

20. Wahlperiode



Deutscher Bundestag

Ausschuss für Klimaschutz und
Energie

Ausschussdrucksache **20(25)326**

28.03.2023

Stellungnahme

Agora Energiewende

Antrag der Fraktion der CDU/CSU

"Wärmewende versorgungssicher, nachhaltig und sozial gestalten"

BT-Drs. 20/4675

siehe Anlage

Stellungnahme zum Entschließungsantrag der CDU/CSU „Wärmewende versorgungssicher, nachhaltig und sozial gestalten“

Öffentliche Anhörung im Ausschuss für Klimaschutz und Energie am 29. März 2023

Für die Gelegenheit zur Stellungnahme zum Entschließungsantrag „Wärmewende versorgungssicher, nachhaltig und sozial gestalten“ möchten wir uns bedanken.

Das Wichtigste in Kürze

- Im Gebäudesektor besteht **dringender Handlungsbedarf**: seit 2014 stagnieren die Gebäude-Emissionen nahezu, zum dritten Mal in Folge hat der Sektor sein **Klimaziel verfehlt**. Erneuerbare Energien sind noch immer eine Randerscheinung. Lange Lebensdauern und Investitionszyklen machen den Gebäudesektor träge – **Maßnahmen müssen deshalb so gestaltet werden, dass sie unverzüglich wirken**.
- Für die Erreichung der Klimaziele gibt es **drei zentrale Hebel: Gebäudesanierung, erneuerbare Heizungen und (grüne) Wärmenetze**. Die Wärmepumpe wird zur neuen Standardheizung. Die zeitlichen Puffer sind aufgebraucht, jeder dieser Hebel muss nun das maximal Mögliche leisten.
- Eine **ordnungsrechtliche Regelung ist unerlässlich, um den Einbau neuer Öl- und Gaskessel zu beenden und die Ziele zu erreichen**. Nur so gelingt der Wechsel auf erneuerbare Wärme. Die **CO₂-Bepreisung ist eine gute Ergänzung** – ohne Ordnungsrecht wären sehr hohe CO₂-Preise notwendig, die sozial nur schwer abzufedern wären.
- Die **Technologien für die Wärmewende sind vorhanden, die Hersteller stehen bereit**. Mit einer **entschlossenen Umsetzung wird die Praxis zum Erfolg**.

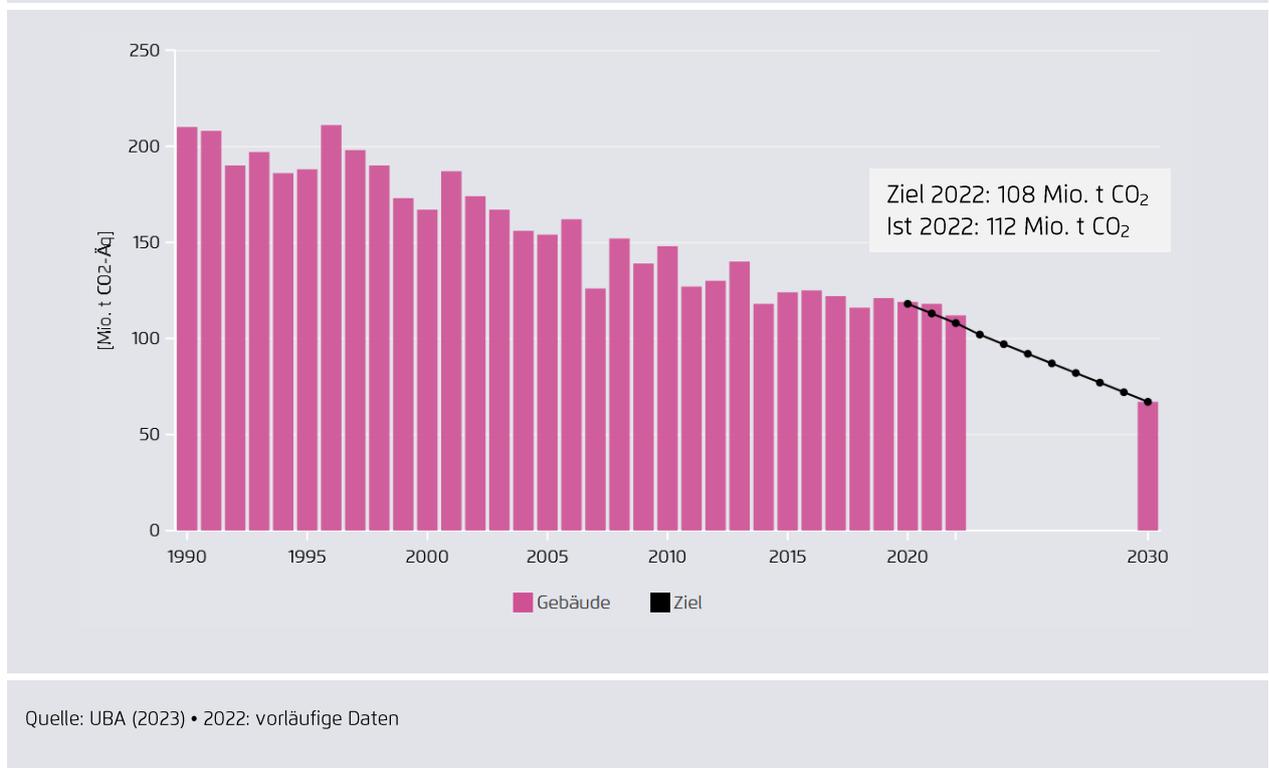
Bisherige Entwicklung: Nahezu stagnierende Emissionen im Gebäudesektor zeigen dringenden Handlungsbedarf

Es besteht **dringender Handlungsbedarf**, denn der Gebäudesektor hat mit dem Jahr 2022 das dritte Mal in Folge sein **Klimaziel verfehlt**. Seit 2014 sind die Emissionen des Sektors kaum gesunken (siehe Abbildung 1). Das ist gravierend: Gebäude sind ein träger Sektor mit langen Lebensdauern und Investitionszeiträumen. Deshalb sind unverzügliche Maßnahmen und klare Signale erforderlich, um Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen zu ermöglichen.

Der Endenergieverbrauch im Gebäudesektor stagniert seit über 10 Jahren nahezu unverändert auf hohem Niveau. Grund dafür ist vor allem der ineffiziente Gebäudebestand: Rund 30 Prozent der Gebäudefläche fallen in die beiden schlechtesten Energieeffizienzklassen G und H, mit einem Endenergiebedarf von über 200 kWh pro Quadratmeter und Jahr (dena et al. 2019).

Erneuerbare Energien sind in der Gebäudeheizung immer noch eine Randerscheinung – trotz attraktiver Förderbedingungen. Der Blick in die Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes zeigt, dass in fast 30 Jahren kaum Veränderungen erreicht wurden. Im Wesentlichen ersetzen Gasheizungen einen Teil der Ölheizungen. Wärmepumpen beheizen heute nur drei Prozent der Wohnungen, Biomasse spielt als Hauptheizung eine untergeordnete Rolle, die Fernwärme legt nur marginal zu (siehe Abbildung 2).

Abbildung 1: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor 1990 bis 2022 und jährliche Sektorziele 2020 bis 2030

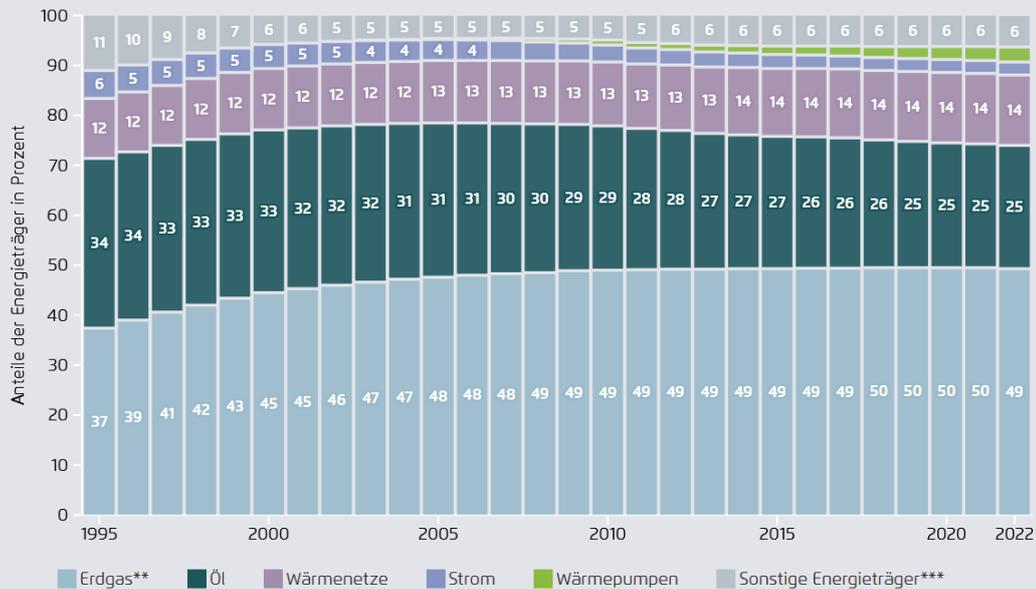


Eine echte Technologieoffenheit hat es bei der Heizungsentscheidung offensichtlich nicht gegeben. Auch wenn Hausbesitzer:innen theoretisch aus einer Bandbreite von Heizungstechnologien wählen konnten: praktisch war diese Wahl meist sehr eingeschränkt, beispielsweise durch

- Technologische Pfadabhängigkeiten: fast flächendeckend vorhandenes Gasnetz, Ausrichtung der meisten Handwerksbetriebe auf Gas- und Ölheizungen, fehlende Skalierungsvorteile für Wärmepumpen auf Herstellerseite, geringe Abdeckung von Wärmenetzen
- Fehlende Internalisierung von Klimaschäden: niedriger CO₂-Preis
- Begrenzte finanzielle Möglichkeiten für hohe Anfangsinvestitionen
- Tradierte Vorbehalte gegenüber erneuerbaren Heizungen in unsanierten Gebäuden.

In diesem eingeschränkten Entscheidungsfeld wurde beim Heizungstausch weit überwiegend ein neuer Gaskessel gewählt. Sogar im Jahr der fossilen Energiepreiskrise 2022 und unter dem Eindruck des Überfalls auf die Ukraine sowie historischer Dürren und Waldbrände in Europa waren zwei Drittel der neu eingebauten Heizungen fossil befeuert, der Großteil Gaskessel (BDH 2023).

Abbildung 2: Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes* 1995 bis 2022



Quelle: BDEW (2022a) und BDEW (2022b) • 2022: Schätzung basierend auf BDEW (2022b)

*Anzahl der Wohnungen in Gebäuden mit Wohnraum; Heizung vorhanden **einschließlich Bioerdmethan und Flüssiggas ***Holz, Holzpellets, sonstige Biomasse, Koks/Kohle, sonstige Heizenergie

Für die Erreichung der Klimaziele müssen jetzt alle Hebel bewegt werden: Gebäudesanierung, erneuerbare Heizungen und Wärmenetze

Klimazielszenarien machen deutlich: alle zeitlichen Puffer sind aufgebraucht. Die wichtigsten Hebel Gebäudesanierung, Umstieg auf erneuerbare Heizungen und der Ausbau grüner Wärmenetze müssen in bisher unbekanntem Tempo vorangebracht werden. Es sind auch kaum Verschiebungen zwischen diesen Hebeln mehr möglich, also etwa „mehr sanieren, dafür weniger Wärmepumpen“ oder umgekehrt, da jeder Bereich das maximal Mögliche leisten muss.

Es braucht deutlich mehr und auch ambitioniertere Sanierungen. Für die Gebäudesanierung gehen die großen Klimazielszenarien¹ davon aus, dass der Endenergiebedarf des Gebäudesektors bis 2030 erheblich zurückgeht. Prognos et al. (2021) und Consentec et al. (2022) gehen davon aus, dass die Sanierungsrate von rund 1,1 bis 1,2

¹Prognos et al. (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045 (Szenario KNDE 2045); BDI (2021): Klimapfade; Ariadne (2021) (Szenario Technologiemic); Consentec et al. (2022): Langfristszenarien (Szenario TN-Strom), dena Leitstudie (2021) (Szenario KN100).

Prozent auf etwa 1,7 Prozent bis 2030 steigt². Saniert wird dabei jeweils auf den Mindeststandard Effizienzhaus 70, bei Prognos et al. (2021) für Mehrfamilienhäuser auf Effizienzhaus 55. Dafür braucht es eine gezielte Entwicklung des Sanierungsmarktes: so können Innovationen und attraktive Arbeitsplätze entstehen. Ein sinnvoller Baustein dafür sind Mindesteffizienzstandards³.

Die Wärmepumpe wird zur neuen Standardheizung. Alle großen Klimaschutzszenarien sehen die Wärmepumpe als wichtigsten Wärmeerzeuger. An ihr hängt der Ausstieg aus öl- und gasbefeuerten Heizkesseln. Bis 2030 benötigt das Szenario „Klimaneutrales Deutschland 2045“ 6 Millionen Wärmepumpen, die aktuellen Langfristszenarien 6,5 Millionen Wärmepumpen. Das Emissionsbudget ist begrenzt: neue Öl- und Gasheizungen dürfen in den beiden letztgenannten Szenarien deshalb ab 2025 gar nicht mehr bzw. nur als seltene Ausnahme in 5 Prozent der Fälle eingebaut werden (Prognos et al. 2021, Consentec et al. 2022).

Wärmenetze bringen Erneuerbare in städtische Quartiere. Fernwärme wird in fast allen Szenarien stark ausgebaut. In den Langfristszenarien sind 2030 9 Millionen Wohnungen an Wärmenetze angeschlossen, im „klimaneutralen Deutschland“ werden bis 2030 jedes Jahr 220.000 neue Wohnungen angeschlossen. Gleichzeitig wird die Erzeugung so umgebaut, dass die Wärme bis 2045 klimaneutral erzeugt wird (Prognos et al. 2021, Consentec et al. 2022).

Begrenzte Möglichkeiten bei den Energieträgern – aber eine Vielzahl möglicher Wärmequellen

Biomasse wird in Zukunft als Brennstoff weniger zur Verfügung stehen als heute – ein Ausweichen auf Biomasse-Heizungen ist keine Lösung. Der Grund: jüngste Studien zeigen drastisch reduzierte Potenziale an nachhaltiger Biomasse. In der Vergangenheit wurde häufig der Verlust der Kohlenstoff-Speicherwirkung bei Verbrennung von Biomasse nicht betrachtet⁴. Bezieht man diesen Effekt ein, so zeigen sich heute bei der Wärmeerzeugung durch Waldholz sogar höhere Emissionen als bei fossilen Energieträgern (Hennenberg und Böttcher 2023). Die geringen verbleibenden Biomasse-mengen jüngerer Szenarien werden in Verkehr und Industrie erheblich dringender benötigt als im Gebäudesektor.

Wasserstoff ist keine Hilfe zur Klimaneutralität des Gebäudesektors. Bis 2030 wird Wasserstoff nur in geringen Mengen zur Verfügung stehen: die großen Klimazielszenarien gehen von einem Angebot zwischen 18 und 74 TWh im Jahr 2030 aus, das zudem hauptsächlich in Industrie, Energiewirtschaft und Verkehr genutzt wird (ifeu et al. 2022). Für die langfristige Zielerreichung im Gebäudesektor ist Wasserstoff ebenfalls ungeeignet: die

² Gemeint sind hier Vollsanierungsäquivalente, und zwar ohne Heizungen oder sonstige Anlagentechnik. Die meisten Hausbesitzer:innen sanieren jeweils nur einen Teil ihres Gebäudes, zum Beispiel zunächst nur das Dach oder nur die Nordfassade. 1 Prozent Sanierungsrate bedeutet daher, dass an schätzungsweise 4 bis 6 Prozent der Gebäude Sanierungsarbeiten durchgeführt werden.

³ Siehe dazu auch Agora Energiewende (2022)

⁴ Genauer gesagt wurden diese Emissionen in der energetischen Verwendung nicht betrachtet, sondern nach IPCC-Regeln einem anderen Sektor zugeschrieben, nämlich dem Bereich Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF) – dort sind ihre Auswirkungen aber natürlich nicht geringer.

Verbrennung von Wasserstoff in Einzelheizungen braucht fünf bis zehn Mal so viel erneuerbaren Strom wie Wärmepumpen⁵. Begrenzte Flächen für erneuerbare Stromerzeugung und entsprechende Knappheitspreise machen Wasserstoff in Einzelheizungen unrealistisch, selbst bei höheren Importanteilen.

Auch die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) muss klimaneutral werden. Trotz Effizienzgewinnen durch gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme: die KWK muss den Ausstieg aus Erdgas, Heizöl und Kohle schaffen. Das betrifft Kleinst-Blockheizkraftwerke (BHKW) für Gebäude, vor allem aber die KWK der Wärmenetze. Insofern eignen sich herkömmliche BHKW nicht als Alternative zur Wärmepumpe in Gebäuden. Für Wärmenetze sind Transformationspläne und gestufte Mindestquoten für Erneuerbare und Abwärme erforderlich. Auch hier spielt Elektrifizierung über Wärmepumpen (auch in Kombination mit Geothermie) und Elektrodenkessel eine zentrale Rolle.

Bei den Wärmequellen gibt es noch ungehobene Potenziale. Es stehen erheblich mehr Wärmequellen zur Verfügung als heute in der Breite genutzt werden. Gehoben werden können diese Quellen insbesondere durch Wärmenetze. Dazu gehört beispielsweise die Tiefengeothermie, deren Nutzung durch eine Explorationskampagne und durch Absicherung des Fündigkeitsrisikos unterstützt werden sollte. Auch Solarthermie ist eine gute Option für Wärmenetze. Weit stärker als heute könnte unvermeidbare Abwärme genutzt werden, etwa aus Rechenzentren oder Industrieprozessen. Auch Abwasserwärme, aus Kläranlagen oder Abwasserkanälen, kann die Wärmewende unterstützen. Eine Kartierung von Wärmequellen und flächendeckende kommunale Wärmeplanung erleichtern die Nutzung dieser Potenziale.

Fokus Heizungskeller: Was ist zu tun, um die Wende in der Wärmeerzeugung zu schaffen?

Die Zielerreichung absichern

Ordnungsrecht ist notwendig, um den Einbau neuer Öl- und Gaskessel zu beenden und die Zielerreichung zu sichern. Dies ist auch aus anderen Bereichen als „Exnovation“ bekannt: damit der Wechsel auf Erneuerbare Wärme gelingen kann, muss die strukturell bevorteilte fossil befeuerte Technologie ausgeschlossen werden. Die 65-Prozent-Regel ist dafür eine geeignete Lösung.

Die CO₂-Bepreisung ist eine gute Ergänzung von Ordnungsrecht, um Wirtschaftlichkeit für klimaneutrale Technologien herzustellen. Die notwendigen CO₂-Preise für einen Break-Even klimaneutraler Technologien sind allerdings hoch. Das zeigen Studien und erfolgreiche Erfahrungen im Ausland⁶. Nachvollziehen lässt sich das am Beispiel heutiger Preise:

⁵ Eingeschlossen sind dabei auch sehr zurückhaltende Werte für Nutzungsgrade von Wärmepumpen (ab Jahreszahlen von 2,5), die sich auch im unsanierten Gebäudebestand gut realisieren lassen.

⁶ Kattelman et al. (2022) etwa nennen einen Preispfad von 55 bis 275 EUR/t CO₂, der später bis auf 355 EUR/t CO₂ ansteigt. Schweden hat 1991 eine CO₂-Steuer eingeführt, 2021 lag diese bei umgerechnet 118 EUR/t CO₂ (ifeu et al. 2021).

- Damit Wärmepumpen im Betrieb auch in Bestandsgebäuden grundsätzlich wirtschaftlicher sind als Gaskessel, sollte der Strompreis nicht mehr als das Zweieinhalbfache des Gaspreises betragen.
- Beim aktuellen Strompreis von 31,5 Cent/kWh und dem Gaspreis von 10,4 Cent/kWh ist ein CO₂-Preis von 138 EUR/t erforderlich, um den Ausgleich zu schaffen (Quelle Preise: Zeit Online (2023)⁷, eigene Berechnungen). Hierbei sind die Unterschiede in den Anschaffungskosten noch nicht berücksichtigt.

Ein wirksamer CO₂ Preis benötigt eine soziale Flankierung für alle einkommensschwachen Haushalte. Den CO₂-Preis müssen alle Haushalte bezahlen, die fossile Energieträger verwenden, unabhängig davon, ob bei ihnen ein Heizungstausch ansteht. Angesichts der Trägheit des Gebäudesektors wäre bei einem Emissionshandel mit freier Preisbildung mit sehr hohen Preisen zu rechnen. Daraus ergeben sich hohe Anforderungen an soziale Ausgleichsmaßnahmen und Rückverteilung der Einnahmen, die auch gut kommuniziert werden müssen, um Akzeptanz zu erreichen. Eine schlichte Erhöhung der möglichen Emissionsmengen ist hingegen kontraproduktiv, da dann das Klimaziel verfehlt wird. Eine Kopplung mit Ordnungsrecht und Maßnahmen zur Sozialverträglichkeit sind daher zwingend erforderlich.

Die Wärmewende sozial gestalten und Bezahlbarkeit sicherstellen

Gut jeder zehnte selbstnutzende Eigentümer:in von Ein- und Zweifamilienhäusern braucht besondere finanzielle Unterstützung beim Wechsel auf erneuerbare Wärme. Rund 14 Millionen Haushalte wohnen im selbstgenutzten Eigentum in Ein- und Zweifamilienhäusern. Die meisten von ihnen gehören den oberen Einkommensklassen an. 11 Prozent von ihnen gehören jedoch dem unteren Einkommensdrittel an (Schumacher et al. 2022); für sie muss eine gezielte finanzielle Unterstützung beim Heizungstausch und Wechsel auf erneuerbare Wärme bereitgestellt werden. Diese Haushalte sollten nach sozialen Kriterien ausgerichtete finanzielle Förderung erhalten, die eine neue Heizung für sie bezahlbar macht. Hinzu kommt: viele Eigentümer:innen sind Rentner:innen, die häufig schwerer Zugang zu Krediten oder Mietangeboten von Heizungsdienstleistern erhalten. Hier braucht es gezielte Erleichterungen, etwa durch einen Risikofonds für Heizungsdienstleister und ergänzende Kreditförderung mit Risikoabsicherung.

Besonders schutzbedürftig ist die große Mehrheit der einkommensschwachen Haushalte, die zur Miete wohnt. Diese Haushalte wohnen häufiger in älteren Mehrfamilienhäusern in schlechtem energetischem Zustand und ihr Anteil der Heizkosten am Einkommen liegt deutlich höher als bei anderen Gruppen (Schumacher et al. 2023). Gleichzeitig sind sie abhängig von den Entscheidungen ihrer Vermieter:innen, zumal letztere heute nicht von eingesparten Energiekosten profitieren (Mieter-Vermieter-Dilemma). Es sollte also sichergestellt werden, dass die Kosten des Heizungstauschs die Wohnkostenbelastung für Mieter:innen nicht weiter steigern. Hier braucht es zunächst eine Klärung, ob der Heizungstausch als Modernisierung oder Instandhaltung zu werten ist. Im Havariefall wäre es überzeugend, den Heizungstausch als Instandhaltung zu werten, die der Vermietende übernimmt. Bei geplanten Modernisierungen hingegen könnte das sogenannte Drittelmodell

⁷Jeweils Neukundenpreise

Mietende vor finanzieller Überlastung schützen und gleichzeitig einen frühzeitigen, vorbereiteten Heizungs-tausch für Vermietende attraktiver machen (zum Drittelmodell siehe Mellwig und Pehnt 2019)⁸.

Zur Sicherung der Sozialverträglichkeit gehört auch eine ehrliche Analyse der Potenziale der einzelnen Technologien. Zahlreichen Studien haben bestätigt, dass Wasserstoff für die Beheizung von Gebäuden keine sinnvolle Alternative darstellt. Aufgrund von Effizienzverlusten in der Wertschöpfungskette sowie der mindestens mittelfristigen Knappheit der Ressource bleibt das Heizen mit Wasserstoff deutlich teurer als das Heizen mit einer Wärmepumpe. Vor diesem Kostenrisiko müssen Mieter:innen geschützt werden, gerade auch mit Blick auf das Mieter-Vermieter-Dilemma, das sich durch die geringeren Anschaffungskosten von Brennwertkesseln ergibt.

Die praktische Umsetzung zum Erfolg führen

Wärmepumpen können auch in unsanierten Bestandsgebäuden gute Effizienzwerte erreichen. Gebäudebesitzer:innen müssen nicht auf eine Sanierung warten, bevor sie eine Wärmepumpe installieren: das zeigen Feldstudien aus Deutschland, der Schweiz und Großbritannien. Wärmepumpen arbeiten effizienter bei niedrigeren Vorlauftemperaturen – eine Fußbodenheizung ist dafür aber nicht notwendig. In der Regel erreicht man auch mit normalen Heizkörpern gute Ergebnisse; häufig reicht es schon, wenige „kritische“ Heizkörper durch leistungsstärkere Radiatoren zu ersetzen. In den Feldstudien zeigte sich aber auch: die Sorgfalt bei Planung, Installation und Auslegung spielt eine große Rolle – hier braucht es flächendeckend Konsistenz. Ein genereller Ausschluss von Gebäuden schlechter Effizienzklassen ist hingegen weder sinnvoll noch notwendig (Öko-Institut und Fraunhofer ISI 2022, Fraunhofer ISE et al. 2020, Berthold et al. 2022, Energy Systems Catapult 2023).

Die Heizungsindustrie kann die notwendige Zahl an Wärmepumpen für den Hochlauf bereitstellen. Das haben Industrievertreter auf dem zweiten Wärmepumpengipfel im November 2022 bekräftigt (BMWK 2022). Insgesamt planen europäische Hersteller, über vier Milliarden Euro in Produktionskapazitäten für Wärmepumpen zu investieren (IEA 2022).

Zentraler Erfolgsfaktor ist die Hochskalierung im Handwerk. Hier braucht es Fortbildungsangebote von Bundesregierung und Heizungsindustrie, denn viele Handwerksunternehmen haben noch wenig Erfahrungen mit der Wärmepumpe, vor allem in Bestandsgebäuden. Außerdem gilt es, die Produktivität zu steigern: für die Installationskosten und die Hochlaufpfade ist es zentral, die Personentage zur Installation einer Wärmepumpe zu reduzieren⁹. Darüber hinaus muss in der Produktentwicklung der Fokus auf einfach zu installierende, robuste Wärmepumpen liegen, deren Einbau durch Hersteller-Apps unterstützt wird. In den Handwerksbetrieben kann die Produktivität durch eine stärkere Spezialisierung in den Prozessen gesteigert werden. Um mehr Personal zu gewinnen, muss die Attraktivität des Handwerks gesteigert werden, zum Beispiel durch eine Aktualisierung

⁸ Das Drittelmodell geht davon aus, dass Klimaschutz eine Gemeinschaftsaufgabe ist, deren Kosten zwischen Mieter:innen, Vermieter:innen und dem Staat ausgewogen aufgeteilt werden sollten.

⁹ Heute benötigen Handwerksbetriebe geschätzt sechs Personentage, um eine Wärmepumpe zu installieren. Nach Aussagen aus Herstellerkreisen wäre eine Halbierung der Personentage zur Installation möglich (Öko-Institut und Fraunhofer ISI 2022)

der Ausbildungscurricula, eine bessere Entlohnung und die gezielte Ansprache von Personengruppen, die bisher unterrepräsentiert sind, etwa Frauen und Personen mit Migrationshintergrund.

Industriepolitische Herausforderungen annehmen und Chancen ergreifen

Die Wärmewende erfordert eine Transformation von Heizungsindustrie, Bauindustrie und dem Handwerk. Damit birgt sie aber auch große Chancen. Beispielsweise stärkt eine Umstellung der Heizungsindustrie auf die Wärmepumpe deren technologische Vorreiterrolle, insbesondere in Zusammenhang mit der Verwendung natürlicher Kältemittel. Damit sichert sie auch den Produktionsstandort Europa und unterstützt das politische Ziel, europäische Lieferketten für die zentralen Technologien der Transformation zu sichern. Ebenso können neue Ansätze der Attraktivität der Gebäudesanierung einen Schub zu geben. Dazu gehören der verstärkte Einsatz digitaler Methoden und die Förderung innovativer Geschäftsmodelle, um die Produktivität im Handwerk und in der Bauwirtschaft zu steigern.

Klare Signale und Planungssicherheit sind Voraussetzung der industriellen Transformation. So erhalten Marktakteure mit der 65-Prozent-Regelung verlässliche Rahmenbedingungen, die Investitionen in den Aufbau neuer Produktionskapazitäten und die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle erst ermöglichen. Die Regelung sendet auch ein wichtiges Signal an die Wohnungs- und Immobilienwirtschaft. Ähnliche Signale und ordnungsrechtliche Regelungen werden für die Gebäudesanierung benötigt, um auch hier eine verlässliche Nachfrage und ein attraktiveres Angebot zu schaffen.

Literaturverzeichnis

Agora Energiewende (2022): *Volle Leistung aus der Energiekrise. Mit Zukunftsinvestitionen die fossile Inflation bekämpfen.* Abrufbar unter: <https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/volle-leistung-aus-der-energiekrise/>

Ariadne (2021): *Kopernikus-Projekt Ariadne-Report: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045-Szenarien und Pfade im Modellvergleich.* Abrufbar unter: https://ariadneprojekt.de/media/2022/02/Ariadne_Szenarienreport_Oktober2021_corr0222.pdf

Berthold et al. (2022): *Bericht „Feldmessungen von Wärmepumpen-Anlagen. Heizsaison 2021/22“.* Im Auftrag von EnergieSchweiz. Abrufbar unter: <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/11209>

Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie (BDH) (2023): *Marktentwicklung Wärmeerzeuger Deutschland 2013-2022.* Abrufbar unter: https://www.bdh-industrie.de/fileadmin/user_upload/Pressegrafiken/Marktstruktur_zehn_Jahre_2022_DE_022023.pdf

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (bdew) (2022a): *Die Energieversorgung 2022 – Jahresbericht.* Abrufbar unter: https://www.bdew.de/media/documents/Jahresbericht_2022_final_20Dez2022.pdf

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (bdew) (2022b): *Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes in Deutschland.* Abrufbar unter: <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/beheizungsstruktur-wohnungsbestand/>

Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI) (2021): *Klimapfade 2.0. Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft.* Abrufbar unter: https://issuu.com/bdi-berlin/docs/211021_bdi_klimapfade_2.0_-_gesamtstudie_-_vorabve

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2022): *Eckpunktepapier zur Diskussion der Beschleunigung des Wärmepumpenhochlaufs – Vorhaben und Maßnahmen zum 2. Wärmepumpen-Gipfel –.* Abrufbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/2-waermepumpen-gipfel-eckpunktepapier.pdf?__blob=publicationFile&v=6

Consentec et al. (2022): *Langfristszenarien 3. Wissenschaftliche Analysen zur Dekarbonisierung Deutschlands.* Abrufbar unter: <https://www.langfristszenarien.de/enertile-explorer-de/>

Deutsche Energie-Agentur (dena) et al. (2019): *Vorbereitende Untersuchungen zur Erarbeitung einer Langfristigen Renovierungsstrategie nach Art 2a der EU-Gebäuderichtlinie RL 2018/844 (EPBD). Ergänzung zum Endbericht – 16.09.2019.* Im Auftrag des BMWi. Abrufbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Studien/vorbereitende-untersuchungen-zur-langfristigen-renovierungsstrategie-ergaenzung.pdf?__blob=publicationFile&v=6

Deutsche Energie-Agentur (dena) (2021): *dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität*. Abrufbar unter: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/Abschlussbericht_dena-Leitstudie_Aufbruch_Klimaneutralitaet.pdf

Energy Systems Catapult (2023): *Interim Insights from Heat Pump Performance Data*. Studie in Auftrag des Department for Energy Security & Net Zero. Abrufbar unter: <https://es.catapult.org.uk/report/interim-insights-from-heat-pump-performance-data/>

Fraunhofer ISE et al. (2020): *Wärmepumpen in Bestandsgebäuden: Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „WPsmart im Bestand“*. Abrufbar unter: https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/downloads/pdf/Forschungsprojekte/BMWi-03ET1272A-WPsmart_im_Bestand-Schlussbericht.pdf

Hennenberg und Böttcher (2023): *Biomasse und Klimaschutz. Im Rahmen des Vorhabens „Wissenschaftliche Analysen zu aktuellen klimapolitischen Fragen im Bereich der Energieeffizienz insbesondere in den Sektoren Industrie, GHD und Gebäude“ (67KE0064)*. Abrufbar unter: https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Biomasse-und-Klimaschutz_BMWK.pdf

Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) et al. (2022): *Kurzgutachten zur Überarbeitung von Anforderungssystemen und Standards im Gebäudeenergiegesetz für Neubauten sowie Bestandsgebäude einschl. der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für Neubauten und Bestandsgebäude*. Verfügbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/221005-rv-geg-endbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=1

International Energy Agency (IEA) (2022): *The Future of Heatpumps. World Energy Outlook Special Report*. Abrufbar unter: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/4713780d-c0ae-4686-8c9b-29e782452695/TheFutureofHeatPumps.pdf>

Kattelman et al. (2022): *Einfluss der CO₂-Bepreisung auf den Wärmemarkt*. Kopernikus-Projekt Ariadne, Potsdam. Abrufbar unter: <https://ariadneprojekt.de/publikation/analyse-einfluss-der-co2-bepreisung-auf-den-warmemarkt/>

Mellwig und Pehnt (2019): *Sozialer Klimaschutz in Mietwohnungen. Kurzgutachten zur sozialen und klimarechten Aufteilung der Kosten bei energetischen Modernisierungen im Wohnungsbestand*. Studie im Auftrag des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND). Abrufbar unter: https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Kurzstudie_BUND_ifeu_2019_Sozialer-Klimaschutz-in-Mietwohnungen.pdf

Öko-Institut und Fraunhofer ISE (2022): *Durchbruch für die Wärmepumpe. Praxisoptionen für eine effiziente Wärmewende im Gebäudebestand*. Studie im Auftrag von Agora Energiewende. Abrufbar unter: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2022/2022-04_DE_Scaling_up_heat_pumps/AEW_273_Waermepumpen_WEB.pdf

Prognos et al. (2021): *Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann*. Langfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora

Verkehrswende. Abrufbar unter: <https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland-2045/>

Schumacher et al. (2023): *Mehrfamilienhäuser: Der blinde Fleck der sozialen Wärmewende. Wie belastet sind Haushalte durch Wärmeenergiekosten und wie wirkt die Gas- und Wärmepreisbremse?* Studie im Auftrag der Rosa-Luxemburg-Stiftung. Abrufbar unter: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Soziale-Aspekte-Waermewende-Mehrfamilienhaeuser.pdf>

Schumacher et al. (2022): *Energetische Sanierung schützt Verbraucher*innen vor hohen Energiepreisen – Vorschläge für eine soziale Ausrichtung der Förderung.* Kurzstudie im Auftrag der Deutschen Umwelthilfe. Abrufbar unter: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Kurzstudie-Sanierung-Ein--und-Zweifamilienhaeuser.pdf>

Umweltbundesamt (UBA) (2023): *Emissionsübersichten in den Sektoren des Bundesklimaschutzgesetzes.* Abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/dokument/emissionsuebersichten-in-den-sektoren-des-2>

Zeit Online (2023): *Die wichtigsten Daten zur Energieversorgung – täglich aktualisiert.* Abrufbar unter: <https://www.zeit.de/wirtschaft/energiemonitor-deutschland-gaspreis-spritpreis-energieversorgung>. Letzter Abruf am 27.03.2023



Agora Energiewende

Anna-Louisa-Karsch-Straße 2 | 10178 Berlin

T +49 (0) 30 7001435-000

F +49 (0) 30 7001435-129

www.agora-energiewende.de

info@agora-energiewende.de