INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG HEIDELBERG

Ergebnisse aus der wissenschaftlichen Auswertung der Wärmepläne

APREP - Austauschplattform Regionale Energieplanung

09.05.2025

Sebastian Blömer

Mit Beiträgen der KEA-BW

KEA-BW
DIE LANDESENERGIEAGENTUR

Das ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH

Willkommen beim ifeu

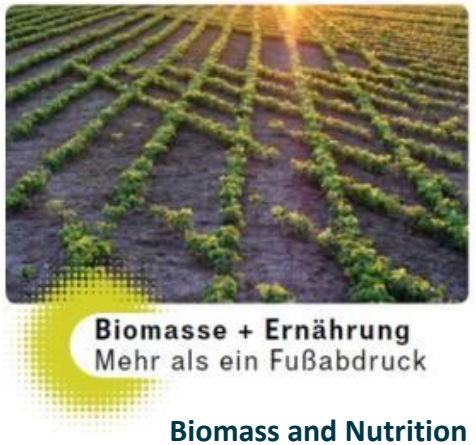
Das ifeu forscht und berät weltweit zu allen wichtigen Umwelt- und Nachhaltigkeitsthemen. Es zählt mit über 40-jähriger Erfahrung zu den bedeutenden ökologisch ausgerichteten Forschungsinstituten in Deutschland. Unsere Arbeit ist gekennzeichnet durch Erfahrung, Unabhängigkeit, Praxisnähe und zielorientierte Herangehensweise. Im ifeu sind derzeit an den Standorten Heidelberg und Berlin über 80 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus dem Bereich der Natur-, Ingenieurs- und Gesellschaftswissenschaften beschäftigt.



Mobility



Industry and Products



Biomass and Nutrition



Resources



Energy

Hintergrund: Kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg

- **Baden-Württemberg** als **Vorreiter für kommunale Wärmeplanung auf Bundesebene**
  - verpflichtende Erstellung von Wärmeplänen nach KlimaG BW bis Ende 2023 für 9 Stadtkreise und 95 große Kreisstädte (insgesamt 104 Kommunen)
  - Förderprogramm „freiwillige kommunale Wärmeplanung in Landkreisen und Gemeinden“ (rund 476 Kommunen bis Ende 2024[1])
  - Flankierende Angebote der KEA-BW sowie der regionalen Beratungsstellen, u.a.
    - Handlungsleitfaden und Leistungsverzeichnis zur kommunalen Wärmeplanung
    - Technikkatalog und Potenzialdaten zu Erdwärmesonden
    - Formulare zur Abwärme- und Energiedatenerfassung
    - Wissenstransfer, Beratung und Vernetzung

[1]https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/58-millionen-euro-fuer-kommunale-waermeplanung

Ziele der Auswertung und Datengrundlagen



*entspricht ca. 45 % der Bevölkerung in Baden-Württemberg

Wie wurden die Wärmepläne erstellt?
Methodik, Vorgehen, Daten und Datenmanagement, Parameter, Akteure, Beteiligung

Zu welchen Ergebnissen kommen die Wärmepläne?
Auswertung und Plausibilisierung der Energiekenndaten, Extrapolation auf Landesebene, Erkenntnisse für einzelne Energieträger

Folgen für die Wärmestrategie Baden-Württembergs

Keine Einzelprüfung von Wärmeplänen!

Methodik und Vorgehen

Methodik der Bestandsanalyse

Es kommen sehr vielfältige, aber auch heterogene Datenquellen zum Einsatz. Die Datenerhebung und -verarbeitung ist dementsprechend teils herausfordernd.

Insgesamt sind die Daten geeignet für eine valide Ableitung von Szenarien und Gebietseinteilungen.





Datenquellen:

- Z. T. lokale Daten, z. T. generische Daten, z.B. Gebäudemodelle und Geodatensätze, aus ALKIS abgeleitete Bedarfe vs. individuelle/lokale Erhebungen
- Bedarfs- vs. Verbrauchsdaten, Primär- vs. Sekundärdaten (z.B. aus Quartiers- oder Klimaschutzkonzepten, übergeordneten Potenzialstudien o.Ä.)
- Verschränkung von Top-Down- und Bottom-Up-Daten (u.a. Energieatlas BW, Fachinformationssysteme (ISONG, GeotIS)

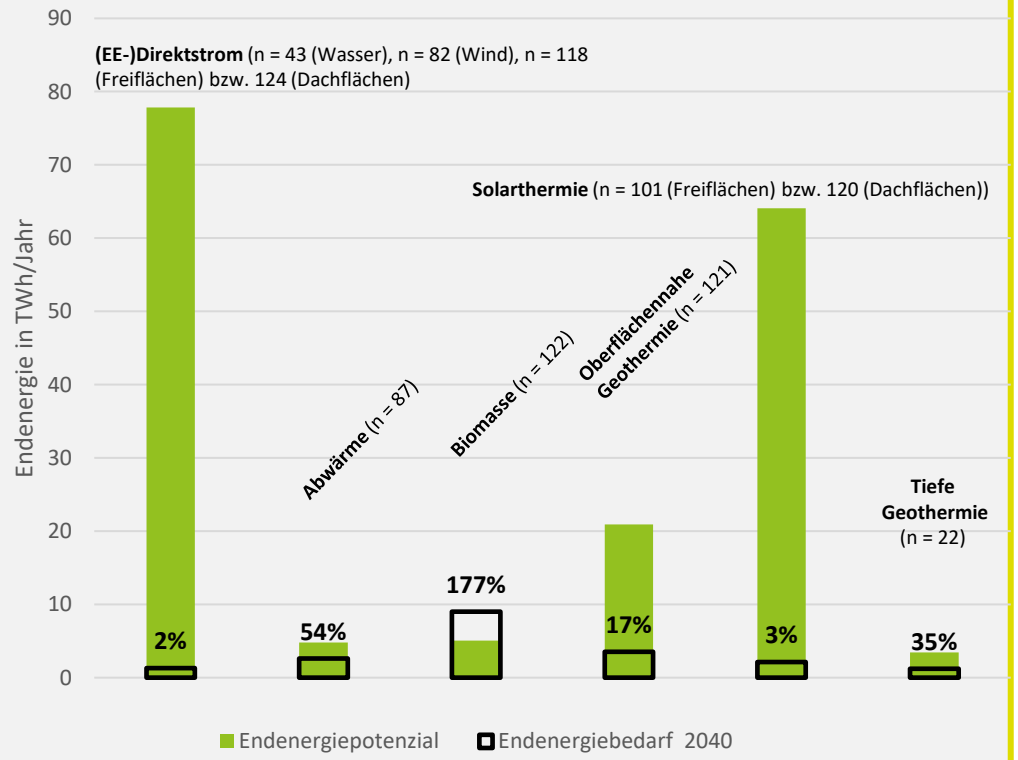
Empfehlung:

- ggf. **standardisierte/ adressatenspezifische Abfragen** entwickeln
- **Bereitstellung harmonisierter Datenquellen** für Gebäudebestand, Versorgungsinfrastrukturen, Erzeugungsanlagen usw. auf Landesebene, gerade für kleine Kommunen (Katasterdaten LUBW, ggf. Verschränkung mit Landesdatenbank KWP)

Methodik der Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse hat generell eine gute Qualität und erfolgt i.d.R. umfassend, allerdings werden vielfältige Methoden und Vorgehensweisen eingesetzt.

Nutzbares Endenergiepotenzial/ Endenergiebedarf 2040 über alle Sektoren (Anzahl Datenpunkte in Klammern)



- **Potenziale** an (EE-)Direktstrom, Solarthermie sowie oberflächennaher Geothermie **hoch,** werden jedoch nur zu einem Bruchteil ausgeschöpft.
- Erschließung von tiefer Geothermie und Abwärme erfordert i.d.R. weitergehende Detailbetrachtungen, wo ausgewiesen, erscheint Erschließbarkeit aber vergleichsweise hoch.
- Die addierten Potenziale von **Biomasse** (5 TWh) werden überschritten. Zu beachten: Biomasse wird auch aus **überregionalen Quellen** genutzt.
- Für **Umweltwärme** und **sonstige Brennstoffe** Quantifizierung nur eingeschränkt möglich, Verfügbarkeit sonstiger Brennstoffe (v.a. Wasserstoff) i.A. mit großen Unsicherheiten behaftet.
- **Stärkere Fokussierung auf realisierbare Potenziale** anstelle generischer Ansätze wäre sinnvoll, ggf. auch eine weitergehende Reduktion der lokal zu untersuchenden Technologien v.a. bei kleinen Kommunen (vgl. § 14 WPG).

Methodik der Zielszenarien und Gebietseinteilung

Zur Ableitung der Zielszenarien und Gebietseinteilung kommen unterschiedliche Ansätze zum Tragen.

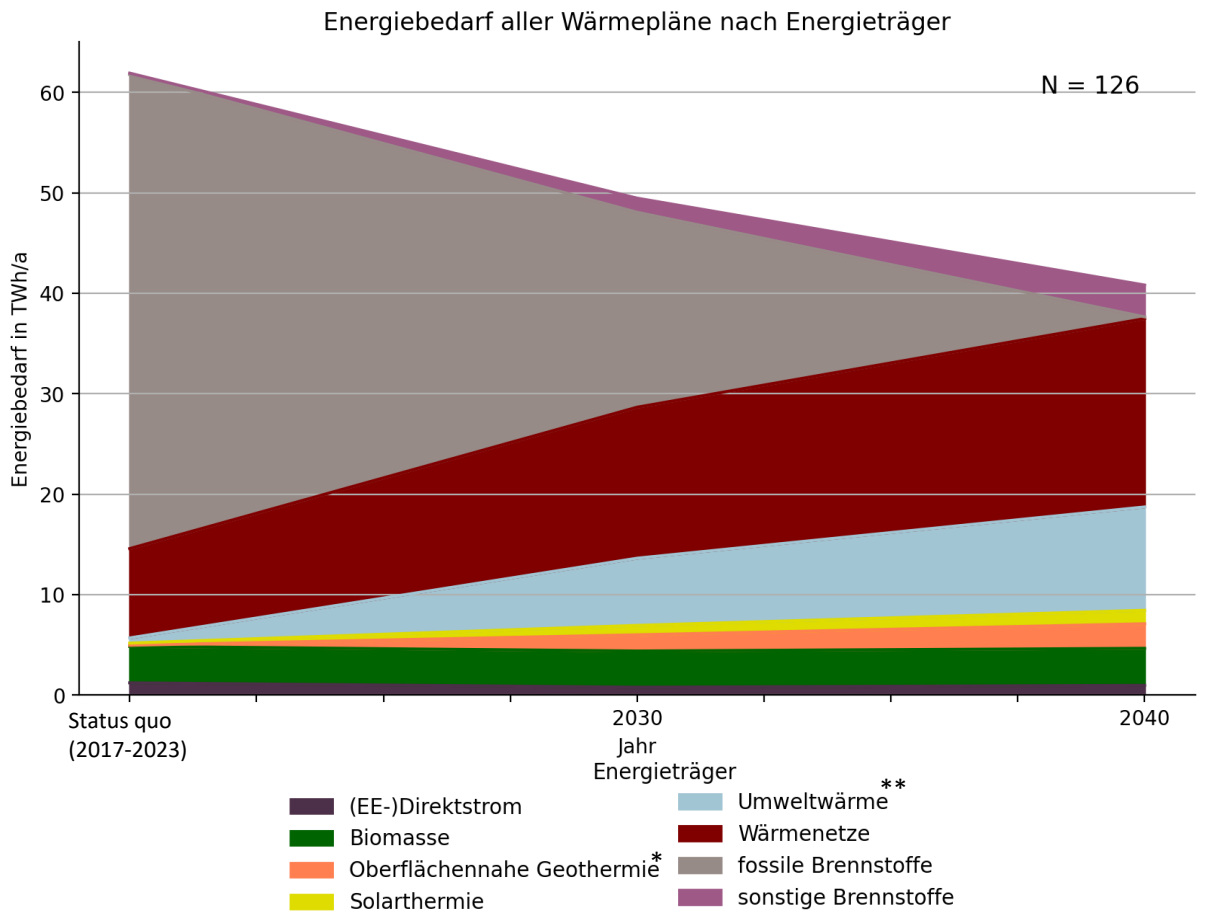
Die Ergebnisse aus der Gebietseinteilung sind ein wichtiger Ausgangspunkt für die weitere Infrastrukturentwicklung.

- **Unterschiedliche Vorgehensweisen** und Detaillierungsgrade
  - Ableitung von Transformationspfaden unter Nutzung einschlägiger Studien, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten
  - Einbezug gebietsspezifischer Informationen (z.B. Quartiers-, Energie-/Klimaschutzkonzepte, Neubauten städtebauliche Entwicklung i.A.)
  - Indikatoren und Parametrisierung (u.a. Wärmedichten, Temperaturanforderungen, sonstige strukturelle Daten für Eignungsgebiete)
  - Simulative vs. empirische bzw. heuristische Ansätze
- Teils unzureichende Erläuterung, wie man **von Bestands- und Potenzialanalyse zum Zielszenario** gelangt
- **Hohes Ambitionsniveau** (Zielbild), vor allem im Übergang vom Zwischenziel 2030 auf Zieljahr 2040
- Auch hier: **Stärkere Harmonisierung von Ansätzen und Methoden sinnvoll**

Entwicklung des Wärmemarktes: Ergebnisse

Entwicklung der Wärmebereitstellung: Endenergie

Fossile Energieträger werden v.a. durch Energie-Einsparung, Wärmenetze und Wärmepumpen ersetzt.

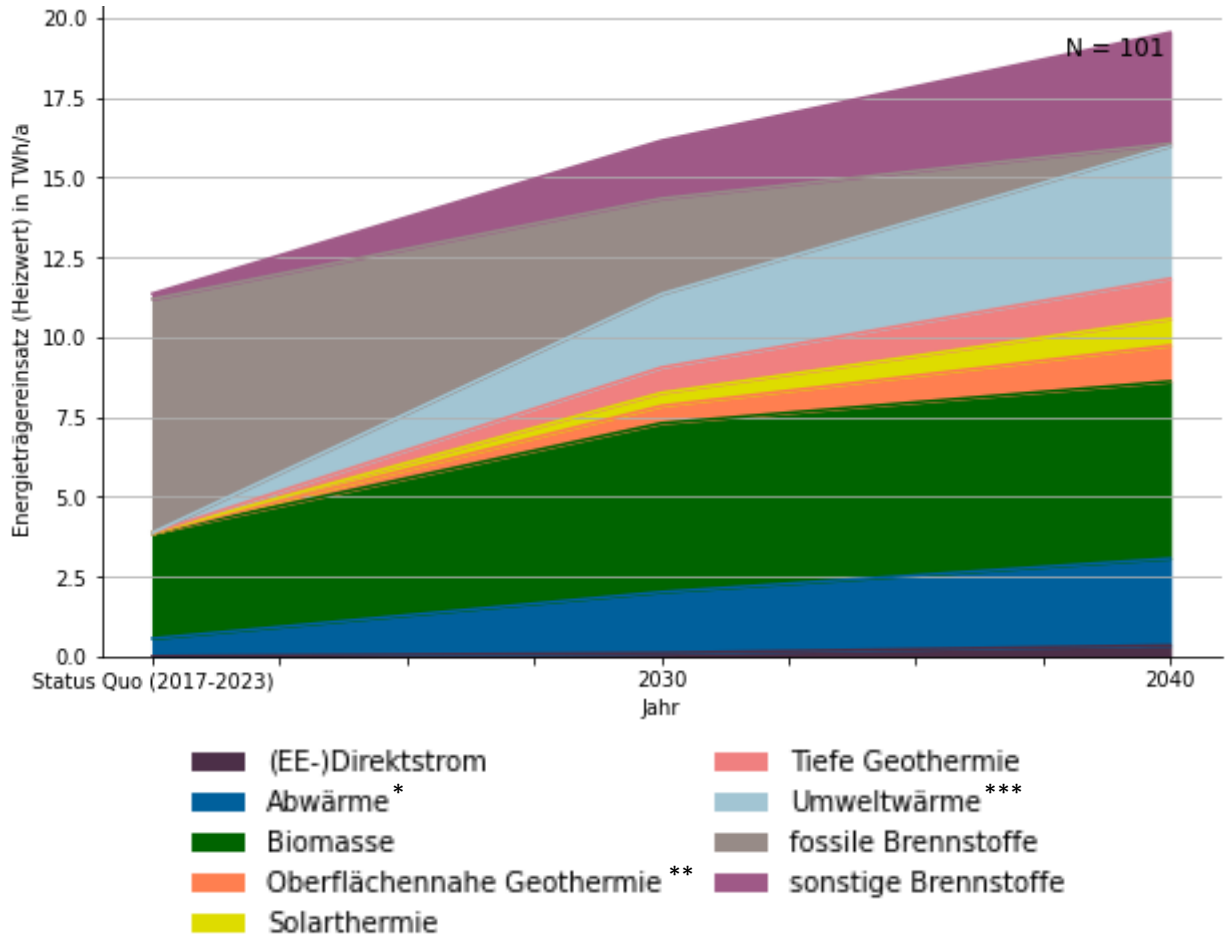


Direktstrom, Biomasse, Solarthermie, fossile und sonstige Brennstoffe in dezentralem Einsatz. Energiemengen in Wärmenetzen sind unter „Wärmenetze“ verbucht. * Dezentrale Erdwärme-WP (inkl. WP-Strom) ** Dezentrale Luft-WP, Gewässer-WP (inkl. WP-Strom)

- Endenergiebedarf sinkt insgesamt um ein Drittel bis 2040 → **hohes Ambitionsniveau** in Bezug auf **Energieeinsparung.**
- **Sehr ambitionierter Wärmenetzausbau** (Anteil 2040: 45 % des Energiebedarfs) – zu beachten: Mittel- und Großstädte überrepräsentiert.
- Endenergiebedarf **fossiler Brennstoffe quasi auf 0.**
- Erhebliche Zuwächse bei **Wärmepumpen.**
- Endenergiebedarf aus **sonstigen Brennstoffen** steigt auf ca. 6 TWh/a, **davon H_2 dezentral 2 TWh/a** v.a. im verarbeitenden Gewerbe**, H_2 Wärmenetze 3 TWh/a.**
- **Dezentrale Wärmebereitstellung aus Biomasse** bleibt nahezu unverändert bei ca. 4 TWh/a (11 % in 2040),.
- **Biomasse in Wärmenetzen (inkl. Abfall und Biogas)**: Verdopplung auf ca. 5 TWh/a in Wärmenetzen.
- **Solar- und Geothermie** steigt auf insgesamt ca. 7 TWh/a an, (EE-)Direktstrom spielt untergeordnete Rolle.
- **Kein Wärmeplan erreicht 0 THG** im Jahr 2040 (Vorketten-Emissionen).

Entwicklung der Wärmebereitstellung: Energieeinsatz in Wärmenetzen

In Wärmenetzen ergibt sich ein insgesamt deutlich diversifizierter Energieträgermix.



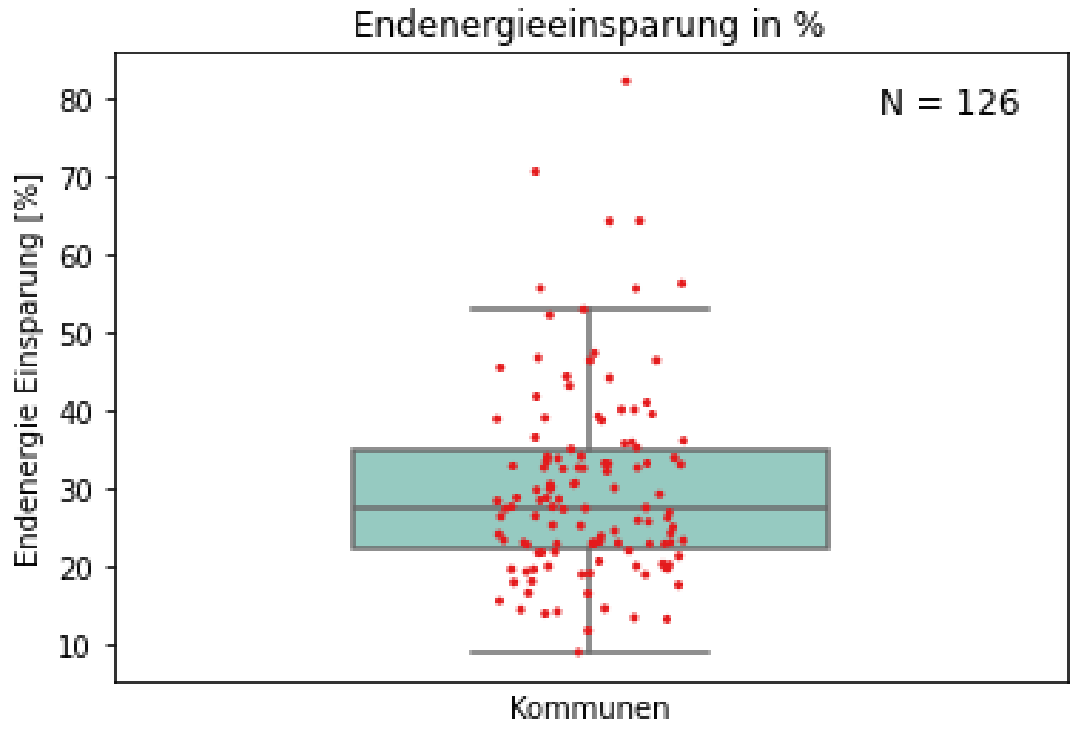
*industrielle Abwärme (NT inkl. WP-Strom, HT, Direktnutzung), Abwasser-Abwärme (inkl. WP-Strom) ** Zentrale Erdwärme-WP (inkl. WP-Strom), *** Zentrale Luft-WP, Gewässer-WP (inkl. WP-Strom)

- Fossile Brennstoffe in Wärmenetzen werden hauptsächlich durch Umweltwärme, sonstige Brennstoffe (inkl. H_2), Abwärme und Geothermie ersetzt.
- Der %-Anteil der Biomasse bleibt etwa gleich, aber die absolute Menge verdoppelt sich etwa.
- Geothermie entwickelt sich zu einer wichtigen Säule.

Entwicklung der Energieverbrauchs

Die Höhe der angesetzten Energieeinsparung bis 2040 in den Kommunen schwankt beträchtlich.

Endenergie-Einsparung bis 2040



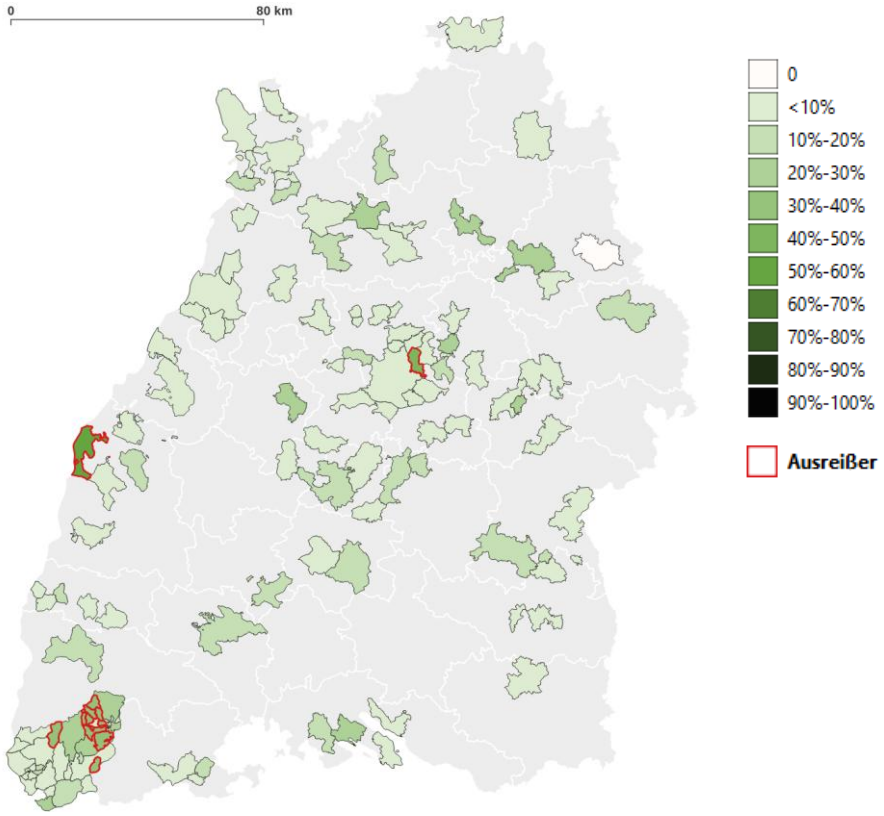
Einsparung zwischen dem Status Quo (2017-2023) und dem Zieljahr 2040

- Die Endenergie-Einsparung beträgt im Median 30 %.
- Schwankungen der Gesamt-Einsparungen zw. Kommunen von 9 % bis 53 %
  - 7 Ausreißer nach oben
- **Die jährliche Endenergie-Einsparung beträgt durchschnittlich 1,5 %.**
- Schwankungen sind nicht nur strukturell begründet, sondern zumindest teils auch auf eher **zielorientiert festgelegte Sanierungsraten und -tiefen** zurückzuführen (z.B. in Anlehnung an Landesziele oder ambitionierte Klimaschutzstrategien und -ziele auf kommunaler Ebene).

Wärmebereitstellung: Biomasse dezentral 2040

Biomasse zur dezentralen Wärmebereitstellung wird 2040 flächendeckend eingesetzt und deckt im Mittel 12 % des Endenergiebedarfs für Wärme einer Kommune.

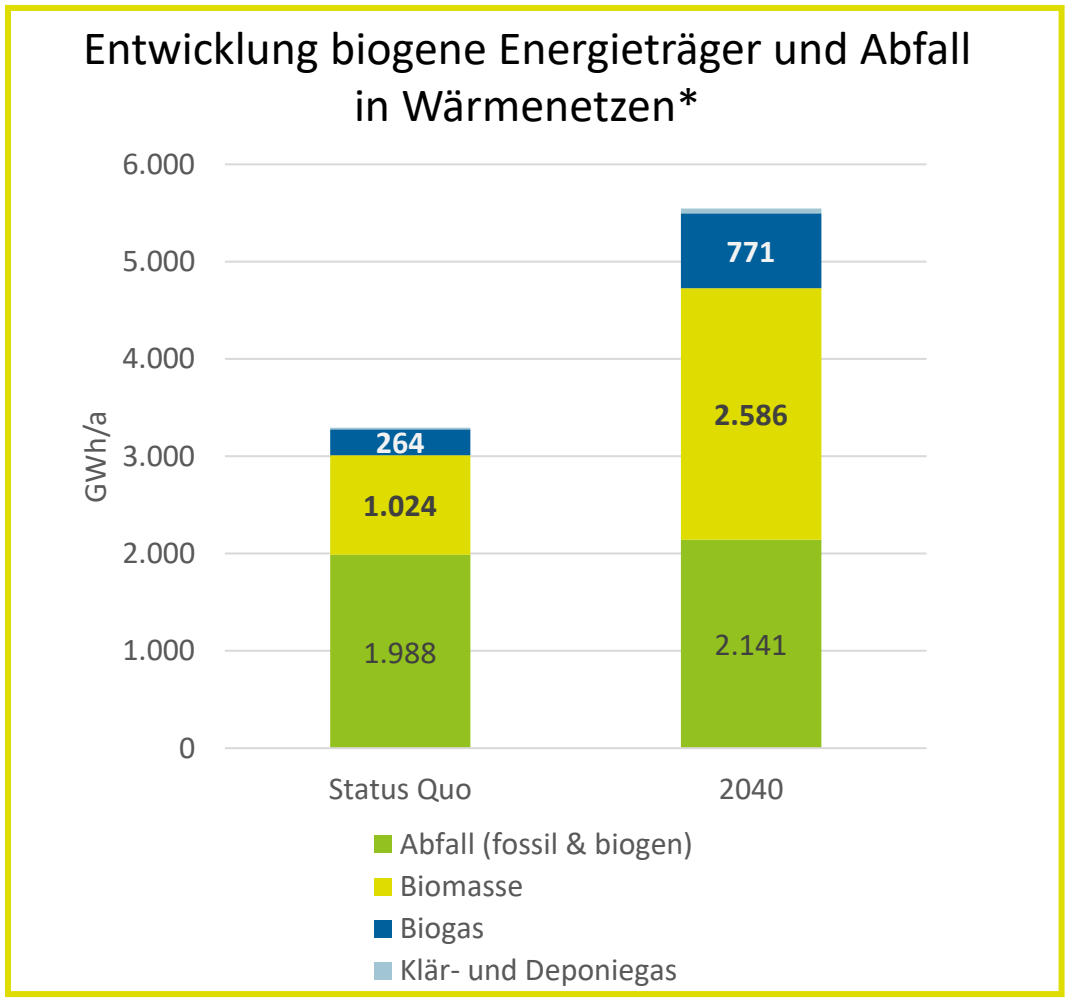
Anteil **Biomasse dezentral im Jahr 2040**



- Dezentral eingesetzte Biomasse wird nicht weiter differenziert nach Holzpellets, Scheitholz, Holzhackschnitzel etc.
- Die **Bandbreite** des Biomasseanteils ist groß: zwischen 0 % und 54 %.
- Je größer die Einwohnerzahl einer Kommune, desto geringer der dezentrale Biomasseneinsatz zur Wärmebereitstellung.
- Es wurden 13 **Ausreißer** mit über 28 % Anteil identifiziert:
  - Elf Landgemeinden: Einsatz von **Biomasse zur Versorgung von Großverbrauchern.**
  - zwei Mittelstädte
    - Mittelstadt X: 586 GWh/a 2040 „sonstige Erneuerbare (Industrie)“ für industrielle Prozesswärme, die als dezentrale „Biomasse“ eingeordnet wurden,
    - Mittelstadt Y: Großverbraucher an Fernwärme oder Biomasse.

Wärmebereitstellung:
Sonstige Biomasse (fest/flüssig) & Biogas in Wärmenetzen

Anstieg des Bedarfs an fester Biomasse und Biogas angenommen

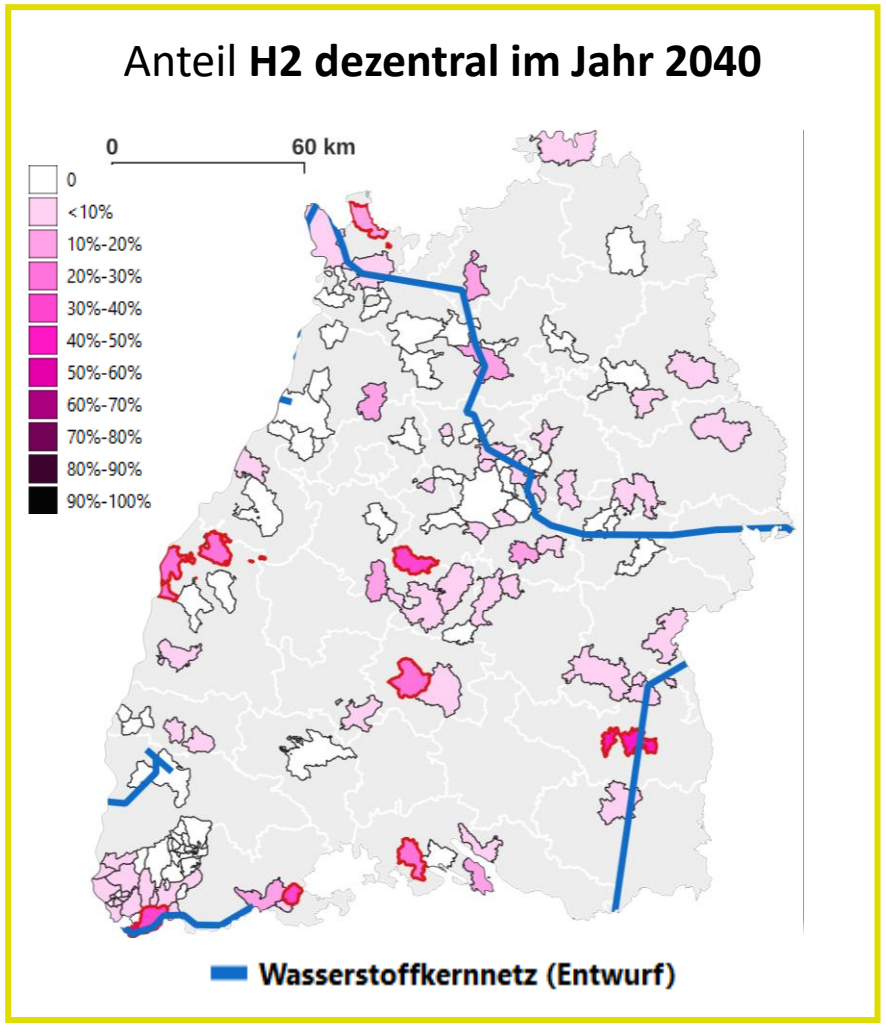


- Beispiele mit hohen Anteilen sonstige Biomasse:
  - Mittelstadt X: Umstellung Kohle-Heizkraftwerk auf Biomasse für Papierherstellung,
  - Großstadt Y: bestehende Biomasse-Strategie des örtlichen Netzbetreibers, vorhandene große Biomasse-Feuerungsanlagen.
- Beispiele mit hohen Anteilen Biogas
  - Kleinstadt X: Biogas-BHKW als Haupt-Erzeuger eines neuen Nahwärmenetzes, Konzept soll im Ort skaliert werden,
  - Großstadt Z: 10% Anteil Biogas 2040, bestehende Biomethan-BHKWs mit Brennstoff-Import, starke Ausweitung angenommen.

* Hinweis: ausgewiesene Mengen entsprechend der gemeldeten Daten aus den vorliegenden Wärmeplänen. Keine Extrapolation auf Landesebene.

Wärmebereitstellung: Wasserstoff dezentral 2040

Der Anteil der mit Wasserstoff hergestellten Wärme in Kommunen beträgt im Mittel 5 % dezentral – ganz überwiegend in der Industrie.

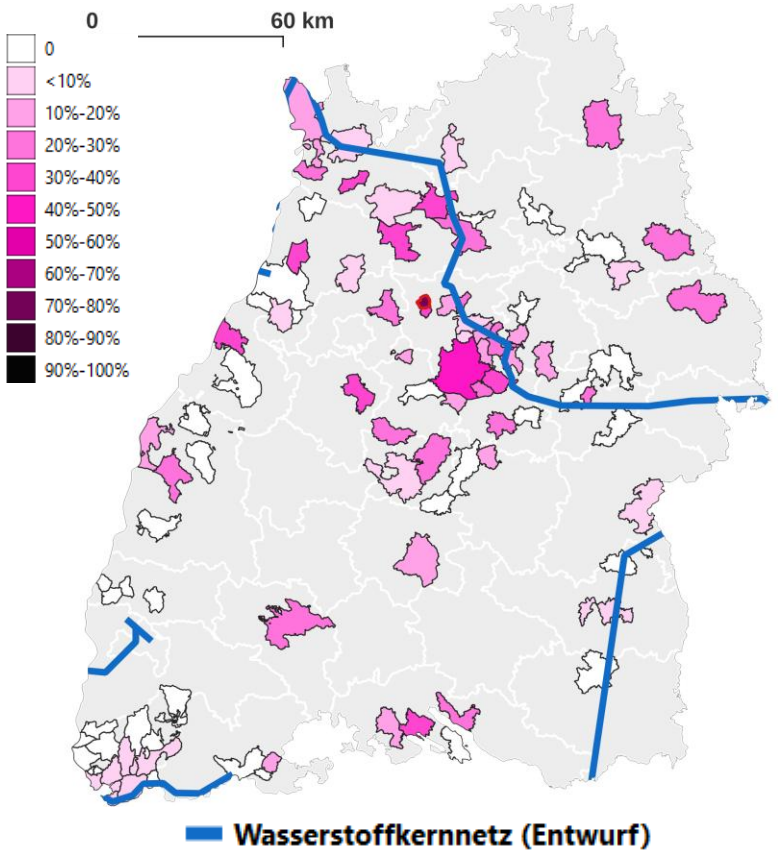


- In 65 von 126 untersuchten kommunalen Wärmeplänen wird H_2 dezentral eingesetzt.
- Die Bandbreite des Anteils an der dezentralen Versorgung ist groß: zwischen 0 % und 50 %.
- **Dominierendes Muster**: **Einsatz von H_2 dezentral nur für Wärmebedarf der Industrie**, kein Einsatz im Gebäudesektor.
- **Vereinzelt Einsatz von H_2 dezentral im Gebäudesektor**: Verfügbarkeit „grüne Gase“ wird erwartet und die Wirtschaftlichkeit als Argument angeführt (alte, gering gedämmte Gebäude mit relativ neuen Gasheizungen).
- **Konkrete Entwicklung der Gasnetzinfrastruktur** zwischen 2030 und 2040 in einigen Wärmeplänen unklar: absinkende Bedarfskurve für die Gasheizungen < 20 Jahre oder Bedarf, der dauerhaft über ein H_2-Netz gedeckt werden soll? Verweis auf Gasnetztransformationspläne und bestehende Unsicherheit bei lokaler H_2-Verfügbarkeit.

Wärmebereitstellung: Wasserstoff in Wärmenetzen 2040

Der Anteil der mit Wasserstoff hergestellten Fernwärme in Kommunen beträgt im Mittel 11 %.*

Anteil **H2 in Wärmenetzen im Jahr 2040**



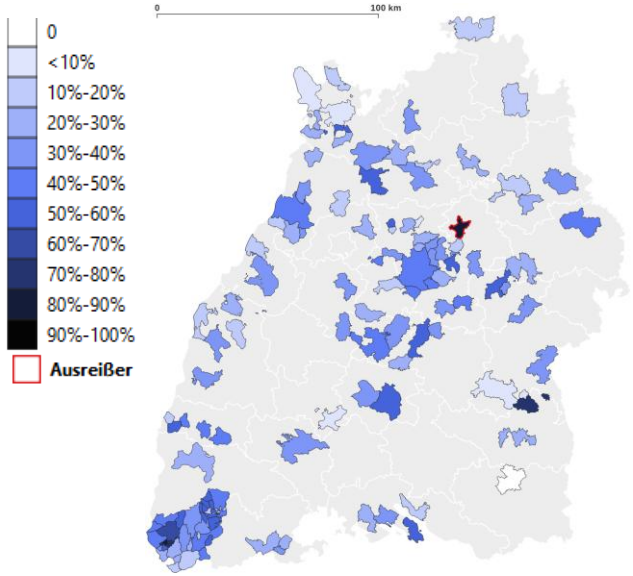
- In 61 von 126 untersuchten kommunalen Wärmeplänen wird H_2 in Wärmenetzen eingesetzt.
- Die Bandbreite des Anteils an der Wärmebereitstellung in Wärmenetzen ist groß: zwischen 0 % und 80 %.
- Zusätzlich Kategorie „sonstige Brennstoffe“:
  Ggf. weitere H_2-Mengen, synthetische Kohlenwasserstoffe oder biogene Energieträger. Trennschärfe der Energieträger scheint bei „grünen Gasen“ nicht immer gegeben zu sein.
- **Beispiele für hohe H_2-Anteile in Wärmenetzen**:
  - Kleinstadt X: **Umstellung Biogas-BHKW** in Nahwärmenetz auf „grüne Gase“. Mengen werden vollständig als H_2 ausgewiesen.
  - Großstadt Y: **Fuelswitch Groß-KWK** auf Wasserstoff.

* Im Mittel bezogen auf alle Kommunen mit Wärmenetzen 2040.

Wärmebereitstellung: Wärmepumpen dezentral 2040

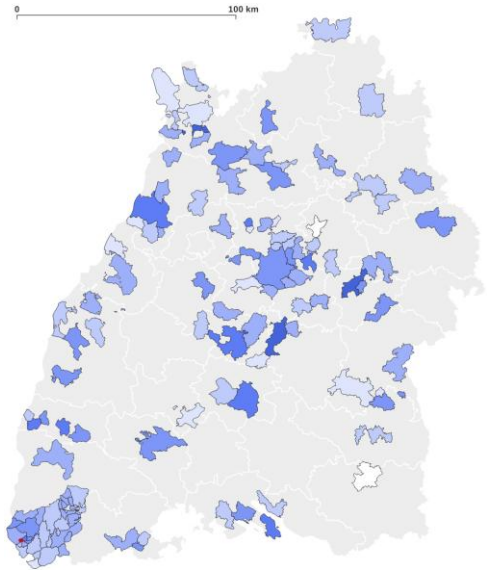
In der dezentralen Versorgung werden Wärmepumpen fast immer eingesetzt. Meistens mit Luft und Erdwärme

Anteil **Wärmepumpen dez. insgesamt**



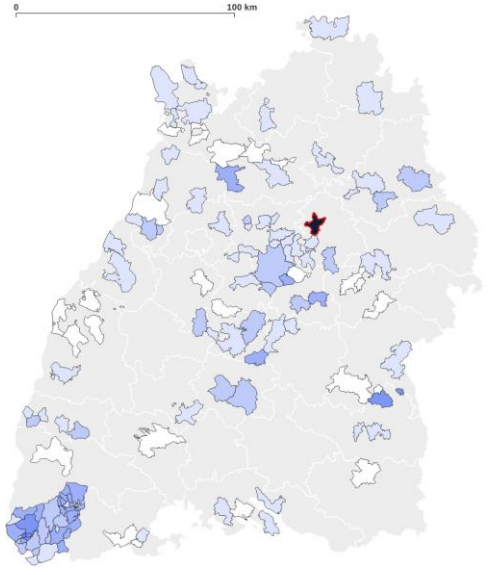
- Die Anteile auch innerhalb raumstruktureller Gemeindetypen variieren stark.
- Wichtiger Einflussfaktor (unterstellte) Alternativen.

Anteil **Luft WP dez.**



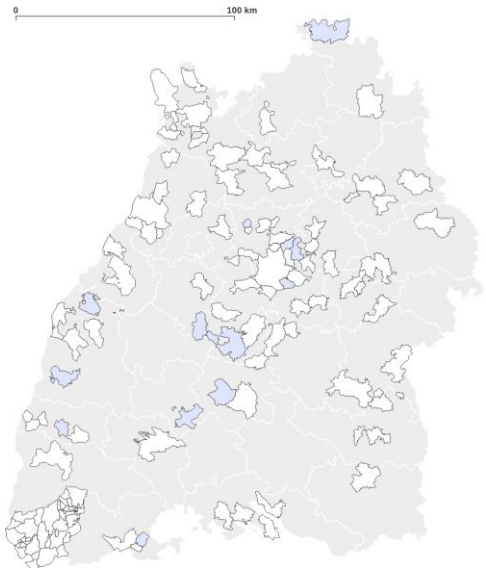
- Anteile bis max. 59 %, im Mittel 24 %.
- Einsatz von dez. Luft-Wärmepumpen wird in 124 von 126 Kommunen geplant.

Anteil **Erdwärme WP dez.**



- Anteile bis 85 %, im Mittel 11 %.
- Einsatz von dez. Erdwärme Wärmepumpen wird in 102 von 126 Kommunen geplant.

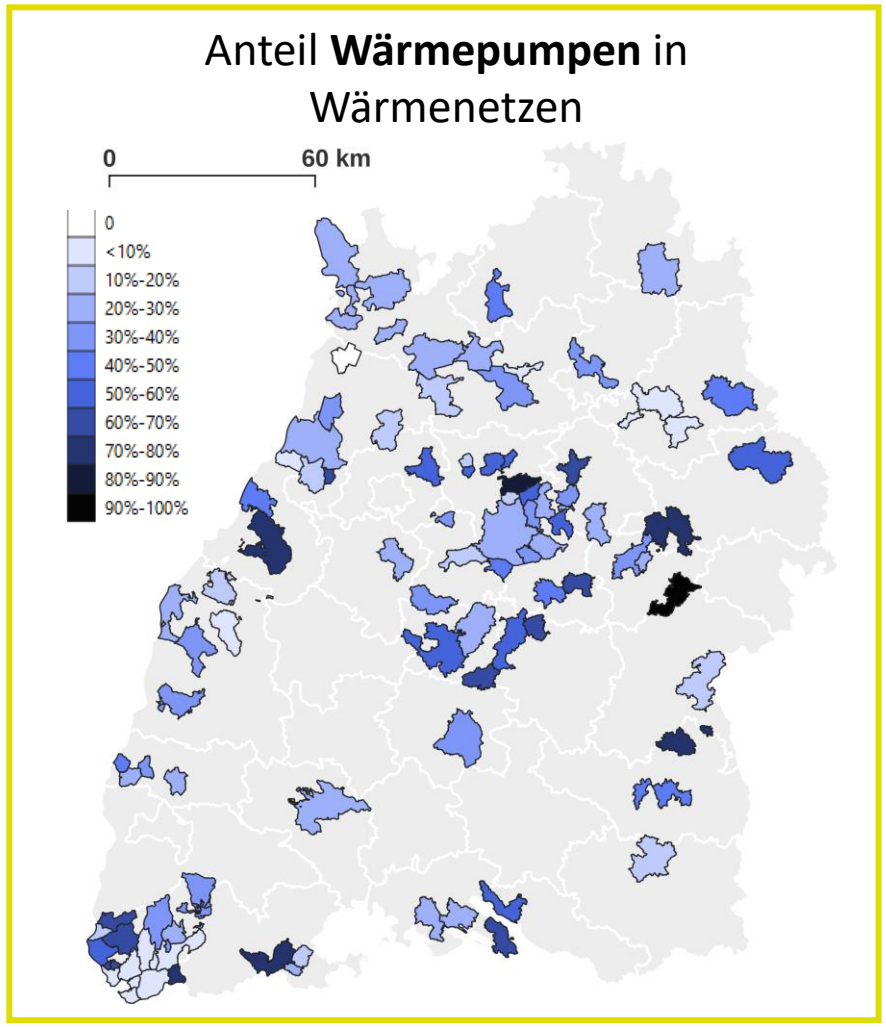
Anteil **Gewässer/ Abwasser WP dez.**



- Anteile bis 10 %, im Mittel 0,3 %.
- Einsatz von dez. Gewässer-/ Abwasser- Wärme-pumpen wird in 13 von 126 Kommunen geplant.

Wärmebereitstellung: Wärmepumpen in Wärmenetzen 2040

In Wärmenetzen sind Wärmepumpen fast immer ein Bestandteil des Erzeugerkonzepts.
Die dominierenden Wärmequellen sind Luft und Gewässer. Diese decken jeweils ein Drittel der Wärmenetzeinspeisung aus Wärmepumpen.

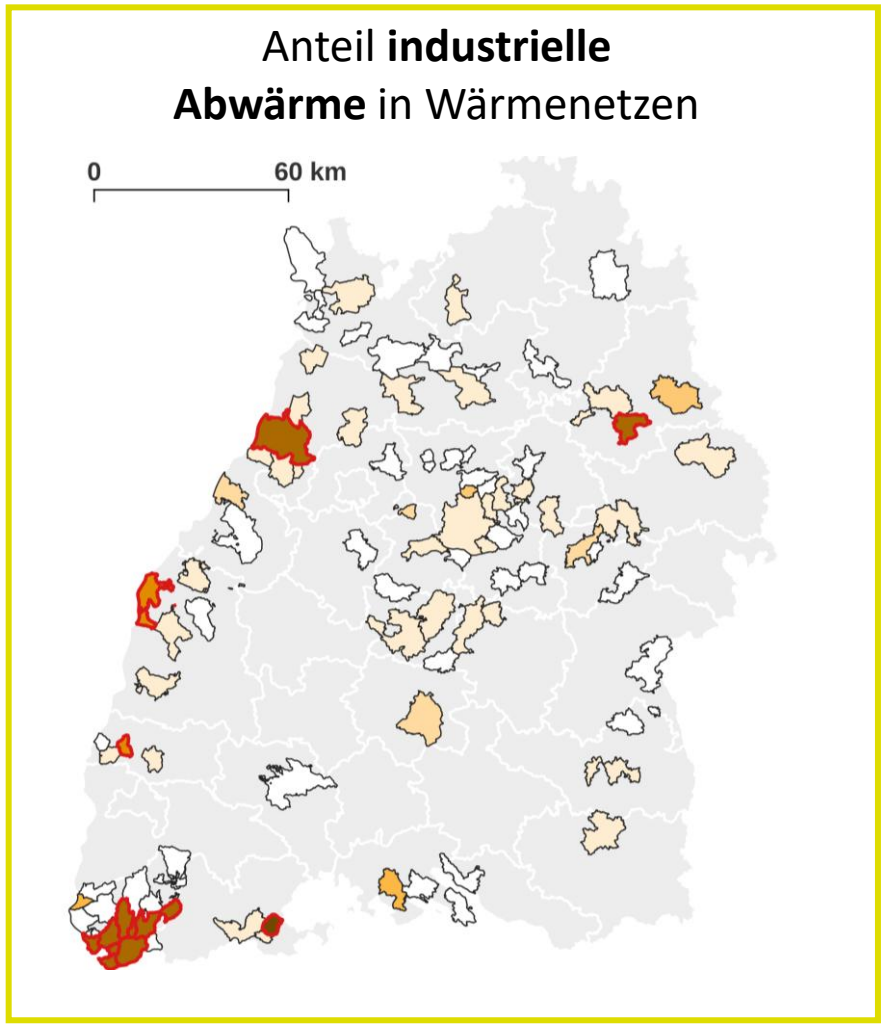


- In 100 von 126 untersuchten kommunalen Wärmeplänen werden Wärmepumpen in Wärmenetzen eingesetzt.
- Die Bandbreite des Anteils an der Wärmebereitstellung in Wärmenetzen ist groß: zwischen 0 % und 100 % und im Mittel 35 %.* Auf Grund der großen Bandbreite gibt es keine statistischen Ausreißer.
- Beispiel:
  - Stadt X: 100 % WP in WN. Hoher Anteil Wärmenetze in 2040 geplant. Potenziale Abwasser Kläranlage (19 GWh/a) und Gewässer (10 GWh/a) werden vollständig genutzt, zusätzlich 116 GWh/a Luft-Wärmepumpen. Für Luft-Wärmepumpen wurden sehr hohe Potenziale quantifiziert.

* Im Mittel bezogen auf alle Kommunen mit Wärmenetzen 2040.

Wärmebereitstellung: Industrielle Abwärme in Wärmenetzen 2040

In rund der Hälfte der untersuchten Wärmepläne wird industrielle Abwärme in Wärmenetzen genutzt.



- Anstieg von 550 GWh/a Status Quo auf knapp 2.000 GWh/a 2040.
- Zunehmende Erschließung auch von Niedertemperatur-Abwärmequellen.
- Beispiele für hohe Abwärmeanteile:
  - Nutzung Abwärme aus wenigen großen Industriebetrieben in mehreren Kommunen (Landgemeinden/Kleinstadt/Mittelstadt) rund um Lörrach über zu errichtenden regionalen Abwärmeverbund. Von der genutzten Abwärme werden 25% dem Hochtemperatur- und 75% dem Niedertemperaturbereich zugeordnet.
  - Großstadt X: Ausweitung bestehender HT-Abwärmenutzung von 535 GWh/a auf 835 GWh/a.
  - Landgemeinde Y: Nutzung 9 GWh/a NT-Abwärmepotenzial in Nahwärmenetz.
- Potenziale wurden in den ausgewerteten Stichproben über Umfragen quantifiziert.

(NT = Niedertemperatur inkl. Wärmepumpenstrom, HT = Hochtemperatur, Direktnutzung)

Gesamtblick

- KWP ermöglicht erstmals einen **gesamthaften und übergeordneten Blick** auf die Wärmeversorgung, die bislang Objekt von Individualinteressen war.
- Es hat sich bewährt, die Wärmeplanung in die **kommunale Verantwortung** zu geben. Das erhöht die Akzeptanz vor Ort deutlich.
- KWP schafft **Strukturen** in der Kommune **zur Informationsgewinnung und strategischen Diskussion** und zur **Beteiligung** der Bürgerschaft und aller Akteure.
- Die Kommunen in Baden-Württemberg haben einen **Vorsprung** in der Planungssicherheit und der Fördermittel-Antragstellung.
- **Kapazitätsengpässe** und andere **Verzögerungen** und **Hemmnisse** in der Umsetzungsphase sollten in der Planung ehrlich berücksichtigt werden.
- **Umsetzung der Wärmewende nach wie vor große Herausforderung**, die erhebliche, akteursübergreifende **Kraftanstrengungen und Ressourcen auf allen Ebenen** (Bund, Land sowie Kommunen) erfordert.
- **Erwartungsmanagement**: Wärmeplanung bereitet Anlagen-, Trassenplanung, Stromnetzplanung etc. vor und kann sie nicht ersetzen: „Boden bereiten“
- Letztlich lebt die KWP von engagierten **Kümmerern** vor Ort, die die Umsetzung vorantreiben und **Wärmewende machen – unterstützt von Beratung und Begleitung.**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt:

Sebastian.Bloemer@ifeu.de

Dominik.Hering@ifeu.de

Martin.Pehnt@ifeu.de

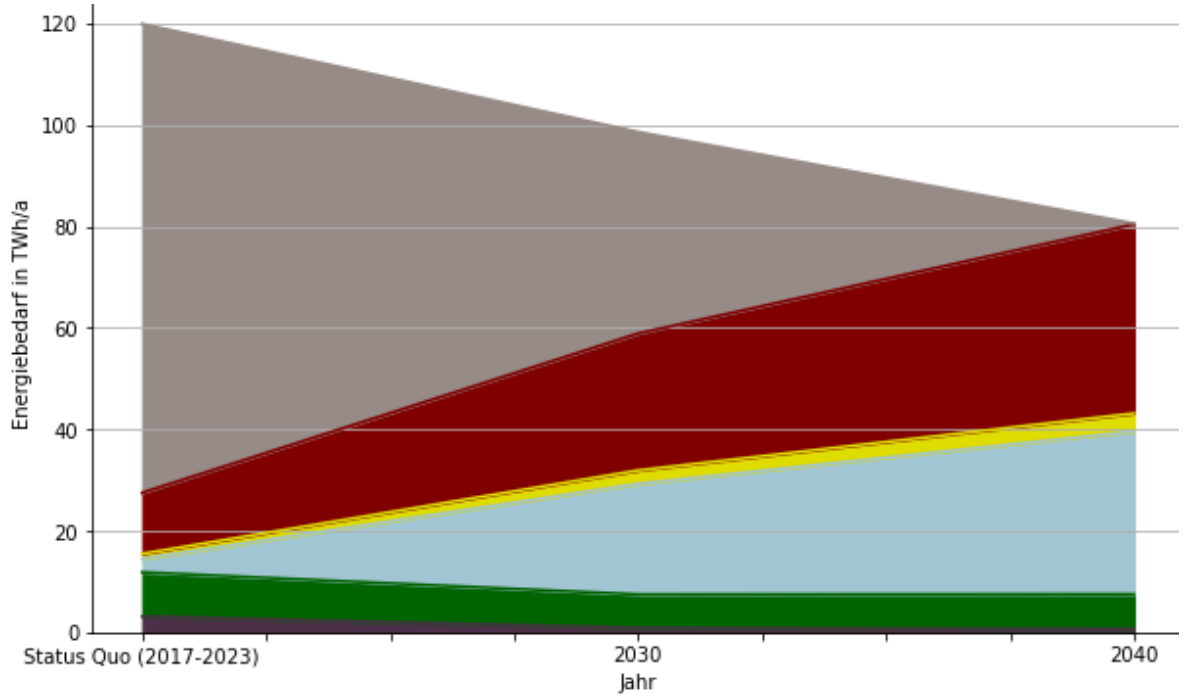
Yanik.Acker@ifeu.de

Foliensatz zum Download unter
www.ifeu.de/projekt/waermegipfel-baden-wuerttemberg-wissenschaftliche-begleitung

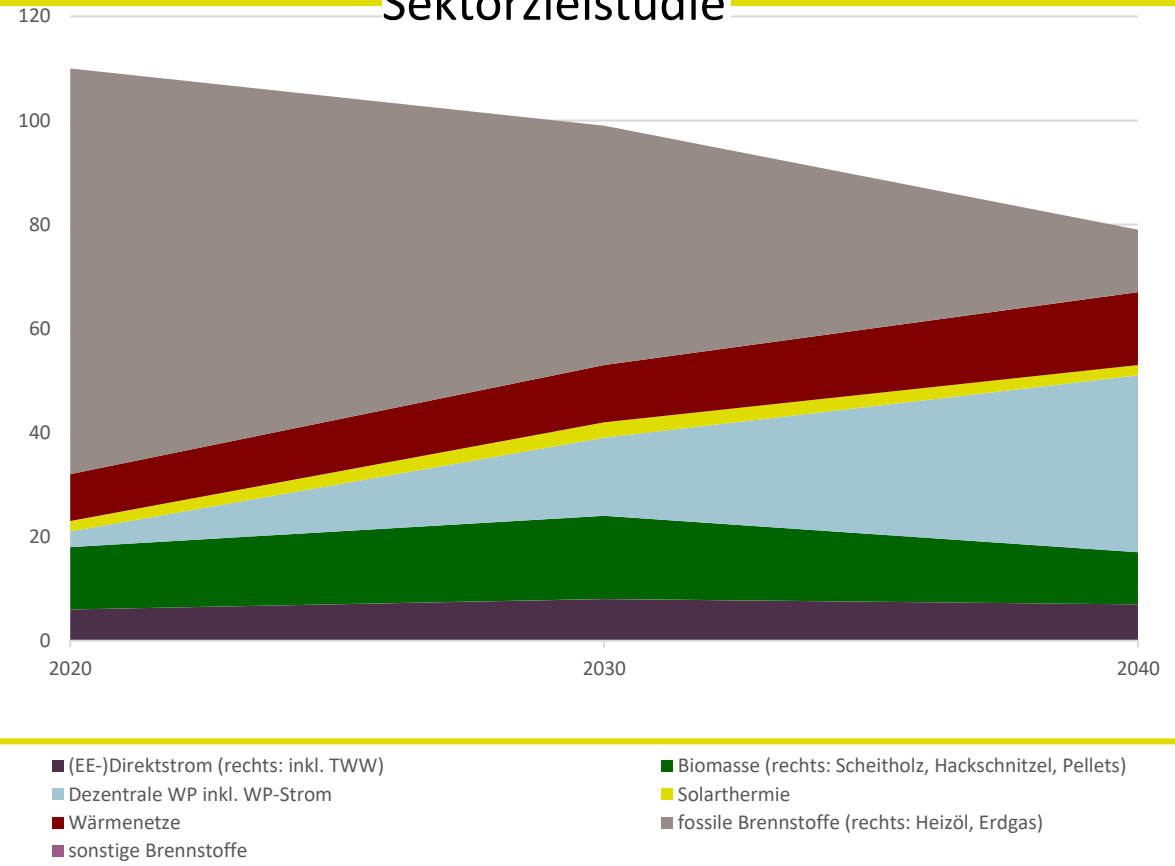
Beispiel: Vergleich mit Studie „Sektorziele 2030“

Der Anteil der Wärmenetze liegt in den extrapolierten Ergebnissen der Wärmeplanung deutlich höher als in der Sektorzielstudie.

Extrapolierte Wärmeplanung



Sektorzielstudie



Wärmebereitstellung extrapoliert für Sektoren Haushalte, kommunale Liegenschaften, Gewerbe und Sonstiges (links, inkl. Prozesswärme) vs. Endenergieverbrauch Raumwärme und WW für Haushalte und GHD, ohne Industriegebäude (rechts).