Wasser: - Wasser-Kies: +	Wasser: 60 – 80 kWh/m ³ Wasser-Kies: 30 – 50 kWh/m ³
Erdsonden	Untergrund	90 °C	20.000 m ³	++	15 – 30 kWh/m ³
Aquifer	Grundwasser	90 °C	Lokal zu bestimmen, meist sehr groß	+	30 – 40 kWh/m ³

5.9.2.5 Thermochemische Wärme- und Kältespeicher

Thermochemische Wärmespeicher basieren auf chemisch reversiblen Reaktionen sowie Ab- und Adsorptionsprozessen, wobei sehr hohe spezifische Wärmekapazitäten erreicht werden können. Bei der Speicherbeladung werden chemische und / oder physikalische Reaktionen durch zugeführte Wärme bewirkt. Die Entladung basiert auf die Umkehrbarkeit dieser Reaktionen. Je nach Medium können Temperaturen zwischen 50 und 500 °C oder manchmal bis zu 1450 °C erreicht werden. Diese Speichermethode ist daher gut geeignet für den Einsatz in Fernwärmenetze.

⁴⁶ Fleuchaus, P., Schüppler, S., Stemmler, R., Menberg, K., & Blum, P. (2021). Aquiferspeicher in Deutschland. Grundwasser, 26(2), 123-134.

⁴⁷ Addous, M. A. Berechnen der Größe von Wasserspeichern zum saisonalen Speichern von Wärme bei der ausschließlichen Wärmeversorgung von Häusern mit Solarkollektoren (Doctoral dissertation, Freiberg (Sachsen), Techn. Univ., Diss., 2006).

Thermochemische Wärmespeicher können die Wärme über einen langen Zeitraum mit nur sehr wenigen Verlusten speichern. Es gibt jedoch kaum thermochemische Wärmespeicher in Betrieb, da sie noch Bestandteil der aktuellen Forschung sind⁴⁸.

5.9.2.6 Latentwärmespeicher

Zu den Latentwärmespeicher gehören Eisspeicher und Phasenwechselmaterialien-Speicher (PCM-Speicher). Aufgrund von sehr geringen Betriebstemperaturen⁴⁹ eignen sich große Eisspeicher generell nur für den Einsatz in kalten Nahwärmenetzen. Eisspeicher sind deswegen für das Fernwärmenetz Rülzheims nicht geeignet.

PCM-Speicher werden aktuell noch nicht in größeren Dimensionen eingesetzt und sind für Wärmenetze Teil der aktuellen Forschung. PCM-Speicher basieren auf der Speicherung und Freigabe von Wärme bei Phasenwechsel des Speichermediums. Je nach Medium werden sehr hohe spezifische Wärmespeicherkapazitäten erreicht. Es können Temperaturspannen zwischen -50 und 600 °C abgedeckt werden. Bei den etwas bekannteren Latentwärmespeichern mit Salzhydraten und Paraffinen können Temperaturen von 0 – 100 °C erreicht werden. Zu dieser Art der Wärmespeicherung gibt es derzeit noch keine ausreichend entwickelte Technologie, die im Fernwärmenetz Rülzheims eingesetzt werden könnte⁵⁰.

5.9.2.7 Power-to-Heat-Anlage (Elektrodenheizkessel)

Das Prinzip Power-to-Heat (PtH) basiert auf einer Umwandlung elektrischer Energie in Wärme. Dies kann zum Beispiel mit Widerstands-Heißwasserkesseln oder mit Elektroden-Heißwasserkesseln geschehen. Eine Kombination von Wärmespeicher und PtH-Anlagen kann unter Umständen die Wirtschaftlichkeit erhöhen und wirkt sich positiv auf die Abdeckung von Spitzenlasten aus. Die Methode ist jedoch stark abhängig von (erneuerbarem) Strom und in welchen Mengen dieser kurzfristig vorhanden ist. Die Elektrodenheizkessel sind für Anschlüsse zwischen 5 und 20 kV ausgelegt. Aktuelle Projekte zeigen Leistungsklassen zwischen 550 kW_{th} und 100 MW_{th}. Sie eignen sich bei Wärmenetze mit Vorlauftemperaturen zwischen 80 und 130 °C⁵¹.

5.9.3 Potenzialflächen Wärmespeicher

Die Dimensionierung eines Wärmespeichers wird unter anderem durch den Wärmeerzeuger, die zu speichernde Gesamtwärmemenge und die Wärmeabnahme bestimmt. Die Sinnhaftigkeit eines

⁴⁸ *Thermische Energiespeicher für Quartiere*. 2021, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

⁴⁹ *Ebd.*

⁵⁰ *Thermische Energiespeicher für Quartiere*. 2021, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

⁵¹ *Ebd.*

Wärmespeichers ist abhängig von den aktuellen bzw. zukünftigen Erzeugern und Verbraucherprofilen. Die Auslegung wird erst in späteren Planungsschritten im Detail betrachtet und ist nicht Bestandteil der Potenzialanalyse.

Die Platzanforderungen der jeweiligen Wärmespeichermethoden können sehr unterschiedlich ausfallen. Wichtig ist jedoch, dass die Wärmespeicher nah am Wärmenetz und optimalerweise nah am Betriebsstandort lokalisiert sind.

Erdsondenwärmespeicher können lediglich in den in Kapitel 5.3.1 erwähnten Flächen errichtet werden. Da Erdsondenfelder relativ gut in grüne Infrastruktur integriert werden können, ergeben sich hier auch Park- und Sportflächen (ohne Baumbewuchs) als Potenzialflächen. Der Platzbedarf ist abhängig von der Dimensionierung des Wärmespeichers.

Die Installation von Puffer- und kleineren Behälterwärmespeicher ist geeignet auf Betriebsflächen, solange ausreichend Platz zur Verfügung steht. Werden größere Behälterwasserspeicher oder Erdbeckenspeicher errichtet, so sind baumfreie Freiflächen notwendig. Je nach Ausführung können diese Anlagen ebenfalls gut in die grüne Infrastruktur integriert werden, wie es zum Beispiel in Augsburg oder Eggenstein gemacht wurde.



Abbildung 5.25: Kies-Wasser Erdbecken in Eggenstein. Bildquelle: Universität Stuttgart, Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung.

Die Kosten für Wärmespeicher richten sich nach der Komplexität der Herstellung sowie der Größe des Speichers. In der Abbildung 5.26 werden die Kosten pro m³ für verschiedene Saisonspeicher anhand von Projekten dargestellt. In der Regel werden Saisonspeicher für Lebensdauer von 30 bis 50 Jahre ausgelegt⁵².

- ⁵² *Saisonspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

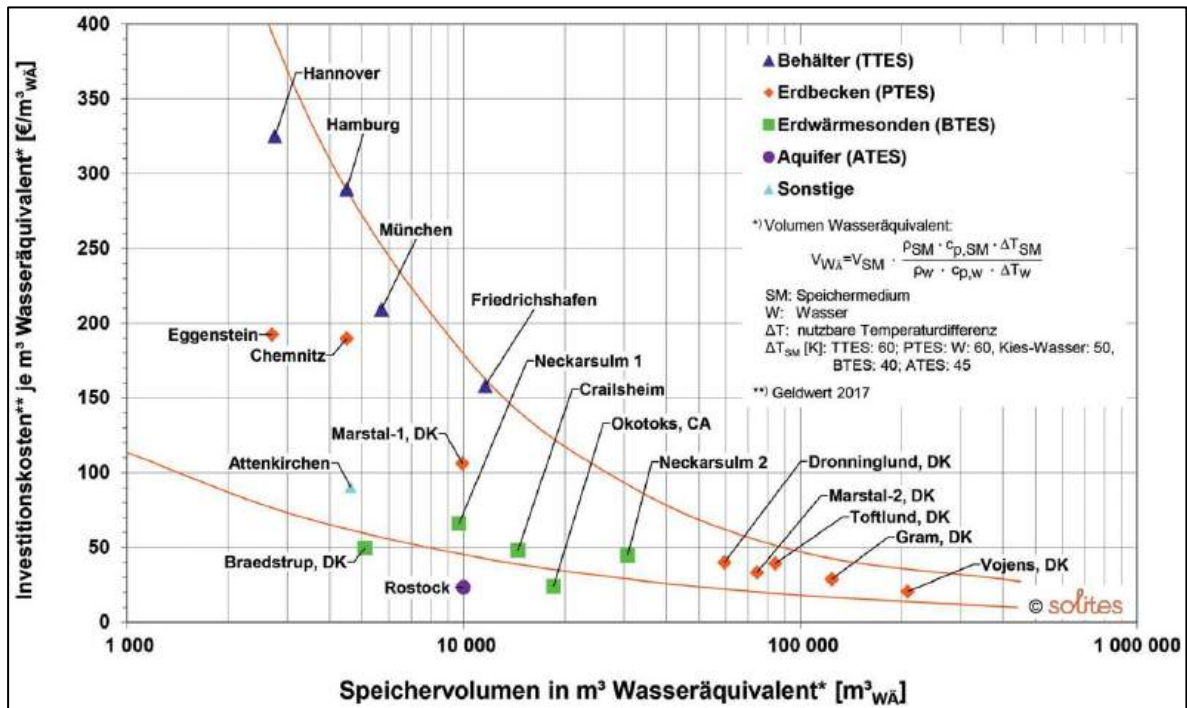


Abbildung 5.26: Kosten von verschiedenen Saisonspeichervarianten pro m³. Quelle: Saisonspeicher.de

5.10 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Verbindung mit dem Wärmenetz

Strom und Wärme sind zwei Sektoren, die bereits jetzt stark gekoppelt sind, z. B. in Form von Wärmepumpen. Eine erneuerbare Stromerzeugung stellt somit gleichzeitig eine erneuerbare Wärmeerzeugung dar. In diesem Kapitel werden Potenziale für eine erneuerbare Stromerzeugung in der VG Rülzheim geprüft.

5.10.1 Windenergie

Das Hauptkriterium für einen geeigneten Standort von Windenergieanlagen (WEA) ist die vorherrschende Windgeschwindigkeit. Sie ist proportional zur dritten Potenz der gewonnenen Windenergie. Bei einer Verdopplung der Windgeschwindigkeit verachtfacht sich der Stromertrag (siehe Formel in Abbildung 5.27):

The diagram consists of a blue rounded rectangle containing a white box on the left with the formula $E_{\text{wind}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot v^3 \cdot c_p \cdot t$ and a white box on the right with the definitions of the variables.

$$E_{\text{wind}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot v^3 \cdot c_p \cdot t$$

ρ = Luftdichte
 S = Vom Rotor überstrichene Fläche
 v = Windgeschwindigkeit
 c_p = Leistungsbeiwert; max. 59,3 %
 t = Zeit

Abbildung 5.27: Formel für aus dem Wind gewinnbare Energie

Diese naturwissenschaftlich-technischen Rahmenbedingungen gelten sowohl für große WEA mit Nabenhöhen über 140 m als auch für so genannte Kleinwindenergieanlagen (KWEA). Letztere sind 10 – 50 m hoch und weisen geringere Leistungszahlen und somit geringere Ertragspotenziale auf. Es ist also in beiden Fällen entscheidend, einen Standort mit konstant hohen Windgeschwindigkeiten auszuwählen. Die Potenzialanalyse der Windenergie fußt auf dem Windatlas RLP, dessen Datengrundlage räumliche Interpolationen von Windmessdaten unter Berücksichtigung des Reliefs und weitere naturräumliche Bedingungen sind. Die Unsicherheiten dieser Daten wachsen daher einerseits mit zunehmendem Abstand zu den Messpunkten und andererseits mit der Heterogenität der Oberflächenbedingungen. Daher ist es durchaus möglich, dass es lokal gut geeignete Standorte gibt, die im Windatlas nicht als solche gekennzeichnet sind.

Neben den natürlichen Rahmenbedingungen sind die rechtlichen Vorgaben für eventuelle Windenergieanlagen zu beachten. Im Folgenden wird das technische Potenzial der gesamten Gemeinde betrachtet. Kleinwindenergieanlagen dürfen bis zu einer Nabenhöhe von 10 Metern verfahrensfrei installiert werden, zwischen 10 und 50 m Höhe besteht eine bauaufsichtliche

Genehmigungspflicht. Ab 50 m Gesamthöhe handelt es sich um eine raumbedeutsame Windkraftanlage, d. h. es besteht eine immissionsschutzrechtliche Genehmigungspflicht (4. BlmschV).

Potenzial von Großwindenergieanlagen (WEA)

Abbildung 5.28 stellt die mittlere Windgeschwindigkeit in 140 m Höhe laut Windatlas RLP dar. Das Minimum für einen wirtschaftlichen Betrieb von Großwindenergieanlagen entspricht gemäß einer Studie des Umweltamt der Stadt Wiesbaden⁵³ rund 5,5 m/s. Dabei zeigt sich, dass in der ganzen VG Rülzheim das technische Potenzial für WEA vorhanden ist und sogar Bereiche mit Geschwindigkeiten von über 6 m/s (wirtschaftlich attraktiveren Standorten) vorhanden sind. Dieses natürliche Potenzial wird durch rechtliche Vorgaben hinsichtlich der Abstände zur Wohnbebauung, Schutzgebiete und Überschwemmungsgebiete begrenzt.

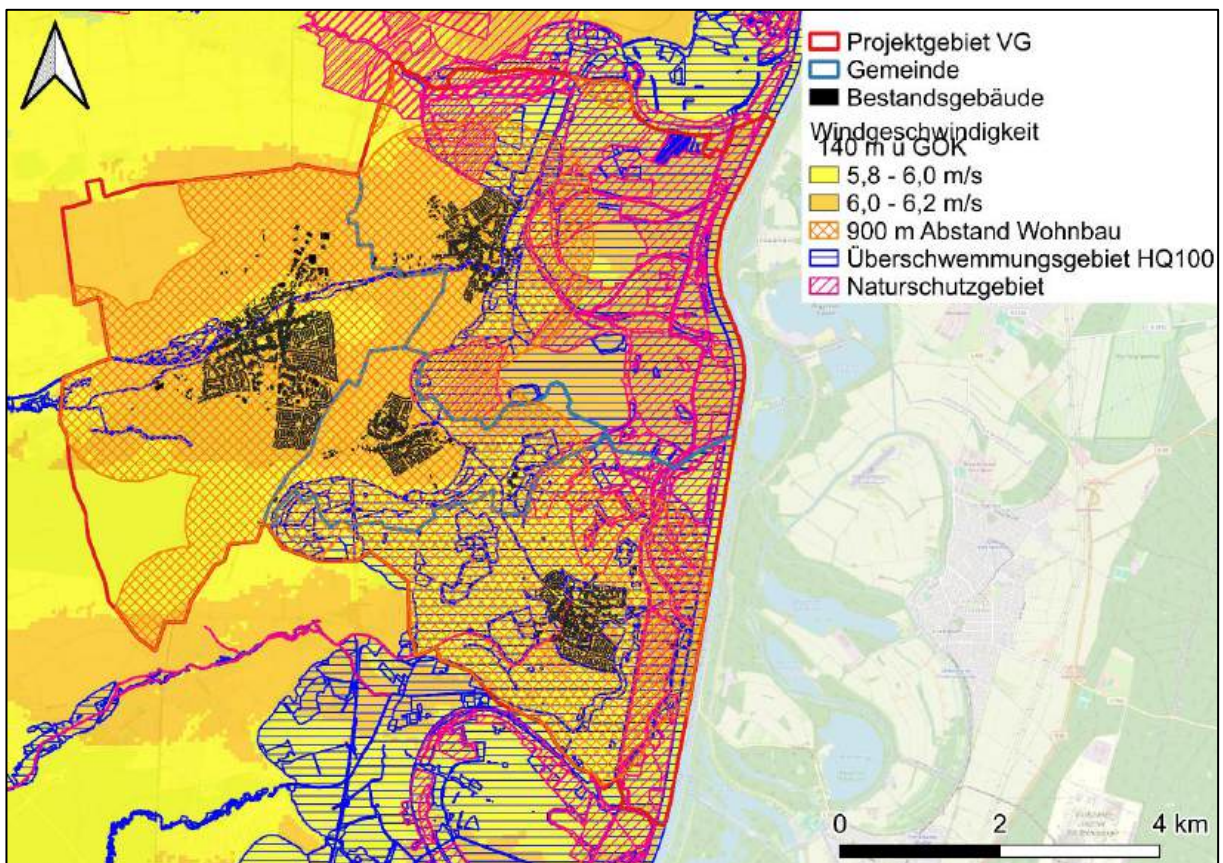


Abbildung 5.28: Übersicht der möglichen Gebiete für Großwindenergieanlagen in der VG Rülzheim. Datenquelle: Umweltatlas RLP

Eine einzige Großwindkraftanlage mit 3 MW installierter Leistung liefert bei realistischen 1.800 Volllaststunden einen Ertrag von 5.400 MWh/a. Das entspricht 16,9 % des gesamten Strombedarfs

⁵³ Windpotentialstudie Wiesbaden. 20.02.2009, JH Wind, im Auftrag des Umweltamt der Stadt Wiesbaden

in Rülzheim. Damit wären 6 solcher Großwindkraftanlagen nötig, um den Stromverbrauch in Rülzheim bilanziell vollständig durch regional erzeugten erneuerbaren Strom abzudecken. Der Flächenbedarf einer solchen Anlage mit einem Rotordurchmesser von ca. 100 m (z.B. Enercon E-101) liegt bei 117.810 m^2 ($\pi \times 2,5 \text{ Rotordurchmesser} \times 1,5 \text{ Rotordurchmesser}$)⁵⁴.

Für eine tatsächliche Potenzialabschätzung und Wirtschaftlichkeitsberechnung sind detaillierte Langzeitmessungen in entsprechenden Höhen notwendig. Wichtig bei der Planung ist die Akzeptanz von Windkraft sowie die Beteiligung, Information und Integration von Bürgern und Nachbargemeinden in die Projekten.

Die vorhandenen Windräder in Rülzheim werden voraussichtlich zwischen 2026 - 2030 ausgetauscht („Repowering“). Die drei Bestandswindräder (1,5 MW pro Windrad) werden durch zwei neue Windräder ersetzt, wodurch sich der Ertrag in etwa verdreifacht. Erste Schätzungen gehen von Leistungen zwischen 6,0 - 7,2 MW aus. Mit dem Bau dieser Windräder ist das Potenzial aufgrund der Abstandsregelung in der VG fast ausgeschöpft. Es befindet sich eine weitere Potenzialfläche in einem Waldgebiet oder am Waldrandgebiet südwestlich von Rülzheim. Für den Bau von Windrädern auf Waldflächen müssten diese erst gerodet werden, was auf Widerstand der Bürger und Naturschutz stoßen wird. Das Waldrandgebiet bietet sich jedoch für den Ausbau an. Auch im Bereich der Gemeinde Hördt befindet sich eine kleine Potenzialfläche, die ggf. zukünftig für Windräder benutzt werden kann.

5.10.2 PV-Anlagen

Die Potenzialflächen für PV-Anlagen entsprechen die Potenzialflächen für ST-Anlagen, jedoch sind die Flächen für PV-Anlagen nicht von der Distanz zum potenziellen Wärmenetz abhängig. Für Dachanlagen kann das Solarkataster RLP herangezogen werden: solarkataster.rlp.de.

Es werden in diesem kommunalen Wärmeplan nur Flächen für größere PV-Anlagen (FFPV und Dachflächen > 2.000 m²) betrachtet. Insgesamt stehen in der Gemeinde 1.276.842 m² Freifläche und 43.040 m² Dachfläche > 2.000 m² zur Verfügung.

Angenommen, es werden pro kWp etwa 10 m² Fläche benötigt⁵⁵, so ergibt sich bei 1.000 Volllaststunden⁵⁶ ein Gesamtpotenzial von 131.988 kWp bzw. 131.988 MWh pro Jahr.

5.10.3 Wasserkraft

Der Rhein ist in der VG Rülzheim das einzige Gewässer mit Potenzial für Wasserkrafterzeugung. Das Potenzial der Stromerzeugung durch Wasserkraft ist vor allem von der Durchflussmenge (Q) und der

⁵⁴ *Überblick Windenergie an Land: Anlagenhöhe | Flächenbedarf | Turbinenanzahl*. 03.2019. Fachagentur Windenergie an Land e.V.

⁵⁵ *Leitfaden Freiflächen-Photovoltaikanlagen*. C.A.R.M.E.N. e.V. Stand: März 2023

⁵⁶ Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. 17.05.2023, Fraunhofer ISE

Fallhöhe (H) des Wasserkraftwerks abhängig. Die Durchflussmenge beschreibt die Wassermenge, die zu jeder Zeit durch die Turbinen fließt, die Fallhöhe ist die Höhendifferenz zwischen Oberwasser und Unterwasser. Der Druck des Wassers steigt mit zunehmender Fallhöhe, daher werden Wasserkraftwerke oft in drei Druckklassen eingeteilt. Bis 25 m wird das Kraftwerk als Niederdruckkraftwerk bezeichnet, bis 100 m als Mitteldruckkraftwerk und bei Fallhöhen über 100 m als Hochdruckkraftwerk⁵⁷. Abhängig von der Durchflussmenge und der Fallhöhe werden unterschiedliche Turbinenarten eingesetzt, deren Aufbau die optimale Ausbeute des Wasserstroms sicherstellt. Die Kaplan-Turbine eignet sich bei niedrigen Fallhöhen (bis 40 m) sowie bei großen Durchflussmengen und wird hauptsächlich in Laukraftwerken eingesetzt. Die Francis-Turbine wird sowohl bei Laufkraft- als auch bei Speicherkraftwerken verwendet und eignet sich für mittlere Fallhöhen (10-200 m) und Durchflussmengen. Die Francis-Turbine ist deswegen der am weitesten verbreitete Turbinentyp. Für große Fallhöhen (80-1000 m) und kleinen Durchflussmengen eignet sich die Pelton-Turbine am besten⁵⁸.

Ein artifizierter Geländeversprung am Rhein in Leimersheim / Hördt ist vermutlich nicht möglich. Daher kommen in der VG Rülzheim nur Wasserkraftwerke ohne Fallrohre (Zuflussleitungen) in Frage. Bei einer gemeinsamen Nutzung der Wasserableitung für eine potenzielle Flusswärmepumpe (siehe Kapitel 5.3.2), könnte die entsprechende Durchflussmenge benutzt werden. Aufgrund der geringen Höhenunterschiede und der damit einhergehenden niedrigen nutzbaren Fallhöhen für ein eventuelles Wasserkraftwerk am Rhein ist das Potenzial jedoch sehr gering. Östlich von Leimersheim befindet sich eine künstliche Stufe zum Altrhein, an der Potenzial für Wasserkraft vorhanden wäre, jedoch aus naturschutzrechtlichen Gründen die Errichtung und der Betrieb eines Wasserkraftwerkes an diesem Standort nicht genehmigungsfähig ist.

⁵⁷ Funktionsweise und Technik eines Kraftwerks. Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke (BDW) e.V.

⁵⁸ Leistungen. WWS Wasserkraft.

6. Zielszenario und Wärmewendestrategie

In Abstimmung mit der VG Rülzheim wurde für jede Gemeinde ein Zielszenario entwickelt. Die Bestands- und Potenzialanalyse stellt die Grundlage dieser Einteilung dar. Die Zielszenarien stellen in Fünf-Jahres-Schritten dar, wie sich die Wärmeversorgung der Gemeinden in den kommenden Jahren entwickeln kann. Die Wärmewendestrategie beschreibt, wie die Gemeinden diese Ziele erreichen wollen und können. Nachfolgend werden im Maßnahmenkatalog konkrete Maßnahmen zur Erreichung der Zielszenarien vorgestellt.

Aus dem Wärmekataster der Bestandsanalyse wurden Wärmelinienindichten ($\text{kWh}/(\text{m} \cdot \text{a})$) bei Anschlussquoten von 50 % und 70 % erstellt. Die Wärmelinienindichten (Wärmebedarf pro Meter) liefern erste Erkenntnisse über die Wirtschaftlichkeit und technische Eignung von potenziellen Wärmenetzen (Abbildung 6.1).

Wärmelinien- dichte [MWh/m*a]	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0–0,7	Kein technisches Potenzial
0,7–1,5	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1,5–2	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
> 2	Wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z. B. Straßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen)

Abbildung 6.1: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmelinienindichte gemäß KWW Handlungsleitfaden Wärmeplanung

Die Umsetzbarkeit und Priorität dieser Gebiete wurde nachfolgend unter verschiedenen Kriterien wie vorhandene Ankerkunden (z. B. Liegenschaften mit langfristig hohen Wärmebedarfen), erwartbarer Anschlussquote, Bestand von einem Wärme- oder Gasnetz, vorherrschende Potenziale erneuerbarer Energiequellen und generelle Risiken bewertet. Die größte Rolle spielte hier jedoch die Abstimmung mit der Gemeinde und mit den Gemeindewerken Südpfalz. Abbildung 6.2 bis Abbildung 6.5 stellen die Ergebnisse der Abstimmungen dar.

In **Rülzheim** soll zunächst das Wärmenetz weiter ausgebaut werden. Zudem sollen dabei erneuerbaren Energien eingesetzt werden. Die Ausbaubereiche wurden anhand der oben genannten Kriterien priorisiert, mit unterschiedlichen Realisierungswahrscheinlichkeiten versehen und mit den Gemeindewerken Südpfalz festgelegt. Aufgrund von anstehenden Straßensanierungsmaßnahmen ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass auch dieser Bereich mittelfristig erschlossen wird. Das Ziel ist der Aufbau einer Tiefengeothermieanlage zur Versorgung des Wärmenetzes. In der Zwischenzeit kann das Wärmenetz durch Wärmepumpen unterstützt werden.

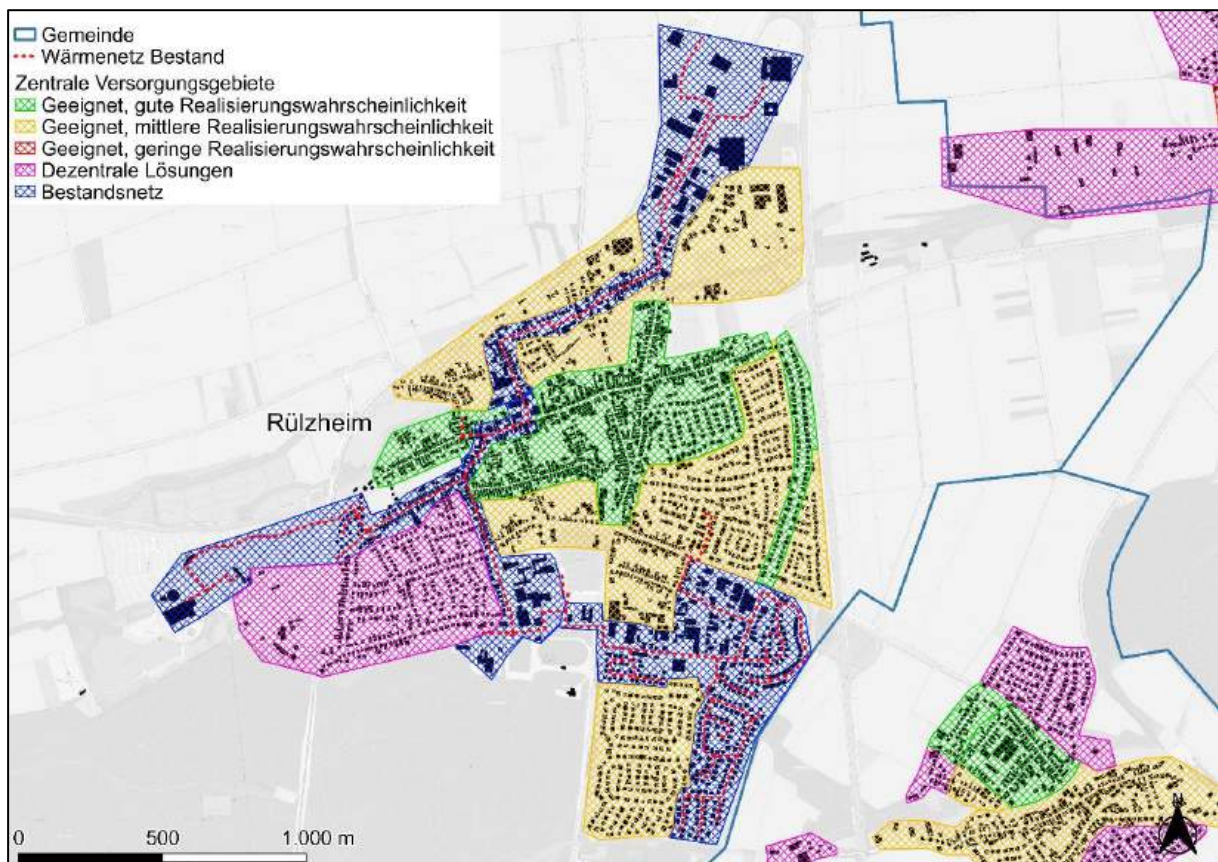


Abbildung 6.2: Darstellung der Wärmeversorgungsgebiete in der Gemeinde Rülzheim

In **Hördt** ist der Aufbau eines kleinen Nahwärmenetzes im Süden vorstellbar. Aufgrund der vorhandenen Wärmequellen (Grundwasser, Flusswasser, Erdsonden, Luft) können hier Wärmepumpen zum Einsatz kommen. Das Netz kann in den späteren Stützjahren ggf. bis zum Ortskern erweitert werden. Alternativ kann ein neues Netz im Ortskern errichtet werden.

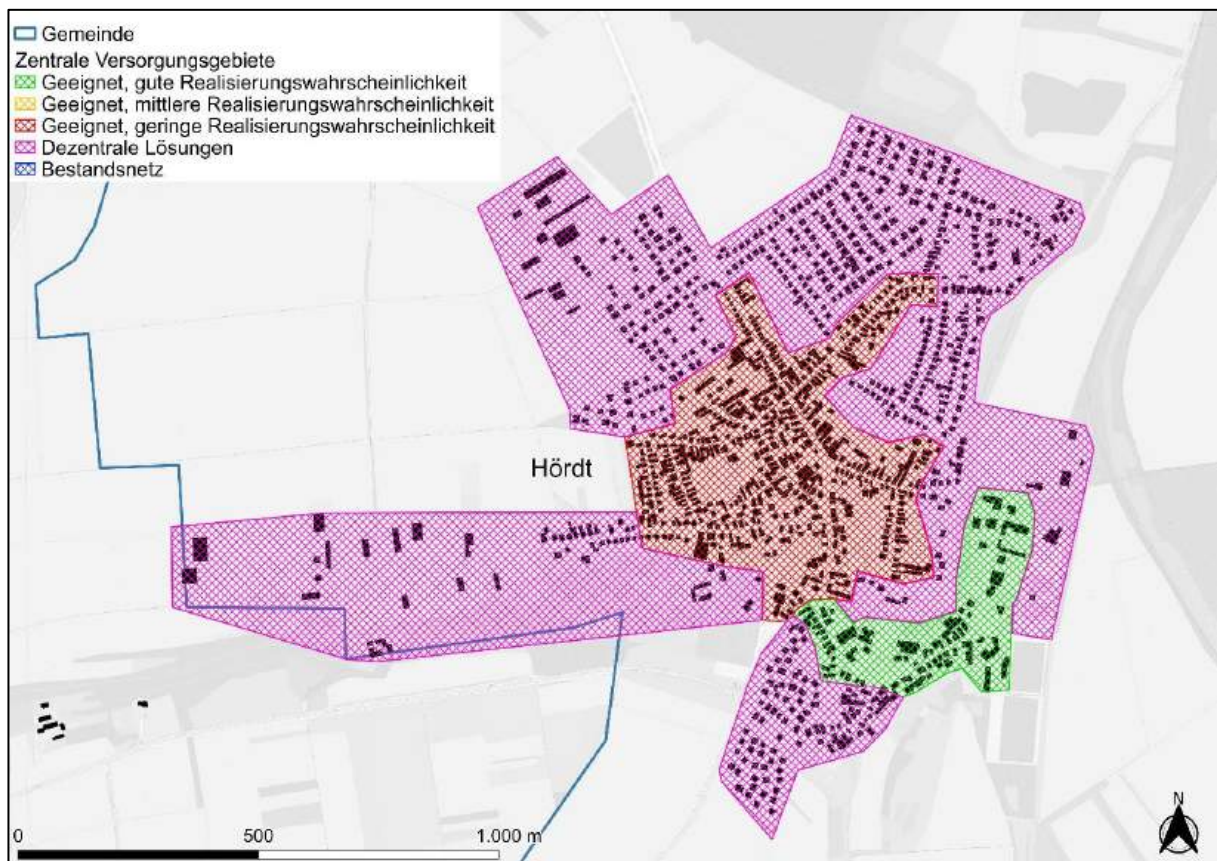


Abbildung 6.3: Darstellung der Wärmeversorgungsgebiete in der Gemeinde Hördt

In **Kuhardt** könnte ein Wärmenetz in direkter Umgebung der Schule errichtet werden. Auch dieses Wärmenetz kann mit Wärmepumpen betrieben werden. Sobald das Wärmenetz in Rülzheim weitestgehend ausgebaut ist und die Versorgung mittels Tiefengeothermie gesichert ist, kann das Rülzheimer Netz nach Kuhardt erweitert werden. Wann und ob dies passiert, ist im Moment noch unklar, vermutlich jedoch frühestens ab ca. 2040.

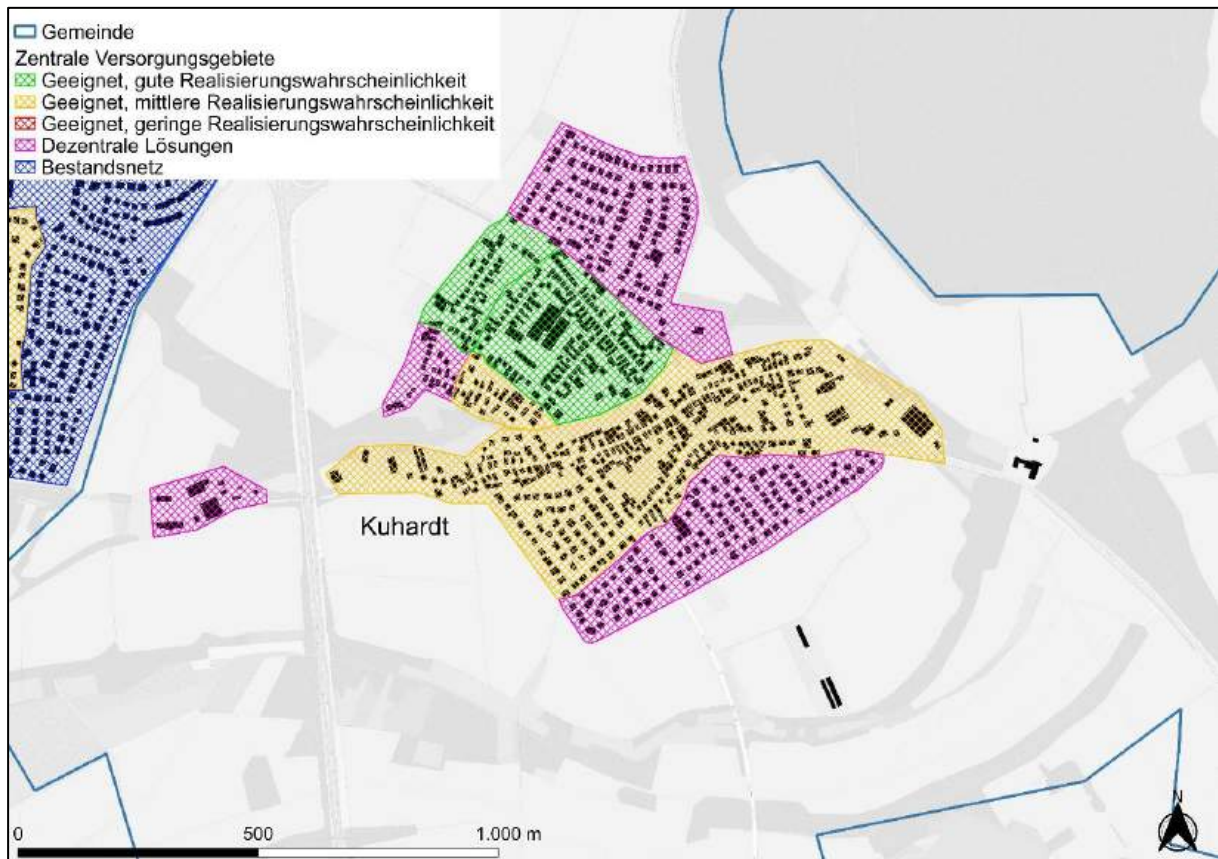


Abbildung 6.4: Darstellung der Wärmeversorgungsgebiete in der Gemeinde Kuhardt

In der Gemeinde **Leimersheim** gibt es viele dezentralen Ölheizungen, daher wird in der dezentralen Versorgung ein erhöhtes und verschnellertes Installationsaufkommen an Alternativen wie Wärmepumpen und Biomasseheizungen erwartet. Zudem kann aber ein Wärmenetz, voraussichtlich auf Basis von Fluss- oder Grundwasserwärme als Wärmequelle, errichtet werden.

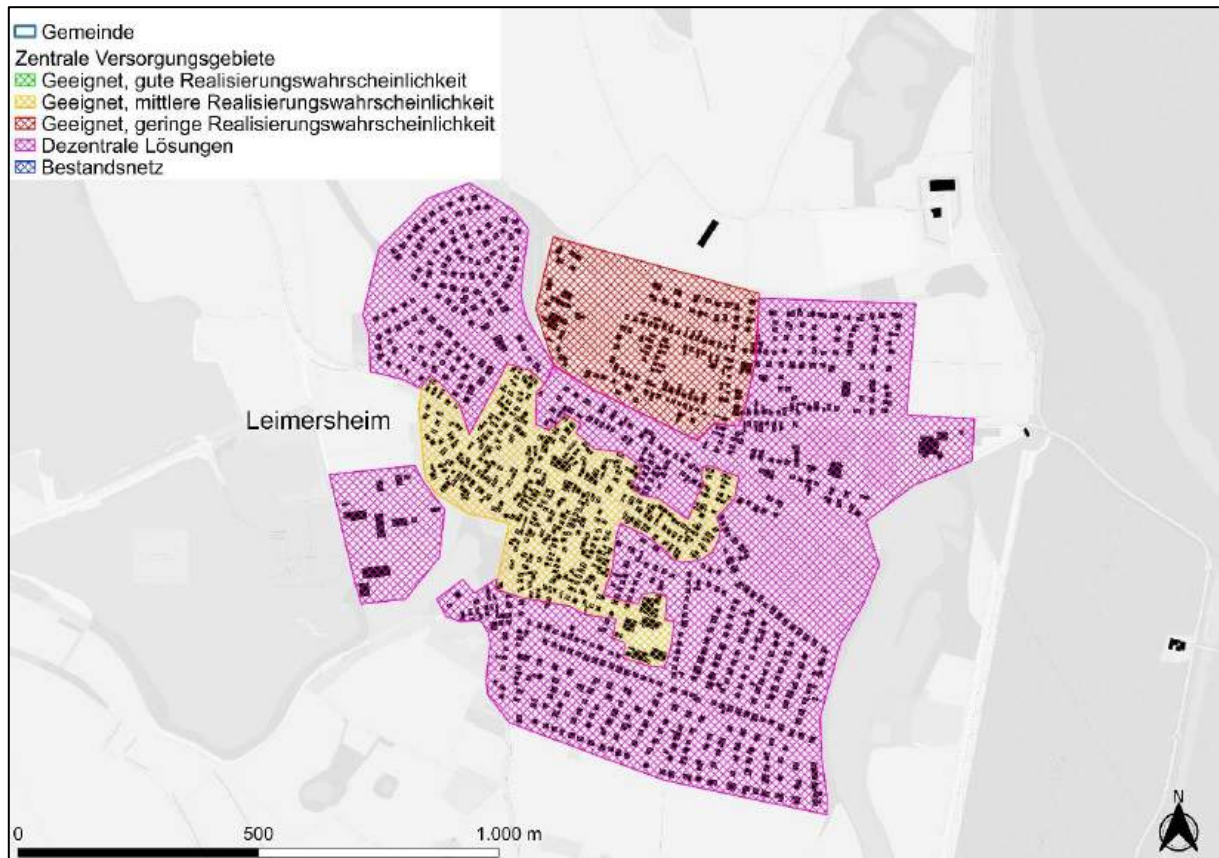


Abbildung 6.5: Darstellung der Wärmeversorgungsgebiete in der Gemeinde Leimersheim

Für die Zielszenarien wurden die Sanierungsraten gemäß Tabelle 4.4 mit einberechnet.

Die Errichtung und Inbetriebnahme der angedachten Tiefengeothermieanlage stellt sich als kritischer Punkt für das Erreichen des Zielszenarios heraus. Die Leistung der Tiefengeothermieanlage ist erforderlich, um den geplanten Ausbau des Rülzheimer Wärmenetzes zu realisieren.

Die nachfolgenden Tabellen fassen die Zielszenarien der jeweiligen Ortsteile zusammen.

6.1 Zielszenario & Strategie Rülzheim

Tabelle 6.1: Zielszenario der Gemeinde Rülzheim

Rülzheim	2022		2030		2035		2040		2045	
	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh
Wärmeverbrauch	100%	93.812.519	100%	85.980.430	100%	79.994.037	100%	74.446.489	100%	69.304.303
<u>Dezentrale Wärmeversorgung</u>	86%	80.216.502	75%	64.485.322	65%	51.996.124	55%	40.945.569	50%	34.652.152
davon Wärmepumpen	2%	1.610.055	15%	9.672.798	30%	15.598.837	57%	23.338.974	75%	25.989.114
davon Biomasse	1%	1.144.928	10%	6.448.532	20%	10.399.225	23%	9.417.481	25%	8.663.038
davon Fossil	97%	77.461.519	75%	48.363.992	50%	25.998.062	20%	8.189.114	0%	-
davon sonstiges	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-
<u>Zentrale Wärmeversorgung</u>	14%	13.596.017	25%	21.495.107	35%	27.997.913	45%	33.500.920	50%	34.652.152
davon Wärmepumpen	0%	-	35%	7.523.288	17%	4.759.645	17%	5.695.156	20%	6.930.430
davon Biomasse	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-
davon Fossil	100%	13.596.017	65%	13.971.820	3%	839.937	3%	1.005.028	0%	-
davon sonstiges	0%	-	0%	-	80%	22.398.330	80%	26.800.736	80%	27.721.721
<u>CO₂-Ausstoß</u>	kg	22.597.833	kg	16.003.124	kg	7.106.627	kg	2.684.819	kg	337.858

Das Bestandswärmenetz in Rülzheim soll auf erneuerbare Energien umgestellt werden. Hierfür soll eine Tiefengeothermieanlage errichtet werden. Da dies jedoch sehr viel Zeit in Anspruch nimmt, soll für den weiteren Ausbau und die Umstellung auf erneuerbare Energien eine alternative Lösung vorgesehen werden. Die Gemeindewerke Südpfalz haben noch keinen detaillierten Transformationsplan gemäß Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) erstellt und können sich noch nicht auf konkrete Energieträger für die zukünftige Energieversorgung festlegen. Aufgrund der vorhandenen Potenziale wird angenommen, dass hierfür zentrale Wärmepumpen eingesetzt werden. Ob es zur Realisierung dieser Transformation kommt, ist zum aktuellen Stand noch unklar. Ein kontinuierlicher Ausbau des Wärmenetzes ist vorgesehen, jedoch ist eine Anschlussquote von mehr als 50 % der Gemeinde Rülzheim vermutlich nicht erreichbar. Die dezentrale Wärmeversorgung wird sich vermutlich aufgrund der stellenweise engen und alten Bebauungsstruktur sowie durch den Willen und die unterschiedlichen Meinungen der Bevölkerung

nicht nur durch Wärmepumpen bewältigen lassen. Die restliche Wärme wird daher durch Biomasse (Pellets, Hackschnitzel etc.) bereitgestellt. Aufgrund der CO₂-Emissionen der Stromversorgung und Biomasse kann eine vollständige CO₂-Neutralität ohne CO₂-negative Maßnahmen (wie z. B. Carbon Capture and Storage, CCS) nicht erreicht werden.

6.2 Zielszenario & Strategie Kuhardt

Tabelle 6.2: Zielszenario der Gemeinde Kuhardt

Kuhardt	2022		2030		2035		2040		2045	
	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh
Wärmeverbrauch	100%	25.849.851	100%	23.691.735	100%	22.042.196	100%	20.513.580	100%	19.096.661
<u>Dezentrale Wärmeversorgung</u>	100%	25.849.851	99%	23.414.514	95%	20.940.086	90%	18.462.222	80%	15.277.329
davon Wärmepumpen	4%	954.189	15%	3.512.177	30%	6.282.026	57%	10.523.467	75%	11.457.997
davon Biomasse	4%	1.084.306	10%	2.341.451	20%	4.188.017	23%	4.246.311	25%	3.819.332
davon Fossil	92%	23.811.356	75%	17.560.885	50%	10.470.043	20%	3.692.444	0%	-
davon sonstiges	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-
<u>Zentrale Wärmeversorgung</u>	0%	-	1%	277.221	5%	1.102.110	10%	2.051.358	20%	3.819.332
davon Wärmepumpen	0%	-	100%	277.221	100%	1.102.110	100%	2.051.358	50%	1.909.666
davon Biomasse	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-
davon Fossil	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-
davon sonstiges	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	50%	1.909.666
<u>CO₂-Ausstoß</u>	kg	6.839.339	kg	5.096.744	kg	3.122.511	kg	1.222.323	kg	143.225

In Kuhardt ergibt sich vor allem im Nordwesten im Umkreis der Schule ein gutes Potenzial für ein Wärmenetz. Hier wäre beispielsweise ein kleines Wärmenetz auf Wärmepumpenbasis (Grundwasser, Luft oder Erdsonden) möglich. Eine Betreiberstruktur ist noch nicht bekannt, jedoch ist die Gemeinde Kuhardt besonders motiviert für die Umstellung der Wärmeversorgung. Die Errichtung eines Wärmenetzes durch z. B. eine Bürgerinitiative wäre aus wirtschaftlicher Sicht denkbar und sinnvoll. Auch weitere Teile von Kuhardt sind für die Errichtung eines Wärmenetzes geeignet. Das Rülzheimer Wärmenetz kann nach fertiggestelltem Ausbau von Rülzheim nach Kuhardt erweitert werden. Dies wird vermutlich nicht vor dem Jahr 2040 erfolgen. Die dezentrale Wärmeversorgung wird sich, wie in den anderen Gemeinden der VG, aufgrund der stellenweise engen und alten Bebauungsstruktur sowie durch den Willen und die unterschiedlichen Meinungen der Bevölkerung vermutlich nicht ausschließlich durch Wärmepumpen bewältigen lassen. Die restlichen Mengen werden somit durch

Biomasse (Pellets, Hackschnitzel etc.) bereitgestellt werden müssen. Aufgrund der CO₂-Emissionen der Stromversorgung und von Biomasse kann eine komplette CO₂-Neutralität nicht erreicht werden.

6.3 Zielszenario & Strategie Hördt

Tabelle 6.3: Zielszenario der Gemeinde Hördt

Hördt	2022		2030		2035		2040		2045	
	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh
Wärmeverbrauch	100%	32.824.063	100%	30.083.693	100%	27.989.114	100%	26.048.083	100%	24.248.883
<u>Dezentrale Wärmeversorgung</u>	100%	32.824.063	100%	30.083.693	93%	26.077.964	85%	22.140.870	75%	18.186.662
davon Wärmepumpen	6%	2.063.227	15%	4.512.554	30%	7.823.389	57%	12.620.296	75%	13.639.997
davon Biomasse	3%	937.830	10%	3.008.369	20%	5.215.593	23%	5.092.400	25%	4.546.666
davon Fossil	91%	29.823.006	75%	22.562.770	50%	13.038.982	20%	4.428.174	0%	-
davon sonstiges	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-
<u>Zentrale Wärmeversorgung</u>	0%	-	0%	-	7%	1.911.150	15%	3.907.212	25%	6.062.221
davon Wärmepumpen	0%	-	0%	-	100%	1.911.150	100%	3.907.212	100%	6.062.221
davon Biomasse	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-
davon Fossil	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-
davon sonstiges	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-
<u>CO₂-Ausstoß</u>	kg	7.519.461	kg	5.876.608	kg	3.516.021	kg	1.348.640	kg	189.444

In Hördt kann ein kleines Nahwärmenetz bei der Schule errichtet werden. Nur wenige umliegende Straßen sollen angeschlossen werden. Die genauen Versorgungsgebiete des Netzes werden erst in späteren Machbarkeitsstudien und Planungsphasen deutlich. Der Aufbau von diesem kleinen Netz soll bis ca. 2035 abgeschlossen sein. Nachfolgend kann ein neues Wärmenetz bzw. eine Erweiterung des Bestandsnetzes den Ortskern von Hördt versorgen. Die dezentrale Wärmeversorgung wird sich, wie in den anderen Gemeinden der VG, aufgrund der stellenweise engen und alten Bebauungsstruktur sowie durch den Willen und die unterschiedlichen Meinungen der Bevölkerung vermutlich nicht nur durch Wärmepumpen bewältigen lassen. Die restlichen Mengen werden somit durch Biomasse (Pellets, Hackschnitzel etc.) bereitgestellt. Aufgrund der CO₂-Emissionen der Stromversorgung und der Biomasse kann eine komplette CO₂-Neutralität nicht erreicht werden.

6.4 Zielszenario & Strategie Leimersheim

Tabelle 6.4: Zielszenario der Gemeinde Leimersheim

Leimersheim	2022		2030		2035		2040		2045	
	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh
Wärmeverbrauch	100%	33.410.131	100%	30.620.832	100%	28.488.855	100%	26.513.167	100%	24.681.843
<u>Dezentrale Wärmeversorgung</u>	100%	33.410.131	100%	30.620.832	87%	24.751.755	75%	19.973.242	75%	18.511.382
davon Wärmepumpen	3%	837.247	20%	6.124.166	35%	8.663.114	60%	11.983.945	80%	14.809.106
davon Biomasse	6%	2.033.313	10%	3.062.083	15%	3.712.763	20%	3.994.648	20%	3.702.276
davon Fossil	91%	30.539.571	70%	21.434.583	50%	12.375.877	20%	3.994.648	0%	-
davon sonstiges	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-
<u>Zentrale Wärmeversorgung</u>	0%	-	0%	-	13%	3.737.100	25%	6.539.925	25%	6.170.461
davon Wärmepumpen	0%	-	0%	-	100%	3.737.100	100%	6.539.925	100%	6.170.461
davon Biomasse	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-
davon Fossil	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-
davon sonstiges	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-
<u>CO₂-Ausstoß</u>	kg	9.189.500	kg	6.609.276	kg	3.911.304	kg	1.412.732	kg	178.943

Leimersheim besitzt ein hohes Potenzial für die Nutzung von Wärmepumpen, weshalb diese sowohl im möglichen Wärmenetz als auch in der dezentralen Versorgung in Betracht gezogen werden sollten. Das Wärmenetz kann beispielsweise mit Fluss- oder auf Grundwasserwärme versorgt werden. Je nachdem, welche Wärmequelle genutzt wird und welche Heizleistungen generierbar sind, können unterschiedliche Ortsteile von Leimersheim erschlossen werden. Wird beispielsweise das Rheinwasser für eine Wärmepumpe benutzt, so können sehr hohe Heizleistungen erreicht werden, wodurch der Großteil von Leimersheim erschlossen werden könnte. Eine detaillierte Betrachtung und Berechnung wird erst in späteren Planungsphasen stattfinden. Eine Betreiberstruktur ist noch nicht bekannt. Die dezentrale Wärmeversorgung wird sich, wie in den anderen Gemeinden der VG, aufgrund der stellenweise engen und alten Bebauungsstruktur sowie durch den Willen und die unterschiedlichen Meinungen der Bevölkerung vermutlich nicht nur durch Wärmepumpen bewältigen lassen. Die restlichen Mengen werden somit durch Biomasse (Pellets,

Hackschnitzel, etc.) bereitgestellt. Aufgrund der CO₂-Emissionen der Stromversorgung und der Biomasse kann eine komplette CO₂-Neutralität nicht erreicht werden.

6.5 Zielszenario & Strategie der Verbandsgemeinde

Tabelle 6.5: Zielszenario der gesamten VG Rülzheim

VG Rülzheim	2022		2030		2035		2040		2045	
	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh
Wärmeverbrauch	100%	185.896.564	100%	170.376.690	100%	158.514.202	100%	147.521.319	100%	137.331.691
<u>Dezentrale Wärmeversorgung</u>	92%	171.009.168	87%	148.604.362	78%	123.765.929	69%	101.521.903	63%	86.627.526
davon Wärmepumpen	3%	5.464.717	16%	23.821.696	31%	38.367.366	58%	58.466.682	76%	65.896.213
davon Biomasse	3%	5.200.377	10%	14.860.436	19%	23.515.598	22%	22.750.841	24%	20.731.312
davon Fossil	94%	161.635.452	74%	109.922.230	50%	61.882.965	20%	20.304.381	0%	-
davon sonstiges	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-
<u>Zentrale Wärmeversorgung</u>	8%	13.596.017	13%	21.772.328	22%	34.748.273	31%	45.999.416	37%	50.704.166
davon Wärmepumpen	0%	-	36%	7.800.509	33%	11.510.005	40%	18.193.652	42%	21.072.778
davon Biomasse	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-
davon Fossil	100%	13.596.017	64%	13.971.820	2%	839.937	2%	1.005.028	0%	-
davon sonstiges	0%	-	0%	-	64%	22.398.330	58%	26.800.736	58%	29.631.388
<u>CO₂-Ausstoß</u>	kg	46.599.792	kg	33.186.844	kg	17.395.423	kg	6.576.727	kg	849.471

Das Zielszenario für die VG Rülzheim basiert auf dem Ausbau des Bestandswärmenetzes sowie der Errichtung von neuen Wärmenetzen (Abbildung 6.6). Das Bestandswärmenetz wird das größte Wärmenetz darstellen, welches vermutlich zukünftig mit Wärme durch Tiefengeothermie betrieben wird. Mit diesem Szenario kann sich der CO₂-Ausstoß der VG bis 2045 auf 2 % des derzeitigen Ausstoßes reduzieren. Die Nutzung der Erdgasnetze in der VG Rülzheim erfahren in den Zielszenarien einen deutlichen Rückgang. Eine Versorgung mit Wasserstoff für die von Wohnbau geprägte Verbandsgemeinde ist aktuell nicht vorgesehen. Mittel- bis langfristig soll die Wärmeversorgung über das Gasnetz nahezu verschwinden (Abbildung 6.7).

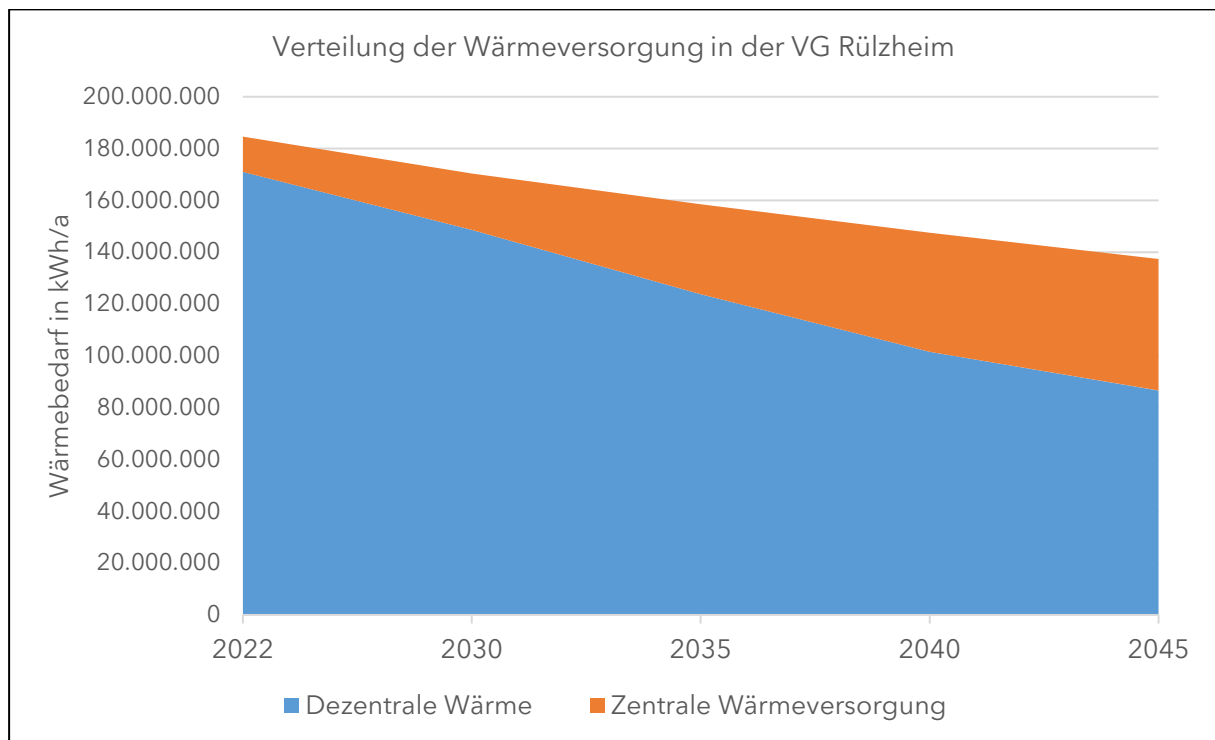


Abbildung 6.6: Verteilung der zentralen und dezentralen Wärmeversorgung in der VG Rülzheim in den Zieljahren des Zielszenarios

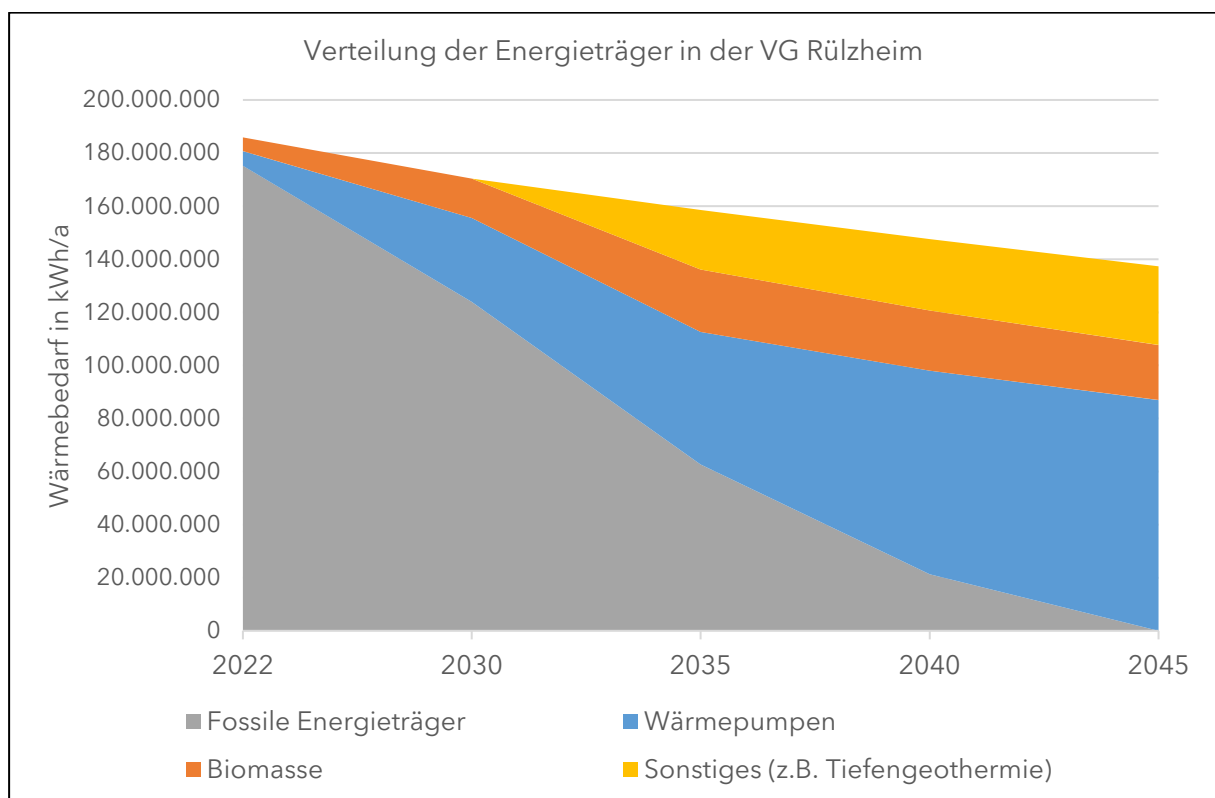


Abbildung 6.7: Verteilung der eingesetzten Energieträger in der Wärmeversorgung in der VG Rülzheim in den Zieljahren des Zielszenarios

7. Maßnahmenkatalog & Wärmewendestrategie

Die Wärmewendestrategie der VG Rülzheim stellt sich wie folgt dar:

- Ausbau des Bestandswärmenetzes in Rülzheim
- Vorantreiben von Sanierungen in der gesamten VG
- Intensivierung der Installation von Wärmepumpen in der dezentralen Versorgung der VG aufgrund hohen Potenzials
- Begrenzter Einsatz von dezentralen Heizungen auf Biomasse-Basis aufgrund limitierter Verfügbarkeit nachhaltiger Biomasse
- Untersuchungen, Planung und Inbetriebnahme einer Tiefengeothermieanlage in Rülzheim
- Aufbau eines kleinen Wärmenetzes in Hördt
- Aufbau eines Wärmenetzes in Leimersheim
- Aufbau eines Wärmenetzes in Kuhardt
- Ggf. Erweiterung des Rülzheimer Wärmenetzes nach Kuhardt
- Vollständige Transformation des Rülzheimer Wärmenetzes auf erneuerbare Energien

Für das Bestandsnetz in Rülzheim ergeben sich folgende Potenziale zur Einbindung von erneuerbaren Energien:

Tabelle 7.1: Übersicht der Potenziale für das Wärmenetz in Rülzheim

Wärmequelle	Leistungspotenzial (Schätzung)
Abwasserwärmepumpe	Ca. 2 MW
Grundwasserwärmepumpe	Bis zu 2 MW pro Brunnenpaar
Flusswärmepumpe	Ca. 1,1 MW
Solarthermie	Ca. 264 MW
Tiefengeothermie	Bis zu 20 MW
Luftwärmepumpe	Unbegrenzt

Bei der Einbindung von Energieformen, die an Wärmepumpen gebunden sind, ist zu beachten, dass bei höheren Vorlauftemperaturen nur niedrige COP-Werte erreichbar sind. Eine Absenkung der Vorlauftemperatur ist daher aus technischer Sicht sinnvoll. Auch bei der Errichtung von neuen Netzen soll eine niedrige Vorlauftemperatur (z.B. < 80 °C) angestrebt werden.

Nachfolgend werden auf Basis der Kapitel Bestands- und Potenzialanalyse und der Zielszenarien sinnvolle Maßnahmen für die Umsetzung der Wärmewendestrategie in der VG Rülzheim konzipiert. Die nachfolgenden 12 Maßnahmen wurden in Abstimmung mit der VG festgelegt. Die Maßnahmen sind im Steckbriefformat dargestellt. Hierbei werden je nach Maßnahme die Zielsetzungen, die Inhalte der Maßnahmen, die Kosten und Fördermöglichkeiten, die spezifischen Herausforderungen sowie die möglichen Abläufe beschrieben. Ziel des Maßnahmenkataloges ist es, eine Übersicht sinnvoller Maßnahmen für die Gemeinde zu erstellen und den Weg der Umsetzung zu erklären, damit die Realisierung problemlos ablaufen kann. Folgende Maßnahmen sind für die VG von Relevanz:

1. Übergreifende energetische Gebäudesanierung und Öffentlichkeitsarbeit
2. Einbau von smarten Thermostaten mit künstlicher Intelligenz
3. Bereitstellung aktueller Energieberatung und Fördermittelberatung
4. Effiziente dezentrale Wärmeversorgung über Wärmepumpen o.Ä. vorantreiben und informativ unterstützen
5. Ausbau von PV-Anlagen auf Liegenschaften der Verbandsgemeinde
6. Förderantragstellung und Erstellung eines Transformationsplans inkl. Planungsphasen für das Rülzheimer Wärmenetz
7. Förderantragstellung und Erstellung von Machbarkeitsstudien und Planungsleistungen für Wärmenetzgebiete in Hördt, Kuhardt und Leimersheim
8. Politischen und genehmigungstechnischen Weg für die Tiefengeothermie ebnen
9. Bauleitplanung erneuerbare Energien
10. Energiemanagementsystem für kommunale Liegenschaften
11. Finanzielle Bürgerbeteiligung und Gesellschaftsformen
12. Fortschreibung KWP

7.1 Maßnahme 1

Übergreifende energetische Gebäudesanierungen und Öffentlichkeitsarbeit	VG Rülzheim	 Effizienz
Zielsetzung:		
– Beschleunigung des Ausbaus erneuerbarer Energien sowie der Steigerung der Energieeffizienz – CO₂-Einsparung – Reduzierung von Wärmeverlusten durch Gebäudesanierung		
Beschreibung:		
Das hohe Potenzial im Bereich der Energieeinsparung und -effizienz (siehe Potenzialanalyse) kann einen erheblichen Anteil zur Energiewende beitragen, was mit einer aktuellen Sanierungsrate in Deutschland von ca. 1 % des Gebäudebestandes pro Jahr nicht möglich sein wird. Gründe dafür sind mangelnde Markttransparenz und fehlende Informationen sowie Finanzierungsmöglichkeiten, fehlende Anreize („Pull-Faktoren“) und Notwendigkeiten („Push-Faktoren“) und vieles mehr. Das gibt Anlass, verstärkt Maßnahmen zur Beschleunigung der Sanierung einzuleiten. Vor allem im Bereich der Mehrfamilienhäuser lässt sich ein deutlicher „Sanierungsstau“ erkennen.		
Eine mögliche Gegenmaßnahme bietet die Vernetzung von Sanierungstätigkeiten in homogenen Gebieten. Beispielsweise können über Geoinformationssysteme (GIS) Wohngebiete mit ähnlichen Gebäudeeigenschaften (Alter, Typ, Energieverbrauch) ausfindig gemacht werden (vgl. vorliegendes Wärmekataster). Mit diesem Tool kann der Gemeinderat und die Gemeindeverwaltung ein übergreifendes Sanierungskonzept anstoßen. Dabei ist es wichtig, sowohl die Gebäude- oder Wohnungseigentümer als auch die Mieter einzubinden und zu informieren. Eine gezielte siedlungs- oder quartiersbezogene Öffentlichkeitsarbeit ist in diesem Rahmen sehr effektiv, da viele Kernthemen oft nur einen lokal begrenzten Ortsteil betreffen. Das Ziel solcher übergreifender Sanierungskonzepte und Öffentlichkeitsarbeit ist daher die Nutzung von Synergieeffekten:		
– Die Empfehlung konkreter Sanierungsmaßnahmen wirkt Problemen wie mangelnder Markttransparenz und fehlenden Informationen der Gebäude- oder Wohnungseigentümer etc. entgegen – Finanzielle Entlastung der Gebäude- oder Wohnungseigentümer durch kostensenkende Effekte über Sammelbestellungen – Gezielte Informationen zu relevanten Förderprogrammen		

- Die übergreifende Betrachtung ermöglicht die Durchführung effizienter Konzepte (z. B. Nahwärmekonzepte)

Grundsätzlich sollte bei der Durchführung solcher Konzepte vor allem im Bereich der Mehrfamilienhäuser die Sozialverträglichkeit von Sanierungsmaßnahmen beachtet werden. Des Weiteren darf bei der Gebäudesanierung die Nachhaltigkeit, d. h. eine gesamtenergetische Betrachtung des Gebäudelebenszyklus, nicht außer Acht gelassen werden.

Auch die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs soll bei Heizungsanlagen, die älter als 2 Jahre sind, durchgeführt werden, um die Effizienz der Gebäudeheizung deutlich zu steigern und somit die Verbräuche zu reduzieren. Der hydraulische Abgleich ist einer der durch den Bund für effiziente Gebäude geförderten Maßnahmen.

Die Gemeinde kann durch Sanierung der eigenen Liegenschaften mit gutem Beispiel für die Bürgerinnen und Bürger vorangehen (Leuchtturmprojekt) und einen enormen Beitrag zur Energiewende leisten.

Gemeinde & Akteure:

Verbandsgemeinde Rülzheim, eventuell Landkreis, Bauträger, Energieberater

Kosten & Förderung:

Kosten individuell je nach Umfang.

Beispiele gemäß Sanierungsleitfaden Baden-Württemberg:

- Dämmung der Fassade: 140 € / m²
- Dachdämmung (von innen): 100 € / m²
- Austausch der Fenster: 550 € / m²
- Dämmung der Kellerdecke: 50 € / m²

Förderprogramme:

- Bundesförderung für effiziente Gebäude (bis zu 20 %)
- Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude (50 %)
- Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme (50 %)

Ablauf:

- 1) Analyse geeigneter Gebiete (z. B. über GIS): Gebiete im Wärmekataster, Auswertung der Baualtersklassen und Verbräuche
- 2) Entwicklung eines Sanierungskonzepts, z. B.:
 - a. Mustersanierung eines typischen Gebäudes durchrechnen lassen
 - b. Möglichkeiten des Austauschs alter Heizungen zusammenstellen
 - c. Optionen zur Optimierung der Heizanlage entwickeln
 - d. Gemeinschaftliche Bestellungen von Umwälzpumpen, PV-Anlagen, Solarthermieranlagen etc.
- 3) Handlungsempfehlungen an Gebäude- oder Wohnungseigentümer weitergeben

4) Sammelbestellungen zusammen mit ortsansässigen Firmen organisieren 5) Maßnahmen öffentlichkeitswirksam darstellen
Wirksamkeit:
– Reduzierung von Energieverbrauch, Wärmeverlusten und Treibhausgasemissionen – Vorbildfunktion der Gemeinde – Sozialverträgliche Quartierssanierung durch Einbindung aller Akteure – Identifikation und Akzeptanz mit Baumaßnahmen
Herausforderungen:
– Beteiligungswille der Gebäude- oder Wohnungseigentümer – Ressourcen der Gemeinde (Personal, Finanzen) – Verfügbarkeit von Baufirmen und Materialien

7.2 Maßnahme 2

Bereitstellung aktueller Energieberatung und Fördermittelberatung	VG Rülzheim	 Effizienz
Zielsetzung:		
– Eigentümer zum richtigen Zeitpunkt auf Maßnahmen und Fördermittel hinweisen – Anreiz zum Sparen von Strom und Wärme		
Beschreibung:		
Fördermittelberatung durch die Verbandsgemeinde Die Komplexität der verschiedenen Fördermittel stellt für viele Bürgerinnen und Bürger eine Herausforderung dar. Die Verbandsgemeinde kann der Bevölkerung durch zusätzliche Öffentlichkeitsarbeit ein Beratungsangebot der Verbraucherzentrale zu den zur Verfügung stehenden Förderprogramme anbieten, um die Energiewende schneller und kosteneffizienter voranzubringen. So können Einwohner nicht nur über ihre Pflichten, sondern auch über die finanzielle Unterstützung der verschiedenen Heizungsarten und Energieberatungen informiert werden. Energieberater für Eigentümer von Bestandsgebäuden Energieeinsparung durch verändertes Nutzerverhalten oder Steigerung der Effizienz durch sparsamere Geräte müssen stärker im Bewusstsein der Bevölkerung verankert werden. Nur auf diese Weise wird die Umstellung auf erneuerbare Energien und damit die Energiewende gelingen. Allerdings stellt speziell das Nutzerverhalten einen schwer zu beeinflussenden Parameter dar, da hier alltägliche Gewohnheiten mit angesprochen werden und die Angst vor Verzicht und Luxuseinbußen erheblich ist. Um diesem Problem zu begegnen, sind Energieberatungen in Privathaushalten hilfreich. Energieberater sind geschulte Fachleute, die Einsparmaßnahmen in Gebäuden analysieren und wichtige Tipps zur Effizienzsteigerung geben. Hier soll zum einen erklärt werden, durch welche Neuanschaffungen an Elektrogeräten und Wärmeerzeugern die Effizienz gesteigert werden kann. Zum anderen wird dabei gezielt das Nutzerverhalten optimiert und Vorschläge zum sparsameren Umgang mit der Energie im Haushalt gegeben, ohne dabei auf Komfort verzichten zu müssen. Zusätzlich kann auf mögliche Sanierungsmaßnahmen und deren Wirkung hingewiesen werden. Energieberater für Haus- und Grundstückskäufer		

Im Vorfeld eines Neubaus zeigen Energieberater Möglichkeiten der Bautechnik sowie Potenziale der Nutzung erneuerbarer Energien auf und geben Hilfestellungen zu Fördermöglichkeiten und zinsgünstigen Krediten. Die Integration von Energieberatern ist grundsätzlich immer sinnvoll; insbesondere bei einem Haus- oder Grundstückserwerb. In der Folge eines Immobilienkaufs stehen Planungen bzw. Umbaumaßnahmen an, die für den Energieverbrauch des Gebäudes in den nächsten 20 Jahren entscheidend sind. Dieser Zeitpunkt muss genutzt werden, um die richtigen Entscheidungen für die Zukunft zu treffen.

Akteure:

Energieberater, BAFA, Gemeindeverwaltung, Verbraucherzentrale, Bürgerinnen und Bürger

Kosten und Förderungen:
Kosten:

- Werbungskosten (Zeitungsanzeigen, Plakate, Flyer, etc.)
- Ggf. konkrete Förderkosten je nach Beratungspaket
- Personalkosten Fördermittelberatung

Förderung: Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude

- Für Ein-/Zweifamilienhäuser: 50 % des förderfähigen Beratungshonorars bis 650 €
- Ab mindestens drei Wohneinheiten: 50 % des förderfähigen Beratungshonorars bis 850 €

Ablauf:

- 1) Anstellen bzw. Beauftragen eines Fördermittelberaters
- 2) Auswahl qualifizierter Energieberater
- 3) Fixpreis für Beratung vereinbaren
- 4) Ggf. Fördersumme und -volumen festlegen
- 5) Werbung für die Beratung und das Förderprogramm über Newsletter, Presse, Homepage, Berater etc.
- 6) Presseartikel nach erfolgreicher Umsetzung mit Best-Practice-Beispiel usw.

Wirksamkeit:

- Unterstützung und Informieren der Einwohner über die komplexe Welt der Fördermittel
- Durch die finanzielle Förderung steigt der Anreiz für Immobilienkäufer und -besitzer, eine Energieberatung bzw. Heizungstausch durchführen zu lassen
- Bewusster Umgang mit Energie / Schärfung des Bewusstseins für das Thema Energiesparen sowie ökologische und ökonomische Wechselwirkungen
- Energie- und CO₂-Einsparungen vor allem in den privaten Haushalten

Herausforderungen:

- Finanzmittel der Gemeindeverwaltung

- Betroffene könnten das Angebot zu wenig nutzen
- Kostenvorteil für die Beratung darstellen

7.3 Maßnahme 3

Einbau von smarten Thermostaten mit künstlicher Intelligenz	VG Rülzheim	 Effizienz
Zielsetzung:		
– Steigerung der Energieeffizienz – CO₂-Einsparung		
Beschreibung:		
Die Beeinflussung von Nutzerverhalten zur Energieeinsparung gestaltet sich oftmals schwierig, kann jedoch einen erheblichen Unterschied des Wärmeverbrauches in Wohngebäuden bewirken. Anhand von smarten Thermostaten können Heizungen kontinuierlich überwacht werden und an das Verhalten der Nutzer angepasst werden. Mit Hilfe von künstlicher Intelligenz (KI) ist eine automatische Regelung möglich. Der Einbau von smarten Thermostaten liefert im Vergleich zu anderen Maßnahmen pro Euro einer der höchsten Wirkungsgrade der Energieeinsparung für einzelne Gebäude. Die Kosten unterscheiden sich je Anbieter und Anzahl gekaufter Einheiten. Werden von der Gemeinde z. B. große Mengen smarter Thermostaten bestellt, reduzieren sich die Preise pro Einheit für die Einwohner. Eine Alternative für Besitzer von PV-Anlagen stellen Smartphone-Apps dar, die eine effizientere Nutzung des selbst erzeugten Stroms ermöglichen. Mit diesen Apps können z. B. Leistungen von Wärmepumpen, Ladegeräte von E-Autos usw. intelligent an den aktuellen Energiefluss der PV-Anlage angepasst werden, um den Verbrauch aus dem Stromnetz zu reduzieren.		
Gemeinde & Akteure:		
Verbandsgemeinde Rülzheim, Hauseigentümer, Installateure		
Kosten & Förderung:		
– Kosten individuell je nach Heizungsanlage und Hersteller ca. 1.000 € pro Anlage. – Monatliche Kosten für Apps, KI etc. zwischen 3 - 30 € pro Monat		
Wirksamkeit:		
– Reduzierung des Wärmeverbrauchs um 8 - 28 % gemäß Herstellerangaben – Erhöhte Effizienz ohne Heizungsaustausch bei geringeren Kosten – Einfache Installation ohne größere Baumaßnahmen		
Herausforderungen:		

- Beteiligungswille der Gebäude- oder Wohnungseigentümer
- Ressourcen der Gemeinde/Hauseigentümer (Personal, Finanzen)

7.4 Maßnahme 4

Effiziente dezentrale Wärmeversorgung über Wärmepumpen o.Ä. vorantreiben und informatorisch unterstützen	VG Rülzheim	 Erneuerbare
Zielsetzung:		
– Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien in der Wärmeversorgung – CO₂-Einsparung – Unabhängigkeit in der Wärmeversorgung		
Beschreibung:		
Im privaten Wohnungsbau sowie im Sektor GHD ist der spezifische Wärmebedarf in kWh/(m²·a) in den letzten Jahren drastisch reduziert worden. Warme Nahwärmenetze sind aufgrund der geringen Wärmebedarfsdichten in Neubausiedlungen kaum noch wirtschaftlich umsetzbar. Für solche Siedlungen eignen sich vor allem Wärmepumpen und Solarthermieranlagen. Beide Technologien sind sowohl klimaschonend als auch meist wirtschaftlich. Durch technologische Fortschritte sind Wärmepumpen auch in jungen und alten Bestandsbauten mittlerweile wirtschaftlich einsetzbar. Durch einen großzügigen Einsatz von Wärmepumpen können zudem andere begrenzt verfügbare Ressourcen, wie nachhaltige Biomasse und wertvoller Wasserstoff, eingespart und nachhaltig eingesetzt werden. Bei Wärmepumpen wird zwischen Luft-, Wasser- und Sole-Wärmepumpen unterschieden. Alle drei Typen verfügen über spezifische Vor- und Nachteile, die im Folgenden beschrieben werden. Luft-Wasser-Wärmepumpe Die Luftwärmepumpe ist in der Anschaffung deutlich günstiger als die beiden anderen Typen. Es ist lediglich eine Außen- und eine Inneneinheit zu installieren. Als Wärmeträgermedium wird Luft angesaugt. Da Luft zum einen starken Temperaturschwankungen unterliegt und zum anderen über eine geringe spezifische Wärmekapazität (1,005 kJ/(kg·K)) verfügt, ist der Wirkungsgrad (COP) deutlich schlechter als bei den anderen Wärmepumpensystemen. Dadurch liegen der Stromverbrauch und die variablen Kosten deutlich über dem der anderen Typen. Luftwärmepumpen sind dennoch, z. B. im Anwendungsgebiet Einfamilienhaus, den anderen Technologien wirtschaftlich überlegen, da der Vorteil der geringeren Investitionskosten gegenüber dem Nachteil der höheren Betriebskosten meist überwiegt. Aus energetischer Sicht ist in jedem Fall ein hoher COP-Wert anzustreben. Wasser-Wasser-Wärmepumpe		

Wasser-Wasser-Wärmepumpen nutzen die konstante Temperatur des Grundwassers als Wärmequelle. Alternativ können auch andere Gewässer wie Fluss- oder Seewasser genutzt werden, jedoch ist dies in der dezentralen Versorgung nicht üblich. Im Sommer liegt die Grundwassertemperatur meist unter der Außentemperatur der Luft. Im Winter hingegen liegt die Grundwassertemperatur deutlich über der der Luft. Zudem verfügt das Wasser über eine deutlich höhere spezifische Wärmekapazität von $4,182 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. Der COP von Wasser-Wärmepumpen kann dadurch gegenüber der Luft-Wärmepumpe deutlich höher liegen. Größere Gebäude mit Flächenheizungen eignen sich somit hervorragend für den Einsatz von Wasser Wärmepumpen, da die höheren Investitionskosten durch die deutlich geringeren variablen Kosten schnell ausgeglichen werden.

Sole-Wasser-Wärmepumpe

Die Sole-Wasser-Wärmepumpe (Erdwärmepumpe) nutzt die Wärmeenergie des Bodens. Entweder wird diese Wärme durch die Sonden aufgenommen, die 50 m bis 200 m tief in das Erdreich gebohrt werden, oder von Erdkollektoren, die auf einer größeren Fläche, dafür aber flach unter der Erde verteilt sind. Die Kollektoren liegen in etwa 1,2 m Tiefe im Erdboden unterhalb der Frostschutzgrenze. Im Boden herrschen je nach Tiefe und Jahreszeit Temperaturen von -5°C bis 25°C . Dabei sollte beachtet werden, dass für die Bohrungen der Erdsonden Mehrkosten entstehen.

Kühlen mit Erdwärme

Gebäudekühlung spielt im Zuge des Klimawandels eine immer größere Rolle. Mit geringem Mehraufwand bieten Sole-Wärmepumpen diese Möglichkeit. Hierfür wird das niedrige Temperaturniveau des Wassers in der Erdsonde nicht mit einer Wärmepumpe auf ein höheres Niveau gebracht, sondern über einen Wärmetauscher abgekühlt. Die gewonnene Wärme aus dem Heizkreislauf kann zur Regeneration der Erdsonde nutzbar gemacht werden. Diese Form der Raumklimatisierung funktioniert ausschließlich mit Flächenheizungssystemen. Wird eine höhere Kühlleistung benötigt, so kann dies über eine aktive Kühlung ermöglicht werden. Bei der aktiven Kühlung wird die Wärmepumpe als Kältemaschine verwendet, indem der Prozess der Wärmepumpe umgekehrt wird. Bei der aktiven Kühlung wird jedoch, wie beim Heizbetrieb mit der Wärmepumpe, Strom verbraucht. Aus diesem Grund ist diese Form der Kühlung generell nur bei Gebäuden mit hohem Kältebedarf rentabel.

Die VG Rülzheim bietet, wie in der Potenzialanalyse dargestellt, teilweise sehr gute Bedingungen für die Nutzung von unterschiedlichen Wärmepumpentypen. Bei der Planung von mehreren Wasser- oder Solewärmepumpen sollte eine gegenseitige Beeinflussung geprüft werden.

Vor allem in Verbindung mit PV-Anlagen können Wärmepumpen effizient, klimaneutraler und wirtschaftlich betrieben werden.

Für Gebäude, für die eine Wärmepumpe aus verschiedenen Gründen nicht in Frage kommt, können Heizungen auf Basis nachhaltiger Biomasse (z. B. Hackschnitzel, Pellets) eingebaut werden. Da nachhaltige Biomasse nur in begrenzten Mengen zur Verfügung steht, kommen solche Heizsysteme nur für Gebäude in Frage, bei denen keine (sinnvollen) Alternativen eingesetzt werden können.
Akteure:
Gemeinde, Anwohner, Nachbargemeinden, Genehmigungsbehörden, Bohrfirmen
Kosten & Förderung:
Investitionskosten: – Luft-Wärmepumpe: ab ca. 16.000 € je nach Leistung – Wasser-Wärmepumpe: ab ca. 27.000 € je nach Leistung – Sole-Wärmepumpe: ab ca. 28.000 € je nach Leistung Mit der aktuellen Bundesförderung für effiziente Gebäude können Förderquoten von 30 % bis zu 70 % erreicht werden.
Ablauf:
1) Öffentlichkeitsarbeit zu Wärmepumpen und Förderungen 2) Ermittlung der Gebietseignung und Wärmepumpenvarianten 3) Verschreiben von Heiztechnik in Bauleitplanung, Gewähren finanzieller Anreize 4) Einsatz von Energieberater in wichtigen Zielgebieten
Wirksamkeit:
– Deutliche Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung – Verringerung der Heizkosten – Ggf. Möglichkeit der Gebäudekühlung – Hohe CO₂-Einsparungen – Autarkie in der Wärmeversorgung
Herausforderungen:
– Pflichten für entsprechende Heizsysteme in Bauleitplanung integrieren – Maßnahme positiv vermarkten

7.5 Maßnahme 5

Ausbau von PV-Anlagen auf Liegenschaften der Verbandsgemeinde	VG Rülzheim	 Erneuerbare
Zielsetzung:		
Erhöhung des Anteils erneuerbarer Stromerzeugung sowie Deckung eines Eigenbedarfsanteils		
Beschreibung:		
Die Liegenschaften der Gemeinde sollen mit PV-Anlagen versehen werden. Die Gemeinde kann sich hiermit sowohl an der Entwicklung einer zukunftsgerechten Verbandsgemeinde beteiligen und zusätzlich als Vorbild für Ihre Einwohner auftreten. Durch den Einbau von Stromspeichern kann ein höherer Autarkiegrad erreicht werden. Die Verbandsgemeinde hat die geeigneten Dachflächen bereits identifiziert. Im nächsten Schritt soll die statische Eignung der Dachflächen geprüft werden.		
Akteure:		
Gemeinderat, Verwaltung, Installateure, Statiker		
Kosten:		
– Kollektoren: ~ 150 – 300 €/m² – Stromspeicher: ~ 600 – 800 €/kWh		
Ablauf:		
1. Statische Prüfung 2. Angebotsanfragen 3. Planung und Bau		
Wirksamkeit:		
– Voranbringen der Energiewende – Ausnutzung des Solarpotenzials – Keine THG-Emissionen des selbsterzeugten Stroms – Geringere Abhängigkeit von Strommarkt – Vorbildfunktion für andere Einwohner der Gemeinde		
Herausforderungen:		
– Statik und Denkmalschutz		

- Kosten

7.6 Maßnahme 6

Förderantragstellung und Erstellung von Machbarkeitsstudien und Planungsleistungen für Wärmenetzgebiete in Hördt, Kuhardt und Leimersheim	VG Rülzheim	 Erneuerbare
Zielsetzung:		
Antragstellung für Modul 1 der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze mit nachfolgender Erstellung von Machbarkeitsstudien		
Beschreibung:		
Die kommunale Wärmeplanung hat einige potenzielle Wärmenetzgebiete in der VG Rülzheim entdeckt. Für folgende Gebiete sollen prioritär BEW-Anträge zur Konzeptionierung von Machbarkeitsstudien erstellt werden: – Leimersheim – Hördt Schulgebiet – Kuhardt Schulgebiet Mit den bereits bestehenden Daten der kommunalen Wärmeplanung können die Förderanträge zügig und mit geringem Aufwand erstellt werden. Sobald ein Bewilligungsbescheid vorliegt, können für die potenziellen Wärmenetzgebiete Machbarkeitsstudien erstellt werden. Diese Machbarkeitsstudien bauen auf der kommunalen Wärmeplanung auf und untersuchen detailliert, welche Energieträger in welcher Dimensionierung eingesetzt werden können. Des Weiteren erfolgt eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der (favorisierten) Varianten, welche zeigt, ob und mit welchen Wärmepreisen das Wärmenetz finanziell tragbar ist. Die Machbarkeitsstudie zeigt am Ende einen detaillierten Pfad zur Treibhausgasneutralität für das Projektgebiet auf. Nachdem die Machbarkeitsstudie abgeschlossen ist, können im Modul 1 der BEW-Förderung zusätzlich Planungsleistungen der HOAI-Phasen 2 - 4 gefördert werden. Nach dem Abschluss der Modul 1 Förderung können in der Modul 2 Förderung Planungskosten der HOAI-Phasen 5 - 8 sowie Investitionskosten gefördert werden. Nicht zuletzt können in Modul 3 Einzelmaßnahmen und in Modul 4 Betriebskosten gefördert werden. Die BEW-Förderung stellt aktuell eine vielversprechende Möglichkeit zur Errichtung von zukunftsfähigen Wärmenetzen und somit einer klimaneutralen Zukunft dar.		
Akteure:		
Gemeinderat, Gemeindewerke Südpfalz, Verwaltung, Bürgerinitiative, Fachplaner		

Kosten:
– Je nach Größe und Komplexität sowie aktuelle Datenlage des Projektes Förderungen: – Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) – Modul 1: 50 % – Modul 2: 40 % – Modul 3: 40 % – Modul 4: Je nach COP der Wärmepumpen, 0,01€/kWh solarthermische Wärme
Ablauf:
1. Zusammenstellen der erforderlichen Unterlagen für den Modul 1 Antrag 2. Modul 1 Antragstellung 3. Beauftragung eines Ingenieurbüros zur Erstellung der Machbarkeitsstudien 4. Beauftragung der Planungsleistungen bei positiven Ergebnissen der Machbarkeitsstudie 5. Modul 2 Antragstellung 6. Planung und Bau des Wärmenetzes
Wirksamkeit:
– CO₂-Einsparungen – Kosteneinsparungen – Stabile Preise für Einwohner der Gemeinde
Herausforderungen:
– Personeller Aufwand – Kosten – Bürgerbeteiligung – Baubedingte Herausforderungen

7.7 Maßnahme 7

Förderantragstellung und Erstellung eines Transformationsplans inkl. Planungsphasen für das Rülzheimer Wärmenetz	VG Rülzheim	 Erneuerbare
Zielsetzung:		
Antragstellung für Modul 1 der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze mit nachfolgender Erstellung eines Transformationsplans		
Beschreibung:		
Das Fernwärmenetz in der Gemeinde Rülzheim wird momentan mit 100 % Erdgas (über Erdgaskessel und Erdgas-BHKWs) betrieben. Das Wärmenetz soll in den kommenden Jahren auf erneuerbare Energien umgestellt werden. Zudem soll untersucht werden, ob energieeinsparende Maßnahmen, wie z. B. Digitalisierung und Temperaturabsenkung, durchgeführt werden können. Die BEW-Förderung stellt hierfür wichtige Fördergelder bereit. Mit einer Modul 1 Förderung kann ein Transformationsplan zu 50 % gefördert werden. Mit diesem Transformationsplan kann der Weg zur Treibhausgasneutralität im Wärmenetz geebnet werden. Die kommunale Wärmeplanung stellt dafür bereits eine gute Basis. Zusätzlich zu einem Transformationsplan können auch die HOAI-Planungsphasen 2 – 4 in Modul 1 gefördert werden. Nachdem ein Transformationsplan erstellt wurde, kann ein Modul 2 Antrag gestellt werden, in dem dann die Planungsphasen 5 – 8 sowie Investitionen zu 40 % gefördert werden können. Die BEW-Förderung stellt aktuell einen Weg der Erweiterung und Transformation von zukunftsfähigen Wärmenetzen und somit einer klimaneutralen Zukunft dar.		
Akteure:		
Gemeinderat, Gemeindewerke Südpfalz, Verwaltung, Bürgerinitiative, Fachplaner		
Kosten:		
Kosten: – Je nach Größe, Komplexität und Datenlage des Projektes Förderungen: – Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) – Modul 1: 50 % – Modul 2: 40 % – Modul 3: 40 %		

– Modul 4: Je nach COP der Wärmepumpen, 0,01€/kWh solarthermische Wärme
Ablauf:
1. Zusammenstellen der erforderlichen Unterlagen für den Modul 1 Antrag 2. Modul 1 Antragstellung 3. Beauftragung eines Ingenieurbüros zur Erstellung der Machbarkeitsstudien 4. Beauftragung der Planungsleistungen bei positiven Ergebnissen der Machbarkeitsstudie 5. Modul 2 Antragstellung 6. Planung und Bau des Wärmenetzes
Wirksamkeit:
– CO₂-Einsparungen – Kostenreduzierung – Stabile Preise für Einwohner der Gemeinde
Herausforderungen:
– Personeller Aufwand – Kosten – Bürgerbeteiligung – Baubedingte Herausforderungen

7.8 Maßnahme 8

Politischen und genehmigungstechnischen Weg für die Tiefengeothermie ebnen	VG Rülzheim	 Öffentlichkeit
Zielsetzung:		
– Steigerung der Akzeptanz und Begeisterung für Tiefengeothermie in der Verbandsgemeinde und Umgebung durch umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit – Projekt- und Finanzierungspartner Tiefengeothermie werden / suchen – Machbarkeits- und Potentialstudien Tiefengeothermie, ggf. inkl. Umweltgutachten		
Beschreibung:		
Tiefengeothermie hat in dieser Umgebung wegen seismischer Ereignisse durch Bohrarbeiten und Anlagenbetrieb in der Vergangenheit einen negativen Ruf bekommen. Mittlerweile hat sich technologisch und sicherheitstechnisch viel verändert, damit solche Risiken minimiert werden. Die Gemeinde Rülzheim verfügt über sehr großes tiefengeothermisches Potenzial. Um dieses Potenzial wirtschaftlich nutzen zu können und die gewonnene Wärme zu verkaufen, muss diese Energiequelle die Befürwortung der Bevölkerung erhalten. Mit der Tiefengeothermie lässt sich heutzutage eine sehr zuverlässige, nachhaltige und grundlastfähige Wärmeversorgung darstellen, die nicht nur die Gemeinde Rülzheim selbst, sondern auch eine oder mehrere Nachbargemeinden für die nächsten Jahrzehnten versorgen kann. Oft wird für die Wärmeversorgung nur noch eine Redundanzanlage gebraucht. Die Politik stellt sich immer mehr hinter Tiefengeothermie. Derzeit wird über eine Absicherung der Fündigkeitsrisiken durch KfW, der nahtlos an die BAFA-Förderung anschließt, diskutiert.		
Durch nahegelegene Anlagen, etwa ins Insheim bei Landau, hat sich das Ansehen der Tiefengeothermie in den letzten Jahren verbessert. Jedoch ist der Zuspruch in der VG immer noch gering. Durch umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit, wie z. B. Infoveranstaltungen, Workshops, Fragerunden, Social Media, Flyers, lokale Medien usw. kann die Bevölkerung zu den Themen der Tiefengeothermie informiert und motiviert werden. Hier muss die Verbandsgemeinde aktiv vorgehen, um die bestehenden Zweifel aufzuklären und so dem Potenzial der Tiefengeothermie Ausdruck zu verleihen. Beispielsweise wurde am 15. Juni 2023 in Landau eine Veranstaltung (8. Trinationalen Klima- und Energiekongress) durchgeführt, bei den sozialen, technischen und rechtlichen Aspekten der Akzeptanzförderung für Tiefengeothermie thematisiert wurde. In der VG Rülzheim können zur Akzeptanzförderung ähnliche Veranstaltungen organisiert werden.		
Neben der Öffentlichkeitsarbeit soll auch bereits mit der Erstellung von Machbarkeitsstudien und Umweltgutachten angefangen werden. Die Planung und Erstellung einer Tiefengeothermieranlage		

zieht sich über mehrere Jahre, weshalb ein frühzeitiger Beginn mit diesen Schritten wichtig ist. Unter anderem kostet z. B. das Einholen der bergrechtlichen Genehmigungen viel Zeit und Aufwand.

Nicht zuletzt müssen sich die Verbandsgemeinde und Gemeindewerke Südpfalz mit einer möglichen Finanzierung und Betreuung des Projektes auseinandersetzen. Die Sicherung von Projekt- und Finanzierungspartner ist ein wichtiger Schritt für die erfolgreiche Umsetzung. Die Verbandsgemeinde soll hier aktiv auf weiteren Akteuren zugehen, um die Realisierungswahrscheinlichkeit des Projektes zu steigern.

Der *Leitfaden Geothermie am Oberrhein* von Enerchange stellt für die VG Rülzheim eine weitere Informationsquelle dar. Zudem können viele Informationen anhand von Best-Practice Beispielen gesammelt werden, sowohl im Oberrheingraben (z. B. Landau, Insheim, Bruchsal), als auch in anderen Teilen Deutschlands.

Akteure:

Gemeinderat, Gemeindewerke Südpfalz, Verwaltung, Bürgerinitiative, Institute & Firmen (z. B. Deutsche Erdwärme), Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz

Kosten:

- Kosten für Veranstaltungen, Raummiete, Einladungen
- Kosten für Vorträge und Beratung von Experten
- Kosten für z. B. Flyer/Website/Medien
- Kosten für die Erstellung von Machbarkeitsstudien und Umweltgutachten
- Personalkosten

Förderung:

- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), 40 - 50 %

Wirksamkeit:

- Akzeptanzsteigerung fördert die Umsetzungsfähigkeit und -geschwindigkeit einer Tiefengeothermieranlage
- Höhere Anschlussquoten für das Wärmenetz

Herausforderungen:

- Personeller Aufwand
- Kosten
- Bürgerbeteiligung
- Erklärung eines komplexen Themas für den Laien

7.9 Maßnahme 9

Bauleitplanung erneuerbare Energien	VG Rülzheim	 Öffentlichkeit
Zielsetzung:		
– Einbindung von Wärmeversorgung und Klimaschutz in Planungs- und Entwicklungskonzepten – Frühzeitige Flächensicherung für erneuerbare Energie/Wärme		
Beschreibung:		
Der Wärmebedarf von Wohngebäuden hat sich durch Verbesserung der Dämmungen und der Gebäudetechnik sowie vor allem durch die staatlichen Vorgaben in den letzten Jahren deutlich verringert. Um diesen Trend fortzusetzen und zu unterstützen, hat die Stadt die Möglichkeit, über energieeffiziente Bauleitplanung den Energieverbrauch der Neubausiedlungen und damit die CO₂-Emissionen weiter zu verringern. Die Orientierung der Gebäude und die Lage zueinander beeinflussen die aktive sowie die passive Nutzung der Sonnenenergie. Die Gebäudegeometrie und festgelegte Baumpflanzungen sind weitere Einflussgrößen auf den Energieverbrauch. Der Heizwärmebedarf kann sich dadurch ohne Erhöhung der Baukosten um bis zu 10 % reduzieren. Zusätzlich bietet sich für die VG Rülzheim die Möglichkeit, bei der Ausweisung von Baugebieten die Nutzung erneuerbarer Energien oder effizienter Nahwärmeversorgung zu fördern und anzuregen, wobei sich bei Neubauten häufig die Kombination von Wärmepumpe und Solarthermie sinnvoll erscheint, sofern die geologischen Bedingungen Erdwärmesonden/-kollektoren erlauben. Selbstverständlich sollten diese energetischen Vorgaben mit den architektonischen Elementen der Bauleitplanung abgestimmt werden, damit neue Siedlungen dem erwünschten Ortsbild entsprechen. Auch bei Gewerbeflächen sollte bei der Planung bedacht werden, ob beispielsweise eine zentrale Wärmeversorgung der Objekte sinnvoll und machbar ist. Damit können die Kosten für ein (kaltes) Nahwärmenetz gesenkt werden, wenn die Verlegung der Rohre direkt mit der Grundstückerschließung erfolgt. Die Verbandsgemeinde hat bereits einige Maßnahmen über dem gesetzlichen Standard für Neubaugebiete in Bauleitplanung festgesetzt. Eine Verschärfung dieser Maßnahmen sowie eine regelmäßige Aktualisierung bei Neuentwicklungen soll angestrebt werden.		
Mögliche Instrumente für die VG Rülzheim: – Bauleitplanung, Flächennutzungsplan, neue Bebauungspläne – Aufstellung von Ökokriterienkatalog für Baugenehmigungen – Städtebauliche Verträge		

– Festlegung energierelevanter Maßnahmen in Kaufverträgen – Vergünstigungen beim Baugrundpreis / Förderungen energieeffizienter Bauweise – spezielle Informationsmöglichkeiten zum Thema erneuerbare Energien, Wärmepumpen, Effizienz usw. für Bürgerinnen und Bürger, die einen Neubau oder Sanierungen im Bestand planen Die einzelnen Gemeinden der Verbandsgemeinde könnten dabei gemeinsame Leitlinien verabschieden oder sich bei der rechtlichen Beratung hinsichtlich der Vorgaben, Fördermöglichkeiten oder Anschlusszwänge zusammenschließen, um Kosten hierfür zu sparen. Zusätzlich soll sich die Verbandsgemeinde bereits bei der Ausweisung von Neubaugebieten oder bei der Planung von (Nah)Wärmenetze mit der Flächensicherung für die Erzeugung von erneuerbaren Energien auseinandersetzen. Hierbei kann es sich z. B. um Flächen für Solarthermieanlagen, saisonale Wärmespeicher, Flächenkollektoren etc. handeln.
Akteure:
Verwaltung, Gemeinderäte, Landkreis
Kosten:
– Keine direkten Kosten außer ggf. Rechtsberatung – Zeitlicher Aufwand für Beratungen – Finanzielle Förderung der Bauherren oder Vergünstigungen bei Einhaltung vorgegebener Richtlinien möglich
Ablauf:
1. Bauliche Optimierung durch Verschattungssimulation des Baugebietes, Firstausrichtung, Dachneigung, ... bei Ausweisung von Neubaugebieten 2. Optimierung der Baukörper 3. Vergleich unterschiedlicher Gebäudestandards bis zum Passivhaus 4. Untersuchung bzw. Vorgabe von effizienten Wärmeversorgungssystemen ((solare) Nahwärme, Wärmepumpen) 5. Berücksichtigung der klimatischen Situation bei der Auswahl von Baugebieten 6. Verbindliche Festlegung der Richtlinien in Bebauungsplan, städtebauliche Verträge usw.
Wirksamkeit:
– Energetische Verbesserung von Neubausiedlungen – Solare Wärmegewinne durch optimierte Gebäudestandorte – Verringerung der Wärmeverluste durch energetisch günstige Bauweisen – Einsatz effizienter Energieversorgungssysteme
Herausforderungen:
– kommunale Vorgaben müssen rechtlich abgesichert sein

- Bereitschaft zur energetischen Bauweise, da diese auch ins Ortsbild passen sollte

7.10 Maßnahme 10

Energiemanagementsystem für kommunale Liegenschaften	VG Rülzheim	 Öffentlichkeit
Zielsetzung:		
Monitoring der Erfolge durch umgesetzte Maßnahmen, Erkennen von Fehlentwicklungen zur frühzeitigen Optimierung		
Beschreibung:		
Um die Wirkung von energetischen Maßnahmen (z. B. Sanierungen, geändertes Nutzerverhalten, ...) und die Entwicklung des Energieverbrauchs überprüfen zu können, ist ein Energiecontrolling zwingend erforderlich. Unter Energiecontrolling werden das Messbarmachen und das Messen von Energieverbräuchen sowie das Bewerten der Ergebnisse und die nötigen Optimierungen verstanden. Oberste Priorität beim Energiecontrolling hat die Datensicherheit und Datenqualität. Aufgrund der gestellten Anforderungen an Datensicherheit und Aktualität sowie nicht zuletzt der großen Datenmengen, die über viele Jahre erfasst werden, stoßen die bisher meist verwendete Excel-Listen teilweise an ihre Grenzen. Die gestellten Anforderungen an die Datenerfassung lassen sich bestmöglich durch eine Energiecontrolling-Software in Verbindung mit einer webbasierten Datenbank realisieren. Auf eine webbasierte Datenbank kann mit den entsprechenden Zugangsdaten von jedem beliebigen Ort aus zugegriffen werden. So ist z. B. auch der Einsatz von Tablets und Smartphones ohne weiteres möglich und eine Installation und Wartung auf speziellen Rechnern nicht notwendig. Ein weiterer Vorteil ist, dass gleichzeitig mehrere Benutzer auf eine Datenbank zugreifen können und die Verwaltung von großen Datenmengen problemlos möglich ist. Grundlage eines Energiecontrollings stellt die Datenerhebung dar. Diese erfolgt durch das regelmäßige Ablesen bereits vorhandener Verbrauchszähler. Bei kommunalen Liegenschaften erfolgt die Datenerhebung gebäudescharf, bei privaten Haushalten ist dies aufgrund des hohen Aufwandes nicht zu realisieren, hier erfolgt die Datenerhebung über Hochrechnungen. Die Datenerhebung der kommunalen Gebäude erfolgt über die Gebäudeverantwortlichen durch monatliches oder jährliches Ablesen der Zähler für Strom und Wärme (evtl. Wasser). Anschließend werden die Zählerstände direkt in die Datenbank eingetragen (Tablets, Smartphones) oder dem Verantwortlichen in der Verwaltung übermittelt.		

Die Ernennung von zuständigen Personen ist entscheidend für eine erfolgreiche und qualitativ hochwertige Durchführung des Energiecontrollings. Die Gesamtverantwortung sollte bei einem Mitarbeiter in der Gemeindeverwaltung liegen sowie bei Gebäudeverantwortlichen für die kommunalen Liegenschaften. Zusätzlich stellt sich ggf. die Einbindung eines externen Experten zur Einführung und Umsetzung des Energiecontrollings als sinnvoll dar.

Um eine spätere Bewertung der erhobenen Daten zu ermöglichen, ist es erforderlich, Bezugsgrößen festzulegen. Die so ermittelten Kennwerte, z. B. Heizenergieverbrauch pro Quadratmeter und Jahr oder Stromverbrauch pro Einwohner und Jahr, müssen nach den jeweiligen Anforderungen ausgewählt werden. Das Bewerten der Ergebnisse erfolgt anhand der Entwicklung der gebildeten Kennwerte und wird durch den Gesamtverantwortlichen in Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren durchgeführt. Um diese Arbeit zu erleichtern, ist eine Software zu bevorzugen, die direkt Statistiken und Grafiken erzeugen kann. Außerdem lassen sich über eine derartige Software jedes Jahr automatisiert Berichte erzeugen, die über die umgesetzten Maßnahmen, die Entwicklung des Energieverbrauchs sowie die CO₂-Emissionen Aufschluss geben. Diese Berichte können zur Entwicklung von weiteren Maßnahmen dienen und sollten zur allgemeinen Information und zur Steigerung des Bewusstseins der Bürgerinnen und Bürger öffentlichkeitswirksam präsentiert werden.

In der Bestandsanalyse des kommunalen Wärmeplans wurden bereits verschiedene relevante Verbrauchsdaten erfasst, welche in die Energiecontrolling-Software eingetragen werden und somit als Basisdaten dienen. Zudem sind genaue Daten über Verbrauch, Anlagen und Sanierungszustand der kommunalen Gebäude notwendig. Über die ersten drei Jahre des Messzeitraums wird dann ein Mittelwert gebildet, welcher die Startbilanz und Referenzwert abbildet, mit dem die zukünftigen Entwicklungen verglichen werden.

Die Verbandsgemeinde Rülzheim hat bereits mit der Umsetzung dieser Maßnahme (Schritt 1 im Ablauf) angefangen. In den kommenden Monaten soll ein Energie Management System in Betrieb gehen.

Akteure:

Gemeindeverwaltung, Gebäudeverantwortliche

Kosten:

- Kosten für die Energiemanagementsoftware inklusive Datenbank und deren Wartung
- Zeitaufwand für die Verbandsgemeindeverwaltungen und die Anlagenverantwortlichen
- Ggf. müssen noch Verbrauchszähler für eine detaillierte Erfassung nachgerüstet werden

Ablauf:

1. Beschluss zu Energiecontrolling durch die Verbandsgemeinde
2. Festlegen einer Energiecontrolling-Software
3. Festlegen der Zuständigkeiten

4. Schaffen einer Datenbasis: Eintragung aller kommunalen Verbrauchsposten
5. Eintragen der Verbrauchsdaten entsprechend dem Ableseintervall
6. Bewertung und Optimierung der umgesetzten Maßnahmen
7. Jährliche Berichterstattung über die aktuelle Entwicklung
8. Entwicklung und Umsetzung zusätzlicher Maßnahmen

Wirksamkeit:

- Ständig aktueller Stand über die Umsetzung der Energiewende in der Verbandsgemeinde
- Konsequente Erhebung und Prüfung der kommunalen Energieverbräuche an einer zentralen Stelle
- Kontrolle umgesetzter Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit
- Frühzeitige Erkennung von Fehlerfällen direkte mögliche Behebung dieser

Herausforderungen:

- Ablesung durch die Anlagenverantwortlichen
- Investitionskosten, da durch das Energiecontrolling keine direkten Einsparungen erzielt werden
- Zusätzlicher Zeitaufwand für die Verantwortlichen in der Stadtverwaltung

7.11 Maßnahme 11

Finanzielle Bürgerbeteiligung und Gesellschaftsformen	VG Rülzheim	 Öffentlichkeit
Zielsetzung:		
– Finanzierungslösung – Ausbau der erneuerbaren Energien – Regionale Wertschöpfung – Identifikation und Akzeptanz mit Baumaßnahmen – Kapitalanlage		
Beschreibung:		
Zum Ausbau der Anlagen erneuerbarer Energien können neben der Finanzierung über private Einzelinvestoren, Firmen oder Kommunen auch Gesellschaften gegründet werden, an denen sich die Bürger vor Ort finanziell beteiligen können. Dadurch werden zusätzliche Finanzmittel zum Ausbau der Erneuerbaren akquiriert sowie Kosten, Risiken und Gewinne verteilt. Entscheidend sind hierbei eine strukturierte Planung und die Wahl der passenden Rechtsform. Im Idealfall sollten hierbei die ggf. vorhandenen und gewachsenen Strukturen in der Verbandsgemeinde mit einbezogen werden. In erster Linie zählen dazu zum Beispiel Vereine wie die Initiative Südpfalz-Energie e.V., die Gemeindeverwaltung sowie die Gemeindewerke Südpfalz, welche sich als Teilhaber oder Genossen an den Bürgergesellschaften beteiligen können. Dies dient nicht nur der finanziellen Unterstützung, sondern auch der ideellen Förderung sowie des Austauschs von Erfahrungen und Know-how zwischen den beteiligten Akteuren der Gesellschaft. Eine erhöhte bürgerliche Beteiligung an den bestehenden Genossenschaften oder die Errichtung von neuen Genossenschaften bewirkt eine höhere Effektivität und Geschwindigkeit der Energiewende in der Kommune.		
Akteure:		
Vereine, Bürger, Bürgerinitiativen, Planungsbüro, Banken, Gemeindeverwaltung, Gemeindewerke Südpfalz		
Kosten:		
Abhängig von der gewählten Rechtsform		

Ablauf:**Schritt 1:** Akteursanalyse

- Welche Akteure sind an einer Mitwirkung interessiert?
- Welche funktionale Rolle nehmen die jeweiligen Akteure ein? (Geldgeber, kaufmännische Verwaltung, Einbringung juristischen Know-hows etc.)
- Welche Unterstützung/Funktionen fehlen noch?
- Wer könnte dafür ins Boot geholt werden?
- Was sind Ziele und Motive der Akteure? (Energiewende, Rendite, Kundenbindung, langfristige Preisgarantie, regionale Identität, ...)

Schritt 2: Projektdimension: Einzelanlage, Anlagenpark, zukünftige Erweiterung**Schritt 3:** Ausgestaltung des Projekts:

- Investoren: Bürger der Region, finanzkräftige auswärtige Partner, ...
- Mitbestimmung: umfassendes Mitspracherecht für Anleger?
- Einlagehöhe: Festlegung einer Mindestbeteiligung (geringerer Verwaltungsaufwand) oder Kleinbeteiligungen (breite Beteiligung)

Schritt 4: Wahl der Rechtsform

- Anhand der in den vorgestellten Schritten festgestellten Sachverhalte kann nun die geeignete Rechtsform gewählt werden:
- eingetragene Genossenschaft (eG)
 - Haftung nur in Höhe der jeweiligen Einlage
 - Finanzierung verschiedener Projekte und Anlagen unter einem Dach
 - Risikoverteilung auf alle Anleger
 - Jeder Genosse hat gleiches Stimmrecht
- GmbH & Co.KG
 - begrenztes Haftungsrisiko für Kommanditisten
 - für jede neue Anlage wird unterhalb der GmbH eine neue Co.KG gegründet. Daraus resultiert eine direkte Identifikation der Anleger mit der Anlage und ein hohes Maß an Transparenz
 - Vorsicht: höhere Fixkosten (wegen hohem Verwaltungsaufwand) und kein Risikoausgleich mit anderen Anlagen möglich
- Gesellschaft bürgerlichen Rechts (GbR)
 - hohes Haftungsrisiko, weil jeder Gesellschafter einer persönlichen Haftungspflicht unterliegt
 - Vorteil: geringe Gründungsanforderungen; ideal für kleine Projekte mit einem überschaubaren Risiko
- weitere Formen: AG, KG, Stiftung, Stille Beteiligung, ...

Schritt 5: Öffentlichkeitsarbeit zur Akquise von Beteiligungen
Wirksamkeit:
– Akzeptanz von erneuerbaren Energiemaßnahmen steigt – Geld bleibt in der Region – "Energie aus der Region - für die Region" – Steuereinnahmen für die Kommunen werden generiert
Herausforderungen:
– hoher Anspruch an Fachwissen (wirtschaftlich, rechtlich, technisch, ...) – Vorschriften der Finanzaufsicht – Regelungen der Haftung / Prospekthaftung

7.12 Maßnahme 12

Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung	VG Rülzheim	 Öffentlichkeit
Zielsetzung:		
Fortschreibung der kommunale Wärmeplanung alle 5 Jahre als Monitoring-Maßnahme		
Beschreibung:		
Die regelmäßige (alle 5 Jahre) Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung wurde im Wärmeplanungsgesetz §25 festgelegt. Im Zuge der Fortschreibung soll für die Verbandsgemeinde die Entwicklung der Wärmeversorgung bis zum Zieljahr aufgezeigt werden. In der kommunalen Wärmeplanung werden Ziele für die Stützjahre definiert. Bei der Fortschreibung muss kontrolliert werden, ob die Ziele erreicht wurden. Ein frühzeitiger Abschluss der Zielszenarien ist erstrebenswert. Wurden die Zielszenarien nicht erreicht, müssen etwaige Fehlentwicklungen in der Wärmeversorgung identifiziert werden, damit diese Hürden in den darauffolgenden Jahren behoben werden können. Auf diese Weise stellt die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung eine Controlling-Strategie dar.		
Akteure:		
Verbandsgemeinde Rülzheim, Klimaschutzmanager, ggf. Ingenieurbüros		
Kosten:		
– Personalkosten – Ggf. Kosten für Ingenieurbüros		
Wirksamkeit:		
– Kontrolle umgesetzter Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit – Möglichkeit zur Anpassung der Wärmewendestrategie für mehr Effizienz und Geschwindigkeit in der Wärmewende		
Herausforderungen:		
– Personeller Aufwand – Ggf. Kosten		

8. Hauptquellen

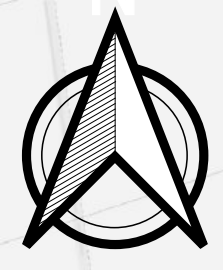
- „Am 16. November treten die geänderten 10H-Regelungen in Kraft – Die Nachfrage nach neuen Windenergieprojekten ist bereits gestiegen“ Pressereferat Bayerische Staatsregierung, Pressemitteilungen, 09.11.2022,
- Addous, M. A. Berechnen der Größe von Wasserspeichern zum saisonalen Speichern von Wärme bei der ausschließlichen Wärmeversorgung von Häusern mit Solarkollektoren (Doctoral dissertation, Freiberg (Sachsen), Techn. Univ., Diss., 2006).
- *Agri-Photovoltaik - Stand und offene Fragen*. 05.2021. Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ).
- Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. 17.05.2023. Fraunhofer ISE, Dr. Harry Wirth
- *Analyse des wirtschaftlichen Potenzials für eine effiziente Wärme- und Kälteversorgung*. 08.2021 Beitrag zur Berichtspflicht EnEff-RL, Artikel 14, Anhang VIII. Umweltbundesamt. CLIMATE CHANGE 54/2021
- *Bau- und landesplanerische Behandlung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen*. Hinweise des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr. In Abstimmung mit den Bayerischen Staatsministerien für Wissenschaft und Kunst, für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, für Umwelt und Verbraucherschutz sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Stand 10.12.2021
- Bericht: Biomasseheizungen für Wohngebäude mit mehr als 1.000 m² Gesamtnutzfläche. 2007, Bremer Energie Institut
- Bockelmann, F., Peter, M., & Schlosser, M. (2018). Energetische und wirtschaftliche Bewertung von Wärmequellen für Wärmepumpen. Braunschweig: sn.
- Dena-Gebäudereport 2016 – Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand. 2016, dena (Deutsche Energie-Agentur)
- Design Aspects for Large-Scale Aquifer and Pit Thermal Energy Storage for District Heating and Cooling. 03/2020, IEA DHC
- *Energiebericht 2022, Kommunales Energiemanagement Rülzheim*. 17.05.2023, Verbandsgemeinde Feldkirchen Westerham, Nico Hirsemann. Stand: 12.05.2023
- Energieeffizienzverbesserung in der Landwirtschaft. Verband der Landwirtschaftskammern e. V., 2009
- *Erdwärme – die Energiequelle aus der Tiefe*. Bayerisches Landesamt für Umwelt. Stand: April 2016
- *Fact sheet: Wärmenutzung aus Seen und Fließgewässern*. Januar 2022, Eawag - Das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs
- Förder- und Finanzierungsleitfaden für Freiflächen- Solarthermie-Anlagen mit Wärmespeicher und Anbindung an Wärmenetze. 06.2016, Solites – Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme
- Geothermie Neenah Gessner GmbH, Vormachbarkeitsstudie. Erdwerk GmbH. Stand: 07.11.2022

- Hellwig, M. (2003). *Entwicklung und anwendung parametrisierter standard-lastprofile* (Doctoral dissertation, Technische Universität München).
- *Informationsblatt CO₂-Faktoren*. 15.02.2024, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
- *Integriertes Klimaschutzkonzept der Verbandsgemeinde Rülzheim*. 30.11.2021, Verbandsgemeinde Rülzheim, energielenker projects GmbH
- *Kleinwindkraftanlagen - Hintergrundinformationen und Handlungsempfehlungen*. 2015, C.A.R.M.E.N. e.V.
- *Kommunaldatenprofil Landkreis Germersheim*. 22.05.2023, Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz
- *KOMMUNALDATENPROFIL Landkreis Germersheim*. 22.05.2023, Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz
- *Kurzstudie zur Rolle der KWK in der Energiewende*. 03.2018. Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, DLR-Institut für Technische Thermodynamik
- *Leitfaden Freiflächen-Photovoltaikanlagen*. C.A.R.M.E.N. e.V. Stand: März 2023
- *Leitfaden KWP Teil I: Bestands- und Potenzialanalyse*. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG), Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT), Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (OBB). Stand 09.08.2010.
- *Leitfaden Wärmeplanung*. 06.2024, ifeu et al.
- Michelsen, Claus; Müller-Michelsen, S. (2010) : Energieeffizienz im Altbau: Werden die Sanierungspotenziale überschätzt? Ergebnisse auf Grundlage des ista-IWH-Energieeffizienzindex, *Wirtschaft im Wandel*, ISSN 2194-2129, Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung Halle (IWH), Halle (Saale), Vol. 16, Iss. 9, pp. 447-455
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. (12 2021). Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung.
- Müller, C. (25. 05 2023). Gross-Wärmepumpen sind fast keine Grenzen gesetzt . 7. *Internationaler Grosswärmepumpen Kongress*. Zürich.
- *Praxisleitfaden Großwärmepumpen*. 07.2023, AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V
- *Praxisleitfaden Tiefengeothermie*. 06.2023, AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
- Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Hrsg.). (2021). LGRB-Kartenviewer, maps.lgrb-bw.de, abgerufen am 27.02.2024.
- *Richtlinie (EU) 2018/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates*. 11.12.2018. Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union
- Rosenow, J. (2023). A meta-review of 54 studies on hydrogen heating. *Cell Reports Sustainability*.

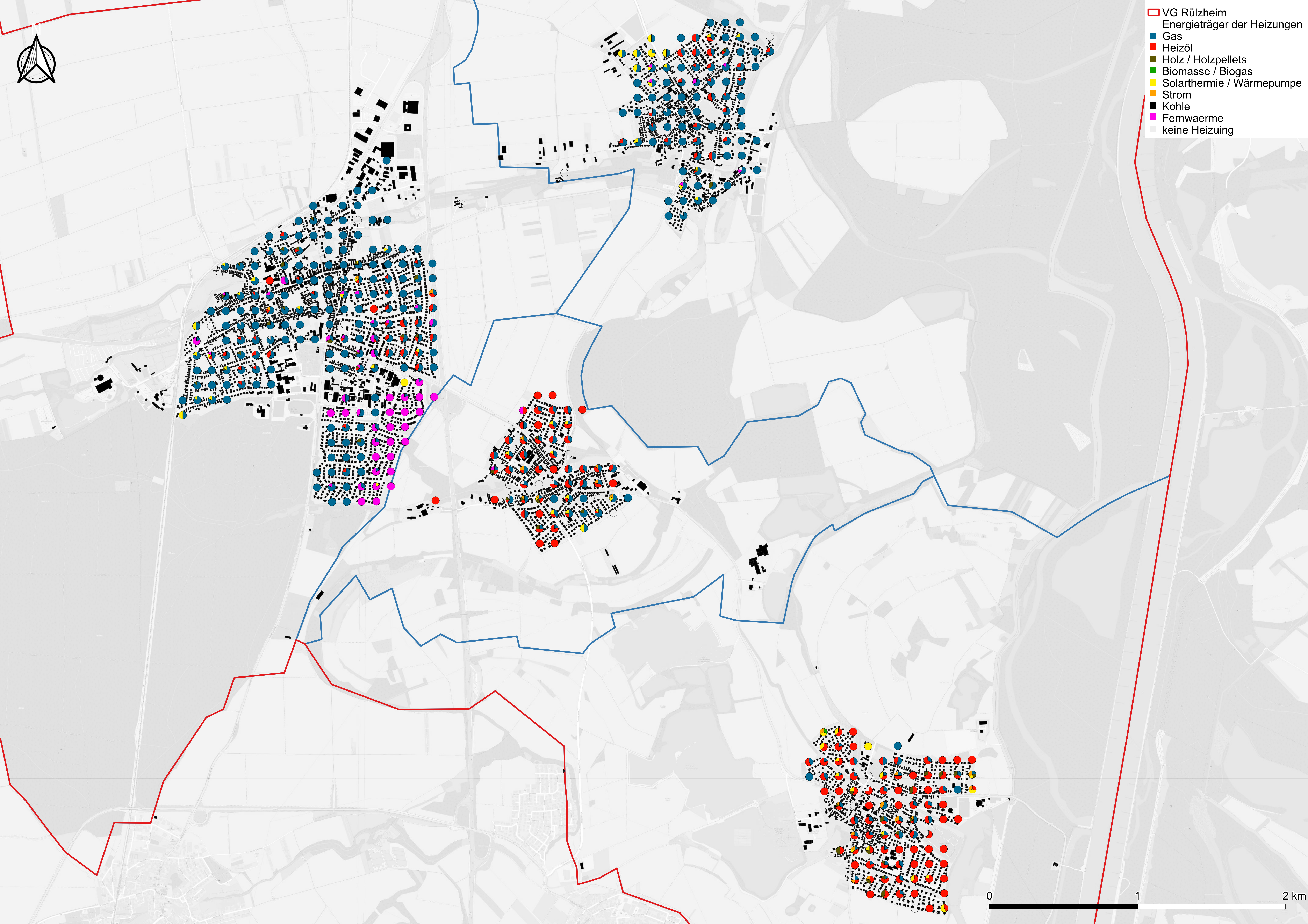
- *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme
- *Sanierungsleitfaden Baden-Württemberg*. 05.2019. KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft.
- *Technikkatalog Wärmeplanung*. 06.2024, Prognos AG; ifeu; IER
- *Technisch-wirtschaftliche Analyse und Weiterentwicklung der solaren Langzeit-Wärmespeicherung*. 2012, Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme
- *Thermische Energiespeicher für Quartiere*. 2021, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
- *Überblick Windenergie an Land: Anlagenhöhe | Flächenbedarf | Turbinenanzahl*. 03.2019. Fachagentur Windenergie an Land e.V.
- *Windmessung für Kleinwindkraftanlagen*. Patrick Jüttemann, Klein-Windkraftanlagen.com
- *Windpotentialstudie Wiesbaden*. 20.02.2009, Johannes Hagemann, JH Wind, im Auftrag des Umweltamt der Stadt Wiesbaden
- www.solarbranche.de, letzter Aufruf 14.07.2023

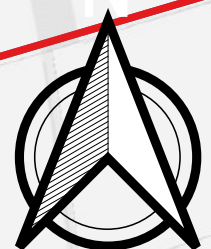
9. Anlagen

- Anlage 1: /
- Anlage 2: Energieträger der Heizungen
- Anlage 3: Heizungsart Verteilung
- Anlage 4: Wärmebedarf pro Hektar
- Anlage 5: Verteilung der Baujahre
- Anlage 6: Sanierungspotenzial
- Anlage 7: Sektorverteilung der Gebäude

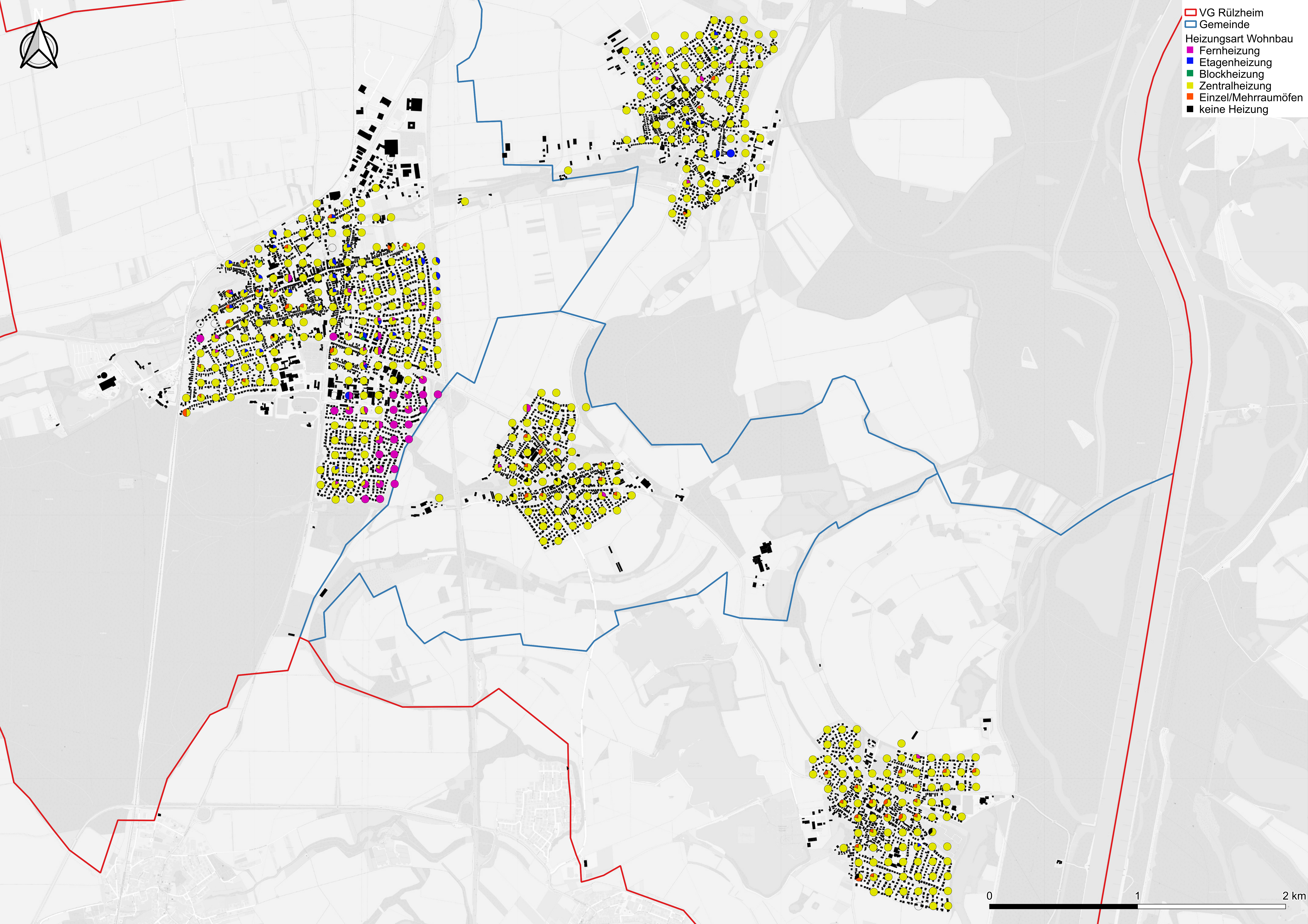


- VG Rülzheim
- Energieträger der Heizungen
- Gas
- Heizöl
- Holz / Holzpellets
- Biomasse / Biogas
- Solarthermie / Wärmepumpe
- Strom
- Kohle
- Fernwaerme
- keine Heizuing

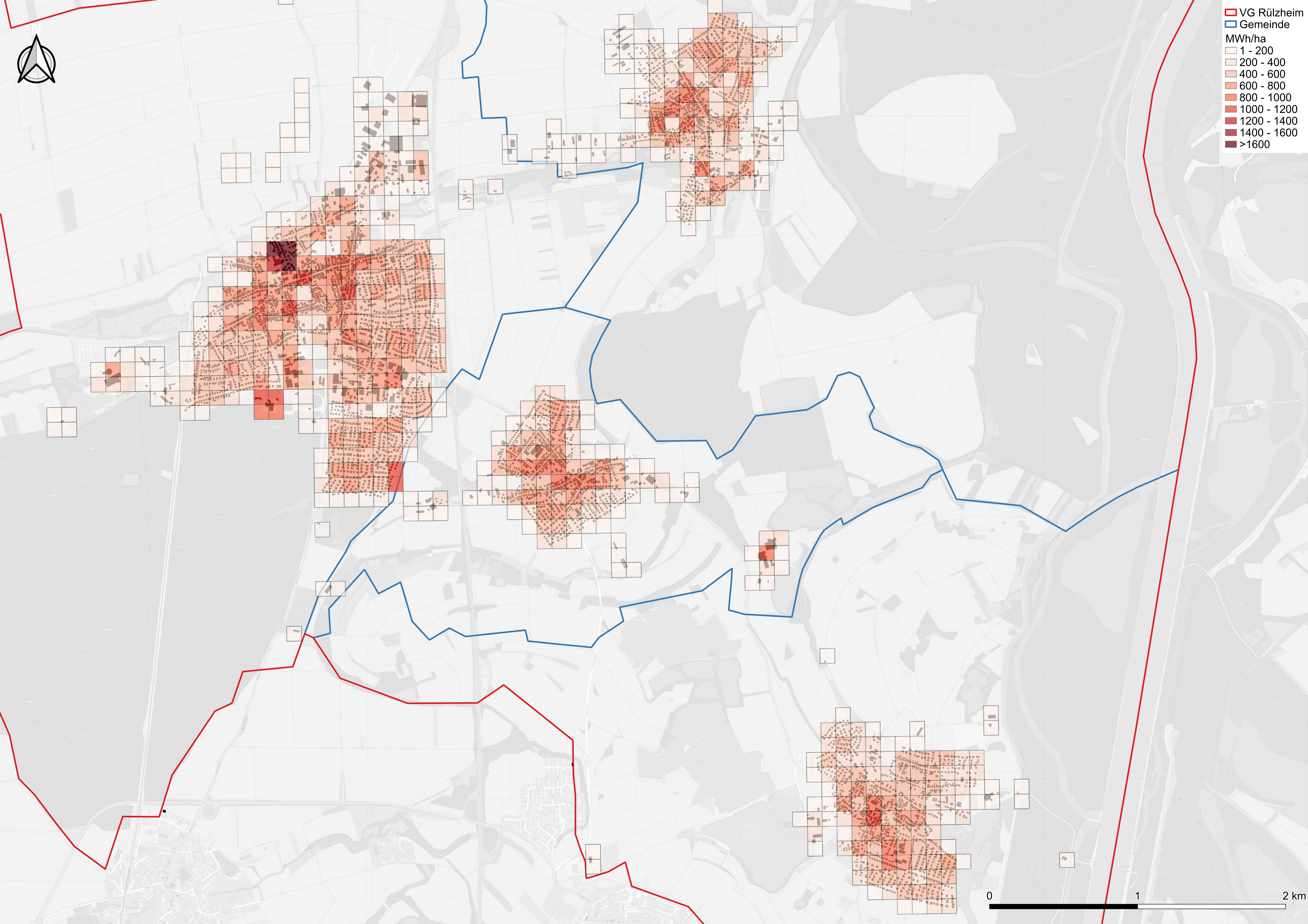
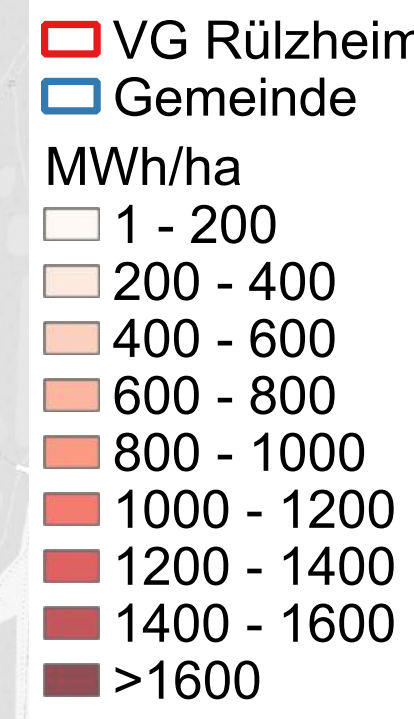
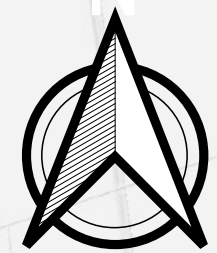


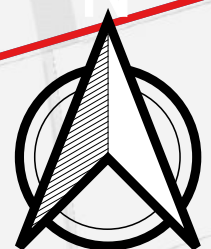


- VG Rülzheim
- Gemeinde
- Heizungsart Wohnbau
 - Fernheizung
 - Etagenheizung
 - Blockheizung
 - Zentralheizung
 - Einzel/Mehrraumöfen
 - keine Heizung

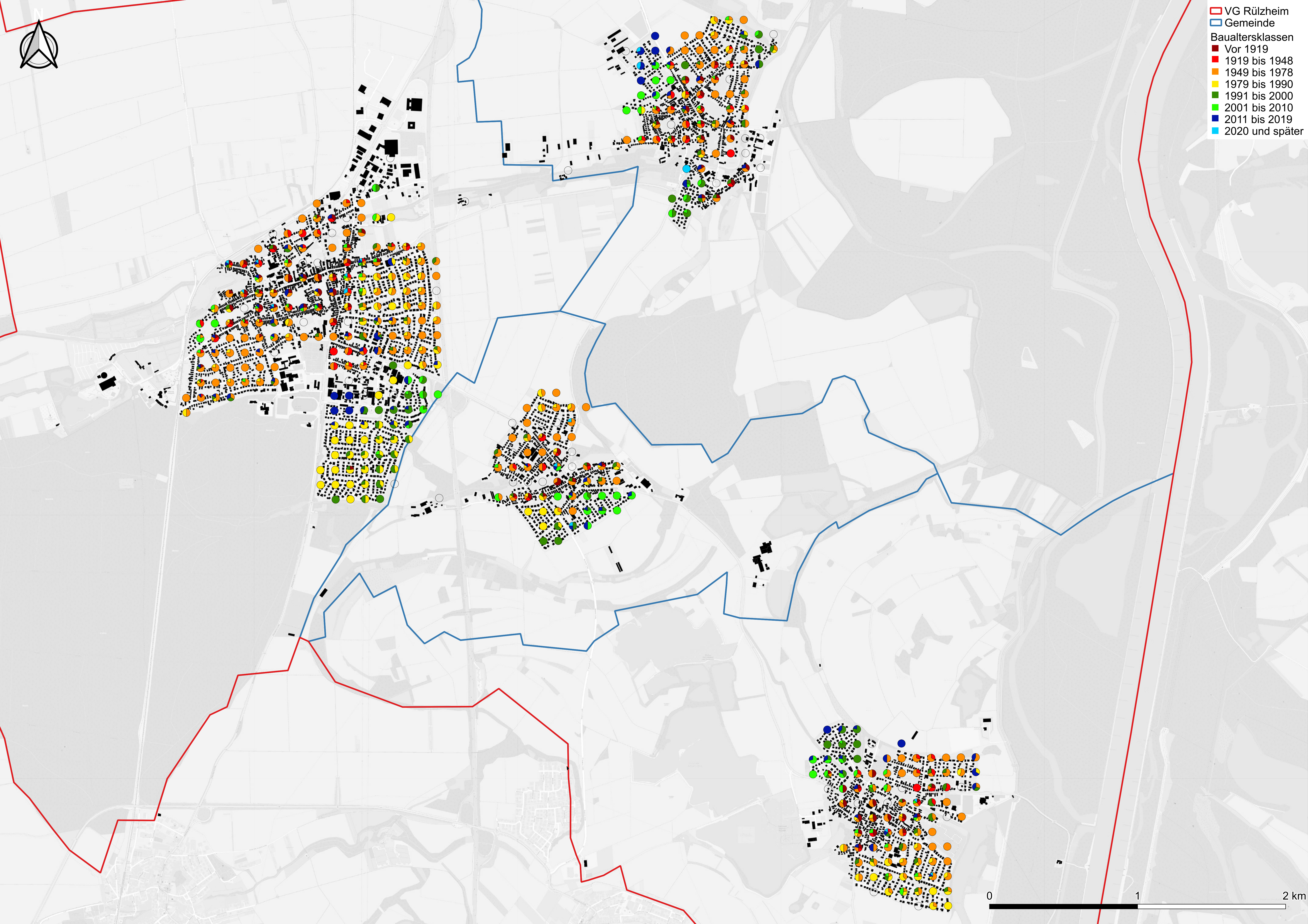


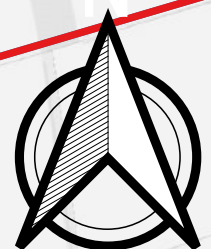
0 1 2 km



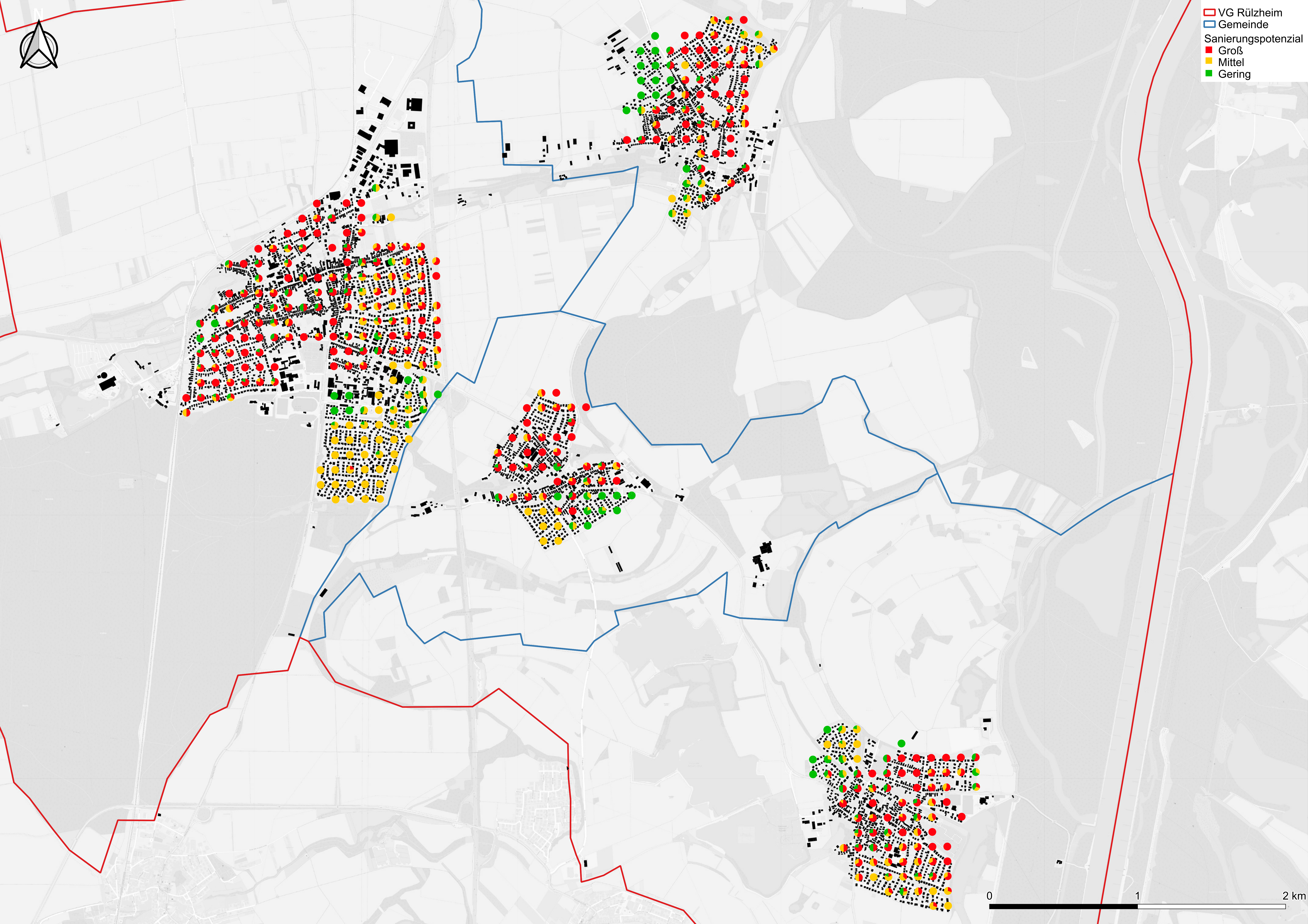


- VG Rülzheim
- Gemeinde
- Baualtersklassen
 - Vor 1919
 - 1919 bis 1948
 - 1949 bis 1978
 - 1979 bis 1990
 - 1991 bis 2000
 - 2001 bis 2010
 - 2011 bis 2019
 - 2020 und später

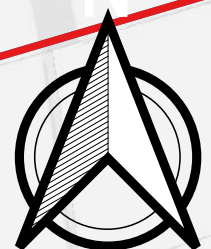




- VG Rülzheim
- Gemeinde
- Sanierungspotenzial
- Groß
- Mittel
- Gering



0 1 2 km



- VG Rülzheim
- Gemeinde
- Gebäudeart
 - Kommunal
 - Wohnbau
 - GHD

