



KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG IN DEUTSCHLAND

Auswertung abgeschlossener Wärmepläne
im Projekt KOMpare (Stand 07/2026)

Marc Stobbe, Henrike Groeger, Veit Bürger, Christoph Kost, Jessica Thomsen

Mit Unterstützung von Mai Anh Vu, János Bánk, Mathias Beilmann, Andrea Elspas, Julia Gerlach, Katharina Halfmann-Thomas, Ronja Knoll, Katharina Lehmann, Selina Matthey, Paul Simmler, Wladimir Solovjov

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG IN DEUTSCHLAND

Auswertung abgeschlossener Wärmepläne im Projekt KOMpare (2. Ausgabe, Stand 07/2026)

Marc Stobbe^a, Dr. Henrike Groeger^b, Dr. Veit Bürger^a, Dr. Christoph Kost^b, Dr. Jessica Thomsen^b

a: Öko-Institut e.V., Freiburg

b: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg

Ansprechpartner Öko-Institut:

Marc Stobbe

E-Mail: m.stobbe@oeko.de

Ansprechpartnerin Fraunhofer ISE:

Dr. Jessica Thomsen

E-Mail: jessica.thomsen@ise.fraunhofer.de

Zitierempfehlung:

Stobbe, M.; Groeger, H.; Bürger, V.; Kost, C.; Thomsen, J. (2026): Kommunale Wärmeplanung in Deutschland. Auswertung abgeschlossener Wärmepläne im Projekt KOMpare (Stand 07/2026). Freiburg: Öko-Institut e.V. (Hrsg.).

Datum: 24.08.2026 (aktualisierte Version)

Förderkennzeichen: 03EI1094A, 03EI1094B, 03EI1094C

Projektpartner: Öko-Institut e.V., Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln EWI, Trianel, digikoo

Inhalt

Inhalt 3

1	Einleitung	4
2	Methodik	5
2.1	Auswahl kommunaler Wärmepläne.....	5
2.2	Auswertungsraster und erfasste Inhalte.....	6
2.3	Datenaufbereitung und Harmonisierung.....	7
3	Datenbasis	8
4	Analyse der Gesamtheit der ausgewerteten Wärmepläne	11
5	Auswertung nach Kommunengrößen	16
5.1	Ist-Zustand.....	18
5.2	Kommunen mit weniger als 10.000 Einwohner*innen.....	19
5.3	Kommunen mit 10.000 bis 50.000 Einwohner*innen	20
5.4	Kommunen mit 50.001 bis 100.000 Einwohner*innen	21
5.5	Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohner*innen	22
5.6	Zielbild 2045	23
6	Auswertung nach Dienstleistern	25
7	Detailanalyse ausgewählter Aspekte und Parameter	30
7.1	Rolle der leitungsgebundenen Wärmeversorgung	30
7.2	Rolle von Wasserstoff in der Wärmeversorgung	39
7.3	Potenziale spezifischer Wärmequellen	44
7.4	Potenziale und projizierter Verbrauch biogener Energieträger	46
7.5	Sanierungsraten und Modernisierungsannahmen	48
7.6	Rolle von Prozesswärme (Industrie und GHD).....	50
7.7	Treibhausgasemissionen	52
8	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	53
9	Ausblick	55
10	Literaturverzeichnis	56

1 Einleitung

Die kommunale Wärmeplanung ist ein zentrales Instrument für die Transformation des Wärmesektors in Deutschland. Sie dient Kommunen als strategische Grundlage, um den schrittweisen Übergang von einer überwiegend fossil geprägten Wärmeversorgung hin zu einer effizienten, langfristig tragfähigen und klimaneutralen Wärmeversorgung zu gestalten. Mit dem Wärmeplanungsgesetz (WPG)¹ werden die knapp 11.000 Kommunen in Deutschland verpflichtet, kommunale Wärmepläne zu erstellen: Für Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohner*innen endete die Frist am 30.06.2026, für alle anderen Kommunen gilt der 30. Juni 2028. Während einige Kommunen diesen Prozess bereits abgeschlossen haben, befinden sich sehr viele derzeit in der Erarbeitungsphase.

Trotz der wachsenden Anzahl vorliegender kommunaler Wärmepläne existieren bislang nur wenige vergleichende, empirisch fundierte Auswertungen, von denen einige auch nur ausgewählte Bundesländer erfassen (vgl. Ammon und Thiele 2025; Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur Schleswig-Holstein 2025; Digulla 2025; Hering et al. 2025). Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen des Projekts KOMpare² eine systematische Analyse kommunaler Wärmepläne initiiert. Ein Projektziel besteht darin, zentrale Inhalte der Wärmeplanungen strukturiert zu erfassen, systematisch aufzubereiten und vergleichbar zu machen. Dadurch sollen sie für übergeordnete Auswertungen wie bspw. nationale Energieszenarien und Energiesystemmodelle nutzbar gemacht werden.

Der vorliegende Bericht stellt die zweite Auswertungsrunde im Rahmen des KOMpare-Projekts dar. Gegenüber der ersten Runde (Stand 2025) wurde die Stichprobe von 113 auf 377 Wärmepläne bzw. von 223 auf 938 Kommunen erweitert. Die Stichprobe umfasst dabei Kommunen unterschiedlicher Größe und aus verschiedenen Regionen Deutschlands. Damit stellt der Datensatz eine belastbare empirische Grundlage für die Analyse der kommunalen Wärmeplanung dar. Die Hauptgrafiken werden zusätzlich auf den Energy Charts³ veröffentlicht. Ergänzend zur Auswertung im Jahr 2025 wurden neue bzw. vertiefende Auswertungen zu Treibhausgasemissionen, der Rolle von Prozesswärme und den potenziellen Einfluss des Dienstleisters der KWP aufgenommen. Eine weitere Auswertungsrunde ist für das Jahr 2027 vorgesehen.

Die Mehrheit der analysierten Wärmepläne wurde bereits nach den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes sowie unter Anwendung des Bundesleitfadens (Ortner et al. 2024) erstellt. Einige frühere Pläne (diese stellten die Mehrheit der ersten Auswertungsrunde von Mai 2025 dar) wurden jedoch unter unterschiedlichen rechtlichen und förderrechtlichen Rahmenbedingungen erarbeitet, da die Erstellung bereits vor Inkrafttreten des WPG bzw. vor der Veröffentlichung des Bundesleitfadens begonnen wurde. Stattdessen basieren diese Wärmepläne insbesondere auf landesrechtlichen

¹ Deutscher Bundestag (2023): Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze. Wärmeplanungsgesetz - WPG. Online verfügbar unter <https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/WPG.pdf>

² <https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/kompare.html>

³ <https://www.energy-charts.info/>

Verpflichtungen (z.B. Baden-Württemberg⁴, Schleswig-Holstein⁵, Nordrhein-Westfalen⁶) sowie auf den Vorgaben der Wärmeplan-Förderung im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI)⁷. Darüber hinaus griffen die entsprechenden Kommunen auf unterschiedliche Leitfäden⁸ und methodische Ansätze zurück, was zu Unterschieden in der Detailtiefe, den Datengrundlagen und den zugrunde gelegten Annahmen führt.

Ziel dieser Auswertung ist es, auf Grundlage der verfügbaren Daten zentrale Muster sowohl im Ist-Zustand (Bestandsanalyse) als auch in den Zielbildern und den damit verbundenen Entwicklungspfaden der kommunalen Wärmeversorgung zu veranschaulichen. Ergänzend werden Unterschiede zwischen verschiedenen Kommumentypen analysiert und ausgewählte, besonders relevante Parameter vertieft untersucht.

Die Ergebnisse sind vor dem Hintergrund einer bislang limitierten und heterogenen Datenbasis zu interpretieren. Die ausgewerteten Wärmepläne unterscheiden sich teilweise deutlich hinsichtlich verwendeter Definitionen, Annahmen und Detaillierungsgrade.

2 Methodik

Das folgende Kapitel beschreibt die methodische Vorgehensweise der Analyse, einschließlich des zugrunde gelegten Auswertungsrasters, der Datenaufbereitung sowie der Logik der Datenaggregation und der getroffenen Annahmen.

2.1 Auswahl kommunaler Wärmepläne

Die Analyse stützt sich auf öffentlich verfügbare kommunale Wärmepläne. In einem ersten Schritt wurden öffentlich verfügbare Planungsdokumente gesichtet und für die Auswertung ausgewählt. In der ersten Auswertungsrunde stand eine möglichst breite regionale Abdeckung im Vordergrund.

In Baden-Württemberg wurde die kommunale Wärmeplanung bereits im Jahr 2020 eingeführt. Entsprechend liegt dort eine deutlich größere Anzahl kommunaler Wärmepläne vor als in vielen anderen Bundesländern. Daher wurden in der ersten Runde zunächst – sofern entsprechende Dokumente verfügbar sind – alle Wärmepläne aus sämtlichen Bundesländern mit Ausnahme von Baden-Württemberg erfasst. Ergänzend wurden ausgewählte Wärmepläne aus Baden-Württemberg in die

⁴ Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW). Online verfügbar unter <https://www.landesrecht-bw.de/bsbw/document/jlr-KlimaSchGBW2023rahmen>

⁵ Gesetz zur Änderung des Energiewende- und Klimaschutzgesetzes Schleswig-Holstein und zur Aufhebung und Anpassung weiterer Rechtsvorschriften. Online verfügbar unter https://verkuendungsportal.schleswig-holstein.de/home/gvobl/veroeffentlichungen/2025/2025_maerz/2025-26_maerz28.pdf?blob=publicationFile&v=2

⁶ Gesetz zur Einführung einer Kommunalen Wärmeplanung in Nordrhein-Westfalen (Landeswärmeplanungsgesetz NRW – LWPG). Online verfügbar unter https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_vbl_detail_text?anw_nr=6&vd_id=22010

⁷ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Hg.) (2021): Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld „Kommunalrichtlinie“ (KRL) im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI). Online verfügbar unter https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/mediathek/dokumente/20221101_NKI_Kommunalrichtlinie.pdf

⁸ Z.B. Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung BW. Online verfügbar unter https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-barrierefrei.pdf

Analyse aufgenommen, um die Datenbasis insgesamt zu erweitern. Die Auswahl der Pläne erfolgte mit dem Ziel, die verschiedenen kommunalen Größenklassen möglichst repräsentativ abzubilden. Da in den kleinsten Kommunen bislang nur eine begrenzte Anzahl abgeschlossener Wärmeplanungen vorliegt, wurden in dieser Größenklasse alle verfügbaren Wärmepläne berücksichtigt. Für mittlere und größere Kommunen, in denen eine größere Anzahl fertiger Wärmepläne vorlag, erfolgte die Auswahl hingegen zufallsbasiert.

Für die zweite Auswertungsrunde wurde die Auswahllogik gezielt angepasst, um die aus der ersten Runde resultierende Verzerrung zu verringern. Da kleine Kommunen mit weniger als 10.000 Einwohner*innen gemessen an ihrem Bevölkerungsanteil deutlich unterrepräsentiert waren (vgl. Abschnitt 5), wurden in dieser Runde bevorzugt kleinere Kommunen in die Auswertung aufgenommen. Zudem wurden weiterhin Kommunen aus allen Bundesländern berücksichtigt. Ausgenommen blieben lediglich Berlin und Hamburg, deren Wärmeplanungen zum Zeitpunkt der Auswertung noch nicht abgeschlossen waren. Die Verfügbarkeit abgeschlossener und öffentlich zugänglicher Wärmepläne blieb dabei weiterhin die maßgebliche Restriktion der Auswahl. Durch die gezielte Auswertung kleinerer Kommunen nähert sich die Größenklassenverteilung des Samples der tatsächlichen Verteilung der Kommunen in Deutschland an (vgl. Abschnitt 5).

2.2 Auswertungsraster und erfasste Inhalte

Vor Beginn der Auswertung wurde ein standardisiertes Auswertungsraster definiert, um eine systematische und vergleichbare Erfassung der Inhalte der kommunalen Wärmepläne zu gewährleisten. Gegenüber der ersten Auswertungsrunde, in der je Wärmeplan rund 70 inhaltliche Parameter erhoben wurden, wurde das Raster für die zweite Runde deutlich erweitert und umfasst nun rund 225 Parameter je Wärmeplan. Die Erweiterung betrifft insbesondere die Zusammensetzung des Mixes der leitungsgebundenen Wärmeversorgung für den Ist-Zustand sowie für die Ziel- und Stützjahre bis 2045, die ausgewiesenen Emissionsfaktoren sowie die Definition der Sanierungsrate/-tiefe und den Anteil von Prozesswärme (jeweils wenn angegeben). Die zusätzlich aufgenommenen Parameter wurden nicht nur für die neu aufgenommenen Wärmepläne erhoben, sondern auch für die bereits in der ersten Auswertungsrunde untersuchten Kommunen nacherfasst. Dadurch ist eine konsistente und vergleichbare Auswertung aller Wärmepläne über beide Runden hinweg gewährleistet.

Die Erhebung der Parameter erfolgte weiterhin manuell. Im Unterschied zur ersten Auswertungsrunde wurde der Prozess dabei durch den Einsatz von KI unterstützt: Mithilfe von Gemini Notebook (ehemals NotebookLM)⁹ konnten die für die jeweiligen Parameter relevanten Text- und Tabellenstellen in den umfangreichen Plänen gezielt identifiziert werden. Die eigentliche Erfassung und Prüfung der einzelnen Parameter erfolgte anschließend weiterhin händisch. Sofern in den ausgewerteten Plänen relevante Daten ausschließlich in grafischer Form vorlagen, wurden die Zahlenwerte mithilfe des Tools WebPlotDigitizer¹⁰ extrahiert und quantitativ weiterverarbeitet. Der Einsatz von KI

⁹ <https://notebooklm.google.com/>

¹⁰ <https://automeris.io/>

beschränkte sich somit auf die Unterstützung bei der Recherche innerhalb der Dokumente, während die inhaltliche Auswertung und Qualitätssicherung unverändert manuell erfolgten. Ein vollständig KI-basiertes Extraktionsverfahren wurde weiterhin nicht eingesetzt, da automatisierte Verfahren zum Zeitpunkt der Analyse noch keine ausreichende Zuverlässigkeit für eine systematische Parametererfassung aufwiesen.

Das Auswertungsraster umfasst insbesondere:

- strukturelle und gebäudebezogene Kenngrößen,
- Angaben zu Energieverbräuchen im Ist-Zustand (Bestandsanalyse),
- Zielwerte und Entwicklungspfade der Wärmeversorgung in 5 Jahresschritten ab 2030 bis 2045,
- Informationen zu bestehenden und geplanten Infrastrukturen,
- die Zusammensetzung des Mixes der leitungsgebundenen Wärmeversorgung für den Ist-Zustand sowie die Ziel- und Stützjahre in 5 Jahresschritten ab 2030 bis 2045,
- ausgewiesene Emissionsfaktoren der Energieträger bzw. der Wärmeversorgung für den Ist-Zustand sowie die Ziel- und Stützjahre in 5 Jahresschritten ab 2030 bis 2045,
- Potenziale erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme,
- zentrale Annahmen und Rahmenbedingungen der Planungen.

2.3 Datenaufbereitung und Harmonisierung

Die kommunalen Wärmepläne weisen Unterschiede hinsichtlich Detaillierungsgrad, Methodik und Datengrundlagen auf. Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit wurden die erfassten Daten harmonisiert, insbesondere durch eine einheitliche Abgrenzung von Energieträgern sowie eine konsistente Erfassung der Energieverbräuche für den Ist-Zustand und für die Zieljahre 2030, 2035, 2040 und 2045. So wird bspw. Solarthermie in einzelnen Wärmeplänen als eigener Energieträger ausgewiesen, in anderen hingegen unter Sammelkategorien wie „Sonstige“ geführt. Ebenso differenzieren manche Pläne zwischen Strom für Wärmepumpen und Umweltwärme, während andere diese gemeinsam unter der Kategorie „Wärmepumpen“ erfassen. Diese unterschiedlichen Abgrenzungen wurden im Rahmen der Auswertung vereinheitlicht.

In Einzelfällen wurden fehlende Jahreswerte durch Interpolation ergänzt. Auf dieser Grundlage wurden vergleichbare Kenngrößen abgeleitet, unter anderem zur Entwicklung des Gesamtenergiebedarfs, zu unterstellten Einsparungen gegenüber dem Ist-Zustand sowie zu Veränderungen der Energieträgeranteile im Wärmeerzeugungsmix. Des Weiteren wurden in einigen Fällen sinnvolle Annahmen getroffen, um die Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten. So wurden beispielsweise bei Wärmepumpen einheitliche Annahmen zu durchschnittlichen Leistungszahlen verwendet, sofern in den Wärmeplänen keine entsprechenden Angaben vorlagen, um aus Angaben zum Stromverbrauch

den insgesamt bereitgestellten Wärmeertrag einschließlich der Umweltwärme abzuleiten oder umgekehrt.

Für die Auswertung der Treibhausgasemissionen wurde in den Fällen, in denen die Wärmepläne für die Zieljahre keine Emissionsangaben enthielten, für das jeweilige Zieljahr eine vollständige Klimaneutralität der Wärmeversorgung (d.h. THG-Emissionen von null) unterstellt. Bei diesen Plänen wurden die Emissionswerte der Stützjahre ausgehend vom Ist-Zustand bis zum Zieljahr linear interpoliert. Diese Annahme orientiert sich an der im WPG formulierten Zielsetzung einer klimaneutralen Wärmeversorgung. Es ist jedoch zu beachten, dass in den Zielszenarien gegebenenfalls weiterhin Restemissionen verbleiben können und die verbleibenden Emissionen somit nicht zwingend null betragen. So beziffern viele der ausgewerteten Kommunen in ihren Zielszenarien verbleibende Restemissionen, wenn auch in geringem Umfang (siehe dazu auch Kapitel 7.7).

3 Datenbasis

Die Datenbasis wird im Projekt KOMpare über mehrere Auswertungsrunden hinweg kontinuierlich erweitert; die in einer Runde ausgewerteten Pläne bleiben dabei Teil des Samples der Folgerunden. In der zweiten Auswertungsrunde (2026) umfasst der Datenbestand insgesamt 377 gesichtete und bearbeitete kommunale Wärmepläne, die 938 Kommunen erfassen. Gegenüber der ersten Auswertungsrunde (Stand 2025) mit 113 Plänen für 223 Kommunen wurde die Stichprobe damit um 264 Pläne bzw. 715 Kommunen erweitert. Dass die Anzahl der Kommunen die Anzahl an Plänen übersteigt, liegt daran, dass in einzelnen Fällen mehrere Kommunen einen gemeinsamen Wärmeplan erstellt haben (Konvoi).¹¹ Dies betrifft insbesondere Kommunen in Rheinland-Pfalz.

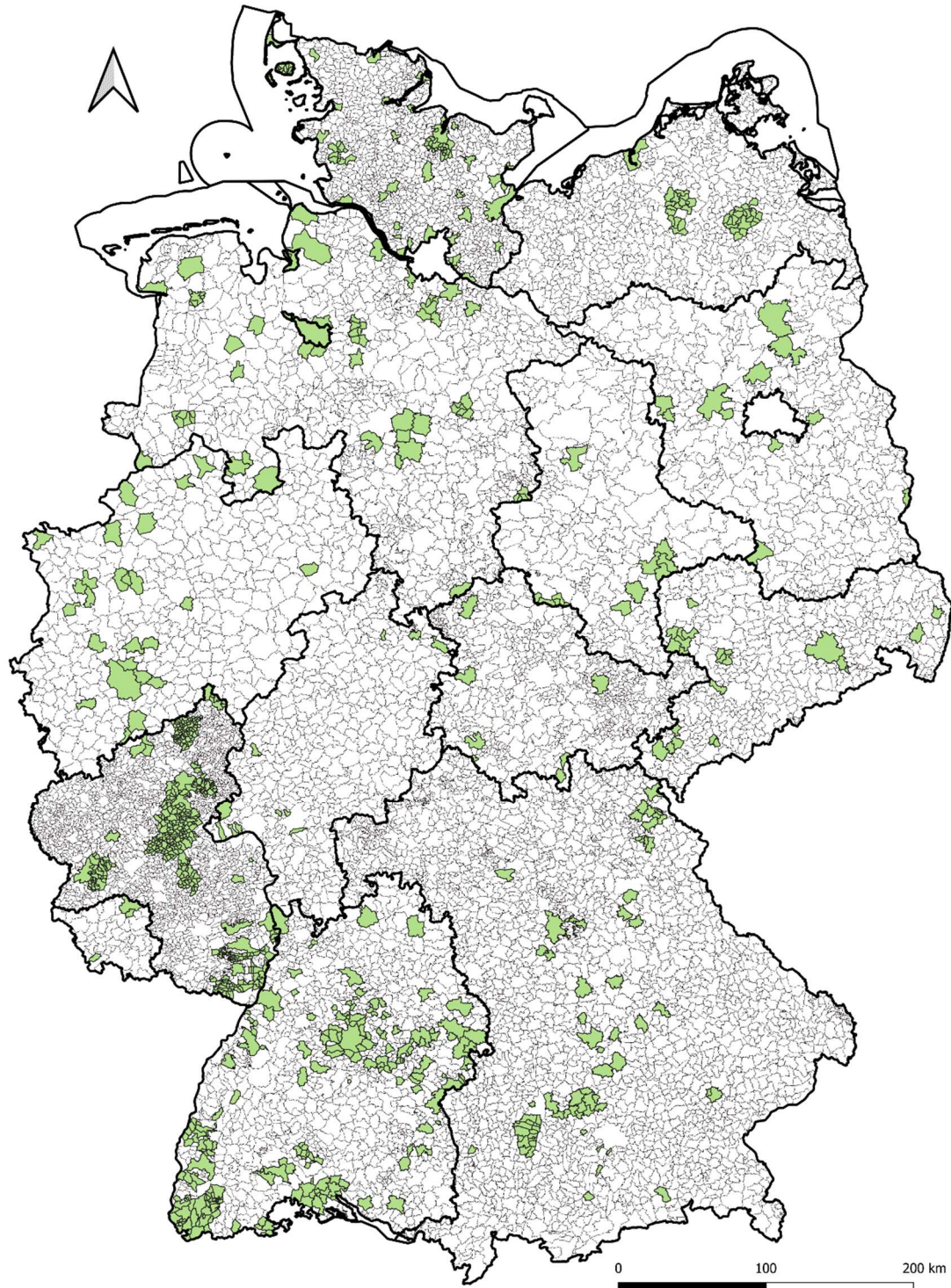
Die Auswertung der Wärmepläne erfolgte auf Basis öffentlich verfügbarer Pläne der Kommunen. Dabei konnten nicht alle gesichteten Wärmepläne in die quantitative Auswertung einbezogen werden. Ein kleiner Teil der Pläne erwies sich für die hier verfolgte Analyse als nicht hinreichend geeignet, da zentrale, für die Analyse benötigte Angaben fehlten. Beispielsweise weist ein Teil der Pläne kein quantifiziertes Zielszenario aus, das den zukünftigen Wärmebedarf darstellt. Andere Pläne enthielten zwar entsprechende Angaben zum Wärmebedarf, schlüsselten diesen jedoch nicht nach Energieträgern auf. Da für die vergleichende Auswertung sowohl der Endenergiebedarf Wärme als auch dessen Verteilung auf die Energieträger erforderlich sind, konnten diese Pläne nicht berücksichtigt werden. Insgesamt betraf dies 21 Wärmepläne für 21 Kommunen. Von den gesichteten 398 Wärmeplänen (959 Kommunen) flossen deswegen „nur“ 377 Pläne (938 Kommunen) in die quantitative Auswertung ein.

Abbildung 1 zeigt die räumliche Verteilung der in die Analyse einbezogenen Kommunen. Die ausgewerteten Kommunen verteilen sich auf nahezu alle Bundesländer, lediglich Hamburg und Berlin sind

¹¹ Ein Konvoi im Kontext der Kommunalen Wärmeplanung bezeichnet ein Verfahren, bei dem mehrere Kommunen gemeinsam einen kommunalen Wärmeplan erstellen, statt jeder für sich allein. Dies kann insbesondere für kleinere Kommunen sinnvoll sein, um Aufwand und Kosten zu reduzieren. Das Wärmeplanungsgesetz (WPG) erlaubt den Ländern, Regelungen zu treffen, nach denen für mehrere Kommunengebiete eine gemeinsame Wärmeplanung („Konvoi-Verfahren“) erfolgen kann.

bislang nicht vertreten (s.o.). Aus der Abbildung wird zudem ersichtlich, dass sich die Bundesländer hinsichtlich der durchschnittlichen Kommunenfläche deutlich unterscheiden.

Abbildung 1: Karte der ausgewerteten Kommunen



Eine tabellarische Übersicht über die Gesamtzahl der Kommunen, die bis Ende Juni 2026 abgeschlossenen kommunalen Wärmepläne sowie die im Rahmen dieser Studie ausgewerteten Kommunen und Wärmeplanungen ist in Tabelle 1 dargestellt. Die Übersicht verdeutlicht sowohl die Unterschiede zwischen den Bundesländern als auch den Umfang der in dieser Untersuchung berücksichtigten Datenbasis.

Die vorliegende Datenbasis spiegelt bislang einen Ausschnitt der kommunalen Wärmeplanung in Deutschland wider. Sie bildet eine fundierte Grundlage für die nachfolgenden inhaltlichen Analysen, erlaubt jedoch noch keine vollständige Repräsentativität für alle Kommunen. In 2027 erfolgt eine Erweiterung der Datenbasis.

Tabelle 1: Tabellarische Übersicht der Auswertung

Bundesland	Anzahl Kommunen	KWP abgeschlossen (Stand Ende Juni 2026) ¹²	Ausgewertete KWP	Ausgewertete Kommunen
Baden-Württemberg	1.101	350	170	185
Bayern	2.056	586	38	71
Berlin	1	0	0	0
Brandenburg	413	71	11	11
Bremen	2	2	2	2
Hamburg	1	0	0	0
Hessen	421	65	10	10
Mecklenburg-Vorpommern	726	231	4	35
Niedersachsen	941	346	29	57
Nordrhein-Westfalen	396	73	23	25
Rheinland-Pfalz	2.301	1283	37	445
Saarland	52	22	3	3
Sachsen	418	76	12	22
Sachsen-Anhalt	218	76	7	12
Schleswig-Holstein	1104	198	26	55
Thüringen	624	51	5	5
Deutschland	10.775	3.430	377	938

Über die reine Anzahl hinaus stellt sich die Frage, wie gut die ausgewerteten Kommunen die tatsächliche regionale Verteilung der Bevölkerung in Deutschland abbilden. Tabelle 2 stellt daher den Bevölkerungsanteil der einzelnen Bundesländer (Statistisches Bundesamt 2024) der Bevölkerungsverteilung innerhalb der ausgewerteten Stichprobe gegenüber.

¹² https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/KWW-Datensatz_Status-quo-KWP_Juni-2026.xlsx

Tabelle 2: Regionale Abdeckung der Auswertung im Vergleich zur Bevölkerungsverteilung nach Zensus 2022

Bundesland	Zensus 2022	Auswertung KOMpare	Abweichung
Baden-Württemberg	13,4 %	27,2 %	13,7 %
Bayern	15,8 %	7,6 %	-8,1 %
Berlin	4,3 %	0,0 %	-4,3 %
Brandenburg	3,1 %	1,3 %	-1,7 %
Bremen	0,8 %	4,5 %	3,7 %
Hamburg	2,2 %	0,0 %	-2,2 %
Hessen	7,5 %	1,0 %	-6,5 %
Mecklenburg-Vorpommern	1,9 %	1,5 %	-0,4 %
Niedersachsen	9,6 %	11,1 %	1,5 %
Nordrhein-Westfalen	21,6 %	20,2 %	-1,4 %
Rheinland-Pfalz	4,9 %	7,6 %	2,6 %
Saarland	1,2 %	0,2 %	-1,0 %
Sachsen	4,9 %	5,3 %	0,4 %
Sachsen-Anhalt	2,6 %	2,2 %	-0,4 %
Schleswig-Holstein	3,5 %	8,8 %	5,3 %
Thüringen	2,6 %	1,4 %	-1,1 %

Die Auswertung erstreckt sich auf nahezu alle Bundesländer, sodass eine breite regionale Abdeckung erreicht wird. Zugleich zeigen sich Abweichungen zwischen der Stichprobe und der tatsächlichen Bevölkerungsverteilung. Am stärksten überrepräsentiert ist Baden-Württemberg, dessen Anteil an der ausgewerteten Bevölkerung mit rund 27 % etwa doppelt so hoch ausfällt wie sein Bevölkerungsanteil von rund 13 %. Dies ist auf die frühzeitige Einführung der kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg und die entsprechend hohe Zahl bereits abgeschlossener Pläne zurückzuführen. Auch Schleswig-Holstein, Rheinland-Pfalz, Bremen und Niedersachsen sind gegenüber ihrem Bevölkerungsanteil überrepräsentiert. Demgegenüber sind insbesondere Bayern und Hessen in der Stichprobe unterrepräsentiert. Diese regionalen Ungleichgewichte sind bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen. Mit der weiteren Erweiterung der Auswertung ist perspektivisch eine ausgewogenere regionale Abdeckung zu erwarten.

4 Analyse der Gesamtheit der ausgewerteten Wärmepläne

Auf Grundlage der harmonisierten Datensätze wurden die in den kommunalen Wärmeplänen ausgewiesenen Endenergiebedarfe Wärme für den Ist-Zustand sowie für die Zieljahre 2030, 2035, 2040 und 2045 über alle ausgewerteten Planungen hinweg aggregiert. Fehlten Angaben zu einzelnen Zieljahren, wurden diese mittels linearer Interpolation ergänzt. Für Wärmepumpen werden die Anteile Strom und Umweltwärme getrennt ausgewiesen, der Endenergiebedarf Wärme enthält in allen

folgenden Auswertungen für Wärmepumpen stets die Summe der Anteile aus Strom und Umweltwärme. Die Auswertung liefert damit eine konsolidierte Gesamtschau der in den Wärmeplänen angenommenen Entwicklung der Wärmeversorgung. Der Begriff der leitungsgebundenen Wärmeversorgung umfasst in diesem Bericht sowohl Nah- als auch Fernwärmenetze und wird im Folgenden einheitlich verwendet.

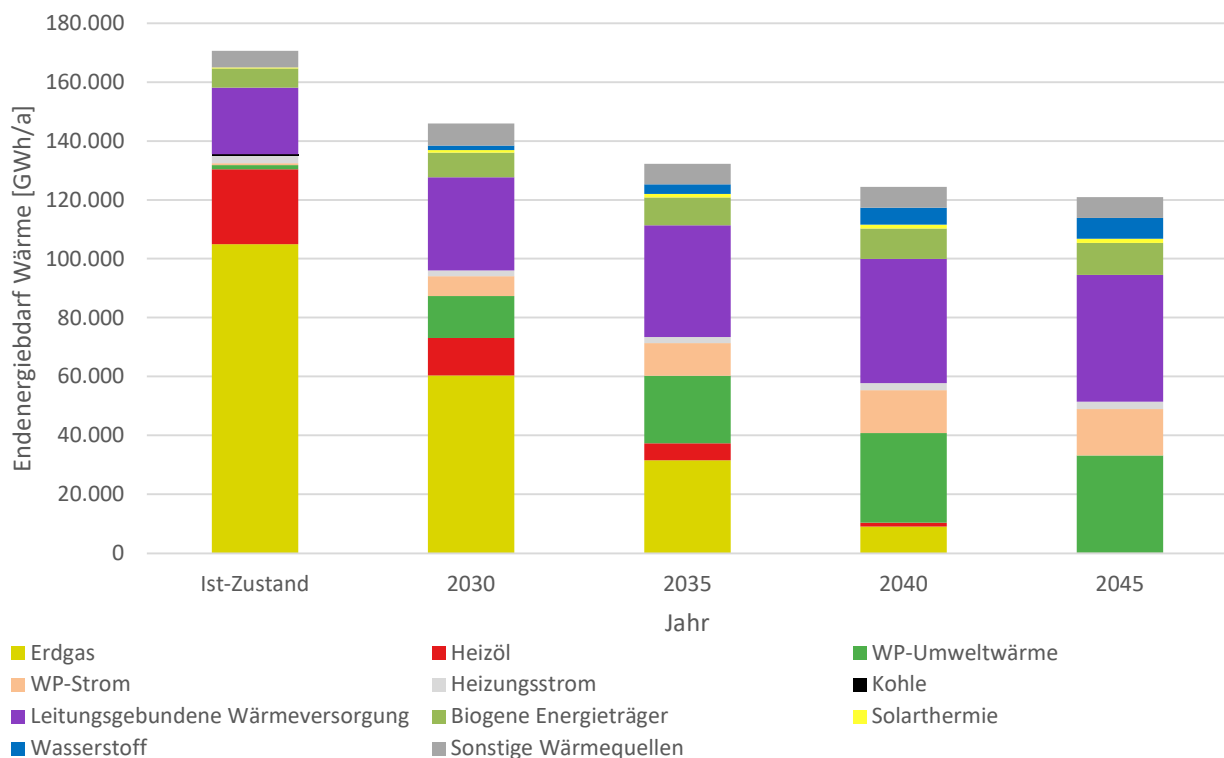
Abbildung 2 zeigt den aggregierten Endenergiebedarf für Wärme im Zeitverlauf, differenziert nach Energieträgern. Im Ist-Zustand ist die Wärmeversorgung der betrachteten Kommunen stark durch fossile Energieträger geprägt: Von insgesamt rund 171.000 GWh entfallen ca. 130.000 GWh auf Erdgas und Heizöl. Erdgas stellt mit rund 105.000 GWh den dominierenden Energieträger dar, gefolgt von Heizöl mit rund 25.000 GWh und bestehender leitungsgebundener Wärmeversorgung mit 22.600 GWh. Erneuerbare Einzeltechnologien – insbesondere Wärmepumpen – spielen im Ist-Zustand hingegen bislang nur eine untergeordnete Rolle.

Für den Zeitraum bis 2045 unterstellen die analysierten kommunalen Wärmepläne einen nahezu vollständigen Ausstieg aus der fossilen Wärmeversorgung. Dies entspricht der Zielsetzung einer klimaneutralen Wärmeversorgung, die den Planungen zugrunde liegt. Entsprechend nehmen die aggregierten Verbräuche von Erdgas und Heizöl in den Zwischenjahren kontinuierlich ab und erreichen in den Zielbildern für das Jahr 2045 weitestgehend null. Kompensiert wird dieser Rückgang vor allem durch den Ausbau leitungsgebundener Wärmeversorgung (Wärmenetze) sowie durch den zunehmenden Einsatz dezentraler Wärmepumpen. Sowohl die leitungsgebundene Wärmeversorgung als auch die durch Wärmepumpen bereitgestellte Wärmemenge steigen über alle betrachteten Jahre hinweg deutlich an. Beide Technologien bilden in den analysierten kommunalen Wärmeplanungen die zentralen Säulen der zukünftigen Wärmeversorgung.

Neben der Verschiebung der Versorgungstechnologien und damit der Energieträgerstruktur zeigt die Gesamtauswertung zudem einen deutlichen Rückgang des absoluten Endenergiebedarfs Wärme. Über alle ausgewerteten Pläne hinweg sinkt der aggregierte Endenergiebedarf Wärme bis 2045 um rund 29 % gegenüber dem heutigen Ist-Zustand. Dieser Rückgang wird in den kommunalen Wärmeplänen insbesondere aufgrund von Effizienzsteigerungen im Gebäudebestand und energetischen Sanierungen erwartet und mit entsprechenden Annahmen in den KWP hinterlegt. Neben der Substitution fossiler Energieträger ist die Reduktion des Wärmebedarfs damit ein zentraler Bestandteil der kommunalen Transformationspfade.

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei der leitungsgebundenen Wärmeversorgung um keinen eigenständigen Energieträger, sondern um eine Infrastruktur handelt. Leitungsgebundene Wärme wird aus unterschiedlichen Primär- und Sekundärenergieträgern erzeugt. In den kommunalen Wärmeplänen wird die leitungsgebundene Wärmeversorgung in der Regel jedoch als eigene Kategorie ausgewiesen und entsprechend in den Energieträgerbilanzen geführt. Damit wird beschrieben, auf welchem Weg die Wärme zu den Endverbraucher*innen gelangt, nicht jedoch, aus welchen Quellen sie im Einzelnen erzeugt wird. Eine vertiefende Auswertung zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung und ihrer Versorgung findet sich in Abschnitt 7.1.

Abbildung 2: Endenergiebedarf Wärme nach Energieträgern der ausgewerteten KWP für Wärme bis 2045



Ergänzend zur Betrachtung der absoluten Endenergiebedarfe Wärme ermöglicht die Analyse der relativen Anteile einzelner Energieträger eine differenziertere Einordnung der strukturellen Veränderungen in der kommunalen Wärmeversorgung. Abbildung 3 zeigt die aggregierten Anteile der Energieträger an der gesamten Wärmebereitstellung für den Ist-Zustand sowie für die Ziel- und Stützjahre bis 2045.

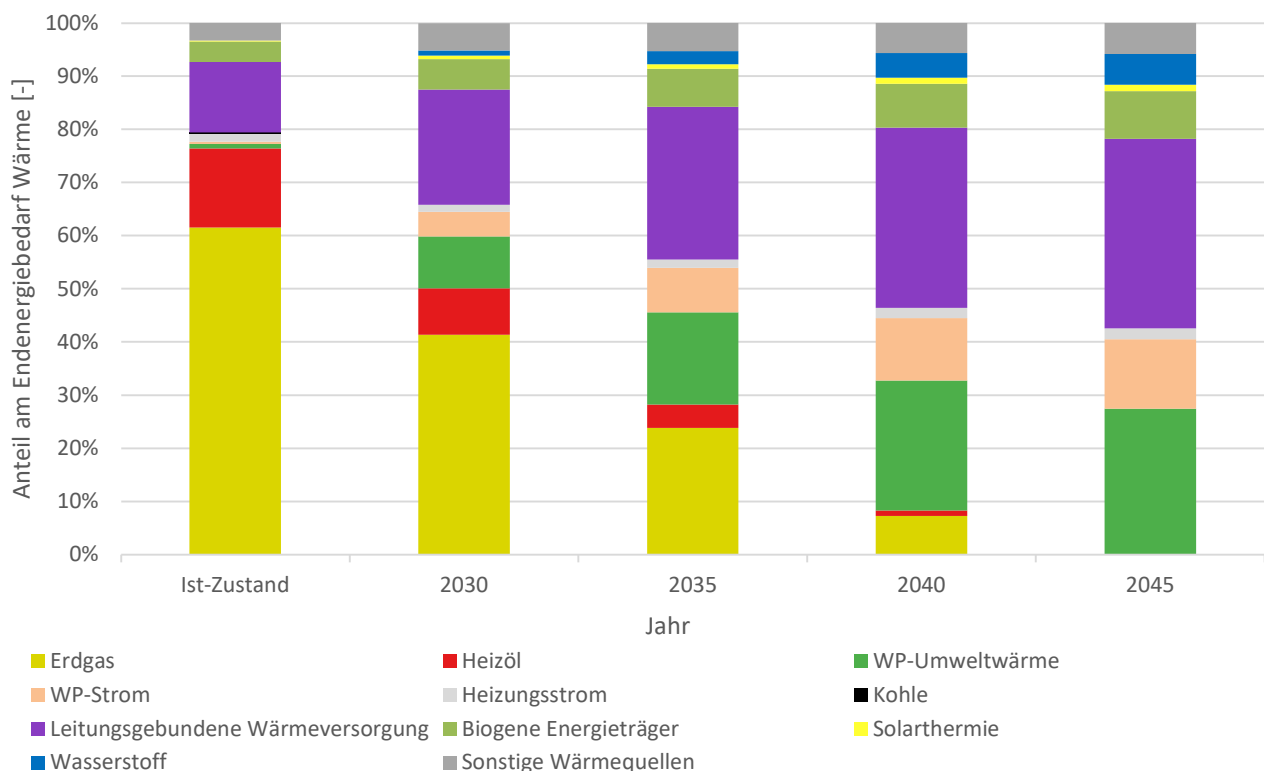
Im Ausgangszustand wird die Wärmeversorgung der ausgewerteten Kommunen deutlich von fossilen Energieträgern dominiert. Erdgas weist mit einem Anteil von rund 61 % den mit Abstand größten Beitrag zur Wärmebereitstellung auf. Heizöl folgt mit rund 15 %. Insgesamt entfallen damit rund drei Viertel der Wärmeversorgung im Ist-Zustand auf fossile Energieträger. Die leitungsgewundene Wärmeversorgung erreicht bereits einen Anteil von rund 13 %, während Wärmepumpen (Umweltwärme sowie Strom zum Betrieb der Wärmepumpen) mit lediglich 1,3 % bislang nur eine marginale Rolle spielen. Biogene Energieträger tragen rund 4 % zur Wärmebereitstellung bei.

In den Zielbildern der kommunalen Wärmepläne verschiebt sich die Struktur der Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 grundlegend. Die leitungsgewundene Wärmeversorgung und Wärmepumpen entwickeln sich zu den dominierenden Versorgungsoptionen. Im Jahr 2045 erreicht die leitungsgewundene Wärmeversorgung einen Anteil von rund 36 % an der gesamten Wärmebereitstellung, während Wärmepumpen mit etwa 41 % einen etwas höheren Anteil aufweisen. Zusammen decken

beide Technologien damit deutlich mehr als drei Viertel der vorgesehenen Wärmeversorgung im Zieljahr ab.

Auch biogene Energieträger gewinnen im Zeitverlauf an Bedeutung, bleiben jedoch deutlich hinter der leitungsgebundenen Wärmeversorgung und Wärmepumpen zurück. Ihr Anteil steigt dabei kontinuierlich von rund 4 % im Ist-Zustand auf knapp 6 % im Jahr 2030, rund 7 % im Jahr 2035 und rund 8 % im Jahr 2040 auf knapp über 9 % im Jahr 2045. Wasserstoff spielt im Ist-Zustand derzeit keine Rolle, wird in den ausgewerteten kommunalen Wärmeplänen jedoch in begrenztem Umfang als Option berücksichtigt und erreicht im Jahr 2045 einen Anteil von rund 6 %. Solarthermie bleibt hingegen mit rund 1 % im Jahr 2045 eine nachrangige Technologie innerhalb der kommunalen Zielbilder.

Abbildung 3: Entwicklung der Anteile der Energieträger am Endenergiebedarf Wärme der ausgewerteten KWP bis 2045



Die Anteilsbetrachtung verdeutlicht, dass die kommunale Wärmeplanung einen vollständigen Ausstieg aus fossilen Energieträgern vorsieht und zugleich eine klare Fokussierung auf zwei zentrale Versorgungsoptionen erkennen lässt: den Ausbau leitungsgebundener Wärmeversorgung (Wärme-netze) sowie den verstärkten Einsatz dezentraler Wärmepumpen. Andere erneuerbare Energieträger tragen ebenfalls zu dieser Entwicklung bei und übernehmen eine ergänzende Rolle innerhalb der geplanten Wärmeversorgung.

Neben den aggregierten Ergebnissen über alle ausgewerteten kommunalen Wärmepläne hinweg zeigen sich zwischen den einzelnen Kommunen teilweise erhebliche Unterschiede in den

vorgesehenen Transformationspfaden. Diese betreffen sowohl die Entwicklung des Endenergiebedarfes Wärme als auch die Zusammensetzung der Energieträger im Zieljahr 2045.

Hinsichtlich der Reduktion des Endenergiebedarfes Wärme weisen die kommunalen Wärmepläne eine große Bandbreite auf. Sie reicht von Kommunen, die eine Verringerung des Endenergiebedarfes Wärme um bis zu knapp 67 % gegenüber dem Ist-Zustand vorsehen, bis hin zu einer Kommune, in der der Bedarf im Zielbild 2045 sogar um 10 % steigt. Der Grund: Dort sind bis 2030 neue Neubau- und Plangebiete vorgesehen. Der Wärmeverbrauch wächst deshalb vor allem bis 2030 und geht danach durch Sanierungen wieder leicht zurück. Im entgegengesetzten Extremfall wird eine umfassende energetische Sanierung des gesamten Gebäudebestandes bis zum Zieljahr 2045 angenommen. Der arithmetische Mittelwert der Reduktion des Endenergiebedarfes Wärme über alle betrachteten Kommunen beträgt rund 29,5 % und liegt damit sehr nahe an der aggregierten Reduktion von etwa 32 %, die sich aus der Summierung aller Pläne ergibt. Abweichungen zwischen Mittelwert und aggregiertem Ergebnis sind vor allem auf die unterschiedlichen Größen der Kommunen und deren entsprechend variierenden Einfluss auf die Gesamtbetrachtung zurückzuführen.

Auch bei den Anteilen einzelner Energieträger im Zieljahr 2045 zeigen sich deutliche Unterschiede. So reicht der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung von 0 % (Kommunen ohne Wärmenetze oder ohne entsprechende Planungen) in sehr kleinen Kommunen bis zu 83 % in Kommunen, die sich stark auf eine leitungsgebundene Wärmeversorgung ausrichten. Dabei sind die 83 % der Zielwert einer Kommune, in der bereits im Bestand 30 % des Endenergiebedarfs Wärme durch eine leitungsgebundene Wärmeversorgung gedeckt wird. Bei Wärmepumpen (Umweltwärme und Strom) fällt die Streuung noch größer aus. Der niedrigste Anteil liegt bei 4,2 %. Am oberen Ende erreichen Kommunen Wärmepumpen-Anteile von bis zu 98 %. Beispielsweise weist die KWP einer relativ kleinen Kommune alle Teilgebiete als geeignet für eine dezentrale Versorgung aus. Im Zielszenario erfolgt dann die Wärmeversorgung fast ausschließlich durch Luft- und Erdwärmepumpen.

Auch bei den biogenen Energieträgern bestehen erhebliche Unterschiede zwischen den Kommunen. Die für 2045 geplanten Anteile reichen von 0 % bis zu 64 % des Wärmeverbrauchs. Diese Spannweite spiegelt einerseits die starke Standortabhängigkeit biogener Ressourcen wider und verweist andererseits auf die unterschiedlichen Strategien, die Kommunen innerhalb ihrer Wärmewende verfolgen (vgl. Abschnitt 7.4). Für Solarthermie zeigt sich ebenfalls eine große Streuung, wenngleich sie in den meisten Zielszenarien eine nachrangige Rolle spielt. Die Anteile liegen zwischen 0 % und maximal 55 % des Wärmeverbrauchs im Jahr 2045. Bei der Kommune mit einem Anteil von 55 % handelt es sich um eine von vier Kommunen eines Konvois, für den die Zielszenarien je Kommune separat angegeben sind. Außerdem wurden insgesamt drei Szenarien betrachtet, wobei der Wärmeplan eine klare Empfehlung für das Szenario 2 „Mix“ ausspricht. Dieses sieht insbesondere Aufdach-Solarthermie und H₂-Thermen zur zukünftigen Wärmeversorgung vor, ergänzt durch Wärmepumpen, Biomethan und teilweise H₂-KWK. Dadurch liegen die Anteile von Solarthermie in diesen Kommunen bei zweimal 55 %, 51 % und 22 %. Der nächsthöchste Wert außerhalb dieses Konvois liegt bei einer weiteren Kommune bei knapp 24 %. Demgegenüber weisen viele Kommunen im Zielszenario keine Solarthermie aus. Dies trifft auf 566 von 938 Kommunen und damit auf 60,3 % der ausgewerteten Kommunen zu.

5 Auswertung nach Kommunengrößen

Um die aggregierten Ergebnisse besser einordnen zu können und den strukturellen Unterschieden zwischen Kommunen unterschiedlicher Größe Rechnung zu tragen, wurden die ausgewerteten Kommunen zusätzlich nach ihrer Einwohner*innenzahl in vier Größenklassen eingeteilt. Für jede dieser Klassen wurden die Endenergiebedarfe Wärme für den Ist-Zustand sowie für die Ziel- und Stützjahre bis 2045 separat aufsummiert und ausgewertet.

Die Einteilung erfolgte in folgende Größenklassen:

1. Kommunen mit weniger als 10.000 Einwohner*innen,
2. Kommunen mit 10.000 bis 50.000 Einwohner*innen,
3. Kommunen mit 50.001 bis 100.000 Einwohner*innen,
4. Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohner*innen.

Abbildung 4 zeigt die Verteilung der ausgewerteten Kommunen nach diesen Größenklassen, dargestellt anhand ihres Anteils an der Gesamtbevölkerung aller in die Analyse einbezogenen Kommunen (Ringdiagramm innen) sowie im Vergleich die Verteilung der Bevölkerung in Deutschland auf die Kommunengrößenklassen (Ringdiagramm außen). Dabei wird deutlich, dass Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohner*innen mit einem Anteil von 57 % der erfassten Einwohner*innen den überwiegenden Teil der Datenbasis repräsentieren und die aggregierten Ergebnisse des vorherigen Kapitels maßgeblich prägen. Kommunen mit 50.001 bis 100.000 Einwohner*innen sind hingegen mit einem Anteil von 7 % an der Gesamtbevölkerung etwas unterrepräsentiert. Die Größenklassen weniger als 10.000 Einwohner*innen haben einen Anteil von 10 %, während die verbleibenden 26 % auf mittlere Kommunen mit 10.000 bis 50.000 Einwohner*innen entfallen. Die Verteilung der Gesamtbevölkerung auf die gleichen Kommunengrößenklassen zeigt deutlich, dass große Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohner*innen in der Auswertung bislang überrepräsentiert sind. Dies spiegelt u.a. die unterschiedlichen Fristen des WPG wider, die für die Vorlage der Wärmeplanungen gelten (s.o.). Demgegenüber sind die übrigen drei Größenklassen unterrepräsentiert. Der Anteil von Kommunen mit weniger als 10.000 Einwohner*innen beträgt in der Auswertung beispielsweise rund 10 %, obwohl sie tatsächlich etwa 25 % der Bevölkerung ausmachen.

Abbildung 4: Vergleich der Einwohner*innenverteilung der ausgewerteten Stichprobe auf Einwohnergrößenklassen mit der tatsächlichen Bevölkerungsverteilung (Statistisches Bundesamt 2024)

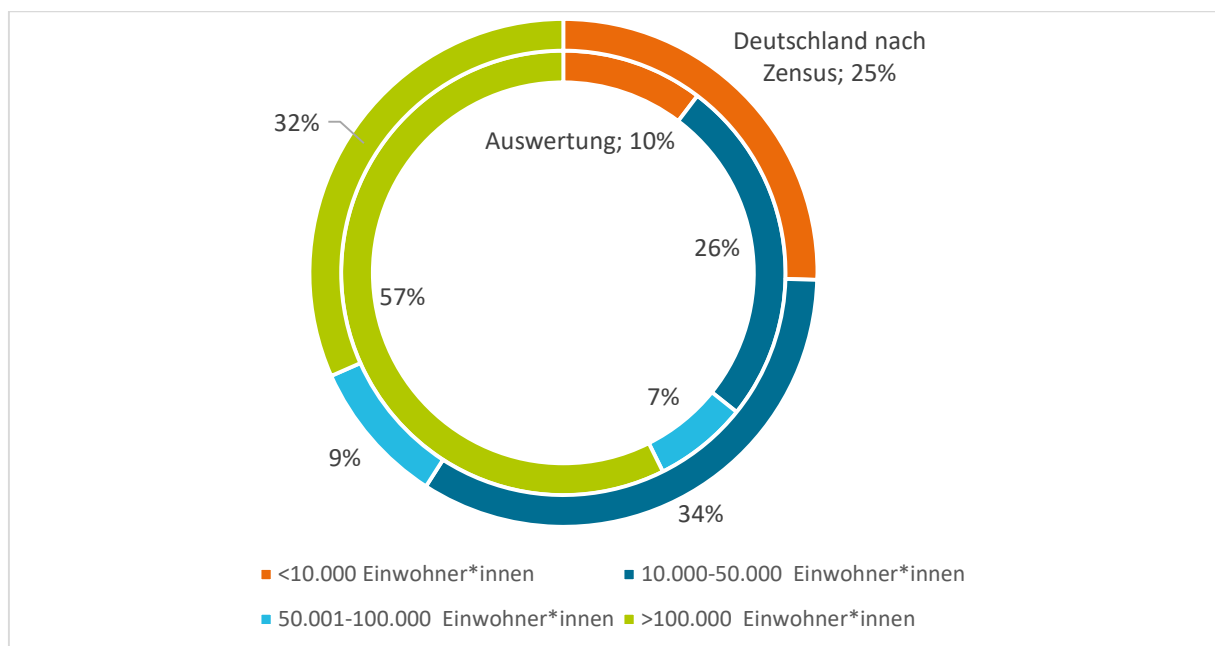


Abbildung 5 stellt die aggregierten Endenergiebedarfe Wärme für den Ist-Zustand sowie für die Zieljahre bis 2045 in Fünfjahresschritten dar und differenziert dabei nach den vier Kommunengrößenklassen. Über alle Größenklassen hinweg zeigt sich ein ähnlicher Entwicklungstrend: in sämtlichen Kommumentypen sinkt der Endenergiebedarf Wärme bis zum Jahr 2045 kontinuierlich. Das Ausmaß der vorgesehenen Reduktionen ist vergleichbar. Für Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohner*innen beträgt die durchschnittliche Reduktion bis 2045 rund 29 %. Kommunen mit 50.001 bis 100.000 Einwohner*innen weisen eine Reduktion von etwa 31 % auf, während Kommunen mit 10.000 bis 50.000 Einwohner*innen und weniger als 10.000 Einwohner*innen ebenfalls einen Rückgang von rund 29 % vorsehen.

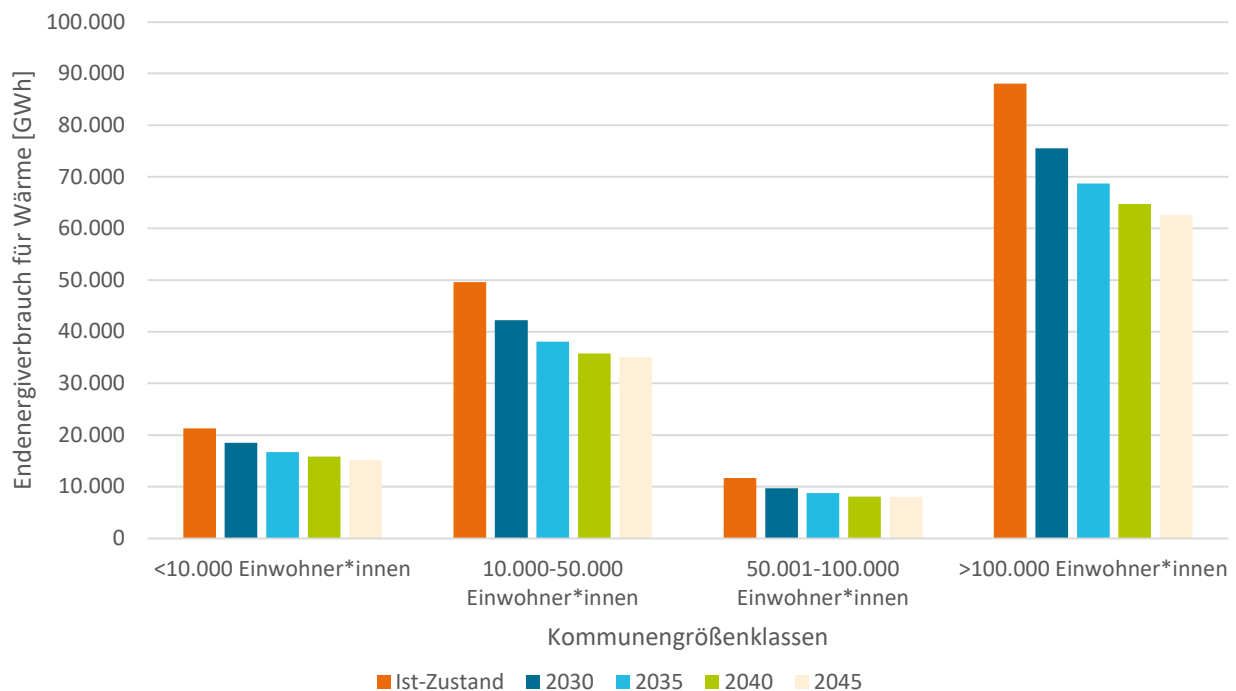
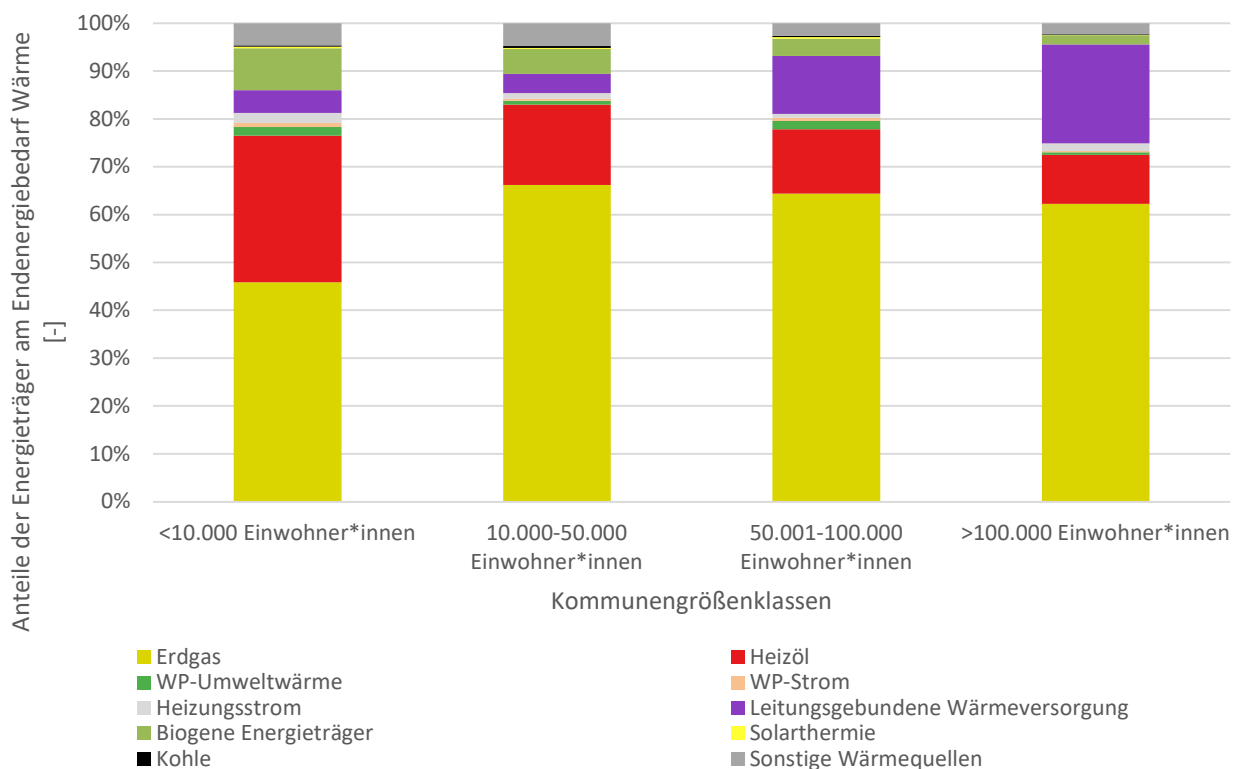
Abbildung 5: Endenergiebedarf Wärme nach Kommunengrößenklassen


Abbildung 6 zeigt zunächst die relativen Anteile der einzelnen Energieträger an der Wärmeversorgung, differenziert nach Kommunengrößenklassen für den Ist-Zustand. Die folgenden Abbildungen zeigen anschließend die Entwicklung der relativen Anteile der Energieträger an der Wärmeversorgung je Kommunengrößenklasse. Abbildung 7 zeigt die Ergebnisse für die Kommunengrößenklasse mit weniger als 10.000 Einwohner*innen, während Abbildung 8 die Anteile für Kommunengrößenklasse 10.000 bis 50.000 Einwohner*innen, Abbildung 9 die Ergebnisse für die zweitgrößte Kommunengrößenklasse und Abbildung 10 die Ergebnisse für die größte Größenklasse der Kommunen darstellt. Abbildung 11 zeigt zudem den Vergleich der Zielbilder.

5.1 Ist-Zustand

Im Ist-Zustand wird die Wärmeversorgung in allen vier Größenklassen deutlich von fossilen Energieträgern dominiert. Erdgas und Heizöl sind in sämtlichen Kommumentypen zentrale Energieträger, wobei sich ihre relative Bedeutung zwischen den Größenklassen teils deutlich unterscheidet. Heizöl weist insbesondere in kleineren Kommunen einen vergleichsweise hohen Anteil auf, während der Anteil von Erdgas tendenziell mit zunehmender Kommunengröße steigt. Die leitungsgebundene Wärmeversorgung nimmt mit zunehmender Kommunengröße zu, während in den kleineren Kommunengrößenklassen ein höherer Anteil an biogenen Energieträgern zu verzeichnen ist. Die Auswertung zeigt, dass Wärmepumpen aktuell insgesamt eine marginale Rolle spielen. Die spezifischen Details der Kommunen werden in den entsprechenden Unterkapiteln behandelt.

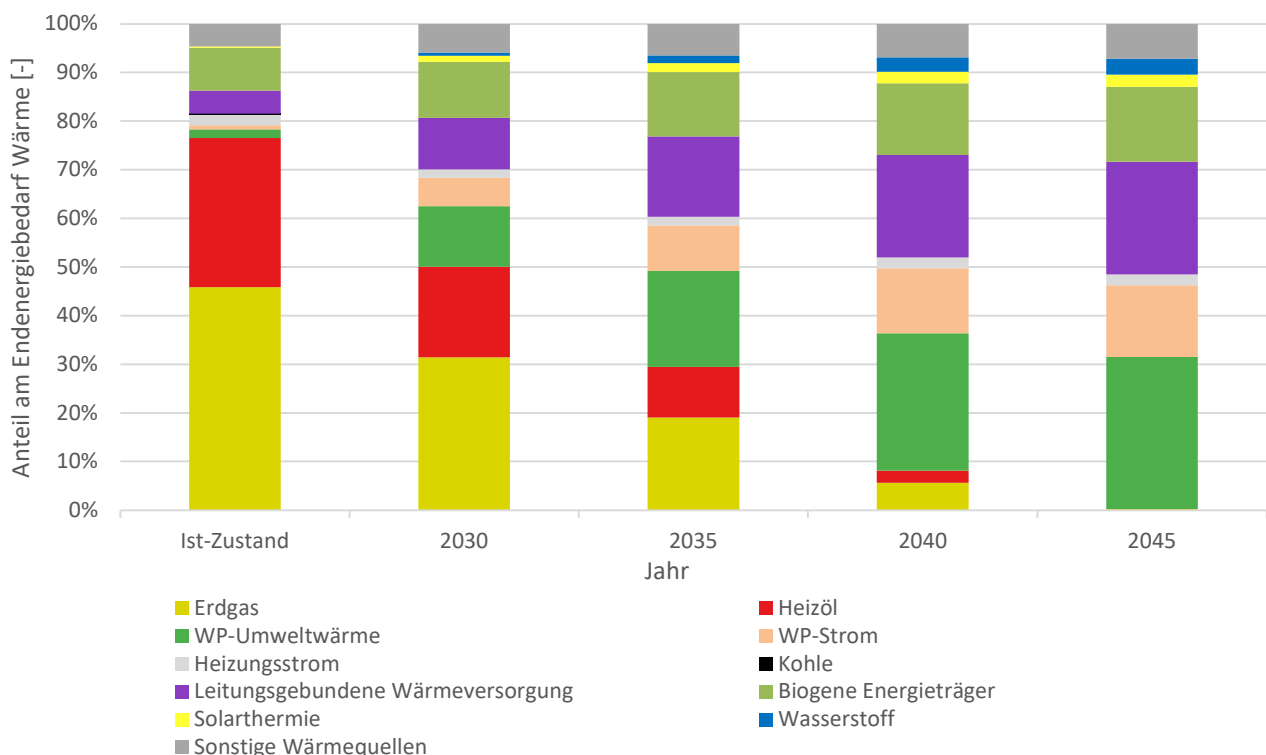
Abbildung 6: Verteilung der Energieträger am Endenergiebedarf Wärme nach Kommunengrößenklasse im Ist-Zustand

5.2 Kommunen mit weniger als 10.000 Einwohner*innen

Im Ausgangszustand wird die Wärmeversorgung von kleinen Kommunen mit unter 10.000 Einwohner*innen in dem Ausschnitt der ausgewerteten Pläne deutlich von fossilen Energieträgern dominiert. Erdgas weist mit einem Anteil von rund 46 % den größten Beitrag zur Wärmebereitstellung auf. Heizöl folgt mit rund knapp 31 %. Insgesamt entfallen damit ca. drei Viertel der Wärmeversorgung im Ist-Zustand auf fossile Energieträger. Die leitungsgebundene Wärmeversorgung erreicht lediglich einen Anteil von rund 5 %, während Wärmepumpen (Umweltwärme sowie Strom zum Betrieb der Wärmepumpen) mit nur 2,7 % bislang nur eine marginale Rolle spielen. Biogene Energieträger tragen rund 9 % zur Wärmebereitstellung bei.

Im summierten Zielbild der Wärmepläne in dieser Größenklasse verschiebt sich die Struktur der Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 grundlegend. Wärmepumpen entwickeln sich zu der dominierenden Versorgungsoption. Im Jahr 2045 erreichen Wärmepumpen einen Anteil von rund 46 % an der gesamten Wärmebereitstellung. Die leitungsgebundene Wärmeversorgung und biogene Energieträger folgen mit 23 % und 15 %. Wasserstoff spielt im Ist-Zustand derzeit keine Rolle, wird aber nach und nach in begrenztem Umfang als Option berücksichtigt und erreicht im Jahr 2045 einen Anteil von knapp 3 %. Solarthermie erreicht 2,5 % im Jahr 2045. Sonstige Wärmequellen sind für den Rest von 7 % verantwortlich. Diese umfassen verschiedene Energieträger, da hier vor allem Prüfgebiete reinspielen, wo der Weg noch nicht klar ist.

Abbildung 7: Entwicklung der Anteile der Energieträger am Endenergiebedarf Wärme der ausgewerteten KWP's - Kommunen mit < 10.000 Einwohner*innen

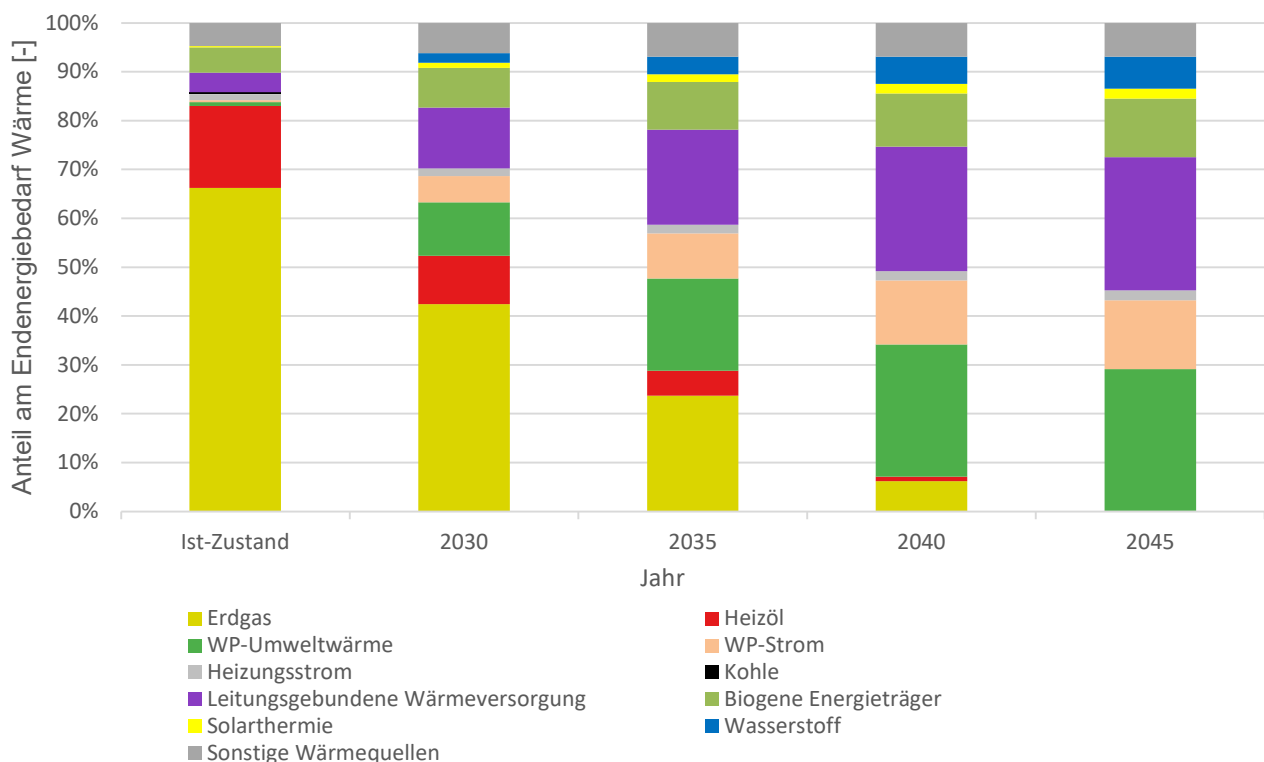


5.3 Kommunen mit 10.000 bis 50.000 Einwohner*innen

Im Ist-Zustand wird die Wärmeversorgung von Kommunen mit 10.000 bis 50.000 Einwohner*innen in den ausgewerteten Plänen ebenfalls deutlich von fossilen Energieträgern dominiert. Erdgas weist mit einem Anteil von rund 66 % den mit Abstand größten Beitrag zur Wärmebereitstellung auf. Heizöl folgt mit rund knapp 17 %. Insgesamt entfallen damit mehr als 80 % der Wärmeversorgung im Ist-Zustand auf diese zwei fossilen Energieträger. Die leitungsgebundene Wärmeversorgung erreicht bislang einen Anteil von rund 4 %, während Wärmepumpen (Umweltwärme sowie Strom zum Betrieb der Wärmepumpen) mit nur 1,2 % bislang eine marginale Rolle spielen. Biogene Energieträger tragen rund 5 % zur Wärmebereitstellung bei.

Im Zielbild 2045 dieser Größenklasse verschiebt sich die Struktur der Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 grundlegend. Die Wärmepumpen, gefolgt von der leitungsgebundenen Wärmeversorgung, entwickeln sich zu den dominierenden Versorgungsoptionen. Im Jahr 2045 erreichen Wärmepumpen einen Anteil von rund 43 % an der gesamten Wärmebereitstellung. Die leitungsgebundene Wärmeversorgung folgt mit 27 %. Zusammen decken beide Technologien damit rund 70 % der Wärmeversorgung im Zielbild ab. Auch biogene Energieträger gewinnen im Zeitverlauf an Bedeutung und erreichen einen Anteil von 12 % im Jahr 2045. Wasserstoff wächst von 0 % über die Zwischenjahre und ist für ca. 6,5 % der Wärmeversorgung 2045 verantwortlich. Solarthermie bleibt hingegen mit rund 2 % im Jahr 2045 eine nachrangige Technologie innerhalb der kommunalen Zielbilder. Sonstige Wärmequellen sind hier wie bei den kleinsten Kommunen für rund 7 % verantwortlich.

Abbildung 8: Entwicklung der Anteile der Energieträger am Endenergiebedarf Wärme der ausgewerteten KWP's - Kommunen mit 10.000-50.000 Einwohner*innen

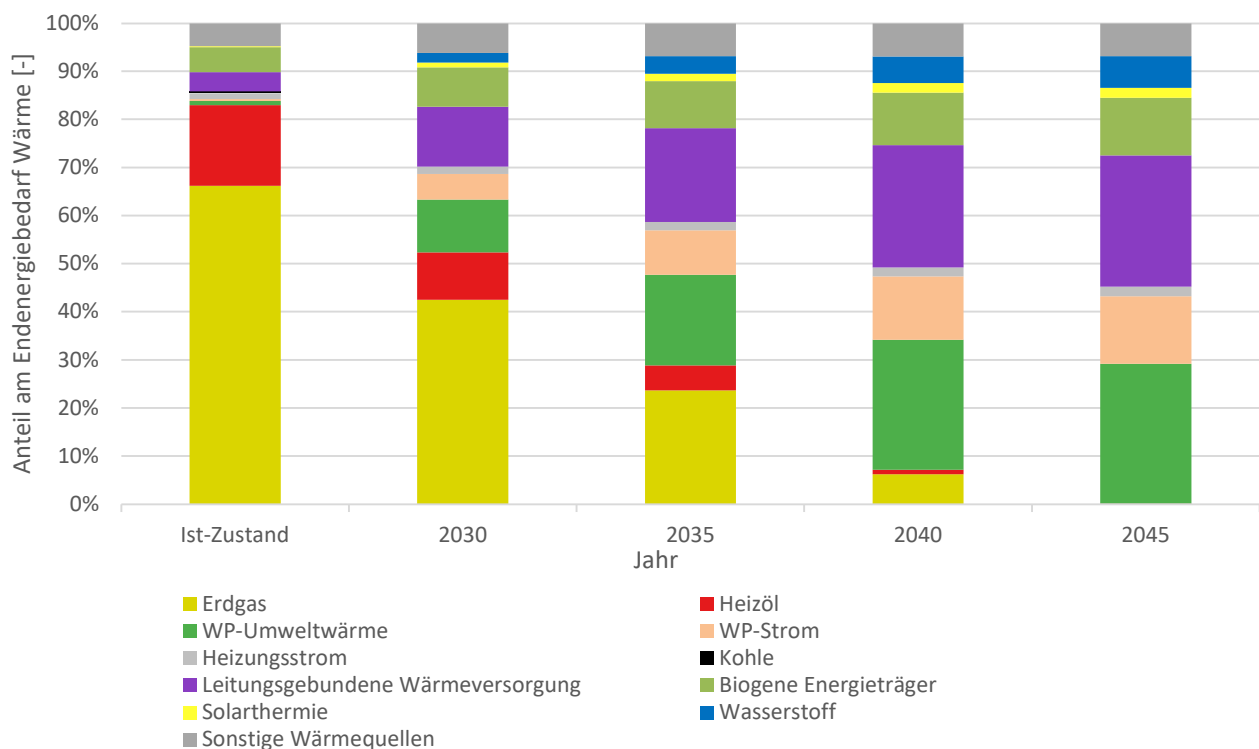


5.4 Kommunen mit 50.001 bis 100.000 Einwohner*innen

Auch in Kommunen mit 50.001 bis 100.000 Einwohner*innen ist die Wärmeversorgung im Basisjahr stark von Erdgas und Heizöl geprägt. Den mit Abstand größten Anteil hat Erdgas mit rund 64 %, Heizöl kommt auf ca. 13 %. Dahinter folgt die leitungsgebundene Wärmeversorgung mit 12 %. Biogene Energieträger spielen mit 3,6 % bislang eine untergeordnete Rolle, ebenso wie sonstige Wärmequellen mit 2,6 % und Wärmepumpen mit 2,4 %.

Die aufsummierten Zielszenarien dieser Kommunengrößenklasse verändern sich deutlich. Die leitungsgebundene Wärmeversorgung wird mit knapp 42 % zur zentralen Versorgungsform. Dahinter folgt mit einem hohen Anteil von rund 35 % die Versorgung durch dezentrale Wärmepumpen. Damit decken beide zusammen drei Viertel der Wärmeversorgung ab. Biogene Energieträger wachsen anteilig auf etwas mehr als das Doppelte, nämlich 7,7 %, an. Wasserstoff gewinnt an Bedeutung und wächst im Zeitverlauf bis 2045 auf 5,6 % an. Direkter Heizungsstrom spielt mit 3,5 % im Zielbild ebenfalls eine kleine Rolle in der Wärmeversorgung, genauso wie Solarthermie mit rund einem Prozent. Der Rest von knapp 6 % entfällt auf sonstige Wärmequellen, die in den Wärmeplänen nicht weiter definiert sind.

Abbildung 9: Entwicklung der Anteile der Energieträger am Endenergiebedarf Wärme der ausgewerteten KWP's - Kommunen mit 50.001-100.000 Einwohner*innen

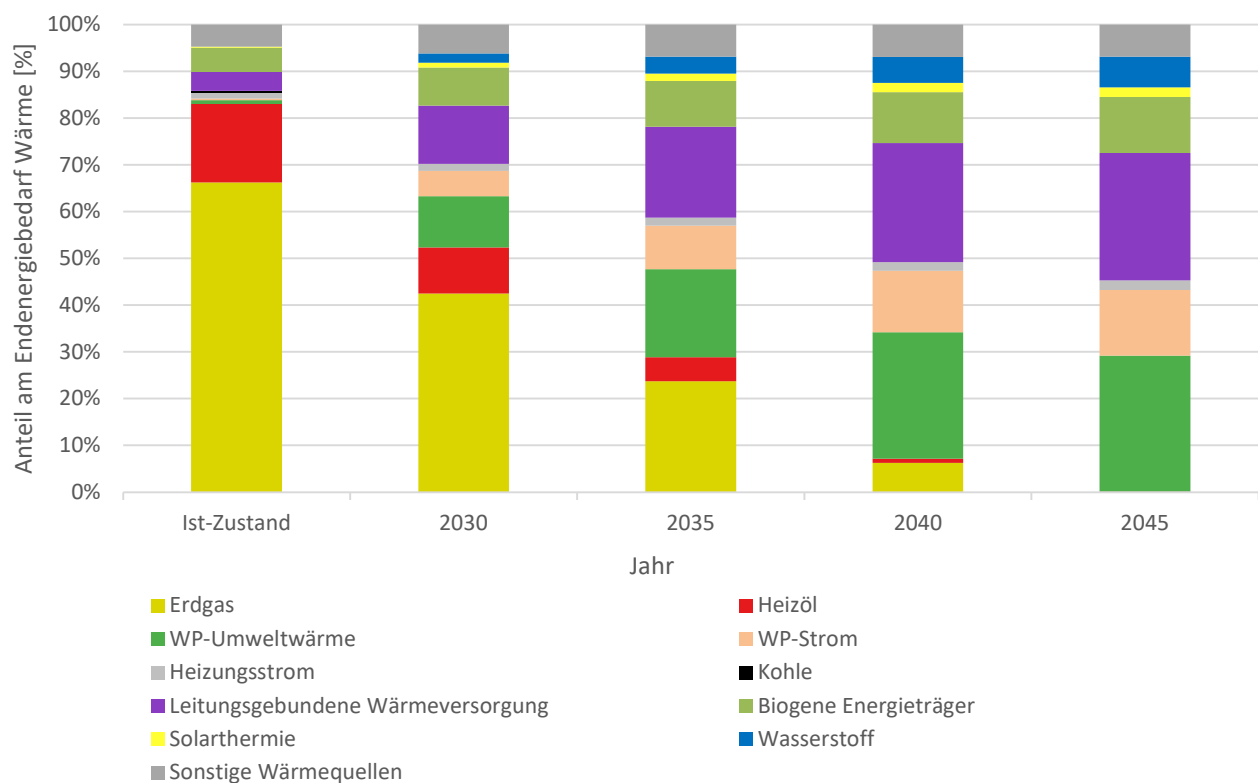


5.5 Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohner*innen

Auch bei den großen Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohner*innen, also den ausgewerteten Großstädten in Deutschland, ist der Ist-Zustand fossil geprägt. Erdgas hat einen relativen Anteil von 62 %, Heizöl von 10 %. In den Großstädten beträgt der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Ist-Zustand bereits knapp 21 % und liegt damit auf Platz 2. Die restlichen Energieträger spielen bislang alle eine untergeordnete Rolle: Biogene Energieträger mit 2 %, Wärmepumpen mit 0,8 %, Solarthermie mit 0,1 % und sonstige Wärmequellen mit 2,3 %.

Im Zielbild 2045 ändern sich die Anteile erheblich. Die leitungsgebundene Wärmeversorgung dominiert mit einem Anteil von rund 43 %, knapp gefolgt von Wärmepumpen mit 38 %. Wasserstoff und biogene Energieträger folgen mit jeweils ca. 6 %. Direktstrom und Solarthermie spielen mit 1,8 % bzw. 0,1 % eine untergeordnete Rolle in den Zielszenarien. Der Rest von knapp 5 % entfällt auf sonstige Energieträger.

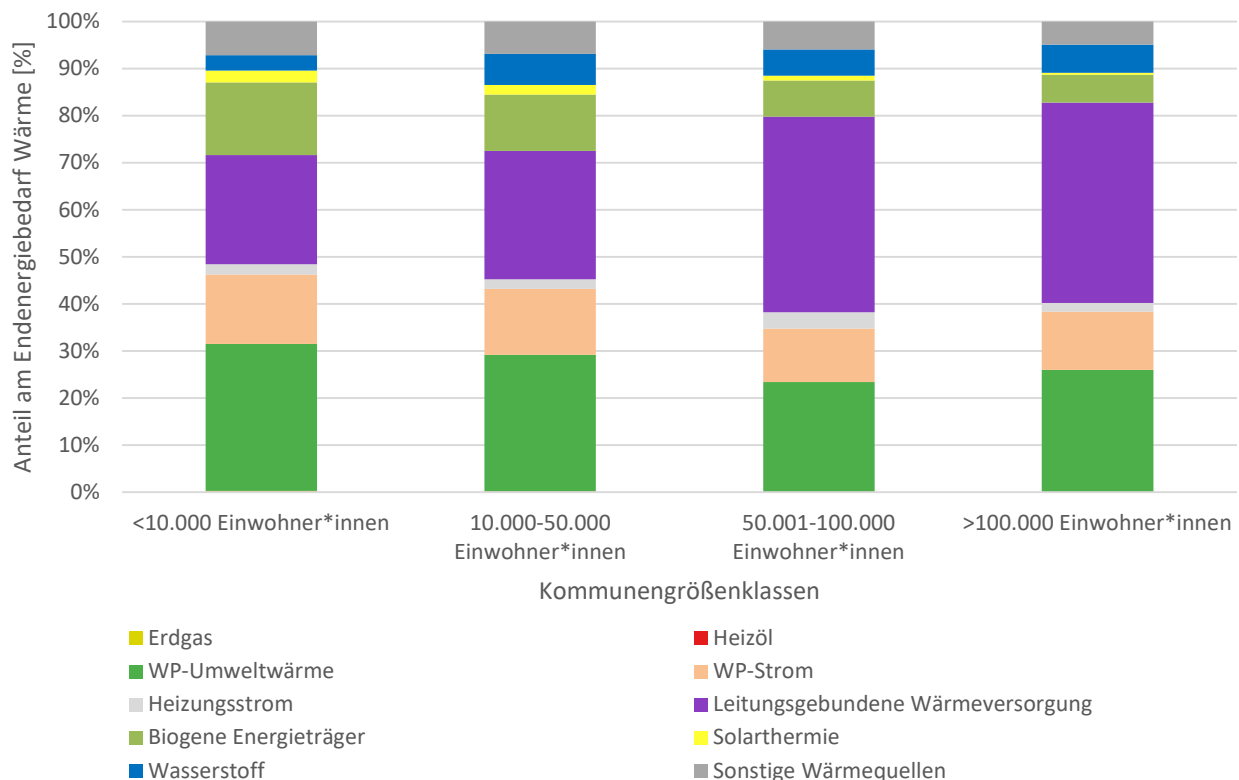
Abbildung 10: Entwicklung der Anteile der Energieträger am Endenergiebedarf Wärme der ausgewerteten KWP's - Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohner*innen



5.6 Zielbild 2045

Für das Jahr 2045 zeigt Abbildung 11 für alle Kommunengrößenklassen einen vollständigen Ausstieg aus der fossilen Wärmeversorgung. Erdgas und Heizöl spielen in keiner der betrachteten Größenklassen mehr eine relevante Rolle. Die Wärmeversorgung wird stattdessen durch erneuerbare bzw. klimaneutrale Energieträger sowie durch Wärmenetze sichergestellt. Allerdings treten zwischen den Kommunengrößenklassen deutliche strukturelle Unterschiede hervor.

Abbildung 11: Verteilung der Energieträger am Endenergiebedarf Wärme nach Kommunengrößenklasse 2045



Die Analyse nach Kommunengrößen zeigt, dass sich die Transformationspfade der kommunalen Wärmeversorgung trotz gemeinsamer klimapolitischer Zielsetzungen auch nach Größe und Struktur der Kommunen unterscheiden. Zwar ist in allen Größenklassen bis 2045 ein vollständiger Ausstieg aus fossilen Energieträgern vorgesehen, jedoch variiert die Zusammensetzung der anvisierten Wärmeversorgung erheblich.

Im Durchschnitt planen größere Kommunen häufiger stärker zentralisierte Versorgungsansätze. So setzen Kommunen größer als 50.000 Einwohner*innen in ihren Wärmeplänen verstärkt auf den Ausbau leitungsgebundener Wärmeversorgung. In Kombination mit erneuerbaren Erzeugungsoptionen übernehmen Wärmenetze damit eine tragende Rolle in der zukünftigen Wärmeversorgung. Kleinere Kommunen verfolgen dagegen häufiger dezentrale Strategien, bei denen vor allem Wärmepumpen und zum Teil auch biogene Energieträger zentrale Bausteine darstellen. Entsprechend nimmt der Anteil biogener Energieträger tendenziell mit wachsender Kommunengröße ab.

Wärmepumpen spielen über alle Größenklassen hinweg eine zentrale Rolle, ihre relative Bedeutung ist jedoch insbesondere in kleinen und mittleren Kommunen besonders ausgeprägt. Wasserstoff spielt in allen Größenklassen eine kleine Rolle, ebenso wird Solarthermie überwiegend ergänzend berücksichtigt.

Insgesamt verdeutlicht die Auswertung nach Kommunengrößen, dass die kommunale Wärmeplanung keine einheitliche Transformationslogik abbildet, sondern maßgeblich durch lokale Rahmenbedingungen, vorhandene Infrastrukturen, verfügbare Potenziale und strategische Entscheidungen der Kommunen geprägt ist.

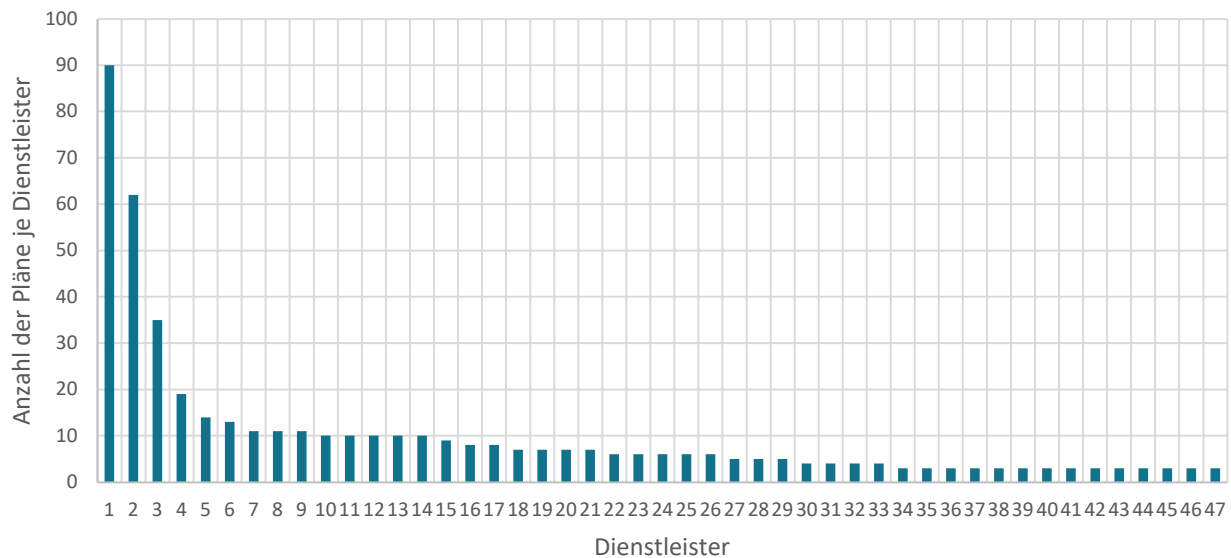
6 Auswertung nach Dienstleistern

In einem weiteren Schritt wird geprüft, ob Zusammenhänge zwischen dem beauftragten Dienstleister bzw. dem Bearbeitungskonsortium und den Ergebnissen des jeweiligen Wärmeplans erkennbar sind. Im Fokus steht dabei insbesondere die Ausgestaltung des Zielszenarios. Solche Zusammenhänge wären plausibel, wenn Dienstleister auf standardisierte methodische Ansätze, Tools oder Annahmen zurückgreifen, die in vergleichbarer Form in mehreren Wärmeplänen Anwendung finden.

Um hierzu einen ersten Einblick in die ausgewerteten Pläne zu geben, wurde zunächst die Anzahl der Wärmepläne je Dienstleister erfasst. Abbildung 12 zeigt die Verteilung auf die 47 Dienstleister, die mindestens drei der ausgewerteten Wärmepläne allein oder als Teil eines Konsortiums erstellt haben.

Die Verteilung zeigt auf der einen Seite eine hohe Konzentration: Der Dienstleister mit den meisten Wärmeplänen war an 90 Plänen beteiligt, die zweit- und drittplatzierten jeweils an 62 bzw. 35 Plänen. Damit entfielen allein auf drei Dienstleister 187 Wärmepläne. Ab dem vierten Rang fällt die Anzahl deutlich ab und liegt für die überwiegende Mehrheit der Dienstleister im einstelligen Bereich. Auf der anderen Seite steht eine große Zahl von Dienstleistern, die nur vereinzelt auftreten: 133 Dienstleister waren an lediglich einem oder zwei Wärmeplänen beteiligt und sind somit in der Grafik gar nicht dargestellt.

Diese Konzentration ist für die Interpretation der vorliegenden Auswertung relevant. Sofern einzelne Dienstleister systematisch bestimmte methodische Ansätze oder Annahmen verwenden, können sich diese in einer nennenswerten Zahl von Wärmeplänen niederschlagen und somit auch die aggregierten Ergebnisse beeinflussen. Ein Hinweis darauf findet sich bereits in den Sanierungsraten (vgl. Abschnitt 7.5), bei denen sich Cluster identischer Werte zeigen.

Abbildung 12: Häufigkeitsverteilung der Dienstleister nach Anzahl der Wärmepläne


Um diesen möglichen Zusammenhang genauer zu beleuchten, wurde die Verteilung der Energieträger zusätzlich nach Kommunengrößenklasse und Dienstleister differenziert ausgewertet. Die Betrachtung erfolgt dabei jeweils innerhalb der Größenklasse, um den in Kapitel 5 gezeigten Einfluss der Kommunengröße von einem möglichen Einfluss des Dienstleisters zu trennen. Berücksichtigt werden jeweils diejenigen Dienstleister, die innerhalb der betreffenden Größenklasse mindestens fünf Wärmepläne erstellt haben. Für die beiden Größenklassen 50.001 bis 100.000 sowie mit mehr als 100.000 Einwohner*innen liegt keine ausreichend große Anzahl an Dienstleistern mit mindestens fünf Plänen vor, sodass sich die Auswertung auf die beiden kleineren Größenklassen beschränkt.

Die folgenden Abbildungen zeigen für die Kommunen mit weniger als 10.000 Einwohner*innen (Abbildung 13 und Abbildung 14) sowie für die Kommunen mit 10.000 bis 50.000 Einwohner*innen (Abbildung 15 und Abbildung 16) jeweils die aggregierte Energieträgerverteilung im Ist-Zustand sowie im Zielbild 2045, differenziert nach Dienstleister. Die Dienstleister A, B, C und D erreichen in beiden Größenklassen mindestens fünf Wärmepläne und sind in den Abbildungen entsprechend einheitlich bezeichnet. Die mit Ziffern gekennzeichneten Dienstleister erfüllen dieses Kriterium hingegen nur in der jeweils dargestellten Größenklasse. Ihre Bezeichnung gilt daher ausschließlich innerhalb der betreffenden Größenklasse und ist nicht größenklassenübergreifend übertragbar.

Abbildung 13: Verteilung der Energieträger am Endenergiebedarf Wärme nach Dienstleister im Ist-Zustand (< 10.000 Einwohner*innen)

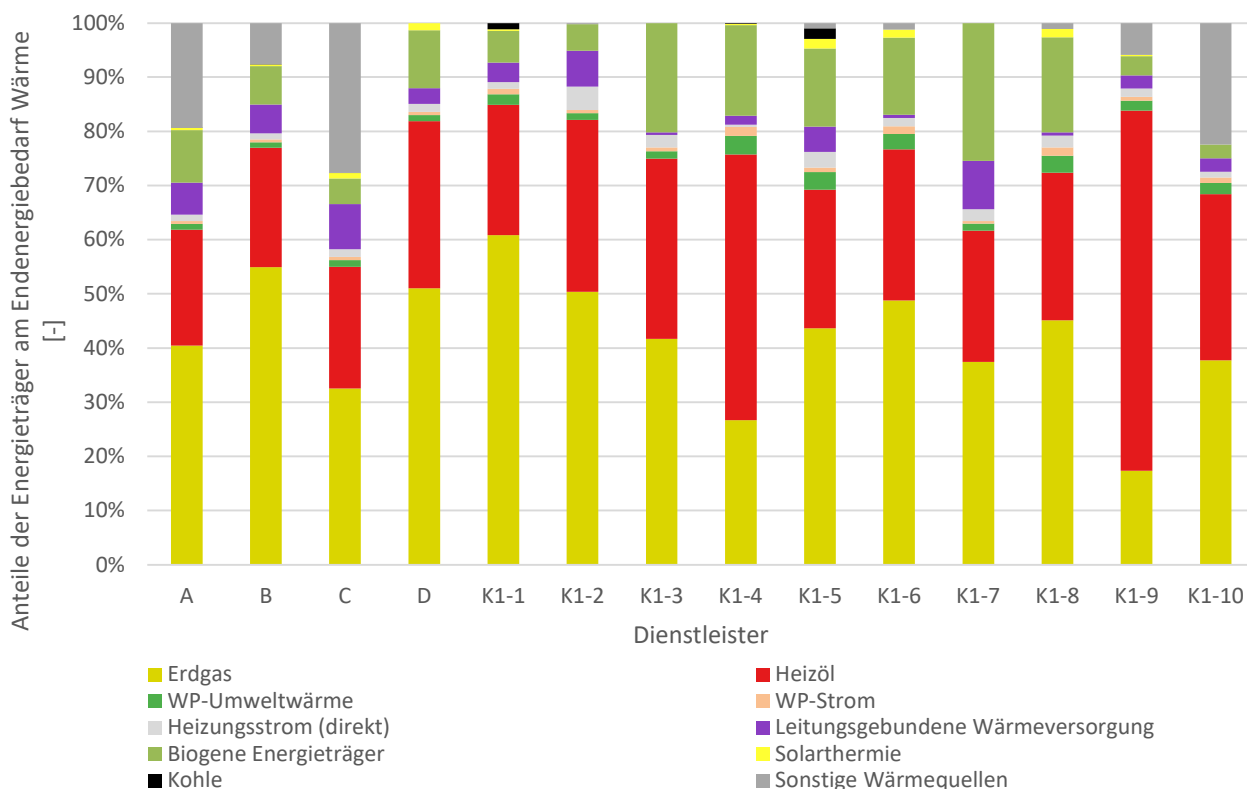


Abbildung 14: Verteilung der Energieträger am Endenergiebedarf Wärme nach Dienstleister 2045 (< 10.000 Einwohner*innen)

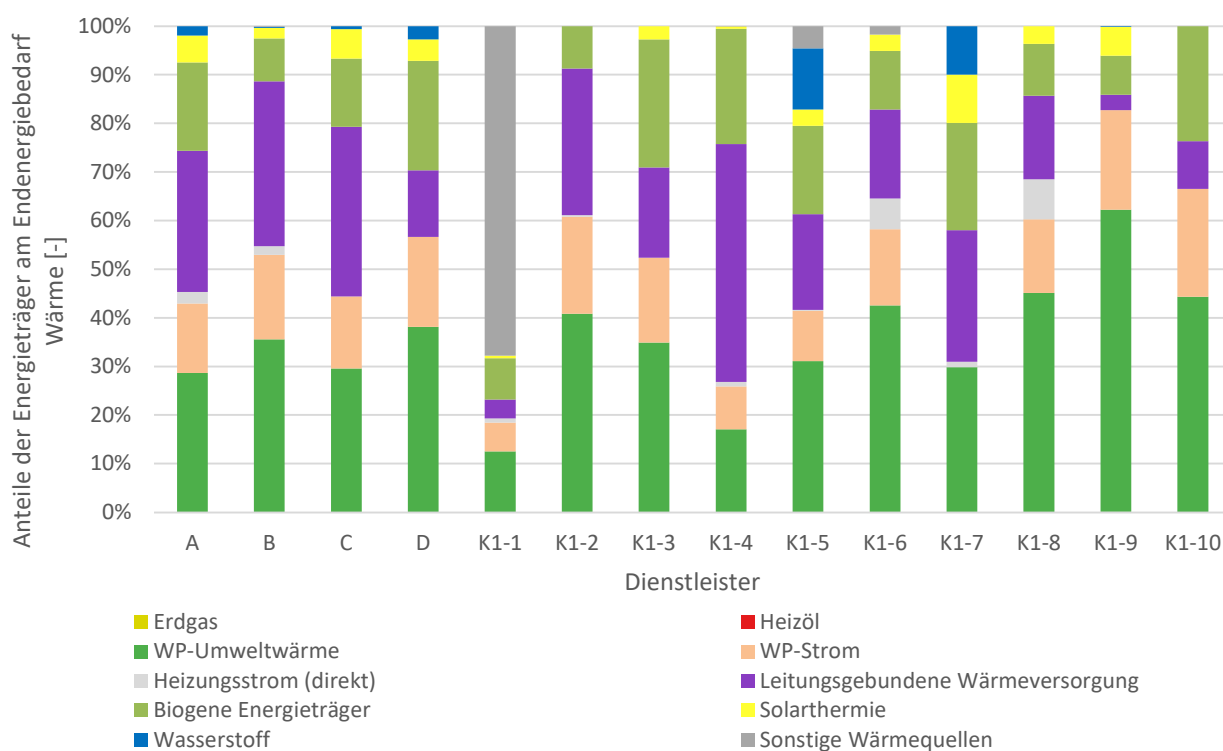


Abbildung 15: Verteilung der Energieträger am Endenergiebedarf Wärme nach Dienstleister im Ist-Zustand (10.000-50.000 Einwohner*innen)

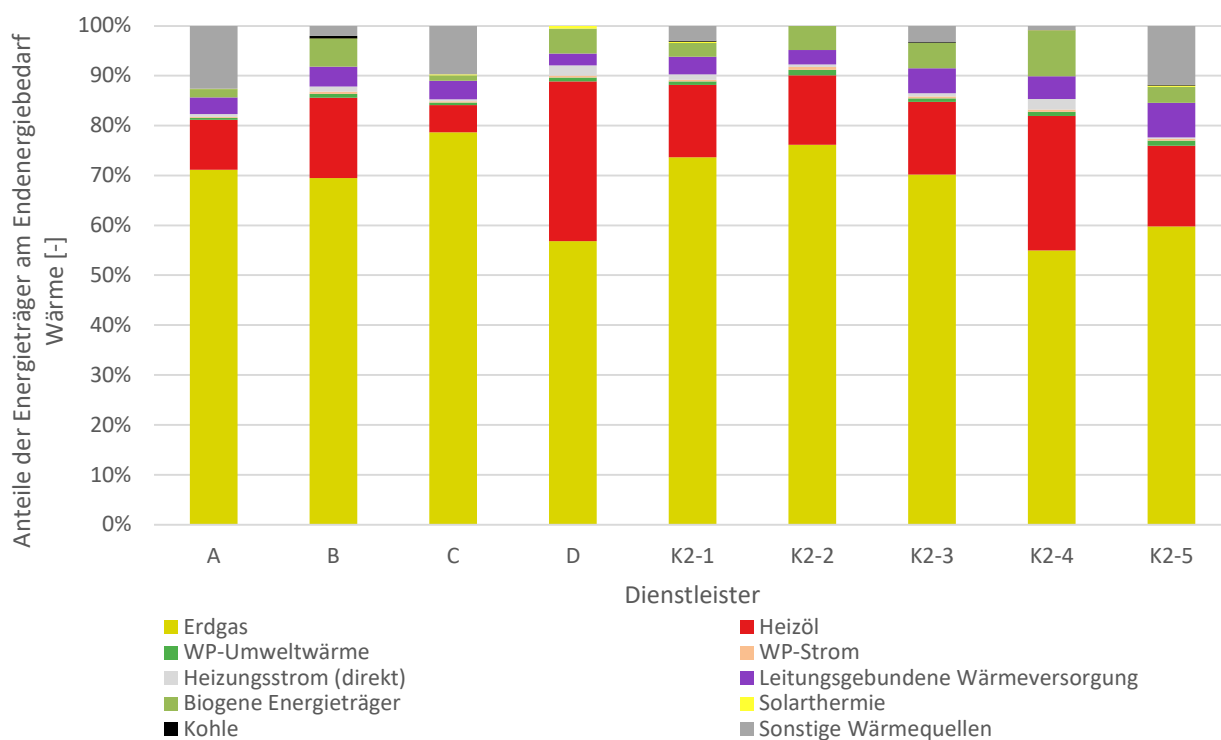
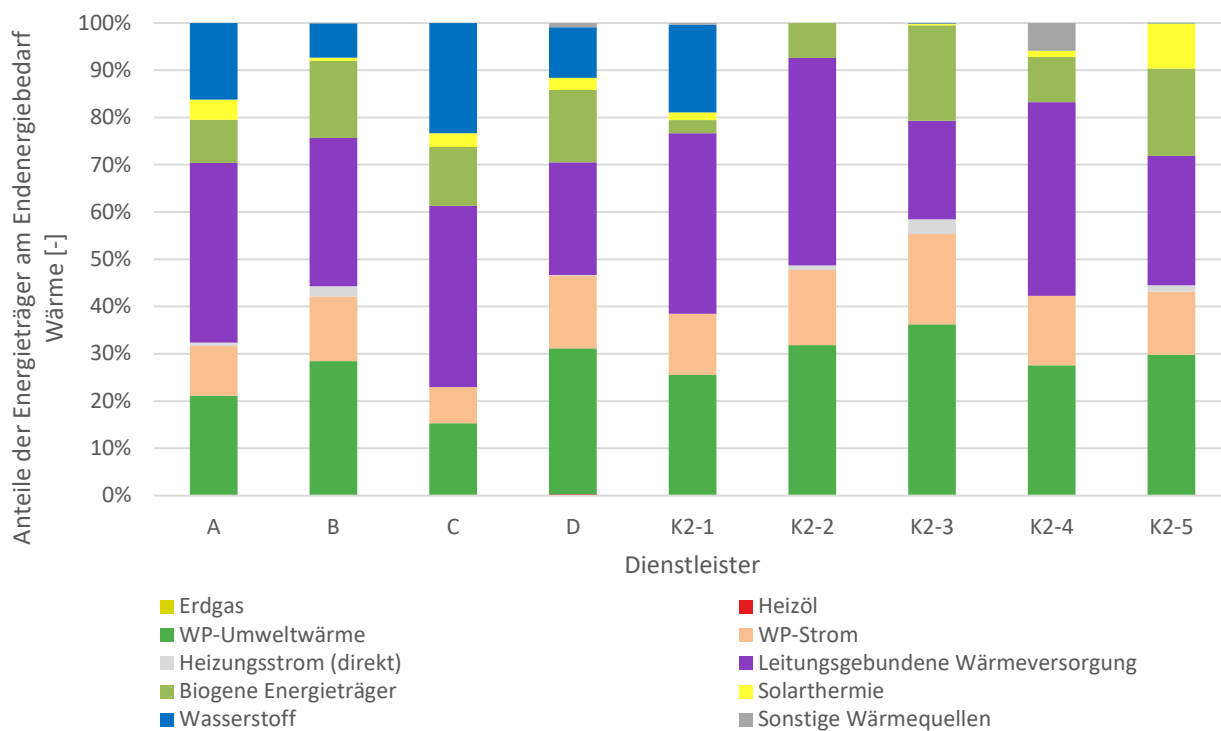


Abbildung 16: Verteilung der Energieträger am Endenergiebedarf Wärme nach Dienstleister 2045 (10.000-50.000 Einwohner*innen)



Im Ist-Zustand zeigen sich zwischen den beiden Größenklassen leichte Unterschiede, die den bereits in Kapitel 5 beschriebenen Mustern entsprechen. In der kleineren Größenklasse kommt Heizöl in stärkerem Maße zum Einsatz, während in der größeren Größenklasse Erdgas einen höheren Anteil erreicht. Biogene Energieträger spielen im Ist-Zustand vor allem in der kleineren Größenklasse eine Rolle. Diese Unterschiede sind nicht auf die Dienstleister zurückzuführen, da der Ist-Zustand die vorhandene Wärmeversorgung der jeweiligen Kommune abbildet und damit unabhängig von der Wahl des Dienstleisters ist.

Auffällig ist, dass bei den Dienstleistern A und C der Anteil sonstiger Energieträger im Ist-Zustand in beiden Größenklassen, insbesondere bei den Kommunen mit weniger als 10.000 Einwohner*innen, deutlich höher ausfällt als bei den übrigen Dienstleistern. Diese Diskrepanz ist nicht auf eine abweichende Versorgungsstruktur der betreffenden Kommunen zurückzuführen, sondern auf die Methodik der Bestandsanalyse. Die entsprechenden Wärmepläne, die zum Teil gemeinsam erstellt wurden, weisen darauf hin, dass im Rahmen der automatisierten Analyse nicht jedem Gebäude ein Energieträger zugeordnet werden konnte. Ein signifikanter Anteil an "unbekannten" Energieträgern resultiert dabei insbesondere aus fehlenden oder lückenhaften Schornsteinfeger- und Verbrauchsdaten. Da strombasierte Heizungen und Anschlüsse an die leitungsgebundene Wärmeversorgung in den Schornsteinfegerdaten nicht erfasst sind, verbleibt auch aus diesem Grund ein systematischer Anteil nicht zugeordneter Gebäude laut den Wärmeplänen. Eine manuelle Überprüfung oder Schließung von Datenlücken wurde in diesen Plänen nicht erwähnt, wäre aber eine Möglichkeit, diesen Anteil zu reduzieren.

Mit Blick auf die Zielbilder zeigen sich auch innerhalb derselben Größenklasse Unterschiede zwischen den Dienstleistern. In der Größenklasse mit weniger als 10.000 Einwohner*innen weisen die Zielszenarien der von Dienstleister K1-4 erstellten Wärmepläne einen Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung von nahezu 50 % auf, während der entsprechende Anteil bei Dienstleister K1-9 bei rund 3 % liegt. Auch der Anteil biogener Energieträger variiert in dieser Größenklasse deutlich und liegt zwischen 8 % und 26 %. Bei den Wärmepumpen variieren die Anteile zwischen 10 % und 67 %. Die Auswertung deutet damit auf unterschiedliche technologische Schwerpunktsetzungen der Dienstleister hin. So setzen die Zielszenarien der Dienstleister K1-9 und K1-10 vorrangig auf dezentrale Lösungen, insbesondere im Hinblick auf Wärmepumpen und biogene Energieträger. Leitungsgebundene Wärmeversorgung wird in diesen Szenarien hingegen kaum berücksichtigt. Andere Dienstleister gewichten leitungsgebundene Wärme deutlich stärker.

In der Größenklasse mit 10.000 bis 50.000 Einwohner*innen zeigen sich vergleichbare Unterschiede. Der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielbild variiert bspw. zwischen 21 % und 44 %, der Anteil der Wärmepumpen zwischen 23 % und 55 %. Biogene Energieträger variieren im Anteil zwischen 3 % und 20 %. Auch hier setzen einzelne Dienstleister erkennbar unterschiedliche Schwerpunkte. Während Dienstleister K2-3 vor allem auf dezentrale Technologien setzt und hohe Anteile von Wärmepumpen und biogenen Energieträgern vorsieht (in Summe 75 %), setzen Dienstleister C, K2-1 und K2-2 auf deutlich höhere Anteile leitungsgebundener Wärme (38 % bis 44 %).

Ein weiterer Aspekt ist der Abgleich zwischen dem aktuellen Ist-Zustand und dem angestrebten Zielbild. Der Ist-Zustand spiegelt die tatsächliche Ausgangslage der jeweiligen Kommune wider und ist nicht durch die Wahl des Dienstleisters bedingt. Auffällig ist, dass Dienstleister, die Pläne für Kommunen mit einem vergleichbaren Ist-Zustand erstellt haben, im Zielbild zum Teil deutlich voneinander abweichende Ergebnisse erzielen. Die Ist-Zustände der Kommunen der Größenklasse 10.000 bis 50.000 Einwohner*innen sind sehr ähnlich und weisen bei allen Dienstleistern einen hohen Anteil an Erdgas und Heizöl auf. Lediglich bei Dienstleister D und K2-4 ist der Anteil von Heizöl etwas höher und der von Erdgas etwas niedriger. Im Zielbild weisen die Szenarien der Dienstleister allerdings deutliche Unterschiede auf. So ist der Anteil von Wärmepumpen bei Dienstleister D deutlich niedriger als bei den anderen Dienstleistern. Auch die hohen Anteile der leitungsgebundenen Wärmeversorgung bei den Dienstleistern K2-1, K2-2 und K2-4 lassen sich nicht aus den Ist-Zuständen der betreffenden Kommunen ableiten.

Ein Vergleich der Zielbilder über beide Größenklassen hinweg ist für diejenigen vier Dienstleister möglich, die in beiden Klassen mit mindestens fünf Wärmeplänen vertreten sind. Dabei zeigt sich zum Beispiel, dass die von Dienstleister D erstellten Wärmepläne in beiden Größenklassen im Mittel geringere Anteile leitungsgebundener Wärmeversorgung ausweisen als die Pläne der übrigen drei Dienstleister, während Wärmepumpen und biogene Energieträger im Durchschnitt höhere Anteile erreichen. Bei Dienstleister D ist der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Ist-Zustand zwar geringer, zugleich fällt jedoch auch der geplante Anstieg in beiden Größenklassen schwächer aus. Damit weist Dienstleister D über beide Größenklassen und beide Betrachtungszeitpunkte hinweg ein stärker dezentral ausgerichtetes Profil auf.

Die beobachteten Unterschiede liefern einen ersten Hinweis darauf, dass die Auswahl des Dienstleisters einen Einfluss auf die Ausgestaltung der Zielszenarien haben könnte. Die dargestellten Unterschiede beziehen sich ausschließlich auf das vorliegende Sample und auf eine begrenzte Anzahl von Wärmeplänen je Dienstleister; einzelne Kommunen können die dargestellten Mittelwerte daher spürbar beeinflussen. Zudem lassen die Unterschiede keinen Rückschluss auf methodische Präferenzen einzelner Dienstleister zu: Dienstleister sind regional unterschiedlich tätig, sodass sich in den Ergebnissen auch lokale Rahmenbedingungen niederschlagen können, wie beispielsweise die Verfügbarkeit von Wärmequellen und biogenen Ressourcen, bestehende Infrastrukturen, die Siedlungsstruktur oder landesrechtliche Vorgaben und Leitfäden. Die dargestellten Unterschiede sind daher zunächst als deskriptiver Befund zu verstehen. In welchem Umfang die Auswahl des Dienstleisters tatsächlich einen eigenständigen Einfluss auf die Zielszenarien hat, lässt sich nicht belastbar beurteilen.

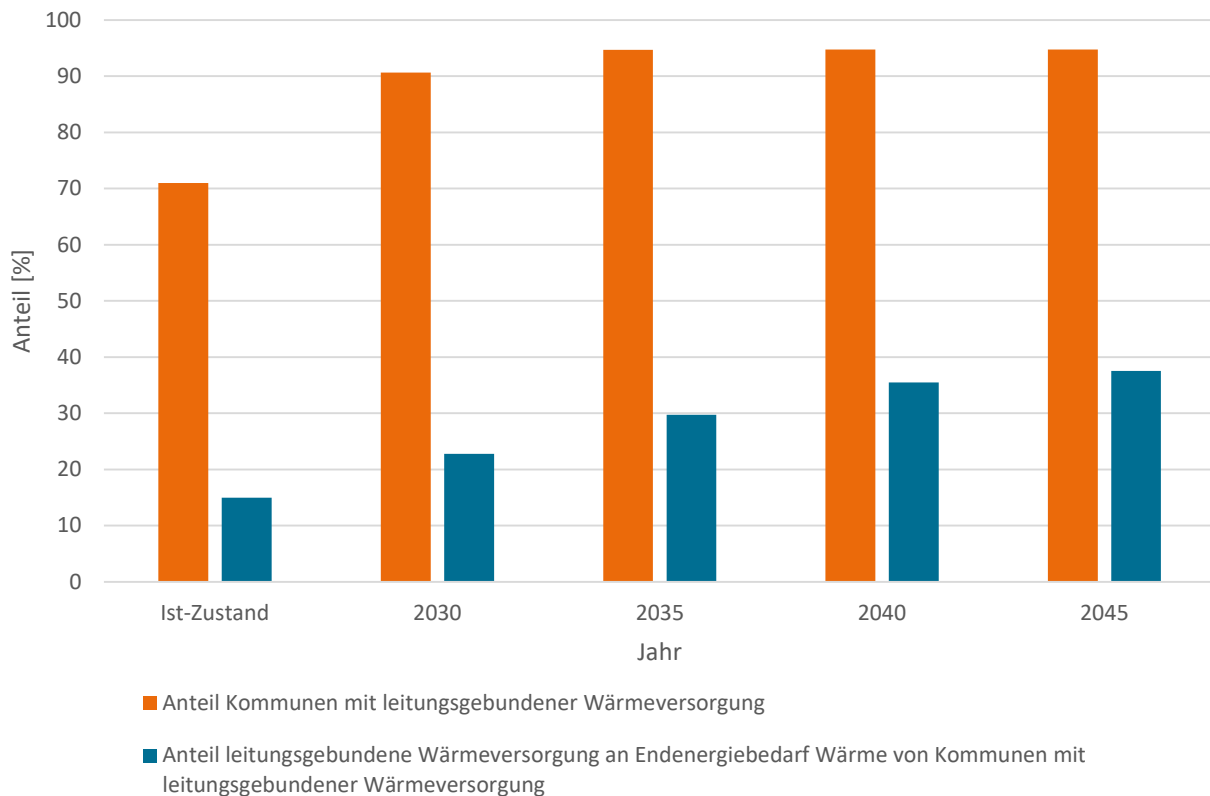
7 Detailanalyse ausgewählter Aspekte und Parameter

7.1 Rolle der leitungsgebundenen Wärmeversorgung

Auf den Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung insgesamt sowie für unterschiedliche Kommunengrößen wird in den Kapiteln 4 und 5 eingegangen. Dabei wird deutlich, dass die

leitungsgebundene Wärmeversorgung 2045 in der Gesamtbetrachtung einen Anteil von rund 36 % des Endenergiebedarfes Wärme abdecken soll, wobei sich dieser Anteil bis zum Jahr 2045 in allen Kommunengrößen erhöht.

Abbildung 17: Anteil Kommunen mit leitungsgebundener Wärmeversorgung und deren Anteil an Endenergiebedarf Wärme

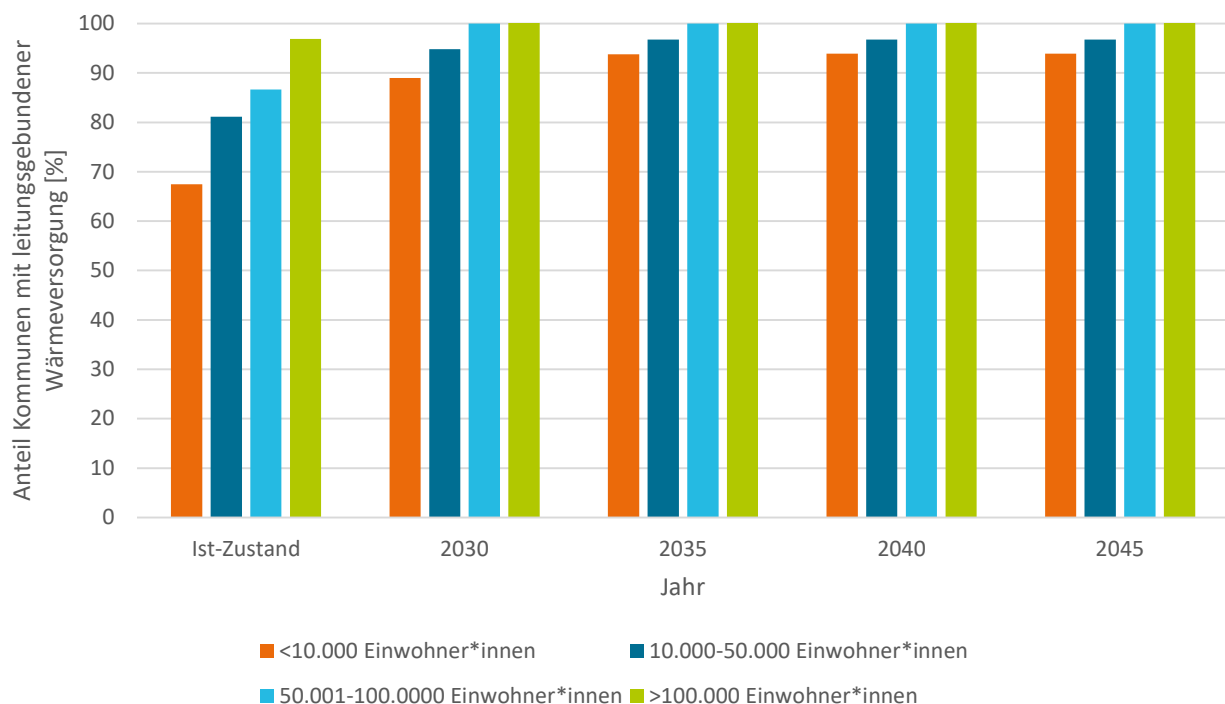


Betrachtet man die Daten zur Nutzung von leitungsgebundener Wärmeversorgung und geplantem Ausbau in den einzelnen Kommunen, so ergeben sich aktuell die folgenden Erkenntnisse:

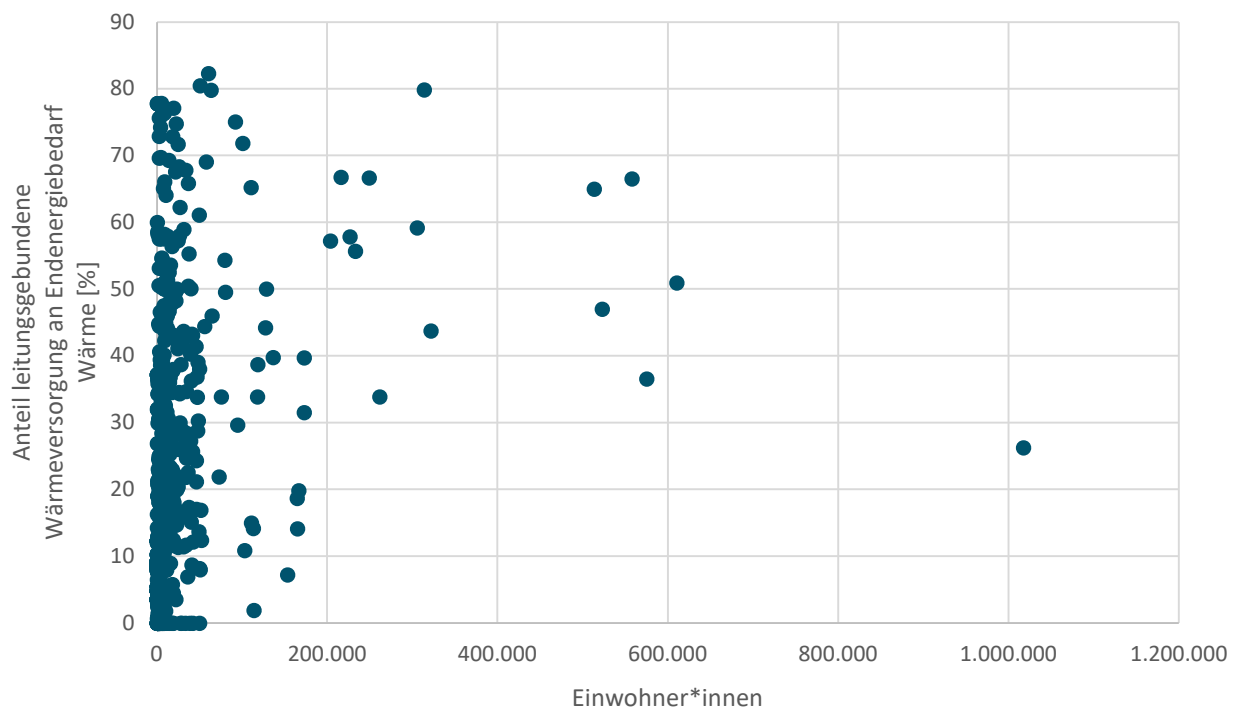
- Erstens nutzt bereits die Mehrheit der Kommunen (71 %) leitungsgebundene Wärme im Bestand (siehe Abbildung 17). So verfügen 666 der ausgewerteten Kommunen über Wärmenetze. In den Größenklassen von 50.001 bis 100.000 liegt der Anteil der Kommunen mit Wärmenetzen bei 86% und über 100.000 Einwohner*innen bei 97%, während die Anteile in kleineren Kommunen bei 67 % (< 10.000 Einwohner*innen) und 81 % (10.000 bis 50.000 Einwohner*innen) liegen (siehe Abbildung 18).
- Zweitens sehen einige der untersuchten KWP einen sehr zeitnahen Einstieg in die leitungsgebundene Wärmeversorgung vor, falls bisher keine leitungsgebundene Wärmeversorgung vorlag: bereits bis 2030 soll die Anzahl der Kommunen mit leitungsgebundener Wärmeversorgung um 184 auf 850 Kommunen (91 %) ansteigen (siehe Abbildung 17).

- Drittens ist bis 2035 ein weiterer Anstieg auf 888 Kommunen (95 %) vorgesehen, während bis 2040 nur eine weitere Kommune hinzukommt und die Anzahl an Kommunen mit leitungsgebundener Wärmeversorgung danach bis 2045 konstant bleibt (siehe Abbildung 17).¹³
- Viertens nimmt die Bedeutung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung – gemessen an ihrem Anteil am Endenergiebedarf Wärme – auch über das Jahr 2035 hinaus weiter zu. Im Bestand liegt dieser Anteil bei rund 15 %, steigt bis 2035 auf rund 30 % und erreicht im Jahr 2045 schließlich 38 % (siehe Abbildung 17). Im Vergleich zur ersten Auswertungsrunde ist damit innerhalb des ausgewerteten Samples die Anzahl der Kommunen mit leitungsgebundener Wärmeversorgung gestiegen. Der Anteil des damit gedeckten Endenergiebedarfs liegt jedoch in allen Jahren jeweils um etwa 5 Prozentpunkte niedriger.

Abbildung 18: Anteil Kommunen mit Nutzung leitungsgebundener Wärmeversorgung nach Größenklassen



¹³ Hierbei wird jedoch lediglich die Anzahl derjenigen Kommunen gezählt, in welchen im entsprechenden Jahr mindestens ein Wärmenetz zum Einsatz kommt. Mögliche Netzerweiterungen sowie die Installation von zusätzlichen Wärmenetzen in Kommunen, die schon über mindestens ein Wärmenetz verfügen, werden durch diesen Indikator nicht gemessen.

Abbildung 19: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung an Endenergiebedarf Wärme 2045


Eine Differenzierung nach Kommunengrößen bietet weitere Erkenntnisse. So zeigt sich, dass die leitungsgebundene Wärmeversorgung in kleineren Kommunen eine wesentlich größere Spannbreite am jeweiligen Endenergiebedarf Wärme abdecken soll, während für sie in allen größeren Städten eine tragende Rolle vorgesehen wird (siehe Abbildung 19). Der entsprechende Anteil liegt in Kommunen mit bis zu 100.000 Einwohner*innen zwischen 0 und 78 % im Jahr 2045, während er in Kommunen mit mehr als 200.000 Einwohner*innen zwischen 26 und 79 % beträgt.

In dieser Auswertungsrunde wird der Mix der leitungsgebundenen Wärmeversorgung von 440 Kommunen ausgewertet, in denen diese Angaben aus den Wärmeplänen entnommen werden konnten. In den verbleibenden Kommunen sind entweder keine oder unzureichende Angaben zur Versorgung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zieljahr vorhanden. Für das Basisjahr machen 289, für das Zieljahr 440 Kommunen Angaben zum Erzeugungsmix in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung. Damit liegen nur für die Hälfte der Kommunen Informationen vor, wie die Wärmeerzeugung im Zielbild erfolgen soll. Die vorhandenen Angaben sind im Folgenden unter verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet.

Abbildung 20 und Abbildung 21 stellen die über diese Städte aggregierten Anteile der Wärmequellen am Mix der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Basisjahr und in 2045 dar. Im Basisjahr macht Erdgas rund die Hälfte der Wärmeerzeugung in Wärmenetzen aus, gefolgt von Kohle mit einem Anteil von 16 % und biogenen Energieträgern mit einem Anteil von 8 %. Im Vergleich zu den Daten des AGFW für 2023 weist das vorliegende Sample etwas geringere Anteile an Erdgas auf (laut AGFW liegt dieser bei 55 % der Nettowärmeerzeugung). Gleiches gilt für den Anteil biogener

Energieträger. Der Kohleanteil ist im Sample hingegen etwa 2,5-mal so hoch wie in der AGFW-Statistik. Summiert man für einen Vergleich der biogenen Energieträger Biomethan und feste/flüssige Biomasse, liegt laut AGFW der Anteil bei 14 %. Beide Vergleichswerte sind deutlich höher als im vorliegenden Sample. Abwärme liegt in der KWP-Auswertung bei 12 %. Davon ausgehend, dass Abwärme in der AGFW-Statistik unter Abfall/Sonstige verortet wird, kann kein direkter Vergleich zur aktuellen Statistik gezogen werden, da unklar ist, welcher Anteil dieser Kategorie Abwärme ist. In Summe zeigt der Vergleich, dass das ausgewertete Sample im Vergleich der Wärmeerzeugung der Fernwärme noch nicht repräsentativ zu sein scheint.

Für das Jahr 2045 zeigt sich - wie bereits in der ersten Auswertungsrunde -, dass Wärmepumpen mit einem Anteil von 38 % in Zukunft eine tragende Rolle einnehmen werden (vgl. Abbildung 21). Auch biogene Energieträger und Abwärme tragen mit 18 % beziehungsweise 20 % erheblich zum Mix bei. Wasserstoff wird mit 6 % und Geothermie mit 7 % eingeplant. Dagegen werden Solarthermie, Direktstrom und sonstige Energieträger nur in geringem Umfang eingebunden. Damit steigt der Anteil der Abwärme im Vergleich zur ersten Auswertung um 4,5 Prozentpunkte, während Geothermie und Wasserstoff geringere Anteile aufweisen.

Abbildung 20: Zusammensetzung des Mixes der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Basisjahr

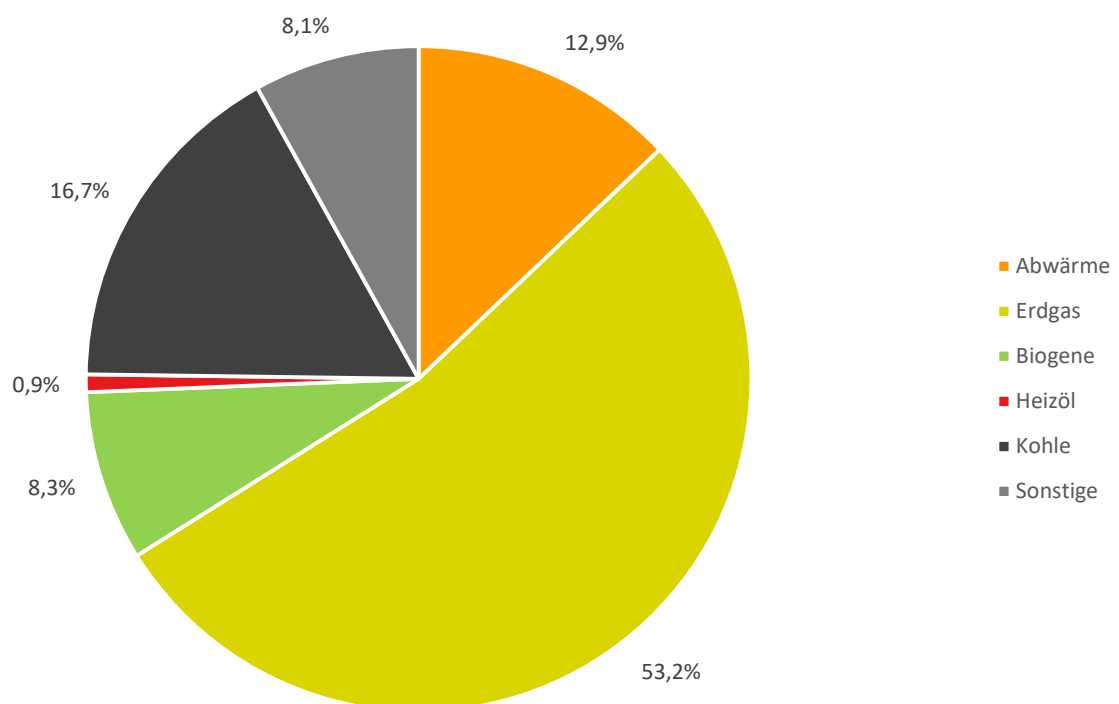
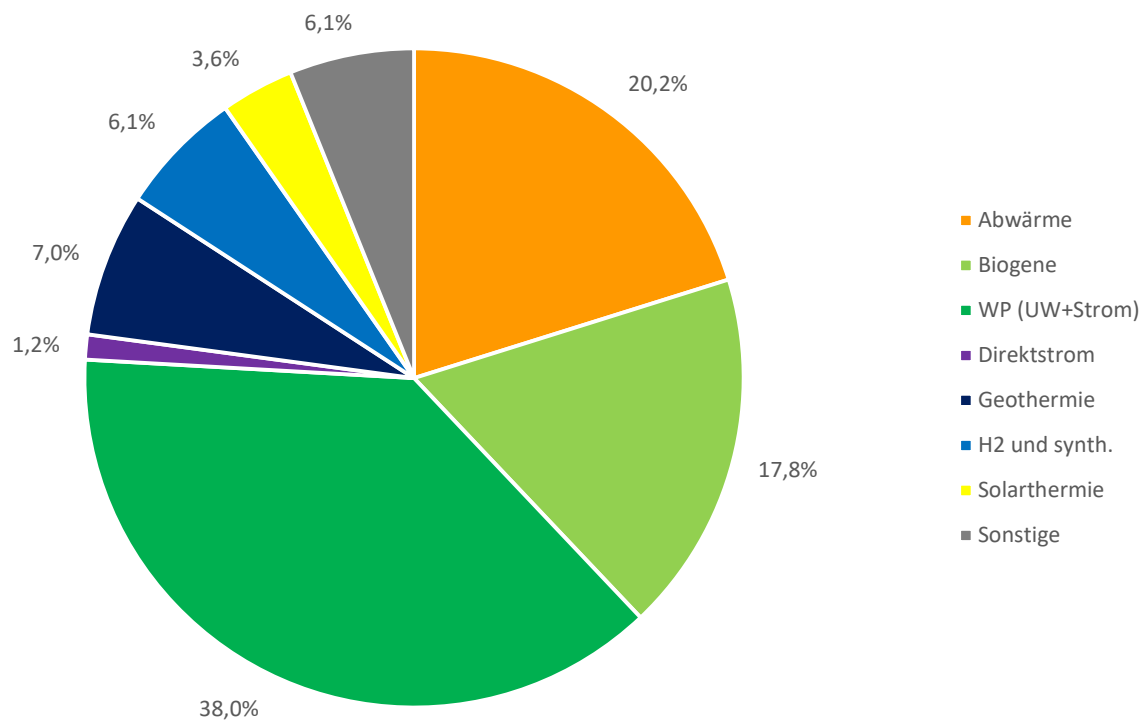
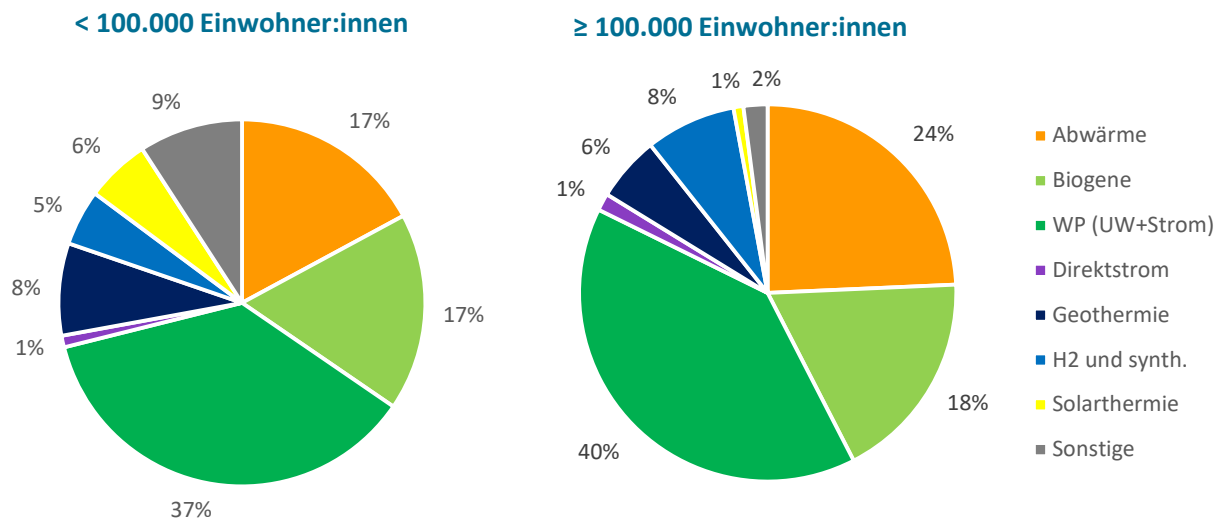


Abbildung 21: Zusammensetzung des Mixes der leitungsgebundenen Wärmeversorgung 2045

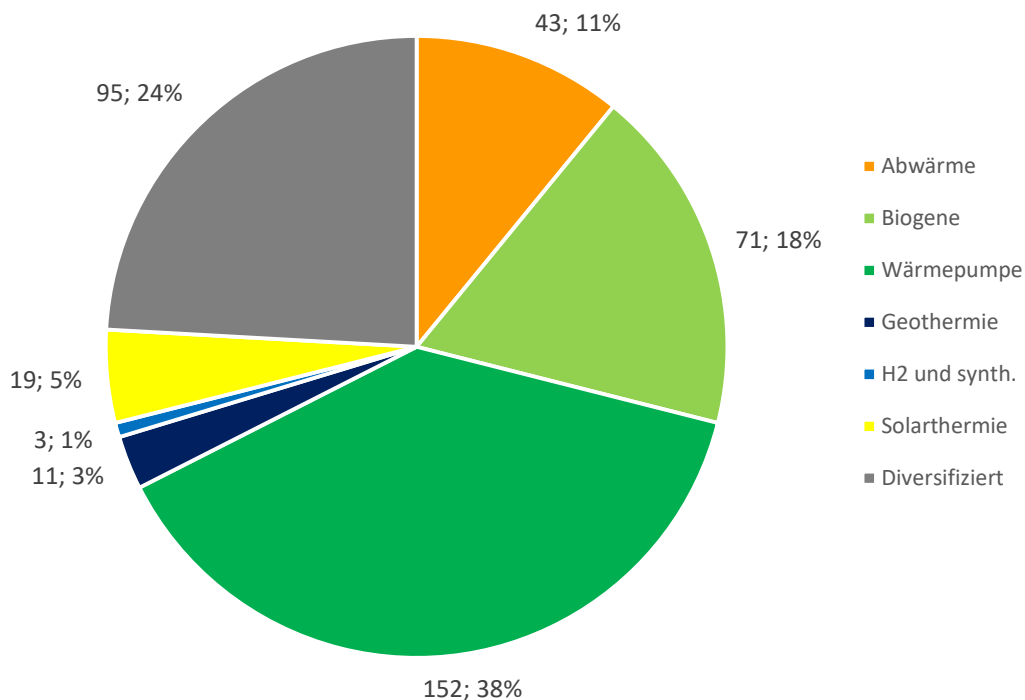
In Abbildung 22 ist der Erzeugungsmix der leitungsgebundenen Wärmeversorgung 2045 für Kommunen mit weniger und mehr als 100.000 Einwohner*innen getrennt ausgewiesen. Hier zeigt sich, dass Wärmepumpen und biogene Energieträger in beiden Größenklassen vergleichbare Anteile haben sollen. Abwärme ist in den größeren Kommunen mit einem höheren Anteil von 24 % gegenüber 17 % in den kleineren Kommunen eingeplant. Ein deutlicher Unterschied zeigt sich in der Solarthermie und dem Anteil „Sonstiges“. Beide sind in den kleineren Kommunen mit deutlich höheren Anteilen ausgewiesen. Dies deutet zum einen darauf hin, dass kleinere Kommunen größere Potenzialflächen für Solarthermie besitzen und diese entsprechend in der Fernwärme eingeplant werden. Unklar ist, ob die aus Flächenkonkurrenzsicht zu prüfende Alternative der Freiflächenphotovoltaik dieser Option gegenüber gestellt und abgewogen wird, welche Option günstiger ist. Der deutlich größere Anteil „Sonstige“ deutet darauf hin, dass in kleineren Kommunen eine größere Unsicherheit über die sinnvollen Lösungen in der Versorgung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung besteht und ein Teil keine Festlegung der vollständigen Versorgungslösung vornimmt.

Abbildung 22: Zusammensetzung des Mixes der leitungsgebundenen Wärmeversorgung 2045 nach Kommunengrößenklassen



Vergleicht man die Zusammensetzung des Versorgungsmixes der leitungsgebundenen Wärmeversorgung zwischen Kommunen mit hohen und niedrigen Anteilen leitungsgebundener Wärmeversorgung in 2045, zeigt sich auch hier, dass Wärmepumpen und biogenen Energieträger vergleichbare Anteile aufweisen. Der Anteil der Abwärme unterscheidet sich, ähnlich wie in der Auswertung nach Einwohner*innen, deutlich um 11 Prozentpunkte, mit einem Anteil von 26 % in den Kommunen mit mehr als 50 % leitungsgebundener Wärmeversorgung.

Abbildung 23 zeigt, wie viele Kommunen im Jahr 2045 einen dominanten Energieträger mit einem Anteil von über 50 % am Versorgungsmix ihrer leitungsgebundenen Wärmeversorgung aufweisen. Dabei wird deutlich, dass Wärmepumpen in 38 % der Kommunen die primäre Versorgungslösung in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung darstellen werden. Weiterhin weisen 71 Kommunen (18 %) biogene Energieträger als primäre Versorgungsoption aus. 11 % der Kommunen setzen auf Abwärme als primäre Versorgungsoption, während ein knappes Viertel der Kommunen eine diversifizierte Versorgung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung plant, in der kein Energieträger und keine Erzeugungstechnologie mehr als die Hälfte der benötigten Energiemenge bereitstellt.

Abbildung 23: Anzahl und Anteil der Kommunen mit dominantem Energieträger ($\geq 50\%$) bzw. Diversifizierung im Mix der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in 2045

Von den Kommunen mit angegebenem Erzeugungsmix geben 162 an, dass die leitungsgebundene Wärmeversorgung zukünftig vollständig mit einer Versorgungsoption gedeckt werden wird. Bei einem Teil dieser Pläne handelt es sich um Konvoipläne, in denen eine singuläre Lösung für mehrere Kommunen ausgegeben wird. Diese Optionen verteilen sich auf die Technologien wie in Tabelle 3 dargestellt. 60 dieser Kommunen geben „Sonstiges“ als Versorgung an, woraus keine Rückschlüsse möglich sind, ob die klimaneutrale Wärmebereitstellung für diesen Bereich thematisiert wurde und ob es hierfür mit den lokalen Randbedingungen wirtschaftlich tragfähige Optionen gibt. 30 der Kommunen geben biogene Energieträger als Versorgungslösung an, 32 die Wärmepumpe. 20 Kommunen geben an, allein auf Abwärme setzen zu wollen. 19 Kommunen wollen auf eine rein solarthermiebasierte Versorgung setzen. Hierbei handelt es sich um einen einzelnen Konvoiplan, der diese Versorgungslösung für alle abgedeckten Kommunen ausweist. Aus technischer Sicht ist dies stark zu hinterfragen, die Saisonalität der Wärmeherzeugung aus Solarthermie ist stark gegenläufig zu typischen Wärmelastgängen in Wärmenetzen. Laut KWP soll diese Problematik durch einen 1,4 ha großen Erdbeckenspeicher und einen Biomassekessel als Back-Up Technologie gelöst werden. Die benötigte Fläche für Solarthermiekollektoren beträgt 10,4 ha für eine Erzeugung von 26 GWh/a. Eine einzelne Kommune gibt an, allein auf Geothermie setzen zu wollen. Potenziale für Tiefengeothermie sind nicht flächendeckend vorhanden, und wenn sie vorhanden sind, nicht zwingend ausreichend, um als alleinige Option zu fungieren, daher ist die geringe Anzahl plausibel.

Tabelle 3: Auswertung der Kommunen, die in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nur eine Versorgungsoption angeben, aufgeschlüsselt nach Technologien

Abwärme	Biogene	Wärme- pumpe	Direktstrom	Geothermie	H2 und synth.	Solarthermie	Sonstige
20	30	32	0	1	0	19	60

Abbildung 24 fasst häufig gemeinsam eingesetzte Energieträger in der Fernwärme zu Clustern zusammen. Ein Cluster umfasst dabei maximal drei Energieträger mit dem höchsten Anteil am Versorgungsmix, sofern jeder von ihnen mindestens 10 % beiträgt. Der durchschnittliche Anteil am Fernwärmemix pro Cluster bezieht sich auf die jeweiligen Anteile der Energieträger pro Kommune. Zudem ist in der rechten Achse zu sehen, wie viele Kommunen im Zieljahr dieses Cluster verwenden. In der Grafik sind alle Cluster mit mehr als 4 Kommunen dargestellt, weitere 220 Kommunen sind in keinem dieser Cluster vertreten, da sie entweder in zu kleinen Clustern sind (58) oder nur auf einen Energieträger setzen (162, siehe Tabelle 3).

Die Clusteranalyse zeigt deutlich, dass in den vier häufigsten Clustern die Wärmepumpe einen Versorgungsanteil zwischen 39 und 53 % aufweist. Sie ist außer im Cluster Abwärme+Geothermie in allen Clustern mit einem Mindestanteil von 29 % vertreten. Die drei häufigsten Cluster WP+Biogene, WP+Solarthermie+Biogene und WP+Biogene+Abwärme enthalten Anteile biogener Energieträger zwischen 29 und 43 %.

Das Cluster Geothermie+Abwärme findet sich in neun der ausgewerteten kommunalen Wärmepläne. Hier stellt Abwärme mit durchschnittlich 73 % den Großteil der benötigten Wärmemenge zur Verfügung, ergänzt durch einen Anteil von 18 % Geothermie. Der höchste Geothermieanteil findet sich mit 35 % im Cluster Geothermie+WP+Biogene. Die Variante der Geothermie als primäre Versorgungstechnologie, die in Tabelle 3 in einer Kommune zu sehen ist, ist in den Clustern mit einer Mindestanzahl von vier Kommunen nicht mehr anzutreffen.

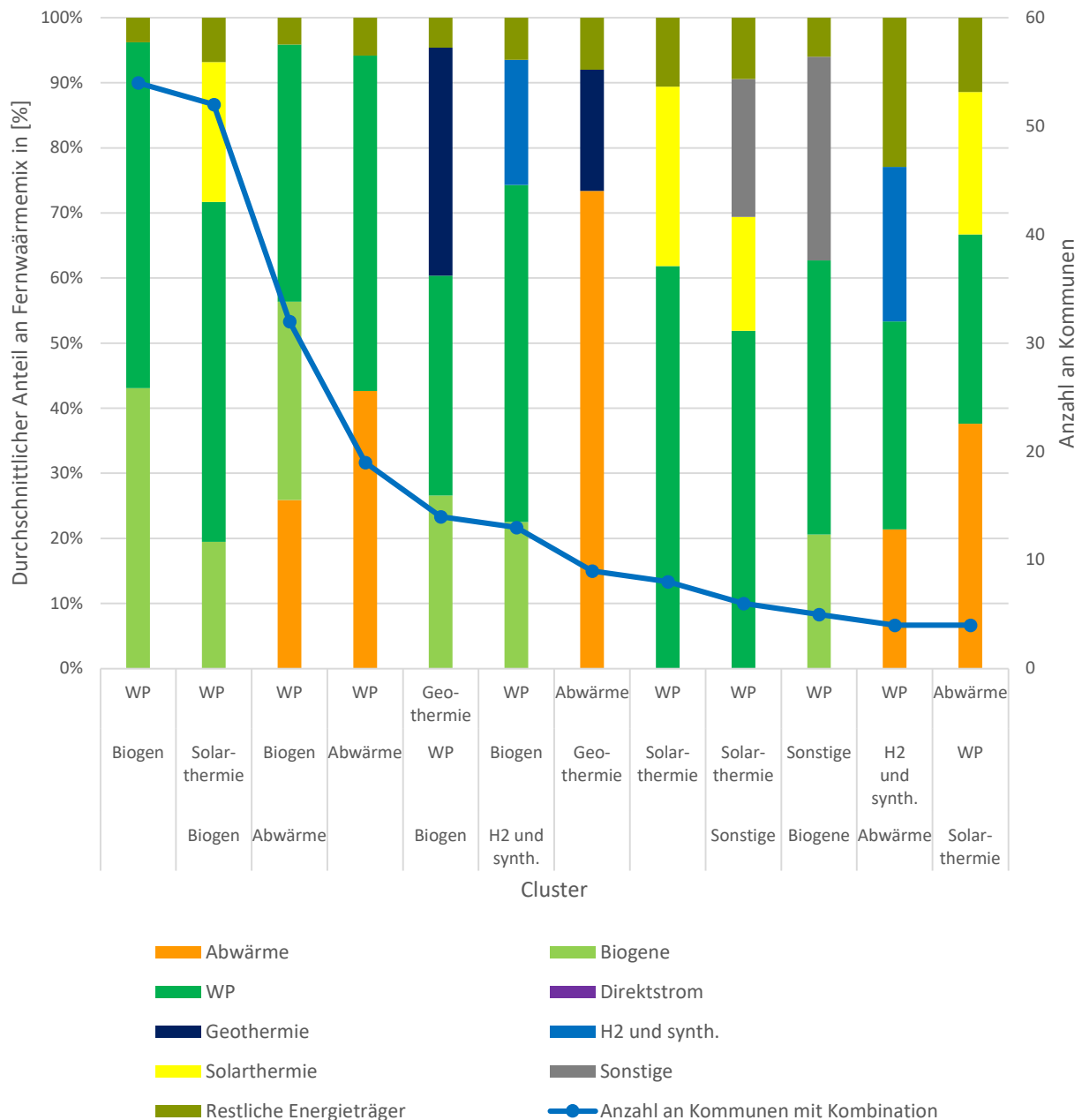
Da sich in der Analyse nach Kommunengröße gezeigt hat, dass Solarthermie primär in den Kommunen mit weniger als 100.000 Einwohner*innen genutzt werden soll, liegt die Vermutung nahe, dass das zweithäufigste Cluster ebenfalls vorwiegend in kleineren Kommunen anzutreffen ist, ebenso das Cluster Wärmepumpe+Solarthermie.

Wasserstoff ist nur in zwei Clustern mit Anteilen über 10 % vorhanden. Dies betrifft in Summe 17 Kommunen mit diversifiziertem Versorgungsmix; über alle ausgewerteten Versorgungsmixe hinweg weist Wasserstoff in 24 Kommunen einen Anteil von mehr als 10 % auf. Wie im folgenden Kapitel zur Rolle von Wasserstoff beschrieben, dient Wasserstoff in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung primär der Spitzenlastabdeckung, sodass die jährlichen Energiemengen nur in wenigen Kommunen so hoch sind, dass es die Zuordnung zu einem eigenen Cluster rechtfertigt.

Übergreifend zeigt die Cluster-Analyse die Bedeutung der Wärmepumpe in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung, auch in den Kommunen mit diversifiziertem Versorgungsmix. Nur ein Cluster

plant ohne diese Technologie. Welche Wärmequellen für die Wärmepumpe genutzt werden soll, ist perspektivisch eine relevante Frage, um die Umsetzbarkeit und erwartbaren Kosten der Planungen an den lokalen Potenzialen spiegeln zu können.

Abbildung 24: Auswertung der häufigsten Technologiekombinationen der Kommunen, die mehr als eine Versorgungsoption in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung angegeben haben



7.2 Rolle von Wasserstoff in der Wärmeversorgung

Wie in der Gesamtauswertung der KWP zu sehen, spielt Wasserstoff in den Zielszenarien insgesamt nur eine untergeordnete Rolle. Bei der Auswertung nach Energieträgern in den untersuchten Kommunen ist die Zuordnung zum Energieträger Wasserstoff nicht immer trennscharf, da dieser in

einigen Fällen unter Sammelbegriffen subsumiert wird. Während die KWP überwiegend explizit den Begriff „Wasserstoff/H₂“ verwenden, wird dieser Energieträger in einigen Fällen stattdessen unter dem Oberbegriff „Grüne Gase“ oder „Erneuerbare Gase“ erfasst. Basierend auf den Erläuterungen im Text ist jedoch auch im zweiten Fall primär Wasserstoff gemeint. Für die Auswertung wurden daher auch Angaben berücksichtigt, die in den Wärmeplänen nicht ausdrücklich als Wasserstoff, sondern unter entsprechenden Sammelbegriffen geführt werden. Vereinzelt wurde auch Biomethan als Bestandteil "Grüner Gase" definiert. Sofern ein Plan die eingesetzten Gase ausdrücklich als Biomethan bzw. Biogas ausweist, wurden diese den biogenen Energieträgern zugeordnet. Die Werte wurden jedoch stets nur für einen der beiden Energieträger erfasst, sodass keine Doppelzählungen vorliegen.

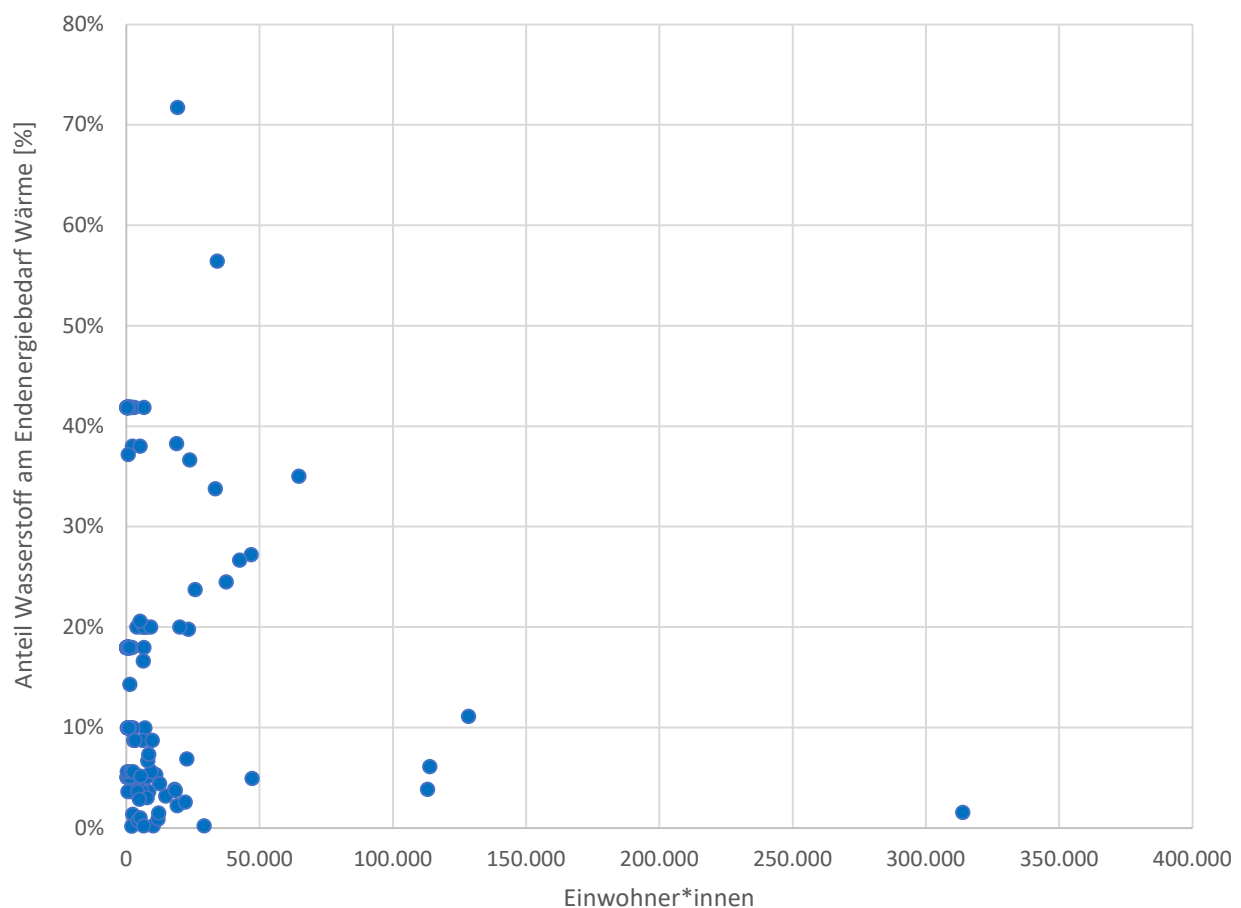
Tabelle 4 zeigt die Verteilung der ausgewerteten Kommunen nach dem Anteil von Wasserstoff am Endenergiebedarf für Wärme im Zielbild 2045. Die Tabelle weist den Wasserstoffanteil in zwei Varianten aus: zuzüglich und abzüglich des Fernwärmeanteils. Bei der Variante „abzüglich Fernwärme“ wird der auf Fernwärme entfallende Endenergiebedarf aus der Bezugsgröße herausgerechnet, sodass der Wasserstoffanteil an der verbleibenden dezentralen Wärmeversorgung sichtbar wird. Die in den folgenden Auswertungen verwendeten Werte beziehen sich durchgängig auf die Variante „zuzüglich Fernwärme“, d.h. auf den Wasserstoffanteil am gesamten Endenergiebedarf für Wärme. In der überwiegenden Mehrheit der Kommunen spielt Wasserstoff keine Rolle. Insgesamt 639 der 938 Kommunen (68 %) weisen im Zielbild keinen Wasserstoffeinsatz aus. Für 299 Kommunen (32 %) ist ein Wasserstoffeinsatz vorgesehen. Von den Kommunen mit Wasserstoffeinsatz weist der überwiegende Teil geringe Anteile aus. In 153 Kommunen liegt der Anteil unter 10 %. In 146 Kommunen (rund 16 % aller ausgewerteten Kommunen) erreicht Wasserstoff hingegen einen Anteil von mindestens 10 %, in 40 Kommunen liegt er über 40 %. Der höchste ausgewiesene Anteil beträgt rund 76 %.

Tabelle 4: Verteilung der Kommunen nach Wasserstoffanteil am Endenergiebedarf Wärme im Zielbild 2045 (abzüglich bzw. zuzüglich für Fernwärme vorgesehene Anteile)

Anteil	Anzahl der Kommunen	
	Abzüglich Wasserstoffanteil in der Fernwärme	Zuzüglich Wasserstoffanteil in der Fernwärme
0 %	665	639
< 10 %	136	153
10 – 20 %	74	77
20 – 30 %	15	17
30 – 40 %	10	12
> 40 %	38	40
Kommunen gesamt	938	938
Kommunen mit Wasserstoff	273	299

Abbildung 25 zeigt die Anteile von Wasserstoff am Endenergiebedarf für Wärme im Jahr 2045 für diejenigen Kommunen, die bis dahin einen Wasserstoffeinsatz planen, in Abhängigkeit von der Einwohner*innenzahl. Dabei zeigt sich, dass hohe Wasserstoffanteile vor allem in kleineren und mittleren Kommunen auftreten. Zugleich streuen die Anteile innerhalb der kleineren Kommunen erheblich von wenigen Prozent bis zu 76 %, sodass sich kein systematischer Zusammenhang zwischen Einwohner*innenzahl und Wasserstoffanteil erkennen lässt. Bei der Interpretation ist zudem zu berücksichtigen, dass die 938 ausgewerteten Kommunen überwiegend den kleineren Größenklassen angehören, was die Verteilung der Punkte entlang der x-Achse maßgeblich prägt. Die Streuung der Wasserstoffanteile in den kleineren Kommunen spiegelt daher zunächst deren größere Anzahl im Sample wider und nicht zwingend eine höhere Wasserstoffaffinität dieser Kommunen.

Abbildung 25: Anteil Wasserstoff am Endenergiebedarf Wärme 2045 von Kommunen mit Wasserstoffnutzung im Jahr 2045



Um die Hintergründe der ausgewiesenen Anteile zu beleuchten, wurden die Wärmepläne jener Kommunen, deren Wasserstoffanteil mindestens 10 % beträgt, qualitativ vertieft ausgewertet. Dabei zeigt sich ein klares Muster: Der überwiegende Teil des ausgewiesenen Wasserstoffs ist für industrielle Anwendungen vorgesehen, insbesondere für Hochtemperaturprozesse, für die aus Sicht der Pläne keine effizienteren elektrischen Alternativen zur Verfügung stehen. Entsprechend treten hohe Wasserstoffanteile vor allem in Kommunen auf, bei denen die Sektoren Industrie sowie

Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) einen hohen Anteil am gesamten Endenergieverbrauch ausmachen. Dies gilt ebenso in Kommunen mit einzelnen Großverbrauchern, die einen erheblichen Teil des Wärmeverbrauchs auf sich vereinen. Es ist dabei anzumerken, dass für 318 der 938 ausgewerteten Kommunen keine Angaben zum Anteil von Industrie und GHD vorliegen. In weiteren 20 Kommunen wird für diese Sektoren kein Anteil ausgewiesen (vgl. Abschnitt 7.6). Für Wohngebäude sehen diese Pläne demgegenüber überwiegend eine Versorgung durch Wärmepumpen und leitungsgebundene Wärmeversorgung vor. Eine zweite Anwendung ist die Spitzenlastabdeckung in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung. In einem Teil der vertieft betrachteten Kommunen ist Wasserstoff als Ersatz für Erdgas zur Deckung von Spitzenlasten in Wärmenetzen vorgesehen, um die Versorgungssicherheit an kalten Tagen zu gewährleisten.

Der Einsatz von Wasserstoff zur dezentralen Raumwärmeversorgung ist dagegen die Ausnahme und wird in den Plänen überwiegend als unwirtschaftlich bzw. unwahrscheinlich eingestuft. Gleichwohl sehen einige wenige (13) der vertieft betrachteten Kommunen einen entsprechenden Einsatz vor. Dabei sind zwei Ausprägungen zu unterscheiden: die vollständige Versorgung einzelner Gebäude über Wasserstoffthermen und die anteilige Nutzung im Rahmen hybrider Wärmepumpen. Bei Letzteren deckt Wasserstoff lediglich die Spitzenlast an kalten Tagen ab. Die Begründungen folgen dabei wiederkehrenden Mustern. Einerseits wird die Weiternutzung vorhandener und vergleichsweise moderner Gasverteilnetze genannt. Andererseits wird Wasserstoff dort vorgesehen, wo weder eine Wärmenetzanschluss noch eine vollständige Umstellung auf reine Wärmepumpen als wirtschaftlich eingeschätzt wird. Außerdem wird die Erwartung genannt, dass klimaneutrale Gase eine Zielerreichung ohne umfassende Sanierung ermöglichen. Bemerkenswert ist, dass mehrere dieser Pläne den Wasserstoffpfad selbst mit deutlichen Vorbehalten versehen. So bezeichnet ein Plan den ausgewiesenen Wasserstoffanteil explizit als Platzhalter und sieht für den Fall, dass Wasserstoff nicht verfügbar sein sollte, einen Anstieg des Anteils dezentraler erneuerbarer Anlagen, insbesondere Wärmepumpen, auf bis zu 94 % vor.

Hinsichtlich der Herkunft des Wasserstoffs setzen die Pläne überwiegend auf einen Bezug über das nationale Wasserstoff-Kernnetz und über regionale Wasserstoffleitungen. Da die lokalen Erzeugungspotenziale in der Regel als begrenzt eingeschätzt werden, hängt die Realisierbarkeit der Zielbilder maßgeblich von der überregionalen Anbindung ab. Kommunen ohne absehbaren Anschluss an das Kernnetz setzen demgegenüber verstärkt auf eine lokale Erzeugung mittels Elektrolyse.

Die Umsetzungsplanungen befinden sich in den meisten Wärmeplänen noch in einem frühen konzeptionellen Stadium. Als kurz- bis mittelfristige Maßnahme ist in nahezu allen Plänen mit Wasserstoffoption die Erstellung eines Gasnetztransformationsplans vorgesehen. Mit diesem soll die technische Umstellbarkeit des bestehenden Erdgasnetzes geprüft werden. Während einige Pläne konkrete Zieljahre für die Umstellung des Netzes oder den Anschluss an ein überregionales Wasserstoffnetz benennen, lassen andere offen, wie die ausgewiesenen Nachfragemengen gedeckt werden sollen. Häufig wird zudem auf Unsicherheiten hinsichtlich der Verfügbarkeit, der Preisentwicklung und der regulatorischen Rahmenbedingungen sowie auf die Fortschreibung der Wärmeplanung nach fünf Jahren verwiesen.

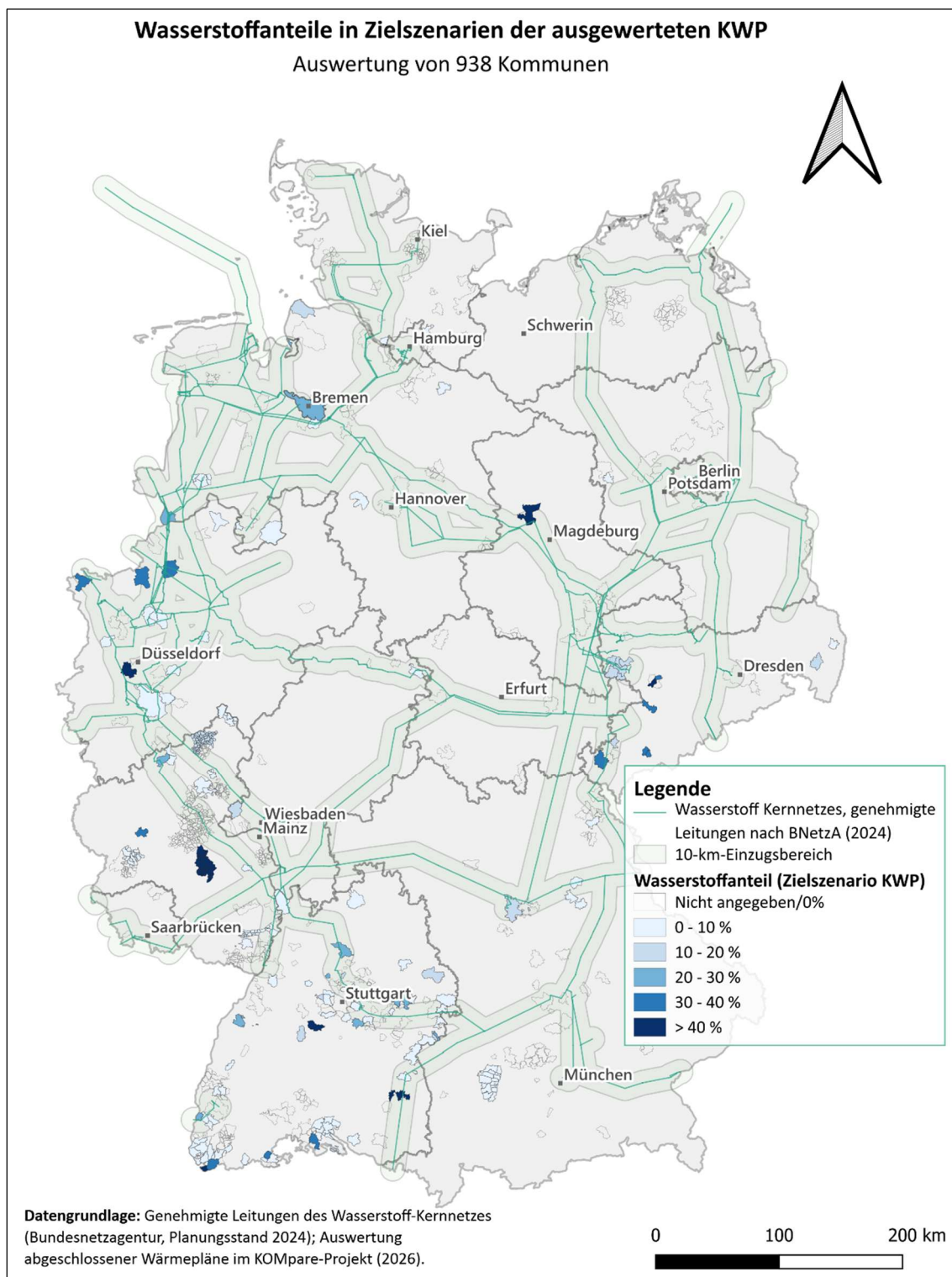
Die vertiefte Auswertung bestätigt das Bild der ersten Auswertungsrunde: In den kommunalen Wärmeplänen wird Wasserstoff überwiegend als Option für industrielle Anwendungen und ergänzend für die leitungsgebundene Wärmeversorgung betrachtet. Für die dezentrale Raumwärmeversorgung ist er nur in Einzelfällen und häufig unter ausdrücklichem Vorbehalt vorgesehen. Einschränkend ist jedoch anzumerken, dass die Wärmepläne die ausgewiesenen Wasserstoffmengen überwiegend nicht nach Anwendungsbereichen, insbesondere nicht nach Prozess- und Raumwärme, aufschlüsseln. Eine quantitative Trennung der Anwendungsbereiche ist auf Basis der vorliegenden Daten daher nicht möglich.

Räumliche Verteilung der Kommunen und Nähe zum geplanten Wasserstoffkernnetz

Abbildung 26 stellt die räumliche Verteilung der untersuchten Kommunen nach Wasserstoffanteil im jeweiligen Zielszenario als Karte dar. Zusätzlich ist das geplante Wasserstoff-Kernnetz (Stand 2024) abgebildet. Zur Analyse der räumlichen Anbindung an das Kernnetz wurden Puffer von 10 km, 20 km und 50 km um das Kernnetz gebildet und mit den Kommunen verschnitten. Die Analyse zeigt, dass 114 der 299 Kommunen mit Wasserstoffanteil im Zielszenario innerhalb des 10 km-Einzugsbereichs liegen.

Von den Kommunen mit einem vorgesehenen Wasserstoffanteil von über 10% befinden sich 92 außerhalb des 10 km-Einzugsbereichs, 42 sind sogar weiter als 20 km entfernt. Dies deutet darauf hin, dass die Planungen insbesondere für vom Kernnetz weiter entfernte Kommunen zunächst nur eingeschränkt realistisch erscheinen. Teilweise verfolgen diese Kommunen regionale Netzinfrastukturbauvorhaben zur Anbindung an das Kernnetz¹⁴ oder setzen verstärkt auf eine lokale Wasserstoffherstellung. So sieht beispielsweise die Stadt Wittlich aufgrund eines fehlenden Kernnetzanschlusses den Aufbau einer eigenen Elektrolyse vor; auch Cuxhaven verfolgt eine lokale Wasserstoffproduktion zur Dekarbonisierung der Industrie.

¹⁴ Ein Beispiel hierfür ist das H2-Cluster Südwest, über das die Kommunen Grenzach-Wyhlen und Rheinfelden an eine regionale Wasserstoff-Netzinfrastuktur angeschlossen werden sollen. Diese stellt wiederum eine Verbindung zum nationalen Wasserstoff-Kernnetz sowie zum französischen Wasserstoff-Backbone her.

Abbildung 26: Räumliche Darstellung der Wasserstoffanteile der ausgewerteten KWP


7.3 Potenziale spezifischer Wärmequellen

Den in den kommunalen Wärmeplänen ausgewiesenen Zielszenarien liegen Analysen der lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energiequellen zugrunde. Tabelle 5 zeigt eine Auswertung der

aggregierten Potenziale für alle ausgewerteten Wärmepläne. Demnach weisen die ausgewerteten Pläne Potenziale erneuerbarer Energiequellen zuzüglich unvermeidbarer Abwärme von insgesamt rund 1.123 TWh pro Jahr aus. Diese Größenordnung liegt deutlich über dem gesamten für die entsprechenden Kommunen prognostizierten Endenergiebedarf für Wärme im Jahr 2045 in Höhe von rund 121 TWh pro Jahr. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass nicht alle Potenziale zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in den kommunalen Wärmeplänen ausgewiesen werden müssen und beispielsweise Windkraft in dieser Betrachtung daher nicht zwingend enthalten ist (vgl. § 3 Abs. 1 Nr. 15 WPG; Deutscher Bundestag 2023). Darüber hinaus stehen die Potenziale zur Stromerzeugung nicht allein für die Wärmeversorgung zur Verfügung.

Tabelle 5 : Gesamt- und Pro-Kopf-Potenziale nach Wärmequelle und Kommunengröße

	unvermeidbare Abwärme	Solarthermie	PV*	Biogene Energieträger	Geothermie	Umgebungs-wärme	Gesamt
Gesamtpotenzial [MWh/a]	23.765.499	456.682.945	334.050.410	10.343.751	191.074.392	107.374.701	1.123.291.698
Pro Einwohner*in [MWh/a]	1,6	31,2	22,8	0,7	13,1	7,3	76,7
Einwohner*innen	Potenziale pro Einwohner*in [MWh/a] nach Größenklassen						
<10.000	1,2	139,1	114,4	2,3	25,5	29,9	321,4
10.000-50.000	2,4	49,3	34,5	1,2	29,0	8,1	124,5
50.001-100.000	1,2	3,6	6,7	0,3	3,1	3,9	18,8
>100.000	1,4	7,1	3,1	0,3	4,9	3,4	20,2

*Die Ausweisung von PV-Potenzialen ist für die in KWP enthaltene Potenzialanalyse nicht zwingend vorgeschrieben (vgl. § 3 Abs. 1 Nr. 15 WPG; Deutscher Bundestag 2023), sodass die insgesamt ausgewiesenen PV-Potenziale als untere Grenze zu betrachten sind.

Den größten Anteil am Gesamtpotenzial weist Solarthermie mit 457 TWh pro Jahr auf. Die zuvor dargestellten Analysen der Endenergiebedarfe für Wärme sowie der Wärmequellen in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung (siehe Abbildung 3 und Abbildung 21) zeigen jedoch, dass Solarthermie in den Wärmeplanungen bislang nur eine untergeordnete Rolle für die Dekarbonisierung der Wärmebereitstellung spielt. Dies ist vor allem auf die saisonale Verfügbarkeit solarthermischer Energie sowie auf die Flächenkonkurrenz mit Photovoltaik zurückzuführen, die in der Regel ein günstigeres Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweist.

Für Photovoltaik wird ein Potenzial von 334 TWh pro Jahr ausgewiesen. Wie oben beschrieben weisen jedoch nicht alle ausgewerteten kommunalen Wärmepläne ein PV-Potenzial aus, sodass sich daraus keine belastbare Aussage über das tatsächliche Potenzial ableiten lässt.

An dritter Stelle der ausgewiesenen Potenziale steht Geothermie mit 191 TWh pro Jahr, gefolgt von Umgebungswärme mit 107 TWh pro Jahr. Für den Begriff der Umgebungswärme existiert jedoch keine einheitliche Definition. In den Wärmeplänen bleibt häufig unklar, welche Wärmequellen in dieses Potenzial einbezogen werden. Insbesondere wurde in der Auswertung nicht differenziert, ob sich die Angaben ausschließlich auf natürliche Wärmequellen jenseits der Umgebungsluft beziehen

oder ob auch die Umgebungsluft – etwa im Zusammenhang mit potenziellen Standorten für Wärmepumpen – berücksichtigt wird.

Unvermeidbare Abwärmemengen und Biogene Energieträger weisen im Vergleich zu den übrigen analysierten Potenzialen nur geringe Gesamtpotenziale auf. Sie belaufen sich auf 23,8 respektive 10,3 TWh pro Jahr.

Für einen Vergleich der ausgewiesenen Potenziale zwischen den verschiedenen Größenklassen ist eine Normierung nach Einwohner*innen sinnvoll, da die absoluten aggregierten Potenziale maßgeblich von der Anzahl der Kommunen je Größenklasse abhängen. Bei Betrachtung der Potenziale pro Einwohner*in zeigt sich ein deutlicher Rückgang der ausgewiesenen Gesamtpotenziale mit zunehmender Kommunengröße (siehe Tabelle 5). So weisen Kommunen der zweiten Größenklasse ein um 60 % geringeres Pro-Kopf-Potenzial auf als Kommunen der kleinsten Größenklasse. In der dritten und vierten Größenklasse fallen die Pro-Kopf-Potenziale nochmals deutlich geringer aus. Dieser Trend lässt sich durch die zunehmende Einwohnerdichte erklären, die insbesondere die Potenziale für Solarthermie, Photovoltaik, Umgebungswärme und biogene Energieträger begrenzt.

7.4 Potenziale und projizierter Verbrauch biogener Energieträger

Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, beträgt das in den ausgewerteten kommunalen Wärmeplänen ausgewiesene Potenzial biogener Energieträger 10,3 TWh pro Jahr. Für 831 der ausgewerteten Kommunen (86%) liegen entsprechende Potenzialangaben vor, wobei 768 Pläne Werte größer null ausweisen. In der ersten Auswertungsrunde lagen in 98% der Pläne Angaben zum Biomassepotenzial vor.

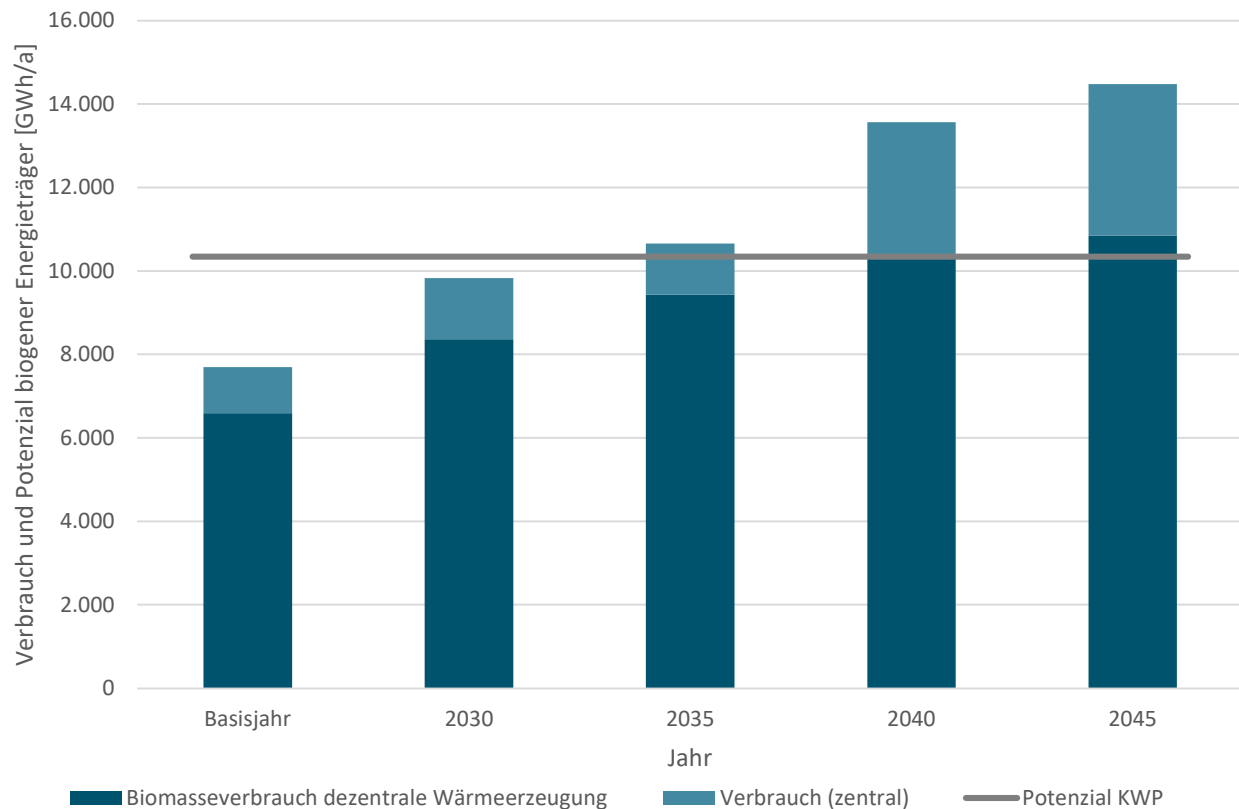
Abbildung 27 stellt den Vergleich dieses Potenzials mit dem im Rahmen der Wärmeplanungen projizierten Verbrauch biogener Energieträger zur Wärmebereitstellung dar. Im Gegensatz zur ersten Auswertungsrunde berücksichtigt die aktualisierte Grafik neben der Biomassenutzung für die dezentrale Raumwärmeerzeugung auch den für die Fernwärmeerzeugung vorgesehenen Biomasseeinsatz. Aufgrund der nicht vollständigen Angaben zur Fernwärmeversorgung (siehe Abschnitt 7.1) ist hier mit einer gewissen Unschärfe zu rechnen und der eigentliche geplante Verbrauch im Sample dürfte noch höher liegen. Gegenüber der ausschließlichen Betrachtung der dezentralen Raumwärme liefert sie jedoch eine verbesserte Indikation der insgesamt geplanten Biomassenutzung.

Während der gesamte Biomasseverbrauch im Bestand noch bei 74 % des ausgewiesenen Potenzials liegt, steigt er bereits im Jahr 2030 auf 95 % an. 2035 wird das Potenzial um 3 % überschritten. Bis 2045 vergrößert sich die Differenz auf 4,1 TWh. Dies entspricht rund 39 % des ausgewiesenen Potenzials sowie rund 1,5 % des Endenergiebedarfs Wärme in den ausgewerteten Kommunen im Jahr 2045.

In der ersten Auswertungsrunde überstieg der Verbrauch der Biomasse in der dezentralen Raumwärme bereits 2035 das Potenzial um 3 %. Im vergrößerten Sample erreicht die Biomassenutzung in der dezentralen Raumwärme erst 2040 das ausgewiesene Potenzial und übersteigt dieses in 2045 um 5 %, während es in der ersten Auswertung noch 19% über dem Potenzial lag. Hier ist in der

dritten Auswertungsrunde eine vertiefte Auswertung notwendig, um zu überprüfen, ob diese Effekte zufällig, durch die Wahl der Stichprobe, oder andere Größen beeinflusst sind.

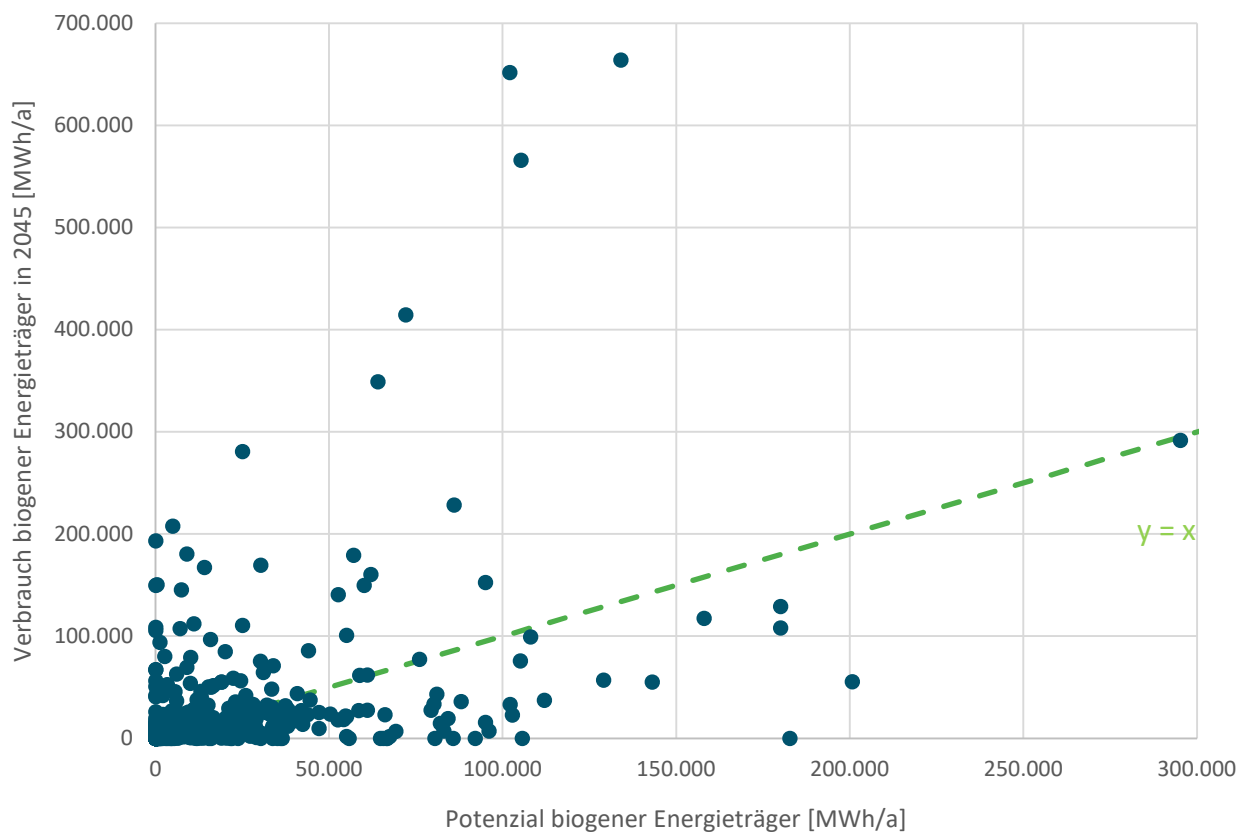
Abbildung 27: Potenzial und Verbrauchsentwicklung biogener Energieträger



Eine detaillierte Analyse des Verbrauchs im Jahr 2045 im Verhältnis zum vorhandenen Potenzial zeigt, dass ein wesentlicher Anteil der Kommunen mit KWP, nämlich 63 %, im Zielszenario Verbräuche aufweist, die das lokale Potenzial übersteigen (siehe Abbildung 28).

Wie in der ersten Auswertungsrunde deutet der Überverbrauch an biogenen Energieträgern in den bislang betrachteten Kommunen zunächst darauf hin, dass diese davon ausgehen, biogene Ressourcen aus anderen Kommunen oder aus dem Ausland nutzen zu können. Dies stellt einen ersten Hinweis darauf dar, dass Ressourcenkonflikte entstehen könnten, die bei der Erstellung der einzelnen KWP bislang nicht berücksichtigt wurden. Weiterhin besteht die Schwierigkeit, dass die Definition der Potenzialerhebung biogener Energieträger nicht einheitlich ist, sodass ein Vergleich der Potenziale zwischen den Kommunen oder auch eine Einordnung in nationale Potenziale bislang schwierig erscheint. In der vorliegenden Studie wurde, wenn immer möglich, stets das technische Potenzial erfasst.

Abbildung 28: Verbrauch biogener Energieträger im Jahr 2045 im Verhältnis zum lokal ausgewiesenen Potenzial



7.5 Sanierungsraten und Modernisierungsannahmen

Von den ausgewerteten 938 Kommunen werden für 786 Kommunen (84 %) Werte zu angenommenen zukünftigen Sanierungsraten angegeben. Die berichteten jährlichen Sanierungsraten liegen zwischen 0,6 und 4,8 %, mit einem Mittelwert von 1,64 % und einem anhand von Einwohner*innen gewichteten Mittelwert von 1,56 %.

Abbildung 29 zeigt die Verteilung von Sanierungsraten in Abhängigkeit von der Einwohner*innenzahl. Betrachtet man die vier verschiedenen Größenklassen, so ergeben sich Mittelwerte von 1,6 % (< 10.000 Einwohner*innen), 1,8 % (10.000 bis 50.000 Einwohner*innen), 1,7 % (50.001 bis 100.000 Einwohner*innen) und 1,8 % (> 100.000 Einwohner*innen). Zusätzlich lassen sich drei Cluster mit jeweils mehr als zehn Nennungen identifizieren: Sanierungsraten von rund 1 % mit 77 Kommunen, Sanierungsraten von 1,5 % mit 63 Kommunen sowie Sanierungsraten von 2,0 % mit 308 Kommunen. Diese Cluster kommen zum einen dadurch zustande, dass innerhalb einzelner Konvois an Wärmeplanungen für alle beteiligten Kommunen jeweils die gleiche Sanierungsrate angegeben wird. Zum anderen deutet die Konzentration auf gerundete Werte darauf hin, dass Sanierungsraten in einem Teil der Wärmepläne nicht kommunenspezifisch hergeleitet, sondern aus übergeordneten Zielwerten (etwa nationalen oder landesweiten Sanierungszielen) übernommen werden. In 67 % (628 von 938) der Kommunen liegt die angenommene Sanierungsrate über dem für die Vergangenheit

ermittelten Wert von etwa 1 % (Jugel et al. 2021). 16 % der Kommunen haben keine Sanierungsrate angegeben und lediglich 17 % weisen eine Sanierungsrate von 1 % oder niedriger aus.

Neben der Sanierungsrate unterscheiden sich die Wärmepläne auch hinsichtlich der angenommenen Sanierungstiefe, wobei diese uneinheitlich beschrieben wird. Ein Teil der Pläne benennt konkrete energetische Zielstandards, etwa den KfW-Effizienzhaus-Standard 55 oder 70 bis hin zum Passivhausstandard. Andere Pläne quantifizieren die angestrebte Energieeinsparung je saniertem Gebäude, bspw. bei Gebäuden mit Baujahr vor 1995 werden hier Einsparungen zwischen rund 45 % und 58 % angesetzt. Außerdem wird zwischen Voll- und Teilsanierungen unterschieden, teilweise mit einer expliziten Aufteilung der Sanierungsaktivität auf beide Kategorien. Vereinzelt wird die Sanierungstiefe auch über einen spezifischen Zielwert des Raumwärmebedarfs nach Sanierung definiert. Aufgrund dieser uneinheitlichen Beschreibung ist die Sanierungstiefe zwischen den Plänen nur eingeschränkt vergleichbar.

Die Wärmepläne unterscheiden sich zudem darin, wie die angenommene Sanierungsrate hergeleitet wird. In einem Teil der Pläne wird die Rate aus dem Zielbild abgeleitet, indem diejenige Rate bestimmt wird, die für eine vollständige Sanierung des Gebäudebestands bis zum jeweiligen Zieljahr erforderlich wäre. In anderen Plänen wird demgegenüber eine als realistisch eingeschätzte Rate angesetzt, die bewusst unterhalb des rechnerisch erforderlichen Werts liegt. So findet sich etwa der Fall, dass eine rechnerisch erforderliche Rate von rund 6,7 % ermittelt, für das Zielszenario jedoch eine „realistische“ Rate von maximal 3,5 % angegeben wird. Umgekehrt weisen Pläne mit besonders niedrigen Raten unter 1 % diese ausdrücklich als konservative Abschätzung unter den derzeitigen Rahmenbedingungen aus. Einzelne Pläne sehen darüber hinaus zeitlich oder räumlich differenzierte Raten vor, etwa einen Anstieg der Rate bis zu einem Zieljahr, clusterspezifische Raten je Gebäudetyp oder temporär deutlich höhere Raten für Gebäude mit besonders hohem Sanierungsbedarf.

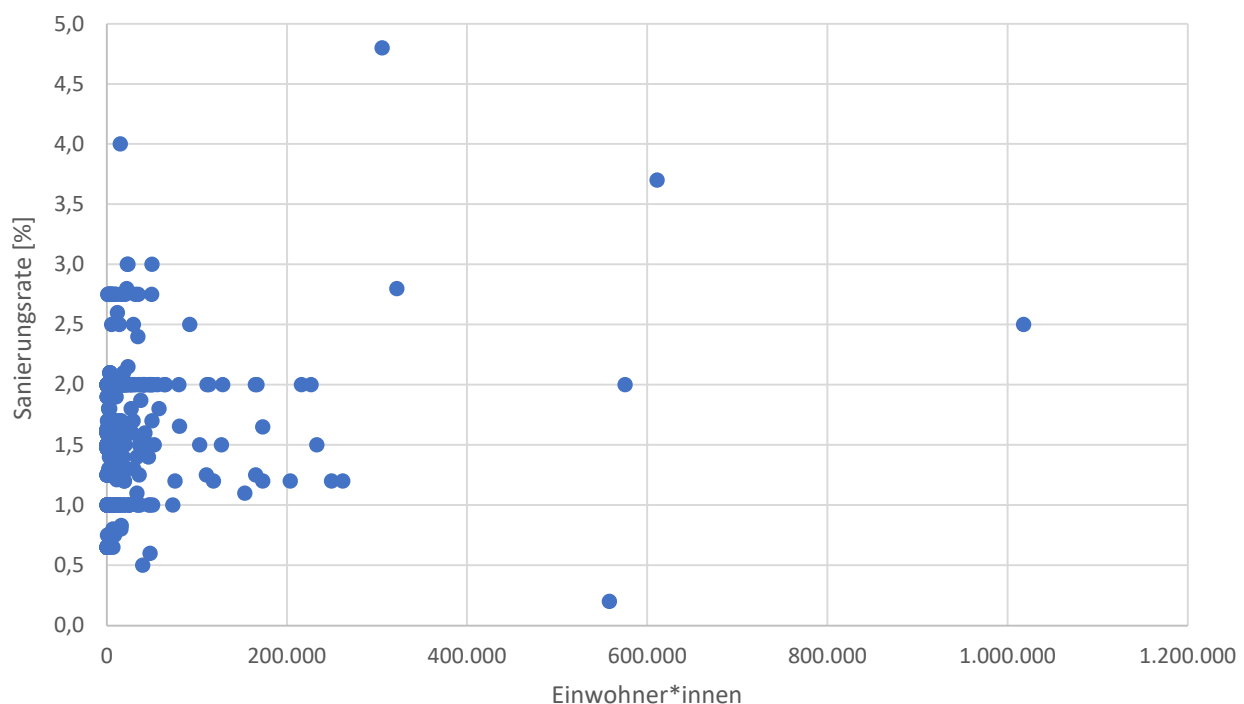
Auffällig ist, dass die Pläne mit besonders hohen Sanierungsraten die Erreichbarkeit dieser Werte überwiegend selbst einordnen. Sie verweisen dabei auf notwendige Anpassungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen und Förderkulissen auf Bundesebene, auf begrenzte finanzielle Mittel der Gebäudeeigentümer*innen, auf knappe Handwerkerkapazitäten sowie auf lange Amortisationszeiten. Entsprechende Raten werden in den Plänen selbst als „ambitioniert“ bezeichnet. In einem Fall wird bspw. eine Rate oberhalb von rund 3,2 % unter den aktuellen Rahmenbedingungen ausdrücklich als unrealistisch eingestuft. Die Wärmepläne benennen eine große Bandbreite an Maßnahmen, mit denen die angenommenen Sanierungsraten erreicht werden sollen. Wiederkehrend sind insbesondere:

- Beratung und Information: Ausbau kommunaler Energieberatungsangebote, Sanierungskampagnen, Öffentlichkeitsarbeit sowie zentrale Anlaufstellen („One-Stop-Shops“),
- Kommunales Sanierungsmanagement: Einrichtung von Sanierungsmanager*innen, Klimaschutz- oder Quartiersmanagement bzw. Personalstellen zur Koordination der Umsetzung,
- Räumliche Schwerpunktsetzung: Identifikation von Schwerpunkt- bzw. Fokusgebieten, Quartierskonzepte sowie die Ausweisung von Sanierungsgebieten zur gezielten Nutzung von Förderprogrammen und steuerlichen Anreizen,

- **Finanzielle Förderung:** kommunale Förderprogramme, Kombination kommunaler und bundesweiter Fördermittel, Contracting-Modelle sowie Unterstützung bei der Fördermittelbeantragung,
- **Vorbildfunktion der Kommune:** systematische energetische Sanierung kommunaler Liegenschaften, teilweise mit verbindlichen Zielen und jährlichem Monitoring,
- **Strategische Priorisierung:** Fokussierung auf Gebäude mit hohem Einsparpotenzial oder auf bestimmte Baualtersklassen, Kopplung der Sanierung an den Heizungstausch sowie serielle Sanierungskonzepte.

Die Maßnahmen bleiben dabei überwiegend im Bereich von Information, Koordination und Anreizsetzung. Instrumente mit unmittelbar verpflichtender Wirkung stehen den Kommunen weitgehend nicht zur Verfügung, sodass die Erreichung der angenommenen Sanierungsraten maßgeblich auch von den Rahmenbedingungen auf Bundesebene sowie von den Entscheidungen der Gebäudeeigentümer*innen abhängt.

Abbildung 29: Sanierungsraten vs. Einwohner*innen



7.6 Rolle von Prozesswärme (Industrie und GHD)

Die kommunale Wärmeplanung umfasst neben der Raumwärme und der Warmwasserbereitung auch den Wärmebedarf von Industrie und GHD. Insbesondere die industrielle Prozesswärme unterscheidet sich dabei hinsichtlich Temperaturniveau, Versorgungsstruktur und Dekarbonisierungsoptionen deutlich von der Wärme in Gebäuden. Da die ausgewerteten Wärmepläne den Wärmebedarf

jedoch überwiegend nicht nach Anwendungsbereichen aufschlüsseln, wurde zunächst der Anteil der Sektoren Industrie und GHD am Endenergiebedarf Wärme betrachtet und anschließend qualitativ ausgewertet, welche Aussagen die Wärmepläne zur Prozesswärme treffen. Tabelle 6 zeigt die Verteilung der ausgewerteten Kommunen nach dem Anteil der Sektoren Industrie und GHD am Endenergiebedarf Wärme im Ist-Zustand.

Tabelle 6: Verteilung der Kommunen nach Anteil des Sektors Industrie und GHD am Endenergiebedarf Wärme/Nutzwärme im Ist-Zustand

Anteil des Sektors Industrie und GHD (zusammengefasst) am Gesamtwärmeverbrauch (Ist-Analyse)	Anzahl der Kommunen
NaN	318
0 %	20
> 0 - 10 %	74
10 - 20 %:	117
20 - 30%	183
30 - 40%	121
40 - 50%	49
50 - 60%	15
60 - 70%	26
> 70 %	15
Kommunen gesamt	938
Kommunen mit ausgewiesenem Industrie- & GHD-Anteil	600

Für 620 der 938 ausgewerteten Kommunen (66 %) liegen Angaben zum Anteil von Industrie und GHD am Endenergiebedarf für Wärme vor. In 318 Wärmeplänen fehlt eine Angabe. In den 620 Kommunen mit Angabe liegt dieser im Mittel bei 26,6 %, wobei es eine erhebliche Bandbreite gibt. In 94 Kommunen entfallen weniger als 10 % des Endenergiebedarfs Wärme auf diese Sektoren, in 56 Kommunen hingegen mehr als 50 %. Den Schwerpunkt bilden mit 304 Kommunen Anteile zwischen 20 % und 40 %. Hohe Anteile treten insbesondere in stark industriell geprägten Kommunen auf sowie dort, wo einzelne große Verbraucher einen erheblichen Teil des Wärmebedarfs auf sich vereinen.

Eine quantitative Auswertung der Prozesswärme ist demgegenüber nicht möglich, da die Wärmepläne den Wärmebedarf überwiegend nicht nach Prozess- und Gebäudewärme differenzieren. Die folgenden Aussagen beruhen daher auf einer qualitativen Auswertung einzelner Pläne mit entsprechenden Angaben. Mehrere Pläne weisen den Bedarf einzelner Großverbraucher, etwa aus der Zement-, Automobil- oder Mineralölindustrie, separat aus oder rechnen ihn heraus, da er die

kommunale Bilanz andernfalls dominieren würde. Dies schränkt die Vergleichbarkeit der ausgewiesenen Anteile zusätzlich ein.

Die Versorgung erfolgt im Ist-Zustand überwiegend fossil über Erdgas. Für die Dekarbonisierung sehen die Wärmepläne vor allem Wasserstoff, Power-to-Heat, Wärmepumpen, biogene Brennstoffe sowie in geringerem Umfang Solarthermie und industrielle Abwärme vor. Dabei erfolgt die Zuordnung überwiegend nach dem Temperaturniveau: Für Hochtemperaturprozesse wird Wasserstoff häufig als zentrale und teilweise alternativlose Option beschrieben, während für niedrigere Temperaturniveaus Wärmepumpen und Power-to-Heat vorgesehen sind.

Als Abwärmequellen werden unter anderem Biogas- und Kläranlagen, Brauereien und Lebensmittelbetriebe, Rechenzentren sowie Betriebe der chemischen und der Zementindustrie identifiziert. Die Erhebung erfolgt überwiegend über Unternehmensbefragungen und die Analyse von Großverbrauchern. Mehrere Pläne schlagen ein Abwärmekataster vor. Zugleich benennen sie wiederkehrende Hemmnisse. Abwärme wird vielfach bereits betriebsintern genutzt, ihre Erschließung ist mit hohen Investitionskosten verbunden und zwischen Quelle und Abnehmern bestehen häufig große Distanzen. In mehreren Kommunen konnten trotz gezielter Befragung keine Unternehmen mit relevantem Abwärmepotenzial identifiziert werden.

Deutliche Unterschiede bestehen schließlich in den Bedarfsannahmen. Ein Teil der Pläne unterstellt Energieeinsparungen von 15 bis 20 % bis 2040, andere gehen von einem konstanten Bedarf aus, da Effizienzgewinne durch Unternehmenswachstum kompensiert werden könnten.

Insgesamt lässt sich auf Basis der kommunalen Wärmeplanung derzeit weder die Höhe des Prozesswärmebedarfs noch dessen geplante Deckung belastbar quantifizieren, obwohl gerade dieser Anwendungsbereich für den künftigen Wasserstoffbedarf von zentraler Bedeutung ist. Eine belastbarere Auswertung setzt eine differenziertere Ausweisung in den Wärmeplänen selbst voraus.

7.7 Treibhausgasemissionen

Im Rahmen der zweiten Auswertungsrunde wurden auch die in den kommunalen Wärmeplänen ausgewiesenen Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung erfasst (vgl. Abschnitt 2.2). Fehlten für die Ziel- und Stützjahre Emissionsangaben, wurden diese entsprechend der in Abschnitt 2.3 beschriebenen Vorgehensweise ergänzt.

Abbildung 30 zeigt die aggregierte Entwicklung der Treibhausgasemissionen über alle ausgewerteten Wärmepläne hinweg. Gegenüber dem Ist-Zustand sinken die Emissionen der Wärmeversorgung in den Zielszenarien um 42,4 % bis 2030, um 67,8 % bis 2035 und um 87,5 % bis 2040; im Zieljahr 2045 wird eine Minderung von 94,6 % erreicht.

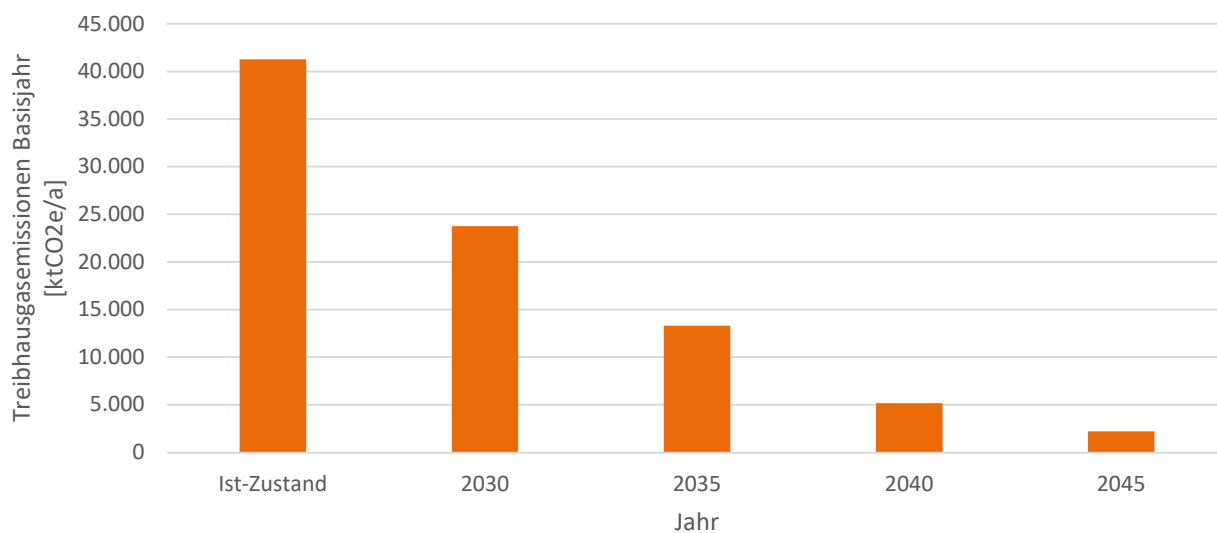
Dieser Verlauf spiegelt die in Kapitel 4 dargestellte Entwicklung des Energieträgermixes wider. Die deutlichen Minderungen bis 2035 gehen im Wesentlichen auf den Rückgang von Erdgas und Heizöl zurück, die im Ist-Zustand rund drei Viertel der Wärmeversorgung ausmachen. Verstärkt wird dieser Effekt dadurch, dass parallel der Emissionsfaktor für Strom nach und nach sinkt, sodass die zunehmend strombasierte Wärmeversorgung durch Wärmepumpe immer weniger Emissionen verursacht.

Auffällig ist zugleich der Verlauf der Minderungskurve. Bereits bis 2030 wird ein erheblicher Teil der Emissionsminderung erreicht, während die Minderung nach 2040 deutlich kleiner ausfällt.

Bemerkenswert ist außerdem, dass die aggregierten Emissionen im Zieljahr 2045 nicht vollständig auf null zurückgehen, obwohl die ausgewerteten Wärmepläne einen vollständigen Ausstieg aus fossilen Energieträgern vorsehen. Die verbleibenden 5,4 % sind darauf zurückzuführen, dass einzelne Wärmepläne auch im Zielbild Restemissionen ausweisen. Diese resultieren insbesondere aus Energieträgern, die zwar als erneuerbar bzw. klimaneutral eingeordnet werden, denen jedoch je nach Bilanzierungsansatz Emissionen zugerechnet werden, beispielsweise biogenen Energieträgern, Wasserstoff oder dem für Wärmepumpen eingesetzten Strom. Hier kann die Unterscheidung zwischen direkten Emissionen (am Ort der Wärmeerzeugung) und indirekten Emissionen (aus vorgelagerten Prozessen) ausschlaggebend sein.

Bei der Interpretation ist zu berücksichtigen, dass die ausgewiesenen Emissionswerte als untere Abschätzung zu verstehen sind. Für Wärmepläne ohne eigene Emissionsangaben wurde eine vollständige Klimaneutralität der Wärmeversorgung im Zieljahr 2045 unterstellt (vgl. Abschnitt 2.3). Restemissionen, die in diesen Plänen implizit verbleiben, sind in der dargestellten Entwicklung somit nicht enthalten. Hinzu kommt, dass die Wärmepläne hinsichtlich der zugrunde gelegten Emissionsfaktoren, Bilanzierungsgrenzen und Bezugsjahre nicht einheitlich vorgehen. Die aggregierten Werte spiegeln somit eine gewisse Bandbreite methodischer Ansätze wider.

Abbildung 30: Entwicklung der Treibhausgasemissionen der ausgewerteten Wärmepläne



8 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die nachfolgenden Abschnitte fassen die Ergebnisse der aktuellen Auswertung von 377 Wärmeplänen für 938 Kommunen übergreifend zusammen. Dabei bestätigen sich die wesentlichen Befunde der ersten Auswertungsrunde auf Grundlage einer deutlich größeren Stichprobe.

Wärmepumpen und leitungsgebundene Wärmeversorgung bilden in Kombination das Rückgrat der zukünftigen Wärmeversorgung. Die Analyse ergibt, dass beide Optionen zusammen rund vier Fünftel, der für das Jahr 2045 geplanten Wärmebereitstellung abdecken. In dezentral versorgten Gebieten stellt die Wärmepumpe die Standardlösung dar. Insgesamt sollen Wärmepumpen rund 41 % der Wärmenachfrage decken, wobei der Anteil je nach Kommunengröße zwischen 35 % und 46 % liegt.

Die leitungsgebundene Wärmeversorgung erhält langfristig im Vergleich zu heute eine deutlich wichtigere Rolle. In den ausgewerteten Wärmeplanungen steigt ihr Anteil bis 2045 auf 36 %. Dieser Zuwachs zeigt sich über alle Kommunengrößen hinweg, besonders jedoch – wie zu erwarten – in den großen Kommunen mit hoher Einwohnerdichte. Bezogen auf den Erzeugungsmix verfolgen die betrachteten Kommunen sehr unterschiedliche Dekarbonisierungsstrategien. Der Großteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung soll zukünftig primär durch Wärmepumpen gedeckt werden, ergänzt durch Spitzenlasttechnologien. Die häufigste Kombination besteht aus Wärmepumpe und biogenen Energieträgern, je nach lokalen Gegebenheiten zusätzlich ergänzt durch Abwärme oder Solarthermie. Kommunen, die in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung auf eine einzelne Technologie setzen, sind in der Minderheit. In der Hälfte dieser Fälle wird jedoch lediglich „Sonstiges“ als Versorgungsoption angegeben, sodass aus der KWP nicht hervorgeht, wie die leitungsgebundene Wärmeversorgung klimaneutral werden überhaupt zukünftig ausgestaltet werden soll.

Auch die Nutzung von biogenen Energieträgern soll im Vergleich zum Bestand deutlich zunehmen. In der zweiten Auswertungsrunde konnte ihre Nutzung erstmals auch in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung ausgewertet werden. Dabei zeigt sich, dass die Überplanung lokaler Potenziale in der Summe dezentraler und zentraler Wärmeerzeugung weiterhin gegeben ist. Das Ausmaß der Überschreitung entspricht jedoch ungefähr dem der ersten Auswertungsrunde. Die dezentrale Nutzung fällt im Verhältnis zum Potenzial etwas geringer aus als zuvor. Der Befund, dass viele KWP im Zielszenario mit einem Verbrauch planen, der das lokale Potenzial übersteigt, bleibt in Summe weiterhin bestehen. Hier stellt sich die Frage, wie nachhaltig diese Planung in der bundesweiten Zusammenschau sein kann und welche Kriterien für eine verbesserte Planung erforderlich wären.

In den kommunalen Zielbildern spielt Wasserstoff lediglich eine ergänzende Rolle. Rund zwei Drittel der ausgewerteten Kommunen sehen für 2045 keinen Einsatz vor. Wo Wasserstoff eingeplant wird, soll er vor allem in industriellen Anwendungen sowie zur Spitzenlastabdeckung in Wärmenetzen genutzt werden. Für die dezentrale Raumwärmeversorgung ist er dagegen nur in Einzelfällen und häufig unter ausdrücklichem Vorbehalt vorgesehen.

Die zweite Auswertungsrunde bestätigt zudem eine Reduktion des Endenergiebedarfs Wärme bis zum Jahr 2045 von rund 32 %. Die in den Wärmeplanungen zugrunde gelegten Annahmen zur Sanierungsrate weisen eine breite Streuung auf und liegen für den Großteil der ausgewerteten Pläne deutlich über dem historischen Mittelwert. Hier ist fraglich, wie sich die Umsetzung der Sanierungen und ggf. auch eine deutlich langsamere Umsetzung auf das im Zielszenario ausgewiesene Versorgungsportfolio auswirken würde. Diese Annahmen sind von erheblicher Relevanz für die Infrastrukturplanung, da diese bis zu einem gewissen Grad von der Erreichung der angenommenen Bedarfsreduktion abhängt. Wird die Sanierung in der Praxis weniger umfassend oder weniger tiefgreifend

durchgeführt als angenommen, müssen Wärmenetze, Stromnetze und Erzeugungskapazitäten höhere Lasten abdecken als im Zielbild vorgesehen.

Ein bedeutender Aspekt der kommunalen Wärmeplanung ist zudem die Prozesswärme. Für lediglich etwa zwei Drittel der analysierten Kommunen liegen Angaben zum gemeinsamen Anteil von Industrie und GHD am Wärmebedarf vor. Demgegenüber fehlt eine Trennung zwischen Prozesswärme, Raumwärme und Warmwasser in fast allen Plänen. Die Analyse ergibt, dass eine belastbare Bestimmung des Prozesswärmebedarfs sowie dessen künftiger Deckung nicht möglich ist.

Die Auswertung nach Dienstleistern gibt erste Hinweise darauf, dass neben der Kommunengröße und den regionalen Rahmenbedingungen auch die Auswahl des Dienstleisters die Ausgestaltung der Zielszenarien beeinflussen könnte. Die bisherige Analyse zeigt in den Zielbildern Unterschiede, die sich nicht allein durch Unterschiede in der heutigen Wärmeversorgung erklären lassen. Ob und in welchem Umfang tatsächlich ein solcher Zusammenhang besteht, kann auf Grundlage der vorliegenden Untersuchung jedoch nicht belastbar beurteilt werden.

9 Ausblick

Im Rahmen des Projekts KOMpare ist für 2027 eine weitere Auswertungsrunde kommunaler Wärmepläne vorgesehen, in der die Datengrundlage erneut erweitert wird. Zu jeder Auswertungsrunde wird eine Aktualisierung des vorliegenden Dokumentes sowie der darauf aufbauenden Grafiken auf der Seite www.energy-charts.info vorgenommen und veröffentlicht. Die zweite Auswertungsrunde bestätigt die Hypothese, dass zentrale Trends auch bei einer größeren Stichprobe bestehen bleiben: Wärmepumpen dominieren als Wärmelösung in dezentral versorgten Gebieten, der Anteil der leistungsgebundenen Wärmeversorgung steigt deutlich, und der geplante Einsatz biogener Energieträger übersteigt weiterhin die ausgewiesenen Potenziale. Mithilfe der in dieser Auswertung erhobenen Daten ist im Projekt zudem eine Hochrechnung auf alle deutschen Kommunen vorgesehen. Damit lassen sich die bottom-up gewonnenen Ergebnisse kommunaler Wärmeplanungen mit den top-down abgeleiteten Werten gängiger Systemstudien vergleichen.

Weitere Auswertungen sollen die bisherigen Analysen vertiefen. Mit einer wachsenden Anzahl auswertbarer kommunaler Wärmeplanungen wird es zudem perspektivisch möglich sein, regionale Unterschiede zwischen den Bundesländern belastbarer zu identifizieren und systematisch auszuwerten.

1 0 Literaturverzeichnis

- Ammon, Martin; Thiele, Justus (2025): Basisanalyse kommunaler Wärmepläne. Wege in eine dekarbonisierte Wärmeversorgung-. Hg. v. Bundesamt für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). BBSR-Analysen KOMPAKT 11/2025. Online verfügbar unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/analysen-kompakt/2025/ak-11-2025-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=3, zuletzt geprüft am 24.07.2026.
- Digulla, Frederik (2025): Sozio-ökonomische Ableitungen aus den ersten Wärmeplanungen: Analyse von 15 Beispielkommunen. Unter Mitarbeit von Tobias Lerche, Magdalena Arbeiter und David Hennecke. Hg. v. Stiftung Klimaneutralität. Online verfügbar unter https://cdn.prod.website-files.com/68af390701127aba100886f2/6947f54356c54d716e71f987_SKN_Paper_KWP_Analyse.pdf, zuletzt geprüft am 24.07.2026.
- Hering, Dominik; Blömer, Sebastian; Acker, Yanik; Pehnt, Martin; Kaiser, Christian; Toepfer, Markus; Bartenstein, Boris (2025): Wärmegipfel Baden-Württemberg - Auswertung der kommunalen Wärmepläne in Baden-Württemberg 2021-2023. Hg. v. Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg (ifeu). Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg (ifeu); KEA-BW. Online verfügbar unter https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/pdf/250120_Bericht_Auswertung_Waermeplanung_ifeu_KEA_BW_public_clean.pdf, zuletzt geprüft am 24.07.2026.
- Jugel, Christoph; Albicker, Martin; Bamberg, Carsten; Battaglia, Manuel; Brunken, Elias; Bründlinger, Thomas et al. (2021): dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität. Hg. v. Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg.). Online verfügbar unter https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/Abschlussbericht_dena-Leitstudie_Aufbruch_Klimaneutralitaet.pdf, zuletzt geprüft am 24.07.2026.
- Kraus, Anna; Wauer, Niels; Weiß, Uta; Herrndorff, Mareike; Digulla, Frederik; Steitz, Janek et al. (2025): Investitionen in eine zukunftsfähige Daseinsvorsorge. Von kleinen Stadtwerken bis zum Konzern – wie gelingt die Finanzierung der Energienetze? Agora Energiewende, Stiftung Klimaneutralität, Dezernat Zukunft. Online verfügbar unter https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2025/2025-02_DE_EVU-Mapping/A-EW_386_Investitionen_in_eine_zukunftsf%C3%A4hige_Daseinsvorsorge_WEB.pdf, zuletzt geprüft am 24.07.2026.
- Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur Schleswig-Holstein (Hg.) (2025): Prüfung der Kommunalen Kälte- und Wärmepläne gemäß Energiewende und Klimaschutzgesetz in Schleswig-Holstein 2021. Referat V 24 - Sektorkopplung und Wärmewende der Abteilung V 2 - Klimaschutz und Energiewende. Online verfügbar unter https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/E/energiewende/downloads/EWKG-Plan_Auswertungsbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 24.07.2026.
- Ortner, Sara; Paar, Angelika; Köhler, Benjamin; Bürger, Veit; Braungardt, Sibylle; Keimeyer, Friedhelm et al. (2024): Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche. Hg. v. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Öko-Institut e.V., Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG und Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. Online verfügbar unter https://api.kww-halle.de/fileadmin/PDFs/Leitfaden_W%C3%A4rmeplanung_final_17.9.2024_gesch%C3%BCtzt.pdf, zuletzt geprüft am 24.07.2026.

Statistisches Bundesamt (Hg.) (2024): Zensus 2022 - Regionaltabelle 2022. Ergebnisse des Zensus 2022 Bevölkerungszahlen. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/static/DE/zensus/gitterdaten/Regionaltabelle_Bevoelkerung.xlsx, zuletzt geprüft am 24.07.2026.