

Chancen und Risiken für die deutsche Heizungsindustrie im globalen Wettbewerb

Effizienz und erneuerbare Energien in der Wärmewende



Chancen und Risiken für die deutsche Heizungsindustrie im globalen Wettbewerb

Herausgegeben von der PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft

Von Dr. Volker Breisig, Nicolas Deutsch, Jona Homann, Christian Linden und Josephine Neuhaus

Diese Studie wurde im Auftrag des **Bundesverbandes Wärmepumpe e. V. (BWP)** erstellt.

Juni 2020, 82 Seiten, 33 Abbildungen, Softcover

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigungen, Mikroverfilmung, die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Medien sind ohne Zustimmung des Herausgebers nicht gestattet.

Die Inhalte dieser Publikation sind zur Information unserer Mandanten bestimmt. Sie entsprechen dem Kenntnisstand der Autoren zum Zeitpunkt der Veröffentlichung. Für die Lösung einschlägiger Probleme greifen Sie bitte auf die in der Publikation angegebenen Quellen zurück oder wenden sich an die genannten Ansprechpartner. Meinungsbeiträge geben die Auffassung der einzelnen Autoren wieder. In den Grafiken kann es zu Rundungsdifferenzen kommen.

Wir bitten um Ihr Verständnis, dass wir zur besseren Lesbarkeit für Personenbezeichnungen das generische Maskulinum verwendet haben. Mit dieser Form meinen wir alle Personen gleichermaßen.

Die PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft bekennt sich zu den PwC-Ethikgrundsätzen (zugänglich in deutscher Sprache über www.pwc.de/de/ethikcode) und zu den Zehn Prinzipien des UN Global Compact (zugänglich in deutscher und englischer Sprache über www.globalcompact.de).

© Juni 2020 PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft.

Alle Rechte vorbehalten.

„PwC“ bezeichnet in diesem Dokument die PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, die eine Mitgliedsgesellschaft der PricewaterhouseCoopers International Limited (PwCIL) ist. Jede der Mitgliedsgesellschaften der PwCIL ist eine rechtlich selbstständige Gesellschaft.

Vorwort

Prof. Dr. Klaus Töpfer

ehem. Exekutivdirektor des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP),
ehem. Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, ehem.
Direktor des Instituts für transformative Nachhaltigkeitsforschung (IASS) in
Potsdam



Prof. Dr. Klaus Töpfer

Drei Monate liegen hinter mir, drei Monate beherrscht vom lock down der Corona-Krise. Von einem Tag auf den anderen: Die Dynamik in Gesellschaft und Wirtschaft kommt zu einem nahezu totalen Stillstand: Es gibt offenbar nur noch ein Thema in Funk, Fernsehen, Netz und Presse: Die Pandemie!

Alle anderen Herausforderungen für Politik und Gesellschaft, Probleme, die noch vorgestern tausende und abertausende Demonstranten auf die Straße gebracht haben – sie müssen offenbar warten auf „die Zeit danach“.

Fundamentale Krisen können jedoch nicht in einer Warteschlange abgelegt werden – können nicht mit „Bitte einer nach dem anderen“ zum Stillstand gebracht werden, solange die Ursachen dieser Krisen weitgehend unverändert fortwirken. Dies gilt in besonderer Weise für die Klimakrise, diese globale Gefährdung der menschlichen Existenzgrundlagen durch das Handeln des Menschen selbst. Die Dringlichkeit dieser Krise ist durch den lock down der Corona-Krise keineswegs vermindert worden. Der Zwang zum Handeln in wirksamen Strategien gegen den Klimawandel bleibt massiv eingefordert.

Der Corona-bedingte Stillstand der Wirtschaft mündet ein in eine Rezession, wie sie in der Zeit nach dem zweiten Weltkrieg in Deutschland nicht vergleichbar erlebt wurde. Riesige „Rettungspakete“ werden, sehr zu Recht, von den Regierenden geschnürt. Unvorstellbare Milliardensummen werden als Verschuldung in Kauf genommen, um über eine Restabilisierung der Wirtschaft Stabilität von Arbeitsplätzen und Vertrauen in Zukunft glaubwürdig zu belegen.

Vor diesem Hintergrund ist die Gefahr groß, andere Probleme zu verdrängen, deren Konsequenzen den Problemen der Corona-Krise nicht nur ebenbürtig, sondern mittel- und langfristig eher noch weiterreichend sind. In aller Klarheit ist festzustellen: Eine klare Handlungsstrategie gegen den Klimawandel muss weiterhin an der Spitze staatlichen und gesellschaftlichen Handelns stehen. In dieser Strategie wird die Energiewende weiterhin eine zentrale Rolle spielen müssen. Es ist daher ein strategischer Gewinn, dass gerade in dieser Zeit die vorliegende Studie zur Wärmewende vorgelegt wird. Der Lackmустest für eine kluge Krisenpolitik besteht darin, die dringend erforderlichen Maßnahmen zur Restabilisierung der Wirtschaft durchgehend dienstbar zu machen für eine überzeugende vorangehende Klimapolitik. Der „Green Deal“ der EU verträgt weder zeitlichen Aufschub noch abgesenkte Ambitionen!

In der Energiewende muss die Wärmewende endlich eine höchst prominente Rolle im staatlichen Fördern und Fordern übernehmen. Dabei muss die Effizienz der Heizungssysteme sowie die Nachfrage nach Wärme auf Einsparmöglichkeiten, auf höhere Effizienz hin auf den Prüfstein gestellt werden. Maßnahmen zur Verbesserung der Gebäudedämmung werden weiterhin eingefordert und technisch realisierbar gemacht werden müssen. Diese Maßnahmen zahlen auch ein auf eine Restabilisierung wichtiger Bereiche wirtschaftlicher Tätigkeiten, so vor allem im Bauhauptgewerbe.

Die vorliegende Studie denkt über diese bleibenden Aufgaben hinaus. In den Bereichen, wo heute bereits tragfähige Lösungen der Nutzung Erneuerbarer Energien entwickelt sind und technologisch weiterentwickelt werden. Dies ist im Gebäudebereich der Fall. Daher müssen gerade im Wärmebereich Maßnahmen zur Überwindung der durch Corona verursachten wirtschaftlichen Rezession zwingend verbunden werden zur Stärkung der Förderung im Rahmen der klimarelevanten Wärmewende.

Unternehmen und Investoren müssen dafür klare, verlässliche Signale gegeben werden. Diese Signale müssen verlässlich belegen, dass diese Prioritäten von der Politik erkannt und in die konkrete Umsetzung der verschiedenen Rettungspläne optimal eingebunden werden. Das zeigt sich bei der Analyse des deutschen Energiesteuersystems, dass den CO₂-intensiveren Energieträgern deutlich mehr Vorteile einräumt, als den Technologien, die weitgehend CO₂-neutral Wärme produzieren. Dieser falsche Anreiz muss exakt umgedreht werden, die steuerlichen Vorteile müssen bei den Erneuerbaren Energien liegen. Die Wärmepumpe und die damit verbundene gesamte Infrastruktur muss durch eine solche klimawirksame Fortentwicklung des Systems aus Energiesteuern und -abgaben ihre Klimavorteile dem nachfragenden Investor auch ökonomisch nachweisen können. Ergänzend sei hinzugefügt, dass derartige Preissignale ergänzt werden sollten durch ordnungsrechtliche Begrenzungen der Klimawirkungen von Wärmesystemen.

Die aktuelle Diskussion hat diese Überlegungen zunehmend aufgegriffen. Dies zeigt die Analyse der Strompreise, die über die EEG-Umlage nahezu ausschließlich den Stromverbraucher die Kosten des Umbaus von den fossilen Energien auf erneuerbare Energien tragen lassen. Der Hype der Wasserstoffdiskussion bestätigt diese Entwicklung.

Diese Studie wird hoffentlich in die gekennzeichnete Diskussions- und Entscheidungsaktualität hinein weitere Denkanstöße und Lösungsstrategien und damit verstärkte Handlungsalternativen auslösen. Sie muss dazu beitragen, dass zu Recht die vielen Milliarden aus den Stabilisierungsprogrammen nach der Corona-Krise einen entscheidenden positiven Beitrag für die Klimapolitik leisten.

Inhaltsverzeichnis

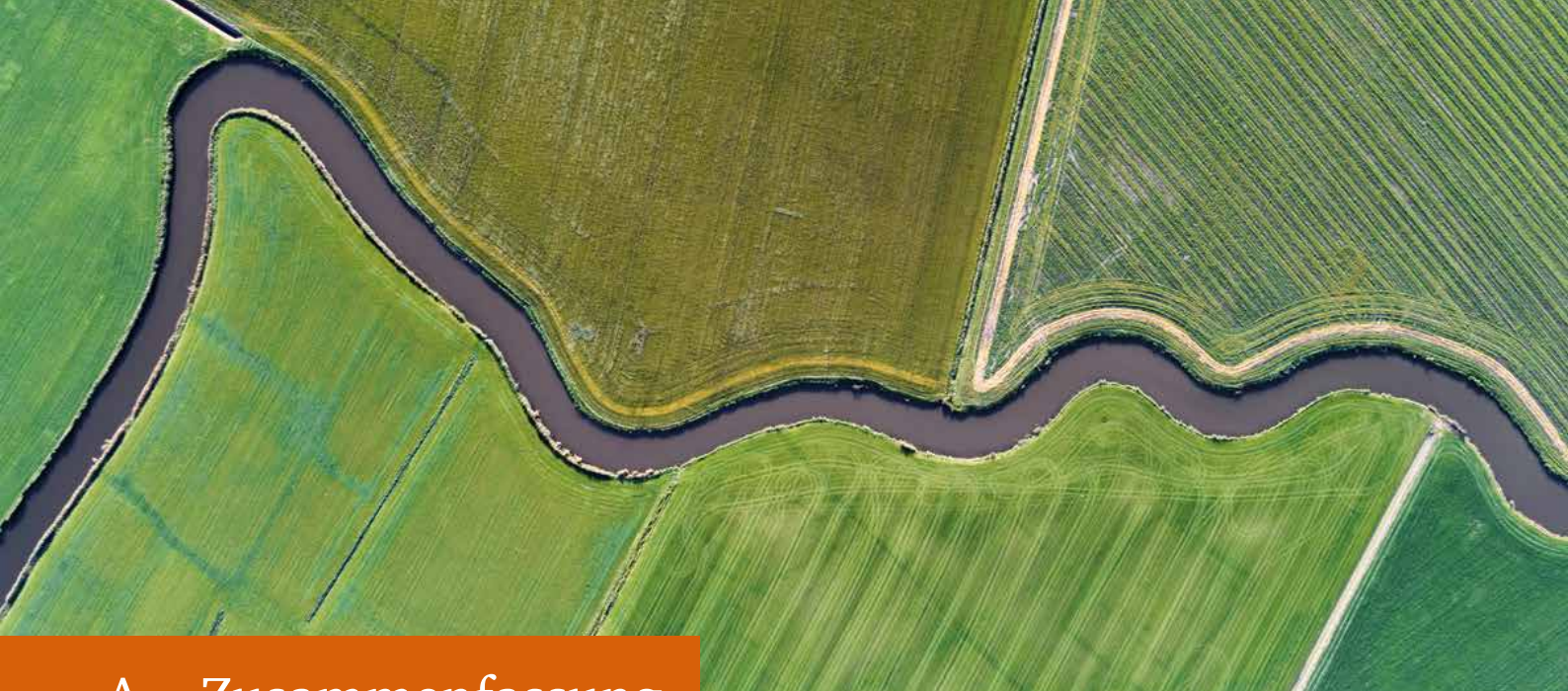
Abbildungsverzeichnis	7
A Zusammenfassung	9
1 Kernthesen dieser Studie	12
B Die Wärmewende schreitet voran: Wie positioniert sich Deutschland?	13
1 Entwicklung im globalen Wärmesektor	13
2 Globale Heizungsindustrie nimmt Wärmepumpen verstärkt in den Fokus	13
3 Asien, USA und Skandinavien überholen Deutschland	15
4 Deutscher Binnenmarkt für globalen Erfolg der Heizungsindustrie zentral	17
5 Handlungsdruck lastet auf der deutschen Politik	21
C Warum geht der Trend zur Wärmepumpe?	22
1 Ausgereifte und in vielen Anwendungsfällen einsetzbare Technik zur Nutzung erneuerbarer Energien und Einsparung von Emissionen	22
2 Hocheffiziente Bereitstellung von Wärme	24
3 Ablösung der fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas für ein THG-freies Heizen und einen klimaneutralen Gebäudebestand	26
4 Kein Feinstaub, keine Stickoxide (NO _x)	28
5 Flexible Anwendung auch zur Kühlung	28
6 Mögliche Nutzung in Industrie und Gewerbe abseits des „klassischen“ Einsatzgebiets in Gebäuden	29
7 Nutzung der erneuerbaren dezentralen Stromerzeugung für den Wärmebereich (Sektorenkopplung)	31
8 Unterstützung des energiepolitischen Zieldreiecks	32
9 Die Wärmepumpe in Relation zu Power-to-Gas	34

D	Welche Potenziale bietet die Wärmepumpe für die Klimaziele in Deutschland?.....	36
1	Stockende Energiewende und verfehlte Klimaziele	36
2	Wärmewende bisher nicht auf dem richtigen Weg	40
3	Maßnahmen des Klimapakets aus dem Jahr 2019 reichen nicht aus	45
E	Welches Potenzial bietet die Wärmepumpe für die Modernisierung des Gebäudebestands?	47
1	Potenziale für Wärmepumpen in der Modernisierung	47
2	Einsatz von Wärmepumpen in der Modernisierung	51
3	Potenzial auch für den Industriesektor	58
F	Welche Maßnahmen können den heimischen Wärmepumpenmarkt voranbringen?.....	60
1	Berücksichtigung der THG-Emissionen in den Energiepreisen	61
2	Abbau der einseitigen Steuer- und Abgabenbelastung von Strom	62
3	Schärfere Anforderungen an Effizienz und erneuerbare Energien in Neubau und Bestand	67
4	Festlegung eines Ausbaupfads für den Wärmesektor.....	68
5	Informationsoffensive für Stakeholder und Entscheider.....	69
6	Vereinheitlichung der landesspezifischen Genehmigungsverfahren.....	70
7	Sektorenkopplung vorantreiben und fördern.....	70
8	Wärmepumpe als Partner der Dämmung	71
9	Rahmenbedingungen für den heimischen Markt voranbringen	71
G	Der Ausbau des deutschen Wärmepumpenmarktes ist erforderlich für die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit einer Wachstumsbranche.....	73
	Quellenverzeichnis	75
	Ihr Ansprechpartner	81

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Absatz und Potenzial von Wärmepumpen in ausgewählten Märkten	14
Abb. 2	Wärmepumpen in Europa.....	16
Abb. 3	Absatz von Wärmepumpen in Europa im Vergleich.....	17
Abb. 4	Europäischer und asiatischer Markt im Vergleich	18
Abb. 5	Potenzial der Wärmepumpe bei Übertragung des schwedischen Marktanteils auf Deutschland bis 2030.....	20
Abb. 6	Einstufung von Heizsystemen (Verbundanlagen) in Energieeffizienzklassen.....	24
Abb. 7	THG-Emissionsintensität verschiedener Heizungen in Abhängigkeit von JAZ und Strommix	26
Abb. 8	THG-Emissionsintensität pro bereitgestellter kWh Wärme von Heizungen im Laufe ihrer Lebensdauer	27
Abb. 9	Importabhängigkeit bei Energieträgern im Wärmebereich.....	32
Abb. 10	Vergleich der Kosten zum Erreichen der deutschen Klimaziele	34
Abb. 11	Umwandlungseffizienzen bei der Wärmebereitstellung im Vergleich.....	35
Abb. 12	Entwicklung und Ziele der deutschen THG-Emissionen – Zeitreihe seit 2007	37
Abb. 13	Endenergiebedarf in Deutschland im Jahr 2017 nach Anwendungsfeldern	38
Abb. 14	Anteil der wärmebedingten an den gesamten deutschen THG-Emissionen im Jahr 2017.....	39
Abb. 15	Entwicklung und Ziele der deutschen THG-Emissionen – Zeitreihe seit 2007 mit Fokus auf den Wärmesektor	40
Abb. 16	Bisherige Entwicklung und Bedarfsziele für 2020 und 2050 im Gebäudebereich.....	41
Abb. 17	Effizienzstruktur der deutschen Heizungen und Wärmeerzeuger	42
Abb. 18	Anteil erneuerbarer Energien im Wärmebereich und Ziele für 2020, 2025 und 2030	43

Abb. 19	Mögliche Klimaschutzmaßnahmen von Privatpersonen im Vergleich	44
Abb. 20	Kennzahlen zur Nachhaltigkeit des Gebäudesektors in ausgewählten EU-Staaten.....	44
Abb. 21	Heizungsanteile in neu genehmigten Wohngebäuden in Deutschland im Zeitraum 2012 bis 2018.....	47
Abb. 22	Absatz und Bestand von Wärmeerzeugern in Deutschland.....	48
Abb. 23	Perspektive für den Wärmeerzeuger-Bestand im Jahr 2030.....	49
Abb. 24	Ableitung des notwendigen jährlichen Ausbaus zur Erreichung des oben skizzierten Zielkorridors	50
Abb. 25	Gemessene Jahresarbeitszahlen in den Forschungsprojekten des Fraunhofer ISE.....	54
Abb. 26	Ansätze zur Erschließung des deutschen Wohngebäudebestands mit Wärmepumpen.....	56
Abb. 27	Deutscher Wohngebäudebestand nach Gebäudety, Baujahr und THG-Emissionen – zusammenfassende Darstellung	58
Abb. 28	Energiebedarf für Wärmeanwendungen nach Branchen und Temperaturniveaus im Jahr 2017	59
Abb. 29	Handlungsbedarf für eine erfolgreiche Energiewende im Wärmesektor	60
Abb. 30	Zusammensetzung der Endkundenpreise für Heizenergieträger	62
Abb. 31	Differenz zwischen den Vollkosten einer Gasheizung und denen einer Wärmepumpe in Euro pro Jahr	64
Abb. 32	THG-bezogene Belastung von Energieträgern mit Steuern, Abgaben und Umlagen	66
Abb. 33	Regulatorische Rahmenbedingungen der Wärmepumpe in ausgewählten europäischen Ländern	72



A Zusammenfassung

Das Projekt Energiewende schwächtelt. Deutschland ist darauf angewiesen, vorhandene Lösungen und Innovationen in stärkerem Maße zu nutzen, anstatt auf ferne technologische Lösungen in der Zukunft zu setzen. Um eine echte Trendwende bei der Einsparung von Treibhausgasen (THGs) zu erreichen, ist eine stringente politische Strategie dringend erforderlich.

Der europäische und globale Wärmemarkt sind im Wandel. Die Wärmebereitstellung erfolgt international zunehmend über Wärmepumpen. Heiztechnologien auf fossiler Basis werden durch diese klimafreundlichere Alternative abgelöst. Diese Studie zeigt auf, dass dieser Trend in Deutschland stärker als bisher Berücksichtigung finden sollte. Durch den intensiveren Einsatz der Wärmepumpe könnten bereits heute in größerem Maße zukunftssichere Lösungen für den Wärmemarkt realisiert werden. Damit würde zugleich eine nachhaltige Stärkung der deutschen Heizungsindustrie für den internationalen Wettbewerb erfolgen, sodass neben der Erreichung umweltpolitischer Ziele auch industriepolitische Chancen genutzt werden könnten. Klimaschutz und Wirtschaftswachstum sind hier kein Gegensatz, sondern ergänzen sich gegenseitig. In einer durch die weltweite Corona-Krise geprägten Zeit, in der Regierungen über Konjunkturmaßnahmen zur Unterstützung der Wirtschaft nachdenken, könnten Anreize für Investitionen in nachhaltige Wärmelösungen den wirtschaftlichen Neustart beschleunigen und zugleich die Transformation zu einer klimaverträglichen Wirtschaft unterstützen.

Die Umstellung auf Wärmepumpen wird dabei nicht nur vom Weltmarkt getrieben. Die bisherige Reduktion von THGs in Deutschland sowie die bislang beschlossenen Maßnahmen werden nicht ausreichen, um die Klimaschutzziele in den Jahren 2030 und 2050 zu erreichen. Ein Blick auf die Zahlen zeigt den Handlungsbedarf. Wärme- und Kälteanwendungen machen knapp 60 % des gesamten deutschen Endenergiebedarfs aus, während der Anteil erneuerbarer

Energien im Wärmebereich bei nur 14 % liegt.¹ Da im Stromsektor bereits viel erreicht wurde, wird nun im Rahmen der Energiewende auch eine Wärmewende benötigt, die insbesondere die effiziente Nutzung des erneuerbar erzeugten Stroms im Wärmesektor vorantreibt. Dies wäre durch die verstärkte Nutzung von Wärmepumpen für die Bereitstellung von Gebäude- und Prozesswärme realisierbar und könnte wesentlich zur Erreichung der nationalen Klimaschutzziele beitragen.

Der hohe Wärme- und Kälteanteil am gesamten Energiebedarf ist dabei kein spezifisch deutsches Phänomen, sondern gilt für den weltweiten Energiebedarf, sodass globale Lösungsansätze für eine emissionsarme bzw. -freie Wärmebereitstellung gefragt sind.

Die deutsche Heizungsindustrie – mit einer starken Ausgangsposition auf internationalen Märkten – muss diese Trends aufnehmen und angemessen darauf reagieren, um bei veränderter Nachfrage weiterhin die passenden Produkte anbieten und Arbeitsplätze sichern zu können.

Zur Senkung von Emissionen im Wärmebereich müssen sich Maßnahmen an drei Eckpunkten orientieren:

1. Endenergie- und Wärmebedarf in Gebäuden und Prozessen senken
2. Effizienz bei der Umwandlung von Endenergie zu Nutzenergie steigern
3. Anteil erneuerbarer Energien am Endenergiebedarf für Wärmeanwendungen erhöhen

Die Wärmepumpe berücksichtigt alle drei Eckpunkte:

1. Mit der Wärmepumpe ist eine ausgereifte, einsatzfähige Technologie vorhanden, die den Endenergiebedarf im Gebäude deutlich senken kann. Damit unterscheidet sie sich von den beiden Megatrends Elektromobilität im Verkehrssektor sowie dem sektorübergreifenden Power-to-Gas-Ansatz, denen es derzeit noch an einer ausgereiften Infrastruktur sowie der technischen Leistungsfähigkeit mangelt.
2. Keine andere Heiztechnologie benötigt weniger Endenergieeinsatz, um 1 kWh Wärme zu erzeugen. Nur die Wärmepumpe ist so effizient.
3. Aus 1 kWh Strom erzeugen Wärmepumpen rund 3,5 kWh Wärme, da sie 2,5 kWh aus der Umgebungswärme nutzen.² Hierfür mussten früher wegen Wirkungsgradverlusten mehr als 3,5 kWh Heizöl oder Gas eingesetzt werden. Durch die Nutzung der Umgebungswärme können bereits mit dem heutigen Strommix die THG-Emissionen enorm reduziert werden. Bei Nutzung der Umgebungswärme in Kombination mit erneuerbar erzeugtem Strom werden THGs sogar gänzlich vermieden.

¹ Vgl. BDEW (2019): Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Deutschland.

² Für die Erzeugung von rund 3,5 kWh Wärme aus 1 kWh Strom wurde eine typische Jahresarbeitszahl von 3,5 unterstellt.

Ihre praktische und wirtschaftliche Einsatzfähigkeit beweist die Wärmepumpe in den unterschiedlichsten Anwendungsfeldern sowohl im Gebäude- als auch im Industriesektor. Der Einsatz von erneuerbarem Strom anstelle von Heizöl und Gas verringert zudem die deutsche Importabhängigkeit. Gleichzeitig wirkt sich die zeitliche Flexibilität des Betriebs von Wärmepumpen bei einem wachsenden Anteil an fluktuierenden, erneuerbaren Energien positiv auf die Sicherung der Netzstabilität aus. Dies verdeutlicht, dass Wärmepumpen wesentlich zur Einhaltung des energiepolitischen Zieldreiecks mit den Anforderungen Umweltverträglichkeit, Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit beitragen können.

Technologieführern im Bereich der Wärmepumpe eröffnet sich somit ein signifikantes globales Marktpotenzial. Deutsche Hersteller können dieses Marktpotenzial erschließen – vorausgesetzt, sie werden dabei von angemessenen politischen Rahmenbedingungen im Heimatmarkt unterstützt: Denn nur mit einem erfolgreichen Rollout im Heimatmarkt können die dafür notwendigen Herstellungs- und Logistikprozesse weiter optimiert werden. Das Abwandern einer weiteren grünen Zukunftstechnologie – wie 2012/2013 mit der Photovoltaikbranche geschehen – kann sich Deutschland aus wirtschaftspolitischen Gründen nicht leisten.

Die Nutzung von Wärmepumpen ist zudem als Teil einer ganzen Wertschöpfungskette zu sehen und bietet daher nicht nur Potenzial für die Heizungsindustrie, sondern auch für den Bereich von Bau und Sanierung. Gegenüber dem dargestellten Potenzial der Wärmepumpentechnologie ist dessen derzeitige Realisierung im deutschen Heimatmarkt als sehr gering einzustufen. Nur etwa ein Zehntel der jährlich verkauften Wärmeerzeuger sind Wärmepumpen, am Bestand aller Wärmeerzeuger haben sie sogar nur einen Anteil von circa 5 % (siehe auch Abbildung 21 und Abbildung 22). Im Neubau werden sie zwar in mehr als 40 % der Fälle eingesetzt, bei der Sanierung im Gebäudebestand aber nur in circa 6 % der Fälle. Dass diese Quoten ohne technische Einschränkungen deutlich gesteigert werden können, zeigen wir in dieser Studie und belegen es durch praktische Anwendungsfälle. Eine bundesweite Steigerung der Wärmepumpennutzung wirkt sich positiv auf die deutschen Klimaschutzziele aus und stärkt die Marktposition der deutschen Hersteller im Ausland. Damit geht auch ein Zuwachs moderner Arbeitsplätze in Industrie und Handwerk einher.

1 Kernthesen dieser Studie

1.

Internationale Technologieführerschaft sichern

Wärmepumpen sind ein global boomender Markt. Zwar ist die deutsche Heizungsindustrie mit Spitzentechnologie führend bei herkömmlichen Heizungssystemen. Bei der Technologie Wärmepumpe droht sie ihre Position zu verlieren, da der Heimatmarkt Deutschland weiterhin auf Heiztechnologie auf Basis fossiler Brennstoffe setzt.

2.

THG-Emissionen senken

Angesichts der stockenden Reduktion der THG-Emissionen steht Deutschland vor der Aufgabe, die Wärmepumpe als bewährte und einsatzbereite Technologie in größerem Umfang zu nutzen. Andere Länder, insbesondere in Skandinavien, sind Vorreiter bei der Reduktion von Emissionen im Wärmesektor und setzen dafür stärker auf Wärmepumpen.

3.

Zukunftssicher aufstellen

Die Wärmepumpe bietet neben dem Beitrag zum Ausbau erneuerbarer Energien vielfältige weitere Vorteile, etwa die Möglichkeit der Kühlung und Vermeidung von Luftschadstoffen am Einsatzort. Sie ist prädestiniert für das „Energiesystem der Zukunft“ im Sinne des energiepolitischen Zieldreiecks. Mit ihrer vielseitigen Funktionalität ist sie konventionellen Heiztechnologien in vielerlei Hinsicht überlegen.

4.

Gebäudebestand dekarbonisieren

Für einen verstärkten Ausbau von Wärmepumpen ist insbesondere der Gebäudebestand relevant, da hier der größte Hebel zur Einsparung von Emissionen liegt. Beim Austausch alter Geräte werden allerdings häufig wieder fossile Heiztechnologien eingesetzt. Wegen der langen Lebensdauer von Heizungen entfernt der anhaltende Einbau von Geräten auf fossiler Basis Deutschland zunehmend von der Erreichung seiner Klimaziele im Wärmebereich. Die Etablierung von Wärmepumpen als Standardtechnologie kann die Erreichung der Klimaziele jedoch unterstützen.

5.

Rahmenbedingungen optimieren

Die Möglichkeiten, den Ausbau von Wärmepumpen in Deutschland aus industrie-, energie- und klimapolitischer Sicht zu unterstützen, sind vielfältig. Insbesondere eine Entlastung des Strompreises und ein ambitionierter Aufstiegsfad beim CO₂-Emissionshandel können diesen Ausbau voranbringen. Daneben kann auch eine stärkere Kommunikation der zahlreichen Einsatzmöglichkeiten von Wärmepumpen die Unsicherheiten bei wirtschaftlichen Entscheidungen, Endkunden und weiteren zentralen Stakeholdern (z. B. Fachhandwerk) abbauen.

B Die Wärmewende schreitet voran: Wie positioniert sich Deutschland?

1 Entwicklung im globalen Wärmesektor

In Zeiten von Bevölkerungsanstieg und wachsenden Anforderungen an die Lebensqualität steigt der globale Wärmebedarf. Nicht nur in Deutschland wird die meiste Energie für das Heizen benötigt: Die Bereitstellung von Wärme für Haushalte und Industrie ist für rund 50 % des gesamten Endenergiebedarfs verantwortlich – weltweit. Davon entfällt etwas mehr als die Hälfte auf die Industrie, vor allem für Prozesswärme und Warmwasser, die andere knappe Hälfte entfällt auf Raumwärme und Warmwasser für Gebäude.³

Gleichzeitig ist der Schutz des Klimas eine zentrale Herausforderung unserer Zeit. Um den Klimawandel zu begrenzen, ist es das Ziel der Staatengemeinschaft, den Ausstoß von Emissionen bei der Strom- und Wärmeerzeugung, im Verkehr und in der Industrie entscheidend zu reduzieren. Während bei der Erzeugung von Strom weltweit bedeutende Fortschritte erzielt wurden und erneuerbare Energien bereits ein Viertel der globalen Stromnachfrage decken, stammten im Jahr 2017 nur 10 % der Wärme aus erneuerbaren Energien.⁴

2 Globale Heizungsindustrie nimmt Wärmepumpen verstärkt in den Fokus

Eine Technologie, die eine Lösung für die Wärmenachfrage und die wachsenden Anforderungen an Klimaschutz bei der Wärmeerzeugung bieten kann, ist die Wärmepumpe. Da die Wärmepumpe eine effiziente und saubere Technologie zur Wärmeerzeugung ist, verzeichnet der Markt einen Boom: Die weltweite Nachfrage nach Wärmepumpen stieg im Jahr 2018 um knapp 10 %. 2017 lag das weltweite Marktvolumen bereits bei 48 Milliarden US-Dollar, Erwartungen reichen bis zu 94 Milliarden US-Dollar für das Jahr 2023.⁵

50 % des weltweiten
Verbrauchs von
Energie entfallen auf
Wärme.



³ Vgl. IEA (2019b): Renewables 2018.

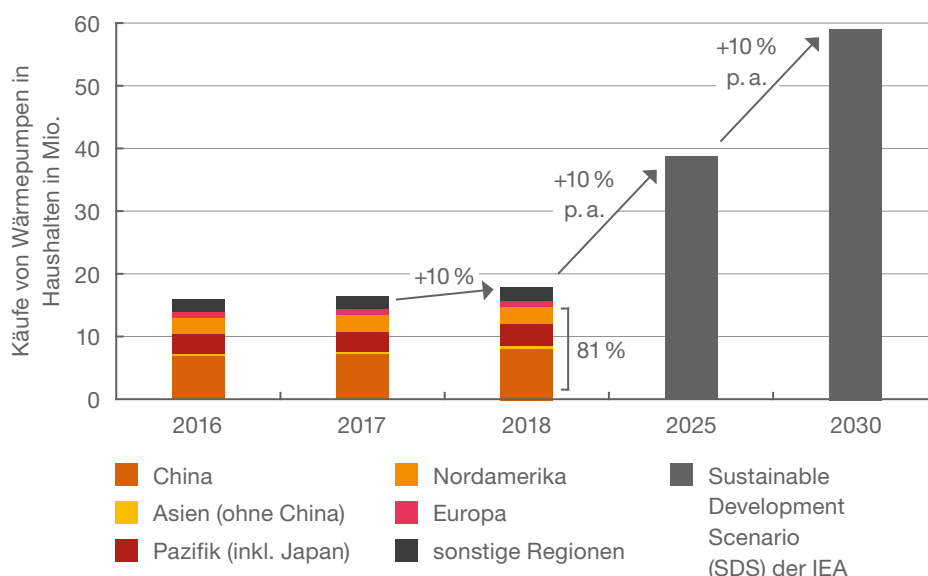
⁴ Vgl. REN21 (2019): Renewables 2019 – Global Status Report; IEA (2019b): Renewables 2018.

⁵ Vgl. IEA (2019a): Heat pumps – Tracking Clean Energy Progress; Markets and Markets (2018): Heat Pump Market – Global Forecast to 2023.

Dabei ist die angestrebte Reduzierung der THG-Emissionen der wichtigste Treiber für den steigenden Absatz von Wärmepumpen. Um die einschlägigen Klimaziele zu erreichen, erwartet die International Energy Agency (IEA) einen Anstieg auf mehr als 38 Millionen verkaufte Wärmepumpen im Jahr 2025 und fast 60 Millionen im Jahr 2030. Grundlage für diese Prognose ist das von der IEA entworfene Sustainable Development Scenario (SDS), mit dem die energiebezogenen Ziele innerhalb der Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen (UN) erreicht werden können. Zum Vergleich: Im Jahr 2018 kauften knapp 18 Millionen Haushalte eine Wärmepumpe.⁶

Die IEA schätzt, dass mehr als 90 % der weltweit benötigten Raum- und Wasserwärme für Gebäude durch elektrische Wärmepumpen emissionsärmer bereitgestellt werden könnten. Der für alle Regionen durchweg wachsende prognostizierte Wärmepumpenabsatz beruht daher unter anderem auf der Annahme, mithilfe von Wärmepumpen die mit dem Pariser Klimaabkommen international vereinbarten Klimaziele erreichen zu können (Abbildung 1; IEA 2019a).

Abb. 1 Absatz und Potenzial von Wärmepumpen in ausgewählten Märkten



Quelle: IEA (2019a). (Das SDS in der Legende von Abbildung 1 bezieht sich auf das von der IEA entworfene Sustainable Development Scenario, mit dem die energiebezogenen Ziele innerhalb der Sustainable Development Goals der UN erreicht werden können. Abbildung 1 setzt auf dem Wärmepumpenabsatz auf, der von IEA (2019) für das Jahr 2018 angegeben wird.)

⁶ Vgl. IEA (2019a): Heat pumps – Tracking Clean Energy Progress.

Die Verbreitung von Wärmepumpen ist nicht nur mit Blick auf das Klima relevant, sondern bietet auch enorme Potenziale für die deutsche Heizungsindustrie. Da Wärmepumpen im neuen Energiesystem benötigt werden, um die Klimaziele von 2050 zu erreichen, können sie sich zu einer dynamischen industriellen Wachstumsbranche für die Europäische Union (EU) entwickeln. Vor dem Hintergrund der Prognosen stellt sich daher die Frage, welche Staaten die Zukunftstechnologie vorantreiben und von der wachsenden globalen Nachfrage profitieren können.

Neben den industriepolitischen Aspekten wird in dieser Studie auch aufgezeigt, wie Wärmepumpen bei der Umsetzung der Wärmewende in Deutschland genutzt werden können und welche Hemmnisse diese Entwicklung aktuell noch bremsen. Hierbei steht die Frage im Fokus, inwieweit die deutsche Heizungsindustrie von der Entwicklung profitieren kann und welche Faktoren, insbesondere aufgrund politischer und gesetzlicher Rahmenbedingungen, den deutschen Herstellern entgegenstehen.

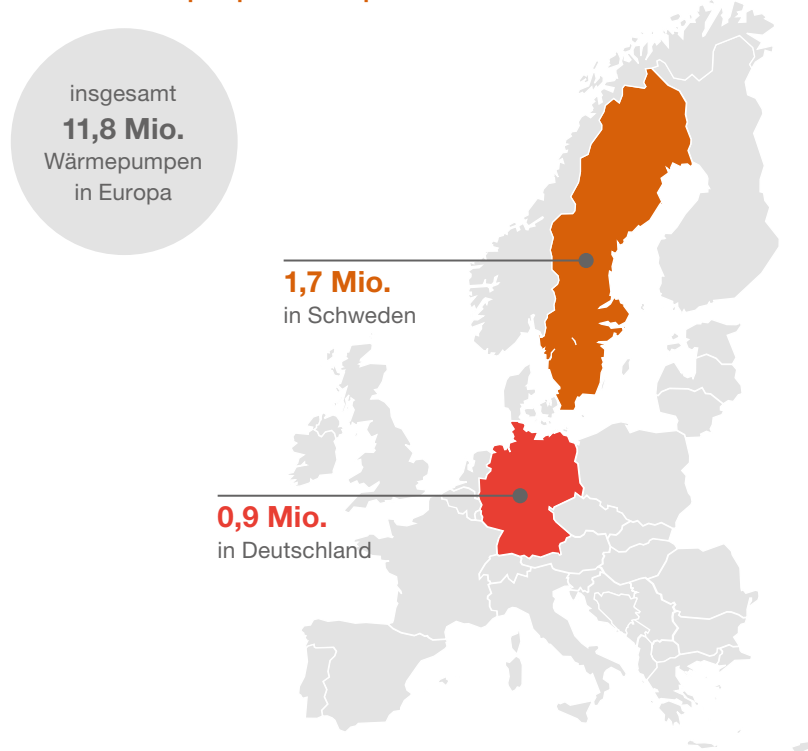
3 Asien, USA und Skandinavien überholen Deutschland

Der Trend zur Wärmepumpe wird vor allem im asiatischen Raum und in den USA vorangetrieben: Mehr als 80 % der neuen Wärmepumpen wurden 2017 in Haushalten in China, Japan und den Vereinigten Staaten installiert (Abbildung 1). Insbesondere in China sorgten unter anderem Subventionen für den Ersatz alter Kohlekessel dafür, dass dort im Jahr 2017 circa 8,1 Millionen Haushalte eine Wärmepumpe kauften. Auch in Japan sorgen staatliche Unterstützungen, zum Beispiel in Form eines Energiesparplans, für einen verstärkten Einbau von Wärmepumpen. Nordamerika verzeichnet ebenfalls ein starkes Wachstum: In den USA und Kanada kauften im Jahr 2017 circa 2,7 Millionen Haushalte Wärmepumpen.⁷ Auch hier sorgen regulatorische Maßnahmen wie Steuer-nachlässe für energieeffiziente Technologien in Verbindung mit staatlichen Initiativen zur Förderung von Wärmepumpen für eine Verbreitung der umweltfreundlichen Technologie.⁸

⁷ Vgl. IEA (2019a): Heat pumps – Tracking Clean Energy Progress.

⁸ Vgl. Global Market Insights (2018a): Water Source Heat Pump Market Size, Industry Analysis Report; Global Market Insights (2018b): Air Source Heat Pump Market Size By Product.

Abb. 2 Wärmepumpen in Europa



Quelle: EHPA (2019).

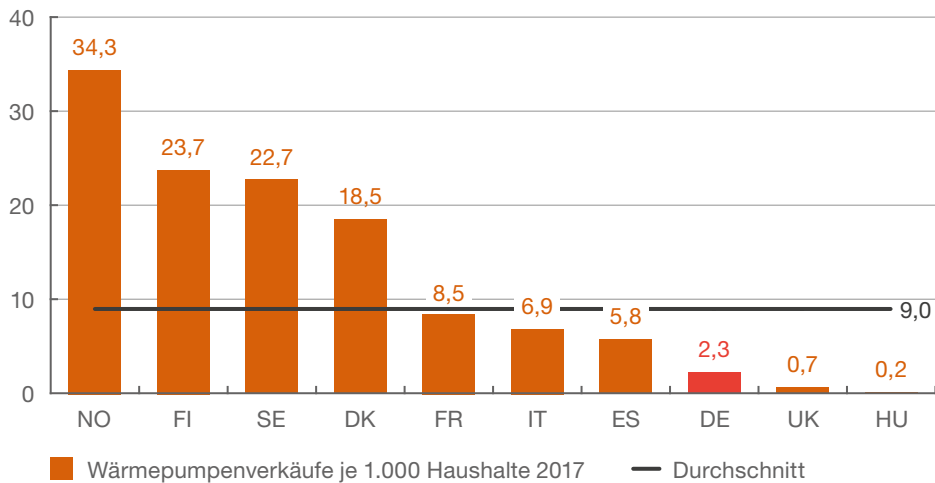
Beim europäischen Markt zeigt sich, dass dieser hinter Asien und Nordamerika zurückbleibt, auch wenn hier im Jahr 2017 rund 1,1 Millionen Wärmepumpen installiert wurden. Die vergleichsweise geringe Zahl resultiert vor allem daraus, dass der Marktanteil von Wärmepumpen in den letzten Jahren jeweils nur knapp über 10 % lag.⁹ In Europa wird die Entwicklung zudem vor allem von den skandinavischen Ländern bestimmt. Insgesamt waren 2018 europaweit rund 11,8 Millionen Einheiten installiert.¹⁰ Im Vergleich zu Nordamerika und China ist das Potenzial allerdings deutlich größer: Der europäische Wärmepumpenverband schätzt auf Basis des Vorbildlands Norwegen ein potenzielles jährliches Absatzvolumen von 6,8 Millionen Einheiten und einen möglichen Bestand von 89,9 Millionen Wärmepumpen für Europa.¹¹

In Deutschland verläuft die Entwicklung jedoch – selbst im europäischen Vergleich – bisher nur langsam (Abbildung 2). Gemessen an den installierten Wärmeerzeugern wachsen Wärmepumpen in Deutschland auf einem insgesamt zu niedrigen Niveau, um das klimafreundliche Potenzial der Technologie zu nutzen. Zwar steigt der Marktanteil von Wärmepumpen im Neubau (aktuell 43 %), der wesentliche Hebel liegt jedoch in Bestandsgebäuden. Hier hat die Wärmepumpe bei neuen Heizungen lediglich einen Anteil von 6 %. Eine Strategie für die klimafreundliche Entwicklung des deutschen Gebäude- und Wärmesektors kann daher nur mit besonderem Fokus auf Bestandsgebäude erfolgen. Hier steigt der Handlungsdruck.

⁹ Vgl. EHPA (2017): European Heat Pump Market and Statistics – Report 2018.

¹⁰ Vgl. EHPA (2019b): The heat pump stock of 11,8m units in 2018 contributed.

¹¹ Vgl. EHPA (2019a): Heat pump sales overview.

Abb. 3 Absatz von Wärmepumpen in Europa im Vergleich

Quelle: EHPA (2017).

Eine erfolgreiche Umsetzung zeigt sich hingegen in Norwegen, Finnland und Schweden: Dort werden jedes Jahr pro 1.000 Haushalte mehr als 20 Wärmepumpen verkauft. Auch in Frankreich, Italien und Spanien liegen die Verkaufszahlen bezogen auf die Anzahl an Haushalten drei- bis viermal höher als in Deutschland, wo der Wert zuletzt bei zwei Verkäufen je 1.000 Haushalte lag. Überträgt man die Entwicklung aus Skandinavien auf den deutschen Markt, zeigt sich, dass enormes Potenzial zur Einsparung wärmebedingter Emissionen vernachlässigt wird.

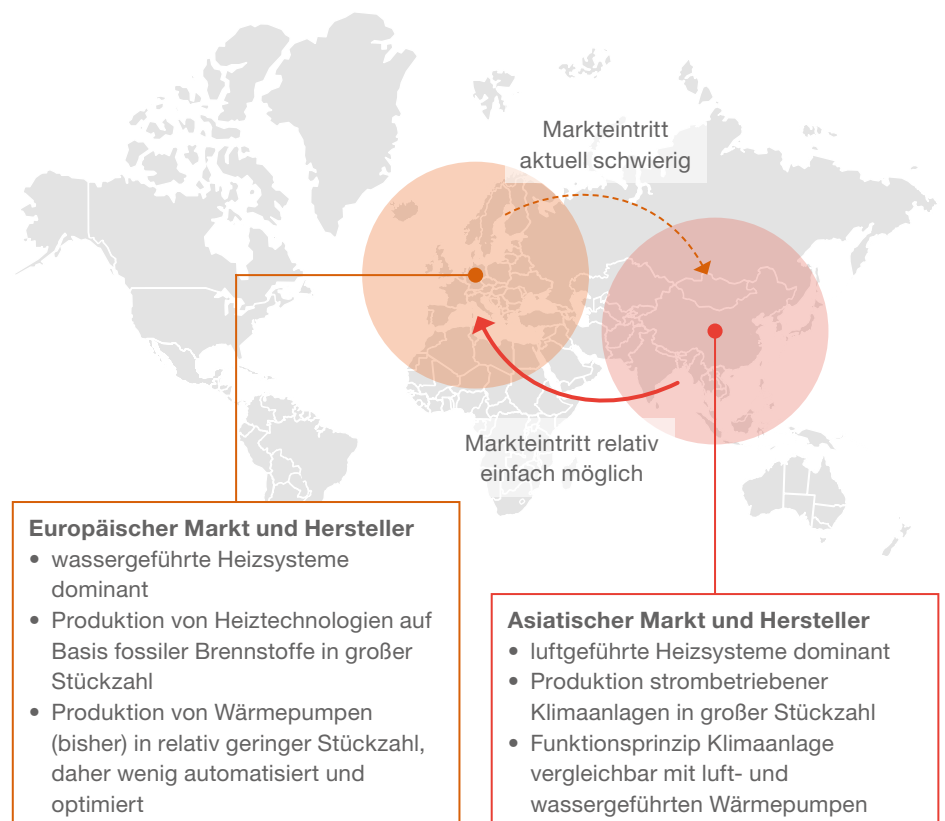
4 Deutscher Binnenmarkt für globalen Erfolg der Heizungsindustrie zentral

Doch woher stammen die weltweit installierten Wärmepumpen und welche Industrie ist hier federführend? Die in Deutschland vorhandene Kompetenz für konventionelle Heizsysteme, insbesondere für mit Erdgas betriebene Brennwert- und Niedertemperaturkessel, ist nach wie vor international gefragt. Die deutsche Heizungsindustrie produziert Spitzentechnologie und ist weltweit führend beim Vertrieb von Heizungen auf fossiler Basis. Am derzeitigen Wachstum des Wärmepumpenmarktes sind die deutschen Hersteller allerdings nur geringfügig beteiligt: So finden sich unter den weltgrößten Wärmepumpenherstellern nur wenige deutsche. Führende Hersteller sind vielmehr Daikin (Japan), United Technologies (USA), Midea (China), NIBE (Schweden), Ingersoll Rand (Irland) und Dimplex (Irland).

Bei Heizungsanlagen kann zwischen wasser- und luftgeführten Verteilsystemen unterschieden werden. Für die Erzeugung der Heizwärme sind je nach System unterschiedliche Wärmepumpentypen notwendig. In Deutschland dominieren wassergeführte Systeme (Pumpenwarmwasserheizung), mit denen größere Wärmemengen transportiert werden können. In Asien sind eher luftgeführte Verteilsysteme üblich, wobei die wassergeführten Systeme hier aufgrund der absoluten Marktgröße auch ein durchaus beachtenswertes Segment ausmachen.

Dieser technische Unterschied ist unter anderem ein Grund dafür, dass der deutsche Wärmepumpenmarkt bislang von Unternehmen geprägt ist, die auch in Deutschland produzieren. Globale Wettbewerber haben hingegen den Vorteil, bereits über Produktionslinien für große Stückzahlen zu geringen Stückkosten zu verfügen. Der Eintritt in den europäischen und deutschen Markt ist für sie kein allzu großer Schritt, auch weil die Grundlagen des Kältemittelkreislaufs für luft- und wassergeführte Wärmepumpen gleich sind. In dieser Konstellation benötigen deutsche Wärmepumpenhersteller klare und gesicherte langfristige politische Rahmenbedingungen, um ihre Unternehmensstrategien und Produktionslinien systematisch auf den wachsenden Wärmepumpenmarkt ausrichten zu können. Dies sowie der Vorsprung bei Effizienz und Know-how sind die Voraussetzung dafür, den Technologiewandel erfolgreich zu bewältigen.

Abb. 4 Europäischer und asiatischer Markt im Vergleich



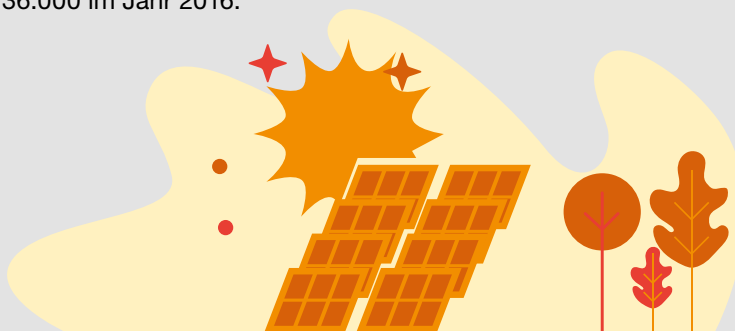
Problematisch sind für die deutsche Heizungsindustrie vor allem die ungenutzten Potenziale im deutschen Markt. Diese hemmen die künftige Innovationsfähigkeit der Hersteller. Im globalen Markt müssten sie jedoch auf skalierbare Technik und einen Ausbau der Produktion setzen, um ihre Position halten zu können. Das kann langfristig dazu führen, dass nicht nur die deutschen Wärmepumpenhersteller an Boden verlieren, sondern auch die gesamte deutsche Heizungsbranche ihre gute Positionierung an die weltweit führenden Anbieter der Zukunftstechnologie Wärmepumpe verliert. In dieser Technologie dominieren bisher Hersteller aus anderen Ländern, insbesondere aus Asien und den USA. Ausgehend von einer führenden Marktposition können sie ihr Know-how nutzen und sich auf dem europäischen Markt positionieren – zum Nachteil der deutschen und europäischen Industrie.

Auch dem deutschen Markt steht ein deutliches Wachstum bei Wärmepumpen bevor, insbesondere aus Klimaschutzgründen. Mit dem Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung ist eine Weichenstellung für den Gebäudebereich erkennbar. Allerdings beschränken sich die Maßnahmen bislang auf eine attraktivere Förderpolitik zugunsten erneuerbarer Wärme. Wie der Wärmepumpenausbau ohne Reform der Energiepreise tatsächlich vorstattengehen soll, ist den Marktakteuren derzeit noch unklar. Der ab 2021 angekündigte CO₂-Preis kann hier nur als ein erster Schritt gewertet werden. Bislang wirken die politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen dem notwendigen Ausbau von Wärmepumpen entgegen. Die betroffenen Hersteller, potenziellen Kunden und weiteren beteiligten Stakeholder werden durch das zögerliche Handeln verunsichert. Gegenüber internationalen Wettbewerbern, die bereits jetzt große Stückzahlen insbesondere für den asiatischen Raum produzieren, ist das ein erheblicher Nachteil.

Exkurs: Entwicklung der Solarbranche in Deutschland

Wirtschaftspolitische Maßnahmen, etwa das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), haben für sichere Einspeisevergütungen in Deutschland und für einen hohen Zubau von Photovoltaik gesorgt. Allerdings blieben Maßnahmen aus, um auch die deutsche Produktion auszubauen und wettbewerbsfähig zu erhalten. Im Gegensatz dazu zogen gezielte Investitions- und Kreditbedingungen in Asien, vor allem in China, Kapital in Milliardenhöhe an und sorgten für den Aufbau von Produktionslinien, die bis heute hoch skalierbar sind und seitdem Wettbewerbsvorteile ermöglichen.

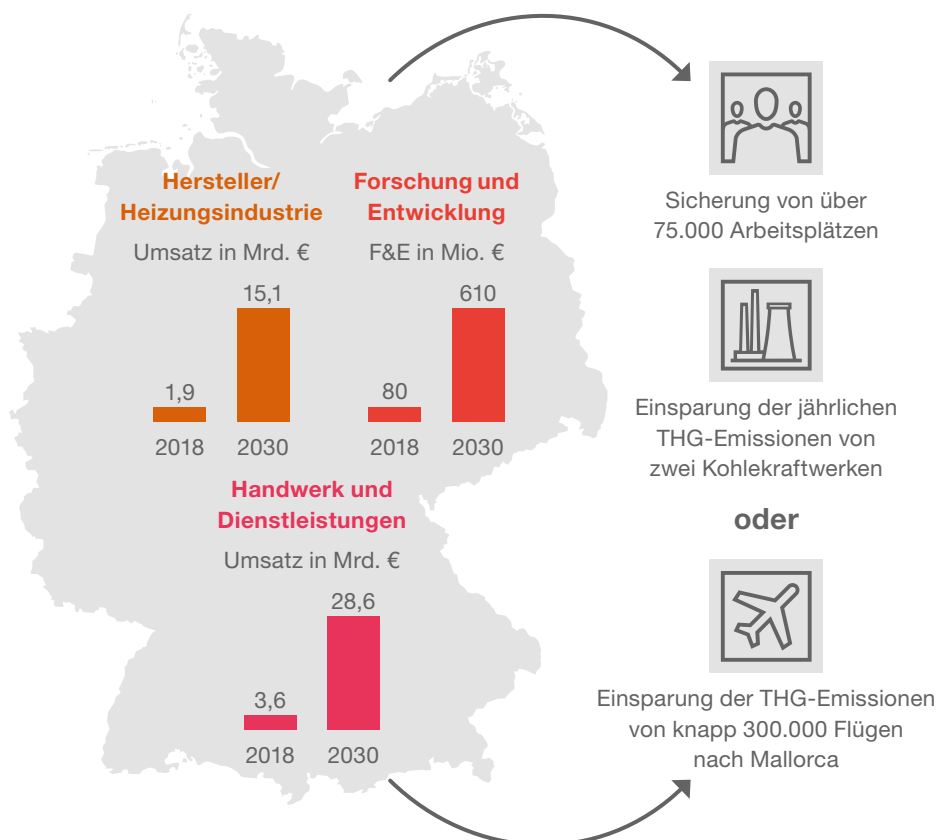
Währenddessen verloren deutsche Hersteller dramatisch an Marktanteilen, es kam zu einem massiven Stellenabbau: 2012 waren in der Solarbranche bis zu 114.000 Menschen beschäftigt, danach fielen die Beschäftigtenzahlen auf 36.000 im Jahr 2016.



Damit die Rolle der deutschen Heizungsindustrie im Weltmarkt ausgebaut werden kann, ist eine stärkere Fokussierung auf Wärmepumpen im Heimatmarkt essenziell. Ohne einen funktionierenden Heimatmarkt sind die rund 75.000 Beschäftigten der Heizungsbranche gefährdet. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass es sich hier um mittelständische Unternehmen handelt, die ihre Standorte zumeist im ländlichen, zum Teil auch strukturschwachen Raum haben und dort für Beschäftigung sowie lokale Wertschöpfung sorgen. Sollte die Konkurrenz den Markt erobern, würde Deutschland nicht nur Arbeitsplätze aufgeben, sondern zudem ein für Forschung und Entwicklung bedeutendes Segment verlieren, da die Heizungsbranche mit Investitionen von jährlich 680 Millionen Euro ein wesentlicher Innovationstreiber ist.¹²

Dabei zeigen die Erfahrungen aus den nordischen Ländern das Potenzial für die Wirtschaft: Überträgt man den jährlichen Wärmepumpenabsatz in Schweden – circa 25 Wärmepumpen pro 1.000 Haushalte – auf den deutschen Heizungsmarkt, könnten damit bis 2030 die 75.000 Arbeitsplätze in der Branche gesichert und ausgebaut werden (Abbildung 5). Damit sich Deutschland als innovativer Vorreiter für Schlüsseltechnologien der globalen Energiewende positioniert, müssen Verluste wie in der Solarbranche vermieden werden (siehe Exkurs).¹³

Abb. 5 Potenzial der Wärmepumpe bei Übertragung des schwedischen Marktanteils auf Deutschland bis 2030



Quellen: atmosfair (2019), BDH (2019a), BDH (2019c), DG Haustechnik (2019), Fraunhofer ISE (2019), GWS (2018), HBS (2016), ZVSHK (2019).

¹² Vgl. BDH (2019): Pressemitteilung „Heizungsindustrie zieht Jahresbilanz: Wärmewende? Fehlanzeige“.

¹³ Vgl. BSW Solar (2018): Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche (Photovoltaik).

In Deutschland ließen sich zudem weitere Vorteile durch eine stringente Strategie hin zur Wärmepumpe realisieren: Die konsequente Nutzung der Wärmepumpe kann dazu beitragen, den jahrelangen und weiterhin bestehenden Sanierungsstau zu lindern und den Anteil erneuerbarer Energien im Wärmemarkt zu erhöhen. Dies könnte auch mit Blick auf die aktuellen durch die Corona-Krise geprägten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen genutzt werden, um positive Signale für die in der Gebäudesanierung tätigen Unternehmen und Gewerke mit ihren circa 540.000 Beschäftigten zu setzen.¹⁴

Gleichzeitig sind viele Besitzer dezentraler Photovoltaikanlagen vom Auslaufen der EEG-Förderung betroffen und auf der Suche nach alternativen Verwendungsmöglichkeiten für den selbst erzeugten Strom: Die Verwendung von dezentral erzeugtem Strom, zum Beispiel für den Betrieb einer Wärmepumpe, wird gegenüber der Einspeisung ins öffentliche Netz attraktiver, weil die Einspeisevergütung sinkt. Zudem lassen sich mit der Wärmepumpe mittelfristig auch systemische Lösungen zur Realisierung und Steuerung der Sektorenkopplung einfacher realisieren – die Wärmepumpe unterstützt somit den Eintritt in die Digitalisierung der Energiewende.

5 Handlungsdruck lastet auf der deutschen Politik

Trotz der verstärkten Förderung erneuerbarer Heizungssysteme schaffen die aktuellen regulatorischen Rahmenbedingungen weiterhin Anreize für ineffiziente, auf fossilen Brennstoffen beruhende Technologien. Dabei entfaltet vor allem das Energiepreisgefüge keine ausreichende Lenkungswirkung für klimafreundlichere Technologien. Auch dadurch, dass die staatlichen Anreize, stärker in nachhaltige Gebäude zu investieren, unzureichend sind, bleibt bisher ein beachtliches Potenzial im Wärmesektor ungenutzt.

Der verstärkte Einsatz von Wärmepumpen zeigt einen Ausweg aus dieser Situation auf. Dies haben insbesondere die Industrienationen China, Japan und USA sowie die skandinavischen Staaten in Europa erkannt, während in Deutschland weiterhin mehrheitlich Heizungen auf fossiler Basis eingesetzt werden. Dies bremst nicht nur die Wärmewende in Deutschland, sondern auch die Heizungsindustrie, die auf Exporte und Innovationen angewiesen ist. Mit dem Abschwung der deutschen Solarbranche, einer ehemals führenden, dynamischen Branche, steht der Heizungsindustrie ein drohendes Szenario vor Augen, das sich in Deutschland als Vorreiter der Energiewende nicht wiederholen sollte.

Insbesondere jetzt, da aufgrund der Corona-Krise wichtige politische und wirtschaftliche Weichenstellungen vorgenommen werden, sind politische Lösungen gefragt, die die Verbreitung zukunftssträchtiger, sauberer Technologien fördern und dabei auch die deutsche Industrie im Blick haben. Durch geeignete regulatorische Rahmenbedingungen und das Vorantreiben der Wärmewende im Inland kann deren Wettbewerbsfähigkeit in internationalen Märkten gesichert oder sogar ausgebaut werden. Welche Eigenschaften die Wärmepumpe zu einer gefragten Technologie machen und welche Potenziale sie in Deutschland nicht nur für das Klima, sondern auch für die Industrie hat, zeigen die folgenden Kapitel.

¹⁴ Vgl. www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-06-13_uib_02-2019_indikatoren-energieeffizienz.pdf.



C Warum geht der Trend zur Wärmepumpe?

1 Ausgereifte und in vielen Anwendungsfällen einsetzbare Technik zur Nutzung erneuerbarer Energien und Einsparung von Emissionen

Rund 3,5 kWh

Wärme erzeugt eine Wärmepumpe aus 1 kWh Strom.



Die wachsende Verbreitung von Wärmepumpen basiert insbesondere auf ihrer effizienten und klimafreundlichen Technologie zur Wärmeerzeugung, die vor dem Hintergrund der kritischen Klimaziele von besonderer Bedeutung ist.

Die Wärmepumpe basiert auf einem simplen physikalischen Prinzip und erfordert einen vergleichsweise geringen Stromeinsatz: Energie, die in Luft, Boden oder Wasser steckt, wird erschlossen und zur Verdampfung eines Kältemittels genutzt. Wegen der physikalischen Eigenschaften des Kältemittels funktioniert das bereits bei sehr geringen Temperaturen, sodass auch im Winter die Wärmeversorgung gesichert ist.¹⁵ Durch die darauffolgende Verdichtung steigt die Temperatur des Kältemittels und es kann eine Wärmeübertragung von dem relativ heißen Kältemittel auf den relativ kühlen Heizungskreislauf stattfinden.

Der Vorteil dieses Systems: Während bei sämtlichen Verbrennungsprozessen zunächst circa 1.000 °C erzeugt werden, sind Wärmepumpen zielgerichtet darauf ausgerichtet, die zur Verfügung stehende Quelltemperatur in Luft, Boden oder Wasser auf die benötigten 24 °C Raumwärme anzuheben. Die Nutzung der Umgebungsenergie vermeidet dabei die Freisetzung von THGs und kann analog zur Sonneneinstrahlung für Solarenergie kostenfrei genutzt werden. So werden bereits heute fossile Energieträger, die in herkömmlichen Gas- oder Ölheizungen eingesetzt werden, und deren Emissionen dauerhaft eingespart.

¹⁵ Für die Erzeugung von rund 3,5 kWh Wärme aus 1 kWh Strom wurde eine typische Jahresarbeitszahl von 3,5 unterstellt.

Dabei sind die Wärmequellen ebenso vielfältig wie die Versorgungsfälle. So lassen sich neben Außenluft und Erdwärme zum Beispiel auch Abwasser und Grundwasser erschließen, um selbst in dicht bebauten Ballungsgebieten erneuerbare Wärme bereitzustellen. Weitverbreitet ist bereits der Einsatz von Wärmepumpen in Ein- und Zweifamilienhäusern. Auch der Einsatz in größeren Objekten wie Mehrfamilienhäusern und Nutzbauten gewinnt an Bedeutung. Selbst die Einspeisung in Wärmenetze ist möglich und wird bereits realisiert. Ausgangspunkt ist immer die Frage, welche „Umsonst-Energie“ (Luft, Boden, Wasser) an einem Standort am besten genutzt werden kann und in welcher Menge sie verfügbar ist. Dabei verbinden Wärmepumpen erneuerbare Energien mit Energieeffizienz.¹⁶

Exkurs: Technische Ausführungen von Wärmepumpen

Luft-Luft-Wärmepumpe

Luft-Luft-Wärmepumpen nutzen Luft als Wärmequelle und geben die gewonnene Wärme direkt (ohne wassergeführte Heizkörper) an die Raumluft ab. Als Wärmequelle kommen Außenluft und Abluft infrage. Letztere Variante wird auch als Lüftungswärmepumpe bezeichnet.

Luft-Wasser-Wärmepumpe

Diese Wärmepumpe entzieht der Außenluft Wärme und gibt sie über einen Heizwasserkreislauf an die Raumluft ab.

Sole-Wasser-Wärmepumpe oder Erdwärmepumpe

Erdwärmepumpen nutzen oberflächennahe Geothermie. Mit Sole gefüllte Erdkollektoren oder Erdwärmesonden entziehen dem Erdboden Wärme. Eine weitere Wärmequelle für Sole-Wasser-Wärmepumpen ist Abwasser, bei dem Wärmeübertrager dem Abwasser die Wärme entziehen.

Wasser-Wasser-Wärmepumpe

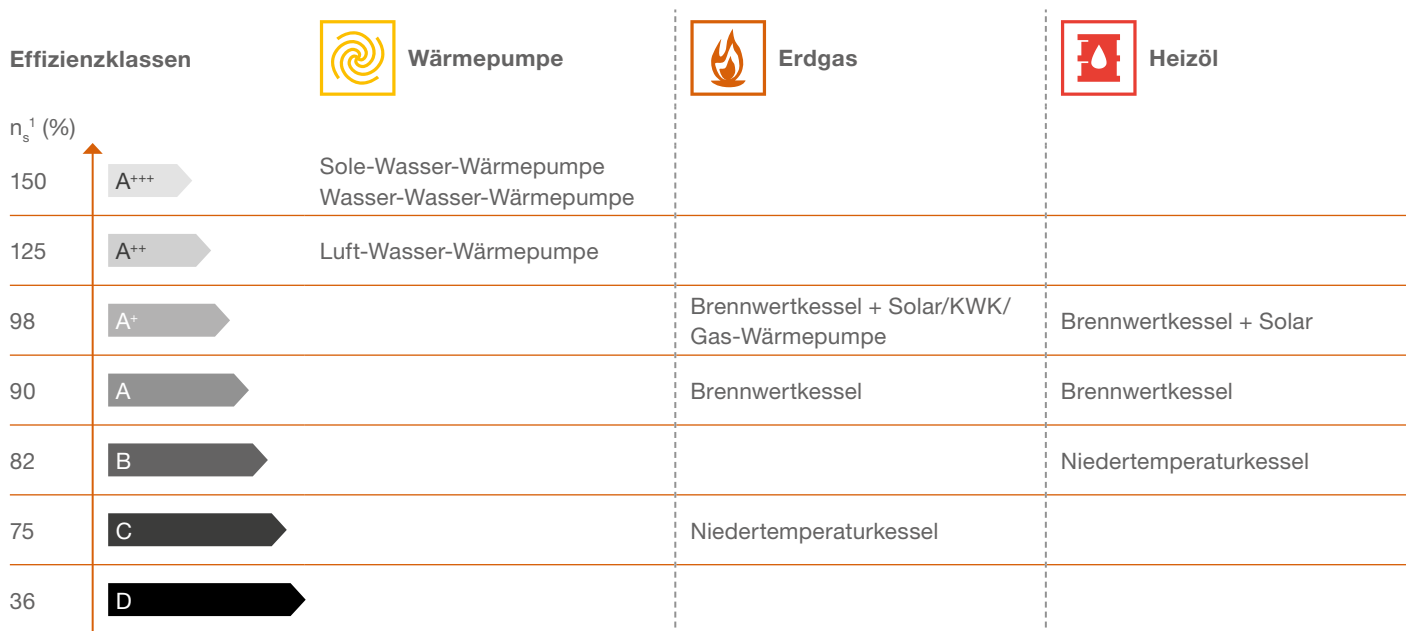
Die Wärmequelle ist hier insbesondere Grundwasser: Über einen Förderbrunnen wird zum Beispiel Grundwasser zum Wärmeübertrager transportiert, wo es Wärme an das Kältemittel abgibt. Anschließend wird das kühlere Grundwasser durch einen Schluckbrunnen wieder in den Aquifer injiziert.

¹⁶ Zur Quantifizierung der in den folgenden Abschnitten behandelten Vorteile wird teilweise auf typische Werte in Deutschland zurückgegriffen, die Vorteile bestehen jedoch grundsätzlich global. Die genaue Ausprägung der Vorteile hängt teilweise von den lokalen Witterungsverhältnissen und dem Energieträgermix der Stromerzeugung ab.

2 Hocheffiziente Bereitstellung von Wärme

Gemessen am Wirkungsgrad, also am Verhältnis eingesetzter Energie zu erzeugter Raumwärme, sind Wärmepumpen das energieeffizienteste Heizsystem. Mit Einführung der Ökodesignanforderung aus dem Jahr 2015 für alle Heizgeräte ist ein Vergleich der unterschiedlichen Technologien bezogen auf ihre Primärenergieeffizienz oder „Brennstoffeffizienz“ möglich geworden. Hierbei wird eine Jahresheizeffizienz ermittelt, die aussagt, wie gut oder schlecht das Heizsystem mit der eingesetzten Primärenergie umgeht. Liegt die Effizienz bei 100 % oder darüber, werden erneuerbare Energien genutzt. Wärmepumpen nutzen diese erneuerbaren Energien und sind deshalb in den höchsten Energieeffizienzklassen zu finden. Vor Einführung der Ökodesignanforderungen wurden in Deutschland Wärmepumpen mit der Jahresarbeitszahl (JAZ) bewertet. Die JAZ bemisst das Verhältnis zwischen erzeugter Wärme und eingesetztem Strom über ein ganzes Jahr. Je höher die JAZ, desto effizienter ist das Heizsystem.

Abb. 6 Einstufung von Heizsystemen (Verbundanlagen) in Energieeffizienzklassen



¹ Jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz. Alle Raumheizgeräte in Kombination mit Temperaturregler Klasse VIII.

Quellen: Interdomo (2020), UBA (2020).

Wärmepumpen in Neubauten oder Bestandsgebäuden erreichen durchschnittlich eine JAZ zwischen 3 und 4. Tendenziell erreichen Erdwärmepumpen eine höhere JAZ als Luft-Wärmepumpen. Grundsätzlich gilt: Je geringer die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmesenke, desto effizienter arbeitet eine Wärmepumpe.

Wärmepumpen-Anwendungsbeispiele mit einem Fokus auf Energieeffizienz

Beispiel 1: Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe¹⁷

In einem frei stehenden Haus, das 1956 gebaut und 2015 grundsaniiert wurde, kommt eine Luft-Wasser-Wärmepumpe zum Einsatz. Das Haus hat eine beheizte Wohnfläche von 91 m² und einen Heizwärmebedarf von 133 kWh/(m² · a), womit es in etwa dem Durchschnitt des Gebäudebestands entspricht.

Die eingesetzte Luft-Wasser-Wärmepumpe mit einer Leistung von 4 kW wird durch einen Elektroheizstab ergänzt. Die von der Wärmepumpe produzierte Wärme wird über eine Fußbodenheizung (mittlere Temperatur des Heizkreises: 38 °C) an das Gebäude abgegeben.

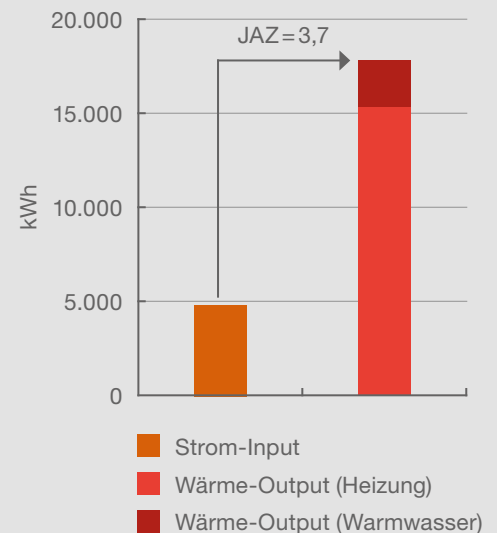
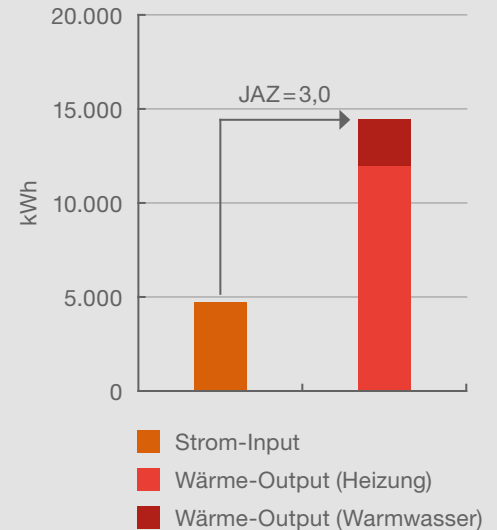
Mit dieser Konstellation und 4.800 kWh Strom-Input wurden im Jahr 2018 12.000 kWh Heizwärme und 2.500 kWh Warmwasser bereitgestellt. Dieses Verhältnis entspricht einer JAZ von 3. Der Elektroheizstab war nur für circa 250 kWh bzw. 5 % des Strom-Inputs verantwortlich.

Beispiel 2: Einsatz einer erdreichgekoppelten Wärmepumpe¹⁸

Einsatzort der erdgekoppelten Wärmepumpe ist ein Reihenendhaus aus dem Jahr 1973 mit 170 m² beheizter Wohnfläche und einem Heizwärmebedarf von 96 kWh/(m² · a). Dieser Bedarf ist typisch für ein energetisch gut modernisiertes Einfamilienhaus.

Wärme für Heizung und Warmwasser erhält das Gebäude von einer 11-kW-Wärmepumpe, die Erdwärme als Wärmequelle nutzt. Die Wärmeübergabe erfolgt mittels klassischer Radiatoren, also mit Heizkörpern (mittlere Temperatur des Heizkreises: 42 °C).

Im Jahr 2018 lag der Heizwärmebedarf bei 15.500 kWh, der Warmwasserbedarf bei 2.500 kWh. Für diese Wärmebereitstellung war ein Strom-Input von knapp 5.000 kWh notwendig, sodass sich eine JAZ von 3,7 ergibt. Ein mitverbauter Elektroheizstab für die Spitzenlast kam 2018 gar nicht zum Einsatz.



¹⁷ Vgl. Fraunhofer ISE (2019b): WP smart im Bestand – Demo 78.

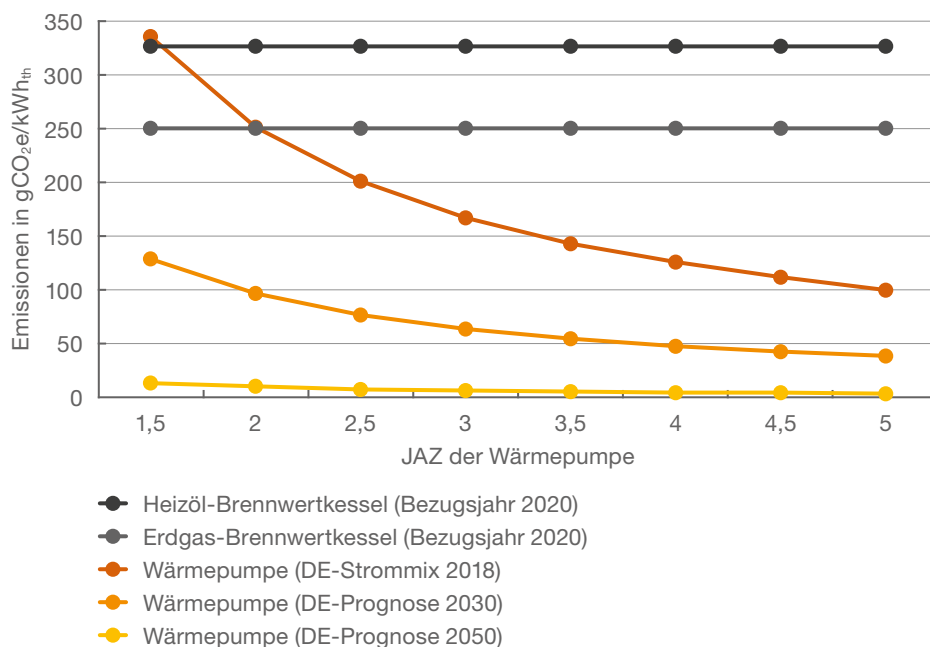
¹⁸ Vgl. Fraunhofer ISE (2019c): WP smart im Bestand – Demo 63.

3 Ablösung der fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas für ein THG-freies Heizen und einen klimaneutralen Gebäudebestand

Die Wärmepumpe ersetzt die Verbrennung von Heizöl und Erdgas durch frei verfügbare erneuerbare Energie aus Boden, Luft, Wasser und Abwasser (Umgebungswärme) sowie einen kleineren Teil Strom. Die Auswirkung einer Wärmepumpe auf die THG-Emissionen kann mit der Emissionsintensität in Gramm CO₂-Äquivalenten (CO₂e) pro kWh Wärme beurteilt werden, wobei auch die Emissionen bei der Stromerzeugung berücksichtigt werden: Beim aktuellen deutschen Strommix sparen Wärmepumpen effektiv zwischen 110 und 230 Gramm CO₂e pro kWh Wärme gegenüber einem Heizöl- bzw. Erdgaskessel ein (Abbildung 7). Diese Werte gelten für eine bestimmte JAZ (3,5) und einen bestimmten Strommix, der für den Betrieb der Wärmepumpe genutzt wird (deutscher Strommix im Jahr 2018).

In Zukunft wird die Emissionsintensität von Wärmepumpen weiter abnehmen, da der Anteil erneuerbar erzeugten Stroms stetig steigt.¹⁹ Außerdem führen die laufende Forschung und Entwicklung im Bereich Wärmepumpen zu einer wachsenden Anlageneffizienz im Sinne höherer JAZ.²⁰ Entsprechend werden die THG-Emissionen von Wärmepumpen weiter sinken – bei Neuinstallationen und Bestandsanlagen. Im Gegensatz dazu bleiben die THG-Emissionen von Heizöl- und Erdgasheizungen konstant.²¹

Abb. 7 THG-Emissionsintensität verschiedener Heizungen in Abhängigkeit von JAZ und Strommix



Quellen: BDEW (2017), IINAS (2019).

¹⁹ In der Abbildung entspricht das einer Bewegung auf der Vertikalen nach unten.

²⁰ Diese Veränderung kann in der Abbildung durch eine Bewegung entlang der Kurven nach rechts (unten) nachvollzogen werden.

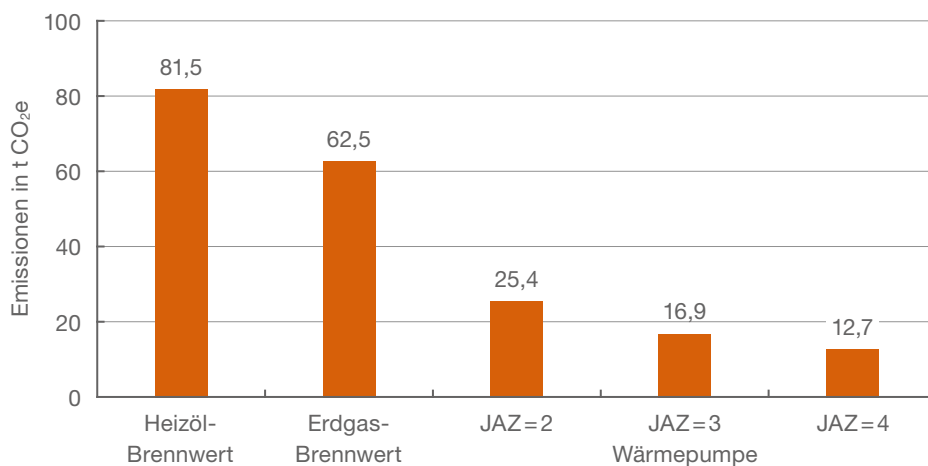
²¹ Es werden keine signifikanten Effizienzgewinne in der Brennwertechnik mehr erwartet. Eine Reduktion der Emissionsintensität von Heizungen auf fossiler Basis ist daher nur durch die Beimischung erneuerbarer Brennstoffe (z. B. Biogas) oder synthetisch erzeugter Energieträger (Power-to-Gas/Power-to-Liquid) möglich.

In diesem Zusammenhang ist zu bedenken, dass der Strom für Wärmepumpen, insbesondere bei größeren Projekten, auch vor Ort – zum Beispiel aus Photovoltaikanlagen und gegebenenfalls mit Zwischenspeicherung in einer Batterie – gedeckt oder über einen Ökostromtarif bezogen werden kann. Erstaunlicherweise wird dies bislang noch nicht voll anerkannt,²² zum Beispiel im Energieeinsparrecht.

Zudem wird deutlich, dass auch Wärmepumpen mit vergleichsweise niedrigen JAZ im Laufe ihrer Lebensdauer eine Reduktion der THG-Emissionen bewirken. Mit einer JAZ von 2 lag ein Wärmepumpensystem im Jahr 2018 (gemäß Abbildung 7) noch gleichauf mit einem Erdgas-Brennwertkessel, auf Basis der Strommixprognosen ist dasselbe System jedoch bereits im Jahr 2020 klimafreundlicher als der Erdgas-Brennwertkessel, und dieser Vorteil wächst im Laufe der Betriebszeit weiter: Eine im Jahr 2020 installierte Wärmepumpe mit einer JAZ von 2 reduziert die THG-Emissionen im Laufe ihrer Lebensdauer immer noch auf 31 bzw. 41 % der Werte fossiler Alternativen.

Die THG-Emissionsintensität pro bereitgestellter kWh Wärme ist in Abbildung 8 auf die gesamte Lebensdauer von Heizungen hochgerechnet.²³ Darin ist auch der stetig klimafreundlicher werdende Strom in Deutschland berücksichtigt. Es zeigt sich, dass Wärmepumpen die THG-Emissionen einer Heizung deutlich reduzieren können. Im gekennzeichneten Beispiel mit JAZ=3 sinken die THG-Emissionen auf 21 % des Werts eines Heizöl-Brennwertkessels bzw. 27 % des Werts eines Erdgas-Brennwertkessels.

Abb. 8 THG-Emissionsintensität pro bereitgestellter kWh Wärme von Heizungen im Laufe ihrer Lebensdauer



Quellen: BDEW (2017), IINAS (2019).

²² § 5 der Energieeinsparverordnung (EnEV) erlaubt die Anrechnung von Strom aus erneuerbaren Energien, sofern dieser im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang des Gebäudes erzeugt wird, vorrangig selbst genutzt wird und nur Überschüsse eingespeist werden. Die Senkung des ökologischen Fußabdrucks einer Wärmepumpe durch den Abschluss eines Ökostromtarifs bringt aus Sicht des Energieeinsparrechts aber keinen anrechenbaren Vorteil.

²³ Annahmen: Einbau der Heizungen im Jahr 2020, 10.000 kWh Wärmebereitstellung pro Jahr, 25 Jahre Heizungslebensdauer.

Ein Vergleich mit dem Verkehrssektor verdeutlicht die Dimensionen dieser eingesparten Tonnen THG: Ein typischer Diesel-Pkw hat einen CO₂-Ausstoß von etwa 145 g/km. Unter der Annahme, dass das Fahrzeug 15.000 km im Jahr zurücklegt, ergibt sich ein CO₂-Ausstoß von 2,2 t/a. Der Einsatz einer Wärmepumpe kann demnach jährlich so viel THG einsparen, wie ein üblicher Pkw im Jahr an CO₂ ausstößt. Die Ersparnis wird dabei kostenrelevant, sobald die angekündigte CO₂-Bepreisung in Kraft tritt.

4 Kein Feinstaub, keine Stickoxide (NO_x)

Neben THG-Emissionen haben auch Feinstaub- und Stickstoffoxidemissionen (NO_x) an Bedeutung gewonnen: In mehreren deutschen Großstädten wurden Dieselfahrverbote verhängt, um die Einhaltung der NO_x-Grenzwerte sicherzustellen.²⁴ Hohe Fahrzeugdichten und der Betrieb von Kleinf Feuerungsanlagen für Heizzwecke sorgen in Großstädten weltweit für Probleme mit der Luftqualität und führen zu einer Gesundheitsbelastung der Einwohner.

Mit dem Einbau einer Wärmepumpe können Verbrennungsprozesse vollständig aus dem Haushalt verbannt werden. In erster Konsequenz sinkt dadurch die Luftschadstoffbelastung in den betreffenden Nachbarschaften und es verbessert sich die Wohnqualität. In zweiter Konsequenz entfallen die Notwendigkeit eines Schornsteins für die Ableitung der Rauchgase sowie die Wartung der Verbrennungsanlage durch einen Schornsteinfeger, was die laufenden Kosten reduziert.

5 Flexible Anwendung auch zur Kühlung

Der Klimawandel sorgt neben extremeren Wetterphänomenen auch für steigende Temperaturen. Insbesondere in Städten, in denen eine geringere Luftzirkulation als auf dem Land herrscht, macht sich dies bemerkbar. Seit den 1990er-Jahren haben äußerst warme Jahre deutlich zugenommen, die wärmsten gemessenen Jahre 2014 und 2018 verstärken diesen Trend.²⁵ Nach mehreren überdurchschnittlich warmen Sommern steigt auch in Deutschland die Nachfrage nach Kühlsystemen im privaten und gewerblichen Bereich.²⁶ Damit werden Klimatechnologien immer wichtiger – in Haushalten verbessert sich der Wohnkomfort, in Bürogebäuden die Produktivität der Mitarbeiter, in Hotels die Auslastung, in Krankenhäusern und Altenheimen ist Klimatechnik sogar elementar für die Gesundheit. Gegenüber getrennten Systemen für Beheizung und Kühlung vereinbaren Wärmepumpen beide Funktionen effizienter. Dabei ist es ein Alleinstellungsmerkmal der Wärmepumpe, die Erzeugung von Wärme um die Erzeugung von Kälte zu erweitern. Die Kühlfunktion einer Wärmepumpe kann für eine gesteigerte Immobilienfunktionalität und somit einen höheren Immobilienwert sorgen.

²⁴ Vgl. ADAC (2019): Dieselfahrverbot: Alle Fragen und Antworten.

²⁵ Vgl. UBA (2019d): Mittlere Tagesmitteltemperatur im Frühling in Deutschland 1881 bis 2018.

²⁶ Vgl. ZVEI (2019): Elektro-Hausgeräte: Wachstum bei Kleingeräten, leichter Rückgang bei Großgeräten in 2018.

Grundsätzlich können zwei Formen der Kühlung mit Wärmepumpen unterschieden werden: Bei der aktiven Kühlung ist der Verdichter der Wärmepumpe in Betrieb. Bei der passiven Kühlung wird überschüssige Wärme aus dem Gebäude durch eine Umwälzpumpe in den kühleren Untergrund oder in bestimmten Fällen auch ins Abwasser abgeführt. Bestenfalls kann ein Teil der sommerlichen Wärme im Untergrund gespeichert und im folgenden Winter zum Heizen des Gebäudes genutzt werden.²⁷ Im Fall aktiver Kühlung ist es erforderlich, dass der Kältekreis der Wärmepumpe umkehrbar ist. Dies ist bei sämtlichen Wärmequellen möglich.

Kühlende Wärmepumpen in den Sommermonaten können gut mit Strom aus Photovoltaikanlagen betrieben werden, denn diese liefern zur selben Zeit besonders hohe Stromerträge. Das ist aus Betreibersicht häufig attraktiv, denn die Vergütung für eingespeisten Strom aus erneuerbaren Energien sinkt, der Eigenverbrauch regenerativen Stroms wird entsprechend interessanter. Daher ist es häufig sinnvoller, die Stromproduktion aus Photovoltaikanlagen für den Betrieb von Wärmepumpen zu nutzen und dadurch den Strombezug zu verringern, anstatt sie ins öffentliche Netz einzuspeisen.

Speziell in Deutschland ist diese Situation daran erkennbar, dass Strom aus (kleinen) Photovoltaikanlagen mit rund 10 ct/kWh vergütet wird, der Strompreis für Haushalte dagegen bei rund 30 ct/kWh liegt. Auch international wird der Eigenverbrauch vor Ort immer wichtiger, denn weltweit werden Erneuerbare-Energien-Anlagen an den konventionellen Markt herangeführt, auf dem „nur noch“ der Großhandelspreis gezahlt wird. Dem steht ein Strombezugspreis gegenüber, in dem der Großhandelspreis sowie Netzentgelte, Steuern, Abgaben und Umlagen enthalten sind.

6 Mögliche Nutzung in Industrie und Gewerbe abseits des „klassischen“ Einsatzgebiets in Gebäuden

Doch nicht nur im Gebäudesektor kann die Wärmepumpe eingesetzt werden. Neben den Zielen zur THG-Vermeidung im Gebäudesektor sind auch das verarbeitende Gewerbe bzw. die Industrie mit einem Anteil von zuletzt 22 % an den gesamten deutschen THG-Emissionen gefordert (Stand 2017). Die Industrieemissionen in Höhe von rund 200 Millionen Tonnen CO₂e (Stand 2017) müssen gemäß Klimaschutzgesetz bis zum Jahr 2030 auf 140 Millionen Tonnen CO₂e reduziert werden.²⁸ Eine konsequente Bereitstellung von Niedertemperaturwärme mittels Wärmepumpen könnte den Abstand zum Zielwert bereits um circa 18 Millionen Tonnen CO₂e verringern (fast ein Drittel der Gesamtlücke von 60 Millionen Tonnen CO₂e, siehe Kapitel E).

²⁷ Ein Underground Thermal Energy Storage (UTES) ermöglicht die saisonale Speicherung von Wärme und Kälte. Beispielhaft zu nennen ist das Reichstagsgebäude in Berlin, das sowohl mit einem warmen als auch mit einem kalten Aquifer Thermal Energy Storage (ATES) ausgerüstet ist. Im warmen ATES wird im Sommer Wärme eingespeichert und im Winter wieder entnommen; der kalte ATES wird im Winter mithilfe der kalten Außentemperaturen beladen und dient im Sommer der Kühlung. Eine weitere Variante eines UTES ist ein Borehole Thermal Energy Storage (BTES), der z. B. in der Drake Landing Solar Community, einem kanadischen Wohnquartier, eingesetzt wird.

²⁸ Vgl. UBA (2019b): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990–2017 – Endstand zur Berichterstattung 2019.

Neben der herkömmlichen Wärmepumpennutzung zur Wärmebereitstellung ist in Industrie und Gewerbe auch der zuvor genannte Kühlaspekt von Interesse, denn die Unternehmen haben häufig einen hohen Wärme- und Kühlbedarf (z. B. in der Lebensmittelindustrie mit den Prozessschritten Schlachten, Schneiden, Trocknen, Braten, Kühlen und Portionieren). Aufgrund der Kombination innerhalb der Wärmepumpe sind Unternehmen nicht mehr auf zwei getrennte Heiz- bzw. Kühlvorrichtungen angewiesen, woraus sich wiederum Einsparpotenziale bei den Energiekosten ergeben können. Zudem können Wärmepumpen eine verbesserte Abwärmenutzung ermöglichen und mit weiteren Systemen wie Erd- und Abwärme, Solarthermie und Bioenergie kombiniert werden.

An dieser Stelle seien drei Praxisbeispiele für die Verwendung von Wärmepumpen in Industrie und Gewerbe genannt, die stellvertretend für die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten stehen:

- In einer Bankfiliale (6.200 m² Grundfläche, 22.300 m³ umbauter Raum) müssen fortlaufend die Serverräume gekühlt werden, die Büro- und Besprechungsräume werden je nach Jahreszeit geheizt oder gekühlt. Drei Sole-Wasser-Großwärmepumpen und 25 Erdsonden in 100 bis 150 m Tiefe können für diesen Anwendungszweck je 180 kW Heiz- und Kühlleistung bereitstellen. Die Bank spart durch das Wärmepumpensystem Betriebskosten und THG-Emissionen.²⁹
- Das CO₂-neutrale ICE-Instandhaltungswerk der Deutschen Bahn in Köln-Nippes (22.250 m²) vereint gleich mehrere klimafreundliche Technologien. Auf dem Hallendach werden Strom in einer 300-kW-Photovoltaikanlage und Wärme für Warmwasser in einer 100-kW-Solarthermieanlage erzeugt. Der erzeugte Strom wird unter anderem dazu genutzt, drei Wasser-Wasser-Großwärmepumpen anzutreiben, die auf 10 Grundwasserbrunnen zurückgreifen und 4,9 MW Heizleistung bereitstellen können. Jährlich werden durch die gesamte Anlage mehr als 1.000 Tonnen CO₂-Emissionen und außerdem Betriebskosten eingespart.³⁰
- Ein Hotel in einem historischen Gebäude an der Mosel verwendet eine 24-kW-Sole-Wasser-Wärmepumpe, um Erdwärme nutzbar zu machen und über eine Fußbodenheizung bereitzustellen. Durch die konstant relativ hohe Temperatur von 10 bis 12 °C im Erdreich und die niedrige Vorlauftemperatur der Fußbodenheizung arbeitet die Wärmepumpe mit einer JAZ von 4,7, stellt also aus 1 kWh Strom fast 5 kWh Wärme bereit. Im Sommer kann das Wärmepumpensystem zur Kühlung des Gebäudes verwendet werden.³¹

²⁹ Vgl. Projekt 3 in BWP (2019b): Gewerbeobjekte und Industrieanlagen mit Wärmepumpe – Überblick, Anregungen, Referenzobjekte.

³⁰ Vgl. Projekt 10 in BWP (2019b): Gewerbeobjekte und Industrieanlagen mit Wärmepumpe – Überblick, Anregungen, Referenzobjekte.

³¹ Vgl. Projekt 7 in BWP (2019b): Gewerbeobjekte und Industrieanlagen mit Wärmepumpe – Überblick, Anregungen, Referenzobjekte.

7 Nutzung der erneuerbaren dezentralen Stromerzeugung für den Wärmebereich (Sektorenkopplung)

Im Rahmen der deutschen Energiewende und der globalen Transformation zu einer nachhaltigen Energieversorgung findet eine Verschiebung von zentraler zu dezentraler Energieerzeugung statt.³² Bisher bezieht sich diese Verschiebung meist auf den Stromsektor: Große Kohlekraftwerke werden langfristig durch kleinere Photovoltaik- und Windkraftanlagen ersetzt. Doch auch im Wärmebereich wird ein Umdenken stattfinden, wenn die Nutzung von Erdgas und Heizöl aufgrund wachsender Anforderungen an Klimaschutz und begrenzter Ressourcen eingeschränkt wird.

Wärmepumpen ermöglichen es, die dezentrale Stromerzeugung auch für die Wärmeversorgung einzusetzen. Wärmepumpen sind strombetrieben und können daher den lokalen, aus erneuerbaren Energien erzeugten Strom (z. B. Solarstrom) für Wärmeerzeugung nutzen. Damit sind Wärmepumpen ein wichtiger Baustein für eine nachhaltige, dezentrale Energieversorgung und ein wesentlicher Schritt in Richtung Sektorenkopplung.

Speziell mit Blick auf Deutschland können Wärmepumpen bei der Integration von Anlagen nach dem EEG unterstützen. Nach 20 Jahren endet für diese Anlagen die gesetzliche Förderungsdauer, auch wenn viele dann noch funktionstüchtig sind. Wird nach Ende der Förderungsdauer mehr Strom erzeugt, als verbraucht werden kann, ist eine Einspeisung ins öffentliche Netz meist wenig attraktiv, weil sie kaum vergütet wird (siehe oben).

Beim Umstieg von einer fossil betriebenen Heizung auf eine Wärmepumpe fällt der Energiebezug von Heizöl oder Erdgas zu großen Teilen weg, der hinzukommende Stromverbrauch kann teilweise von der EEG-Anlage (z. B. einer Photovoltaikanlage) gedeckt werden. Die Eigenverbrauchsquote des selbst erzeugten Stroms, bezogen auf den gesamten Energiebezug, steigt an.

Ein Ausblick auf den Strommarkt der Zukunft zeigt in Form der Optionen für Flexibilisierung einen weiteren Vorteil: Aufgrund der volatilen, das heißt unregelmäßigen Einspeisung von Strom aus Solar- und Windenergie sind langfristig dynamische Tarifmodelle für den Endkunden notwendig. Bei großem Stromangebot würde Strom günstiger angeboten werden als zu Zeiten, in denen nur wenig Strom eingespeist wird.

Hier profitiert die Wärmepumpe mit ihrer Pufferfunktion von den niedrigeren Preisen im Tagesverlauf. Da sowohl im Heizkreislauf (insbesondere bei den relativ trägen Fußbodenheizungen) als auch in der Gebäudemasse Wärme gespeichert werden kann, kann die Wärmepumpe Gebäude zu Zeiten hoher Einspeisung von Wind- und Solarstrom heizen. Die dabei gespeicherte Wärme wird dann zu Zeiten niedrigeren Angebots und höherer Preise an das Gebäude wieder abgegeben. Der flexible Verbrauch der Wärmepumpe passt perfekt zum fluktuierenden Angebot von Strom aus erneuerbaren Energien.

³² Grund für diese Verschiebung ist, dass erneuerbare Energieträger wie solare Strahlung, Windkraft oder Biomasse weniger örtlich konzentriert vorliegen als die fossilen Energieträger Kohle, Öl und Gas – sie haben eine geringere Energiedichte. Daher kann Energie nicht mehr zentral erzeugt und dann verteilt werden, sondern es müssen jeweils lokal die vorhandenen erneuerbaren Energien angezapft werden.

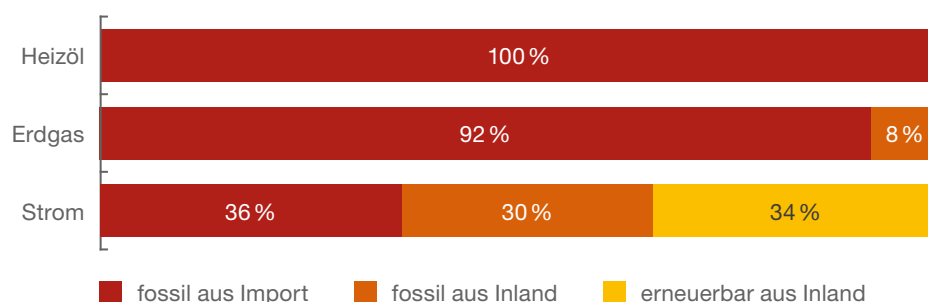
8 Unterstützung des energiepolitischen Zieldreiecks

Die bisherigen Argumente für die Wärmepumpe sind zu großen Teilen aus Anwendersicht formuliert, das heißt, sie gehen der Frage nach: Welche Vorteile bringt die Wärmepumpe mir persönlich bzw. meinem Unternehmen? Darauf aufbauend soll im folgenden Abschnitt der Wärmepumpeneinsatz auch aus einer übergeordneten, energiepolitischen bzw. volkswirtschaftlichen Perspektive betrachtet werden. Dabei steht die Frage im Zentrum, wie sich Wärmepumpen in das politisch angestrebte Energiesystem einfügen.

Das energiepolitische Zieldreieck fasst die Anforderungen zusammen, die im modernen Energiesystem an die Strom- und Wärmeversorgung gestellt werden. Es besteht aus den drei Dimensionen Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit.³³

Für die aktuelle und zukünftige **Versorgungssicherheit** sind die Verfügbarkeit der eingesetzten Energieträger (gesicherte Energiemengen) sowie die Stabilität der Infrastruktur (gesicherte Leistung) zentral. In herkömmlichen Heizungen werden Heizöl und Erdgas eingesetzt, die nahezu vollständig importiert werden müssen. Strom wird mit verschiedenen Technologien produziert, wobei nur ein Teil der konventionellen Kraftwerke mit importierten Energieträgern betrieben wird. Zudem steigt der Anteil der Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien, für die keinerlei Importabhängigkeiten drohen (Abbildung 9).

Abb. 9 Importabhängigkeit bei Energieträgern im Wärmebereich



Quellen: BNetzA (2019), UBA (2019c).

³³ Das energiepolitische Zieldreieck findet sich z. B. in § 1 Abs. 1 EnWG wieder: „Zweck des Gesetzes ist eine möglichst sichere, preisgünstige, verbraucherfreundliche, effiziente und umweltverträgliche leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit Elektrizität und Gas, die zunehmend auf erneuerbaren Energien beruht.“

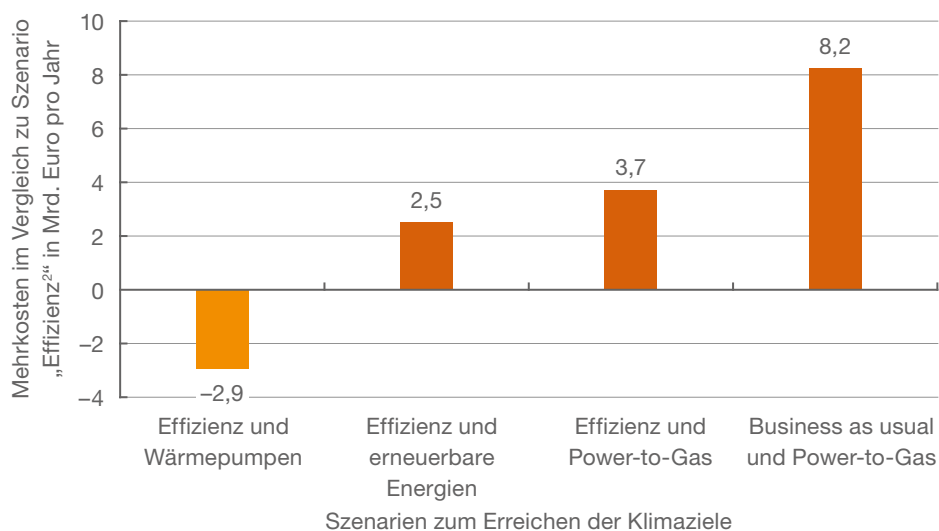
Auch hinsichtlich der gesicherten Leistung tragen Wärmepumpen zur Versorgungssicherheit bei. Sie müssen nicht dauerhaft im Betrieb sein und werden – als steuerbare Verbrauchseinrichtungen im Sinne des § 14a EnWG – von Netzbetreibern schon lange zur Stabilisierung des Stromnetzes eingesetzt, indem sie ihren Strombezug an die Lastsituation im Netz anpassen. Dank Smart Grid Readiness sind Wärmepumpen außerdem für die zukünftig noch intelligenteren Kommunikation zwischen Netzbetreibern und Anlagenbetreibern mittels Smart Metern bereit. Der Heizkreislauf in Gebäuden und die Gebäudemasse selbst dienen als Wärmespeicher, der bei großem Stromangebot mit Wärme aufgeladen werden kann und sich bei geringem Stromangebot allmählich wieder leert. Diese Speichervorgänge werden in streng begrenzten Temperaturintervallen gefahren, die den Gebäudenutzer nicht beeinträchtigen und dennoch ein signifikantes Potenzial zur Lastverschiebung bieten. Die flexible Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpen stärkt daher Sektorenkopplung und Netzstabilität.

Mit Blick auf die **Wirtschaftlichkeit** sind die geringen Umwandlungsverluste und Gesamtsystemkosten positiv zu bewerten. Dass Wärmepumpen weniger emissionsrelevanten Endenergieeinsatz benötigen als alternative Heiztechnologien, wurde bereits mehrmals dargestellt. Dass sich dadurch auch auf volkswirtschaftlicher Ebene Vorteile ergeben, zeigen Untersuchungen von Agora Energiewende.³⁴ Die Autoren simulieren unterschiedliche Maßnahmenets, die jeweils gemeinsam die Erreichung der deutschen Klimaschutzziele ermöglichen. Ausgehend vom Basisszenario „Effizienz²“ können Mehr- oder Minderkosten von Fokusszenarien berechnet werden, in denen eine bestimmte Klimaschutzmaßnahme besonders stark umgesetzt wird. Es zeigt sich, dass die Fokussierung auf Wärmepumpen günstiger ist als das Basisszenario, während eine verstärkte Umsetzung anderer Maßnahmen Mehrkosten mit sich bringt (Abbildung 10).

Die Elektrifizierung von Haushalten bietet daneben neue Möglichkeiten für intelligentes Energiemanagement unter dem Stichwort „Smart Home“. Nach der Integration von Photovoltaikanlagen, Elektroautos und Batterieheimspeichern kann auch die Einbeziehung von Wärmepumpen in intelligente Systeme der nächste Schritt hin zu konsistenten Systemlösungen für die Energiewende sein.

³⁴ Vgl. Agora (2018a): Wert der Energieeffizienz in Zeiten der Sektorenkopplung.

Abb. 10 Vergleich der Kosten zum Erreichen der deutschen Klimaziele



Quelle: Agora (2018a).

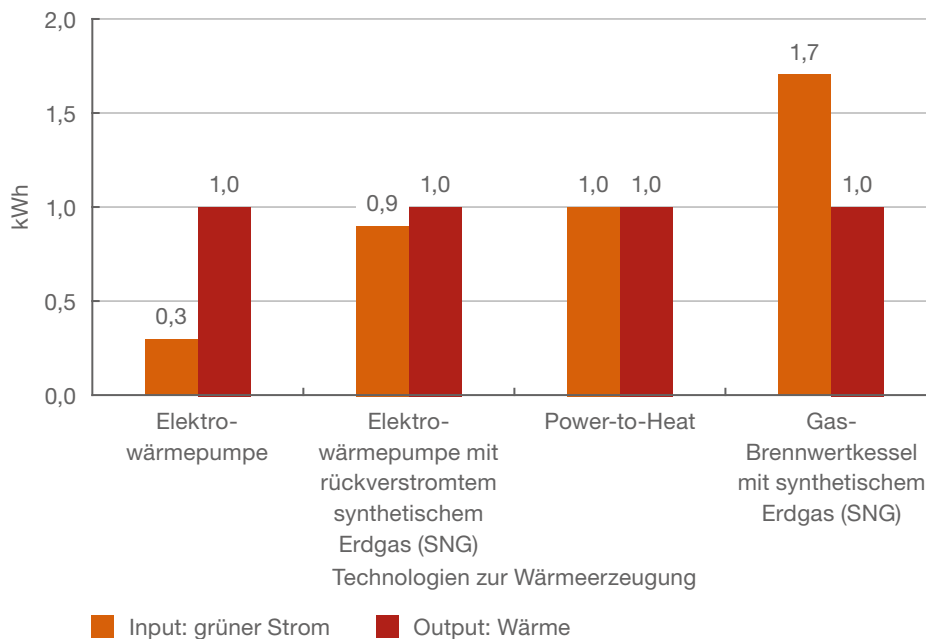
In Bezug auf die **Umweltverträglichkeit** bewirkt der verstärkte Einsatz von Wärmepumpen bereits heute geringere und zukünftig weiter sinkende THG-Emissionen gegenüber den Heizträgern Heizöl und Erdgas (siehe oben). Im Gegensatz zu anderen Technologien der erneuerbaren Wärmebereitstellung haben Wärmepumpen nicht mit geringen Leistungsdichten (Solarthermie), limitierten Gesamtpotenzialen (Biomasse) oder einer vergleichsweise risikoreichen Erschließung (tiefe Geothermie, neben möglichen Umweltauswirkungen insbesondere auch wirtschaftliches Fündigkeitsrisiko für den Projektierer) zu kämpfen, sondern können passgenau auch in größeren Dimensionen eingesetzt werden. Wärmepumpen sind damit die wesentliche Technologie, mit der kurzfristig und massenhaft Wärmeerzeugung auf ein erneuerbares und klimafreundliches Fundament gestellt werden kann. Neben dem Klimaaspekt fallen beim Einsatz von Wärmepumpen außerdem keine Verbrennungsgase an, sodass die Schadstoffbelastung in der Luft reduziert wird.

9 Die Wärmepumpe in Relation zu Power-to-Gas

Speicherung und Transport regenerativer Energie gewinnen aufgrund der fluktuierenden Einspeisung von Strom aus Wind- und Solarenergie an Bedeutung. Mittels Power-to-Gas soll Strom vor allem in Wasserstoff und Methan umgewandelt und als synthetisches Erdgas mittel- bis langfristig genutzt werden können. In den letzten Jahren ist eine starke Nachfrage vieler Wirtschaftsbranchen nach diesen CO₂-freien Brennstoffen entstanden, unter anderem aus Schwerindustrie, Lastverkehr, Spitzenlastkraftwerken, und auch der Gebäudesektor wird im Zusammenhang mit der Wasserstoffstrategie der Bundesregierung als einer der zukünftigen Einsatzbereiche diskutiert.

Dabei sind Wärmepumpen und Power-to-Gas nicht als Konkurrenz zu verstehen. Denn auch nach einem Power-to-Gas-Rollout werden synthetisch erzeugte Gase auf absehbare Zeit nur in unzureichendem Maß verfügbar sein. Angesichts der Nachfrage nach Wasserstoff aus so vielen Sektoren muss berücksichtigt werden, dass eine Wärmeversorgung auf Basis von Wärmepumpen mit deutlich weniger Strom-Input auskommt als eine Versorgung, bei der erst synthetisches Gas hergestellt und dieses dann in Kesseln in Wärme umgewandelt wird. In Abbildung 11 sind diese Umwandlungseffizienzen dargestellt, also wie viel erneuerbaren Strom die verschiedenen technologischen Lösungen benötigen, um 1 kWh Nutzwärme bereitzustellen.

Abb. 11 Umwandlungseffizienzen bei der Wärmebereitstellung im Vergleich



Quelle: eigene Berechnung auf Basis von FENES (2015).

Power-to-Gas ist daher als sinnvolle Ergänzung zur Wärmepumpe zu sehen. Das zeigt sich nicht zuletzt auch an dem Anwendungsfall, dass die mittels Power-to-Gas erzeugten synthetischen Gase zunächst gespeichert werden, bei Bedarf rückverstromt werden können und dann wiederum hocheffizient in Wärmepumpen zum Einsatz kommen.



D Welche Potenziale bietet die Wärmepumpe für die Klimaziele in Deutschland?

In den vorherigen Kapiteln wurde aufgezeigt, dass die Wärmepumpe international ein hohes Wachstumspotenzial bietet und es viele Gründe für ihre steigende Bedeutung gibt. Im Folgenden zeigen wir ergänzend auf, wo wir in Deutschland auf dem Weg der Energiewende stehen und inwiefern wir uns – insbesondere im Wärmesektor – auf einem Kurs bewegen, mit dem die Klimaziele erreicht werden können.

1 Stockende Energiewende und verfehlte Klimaziele

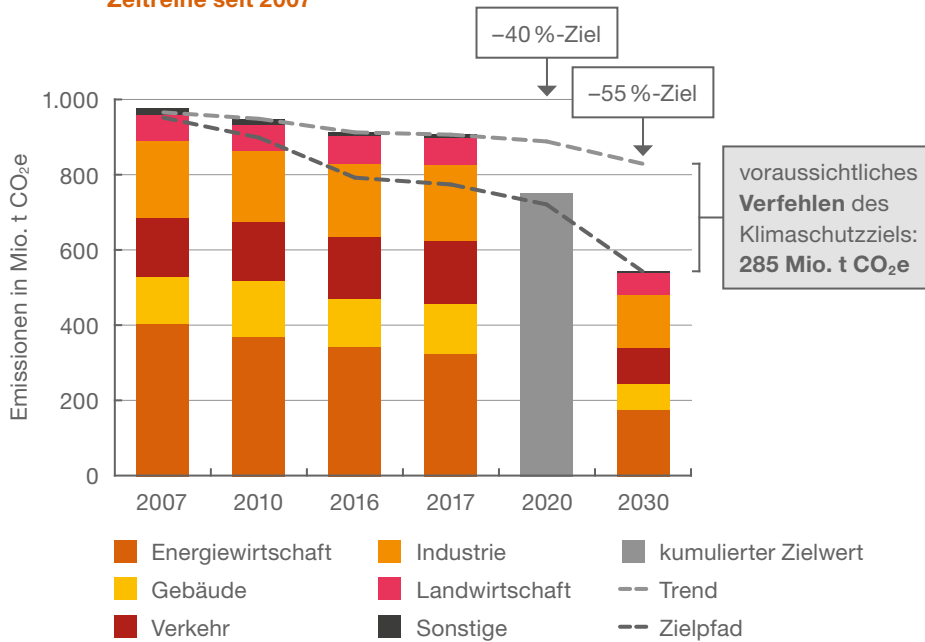
Deutschland hat sich ehrgeizige Klimaziele gesteckt und diese – auch in internationalen Abkommen – wiederholt bekräftigt. Nachdem die 40 %-Zielmarke zur THG-Emissionsreduktion bis 2020 wohl allenfalls sehr knapp und vor allem aufgrund der wachsenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen und aufgrund von nicht nachhaltigen Effekten (Witterungsverhältnisse, Coronapandemie) erreicht wird, ist das Jahr 2030 der nächste Meilenstein, für den eine Reduktion um 55 % gegenüber 1990 angestrebt wird. Dieses Ziel wird – unter Berücksichtigung einer Trendfortschreibung und auch gemäß neuesten Gutachten der Bundesregierung selbst, in denen die neuen Maßnahmen des Klimapakets bereits enthalten sind³⁵ – wohl nicht erreicht werden, sofern die Politik nicht deutlicher als bisher Maßnahmen beschließt, mit denen eine Trendwende ermöglicht wird.

Die Daten seit 2007 zeigen die Lücke auf: Folgt die Entwicklung der THG-Emissionen dem Trend der letzten zehn Jahre, werden Deutschlands THG-Emissionen 2030 bei rund 828 Millionen Tonnen CO₂e liegen, womit das Klimaziel um rund 285 Millionen Tonnen CO₂e verfehlt würde (Abbildung 12).³⁶

³⁵ Vgl. Tagesschau (2020): Klimapaket spart nicht genug CO₂ ein.

³⁶ In der Abbildung dargestellt sind der allgemeine THG-Emissionszielwert für das Jahr 2020 sowie jeweils die Sektorzielwerte für das Jahr 2030 gemäß Klimaschutzgesetz. Die Sektorzielwerte gemäß Klimaschutzgesetz decken sich jeweils mit den unteren Sektorzielwerten des zuvor maßgeblichen Klimaschutzplans 2050.

Abb. 12 Entwicklung und Ziele der deutschen THG-Emissionen – Zeitreihe seit 2007



Quellen: BMU (2016), Öko-Institut (2017), UBA (2019b).

Das Verfehlen von Klimazielen ist insbesondere auch deshalb relevant, weil sich Deutschland im europäischen Rahmen rechtlich zur Reduktion von THG-Emissionen verpflichtet hat. Verfehlt Deutschland seine Ziele im vom europäischen Emissionshandel nicht abgedeckten Bereich (Nicht-ETS-Sektor), muss es fehlende Emissionsrechte bei anderen EU-Mitgliedsstaaten erwerben. Agora Energiewende geht für den Zeitraum 2021 bis 2030 von einer kumulierten Klimaschutzlücke im Nicht-ETS-Bereich von rund 620 Millionen Tonnen CO₂e aus, die den Bundeshaushalt je nach Einkaufspreis der Emissionsrechte mit 30 bis 60 Milliarden Euro belasten würde.³⁷

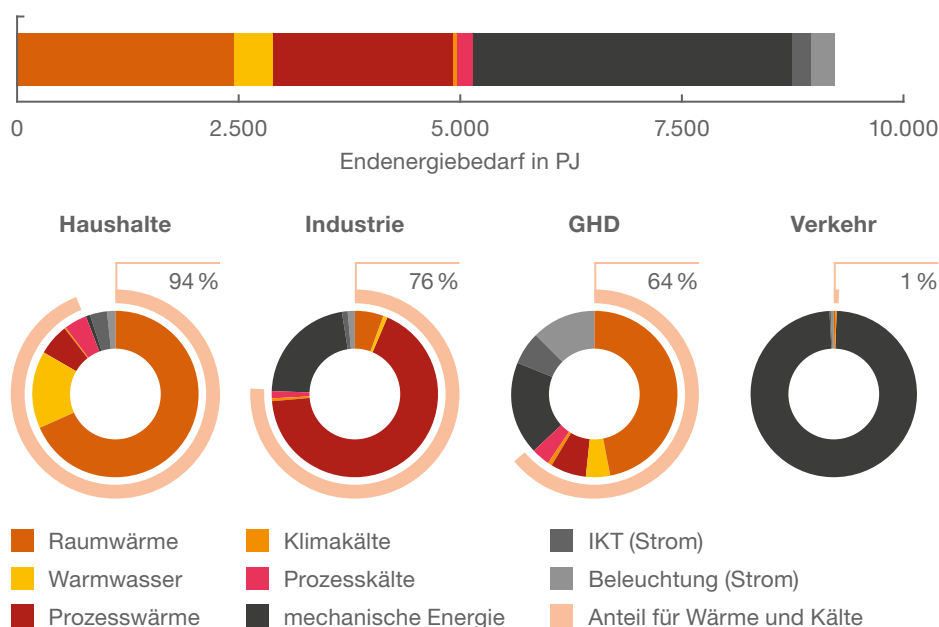
³⁷ Vgl. Agora (2018b): Die Kosten von unterlassenem Klimaschutz für den Bundeshaushalt – Die Klimaschutzverpflichtungen Deutschlands bei Verkehr, Gebäuden und Landwirtschaft nach der EU-Effort-Sharing-Entscheidung und der EU-Climate-Action-Verordnung.

57 % des deutschen Endenergiebedarfs betreffen **Wärme und Kälte**.



Bei der Suche nach Möglichkeiten, Deutschlands THG-Emissionen zu senken, ist die Orientierung am Endenergiebedarf und dessen Zusammensetzung hilfreich.³⁸ Insgesamt entfallen rund 57 % des deutschen Endenergiebedarfs auf Wärme- und Kälteanwendungen. Damit ist der Anteil des Wärmesektors am Endenergieverbrauch fast doppelt so hoch wie der des gesamten Verkehrssektors (rund 30 %).³⁹ In allen Verbrauchsgruppen – außer dem Verkehrssektor – hat der Wärmebedarf einen wesentlichen Anteil am Endenergiebedarf. Während im Industriesektor vor allem Prozesswärme gefordert ist, dominiert in den Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) sowie Haushalte der Raumwärmebedarf (Abbildung 13).⁴⁰

Abb. 13 Endenergiebedarf in Deutschland im Jahr 2017 nach Anwendungsfeldern



Quelle: BMWi (2019b).

Deutschland ist mit dieser Konstellation der Energieverbräuche kein Einzelfall. Auch in anderen europäischen Ländern bzw. in den großen Industrienationen weltweit sind Wärmeanwendungen ein zentraler Bestandteil des Endenergieverbrauchs. Da sich Staaten weltweit zu Klimazielen verpflichtet haben, werden innovative Lösungen zur klimafreundlicheren Gestaltung und Dekarbonisierung immer bedeutsamer. Die Technologieführerschaft in der klimafreundlichen und hocheffizienten Wärmepumpentechnologie ist daher ein lohnendes Ziel für die Hersteller.

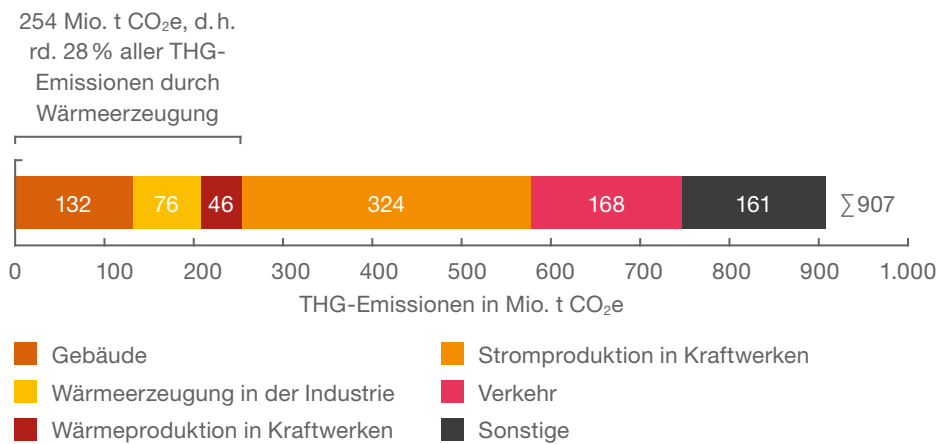
³⁸ Rund 85 % der deutschen THG-Emissionen stammen aus dem Bereich Energie, der die Verbrennung von Energieträgern sowohl zur direkten Energienutzung im Verkehr, in Gebäuden und in der Industrie als auch zur Erzeugung von Strom und Fernwärme umfasst. Die übrigen THG-Emissionen sind v. a. prozessbedingte Emissionen aus dem Industriesektor und Emissionen der Landwirtschaft.

³⁹ Vgl. AGEB (2019): Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland.

⁴⁰ Hinweis: Die Sektoren Haushalte und GHD sind in den Sektorzielen des Klimaschutzplans 2050 unter „Gebäude“ zusammengefasst.

Die Umrechnung der Energieverbräuche in THG-Emissionen zeigt, dass 254 Millionen Tonnen CO₂e und damit 28 % der deutschen THG-Emissionen durch Wärmeerzeugung und -nutzung entstehen (Abbildung 14).⁴¹ Nach der Stromproduktion und noch vor dem Verkehrssektor ist der Wärmesektor also einer der großen THG emittierenden Bereiche, die für einen effektiven Klimaschutz genutzt werden müssen. Neben dem dafür besonders relevanten Gebäudesektor, der aktuell für mindestens 52 % der Wärmesektoremissionen verantwortlich ist, sollte der Blick auch auf die Entwicklung des Prozesswärmebedarfs in der Industrie gerichtet werden, der für mindestens 30 % dieses THG-Ausstoßes sorgt. Die THG-Emissionen durch Wärmeproduktion in Kraftwerken sind dem Gebäudesektor (Fernwärmeversorgung durch Kraftwerke der Energiewirtschaft) und dem Industriesektor (Prozesswärmeerzeugung in Industriekraftwerken) zuzuordnen.

Abb. 14 Anteil der wärmebedingten an den gesamten deutschen THG-Emissionen im Jahr 2017



Quellen: Öko-Institut (2017), UBA (2019b).

Da nur etwa 20 % des Endenergieverbrauchs auf Strom entfallen, reicht es nicht, nur beim Strom auf erneuerbare Energien umzusteigen.⁴² Wegen der hohen Bedeutung des Wärmesektors kann eine ganzheitliche Energiewende nur funktionieren, wenn sich auch der Wärmesektor im Sinne einer Wärmewende weiterentwickelt.

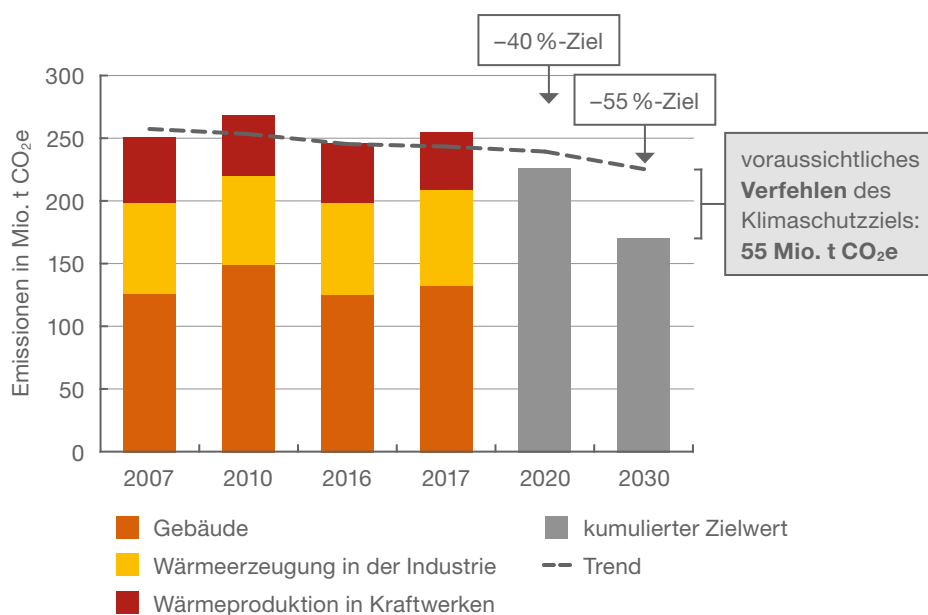
⁴¹ Den wärmebedingten THG-Emissionen werden in dieser Auswertung die Emissionen des Gebäudesektors (CRF-Kategorien 1.A.4 a, 1.A.4 b, 1.A.5) zugeordnet sowie Teile der verbrennungsbedingten Emissionen der Energiewirtschaft (CRF-Kategorie 1.A.1) und der Industrie (CRF-Kategorie 1.A.2). Die teilweise Zuordnung der Emissionen aus Energiewirtschaft und Industrie findet anhand der Verhältnisse aus „Sektorale Abgrenzung der deutschen Treibhausgasemissionen mit einem Schwerpunkt auf die verbrennungsbedingten CO₂-Emissionen“ (Öko-Institut 2017) für das Jahr 2015 statt. Daher werden nur Emissionen der Wärmeauskopplung und -nutzung berücksichtigt, z. B. in Nah- und Fernwärmenetzen. Nicht berücksichtigt wird der Emissionsanteil durch Wärmeerzeugung und anschließende Verstromung.

⁴² Vgl. AGE (2019): Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland.

2 Wärmewende bisher nicht auf dem richtigen Weg

Der deutliche Beitrag der Wärmeerzeugung zu Deutschlands THG-Emissionen wäre zu kompensieren, wenn die absoluten Emissionswerte stetig sinken würden. Die folgende Abbildung verdeutlicht jedoch, dass die durch den Wärmesektor bedingten THG-Emissionen in den letzten Jahren nicht wesentlich reduziert werden konnten. Setzt sich diese Entwicklung ohne politisches Umsteuern fort, leistet der Wärmesektor keinen angemessenen Beitrag zur nationalen Klimapolitik.⁴³

Abb. 15 Entwicklung und Ziele der deutschen THG-Emissionen – Zeitreihe seit 2007 mit Fokus auf den Wärmesektor



Quellen: Öko-Institut (2017), UBA (2019b).

Gemessen an den THG-Emissionen ist die Energiewende im Wärmesektor daher bisher kein Erfolg. Die THG-Emissionen im Wärmesektor werden in starkem Maße durch den Gebäudesektor bestimmt. Es können drei Faktoren identifiziert werden, die dessen THG-Emissionen im Wesentlichen beeinflussen:

1. Wärmebedarf des Gebäudesektors
2. Energieeffizienz der eingesetzten Wärmeerzeuger
3. eingesetzte Energieträger

⁴³ Nationale THG-Emissionszielwerte existieren für die Sektoren Energiewirtschaft, Gebäude, Verkehr, Industrie, Landwirtschaft und Sonstige, nicht für den Wärmesektor. Die Werte in der Abbildung für die Jahre 2020 und 2030 entsprechen daher der Annahme, dass die Emissionen im Wärmesektor analog zum Gesamtziel von -40% im Jahr 2020 und -55% im Jahr 2030 (jeweils gegenüber 1990) reduziert werden sollten.

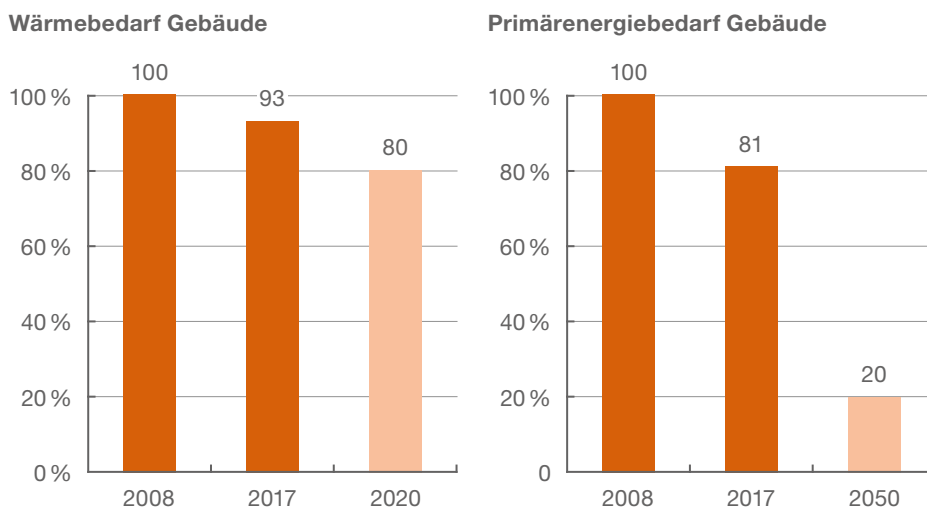
Alle drei Faktoren haben sich bisher noch nicht in die richtige Richtung entwickelt, wie die folgenden Zahlen belegen.

1. Energieverbräuche im Gebäudesektor sinken nicht genug.

Die erforderliche und angestrebte Sanierungsrate im Gebäudebereich von 2 % wird regelmäßig verfehlt.⁴⁴ Sie lag zuletzt (2017) bei weniger als 1 %.⁴⁵

Der Wärmebedarf von Gebäuden liegt noch deutlich über dem Zielwert für 2020, auch der Primärenergiebedarf von Gebäuden ist bis 2050 noch deutlich zu reduzieren (Abbildung 16).

Abb. 16 Bisherige Entwicklung und Bedarfsziele für 2020 und 2050 im Gebäudebereich



Quellen: BMWi (2010), BMWi (2019c).

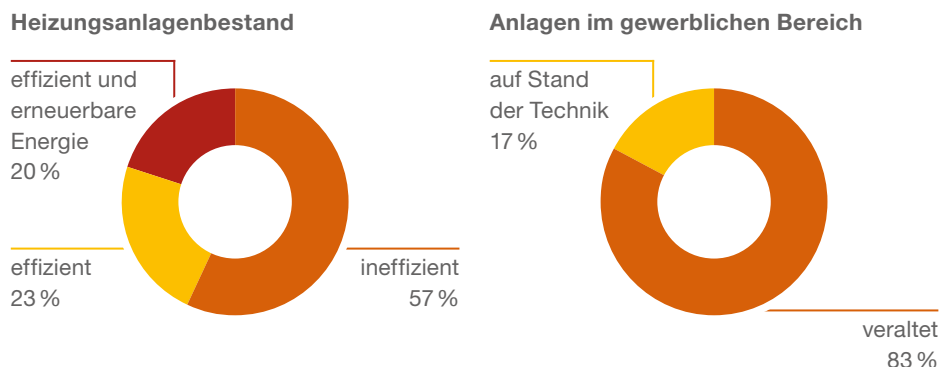
⁴⁴ Das Ziel geht zurück auf das Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung von BMWi und BMU (2010). Die Ziele für die energetische Sanierungs- bzw. Modernisierungsrate sind jedoch mit der Komplexität der statistischen Datenbasis verbunden, denn es gibt keine einheitliche, verbindliche Definition dieser Rate und keine Quelle, die jährlich aktuell eine solche Rate veröffentlicht. Vgl. BBSR (2016): Datenbasis zum Gebäudebestand – Zur Notwendigkeit eines besseren Informationsstandes über die Wohn- und Nichtwohngebäude in Deutschland.

⁴⁵ Je nach Berechnungsmethodik wird für den Zeitraum 2005 bis 2008 eine Modernisierungsrate von 0,6 % bzw. 0,8 %, für den Zeitraum 2010 bis 2016 eine Modernisierungsrate von 0,9 % bzw. 1,0 % angegeben. Vgl. Singal/Stede (2019): Wärmemonitor 2018: Steigender Heizenergiebedarf, Sanierungsrate sollte höher sein, in: DIW Wochenbericht 36/2019.

2. Es werden zu viele ineffiziente Wärmeerzeuger eingesetzt.

Im privaten und gewerblichen Bereich ist die Mehrheit der eingesetzten Wärmesysteme veraltet oder nicht effizient.

Abb. 17 Effizienzstruktur der deutschen Heizungen und Wärmeerzeuger



Quellen: BDH (2019b), BDH (2019d).

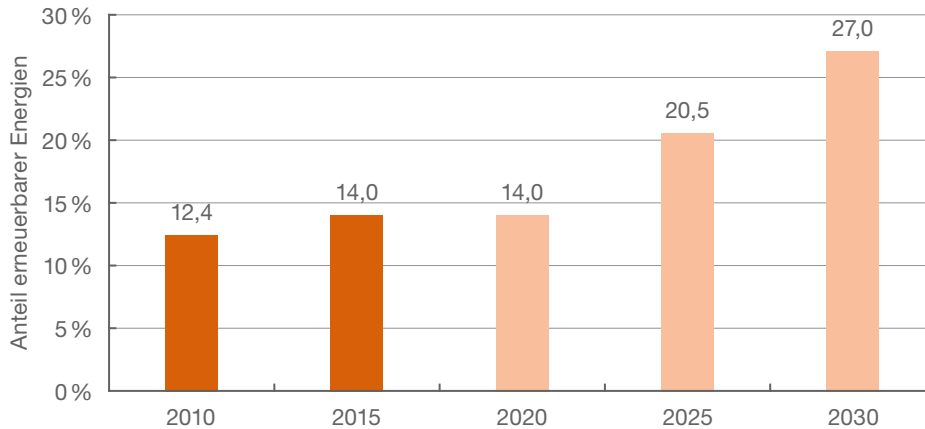
Doch selbst für den Fall, dass alle Wärmeerzeuger modernisiert und dann mit der jeweils technisch maximalen Effizienz arbeiten würden, wären nicht alle Effizienzpotenziale gehoben. Denn Wärmepumpen erreichen Effizienzniveaus, die für konventionelle Wärmeerzeuger auf fossiler Basis nicht erreichbar sind (siehe auch Abbildung 6).⁴⁶ Durch einen verstärkten Einsatz der Wärmepumpe können zusätzliche Potenziale gehoben werden.

3. Im Wärmemarkt sind zu wenig erneuerbare Energien vertreten.

Bei gleichbleibenden Energieverbräuchen muss Deutschland stärker auf die Nutzung erneuerbarer Energien setzen, um die anvisierten Klimaziele zu erreichen. Doch auch hier stagniert die Entwicklung seit circa 2012. Damit mag das kurzfristige Ziel bis 2020 erreichbar sein, doch der Entwurf des integrierten nationalen Energie- und Klimaplanes zur Neufassung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED II) sieht bis 2030 einen Ausbau des Anteils erneuerbarer Energien im Wärmebereich auf 27 % vor. Das entspricht einer Verdopplung des derzeitigen Anteils (Abbildung 18).

⁴⁶ Auch Blockheizkraftwerke (BHKWs) können die beste Energieverbrauchskennzeichnung A+++ gemäß EU-Verordnungen erhalten. Dies ist auf eine Berechnungssystematik zurückzuführen, bei der Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ihre Stromerzeugung mit einem bestimmten Faktor gutgeschrieben wird und dadurch Werte größer 100 % erreichen können. BHKWs sind in diesem Sinne nicht als konventionelle Wärmeerzeuger einzuordnen.

Abb. 18 Anteil erneuerbarer Energien im Wärmebereich und Ziele für 2020, 2025 und 2030



Quellen: BMU (2007), BMWi (2019a), BMWi (2019d).







Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Wärmesektor durch seinen großen Anteil am Endenergieverbrauch ein großes Potenzial zur Reduktion der THG-Emissionen bietet. Dieses wird jedoch bisher nur ungenügend genutzt, denn bei den relevanten Stellschrauben (Endenergie- und Wärmebedarf senken, Effizienz bei der Umwandlung zu Nutzenergie, erneuerbare Energien für Wärmeanwendungen) ist keine oder nur eine unzureichende Entwicklung in die richtige Richtung zu erkennen.

Dabei steht mit der Wärmepumpe eine ausgereifte Technologie zur Verfügung, mit der das Potenzial des Wärmesektors kurzfristig gehoben werden kann. Im Gegensatz zur Verkehrswende, die insbesondere durch den Ausbau der Elektromobilität mit massiven Investitionen sowohl im öffentlichen als auch privaten Bereich verbunden ist, sind derartige Aufwände für den Einsatz von Wärmepumpen nicht nötig. Bereits heute könnten mit vergleichsweise geringem Aufwand die großen Herausforderungen Effizienzsteigerung und Einsatz erneuerbarer Energien angegangen werden (Abbildung 19).⁴⁷ Im Sinne einer volkswirtschaftlichen Betrachtung stellt Abbildung 19 die Zusatzinvestitionen jeweils ohne staatliche Förderungen dar.

⁴⁷ Die Abbildung berücksichtigt keine staatliche Förderung, um die Optionen möglichst unverzerrt darzustellen. Tatsächlich werden alle drei Optionen gefördert, wenn auch mit unterschiedlichen Ansätzen: Wärmepumpen über Investitionszuschüsse, Photovoltaikanlagen durch die gesetzlich garantierte Einspeisevergütung und Elektroautos über Investitionszuschüsse sowie Steuervorteile.

Abb. 19 Mögliche Klimaschutzmaßnahmen von Privatpersonen im Vergleich

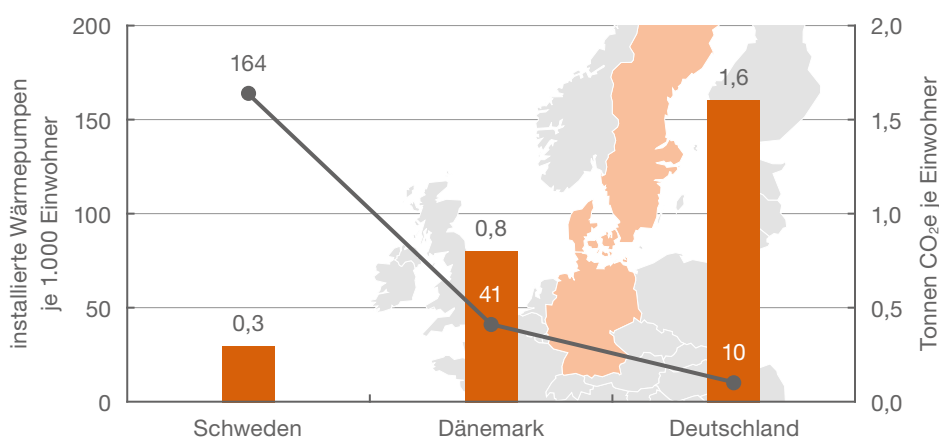
Möglichkeiten für mehr Klimaschutz in Haushalten

	 Wärmepumpe statt Ölkessel	 Photovoltaikanlage statt des deutschen Strommix	 Elektroauto statt Dieselfahrzeug	
Zusatzinvestition	+6.100 €	+13.300 €	+7.395 €	
Emissions- einsparung über Lebensdauer	137 t CO ₂ e	96 t CO ₂ e	22 t CO ₂ e	
Kosten, um eine Tonne CO ₂ e zu vermeiden	45 €	139 €	330 €	

Quellen: BDEW (2018a), BDEW (2018b), IINAS (2019), VW (2019).

In Ländern, in denen Wärmepumpen einen größeren Anteil der Wärmeversorgung übernehmen, liegen die Emissionen für den Gebäudesektor daher zum Teil auch deutlich niedriger als in Deutschland (Abbildung 20). Die Wärmepumpen-vorreiter Schweden und Dänemark emittieren pro Kopf im Gebäudesektor nur rund ein Fünftel bzw. die Hälfte des deutschen Werts. Das ist vor allem vor dem Hintergrund beachtlich, dass in diesen Ländern aufgrund der klimatischen Bedingungen ein deutlich höherer Heizbedarf besteht. Die Fortschritte im Ausland sprechen dafür, die dortigen Ansätze auch in Deutschland zu verfolgen.

Abb. 20 Kennzahlen zur Nachhaltigkeit des Gebäudesektors in ausgewählten EU-Staaten



Quellen: EHPA (2019b), EUA (2019), Eurostat (2019).

3 Maßnahmen des Klimapakets aus dem Jahr 2019 reichen nicht aus

Verschiedene Pläne und Gesetze sollen dafür sorgen, Klimaschutz in Deutschland voranzubringen. Die politischen Entscheidungen des Klimakabinetts aus dem Jahr 2019 werden jedoch voraussichtlich nicht ausreichen, um einen ausreichenden An Schub für die Installation von Wärmepumpen, insbesondere auch im Bestand, zu bewirken. Das lässt sich an dieser Stelle anhand des Gebäudeenergiegesetzes, des Klimaschutzprogramms 2030 und der Energieeffizienzstrategie 2050 deutlich machen.

Gebäudeenergiegesetz

Das explizite Ziel eines „klimaneutralen Gebäudebestands“, das im ersten Kabinettsentwurf aus dem Jahr 2017 ein wesentlicher Bestandteil war, wurde im Gesetzentwurf 2019 gestrichen. Für den Gebäudeneubau wurde das Niveau der EnEV 2016 zum Niedrigstenergiegebäude erklärt. Eine Anhebung der Anforderungen soll erst im Jahr 2023 wieder überprüft werden. Dabei ist die Wirtschaftlichkeit einer energieeffizienteren Bauweise in der Regel gegeben, zumal sich in dieser Hinsicht durch die Einführung einer CO₂-Bepreisung zwischenzeitlich ein wichtiger Einflussfaktor deutlich verändert hat. Effizienzfortschritte im Neubau wurden damit vermutlich nicht erzielt.

Klimaschutzprogramm 2030

Der Kompromiss des Vermittlungsausschusses zwischen Bund und Ländern zum Klimaschutzprogramm 2030 stellt einen Schritt in die richtige Richtung dar, der insbesondere auch für die Modernisierung des Gebäudebestands Wirkung zeigen dürfte. Die geplante CO₂-Bepreisung spiegelt zwar noch nicht die realen Kosten wider, die durch die fossilen Brennstoffe verursacht werden, der anfängliche CO₂-Zertifikatspreis in Höhe von 25 Euro/t sorgt jedoch zum Beispiel bei Erdgas für eine Preissteigerung um 0,51 ct/kWh. Bei einem Erdgasbezug von 10.000 kWh ist die jährliche Zusatzbelastung von 51 Euro jedoch weiterhin gering und als Motivation kaum ausreichend, um zu einer klimafreundlicheren Heizung zu wechseln.

So kommt es auch auf die Ausgestaltung des zum 1. Januar 2020 novellierten Marktanzreizprogramms bzw. der angekündigten Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG) an sowie auf deren Zusammenwirken mit dem Energiepreisgefüge. Die Ausweitungen und Vereinfachungen der Förderprogramme können zu einem wichtigen Einflussfaktor für die Sanierungsrate werden. Die Austauschprämie für Ölheizungen ist positiv einzuschätzen, allerdings bedeutet das Einbauverbot ab 2026, dass erst noch fünf Jahre lang klimaschädliche Heizungstechnik verbaut wird, die dann für 20 bis 25 Jahre eine Altlast im Gebäudebestand darstellt.

Effizienzstrategie 2050

Teile des Klimaschutzprogramms werden auch im Kabinettsbeschluss vom 18. Dezember 2019 zur Energieeffizienzstrategie 2050 der Bundesregierung (EffSTRA) aufgegriffen. Dies bekräftigt die wichtige Rolle der Wärmepumpe im zukünftigen Energiesystem, denn diese kann sowohl bei „Neubau und Konversion von Wärmeinfrastrukturen hin zu klimafreundlichen, erneuerbare Energien integrierenden Infrastrukturen“ eingesetzt werden als auch – im Rahmen der Sektorenkopplung – „mit möglichst wenig Strom möglichst viele fossile Brennstoffe ersetzen“. Dass die Wärmepumpe in diesem Zusammenhang eine besonders effiziente Sektorenkopplung ermöglicht, erkennt auch die EffSTRA an und wird anhand von Abbildung 11 deutlich.

Angesichts der Diagnose, dass die THG-Emissionen des Wärmesektors in den vergangenen zehn Jahren kaum gesunken sind und die Wärmepumpe in diesem Zusammenhang eine attraktive Lösung darstellt, sind die angestoßenen politischen Veränderungen noch zaghaft und in Summe nicht ausreichend. Diese Situation ist nicht nachvollziehbar vor dem Hintergrund, dass andere europäische Länder bereits eine erfolgreiche Wärmewende umsetzen und es an technischen Möglichkeiten nicht mangelt. Im folgenden Kapitel soll daher auf den Status quo und die Möglichkeiten der Wärmepumpenverbreitung in Deutschland eingegangen werden, um anschließend die Hemmnisse aufzuzeigen, die der Verbreitung bisher entgegenstehen.



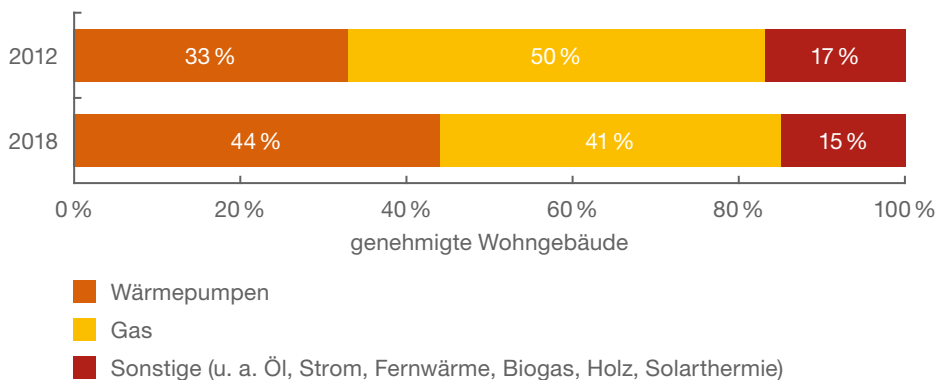
E Welches Potenzial bietet die Wärmepumpe für die Modernisierung des Gebäudebestands?

1 Potenziale für Wärmepumpen in der Modernisierung

Die Wärmepumpe hat sich als Heizungstechnologie im Neubau bereits bewährt, wo ihr Anteil an den Baugenehmigungen neuer Wohngebäude seit 2017 höher liegt als der von herkömmlichen Gasheizungen (Abbildung 21). Die Erhöhung der Anforderungen an Neubauten auf den Standard „KfW Effizienzhaus 55“ würde den Anteil erneuerbarer Wärmeerzeuger voraussichtlich nochmals deutlich erhöhen.⁴⁸

Abb. 21 Heizungsanteile in neu genehmigten Wohngebäuden in Deutschland im Zeitraum 2012 bis 2018

Art der vorwiegend verwendeten primären Heizenergie

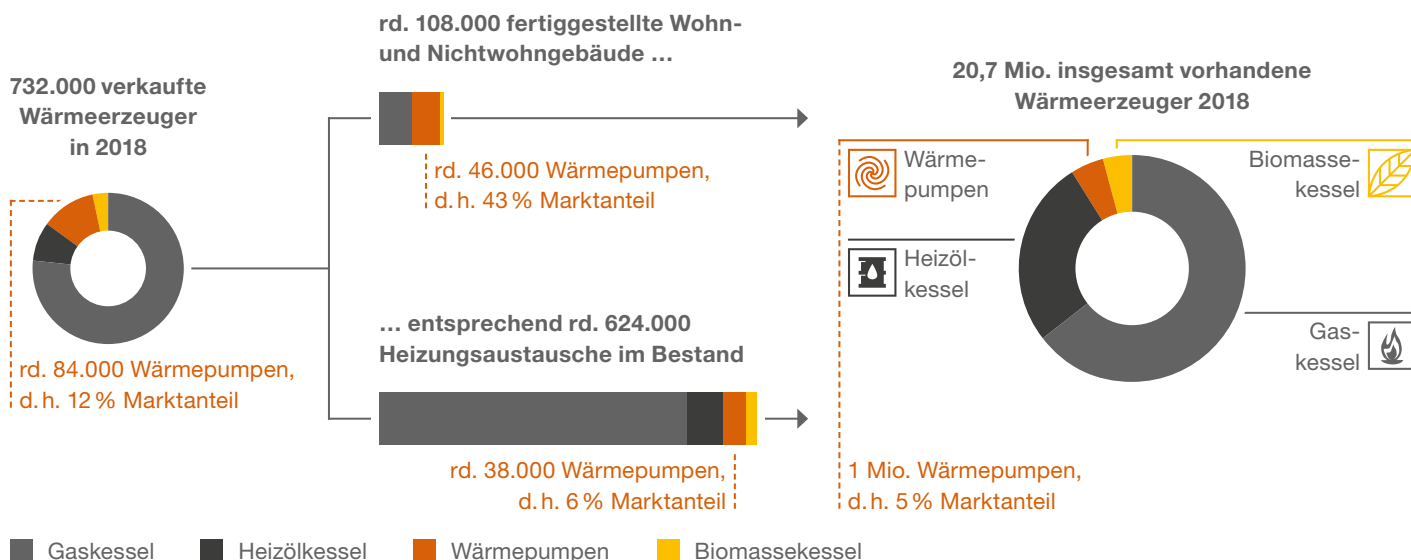


Quelle: Destatis (2019b).

⁴⁸ Grundlage ist das „Monitoring der KfW-Programme ‚Energieeffizient Sanieren‘ und ‚Energieeffizient Bauen‘ 2017“ (2018) der Institut Wohnen und Umwelt GmbH sowie des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM im Auftrag der KfW Bankengruppe. Bei den durch das Förderprogramm „Energieeffizienz Bauen“ im Jahr 2017 geförderten Neubauten mit dem Standard „KfW Effizienzhaus 55“ wird bei der Wärmeversorgung bereits zu 64 % auf Strom gesetzt – ein circa 20 % höherer Anteil als bei allen genehmigten Wohngebäuden im Jahr 2017 (vgl. Abbildung 21).

Das ist im Hinblick auf die verfehlten Klimaziele jedoch nicht ausreichend, denn der Großteil neuer Heizungen wird im Rahmen von Heizungsaustauschen in Bestandsgebäuden installiert, und in diesen Fällen wird die Wärmepumpe bisher zu selten berücksichtigt (Abbildung 22).⁴⁹

Abb. 22 Absatz und Bestand von Wärmeerzeugern in Deutschland



Quellen: BDH (2019a), BDH (2019e), Destatis (2019b).

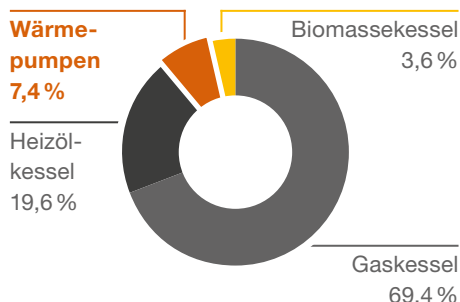
Am gesamten Wärmeerzeugerabsatz haben Wärmepumpen entsprechend nur einen Anteil von rund 12 %, während Gas-Brennwertkessel die große Mehrheit stellen. Mit dieser Absatzverteilung würde der Wärmepumpenanteil im Bestand (derzeit rund 5 %) nur langsam anwachsen und nie über das Niveau einer Nischenanwendung hinauskommen (Abbildung 23).⁵⁰

⁴⁹ Größen der Diagramme nicht maßstäblich. Heizungsaustausche im Bestand: nur fertiggestellte Gebäude mit vorwiegender Gas-, Heizöl-, Wärmepumpen- oder Biomassenutzung für Heizzwecke; nicht berücksichtigt sind Gebäude mit vorwiegender Strom-, Fernwärme-, sonstiger oder keiner Energienutzung; vereinfachende Annahme von einem verbauten Wärmeerzeuger pro fertig-gestelltem Gebäude.

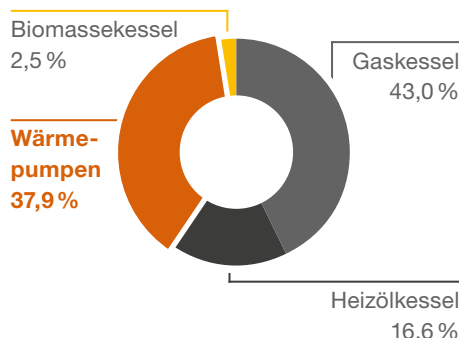
⁵⁰ Annahme für die Perspektive 2030: jährlicher Austausch von 4 % aller Wärmeerzeuger entsprechend einer Heizungslebensdauer von 25 Jahren.

Abb. 23 Perspektive für den Wärmeerzeuger-Bestand im Jahr 2030

... wenn sich die Zusammensetzung des Wärmeerzeugerabsatzes nicht ändert



... wenn Wärmepumpen-Marktanteile wie in Schweden erreicht werden



Quelle: BDH (2019a), BDH (2019e), EHPA (2017).

Um die derzeit fossil dominierte Wärmeerzeugung nachhaltiger zu gestalten, sind insbesondere geeignete Rahmenbedingungen für Bestandsgebäude notwendig, bei denen im Rahmen eines Heizungsaustauschs oder einer umfangreicheren Gebäudesanierung die Auswahl eines neuen Heizsystems ansteht.⁵¹ Angesichts der langen Lebensdauer von Heizungssystemen von bis zu 25 Jahren besteht heute schon Handlungsbedarf, denn bis 2050 gibt es maximal noch zwei „natürliche“ Austauschzeitpunkte für Heizungen im Bestand. Konventionelle, fossil betriebene Heizungen, die heute eingebaut werden, sind voraussichtlich bis mindestens 2040 im Betrieb und blockieren die Erreichung der Energiewende-Ziele.

In diesem Zusammenhang gibt es nicht nur das langfristige Ziel der (weitgehenden) THG-Neutralität bis 2050, sondern auch bereits Etappenziele bis zu den Jahren 2020, 2030 und 2040. Deren Erreichbarkeit wird aber durch den anhaltenden Austausch veralteter durch neue fossil betriebene Heizungen kontinuierlich schwieriger. Je mehr Heizungen mit fossilem Brennstoffbedarf heute installiert werden, desto rasanter muss das Ambitionsniveau in Zukunft ansteigen – zum Beispiel in Form der Wärmepumpen-Installationsrate –, um die notwendigen THG-Reduktionen bzw. das dafür notwendige Wärmepumpen-Ausbauniveau erreichen zu können. Das Vertagen der Gebäudemodernisierung, zugespitzt auf einen schlagartigen Austausch aller Heizungen und die Umstellung auf Wärmepumpen im Jahr 2049, wäre aus

- Sicht des Klimaschutzes wenig wirkungsvoll, weil dann insgesamt mehr THG-Emissionen in die Atmosphäre gelangen würden, als wenn die THG-Emissionen kontinuierlich und frühzeitiger reduziert werden;
- wirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll, da kaum genutzte Heizungen wieder ausgebaut werden müssten;
- technischer Sicht kaum umsetzbar, da es an den Produktionskapazitäten und Fachkräften für einen massiven Austausch mangelt.



⁵¹ Eine alternative Erhöhung der Neubaurate zur Stärkung des Wärmepumpeneinsatzes ist aufwendiger und daher weniger aussichtsreich.

Die „natürlichen“ Austauschzeitpunkte helfen dabei, Fortschritte in Sachen Klima- und Effizienzziele zu erreichen.

Dass der erhöhte Einsatz von Wärmepumpen zur Erreichung der Klimaziele notwendig ist, darin stimmen die Szenarien der unterschiedlichsten Studien überein: Im Neubau wird die Wärmepumpe ihre Marktführerschaft mit der Erhöhung der Effizienzanforderungen weiter ausbauen. Auch beim Heizungstausch im Gebäudebestand wird die Wärmepumpe in den kommenden Jahren zur neuen Standardheizung werden.

Je nach Rahmenbedingungen und sonstigen Klimaschutzmaßnahmen sollten 2030 3,4 bis 7,1 Millionen Wärmepumpen im Gebäudebereich installiert sein. Dieser Wert müsste bis 2050 noch einmal auf 7,4 bis 17 Millionen Wärmepumpen ansteigen.⁵² Ausgehend von den derzeit rund 1 Million installierten und zuletzt (2018) rund 80.000 neu hinzugekommenen Heizungswärmepumpen, müssten die jährlichen Neuinstallationen auf durchschnittlich 270.000 bis 630.000 Geräte ansteigen, damit die Ziele im Jahr 2050 erreicht werden können (Abbildung 24). Um das einmal erreichte Niveau von 17 Millionen installierten Wärmepumpen halten zu können, müssten sich die Wärmepumpeninstallationen – bei Annahme einer 25-jährigen Lebensdauer – bei circa 700.000 pro Jahr einpendeln.

Abb. 24 Ableitung des notwendigen jährlichen Ausbaus zur Erreichung des oben skizzierten Zielkorridors

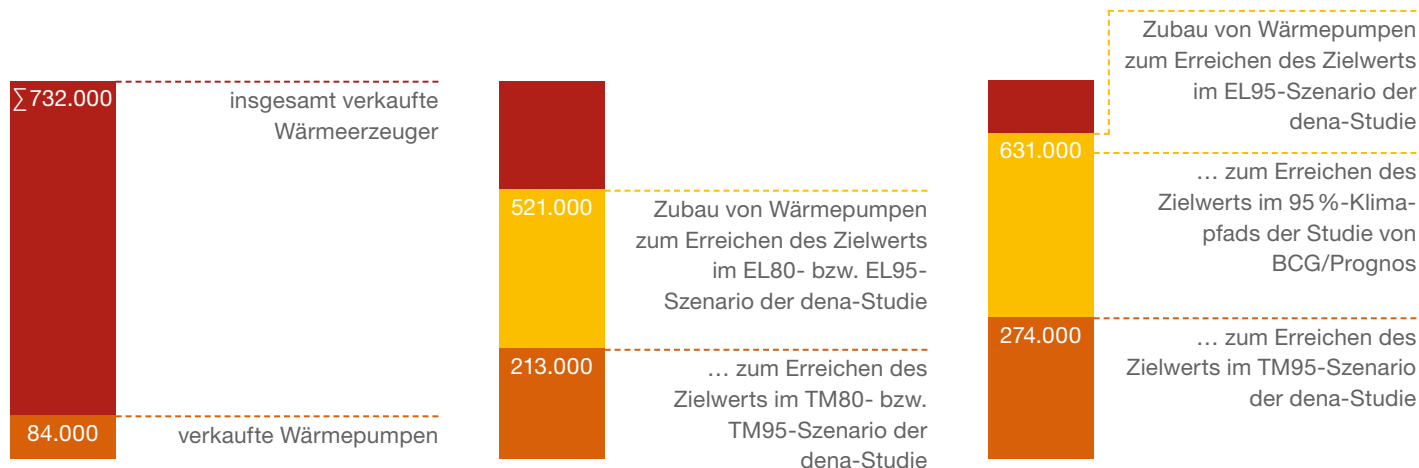
Ausgangssituation: Wärmeerzeugerabsatz in **2018**

Durchschnittlich notwendiger jährlicher Ausbau im Zeitraum **2018–2030**

Durchschnittlich notwendiger jährlicher Ausbau im Zeitraum **2018–2050**

für eine Reduktion der THG-Emissionen um 80 %–95 % bis 2050 gegenüber 1990

für eine Reduktion der THG-Emissionen um 95 % bis 2050 gegenüber 1990



Quellen: BCG/Prognos (2018), BDH (2019a), BDH (2019e), BWP (2020), dena (2018).

⁵² Die unteren Zielwerte beziehen sich auf das TM95-Szenario, die oberen Zielwerte auf das EL95-Szenario in dena (2018). Mit beiden Szenarien wird bis 2050 eine Reduktion der THG-Emissionen um 95 % erreicht. Dieses Ambitionsniveau für die Reduktion der THG-Emissionen ist gemäß der Aussage beim Klimagipfel der Vereinten Nationen in New York gewählt, THG-Neutralität bis 2050 als langfristiges Ziel zu verfolgen.

Mit den Feststellungen, dass das derzeitige Wärmepumpen-Ausbautempo deutlich zu niedrig für die Erreichung jeglicher Zielwerte ist und insbesondere der Gebäudebestand in diesem Zusammenhang stärker in den Blick genommen werden könnte, betrachtet der nächste Abschnitt, worauf bei der Wärmepumpeninstallation zu achten ist und in welchen konkreten Anwendungsfällen der erforderliche Ausbau am besten realisiert werden kann.

2 Einsatz von Wärmepumpen in der Modernisierung

Grundlagen der Heizungsauslegung (mit Wärmepumpen)

Bei der Auslegung jeglicher Heizsysteme für Gebäude sind – ob Neubau oder Bestand – verschiedene technische Rahmenbedingungen zu beachten. Die Gebäudehülle, die Wärmeübertragungsfläche der Heizkörper und deren Vorlauf-temperatur sind relevant, um auch bei kältesten Temperaturen ein angenehmes Raumklima schaffen zu können (siehe Exkurs).⁵³

Speziell für den Einsatz von Wärmepumpen in Bestandsgebäuden ist innerhalb dieses Dreiklangs zu beachten, dass Wärmepumpen umso effizienter arbeiten, je geringer die von ihnen bereitzustellende Vorlauf-temperatur ist (Niedertemperatursystem). Das führt dazu, dass schon bei der Planung der Modernisierung ein im Sinne der Wärmewende ausgewogenes Verhältnis von Gebäudehülle, Heizkörpern und Heiztechnologie angestrebt werden sollte. Mit dem Austausch der Heiztechnologie sollte auch berücksichtigt werden, dass unter Umständen größere Heizflächen notwendig oder zumindest empfehlenswert sind. Insbesondere Fußbodenheizungen, aber auch herkömmliche Heizkörper mit großen Wärmeübertragungsflächen sind für geringe Vorlauf-temperaturen ausgelegt, sodass die Umrüstung auf eine Wärmepumpe in solchen Fällen technisch darstellbar ist. Alternativ können auch spezielle Aluminiumheizkörper oder Gebläsekonvektoren eingesetzt werden.

Viele Bestandsgebäude – insbesondere die nach Einführung der 3. Wärmeschutzverordnung von 1995 erstellten – verfügen über eine ausreichende Dämmung, sodass die bestehenden Heizkörper auch bei einer geringeren Vorlauf-temperatur die Heizlast decken.

Falls die maximale Heizlast im Winter bei einer abgesenkten Vorlauf-temperatur nicht mehr gedeckt würde, kann

- durch bessere Gebäudedämmung die Heizlast verringert oder
- durch größere Heizkörper (oft nur in einzelnen Räumen) die übertragene Wärmemenge erhöht werden.

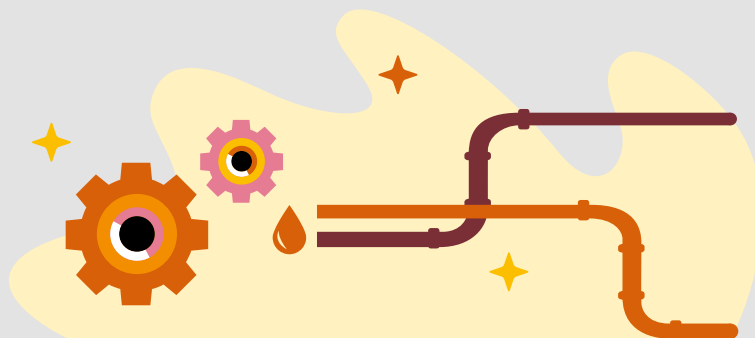
⁵³ Zur überschlägigen Bestimmung der Heizlast von Räumen und Gebäuden bietet der BWP im Internet einen Heizlastrechner an: www.waermepumpe.de/normen-technik/heizlastrechner/.

Exkurs: Gebäudedämmung, Heizkörperbauform und Vorlauftemperatur

Ausgangspunkt für die technische Auslegung von Heizungssystemen ist die vorliegende **Heizlast** in den einzelnen Räumen des Gebäudes. Die Heizlast drückt aus, wie viel Wärmeleistung benötigt wird und von der Heizung bereitgestellt werden muss, um Wärmeverluste an die kältere Umgebung auszugleichen. Die Heizlast hängt neben der Gebäudegröße maßgeblich von der **Gebäudedämmung** ab, denn je besser ein Gebäude gedämmt ist, desto weniger Wärme wird an die Umgebung abgegeben.

Die Heizlast muss von den verbauten **Heizkörpern** übertragen werden. Heizkörper können umso mehr Wärme bereitstellen, je größer ihre Wärmeübertragungsfläche und je höher ihre Betriebstemperatur (**Vorlauftemperatur**) ist. Dadurch gilt: Ein Heizkörper kann auch bei geringerer Vorlauftemperatur dieselbe Wärme abgeben, wenn seine Wärmeübertragungsfläche entsprechend größer dimensioniert wird.

Das Paradebeispiel dafür ist die Fußbodenheizung, die mit nur 35 bis 40 °C Vorlauftemperatur (je nach Auslegung) betrieben wird und trotzdem ausreichend Heizleistung bereitstellt, um im Winter einen hohen Wohnkomfort zu erreichen. Ältere Heizkörper mit kleinerer Fläche zur Wärmeübertragung benötigen dagegen zwischen 55 und 65 °C Vorlauftemperatur.



Größere Heizkörper bedeuten dabei nicht zwangsläufig einen Raumverlust, sondern können zum Beispiel auch als Wand- oder Deckenheizung ausgeführt werden, durch die sogar Raum gewonnen wird. Ungeachtet des tatsächlichen Einsatzes einer Wärmepumpe bieten solche Flächenheizungen (ausgeführt als Fußboden-, Wand- oder Deckenheizung) einen Komfortgewinn, da die Wärme nicht wie bei konventionellen Heizkörpern hauptsächlich über Konvektion an die vorbeiströmende Luft, sondern vorwiegend mittels Wärmestrahlung einer deutlich größeren Fläche abgegeben wird.

Auch die Notwendigkeit einer verbesserten Wärmedämmung ist unabhängig vom eingesetzten Heizsystem. Die bevorstehende CO₂-Bepreisung trifft insbesondere den überdurchschnittlichen Heizbedarf und den damit verbundenen Energieverbrauch von mangelhaft gedämmten Gebäuden, die mit fossilen Energieträgern beheizt werden. Daher sprechen vielfältige Gründe für die Dämmung, um zum Beispiel Niedertemperatursysteme auf Basis erneuerbarer Energien einsetzen zu können oder um Heizkostensteigerungen bei fossil basierten Heizsystemen abzuschwächen.

Ist in einem Bestandsgebäude weder eine Verbesserung der Gebäudehülle – zum Beispiel über die Dämmung von Geschossdecken oder die Erneuerung einzelner Fenster – noch ein Austausch von Heizkörpern möglich, können Hochtemperaturwärmepumpen für Vorlauftemperaturen bis 70 °C eingesetzt werden. Alternativen sind hybride oder bivalente Systeme, bei denen in Fällen, in denen eine Maximallast benötigt wird, ein Heizstab oder ein konventionell gefeuerter Spitzenlastkessel unterstützend hinzugeschaltet wird.

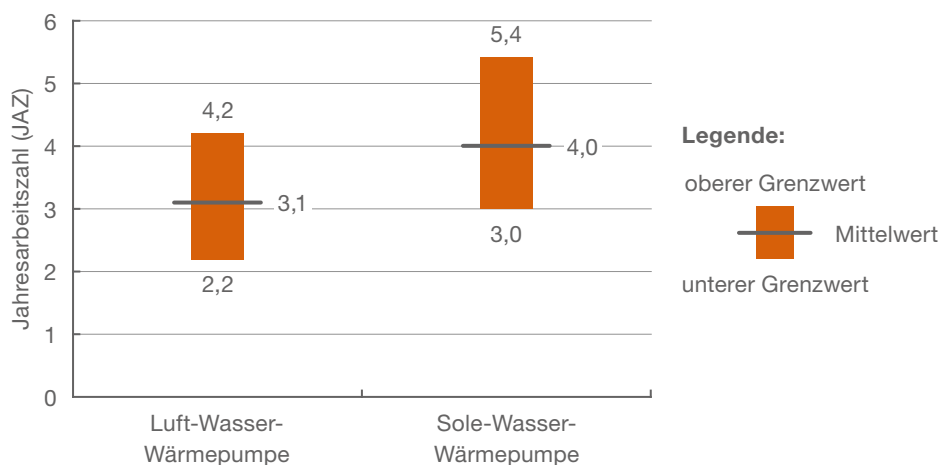
Regelmäßig führen ein Informationsdefizit oder Vorurteile dazu, dass Wärmepumpen – obwohl technisch umsetzbar – bei der Auswahl des Heizsystems für Bestandsgebäude nicht berücksichtigt werden. Durch gezielte Informationskampagnen und Aufklärung bei Hauseigentümern, Energieberatern und Installateuren kann dieser Herausforderung begegnet werden.

Wärmepumpen erreichen auch im Gebäudebestand gute Effizienzkennwerte

Welche JAZ im Betrieb einer Wärmepumpe genau erreicht wird, hängt im Wesentlichen vom notwendigen Temperaturhub zwischen Umgebungswärme und Vorlauftemperatur ab. Die JAZ kann gesteigert werden, indem entweder auf Umgebungswärme mit einem höheren Temperaturniveau (wie sie z. B. im Erdreich vorliegt) zurückgegriffen oder die Vorlauftemperatur des Heizsystems abgesenkt wird (siehe oben).

Eine gute Übersicht der real erreichten JAZ geben die Praxismessungen des Fraunhofer ISE, die im Rahmen mehrerer Projekte über verschiedene Zeiträume hinweg und mit einer Vielzahl von Anlagen durchgeführt wurden (Abbildung 25). Die Ergebnisse zeigen, dass sich die erreichten JAZ von Objekt zu Objekt unterscheiden und eine teils große Spannweite aufweisen.

Abb. 25 Gemessene Jahresarbeitszahlen in den Forschungsprojekten des Fraunhofer ISE



Quelle: Fraunhofer ISE (2018): „WP Monitor“.

Eine geringer ausfallende JAZ ist dabei kein Indikator für eine schlechtere Anlagenqualität. Die JAZ bewertet vielmehr die Effizienz der Anlage unter Einbezug sehr vielfältiger Einflussfaktoren (u. a. Temperaturerfordernis, Witterungsverhältnisse und Nutzerverhalten). In Deutschland sind Wärmepumpen bereits ab einer JAZ von unter 2 umweltfreundlicher als ein Erdgas-Brennwertkessel (siehe auch Abbildung 7). Im Rahmen der Fraunhofer-Messungen lagen alle Wärmepumpen jenseits dieser Schwelle.

Zugleich zeigen die Ergebnisse der Messreihen in realistischen Anwendungsfällen, wie positiv sich die JAZ im Verlauf auch durch eine technische Weiterentwicklung der Wärmepumpen entwickelt hat. Es sei hier betont, dass Forschung und Entwicklung im Wärmepumpenbereich noch lange nicht beendet sind und sich Anbieter hinsichtlich der Anlageneffizienz weiter steigern können.

Gebäudeklassen und Emissionsminderungspotenziale im Wohngebäudesektor

Auch wenn potenzielle technische Hürden verringert werden können, ist es zur Ermittlung des Potenzials im Gebäudesektor hilfreich, im nächsten Schritt stärker den aktuellen deutschen Wohngebäudebestand zu analysieren. Für die Herleitung des Sanierungs- und Klimaschutzpotenzials ist die Kategorisierung des deutschen Wohngebäudebestands nach Gebäudetyp und Baujahr relevant: Daraus kann indikativ ermittelt werden, wie energieeffizient der Gebäudebestand aktuell ist und mit welchem Aufwand und welchen Prioritäten die energetische Sanierung stärker als bisher vorangetrieben werden kann.

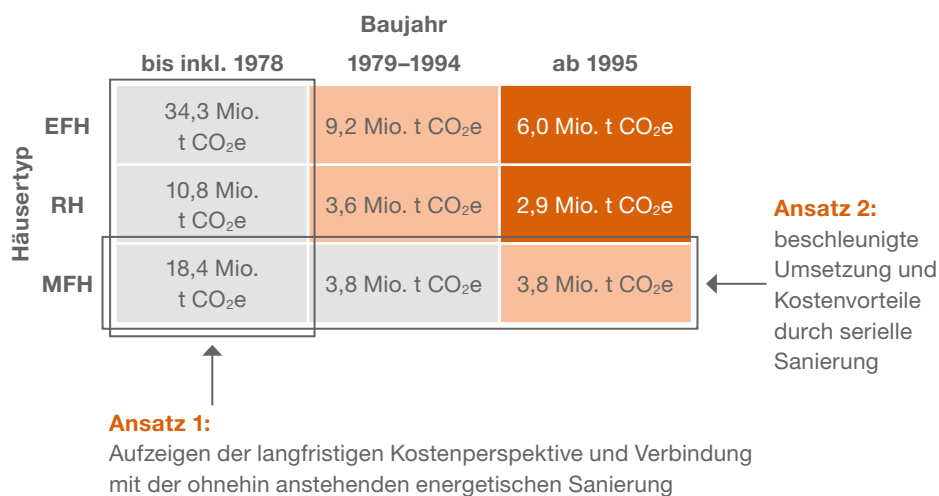
Abbildung 26 stellt den deutschen Wohngebäudebestand bis inklusive Baujahr 2017 in einer solchen Kategorisierung dar. Die Baujahresklassen orientieren sich an der ersten deutschen Wärmeschutzverordnung von 1977 sowie an der 3. Wärmeschutzverordnung von 1995. Beide Verordnungen bewirkten jeweils deutliche Veränderungen im Gebäudeneubau hinsichtlich erreichter Effizienzniveaus. Aus der Wohnfläche, dem typischen Jahresendenergieverbrauch pro Quadratmeter und der typischen Energieträgerverteilung wird pro Wohngebäudekategorie abgeschätzt, für wie viel jährliche THG-Emissionen die jeweilige Kategorie verantwortlich ist.⁵⁴

Etwa ein Drittel der Gesamtemissionen entsteht bei Einfamilienhäusern mit Baujahr bis 1978. Ein weiteres Drittel der Emissionen entsteht bei Reihen- und Mehrfamilienhäusern aus der gleichen Zeit. Somit entfällt nur ein Drittel der Emissionen auf andere Wohngebäude – und dies zu beinahe gleichen Teilen auf Gebäude mit Baujahr zwischen 1979 und 1994 und solche mit Baujahr ab 1995. Dies lässt sich zum einen mit der dahinterliegenden Zahl und Größe der Gebäude begründen, zum anderen durch die ältere Gebäudesubstanz und die tendenziell ältere verbaute Heiztechnik. Gerade bei vergleichsweise alten Einfamilienhäusern ist enormes Potenzial für die Wärmepumpe auch in Kombination mit anderen Effizienzmaßnahmen wie Dämmung vorhanden. Allerdings ist auch hier das Risiko am größten, dass ohne Veränderung der Rahmenbedingungen bei einer Erneuerung des Heizsystems wieder konventionelle Heizsysteme eingebaut werden (siehe Kapitelbeginn).

Daher kann die Erhöhung der Sensibilität für die Einsatzmöglichkeiten der Wärmepumpe die Quote von Wärmepumpen im Rahmen anstehender Modernisierungen erhöhen.⁵⁵ Von geeigneten Rahmenbedingungen würden Hausbewohner profitieren, unabhängig davon, ob letztlich Wärmepumpen eingesetzt werden. Zudem würden diese Veränderungen auch die anvisierte Sanierungsrate von 2 % p. a. der Bundesregierung unterstützen.

⁵⁴ In der vorliegenden Abbildung sind die Emissionen der Wohngebäude in Höhe von 92,9 Millionen Tonnen CO₂e dargestellt. Diese Emissionen sind ein Teil der Gebäudesektoremissionen, die 132 Millionen Tonnen CO₂e betragen (vgl. Abbildung 14). Der Gebäudesektor enthält neben den Wohngebäuden insbesondere noch den GHD-Sektor. Da die Nichtwohngebäude des GHD-Sektors in der vorliegenden Auswertung nicht inbegriffen sind, sind die dargestellten Emissionsminderungspotenziale als untere Grenzwerte zu verstehen.

Abb. 26 Ansätze zur Erschließung des deutschen Wohngebäudebestands mit Wärmepumpen



- optimale Bedingungen für eine Wärmepumpeninstallation (ideale Voraussetzungen für Baujahr und Häusertyp)
- gute Bedingungen für eine Wärmepumpeninstallation (ideale Voraussetzungen für Baujahr oder Häusertyp)
- individuelle Bedingungen für eine Wärmepumpeninstallation

Quellen: BDEW (2017), BMWi (2019b), Destatis (2016), Destatis (2019a), Destatis (2019b), IWU (2015), UBA (2019a), UBA (2019b).

Aus einer rein technisch orientierten Perspektive erscheinen Einfamilienhäuser und Reihenhäuser mit einem Baujahr ab 1995 besonders geeignet für den Wärmepumpeneinsatz. Zum einen, da er meist ohne größere Umbauten möglich ist (siehe Abschnitt mit den wesentlichen Begrifflichkeiten oben). Zum anderen, da – auf Basis einer 25-jährigen Lebensdauer – in den kommenden Jahren der erste Heizungstausch ansteht. Da sie häufig von den Eigentümern selbst bewohnt werden, kommen die Erhöhung des Wohnkomforts und die Verringerung der Energiekosten diesen im Falle einer Sanierung direkt zugute. Außerdem kann die Umsetzung der Sanierung bei nur ein bis zwei betroffenen Wohnungen bzw. Haushalten deutlich flexibler gestaltet werden, als wenn ein gesamter Wohnblock modernisiert wird.

Gut umsetzbar sind Wärmepumpenlösungen daher außerdem in den Kategorien Einfamilien-/Reihenhaus mit Baujahr 1979 bis 1994 sowie in der Kategorie Mehrfamilienhaus mit Baujahr 1995, da in diesen Wohngebäuden entweder hinsichtlich der praktischen Umsetzbarkeit und direkten Würdigung durch die Bewohner oder aus technischer Sicht optimale Rahmenbedingungen vorliegen. Speziell für Reihenhäuser und Mehrfamilienhäuser, egal welchen Alters, können Konzepte der seriellen Sanierung (z. B. Energiesprung aus den Niederlanden)⁵⁵ eingesetzt werden, um eine große Anzahl relativ gleichartiger Gebäudeveränderungen zu standardisieren und dann sowohl schneller als auch günstiger umzusetzen.

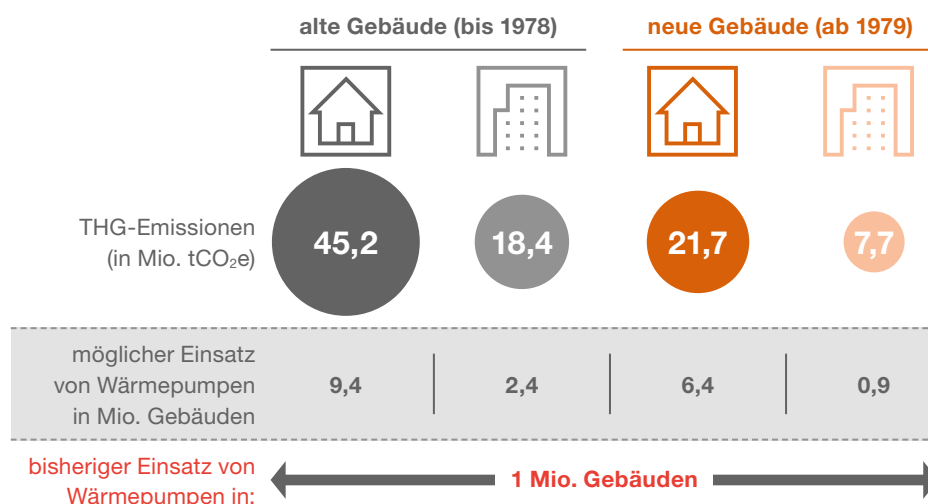
Es lässt sich festhalten, dass das beachtliche Potenzial der Wärmepumpen in Bestandsgebäuden zum Teil wegen Informationsdefiziten und zum Teil aufgrund vermeintlich nicht immer gegebener Wirtschaftlichkeit nicht genutzt wird. Hier ist zum einen eine Sensibilisierung der Stakeholder gefragt. Zum anderen wird bei der Auswahl einer neuen Heizung die Wirtschaftlichkeit zu wenig über die gesamte Heizungslebensdauer betrachtet: Ein Preisgefüge, das derzeit zum Beispiel noch für Erdgasheizungen spricht, kann sich bei verstärkter Berücksichtigung der Emissionen der Heizenergieträger verändern, sodass sich eine Entscheidung auf Basis heutiger Preise insbesondere vor dem Hintergrund der anstehenden CO₂-Bepreisung insgesamt als nachteilig erweisen kann. Diese Perspektive ist insbesondere für Eigentümer von Gebäuden mit Baujahr bis 1978 relevant: Eine Wärmepumpeninstallation kann im Zuge einer Modernisierung von Gebäudehülle und -technik – zum Beispiel auch in Kombination mit einer Photovoltaikanlage – für mehr Energie- und damit Preisautarkie sorgen und den Gebäudewert nachhaltig steigern.

Zusammenfassend und vereinfacht ergibt sich folgendes Bild für die Wärmepumpensituation bzw. das Potenzial im Wohngebäudebereich (Abbildung 27): In circa 19 Millionen Wohngebäuden sind derzeit etwa 1 Million Wärmepumpen installiert.⁵⁶ Zwar können bereits in den jüngeren Gebäuden ab Baujahr 1979 mehr als 7 Millionen Wärmepumpen installiert werden, der große Anteil (mehr als zwei Drittel) der THG-Emissionen entsteht jedoch im Segment der älteren Gebäude, sodass mittel- und langfristig vor allem diese Gebäude mit energetischen Sanierungen und Heizungsaustauschen klimafreundliches Potenzial bieten.

⁵⁵ Ein Konzept zur Standardisierung von energetischen Sanierungen bietet Energiesprung. Der aus den Niederlanden stammende Ansatz ermöglicht serielle Sanierungen, mit denen Gebäude schnell, nachhaltig und bezahlbar auf einen Stand modernisiert werden, bei dem sie auf ein Jahr betrachtet bilanziell so viel Energie erzeugen, wie sie selbst benötigen (NetZero-Standard).

⁵⁶ Laut Informationen des BDH waren mit Stand 2018 in Deutschland 1 Million Wärmepumpen installiert. Diese Wärmepumpen verteilen sich jedoch auf Wohngebäude, Nichtwohngebäude und gegebenenfalls die Prozesswärmebereitstellung in der Industrie, sodass 1 Million Wärmepumpen den oberen Grenzwert für den Einsatz allein im Wohngebäudebereich darstellen.

Abb. 27 Deutscher Wohngebäudebestand nach Gebäudetyp, Baujahr und THG-Emissionen – zusammenfassende Darstellung



Quellen: BDEW (2017), Destatis (2016), IWU (2015), UBA (2019a), UBA (2019b).

3 Potenzial auch für den Industriesektor

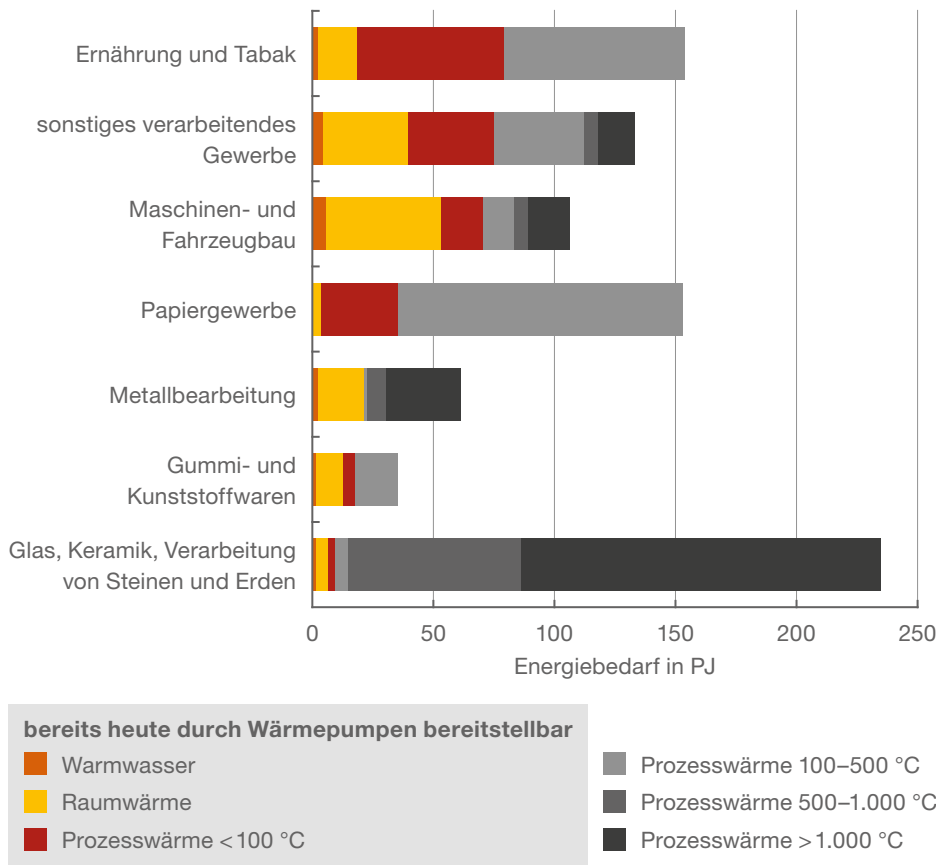
Nicht nur im Bereich der Wohngebäude (und bei Nichtwohngebäuden, für die ähnliche Kriterien wie im vorangegangenen Abschnitt dargestellt gelten) können Wärmepumpen als klimafreundliche Heizungsalternative eingesetzt werden, sondern auch für Raumwärme-, Warmwasser- und Prozesswärmebereitstellung im Gewerbe- und Industriesektor. Allein der Industriesektor erfordert insgesamt rund 2.700 PJ Endenergie und macht damit knapp 30 % des deutschen Endenergiebedarfs aus.

Während Wärmepumpen für Hochtemperaturanwendungen in der Chemie-, Glas-, Keramik- und Metallindustrie weniger geeignet sind, ist die Bereitstellung von Niedertemperaturwärme (< 100 °C) sehr gut möglich. Solche Anwendungen machen rund ein Fünftel des industriellen Wärmebedarfs aus.⁵⁷ Eine konsequente Bereitstellung dieser Wärme mittels Wärmepumpen würde entsprechend rund 18 Millionen Tonnen CO₂e an THG-Emissionen im Industriesektor einsparen (Abbildung 28).⁵⁸

⁵⁷ Vgl. ifeu/DLR (2010): Prozesswärme im Marktanreizprogramm.

⁵⁸ Betrachtet werden THG-Emissionen, die im Industriesektor direkt, das heißt durch die Verbrennung von Brennstoffen, für die Wärmebereitstellung anfallen. Nicht berücksichtigt werden indirekte THG-Emissionen in den vorgelagerten Schritten der Strom- und Fernwärmeerzeugung

Abb. 28 Energiebedarf für Wärmeanwendungen nach Branchen und Temperaturniveaus im Jahr 2017



Quellen: Destatis (2019c), Fraunhofer ISI (2019), ifeu/ DLR (2010), UBA (2019a).

Schon heute wird die Wärmepumpe für Prozesse bis 100 °C in der Industrie eingesetzt. Grundsätzlich eignet sich die Technologie allerdings auch für höhere Temperaturen bis zu 200 °C.

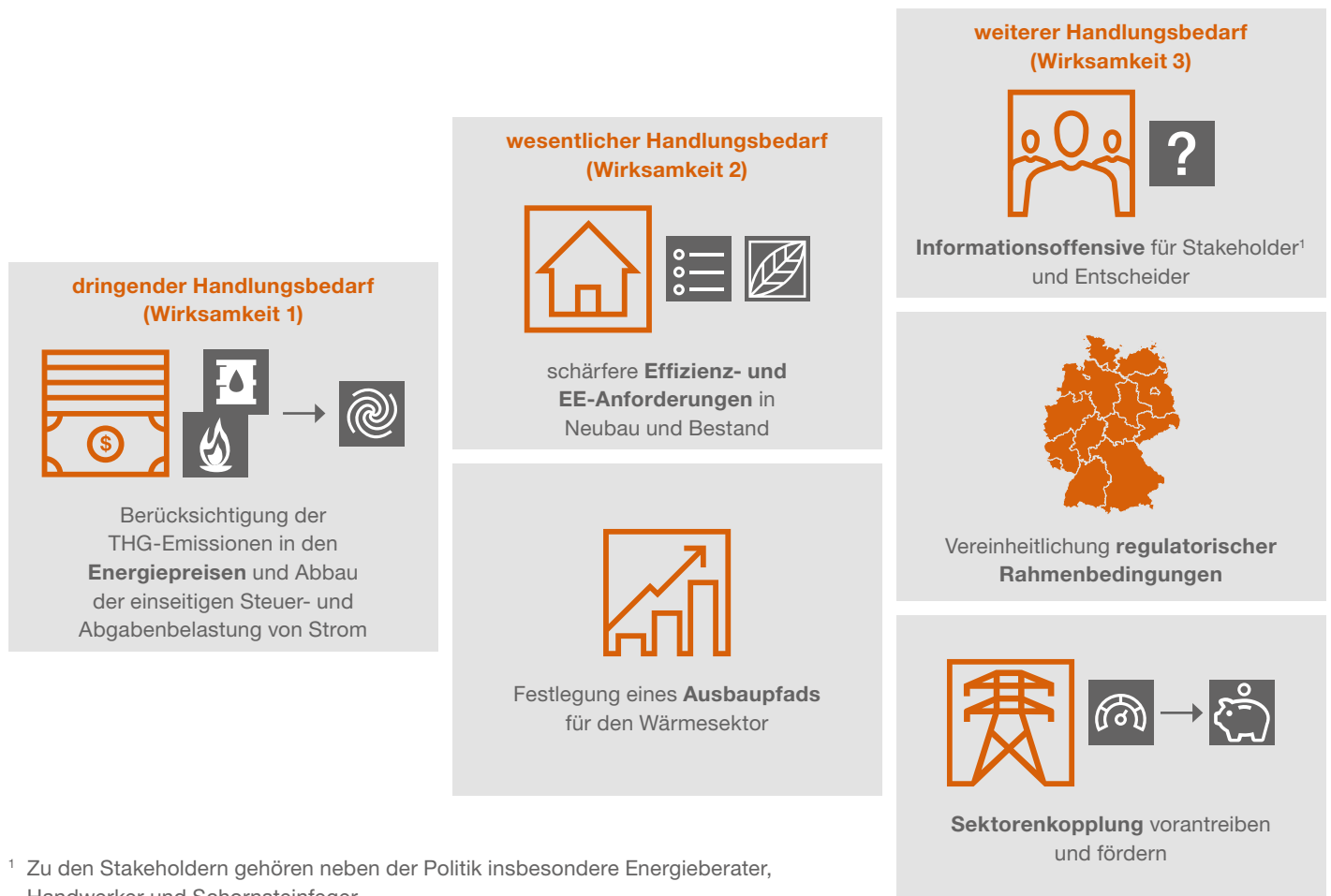
Für den flächendeckenden Einsatz von Wärmepumpen sprechen somit vielfältige Argumente – die Technologie steht ausgereift und mit vielseitigen Einsatzmöglichkeiten zur Verfügung, der Handlungsbedarf ist gegeben, das Ausbaupotenzial enorm. Auf die Frage, warum die Technologie zum heutigen Zeitpunkt (zumindest in Deutschland) dennoch nicht stärker eingesetzt wird, geht das folgende Kapitel ein.



F Welche Maßnahmen können den heimischen Wärmepumpenmarkt voranbringen?

Der industriepolitisch sinnvolle und klima- bzw. energiepolitisch notwendige Wärmepumpenausbau kann mittels verschiedener Stellschrauben unterstützt werden. Nachfolgend werden Handlungsoptionen dargestellt, wobei diese nach ihrer jeweiligen Wirksamkeit sortiert sind. Eine Übersicht des Handlungsbedarfs gibt folgende Abbildung.

Abb. 29 Handlungsbedarf für eine erfolgreiche Energiewende im Wärmesektor



1 Berücksichtigung der THG-Emissionen in den Energiepreisen

Der regulatorische Rahmen ist die größte Herausforderung für weniger emissionsintensive Heizungstechnologien. Dies betrifft insbesondere die Ausgestaltung der Energiepreise im Hinblick auf ihre Emissions- und Umweltbelastung. Die Preise für die zur Wärmergewinnung eingesetzten Energieträger Erdgas, Heizöl oder Strom berücksichtigen nicht, wie viele Emissionen sie verursachen. Somit erzielen die Preise keine Lenkungswirkung, um emissionsarme Energieträger zu fördern.

Heizsysteme, die Heizöl und Erdgas aus fossilen Quellen verbrennen, verursachen pro Kilowattstunde Wärme deutlich mehr Emissionen als Wärmepumpen und besitzen daher einen höheren THG-Emissionsfaktor. Dieser ist zum Beispiel bei Ölheizungen fast dreimal so hoch wie bei Wärmepumpen, die mit dem aktuellen Strommix betrieben werden, der zu einem hohen Anteil aus erneuerbaren Quellen gewonnen wird. Zukünftig wird sich der Abstand mit steigendem Ökostromanteil sogar noch erhöhen.

Der THG-Emissionsfaktor spiegelt sich bisher nicht in den Energiepreisen für den Heizungsbetreiber wider. Betreibt jemand eine Heizung mit Heizöl oder Erdgas, kostet das 6 bis 6,5 ct/kWh. Eine Wärmepumpe bezieht vergünstigten Wärmepumpenstrom zu circa 22 ct/kWh. Durch die hohe Effizienz der Wärmepumpen (circa Faktor 3,5) liegt der effektive Vergleichspreis ebenfalls im Bereich von 6 bis 6,5 ct/kWh.

Ein ähnlicher Wärmepreis bei deutlich unterschiedlichen THG-Emissionen der drei Heizungsalternativen ist nicht klimagerecht, denn dadurch gilt: Die Emission derselben Menge THGs ist derzeit deutlich günstiger, wenn sie durch Heizöl- oder Erdgasverbrennung emittiert wird, als wenn in entsprechendem Maße Strom bezogen wird. Der Ausstoß einer Tonne THG auf Basis von Heizöl kostet circa 220 Euro. Der Ausstoß einer Tonne THG auf Basis von Strom kostet mit circa 430 Euro fast doppelt so viel. Der mit dem Klimaschutzprogramm geplante CO₂-Preis in Höhe von 55 Euro pro Tonne CO₂ im Jahr 2025 reicht bei Weitem nicht aus, um ein klimagerechtes Preisgefüge zwischen den Heizenergieträgern herzustellen. Um die derzeitigen Kostendifferenzen zu beheben, wären kurzfristig THG-Preise zwischen 150 und 200 Euro pro Tonne CO₂e notwendig.

Ein wichtiger Aspekt ist hier, dass im Strompreis zum einen die EEG-Umlage und zum anderen – über den Commodity-Preis – die THG-Kosten für Kraftwerke im Rahmen des EU-Emissionshandels enthalten sind. In Erdgas und Heizöl ist jedoch keinerlei direkte oder indirekte Bepreisung von THG-Emissionen enthalten. Dies ist ein Grund dafür, dass die Nutzung einer Heizöl- oder Erdgasheizung entsprechend günstiger ist als die Nutzung einer Wärmepumpe. Steigende Anteile von Wind- und Solarstrom verstärken preisliche Unterschiede für die Emissionen im Wärmebereich bis 2030 noch deutlich, da sie die Emissionen im Strombereich zwar senken, aber nicht zwangsläufig den Endkundenpreis. Für Erdgas und Heizöl bleiben die Emissionen des Energieträgers dagegen konstant.

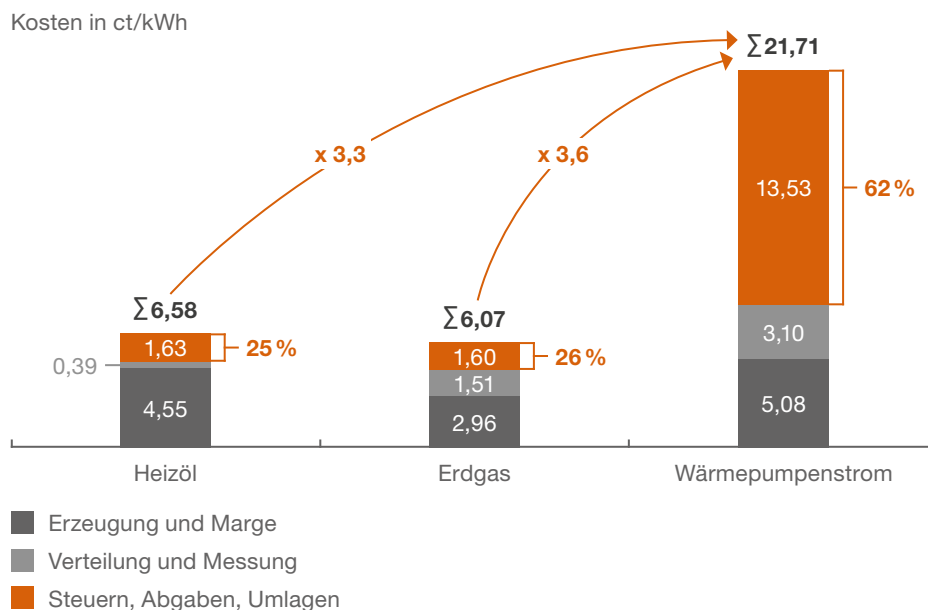
Haushalte haben daher aktuell keinen finanziellen Anreiz, auf einen emissionsärmeren Heizenergieträger wie Strom bzw. auf eine emissionsärmere Heiztechnologie wie die Wärmepumpe umzusteigen. Um den Einsatz emissionsärmerer, strombasierter Heizsysteme in allen Gebäudetypen wirtschaftlich zu machen, besteht daher Handlungsbedarf.

Empfehlung 1 für den heimischen Wärmemarkt: technologieoffene Belastung der Energieträger, der die tatsächliche Verursachung und Intensität von Emissionen zugrunde liegt. Die anvisierte CO₂-Bepreisung ist ein Schritt in die richtige Richtung, reicht für die Abbildung der tatsächlichen Emissionen allerdings noch nicht aus.

2 Abbau der einseitigen Steuer- und Abgabenbelastung von Strom

Im Hinblick auf die Zusammensetzung der Energiepreise zeigt sich, dass diese nicht nur aus den tatsächlichen Erzeugungs- und Verteilkosten bestehen, sondern in erheblichem Maße durch Steuern, Abgaben und Umlagen bestimmt werden (Abbildung 30). Die reinen Erzeugungs-, Verteil- und Messkosten liegen bei Strom dagegen auf einem ähnlichen Niveau wie bei Heizöl und Erdgas.

Abb. 30 Zusammensetzung der Endkundenpreise für Heizenergieträger



Quellen: BNetzA (2019), IWO (2019).

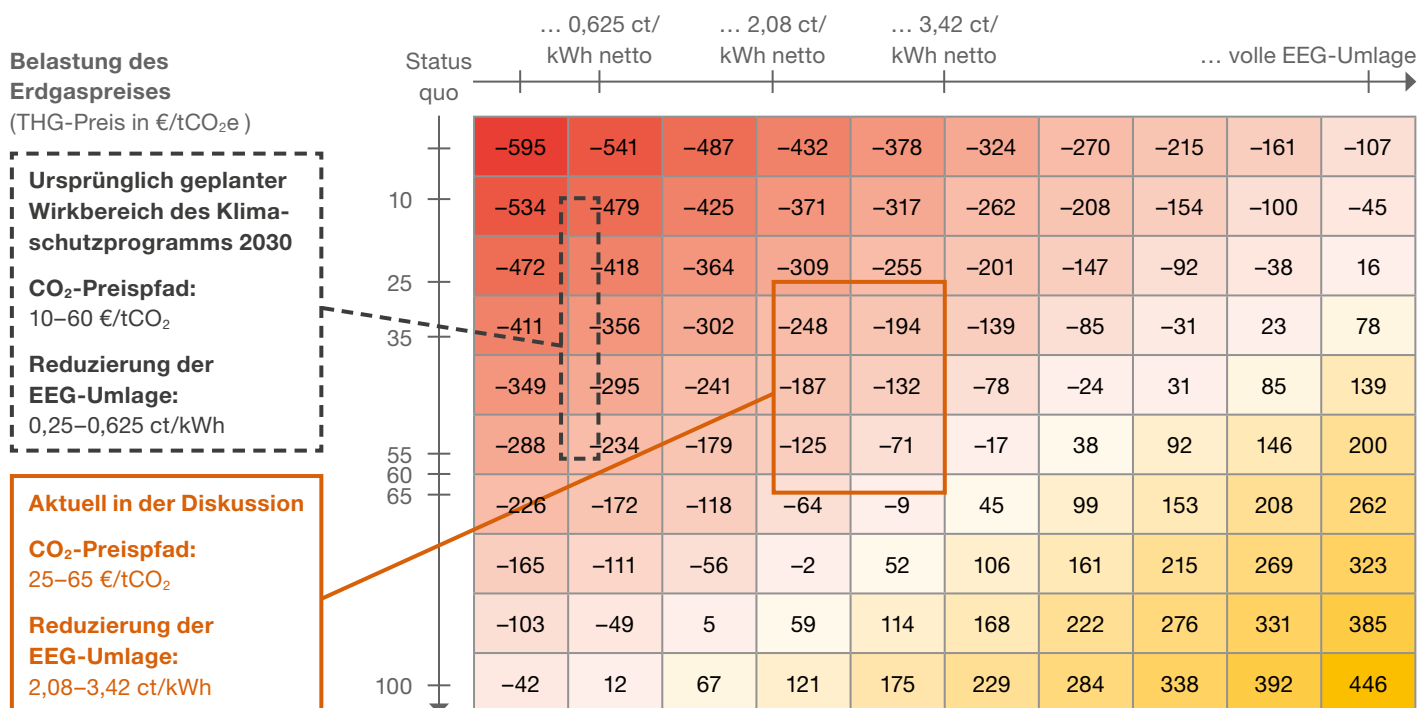
In Deutschland werden die Heizenergieträger Heizöl und Erdgas geringer mit Steuern und Abgaben belastet als Strom. Grund dafür ist, dass die Kosten der Energiewende insbesondere auf den Strompreis umgelegt werden, allerdings bisher kaum auf Heizöl und Erdgas. Dafür sorgt die Förderung nach dem EEG oder nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (EEG- und KWKG-Umlage). Darüber hinaus zahlen Großkraftwerke THG-Abgaben innerhalb des Emissionshandels und legen diese Kosten direkt über die Preise am Großhandelsmarkt um. Dadurch werden sie direkt für den Stromkunden relevant. Zusätzlich können industrielle und gewerbliche Verbraucher, die große Strommengen verbrauchen oder wettbewerbsrelevante energieintensive Prozesse betreiben, die Steuer- und Abgabenbelastung senken. Diese Privilegien werden ebenfalls auf den Strompreis für alle anderen Endkunden, also Haushalte und weitere gewerbliche Kunden, umgelegt. Dadurch ergibt sich für den Standardstrompreis eine umso höhere Belastung.

Im Ergebnis steht ein Preis für Wärmepumpenstrom, der mehr als dreimal so hoch ist wie der Preis für Heizöl oder Erdgas. Das Vorantreiben der Energiewende im Stromsektor geht dadurch gleichzeitig zulasten der Energiewende im Wärmesektor.

Empfehlung 2 für den heimischen Wärmemarkt: Verlagerung der Kosten der Energiewende von Strom zu Heizöl und Erdgas im Wärmebereich. Die mangelnde Berücksichtigung der Klimaverträglichkeit bei der Be-/Entlastung der verschiedenen Energieträger hemmt die Umgestaltung des deutschen Energiesystems, da Heizöl und Erdgas nur geringfügig durch staatliche Abgaben belastet sind.

Empfehlung 1 (THG-Komponenten in den Energiepreisen) und Empfehlung 2 (Entlastung des Strompreises) streben beide ein Energiepreisgefüge an, das klimagerecht ist und mit dem automatisch der Umstieg auf klimafreundlichere Technologien angereizt wird. Davon ist Deutschland deutlich entfernt, da die implizite Bepreisung von THG-Emissionen bei Strom circa 150 bis 200 Euro pro Tonne CO₂e höher ausfällt als bei Heizöl und Erdgas. Eine Annäherung an das Ziel kann über eine Preiserhöhung bei fossilen Energieträgern, Preissenkung beim Strom oder eine Kombination beider Maßnahmen erfolgen.

Abb. 31 Differenz zwischen den Vollkosten einer Gasheizung und denen einer Wärmepumpe in Euro pro Jahr



Betrachtet wird die Teilsanierung eines Einfamilienhauses im Bestand (Ausgangszustand: Gas-Altessel). Für die Wärmepumpe (Sole-Wasser-Erdwärmepumpe) wird eine 35 %-Förderung gemäß dem Anfang 2020 überarbeiteten Marktanzreizprogramm (BAFA) berücksichtigt. Negativer, roter Wert = Gas-Brennwertsystem ist günstiger; positiver, gelber Wert = Wärmepumpensystem ist günstiger.

Quellen: BDEW (2017), BDEW (2018a), BDEW (2018b), BNetzA (2019).

Abbildung 31 zeigt in diesem Zusammenhang den Kostenunterschied zwischen einer konventionellen Gasheizung und einer klimafreundlichen Wärmepumpe für den Anwendungsfall eines Einfamilienhauses im Gebäudebestand.⁵⁹ In dieser Matrix gibt jedes Feld die Differenz der Heizkosten unter den sich verändernden Energiepreisen wieder (Erhöhung CO₂-Preis, Entlastung Strompreis). Im Ergebnis wird die Wärmepumpe in der Sanierung nur mit dem nachgeschärften Klimaschutzprogramm und auch erst nach 2025 kostengünstiger als eine Gasheizung (orange umrahmte Box). Es ist nun sicherzustellen, dass die für klimafreundliche Technologien derart verbesserten Rahmenbedingungen fortgeführt und weiter gestärkt werden. Das Ziel sollte Investitionssicherheit für die relevanten Entscheidungsträger sein. Für den Kunden muss erkennbar sein, dass sich die gegenüber fossiler Heizungstechnik eventuell höhere Anfangsinvestition in eine Wärmepumpe aufgrund geringerer laufender Betriebskosten rentieren wird.

⁵⁹ Betrachtet wird die Teilsanierung eines Einfamilienhauses im Bestand (Ausgangszustand: Gas-Altessel). Für die Wärmepumpe (Sole-Wasser-Erdwärmepumpe) wird eine 35 %-Förderung gemäß dem Anfang 2020 überarbeiteten Marktanzreizprogramm (BAFA) berücksichtigt. Negativer, roter Wert = Gas-Brennwertsystem ist günstiger; positiver, gelber Wert = Wärmepumpensystem ist günstiger.

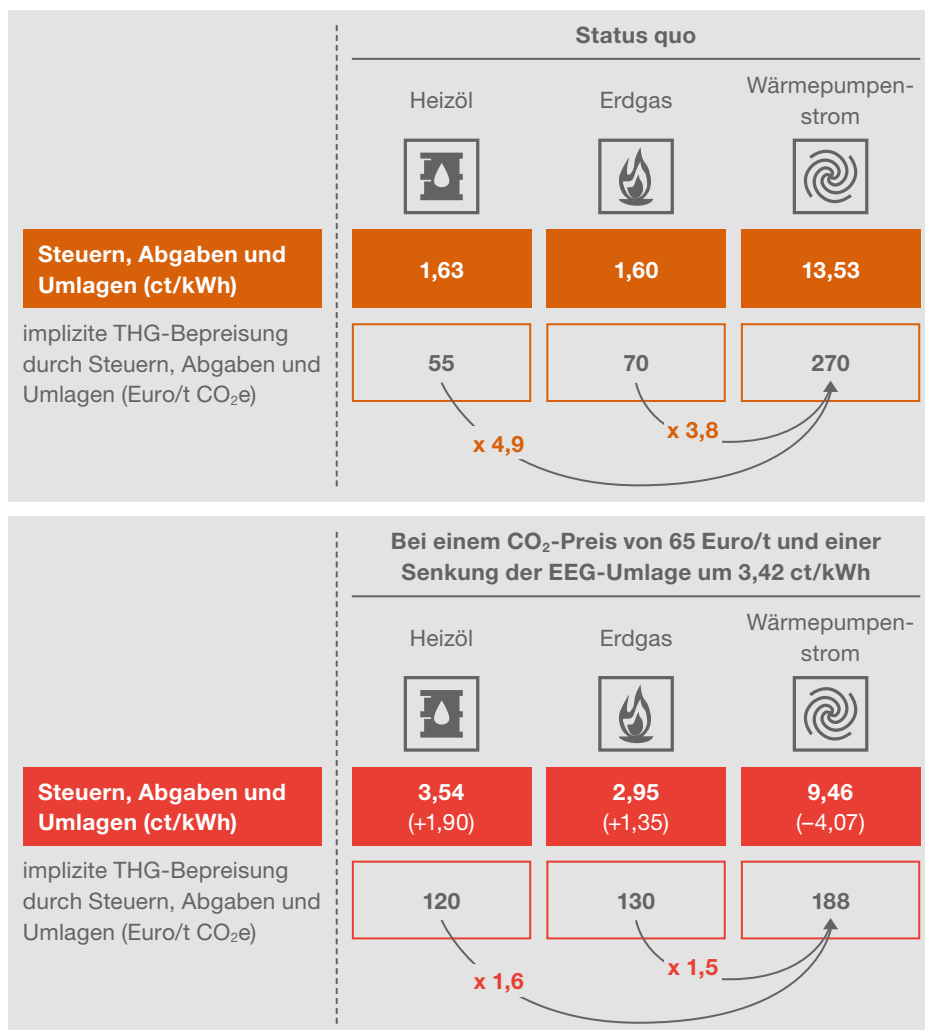
Der im Vermittlungsausschuss beschlossene, ambitioniertere CO₂-Preispfad sowie die vom Bundesfinanzministerium berechneten Senkungen der EEG-Umlage sollten daher möglichst zügig gesetzlich verankert werden. Denn die obige Abbildung macht deutlich, dass die Konkurrenzfähigkeit der Wärmepumpe nur mit einem wirkungsvollen Dreiklang aus Investitionsförderung, CO₂-Bepreisung und Strompreisentlastung erreicht wird. Das Zurückfallen auf die im Klimaschutzprogramm 2030 ursprünglich geplanten Maßnahmen wäre unzureichend für die Wärmewende (grau umrahmte Box).

Dass mit der angestrebten Veränderung des Energiepreisgefüges (65 Euro/t CO₂, Reduzierung der EEG-Umlage um 3,42 ct/kWh) der Energieträger Wärmepumpenstrom weiterhin nicht übervorteilt würde, sondern bei der Belastung mit Steuern, Abgaben und Umlagen streng genommen immer noch benachteiligt wird, zeigt Abbildung 32. Im Status quo wird Wärmepumpenstrom in Bezug auf die THG-Emissionen 4,9- bzw. 3,8-mal so stark mit Steuern, Abgaben und Umlagen belastet wie Heizöl bzw. Erdgas. Mit den geplanten Veränderungen würden sich diese Faktoren auf 1,6 und 1,5 reduzieren, aber immer noch über einem Faktor von 1 liegen. Ein Faktor von 1 entspräche einer Abgabenbelastung genau in dem Verhältnis, wie jeweils THG-Emissionen anfallen – das würde die Vorteile der Wärmepumpentechnologie weiter hervorheben.

Der von der Bundesregierung im Rahmen des Klimaschutzprogramms 2030 vorgesehene Preis von 25 bis 55 Euro pro Tonne CO₂ in den Jahren 2021 bis 2025 ist vor diesem Hintergrund nicht ausreichend. Vielmehr würde ein THG-Preis von 50 bis 100 Euro pro Tonne CO₂e dem Korridor der Kosten entsprechen, die auf Deutschland zukommen, sollte das Land die Klimaschutzziele nicht erreichen und Emissionsrechte für den Nicht-ETS-Sektor von anderen EU-Mitgliedern kaufen müssen.⁶⁰ Der Plan der Bundesregierung, die Belastung der Bürger durch eine vorsichtige Klimaschutzgesetzgebung zu begrenzen, ist nicht zu Ende gedacht, wenn dadurch die notwendigen Veränderungen für eine THG-Emissionsreduktion ausbleiben und die Steuerzahler am Ende indirekt einen (eventuell sogar teureren) Zukauf von Emissionsrechten aus dem Ausland finanzieren müssen.

⁶⁰ Grundlage für den genannten Korridor 50 bis 100 Euro/t CO₂e ist die Veröffentlichung „Die Kosten von unterlassenen Klimaschutz für den Bundeshaushalt – Die Klimaschutzverpflichtungen Deutschlands bei Verkehr, Gebäuden und Landwirtschaft nach der EU-Effort-Sharing-Entscheidung und der EU-Climate-Action-Verordnung“ (2018) von Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.

Abb. 32 THG-bezogene Belastung von Energieträgern mit Steuern, Abgaben und Umlagen



Die CO₂-Bepreisung wird ohne eine damit ggf. verbundene Erhöhung der Mehrwertsteuer betrachtet. Da die Mehrwertsteuer auf Strom anhand des Preises inkl. EEG-Umlage berechnet wird, wird bei der angenommenen Senkung der EEG-Umlage der Mehrwertsteuereffekt mitberücksichtigt.

Quellen: BDEW (2017), BDEW (2018a), BDEW (2018b), BNetzA (2019), IINAS (2019), IWO (2019).

3 Schärfere Anforderungen an Effizienz und erneuerbare Energien in Neubau und Bestand

Höhere Anforderungen an die Energieeffizienz und den Einsatz erneuerbarer Energien tragen dazu bei, dass die Anzahl der eingesetzten Wärmepumpen steigt und damit positive und nachhaltig wirksame Impulse für die Versorgungssicherheit, die Umweltverträglichkeit und auch die Wirtschaftlichkeit der deutschen Energieversorgung gesetzt werden. Dies entspricht dem energiepolitischen Zieldreieck (siehe Kapitel C). Neben den genannten Punkten ist zu berücksichtigen, dass die Wärmepumpe mit Blick auf künftige Entwicklungen eine zukunftssichere Lösung hinsichtlich der angestrebten Emissionsreduktion darstellt.

Relevant ist die Effizienz der eingesetzten Heizung nicht nur mit Blick auf die zu erwartenden Heizkosten. Auch gesetzliche Vorgaben im Neubau sowie in der Sanierung und Modernisierung von Bestandsgebäuden beeinflussen die Auswahl des Heizsystems. Mit der Wärmepumpe werden gesetzliche Vorgaben erfüllt, zum Beispiel nach der aktuellen Energieeinsparverordnung (EnEV). Ab 2021 sollen zudem alle neu gebauten Wohnungen in Deutschland einem Niedrigstenergiestandard entsprechen.⁶¹

Empfehlung 3 für den heimischen Wärmemarkt: Prüfung einer Ausdehnung der verpflichtenden Nutzung eines Mindestanteils erneuerbarer Energien für Sanierungen im Bestand.

Eine Ausweitung der Pflicht für gewisse Erneuerbare-Energien-Anteile könnte dahin gehend geprüft werden, dass ein bestimmter Prozentsatz der Wärme aus erneuerbaren Quellen oder einem Wärmenetz auf Basis erneuerbarer Energien stammen muss. Deutschland könnte sich hier den Vorreitern Dänemark und Niederlande anschließen und Anreize so setzen, dass rein fossile Heizsysteme konsequenter verdrängt werden.

Zudem könnte die öffentliche Hand hinsichtlich der Wärmewende eine Vorbildfunktion einnehmen. Im Neubau und bei umfangreicheren Sanierungen wäre dafür zum Beispiel die Vorschrift einer Heizlösung denkbar, die qualitativ in puncto Emissionen mindestens die gleichen Werte erreicht wie eine Wärmepumpenlösung. So hat die Bundesregierung im Klimaschutzprogramm 2030 einen Erlass angekündigt, wonach Sanierungen von Bundesbauten grundsätzlich nach dem Standard „KfW Effizienzhaus 55“ durchgeführt werden sollen.

⁶¹ Vgl. Artikel 9 der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.

4 Festlegung eines Ausbaupfads für den Wärmesektor

Im Stromsektor wurde der Ausbau der erneuerbaren Energien anhand einer klaren Strategie mit langfristigen Zielen vorangetrieben. Dies ist insbesondere bei Investitionen mit einer langen Lebensdauer sowie bei der Einführung neuer Technologien von großer Bedeutung. Auch die Investitionen im Wärmebereich haben eine hohe Lebensdauer, und es geht ebenfalls um die Markteinführung bzw. den verstärkten Einsatz neuer Technologien. Aus diesem Grund empfehlen sich auch hier Entwicklung und Kommunikation einer stringenten und transparenten Strategie. Dies fördert den Ausbau von Wärmepumpen und bringt Hausbesitzern, Mietern und Investoren Sicherheit.

Die in einschlägigen energiewirtschaftlichen Studien skizzierten Szenarien zum Erreichen der Klimaschutzziele beruhen auf 3,4 bis 7,1 Millionen installierten Wärmepumpen im Jahr 2030. Dafür müsste der jährliche Wärmepumpenabsatz von aktuell 80.000 Geräten auf einen durchschnittlichen Zubau von mindestens 210.000, besser jedoch rund 520.000 Geräten gesteigert werden. Mit dem oberen Wert würden Wärmepumpen zur klimafreundlichen Standardtechnologie innerhalb des Wärmeerzeugerabsatzes, der in den letzten Jahren jeweils bei gut 700.000 Geräten lag (siehe Kapitel E).

Durch einen verstärkten Ausbau von Wärmepumpen würde die Nutzung erneuerbarer Energien zunächst direkt über deren Verwertung von Umgebungswärme gesteigert werden. Wird durch die Wärmepumpeninstallation auch die Installation einer Photovoltaikanlage oder anderer Anlagen zur Erzeugung von regenerativem Strom rentabel und umgesetzt, da zum Beispiel ein höherer Eigenverbrauchsanteil erreicht wird, steigert der Wärmepumpenausbau indirekt auch den Anteil erneuerbarer Energien am Strommix.⁶² Dadurch würden entsprechend zwei klimapolitische Zielwerte gleichzeitig angegangen.

Empfehlung 4 für den heimischen Wärmemarkt: Prüfung der Möglichkeiten zur Festlegung eines Ausbaupfads für Wärmepumpen. Die derzeitigen Förderungen über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) könnten – analog zur Förderung von Photovoltaikanlagen mittels EEG – an einen gesetzlich definierten Ausbaupfad gekoppelt werden.

⁶² Der Eigenverbrauch selbst erzeugten, regenerativen Stroms als Ersatz für Strombezug aus dem öffentlichen Netz ist für neue EEG-Anlagen und Altanlagen jenseits der Förderungsdauer finanziell attraktiver als die Einspeisung und die damit verbundene EEG-Vergütung. Daher ist der Betrieb solcher Anlagen umso lohnender, je höher der erreichte Eigenverbrauchsanteil ist.

Solange sich der Bestand an Wärmepumpen gemäß diesem Ausbaupfad entwickelt, sinkt die Förderung monatlich mit einem gewissen Degressionssatz. Wird der Pfad unterschritten, wird die Degression der Förderung ausgesetzt; wird der Pfad überschritten, greift ein höherer Degressionssatz. Dadurch würde ein kosteneffizienter Ausbau ohne Überförderung gewährleistet. Im Falle des EEG hat dieser Ansatz zu deutlichen Kostensenkungen in der Herstellung erneuerbarer Technologien und zu einer beachtlichen Steigerung des Anteils am Strommix geführt.⁶³

Möchte man die Hemmschwellen für potenzielle Betreiber beseitigen und dadurch die Erreichung des Ausbaupfads verbessern, wäre das – im Rahmen der Förderprogramm-Neugestaltung für das Klimaschutzgesetz – durch eine Berücksichtigung der positiven Effekte auf die THG-Emissionen in den Förderprogrammen möglich. Förderwürdig wären dann vielmehr alle Maßnahmen, die zu einer THG-Emissionsreduktion führen, denn diese – womöglich anfangs nur geringe – Emissionsreduktion wird bei einem grüneren Strommix noch weiter ansteigen. Eine Begrenzung der JAZ installierter Wärmepumpen nach unten ist automatisch gegeben, da Endkunden einen wirtschaftlichen Betrieb der Wärmepumpen anstreben werden.

5 Informationsoffensive für Stakeholder und Entscheider

Auf den volkswirtschaftlichen Ebenen beeinflussen verschiedene Stakeholder, inwieweit verstärkt emissionsarme Heiztechnologien eingesetzt werden. Vonseiten der Politik werden die Struktur sowie die Höhe von Energiepreisen beeinflusst und die regulatorischen Rahmenbedingungen in Form von Gesetzen, Vorschriften und Förderungen vorgegeben. Vonseiten der privaten, unternehmerischen und öffentlichen Endkunden muss eine Entscheidung hinsichtlich wirtschaftlicher Effizienz und Umweltschutz getroffen werden. Zudem spielen diverse weitere Stakeholder eine Rolle im Prozess der Kaufentscheidung, insbesondere Energieberater, Handwerker und Schornsteinfeger.

Komplexität und stark regional geprägte Strukturen befördern die Umsetzung altbekannter, funktionierender und vermeintlich günstigerer Lösungen, auch wenn diese weniger klimafreundlich, effizient oder zukunftsorientiert sind. Insbesondere bei öffentlichen Auftraggebern kann der Druck zur Auswahl des vermeintlich günstigsten Produkts die Entscheidung für effiziente und klimafreundliche Lösungen behindern. Daneben wird die Wärmepumpe im Planungsprozess häufig zu spät oder wegen vermeintlich komplexer technischer Auslegung gar nicht berücksichtigt.

⁶³ Die Kostensenkungen sind anhand der Entwicklung der EEG-Vergütung nachvollziehbar. Anlagenbetreiber realisieren nur dann Erneuerbare-Energien-Anlagen, wenn die EEG-Vergütung (beim Marktprämienmodell in Kombination mit den Strombörsenerlösen) einen wirtschaftlichen Betrieb gewährt. Da z. B. die Vergütung von Photovoltaikanlagen seit Inkrafttreten des EEG im Jahr 2000 von rund 50 ct/kWh auf 4,9 ct/kWh in der letzten Ausschreibung für Solaranlagen > 750 kWp gesunken ist (Gebotstermin 1. Oktober 2019, Quelle: BNetzA), müssen die Kosten in einem ähnlichen Verhältnis gesunken sein. Der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch ist von 6,3 % im Jahr 2000 auf 37,8 % im Jahr 2018 gestiegen (Quelle: UBA mit Verweis auf AGEE-Stat).

Im Zuge der Energie- und Wärmewende würde die Vorbildfunktion öffentlicher Auftraggeber hin zu innovativen Lösungen den Einsatz emissionsarmer Technologien stärken. Eine Informationsoffensive, die den Vorurteilen gegenüber der Wärmepumpe entgegenwirkt, könnte hierbei eine Lösung sein.

Empfehlung 5 für den heimischen Wärmemarkt: Informationen über die Eignung und den Einsatz emissionsarmer und klimafreundlicher Technologien zur Unterstützung der Wärmewende bei allen relevanten Stakeholdern. Die Wärmewende betrifft alle Ebenen der Gebäude- und Wärmewirtschaft und hat unterschiedliche Auswirkungen auf die Beteiligten. Hierzu gehören nicht nur Hausbesitzer, Wohnungsbaugesellschaften und Bauherren, sondern auch Sanierer, Handwerker, Energieberater, TGA-Planer, Architekten, kommunale Entscheider und Anbieter von Finanzdienstleistungen.

6 Vereinheitlichung der landesspezifischen Genehmigungsverfahren

Wärmepumpen, die ihre Wärme aus dem Erdreich oder Wasser beziehen, sind in vielen Fällen genehmigungsbedürftig. Daneben müssen spezielle Voraussetzungen in Wasserschutzgebieten beachtet werden. Diese Genehmigungen sind nicht nur aufwendig, sondern unterscheiden sich auch zwischen den Bundesländern. Dies erschwert die Übersicht für Anbieter und Endkunden, erhöht den bürokratischen Aufwand und verhindert die dringend notwendige Planungssicherheit. Während Sole-Wasser- und Wasser-Wasser-Wärmepumpen durch ihre hohe Effizienz besonders punkten, hemmen die hohen regulatorischen Anforderungen gleichzeitig ihre Installation.

Empfehlung 6 für den heimischen Wärmemarkt: Überprüfung und anschließende Vereinheitlichung der erforderlichen Anforderungen über alle Bundesländer, um die bestehenden Hürden für den Einsatz effizienter Heiztechnologien abzubauen.

7 Sektorenkopplung vorantreiben und fördern

Die Vernetzung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr ist das Fundament, um den Anteil erneuerbarer Energien in allen Bereichen voranzutreiben und die schwankende Einspeisung von Strom aus Wind- und Solarenergie auszugleichen. Eine stärkere Kopplung, insbesondere von Strom- und Wärmesektor, muss dafür sorgen, dass verstärkt emissionsarme und strombasierte Heiztechnologien installiert werden: In Zeiten von hohem Stromangebot erzeugt die Wärmepumpe Wärme, während in Zeiten von geringem Stromangebot gespeicherte Wärme genutzt werden kann, zum Beispiel aus dem Wasserkreislauf des Heizsystems.

Dafür sind aber entsprechende wirtschaftliche Anreize wie moderne Stromtarife erforderlich. Die Verbreitung von Smart Metern ist eine wichtige Voraussetzung. Darauf aufbauend können Preissignale und damit entsprechende Anreize zur Nutzung von Strom in anderen Sektoren – auch dem Wärmebereich – für den Endkunden besser genutzt werden. Daneben kann der selbst erzeugte Strom, insbesondere aus Photovoltaikanlagen, zum Betrieb der Wärmepumpe genutzt werden. Dies schafft eine dezentrale Lösung zur Strom- und Wärmeerzeugung.

Empfehlung 7 für den heimischen Wärmemarkt: Ausbau der Sektorenkopplung sowohl durch den Netzausbau als auch durch die Förderung dezentraler Kombinationen zur Strom- und Wärmeerzeugung sowie die Entlohnung flexibler Verbraucher.

8 Wärmepumpe als Partner der Dämmung

Zur Verbesserung der Energieeffizienz im Rahmen der Klimaschutzstrategie des Bundes ist auch die Sanierung von Gebäuden ein zentraler Baustein. Dabei haben Investitionen in die Dämmung und Fensteraustausch gleich zwei Vorteile: Zum einen sorgen sie für nachhaltige Energieeinsparung durch die Reduktion des Wärmebedarfs von Gebäuden, zum anderen bieten Maßnahmen an der Gebäudehülle einen Anlass, die Heizung zu erneuern. Hohe Investitionskosten sowie Unsicherheit bezüglich der Entwicklung der Energiepreise und der regulatorischen Entwicklungen führen jedoch weiterhin zu einem Sanierungsstau in Deutschland. Zudem kann das Effizienzpotenzial der Wärmepumpe in gedämmten Gebäuden besonders gut genutzt werden, da die Reduzierung der Heizlast in der Regel eine Absenkung der notwendigen Vorlauftemperaturen im Heizverteilsystem ermöglicht.

Empfehlung 8 für den heimischen Wärmemarkt: stärkere Förderung kostenoptimiert geplanter Dämmmaßnahmen. Dies käme einem Sanierungsstau zuvor und würde den Einbau emissionsarmer Technologien begünstigen.

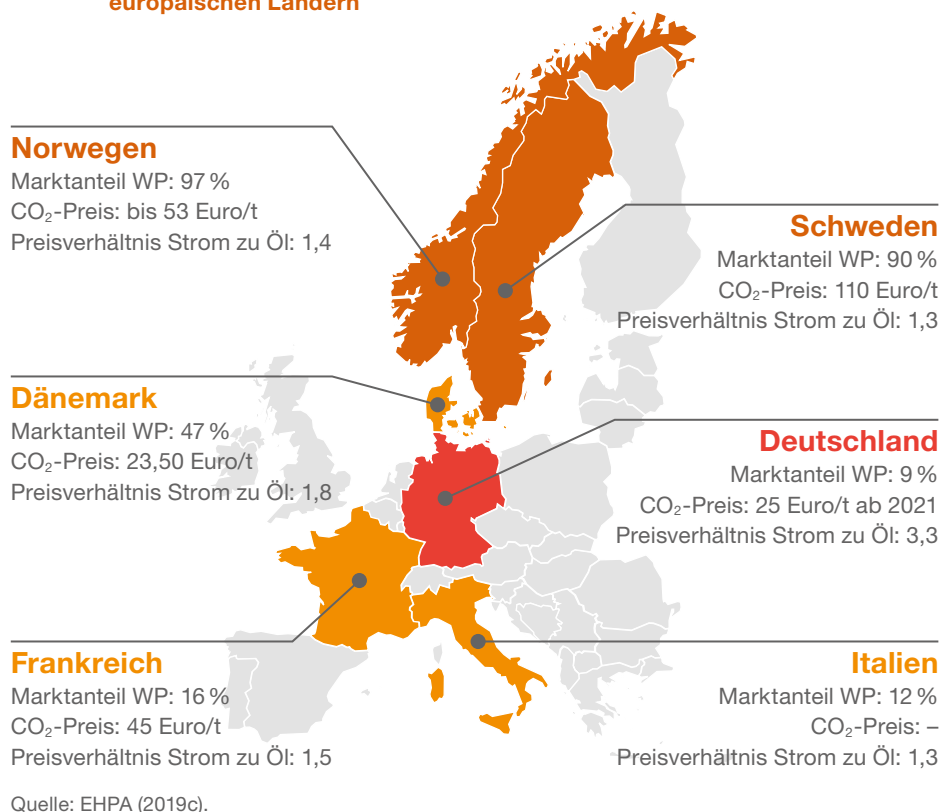
9 Rahmenbedingungen für den heimischen Markt voranbringen

Die zuvor aufgezeigte ungleiche steuerliche Belastung der verschiedenen Energieträger führt dazu, dass Deutschland im europäischen Vergleich zu den Ländern mit dem höchsten Gefälle zwischen Strom- und Heizölpreis gehört. Für die folgende Übersicht (Abbildung 33) wurden das Preisverhältnis zwischen Strom und Heizöl, die aktuellen CO₂-Preise sowie die Unterschiede der länderspezifischen Rahmenbedingungen im Hinblick auf den Heizungsmarkt untersucht und in den Kontext der jeweiligen Wärmepumpen-Marktanteile gestellt.

Es zeigt sich eine Korrelation zwischen dem Energiepreisverhältnis und dem Ausschöpfen des Potenzials von Wärmepumpen: Ein niedriges Energiepreisverhältnis von Strom versus Heizöl und einen gleichzeitig starken Ausbau von Wärmepumpen gibt es insbesondere in den skandinavischen Ländern. Der Strompreis in Finnland, Norwegen und Schweden liegt jeweils knapp unter 20 ct/kWh.⁶⁴ Dies liegt zum einen an geografischen Besonderheiten, etwa der mangelnden Verfügbarkeit flächendeckender Gasanschlüsse oder Fernwärme. Zum anderen wurde die Entwicklung auch von politischen Maßnahmen und Marktanreizprogrammen getragen, die für eine hohe Wirtschaftlichkeit der Wärmepumpe für private Endkunden sorgen. Dänemark verzeichnet zwar hohe Strompreise, hat aber auch vergleichsweise hohe fossile Energieträgerpreise und sorgt mit den regulatorischen Bedingungen, etwa dem Verbot von Öl- und Gasheizungen, gleichzeitig für eine stärkere Verbreitung der Wärmepumpe.

Empfehlung 9 für den heimischen Wärmemarkt: Nutzung von Best-Practice-Ansätzen aus anderen Ländern, zum Beispiel von Marktanreizprogrammen, und anderen Branchen wie der Elektromobilität.

Abb. 33 Regulatorische Rahmenbedingungen der Wärmepumpe in ausgewählten europäischen Ländern



⁶⁴ Vgl. EHPA (2019c): Energy prices – electricity vs. oil.



G Der Ausbau des deutschen Wärmepumpenmarktes ist erforderlich für die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit einer Wachstumsbranche

Die Wärmepumpe ist eine ausgereifte, klimafreundliche Technologie, die sich in einem globalen Aufwärtstrend befindet. Maßgebliche Absatzmärkte befinden sich bisher vor allem im asiatischen und nordamerikanischen Raum. In Deutschland dominieren dagegen fossil betriebene Geräte den Absatzmarkt. Die aktuellen Rahmenbedingungen erschweren es der Heizungsindustrie, sich stärker auf den Wachstumsmarkt der Wärmepumpe auszurichten. In der Folge droht die deutsche Industrie hier den Anschluss im globalen Wettbewerb zu verpassen. Sie wird so die immer stärker wachsende Nachfrage auf dem Weltmarkt nach innovativen, nachhaltigen Wärmeerzeugern nicht bedienen können. Dieses Risiko, sowohl den globalen als auch den nationalen Heizungsmarkt zu verlieren, bedroht die gesamte deutsche Heizungsindustrie.

Um internationalen Wettbewerbern eine relevante, kundenorientierte und somit kostengünstige Produktpalette entgegensetzen zu können, müssen die inländischen Hersteller auf skalierbare Technik, Produktionsausbau und Automatisierung setzen – flankiert von geeigneten politischen Rahmenbedingungen. Ein strategischer Wärmepumpenfahrplan der Bundesregierung würde verlässliche Rahmenbedingungen schaffen, an denen sich die Hersteller orientieren und unter denen sie die Transformation von konventionellen, fossilen auf innovative, klimafreundliche Technologien umsetzen können.

Im Idealfall würde ein Wärmepumpenfahrplan kurz- und mittelfristig zunächst auf die bestehenden Einsatzmöglichkeiten in Deutschland abzielen. Mit weiteren Skalen- und Lerneffekten könnte der Weg für anspruchsvollere Anwendungsfälle geebnet werden: Gebäude, die nach 1978 gebaut wurden, sind für den Einsatz von Wärmepumpen zum Beispiel bereits geeignet. Hier könnte der Fahrplan ansetzen und 7 Millionen Wohngebäude anvisieren, auf die etwa 30 Millionen Tonnen CO₂e an THG-Emissionen entfallen. Bei älteren Gebäuden stehen aus klima- und energiepolitischen Gründen daneben zukünftig beträchtliche Sanierungen an, um die mehr als 11 Millionen Wohngebäude und die damit verbundenen mehr als 60 Millionen Tonnen CO₂e THG-Emissionen anzugehen. Modernisierungen senken den Energiebedarf und steigern den Wohnkomfort für die Bewohner. Sie erbringen zudem einen volks- und betriebswirtschaftlichen Nutzen, der vor dem Hintergrund der Corona-Krise einen besonderen Stellenwert hat.

Die Anstrengungen, um den deutschen Wärmepumpenausbau industrie-, energie- und klimapolitisch voranzubringen, helfen nicht nur der Heizungsindustrie, sondern auch dem durch kleinere Betriebe geprägten Fachhandwerk. Wärmepumpenpolitik ist damit zugleich Mittelstandspolitik und betrifft häufig Unternehmensstandorte und Wertschöpfung im ländlichen Raum. Auch leicht umsetzbare Maßnahmen, wie Informationskampagnen für potenzielle Kunden, Hersteller und Handwerker oder auch Best-Practice-Ansätze aus dem Ausland, können bereits erhebliche Wirkung zeigen. Wichtig ist, dass sich private und öffentliche Entscheider der innovativen Möglichkeiten im Wärme- und Gebäudebereich bewusst sind und überholte Lösungsmuster begrenzt werden.

Die mit dem Klimaschutzprogramm 2030 begonnene Umgestaltung der deutschen Energiepreise könnte in diesem Sinne noch konsequenter auf die Verursachung von Emissionen der verschiedenen Energieträger und auf eine deutliche Entlastung des Strompreises ausgerichtet werden. Damit würde die Politik eine klare und planbare Ausrichtung der Heizungsindustrie auf Wärmepumpen unterstützen. Zudem könnten ambitioniertere Anforderungen an Energieeffizienz und den Einsatz erneuerbarer Energien in Neubau und Bestand umgesetzt werden. Nach dem Vorbild der EEG-Förderung wäre außerdem eine flexible Förderung klimafreundlicher Heiztechnologien denkbar, die sich an einem bestimmten Ausbaupfad orientiert.

Quellenverzeichnis

Verwendetes Kürzel Quelle

ADAC (2019)	ADAC e. V. (abgerufen am 05.12.2019): Dieselfahrverbot: Alle Fragen und Antworten; www.adac.de/verkehr/abgas-diesel-fahrverbote/fahrverbote/dieselfahrverbot-faq/
AGEB (2019)	AG Energiebilanzen e. V. (2019): Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland
Agora (2018a)	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH; Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik; Consentec GmbH; Agora Energiewende (Hrsg.) (2018): Wert der Energieeffizienz in Zeiten der Sektorenkopplung
Agora (2018b)	Agora Energiewende, Agora Verkehrswende (2018): Die Kosten von unterlassenen Klimaschutz für den Bundeshaushalt – Die Klimaschutzverpflichtungen Deutschlands bei Verkehr, Gebäuden und Landwirtschaft nach der EU-Effort-Sharing-Entscheidung und der EU-Climate-Action-Verordnung
atmosfair (2019)	atmosfair gGmbH (abgerufen am 13.11.2019): CO-Fußabdruck meines Flugs berechnen; www.atmosfair.de/de/kompensieren/flug
BBSR (2016)	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (2016): Datenbasis zum Gebäudebestand – Zur Notwendigkeit eines besseren Informationsstandes über die Wohn- und Nichtwohngebäude in Deutschland
BCG/Prognos (2018)	The Boston Consulting Group; Prognos (2018): Klimapfade für Deutschland
BDEW (2017)	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (2017): Erdgas – Zahlen, Daten, Fakten
BDEW (2018a)	Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden Forschung und Anwendung GmbH; Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (Hrsg.) (2018): BDEW-Heizkostenvergleich Altbau 2017 – Ein Vergleich der Gesamtkosten verschiedener Systeme zur Heizung und Warmwasserbereitung in Altbauten
BDEW (2018b)	Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden Forschung und Anwendung GmbH; Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (Hrsg.) (2018): BDEW-Heizkostenvergleich Neubau 2016 – Ein Vergleich der Gesamtkosten verschiedener Systeme zur Heizung und Warmwasserbereitung im Neubau

BDEW (2019)	BDEW (2019): Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Deutschland
BDH (2019a)	Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie e. V. (abgerufen am 13.11.2019): 10-Jahres-Verlauf Absatz Wärmeerzeuger Deutschland; www.bdh-koeln.de/fileadmin/user_upload/Pressegrafiken/10-jahres%20verlauf%20absatz%20w%C3%A4rmeerzeuger.pdf
BDH (2019b)	Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie e. V. (abgerufen am 13.11.2019): Bestand Industrielle Wärmeversorgung; www.bdh-koeln.de/fileadmin/user_upload/Pressegrafiken/BDH_Bestand_2014.pdf
BDH (2019c)	Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie e. V. (abgerufen am 13.11.2019): Der Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie im Portrait; www.bdhkoeln.de/fileadmin/user_upload/Pressegrafiken/portraithaus-2019.pdf
BDH (2019d)	Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie e. V. (abgerufen am 13.11.2019): Effizienzstruktur Heizungsanlagenbestand 2018 (www.bdh-koeln.de/fileadmin/user_upload/Pressegrafiken/Effizienzstruktur_Heizungsanlagenbestand_2018_DE.pdf)
BDH (2019e)	Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie e. V. (abgerufen am 13.11.2019): Gesamtbestand zentrale Wärmeerzeuger 2018; www.bdh-koeln.de/fileadmin/user_upload/Pressegrafiken/Gesamtbestand_Waermeerzeuger_2018_DE.pdf
BDH (2019f)	Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie e. V. (abgerufen am 13.03.2020): Pressemitteilung „Heizungsindustrie zieht Jahresbilanz: Wärmewende? Fehlanzeige“; www.bdh-koeln.de/presse/pressemeldungen/artikel/heizungsindustrie-zieht-jahresbilanz-waermewende-fehlanzeige
BMU (2007)	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2007): Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung
BMU (2016)	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016): Klimaschutzplan 2050 – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung
BMWi (2010)	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung
BMWi (2019a)	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019): Entwurf des integrierten nationalen Energie- und Klimaplans

BMWi (2019b)	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019): Zahlen und Fakten – Energiedaten – Nationale und Internationale Entwicklung
BMWi (2019c)	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019): Zweiter Fortschrittsbericht zur Energiewende – Die Energie der Zukunft – Berichtsjahr 2017
BMWi (2019d)	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; Arbeitsgruppe Erneuerbare Energie – Statistik (2019): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland
BNetzA (2019)	Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen; Bundeskartellamt (2019): Monitoringbericht 2018
BSW Solar (2018)	BSW Solar (2018): Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche (Photovoltaik)
BWP (2019)	Bundesverband Wärmepumpe e. V. (2019): Positionspapier – Wärmewende im Zeichen der Sektorkopplung
BWP (2019b)	Bundesverband Wärmepumpe e. V. (2019): Gewerbeobjekte und Industrieanlagen mit Wärmepumpe – Überblick, Anregungen, Referenzobjekte
BWP (2020)	Bundesverband Wärmepumpe e. V. (abgerufen am 29.04.2020): Absatzentwicklung Wärmepumpen in Deutschland 2000–2018; www.waermepumpe.de/typo3temp/yag/06/46/Absatzentwicklung_Waermepumpen_2000-2018_64683_5c652e231f.jpg
dena (2018)	ewi Energy Research & Scenarios gGmbH; Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg.) (2018): dena-Leitstudie – Integrierte Energiewende
Destatis (2016)	Statistisches Bundesamt (2016): Bauen und Wohnen – Mikrozensus-Zusatzerhebung 2014 – Bestand und Struktur der Wohneinheiten – Wohnsituation der Haushalte
Destatis (2019a)	Statistisches Bundesamt (2019): Bauen und Wohnen – Baugenehmigungen/Baufertigstellungen u. a. nach Gebäudeart – Lange Reihen, z. T. ab 1960
Destatis (2019b)	Statistisches Bundesamt (2019): Bauen und Wohnen – Baugenehmigungen/Baufertigstellungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Neubau) nach Art der Beheizung und Art der verwendeten Heizenergie, Lange Reihen ab 1980
Destatis (2019c)	Statistisches Bundesamt (2019): Umweltnutzung und Wirtschaft – Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen – Teil 3: Anthropogene Luftemissionen

DG Haustechnik (2019)	Deutscher Großhandelsverband Haustechnik e. V. (abgerufen am 13.11.2019): 10 Fakten zum deutschen SHK-Großhandel; www.dg-haustechnik.de/files/web/10_fakten.pdf
EHPA (2017)	European Heat Pump Association AISBL (2017): European Heat Pump Market and Statistics – Report 2018
EHPA (2019a)	European Heat Pump Association AISBL (abgerufen am 13.11.2019): Heat pump sales overview; http://stats.ehpa.org/hp_sales/story_sales/
EHPA (2019b)	European Heat Pump Association AISBL (abgerufen am 13.12.2019): The heat pump stock of 11,8m units in 2018 contributed; http://stats.ehpa.org/hp_sales/country_cards/
EHPA (2019c)	European Heat Pump Association AISBL (abgerufen am 13.11.2019): Energy prices: electricity vs. gas; Price ratio across Europe; http://www.stats.ehpa.org/hp_sales/story_prices/
EHPA (2019d)	European Heat Pump Association AISBL (abgerufen am 13.12.2019): The European heat pump market has achieved double-digit growth for the fourth year in a row; www.ehpa.org/market-data/
EUA (2019)	Europäische Umweltagentur (abgerufen am 13.11.2019): Daten auf dem European Environment Information and Observation Network (EIONET)
Eurostat (2019)	Statistisches Amt der Europäischen Union (abgerufen am 13.11.2019): Population on 1 January by age and sex; https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=demo_pjan&lang=en
FENES (2015)	Sterner, M.; Thema, M.; Eckert, F.; Lenck, T.; Götz, P. (2015): Bedeutung und Notwendigkeit von Windgas für die Energiewende in Deutschland, Forschungsstelle Energienetze und Energiespeicher (FENES) OTH Regensburg, Energy Brainpool, Studie im Auftrag von Greenpeace Energy, Regensburg/Hamburg/Berlin
Fraunhofer ISE (2018)	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (2018): BWP Branchenstudie – Marktanalyse – Szenarien – Handlungsempfehlungen
Fraunhofer ISE (2019a)	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (abgerufen am 13.11.2019): Energy Charts – Kohlendioxidemissionen (CO ₂) von Braunkohlekraftwerken in Deutschland in 2017; www.energy-charts.de/emissions_de.htm?source=lignite&view=absolute&emission=co2&year=2017
Fraunhofer ISE (2019b)	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (abgerufen am 05.12.2019): WP smart im Bestand – Demo 78; https://wp-monitoring.ise.fraunhofer.de/monitoring/wpsmart/demo/78/

Fraunhofer ISE (2019c)	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (abgerufen am 05.12.2019): WP smart im Bestand – Demo 63; https://wp-monitoring.ise.fraunhofer.de/monitoring/wpsmart/demo/63/
Fraunhofer ISI (2019)	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (2019): Erstellung von Anwendungsbilanzen für die Jahre 2013 bis 2017
Global Market Insights (2018a)	Global Market Insights (2018): Water Source Heat Pump Market Size, Industry Analysis Report
Global Market Insights (2018b)	Global Market Insights (2018): Air Source Heat Pump Market Size By Product
GWS (2018)	Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH (2018): Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern – Bericht zur aktualisierten Abschätzung der Bruttobeschäftigung 2016 in den Bundesländern
HBS (2016)	Hans-Böckler-Stiftung (2016): Branchenanalyse Heizungsindustrie
IEA (2019a)	International Energy Agency (abgerufen am 13.12.2019): Heat pumps – Tracking Clean Energy Progress; www.iea.org/reports/tracking-buildings/heat-pumps
IEA (2019b)	International Energy Agency (abgerufen am 13.03.2020): Renewables 2018 – Analysis and forecasts to 2023; www.iea.org/reports/renewables-2018
ifeu/DLR (2010)	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH; Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (2010): Prozesswärme im Marktanreizprogramm
IINAS (2019)	Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien GmbH (2019): Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch und THG-Emissionen des deutschen Strommix im Jahr 2018 sowie Ausblicke auf 2020 bis 2050
Interdomo (2020)	Interdomo GmbH (abgerufen am 06.05.2020): Öl-Niedertemperaturkessel – Problemlöser mit Zukunft oder Technik von Gestern?; www.interdomo.de/oel-niedertemperaturkessel/
IWO (2019)	Institut für Wärme und Oeltechnik e. V. (abgerufen am 13.11.2019): So setzt sich der Heizölpreis zusammen; www.zukunftsheizen.de/heizoel/zusammensetzung-heizoelpreis.html
IWU (2015)	Institut Wohnung und Umwelt GmbH (2015): Deutsche Wohngebäudetypologie – Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden; zweite, erweiterte Auflage
Markets and Markets (2018)	Markets and Markets (2018): Heat Pump Market – Global Forecast to 2023

Öko-Institut (2017)	Öko-Institut e. V. (2017): Sektorale Abgrenzung der deutschen Treibhausgasemissionen mit einem Schwerpunkt auf den verbrennungsbedingten CO ₂ -Emissionen
REN21 (2019)	REN21 (abgerufen am 13.03.2020): Renewables 2019 – Global Status Report; www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf
Singal/Stede (2019)	Singal, Puja/Stede, Jan (2019): Wärmemonitor 2018: Steigender Heizenergiebedarf, Sanierungsrate sollte höher sein, in: DIW Wochenbericht 36/2019
Tagesschau (2020)	Tagesschau (abgerufen am 13.03.2020): Klimapaket spart nicht genug CO ₂ ein; www.tagesschau.de/inland/klimapaket-123.html
UBA (2019a)	Umweltbundesamt (2019): Kohlendioxid-Emissionsfaktoren für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990–2017
UBA (2019b)	Umweltbundesamt (2019): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990–2017; Endstand zur Berichterstattung 2019
UBA (2019c)	Umweltbundesamt (abgerufen am 13.11.2019): Primärenergieimporte und Versorgungssicherheit; www.umweltbundesamt.de/daten/energie/primaerenergiegewinnung-importe
UBA (2019d)	UBA (abgerufen am 13.03.2020): Mittlere Tagesmitteltemperatur im Frühling in Deutschland 1881 bis 2018; www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/3_abb_jaehrl-mittlere-tmt-d_2019-08-13.pdf
UBA (2020)	Umweltbundesamt (abgerufen am 06.05.2020): Heizgeräte – Informationen für Verbraucherinnen und Verbraucher; www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/energieverbrauchskennzeichnung/heizgeraete#informationen-fur-verbraucherinnen-und-verbraucher
VW (2019)	Volkswagen AG (abgerufen am 13.11.2019): Landingpage für die Modelle e-Golf und Golf
ZVEI (2019)	ZVEI (abgerufen am 13.03.2020): Elektro-Hausgeräte: Wachstum bei Kleingeräten, leichter Rückgang bei Großgeräten in 2018; www.zvei.org/verband/fachverbaende/fachverband-elektro-haushalt-grossgeraete/hausgeraete-markt-2018-wachstum-bei-kleingeraeten-leichter-rueckgang-bei-grossgeraeten/
ZVSHK (2019)	Zentralverband Sanitär Heizung Klima (abgerufen am 13.11.2019): ZVSHK – Daten & Fakten; www.zvshk.de/presse/medien-center/daten-fakten/

Ihr Ansprechpartner

Dr. Volker Breisig

Partner Energy & Utilities Consulting
Tel.: +49 211 981-4428
volker.breisig@pwc.com

Über uns

Unsere Mandanten stehen tagtäglich vor vielfältigen Aufgaben, möchten neue Ideen umsetzen und suchen Rat. Sie erwarten, dass wir sie ganzheitlich betreuen und praxisorientierte Lösungen mit größtmöglichem Nutzen entwickeln. Deshalb setzen wir für jeden Mandanten, ob Global Player, Familienunternehmen oder kommunaler Träger, unser gesamtes Potenzial ein: Erfahrung, Branchenkenntnis, Fachwissen, Qualitätsanspruch, Innovationskraft und die Ressourcen unseres Expertennetzwerks in 157 Ländern. Besonders wichtig ist uns die vertrauensvolle Zusammenarbeit mit unseren Mandanten, denn je besser wir sie kennen und verstehen, umso gezielter können wir sie unterstützen.

PwC. Fast 12.000 engagierte Menschen an 21 Standorten. 2,3 Mrd. Euro Gesamtleistung. Führende Wirtschaftsprüfungs- und Beratungsgesellschaft in Deutschland.

