

Zwischen Anspruch und Wirkung: Das Gebäudemodernisierungsgesetz und wie es anders gehen kann

Einleitung

Die Bundesregierung steht vor der Herausforderung, den Gebäudesektor in Deutschland – verantwortlich für 30 % der Gesamtemissionen – zu dekarbonisieren. Dabei ist der bisherige Fortschritt nicht ausreichend. In seinem diesjährigen Projektionsbericht projiziert das Umweltbundesamt zudem eine Verfehlung der sektoralen Emissionsminderungsziele um 110 Mio. t CO₂-Äq. bis 2030 (UBA, 2026).

Derzeit fußt die Wärmeversorgung in Deutschland vor allem auf fossilen Brennstoffen: Im Jahr 2024 wurden 56 % des Wohnungsbestandes mit Gas beheizt, 17 % mit Öl (BDEW,

2025). Dabei ist Deutschland auf Importe der Brennstoffe von einigen wenigen Lieferanten angewiesen, die aufgrund geopolitischer Schocks, wie der aktuellen Krise in Nahost, extremen Preisschwankungen sowie kurzfristigen Versorgungsengpässen ausgesetzt sein können. Nicht nur aus klimapolitischen Gründen haben Deutschland und die Europäische Union daher ein Interesse an einer Reduktion der Nachfrage nach fossilen Brennstoffen.

Auch sicherheits- und handelspolitische Erwägungen sprechen dafür. So ist die große Brennstoffnachfrage der EU grundsätzlich preistreibend auf den Weltmärkten und verteuert die Importkosten zusätzlich („terms-of-trade“-Effekt). Eine Reduktion der Importe fossiler Energien führt zu verminderten Einnahmen für Öl- und Gas-exportierende Staaten, wie beispielsweise Russland, das daraus Militärausgaben finanziert (geopolitischer Effekt). Zusammengenommen entstehen aus beiden Effekten Kosten für die EU von je über 100 € pro emittierter Tonne CO₂ aus Öl- und Gasimporten (siehe Tabelle 1). Auch die volkswirtschaftlichen Kosten aus lokaler Luftverschmutzung durch die Verbrennung von Öl und Gas im Gebäudesektor sind beträchtlich. Die wirtschaftspolitischen Vorteile durch die Reduktion des Gas- und Ölverbrauchs im Gebäudesektor belaufen sich damit auf knapp 180 € pro vermiedener Tonne CO₂, ohne dass hierbei die vermiedenen Klimaschäden berücksichtigt werden.

	Erdgas	Heizöl
Terms-of-trade (Anstieg Importpreise durch hohe Nachfrage der EU)	62 €/tCO ₂	34 €/tCO ₂
Geopolitische Kosten (Erhöhte Einnahmen und Militärausgaben Russlands durch höhere Weltmarktpreise durch Energieverbrauch der EU)	86 €/tCO ₂	68 €/tCO ₂
Lokale Luftverschmutzung in Deutschland	30 €/tCO ₂	77 €/tCO ₂
Gesamt-Kosten (ohne Klimakosten)	178 €/tCO₂	179 €/tCO₂

Tab. 1: Externe Kosten des fossilen Energieverbrauchs durch Heizen ohne Berücksichtigung der Klimakosten, umgerechnet in €/tCO₂

Quelle: Eigene Berechnung. Terms-of-trade und geopolitische Kosten basieren auf Edenhofer et al. (2025) und Beauflis et al. (2025). Luftverschmutzung basiert auf Kostenfaktoren gemäß der UBA Methodenkonvention 4.0 (Eser et al. 2025, Tab. 3, Kleinfeuerungsanlagen/Unbekannt) und Emissionsfaktoren basierend auf EEA (2023, Part B.1.A.4, Tab. 47/49).

Die Biotreppe im neuen Gebäudemodernisierungsgesetz

Als ein zentrales politisches Instrument für die Dekarbonisierung im Gebäudesektor gilt bisher das Gebäudeenergiegesetz (GEG). Im Februar 2026 stellte die Bundesregierung Eckpunkte für ein neues Gebäudemodernisierungsgesetz (GMG) vor: ab dem Jahr 2029 müssen neue Gas- und Ölheizungen mit einem Anteil von 10 % grünem Gas bzw. Öl betrieben werden. In drei weiteren, noch unbekanntenen Stufen soll der Anteil grüner Brennstoffe bis 2040 ansteigen. Eine Biogas- und Bioheizölquote, die ab 2028 eine Beimischung von Biokraftstoffen von bis zu 1 % vorsieht, soll bis 2030 mindestens 2 Millionen Tonnen jährlicher Emissionsminderung im Gebäudebestand erreichen.

Die geltende Quote eines Anteils von 65 % Erneuerbarer Energien für neue Heizsysteme aus dem GEG wird abgeschafft. Ferner sollen die Betriebsbeschränkungen für über 30 Jahre alte Niedertemperaturheizungen sowie das Ausstiegsdatum für den Betrieb von Heizkesseln mit fossilen Brennstoffen zum 31.12.2044 im GMG entfallen.

Laut Bundesregierung soll durch die Beimischung von grünen Gasen und Ölen der Betrieb von fossilen Heizsystemen klimafreundlicher gestaltet werden. Aus Perspektive der Autorinnen und Autoren dieses Klimapolitik Aktuell sind damit zentrale Herausforderungen verbunden, sowohl bei der Emissionsminderung, als auch bei den ökonomischen Folgen für Verbrauchende.

Geringe tatsächliche Emissionsminderung durch grünes Gas und Öl

Während die Verbrennung von Reststoffen eine klimafreundliche Alternative zu Erdgas darstellt, hat der Anbau von beispielsweise Mais zur Energiegewinnung nur einen geringen Klima-Nutzen gegenüber Erdgas. Hierbei entstehen insbesondere durch Düngung, aber auch durch Nutzung landwirtschaftlicher Fahrzeuge und Flächenumwandlung erhebliche Treibhausgasemissionen.¹ Der Großteil der Lebenszyklus-Emissionen von Biopflanzen entsteht

außerhalb des Gebäude- oder Energiesektors und wird daher nicht durch Politikinstrumente zur Emissionsminderung, wie einer CO₂-Bepreisung, abgedeckt, sodass hier systematische Fehlanreize bestehen.

Verstärkt werden diese Fehlanreize durch die ohnehin steigende Nachfrage nach Bioenergie aus anderen Sektoren, wie beispielsweise der Industrie. Da die klimafreundliche heimische Erzeugung von Biogas aus landwirtschaftlichen Reststoffen in ihrem Potenzial stark begrenzt ist (UBA, 2019), muss von einem stark wachsenden Anteil der Bioenergie aus Energiepflanzen mit nur geringen Treibhausgas-Minderungen für die Anrechnung in der Biotreppe ausgegangen werden (ICCT, 2021). Auch Importe von Biogas und -öl können eine Rolle spielen, jedoch besteht hier aktuell eine hohe Unsicherheit mit Blick auf deren Verfügbarkeit, Infrastrukturanforderungen und Emissionswirkung.

Auch bei Wärmepumpen entstehen anfänglich CO₂-Emissionen im Stromsektor. Allerdings sind diese aufgrund des hohen Wirkungsgrades beim aktuellen Strommix bereits geringer als bei Gasheizungen, selbst bei einer Beimischung von Biogas (Fraunhofer ISE, 2025). Durch die schnell fortschreitende Dekarbonisierung des Stromsektors (Luderer et al., 2025) wird der Betrieb von Wärmepumpen im Laufe der nächsten 10-15 Jahre nahezu CO₂-frei.

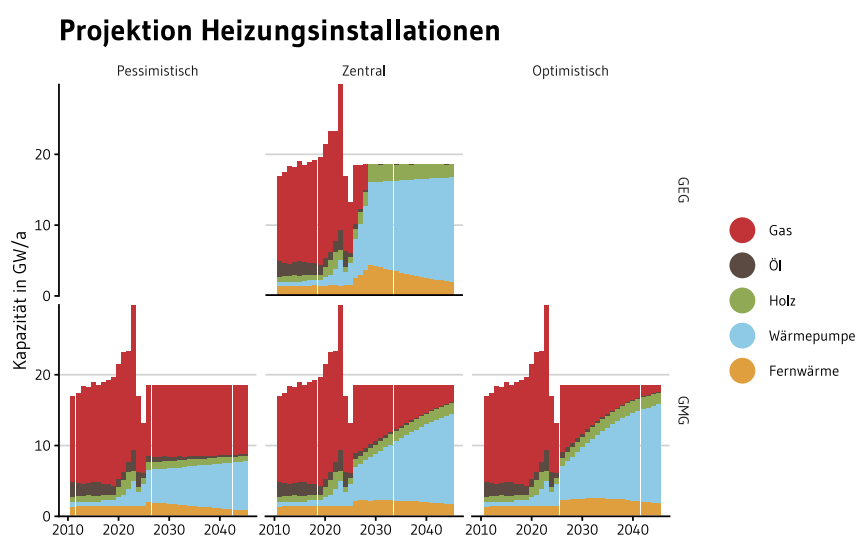


Abb. 1: Projektion der jährlich neu installierten Heizungsleistung. Da die zukünftigen Technologieanteile unter dem GMG ohne Installationsverbote besonders unsicher sind, variieren wir sie in drei Szenarien.

¹ Gemäß EU-Direktiven und -Berichte, betragen die Lebenszyklusemissionen von Biomethan aus Maissilage durchschnittlich 42 gCO₂e/MJ ohne Berücksichtigung von Landnutzungseffekten (RED II Directive Annex VI, European Parliament & Council of the European Union, 2018) und erhöhen sich durch Landnutzungseffekte um weitere 21 gCO₂e/MJ (Valin et al. 2015) auf 63 gCO₂e/MJ im Vergleich zu 67 gCO₂e/MJ für Erdgas in der EU (Prussi et al. 2020). Andere Studien ermitteln zum Teil niedrigere Emissionen ohne Berücksichtigung von Landnutzungseffekten, z.B. 34 gCO₂e/MJ in Adams und McManus (2019).

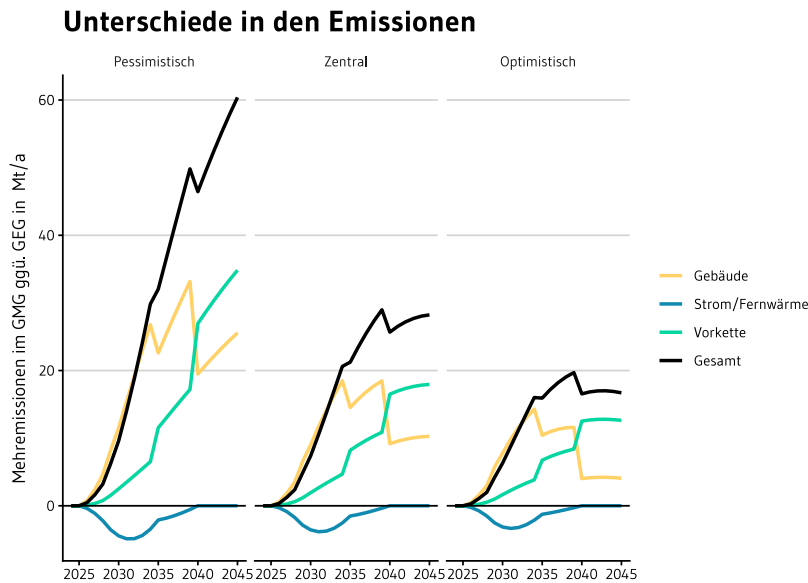


Abb. 2: Jährliche Mehremissionen des GMG gegenüber dem GEG nach Sektoren (Linien)

Infobox: Schätzung der Mehremissionen durch das GMG

Die hier gezeigten Schätzungen der Mehremissionen durch das GMG basieren auf Projektionen zukünftiger Heizungsinstallationen. Aufgrund der unsicheren Technologiewahl im GMG variieren wir die Heizungsverkäufe in drei Szenarien. Die Ergebnisse geben wir für das zentrale sowie als Spanne zwischen dem pessimistischen und optimistischen Szenario in Klammern an.

Bislang ist nur die erste Stufe der Biotreppe bekannt: 10 % ab 2029. Da die weiteren drei Stufen weder in ihrer Höhe noch ihrer Schrittweite setzen wir sie im GMG so fort, wie es das GEG vorsieht, also mit einer Stufe weniger: 30 % ab 2035 und 60 % ab 2040.

Die Biogas- und Bioheizölquote soll vor allem im Bestand Einsparungen erreichen. Wir nehmen an, dass das GMG die bis 2030 angestrebten jährlichen Einsparungen von 2 Mt CO₂-Äq. erreicht. Je nach Szenario steigen die jährlichen Einsparungen durch die Quote bis 2040 auf 2,4 bzw. 6 Mt.

Gefahr des technologischen Lock-ins fossiler Systeme

Klimaneutralitätsszenarien, wie auch aus dem Kopernikus-Projekt Ariadne (Luderer, et al., 2025), zeigen, dass der technologisch sinnvollste und kosteneffizienteste Pfad für eine Dekarbonisierung im Gebäudebereich die Elektrifizierung der Wärmebereitstellung ist. Dies bedeutet, dass für Gebäude, die nicht an ein Fernwärmenetz angeschlossen sind, in den meisten Fällen der Umstieg auf eine Wärmepumpe sinnvoll ist. In 2025 war, auch durch das geltende GEG, beim Absatz der Wärmepumpen bereits ein deutlicher

Zuwachs zu beobachten, sodass sie erstmals die Mehrzahl der verkauften Heizungen ausmachten. Parallel ging der Absatz von Gasheizungen zurück (BDH, 2026).

Eine Projektion der künftigen Heizungsverkäufe, basierend auf den Absatzzahlen der Vergangenheit (Abbildung 1), ergibt einen Mehreinbau von 1,1 (Spannbreite 0,9 - 1,3) Millionen neuer Gas- und Ölheizungen bis 2030 durch das GMG, im Vergleich zum derzeitigen GEG. Im Jahr 2045 können sich durch das neue GMG 3,3 Millionen (Spannbreite 2,6 - 6,5 Millionen) Gas- und Ölheizungen zusätzlich, im Vergleich zur derzeitigen Regulierung im Betrieb befinden.

Für die Emissionsentwicklung berücksichtigen wir Emissionen im Gebäude- und Energiesektor sowie Vorkettenemissionen für die Bioenergieerzeugung (siehe Abbildung 2). Aus den Unterschieden in den Heizungsinstallationen ergeben sich kumulierte zusätzliche Emissionen von 16 (Spannbreite 14 - 21) Millionen Tonnen (Mt) CO₂-Äq bis 2030 und 230 (Spannbreite 170 - 360) Mt bis 2045. Mit jedem Anstieg der Biotreppe sinken die Emissionen, die dem Gebäudesektor zugerechnet werden, jedoch steigen die Emissionen in den Vorketten, also im Landwirtschaftssektor.²

Höhere Kosten für Verbrauchende

Preisprojektionen, die den Ariadne Klimaneutralitätsszenarien zugrunde liegen (Luderer et al., 2025), zeigen, dass der Betrieb einer Gas- oder Ölheizung mit steigenden Anteilen von Biogas und -öl langfristig deutlich teurer werden könnte als heute. Im Vergleich zum heutigen Erdgaspreis dürfte ein

² Die Vorkettenemissionen beinhalten vor allem die Effekte von Düngemittelproduktion sowie Energie- und Düngemittelnutzung für die landwirtschaftliche Produktion. Emissionen durch indirekte Landnutzungsänderungen, etwa die Umwandlung von Weide- oder Waldflächen in Ackerland, sind dabei nicht berücksichtigt.

Mischpreis aus Erdgas mit Biogas entsprechend der angenommenen Biotreppe im Jahr 2045 mehr als doppelt so hoch sein, als im Durchschnitt 2025. Der Preisanstieg entsteht dabei vor allem durch die Knappheit von Biogas und die Konkurrenz verschiedener Anwendungen. Eine steigende Biogas-Nachfrage der Haushalte vermindert somit auch die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie, die für das benötigte Biogas höhere Preise zahlen müsste. Bezieht man auch Vorkettenemissionen in die Überlegungen ein und unterstellt eine entsprechende CO₂-Bepreisung, ergibt sich sogar eine Verdreifachung des Energiepreises gegenüber der Gegenwart.

Vor dem Hintergrund der aktuellen Preisentwicklungen für Erdgas, ausgelöst durch den Nahostkrieg, könnten die Preise während der Hochlaufphase von Biogas ebenfalls weiter ansteigen. Auch die Kosten zunehmender Anteile von Bioenergie sind mit großen Unsicherheiten bezüglich der Verfügbarkeiten (auch von möglichen Importen), der Transportinfrastruktur sowie den dazugehörigen Kosten verbunden.

Im Vergleich zur aktuellen Gesetzeslage ist mit den derzeit bekannten Eckpunkten des GMGs von einer Verschlechterung für die Emissionsminderung im Gebäudesektor auszugehen. Der vermehrte Einbau von fossilen Heizkesseln und der Betrieb mit grünen Brennstoffen, die teilweise in ihrer Emissionsminderung nicht wesentlich geringer sind als die fossilen Brennstoffe, führen nicht zu der nötigen Dekarbonisierung des Sektors. Zudem werden die ansteigenden Kosten des Betriebs von fossilen Brennkesseln mit grünem Gas und Öl zu Problemen für Verbrauchenden führen. Insbesondere Mietende, die keinen Einfluss auf ihr Heizsystem haben, werden ohne ergänzende Maßnahmen stärker belastet werden. Erste Diskussionen zu den Eckpunkten des Gesetzes mit Bürgerinnen und Bürgern im Rahmen der Ariadne-Bürgerdeliberation, bestätigen die Verunsicherung insbesondere mit Blick auf die Kostenfrage für Mietende.

Politikinstrumente für eine wirksame Wärmewende

Die Minderung des Einsatzes fossiler Brennstoffe im Gebäudesektor zur Erreichung der Klimaneutralität ist unstrittig. Mit der Abschaffung der 65%-Regelung für Erneuerbare Energie im Gebäudesektor braucht es andere politische Instrumente, die einen Umstieg von fossilen Brennstoffen zu emissionsärmeren Alternativen anreizen.

Eine Biotreppe, die kurzfristig den Einsatz von traditionellen Heizkesseln attraktiver erscheinen lassen mag, jedoch mittel- bis langfristig einen starken Kostenanstieg für Verbrauchende bedeutet, scheint nicht zielführend. Stattdessen sollten Preissignale transparent und explizit gemacht werden. Die Einführung des zweiten europäischen Emissionshandelssystems im Jahr 2028 für den Gebäude- und Verkehrssektor ist hier ein zentrales Instrument. Der Emissionshandel kann effektiv Investitionsentscheidungen der Verbrauchenden leiten und ist gleichzeitig ein wirksames Instrument, um die europäische Nachfrage nach Öl und Gas auf den Weltmärkten langfristig zu senken. Allerdings werden die Preise auf Bestreben einiger Mitgliedstaaten zu Beginn wahrscheinlich niedrig bleiben, sodass der Investitionsanreiz voraussichtlich nicht ausreichend für die Erreichung der Klimaziele sein wird.

Auch das Verhältnis von Strom- und Gaspreis ist entscheidend für eine wirksame und kosteneffiziente Wärmewende. So zeigt eine aktuelle Analyse von KfW Research, dass bei einer Halbierung des Strompreises bzw. einer Verdopplung des Gaspreises der Wärmepumpenabsatz in Deutschland um 80 % steigen würde (Letz et al., 2025). So könnte von einer Absenkung der Stromsteuer für Wärmepumpen-Stromtarife ein weiteres Signal in Richtung Elektrifizierung ausgehen.

Gebäudetyp	Energieträger	Vorgelagerter CO ₂ -Preis bei Neuananschaffung (Brennwert-Technologie)	Jährliche Abgabe auf Konstanttemperaturkessel älter als 30 Jahre
Einfamilienhaus	Gas	4.442 €	309 €
	Öl	6.196 €	410 €
Mehrfamilienhaus	Gas	15.899 €	1.105 €
	Öl	22.175 €	1.467 €

Tab. 2: Beispielhafte Abgabengröße eines vorgelagerten CO₂-Preises bei Kauf einer fossilen Heizung (50 €/tCO₂ über 20 Jahre). Link zur Online-Tabelle: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1mGYfErUw-yFayCkMGCP3SkS3OV4j-4Ol/edit?usp=sharing&oid=102520162822531762222&rtpof=true&sd=true>

Die Beibehaltung einer ausreichenden Förderung für den Einbau von derzeit noch teureren klimafreundlichen Heizsystemen wird ebenfalls wichtig bleiben, um den Wechsel des Heizsystems auszureizen. Dabei sollten Verteilungsfragen bei der Ausgestaltung berücksichtigt und durch sozialgerechte Instrumente adressiert werden (Herkele et al., 2025).

Der alternative Weg: Eine Investitionsabgabe für Öl- und Gasheizungen

Ein Vorschlag für ein komplementäres Instrument stellt eine Investitionsabgabe dar, die basierend auf einem angenommenen CO₂-Preis eine klare Lenkungswirkung bei der Neuschaffung von fossilen Investitionsgütern schaffen würde (Kalkuhl et al. 2026). Für die erwartete Lebensdauer einer Heizung werden ein rechnerischer CO₂-Preis und ein durchschnittlicher Emissionsausstoß unterstellt. Der Barwert wird direkt beim Einbau eines neuen Heizkessels „vorgelagert“ fällig.

Für eine typische, neu installierte Ölheizung im Einfamilienhaus würde sich die Abgabe beispielsweise auf knapp 6.200 € belaufen, wenn ein rechnerischer CO₂-Preis von 50 €/tCO₂ unterstellt wird (siehe Tabelle 2). Wie hoch der rechnerische CO₂-Preis angesetzt werden soll, hängt dabei davon ab, wie hoch der tatsächlich zu erwartende Preis im BEHG bzw. zukünftigen EU-ETS2 ausfällt: Je niedriger der Preis im Emissionshandel, desto höher sollte die Investitionsabgabe sein, um die sozialen Kosten des CO₂-Ausstoß angemessen einzupreisen und einen hinreichend großen Transformationsanreiz zu bieten. Fossile Heizungen im Bestand werden so effektiv vor übermäßigen Belastungen durch einen hohen CO₂-Preis geschützt. Damit sehr alte und typischerweise ineffiziente Kessel unter dieser Regelung nicht unbegrenzt weiter genutzt werden, sollte die Investitionsabgabe durch eine jährlich fällige Abgabe auf Geräte mit einem Alter von mehr als 30 Jahren komplementiert werden.

Auf den Punkt gebracht

Die Eckpunkte des Gebäudemodernisierungsgesetzes (GMG) verändern die Lenkungswirkung von einer starken Elektrifizierung der Wärmebereitstellung, hin zu einer verlängerten Nutzungsdauer von fossilen Heizsystemen. Der Umstieg auf einen Betrieb mit grünen Brennstoffen ist mit Blick auf deren Verfügbarkeit, Emissionen und Kosten mit Unsicherheiten behaftet. Ein technologischer Lock-in von traditionellen Brennkesseln würde zu einer geringeren Emissionsminderung als unter der aktuellen Gesetzeslage, sowie zu einer verlängerten Importabhängigkeit von fossilen Brennstoffen führen. Ein alternatives Politikinstrument, dass die Externalitäten einer verlängerten Nutzung von fossilen Brennstoffen in Form einer vorgelagerten Investitionsabgabe für Verbrauchende explizit macht und dabei die Wahlfreiheit erhält, wäre hier als Teil eines wirksamen Politikmixes für den Gebäudesektor vorteilhafter.

Referenzen

- Adams, P. W., McManus, M. C. (2019). Characterisation and variability of greenhouse gas emissions from biomethane production via anaerobic digestion of maize. *Journal of Cleaner Production*, 218, 529-542.
- BDEW.(2025).Beheizung des Wohnungsbestandes in Deutschland. <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/beheizung-des-wohnungsbestandes-in-deutschland/>
- BDH.(2026) Absatz Heizungen in Deutschland 2025. <https://www.bdh-industrie.de/presse/pressemitteilungen/artikel/jahresbilanz-heizungsabsatz-faellt-auf-niedrigstenstand-seit-15-jahren>
- Beaufils, T., Conyngham, K., de Vries, M., Jakob, M., Kalkuhl, M., Richter, P. M., Spiro, D., Stern, L., Wanner, J. (2025). The geopolitical externality of climate policy (No. 2283). Kiel Working Paper.
- Edenhofer, O., Kalkuhl, M., Stern, L. (2025). How to scale up effective international climate finance by the EU? Tax coalitions and jurisdictional reward funds for the case of fossil fuel (No. 2296). Kiel Working Paper.
- Eser, N., Matthey, A., Bünger, B. (2025). Handbuch Umweltkosten: Methodenkonvention 4.0 (ISSN 2363-832X). Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/479/publikationen/2026-02/UBA_Handbuch%20Umweltkosten_Methodenkonvention%204.0.pdf
- European Environment Agency. (2023). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 (EEA Report No. 06/2023). <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emep-eea-guidebook-2023>
- European Parliament & Council of the European Union. (2018, December 11). Directive (EU) 2018/2001 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast). Official Journal of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001>
- Herkel, S., Billerbeck, A., Bürger, V., Epp, J., Hasse, R., Henger, R., Köhler, B., Kost, C., Thomsen, J. (2025). Wärmewende jetzt – Impulse aus der Wissenschaft. Kopernikus-Projekt Ariadne, Potsdam. <https://ariadne-projekt.de/publikation/report-warmewende-jetzt-impulse-aus-der-wissenschaft/>
- Letz, C., Rode, J., Römer, D.(2025). Die Wärmepumpe etabliert sich in Europa – der Strompreis als Faktor. <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2025/Fokus-Nr.-487-Februar-2025-Waermepumpen.pdf>
- Luderer; G.(Hrsg.) ,Bartels, F. (Hrsg.), Brown, T. (Hrsg.), Aulich,C., Benke,F., Fleiter,T., Frank,F., Ganal,H., Geis,J.,Gerhardt, N., Gnann,T., Gunnemann,A., Hasse,R., Herbst,A., Herkel,S., Hoppe,J., Kost, C., Michael Krail,M., Lindner,M., Neuwirth,M., Nolte ,H., Pietzcker,R.,Plötz,P. Rehfeldt,M., Schreyer,F., Seibold,T., Senkpiel, C., Sörgel, D., Speth,D., Steffen,B., Verpoort, P.C. (2025). Die Energiewende kosteneffizient gestalten: Szenarien zur Klimaneutralität 2045. Kopernikus-Projekt Ariadne, Potsdam. <https://doi.org/10.48485/pik.2025.003>
- Prussi, M., Yugo, M., De Prada, L., Padella, M., Edwards, R. and Lonza, L. (2020). JEC Well-to-Tank report v5. EUR 30269 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. ISBN 978-92-76-19926-7, DOI: 10.2760/959137, JRC119036
- Valin, H., Peters, D., van den Berg, M., Frank, S., Havlik, P., Forsell, N., Hamelinck, C. (2015). The land use change impact of biofuels consumed in the EU: Quantification of area and greenhouse gas impacts. Ecofys, IIASA & E4tech. European Commission. https://energy.ec.europa.eu/publications/land-use-change-impact-biofuels-consumed-eu_en
- Umweltbundesamt, (2019). BioRest: Verfügbarkeit und Nutzungsoptionen biogener Abfall- und Reststoffe im Energiesystem (Strom-, Wärme- und Verkehrssektor). Abschlussbericht: https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/1410/publikationen/2019-09-24_texte_115-2019_biorest.pdf
- Umweltbundesamt, (2026). Treibhausgas-Projektionen für Deutschland. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/treibhausgas-projektionen-2026-ergebnisse-kompakt>
- Zhou, Y., Swidler, D., Searle, S., Baldino, C. (2021). White Paper: Life-cycle greenhouse gas emissions of biomethane and hydrogen pathways in the European Union. <https://theicct.org/sites/default/files/publications/lca-biomethane-hydrogen-eu-oct21.pdf>

Autorenteam:

Robin Hasse, Ann-Katrin Schenk, Frederike Bartels, Matthias Kalkuhl, Maximilian Kellner, Noah Kögel, Gunnar Luderer, Robert Pietzcker, Ricarda Rosemann, Robert Salzwedel

Kontakt zu den AutorInnen:

Robin Hasse, krekeler@pik-potsdam.de