



ANALYSE

Investitionen für ein Klimaneutrales Deutschland

Finanzbedarfe und Politikoptionen



Bitte zitieren als:

Agora Energiewende (2024): Investitionen für ein Klimaneutrales Deutschland. Finanzbedarfe und Politikoptionen.

Analyse

Investitionen für ein Klimaneutrales Deutschland. Finanzbedarfe und Politikoptionen.

Erstellt von

Agora Energiewende
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2 | 10178 Berlin
T +49 (0)30 700 14 35-000
www.agora-energiewende.de
info@agora-energiewende.de

Die Berechnung der Investitionsbedarfe wurden durchgeführt von:

Prognos AG | Goethestraße 85 | 10623 Berlin
Elias Althoff, Hans Dambeck, Dr. Andreas Kemmler, Purnima Kulkarni, Sven Kreidelmeyer, Saskia Lengning, Melina Lohmann, Sebastian Lübbers, Dr. Fabian Muralter, Dr. Alexander Piégsa, Nils Thamling, Minh Phuong Vu, Aurel Wunsch, Marco Wunsch, Inka Ziegenhagen

Öko-Institut e. V. | Borkumstraße 2 | 13189 Berlin

Wolf Kristian Görz, Konstantin Kreye, Dr. Klaus Hennenberg, Peter Kasten, Mirjam Pfeiffer, Margarethe Scheffler, Dennis Seibert, Kirsten Wiegmann

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH | Döppersberg 19 | 42103 Wuppertal

Dr. Georg Holtz, Dr. Sascha Samadi, Ylva Kloo, Süheyb Bilici, Mathieu Saurat, Annika Tönjes

Universität Kassel | Mönchebergstraße 19 | 34109 Kassel

Dr. Clemens Schneider, Prof. Dr. Stefan Lechtenböhrer

Prognos war federführend für die übergreifende Ausgestaltung der Szenarien, die inhaltliche Gesamtprojektleitung und die Berechnung der Investitionsbedarfe zuständig. Darüber hinaus verantwortete Prognos die Sektoren Gebäude und Energiewirtschaft und Teile der nichtenergieintensiven Industrie. Das Öko-Institut war zuständig für Verkehr, Landwirtschaft, Abfall und LULUCF. Das Wuppertal Institut bearbeitete gemeinsam mit der Universität Kassel den Sektor Industrie. Die Agora Think Tanks waren für die konkrete Ausgestaltung der Politikinstrumente und die Berechnung der öffentlichen Finanzbedarfe zuständig.

Autorinnen und Autoren

Niels Wauer | niels.wauer@agora-energiewende.de
Aylin Shawkat | aylin.shawkat@agora-industrie.de
Simon Müller | simon.mueller@agora-energiewende.de

Danksagung

Erst das Engagement vieler weiterer Kolleginnen und Kollegen hat diese Studie möglich gemacht. Für die tatkräftige Unterstützung bedanken möchten wir uns daher bei Joshua Grünberg, Roman Rudnik, Alexandra Steinhardt, Anja Werner (alle Agora Energiewende).

Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

der Übergang zur Klimaneutralität ist ein groß angelegtes Investitionsprojekt. Und so überrascht es nicht, dass die Frage nach der Mobilisierung der nötigen Investitionen die aktuelle politische Debatte stark prägt.

Wir haben dies zum Anlass genommen, im Rahmen unserer Neufassung des Szenarios „Klimaneutrales Deutschland – Von der Zielsetzung zur Umsetzung“ den nötigen Investitionsbedarf für die Klimaneutralität zu quantifizieren. Mit dieser Studie wollen wir einen vertieften Einblick in die Zahlen geben: Wann sind die Bedarfe am höchsten? Welche Sektoren und Technologien sind am relevantesten? Welche Anteile haben private bzw. staatliche Akteure in

den jeweiligen Bereichen? Und schließlich: Was für politische Handlungsoptionen gibt es, um diesen Investitionsbedarf auch decken zu können?

Die Analyse zeigt deutlich: Es kommt vor allem auf die kommenden zehn Jahre an. Die Herausforderungen sind groß – die Chancen aber ebenso. Hinter den Zahlen steht eine bessere Zukunft für Deutschland und damit Vorteile, die weit über den Klimaschutz hinausgehen. Denn die hier beschriebenen Investitionen leisten einen entscheidenden Beitrag, Deutschland zukunftsfest und wettbewerbsfähig aufzustellen.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre!

Simon Müller

Direktor Deutschland, Agora Energiewende

→ Ergebnisse auf einen Blick

- 1 **Um Deutschland wettbewerbsfähig und klimaneutral aufzustellen, braucht es in den nächsten zehn Jahren erhebliche Investitionen in Höhe von 11 Prozent der jährlichen Wirtschaftsleistung.** Der Großteil wird bis 2035 benötigt – zum Beispiel für den Erhalt und die Erneuerung von Stromsystem, Gebäuden, Industrieanlagen und Verkehrsmitteln. Den Höhepunkt erreicht der Investitionsbedarf 2030; in den Folgejahren sinkt er spürbar um gut 20 Prozent.
- 2 **Drei Viertel der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland wären ohnehin erforderlich und müssen von fossilen zu grünen Technologien und Infrastrukturen umgelenkt werden.** Denn auch ohne Klimaschutz muss der überwiegende Anteil der Kapitalgüter bis 2045 mindestens einmal erneuert werden. Hinzu kommen zusätzliche Klimaschutzinvestitionen in Höhe von drei Prozent des Bruttoinlandsproduktes. Um die Weichen für einen klimaneutralen Wirtschaftsstandort zu stellen, braucht es einen ausgewogenen Politikmix aus CO₂-Preisen, Marktregulierung, Förderung und Infrastrukturausbau.
- 3 **Rund 80 Prozent der benötigten Investitionen werden privat getätigt – vorausgesetzt die öffentliche Hand ermöglicht diese.** Um Investitionen von Privaten gezielt anzureizen, sind öffentliche Ausgaben in drei Bereichen notwendig: Erstens für öffentliche Infrastrukturen im Besitz von Bund, Ländern, Kommunen und öffentlichen Unternehmen. Zweitens, um im Übergang zur Klimaneutralität Wirtschaftlichkeitslücken privater Investitionen zu schließen. Und drittens, um übermäßige Kostenbelastungen von Bürgerinnen und Bürgern sowie Unternehmen zu vermeiden.
- 4 **Um Handlungsfähigkeit zu gewährleisten, sind eine Ausgabenpriorisierung, eine Anpassung der Finanzverfassung und zusätzliche staatliche Einnahmen erforderlich.** Dazu müssen die Finanzbeziehungen zwischen Bund, Ländern und Kommunen zukunftsfest ausgestaltet werden. Zudem ist eine Steuer- und Abgabenreform zentral, um Investitionen zu unterstützen und Staatseinnahmen langfristig abzusichern. Ergänzend zu strukturellen Anpassungen kann eine Teilreform der Schuldenregeln mit Blick auf die nächste Legislaturperiode eine wirksame Sofortmaßnahme bilden.

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis	5
Zusammenfassung	6
1 Investitionsbedarf für den Umbau des Kapitalstocks hin zur Klimaneutralität	10
1.2 Zeitliche Dynamik der Investitionsbedarfe	12
1.3 Sektorale Zusammenhänge	13
1.4 Öffentlicher Anteil an den Investitionen	15
1.5 Privater Anteil an den Investitionen	16
2 Handlungsempfehlungen: Weichen stellen für die Umsetzungen: Ein kohärenter Rahmen für die Finanzierung der Investitionen	18
2.1 Handlungsempfehlungen	18
2.2 Die sozial gerechte Finanzierung der Klimazielerreichung langfristig absichern	22
2.3 Einordnung der diskutierten Lösungsansätze	24
2.4 Eine kluge Neuaufstellung der Finanzierungsbasis	25
3 Die Investitionsbedarfe der Sektoren im Detail	28
3.1 Energiewirtschaft und -infrastruktur	28
3.2 Industrie	32
3.3 Gebäude	35
3.4 Verkehr	38
3.5 Investitionsbedarf zum klimaneutralen <i>Land-Use</i> -Sektor	42
Methodik	43

Abkürzungsverzeichnis

Begriff	Erläuterung
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BECCS	Bioenergy with Carbon Capture and Storage (Bioenergie mit CO ₂ -Abscheidung und -Speicherung)
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BIP	Bruttoinlandsprodukt
DACCS	Direct Air Carbon Capture and Storage (Direkte Kohlenstoffabscheidung aus der Luft und Speicherung)
DB	Deutsche Bahn
DRI(-Anlage)	Direktreduktion(sanlage); direkt reduziertes Eisen
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive (EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden)
ETS I	EU Emissions Trading System (Europäischer Emissionshandel für die Bereiche Energiewirtschaft, energieintensive Industrie, innereuropäischer Luftverkehr)
ETS II	EU Emissions Trading System for buildings and road transport (Europäisches Emissionshandelssystem für den Gebäude- und Transportsektor)
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GW/GWh	Gigawatt/Gigawattstunden
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KMU	Kleinstunternehmen, kleine und mittlere Unternehmen
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
LULUCF	Land Use, Land Use-Change and Forestry (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft)
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PHH	Private Haushalte
PV	Photovoltaik
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
VNB	Verteilnetzbetreiber
WPG	Gesetz zur Kommunalen Wärmeplanung

Zusammenfassung

Der Weg zum Klimaneutralen Deutschland erfordert erhebliche Investitionen

Im Rahmen der Agora-Studie *Klimaneutrales Deutschland – Von der Zielsetzung zur Umsetzung* (Agora Think Tanks 2024) wurde anhand einer sektorübergreifenden Szenariomodellierung erstmals auch eine detaillierte Berechnung der jeweiligen Investitionsbedarfe vorgelegt. Das Szenario zeigt, wie Deutschland sein Klimaziel bis 2030 – eine Emissionsminderung von 65 Prozent gegenüber 1990 – und Klimaneutralität 2045 erreichen kann und dabei gesamtgesellschaftlich geteilte Ziele sichert. Im Übergang zur Klimaneutralität fallen erhebliche Investitionen in den Erhalt und die Erneuerung von Stromsystem, Infrastruktur, Gebäuden, Industrieanlagen und Verkehrsmitteln an. Die vorliegende Studie bietet einen vertieften Einblick in die erforderlichen Investitionen und zeigt Politikoptionen auf, wie diese am besten mobilisiert werden können.

Die Umsetzung erfordert einen vorübergehenden Kraftakt

Wesentliche Weichen für den Übergang zur Klimaneutralität werden jetzt gestellt – der größte Teil der Investitionen fällt vor allem in den nächsten zehn Jahren an. Insbesondere im Energiesystem erfolgt die Umstellung zeitnah: der Wechsel von einem fossilen Stromsystem mit geringeren Investitions- und höheren Betriebskosten auf ein klimaneutrales Stromsystem mit höheren Investitions- und niedrigeren Betriebskosten ist die Voraussetzung dafür, damit die Umstellung der Nachfragesektoren erfolgen kann. Darüber hinaus erfordert die Elektrifizierung der Nachfragesektoren Verkehr, Industrie und Gebäude in erheblichem Umfang zusätzlichen Strom. Im Jahr 2030 ist der Höhepunkt jedoch erreicht, sodass die Investitionsbedarfe nach der Kraftanstrengung der nächsten Jahre wieder spürbar abnehmen.

Drei Viertel der Summe würden auch ohne den Übergang zur Klimaneutralität anfallen

Die gute Nachricht: bis 2045 muss der überwiegende Teil des Kapitalstocks ohnehin noch mindestens einmal ersetzt werden. Denn auch ohne Klimaschutz folgt der Kapitalstock in der Bundesrepublik Investitionszyklen, wenn etwa Investitionsgüter wegen Gebrauch oder Verschleiß erneuert werden müssen. Der daraus entstehende Finanzbedarf – bis 2045 durchschnittlich 11 Prozent der jährlichen Wirtschaftsleistung – muss also zu einem großen Teil – 8 Prozent – ohnehin bedient werden. Bei der Umstellung hin zu einer klimaneutralen Wirtschaft geht es bei diesen Investitionen also um eine Umlenkung von Ausgaben für fossile Technologien hin zu klimaneutralen Investitionen. Die zusätzlich anfallenden Klimaschutzinvestitionen belaufen sich auf rund 3 Prozent des Bruttoinlandsprodukts.

Ein ausgewogener Politikmix stellt die Weichen

Ein ausgewogener Politikmix aus Preisinstrumenten, Marktregulierung, Förderung und Infrastrukturausbau vermeidet fossile *Stranded Assets* und stellt die Weichen für einen klimaneutralen Wirtschaftsstandort. CO₂-Preise schaffen die marktwirtschaftlichen Bedingungen für den Übergang zur Klimaneutralität, indem sie klimafreundliche Technologien wettbewerbsfähiger machen und Innovationen anregen. Ergänzend stärken marktregulierende Maßnahmen die Nachfrage nach klimafreundlichen Technologien und regeln die Kostenverteilung, um Investitionssicherheit und Bezahlbarkeit zu gewährleisten. Fördermaßnahmen schließen wiederum Wirtschaftlichkeitslücken und entlasten einkommensarme Haushalte. Ein ausgewogenes Zusammenspiel aller Instrumente bleibt entscheidend, um Emissionen wirksam zu mindern und dabei sowohl zu hohe Belastungen einzelner Gruppen bzw. Unternehmen sowie Überregulierung und Innovationshemmnisse zu vermeiden und die Stärken der jeweiligen Ansätze zum Tragen zu bringen.

Der Großteil der Investitionen wird von Privaten getätigt

Rund 80 Prozent der Investitionen werden von privaten Akteuren getätigt – etwa Unternehmen der Energie- und Wohnungswirtschaft, Verkehrs- und Industrieunternehmen sowie durch Privathaushalte. Um die dafür erforderlichen Finanzmittel zu mobilisieren, ist ein erfolgreiches Matching zwischen den Unternehmen einerseits und Kapitalgebern wie Geschäftsbanken, Investitionsbanken und Investmentfonds andererseits, unabdingbar. Die restlichen 20 Prozent entfallen auf die öffentliche Hand. Bei den zusätzlichen Klimaschutzinvestitionen ist der Anteil der öffentlichen Hand mit einem Viertel allerdings höher. Denn gerade in den Bereichen, in denen der Anteil der Klimaschutzinvestitionen besonders hoch ist – Energie- und Verkehrsinfrastruktur – befinden sich viele Unternehmen im (Mehrheits-)Besitz von Bund, Ländern und Kommunen.

Die öffentliche Hand ermöglicht die klimaneutrale Modernisierung durch Ausgaben in drei Bereichen

Damit die erforderlichen Investitionen möglich werden, sind öffentliche Ausgaben in drei Bereichen notwendig:

1. Erstens für Investitionen in öffentliche Gebäude, Fahrzeuge oder Verkehrsinfrastrukturen. Hinzu kommen Investitionen der Unternehmen, die sich (teilweise) im Besitz der öffentlichen Hand befinden: zum Beispiel Verkehrsbetriebe, Energieversorger, Netzbetreiber;
2. Zweitens für die Flankierung von privaten Investitionen, um im Übergang zur Klimaneutralität Wirtschaftlichkeitslücken zu schließen;
3. Und schließlich für gezielte Ausgleichszahlungen, um übermäßige Kostenbelastungen von Bürgerinnen und Unternehmen zu vermeiden.

Die öffentlichen Investitionen lassen sich mit Blick auf die Verschuldungsregeln der öffentlichen Hand auch danach unterscheiden, ob sich eine Ausgabe erstens direkt selbst refinanziert, zweitens im

weiteren Sinne das Produktionspotential ausweitet oder drittens konsumtiv zu verbuchen ist.

Bis 2030 beläuft sich der öffentliche Förderbedarf auf durchschnittlich 58 Milliarden Euro pro Jahr. Anders als bei anderen Sektoren resultiert im Energiesektor der größte Kostenblock aus den bereits bestehenden Erzeugungsanlagen, die bis 2045 noch mit insgesamt 95 Milliarden Euro zu Buche schlagen. Alle neuen Anlagen, die ab 2025 zugebaut werden, erfordern in Summe bis 2045 lediglich 45 Milliarden Euro – bei einer dann um den Faktor fünf größeren Strommenge. Zudem zahlt ein Teil der Förderbedarfe auch direkt auf die öffentlichen Investitionsbedarfe ein – beispielsweise senken die Mittel in der Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BEW) den öffentlichen Investitionsbedarf für den Ausbau der Wärmenetze durch kommunale Energieversorger. Mit Blick auf die Ausstattung öffentlicher Haushalte ist es daher zentral, dass bereits in der kommenden Legislaturperiode die entsprechenden öffentlichen Förderbedarfe rechtssicher bereitgestellt werden können.

Zentrale Handlungsempfehlungen entlang von vier übergeordneten Leitplanken

Klar ist, dass die umfangreichen öffentlichen Aufgaben – auch über den Klimaschutz hinaus – eine angemessene und ausgewogene strukturelle Finanzierungsgrundlage auf allen föderalen Ebenen erfordern. Diese muss sowohl auf der Einnahmen- als auch auf der Ausgabenseite sicherstellen, dass die anstehenden Herausforderungen effizient und sozialverträglich bewältigt werden können. Neben einer politisch zu entscheidenden Priorisierung der bestehenden Ausgaben gehört dazu auch eine strukturelle Verbesserung der finanziellen Handlungsspielräume von Bund, Ländern und Kommunen.

Ein Zukunftspakt zwischen Bund, Ländern und Kommunen

Für den Erfolg eines neu justierten Finanzierungsrahmens ist es notwendig, die Finanzbeziehungen zwischen Bund, Ländern und Kommunen insgesamt

in den Blick zu nehmen und zukunftsfest auszugestalten. Die Überführung des Klimaschutzes in eine kommunale Pflichtaufgabe könnte in Verbindung mit einer ausreichenden Finanzierung die Modernisierung des kommunalen Kapitalstocks unterstützen. Damit die Kommunen diese neue Aufgabe aber auch erfolgreich umsetzen können, ist eine *gleichzeitige* Erhöhung der kommunalen Ressourcenausstattung unabdingbar. Die Einführung des Förderansatzes der Gemeinschaftsaufgabe könnte ein zentrales Element einer ausreichenden Finanzausstattung werden. Aber auch eine generelle Verbreiterung der kommunalen Einnahmehasis ist notwendig, um die Handlungsfähigkeit der Kommunen und damit Investitionen in die kommunale Infrastruktur und andere Bereiche der Daseinsvorsorge zu sichern.

Die Einnahmeseite des Staates in den Blick nehmen

Durch die Herstellung von Klimaneutralität brechen für den Staat auch Einnahmen weg, zum Beispiel durch den Wegfall von Steuern auf die Nutzung fossiler Energien. Daher stellt sich grundsätzlich die Frage, wie die Einnahmen des Staates zukunftsfest aufgestellt werden können. Hier besteht die Möglichkeit, Einnahmen zu schaffen, die zunächst Investitionen unterstützen und langfristig die Einnahmen des Staates sichern. So könnte eine europaweit erhobene Abgabe entsprechend dem Ressourcenverbrauch zunächst Märkte für klimafreundliche Primärprodukte wie Stahl und Kunststoffe unterstützen und dann langfristig entsprechend dem jeweiligen Ressourcenverbrauch fortbestehen.

Darüber hinaus können Anpassungen im Steuerrecht dazu beitragen, die finanziellen Spielräume für Zukunftsinvestitionen zu erweitern und langfristig zu sichern. Die Wertschöpfung, auf der unser Wohlstand basiert, wurde über Jahrzehnte maßgeblich durch die Nutzung fossiler Energieträger ermöglicht. Es ist daher folgerichtig und entspricht dem Verursacherprinzip, wenn diejenigen, die in besonderem Maße von diesem Wohlstand profitiert haben, einen

größeren Beitrag leisten, um die daraus resultierenden Schäden zu begrenzen und den Übergang in eine klimaneutrale Zukunft zu finanzieren.

Eine auf die neuen Realitäten angepasste Schuldenregel

Und schließlich erfordert die Größe der anstehenden Herausforderungen – auch über den Klimaschutz hinaus – eine auf die neuen geopolitischen und wirtschaftlichen Realitäten angepasste, fair austarierte Schuldenregel. Eine Weiterentwicklung der Schuldenregel muss sicherstellen, dass nicht nur produktive Investitionen, die sich zeitnah refinanzieren – wie zum Beispiel der Ausbau der Stromnetze – kreditfinanziert werden können, sondern auch Ausgaben, die zur Steigerung der volkswirtschaftlichen Produktivität beitragen, deren Erträge aber oft erst nach längerer Zeit anfallen; wie zum Beispiel Ausgaben im Bildungsbereich. Zuletzt sind in der Übergangsphase zur Klimaneutralität auch besondere Ausgaben zur Mobilisierung privater Investitionen durch das Schließen von Wirtschaftlichkeitslücken und gezielte Ausgleichszahlungen an die Bürgerinnen und Bürger zur Vermeidung übermäßiger Kostenbelastungen notwendig, die aus staatlicher Sicht aber eindeutig konsumtiver Natur sind. Ein nachhaltiger Lösungsansatz muss auch diese Ausgaben angemessen berücksichtigen und ggf. priorisieren.

Um eine dynamische Anpassung der Staatsausgaben zu ermöglichen, sollten bei einer Reform der im Grundgesetz verankerten Schuldenregeln nur die wesentlichen Aspekte festgelegt werden. Eine feste Summe für den Zeitraum bis 2045 würde beispielsweise den tatsächlichen Finanzbedarf, der sich durch technologische Innovationen, politische Entwicklungen oder unvorhergesehene Ereignisse ändern kann, nur unzureichend abbilden. Eine strukturelle Reform der Finanzverfassung sollte sich auf die wesentlichen Aspekte beschränken. Unter Einbeziehung eines beratenden Gremiums könnten, empirisch evaluiert, regelmäßige Nachjustierungen des Finanzierungsmechanismus ermöglicht und

damit die notwendige Balance zwischen Planungssicherheit und Anpassungsfähigkeit gewährleistet werden. Weitere Regelungen könnten durch den Verweis in ein einfaches Gesetz delegiert werden.

Handlungssicherheit im Übergang ermöglichen

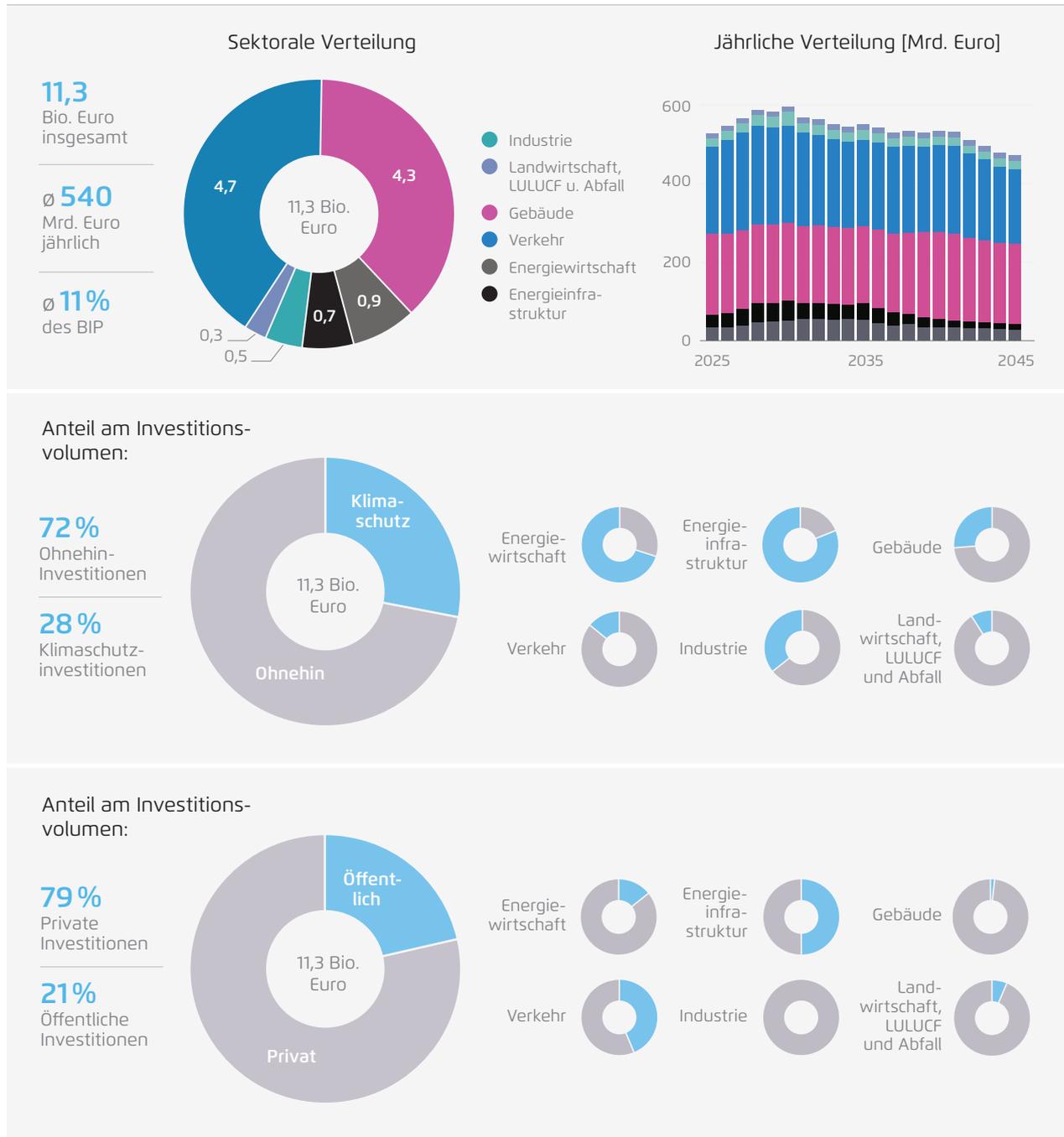
Um die Handlungsfähigkeit in der Übergangsphase der Neuausrichtung sicherzustellen, sind weitere Maßnahmen erforderlich. Denn eine verzögerte

oder unzureichende Finanzierungsgrundlage könnte erhebliche volkswirtschaftliche Schäden verursachen und die Kosten der Klimaneutralität deutlich erhöhen, da mit jedem verlorenen Jahr bis zum Zieljahr 2045 der Handlungsspielraum enger wird. Neben strukturellen Lösungen bedarf es daher auch Sofortmaßnahmen zur Sicherung der Handlungsfähigkeit mit Blick auf die kommende Legislaturperiode.

1 Investitionsbedarf für den Umbau des Kapitalstocks hin zur Klimaneutralität

Auf einen Blick: Gesamt- und Klimaschutzinvestitionen bis 2045

→ Abb. 1



Agora Energiewende, Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut und Universität Kassel (2024)

1.1 Gesamtinvestitionen und Klimaschutzinvestitionen

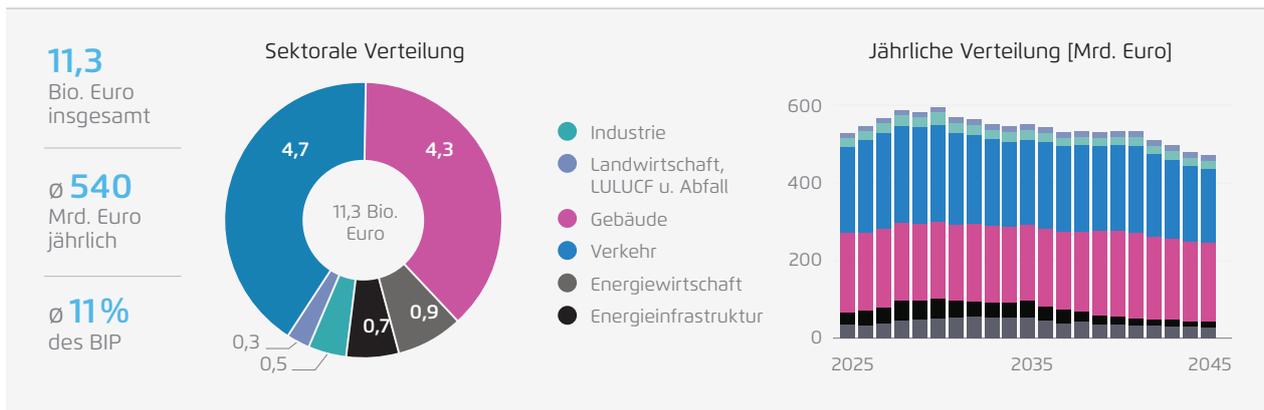
Im Jahresschnitt belaufen sich die Investitionen auf 540 Milliarden Euro. Der Anteil der Investitionen an der Wirtschaftsleistung steigt von acht auf durchschnittlich elf Prozent.

Um die Klimaziele zu erreichen, muss der Kapitalstock der deutschen Wirtschaft schrittweise modernisiert und auf Klimaneutralität umgestellt werden. Dazu sind Investitionen in ein leistungsfähiges Stromsystem und den Erhalt und die Erneuerung von Gebäuden, Industrieanlagen und Verkehrsmitteln notwendig.

Die Gesamtinvestitionen, die dafür bis 2045 anfallen, belaufen sich insgesamt auf 11,3 Billionen Euro. Dies entspricht im Jahresdurchschnitt 540 Milliarden Euro beziehungsweise elf Prozent der Wirtschaftsleistung Deutschlands (Abbildung 2). Im Schnitt der letzten zehn Jahre machten die im Szenario betrachteten Gesamtinvestitionen rund acht Prozent der jährlichen Wirtschaftsleistung Deutschlands aus. Daraus ergibt sich ein Anstieg der Investitionstätigkeit von drei Prozent des Bruttoinlandsprodukts (BIP) – eine volkswirtschaftlich leistbare Kraftanstrengung.

Gesamtinvestitionen bis 2045

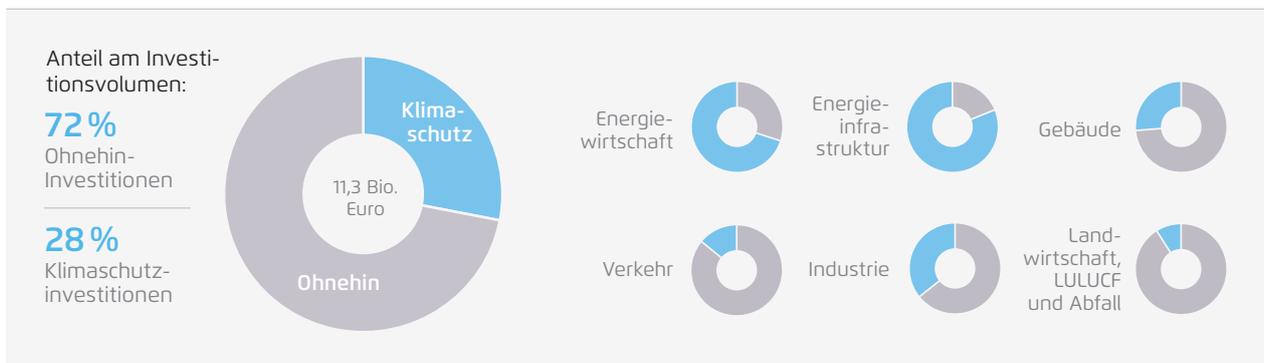
→ Abb. 2



Agora Energiewende, Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut und Universität Kassel (2024)

Anteil der Klimaschutz- und Ohnehin-Investitionen an den Gesamtinvestitionen

→ Abb. 3



Agora Energiewende, Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut und Universität Kassel (2024)

Drei Viertel der Investitionen wären ohnehin erforderlich. Hauptaufgabe ist daher: Umlenken – weg von fossilen und hin zu klimaneutralen Technologien.

Die Gesamtinvestitionen lassen sich in **zwei Gruppen** unterteilen (Abbildung 3):

- **Rund drei Viertel der Summe würde auch ohne den Übergang zur Klimaneutralität anfallen (sogenannte Ohnehin-Investitionen):** Auch ohne Klimaschutz folgt der Kapitalstock in der Bundesrepublik Investitionszyklen, wenn beispielsweise Investitionsgüter infolge von Gebrauch oder Verschleiß erneuert werden müssen. Der daraus entstehende Finanzbedarf muss also ohnehin bedient werden. In der Umstellung hin zu einer klimaneutralen Wirtschaft geht es bei diesen Investitionen also um eine Umlenkung von Ausgaben für fossile Technologien hin zu klimaneutralen Investitionen. Im Zeitraum von 2025 bis 2045 betragen die Ohnehin-Investitionen jährlich 393 Milliarden Euro beziehungsweise rund acht Prozent des BIP.
- **Ein Viertel der Gesamtinvestitionen entfällt auf sogenannte Klimaschutzinvestitionen.** Das sind Mehrausgaben für die Anschaffung klimaneutraler

Technologien im Vergleich zu fossilen Referenztechnologien – zum Beispiel der höhere Preis einer Wärmepumpe im Vergleich zu einer Gasheizung. Die höheren Investitionen bedeuten jedoch nicht immer Mehrkosten über den gesamten Lebenszyklus hinweg. So sind zum Beispiel viele Elektroautos trotz aktuell höherer Anschaffungskosten aufgrund der geringeren Betriebskosten über die gesamte Lebenszeit bereits heute günstiger als Benzin- und Dieselfahrzeuge. Im Zeitraum von 2025 bis 2045 betragen die Klimaschutzinvestitionen über alle betrachteten Sektoren hinweg jährlich durchschnittlich 147 Milliarden Euro beziehungsweise drei Prozent des BIP.

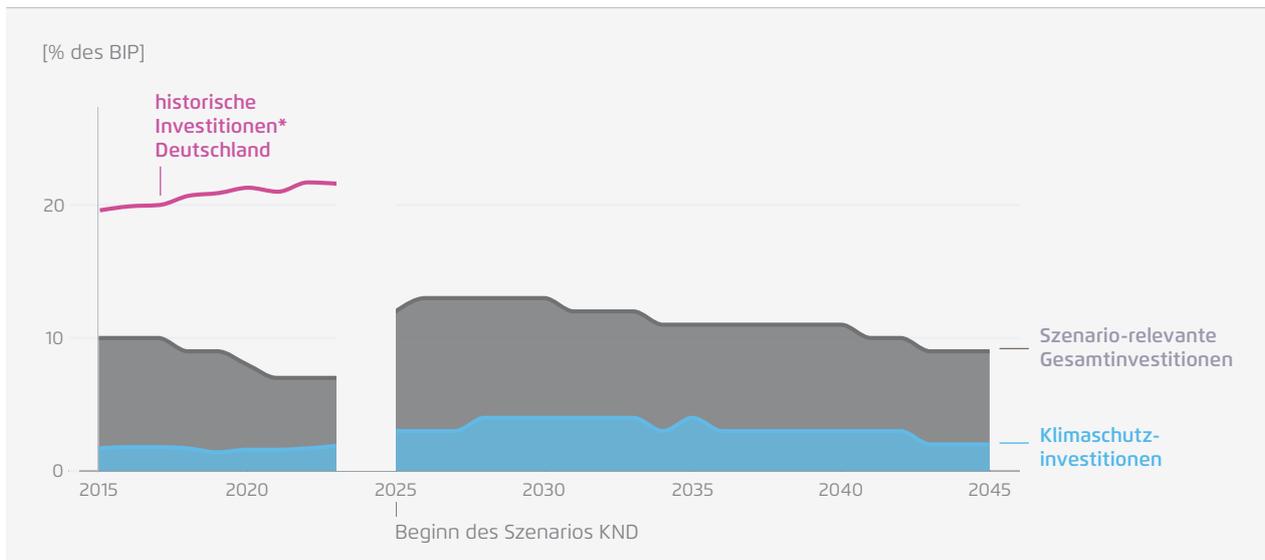
1.2 Zeitliche Dynamik der Investitionsbedarfe

Der überwiegende Teil der Investitionen wird in den nächsten 10 bis 15 Jahren anfallen – bis 2030 steigt der Anteil der Gesamtinvestitionen am BIP vorübergehend auf rund 13 Prozent.

Der größte Teil des Investitionsberges fällt vor allem in den nächsten zehn Jahren an. Mehr als die Hälfte

Die im Szenario betrachteten Investitionen im Verhältnis zur historischen Investitionstätigkeit Deutschlands

→ Abb. 4



Agora Energiewende, Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut und Universität Kassel (2024). *gemessen an den Bruttoanlageinvestitionen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR)

der notwendigen Investitionen werden bis 2035 getätigt. Im Zuge des Umbaus und der Modernisierung des Kapitalstocks steigt der Anteil der Gesamtinvestitionen am BIP bis 2030 vorübergehend auf rund 13 Prozent. Die Investitionstätigkeit erreicht in diesem Jahr mit rund 596 Milliarden Euro ihren Höhepunkt und ist danach rückläufig.

Die vorübergehende Ausweitung der Investitionen ist eine volkswirtschaftlich leistbare Kraftanstrengung. Mittelfristig geht die Investitionstätigkeit wieder auf das Ausgangsniveau zurück. Im Durchschnitt der letzten zehn Jahre lag die Investitionstätigkeit in Deutschland, gemessen an den Bruttoanlageinvestitionen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR), bei rund 20 Prozent des Bruttoinlandsprodukts (Abbildung 4). Im Szenario wird jedoch nur ein Teil davon betrachtet: Die Gesamtinvestitionen in klimapolitisch relevante Sektoren und Investitionsgüter machten in der Vergangenheit rund 40 Prozent der Bruttoanlageinvestitionen aus (Prognos 2024). Der Anteil der im Szenario betrachteten Gesamtinvestitionen am Bruttoinlandsprodukt lag daher im Jahresdurchschnitt der letzten zehn Jahre bei rund acht Prozent. Nach dem zwischenzeitlichen Anstieg der Investitionstätigkeit geht der Anteil der Gesamtinvestitionen am BIP im Szenario wieder deutlich zurück und sinkt – nach 2040 – auf das Ausgangsniveau.

1.3 Sektorale Zusammenhänge

Die Modernisierung der Energiewirtschaft und der damit verbundenen Infrastruktur ist die Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung hin zur Klimaneutralität.

Die Modernisierung der Energiewirtschaft und der damit verbundenen Infrastrukturen ist die Voraussetzung dafür, dass auch die Nachfragesektoren Industrie, Gebäude und Verkehr klimaneutral werden können. Im Vergleich zu anderen Sektoren ist der Anteil der Klimaschutzinvestitionen in der Energiewirtschaft hoch – bedingt durch die Umstellung von einem fossilen Stromsystem mit höheren Betriebskosten auf ein klimaneutrales Stromsystem

mit höheren Investitionskosten. Mehr als ein Drittel der Klimaschutzinvestitionen entfallen auf diese Sektoren – bei einem Anteil von nur 14 Prozent am Gesamtinvestitionsbedarf.

Der Großteil der Investitionen in ein klimaneutrales Energiesystem fällt in den nächsten 10 bis 15 Jahren an. Ab 2035 gehen die Investitionen in Erneuerbare Energien jedoch deutlich zurück. Der Ausbau der Stromnetze erfolgt insbesondere bis 2030 und ist ab 2040 nahezu abgeschlossen.

Die nachgelagerten Investitionsbereiche Verkehr, Industrie und Gebäude zeichnen sich durch eine hohe Konstanz bei der Investitionstätigkeit aus.

Die hohe Konstanz in diesen Bereichen liegt vor allem daran, dass es sich um Sektoren mit langen Investitionszyklen handelt und die Kapazitäten zur Erneuerung des Bestandes begrenzt sind. Auch im Industriesektor ist die notwendige Investitionstätigkeit konstant – mit Ausnahme der Stahlindustrie, die vor allem in den Jahren bis 2035 investiert.

Bis 2045 muss der überwiegende Teil des Kapitalstocks noch mindestens einmal ersetzt werden – Investitionen in fossile Technologien riskieren Stranded Assets. Um zukünftige Fehlinvestition in fossile Güter und eine Entwertung des Kapitalstockes zu vermeiden, ist vor diesem Hintergrund eine möglichst rasche klimaneutralitäts-kompatible Umstellung der Investitionen von zentraler Bedeutung. Investitionen in fossile Kapitalgüter riskieren *Stranded Assets*, die vor dem Ende ihres Lebenszyklus ausgemustert werden müssen.

Der Investitionsbedarf der Energiewirtschaft und -infrastruktur beeinflusst über die Strompreise die Wirtschaftlichkeit von Investitionen in den Erhalt und die klimaneutrale Erneuerung von Gebäuden, Industrieanlagen und Verkehrsmitteln.

Strom ist in den meisten Fällen die kostengünstigste und effizienteste Form, um die Nachfrage der Industrie, von Gebäuden und dem Verkehr klimaneutral zu

decken. Investitionen in die Energiewirtschaft und -infrastruktur beeinflussen daher über den Strompreis die Wirtschaftlichkeit von Investitionen in den Erhalt und die klimaneutrale Erneuerung von Gebäuden, Industrieanlagen und Verkehrsmitteln – schematisch dargestellt in Abbildung 5. Denn der Investitionsbedarf in ein leistungsfähiges Stromsystem wird grundsätzlich über den Beschaffungs- beziehungsweise Netzentgeltanteil im Strompreis refinanziert – Investitionen in das Stromsystem beeinflussen also die Höhe des Strompreises und sind damit entscheidend für die Wirtschaftlichkeit klimaneutraler Technologien in den Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie.

Gleichzeitig gibt es Rückkopplungsschleifen aus den Nachfragesektoren in das Stromsystem, die sich über die Strompreise kostensenkend auf das Gesamtsystem auswirken. Beispielsweise erhöht die Flexibilisierung von Verbrauchsanwendungen, die ihre Stromnachfrage am Erneuerbaren-Angebot

ausrichten können – wie zum Beispiel Industrieanwendungen, E-Autos, Heimspeicher oder Wärmepumpen – die Effizienz des Stromsystems. Vorhandene Netzressourcen werden effizienter genutzt, Lastspitzen geglättet und die Integration Erneuerbarer Energien erleichtert. Dies führt zu geringeren Investitionskosten in das Stromsystem und damit über niedrigere Strompreise zu geringeren Betriebskosten in den Nachfragesektoren.

Effizienzgewinne in einem Bereich wirken sich positiv auf das Gesamtsystem aus. Kostensenkende Effekte wirken sich nicht nur positiv auf das Stromsystem aus. Wenn zum Beispiel Lern- oder Skaleneffekte bei der Produktion von klimaneutralem Stahl oder Zement die Produktionskosten senken, senkt dies über den Kostenanteil des Stahls nicht nur die Investitionskosten für den Ausbau Erneuerbarer Energien im Stromsystem, sondern auch die Produktion von Konsumgütern in nachgelagerten Wertschöpfungsstufen, beispielsweise Elektroautos.

Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Investitionsbereichen

→ Abb. 5



Agora Energiewende (2024)

1.4 Öffentlicher Anteil an den Investitionen

Der Anteil der öffentlichen Hand an den Klimaschutzinvestitionen liegt bei etwa einem Viertel. Im Jahresdurchschnitt fallen 38 Milliarden Euro beziehungsweise 0,8 Prozent des BIP an.

Im Zeitraum bis 2045 belaufen sich die öffentlichen Gesamtinvestitionen im Jahresdurchschnitt auf 116 Mrd. Euro oder rund 2,4 Prozent des BIP. Für öffentliche Klimaschutzinvestitionen werden im Jahresdurchschnitt 38 Mrd. Euro oder 0,8 Prozent des BIP benötigt. Der Investitionsbedarf verteilt sich auf den öffentlichen Anteil am Fahrzeug- und Gebäudebestand, an den Erzeugungsanlagen und an der Infrastruktur.

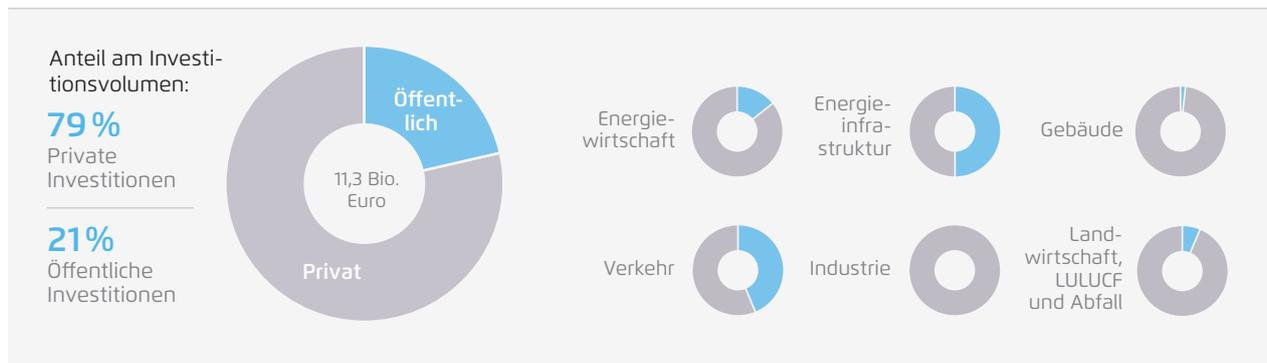
Während der Anteil der öffentlichen Hand an den Gesamtinvestitionen bei einem Fünftel liegt, entfällt rund ein Viertel der Klimaschutzinvestitionen auf den Staat. Denn gerade in den Bereichen, in denen der Anteil der Klimaschutzinvestitionen besonders hoch ist – der Energie- und Verkehrsinfrastruktur – befinden sich viele Unternehmen im (Mehrheits-) Besitz von Bund, Ländern und Kommunen (Abbildung 6). Für den Ausbau und Betrieb der Übertragungsnetze sind derzeit vier unabhängige Netzbetreiber zuständig, die als „regulierte Unternehmen“ einer teilweisen staatlichen Aufsicht unterliegen. Eigentümer dieser Netzbetreiber sind deutsche und ausländische Gebietskörperschaften sowie private

Investmentgesellschaften. Das Schienennetz hingegen wird auf Bundesebene von der Deutschen Bahn AG (DB) betrieben, die sich vollständig im Besitz des Bundes befindet. Die Finanzierung des Wasserstoffkernnetzes soll im Grundsatz vollständig privatwirtschaftlich erfolgen, erhält jedoch eine subsidiäre finanzielle Absicherung durch den Staat.

Der überwiegende Teil der relevanten Energieinfrastrukturen vor Ort liegt in kommunaler Verantwortung. Mit dem Ausbau und der Verdichtung der Stromverteilnetze zur Einspeisung b Photovoltaikanlagen, der Integration der E-Pkw-Ladeinfrastruktur sowie dem Hochlauf von Wärmepumpen, dem Aus- und Neubau von Wärmenetzinfrastrukturen und dem gleichzeitigen Ausstieg aus den Erdgasverteilnetzen kommen medienübergreifende Transformationsbedarfe auf die regionalen und kommunalen Energieversorgungsunternehmen zu. Der Aus- und Umbau der Energieinfrastruktur erfolgt im Auftrag der Kommunen durch kommunale Stadtwerke und regionale Energieversorger, die die notwendigen Investitionen in der Regel über ihre eigenen Bilanzen finanzieren müssen.

Kommunen stehen vor einer doppelten Aufgabe. Infolge jahrzehntelanger negativer Nettoinvestitionen stehen die Kommunen vor einem hohen Investitionsstau, der sich nach Hochrechnungen des KfW-Kommunalpanels allein im Jahr 2023 auf rund 186 Milliarden Euro aufsummiert (Raffer und Scheller 2024). Gleichzeitig fallen die hohen öffentlichen

Anteil der öffentlichen und privaten Investitionen an den Gesamtinvestitionen → Abb. 6



Agora Energiewende, Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut und Universität Kassel (2024)

Investitionen, die zur Erreichung der Klimaziele notwendig sind, bereits heute in den Zuständigkeitsbereich der Kommunen.

Die Investitionsentscheidungen der öffentlichen Hand spielen eine zentrale Rolle für die Erreichung der Klimaziele. Eine klimaverträgliche Energie- und Verkehrsinfrastruktur ist in vielen Bereichen Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung privater Klimainvestitionen.

Durch das Tätigen von öffentlichen Investitionen in Infrastruktur beeinflusst die öffentliche Hand erheblich die Bereitschaft zu privaten Investitionen, da bestimmte private Investitionen nur dann getätigt werden können, wenn die entsprechende öffentliche Infrastruktur vorhanden ist. Eine gut ausgebaute Energie- und Verkehrsinfrastruktur ist beispielsweise grundlegend für den Umstieg auf klimafreundliche Alternativen. Gleichzeitig geben klare Investitionsimpulse der öffentlichen Hand die nötige *Fiscal Forward Guidance* für privatwirtschaftliche Akteure über Richtung und Zielsetzung der Politik.

Empirische Studien zeigen, dass eine Ausweitung der öffentlichen Investitionen in Deutschland einen deutlichen Effekt auf die private Investitionstätigkeit hat (Matvejevs und Tkacevs 2023; Martinez Lopez 2006). Insofern wird auch von einer komplementären Beziehung zwischen öffentlicher Infrastruktur und privatem Kapital gesprochen (Schuster et al. 2024). Die Bereitstellung öffentlicher Infrastruktur entscheidet insgesamt darüber, inwieweit privates Kapital in einer Volkswirtschaft für die Transformation eingesetzt werden kann.

Durch die Auflösung des Investitionsstaus in der Infrastruktur leistet die öffentliche Hand einen positiven Beitrag zur gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. Der Modernitätsgrad des öffentlichen Kapitalstocks in Deutschland hat deutlich abgenommen und bremst das gesamtwirtschaftliche Wachstum. Das Jahreshgutachten 2024/25 des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung zeigt, dass der öffentliche Kapitalstock in Deutschland zwar

nominal gewachsen ist, sein Modernitätsgrad aber deutlich abgenommen hat – seit 2012 hat der öffentliche Kapitalstock kaum noch zum Wachstum des gesamtwirtschaftlichen Kapitalstocks beigetragen. Der Investitionsstau in der Infrastruktur dämpft die gesamtwirtschaftliche Produktivität, da eine unzureichende Infrastruktur höhere Kosten verursacht. In der Auflösung des Investitionsstaus hin zu einer modernen, klimaneutralen Energie- und Verkehrsinfrastruktur liegt aber auch eine Chance: Ineffizienzen können beseitigt und die Hebelwirkung der Infrastruktur auf das private Kapital freigesetzt werden.

1.5 Privater Anteil an den Investitionen

Der Großteil der Investitionen muss durch private Unternehmen und Haushalte getätigt werden.

Rund 80 Prozent der Gesamtinvestitionen müssen von verschiedenen privaten Akteuren getätigt werden, etwa Unternehmen der Energie- und Wohnungswirtschaft, Verkehrs- und Industrieunternehmen sowie durch Privathaushalte.

Hierunter fallen zum Beispiel Investitionen privater Verteilnetzbetreiber in den Netzausbau, Sanierungstätigkeiten von Wohnungsbaugesellschaften, die Umstellung des Anlagenparks eines Industrieunternehmens oder der Einbau einer Wärmepumpe in einem Privathaushalt.

Das für diese Investitionen benötigte Kapital wird auf unterschiedlichen Wegen mobilisiert. Privatwirtschaftliche Unternehmen finanzieren Investitionen in der Regel über zwei Hauptwege: Die Innen- oder Außenfinanzierung.

→ Die **Innenfinanzierung** beschreibt Finanzierungsformen, bei denen ein Unternehmen Investitionsmittel aus eigenen Quellen aufbringt, ohne Kapital von außen aufzunehmen. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) finanzieren in Deutschland rund die Hälfte ihres Investitionsvolumen aus **Eigenmitteln** – also zum Beispiel über einbehaltene Gewinne und Rückstellungen (Schwartz und Gerstenberger 2024). Wurden Gewinne in der

Vergangenheit tendenziell eher ausgeschüttet als thesauriert, sind Unternehmen finanziell weniger gut auf die hohen Investitionsanforderungen vorbereitet, die mit dem Umbau des Kapitalstocks zur Erreichung der Klimaneutralität verbunden sind.

→ Um eher großvolumige Investitionen zu realisieren, ist hingegen häufig der Zugang zu **externen Finanzierungsquellen (Außenfinanzierung)** von entscheidender Bedeutung: zum Beispiel über Bankkredite, alternative Finanzierungsinstrumente wie Anleihen oder durch die Aufnahme von zusätzlichem Eigenkapital, etwa durch Aktienemissionen oder Beteiligungen von Investoren.

Die Investitionsvolumina, die im Zuge der Erreichung der Klimaneutralität anfallen, übersteigen in den kommenden zwei Jahrzehnten den üblichen Investitionsrahmen von Unternehmen teils bei Weitem. Bei dieser Größenordnung ist die bisher übliche Innenfinanzierung der Investitionen nicht mehr zu realisieren. Unternehmen benötigen daher in erheblichem Umfang zusätzliches Eigen- und Fremdkapital. Bei der Mobilisierung dieser Mittel kommt der Finanzwirtschaft eine erhebliche Bedeutung zu.

Um nötige Finanzmittel zu mobilisieren ist ein erfolgreiches *Matching* zwischen Kapitalnehmenden: Unternehmen der Energie- und Wohnungswirtschaft sowie Industrie- und Verkehrsunternehmen einerseits, und Kapitalgebenden wie Geschäftsbanken, Investitionsbanken und Investmentfonds andererseits, unabdingbar. Dabei muss ein stabiles Verhältnis von Eigenkapital und Fremdkapital gesichert sein, die sogenannte Eigenkapitalquote, weswegen beide Finanzierungswege gleichermaßen gestärkt werden müssen. Die Ausstattung mit Eigenkapital der investierenden Unternehmen

ist dabei zentral, um Fremdkapital zu günstigen und marktgerechten Bedingungen zu bekommen.

Eine effiziente Verzahnung setzt voraus, dass die Akteure, die die Investitionen tätigen, strukturell in der Lage sind, sich Zugang zu externen Finanzierungsquellen zu verschaffen. Insbesondere kleine Energieunternehmen oder mittelständische Industrieunternehmen sind auf die Expertise und Erfahrung ihrer Finanzierungspartner vor Ort angewiesen und haben nur eingeschränkten Zugang zum Kapitalmarkt und weniger Erfahrung mit alternativen Finanzierungsinstrumenten.

Kompatibilität von Zeithorizont und Risiko-Renditezuschnitt der Investition muss gegeben sein. Eigenkapitalgeber erwarten eine Rendite für ihr Kapital – diese variiert je nach Risikoprofil des finanzierenden Akteurs und des spezifischen Investitionsvorhabens. Ein zu hohes Risiko oder eine zu geringe Rendite können Investitionsentscheidungen hemmen. Gleichzeitig sind die verschiedenen Investitionsgüter je nach Branche mit unterschiedlichen Zeithorizonten und technologischen bzw. Markt-Risiken verbunden, die sich auf das Risiko-Rendite-Profil bei der Investitions- und Finanzierungsentscheidung auswirken. Eine gezielte Kenntnis der Rendite-Risiko-Struktur von Investitionsvorhaben ist daher unabdingbar – auch um die Lücke zwischen dem wahrgenommenen und dem tatsächlichen Risiko zu schließen.

Zu beachten ist, dass die höheren Renditeerwartungen mancher Kapitalgeber im Konflikt mit der Bezahlbarkeit des Infrastrukturausbaus stehen können, da erhöhte Kapitalkosten sich nicht beliebig an die Endverbraucher weitergeben lassen.

2 Handlungsempfehlungen: Weichen stellen für die Umsetzungen: Ein kohärenter Rahmen für die Finanzierung der Investitionen

Die Ausrichtung des Kapitalstocks auf die Klimaneutralität erfordert eine vorübergehende Kraftanstrengung. In den kommenden Jahren werden wesentliche Weichen für den Übergang zur Klimaneutralität gestellt. Der größte Teil des Investitionsbedarfes fällt vor allem in den nächsten zehn Jahren an. Danach fallen die Investitionsbedarfe bis 2045 auf das Ausgangsniveau zurück.

Drei Viertel der Summe würden auch ohne den Übergang zur Klimaneutralität anfallen. Bis 2045 muss der überwiegende Teil des Kapitalstocks noch mindestens einmal ersetzt werden. Auch ohne Klimaschutz folgt der Kapitalstock in der Bundesrepublik Investitionszyklen, wenn etwa Investitionsgüter wegen Gebrauch oder Verschleiß erneuert werden müssen. Der daraus entstehende Finanzbedarf muss also ohnehin bedient werden. Bei der Umstellung hin zu einer klimaneutralen Wirtschaft geht es bei diesen Investitionen also um eine Umlenkung von Ausgaben für fossile Technologien hin zu klimaneutralen Investitionen.

Ein Umlenken der Investitionen in zukunftsorientierte Technologien und Infrastrukturen führt langfristig zu höherem Potenzialwachstum und hilft, Stagnationstendenzen der Wirtschaft zu überwinden. Eine kurzfristige Verlängerung des fossilen Geschäftsmodells durch Investitionen würde dem volkswirtschaftlichen Potenzial schaden: Investitionen in fossile Technologien riskieren *Stranded Assets*, deren Lebenszyklus nicht kompatibel mit den verfassungsrechtlichen Klimazielen ist. Ein auf Klimaneutralität ausgerichteter Kapitalstock bietet hingegen die notwendige Grundlage für zukunftsorientiertes Wachstum.

Neue Wachstumfelder erschließen – aus der Krise der konventionellen Geschäftsmodelle herausinvestieren. Die aktuelle Krise ist zuvorderst eine Krise der

konventionellen "Geschäftsmodelle". Neue geoökonomische und geopolitische Realitäten setzen das traditionelle Geschäftsmodell Deutschlands zunehmend unter Druck. Überkapazitäten und eine schwache Wirtschaft in China, zunehmende Handelsbeschränkungen und hohe fossile Energiepreise als Folge des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine erschweren es einer exportorientierten Wirtschaft in Deutschland ihre Produkte abzusetzen. Folglich geht die Nachfrage nach konventionellen, fossilen Produkten zurück. Daher gilt es, neue Wachstumfelder zu erschließen, vor allem im Bereich klimafreundlicher Zukunftstechnologien. Eine breit angelegte Investitionsoffensive schafft zusätzliche Lern- und Skaleneffekte klimaneutraler Technologien, die sich positiv auf deren Wettbewerbsfähigkeit auswirken. Ein Ausbleiben von Investitionen verursacht zusätzliche volkswirtschaftliche Kosten, da wertvolle Lerneffekte hinausgezögert werden. Die Kosten dieser Verzögerungen nehmen im Zeitverlauf stetig zu.

2.1 Handlungsempfehlungen

Klare Rahmenbedingungen für Investitionssicherheit schaffen

Damit die notwendigen Investitionen getätigt werden und der Kapitalstock effizient und sozial ausgewogen auf Klimaneutralität umgestellt wird, ist eine Kombination unterschiedlicher Politikinstrumente in einem Politikmix erforderlich.

Grundsätzlich stehen verschiedene Formen von Politikinstrumenten zur Verfügung. Eine ausgewogene Kombination dieser Instrumente reduziert negative Auswirkungen und bringt die Stärken der jeweiligen Ansätze zum Tragen:

Auf übergeordneter Ebene sind kohärente staatliches Rahmenbedingungen entscheidend, um starke

Signale für Dekarbonisierungspfade und -technologien zu setzen und eine Fehlallokation privaten Kapitals in fossile Investitionsgüter zu verhindern. Zentrale Instrumente hierfür sind die *Sicherstellung stabiler CO₂-Preispfade, gezielte ordnungsrechtliche Vorgaben, die Bereitstellung der notwendigen Infrastruktur sowie ein angemessener Förderrahmen.*

CO₂-Preise schaffen die marktwirtschaftlichen Bedingungen für die Transformation zur Klimaneutralität. Klimafreundliche Technologien gewinnen durch die Bepreisung von CO₂ an Wettbewerbsfähigkeit, gleichzeitig bieten CO₂-Preise einen dynamischen Anreiz für Innovation. Der *Cap-and-Trade*-Ansatz des europäischen Emissionshandels enthält außerdem ein klares Signal über die zeitliche Komponente der Transformation. Und schließlich können die Einnahmen aus der Bepreisung für die Entlastung von Bürgerinnen und Bürgern sowie die Förderung von Unternehmen genutzt werden. Der CO₂-Preis reicht jedoch allein nicht aus, um einen effektiven Investitionsrahmen zu schaffen.

Marktregulierende Maßnahmen können neue Märkte schaffen und so die Nachfrage nach klimafreundlichen Technologien stärken. Auch die Verteilung der Kosten kann über regulierende Maßnahmen gesetzlich geregelt werden, um Investitionssicherheit zu schaffen und Bezahlbarkeit zu gewährleisten. Marktregulierende Maßnahmen sollten vor allem dann eingesetzt werden, wenn die Kostendifferenz zu klimaneutralen Lösungen gering ist und klimaneutrale Technologien in der Breite verfügbar sind, aber andere Barrieren Investitionen erschweren. In Bereichen mit größeren Kostenlücken – wie im Gebäudesektor – ist eine Kombination mit Fördermaßnahmen unerlässlich. Ein zu starker Fokus auf solche Instrumente ist aber mit Nachteilen verbunden: Eine übermäßige Regulierung erhöht die gesetzliche Komplexität und eine zu kleinteilige Steuerung kann Innovationen hemmen.

Durch gezielte staatliche Ausgaben temporäre Wirtschaftlichkeitslücken schließen, soziale Härten abfedern und Wettbewerbsnachteile ausgleichen. Während sich ein Großteil der Investitionen von Unternehmen sowie Bürgerinnen und Bürgern selbst

refinanziert, bestehen im Übergang zur klimaneutralen Wirtschaft in vielen Fällen noch Wirtschaftlichkeitslücken zwischen klimaneutralen und konventionellen Prozessen. Durch gezielte Unterstützung können zusätzliche Kosten reduziert und Belastungen von Haushalten ausgeglichen werden, die aufgrund geringer Einkommen und Vermögen nicht oder kaum in der Lage sind, den Weg zur Klimaneutralität zu beschreiten. Durch Förderung können Investitionen ermöglicht und Wirtschaftlichkeitslücken geschlossen werden. Bis 2030 beläuft sich der öffentliche Förderbedarf auf durchschnittlich 58 Milliarden Euro pro Jahr (Agora Think Tanks 2024). Anders als bei anderen Sektoren resultiert im Energiesektor der größte Kostenblock aus den bereits bestehenden Erzeugungsanlagen, die bis 2045 noch mit insgesamt 95 Milliarden Euro zu Buche schlagen. Alle neuen Anlagen, die ab 2025 zugebaut werden, erfordern in Summe bis 2045 lediglich 45 Milliarden Euro – bei einer dann um den Faktor fünf größeren Strommenge.

Eine öffentliche Investitionsoffensive in den klimaneutralen Umbau des Wirtschaftsstandorts starten

Die öffentliche Hand muss selbst investiv tätig werden: Etwa ein Fünftel der Gesamtinvestitionen und ein Viertel der Klimaschutzinvestitionen entfällt auf die öffentliche Hand. Neben der emissionsmindernden Wirkung kommt öffentlichen Klimaschutzinvestitionen jedoch eine weitere wichtige Funktion zu: Öffentliche Investitionen in Infrastruktur weisen zu einem großen Teil einen Vorleistungscharakter auf und schaffen bessere Voraussetzungen für private Investitionen, beispielsweise Investitionen in Infrastruktur. Das gilt sowohl auf Bundesebene für die Übertragungsnetze, die sich zum Teil in öffentlicher Eigentümerschaft befinden, die Bundesschieneinfrastruktur als auch auf kommunaler und regionaler Ebene, wie etwa bei Verteil- oder Wärmenetzen oder dem ÖPNV.

Durch eine Ausweitung der Bundesbeteiligung an Energieinfrastrukturunternehmen können die notwendigen Finanzmittel kostengünstig mobilisiert werden. Die kreditfinanzierte Bereitstellung von

Beteiligungskapital ist als finanzielle Transaktion im Rahmen der Schuldenbremse möglich. Abgeführte Gewinne können zur Senkung der Netzentgelte verwendet werden, sodass die niedrigen Finanzierungskosten des Bundes gezielt für den Netzausbau genutzt werden (Kölschbach und Steitz 2024). Würde sich der Bund mit 50 Prozent an den Übertragungsnetzbetreibern beteiligen, wäre eine Senkung der Netzentgelte um 10 Prozent möglich.

Finanzielle Transaktionen sind jedoch nur dann möglich, wenn eine Investition ökonomisch darstellbar ist, das heißt, wenn sich die Investition durch unmittelbare zukünftige Einnahmen selbst refinanziert. Die Kreditfinanzierung von Infrastruktur stößt dort an ihre Grenzen, wo öffentliche Unternehmen nicht über ausreichende eigene Einnahmen zur Tilgung der Kredite verfügen. Während Unternehmen mit eigenen Einnahmen, wie z.B. die Übertragungsnetzbetreiber, diese zur Schuldentilgung verwenden können, ist der Bund bei Unternehmen ohne ausreichende Einnahmen, wie z.B. der Autobahn GmbH, auf Zuschüsse zur Schuldentilgung angewiesen (Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung 2024).

Kommunale Investitionskraft stärken

Angesichts der vielfältigen Finanzierungsaufgaben und -herausforderungen fallen Klimaschutzinvestitionen häufig in der Abwägung von Zielkonflikten hinter Pflichtaufgaben zurück. Kommunen sind Schlüsselakteure der Transformation zur Klimaneutralität durch ihre Verantwortung für die Daseinsvorsorge in den Bereichen Strom, Wärme, Wasser, Abfall, Verkehrsinfrastruktur und dem kommunalen Wohnungsbau. Gleichzeitig ist kommunaler Klimaschutz keine sogenannte *Pflichtaufgaben* der Kommunen, sondern konkurriert mit anderen *freiwilligen Aufgaben* um knappe personelle und finanzielle Ressourcen. Fördermittel von Bund und Ländern setzen zwar Impulse, insbesondere kleinere und finanzschwache Kommunen haben oft nicht die Kapazitäten, komplexe Förderprogramme zu beantragen und umzusetzen. Es fehlt daher ein systematischer vereinfachter Ansatz, um die klimaneutrale

Modernisierung des Kapitalstocks flächendeckend und langfristig in Kommunen zu verankern, zu finanzieren und umzusetzen.

In Verbindung mit einer ausreichenden Finanzierung, könnte die Überführung von Klimaschutz in eine kommunale Pflichtaufgabe die Modernisierung des Kapitalstocks vor Ort unterstützen. Durch ein Bundesgesetz mit Zustimmung der Länder im Bundesrat können die Länder verpflichtet werden ihren Kommunen Klimaschutz in eine Pflichtaufgabe zu übertragen – und die Priorisierung der Modernisierung hin zu einem klimaneutralen Kapitalstock entsprechend zu verankern. Es wäre dann Aufgabe der Länder, diese Aufgaben in Landesgesetzen umzusetzen bzw. bestehende Regelungen dem Bundesgesetz entsprechend anzupassen. Damit Kommunen diese neue Aufgabe aber auch erfolgreich umsetzen können, ist eine gleichzeitige Erhöhung der kommunalen Ressourcenausstattung zentral.

Die Einführung des Förderansatzes Gemeinschaftsaufgabe könnte zu einem zentralen Element einer ausreichenden Finanzausstattung werden. Weisen die Länder den Kommunen den Klimaschutz per Landesgesetz als Pflichtaufgabe zu, sind sie nach dem Konnexitätsprinzip auch für die Finanzierung verantwortlich. Allerdings sollte der Bund die Länder bei dieser Aufgabe finanziell nicht allein lassen. Nach Art. 91 a Abs. 1 GG kann sich der Bund im Rahmen der *Gemeinschaftsaufgabe* an der Erfüllung und Finanzierung von Landesaufgaben beteiligen, wenn dies *für die Gesamtheit bedeutsam und zur Verbesserung der Lebensverhältnisse erforderlich* ist. Die grundgesetzliche Verankerung einer neuen Gemeinschaftsaufgabe zur Finanzierung der im Zuge der Klimaneutralität notwendigen Modernisierungsmaßnahmen könnte helfen, Bundesmittel zielgerichteter einzusetzen, insbesondere wenn sie als Dach zur Überführung und Vereinfachung bestehender komplexer Förderprogramme dient.

Auch die Einnahmeseite der Kommunen muss in den Blick rücken. Schließlich könnte auch eine generelle Ausweitung der kommunalen Einnahmebasis, insbesondere bei den Gemeinschaftssteuern: zum Beispiel der Einkommen- und Umsatzsteuer, oder

die Veränderung des Verteilungsschlüssels zwischen Bund, Länder und Kommunen zu einer strukturellen Stärkung der Kommunen beitragen. Gleichzeitig können die Länder neben der konsistenten Verfolgung ihrer eigenen Konnexitätsregeln die Mittel im kommunalen Finanzausgleich stärken und vor allem über Schlüsselzuweisungen den Ausgleich zwischen stärkeren und schwächeren Kommunen fördern (Hesse et al. 2024). Eine strukturelle Stärkung der kommunalen Einnahmeseite, insbesondere über eine Anpassung der Steuerverteilung wird dabei jedoch nicht ohne eine stärkere finanzielle Beteiligung des Bundes möglich sein.

Die hier diskutierten Optionen werfen eine Reihe von grundsätzlichen Fragen zur finanziellen Lastenteilung im föderalen System der Bundesrepublik auf. Hier Lösungen zu finden ist komplex und grundsätzlich zeitaufwendig. Gleichzeitig erfordert die Größe der anstehenden öffentlichen Aufgaben – auch über den Klimaschutz hinaus – eine auf die neuen Realitäten angepasste, fair austarierete Finanzierungsbasis zwischen den unterschiedlichen föderalen Ebenen.

Privates Kapital mobilisieren: alle Finanzierungskanäle stärken

Um das hohe Investitionsvolumen der kommenden Jahre zu stemmen, müssen alle Finanzierungswege gestärkt werden. Der Großteil der Investitionen muss von privaten Akteuren getätigt werden. Um auch hier eine Investitionsoffensive zu ermöglichen, müssen zentrale Finanzierungshemmnisse adressiert werden. Der Staat hat über die Steuerpolitik, die staatliche Förderbank und durch Regulierung die Möglichkeit, Hemmnisse zu reduzieren.

Die Finanzierungskraft der Unternehmen kann über Investitionsprämien in klimaneutrale Technologien oder Infrastrukturen gestärkt werden. Um Investitionen privater Unternehmen in ausgewählte Technologien zu stimulieren, können Investitionsprämien in klimaneutrale Technologien bürokratiearme Anreize setzen. Beispielsweise könnte eine steuerliche Investitionsförderung, Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen in Höhe von 15 Prozent der begünstigten

Aufwendung bezuschussen. Die steuerliche Investitionsförderung gilt in Ergänzung zu bestehenden Projektförderung von Klimaschutzinvestitionen und sollte Unternehmen jeglicher Größe einfach zugänglich sein.

Innenfinanzierungskraft der Unternehmen durch Superabschreibungen stärken. Durch Superabschreibungen für klimaneutrale Investitionen kann die Steuerlast von Unternehmen gezielt geschmälert und Investitionsspielraum geschaffen werden. Im Vergleich zu einer breiten Steuersenkung für Unternehmen hat der Ansatz über Superabschreibungen eine gezielte Anreizwirkung für Investitionen.

Höhere Gewinnthesaurierung bei kommunalen Unternehmen. Kommunale Unternehmen wie etwa Stadtwerke schütten in der Mehrzahl ihre Gewinne aus und finanzieren kommunale Bereiche wie etwa Verkehr oder Bäder quer. Eine höhere Einbehaltung von Gewinnen kann den Investitionsspielraum von Stadtwerken deutlich verbessern. Voraussetzung ist allerdings, dass gleichzeitig die Finanzkraft der Kommunen gestärkt wird – damit Klimaschutz nicht gegen andere Bereiche der Daseinsvorsorge ausgespielt wird.

Zusätzliches Eigenkapital für Stadtwerke und Energieversorger mobilisieren. Investitionen in Energieinfrastruktur binden Kapital über viele Jahre. Diese Höhe und Stabilität der Eigenkapitalquote ist dabei entscheidend, um günstige Konditionen für die Fremdfinanzierung zu erhalten. Über einen staatlich koordinierten Eigenkapitalfonds für die Energiewende sollte eine effiziente Investitionsstruktur mit langer Laufzeit geschaffen werden, über die in die Transformation von Stadtwerken und Energieversorger investiert werden kann. Dieser Fonds kann mit passenden risikomindernden Instrumenten wie staatlichen Garantien oder Ausfallbürgschaften flankiert werden, um auf das Risiko-Rendite-Profil einzuwirken. Dabei gilt, dass die öffentliche Hand selbst zu besonders günstigen Konditionen Kapital bereitstellen kann – insbesondere im Bereich von Infrastrukturen kann diese Form der Eigenkapitalausstattung kostensenkend wirken (Kölschbach und Steitz 2024).

Die Schnittstelle zwischen Real- und Finanzwirtschaft auf die Transformation ausrichten. Um privates Kapital in die Transformation zu lenken, müssen entsprechende Informationen an der Schnittstelle zwischen Real- und Finanzwirtschaft offengelegt werden. Die EU-Taxonomie hat Definitionen festgelegt, welche Aktivitäten als nachhaltig gelten, gibt aber nur begrenzt Auskunft über den Transformationspfad von Unternehmen und dessen Kohärenz. Die Entwicklung und Harmonisierung der Transformationspläne für zentrale Sektoren in der Transformation kann sicherstellen, dass Kapitalflüsse in klimaneutrale Aktivitäten nicht durch eine Vielzahl unterschiedlicher Berichtsstandards gehemmt werden.

Sektorspezifische Lösungen gemeinsam mit der staatlichen Förderbank entwickeln. Neben den oben genannten generellen Rahmenbedingungen bedarf es auch sektorspezifischer Lösungen. Beispielsweise sollten zinsgünstige Kredite und Bürgschaften es den Privathaushalten ermöglichen, in klimaneutrale Wärme zu investieren. Auch neue Geschäftsmodelle, wie etwa *Contracting*-Lösungen oder *Leasing*-Modelle, können das Investitionsvolumen strecken und den Umstieg auf klimaneutrale Wärme- und Mobilitätslösungen ermöglichen. Durch die gezielte Versicherung von Risiken auf Projektebene – wie zum Beispiel beim Fündigkeitsrisiko bei tiefen Geothermiebohrungen – kann ebenfalls privates Kapital effektiv mobilisiert werden.

2.2 Die sozial gerechte Finanzierung der Klimazielerreichung langfristig absichern

Um den zeitlich begrenzten Mehrbedarf an Investitionen zu bewältigen, der mit der Erreichung von Klimaneutralität verbunden ist, sind öffentliche Finanzbedarfe in drei Bereichen notwendig:

→ zur Finanzierung von *öffentlichen Investitionen*, zum Beispiel in Energie- und Verkehrsinfrastruktur und zur Dekarbonisierung öffentlicher Gebäude und Fahrzeuge, sind zusätzliche Finanzbedarfe in Höhe von rund 38,5 Milliarden Euro pro

Jahr erforderlich. Hinzu kommen weitere Mittel, wenn eine Ausweitung der Beteiligung an Infrastrukturunternehmen erwogen wird.

→ zur *Mobilisierung privater Investitionen* durch das Schließen von Wirtschaftlichkeitslücken und *gezielte Ausgleichszahlungen* an Bürgerinnen und Bürger zur Vermeidung übermäßiger Kostenbelastungen sind bis 2030 jährlich rund 58 Milliarden Euro erforderlich. Bis 2045 fallen jährlich rund 54 Milliarden Euro an. Ein Teil davon zahlt jedoch auch direkt auf die öffentlichen Investitionsbedarfe ein – zum Beispiel senken die Mittel in der Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BEW) den öffentlichen Investitionsbedarf für den Ausbau der Wärmenetze durch kommunale Energieversorger.

Ein Teil der Investitionen kann über staatliche Beteiligungen an Infrastrukturunternehmen als finanzielle Transaktion im Rahmen der Schuldenbremse bereitgestellt werden. Finanzielle Transaktionen sind jedoch nur dann möglich, wenn eine Investition ökonomisch darstellbar ist, das heißt, wenn sich die Investition durch zukünftige Einnahmen – zum Beispiel Netzentgelte – selbst refinanziert. Die Umlagefinanzierung der Infrastruktur hat jedoch eine regressive Verteilungswirkung, da einkommensschwächere Haushalte in der Regel einen deutlich höheren Teil ihres verfügbaren Einkommens für Energiekosten ausgeben müssen. Umgekehrt hat eine Senkung der Netzentgelte beziehungsweise Strompreise aus dem allgemeinen Steueraufkommen den umgekehrten Effekt: durch die progressive Ausgestaltung des Steuersystems tragen hier stärkere Einkommen einen größeren Anteil.

Die Stärkung der CO₂-Bepreisung sorgt zwar für zusätzliche Einnahmen und einen geringeren Förderbedarf, macht aber gleichzeitig höhere Zahlungen zur Abfederung sozialer Härten notwendig. Hohe CO₂-Preise machen emissionsarme Technologien – zum Beispiel das Elektroauto – günstiger als ihre fossilen Alternativen und reduzieren damit den Förderbedarf des Bundes: Ein Elektroauto amortisiert sich über den Lebenszyklus schneller, wenn die fossilen Betriebskosten von Benzin- und Dieselfahrzeugen

teurer werden. Für Menschen mit ausreichenden finanziellen Mitteln ist dieser Anreiz wenig problematisch, da sie durch den Umstieg auf klimaneutrale Technologien in eine CO₂-freie Zukunft investieren können. Für Haushalte, die aufgrund ihres geringen Einkommens oder Vermögens auf ihr fossiles Auto angewiesen sind, kann die finanzielle Belastung ohne entsprechende Unterstützung jedoch immens werden und mittelbar auch ihre soziale Teilhabe beeinträchtigen. Im Gegenzug zu den geringeren Förderbedarfen für Menschen mit ausreichend finanziellen Mitteln steigen daher die notwendigen Ausgaben zur Unterstützung von Haushalten mit geringem Einkommen oder Vermögen.

Für die langfristige Wohlstandssicherung gilt es zudem, ein zweites fiskalisches Problem zu lösen: Durch die zunehmende Digitalisierung, den demografischen Wandel und die Transformation zur Klimaneutralität verändern sich die klassischen Einnahmequellen der Staatskasse. Zum Beispiel fällt die Mineralölsteuer weg, wenn kein Öl mehr verkauft wird. Mit fallenden Emissionen schwinden CO₂-Einnahmen. Und wenn mehr Wertschöpfung von weniger Menschen erwirtschaftet wird, wirkt sich das auch auf das Aufkommen der Einkommenssteuer aus. Diese Herausforderungen betreffen die gesamte Steuer- und Finanzpolitik – und erfordern Lösungsvorschläge, die auch die Einnahmenseite des Staates in den Blick nehmen.

Vor diesem Hintergrund braucht es also eine strukturelle Lösung, um die notwendigen Finanzbedarfe zu sichern. Neben einer politisch zu entscheidenden Priorisierung bestehender Ausgaben gehört zu einer solchen Lösung auch eine strukturelle Verbesserung der finanziellen Spielräume der öffentlichen Hand. Unabhängig von der genauen Ausgestaltung sind dabei folgende Kriterien zu berücksichtigen:

→ **Zeitnahe Lösung notwendig:** Bei den Investitionen, die zu einem großen Teil bis 2030 getätigt werden müssen, darf keine Zeit verloren gehen. Eine verzögerte oder unzureichende Finanzierungsgrundlage könnte erhebliche volkswirtschaftliche Schäden verursachen und die Kosten der

Klimaneutralität deutlich erhöhen, da mit jedem verlorenen Jahr bis zum Zieljahr 2045 der Handlungsspielraum enger wird und Fehlinvestitionen passieren könnten. Daher gilt es, auch auf dem Weg zu einer strukturellen Lösung, die einen längeren Vorlauf erfordert, die finanzielle Handlungsfähigkeit der öffentlichen Hand zu gewährleisten. Daher ist ein Lösungsansatz auf zwei Ebenen erforderlich: (I) eine strukturelle Lösung zur Sicherung der öffentlichen Finanzbedarfe, (II) eine Sofortmaßnahme zur Sicherung der Handlungsfähigkeit.

→ **Relevante Ausgabenarten abdecken:** Ein kluger Finanzierungsrahmen muss gewährleisten, dass nicht nur produktive Investitionen (im Sinne des Investitionsbegriffs der Finanzstatistik), sondern auch produktive Ausgaben, die zur Ausweitung der volkswirtschaftlichen Produktivität beitragen, deren Erträge aber oft erst nach langer Zeit anfallen, kreditfinanziert getätigt werden können. Hierzu gehören zum Beispiel Ausgaben im Bildungsbereich. Darüber hinaus sind in der Übergangsphase zur Klimaneutralität auch besondere Ausgaben zur Mobilisierung privater Investitionen durch das Schließen von Wirtschaftlichkeitslücken und gezielte Ausgleichszahlungen an Bürgerinnen und Bürger zur Vermeidung übermäßiger Kostenbelastungen notwendig, die aber aus staatlicher Sicht klar konsumtiver Natur sind. Ein Lösungsansatz muss auch diesen Ausgaben gerecht werden.

→ **Langfristige Planungssicherheit schaffen:** Um für Wirtschaft und Bürger einen geordneten Übergang zur Klimaneutralität zu gewährleisten, braucht es vor allem Planungssicherheit. Nur mit einer verlässlichen, mehrjährigen Finanzierung können wirtschaftliche Stabilität gewährleistet, Investitionen getätigt und Kapazitäten im Bau- und Fachkräftebereich nachhaltig aufgebaut werden. Fehlt eine verlässliche Finanzierung, hat dies negative Auswirkungen auf Wertschöpfung und Arbeitsplätze.

→ **Nachsteuerung ermöglichen:** Eine Finanzierungs- lösung erfordert ein gewisses Maß an Flexibilität. Eine feste Summe würde den tatsächlichen Finanzbedarf, der sich durch technologische Innovationen, politische Entwicklungen oder unvorhergesehene Ereignisse ändern kann, nur

unzureichend abbilden. Eine Reform der Finanzverfassung sollte die wesentlichen Aspekte festlegen. Unter Einbeziehung eines beratenden Gremiums könnte eine regelmäßige Nachjustierung des Finanzierungsmechanismus ermöglicht und damit die notwendige Balance zwischen Planungssicherheit und Anpassungsfähigkeit gewährleistet werden.

- **Ausgabenpriorisierung vornehmen:** Ein kluger Finanzrahmen sollte ein unbegrenztes Anwachsen der Verschuldung verhindern und den *present bias* – die Mitfinanzierung von Ausgaben, die eigentlich im regulären Haushalt vorgesehen sind – vermeiden. Konkrete Tilgungspläne für konsumtive Ausgaben und eine sozial gerechte Steuerreform können entscheidend dazu beitragen, die Kreditfinanzierung auf das notwendige Maß zu beschränken.
- **Die Finanzbeziehungen von Bund, Ländern und Kommunen zukunftsfest aufstellen:** Die im Grundgesetz verankerte Schuldenbremse begrenzt die Verschuldungsmöglichkeiten von Bund und Ländern. Die Kommunen, mit Ausnahme der Stadtstaaten, unterliegen dieser Regelung zwar nicht unmittelbar, die Vorgaben wirken sich aber mittelbar auf die Finanzmittel aus, die Bund und Länder den Kommunen für laufende und investive Zwecke zur Verfügung stellen können. Der Bund darf aber nur dann kommunale Aufgaben finanzieren, wenn er dafür auch die Verwaltungskompetenz hat (Konnexitätsprinzip). Ein wirksamer Finanzierungsmechanismus muss der föderalen Struktur Rechnung tragen und auf allen staatlichen Ebenen Handlungsspielräume für eine effiziente Bewältigung der Finanzierungsaufgaben schaffen. Letztlich erfordert eine wirklich nachhaltige Lösung, die Finanzbeziehungen zwischen Bund, Ländern und Kommunen insgesamt in den Blick zu nehmen und zukunftsfest aufzustellen. Gerade die zunehmend herausfordernde Lage der Kommunen erzeugt hier einen zunehmenden Handlungsdruck.

2.3 Einordnung der diskutierten Lösungsansätze

Eine einfachgesetzliche Reform der Schuldenbremse allein ist nicht geeignet, die angesichts der vielfältigen Aufgaben notwendigen Finanzmittel zu mobilisieren.

Bis 2030 wird der notwendige öffentliche Finanzbedarf über das Handlungsfeld der Dekarbonisierung hinaus auf knapp 800 Milliarden Euro geschätzt (Heilmann et al. 2024). Dadurch soll unter anderem auch in den Bereichen Bildung, Gesundheit, Digitalisierung und Verteidigung eine Zukunftsfähigkeit des Standorts sichergestellt werden. Einfachgesetzliche Reformvorschläge wie die Anpassung der Konjunkturkomponente, die den Spielraum für die Kreditaufnahme in konjunkturellen Schwächephasen erhöht, erlauben zwar zusätzliche Spielräume ohne eine verfassungsrechtliche Anpassung, sind jedoch nicht geeignet, um die zukünftigen Ausgaben strukturell zu decken.

Die verfassungsrechtlichen Reformoptionen der Schuldenbremse reichen von einer marginalen Erhöhung der Strukturkomponente, die eine Verschuldung in Höhe des strukturellen Defizits von 0,35 Prozent des BIP erlaubt, über die Ausnahme bestimmter zukunftsorientierte Ausgaben bis hin zur sogenannten *goldenen Regel*.

Die Schuldenbremse erlaubt derzeit ein strukturelles Defizit von bis zu 0,35 Prozent des BIP. Eine marginale Erhöhung dieser Strukturkomponente würde den Verschuldungsspielraum moderat erweitern und zusätzliche Mittel für zukunftsorientierte Ausgaben schaffen. Diese Reform wäre rechtlich und politisch vergleichsweise einfach umsetzbar, hätte jedoch nur einen begrenzten Effekt auf den Gesamtinvestitionsspielraum.

Eine weitere Reformoption besteht darin, bestimmte zukunftsorientierte Ausgaben wie Klimaschutz, Digitalisierung oder Bildung explizit von der Schuldenbremse auszunehmen. Solche gezielten

Ausnahmen könnten die Finanzierung wichtiger gesellschaftlicher Herausforderungen ermöglichen, ohne die Schuldenbremse grundsätzlich in Frage zu stellen. Die herausfordernde Aufgabe besteht darin, diese Ausgaben genau zu definieren und abzugrenzen, damit nicht nur produktive Investitionen (im Sinne des Investitionsbegriffs der Finanzstatistik), sondern auch zukunftsgerichtete Ausgaben ermöglicht werden, die notwendig sind, um die in der Verfassung verankerten Klimaziele effizient und sozial gerecht zu erreichen. Gleichzeitig ist Abgrenzung notwendig, um eine Zweckentfremdung der Kreditfinanzierung zu vermeiden.

Die goldene Regel erlaubt die Kreditfinanzierung von Nettoinvestitionen, die den öffentlichen Kapitalstock erhöhen (Bruttoinvestitionen abzüglich Abschreibungen). Dieses Modell würde eine stärkere Förderung langfristiger Investitionen in Infrastruktur und andere zentrale Bereiche ermöglichen, ohne jedoch darüber hinaus zukunftsorientierte Ausgaben zu ermöglichen. Die Anwendung einer *goldenen Regel* ist mit einer Reihe von Herausforderungen verbunden: Methodische Probleme wie die genaue Berechnung der Abschreibungen sowie die Beschränkung auf Sachinvestitionen sind zentrale Kritikpunkte an dieser Reformoption. Zudem könnte eine temporäre Ausweitung der Investitionen (zum Beispiel zum Abbau eines Investitionsstaus) nach deren Ende zu einem starken Einbruch der Kreditaufnahmefähigkeit führen, da die zusätzlichen Investitionen auch die Summe der Abschreibungen erhöhen.

Eine institutionelle Lösung in Form eines verfassungsrechtlich verankerten Sondervermögens, wie es mit dem Sondervermögen der Bundeswehr realisiert wurde, ist eine aktuell stark diskutierte Option, um kreditfinanzierte öffentliche Ausgaben zur Modernisierung des gesamtwirtschaftlichen Kapitalstocks zu realisieren.

Der Vorteil einer institutionellen Lösung – wie dem Sondervermögen – wäre die langfristige Planbarkeit von Investitionen, zum Beispiel bei Verkehrsinfrastrukturinvestitionen, für die erhebliche Umsetzungskapazitäten aufgebaut werden müssen.

Dazu muss der Fonds allerdings mit einer klaren langfristigen Finanzierungszusage – etwa durch eine grundgesetzlich verankerte Kreditausstattung – verbunden sein. Die Kreditaufnahme des Sondervermögens würde in diesem Fall nicht auf die durch die Schuldenbremse begrenzte Nettokreditaufnahme angerechnet, bliebe aber durch die europäischen Fiskalregeln begrenzt (Jahresgutachten des Sachverständigenrates 2024).

Allerdings birgt die statische Verankerung eines Sondervermögens im Grundgesetz Risiken für die finanzpolitische Flexibilität. Eine feste Summe könnte den tatsächlichen Finanzbedarf, der sich durch technologische Innovationen, politische Entwicklungen oder unvorhergesehene Ereignisse ändert, nur unzureichend abbilden. Dies könnte zu einer ineffizienten Über- oder Unterfinanzierung führen und den Handlungsspielraum künftiger Regierungen erheblich einschränken.

2.4 Eine kluge Neuaufstellung der Finanzierungsbasis

Klar ist, dass die umfangreichen öffentlichen Aufgaben – auch über den Klimaschutz hinaus – eine angemessene und ausgewogene strukturelle Finanzierungsgrundlage auf allen föderalen Ebenen erfordern. Diese muss sowohl auf der Einnahmen- als auch auf der Ausgabenseite sicherstellen, dass die anstehenden Herausforderungen effizient und sozialverträglich bewältigt werden können. Neben einer politisch zu entscheidenden Priorisierung der bestehenden Ausgaben gehört dazu auch eine strukturelle Verbesserung der finanziellen Handlungsspielräume von Bund, Ländern und Kommunen.

Ein Zukunftspakt zwischen Bund, Ländern und Kommunen

Für den Erfolg eines neu justierten Finanzierungsrahmens ist es notwendig, die Finanzbeziehungen zwischen Bund, Ländern und Kommunen insgesamt in den Blick zu nehmen und zukunftsfest auszugestalten. Die Überführung des Klimaschutzes in eine

kommunale Pflichtaufgabe könnte in Verbindung mit einer ausreichenden Finanzierung die Modernisierung des kommunalen Kapitalstocks unterstützen. Damit die Kommunen diese neue Aufgabe aber auch erfolgreich umsetzen können, ist eine *gleichzeitige* Erhöhung der kommunalen Ressourcenausstattung unabdingbar. Die Einführung des Förderansatzes der Gemeinschaftsaufgabe könnte ein zentrales Element einer ausreichenden Finanzausstattung werden, aber auch eine generelle Verbreiterung der kommunalen Einnahmehasis ist notwendig, um die Handlungsfähigkeit der Kommunen und damit Investitionen in die kommunale Infrastruktur und andere Bereiche der Daseinsvorsorge zu sichern.

Die Einnahmeseite des Staates muss in den Blick genommen werden.

Eine europaweit erhobene Abgabe entsprechend dem Ressourcenverbrauch könnte den Übergang zur Klimaneutralität der bestehenden und den Aufbau von zukunftssträchtigen Industrien finanzieren. Konkret würde das bedeuten, dass beispielsweise für neu produzierten Stahl eine neue Abgabe anfallen würden, die bei der Verwendung von Recycling-Stahl geringer ausfällt oder gar nicht erhoben wird. Die damit verbundenen Einnahmen bestehen langfristig fort, auch dann, wenn die Klimatransformation abgeschlossen ist. Vor diesem Hintergrund ist es bedauerlich, dass die Plastikabgabe bis 2026 nun doch wieder aus dem Haushalt finanziert werden soll – die Erhebung der Abgabe bei Kundinnen und Kunden wäre ein Schritt in die richtige Richtung gewesen.

Darüber hinaus kann eine sozial gerechte Steuerreform entscheidend dazu beitragen, die finanziellen Spielräume für Zukunftsinvestitionen zu erweitern und langfristig zu sichern. Die Wertschöpfung, auf der unser Wohlstand basiert, wurde über Jahrzehnte maßgeblich durch die Nutzung fossiler Energieträger ermöglicht. Es ist daher nur gerecht, wenn diejenigen, die in besonderem Maße von diesem Wohlstand profitiert haben, einen größeren Beitrag leisten, um die daraus resultierenden Schäden zu begrenzen und den Übergang in eine klimaneutrale Zukunft zu finanzieren. Eine Reaktivierung der seit 25 Jahren

weitgehend ausgesetzten Besteuerung von Vermögen, zum Beispiel in Form einer Modernisierungsabgabe auf hohe Vermögen, könnte – fair austariert – Mehreinnahmen generieren, die vor allem den Ländern zugutekommen und die Modernisierung des Kapitalstocks auf kommunaler Ebene vorantreiben. Gleichzeitig könnten gezielte steuerliche Entlastungen einkommensschwächerer Haushalte deren soziale Teilhabe fördern und die Kaufkraft stärken.

Eine auf die neuen Realitäten angepasste Schuldenregel

Und schließlich erfordert die Größe der anstehenden Herausforderungen – auch über den Klimaschutz hinaus – eine auf die neuen Realitäten angepasste, fair austarierte Schuldenregel. Eine Weiterentwicklung der Schuldenregel muss sicherstellen, dass nicht nur produktive Investitionen, die sich zeitnah refinanzieren – wie zum Beispiel der Ausbau der Stromnetze – kreditfinanziert werden können, sondern auch produktive Ausgaben, die zur Steigerung der volkswirtschaftlichen Produktivität beitragen, deren Erträge aber oft erst nach längerer Zeit anfallen. Dazu gehören beispielsweise Ausgaben im Bildungsreich. Zuletzt sind in der Übergangsphase zur Klimaneutralität auch besondere Ausgaben zur Mobilisierung privater Investitionen durch das Schließen von Wirtschaftlichkeitslücken und gezielte Ausgleichszahlungen an die Bürgerinnen und Bürger zur Vermeidung übermäßiger Kostenbelastungen notwendig, die aus staatlicher Sicht aber eindeutig konsumtiver Natur sind. Ein Lösungsansatz muss auch diese Ausgaben angemessen berücksichtigen.

Um eine dynamische Anpassung der Staatsausgaben zu ermöglichen, sollten im Grundgesetz nur die wesentlichen Aspekte festgelegt werden. Eine feste Summe würde den tatsächlichen Finanzbedarf, der sich durch technologische Innovationen, politische Entwicklungen oder unvorhergesehene Ereignisse ändern kann, nur unzureichend abbilden. Eine strukturelle Reform der Finanzverfassung sollte die wesentlichen Aspekte festlegen. Unter Einbeziehung eines beratenden Gremiums könnten, empirisch evaluiert, regelmäßige Nachjustierung des

Finanzierungsmechanismus ermöglicht und damit die notwendige Balance zwischen Planungssicherheit und Anpassungsfähigkeit gewährleistet werden. Weitere Regelungen könnten durch den Verweis in ein einfaches Gesetz delegiert werden.

Handlungssicherheit im Übergang ermöglichen

Um die Handlungsfähigkeit in der Übergangsphase der Neuausrichtung sicherzustellen, sind weitere Maßnahmen erforderlich. Denn eine verzögerte oder unzureichende Finanzierungsgrundlage könnte erhebliche volkswirtschaftliche Schäden verursachen und die Kosten der Klimaneutralität deutlich erhöhen, da mit jedem verlorenen Jahr bis zum Zieljahr 2045 der Handlungsspielraum enger wird. Daher benötigt es neben der strukturellen Lösung eine Sofortmaßnahme zur Sicherung der akuten Handlungsfähigkeit.

3 Die Investitionsbedarfe der Sektoren im Detail

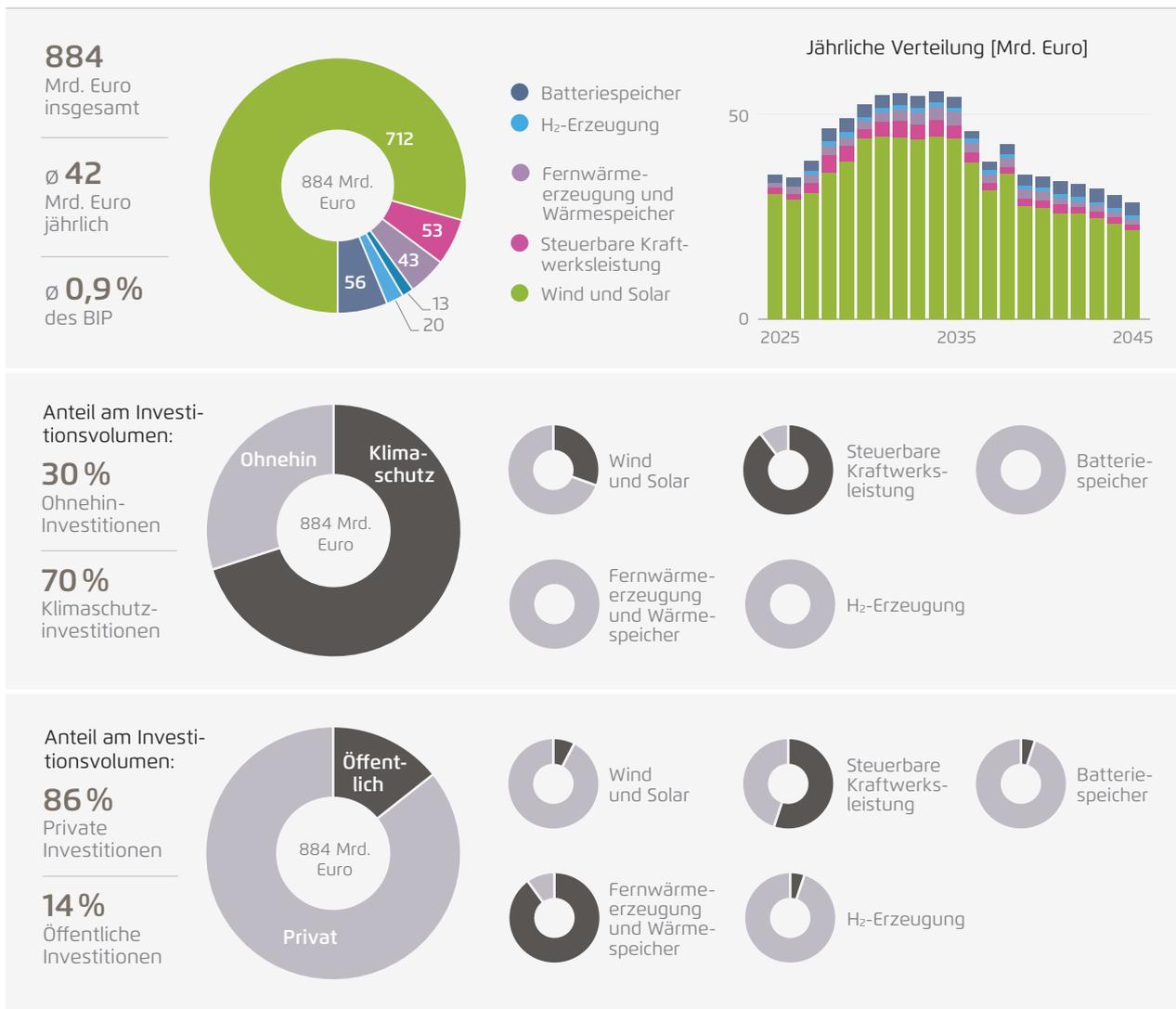
3.1 Energiewirtschaft und -infrastruktur

Die Modernisierung der Energiewirtschaft und der damit verbundenen Infrastrukturen ist die Voraussetzung dafür, dass auch die Nachfragesektoren Industrie, Gebäude und Verkehr klimaneutral werden

können. Im Vergleich zu anderen Sektoren ist der Anteil an Klimaschutzinvestitionen in der Energiewirtschaft hoch – resultierend aus der Verschiebung von einem fossilen Stromsystem mit höheren Betriebskosten hin zu einem klimaneutralen Stromsystem mit höheren Investitionskosten. Zudem nimmt die Bedeutung der Stromnetze deutlich zu,

Energiewirtschaft auf einen Blick: Gesamt- und Klimaschutzinvestitionen bis 2045

→ Abb. 7



Agora Energiewende, Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut und Universität Kassel (2024)

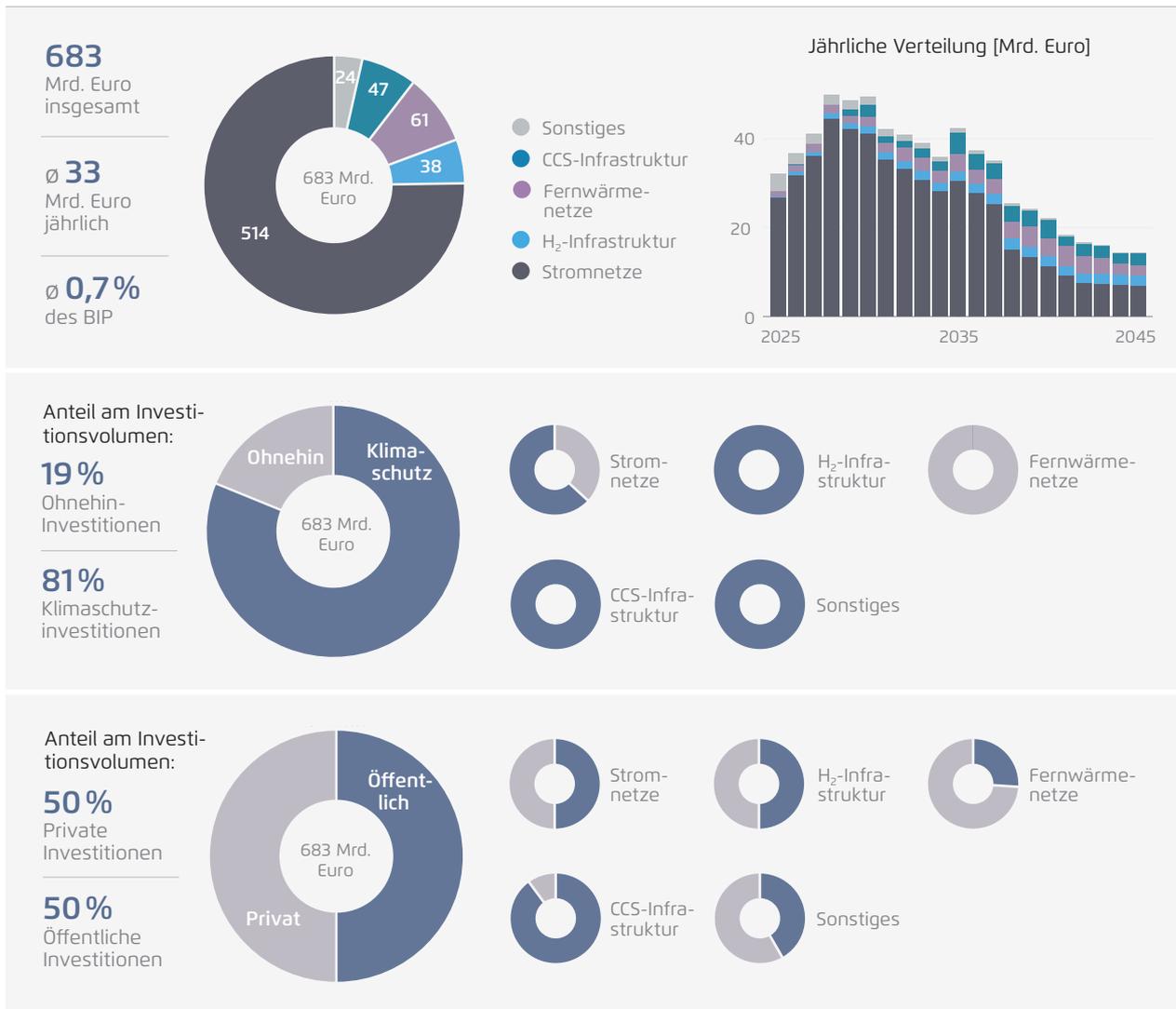
sodass auch hier höhere Investitionen erforderlich sind. Den Investitionen stehen aber auch Einsparungen bei den Brennstoffkosten gegenüber. Und die Kosten für das Stromnetz verteilen sich auf eine deutlich größere Strommenge. So refinanzieren sich die Investitionen in Erneuerbare Energien und Stromnetze zu rund 90 Prozent aus den Erlösen des Strommarktes und den Netzentgelten.

Investitionsbedarf

Der Investitionsbedarf wird getrennt nach Energiewirtschaft und Energieinfrastruktur dargestellt. Die Energiewirtschaft umfasst Erzeugungsanlagen, Speicher und Elektrolyseure. Die Energieinfrastruktur umfasst Investitionen in Strom-, Wasserstoff-, Wärme- und CO₂-Transportnetze.

Energieinfrastruktur auf einen Blick: Gesamt- und Klimaschutzinvestitionen bis 2045

→ Abb. 8



Agora Energiewende, Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut und Universität Kassel (2024)

Die Umstellung auf ein klimaneutrales Energiesystem erfordert Gesamtinvestitionen in der Energiewirtschaft in Höhe von 884 Milliarden Euro beziehungsweise durchschnittlich 42,1 Milliarden Euro pro Jahr bis 2045. Hinzu kommen Gesamtinvestitionen in die Energieinfrastruktur in Höhe von 683 Milliarden Euro bis 2045 beziehungsweise 32,5 Milliarden Euro pro Jahr. Gemeinsam entspricht dies rund 1,5 Prozent des jährlichen Bruttoinlandsprodukts.

In der Energiewirtschaft machen Investitionen in Windkraft und Photovoltaik den weitaus größten Teil des Investitionsbedarfs aus. Bei den Energieinfrastrukturen dominiert der Ausbau der Stromnetze. Dies spiegelt die zunehmende Bedeutung des Energieträgers Strom wider.

Im Zeitverlauf ist jedoch ein deutlicher Rückgang des Investitionsbedarfs zu beobachten. Der Großteil der Investitionen in ein klimaneutrales Energiesystem fällt in den nächsten 10 bis 15 Jahren an. Zwischen 2030 und 2035 werden jährlich mehr als 50 Milliarden Euro in die Energiewirtschaft investiert. Ab 2035 gehen die Investitionen in Erneuerbare Energien jedoch deutlich zurück. Der Ausbau der Stromnetze erfolgt insbesondere bis 2030 und ist ab 2040 nahezu abgeschlossen.

Die Modernisierung der Energiewirtschaft und der damit verbundenen Infrastruktur erfordert einen hohen Anteil an zusätzlichen Klimaschutzinvestitionen – resultierend aus der Verschiebung von einem fossilen Stromsystem mit höheren Betriebskosten hin zu einem klimaneutralen Stromsystem mit höheren Investitionskosten. Der Großteil der Gesamtinvestitionen in der Energiewirtschaft – rund 70 Prozent – entfällt auf Klimaschutzinvestitionen. Der Anteil der Klimaschutzinvestitionen an der Energieinfrastruktur beträgt 80 Prozent.

Den höheren Investitionen in das Stromsystem stehen allerdings auch Einsparungen bei den Brennstoffkosten gegenüber. So sinkt die Abhängigkeit von Energieimporten von knapp 2.500 Terawattstunden im Jahr 2019 auf 390 Terawattstunden im Jahr 2045 und damit um fast 85 Prozent. Gleichzeitig verteilen

sich die Kosten des Stromnetzes auf eine deutlich größere Strommenge. Die spezifischen Stromsystemkosten bleiben über den Zeitraum relativ konstant: Den erheblichen Investitionen steht eine deutliche Ausweitung der Stromnachfrage gegenüber, sodass die durchschnittlichen Kosten sinken. Sie bleiben von 2025 bis 2030 mit 16 Cent pro Kilowattstunde auf einem ähnlichen Niveau und sinken zwischen 2030 und 2045 auf weniger als 13 Cent pro Kilowattstunde ab.

Rund die Hälfte der Investitionen in die Energieinfrastruktur wird von der öffentlichen Hand getätigt und resultiert aus Beteiligungen der öffentlichen Hand an Netzbetreibern. Denn gerade im Bereich der Energieinfrastruktur befinden sich viele Unternehmen im (mehrheitlichen) Besitz von Bund, Ländern und Kommunen. Für den Ausbau und Betrieb der Übertragungsnetze sind derzeit vier unabhängige Netzbetreiber zuständig, die als „regulierte Unternehmen“ einer teilweisen staatlichen Aufsicht unterliegen. Eigentümer dieser Netzbetreiber sind deutsche und ausländische Gebietskörperschaften sowie private Beteiligungsgesellschaften. Die Verteilnetze befinden sich mit knapp 900 Verteilnetzbetreibern (VNB) im Eigentum einer Vielzahl von Akteuren – überwiegend kommunale Unternehmen wie Stadtwerke und private Energieversorger. Der Anteil der öffentlichen Investitionen in die Energiewirtschaft beträgt circa 14 Prozent und ergibt sich aus den Eigentumsverhältnissen der Energieversorger.

Ermöglichung von Investitionen

In der Energiewirtschaft spielt eine Kombination von preisbasierten Anreizen durch den europäischen Emissionshandel und langfristigen Abnahmeverträgen für Stromerzeuger eine zentrale Rolle. Daneben ist im Bereich der Wasserstoffherzeugung eine Anschubfinanzierung erforderlich. Um die steigenden Betriebskosten beim Einsatz von Wasserstoff auszugleichen, wird zudem der Einsatz von Wasserstoff in regelbaren Kraftwerken bezuschusst. Aufgrund der natürlichen Monopolstellung im Bereich der Energieinfrastruktur ist zudem eine Marktregulierung notwendig. Möglich wäre auch eine höhere

staatliche Beteiligung an der Energieinfrastruktur, um die Finanzierungskosten zu senken.

Da es sich bei Energieinfrastrukturen um natürliche Monopole handelt, ist hier die Marktregulierung zentral. Grundsätzlich refinanzieren sich die Investitionen in Energienetze über die Netzentgelte. Daher werden im Szenario keine Finanzbedarfe für die Förderung der Energienetze ausgewiesen – die Zuschüsse für den Ausbau von Wärmenetzen sind jedoch in den für die Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BEW) veranschlagten Kosten enthalten.

Aktuell ist umstritten, welche Rolle eine höhere staatliche Beteiligung an der Energieinfrastruktur mit sich bringen könnte. Grundsätzlich kann der Privatsektor im Bereich regulierter Monopole nur einen geringeren Mehrwert für eine kosteneffiziente Transformation bieten, da Wettbewerb nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich ist.

Darüber hinaus birgt der Übergang zur Klimaneutralität zusätzliche Risiken: Insbesondere bis 2030 müssen sehr hohe Investitionen in die Stromnetze erfolgen, deren Auslastung sich durch Verzögerungen bei der Elektrifizierung auch negativ entwickeln könnte. Dies würde sich in steigenden Netzentgelten niederschlagen, die sich wiederum hemmend auf die Elektrifizierung auswirken könnten. Das wirkt bei der Gestaltung von Netzentgelten in höherem Maße Verteilungsfragen auf, die für eine stärkere Beteiligung des Staates sprechen können. Darüber hinaus haben die Finanzierungskosten einen entscheidenden Einfluss auf die Höhe der Netzentgelte.

Öffentliche Finanzbedarfe zur Unterstützung von Investitionen

Für die finanzielle Unterstützung der nötigen Investitionen entstehen die **folgenden** Finanzbedarfe:

→ **Ausbau der Erneuerbaren Energien:** In der Vergangenheit stand beim Ausbau der Erneuerbaren Energien das Schließen einer Kostenlücke im Vordergrund. Zwar bleibt der Grundsatz einer langfristigen Erlösabsicherung im Szenario erhalten. Allerdings verschiebt sich die Rolle dieses

Instruments weg von der Deckung von Kostenlücken hin zur fortlaufenden Absicherung günstiger Finanzierungsbedingungen. Entsprechend ist der größte Kostenblock die Vergütung für Bestandsanlagen, die bis 2023 errichtet wurden und bis 2045 noch mit insgesamt 95 Milliarden Euro zu Buche schlagen wird. Alle neuen Anlagen, die ab 2025 zugebaut werden, erfordern in Summe bis 2045 lediglich 45 Milliarden Euro, 55 Prozent davon entfallen auf Photovoltaik-Dachanlagen. Diese Bedarfe fallen direkt im Bundeshaushalt an.

- **Regelbare Kraftwerkskapazitäten und Speicher:** Durch die Einführung eines Kapazitätsmarktes werden notwendige Investitionen durch Umlagen auf den Strompreis beziehungsweise durch Preisaufschläge durch Lieferanten finanziert. Für Speicher ergibt sich eine Finanzierung über den Strommarkt und daher kein zusätzlicher Finanzbedarf.
- **Wasserstoffhochlauf und Einsatz in regelbaren Kraftwerken:** Der Markthochlauf der Wasserstoffnutzung und insbesondere der Einsatz in Kraftwerken erfordert eine Förderung. Für den Zeitraum bis 2030 werden die hierfür im Klima- und Transformationsfonds (KTF) vorgesehenen Programme fortgeschrieben. Außerdem wird der Einsatz von Wasserstoff in Kraftwerken über eine Umlage finanziell unterstützt. Die Wasserstoffherzeugung benötigt eine Anschubfinanzierung, damit ein großskaliger Ausbau von Elektrolyseuren als Voraussetzung für die Weiterentwicklung dieser Technologie möglich ist. Die haushaltswirksamen Kosten belaufen sich auf 2,8 Milliarden Euro im Jahresschnitt bis 2030.
- **Fernwärmeerzeugung und -speicher:** Die Erneuerung der Wärmeerzeuger, -speicher und -netze in der Fernwärme wird durch eine Kombination aus dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) und der Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BEW) ermöglicht. Die BEW enthält darüber hinaus auch Mittel zum Ausbau der Wärmenetze. Das KWKG wird über eine Umlage auf den Strompreis finanziert, sodass sich hieraus keine direkten Finanzbedarfe ergeben. Die BEW schlägt mit durchschnittlichen Kosten von 1,7 Milliarden Euro pro Jahr bis 2030 im Bundeshaushalt zu Buche. Dieser Betrag steigt für den Zeitraum von 2031 bis 2045 auf jährlich 3,7 Milliarden Euro.

Öffentliche Finanzbedarfe zur Unterstützung von Investitionen im Jahresdurchschnitt in der Energiewirtschaft [Mrd. EUR₂₀₂₃]

→ Tabelle 1

	2025–2030	2031–2045	haushaltswirksam
Energiewirtschaft (gesamt)	17,6	12,4	
Stromerzeugung Erneuerbare Energien	13,1	4,0	ja
Systemflexibilität (Batteriespeicher)			nein ¹⁾
Wasserstoffherzeugung und -infrastruktur	2,8	4,6	teilweise ²⁾
→ davon H ₂ -Umlage	0,0	3,7	nein
→ davon haushaltswirksam	2,8	0,9	ja
Fernwärmeerzeugung, -speicherung und -netze	1,7	3,7	ja
Stromnetze			nein ³⁾
CO ₂ -Infrastruktur			keine Angabe ⁴⁾

1) Für Speicher ergibt sich eine Finanzierung über den Strommarkt und daher kein zusätzlicher Förderbedarf.

2) Der Einsatz von Wasserstoff in Kraftwerke wird über eine Umlage auf den Strompreis finanziell unterstützt. Diese Umlage ist nicht haushaltswirksam. Der Markthochlauf der Wasserstoffherzeugung benötigt eine Anschubfinanzierung, die haushaltswirksam ist.

3) Durch eine öffentliche Beteiligung an der Finanzierung der Stromnetze könnten pro Jahr 5 Milliarden Euro eingespart werden. Gleichzeitig wäre eine öffentliche Finanzierung im Rahmen einer finanziellen Transaktion schuldenbremsenneutral.

4) Dieser Posten wurde im Rahmen der Studie nicht quantifiziert.

3.2 Industrie

Für die deutsche Wirtschaft ist die Transformation zur Klimaneutralität eine zentrale Möglichkeit, sich aus der aktuellen Krise herauszuinvestieren und zu modernisieren. Aktuell sind weite Teile der Wirtschaft durch eine nachlassende globale Nachfrage und hohe Energiepreise geschwächt. Auch wenn die deutsche Wirtschaft innovationsstark und damit anpassungsfähig und resilient ist, wird staatliche Unterstützung für die erforderliche Modernisierung benötigt.

Die Innovationsfähigkeit gilt es durch gute Rahmenbedingungen für Investitionen in Forschung und Entwicklung sowie die Finanzierung von Start-ups zu erhalten. Darüber hinaus ist staatliches Handeln gefragt, damit die Wirtschaft sich aus der Talsohle herausinvestieren kann. Notwendige Anreize und Unterstützung für Investitionen sind zügig erforderlich, da insbesondere Industrieanlagen lange Investitionszyklen haben – die Brennöfen der Zementwerke, die Hochöfen der Primärstahlerzeuger und die *Steamcracker* der Grundstoffchemie weisen häufig technische Lebensdauern von 50 Jahren oder mehr auf.

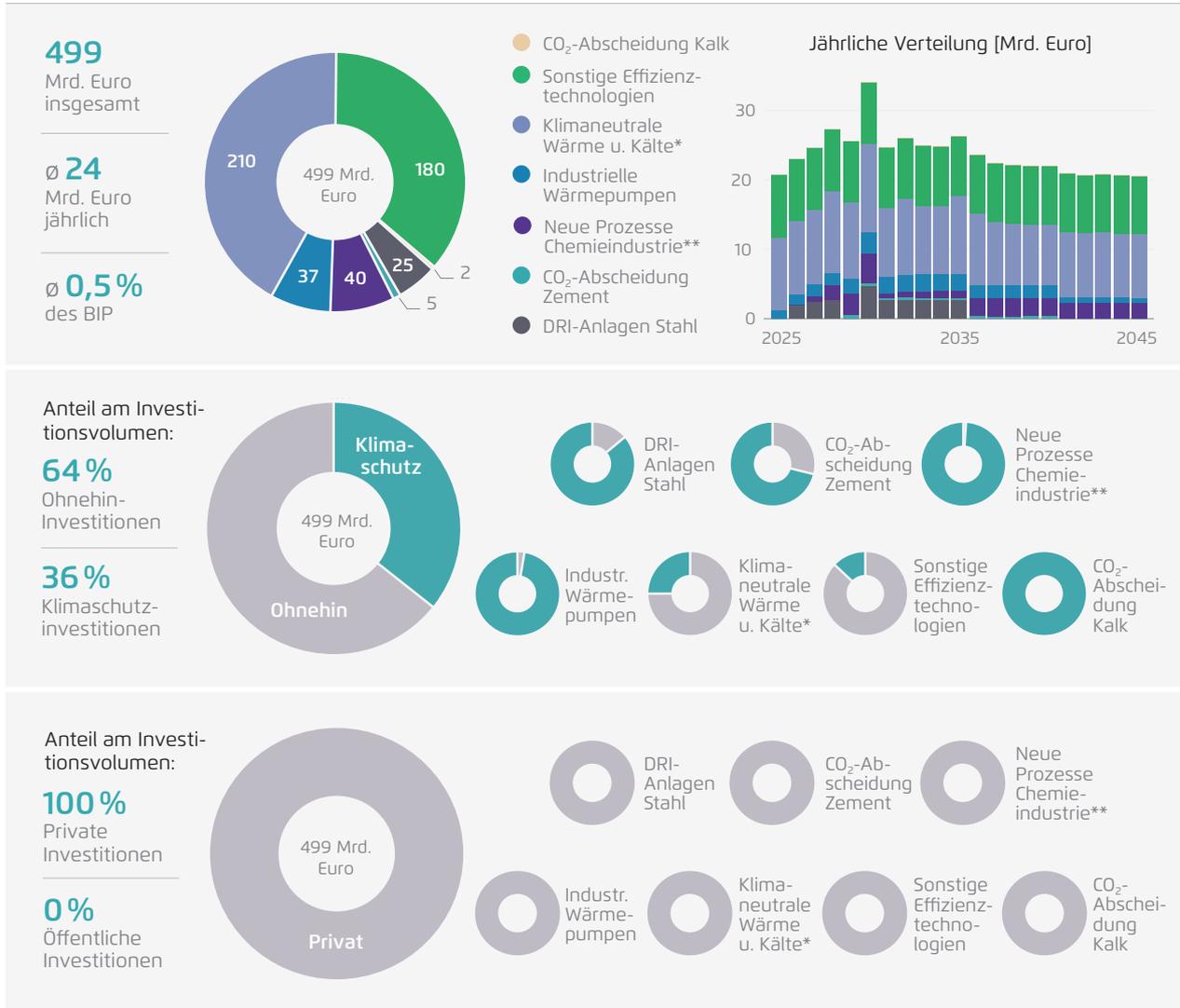
Investitionsbedarf

Die klimaneutrale Modernisierung des Industriesektors erfordert Investitionen in Direktreduktionsanlagen (DRI-Anlagen) im Stahlsektor, in die CO₂-Abscheidung bei der Herstellung von Zement und Kalk sowie in den Umbau der Produktionsprozesse in der Chemieindustrie. Hinzu kommen Investitionen in den breiten Hochlauf von industriellen Wärmepumpen, klimaneutraler Kälte und Wärme sowie sonstigen Effizienztechnologien.

Die klimaneutrale Modernisierung des Industriesektors erfordert Gesamtinvestitionen in Höhe von 498,7 Milliarden Euro, was einem jährlichen Investitionsbedarf im Durchschnitt von 23,7 Milliarden Euro beziehungsweise 0,5 Prozent des BIP entspricht. Der größte Teil der Investitionen entfällt mit etwa 42 Prozent auf die branchenübergreifende Bereitstellung von Öfen zur Erzeugung von klimaneutraler Wärme und Kälte. Auch der breite Hochlauf von Effizienztechnologien macht einen hohen Anteil des Investitionsbedarfs aus (36 Prozent).

Industriesektor auf einen Blick:
Gesamt- und Klimaschutzinvestitionen bis 2045

→ Abb. 9



Agora Energiewende, Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut und Universität Kassel (2024). * außer industrielle Wärmepumpen; ** umfasst Methanolproduktion und -verarbeitung, Recycling, Biomasse-Verarbeitung, CO₂-Abscheidung und Elektrifizierung der Dampferzeugung

Im Industriesektor ist die notwendige Investitionstätigkeit deutlich konstanter – mit Ausnahme der Stahlindustrie. Die Umstellung der Branche erfordert Investitionen in DRI-Anlagen, die vor allem in den Jahren bis 2035 anfallen.

Branchenübergreifend liegt der Anteil der Klimaschutzinvestitionen im Industriesektor bei rund 36 Prozent. Insbesondere die DRI-Anlagen im Stahlsektor, die CO₂-Abscheidung bei der Herstellung von Zement und Kalk sowie der

Umbau der Produktionsprozesse in der Chemieindustrie erfordern die Umstellung des Kapitalstocks und einen hohen Anteil von zusätzlichen Klimaschutzinvestitionen.

Es gibt keine umfassende Statistik, die den spezifischen Anteil der öffentlichen Hand (zum Beispiel öffentliche Unternehmen oder öffentliche Beteiligungen an Unternehmen) am Industriesektor in Deutschland ausweist. Der Sektor ist jedoch überwiegend privatwirtschaftlich organisiert – der

öffentliche Anteil ist daher vernachlässigbar und wird im Rahmen der Studie nicht ausgewiesen.

Ermöglichung von Investitionen für die Modernisierung der Industrie

Auch im Industriebereich setzen der Europäische Emissionshandel 1 (EU-ETS I) und ab 2027 der EU-ETS II durch die Verknappung der Zertifikatmenge einen starken preisbasierten Anreiz zur Emissionsreduktion. Damit Unternehmen klimaneutral produzieren können, ist der Ausbau der Strom- und Wasserstoffinfrastruktur sowie der Infrastruktur für CO₂-Abscheidung und -Speicherung zentral. Dabei bildet ein effizienter Ausbau der Energieinfrastruktur die Grundlage, um die Kosten einer klimaneutralen Wirtschaft gering zu halten.

Die Etablierung von Leitmärkten und *Credits*, Gutschriften oder Quoten für den Rezyklateinsatz oder den Einsatz erneuerbarer Rohstoffe zum Beispiel im Kunststoffbereich als Form der Marktregulierung reizt die Nachfrage nach klimaneutralen Produkten an. Standards für die öffentliche Beschaffung zum Beispiel für die Verwendung von „grünem“ Stahl sind hier eine weitere Option, um Absatzmärkte zu sichern.

Im Kontext der finanziellen Unterstützung sind die Ausgangsvoraussetzungen der verschiedenen Wirtschaftsakteure zu berücksichtigen. Für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), zu denen 90 Prozent der Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe zählen, sind Investitionen in klimaneutrale Technologien mit höheren Finanzierungskosten verbunden; sie benötigen daher vor allem unbürokratische Finanzierungsinstrumente wie zinsgünstige Kredite, staatliche Bürgschaften oder Garantien. Für energieintensive Industrieunternehmen, die im internationalen Wettbewerb stehen, fallen neben den Investitionskosten auch die operativen Energiekosten stärker ins Gewicht. Um die nationale Resilienz zu stärken und die Industrie in ihrer Breite zu erhalten, werden manche energieintensiven Produktionsprozesse nur mit staatlichen Fördergeldern gehalten werden können.

Öffentliche Finanzbedarfe zur Unterstützung von Investitionen in der Industrie

Für die finanzielle Unterstützung der nötigen Investitionen und Ausgleichszahlungen entstehen die **folgenden Finanzbedarfe**:

- Die Klimaschutzverträge für die Industrie werden fortgeführt. Sie gleichen die Mehrkosten aus, die klimaschonendere Produktionsprozesse im Vergleich zu den bisherigen Verfahren mit sich bringen, und spielen so eine zentrale Rolle für die Investitionssicherheit. Der Anwendungsbereich der Klimaschutzverträge wird ausgeweitet und beinhaltet insbesondere auch die Dampferzeugung. Hierdurch ergibt sich ein staatlicher Finanzbedarf von durchschnittlich 2,4 Milliarden Euro pro Jahr im Zeitraum von 2025 bis 2030, der bis 2045 auf 2,1 Milliarden Euro pro Jahr absinkt.
- Hinzu kommen Mittel für eine Unterstützung für KMU, um eine vereinfachte Form der Klimaschutzverträge auch für diese Unternehmen zu konzipieren. Der Bedarf hierfür wird auf durchschnittlich 0,7 Milliarden Euro pro Jahr von 2025 bis 2030 veranschlagt.
- Auch beschleunigte Abschreibungen spielen für die Unterstützung von privaten Investitionen eine relevante Rolle. Aufgrund der Komplexität, die tatsächliche Auswirkung von beschleunigten Abschreibungen auf den Haushalt zu ermitteln, wurde dieser Posten nicht explizit in die Übersicht zu den Finanzbedarfen aufgenommen. Das Instrument führt zu einer Verringerung der Einnahmen.
- Günstige Erneuerbare Energie ist die Basis für die Wettbewerbsfähigkeit eines klimaneutralen Wirtschaftsstandorts. Eine Abgabenreform sorgt für eine Entlastung der Unternehmen bei den Netzentgelten und eine weitgehende Befreiung von staatlichen Abgaben. Auch hier fallen keine direkten Ausgaben im Haushalt an.
- Um die energieintensive Industrie in Deutschland in ihrer Breite zu erhalten und dadurch die Unabhängigkeit vom Import wichtiger Rohstoffe zu sichern, wird zusätzlich die Strompreiskompensation fortgeführt und ausgeweitet. Dafür fallen Kosten in Höhe von durchschnittlich 3,6 Milliarden Euro pro Jahr in der Zeit von 2025 bis 2030 an.

Öffentliche Finanzbedarfe zur Unterstützung von Investitionen im Jahresdurchschnitt in der Industrie [Mrd. EUR₂₀₂₃]

→ Tabelle 2

	2025–2030	2031–2045	haushaltswirksam
Industrie (gesamt)	6,7	5,7	
Klimaschutzverträge ¹⁾	2,4	2,1	ja
Wärmepumpenhochlauf Industrie	0,7	0,3	ja
Strompreiskompensation	3,6	2,0	ja
Hochlauf von BECCS/DACCS	0,0	1,3	ja
Beschleunigte Abschreibungen			nein ²⁾
Entlastung bei den Netzentgelten			nein ³⁾

1) Der Anwendungsbereich der Klimaschutzverträge wird ausgeweitet und beinhaltet insbesondere auch die Dampferzeugung.

2) Dieser Posten wurde im Rahmen der Studie nicht quantifiziert. Die beschleunigte Abschreibung stellt keine direkte Ausgabe im Haushalt, sondern eine Verringerung der Staatseinnahmen dar.

3) Eine Abgabenreform sorgt für eine Entlastung der Unternehmen bei den Netzentgelten. Hierfür fallen keine direkten Ausgaben im Haushalt an.

3.3 Gebäude

Der klimagerechte Umbau und die Sanierung des Gebäudebestandes bieten die Chance, ausreichend bezahlbaren und bedarfsgerechten Wohn- und Gewerberaum zur Verfügung zu stellen. Der Gebäudebestand soll klimaneutral werden und angesichts zunehmender Extremwetterereignisse gesundes Wohnen und Arbeiten ermöglichen.

Aufgrund der langen Lebensdauer von Gebäuden und Anlagen wirken Anreize zur Umstellung der Wärmeversorgung und zur energetischen Sanierung nur langsam. Daher ist es besonders wichtig, Investitionen frühzeitig in die Wege zu leiten. Frühzeitiges Handeln hat zudem den Vorteil, dass die Umstellung im Rahmen der natürlichen technologischen Lebenszyklen der Anlagen volkswirtschaftlich kostensparender gelingen kann.

Investitionsbedarf

Ein klimaneutraler Gebäudebestand erfordert Investitionen in die Umstellung der Wärmeversorgung auf Erneuerbare Energien, insbesondere in CO₂-freie Fernwärme und Wärmepumpen sowie in die Sanierung des Gebäudebestands. Darüber hinaus fallen Investitionen für die Gebäudehülle beim klimaneutralen Neubau sowie für energieeffiziente Geräte, Prozesse, Beleuchtung und Belüftung an.

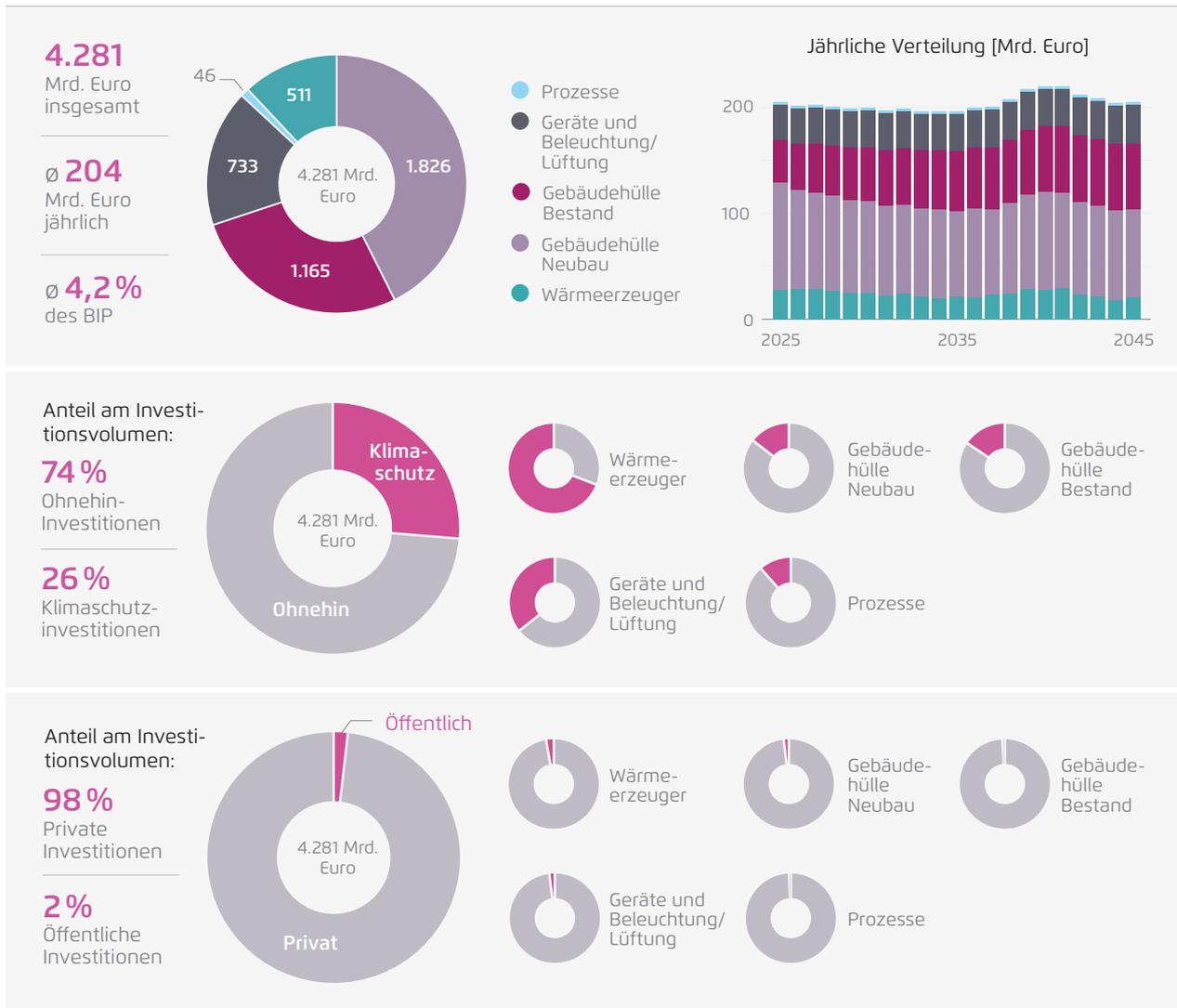
Die Dekarbonisierung des Gebäudesektors bedarf Gesamtinvestitionen in Höhe von 4,3 Billionen Euro bis 2045 oder durchschnittlich rund 200 Milliarden Euro pro Jahr – rund 4,2 Prozent der jährlichen Wirtschaftsleistung Deutschlands. Der höchste Bedarf entfällt sowohl im Neubau als auch im Bestand auf die Gebäudehülle – zusammen machen beide Posten rund 70 Prozent des Gesamtinvestitionsbedarfs im Gebäudesektor aus.

Der Gebäudesektor umfasst die Segmente Private Haushalte (PHH) und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD). Rund drei Viertel des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen entfallen auf die privaten Haushalte. Die Energie wird überwiegend – ebenfalls zu rund drei Vierteln – für Heizung und Warmwasser verwendet. Auch beim Investitionsbedarf machen die privaten Haushalte den überwiegenden Anteil aus – rund 70 Prozent der Gesamtinvestitionen im Gebäudesektor entfallen auf die privaten Haushalte.

Der Gebäudesektor zeichnet sich durch eine sehr hohe Konstanz der Investitionstätigkeit aus. Das liegt vor allem daran, dass es sich um einen Sektor mit sehr langen Investitionszyklen handelt und die Kapazitäten zur Erneuerung des Gebäudebestandes begrenzt sind. Gleichzeitig beträgt der Klimaschutzanteil am Investitionsbedarf nur ein Viertel – rund drei Viertel der Investitionen fallen ohnehin an.

Gebäudesektor auf einen Blick:
Gesamt- und Klimaschutzinvestitionen bis 2045

→ Abb. 10



Agora Energiewende, Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut und Universität Kassel (2024)

Der hohe Anteil der zusätzlichen Klimaschutzinvestitionen bei den Wärmeerzeugern spiegelt eine Verschiebung von den fossilen Betriebskosten hin zu den klimaneutralen Anschaffungskosten wider. Zum Beispiel der höhere Preis einer Wärmepumpe im Vergleich zu einer Gasheizung. Die höheren Investitionen führen jedoch nicht immer zu Mehrkosten über den gesamten Lebenszyklus. So ist eine Wärmepumpe im laufenden Betrieb effizienter und damit häufig günstiger als konventionelle Heizsysteme wie Gas- oder Ölheizungen.

Der öffentliche Anteil an den Klimaschutzinvestitionen im Gebäudesektor beträgt 2,7 Prozent. Dieser ergibt sich zum einen aus den Beteiligungen des Staates an Wohnungsunternehmen, welche die Investitionen voraussichtlich tätigen werden, und zum anderen durch den direkten Besitz des Staates an öffentlichen Gebäuden wie zum Beispiel Rathäusern, Schulen und Schwimmbädern.

Ermöglichung von Investitionen für die Modernisierung des Gebäudesektor

Vor dem Hintergrund der konstanten Investitionstätigkeit ist es zentral, Investitionen möglichst zügig klimaneutralitätskompatibel umzustellen. Dies unterstreicht die Bedeutung ordnungsrechtlicher Maßnahmen in diesem Sektor.

Zudem kann eine stärkere CO₂-Bepreisung preisbasierte Anreize für Sanierungen und Heizungstausch schaffen. Damit diese Preissignale auch bei den Eigentümern und Eigentümerinnen der Häuser ankommen, wird das CO₂-Kostenaufteilungsgesetz, das die Aufteilung von CO₂-Kosten zwischen Mietenden auf der einen und Vermietenden auf der anderen Seite regelt, evaluiert und falls nötig angepasst. Um die Mieterinnen und Mieter nach Effizienzmaßnahmen vor starken Preissteigerungen zu schützen, kommen neben einer Reform der Modernisierungsumlage auch finanzielle Investitionsunterstützungen für Vermieterinnen und Vermieter infrage, die mit Auflagen zur Miethöhe kombiniert werden. Höhere CO₂-Preise versetzen jedoch gerade Hauseigentümerinnen und -eigentümer mit geringem Einkommen und Vermögen noch nicht in die Lage, die teilweise erheblichen Anfangsinvestitionen zu bewältigen. Um eine zu starke Belastung dieser Gruppe zu vermeiden, sind Instrumente zur finanziellen Unterstützung insbesondere für den Heizungstausch und die Gebäudesanierung von entscheidender Bedeutung.

Öffentliche Finanzbedarfe zur Unterstützung von Investitionen im Gebäudebereich

→ **Die Bundesförderung Effiziente Gebäude wird verstetigt und ausgeweitet.** Gemeinsam mit weiteren Förderprogrammen für den Gebäudebereich entsteht ein öffentlicher Finanzbedarf von etwa 17 Milliarden Euro pro Jahr im Zeitraum von 2025 bis 2030, der bis 2045 auf 20 Milliarden Euro pro Jahr ansteigt. Dabei wird die Komponente der Kreditförderung gegenüber der Zuschussförderung gestärkt, um die Fördereffizienz zu verbessern. Durch eine verstärkte Förderung

unterer und mittlerer Einkommensgruppen und die Unterstützung der Mindesteffizienzstandards wirkt die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) wesentlich stärker in die Breite als heute. Um sicherzustellen, dass diese Mittel auch abgerufen und zielführend ausgegeben werden, müssen die Personalausstattung beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) verbessert und Antragsprozesse verschlankt werden. Gerade Menschen mit geringem Einkommen und Vermögen müssen aktiv und gezielt angesprochen, über Fördermöglichkeiten informiert und im Antragsprozess begleitet werden. Die veranschlagten Finanzbedarfe werden auf die BEG und weitere Förderprogramme verteilt. Daraus werden folgende Posten finanziert:

- **Heizungstausch:** Der einkommensgestaffelte Zuschuss wird fortgeführt. Das Vermögen wird dabei perspektivisch als weiteres Kriterium bei der Berechnung der Förderhöhe herangezogen.
- **Hüllensanierung:** Das Prinzip des einkommens- und vermögensgestaffelten Zuschusses wird auch auf die Hüllensanierung angewandt. Ein neues Element ist der Fokus auf die ineffizientesten Gebäude mit dem höchsten Emissionsreduktionspotenzial – sowohl in der Kredit als auch in der Zuschussförderung. Das schützt zum einen einkommensschwächere Gruppen, die oft in diesen Gebäuden leben. Zum anderen ist die Fördereffizienz hier besonders hoch. Insbesondere einkommensschwache Gruppen, beziehungsweise Wohnungsunternehmen, die an solche Gruppen vermieten, sind in der Regel jedoch nicht in der Lage, Sanierungen auf ein anspruchsvolleres Effizienzniveau in einem Schritt durchzuführen. Deshalb wird der *Worst-Performing-Buildings*-Bonus anders als bislang auch auf Einzelmaßnahmen angewandt: So werden pragmatisch gestaffelte Sanierungen erleichtert. Gleichzeitig werden die Fördersätze der Einzelmaßnahmenförderung auf 30 Prozent erhöht, um im Sinne eines Komponentenansatzes die Diskrepanz zur Effizienzhausförderung zu reduzieren. Damit Immobilienbesitzende die gestaffelten Mindesteffizienzstandards im Rahmen der nationalen Umsetzung der

Öffentliche Finanzbedarfe zur Unterstützung von Investitionen im Jahresdurchschnitt im Gebäudebereich [Mrd. EUR₂₀₂₃]

→ Tabelle 3

	2025–2030	2031–2045	haushaltswirksam
Gebäude (gesamt)	17	20	
Unterstützung für Sanierung und Heizungstausch	17	20	ja
Wärmepumpenstromtarif			nein ¹⁾

1) Eine Absenkung der Netzentgelte für Wärmepumpen löst keinen direkten Bedarf im Haushalt aus. Die Absenkung der Stromsteuer führt zu einer Reduktion von Steuereinnahmen, die in dieser Studie nicht quantifiziert wurden.

EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) leichter erreichen können, wird die Förderung in einer zweiten Stufe mit den Mindeststandard harmonisiert, indem zum Beispiel Energieeffizienzklassen als gestufte Zielniveaus definiert werden. So können zusätzliche Anreize für frühzeitige Sanierungen gesetzt werden.

- **Soziale Förderung im vermieteten Bestand:** Für die Wohnungswirtschaft wird ein Förderbonus geschaffen, den sie in Kombination mit einer temporären Mietpreisobergrenze in Anspruch nehmen kann. So werden Sanierungen im vermieteten Bestand angereizt und zugleich die Mietenden geschützt.
- **Wohnraum schaffen im Bestand:** Um Wohnraum flächen- und ressourceneffizient bereitzustellen und Embodied-Carbon-Emissionen zu reduzieren, werden bestehende Förderprogramme für die Aufstockung, den Umbau oder die Umnutzung bestehender Gebäude weitergeführt und ausgeweitet.

→ **Günstiger Tarif für Wärmepumpen:** Ein günstiges Verhältnis von Strom- zu Gaspreisen ist ein wichtiger Faktor, um den Business Case für Wärmepumpen attraktiver zu machen und den Umstieg von Gasheizungen auf Wärmepumpen anzureizen. Daher wird der Bezug von Strom für Wärmepumpen vorübergehend von staatlichen Abgaben befreit, und die Netzentgelte werden gesenkt. Um solche Wärmepumpentarife in der Breite zu ermöglichen, ist ein flächendeckender Einbau von Smart Metern notwendig. Der wesentliche Teil der Wärmepumpen-Tarife ergibt sich durch eine

Absenkung der Netzentgelte, für die kein direkter Bedarf in öffentlichen Haushalten entsteht. Die Absenkung der Stromsteuer auf das europäische Minimum von 0,05 Cent pro Kilowattstunde führt zu einer Reduktion von Steuereinnahmen, die in dieser Studie nicht im Detail quantifiziert wurden.

→ **Ausgleichszahlung:** Dennoch wird es immer Konstellationen geben, in denen Kostensteigerungen unzumutbare Belastungen auslösen und nicht schnell genug eine strukturelle Lösung umgesetzt werden kann. In diesen Fällen bedarf es eines vorübergehenden finanziellen Ausgleichs. Zu diesem Zweck werden rund zehn Milliarden Euro jährlich in Form von direkten Zahlungen an Bürgerinnen und Bürger rückverteilt. Der Anspruch auf eine solche Zahlung und ihre Höhe wird an sozialen Kriterien sowie den Hürden für den Umstieg auf klimaneutrale Lösungen bemessen. Aus administrativen Gründen kann vorübergehend ein allgemeines Klimageld sinnvoll sein.

3.4 Verkehr

Die Modernisierung des Verkehrssektors hin zur Klimaneutralität bietet eine zentrale Chance, Mobilität nachhaltiger, sozial gerechter und wirtschaftlich effizienter zu gestalten. Der Ausbau der Kapazitäten im öffentlichen Verkehr verbessert nicht nur das Mobilitätsangebot, sondern steigert auch die Attraktivität ländlicher Räume. Gleichzeitig können gezielte Investitionshilfen den Zugang zu effizienten E-Pkw insbesondere für Menschen mit geringem Einkommen erleichtern, während ein Mobilitätsgeld bereits kurzfristig finanzielle Entlastung schafft. Um die

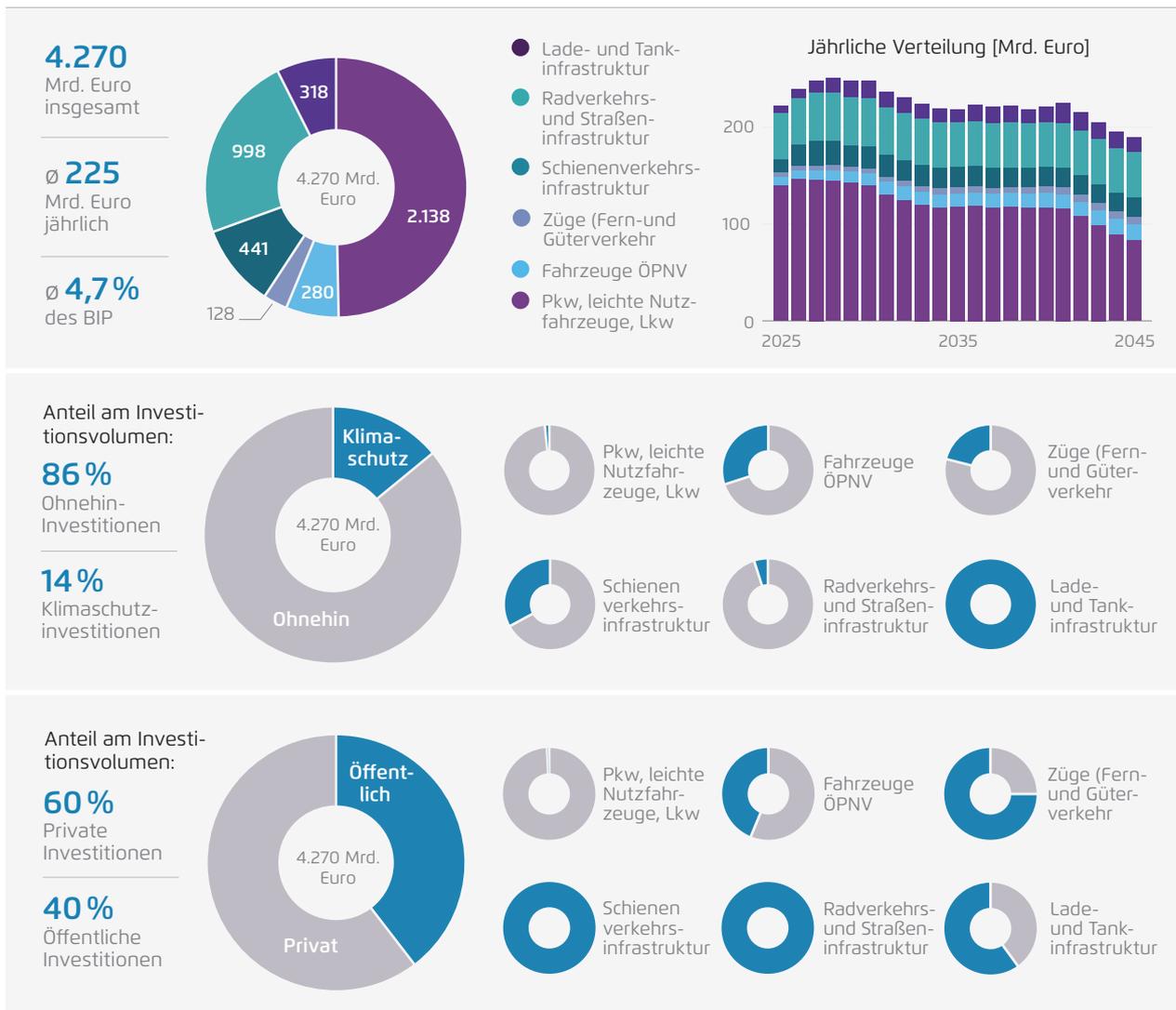
Gesundheits- und Lebensqualität zu verbessern, ist es notwendig, die Schadstoff- und Lärmbelastung zu reduzieren und den Rad- und Fußverkehr zu fördern, der gleichzeitig durch weniger Flächenversiegelung einen positiven Beitrag für die Umwelt leistet. Entschlossenes staatliches Handeln ist gefragt, um die notwendigen Rahmenbedingungen für Investitionen und Innovationen zu schaffen, die eine langfristige und nachhaltige Modernisierung sicherstellen.

Investitionen

Ein klimaneutrales Verkehrssystem erfordert Investitionen in die Elektrifizierung des Straßenverkehrs, in die dafür benötigte Lade- und Tankinfrastruktur, den Ausbau von Radwegen und Schieneninfrastruktur sowie in Fahrzeuge für den öffentlichen Verkehr auf der Straße und Schiene.

Verkehrssektor auf einen Blick: Gesamt- und Klimaschutzinvestitionen bis 2045

→ Abb. 11



Agora Energiewende, Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut und Universität Kassel (2024)

Für die Erneuerung und den Umbau des Verkehrssektors fallen insgesamt 4,7 Billionen Euro bis 2045 an. Damit ergeben sich jährliche Bedarfe von rund 225 Milliarden Euro – rund 4,7 Prozent der jährlichen Wirtschaftsleistung Deutschlands. Der Verkehrssektor zeichnet sich durch eine abnehmende, jedoch konstant hohe Investitionstätigkeit aus.

Während der Kauf von Straßenfahrzeugen angesichts des hohen Ohnehin-Anteils mit 74 Prozent den Großteil der Gesamtinvestitionen ausmacht, entfallen die Klimaschutzinvestitionen zu großen Teilen auf den Aufbau der Ladeinfrastruktur sowie die Ausweitung der Kapazitäten – gegenüber der Referenzentwicklung des Projektionsberichts – im Schienenverkehr.

Der öffentliche Anteil an den Klimaschutzinvestitionen beträgt rund zwei Drittel. Dieser ergibt sich zum einen über die Infrastruktur und den öffentlichen Fuhrpark im direkten Besitz von Bund, Ländern und Kommunen und zum anderen aus dem Anteil des Staates an Verkehrsunternehmen, welche ebenfalls Investitionen in Straßen- und Schienenfahrzeuge und dazugehörige Infrastruktur tätigen.

Ermöglichung von Investitionen für die Modernisierung des Verkehrsbereichs

Um Klimaneutralität im Verkehrssektor zu erreichen, kommen im Szenario zahlreiche preisbasierte Anreize zum Einsatz. Dazu zählen etwa eine stärker ansteigende CO₂-Bepreisung, eine Angleichung der Besteuerung von Diesel und Otto-Kraftstoff samt jährlichem Inflationsausgleich sowie Reformen der Kfz-Steuer, die nunmehr zum Zeitpunkt der Pkw-Erstzulassung greift, und der Dienstwagenbesteuerung, wodurch die Anschaffung von Nullemissionsfahrzeuge gegenüber Pkw mit Verbrennungsmotoren finanziell attraktiver wird.

Um Herstellern Investitionssicherheit zu bieten und zu vermeiden, dass Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen bei einem absehbar steigenden CO₂-Preis mit hohen Betriebskosten belastet werden, ist die Beibehaltung der auf EU-Ebene

beschlossenen CO₂-Flottengrenzwerte für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge sowie schwere Nutzfahrzeuge essenziell.

Da die Frage, wie gut Menschen bei steigenden Preisen für fossile Brennstoffe auf klimafreundliche Alternativen umsteigen können, auch maßgeblich durch die regionale ÖPNV-Verfügbarkeit bestimmt wird, kommt dem Staat im Bereich der Verkehrsinfrastruktur und des ÖV-Angebots eine zentrale Rolle zu. Die Bereitstellung eines flächendeckenden Angebots öffentlicher Verkehrsmittel und der Ausbau von sicheren Rad- und Fußwegen sind Teil der öffentlichen Daseinsvorsorge und zentral, um eine Grundverfügbarkeit von Mobilitätsangeboten zu schaffen und damit gerade auch die untersten Einkommensdezile zu entlasten. Dabei lassen sich die notwendigen Investitionen für den Erhalt und Ausbau des Bundesschiennetzes und der Infrastruktur des ÖPNV kurzfristig nicht allein durch laufende Einnahmen oder Rückstellungen decken. Zinsgünstige öffentliche Darlehen ermöglichen es, die Rückzahlung der hohen Investitionen über einen längeren Zeitraum zu strecken.

Um einen sozial gerechten Übergang zur Klimaneutralität zu gewährleisten und den Zugang zu besserer Mobilität für alle zu ermöglichen, ist eine finanzielle Unterstützung von Privatpersonen in Form von gezielter Investitionsunterstützung zum Umstieg auf Elektromobilität und Ausgleichszahlungen notwendig.

Öffentliche Finanzbedarfe zur Unterstützung von Investitionen in die Mobilitätswende

Öffentliche Finanzbedarfe entstehen durch Zuschüsse für den Erhalt und Ausbau der Schieneninfrastruktur, für den ÖPNV sowie für eine gezielte Investitionsunterstützung im Bereich der Elektromobilität sowohl bei der Fahrzeuganschaffung als auch für den Aufbau von Ladeinfrastruktur.

→ Zuschüsse für die Schieneninfrastruktur: Um die Verkehrsleistung der Bahn im Personen- und Güterverkehr im Rahmen der Mobilitätswende

deutlich zu steigern, bedarf es zusätzlicher Investitionen in die Schieneninfrastruktur. Der so entstehende öffentliche Finanzbedarf für die Steigerung der Kapazitäten liegt in den Jahren 2025 bis 2030 bei durchschnittlich etwa 4,6 Milliarden Euro pro Jahr und steigt im weiteren Zeitraum bis 2045 auf durchschnittlich 6,3 Milliarden Euro pro Jahr.

→ Zuschüsse zum ÖPNV: Zusätzlich zur Infrastruktur sind darüber hinaus auch Zuschüsse für die Anschaffung der Fahrzeuge für den ÖPNV (Züge, Busse) notwendig, soweit sich die erforderlichen Investitionen nicht über Ticketeinnahmen refinanzieren lassen. Basierend auf einem weitgehend konstanten Kostendeckungsgrad wird der Bedarf hierfür bis 2030 auf durchschnittlich 0,5 Milliarden Euro pro Jahr veranschlagt; dieser steigt bis 2045 auf 2,6 Milliarden Euro pro Jahr an. Auch diese Summe bezieht sich, wie bei der Schieneninfrastruktur, auf die zusätzlichen Fahrzeuginvestitionen (ohne Ausgaben für deren Betrieb) gegenüber der Referenz des Projektionsberichts. Grundsätzlich gilt, dass Ausgaben für die Bereitstellung eines qualitativ hochwertigen, flächendeckenden Angebots an öffentlichen Verkehrsmitteln – gerade auch in strukturschwachen Regionen – nicht allein dem Klimaschutz zugutekommen, sondern auch der allgemeinen Daseinsvorsorge dienen.

→ Investitionsunterstützung im Bereich der Elektromobilität: Menschen mit geringem Einkommen, die in Regionen ohne ausreichende ÖPNV-Abdeckung wohnen, können für die Anschaffung eines E-Pkws auf staatliche Unterstützung angewiesen sein. Die Unterstützung kann sowohl in Form von zinsgünstigen Krediten als auch durch Prämien oder einkommensabhängig geförderte Leasing-Modelle erfolgen. Die Förderung sollte zum einen auf günstige und energieeffiziente Modelle fokussieren, zum anderen sollte die Anspruchsberechtigung im Rahmen solcher Förderprogramme einkommensabhängig ausgestaltet sein, um Mitnahmeeffekte und eine starke fiskalische Belastung zu vermeiden. Die fahrzeugseitige Förderung der Elektromobilität ist mit einem Finanzbedarf bis 2030 von durchschnittlich 3,5 Milliarden Euro pro Jahr verbunden, der aber aus den Einnahmen der reformierten Kfz-Besteuerung gedeckt werden kann, sodass hier kein expliziter Bedarf für den Haushalt ausgewiesen wird.

→ Mobilitätsgeld: Ein einkommensunabhängiges Mobilitätsgeld ersetzt die bisherige Entfernungspauschale, um für Menschen mit geringem Einkommen die Kostensteigerungen durch den CO₂-Preis besser abzufedern. Das Mobilitätsgeld gewährt allen Arbeitnehmenden eine gleiche

Öffentliche Finanzbedarfe zur Unterstützung von Investitionen im Jahresdurchschnitt im Verkehrsbereich [Mrd. EUR₂₀₂₃]

→ Tabelle 4

	2025–2030	2031–2045	haushaltswirksam
Verkehr (gesamt)	9,1	8,9	
Elektromobilität	3,5	0,0	nein ¹⁾
Ladeinfrastruktur	0,6	0,0	ja
Zuschuss zur Schieneninfrastruktur	4,6	6,3	ja
Zuschuss zum ÖPNV	0,5	2,6	ja
Mobilitätsgeld			nein ²⁾
Reform Dienstwagenbesteuerung			keine Angabe ³⁾

1) Die fahrzeugseitige Förderung der Elektromobilität kann aus den Einnahmen der reformierten Kfz-Besteuerung gedeckt werden, so dass hier kein expliziter Bedarf entsteht.

2) Die Umwandlung der Entfernungspauschale in ein Mobilitätsgeld erfolgt haushaltsneutral.

3) Die Reform der Dienstwagenbesteuerung, wodurch die Anschaffung von Nullemissionsfahrzeugen gegenüber Pkw mit Verbrennungsmotoren finanziell attraktiver wird, wurde nicht quantifiziert.

finanzielle Entlastung für berufliche Pendelwege; die Summe hängt ausschließlich von der Pendeldistanz ab und steigt nicht – wie bei der Entfernungspauschale – mit dem Steuersatz und folglich dem Einkommen an. Die Umwandlung der Entfernungspauschale in ein Mobilitätsgeld erfolgt haushaltsneutral.

→ Zuschüsse zum Ausbau der Ladeinfrastruktur: Es fallen Zuschüsse bis 2030 in Höhe von 0,6 Milliarden Euro pro Jahr an, die insbesondere für den Aufbau eines leistungsfähigen Ladenetzes für Lkw eingesetzt werden, darüber hinaus aber auch für eine einkommensabhängige Förderung privater Ladeinfrastruktur sowie die Unterstützung des Aufbaus öffentlicher Pkw-Ladeinfrastruktur vor allem in ländlichen Regionen.

3.5 Investitionsbedarf zum klimaneutralen *Land-Use*-Sektor

Um die in den Sektoren Landwirtschaft und LULUCF anfallenden Emissionen zu reduzieren und ihre Senkenleistung zu stärken, bedarf es vor allem öffentlicher Mittel, um die Sektoren für die Erbringung öffentlicher Leistungen zu entlohnen. Die Förderung von Investitionen, zum Beispiel zur Modernisierung von Maschinen und Gebäuden, in Infrastruktur und in Technologien zur Minderung von Treibhausgasemissionen, sind ebenfalls relevant, spielen aber im Vergleich zur Entlohnung für öffentliche Leistungen eine geringere Rolle.

Um diese Investitionen anzureizen, bedarf es zuerst politischer Rahmenbedingungen, die den Beitrag zum Klimaschutz zu einer ökonomischen Chance für die in den Sektoren tätigen Unternehmen werden lassen und die richtigen Preisanreize setzen, um Emissionen zu mindern.

Dazu zählen beispielsweise ein EU-weites Emissionshandelssystem für Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft und aus landwirtschaftlich genutzten Mooren. Preisbasierte Anreize setzen Preissignale für eine umwelt- und sozialverträglichere Wirtschaftsweise, überlassen es aber der unternehmerischen Entscheidung, auf das Preissignal zu reagieren.

Außerdem sind öffentliche Zahlungen für die Bereitstellung öffentlicher Güter ein wichtiger Anreiz für die Entwicklung nachhaltiger Geschäftsmodelle in der Land- und Forstwirtschaft. Dazu gehört unter anderem die Entlohnung öffentlicher Leistungen wie der vermehrten Bindung von Kohlenstoff im Wald und auf landwirtschaftlichen Flächen. Die finanziellen Bedarfe können sowohl aus Geldern der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP) als auch aus anderen Haushaltsmitteln stammen. Auch private Kohlenstoffmärkte können einen Beitrag leisten.

Außerdem sind unter anderem Investitionen in die Anpassung der Wälder, die Infrastruktur und waserbauliche Maßnahmen zur Wiedervernässung landwirtschaftlich genutzter Moore notwendig. Die dazu notwendigen öffentlichen Finanzbedarfe wurden nicht quantifiziert.

Um einen ambitionierten Beitrag der Land- und Forstwirtschaft zum Klimaschutz und weiteren Nachhaltigkeitszielen zu finanzieren, sind deutlich mehr finanzielle Mittel notwendig als heute. Eine genaue Quantifizierung hängt jedoch stark von den gewählten Instrumenten und Finanzierungsquellen ab. Dies geht über den Rahmen der aktuellen Studie hinaus.

Methodik

Berechnung der Gesamtinvestitionen

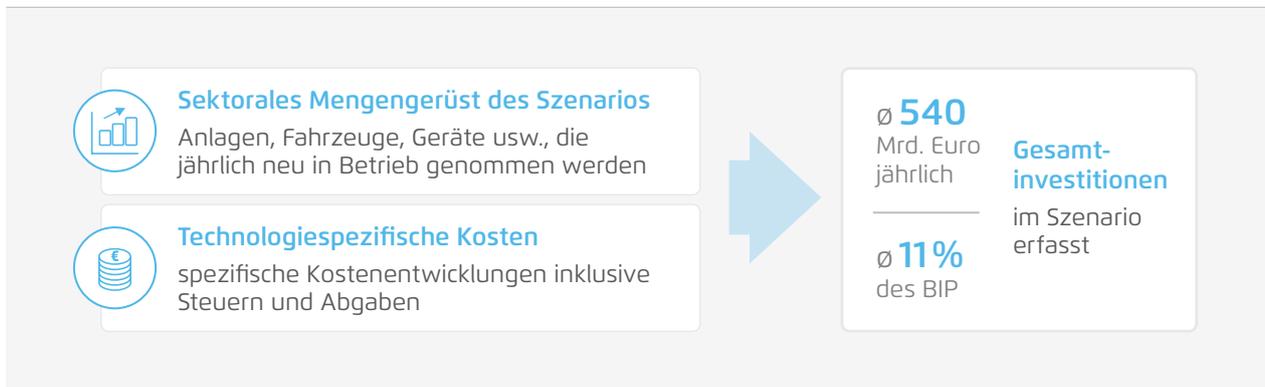
Die in der Studie dargestellten Investitionsbedarfe wurden im Rahmen des modellbasierten Szenarios „Klimaneutrales Deutschland 2045“ ermittelt. In einem ersten Schritt wurde dafür das gesamte Investitionsvolumen berechnet, das im Szenario für eine klimaneutrale Transformation erforderlich ist.

Die Berechnung basiert auf den sektorspezifischen Mengen, die jährlich im Szenario umgesetzt werden (zum Beispiel neu in Betrieb genommene Anlagen, Fahrzeuge und Geräte). Diese Mengen werden mit den technologiespezifischen Kosten multipliziert und anschließend aufsummiert.

Erfasst werden nur Investitionen in klimarelevante Sachgüter und Maßnahmen, wie sie im Klimaneutralitätsszenario definiert sind. Das heißt, dass nicht alle Investitionen in der Volkswirtschaft berücksichtigt werden, sondern nur solche, die auf energieverbrauchsrelevante Güter oder Klimaschutzmaßnahmen abzielen. Im Gebäudebereich werden zum Beispiel Investitionen für Neubauten oder energetische Sanierungen einbezogen, nicht jedoch der Ersatz von Bädern oder Küchen. Historisch decken die hier berücksichtigten Gesamtinvestitionen etwa 40 Prozent der Bruttoanlageinvestitionen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) ab (Prognos, 2024).

Berechnung der Gesamtinvestitionen

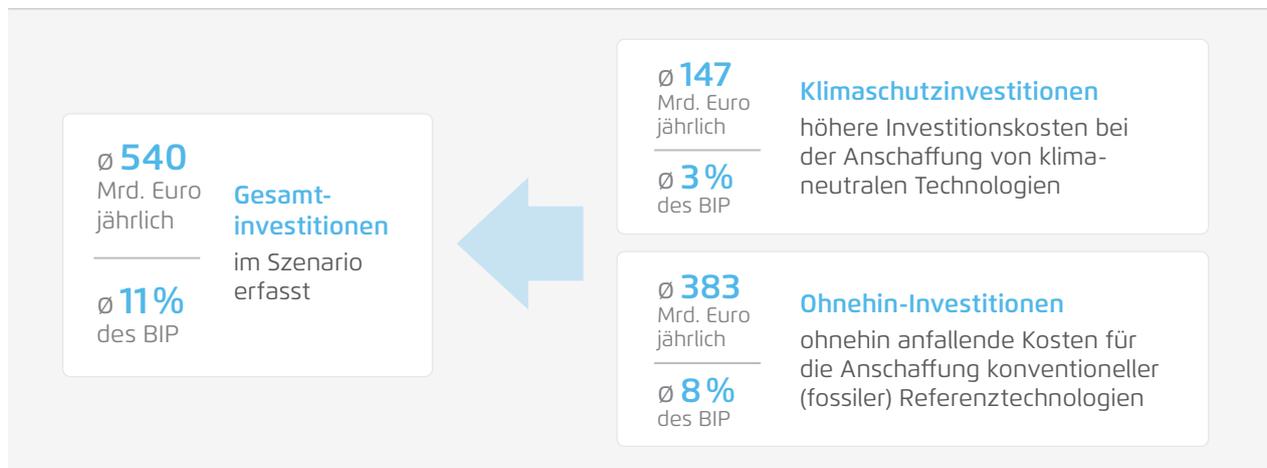
→ Abb. 12



Agora Energiewende (2024)

Abgrenzung in Klimaschutz- und Ohnehin-Investitionen

→ Abb. 13



Agora Energiewende (2024)

Abgrenzung in Klimaschutz- und Ohnehin-Investitionen

In einem zweiten Schritt wurde das Finanzvolumen abgeschätzt, das zur Erreichung von Klimaneutralität in dem Szenario zusätzlich zu den ohnehin anfallendem Investitionsvolumen zu stemmen ist (sogenannte Klimaschutzinvestitionen).

Klimaschutzinvestitionen sind Investitionen oder Anteile von Investitionen, die ohne Klimaschutzmaßnahmen nicht erforderlich wären. Sie beziehen sich auf die Mehrkosten bei der Anschaffung im Vergleich zu konventionellen (fossilen) Referenztechnologien, beispielsweise die Mehrkosten einer Wärmepumpe im Vergleich zu einer Gasheizung. Auch Investitionen in Technologien, die speziell für den Klimaschutz benötigt werden (zum Beispiel CCS-Infrastruktur oder Wasserstoffherzeugung), zählen zu den Klimaschutzinvestitionen. Die höheren Investitionen bedeuten jedoch nicht immer Mehrkosten über den gesamten Lebenszyklus hinweg. So sind zum Beispiel viele Elektroautos trotz aktuell höherer

Anschaffungskosten aufgrund der geringeren Betriebskosten über die gesamte Lebenszeit bereits heute günstiger als Benzin- und Dieselfahrzeuge.

Um die Klimaschutzinvestitionen abzugrenzen, wurde für jedes Segment eine Referenztechnologie oder ein technischer Standard festgelegt. Dadurch wird sichergestellt, dass nur die Kosten berücksichtigt werden, die über die konventionellen Alternativen hinausgehen.

Abgrenzung in private und öffentliche Investitionen

Die Abschätzung des öffentlichen Anteils an den Klimaschutzinvestitionen erfolgt auf Basis der im jeweiligen Sektor/Betreffnis geltenden institutionellen Rahmenbedingungen sowie der Auswertung von Statistiken und weiteren Quellen. In einigen Fällen ist eine direkte Abschätzung nur eingeschränkt möglich. In diesen Fällen wurde auf vereinfachende Annahmen zurückgegriffen (unter anderem Analogieschlüsse).

Literaturverzeichnis

Agora Think Tanks (2024): *Klimaneutrales Deutschland. Von der Zielsetzung zur Umsetzung.* Online verfügbar unter <https://www.agora-energiewende.de/publikationen/klimaneutrales-deutschland-studie>, zuletzt geprüft am 03.12.2024.

Fachrat Energieunabhängigkeit (2024): *Sicherheitsorientierte Energiepolitik – Eine Finanzierungsstrategie für die Erdgasunabhängigkeit von Deutschland.* Online verfügbar unter <https://zoe-institut.de/wp-content/uploads/2024/01/Sicherheitsorientierte-Energiepolitik-Bericht-Fachrat.pdf>, zuletzt geprüft am 29.11.2024.

Heilmann et al. (2024): *Was kostet eine sichere, lebenswerte und nachhaltige Zukunft?* Online verfügbar unter <https://dezernatzukunft.org/was-kostet-eine-sichere-lebenswerte-und-nachhaltige-zukunft/>, zuletzt geprüft am 29.11.2024.

Hesse et al. (2024): *Strukturelle Stärkung der kommunalen Investitionsfähigkeit, Teil 2: Die fiskalischen Transmissionskanäle unter dem Brennglas.* Online verfügbar unter <https://www.wifa.uni-leipzig.de/institut-fuer-oeffentliche-finanzen-und-public-management/kompetenzzentrum-fuer-kommunale-infrastruktur-sachsen/publikationen/komkis-analyse>, zuletzt geprüft am 29.11.2024.

Kölschbach und Steitz (2024): *Effekte staatlicher Beteiligungen auf den Stromnetzausbau.* Online verfügbar unter <https://dezernatzukunft.org/effekte-staatlicher-beteiligungen-auf-den-stromnetzausbau/>, zuletzt geprüft am 03.12.2024.

Martinez-Lopez (2006): *Linking public investment to private investment. The case of Spanish regions.* *International Review of Applied Economics.* Online verfügbar unter <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02692170600873996>, zuletzt geprüft am 06.12.2024

Matvejevs und Tkacevs (2023): *Invest one–get two extra: Public investment crowds in private invest-*

ment. *European Journal of Political Economy.* Online verfügbar unter <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0176268023000289>, zuletzt geprüft am 06.12.2024

Prognos (2024): *Klimaschutzinvestitionen für die Transformation des Energiesystems.* Online verfügbar unter <https://www.prognos.com/de/projekt/klimaschutzinvestitionen-transformation-energiesystem>, zuletzt geprüft am 29.11.2024.

Raffer und Scheller (2024): *KfW-Kommunalpanel 2024.* Online verfügbar unter <https://difu.de/publikationen/2024/kfw-kommunalpanel-2024>, zuletzt geprüft am 29.11.2024.

Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2024): *Versäumnisse angehen, entschlossen modernisieren.* Online verfügbar unter <https://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/publikationen/jahresgutachten.html>, zuletzt geprüft am 06.12.2024

Schuster et al. (2024): *Wie wir die Modernisierung Deutschlands finanzieren.* Online verfügbar unter <https://dezernatzukunft.org/wie-wir-die-modernisierung-deutschlands-finanzieren/>, zuletzt geprüft am 06.12.2024

Schwartz und Gerstenberger (2024): *KfW-Mittelstandsatlas 2024. Von Spitzenpositionen und Nachholpotenzialen – die regionalen Facetten des Mittelstands in den Bundesländern.* Online verfügbar unter <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-KfW-Mittelstandsatlas/Mittelstandsatlas-2024/KfW-Mittelstandsatlas-2024.pdf>, zuletzt geprüft am 29.11.2024.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2024): *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung.* Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Tabellen/lrvgr03.html#fussnote-1-242548>, zuletzt geprüft am 30.10.2024

Publikationen von Agora Energiewende

Auf Deutsch

Klimaneutrales Deutschland

Von der Zielsetzung zur Umsetzung

Wärmenetze: klimaneutral, wirtschaftlich und bezahlbar

Wie kann ein zukunftssicherer Business Case aussehen?

Meer-Wind für Klimaneutralität

Herausforderungen und notwendige Maßnahmen beim Ausbau der Windenergie auf See in Deutschland und Europa

Serielle Sanierung

Effektiver Klimaschutz in Gebäuden und neue Potenziale für die Bauwirtschaft

Wasserstoffimporte Deutschlands

Welchen Beitrag können Pipelineimporte in den 2030er Jahren leisten?

Der Sanierungssprint

Potenzial und Politikinstrumente für einen innovativen Ansatz zur Gebäudesanierung

Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2023

Rückblick auf die wesentlichen Entwicklungen sowie Ausblick auf 2024

Haushaltsnahe Flexibilitäten nutzen

Wie Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen und Co. die Stromkosten für alle senken können

Der CO₂-Preis für Gebäude und Verkehr

Ein Konzept für den Übergang vom nationalen zum EU-Emissionshandel

Wasserstoff-Importoptionen für Deutschland

Analyse mit einer Vertiefung zu Synthetischem Erdgas (SNG) bei nahezu geschlossenem Kohlenstoffkreislauf

Windstrom nutzen statt abregeln

Ein Vorschlag zur zeitlichen und regionalen Differenzierung der Netzentgelte

Roll-out von Großwärmepumpen in Deutschland

Strategien für den Markthochlauf in Wärmenetzen und Industrie

Alle Publikationen finden Sie auf unserer Internetseite: www.agora-energiewende.de

Publikationen von Agora Energiewende

Auf Englisch

Climate-neutral Germany (Executive Summary)

From target-setting to implementation

Enabling a just coal transition in Kazakhstan

Opportunities, challenges and strategic pathways

Investing in the Green Deal

How to increase the impact and ensure continuity of EU climate funding

EU climate policy between economic opportunities and fiscal risks

Assessing the macroeconomic impacts of Europe's transition to climate neutrality

Low-carbon hydrogen in the EU

Towards a robust EU definition in view of costs, trade and climate protection

9 Insights on Hydrogen – Southeast Asia Edition

12 Insights on Hydrogen – Brazil Edition

The benefits of energy flexibility at home

Leveraging the use of electric vehicles, heat pumps and other forms of demand-side response at the household level

EU policies for climate neutrality in the decisive decade

20 Initiatives to advance solidarity, competitiveness and sovereignty

Modernising Kazakhstan's coal-dependent power sector through renewables

Challenges, solutions and scenarios up to 2030 and beyond

The roll-out of large-scale heat pumps in Germany

Strategies for the market ramp-up in district heating and industry

Transitioning away from coal in Indonesia, Vietnam and the Philippines

Overview of the coal sector with a focus on its economic relevance and policy framework

Hydrogen import options for Germany (Summary)

Analysis with an in-depth look at synthetic natural gas (SNG) with a nearly closed carbon cycle

Alle Publikationen finden Sie auf unserer Internetseite: www.agora-energiewende.org

Publikationsdetails

Über Agora Energiewende

Agora Energiewende erarbeitet unter dem Dach der Agora Think Tanks wissenschaftlich fundierte und politisch umsetzbare Konzepte für einen erfolgreichen Weg zur Klimaneutralität – in Deutschland, Europa und international. Die Denkfabrik agiert unabhängig von wirtschaftlichen und parteipolitischen Interessen und ist ausschließlich dem Klimaschutz verpflichtet.

Agora Energiewende

Agora Think Tanks gGmbH
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2
10178 Berlin | Deutschland
T +49 (0) 30 7001435-000

www.agora-energiewende.de
info@agora-energiewende.de

Korrekturat/Lektorat: Planet Neun

Satz: Urs Karcher

Titelfoto: Nastasic | iStock

348/06-A-2024/DE

Version 1.0, Dezember 2024



Unter diesem QR-Code steht diese Publikation als PDF zum Download zur Verfügung.



Dieses Werk ist lizenziert unter CC-BY-NC-SA 4.0.