

Myrjam Klemt, Mara Peter, Kilian Bizer, Inga Moeck

Oberflächennahe Geothermie: Barrieren des Markthochlaufs – und deren Überwindung

Um das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2045 zu erreichen, ist der Ausbau erneuerbarer Wärmetechnologien in Deutschland zentral. Trotz technischer und ökologischer Vorteile weist die oberflächennahe Geothermie bisher eine geringe Verbreitung auf. Luft-/Wasser-Wärmepumpen und fossile Systeme dominieren weiter den Markt. Hemmnisse für den breiteren Einsatz geothermischer Systeme sind unter anderem in der unklaren Förderkulisse, mangelnder Standardisierung, hohen Anfangsinvestitionen, dem Mangel an Fachkräften sowie begrenztem Wissen in der Bevölkerung zu sehen. Diese Faktoren erzeugen Unsicherheit und verzögern Investitionen. Die vorliegende Arbeit analysiert diese Barrieren und entwickelt auf dieser Grundlage Politikempfehlungen zur Unterstützung eines beschleunigten Markthochlaufs geothermischer Wärmepumpen.

Etwa 40 % der CO₂-Emissionen in Deutschland stammen aus der Wärmebereitstellung (Deutsche Energie-Agentur, 2023a). 81 % der 19,5 Mio. Wohngebäude heizen mit Gas oder Öl (Bundesverband der Energie- & Wasserwirtschaft e.V., 2023). Eine erfolgreiche Wärmewende ist daher zentral, um die Klimaziele des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG) und die Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen (Bundesregierung, 2022). Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2024 fordert 65 % erneuerbare Energien (EE) bei neuen Heizungen und 6 Mio. Wärmepumpeninstallationen bis 2030 (BMWK, 2022; KfW, 2025; Treptow, 2024). Dennoch wurden 2023 dreimal so viele Gasheizungen wie Wärmepumpen (WP) installiert (Bundesverband der Energie- & Wasserwirtschaft e.V., 2023). Trotz eines leichten, witterungsbedingten Rückgangs der Gebäudesektor-Emissionen um 2,3 % im Jahr 2024 gegenüber dem Vorjahr verfehlt Deutschland weiter die Zielvorgaben des KSG. Mit etwa 109 Mio. t CO₂-Äquivalenten wurden 2024 die zulässigen 87 Mio. t um 22 Mio. t überschritten (Deutsche Energie-Agentur, 2023a; UBA, 2024).

Der Koalitionsvertrag von CDU/CSU und SPD (2025) kündigt eine GEG-Reform an. Die darin geplante Fokussierung auf die CO₂-Vermeidung könnte jedoch mit der 2024 novellierten EU-Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) kollidieren, die vorrangig höhere Ener-

gieeffizienz und Sanierungsraten priorisiert (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2024). Diese Gesetzesänderungen schaffen Planungsunsicherheiten, auch für Eigentümer:innen, die bereits in die 65 %-EE-Vorgaben investiert haben. Der Markt verfehlt weiter die Ausbauziele: Bis 2022 wurden 1,7 Mio. Wärmepumpen installiert; um das Ziel von 6 Mio. WP bis 2030 zu erreichen, müsste sich der jährliche Absatz (2024: 356.000) nahezu verdoppeln (DIW Berlin, 2024; Bundesverband Wärme-

Myrjam Klemt ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Georg-August-Universität Göttingen.

Mara Peter ist Studentin im Masterstudiengang Public Economics an der Freien Universität Berlin.

Prof. Dr. Kilian Bizer ist Professor für Wirtschaftspolitik und Mittelstandsforschung an der Georg-August-Universität Göttingen und Direktor des Volkswirtschaftlichen Instituts für Mittelstand und Handwerk.

Prof. Dr. Inga Moeck ist Professorin für Angewandte Geothermie und Geohydraulik an der Fakultät Geowissenschaften und Geografie der Georg-August-Universität Göttingen und Leiterin der Sektion „Geothermie und Informationssysteme“ im Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik.

© Der/die Autor:in 2026. Open Access: Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht (creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de).

Open Access wird durch die ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft gefördert.

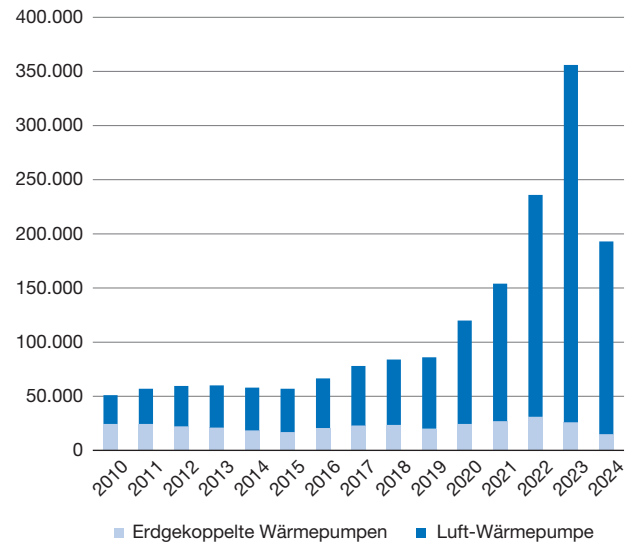
pumpe e.V., 2024). Nach dem Rekordjahr 2022 (+53 %) stagnierte das Wachstum in 2023/24 (Abb. 1). 90 % der Systeme entfielen zudem auf weniger effiziente Luftwärmepumpen (LWP); die effizienteren erdgekoppelten Systeme hatten einen Marktanteil von rund 10 %. Die Wärmewende macht Fortschritte, bleibt jedoch deutlich hinter ihren Ausbauzielen zurück.

Dieser Beitrag zeigt zentrale Barrieren für den Markthochlauf oberflächennaher Geothermie (ONG, bis 400m Tiefe). Im Gegensatz zur Mittel-/Tiefengeothermie besteht bei ONG kein Fündigkeitsrisiko, da geschlossene Systeme kein Thermalwasser benötigen und ganzjährig konstante Quellentemperaturen liefern. LWP arbeiten hingegen besonders im Winter mit kalter Außenluft, was Spitzen im Strombedarf in der dunklen Jahreszeit noch verstärkt. Erdgekoppelte Systeme erreichen gegenüber LWP eine höhere Jahresarbeitszahl (JAZ) (4 bis 5 statt 3 bis 4; die JAZ misst das Verhältnis von aufgewendeter elektrischer Energie und erzeugter Heizwärme) (Günther et al., 2020), bieten im Winter stabile Leistung und höhere Vorlauftemperaturen auch im unsanierten Bestand (Born et al., 2022; IEA, 2022), eine längere Lebensdauer sowie geringe Wartungskosten (Violante et al., 2022; Garber et al., 2013). Sie ermöglichen bis zu 80 % CO₂-Einsparungen gegenüber fossilen Lösungen (Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2021). Ihrem Vorteil niedriger Betriebskosten stehen jedoch höhere Investitionskosten durch Bohrungen oder Erdarbeiten gegenüber (Born et al., 2022; Meyer et al., 2021).

Der starke Zuwachs an LWP zeigt, dass der Wärmepumpenhochlauf in die richtige Richtung weist. In Bestandsgebäuden, dichter Bebauung und Quartieren stoßen LWP allerdings an Grenzen (Born et al., 2022; Brilz, 2017). Geothermische Systeme sind effizienter, netzentlastend und versorgungssicher (Born et al., 2022; Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2018). Trotz der 65 %-Erneuerbare Energien-Pflicht ab 2024 hemmen häufige GEG-Änderungen, unklare Zuständigkeiten und fehlende Einbindung in die kommunale Wärmeplanung Investitionen. Zudem führt die politisch betonte „Technologieoffenheit“ faktisch zur Bevorzugung kostengünstiger LWP, während Unterstützung für ONG ausbleibt.

Ohne klare politische Weichenstellung droht die langfristig effizienteste Wärmetechnologie weiterhin nur eine Nischenrolle zu spielen (Abbildung 1), selbst dort, wo sie der sachlich bessere Standard wäre. Damit ONG sich zu einer realistischen Alternative entwickeln kann, sind die bestehenden strukturellen Barrieren, unterschieden nach finanziellen, regulatorischen, verhaltens- und arbeitsmarktbezogenen Barrieren, abzubauen. Diese verhindern den Systemwechsel hin zur technologisch und ökonomisch effizienten Heiztechnologie im Gebäudesektor.

Abbildung 1
Wärmepumpenabsatz in Deutschland, 2010 bis 2024



Quelle: Bundesverband Wärmepumpe e.V. (2024).

Finanzielle Barrieren

Hohe Installations- und Erschließungskosten, insbesondere für Bohrungen und Rohrleitungen, bleiben eine zentrale Hürde für geothermische Wärmepumpen (Decker & Menrad, 2015; Kastner & Matthies, 2016; Michelsen & Madlener, 2016). Die Kosten variieren stark je nach Technologie, Boden- und Platzverhältnissen und regionalem Markt (Aditya, et al., 2020; Umweltministerium Baden-Württemberg, 2005). Grabenkollektoren sind meist günstiger, benötigen aber viel Fläche; Sondenbohrungen eignen sich für dichte Bebauung, sind jedoch deutlich teurer (Aditya et al., 2020). Zusätzlich schwanken die Erschließungskosten je nach erforderlicher Bohrtiefe (Emmermann, et al., 2024). Der bisher übliche Mindestbohrdurchmesser von 152 mm für Erdwärmesonden stammt aus frühen Sicherheitsvorgaben. Neue Untersuchungen zeigen jedoch, dass moderne Abdichtungs- und Verfülltechniken auch kleinere Durchmesser ermöglichen. Baden-Württemberg erlaubt bereits 135 mm für Doppel-U-Sonden (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2024). Eine bundesweit einheitliche Reduktion könnte Bohrkosten spürbar senken und den Zugang zur ONG erleichtern.

Die durchschnittlichen Anschaffungskosten für ein Einfamilienhaus, das 20MWh/a benötigt, betragen für eine etwa 100m tiefe Doppel-Erdwärmesonde mit Wärmepumpe 25.000 bis 30.000€. Im Vergleich dazu liegen die Anschaffungskosten moderner Gasheizungen mit etwa 7.000 bis 12.000€ deutlich niedriger. Die staatliche

Förderung für den Einbau von WP erfolgt im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG). Je nach Haushaltseinkommen, Effizienzklasse der Anlage, Schnelligkeit des Austauschs und Kombination mit weiteren Maßnahmen (z. B. Photovoltaik (PV)) können bis zu 70 % der förderfähigen Kosten erstattet werden, maximal jedoch 21.000 € pro Wohneinheit (BMWE, 2024; Deutsche Energie-Agentur, 2023b). In der Praxis liegt die Förder-spanne in der Regel zwischen 30 und 55 %. Für erdgekoppelte WP ist zusätzlich ein Effizienzbonus von 5 % möglich. Dennoch verbleibt häufig ein Eigenanteil von etwa 10.000 bis 15.000 €, der für viele Haushalte eine erhebliche Hürde darstellt. Regelmäßige Änderungen in der komplexen Förderlandschaft erhöhen die Unsicherheit weiter.

Eine differenzierte Kostenanalyse erfordert die Unterscheidung von Anschaffungs- und Betriebskosten (Tabelle 1). Zwar sind geothermische WP in der Investition teurer, sie verursachen jedoch langfristig niedrigere Betriebskosten. Bei einem Wärmebedarf von 15.000 kWh/a benötigt eine LWP mit einer JAZ von 3,5 rund 4.285 kWh Strom, eine geothermische WP mit einer JAZ von 4,5 etwa 3.333 kWh. Bei einem Wärmepumpentarif von 22 bis 27 ct/kWh ergeben sich jährliche Stromkosten von etwa 1.200 bis 1.500 € (Luft) bzw. 930 bis 1.170 € für geothermische Systeme (Günther et al., 2020). Günstige Wärmepumpentarife lohnen sich meist nur bei höherem Verbrauch und separatem Zähler. Steigende Strompreise verlängern die Amortisationszeit deutlich, und Unsicherheiten über die Preisentwicklung wirken als Investitionshemmnisse. Je nach Tarif und Förderung amortisieren sich geothermische Systeme aktuell nach 12 bis 18 Jahren; Kombinationen mit PV oder hohem Wärmebedarf verkürzen diese Werte.

Gerade in innovativen Versorgungskonzepten wie kalten Nahwärmenetze bietet die ONG spezifische Vorteile gegenüber LWP. Während letztere zwar günstiger in der Anschaffung sind, stoßen sie in quartiersbezogenen Infrastrukturen an ökonomische und systematische Grenzen. Geothermische Systeme erlauben dagegen einen effizienteren und laststabileren Betrieb; dabei wird Erdwärme über ein 10 bis 20°C Niedertemperaturnetz verteilt und dezentral durch WP auf Gebäudeniveau angehoben (Born et al., 2022; Brilz, 2017; Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2018). Skaleneffekte bei Erschließung und Installation sowie gemeinsame Bohrungen senken die Anschlusskosten deutlich. Durch niedrige Betriebskosten und hohe Versorgungssicherheit sind geothermiebasierte Nahwärmenetze besonders für Neubauquartiere und dichte Bestandsgebiete attraktiv – vor allem dort, wo Fernwärme nicht realisierbar oder zeitlich ungewiss ist (Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2018).

Tabelle 1
Stilisierter Vergleich von Kosten- und Leistungskennzahlen von Luft- und Erdwärmepumpen

Kostenkategorie	LWP	Geothermische WP
Anschaffungskosten	8.000 bis 16.000 €	12.000 bis 20.000 €
Erschließungskosten	/	8.000 bis 25.000 €
Installationskosten	3.000 bis 6.000 €	3.000 bis 7.000 €
Gesamtkosten (Ein-familienhaus)	11.000 bis 22.000 €	23.000 bis 52.000 €
JAZ	2,5 bis 3,5	3,5 bis 4,5 (Kollektoren)/ 4 bis 5 (Erdsonden)
Stromverbrauch (Wärmebedarf 15.000 kWh/Jahr)	4.285 kWh/Jahr (JAZ 3,5)	3.333 kWh/Jahr (JAZ 4,5)
Stromkosten	1.200 bis 1.500 €	930 bis 1.170 €
Wartungskosten	150 bis 400 €	150 bis 300 €
Lebensdauer	20 Jahre	30 Jahre (Pumpe), 50 Jahre (Erdsonde)
Förderung	70 % (max. 21.000 €)	70 % (max. 21.000 €)
Amortisationszeit	8 bis 14 Jahre	12 bis 18 Jahre

Quelle: Meyer et al. (2021); Deutsche Energie-Agentur (2023b); Günther et al. (2020); Engelmann et al. (2021); Buderus (o. D.).

Regulatorische Barrieren

Die Förderbedingungen für oberflächennahe Geothermie und Wärmepumpen sind komplex und erschweren Antragstellung wie Investitionssicherheit. Obwohl das Gebäudeenergiegesetz mit der 65%-Erneuerbare Energien-Pflicht ab 2024 Klarheit schaffen sollte, führten die häufigen Gesetzesänderungen sowie emotional geführte Debatten über Ausnahmen und Fristen zu großer Verunsicherung. Widersprüchliche Medienberichte und die seit 2023 verpflichtende kommunale Wärmeplanung (ab 100.000 Einwohner:innen) verstärkten dies. Viele Eigentümer:innen verschoben Investitionen, um zunächst die kommunalen Pläne abzuwarten.

Zusätzliche Unsicherheit entstand durch den Wechsel der Förderzuständigkeiten vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zur KfW Anfang 2024. Mit der Einführung der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) im Jahr 2021 wurde ein neues Modell zur Unterstützung von energetischen Sanierungen und energieeffizienten Neubauten geschaffen. Antragsteller:innen mussten sich auf das neue KfW-Online-Portal umstellen, wobei unklare Übergangsfrieten für Altanträge zusätzliche Unsicherheiten schufen. Eine solche Veränderung der Zuständigkeiten erschwert die planungssichere Umsetzung (BEG, 2022). Hinzu kam, dass neue Förderungen zwar ab Januar 2024 angekündigt, aber erst ab Septem-

ber 2024 ausgezahlt wurden (Deutsche Energie-Agentur, 2023b). Die Förderkulisse ist zudem hochkomplex: Trotz Förderquoten von bis zu 70 % und eines Effizienzbonus für erdgekoppelte Systeme sind die Anforderungen hoch. Die förderfähigen Kosten sind auf 30.000€ gedeckelt, begrenzt pro Wohneinheit (Deutsche Energie-Agentur, 2023b). Zudem erhöhen Nachweispflichten bei geothermischen WP den Druck der ohnehin überlasteten Wasserbehörden.

Hinzu kommt: Die bundesweit uneinheitliche Daten-, Informations- und Zuständigkeitenlage erschwert Endkund:innen die Planung von geothermischen WP. Abhilfe schafft das aus dem BMWF-geförderten Projekt WärmeGut erweiterte GeotIS (LIAG-Institut für Angewandte Geophysik, o.D.), das frei zugängliche Informationen zur ONG bereitstellt. Über Ampelkarten, die mit den geologischen Fachbehörden abgestimmt sind, bewertet GeotIS die grundsätzliche Eignung der drei ONG-Technologien (Sonden, Kollektoren, Brunnen). Für detailliertere Fragen verweist das System an die zuständigen Landesbehörden, die die fachliche Beratung und Genehmigungspraxis übernehmen.

Um den Hochlauf der Geothermie zu unterstützen, verabschiedete die Bundesregierung im Dezember 2025 das Geothermie-Beschleunigungsgesetz (GeoBG) mit verbindlichen Fristen, digitalen Verfahren und überragendem öffentlichen Interesse (Bundesnetzagentur, 2024). Die Beschleunigungen betreffen jedoch primär Tiefengeothermie (> 400 m) und Großwärmepumpen ab 500 kW. Für ONG-Bohrungen, die seit 2024 aus dem Bergrecht herausgenommen wurden und unter Wasserrecht fallen, bleiben zentrale Hürden bestehen: uneinheitliche Genehmigungspraxis und überlastete Wasserbehörden.

Ungeachtet dieser Fortschritte bestehen weiterhin zentrale Barrieren: Die Genehmigungspraxis variiert erheblich zwischen den Bundesländern. Bundesweit gibt es zudem nur rund 120 zertifizierte Unternehmen, die Tiefenbohrungen durchführen dürfen, was durch den Mangel an qualifiziertem Personal die Umsetzung zusätzlich verlangsamt. Statt europaweiten Wettbewerb zu forcieren, behindert die national zersplitterte Zertifizierung von Bohrunternehmen den Marktzugang; um die Sicherheit von Menschen und Umwelt zu gewährleisten, müsste eine EU-Zertifizierung ausreichen. Hinzu kommt eine regional ungleiche Strompreisentwicklung, die die Wirtschaftlichkeit von WP besonders in Ostdeutschland beeinflusst (Bundesnetzagentur, 2024).

Wissensbarrieren & Verhaltensbarrieren

Die Akzeptanz von ONG in Deutschland wird vor allem durch Wissens- und Verhaltensbarrieren beeinträchtigt.

Ein zentrales Problem ist das mangelnde Wissen über Wärmepumpen, was zu Fehleinschätzungen bezüglich des Energieverbrauchs und der Betriebskosten führt (Bundesverband Geothermie e.V., 2020; Fraunhofer IEG, 2022). Ein verbreitetes Missverständnis ist, dass ONG-Bohrungen ähnliche Risiken wie Tiefengeothermie bergen – etwa Erdbeben oder Grundwasserverunreinigungen. Diese Risiken sind jedoch minimal und technisch beherrschbar. Auch im Handwerk bestehen Hürden: Die Installation von und Beratung zu erdgekoppelten WP erfordert spezielles Know-how, das vielerorts fehlt. Zwar gibt es Umschulungen und Fortbildungen, diese erfordern aber Zeit und finanzielle Ressourcen, was besonders kleinere Betriebe belastet (BDH, 2023).

Zudem bestehen Unsicherheiten bei der Einschätzung zukünftiger Betriebskosten, da Informationen zur Gebäudehülle und zu Strompreisfluktuationen oft unzureichend sind (Decuypere et al., 2022). Die Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz e.V. zeigt jedoch, dass nach Einbau einer neuen Heizung und Aufsummierung der Investitions- und Betriebskosten die WP bereits nach sechs Jahren günstiger ist als eine Gas-Heizung (Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz, 2025). Mit dem voraussichtlich ab 2028 startenden EU-Emissionshandel für Gebäude und Verkehr werden Gas- und Ölheizungen weiter teurer, was den Bedarfsdruck auf den Wärmepumpenmarkt erhöht. WP arbeiten besonders effizient bei niedrigeren Vorlauftemperaturen, wie sie in gut gedämmten Gebäuden oder Flächenheizungen üblich sind, was ihre Gesamteffizienz gegenüber konventionellen Systemen erhöht (Calver et al., 2022; Staffell et al., 2012). Smart Meter und dynamische Tarife ermöglichen zudem einen flexibel gesteuerten Betrieb, der Kosten senkt und das Stromnetz entlastet (Patteeuw et al., 2015); Deutsche Energie-Agentur, 2024; Agora Energiewende & Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., 2023; Terlouw et al., 2019).

Trotz dieser Vorteile bestehen weiterhin Akzeptanzprobleme, vor allem bei LWP, die wegen Lärmbedenken in der Nachbarschaft häufig abgelehnt werden (Sweetnam et al., 2019). Umfragen zeigen, dass viele Anwohnende akustische und teils auch visuelle Beeinträchtigungen kritisch sehen. Geothermische WP sind zwar geräuschlos und platzsparend, ihr Marktanteil bleibt jedoch gering (Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2024). Zur Überwindung dieser Barrieren braucht es klare Aufklärung und Standards. Politik, Medien und Unternehmen sollten Fehlinformationen korrigieren und ihren Beitrag zur Wärmewende vermitteln. Die Bundesregierung sollte eine kohärente Informationskampagne starten. Zudem müssen Förderanträge vereinfacht und Schulungen für das Handwerk ausgebaut werden, um Unsicherheiten zu reduzieren und Akzeptanz zu stärken (Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2024).

Marktbarrieren

Ein zentraler Kostenfaktor bei der Installation einer Wärmepumpe ist der akute Fachkräftemangel in der Heizungsindustrie. In Deutschland fehlen rund 60.000 Heizungsinstallateur:innen – ein Defizit, das sich durch den demografischen Wandel weiter verschärfen dürfte (ZEIT ONLINE, 2023). Auch angrenzende Bereiche wie Sanitär-Heizung-Klima-Betriebe, Planung, Ingenieurbüros sowie Energieberatung leiden unter Personalknappheit. Die Folge sind voll ausgelastete Betriebe und teils monatelange Wartezeiten – besonders kritisch im Winter oder während Lieferengpässen.

Für die Installation von Erdwärmesonden verschärft sich die Situation zusätzlich im Bereich der Bohrunternehmen. Hier sind tausende neue Fachkräfte notwendig, um den steigenden Bedarf an Bohrungen zu decken. Die Problematik wird durch die geringe Zahl an ausgebildeten Brunnenbauer:innen deutlich: 2022 schlossen nur 36, 2023 lediglich 49 Personen ihre Ausbildung ab (bbr-online, 2022; Allgemeine Bauzeitung, 2023). Das einzige überbetriebliche Ausbildungszentrum in Bad Zwischenahn, Niedersachsen, verursacht zudem weite Anreisen und Ausfallzeiten in den Betrieben was besonders für kleinere Betriebe eine organisatorische Herausforderung darstellen kann (Born et al., 2022). Auch in den zuständigen Verwaltungsbehörden führt der Fachkräftemangel zu Verzögerungen; so kann sich ein Verfahren um bis zu sechs Monate verzögern (Born et al., 2022).

Ein zentrales Hemmnis für den Markthochlauf ist die fehlende europäische Harmonisierung der Bohrdurchmesser. Deutschland schreibt 152 mm (VDI 4640) vor, während skandinavische Länder wie Schweden 115 bis 140 mm nutzen (Gehlin et al., 2016). Dadurch wird ein europäischer Wettbewerb verhindert, der den Fachkräftemangel mildern und den Ausbau antreiben könnte. Einheitlichere und liberalere Vorgaben würden den Markt öffnen, den Ausbau beschleunigen und Personalengpässe mindern. Das gilt ebenso bei den Bohrsicherheitsanforderungen, die in Deutschland doppelt so personalintensiv sind, da zwei Aufsichtspersonen vorgeschrieben sind, während in Schweden eine genügt.

Fazit

Die Ausbreitung erdgekoppelter Wärmepumpen wird durch erhebliche Barrieren gebremst, was die Wärmewende verzögert und Klimaziele gefährdet. Da der Wärmesektor einen großen Emissionsanteil hat und WP bis zu fünfmalige Heizenergie aus Strom gewinnen, ist ihr Ausbau zentral für die Energiewende. Daraus ergeben sich folgende Politikempfehlungen:

Finanzielle Anreize ausbauen: Die CO₂-Bepreisung fossiler Brennstoffe erhöhen, Strompreis vom Gaspreis entkoppeln und Förderprogramme stabil halten, um Planungssicherheit zu gewährleisten und die Kostenlücke zu erneuerbaren Heizsystemen zu schließen.

Vereinfachung von Genehmigungen: Genehmigungsverfahren digitalisieren und vereinheitlichen.

Abbau technischer Markthemmnisse: Vorschriften wie Mindestbohrdurchmesser flexibilisieren, um neuen Anbietern Marktzugang zu ermöglichen, Wartezeiten zu verkürzen und Kosten zu senken.

Sachliche Information: Falschinformationen über WP durch faktenbasierte Kampagnen ersetzen mit dem Fokus auf Kosten, Komfort und Nachhaltigkeit.

Fachkräftemangel beheben: Attraktive Angebote in der Weiterbildung ausbauen; offensives Bewerben technischer Berufe (digitale Plattformen, um auch ausländische Fachkräfte anzuwerben); bessere Arbeitsbedingungen; standardisierte Verfahren (z.B. Heizung as a Service) sowie Förderung der Automatisierung technischer Bohrabläufe.

Literaturverzeichnis

- Abbasi, M., Abdullah, B., Ahmad, M., Rostami, A. & Cullen, J. (2021). Heat transition in the European building sector: Overview of the heat decarbonisation practices through heat pump technology. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 48, 101630.
- Aditya, G., Mikhaylova, O., Narsilio, G. & Johnston, I. (2020). Comparative costs of ground source heat pump systems against other forms of heating and cooling for different climatic conditions. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 42, 100824.
- Agora Energiewende & Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (2023). *Haushaltsnahe Flexibilität nutzen: Wie Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen und Co. die Stromkosten für alle senken können (Studie)*.
- Allgemeine Bauzeitung. (2023). *Anspruchsvolle Prüfungsaufgaben: Brunnenbauer schließen Ausbildung ab*.
- BDH – Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie. (2023, 16. Mai). *Neue Umsteigerbroschüre zu Wärmepumpen*.
- BEG – Bundesförderung für effiziente Gebäude. (2022). *Energiewechsel. Antworten auf häufig gestellte Fragen zur BEG (FAQ)*.
- BMWE – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (2024). *Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)*.
- BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. (2022). *Eckpunktepapier zur Diskussion der Beschleunigung des Wärmepumpenhochlaufs – Vorhaben und Maßnahmen zum 2. Wärmepumpen-Gipfel*.
- BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. (2024). *Entwurf eines Gesetzes zur Beschleunigung der Genehmigungsverfahren im Bereich der Geothermie, zur Änderung des Geothermiegesetzes und weiterer Vorschriften (GeoWVG)*.
- Born, H., Bracke, R., Eicker, T. & Rath, M. (2022). *Roadmap oberflächennahe Geothermie*. Fraunhofer IEG.
- Brilz, M. (2017). *Ermittlungen des aktuellen Heizwärmebedarfs und dessen Deckung mit Hilfe von Heizsystemen über Wärmepumpen*.
- bbr-online. (2022, 20. Oktober). *Ausbildungsabschluss 2022 der Brunnenbauer und der Spezialtiefbauer*.
- Buderus. (o.D.). *Kosten einer Erdwärmeanlage im Überblick*.

- Bundesnetzagentur. (2024, 15. Mai). *Bundesnetzagentur veröffentlicht Festlegungsentwurf zur fairen Verteilung von Netzkosten aus der Integration Erneuerbarer Energien.*
- Bundesregierung. (2022). *Klimaschutzgesetz und Klimaschutzprogramm – Ein Plan fürs Klima.*
- Bundesverband der Energie- & Wasserwirtschaft e.V. (2023). *Wie heizt Deutschland 2023? BDEW-Studie zum Heizungsmarkt.*
- Bundesverband Geothermie e.V. (2020). *Akzeptanz (von Geothermieanlagen).*
- Bundesverband Geothermie e.V. (2023). *Klimaneutrale Wärme aus Geothermie 2045: Vorschläge für eine Anpassung der gesetzlichen Rahmenbedingungen für den Ausbau der Nutzung der Geothermie im Rahmen der Energie- und Wärmewende.*
- Bundesverband Wärmepumpe e.V. (2018). *Siedlungsprojekte und Quartierslösungen mit Wärmepumpe.*
- Bundesverband Wärmepumpe e.V. (2021). *Roadmap Wärmepumpe – Der Weg zur Dekarbonisierung des Gebäudesektors.*
- Bundesverband Wärmepumpe e.V. (2024). *Absatzzahlen.*
- Calver, P., Mander, S. & Ghanem, D. (2022). Low carbon system innovation through an energy justice lens: Exploring domestic heat pump adoption with direct load control in the United Kingdom. *Energy Research & Social Science*, 83, 102299.
- CDU/CSU und SPD. (2025). *Verantwortung für Deutschland: Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD – 21. Legislaturperiode.*
- Decker, T. & Menrad, K. (2015). House owners' perceptions and factors influencing their choice of specific heating systems in Germany. *Energy Policy*, 85, 150-161.
- Decuypere, R., Robaeyst, B., Hudders, L., Baccarne, B. & Van de Sompel, D. (2022). Transitioning to energy efficient housing: Drivers and barriers of intermediaries in heat pump technology. *Energy Policy*, 161, 112709.
- Deutsche Energie-Agentur. (2023a). *DENA-Gebäudereport 2023. Zahlen, Daten, Fakten zum Klimaschutz im Gebäudebestand.*
- Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.). (2023b). *Wärmepumpen im Gebäudesektor. Eine Technologie für eine fossilfreie Wärmeversorgung Deutsche Energie-Agentur GmbH.*
- Deutsche Energie-Agentur. (2024). *Was sind dynamische Stromtarife? Preismodelle, Zielwirkungen und Umsetzungsfragen zeitvariabler bzw. dynamischer Energiepreise und Netzentgelte in der aktuellen Debatte – Gutachten der Consentec GmbH inkl. Einordnung der dena.*
- DIW Berlin – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. (2024). *DIW Berlin: Ampel-Monitor Energiewende.*
- Emmermann, R., Schulz, R., Stober, I., Wenzel, F., Lauterjung, J., Bracke, R., Henning, H.-M., Chur, C., Müller-Ruhe, W., Sass, I., Reinicke, K. M., Knappek, E., Krawczyk, C. & Huenges, E. (2024). *Geothermische Technologien in Ballungsräumen. Ein Beitrag zur Wärmewende und zum Klimaschutz (acatech Studie).* Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.
- Engelmann, P., Köhler, B., Meyer, R., Dengler, J., Herkel, S., Kießling, L., Quast, A., Berneiser, J., Bär, C., Sterchele, P. & Heilig, J. (2021). *Systemische Herausforderung der Wärmewende. Abschlussbericht. Umweltbundesamt.*
- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union. (2024). *Richtlinie (EU) 2024/1275 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. April 2024 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung). Amtsblatt der Europäischen Union, L 1275, 8.5.*
- Fraunhofer IEG. (2022, 09. Juni). *Erdwärmepumpen können Deutschland zu drei Viertel mit Wärme versorgen.*
- Garber, D., Choudhary, R. & Soga, K. (2013). Risk based lifetime costs assessment of a ground source heat pump (GSHP) system design: Methodology and case study. *Building and Environment*, 60, 66–80.
- Gehlin, S., Spittler, J. & Hellström, G. (2016). *Deep boreholes for ground source heat pump systems – Scandinavian experience and future prospects.*
- Günther, D., Wapler, J., Langner, R., Helmling, S., Miara, M., Fischer, D., Zimmermann, D., Wolf, T., Wille-Hausmann, B. (2020). *Wärmepumpen in Bestandsgebäuden: Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „WPs-mart im Bestand“. Abschlussbericht.*
- IEA – International Energy Agency. (2022). *The future of heat pumps.*
- Kastner, I. & Matthies, E. (2016). Investments in renewable energies by German households: A matter of economics, social influences and ecological concern? *Energy Research & Social Science*, 17, 1-9.
- KfW – Kreditanstalt für Wiederaufbau. (2025). *Das Effizienzhaus im Neubau.*
- LIAG-Institut für Angewandte Geophysik. (o.D.). *GeolS.*
- Meyer, R., Senkpiel, C., Berneiser, J., Fluri, V., Gorbach, G., Herkel, S. & Kost, C. (2021). *Heizungstechnologien im Gebäude: Ein Beitrag zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und Klimawirksamkeit. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme.*
- Michelsen, C. C. & Madlener, R. (2016). Switching from fossil fuel to renewables in residential heating systems: An empirical study of homeowners' decisions in Germany. *Energy Policy*, 89, 95-105.
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. (2024). *Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden LQS EWS.*
- Patteeuw, D., Bruninx, K., Arteconi, A., Delarue, E., D'haeseleer, W. & Helßen, L. (2015). Integrated modeling of active demand response with electric heating systems coupled to thermal energy storage systems. *Applied Energy*, 151, 306–319.
- Staffell, I., Brett, D., Brandon, N. & Hawkes, A. (2012). A review of domestic heat pumps. *Energy & Environmental Science*, 11.
- Sweetnam, T., Fell, M., Oikonomou, E. & Oreszczyn, T. (2019). Domestic demand-side response with heat pumps: Controls and tariffs. *Building Research & Information*, 47(4), 344–361.
- Terlouw, T., AlSakif, T., Bauer, C. & van Sark, W. (2019). Optimal energy management in all-electric residential energy systems with heat and electricity storage. *Applied Energy*, 254, 113580.
- Treptow, T. (2024). *Wärmeplanungsgesetz: Keine Technologiealternativen. Wirtschaftsdienst*, 104(2), 72–72.
- UBA – Umweltbundesamt. (2024). *Klimaziele bis 2030 erreichbar.*
- Umweltministerium Baden-Württemberg. (2005). *Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden.*
- Verbraucherzentrale. (2025). *Wärmepumpenstrom: So heizen Sie günstiger mit der Wärmepumpe.*
- Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz. (2025). *Gasheizung oder Wärmepumpe – Ein Vergleich.*
- Violante, A., Donato, F., Guidi, G. & Proposito, M. (2022). Comparative life cycle assessment of the ground source heat pump vs air source heat pump. *Renewable Energy*, 188, 1029–1037.
- ZEIT ONLINE. (2023, 20. April). *Heizungsbranche: Für Aufgaben fehlen 60.000 Installateure.*

Title: **Barriers to the market ramp-up of near-surface geothermal energy**

Abstract: Achieving greenhouse gas neutrality by 2045 requires a considerable expansion of renewable heating technologies in Germany. Despite technical and environmental advantages, shallow geothermal systems remain underutilised, while air-source heat pumps and fossil-based systems still dominate the market. Barriers include unclear funding schemes, lack of standardisation, high upfront costs, skilled labour shortages, and limited public awareness. These factors contribute to investment uncertainty and delay deployment. This paper analyses the structural challenges to geothermal market growth and formulates policy recommendations for broader and faster adoption of ground-source heat pump technologies.