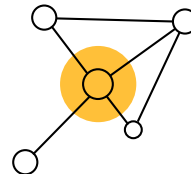
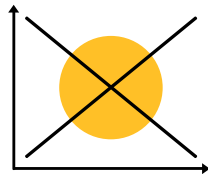
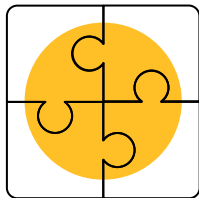
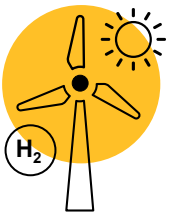


EWI Insights am 20.06.2023

Auswirkungen des Gebäudeenergiegesetzes auf Wohngebäude

Mögliche Entwicklungen und kritische Erfolgsfaktoren bei der Umsetzung

Philipp Theile und Nicole Niesler



Mögliche Technologieentwicklungen und Auswirkungen bis 2030

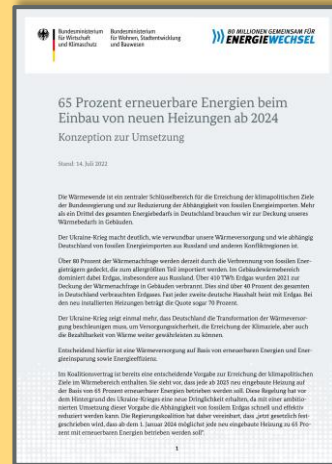
Die geplante Novelle des Gebäudeenergiegesetzes (GEG)

November 2021



Koalitionsvertrag

Juli 2022



Konzeptpapier

April 2023



Referentenentwurf



Regierungsentwurf

Juni 2023



Diskussion im Bundestag



Regierungsentwurf vom 19.04.2023

- Anforderung: 65% Erneuerbare beim Betrieb neuer Heizungen
- Inkrafttreten zum **01.01.2024**
- Erfüllungsoptionen
 - Unmittelbar: Wärmepumpe, Stromdirektheizungen, Solarthermie, feste Biomasse
 - Mittelbar: Wärmenetzanschluss, Heizungsanlagen auf Basis von Biogas, grünem oder blauem Wasserstoff
- Voraussetzung H₂-ready Gasheizungen: **Garantie des Netzbetreibers** für die Versorgung mit grünem Wasserstoff bis spätestens 2035 sowie ein Netztransformationsplan
- Voraussetzung Wärmenetzanschluss: **Garantie des Netzbetreibers** für Anschluss an ein mit erneuerbarer Wärme gespeistes Wärmenetz bis 2035
- Konventionelle Heizkessel und Ölheizungen dürfen maximal **30 Jahre** betrieben werden.



Koalitionsleitplanken vom 13.06.2023

- Anforderung: 65% Erneuerbare beim Betrieb neuer Heizungen
- Inkrafttreten zum 01.01.2024. **Solange jedoch keine kommunale Wärmeplanung (bis max. 2028) vorliegt, gelten die Regelungen des GEG für Bestandsgebäude nicht.**
- Erfüllungsoptionen
 - Unmittelbar: Wärmepumpe, Stromdirektheizungen, Solarthermie, feste Biomasse
 - Mittelbar: Wärmenetzanschluss, Heizungsanlagen auf Basis von Biogas, grünem oder blauem Wasserstoff
- Voraussetzung H₂-ready Gasheizungen: **Kommunale Wärmeplanung sieht ein CO₂-neutrales Gasnetz vor, konkrete Netztransformationspläne nicht erforderlich.**
- Wärmenetzanschluss: **Zukünftige Anforderungen unklar**
- **Wegfall ordnungsrechtlicher Vorgaben**

Drei Szenarien mit möglichen Technologieentwicklungen bis 2030

WP | WN | H₂

- Primär Verdichten bestehender Wärmenetze
- Garantien für die Versorgung von Gasheizungen mit Wasserstoff in größerem Umfang
- Wärmepumpen in allen übrigen Fällen

WP | WN⁺

- Verdichten bestehender Wärmenetze und Bau neuer Netze in größerem Umfang
- Garantien für die Versorgung von Gasheizungen mit Wasserstoff ab 2035 nur in Ausnahmefällen (z.B. Denkmalschutz)
- Wärmepumpen in allen übrigen Fällen

WP⁺ | WN

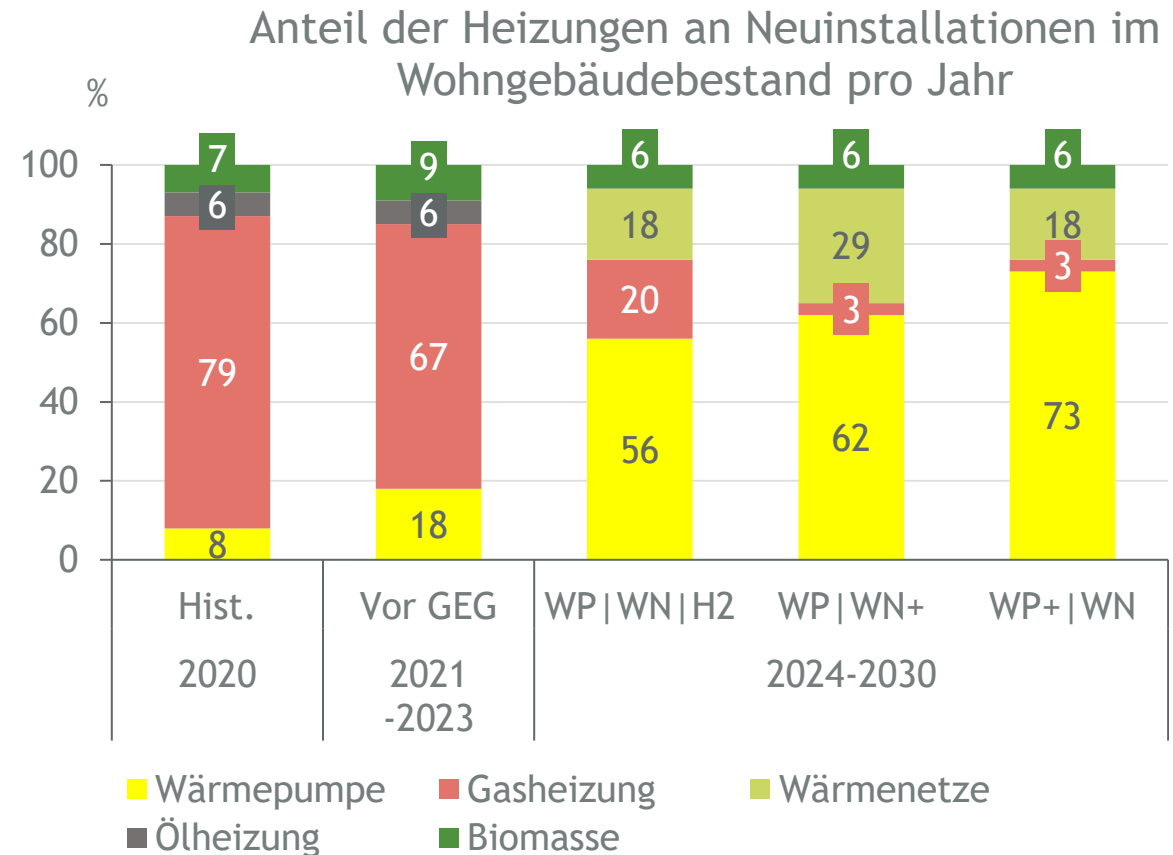
- Primär Verdichten bestehender Wärmenetze
- Garantien für die Versorgung von Gasheizungen mit Wasserstoff ab 2035 nur in Ausnahmefällen (z.B. Denkmalschutz)
- Wärmepumpen in allen übrigen Fällen

Neuinstallationen im Wohngebäudebestand

- WP|WN|H₂: Netzbetreiber übernehmen Versorgungsgarantien für neue Gasheizungen. Gasheizungen machen 20% der Neuinstallationen in Bestandsgebäuden aus.
- WP|WN+: Versorgungsgarantien nur in Ausnahmefällen und der Absatz von Gasheizungen sinkt auf 3%. Es werden über die Bestandsverdichtung hinaus vermehrt neue Wärmenetze aufgebaut. Wärmenetzanschlüsse machen 29% der Neuinstallationen in Bestandsgebäuden aus.
- WP+|WN: Versorgungsgarantien nur in Ausnahmefällen und es werden primär bestehende Wärmenetze verdichtet. Wärmepumpe als zentrale Erfüllungsoption mit einem Anteil von 73% an den Neuinstallationen.



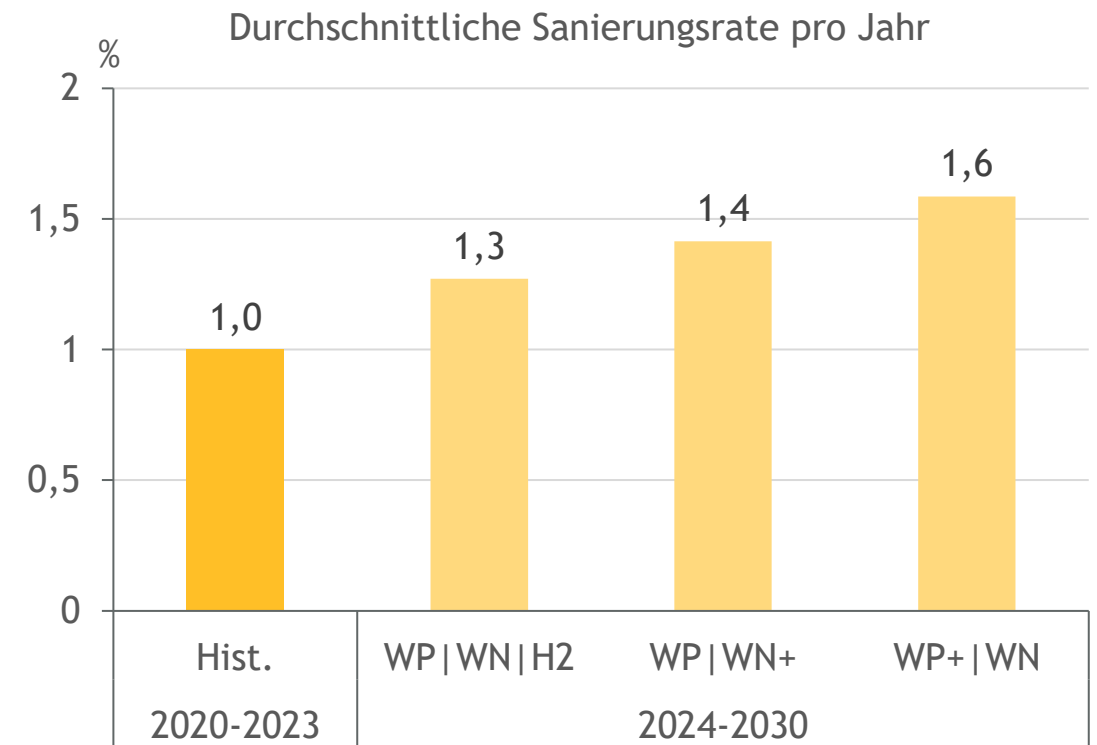
Regelungen des GEG gelten spätestens ab 2029.
Größerer Anteil von Gasheizungen bis 2028.



Quelle: Historisch und vor GEG nach eigener Rechnung basierend auf BDH (2023a), BDH(2023b), destatis (2023) und dena (2023).

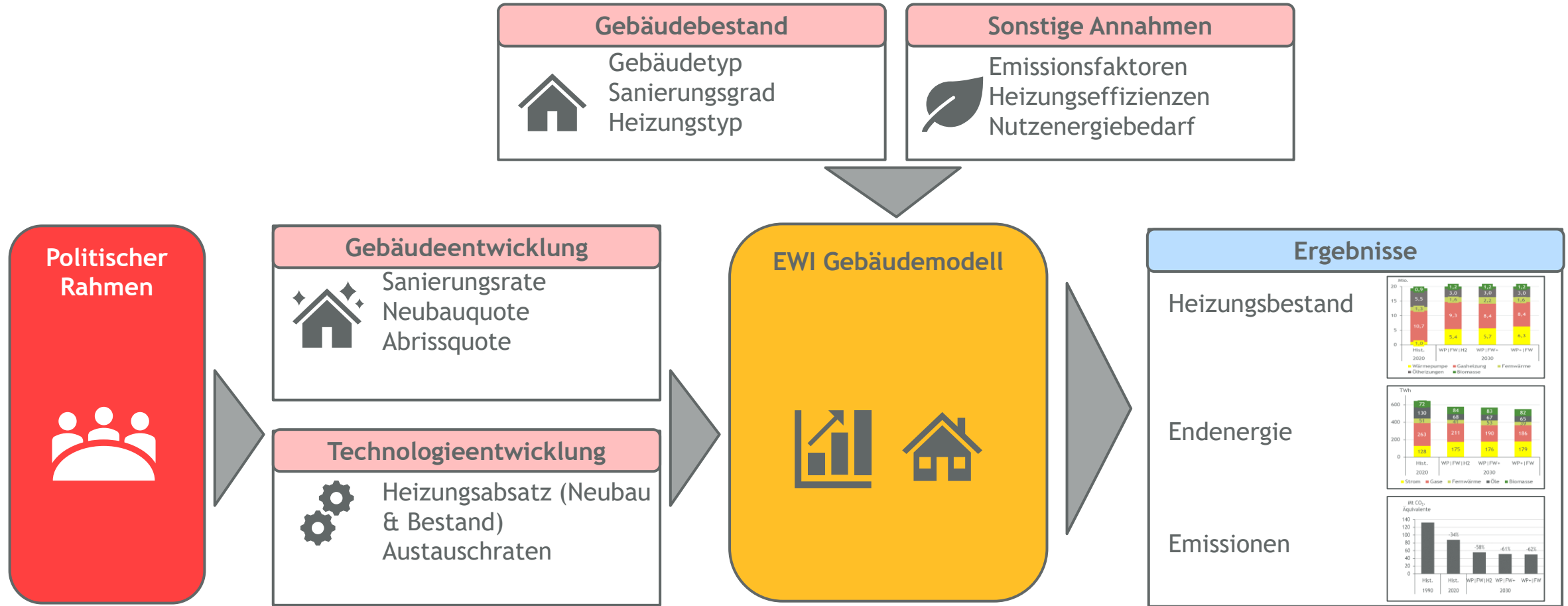
Sanierungsrate der Gebäudehülle im Wohngebäudebestand

- Positiver Zusammenhang zwischen dem Anteil von Wärmepumpen an den Neuinstallationen und der Sanierungsrate unterstellt.
- In allen Szenarien verbleibt die Sanierungsrate bis einschließlich 2023 bei 1%. Danach kommt es zu einem moderaten Anstieg bis 2025 sowie einem stärkeren Anstieg zwischen 2025 und 2030.
- Zum Vergleich: In den verbreiteten Klimaneutralitätsstudien beträgt die Sanierungsrate zwischen 1,4% und 1,6% in den Jahren bis 2030 (Prognos, 2022).



Quelle: Historischer Vergleichswert nach Prognos (2022).

Simulation der Wohngebäudeentwicklung

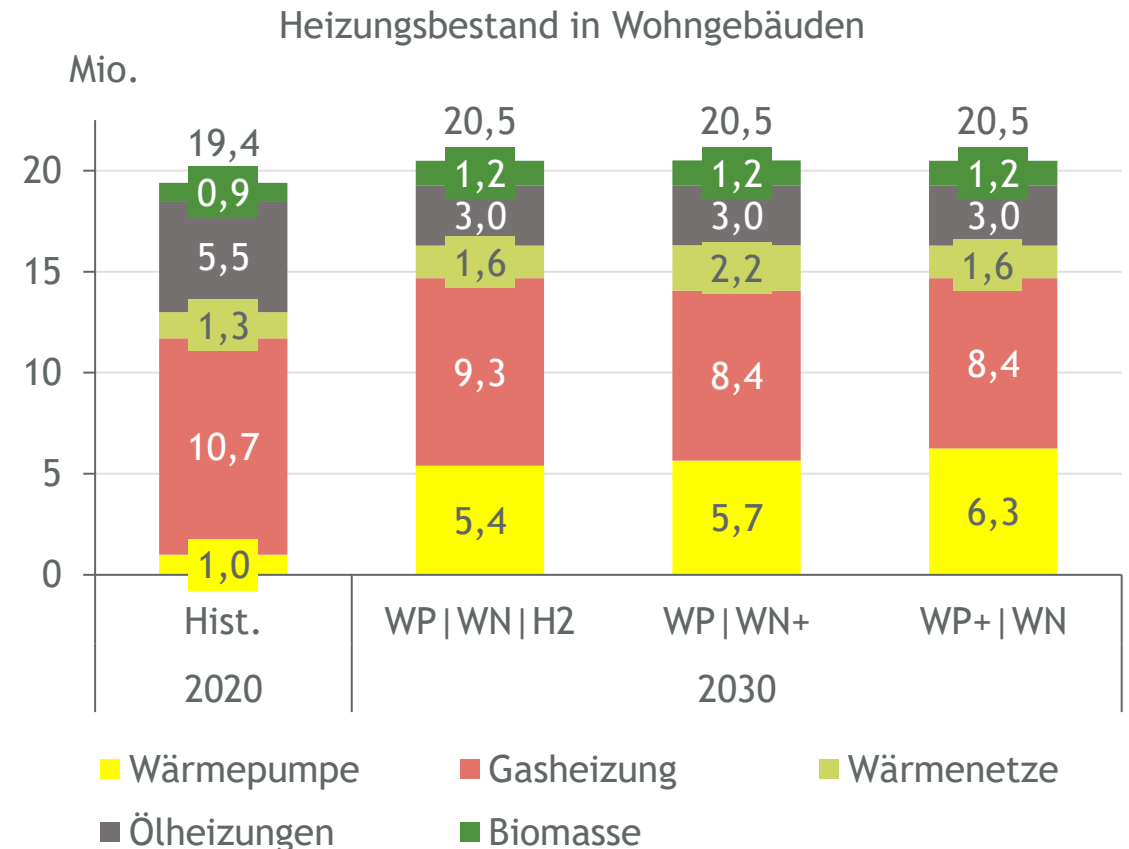


Entwicklung des Heizungsbestands in Wohngebäuden

- WP | WN | H₂: 9,3 Mio. Gasheizungen (+0,9 Mio. im Vergleich zu den Szenarien mit Versorgungsgarantien nur in Ausnahmefällen)
- In WP | WN+: 2,2 Mio. Wärmenetzanschlüsse (+0,6 Mio. Anschlüsse im Vergleich zu den Szenarien mit primärer Bestandsverdichtung)
- WP+ | WN: 6,3 Mio. Wärmepumpen (Zum Vergleich: In den verbreiteten Klimaneutralitätsstudien 4 bis 6 Mio. Wärmepumpen)



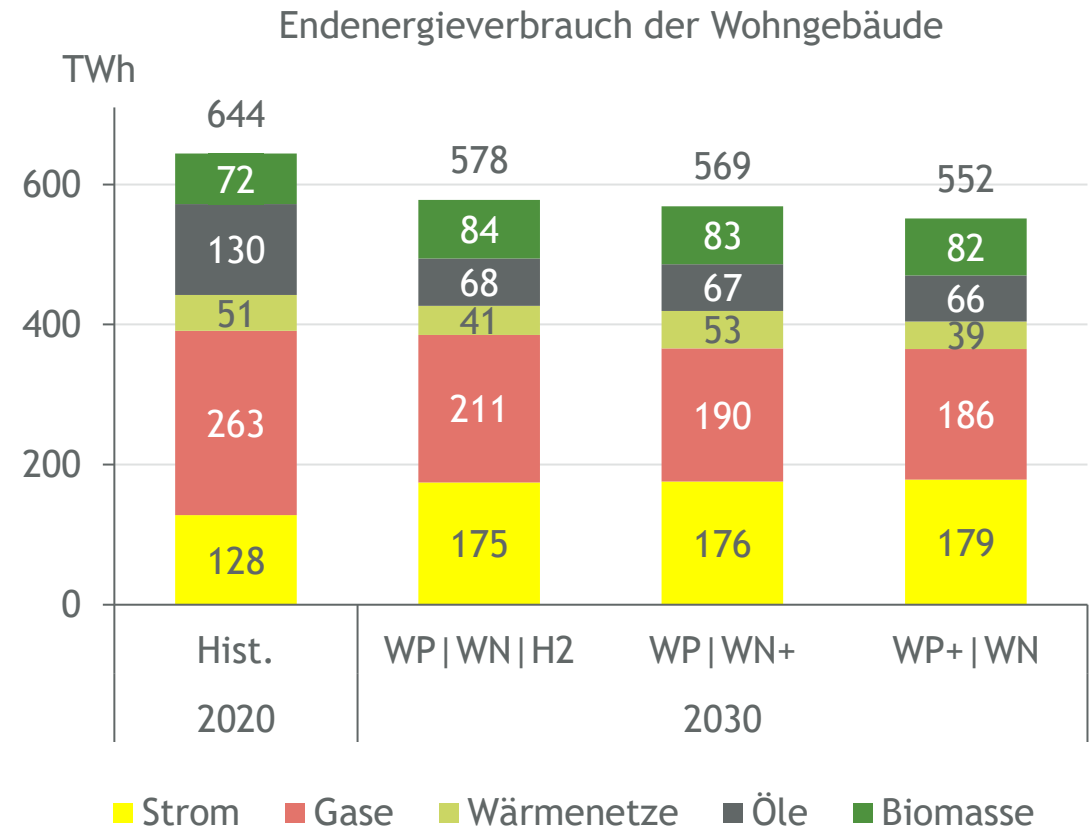
Wegfall der maximalen Lebensdauer für Heizungen reduziert Austauschrate. Mehr Gasheizungen im Jahr 2030 durch niedrigere Austauschrate und späteren Start.



Quelle: Historischer Vergleichswert nach dena (2021).

Die Endenergieverbräuche im Wohngebäudesektor

- WP | WN | H2: Gase machen 37% des Endenergieverbrauchs aus, während der Anteil in den übrigen Szenarien auf 34% sinkt.
- WP | WN⁺: 10 TWh höherer Verbrauch in Wärmenetzen im Vergleich zu den Szenarien mit primärer Bestandsverdichtung.
- WP⁺ | WN: Höchster Anstieg des Stromverbrauchs von 128 TWh in 2020 auf 179 TWh in 2030.



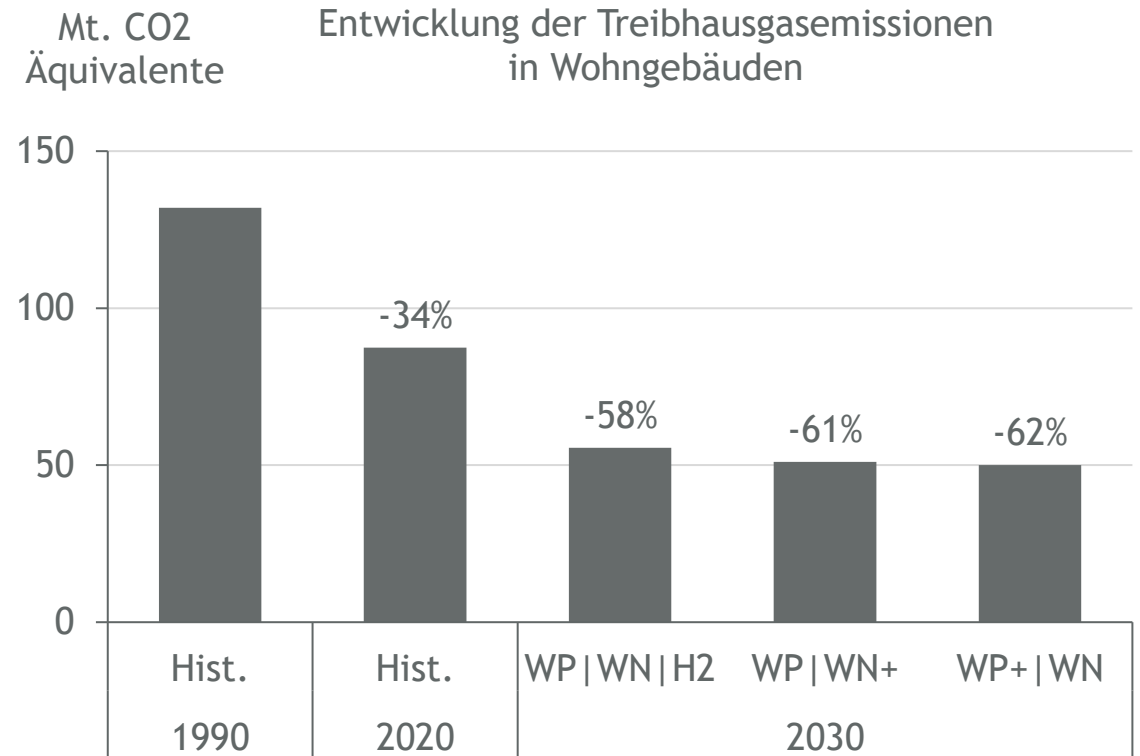
Quelle: Historisch basierend auf AGEBA (2023)

Entwicklung der Emissionen von Wohngebäuden

- Stromerzeugung, Wärmenetze und Biomasse werden gemäß Klimaschutzgesetz (KSG) als emissionsfrei gewertet. Für das Gasmisch in 2030 wird ein Faktor von 0,18 tCO₂/MWh und für Heizöl von 0,27 tCO₂/MWh angenommen.
- Die Emissionen sinken in allen Szenarien im Wohngebäudebereich. Gemäß KSG ist eine Minderung von -65% bis 2030 erforderlich (inkl. Nicht-Wohngebäude und GHD).



Bei einem höheren Gasverbrauch in den Szenarien wird das Klimaziel im Gebäudesektor voraussichtlich verfehlt



Quelle: Historische Zahlen nach UBA (2023)

Kritische Erfolgsfaktoren bei der Umsetzung der Wärmewende

Identifikation kritischer Erfolgsfaktoren

- Ziel der Analyse ist eine kritische Auseinandersetzung mit den Ergebnissen und angenommenen Entwicklungen in den Szenarien
- Priorisierung und Ranking 21 kritischer Erfolgsfaktoren auf Basis einer Umfrage im Kreis der *Förderinitiative Wärmewende der Gesellschaft zur Förderung des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität zu Köln e.V.*
- Nutzung einer siebenstufigen Likert-Skala von 1 (Stimme gar nicht zu) bis 7 (Stimme stark zu)
- Auswahl der vier „kritischsten“ Erfolgsfaktoren anhand der jeweiligen Durchschnittswerte



Verfügbarkeit von Handwerkskapazitäten (Ø6,9)



Mangelnde Liquidität privater Haushalte (Ø6,9)



Zeitraumen kommunaler Wärmeplanung (Ø6,1)



Sektorale Konkurrenz um grünen Wasserstoff (Ø6,3)

Verfügbarkeit von Handwerkskapazitäten



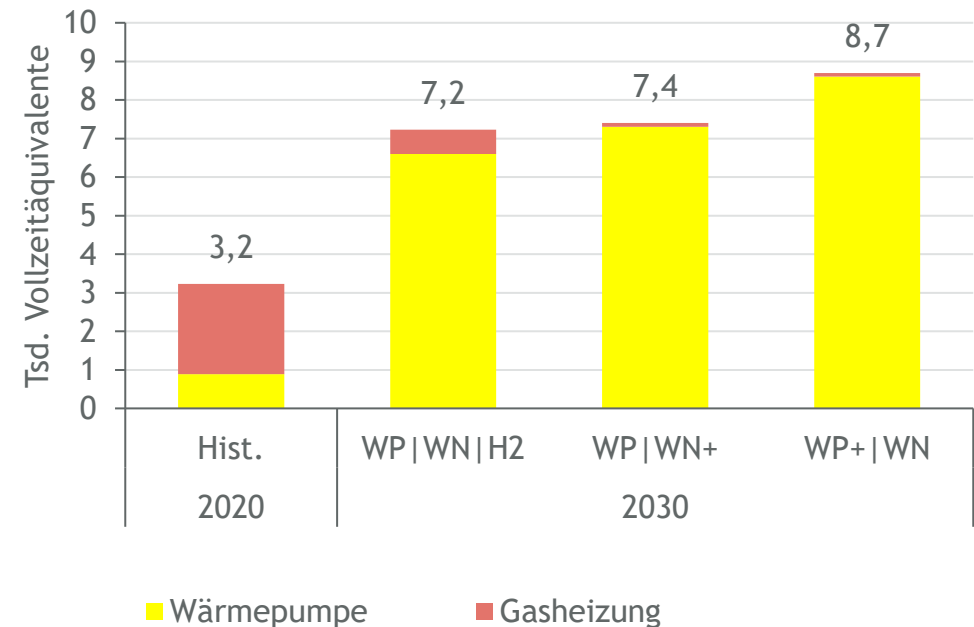
Ausgangslage

- Steigender Anteil von Wärmepumpen an den Neuinstallationen und Anstieg der Sanierungstätigkeit
- Installation einer Wärmepumpe erfordert 3-fache Arbeitszeit im Vergleich zu einem üblichen Gaskessel (Prognos, 2022)

Analyse

- Anstieg an benötigten Handwerkskapazitäten u.a. durch Anstieg an Installationen von Wärmepumpen, Anstieg an Sanierungstätigkeit, Zentralisierung von Heizsystemen, ...
- Fachkräftemangel als limitierender Faktor auch bei der Gebäudesanierung, dem Tiefbau, der Energieberatung oder Sachbearbeitung sowie in der Verwaltung

Benötigte Vollzeitäquivalente für die Installationen der Heizungen



Quelle: Eigene Rechnung basierend auf Prognos (2022)



Implikationen

- Angebot an Handwerker:innen stagniert bis 2030, während der Bedarf steigt
- Wartezeiten gefährden eine schnelle Transformation des Wärmesektors und entsprechende Kosten für Heizungstausch und Gebäudesanierungen könnten steigen
- Standardisierungen bei Wärmepumpen und Installationsprozessen bieten Potenzial für Lerneffekte und Senkung der Installationszeit (-40%) bis 2030 (Prognos, 2022)
- Mangel an Installateur:innen können durch Programme wie z.B. das "Aufbauprogramm Wärmepumpe" (BAW) adressiert werden (BMWK, 2022)



- Aussetzung der GEG-Regelungen bis zur Finalisierung der kommunalen Wärmepläne entspannt bzw. vertagt die Dringlichkeit des Fachkräftemangels
- Möglichkeit zur Ausbildung und Umschulung einer größeren Anzahl von Installateur:innen

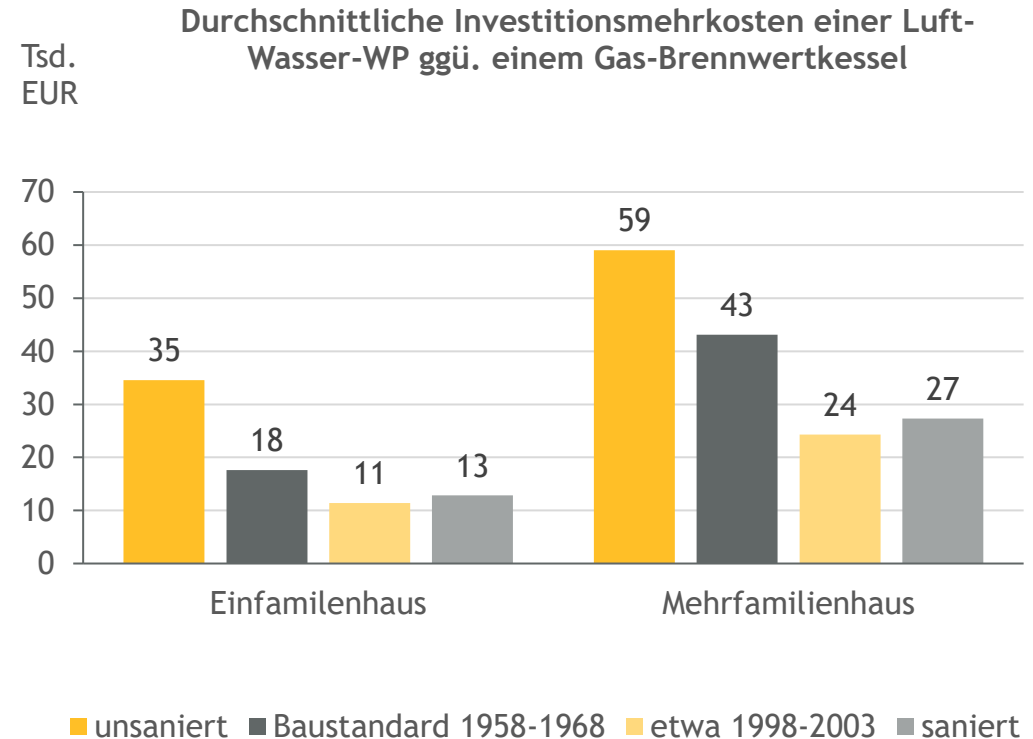


Ausgangslage

- Installationen von Heizungsanlagen sowie Sanierungen sind kostenintensiv und können Haushalte vor finanzielle Herausforderungen stellen
- Investitionen in eine Wärmepumpe liegen höher als die Kosten für einen Gasbrennwertkessel

Analyse

- Zusätzliche Sanierungen können die Energieeffizienz der Wärmepumpe erhöhen und somit Installations- und Betriebskosten senken. Sanierungen selbst sind jedoch kostenintensiv
- Inwiefern sich diese Mehrkosten über die Lebensdauer rentieren hängt von verschiedenen Faktoren und wird maßgeblich von den Energiepreisen beeinflusst



Quelle: Eigene Abbildung nach GesEntw GEG.



Implikationen

- Modernisierungskosten werden oft über die Lebensdauer der Technologien bewertet. Die Investition selbst ist also mit einem Risiko für die Eigentümer verbunden, da unklar ist wann bzw. ob die Investition sich rentiert.
- Politische Rahmenbedingungen und staatliche Subventionen beeinflussen neben den Energiepreisen dieses Investitionsrisiko maßgeblich
- Modernisierungskosten können auf die Miete umgelegt werden, was zu einer Mietsteigerung führen kann. §71o GesEntw GEG schränkt wiederum die Umlage dieser Kosten ein
- Notwendigkeit von flankierenden Instrumenten:
 - **Staatliche Sicherheiten und Subventionen auf die Anschaffungskosten** (z.B. über KfW-Kredite, steuerliche Abschreibungen oder die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)).
 - **Sozial gestaffelte Subventionen und gezielte Mietunterstützungen für einkommensschwache Haushalte** (Dröge et al., 2023; Leitplanken der Ampel-Fraktion zur weiteren Beratung des GEG, 2023)
 - Contracting- oder Leasing-Modelle, welche Modernisierungen ohne direkte Investition ermöglichen



Ausgangslage

- Abhängigkeiten zwischen dem zukünftigen Wärmenetzausbau und den Planungs- und Umsetzungshorizonten der kommunalen Wärmeplanung
- Die kommunale Wärmeplanung hat das Ziel, lokale Wärmestrategien und Transformationspfade basierend auf Bestands- und Potenzialanalysen zu entwickeln
- Ausgestaltung der kommunalen Wärmeplanung ist noch offen, da das Gesetz zur Wärmeplanung und Dekarbonisierung der Wärmenetze bislang nur als Referentenentwurf vorliegt
- Zeithorizonte für die Fertigstellung der Wärmepläne sind Ende 2026 (>100.000 Einwohner) bzw. Ende 2028 (>10.000 Einwohner)

Übersicht über Planungsprozesse in der kommunalen Wärmewende



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis des Handlungsleitfadens der kommunalen Wärmeplanung des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2021).



Analyse

- Die kommunale Wärmeplanung definiert die Rahmenbedingungen für den Bau neuer Wärmenetze und Bestandsverdichtungen
- Die Anzahl an neuen Wärmenetzanschlüssen pro Jahr variiert je nach Fokussierung auf Bestandsverdichtung oder Wärmenetzausbau
- Oberflächliche Verzahnung der GEG-Novelle und der kommunalen Wärmeplanung

Implikationen

- Ungleichbehandlung von Bestandswärmenetzen und neuen Wärmenetzen erhöht das Investitionsrisiko in neue Wärmenetze
- Frühzeitige Ausweisung von potenziellen Wärmenetzgebieten, um Pfadabhängigkeiten vorzubeugen und Wärmedichten zu erhalten
- Zielkonflikt zwischen hoher Transformationsgeschwindigkeit und langfristiger Effizienz

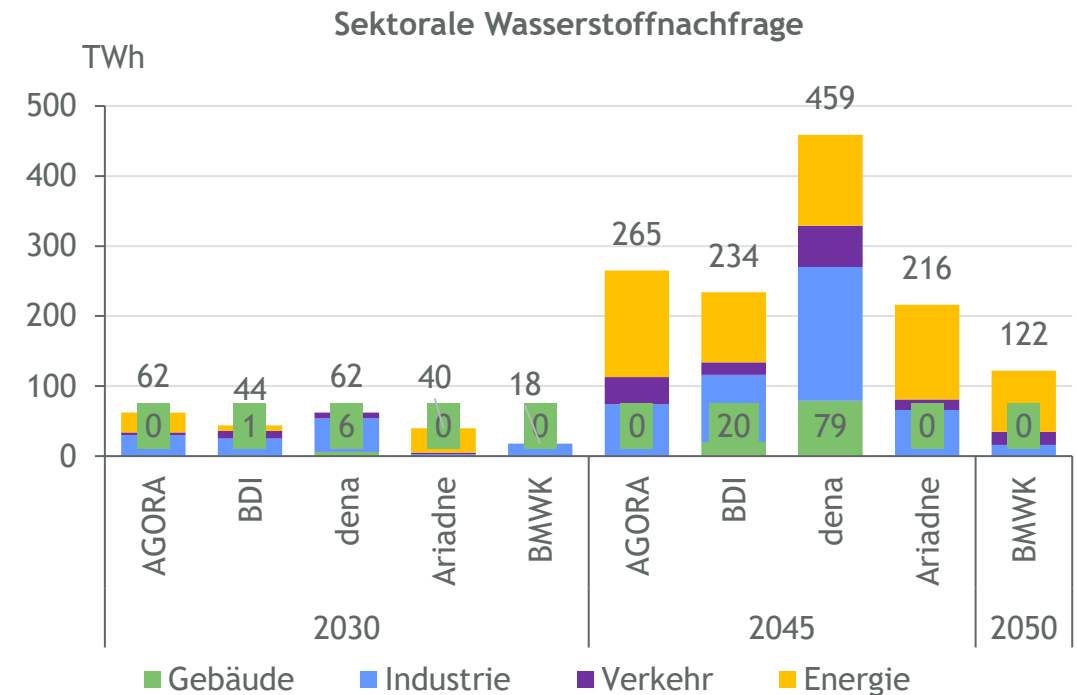


- Keine GEG-Regelungen im Bestand bis zur Vorlage einer kommunalen Wärmeplanung (spätestens 2028)
- Umfang des Wärmenetzausbaus und Übernahme von Versorgungsgarantien unklar für Eigentümer:innen
- Pauschale Anpassungen der Garantiefristen vom GEG-Entwurf gefährden das sektorale Klimaziel im Jahr 2030



Ausgangslage

- Die Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff zur Dekarbonisierung der Endenergiesektoren sind vielfältig
- Wasserstoff ist unverzichtbar für die Dekarbonisierung von Industrie, Verkehr und Energiewirtschaft
- Der Gebäudesektor liegt in der Bedarfshierarchie hinter den anderen Sektoren
- Unsicherheit über das Gleichgewicht zwischen Anwendungen, Erzeugung und Import von Wasserstoff
- Verfügbarkeit und Preis von Wasserstoff im Gebäudesektor offen



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Prognos (2022)



Analyse

- Die Klimaneutralitätsszenarien gehen von begrenzter Wasserstoffnutzung im Gebäudesektor aus
- Ausgewählte Versorgungsgebiete könnten aufgrund geeigneter Charakteristika für die Wasserstoffversorgung geeignet sein (z.B. Wärmedichte, Industriestruktur)

Implikationen

- Versorgungsgarantien, die mit rechtlichen Ansprüchen verbunden sind, im vorgegebenen Zeitrahmen des GEG-Entwurfs, begünstigen Elektrifizierungslösungen und Wärmenetze
- Zeitlicher Konflikt zwischen Wasserstoffverfügbarkeit, Heizungsbestandsänderungen und Versorgungsgarantien



- Einbau von H₂-Ready Technologien uneingeschränkt möglich vor der Erstellung der kommunalen Wärmepläne
- Sofern die kommunale Wärmeplanung ein CO₂-neutrales Gasnetz vorsieht können Gas-Hybrid-Technologien oder H₂-Ready Heizungen darüber hinaus weiter eingebaut werden
- Informationsasymmetrien im Rahmen des Beratungsangebotes erhöhen die Gefahr von „stranded assets“

Quellenverzeichnis

Quellenverzeichnis

AGEB - Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2020)	Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland.
Agora Energiewende (2022)	12 Thesen zu Wasserstoff, https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_11_H2_Insights/A-EW_258_12_Thesen_zu_Wasserstoff_WEB.pdf , letztes Aufrufdatum: 30.05.2023.
Agora Energiewende (2023)	Ein neuer Ordnungsrahmen für Erdgasverteilnetze. Analysen und Handlungsoptionen für eine bezahlbare und klimazielfunktionale Transformation.
Ariadne (2022)	Vergleich der „Big 5“ Klimaneutralitätsszenarien. https://ariadneprojekt.de/media/2022/03/2022-03-16-Big5-Szenarienvergleich_final.pdf , letztes Aufrufdatum: 30.05.2023.
Ariadne (2023)	Analyse: Transformation und Rolle der Wärmenetze. https://ariadneprojekt.de/publikation/analyse-transformation-und-rolle-der-waermenetze/ , letztes Aufrufdatum: 30.05.2023.
BAFA - Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2023)	Informationsblatt CO2-Faktoren.
Baldino, C., O'Malley, J., Searle, S., & Christensen, A. (2021)	Hydrogen for heating? Decarbonization options for households in the European Union in 2050. ICCT. https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/Hydrogen-heating-eu-feb2021.pdf , letztes Aufrufdatum: 30.05.2023.
BCG - Boston Consulting Group (2021)	Klimapfade 2.0. Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft.
bdew (2023)	Kommunale Wärmeplanung und Gebäudeenergiegesetz eng verzahnen. 03.04.2023. Kommunale Wärmeplanung und Gebäudeenergiegesetz eng verzahnen BDEW.
BDH - Bundesverband der deutschen Heizungsindustrie (2023a)	Marktentwicklung Wärmeerzeuger Deutschland 2013-2022.
BDH - Bundesverband der deutschen Heizungsindustrie (2023b)	Marktentwicklung bei Wärmeerzeugern im 1. Quartal 2023.
Berneiser et al. (2022)	Maßnahmen und Instrumente für eine ambitionierte, klimafreundliche und sozialverträgliche Wärmewende im Gebäudesektor. Teil 1: Analyse der Herausforderungen und Instrumente im Gebäudesektor.

Quellenverzeichnis

BIBB (2022) - Bundesinstitut für Berufsbildung	QuBe-Datenportal Ergebnisse, https://www.bibb.de/de/qube_datenportal_ergebnisse.php , letztes Aufrufdatum: 30.05.2023.
Blesl, M., Burkhardt, A., Wendel, F. (2023)	Transformation und Rolle der Wärmenetze. Kopernikus-Projekt Ariadne, Potsdam. DOI: 10.48485/pik.2023.004.
Bundesinstitut für Berufsbildung (2023)	QuBE-Datenportal Ergebnisse, Basisprojektion.
Bundesregierung (2021)	Koalitionsvertrag 2021, https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/1990812/1f422c60505b6a88f8f3b3b5b8720bd4/2021-12-10-koav2021-data.pdf?download=1 , letztes Aufrufdatum: 01.06.2023.
Burkhardt, A., Blesl, M. (2023)	Wandel der Fernwärme im Kontext des Kohleausstiegs und der aktuellen Gaskrise. Kopernikus-Projekt Ariadne, Potsdam.
BMWK (2022)	Diskussionspapier des BMWK: Konzept für die Umsetzung einer flächendeckenden kommunalen Wärmeplanung als zentrales Koordinierungsinstrument für lokale, effiziente Wärmenutzung. Stand 28. Juli 2022. Microsoft Word - Diskussionspapier des BMWK Kommunale Wärmeplanung_final.docx.
dena - Deutsche Energie-Agentur GmbH (2021)	dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität, Gutachterberichte.
dena - Deutsche Energie-Agentur GmbH (2023)	DENA-GEBÄUDEREPORT 2023. Zahlen, Daten, Fakten zum Klimaschutz im Gebäudesektor.
Destatis - Statistisches Bundesamt (2018)	Spartenbericht Baukultur, Denkmalschutz und Denkmalpflege.
Destatis - Statistisches Bundesamt (2021a)	Baugenehmigungen/Baufertigstellungen, Lange Reihen z.T. ab 1949
Destatis - Statistisches Bundesamt (2021b)	Bestand an Wohnungen und Wohngebäuden, Bauabgang von Wohnungen und Wohngebäuden, Lange Reihen ab 1969-2021
Destatis - Statistisches Bundesamt (2023)	Statistik der Baufertigstellungen. Baufertigstellungen neuer Gebäude.

Quellenverzeichnis

- Dröge, K., Verlinden, J., Audretsch, A. (2023)
Energate (2023)
Energy Transitions Commission (2021)
EWI (2022)
Gerhardt, N., Bard, J., Schmitz, R., Beil, M., Pfennig, M., Kneiske, T. (2020)
GesEntw GEG (Kabinettfassung)
Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2021)
Heitkoetter, W., Medjroubi, W., Vogt, T., & Agert, C. (2021)
IRENA (International Renewable Energy Agency) (2022)
- Wärmepumpe und Co: WIRKLICH unbezahlbar? 05.05.2023. <https://www.gruene-bundestag.de/themen/bauen-wohnen-stadtentwicklung/die-waermewende-sozial-und-gerecht-voranbringen>, letztes Aufrufdatum: 01.06.2023.
Gesetz zur kommunalen Wärmeplanung soll Ende März kommen. 16.02.2023.
Making the hydrogen economy possible: Accelerating clean hydrogen in an electrified economy. <https://www.energy-transitions.org/publications/making-clean-hydrogen-possible>, letztes Aufrufdatum: 30.05.2023.
Fokusgebiete als Konzept der kommunalen Wärmewende, <https://www.ewi.uni-koeln.de/de/publikationen/fokusgebiete-als-konzept-der-kommunalen-waermewende/>, letztes Aufrufdatum: 30.05.2023.
Wasserstoff im zukünftigen Energiesystem: Fokus Gebäudewärme. Studie zum Einsatz von H₂ im zukünftigen Energiesystem unter besonderer Berücksichtigung der Gebäudewärmeversorgung. https://www.iee.fraunhofer.de/content/dam/iee/energiesystemtechnik/de/Dokumente/Studien-Reports/FraunhoferIEE_Kurzstudie_H2_Gebaeudewaerme_Final_20200529.pdf, letztes Aufrufdatum: 30.05.2023.
Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Gebäudeenergiegesetzes, zur Änderung der Heizkostenverordnung und zur Änderung der Kehr- und Überprüfungsverordnung.
Handlungsleitfaden der kommunalen Wärmeplanung des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-barrierefrei.pdf, letztes Aufrufdatum: 30.05.2023.
Regionalised heat demand and power-to-heat capacities in Germany-An open dataset for assessing renewable energy integration. Applied Energy, 259, 114161.
Geopolitics of the energy transformation. The hydrogen factor. Bonn. <https://www.irena.org/publications/2022/Jan/Geopolitics-of-the-Energy-Transformation-Hydrogen>, letztes Aufrufdatum: 30.05.2023.

IWU - Institut Wohnen und Umwelt (2010)	Datenbasis Gebäudebestand, Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/datenbasis/Endbericht_Datenbasis.pdf
IWU - Institut Wohnen und Umwelt (2018)	Monitoring der KfW-Programme “Energieeffizient Sanieren” und “Energieeffizient Bauen” 2017, im Auftrag der KfW Bankengruppe
IWU - Institut Wohnen und Umwelt (2023)	Gradtagszahlen Deutschland (2023), https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/energiebilanzen/#c205 , letztes Aufrufdatum: 30.05.2023.
Jagnow und Wolff (2020)	Kati Jagnow, Dieter Wolff; Gutachten: Energetische Gebäudesanierung; Energiespareffekte und Kosten-Nutzen-Relationen der energetischen Gebäudesanierung; Braunschweig, 07.11.2020.
Öko-Institut e. V. (2021)	Die Wasserstoffstrategie 2.0 für Deutschland. Öko-Institut e. V. https://www.stiftung-klima.de/app/uploads/2021/05/Oeko-Institut-2021-Die-Wasserstoffstrategie-2.0-fuer-Deutschland.pdf , letztes Aufrufdatum: 30.05.2023.
Öko-Institut und Fraunhofer ISE (2022)	Durchbruch für die Wärmepumpe. Praxisoptionen für eine effiziente Wärmewende im Gebäudebestand. Studie im Auftrag von AGORA Energiewende.
Prognos (2022)	Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz Hintergrundpapier zur Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045.
RefE WPG	Referentenentwurf der Bundesregierung. Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze, Bearbeitungsstand 03.05.2023
TAB (2022)	Energiespareffekte und Kosten-Nutzen-Relationen der energetischen Gebäudesanierung, Endbericht zum TA-Projekt »Energiespareffekte im Gebäudesektor«, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag.
UBA - Umweltbundesamt (2023)	Emissionsübersichten nach Sektoren des Bundesklimaschutzgesetzes.

KONTAKT

Nicole Niesler, Philipp Theile

nicole.niesler@ewi.uni-koeln.de, philipp.theile@ewi.uni-koeln.de

Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI) gGmbH