

Kommunale Wärmeplanung

Endbericht



**WIR
GESTALTEN
KLIMAZUKUNFT!**

Gefördert durch:



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Auftraggeber:

Stadt Ravensburg
Marienplatz 26
88212 Ravensburg

Datum: 12.02.2024

Impressum:

Hauptauftragnehmer und Projektleitung
Technische Werke Schussental GmbH & Co. KG

tws *Für dich.*

Verfasser und Projektsteuerung
Jäkel Energiemanagement GmbH

 **Jäkel**
Energiemanagement GmbH

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorwort „Kommunale Wärmeplanung“ der Stadt Ravensburg	7
1.1	Projektbeteiligte & Projektleitung	7
1.2	Einleitung	8
1.3	Grundlagen der Kommunalen Wärmeplanung	12
1.4	Die Stadt Ravensburg	14
2.	Methodik und Datenschutz	18
2.1	Methodik	18
2.2	Projektlauf & Bürgerbeteiligung	19
2.3	Datenschutz	20
3.	Istzustandsanalysen	21
3.1	Methodik	21
3.2	Ergebnisse Gebäude	22
3.3	Ergebnisse Gebäudetechnik	25
3.4	Ergebnisse Energieverbrauchsdaten	29
3.5	Allgemeine Daten elektrische Energie – Istzustandsanalysen	31
3.6	Gebäudesanierung Sollzustand	33
3.7	Netzanalysen – Wärmeversorgung	38
3.8	Gasnetzanalysen – Bestand	43
4.	Potentialanalyse	45
4.1	Methodik	45
4.2	Zusammenfassung Technische Potentiale	47
4.3	Wärme und Energie aus Abwasser	49
4.4	Biomasse	52
4.5	Biogas	55
4.6	Tiefengeothermie	57
4.7	Oberflächennahe Geothermie	60
4.8	Wärme aus Oberflächen-Wassernutzung	64
4.9	Luftenergie / Umweltwärme	66
4.10	Technische Potentiale – Abwärme Potential - Umweltwärme	67
4.11	PV-Dachflächenpotentiale	68
4.12	PV-Freiflächenpotentiale	71
4.13	Wasserkraft	74
4.14	Windkraft	76
5.	Zielszenario	77
5.1	Methodik	77
5.2	Sanierungsrate Gebäudebestand (Wohngebäude)	78
5.3	Rolle der fossilen Energieträger und Stärkung der Fern- und Nahwärme	79
5.4	Solare Energien	82
5.5	Wärme aus Abwassernutzung	84
5.6	Biomasse Biogas, Holz und Grünschnitt	86
5.7	Geothermie und Luft	87
5.8	Abwärmenutzung & Oberflächenwasser	89
5.9	Zusammenfassung Zielszenario	90
6.	Wärmewendestrategie	91
6.1	Allgemeines Vorgehen	91
6.2	Maßnahmenkatalog	92
6.3	Handlungsempfehlungen	100
7.	Anlagen	102

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
BHKW	Blockheizkraftwerk
CO ₂ e	CO ₂ equivalent (CO ₂ -Äquivalent)
COP	Coefficient of Performance, Effizienz der Wärmepumpe
EEG	Erneuerbares Energie Gesetz
fp (-Faktor)	Primärenergie-Faktor
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GW, GWh	Gigawatt, Gigawattstunde
HZ	Heizung
JAZ	Jahresarbeitszahl
KEA	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH
KNW	kalte Nahwärme
KWP	Kommunale Wärmeplanung
kW, kWh	Kilowatt, Kilowattstunde
LGRB	Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau
MFH	Mehrfamilienhaus
MW, MWh	Megawatt, Megawattstunde
PE	Primärenergie
PV	Photovoltaik
VBh	Vollbenutzungsstunde
WMZ	Wärmemengenzähler
WP	Wärmepumpen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schwerpunktgebiete der Stadt Ravensburg	10
Abbildung 2: Wärmebedarfsstruktur - Gebäudealtersklassen	11
Abbildung 3: Kommunale Wärmeplanung – Prozessstruktur.....	13
Abbildung 4: Blick auf die Kernstadt - Ravensburg.....	14
Abbildung 5: Stadtbereich Ravensburg	17
Abbildung 6: beispielhafte Darstellung des CO ₂ -Einsparpotentials für Wohngebäude.....	34
Abbildung 7: vorhandene Wärmenetze im Stadtbereich Ravensburg	38
Abbildung 8: Aufbau Wasserstoff-Kernnetz für die Industrie (Prozesswärme).....	43
Abbildung 9: Zusammenhänge der verschiedenen Potentialbegriffe	45
Abbildung 10: System der Bio- und Grüngutbehandlung im Überblick.....	54
Abbildung 11: Gewinnungsrechte und Aufsuchungserlaubnisse für Tiefengeothermie im Stadtbereich	57
Abbildung 12: Nutzungshorizonte für Tiefengeothermie in der Region Oberschwaben	58
Abbildung 13: Hydrothermale Dublette – Schematische Darstellung.....	58
Abbildung 14: Erdwärmesonden - Eignungsgebiete im Stadtbereich Ravensburg	60
Abbildung 15: Erdwärmesonden – Beurteilung von Schutzgebieten	61
Abbildung 16: Jahrespegelstände der Schussen und Langzeitdarstellung	64
Abbildung 17: Potentialdarstellung – Hydraulikschema industrielle Abwärmenutzung	67
Abbildung 18: Potentialdarstellung – PV-Dachleistung.....	68
Abbildung 19: Freiflächensolarpotentiale Ravensburg.....	72
Abbildung 20: Aus- und Neubaupotential an bereits genutzten Wasserkraftstandorten.....	75
Abbildung 21: Windleistungsdichte im Stadtbereich Ravensburg	76
Abbildung 22: Wärmelinien dichte Kernstadt Ravensburg-Straßenabschnittsebene.....	81

Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Bevölkerung und Altersstrukturen – Ravensburg im Vergleich Baden-Württemberg 2022.....	15
Diagramm 2: Gebäudebaujahr (alle beheizten Gebäude)	22
Diagramm 3: Gebäudekategorien - Sektoren	23
Diagramm 4: Gebäudetypen (nur alle beheizten Wohngebäude).....	24
Diagramm 5: Verteilung der Heizungsanlagen	25
Diagramm 6: Einbaujahr der Heizungsanlagen.....	26
Diagramm 7: Einbaujahr der Gasheizungen	27
Diagramm 8: Einbaujahr der Ölheizungen.....	28
Diagramm 9: Energieträgerverteilung nach Verbrauch - alle beheizten Gebäude.....	29
Diagramm 10: Endenergiebedarf für Wärme – Sektorale Auswertung.....	30
Diagramm 11: CO ₂ -Emissionen durch Wärme – Sektorale Auswertung	31
Diagramm 12: Entwicklung der spezifischen Emissionen des deutschen Strommix 1990-2021	32
Diagramm 13: Energiebedarf/Einsparbedarf - ganzheitliche Sanierung-Wohngebäude	35
Diagramm 14: spezifischer Energiebedarf vor Sanierung (Wohngebäude).....	36
Diagramm 15: Energiebedarf vor und nach ganzheitlicher Sanierung (Wohngebäude)	36
Diagramm 16: Sanierungsziele der Gebäudesanierung gemäß KfW - Effizienzhaus 100	37
Diagramm 17: CO ₂ -Emissionen vor und nach ganzheitlicher Sanierung (Wohngebäude)	37
Diagramm 18: Strombilanz der AZV Mariatal in den Jahren 2020 – 2022.....	50
Diagramm 19: Technisches Solarpotential im Verhältnis zu den Gebäuden	69
Diagramm 20: Technisches Solarpotential im Verhältnis zu den Gebäuden und Sektoren	70
Diagramm 21: Einsparscenario Stadt Ravensburg.....	79

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bevölkerung und Altersstrukturen – Ravensburg im Vergleich Baden-Württemberg 2022	15
Tabelle 2: Gebäudebaujahr (alle beheizten Gebäude)	22
Tabelle 3: Gebäudekategorien - Sektoren	23
Tabelle 4: Gebäudetypen.....	24
Tabelle 5: Verteilung der Heizungsanlagen	25
Tabelle 6: Einbaujahr der Heizungsanlagen.....	26
Tabelle 7: Einbaujahr der Gasheizungen	27
Tabelle 8: Einbaujahr der Ölheizungen.....	27
Tabelle 9: Energieträgerverteilung nach Verbrauch - alle beheizten Gebäude.....	29
Tabelle 10: Endenergiebedarf für Wärme – Sektorale Auswertung.....	30
Tabelle 11: CO ₂ -Emissionen durch Wärme – Sektorale Auswertung.....	31
Tabelle 12: spezifischer Endenergiebedarf elektrische Energie – Sektorale Auswertung.....	31
Tabelle 13: Energiebedarf vor und nach ganzheitlicher Sanierung (Wohngebäude)	35
Tabelle 14: End-Energiebedarf - Wohngebäude pro m ² vor- und nach ganzheitlicher Sanierung	35
Tabelle 15: Wärmenetze im Bestand.....	39
Tabelle 16: Nahwärmenetzdarstellungen.....	41
Tabelle 17: Tabellarische Zusammenfassung Technische Potentiale	47
Tabelle 18: Energiebedarf - Zusammenstellung Abwasserzweckverband Mariatal	50
Tabelle 19: Technisches Potential - Zusammenstellung Abwasserzweckverband Mariatal	51
Tabelle 20: Technisches Potential – Biomasse Holz.....	53
Tabelle 21: Anteile – Zusammenfassung „Grünschnitt“	54
Tabelle 22: Umrechnungseinheiten Biogas bzw. Methan	56
Tabelle 23: Anteile – Zusammenfassung „Biogas“.....	56
Tabelle 24: Leistung und jährliche Wärmeentzug aus den hydrothermalen Bohrungen	59
Tabelle 25: Quartiersverteilung der Endenergie aus oberflächennaher Geothermie	62
Tabelle 26: Berechnung Technisches Potential „Endenergie aus Oberflächennahe Geothermie“	63
Tabelle 27: Technisch-mathematische Herleitung der Wärmenutzung aus „Oberflächen-Wasser“	65
Tabelle 28: Leistung und jährliche Wärmeentzug Oberflächen-Wassernutzung	65
Tabelle 29: Verteilung der Heizungsanlagen	66
Tabelle 30: Berechnung Technisches Potential „Abwärme / Umweltwärme“	67
Tabelle 31: Dach-PV-Anlagen aus Marktstammdatenregister.de und Restpotential.....	69
Tabelle 32: Dach-PV-Anlagen nach Leistungsgrößen.....	69
Tabelle 33: Technisches Solarpotential im Verhältnis zu den Gebäuden und Sektoren	70
Tabelle 34: Verteilung der Heizungsanlagen	73
Tabelle 35: Verteilung der Wasserkraftanlagen – Stadt Ravensburg	74
Tabelle 36: Windgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Windrichtung	76
Tabelle 37: Einsparszenario Stadt Ravensburg	79
Tabelle 38: Technisches Solarpotential auf den Dächern - Ravensburg in MWh / Jahr	83
Tabelle 39: Technisches Solarpotential auf den Dächern - Ravensburg in MWh / Jahr	84
Tabelle 40: Wärmepotential – Wärme aus Abwassernutzung – Ravensburg.....	85
Tabelle 41: Wärmepotential – Holz & Restholz - Zielszenario 2040 – Ravensburg	86
Tabelle 42: Wärmepotential – Holz aus dem Stadtwald & Zielszenario 2040 – Ravensburg	86
Tabelle 43: Wärmepotential – Grünschnitt & Zielszenario 2040 – Ravensburg.....	86
Tabelle 44: Wärmepotential – Biogas & Zielszenario 2040 - Ravensburg	86
Tabelle 45: Wärmepotential – Tiefengeothermie & Zielszenario 2040	88
Tabelle 46: Wärmepotential – oberflächennahe Geothermie & Zielszenario 2040	88
Tabelle 47: Wärmepotential – industrieller Abwärme & Zielszenario 2040 - Ravensburg.....	89
Tabelle 48: Wärmepotential – Oberflächenwasser & Zielszenario 2040 – Ravensburg.....	89
Tabelle 49: Darstellung Zielszenario vs. Potentialanalyse 2040 - Ravensburg	90

1. Vorwort „Kommunale Wärmeplanung“ der Stadt Ravensburg

1.1 Projektbeteiligte & Projektleitung

Für die Erarbeitung der KWP ist die Identifizierung wesentlicher Akteure und deren angepasste Beteiligung in allen Projektphasen unerlässlich. Insbesondere zur Datenerhebung, Bewertung der Einzelprozesse der KWP und der dazu führenden Maßnahmen mit Zeithorizonten und Prioritäten kann nur auf diese Weise eine trag- und umsetzungsfähige KWP erstellt werden.

 Technische Werke Schussental GmbH & Co. KG www.tws.de

tws

 Energieagentur Ravensburg gGmbH www.energieagentur-ravensburg.de

energieagentur
Ravensburg

 Jäkel Energiemanagement GmbH www.KJEM.de

 **Jäkel**
Energiemanagement GmbH

 **Energieeffizienz**
Experten
für Förderprogramme des Bundes

 Smart Geomatics Informationssysteme GmbH www.smartgeomatics.de

smartgeomatics 

 Kirchner-Energie GmbH www.kirchner-energie.de

 **Kirchner**
Energie GmbH

 **Energieeffizienz**
Experten
für Förderprogramme des Bundes

1.2 Einleitung

Die Energiewende wird in den kommenden Jahren wesentlich von der erfolgreichen Umsetzung einer konsequent nachhaltigen Wärmestrategie abhängig sein. Diese zu entwickelnde Strategie ist von territorialen Potentialen und den individuellen Bedarfen in den jeweils zu betrachtenden Stadtbereichen abhängig. Die Kommunale Wärmeplanung (KWP) als ein übergeordnetes Planungsinstrument, bildet die Basis für die Entwicklung einer solchen Strategie, mit dem langfristigen Ziel, einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 zu erreichen.

Die Kommunale Wärmeplanung ermittelt hierbei die Potentiale und Wärmebedarfe der Kommunen und definiert Eignungsgebiete für z. B. den Fernwärmenetzausbau oder für Bereiche als klassische Einzelheizungsgebiete. Er kann die Grundlage zur Auswahl von Stadtquartieren für die Durchführung gezielter Entwicklungskampagnen bilden, die im Rahmen Quartierskonzepte gefördert werden können. Darüber hinaus, soll er für Gebäudeeigentümer und Energieversorger eine Orientierung zur Realisierung klimaneutraler Wärmeversorgungssysteme darstellen.

Über den Zwischenstand für das Jahr 2030 ist ein klimaneutrales Zielszenario im Jahr 2040 zu entwickeln. Der KWP ist als ein fortlaufender Prozess zu verstehen, der über die kommenden Jahre weiterentwickelt und angepasst werden muss. Die erste Anpassung erfolgt nach dem Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz des Landes Baden-Württemberg (KlimaG BW) im Jahr 2030.

Die Städte Ravensburg und Weingarten haben sich dazu entschieden, ihre jeweiligen separaten Wärmepläne gemeinsam zu entwickeln. Dies ermöglicht Potentiale stadtübergreifend zu ermitteln und zu betrachten und Synergien für den eventuellen Aufbau von gemeinsamer Infrastruktur zu finden. Die integralen Analysen über beide Städte ermöglicht eine zukunftsweisende-, wirtschaftlich übergreifende Wärme- und Energienetzanalyse, zu Gunsten der Bürger, der gewerblichen Einrichtungen sowie Institute und weiterer Sektoren der beider Städte.

Die Aufgabe der KWP sollte dabei speziell auch sein, nicht nur die Prämissen auf eine Wärmenetzplanung zu reduzieren, sondern auch lokal passende Wärmeversorgungsoptionen (z. B. Einzelversorgung von Gebäuden auf Basis von Wärmepumpen, LowEx-Wärmenetze etc.) zu bedienen.

Die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in beiden Städten wird zu einer tiefgreifenden Veränderung des Energiesystems und seiner peripheren baulichen- und technischen Anlagen führen. Bei der KWP wurde speziell auch untersucht, inwieweit die Einbeziehung von Einzelentscheidungen auf Gebäudeebene strategische Gemeinderatsbeschlüsse und deren Planungen unterstützen können, um ordnungsrechtliche Maßnahmen zu minimieren und die Bürger der Städte bei Ihren Entscheidungen zu unterstützen. Ein planerischer Ordnungs- und Gestaltungsrahmen ist unter Einbeziehung der Bürger Bestandteil der Kommunikation nach Maßgabe einer Bauleitplanung.

Die differenzierte Festlegung nach Bedarfen und möglichen Potentialen, führt in einzelnen Sektorenbereichen dazu, dass gleichförmige Gebäude in unterschiedlichen Schwerpunktegebieten technologisch und zeitlich unterschiedlich behandelt werden. Die bürgernahe Akzeptanz der beiden Städte beruht deshalb auf Freiwilligkeit, eine Entscheidung oder eine gesellschaftliche Entwicklung anzunehmen, und gründet auf einem zustimmenden Werturteil aller Gremien dieser beiden Städte. Vereinfacht werden Entscheidungen einer Gesamtstruktur des Gebäudes zugeordnet.

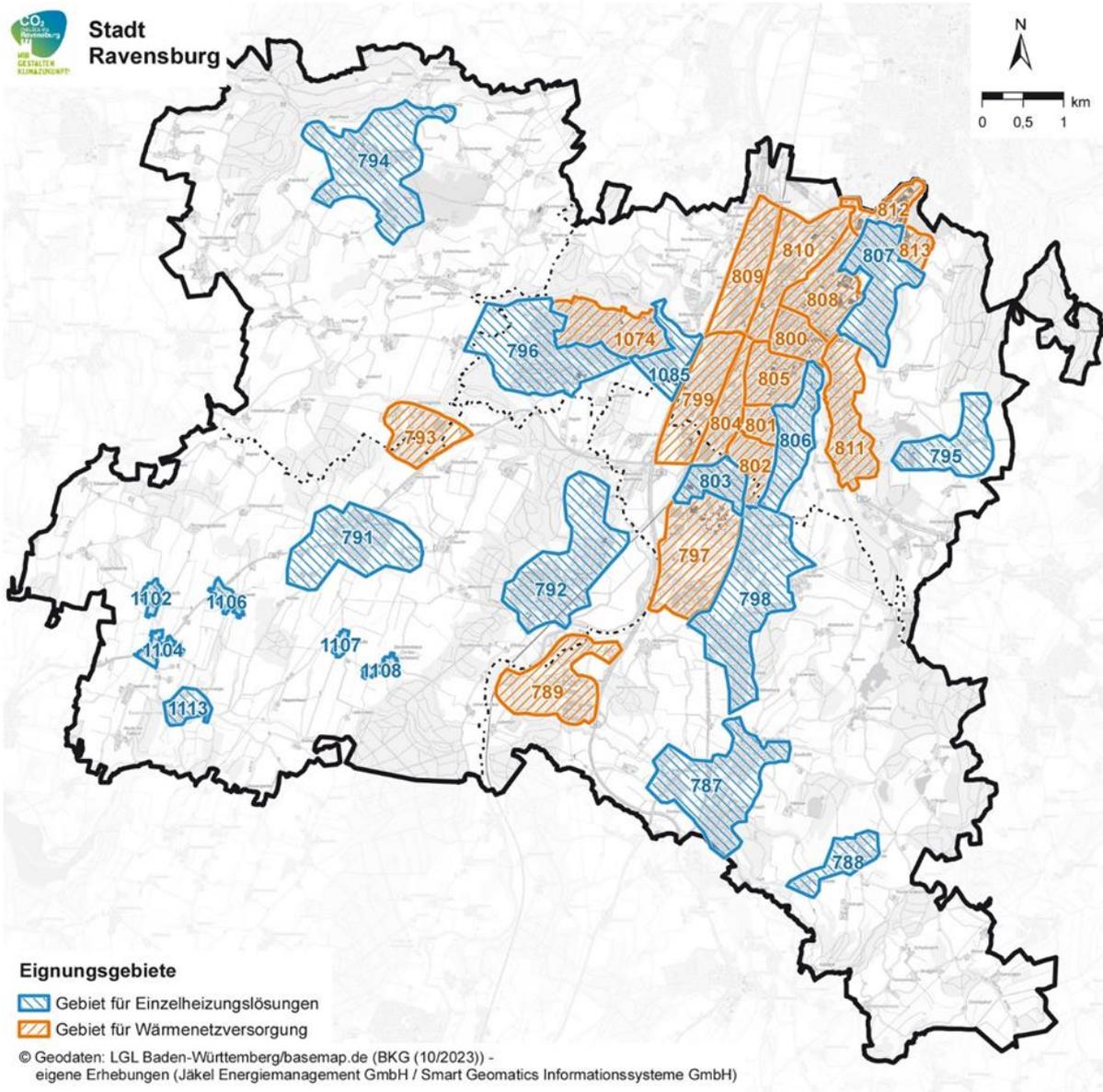
Für die zukünftige Wärmeversorgungsstruktur wurden zusammenhängende Schwerpunktgebiete gebildet. Schwerpunktgebiete sind als Gebiete definiert, die sich aus heutiger Sicht bis 2040 für eine zentrale Wärmeversorgungsstruktur oder eine dezentrale Einzelheizungsstruktur eignen.

Dabei wurde eine Analyse städtebaulicher Schwerpunktgebiete, basierend auf Gebäudealter, städtebaulicher Entwicklung und dem notwendigen Wärmebedarf durchgeführt. Aus dieser Vorgehensweise konnten wirtschaftlich-, soziale- und energetische Prioritäten abgeleitet werden, welche neben dem CO₂ Senkungspotential und den jeweiligen möglichen technischen Potentialen, zur Priorisierung weiterer Maßnahmen herangezogen wurde. Dabei wurden die Gebiete zunächst bezüglich Möglichkeiten zur zentraler Wärmeversorgungen untersucht und bei festgestellter Nichteignung den Einzelheizungsgebieten zugeordnet. Eignungsgebiete mit höherer Priorität, deren Untersuchung bzw. Versorgungsumstellung entweder bereits geplant sind, bereits stattfindet oder bei einer zukünftigen Untersuchung Vorrang haben soll, wurden festgelegt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die beiden Städte Ravensburg und Weingarten vor allem über erhebliche Potentiale bei der Solarenergie verfügt. Auch die oberflächennahe- und Tiefen-Geothermie stellt in diesem Gesamt-Territorium eine vielversprechende Wärmequelle dar.

Umweltwärme in Form von Luft wurde in der Potentialanalyse nicht quantifiziert, da diese praktisch unbegrenzt vorliegt. Diese Umweltenergie wurde speziell in den Einzelheizungsgebieten als Zielstrategie dargestellt und als Ersatz der vorhandenen fossilen Energieträger, unter Berücksichtigung baulicher Sanierungen dargestellt.

Beide Städte können ihren „heutigen“ Wärmebedarf anhand der technisch-wirtschaftlichen Potentiale selbst decken. Allerdings dürfte das tatsächlich realisierbare Potential auf absehbare Zeit nicht genügen, um die Stadt komplett mit erneuerbarer Wärme zu versorgen. Zudem werden die dargestellten Strompotentiale auch für die Sektoren Mobilität und Stromversorgung benötigt.



Id-Nr.	Schwerpunktgebiete	Versorgung	Priorität	Id-Nr.	Schwerpunktgebiete	Versorgung	Priorität
1074	Weststadt I	Wärmenetz	1	788	Gornhofen	Einzelheizung	
800	Altstadt	Wärmenetz	1	787	Eschach	Einzelheizung	
812	Nordstadt Bildungszentrum	Wärmenetz	1	791	Bavendorf	Einzelheizung	
799	Grünlandsiedlung inkl. Gewerbe	Wärmenetz	2	792	Oberzell	Einzelheizung	
805	Südstadt - Hallenbad Ravensburg	Wärmenetz	2	794	Schmalegg	Einzelheizung	
808	Kuppelnau	Wärmenetz	2	795	Hinzistobel	Einzelheizung	
793	Gewerbegebiet Erlen	Wärmenetz	3	796	Weststadt II	Einzelheizung	
797	Mischgebiet Mariatal - Weißenau	Wärmenetz	3	798	Sickenried - Torkenweiler	Einzelheizung	
801	Südstadt Goetheplatz	Wärmenetz	3	803	Weißenau	Einzelheizung	
802	Südstadt Tettnangerstraße	Wärmenetz	3	806	Südstadt - Veitsburg	Einzelheizung	
804	Gewerbegebiet Ravensburger / Omira	Wärmenetz	3	807	Andermannsberg	Einzelheizung	
809	Deisenfang Voith-Areal	Wärmenetz	3	1085	Weststadt III	Einzelheizung	
810	Kammerbrühl Bahnhofsviertel	Wärmenetz	3	1102	Alberskirch	Einzelheizung	
813	Burach	Wärmenetz	3	1104	Dürnast	Einzelheizung	
789	Gewerbegebiet Karrer	Wärmenetz	3	1106	Wernsreute	Einzelheizung	
811	Oststadt	Wärmenetz	3	1107	Adelsreute	Einzelheizung	
				1108	Adelsreute	Einzelheizung	
				1113	Taldorf	Einzelheizung	

Abbildung 1: Schwerpunktgebiete der Stadt Ravensburg

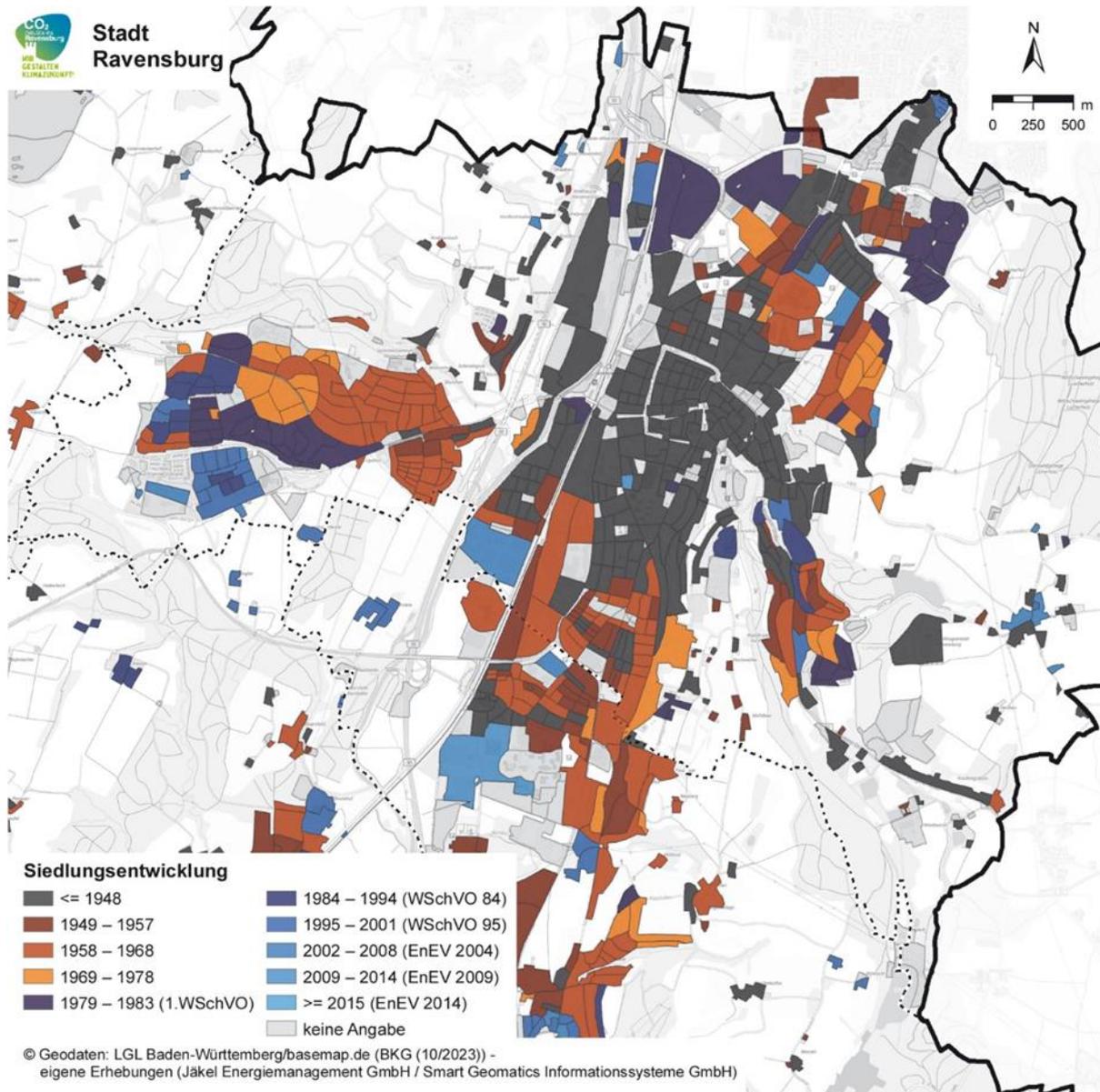


Abbildung 2: Wärmebedarfsstruktur - Gebäudealtersklassen

Bei der Gestaltung der KWP spielen die Baualtersklassen und deren fachliche Rolle eine primäre Ordnung.

Für die kommende Transformation der gebäudetechnischen Wärmeverbrauchsstruktur entscheidet im Jahr 2040 in der Realität nicht das Gebäude, sondern der Eigentümer, deren wirtschaftlich-, soziale Strukturen beliebig komplex sein können. Wichtig ist zu betonen, dass keine monetären, sondern rein energiebezogene Kriterien bei den Prozessen der KWP herangezogen wurden.

1.3 Grundlagen der Kommunalen Wärmeplanung

Im Zuge der Novellierung des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) vom 14. Oktober 2020 wurde im Land Baden-Württemberg das Instrument der kommunalen Wärmeplanung eingeführt und in den weiteren Jahren, an die aktuellen Situationen angepasst. Hier auch insbesondere die Weiterführung in das Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) vom 7. Februar 2023 benannt.

Ziel des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetzes des Landes Baden-Württemberg ist es das Klima zu schützen und Baden-Württemberg klimaneutral zu gestalten. Um die Klimaziele auf Landes-, Bundes- und europäischer Ebene zu erreichen, ist die Transformation des Energiesystems notwendig. Ziel ist es den kompletten Wärmesektor zu dekarbonisieren und langfristig ohne fossile Energieträger auszukommen. Die Stadt Ravensburg ist als Stadt, mit mehr als 20.000 Einwohnern gemäß des KlimaG BW verpflichtet, eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen.

Das Ziel in Ravensburg ist es, die klimaneutrale Wärmeversorgung der Gesamtstadt bis 2040 zu realisieren.

Im Folgenden werden die Einzelprozesse und einhergehenden Ergebnisse für die kommunale Wärmeplanung (Bestandsanalyse, Potentialanalyse, Szenarien, Maßnahmen) dargestellt.

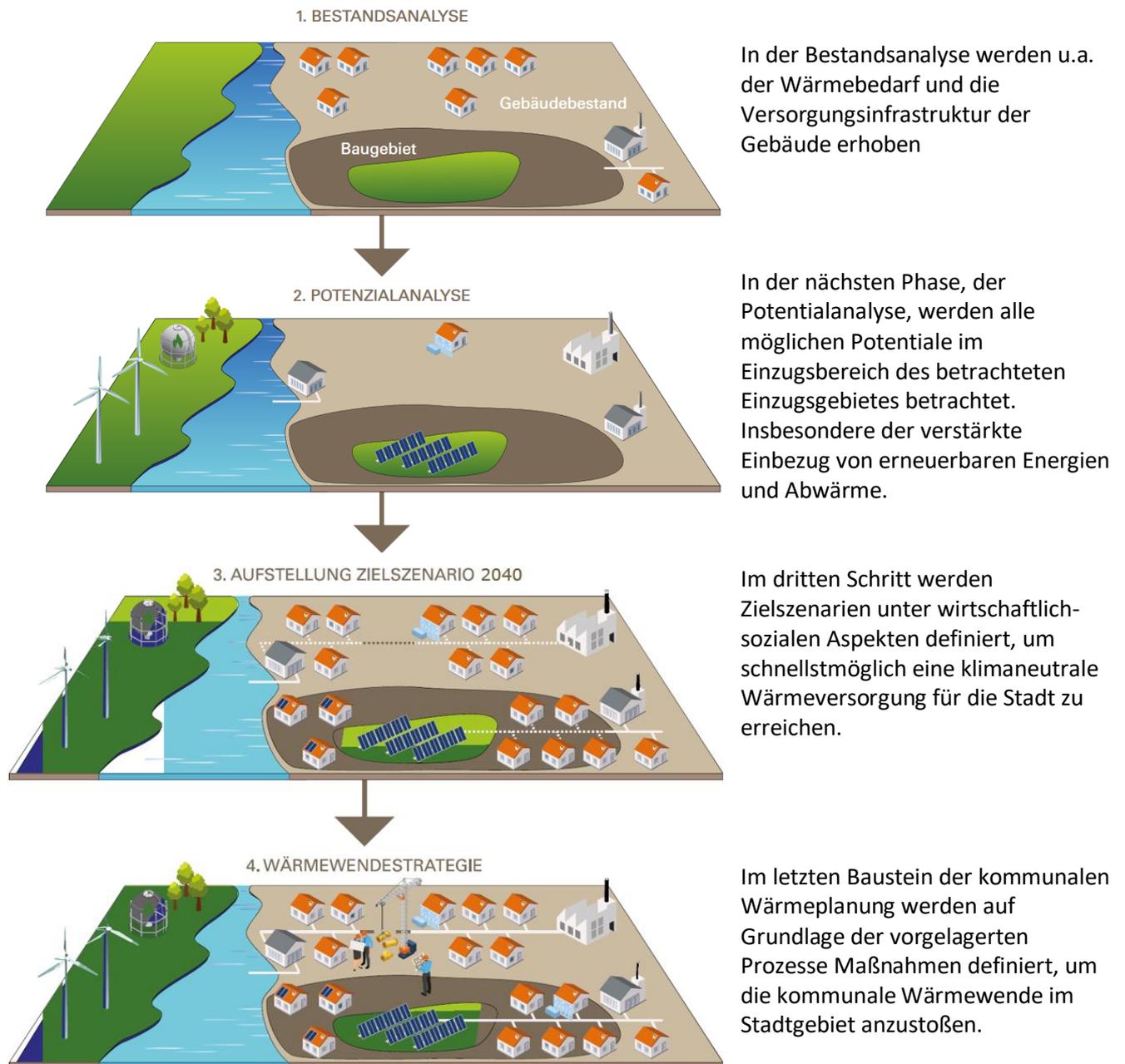


Abbildung 3: Kommunale Wärmeplanung – Prozessstruktur ¹

Um eine erfolgreiche Umsetzung des KWP zu ermöglichen, ist die langfristige Vernetzung von Akteuren zur Koordination der laufenden Umsetzung der KWP als gemeinsame strategische Planungsgrundlage notwendig. Dafür müssen geeignete Gremien, Verantwortlichkeiten und Beteiligungsformate gebildet werden.

¹ Quelle: KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH – im weiteren Bericht „KEA“

1.4 Die Stadt Ravensburg

„Die ehemalige freie Reichsstadt Ravensburg ist heute mit ihren über 50.000 Einwohnern das pulsierende Zentrum des gleichnamigen Landkreises und bildet die wirtschaftliche und kulturelle Mitte der Region Bodensee-Oberschwaben. Als "Stadt der Spiele" kennen Kinder und Erwachsene Ravensburg über Europa hinaus. Die historische Altstadt mit ihren Türmen und Toren gehört zu den schönsten in Deutschland, Gäste und Kunden schätzen ihre besondere Atmosphäre.



Abbildung 4: Blick auf die Kernstadt - Ravensburg²

Handel und Gewerbe haben in Ravensburg eine lange Tradition. Als Stadt der Märkte ist Ravensburg schon seit dem Mittelalter bekannt – noch heute ist die Metropole Oberschwabens buchstäblich der Marktplatz der Region. Zu einem besonderen Erlebnis wird samstags das Einkaufen, wenn Gärtner und Bauern der Umgebung einen der schönsten Wochenmärkte der Region beschicken.

Mit seinem vielseitigen Mix an Branchen und Betrieben, global engagierten Unternehmen und Dienstleistungen bietet Ravensburg einen attraktiven Arbeitsmarkt. Entgegen dem Trend ist Ravensburg mit seinen Ortschaften Eschach, Taldorf und Schmalegg nach wie vor Zuzugsregion.

Junge Familien wohnen mit ihren Kindern gerne hier. Ein Grund hierfür ist, dass die Vereinbarkeit von Familie und Beruf seit langem ein Thema in dieser Stadt ist. Ravensburg ist gemeinsam mit den Nachbarn Friedrichshafen und Weingarten Oberzentrum für die Region Bodensee-Oberschwaben mit mehr als 200.000 Einwohnern. Hier, im Dreiländereck mit Vorarlberg und der Ostschweiz, gibt es eine sehr große Anziehungskraft aufgrund vielfältiger Arbeitschancen bei hohem Freizeitwert. So ist zum Beispiel Ravensburg zusammen mit den Städten Weingarten und Friedrichshafen Standort für vier Hochschulen.“³

² Quelle: <https://www.ravensburg.de/rv/buergerservice-verwaltung/stadtverwaltung/presse.php>

³ Quelle: „*eea-Bericht externes Audit 2020; Stadt Ravensburg*“

Einwohnerzahlen unterteilt in Altersgruppen (2022)					
		Stadt Ravensburg	in Prozent [%]	Land Baden-Württemberg gesamt	in Prozent [%]
Altersgruppe	unter 15 Jahren	7.004	13,6%	1.633.347	14,5%
	15 – 18 Jahre	1.431	2,8%	321.736	2,9%
	18 – 25 Jahre	3.957	7,7%	868.289	7,7%
	25 – 40 Jahre	11.078	21,5%	2.225.824	19,7%
	40 – 65 Jahre	17.209	33,4%	3.876.081	34,4%
	65 und mehr Jahre	10.803	21,0%	2.354.980	20,9%
Insgesamt		51.482	100,0%	11.280.257	100,0%

Tabelle 1: Bevölkerung und Altersstrukturen – Ravensburg im Vergleich Baden-Württemberg 2022 ⁴

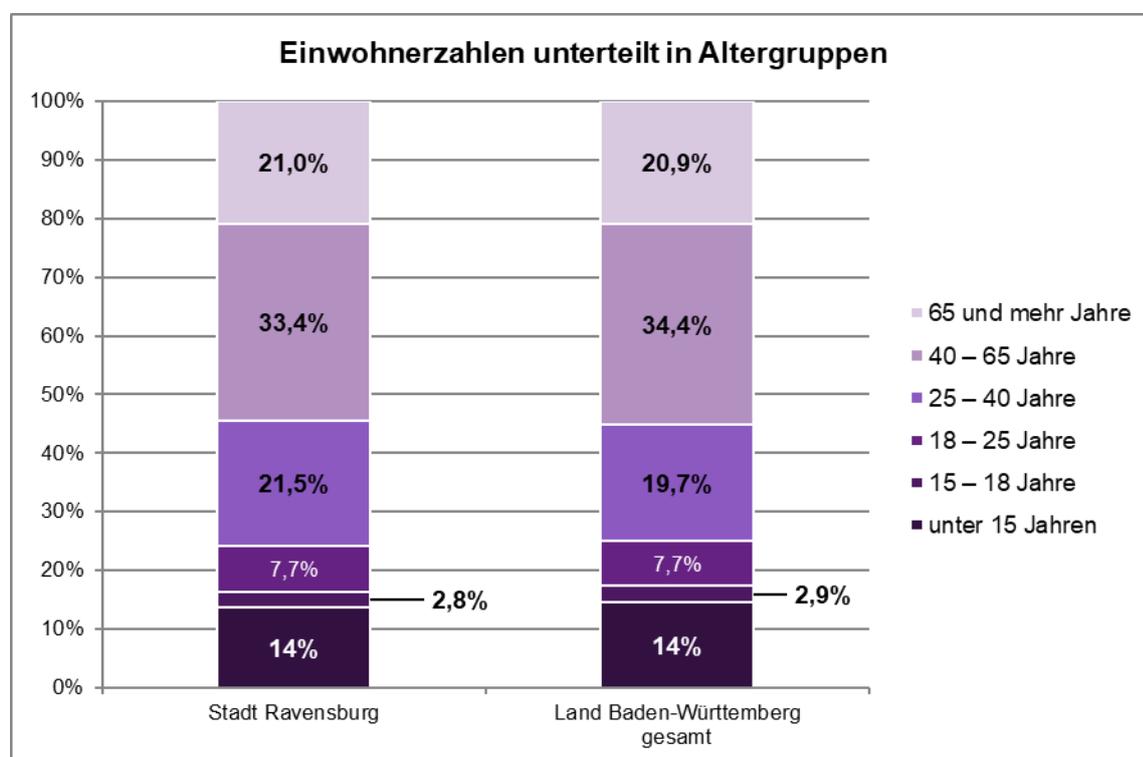


Diagramm 1: Bevölkerung und Altersstrukturen – Ravensburg im Vergleich Baden-Württemberg 2022

„Die Stadt Ravensburg erstellte schon im Jahr 2008 ihr erstes Leitbild mit quantifizierten und qualifizierten Klimaschutzzielen. Seitdem wurde dieses im 5-Jahres-Rhythmus fortgeschrieben und dabei an veränderte Rahmenbedingungen angepasst.

Am 22.09.2012 beschloss der GMS (Gemeindeverband Mittleres Schussental) die gemeinsame Erklärung zum CO₂-neutralen Schussental. Diese Erklärung wurde 2017 in einem Klimaleitbild fortgeschrieben. Das neue Leitbild enthält Ziele für die Jahre 2020, 2030, 2040 und 2050 mit Zielaussagen zu CO₂-Reduzierung, Anteil der erneuerbaren Strom- und Wärmeerzeugung und Energieeffizienzsteigerung bzw. Wärmeeinsparung. Die Ziele beziehen sich auf die des Bundes,

⁴ Quelle: www.statistik-bw.de/BevoelkGebiet/Alter

übertreffen diese jedoch und sind entsprechend ambitioniert. Das Klimaleitbild wurde auf der Verbandsversammlung am 7. Dezember 2017 beschlossen und öffentlich kommuniziert.“⁵

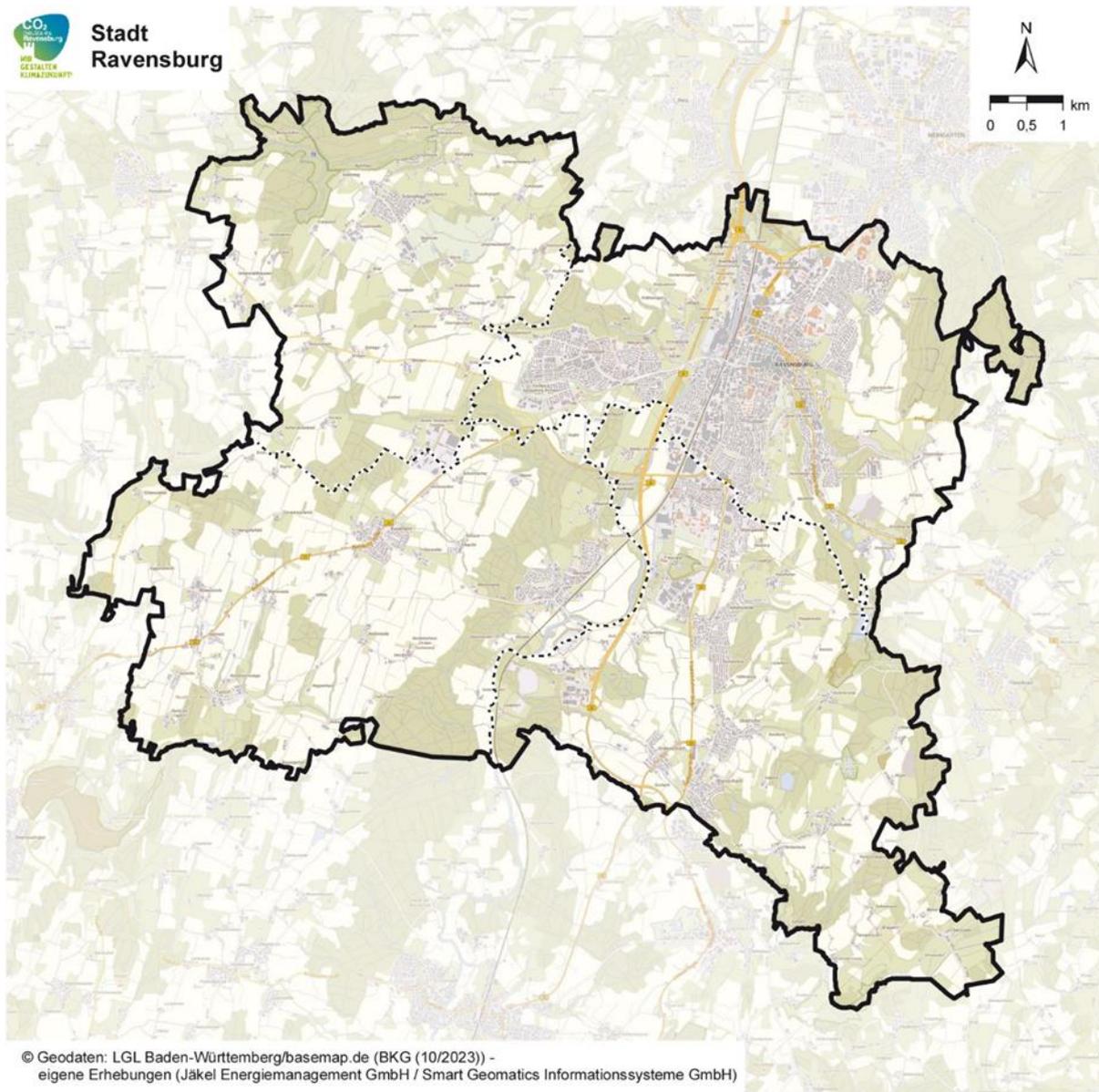
Darüber hinaus hat der Gemeinderat von Ravensburg am 27. Juli 2020 den Ergebnisbericht der Ravensburger Klimakommission, den so genannten Klimakonsens, einstimmig beschlossen. Damit hat ein deutschlandweit bisher einmaliges Projekt beim lokalen Klimaschutz ein wichtiges Etappenziel erreicht. Der "Ravensburger Klimakonsens" ist ein Strategiepapier mit überaus ambitionierten Maßnahmen und Zielvorgaben, mit denen man für die Stadt bis spätestens 2040 die Klimaneutralität erreichen will. Es geht um die großen Bereiche Mobilität und Verkehr, um Gebäude und Energie, um Ausgleichsmaßnahmen und um verstärkte Bewusstseinsbildung bei den Menschen für nachhaltigeres Leben und Wirtschaften.

Mit dem Klimakonsens hat die Stadt sich dazu verpflichtet, Wärmenetze verbunden mit einer regenerativen Wärmeerzeugung konsequent weiter auszubauen.

Als gesonderter Punkt wurde auch das Handlungsfeld „Bewusstseinsbildung“ in den Klimakonsens integriert. Die Stadt Ravensburg kommuniziert, koordiniert und realisiert führend und strategisch Pilotprojekte zum Thema Klimaschutz.

Fester Bestandteil der Klimaoffensive ist die Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation.

⁵ Quelle: „eea-Bericht externes Audit 2020; Stadt Ravensburg“

Abbildung 5: Stadtbereich Ravensburg⁶

Die Stadt Ravensburg, mit ihren 51.482 Einwohnern (Stand: 31.12.2022) ist somit verpflichtet, bis Ende 2023 einen kommunalen Wärmeplan zu erstellen. Als Maßnahme wurden diese Klimaschutzaktivitäten an die projektleitende Stelle der *Technische Werke Schussental GmbH & Co. KG* übertragen und mit dieser bereits frühzeitig abgestimmt. Entsprechende Befürwortungen wurden in den Gemeinderatssitzungen publiziert und weitere Akteure im Frühjahr 2022 beauftragt.

⁶ Quelle: Daten- und Kartendienst der LUBW

2. Methodik und Datenschutz

2.1 Methodik

Für die Stadt Ravensburg wurden sämtliche Wärmeverbrauchsdaten nach unterschiedlichen Methoden analysiert bzw. modelliert. Speziell die Wärmebedarfe (Raumwärme und Warmwasser) der Wohn- und Nichtwohngebäude wurden bewertet. Die prozessbezogenen Daten der industriellen Fertigung wurden nicht bei der KWP weiter analysiert, da diese objektiv starken Schwankungen der wirtschaftlichen Basis bis 2040 unterworfen sind. Hier wird auf die territoriale Zusammenarbeit und dem Mitwirken dieser Betriebe, bei der Nutzung von Abwärme bzw. als potentielle „Kernkunden“ eines zukünftigen oder bereits vorhanden Wärmenetzes gesetzt.

Datengrundlage der Analyse:

- für die Stadt Ravensburg ca. 2.207.482 Datenpunkte bei ca. 21.650 Gebäuden / Objekten
- für die Stadt Weingarten ca. 872.916 Datenpunkte bei ca. 8.558 Gebäuden / Objekten

Die Daten stammen aus einem kommerziellen Datensatz und Angaben der Stadt, sowie vorhandener Netzbetreiber.

Für die Modellierung der KWP wurden die

- Gebäude Geometrien,
- Baujahr
- Bau- und Gebäudetyp,
- Energieträger / Anwendungen
- Nutzungssektoren

wie folgt erhoben und bilanziert (Datengrundlage 2022):

Die Berechnung orientiert sich an den Normvorschriften für die Berechnung des Wärmebedarfs für Wohngebäude (DIN EN 12831 und DIN 4108-6) und für Nichtwohngebäude (DIN V 18599-2). Dem Beitrag liegen nur die jährlichen Wärmebedarfe und die Gebäudenutzung vor. Auf dieser Basis werden Eignungsbereiche für verschiedene Wärmeversorgungsoptionen ermittelt, die dem heutigen Wissensstand hinsichtlich einer Dekarbonisierungsstrategie in der Wärmeversorgung folgt.

Um die Klimaziele zu erreichen, wird ein sehr umfangreicher energetischer Stadtumbau erforderlich sein, der weit über das hinausgeht, was die bisherigen, eher partiellen gesamtgesellschaftlichen Ansätze umfassen. Allerdings würde eine rein ordnungsrechtliche Regelung sehr tief in die Besitzverhältnisse der Bestandsgebäude eingreifen.

Im Hauptbericht werden in den folgenden Punkten die Ergebnisse der Gesamtstadt dargestellt.

In den beigefügten Anlagen werden die Einzelanalysen der jeweils vorgegebenen Einzelquartiere in einem Steckbrief dargestellt.

2.2 Projektablauf & Bürgerbeteiligung

Terminliche Meilensteine:

- 21.01.2022 – Start der KWP einhergehend mit Beauftragung und Übertragung der Projektleitung an die Technische Werke Schussental GmbH & Co. KG durch die Städte Ravensburg und Weingarten
- 03.02.2022 – Kick-Off der KWP; Bildung der Projektgruppe wie unter Pkt. 1.1 „Projektbeteiligte & Projektleitung“ beschrieben; Organisationsstruktur; Schnittstellen
- 16.12.2022 – "Energieversorgung der Zukunft " Veranstaltung der Stakeholder und Energie-Großverbraucher; Beteiligung der Kernkunden; Datenabfragen
- 16.01.2023 – "Leitfaden zur KWP" als finale Fassung der KWP (Bundesfassung) des AGfW und des DVGV
 - Beteiligung der Ankerkunden bzw. Stakeholdern
 - Istzustandsanalysen (Bestandsanalysen)
 - Sollzustandsanalysen als Grundlage der Potentialanalysen
 - Beteiligung der Gremien der Gemeinde/Stadt (insbesondere Stadtplanung und Gemeindeverwaltungen ist in Vorbereitung)
 - Wirtschaftliche Darstellungen von favorisierten Varianten
- 07.02.2023 – "Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) vom 7. Februar 2023"; Anpassung an die abgeänderte Fassung des KlimaG BW vom 14.10.2020; Schwerpunktanpassung: Vorbereitung und Durchführung der KWP in Form einer Bauleitplanung und die Notwendigkeit einer Bürgerbeteiligung
- 28.04.2023 – "Verwaltungsinterner Workshop" Darstellung der Schwerpunktgebiete und Quartiersbereiche; Beteiligung der kommunalen Verwaltung; Sachbericht
- 06.07.2023 – "Istzustandsanalyse & Potentialanalyse" Veranstaltung Verwaltung und Bürgermeister; erste Analysen für die Zielstrategie; Vorbereitung und Management für die Bürgerbeteiligung; Frühzeitige Öffentlichkeitsbeteiligung
- 12.09.2023 – "Gemeinsame Gemeinderatssitzung Ravensburg und Weingarten"
"Istzustandsanalyse, Potentialanalyse, Maßnahmenvorstellung" Grundlagen des Zielszenarios und der Wärmewendenstrategie der Gemeinde
- 23.09.2023 – "Gemeinsame-, offene Bürgerbeteiligung der Städte Ravensburg und Weingarten"
Infos zu Istzustandsanalyse, Potentialanalyse, Maßnahmenvorstellung; Darlegung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG); Bürger-Work-Shops mit den gesellschaftlichen Trägern und Energieeffizienzexperten des Territoriums;
- 26.11.2023 – "Auslegungsbeschluss KWP-Entwurf" zur öffentlichen Auslegung der Entwurfsfassung vom 04. Dezember 2023 bis 14. Januar 2024
- 20.12.2023 – "Gemeinsame online Bürgerinformationsveranstaltung der Städte Ravensburg und Weingarten" im Rahmen der öffentlichen Auslegung
- 31.12.2023 – Übertragung des KWP-Entwurfs an das Regierungspräsidium Tübingen
- 26.02.2024 – "Beschlussfassung der Kommunalen Wärmeplanung" durch Gemeinderat

2.3 Datenschutz

Durch das Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg wurde die rechtliche Grundlage geschaffen, eine möglichst hohe Güte der kommunalen Wärmepläne zu erreichen. Nach § 7e [KSG BW 2022] bzw., seit der Novellierung des Gesetzes zum Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg, nach § 33 [KlimaG BW 2023] dürfen dafür in einer bisher nicht möglichen Detailtiefe gebäudescharfe Daten von Wohn- und Nichtwohngebäuden bei z. B. Bezirksschornsteinfegern, Energieversorgungsunternehmen oder der Industrie erhoben werden.

In geplanten Folgeprojekten ist eine Ergänzung der Gebäudedaten und eine Berücksichtigung soziologischer Daten vorgesehen – beispielhaft in Quartiersentwicklungen für zukünftige Wärmenetzstrukturen, jedoch sind die vorliegenden Daten nicht geeignet, um eine weitere Istzustandsanalyse auf Grundlagendaten der KWP durchzuführen.

Die Bedeutung des personenbezogenen Datenschutzes im KWP ist verpflichtend, nach Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO). Deshalb sind alle Daten des Berichtswesen, für die Veröffentlichung der Ergebnisse, in jeweils zusammenhängenden Baublöcken dargestellt. Gebäudescharfe Daten werden nicht dargestellt.

3. Istzustandsanalysen

3.1 Methodik

Durch das KlimaG BW sind die Städte dazu ermächtigt, unter Wahrung des Datenschutzes, gebäudegenaue Daten bei den Energieversorgern, den Schornsteinfegern und den Gewerbe- und Industriebetrieben zu erheben und auszuwerten.

Gemeinsam mit der Stadtverwaltung und der Technische Werke Schussental GmbH & Co. KG wurden die Wärmepotentiale und abwärmerelevanten Unternehmen sowie Kernkunden (größtenteils Unternehmen und Wärmekunden > 1.000 MWh/Jahr) ausgewählt und zum Ausfüllen des standardisierten Online-Fragebogens angefragt sowie zu einer Stakeholder-Versammlung am 16.12.2022 eingeladen und zu den Zielabsichten der KWP informiert. Die übrigen Akteure (Energieversorgungsunternehmen, Schornsteinfeger) wurden individuell kontaktiert, um eine reibungslose Datenlieferung sicherzustellen.

Ziele der Istzustandsanalyse:

Darstellung des/der

- Gebäudestrukturen
- Technische Strukturen - Wärmeerzeugung
- Sektoren

Darstellung des/der

- Energieverbrauch (Blockschärfe)
- Energieversorgung (Energieträger / Versorgungsgebiete)
- Energieerzeugung (Heizzentralen etc.)
- Energie- und Treibhausgasbilanz

Bildung Benchmarkdaten, u.a.:

- Durchschnittlicher Endenergieverbrauch (Strom und Wärme) der Haushalte pro Einwohner
- Durchschnittlicher Endenergieverbrauch (Strom und Wärme) im Sektor Industrie und im Sektor Gewerbe pro Einwohner
- Durchschnittlicher Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch
- Nutzung erneuerbarer Energien pro Einwohner
- Potential erneuerbarer Energien pro Einwohner

Alle bereitgestellten und berechneten Daten wurden durch die Projektgruppe auf Plausibilität und Vollständigkeit überprüft. Fehlende oder fehlerhafte Daten wurden mit geeigneten Verfahren zunächst validiert und anschließend praxisnah korrigiert.

Die gesamten Daten wurden in einer Datenbank erfasst, auf die ein webbasiertes Geoinformationssystem (GIS) – von Smart Geomatics Informationssysteme GmbH, zugreifen kann. Dies ermöglicht eine Visualisierung der Daten, wodurch die Erkenntnisse grafisch nachvollziehbar dargestellt und überprüft werden können.

Zur Abschätzung des Verbrauchs der nicht-leitungsgebundenen Heizsysteme (z. B. Ölheizungen) wurden die dargestellten Verbrauchsdaten aus der beheizten Fläche je Gebäudealtersklasse gebildet und dieser dann auf die Gebäude ohne Verbrauchsdaten zugeordnet.

3.2 Ergebnisse Gebäude

Für das Stadtgebiet von Ravensburg wurde eine Anzahl von **21.952 Gebäuden** inkl. Nebengebäuden wie z.B. Schuppen, Garagen, usw. ermittelt. Davon waren **10.415** Gebäude reine Wohngebäude. Zur energetischen Bewertung der unterschiedlichen Gebäude ist die Gebäudenutzung, das Gebäudebaujahr und der ggf. bekannten Sanierungsstand wesentliche Einflussgröße.

Gebäudebaujahr (alle beheizten Gebäude)				
IWU-Baujahrsklasse		Anzahl:	Prozent inkl. k. A.:	Prozent ohne k. A.:
<= 1948	(<=1948)	2.864	23,4%	27,5%
1949 – 1957	(1949 – 1957)	1.374	11,2%	13,2%
1958 – 1968	(1958 – 1968)	2.478	20,3%	23,8%
1969 – 1978	(1969 – 1978)	830	6,8%	8,0%
1979 – 1983 (1.WSchVO)	(1979 – 1983)	948	7,8%	9,1%
1984 – 1994 (WSchVO 84)	(1984 – 1994)	500	4,1%	4,8%
1995 – 2001 (WSchVO 95)	(1995 – 2001)	818	6,7%	7,9%
2002 – 2008 (EnEV 2004)	(2002 – 2008)	315	2,6%	3,0%
2009 – 2014 (EnEV 2009)	(2009 – 2014)	222	1,8%	2,1%
>= 2015 (EnEV 2014)	(>=2015)	66	0,5%	0,6%
keine Angabe		1.803	14,8%	-
GESAMT		12.218	100,0%	100,0%

Tabelle 2: Gebäudebaujahr (alle beheizten Gebäude)

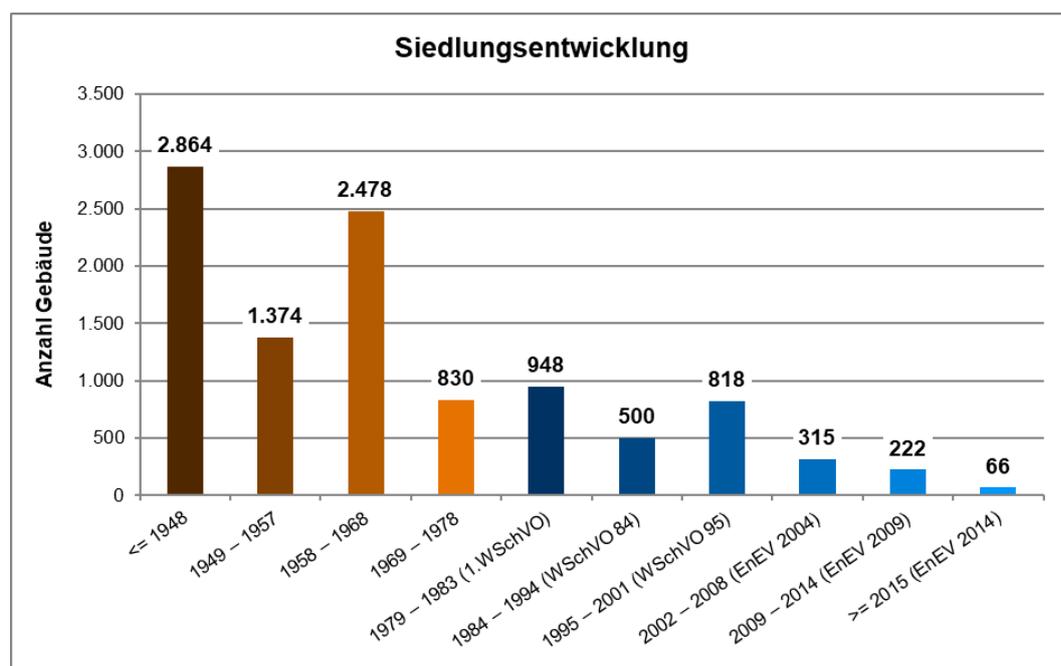


Diagramm 2: Gebäudebaujahr (alle beheizten Gebäude)

Gebäudekategorien		
Gebäudekategorie:	Anzahl:	Prozent:
Sonstiges	120	1,0%
Hotel- und Gastgewerbe	17	0,1%
Wohnmischnutzung	933	7,6%
Wohnen	9.492	77,7%
Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen	55	0,5%
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie	1.345	11,0%
Gebäude für öffentliche Zwecke	256	2,1%
GESAMT alle beheizten Gebäude	12.218	100,0%
GESAMT relevante Nicht-Wohngebäude	1.793	14,7%
alle nicht beheizten Gebäude	9.783	

Tabelle 3: Gebäudekategorien - Sektoren

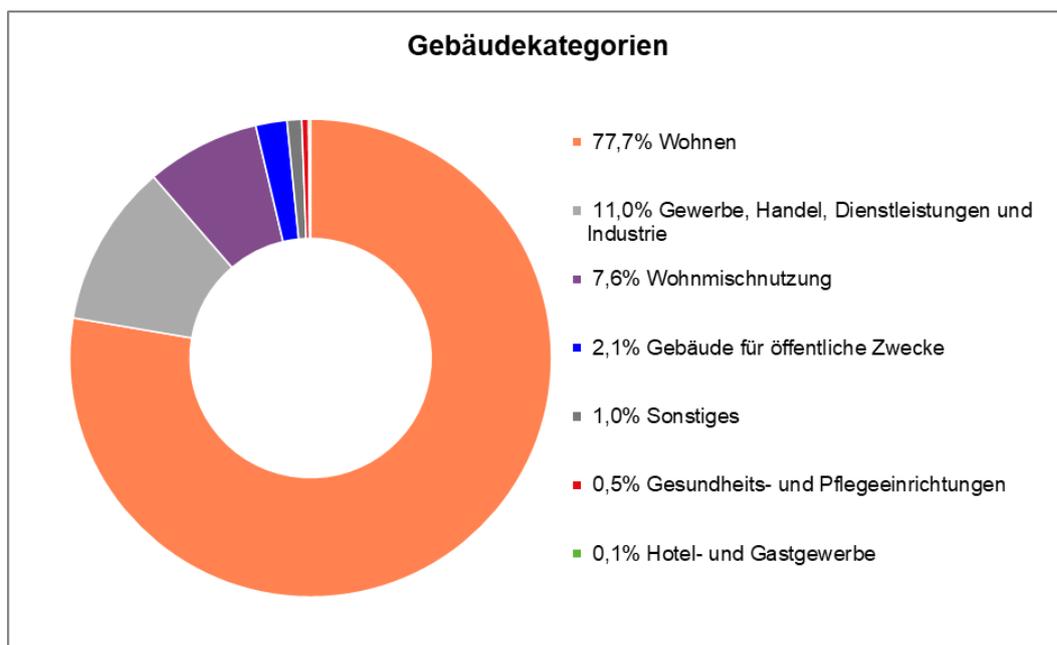


Diagramm 3: Gebäudekategorien - Sektoren

Gebäudetypen		
Gebäudetyp:	Anzahl:	Prozent
Ein- bis Zweifamilienhaus	4.126	33,8%
Doppel-/Reihenhaus	3.410	27,9%
Mehrfamilienhaus	1.937	15,9%
Wohnblock	10	0,1%
Hochhaus	9	0,1%
Sonstige Gebäude mit Wohnraum	933	7,6%
beheizte Nicht-Wohngebäude	1.793	14,7%
GESAMT alle Gebäude	12.218	100,0%
GESAMT alle Wohngebäude	10.425	85,3%
alle weiteren Nicht-Wohngebäude	9.734	

Tabelle 4: Gebäudetypen

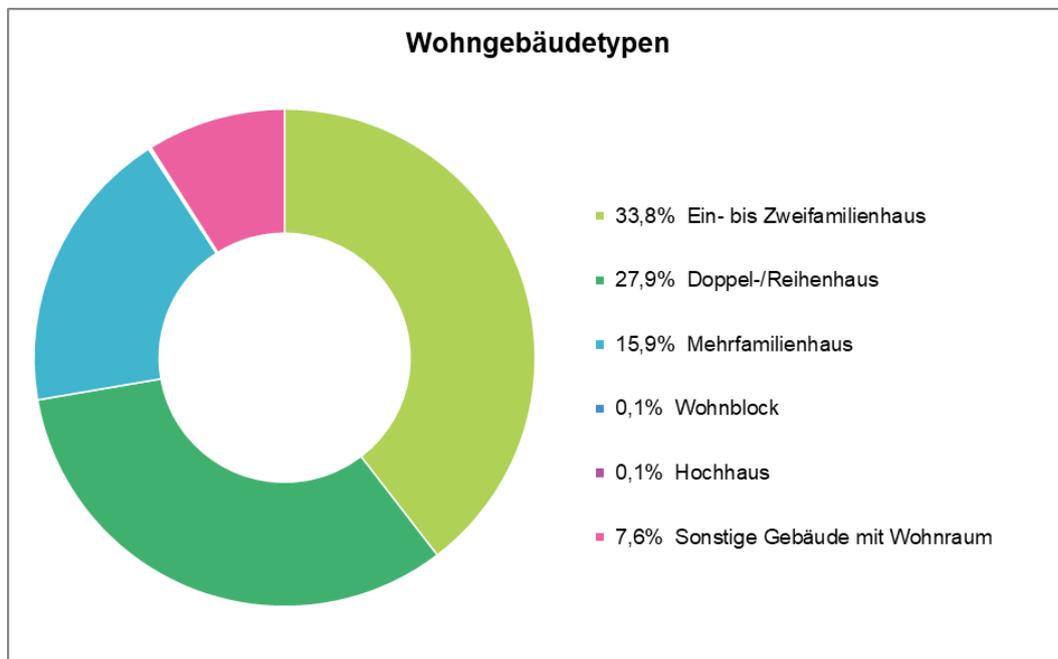


Diagramm 4: Gebäudetypen (nur alle beheizten Wohngebäude)

3.3 Ergebnisse Gebäudetechnik

In den 12.218 beheizten Gebäuden existieren neben den Hauptwärmeerzeugungsanlagen auch insgesamt 678 Nebenheizungen mit einem zweiten Energieträger und in Einzelfällen auch mit einem dritten Energieträger. In den nachgenannten Darstellungen wurden ausschließlich nur die technische Erzeugung des hauptsächlichsten Energieträgers ohne Nebenheizungen dargestellt.

Die nachfolgenden Tabellen und Diagramme zeigen auf, dass in Ravensburg hauptsächlich Wärmeerzeugungsanlagen mit fossilen Energieträgern zum Einsatz kommen. Dabei ist der Hauptanteil der fossilen Wärmeerzeugern bei Gasheizungen. Ölheizungen machen aber immer noch einen Anteil von 13,6% der Heizungsanlagen in Ravensburg aus.

Verteilung der Heizungsanlagen (nach Anzahl)			
Heizungsanlage	Anzahl	Prozent inkl. k. A.:	Prozent ohne k. A.:
Ölheizung	1.287	10,5%	13,6%
Gasheizung	6.671	54,6%	70,3%
Pelletheizung	159	1,3%	1,7%
Nachtspeicher/ Wärmepumpen	751	6,1%	7,9%
Holzzentralheizung	335	2,7%	3,5%
Wärmenetz	281	2,3%	3,0%
keine Angabe	2.734	22,4%	
GESAMT	12.218	100,0%	100,0%

Tabelle 5: Verteilung der Heizungsanlagen

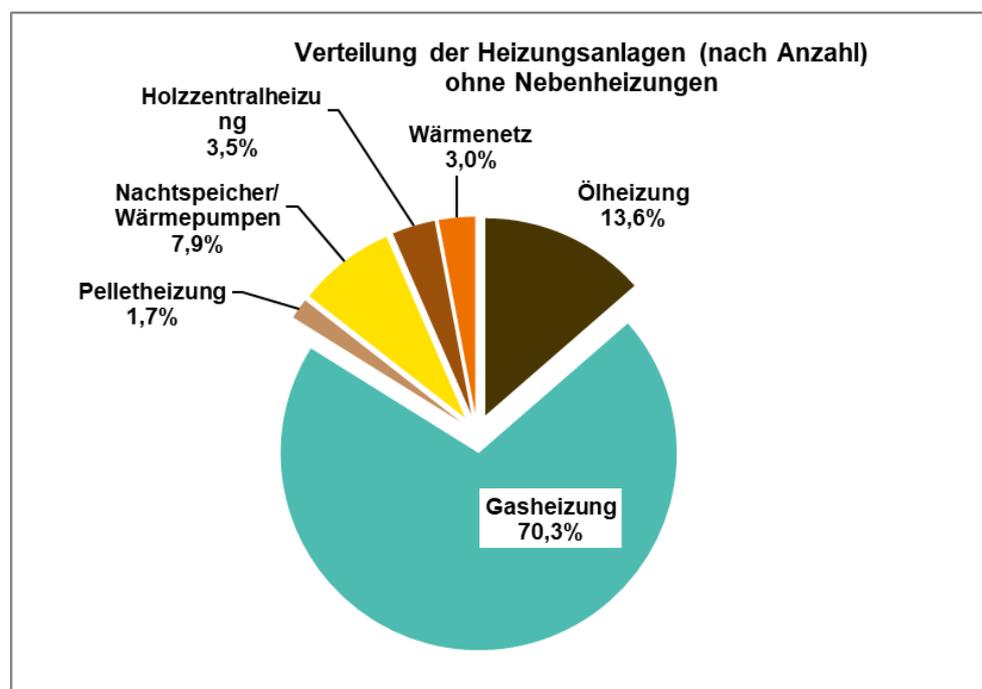


Diagramm 5: Verteilung der Heizungsanlagen

Die Auswertung der Kkehrbücher ergab, dass von den ca. 12.218 Heizungsanlagen etwa 5.141 Heizsysteme älter als 15 Jahre sind. Bezogen auf die Vielzahl der vorhandenen Heizungen, bei denen das Baujahr bekannt ist, machen die Heizungen über 15 Jahre einen Anteil von rund 42 % aus. Speziell in den letzten 20 Jahren, wurde ein hoher Anteil an Gasheizungen neu installiert.

Bedingt durch die automatisierte und verifizierte Analyse konnte nicht jedem Gebäude(-teil) ein Energieträger zugeordnet werden. Dadurch ist ein „nicht verifizierter“ Anteil von 20 bis 40 % entstanden. Dieser hohe Anteil „Keine Angabe“ ist bedingt durch fehlende oder lückenhafte Schornsteinfegerdaten. Da die Angaben zum Heizungsalter allein auf den Schornsteinfegerdaten beruhen, ist hier der Anteil an „unbekannt“ noch höher, da strombasierte Heizungen und Wärmenetzanschlüsse in den Schornsteinfegerdaten nicht enthalten sind.

Einbaujahr der Heizung		
Einbaujahrklasse	Anzahl:	Prozent
<= 1978	154	2,0%
1979 – 1983	110	1,4%
1984 – 1994	1.846	23,5%
1995 – 2001	1.282	16,3%
2002 – 2008	1.749	22,3%
2009 – 2015	1.623	20,7%
> 2015	1.085	13,8%
keine Angabe	4.369	-

Tabelle 6: Einbaujahr der Heizungsanlagen

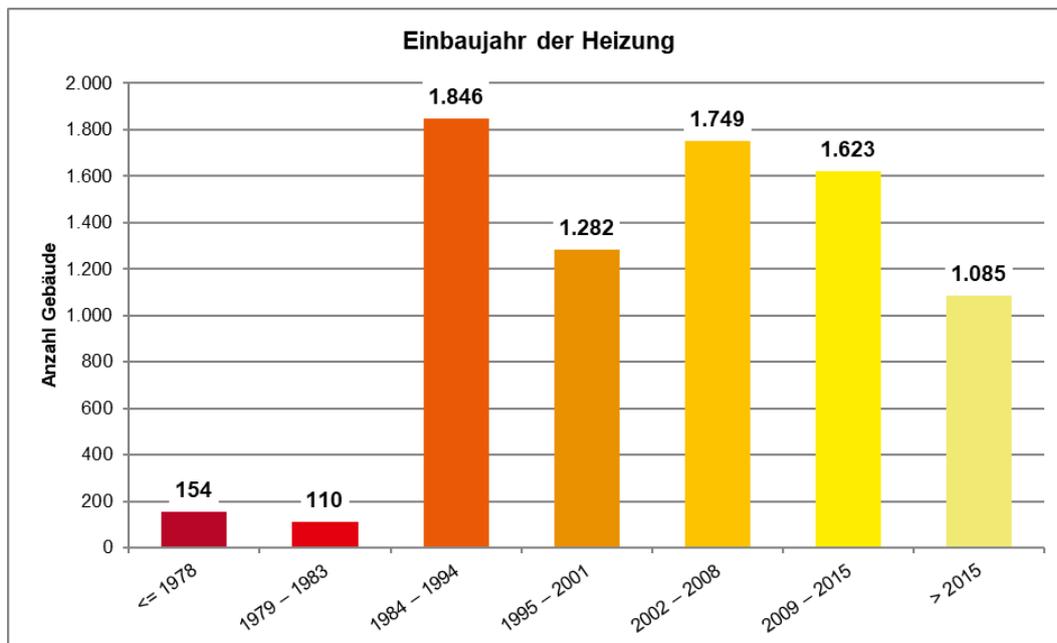


Diagramm 6: Einbaujahr der Heizungsanlagen

Einbaujahr der Gasheizungen		
Einbaujahrklasse	Anzahl:	Prozent
<= 1978	70	0,9%
1979 – 1983	62	0,8%
1984 – 1994	789	10,1%
1995 – 2001	854	10,9%
2002 – 2008	1.318	16,8%
2009 – 2015	1.297	16,5%
> 2015	911	11,6%
keine Angabe	1.370	-

Tabelle 7: Einbaujahr der Gasheizungen

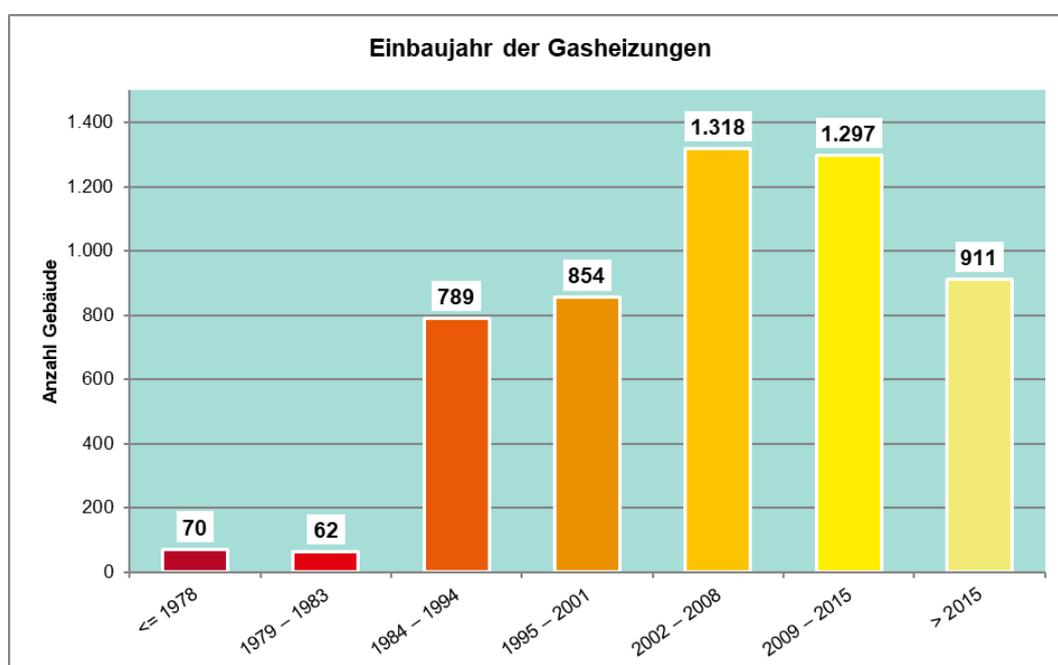


Diagramm 7: Einbaujahr der Gasheizungen

Einbaujahr der Ölheizungen		
Einbaujahrklasse	Anzahl:	Prozent
<= 1978	59	0,8%
1979 – 1983	32	0,4%
1984 – 1994	418	5,3%
1995 – 2001	337	4,3%
2002 – 2008	283	3,6%
2009 – 2015	118	1,5%
> 2015	40	0,5%
keine Angabe	0	-

Tabelle 8: Einbaujahr der Ölheizungen

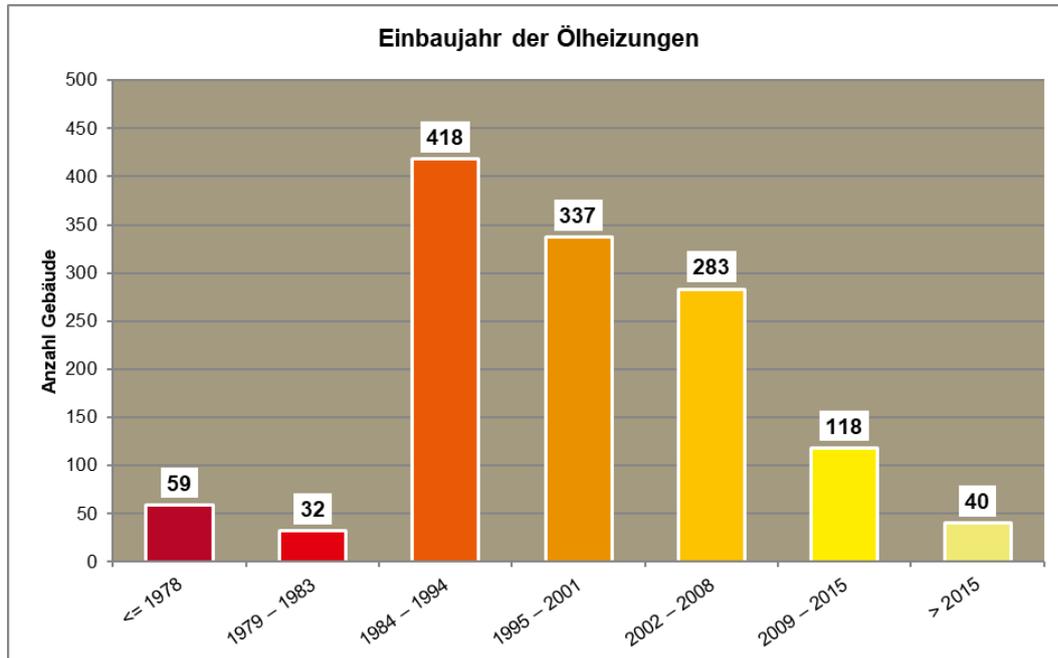


Diagramm 8: Einbaujahr der Ölheizungen

Die Auswertung der Kehrbücher ergab, dass von den ca. 12.218 Heizungsanlagen etwa 5.141 Heizsysteme älter als 15 Jahre sind. Bezogen auf die Vielzahl der vorhandenen Heizungen, bei denen das Baujahr bekannt ist, machen die Heizungen über 15 Jahre einen Anteil von rund 42 % aus.

Speziell in den letzten 20 Jahren bis in die jüngere Gegenwart, wurde ein hoher Prozentanteil Gasheizungen installiert.

3.4 Ergebnisse Energieverbrauchsdaten

Die Bereitstellung von Wärme in Ravensburg wird überwiegend aus fossilen Energieträgern bereitgestellt. Erdgas übernimmt hier einen Anteil von 86,8% und Heizöl von 6,8%. Hingegen ist der Anteil an Biomasse und aus Wärmenetzen am Gesamtbedarf bei lediglich 5,1%.

Verteilung der Heizungsanlagen (nach Verbrauch) - alle beheizten Gebäude -			
Energieträger	Verbrauch [MWh/a]	Prozent inkl. k. A.:	Prozent ohne k. A.:
Öl	47.871	6,2%	6,8%
Gas	608.000	78,5%	86,8%
Strom	10	0,0%	0,0%
Strom Nachtspeicher	6.198	0,8%	0,9%
Strom Wärmepumpe	2.552	0,3%	0,4%
Pellets	5.163	0,7%	0,7%
Holz	14.454	1,9%	2,1%
Nahwärme	16.316	2,1%	2,3%
unbekannt	73.644	9,5%	-
GESAMT	774.209	100,0%	100,0%

Tabelle 9: Energieträgerverteilung nach Verbrauch - alle beheizten Gebäude

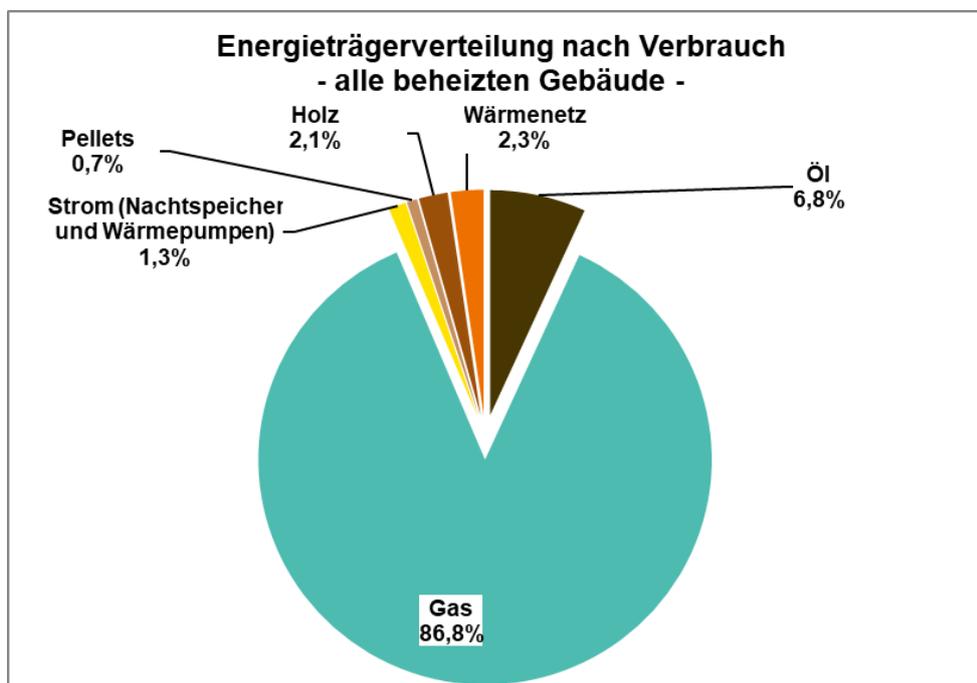


Diagramm 9: Energieträgerverteilung nach Verbrauch - alle beheizten Gebäude

Die privaten Haushalte benötigen mit insgesamt 51,1 % etwas mehr als die Hälfte des gesamten Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung, und haben somit im Verhältnis zu den restlichen Sektoren wie Gewerbe, Handel und Industrie mit 37,2 % und den Öffentlichen Gebäuden mit 8,1 %, den größten Wärmebedarf der Einzelsektoren.

Endenergiebedarf	
Sektor	Endenergiebedarf [MWh/a]
Kommunale und öffentlichgenutzte Gebäude	64.052
GHD und Industrie	293.502
Private Haushalte	403.448
Sonstiges	28.699

Tabelle 10: Endenergiebedarf für Wärme – Sektorale Auswertung

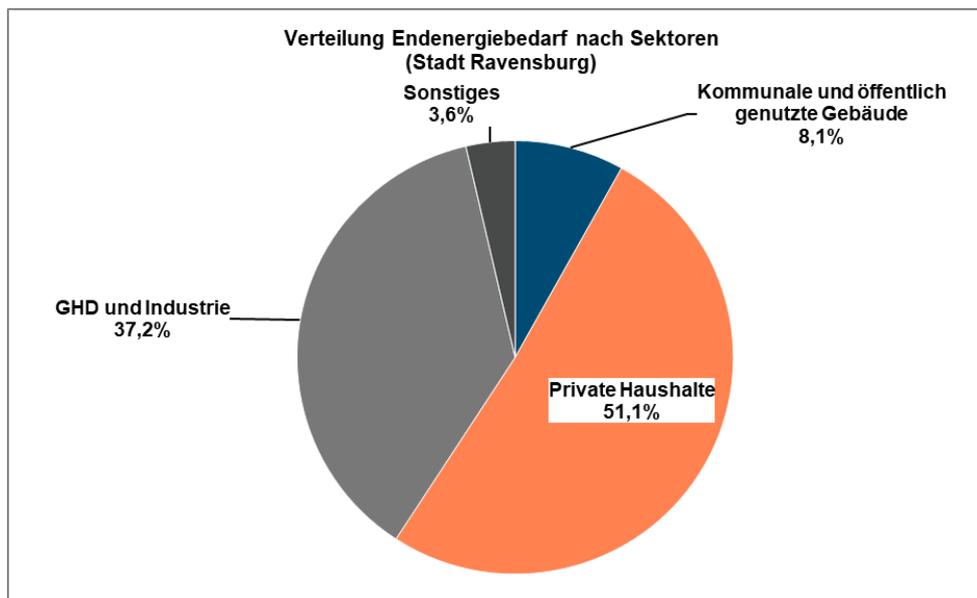


Diagramm 10: Endenergiebedarf für Wärme – Sektorale Auswertung

Die Stadt Ravensburg emittiert durch die zur Verfügungstellung von Raumwärme in Privathaushalten sowie Wärme in kommunalen und öffentlichen Gebäuden und Wärme zur Nutzung in Industrie und Gewerbe (inkl. Prozesswärme) jährlich insgesamt rund 310.569 Tonnen CO₂. Der Anteil der durch private Haushalte verursacht wird, ist hier im Vergleich zu den Sektorenanteilen mit einem Anteil von rund 69 % noch wesentlich höher. Dies noch zeigt, dass Privathaushalte größtenteils durch fossile Energieträger beheizt werden.

CO ₂ -Emissionen	
Sektor	CO ₂ -Emissionen [t/a]
Kommunale und öffentlichgenutzte Gebäude	15.862
GHD und Industrie	72.496
Private Haushalte	215.094
Sonstiges	7.117

Tabelle 11: CO₂-Emissionen durch Wärme – Sektorale Auswertung

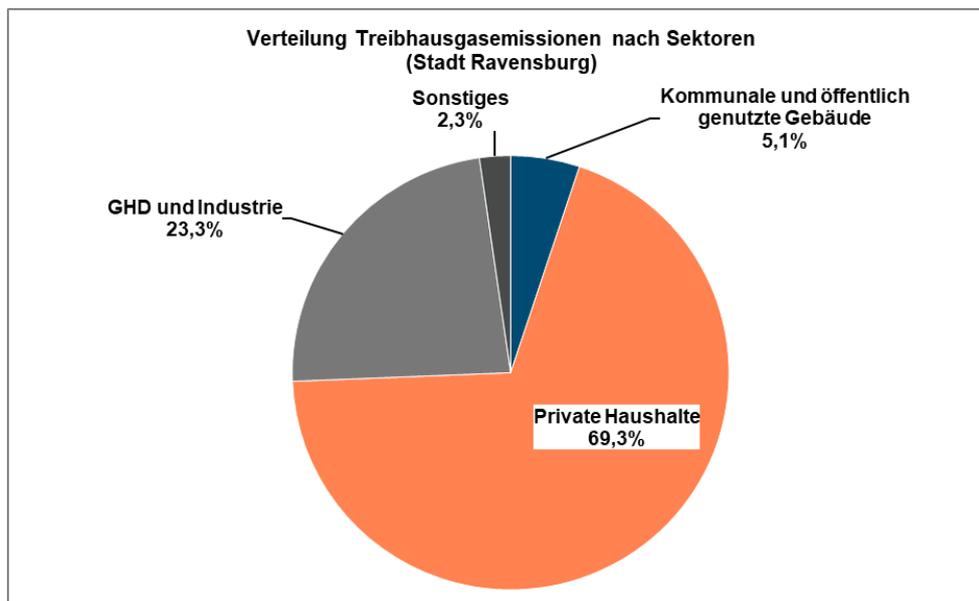


Diagramm 11: CO₂-Emissionen durch Wärme – Sektorale Auswertung

3.5 Allgemeine Daten elektrische Energie – Istzustandsanalysen

Bestandteil der Kommunalen Wärmeplanung ist auch die Bildung von Benchmarkdaten, u.a.:

- Durchschnittlicher Endenergieverbrauch (Strom und Wärme) der Haushalte pro Einwohner
- Durchschnittlicher Endenergieverbrauch (Strom und Wärme) im Sektor Industrie und im Sektor Gewerbe pro Einwohner

Durchschnittlicher Endenergieverbrauch	Ravensburg in kWh/Jahr	Weingarten in kWh/Jahr
Haushalte (SLP)	1.349	1.290
Industrie (RLM)	4.117	1.352
Gewerbe (GO)	492	387

Tabelle 12: spezifischer Endenergiebedarf elektrische Energie – Sektorale Auswertung

Der Stromimport für die Stadt Ravensburg lag lt. Energiebericht 2017 bei 235.703 MWh. Für Weingarten lag dieser konventionelle Stromanteil aus dem vorgelagerten Netz bei 81.883 MWh.

Der anzusetzende CO₂-Emissionsfaktor wird im nationalen Vergleich analysiert.

Der Indikator „direkte CO₂-Emissionen je Kilowattstunde Strom“ wird auch als „Emissionsfaktor“ oder spezifische Emission bezeichnet. Er charakterisiert die Klimaverträglichkeit der Stromerzeugung.

Entwicklung der spezifischen Emissionen des deutschen Strommix 1990-2021 und erste Schätzungen 2022 im Vergleich zu Emissionen der Stromerzeugung

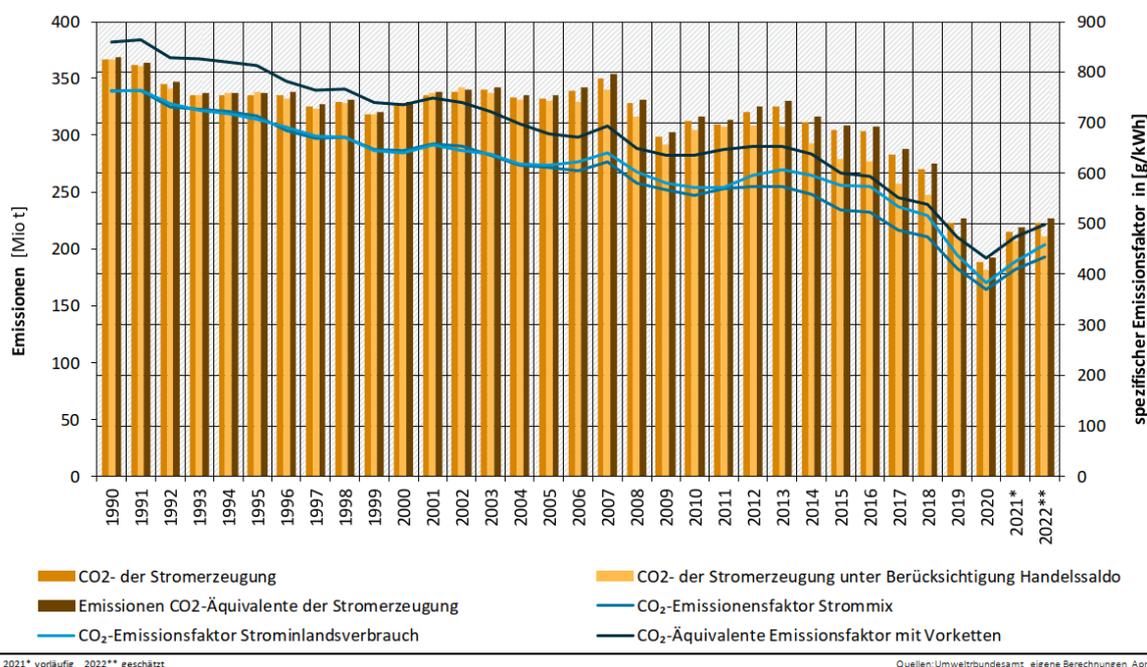


Diagramm 12: Entwicklung der spezifischen Emissionen des deutschen Strommix 1990-2021 und erste Schätzungen 2022 ⁷

„Die Erzeugung einer Kilowattstunde Strom verursachte 2020 in Deutschland durchschnittlich 369 Gramm CO₂. Für 2021 hat das UBA auf der Grundlage vorläufiger Daten den „spezifischen Kohlendioxid-Emissionsfaktor“ von 410 g/kWh errechnet. Für 2022 wird ein weiterer Anstieg auf 434 g/kWh geschätzt. Für die spezifischen Treibhausgas-Emissionen, berechnet in Kohlendioxidäquivalenten, beträgt der Wert ohne Vorketten-Emissionen der Stromerzeugung, ergeben sich für 2020 Treibhausgas-Emissionen (CO₂-Äquivalente) in Höhe von 432 g/kWh, für 2021 von 475 g/kWh und für 2022 vorläufig 498 g/kWh.“ ⁸

⁷ Quelle: Umweltbundesamt eigene Berechnungen April 2023

⁸ Quelle: Umweltbundesamt 2023

3.6 Gebäudesanierung Sollzustand

Das europäische Parlament hat vor den Verhandlungen mit den Mitgliedstaaten über die Neufassung der EU-Gebäuderichtlinie und verpflichtende Sanierungen eine ehrgeizige Position eingenommen und diese am 14.3.2023 in erster Lesung beschlossen.

Nach den beschlossenen Änderungswünschen des Parlaments sollen Neubauten ab 2028 emissionsfrei sein. Für Neubauten, die Behörden nutzen, betreiben oder besitzen, soll das schon ab 2026 gelten.

Auf einer Skala von A bis G – wobei die Energieeffizienzklasse G den 15 % der Gebäude mit den schlechtesten Werten im Gebäudebestand eines Mitgliedstaats entspricht – müssen Wohngebäude dem Vorschlag zufolge bis 2030 mindestens Klasse E und bis 2033 Klasse D erreichen. Nichtwohngebäude und öffentliche Gebäude müssen diese Energieeffizienzklassen bis 2027 bzw. bis 2030 erreichen.

Nichtwohngebäude müssen bis 2027 mindestens die Energieeffizienzklasse F und bis 2030 die Klasse E erreichen. Wohngebäude müssen bis 2030 mindestens die Energieeffizienzklasse F und bis 2033 die Klasse E erreichen.

Diese im März 2023 beschlossene Gebäuderichtlinie, befindet sich zum Zeitpunkt dieser Kommunalen Wärmeplanung in den finalen Verhandlungen zwischen EU-Kommission, EU-Rat und EU-Parlament.

Die Daten aus der Datenbank zeigen, dass der überwiegende Anteil der Gebäude in Ravensburg zwischen 1949 und 1978 gebaut wurde. Insgesamt wurden ca. 72 % der Gebäude vor 1978 und somit vor der 1. Wärmeschutzverordnung gebaut. Somit kann angenommen werden, dass der Dämmstandard des größten Anteils der Gebäude in Ravensburg niedrig ist. Dies zeigt ein großes Potential für Energieeinsparung auf, welches durch energetische Gebäudesanierung und Steigerung der Energieeffizienz erreicht werden kann.

Die folgende Darstellung verdeutlicht, dass ein Gebäude welches nach dem Dämmstandard der Energieeinsparverordnung (EnEV) gebaut und mit einem Gasbrennwertkessel beheizt wird, seinen CO₂-Ausstoß durch einer energetischen Sanierung nach dem Dämmstandard KfW 55 (heute EH55) und dem Einsatz einer Geothermie-Wärmepumpe, um 50 % reduzieren kann.

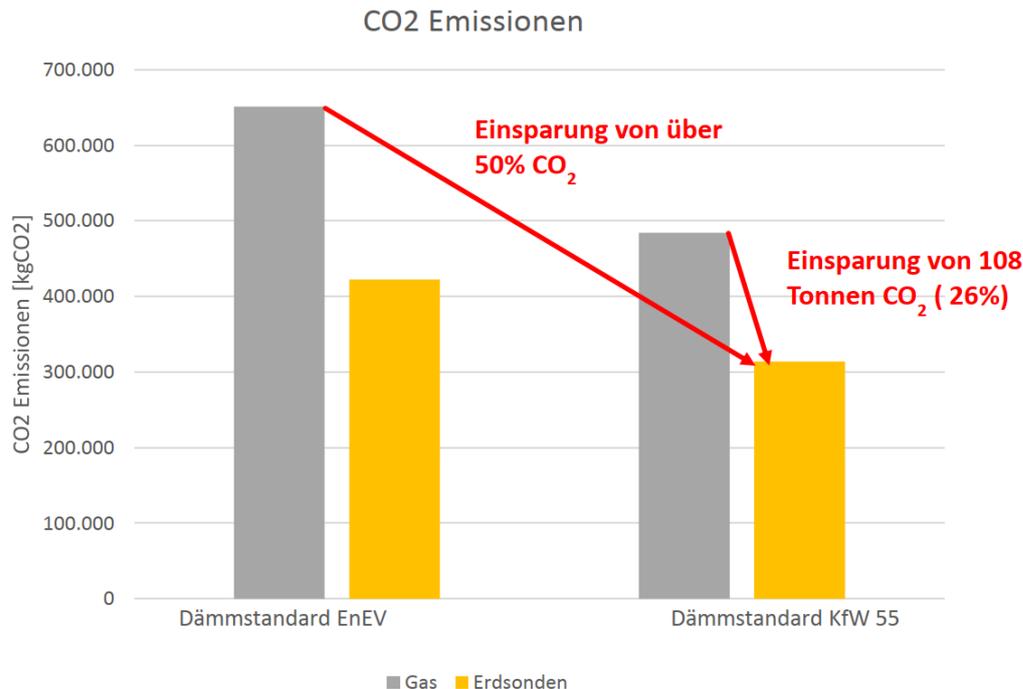


Abbildung 6: beispielhafte Darstellung des CO₂-Einsparpotentials für Wohngebäude

Damit die rechtlich geforderten- und notwendigen Reduktionsziele bezüglich des Wärmebedarfs im Zielszenario 2040 erreicht werden, sind umfangreiche energetische Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand unerlässlich. Gebiete mit erhöhtem energetischen Sanierungsbedarf werden insbesondere durch folgende Kriterien identifiziert:

- Hoher spezifischer Wärmebedarf [kWh/m²*a], insbesondere Gebäude mit mehr als 125 kWh/m²*a
- Gebäude im Altbaubestand bzw. alten Baualtersklassen, insbesondere vor der 1. Wärmeschutzverordnung 1979 und Baualtersklasse vor EnEV 2002

Energiebedarf vor und nach ganzheitlicher Sanierung (Wohngebäude) nach Baujahrsklassen					
IWU-Baujahrsklasse		Anzahl:	EV [MWh/a]	EV nach Sanierung [MWh/a]	EV Einsparung nach Sanierung [MWh/a]
<= 1948	(<=1948)	2.864	142.718	68.353	74.365
1949 – 1957	(1949 – 1957)	1.374	54.846	26.224	28.622
1958 – 1968	(1958 – 1968)	2.479	102.637	50.296	52.341
1969 – 1978	(1969 – 1978)	830	37.964	22.333	15.631
1979 – 1983 (1.WSchVO)	(1979 – 1983)	948	32.346	20.792	11.554
1984 – 1994 (WSchVO 84)	(1984 – 1994)	500	14.472	9.565	4.907
1995 – 2001 (WSchVO 95)	(1995 – 2001)	818	20.870	15.741	5.129
2002 – 2008 (EnEV 2004)	(2002 – 2008)	315	6.006	4.488	1.518
2009 – 2014 (EnEV 2009)	(2009 – 2014)	222	4.534	3.635	899
>= 2015 (EnEV 2014)	(>=2015)	66	2.365	1.896	469
keine Angabe		10	0	0	0
GESAMT		10.426	418.759	223.324	195.436

Tabelle 13: Energiebedarf vor und nach ganzheitlicher Sanierung (Wohngebäude)

Energiebedarf pro m ² vor und nach ganzheitlicher Sanierung der Wohngebäude				
kWh/m ² a	Anzahl Gebäude:		in Prozent	
	Vor Sanierung	Nach ganzheitlicher Sanierung	vor Sanierung	nach Sanierung
<= 85	150	1.348	1,5%	13,2%
86 – 125	1.055	8.836	10,3%	86,6%
126 – 175	2.611	23	25,6%	0,2%
176 – 200	3.619	0	35,5%	0,0%
> 200	2.773	1	27,2%	0,0%
GESAMT	10.208	10.208	100,0%	100,0%

Tabelle 14: End-Energiebedarf - Wohngebäude pro m² vor- und nach ganzheitlicher Sanierung

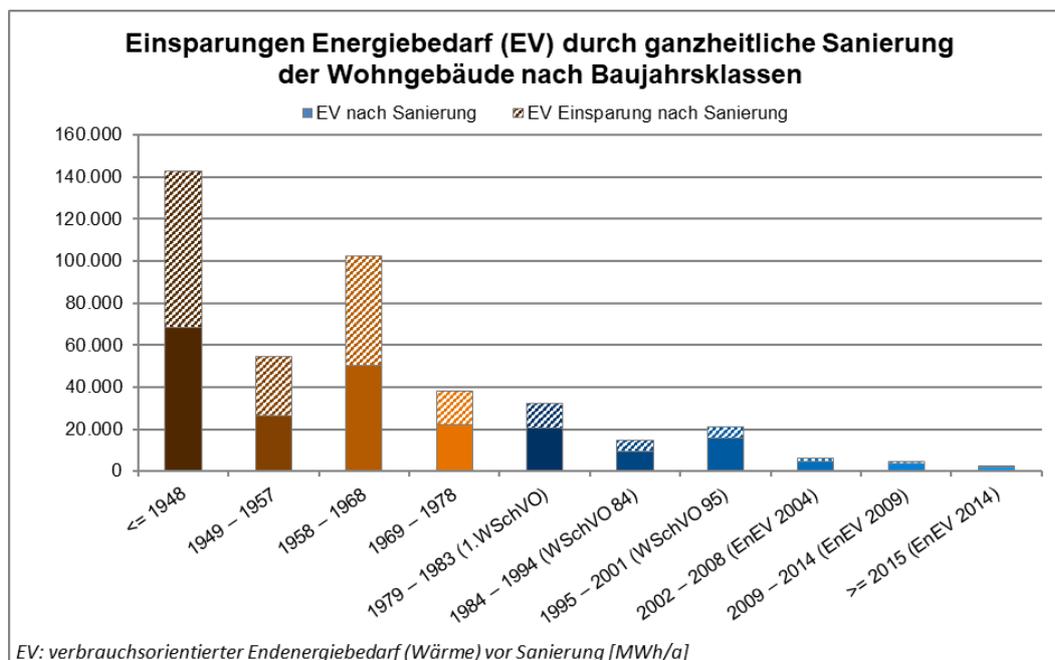


Diagramm 13: Energiebedarf/Einsparbedarf - ganzheitliche Sanierung-Wohngebäude

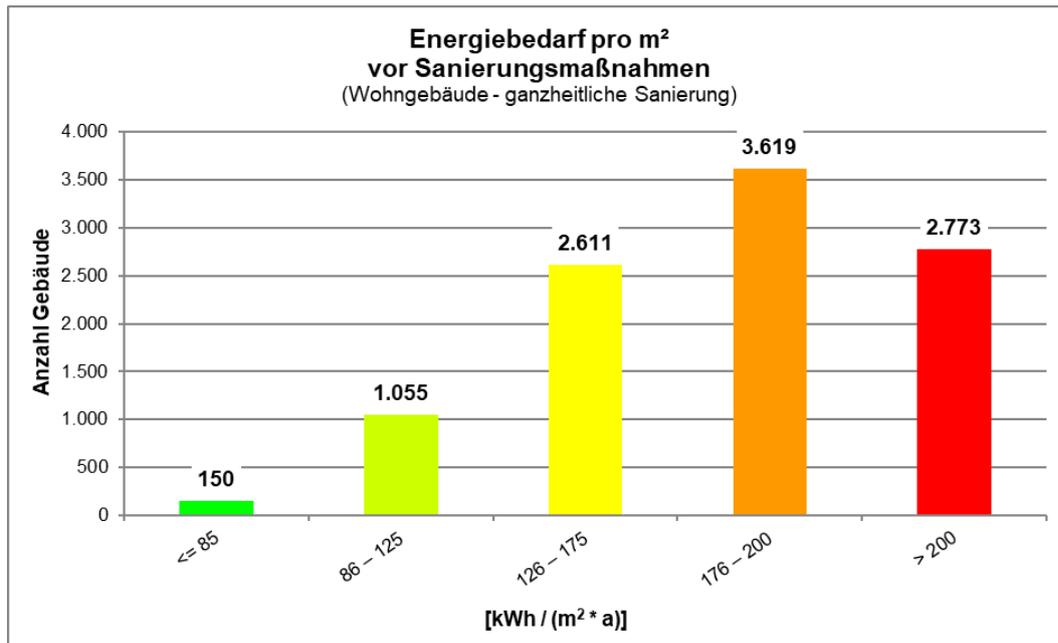


Diagramm 14: spezifischer Energiebedarf vor Sanierung (Wohngebäude)

Auch nach möglichen rechtlichen Anforderungen des Gesetzgebers, ist davon auszugehen, dass speziell die Gebäude oberhalb von 125 kWh / m²*a Sanierungsmaßnahmen, insbesondere der Gebäudehülle vornehmen werden.

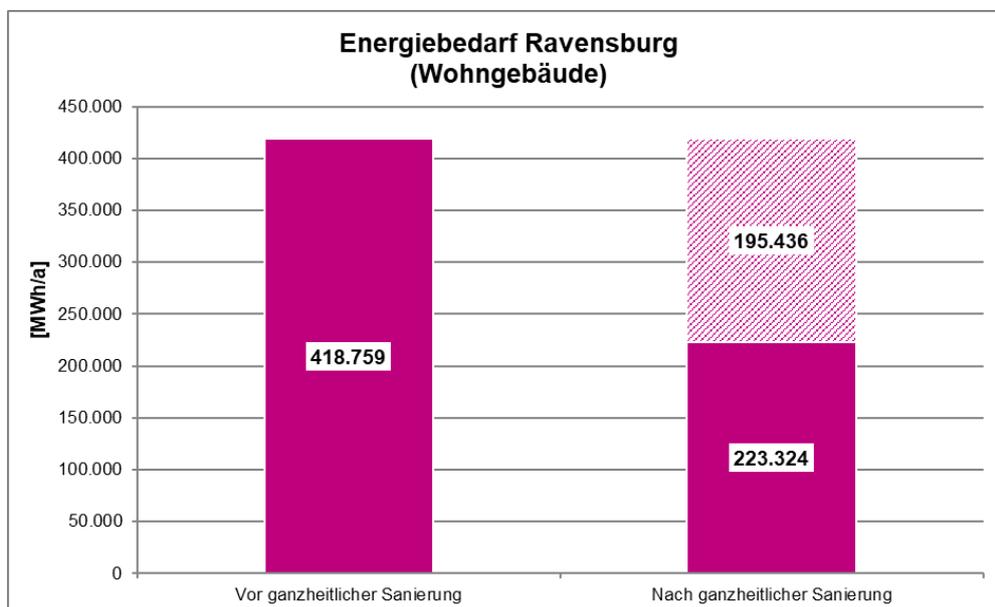


Diagramm 15: Energiebedarf vor und nach ganzheitlicher Sanierung (Wohngebäude)

Durch weiterführende Sanierungsmaßnahmen nach dem KfW-Standard 100 für Bestandsgebäude "KfW Effizienzhaus 100" ist es möglich, einen wesentlichen Schritt in Richtung der Klimaneutralität zu gehen und alle rechtlichen Anforderungen zu erfüllen.

Der gesetzliche Neubaustandard liegt bei 75 % vom Niveau des Referenzgebäudes KfW 100.

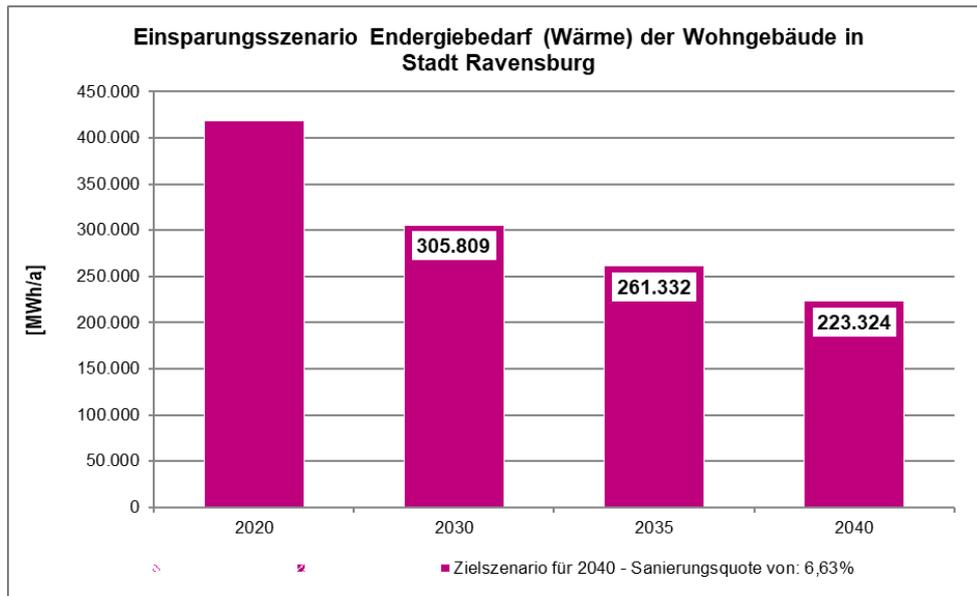


Diagramm 16: Sanierungsziele der Gebäudesanierung gemäß KfW - Effizienzhaus 100

Um diese Sanierungsziele bis 2040 zu erreichen, sind jährliche Sanierungsquoten von 6,63 % pro Jahr erforderlich. Derzeit liegt das Sanierungsszenario bei ca. 1 % pro Jahr.

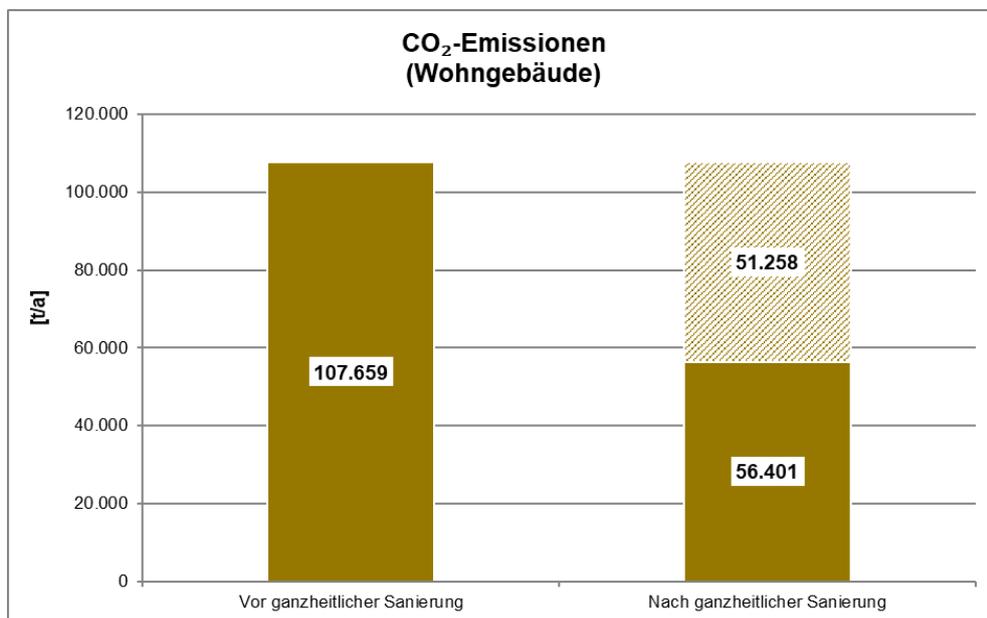


Diagramm 17: CO₂-Emissionen vor und nach ganzheitlicher Sanierung (Wohngebäude)

Im Rahmen von Bundes-Förderprogramme des KfW, beispielhaft „Energieeffizient Bauen“ und „Energieeffizient Sanieren“, unterstützt der Bund die Bürger bei der Umsetzung dieser Sanierungsaufgaben.

Ergebnis: Der Energiebedarf von Wohngebäuden, nach ganzheitlicher Sanierung ermöglicht **Einsparungen von ca. 195.000 MWh** Endenergie pro Jahr. Unter Betrachtung des vorhandenen Energie-Mixes der Stadt würde dann der CO₂ Ausstoß um ca. **51.248 Tonnen CO₂ reduziert** werden.

3.7 Netzanalysen – Wärmeversorgung

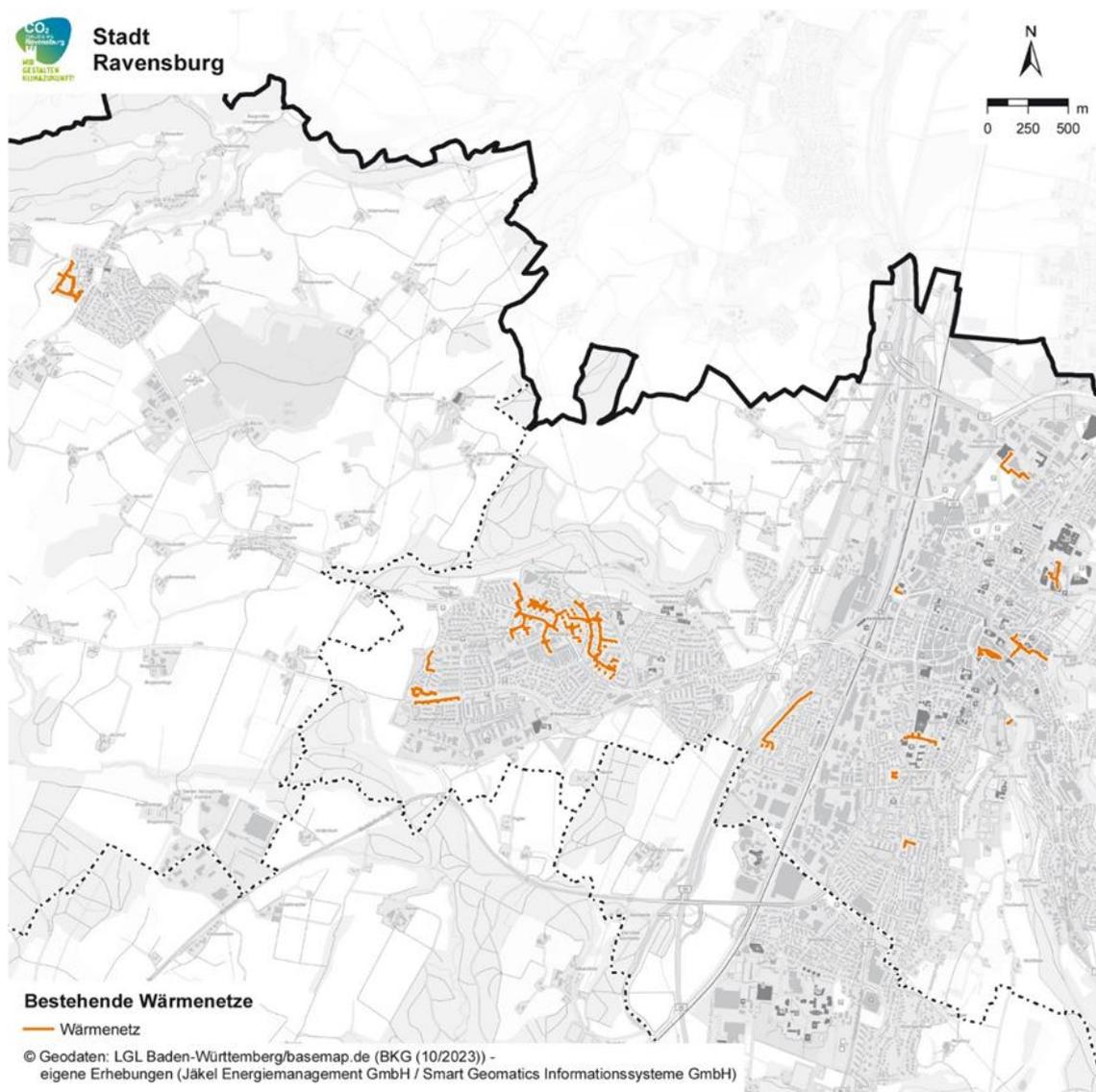


Abbildung 7: vorhandene Wärmenetze im Stadtbereich Ravensburg

Im Stadtgebiet von Ravensburg und Weingarten gibt es unterschiedliche Wärmenetze. Diese reichen vom kleinen Wärmeverbund der sich auf einem zusammenhängenden Grundstück befindet bis zu Nah- und Fernwärmenetzen die mehrere Gebäude mit Wärme versorgen. Aktuell gibt es in Ravensburg mehrere Wärmenetze, die sich im Eigentum der Technische Werke Schussental GmbH & Co. KG befinden. Weiter besitzt der Ravensburger Verkehrs- und Versorgungsbetrieb sowie die Stadtwerke Weingarten, Wärmenetze die im hoheitlichen Bereich der Städte eingerichtet wurden. In den Stadtgebieten befinden sich weiter noch Netze des Landkreis Ravensburg und diverse kleiner private Wärmenetze.

Nachfolgend sind die wichtigsten Informationen zu den einzelnen Wärmenetzen zusammengefasst (Stand 2022):

Bezeichnung	Anzahl Gebäude		Bezeichnung	Anzahl Gebäude	
Wärmenetz Weststadt	Ravensburg	156	Wärmenetz Feuerwehr	Ravensburg	5
Wärmenetz Wohnen am Hofgut	Ravensburg	11	Wärmenetz Schulzentrum	Ravensburg	8
Wärmenetz Huberesch 2	Ravensburg	10	Wärmenetz Klosterarkaden	Weißenaau	5
Wärmenetz Huberesch 1	Ravensburg	29	Wärmenetz Schule	Eschach	4
Wärmenetz Springerstraße	Ravensburg	10	Wärmenetz Eissporthalle	Ravensburg	3
Wärmenetz Uferstraße	Ravensburg	25	Wärmenetz Schulcampus	Weingarten	12
Wärmenetz Fischerwiese	Ravensburg	4	Fernwärme Innenstadt	Ravensburg	
Wärmenetz Gartenstraße	Ravensburg	10			

Tabelle 15: Wärmenetze im Bestand

Die bekannten und im folgenden aufgeführten Wärmenetze, decken einen jährlichen Wärmebedarf in den unterschiedlichen Wärmenetzgebiet der Städte Ravensburg und Weingarten von ungefähr 19.000 MWh in 2022 ab.

Bezeichnung Wärmenetz	Weststadt Ravensburg	
Eigentümer	Technische Werke Schussental GmbH & Co.KG	
Klassifikation	Fernwärme	
Versorgte Gebäude	156	Stk.
Versorgte Wohneinheiten	708	WE
Baujahr	1960	
Wärmemenge	6.300 MWh/a	
Wärmeerzeugung		
Erzeuger 1 - Typ	BHKW	
Erzeuger 1 - Wärmeleistung	281	kW
Erzeuger 1 - Brennstoff	Biomethan	
Erzeuger 1 - Anteil am Energiemix	29%	
Erzeuger 2 - Typ	Brennwertkessel	
Erzeuger 2 - Wärmeleistung	1.100	kW
Erzeuger 2 - Brennstoff	Erdgas	
Erzeuger 2 - Anteil am Energiemix	71%	
Erzeuger 3 - Typ	Brennwertkessel	
Erzeuger 3 - Wärmeleistung	3.000	kW
Erzeuger 3 - Brennstoff	Erdgas	
Erzeuger 3 - Anteil am Energiemix	0%	

Bezeichnung Wärmenetz	Schulzentrum Ravensburg	
Eigentümer	Technische Werke Schussental GmbH & Co.KG	
Klassifikation	Wärmeverbund	
Versorgte Gebäude	8	Stk.
Versorgte Wohneinheiten	2	NE
Baujahr	2002	
Wärmemenge	2.500 MWh/a	
Wärmeerzeugung		
Erzeuger 1 - Typ	Holzhackschnitzelkessel	
Erzeuger 1 - Wärmeleistung	550	kW
Erzeuger 1 - Brennstoff	Holzhackschnitzel	
Erzeuger 1 - Anteil am Energiemix	49%	
Erzeuger 2 - Typ	Brennwertkessel	
Erzeuger 2 - Wärmeleistung	560	kW
Erzeuger 2 - Brennstoff	Erdgas	
Erzeuger 2 - Anteil am Energiemix	51%	
Erzeuger 3 - Typ	Niedertemperaturkessel	
Erzeuger 3 - Wärmeleistung	1.200	kW
Erzeuger 3 - Brennstoff	Erdgas	
Erzeuger 3 - Anteil am Energiemix	0%	

Bezeichnung Wärmenetz		Huberesch 1 Ravensburg	
Eigentümer	Technische Werke Schussental GmbH & Co.KG		
Klassifikation	Nahwärme		
Versorgte Gebäude	29 Stk.		
Versorgte Wohneinheiten	29 WE		
Baujahr	1991		
Wärmemenge	325 MWh/a		
Wärmeerzeugung			
Erzeuger 1 - Typ	Brennwertkessel		
Erzeuger 1 - Wärmeleistung	291 kW		
Erzeuger 1 - Brennstoff	Biomethan		
Erzeuger 1 - Anteil am Energiemix	88%		
Erzeuger 2 - Typ	Solarthermie		
Erzeuger 2 - Wärmeleistung	40 kW		
Erzeuger 2 - Anteil am Energiemix	12%		

Bezeichnung Wärmenetz		Huberesch 2 Ravensburg	
Eigentümer	Technische Werke Schussental GmbH & Co.KG		
Klassifikation	Nahwärme		
Versorgte Gebäude	10 Stk.		
Versorgte Wohneinheiten	107 WE		
Baujahr	1991		
Wärmemenge	655 MWh/a		
Wärmeerzeugung			
Erzeuger 1 - Typ	Brennwertkessel		
Erzeuger 1 - Wärmeleistung	225 kW		
Erzeuger 1 - Brennstoff	Erdgas		
Erzeuger 1 - Anteil am Energiemix	100%		
Erzeuger 2 - Typ	Niedertemperaturkessel		
Erzeuger 2 - Wärmeleistung	230 kW		
Erzeuger 2 - Brennstoff	Erdgas		
Erzeuger 2 - Anteil am Energiemix	0%		

Bezeichnung Wärmenetz		Springerstraße Ravensburg	
Eigentümer	Technische Werke Schussental GmbH & Co.KG		
Klassifikation	Nahwärme		
Versorgte Gebäude	10 Stk.		
Versorgte Wohneinheiten	106 WE		
Baujahr	1988		
Wärmemenge	660 MWh/a		
Wärmeerzeugung			
Erzeuger 1 - Typ	Brennwertkessel		
Erzeuger 1 - Wärmeleistung	350 kW		
Erzeuger 1 - Brennstoff	Erdgas		
Erzeuger 1 - Anteil am Energiemix	100%		
Erzeuger 2 - Typ	Niedertemperaturkessel		
Erzeuger 2 - Wärmeleistung	400 kW		
Erzeuger 2 - Brennstoff	Erdgas		
Erzeuger 2 - Anteil am Energiemix	0%		

Bezeichnung Wärmenetz		Uferstraße Ravensburg	
Eigentümer	Technische Werke Schussental GmbH & Co.KG		
Klassifikation	Nahwärme		
Versorgte Gebäude	25 Stk.		
Versorgte Wohneinheiten	301 WE		
Baujahr	1997		
Wärmemenge	600 MWh/a		
Wärmeerzeugung			
Erzeuger 1 - Typ	Holzhackschnitzelkessel		
Erzeuger 1 - Wärmeleistung	300 kW		
Erzeuger 1 - Brennstoff	Holzhackschnitzel		
Erzeuger 1 - Anteil am Energiemix	92%		
Erzeuger 2 - Typ	Brennwertkessel		
Erzeuger 2 - Wärmeleistung	175 kW		
Erzeuger 2 - Brennstoff	Erdgas		
Erzeuger 2 - Anteil am Energiemix	8%		

Bezeichnung Wärmenetz		Fischerwiese Ravensburg	
Eigentümer	Technische Werke Schussental GmbH & Co.KG		
Klassifikation	Wärmeverbund		
Versorgte Gebäude	4 Stk.		
Versorgte Wohneinheiten	34 WE		
Baujahr	2012		
Wärmemenge	580 MWh/a		
Wärmeerzeugung			
Erzeuger 1 - Typ	BHKW		
Erzeuger 1 - Wärmeleistung	12 kW		
Erzeuger 1 - Brennstoff	Erdgas		
Erzeuger 1 - Anteil am Energiemix	26%		
Erzeuger 2 - Typ	Brennwertkessel		
Erzeuger 2 - Wärmeleistung	60 kW		
Erzeuger 2 - Brennstoff	Erdgas		
Erzeuger 2 - Anteil am Energiemix	74%		

Bezeichnung Wärmenetz		Gartenstraße Ravensburg	
Eigentümer	Technische Werke Schussental GmbH & Co.KG		
Klassifikation	Nahwärme		
Versorgte Gebäude	10 Stk.		
Versorgte Wohneinheiten	69 WE		
Baujahr	2000		
Wärmemenge	615 MWh/a		
Wärmeerzeugung			
Erzeuger 1 - Typ	Holzhackschnitzelkessel		
Erzeuger 1 - Wärmeleistung	300 kW		
Erzeuger 1 - Brennstoff	Holzhackschnitzel		
Erzeuger 1 - Anteil am Energiemix	88%		
Erzeuger 2 - Typ	Brennwertkessel		
Erzeuger 2 - Wärmeleistung	145 kW		
Erzeuger 2 - Brennstoff	Erdgas		
Erzeuger 2 - Anteil am Energiemix	12%		

Bezeichnung Wärmenetz		Klosterarkaden Ravensburg	
Eigentümer	Technische Werke Schussental GmbH & Co.KG		
Klassifikation	Nahwärme		
Versorgte Gebäude	5 Stk.		
Versorgte Wohneinheiten	62 WE		
Baujahr	2017		
Wärmemenge	520 MWh/a		
Wärmeerzeugung			
Erzeuger 1 - Typ	BHKW		
Erzeuger 1 - Wärmeleistung	39 kW		
Erzeuger 1 - Brennstoff	Erdgas		
Erzeuger 1 - Anteil am Energiemix	27%		
Erzeuger 2 - Typ	BHKW		
Erzeuger 2 - Wärmeleistung	39 kW		
Erzeuger 2 - Brennstoff	Erdgas		
Erzeuger 2 - Anteil am Energiemix	29%		
Erzeuger 3 - Typ	Brennwertkessel		
Erzeuger 3 - Wärmeleistung	480 kW		
Erzeuger 3 - Brennstoff	Erdgas		
Erzeuger 3 - Anteil am Energiemix	44%		

Bezeichnung Wärmenetz		Wohnen am Hofgut Ravensburg	
Eigentümer	Technische Werke Schussental GmbH & Co.KG		
Klassifikation	Nahwärme		
Versorgte Gebäude	11 Stk.		
Versorgte Wohneinheiten	121 WE		
Baujahr	2015		
Wärmemenge	516 MWh/a		
Wärmeerzeugung			
Erzeuger 1 - Typ	BHKW		
Erzeuger 1 - Wärmeleistung	39 kW		
Erzeuger 1 - Brennstoff	Biomethan		
Erzeuger 1 - Anteil am Energiemix	31%		
Erzeuger 2 - Typ	Brennwertkessel		
Erzeuger 2 - Wärmeleistung	200 kW		
Erzeuger 2 - Brennstoff	Erdgas		
Erzeuger 2 - Anteil am Energiemix	22%		
Erzeuger 3 - Typ	BHKW		
Erzeuger 3 - Wärmeleistung	19 kW		
Erzeuger 3 - Brennstoff	Erdgas		
Erzeuger 3 - Anteil am Energiemix	18%		
Erzeuger 4 - Typ	BHKW		
Erzeuger 4 - Wärmeleistung	200 kW		
Erzeuger 4 - Brennstoff	Erdgas		
Erzeuger 4 - Anteil am Energiemix	29%		

Bezeichnung Wärmenetz		Schule Eschach		Bezeichnung Wärmenetz		Eissporthalle Ravensburg	
Eigentümer	Ravensburger Verkehrs- und Versorgungsbetriebe			Eigentümer	Ravensburger Verkehrs und Versorgungsbetriebe		
Klassifikation			Wärmeverbund	Klassifikation			Nahwärme
Versorgte Gebäude			4 Stk.	Versorgte Gebäude			3 Stk.
Versorgte Wohneinheiten			3 NE	Versorgte Wohneinheiten			3 NE
Baujahr				Baujahr			2014
Wärmemenge			1.100 MWh/a	Wärmemenge			1.500 MWh/a
Wärmeerzeugung				Wärmeerzeugung			
Erzeuger 1 - Typ			BHKW	Erzeuger 1 - Typ			BHKW
Erzeuger 1 - Wärmeleistung			20 kW	Erzeuger 1 - Wärmeleistung			200 kW
Erzeuger 1 - Brennstoff			Erdgas	Erzeuger 1 - Brennstoff			Erdgas
Erzeuger 1 - Anteil am Energiemix			34%	Erzeuger 1 - Anteil am Energiemix			42%
Erzeuger 2 - Typ			Brennwertkessel	Erzeuger 2 - Typ			Brennwertkessel
Erzeuger 2 - Wärmeleistung			478 kW	Erzeuger 2 - Wärmeleistung			580 kW
Erzeuger 2 - Brennstoff			Erdgas	Erzeuger 2 - Brennstoff			Erdgas
Erzeuger 2 - Anteil am Energiemix			66%	Erzeuger 2 - Anteil am Energiemix			58%

Bezeichnung Wärmenetz		Feuerwehr Ravensburg	
Eigentümer	Technische Werke Schussental GmbH & Co.KG		
Klassifikation			Nahwärme
Versorgte Gebäude			5 Stk.
Versorgte Wohneinheiten			2 NE
Baujahr			2004
Wärmemenge			460 MWh/a
Wärmeerzeugung			
Erzeuger 1 - Typ			Brennwertkessel
Erzeuger 1 - Wärmeleistung			270 kW
Erzeuger 1 - Brennstoff			Erdgas
Erzeuger 1 - Anteil am Energiemix			100%

Bezeichnung Wärmenetz		Schulcampus Weingarten		Bezeichnung Wärmenetz		Boschstraße Weingarten	
Eigentümer	Stadtwerke Weingarten			Eigentümer	Technische Werke Schussental GmbH & Co.KG		
Klassifikation			Nahwärme	Klassifikation			Wärmeverbund
Versorgte Gebäude			13 Stk.	Versorgte Gebäude			2 Stk.
Versorgte Wohneinheiten			4 NE	Versorgte Wohneinheiten			44 WE
Baujahr			2001	Baujahr			2007
Wärmemenge			2.500 MWh/a	Wärmemenge			100 MWh/a
Wärmeerzeugung				Wärmeerzeugung			
Erzeuger 1 - Typ			BHKW	Erzeuger 1 - Typ			Brennwertkessel
Erzeuger 1 - Wärmeleistung			500 kW	Erzeuger 1 - Wärmeleistung			120 kW
Erzeuger 1 - Brennstoff			Biomethan	Erzeuger 1 - Brennstoff			Erdgas
Erzeuger 1 - Anteil am Energiemix			56%	Erzeuger 1 - Anteil am Energiemix			100%
Erzeuger 2 - Typ			Brennwertkessel				
Erzeuger 2 - Wärmeleistung			1.100 kW				
Erzeuger 2 - Brennstoff			Erdgas				
Erzeuger 2 - Anteil am Energiemix			44%				

Tabelle 16: Nahwärmenetzdarstellungen

Wärmenetze haben den Vorteil, flächendeckende Treibhausgaseinsparungen durch den Ersatz fossiler Energieträger zu ermöglichen. Die Umstellung der Energieträger in Bestands- und Neunetzen könnten schnell zu enormen Einsparungen führen. Zusätzlich lassen sich Wärmenetze schnell auf geänderte Randbedingungen anpassen. Durch die schnellere Unabhängigkeit von Gas und Öl steigt die Attraktivität dieser Projektplanung und Umsetzung für die Endkunden. Auch die anstehenden gesetzlichen Möglichkeiten des aktuellen Gebäudeenergiegesetzes (GEG vom 08.09.2023) wird die Anschlussquote an Wärmenetze erhöhen.

Für die Errichtung neuer und Transformation bestehender Fern- und Nahwärmenetze ergeben sich folgende Empfehlungen:

- Transformation bestehender Wärmenetze zu mind. 85 % Erneuerbaren bis 2030
- Ausbau Wärmenetze gemäß KWP: mind. 2.000 m p.a.
- Bei der Konzeption der Wärmeerzeugung werden alle ermittelten Potentiale zur klimaneutralen Beheizung in Betracht gezogen. Hierzu gehören Ab- und Umweltwärme (z.B.

- Luft, Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden, Grundwasser, Flusswasser, Abwasser und Abwärme aus den gewerblichen Sektoren), die direkte Nutzung geothermischer Wärme,
- solarthermische Energie – speziell im Sommerhalbjahr sowie zu geringen Teilen von Biomasse und Biogas sowie ggf. Wasserstoff und die Direktnutzung von erneuerbar erzeugtem Strom (Power to Heat).
 - Umsetzung möglicher Prozessstrukturen für eine Verbesserung energieeffizienter Wärmenetze (Beispielhaft: Überarbeitung der TAB und Nutzung effizienterer Kundenanlagen; Reduzierung von Wärmeverlustleistungen durch Einbindung von warmen- und kalten-Wärmenetzen in die gesamte Strategieplanung und Einbindung von weiteren Schwerpunktgebieten)
 - Bis zum Zieljahr 2040 soll der Wärmebedarf der Städte zu mehr als 40% über dekarbonisierte Wärmenetze (Fernwärme und Nahwärme) gedeckt werden.

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanungen in den beiden Städten Ravensburg und Weingarten konnten in Zusammenarbeit mit dem örtlichen Energiedienstleister Technische Werke Schussental GmbH & Co. KG, Eignungsgebiete für den Ausbau von Wärmenetzen ausgewiesen werden. Dabei gingen Kriterien wie Wärmbedarfsdichte und Wärmestromdichte, Kernkunden und große Einzelverbraucher, Alter der Heizungen, vorhandene Netzinfrastruktur, Gebäude- und Siedlungsstruktur, sowie lokal verfügbare erneuerbare Wärmequellen und potenzielle Abwärmequellen in die Bewertung ein. Die Technische Werke Schussental GmbH & Co. KG haben bereits damit begonnen, einige Bereiche für die Nachverdichtung oder den Bau von Wärmenetzen unter anderem im Rahmen eines Quartierskonzeptes (Weststadt) genauer zu untersuchen. Die weiteren Eignungsgebiete für Wärmenetze und Randzonen, sollen sukzessive untersucht und erschlossen werden, um das Ziele der Klimaneutralität bis 2040 zu erreichen (siehe Maßnahmenplanung).

Ein Anschluss- und Benutzungszwang wird in beiden Kommunen derzeit nicht gefordert. Beide Städte setzen auf wirtschaftlich und ökologisch überzeugende Versorgungskonzepte und Beratungsgespräche.

3.8 Gasnetzanalysen – Bestand

Im Stadtbereich von Ravensburg ist das Erdgasnetz flächendeckend ausgebaut. In Randbereichen und jüngeren Neubaugebieten ist das Gasnetz teilweise nicht ausgebaut bzw. existieren Stickleitungen in diese Gebiete.

Entsprechend dem Klimaschutzgesetz, das die Klimaneutralität bis 2045 vorsieht, endet die Erdgasversorgung nach derzeitigem Planungsstand spätestens 2045 vollständig. Bis dahin sieht das Gebäude-Energie-Gesetz eine schrittweise Substitution des Erdgases mit klimaneutralen Gasen wie z.B. Biomethan vor. Da diese Gase nach heutigem Stand nur eingeschränkt verfügbar sein werden, wird durch diese Vorgabe auch die Abgabemenge im Gasnetz begrenzt. Bereits jetzt werden aus diesem Grund keine Erneuerungen mehr im Erdgasnetz vorgenommen.

Ab 2030 werden Gasleitungen in Bereichen, die durch Wärmenetze erschlossen sind, schrittweise außer Betrieb genommen. Dabei gilt eine Übergangsfrist von mindestens fünf Jahren zwischen der Inbetriebnahme des Wärmenetzes und der Außerbetriebnahme des Gasnetzes. Parallel zu den Wärmenetzen wird in den nächsten Jahren eine Wasserstoffinfrastruktur aufgebaut, die jedoch nur eine Hochdruckebene für die Versorgung von Industriekunden mit nicht-elektrifizierbarem Prozesswärmebedarf sowie zur stromorientierten gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme in Heizkraftwerken in Verbindung mit Wärmenetzen umfasst.

Der Aufbau von Wasserstoff-Verteilnetzen auf Niederdruckebene ist nach aktuellem Planungsstand ebenso wenig vorgesehen wie die Beimischung von Wasserstoff ins Erdgasnetz, da der Betrieb von Einzelgebäudeheizungen, PKW etc. mit Wasserstoff aufgrund der Umwandlungsverluste nach heutigem Kenntnisstand auch in Zukunft keine wirtschaftliche Option sein wird.

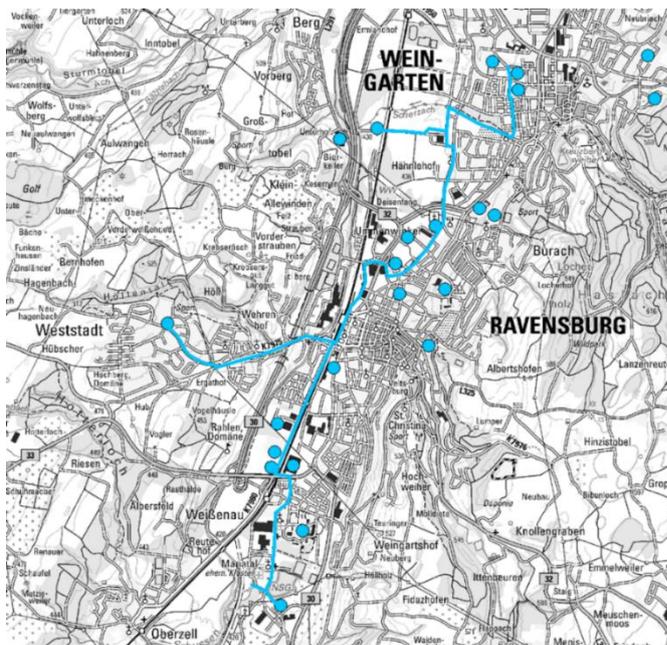


Abbildung 8: Aufbau Wasserstoff-Kernnetz für die Industrie (Prozesswärme)

Folgende Schlussfolgerungen lassen sich aus der Gasnetzanalyse ableiten:

- Das Erdgasnetz wird zwischen 2030 und 2045 schrittweise außer Betrieb genommen
- Wasserstoff wird nicht zu Heizzwecken im klassischen Einfamilienhaus zum Einsatz kommen
- Einsatz im Bereich der Fernwärme ist denkbar bei stromorientierter gekoppelter Erzeugung von Strom und Wärme

Obwohl das Thema Erdgasnetze im Verlauf der Erarbeitung von kommunalen Wärmeplanungen in Ravensburg und Weingarten thematisiert wurde, ist die globale und nationale Zukunft der Erdgasnetze derzeit schwer zu prognostizieren. Verschiedene Szenarien zwischen vollständiger Stilllegung und vollständigem Weiterbetrieb mit klimaneutralen Gasen sind denkbar. Für Ravensburg und Weingarten wurde der derzeit wahrscheinlichste Fall beschrieben.

Die Diskussionen, die Datenerhebungen und die Ziel-Szenarien-Entwicklung bis 2040 zur Zukunft der Gasnetze rechtfertigen einen Rückbau mit gleichzeitiger Erschließung der Infrastruktur mit Fernwärmevernetzung

4. Potentialanalyse

4.1 Methodik

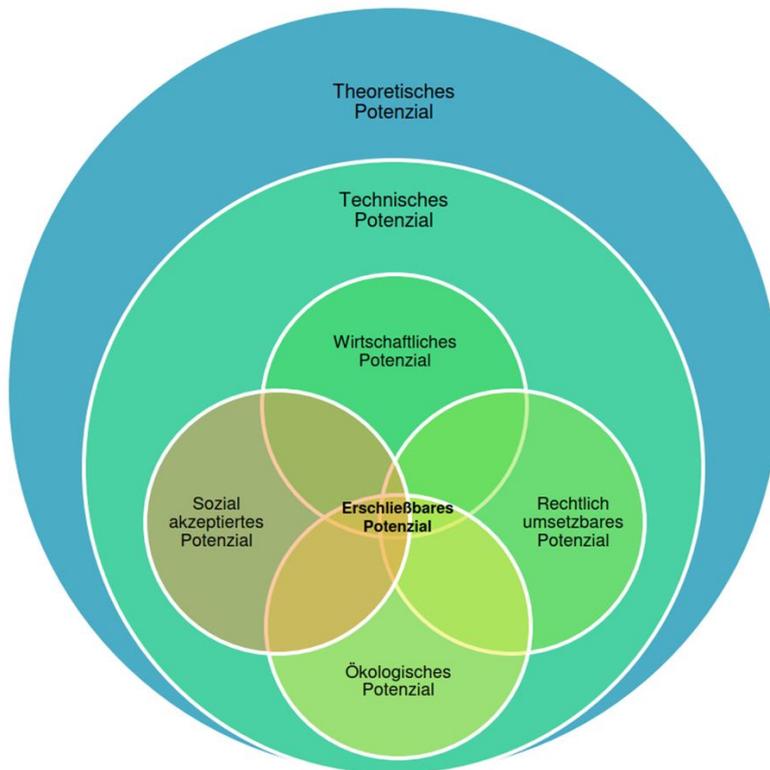


Abbildung 9: Zusammenhänge der verschiedenen Potentialbegriffe⁹

Das theoretische Potential beschreibt das innerhalb einer gegebenen Region zu einem bestimmten Zeitpunkt beziehungsweise innerhalb eines bestimmten Zeitraumes theoretisch physikalisch nutzbare Energieangebot eines Energieträgers oder einer Energietechnik.

Beispiel: Die gesamte im Wind enthaltene Energie.

Das technische Potential ist der Anteil des theoretischen Potentials, der unter Berücksichtigung der gegebenen technischen Restriktionen nutzbar ist. Beispiel: Die von der Windenergieanlage aufnehmbare Energie. Innerhalb des technischen Potentials befindet sich das wirtschaftliche, das rechtlich umsetzbare, das ökologische und das sozial akzeptierte Potential. Überschneiden sich alle Aspekte, dann sind alle Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Realisierung des Potentials gegeben. Dieses Potential kann das tatsächlich erschließbare Potential genannt werden.

Das wirtschaftliche Potential ist der Anteil des technischen Potentials, wenn die Gesamtkosten für die Energieumwandlung einer erneuerbaren Energiequelle berechnet wurden und in der gleichen Bandbreite liegen wie die Gesamtkosten konkurrierender Systeme.

Beispiel: Stromgewinnung aus Windenergie eines bestimmten Windenergieparks kann zu

⁹ Quelle: EA RV aus „Integriertes-Energie-und-Klimaschutzkonzept-GMS“ vom 31.03.2015

gleichen Kosten ermöglicht werden wie Stromgewinnung aus Kohlekraftwerken unter Berücksichtigung von z.B. CO₂-Bepreisung.

Das rechtlich umsetzbare Potential ist der übrigbleibende Anteil des technischen Potentials, wenn alle aus rechtlichen Gründen nicht realisierbaren Potentiale wegfallen.

Beispiel: Es bestehen Rechtsgrundlagen für den Mindestabstand zwischen Windenergieanlagen und Wohngegenden. Aus diesem Grund können die Potentiale in dieser Zone nicht genutzt werden.

Das ökologische Potential ist der Anteil des technischen Potentials, der unter Abwägung von z.B. Diversität und Wechselwirkungen sowohl zwischen den Lebenswesen als auch zwischen Lebenswesen und ihrer Umwelt noch vertretbar ist.

Beispiel: Wenn durch den Bau einer Windkraftanlage die Population einer geschützten Art (beispielsweise des roten Milans) gefährdet würde, entfällt das Potential innerhalb von diesen Gebieten.

Das sozial akzeptierte Potential ist der Anteil des technischen Potentials, der von der betroffenen Bevölkerung akzeptiert wird. Die Einwirkung dieser Komponente wird oftmals unterschätzt.

Beispiel: Gegen Windenergie gibt es landesweit einige Bürgerinitiativen. Finden diese Initiativen genügend Anhänger und haben vor Gericht Erfolg, werden Potentiale nur zeitverzögert oder gar nicht realisiert. Aus diesem Grund ist es sehr wichtig die betroffenen Beteiligten so früh wie möglich einzubinden, um das sozial akzeptierte Potential zu vergrößern.

In Zusammenarbeit mit den Stadtverwaltungen, wurden folgende **Technische Potentiale** identifiziert:

- Abwärme aus Abwasser im Kanalnetz
- Abwärme aus Abwasser am Austritt der Kläranlage
- Klärschlamm
- Holz – Restholz
- Holz
- Grünschnitt gehäckselt
- Wiesenschnitt
- Grünschnitt Friedhöfe
- Biomasse Biogas (über Bebauungsplan)
- Photovoltaik und Solarthermie (Dachflächen)
- Photovoltaik und Solarthermie (Freiflächen)
- Tiefengeothermie
- oberflächennahe Geothermie
- Wärme aus Oberflächengewässer
- Industrielle Abwärme
- Wasserkraft
- Windkraft

4.2 Zusammenfassung Technische Potentiale

Die in der folgenden Tabelle aufgeführten technischen Potentiale, wurden im Zuge der Potentialanalyse unter Berücksichtigung von realistischen Annahmen bewertet und führen zu folgendem Ergebnis:

Kommunale Wärmeplanung Quelle	Potentialanalyse Werte in MWh	
Abwasserumweltwärme in Abwasserkanälen	13.490	3,0%
Holz	2.125	0,5%
Grünschnittarten / Wiesenschnitt	3.252	0,7%
Biogas (über Bebauungsplan)	25.124	5,5%
Tiefengeothermie	91.067	20,0%
oberflächennahe Geothermie	100.070	22,0%
Oberflächen-Wassernutzung	43.095	9,5%
Luftenergie als Umweltwärme & Solarthermie	63.144	13,9%
Technische Potentiale Abwärme	27.200	6,0%
Zusammenfassung (ohne Hilfsenergie)	368.567	Umweltenergie
Luftenergie / PV-Stromanteil	35.080	7,7%
Geo-Oberflächennahe- /Stromanteil	29.482	6,5%
Oberflächenwasser- /Stromanteil	12.313	2,7%
Abwassermenge-WP- / Stromanteil	2.684	0,6%
Abwärmepotential Gewerbe /Stromanteil	7.771	1,7%
Zusammenfassung (Hilfsenergie für Wärme)	87.331	100,0%
Regenerativer Energie (techn. Potential) vor ganzheitlicher Sanierung (Basisjahr 2022)	455.898	108,9%
Energiebedarf Wohngebäude	418.759	
Regenerativer Energie (techn. Potential) Nach ganzheitlicher Sanierung (Zieljahr 2040)	455.898	204,1%
Energiebedarf Wohngebäude	223.324	
<i>Regenerative Stromerzeugung</i>		
PV Dachflächenpotential	273.964	
Freiflächen PV/Solarthermie	421.739	
Wasserkraft	2.389	
Windkraftnutzung;	0	
Eigenstromnutzung für Wärmeproduktion	-87.331	
Zusammenfassung (Netzeinspeisung)	610.761	

Tabelle 17: Tabellarische Zusammenfassung Technische Potentiale

Im Zielszenario (Pkt. 5) erfolgen weitere Analysen, welche dann ein klimaneutrales Szenario, unter möglichst realistischer Berücksichtigung der vorhandenen Potentiale, beschreiben.

In den nachfolgenden Punkten werden die vorhandenen Technischen Potentiale im Einzelnen erläutert und beschrieben.

Die dort ermittelten Kennwerte sind i.d.R. nicht wirtschaftlich-sozial und in der komplexen Güte sowie Quantität umsetzbar.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die beiden Städte Ravensburg und Weingarten vor allem über erhebliche Potentiale bei der Solarenergie verfügt. Auch die oberflächennahe- und Tiefen-Geothermie stellen in diesem Territorium vielversprechende Wärmequellen dar. Umweltwärme in Form von Luft wurde nicht quantifiziert (da praktisch unbegrenzt) und darum an dieser Stelle nicht dargestellt.

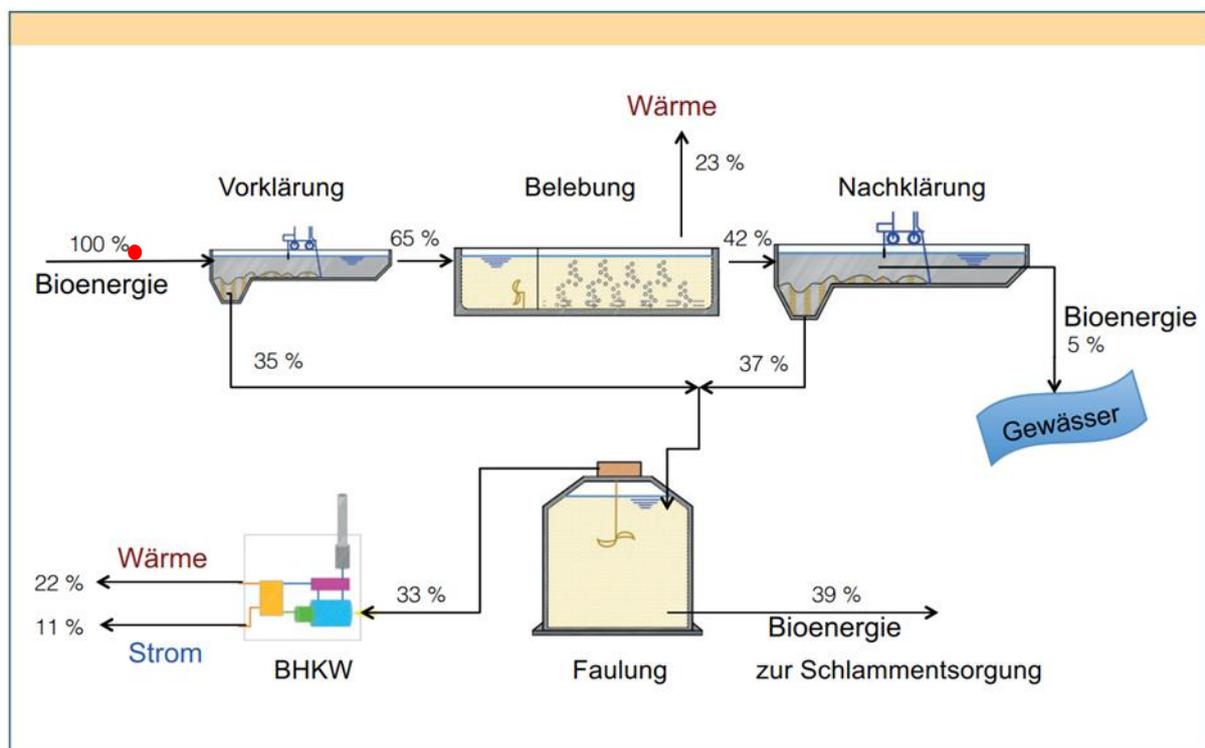
Beide Städte können ihren „heutigen“ Wärmebedarf anhand der technisch-wirtschaftlichen Potentiale selbst decken. Allerdings dürfte das tatsächlich realisierbare Potential auf absehbare Zeit nicht genügen, um die Stadt komplett mit erneuerbarer Wärme zu versorgen. Zudem werden die dargestellten Strompotentiale auch für die Sektoren Mobilität und Stromversorgung benötigt.

4.3 Wärme und Energie aus Abwasser

Die Abwasserbeseitigung als nachhaltiges Potential zur Wärmeerzeugung kann theoretisch einen großen Beitrag zu einer nachhaltigen Wärmeversorgung liefern. So kann zum einen das im Faulprozess entstehende Faulgas und der Klärschlamm als Abfallprodukt aus der Kläranlage direkt thermisch verwertet werden. Zum anderen kann das in die Abwasserkanäle der Stadtentwässerung eingeleitete Abwasser als Abwärmequelle genutzt werden. So enthält das Abwasser aus der vorigen Nutzung Wärmeenergie. Dieses Potential kann auf unterschiedliche Weise und an unterschiedlichen Bereichen der Abwasserbeseitigung genutzt werden:

- Durch die Verwendung des nicht gereinigten Abwassers vor der Kläranlage im Abwasserkanal
- durch direkte Nutzung in der Kläranlage
- durch Nutzung des gereinigten Abwassers nach der Kläranlage

Die Abwärme kann bedingt durch das niedrige Temperaturniveau nicht direkt genutzt werden. Sie muss mittels Wärmepumpenprozess und unter Aufwendung von Hilfsenergie, auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben werden. Dagegen ist Abwasser ganzjährigen mit relativ konstanten Temperaturen und Volumenströmen verfügbar.



Das Klärwerk Langwiese des Abwasserzweckverbandes Mariatal hat ein Einzugsgebiet von ungefähr 80.000 Einwohnern sowie zahlreiche Gewerbe- und Industriebetriebe. Dem Klärwerk werden jährlich zwischen 12 und 16 Mio. Kubikmeter Abwasser zugeleitet.

Die nachfolgenden Messdaten zur Energiegewinnung aus dem Abwassernetz der Städte Ravensburg und Weingarten wurden hauptsächlich aus folgender Quelle entnommen:

- Abwasserzweckverband Mariatal; Ravensburg Weingarten Baienfurt Berg <https://www.azv-mariatal.de/> „Umwelterklärung 2023 mit den Verbrauchsdaten der Jahre 2020 bis 2022“

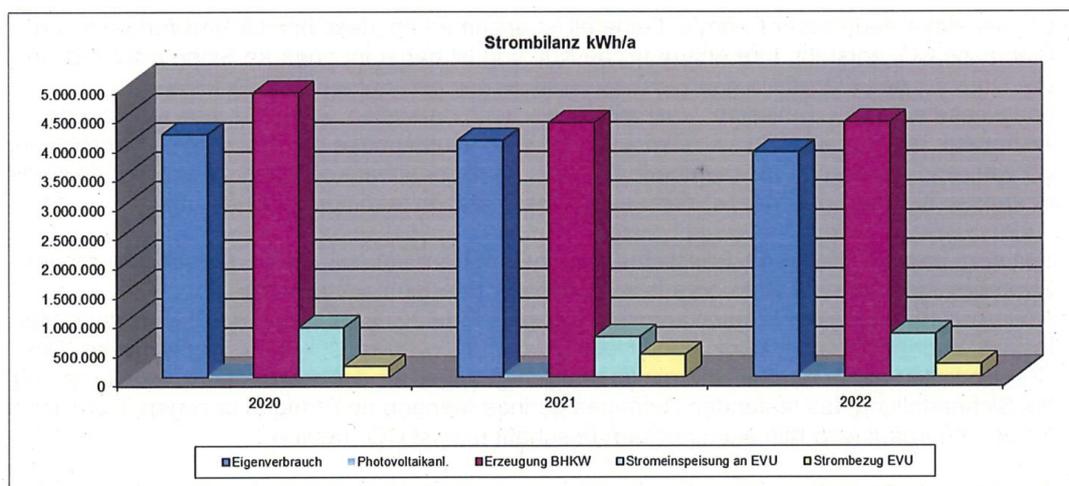


Diagramm 18: Strombilanz der AZV Mariatal in den Jahren 2020 – 2022

Ausgangswert der Berechnung ist die Annahme „getrockneter Klärschlamm“.

Posten	Einheit	Verbrauch		
		2020	2021	2022
Energie				
Strom (von außen)	kWh	191.044	390.558	225.845
Eigenstromerzeugung Blockheizkraftwerke	kWh	4.855.056	4.337.923	4.351.901
Photovoltaikanlage	kWh	40.912	47.426	53.720
Klärgas	m³	2.063.806	1.772.103	1.759.718
Erdgas	m³	1.505	3.998	15
Diesel	Ltr.	2.535	3.166	1.739
Benzin	Ltr.	46	70	23
Wasser				
Trinkwasser	m³	1.054	1.152	815
Brauchwasser (ab 2021 gemessen, zuvor angenommen)	m³	250.000	355.000	289.112

Tabelle 18: Energiebedarf - Zusammenstellung Abwasserzweckverband Mariatal

Der notwendige Strombedarf wird bilanziell vollständig aus der BHKW-Anlage und der PV-Anlage abgedeckt. Der notwendige Primärenergiebedarf wird zum großen Teil aus dem eigengenerzierten Klärgas gedeckt. Aus dem öffentlichen Netz wurden 2022 ca. 226.000 kWh bezogen. Im selben Jahr wurden aber in das vorgelagerte Stromnetz rund 738.000 kWh Strom eingespeist. Die auf dem

Grundstück der Kläranlage befindliche PV-Anlage speiste im Jahr 2022 ca. 54.000 kWh Strom in das vorgelagerte Stromnetz ein.

Abwärmepotential aus Abwasserkanälen

- 51.482 EW/10.000 EW * 15 Liter/s * 7 (F) = 540 kW
- mögliche Jahresarbeitsmenge bei jährlich 8.760 h = 4.730 MWh

Die Abwasserwärmemenge aus Industrie und Gewerbe ist hierbei nicht berücksichtigt.

Das Potential kann erhöht werden, wenn die zulässige Abkühlung erhöht wird, diese wird vom Betreiber der Abwasseranlagen festgelegt. Durch doppelte Temperaturdifferenz verdoppelt sich das Potential.

Die Temperaturen im Abwasserkanal regenerieren sich nach wenigen 100 m, sodass das Potential deutlich höher sein kann, als hier in erster Näherung abgeschätzt.

Abwärmepotential am Austritt der Kläranlage

Die Abflussquote der GMS liegt bei 170 bis 180 Liter / s und befindet sich im Stadtbereich der Stadt Ravensburg.

Wasser (vgl. Abschnitt 7.1 Input und 7.2 Output)		2020	2021	2022
Behandeltes Abwasser	m ³	15.650.375	18.181.689	14.147.316

Nutzbare Temperatursenke liegt im Jahresmittel bei 4 °C.

$$Q_{th} = 15.993.127 \text{ m}^3 * 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{K}} * 3\text{K} * \frac{1 \text{ MWh}}{3.600.000 \text{ kJ}} * \frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^3} = 55.843 \text{ MWh}$$

Klärschlamm

Abfall (vgl. Abschnitt 7.1 Input und 7.2 Output)				
Klärschlamm	t	2.193	2.299	2.007

Abwasserzweckverband Mariatal / Klärwerk Langwiese (GMS)	2020	2021	2022	Durschnitt
behandeltes Abwasser in m ³ /Jahr	15.650.375	18.181.689	14.147.316	15.993.127
Klärschlamm m ³ /Jahr	2.193	2.299	2.007	2.166
Einwohner	207.133	175.175	191.143	185.157
Klärgas in kg-CO ₂	2.332.101	2.002.476	1.988.481	2.107.686
Klärgas in m ³ (1,13 kg CO ₂ = 1m ³)	2.063.806	1.772.103	1.759.718	1.865.209
Klärgas in kWh (6,32 kWh = 1m ³)	13.043.255	11.199.689	11.121.416	11.788.120
Einwohner RV	50.776	50.928	51.482	51.062
Abwasser pro EW	3.836.489	5.285.897	3.810.407	4.310.931
Klärschlammanteil RV	538	668	541	582
Klärschlamm pro EW	0,0106	0,0131	0,0105	0,0114
Klärgas in MWh (Ravensburg)	3.197	3.256	2.995	3.150
Klärgas in kg CO ₂ (Ravensburg)	571.685	582.173	535.573	563.143
Wärmepotential Abwasser in kW (Ravensburg)	533	535	541	536
Wärmenutzungspotential Abwasser in MWh (Ravensburg)	4.670	4.684	4.735	4.697
Wärmepotential Austritts-Abwasser in kW (Ravensburg)	533	535	541	536
Wärmenutzungspotential Austritts-Abwasser in MWh (Ravensburg)	4.670	4.684	4.735	4.697
Wärmenutzungspotential Klärschlamm (3,055 MWh/m ³)(Ravensburg)	1.643	2.042	1.652	1.779

Tabelle 19: Technisches Potential - Zusammenstellung Abwasserzweckverband Mariatal

In den Berechnungen wurden die Bevölkerungsanteile und der Standort der Kläranlage berücksichtigt.

Bei den folgenden Zusammenstellungen wurde der Klärgasanteil komplett dem Eigenanteil an Hilfsenergieprozessen (BHKW-Strom und BHKW-Wärme) zugeordnet.

Ergebnis:	Aus den vorliegenden Daten ergibt sich für die Bereiche ein theoretisch jährlich nutzbares technisches Potential von:	
	▪ Abwassermengen in Abwasserkanälen	4.697 MWh
	▪ Abwassermenge am Austritt der Kläranlage	7.014 MWh
	▪ Klärschlamm	1.779 MWh
	▪ Klärgas	3.150 MWh
	Der notwendige Hilfsstromanteil für die Wärmepumpenprozesse beträgt bei einem COP-Ansatz von 3,5	
		3.346 MWh

4.4 Biomasse

Holz

Holz als Energieträger ist eine nachhaltige aber auch begrenzte Recource, die kurzfristig zur Verfügung steht. Bei der Verbrennung von Holz können hohe Temperaturen zur Verfügung gestellt werden und dadurch ist der Energieträger universal einsetzbar. Die vorhandenen Technischen Potentiale des Biomassebrennstoff Holz, sollen in der Zukunft (Zielszenario) ausschließlich für Bestandsgebäude mit hohen Bedarfstemperaturen und vorrangig für die Wärmenetze verwendet werden.

Die vorhandenen Holz-Ressourcen sind nicht konstant und schwanken saisonal und jährlich deutlich.

Randbedingungen:

- Der Spezifische Energieinhalt von 2,5 kg Scheitholz entspricht ca. dem Energieinhalt von 1 Liter Heizöl.
- Auf einem Waldgrundstück mit 1 ha wächst jährlich ein Baumbestand mit ca. 70 MWh heran. (entspricht ca. 7.000 Liter Heizöl). Das entspricht etwa einem Energieaufwand von 3 Einfamilienwohnhäuser. Ein Wald mit der gleichen Fläche wie ganz Deutschland würde demnach nicht ausreichen, um alle Haushalte mit Wärme aus Holz zu versorgen.
- GEG 2023: Feste Brennstoffe – Biomasse sind im Neubau sind ab 2024 nicht mehr zulässig.
- Nachwachsende erneuerbare Brennstoffe müssen sparsam eingesetzt werden.
- Die Nutzbarmachung von Holz ist nicht klimaneutral, da bei der Verbrennung zwar nur das während der Lebenszeit eingelagerte CO₂ frei wird, hinzu kommen jedoch die Emissionen, die beim Fällen, Transportieren, Zerkleinern und Trocknen freigesetzt werden.
- Neben CO₂ werden beim Verbrennen von Holz weitere Schadstoffe frei, z.B. Feinstaub.
- Die Verbrennung von Holz in Einzelfeuerungsstätten ist mit einem Wirkungsgrad von rund 50% sehr ineffizient und sollte deshalb vermieden werden.

Da die lokalen Potentiale auf dem Stadtgebiet von Ravensburg und Weingarten für den zu erwartenden Bedarf bei Weitem nicht ausreichend sind, werden die benötigten Mengen an Holz zur thermischen Verwertung, zum größten Teil aus externen Quellen bzw. auf dem Markt für energetisch nutzbares Holz beschafft werden müssen. Das bereit aktuell verfügbare Rest- und Hackrohholz wird bereits komplett thermisch verwertet und kann somit nicht für künftige Verwertung eingeplant werden.

Die vorhandenen Holzarten (ca. **40 Festmeter** aus der Stadt und **800 Festmeter** aus dem Stadtwald) wurden bei der Potentialanalyse mit dem Energieinhalt von Buchenholz angesetzt.

Da das Betrachtungsgebiet für den kommunalen Wärmeplan nur das Gemeindegebiet von Ravensburg umfasst, können umliegende Waldgebiete bei der Berechnung der Potentiale nicht berücksichtigt werden.

Holz SRM	40,00 fm
Lagerungsdichte Rundholz (Buche)	853,85 (kg/Fm)
Lagerungsdichte Hackschnitzel (kg/Sm ³)	341,54 (kg/Sm ³)
Heizwert Hu (kWh/kg oder MWh/t)	2,96
Energiedichte der Hackschnitzel (kWh/Sm ³)	1.011,84
Holz	34.154 kg
Heizwert Hu	101.184 kWh
101,18 MWh	
Holz SRM	800,00 fm
Lagerungsdichte Rundholz (Buche)	853,85 (kg/Fm)
Lagerungsdichte Hackschnitzel (kg/Sm ³)	341,54 (kg/Sm ³)
Lagerungsdichte Hackschnitzel (kg/Sm ³)	2,96
Lagerungsdichte Hackschnitzel (kg/Sm ³)	1.011,84
Holz	683.077 kg
Heizwert Hu	2.023.683 kWh
2.023,68 MWh	

Tabelle 20: Technisches Potential – Biomasse Holz

Ergebnis: Aus den vorliegenden Daten, ergibt sich für den Biomassebereich - Holz ein theoretisch jährlich nutzbares technisches Potential von ca.: **2.125 MWh**

Grünschnitt

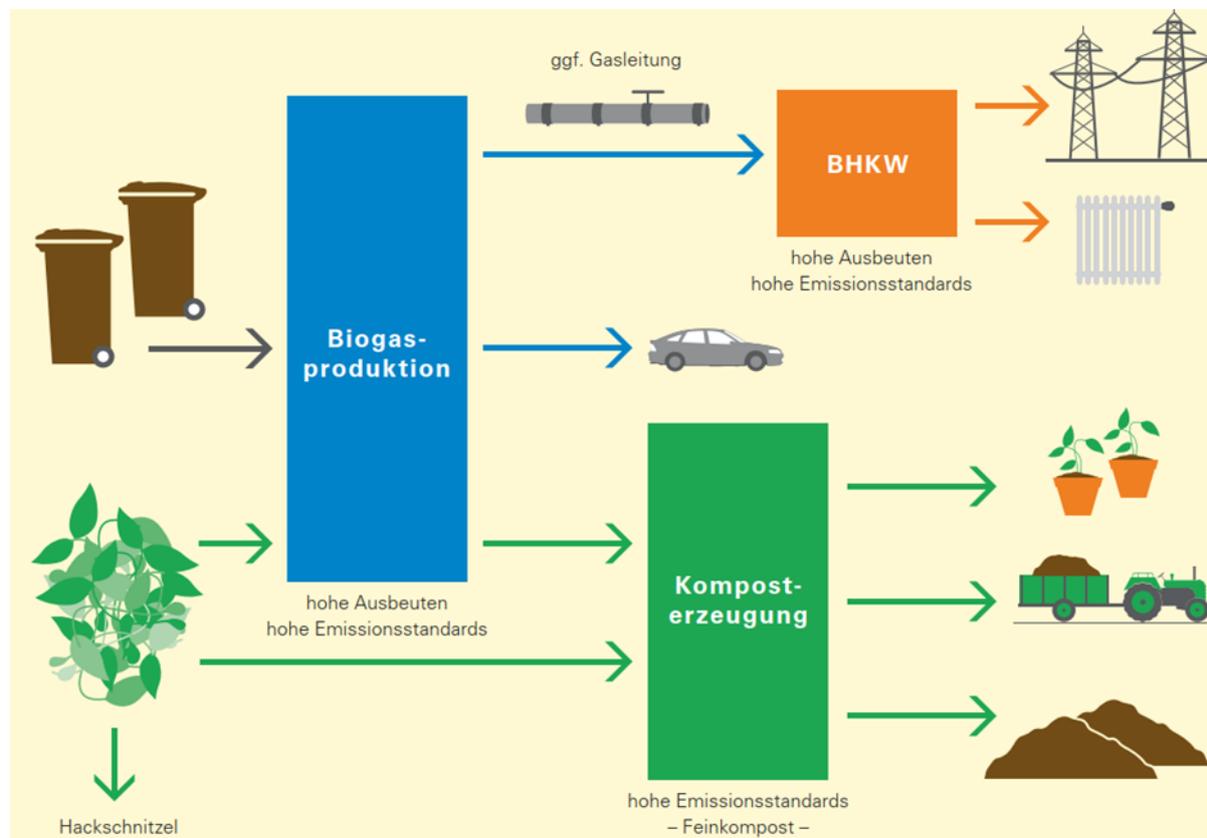


Abbildung 10: System der Bio- und Grüngutbehandlung im Überblick

„Zu Grünschnitt zählen Garten- und Park-, Friedhofs- und Landschaftspflegeabfälle sowie Verkehrswegebegleitgrün und Baum-, Strauch- und Rasenschnitt aus privaten Gärten. Grüngut wird häufig in „krautig“ oder „saftend“ und „holzig“ unterteilt. „Krautig“ oder „saftend“ sind zum Beispiel Gras, frische Pflanzenreste und Heckschnitt. Zur Kategorie „holzig“ zählen Ast- und Strauchwerk.“¹⁰

Holziges Grüngut kann verbrannt werden, krautiges oder saftendes Grüngut wird über die Vergärung in Biogas umgewandelt und kann dann energetisch genutzt werden.

Der Heizwert des Grünschnitts wurde mit 2 kWh pro kg Grünschnitt angesetzt.

Grünschnitt gehäckselt Ortschaften Ravensburg	1.300,69 t
Grünschnitt Friedhof Ortschaften Ravensburg	325,17 t
	3.251,74 MWh

Tabelle 21: Anteile – Zusammenfassung „Grünschnitt“

¹⁰ Quelle: LUBW Leitfaden aus „Hochwertige Verwertung von Bioabfällen“

Ergebnis: Aus den vorliegenden Daten ergibt sich für den Biomassebereich - Grünschnitt ein theoretisch jährlich nutzbares technisches Potential von ca.: **3.252 MWh**

Bei der Berechnung des Haus- und Biomülls wurden die im Landkreis tatsächlich anfallenden Abfallmengen anhand der Einwohnerzahlen auf die Kommunen verteilt. Der Haus- und Biomüll wird derzeit zwar außerhalb des Landkreises verwertet, steht als Energieträger dem Landkreis jedoch grundsätzlich zur Verfügung, wenn die politischen Entscheidungen für eine energetische Verwertung getroffen werden würde.

Der Energieanteil der Bioabfälle sowie des Hausmülls wurde in dieser Studie nicht berücksichtigt, da diese Biomasseanteile bereits außerhalb des Stadtgebietes verwertet werden. Im Zielszenario können die gesamten Biomasseanteile „Grünschnitt“ und „Bioabfälle“ auch als Energie für zusätzliche Biogasproduktion bereitgestellt werden.

4.5 Biogas

Gasförmige Biomasse kann regional hergestellt und genutzt werden. Gasförmige Biomasse, sprich Biogas, wird durch die Vergärung von Bioabfällen, Nutzpflanzen wie Mais und pflanzlichen oder tierischen Reststoffen gewonnen. Dieser Schritt erfolgt in einer Biogasanlage. Biogas wird in der Regel in Blockheizkraftwerken zu Strom und Wärme umgewandelt. Es kann aber auch zu Bioerdgas (Biomethan) veredelt und ins Erdgasnetz eingespeist werden.

Auf der Gemarkung Ravensburg existiert eine Biogasanlage. In der Biogasanlage „Ganterhof“ werden im **Jahr ca. 4.000.000 Nm³ Biogas** erzeugt.

Die Einspeisung in ein Gasnetz ist dann sinnvoll, wenn am Anlagenstandort keine Wärmesenke vorhanden ist, die die Abwärme des BHKW ganzjährig aufnehmen kann. Das Biomethan sollte dann in der Heizzentrale zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme, z.B. auch wieder in einem BHKW, genutzt werden.

In beiden Fällen wird es zukünftig immer wichtiger, die Verstromung des Biogases zu flexibilisieren, also dann stattfinden zu lassen, wenn der Strombedarf im Stromnetz groß ist. Hierzu sind gas- und wärmeseitig Speicher notwendig.

Während BHKWs einen elektrischen Wirkungsgrad von bis zu 45 % und bei vollständiger Wärmenutzung einen Gesamtwirkungsgrad von über 90 % erreichen, gibt es alternativ auch Brennstoffzellensysteme mit einem elektrischen Wirkungsgrad von bis zu 80 % bei entsprechend geringerer Wärmeauskopplung.

Bei diesem Potential muss daher nach einem wärme- und einem stromseitigen Anteil differenziert werden.

1 m ³ Biogas	5,0 - 7,5 kWh Energiegehalt
1 m ³ Biogas	50 - 75 % Methangehalt
1 m ³ Biogas	ca. 0,6 l Heizöläquivalent
1 m ³ Methan	9,97 kWh Energiegehalt
1 m ³ Methan	Heizwert 36 MJ/m ³ bzw. 50 MJ/kg
1 m ³ Methan	Dichte 0,72 kg/m ³
1 m ³ Methan	ca. 1 l Heizöläquivalent

Tabelle 22: Umrechnungseinheiten Biogas bzw. Methan

Biogas (über Bebauungsplan)	4.000.000 Nm ³
Heizwert Methan	9,97 kWh
Methangehalt Biogas	63%
	25.124,40 MWh

Tabelle 23: Anteile – Zusammenfassung „Biogas“

Ergebnis: Aus den vorliegenden Daten ergibt sich für den Biogasbereich ein theoretisch jährlich nutzbares technisches Potential von ca.: **25.124 MWh**

4.6 Tiefengeothermie

Die Tiefengeothermie nutzt Erdwärme in Tiefenbereichen ab 400m bis zu 5.000m. Hier können Temperaturen bis zu 200°C erschlossen werden. Diese Wärme kann entweder direkt zur Wärmeversorgung aber auch zur Stromerzeugung genutzt werden. In Fällen bei denen eine Nutzung zur direkte Wärmeversorgung aufgrund zu geringer Temperaturen nicht möglich ist, kann eine Wärmepumpe zwischengeschaltet werden. Prinzipiell ist Tiefengeothermie jederzeit verfügbar und unerschöpflich.

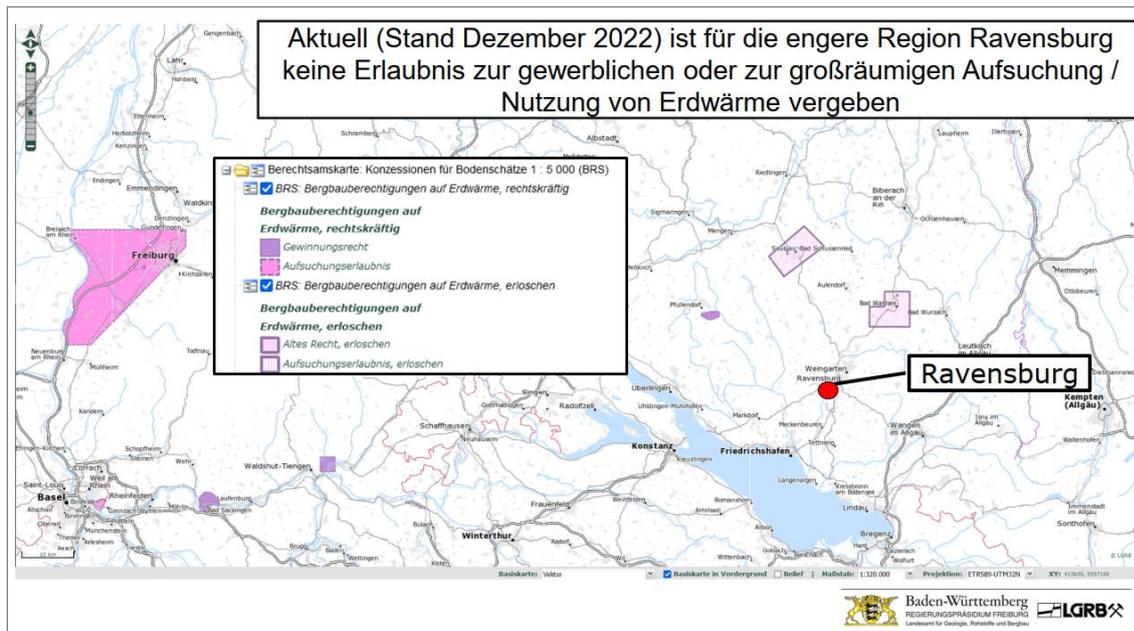


Abbildung 11: Gewinnungsrechte und Aufsuchungserlaubnisse für Tiefengeothermie im Stadtbereich ¹¹

Erdwärme steht überall und jederzeit, d. h. unabhängig von Tages- oder Jahreszeit sowie von Witterung oder anderen äußeren Einflüssen zur Verfügung. Dieses natürliche Potenzial ist um ein Vielfaches größer als der momentane Energiebedarf der Welt. Nach menschlichem Ermessen ist die Geothermie als Energieressource unerschöpflich.

Ravensburg und Weingarten liegen über dem süddeutschen Molassebecken. Unter dem Schussental befinden sich mehrere geothermisch nutzbare wasserführende Schichten, von denen zwei technisch interessant sind: der Obere Jura und der Muschelkalk.

Die Tiefenlage der Oberkante des Oberen Jura (Malm) im Raum Ravensburg liegt bei rund 1200 m unter NN, also rund 1650 m unter Gelände. Die Temperatur des Thermalwassers beträgt hier rund 80 °C. Die erwartete Temperatur für eine Bohrung in den Muschelkalk im Umfeld von Ravensburg liegt bei rund 100° C, bei einer Tiefe von ca. 2.450 m unter Gelände, die Energie könnte damit in beiden Fällen direkt an ein Wärmenetz übertragen werden.

¹¹ Quelle: Vormachbarkeitsstudie; ERDWERK GmbH; 13.02.2023

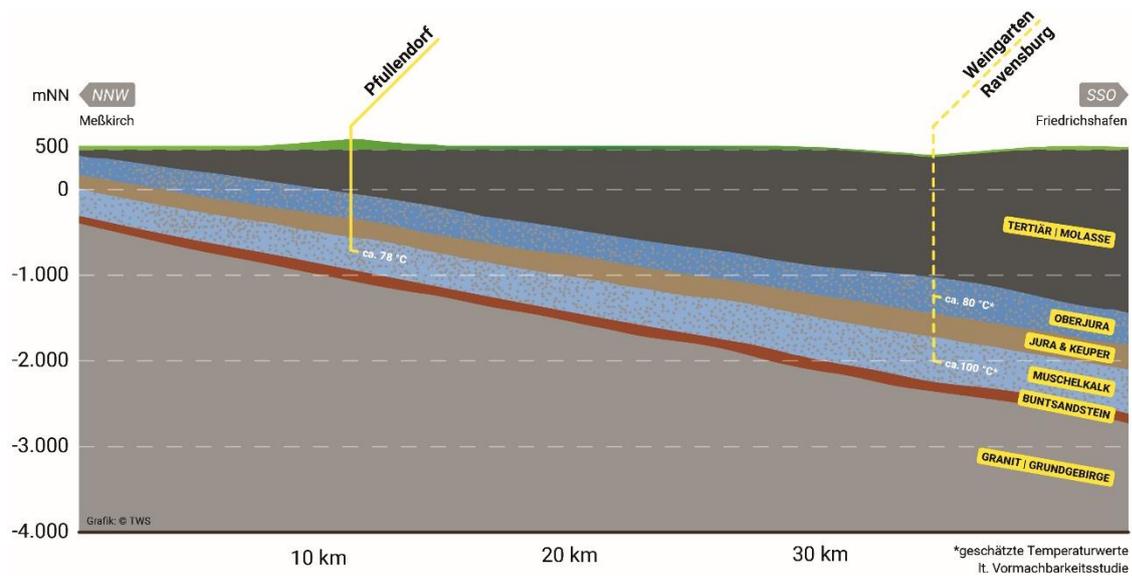


Abbildung 12: Nutzungshorizonte für Tiefengeothermie in der Region Oberschwaben ¹²

Es existiert eine Referenzbohrung der Geothermie-Anlage in Pfullendorf. Dort besteht eine funktionierende geothermische Erschließung des Muschelkalkes. Die Durchlässigkeit liegt zwischen 10⁻⁷ bis 10⁻⁸ m/s mit einem Reservoir an der Stelle in ca. 1.420–1.500 m Tiefe und weist eine Temperatur von 75 °C auf. Die maximale Fließrate liegt bei 25 l/s. Die thermische Leistung beträgt 5,7 [MW_{th}]. Für die Potentialberechnung wurden 2 Dubletten (Dublette = 2 Bohrungen) angenommen.

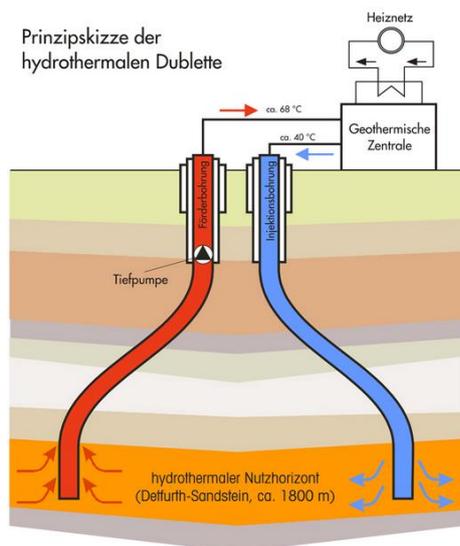


Abbildung 13: Hydrothermale Dublette – Schematische Darstellung¹³

¹² Quelle: Vormachbarkeitsstudie; ERDWERK GmbH; 13.02.2023

¹³ Quelle: <https://www.disa-energy.de/?page=2,2,3,Bohrungen>

Die Technische Werke Schussental GmbH & Co. KG plant, das Thermalwasser mit Hilfe einer hydrothermalen Dublette (zwei Tiefbohrungen) zu fördern und vorrangig seine Wärme zu nutzen. Das Wasser wird anschließend wieder genau in die Schicht, aus der es stammt, zurückgeleitet. Die Übertragung der Wärme auf das Fernwärmeversorgungsnetz erfolgt dann mittels Wärmetauschern. Die Versorgungssicherheit so einer Konzeptvariante ist mit „Hoch“ einzustufen.

Beide Bohrungen sind direkt mit einer Rohrleitung verbunden, bei einer Entfernung von meist mehr als einem Kilometer. Vor der Re-Injektion wird das abgekühlte Wasser (ca. 25 °C) nochmals gefiltert. Die Beaufschlagung beider Bohrungen mit Schutzgas (Stickstoff) ist notwendig zur Vermeidung von Sauerstoffeintrag und daraus möglicherweise folgenden Ausfällungen.

Während der Bohrarbeiten wird größter Wert auf die Einhaltung aller gängigen Standards bezüglich der Umweltbeeinflussung der Umgebung gelegt. Dies gilt insbesondere für die Bohrplatzerstellung, die Logistik, die Entsorgung der anfallenden Materialien und den Lärmschutz.

Der Nachweis der Einhaltung aller gesetzlichen Vorschriften wird im Rahmen eines umfangreichen bergrechtlichen Betriebsplanverfahrens geführt. Ohne Zulassung des Betriebsplans durch die Bergbehörde darf und wird keine Aktivität beginnen.

$$\dot{Q}_{th,pot} = 2 * 25 \frac{l}{s} * 1 \frac{kg}{l} * 4,2 \frac{kJ}{kg * K} * (100 - 25)K = 16 MW_{th}$$

Unter Berücksichtigung aller Ergebnisse aus den bisher bekannten Parametern und bekannten geologischen Voruntersuchungen ergibt sich am Ravensburg/Weingarten eine mögliche installierte geothermische Leistung von **ca. 16 MW_{th}**. Dies reicht auf dem beschriebenen Temperaturniveau aus, um die Versorgung beider Städte mit Grundlastwärmeenergie aus heimischen Ressourcen langfristig und nachhaltig zu sichern.

Im prozentualen Verhältnis der Einwohner der beiden Städte, erfolgt die Zuweisung des technischen Potentials mit ca. 67% auf das Stadtgebiet Ravensburg.

Ravensburg Leistungszug Tiefengeothermie:	10.714 kW
Ravensburg Wärmeentzug Tiefengeothermie:	91.066.954 kWh
	91.067 MWh

Tabelle 24: Leistung und jährliche Wärmeentzug aus den hydrothermalen Bohrungen

Ergebnis: Aus den vorliegenden Daten ergibt sich für diese hydrothermale Bohrungen im Gesamtstadtgebiet ein theoretisch jährlich nutzbares technisches Potential von ca.: **91.067 MWh**

4.7 Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie nutzt Erdwärme bis zu Tiefen von 400 m.

Im Stadtbereich von Ravensburg ist diese Technologie nutzbar und in Verbindung mit einer Wärmepumpe, eine bewährte und effiziente alternative Wärmeversorgung.

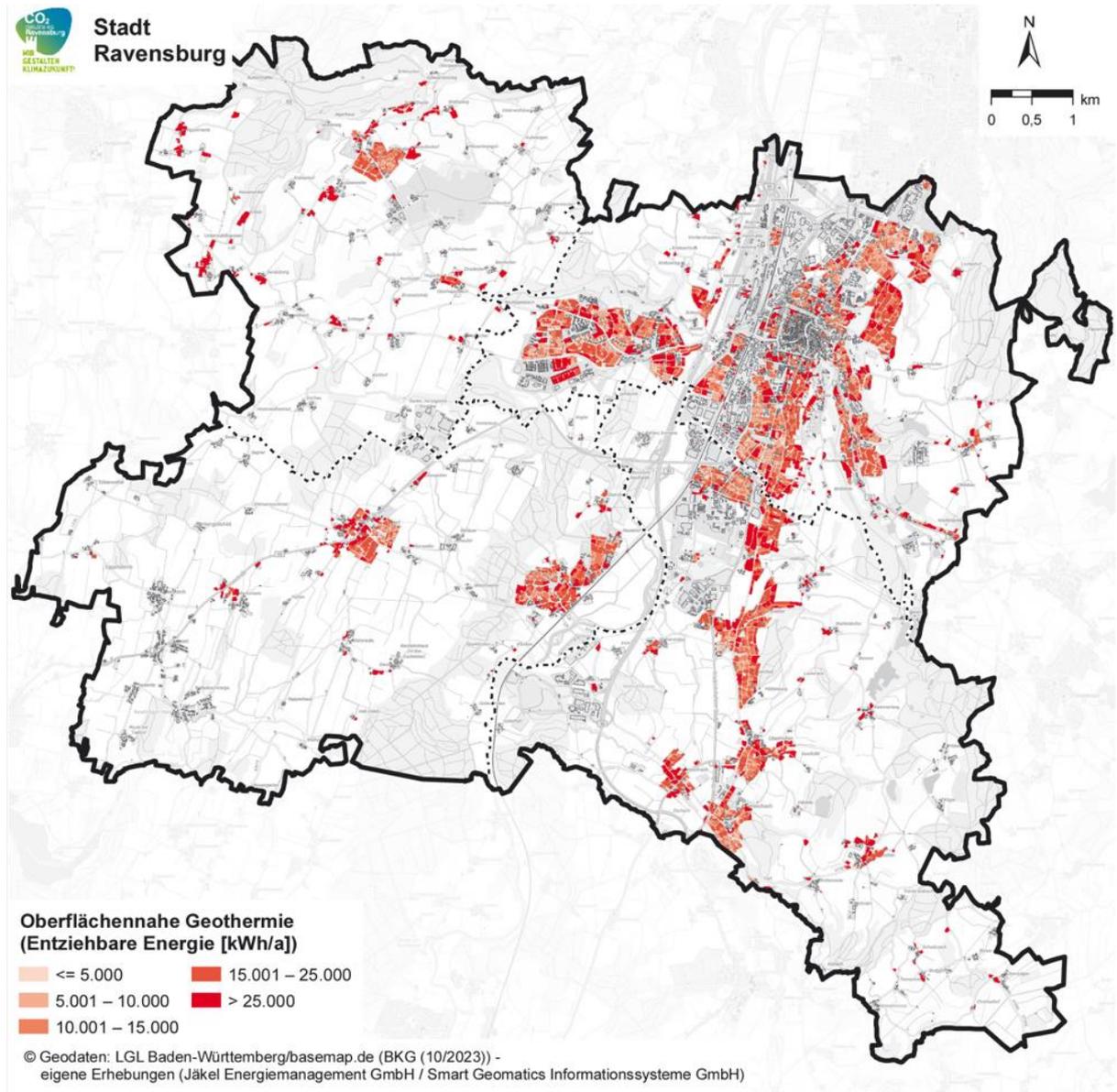


Abbildung 14: Erdwärmesonden - Eignungsgebiete im Stadtbereich Ravensburg

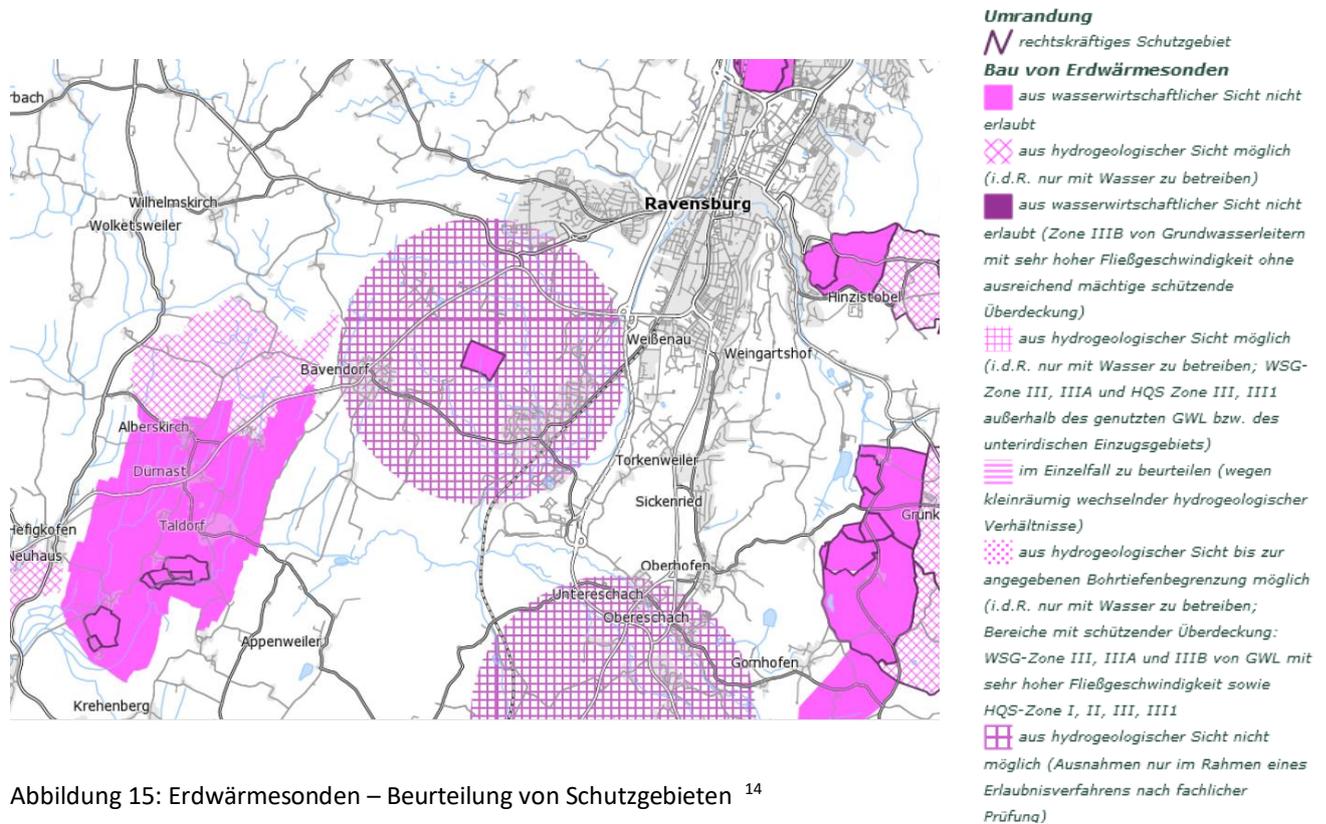


Abbildung 15: Erdwärmesonden – Beurteilung von Schutzgebieten ¹⁴

Das natürliche Potential übertrifft um ein Vielfaches des notwendigen Wärmebedarfes der Stadt. Baurechtliche Genehmigungen sind zur Errichtung solcher Anlagen zwingend notwendig. In den Einzelversorgungsgebieten sollen sich die Gebäude bis 2040 überwiegend über Wärmepumpen versorgen. Bedingt durch die Ablösung der fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas werden dann die Gebäude überwiegend mit Wärmepumpen versorgt. Über Wärmepumpen müssen ungefähr 60 % des bisher benötigten Heizenergiebedarfs bereitgestellt werden. Dies erfolgt unter der Annahme, dass zuvor eine energetischen (Teil-) Sanierung der jeweiligen Gebäude vorgenommen wurde. Dabei wird von einer Aufteilung der Wärmepumpenarten in 90 % Luft-Wärmepumpen und 10 % Sole- bzw. Oberflächennahe Geothermie als Umweltanteil der Wärmepumpen zur Verfügung stehen.

¹⁴ Quelle: isong.lgrb-bw.de, Regierungspräsidium Freiburg Abteilung 9 - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Bezogen auf die Schwerpunktgebiete (siehe hier „Abbildung 1: Schwerpunktgebiete der Stadt Ravensburg“) ergeben sich folgende technischen Potentiale für die oberflächennahe Geothermie:

id	projektgebiet	Anzahl Öffentliche Gebäude	Anzahl Gewerbe- Gebäude	Anzahl Wohn- Gebäude	Schwerpunktgebiet	entziehbare Energie Erdwärmesonden (kWh/a)
788	Gomhofen	0	5	62	Einzelheizung	2.303.663
791	Bavendorf	5	25	318	Einzelheizung	6.816.567
793	Gewerbegebiet Erlen	0	32	4	Nah- und Femwaerme	502.200
794	Schmalegg	9	33	346	Einzelheizung	7.108.398
797	Mischgebiet Mariatal-Weißenau	16	77	45	Nah- und Femwaerme	1.156.495
795	Hinzistobel	9	6	60	Einzelheizung	1.923.171
798	Sickenried - Torkenweiler	3	16	810	Einzelheizung	16.184.679
801	Südstadt Goetheplatz	2	12	278	Nah- und Femwaerme	3.240.903
802	Südstadt Tettnangerstraße	1	6	442	Nah- und Femwaerme	5.688.121
803	Weißenau	7	28	346	Einzelheizung	4.137.087
804	Gewerbegebiet Ravensburger/Omira	1	123	22	Nah- und Femwaerme	236.613
806	Südstadt - Veitsburg	3	15	267	Einzelheizung	6.032.371
807	Andermannsberg	5	6	828	Einzelheizung	12.591.820
809	Deisenfang Voith-Areal	12	82	101	Nah- und Femwaerme	1.837.311
810	Kammerbrühl Bahnhofsviertel	10	121	117	Nah- und Femwaerme	2.246.338
811	Oststadt	3	70	642	Einzelheizung	11.024.285
813	Burach	1	1	149	Nah- und Femwaerme	2.571.565
787	Eschach	10	49	665	Einzelheizung	13.066.735
792	Oberzell	12	47	573	Einzelheizung	10.905.933
789	Gewerbegebiet Karrer	0	43	9	Nah- und Femwaerme	657.211
800	Altstadt Ravensburg	27	132	603	Nah- und Femwaerme	1.047.307
808	Kuppelnau	34	64	463	Nah- und Femwaerme	6.182.684
805	Südstadt - Hallenbad Ravensburg	30	45	383	Nah- und Femwaerme	6.732.604
812	Nordstadt - Bildungszentrum	19	8	26	Nah- und Femwaerme	503.635
799	Grünlandsiedlung inkl. Gewerbe	6	83	320	Nah- und Femwaerme	4.574.463
1074	Weststadt I	10	26	656	Nah- und Femwaerme	9.202.665
796	Weststadt II	5	35	725	Einzelheizung	10.444.209
1085	Weststadt III	2	11	246	Einzelheizung	3.785.385
1102	Alberskirch	0	6	34	Einzelheizung	
1104	Dümnast	1	8	60	Einzelheizung	
1107	Adelsreute	1	2	8	Einzelheizung	470.170
1108	Bandeleshaus	0	0	9	Einzelheizung	223.791
1113	Taldorf	5	3	41	Einzelheizung	
1106	Wernsreute	0	3	31	Einzelheizung	555.845
Gesamt Betrachtung	Summe	249	1.223	9.689	0	153.954.224

Tabelle 25: Quartiersverteilung der Endenergie aus oberflächennaher Geothermie

Zur Bestimmung des Flächen-Potentials für die oberflächennahe Geothermie (bis max. 150 m Tiefe) wurden zunächst sämtliche Wohn- und Gewerbegebiete (nachgenannte Tabelle) erfasst, wobei Wege und Straßen, sowie Flurstücksgrenzen, mit Pufferzonen versehen werden müssen. Auch Gewässer- und Schutzzonen werden ausgeschlossen. Dieser Anteil wurde mit 35 % geschätzt und in Abzug von der ermittelten Potentialfläche gebracht.

Gesamt Ravensburg			
Potential Geothermie - Oberflächennah - hier Umweltwärmenanteil in kWh			153.954.224
Abzug Behinderungen zur Nutzung Gesamt	-35%	-53.883.978	100.070.245
Abzug Analyse "Tabelle" Erdwärme zur Nutzung Gesamt		-7.795.573	92.274.672
Potential Geothermie - Oberflächennah - hier Umweltwärmenanteil in MWh			92.275
COP - Potential Hilfsenergie Wärmepumpe (3,5) - hier Stromanteil in MWh	3,5		26.364
COP - Wärme-Potential Geothermie - Oberflächennah - in MWh			118.639

Tabelle 26: Berechnung Technisches Potential „Endenergie aus Oberflächennahe Geothermie“

Das notwendige Wärmepotential für die Wärmebereitstellung aus oberflächennaher Geothermie zur Ablösung der fossilen Energieträger im Zieljahr 2040 beträgt für die Einzelheizungsgebiete der Stadt Ravensburg ca. 10.914 MWh.

Ergebnis: Aus den vorliegenden Daten ergibt sich für die Oberflächennahe Geothermie im Gesamtstadtgebiet ein theoretisch jährlich nutzbares technisches Potential von ca.: **92.275 MWh**

4.8 Wärme aus Oberflächen-Wassernutzung

Die Schussen ist ein 62 km langer Zufluss des Bodensees und damit ein nördlicher Nebenfluss des Rheins im südlichen Teil von Oberschwaben in Baden-Württemberg. Von ihrer Quelle rund 1,5 Kilometer nördlich von Bad Schussenried fließt die Schussen überwiegend südwärts bis zu ihrer Mündung in den Bodensee. Der Höhenunterschied zwischen Quelle und Mündung beträgt circa 190 Meter. Die Schussen fließt in etwa über eine Länge von 6,5 km durch das Stadtgebiet von Ravensburg. Flusswasserwärme bietet große Potentiale zur indirekten Wärmenutzung über Wärmepumpen. Bei Abwärme aus Flusswasser ist weniger eine hohe Wassertemperatur entscheidend, als vielmehr der hohe Volumenstrom des Wasserabflusses. Dadurch kann über eine geringe Temperaturabsenkung eine erhebliche Wärmemenge entnommen werden. Für die Potentialermittlung wird nachfolgend eine zur Abkühlung entnommene und nach der Abkühlung wieder zugeführte Wassermenge von 5 % des minimalen Abflussvolumenstroms angesetzt und eine Abkühlung des Flusswassers um 3 Kelvin.

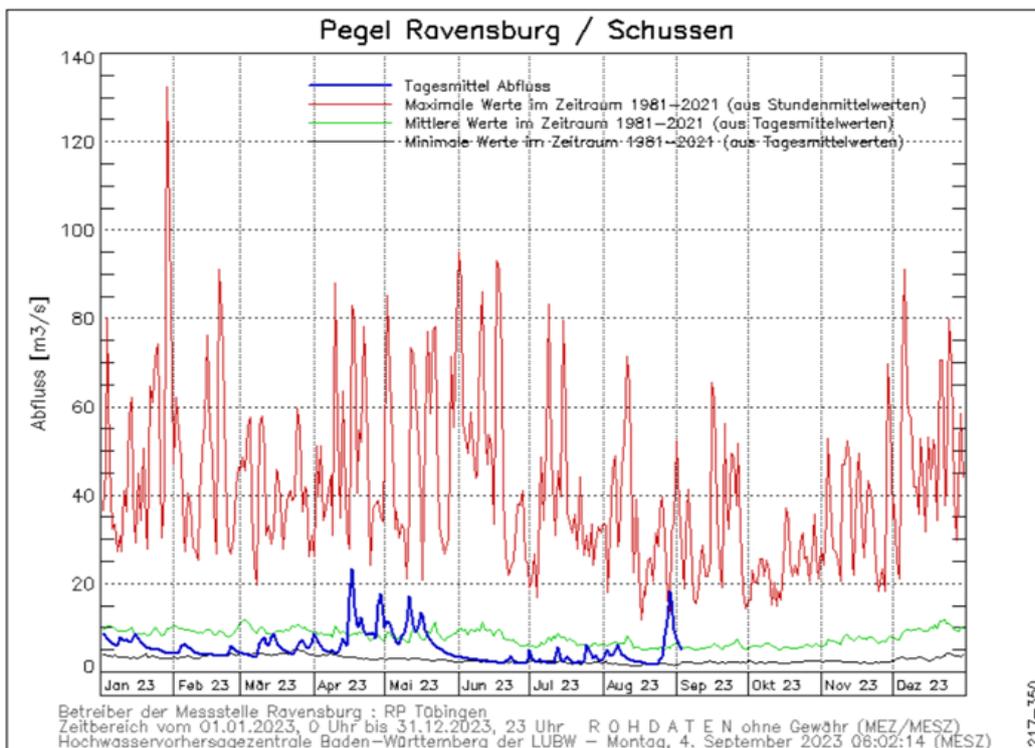
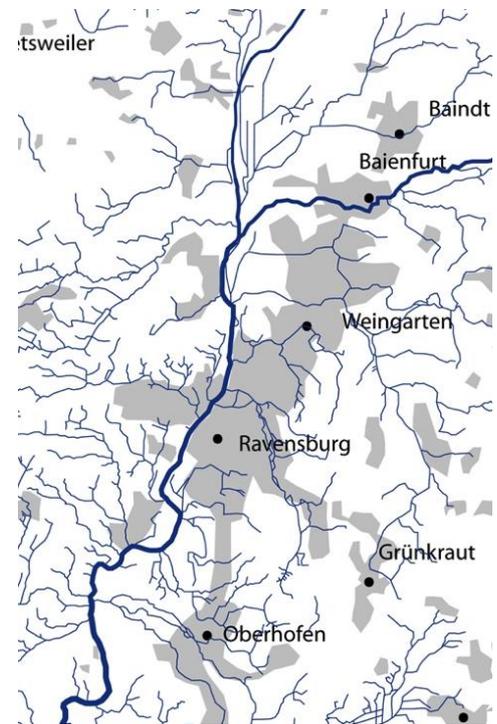


Abbildung 16: Jahrespegelstände der Schussen und Langzeitdarstellung

Mittelwasserkenwerte

Mittelwert Abfluss MQ: 8,99 m³/s
 Mittelwert Wasserstand MW: 0,55 m

Niedrigwasserkenwerte

Mittelwert niedrigster jährlicher Abflüsse MNQ: 2,72 m³/s
 Mittelwert niedrigster jährlicher Wasserstände MNW: 0,32 m
 Niedrigster Abfluss im Zeitraum 1981-2010 MNQmin: 1,28 m³/s
 Niedrigster Wasserstand NW: 0,23 m

Dichte 1.000 kg/m³
 spez. Wärmekapazität Wasser 4,19 kJ/kg*K
 Temperaturspreizung 3 K

		MQ	MNQ	MNQmin
Volumenstrom	m ³ /s	8,99	2,72	1,28
	m ³ /h	32.364	9.792	4.608
therm. Nutzbare Leistung	kW	113.004	34.190	16.090

<u>Annahme</u>				
Nutzbarer Volumenstrom 5%	m³/h	1.618	490	230
therm. Nutzbare Leistung	kW	5.650	1.710	804

<u>Mischtemperatur theoretisch</u>				
Mittel bei 7°C Wassertemp.	°C	6,85		
Min. bei 5°C Wassertemp.	°C	4,85		

Mittelwert niedrigster jährlicher Abflüsse MNQ:	9.792,00 m ³ /h	
Leistungsentzug bei MNQ:	34.190 kW	bei dt = 3K
Niedrigster Abfluss im Zeitraum 1981-2010 MNQmin:	4.608,00 m ³ /h	
Leistungsentzug bei MNQmin:	16.090 kW	bei dt = 3K
angesetzte VBh bei MNQmin:	4.000	
angesetzter Wärmeentzug bei MNQmin:	64.358.400 kWh	
Ravensburg Leistungsentzug bei MNQmin:	10.774 kW	
Ravensburg angesetzter Wärmeentzug bei MNQmin:	43.095.025 kWh	
	43.095 MWh	

Tabelle 27: Technisch-mathematische Herleitung der Wärmenutzung aus „Oberflächen-Wasser“

Im prozentualen Verhältnis der Einwohner der beiden Städte, erfolgt die Zuweisung des technischen Potentials mit ca. 67% auf das Stadtgebiet Ravensburg.

Gesamt Ravensburg			
	WP-Potential	Oberflächenwasser-WP	
Potential Oberflächenwasser - hier Umweltwärmenanteil in MWh			43.095
COP - Potential Oberflächenwasser (3,5) - hier Stromanteil in MWh COP		3,5	12.313
COP - Wärme-Potential Oberflächenwasser - in MWh			55.408

Tabelle 28: Leistung und jährliche Wärmeentzug Oberflächen-Wassernutzung

Ergebnis: Aus den vorliegenden Daten ergibt sich für die Wärmegewinnung aus der Nutzung von Oberflächenwasser der Schussen im Stadtgebiet von Ravensburg ein theoretisch jährlich nutzbares technisches Potential von ca.: **43.095 MWh**

4.9 Luftenergie / Umweltwärme

Elektrisch betriebene Wärmepumpen, die Außenluft als Wärmequelle nutzen, stellen eine leicht umzusetzende technische Lösung dar. Zusätzlich ist Luft bzw. Umweltwärme im Stadtgebiet von Ravensburg ein unerschöpfliches Umweltwärmepotential. Das natürliche Potential übertrifft um ein Vielfaches des notwendigen Wärmebedarfes der Stadt.

Die Technologie hat aber auch deutliche Nachteile, welche auf die zukünftige Verbreitung Auswirkungen haben wird. So verursachen zum Beispiel Luft-Wärmepumpen zum Teil hohe Schallemissionen der Außeneinheit, welche insbesondere bei hohen Lastbedarfen in der Heizperiode entstehen und in engen Quartieren Störungen der angrenzenden Bebauung verursachen kann. Außerdem kann aus der Außenluft gerade in der Heizperiode aufgrund niedriger Temperaturen besonders wenig Wärme entzogen werden, wodurch sich die Effizienz der Anlagen deutlich verschlechtern und der Anteil des Stroms in der gelieferten Wärme stark ansteigt.

Für den Betrieb einer Wärmepumpe ist es daher immer von Vorteil, wenn zuvor der energetische Sanierungsstand auf ein möglichst hohes Niveau angehoben wird, da sich durch energetische Sanierung die Vorlauftemperatur der Heizung verringern lässt. Je geringer die Vorlauftemperatur, desto besser ist der COP (Verhältnis Umweltwärme zu Strom) der Wärmepumpe. Durch energetische Sanierung kann in der Wärmepumpe also gleich doppelt Primärenergie eingespart werden. Gerade in den Wintermonaten müssen durch die benötigten Strommengen Leistungsspitzen durch das vorgelagerte Stromnetz abgedeckt werden. Dieser Effekt wirkt sich aufgrund der Gleichzeitigkeit deutlich belastend auf das Stromnetz aus.

In den Einzelversorgungsgebieten sollen sich die Gebäude bis 2040 überwiegend über Wärmepumpen (60 %) versorgen. Dabei wird von einer Aufteilung der Wärmepumpenarten in 90 % Luft-Wärmepumpen und 10 % Sole- bzw. Oberflächennahe Geothermie als Umweltanteil der Wärmepumpen ausgegangen.

Der Anteil der fossilen Energieträger in den Einzelheizungsgebieten liegt bei gesamt 181.897 MWh. Die Substituierung der fossilen Energieträger in den Einzelheizungsgebieten beträgt unter Berücksichtigung der Sanierungsmaßnahmen von Gebäuden 109.138 MWh.

Gesamt Ravensburg	WP-Potential	Anteil 60%	54% LWP
Potentiale in kWh	181.896.702	109.138.021	98.224.219
COP - Potential Luft (2,8) - hier Stromanteil in MWh	COP	2,8	35.080
COP - Potential Luft (2,8) - hier regen. Anteil Umwelt in MWh			63.144

Tabelle 29: Verteilung der Heizungsanlagen

Ergebnis: Aus den vorliegenden Daten ergibt sich für die Luftenergie als Umweltwärme im Gesamtstadtgebiet ein theoretisch jährlich nutzbares technisches Potential von ca.: **63.144 MWh**

4.10 Technische Potentiale – Abwärme Potential - Umweltwärme

Im Rahmen der Datenerhebung bei den Industrie- und Gewerbebetrieben wurden nur von sehr wenigen Unternehmen im Landkreis quantifizierbare Abwärmemengen übermittelt.

Das in diesem Bericht aufgezeigte Potential für die Nutzung von industrieller Abwärme umfasst dabei nur teilweise bereits bekannten Quellen. Jedoch wird davon ausgegangen, dass im Zielszenario 2040 auch die Abwärmemengen der gewerblichen und industriellen Sektoren wesentlich kleiner sein werden. Eine Identifikation und Erschließung derartiger Potentiale erfordert eine weit tiefere Analyse als dies im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung möglich war.

Die Technische Werke Schussental GmbH & Co. KG haben im Vorfeld die Einbindung einer industriellen Abwärmequelle in das Fernwärmenetz der Altstadt geprüft. Hieraus wurde ein Potential berechnet. Für die Abschätzung des Gesamtpotentials aus industrieller Abwärme wurde davon ausgegangen, dass insgesamt etwa die vierfache Menge an Abwärme in der Summe aller Prozesse zur Verfügung steht. Diese Annahme ergibt sich aus konkreten Gesprächen mit weiteren Firmen, die ihre Potentiale derzeit noch nicht quantitativ abschätzen können, aber in Summe auf weitere ca. 10-15 MWh schätzen. Für die Unternehmen, die keine Rückmeldung abgegeben haben, wird von weiteren 5-10 MWh ausgegangen.

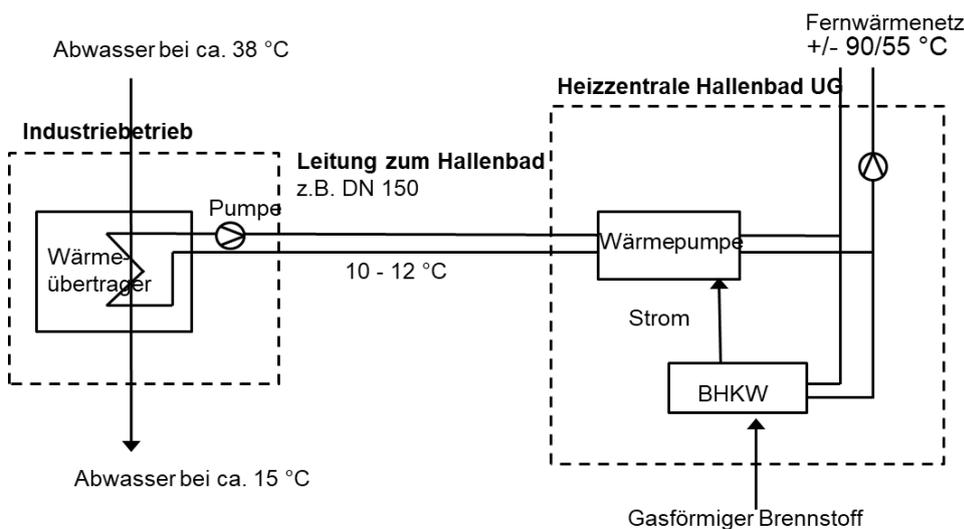


Abbildung 17: Potentialdarstellung – Hydraulikschema industrielle Abwärmenutzung

$$\dot{Q}_{th} = 2 * 800 \frac{m^3}{d} * 4,2 \frac{kJ}{kg * K} * (35 - 15)K * \frac{1000 \frac{kg}{m^3}}{3600 * 24 \frac{s}{d}} = 778kW$$

Gesamt Ravensburg		Leistung in kW		VBh	in MWh
Potential Abwärme - hier Umweltwärmenanteil in MWh	Bekannte Leistung	778	8.000		6.224
Zusätzliches Stakeholder-Potential zur Nutzung Gesamt	geschätzte Leistungen	2.622	8.000		20.976
Potential Abwärmenutzung Stadt Ravensburg - hier Umweltwärmenanteil in MWh					27.200
COP - Potential Abwärme (3,5) - hier Stromanteil in MWh			3,5		7.771
Wärme-Potential Abwärme-Gewerbe / Industrie - in MWh					34.971

Tabelle 30: Berechnung Technisches Potential „Abwärme / Umweltwärme“

Ergebnis: Aus den vorliegenden Daten ergibt sich für die Abwärme Potential aus Umweltwärme im Gesamtstadtgebiet ein theoretisch jährlich nutzbares technisches Potential von ca.: **27.200 MWh**

4.11 PV-Dachflächenpotentiale

Die Erzeugung von Strom aus lokalen erneuerbaren Quellen spielt für die Wärmewende eine wesentliche Rolle. Um die Ziele bis 2040 zu erreichen, müssen Potentiale zur regionalen Stromerzeugung zukünftig ausgeschöpft werden. Hierbei bestehen grundsätzlich die Möglichkeit der Stromerzeugung durch Photovoltaik auf Dächern und Freiflächen sowie durch die Stromerzeugung durch Windkraft- und Wasserkraftanlagen.

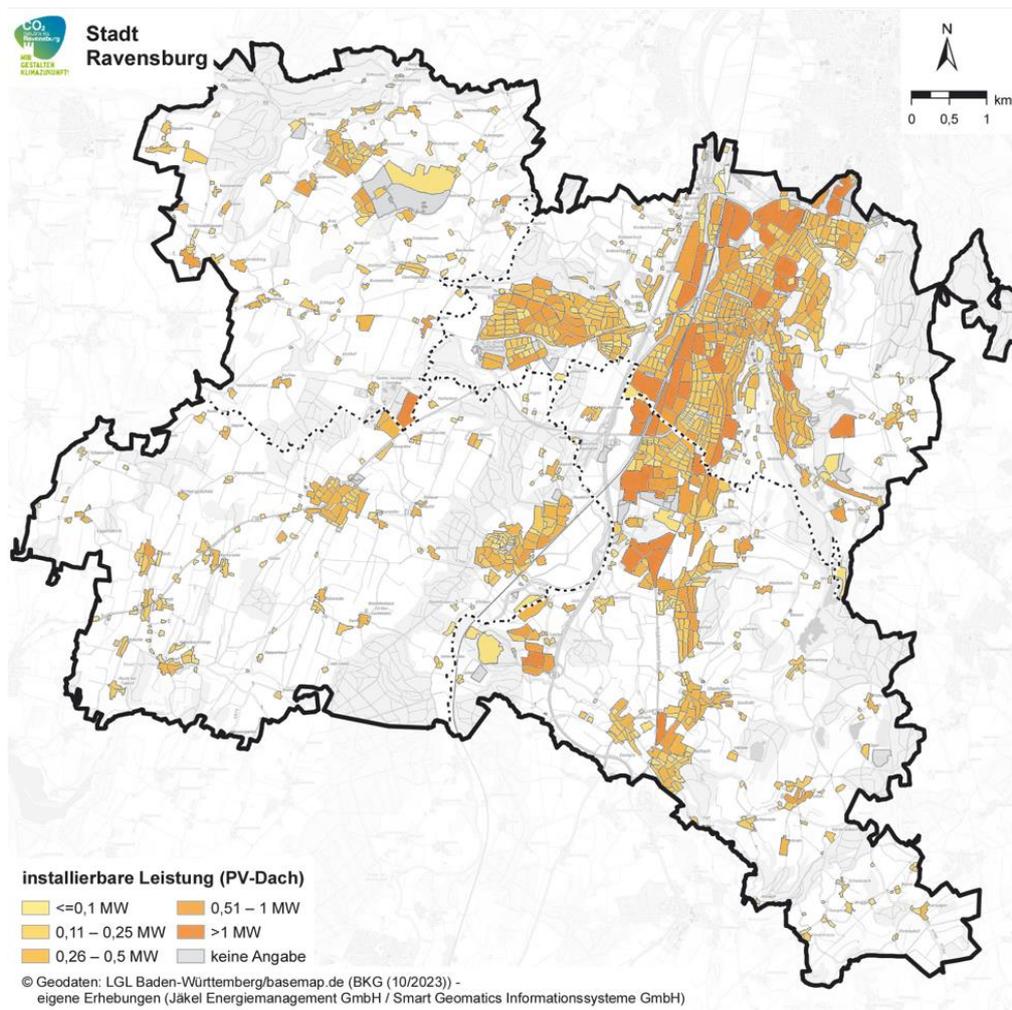


Abbildung 18: Potentialdarstellung – PV-Dachleistung

In der Stadt Ravensburg existieren bisher 1.667 PV-Anlagen, die im Marktstammdatenregister registriert sind. Das bedeutet, dass theoretisch lediglich 7,6 % der Dachflächen für die Stromerzeugung genutzt werden. Durch die technischen und wirtschaftlichen Entwicklungen der letzten Jahre können PV-Anlagen ein wichtiger und wesentlicher Bestandteil einer zukünftigen Energie- und auch Wärmeversorgung in Ravensburg sein. Technisch kann Strom aus PV-Anlagen zum einen in Wärmepumpen oder auch direkt zur Warmwasserbereitung genutzt werden.

In diesem Bericht wurde für die Berechnung des PV-Dachflächenpotentials das Thema Denkmalschutz nicht berücksichtigt.

Stadt Ravensburg	<i>vorhandene PV-Anlagen</i>	<i>Rest-potential</i>	
Anzahl Anlagen	1.667	17.511	Stück
Installierte Leistung	25.050	272.090	kW _p
Eingespeiste Strommenge	25.222	273.964	MWh

Tabelle 31: Dach-PV-Anlagen aus Marktstammdatenregister.de und Restpotential¹⁵

Technisches Solarpotential nach Anlagengröße (alle Gebäude) ohne Berücksichtigung des Denkmalschutzes -> Ravensburg			
Leistungsklasse	Anzahl Gebäude	Potenzieller Stromertrag [MWh]	Potenzielle Leistung [kW _p]
<= 10 kW _p	11.224	49.822	48.180
11 – 40 kW _p	6.894	124.849	127.229
> 40 kW _p	1.060	124.515	121.731
GESAMT	19.178	299.186	297.140
kein Potenzial ermittelbar	0	-	-

Tabelle 32: Dach-PV-Anlagen nach Leistungsgrößen

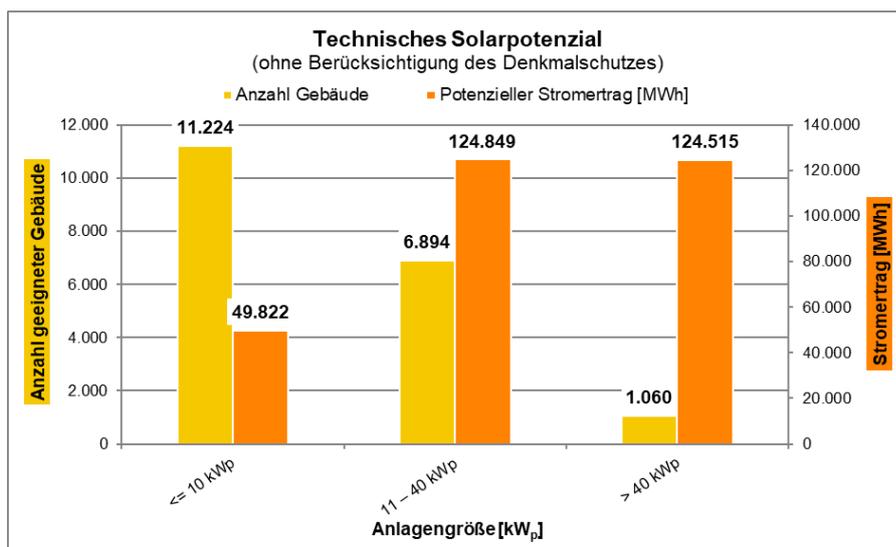


Diagramm 19: Technisches Solarpotential im Verhältnis zu den Gebäuden

¹⁵ Quelle: marktstammdatenregister.de und eigene Hochrechnung – Stand: 02.06.2023

Technisches Solarpotenzial nach Sektoren Sektoren in Ravensburg			
Leistungsklasse	Anzahl Gebäude	Potenzieller Stromertrag [MWh]	Potenzielle Leistung [kW _p]
Kommunale und öffentlichgenutzte Gebäud	265	19.417	19.203
GHD und Industrie	1.345	78.374	74.568
Private Haushalte	10.425	141.905	144.039
Sonstiges	9.917	59.490	59.330
Gesamt	21.952	299.186	297.140

Tabelle 33: Technisches Solarpotential im Verhältnis zu den Gebäuden und Sektoren

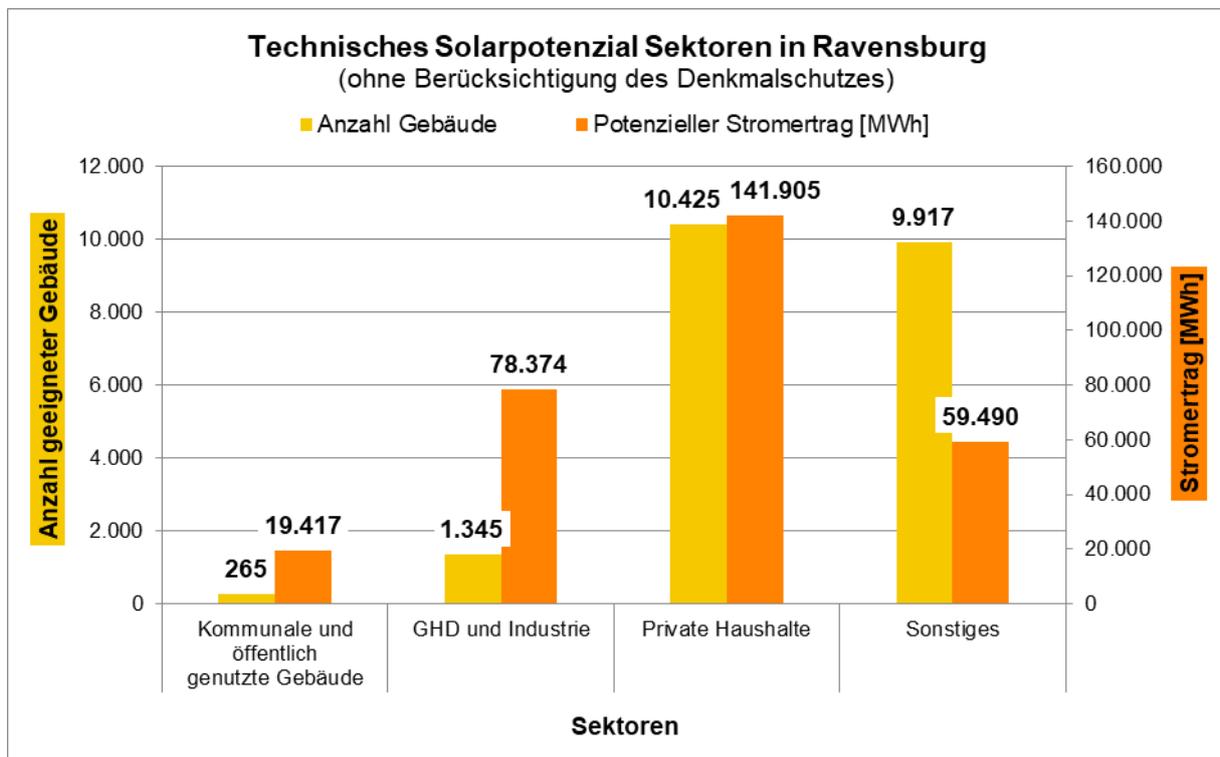


Diagramm 20: Technisches Solarpotential im Verhältnis zu den Gebäuden und Sektoren

Den größten Beitrag können hier insgesamt die privaten Haushalte leisten. Jedoch haben Handel und Industrie ebenso wie die öffentliche Hand einen besonders großen Hebel, da hier die größten Dachflächen pro Gebäude zur Verfügung stehen.

Ergebnis: Auf den zur Verfügung stehenden Dächern der Stadt gibt es ein technisches Potential von weiteren 17.511 Anlagen mit einer möglichen elektrischen Installationsleistung von 272.090 kW_p.

Diese Anlagen könnten eine Jahres-Erzeugungsmenge realisieren, mit einem technischen Potential für die erneuerbare Stromerzeugung von **ca.: 273.964 MWh pro Jahr**

4.12 PV-Freiflächenpotentiale

Neben den unter 4.11 beschriebenen Potentialen zum Ausbau von PV auf Dachflächen, sind auch Freiflächensolaranlagen ein wesentlicher Baustein für die zukünftige Energieversorgung. Auf Freiflächen können im Gegensatz zu Dachflächen meist größere Leistungen realisiert werden. Entgegen solarthermischen Anlagen kann Strom nahezu verlustfrei transportiert werden und ist somit weniger standortabhängig.

Größere Photovoltaikanlagen tragen mit ihrer regenerativen Stromerzeugung zur allgemeinen Verbesserung des Strommix und durch evtl. Erzeugung von Überschüssen für die Erzeugung alternativen Endenergien bei. Beispielhaft wird hier die direkte Verwertung von Strom-Überschüssen in lokale Power-to-Heat oder Power-to-Gas Konzepten genannt.

Große Freiflächen-Solarthermieanlagen, in Verbindung mit entsprechenden Wärmespeichern, stellen wegen der erreichbaren Temperaturen ebenfalls eine regenerative Quelle für vorgesehene Fernwärmenetze dar. Hier sind jedoch hauptsächlich Flächenbereiche in der Peripherie-Nähe zu den Heizzentralen zu priorisieren.

Der Regionalverband Bodensee-Oberschwaben erarbeitet zurzeit den Teilregionalplan Energie, in dem Vorbehaltsgebiete für Freiflächensolaranlagen Gegenstand der Planung sind. Der Gemeindeverband Mittleres Schussental erarbeitet zurzeit eine Raumwiderstandskarte mit der Darstellung möglicher Restriktionen für Freiflächensolaranlagen. Den Planungen liegen unterschiedliche Kriterienkataloge zugrunde, die im Sinne der planerischen Abschichtung immer detaillierter werden, weil sich die Flächenfokussierung verengt. Die Planungen sind noch nicht abgeschlossen und noch nicht den politischen Gremien zur Beschlussfassung vorgelegt. Sie sind daher nicht Gegenstand der Kommunalen Wärmeplanung.

Die der Kommunalen Wärmeplanung zugrundeliegende Methode greift einzelne Kriterien der oben angeführten Planungen auf und ermittelt aus technischer und wirtschaftlicher Sicht geeignete Anlagenstandorte, die in Abbildung 19 unverbindlich und informell dargestellt sind. Folgende Kriterien wurden der Ermittlung zugrunde gelegt, bewertet und mit den errechneten Werten / Energiemengen in der Potentialanalyse und dem Zielszenario integriert:

- Fokus auf Seitenrandstreifen, Konversionsflächen und benachteiligte Gebiete
- Mindestfläche ($\geq 500 \text{ m}^2$), da Erschließung sonst nicht praktikabel
- Abstand zu bebauten Grundstücken und Plätzen
- Ungeeignete Flächen (z. B. durch Verschattung, Wald, Hangneigung, Naturschutz)
- Straßen, Straßenrandabschnitte sowie Gleis- und Bahnlinien
- Wartungs- und Befahrungsflächen
- Konkurrenz zu anderen Nutzungen

Im nächsten Schritt wurden auf diesen Flächen Module virtuell platziert (Neigung 20° nach Süden.) Unter Berücksichtigung von Verschattung, Globalstrahlung, Temperatur, Topografie etc. wurden anschließend die erzielbaren Volllaststunden und der Jahresenergieertrag in kWh/a jeder Fläche bestimmt.

Eine gesonderte Flächen-Priorisierung fand in diesem Bericht nicht statt und sollte in Folgestudien untersucht werden.

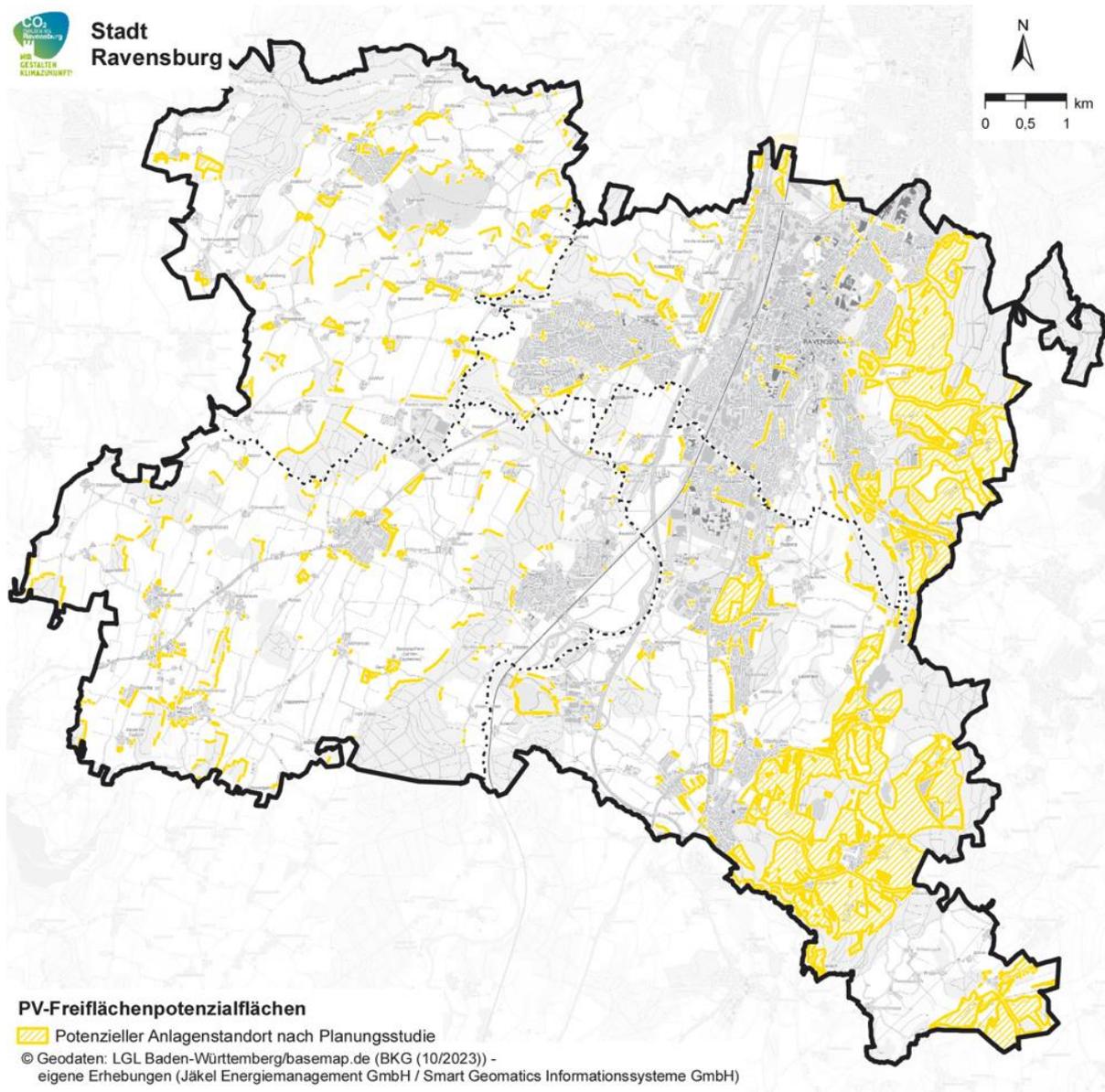


Abbildung 19: Freiflächensolarpotentiale Ravensburg

Vorgaben zur Berechnung:

- Leistung von 0,2 kWp pro m² Photovoltaik
- Bei einer Anlage mit 10 kWp sind dann 50 m² Fläche erforderlich
- Durchschnittlich erzielen Solarthermieanlagen zur Warmwasserbereitung einen Ertrag von etwa 500 bis 750 kWh je Quadratmeter. Der Ertrag einer Anlage zur Heizungsunterstützung fällt mit rund 300 bis 500 kWh pro Quadratmeter etwas niedriger aus
- Auf einen Solarthermie-Kollektor in Deutschland treffen im Mittel etwa 1.000 Watt (W) Solarstrahlung pro Quadratmeter (m²). Annahme bei dieser Studie: Es ist ausschließlich PV-Solarthermie möglich
- Ein Kollektor mit einer Kollektorleistung von 550 W/m² kommt bei 800 Sonnenstunden demzufolge auf einen jährlichen Kollektorertrag von 440 kWh/(m² * a)

Gesamt Ravensburg				
Nutzfläche / Freiflächen Gesamt		in m ²	7.531.055	
Abzug Entfernung zur Wohnbebauung Gesamt	-50%	in m ²	-3.765.527	3.765.527
Abzug Beschattungs- und nicht nutzbare Flächen Gesamt	-30%	in m ²	-1.129.658	2.635.869
Abzugsfläche / Begehungs- und Wartungsflächen Gesamt	-20%	in m ²	-527.174	2.108.695
technische Potentialfläche Gesamt		in m ²	2.108.695	
spezifische Leistung von 0,2 kWp pro m ² Photovoltaik (20° Neigung)		kW/m ²	0,2	421.739
spezifische Arbeit von 1.000 kWh pro kWp Photovoltaik		kWh	1.000	421.739.054
regenerative Energieherstellung - Potential		MWh		421.739

Tabelle 34: Verteilung der Heizungsanlagen

Ergebnis: In der Stadt Ravensburg gibt es nutzbare Flächen für die Gewinnung solarer Energien von **42 ha**. Diese Flächen können aktiv für die Erzeugung solarer Energien genutzt werden.

Das Flächenpotential ermöglicht ein technisches solares Potential für die erneuerbare Stromerzeugung von ca.: **421.739 MWh** pro Jahr

4.13 Wasserkraft

Im Stadtbereich Ravensburgs existieren mehrere bestehende Wasserkraftanlagen. Datengrundlagen sind Untersuchungen vom Büro am Fluss e.V. in Zusammenarbeit mit dem Hydra Institut für angewandte Hydrobiologie und der Fichtner Water & Transportation GmbH (2015/2016).

Gemeinde	Name der Anlage	Fallhöhe [m]	Mittlerer Abfluss des Gewässers [m³/s]	Installierte Leistung [kW]
Ravensburg, Stadt	T 52 Flattbach	17,99	0,07	30
Ravensburg, Stadt	T 173 Schwarzach	19,72	0,88	159
Ravensburg, Stadt	T 70 Schwarzach / Grenzbach	6,31	0,88	26
Ravensburg, Stadt	T 54 Mönchmühle	5,66	0,07	30
Ravensburg, Stadt	T 50 Flattbach	2,81	0,07	0
Ravensburg, Stadt	T 72 Schwarzach	5,4	0,96	28
Ravensburg, Stadt	Flattbach Wasserrad Rinker	5	0,07	8

Ravensburg, Stadt	281 kW
Vollnutzungstunden	8.500,0 VBh
Jahresarbeit	2.388,5 MWh

Tabelle 35: Verteilung der Wasserkraftanlagen – Stadt Ravensburg

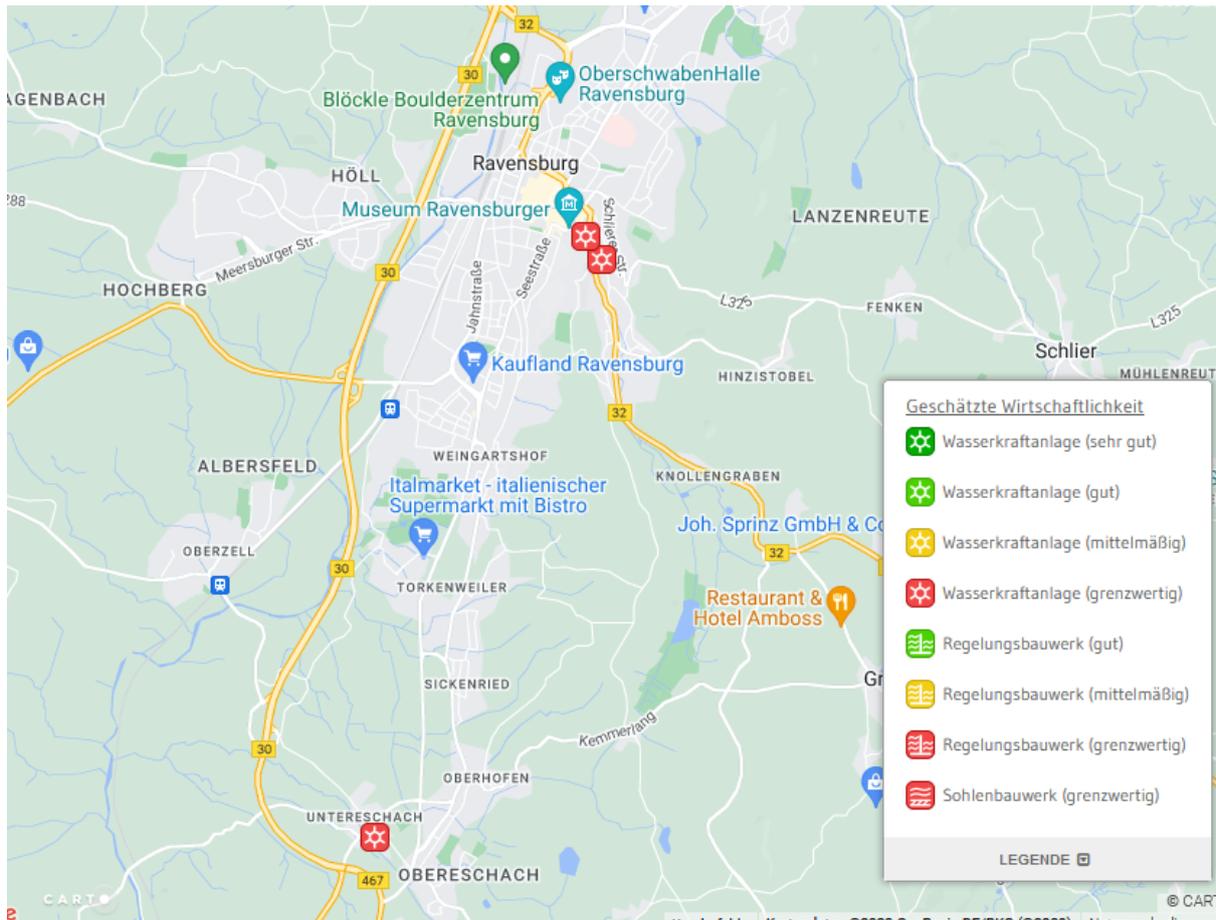


Abbildung 20: Aus- und Neubaupotential an bereits genutzten Wasserkraftstandorten¹⁶

Ein nennenswerter Ausbau der Wasserkraft in Ravensburg ist nicht anzunehmen. Die vorhandenen Wasserkraftwerke werden von ihrem Potentialstandort bereits als „grenzwertig“ eingestuft.

Ergebnis: In der Stadt Ravensburg werden aus den vorhandenen 7 kleineren Wasserkraftanlagen, mit einer installierten Leistung von insgesamt 281 kW ein technisches Potential für die erneuerbare Stromerzeugung von ca.: **2.388,5 MWh pro Jahr** generiert.

¹⁶ Quelle: <https://www.energieatlas-bw.de/wasser/ermitteltes-wasserkraftPotential>

4.14 Windkraft

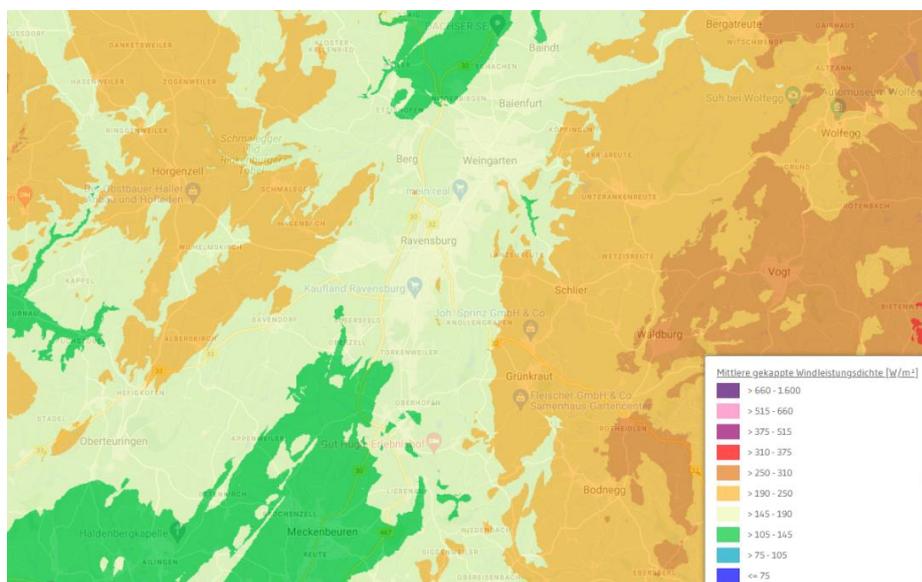


Abbildung 21: Windleistungsdichte im Stadtbereich Ravensburg ¹⁷

Zur Berechnung des Windkraftpotentials wurden zunächst nur die Flächen herangezogen, auf denen überhaupt ausreichend viel Wind weht, um Windenergieanlagen nach aktuellem technischem Stand sinnvoll zu betreiben (Daten aus dem Windatlas Baden-Württemberg). Anschließend wurden alle Flächen, die gemäß geographischen Rohdaten technisch schwer oder gar nicht erschließbar sind (z. B. Hangneigung größer als 30 Grad), ausgeschlossen.

Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten (m/s)
in Abhängigkeit von der Windrichtung in % :

Geschwindigkeit Richtung	0-1.0 m/s	> 1.0-2.0 m/s	> 2.0-3.0 m/s	> 3.0-4.0 m/s	> 4.0-5.0 m/s	> 5.0 m/s	Summe
345-015°	10.02	5.09	0.74	0.02	0	0	15.87
015-045°	10.42	5.09	1.36	0.12	0.01	0	17
045-075°	4.45	0.57	0.06	0.01	0	0	5.09
075-105°	2.72	0.12	0.01	0	0	0	2.85
105-135°	1.84	0.14	0.02	0	0	0	2
135-165°	1.52	0.27	0.04	0	0	0	1.83
165-195°	3.54	3.39	0.77	0.1	0.02	0.02	7.84
195-225°	11.58	10.57	3.8	1.12	0.16	0.01	27.24
225-255°	6.68	2.61	0.95	0.46	0.19	0.07	10.96
255-285°	3.07	0.39	0.06	0.01	0	0	3.53
285-315°	1.97	0.25	0.01	0	0	0	2.23
315-345°	2.61	0.89	0.04	0	0	0	3.54
Summe	60.42	29.38	7.86	1.84	0.38	0.1	

Tabelle 36: Windgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Windrichtung

Die mittlere Windgeschwindigkeit liegt bei 1,01 m/s.

Ergebnis: In der Stadt Ravensburg ließen sich 0 Windkraftanlagen auf geeigneten Potentialgebieten, sowie 0 weitere, auf bedingt geeigneten Potentialgebieten, errichten.

¹⁷ Quelle: <https://www.energieatlas-bw.de/wind/windatlas-baden-wuerttemberg>

5. Zielszenario

5.1 Methodik

Bis 2040 will die Stadt Ravensburg eine Netto-Treibhausgasneutralität erreichen. Es sollen ab diesem Zeitpunkt dann also nur noch so viele Treibhausgase produziert werden, wie im selben Zeit- und Betrachtungsraum der Atmosphäre entzogen werden. Der Weg zur treibhausgasneutralen Stadt Ravensburg bis 2040, kann nur in enger Zusammenarbeit mit allen Beteiligten und Gremien der Stadt erfolgreich sein.

Diese Ziele und das beschriebene Zielszenario sind ambitioniert, aber realisierbar und eine wichtige Grund-Voraussetzung, um die gesellschaftlichen Anstrengungen für den Klimaschutz mit Erfolg zu lösen. Die dazugehörigen gesellschaftliche Anstrengungen müssen deshalb deutlich erhöht werden. Es geht darum, dass alle Protagonisten an einem Strang ziehen: Wirtschaft, Bürgerschaft und Verwaltung. Dazu gehören auch höhere finanzielle und personellen Ressourcen, die in der Stadt und seinen Gremien dafür eingesetzt werden müssen.

Die gestiegenen Energiepreise und gesellschaftlichen Prozesse bedingen den Schwerpunkt auf Energieeffizienz und Energiesparmaßnahmen. Die Vorbildwirkung der kommunalen und öffentlichen Infrastruktur stärkt die Vertrauensbasis der Bürgerschaft und aller sonstigen Sektoren in die Vorgaben der kommunalen Wärmeplanung. Energieeinsparung verringert erheblich das Ausmaß der Investitionen in die sonst notwendigen Umsetzungsmaßnahmen sowie der einhergehenden finanziellen Belastungen der Bevölkerung.

Die beiden Städte Ravensburg und Weingarten möchten im Rahmen ihrer kommunalen Wärmeplanung in enger Zusammenarbeit mit den Technische Werke Schussental GmbH & Co. KG, den Ausbau der bestehenden Nah- und Fernwärmenetze vorantreiben.

Das Vorgehen beim Erstellen des Zielszenarios besteht daraus, dass zunächst ein Wärmebedarf für 2040 festgelegt wird. Dieser berechnet sich aus dem heutigen Wärmebedarf, der Berechnung einer notwendigen Sanierungsquote zum Erreichen der vollständigen Energetischen Sanierung und der Festlegung einer realistisch zu erreichenden Sanierungsquote.

In Ravensburg ist zum Erreichen der vollständigen energetischen Sanierung aller Gebäude und damit zum Ausschöpfen des gesamten Potentials der Sanierung eine Sanierungsquote von 6,7 % pro Jahr notwendig. Aktuell liegt die Sanierungsquote bei 1 % pro Jahr. Die realistische Sanierungsquote wird deshalb auf maximal 3,5 % pro Jahr festgelegt. Dadurch wird der Wärmebedarf im Zielszenario definiert.

Im nächsten Schritt wird aus den ermittelten technischen Potentialen ein Szenario definiert, mit dem die Bedarfe möglichst wirtschaftlich gedeckt werden können.

5.2 Sanierungsrate Gebäudebestand (Wohngebäude)

Beginnend bei 1 % pro Jahr, steigt die Sanierungsrate im Zielszenario um jährlich 0,2 % ab 2025, dann auf maximal 2 % im Jahr 2030, dann verstärkend um 0,3 % pro Jahr bis 2035 gleichbleibend auf eine Sanierungsquote von 3,5 %. Damit wird in vielen Fällen auch die EU-Richtlinie der vorgegebenen Effizienzklasse „D“ für Bestandsgebäude erfüllt. Um die Zielsetzungen des Einsparszenarios zu erfüllen, müssen hier bis 2040 weitere Steigerungen der Sanierungsquote erfolgen.

EU-Parlament beschließt ambitionierte Position zur EPBD

„Das europäische Parlament hat vor den Verhandlungen mit den Mitgliedstaaten über die Neufassung der EU-Gebäuderichtlinie (EPBD) und verpflichtende Sanierungen eine ehrgeizige Position eingenommen und diese am 14.3.2023 in erster Lesung beschlossen.

Nach den beschlossenen Änderungswünschen des Parlaments sollen Neubauten ab 2028 emissionsfrei sein. Für Neubauten, die Behörden nutzen, betreiben oder besitzen, soll das schon ab 2026 gelten.

Auf einer Skala von A bis G – wobei die Energieeffizienzklasse G den 15 % der Gebäude mit den schlechtesten Werten im Gebäudebestand eines Mitgliedstaats entspricht – müssen Wohngebäude dem Vorschlag zufolge bis 2030 mindestens Klasse E und bis 2033 Klasse D erreichen.

Nichtwohngebäude und öffentliche Gebäude müssen diese Energieeffizienzklassen bis 2027 bzw. bis 2030 erreichen.¹⁸

Diese Position steht derzeit noch zur Debatte. Eine Umsetzung ist aus heutiger Sicht fraglich.

Ein zentraler Baustein der Energiewende ist die energetische Sanierung des Gebäudebestands, denn eine Dämmung von Dach und Fassade sowie moderne Fenster und Heizungsanlagen senken den Energieverbrauch langfristig. Die beiden Städte Ravensburg und Weingarten können jedoch nur die Sanierung der Gebäude, die in ihrem eigenen Besitz sind, direkt beeinflussen und umfassend energetisch sanieren. Um möglichst viele weitere Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer – sowohl im privaten als auch im wirtschaftlichen Bereich – für eine energetische Sanierung zu motivieren, sollen verschiedene Impulse geschaffen werden.

Ein hoher Sanierungsstandard (zuerst 2030 EH55, danach EH40) ist dabei zu beachten.

Bis zum Zieljahr 2040 sind in Ravensburg durch die durchgeführten Sanierungsmaßnahmen jährliche Einsparungen von **46,7%** der privaten Haushalte realisierbar. Dies erfordert jedoch eine äußerst ambitionierte Sanierungsquote von 6,6 % im Vergleich zu derzeit 1 %.

Im Einsparszenario „ganzheitliche Sanierung aller Wohngebäude“ kann der Endenergiebedarf für Wärme im Jahr 2040 auf 223.324 MWh/ Jahr gesenkt werden.

Gebäude der gewerblichen und wirtschaftlichen Sektoren sind ebenso energetisch zu sanieren. Öffentliche Gebäude sollen mit dem Ziel: „klimaneutrale Verwaltung“ bis 2030 hochwertig energetisch saniert werden. (s. hierzu Maßnahmenplan).

¹⁸ Quelle: Pressemitteilung Europäisches Parlament vom 14-03-2023: „Parlament für klimaneutrale Gebäude bis 2050“

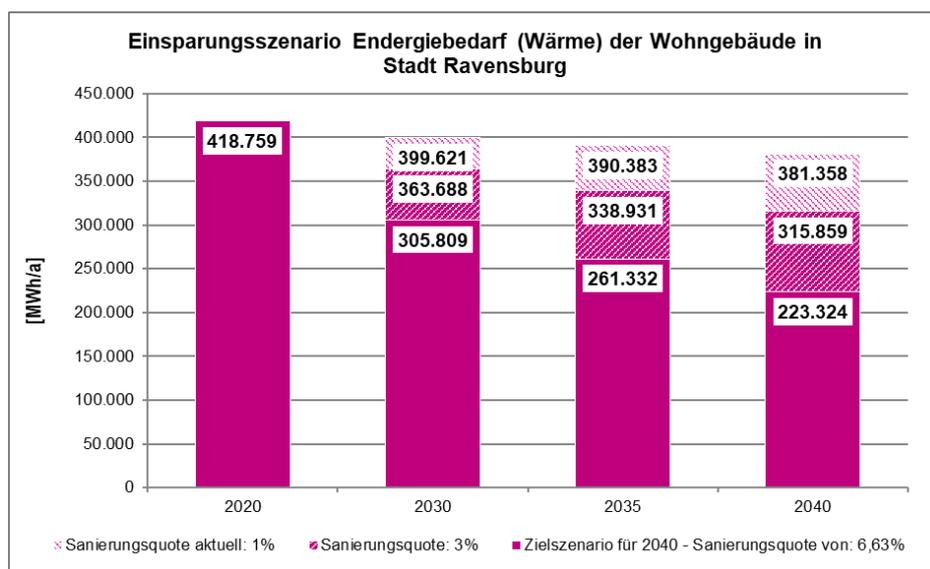


Diagramm 21: Einsparscenario Stadt Ravensburg

Szenario ganzheitliche Sanierung aller Wohngebäude	
maximale prozentuale Einsparung nach Sanierung:	46,7%
Sanierungsquote aktuell:	1
Sanierungsquote:	3
Zielszenario für 2040 - Sanierungsquote von:	6,6
ergibt:	223.324

Tabelle 37: Einsparscenario Stadt Ravensburg

5.3 Rolle der fossilen Energieträger und Stärkung der Fern- und Nahwärme

a) Heizöl & Erdgas

„Bis 2045 will Deutschland klimaneutral sein und sich vollständig von fossilen Energieträgern verabschieden. Zudem hat sich Deutschland mit der Abhängigkeit von aus Russland importierten Energieträgern in eine schwierige Lage gebracht. Durch eine schnellere Transformation zur Klimaneutralität lässt sich diese Abhängigkeit überwinden. Darin besteht der Vorteil Tempo. Nur ein fossilfreies, klimaneutrales Energiesystem gibt langfristig Sicherheit und befreit von Preisrisiken. Der entschlossene Umbau auf fossilfreie Produktion und Mobilität ist der Schlüssel für Klimaneutralität und Energiesicherheit. Denn die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern ist in der Industrie und im Verkehr sehr hoch. Eine Steigerung der Energieeffizienz bringt sofort Wirkung und entlastet von Preisrisiken.“¹⁹

Die Zielstrategie geht von einer schrittweisen Reduktion des Endenergiebedarfes in den jeweiligen Gebäuden und vollständiger Ausstieg aus fossilen Energien bis 2045 aus. Heizöl und Erdgas werden im Zielszenario nicht mehr berücksichtigt.

¹⁹ Quelle: <https://www.dena.de/klimaneutralitaet-und-energiesicherheit/>

Obwohl das Thema Erdgasnetze im Verlauf der Erarbeitung von kommunalen Wärmeplanungen in Ravensburg und Weingarten thematisiert wurde, lassen sich mit den derzeitigen globalen und nationalen Aussagen der Experten, keine fachgerechten Aussagen zur Zukunft der Erdgasnetze der beiden Städte treffen.

Die Diskussionen, die Datenerhebungen und die Ziel-Szenarien-Entwicklung bis 2040 zum Thema „Zukunft der Erdgasnetze“ rechtfertigen einen Rückbau mit gleichzeitiger Erschließung der Infrastruktur mit Fernwärmevernetzung.

Die anstehenden Fragen, ob Erdgasnetze künftig mit Wasserstoff betrieben werden könnten, ist mit dem heutigen Tag weder politisch, rechtlich und fachlich noch technisch-wirtschaftlich beantwortbar.

Für die diverse Industriebranchen im Umkreis der Städte Weingarten und Ravensburg werden z.Z. Untersuchungen für eine Umstellung und Transportmöglichkeiten von grünem Wasserstoff, als Ersatz für Erdgas geprüft.

b) Ziele der Fern- und Nahwärme

Wärmenetze haben den Vorteil, flächendeckende Treibhausgaseinsparungen durch den Ersatz fossiler Energieträger zu ermöglichen. Die Umstellung der Energieträger in Bestands- und neu-konzipierten Wärmenetzen können zu enormen Einsparungen führen.

Durch die schnellere Unabhängigkeit von Gas und Öl steigt die Attraktivität dieser Projektplanungen und Umsetzung für die Endkunden. Auch die anstehenden gesetzlichen Möglichkeiten des aktuellen Gebäudeenergiegesetzes (GEG vom 08.09.2023) wird die Attraktivität eines Anschlusses an ein Wärmenetz für die Kunden erhöhen.

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanungen in den beiden Städten Ravensburg und Weingarten, konnten in Zusammenarbeit mit dem örtlichen Energiedienstleister Technische Werke Schussental GmbH & Co. KG, Eignungsgebiete für den Ausbau von Wärmenetzen ausgewiesen werden. Dabei gingen Kriterien, wie Wärmbedarfsdichte und Wärmestromdichte, Kernkunden und große Einzelverbraucher, Alter der Heizungen, vorhandene Netzinfrastruktur, Gebäude- und Siedlungsstruktur, sowie lokal verfügbare erneuerbare Wärmequellen und potenzielle Abwärmequellen in die Bewertung ein.

Die wesentlichen Kriterien für die Auswahl von Wärmenetzgebieten in dieser Studie sind u.a.

- Wärmestromdichte [MWh/ha*a] bzw. vorhandene Wärmenetze und deren Planungen
- Wärmeliniendichte (d. h. Wärmestromdichte entlang der Straßen) [kWh/m*a]
- Wirtschaftlich nutzbare Ankerkunden bzw. größere kommunale- und soziale Kundengebäude
- Vorhandene Strukturen & Quellen für die Nutzung der Wärmepotentialen

Die Technische Werke Schussental GmbH & Co. KG haben bereits damit begonnen, einige Bereiche für die Nachverdichtung oder den Bau von Wärmenetzen unter anderem im Rahmen eines Quartierskonzeptes (beispielhaft Weststadt) genauer zu untersuchen.

Die weiteren Eignungsgebiete für Wärmenetze und Randzonen, sollen sukzessive untersucht und erschlossen werden, um das Ziele der Klimaneutralität bis 2040 zu erreichen (siehe Maßnahmenplanung).

Durch die im Rahmen des KWP ermittelten Maßnahmen und Eignungsgebiete ist noch keine Verpflichtung zur Errichtung von Wärmenetzen abzuleiten. Eine Prüfung kann erst im Rahmen von vertiefenden Untersuchungen erfolgen.

Die beiden Stadtverwaltungen möchten derzeit keinen Anschluss- und Benutzungszwang beschließen, sondern in Aufklärungs- und Beratungsgesprächen wirtschaftlich und ökologisch überzeugen.

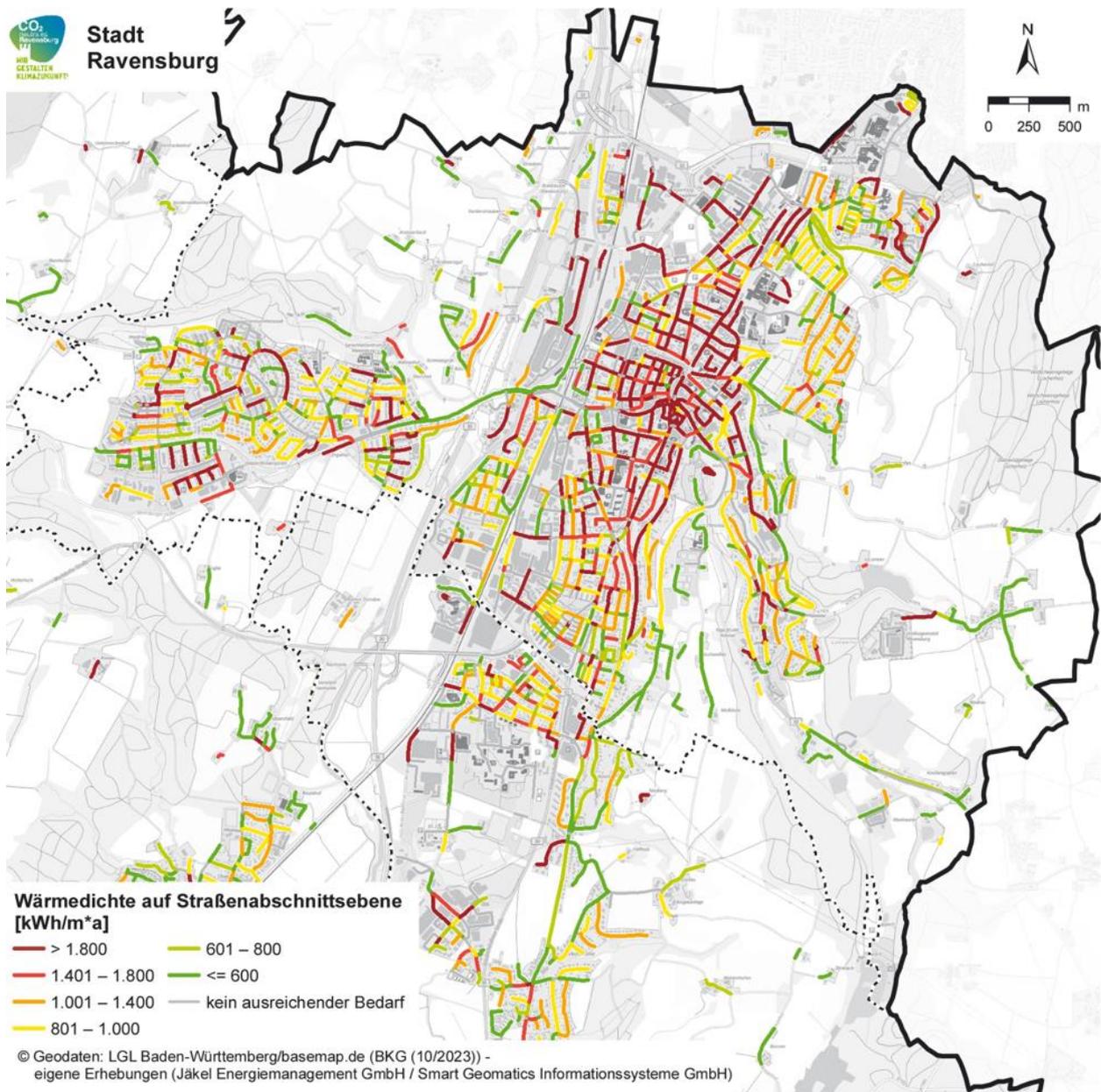


Abbildung 22: Wärmelinienichte Kernstadt Ravensburg-Straßenabschnittsebene

5.4 Solare Energien

Bei dem Zielszenario "Potentiale der solaren Energieformen" handelt es sich um eine überschlägige technisch-wirtschaftliche Einschätzung mit grundsätzlichen Annahmen.

Die dargestellten Potentiale innerhalb des jeweiligen Stadtgebietes sind mit den zuständigen Fachbereichen und Gremien auf eine fachliche und praktische Umsetzbarkeit hin zu verifizieren und sollen einer politischen Entscheidung, ob diese Potentiale genutzt werden, keineswegs vorgreifen. Vielmehr soll das Ergebnis der Politik aufzeigen, welche umsetzbaren Potentiale überhaupt vorhanden und grundsätzlich erschließbar sind.

Eine Klärung der umsetzbaren Potentiale kann durch vertieften Untersuchungen z.B. im Rahmen einer Projektstudie, Quartierskonzeption bzw. geförderten BEW-Studie erfolgen, die im Rahmen dieser Kommunalen Wärmeplanung nicht durchführbar sind. Die Umsetzbarkeit hängt somit von weiteren Erkenntnissen oder auch von politischen Entscheidungen ab.

Bei der Potentialanalyse im Zielszenario 2040 geht es im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung nicht um einzelne Flächen und Nutzungsformen, sondern um die Größenordnungen.

Die regenerative-, elektrische Energieerzeugung aus der Windkraft (0 MWh pro Jahr) und aus der Wasserkraft (2.388,5 MWh pro Jahr) werden aus der Bestandsanalyse übernommen.

a) Dachflächen-Photovoltaik

Zukünftige Studien sollten die lokal erzeugbaren regenerativen Energiemengen, der Dachflächen-PV Anlagen, präziser einschätzen, insbesondere auch deren Speicherung und Nutzung im Winterhalbjahr.

Gerade den Hilfsenergiebedarf an Strom für die Wärmepumpenanlagen zu kombinieren, um Gebäude zu identifizieren, welche sich durch eine Kombination von Umweltenergie und Stromerzeugung (Dach-PV) jahresbilanziell (nahezu) ausgeglichen heizen lassen, ist eine der Aufgaben der Wärme- und Energiewende.

Die Zielstrategie sieht einen hohen Deckungsbeitrag für die Energieanteile an solaren Energien auf den vorhandenen Dachflächen der Stadt vor. In der Regel kann im Gebäudebestand keine 100 %-Deckung erreicht werden. Abzüglich baulicher oder struktureller Behinderungen, sind dann bis zu 80 % der Dachflächen für die solare Energiegewinnung technisch nutzbar. Der wirtschaftlich-soziale Deckungsbeitrag kann inklusive statischer Problemstellungen bis zum Jahr 2040 mit ca. 50 % angesetzt werden. Die Zielrichtung bis 2040 soll es sein, unter Berücksichtigung zukunftsgerichteter Technologien, die erneuerbare Energiebereitstellung auch für das Winterhalbjahr über die solaren Flächen zur Verfügung zu stellen. Im Zielszenario 2040 wird deshalb für den Stadtbereich von einer Nutzung der technischen Potentiale, von 50 % ausgegangen. Die Transformation über die Jahreszahlen 2030 (mit 20 %) und 2035 (35 %) sind dann realistische Meilensteine. Eine Vorbildwirkung liegt hier speziell für die zur Verfügung stehenden Dachflächen der kommunalen Gebäude.

Bei Neubau oder Sanierungen von Bestandgebäuden bestehen bereits rechtliche Verpflichtungen. Für denkmalgeschützte Gebäude oder Kulturdenkmale gelten teilweise Sonderregelungen.

Auch das am 08.09.2023 beschlossene GEG fordert weiterführende Maßnahmen zur Nutzung von PV-Flächen auf allen verfügbaren Flächen.

Bis 2040 sind dann 50 % des im Energieatlas Baden-Württemberg ausgewiesenen Maximalpotential an Dachflächen der Stadt erschlossen.

Dies entspricht einem Jahresertrag von

- **149.593 MWh**, ohne Berücksichtigung des Denkmalschutzes in Ravensburg

Technisches Solarpotenzial nach Anlagengröße (alle Gebäude) ohne Berücksichtigung des Denkmalschutzes --> Ravensburg			
Leistungsklasse	Anzahl Gebäude	Potenzieller Stromertrag [MWh]	Potenzielle Leistung [kW_p]
<= 10 kW _p	11.224	49.822	48.180
11 – 40 kW _p	6.894	124.849	127.229
> 40 kW _p	1.060	124.515	121.731
GESAMT	19.178	299.186	297.140
<i>kein Potenzial ermittelbar</i>	0	-	-
Zielscenario-nutzung 2040 Annahme	50%	149.593	

Tabelle 38: Technisches Solarpotential auf den Dächern - Ravensburg in MWh / Jahr

b) Freiflächen- und Agri-Photovoltaik

Die Installation von Freiflächen-PV-Anlagen ist heute eine erprobte, zuverlässige und kostengünstige Möglichkeit zur Erzeugung großer Mengen erneuerbaren Stroms aus Sonnenenergie. Allerdings entsteht bei herkömmlichen Freiflächen-PV-Anlagen häufig eine Flächenkonkurrenz zur Landwirtschaft. Hierfür wird die Stadt Freiflächen zur Verfügung stellen, um die Flächennutzungen des Zielszenarios zu ermöglichen.

Bis 2040 sind im Zielszenario 60 % des im Energieatlas Baden-Württemberg ausgewiesenen Maximalpotentials im Bereich der Freiflächen-PV und weitere 7 % der Freiflächen für die Nutzung von Solarthermie erschlossen.

Dies entspricht einem Jahresertrag von 253.043 MWh solare Energie aus PV und 29.522 MWh solarthermische Energie für die Wärmeprozesse in der Stadt Ravensburg.

Gesamt Ravensburg				
Nutzfläche / Freiflächen Gesamt		in m ²	7.531.055	
Abzug Entfernung zur Wohnbebauung Gesamt	-50%	in m ²	-3.765.527	3.765.527
Abzug Beschattungs- und nicht nutzbare Flächen Gesamt	-30%	in m ²	-1.129.658	2.635.869
Abzugsfläche / Begehungs- und Wartungsflächen Gesamt	-20%	in m ²	-527.174	2.108.695
technische Potentialfläche Gesamt		in m ²	2.108.695	
spezifische Leistung von 0,2 kWp pro m ² Photovoltaik (20° Neigung)		kW/m ²	0,2	421.739
spezifische Arbeit von 1.000 kWh pro kWp Photovoltaik		kWh	1.000	421.739.054
regenerative Energieherstellung - Potential		MWh		421.739
Potentialnutzung PV - 2040	Annahme	60%		253.043
Umwandlungsfaktor Solarthermie			700 kWh/kW-t	
Zielszenario-Nutzung Solarthermie 2040	Annahme	7%		29.522

Tabelle 39: Technisches Solarpotential auf den Dächern - Ravensburg in MWh / Jahr

Ergebnis: Die wirtschaftliche Nutzung von regenerativer Umwelt-Energien in seinen Formen (Strom und Wärme) und dem Verwendungszweck nach, ist in allen Bereichen des Stadtgebietes anwendbar und damit ein wichtiger Bestandteil der Wärmewende für das Stadtgebiet. Die in vorgenannten Zielszenarien zur Produktion von regenerativem Strom und dargestellten Strompotentiale, werden auch für die Sektoren Mobilität und Stromversorgung sowie Hilfsenergieprozesse für mögliche Wärmepumpen der Einzelheizungsgebiete, benötigt.

5.5 Wärme aus Abwassernutzung

Die gelieferten Wärmepotentiale aus Abwasser nach der Abwasserbehandlung in der Kläranlage aus der Stadt Weingarten werden im Zielszenario zu 100 % dem Ortsbereich Ravensburg zugeordnet, da der Standort der Kläranlage im Bereich der Stadt Ravensburg liegt.

Weitere Wärmepotentiale aus den Bereichen Abwärmenutzung aus Abwässern, in den jeweiligen Kanälen bis zur Kläranlage bedürfen einer gesonderten Untersuchung.

Die Abwärmenutzung aus Abwasser ist aufgrund der ganzjährigen Verfügbarkeit sowie deren Tagescharakteristik (Morgen- und Abendspitze liegen ähnlich dem Wohngebäude-Wärmeverbrauch) eine vielversprechende Wärmequelle (Temperatur Abwasser: rund 8 – 20 °C je nach Jahreszeit).

Die Wärme des Abwassers kann in den verschiedensten Standorten genutzt werden, entweder

- direkt in den Gebäuden,
- in den Abwassersammlern (auch kurzfristig speicherbar) oder
- am Kläranlagen-Auslauf.

Bei allen Nutzungen vor der Kläranlage, muss darauf geachtet werden, dass Prozess-Mindesttemperaturen in der Kläranlage notwendig und nicht unterschritten werden sollten, da es sonst zu mikrobiologischen Problemen in den verschiedenen Klärprozessen innerhalb der Kläranlage

kommen kann. Dazu kommen äußere Wärmegewinne über das Kanalsystem der Stadt im Erdreich bis zur Kläranlage, hinzu.

Die unterschiedlichen Wärmepotentiale aus Abwasser konkurrieren im Zielszenario miteinander. Viele analytisch notwendige Werte bestimmen an den entsprechenden Wärmequellen die Entnahmemöglichkeiten von Wärme aus Abwasser. Werte wie Temperatur, Trockenwetterabfluss, Entfernung bis zum Klärwerk, Prozesskriterien im Klärwerk usw. und sind sehr komplex. Aber auch die jeweilige Nutzung für vorgesehene Wärmenetze bzw. Einzelkunden und deren Standorte bestimmen maßgeblich die Nutzung dieser Umweltenergieform.

Die vorgegebenen Energiekennzahlen der technischen Potentialanalyse beinhalteten ausschließlich den Standort der Kläranlage. Für ein spezielles Projekt-Zielszenario werden Quartiers- und priorisierende Fachanalysen notwendig, um die vorhandenen Potentiale fachgerecht zu entwickeln und nutzen zu können. Diese Fachexpertisen wurden in dieser Studie nicht weiter untersucht.

Gesamt Ravensburg (inkl. Potential-Weingarten)			
Potential Abwärmenutzung Stadt Ravensburg - hier Umweltwärmenanteil in MWh			9.393
COP - Potential (3,5) - hier Hilfsenergieanteil in MWh		3,5	2.684
Wärme-Potential Potential Abwärmenutzung - in MWh			12.077
Potentialnutzung Abwärmenutzung-Abwasser - 2040	Annahme	60%	5.636
Hilfsenergieanteil PV - 2040			1.610
Wärmepotential - Zielszenario-Nutzung 2040			7.246

Tabelle 40: Wärmepotential – Wärme aus Abwassernutzung – Ravensburg

Ergebnis: Die exergetisch sinnvolle Nutzung von Abwasser leistet im Zielszenario für das Stadtgebiet einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung des Wärmesektors und damit zum Klimaschutz.

Dieses Wärmepotential als natürliche Abwärmenutzung, ist wesentlicher Bestandteil der Energiewende.

Für Temperaturanhebungsprozesse im Fernwärmesektor, ist auch ein regenerativer Anteil Stromversorgung für die Hilfsenergieprozesse möglicher Wärmepumpen notwendig.

Auch in den Einzelheizungsgebieten kann dieses Wärmepotential genutzt werden.

5.6 Biomasse Biogas, Holz und Grünschnitt

Holz SRM	40,00 fm	
Lagerungsdichte Rundholz (Buche)	853,85 (kg/Fm)	
Lagerungsdichte Hackschnitzel (kg/Sm ³)	341,54 (kg/Sm ³)	
Heizwert Hu (kWh/kg oder MWh/t)	2,96	
Energiedichte der Hackschnitzel (kWh/Sm ³)	1.011,84	
Holz	34.154 kg	
Heizwert Hu	101.184 kWh	
Ausschließlich Holz/Restholz aus der Stadt Ravensburg		101,18 MWh
Potentialnutzung Abwärmenutzung-Stadtholz - 2040	Annahme	20%
Zielszenario-Nutzung Abwärme-Stadtholz - 2040		20,2 MWh

Tabelle 41: Wärmepotential – Holz & Restholz - Zielszenario 2040 – Ravensburg

Holz SRM	800,00 fm	
Lagerungsdichte Rundholz (Buche)	853,85 (kg/Fm)	
Lagerungsdichte Hackschnitzel (kg/Sm ³)	341,54 (kg/Sm ³)	
Lagerungsdichte Hackschnitzel (kg/Sm ³)	2,96	
Lagerungsdichte Hackschnitzel (kg/Sm ³)	1.011,84	
Holz	683.077 kg	
Heizwert Hu	2.023.683 kWh	
Ausschließlich Holz aus dem Stadtwald der Stadt Ravensburg		2.023,68 MWh
Potentialnutzung Abwärmenutzung-Stadtwald - 2040	Annahme	90%
Zielszenario-Nutzung Abwärme-Stadtwald - 2040		1.821,3 MWh

Tabelle 42: Wärmepotential – Holz aus dem Stadtwald & Zielszenario 2040 – Ravensburg

Gesamt Ravensburg		
Grünschnitt gehäckselt Ortschaften Ravensburg	1.300,69 t	
Grünschnitt Friedhof Ortschaften Ravensburg	325,17 t	
Grünschnitt Ortschaften Ravensburg	3.251,74 MWh	
Potentialnutzung Abwärmenutzung-Grünschnitt - 2040	Annahme	80%
Zielszenario-Nutzung Abwärme-Grünschnitt - 2040		2.601 MWh

Tabelle 43: Wärmepotential – Grünschnitt & Zielszenario 2040 – Ravensburg

Gesamt Ravensburg		
Biogas (über Bebauungsplan)	4.000.000 Nm ³	
Heizwert Methan	9,97 kWh	
Methangehalt Biogas	63%	
	25.124,40 MWh	
Potentialnutzung Abwärmenutzung-KWK-Biogas - 2040	Annahme	90%
Zielszenario-Nutzung Abwärme-KWK-Biogas - 2040		22.612,0 MWh

Tabelle 44: Wärmepotential – Biogas & Zielszenario 2040 - Ravensburg

„Im Gegensatz zu Kaminöfen emittieren automatisch betriebene Holz- und Pelletheizungen vergleichsweise wenig gesundheitsschädliche Feinstaubpartikel. Möglich wird ein Einbau künftig in neuen und bestehenden Gebäuden. Da nachhaltig erzeugte Biomasse nur begrenzt verfügbar ist, sollte diese Option nur in bestehenden Gebäuden genutzt werden, die kein Niedertemperaturniveau erreichen können, etwa in denkmalgeschützten Gebäuden und schwer sanierbaren Häusern, raten Experten. Bei ihnen ist dies häufig die einzige Möglichkeit, ohne gut gedämmte Gebäudehülle annähernd klimaneutral zu heizen.“²⁰

Ergebnis: Die fachgerechte, wirtschaftliche Nutzung von fester Biomasse spielt eine wichtige Rolle als erneuerbarer Energien-Anteil und ist ein wichtiger Baustein zur Dekarbonisierung des Wärmesektors für das Stadtgebiet.

In den Einzelheizungsgebieten sollen diese Wärmepotentiale nur im Bereich der Bestandsgebäude genutzt werden. Mit Inkrafttreten des GEG am 01.01.2024, ist die Nutzung fester Biomasseanteil im Neubau stark eingeschränkt.

5.7 Geothermie und Luft

Das Potential „Tiefengeothermie“ mit ca. 91.067 MWh pro Jahr, wird hauptsächlich für die Verwertung im Sektor „Fern- und Nahwärme“ berücksichtigt.

In der Zusammenfassung der Potentialanalyse und der Zielstrategie besteht die Anforderung, dass der Anteil an erneuerbaren Energien für die notwendige Wärmeversorgung in den Einzelheizungsgebieten hauptsächlich mittels Wärmepumpen (ca. 60%) realisiert wird. Dabei ist dann der komplette Ersatz fossiler Energien bis 2040 (109.138 MWh) in den Einzelheizungsgebieten berücksichtigt. Im Zielszenario wird von Energieeinsparungen durch Sanierungsmaßnahmen des Gebäudebestandes in Höhe von ca. 40% ausgegangen.

Die Wärmebereitstellung dieser Endenergie erfolgt dann über Wärmepumpen mittels Luft (54% bzw. 98.224 MWh pro Jahr) und oberflächennaher Geothermie (6% bzw. 10.914 MWh pro Jahr). Die erdnahen geothermischen Potentiale sowie Luft als Umweltenergieträger, sind mehrfach vorhanden (siehe Abschnitt Potentialanalyse).

²⁰ Quelle: „Erneuerbare in den Heizungskeller: Bundestag beschließt GEG-Novelle Presseinformation 19/2023“ Stuttgart, 14. September 2023 Autor: „Zukunft Altbau“

Gesamt Ravensburg	WP-Potential	Anteil 60%	54% LWP	6 % GEO-WP
Potentiale in kWh	181.896.702	109.138.021	98.224.219	10.913.802
COP - Potential Luft (2,8) - hier Stromanteil in MWh	COP	2,8	35.080	
COP - Potential Luft (2,8) - hier regen. Anteil Umwelt in MWh			63.144	
COP - Potential Erdreich (3,5) - hier Stromanteil in MWh	COP	3,5		3.118
COP - Potential Erdreich (3,5) - hier regen. Anteil Umwelt in MWh				7.796
Zielszenario Nutzung oberflächennahe Geothermie 2040	Annahme		100%	7.796
Hilfsenergieanteil PV - 2040				3.118
Wärmepotential - oberflächennahe Geothermie 2040				10.914
Zielszenario Nutzung Luft-Umweltwärme-Einzelheizungsgebiete 2040	Annahme		100%	63.144
Hilfsenergieanteil PV - 2040				35.080
Wärmepotential - Luft-Umweltwärme-Einzelheizungsgebiete 2040				98.224
Zielszenario Nutzung Tiefen-Geothermie 2040	Annahme		100%	91.067
Wärmepotential - Tiefengeothermie - Zielszenario-Nutzung 2040				91.067

Tabelle 45: Wärmepotential – Tiefengeothermie & Zielszenario 2040

In den Gebieten der Wärmenetzversorgung sind durch die vorliegenden technischen Potentiale der oberflächennahen Geothermie ebenfalls Wärmepumpen-Zielszenarien evaluiert.

Gesamt Ravensburg				
Potential Geothermie - Oberflächennah - hier Umweltwärmenanteil in kWh				153.954.224
Abzug Behinderungen zur Nutzung Gesamt	-35%	-53.883.978		100.070.245
Abzug Analyse "Tabelle" Erdwärme zur Nutzung Gesamt		-7.795.573		92.274.672
Potential Oberflächen Potential Oberflächenwasser - hier Umweltwärmenanteil in MWh				92.275
COP - Potential Oberflächenwasser (3,5) - hier Stromanteil in MWh		3,5		26.364
COP - Wärme-Potential Oberflächenwasser - in MWh				118.639
Zielszenario Nutzung oberflächennahe Geothermie 2040	Annahme		10%	9.227
Hilfsenergieanteil PV - 2040				2.636
Wärmepotential - oberflächennahe Geothermie - 2040		Zielszenario		11.864

Tabelle 46: Wärmepotential – oberflächennahe Geothermie & Zielszenario 2040

Im Rahmen der deutschen Energiewende sowie in Zeiten eines steigenden Bewusstseins für Ressourcenschonung, Energieeffizienz und Klimaschutz nimmt das Thema der Nutzung der Geothermie eine Schlüsselstellung in der Diskussion um die zukünftige Energieversorgung Deutschlands und auch der Stadt Ravensburg ein.

Bis zum Jahr 2040 sollen gemäß dem Zielszenario der Stadt Ravensburg gedeckt werden:

- 31,8 % des Gesamtenergiebedarfes aus den Potentialen „Tiefengeothermie“ und
- 5,9 % aus den Potentialen „oberflächennahe Geothermie“

Damit können 37,7 % „Geothermie“-Potentiale zur Wärmeversorgung im Jahr 2040 beitragen. Dies kann nur durch einen deutlichen Ausbau der Nutzung der grundlastfähigen Energieform Tiefen-Geothermie realisiert werden.

Umweltwärme in Form von Luft wurde nicht quantifiziert (da praktisch unbegrenzt) und darum an der Stelle der Potentialanalysen nicht dargestellt. Im Zielszenario wurde rechnerisch die Umweltenergie „Luft“ mit 63.144 MWh nur für den Anteil des Ersatzes der fossilen Energien in den Einzelheizungsgebieten ausgewiesen.

5.8 Abwärmenutzung & Oberflächenwasser

a) Wärmepotential – Abwärmenutzung

Im Stadtgebiet bestehen realistische Möglichkeiten zur Nutzung von industrieller Abwärme. Im Rahmen der Datenerhebung bei den Industrie- und Gewerbebetrieben wurden nur von sehr wenigen Unternehmen im Landkreis quantifizierbare Abwärmemengen übermittelt.

Zudem sind diese Abwärmepotentiale aus dem Sektor Gewerbe und Industrie nicht sicher für die Verwendung eines Wärmekatasters im Zielszenarios des Jahres 2040. Deshalb wurden diese Endenergiemengen relativ niedrig gewichtet.

Gesamt Ravensburg		Leistung in kW VBh		in MWh
Potential Abwärme - hier Umweltwärmenanteil in MWh	Bekannte Leistung	778	8.000	6.224
Zusätzliches Stakeholder-Potential zur Nutzung Gesamt	geschätzte Leistungen	2.622	8.000	20.976
Potential Abwärmenutzung Stadt Ravensburg - hier Umweltwärmenanteil in MWh				27.200
COP - Potential Abwärme (3,5) - hier Stromanteil in MWh			3,5	7.771
Wärme-Potential Abwärme-Gewerbe / Industrie - in MWh				34.971
Potentialnutzung Abwärme-Gewerbe / Industrie - 2040		Annahme	15%	4.080
Hilfsenergieanteil PV - 2040				1.166
Wärmepotential Abwärme-Gewerbe / Industrie Zielszenario-Nutzung 2040				5.246

Tabelle 47: Wärmepotential – industrieller Abwärme & Zielszenario 2040 - Ravensburg

b) Wärmepotential – Oberflächenwasser

Generell kann Wärme aus dem Gewässer „Schussen“ im Sommer und in den Übergangszeiten als Beitrag zur Grundlast genutzt werden, wenn Vorgaben zur maximalen Abkühlung eingehalten werden. Neben technischen Randbedingungen, wie dem Jahresverlauf von Temperatur und Wassermenge oder der Nähe zu potenziellen Abnehmern, sind auch Besitzverhältnisse und ökologische Anforderungen des jeweiligen Entnahmestandortes zu berücksichtigen. Eine Wärmenutzung aus Flüssen ist generell genehmigungspflichtig.

Gesamt Ravensburg		WP-Potential	Oberflächenwasser-WP	
Potential Oberflächenwasser - hier Umweltwärmenanteil in MWh				43.095
COP - Potential Oberflächenwasser (3,5) - hier Stromanteil in MWh		COP	3,5	12.313
COP - Wärme-Potential Oberflächenwasser - in MWh				55.408
Potentialnutzung Oberflächenwasser-Schussen - 2040		Annahme	10%	4.310
Hilfsenergieanteil PV - 2040				1.231
Wärmepotential Oberflächenwasser-Schussen 2040		Zielszenario		5.541

Tabelle 48: Wärmepotential – Oberflächenwasser & Zielszenario 2040 – Ravensburg

5.9 Zusammenfassung Zielszenario

Kommunale Wärmeplanung Quelle	Potentialanalyse Werte in MWh		Zielszenario Werte in MWh	
Abwasserumweltwärme in Abwasserkanälen	13.490	3,0%	5.636	2,0%
Holz	2.125	0,5%	1.842	0,6%
Grünschnittarten / Wiesenschnitt	3.252	0,7%	2.601	0,9%
Biogas (über Bebauungsplan)	25.124	5,5%	22.612	7,9%
Tiefengeothermie	91.067	20,0%	91.067	31,8%
oberflächennahe Geothermie	100.070	22,0%	17.023	5,9%
Oberflächen-Wassernutzung	43.095	9,5%	4.310	1,5%
Luftenergie als Umweltwärme & Solarthermie	63.144	13,9%	92.666	32,3%
Technische Potentiale Abwärme	27.200	6,0%	4.080	1,4%
Zusammenfassung (ohne Hilfsenergie)	368.567	Umweltenergie	241.836	Umweltenergie
Luftenergie / PV-Stromanteil	35.080	7,7%	35.080	12,2%
Geo-Oberflächennahe- /Stromanteil	29.482	6,5%	5.755	2,0%
Oberflächenwasser- /Stromanteil	12.313	2,7%	1.231	0,4%
Abwassermenge-WP- / Stromanteil	2.684	0,6%	1.610	0,6%
Abwärmepotential Gewerbe /Stromanteil	7.771	1,7%	1.166	0,4%
Zusammenfassung (Hilfsenergie für Wärme)	87.331	100,0%	44.842	100,0%
Regenerativer Energie (techn. Potential) vor ganzheitlicher Sanierung (Basisjahr 2022)	455.898	108,9%	286.678	68,5%
Energiebedarf Wohngebäude	418.759		418.759	
Regenerativer Energie (techn. Potential) Nach ganzheitlicher Sanierung (Zieljahr 2040)	455.898	204,1%	286.678	128,4%
Energiebedarf Wohngebäude	223.324		223.324	
<i>Regenerative Stromerzeugung</i>				
PV Dachflächenpotential	273.964		149.593	
Freiflächen PV/Solarthermie	421.739		253.043	
Wasserkraft	2.389		2.389	
Windkraftnutzung;	0		0	
Eigenstromnutzung für Wärmeproduktion	-87.331		-44.842	
Zusammenfassung (Netzeinspeisung)	610.761		360.183	

Tabelle 49: Darstellung Zielszenario vs. Potentialanalyse 2040 - Ravensburg

Ergebnis: Der Stromimport für die Stadt Ravensburg lag lt. Energiebericht 2017 bei **235.703 MWh**. Die erzeugte erneuerbare Strommenge im Zieljahr 2040 liegt bei ca. 360 GWh / Jahr und kann dadurch verwendet werden, „jahresbilanziert“ alle elektrischen Prozesse und die E-Mobilität der Stadt Ravensburg zu beliefern.

Damit ist das Ziel der Klimaneutralität bilanziert erfüllt.

Des Weiteren können mit der Stromüberproduktion energetische Umwandlungs- und Akkumulationsprozesse, z.B. Power to Gas, initiiert werden.

Die Städte Ravensburg und Weingarten nutzen die Zielstrategie der klimaneutralen Wärmeversorgung als integrale Aufgabe aller Gremien, für einen gemeinsamen Weg zur klimaneutralen Stadt im Jahr 2040. Die Ergebnisse und übergreifenden Aufgabenstellungen der kommunalen Wärmeplanung sollen als integrativer Teil der zukünftigen jeweiligen Stadtentwicklung Berücksichtigung finden.

6. Wärmewendestrategie

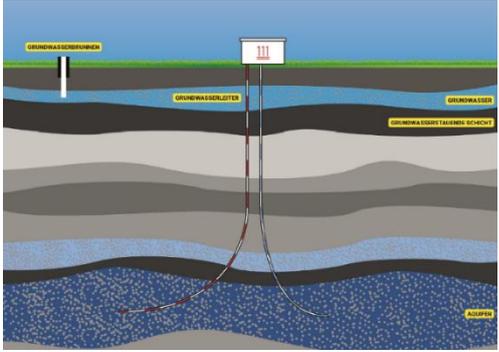
6.1 Allgemeines Vorgehen

Ein wesentlicher Bestandteil der Wärmewendestrategie ist die Erstellung eines Maßnahmenkatalogs. Die Maßnahmen zielen dabei auf die klimaneutrale Wärmeversorgung der Stadt im Jahr 2040 ab und orientieren sich am beschriebenen klimaneutralen Zielszenario.

Die Wärmewendestrategie zeigt damit auf, wie der Wärmeplan erfolgreich umgesetzt werden kann. Die insgesamt 14 Maßnahmen setzen sich aus übergeordneten Themenfeldern und konkreten investiven Maßnahmen zusammen. Insbesondere der Auf- und Ausbau von Wärmenetzen und der Ausbau erneuerbarer Energieanlagen stehen dabei im Fokus. Aber auch Maßnahmen zur Energieeffizienz und zur energetischen Sanierung werden benannt, um den Wärmebedarf auf das im Verbrauchsszenario prognostizierte Niveau zu senken.

Abschließend werden in der kommunalen Wärmeplanung fünf Maßnahmen priorisiert, mit deren Umsetzung in den nächsten fünf Jahren begonnen werden soll. Dies schreibt die Landesgesetzgebung (KlimaG BW) vor.

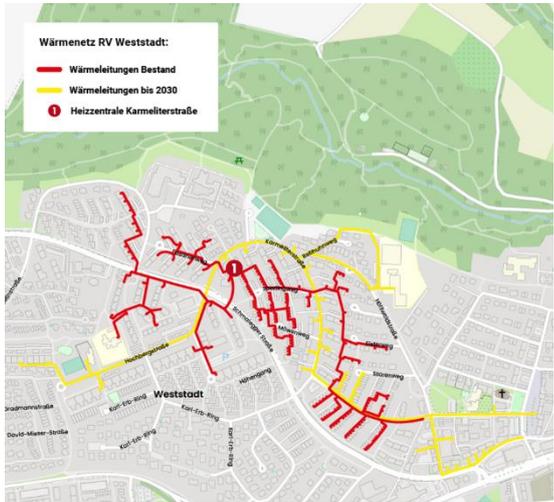
6.2 Maßnahmenkatalog

1	Machbarkeitsstudie zur Erschließung von Tiefengeothermie		Erneuerbare Energien	
Beschreibung				
<p>Im Rahmen der bundesweiten bzw. globalen Dekarbonisierung der Anwendungsbereiche Raumwärme und Warmwasser kommt jeder Region die Verantwortung zu, lokal vorhandene Ressourcen bestmöglich zu nutzen. Im mittleren Schussental gibt es im Vergleich mit anderen Teilen Deutschlands erhebliche Potentiale für die Nutzung der Tiefengeothermie. Diese ist sowohl CO₂-neutral als auch ganzjährig verfügbar und kann bei geringem Flächenbedarf große Wärmemengen für die netzgebundene Wärmeversorgung bereitstellen.</p> <p>Um diese Potentiale nutzbar zu machen,</p> <ul style="list-style-type: none"> - werden eine Aufsuchungserlaubnis sowie Fördermittel beantragt (Zeitraum 2024), - werden die begonnenen Untersuchungen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie fortgesetzt und ausgewertet. Dies umfasst auch die seismischen Untersuchungen des gesamten Stadtgebiets von Ravensburg und Weingarten (Zeitraum bis 2025), - werden geeignete Standorte festgelegt und priorisiert (Zeitraum 2026), - werden die Potentiale bei positivem Ergebnis erschlossen und in die leitungsgebundene Wärmeversorgung in Ravensburg und Weingarten integriert (Zeitraum 2026 – 2030), - wird für die Wärmenetze ein Verbundkonzept entwickelt und realisiert, um die geothermische Wärme für möglichst viele Gebäude nutzbar zu machen. <p>Für den Zeitraum nach 2030 wird die Rolle der Geothermie in der langfristigen Wärmeversorgung im mittleren Schussental bewertet und die Nutzung der Tiefengeothermie ggf. ausgeweitet (Abteufung weiterer Dubletten).</p>				
				
Zeitplan				
<ul style="list-style-type: none"> - Aufsuchungserlaubnis sowie Fördermittel beantragen 2024 - Machbarkeitsstudie 2024/ 2025 - Standorte 2026 - Erschließung 2026 – 2030 - Verbundkonzept entwickeln fortlaufend und realisieren ab 2025 - Anschlusskonzept, ggf. weitere Dublette nach 2030 				
Verantwortlichkeit	TWS	Akteure	Stadt Ravensburg, Stadt Weingarten, TWS, geologische Planungsbüros	
Zielgruppen	Wärmeversorger			
Priorität	1 (bis 2030)			
Kommunikation	Kommunikationskonzept zur frühzeitigen Einbindung von Öffentlichkeit und Akteuren wird ab 2024 erstellt			
Monitoring & Controlling	Zu definieren, mindestens über Aufsichtsrat der TWS			
Personal	TWS			
Maßnahmenbewertung				
Potential CO ₂ Reduz.	Abhängigkeiten	Umsetzung	Finanzieller Aufwand	Risiken
sehr hoch	hoch	kurzfristig	gering / ggf. hoch	mittel

2	Kommunikationskonzept zur Wärmewende entwickeln und anwenden			Begleitmaßnahme
Beschreibung				
<p>Erarbeitung eines Kommunikationskonzeptes zur Erläuterung der Wärmewende inklusive der daraus abzuleitenden Maßnahmen und Lösungen.</p> <p>Bündelung von Informationen für die Bürger über unterschiedliche Kanäle wie Soziale Medien, Presse und Veranstaltungen und Aktionen zur Schaffung von Akzeptanz für zukünftige Maßnahmen und Herausforderungen.</p> <p>Inhaltliche Themen und Informationen zur energetischer Gebäudesanierung, nachhaltiger Wärmeversorgung und weiterer Lösungsmöglichkeiten.</p> <p>Beratungsangebote zu technischen Möglichkeiten und eventuellen Fördermöglichkeiten Über unterschiedliche Kanäle wie zum Beispiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wärmefibel - Vorträge - Aktionstage - Besichtigungen - Schulungen - Mittel für Druckerzeugnisse (Stadtbücherei etc.) - Pressemitteilungen und Social Media - Streamerei, Erklärvideos - Beratungsangebote 				
Zeitplan				
<ul style="list-style-type: none"> - Erstellung des Konzepts: 2024 - Wärmefibel: 2024 - Vorträge, Aktionstage, Besichtigungen, Schulungen etc. fortlaufend ab 2024 				
Verantwortlichkeit	Stadt	Akteure	Stadt Ravensburg, Stadt Weingarten, TWS, Agenturen	
Zielgruppen	Bürger, Unternehmen			
Priorität	1 (bis 2030)			
Kommunikation	Fortlaufend, über Kanäle der Städte und der TWS			
Monitoring & Controlling	Gemeinsame Projektgruppe aus Öffentlichkeitsarbeit und Fachabteilungen beider Städte und TWS			
Personal	Städte & TWS			
Maßnahmenbewertung				
Potential CO2 Reduz.	Abhängigkeiten	Umsetzung	Finanzieller Aufwand	Risiken
indirekt	gering	kurzfristig	gering	keine

3	Weiterführung flächendeckender Ausbau des Wärmenetzes für die Innenstadt von Ravensburg			Wärmenetz
Beschreibung				
<p>Nachdem in den letzten Jahren bereits ein Grundnetz aufgebaut sowie zwei Heizzentralen im Parkhaus Rauenegg und am Hallenbad errichtet wurden, sollte das Netz in den nächsten Jahren weiter ausgebaut werden, um entsprechend der ermittelten Bedarfe die Quartiere in der Innenstadt von Ravensburg leitungsgebunden mit Wärme versorgen zu können. Auch die Wärmeerzeugung muss entsprechend der steigenden Anschlussleistung weiter ausgebaut werden. Hierzu muss im nächsten Schritt ein Konzept erarbeitet werden, das unter Berücksichtigung verschiedener Randbedingungen die Erschließung der Straßenzüge in der historischen Altstadt sowie in den angrenzenden Quartieren priorisiert. Außerdem sollte im Rahmen dieses Konzepts anhand der vorliegenden Bedarfsanalyse das Erzeugungskonzept ergänzt und erweitert werden und für den Umfang der hierfür jeweils benötigten Maßnahmen Fördermittel beantragt werden. Auf Netzseite sollte zunächst die Verbindungsachse zwischen den beiden neuen Heizzentralen fertig gestellt werden. Desweiteren sollten die Abhängigkeiten der nachfolgenden Erschließungsarbeiten untersucht werden (z.B. geplante Baumaßnahmen im Bereich Abwasserkanal, Platzneugestaltungen etc.). Das Konzept sollte die flächendeckende Erschließung der historischen Altstadt und ein Ausbaukonzept für bisher nicht beplante Bereiche (Nord- & Südstadt) enthalten. Erzeugungsseitig sollte der weitere Ausbau der vorhandenen Heizzentralen geplant werden (Rauenegg: Erweiterung um weitere BHKWs und Pufferspeicher, Prüfung weiterer Wärmeerzeuger wie Wärmepumpe, Power to Heat in Verbindung mit PV/PVT auf dem Dach des Parkhauses; Hallenbad: Abwärmenutzung nahe gelegener Industriebetriebe mittels Großwärmepumpe in Verbindung mit PV auf umliegenden Gebäuden und evtl. Eigenstrom-BHKW). Außerdem sollen gemäß der ermittelten Potentiale weitere Wärmeerzeuger eingebunden werden, hier liegen die Nutzung von Abwasserwärme sowie die Einbindung von Tiefengeothermie nahe, auch geprüft werden sollte die Nutzung von Oberflächengewässern und der Bedarf an Biomasse im Erzeugungskonzept. Die wirtschaftlichsten Optionen sollten zeitnah umgesetzt werden. Ein weiteres Ziel in diesem Maßnahmenpaket ist es, die Anschlussquote bzw. Wärmeabnahmedichte zu erhöhen, um den Kunden wettbewerbsfähige Preise anzubieten.</p>				
				
Zeitplan				
<ul style="list-style-type: none"> - Haupttrasse: 2024 - Fördermittelantrag und Gesamtkonzept: 2024/25 - Industrielle Abwärme: 2026 - Flächendeckende Versorgung historische Altstadt: bis 2030 - Versorgung weiterer Quartiere: bis 2035/40 				
Verantwortlichkeit	TWS	Akteure	Stadt Ravensburg, TWS, Planungsbüros, Baufirmen	
Zielgruppen	Wärmenetzbetreiber			
Priorität	1 (bis 2030)			
Kommunikation	Abschnittsweise Ansprache der Eigentümer und Bewohner, Infoveranstaltungen, Führungen, Gesprächsangebote (Bauwagen)			
Monitoring & Controlling	Durch gemeinsamen Lenkungsreis von TWS und Stadt			
Personal	TWS / Stadt Ravensburg			
Maßnahmenbewertung				
Potential CO2 Reduz.	Abhängigkeiten	Umsetzung	Finanzieller Aufwand	Risiken
hoch	hoch	kurzfristig	hoch	mittel

4	Maßnahmenkatalog zur Effizienzsteigerung / Effizienzmaßnahmen			Begleitmaßnahme
Beschreibung				
<p>Die Steigerung der Effizienz von Gebäuden umfasst alle Sektoren. Dabei liegt der Schwerpunkt auf unterschiedlichen Bereichen.</p> <p>Im Bereich Dämmung und energetische Sanierung werden Effizienzsteigerungen durch Verbesserungen an der Gebäudehülle erzielt, z.B. Dämmung der Außenwände und des Dachs, Austausch der Fenster.</p> <p>Im Bereich Anlagentechnik können große Verbesserungen durch Maßnahmen wie den hydraulischen Abgleich oder den Tausch der Heizungspumpe erzielt werden. Auch der Austausch des Wärmeerzeugers und damit verbundene Maßnahmen fallen in diese Kategorie.</p> <p>Diese Bereiche können durch verschiedene Maßnahmen angeregt werden, z.B. durch Kommunikationsmaßnahmen, durch Förderung bzw. Zuschüsse oder durch das Schaffen von Beratungskapazitäten.</p> <p>Im Sektor der öffentlichen Gebäude können Effizienzmaßnahmen direkt eingeleitet werden. Bei der Bewirtschaftung von kommunalen Gebäuden und Liegenschaften der öffentlichen Hand sollte die Steigerung der Energieeffizienz in allen Bereichen oberste Priorität haben.</p> <p>Im Gebäudebereich wurde in den letzten Jahren versäumt, die rechtlich- wirtschaftlichen Standards für Sanierungsmaßnahmen an den technischen Fortschritt anzupassen.</p> <p>Besonders an den Schnittstellen zur Wärmeversorgung und speziell bei den großen Verbrauchseinrichtungen der jeweiligen Gebäude, sind die größten Einsparpotentiale an Energie und entsprechenden ökologisch-wirtschaftlichen Kennziffern sehr wahrscheinlich.</p> <p>Die Integrierung von einem fachgerechten Mess- und Controllingsystem aller größeren technischen Abnehmeranlagen, in den kommunalen Gebäuden (beispielhaft als min-Kriterium > Jahresverbrauch > 10.000 kWh), wird als Sofortmaßnahme beschlossen.</p> <p>Das sollte bereits 2024 begonnen werden und ist die Grundlage aller transparenten Einzelmaßnahmen und deren Umsetzungsempfehlung.</p>				
Zeitplan				
<ul style="list-style-type: none"> - Erstellung des Maßnahmenkatalogs: 2024 - fortlaufend ab 2024 				
Verantwortlichkeit	Stadt	Akteure	Stadt Ravensburg, TWS, Planungsbüros, Energieberater	
Zielgruppen	Stadt			
Priorität	1 (bis 2030)			
Kommunikation	Fortlaufend, Führungen, Gremien mit Fachabteilungen der Stadt			
Monitoring & Controlling	Fortlaufend über die Fachabteilungen der Stadt			
Personal	Stadt			
Maßnahmenbewertung				
Potential CO2 Reduz.	Abhängigkeiten	Umsetzung	Finanzieller Aufwand	Risiken
hoch	hoch	kurzfristig	mittel	mittel

5	Transformation und Ausbau Wärmenetz Weststadt			Wärmenetz
Beschreibung				
<p>Das bereits seit ungefähr 60 Jahren bestehende Wärmenetz in der Weststadt von Ravensburg versorgt bereits ungefähr 150 einzelne Gebäude. Das Netz und die Heizzentrale wurden in den vergangenen Jahren mehrfach erneuert und teilweise weiterentwickelt. Um ein zukunftsfähiges Gesamtsystem in der Weststadt zu erreichen und um das Wärmenetz und die Wärmeerzeugung für weitere Abnehmer zu öffnen, muss die Erzeugungsstruktur und Teile des Wärmenetzes neu aufgestellt werden. Dies erfolgt über eine Transformationsplanung zur Erreichung eines klimaneutralen und dekarbonisierten Wärmenetzes für die Ravensburger Weststadt. Diese Planung ist Voraussetzung für eine systemischen Förderung durch das Bundesförderprogramm für Effiziente Wärmenetze (BEW) und somit Grundlage der kostenintensiven Erneuerung des Wärmenetzes. Parallel zur Transformation soll das Wärmenetz in der Weststadt schwerpunktmäßig ausgebaut werden. Zusätzlich wird eine neue Heizzentrale geplant, da am bestehenden Standort eine Erweiterung inklusive Einbindung von regenerativen Brennstoffen und effizienten Technologien aus Platzgründen nicht möglich ist.</p> <p>Weitere Schritte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transformationsplan für das Wärmenetz in der Weststadt erstellen inkl. Nutzung von ggf. Tiefen Geothermie (Maßnahme 1) oder Freiflächen Solarthermieranlagen - Ausbau Wärmenetz in der Hochbergstraße - Netzsanierung abschließen - Konzeptionierung der neuen Heizzentrale und Antragstellung Fördermittel - Bau u. Fertigstellung der neuen Heizzentrale - Weiterführender Ausbau des Wärmenetz und Anschluss der neuen Heizzentrale 				
Zeitplan				
<ul style="list-style-type: none"> - Erstellung Transformationsplan in 2024 - Weiterführender Ausbau Wärmenetz ab 2024 ff - Planung Heizzentrale ab 2024 - Bau u. Fertigstellung der neuen Heizzentrale in 2025-2027 				
Verantwortlichkeit	TWS	Akteure	TWS / Stadt Ravensburg	
Zielgruppen	Wärmenetzbetreiber			
Priorität	1 (bis 2030)			
Kommunikation	Abschnittsweise Ansprache der Eigentümer und Bewohner, Infoveranstaltungen, Führungen, Gesprächsangebote			
Monitoring & Controlling	Durch gemeinsamen Lenkungsreis von TWS und Stadt			
Personal	TWS / Stadt Ravensburg			
Maßnahmenbewertung				
Potential CO2 Reduz.	Abhängigkeiten	Umsetzung	Finanzieller Aufwand	Risiken
hoch	mittel	kurzfristig	hoch	gering

6	Konzept zur Abwärmenutzung aus Oberflächengewässer				Erneuerbare Energien
Beschreibung					
Vertiefende Potentialermittlung zur thermischer Nutzung von Oberflächengewässer zur Bereitstellung von CO ₂ -neutraler Wärme.					
Priorität	2 (ab 2030)				
Maßnahmenbewertung					
Potential CO2 Reduz.	Abhängigkeiten	Umsetzung	Finanzieller Aufwand	Risiken	
gering	hoch	kurzfristig	gering	gering	

7	Vertiefende Untersuchung zu Abwärmepotentialen in Industrie / Gewerbe und Kommunen				Erneuerbare Energien
Beschreibung					
Vertiefende Potentialermittlung zur thermischer Nutzung von Abwärme aus Industrie und Gewerbe zur Bereitstellung von CO ₂ -neutraler Wärme.					
Priorität	2				
Maßnahmenbewertung					
Potential CO2 Reduz.	Abhängigkeiten	Umsetzung	Finanzieller Aufwand	Risiken	
gering	hoch	mittelfristig	gering	gering	

8	Maßnahmenkatalog Wärmepumpe Förderprogramm/Anreize				Begleitmaßnahme
Beschreibung					
Anwendungshilfen als Hilfestellung an die Bürgerschaft zur schnelleren und einfacheren Umsetzung in Bereichen, in denen keine leitungsgebunden Wärmeversorgung aufgebaut werden wird.					
Priorität	2 (ab 2030)				
Maßnahmenbewertung					
Potential CO2 Reduz.	Abhängigkeiten	Umsetzung	Finanzieller Aufwand	Risiken	
hoch	hoch	mittelfristig	gering	gering	

9	Erzeugungskonzept erneuerbarer Strom kommunal, regional, überregional incl. (Agri-PV, Wind, Freiflächen)				Erneuerbare Energien
Beschreibung					
Konzeption zum weiteren Ausbau von Erzeugungs- und Speicherkapazitäten von Strom aus erneuerbaren Energieformen.					
Priorität		2 (ab 2030)			
Maßnahmenbewertung					
Potential CO2 Reduz.	Abhängigkeiten	Umsetzung	Finanzieller Aufwand	Risiken	
hoch	hoch	mittelfristig	gering	gering	

10	Aufbau eines H₂-Kernnetz zur Versorgung Industrie und Gewerbe				Strukturmaßnahme
Beschreibung					
Schaffung eines Angebotes an Wasserstoff (H ₂) für die Großindustrie zur Reduzierung des Bedarfes von fossilen Energieträgern					
Priorität		2 (ab 2030)			
Maßnahmenbewertung					
Potential CO2 Reduz.	Abhängigkeiten	Umsetzung	Finanzieller Aufwand	Risiken	
mittel	hoch	mittelfristig	hoch	mittel	

11	Konzept zur Nutzung, Speicherung und Umwandlung Überschussstrom				Erneuerbare Energien
Beschreibung					
Konzept zur Speicherung und Umwandlung von Überschussstrom aus Erneuerbarer Stromerzeugung. Notwendige Maßnahme im Zuge des Ausbaus an regenerativer Stromerzeugung.					
Priorität		2 (ab 2030)			
Maßnahmenbewertung					
Potential CO2 Reduz.	Abhängigkeiten	Umsetzung	Finanzieller Aufwand	Risiken	
mittel	gering	langfristig	gering	gering	

12	Strukturuntersuchung des vorhandenen Stromnetzes	Strukturmaßnahme		
Beschreibung				
Studie zum Ausbau des Stromnetzes zur Deckung zukünftiger zusätzlicher Leistungsbedarfe aus den Bereichen der Wärmeerzeugung sowie der Ladeinfrastruktur und dem Ausbau von erneuerbarer Stromerzeugung.				
Priorität	2 (ab 2030)			
Maßnahmenbewertung				
Potential CO2 Reduz.	Abhängigkeiten	Umsetzung	Finanzieller Aufwand	Risiken
indirekt	gering	sukzessive	gering	gering

13	Studie zur Nutzung des Energieinhalts der Kläranlage	Potentialermittlung		
Beschreibung				
Vertiefende Potentialermittlung zur Nutzung von Energieressourcen und Abwärme aus den Prozessen der Kläranlage und zur Bereitstellung von CO ₂ -neutraler Energie.				
Priorität	2 (ab 2030)			
Maßnahmenbewertung				
Potential CO2 Reduz.	Abhängigkeiten	Umsetzung	Finanzieller Aufwand	Risiken
gering	gering	kurzfristig	gering	gering

14	Weiterführende Studien (BEW / Quartierskonzept)	Wärmenetz		
Beschreibung				
Weiterführende Studien zu energetischen Quartierskonzepten				
Priorität	2 (ab 2030)			
Maßnahmenbewertung				
Potential CO2 Reduz.	Abhängigkeiten	Umsetzung	Finanzieller Aufwand	Risiken
gering	gering	mittelfristig	gering	gering

6.3 Handlungsempfehlungen

Gemäß den anfangs aufgezeigten Schwerpunktgebieten, die für das Stadtgebiet von Ravensburg gebildet wurden, können aus dem Kommunalen Wärmeplan für die Gebäude innerhalb dieser Gebiete Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, die auch mit dem Gebäude-Energie-Gesetz im Einklang stehen.

Nachfolgend werden alle Optionen aufgezeigt, die zukünftig nach dem GEG zur Verfügung stehen. In Schwerpunktgebieten Wärmenetze gibt es zusätzlich die Option auf Anschluss an ein Wärmenetz. Hierbei sind diverse Übergangsregelungen zu beachten.

Welche der aufgezeigten Optionen für ein bestimmtes Gebäude am besten geeignet ist, kann sehr individuell sein. Beratungsangebote können über die Energieagentur, Energieberater oder Heizungsbauer in Anspruch genommen werden.

Nachfolgende Handlungsempfehlungen wurden aus folgender Veröffentlichung vom 14. September 2023 übernommen: „Erneuerbare in den Heizungskeller: Bundestag beschließt GEG-Novelle. Presseinformation 19/2023“ (Autor: „Zukunft Altbau“).

Übergangsfristen beim Umstieg auf erneuerbare Heizungen

Wer die 65-Prozent-Regel erfüllen muss, bekommt bei einer Heizungshavarie Übergangsfristen gewährt: Ist die Heizung kaputt und kann nicht mehr repariert werden, ist zuerst auch die Installation einer fossil betriebenen Heizung zulässig, etwa eines gebrauchten oder gemieteten Gerätes. Fünf Jahre nach dem Ausfall der alten Heizung muss jedoch eine Heizungstechnologie zum Einsatz kommen, die die Erneuerbaren-Vorgabe erfüllt. Die Übergangsfrist ist insbesondere für nicht hinreichend sanierte Häuser mit einem hohen Wärmeverlust sinnvoll. In dieser Zeitspanne können die Eigentümerinnen und Eigentümer Teile der Gebäudehülle dämmen lassen, so dass danach beispielweise die Nutzung einer Wärmepumpe effizient möglich ist. Zulässig ist, auch nach den fünf Jahren den Gas- oder Ölkessel mit erneuerbaren Energien zu ergänzen und diesen somit im Rahmen einer Hybridheizung weiter für die Lastspitzen zu nutzen.

Die Übergangsfrist verlängert sich auf bis zu zehn Jahre, wenn der Anschluss an ein Wärmenetz in dieser Zeit möglich ist. Die Eigentümer müssen sich dann vertraglich mit dem Netzbetreiber verpflichten, innerhalb dieser Zeit den Anschluss an ein Wärmenetz vorzunehmen. Bis es so weit ist, gibt es keine Anforderungen an die aktuelle Heizung.

Bei Gas-Etagenheizungen sieht die Regelung so aus: Die Eigentümerinnen und Eigentümer müssen innerhalb von fünf Jahren nach dem Ausfall der ersten Gas-Etagenheizung entscheiden, ob auf eine zentrale Heizungsanlage umgestellt werden soll oder ob weiterhin dezentral auf Einzelheizungen mit 65 Prozent erneuerbaren Energien gesetzt wird. Wenn eine zentrale Heizung auf Basis von 65 Prozent Erneuerbaren eingebaut werden soll, haben die Gebäudeeigentümer dafür weitere acht Jahre Zeit. Wenn weiterhin dezentral geheizt werden soll, dann müssen spätestens ein Jahr nach Ablauf der Fünf-Jahres-Entscheidungsfrist alle, in den fünf Jahren eingebaute, Heizungen die Erneuerbaren-Vorgabe erfüllen.

Welche Heizungen die 65-Prozent-Regel erfüllen

- Wärmenetz

Wo möglich, empfiehlt sich der Anschluss an ein Wärmenetz. Deren Betreiber müssen künftig auf erneuerbare Energien umstellen – zum Beispiel mittels großer Biomasseheizkraftwerke, Geothermie, Solarthermieanlagen oder Großwärmepumpen. Die Bewohnerinnen und Bewohner heizen dann automatisch klimafreundlich, ohne im Haus eine Wärmepumpe oder Pelletheizung installieren zu müssen.

- Wärmepumpe

Wärmepumpen entziehen dem Erdreich, Grundwasser oder der Außenluft Wärme, bringen diese mithilfe von Strom auf ein höheres Temperaturniveau und liefern so Wärme für Heizung und Warmwasser. Durch die Nutzung der Umgebungswärme sind Wärmepumpen besonders effizient. Aus einem Teil Strom werden drei bis vier Teile Wärme.

Zudem wird die Technologie Jahr für Jahr immer klimafreundlicher, denn der aus dem Netz bezogene Strom stammt immer häufiger aus Windenergie- und Photovoltaikanlagen. Empfehlenswert ist, die Erd-, Grundwasser- oder Luftwärmepumpe mit einer eigenen Photovoltaikanlage zu kombinieren. Das senkt die Stromkosten und macht das Heizen noch grüner.

Am effizientesten arbeiten Wärmepumpen, wenn das Haus gut gedämmt ist und über große Heizkörper oder eine Fußbodenheizung verfügt. Sie lohnen sich aber nicht nur in neuen Häusern, sondern auch in teilsanierten Altbauten oder Gebäuden, die nicht älter sind als 30 Jahre. Unter Umständen müssen dann einzelne Heizkörper durch großflächigere Modelle ersetzt werden. Grundsätzlich gilt: Je besser ein Gebäude gedämmt ist und je größer die Heizflächen sind, desto effizienter arbeitet eine Wärmepumpe.

- Hybride Heizungen

Möglich ist auch ein Hybridsystem, in dem eine Wärmepumpe die Grundversorgung übernimmt. An besonders kalten Tagen im Winter springt dann eine zusätzliche Gasbrennwertheizung ein. Auch die Kombination mit einem Ölbrennwertgerät ist möglich. Die Leistung der vorrangig zu betreibenden Wärmepumpe muss 30 bis 40 Prozent der Heizlast betragen; damit erfüllt man die 65-Prozent-Erneuerbare-Vorgabe. Im Bestand kann auch eine Biomasseheizung vorrangig für die Grundversorgung betrieben werden. Bis spätestens 2045 müssen die fossilen Heizanteile komplett ersetzt werden.

Hybridheizungen lassen sich wie konventionelle Heizungen betreiben und sind für ein effizientes Zusammenspiel optimiert. Allerdings bedeutet hybrid immer, dass mehrere Systeme angeschafft, betrieben und gewartet werden müssen. Vor allem in noch nicht gedämmten Häusern kann die Hybridheizung jedoch eine gute Option sein, sodass nach einer künftigen Sanierung auf den fossilen Heizkessel verzichtet werden kann.

- Stromdirektheizungen

Stromdirektheizungen wandeln eine Kilowattstunde Strom in eine Kilowattstunde Heizwärme um und geben die erzeugte Wärme direkt an den Raum ab. Zu Stromheizungen gehören etwa Infrarotheizungen, klassische Heizlüfter, Elektro-Heizkörper und Heizstrahler. Die Anschaffung ist kostengünstig und die Heizungen einfach zu installieren. Da sie aber viel weniger effizient als Wärmepumpen sind, sollten sie nur in sehr gut gedämmten Häusern mit einem niedrigeren Wärmebedarf eingesetzt werden. Sonst wird es am Ende sehr teuer.

- Grüner Wasserstoff, Biomethan und Bioöl

Grüne Brennstoffe: Eine weitere Option für Neu- und Altbauten ist der Einbau einer Gas- oder Ölheizung, wenn sie zu mindestens 65 Prozent Erneuerbare wie Biomethan, Bioöl oder grünen oder blauem Wasserstoff nutzt. Möglich sind auch sogenannte H₂-Ready-Heizungen, die ein gewisses Maß an Wasserstoff vertragen und später auf 100 Prozent Wasserstoff umgerüstet werden können. Dafür muss der Netzbetreiber bis spätestens 30. Juni 2028 einen Transformationsplan für die verbindliche, vollständige Umstellung auf Wasserstoff vorlegen. Ab 2045 ist die Vorgabe 100 Prozent.

Das Problem: Biomethan und Bioöl sind vergleichsweise teuer und knapp. Grünen oder blauen Wasserstoff gibt es aktuell praktisch nicht, künftig wollen vor allem die Stahl- und Chemieindustrie enorme Mengen davon verbrauchen. Für den Gebäudesektor werden daher voraussichtlich nur sehr kleine Mengen zu hohen Preisen zur Verfügung stehen. Hinzu kommen die Kosten für die Umrüstung der H₂-Ready-Heizungen für die Verbrennung von reinem Wasserstoff. Zudem müssen die dann noch verbleibenden Gasverteilnetze in Deutschland erst auf Wasserstoff umgerüstet werden. Die Wasserstoff-Option im Heizungskeller ist daher noch Zukunftsmusik.

- Biomasse: Holzheizung und Pelletheizung

Im Gegensatz zu Kaminöfen emittieren automatisch betriebene Holz- und Pelletheizungen vergleichsweise wenig gesundheitsschädliche Feinstaubpartikel. Möglich wird ein Einbau künftig in neuen und bestehenden Gebäuden. Da nachhaltig erzeugte Biomasse nur begrenzt verfügbar ist, sollte diese Option nur in bestehenden Gebäuden genutzt werden, die kein Niedertemperaturniveau erreichen können, etwa in denkmalgeschützten Gebäuden und schwer sanierbaren Häusern, raten Experten. Bei ihnen ist dies häufig die einzige Möglichkeit, ohne gut gedämmte Gebäudehülle annähernd klimaneutral zu heizen.

7. Anlagen

- Quartierssteckbriefe
- Auswertung Offenlage