

# Projektion und Regionalisierung von Wärmebedarfen und Wärmeerzeugung in Deutschland

Zwischenbericht

# Projektion und Regionalisierung von Wärmebedarfen und Wärmeerzeugung in Deutschland

Zwischenbericht



# Impressum

## Herausgeber



Am Blütenanger 71  
80995 München  
+49 (0)89 158121-0  
info@ffe.de  
www.ffe.de

## Zwischenbericht zum Projekt

Projektion und Regionalisierung von Wärmebedarfen  
und Wärmeerzeugung in Deutschland

## Veröffentlicht am

22.06.2026

## Projektleitung

Timo Limmer  
Veronika Engwerth

## Bearbeiter:innen

Stephan Kigle  
Julius Kiso  
Michael Ebner  
Aïcha Platzdasch

## Stellv. wissenschaftlicher Leiter

Dr.-Ing. Serafin von Roon

## Geschäftsleitung

Dr.-Ing. Serafin von Roon  
Dr.-Ing. Christoph Pellingner  
Dr.-Ing. Anna Gruber  
Dr.-Ing. Andrej Guminski

## Projektpartner

50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH,  
TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH

Versionsnummer Vorlage: TL20230613

# Zwischenbericht

Im Rahmen der langfristigen Netzplanung im Netzentwicklungsplan (NEP) wird eine räumlich granular aufgelöste, deutschlandweite Projektion der Wärmenachfrage und -erzeugung über alle Sektoren bis ins Jahr 2045 benötigt. Die Transformation der Wärmenachfrage und -erzeugung wird in dieser Studie durch verschiedene Szenarien abgebildet. Die Szenarien werden mit den FfE-Sektormodellen *PriHM* (Private Haushalte), *TerM* (Gewerbe-Handel-Dienstleistung) und *SMIInd* (Industrie) sowie einem Modell zur Abbildung der Fernwärmebereitstellung berechnet [1, 2, 3, 4]. Das Basis-Szenario orientiert sich gemäß Anforderung der Übertragungsnetzbetreiber am Szenario „O45-Strom“ der „Langfristszenarien“ [5, 6]. Im Folgenden wird auf die Berechnungsmethodik und Inputdaten für die Mantelzahlen und die Regionalisierung eingegangen.

## Mantelzahlen

Ausgangspunkt der Modellierung ist der Status quo der Gebäudewärmenachfrage im Jahr 2024 laut AGEBA-Anwendungsbilanzen [7, 8]. Zur detaillierteren Aufschlüsselung der erneuerbaren Energieträger wird zusätzlich auf die „Satellitenbilanz erneuerbare Energien 2024“ [9] zurückgegriffen. Um neben den Heiztechnologien Ölkessel, Kohleöfen, Gasheizkessel, Biomassekessel, Fernwärme und Wasserstoffheizkessel auch zwischen Wärmepumpen, Stromdirektheizungen und Nachtspeicherheizungen differenzieren zu können, werden Ergebnisse von Lastprofilanalysen aus dem Projekt „eXtremOs“ [10] herangezogen sowie eine Jahresarbeitszahl von 3,5 angenommen. Die Wärmenachfrage des Jahres 2024, basierend auf einem Wetterjahr im langjährigen Mittel und differenziert nach Energieträgern sowie Heiztechnologien, dient den FfE-Gebäudesektormodellen *PriHM* und *TerM* als Eingangsdaten. Im Gegensatz zur Vorgängerstudie für den NEP 2025 „Regionalisierung Gebäudewärme“ wird neben den Anwendungen Raumwärme- und Warmwasser in dieser Studie auch die Prozesswärme in pHH und GHD betrachtet [11].

In den Modellen *PriHM* und *TerM* [1, 2] wird die Verbrauchsänderung bis ins Zieljahr 2045 mithilfe dreier Maßnahmenbündel bestimmt. Diese umfassen die Fortschreibung des Energiebedarfs, Effizienzmaßnahmen sowie die Transformation von mit fossilen Brennstoffen betriebenen Wärmeerzeugern. Als Grundlage für die Bedarfsfortschreibung dienen Prognosen für das Wachstum der Bevölkerung sowie der Wohn- bzw. Nettogrundflächen pro Kopf bzw. Erwerbsperson, bei welcher der Neubau berücksichtigt wird [12-17]. Umgesetzte Effizienzmaßnahmen sind die szenarioabhängige energetische Sanierung der Gebäudehüllen, die sich auf die Raumwärmebedarfe auswirkt, sowie der Tausch von Bestandteilen der Trinkwarmwasseraufbereitung mit Auswirkungen auf deren Energiebedarf [18]. Das Maßnahmenbündel Transformation zielt insbesondere auf den Heizungstausch ab. Der Heizungstausch wird in zwei Schritten modelliert. In einem ersten Schritt wird durch einen exogen vorgegebenen Fernwärmeausbau der entsprechende Anteil an Bestandskesseln verdrängt. Im zweiten Schritt wird der Heizwärmebedarf (Nutzenergie), der durch konventionelle Heizkessel bereitgestellt wird, sukzessive durch klimaneutrale Heiztechnologien ersetzt. Aus der Umsetzung dieser drei Maßnahmenbündel resultiert die jährliche Entwicklung der Raumwärme-, Warmwasser- und Prozesswärmenachfrage nach Heiztechnologie. Die Modelle werden im Rahmen dieses Vorhabens so weiterentwickelt, dass typgebäudespezifische Transformationspfade abgebildet werden können.

Eine Betrachtung des Industriesektors auf Basis der Studie „Stromverbrauchsmodellierung des Industriesektors im Kontext der Dekarbonisierung: Aktualisierung der Kurzstudie“ ergänzt die vollständige Abbildung der Wärmenachfrage in Deutschland [19]. Das Sektormodell *SMIInd* kombiniert Bottom-up-Analysen von 48 energieintensiven Prozessen mit Top-down-Ansätzen auf Wirtschaftszweigebene. Die Modellierung der Industrietransformation umfasst vier Kategorien von Minderungsmaßnahmen: Verfahrensroutenwechsel, Brennstoffwechsel (insb.

Elektrifizierung), Effizienzsteigerung und CO<sub>2</sub>-Abscheidung. Die Entwicklung der Wärmenachfrage aus dem Industriesektor u.a. aufgelöst nach Anwendung und Energieträger geht aus den Modellierungsergebnissen hervor. Im Hinblick auf die Wärmeerzeugung aus dem Sektor Industrie ist entscheidend, welche Anteile der thermisch erzeugten (Prozess-)Wärme auf Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) aus Industriekraftwerken und auf Heizkraftwerke zurückgehen. Unter thermischen Wärmeerzeugern sind hier, neben mit fossilen Brennstoffen betriebenen Anlagen, auch Anlagen, in denen Biomasse, Wasserstoff oder Abfall eingesetzt wird, zu verstehen. Der Status quo der Wärme- und Stromerzeugung der industriellen KWK-Anlagen auf Bundesebene kann aufgelöst nach dem jeweilig eingesetzten Brennstoff den Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland der AGE B e.V. entnommen werden [20]. Eine detailliertere Aufteilung nach KWK-Anlagen und Heizkraftwerken je Wirtschaftszweig geht aus der Datenbank GENESIS-Online „Jahreserhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung im Verarbeitenden Gewerbe, im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden“ hervor [21]. Diese Anteile aus dem Status quo werden ergänzt um die Ergebnisse einer Literaturrecherche auf die zukünftig durch thermische Wärmeerzeuger gedeckten Wärmebedarfe je Wirtschaftszweig und zukünftig eingesetzten Energieträger übertragen.

In den oben beschriebenen Endenergieverbrauchssektormodellen wird die Nachfrage des Energieträgers „Fernwärme“ modelliert. Die Summe der Fernwärmebereitstellung je Modelljahr ergibt sich aus der Fernwärmenachfrage zusammen mit realistischen durchschnittlichen Netzverlusten für den Wärmetransport. Sie wird unterschieden in Wärmenetze der allgemeinen Versorgung und reine Industrienetze. Zu den betrachteten Erzeugungstechnologien gehören Heizwerke und KWK-Anlagen, befeuert über konventionelle Brennstoffe (fossile, Abfall, Biomasse) oder bspw. klimaneutrales Methan oder klimaneutralen Wasserstoff. Zudem werden folgende erneuerbare Wärmebereitstellungsarten abgebildet: Abwärmenutzung (z. B. aus der Industrie oder von Rechenzentren), Geothermie- und Solarthermieranlagen, Großwärmepumpen und Elektrodenheizkessel. Die Transformation der Wärmebereitstellung ausgehend vom Bestand hin zu klimaneutralen Technologien orientiert sich an bestehenden Systemstudien. Berücksichtigt werden Potenziale für bestimmte Technologien (z.B. Geothermie, Abwärme aus Industrie oder Rechenzentren) als auch Daten zu mittelfristig geplanten Projekten wie z.B. aus dem „Informationsportal Großwärmepumpen“ [22].

### **Regionalisierung**

Anschließend wird die Wärmenachfrage und -erzeugung für die Modelljahre und Szenarien von Deutschland bis auf Gemeindeebene regionalisiert. Dazu wird auf dem Modell der Vorgängerstudie „Regionalisierung Gebäudewärme“ aufgebaut [11]. Basis für die Regionalisierung bildet eine möglichst genaue Abbildung des Status quo im Startjahr 2024. Indikatoren dafür liefern zum einen die gebäudescharfen Wärmebedarfe aus dem fE-Einzelgebäudemodell *HOUSE* [23], Informationen zu Wohnflächen und Heizsystemen aus dem „Zensus 2022“ und Beschäftigtenzahlen im Gewerbesektor [24]. Für zukünftige Jahre werden zur Fortschreibung des Gesamtwärmebedarfs regionale Wohnflächenprognosen herangezogen. Die Reduktion des Endenergieverbrauchs durch Sanierung wird aus den Mantelzahlen übernommen und nicht regional differenziert. Fossile Technologien, Biomasse- und Stromdirektheizungen werden über deren Verbräuche im Status quo regionalisiert. Die Verteilung von Wasserstoffheizungen erfolgt unter Berücksichtigung der prognostizierten Wasserstoffinfrastruktur (sofern Wasserstoff im Szenario eine Rolle spielt) und die Verteilung der Wärmepumpen unter Berücksichtigung der kleinräumigen Wärmepumpenpotenziale nach [25]. Die Fernwärmeerzeugung im Status quo wird ebenfalls regional abgebildet. Dazu erfolgt ein Update von Datenquellen wie den AGFW-Hauptberichten aus dem Wärmenetzgutachten für den NEP 2023 [4]. Ausgehend vom Bestand wird ein Zubau-Modell entwickelt, das kleinräumige Wärmenetzpotenziale aus dem fE-Modell *HeatGrid* berücksichtigt [26]. Die Transformationspfade je Typgebäude finden sich auch auf der regionalen Ebene wieder. Aus den regionalisierten Verbräuchen für Wärmepumpen wird die regionale Anzahl an Wärmepumpen auf Basis durchschnittlicher Verbräuche je wärmepumpenversorgtem Typgebäude abgeleitet. Dazu werden beheizte Flächen und spezifische Wärmebedarfe herangezogen. In den größten 14 deutschen Städten

werden die Gemeinde-Ergebnisse auf die Ebene der im Rahmen des NEP genutzten Bezirke regionalisiert.

Die Regionalisierung der Mantelzahlen im Industriesektor erfolgt auf Landkreise und nutzt georeferenzierte Standorte und Produktionsmengen der energieintensiven Industrie sowie regional aufgelöste Statistiken zum industriellen Stromverbrauch und zu den Erwerbstätigen der Wirtschaftszweige als Eingangsdaten [19]. Die Methodik entspricht der bereits zuvor erwähnten Studie „Stromverbrauchsmodellierung des Industriesektors im Kontext der Dekarbonisierung: Aktualisierung der Kurzstudie“. Energieträger, die nicht Teil dieser Studie waren bspw. Fernwärme, werden angelehnt an die Methodiken aus dem Projekt „TransHyDE-Sys“ regionalisiert [27].

Ergebnis der Studie ist die regional aufgelöste, szenarienabhängige Entwicklung der Wärmefachfrage aus den Sektoren private Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und Industrie und der leitungsgebundenen Wärmeerzeugung bis ins Jahr 2045.

# Literaturverzeichnis

- [1] Fiedler, Claudia et al.: Modelling transformation pathways for EU27+3 final energy demand using temporally and spatially resolved sector models. In: Conference Proceedings Current and Future Challenges to Energy Security; 5th AIEE Energy Symposium, virtual conference, December 2020. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., 2020.
- [2] Engwerth, Veronika et al.: Modeling Transformation Pathways of European Final Energy Consumption in the Transport and Buildings Sector Using Country Clustering. In: Energy Technology. 2024, 23000951.
- [3] Guminski, Andrej: CO2 Abatement in the European Industry Sector – Evaluation of Scenario-Based Transformation Pathways and Technical Abatement Measures. Dissertation. Published by the Technical University Munich (TUM) – TUM School of Engineering and Design: Munich, Germany, 2021.
- [4] Schmid, Tobias: Wärmenetze – Entwicklung der Wärmenetze und deren Wärmeerzeuger in Deutschland. München: FfE, 2022.
- [5] Sensfuß, Frank et al.: Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland 3 – O45 Welten – Gebäudesektor. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, 2024.
- [6] Sensfuß, Frank et al.: Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland – Treibhausgasneutrale Orientierungsszenarien – Modul Energieangebot. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, 2024.
- [7] RWI - Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung: Erstellung der Anwendungsbilanzen 2024 für den Sektor der Privaten Haushalte und den Verkehrssektor in Deutschland. Endbericht – April 2026. Forschungsprojekt im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., 2026.
- [8] Fraunhofer ISI: Erstellung von Anwendungsbilanzen für die Jahre 2021 bis 2024 für die Sektoren Industrie und GHD. Studie für die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB), 2026.
- [9] Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 2024: <https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/EBD24e.xlsx>; Berlin: AG Energiebilanzen e.V. (AGEB), 2026.
- [10] Guminski, Andrej et al.: eXtremOS Summary Report - Modeling Kit and Scenarios for Pathways Towards a Climate Neutral Europe. Munich: FfE, 2021.
- [11] Limmer, Timo et al.: Abschlussbericht zum Projekt Projektion und Regionalisierung von Technologien zur Bereitstellung von Gebäudewärme in Deutschland, München: FfE, 2025.
- [12] Kemmler, Andreas et al.: Rahmendaten für die Treibhausgasprojektionen 2025. Basel, Berlin: Prognos AG, 2025.
- [13] Wohnen – Wohnungsbestand nach Anzahl und Quadratmeter Wohnfläche – Wohnungsbestand in Deutschland - 28. Dezember 2023. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt (Destatis), 2023.
- [14] Statistik der Bundesagentur für Arbeit. Berichte: Blickpunkt Arbeitsmarkt – Der Arbeitsmarkt in Deutschland 2023. Nürnberg: Bundesagentur für Arbeit, 2024.
- [15] IAB-Kurbericht 25|2021: Projektion des Erwerbspersonenpotenzials bis 2060 – Demografische Entwicklung lässt das Arbeitskräfteangebot stark schrumpfen. Nürnberg: IAB Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 2021.
- [16] Hörner, Michael: Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude - Teilbericht Strukturdaten: Stand und Dynamik der energetischen Modernisierung von Gebäudehülle und haustechnischen Anlagen im Bestand der Nichtwohngebäude. Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU), 2022.
- [17] Langfristige Renovierungsstrategie der Bundesregierung - Gemäß Artikel 2a der Richtlinie 2018/844/EU des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Energy performance of buildings directive, EPBD 2018). Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2020.
- [18] Kleinertz, Britta; Dufter, Christa; Greif, Simon; Conrad, Jochen: Energieeinsparpotenziale durch die Optimierung bestehender Trinkwassersysteme - Betrachtung von Mietwohnungen und Einfamilienhäusern mit zentralem und dezentralem System. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., 2017.

- [19] Jetter, Fabian et al.: Stromverbrauchsmodellierung des Industriesektors im Kontext der Dekarbonisierung. München: FfE, 2026.
- [20] Auswertungstabellen zur Energiebilanz 1990 bis 2024: [https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/EBD24e\\_Auswertungstabellen\\_deutsch.xlsx](https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/EBD24e_Auswertungstabellen_deutsch.xlsx); Berlin: AG Energiebilanzen e.V. (AGEB), 2026.
- [21] Jahreseerhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung im Verarbeitenden Gewerbe, im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden (EVAS-Nr. 43351), Wiesbaden: Statistisches Bundesamt (Destatis), 2026.
- [22] Infoportal für Großwärmepumpen: <https://grosswaermepumpen-info.de/>. Wiesbaden: LEA Hessen GmbH, 2026.
- [23] Limmer, Timo et al.: HOUSE – Deutschlandweites und geodatenbasiertes Einzelgebäudemodell. In <https://www.ffe.de/tools/house/>. München: FfE, 2026.
- [24] Ergebnisse des Zensus 2022 - Gebäude- und Wohnungszählung: [https://www.zensus2022.de/static/Zensus\\_Veroeffentlichung/Regionaltabelle\\_Gebaeude\\_Wohnungen.xlsx](https://www.zensus2022.de/static/Zensus_Veroeffentlichung/Regionaltabelle_Gebaeude_Wohnungen.xlsx); Wiesbaden: Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2024.
- [25] Greif, Simon; Limmer, Timo: Wärmepumpen-Ampel - Räumlich hochaufgelöstes Potenzial für den Einsatz von Wärmepumpen in Deutschland zur Erreichung der Klimaziele. In <https://www.ffe.de/projekte/waermepumpen-ampel/>. (Abruf am 2024-05-13); München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE), 2022.
- [26] Rippinger, Felix et al.: HeatGrid – Straßenabschnittsscharfe Potenzialgebiete für Wärmenetze. In <https://www.ffe.de/tools/heatgrid/>. München: FfE, 2026.
- [27] Ausfelder, Florian et al.: European Hydrogen Infrastructure Planning – latest Insights from TransHyDE System Analysis. Flagshio Project TransHyDE, 2025.

